GOVERNMENT OF TAMIL NADU

ہائر سکنڈری سال اوّل

HIGHER SECONDARY FIRST YEAR

طبیعیات

PHYSICS

VOLUME - 2 جِلد - 2

(URDU MEDIUM)

Department of School Education

Untouchability is Inhuman and a Crime

100
95
75
25
5
0

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:27 PM

Government of Tamil Nadu

First Edition - 2022
Revised Edition - 2023
Reprint - 2024

(Published under New Syllabus)

Content Creation

State Council of Educational
Research and Training
© SCERT 2022
Printing & Publishing

Tamil NaduTextbook and Educational
Services Corporation

www.textbooksonline.tn.nic.in

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:27 PM

مضامین

طبیعیات PHYSICS

اکائی	عنوان	صفحہ نمبر	مہینہ
6	جاذبیت (Gravitation)	01	ستمبر-اکتوبر
7	مادّے کی خصوصیات (Properties of matter)	49	اکتوبر
8	حرارت اور حرحرکیات (Heat and Thermodynamics)	95	اکتوبر-نومبر
9	گیسوں کا فعلی نظریہ (Kinetic theory of gases)	164	نومبر
10	اہتزازات (Oscillations)	188	نومبر-دسمبر
11	موجیں (Waves)	224	دسمبر
	عملی مشق (Practical)	281	
	لغت اصطلاحات (Glossary)	314	

E-book

Assessment

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:27 PM

HOW TO USE THE BOOK?

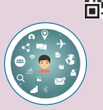
Scope of Physics
- Awareness on higher learning - courses, institutions and required competitive exams
- Financial assistance possible to help students to climb academic ladder

Learning Objectives:
- Overview of the unit
- Gives clarity on the goals and intention of the topics

- Additional facts related to the topics covered to facilitate curiosity driven learning

Example problems
- To ensure understanding, problems/illustrations are given at every stage before advancing to next level

- Visual representation of concepts with illustrations
- Videos, animations, and tutorials


ICT
- To harness the digital skills to class room learning and experimenting

Summary
- Recap of salient points of the lesson

Concept Map
- Schematic outline of salient learning of the unit

Evaluation
- Evaluate students' understanding and get them acquainted with the application of physical concepts to numerical and conceptual questions

Books for Reference
- List of relevant books for further reading

Solved examples
- Solutions to exercise problems are accessible here. In addition, a few solved examples are given to facilitate students to apply the concepts learnt.

Competitive Exam corner
- Model Questions - To motivate students aspiring to take up competitive examinations such as NEET, JEE, Physics Olympiad, JIPMER etc

Practical
- List of practical and the description of each is appended for easy access.

Glossary
- Scientific terms frequently used with their Tamil equivalents

Back wrapper: Solvay Conference 1927, Belgium

Photograph of the attendees of the most famous fifth solvay international conference held in october 1972. 17 of the 29 scientists found in this photograph are Nobel laureates (shown in bold).

Front row (L to R) : **I. Langmuir**, **M. Planck**, **Marie Curie**, **H.A. Lorentz**, **A. Einstein**, P. Langevin, Ch.E. Guye, **C.T.R. Wilson**, **O.W. Richardson**

Middle row (L to R) : **P. Debye**, M. Knudsen, **W.L. Bragg**, H.A. Kramers, **P.A.M. Dirac**, **A.H. Compton**, **L.de Broglie**, **M. Born**, **N. Bohr**

Back row (L to R) : A. Piccard, E. Henriot, P. Ehrenfest, Ed. Herzen, Th.De Donder, **E. Schrödinger**, E.Verschaffelt, **W. Pauli**, **W. Heisenberg**, R.H. Fowler, L. Brillouin

—Photographie by Benjamin Couprie

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:27 PM

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:29 PM

Scope of Physics - Higher Education

Exams

- JEE-Joint Entrance Examination
- Physics Olympiad Exam
- NEET- National Eligibility and Entrance Test
- NEST- National Entrance Screening Test
- AIEEE- All India Engineering Entrance Exam
- AIIMS- All India Institute of Medical Science (Entrance Examination)
- JIPMER- Jawaharlal institute of Postgraduate Medical Education and Research (Entrance Examination)
- KVPY- Kishore Vaigyanik Protsahan Yojana
- JAM- Joint Admission Test
- TIFR GS - Tata Institute of Fundamental Research Graduate School Admissions Examination
- JEST- Joint Entrance Screening Test
- NET- National Eligibility Test (CSIR and UGC)
- GATE-Graduate Aptitude Test in Engineering
- ICAR -AIEEA-Indian Council of Agricultural Research All India Entrance Examination

After completing +2

- B.Sc (Physics)
- Integrated M.Sc (Physics) (Central Universities)
- Integrated M.Sc (in Central Research Institutes through NEST and KVPY with stipend)
- B.Sc./B.S./B.Stat./B.Math./M.S. in Mathematics, Chemistry and Biology. (KVPY)
- B.E/B.Tech/ B.Arch (JEE, AIEEE in IITs and NITs) MBBS/ B.D.S/B.Pharm (NEET, JIPMER, AIIMS)
- B.Sc. (Agriculture) (ICAR -AIEEA)
- Dual Degree Program BS & MS (JEE, JEST in IITs and IISERs)
- B.Sc (Hospitality administration)
- B.Sc (Optoectronics)
- B.Sc (Optometry)
- B.Tech (Optics and Optoelectronics)

After completing undergraduate course in Physics (B.Sc Physics)

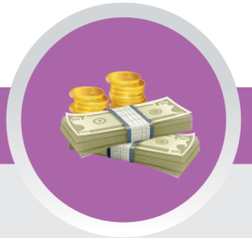
- M.Sc. (Physics) (In Central and State Universities and Colleges)
- M.Sc. Physics (JAM in IISc ,IITs and NITs)
- M.Sc. (In State and Central Universities)
- Medical Physics
- Materials Science
- Energy
- Earth Sciences
- Space science
- Oceanography
- Remote sensing
- Electronics
- Photonics
- Optoelectronics
- Acoustics
- Applied electronics
- Astronomy and Astrophysics
- Nanoscience and Nanotechnology
- Biostatistics
- Bio informatics
- Vacuum sciences

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:29 PM

Opportunities after B.Sc. Physics

Jobs in Government Sector

- Indian Forest Services
- Scientist Job in ISRO, DRDO, CSIR labs
- Union Public Service Commission
- Staff Selection Commission
- Indian Defence Services etc.
- Public Sector Bank
- State PCS
- Grade III & Compiler Post
- Tax Assistant
- Statistical Investigator
- Combined Higher Secondary
- Combined Graduate Level Exam etc.



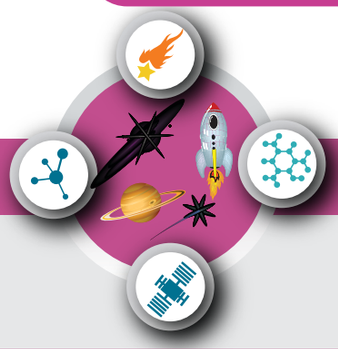
Financial assistance to pursue higher education

Scholarships for graduate and post graduate courses

- International Olympiad: for getting stipend for Higher Education in Science and Mathematics
- DST – INSPIRE Scholarships (for UG and PG)
- DST – INSPIRE Fellowships (for Ph.D)
- UGC National Fellowship (for Ph.D)
- Indira Gandhi Fellowship for Single Girl Child (for UG and PG)
- Moulana Azad Fellowship for Minorities (for Ph.D)
- In addition various fellowships for SC/ST/PWD, OBC etc. are available.
- Visit website of University Grants Commission (UGC) and Department of Science and Technology (DST)

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:34 PM

Institutes in india to pursue research in physics



After completing Post Graduate course in Physics (M.Sc Physics)

Topics of Research

- Quantum Physics and Quantum Optics
- Astrophysics, Astronomy
- String theory, Quantum Gravity
- Mathematical Physics, Statistical Mechanics
- Quantum Field Theory
- Particle Physics and Quantum Thermodynamics
- Quantum Information Theory
- Condensed Matter Physics, Materials Science
- Electro Magnetic Theory
- Black Holes, Cosmology
- Crystal Growth, Crystallography
- Spectroscopy, Atomic, Molecular and Optical Physics
- Nano Science and Nanotechnology
- Energy and Environment Studies
- Biophysics, Medical Physics
- Cryptography, Spintronics
- Optics and Photonics
- Meteorology and Atmospheric Science

Research Institutions in various areas of science

Name of the Institution	Website
Indian Institute of Science (IISc) Bangalore	www.iisc.ac.in
Raman Research Institute (RRI) Bangalore	www.rri.res.in
Institute of Mathematical Sciences (IMSc) Chennai	www.imsc.res.in
Indian Association for Cultivation of Science (IACS) Calcutta	www.iacs.res.in
Chennai Mathematical Institute (CMI) Chennai	www.cmi.ac.in
Tata Institute of Fundamental Research (TIFR) Mumbai	www.tifr.res.in
Bhaba Atomic Research Centre (BARC) Mumbai	www.barc.gov.in
SN Bose centre Basic Natural science Calcutta	www.bose.res.in
Indian Institute of Space Science and Technology (IIST) Trivandrum	www.iist.ac.in
Physics Research Laboratory (PRL) Ahmedabad	www.prl.res.in
Indian Institute of Astrophysics (IIA) Bangalore	www.iiap.res.in
Institute of Physics (IOP) Bhubaneswar	www.iopb.res.in
Institute for Plasma Research (IPR) Gujarat	www.ipr.res.in
Inter University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA) Pune	www.iucaa.in
Indira Gandhi Centre for Atomic Research (IGCAR), Kalpakkam	www.igcar.gov.in
Hyderabad Central University, Hyderabad	www.uohyd.ac.in
Delhi University, Delhi	www.du.ac.in
Mumbai University, Mumbai	www.mu.ac.in
SavithiribaiPhule Pune university, Pune	www.unipune.ac.in
National Institute of Science Education and Research (NISER), Bhubaneshwar	www.niser.ac.in
IISER Educational Institutions	www.iiseradmission.in
Indian Institute of Technology in various places (IIT's)	www.iitm.ac.in
National Institute of Technology (NITs)	www.nitt.edu
Jawaharlal Nehru University (JNU)	www.jnu.ac.in
Central Universities	www.ugc.ac.in
State Universities	https://www.ugc.ac.in
CSIR – Academy (National laboratories, Delhi, Hyderabad, Trivandrum, Chennai, Calcutta etc)	

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:34 PM

اکائی
6

جاذبیت (Gravitation)

"The most remarkable discovery in all of astronomy is that the stars are made up of atoms of same kind as those in the Earth" – Richard Feynman

سیکھنے کے مقاصد

اس اکائی میں طلباء یہ سیکھ سکیں گے

- سیاروں کی حرکت کے لئے Kepler کے کلیے
- نیوٹن کے جاذبیت کے کلیے
- Kepler کے کلیے اور جاذبیت کے کلیے کا درمیانی تعلق
- جاذبی میدان اور قواہ کا محاسبہ
- اسراع بوجہ جاذبہ کے تغیر کا محاسبہ
- فراری رفتار اور سیارچوں کی توانائی کا محاسبہ
- بے وزنی کا تصور
- ارض مرکزی نظام پر شمس مرکزی نظام کی فضیلت
- Eratosthenes کا طریقہ استعمال کر کے زمین کے نصف قطر کی پیمائش
- جاذبیت اور فلکی طبیعیات میں جدید ترقیاں

WD14C

6.1 تعارف

چمکتے آسمان کو دیکھ کر ہم حیران رہ جاتے ہیں۔ ہمیں تعجب ہوتا ہے کہ کس طرح سورج مشرق میں طلوع ہوتا ہے اور مغرب میں غروب ہوتا ہے، دم دار ستارے کیوں ہوتے ہیں یا ستارے کیوں چمکتے ہیں۔ آسمان قدیم زمانہ ہی سے تجسس کا شکار رہا ہے۔ ہم ہمیشہ ستاروں، چاند اور سیاروں کی حرکت کے بارے میں سوچتے رہتے ہیں۔ ارسطو سے لے کر اسٹیفن ہاکنگ تک عظیم عاقلوں نے خلاء میں آسمانی حرکت کو سمجھنے کی کوشش کی ہے اور ان کی حرکت کے اسباب جاننے کی کوشش کی ہے۔

نیوٹن نے 17 ویں صدی کے آخر میں جاذبیت کے نظریے کو فروغ دیا تا کہ فلکی اجسام اور زمینی اجسام کی حرکت کی وضاحت کر سکے اور اٹھائے جانے والے سوالات کا جواب دے سکے۔

تین صدیوں کا لمبا عرصہ پار کرنے کے بعد بھی جاذبیت اور فلکی اجسام پر اس کے اثرات کا مطالعہ، آج بھی طبیعیات میں تحقیقی میدانات کا ایک فعال شعبہ ہے۔ 2017 میں طبیعیات کا نوبل انعام کشش ثقل (یا) جاذبیت کی موجوں کی کھوج ہی کے لئے دیا گیا تھا، جس کی نظریاتی، پیشن گوئی البرٹ ائن سٹائن نے 1915 میں کی تھی۔ سیاروں کی حرکت کو سمجھنا، ستاروں اور کہکشاؤں کی تشکیل اور جدید بڑی اشیاء جیسے سیاہ سوراخیں اور ان کے ادوار حیات وغیرہ طبیعیات میں پچھلی چند صدیوں سے مطالعہ کا مرکز بنے ہوئے ہیں۔

شمسی نظام کا ارض مرکزی نمونہ:
(Geocentric Model of solar system)

دوسری صدی میں ایک مشہور یونانی – رومی ماہر فلکیات Claudius Ptolemy نے سورج، چاند، مریخ، مشتری وغیرہ جیسے فلکی اجسام کی حرکت کی وضاحت کرنے کے لئے ایک نظریہ پیش کیا۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:35 PM

یہ نظریہ ارض مرکزی نمونہ کہلاتا ہے۔ ارض مرکزی نمونے کے مطابق، زمین کائنات کے مرکز پر موجود ہے اور تمام فلکی اجسام، سورج، چاند اور دیگر سیاروں سمیت زمین کے اطراف چکر لگاتے ہیں۔ ٹولمی (Ptolemy) کا نمونہ، ہماری برہنہ آنکھوں سے کئے جانے والے سمائی مشاہدات سے ملتا جلتا تھا۔ مگر بعد میں ماہرین فلکیات نے پتہ لگایا کہ ٹولمی کا نمونہ ایک حد تک سورج اور چاند کی حرکات کی وضاحت تو کر سکا مگر وہ مریخ اور مشتری کی حرکات کی صحیح وضاحت نہیں کر سکا۔

Nicholas Copernicus کا شمس مرکزی نمونہ

(Heliocentric model of Nicholar Copernicus)

15 ویں صدی میں پولینڈ کے ایک ماہر فلکیات (1473- 1543) Nicholas Copernicus نے شمس مرکزی نمونہ کہلانے والا ایک نیا نمونہ تجویز کیا جس میں سورج کو شمسی نظام کا مرکز مانا گیا اور بتایا گیا کہ زمین سمیت تمام سیارے سورج کے اطراف دائری مداروں میں چکر لگاتے ہیں۔ یہ نمونہ تمام فلکی اشیاء کی حرکات کی صحیح وضاحت کر سکا۔

اس عرصے کے آس پاس، اٹلی کے ایک مشہور ماہر طبیعیات، گلیلیو نے انکشاف کیا کہ زمین کی قریب کے تمام اشیاء زمین کی طرف ایک ہی شرح کے ساتھ اسراع پا رہے تھے۔ اسی دوران ایک نوبل انسان کہلانے والے TychoBrahe (1546- 1601) نے اپنی پوری زندگی برہنہ آنکھ سے نظر آنے والے ستاروں اور سیاروں کے مقامات کے مشاہدات کو اندراج کرنے میں صرف کر دی تھی۔ بعد میں ان کے نائب Johannes Kepler (1571 - 1630) نے، ان کے جمع کردہ ڈیٹا کا مؤاخذہ کیا اور یہی مواخذہ سیاروی حرکت کے کلیوں کی بنیاد بنا۔ یہ کلیے سیاروی حرکت کے Kepler کے کلیے کہلاتے ہیں۔

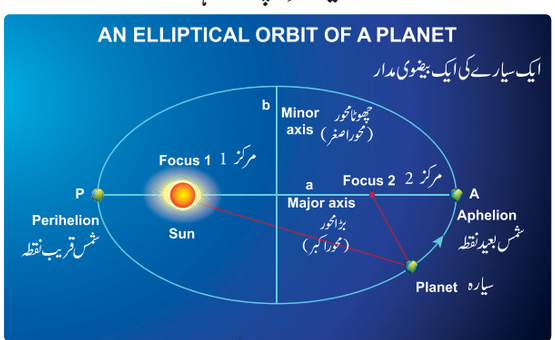
6.1.1 سیاروی حرکت کے Kepler کے کلیے

(Kepler's laws of Planetary Motion)

Kepler کے کلیے اس طرح بیان کئے جاتے ہیں۔

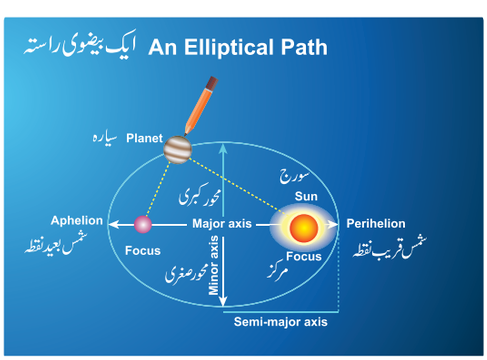
1۔ مداروں کا کلیہ (Law of Orbits)

ہر سیارہ سورج کے اطراف ایک بیضوی مدار میں چکر لگاتا ہے، اس طرح کہ سورج کسی ایک مرکز پر ہوتا ہے۔

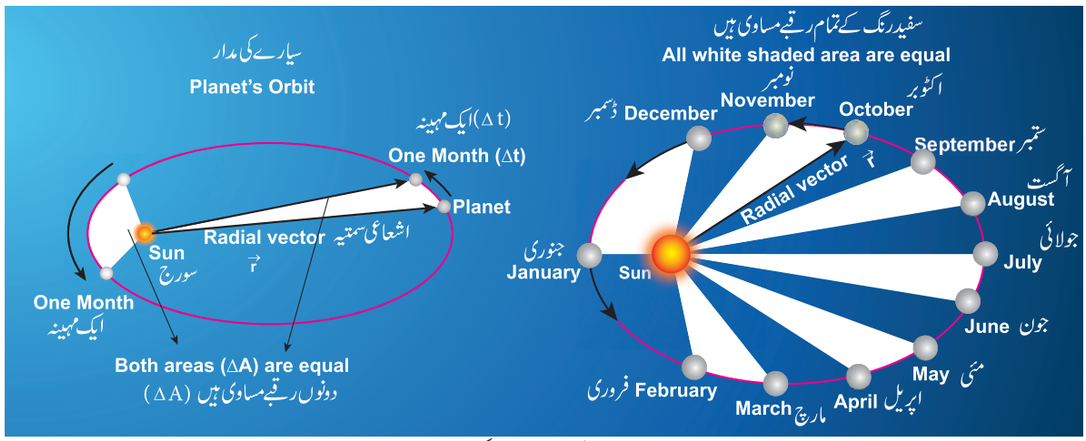


خاکہ 6.1 سورج کے اطراف کسی سیارے سے طے کیا جانے والا بیضوی راستہ

کسی سیارے کا سورج سے قریب ترین نقطہ 'P' شمس قریب نقطہ (Perihelion) کہلاتا ہے اور بعید ترین نقطہ 'A' شمس بعید نقطہ (Aphelion) کہلاتا ہے۔ (خاکہ 6.1) نصف بڑی محور (Semi- major axis) 'a' ہے اور نصف چھوٹی محور (Semi minor axis)، 'b' ہے۔ حقیقت میں Copernicus اور Ptolemy، نے سیاروی مداروں کو دائری تصور کیا تھا، مگر Kepler نے پتہ لگایا کہ سیاروں کی اصل مدار بیضوی ہیں۔



11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:36 PM



خاکہ 6.2۔ سورج کے اطراف رقبہ کے کلیے کی نمائندگی کرتے ہوئے ایک سیارے کی حرکت

2۔ رقبہ کا کلیہ :(Law of area)

اشعاعی سمتیہ (سورج کو سیارے سے ملانے والا خط) (radial vector)، وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی رقبے پار کرتی ہے۔

خاکہ 6.2 میں، سفید کردہ حصہ ΔA رقبہ ہے، جو سورج کے اطراف ایک سیارے سے، وقت کے ایک چھوٹے سے وقفے Δt میں طے کیا گیا ہے۔ چونکہ سورج بیضوی مدار کے درمیانی نقطہ (Centre) پر نہیں ہے، سیارے جب سورج کے قریب ہوتے ہیں تو تیزی سے حرکت کرتے ہیں اور جب اس سے دور ہوتے ہیں تو وہ آہستہ حرکت کرتے ہیں تاکہ مسای وقفوں میں مساوی رقبہ طے کرسکیں۔ Kelper نے سیاروں کی رفتار میں ہونے والے تغیرات کا بغور مشاہدہ کرتے ہوئے رقبہ کا کلیہ دریافت کیا۔

3۔ وقفے کا کلیہ : (Law of Period)

سورج کے اطراف، بیضوی مدار میں ایک سیارے کی گردش کے وقتی وقفے کا مربع، اس بیضوی محور کے نصف محور کبری کے مکعب کے راست تناسب میں ہوتا ہے۔ اسے اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$$T^2 \propto a^3 \qquad (6.1)$$

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{مستقلہ} \qquad (6.2)$$

جہاں T ایک سیارے کے لئے گردش کا وقت دوران (یا) وقتی وقفہ ہے۔ اور 'a' نصف محور کبریٰ ہے۔ طبیعی طور پر یہ کلیہ یہ بتاتا ہے کہ، جیسے جیسے سورج سے سیارے تک کا فاصلہ بڑھنے لگتا ہے، وقتی وقفہ بھی بڑھنے لگتا ہے مگر اس کی شرح مساوی نہیں ہوتی۔

جدول 6.1 میں سورج کے اطراف سیاروں کے گردشی وقفے (وقت دوران) ان کے نصف محور کبری کے ساتھ پیش کئے گئے ہیں۔ چوتھی قطار کی مدد سے ہم یہ اندازہ لگا سکتے ہیں کہ $\frac{T^2}{a^3}$ تقریباً ایک مستقلہ ہے، جو Kepler کے تیسرے کلیے کی تصدیق کرتی ہے۔

جدول 6.1۔ سورج کے اطراف گردش کرنے والے سیاروں کا گردشی وقت دوران اور ان کے نصف-محورات کبری۔

$\frac{T^2}{a^3}$	T (سالوں میں)	a $(10^{10}\,m)$	Planet	سیارہ
2.95	0.24	5.79	Mercury	عطارد
3.00	0.615	10.8	Venus	زہرہ
2.96	1	15.0	Earth	زمین
2.98	1.88	22.8	Mars	مریخ
3.01	11.9	77.8	Jupiter	مشتری
2.98	29.5	143	Saturn	زحل
2.98	84	287	Uranus	یورینس
2.99	165	450	Neptune	نپٹیون

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:38 PM

قابل غور نکات

PROBLEM مسئلہ	DATA ڈیٹا		
	Planet سیارہ	a	T
a اور T کو جوڑنے والا کلیہ کیا ہے؟	A	1	3
	B	2	6
	C	4	18

ان تصوراتی سیاروں کے لئے a اور T کے درمیانی تعلق پر تبصرہ کیجئے۔

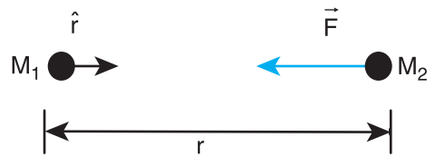
6.1.2 جاذبیت کا کائناتی کلیہ :
(Universal law of Gravitation)

Kepler کے کلیے سیاروی حرکت کی وضاحت کرنے میں تو کامیاب رہے مگر جن قوتوں سے وہ سیارے حرکت کرتے ہیں ان کی وضاحت کرنے میں یہ کلیے ناکام رہے۔ وہ سر اسحاق نیوٹن تھے جنہوں نے Kepler کے کلیوں اور گلیلیو کے مشاہدات کا بغور جائزہ لیا اور جاذبیت کا کلیہ اخذ کیا۔

نیوٹن کے جاذبیت کا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ کائنات میں، M_1 کمیت والا ایک ذرہ، M_2 کمیت والے کسی بھی ذرہ کو ایک جاذبی قوت کے ساتھ کھینچتا ہے۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ اس جاذبی قوت کا زور، ان کی کمیتوں کے حاصل ضرب کے راست تناسب میں ہے اور ان کے درمیانی فاصلے کے مربع کے بلا راست تناسب میں ہیں۔ حسابی طریقے سے اسے یوں لکھا جا سکتا ہے۔ (6.3)

$$\vec{F} = -\frac{GM_1M_2}{r^2}\hat{r} \qquad (6.3)$$

جہاں $\hat{r}$، M_1 سے M_2 کی طرف اکائی سمتیہ ہے جیسا کہ خاکہ 6.3 میں بتایا گیا ہے اور G جاذبی مستقلہ ہے، جس کی قیمت $6.67 \times 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$ ہے اور r، M_1 اور M_2 کمیتوں کا درمیانی فاصلہ ہے۔ خاکہ 6.3 میں سمتیہ $\vec{F}$، M_1 کی وجہ سے M_2 سے محسوس کی جانے والا جاذبی قوت کی نشاندہی کرتی ہے۔ یہاں منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ جاذبی قوت فطری طور پر ہمیشہ کشش ہی ہوتی ہے اور قوت کی سمت، دو کمیتوں کو جوڑنے والے خط کے ساتھ ہوتی ہے۔



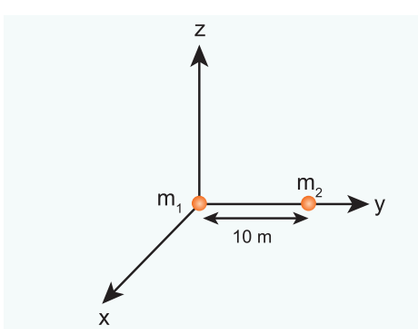
خاکہ 6.3 دو کمیتوں کا ایک دوسرے کی طرف کھنچاؤ

کارتیسی محددات میں، فاصلے کا مربع $r^2 = (x^2 + y^2 + z^2)$ کے طور پر ظاہر کیا جاتا ہے۔

(اس کے بارے میں اکائی 2 میں بتایا گیا ہے)

مثال 6.1

m_1 اور m_2 نامی دو نقطوی کمیتوں کا تصور کیجئے جو 10m کے فاصلے سے جدا کئے گئے ہیں جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ ان کی درمیانی قوت جاذبہ کا محاسبہ کیجئے اور ان میں سے ہر ایک پر قوتوں کی سمتوں کا خاکہ کھینچئے، فرض کر لیجئے کہ $m_1 = 1$ Kg اور $m_2 = 2$ Kg ہیں۔



11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:38 PM

حل :

قوت جاذبہ یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$\vec{F} = -\frac{Gm_1m_2}{r^2}\hat{r}$$

خاکہ کی مدد سے $r = 10\ m$

سب سے پہلے ہم قوت کی قدر معلوم کر سکتے ہیں۔

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times1\times2}{100}$$
$$= 13.34\times10^{-13}\ N$$

یہ غور کرنے کی بات ہے کہ یہ بہت چھوٹی قوت ہے۔ یہی وجہ ہے کہ ہم ایک دوسرے کے درمیان جاذبی قوت کو محسوس نہیں کرتے۔ G کی چھوٹی سی قیمت، اس قوت کی اصل طاقت کا اندازہ لگانے میں بہت ہی اہم کردار ادا کرتی ہے۔

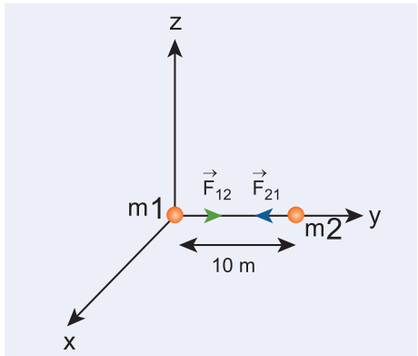
کمیت m_1 کی وجہ سے m_2 کمیت سے محسوس کی جانے والی قوت کشش $(\vec{F}_{21})$ منفی y سمت میں ہوتی ہے، یعنی $\hat{r} = -\hat{j}$ ہے۔

نیوٹن کے تیسرے کلیے کے مطابق کمیت m_2 بھی m_1 کمیت پر ایک مساوی اور مخالف قوت برآمد کرتی ہے۔ اس لئے کمیت m_2 کی وجہ سے m_1 کمیت سے محسوس کی جانے والی کشش قوت $(\vec{F}_{12})$، مثبت y سمت میں ہوتی ہے ، یعنی $\hat{r} = \hat{j}$ ہے۔

$$\vec{F}_{21} = -13.34\times10^{-13}\,\hat{j}$$

$$\vec{F}_{12} = 13.34\times10^{-13}\,\hat{j}$$

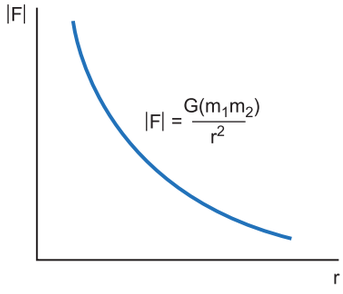
قوت کی سمت خاکہ میں بتائی گئی ہے۔



m_1 اور m_2 کی درمیانی کشش کی قوت جاذبہ، $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ ہے، جو نیوٹن کے تیسرے کلیہ کی تصدیق کرتی ہے۔

جاذبی قوت کی اہم خصوصیات:
(Important features of gravitational force)

- جیسے جیسے دو کمیتوں کا درمیانی فاصلہ بڑھتا ہے، r^2 کی بلا راست مناسبت کی وجہ سے، قوت کا زور کم ہونے لگتا ہے۔ اس سے طبیعی طور پر یہ ظاہر ہوتا ہے کہ سیارہ یورنیس، زمین کے مقابلے میں سورج کی کم جاذبی قوت محسوس کرتا ہے اس لئے کہ وہ زمین کے مقابلے میں سورج سے بہت دور ہے۔



خاکہ 6.4 فاصلہ کے ساتھ جاذبی قوت کا تغیر

- دو ذرات کی درمیانی جاذبی قوتیں ہمیشہ عمل اور ردعمل کی ایک جوڑی پیدا کرتی ہیں۔ اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ سورج سے زمین پر برآمد ہونے والی جاذبی قوت کی سمت ہمیشہ سورج کی طرف ہوتی ہے۔ سورج پر زمین سے ردعملی قوت برآمد ہوتی ہے۔ اس ردعملی قوت کی سمت زمین کی طرف ہوتی ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:39 PM

■ سورج کی جاذبی قوت کی وجہ سے زمین سے محسوس کی جانے والی قوت گذشتہ اس طرح پیش کی جاتی ہے۔

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = \vec{r} \times \left(-\frac{GM_S M_E}{r^2} \hat{r} \right) = 0$$

$$\vec{r} = r\,\hat{r},\ \left(\hat{r} \times \hat{r}\right) = 0$$

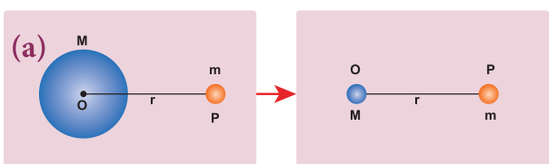
$$\text{اس لئے } \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt} = 0$$

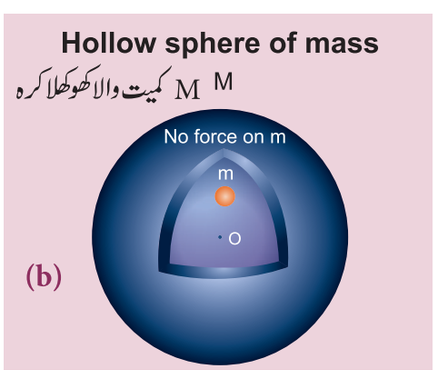
اس سے معلوم ہوتا ہے کہ زاویائی معیار حرکت $\vec{L}$ ایک مستقل سمتیہ ہے۔ سورج کے تحت زمین کی زاویائی معیار حرکت کل حرکت کے دوران مستقل ہی ہوتی ہے۔ یہ معاملہ تمام سیاروں کے لئے درست رہتا ہے۔ درحقیقت زاویائی معیار حرکت کی یہی مستقل Kepler کے دوسرے کلیے کی بنیاد بنی۔

■ مساوات $\vec{F} = -\frac{GM_1M_2}{r^2}\hat{r}$ میں ایک ذاتی مفروضہ یہ ہے کہ M_1 اور M_2 دونوں کو نقطوی کمیتیں مانا جاتا ہے۔ جب یہ کہا جاتا ہے کہ سورج کی جاذبی قوت کی وجہ سے زمین سورج کے اطراف چکر لگاتی ہے۔ تو ہم یہ تصور کرتے ہیں کہ زمین اور سورج نقطوی کمیتیں ہیں۔ یہ تصور ایک بہترین اندازہ ہے کیوں کہ ان دو اجسام کا درمیانی فاصلہ ان کے قطروں سے بہت ہی زیادہ ہوتا ہے۔ چند بے قاعدہ اور پھیلی ہوئی اشیاء جو ایک چھوٹے فاصلہ سے جدا کی گئی ہیں، ان کے لئے ہم مساوات (6.3) کو براہِ راست استعمال نہیں کر سکتے۔ اس کے بجائے ہمیں علاحدہ طور پر ریاضیاتی عوامل کا استعمال کرنا پڑتا ہے جسے اعلیٰ کلاسوں میں آگے لایا جائے گا۔

■ بہرحال ایک مخصوص صورت حال ایسی ہے جس میں نقطوی کمیتوں کا تصور چھوٹے فاصلے کے لئے بھی درست ٹھہرتا ہے۔ مساوی کثافت کے ساتھ M کمیت والے ایک کھوکھلے کرے اور اس کے باہر رکھی گئی۔ ایک نقطوی کمیت m کی درمیانی جاذبی قوت معلوم کرنے لئے، ہم M کمیت والے کھوکھلے کرے کو M کمیت والے ایک متوازن کمیت کے طور پر قیاس کر سکتے ہیں جو اس کرہ کے مرکز پر موجود ہے۔ کھوکھلے کرے کو بھی نقطوی کمیت کے طور پر قیاس کر کے ہم M کمیت والے اس کھوکھلے کرے اور نقطوی کمیت m کی درمیانی جاذبی قوت کا محاسبہ کر سکتے ہیں۔ خاص طور پر اس کھوکھلے کرے کی کل کمیت اس کھوکھلے کرے کے مرکز میں مرکوز نظر آتی ہے۔ اسے خاکہ 6.5(a) میں بتایا گیا ہے۔

■ ایک اور دلچسپ نتیجہ بھی موجود ہے۔ M کمیت والا ایک کھوکھلا کرہ تصور کیجئے۔ اگر ہم m کمیت والی ایک اور شئے کو اس کھوکھلے کرے کے درمیان رکھ دیں، جیسا کہ خاکہ 6.5(b) میں بتایا گیا ہے تو اس کمیت m سے محسوس کی جانے والی قوت صفر ہوگی۔ اعلیٰ تدریسوں میں ان محاسبات پر بحث کی جائے گی۔





خاکہ 6.5 ایک کھوکھلے کرے میں رکھی گئی ایک کمیت

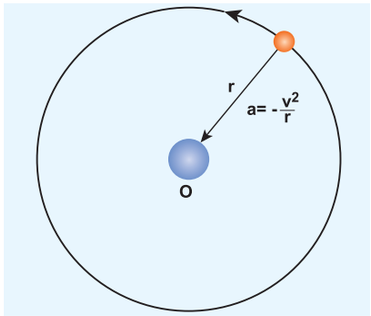
■ جاذبیت کے اس کلیے کی اصل کامیابی یہ ہے کہ یہ کلیہ یہ خلاصہ پیش کرتا ہے کہ آم کا نیچے گرنا اور زمین کے اطراف چاند کا چکر لگانا، اسی جاذبی قوت کی وجہ سے ہوتا ہے۔

نیوٹن کا معکوس مربع کا کلیہ
(Newton's Inverse Square Law)

نیوٹن نے تصور کیا کہ سیاروں کے مدارات دائرہ نما ہیں۔ دائری مدار کے نصف قطر r کے لئے مرکز کی طرف مرکز مائل اسراع یہ ہے۔

$$a = -\frac{v^2}{r} \qquad (6.4)$$

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:39 PM



خاکہ 6.6 ایک دائری مدار میں چکر لگانے والی نقطوی کمیت

یہاں ' v ' رفتار ہے اور r ، مدار کے مرکز سے سیارے تک کا فاصلہ ہے۔ (خاکہ 6.6)

معلوم شدہ مقداریں r اور T کے لحاظ سے سمتی رفتار یہ ہے۔

$$v = \frac{2\pi r}{T} \qquad (6.5)$$

یہاں T سیارے کے چکر لگانے کا وقفہ دوران ہے۔ v کی اس قیمت کو مساوات 6.4 میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$a = -\frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = -\frac{4\pi^2 r}{T^2} \qquad (6.6)$$

نیوٹن کے دوسرے کلیے $F = ma$ میں، جس میں m سیارے کی کمیت ہے۔ مساوات (6.6) سے حاصل کی گئی a کی قیمت حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$F = -\frac{4\pi^2 mr}{T^2} \qquad (6.7)$$

Kepler کے تیسرے کلیے کی مدد سے

$$\frac{r^3}{T^2} = k\,(\text{مستقلہ}) \qquad (6.8)$$

$$\frac{r}{T^2} = \frac{k}{r^2} \qquad (6.9)$$

مساوات (6.9) کو قوت کی مساوات میں حل کرنے پر، ہم جاذبیت کے کلیے پر پہنچ سکتے ہیں۔

$$F = -\frac{4\pi^2 mk}{r^2} \qquad (6.10)$$

یہاں منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ قوت، کششی ہے اور وہ مرکز کی طرف عمل پیرا ہوتی ہے۔ مساوات (6.10) میں، سیارے کی کمیت m واضح طور پر آتی ہے۔ مگر نیوٹن کو اس بات پر پورا یقین تھا کہ ان کے تیسرے کلیے کے مطابق، اگر زمین سورج کے ذریعہ کھینچی جاتی ہے تو پھر قوت کی اسی مساوی مقدار کے ساتھ زمین بھی سورج کو ضرور کھینچنا چاہیئے۔ اس لئے انہوں نے چاہا کہ قوت کی مساوات (6.10) میں سورج کی کمیت M بھی واضح طور پر آنا چاہیئے۔ اسی بصیرت کے ساتھ انہوں نے مستقلہ $4\pi^2 k$ کو GM کے برابر تصور کر کے توازن قائم کر دیا جو کہ جاذبیت کا کلیہ بن گیا۔

$$F = -\frac{GMm}{r^2}$$

اس مساوات میں بھی منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ جاذبی قوت کششی ہوتی ہے۔

اوپر کے مباحثے میں ہم نے یہ تصور کیا کہ سیارے کی مدار دائری ہے جو کہ غلط ہے جب کہ سورج کے اطراف سیارے کی مدار بیضوی ہے مگر یہ دائری مدار کا تصور بھی قابل قبول ہے کیونکہ سیارے کی مدار دائرہ نما ہونے سے بالکل قریب ہے اور دائری شکل سے ایک چھوٹا سا فرق ہی اس میں ہوتا ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:40 PM

قابل غور نکات

اگر Kepler کا کلیہ ''مستقلہ $= r^3T^2$ '' کے بجائے ''مستقلہ $= \frac{r^3}{T^2}$ '' ہوتا تو جاذبیت کا نیا کلیہ کیا ہوتا ہے؟ کیا وہ اب بھی معکوس مربع کا کلیہ ہوتا؟ فاصلے کے ساتھ جاذبی قوت کی تبدیلی کس طرح ہوتی؟ جاذبیت کے اس نئے کلیے کے مطابق زمین کے مقابلے میں نیپٹیون زیادہ قوت جاذبہ محسوس کرے گا یا کم جاذبی قوت محسوس کرے گا۔

مثال 6.2

زمین کی وجہ سے چاند اور سیب، مساوی جاذبی قوت کے ذریعہ اسراع پاتے ہیں۔ دونوں کی اسراع کا موازنہ کیجئے۔

زمین کی وجہ سے سیب سے محسوس کی جانے والی قوت جاذبہ

$$F = -\frac{GM_E M_A}{R^2}$$

یہاں M_A سیب کی کمیت ہے، M_E زمین کی کمیت ہے اور R زمین کا نصف قطر ہے۔

اوپر کی مساوات کو نیوٹن کے دوسرے کلیے کے ساتھ موازنہ کرنے پر،

$$M_A a_A = -\frac{GM_E M_A}{R^2}.$$

اوپر کی مساوات کو مختص کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$a_A = -\frac{GM_E}{R^2}$$

یہاں a_A سیب کی اسراع ہے جو ' g ' کے برابر ہے۔

اسی طرح زمین کی وجہ سے چاند سے محسوس کی جانے والی قوت یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$F = -\frac{GM_E M_m}{R_m^2}.$$

یہاں R_m چاند سے زمین تک کا فاصلہ ہے،

M_m۔ چاند کی کمیت ہے۔

چاند سے محسوس کی جانے والی اسراع یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$a_m = -\frac{GM_E}{R_m^2}.$$

چاند کی اسراع کے ساتھ سیب کی اسراع کی نسبت یوں پیش کی جاتی ہے ۔

$$\frac{a_A}{a_m} = \frac{R_m^2}{R^2}.$$

Hipparchrus کی پیمائش کی مدد سے چاند تک کا فاصلہ زمین کے نصف قطر سے 60 گنا ہوتا ہے۔ $R_m = 60R$

$$a_A / a_m = \frac{(60R)^2}{R^2} = 3600.$$

سیب کی اسراع، چاند کی اسراع سے 3600 گنا زیادہ ہوتی ہے۔

نیوٹن نے اپنے جاذبی کلیہ کی مدد سے یہی نتیجہ حاصل کیا تھا کہ سیب کی اسراع کی پیمائش آسانی سے کر لی جاتی ہے اور وہ $9.8\ ms^{-1}$ ہے۔ چاند 27.3 دنوں میں زمین کے اطراف ایک گردش مکمل کرتا ہے اور مرکز مائل اسراع کے ضابطے کی مدد سے (ملاحظہ ہو اکائی 3) ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{a_A}{a_m} = \frac{9.8}{0.00272} = 3600$$

جو کہ عین وہی ہے جو انہوں نے ان کے جاذبیت کے کلیے سے حاصل کیا تھا۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:40 PM

نوٹ

اوپر کا محاسبہ، زمین اور چاند کا درمیانی فاصلہ اور زمین کا نصف قطر معلوم کرنے میں منحصر ہے۔ زمین کے نصف قطر کی پیمائش یونان کے ایک Librarian نے اور زمین اور چاند کے درمیانی فاصلے کی پیمائش یونان کے ماہر فلکیات Hipparchrus نے 2400 سال پہلے کی تھی۔ قابل غور دلچسپ بات یہ ہے کہ ان فاصلات کی پیمائش کرنے کے لئے انہوں نے ہائی اسکول سطح کے علم ہندسہ اور trignometry ہی کا استعمال کیا۔ یہ تفصیلات فلکیات کے حصے 6.5 میں ذکر کئے گئے ہیں۔

6.1.3 جاذبی مستقلہ (Gravitational Constant)

جاذبیت کے کلیے میں، جاذبی مستقل G کی قیمت ایک بہت اہم کردار ادا کرتی ہے۔ G کی قیمت یہ واضح کرتی ہے کہ سورج اور زمین کی درمیانی جاذبی قوت اتنی زیادہ کیوں ہے، جب کہ یہی قوت دو چھوٹی اشیاء (مثلاً دو انسانوں) کے درمیان نظر انداز کے قابل ہوتی ہے۔

زمین کی سطح پر موجود m کمیت والی ایک شئے سے محسوس کی جانے والی قوت (خاکہ 6.7) اس طرح پیش کی جاتی ہے۔

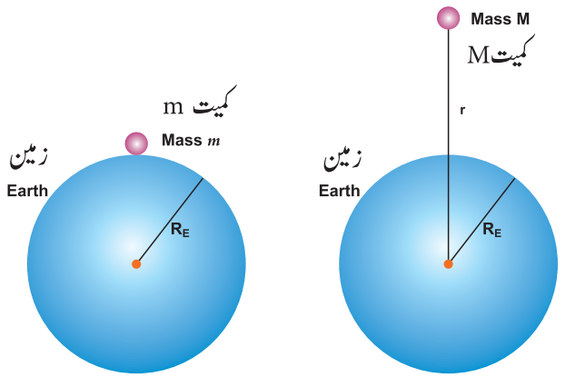
$$F = -\frac{GM_E m}{R_E^{\,2}} \qquad (6.11)$$

یہاں M_E زمین کی کمیت، m ۔ شئے کی کمیت اور R_E زمین کا نصف قطر ہے۔

نیوٹن کے تیسرے کلیے $F = -mg$ کو مساوات 6.11 کے ساتھ موازنہ کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$-mg = -\frac{GM_E m}{R_E^{\,2}}$$

$$g = \frac{GM_E}{R_E^{\,2}} \qquad (6.12)$$



خاکہ 6.7 ایک کمیت سے محسوس کی جانے والی قوت (i) زمین کی سطح پر (ii) زمین کے مرکز سے کچھ فاصلہ پر

اب زمین کے مرکز سے r فاصلے پر M کمیت والی کسی اور شئے سے محسوس کی جانے والی قوت یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$F = -\frac{GM_E M}{r^2}$$

مساوات (6.12) میں موجود g کی قیمت کے استعمال سے، قوت F اس طرح ہو جائے گی۔

$$F = -gM\frac{R_E^{\,2}}{r^2} \qquad (6.13)$$

اس سے یہ صاف پتہ چلتا ہے کہ g کی قیمت کو معلوم کر کے بآسانی قوت کا محاسبہ کیا جا سکتا ہے۔ یہ بات غور طلب ہے کہ اوپر کے محاسبے میں G درکار نہیں ہے۔

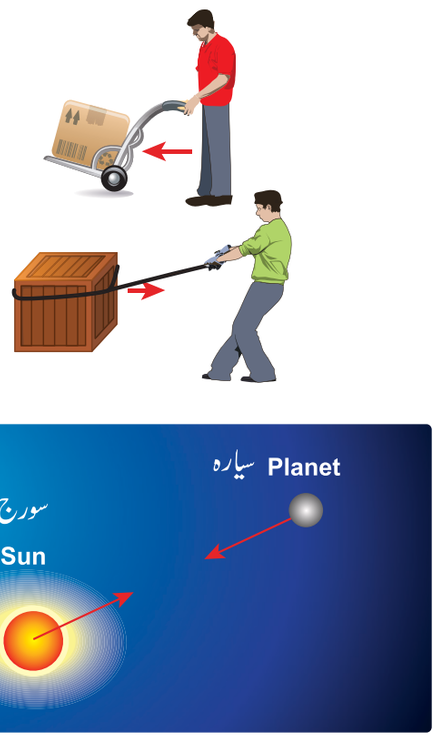
1798 میں Henry Cavendish نے ایک torsion balance کی مدد سے تجرباتی طور پر جاذبی مستقلہ G کی قیمت کا تعین کیا۔ ان سے محاسبہ کی گئی G کی قیمت $6.75 \times 10^{-11}\ \mathrm{N}\ m^2\ \mathrm{kg}^{-2}$ کے برابر تھی۔ جدید ٹیکنیک کے استعمال سے G کی اور درست قیمت کی پیمائش کی جا سکتی ہے۔ دور حاضر میں G کی اپنائی جانے والی قیمت $6.67259 \times 10^{-11}\ \mathrm{N}\ m^2\ \mathrm{kg}^{-2}$ ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:40 PM

6.2 جاذبی میدان اور جاذبی قواہ
(Gravitational Field and gravitational Potential)

6.2.1 جاذبی میدان

قوت، بنیادی طور پر دو ذرات کے باہمی تعامل کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔تعامل کی قسم کی بنیاد پر قوت کی دو قسمیں ہوتی ہیں۔ تماسی قوتیں اور غیر تماسی قوتیں (خاکہ 6.8)



خاکہ 6.8 تماسی اور غیر تماسی قوتوں کی نمائندگی

ایک شئے دوسرے شئے سے طبیعی طور پر مس ہوتے ہوئے پہنچانے والی قوتیں تماسی قوتیں کہلاتی ہیں۔قوت برآمد کرنے والے ذریعہ اور شئے کے درمیانی مس (Contact) کے ذریعہ برآمد کی جانے والی طبیعی قوت کی وجہ سے شئے کی حرکت وجود میں آتی ہے۔

زمین کے معاملے میں غور کیجئے جو سورج کے اطراف چکر لگا رہی ہے۔حالانکہ سورج اور زمین ایک دوسرے سے طبیعی طور پر لگے ہوئے نہیں ہیں، پھر بھی ان کے درمیان ایک باہمی تعامل پایا جاتا ہے۔یہ اسی حقیقت کی وجہ سے ہے کہ زمین سورج کی جاذبی قوت محسوس کرتی ہے۔یہ جاذبی قوت ایک غیر تماسی قوت ہے۔

یہ بات پراسرار معلوم ہوتی ہے کہ سورج زمین سے کوسوں دور رہنے کے باوجود وہ زمین کو چھوئے بغیر اپنی طرف کھینچتا ہے۔کھینچ اور ڈھکیل جیسی تماسی قوتوں کے لئے ہم قوت کے زور کا محاسبہ کر سکتے ہیں اس لئے کہ ہم اسے دیکھتے یا محسوس کرتے ہیں لیکن، مختلف فاصلوں پر غیر تماسی قوت کے زور کا محاسبہ ہم کس طرح کر سکتے ہیں؟ غیر تماسی قوتوں کے زور کو سمجھنے اور ان کا محاسبہ کرنے کے لئے میدان کا تعارف کروایا جاتا ہے۔

m_1 کمیت کے ایک ذرہ کی وجہ سے m_2 کمیت کے ایک ذرہ پر پڑنے والی جاذبی قوت یہ ہے۔

$$\vec{F}_{21} = -\frac{Gm_1m_2}{r^2}\hat{r} \qquad (6.14)$$

جہاں $\hat{r}$ ایک اکائی سمتیہ ہے، جو m_1 اور m_2 کمیتوں کو ملانے والے خط کے تحت m_1 سے m_2 کی طرف رخ کرنے والی اکائی سمتیہ ہے۔

m_1 سے ایک فاصلہ r پر موجود ایک نقطہ پر جاذبی میدان کی شدت $\vec{E}_1$ (جسے اس کے بعد سے جاذبی میدان کہا جائے گا) کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ اس نقطہ پر رکھی گئی ایک اکائی کمیت سے محسوس کی جانے والی جاذبی قوت ہے۔یہ $\frac{\vec{F}_{21}}{m_2}$ کی نسبت سے پیش کی جاتی ہے، (جہاں m_2 اس شئے کی کمیت ہے جس پر $\vec{F}_{21}$ عمل پیرا ہوتی ہے)۔

$\vec{E}_1 = \frac{\vec{F}_{21}}{m_2}$ کو مساوات (6.14) میں استعمال کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\vec{E}_1 = -\frac{Gm_1}{r^2}\hat{r} \qquad (6.15)$$

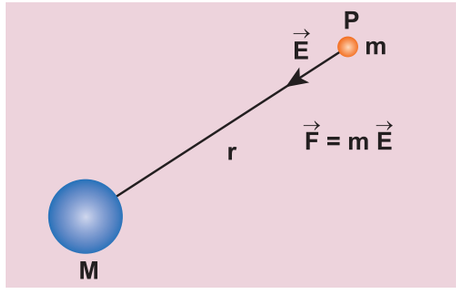
11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:41 PM

$\vec{E}_1$ ایک سمتی مقدار ہے جو کمیت m_1 کی طرف رخ کرتی ہے اور وہ کمیت m_2 پر غیر منحصر ہے۔ یہاں m_2 کو اکائی قدر یہ کے طور پر لے لیا جاتا ہے۔ اکائی $\hat{r}$ ، m_1 , اور اس سوالیہ نقطہ کے درمیان کے خط کے تحت ہوتی ہے۔ میدان $\vec{E}_1$ ، کمیت m_1 کی وجہ سے ہے۔

عام طور پر ایک فاصلہ r پر ایک کمیت M کی وجہ سے بننے والے جاذبی میدان کی شدت یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$\vec{E} = -\frac{GM}{r^2}\hat{r} \qquad (6.16)$$

اب اس جاذبی میدان کے خطے میں، کسی نقطہ P پر ایک کمیت m رکھی جاتی ہے (خاکہ 6.9) کمیت m میدان $\vec{E}$ کے ساتھ تعامل پاکر M کی وجہ سے ایک جاذبی قوت محسوس کرتی ہے، جیسا کہ خاکہ 6.9 میں بتایا گیا ہے۔ M کی وجہ سے m کے ذریعہ محسوس کی جانے والی جاذبی قوت اس طرح پیش کی جاتی ہے۔



خاکہ 6.9 اکائی کمیت کی ایک شئے کے ساتھ پیمائش کی گئی جاذبی میدان کی حدت

$$\vec{F}_m = m\vec{E} \qquad (6.17)$$

اب ہم اسے نیوٹن کے دوسرے کلیے $\vec{F} = m\vec{a}$ کے ساتھ موازنہ کر سکتے ہیں۔

$$m\vec{a} = m\vec{E} \qquad (6.18)$$

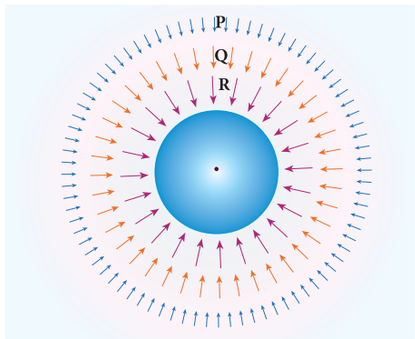
$$\vec{a} = \vec{E} \qquad (6.19)$$

بالفاظ دیگر، مساوات (6.18) یہ بتاتی ہے کہ کسی نقطہ پر موجود جاذبی میدان، اس نقطہ پر ایک ذرہ کے ذریعہ محسوس کی جانے والی اسراع کے برابر ہوتا ہے۔

بہر حال یہ غور طلب بات ہے کہ $\vec{a}$ اور $\vec{E}$ مختلف طبیعی مقداریں ہیں، جو مساوی قدر اور سمت رکھتی ہیں۔ جاذبی میدان، ذریعہ کی جاگیر ہے اور اسراع $\vec{a}$ اس جاذبی میدان $\vec{E}$ میں رکھی گئی امتحانی کمیت (اکائی کمیت) سے محسوس کیا جانے والا اثر ہے۔ دو کمیتوں کے درمیان موجود غیر تماسی تعامل کی وضاحت اب ''جاذبی میدان'' کے تصور کی مدد سے کی جاسکتی ہے۔

غور طلب نکات:

(i) جیسا کہ خاکہ 6.10 میں بتایا گیا ہے، جیسے جیسے ہم کمیت M سے دور جاتے ہیں، جاذبی میدان کا زور کم ہونے لگتا ہے۔ فاصلہ r کے بڑھنے پر $\vec{E}$ کی قدر کم ہونے لگتی ہے۔



خاکہ 6.10 فاصلے کے ساتھ، جاذبی میدانی خطوط کا زور کم ہونے لگتا ہے۔

خاکہ 6.10 یہ بتاتا ہے کہ نقاط P، Q اور R پر موجود سمتیوں کی لمبائی $|\vec{E}_P| < |\vec{E}_Q| < |\vec{E}_R|$ کا موازنہ کرنے سے اسے بخوبی سمجھا جاسکتا ہے۔

(ii) جاذبی عوامل کا محاسبہ کرنے کے لئے، ایک ریاضیاتی آلہ کے طور پر ''میدانی تصور'' (Field concept) کا تعارف کروایا گیا۔ بعد میں یہ پتہ چلا کہ میدان ایک حقیقی طبیعی مقدار ہے اور وہ خلاء میں توانائی اور معیار حرکت لئے ہوئے ہوتی ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:41 PM

باروں کے برتاؤ کے سمجھنے میں میدان کا تصور از حد ضروری ہے۔

(iii) جاذبی میدان کی اکائی نیوٹن فی کلوگرام (N/Kg) یا ms^{-2} ہے۔

6.2.2 جاذبی میدان کے لئے اصول انطباق

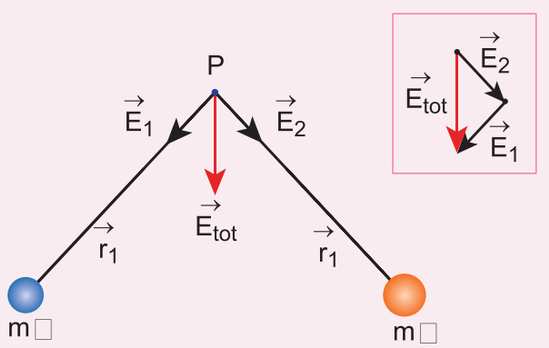
(Superposition Principle for Gravitational Field)

$m_1, m_2, ... , m_n$ نامی کمیتوں کے 'n' ذرات کا تصور کیجئے، جو خلاء میں نقطہ P کے لحاظ سے $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3 \ldots$ وغیرہ مقامات پر بٹے ہوئے ہیں۔ تمام کمیتوں کی وجہ سے نقطہ P پر بننے والا کل جاذبی میدان، انفرادی کمیتوں کی وجہ سے بننے والے جاذبی میدان کے سمتی مجموعے کے ذریعہ پیش کیا جاتا ہے (خاکہ 6.11)۔ یہ اصول جاذبی میدانات کا انطباق کہلاتا ہے۔

$$\vec{E}_{total} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \ldots \vec{E}_n$$

$$= -\frac{Gm_1}{r_1^2}\hat{r}_1 - \frac{Gm_2}{r_2^2}\hat{r}_2 - \ldots - \frac{Gm_n}{r_n^2}\hat{r}_n$$

$$= -\sum_{i=1}^{n}\frac{Gm_i}{r_i^2}\hat{r}_i . \qquad (6.20)$$

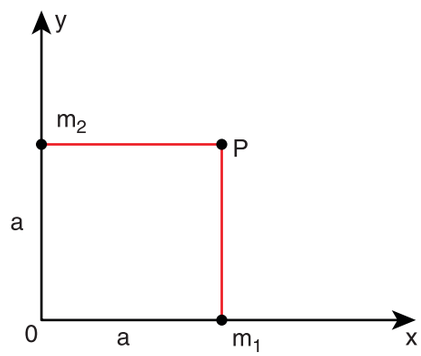


خاکہ 6.11 دو جاذبی میدانات کی شدتوں کا انطباق جو مجموعی میدان فراہم کرتا ہے۔

علاحدہ کمیتوں کے بجائے، اگر ہم ایک کل کمیت M کی مسلسل تقسیمی رکھتے ہوں، تو ایک نقطہ P پر جاذبی میدان کا محاسبہ احصائی (Integration) طریقے کی مدد سے کیا جاتا ہے۔

مثال 6.3

(a) مبداسے 'a' فاصلے پر m_1 اور m_2 کمیتوں کے دو ذرات، بالترتیب x اور y محورات کے تحت رکھے گئے ہیں۔ نیچے بتائے گئے ایک نقطہ P پر، جاذبی میدان کا محاسبہ کیجئے۔



حل:

P نقطہ پر m_1 کی وجہ سے بننے والا جاذبی میدان یہ ہے۔

$$\vec{E}_1 = -\frac{Gm_1}{a^2}\hat{j}$$

P نقطہ پر m_2 کی وجہ سے بننے والا جاذبی میدان یہ ہے۔

$$\vec{E}_2 = -\frac{Gm_2}{a^2}\hat{i}$$

$$\vec{E}_{total} = -\frac{Gm_1}{a^2}\hat{j} - \frac{Gm_2}{a^2}\hat{i}$$

$$= -\frac{G}{a^2}\left(m_1\hat{j} + m_2\hat{i}\right)$$

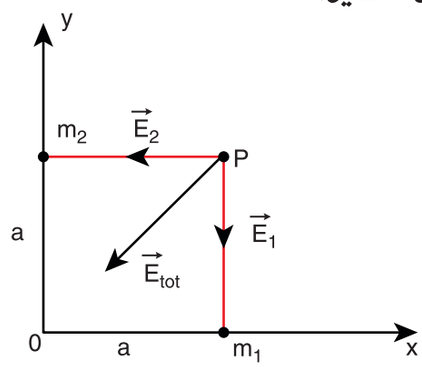
m_1 اور m_2 کی نسبتی قیمت کے ذریعہ کل جاذبی میدان کی سمت کا تعین کیا جاتا ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:42 PM

جب $m_1 = m_2 = m$ ہوتو

$$\vec{E}_{total} = -\frac{Gm}{a^2}(\hat{i}+\hat{j})$$

($\hat{i}+\hat{j}=\hat{j}+\hat{i}$ چونکہ سمتیے Commutation law کی اتباع کرتے ہیں)



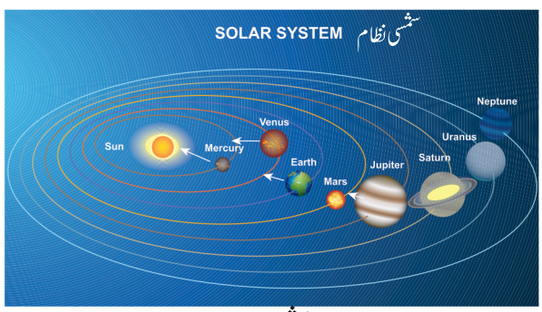
$\vec{E}_{total}$ محدداتی نظام کے مبدا کی طرف رخ کرتا ہے اور

$\vec{E}_{total}$ کی قدر $\sqrt{2}\frac{Gm}{a^2}$ ہے۔

مثال 6.4

عطارد، زمین اور مشتری پر سورج کے جاذبی میدان کی نشاندہی معیاری طور پر کیجئے۔

چونکہ فاصلہ کے بڑھنے سے جاذبی میدان کم ہوتا ہے۔ مشتری، سورج کی وجہ سے ایک کمزور جاذبی میدان محسوس کرتا ہے۔ چونکہ عطارد سورج کا قریب ترین سیارہ ہے، وہ سیارہ سب سے طاقتور جاذبی میدان محسوس کرتا ہے۔



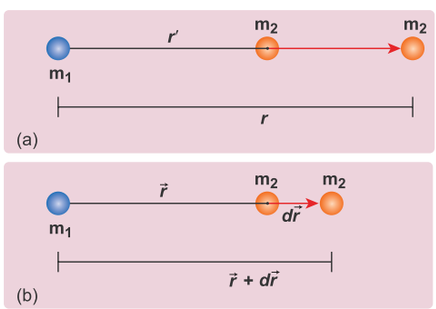
شمسی نظام

6.2.3 جاذبی قواہی توانائی
(Gravitational Potential Energy)

اکائی 4 میں توانائی بالقواہ کے تصور اور اس کے طبیعی معنی پر تبصرہ کیا گیا۔ جاذبی قوت ایک بقائی قوت ہے اور اس لئے ہم اس بقائی قوت کے میدان سے منسلک ایک جاذبی توانائی بالقواہ کی تعریف کر سکتے ہیں۔

ابتداءاً m_1 اور m_2 نامی دو کمیتیں ایک فاصلہ r' کے ذریعہ جدا کی گئی ہیں۔

m_1 کو اس کے مقام پر ثابت تصور کرتے ہوئے، فاصلہ کے r' سے r تک ہٹانے کے لئے m_2 پر کام کا کیا جانا ضروری ہے، جیسا کہ خاکہ 6.12(a) میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 6.12 دو علاحدہ کمیتیں اپنا خطی فاصلہ تبدیل کرتے ہوئے

$\vec{r}$ سے $\vec{r}+d\vec{r}$ تک کے انتہائی چھوٹے ہٹاؤ $d\vec{r}$ کے ذریعہ کمیت m_2 کو ہٹانے کے لئے (خاکہ 6.12 میں بتایا گیا ہے)، بیرونی طور پر کام کا کیا جانا چاہئے۔ یہ انتہائی چھوٹا کام یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$dW = \vec{F}_{ext}.d\vec{r} \qquad (6.21)$$

یہ کیا گیا کام جاذبی قوت کے خلاف کیا گیا ہے ، چنانچہ،

$$\left|\vec{F}_{ext}\right| = \left|\vec{F}_G\right| = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \qquad (6.22)$$

مساوات (6.22) کو 6.21 میں بھرتی کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$dW = \frac{Gm_1m_2}{r^2}\hat{r}.d\vec{r} \qquad (6.23)$$

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:43 PM

ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ

$$d\vec{r} = dr\,\hat{r} \qquad (6.24)$$

$$\Rightarrow dW = \frac{Gm_1m_2}{r^2}\hat{r}.(dr\,\hat{r}) \qquad (6.25)$$

$\hat{r}.\hat{r} = 1$ (چونکہ دونوں اکائی سمتیے ہیں)

$$\therefore \quad dW = \frac{Gm_1m_2}{r^2}dr \qquad (6.26)$$

لہذا، ذرہ کو r' سے r تک ہٹانے کے لئے کیا گیا کل کام یہ ہے۔

$$W = \int_{r'}^{r} dW = \int_{r'}^{r} \frac{Gm_1m_2}{r^2}dr \qquad (6.27)$$

$$W = -\left(\frac{Gm_1m_2}{r}\right)_{r'}^{r}$$

$$W = -\frac{Gm_1m_2}{r} + \frac{Gm_1m}{r'} \qquad (6.28)$$

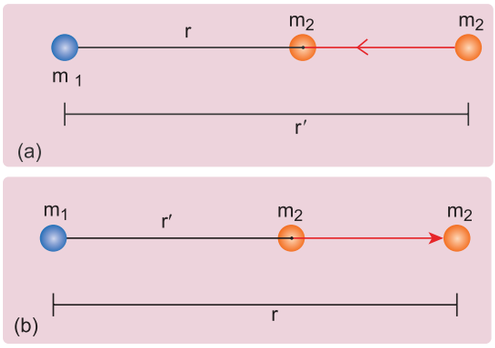
$$W = U(r) - U(r')$$

جہاں $U(r) = \dfrac{-Gm_1m_2}{r}$

یہ کیا گیا کام W، m_1 اور m_2 کمیتوں کے نظام کی جاذبی توانائی بالقواہ کا فرق فراہم کرتا ہے، جب ان کے درمیان کی جدائی بالترتیب r اور r' ہو۔

صورت حال 1 : اگر $r' < r$ ہو۔

چونکہ جاذبی قوت کششی ہوتی ہے۔ m_1 کے ذریعہ m_2 کمیت کھینچی جاتی ہے۔ پھر m_2 کمیت بغیر کسی بیرونی کام کے، r' سے r تک حرکت کرسکتی ہے (خاکہ 6.13)۔ یہاں اس نظام کے ذریعہ اندرونی توانائی صرف کرکے کام کیا جاتا ہے اور اس لئے کیا گیا یہ کام منفی مانا جاتا ہے۔



خاکہ 6.13 جاذبیت کے ذریعہ کئے گئے کام کے محاسبہ کے لئے معاملات

صورت حال 2 : اگر $r' > r$ ہو۔

شئے کو r' سے r تک ہٹانے کے لئے، جاذبیت کے خلاف کام کا کیا جانا ضروری ہے۔ چنانچہ بیرونی قوت کے ذریعہ جسم پر کام کیا جاتا ہے اور اس لئے کیا گیا کام مثبت ہے۔

یہ غور طلب بات ہے کہ صرف توانائی بالقواہ کے فرق ہی میں طبیعی اہمیت ہوتی ہے۔ اب ایک نقطہ کو حوالاتی نقطہ کے طور پر منتخب کرتے ہوئے جاذبی توانائی بالقواہ کا تذکرہ کیا جاسکتا ہے۔

آیئے ہم $r' = \infty$ کا انتخاب کریں تو پھر مساوات (6.28) کی دوسری اصطلاح صفر بن جاتی ہے۔

$$W = -\frac{Gm_1m_2}{r} + 0 \qquad (6.29)$$

اب ہم، r فاصلے سے جدا کی گئی دو کمیتیں m_1 اور m_2 کے ایک نظام کی جاذبی توانائی بالقواہ کی تعریف اس طرح کرسکتے ہیں کہ یہ m_1 کو اس کے مقام پر ثابت تصور کرتے ہوئے کمیت m_2 کو r دوری سے لامحدود دوری (infinity) تک لے جانے کے لئے کئے گئے کام کی مقدار ہے اور یہ اس طرح لکھی جاتی ہے۔

$$U(r) = -\frac{Gm_1m_2}{r}$$

یہ نوٹ کرنا ضروری ہے کہ r فاصلے سے جدا کی گئی دو کمیتیں m_1 اور m_2 کے ایک نظام کی جاذبی توانائی بالقواہ، اس نظام کی جاذبی توانائی بالقواہ کا فرق ہے۔

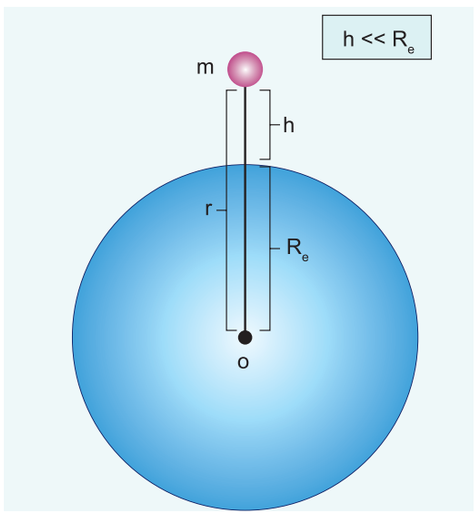
11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:43 PM

جب وہ کمیتیں ایک لامحدود فاصلہ r کے ذریعہ جدا کئے گئے ہوں۔ $U(r) = U(r) - U(\infty)$ ۔ یہاں ہم $U(\infty) = 0$ کو حوالاتی نقطہ کے طور پر منتخب کرتے ہیں۔ جاذبی توانائی بالقواہ $U(r)$ ہمیشہ منفی ہوتی ہے کیونکہ جب دو کمیتیں آہستہ طور پر لامحدود دوری سے اکٹھے ہوتے ہیں تو اس نظام کے ذریعہ کام کیا جاتا ہے۔

جاذبی توانائی بالقواہ $U(r)$ کی اکائی جول ہے اور وہ ایک قدری مقدار ہے۔ جاذبی توانائی بالقواہ، ان دو کمیتوں اور ان کے درمیانی فاصلے پر منحصر ہوتی ہے۔

6.2.4 زمین کی سطح کے قریب جاذبی توانائی بالقواہ
(Gravitational potential energy near the surface of the earth)

سبق 4 میں یہ مباحثہ کیا جا چکا ہے کہ جب m کمیت کی ایک شئے h اونچائی تک بلند کی جاتی ہے تو اس شئے میں ذخیرہ اندوز ہونے والی توانائی بالقواہ mgh ہے (خاکہ 6.14) جاذبی توانائی بالقواہ کے لئے موجود عام مساوات کی مدد سے ہم اسے اخذ کر سکتے ہیں۔



خاکہ 6.14 زمین کے مرکز سے r فاصلے پر رکھی گئی کمیت

زمین اور کمیت کے نظام کا تصور کیجئے جس میں r، کمیت m اور زمین کے مرکز تک کا فاصلہ ہے۔ پھر جاذبی توانائی بالقواہ

$$U = -\frac{GM_e m}{r} \qquad (6.30)$$

یہاں $r = R_e + h$ ہے جہاں R_e زمین کا نصف قطر ہے اور h زمین کی سطح سے کمیت تک کی اونچائی ہے۔

$$U = -G\frac{M_e m}{(R_e + h)} \qquad (6.31)$$

اگر $h << R_e$ ہو تو، مساوات (6.31) کی ترمیم یوں کی جا سکتی ہے۔

$$U = -G\frac{M_e m}{R_e(1 + h/R_e)}$$

$$U = -G\frac{M_e m}{R_e}(1 + h/R_e)^{-1} \qquad (6.32)$$

دورقمی پھیلاؤ (binomial expansion) کی مدد سے اور اعلیٰ درجات کے اصطلاحات کو نظر انداز کر کے، ہم حاصل کرتے ہیں

$$U = -G\frac{M_e m}{R_e}\left(1 - \frac{h}{R_e}\right). \qquad (6.33)$$

ہم جانتے ہیں کہ زمین کی سطح پر موجود ایک کمیت m کے لئے

$$G\frac{M_e m}{R_e} = mgR_e \qquad (6.34)$$

مساوات (6.34) کو (6.33) میں بھرتی کرتے ہوئے ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$U = -mgR_e + mgh \qquad (6.35)$$

اس سے یہ صاف طور پر پتہ چلتا ہے کہ اوپر کی مساوات میں موجود پہلی اصطلاح اونچائی h پر منحصر ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:44 PM

مثال کے طور پر اگر شئے کو h_1 اونچائی سے h_2 اونچائی تک بلند کیا جائے تو h_1 توانائی بالقواہ یہ ہے۔

$$U(h_1) = -mgR_e + mgh_1 \qquad (6.36)$$

اور h_2 پر توانائی بالقواہ یہ ہے۔

$$U(h_2) = -mgR_e + mgh_2 \qquad (6.37)$$

h_1 اور h_2 کے درمیان توانائی بالقواہ کا فرق یہ ہے۔

$$U(h_2) - U(h_1) = mg(h_2 - h_1). \qquad (6.38)$$

مساوات (6.36) اور (6.37) میں اصطلاح mgR_e نتیجتاً کوئی رول ادا نہیں کرتی۔ لہذا، مساوات (6.35) میں پہلی اصطلاح یا تو رد کر دی جا سکتی ہے یا صفر کے طور پر لے لی جا سکتی ہے۔ لہذا یہ بیان کیا جا سکتا ہے کہ زمین کی سطح سے h بلندی پر m کمیت کے ذرہ میں ذخیرہ اندوز ہونے والی توانائی بالقواہ $U = mgh$ ہے۔ زمین کی سطح پر $U=0$ ہے، چونکہ h صفر ہے۔

یہ نوٹ کرنا ضروری ہے کہ mgh ذرہ پر کیا گیا کام ہے، جب ہم اس کمیت m کو زمین کی سطح سے ایک اونچائی h تک لے جاتے ہیں۔ کیا گیا یہ کام اس کمیت m میں جاذبی توانائی بالقواہ کے طور پر ذخیرہ اندوز ہوتی ہے۔

حالانکہ mgh اس نظام (زمین اور کمیت m) کی جاذبی توانائی بالقواہ ہے، پھر بھی ہم mgh کو کمیت m کی جاذبی توانائی بالقواہ کے طور پر لے سکتے ہیں، اس لئے کہ جب کمیت h اونچائی تک حرکت کرتی ہے تو زمین ساکن ہی رہتی ہے۔

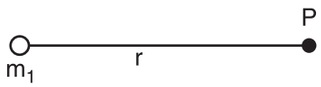
6.2.5 جاذبی قواہ، V(r)
(Gravitational Potential)

پچھلے حصوں میں یہ واضح کیا گیا ہے کہ جاذبی میدان $\vec{E}$، میدان کے پیدا کرنے والی ذریعوی کمیت ہی پر منحصر ہوتی ہے۔ یہ ایک سمتی مقدار ہے۔ ہم ''جاذبی قواہ'' کہلانے والی ایک قدری مقدار کا تعارف بھی کر سکتے ہیں جو صرف ذریعوی کمیت ہی پر منحصر ہے۔

ایک کمیت کی وجہ سے r فاصلے پر موجود جاذبی قواہ کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ ایک اکائی کمیت کو لامحدود دوری سے r فاصلے تک لانے کے لئے درکار کام کی مقدار ہے اور اسے V(r) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ بالفاظ دیگر r فاصلے پر موجود جاذبی قواہ، اسی فاصلے پر موجود فی اکائی کمیت جاذبی توانائی بالقواہ کی مساوی ہوتی ہے۔ یہ ایک قدری مقدار ہے اور اس کی اکائی Jkg^{-1} ہے۔

ہم جاذبی توانائی بالقواہ کے ذریعہ جاذبی قواہ کا تعین کر سکتے ہیں۔ m_1 اور m_2 دو کمیتوں کا تصور کیجئے جو r فاصلے سے جدا کی گئی ہیں، جن میں U(r) کی جاذبی توانائی بالقواہ پائی جاتی ہے (خاکہ 6.15)۔ m_1 کمیت سے r کمیت فاصلے پر موجود ایک نقطہ P پر m_1 کمیت کی وجہ سے بننے والی جاذبی قواہ، m_2 کمیت کو اکائی (Unity) کے برابر (m_2= 1Kg) کرنے سے حاصل کی جاتی ہے لہذا، m_1 کمیت کی وجہ سے جاذبی قواہ V(r) یہ ہے۔

$$V(r) = -\frac{Gm_1}{r} \qquad (6.39)$$



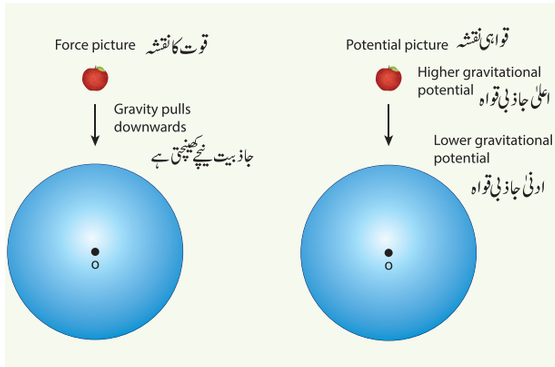
خاکہ 6.15 ایک فاصلے پر رکھی گئی نقطوی کمیت

جاذبی میدان اور جاذبی قوت، سمتی مقداریں ہیں جب کہ، جاذبی قواہ اور جاذبی توانائی بالقواہ عددی یا قدری مقداریں ہیں۔

سمتی مقداروں کے مقابلے میں عددی مقداروں کی مدد سے ذرات کی حرکت کا جائزہ بڑی آسانی سے لیا جا سکتا ہے۔ ایک گرتے ہوئے سیب کی مثال پر غور کیجئے۔

خاکہ 6.16 ایک سیب ظاہر کرتا ہے جو زمین پر زمین کی جاذبی قوت کی وجہ سے گرتا ہے۔ جاذبی قواہ V(r) کے تصور کی مدد سے اس کی وضاحت یوں کی جا سکتی ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:44 PM



خاکہ 6.16 جاذبیت کے تحت سیب آزادی سے گرتا ہے۔

زمین کی سطح سے h اونچائی کے ایک نقطہ پر جاذبی قواہ V(r) یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$V\left(r=R+h\right) = -\frac{GM_e}{\left(R+h\right)} \qquad (6.40)$$

زمین کی سطح پر جاذبی قواہ V(r) یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$V\left(r=R\right) = -\frac{GM_e}{R} \qquad (6.41)$$

اس لئے ہم یہ مظاہرہ کرتے ہیں۔

$$V\left(r=R\right) < V\left(r=R+h\right). \qquad (6.42)$$

پچھلے حصے میں یہ پہلے ہی بتایا جا چکا ہے کہ زمین کی سطح کے قریب h اونچائی پر جاذبی توانائی بالقواہ mgh ہے۔اس نقطہ پر جاذبی قواہ سادہ طور پر $V(h) = U(h) / m = gh$ ہے۔درحقیقت، چونکہ زمین کی سطح پر h، صفر ہے، زمین کی سطح پر جاذبی قواہ بھی صفر ہے۔اس لئے سیب ایک اعلیٰ جاذبی قواہ کے علاقے سے ادنیٰ جاذبی قواہ کے علاقے پر گرتا ہے۔ عام طور پر، کمیت، اعلیٰ جاذبی قواہ کے ایک علاقے سے ادنیٰ جاذبی قواہ کے ایک علاقے کی طرف حرکت کرے گی۔

مثال 6.5

پانی ایک پہاڑ کے اوپر سے زمین کی طرف گرتا ہے، کیوں؟

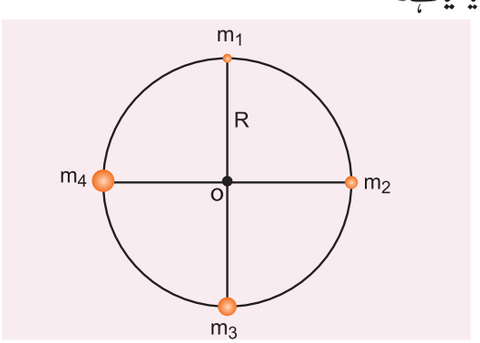
یہ اس لئے کہ پہاڑ کا اوپری حصہ، زمین کی سطح کے مقابلے میں اعلیٰ جاذبی قواہ کا ایک نقطہ ہے۔یعنی $V_{hill} > V_{ground}$

پہاڑ کے اوپر سے گرنے والا پانی

$\vec{F}$ یا $\vec{E}$ جیسے سمتیہ مقداروں کے بالمقابل U (r) یا V(r) جیسے عددی مقداروں کی مدد سے، بآسانی ذرات کی حرکت کا جائزہ لیا جا سکتا ہے۔طبیعیات کی جدید نظریات میں، قواہیت کا تصور ایک اہم کردار ادا کرتا ہے۔

مثال 6.6

m_1، m_2، m_3 اور m_4 نامی چار کمیتوں کا تصور کیجئے، جو ایک دائرے کے محیط پر ترتیب دئے گئے ہیں، جیسا کہ نیچے موجود خاکہ میں بتایا گیا ہے۔



11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:45 PM

محسوب کیجئے

(a) خاکہ میں بتائے گئے 4 کمیتوں کے نظام کی جاذبی توانائی بالقواہ

(b) تمام 4 کمیتوں کی وجہ سے نقطہ O پر جاذبی قواہ

حل:

ذرات کی ہر جوڑی کی جاذبی توانائی بالقواہ کا مجموعہ معلوم کر کے جاذبی توانائی بالقواہ U(r) معلوم کی جاسکتی ہے۔

$$U = -\frac{Gm_1m_2}{r_{12}} - \frac{Gm_1m_3}{r_{13}} - \frac{Gm_1m_4}{r_{14}} - \frac{Gm_2m_3}{r_{23}} - \frac{Gm_2m_4}{r_{24}} - \frac{Gm_3m_4}{r_{34}}$$

یہاں ... ، r_{13} ، r_{12} ذرات کی جوڑیوں کا درمیانی فاصلہ ہے۔

$$r_{14}^{\ 2} = R^2 + R^2 = 2R^2$$

$$r_{14} = \sqrt{2}R = r_{12} = r_{23} = r_{34}$$

$$r_{13} = r_{24} = 2R$$

$$U = -\frac{Gm_1m_2}{\sqrt{2}R} - \frac{Gm_1m_3}{2R} - \frac{Gm_1m_4}{\sqrt{2}R} - \frac{Gm_2m_3}{\sqrt{2}R} - \frac{Gm_2m_4}{2R} - \frac{Gm_3m_4}{\sqrt{2}R}$$

$$U = -\frac{G}{R}\left[\frac{m_1m_2}{\sqrt{2}} + \frac{m_1m_3}{2} + \frac{m_1m_4}{\sqrt{2}} + \frac{m_2m_3}{\sqrt{2}} + \frac{m_2m_4}{2} + \frac{m_3m_4}{\sqrt{2}}\right]$$

اگر تمام کمیتیں مساوی ہوں تو

$$m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = M$$

$$U = -\frac{GM^2}{R}\left[\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right]$$

$$U = -\frac{GM^2}{R}\left[1 + \frac{4}{\sqrt{2}}\right]$$

$$U = -\frac{GM^2}{R}\left[1 + 2\sqrt{2}\right]$$

ایک نقطہ O پر جاذبی قواہ r (V) ، انفرادی کمیتوں کی وجہ سے بننے والی جاذبی قواہوں کے مجموعے کے برابر ہوتی ہے۔ چونکہ قواہ عددیہ (Scalar) ہے، O نقطہ پر کل قواہ، یہ کمیت کی وجہ سے والی قواہوں کا الجبرائی مجموعہ ہے۔

$$V_O(r) = -\frac{Gm_1}{R} - \frac{Gm_2}{R} - \frac{Gm_3}{R} - \frac{Gm_4}{R}$$

If $m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = M$

$$V_O(r) = -\frac{4GM}{R}$$

6.3 زمین کی جاذبیت کی وجہ سے اسراع
(Acceleration due to gravity of Earth)

جب اشیاء زمین پر گرتی ہیں تو شئے کی اسراع زمین کی جانب ہوتی ہے۔ نیوٹن کے دوسرے کلیے کی مدد سے ایک قوت کے عمل کے تحت ہی کوئی شئے اسراع پاتی ہے۔ زمین کے معاملے میں، یہ قوت زمینی جاذبی کھینچ ہے۔ یہ قوت زمین کی سطح کے قریب تمام اجسام میں ایک مستقل اسراع پیدا کرتی ہے۔ زمین کی سطح کے قریب m کمیت پر زمین سے برآمد ہونے والی جاذبی قوت یوں پیش کی جاتی ہے.

$$\vec{F} = -\frac{GmM_e}{R_e^{\ 2}}\hat{r}$$

اب جاذبی قوت کو نیوٹن کے دوسرے کلیے کے ساتھ موازنہ کرنے پر،

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:45 PM

$$m\vec{a} = -\frac{GmM_e}{R_e^2}\hat{r}$$

لہذا، اسراع یہ ہے۔

$$\vec{a} = -\frac{GM_e}{R_e^2}\hat{r} \qquad (6.43)$$

زمین کی جاذبیت کی وجہ سے اس کی سطح کے قریب شئے سے محسوس کی جانے والی اسراع، اسراع بوجہ جاذبہ کہلاتی ہے۔ اسے علامت 'g' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اسراع بوجہ جاذبہ کی قدر، یہ ہے۔

$$|g| = g = \frac{GM_e}{R_e^2}. \qquad (6.44)$$

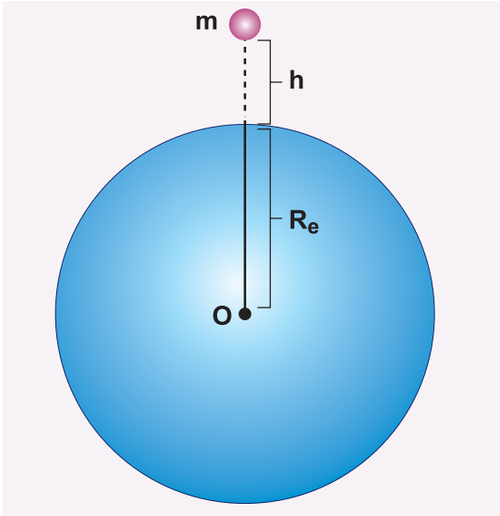
یہ غور کرنے کی بات ہے کہ کسی بھی شئے سے محسوس کی جانے والی اسراع اس کی کمیت پر غیر منحصر ہے۔ درحقیقت، گیلی لیوکئی مقداری تجربات کے ذریعہ 400 سال پہلے ہی اس نتیجے پر پہنچ گئے تھے کہ تمام اشیاء زمین کی طرف مساوی اسراع کے ساتھ گرتی ہیں۔ خط استوا کے قریب زمین کی سطح پر اسراع بوجہ جاذبہ $9.8\ ms^{-2}$ پائی گی ہے۔

6.3.1 اونچائی، گہرائی اور عرض البلد کے ساتھ g کا تغیر

(Variation of ' g' with altitude, depth and latitude)

m کمیت والی ایک شئے کا تصور کیجئے جو زمین کی سطح سے h اونچائی پر واقع ہے، زمین کی وجہ سے شئے کے ذریعے محسوس کی جانے والی اسراع یہ ہے ۔

$$g' = \frac{GM}{(R_e + h)^2} \qquad (6.45).$$



خاکہ 6.17 (a) زمین کے مرکز سے ایک اونچائی h پر کمیت

$$g' = \frac{GM}{R_e^2\left(1+\frac{h}{R_e}\right)^2}$$

$$g' = \frac{GM}{R_e^2}\left(1+\frac{h}{R_e}\right)^{-2}$$

اگر $h << R_e$ ہو تو

ہم دواسمی (Binomial) پھیلاؤ کا استعمال کر سکتے ہیں۔

اصطلاحات کو پہلے درجے تک لیتے ہوئے،

$$g' = \frac{GM}{R_e^2}\left(1-2\frac{h}{R_e}\right)$$

$$g' = g\left(1-2\frac{h}{R_e}\right) \qquad (6.46)$$

ہم معلوم کرتے ہیں کہ $g'<g$ ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ جیسے جیسے بلندی h بڑھتی ہے، اسراع بوجہ جاذبہ 'g' کم ہونے لگتی ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:45 PM

مثال 6.7

1. مندرجۂ ذیل دومعاملات میں g کی قیمت کومحسوب کیجئے۔

(a) اگر ½ کلوگرام کاایک آم ایک درخت سے 15 میٹر کی اونچائی سے گرتا ہے تو گرنا شروع کرتے وقت اس میں اسراع بوجہ جاذبہ کیا ہوگی؟

حل:

$$g' = g\left(1-2\frac{h}{R_e}\right)$$

$$g' = 9.8\left(1-\frac{2\times 15}{6400\times 10^3}\right)$$

$$g' = 9.8\left(1-0.469\right)10^{-5}$$

مگر $1-0.00000469 \cong 1$

چنانچہ $g' = g$

(b) ایک سیارچے کا تصور کیجئے جو زمین کی سطح سے اوپر 1600 km نصف قطر کے دائری مدار میں زمین کے اطراف چکر لگا رہا ہے۔ زمین کی جاذبی قوت کی وجہ سے سیارچے کے ذریعہ محسوس کی جانے والی جاذبی قوت کیا ہے؟

حل :

$$g' = g\left(1-2\frac{h}{R_e}\right)$$

$$g' = g\left(1-\frac{2\times 1600\times 10^3}{6400\times 10^3}\right)$$

$$g' = g\left(1-\frac{2}{4}\right)$$

$$g' = g\left(1-\frac{1}{2}\right) = g/2$$

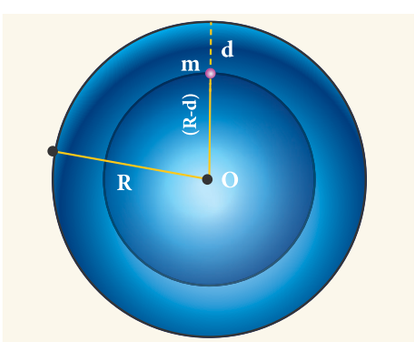
اوپر کی دومثالیں یہ بتاتی ہیں کہ زمین کی سطح کے قریب اسراع بوجہ جاذبہ ایک مستقلہ (Constant) ہے۔

نوٹ

کیا ہم مساوات 6.46 میں $h = R_e$ حل کر سکتے ہیں؟ نہیں مساوات 6.46 کو حاصل کرنے کے لئے ہم نے یہ تصور کیا تھا کہ $h << R_e$ ہے۔ بہرحال مساوات 6.45 میں $h = R_e$ حل کر سکتے ہیں۔

گہرائی کے ساتھ 'g' کا تغیر:

m کمیت کا ایک ذرہ تصور کیجئے، جو زمین پر ایک گہری کھدائی میں موجود ہے (مثال نئی ویلی میں موجود کوئلے کے کان)۔ فرض کیجئے کہ کان کی گہرائی d ہے۔ اس گہرائی d پر g' کا محاسبہ کرنے کے لئے مندرجۂ ذیل نکات کا لحاظ کیجئے۔



خاکہ 6.17(b) ایک کان میں موجود ذرہ

زمین کا وہ حصہ جو $(R_e - d)$ نصف قطر سے اوپر ہے، اسراع میں حصہ نہیں لیتا۔ یہ نتیجہ پہلے ہی ثابت کیا جا چکا ہے اور اسے یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$g' = \frac{GM'}{(R_e - d)^2} \qquad (6.47)$$

یہاں M' اس زمین کی کمیت ہے جس کا نصف قطر $(R_e - d)$ ہے۔

زمین کی کثافت P کو مستقل فرض کرتے ہوئے،

$$\rho = \frac{M}{V} \qquad (6.48)$$

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:45 PM

جہاں M زمین کی کمیت ہے اور V اس کا حجم ہے۔ لہذا

$$\rho = \frac{M'}{V'}$$

$$\frac{M'}{V'} = \frac{M}{V} \quad \text{اور} \quad M' = \frac{M}{V}V'$$

$$M' = \left(\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R_e^{\,3}}\right)\left(\frac{4}{3}\pi(R_e - d)^3\right)$$

$$M' = \frac{M}{R_e^{\,3}}(R_e - d)^3 \qquad (6.49)$$

مساوات (6.49) کو 6.47 میں حل کرنے پر

$$g' = G\frac{M}{R_e^{\,3}}(R_e - d)^3 . \frac{1}{(R_e - d)^2}$$

$$g' = GM\frac{R_e\left(1 - \frac{d}{R_e}\right)}{R_e^{\,3}}$$

$$g' = GM\frac{\left(1 - \frac{d}{R_e}\right)}{R_e^{\,2}}$$

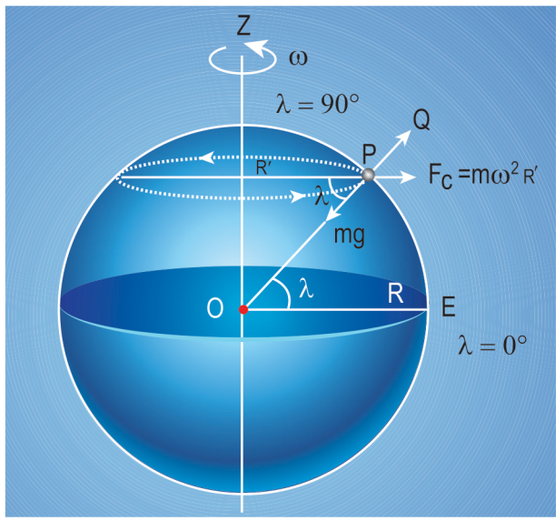
لہذا

$$g' = g\left(1 - \frac{d}{R_e}\right) \qquad (6.50)$$

یہاں بھی $g' < g$ ہی ہے۔ جیسے جیسے گہرائی بڑھتی ہے g' کم ہوتی ہے۔ یہ ایک بہت دلچسپ بات ہے کہ زمین کی سطح پر اسراع بوجہ جاذبہ سب سے زیادہ ہوتی ہے مگر اس سے اوپر یا نیچے جانے پر یہ کم ہونے لگتی ہے۔

عرض البلد کے ساتھ ' g ' کا تغیر:
(Variation of 'g' with latitude)

جب بھی ہم گردشی سانچوں (سبق 3 میں وضاحت کی گئی ہے) میں اشیاء کی حرکت کا جائزہ لیتے ہیں تو ہمیں مرکز گریز قوت کا لحاظ ضرور کرنا چاہئے۔ حالانکہ ہم زمین کو ایک جمودی سانچے کے طور پر لیتے ہیں، پھر بھی وہ بالکل درست نہیں ہے، کیونکہ زمین خود اپنی محور کے تحت گردش (Spin) کر رہی ہوتی ہے۔ اسلئے جب کوئی شئے زمین کی سطح پر ہوتی ہے۔ 0 g ایک مرکز گریز قوت محسوس کرتی ہے، جو زمین پر شئے کی عرض البلد (latitude) پر منحصر ہوتی ہے۔ اگر زمین گھومے بغیر رہتی تو شئے پر موجود قوت mg ہوتی ہے۔ بہرحال، زمین کی گردش کی وجہ سے وہ شئے ایک زائد مرکز گریز قوت محسوس کرتی ہے۔



خاکہ 6.18۔ عرض البلد کے ساتھ 'g' کا تغیر

یہ مرکز گریز قوت $m\omega^2 R'$ کے ذریعہ پیش کی جاتی ہے۔

$$R' = R\cos\lambda \qquad (6.51)$$

جہاں λ عرض البلد ہے g کی مخالف سمت میں شئے کے ذریعہ محسوس کی جانے والی مرکز گریز اسراع کا جزء یہ ہے۔

$$a_{PQ} = \omega^2 R'\cos\lambda = \omega^2 R\cos^2\lambda$$

$$\text{since } R' = R\cos\lambda$$

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:46 PM

چنانچہ

$$g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda \qquad (6.52)$$

مساوات (6.52) کی مدد سے ہم یہ نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ خط استواپر $\lambda = 0\ ;\ g' = g - \omega^2 R$ ہے۔اسراع بوجہ جاذبہ کم ہے۔ قطبین پر $\lambda = 90°\ ;\ g' = g$ ہے، یہ زیادہ ہے۔خط استواء پر g' کم ترین ہے۔

مثال 6.8

آپ کے اسکول کی تجربہ گاہ میں g' کی قیمت معلوم کیجئے۔

حل :

جہاں آپ کا اسکول واقع ہے، اس شہر یا قریہ کا عرض البلد معلوم کیجئے Google Search میں یہ معلومات موجود ہیں۔

مثال کے طور پر چنئی شہر کا عرض البلد تقریباً 13 درجہ ہے۔

$$g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$$

یہاں

$\omega^2 R = (2\text{x}3.14/86400)^2\,\text{x}\,(6400\text{x}10^3) = 3.4\text{x}10^{-2}\ \text{m s}^{-2}$.

یہ غور کرنے کی بات ہے کہ λ کی قیمت ریڈین میں ہونی چاہئے درجوں میں نہیں، 13 درجے 0.2268 ریڈین کے برابر ہیں۔

$$g' = 9.8 - \left(3.4\times10^{-2}\right)\times\left(\cos 0.2268\right)^2$$

$$g' = 9.7677\ \text{m s}^{-2}$$

غور طلب نکات

فرض کیجئے کہ آپ ایک ہی عرض البلد پر مشرق-مغرب کی طرف حرکت کرتے ہیں۔ کیا g کی قیمت تبدیلی ہوگی؟

6.4 فراری رفتار اور مداری رفتار
(Escape speed and orbital speed)

کائنات میں سب سے زیادہ پائے جانے والے عناصر ہائیڈروجن اور ہیلیم ہیں، مگر زمینی فضا زیادہ تر نائٹروجن اور آکسیجن سے بھرپور ہے۔مندرجۂ ذیل مباحثہ آگے، یہ وجہ پیش کرتا ہے کہ کیوں زمینی فضا میں ہائیڈروجن اور ہیلیم کی زیادہ مقدار نہیں ہے؟ جب کوئی شئے کچھ ابتدائی رفتار کے ساتھ اوپر اچھالی جاتی ہے تو وہ ایک اونچائی تک پہنچ کر واپس زمین پر پہنچ جائے گی۔ اگر وہی شئے زیادہ رفتار کے ساتھ اچھالی جاتی ہے تو پچھلی اونچائی کے مقابلے میں اور زیادہ اوپر جا کر واپس لوٹتی ہے۔اس سے یہ سوال پیدا ہوتا ہے کہ کسی شئے کو عمودی طور پر اوپر اچھالنے کے لئے کتنی رفتار ہونی چاہئے تاکہ وہ زمین کی جاذبیت سے فرار پالے اور وہ دوبارہ واپس نہ ہو سکے۔

زمین کی سطح پر M کمیت کی ایک شئے کا تصور کیجئے جب وہ ایک ابتدائی رفتار v_i کے ساتھ اوپر پھینکی جاتی ہے تو اس شئے کی ابتدائی کل توانائی یہ ہے۔

$$E_i = \frac{1}{2}Mv_i^2 - \frac{GMM_E}{R_E} \qquad (6.53)$$

جہاں M_E زمین کی کمیت ہے اور R_E زمین کا نصف قطر ہے۔

اصطلاح $\frac{GMM_E}{R_E}$ اس کمیت M کی توانائی بالقواہ ہے۔

جب وہ شئے زمین سے بہت دور کی ایک اونچائی پر پہنچتی ہے اور اس لئے وہ infinity کی طرف بڑھتی ہوئی کہلاتی ہے، تو جاذبی توانائی بالقواہ صفر ہو جاتی ہے $[U(\infty) = 0]$ اور توانائی بالفعل بھی صفر ہو جاتی ہے۔ چنانچہ شئے کی حتمی کل توانائی صفر ہو جاتی ہے۔ یہ فرار

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:47 PM

ہونے کے لئے کم ازکم توانائی اور کم ازکم رفتار کے لئے ہے۔ ورنہ توانائی بالفعل غیر صفری ہوسکتی ہے۔

$$E_f = 0$$

کلیہ بقائے توانائی کے مطابق

$$E_i = E_f \qquad (6.54)$$

مساوات (6.53) کو (6.54) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$\frac{1}{2}Mv_i^2 - \frac{GMM_E}{R_E} = 0$$

$$\frac{1}{2}Mv_i^2 = \frac{GMM_E}{R_E} \qquad (6.55)$$

فراری رفتار کو زمین کے جاذبی میدان سے فرار ہونے کے لئے ایک شئے سے درکار کم ازکم رفتار تصور کر لیجئے اور لہذا v_i کو v_e سے تبدیل کر دیجئے۔ یعنی

$$\frac{1}{2}Mv_e^2 = \frac{GMM_E}{R_E}$$

$$v_e^2 = \frac{GMM_E}{R_E}.\frac{2}{M}$$

$$v_e^2 = \frac{2GM_E}{R_E}$$

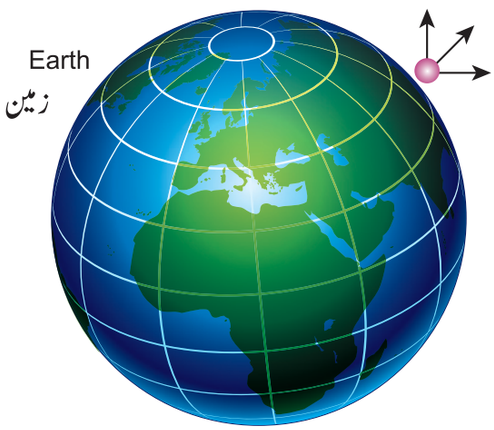
$g = \frac{GM_E}{R_E^2}$, کو استعمال کرتے ہوئے

$$v_e^2 = 2gR_E$$

$$v_e = \sqrt{2gR_E} \qquad (6.56)$$

مساوات (6.56) سے پتہ چلتا ہے کہ فراری رفتار دو عوامل پر منحصر ہے: اسراع بوجہ جاذبہ اور زمین کا نصف قطر، وہ شئے کی کمیت پر مکمل طور پر غیر منحصر ہے۔ g کی قیمت ($9.8\ ms^{-2}$) اور (R_e=6400 km) کی قیمت کو حل کرتے ہوئے زمین کی فراری رفتار $v_e = 11.2\ kms^{-1}$ ہے۔ یہ فراری رفتار اس سمت پر غیر منحصر ہے جس میں کہ وہ شئے پھینکی گئی ہے۔

چاہے وہ شئے عمودی طور پر پھینکی جائے یا اشعاعی طور پر بیرونی جانب پھینکی جائے یا مماسی طور پر پھینکی جائے۔ اس کا لحاظ کئے بغیر، اس شئے کو زمین کی جاذبیت سے فرار پانے کے لئے اسی ابتدائی رفتار کی ضرورت پڑتی ہے۔ اسے خاکہ 6.19 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 6.19 زاویہ پر غیر منحصر فراری رفتار

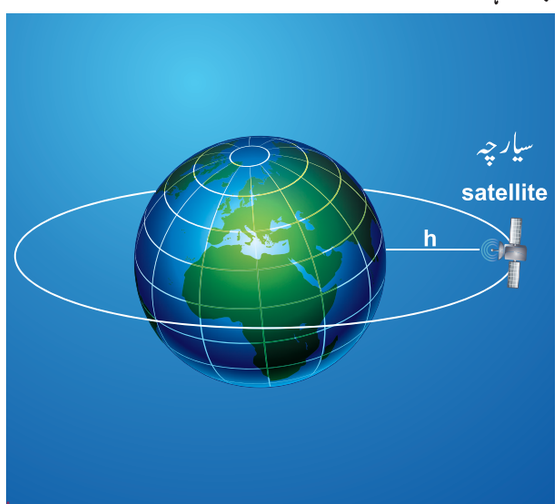
وزنی سالموں جیسے نائٹروجن اور کسیجن کے برعکس، ہائیڈروجن اور ہیلیم جیسے ہلکے سالموں میں زمین سے فرار پانے کے لئے کافی رفتار ہوتی ہے (ہائیڈروجن اور ہیلیم کے جوہروں کی اوسط رفتار، جس کا موازنہ زمین کی فراری رفتار کے ساتھ کیا گیا ہے، اکائی 9، ''گیسوں کا فعلی نظریہ'' میں پیش کیا گیا ہے۔

6.4.1 سیارچے، مداری رفتار اور وقفۂ دوران
(Satellites, Orbital Speed and time Period)

ہم جدید ترین تکنیکی آلات کے ساتھ جدید دنیا میں زندگی بسر کر رہے ہیں اور زمین پر کسی بھی مقام کے ساتھ رابطہ قائم کرنے کے قابل ہیں۔ ہمارے شمسی نظام کو سمجھنے ہی کی وجہ سے یہ ترقی ممکن بنی ہے۔ مواصلات خاص طور پر سیاروں پر منحصر ہوتی ہیں جو کہ زمین کے اطراف مداری حرکت کرتے ہیں (خاکہ 6.20)۔ سیارچے زمین کی اطراف ایسے ہی چکر لگاتے ہیں جیسے کہ سیارے سورج کے اطراف چکر لگاتے ہیں۔ Kepler کے کلیے مصنوعی سیارچوں کے لئے بھی موزوں ہیں۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:47 PM

M کمیت کے ایک سیارچے کے لئے، ایک دائری مدار میں حرکت کرنے کے لئے، اس سیارچے پر مرکز مائل قوت ضرور عمل کرنا چاہئے۔ یہ مرکز مائل قوت زمین کی جاذبی قوت کے ذریعے فراہم کی جاتی ہے۔



خاکہ 6.20۔ سیارچہ، زمین کے اطراف چکر لگاتے ہوئے

$$\frac{Mv^2}{(R_E+h)} = \frac{GMM_E}{(R_E+h)^2} \qquad (6.57)$$

$$v^2 = \frac{GM_E}{(R_E+h)}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM_E}{(R_E+h)}} \qquad (6.58)$$

جیسے جیسے h بڑھتا ہے، سیارچے کی رفتار کم ہونے لگتی ہے

سیارچے کا وقفۂ دوران

ایک سیارچے سے اپنی مدار میں ایک چکر کے دوران طے کیا جانے والا فاصلہ $2\pi (R_E + h)$ کے برابر ہوتا ہے اور اس کے لئے لیا جانے والا وقت، وقفۂ دوران، T ہے۔ پھر

$$\text{رفتار } v = \frac{\text{طے کردہ فاصلہ}}{\text{لیا گیا وقت}} = \frac{2\pi(R_E+h)}{T}$$

مساوات (6.58) کی مدد سے

$$\sqrt{\frac{GM_E}{(R_E+h)}} = \frac{2\pi(R_E+h)}{T} \qquad (6.59)$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{GM_E}}(R_E+h)^{3/2} \qquad (6.60)$$

مساوات (6.60) کو دونوں طرف مربع کرتے ہوئے

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_E}(R_E+h)^3$$

$\frac{4\pi^2}{GM_E} =$ 'c' مستقلہ فرض کیجئے

$$T^2 = c(R_E+h)^3 \qquad (6.61)$$

مساوات (6.61) یہ بتاتی ہے کہ زمین کے اطراف چکر لگانے والے ایک Kepler کے سیاروی حرکت کے کلیے میں ہے۔ زمین کی سطح کے قریب چکر لگانے والے سیارچے کے لئے، زمین کے نصف قطر R_E کے مقابلے میں h نظر انداز کے قابل ہوتی ہے۔ تو

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_E}R_E^3$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_E/R_E^2}R_E$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g}R_E$$

چونکہ $GM_E/R_E^2 = g$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R_E}{g}} \qquad (6.62)$$

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:48 PM

$g = 9.8\ ms^{-2}$ اور $RE = 6.4\times10^{6}\ m$ کی قیمتوں کو

حل کرنے پر، مداری وقفۂ دوران $T \cong 85$ minutes کے طور پر حاصل کیا گیا ہے۔

مثال 6.9

چاند زمین کا قدرتی سیارچہ ہے اور وہ اپنے مدار میں ایک دور مکمل کرنے کے لئے 27 دن لیتا ہے۔ چاند کی مدار کو دائری تصور کرتے ہوئے، زمین کی سطح سے چاند تک کا فاصلہ معلوم کیجئے۔

ہم Kepler کا تیسرا کلیہ استعمال کر سکتے ہیں۔

$$T^2 = c\left(R_E + h\right)^3$$

$$T^{2/3} = c^{1/3}\left(R_E + h\right)$$

$$\left(\frac{T^2}{c}\right)^{1/3} = \left(R_E + h\right)$$

$$\left(\frac{T^2 GM_E}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(R_E + h\right);$$

$$c = \frac{4\pi^2}{GM_E}$$

$$h = \left(\frac{T^2 GM_E}{4\pi^2}\right)^{1/3} - R_E$$

یہاں h زمین کی سطح سے چاند تک کا فاصلہ ہے۔

زمین کا نصف قطر ہے $R_E = 6.4 \times 10^6\ m$

زمین کی کمیت ہے $M_E = 6.02 \times 10^{24}\ kg$

کائناتی جاذبیت کی مستقلہ $= 6.67 \times 10^{-11}\ \frac{Nm^2}{kg^2}$

ان قیمتوں کو حل کرنے پر، زمین کی سطح سے چاند تک کا فاصلہ $3.77 \times 10^7\ km$ ہوگا۔

6.4.2 ایک مداری سیارچے کی توانائی

(Energy of an orbiting Satellite)

زمین کی سطح سے ایک فاصلہ h پر زمین کے اطراف چکر لگانے والے ایک سیارچے کی کل توانائی اس طرح معلوم کی جاسکتی ہے:

سیارچے کی کل توانائی اس کی توانائی بالفعل اور جاذبی توانائی بالقواہ کا حاصل جمع ہے۔ سیارچے کی توانائی بالقواہ یہ ہے۔

$$U = -\frac{GM_s M_E}{\left(R_E + h\right)} \qquad (6.63)$$

یہاں M_s سیارچے کی کمیت،

M_E - زمین کی کمیت

R_E۔ زمین کا نصف قطر ہے۔

سیارچے کی توانائی بالفعل یہ ہے۔

$$K.E = \frac{1}{2} M_s v^2 \qquad (6.64)$$

یہاں v سیارچے کی مداری رفتار ہے اور وہ اس کے برابر ہے۔

$$v = \sqrt{\frac{GM_E}{\left(R_E + h\right)}} \qquad (6.65)$$

v کی قیمت کو مساوات 6.64 میں حل کرنے پر، سیارچے کی توانائی بالفعل یوں ہو جاتی ہے۔

$$K.E = \frac{1}{2}\frac{GM_E M_s}{\left(R_E + h\right)}$$

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:48 PM

چنانچہ سیارچے کی کل توانائی یہ ہے۔

$$E = \frac{1}{2}\frac{GM_E M_s}{(R_E + h)} - \frac{GM_s M_E}{(R_E + h)}$$

$$E = -\frac{GM_s M_E}{2(R_E + h)} \qquad (6.66)$$

کل توانائی میں موجود منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ وہ سیارچہ زمین سے بندھا ہوا ہے اور وہ زمین سے کبھی بھی فرار نہیں ہوسکتا۔ h جیسے جیسے ∞ کی طرف بڑھتی ہے۔ کل توانائی صفر ہونے لگتی ہے۔ اس کا طبیعی مطلب یہ ہے کہ وہ سیارچہ زمینی جاذبیت کے اثر ور سوخ سے مکمل طور پر آزاد ہے، اور طویل فاصلوں پر وہ زمین سے بندھا ہوا نہیں ہوتا۔

مثال 6.10

(i) زمین کے اطراف مداری حرکت کرنے والا چاند اور

(ii) سورج کے اطراف مداری حرکت کرنے والی زمین کی توانائی کو محسوب کیجئے۔

حل:

چاند کے مدار کو دائری تصور کرتے ہوئے، چاند کی توانائی یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$E_m = -\frac{GM_E M_m}{2R_m}$$

جہاں M_E زمین کی کمیت 6.02×10^{24} kg ہے ، M_m، چاند کی کمیت 7.35×10^{22} kg اور R_m، چاند اور زمین کے مرکز کا درمیانی فاصلہ 3.84×10^{5} km ہے۔

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{N m}^2 \text{kg}^{-2}.$$

$$E_m = -\frac{6.67\times10^{-11}\times6.02\times10^{24}\times7.35\times10^{22}}{2\times3.84\times10^{5}\times10^{3}}$$

$$E_m = -38.42\times10^{-19}\times10^{46}$$

$$E_m = -38.42\times10^{27} \text{ Joule}$$

منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ چاند زمین سے بندھا ہوا ہے۔

یہ ثابت کرنے کے لئے کہ زمین کی توانائی بھی منفی ہی ہے، یہی طریقہ استعمال کیا جاسکتا ہے۔

6.4.3 ارض-ساکن اور قطبی سیارچہ (Geo-Stationary and Polar satellite)

مختلف مداری نصف قطروں کے لحاظ سے زمین کے اطراف مداری حرکت کرنے والے سیارچوں کے مختلف وقفۂ دوران ہوتے ہیں۔ کیا ہم ایک سیارچے کا مداری نصف قطر معلوم کرسکتے ہیں اگر اس کا وقفہ دوران 24 گھنٹے ہو ؟

مدار کے نصف قطر کا پتہ لگانے کے لئے Kepler کے تیسرے کلیے کا استعمال کیا جاتا ہے۔

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_E}(R_E + h)^3$$

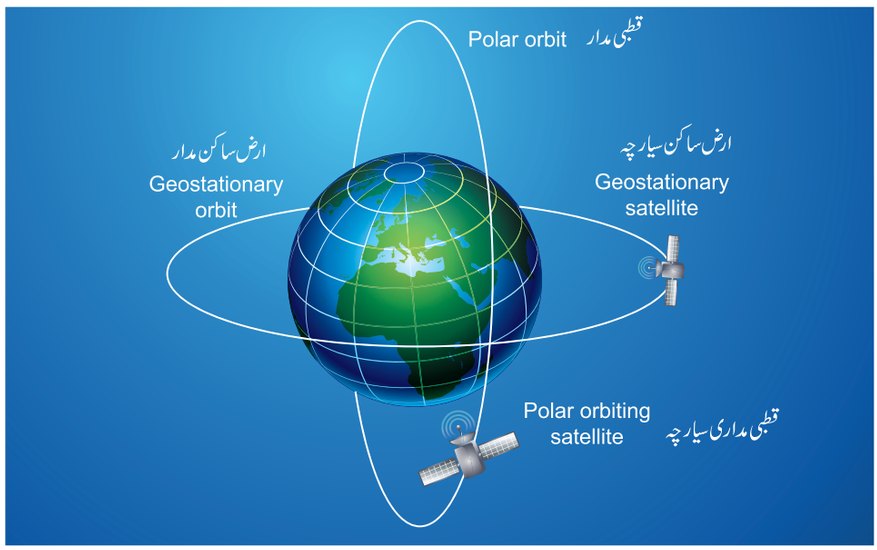
$$(R_E + h)^3 = \frac{GM_E T^2}{4\pi^2}$$

$$R_E + h = \left(\frac{GM_E T^2}{4\pi^2}\right)^{1/3}$$

زمین کے وقفۂ دوران (24 گھنٹے = 86,400 سکنڈ)، کمیت اور نصف قطر کی قیمتوں کو حل کرنے پر h کی قیمت 36,000 کلومیٹر معلوم کی گئی ہے۔ چونکہ زمین سے دیکھے جانے پر ایسے سیارچے ساکن نظر آتے ہیں۔ یہ سیارچے ارض ساکن سیارچے کہلاتے ہیں۔

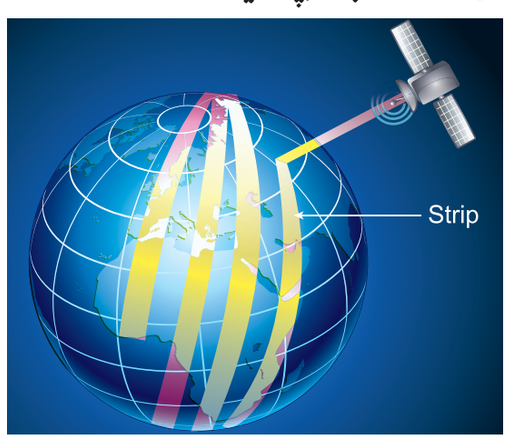
ہندوستان سیارچوں کا INSAT گروپ استعمال کرتا ہے جو بنیادی طور پر ٹیلی مواصلات کے لئے بنائے گئے ارض-ساکن سیارچے ہیں۔ ایک اور قسم کا سیارچہ جو زمین کی سطح سے 500 سے 800 کلومیٹر

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:48 PM



خاکہ 6.21 قطبی مدار اور ارض ساکن سیارچہ

کے فاصلے پر رکھا گیا ہے۔ زمین کے اطراف شمال سے جنوب کی سمت میں مداری حرکت کرتا ہے۔اس قسم کا سیارچہ جو شمال سے جنوب کی سمت میں زمین کے اطراف مداری حرکت کرتا ہے، قطبی سیارچہ کہلاتا ہے۔ یک قطبی سیارچہ کا وقفۂ دوران تقریباً 100 منٹ ہوتا ہے اور وہ سیارچہ ایک دن میں کئی گردشیں مکمل کر لیتا ہے۔ایک قطبی سیارچہ، ایک گردش کے دوران قطب سے قطب تک زمین کی ایک چھوٹی سی پٹی (ایک چھوٹا سا علاقہ ہی) گھیرا کرتا ہے۔اس کے بعد والی گردش میں وہ زمین کی ایک مختلف پٹی کا گھیرا کرے گا، کیوں کہ زمین اس وقت تک کچھ زاویے کے ساتھ حرکت کر چکی ہوگی۔اس طرح سے قطبی سیارچے زمین کے مکمل سطحی رقبہ کو گھیر پاتے ہیں۔



خاکہ 6.22 ایک قطبی سیارچے سے گھیرا جانے والا، مواصلاتی علاقے کا خطہ

E082J

6.4.4 بے وزنی (Weightlessness)

ایک شئے کا وزن (Weight of an object)

زمین پر موجود اشیاء زمین کی قوت جاذبہ محسوس کرتے ہیں۔ m کمیت کی ایک شئے پر عمل پیرا ہونے والی جاذبی قوت mg ہے۔یہ قوت ہمیشہ زمین کے مرکز کی طرف نچلی جانب عمل پیرا ہوتی ہے۔جب ہم زمین پر کھڑے ہوتے ہیں، ہم پر دو قوتیں عمل پیرا ہوتی ہیں۔ نچلی جانبی جاذبی قوت اور زمین کے ذریعہ برآمد ہونے والی اوپری جانبی قوت جو ہمیں حالت سکون میں رکھتی ہے۔ایک شئے کے وزن w کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ نچلی جانبی قوت ہے, جس کی قدر W، اس شئے کو زمین کی نسبت سے حالت سکون پر یا مستقل سمتی رفتار پر برقرار رکھنے کے لئے اس شئے کو اوپری جانب دی جانے والی قوت کے برابر ہو۔وزن کی سمت قوت جاذبہ کی سمت میں ہوتی ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:50 PM

اس لئے ایک شئے کے وزن کی قدر W=N=mg کے طور پر ظاہر کی جاتی ہے۔نوٹ کیجئے کہ حالانکہ وزن کی قدر mg کے برابر ہے، وہ شئے پر عمل پیرا ہونے والی جاذبی قوت جیسی ہی نہیں ہوتی۔

لفٹوں میں ظاہری وزن
(Apparent weight in elevators)

ہر کوئی جو ایک لفٹ کا استعمال کر چکا ہے، لفٹ کے شروع ہونے یا رکنے پر ایک جھٹکا سا محسوس کیا ہوگا۔اس طرح کیوں ہوتا ہے؟ اس اثر کی وضاحت کرنے کے لئے وزن کے تصور کو سمجھنا بہت ہی اہم ہے۔

فرض کیجئے کہ ایک شخص مندرجۂ ذیل صورت حال میں لفٹ میں موجود ہے۔

جب کوئی شخص ایک لفٹ میں کھڑا ہوتا ہے تو اس پر دو قوتیں عمل پیرا ہوتی ہیں۔

(1) جاذبی قوت جو نچلی جانب عمل پیرا ہوتی ہے، اگر ہم عمودی سمت کو مثبت y سمت کے طور پر لے لیں تو اس شخص پر عمل پیرا ہونے والی جاذبی قوت $\vec{F}_G = -mg\hat{j}$ ہے۔

(2) فرش سے اس شخص پر عمل پیرا ہونے والی عمودی قوت جو عمودی طور پر اوپر کی جانب عمل پیرا ہوتی ہے $\vec{N} = N\hat{j}$

صورت حال (i) جب لفٹ حالت سکون میں ہو

اس شخص کی اسراع صفر ہوتی ہے۔چنانچہ اس شخص پر عمل پیرا ہونے والی کل قوت صفر ہوتی ہے۔جمودی سانچے (زمین) کے لحاظ سے، اس شخص پر نیوٹن کا دوسرا کلیہ استعمال کرتے ہوئے

$$\vec{F}_G + \vec{N} = 0$$
$$-mg\hat{j} + N\hat{j} = 0$$

اجزاء کا موازنہ کرنے پر ہم لکھ سکتے ہیں۔

$$N - mg = 0 \text{ (or) } N = mg \qquad (6.67)$$

چونکہ وزن W=N ہے، اس شخص کا ظاہری وزن اس کے اصل وزن کے برابر ہے۔

صورت حال (ii) جب لفٹ مساوی طور پر اوپر یا نیچے کی جانب حرکت کر رہی ہوتی ہے۔

مساوی حرکت (مستقل سمتی رفتار) میں اس شخص پر عمل پیرا ہونے والی کل قوت اب بھی صفر ہی ہوتی ہے۔لہذا اس معاملے میں بھی اس شخص کا ظاہری وزن اس کے اصلی وزن کے برابر ہے۔اسے خاکہ 6.23(a) میں بتایا گیا ہے۔

صورت حال (iii) جب لفٹ اوپر کی جانب اسراع پاتی ہے

جمودی سانچے (گراونڈ) کے لحاظ سے اگر ایک لفٹ اوپری اسراع $(\vec{a} = a\hat{j})$ کے ساتھ حرکت کرتی ہے تو اس شخص پر نیوٹن کے دوسرے کلیے کا استعمال کرتے ہوئے،

$$\vec{F}_G + \vec{N} = m\vec{a}$$

اوپر کی مساوات کو عمودی سمت میں اکائی سمتیہ کے لحاظ سے لکھتے ہوئے،

$$-mg\hat{j} + N\hat{j} = ma\hat{j}$$

اجزاء کا موازنہ کرنے پر،

$$N = m\,(g + a) \qquad (6.68)$$

چنانچہ اس شخص کا ظاہری وزن اس کے حقیقی وزن سے زیادہ ہوتا ہے اسے خاکہ 6.23(b) میں بتایا گیا ہے۔

صورت حال (iv) جب لفٹ نیچے کی جانب اسراع پاتی ہے

اگر وہ لفٹ نچلی اسراع $\vec{a} = -a\hat{j}$ کے ساتھ حرکت کرتی ہے تو اس شخص پر نیوٹن کے دوسرے کلیے کا استعمال کرتے ہوئے ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$\vec{F}_G + \vec{N} = m\vec{a}$$

اوپر کی مساوات کو عمودی سمت میں اکائی سمتیہ کے لحاظ سے لکھتے ہوئے

$$-mg\hat{j} + N\hat{j} = -ma\hat{j}$$

اجزاء کا موازنہ کرنے پر

$$N = m\,(g - a) \qquad (6.69)$$

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:50 PM

چنانچہ اس شخص کا ظاہری وزن W= N=m(g–a)، اس کے حقیقی وزن سے کم ہوتا ہے۔ اسے خاکہ (c) 6.23 میں بتایا گیا ہے۔

آزادانہ طور پر گرنے والے اجسام کی بے وزنی:

(Weightlessness of freely falling bodies)

آزادانہ طور پر گرنے والی اشیاء صرف جاذبی قوت ہی محسوس کرتی ہیں چونکہ وہ آزادی سے گرتی ہیں، وہ کسی بھی سطح سے لگے ہوئے نہیں ہوتے (ہوا کی رگڑ کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے) اس شئے پر عمل پیرا ہونے والی عمودی قوت صفر ہے، نچلی اسراع زمین کی اسراع بوجہ جاذبہ کے برابر ہوتی ہے۔ یعنی (a = g)۔ مساوات (6.69) کی مدد سے ہم حاصل کرتے ہیں۔

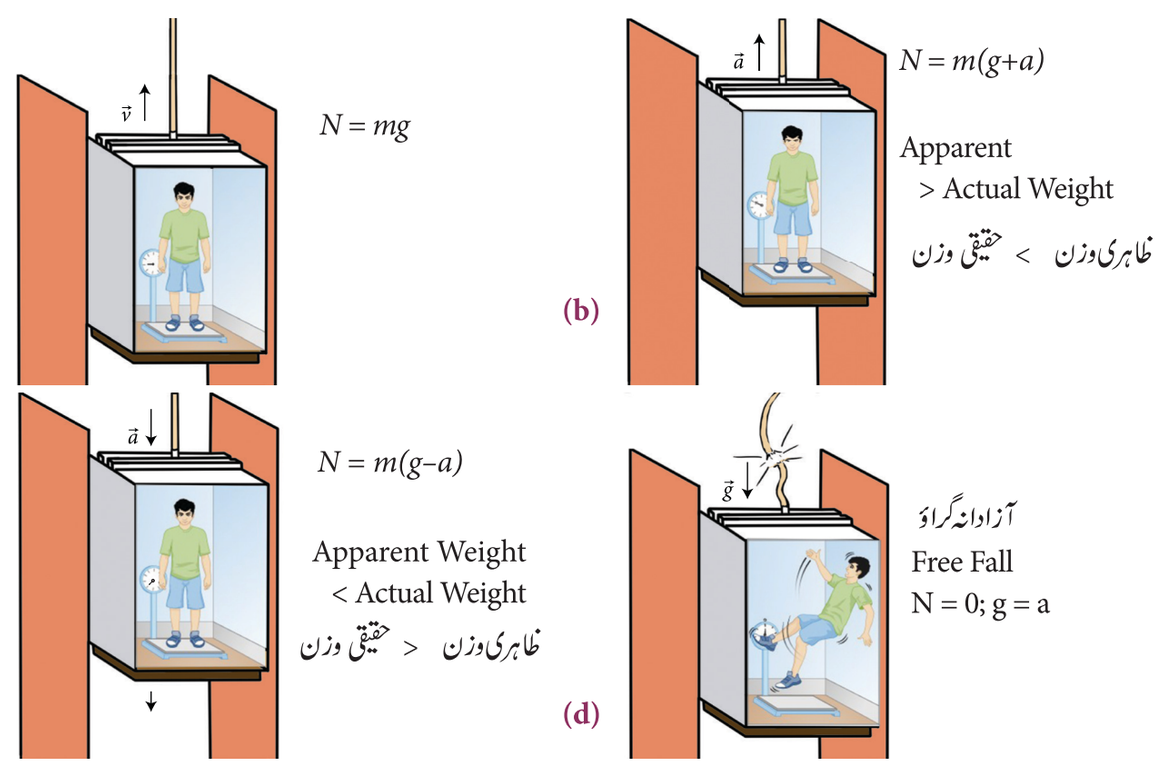
$$a = g \quad \therefore N = m\,(g - g) = 0.$$

یہ حالت، بے وزنی کی حالت کہلاتی ہے۔ جب لفٹ نچلی اسراع a = g کے ساتھ گرتی ہے (جب لفٹ کی ڈوری کٹ جاتی ہے)، لفٹ کے اندر موجود شخص بے وزنی کی حالت یا آزادانہ گرنے کی حالت میں ہوتا ہے۔ اسے خاکہ 6.23(d) میں بتایا گیا ہے۔

جب سیب درخت سے گر رہا تھا تو وہ بے وزن تھا۔ جیسے ہی وہ نیوٹن کے سر سے لگا، وہ وزن حاصل کر لیا اور نیوٹن نے فزکس (طبیعیات) میں اپنا نام بنا لیا۔

سیارچوں میں بے وزنی:

یہ ایک غلط تصور ہے کہ سیارچوں کے اندر ماہرین فلکیات جاذبی قوت محسوس ہی نہیں کرتے کیونکہ وہ زمین سے بہت دور ہوتے ہیں۔ حقیقت میں زمینی سیارچے جو زمین کے اطراف گردش کرتے ہیں، صرف جاذبی قوت سے دو چار ہوتے ہیں۔ سیارچوں کے اندر موجود ماہرین فلکیات بھی وہی جاذبی قوت محسوس کرتے ہیں۔ اس کی وجہ سے وہ سیارچوں کے فرش پر کوئی قوت برآمد نہیں کر سکتے۔ لہذا سیارچوں کے فرش پر بھی ماہرین فلکیات پر کوئی عمودی قوت برآمد نہیں کرتے۔ چنانچہ سیارچوں کے اندر موجود ماہرین فلکیات، بے وزنی کی حالت میں ہوتے ہیں۔ صرف ماہرین فلکیات ہی نہیں بلکہ سیارچے میں موجود تمام ہی اشیاء بے وزنی کی حالت میں ہوتی ہیں، میں ہوتی ہیں، جو کہ آزادانہ طور پر گرنے کے مساوی ہے۔ اسے خاکہ 6.24 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 6.23 لفٹ میں ظاہری وزن

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:51 PM

خاکہ 6.24 مشہور سائنس دان Stephen Hawking، بے وزنی کی حالت میں
https://www.youtube.com/watch?v=OCsuHvv_D0s

6.5 فلکیات کے بنیادی تصورات
(Elementary ideas of Astronomy)

فلکیات، انسانیت کی تاریخ میں قدیم ترین سائنسوں میں سے ایک ہے۔قدیم زمانے میں ،فلکیات ،طبیعی سائنس سے نہ جدا ہونے والا ایک حصہ تھا۔16ویں صدی کی طبیعیات کی ترقی میں اس کا ایک بڑا حصہ ہے۔ درحقیقت مشہور ماہرین فلکیات، جیسے Ptolemy ،Hipparchus ،Aristachrus، کوپرنکس اور Tycho Brahe کے ذریعہ صدیوں سے جمع کئے گئے مشاہدات اور ڈیٹا ہی کی مدد سے Kepler کے کلیے اور نیوٹن کے جاذبی نظریے بنائے گئے اور تصدیق کئے گئے Tycho Brahe کے فلکیاتی مشاہدات کے بغیر Kepler کے کلیوں کا وجود ناممکن تھا۔ Kepler کے کلیوں کے بغیر نیوٹن کا جاذبی نظریہ نہیں بنا ہوتا۔

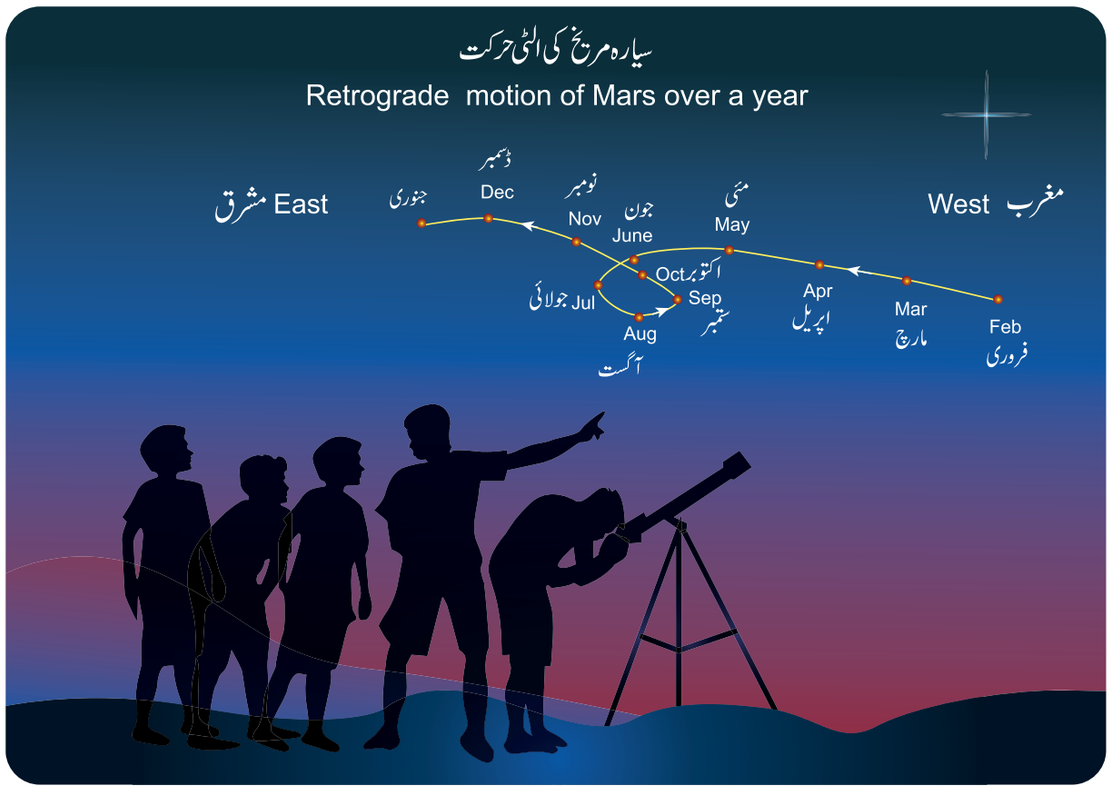
اس سبق کے شروع میں یہ بتایا گیا تھا کہ Ptolemy کے ارض مرکزی نمونے کو کوپرنکس کے شمس مرکزی نمونے سے تبدیل کر دیا گیا تھا۔ یہ ضروری ہے کہ شمس مرکزی نمونے کے مقابلے میں ارض مرکزی نمونے کی خامیوں کا جائزہ لیا جائے اور ان کی وضاحت کی جائے۔

6.5.1 ارض مرکزی نظام پر شمس مرکزی نظام کی خوبی
(Heliocentric system over geocentric system)

اگر ایک چند مہینوں کے وقفہ کے دوران برہنہ آنکھوں سے رات کے آسمان میں سیاروں کی حرکت کا مشاہدہ کیا جائے تو یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ سیارے مشرقی جانب حرکت کر رہے ہوتے ہیں اور ایک وقفے کے لئے وہ اپنی حرکت کو الٹ دیتے ہیں اور پھر واپس مشرقی جانب حرکت کرنا شروع کر دیتے ہیں۔اسے سیاروں کی ''الٹی حرکت'' (retrograde motion) کہتے ہیں۔

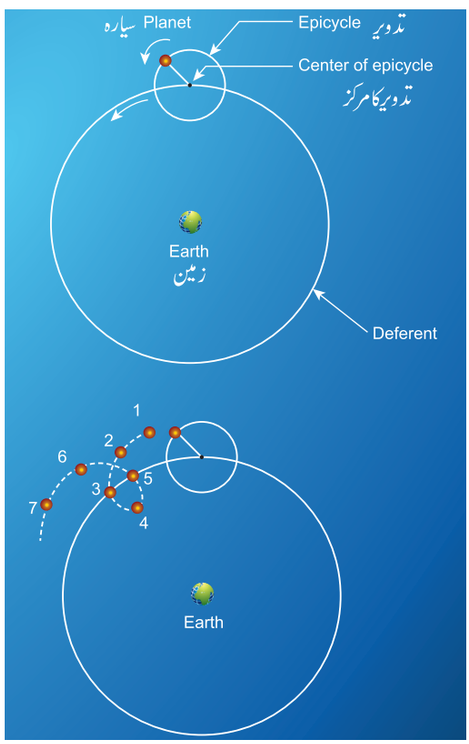
خاکہ 6.25، میں سیارہ مریخ کی الٹی حرکت ظاہر کرتا ہے۔ ایک سال کی مدت میں کئے جانے والے بغور مشاہدات صاف طور پر یہ ظاہر کرتے ہیں کہ سیارہ مریخ، ابتدائی طور پر (فروری سے جون تک) مشرقی سمت میں حرکت کرتا ہے۔، پھر وہ اپنا راستہ الٹ لیتا ہے اور پیچھے کی جانب حرکت کرنے لگتا ہے (جولائی، آگست، ستمبر)۔ وہ دوبارہ اپنا رخ بدل لیتا ہے اور اکتوبر کے مہینے سے اپنی آگے کی حرکت جاری رکھتا ہے۔ قدیم زمانے میں ماہرین فلکیات نے نظر آنے والے تمام

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:52 PM



خاکہ 6.25 سیاروں کی الٹی حرکت

سیاروں کی الٹی حرکت کا اندراج کیا اور اس حرکت کی وضاحت کرنے کی کوشش کی۔ ارسطو کے مطابق ، دیگر سیارے اور سورج، زمین کے اطراف دائری مداروں میں چکر لگاتے ہیں۔ اگر واقعی وہ دائری مدار تھی تو یہ معلوم نہیں تھا کہ کس طرح سیارہ کچھ وقفے کے لئے اپنی حرکت کو الٹی کر لیتا ہے۔ اس الٹی حرکت کی وضاحت کرنے کے لئے Ptolemy نے اپنے ارض مرکزی نمونے میں تدویر (epicycle) کے تصور کا تعارف کروایا۔ اس نظریے کے مطابق ، جب وہ سیارہ زمین کے اطراف گردش کرتا ہے تو وہ تدویر (epicycle) نامی ایک اور دائری حرکت سے بھی دوچار ہوتا ہے۔ زمین کے اطراف تدویری حرکت اور دائری حرکت کا ایک مجموعہ، زمین کے لحاظ سے سیاروں کے الٹی حرکت کا گمان پیدا کیا۔ (خاکہ 6.26) بنیادی طور پر ٹولمی نے ارسطو کے ارض مرکزی تصور کو قائم رکھا اور اس میں تدویری حرکت کو شامل کیا۔



خاکہ 6.26 زمین کے اطراف سیاروی اجسام کی تدویری حرکت، مہینوں کے مشاہدات کے لحاظ سے بنایا گیا خاکہ

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:52 PM

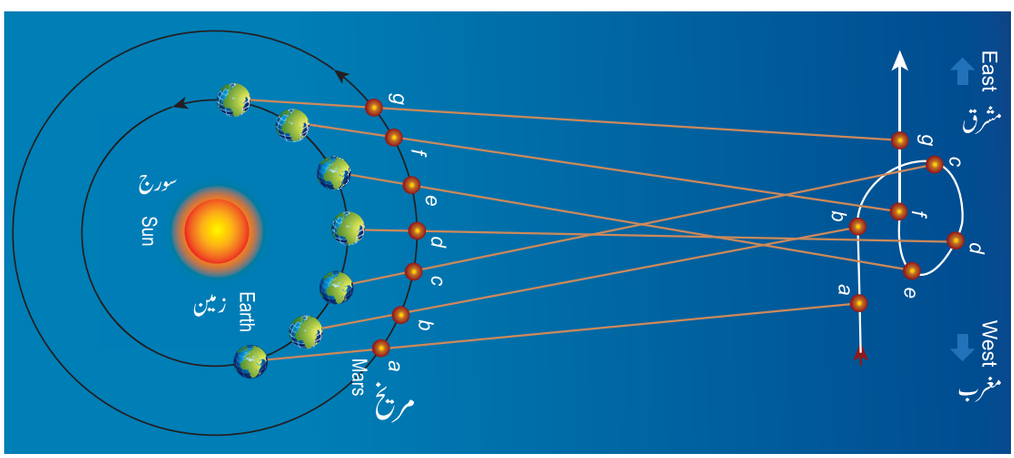
مگر Ptolemy کا نمونہ مزید سے مزید پیچیدہ ہوتا گیا اس لئے کہ ہر سیارہ الٹی حرکت کا مظاہرہ کرتا رہا۔ 15 ویں صدی میں پولینڈ کے ماہر فلکیات کوپرنکس نے اس مسئلے کی وضاحت آسان طریقے سے کرنے کے لئے شمس مرکزی نمونے کا تصور پیش کیا۔اس نمونے کے مطابق،سورج شمسی نظام کے مرکز میں ہوتا ہے اور تمام سیارے سورج کے اطراف گردش کرتے ہیں۔زمین کے لحاظ سے سیاروں کی الٹی حرکت،زمین کے لحاظ سے سیاروں کی نسبتی حرکت کی وجہ سے ہوتی ہے ۔خاکہ 6.27 میں شمس مرکزی نقطہ نظر سے الٹی حرکت بتائی گئی ہے۔

خاکہ 6.27 بتاتا ہے کہ زمین سورج کے اطراف مریخ سے بھی تیز گردش کرتی ہے ۔زمین اور مریخ کی نسبتی حرکت کی وجہ سے، جولائی سے اکتوبر تک مریخ واپسی حرکت کرتے ہوئے نظر آتا ہے۔اس طریقے سے کوپرنکس نمونے کے ذریعے بقیہ تمام سیاروں کی الٹی حرکت کی وضاحت کامیاب طور پر کی گئی۔اس نمونے کی سادگی کی وجہ سے شمس مرکزی نمونہ دھیرے دھیرے ارض مرکزی نمونے پر چھا گیا۔تاریخی طور پر، اگر کوئی عمل ایک یا زیادہ وضاحتیں رکھتا ہے تو عام طور پر سادہ ترین وضاحت ہی کو ترجیح دی جاتی ہے حالانکہ یہی ایک وجہ تھی جس کی بنیاد پر ارض مرکزی نمونے کو ناکام ثابت کیا گیا پھر بھی Ptolemy کے نمونے پر، کوپرنکس کے ذریعہ کی گئی ترمیمات اور درستگیاں تفصیلی طور پر فلکیاتی کتابوں میں ہمیں دیکھنے کو ملتی ہیں۔

8WPYV

کارروائی

طلباء کو یہ ترغیب دلائی جاتی ہے کہ وہ برہنہ آنکھوں سے سیارہ مریخ کی حرکت کا مشاہدہ کریں اور اس کی الٹی حرکت کی شناخت کریں ،جیسا کہ اوپر بتایا گیا ،الٹی حرکت کا مشاہدہ کرنے کے لئے چھ سے سات مہینے لگتے ہیں۔لہذا طلباء مریخ کا مشاہدہ اس سال کے جون سے اگلے سال کے اپریل کے مہینے تک کر سکتے ہیں ۔مریخ سرخ رنگ والا ایک چھوٹا روشن سیارہ ہے ۔گوگل کی مدد سے آسمان میں مریخ کے مقام کا پتہ آسانی سے لگایا جاسکتا ہے۔



خاکہ 6.27 شمس مرکزی نمونے میں الٹی حرکت

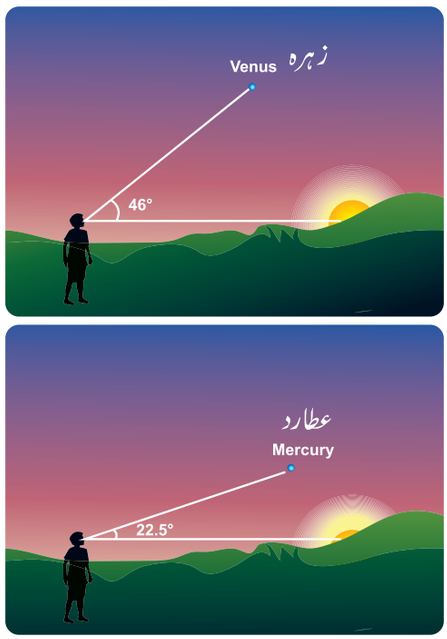
11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:53 PM

6.5.2 Kepler کا تیسرا کلیہ اور فلکیاتی فاصلہ

(Kepler's Third Law and the Astronomical distance)

جب Kepler نے اپنے تین کلیات اخذ کیں، تو انہوں نے پورے طور پر Tycho Brahe کے فلکیاتی مشاہدات کا سہارا لیا۔ ان کے تیسرے کلیے میں، انہوں نے سورج سے سیارے تک کا فاصلہ اور اس سیارے کی گردش کا وقفۂ دوران کے درمیان نسبت قائم کیں۔ ماہرین فلکیات، زمین اور سورج کے درمیانی فاصلے کے لحاظ سے ایک سیارے کے فاصلے کو معلوم کرنے کے لئے علم ہندسہ (geometry) اور علم مثلث (Trigonometry) کا بڑی سمجھداری سے سہارا لیا۔ یہاں ہم یہ دیکھ سکتے ہیں کہ کس طرح سورج سے عطارد اور زہرہ تک کے فاصلوں کی پیمائش کی گئی۔ عطارد اور زہرہ جو کہ زمین کے لحاظ سے اندرونی سیارے ہیں، سورج کے لحاظ سے اندرونی سیارے ہیں، سورج کے لحاظ سے زمین کے ایک نقطہ پر ان سے بنایا جاسکنے والا سب سے زیادہ زاویائی فاصلہ زہرہ کے لئے 46 درجے اور عطارد کے لئے 22.5 درجے ہیں۔ اسے خاکہ 6.28 میں بتایا گیا ہے۔

خاکہ 6.29 یہ ظاہر کرتا ہے کہ زہرہ زمین کے لحاظ سے زیادہ لمبائی پر (یعنی 46 درجہ پر) ہے، زہرہ، سورج کے ساتھ 90° کا زاویہ بناتا ہے۔ اس کی مدد سے ہم زہرہ اور سورج کا درمیانی فاصلہ معلوم کر سکتے ہیں۔ زمین اور سورج کے درمیانی فاصلے کو ایک فلکیاتی اکائی 1AU کے طور پر لے لیا جاتا ہے۔



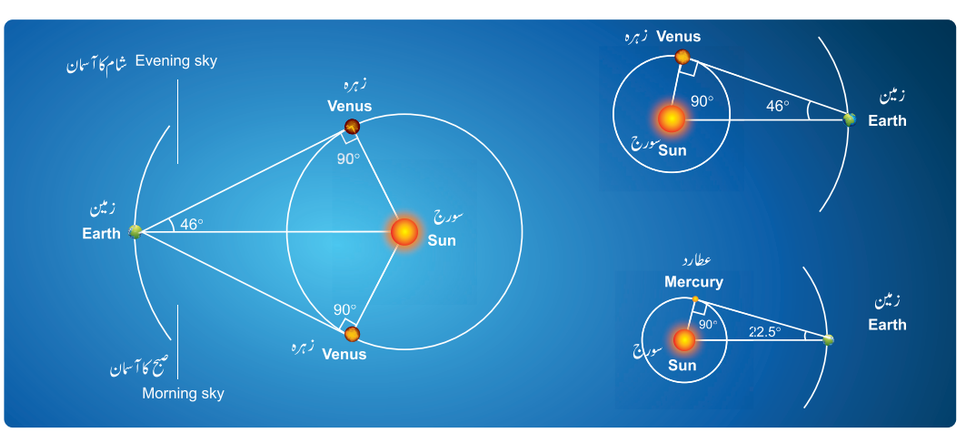
خاکہ 6.28 افق سے زہرہ اور عطارد کے لئے بلندی کا زاویہ

خاکہ 6.29 میں اس مثلث قائمۃ الزاویہ کے ذریعہ شرط پوری کرنے والی علم مثلث (trignomeric) کی مساوات بتائی گئی ہے۔

$$\sin\theta = \frac{r}{R}$$

R = 1 AU.

$$r = R\sin\theta = (1AU)(\sin 46°)$$



خاکہ 6.29 افق سے عطارد کے لئے بلندی کا زاویہ

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:54 PM

یہاں $\sin 46^\circ = 0.72$ ہے۔لہذا زہرہ سورج سے 0.72 AU کے فاصلے پر ہے۔اسی طرح سورج اور عطارد (0 کی قیمت 22.5° ہے) کا درمیانی فاصلہ 0.38 AU پایا گیا ہے۔مریخ اور مشتری جیسے بیرونی سیاروں کا فاصلے معلوم کرنے کے لئے ایک تھوڑا مختلف طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔مندرجۂ ذیل جدول میں سورج سے سیاروں تک کے فاصلے بتائے گئے ہیں۔

جدول 6.2۔ مختلف سیاروں کے لئے a^3/T^2

Planet سیارہ	semi major axis of the orbit(a) مدار کا نصف ادنیٰ محور (a)	Period T (days) وقفۂ دوران T (دن)	a^3/T^2
Mercury عطارد	0.389 AU	87.77	7.64
Venus زہرہ	0.724 AU	224.70	7.52
Earth زمین	1.000 AU	365.25	7.50
Mars مریخ	1.524 AU	686.98	7.50
Jupiter مشتری	5.200 AU	4332.62	7.49
Saturn زحل	9.510 AU	10,759.20	7.40

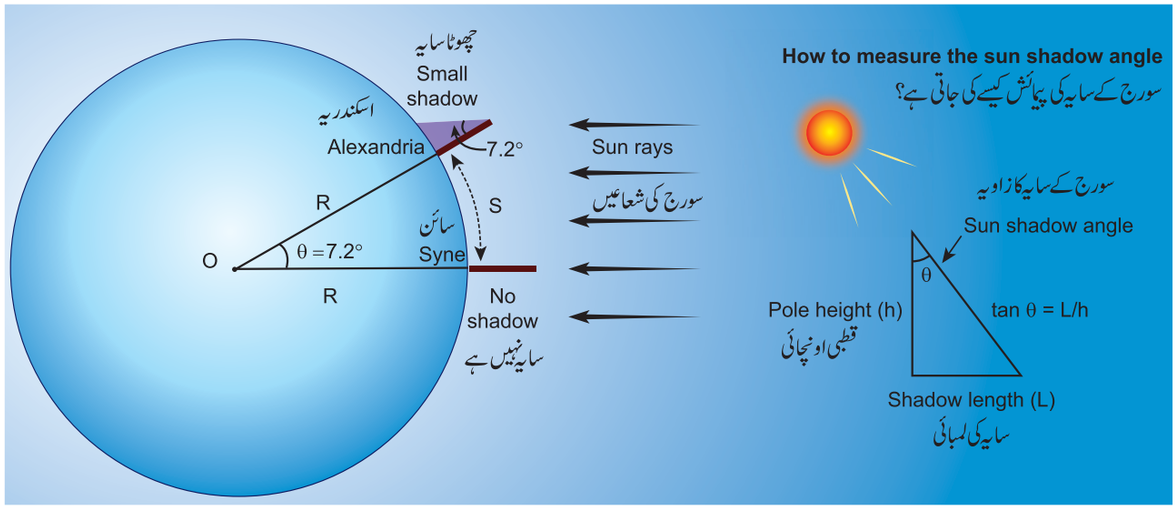
یہ غور کرنا چاہئے کہ Kepler کے کلیوں کی تصدیق کرنے کے لئے ہمیں بس ہائی اسکول سطح کا علم ہندسہ اور علم مثلث ہی کافی ہے۔

کارروائی

زہرہ کو برہنہ آنکھوں سے دیکھا جاسکتا ہے۔ہم زہرہ کو طلوع آفتاب یا غروب آفتاب کے دوران دیکھ سکتے ہیں۔طلباء کو یہ ترغیب دلائی جاتی ہے کہ وہ زہرہ کی حرکت کا مشاہدہ کریں اور تصدیق کریں کہ اس کی بلندی کا سب سے زیادہ زاویہ 46 درجے پر ہے اور یہ پتہ لگائیں کہ سورج سے زہرہ کا کتنا فاصلہ ہے جیسا کہ پہلے بھی بتایا گیا۔ Google یا Stellarium، آسمان میں زہرہ کے مقام کو بتانے میں آپ کے مددگار ثابت ہوسکتے ہیں۔

6.5.3 زمین کے نصف قطر کی پیمائش
(Measurement of radius of the sun)

225 ق م کے آس پاس، یونان کے لائبریرین Eratosthenes نے، جو Alexandria میں رہتے تھے۔زمین کے نصف قطر کی پیمائش کی۔ان سے حاصل کی گئی پیمائش آج کے جدید پیمائشی آلات سے حاصل کردہ نتیجے کے مقابلے میں ایک چھوٹی سی کمی رکھتی ہے۔ان سے اپنائے گئے تکنیک میں اسکول کی سطح کا ادنیٰ علم ہندسہ اور ان کی سمجھ دار سوچ شامل ہے۔



خاکہ 6.30 زمین کے نصف قطر کی پیمائش

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:54 PM

انہوں نے مشاہدہ کیا کہ Summer Solstice (موسم گرما کے درمیانی حصہ میں Alexandria نامی مقام سے 500 میل دور قائم ایک شہر Syne میں سورج کی شعاعیں سایہ نہیں بناتیں۔ اسی دن اور اسی وقت پر انہوں نے دیکھا کہ Alexadria میں سورج کی شعاعیں مقامی طور پر 7.2 درجے کے زاویے کے ساتھ سایہ بناتی ہیں جیسا کہ خاکہ 6.30 میں بتایا گیا ہے۔ انہوں نے اندازہ لگایا کہ درجوں کا یہ فرق زمین کے انحنا (Curvature) کی وجہ سے تھا۔ 7.2 درجے کا زاویہ $\frac{1}{8}$ ریڈین کے برابر ہوتا ہے ۔ اس لئے $\theta = \frac{1}{8}\text{rad}$

اس لئے اگر شہر Syne اور شہر Alexandria کی درمیانی منحنی کی لمبائی S ہو اور R زمین کا نصف قطر ہو تو

$$S = R\theta = 500\,\text{miles},$$

اس لئے زمین کا نصف قطر

$$R = \frac{500}{\theta}\ \text{miles}$$

$$R = \frac{500}{\left(\frac{1}{8}\right)}\text{miles}$$

$$R = 4000\ \text{miles}$$

ایک میل 1.609 Km کے برابر ہوتا ہے۔ اس لئے انہوں نے زمین کے نصف قطر کی قیمت R= 6436 Km حاصل کیں۔ یہ قیمت حیرت انگیز طور پر درست قیمت 6378 Km کے بالکل قریب ہے۔

تیسری صدی ق م میں یونان کے ایک مشہور ماہر فلکیات Hipparchus نے زمین سے چاند تک کے فاصلے کی پیائش کی۔

کارروائی

زمین کا نصف قطر معلوم کرنے کے لئے، دو مختلف مقامات (اسکولوں) کا انتخاب کیجئے، جو کم سے کم 500 میل کے فاصلے سے جدا ہوں۔ یہ غور کرنا ضروری ہے کہ یہ دونوں مقامات زمین کے ایک ہی عرض البلد سے تعلق رکھتے ہوں۔ (مثال کے طور پر ہسور اور کنیا کماری 77.82° کے ایک ہی عرض البلد پر واقع ہیں)۔ معلوم شدہ لمبائی (h) والے کھمبے لے لیجئے اور انہیں دونوں مقامات کے گراؤنڈ (یہ اسکول کے کھیل کے میدان بھی ہو سکتے ہیں) میں ثبت کر دیجئے۔ عین زوال کے وقت دونوں مقامات کے کھمبوں سے بننے والے سایوں کی لمبائی نوٹ کر لینی چاہئے۔ خاکہ 6.30 میں موجود نقشہ کی طرح ایک نقشہ بنایئے۔ $\tan\theta = L/h'$ کی مساوات کی مدد سے ہر مقام پر موجود زاویہ ریڈین میں معلوم کر لیا جا سکتا ہے۔ زاویہ میں موجود فرق (θ') زمین کے انحنا کی وجہ سے ہے۔ اب، گوگل نقشوں (Google Maps) کی مدد سے دو اسکولوں کا درمیانی فاصلہ حاصل کر لیا جا سکتا ہے۔ فاصلہ کو زاویے سے تقسیم کیجئے (ریڈین میں θ') جو ہمیں زمین کا نصف قطر فراہم کرتا ہے۔

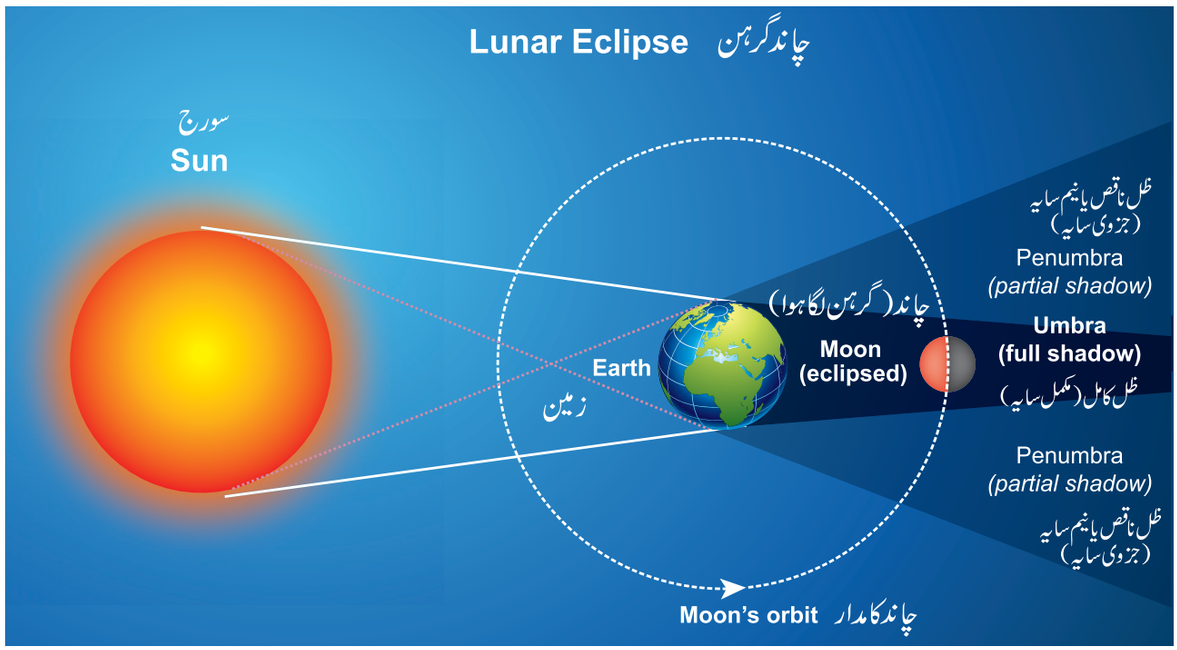
6.5.4 دلچسپ فلکیاتی حقیقتیں
(Interesting Astronomical Facts)

(1) چاند گرہن اور زمین کے سایہ کی پیائش

31 جنوری 2018 کو تمل ناڈو سمیت مختلف مقامات سے چاند گرہن کا مشاہدہ کیا گیا۔ جس مقام پر چاند گزرتا ہے، اس مقام پر زمین کے سایہ کا نصف قطر معلوم کرنا ممکن ہے۔ خاکہ 6.31 اس کی نمائندگی کرتا ہے۔

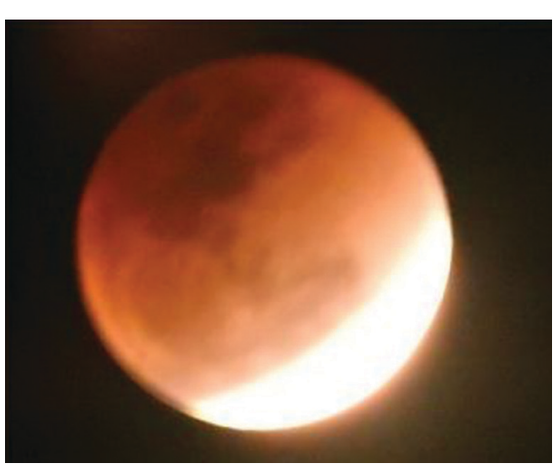
جب چاند مکمل سایہ (ظل کامل) (Umbra shadow) کے اندر ہوتا ہے، وہ سرخ دکھائی دیتا ہے۔ جیسے ہی وہ مکمل سایہ کے علاقے سے نکل جاتا ہے وہ ہلال کے طور پر دکھائی دیتا ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:55 PM



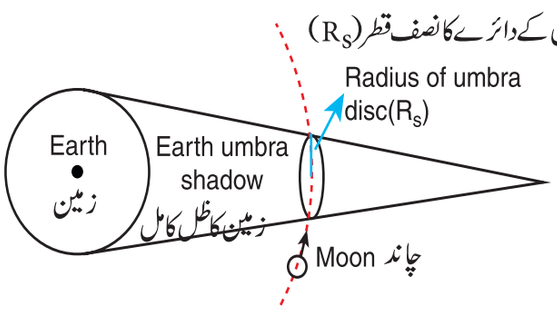
خاکہ 6.31۔ چاند گرہن

خاکہ 6.32 ایک تصویر ہے جو مکمل سایہ سے نکلتے وقت چاند کی تصویر ہے جو ایک ڈیجیٹل کیمرہ کی مدد سے لی گئی ہے۔



خاکہ 6.32۔ ظل کامل سے نکلتے وقت چاند کی تصویر

زمین کے ظل کامل (Umbra shadow) اور چاند کے ظاہری نصف قطروں کو معلوم کر کے، ان نصف قطروں کی درمیانی نسبت معلوم کر لی جا سکتی ہے اسے خاکہ 6.33 اور خاکہ 6.34 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 6.33 ظل کامل کے نصف قطر کا ساختی خاکہ

زمین کے ظل کامل کا ظاہری نصف قطر $= R_s = 13.2$ cm

چاند کا ظاہری نصف قطر $= R_m = 5.15$ cm

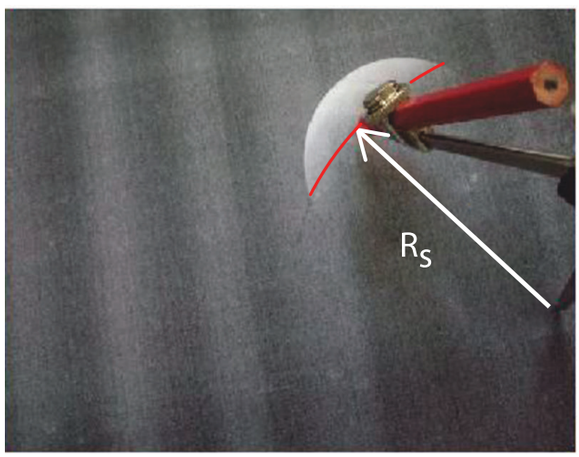
نسبت $\frac{R_s}{R_m} \approx 2.56$

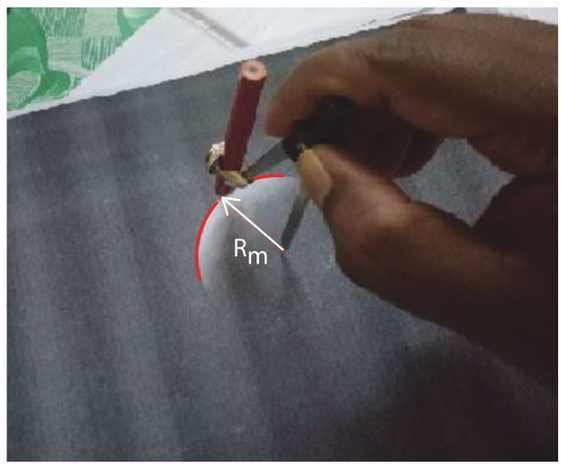
زمین کے ظل کامل کا نصف قطر یہ ہے

$$R_s = 2.56 \times R_m$$

چاند کا نصف قطر یہ ہے $R_m = 1737$ km

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:55 PM





خاکہ 6.34 ظل کامل کے نصف قطر کو محسوب کرنا

زمین کے ظل کامل کا نصف قطر یہ ہے۔

$$R_s = 2.56 \times 1737\text{km} \cong 4446\text{km}.$$

درست نصف قطر 4610 کلومیٹر ہے۔

محاسبہ میں موجود فیصدی غلطی یہ ہے۔

$$= \frac{4610 - 4446}{4610} \times 100 = 3.5\%.$$

اگر تصویر اعلیٰ معیار کے دوربین کی مدد سے لی جائے تو غلطی کی مقدار کم ہوسکتی ہے۔ یہ غور کرنے کی بات ہے کہ یہ محاسبہ سادہ ریاضیات کی مدد سے کیا گیا ہے۔

قدیم ماہرین فلکیات نے، چاند گرہن کے دوران، چاند پر زمین کے ذریعہ پڑنے والے سایہ کی شکل پر غور کر کے زمین کے کروی ہونے کو ثابت کیا۔

(2) چاند گرہن اور سورج گرہن کیوں ہر مہینہ نمودار نہیں ہوتے؟

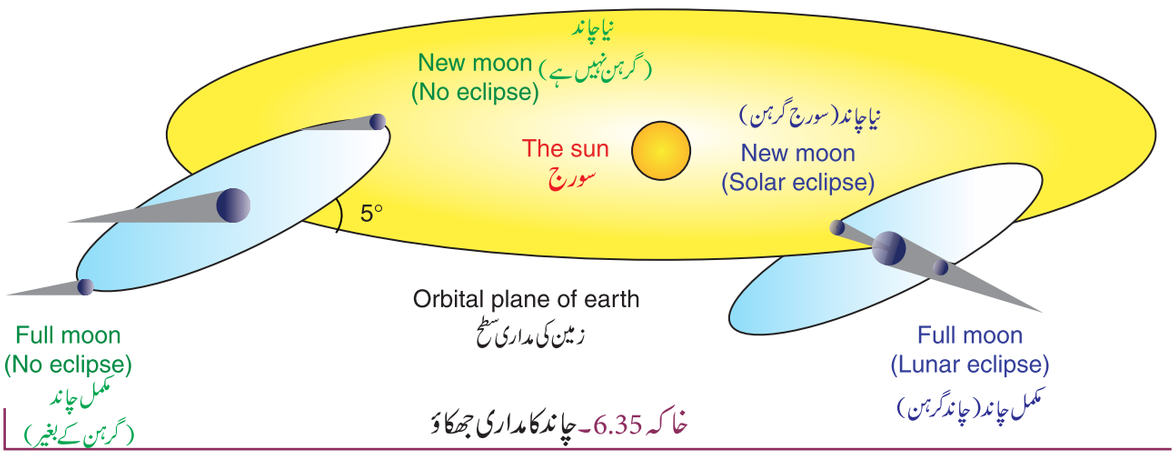
اگر چاند اور زمین کے مدارات ایک ہی مسطح (Plane) پر ہوتے، تو ہر مہینے کے چودھویں چاند کے دوران، ہم چاند گرہن کا مشاہدہ کرتے۔ اگر ایسا ہی معاملہ ہوتا تو ہر نئے چاند کے دوران ہم سورج گرہن کا مشاہدہ کر پاتے مگر زمین کے مدار کے لحاظ سے چاند کا مدار 5° جھکا ہوا ہے۔ اس 5° جھکاؤ کی وجہ سے سال کے چند وقفوں کے دوران ہی سورج، زمین اور چاند ایک سیدھے خط میں جمع ہوتے ہیں اور ان کے ایک دوسرے کی فوقیت کے لحاظ سے چاند گرہن یا سورج گرہن نمودار ہوتے ہیں اسے خاکہ 6.35 میں بتایا گیا ہے۔

(3) زمین پر موسم کس طرح واقع ہوتے ہیں؟

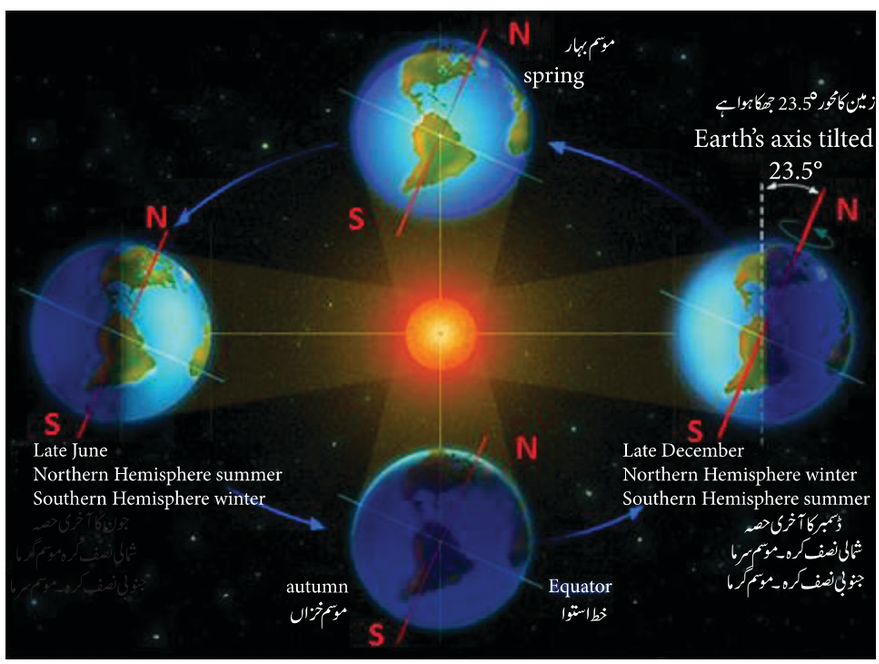
ایک عام غلط فہمی یہ ہے کہ زمین سورج کے اطراف گردش کرتی ہے اس لئے جب وہ سورج سے بہت دور ہوتی ہے تو موسم سرما آتا ہے اور جب زمین قریب ہوتی ہے تو موسم گرما ہوتا ہے۔ حقیقت میں زمین میں موسموں کی تبدیلی، سورج کے اطراف گردش کرتے وقت $23.5°$ کے ساتھ زمین جھکنے لگتی ہے اسے خاکہ 6.36 میں بتایا گیا ہے۔

اس $23.5°$ جھکاؤ کی وجہ سے، جب زمین کا شمالی حصہ سورج سے دور چلا جاتا ہے تو اس کا جنوبی حصہ سورج کے قریب ہو جاتا ہے اس لئے جب بھی شمالی نصف کرہ میں موسم گرما ہوتا ہے تو جنوبی نصف کرہ موسم سرما محسوس کرتا ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:56 PM



خاکہ 6.35۔ چاند کا مداری جھکاؤ



خاکہ 6.36 زمین پر موسمیں

(4) ستارے کی ظاہری حرکت اور زمین کا گھماؤ
(Star's apparent motion and Spinning of the earth)

ایک ہی رات میں ستارے کے مقامات کا مشاہدہ کر کے زمین کے گھومنے کی حرکت کو ثابت کیا جا سکتا ہے ۔زمین کے گھومنے کی حرکت کی وجہ سے آسمان کے ستارے قطبی ستارے کے تحت دائری حرکت کرتے ہوئے محسوس ہوتے ہیں جیسا کہ خاکہ 6.37 میں بتایا گیا ہے۔

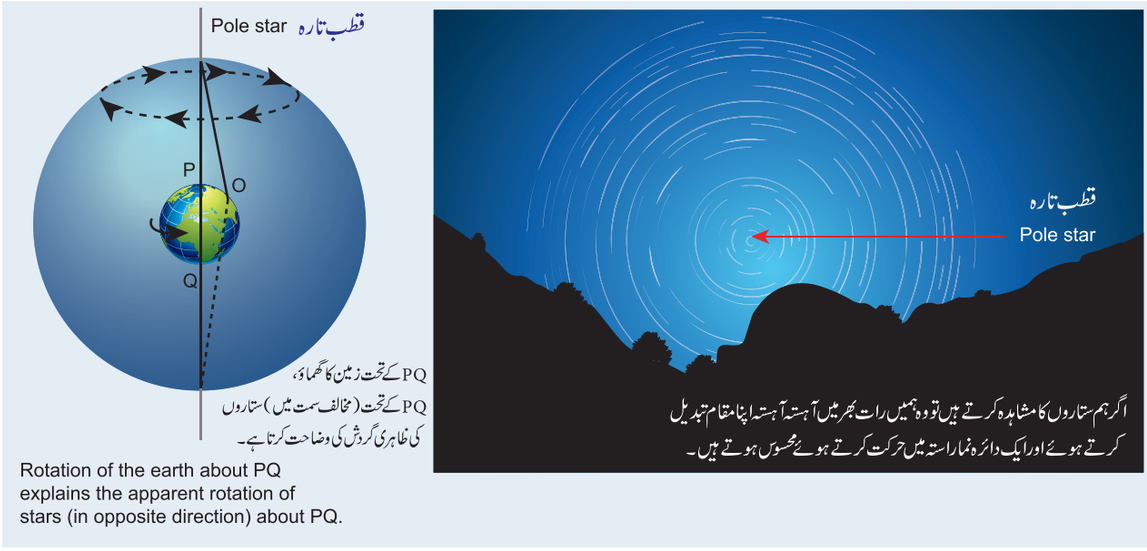
نوٹ

قطبی ستارہ (Pole Star) ایک ستارہ ہے جو زمین کے گردشی محور کے عین اوپر موجود ہے، لہذا وہ ساکن نظر نہیں آتا ہے۔ ہمارا قطبی ستارہ Star Polaris ہے۔

قابل غور نکتہ

سورج کی شعاعوں اور سایوں کی مدد سے آپ کس طرح ثابت کروگے کہ زمینی جھکاؤ 23.5° ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:57 PM



خاکہ 6.37 زمین کے گھماؤ کی وجہ سے ستارے کی ظاہری دائری حرکت

6.5.5 فلکیات اور جاذبیت کی حالیہ ترقیات

(Recent developments of astronomy and gravitation)

19 ویں صدی تک، فلکیات خاص طور پر، یا تو برہنہ آنکھوں سے کئے جانے والے مشاہدات پر منحصر تھی یا دوربینی مشاہدات پر منحصر تھیں۔ برق مقناطیسی طیف کے انکشاف کے بعد 19 ویں صدی کے آخر میں کائنات سے متعلق ہماری سمجھ میں کافی اضافہ ہوا۔ 19 ویں صدی کے آخری حصے کی اس ترقی کی وجہ سے یہ دیکھا گیا کہ نیوٹن کا جاذبیت کا کلیہ چند عمل کی وضاحت کرنے سے قاصر رہا اور چند اختلافات بتا رہا تھا۔ البرٹ ائن سٹن نے اپنا ایک ''عام نسبتی نظریہ''، "General theory of relativity" بتایا جو کہ جاذبیت کے میدان میں 20 ویں صدی کے کامیاب ترین نظریات میں سے ایک رہا۔

بیسویں صدی میں دونوں فلکیات اور جاذبیت کو یکجا کر دیا گیا اور کئی گنا ترقی عطا کی گئی۔ ستاروں کی پیدائش اور موت کو بہتر طریقے سے سمجھا گیا۔ کئی ہندوستانی ماہرین طبیعیات، فلکی طبیعیات اور جاذبیت کے میدان میں اپنے بہت اہم کارنامے انجام دئے۔

Subramanian Chandrasekar نے سیاہ سوراخوں کا نظریہ پیش کیا اور ستاروں کی زندگی کی وضاحت کی۔ یہ مطالعات انہیں 1983 میں نوبل انعام کے مستحق بنائے۔ ایک اور قابل بیان ہندوستانی فلکی ماہر طبیعیات Meghnad Saha نے رواں سازی کے ضابطہ کا انکشاف کیا جو ستاروں کی درجہ بندی میں بہت مفید تھا۔ یہ ضابطہ اب " Saha ionization formula " یعنی ساہا رواں سازی کا ضابطہ کہلاتا ہے۔ جاذبیت کے میدان میں Amal Kumal Raychaudhuri نے ایک مساوات حل کیا جو، اب Raychaudhuri مساوات کہلاتی ہے، جو کہ ایک بہت ہی اہم کارنامہ تھا۔ ایک اور قابل ذکر ہندوستانی فلکی ماہر طبیعیات Jayant V Narlikar نے فلکی طبیعیات کے میدان میں نمایاں کردار ادا کیا ہے اور فلکیات اور فلکی طبیعیات پر بہت ہی دلچسپ کتابیں لکھی ہیں۔

IUCAA (یعنی Inter University centre for Astronomy and Astrophysics) ہندوستانی تحقیقی اداروں میں سے ایک اہم ترین ادارہ ہے جہاں فلکی طبیعیات اور جاذبیت میں حالیہ تحقیقات انجام دئے جاتے ہیں۔ پروفیسر J.V. Narlikar اس ادارے کے بانی تھے۔ طلباء کو اس بات کی ترغیب دلائی جاتی ہے کہ وہ ان میدانات میں ہونے والی جدید ترقیات سے متعلق مزید مطالعہ کرتے رہیں۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:58 PM

خلاصہ

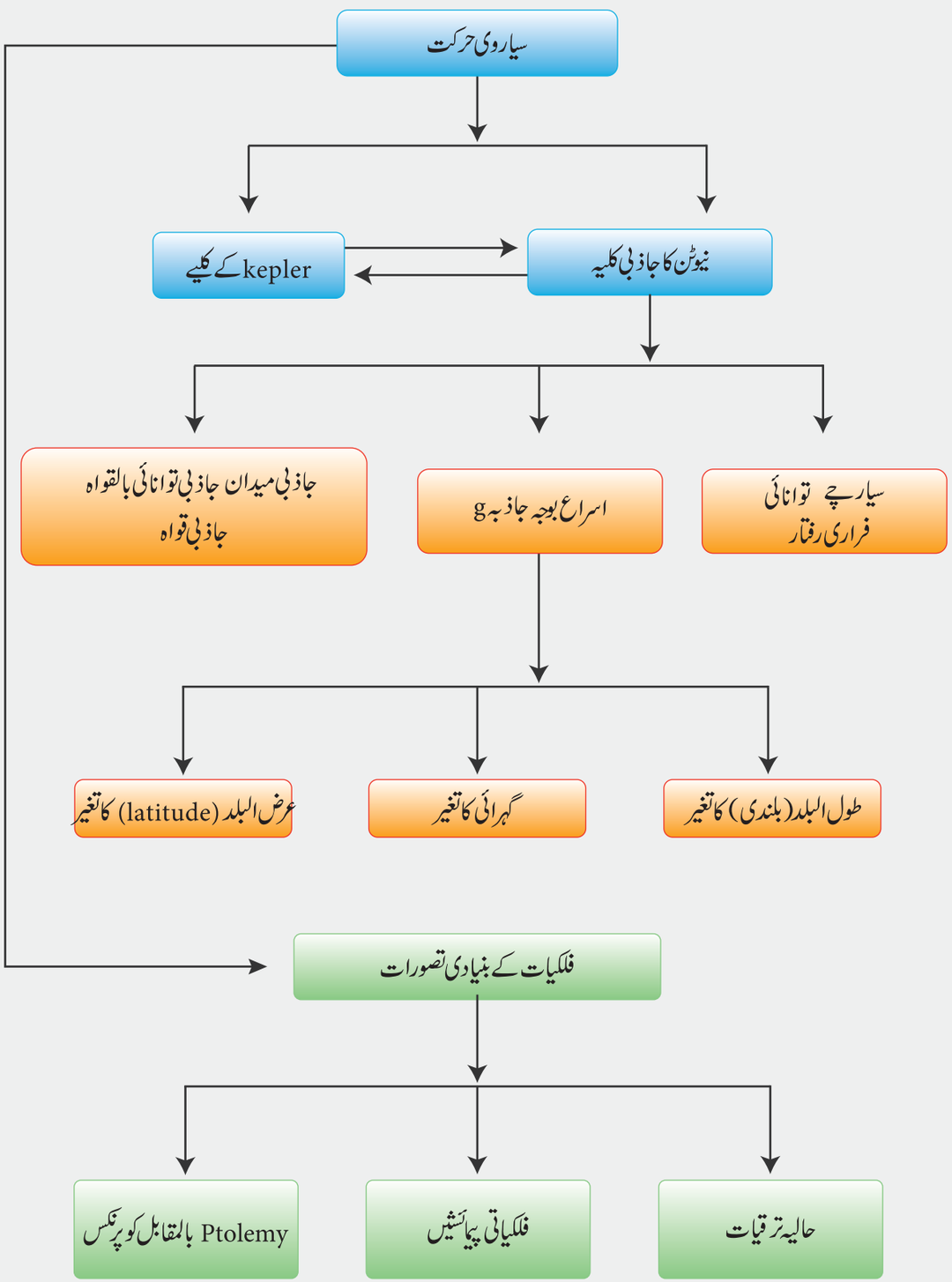
- سیاروں کی حرکت کی وضاحت Kepler کے کلیوں کی مدد سے کی جاسکتی ہے
- Kelper کا پہلا کلیہ: یہ سیارہ سورج کے اطراف ایک بیضوی مدار میں چکر لگاتا ہے اس طرح کہ سورج کسی ایک مرکز پر ہوتا ہے۔
- Kelper کا دوسرا کلیہ: سورج کو سیارہ سے ملانے والی اشعاعی سمتیہ کا خط، وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی رقبے پار کرتا ہے۔
- Kelper کا تیسرا کلیہ: سورج کے اطراف ایک بیضوی مدار میں، ایک سیارے کی گردش کے وقتی وقفے کا مربع، اس بیضوی محور کے نصف محور کبری کے مکعب کے راست تناسب میں ہوتا ہے۔ یہ نسبت شمسی نظام میں تمام سیاروں کے لئے مستقل ہوتی ہے۔
- نیوٹن کا، جاذبیت کا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ دو کمیتوں کی درمیانی جاذبی قوت، ان کمیتوں کے حاصل ضرب کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔ اوران کمیتوں کے درمیانی مربع فاصلوں کے بلا راست تناسب میں ہوتی ہے۔ سمتیہ اظہار میں اسے یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$\vec{F} = -\frac{Gm_1m_2}{r^2}\hat{r}$$

- جاذبی قوت ایک مرکزی قوت ہے۔
- Kepler کے کلیوں کو نیوٹن کے جاذبی کلیوں سے اخذ کیا جاسکتا ہے۔
- m کمیت سے r فاصلے پر موجود ایک نقطہ پر اس کمیت کی وجہ سے بننے والا جاذبی میدان $\vec{E} = -\frac{Gm}{r^2}\hat{r}$ ہے۔ یہ ایک سمتی مقدار ہے
- دو کمیتوں کی جاذبی توانائی بالقواہ یوں پیش کی جاتی ہے $U = -\frac{Gm_1m_2}{r}$ یہ ایک عددی مقدار ہے۔
- m کمیت سے r فاصلے پر موجود ایک نقطہ پر موجود جاذبی قواہ یہ ہے $V = -\frac{Gm}{r}$ یہ ایک عددی مقدار ہے۔
- بلندی کے بڑھنے پر یا گہرائی کے بڑھنے پر اسراع بوجہ جاذبہ کم ہونے لگتی ہے
- زمین کے گھماؤ کی وجہ سے، اسراع بوجہ جاذبہ زمین کے قطبوں پر زیادہ اور خط استوا پر کم ہوتی ہے۔
- زمین کے جاذبی میدان سے فرار پانے کے لئے، کسی بھی شئے کے لئے درکار فراری رفتار $v_e = \sqrt{2gR_e}$ ہے۔ یہ شئے کی کمیت پر غیر منحصر ہے۔
- سیارچے کی توانائی منفی ہوتی ہے۔ اس کا یہ مطلب ہوتا ہے کہ سیارچہ زمین کی جاذبی قوت کے ساتھ بندھا ہوتا ہے۔
- کوپرنکس نمونے کی یہ وضاحت رہی کہ الٹی حرکت، سیاروں کے درمیان نسبتی حرکت کی وجہ سے ہوتی ہے۔ یہ وضاحت Ptolemy کی تدویری (Epicycle) وضاحت سے بھی آسان ہے جو کہ پیچیدہ ہے۔
- کوپرنکس اور Kepler نے معمولی علم ہندسہ اور علم مثلث کی مدد ہی سے ایک سیارہ اور سورج کے درمیانی فاصلے کی پیائش کر لی تھیں۔
- 2400 سال پہلے Eratosthenes نے معمولی علم ہندسہ اور علم مثلث کے استعمال سے زمین کے نصف قطر کی پیائش کر لی تھی۔

100 95 75 25 5 0
11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:58 PM

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ



11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:58 PM

EVALUATION محاسبہ

I۔ کثیر انتخابی سوالات:

(1) سیارہ کی خطی معیار حرکت اور مقامی سمتیہ ان پر اس پر ایک دوسرے کے عمودی ہوتی ہیں۔

(a) شمس قریب نقطہ اور شمس بعید نقطہ

(b) تمام نقاط پر

(c) صرف شمس قریب نقطہ

(d) کوئی نقطہ نہیں

(2) اگر زمین اور سورج کی کمیتیں اچانک دوگنی ہو جائیں تو، ان کی درمیانی جاذبی قوت

(a) یوں ہی برقرار رہے گی

(b) دوگنی ہو جائے گی

(c) چوگنی ہو جائے گی

(d) دوگنا کم ہو جائے گی

(3) ایک بیضوی مدار کے تحت حرکت کرنے والا ایک سیارہ، r_1 فاصلے پر سورج سے قریب ترین اور r_2 فاصلے پر سورج سے بعید ترین ہوتا ہے۔ اگر ان نقاط پر خطی رفتاریں بالترتیب v_1 اور v_2 ہوں تو پھر نسبت $\frac{v_1}{v_2}$ یہ ہے۔

(NEET 2016)

(a) $\frac{r_2}{r_1}$ (b) $\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$

(c) $\frac{r_1}{r_2}$ (d) $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$

(4) ایک دائری مدار میں زمین کے اطراف چکر لگانے والے ایک سیارچے کا وقفۂ دوران اس پر ران پر غیر منحصر ہے

(a) مدار کے نصف قطر

(b) سیارچے کی کمیت

(c) سیارچے کی کمیت اور مدار کے نصف قطر، دونوں پر

(d) نہ سیارچے کی کمیت اور نہ ہی مدار کا نصف قطر

(5) اگر زمین اور سورج کے حالیہ فاصلے کو دوگنا کر دیا گیا ہوتا تو ایک سال میں دنوں کی تعداد یہ ہوتی ہے۔

(a) 64.5 (b) 1032

(c) 182.5 (d) 730

(6) Kepler کے دوسرے کلیے کے مطابق، سورج سے ایک سیارہ تک کی شعاعی سمتیہ، وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی رقبے پار کرتی ہے۔

یہ کلیہ اس کا نتیجہ ہے۔

(a) کلیہ بقائے خطی معیار حرکت

(b) کلیہ بقائے زاویائی معیار حرکت

(c) کلیہ بقائے توانائی

(d) کلیہ بقائے توانائی بالفعل

(7) زمین کے لحاظ سے چاند کی جاذبی توانائی بالقواہ

(a) ہمیشہ مثبت ہوتی ہے

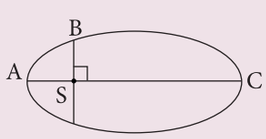
(b) ہمیشہ منفی ہوتی ہے

(c) مثبت یا منفی ہو سکتی ہے

(d) ہمیشہ صفر ہوتی ہے

(8) سورج کے تحت ایک بیضوی مدار میں ایک سیارے کی فعلی توانائیاں A ، B اور C مقامات پر بالترتیب K_A ، K_B اور Kc ہیں۔ AC محوری کبری ہے، اور SB، سورج کے مقام S پر AC کے ساتھ عمودی ہے جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے، پھر

(NEET 2018)



(a) $K_A > K_B > K_C$

(b) $K_B < K_A < K_C$

(c) $K_A < K_B < K_C$

(d) $K_B > K_A > K_C$

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:58 PM

(9) زمین پر سورج کے جاذبی قوت سے کیا گیا کام

(a) ہمیشہ صفر ہوتا ہے (b) ہمیشہ مثبت ہوتا ہے

(c) مثبت یا منفی ہوسکتا ہے (d) ہمیشہ منفی ہوتا ہے

(10) اگر زمین کی کمیت اور نصف قطر کو دوگنا کر دیا ئے تو اسراع بوجہ جاذبہ یہ ہے۔

(a) یوں ہی برقرار رہتی ہے (b) $\frac{g}{2}$

(c) 2g (d) 4g

(11) سورج کے جاذبی میدان کی قدر جو کہ زمین سے محسوس کی جاتی ہے۔

(a) سال بھر مساوی ہوتی ہے۔

(b) جنوری کے مہینے میں کم ہوتی ہے اور جولائی کے مہینہ میں بڑھنے لگتی ہے

(c) جولائی کے مہینہ میں کم ہوتی ہے اور جنوری کے مہینہ میں بڑھنے لگتی ہے۔

(d) دن کے وقت بڑھنے لگتی ہے اور رات کے وقت کم ہونے لگتی ہے۔

(12) اگر ایک شخص چنئی سے ترچی کو حرکت کرتا ہے تو اس کا وزن

(a) بڑھتا ہے۔

(b) کم ہوتا ہے۔

(c) برقرار رہتا ہے۔

(d) بڑھتا ہے پھر گھٹتا ہے۔

(13) 10 Kg کمیت والی ایک شئے، ایک کمانی دار اسکیل سے لٹکی ہوئی ہے جو ایک لفٹ کی چھت سے جڑی ہوئی ہے۔ اگر وہ لفٹ ایک آزادانہ گراؤ میں ہو تو کمانی دار اسکیل کی نمائش یہ ہوگی۔

(a) 98 N (b) صفر

(c) 49 N (d) 9.8 N

(14) اگر اسراع بوجہ جاذبہ اپنی اصل قیمت سے چوگنی ہو جاتی ہے تو فراری رفتار

(a) برقرار رہے گی۔

(b) اصل قیمت سے دوگنی ہو جائے گی۔

(c) نصف ہو جائے گی

(d) اصل قیمت سے چوگنی ہو جائے گی

15۔ زمین کے اطراف چکر لگانے والے سیارچے کی توانائی بالفعل یہ ہے۔

(a) توانائی بالقواہ کے برابر (b) توانائی بالقواہ سے کم

(c) توانائی بالقواہ سے زیادہ (d) صفر

جوابات :

1) a	**2)** c	**3)** a	**4)** b	**5)** b
6) b	**7)** b	**8)** a	**9)** c	**10)** b
11) c	**12)** b	**13)** b	**14)** b	**15)** b

II۔ مختصر جوابات لکھئے۔

1۔ Kepler کے تین کلیے بیان کیجئے۔

2۔ نیوٹن کا کائناتی جاذبی کلیہ بیان کیجئے۔

3۔ کیا ایک سیارے کی زاویائی معیار حرکت بقائی ہوتی ہے؟ اپنے جواب کا جواز پیش کیجئے۔

4۔ جاذبی میدان کی تعریف کیجئے اس کی اکائی بیان کیجئے۔

5۔ جاذبی میدان کے انطباق سے کیا مراد ہے؟

6۔ جاذبی توانائی بالقواہ کی تعریف کیجئے۔

7۔ کیا توانائی بالقواہ ایک اکیلی شئے کی جائیداد ہے؟ جواز پیش کیجئے۔

8۔ جاذبی قواہ کی تعریف کیجئے۔

9۔ جاذبی قواہ اور جاذبی توانائی بالقواہ کے درمیان کیا فرق پایا جاتا ہے ؟

10۔ زمین کے معاملے میں فراری رفتار سے کیا مراد ہے ؟

11۔ ایک سیارچہ (یا کوئی سیارچہ) کی توانائی کیوں منفی ہوتی ہے؟

12۔ ارض ساکن اور قطبی سیارچے کیا ہیں؟

13۔ وزن کی تعریف کیجئے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:59 PM

14۔ ہر مہینہ چاند گرہن اور سورج گرہن کیوں نمودار نہیں ہوتے ؟

15۔ آپ کس طرح ثابت کریں گے کہ کہ زمین خود گھوم رہی ہے۔

III۔ تفصیلی جوابات لکھئے۔

1۔ جاذبیت کے کلیے کی اہم خصوصیات پر بحث کیجئے۔

2۔ واضح کیجئے کہ کس طرح نیوٹن نے Kepler کے تیسرے کلیے کے ذریعہ اپنا جاذبی کلیہ اخذ کیا۔

3۔ وضاحت کیجئے کہ نیوٹن نے کس طرح اپنے جاذبی کلیہ کی تصدیق کی؟

4۔ جاذبی توانائی بالقواہ کے لئے مساوات اخذ کیجئے۔

5۔ ثابت کیجئے کہ زمین سطح کے قریبی نقاط پر شئے کی جاذبی توانائی بالقواہ $U=mgh$ ہوتی ہے۔

6۔ لفٹ کو ایک مثال کے طور پر استعمال کرتے ہوئے بے وزنی کے تصور کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

7۔ فراری رفتار کے لئے ایک مساوات اخذ کیجئے۔

8۔ عرض البلد کے ساتھ g کے تغیر کی وضاحت کیجئے۔

9۔ بلندی (طول البلد) کے ساتھ g کے تغیر کی وضاحت کیجئے۔

10۔ زمین کی سطح سے، گہرائی کے ساتھ g کے تغیر کی وضاحت کیجئے۔

11۔ زمین کے اطراف چکر لگانے والے سیارچے کا وقفۂ دوران اخذ کیجئے۔

12۔ سیارچے کی توانائی کے لئے ایک مساوات اخذ کیجئے۔

13۔ ارض ساکن سیارچہ اور قطبی سیارچوں کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

14۔ واضح کیجئے کہ کس طرح سیاروں کی الٹی حرکت کے تصور کی مدد سے ارض مرکزی نظریہ کو شمس مرکزی نظریہ سے تبدیل کر دیا گیا۔

15۔ تفصیل کے ساتھ واضح کیجئے کہ کس طرح Eratosthenes، زمین کا نصف قطر معلوم کیا؟

16۔ کل چاند گرہن کے دوران زمین کے مکمل سایہ (ظل کامل) کے نصف قطر کی پیمائش واضح کیجئے۔

V۔ حسابی مسئلے:

1۔ ایک نامعلوم سیارہ سورج کے اطراف چکر لگاتا ہے جس کا فاصلہ زمین کے مدار کے نصف کبیر محور کے فاصلے سے دوگنا ہے۔ اگر زمین کا وقفۂ دوران T_1 ہو تو اس نامعلوم سیارے کا وقفۂ دوران کیا ہے۔

جواب : $T_2 = 2\sqrt{2}T_1$

2۔ تصور کیجئے کہ آپ ایک اور شمسی نظام میں ہیں اور آپ کے پاس نیچے بتائے گئے ڈیٹا کے سیٹ دئے گئے ہیں، جن میں سیاروں کے نصف کبیر محورات اور دوری وقفے دئے گئے ہیں۔ کیا آپ نصف کبیر محورات اور وقفۂ دوران کے درمیان تعلق جوڑنے والی مساوات اخذ کر سکتے ہو؟

سیارے (تصوراتی)	وقفۂ دوران (T) سالوں میں	نصف کبیر محور (a) (AU) میں
کرنجی	2	8
ملئی	3	18
مردھم	4	32
نئی دل	5	50
پالئی	6	72

جواب : $a \propto 2T^2$

3۔ اگر دو اشیاء کی کمیتوں اور آپسی فاصلے کو دوگنا کر دیا جائے تو ان کے درمیانی جاذبی قوت میں کیا تبدیلی ہوگی؟

جواب : کوئی تبدیلی نہیں ہوتی

4۔ m اور 4m کمیتوں والے دو اجسام ایک فاصلہ r پر رکھے گئے ہیں۔ ان کو ملانے والے خط کے اس نقطہ پر جاذبی قواہ کا محاسبہ کیجئے، جہاں جاذبی میدان صفر ہے۔

جواب : $V = -\frac{9Gm}{r}$

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:30:59 PM

5۔ اگر دوسیاروں کے مداری فاصلے کی نسبت $\frac{d_1}{d_2}=2$ ہے، تو پھر ان دوسیاروں سے محسوس کئے جانے والے جاذبی میدان کی نسبت کیا ہوگی؟

جواب : $E_2 = 4\,E_1$

6۔ چاند I_0 مشتری کے اطراف 1.769 دن میں ایک مرتبہ چکر لگاتا ہے، چاند I_0 ، کا مداری نصف قطر 4,21,700 کلومیٹر ہے۔ مشتری کی کمیت معلوم کیجئے۔

جواب : $1.898 \times 10^{27}\,kg$

7۔ اگر ایک سیارے کی زاویائی معیار حرکت اس طرح پیش کی جائے $\vec{L} = 5t^2\hat{i} - 6t\hat{j} + 3\hat{k}$ تو اس سیارے سے محسوس کی جانے والی قوت گدشہ کیا ہے؟ کیا اس قوت گدشہ کی سمت، زاویائی معیار حرکت کی سمت کے مطابق ہوگی؟

جواب : $\vec{\tau} = 10t\hat{i} - 6\hat{j}$

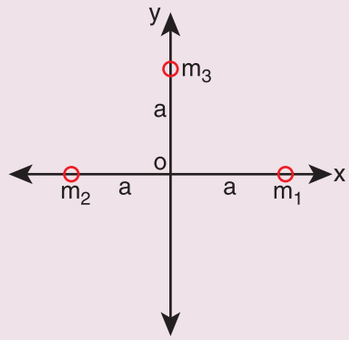
8۔ چار ذرات، جن میں ہر ایک کی کمیت M ہے، اور مساوی فاصلے سے ایک دوسرے سے جدا ہیں، ان کے آپسی جاذبی کشش کے تحت R نصف قطر والے ایک دائرے کے ساتھ حرکت کررہے ہیں۔ ہر ذرہ کی رفتار معلوم کیجئے۔

جواب : $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{GM}{R}\left(1+2\sqrt{2}\right)}$

9۔ فرض کیجئے کہ اگر آپ بھولے سے، کائناتی جاذبی مستقلہ کی اصل قیمت کو $G = 6.67\times10^{11}$ لکھنے کے بجائے $G = 6.67\times10^{-11}$ لکھ دیتے ہیں، تو اس غلط G کے لئے اسراع بوجہ جاذبہ g کیا ہوگی؟ اس نئی اسراع بوجہ جاذبہ g' کے مطابق آپ کا وزن w' کیا ہوگا ؟

جواب : $g' = 10^{22}\,g,\ W' = 10^{22}W$

10۔ m_1، m_2، m_3 تین کمیتیں ہیں، جن کے مقامات مندرجۂ ذیل خاکہ میں بتائے گئے ہیں۔ ان کمیتوں کی وجہ سے O نقطہ پر بننے والے جاذبی میدان کا محاسبہ کیجئے۔ اگر کمیتیں m_1 اور m_2 مساوی ہوں تو O نقطہ پر جاذبی میدان میں ہونے والی تبدیلی کیا ہے؟



جواب : $\vec{E} = \frac{G}{a^2}\left[(m_1 - m_2)\,i + m_3 j\right]$

if $m_1 = m_2$, $\vec{E} = \frac{G}{a^2}\left[m_3\,\hat{j}\right]$

11۔ زمین اور سورج کی جاذبی توانائی بالقواہ کی قیمت کیا ہے؟ زمین سے سورج کا فاصلہ تقریباً 150 ملین کلومیٹر ہے، زمین کی کمیت $G = 5.9\times10^{24}$ kg اور سورج کی کمیت $G = 1.9\times10^{30}$ kg ہے۔

جواب : $U = -49.84 \times 10^{32}$ Joule

12۔ زمین سورج کے اطراف $30\ km\ s^{-1}$ کی رفتار سے گردش کرتی ہے۔ زمین کی توانائی بالفعل معلوم کیجئے۔ پچھلی مثال میں آپ نے زمین کی توانائی بالقواہ کا محاسبہ کیا۔ اس صورت حال میں زمین کی کل توانائی کیا ہوگی؟ کیا وہ کل توانائی مثبت ہے؟ سبب بتائیے۔

جواب : $K.E = 26.5 \times 10^{32}\,J$

$E = -23.29 \times 10^{32}\,J$

(–) منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ زمین سورج کے ساتھ بندھی ہوئی ہے۔

13۔ زمین سے ایک شئے اس طرح پھینکی جاتی ہے کہ وہ

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:31:00 PM

غیر صفری توانائی بالفعل (C) کے ساتھ لامحدود دوری کے ایک نقطہ پر پہنچتی ہے، $\left[\text{K.E}(r=\infty)=\frac{1}{2}Mv_{\infty}^{2}\right]$

کس سمتی رفتار کے ساتھ وہ شئے پھینکی جانی چاہئے۔

جواب : $v_e=\sqrt{v_{\infty}^2+2gR_E}$

14۔ فرض کیجئے کہ ہم زمین کی سطح سے 200 کلومیٹر اوپر اور نیچے جاتے ہیں۔ان دونقاط پر g کی قیمتیں کیا ہیں؟ کس معاملے میں g کی قیمت چھوٹی ہے؟

جواب : $g_{down}=0.96\ g$

$g_{up}=0.94\ g$

15۔ ریاست ٹمل ناڈو میں موجود آپ کے ضلعے میں g کی قیمت میں ہونے والی تبدیلی معلوم کیجئے ؟

(ہدایت : گوگل کی مدد سے آپ کے ضلع کا عرض البلد معلوم کیجئے) چنئی اور کنیا کماری پر g کی قیمتوں میں کیا فرق پایا جاتا ہے۔

جواب : $g_{chennai}=9.7677\ m\ s^{-2}$

$g_{Kanyakumari}=9.7667\ m\ s^{-2}$

$\Delta g=0.001\ m\ s^{-2}$

IV۔ منطقی سوالات:

1۔ مندرجۂ ذیل میں کون سی مقداریں ہیں جو بقائی ہیں؟

(a) سیارے کی خطی معیار حرکت

(b) سیارے کی زاویائی معیار حرکت

(c) سیارے کی کل توانائی

(d) ایک سیارے کی توانائی بالقواہ

2۔ زمین پر سورج کے ذریعہ ایک سال میں کیا گیا کام یہ ہوگا۔

(a) صفر (b) غیر صفری

(c) مثبت (d) منفی

3۔ وقت کے کسی بھی متعین وقفے پر، زمین پر سورج کے ذریعہ کیا گیا کام یہ ہے۔

(a) مثبت، منفی یا صفر (b) ضرور مثبت

(c) ضرور منفی (d) یہ ہمیشہ صفر ہوتا ہے

4۔ اگر ایک دم دار تارا (Comet) اچانک چاند سے ٹکراتا ہے اور چاند کی کل توانائی سے زیادہ مقدار کی توانائی برآمد کرتا ہے تو کیا ہوگا؟

5۔ اگر چاند پر زمین کی کشش اچانک غائب ہوجائے تو چاند کو کیا ہوگا؟

6۔ اگر زمین میں جھکاؤ نہ ہوتا تو زمین کے موسموں کو کیا ہوتا؟

7۔ ایک طالب علم سے پوچھا گیا کہ ہمارے لئے کیوں موسم گرما اور موسم سرما موجود ہیں اس نے جواب دیا ''چونکہ زمین ایک بیضوی مدار میں چکر لگاتی ہے، جب زمین سورج سے بہت دور ہوتی ہے (شمس بعید نقطہ)، تو ہمارے لئے موسم سرما ہوگا اور جب زمین سورج کے قریب ہوتی ہے (شمس قریب نقطہ) تو ہمارے لئے موسم گرما ہوتا ہے'' کیا یہ جواب صحیح ہے۔ اگر نہیں تو موسم گرما اور موسم سرما کے وقوع ہونے کے لئے صحیح وضاحت کیا ہے؟

8۔ مندرجۂ ذیل تصویریں حالیہ چاند گرہن سے لئے گئے ہیں جو 31 جنوری 2018 میں واقع ہوا تھا۔ ان تصویروں کی مدد سے کیا یہ ثابت کرنا ممکن ہے کہ زمین ایک کرہ ہے۔

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:31:00 PM

کتب حوالہ

1. Mechanics by Charles Kittel, Walter Knight, Malvin Ruderman, Carl Helmholtz and Moyer
2. Newtonian Mechanics by A.P. French
3. Introduction to Mechanics by Daniel Kepler and Robert Kolenkow
4. Mechanics by Somnath Datta
5. Concepts of Physics volume 1 and Volume 2 by H.C. Verma
6. Physics for Scientist and Engineers with Modern physics by Serway and Jewett
7. Physics for Scientist and Engineers by Paul Tipler and Gene Mosca
8. Physics for the Inquiring Mind by Eric Rogers
9. Fundamental laws of Mechanics by Irodov.
10. Question and Problems in School Physics by Tarasov and Tarasova

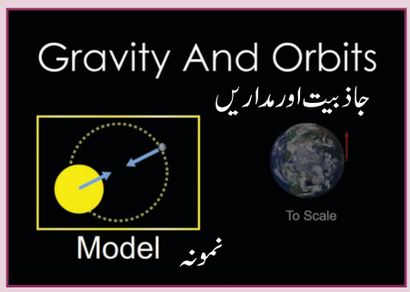
11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:31:00 PM

ICT CORNER

ICT کارنر

Gravitation جاذبیت

اس کارروائی کے ذریعہ آپ جاذبی قوت اور
مداری راستوں کے بارے میں سیکھ سکیں گے۔



مرحلے

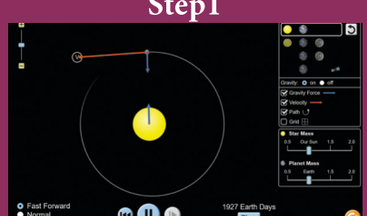
☆ دیے گئے URL پر کلک کیجئے یا QR کوڈ کی مدد سے صفحے کو لوڈ کیجئے۔ ' Model ' نامی ڈبے پر کلک کر کے کارروائی شروع کیجئے۔

☆ کارروائی کے ونڈو میں سورج اور زمین کا ایک خاکہ دیا گیا ہے۔ Play icon پر کلک کر کے زمین کی حرکت دیکھئے۔

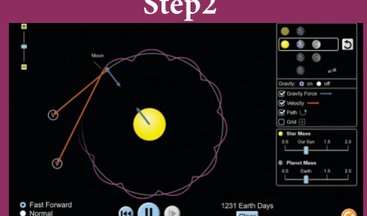
☆ ونڈو کے داہنی طرف دیے گئے جدول کی مدد سے اشیاء کو منتخب کر کے ہم اشیاء کو تبدیل کر سکتے ہیں۔

☆ حرکت میں موجود جاذبیت کا راستہ، سمتی رفتار اور شئے کا مظاہرہ کیا جا سکتا ہے، جدول میں دیے گئے متعلقہ ڈبوں کا معائنہ کیجئے۔

Step1



Step2



Step3

Step4

URL:

https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_en.html

* Pictures are indicative only.

* If browser requires, allow **Flash Player** or **Java Script** to load the page.

11 physics V2 6. gravitation
Monday, January 02, 2023 12:31:01 PM

اکائی 7

مادے کی خصوصیات (Properties of matter)

Many of the greatest advances that have been made from the beginning of the world to the present time have been made in the earnest desire to turn the knowledge of the properties of matter to some purpose useful to mankind– Lord Kelvin

سیکھنے کے مقاصد :

اس اکائی میں طلباء یہ سیکھ سکیں گے۔

- ☆ مادہ میں موجود بین جوہری یا بین سالماتی قوتیں
- ☆ زور (Stress)، کشیدگی (Strain) اور لچکدار ماڈیولس
- ☆ سطحی تناؤ (Surface tension)
- ☆ گاڑھا پن یا لزوجت (Viscosity)
- ☆ سیالیت کی خصوصیات اور ان کے استعمالات

FKYAG

7.1 تعارف

دنیا کی قدیم ترین بندھوں (dam) میں کلائی (கல்லணை) بھی ایک ہے جو ترچی میں واقع ہے۔اس بندھ کو آب پاشی کے مقصد کے لئے دریائے کاویری کے آر پار بنایا گیا تھا۔شدید سیلابوں کے دوران، کاویری کی ندی میں پانی کی رفتار عام طور پر بہت زیادہ ہوتی ہے۔اس بندھ کی استحکامیت اور افادیت سے تامل ناڈو والوں کی بدیہی سائنسی سمجھ معلوم ہوتی ہے جنہوں نے اس ڈیم کو دوسری صدی عیسوی ہی میں ایسی تعمیر کر دکھائی۔ ماضی کی بصیرت انگیز تعمیرات کی دوسری بڑی مثال مصر کے اہرام ہیں۔Flyover اور over bridge، آج ساری دنیا میں عام ہیں۔ان پر بھاری گاڑیاں چلتی رہتی ہیں جن کی وجہ سے ان پلوں پر ہمیشہ زور (Stress) پڑتے رہتا ہے۔مناسب اشیاء کے ساتھ ساتھ مؤثر ڈیزائن کے بغیر یہ پل اور فلائی اوور مستحکم نہیں رہ سکتے۔ مادہ کی مختلف شکلوں (ٹھوس، مائع اور گیس) کو سمجھنے ہی کی وجہ سے انسانی تہذیب کی نشوونما ہوئی ہے۔

Kallanai (கல்லணை) کلائی

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:33 PM

کسی خاص استعمال کے لئے شئے کا صحیح انتخاب کرنے میں مادے کی خصوصیات کا مطالعہ بہت ہی اہم ہے۔ مثال کے طور پر ٹکنالوجی میں، خلائی آلات بنانے کے لئے استعمال ہونے والی اشیاء ہلکی ہونی چاہئے مگر اسی وقت مضبوط بھی ہونی چاہئے۔ مصنوعی انسانی اعضاء کی تبدیلی کے لئے استعمال ہونے والی اشیاء حیاتیاتی ہم آہنگ (biocompatible) ہونی چاہئے۔ طب میں، مصنوعی جسم کے سیالوں کو ریڈیوتھراپی کے تجزیہ کے لئے بافت کے متبادل کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ چکنائیاں یا ایندھن کے طور پر استعمال ہونے والے سیال مادوں میں کچھ خاص خصوصیات ہونی چاہئیں۔ ایسی نمایاں کلاں بینی خصوصیات کا اظہار مادہ کے اندر موجود خوردبینی مظاہرات سے ہوتا ہے۔ یہ اکائی، ٹھوس اور سیال مادوں کی خصوصیات اور مادہ کے برتاؤ کو قابو میں کرنے والے قوانین سے متعلق بحث کرتی ہے۔

7.2 مادہ کی مختلف حالتوں کی خوردبینی سمجھ بوجھ
(Microscopic Understanding of various states of matter)

اگرچہ کہ مادے کی مختلف شکلیں جیسی ٹھوس غذا، مائع جیسے پانی اور وہ ہوا جو ہم سانس لیتے ہیں گذشتہ کئی ہزار سالوں سے ہماری روزمرہ زندگی سے واقفیت رکھتی ہیں مگر پھر بھی خوردبینی سطح پر ٹھوس مائع اور گیسوں کی فہم صرف 20 ویں صدی ی میں پیدا ہوئی۔ کائنات میں موجود ہر شئے جوہروں سے بنی ہوئی ہے۔ اگر یہی حقیقت ہے تو پھر وہی اشیاء تین حالتوں میں کس طرح پائی جاتی ہیں؟ مثال کے طور پر پانی تین شکلوں میں پایا جاتا ہے جیسے ٹھوس، برف، مائعوی پانی اور گیسی بھاپ (یا بخارات)۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ برف پانی اور بخارات ایک ہی پانی کے سالموں سے بنے ہوتے ہیں۔ ہائیڈروجن کے دو جوہر اور آکسیجن کا ایک جوہر پانی کا ایک سالمہ بناتے ہیں۔ طبیعیات، فطرت کی اس خوبصورتی کو خوردبینی سطح پر دریافت کرنے میں ہماری مدد کرتی ہے۔ جو ہر یا سالموں کے درمیان موجود فاصلہ ہی اس کا تعین کرتا ہے کہ ایک شئے ٹھوس حالت یا مائع یا گیس کی حالت میں پائی جاتی ہے۔

ٹھوس :

ٹھوس اشیاء میں جوہر یا سالمے مضبوطی سے جڑے ہوتے ہیں۔ ٹھوس اشیاء کی بناوٹ میں، جوہر مختلف قسم کی بندھنوں کے ذریعہ آپس میں جڑے ہوتے ہیں۔ جوہروں کی درمیانی تعامل کی وجہ سے، وہ اپنے آپ کو ایک خاص بین جوہری فاصلوں پر رکھتے ہیں۔ اس بندھنی حالت میں جوہروں کے مقامات ان کے اوسط مقامات کہلاتے ہیں۔

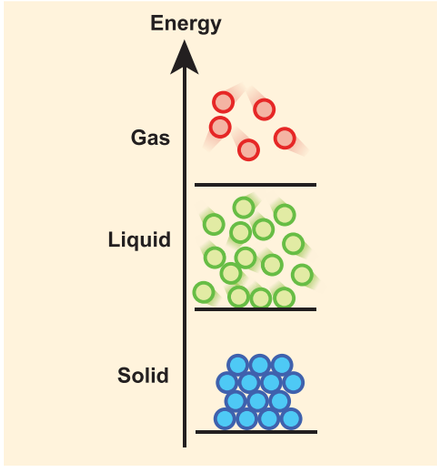
مائعات :

جب تک ٹھوس کو حرارت جیسی بیرونی توانائی نہیں پہنچائی جاتی، وہ جوہروں کے درمیانی بندھن کی وجہ سے ٹھوس کے طور پر ہی برقرار رہتے ہیں۔ گرم کئے جانے پر ٹھوس کے جوہر حرارتی توانائی حاصل کرتے ہیں اور اپنے اوسط مقام سے ہٹ جاتے ہیں۔ جب ٹھوس کو ان کے نقطۂ پگھلاؤ سے زیادہ گرم کیا جاتا ہے تو حرارتی توانائی جوہروں کی درمیانی تعلق کو توڑ دیتی ہے اور بالآخر جوہر کافی توانائی حاصل کرتے ہیں اور ادھر ادھر گھومنے لگتے ہیں۔ یہاں بھی بین سالماتی (یا بین جوہری) قوتیں اہم ہیں مگر پھر بھی سالموں کے پاس حرکت کرنے کے لئے اتنی توانائی ہوتی ہے جو ساخت کو متحرک بنا دیتی ہے۔

گیسیں:

جب ایک مائع کو مستقل دباؤ پر اس کے نقطۂ جوش تک گرم کیا جاتا ہے یا ایک مستقل تپش پر اس پر موجود دباؤ کم کر دیا جاتا ہے تو وہ مائع گیس میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ مائع سے گیس میں تبدیل ہونے کا یہ عمل تبخیر (evaporation) کہلاتا ہے۔ گیس کے سالمے یا تو کمزور بندھن رکھتے ہیں یا بندھن ہی نہیں رکھتے۔ اس کی وجہ سے وہ آزادی کے ساتھ اور تیزی کے ساتھ حرکت کر سکتے ہیں۔ لہذا، گیس جس برتن میں بھری جائے گی اس برتن کی شکل اختیار کرنے کے ساتھ ساتھ پورے برتن میں پھیل بھی جائے گی۔ بیرونی توانائی کے تغیر کے ساتھ ٹھوس سے مائع پھر مائع سے گیس کے حالتوں کی یہ تبدیلی، خاکہ 7.1 میں ساختی طور پر بتائی گئی ہے۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:34 PM



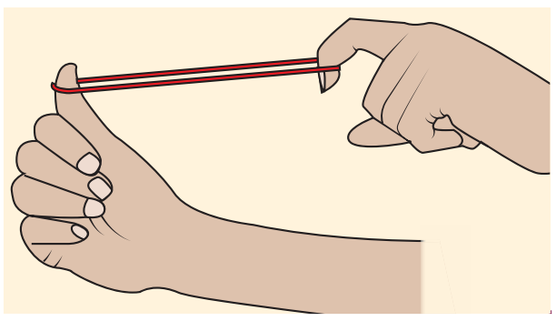
خاکہ 7.1۔ بیرونی توانائی کی تبدیلی کے ساتھ ٹھوس حالت سے مائعو حالت پھر مائعوی حالت سے گیسی حالت کی تبدیلی کی ساختی نمائندگی

مادہ کی ان تین حالتوں (ٹھوس مائع اور گیس) کے ساتھ ساتھ، انتہائی مختلف ماحول میں، مادہ دیگر حالتوں جیسے پلازما، Bose . Einstein مکثفات میں بھی پایا جاسکتا ہے۔ مزید حالتیں جیسے quark- gluon پلازما بھی ممکن تصور کئے جاتے ہیں۔ کائنات کے جوہری مادے کا کثیر حصہ گرم پلازما ہے جو نایاب بین ستاروی واسطہ اور گھنے ستاروں کی شکل میں پایا جاتا ہے۔

نیوٹنین میکانکس (جلد I) کے مطالعہ میں ہم نے اشیاء کو یا تو نقطوی کمیتوں کے طور پر یا کامل سخت اجسام (نقطوی کمیتوں کے مجموعے) کے طور پر تصور کیا تھا۔ یہ دونوں مثالی نمونے ہیں۔ سخت اجسام میں جسموں کی شکل میں ہونے والی تبدیلیاں اتنی چھوٹی ہوتی ہیں کہ انہیں نظر انداز کردیا جاتا ہے۔ اصلی اشیاء میں جب اجسام پر کوئی قوت لگائی جاتی ہے تو عمل پیرا ہونے والی قوت کی وجہ سے ان اشیاء میں کوئی خامیاں پیدا ہوسکتی ہیں۔ یہ جاننا بہت ضروری ہے کہ جب خرابی پیدا کرنے والی قوت بھیجی جاتی ہے تو اشیاء کس طرح برتاؤ کرتے ہیں۔

7.2.1 اشیاء کا لچکدار برتاؤ
(Elastic behaviour of materials)

ایک ٹھوس شئے میں اندونی جوہری قوتیں دو یا دو سے زیادہ جوہروں کو ایک ساتھ باندھتی ہیں اور جوہر مستحکم متوازن حالت پر برقرار رہتے ہیں۔ جب کسی جسم پر نقصان پہنچانے والی قوت بھیجی جاتی ہے تو اس کے جوہر یا تو کھینچتے جاتے ہیں یا ڈھکیلے جاتے ہیں۔ جب بگاڑ پیدا کرنے والی قوت کو ہٹا دیا جاتا ہے تو جوہروں کی کششی یا دفاعی قوتیں جوہروں کو واپس ان کے مستحکم مقامات پر بحال کردیتی ہیں۔ اگر کوئی جسم ، اپنی اصلی شکل اور جسامت دوبارہ حاصل کرلیتا ہے تو وہ جسم لچکدار کہلاتا ہے اور اس خاصیت کو لچکداری (elasticity) کہا جاتا ہے۔ وہ قوت جو کسی جسم کی جسامت یا شکل کو تبدیل کرتی ہے تشکیلی قوت یا بگاڑ والی قوت (deforming force) کہلاتی ہے۔ مثالیں : ربڑ ، دھاتیں، اسٹیل کی رسیاں۔



خاکہ 7.2۔ لچکداری

غیر لچکداری (Plasticity)

اگر کوئی جسم، بگاڑ والی قوت کو ہٹانے کے بعد، اپنی اصلی شکل اور جسامت دوبارہ حاصل نہ کرے تو اسے غیر لچکدار جسم یا پلاسٹک جسم کہا جاتا ہے اور یہ خصوصیت غیر لچکداری (Plasticity) کہلاتی ہے۔
مثال : شیشہ

7.2.2 زور اور کشیدگی : (Stress and strain)

(a) زور (Stress)

جب کوئی قوت لگائی جاتی ہے تو جوہروں یا سالموں کی متعلقہ مقامات میں تبدیلی کی وجہ سے ان کی جسامت یا شکل یا دونوں تبدیل ہوسکتی ہیں۔ یہ کمی بیشی ہماری برہنہ آنکھوں سے دیکھی جانے کے قابل

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:35 PM

نہیں ہوسکتی مگر یہ مادے ہی میں موجود ہوتی ہے جب کسی جسم کو اس طرح کی بگاڑ والی قوت کا نشانہ بنایا جاتا ہے تو اس میں اندرونی قوت پیدا ہوتی ہے جو بحالی کی قوت کہلاتی ہے۔ ،فی اکائی رقبہ، قوت ،زور (Stress) کہلاتی ہے۔

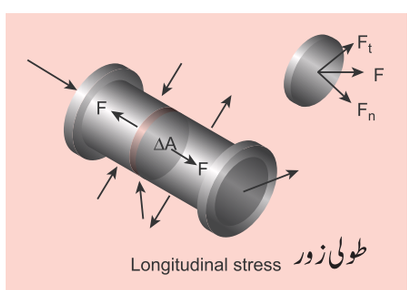
$$\text{زور } \sigma = \frac{\text{قوت}}{\text{رقبہ}} = \frac{F}{A} \qquad (7.1)$$

زور (stress) کی SI اکائی $N\,m^{-2}$ یا پاسکل (Pa) ہے اور اس کا ابعاد $[ML^{-1}T^{-2}]$ ہے۔ زور ایک tensor ہے۔

(i) طولی زور اور مماسی یا گرانے والا زور (Longitudinal stress and shearing stress)

آیئے ہم ایک جسم کا تصور کریں جیسا کہ خاکہ 7.3 میں بتایا گیا ہے۔ جب جسم کی شکل ایک نظام (جسم) پر کئی قوتیں عمل پیرا ہوتی ہیں، کمیت مرکز (اکائی 5 میں اس کی تعریف بتائی گئی ہے) حالت سکون پر برقرار رہتا ہے۔ بہرحال ان قوتوں کی وجہ سے بگڑنے لگتی ہے اور اس لئے اندرونی قوتیں پیدا ہوتی ہیں۔ فرض کیجئے کہ ΔA اس جسم کا ترچھی سطحی رقبہ ہے جسم کے حصے ΔA کے دوضلعوں پر، بگاڑ کی وجہ سے ایک دوسرے پر $\vec{F}$ اور $-\vec{F}$ کی اندرونی قوتیں برآمد کرتے ہیں۔ اس قوت کو دو اجزاء کے طور پر مشتمل کیا جاسکتا ہے۔ قوت F_n جو سطح ΔA کے عمودی ہے (سطح کے لئے عمودی قوت) اور قوت F_t جو سطح ΔA کے مماسی ہے (سطح کے لئے مماسی قوت)۔ عمومی زور (normal stress) یا طولی زور (σ_n) کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

$$\sigma_n = \frac{F_n}{\Delta A}$$



خاکہ 7.3 طولی زور

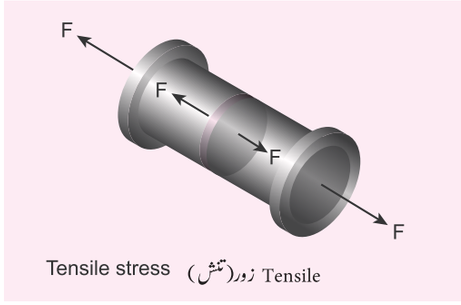
اسی طرح مماسی زور یا گرانے والا زور (σ_t (Shearing stress کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

$$\sigma_t = \frac{F_t}{\Delta A}$$

طولی زور کو دو قسموں میں درجہ بند کیا جاسکتا ہے۔ کھنچاؤ والا (tensile)، زور ،اور داب والا Compressive زور

تناؤ (یا) کھینچاؤ والا زور :

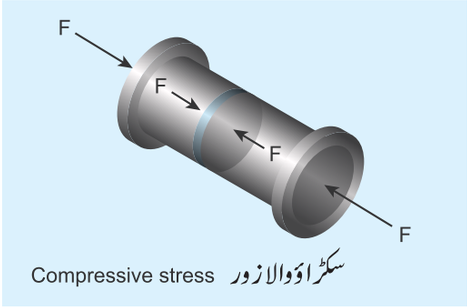
ΔA کے دونوں طرف موجود اندرونی قوتیں ایک دوسری کو کھینچ سکتی ہیں یعنی وہ مساوی اور مخالف قوتوں کے ذریعہ کھینچی جاتی (Stretched) ہیں، تو پھر یہ طولی زور، کھنچاؤ والا (tensile) زور کہلاتا ہے۔



خاکہ 7.4 Tensile زور(تنش)

دابنے والا یا سکڑاؤ والا (Compressive) زور

جب ΔA کی دونوں طرف عمل پیرا ہونے والی قوتیں ایک دوسری کو ڈھکیلتی ہیں، ΔA ، دونوں کناروں پر مساوی اور مخالف قوتوں کے ذریعہ ڈھکیلی جاتی (Pushed) ہیں تو پھر ایسا طولی زور سکڑاؤ والا (Compressive) زور کہلاتا ہے۔



خاکہ 7.5 سکڑاؤ والا زور

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:35 PM

(ii) حجمی زور (Volume Stress)

یہ اس وقت ہوتا ہے جب جسم کی سطح پر، ہر جگہ قوتیں اس طرح عمل پیرا ہو رہی ہوں کہ کسی نقطہ پر عمل پیرا ہونے والی قوت اس سطح کے عمودی ہو اور ایک چھوٹے سطحی رقبہ پر اس قوت کی قدر، رقبے کے تناسب میں ہو۔ مثال کے طور پر جب ایک ٹھوس شئے، ایک مائع میں ڈبوئی جاتی ہے تو ٹھوس کے مقام پر موجود دباؤ (Pressure) P ہے، کسی بھی رقبہ ΔA پر موجود قوت یہ ہے

$$F = P\,\Delta A$$

جہاں F رقبہ کے عمودی ہوتی ہے۔ لہذا قوت فی اکائی رقبہ، حجمی زور کہلاتا ہے۔

$$\sigma_v = \frac{F}{A}$$

جو کہ عین دباؤ کی طرح ہوتا ہے۔

(b) کشیدگی Strain

کشیدگی یہ پیمائش کرتی ہے کہ قوت کے بھیجے جانے پر ایک شئے میں کس قدر کھینچاؤ یا بگاڑ پیدا ہوا ہے۔ کشیدگی شئے کی جسامت میں ہونے والی کسری تبدیلی تک کا لحاظ رکھتی ہے، بالفاظ دیگر کشیدگی (Strain) بگاڑ کے درجے کی پیمائش کرتی ہے۔ ایک مثال کے طور پر، ایک بعدیت میں، ایک سلاخ کی لمبائی L کا تصور کیجئے، جب اسے کھینچ کر نئی لمبائی ΔL بنادی جاتی ہے۔

$$\text{کشیدگی } \varepsilon = \frac{\text{جسامت میں تبدیلی}}{\text{اصل جسامت}} = \frac{\Delta L}{L} \qquad (7.2)$$

ε ایک بے ابعاد مقدار ہے اور اس کی کوئی اکائی نہیں ہے۔ کشیدگی کو تین قسموں میں درجہ بند کیا جاتا ہے۔

(1) طولی کشیدگی Longitudinal strain

جب L لمبائی والی ایک سلاخ مساوی اور مخالف قوتوں سے کھینچی جاتی ہے، تو طولی کشیدگی کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے۔

$$\varepsilon_l = \frac{\text{سلاخ کی لمبائی کا اضافہ}}{\text{سلاخ کی اصلی فطری لمبائی}} = \frac{\Delta L}{L} \qquad (7.3)$$

طولی کشیدگی کو دو قسموں میں درجہ بند کیا جاسکتا ہے۔

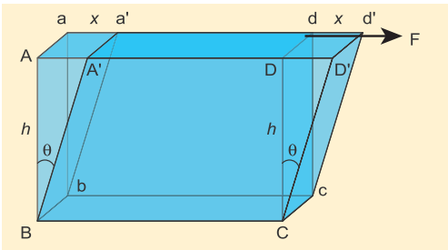
(i) طولی کشیدگی (Tensile strain) اگر شئے کی لمبائی اس کی اصل لمبائی سے بڑھ جاتی ہے تو اسے تناؤ والی کشیدگی (Tensile strain) کہتے ہیں۔

(ii) دبانے والی کشیدگی (Compressive Strain)

اگر شئے کی لمبائی اس کی اصل لمبائی سے کم ہو جاتی ہے تو اسے دبانے والی کشیدگی کہتے ہیں

(2) مروڑی یا مماسی کشیدگی (Shearing strain)

ایک مکعب نما کا تصور کیجئے جیسا کہ خاکہ 7.6 میں بتایا گیا ہے۔ فرض کیجئے کہ وہ جسم خطی (traslational) اور گردشی (rotational) توازنت پر قائم ہے۔ فرض کریں کہ ہم AD کے تحت ایک مماسی قوت F اس طرح لگاتے ہیں کہ وہ مکعب نما بگڑنے لگتا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.6 میں بتایا گیا ہے۔ لہذا مروری کشیدگی (ε_s) یا مروڑ (Shear) یہ ہے



خاکہ 7.6 مروڑی کشیدگی

$$\varepsilon_s = \frac{AA'}{BA} = \frac{x}{h} = \tan\theta \qquad (7.4)$$

چھوٹے زاویے کے لئے $\tan\theta \approx \theta$

$$\varepsilon_s = \frac{x}{h} = \theta = \text{کشیدگی کا زاویہ}$$

(3) حجمی کشیدگی :

اگر ایک شئے حجمی کشیدگی سے دوچار ہوتی ہے تو اس کا حجم تبدیل ہو جائے گا۔ فرض کیجئے کہ کشیدگی سے پہلے اس جسم کا اصلی حجم V ہے اور $V + \Delta V$ کشیدگی کی وجہ سے تبدیل ہونے والا اس کا نیا حجم ہے حجمی کشیدگی جو حجم میں ہونے والی کسری تبدیلی کی بھی پیمائش کرتی ہے، یہ ہے

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V} \qquad (7.5)$$

لچکداری کی حد :

وہ زیادہ سے زیادہ زور بگاڑ والی قوت، جس کے ہٹائے جانے پر شئے اپنی اصلی جسامت اور شکل پر واپس لوٹ جاتی ہے، لچکداری کی حد

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:36 PM

(elastic limit) کہلاتی ہے۔

اگر بگاڑ والی قوت لچکداری کے اس حد سے بڑھ جاتی ہے تو اس شئے میں ایک مستقل بگاڑ پیدا ہو جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ایک ربڑ بینڈ، حد سے زیادہ کھینچے جانے پر اپنی لچکداری کھو دیتا ہے۔ وہ اپنی جسامت تبدیل کر لیتا ہے، اور وہ دوبارہ استعمال کے قابل نہیں ہوتا۔

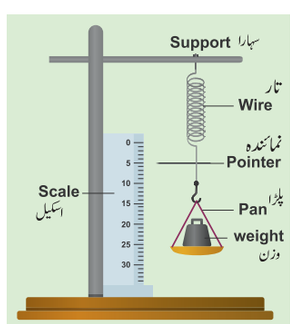
7.2.3 ہوک کا کلیہ اور اس کی تجرباتی تصدیق

Hooke's law and its Experimental Verification

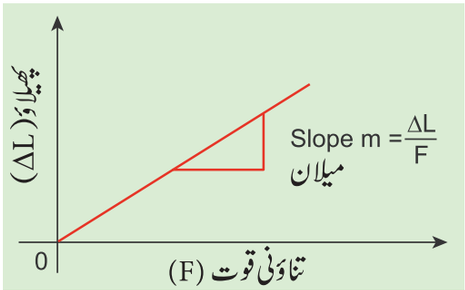
ہوک کا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ لچکداری کے حدود کے اندر اندر ایک چھوٹے سے بگاڑ کے لئے ایک جسم میں پیدا ہونے والی کشیدگی اس زور کے تناسب میں ہوتی ہے جو اسے پیدا کرتا ہے۔

ایک آسان طریقے سے اسے ثابت کیا جا سکتا ہے۔ L لمبائی اور A ترچھی رقبہ رکھنے والی ایک باریک، سیدھی تار کو ایک نقطہ O پر ثبت کر کے تانا چاہئے (وہ ایک کمانی کی طرح تنائی جاتی ہے) ایک پلڑا اور ایک پائنٹر (Pointer) تار کے دوسرے کنارے پر لگا دئے جاتے ہیں جیسا کہ خاکہ 7.7(a) میں بتایا گیا ہے۔

تار میں پیدا ہونے والے پھیلاؤ کی پیمائش، ورنیر پیما کے انتظام کی مدد سے کی جاتی ہے۔ تجربہ یہ بتاتا ہے کہ ایک دئے جانے والے وزن کے لئے، متعلقہ تناؤنی قوت F ہے اور تار میں پیدا ہونے ولا پھیلاؤ ΔL ہے۔ یہ اصلی لمبائی کے راست تناسب میں ہے اور ترچھی سطح رقبہ A کے بلا راست تناسب میں ہے۔ F کو x- محور کے تحت اور ΔL کو Y محور کے تحت لے کر ایک ترسیم کھینچی جاتی ہے۔ یہ ترسیم ایک سیدھا خط ہوتا ہے جو مبدا سے گزرتا ہے جیسا کہ خاکہ 7.7(b) میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 7.7(a) ہوک کے کلیے کی تجرباتی تصدیق



خاکہ 7.7(b) F کے ساتھ ΔL کا تغیر یا میلان

چنانچہ

$\Delta L = (\text{میلان})F$

حجم کے ذریعہ ضرب اور تقسیم کرنے پر

$V = A\,L,$

$$(\text{میلان})F = \frac{AL}{AL}\Delta L$$

دوبارہ ترتیب دینے پر، ہم حاصل کرتے ہیں

$$\frac{F}{A} = \left(\frac{L}{A(\text{میلان})}\right)\frac{\Delta L}{L}$$

چنانچہ $\frac{F}{A} \propto \left(\frac{\Delta L}{L}\right)$

مساوات (7.1) اور مساوات (7.2) کے ساتھ موازنہ کرنے پر ہم مساوات (7.5) اس طرح حاصل کرتے ہیں

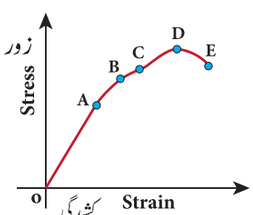
$$\sigma \propto \varepsilon$$

یعنی لچکداری کے حدود کے اندر، روز، کشیدگی کے متناسب ہوتا ہے۔

زور۔کشیدگی کی منحنی کی تصویر

Stress- strain profile curve

زور کے بالمقابل کشیدگی کی تصویر ایک ترسیم ہے جس میں ہر وزن کے لئے زور اور کشیدگی نوٹ کئے جاتے ہیں اور کشیدگی کو x محور کے تحت اور زور کو Y محور کے تحت لے کر ایک ترسیم کھینچی جاتی ہے ۔زور۔کشیدگی کی منحنی کی تصویر کی مدد سے اشیاء کی لچکداری کی خصوصیات کا جائزہ لیا جا سکتا ہے۔



OA: تناسبی حد
B: لچکداری کی حد
D: زور کا حتمی نقطہ
E: ٹوٹنے یا پھٹنے کا نقطہ
OB: لچکدار برتاؤ BCDE: پلاسٹک برتاؤ

خاکہ 7.8 زور۔کشیدگی کی تصویر

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:36 PM

(a) حصہ OA : اس خطہ میں زور بہت کم ہوتا ہے یہاں تک کہ زور، کشیدگی کے متناسب ہوتا ہے جس کا مطلب یہ ہے کہ ہوک کا کلیہ یہاں درست ہے۔ نقطہ A تناسبی حد کہلاتا ہے کیونکہ اس نقطہ کو پار کرنے کے بعد ہوک کا کلیہ درست نہیں ٹھہرتا۔ خط کا میلان OA، اس تار کا ینگ کا معیار (Young's Modulus of the wire) فراہم کرتا ہے۔

(b) حصہ AB : زور میں ایک چھوٹی سی مقدار کے اضافے کے ذریعہ یہ خطہ حاصل ہوتا ہے۔ اس خطہ میں، زور، کشیدگی کے متناسب نہیں ہوتا۔ مگر جب تناؤنی قوت ہٹائی جاتی ہے تو تار دوبارہ اپنی اصلی حالت پر لوٹ جاتی ہے۔ یہ برتاؤ نقطہ B پر ختم ہو جاتا ہے اور اسی لئے نقطہ B، گھٹنے ٹیک دینے والا نقطہ (Yield Point) (لچکداری کی حد) کہلاتا ہے۔ زور۔ کشیدگی کی منحنی میں حصہ OAB شئے (یہاں تار) کا لچکدار برتاؤ ہے۔

(c) حصہ BC : اگر تار کو نقطہ B (لچکدار حد) سے زیادہ تانا جائے تو زور بہت بڑھ جاتا ہے اور وہ تناؤنی قوت کے ہٹا دئے جانے پر، دوبارہ اپنی اصلی لمبائی حاصل نہیں کر سکتی

(d) حصہ CD : زور کے اور زیادہ بڑھانے پر نقطہ C سے بھی آگے، کشیدگی لگاتار بڑھتی ہے اور D نقطہ پر پہنچ جاتی ہے۔ اس نقطہ D کے بعد وزن کے ہٹا دئے جانے پر بھی کشیدگی بڑھتی جاتی ہے اور E نقطہ پر تار ٹوٹ جاتی (ruptures) ہے۔ لہذا وہ انتہائی کشیدگی (یہاں نقطہ D) جس کے آگے تار ٹوٹ جاتی ہے، ٹوٹنے والی کشیدگی یا تناؤنی طاقت (tensile strength) کہلاتی ہے۔ متعلقہ نقطہ D، توڑنے والا نقطہ (Fracture Point) کہلاتا ہے۔ خط BCDE، تار کی شئے کے غیر لچکدار (پلاسٹک) برتاؤ کی نمائندگی کرتا ہے۔

7.2.4 لچکداری کی معیاریں (Moduli of elasticity)

ہوک کے کلیہ کی مدد سے

زور ∝ کشیدگی

$$\frac{\text{زور}}{\text{کشیدگی}} = \text{ایک مستقلہ ہے جسے لچکداری کی معیار}$$

(Modulus of elasticity) کہا جاتا ہے اس کی ایس آئی اکائی Nm^{-2} یا پاسکل ہے اور اس کا ابعادی ضابطہ $ML^{-1}T^{-2}$ ہے۔

سبق کے اس حصے میں ہم ایک دی گئی شئے کی لچکداری کی معیار (elastic modulus) کی تعریف کریں گے۔ لچکداری کی معیار کی تین قسمیں پائی جاتی ہیں۔

(a) Young کا معیار (young's Modulus)

(b) سختی کا معیار یا مروڑی معیاری (Rigidity modulus or Shear Modulus)

(c) کثیر معیاری (Bulk Modulus)

(i) ینگ (young) کا معیار (young's modulus)

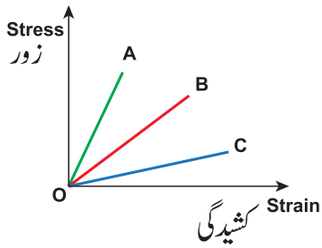
جب ایک تار تانی جاتی ہے یا دابی جاتی ہے تو تناؤنی زور (یا دابنے والے زور) اور تناؤنی کشیدگی (یا سکڑاؤ کی کشیدگی) کی درمیانی نسبت اس شئے کا ینگ (Young) کا معیار کہلاتی ہے۔

$$\text{ایک شئے کی ینگ کا معیار} = \frac{\text{تناؤنی زور یا دابنے والا زور}}{\text{تناؤنی کشیدگی یا سکڑاؤ کشیدگی}}$$

$$Y = \frac{\sigma_t}{\varepsilon_t} \quad \text{or} \quad Y = \frac{\sigma_c}{\varepsilon_c} \qquad (7.6)$$

مثال 7.1

لچکداری کے حدود کے اندر زور کی وجہ سے A، B اور C تاروں میں پیدا ہونے والی تناؤنی کشیدگی خاکہ میں بتائی گئی ہے۔ تصور کیجئے کہ مساوی وزن لگائے گئے ہیں۔ اشیاء کی لچکداری کی خصوصیت پر بحث کیجئے۔



لچکداری کی معیار کو بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھئے۔

حل :

یہاں لچکداری کا معیار ینگ کا معیار ہے اور تناؤنی زور ہے اور کی وجہ سے، زور تناؤ اور کشیدگی تناؤنی کشیدگی ہے۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:37 PM

لچکداری کے حدود کے اندر، زور کشیدگی کی متناسب ہے (ہوک کے کلیہ کی اتباع ہوتی ہے) چنانچہ، یہ ایک سیدھے خط کا برتاؤ بتاتی ہے۔ اس لئے ان سیدھے خطوط کے میلان کی مدد سے، ینگ (young) معیاری کا محاسبہ کیا جاسکتا ہے۔ لہذا سیدھے خط کے لئے میلان کا محاسبہ کرتے ہوئے ہم حاصل کرتے ہیں۔

A کا میلان > B کا میلان > C کا میلان

جس سے پتہ چلتا ہے کہ C کی ینگ معیاری < B کی ینگ معیاری < A کی ینگ معیاری

نوٹ کیجئے کہ میلان جتنا بڑا ہوتا ہے، کشیدگی اتنی ہی کم ہوتی ہے (لمبائی میں کسری تبدیلی ہی ہوتی ہے) اس لئے شئے زیادہ مضبوط (Stiffer) ہے۔ لہذا، تار A کی لچکداری تار B کی لچکداری سے زیادہ ہے جس کی لچک داری تار C کی لچکداری سے زیادہ ہے۔ اس مثال کے ذریعہ ہم یہ سمجھ سکتے ہیں کہ ینگ کا معیار، اپنی لمبائی تبدیل کرنے میں ٹھوس شئے کی مزاحمت کی پیمائش کرتا ہے۔

مثال 7.2

10m لمبائی والی ایک تار $1.25\times10^{-4}\,m^2$ کا ترچھی سطحی رقبہ رکھتی ہے۔ اس میں 5Kg کا وزن لگا ہوا ہے۔ اگر شئے کی ینگ معیاری ہے تو تار میں پیدا ہونے والا پھیلاؤ معلوم کیجئے۔ $4\times10^{10}\ N\,m^{-2}$ $g = 10\ ms^{-2}$ لے لیجئے۔

حل :

ہم جانتے ہیں کہ $\frac{F}{A} = Y\times\frac{\Delta L}{L}$

$$\Delta L = \left(\frac{F}{A}\right)\left(\frac{L}{Y}\right)$$

$$= \left(\frac{50}{1.25\times10^{-4}}\right)\left(\frac{10}{4\times10^{10}}\right) = 10^{-4}\,m$$

کثیر معیاری (Bulk Modulus) یا حجمی معیاری :

کثیر معیاری کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ حجمی کشیدگی (Volume Strain) کے ساتھ حجمی زور (Volume Stress) کی نسبت ہے

$$\text{کثیر معیاری } K = \frac{\text{قائمی (عمودی) زور یا دباؤ}}{\text{حجمی کشیدگی}}$$

عمودی زور یا دباؤ یہ ہے

$$\sigma_n = \frac{F_n}{\Delta A} = \Delta p$$

حجمی کشیدگی یہ ہے

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V}$$

چنانچہ کثیر معیاری یہ ہے

$$K = -\frac{\sigma_n}{\varepsilon_v} = -\frac{\Delta P}{\frac{\Delta V}{V}} \qquad (7.7)$$

مساوات 7.7 میں موجود منفی علامت کا مطلب یہ ہے کہ جب جسم پر دباؤ ڈالا جاتا ہے تو اس کا حجم کم ہونے لگتا ہے۔ مساوات (7.7) مزید یہ بتاتی ہے کہ اگر شئے کی کثیر معیاری (Bulk Modulus) کی قیمت کم ہو تو وہ شئے آسانی سے دابی جاسکتی ہے۔ بالفاظ دیگر کثیر معیاری اپنے حجم کو تبدیل کرتے وقت ٹھوس اشیاء کی مزاحمت کی پیمائش کرتی ہے۔

مثال کے طور پر ہم جانتے ہیں کہ ٹھوس کے مقابلے میں گیسوں کو آسانی سے دابا جاسکتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ ٹھوس کے مقابلے میں گیسوں کی کثیر معیاری قیمت (Bulk modlus کی قیمت) کم ہوتی ہے۔

داب پذیری یا سکڑاؤ : (Compressibility)

کثیر معیاری کے معکوس کو داب پذیری یا سکڑاؤ کہتے ہیں۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ دباؤ میں ہونے والے فی اکائی اضافہ پر حجم میں ہونے والی کسری (Fractional) تبدیلی ہے۔

مساوات (7.7) کی مدد سے، ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ داب پذیری،

$$C = \frac{1}{K} = -\frac{\varepsilon_v}{\sigma_n} = -\frac{\frac{\Delta V}{V}}{\Delta P} \qquad (7.8)$$

چونکہ ٹھوس کے مقابلے میں گیسوں میں کثیر معیاری (bulk modulus) کی کم قیمت پائی جاتی ہے ان کی داب پذیری کی قیمت بہت زیادہ ہوتی ہے۔

کیا تم جانتے ہو؟

سائیکل کے پہیے میں ہوا بھرنے کے بعد، ہم عام طور پر سائیکل کے ٹائر کو دبا کر جانچتے ہیں کہ درکار ہوا بھری ہے یا نہیں؟

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:38 PM

یہاں حقیقت میں ہوا کی داب پذیری کی جانچ کی جاتی ہے۔ پہیے میں داب پذیری کم ہونی چاہئے تا کہ وہ آسانی سے گھوم سکے۔

حقیقت میں ایک اچھے سواری (ride) کے لئے، اگلے پہیے کے مقابلے میں پچھلے پہیے میں کم داب پذیری ہوتی ہے۔

مثال 7.3

100 سم ضلع والا ایک دھاتی مکعب پر اس کی مکمل سطح پر عمودی طور پر ایک مساوی قوت عمل پیرا ہو رہی ہے۔ دباؤ کی مقدار 10^6 پاسکل ہے۔ اگر اس کے حجم میں $1.5 \times 10^{-5}\ m^3$ مقدار کی تبدیلی واقع ہوتی ہے تو اس شئے کی کثیر معیاری (bulk modulus) کی پیمائش کیجئے۔

حل :

تعریف کی مدد سے $K = \dfrac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta V}{V}} = P\dfrac{V}{\Delta V}$

$$K = \frac{10^6 \times 1}{1.5 \times 10^{-5}} = 6.67 \times 10^{10}\ N\,m^{-2}$$

سختی کا معیار یا مروڑی معیاری
(Rigidity modulus or Shear modulus)

سختی کے معیار کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ مماسی کشیدگی (Shearing strain) کے ساتھ مماسی زور (Shearing stress) کی نسبت ہے۔

$$\eta_R = \frac{\text{کشیدگی کا زور}}{\text{مروڑ کا زاویہ (یا) مماسی کشیدگی}}$$

مروڑ کا زاویہ (یا) مماسی کشیدگی

$$\sigma_s = \frac{\text{مماسی قوت}}{\text{وہ رقبہ جس پر قوت عمل پیرا ہوتی ہے۔}} = \frac{F_t}{\Delta A}$$

مروڑ کا زاویہ یا مماسی کشیدگی یہ ہے

$$\varepsilon_s = \frac{x}{h} = \theta$$

چنانچہ سختی کی معیاری یہ ہے

$$\eta_R = \frac{\sigma_s}{\varepsilon_s} = \frac{\frac{F_t}{\Delta A}}{\frac{x}{h}} = \frac{F_t}{\Delta A \theta} \qquad (7.9)$$

مزید برآں، مساوات (7.9) یہ ظاہر کرتی ہے کہ اگر ایک شئے کی سختی کی قیمت کم ہو تو وہ بآسانی مروڑی جا سکتی ہے مثال کے طور پر ایک تار کا تصور کیجئے جو θ کے زاویہ سے مروڑا جاتا ہو، اس میں پیدا ہونے والی بحالی کی قوت گدشہ (τ) یہ ہے۔

$$\tau \propto \theta$$

اس کا مطلب یہ ہے کہ ایک بڑی قوت گدشہ کے لئے، تار میں زیادہ مقدار کا مروڑ پیدا ہوگا (مروڑی زاویہ θ زیادہ ہوگا) چونکہ سختی کا معیار مروڑی زاویے (angle of shear) کے معکوس تناسب میں ہے، سختی کی معیار (modulus of rigidity) کم ہوتی ہے۔

بہتر طریقے سے سمجھنے کے لئے، چند اہم اشیاء کی لچکداری کے تعاونی اعداد (elastic coeffecients) جدول 7.1 میں درجہ بند کئے گئے ہیں۔

جدول 7.1۔ چند اشیاء کی لچکداری کے تعاونی عدد

Material شئے		Young's modulus (Y) (10^{10} N m^{-2})	Bulk modulus (K) (10^{10} N m^{-2})	Shear modulus (η_R) (10^{10} N m^{-2})
Steel	اسٹیل	20.0	15.8	8.0
Aluminium	الومینیم	7.0	7.0	2.5
Copper	تانبا	12.0	12.0	4.0
Iron	لوہا	19.0	10	6.4
Glass	شیشہ	7.0	3.6	2.6

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:38 PM

مثال 7.4

0.20m والا ایک دھاتی مکعب 4000N کی ایک مروڑی قوت (Shearing force) سے دوچار ہوتا ہے۔ نچلی سطح کے لحاظ سے اوپری سطح 0.5cm کا ہٹاؤ پاتی ہے۔اس دھات کی لچکداری کا مروڑی معیار (Shear modulus) معلوم کیجئے

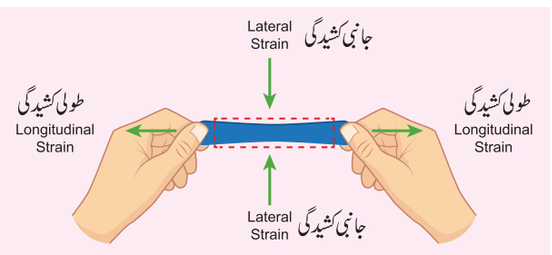
حل: یہاں

$L = 0.20$ m, $F = 4000$ N, $x = 0.50$ cm $= 0.005$ m and Area $A = L^2 = 0.04$ m^2

Therefore,

$$\eta_R = \frac{F}{A} \times \frac{L}{x} = \frac{4000}{0.04} \times \frac{0.20}{0.005} = 4 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}$$

7.2.5 پائسن کی نسبت Poisson's ratio



خاکہ 7.9 جانبی کشیدگی بالمقابل طولی کشیدگی

فرض کیجئے کہ ہم ایک تار کو تانتے ہیں، اس کی لمبائی بڑھتی ہے (پھیلاؤ) مگر اس کا قطر کم ہوتا ہے (سکڑاؤ) اسی طرح جب ہم ایک ربڑ بینڈ کو تانتے ہیں (پھیلاؤ) (elongation)، تو وہ صاف طور پر باریک ہوتے دکھائی دیتا ہے (سکڑاؤ)، یعنی شئے کی ایک سمت میں ہونے والا بگاڑ، دوسری سمت میں بگاڑ پیدا کرتا ہے۔اسی کو مقداری بنانے کے لئے (quantify) فرانس کے ماہر طبیعیات S.D.Poisson نے ایک نسبت پیش کی، جسے Poission کی نسبت کہتے ہیں۔

اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ متعلقہ پھیلاؤ (طولی کشیدگی) کے ساتھ متعلقہ سکڑاؤ (عرضی کشیدگی) کی نسبت ہے۔اسے علامت μ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\text{Poisson } \mu \text{ کی نسبت} = \frac{\text{جانبی کشیدگی}}{\text{طولی کشیدگی}} \quad (7.10)$$

L لمبائی اور D قطر والی ایک تار کا تصور کیجئے۔بھیجی گئی قوت کی وجہ سے، وہ تار تانی جاتی ہے اور فرض کیجئے کہ اس کی لمبائی کا اضافہ l ہے اور قطر کا گھٹاؤ d ہے تو پھر

$$\mu = -\frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}} = -\frac{L}{l} \times \frac{d}{D}$$

منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ پھیلاؤ لمبائی کے تحت ہوتا ہے اور سکڑاؤ عرضی سمت میں ہوتا ہے۔مزید، یہ بھی نوٹ کیجئے کہ یہ مساوی ابعاد کی مقداروں کی درمیانی نسبت ہے۔اس لئے Poisson کی نسبت کی نہ کوئی اکائی ہے اور نہ ہی ابعاد ہے (بے بعدی عدد)۔ چند اشیاء کی Poisson کی نسبت کی قیمتوں کی فہرست جدول 7.2 میں پیش کی گئی ہے۔

جدول 7.2 چند اشیاء کی Poisson کی نسبت

شئے		Poisson کی نسبت
Rubber	ربڑ	0.4999
Gold	سونا	0.42 -0.44
Copper	تانبا	0.33
Stainless steel	بے داغ فولاد	0.30-0.31
Steel	فولاد	0.27-0.30
Cast iron	ڈھلان لوہا	0.21-0.26
Concrete	کانکریٹ	0.1-0.2
Glass	شیشہ	0.18-0.3
Foam	اسفنج	0.10-0.50
Cork	کارک	0.0

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:38 PM

7.2.6 لچکدار توانائی Elastic energy

جب ایک جسم تانا جاتا ہے تو اس کی بحالی کی قوت (اندرونی قوت) کے خلاف کام کیا جاتا ہے۔ کیا گیا یہ کام اس جسم کے اندر لچکدار توانائی کے طور پر ذخیرہ اندوز ہو جاتا ہے۔

ایک تار کا تصور کیجئے جس کی لمبائی بغیر تانے l ہے اور اس کا ترچھی سطحی رقبہ A ہے۔ فرض کیجئے کہ ایک قوت اس میں l لمبائی کا پھیلاؤ پیدا کرتی ہے اور مزید تصور کیجئے کہ اس تار کی لچکداری کی حد پار نہیں کی گئی ہے اور وہاں توانائی کا کوئی نقصان بھی نہیں ہوا ہے۔ پھر قوت F سے کیا گیا کام تار سے حاصل کی گئی توانائی کے برابر ہے۔

تار کو dl ذریعے تاننے کے لئے کیا گیا کام یہ ہے

$$dW = F\,dl$$

تار کو 0 سے l تک تاننے کے لئے کیا گیا کل کام یہ ہے

$$W = \int_0^l F\,dl \qquad (7.11)$$

لچکداری کے Young کے معیار کی مدد سے

$$Y = \frac{F}{A} \times \frac{L}{l} \Rightarrow F = \frac{YAl}{L} \qquad (7.12)$$

مساوات (7.12) کو مساوات (7.11) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$W = \int_0^l \frac{YAl}{L} dl$$

چونکہ l، اس احصاء میں بے معنی متغیر ہے۔ ہم اس l کو l' سے تبدیل کر سکتے ہیں۔ (حدود میں نہیں)۔ چنانچہ

$$W = \int_0^l \frac{YAl'}{L} dl' = \frac{YA}{L}\left(\frac{l'^2}{2}\right)\Big|_0^l = \frac{YA}{L}\frac{l^2}{2} = \frac{1}{2}\left(\frac{YAl}{L}\right)l = \frac{1}{2}Fl$$

لچکدار توانائی بالقواہ $W = \frac{1}{2}Fl =$

توانائی فی اکائی حجم، کثافتی توانائی کہلاتی ہے جسے یوں پیش کیا جاتا ہے

$$u = \frac{\text{لچکدار توانائی بالقواہ}}{\text{حجم}} = \frac{\frac{1}{2}Fl}{AL}$$

$$= \frac{1}{2}\frac{F}{A}\frac{l}{L} = \frac{1}{2} \times \text{زور} \times \text{کشیدگی} \qquad (7.13)$$

مثال 7.5

$2\,m$ لمبائی اور $10^{-6}\,m^2$ ترچھی سطحی رقبہ رکھنے والی ایک تار $980\,N$ کے ایک وزن کو لٹکانے کے لئے استعمال کی جاتی ہے۔ معلوم کیجئے (i) تار میں پیدا ہونے والا زور (ii) کشیدگی اور (iii) ذخیرہ اندوز ہونے والی توانائی۔

دیا گیا ہے: $Y = 12 \times 10^{10}\ N\,m^{-2}$

حل :

(i) $\text{زور} = \frac{F}{A} = \frac{980}{10^{-6}} = 98 \times 10^7\ N\,m^{-2}$

(ii) $\text{کشیدگی} = \frac{\text{زور}}{Y} = \frac{98 \times 10^7}{12 \times 10^{10}} = 8.17 \times 10^{-3}$

(iii) کوئی اکائی نہیں

چونکہ حجم $= 2 \times 10^{-6} m^3$،

$\text{توانائی} = \frac{1}{2}(\text{زور} \times \text{کشیدگی}) \times \text{حجم}$

$= \frac{1}{2}(98 \times 10^7) \times (8.17 \times 10^{-3}) \times 2 \times 10^{-6} = 8\ J$

7.2.7 لچکداری کے استعمالات :

اشیاء کی میکانیکی خصوصیات روزمرہ زندگی میں ایک اہم کردار ادا کرتی ہیں۔ ایسی ہی ایک اہم خصوصیت، لچکداری ہے جو خاص طور پر ایک عمارت کے قطار (Columns) اور ستونوں کی ساختی نمونوں کا فیصلہ فراہم کرتی ہے۔

جہاں تک ساختی انجینیرنگ (Structural engineering) کا معاملہ ہے ایک ساخت زور کی جتنی مقدار برداشت کر سکتی ہے، وہ ایک بنیادی حفاظتی عوامل ہے۔ ایک پل اس طرح بنایا جانا چاہئے کہ وہ خود اپنے وزن کو برداشت کرنے کے ساتھ ساتھ اس پر گزرنے والے ٹرافک اور ہوائی قوتوں کو بھی برداشت کرنے کے قابل ہو۔ یہ لچکدار برتاؤ یا بالفاظ دیگر، ستونوں کا کھمنا، عمارتوں یا پلوں کی استحکامیت کا ایک اہم پہلو ہے۔

ایک مثال کے طور پر ایک دئے گئے بوجھ کے ایک ستون کے کھمنے کو کم کرنے کے لئے ہمیں چاہئے کہ ہم ایسی شئے کا استعمال کریں جس کے Young کو معیاری زیادہ قیمت رکھتی ہو۔ جدول 7.1 کے ذریعہ یہ بات واضح ہے کہ اسٹیل کے Young کے معیار کی مقدار الومینیم یا تانبے سے زیادہ ہے۔ اسٹیل کے بعد لوہے کا نمبر آتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ کئی اعلیٰ عملی مشینوں (heavy duty machines) کے بنانے میں خاص طور پر اسٹیل کو ترجیح دی جاتی ہے اور عمارتوں کی بناوٹ میں لوہے کی سلاخوں کا استعمال کیا جاتا ہے۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:39 PM

کیا تم جانتے ہو؟

کونسی شئے زیادہ لچکدار ہے، ربڑ یا اسٹیل، اسٹیل ربڑ سے زیادہ لچکدار ہے، اگر اسٹیل اور ربڑ دونوں پر مساوی زور (Stress) لگایا جائے تو اسٹیل میں کم کشیدگی پیدا ہوتی ہے۔ اس لئے Young کے معیار کی مقدار ربڑ کے بالمقابل اسٹیل میں زیادہ ہوتی ہے۔ جس شئے کی Young کے معیار کی مقدار زیادہ ہوتی ہے، وہ شئے زیادہ لچکدار ہوتی ہے۔

7.3 سیالیات FLUIDS

7.3.1 تعارف :

سیالیات دنیا میں ہر جگہ پائے جاتے ہیں زمین کی سطح کا دو تہائی حصہ پانی ہے اور ایک تہائی حصہ زمین ہے۔ سیالیات ٹھوس سے مختلف ہوتے ہیں۔ ٹھوس کے برعکس، سیالیات میں اپنی کوئی خاص شکل نہیں ہوتی۔ جہاں تک سیالیات کا معاملہ ہے، مائع میں متعین حجم ہوتا ہے مگر گیسیں برتن کی مکمل جگہ گھیر لیتی ہیں۔

ایک سیال مادے کا دباؤ (Pressure of a Fluid)

سیال مادہ ایک شئے ہے جس پر بیرونی قوت کے عمل پیرا ہونے سے وہ شئے بہنے لگتی ہے وہ عمل پیرا ہونے والی قوت پر ایک چھوٹی سی مزاحمت ہی فراہم کرتی ہے۔ اگر قوت ایک چھوٹے سے رقبے پر عمل پیرا ہوتی ہے تو اثر زیادہ ہوتا ہے اور عین اس کے برعکس بھی ہوتا ہے۔ یہ مخصوص تصور ایک اور مقدار ''دباؤ'' فراہم کرتا ہے۔

تصور کیجئے کہ ایک شئے ساکن حالت میں موجود ایک سیال مادہ (فرض کیجئے پانی) میں ڈوبی (Submerged) ہوتی ہے۔ اس صورت حال میں وہ سیال مادہ شئے کی سطح پر ایک قوت برآمد کرتا ہے۔ یہ قوت ہمیشہ شئے کی سطح کے عمودی ہوتی ہے۔ اگر سطحی رقبہ A پر عمل پیرا ہونے والی قوت کی قدر F ہو تو پھر دباؤ کی تعریف ''فی اکائی رقبہ عمل پیرا ہونے والی قوت'' کے طور پر کی جاتی ہے۔

$$P = \frac{F}{A} \qquad (7.14)$$

دباؤ ایک عددی مقدار ہے۔ اس کی SI کی اکائی $N\,m^{-2}$ یا پاسکل (Pa) ہے اور اس کا ابعاد $[ML^{-1}T^{-2}]$ ہے۔

دباؤ کی ایک اور عام اکائی atmosphere یعنی فضا ہے جسے مختص کر کے atm کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ سمندری سطح پر فضاء کے ذریعہ برآمد ہونے والا دباؤ ہے۔ یعنی $1\ atm = 1.013 \times 10^5\ Pa\ or\ N\,m^{-2}$

دباؤ کے علاوہ، کثافت اور نسبتی کثافت (relative density) یا نوعی جاذبیت (specific gravity) نامی دو اور مقداریں ہیں جو سیال مادوں کی فطرت کا اظہار کرتی ہیں۔

ایک سیال مادے کی کثافت :

ایک سیال مادے کی کثافت کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ فی اکائی حجم اس مادے کی کمیت ہے۔ ایک سیال مادہ کے لئے، جس کی کمیت m ہے اور وہ V حجم گھیری ہوئی ہے، کثافت $\rho = \frac{m}{V}$ ہے۔ ρ کے ابعاد اور ایس آئی اکائی بالترتیب $[ML^{-3}]$ اور kgm^{-3} ہیں۔ یہ ایک مثبت عددی مقدار ہے۔

زیادہ تر، ایک مائع بہت ہی غیر داب پذیر (incompressible) ہوتا ہے اور اس لئے اس کی کثافت ambient pressure پر (یعنی 1 atm) دباؤ پر تقریباً مستقل ہوتی ہے۔ گیسوں کے معاملے میں دباؤ کے لحاظ سے کثافتوں میں تغیرات پائے جاتے ہیں۔

نسبتی کثافت یا نوعی جاذبیت

Relative density or specific gravity

ایک شئے کی نسبتی کثافت کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ $4^\circ C$ پر پانی کی کثافت کے ساتھ ایک شئے کی نسبت ہے۔ یہ ایک بے ابعاد مثبت عددی مقدار ہے۔ مثال کے طور پر پارہ کی کثافت $13.6 \times 10^3 kg\,m^{-3}$ ہے۔ اس کی نسبتی کثافت اس کے برابر ہے

$$\frac{13.6\times10^3\,kg\,m^{-3}}{1.0\times10^3\,kg\,m^{-3}} = 13.6.$$

($4^\circ C$ پر پانی کی کثافت $1000\ kg\,m^{-3}$ ہے)

مثال 7.6

ایک ٹھوس کرہ 1.5 cm نصف قطر اور 0.038Kg کی کمیت رکھتا ہے۔ اس کرہ کی نوعی جاذبیت یا نسبتی کثافت معلوم کیجئے۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:39 PM

حل :

کرہ کا نصف قطر $R = 1.5\ cm$

کمیت $m = 0.038\ kg$

کرہ کا حجم $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$= \frac{4}{3} \times (3.14) \times (1.5 \times 10^{-2})^3 \ = 1.413 \times 10^{-5} m^3$

چنانچہ، کثافت

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0.038 kg}{1.413 \times 10^{-5} m^3} = 2690\ kg\, m^{-3}$$

$= \frac{2690}{1000} = 2.69$ لہذا کرہ کی نوعی جاذبیت

7.3.2 ساکن حالت پر مائعوی مینار (Fluid column) کی وجہ سے دباؤ

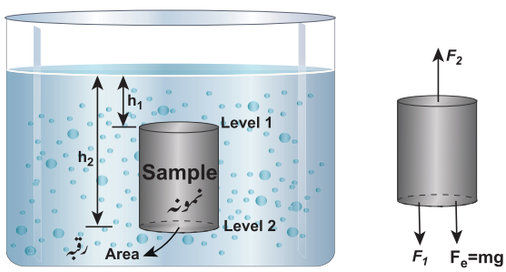
پہاڑ چڑھنے والا ایک شخص، چڑھتے ہوئے بلندی کے ساتھ دباؤ میں ایک گھٹاؤ محسوس کرسکتا ہے۔ Swimming Pool میں چھلانگ لگانے والا ایک شخص پانی کی سطح کے نیچے گہرائی کے ساتھ، ہمیشہ ایک اضافہ شدہ دباؤ محسوس کرتا ہے۔ ان دونوں معاملات میں، پہاڑ چڑھنے والے شخص اور چھلانگ لگانے والے شخص سے محسوس کیا جانے والا دباؤ عام طور پر ماسکونی دباؤ (hydrostatic pressure) کی وجہ سے ہوتا ہے کیوں کہ وہ ان سیالیات کی وجہ سے ہوتا ہے جو کہ ساکن ہیں۔

پانی کی سطح کے نیچے گہرائی کے ساتھ دباؤ میں ہونے والے اضافے کو سمجھنے کے لئے پانی کا ایک نمونہ تصور کیجئے جو ایک استوانہ کی شکل میں ہو جس کا ترچھی سطحی رقبہ A ہو۔ فرض کیجئے کہ h_1 اور h_2 ہو اور پانی کی ملنے والی سطح سے، استوانہ نما نمونے کی سطح 1 اور سطح 2 تک کی بالترتیب گہرائیاں ہیں جیسا کہ خاکہ 7.10(a) میں بتایا گیا ہے۔ فرض کیجئے کہ F_1 - کی سطح 1 پر عمل پیرا ہونے والی نچلی جانبی قوت ہے اور F_2، سطح 2 پر عمل پیرا ہونے والی اوپری جانبی قوت ہے۔ اس طرح سے کہ $F_1 = P_1 A$ ہو اور $F_2 = P_2 A$۔ آیئے ہم یہ تصور کرلیں کہ نمونے کی کمیت m ہو اور توازنت کی حالت میں کل اوپری جانبی قوت (F_2) کی کل نچلی جانبی قوت ($F_1 + mg$) کے ذریعہ متوازن کی جاتی ہے۔ بالفاظ دیگر جاذبی قوت نیچے کی جانب عمل کرے F_2-F_1 قوت کے درمیانی فرق کی مدد سے عین متوازن ہو رہی ہوتی ہے۔

$$F_2 - F_1 = mg = F_G \qquad (7.15)$$

فرض کیجئے کہ ρ پانی کی کثافت ہے، پھر نمونے میں موجود پانی کی کمیت یہ ہے

$$m = \rho V = \rho A (h_2 - h_1)$$
$$V = A (h_2 - h_1)$$



خاکہ 7.10(a) ایک ساکن سیال میں، اپنی قوتوں کے متوازن حالت میں، نچلا رقبہ A پر رکھنے والا مائی کا ایک نمونہ

لہذا جاذبی قوت،

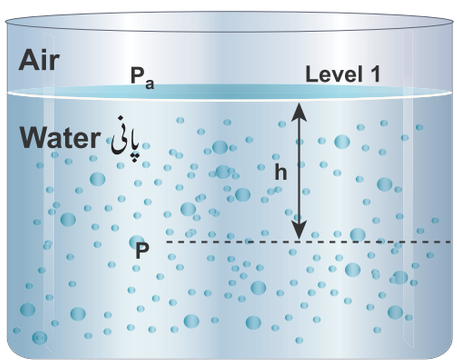
$$F_G = \rho A (h_2 - h_1) g$$

F_G کی قیمت کو مساوات (7.15) میں حل کرنے پر

$$F_2 = F_1 + m g$$
$$P_2 A = P_1 A + \rho A (h_2 - h_1) g$$

دونوں طرف A کو رد کرنے پر

$$P_2 = P_1 + \rho (h_2 - h_1) g \qquad (7.16)$$



خاکہ 7.10(b) پانی کی سطح کے نیچے ایک گہرائی (h) پر دباؤ (P)

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:40 PM

اگر ہم پہلی سطح کا انتخاب مائع کی سطح پر (یعنی ہوا اور پانی کے ملنے کی سطح پر) کریں اور دوسری سطح کا انتخاب ایک گہرائی 'h' پر سطح کے نیچے جیسا کہ خاکہ 7.10(b) میں بتایا گیا ہے) کریں تو پھر h_1 کی قیمت صفر ہوجاتی ہے اور اس کے نتیجے میں P_1 کی قیمت فضائی دباؤ کے برابر ہوجاتی ہے (فرض کیجئے P) اس کے علاوہ ، ایک گہرائی پر P_2 دباؤ، P بن جاتا ہے۔ان قیمتوں کو مساوات (7.16) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$P = P_a + \rho gh \qquad (7.17)$$

لہذا، ایک گہرائی h پر موجود دباؤ، مائع کی سطح پر موجود دباؤ سے زیادہ ہوتا ہے۔

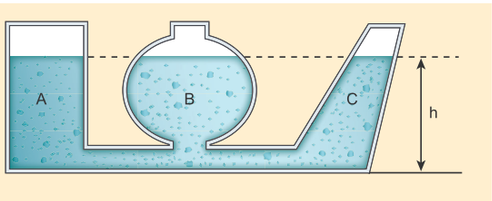
اگر فضائی دباؤ کو نظر انداز کر دیا جائے یا رد کر دیا جائے تو پھر ایک گہرائی ' h ' پر دباؤ یہ ہوگا۔

$$P = \rho gh \qquad (7.18)$$

ایک دئے گئے مائع کے لئے P متعین ہوتا ہے اور g بھی مستقل ہوتی ہے تو پھر سیالی مینار (Fluid column) کی وجہ سے پیدا ہونے ولا دباؤ اس سیالی مینار کے عمودی فاصلہ یا اونچائی کے راست تناسب میں ہوتا ہے۔اس سے پتہ چلتا ہے کہ دباؤ کے تعین کرنے میں سیالی مینار کی اونچائی ہی زیادہ اہم ہے اور برتن کی شکل یا اس کا ترچھی سطحی یا نچلا رقبہ کا اس میں کوئی دخل نہیں ہوتا۔

ماسکونی تضاد : (Hydrostatic paradox)

جب ہم کسی ساکن مائع کے بارے میں بات کرتے ہیں ، تو مساوی افقی سطح (یا مساوی گہرائی) پر تمام نقاط پر مائعوی دباؤ یکساں ہوتا ہے۔اس بیان کو ماسکونی تضاد (hydrostatic Paradox) نامی تجربے کے ذریعہ واضح کیا جاسکتا ہے۔تین مختلف شکلوں والے برتن A، B اور C کا تصور کیجئے جیسا کہ خاکہ 7.11 میں بتایا گیا ہے۔یہ برتنیں ایک افقی نالی کے ذریعہ نیچے سے جڑے ہوتے ہیں۔جب وہ ایک مائع (فرض کیجئے پانی) سے بھرے جائیں تو وہ مختلف مقدار کا پانی جمع کرنے کے باوجود مساوی سطح تک بھرتے ہیں۔یہ اس لئے درست ہے کہ برتن کے ہر حصے کے نچلے حصے پر موجود مائع مساوی دباؤ محسوس کرتا ہے۔



خاکہ 7.11۔ ماسکونی تضاد کا مظاہرہ:

کیا تم جانتے ہو؟

فی اکائی سطحی رقبہ، کسی مقام کے اوپر ہوا کے ذریعہ برآمد ہونے والی جاذبی قوت ہی اس مقام پر موجود فضائی دباؤ ہے۔یہ دباؤ بلندی اور فضائی حالات (ہوا کی کثافت) کے ساتھ تبدیل ہوتے رہتا ہے۔ درحقیقت فضائی دباؤ چڑھتے ہوئے میلان کے ساتھ کم ہوتے جاتا ہے۔

روزمرہ زندگی کے معاملے میں، بلندی کے ساتھ فضائی دباؤ کا کم ہونا ایک ناپسندیدہ عمل ہے۔مثال کے طور پر اعلیٰ بلندیوں میں پکانے کے لئے زیادہ وقت درکار ہوتا ہے۔اعلیٰ بلندیوں پر فضائی دباؤ اور خون کے دباؤ کے بڑے فرق کی وجہ سے ناک کے ذریعہ خون بہنے لگتا ہے۔

سمندری سطح پر زمین کی سطح پر فضائی دباؤ کی قیمت 1atm ہے۔

1 فضائی دباؤ $= 1.013 \times 10^5$ pa

کارروائی

ایک کھلا دھاتی برتن لیجئے اس کے کھلے حصے کے ساتھ خلائی نالی (Vacum phmp) لگا دیجئے۔اس برتن کے اندر موجود ہوا کو باہر نکال دیجئے۔دھاتی برتن کی شکل کیوں بے ڈھنگی ہوجاتی ہے؟

نتیجہ

اس کی بیرونی سطح پر عمل پیرا ہونے والے فضائی دباؤ کی وجہ سے وہ برتن بدشکل ہوجائے گا۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:41 PM

کارروائی

شیشے کا ایک گلاس لیجئے اس کے کورتک اس میں پانی بھر دیجئے۔اس کے اوپر ایک کارڈ بورڈ اس طرح رکھئے کہ گلاس اور کارڈ بورڈ کے درمیان تھوڑی سی ہوا بھی نہ رہے۔گلاس کو آہستہ سے الٹ دیجئے پانی نیچے نہیں گرتا۔

نتیجہ : یہ اس حقیقت کی وجہ ہے کہ گلاس میں موجود پانی کا وزن، کارڈ بورڈ کی بیرونی سطح پر جو کہ ہوا کہ طرف ہے، عمل پیرا ہونے والے فضائی دباؤ کی وجہ سے پیدا ہونے والے اوپری جانبی ڈھکیل (Upward thrust) کے ذریعہ متوازن کردیا جاتا ہے۔

7.3.3 پاسکل کا کلیہ اور اس کے استعمالات :

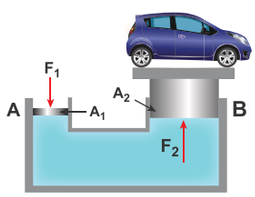
(Pascal's law and its applications)

فرانسیسی سائنسدان Blaise Pascal، نے مشاہدہ کیا کہ ساکن حالت پر موجود ایک مائع کے تمام نقاط پر دباؤ یکساں ہوتا ہے بشرطیکہ وہ نقاط مساوی اونچائی پر ہوں۔ پاسکل کا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ اگر ایک مائع میں موجود دباؤ کو کسی نقطہ پر تبدیل کیا جائے تو، وہ تبدیلی اپنی قدر تبدیل کئے بغیر مائع میں منتقل ہوجاتی ہے

پاسکل کے لیے کا استعمال:

ماقوائی لفٹ (Hydraulic lift)

پاسکل کے کلیے کا عملی استعمال، ماقوائی لفٹ ہے جو ایک چھوٹی سی قوت کی مدد سے ایک وزنی بوجھ کو اٹھانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ قوت کا ضارب (Force multipler) ہے۔ اس میں A اور B نامی دو استوانے مائع سے بھرے ہوتے ہیں جو ایک افقی نالی کے ذریعہ ایک دوسرے سے جڑے ہوتے ہیں (خاکہ 7.12)



خاکہ 7.12 ماقوائی لفٹ

ان میں A_1 اور A_2 ($A_2 > A_1$) ترچھی سطحی کے رقبے والی بے رگڑ پچکاریاں (Pistons) لگی ہوتی ہیں۔

فرض کیجئے کہ اگر چھوٹی پچکاری پر ایک نچلی جانبی قوت F لگائی جاتی ہے تو اس پچکاری کے نیچے موجود مائع کا دباؤ P تک بڑھ جاتا ہے (جہاں $P = \frac{F_1}{A_1}$ ہے)۔ پاسکل کے کلیے کے مطابق، یہ اضافہ شدہ دباؤ P، تمام سمتوں میں مساوی طور پر بغیر کسی تبدیلی کے منتقل ہوتا ہے۔ لہذا، پچکاری B پر ایک دباؤ برآمد ہوتا ہے۔ پچکاری B پر اوپری جانبی قوت یہ ہے

$$F_2 = P \times A_2 = \frac{F_1}{A_1} \times A_2$$

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1 \qquad (7.19)$$

چنانچہ کے عوامل کے ساتھ، چھوٹی پچکاری A پر قوت کو تبدیل کرنے سے، پچکاری B پر قوت کو بڑھایا جاسکتا ہے اور یہ عوامل، $\frac{A_2}{A_1}$ لفٹ کا میکانکی فائدہ (mechanical advatage) کہلاتا ہے۔

مثال 7.7

ایک ماقوائی لفٹ کے دو پچکاریوں کے قطر 60cm اور 5cm ہیں۔ جب چھوٹی پچکاری پر 50N کی قوت رکھی جاتی ہے تو بڑی پچکاری سے برآمد ہونے والی قوت کیا ہوگی؟

حل : چونکہ پچکاریوں کے قطر دئے گئے ہیں ہم ان کے نصف قطر معلوم کرسکتے ہیں

$$r = \frac{D}{2}$$

چھوٹی پچکاری کا رقبہ $A_1 = \pi\left(\frac{5}{2}\right)^2 = \pi(2.5)^2$

بڑی پچکاری کا رقبہ $A_2 = \pi\left(\frac{60}{2}\right)^2 = \pi(30)^2$

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1 = (50N) \times \left(\frac{30}{2.5}\right)^2 = 7200\,N$$

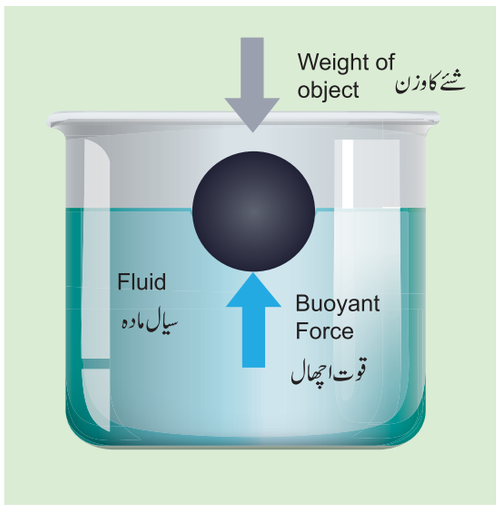
اس کا مطلب یہ ہے کہ 50N کی اس قوت کی مدد سے 7200N کی قوت اٹھائی جاسکتی ہے۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:42 PM

7.3.4 اچھال (Buoyancy)

جب کوئی جسم مکمل طور پر یا جزوی طور پر ایک سیال مادے میں ڈبو دیا جاتا ہے، وہ سیال مادے کی کچھ مقدار کو ہٹا دیتا ہے۔ ہٹا ہوا سیال مادہ اس جسم پر ایک اوپری قوت برآمد کرتا ہے۔ ایک سیال مادے سے برآمد ہونے والی وہ اوپری جانب قوت جو اس مادے میں ڈبوئے گئے ایک شئے کے وزن کی مخالفت کرتی ہے اوپری ڈھکیل (Upthrust) یا قوت اچھال (buoyant force) کہلاتی ہے اور یہ عمل اچھال کہلاتا ہے۔

اصول ارشمدس Archimedes principle



خاکہ 7.13 اصول ارشمدس

اصول یہ بیان کرتا ہے کہ جب ایک جسم سیال مادے میں جزوی طور پر یا کلی طور پر ڈبویا جاتا ہے تو وہ جسم ایک اوپری ڈھکیل محسوس کرتا ہے جس کی قدر اس سے ہٹائے جانے والے سیال مادے کے وزن کے برابر ہوتی ہے اور اس کا اوپری ڈھکیل ہٹنے والے مائع کے جاذبی مرکز کے ذریعہ عمل پیرا ہوتا ہے۔

اوپری ڈھکیل یا قوت اچھال = ہٹے ہوئے مادہ کا وزن

تیراؤ کا کلیہ (Law of Floatation)

ہم سب اچھی طرح جانتے ہیں کہ کشتیاں، جہازیں اور لکڑے کی چند اشیاء پانی کے اوپری حصہ پر حرکت کرتی ہیں۔ ہم کہتے ہیں کہ وہ تیرتی ہیں۔ تیراؤ کی تعریف اس طرح کی جاسکتی ہے کہ یہ ایک شئے کی سیال مادوں میں اوپری سطح تک پہنچنے، یا اس مادے کی سطح پر رکے رہنے کی قابلیت ہے۔

تیراؤ کا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ اگر کسی جسم کے ڈوبنے والے حصے سے ہٹنے والے مائع کا وزن اس جسم کے وزن کے برابر ہوجاتا ہے تو وہ جسم تیرنے لگتا ہے۔ مثال کے طور پر پانی میں تیرتی ہوئی 300Kg (تقریباً 300N) وزن والی، لکڑے سے بنی ایک شئے، 300kg (تقریباً 300N) کو ہٹاتی ہے۔

نوٹ

اگر کوئی شئے تیرتی ہے تو ہٹنے والے سیال مادے کا حجم کا شئے کے ڈوبے ہوئے حصے کے حجم کے برابر ہوتا ہے اور شئے کے ڈوبے ہوئے حصے کے حجم کا فی صد جس مادہ میں وہ جسم تیرتا ہے اس کی کثافت کے لحاظ سے اس شئے کی کثافت کی نسبت کے برابر ہوتا ہے۔

مثال کے طور پر $0.9\ g\ cm^{-3}$ کثافت والا، برف کا ایک مکعب، اگر $1.0\ g\ cm^{-3}$ کثافت والے تازہ پانی میں تیرتا ہے تو پھر تازہ پانی میں ڈوبی ہوئی شئے کے حجم کا فی صد

$$\frac{0.9\,g\,cm^{-3}}{1.0\,g\,cm^{-3}} \times 100\% = 90\%\ .$$

ہے۔ اس کے برخلاف اگر برف کا وہی مکعب $1.3\ g\ cm^{-3}$ کثافت والے سمندری پانی میں تیرتا ہے تو پھر سمندری پانی میں ڈوبی ہوئی شئے کے حجم کا فی صد

$$\frac{0.9\,g\,cm^{-3}}{1.3\,g\,cm^{-3}} \times 100\% = 69.23\%$$

ہی ہوگا۔

مثال 7.8

پانی میں تیرنے والا لکڑے کا ایک مکعب، اس کی اوپری سطح کے مرکز پر 300 گرام کی ایک کمیت کو تھامے ہوئے ہے جب وہ کمیت نکال کی جاتی ہے تو وہ مکعب 3 سم اوپر ہوجاتا ہے۔ اس مکعب کا حجم معلوم کیجئے۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:43 PM

حل : فرض کیجئے کہ مکعب کا ہر ضلع 'l' ہو مکعب کے 3 سمر گہرائی کے ذریعہ گھرا ہوا حجم،

$$V=(3\text{cm}) \times l^2 = 3l^2\text{cm}$$

تیراؤ کے اصول کے مطابق ہم رکھتے ہیں

$$V\rho g = mg \Rightarrow V\rho = m$$

پانی کی کثافت $\rho = 1000\ kg\ m^{-3}$

$$\Rightarrow (3l^2 \times 10^{-2}\text{m}) \times (1000\ \text{kgm}^{-3}) = 300 \times 10^{-3}\text{kg}$$

$$l^2 = \frac{300\times10^{-3}}{3\times10^{-2}\times1000} m^2 \Rightarrow l^2 = 100\times10^{-4}\,m^2$$

$$l = 10 \times 10^{-2}\text{m} = 10\text{ cm}$$

چنانچہ مکعب کا حجم $V = l^3 = 1000\text{ cm}^3$

آب دوز جہازیں اپنی اچھال کو قابو کرکے پانی کی گہرائی میں ڈوب بھی سکتے ہیں اور اوپر بھی آسکتے ہیں۔ اسے پانے کے لئے ان آب دوز جہازوں میں ballast tanks لگے ہوتے ہیں جن میں پانی یا ہوا بدل بدل کے بھرے جاسکتے ہیں ۔ جب یہ بلاسٹ ٹینک ballast tank ہوا سے بھر دئے جاتے ہیں تو آب دوز کی کلی کثافت اطراف موجود پانی کی کثافت سے کم ہوجاتی ہے اور وہ سطح پر تیرنے لگتے ہیں (مثبت اچھال) اگر ٹینکوں کو ہوا خارج کرکے بدلے میں پانی بھر دیا جاتا ہے تو کلی اس کی کلی کثافت اطراف موجود پانی کی کثافت سے بڑھ جاتی ہے اور وہ ڈوبنے لگتی ہے (منفی اچھال)۔ آب دوز کو کسی بھی گہرائی پر روکے رکھنے کے لئے ان ٹینکوں کو پانی اور ہوا، دونوں سے بھرا جاتا ہے (معادل اچھال)

تیرنے والے اجسام کی مثالیں :

(i) ایک شخص ندی کے پانی کے مقابلے میں سمندری پانی میں بآسانی تیر سکتا ہے

(ii) برف پانی پر تیرتا ہے

(iii) جہاز اسٹیل سے بنا ہوتا ہے مگر اس کے اندرونی حصے کو کھوکھلا بنا کر اسے مقعر شکل دے دیا جاتا ہے۔

7.4 لزوجیت یا چپچپاہٹ (Viscosity)

7.4.1 تعارف :

حصہ 7.3 میں ساکن حالات میں موجود سیالیات کے برتاؤ پر بحث کی گئی ۔ یکے بعد دیگرے مباحثات، مختلف خصوصیات پر سیالی حرکت کی اہمیت کو اجاگر کریں گے۔ حرکت پذیر سیال مادہ، ایک پیچیدہ عمل ہے کیونکہ اس میں قواہی، فعلی اور جاذبی توانائی کے علاوہ رگڑ پیدا کرنے والی لزوجی یا چپچپاہی قوتیں بھی عمل پیرا ہوتی ہیں ۔ چنانچہ ان عوامل کو آسان طریقے سے سمجھنے کے لئے ایک مثالی مائع (ideal liquid) کا تصور کرنا پڑے گا۔ ایک مثالی مائع غیر داب پذیر ہوتا ہے (یعنی اس کی bulk modulus یا کثیر معیاری لامحدود ہوتی ہے) اور جس میں کسی قسم کی مروڑی قوتیں (shearing forces) برقرار نہیں رکھی جاسکتیں (یعنی لزوجیت کا تعاونی عدد صفر ہوتا ہے)

اکثر سیال مادے حرکت کرتے وقت مزاحمت فراہم کرتے ہیں جب ایک سیال مادہ ایک ٹھوس شئے کی نسبت سے حرکت کرتا ہے یا دو سیال مادے ایک دوسرے کی نسبت سے حرکت کرتے ہیں تو ان کے مس ہونے والی سطح پر ایک رگڑ کی قوت عمل کرتی ہے ۔ سیالی حرکت کو دی جانے والی یہ مزاحمت ایسی ہی ہے جیسا کہ کسی سطح پر ایک ٹھوس شئے حرکت کرتے وقت وہ رگڑ پیدا کرتی ہے ۔ حرکت کرنے والے ایک سیال مادے کی سطحوں کے درمیان موجود اندرونی رگڑ ہی چپچپاہٹ یا لزوجت ہے۔ لہذا لزوجیت یا چپچپاہٹ کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ ایک سیال مادے کے اپنی سطحوں کے درمیان نسبتی حرکت کی مخالفت کرنے کی خصوصیت ہے۔

کارروائی

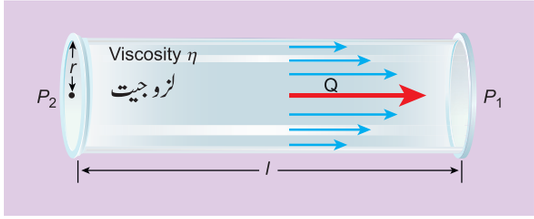
ایک ہی جسامت والے، اسٹیل کے تین کروں کا تصور کیجئے جو بیک وقت تین اونچے جگوں سے گرائے جاتے ہیں جن میں بالترتیب ہوا، پانی اور تیل بھرا گیا ہے۔ وہ کرہ ہوا میں بڑی آسانی سے حرکت کرتا ہے مگر پانی میں اتنی آسانی سے حرکت نہیں کرتا۔ تیل میں وہ مزید مشکل سے حرکت کرتا ہے۔ گرتے ہوئے کرے کے ذریعے مائع کی مختلف سطحوں کے درمیان ایک نسبتی حرکت پیدا ہوجاتی ہے جو ایک چپچپاہی قوت پیدا کرتی ہے۔ یہ رگڑ کی قوت، مائع کی کثافت پر منحصر ہے۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:43 PM

ایک باحرکت سیال مادہ کی یہ خصوصیت جو اپنی سطحوں کے درمیان نسبتی حرکت کی مخالفت کرتی ہے لزوجیت (viscosity) کہلاتی ہے۔

لزوجیت کا سبب: (Cause of Viscosity)

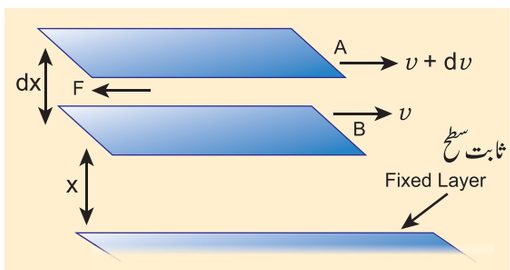
ایک مائع کا تصور کیجئے جو دو پڑوسی سطحوں کے ساتھ ایک افقی سطح کے تحت بہہ رہا ہے۔ اوپری سطح نچلی سطح کو پرا سراع بنانے کی کوشش کرتی ہے اور بدلے میں نچلی سطح اوپری سطح کو غیر اسراعی (تعویقی) بنانے کی کوشش کرتی ہے۔ اس کے نتیجے میں ایک پچھلی جانبی مماسی قوت پیدا ہونے لگتی ہے۔ یہ قوت نسبتی حرکت کو برباد کرنے کی کوشش کرتی ہے۔ یہ عمل سیال مادوں کے چپچپاہی برتاؤ کا سبب بنتا ہے۔



خاکہ 7.14 لزوجیت

لزوجیت کا تعاونی عدد : Coefficient of Viscosity

ایک مائع کا تصور کیجئے جو ایک ثابت افقی سطح کے اوپر مستقل طور پر بہہ رہا ہے (خاکہ 7.15) جیسے جیسے ہم ثابت شدہ سطح سے دور جاتے ہیں، سطحوں کی سمتی رفتاریں مساوی طور پر بڑھتی جاتی ہیں۔ کسی دو متوازی سطحوں A اور B پر غور کیجئے۔ فرض کیجئے کہ ثابت شدہ سطح سے x اور $x + dx$ فاصلوں پر پڑوسی سطحوں کی سمتی رفتاریں بالترتیب υ اور $\upsilon + d\upsilon$ ہیں



خاکہ 7.15۔ افقی سطحوں کے اوپر مائع کا بہاؤ

دو سطحوں کے درمیان مماسی طور پر عمل پیرا ہونے والی لزوجی قوت، نیوٹن کے پہلے کلیہ کے ذریعہ پیش کی جاتی ہے۔ یہ قوت (i) مائع کے رقبہ اور (ii) سمتی رفتار Velocity gradient $\frac{d\upsilon}{dx}$ کے میلان کی متناسب ہوتی ہے۔

$$F \propto A \text{ and } F \propto \frac{d\upsilon}{dx}$$

$$\Rightarrow F = -\eta A \frac{d\upsilon}{dx} \qquad (7.20)$$

جہاں تناسبی مستقلہ η مائع کی لزوجت کا تعاونی عدد کہلاتی ہے اور منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ قوت رگڑنے والی (Frictional) ہے اور وہ نسبتی حرکت کی مخالفت کرتی ہے۔ لزوجت کے تعاونی عدد کا ابعادی ضابطہ $\left[ML^{-1}T^{-1}\right]$ ہے۔

لزوجت، رگڑ ہی کی طرح ہے۔ شئے کی توانائی بالفعل حرارتی توانائی کے طور پر منتشر ہو جاتی ہے۔

مثال 7.9

$2.5\times10^{-4}\ m^2$ رقبے والی ایک دھاتی تختی، ارنڈی کے تیل کی 0.25×10^{-3} m موٹائی والی سطح پر رکھی جاتی ہے۔ اگر اس تختی کو $3\times10^{-2}\ m\ s^{-1}$ کی سمتی رفتار کے ساتھ ہٹانے کے لئے 2.5N کی ایک قوت درکار ہے تو ارنڈی کے تیل کی لزوجت کا تعاونی عدد معلوم کیجئے۔

دیا گیا ہے $A=2.5\times10^{-4}\ m^2$, $dx = 0.25\times10^{-3}$m, F=2.5 N اور $d\upsilon = 3\times10^{-2}\ m\ s^{-1}$

حل:

$$F = -\eta A \frac{d\upsilon}{dx}$$

قدر میں $\eta = \frac{F}{A}\frac{dx}{d\upsilon}$

$$= \frac{(2.5N)}{(2.5\times10^{-4}\,m^2)}\frac{(0.25\times10^{-3}\,m)}{(3\times10^{-2}\,m\,s^{-1})}$$

$$= 0.083\times10^{3}\ N\ m^{-2}s$$

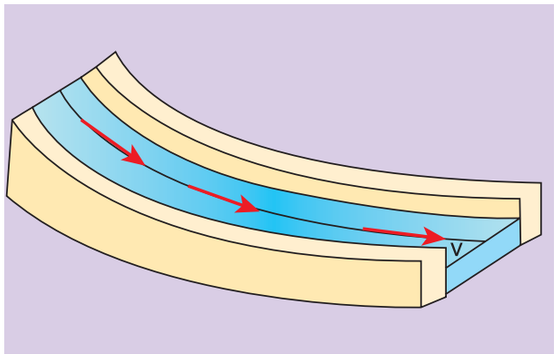
11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:44 PM

7.4.2 سیل خط یا ہموار خطی بہاؤ (Streamlined Flow)

سیالیات کا بہاؤ مختلف طریقوں سے ہوتا ہے۔ وہ ایک مستقل یا ہموار بہاؤ، غیر مستقل یا ہنگامہ خیز یعنی شوردار بہاؤ، داب پذیر یا غیر داب پذیر بہاؤ، یہاں تک کہ لزوجی یا غیر لزوجی بہاؤ بھی ہوسکتا ہے۔ مثال کے طور پر ایک ندی کے ذریعہ خاموشی سے بہنے والے پانی پر غور کیجئے۔ بغور مشاہدات یہ بتاتے ہیں کہ ندی کے مختلف مقامات پر پانی کی سمتی رفتاریں بہت ہی مختلف ہیں۔ یہ درمیان میں تقریباً تیز ہوتی ہیں جب کہ ساحلوں کے قریب سست ہوتی ہیں۔ بہرحال کسی بھی نقطے پر ذرہ کی سمتی رفتار مستقل ہوتی ہے۔ اسے بہتر طریقے سے سمجھنے کے لئے فرض کیجئے کہ ندی کے درمیان ایک ذرہ کی سمتی رفتار 4 میٹر فی سکنڈ ہے۔ لہذا اس نقطہ کے ذریعہ گذرنے والے دیگر تمام ذرات کے لئے اس کی قیمت وہی ہوگی۔ اسی طرح، اگر ندی کے ساحل کے قریب بہنے والے ذرہ کی سمتی رفتار 0.5 میٹر فی سکنڈ ہو تو اس نقطہ کے ذریعہ گذرنے والے یکے بعد دیگرے ذرات کے لئے بھی سمتی رفتار کی قیمت وہی ہوگی۔

جب ایک مائع اس طرح بہتا ہے کہ ایک نقطہ کے ذریعہ گذرنے والا مائع کا ہر ذرہ، اسی راستہ اور اسی سمتی رفتار کے ساتھ گذرتا ہے جس میں اس کے آگے جانے والا گذرا ہے تو مائع کا یہ بہاؤ ہموار بہاؤ یا سیل خط (Streamlined flow) بہاؤ کہلاتا ہے۔ اسے ایک مستقل (Steady) یا پرت دار (laminar) بہاؤ بھی کہا جاتا ہے۔ باحرکت سیال کے ذرہ سے لیا گیا حقیقی راستہ ہموار یا سیل خط (Streamline) راستہ کہلاتا ہے جو کہ ایک منحنی ہے، جس کے کسی نقطہ پر کا مماس اس نقطہ پر سیال کے بہاؤ کی سمت بتاتا ہے جیسا کہ خاکہ 7.16 میں بتایا گیا ہے۔ اس کا یہ نام اس لئے رکھا گیا ہے کہ مثالی حالات میں یہ بہاؤ ایک سیل خط یا ندی کے بہاؤ کی طرح معلوم ہوتا ہے۔

اگر ہم سیل خط یا ہموار خطوط کے ایک گٹھے کا تصور کریں جس میں بہاؤ کی سمت کے کسی بھی عمودی ترچھے حصے پر مساوی سمتی رفتار ہو، تو پھر ایسا گٹھا، بہاؤ کی نالی (tubeof flow) کہلاتا ہے۔



خاکہ 7.16۔ اگر مائع میں کسی بھی نقطہ پر سمتی رفتار مستقل طور پر برقرار رہتی ہے تو بہاؤ مستقل ہوتا ہے۔

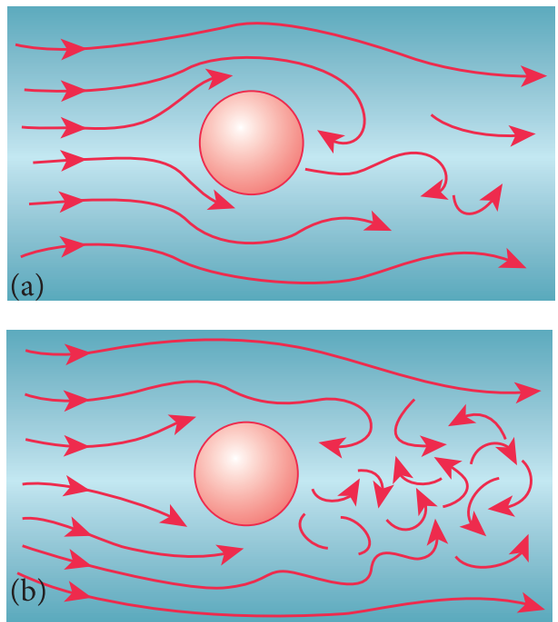
لہذا یہ غور کرنا ضروری ہے کہ بہاؤ کی ایک نالی میں موجود کوئی بھی ذرہ اس کی کل حرکت میں اسی نالی میں رہتا ہے اور وہ مائع کے ساتھ کسی دوسری نالی میں مل نہیں سکتا۔ ہمیشہ بہاؤ کی نالی کی محور سیل خط فراہم کرتی ہے۔ یہ نہر نما خطوط سیال مادے کے ذرات کے راستوں کی نمائندگی کرتے ہیں۔ سیالیات کا سیل خط بہاؤ Critical velocity یعنی فاصل سمتی رفتار کہلانے والی ایک محدود سمتی رفتار تک ہی سیل خط ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ فاصل رفتار سے کم رفتاروں والے بہاؤ ہی میں ایک مستقل بہاؤ دیکھا جاسکتا ہے۔

7.4.3 ہنگامہ خیز (یا) شوردار بہاؤ : Turbulent Flow

جب باحرکت سیال مادے کی رفتار فاصل رفتار v_c critical (speed) سے بڑھ جاتی ہے تو وہ حرکت شوردار بن جاتی ہے۔

اس صورت حال میں اس مادے کی ذرہ ذرہ کی قدر اور سمت دونوں میں سمتی رفتار تبدیل ہوتے رہتی ہے اور اس لئے انفرادی ذرات ایک نہر نما خطی راستہ پر حرکت نہیں کرتے۔ لہذا شوردار بہاؤ میں ذرات سے اختیار کیا گیا راستہ بے ترتیب یا بھنور نما دائروں کی طرح بن جاتا ہے جسے گردابی آبی رو (eddy current) یا گرداب یعنی (الٹا بہاؤ) (eddies) کہا جاتا ہے (خاکہ 7.17، (a) اور (b)) ایک کشتی یا جہاز کے بالکل پچھلے حصے میں پانی کا بہاؤ اور ایک باحرکت بس کے پیچھے ہوا کا بہاؤ وغیرہ شوردار بہاؤ کی چند مثالیں ہیں۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:45 PM



خاکہ 7.17 (a) ایک کرہ کے اطراف ہنگامہ خیز بہاؤ (جب $v = v_c$)
(b) ایک کرہ کے اطراف ہنگامہ خیز بہاؤ (جب $v > v_c$)

ایک چوڑی نالی میں جس کے ذریعہ پانی بہتا ہے، سیاہی کی ایک دھار پچکاری کے ذریعہ محوری طور پر ملا کر، حرکات کے ان دو قسموں کے درمیانی فرق کا مظاہرہ کیا جاسکتا ہے۔ جب سیال کی سمتی رفتار چھوٹی ہو تو سیاہی ایک سیدھے راستے پر سفر کرے گی۔ اس کے برعکس اگر رفتار کو ایک مخصوص حد سے بڑھا دیا جائے تو بے ترتیبی کا اظہار کرتے ہوئے سیاہی پھیل جائے گی اور اس لئے وہ حرکت ہنگامہ خیز بن جاتی ہے۔ یہ ٹیڑھی میڑھی حرکت گردابی آبی رو کے پیدا ہونے کا سبب بنتی ہے اور اس کے نتیجے میں کثیر توانائی منتشر ہو جاتی ہے۔

7.4.4 رینالڈ کا عدد (Reynold's number)

ہم یہ جان چکے ہیں کہ جب بہاؤ کی سمتی رفتار فاصل سمتی رفتار V_c سے کم ہوتی ہے تو ایک سیال مادہ کا بہاؤ مستقل یا پرت دار بنتا ہے، ورنہ وہ بہاؤ شور دار ہو جاتا ہے۔ Osborne Reynolds (1842 سے 1912 تک) نے سیالیات کے بہاؤ کی فطرت کا جائزہ لینے کے لئے وہ ہموار ہے یا شوردار ہے، ایک مساوات تجویز کی۔

$$R_c = \frac{\rho v D}{\eta} \qquad (7.21)$$

یہ ایک بے ابعاد عدد ہے جسے Reynold's number کہا جاتا ہے۔ اسے R_c یا K کی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ مساوات میں p، سیال مادے کی کثافت v باحرکت سیال کی سمتی رفتار، D اس نالی کا قطر جس میں وہ سیال مادہ حرکت کرتا ہے اور η اس مادے کی لزوجت کے تعاونی عدد کا اظہار کرتا ہے۔ R_c کی قیمت، اکائیوں کے کسی بھی نظام میں مساوی طور پر برقرار رہتی ہے۔

جدول 7.3 : مائع کے بہاؤ کو سمجھنے کے لئے Reynold نے اس طریقے سے R_c کی قیمت کا اندازہ لگایا۔

شمار عدد	رینالڈ کا عدد	بہاؤ
1	$R_c < 1000$	سیل خط Streamline
2	$1000 < R_c < 2000$	غیر مستقل Unsteady
3	$R_c > 2000$	شوردار Turbulent

لہذا رینالڈ کا عدد R_c ایک فاصل متغیر (critical variable) ہے جو یہ طے کرتا ہے کہ ایک استوانہ نما نالی کے ذریعہ ایک سیال مادے کا بہاؤ ہموار ہے یا شوردار ہے۔

حقیقت میں، ہندسی طور پر ایک جیسے بہاؤوں کے لئے، R_c کی فاصل قیمت، جس پر شورداری بنتی ہے، مساوی قیمت ہی پائی گئی۔ مثال کے طور پر مختلف کثافتوں اور لزوجتوں والے دو مائعات (فرض کیجئے تیل اور پانی) جب ایک جیسی شکل اور جسامت والی نالیوں میں بہتے ہیں تو، R_c کی تقریباً ایک ہی قیمت پر شورداری پیدا ہوتی ہے۔ اوپر بیان کی گئی حقیقت، مماثلت کے قانون (law of similarity) کی طرف رہبری کرتی ہے جو یہ بیان کرتا ہے کہ جب ہندسی طور پر دو یکساں بہاؤ پائے جاتے ہوں، تو جب تک وہ ایک ہی Reynold's number قبول کئے ہوتے ہیں تب تک، ضرور دونوں ایک دوسرے کے مساوی ہوں گے۔ ٹیکنیکی استعمالات میں مماثلت کا قانون ایک بہت ہی اہم کردار ادا کرتا ہے۔ جہازوں، آب دوزوں، ریس کی کاریں

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:45 PM

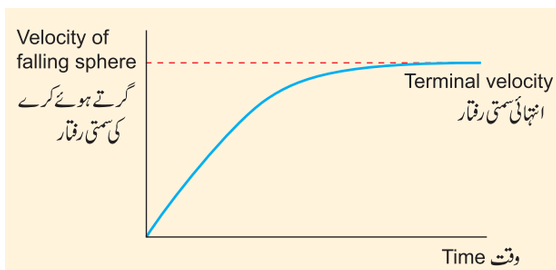
اور ہوائی جہازیں وغیرہ کی شکلیں اس طرح بنائی جاتی ہیں کہ ان کی رفتار کو بڑھایا جاسکتا ہے۔

7.4.5 انتہائی سمتی رفتار (Terminal velocity)

انتہائی سمتی رفتار کو سمجھنے کے لئے، ایک لزوجی سیال مادے کے ایک بڑے مینار کے ذریعہ، حالت سکون سے آزادی کے ساتھ گرنے والے ایک چھوٹے سے دھاتی کرے کا تصور کیجئے۔ اس کرے پر عمل پیرا ہونے والی قوتیں یہ ہیں (i) کرے کی جاذبی قوت جو عمودی طور پر نیچے کی جانب عمل پیرا ہوتی ہے (ii) اچھال کی وجہ سے اوپری ڈھکیل (Up thrust) U اور (iii) چپچپا ہی سرکاؤ (Viscous drag) جو اوپری جانب عمل پیرا ہوتا ہے۔ (لزوجی قوت ہمیشہ کرہ کی حرکت کی مخالف سمت میں عمل پیرا ہوتی ہے)

شروعات میں وہ کرہ نیچے کی جانب پر اسراع ہوتا ہے اس طرح کہ اوپری جانبی قوت نچلی جانبی قوت سے کم ہوتی ہے جیسے جیسے کرے کی سمتی رفتار بڑھتی ہے، لزوجی قوت کی سمتی رفتار بھی بڑھنے لگتی ہے اس کے بعد ایک ایسا مرحلہ آتا ہے جس میں کل نچلی جانبی قوت اوپری جانبی قوت کو متوازن کر لیتی ہے اور لہذا اس کرے پر عمل پیرا ہونے والی مجموعی قوت صفر ہو جاتی ہے وہ اب ایک مستقل سمتی رفتار کے ساتھ نیچے حرکت کرنے لگتا ہے۔

ایک لزوجی واسطے کے ذریعہ آزادانہ طور پر گرتے وقت، ایک جسم سے اختیار کی جانے والی سب سے زیادہ مستقل سمتی رفتار، انتہائی سمتی رفتار v_t (terminal velocity) کہلاتی ہے۔ خاکہ 7.18 میں سمتی رفتار کو y- محور کے تحت اور وقت کو x - محور کے تحت رکھ کر ایک ترسیم کھینچی گئی ہے۔ ترسیم سے یہ صاف طور پر معلوم ہوتا ہے کہ شروعات

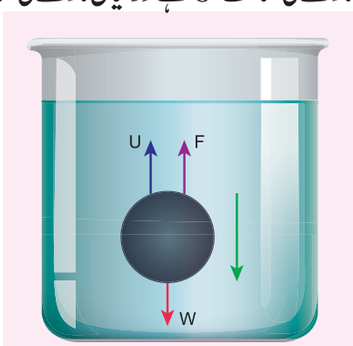


خاکہ 7.18 : سمتی رفتار بالمقابل وقت کی ترسیم

میں وہ کرہ اسراع پاتا ہے اور تھوڑے وقفے کے بعد وہ مستقل بن جاتا ہے اور انتہائی سمتی رفتار (v_t) حاصل کر لیتا ہے۔

انتہائی سمتی رفتار کے لئے مساوات :

r نصف قطر والے ایک کرے کا تصور کیجئے جو η، لزوجت کا تعاونی عدد رکھنے والے ایک بہت ہی گاڑھے (highly viscous) مائع کے ذریعہ آزادانہ طور پر گر رہا ہے۔ فرض کیجئے کہ کرے کے مادے کی کثافت σ ہے اور سیال مادے کی کثافت ρ ہے۔



خاکہ 7.19۔ ایک کرے پر عمل پیرا ہونے والی قوتیں جب وہ ایک لزوجی مائع میں گرتا ہے۔

کرے پر عمل پیرا ہونے والی جاذبی قوت

$$F_G = mg = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g \quad \text{(نچلی جانبی قوت)}$$

$$U = \frac{4}{3}\pi r^3 \sigma g \quad \text{(اوپری جانبی قوت)} \quad \text{اوپری ڈھکیل}$$

$$F = 6\pi\eta r v_t \quad \text{, لزوجی قوت}$$

انتہائی سمتی رفتار v_t پر،

کل نچلی جانبی قوت = اوپری جانبی قوت

$$F_G = U + F$$

$$F_G - U = F \Rightarrow \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi r^3 \sigma g = 6\pi\eta r v_t$$

$$v_t = \frac{2}{9} \times \frac{r^2(\rho - \sigma)}{\eta} g \Rightarrow v_t \propto r^2 \qquad (7.22)$$

یہاں یہ غور کرنا ضروری ہے کہ کرہ کی انتہائی رفتار اس کے مربع نصف قطر کے راست تناسب میں ہے۔

اگر σ زیادہ ہو ρ سے تو پھر اصطلاح $(\rho - \sigma)$ منفی ہو جاتی ہے جس کی وجہ سے ایک منفی انتہائی سمتی رفتار بننے لگتی ہے۔ اسی لئے پانی یا کسی سیال مادے کے ذریعہ ہوا کے بلبلے اوپر آنے لگتے ہیں۔ آسمان

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:46 PM

میں موجود بادلوں کے لئے اوپری سمت میں حرکت کرنے کی یہ بھی ایک وجہ ہے۔

غور طلب نقاط

(i) ایک کرے کی انتہائی رفتار، اس کے نصف قطر کے مربع کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔اسی لئے بارش کے بڑے قطرے چھوٹے قطروں، مقابلے میں تیز رفتار سے گرتے ہیں۔

(ii) اگر کرہ کے مادے کی کثافت، واسطے کی کافت سے کم ہوتو وہ کرہ اوپری سمت میں انتہائی رفتار اختیار کرے گا۔اسی لئے سوڈا کے پانی میں ہوا کے بلبلے اوپر اٹھتے ہیں

7.4.6 Stoke کا کلیہ اور اس کے استعمالات :

جب کوئی جسم، ایک لزوجی واسطے کے ذریعے گرتا ہے تو وہ اس سے لگنے والی سیالی پرت کو فوراً کھینچنے لگتی ہے۔یہ عمل مائع کی مختلف پرتوں کے درمیان ایک متعلقہ حرکت قائم کرتا ہے۔stoke نے مختلف سیال مادوں میں چھوٹے کروں اجسام کی حرکت پر کئی تجربات کئے اور اس نتیجے پر پہنچے کہ r نصف قطر والی ایک کروی گیند پر عمل پیرا ہونے والی لزوجی قوت F،

(i) کرہ کا نصف قطر (r)،

(ii) کرہ کی سمتی رفتار (υ) اور

(iii) مائع کی لزوجت کے تعاونی عدد η،

ان تینوں کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔

لہذا $F \propto \eta^x r^y \upsilon^z \Rightarrow F = k\eta^x r^y \upsilon^z$,

ہے جہاں k ایک بے ابعاد مستقل ہے۔

ابعاد کا استعمال کرتے ہوئے اوپر کی مساوات کو اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$$\left[MLT^{-2}\right] = k\left[ML^{-1}T^{-1}\right]^x \times \left[L\right]^y \times \left[LT^{-1}\right]^z$$

$x=1$ ، $y=2$ اور $z=1$ کو حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

چنانچہ $F=k\eta\, r\upsilon$

تجرباتی طور پر stoke نے پتہ لگایا کہ k کی قیمت $k = 6\pi$ ہے۔

$$F = 6\pi\eta\, r\upsilon \qquad (7.23)$$

یہ مساوات Stoke کا کلیہ کہلاتی ہے۔

Stoke کے کلیہ کے عملی استعمالات :

چونکہ بارش کی بوندیں جسامت میں چھوٹی ہوتی ہیں اور ان کی انتہائی سمتی رفتاریں چھوٹی ہوتی ہیں، وہ بادلوں کی شکل میں ہوا میں لٹکے ہوئے ہوتے ہیں جیسے جیسے وہ بڑے ہونے لگتے ہیں ان کی انتہائی سمتی رفتاریں بڑھنے لگتی ہیں اور وہ بارش کی شکل میں گرنے لگتے ہیں۔

یہ کلیہ مندرجۂ ذیل باتوں کی وضاحت کرتا ہے

(a) بادلوں کا تیراؤ

(b) بارش کے چھوٹے بوندوں کی بہ نسبت بڑے قطرے ہمیں زیادہ چوٹ پہنچاتے ہیں

(c) ایک پیرا شوٹ کی مدد سے نیچے آنے والا ایک شخص مستقل انتہائی رفتار حاصل کیا ہوا ہوتا ہے۔

7.4.7 Poiseuille کی مساوات :

Poiseuille نے ایک بال نما باریک نالی (a capillary tube) یعنی شعریانی نالی کے ذریعہ مائع کے مستقل بہاؤ کا جائزہ لیا۔ انہوں نے باریک نالی کے ذریعہ فی سکنڈ بہنے والے مائع کے حجم کے لئے ایک مساوات اخذ کی۔

اس نظریئے کے مطابق، مساوات کو اخذ کرتے وقت مندرجۂ ذیل شرائط پر مدنظر رکھنا ضروری ہے۔

☆ نالی کے ذریعہ مائع کا بہاؤ، ہموار ہونا چاہئے

☆ نالی افقی ہونی چاہئے تاکہ بہاؤ پر جاذبیت کا اثر نہ پڑ سکے

☆ نالی کی دیوار سے مس ہونے والی پرت ساکن حالت میں ہونا چاہئے

☆ نالی کے کسی بھی تر چھے حصے کے تحت دباؤ مساوی ہونا چاہئے۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:46 PM

ہم ابعادی تجزیہ کی مدد سے Poiseulle کی مساوات اخذ کر سکتے ہیں۔ایک افقی بالی نما باریک نالی کے ذریعہ مستقل طور پر بہنے والے ایک مائع کا تصور کیجئے۔فرض کیجئے کہ اس باریک نالی کے ذریعہ فی سکنڈ بار بہنے والے پانی کا حجم $\upsilon = \left(\frac{V}{t}\right)$ ہے۔یہ حجم،(i)مائع کی لزوجت کا تعاونی عدد n،(2)نالی کا نصف قطر اور(3)دباؤ کا میلان $\left(\frac{P}{l}\right)$ پر منحصر ہوتا ہے ۔ پھر

$$\upsilon \propto \eta^a r^b \left(\frac{P}{l}\right)^c$$

$$\upsilon = k\eta^a r^b \left(\frac{P}{l}\right)^c \qquad (7.24)$$

جہاں k ایک بے ابعاد مستقلہ ہے ، چنانچہ

$$[\upsilon] = \frac{\text{حجم}}{\text{وقت}} = \left[L^3T^{-1}\right], \left[\frac{dP}{dx}\right] = \frac{\text{دباؤ}}{\text{فاصلہ}}$$

$$[r] = [L] \text{ اور } [\eta] = \left[ML^{-1}T^{-1}\right], \left[ML^{-2}T^{-2}\right]$$

مساوات (7.24) میں حل کرنے پر

$$\left[L^3T^{-1}\right] = \left[ML^{-1}T^{-1}\right]^a [L]^b \left[ML^{-2}T^{-2}\right]^c$$

$$M^0L^3T^{-1} = M^{a+c}L^{-a+b-2c}T^{-a-2c}$$

اس لئے ،دونوں طرف M،L اور T کی قوتوں کو توازن کرنے پر،ہم حاصل کرتے ہیں

$$a + c = 0, \quad -a + b - 2c = 3, \quad \text{اور} \quad -a - 2c = -1$$

ہمارے پاس تین نامعلوم مقداریں a،b اور c ہیں ۔ ہمارے پاس تین مساوات موجود ہیں جنہیں حل کرنے پر،ہم حاصل کرتے ہیں

$$a = -1, \quad b = 4, \quad \text{اور} \quad c = 1$$

چنانچہ،مساوات (7.24) یوں بن جاتی ہے

$$\upsilon = k\eta^{-1}r^4\left(\frac{P}{l}\right)^1$$

تجرباتی طور پر k کی قیمت کے برابر معلوم ہوتی ہے، ہم رکھتے ہیں $\frac{\pi}{8}$,

$$\upsilon = \frac{\pi r^4 P}{8\eta l} \qquad (7.25)$$

اوپر کی مساوات،ایک تنگ نالی یا بال نما باریک نالی کے ذریعہ مائع کے بہاؤ کے لئے Poiseuille کی مساوات کہلاتی ہے ۔ یہ مساوات ان سیالیات کے لئے درست ٹھہراتی ہے جن کی سمتی رفتاریں، فاصل سمتی رفتار (Criticalvelocity) سے کم ہوتی ہیں۔

7.4.8 لزوجت کے استعمالات :

مندرجۂ ذیل مثالوں کے ذریعہ لزوجت کی اہمیت سمجھی جاسکتی ہے۔

(i) علیٰ مشینوں کے حصوں کے لئے چکنائی (lubricant) کے طور پر استعمال ہونے والے تیل کا لزوجی تعاونی عدد اعلیٰ ہونا چاہئے۔ مناسب چکنائی کا انتخاب کرنے کے لئے ہمیں اس کی لزوجت اور تپش کے ساتھ اس کے تغیر کو جاننا ضروری ہے (نوٹ: جیسے جیسے تپش بڑھتی ہے،مائع کی لزوجت کم ہوتے جاتی ہے) اس کے علاوہ کار کے انجنوں میں استعمال ہونے والے کم لزوجت والے تیلوں کے منتخب کرنے میں بھی ہماری مدد کرتی ہے (ہلکی مشینیں)

(2) اعلیٰ لزوجی مائع کو چند آلات کی حرکت کو کم (damp) کرنے کے لئے اور hydraulic brakes میں بریک آئل کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

(3) شریانوں اور وریدوں کے ذریعہ ہونے والا ، خون کا بہاؤ ،سیالیات کی لزوجت پر منحصر ہوتا ہے۔

(4) Millikan نے ایک الکٹران کے بار کا تعین کرنے کے لئے تیل کے قطرے کا تجربہ کیا تھا۔انہوں نے بار کا تعین کرنے کے لئے علم لزوجت ہی کا استعمال کیا تھا۔

7.5 سطحی تناؤ (Surface Tention)

7.5.1 بین سالماتی قوتیں (Intermolecular forces)

چند مائعات اپنی طبیعی خصوصیات میں کثافت، سطحی تناؤ، قوت وغیرہ کی وجہ سے ایک دوسرے سے گھل نہیں ملتے۔مثال کے طور پر پانی اور مٹی کا تیل ایک دوسرے سے نہیں ملتے۔ پارہ شیشہ سے نہیں لگتا جب کہ پانی شیشہ کو گیلا کر دیتا ہے۔ پانی تنے کے ذریعہ پتوں تک اوپر چڑھتا

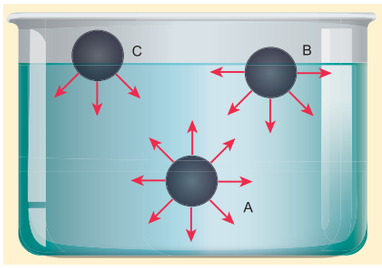
11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:47 PM

ہے۔ یہ تمام کے تمام زیادہ تر، مائعات کی آزاد سطحوں سے تعلق رکھتے ہیں۔ مائعات کی متعین شکل تو نہیں ہوتے مگر ان کا حجم متعین ہوتا ہے ۔اس لئے جب بھی وہ کسی برتن میں ڈالے جاتے ہیں وہ اپنی ایک آزاد سطح حاصل کر لیتے ہیں۔ چنانچہ سطحوں میں ایک اضافہ توانائی پائی جاتی ہے جو سطحی توانائی کہلاتی ہے۔اوپر کی حقیقت کا دارو مدار ہی سطحی تناؤ ہے۔ Laplace اور Gauss نے ،مختلف حالات کے تحت ایک مائع کی حرکت اور سطح کا نظریہ پیش کیا۔

ایک مائع کے سالمات ایک ٹھوس کی طرح سختی سے ثابت نہیں رہتے ۔ وہ آزادانہ طور پر حرکت کرنے کے قابل رہتے ہیں ۔ ہم نما سالموں (Like molvecules) کی درمیانی قوت جو مائع کو تھامے رہتی ہے،اتصالی قوت (Cohesive force) کہلاتی ہے ۔جب وہ مائع ایک ٹھوس کے ساتھ مس کیا ہوا ہوتا ہے تو ان ٹھوس اور مائع کے سالمات ایک جاذبی قوت محسوس کرتے ہیں جو چپکنے والی قوت (adhesive force) کہلاتی ہے۔

یہ سالماتی قوتیں اسی وقت مؤثر ہوتی ہیں جب ان سالموں کا درمیانی فاصلہ (یعنی $10A^{\circ}$) تک بہت ہی چھوٹا ہو۔ وہ فاصلہ،جس کے ذریعہ تمام سمتوں میں ان سالماتی قوتوں کا اثر محسوس کیا جاسکتا ہے، ایک حد قائم کرتا ہے اور وہ حد رسوخ کا کرہ (*sphere of influence*) کہلاتی ہے۔ وہ قوتیں جو اس حد کے باہر ہوتی ہیں خاصے نظر انداز کے قابل ہوتے ہیں۔

ایک دئے گئے مائع میں تین مختلف سالموں A، B اور C کا تصور کیجئے جیسا کہ خاکہ 7.20 میں بتایا گیا ہے ۔فرض کیجئے کہ سالمہ A مائع کے بہت ہی اندر رسوخ کے کرہ کے حد میں پایا جاتا ہے۔ چونکہ یہ سالمہ تمام سمتوں میں دیگر تمام سالمات کے ساتھ تعامل پاتا ہے ، A سے محسوس کی جانے والی کل قوت صفر ہوتی ہے۔اب ایک سالمہ B کا تصور کیجئے جس کا تین چوتھائی حصہ مائع کی سطح کے نیچے ہو اور ایک چوتھائی ہوا میں موجود ہو۔ چونکہ B کے اوپری حصے کے مقابلے میں نچلے حصے کی طرف زیادہ سالمات پائے جاتے ہیں، وہ نیچے کی جانب ایک کل قوت محسوس کرتا ہے ۔اسی طرح اگر ایک اور سالمہ C کا تصور کیا جائے جو مائع کی سطح پر ہو (یعنی اوپری نصف حصہ ہوا میں ہو اور نچلا نصف حصہ مائع میں ہو) تو وہ سالمہ اس کے نچلے حصے میں زیادہ تعداد کے مائعوی سالمات رکھنے کی وجہ سے سب سے زیادہ نچلی جانبی قوت محسوس کرتا ہے۔لہذا یہ صاف ظاہر ہوتا ہے کہ مائع کے اندر سالمی حد کے اندر رہنے والے، مائع کے تمام سالمات سالمہ کے ساتھ تعامل پاتے ہیں اور اس لئے وہ ایک نچلی جانبی قوت محسوس کرتے ہیں۔



BFZ1K

خاکہ 7.20 ۔ مائع کی مختلف سطحوں پر سالمے

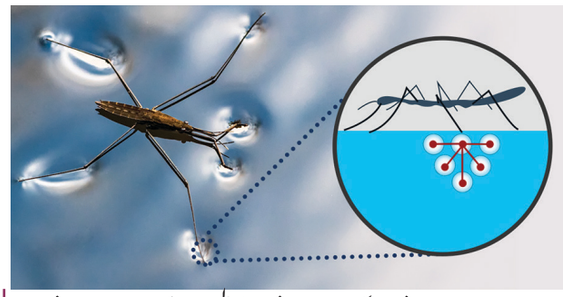
اگر کسی سالمے کو مائع کی تہہ سے سطح کی طرف لایا جاتا ہے تو سطح کے سالموں کے درمیان موجود اتصالی قوت (Cohesive force) کے خلاف کام کیا جاتا ہے۔ یہ کام سالموں میں توانائی بالقواہ کے طور پر ذخیرہ اندوز ہو جاتا ہے۔اس لئے مائع کی تہہ میں موجود سالموں کے مقابلے میں سطح پر موجود سالموں میں توانائی بالقواہ زیادہ پائی جاتی ہے مگر مستحکم توازنت والے ایک نظام کے لئے ،اس کی توانائی بالقواہ (یا سطحی توانائی) کم ہی ہونی چاہئے۔ چنانچہ، مستحکم توازنت برقرار رکھنے کے لئے ،ایک مائع ہمیشہ کم سے کم تعداد کے سالمے رکھنے کی کوشش کرتا ہے بالفاظ دیگر، ایک مائع ایک کم سے کم سطحی رقبہ کو گھیرنے کی کوشش کرتا ہے۔ مائع کا یہ برتاؤ سطحی تناؤ کو جنم دیتا ہے۔

سطحی تناؤ کی مثالیں :

پانی کے bugs اور پانی کے Striders پانی کی سطح پر چلتے ہیں (خاکہ 7.21)۔ پانی کے سالمے اندرونی طور پر کھنچے جاتے ہیں اور پانی کی سطح ایک کمانی یا تانی ہوئی جھلی کی طرح برتاؤ کرتی ہے۔ یہ عمل پانے کے کیڑوں کے وزن کو متوازن کرتا ہے اور انہیں پانی پر چلنے میں مدد کرتا

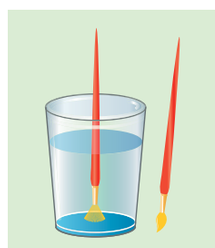
11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:48 PM

ہے۔ہم اس عمل کو سطحی تناؤ کہتے ہیں۔



خاکہ 7.21۔ پانی کے کیڑے پانی کے سطحی تناؤ کی وجہ سے پانی پر چل سکتے ہیں۔

رنگنے والے برش کو پانی کے باہر نکالنے پر اس کی تاریں ایک دوسرے سے جم جاتی ہیں۔اس کی وجہ یہ ہے کہ پانی کی جو پرتیں ان پر جمع ہوئی تھیں وہ کم سے کم رقبہ تک سکڑنے کی کوشش کرتی ہیں۔

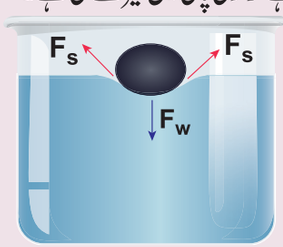


خاکہ 7.22۔رنگنے والے برش کے بال سطحی تناؤ کی وجہ سے ایک ساتھ ہوجاتے ہیں۔

کارروائی

سوئی پانی کی سطح پر تیرتی ہے۔

اسٹیل سے بنی ایک سوئی لیجئے اور اس پر گریس (grease) لگا کر ایک کاغذ (blotting paper) کے ٹکڑے پر رکھئے اور اسے آہستہ آہستہ سے پانی کی سطح پر رکھئے۔کاغذ پانی کو چوستا ہے اور فوراً ڈوب جاتا ہے مگر سوئی پانی میں تیرنے لگتی ہے۔

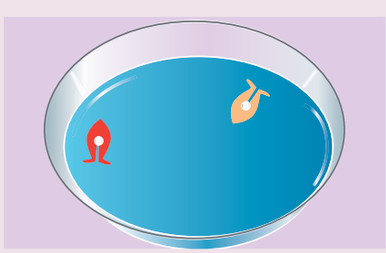


خاکہ 7.23۔تیرنے والی سوئی

تیرنے والی سوئی ایک چھوٹا سا گڑھا بناتی ہے، منحنی نما سطح کے سطحی تناؤ کی وجہ سے بننے والی قوتیں Fs وہ گڑھا بناتی ہیں جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ان دو قوتوں کے عمودی اجزاء ہی سوئی کے وزن کو سنبھالتے ہیں۔اب تھوڑا مائعوی صابن پانی میں شامل کر کے اسے ملا دیجئے۔ہم دیکھتے ہیں کہ سوئی پانی میں ڈوب جاتی ہے۔

کارروائی

پلاسٹک کی ایک شیٹ (Sheet) لیجئے اور ایک کشتی نما ٹکڑا بنایئے (خاکہ 7.24) اگر ٹکڑا سامنے سے تھوڑا اٹھا ہوا ہو اور پیچھے سے کچھ کاٹ لیا گیا ہو تو بہتر ہوگا۔کشتی کے درمیان کافور کا ایک ٹکڑا رکھئے۔اسے پانی کی سطح پر آہستہ سے رکھئے۔ہم دیکھ سکتے ہیں کہ جب کافور گھلتا ہے تو کشتی آگے جاتی ہے۔جب کافور گھلتا ہے تو سطحی تناؤ کم ہونے لگتا ہے اور کٹے ہوئے ٹکڑے کے قریبی حصے میں موجود پانی کے سطحی تناؤ میں ایک فرق پیدا کرتا ہے۔اس کی وجہ سے وہاں کا پانی کشتی کے پیچھے جانے لگتا ہے جس سے کشتی آگے حرکت کرتی ہے۔



خاکہ 7.24۔ کافور کی کشتی

7.5.2 ایک مائع کے سطحی تناؤ کو متاثر کرنے والے عوامل

ایک دئے گئے مائع کے لئے سطحی تناؤ مندرجۂ ذیل حالات میں تغیر پاتا ہے۔

(1) کسی ملاوٹ یا لوٹ کی موجودگی، آلودگی کے درجے کے اعتبار سے سطحی تناؤ کی قوت کو حد درجہ متاثر کرتی ہے۔

(2) حل شدہ اشیاء کی موجودگی بھی سطحی تناؤ کی قیمت کو متاثر کرسکتی ہے۔مثال کے طور پر سوڈیم کلورائیڈ (NaCL) جیسی اعلی حل

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:49 PM

پذیر شئے جب پانی میں ملادی جاتی ہے تو وہ پانی کے سطحی تناؤ کو بڑھا دیتی ہے مگر جزوی طور پر حل پذیر محلول جیسے فینال یا صابن جب پانی میں ملائے جاتے ہیں تو پانی کے سطحی تناؤ کو گھٹا دیتے ہیں۔

(3) برقائے جانے کا عمل (electri fication) بھی سطحی تناؤ کو متاثر کرتا ہے جب ایک مائع برقایا جاتا ہے تو سطحی تناؤ کم ہونے لگتا ہے۔ چونکہ برقانے کی وجہ سے مائع برقایا جاتا ہے تو سطحی تناؤ کم ہونے لگتا ہے۔ مائع کی سطح کا رقبہ بڑھتا ہے جو سطح تناؤ کے سکڑنے والے عمل کے خلاف عمل کرتا ہے۔ لہذا سطحی تناؤ کم ہوتا ہے۔

(4) تپش بھی ایک مائع کے سطحی تناؤ کو تبدیل کرنے میں بہت ہی اہم کردار ادا کرتا ہے۔ درحقیقت تپش کے اضافے کے ساتھ سطحی تناؤ خطی طور پر کم ہوتے جاتا ہے۔ تپش کی ایک چھوٹی حد کے لئے $t\ ^oC$ پر سطحی تناؤ T_t یہ ہے۔

$$T_t = T_0\ (1 - \alpha\ t)$$

جہاں T_0 ، 0^oC پر سطحی تناؤ ہے اور α سطحی تناؤ کی تپش کا تعاونی عدد ہے۔ یہ نوٹ کرنا ضروری ہے کہ فاصل (Critical) تپش پر، سطحی تناؤ صفر ہوجاتا ہے کیونکہ مائع اور بخارات کا درمیانی تعلق زائل ہوجاتا ہے۔ مثال کے طور پر پانی کی فاصل تپش $374^\circ C$ ہے۔ چنانچہ اس تپش پر پانی کا سطحی تناؤ صفر ہوتا ہے۔ Van der wall نے سطحی تناؤ اور فاصل تپش کے درمیان ایک اہم مناسبت کی پیش کش یوں کی ہے۔

$$T_t = T_0 \left(1 - \frac{t}{t_c}\right)^{\frac{3}{2}}$$

اوپر کی مساوات کو عمومی بناتے ہوئے، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$T_t = T_0 \left(1 - \frac{t}{t_c}\right)^{n}$$

جو کہ اور درست قیمت فراہم کرتی ہے۔

یہاں مختلف مائعات کے لئے n متغیر ہوتا ہے اور t اور t_c مطلق پیما کلون پیما) میں بالترتیب تپش اور فاصل تپش کو ظاہر کرتے ہیں۔

7.5.3 سطحی توانائی (Surface Energy) (SE) اور سطحی تناؤ (Surface Tention) (S.T)

سطحی توانائی Surface Energy

ایک برتن میں موجود مائع کے ایک نمونے کا تصور کیجئے۔ مائع کے اندر موجود سالمہ، اسے گھیرنے والے دیگر تمام سالموں کے ذریعہ تمام سمتوں میں کھنچا جاتا ہے۔ بہرحال، سطح کے قریب، ایک سالمہ اس کے نیچے موجود سالموں ہی کے ذریعے صرف نیچے کی طرف کھینچا جاتا ہے اور وہاں ایک اعلیٰ نچلی جانبی قوت پائی جاتی ہے۔ اس کے نتیجے میں مائع کی کل سطح اندر کی طرف کھینچی جاتی ہے۔ اسی لئے مائعوی سطح اقل ترین یعنی کم سے کم سطحی رقبہ رکھنے کی کوشش کرتی ہے۔ سطحی رقبہ کو بڑھانے کے لئے، چند سالموں کو اندر سے سطح تک لایا جاتا ہے۔ اس سبب کے لئے جاذبی قوتوں کے خلاف کام کا کیا جانا ضروری ہے۔ کئے جانے والے کام کی مقدار جاذبی توانائی بالقواہ کے طور پر ذخیرہ اندوز ہوتی ہے۔ لہذا سطح پر پڑے ہوئے سالمے دیگر سالموں سے زیادہ توانائی بالقواہ رکھتے ہیں۔ مائع کی آزاد سطح کے فی اکائی رقبہ پائی جانے والی یہ اضافی توانائی، سطحی توانائی (Surface energy) کہلاتی ہے۔ بالفاظ دیگر، سطحی تناؤ کی قوت کے خلاف مائع کے فی اکائی رقبہ سطح کو بڑھانے کے لئے کیا گیا کام اس مائع کی سطحی توانائی کہلاتی ہے۔

$$\text{سطحی توانائی} = \frac{\text{سطحی رقبہ کو بڑھانے کے لئے کیا گیا کام}}{\text{سطحی رقبہ میں ہونے والا اضافہ}}$$

$$= \frac{W}{\Delta A} \qquad (7.26)$$

اسے $J\ m^{-2}$ یا $N\ m^{-1}$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

سطحی تناؤ: Surface tension

ایک مائع کے سطحی تناؤ کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ اس مائع کی فی اکائی لمبائی قوت ہے یا ایک مائع کے فی اکائی سطحی رقبہ کی توانائی ہے

$$T = \frac{F}{l} \qquad (7.27)$$

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:49 PM

T کی ایس آئی اکائی $N\,m^{-1}$ ہے اور اس کے ابعاد $M\,T^{-2}$ ہیں۔

سطحی تناؤ اور سطحی توانائی کا درمیانی تعلق

صابن کے ایک محلول میں ABCD نامی تار کا ایک مستطیل نما سانچہ تصور کیجئے (خاکہ 7.25)۔ فرض کیجئے کہ AB حرکت پذیر تار ہے۔ اگر سانچہ کو صابن کے محلول میں ڈبویا جاتا ہے تو صابنی پرت بنتی ہے جو تار AB کو سطحی تناؤ کی وجہ سے اندر کی طرف کھینچتی ہے۔ فرض کیجئے کہ سطحی تناؤ کی وجہ سے پیدا ہونے والی قوت F ہے پھر

$$F = (2T)l$$

یہاں 2 کا تعارف اس لئے کروایا گیا کہ اس میں دو آزاد سطحیں پائی جاتی ہیں۔ فرض کیجئے کہ AB کو Δx کے ایک چھوٹے سے فاصلے سے ہٹا کر ایک نیا مقام A'B' پر لایا جاتا ہے۔ چونکہ رقبہ بڑھتا ہے سطحی تناؤ کی وجہ سے پیدا ہونے والی اندرونی قوت کے خلاف کام کیا جانا ضروری ہے۔

کیا گیا کام = قوت × فاصلہ $= (2T\,l)\,(\Delta x)$

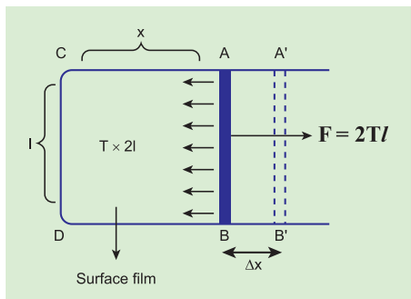
صابنی پرت کے رقبے کا اضافہ

$$\Delta A = (2l)\,(\Delta x) = 2l\,\Delta x$$

چنانچہ

$$\text{سطحی توانائی} = \frac{\text{کیا گیا کام}}{\text{سطحی رقبے کا اضافہ}} = \frac{2Tl\,\Delta x}{2l\,\Delta x} = T \qquad (7.28)$$

لہذا، ایک سطح کی فی اکائی سطحی توانائی، عددی طور پر سطحی تناؤ کے برابر ہوتی ہے۔



خاکہ 7.25۔ ABCD نامی ایک مستطیلی سانچے پر ایک افقی صابنی پرت

نوٹ

یہ یاد رکھنا چاہئے کہ پانی کے ایک قطرے میں صرف ایک آزاد سطح ہوتی ہے۔ چنانچہ ایک کروی قطرہ، جس کا نصف قطر r ہے، اس کا سطحی رقبہ $4\pi r^2$ کے برابر ہوتا ہے جب کہ ایک بلبلہ میں دو آزاد سطحیں ہوتی ہیں اور اس لئے ایک کروی بلبلہ کا سطحی رقبہ $2 \times 4\pi r^2$ کے برابر ہوتا ہے۔

مثال 7.10

فرض کیجئے کہ ایک صابنی بلبلے کی پرت کے رقبے کو $50\ cm^2$ سے $100\ cm^2$ تک بڑھانے کے لئے کیا گیا کام $2.4\times10^{-4}\,J$ ہے۔ صابنی محلول کے سطحی تناؤ کی قیمت دریافت کیجئے

حل:

ایک صابنی بلبلے میں دو آزاد سطحیں ہوتی ہیں، لہذا سطحی رقبہ میں ہونے والا اضافہ

$$\Delta A = A_2 - A_1 = 2(100-50) \times 10^{-4} m^2 = 100 \times 10^{-4} m^2.$$

چونکہ کیا گیا کام یہ ہے $W = T \times \Delta A \Rightarrow T = \frac{W}{\Delta A}$

$$= \frac{2.4\times10^{-4}\,J}{100\times10^{-4}\,m^2} = 2.4\times10^{-2}\,N\,m^{-1}$$

7.5.4 تماسی زاویہ (angle of contact)

جب ایک مائع کی آزاد سطح ایک ٹھوس کے ساتھ مس ہوتی ہے تو پھر اس مائع کی سطح، مس ہونے والے اس نقطے پر منحنی نما ہو جاتی ہے۔ جب بھی مائعوی سطح ایک منحنی بنتی ہے تو پھر ان دو واسطوں (ٹھوس۔ مائع کا آمنا سامنا) کا درمیانی زاویہ نمودار ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر جب ایک شیشے کی تختی پانی میں ڈبوئی جاتی ہے۔ اس طرح سے کہ اس کے دونوں طرف کے حصے عمودی ہوں جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے تو ہم یہ مشاہدہ کر سکتے ہیں کہ پانی تختی تک اٹھا ہوا ہوتا ہے۔ پانی کے بدلے اگر شیشے کی تختی کو پارہ میں ڈبویا جاتا ہے تو اس مرتبہ وہ منحنی ابھری ہوئی ہوتی ہے جیسا کہ خاکہ 7.29 میں بتایا گیا ہے۔

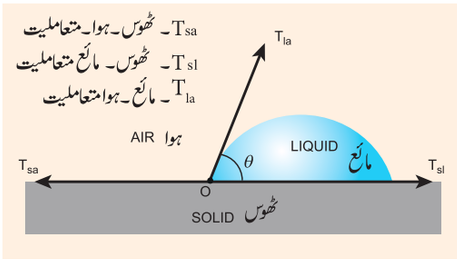
11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:50 PM

مس ہونے والے نقطے پر مائعوی سطح کا مماس اور مائع میں موجود ٹھوس سطح کا درمیانی زاویہ اس ٹھوس اور مائع کے درمیان رابطہ کا زاویہ کہلاتا ہے۔ اسے θ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

ٹھوس اور مائعات کی مختلف جوڑیوں کے آمنے سامنے (interfaces) پر اس کی قیمت مختلف ہوتی ہے۔

درحقیقت یہی وہ عوامل ہے جو یہ طے کرتی ہے کہ آیا ایک مائع، ایک منتخب شدہ ٹھوس شئے پر پھیل جائے گا یا وہ اس پر بوندیں بنالے گا۔

جیسا کہ خاکہ 7.26 میں بتایا گیا ہے، مس ہونے والا نقطہ ' O ' کے لحاظ سے اور T_{sa}، T_{sl} اور T_{la} اندرونی سطحوں کے سطحی تناؤ کی بالترتیب قوتوں کے لحاظ سے مائع۔ ہوا، ٹھوس۔ ہوا اور ٹھوس۔ مائع جیسے تین متعاملات کا آمنا سامنا تصور کیجئے۔



خاکہ 7.26 ایک مائع کا تماسی زاویہ

چونکہ وہ مائع توازنت کے تحت مستحکم ہوتا ہے، تینوں متعاملات کی درمیانی، سطحی تناؤ کی قوتیں بھی توازنت پر ہونا چاہئے، چنانچہ

$$T_{sa} = T_{la}\cos\theta + T_{sl} \Rightarrow \cos\theta = \frac{T_{sa} - T_{sl}}{T_{la}} \quad (7.29)$$

اوپر کی مساوات کی مدد سے تین صورت حال ممکن ہو سکتے ہیں جو مندرجۂ ذیل میں بحث کئے گئے ہیں۔

(i) اگر $T_{sa} > T_{sl}$ اور $T_{sa} - T_{sl} > 0$ (پانی۔ پلاسٹک متعاملیت)، تو پھر، تماسی زاویہ، زاویہ منفرجہ سے کم ہوتا ہے (θ، $90°$ سے کم) کیونکہ $\cos\theta$ مثبت ہے۔

(ii) اگر $T_{sa} < T_{sl}$ اور $T_{sa} - T_{sl} < 0$ ہو (پانی۔ پتہ آمیسی متعاملیت) تو پھر زاویہ رابطہ O حادۃ الزاویہ ہوگا (θ، $180°$ سے کم) چونکہ $\cos\theta$ منفی ہے۔

(iii) اگر $T_{sa} > T_{la} + T_{sl}$ ، ہو تو پھر وہاں توازنت قائم نہ ہوتی اور وہ مائع ٹھوس پر پھیل جائے گا۔

چنانچہ ٹھوس۔ مائع کے باہمی متعاملیت کا درمیانی زاویۂ رابطہ کا تصور حقیقی زندگی میں چند استعمالات فراہم کرتا ہے۔ مثال کے طور پر صابن اور مصفے گیلے کرنے والے عوامل ہیں۔ جب وہ مائعوی محلول میں ملائے جاتے ہیں تو وہ رابطے کے زاویئے کو کم کرنے کی کوشش کرتے ہیں اور اس کے نتیجے میں وہ کپڑوں کے اندرونی حصوں میں بہت اندر تک داخل ہوتے ہیں اور میل کچیل دور کرتے ہیں۔ دوسری طرف، عمارت کے باہر کی طرف واٹر پروف والے پینٹ لگائے جاتے ہیں تا کہ وہ بارش کے دوران پانی اور رنگ شدہ سطح کے درمیان زاویۂ رابطہ کو بڑھا سکے۔

7.5.5 ایک مائعوی قطرہ، صابنی بلبلہ اور ہوا کے بلبلے میں موجود اضافی دباؤ
(Excess of Pressure inside a liquid Drop, a soap bubble and an air bubble)

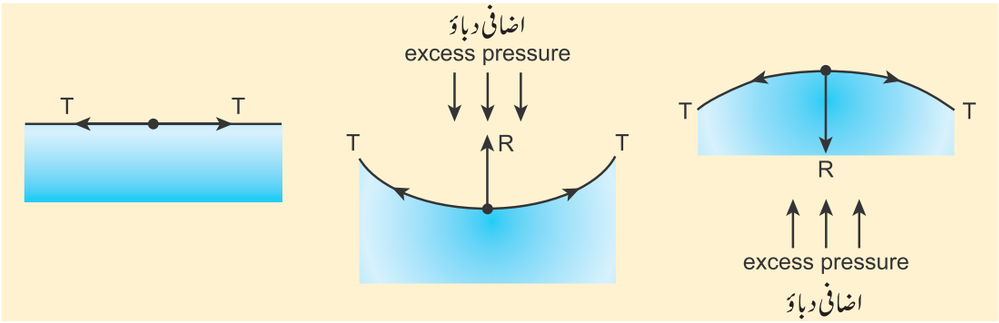
جیسا کہ پہلے بیان کیا جا چکا کہ جب ایک مائع کی آزاد سطح ایک ٹھوس کے ساتھ تعلق قائم کرتی ہے تو وہ سطح منحنی نما بن جاتی ہے۔ مائع۔ ہوا (یا) مائع۔ گیس کے آمیسی تعلق کے لحاظ سے، متعاملیتی سطحی تناؤ کی قدر متغیر ہوتی ہے بالفاظ دیگر سطحی تناؤ کے عمل کی وجہ سے اوپر بتائے گئے آمیسی تعلقات میں توانائی پائی جاتی ہے اور ایک دئے گئے حجم کے لئے، اس سطح میں ایک اقل ترین رقبہ کے ساتھ ایک کم ترین توانائی ہوگی اسی وجہ سے مائعوی قطرہ کروی بن جاتا ہے۔

(چھوٹے نصف قطر کے لئے)

جب مائع کی آزاد سطح منحنی نما ہوتی ہے تو سطح کے اندونی طرف اور بیرونی طرف کے درمیان دباؤ کا فرق پایا جاتا ہے (خاکہ 7.27)

i) جب مائعوی سطح سیدھی (مسطح) ہوتی ہے تو سطحی تناؤ (T,T) کی وجہ سے بننے والی قوتیں مخالف سمتوں میں مائعوی سطح کے مماسی طور پر عمل پیرا ہوتی ہیں۔ لہذا، سالمے پر مجموعی قوت صفر ہوتی ہے۔ چنانچہ ایک

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:50 PM



خاکہ 7.27 ایک مائعوی سطح کے آر پار اضافی دباؤ

مسطح مائعوی سطح کے معاملے میں، مائع کی طرف پر موجود دباؤ بخارات کی طرف موجود دباؤ کے برابر ہوگا۔

(ii) جب مائع کی سطح منحنی نما ہوتی ہے تو مائعوی سطح پر موجود ہر سالمہ، سطح کے مماس کے تحت بننے والے سطحی تناؤ کی وجہ سے (F_T، F_T) قوتیں محسوس کرتا ہے۔ ان قوتوں کو مستطیل نما اجزاء کے طور پر مشتمل کرنے پر، ہم دیکھ سکتے ہیں، افقی اجزاء ایک دوسرے کو منقطع کر دیتے ہیں جب کہ عمودی اجزاء، جمع ہونے لگتے ہیں چنانچہ، سطح کی عمودی مجموعی قوت، مائع کی منحنی سطح پر عمل پیرا ہوتی ہے۔ اسی طرح ایک محدب سطح کے لئے، مجموعی قوت انحنا کے مرکز کی طرف رخ کرتی ہے۔

جب کہ ایک مقعر سطح کے لئے مجموعی قوت انحنا کے مرکز کی طرف سے باہر کی طرف رخ کرتی ہے۔ لہذا، توازنت میں موجود ایک منحنی نما مائعوی سطح کے لئے اس کے محدب حصے پر موجود دباؤ کے مقابلے میں اس کے مقعر حصے پر موجود دباؤ زیادہ ہوتا ہے۔

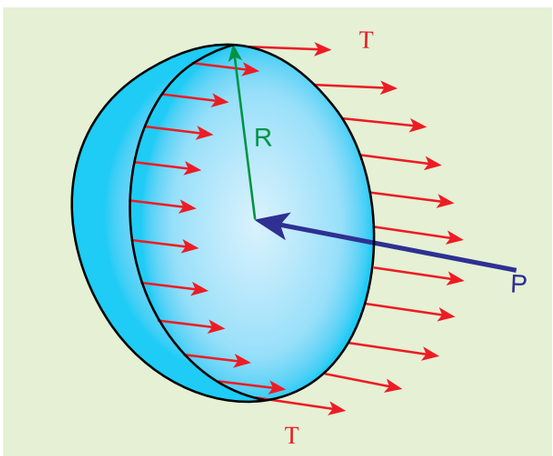
ایک بلبلے کے اندر اور مائعوی قطرے کے اندر موجود اضافی دباؤ:

سطحی تناؤ کی قوتوں کی وجہ سے چھوٹے بلبلے اور مائعوی قطرے کروی ہوتے ہیں، مجموعی اثر کی وجہ سے ایک بلبلہ یا ایک مائعوی قطرے کی نہ ٹوٹنے پھوٹنے کی حقیقت، اس بات کی طرف اشارہ کرتی ہے کہ ایک بلبلہ یا ایک قطرے کے اندر موجود دباؤ، باہر کے دباؤ سے زیادہ ہوتا ہے۔

1) ایک مائع میں موجود ہوائی بلبلہ کا اضافی دباؤ :

T سطحی تناؤ رکھنے والے ایک مائع کے اندر R نصف قطر والے ایک ہوائی بلبلے کا تصور کیجئے جیسا کہ خاکہ 7.28(a) میں بتایا گیا ہے۔ فرض کیجئے کہ P_1 اور P_2 ہوائی بلبلے کے بالترتیب اندرونی اور بیرونی دباؤ ہیں۔ اب ہوائی بلبلے کا اندرونی ضافی دباؤ یہ ہے۔

$$\Delta P = P_2 - P_1$$



خاکہ 7. 28(a) ہوائی بلبلہ

ہوائی بلبلہ کے اندر موجود اضافی دباؤ کا پتہ لگانے کے لئے، آیئے ہم اس ہوائی بلبلہ پر عمل کرنے والی قوتوں پر غور کریں۔ بلبلے کے نصف کروی حصے کے لئے اس پر عمل پیرا ہونے والی قوتوں کا لحاظ کرتے ہوئے ہم حاصل کرتے ہیں۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:51 PM

(i) رم کے لمبائی $2\pi R$ کے اطراف داہنی طرف عمل پیرا ہونے والے سطحی تناؤ کی وجہ سے پیدا ہونے والی قوت یہ ہے ۔

$$F_T = 2\pi RT$$

(ii) بیرونی دباؤ P_1 کی وجہ سے بننے والی قوت، جو ترچھی سطحی رقبہ πR^2 کے اطراف داہنے طرف عمل پیرا ہوتی ہے ۔

$$F_{P1} = P_1\pi R^2$$

(iii) بلبلے کے اندر P_2 دباؤ کی وجہ سے پیدا ہونے والی قوت جو بائیں طرف عمل کرتی ہے وہ یہ ہے ۔ $F_{P_2} = P_2\pi R^2$

چونکہ ہوا کا دباؤ، ان قوتوں کے عمل کی وجہ سے توازنی حالت میں ہوتا ہے،

$$F_{P_2} = F_T + F_{P_1}$$

$$P_2\pi R^2 = 2\pi RT + P_1\pi R^2$$

$$\Rightarrow (P_2 - P_1)\pi R^2 = 2\pi RT$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{2T}{R} \quad (7.30)$$ اضافی دباؤ یہ ہے ۔

(2) ایک صابنی بلبلے کے اندر موجود اضافی دباؤ :

R نصف قطر والے ایک صابنی بلبلے کا تصور کیجئے اور فرض کیجئے کہ اس صابنی بلبلے کا سطحی تناؤ T ہے جیسا کہ خاکہ 7.28(b) میں تایا گیا ہے ۔ صابن کے ایک بلبلے میں ہوا سے تعلق جوڑنے والی دو مائعوی سطحیں ہوتی ہیں جس میں سے ایک سطح بلبلے کے اندر ہوتی ہے اور دوسری سطح بلبلے کے باہر کی طرف ہوتی ہے چنانچہ سطحی تناؤ کی وجہ سے صابنی بلبلے پر بننے والی قوت $2\times 2\pi RT$ ہے ۔ صابنی بلبلے پر عمل پیرا ہونے والی مختلف قوتیں یہ ہیں ۔

(i) سطحی تناؤ کی وجہ سے داہنی طرف بننے والی قوت

$$F_T = 4\pi RT$$

(ii) بیرونی دباؤ کی وجہ سے داہنی طرف سے پیدا ہونے والی قوت

$$F_{P_1} = P_1\pi R^2$$

(iii) اندرونی دباؤ کی وجہ سے بائیں طرف سے پیدا ہونے والی قوت

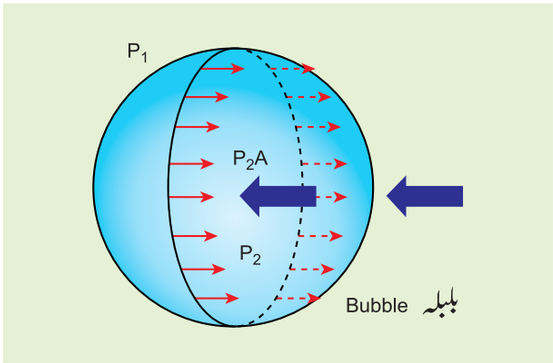
$$F_{P_2} = P_2\pi R^2$$

چونکہ وہ بلبلہ توازنت پر ہوتا ہے ۔ $F_{P_2} = F_T + F_{P_1}$

$$P_2\pi R^2 = 4\pi RT + P_1\pi R^2$$

$$\Rightarrow (P_2 - P_1)\pi R^2 = 4\pi RT$$

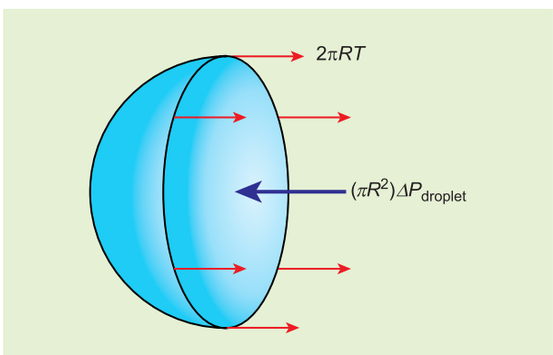
$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{4T}{R} \quad (7.31)$$ اضافی دباؤ یہ ہے



خاکہ 7.28(b) صابن کا بلبلہ

(3) پانی کے بلبلے کے اندر اضافی دباؤ:

R نصف قطر والے ایک مائعوی قطرے کا تصور کیجئے اور فرض کیجئے کہ اس مائع کا سطحی تناؤ T ہے جیسا کہ 7.28(c) میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 7.28(c) مائعوی قطرہ

مائعوی قطرے پر عمل پیرا ہونے والی مختلف قوتیں یہ ہیں

(i) سطحی تناؤ کی وجہ سے داہنی طرف سے بننے والی قوت $F_T = 2\pi RT$

(ii) بیرونی دباؤ کی وجہ سے داہنی طرف سے بننے والی قوت

$$F_{P_1} = P_1\pi R^2$$

(iii) اندرونی دباؤ کی وجہ سے بائیں طرف سے بننے والی قوت

$$F_{P_2} = P_2\pi R^2$$

چونکہ وہ بلبلہ توازنت پر ہوتا ہے $F_{P_2} = F_T + F_{P_1}$

$$P_2\pi R^2 = 2\pi RT + P_1\pi R^2$$

$$\Rightarrow (P_2 - P_1)\pi R^2 = 2\pi RT$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{2T}{R} \quad (7.32)$$ اضافی دباؤ یہ ہے

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:51 PM

کیا تم جانتے ہو؟

ایک مائعوی قطرے کا نصف قطر جتنا چھوٹا ہوتا ہے اس قطرے کا اندرونی دباؤ اتنا ہی زیادہ ہوتا ہے ۔اسی اندرونی اضافی دباؤ کی وجہ سے، کہر کے چھوٹے قطرے ٹھوس کی مانند برتاؤ کرنے کے قابل ہوتے ہیں۔

جب ice skater ، برف کی سطح پر کھسکتے ہیں ، Skates کے نوکیلے کناروں کی وجہ سے برف کا کچھ حصہ پگھلنے لگتا ہے، پانی کے وہ چھوٹے قطرے سخت بال بیرنگ (Ball - bearings) کی طرح برتاؤ کرتے ہیں اور اسکیٹر کو ملائم طور پر پھسلنے میں مدد کرتے ہیں۔

مثال 7.11 :

اگر 4mm اونچائی والے تیل کے ایک مینار (0.8 نوعی کثافت کے ساتھ) کے ذریعہ اضافی دباؤ کی توازنت کی جاتی ہو، جہاں R=2.0cm ہے،اس صابنی بلبلے کا سطحی تناؤ معلوم کیجئے۔

حل :

صابنی نقطے کا اندرونی اضافی دباؤ یہ ہے۔

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{4T}{R}$$

مگر

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho gh \Rightarrow \rho gh = \frac{4T}{R}$$

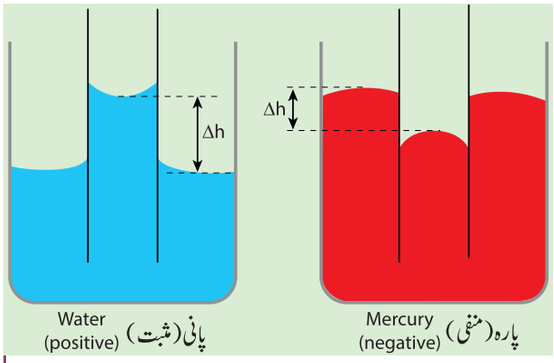
$\Rightarrow$ سطحی تناؤ

$$T = \frac{\rho ghR}{4} = \frac{(800)(9.8)(4\times10^{-3})(2\times10^{-2})}{4} =$$

$$T = 15.68\times10^{-2}\,N\,m^{-1}$$

7.5.6 شعریت : (Capillarity)

لفظ Capilla لاطینی لفظ ہے جس کے معنی بال کے ہیں ۔اگر نالیاں بال کی مانند باریک ہوں تو ان میں چڑھاؤ (rise) بہت زیادہ ہوتا ہے ۔اس کا مطلب یہ ہے کہ وہ نالی جس کا قطر بہت چھوٹا ہو، شعریانی (Capillary) نالی کہلاتی ہے ۔ جب شیشے کی ایک شعریانی نالی جو دونوں طرف سے کھلی ہو، عمودی طور پر پانی میں ڈبوئی جاتی ہے تو نالی میں موجود پانی، برتن میں موجود پانی کی سطح سے اوپر چڑھا ہوا ہوتا ہے۔ پارہ کے معاملے میں برتن میں موجود پارہ کی سطح سے نالی میں موجود پارہ نیچے اترا ہوا ہوتا ہے (خاکہ 7.2.9 میں بتایا گیا ہے) ایک مائع میں جس کا زاویۂ رابطہ ٹھوس کے ساتھ 90° سے کم ہو، شعریانی چڑھاؤ capillary rise سے دوچار ہوتا ہے، دوسری طرف ایک مائع میں جس کا زاویۂ رابطہ ٹھوس کے ساتھ 90° سے زیادہ ہو، شعریانی اتار capillary fall سے دوچار ہوتا ہے (جدول 7.4) ایک باریک نالی میں ایک مائع کا اتار یا چڑھاؤ، شعریت یا شعریانی عمل (Capi llarity or capillary action) کہلاتا ہے۔شعریانی نالی کے قطر کے اعتبار سے مائع مختلف اونچائیوں تک چڑھتا یا اترتا ہے

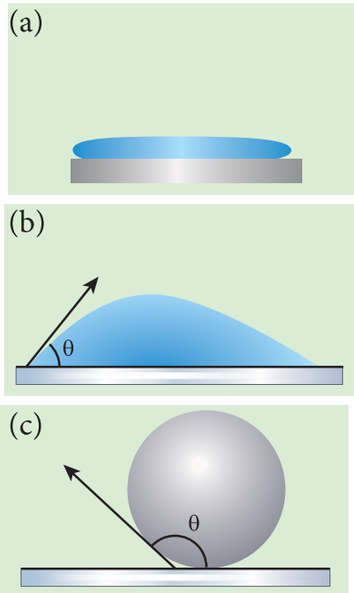


خاکہ 7.29 شعریانی چڑھاؤ یا اتار

جدول 7.4 شعریانی چڑھاؤ یا اتار

شعریانی نالی میں مائع کا چڑھاؤ یا اتار Rise or fall of liquid in the capillary tube	ہلال Meniscus	گیلے پن کا درجہ Degree of wetting	اتصالی قوت کی طاقت Adhesive force	چپکنے والی قوت کی طاقت Cohesive force	تماسی زاویہ Contact angle
نہ اوپر چڑھتا ہے نہ نیچے اترتا ہے	مستوی	درست گیلا پن	طاقتور	کمزور	θ=0 (A)
مائع کا چڑھاؤ	مقعر	اعلیٰ	طاقتور	کمزور	θ<90 (B)
مائع کا اتار	محدب	ادنیٰ	کمزور	طاقتور	θ>90 (C)

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:52 PM



خاکہ 7.30 (a) چاندی کی سطح پر پانی (b) شیشے کی تختی پر پانی (c) شیشہ پر پارہ

شعریت (Capillarity) کے عملی استعمالات

- شعریانی عمل کی وجہ سے، ایک جلتے ہوئے چراغ کے اندر بتی میں تیل اوپر چڑھتا ہے اس طرح ایک پودے کی جڑوں سے اس کے پتوں اور شاخوں تک رس بھی چڑھا کرتا ہے۔
- ایک سیاہی چوس کاغذ کے ذریعہ سیاہی کا انجذاب
- آنکھوں کے آنسوؤں کے مستقل طور پر سوکھنے سے بچانے کے لئے بھی شعریانی عمل بڑی اہمیت رکھتا ہے۔
- موسم گرما میں سوتی لباس کو ترجیح دی جاتی ہے کیونکہ سوتی لباسوں میں باریک سوراخیں ہوتے ہیں جو پسینے کے لئے شعریانوں کے طور پر کام کرتے ہیں۔

7.5.7 شعریانی چڑھاؤ کے طریقے سے سطحی تناؤ
(Surface Tension by capillary Rise Method)

ایک منحنی نما، مائع ۔ ہوا کی درمیانی سطح ہی ایک باریک نالی میں پانی کے چڑھنے کا بنیادی سبب ہے (جاذبیت کا اثر نظر انداز کر دیا جاتا ہے) بہت باریک نالیوں کے معاملے میں تو شعریانی چڑھاؤ بہت ہی واضح ہوتا ہے مگر یہ عمل سطحی تناؤ کی قوت کا نتیجہ ہے۔ شعریانی چڑھاؤ (h) اور سطحی تناؤ (T) کا درمیانی تعلق حاصل کرنے کے لئے، ایک شعریانی نالی کا تصور کیجئے جو ایک پانی کے بیکر میں عمودی طور پر رکھی گئی ہو۔ سطحی تناؤ کی وجہ سے شعریانی نالی میں ایک اونچائی h تک پانی اوپر چڑھتا ہے (خاکہ 7.31)

سطحی تناؤ کی قوت (F_T)، رابطے کے نقطے پر مماس کے تحت نیچے کی جانب عمل پیرا ہوتی ہے اور اس کی ردعملی قوت اوپر کی جانب عمل پیرا ہوتی ہے۔ سطحی تناؤ T کو دو اجزاء پر مشتمل کیا جاتا ہے۔

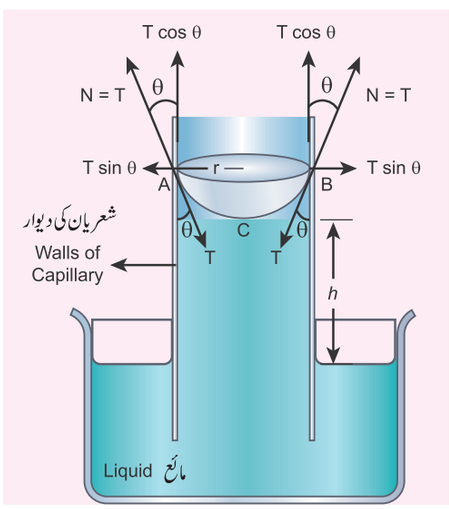
(i) افقی جزو $T\sin\theta$ اور (ii) عمودی جزو $T\cos\theta$ جو ہلال کے کل احاطے کے تحت مکمل، اوپر کی جانب عمل پیرا ہوتا ہے۔

کل اوپری جانب قوت

$$= (T\cos\theta)\,(2\pi r) = 2\pi r T\cos\theta$$

جس میں θ تماسی زاویہ، نالی کا نصف قطر r ہے۔ فرض کیجئے کہ پانی کی کثافت ρ ہے اور نالی کے اندر مائع کے چڑھنے کی اونچائی h ہے، تو

$$\begin{pmatrix}\text{نالی میں پانی کی}\\ \text{قطار کا حجم، V}\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}\text{r نصف قطر اور h اونچائی}\\ \text{والے پانی کے قطار کا حجم}\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}\text{r نصف قطر اور h اونچائی والے پانی کا حجم}\\ -\ \text{r نصف قطر والے نصف کرہ کا حجم}\end{pmatrix}$$



خاکہ 7.3.1 سطحی تناؤ کے ذریعہ شعریانی چڑھاؤ

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:52 PM

$$V = \pi r^2 h + \left(\pi r^2 \times r - \frac{2}{3}\pi r^3\right) \Rightarrow V = \pi r^2 h + \frac{1}{3}\pi r^3$$

اوپری جانبی قوت، آزاد سطح کے اوپر موجود پانی کے قطار کے وزن کو سہارا دیتی ہے، چنانچہ

$$2\pi r T\cos\theta = \pi r^2\left(h+\frac{1}{3}r\right)\rho g \Rightarrow T = \frac{r\left(h+\frac{1}{3}r\right)\rho g}{2\cos\theta}$$

اگر شعریان، ایک بہترین نصف قطر والی نالی (یعنی بہت چھوٹے نصف قطر والی) ہو تو پھر $\frac{r}{3}$ کو اس کی اونچائی h کے مقابلے میں نظر انداز کر دیا جا سکتا ہے چنانچہ

$$T = \frac{r\rho g h}{2\cos\theta} \qquad (7.33)$$

مائع ایک اونچائی h کے ذریعہ چڑھتا ہے

$$h = \frac{2T\cos\theta}{r\rho g} \Rightarrow h \propto \frac{1}{r} \qquad (7.34)$$

اس سے پتہ چلتا ہے کہ شعریانی چڑھاؤ (h)، نالی کے نصف قطر (r) کی بلا راست تناسب میں ہوتا ہے۔ یعنی نالی کا نصف قطر جس قدر چھوٹا ہوگا، شعریت اتنی ہی زیادہ ہوگی۔

مثال 7.12

ایک شعریانی نالی میں پانی 2.0cm تک چڑھتا ہے۔ اگر ایک اور شعریانی نالی کا نصف قطر پہلی نالی کے مقابلے میں ایک تہائی ہو تو اس میں پانی کی اونچائی کیا ہوگی؟

حل: مساوات (7.34) کی مدد سے ہم رکھتے ہیں

$$h \propto \frac{1}{r} \Rightarrow hr = \text{مستقلہ}$$

دو شعریانی نالیوں کا تصور کیجئے جن کے نصف قطر بالترتیب r_1 اور r_2 ہیں جو ایک مائع میں رکھے گئے ہیں، شعریت بالترتیب h_1 اور h_2 تک ہوتی ہے۔ پھر

$$h_1 r_1 = h_2 r_2 = \text{مستقلہ}$$

$$\Rightarrow h_2 = \frac{h_1 r_1}{r_2} = \frac{\left(2\times10^{-2}m\right)\times r}{\frac{r}{3}} \Rightarrow h_2 = 6\times10^{-2}\text{m}$$

مثال 7.13

چونے کے شیشے (Sodalime glass) کے ساتھ پارہ 140° رابطہ کا زاویہ بناتا ہے۔ اسی شیشے سے بنی ایک باریک نالی جس کا نصف قطر 2mm ہے، پارہ سے بھرے ہوئے ایک برتن میں ڈبوئی جاتی ہے۔ اس نالی کے اندر پارہ کی سطح بیرونی سطح کے مقابلے میں کتنی گہرائی تک نیچے اتری ہوگی؟

پارہ کا سطحی تناؤ $T = 0.456\ \text{N m}^{-1}$

پارہ کی کثافت $\rho = 13.6\times10^3\ \text{kg m}^{-3}$

حل: شعریانی گھٹاؤ $\cos140 = \cos(90+50)$

$-\sin50 = -0.7660$

$$h = \frac{2T\cos\theta}{r\rho g} = \frac{2\times(0.456\,N\,m^{-1})(\cos140^0)}{(2\times10^{-3}m)(13.6\times10^3)(9.8\,ms^{-2})}$$

$$= \frac{2\times0.456\times(-0.7660)}{2\times13.6\times9.8}$$

$$= \frac{-0.6986}{266.56} = -2.62\times10^{-3}m$$

جہاں منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ یہاں شیشہ کی نالی میں پارہ کا گراؤ (پارہ اندر اترا ہوا ہے) واقع ہوا ہے۔

7.5.8 سطحی تناؤ کے استعمالات :

- مچھر پانی کی سطح پر انڈے دیتے ہیں۔ پانی کے سطحی تناؤ کو کم کرنے کے لئے تیل کی ایک چھوٹی سی مقدار ڈالی جاتی ہے اس سے پانی کی سطح کی لچکدار پرت ٹوٹ جاتی ہے اور انڈے بہہ کر مر جاتے ہیں۔
- کیمیائی انجینئروں کو چاہئے کہ وہ مائع کے سطحی تناؤ کو اس حد تک درست کرے کہ وہ مطلوبہ جسامت کے قطرے بنا سکے تاکہ وہ داغ دار کئے بغیر سطح سے چپک سکے۔ اس طریقۂ کار کو desktop printing میں آٹو موبائل اور دیگر آلائشی آلات میں استعمال کیا جاتا ہے۔
- کپڑے دھوتے وقت جب مصفوں کو گرم پانی میں ملایا جاتا ہے تو سطحی تناؤ کم ہونے کی وجہ سے میل کچیل کے دھبے آسانی سے نکل جاتے ہیں۔
- ایک کپڑے کو، اس کے ساتھ واٹر پروف شئے (موم) ملا کر واٹر پروف کپڑا بنایا جا سکتا ہے۔ اس سے رابطہ کا زاویہ بڑھ جاتا ہے۔

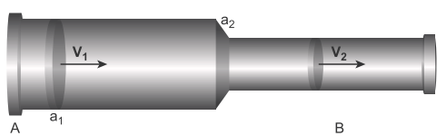
11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:52 PM

7.6 برنولی کا نظریہ (Bernoulli's Theorem)

7.6.1 تسلسل کی مساوات (Equation of continuity)

ایک نالی کے ذریعہ ہونے والے کثیر بہاؤ کی شرح سے متعلق بحث کرنے کے لئے یہ تصور کرنا ضروری ہے کہ سیالیات کا بہاؤ مستقل (Steady) ہے۔سیال مادہ کا بہاؤ اس وقت مستقل کہلاتا ہے جب اگر کسی دئے گئے نقطے پر، ہر گذرنے والی سیالی ذرہ کی سمتی رفتار وقت کے لحاظ سے مستقل ہو۔اس صورت حال کے تحت، سیال کے ذریعہ طے کیا جانے والا راستہ نہر نما ہوتا ہے۔

مختلف ترچھی سطحی رقبہ a_1 اور a_2 رکھنے والی ایک نالی AB کا تصور کیجئے اس طرح کہ $a_1 > a_2$ ہو۔اس نالی کے ذریعہ ایک غیر لزوجی اور غیر داب پذیر مائع اس طرح بہتا ہے کہ a_1 اور a_2 رقبوں میں اس کی سمتی رفتاریں بالترتیب v_1 اور v_2 ہیں، جیسا کہ خاکہ 7.32 میں بتایا گیا ہے



خاکہ 7.32 متغیر ترچھی سطحوں والی ایک نالی کے ذریعہ سیال کا ہموار بہاؤ

فرض کیجئے کہ m_1، وقت Δt میں حصہ A کے ذریعے سیال مادہ کی کمیت $m_1 = (a_1 v_1 \Delta t)\,\rho$ ہے۔

فرض کیجئے کہ m_2، وقت Δt میں حصہ B کے ذریعہ بہنے والے سیال مادے کی کمیت $m_2 = (a_2 v_2 \Delta t)\,\rho$ ہے۔

ایک غیر داب پذیر مائع کے لئے، کمیت بقائی ہوتی ہے

$$m_1 = m_2$$

$$a_1 v_1 \Delta t\,\rho = a_2 v_2 \Delta t\,\rho$$

$$a_1 v_1 = a_2 v_2 \Rightarrow a\,v = \text{مستقلہ} \qquad (7.35)$$

یہ مساوات تسلسل کی مساوات کہلاتی ہے اور یہ سیالیات کے بہاؤ میں کمیت کی بقا کا ایک بیان ہے، عموماً av=مستقلہ ہے، جس کا مطلب یہ ہے کہ بہاؤ کا حجم (Volume flux) یا بہاؤ کی شرح، نالی کے ذریعہ مستقل رہتی ہے۔بالفاظ دیگر، ترچھی سطحی رقبہ جتنا کم ہوگا۔سیال کی سمتی رفتار اتنی ہی زیادہ ہوگی۔

مثال 7.14

ایک عام بالغ شخص میں aorta (نصف قطر r=0.8cm) کے ذریعہ خون کے بہاؤ کی اوسط رفتار $0.33\ \text{ms}^{-1}$ ہے۔خون aorta سے بڑی شریانوں میں جاتا ہے جن کی تعداد 30 ہے جن میں ہر ایک کا نصف قطر 0.4 سم ہے۔شریانوں کے ذریعہ خون کے بہاؤ کی رفتار معلوم کیجئے۔

حل:

$$a_1 v_1 = 30\, a_2 v_2 \Rightarrow \pi r_1^2 v_1 = 30\,\pi r_2^2 v_2$$

$$v_2 = \frac{1}{30}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 v_1$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{1}{30}\times\left(\frac{0.8\times10^{-2}\,\text{m}}{0.4\times10^{-2}\,\text{m}}\right)^2\times(0.33\,\text{ms}^{-1})$$

$$v_2 = 0.044\ \text{m s}^{-1}$$

7.6.2 مائعات کا دباؤ اور ان کی فعلی اور توانائی بالقواہ

مستقل بہاؤ والے ایک مائع میں تین قسم کی توانائیاں ہوتی ہیں وہ بالترتیب یہ ہیں (1) توانائی بالفعل (2) توانائی بالقواہ (3) دباؤ کی توانائی

(i) توانائی بالفعل : v سمتی رفتار کے ساتھ حرکت کرنے والی، m کمیت والے ایک مائع کی توانائی بالفعل یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

فی اکائی کمیت توانائی بالفعل یہ ہے

$$\frac{KE}{m} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{m} = \frac{1}{2}v^2$$

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:53 PM

اسی طرح فی اکائی حجم توانائی بالفعل یہ ہے۔

$$= \frac{KE}{\text{حجم}} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{V} = \frac{1}{2}\left(\frac{m}{V}\right)v^2 = \frac{1}{2}\rho v^2$$

(ii) **توانائی بالقواہ :** زمینی سطح کے اوپر ایک اونچائی h پر m کمیت والے ایک مائع کی توانائی بالقواہ یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$PE = mgh$$

فی اکائی کمیت توانائی بالقواہ یوں پیش کی جاتی ہے

$$= \frac{PE}{m} = \frac{mgh}{m} = gh$$

اسی طرح فی اکائی حجم توانائی بالقواہ یوں پیش کی جاتی ہے

$$\text{حجم} = \frac{PE}{\text{حجم}} = \frac{mgh}{V} = \left(\frac{m}{V}\right)gh = \rho gh$$

(iii) **دباؤ کی توانائی :** یہ اسی سیال مادہ پر دباؤ ڈال کر اسی سیال مادے سے حاصل کی جانے والی توانائی ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ

$$\text{دباؤ} = \frac{\text{قوت}}{\text{رقبہ}} \Rightarrow \text{قوت} = \text{دباؤ} \times \text{رقبہ}$$

$$F \times d = (P\,A) \times d = P\,(A \times d)$$

$$\Rightarrow F \times d = \mathrm{W} = \mathrm{P\,V} = \text{دباؤ کی توانائی}$$

چنانچہ، دباؤ کی توانائی $E_p = PV$ ہے۔

فی اکائی کمیت دباؤ کی توانائی =

$$\frac{E_p}{m} = \frac{\mathrm{PV}}{m} = \frac{\mathrm{P}}{\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{V}}} = \frac{\mathrm{P}}{\rho}$$

اسی طرح فی اکائی حجم دباؤ کی توانائی

$$\text{حجم} = \frac{E_p}{\text{حجم}} = \frac{PV}{V} = P$$

7.6.3 برنولی کا نظریہ اور اس کی استعمالات
(Bernoulli's theorem and its applications)

1738 میں سوئزرلینڈ کے سائنسدان Daniel Bernoulli نے متغیر تر چھے رقبے والی ایک نالی کے ذریعہ بہنے والے سیال مادہ کے لئے ایک تعلق قائم کیا۔ انہوں نے کلیہ بقائے توانائی کی بنیاد پر ایک مائع کے ہموار بہاؤ کے لئے ایک نظریہ پیش کیا۔

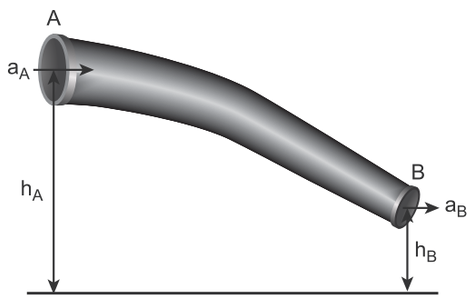
برنولی کا نظریہ : (Bernoulli's theorem)

برنولی کے نظریئے کے مطابق، ایک ہموار بہاؤ میں ایک غیر دباب پذیر، غیر لزوجی سیال مادہ کی ایک اکائی کمیت میں دباؤ کی توانائی، توانائی بالفعل اور توانائی بالقواہ کا حاصل جمع مستقل ہی رہتا ہے۔ ریاضی طور پر

$$\frac{P}{\rho} + \frac{1}{2}v^2 + gh = \text{مستقلہ} \qquad (7.36)$$

اسے برنولی کی مساوات کہتے ہیں۔

ثبوت :



خاکہ 7.33۔ ایک نالی AB کے ذریعہ مائع کا بہاؤ

آیئے ہم تصور کریں کہ ایک نالی AB کے ذریعہ مائع کا بہاؤ ہو رہا ہے جیسا کہ خاکہ 7.33 میں بتایا گیا ہے۔ فرض کیجئے کہ مائع کا حجم V ہے جب وہ t وقت میں A میں داخل ہوتا ہے جو اسی وقت میں B کو چھوڑنے والے مائع کے حجم کے برابر ہوتا ہے۔ فرض کیجئے کہ a_A، v_A اور P_A، مائع کے ذریعہ A پر بالترتیب، نالی کا ترچھی سطحی رقبہ، مائع کی سمتی رفتار اور مائع سے برآمد ہونے والا دباؤ ہو۔

فرض کیجئے کہ A پر مائع سے برآمد ہونے والی قوت یہ ہے

$$F_A = P_A a_A$$

t وقت میں مائع سے طے کیا جانے والا فاصلہ یہ ہے

$$d = v_A\, t$$

چنانچہ کیا گیا کام یہ ہے

$$W = F_A d = P_A a_A v_A\, t$$

مگر $V = a_A d$، $a_A v_A t =$ A پر داخل ہونے والے مائع کا حجم

لہذا، کیا گیا کام ہی دباؤ کی توانائی ہے (A پر)،

$$(\text{at } A), \quad W = F_A d = P_A V$$

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:53 PM

A پر فی اکائی حجم دباؤ کی توانائی

$$\frac{\text{دباؤ کی توانائی}}{\text{حجم}} = \frac{P_A V}{V} = P_A$$

A پر فی اکائی کمیت

$$\frac{\text{دباؤ کی توانائی}}{\text{کمیت}} = \frac{P_A V}{m} = \frac{P_A}{\frac{m}{V}} = \frac{P_A}{\rho}$$

چونکہ ایک دئے گئے وقت میں A پر داخل ہونے والے مائع کی کمیت m ہے۔ چنانچہ A پر مائع کے دباؤ کی توانائی یہ ہے ۔

$$E_{PA} = P_A V = P_A V \times \left(\frac{m}{m}\right) = m\frac{P_A}{\rho}$$

A پر مائع کی توانائی بالقواہ یہ ہے

$$PE_A = mg\,h_A,$$

مائع کے بہاؤ کی وجہ سے A پر مائع کے دباؤ کی توانائی بالفعل یہ ہے

$$KE_A = \frac{1}{2} m\, v_A^2$$

لہذا مائع کے بہاؤ کی وجہ سے A پر کل قوت یہ ہے

$$E_A = E_{PA} + KE_A + PE_A$$

$$E_A = m\frac{P_A}{\rho} + \frac{1}{2} m v_A^2 + mg\,h_A$$

اسی طرح فرض کیجئے کہ a_B ، v_B اور P_B ، مائع کے ذریعہ B پر بالترتیب ، نالی کا ترچھی سطحی رقبہ، مائع کی سمتی رفتار اور مائع سے برآمد ہونے والا دباؤ ہے۔ E_B پر کل توانائی کا محاسبہ کرتے ہوئے، ہم حاصل کرتے ہیں ۔

$$E_B = m\frac{P_B}{\rho} + \frac{1}{2} m v_B^2 + mg\,h_B$$

کلیہ بقائے توانائی کے کلیہ کی مدد سے

$$E_A = E_B$$

$$m\frac{P_A}{\rho} + \frac{1}{2} m v_A^2 + mg\,h_A = m\frac{P_B}{\rho} + \frac{1}{2} m v_B^2 + mg\,h_B$$

$$\frac{P_A}{\rho} + \frac{1}{2} v_A^2 + g\,h_A = \frac{P_B}{\rho} + \frac{1}{2} v_B^2 + g\,h_B = \text{مستقلہ}$$

لہذا اوپر کی مساوات کو اس طرح لکھا جاسکتا ہے

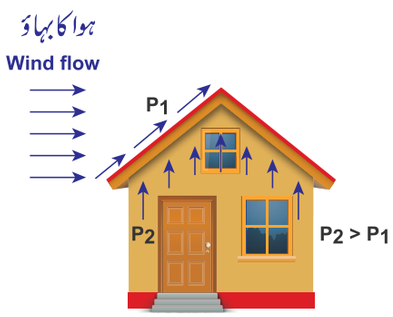
$$\frac{P}{\rho g} + \frac{1}{2}\frac{v^2}{g} + h = \text{مستقلہ}$$

اوپر کی مساوات کلیہ بقائے توانائی کا نتیجہ یہ ہے جو اس وقت تک درست ہے جب تک کہ وہاں رگڑ کی وجہ سے توانائی کا نقصان نہ ہوتا ہو۔ مگر عملی طور پر رگڑ کی وجہ سے کچھ توانائی زائل ہوجاتی ہے ۔اس حقیقت کی وجہ یہ ہے کہ ایک سیالی بہاؤ میں ،مختلف سمتی رفتاروں کے ساتھ بہنے والی پرتیں ایک دوسری پر رگڑ کی قوتیں برآمد کرتی ہیں۔توانائی کا یہ نقصان عام طور پر حرارتی توانائی میں تبدیل ہوجاتا ہے ۔ چنانچہ، برنولی کی مساوات صرف صفری لزوجت یا غیر لزوجی مائعات کے سیال مادوں ہی کے لئے بالخصوص درست ٹھہرتی ہے۔نوٹ کیجئے کہ جب مائع ایک افقی نالی کے ذریعہ بہتا ہے تو $h = 0 \Rightarrow \frac{P}{\rho g} + \frac{1}{2}\frac{v^2}{g}$ مستقلہ ہے

برنولی کے نظریئے کے استعمالات:

(a) طوفانی ہواؤں کے دوران چھت کا اڑالیا جانا:

قدیم زمانے میں جھونپڑی یا گھروں کی چھتوں کو ایک ڈھلوان سطح کے طور پر بنایا جاتا تھا جیسا کہ خاکہ 7.34 میں بتایا گیا ہے ۔ایک اہم سائنسی وجہ یہ ہے کہ برنولی کے اصول کے مطابق، ہوا یا طوفان کے دوران صرف چھت کا نقصان ہوسکتا ہے جب کہ گھر کی حفاظت ہوسکتی ہے ۔



خاکہ 7.34 جھونپڑیوں یا گھروں کی چھتیں:

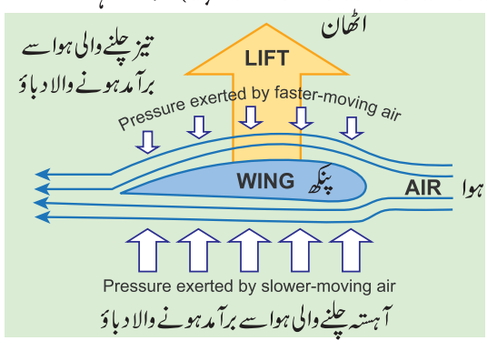
طوفانی حالات میں، گھر کے دیگر حصوں کو نقصان پہنچائے بغیر چھت اڑ جاتا ہے۔ برنولی کے اصول کے مطابق، گھر کے اوپر چلنے والی تیز ہوا ایک کم دباؤ P_1 پیدا کرتی ہے۔چھت کے نیچے موجود دباؤ P_2 زیادہ ہوتا ہے۔ چنانچہ دباؤ کا یہ فرق $(P_2 - P_1)$ ایک اوپری اچھال پیدا کرتا ہے اور چھت اڑالی جاتی ہے۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:54 PM

(b) ہوائی پنکھ کا اٹھان (Aero foil lift)

ایک ہوائی جہاز کے پنکھے (ہوائی پنکھ) اس طرح سے بنے ہوتے ہیں کہ ان کی اوپری سطح نچلی سطح سے زیادہ منحنی نما ہوتے ہیں اور اگلا کنارہ پچھلے کنارے سے چوڑا ہوتا ہے جیسے جیسے ہوائی جہاز حرکت کرتا ہے، ہوائی پنکھ کے نچلے حصے کے بالمقابل اوپری حصے میں ہوا تیزی سے حرکت کرتی ہے جیسا کہ خاکہ 7.35 میں بتایا گیا ہے۔

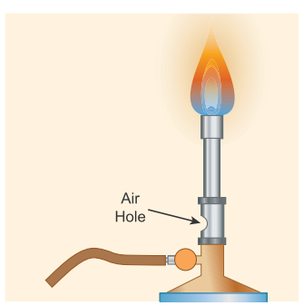
برنولی کے مطابق، نچلی ہوا کا دباؤ اوپری دباؤ سے زیادہ ہوتا ہے جس سے ایک اوپری اچھال پیدا ہوتا ہے جو ہوائی جہاز کا حرکی اٹھان (dynamic lift to the aircraft) کہلاتا ہے۔



خاکہ 7.35 ہوائی پنکھ کا اٹھان

(c) بنسن برنر (Bunsen burner)

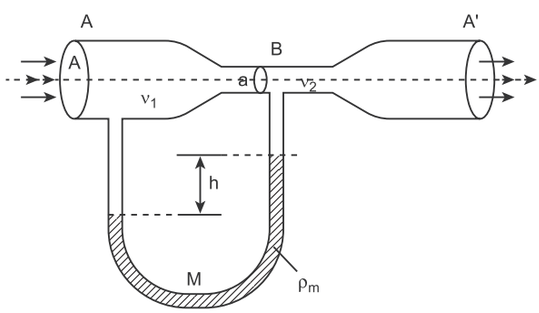
اس میں گیس باریک سوراخ سے اعلیٰ رفتار کے ساتھ نکلتی ہے، لہذا، تنے میں موجود دباؤ کم ہوتا ہے اس لئے بیرونی ہوا، ایک ہوائی سوراخ کے ذریعہ برنر میں داخل ہوتی ہے اور ہوا اور گیس کا آمیزہ، ایک نیلا شعلہ فراہم کرتا ہے جیسا کہ خاکہ 7.36 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 7.36 بنسن برنر

(d) بہاؤ پیما (یا) وینٹوری میٹر (Venturimeter)

یہ آلہ، ایک نالی کے ذریعہ بہنے والے غیر داب پذیر سیال مادے کی بہاؤ کی شرح (یا کہئے بہاؤ کی رفتار) ناپنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ یہ برنولی کے نظریئے کے اصول پر کام کرتا ہے۔ اس میں (ترچھی سطحی رقبہ A والی) دو چوڑی نالیاں A اور A' ہوتی ہیں جو ایک باریک نالی (ترچھی سطحی رقبہ a والی) کے ذریعہ جڑی ہوتی ہیں۔ اس میں چوڑی اور باریک نالی کے درمیان، U نما نالی کی شکل میں ایک مانو میٹر (یا) فشار پیما بھی لگا ہوتا ہے جیسا کہ خاکہ 7.37 میں بتایا گیا ہے۔ اس فشار پیما میں ρ_m کثافت والا ایک مائع ہوتا ہے۔



خاکہ 7.37۔ بہاؤ پیما کا ساختی خاکہ

فرض کیجئے کہ نالی A کے چوڑے علاقے پر سیال کا دباؤ P_1 ہے۔ آیئے ہم یہ تصور کرلیں کہ اس نالی کے ذریعہ 'ρ' کثافت والا ایک سیال مادہ v_1 رفتار کے ساتھ بہہ رہا ہے اور باریک نالی میں اس کی رفتار v_2 تک بڑھ جاتی ہے۔ برنولی کی مساوات کے مطابق، رفتار کا یہ بڑھاؤ، نالی B کے تنگ علاقے پر سیالی دباؤ P_2 کی کمی کی وجہ سے لاحق ہوتا ہے۔ چنانچہ A اور B کے درمیان موجود دباؤ کے فرق کو مانو میٹر کے مائع کی سطحوں کے درمیان موجود اونچائی کے فرق

$(\Delta P = P_1 - P_2)$ کی پیمائش کے ذریعہ نوٹ کرلیا جاتا ہے۔

تسلسل کی مساوات کی مدد سے، ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ

$$A v_1 = a\, v_2$$

ہے جس کا مطلب یہ ہے کہ

$$v_2 = \frac{A}{a}\, v_1.$$

برنولی کی مساوات کا استعمال کرتے ہوئے

$$P_1 + \rho\,\frac{v_1^2}{2} = P_2 + \rho\,\frac{v_2^2}{2} = P_2 + \rho\,\frac{1}{2}\left(\frac{A}{a} v_1\right)^2$$

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:54 PM

اوپر کی مساوات کی مدد سے، دباؤ کا فرق یہ ہے

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \rho \frac{v_1^2}{2} \frac{(A^2 - a^2)}{a^2}$$

لہذا، نالی A کے چوڑے کنارے پر سیال کے بہاؤ کی رفتار یہ ہے

$$v_1^2 = \frac{2(\Delta P)a^2}{\rho(A^2 - a^2)} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2(\Delta P)a^2}{\rho(A^2 - a^2)}}$$

فی اکائی سکنڈ باہر بہنے والے مائع کا حجم یہ ہے

$$V = Av_1 = A\sqrt{\frac{2(\Delta P)a^2}{\rho(A^2 - a^2)}} = aA\sqrt{\frac{2(\Delta P)}{\rho(A^{22} - a\ )}}$$

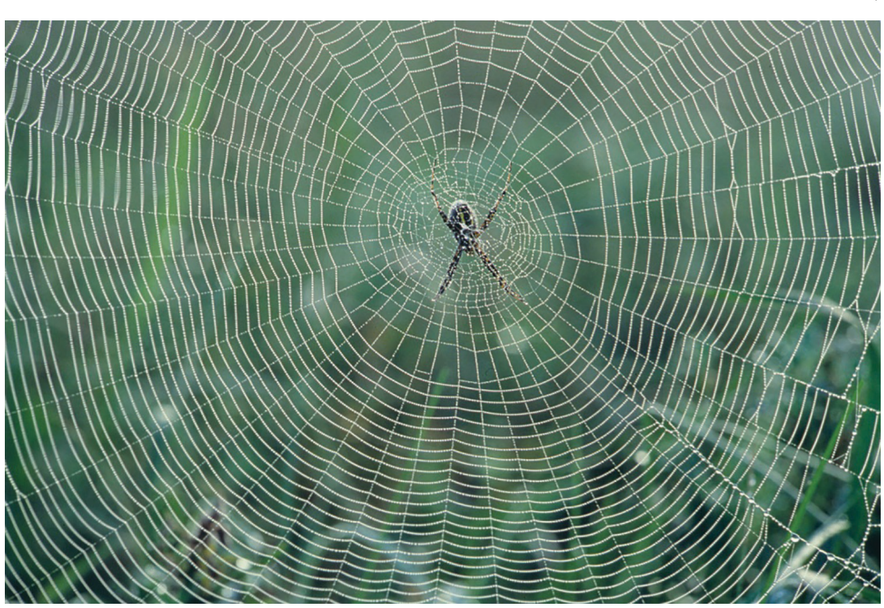
(e) دیگر استعمالات :

برنولی کا یہ اصول خاص طور پر آٹو موبائل کے کاربوریٹر، تقطیری پمپ، atomizers اور Sprayers میں استعمال ہوتا ہے ۔ مثال کے طور پر کاربوریٹر میں nozzle کہلانے والا ایک باریک راستہ ہوتا ہے جس کے ذریعہ ہوا کو تیز رفتار کے ساتھ گذرنے دیا جاتا ہے۔ اس صورت حال میں اس باریک راستے میں دباؤ کم کر دیا جاتا ہے اور اس کے نتیجے میں، خانہ میں مطلوبہ ایندھن یا پٹرول چوس لیا جاتا ہے تا کہ احتراقی مرحلے کے لئے ضروری ہوا اور ایندھن کا درست آمیزہ فراہم کر سکے۔

کارروائی

ایک بوتل کو تھرماکول کی گولیوں سے بھر دیا جاتا ہے۔ ایک لیس دار (Flexible) نالی کے ایک کنارے کو گولیوں کے اندر ڈبو کر بوتل میں رکھ دیا جاتا ہے۔ اب آزاد سرے کو گھمایا جاتا ہے۔ ہم دیکھتے ہیں کہ گولیاں نکل کر اطراف میں پھیل رہی ہیں ۔ یہ کارروائی ایک atomizer یا sprayer کے عمل کی وضاحت کرتی ہے۔

ایک مکڑی کا جالا، ہمارے وہم وگمان سے بھی زیادہ مضبوط ہوتا ہے۔ مکڑی کے ریشے کی ایک اکیلی تار، اڑتے ہوئے پتنگوں کو روک سکتی ہے جو کہ اس کی کمیت سے دسیوں بلکہ ہزاروں گنا زیادہ ہوتے ہیں مکڑی کے جالے کا Young کا معیار تقریباً ہے۔ لکڑے کے Young کے معیار (Young's Modulus) کے ساتھ اس قیمت کا موازنہ کیجئے۔



11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:55 PM

خلاصہ

- ایک عنصر کے جوہروں کی درمیانی قوت اندرونی قوت کہلاتی ہے جب کہ ایک مرکب کے سالموں کی درمیانی قوت اندرونی۔ جوہری سالمی قوت کہلاتی ہے۔
- ہوک کا کلیہ: لچکداری کے حد کے اندر، زور (Stress)، کشیدگی (Strain) کے راست تناسب میں ہوتا ہے۔
- قوت فی اکائی رقبہ، زور کہلاتی ہے۔ اگر بھیجی جانے والی قوت F اور جسم کا ترچھی سطحی رقبہ A ہو تو پھر زور کی قدر F/A کے برابر ہوگی۔
- تناؤ والے زور، کھنچاؤ والے زور اور سکڑاؤ والے زور کو طولی زور کہلانے والی اصطلاح سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔
- ایک استوانے کی اصل لمبائی کے ساتھ تبدیل شدہ لمبائی کی نسبت $\Delta L/L$ ہے جو طولی کشیدگی کہلاتی ہے۔
- لچکداری کے حدود کے اندر، طولی کشیدگی کے ساتھ طولی زور کی نسبت اس تار کے مادے کے Young کی معیار کہلاتی ہے (Young's Modulus)
- لچکداری کے حدود کے اندر، حجمی کشیدگی کے ساتھ حجمی زور کی نسبت بلک یا کثیر معیاری کہلاتی ہے (bulk modulus)
- لچکداری کے حدود کے اندر، مروڑی کشیدگی کے ساتھ مروڑی زور کی نسبت سختی کی معیار کہلاتی ہے (rigidity modulus)
- $$\text{Poisson کی نسبت} = \frac{\text{عرضی کشیدگی}}{\text{طولی کشیدگی}}$$
- فی اکائی حجم، تار میں ذخیرہ اندوز ہونے والی توانائی بالقواہ

$$U = \frac{1}{2} \times \text{زور} \times \text{کشیدگی} = \frac{1}{2} \times Y \times (\text{strain})^2$$

کے (کشیدگی) ہے جہاں y مادے کی Young کی معیار ظاہر کرتی ہے

- اگر سطحی رقبہ A پر عمل پیرا ہونے والی عمودی قوت کی مقدار F ہو تو پھر دباؤ کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ فی اکائی رقبہ عمل پیرا ہونے والی قوت ہے۔
- مائع کی سطح کے نیچے ایک گہرائی h پر کل دباؤ $P = P_a + \rho gh$ ہے جہاں Pa فضائی دباؤ ہے جو 1.013×10^5 Pa. کے برابر ہے۔
- پاسکل کا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ ایک ساکن سیال مادہ میں تمام نقاط پر دباؤ یکساں ہوتا ہے اگر ان کی اونچائی مساوی ہو۔
- تیراؤ کا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ اگر جسم کے ڈوبے ہوئے حصے کے ذریعہ ہٹنے والے مائع کا وزن اس جسم کے وزن کے برابر ہو یا زیادہ ہو تو وہ جسم اس مائع میں تیرنے لگے گا
- ایک مائع کی لزوجت کا تعاونی عدد، مائع کے بہاؤ کی سمت کی عمودی سمت میں ایک اکائی سمتی رفتار کا میلان رکھنے والی ایک مائعوی پرت کے فی اکائی رقبہ مماسی طور پر عمل پیرا ہونے والی لزوجی قوت ہے۔
- جب ایک مائع اس طرح بہتا ہے کہ ایک نقطہ کے ذریعہ گذرنے والا، مائع کا ہر ذرہ اسی راستے اور اسی سمتی رفتار کے ساتھ گذرتا ہے جس میں کہ اس کے آگے جانے والا ذرہ گذرتا ہے تو اس طرح کا بہاؤ ہموار یا نہر نما بہاؤ کہلاتا ہے۔
- سیال کے بہاؤ کے دوران، حرکت کردہ سیال کے ذریعہ جب فاصل سمتی رفتار پار کرلی جاتی ہے، وہ حرکت ہنگامہ خیز یا شوردار بن جاتی ہے۔
- رینالڈ کے عدد کی خصوصیت یہ ہے کہ یہ اس بات کا تعین کرتا ہے کہ ایک استوانہ نما نالی کے ذریعہ ایک سیال مادے کا بہاؤ ہموار ہے یا شوردار ہے۔

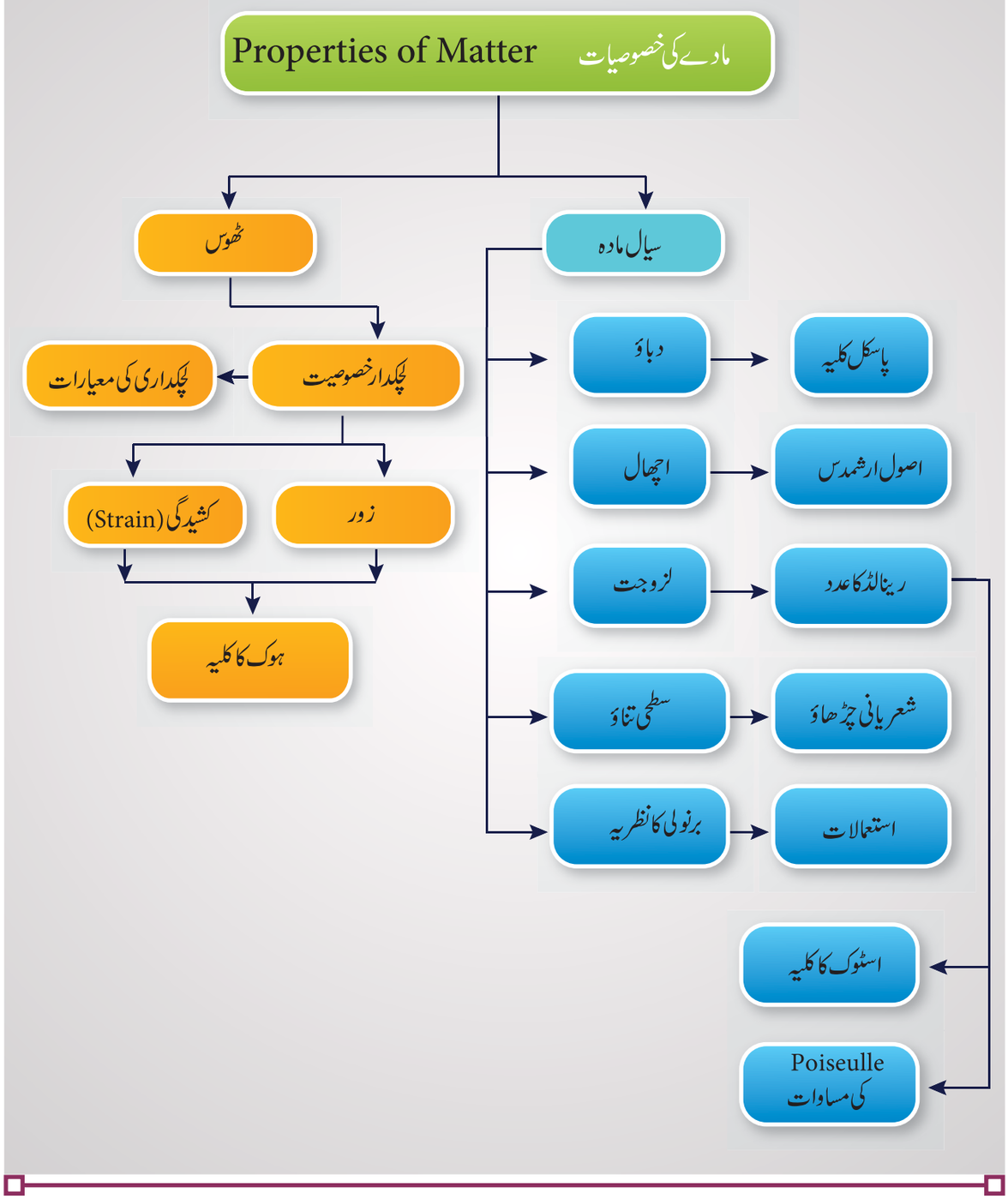
11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:55 PM

خلاصہ (جاری ہے)

- اسٹوک کا ضابطہ یہ ہے $F = 6\pi\eta av$ جہاں a نصف قطر والے ایک کرہ پر عمل پیرا ہونے والی لزوجی قوت F ہے اور v اس کرہ کی انتہائی سمتی رفتار ہے۔
- ایک مائع کے سطحی تناؤ کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ اس مائع کی آزاد سطح پر کھینچے گئے تصوری خط کی ایک اکائی لمبائی پر عمل پیرا ہونے والے تناؤنی قوت ہے جس میں قوت کی سمت، کھینچے جانے والے خط کے عمودی ہوتی ہے اور سطح کے متوازی طور پر عمل پیرا ہوتی ہے۔
- مائع کی سطح سے مس ہونے والے نقطہ پر کھینچے جانے والی مماس اور مائع کے اندر موجود ٹھوس سطح کا درمیانی زاویہ، ٹھوس اور مائع کی ایک جوڑی کے لئے رابطہ کا زاویہ کہلاتا ہے۔
- ایک سیال مادہ کا بہاؤ اس وقت ہموار کہلائے گا جب کسی دئے گئے نقطے پر، بہنے والے ہر سیالی ذرے کی سمتی رفتار وقت کے لحاظ سے مستقل ہو۔
- ایک نالی کے ذریعہ سیال مادہ کے بہاؤ کے لئے یہ مساوات $a_1 v_1 = a_2 v_2$ تسلسل کی مساوات کہلاتی ہے اور وہ سیالیات کے بہاؤ میں بقائے کمیت کی وجہ سے بنتی ہے۔ یہ مساوات یہ بیان کرتی ہے کہ ایک ہموار بہاؤ میں ایک غیر داب پذیر، غیر لزوجی سیال مادہ کی فی اکائی کمیت، دباؤ کی توانائی، توانائی بالفعل اور توانائی بالقواہ کا مجموعہ مستقل ہوتا ہے یعنی مستقلہ $= P/\rho + v^2/2 + gh$

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:56 PM

نظریاتی نقشہ



11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:56 PM

EVALUATION

I۔ کثیر انتخابی سوالات :

1۔ X اور Y دو تاروں کا تصور کیجئے۔ تار X کا نصف قطر تار Y سے تین گنا زیادہ ہے اگر یہ دونوں مساوی بوجھ سے تنائے جاتے ہیں تو پھر Y پر موجود کشیدگی یہ ہے۔

(a) وہی جو X پر ہوگی

(b) X کا تگنا ہوگی

(c) X سے نو گنا زیادہ ہوگی

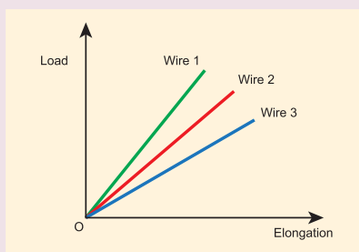
(d) X کا نصف ہوگی

2۔ اگر ایک تار کو اس کی اصلی لمبائی سے دگنی لمبائی تک تانی جائے تو پھر اس تار میں موجود کشیدگی یہ ہے

(a) 1 (b) 2

(c) 3 (d) 4

3۔ ایک ہی مادے کی تین تاروں کی، بوجھ۔ طوالت ترسیم خاکہ میں بتائی گئی ہے۔ مندرجۂ ذیل میں سے کون سی تار سب سے موٹی ہے



(a) تار 1

(b) تار 2

(c) تار 3

(d) تمام تاریں مساوی موٹائی رکھتی ہیں

4۔ ایک دئے گئے مادہ کے لئے، منحنی کا معیار Young کے معیار کا $\left(\frac{1}{3}\right)$ واں حصہ ہے، اس کی Poisson کی نسبت یہ ہے

(a) 0 (b) 0.25

(c) 0.3 (d) 0.5

5۔ 2 سم نصف قطر والا ایک چھوٹا سا کرہ ایک لزوجی مائع میں حالت سکون سے گرتا ہے۔ لزوجی قوت کی وجہ سے حرارت پیدا ہوتی ہے جب وہ کرہ اس کی انتہائی سمتی رفتار حاصل کرتا ہے تو پیدا ہونے والی حرارت کی شرح اس کے تناسب میں ہوتی ہے۔

(NEET model 2018)

(a) 2^2 (b) 2^3

(c) 2^4 (d) 2^5

6۔ دو تاریں ایک ہی شئے سے بنی ہوئی ہیں اور دونوں مساوی حجم رکھتے ہیں۔ پہلی اور دوسری تار کا ترچھی سطحی رقبہ بالترتیب A اور 2A ہے۔ اگر پہلی تار میں F قوت لگا کر اس کی لمبائی میں کا اضافہ کر دیا جائے تو دوسری تار کو اس مقدار تک تاننے کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی۔???

(NEET model 2018)

(a) 2 F (b) 4 F

(c) 8 F (d) 16 F

7۔ تپش کے اضافے کے ساتھ، مائع اور گیس کی لزوجت بالترتیب

(a) بڑھتی ہے اور بڑھتی ہے

(b) بڑھتی ہے اور گھٹتی ہے

(c) گھٹتی ہے اور بڑھتی ہے

(d) گھٹتی ہے اور گھٹتی ہے

8۔ ایک بالکل سخت جسم کے لئے Young کا معیار یہ ہے

(a) 0

(b) 1

(c) 0.5

(d) لامحدود

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:56 PM

9۔ مندرجۂ ذیل میں سے کون سی مقدار قدر یہ نہیں ہے

(a) لزوجت

(b) سطحی تناؤ

(c) دباؤ

(d) زور

10۔ اگر تار کی تپش بڑھادی جائے تو Young کی معیاری

(a) برقرار رہے گی

(b) کم ہوجائے گی

(c) لگاتار بڑھے گی

(d) ایک بہت ہی چھوٹی مقدار کے ساتھ بڑھے گی۔

11۔ مقررہ حجم کا والے تانبا کو l لمبائی والی تار میں تبدیل کرلیا جاتا ہے جب اس تار میں ایک مستقل قوت F بھیجی جاتی ہے تو اس تار کی لمبائی میں پیدا ہونے والا اضافہ Δl ہے۔ اگر Y، ینگ کے معیار کو ظاہر کرتا ہے تو پھر مندرجۂ ذیل ترسیمات میں سے کون سی ترسیم ایک سیدھے خط کو ظاہر کرے گی۔

(NEET 2014 model)

(a) Δl بالمقابل V

(b) Δl بالمقابل Y

(c) Δl بالمقابل F

(d) Δl بالمقابل $\frac{1}{l}$

12۔ r نصف قطر والے، ایک مائع کے چند قطرے مل کر R نصف قطر اور V کا حجم والا ایک واحد قطرہ بناتے ہیں۔ اگر اس مائع کا سطحی تناؤ T ہو تو پھر

(a) توانائی $= 4\,V\,T\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)$ آزاد ہوتی ہے

(b) توانائی $= 3\,V\,T\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{R}\right)$ جذب ہوتی ہے

(c) توانائی $= 3\,V\,T\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)$ آزاد ہوتی ہے

(d) توانائی نہ تو آزاد ہوتی ہے اور نہ جذب ہوتی ہے

13۔ مندرجۂ ذیل چاروں تاریں ایک ہی شئے سے بنی ہوئی ہیں۔ جب ان میں مساوی تناؤ بھیجا جاتا ہے تو ان میں سے کون سی تار کی لمبائی میں سب سے زیادہ اضافہ پیدا ہوگا؟

(a) لمبائی = 200 cm, قطر = 0.5 mm

(b) لمبائی = 200 cm, قطر = 1 mm

(c) لمبائی = 200 cm, قطر = 2 mm

(d) لمبائی = 200 cm, قطر = 3 m

14۔ ایک مائع کے ذریعہ کسی سطح کا ہونے والا گیلا پن بنیادی طور پر اس پر منحصر ہے

(a) لزوجت

(b) سطحی تناؤ

(c) کثافت

(d) سطح اور مائع کا درمیانی زاویہ رابطہ

15۔ غیر مساوی ترچھی سطح والی ایک افقی نالی میں، ایک نقطہ پر پانی $1\ ms^{-1}$ کی سمتی رفتار کے ساتھ بہتا ہے جہاں اس نالی کا قطر 20 سمر ہے۔ ایک اور نقطہ پر اس پانی کی سمتی رفتار $(1.5\ ms^{-1})$ ہو تو اس نقطہ پر نالی کا قطر یہ ہوگا۔ (سمر میں)

(a) 8 (b) 16

(c) 24 (d) 32

جوابات:

1) c	2) a	3) a	4) d
5) d	6) b	7) c	8) d
9) d	10) b	11) c	12) c
13) a	14) d	15) b	

II۔ مختصر جوابات لکھئے

1۔ زور اور کشیدگی کی تعریف کیجئے۔

2۔ لچکداری کا ہوک کا کلیہ بیان کیجئے

3۔ Poisson کی نسبت کی تعریف کیجئے

4۔ اندرونی سالماتی قوتوں کی مدد سے لچکداری کی وضاحت کیجئے۔

5۔ ان میں سب سے کون سی شئے زیادہ لچکدار ہے؟ اسٹیل یا پلاسٹک؟ کیوں۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:57 PM

6۔ ایک کمانی دار ترازو عرصے دراز تک استعمال کئے جانے پر غلط پیمائش کا اظہار کرتا ہے کیوں؟

7۔ لچکداری پر تپش کا کیا اثر ہے؟

8۔ ایک تانی گئی تار کی لچکدار توانائی بالقواہ کے لئے مساوات تحریر کیجئے۔

9۔ سیالیات میں پاسکل کا کلیہ بیان کیجئے۔

10۔ اصول ارشمدس بیان کیجئے۔

11۔ اوپری ڈھکیل یا اچھال سے آپ کی کیا مراد ہے؟

12۔ تیراؤ کا کلیہ بیان کیجئے؟

13۔ ایک مائع کے لزوجت کے تعاونی عدد کی تعریف کیجئے۔

14۔ ہموار بہاؤ اور شوردار بہاؤ میں تفریق کیجئے۔

15۔ رینالڈ کا عدد کیا ہے؟ اس کی اہمیت بیان کیجئے۔

16۔ انتہائی رفتار کی تعریف کیجئے۔

17۔ اسٹوک کی قوت کے لئے مساوات تحریر کیجئے اور اس میں ملوث علامات کی وضاحت کیجئے۔

18۔ برنولی کا نظریہ بیان کیجئے۔

19۔ ایک مائع میں اکٹھا ہونے والی توانیاں کیا کیا ہیں؟ ان کی مساوات تحریر کیجئے۔

20۔ دونہر نما خطوط ایک دوسرے کو پار نہیں کر سکتے۔ کیوں؟

21۔ ایک مائع کے سطحی تناؤ کی تعریف کیجئے۔ اس کی ایس آئی اکائی اور اس کے ابعاد بیان کیجئے۔

22۔ سطحی توانائی کے ساتھ سطحی تناؤ کا تعلق کس طرح جوڑا جاتا ہے؟

23۔ ٹھوس اور مائع کی ایک جوڑی کے لئے رابطہ کے زاویئے کی تعریف کیجئے۔

24۔ اتصالی (Cohesive) قوت اور چپکنے والی (Adhesive) قوت کے درمیان تفریق کیجئے۔

25۔ ایک مائع کے سطحی تناؤ کو متاثر کرنے والے عوامل کیا کیا ہیں؟

26۔ جب صابن کے بلبلے کے اندر ہوا بھری جاتی ہے تو اس کے اندرونی دباؤ کو کیا ہو جاتا ہے؟

27۔ شعریت یا شعریانی عمل سے آپ کی کیا مراد ہے؟

28۔ پانی کی سطح پر ڈالا جانے والا تیل کا ایک قطرہ پھیل جاتا ہے مگر تیل پر ڈالا جانے والا پانی کا ایک قطرہ کروی شکل میں سکڑ جاتا ہے۔ کیوں؟

29۔ بہاؤ پیما (یا) وینٹوری میٹر کا اصول اور استعمال بیان کیجئے۔

III۔ تفصیلی جوابات لکھئے۔

1۔ ہوک کا کلیہ بیان کیجئے اور ایک تجربہ کی مدد سے اس کی تصدیق کیجئے۔

2۔ لچکداری کی معیارات کے مختلف اقسام کی وضاحت کیجئے۔

3۔ ایک تار کے فی اکائی حجم ذخیرہ اندوز ہونے والی لچکدار توانائی کے لئے مساوات اخذ کیجئے۔

4۔ مائع کی سطح کے نیچے ایک گہرائی ' h ' پر کل دباؤ کے لئے مساوات اخذ کیجئے۔

5۔ سیالیات میں پاسکل کا کلیہ بیان کیجئے اور تصدیق کیجئے۔

6۔ اصول ارشمدس بیان کیجئے اور اس کی تصدیق کیجئے۔

7۔ اسٹوک کی قوت کی مدد سے، ایک اعلیٰ لزوجی سیال مادہ میں حرکت کرنے والے ایک کرہ کی انتہائی سمتی رفتار کے لئے مساوات اخذ کیجئے۔

8۔ ایک ہموار بہاؤ کے تحت ایک نالی کے ذریعہ فی سکنڈ بہنے والے ایک مائع کے حجم کے لئے Poisulle کا ضابطہ اخذ کیجئے۔

9۔ (i) مائعوی قطرہ (ii) مائعوی بلبلہ اور (iii) ہوا کا بلبلہ کے اندر موجود اضافی دباؤ کے لئے ایک مساوات اخذ کیجئے۔

10۔ شعریت (Capillarity) کیا ہے؟ شعریانی چڑھاؤ کے طریقے سے ایک مائع کے سطحی تناؤ کے لئے مساوات اخذ کیجئے۔

11۔ بقائے کمیت کی بنیاد پر سیال کے بہاؤ کے لئے تسلسل کی ایک مساوات اخذ کیجئے۔

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:57 PM

12۔ سیال کے ایک غیر داب پذیر، غیر لزوجی اور ہموار بہاؤ کے لئے برنولی کا نظریہ بیان کیجئے اور اس کی تصدیق کیجئے۔

13۔ بہاؤ پیما (یا) وینٹوری میٹر کی تعمیر اور عمل کی تشریح کیجئے اور نالی کے چوڑے داخلہ کے ذریعہ فی سکنڈ بہنے والے مائع کے حجم کے لئے ایک مساوات اخذ کیجئے۔

IV۔حسابی مسئلے :

(1) d ملی میٹر قطر والی ایک بال نما (یا) شعریانی نالی پانی میں اس طرح ڈبوئی جاتی ہے ہے کہ پانی 30mm تک چڑھ جاتا ہے اگر اس شعریان کے نصف قطر کو اس کی پچھلی مقدار کا $\left(\frac{2}{3}\right)$ کر دیا جائے تو اس نئی شعریان میں پانی کہاں تک چڑھے گا؟

(جواب : **45 mm**)

(2) 1.5m لمبائی اور 4cm قطر والا ایک استوانہ ایک کنارے پر ثبت ہے دوسرے کنارے پر کی ایک مماسی قوت بھیجی جاتی ہے۔اگر اس استوانہ کی سختی کی معیاری (Rigidity modulus) ہو تو پھر اس استوانہ میں پیدا ہونے والے مروڑ کا محاسبہ کیجئے۔

(جواب : **45.60**)

(3) 4cm نصف قطر والے ایک بلبلہ B کے اندر 2 سم نصف قطر والا ایک اور بلبلہ پیدا ہوتا ہے۔ثابت کیجئے کہ ایک اکیلا صابنی بلبلہ جو چھوٹے بلبلے کا اندرونی اور بڑے بلبلے کا بیرونی دباؤ کا مساوی فرق برقرار رکھتا ہے ،اس کا نصف قطر A اور B دونوں صابنی بلبلوں کے نصف قطر سے چھوٹا ہے۔

(4) x کمیت والا Ag کا ایک بلاک ایک تار کے ذریعہ 0.72 نسبتی کثافت والے ایک مائع میں ڈبویا گیا ہے۔اگر Ag کی نسبتی کثافت 10 ہو اور تار میں موجود تناؤ 37.12N ہو تو پھر Ag کے بلاک کی کمیت کا محاسبہ کیجئے۔

(جواب : $x = 4\ \text{kg}$)

(5) ایک بند نالی سے لگے ہوئے ایک دباؤ پیما کی پیمائش $5 \times 10^5\ \text{N m}^{-2}$ ہے۔
نالی کے نلکے کو گھمانے پر دباؤ پیما کی پیمائش $4.5 \times 10^5\ \text{Nm}^{-2}$ ہو جاتی ہے۔نالی میں بہنے والے پانی کی رفتار معلوم کیجئے ۔

(جواب : $10\ \text{ms}^{-1}$)

کتب حوالہ :

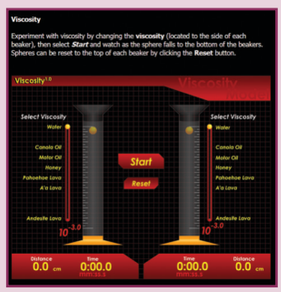
1. Serway and Jewett, Physics for scientist and Engineers with modern physics, Brook/Coole publishers, Eighth edition
2. Paul Tipler and Gene Mosca, Physics for scientist and engineers with modern physics, Sixth edition, W.H.Freeman and Company
3. H.C.Verma, Concepts of physics volume 1 and Volume 2, Bharati Bhawan Publishers

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:58 PM

ICT CORNER

Properties of Matter مادہ کی خصوصیات

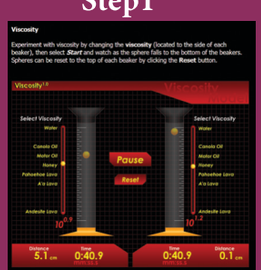
اس کارروائی کے ذریعہ آپ
لزوجت کے بارے میں سیکھ سکیں گے۔



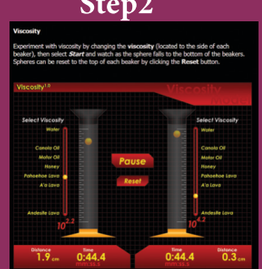
مرحلے :

- لزوجت کی کارروائی کے صفحے پر پہنچنے کے لئے URL کا استعمال کریں یا QR کوڈ اسکین کریں
- کارروائی کے صفحے میں، کنارے دئے گئے پیمانے میں موجود گیند کو ڈراگ کر کے لزوجت کا انتخاب کیجئے۔
- Start بٹن منتخب کیجئے، کرہ بیکر کے اوپر سے نیچے تک گرنے لگتا ہے۔ ہم فاصلے اور وقت میں ہونے والی تبدیلیوں کو دیکھ سکتے ہیں۔
- " reset ' کے بٹن پر کلک کر کے ہم کرہ کو دوبارہ اوپر لا سکتے ہیں۔

Step1

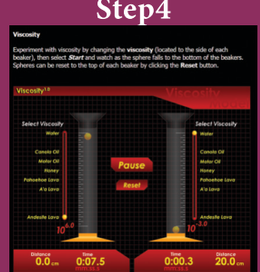


Step2



Step3

Step4



URL:

http://www.geo.cornell.edu/hawaii/220/PRI/viscosity.html

* Pictures are indicative only.

* If browser requires, allow **Flash Player** or **Java Script** to load the page.

11 physics V2 7 properties of matter
Monday, January 02, 2023 12:37:58 PM

اکائی
8

حرارت اور حرکیات

(Heat and Thermodynamics)

Classical thermodynamics.... is the only physical theory of universal content which I am convinced...
will never be overthrown. – Albert Einstein

سیکھنے کے مقاصد

اس اکائی میں طلباء ان باتوں سے اجاگر ہوں گے

- ☆ حرارت، کام اور تپش کا مطلب
- ☆ مثالی گیس کے کلیے
- ☆ حرارتی نوعی گنجائش کا تصور
- ☆ ٹھوس، مائعات اور گیسوں کا حرارتی پھیلاؤ
- ☆ مادہ کی مختلف حالتیں
- ☆ نیوٹن کے ٹھنڈک کا کلیہ
- ☆ Stefan کا کلیہ اور Wien کا کلیہ
- ☆ حرارتی حرکی توازنت کا مطلب
- ☆ اندرونی توانائی کا مطلب
- ☆ حرارتی حرکیات کا صفرواں اور پہلا کلیہ
- ☆ مختلف حرارتی حرکی مرحلے
- ☆ مختلف حرارتی حرکی مرحلوں میں کیا جانے والا کام
- ☆ حرارتی حرکیات کا دوسرا کلیہ
- ☆ کارناٹ انجن اور ریفریجریٹر کا عمل

8.1 حرارت اور تپش Heat and Temperature

8.1.1 تعارف :

تپش اور حرارت، ہماری روزمرہ زندگی میں بہت اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ تمام انواع اسی وقت پر برابر کام کر سکتے ہیں جب ان کا جسم مقررہ تپش پر برقرار رکھا جائے۔ درحقیقت زمین پر زندگی ہی اسی لئے ممکن ہے کہ سورج اپنی تپش برقرار رکھتا ہے۔ فطرت کو سمجھنے کے لئے تپش اور حرارت کے مطلب کو سمجھنا بہت ہی اہم ہے۔ حرارتی حرکیات، طبیعیات کی ایک شاخ ہے جو تپش، حرارت وغیرہ جیسے عوامل کی وضاحت کرتی ہے۔ اس سبق میں پیش کئے جانے والے خیالات، ''گرم'' اور ''ٹھنڈا'' نامی اصطلاحات کو سمجھنے اور تپش اور حرارت کے درمیان فرق کرنے میں ہماری مدد کرتے ہیں۔ حرارتی حرکیات میں تپش اور حرارت کے دو مختلف مگر ایک دوسرے سے ملتے جلتے پیمانے ہیں۔

8.1.2 حرارت کا مطلب

جب اعلیٰ تپش پر موجود ایک شئے، ایک ادنیٰ تپش پر موجود ایک شئے سے مس کروائی جاتی ہے تو وہاں اعلیٰ تپش پر موجود شئے سے ادنیٰ تپش پر موجود شئے میں لگاتار توانائی منتقل ہونے لگتی ہے۔ یہ توانائی حرارت کہلاتی ہے۔ اعلیٰ تپش والی شئے سے ادنیٰ تپش والی شئے

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:04:56 PM

میں توانائی منتقل کرنے کا عمل گرم کرنا (Heating) کہلاتا ہے۔ حرارت کے بہاؤ کی وجہ سے کبھی جسم کی تپش بڑھ بھی سکتی ہے یا بڑھے بغیر بھی رہ سکتی ہے۔

نوٹ

یہ ایک غلط فہمی ہے کہ حرارت توانائی کی ایک مقدار ہے۔ لوگ اکثر اس طرح کی باتیں کرتے ہیں کہ اس پانی میں زیادہ حرارت یہ ہے یا کم حرارت ہے۔ یہ الفاظ بے معنی ہوتے ہیں۔ حرارت ایک مقدار نہیں ہے۔ حرارت گذر (transit) میں موجود ایک توانائی ہے جو اعلیٰ تپش والی شئے سے ادنیٰ تپش والی شئے کی طرف بہتی ہے۔ جیسے ہی گرم کرنے کا مرحلہ رکا دیا جائے، ہم حرارت کا لفظ استعمال نہیں کر سکتے۔ جب ہم حرارت کا لفظ استعمال کرتے ہیں تو وہ جسم میں ذخیرہ اندوز ہونے والی توانائی نہیں بلکہ وہ گذرنے والی توانائی ہی ہوتی ہے۔

مثال 8.1

(a) ''ایک تالاب میں زیادہ برسات ہے''

(b) گرم کافی کی ایک پیالی میں زیادہ حرارت ہے۔

ان دو بیانات میں غلطی کیا ہے؟

حل

(a) بارش کے دوران تالاب بادل سے پانی حاصل کرتا ہے۔ بارش کے رکنے کے بعد تالاب میں موجود پانی، بارش سے پہلے کے مقابلے میں زیادہ ہوتا ہے۔ یہاں بارش ایک مرحلہ ہے جس میں بادل سے پانی برستا ہے۔ بارش ایک مقدار نہیں بلکہ وہ گذرتا ہوا پانی ہے اس لئے ''ایک تالاب میں زیادہ برسات ہے'' کہنے کے بجائے یہ کہنا درست ہوگا کہ اس تالاب میں پانی زیادہ ہے۔

(b) کافی، گرم کئے جانے پر، چولھے کے ذریعہ حرارت حاصل کرتی ہے۔ جب کافی کے پیالے کو چولھے سے اٹھالیا جاتا ہے تو اس میں پہلے کے مقابلے میں اندرونی توانائی زیادہ ہوتی ہے۔ حرارت گذرنے والی توانائی ہے جو اعلیٰ تپش والے جسم سے ادنیٰ تپش والے جسم میں بہتی ہے۔ حرارت ایک مقدار نہیں ہے۔ لہذا ''گرم'' کافی کی پیالی میں زیادہ حرارت ہے، کہنے کے بجائے یہ کہنا ہی درست ہوگا کہ ''کافی گرم ہے''

8.1.3 کام کا مطلب (Meaning of work)

جب آپ اپنے ہاتھوں کو ایک دوسرے سے رگڑتے ہیں تو ہاتھوں کی تپش بڑھتی ہے۔ آپ نے رگڑ کے ریعہ اپنے ہاتھوں پر کچھ کام کیا ہے۔ اس کام کی وجہ سے ہاتھوں کی تپش بڑھتی ہے۔ اب اگر آپ اپنے ہاتھوں کو اپنے گالوں پر رکھتے ہیں تو گال کی تپش بڑھنے لگتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ہاتھوں کی تپش گالوں کی تپش سے زیادہ ہے۔ بیان کی گئی اس مثال میں، کام کی وجہ سے ہاتھوں کی تپش بڑھنے لگی اور گالوں کی تپش، ہاتھوں سے گالوں کو منتقل ہونے والی حرارت کی وجہ سے بڑھنے لگی۔ اسے خاکہ 8.1 میں بتایا گیا ہے۔

نظام پر کام کے کئے جانے پر، اس نظام میں موجود تپش کبھی بڑھ بھی سکتی ہے یا کبھی بڑھے بغیر بھی رہ سکتی ہے۔ حرارت کی طرح کام

خاکہ 8.1 کام اور حرارت کے درمیان فرق

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:04:56 PM

بھی ایک مقدار نہیں ہے اور کام کے ذریعہ نظام میں توانائی منتقل ہوتی ہے۔اس لئے ہم اس طرح کا جملہ استعمال نہیں کر سکتے کہ اس شئے میں زیادہ کام موجود ہے یا کم کام موجود ہے۔

یا تو وہ نظام اپنے اطراف و اکناف پر کام کرکے، اطراف و اکناف کو توانائی منتقل کرسکتا ہے یا پھر اطراف و کناف اس نظام پر کام کرکے، اس نظام کو توانائی منتقل کرسکتا ہے۔کام کے ذریعہ ایک جسم سے دوسرے جسم میں توانائی منتقل کرنے کے لئے، ان کا مختلف تپشوں پر ہونا ضروری نہیں ہے۔

8.1.4 تپش کا مطلب
(Meaning of temperature)

تپش ایک جسم کی گرمی یا ٹھنڈے پن کا درجہ ہے۔جسم جتنا گرم ہوتا ہے اس کی تپش اتنی زیادہ ہوتی ہے۔جب دو اجسام حرارتی رابطہ پر ہوتے ہیں تو تپش ہی حرارتی بہاؤ کی سمت کا تعین کرے گی۔

تپش کی ایس آئی اکائی کلون (Kelvin) (K) ہے۔

ہمارے روزمرہ زندگی میں سلیشیس ($^{\circ}C$) اور فیرن ہیٹ ($^{\circ}F$) پیمانے پر استعمال کئے جاتے ہیں۔

تپش کی پیمائش تپش پیما کی مدد سے کی جاتی ہے۔جدول 8.1 میں ایک پیمانے سے دوسرے پیمانے میں تپش کی متبادلہ پیش کی گئی ہے۔

جدول 8.1 تپش کی تبدیلی :

پیمانہ	کلون میں	کلون سے
Celsius	$K=°C+273.15$	$°C=K-273.15$
Fahrenheit	$K=(°F+459.67)\div 1.8$	$°F=(K\times 1.8)-459.67$

پیمانہ	فیرن ہیٹ میں	فیرن ہیٹ سے
Celsius	$°F=(1.8\times °C)+32$	$°C=(°F-32)\div 1.8$

پیمانہ	سیلیش میں	سیلیش سے
Fahrenheit	$°C=(°F-32)\div 1.8$	$°F=(1.8\times °C)+32$

8.2 مادہ کی حرارتی خصوصیات
(Thermal properties of matter)

8.2.1 بائل کا کلیہ، چارلس کا کلیہ اور مثالی گیس کا کلیہ
(Boyls's law, Charles'law and Ideal gas law)

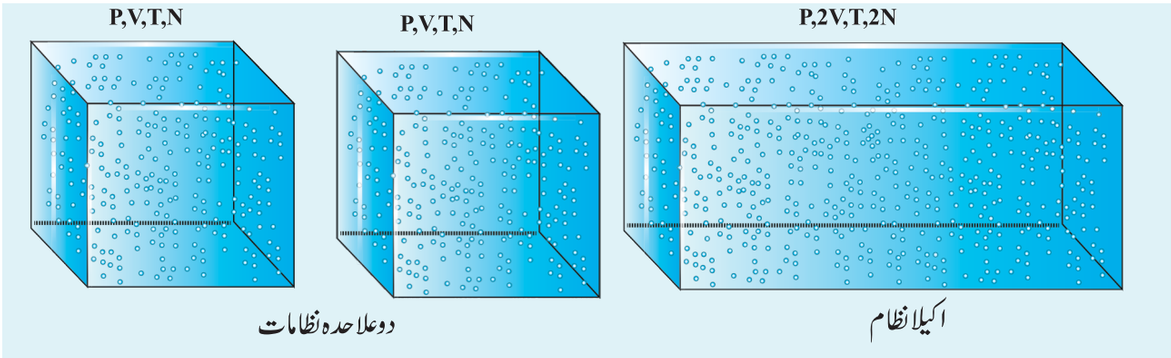
V حجم کے ایک برتن میں کم دباؤ (کثافت) پر رکھی گئی ایک دی گئی گیس کے لئے، تجربات مندرجۂ ذیل معلومات فراہم کرتے ہیں۔

- جب وہ گیس مستقل تپش پر رکھی جاتی ہے تو گیس کا دباؤ اس کے حجم کے بلا راست تناسب میں ہوتا ہے۔
  Robert Boyle (1627-1691) نے اس کا انکشاف کیا تھا اور $P\propto\frac{1}{V}$ Boyle کا کلیہ کہلاتا ہے۔
- جب وہ گیس مستقل تپش پر رکھی جاتی ہے تو اس گیس کا حجم مطلق تپش کے راست تناسب میں ہوتا ہے۔
- Jacques charles (1743-1823) نے $V\propto T$ اس کا انکشاف کیا تھا اور یہ چارلس کا کلیہ کہلاتا ہے۔

ان دو مساوات کو جمع کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں،

$PV=CT$ یہاں C ایک مثبت مستقلہ ہے۔مندرجۂ ذیل بحث کا لحاظ کرکے، ہم یہ نتیجہ اخذ کرسکتے ہیں کہ C، گیس کے برتن میں موجود ذرات کی تعداد کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔اگر ہم مساوی حجم V، مساوی دباؤ P اور مساوی تپش کے ساتھ ایک ہی قسم کی گیس کے دو برتن لیتے ہیں تو پھر دونوں برتن میں موجود گیس اوپر کی مساوات کی اتباع کرتی ہے۔$PV=CT$۔ اگر گیس کے دو برتنوں کو ایک اکیلے نظام کے طور پر تصور کرلیا جائے تو اس مجموعی نظام کا دباؤ اور تپش تو یوں ہی برقرار رہے گا مگر اس کا حجم دوگنا ہوجائے گا اور ان میں موجود ذرات کی تعداد بھی دوگنی ہوجائے گی جیسا کہ خاکہ 8.2 میں بتایا گیا ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:04:57 PM



خاکہ 8.2 مثالی گیس کا کلیہ

اس مجموعی نظام کے لئے V ہوجاتا ہے 2V، اس لئے C کو چاہئے کہ وہ مثالی گیس کی مساوات $\frac{P(2V)}{T} = 2C$ سے جڑنے کے لئے وہ بھی دوگنی ہوجائے۔اس سے پتہ چلتا ہے کہ C، گیس میں موجود ذرات کی تعداد پر منحصر ہونی چاہئے اور وہ $\left[\frac{PV}{T}\right] = \mathrm{JK}^{-1}$ کے ابعاد رکھنا چاہئے۔اس لئے ہم مستقلہ C کو k گنا، ذرات کی تعداد N کے طور پر لکھ سکتے ہیں۔

یہاں k بولٹزمین کا مستقلہ (1.381×10^{-23} Jk $^{-1}$) ہے اور یہ کائناتی (Universal) مستقلہ کے طور پر معلوم کی گئی ہے۔لہذا مثالی گیس کے کلیے کو یوں بیان کیا جاسکتا ہے (8.1)

$$PV = NkT \qquad (8.1)$$

مساوات (8.1) کو مول کے لحاظ سے بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

مول، گیس کی مقدار کو ظاہر کرنے والی عملی اکائی ہے۔کسی شئے کا ایک مول، اس شئے کی وہ مقدار ہے جس میں (جوہروں یا سالمے جیسے) ذرات، اووگیڈرو عدد (N_A) کے برابر پائے جاتے ہوں۔ اووگیڈرو عدد N_A کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ ^{12}C کے ٹھیک 12 گرام میں موجود کاربن جوہروں کی تعداد ہے۔

فرض کیجئے کہ اگر ایک گیس میں ذرات کے μ مول پائے جاتے ہوں تو پھر ذرات کی کل تعداد اس طرح لکھی جاسکتی ہے۔

$$N = \mu N_A \qquad (8.2)$$

جہاں N_A اووگیڈرو عدد 6.023×10^{23} mol^{-1} ہے۔ مساوات (8.2) کی مدد سے N کے لئے حل کرنے پر مساوات (8.1) یوں بن جاتی ہے۔

$$PV = \mu N_A kT$$

یہاں $N_A k = R$ ہے، جو گیس کی کائناتی مستقلہ کہلاتی ہے اور اس کی قیمت 8.314 J /mol. K. ہے۔ اس لئے گیس کے μ مول کے لئے مثالی گیس کا کلیہ اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔ (8.3)

$$PV = \mu RT \qquad (8.3)$$

اسے ایک مثالی گیس کے لئے حالت کی مساوات کہتے ہیں، یہ مساوات، توازنت پر حرارتی حرکی نظام کے دباؤ، حجم اور تپش کا تعلق پیش کرتی ہے۔

مثال 8.2

ایک طالبہ ایک سائیکل کی مدد سے اسکول آتی ہے جس کے پہیے 27°C پر 240 kPa دباؤ ہوا سے بھرے ہوئے ہیں۔وہ لڑکی اسکول کو پہنچنے کے لئے 8km کا راستہ طے کرتی ہے اور اس دوران پہیے کی تپش 39°C تک بڑھ جاتی ہے۔جب وہ طالبہ اسکول پہنچتی ہے تو اس ٹائر میں ہونے والی دباؤ کی تبدیل کیا ہوگی ؟

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:04:58 PM

حل :

ہم ٹائر میں موجود ہوائی سالموں کو ایک مثالی گیس کے طور پر لے سکتے ہیں۔ ٹائر کا حجم اور سالموں کی تعداد دونوں مستقل رہتے ہیں۔ اس لئے 27°C پر ہوائی سالمے مثالی گیس کی مساوات $P_1V_1 = NkT_1$ کو مطمئن کرتے ہیں اور 39° C پر ہوائی سالمے مثالی گیس کی مساوات $P_2V_2 = NkT_2$ کو مطمئن کرتے ہیں۔

مگر ہم جانتے ہیں کہ

$$V_1 = V_2 = V$$

$$\frac{P_1V}{P_2V} = \frac{NkT_1}{NkT_2}$$

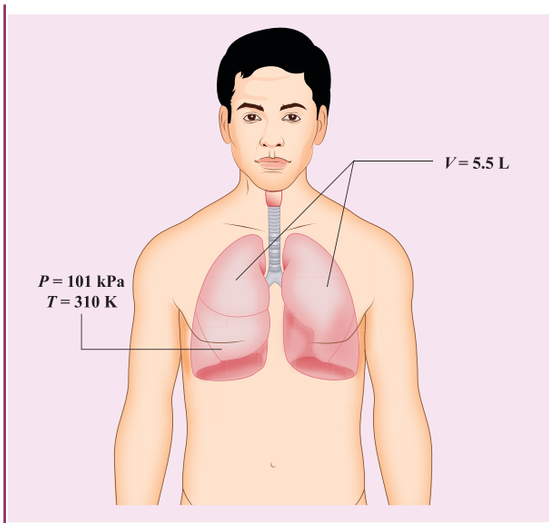
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{T_2}{T_1}P_1$$

$$P_2 = \frac{312K}{300K} \times 240 \times 10^3\, Pa = 249.6\, kPa$$

مثال 8.3

جب ایک شخص سانس لیتا ہے تو اس کے پھیپھڑے فضائی دباؤ (1 atm = 101 kPa) اور 37°C جسمانی تپش پر 5.5 لیٹر کی ہوا کو روک سکتے ہیں۔ اس ہوا میں 21% آکسیجن ہوتی ہے۔ پھیپھڑوں میں موجود آکسیجن کے سالموں کی تعداد معلوم کیجئے۔



حل

ہم پھیپھڑوں میں موجود گیس کو مثالی گیس کے طور پر قیاس کر سکتے ہیں۔ سالموں کی تعداد معلوم کرنے کے لئے ہم مثالی گیس کے کلیے کا استعمال کر سکتے ہیں۔

$$PV = NkT$$

یہاں حجم لیٹر میں دیا گیا ہے۔ ایک لیٹر، 10 سم ضلع والے ایک مکعب سے گھیرے جانے والا حجم ہے۔

ایک لیٹر $= 10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 10\text{cm} = 10^{-3}\ \text{m}^3$

$$N = \frac{PV}{kT} = \frac{1.01\times10^5\,\text{Pa}\times5.5\times10^{-3}\,\text{m}^3}{1.38\times10^{-23}\,\text{JK}^{-1}\times310\text{K}}$$

$= 1.29 \times 10^{23}$ سالمے

N کا صرف 21% حصہ ہی آکسیجن ہے۔ آکسیجن کے سالموں کی کل تعداد

$$= 1.29 \times 10^{23} \times \frac{21}{100}$$

آکسیجن کے سالموں کی کل تعداد

$= 2.7 \times 10^{22}$ سالمے

مثال 8.4

1 atm کے مساوی دباؤ کے ساتھ، کمرے کی تپش (300K) پر اور STP پر کسی گیس کے ایک مول کا حجم دریافت کیجئے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:04:59 PM

حل :

یہاں STP کا مطلب Standard temperature and Pressure ہے۔ یعنی معیاری تپش (T=273 K or 0°C) اور دباؤ (P= 1atm or 101.3 kPa) ہے۔

ہم مثالی گیس کی مساوات $V = \frac{\mu RT}{P}$ کا استعمال کر سکتے ہیں۔

یہاں $\mu = 1$ mol اور $R = 8.314$ J/mol.K. ہے۔

ان قیمتوں کو حل کرنے پر

$$V = \frac{(1\text{ mol})(8.314\frac{\text{J}}{\text{mol}}\text{K})(273\text{K})}{1.013\times10^{5}\text{ Nm}^{-2}}$$

$$=22.4\times10^{-3}\text{ m}^3$$

ہم جانتے ہیں کہ $(\text{L}) = 10^{-3}\text{m}^3$ لیٹر ہے۔ اس لئے ہم اس نتیجے پر پہنچ سکتے ہیں کہ، کسی مثالی گیس کے 1 mol، 22.4 L کا حجم رکھتا ہے۔ 22.4L کو $\frac{300K}{273K}$ کے ساتھ ضرب کرنے پر ہم کمرے کی تپش پر گیس کے ایک مول کا حجم حاصل کرتے ہیں۔ اس کی قیمت 24.6 لیٹر ہے۔

مثال 8.5

NTP پر آپ کی کلاس روم میں ہوا کی کمیت کا اندازہ لگائیے۔

یہاں NTP سے مراد Normal Temperature یعنی کمرے کی تپش اور 1 فضائی دباؤ ہے۔

حل :

ایک کلاس روم کی اوسط جسامت، 6m لمبائی، 5m چوڑائی اور 4m اونچائی ہوتی ہے۔ کمرے کا حجم $V = 6\times5\times4 = 120\text{ m}^3$ ہے۔ ہم مول کی تعداد کا تعین کر سکتے ہیں۔ کمرے کی تپش 300K پر کسی بھی گیس سے گھیرے جانے والا حجم 24.6L ہے۔

مول کی تعداد $\mu = \frac{120\text{m}^3}{24.6\times10^{-3}\text{m}^3} \approx 4878$ mol.

ہوا، تقریباً 20% آکسیجن، 79% نائٹروجن اور بقیہ 1%، آرگان، ہائیڈروجن، ہیلیم اور زینان گیسوں کا آمیزہ ہے۔ ہوا کی مولار کمیت 29 gmol^{-1} ہے۔ اس لئے کمرے میں موجود ہوا کی کل کمیت $m = 4878\times29\times10^{-3} = 141.4$kg. ہے۔

8.2.2 حرارتی گنجائش اور حرارتی نوعی گنجائش

27°C تپش پر مساوی مقدار کا پانی اور تیل لیجئے اور انہیں 50° C تپش تک گرم کیجئے۔ 50° C تپش تک گرم ہونے کے لئے پانی اور تیل سے لئے جانے والے وقت کو نوٹ کیجئے۔ یقیناً ان سے لئے جانے والے وقفے مساوی نہیں ہوتے۔ ہم یہ غور کر سکتے ہیں کہ 50℃ تک گرم ہونے کے لئے تیل کے مقابلے میں پانی زیادہ وقت لیتا ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ پانی کو اپنی تپش میں اضافہ پیدا کرنے کے لئے درکار حرارتی توانائی تیل سے بھی زیادہ ہے۔ اب 27 ° C پر پانی کی دوگنی مقدار لیجئے اور اسے 50 ° C تک گرم کیجئے۔ اب پانی سے لیا جانے والا وقت پچھلے معاملے کے مقابلے میں دوگنا ہوگا۔

ہم حرارتی گنجائش کی تعریف اس طرح کر سکتے ہیں کہ یہ ایک دئے گئے جسم کی تپش کو T سے T+ΔT تک بڑھانے کے لئے درکار حرارتی توانائی کی مقدار ہے۔

حرارتی گنجائش $S = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$

ایک شئے کی حرارتی نوعی گنجائش کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ ایک شئے کی 1 kg کی تپش کو ایک کلون یا 1°C تک بڑھانے کے لئے درکار حرارتی توانائی کی مقدار ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:00 PM

$$\Delta Q = m\, s \Delta T$$

چنانچہ

$$s = \frac{1}{m}\left(\frac{\Delta Q}{\Delta T}\right)$$

جہاں s کو شئے کی حرارتی گنجائش کہتے ہیں اور اس کی قیمت صرف شئے کی فطرت پر منحصر ہوتی ہے اور شئے کی مقدار پر منحصر نہیں ہوتی.

ΔQ = حرارتی توانائی کی مقدار

ΔT = تپش کی تبدیلی

m = شئے کی کمیت

حرارتی نوعی گنجائش کے لئے SI اکائی $J\ kg^{-1}\ K^{-1}$ ہے۔

حرارتی گنجائش اور حرارتی نوعی گنجائش ہمیشہ مثبت مقداریں ہوا کرتی ہیں۔

جدول 8.2 $(20^\circ C)$ 1 atm پر چند عام اشیاء کی حرارتی نوعی گنجائش

شئے	حرارتی نوعی گنجائش $(Jkg^{-1}K^{-1})$
Air ہوا	1005
Lead سیسہ	130
Copper تانبا	390
Iron (steel) لوہا (فولاد)	450
Glass شیشہ	840
Aluminium الومینیم	900
Human body انسانی جسم	3470
Water پانی	4186

جدول 8.2 کی مدد سے یہ صاف طور پر معوم ہوتا ہے کہ پانی کی حرارتی نوعی گنجائش سب سے زیادہ ہے۔اسی وجہ سے اسے طاقت گھروں (power station) اور تعامل گروں (reactors) میں متبرد (ٹھنڈا کرنے والا مادہ) یعنی Coolant کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

نوٹ

اصطلاح حرارتی گنجائش یا حرارتی نوعی گنجائش کا یہ مطلب نہیں ہے کہ شئے میں حرارت کی کچھ مقدار ہے۔ پر موجود شئے سے ادنیٰ تپش پر موجود شئے میں منتقل ہونے والی توانائی ہے۔اصل سبب اسے یوں کہنا چاہئے تھا کہ یہ ''اندرونی توانائی کی گنجائش'' ہے مگر کچھ تاریخی سبب کی وجہ سے حرارتی گنجائش یا حرارتی نوعی گنجائش کی اصطلاح برقرار ہوگئی ہے۔

کیا تم جانتے ہو؟

جب مساوی کمیت والی دو اشیاء مساوی شرح سے گرم کی جائیں تو جس شئے کی حرارتی نوعی گنجائش کم ہوگی۔اس میں تپش کا اضافہ تیزی سے ہوگا۔جب مساوی کمیت والی وہ اشیاء ٹھنڈی ہونے کے لئے چھوڑ دی جائیں تو جس شئے کی حرارتی نوعی گنجائش کم ہوتی۔اس میں تپش کا گراؤ تیزی سے ہوگا

جب ہم گیسوں کی خصوصیات کا مطالعہ کرتے ہیں تو مولار حرارتی نوعی گنجائش کا استعمال عملی طور پر نمایاں ہے۔مولار حرارتی نوعی گنجائش کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ شئے کے ایک مول کی تپش میں 1K یا 1°C کا اضافہ پیدا کرنے کے لئے درکار حرارتی توانائی ہے۔اسے مندرجۂ ذیل طریقے سے لکھ سکتے ہیں۔

$$C = \frac{1}{\mu}\left(\frac{\Delta Q}{\Delta T}\right)$$

یہاں C ایک شئے کی مولار حرارتی نوعی گنجائش کہلاتی ہے اور μ اس شئے میں موجود مول کی تعداد ہے۔

مولار حرارتی نوعی گنجائش کے لئے SI اکائی $J\ mol^{-1}\ K^{-1}$ ہے۔ یہ بھی ایک مثبت مقدار ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:00 PM

8.2.3 ٹھوس، مائعات اور گیسوں کا حرارتی پھیلاؤ
(Thermal expansion of solids, liquids and gases)

تپش میں ہونے والی ایک تبدیلی کی وجہ سے مادہ کی شکل، رقبہ اور حجم کو تبدیل کرنے کی قابلیت، حرارتی پھیلاؤ کہلاتی ہے۔

مادہ کی کل تینوں حالتیں (ٹھوس، مائع اور گیس) گرم کئے جانے پر پھیلتی ہیں۔ جب ایک ٹھوس مادہ گرم کیا جاتا ہے تو اس کے جوہر یں، ان کے ثابت مقامات کے تحت اعلیٰ حیطہ کے ساتھ مرتعش ہونے لگتے ہیں۔ ٹھوس کی جسامت میں ہونے والی متعلقہ تبدیلی چھوٹی ہوتی ہے۔ ریلوے پٹریوں کے درمیان چھوٹے گیپ چھوڑے جاتے ہیں تاکہ موسم گرما میں پٹریاں پھیل کر ٹیڑھے نہ ہو جائیں۔ ریلوے ٹریک کی سڑکوں اور برڈجوں میں پھیلاؤ کے جوڑ موجود ہوتے ہیں تاکہ وہ تپ کی تبدیلیوں کے ساتھ بآسانی پھیل سکے اور سکڑ سکے۔ اسے خاکہ 8.3 میں بتایا گیا ہے۔

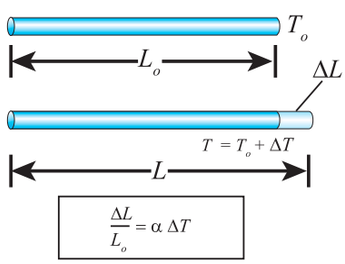
خاکہ 8.3۔ حفاظت کے لئے پھیلاؤ رکھنے والے جوڑ

مائعات میں ٹھوس کے بالمقابل، اندرونی سالماتی قوتیں کم ہوتی ہیں اور اس لئے وہ ٹھوس سے زیادہ پھیلتے ہیں۔ پارہ کے تپش پیماؤں کا اصول بھی یہی ہے۔

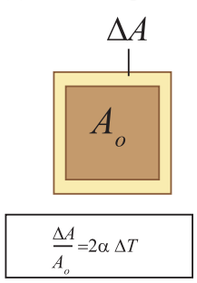
گیس کے سالموں کے معاملے میں، بین سالماتی قوتیں نظر انداز کے قابل ہوتی ہیں اور اس لئے وہ ٹھوس کے مقابلے میں بہت زیادہ پھیلتی ہیں۔ مثال کے طور پر گرم ہوائی غباروں میں جب گیس کے ذرات گرم کئے جاتے ہیں تو وہ زیادہ پھیلتے ہیں اور زیادہ جگہ گھیرتے ہیں۔

ایک جسم کا اپنے تپش کے اضافے کی وجہ سے اپنے ابعاد میں بڑھ جانا حرارتی پھیلاؤ کہلاتا ہے۔

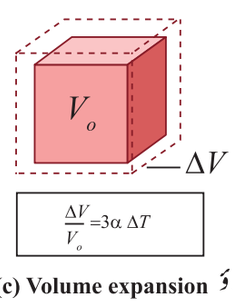
خطی پھیلاؤ (linear Expansion) لمبائی میں ہونے والا پھیلاؤ کہلاتا ہے۔ اسی طرح رقبہ میں ہونے والا پھیلاؤ



(a) خطی پھیلاؤ (a) Linear expansion



(b) رقبوی پھیلاؤ (b) Area expansion



(c) حجمی پھیلاؤ (c) Volume expansion

خاکہ 8.4 حرارتی پھیلاؤ

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:01 PM

حجمی پھیلاؤ (area expansion) کہلاتا ہے اور حجم میں ہونے والا پھیلاؤ رقبوی پھیلاؤ (Volume expansion) کہلاتا ہے۔ اسے خاکہ 8.4 میں بتایا گیا ہے۔

خطی پھیلاؤ : (Linear Expansion)

ٹھوس اشیاء میں، تپش میں ہونے والی ایک چھوٹی سی تبدیلی ΔT کے لئے لمبائی میں ہونے والی کسری تبدیلی $\left(\frac{\Delta L}{L_0}\right)$ ، ΔT کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha_L \Delta T$$

چنانچہ $$\alpha_L = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$$

جس میں α_L = خطی پھیلاؤ کا تعاونی عدد
ΔL = لمبائی کی تبدیلی
L_0 = اصلی لمبائی
ΔT = تپش کی تبدیلی

کیا آپ جانتے ہو؟

- جب ایک شیشہ کی بوتل کا ڈھکن سخت ہوجاتا ہو اور کھلتا نہیں ہو تو اس حصے کو گرم پانی کے قریب رکھنے سے وہ آسانی سے کھل جاتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ڈھکن کا حرارتی پھیلاؤ شیشہ زیادہ ہوتا ہے۔
- جب گرم ابالا ہوا انڈا ٹھنڈے پانی میں ڈالا جاتا ہے تو اس کا چھلکا آسانی سے نکالا جاسکتا ہے۔ چھلکے اور انڈے کے درمیان مختلف حرارتی پھیلاؤ کی وجہ سے اس طرح ہوتا ہے۔

مثال 8.6

Eiffel tower لوہے سے بنا ہوا ہے اور اس کی اونچائی تقریباً 300 میٹر ہے۔ فرانس میں موسم سرما (جنوری) کے دوران 2 °C کی تپش ہوتی ہے اور موسم گرما کی گرمی میں اس کی اوسط تپش 25° C ہوتی ہے۔ موسم گرما اور موسم سرما کے درمیان اس ٹاور کی اونچائی میں ہونے والی تبدیلی کا محاسبہ کیجئے۔ لوہے کے لئے خطی حرارتی پھیلاؤ کا تعاونی عدد $\alpha = 10\times10^{-6}$ (فی درجہ سنٹی گریڈ) ہے۔

حل:

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha_L \Delta T$$

$$\Delta L = \alpha_L L_0 \Delta T$$

$$\Delta L = 10 \times 10^{-6} \times 300 \times 23 = 0.069 \text{ m} = 69 \text{ mm}$$

رقبوی پھیلاؤ: (Area Expansion)

تپش کی ایک چھوٹی سی تبدیلی ΔT کے لئے ایک شئے کے رقبے کی کسری تبدیلی $\left(\frac{\Delta A}{A_0}\right)$، جو ΔT کے راست تناسب میں ہوتی ہے، اور وہ اس طرح لکھی جاسکتی ہے۔

$$\frac{\Delta A}{A_0} = \alpha_A \Delta T$$

چنانچہ $$\alpha_A = \frac{\Delta A}{A_0 \Delta T}$$

جس میں α_A = رقبوی پھیلاؤ کا تعاونی عدد
ΔA = رقبہ کی تبدیلی
A_0 = اصلی رقبہ
ΔT = تپش کی تبدیلی

حجمی پھیلاؤ : (Volume Expansion)

تپش کی ایک چھوٹی سی تبدیلی ΔT کے لئے، ایک شئے کے حجم کی کسی تبدیلی $\left(\frac{\Delta V}{V_0}\right)$، جو ΔT کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \alpha_V \Delta T$$

چنانچہ $$\alpha_V = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T}$$

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:02 PM

جس میں α_V = حجمی پھیلاؤ کا تعاونی عدد

ΔV = حجم کی تبدیلی

V_0 = اصلی حجم

ΔT = تپش کی تبدیلی

ٹھوس اشیاء کے خطی، رقبوی اور حجمی پھیلاؤ کے تعاونی عدد کی اکائی $^{\circ}C^{-1}$ (یا) K^{-1} ہے۔

نوٹ

ایک دئے گئے نمونے کے لئے

$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha_L \Delta T$ (خطی پھیلاؤ)

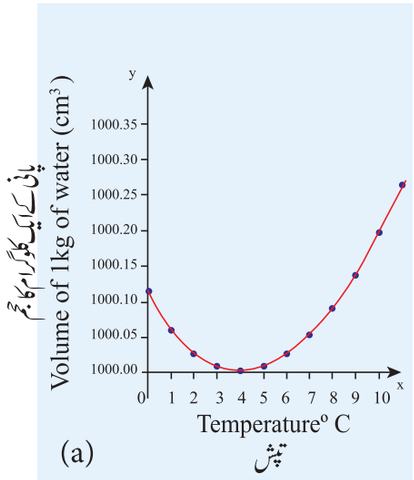
$\frac{\Delta A}{A_0} \approx 2\,\alpha_L \Delta T$ (رقبوی پھیلاؤ $\approx 2 \times$ خطی پھیلاؤ)

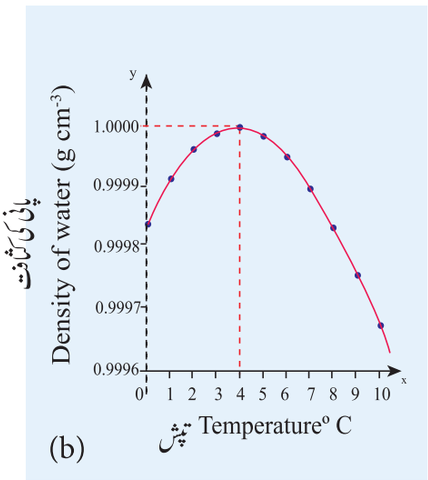
$\frac{\Delta V}{V_0} \approx 3\,\alpha_L \Delta T$ (حجمی پھیلاؤ $\approx 3 \times$ خطی پھیلاؤ)

8.2.4 پانی کا انوکھا (خلاف معمول) پھیلاؤ
(Anomalous Expansion of Water)

اوسط تپشوں پر مائعات گرم کئے جانے پر پھیلتے ہیں اور ٹھنڈے کئے جانے پر سکڑتے ہیں۔ مگر پانی کے ایک انوکھے برتاؤ کا اظہار کرتا ہے۔ وہ $0^{\circ}C$ اور $4^{\circ}C$ کے درمیان گرم کئے جانے پر سکڑتا ہے۔ جب پانی کو کمرے کی تپش سے ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو $4^{\circ}C$ تک پہنچنے تک پانی کی دی گئی مقدار کا حجم کم ہوتا جاتا ہے۔ $4^{\circ}C$ کے نیچے اس کا حجم بڑھنے لگتا ہے اور اس لئے اس کی کثافت کم ہونے لگتی ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ پانی $4^{\circ}C$ پر سب سے زیادہ کثافت رکھتا ہے۔ پانی کا یہ برتاؤ پانی کا انوکھا پھیلاؤ کہلاتا ہے۔ اسے خاکہ 8.5 میں بتایا گیا ہے۔

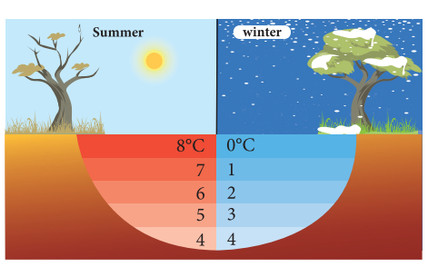
ٹھنڈے ممالک میں، موسم سرما کے دوران، تالابوں کی سطح ان کی نچلی سطحوں کے مقابلے میں کم تپش پر ہوگی جیسا کہ خاکہ 8.6 میں بتایا گیا





خاکہ 8.5۔ پانی کا انوکھا (خلاف معمول) پھیلاؤ

ہے۔ چونکہ ٹھوس پانی (برف) کی کثافت اس کے مائعوی حالت سے کم ہوتی ہے، $4^{\circ}C$ کے نیچے، منجمد پانی، مائعوی پانی کے اوپر رہتا ہے (برف تیرتا ہے)۔ یہ پانی کے انوکھے پھیلاؤ کی وجہ سے ہوتا ہے۔ چونکہ تالابوں اور حوضوں کے اوپری حصوں ہی میں پانی منجمد ہوتا ہے، ان کے اندر رہنے والے زندے انواع نچلے حصے پر محفوظ رہیں گے۔



خاکہ 8.6 تالابوں میں پانی کا انوکھا (خلاف معمول) پھیلاؤ

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:03 PM

8.2.5 حالت کی تبدیلی (Change of state)

تمام مادے عام طور پر ٹھوس، مائع اور گیس جیسی تین حالتوں میں پائے جاتے ہیں۔ مادّہ کو گرم یا ٹھنڈا کر کے، اس کی حالت کو تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

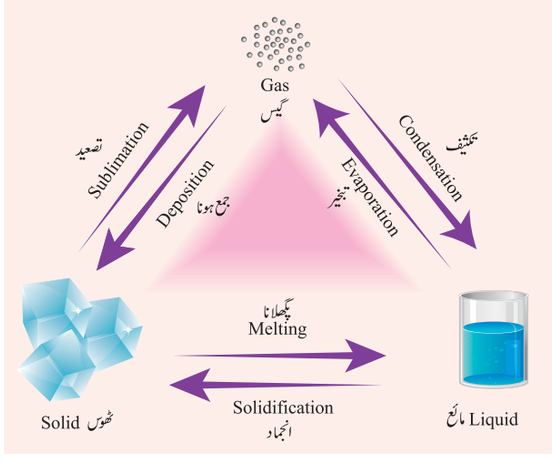
مثالیں : 1) پگھلاؤ (ٹھوس سے مائع)

2) تبخیر (مائع سے گیس)

3) تصعید (ٹھوس سے گیس)

4) انجماد/ ٹھوس بنانا (مائع سے ٹھوس)

5) تکثیف : (گیس سے مائع)



خاکہ 8.7 مادہ کی حالتوں کی تبدیلی

مخفی حرارتی گنجائش (Latent heat capacity)

جب پانی کا برتن گرم کیا جاتا ہے، تو پانی کی تپش 100° C تک بڑھتی جاتی ہے جو کہ پانی کا نقطۂ جوش ہے اور پھر وہ تپش مستقل طور پر برقرار رہتی ہے۔ یہاں تک کہ پورا پانی مائع سے گیس میں تبدیل ہوجاتا ہے۔ اس عمل کے دوران پانی میں لگاتار حرارت بھیجی جاتی ہے مگر پانی کی تپش اس کے نقطۂ جوش سے ذرا بھی نہیں بڑھتی۔ یہی مخفی حرارتی گنجائش کا عمل ہے۔

ایک شئے کی مخفی حرارتی گنجائش کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ اس شئے کی ایک اکائی کمیت کی حالت کو تبدیل کرنے کے لئے درکار حرارتی توانائی کی مقدار ہے۔

$$Q = m \times L$$

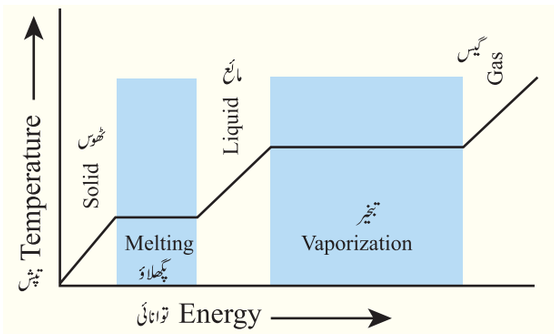
چنانچہ $L = \frac{Q}{m}$

جہاں L = شئے کی مخفی حرارتی گنجائش

Q = حرارت کی مقدار

m = شئے کی کمیت

مخفی حرارتی گنجائش کی SI اکائی $J\,kg^{-1}$ ہے۔



خاکہ 8.8 پانی کے لئے تپش بالمقابل حرارت

نوٹ حالت کی تبدیلی کے دوران جب حرارت بھیجی جاتی ہے یا خارج کی جاتی تو تپش برقرار رہتی ہے۔

- ٹھوس۔ مائع، حالت کی تبدیلی کے لئے مخفی حرارت پگھلاؤ کی مخفی حرارت L_f (Latent heat of fusion) کہلاتی ہے۔
- مائع - گیس، حالت کی تبدیلی کے لئے مخفی حرارت تبخیر کی مخفی حرارت L_V (Latent heat of Evaporization) کہلاتی ہے۔
- ٹھوس-گیس، حالت کی تبدیلی کے لئے مخفی حرارت تصعید کی مخفی (Latent heat of sublimation L_S) کہلاتی ہے۔

تہرا نقطہ (Triple Point)

وہ تپش اور دباؤ جس پر ایک شئے کی تین ہیئتیں (ٹھوس، مائع اور گیس) حرحرکیاتی توازنت میں ساتھ ساتھ پائے جاتے ہیں، اس شئے کا تہرا نقطہ کہلاتا ہے۔

پانی کا تہرا نقطہ 273.1K اور 611.657 پاسکل کے جزوی بخاراتی دباؤ پر ہوتا ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:04 PM

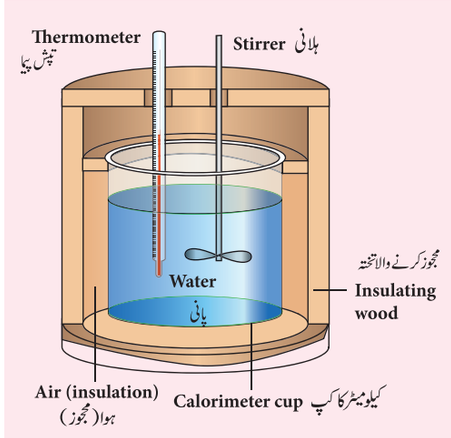
8.2.6 حرارہ پیمائی (Calorimetry)

حرارہ پیمائی کا مطلب، گرم کرنے کے دوران حرارتی حرکیاتی نظام کے ذریعہ خارج یا جذب کی جانے والی حرارت کی مقدار کی پیمائش ہے۔ جب اعلیٰ تپش پر موجود ایک جسم کو ادنیٰ تپش پر موجود جسم سے مس کروایا جاتا ہے تو گرم جسم کے ذریعہ ہونے والا حرارتی نقصان ٹھنڈے جسم کے ذریعہ ہونے والی حرارت کے حصول کے برابر ہوتا ہے۔ اطراف واکناف میں حرارت کا کوئی حصہ فرار نہیں پاتا۔ اسے ریاضیاتی طور پر یوں ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$Q_{gain} = -Q_{lost}$$

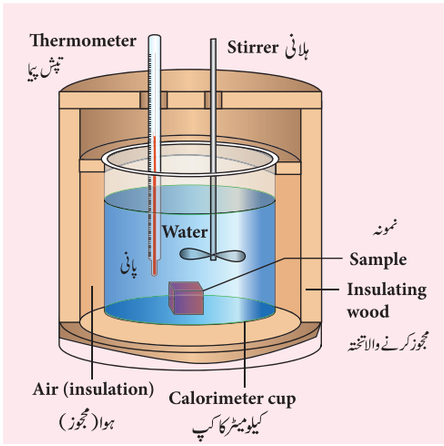
$$Q_{gain} + Q_{lost} = 0$$

حاصل شدہ یا ضائع شدہ حرارت کی پیمائش حرارہ پیما (Calorimeter) کی مدد سے کی جاتی ہے۔ عام طور پر حرارہ پیما پانی کا ایک محجوز برتن ہوتا ہے جیسا کہ خاکہ 8.9 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.9 حرارہ پیما (کیلوری میٹر)

اعلیٰ تپش (T_1) پر ایک نمونہ گرم کیا جاتا ہے اور اسے کمرے کی تپش (T_2) پر حرارہ پیما میں موجود پانی میں ڈبو دیا جاتا ہے۔ کچھ دیر بعد وہ نمونہ اور پانی ایک حتمی متوازن تپش T_f تک پہنچ جاتے ہیں۔ چونکہ وہ حرارہ پیما محجوز ہوتا ہے، گرم نمونے سے دی گئی حرارت پانی سے لی گئی حرارت کے برابر ہوتی ہے۔ اسے خاکہ 8.10 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.10 بلاک کے ایک نمونے کے ساتھ حرارہ پیما

$$Q_{gain} = -Q_{lost}$$

علامت پر غور کیجئے۔ حرارت کے نقصان کو منفی علامت سے ظاہر کیا گیا ہے اور حاصل شدہ حرارت کو مثبت علامت سے ظاہر کیا گیا ہے۔ حرارتی نوعی گنجائش کی تعریف کی مدد سے

$$Q_{gain} = m_2 s_2 (T_f - T_2)$$

$$Q_{lost} = m_1 s_1 (T_f - T_1)$$

یہاں S_1 اور S_2 گرم نمونہ اور پانی کی بالترتیب حرارتی نوعی گنجائشیں ہیں۔ اس لئے ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$m_2 s_2 (T_f - T_2) = - m_1 s_1 (T_f - T_1)$$

$$m_2 s_2 T_f - m_2 s_2 T_2 = - m_1 s_1 T_f + m_1 s_1 T_1$$

$$m_2 s_2 T_f + m_1 s_1 T_f = m_2 s_2 T_2 + m_1 s_1 T_1$$

حتمی تپش یہ ہے۔

$$T_f = \frac{m_1 s_1 T_1 + m_2 s_2 T_2}{m_1 s_1 + m_2 s_2}$$

مثال 8.7

اگر $50^\circ C$ پر موجود 5L پانی کو $30^\circ C$ پر موجود 4L کے پانی میں شامل کیا جاتا ہے تو پانی کی حتمی تپش کیا ہوگی؟ پانی کی حرارتی نوعی گنجائش کی قیمت $4184\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$ لیجئے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:05 PM

حل : ہم اس مساوات کا استعمال کر سکتے ہیں۔

$$T_f = \frac{m_1 s_1 T_1 + m_2 s_2 T_2}{m_1 s_1 + m_2 s_2}$$

$m_1 = 5L = 5\text{kg}$ and $m_2 = 4L = 4\text{kg}$, $s_1 = s_2$

اور $T_1 = 50°\text{C} = 323\text{K}$ اور $T_2 = 30°\text{C} = 303\text{ K}$.

اس لئے

$$T_f = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2} = \frac{5\times 323 + 4\times 303}{5+4} = 314.11\text{ K}$$

$T_f = 314.11\text{ K} - 273\text{K} \approx 41°\text{C}$.

فرض کیجئے کہ اگر ہم پانی کی مساوی مقداروں کو ملاتے ($m_1 = m_2$) جن کی تپش 50°C اور 30°C ہوں تو پھر حتمی تپش، ان دو تپشوں کی اوسط ہوتی ہے۔

$$T_f = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{323 + 303}{2} = 313\text{K} = 40°\text{C}$$

فرض کیجئے کہ دونوں پانیوں میں 30°C کی تپش ہوگی تو پھر حتمی تپش بھی 30°C ہی ہوتی۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ وہ توازنت پر قائم ہیں اور دونوں کے درمیان حرارت کا کوئی تبادلہ نہیں ہوا ہے۔

نوٹ

یہ نوٹ کرنا ضروری ہے کہ گیس یا مائع کے ملانے کی حتمی توازنی تپش، ان اشیاء کی کمیت، ان کی حرارتی نوعی گنجائشیں اور ان کی تپشوں پر منحصر ہوتی ہے۔ اگر ہم ایک جیسی اشیاء کو مساوی مقدار پر شامل کرتے ہیں تو صرف ایسے موقع پر حتمی تپش ان کی انفرادی تپشوں کی اوسط ہوگی۔

8.2.7 حرارت کی منتقلی (Heat transfer)

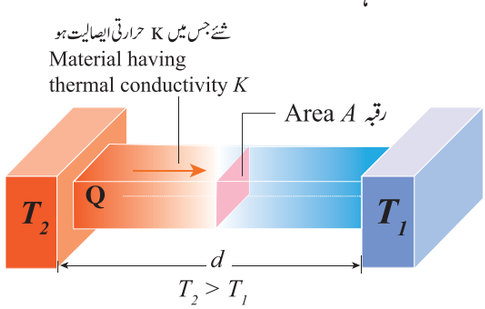
ہم پہلے ہی پڑھ چکے کہ حرارت، گذر میں موجود ایک توانائی (energy in transit) ہے جو تپش کے فرق کی وجہ سے ایک جسم سے دوسرے جسم میں منتقل ہو جاتی یعنی گزر جاتی ہے۔ حرارت کی منتقلی کے تین طریقے ہیں۔ ایصالیت، نقل و حمل اور اشعاعیت۔

ایصالیت : (Conduction)

ایصالیت تپش کے فرق کی وجہ سے مادہ کے ذریعہ حرارت کی بالراست منتقلی کا عمل ہے جب دو اشیاء ایک دوسرے کے ساتھ براہ راست ملتے ہیں تو گرم شئے سے ٹھنڈی شئے کی طرف حرارت منتقل ہوتی ہے۔ وہ اشیاء جو اپنے ذریعہ حرارت کو گذرنے دیتے ہیں، موصل (Conductors) کہلاتے ہیں۔

حرارتی موصلیت : (Thermal Conductivity)

حرارتی موصلیت حرارت کو لے جانے کی قابلیت ہے۔ حالت کی مستقل نوعیت حال کے تحت، ایک اکائی تپش کے فرق کی وجہ سے اکائی سطحی رقبہ کے عمودی ایک سمت میں ایک شئے کی اکائی لمبائی کے ذریعہ منتقل ہونے والی حرارت کی مقدار اس شئے کی حرارتی موصلیت کہلاتی ہے۔



خاکہ 8.11 ایصالیت کے ذریعہ مستقل حالت میں حرارت کا بہاؤ،

مستقل حالت میں۔ حرارت کے بہاؤ کی شرح Q، تپش کے فرق ΔT اور ترچھی سطحی رقبہ A کے راست تناسب میں ہوتی ہے اور لمبائی L کے بلا راست تناسب میں ہوتی ہے۔ اس لئے حرارت کے بہاؤ کی شرح اس طرح لکھی جاتی ہے۔

$$\frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta T}{L}$$

جہاں K حرارتی ایصالیت کا تعاونی عدد کہلاتا ہے۔ (دھیان رہے کہ Kelvin کو بھی K کی علامت ہی سے ظاہر کیا جاتا ہے)

حرارتی موصلیت کی SI اکائی

ہے۔ $\text{J s}^{-1}\text{ m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ یا $\text{W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$.

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:06 PM

جدول 8.3 1atm پر چند اشیاء کی حرارتی ایصال ($W\ m^{-1}\ K^{-1}$) میں

شئے Material	حرارتی ایصال Thermal Conductivity	شئے Material	حرارتی ایصال Thermal Conductivity
Diamond ہیرا	2300	Water پانی	0.56
Silver چاندی	420	Human tissue انسانی بافت	0.2
Copper تانبا	380	Wood لکڑی	0.17
Aluminum الومنیم	200	Helium ہیلیم	0.152
Steel اسٹیل	40	Cork کارک	0.042
Glass شیشہ	0.84	Air ہوا	0.023
Brick اینٹ	0.84		
Ice برف	2		

نوٹ

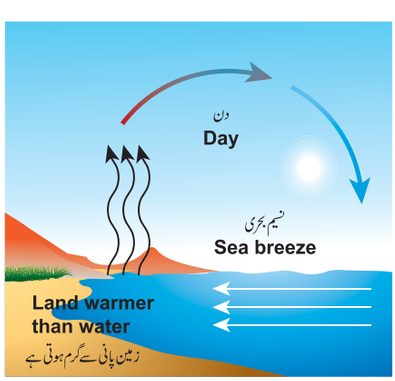
مستقل حالت : (Steady state)
وہ حالت جس پر تپش پر جگہ مستقل قیمت اختیار کر لیتی ہے اور وہاں کہیں بھی حرارت کی مزید منتقلی نہیں ہوتی ہو، مستقل حالت کہلاتی ہے۔

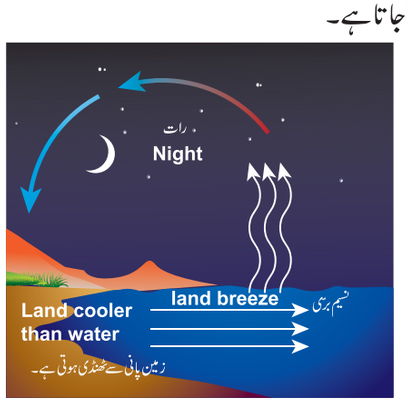
حرارتی موصلیت شئے کی فطرت پر منحصر ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر چاندی اور الومونیم میں اعلیٰ حرارتی موصلیت پائی جاتی ہے۔ اس لئے انہیں پکوان کے برتن بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔

نقل وحمل : (Convection)

نقل وحمل وہ مرحلہ ہے جس میں، سیالیات جیسے مائعات اور گیسوں میں موجود سالموں کی حقیقی حرکت کے ذریعہ حرارت منتقل ہوتی ہے۔ نقل وحمل میں سالمے آزادانہ طور پر ایک جگہ سے دوسری جگہ حرکت کرتے ہیں۔ یہ فطری طور پر یا جبری طور پر ہوتا ہے۔

دن کے وقت، سورج کی شعاعیں، سمندری پانی کے بالمقابل زمین کو تیزی سے گرم کرتی ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ زمین کی حرارتی نوعی گنجائش پانی سے کم ہوتی ہے۔ اس کے نتیجے میں زمین کے اوپر موجود ہوا کی کثافت کم ہونے لگتی ہے اور وہ گرم ہوا اوپر اٹھنے لگتی ہے۔ عین اسی وقت سمندر کے اوپر موجود ٹھنڈی ہوا زمین کی طرف بہنے لگتی ہے جسے نسیم بحری (Sea breeze) کہا جاتا ہے۔ رات کے وقت حرارتی نوعی گنجائش ہی کی وجہ سے زمین، سمندر سے بھی تیزی سے ٹھنڈی ہونے لگتی ہے۔ سمندر کے اوپر موجود ہوائی سالمے زمین کے اوپر موجود ہوائی سالموں سے گرم ہوتے ہیں۔ اس لئے سمندر کے اوپر موجود گرم ہوا اوپر اٹھنے لگتی ہے اور زمین کی ٹھنڈی ہوا سمندر کی طرف چلنے لگتی ہے۔ اسے نسیم برّی (Land breeze) کہا جاتا ہے۔





11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:06 PM

پکوان کی ہانڈی میں ابلتا ہوا، پانی نقل وحمل کی ایک مثال ہے۔ برتن کے نچلے حصے میں موجود پانی زیادہ حرارت حاصل کرتا ہے۔گرم کرنے کی وجہ سے پانی پھیلنے لگتا ہے اور نیچے موجود پانی کی کثافت کم ہونے لگتی ہے۔کثافت کی اس کمی کی وجہ سے سالمے اوپر اٹھنے لگتے ہیں۔ عین اسی وقت اوپر کے سالمے کم حرارت حاصل کرتے ہیں اور زیادہ کثیف ہوجاتے ہیں اور وہ برتن کے نچلے حصے کی طرف آجاتے ہیں۔ یہ مرحلہ لگاتار چلتے رہتا ہے۔سالموں کی یہ اگلی پچھلی حرکت نقل وحمل کی رو (Convection current) کہلاتی ہے۔

کمرے کو گرم رکھنے کے لئے ہم روم ہیٹر (Room heater) کا استعمال کرتے ہیں ۔ ہیٹر کے قریب موجود ہوائی سالمے گرم ہوکر پھیلنے لگیں گے۔ جیسے ہی وہ پھیلتے ہیں، ان ہوائی سالموں کی کثافت کم ہونے لگے گی اور وہ اوپر چڑھنے لگیں گے جب کہ اعلیٰ کثافت والی ٹھنڈی ہوا نیچے آنے لگے گی۔ ہوائی سالموں کا یہ دور نقل وحمل کی رو (convection Current) کہلاتا ہے۔

اشعاعیت : (Radiation)

جب ہم اپنے ہاتھوں کو گرم چولھے کے قریب لے جاتے ہیں تو ہم اس گرم چولھے کو چھوئے بغیر ہی حرارت محسوس کرتے ہیں ۔ یہاں گرم چولھے سے ہمارے ہاتھوں میں منتقل ہونے والی حرارت اشعاعیت کی شکل میں منتقل ہوتی ہے۔

ہم سورج سے اشعاعیت کی شکل میں توانائی حاصل کرتے ہیں۔ یہ شعاعیں خلاء کے ذریعہ سفر کرتی ہیں اور زمین تک پہنچتی ہیں۔ یہ اشعاعیت کی انوکھی خصوصیت ہے جس میں ایک شئے سے دوسری شئے تک توانائی کی منتقلی کے لئے کسی واسطے کی ضرورت نہیں پڑتی۔ ایصالیت اور نقل و حمل میں حرارت کو منتقل کرنے کے لئے واسطہ کی ضرورت پڑتی ہے۔

اشعاعیت، ایک جسم سے دوسرے جسم میں برقی مقناطیسی موجوں کے ذریعہ توانائی منتقل کرنے کی ایک شکل ہے۔

مثال :

1) سورج سے آنے والی شمسی توانائی
2) روم ہیٹر سے آنے والی شعاعیں

نوٹ

عام طور پر یہ گمان کیا گیا کہ پیمانہ تپش مادہ (ٹھوس مائع اور گیس) کے ساتھ منسلک ہے۔ مگر اشعاعیت کو بھی ایک حرحرکیاتی نظام مانا جاتا ہے جس میں صاف طور پر متعین تپش اور دباؤ پایا جاتا ہے ۔سورج سے آنے والی نظر آنے والی شعاعیں 5700K کی تپش پر ہوتی ہیں اور زمین انہیں بالاسرخ حد میں دوبارہ خارج کرتی ہے۔ جو کہ تقریباً 300K کی تپش تک ہوتی ہیں۔

8.2.8 نیوٹن کا ٹھنڈا کرنے کا کلیہ (Newton's law of Cooling)

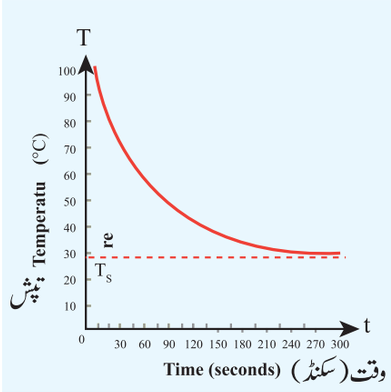
نیوٹن کا ٹھنڈا کرنے کا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ ایک جسم کی حرارت کے نقصان کی شرح، اس جسم اور اس کے اطراف واکناف کی درمیانی تپش کے فرق کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔

$$\frac{dQ}{dt} \propto -(T - T_s) \qquad (8.4)$$

منفی علامت یہ نشان دہی کرتی ہے کہ مائع کے ذریعہ حرارت کے ہونے والے نقصان کی مقدار وقت کے ساتھ لگاتار کم ہونے لگتی ہے۔

جہاں T = شئے کی تپش

T_s = اطراف واکناف کی تپش



خاکہ 8.12 وقت کے ساتھ گرم پانی کا ٹھنڈا ہونا

خاکہ 8.12 میں بتائے گئے ترسیم کی مدد سے یہ صاف ظاہر ہے کہ ٹھنڈا ہونے کی شرح شروع میں زیادہ اور بعد میں تپش کے کم ہونے کے ساتھ ساتھ کم ہونے لگتی ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:07 PM

آیئے ہم T تپش پر، m کمیت اور s حرارتی نوعی گنجائش والی ایک شئے کا تصور کریں۔فرض کیجئے کہ T_s اطراف اکناف کی تپش ہو۔اگر dt وقت میں، تپش ایک چھوٹی سی مقدار dT کے ذریعہ گرتی ہے، تو پھر حرارت کے نقصان کی مقدار یہ ہے۔

$$dQ = msdT \qquad (8.5)$$

مساوات (8.5) کے دونوں طرف dt سے تقسیم کرنے پر

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{msdT}{dt} \qquad (8.6)$$

نیوٹن کے ٹھنڈا کرنے کی کلیے کی مدد سے

$$\frac{dQ}{dt} \propto -(T - T_s)$$

$$\frac{dQ}{dt} = -\,a\,(T - T_s) \qquad (8.7)$$

جہاں a کچھ مثبت مستقلہ ہے۔

مساوات (8.6) اور (8.7) کی مدد سے

$$-\,a\,(T - T_s) = ms\,\frac{dT}{dt}$$

$$\frac{dT}{T - T_s} = -\frac{a}{ms}\,dt \qquad (8.8)$$

مساوات (8.8) کو دونوں طرف مربوط کرنے پر

$$\int \frac{dT}{T - T_s} = -\int \frac{a}{ms}\,dt$$

$$\ln (T - T_s) = -\frac{a}{ms}\,t + b_1$$

جہاں b_1 مربوط (یا) احصاء کا مستقلہ ہے۔دونوں طرف قوت نما (exponential) لیتے ہوئے، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$T = T_s + b_2\, e^{-\frac{a}{ms}t} \qquad (8.9)$$

یہاں $b_2 = e^{b_1}$ = مستقلہ

مثال 8.8

ایک گرم پانی 27°C کمرے کی تپش پر 3 منٹ میں 92°C سے 84°C تک ٹھنڈا ہوتا ہے۔اس پانی کو 65°C سے 60°C تک ٹھنڈا ہونے کے لئے کتنا وقت درکار ہوگا؟

حل: وہ گرم پانی 3 منٹ میں 8°C میں ٹھنڈا ہوتا ہے 92°C اور 84°C کی اوسط تپش 88 °C ہے۔یہ اوسط تپش کمرے کی تپش سے 61°C زیادہ ہے۔

مساوات (8.8) کی مدد سے

$$\frac{dT}{T - T_s} = -\frac{a}{ms}dt \text{ or } \frac{dT}{dt} = -\frac{a}{ms}(T - T_s)$$

$$\frac{8^oC}{3\,\text{min}} = -\frac{a}{ms}(61^oC)$$

اسی طرح، 65° C اور 60° C کی اوسط تپش 62.5 ° C ہے۔ یہ اوسط تپش کمرے کی تپش سے 35.5° C زیادہ ہے تو پھر ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$\frac{5^oC}{dt} = -\frac{a}{ms}(35.5^oC)$$

دونوں مساوات کو تقسیم کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{\frac{8^oC}{3\,\text{min}}}{\frac{5^oC}{dt}} = \frac{-\frac{a}{ms}(61^oC)}{-\frac{a}{ms}(35.5^oC)}$$

$$\frac{8 \times dt}{3 \times 5} = \frac{61}{35.5}$$

$$dt = \frac{61 \times 15}{35.5 \times 8} = \frac{915}{284} = 3.22\,\text{min}$$

8.3 حرارت کی منتقلی کے کلیے: (Laws of Heat Transfer)

8.3.1 Prevost کا حرارتی تبادلہ کا نظریہ: (Prevost theory of heat exchange)

ہر شئے (0K کے علاوہ) تمام تعین تپشوں پر حرارتی شعاعیں خارج کرتی ہیں اور ساتھ ساتھ اطراف واکناف سے شعاعیں جذب بھی کرتی ہے۔مثال کے طور پر اگر آپ کسی کو چھوتے ہوں تو آپ کی جلد دوسروں کو یا تو ٹھنڈی معلوم ہوگی یا گرم لگے گی۔

اعلیٰ تپش پر موجود ایک جسم اپنے اطراف واکناف سے اشعاعیت حاصل کرنے سے زیادہ حرارتی اشعاعیت خارج کرتا ہے۔اسی طرح ادنی تپش پر موجود ایک جسم حرارت خارج کرنے سے زیادہ حرارت حاصل کرتا ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:08 PM

provost نے اشعاعیت پر حرارتی توازنت کے تصور کو آزمایا۔ انہوں نے یہ تجویز پیش کی کہ تمام اجسام توانائی خارج کرتے ہیں مگر گرم اجسام کا شعاعی اخراج ٹھنڈے اجسام سے زیادہ ہوتا ہے۔ وقت کے ایک نقطے پر دونوں اجسام سے ہونے والی حرارتی تبادلہ کی شرح مساوی ہوجائے گی۔ اب وہ اجسام حرارتی توازنت پر موجود اشیاء کہلائیں گے۔

صرف مطلق صفر کی تپش پر بھی ایک جسم شعاعی اخراج سے رک سکتا ہے۔ لہذا Pevotes کا نظریہ یہ بیان کرتا ہے کہ تمام اجسام، مطلق صفر کے تپش سے زیادہ تمام تپشوں پر اطراف واکناف کی اشیاء کی فطرت کا لحاظ کئے بغیر حرارتی شعاعیں خارج کرتے ہیں۔

8.3.2 Stefan Boltzmann کا کلیہ

Stefan Boltzmann کا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ ایک کالے جسم کے فی سکنڈ، فی اکائی رقبہ خارج ہونے والی حرارت کی مقدار، اس کے مطلق تپش کی چوتھی قوت کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔

$$E \propto T^4 \text{ or } E = \sigma T^4 \qquad (8.10)$$

جہاں σ ، Stefan کی مستقلہ کہلاتی ہے۔ اس کی قیمت $5.67\times10^{-8}\ W\ m^{-2}\ k^{-4}$ ہے۔

نوٹ

اگر ایک جسم ایک کامل سیاہ جسم نہ ہو تو پھر

$$E = e\ \sigma\ T^4 \qquad (8.11)$$

جہاں 'e' سطح کی اخراجیت (emissivity) ہے۔ اخراجیت (emissivity) کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ مساوی تپش اور موجی طول پر ایک کامل سیاہ جسم سے خارج ہونے والی توانائی کے ساتھ ایک شئے کی سطح سے خارج ہونے والی توانائی کی نسبت ہے۔

8.3.3 Wien کے ہٹاؤ کا کلیہ (wien's displacement law)

کائنات میں، ہر شئے شعاعیں خارج کرتی ہے۔ ان شعاعوں کی موجی طولیں، شئے کی مطلق تپش پر منحصر ہوتی ہیں۔ ان شعاعوں کے موجی طول مختلف ہوتے ہیں اور تمام خارج شدہ موجی طولیں مساوی شدت نہیں رکھتے۔

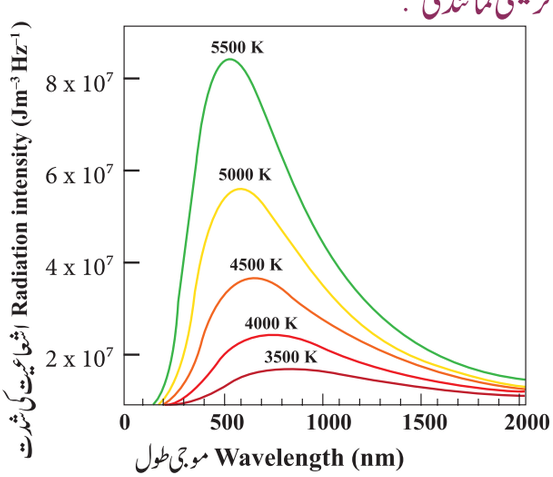
Wien کا کلیہ یہ بیان کرتا کہ ایک سیاہ جسم کی شعاعیت کے اخراج کی انتہائی شدت کا موجی طول، اس سیاہ جسم کی مطلق تپش کے معکوس تناسب میں ہوتا ہے۔

$$\lambda_m \propto \frac{1}{T} \ (or)\ \lambda_m = \frac{b}{T} \qquad (8.11)$$

جہاں b، Wien کی مستقلہ کہلاتی ہے۔ اس کی قیمت 2.898×10^{-3} m K ہے۔

اس سے معلوم ہوتا ہے، کہ اگر جسم کی تپش بڑھتی ہے تو انتہائی شدت والا موجی طول (λ_m) برق مقناطیسی طیف کے ادنی موجی طول (اعلیٰ تعدد) کی طرف منتقل ہونے لگتا ہے۔ اسے خاکہ 8.13 میں بتایا گیا ہے۔

ترسیمی نمائندگی :



خاکہ 8.13 Wien کے ہٹاؤ کا کلیہ

گراف کی مدد سے یہ صاف ظاہر ہے کہ موجی طولوں کی چوٹی تپش کے معکوس تناسب میں ہے۔ یہ منحنی ''سیاہ جسم کی اشعاعیت کی منحنی'' کہلاتی ہے۔

Wein کا کلیہ اور بصارت (Wien's law and Vision)

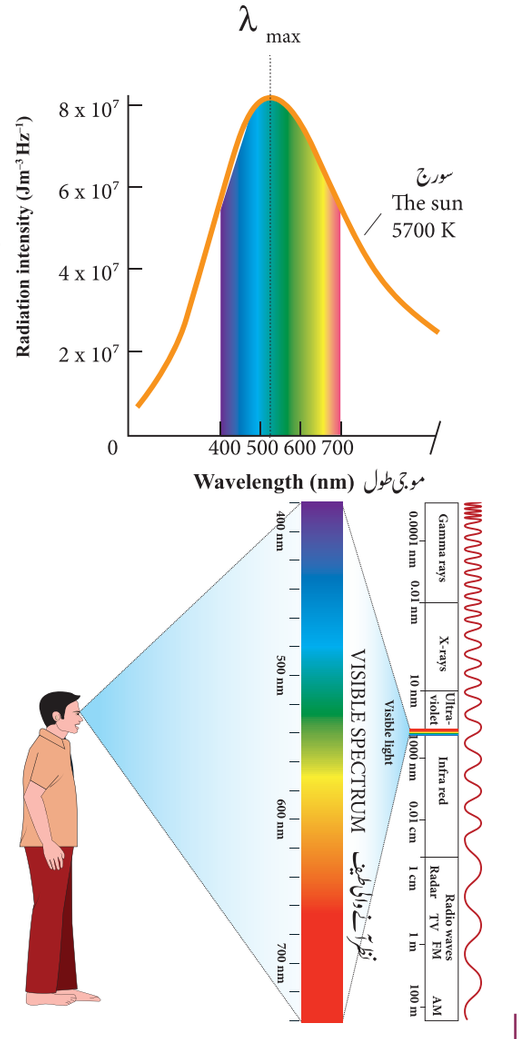
ہماری آنکھ کیوں صرف نظر آنے والی (مرئی) موجی طول (400nm سے 700nm کی حد تک) ہی کی حساس ہے ؟

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:09 PM

اندازاً سورج کوایک سیاہ جسم تسلیم کیا جاتا ہے چونکہ کوئی بھی جسم 0K کے اوپر شعاعیں خارج کرے گا،سورج بھی شعاعیں خارج کرتا ہے ۔اس کی سطحی تپش تقریباً 5700K ہے۔اس قیمت کو مساوات 8.12 میں حل کرنے پر

$$\lambda_m = \frac{b}{T} = \frac{2.898\times10^{-3}}{5700} \approx 508\ nm$$

یہ وہ موجی طول ہے جس پر انتہائی شدت 508 nm ہے۔ چونکہ سورج کی تپش تقریباً 5700K ہے،سورج سے خارج ہونے والی شعاعوں کی طیف 400 nm سے 700 nm تک ہوتی ہے جو طیف کا نظر آنے والا (مرئی) حصہ ہے۔اسے خاکہ 8.14 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.14۔ Wien کا کلیہ اور انسانی بصارت

انسانی سورج کے نیچے اس کی شعاعوں کو حاصل کر کے ارتقاء پذیر ہوا۔انسانی آنکھ طیف میں موجود نظر آنے والی حد ہی میں حساس ہوتی ہے اور زیر سرخ یا X - رے کی حد میں حساس نہیں ہوتی ہے۔

بالفرض اگر انسان Sirius نامی ستارہ (9940 K) کے قریبی سیارے پر ارتقاء پذیر ہوتا تو شاید وہاں کے لوگوں میں بالابنفشی شعاعوں کو دیکھنے کی قابلیت پائی جاتی !

مثال 8.9

ایک سیاہ جسم A سے خارج ہونے والی توانائی اپنی انتہا پر تھی۔ایک اور سیاہ جسم B سے خارج ہونے والی طاقت E_A ہے اور λ_A کے موجی طول پر خارج ہونے والی طاقت $E_B = N E_A$ ہے اور خارج شدہ توانائی موجی طول $\frac{1}{2}\lambda_A$ پر اپنی انتہاء پر تھی۔ N کی قیمت کیا ہے؟

حل: Wien کے ہٹاؤ کے کلیے کے مطابق دونوں اشیاء A اور B کے لئے $\lambda_{max}\, T$ مستقلہ ہے۔

$$\lambda_A T_A = \lambda_B T_B. \qquad \lambda_B = \frac{1}{2}\lambda_A \quad \text{یہاں}$$

$$\frac{T_B}{T_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{\lambda_A}{\left(\frac{1}{2}\right)\lambda_A} = 2$$

$$T_B = 2T_A$$

Stefan- Boltzmann کے کلیہ کی مدد سے

$$\frac{E_B}{E_A} = \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^4 = (2)^4 = 16 = N$$

A کے مقابلے میں شئے بھی B اور موجی طول پر خارج کی ہے۔ اس لئے شئے B ہی A سے زیادہ طاقت ور شعاعیں خارج کی ہوگی۔

8.4 حرحرکیات (Thermodynamics)

8.4.1 تعارف

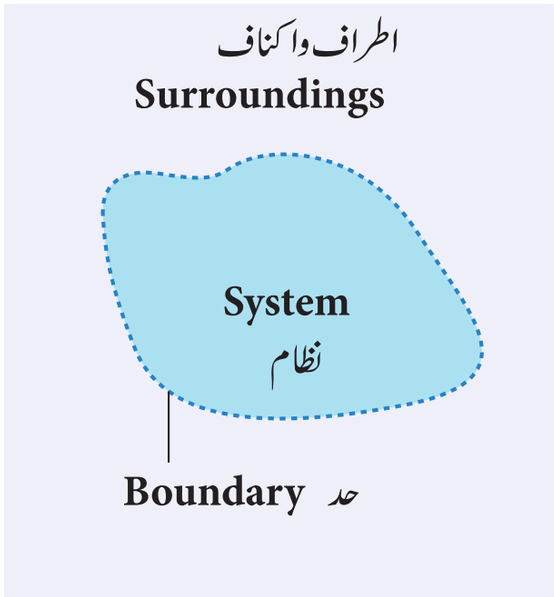
پچھلے حصوں میں ہم نے حرارت، تپش اور مادہ کی حرارتی خصوصیات کا مطالعہ کیا تھا۔حرارتی حرکیات طبیعیات کی ایک شاخ ہے جو کام کو حرارت میں اور حرارت کو کام میں تبدیل کرنے والے مرحلے پر

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:09 PM

قابو پانے والے کلیوں کی وضاحت کرتی ہے۔ Boyle چارلس، برنولی، جول، Clausius، کلون، کارناٹ اور Helmholtz کے تجرباتی کاموں کے تین صدیوں کے بعد حرارتی حرکیات کے کلیے بنائے گئے ہیں۔ ہماری روزمرہ کی زندگی میں ہماری اطراف موجود ہر شئے کے افعال یہاں تک کہ ہمارے جسم کے افعال بھی حرارتی حرکیات کے کلیوں کے پابند ہیں۔ چنانچہ حرارتی حرکیات طبیعیات کی اہم ترین شاخوں میں سے ایک ہے۔

حرارتی حرکیاتی نظام : (Thermodynamic system)

ایک حرارتی حرکیاتی نظام، کائنات کا ایک محدود حصہ ہوتا ہے۔ یہ کثیر تعداد کے ذرات (جوہرات اور سالموں) کا ایک مجموعہ ہے جو دباؤ (P)، حجم (V) اور تپش کہلانے والے چند پیمانوں کے ذریعہ بیان کیا جاتا ہے۔ کائنات کا بقیہ حصہ اطراف واکناف (Surrounding) کہلاتا ہے۔ یہ دونوں ایک حد (boundry) کے ذریعہ جدا کئے گئے ہیں۔



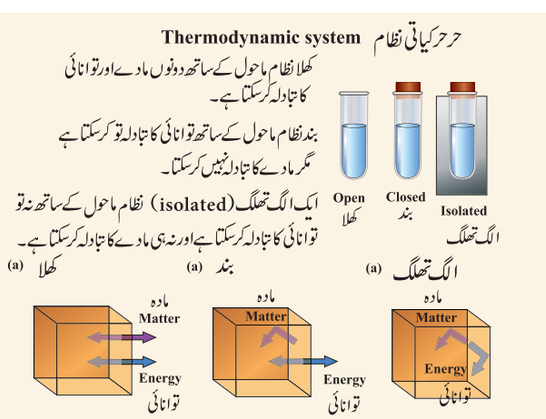
خاکہ 8.15۔ حرحرکیاتی نظام

مثالیں :

ایک حرحرکیاتی نظام، مائع ٹھوس، گیس اور اشعاعیت بھی ہوسکتا ہے۔

حرحرکیاتی نظام	اطراف واکناف
پانی کی بالٹی	کھلی فضا
کمرے میں موجود ہوائی سالمے	باہر کی ہوا
انسانی جسم	کھلی فضاء
سمندر میں موجود مچھلی	سمندری پانی

ہم حرحرکیاتی نظام کو تین قسموں میں درجہ بند کرسکتے ہیں۔ اسے خاکہ 8.16 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.16۔ حرارتی حرکیاتی نظام کے مختلف اقسام

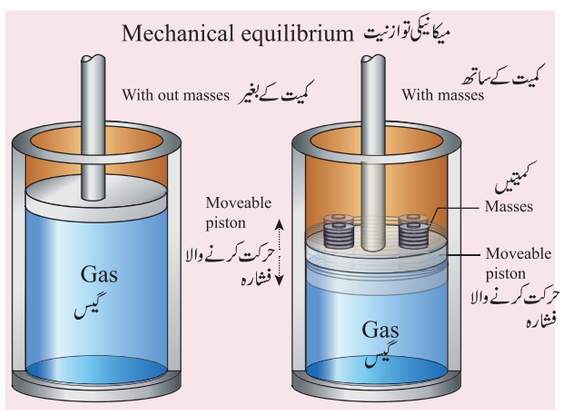
8.4.2 حرارتی توازنت: (Thermal Equilibrium)

جب کافی کی ایک گرم پیالی کمرے میں رکھی جائے تو حرارت، کافی سے اطراف واکناف کی ہوا میں بہتی ہے۔ کچھ دیر بعد کافی کی تپش، اطراف کی ہوا کی تپش کے برابر ہوجاتی ہے اور اس کے بعد کافی سے ہوا میں یا ہوا سے کافی میں حرارت کا تبادلہ نہیں ہوگا۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ کافی اور اطراف واکناف کی ہوا ایک دوسرے کے ساتھ حرارتی توازنت پر ہیں۔ اگر دو نظامات، وقت سے ساتھ تبدیل نہ ہونے والی مساوی تپش پر قائم ہوں تو کہا جائے گا کہ وہ حرارتی توازنت پر قائم ہیں۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:10 PM

میکانیکی توازنت (Mechanical Equilibrium)

گیس سے بھرے ایک برتن کا تصور کیجئے جس کے ساتھ ایک پچکاری لگی ہوئی ہو جیسا کہ خاکہ 8.17 میں بتایا گیا ہے۔ جب پچکاری پر کچھ کمیت رکھی جاتی ہے تو وہ نچلی جانبی جاذبی قوت کی وجہ سے نیچے کی جانب حرکت کرنے لگتی ہے اور کچھ اچھال اور کود کے بعد وہ پچکاری ایک نئے مقام پر آ کر رکتی ہے۔ جب پچکاری سے دی جانے والی نچلی جانبی قوت، گیس کے ذریعہ برآمد ہونے والی اوپری جانبی قوت کے ذریعہ توازنت پاتی ہے تو کہا جائے گا کہ وہ نظام میکانیکی توازنت پر قائم ہے۔ اگر ایک حرارتی حرکیاتی نظام پر کوئی غیر متوازن قوت عمل نہ کر رہی ہو اور نہ ہی اس حرارتی حرکیاتی نظام کے ذریعہ اطراف اکناف پر کوئی غیر متوازن قوت عمل کر رہی ہو تو کہا جائے گا کہ وہ نظام میکانیکی توازنت پر قائم ہے۔



خاکہ 8.17 میکانیکی توازنیت

کیمیائی توازنت: (Chemical Equilibrium)

اگر ملے جلے حرارتی حرکیاتی نظامات کے درمیان ایک دوسرے کے ساتھ کوئی کل کیمیائی تعاملات نہ پائی جاتی ہو تو کہا جائے گا کہ وہ نظامات کیمیائی توازنت پر قائم ہیں۔

حرحرکیاتی توازنت :

(Thermo dynamic Equilibrium)

اگر دو نظاموں کو حرارتی حرکیاتی توازنت پر قائم کر دیا جائے تو وہ نظامات ایک دوسرے کے ساتھ، حرارتی، میکانیکی اور کیمیائی توازنت پر قائم رہتے ہیں۔ حرارتی حرکیاتی توازنت کی حالت میں دباؤ، حجم اور تپش جیسے کلاں بنی متغیرات، متعین قیمتیں اختیار کر لیتی ہیں اور وقت کے ساتھ تبدل نہیں ہوتیں۔

8.4.3 حرارتی حرکیاتی حالت کے متغیرات :

(Thermodynamic state variables)

میکانیات میں حرکت کرنے والی کوئی شئے (جسے آپ نے جلد 1 میں یاد کیا ہوگا) کی حالت کو واضح کرنے کے لئے معیار حرکت اور اسراع استعمال کی جاتی ہیں۔ حرحرکیات میں حرارتی حرکیاتی نظام کی حالت کی نمائندگی متغیرات کے ایک مجموعے کے ذریعہ کی جاتی ہے جو حرارتی حرکیاتی متغیرات کہلاتی ہے۔

مثالیں : دباؤ، تپش، حجم اور اندرونی توانائی، وغیرہ۔

ان متغیرات کی قیمتیں، ایک حرحرکیاتی نظام کی متوازن حالت کی مکمل وضاحت کرتی ہیں۔ حرارت اور کام حالتی متغیرات (State variables) نہیں ہیں، بلکہ عملی متغیرات (Process variables) ہیں۔

حرحرکیاتی متغیرات کی دو قسمیں پائی جاتی ہیں۔

وسیع یا کشادہ (Extensive) اور شدید یا گہرے (intensive) وسیع یا Extensive متغیرات، نظام کی جسامت یا کمیت پر منحصر ہوتی ہیں

مثال : حجم، کل کمیت، انقطاع توانائی (entropy)، اندرونی توانائی، حرارتی گنجائش وغیرہ۔ شدید یا Intensive متغیرات، نظام کی جسامت یا کمیت پر منحصر نہیں ہوتیں۔

مثال : تپش، دباؤ، حرارتی نوعی گنجائش، کثافت وغیرہ

حالت کی مساوات : (Equation of state)

وہ مساوات جو حالتی متغیرات کو ایک مخصوص طریقے سے جوڑتی ہے۔ حالت کی مساوات کہلاتی ہے۔ حالت کی مساوات کے ذریعہ حالت کے ان متغیرات کی مدد سے ایک حرارتی حرکیاتی توازنت مکمل طور پر مخصوص کی جاتی ہے۔ اگر وہ نظام ایک حرارتی حرکیاتی توازنت پر نہ ہو تو یہ مساوات اس نظام کی حالت کا تعین نہیں کر سکتیں۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:11 PM

ایک مثالی گیس حرارتی حرکیاتی توازنت پر Pv=NkT کی مساوات کی اتباع کرتی ہے۔ چونکہ اس مساوات کے ذریعہ کل چاروں کلاں بنی متغیرات (T,V,P اور T) سے جڑی ہوئی ہیں، ہم صرف ایک متغیر کو تبدیل نہیں کر سکتے۔ مثال کے طور پر اگر ہم ایک گیس کے برتن کی پچکاری کو ڈھکیلتے ہیں تو گیس کا حجم کم ہو جائے گا مگر دباؤ بڑھ جائے گا یا اگر گیس کو حرارت بھیجی جایت ہے تو اس کی تپش بڑھ جائے گی اور علاوہ ازیں گیس کا دباؤ اور حجم دونوں بھی بڑھ سکتے ہیں۔

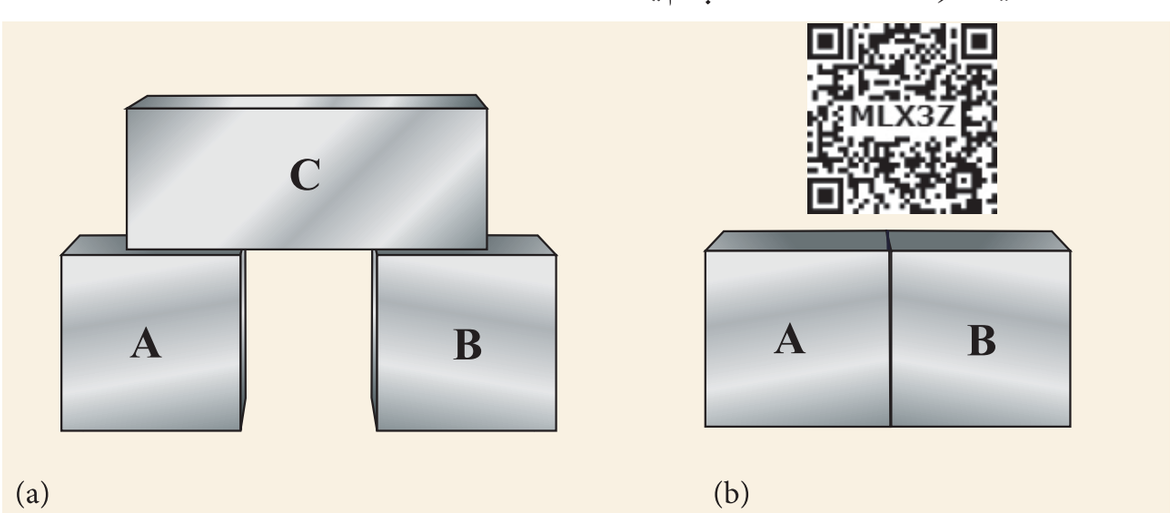
حالت کی مساوات کی ایک اور مثال بھی پائی جاتی ہے جو Van der Waal کی مساوات کہلاتی ہے۔ حقیقی گیسیں حرارتی حرکیاتی توازنت پر اس مساوات کی اتباع کرتی ہیں۔ کمرے میں موجود ہوائی سالمے Van der waal کی حالت کی مساوات کی حقیقی طور پر اتباع کرتے ہیں۔ مگر کمرے کی تپش پر، کم کثافت کے ساتھ ہم اس ہوا کو ایک مثالی گیس کے طور پر تصور کر سکتے ہیں۔

8.5 حرحرکیات کا صفرواں کلیہ :
(Zeroth law of Thermodynamics)

حرارتی حرکیات کا صفرواں کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ اگر دو نظامات A اور B ایک تیسرے نظام C کے ساتھ حرارتی توازنت پر موجود ہوں تو A اور B ایک دوسرے کے ساتھ حرارتی توازنت پر قائم ہیں۔

A، B اور C تین نظامات کا تصور کیجئے جو ابتداء میں مختلف تپشوں پر ہیں۔ تصور کیجئے کہ A اور B ایک دوسرے کے ساتھ حرارتی تعلق میں نہیں ہیں جیسا کہ خاکہ 8.18 (a) میں بتایا گیا ہے۔ مگر وہ دونوں ایک تیسرے نظام C کے ساتھ حرارتی تعلق میں موجود ہیں۔ کچھ دیر بعد، نظام A، نظام C کے ساتھ حرارتی توازنت اختیار کر لے گا اور نظام B بھی نظام C کے ساتھ حرارتی توازنت اختیار کر لے گا۔ اس حالت میں اگر نظامات A اور B حرارتی تعلق میں رکھ دئے جائیں جیسا کہ خاکہ 8.18 (b) میں بتایا گیا ہے، ان نظامات A اور B کے درمیان حرارت کا کوئی بہاؤ نہیں ہوتا۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ نظامات A اور B بھی ایک دوسرے کے ساتھ حرارتی توازنت پر قائم ہیں۔ جیسے ہی تینوں نظامات حرارتی توازنت اختیار کر لیتے ہیں، ان کے درمیانی حرارت کا بہاؤ نہیں پایا جائے گا، کیونکہ وہ تمام مساوی تپش پر ہوتے ہیں۔ اسے ریاضیاتی طور پر اس طرح ظاہر کیا جا سکتا ہے کہ اگر $T_A = T_C$ اور $T_B = T_C$ ہو تو، اس سے پتہ چلتا ہے کہ $T_A = T_B$ ہے، جہاں T_A، T_B اور T_C نظامات A، B اور C کی بالترتیب تپشیں ہیں۔

تپش وہ خصوصیت ہے جو اس کا تعین کرتی ہے کہ ایک نظام دیگر نظامات کے ساتھ حرارتی توازنت پر ہے یا نہیں۔ صفرواں کلیہ ہمیں تپش



خاکہ 8.18 (a) دو نظامات A اور B علاحدہ طور پر شئے C کے ساتھ حرارتی تعلق میں ہوں
(b) دو نظامات A اور B حرارتی تعلق میں ہوں تو پھر وہ بھی ایک دوسرے کے ساتھ حرارتی توازنت پر ہیں۔

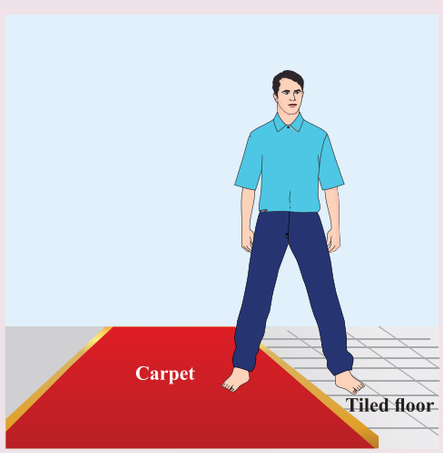
11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:11 PM

کے متعین کرنے میں مددگار ہے۔مثال کے طور پر جب ایک انسانی جسم کے ساتھ ایک تپش پیما کو مس کر کے رکھا جاتا ہے تو وہ جسم کے ساتھ حرارتی توازنت اختیار کر لیتا ہے۔اس حالت پر تپش پیما کی تپش انسانی جسم کی تپش کے مساوی ہوجاتی ہے۔اس اصول کو جسمانی تپش کے معلوم کرنے میں استعمال کیا جاتا ہے۔

کارروائی

ہم اکثر تپش کو کسی شئے کے چھوتے وقت ،اس کے گرم پن یا ٹھنڈے پن کے مقدار کے طور پر قیاس کرتے ہیں۔کیا ہم ہمارے حسی اعضاء کو کسی شئے کی تپش کے تعین کرنے کے لئے استعمال کر سکتے ہیں۔

جب آپ اپنے ننگے پیروں کے ساتھ ایک پیر فرش پر اور ایک پیر ٹائل بچھی ہوئی زمین پر رکھتے ہیں تو دونوں فرش اور ٹائل والی زمین، ایک ہی کمرے کی تپش پر رہنے کے باوجود فرش گرم اور ٹائل والی زمین ٹھنڈی محسوس ہوتی ہے۔اس کی وجہ یہ ہے کہ ٹائل والی زمین، فرش (Carpet) کے مقابلے میں حرارتی توانائی کی منتقلی تیز یعنی اعلیٰ شرح پر کرتی ہے۔لہذا، ہماری جلد شئے کی حقیقی تپش کی پیائش نہیں کر رہی ہے۔ بلکہ حرارتی توانائی کی منتقلی کی شرح کی پیائش کر رہی ہے۔مگر جب ٹائل والی زمین یا فرش پر ہم ایک تپش پیما رکھتے ہیں تو وہ ایک ہی تپش بتائے گا۔



8.6 اندرونی توانائی (U)

INTERNAL ENERGY (U)

ایک حرارتی حرکیاتی نظام کی اندرونی توانائی،اس نظام کے کمیتی مرکز کے لحاظ سے،اس نظام کے تمام سالموں کی فعلی اور قواہی توانائیوں کا مجموعہ ہوتی ہے۔

خطی، گردشی اور اہتزازی حرکت، کے ساتھ سالمی حرکت کی وجہ سے پیدا ہونے والی توانائی،اندرونی فعلی توانائی یا اندرونی توانائی بالفعل (E_K) کہلاتی ہے۔

سالمی تعاملات کی وجہ سے پیدا ہونے والی توانائی، اندرونی توانائی بالقواہ (E_P) کہلاتی ہے۔مثال : بندھنی توانائی

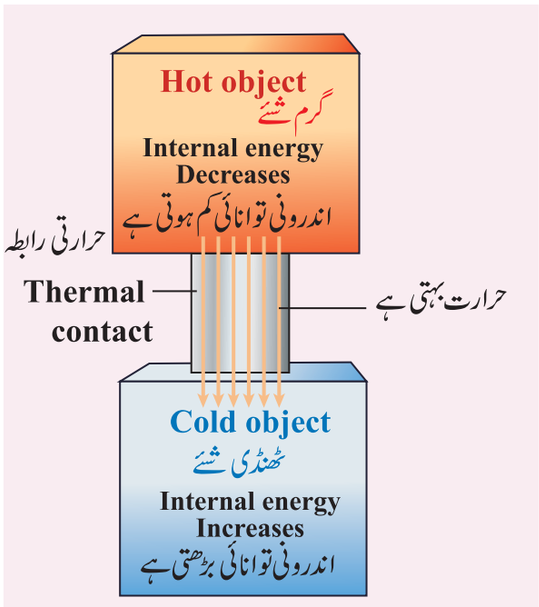
$$U = E_K + E_P$$

- چونکہ مثالی گیس کے سالمے اس طرح تصور کئے جاتے ہیں کہ وہ ایک دوسرے سے تعامل نہیں پاتے، ان کی اندرونی توانائی میں صرف توانائی بالفعل (E_k) کا حصہ ہوتا ہے جو تپش اور ذرات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے اور حجم پر غیر منحصر ہوتی ہے۔بہرحال یہ حقیقی گیسیں جیسی Van der Waals کی گیسوں کے لئے درست نہیں ہے۔
- اندرونی توانائی ایک حالتی متغیرہ ہے۔وہ صرف،حرارتی حرکیاتی نظام کی ابتدائی اور حتمی حالتوں پر منحصر ہوتی ہے۔مثال کے طور پر اگر پانی کی تپش کو گرم کر کے یا ہلا کر $30^\circ C$ سے $40^\circ C$ تک بڑھا دیا جائے تو حتمی اندرونی توانائی صرف اس حتمی تپش $40^\circ C$ پر منحصر ہوتی ہے اور اس پر منحصر نہیں ہوتی کہ وہ کس طرح بڑی ہے۔

نوٹ

یہ غور کرنا بہت ضروری ہے کہ ایک حرارتی حرکیاتی نظام کی اندرونی توانائی صرف انفرادی سالمے کی بے ترتیب حرکت کی وجہ سے پیدا ہونے والی توانائی بالفعل سے منسلک ہوتی ہے اور سالموں کی اس توانائی بالقواہ پر منحصر نہیں ہوتی جو ان کی کیمیائی فطرت پر منحصر ہوتی ہے۔کل نظام کی مجموعی توانائی بالفعل یا اس نظام کی جاذبی توانائی بالقواہ کو اندرونی توانائی کے ایک حصہ کے طور پر نہیں سمجھنا چاہئے۔مثال کے طور پر،

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:12 PM



نوٹ

یہ غور کرنا چاہئے کہ حرارت اندرونی توانائی میں ہمیشہ اضافہ نہیں کرتی۔ بعد میں ہم یہ مطالعہ کریں گے کہ مثالی گیسوں میں isothermal process کے دوران، اس نظام میں حرارت کے بہنے کے باوجود اندرونی توانائی میں اضافہ نہیں ہوتا۔

نوٹ

(a) گیس کے دو برتنوں کا تصور کیجئے، جو مساوی تپش پر ہیں اور وہ مساوی اندرونی توانائی رکھتے ہیں، ان میں سے ایک کو زمین پر حالت سکون پر رکھا جاتا ہے اور دوسرے کو ایک باحرکت ریل گاڑی میں رکھا جاتا ہے۔ حالانکہ وہ گیس کا برتن، ریل گاڑی کی رفتار کے ساتھ حرکت کر رہا ہوتا ہے، اس میں موجود گیس کی اندرونی توانائی نہیں بڑھے گی۔

(b) گیس کے دو برتنوں کا تصور کیجئے جو مساوی تپش پر ہیں اور ان کی اندرونی توانائی بھی مساوی ہے، ایک کو زمین پر رکھا جاتا ہے اور دوسرے کو زمین سے کچھ اونچائی h پر رکھا جاتا ہے۔ حالانکہ h اونچائی پر موجود برتن زیادہ جاذبی توانائی بالقوہ رکھتا ہے، گیس کے سالموں کی اندرونی قوت پر اس کا کوئی اثر نہیں پڑتا۔

مثال 8.10

جب آپ سادہ پانی کی ایک بالٹی میں ایک گلاس گرم پانی شامل کرتے ہیں تو حرارت کے بہاؤ کی سمت کیا ہوگی؟ جواز پیش کیجئے

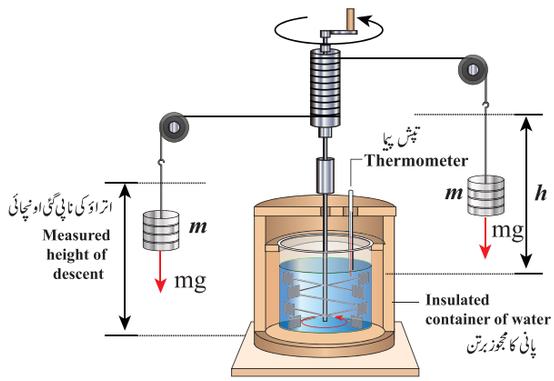
گلاس میں موجود پانی بالٹی کے سادہ پانی سے ایک اعلیٰ تپش پر ہے مگر سادہ پانی کی بالٹی میں گلاس کے پانی سے بھی زیادہ اندرونی توانائی موجود ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ اندرونی توانائی ایک وسیع متغیرہ (Extensive variable) ہے اور وہ اس نظام کی جسامت یا کمیت پر منحصر ہوتی ہے۔ باوجود اس کے کہ سادہ پانی کی بالٹی میں گرم پانی کے گلاس سے زیادہ اندرونی توانائی ہے، حرارت کے گرم پانی سے بالٹی کے پانی میں بہتی ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ حرارت اعلیٰ تپش پر موجود ایک جسم سے ادنیٰ تپش پر موجود ایک جسم ہی میں بہتی ہے اور وہ اس نظام کی اندرونی توانائی پر منحصر نہیں ہے۔

جیسے ہی حرارت ایک شئے میں منتقل ہو جاتی ہے، وہ اس شئے کی اندرونی توانائی بن جاتی ہے تو صحیح بیان اس طرح دیا جا سکتا ہے کہ اندرونی شئے میں اندرونی توانائی کی کچھ مقدار پائی جاتی ہے۔ حرارت، ایک نظام کی اندرونی توانائی کو بڑھانے کا ایک طریقہ ہے جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔

8.6.1 جول کی حرارت کا میکانیکی متبادل
(Joule's Mechanical equivalent of heat)

ایک شئے کو گرم کر کے یا اس پر کوئی کام کر کے اس کی تپش بڑھائی جا سکتی ہے۔ اٹھارویں صدی میں James Prescott Joule نے یہ ثابت کیا کہ میکانیکی توانائی کو اندرونی توانائی میں اور عین اس کے برعکس (Vice Versa) بھی تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ ان تجربہ میں، ایک رسی اور ایک چپو پہیہ (Paddle wheel) کے ساتھ دو کمیتیں لگی ہوتی تھیں، جیسا کہ خاکہ 8.19 میں بتایا گیا ہے۔ جب یہ کمیتیں جاذبیت کی وجہ سے h فاصلہ کے ذریعہ گرتی ہیں تو دونوں کمیتیں 2mgh کے برابر کی توانائی بالقوہ کھوتی ہیں۔ جب کمیتیں گرتی ہیں تو چپو پہیہ گھومنے لگتا ہے۔ پانی کے اندر پہیے کے گھماؤ کی وجہ سے پانی اور

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:13 PM



خاکہ 8.19 حرارتی توانائی کی میکانیکی متبادل کے تعین کے لئے جول کا تجربہ

چپو پہیہ کے درمیان رگڑ کی قوت پیدا ہوتی ہے۔ یہ عمل پانی کی تپش میں اضافے کا سبب بنتا ہے، .اس سے پتہ چلتا ہے کہ جاذبی توانائی بالقواہ پانی کی اندرونی توانائی میں تبدیل ہوتی ہے۔ کمیتوں سے کئے جانے والے کام کی وجہ سے پانی کی تپش بڑھتی ہے۔ درحقیقت جول یہ ثابت کر دکھا سکے کہ میکانیکی کام وہی اثر رکھتا ہے جو کہ حرارت کے پہنچائے جانے سے ہوتا ہے۔انہوں نے پتہ لگایا کہ ایک شئے کے ایک گرام میں $1^{\circ}C$ کا اضافہ پیدا کرنے کے لئے 4.186 J کی توانائی درکار ہے۔ قدیم زمانے میں حرارت کی پیمائش کیلوری میں کی جاتی تھی۔

$$1\ cal = 4.186\ J$$

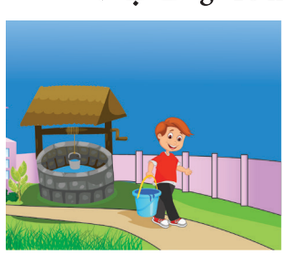
اسے جول کی حرارت کا میکانیکی متبادل کہا جاتا ہے۔

نوٹ

James Prescott Joule سے پہلے لوگ یہ سمجھتے تھے کہ حرارت کیلورک سیالیات کی ایک قسم ہے جو اعلیٰ تپش پر موجود ایک شئے سے ادنیٰ تپش والی شئے کی طرف بہتی ہے۔ کیلورک سیال کے تصور کے مطابق، گرم شئے میں کیلورک سیال زیادہ ہوتا ہے اور ٹھنڈی شئے میں کیلورک سیال کم ہوتا ہے چونکہ حرارت کو ایک مقدار کے طور پر جانا جاتا تھا۔اب ہم یہ سمجھتے ہیں کہ حرارت ایک مقدار نہیں بلکہ گذر میں موجود ایک توانائی (energy in transit) ہے۔اس لئے ان الفاظ کی اصطلاح "mechanical equivalent of heat" ایک غلط اصطلاح ہے۔ یہ اس لئے کہ میکانیکی توانائی ایک مقدار ہے اور کوئی بھی شئے کم یا زیادہ مقدر کی میکانیکی توانائی رکھ سکتی ہے مگر حرارت کا معاملہ اس سے مختلف ہے۔ کیونکہ وہ ایک مقدار نہیں ہے۔ بہرحال اس اصطلاح کو تاریخی وجوہات کے سبب یوں ہی برقرار رکھا گیا ہے۔اس کا اصل نام کچھ اس طرح دیا جانا چاہئے تھا Joule's mechanical equivalence of internal energy یعنی ''جول کی اندرونی توانائی کا میکانیکی متبادلہ''۔ جول نے خاص طور پر میکانیکی توانائی کو اندرونی توانائی میں تبدیل کیا تھا۔ان کے اس تجربے میں توانائی بالقواہ کو چپو پہیے کی گردشی توانائی بالفعل میں تبدیل کیا گیا تھا اور اس توانائی بالفعل کو پانی کی اندرونی توانائی میں تبدیل کیا گیا تھا۔

مثال 8.11

ایک طالب علم نے 200 غذائی کیلوری کا ناشتہ کھایا تھا۔ وہ یہ سوچتا ہے کہ اسکول میں موجود کنویں سے پانی نکال کر کے درختوں کو پانی ڈالنے سے وہ اس توانائی کو جلا سکتا ہے۔ کنویں کی گہرائی تقریباً 25m ہے۔اس کی بالٹی میں 25L پانی لیا جا سکتا ہے اور ہر درخت کو ایک بالٹی پانی کی ضرورت ہے۔وہ کتنے درختوں کو پانی پہنچا سکتا ہے۔ (گھڑا یا بالٹی کے وزن اور چلنے میں صرف کی جانے والی توانائی کو نظر انداز کر دیجئے۔ g کی قیمت $g=10\ ms^{-2}$ لے لیجئے۔)



حل

کنویں سے 25 L پانی نکالنے کے لئے اس طالب علم کو چاہئے کہ وہ اپنی توانائی جلا کر قوت جاذبہ کے خلاف کام کرے۔

پانی کی کمیت = 25 L = 25 kg (1L=1kg)

25Kg پانی نکالنے کے لئے درکار کام = پانی سے حاصل کی گئی جاذبی توانائی بالقواہ

$$W = mgh = 25 \times 10 \times 25 = 6250\ J$$

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:14 PM

200 غذائی کیلوری = غذا سے حاصل کی گئی کل توانائی

=200 kcal.

$= 200\times10^3 \times 4.186\ J = 8.37 \times10^5\ J$

اگر یہ تصور کرتے ہیں کہ اس توانائی کا استعمال کرتے ہوئے وہ طالب علم کنویں سے پانی کی 'n' بالٹیاں نکالتا ہے، تو اس سے صرف کی جانے والی کل توانائی $8.37 \times 10^5\ J = nmgh$

$$n = \frac{8.37\times10^5\ J}{6250 J} \approx 134.$$

یہی n، اس سے پانی ڈالے جانے والے درختوں کی تعداد بھی ہے۔ کیا یہ ممکن ہے کہ صرف ناشتہ کرکے کنویں سے 134 بالٹی یا گھڑے پانی نکالا جاسکتا ہے؟ نہیں۔ حقیقت میں انسانی جسم کل غذائی توانائی کو کام میں تبدیل نہیں کرتا۔ یہ تو صرف تقریباً 20% ہی ممکن اور موثر ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ 200 غذائی کیلوریوں کا صرف 20% حصہ ہی کنویں سے پانی نکالنے میں استعمال ہوتا ہے۔ اس لئے 134 بالٹیوں کا 20% صرف 26 پانی کی بالٹیاں ہیں۔ یہ معنی خیز بات ہے۔ اس لئے وہ طالب علم صرف 26 درختوں کو پانی پہنچا سکتا ہے۔

بقیہ توانائی خون کے دورانیہ کے جسم کے دیگر افعال کے لئے استعمال ہوتی ہے۔ یہ غور کرنے کی بات ہے کہ کچھ توانائی، ہمیشہ ضائع ہوجاتی ہے۔ ہمارا جسم 100% کارکردگی کیوں نہیں رکھ سکتا؟ آپ اس کا جواب حصہ 8.9 میں پائیں گے۔

8.6.2 حرارتی حرکیات کا پہلا کلیہ
(First law of thermodynamics)

حرحرکیات کا پہلا کلیہ، بقائے توانائی کے کلیہ ہی کا بیان ہے۔ نیوٹونین میکانیات میں توانائی کی بقاء میں کثیر (bulk) اشیاء کی فعلی اور قواہی توانائی شامل ہے۔ مگر حرارتی حرکیات کے پہلے کلیہ میں حرارت بھی شامل ہے۔ یہ کلیہ بیان کرتا ہے کہ ایک نظام کی اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی (ΔU)، اس نظام کو بھیجی جانے والی حرارت (Q) میں سے اس نظام سے کئے جانے والے کام کو نکال دینے کے برابر ہے۔ حسابی طور پر اسے اس طرح لکھا جاتا ہے۔

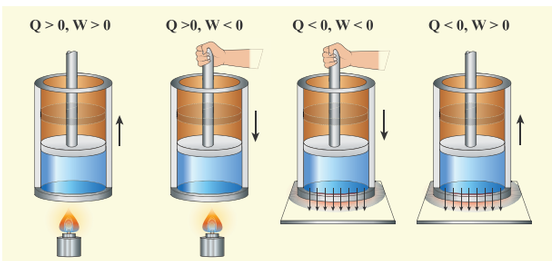
$\Delta U = Q - W$	(8.12)

ایک حرحرکیاتی نظام کی اندرونی توانائی گرم کرکے یا کام کرکے تبدیل کی جاسکتی ہے، جیسا کہ نیچے بتایا گیا ہے۔

نظام کے اندر حرارت بہتی ہے	اندرونی توانائی بڑھتی ہے
نظام سے باہر نکل کر حرارت بہتی ہے	اندرونی توانائی کم ہوتی ہے
نظام پر کم کیا جاتا ہے	اندرونی توانائی بڑھتی ہے
نظام کے ذریعہ کام کیا جاتا ہے	اندرونی توانائی گھٹتی ہے

اوپر کے جدول کی بنیاد پر، حرارتی حرکیات کے پہلے کلیے کو صحیح طریقے سے استعمال کرنے کے لئے، علاماتی روایت (Sign convention) کا تعارف کروایا جاتا ہے۔ اسے مندرجۂ ذیل جدول اور خاکہ 8.20 میں بتایا گیا ہے۔

نظام حرارت حاصل کرتا ہے	Q مثبت ہے
نظام حرارت کھوتا ہے	Q منفی ہے
نظام پر کام کیا جاتا ہے	W منفی ہے
نظام سے کام کیا جاتا ہے	W مثبت ہے



خاکہ 8.20 حرارت اور کام کے لئے علاماتی طریقہ

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:15 PM

حالانکہ ہم حرحرکیات کے پہلے اور ٹھوس کلیے کی وضاحت گیسوں کی مدد سے کرتے ہیں۔ یہ کلیہ، کائناتی ہے اور مائعات اور ٹھوس دونوں مادوں کے لئے بھی درست ہے۔

نوٹ

چند کتابوں میں حرحرکیات کے پہلے کلیہ کو اس طرح پیش کیا گیا ہے۔
$\Delta U = Q + W$ یہاں نظام سے کئے جانے والے کام کو منفی اور نظام پر کئے جانے والے کام کو مثبت لیا گیا ہے۔ بہرحال دونوں طریقے درست ہیں اور ہم کسی ایک طریقے کی اتباع کر سکتے ہیں۔

مثال 8.12

ایک شخص ایک چپو پہیہ (Paddle Wheel) کو گھما کر 2 kg کے پانی پر 30KJ کا کام کرتا ہے۔ گھماتے وقت، پانی سے، حرارتی ایصالیت اور اشعاعیت کے ذریعہ برتن کی سطح اور اطراف واکناف کو تقریباً 5 Kcal کی حرارت آزاد ہو جاتی ہے۔ اس نظام کی اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی کیا ہے؟

حل:

اس نظام سے باہر (گھمانے کے دوران اس شخص سے) کیا گیا کام

$$W = -30\ kJ = -30{,}000 J$$

اس نظام سے باہر بہنے والی حرارت

$$Q = -5\ kcal = -5 \times 4184\ J = -20920\ J$$

حرحرکیات کے پہلے کلیہ کی مدد سے

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = -20{,}920\ J - (-30{,}000)\ J$$

$$\Delta U = -20{,}920\ J + 30{,}000\ J = 9080\ J$$

یہاں حرارت کا نقصان، نظام پر کئے گئے کام سے کم ہے، اس لئے اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی مثبت ہے۔

مثال 8.13

روزانہ Joggng یعنی ہلکی دوڑ لگانا صحت کے لئے بہت مفید ہے۔ تصور کیجئے کہ جب آپ Jog کرتے ہیں تو 500KJ کا ایک کام کیا جاتا ہے اور 210kJ کی حرارت خارج کی جاتی ہے۔ آپ کے جسم کی اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی کیا ہے؟

حل:

نظام (جسم) سے کیا جانے والا کام

$$W = +500\ kJ$$

نظام (جسم) سے آزاد ہونے والی حرارت

$$Q = -230\ kJ$$

اس جسم کی اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی

$$= \Delta U = -230\ kJ - 500\ kJ = -730\ kJ$$

8.6.3 کواسی۔ساکن مرحلہ (Quasi- Static Process)

P دباؤ اور T تپش پر V حجم کے ایک استوانہ میں رکھی گئی ایک مثالی گیس کا تصور کیجئے۔ جب استوانہ سے جڑی ہوئی پچکاری باہر کی طرف حرکت کرتی ہے تو گیس کا حجم تبدیل ہو جائے گا۔ اس کے نتیجے میں تپش اور دباؤ بھی تبدیل ہو جائیں گے کیونکہ T,P اور V تینوں متغیرات حالت کی مساوات PV=NkT کی مدد سے جڑی ہوئی ہیں۔ اگر کچھ کمیت والا ایک بلاک پچکاری پر رکھ دیا جائے تو وہ فوراً پچکاری کو نیچے کی جانب ڈھکیلے گا۔ نظام کے دیگر حصوں کے مقابلے میں پچکاری کے قریب دباؤ زیادہ ہوگا۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ وہ گیس ایک غیر متوازن حالت میں ہے۔ ہم اس وقت تک اس نظام کا دباؤ، تپش یا اندرونی توانائی کا تعین نہیں کر سکتے جب تک وہ ایک اور متوازن حالت اختیار نہ کر لے لیکن اگر وہ پچکاری بہت آہستہ دبائی جائے، اس طرح سے کہ ہر مرحلے پر وہ اطراف واکناف کے ساتھ توازن ہی میں موجود ہو تو ہم اندرونی توانائی، دباؤ یا تپش کا محاسبہ کرنے کے لئے حالتی مساوات کا استعمال کر سکتے ہیں۔ اس قسم کا مرحلہ کواسی، ساکن مرحلہ (Quasi-static Process) کہلاتا ہے۔

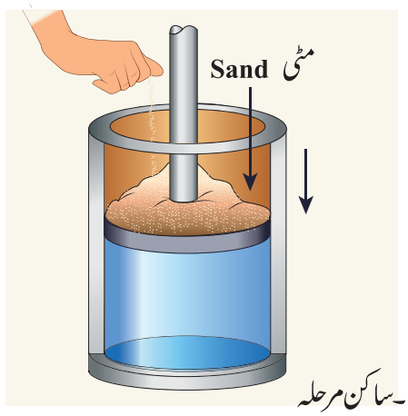
11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:16 PM

ایک کواسی- ساکن مرحلہ بہت ہی سست (infinitely slow) مرحلہ ہے جس میں وہ نظام اپنے متغیرات (P,V,T) کو اتنا آہستہ سے تبدیل کرتا ہے کہ وہ پورے مرحلے کے دوران اپنے اطراف واکناف کے ساتھ حرارتی، میکانیکی اور کیمیائی توازنت میں برقرار رہتا ہے۔اس کے بہت ہی سست تغیر کے ذریعہ وہ نظام ہمیشہ متوازن حالت کے بہت قریب ہوتا ہے۔

مثال 8.14

ایک کواسی۔ساکن مرحلہ کی مثال پیش کیجئے۔

V حجم، P دباؤ اور T تپش والے ایک گیس کے برتن کا تصور کیجئے، اگر ہم مٹی کے ذرات کو پچکاری کے اوپر یکے بعد دیگر آہستہ آہستہ جمع کرتے ہیں تو وہ پچکاری بہت آہستہ اندر کی جانب حرکت کرے گی۔ اس عمل کو تقریباً ایک کواسی، ساکن مرحلہ کے طور پر لیا جاسکتا ہے۔ اسے خاکہ میں بتایا گیا ہے۔



کواسی۔ساکن مرحلہ

مٹی کے ذرات آہستہ طور پر جمع کئے جاتے ہیں

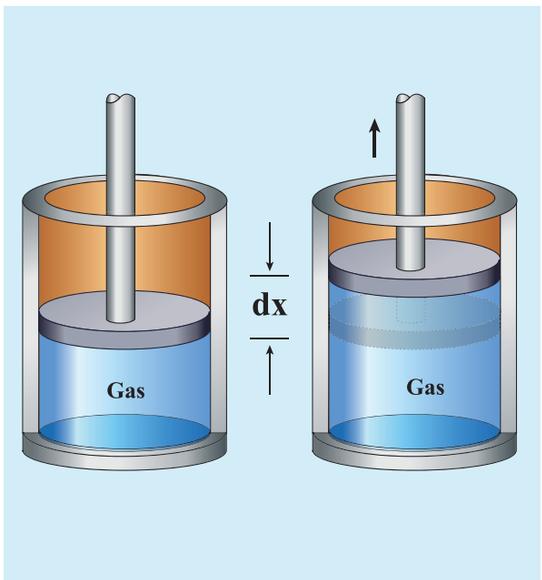
8.6.4 حجم میں ہونے والی تبدیلی سے کیا جانے والا کام (Work done in Volume Changes)

ایک حرکت پذیر پچکاری ثبت کئے گئے ایک استوانے میں بھری گئی ایک گیس کا تصور کیجئے۔فرض کیجئے کہ پچکاری کو ایک چھوٹے فاصلے dx کے ساتھ ڈھکیلے جانے پر وہ گیس کواسی۔ساکن طور پر پھیلتی ہے جیسا کہ خاکہ 8.21 میں بتایا گیا ہے۔ چونکہ وہ پھیلاؤ کواسی۔ساکن طور پر ہوتا ہے، ہر وقفے پر دباؤ، تپش اور اندرونی توانائی کی منفرد قیمتیں ہوں گی۔

پچکاری پر گیس کے ذریعہ کیا جانے والا کام

$$dW = Fdx \qquad (8.13)$$

گیس کے ذریعہ پچکاری پر برآمد ہونے والی قوت $F = PA$ ہے۔ یہاں A پچکاری کا رقبہ اور P، پچکاری پر گیس کے ذریعہ برآمد ہونے والا دباؤ ہے۔



خاکہ 8.21 گیس کے ذریعہ کیا جانے والا کام

مساوات (8.14) کو اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$$dW = PA\,dx \qquad (8.14)$$

مگر $Adx = dV$ اس پھیلاؤ کے عمل کے دوران حجم میں ہونے والی تبدیلی۔

لہذا پھیلاؤ کے دوران گیس کے ذریعہ کیا جانے والا چھوٹا کام

$$dW = PdV \qquad (8.15)$$

نوٹ کیجئے کہ یہاں dV مثبت ہے، چونکہ حجم بڑھ گیا ہے۔اس لئے dW مثبت ہے۔

عام طور پر، حجم کو V_i سے V_f تک بڑھاتے ہوئے گیس سے کیا گیا کام یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$W = \int_{V_i}^{V_f} PdV \qquad (8.16)$$

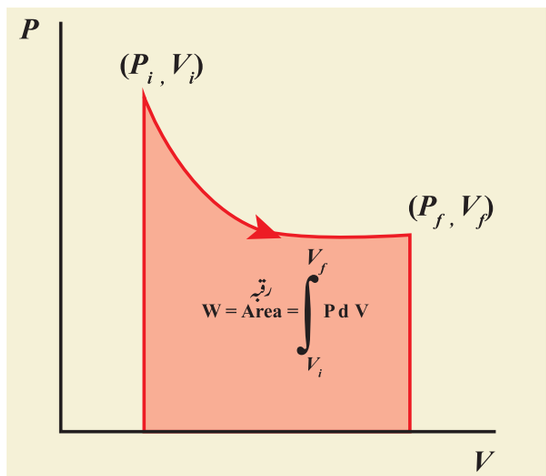
11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:16 PM

فرض کیجئے کہ اگر نظام پر کام کیا جاتا ہے تو پھر $V_i > V_f$ ہے۔ پھر W منفی ہے۔

یہاں یہ نوٹ کیجئے کہ مساوات (8.17) میں دباؤ P احصاء (یا) مربوطیت کے اندر ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ نظام کا، کام میں لگے رہتے وقت، یہ ضروری نہیں ہے کہ دباؤ مستقل رہے۔ احصائیت کا محاسبہ کرنے کے لئے ہمیں چاہئے کہ حالتی مساوات کی مدد سے سب سے پہلے دباؤ کو حجم اور تپش کے ایک عوامل کے طور پر ظاہر کریں۔

8.6.5 PV نقشہ (PV Diagram)

PV نقشہ ایک نظام کے دباؤ اور حجم کی درمیانی ترسیم ہوتا ہے۔ یہ PV نقشہ، پھیلاؤ کے دوران گیس سے کئے جانے والے کام یا سکڑاؤ کے دوران گیس پر کئے جانے والے کام کی مقدار کا محاسبہ کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ اکائی 2 میں ہم یہ دیکھ چکے ہیں کہ منحنی کا نچلا رقبہ، ادنیٰ حد سے اعلیٰ حد تک عوامل کی احصائیت فراہم کرتا ہے۔ PV نقشہ کا نچلا رقبہ پھیلاؤ یا سکڑاؤ کے دوران کیا گیا کام فراہم کرے گا جسے خاکہ 8.22 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.22 پھیلاؤ کے دوران گیس کے ذریعہ کیا جانے والا کام

PV نقشہ کی شکل حرحرکیاتی مرحلے کی فطرت پر منحصر ہوتی ہے۔

مثال 8.15

ایک گیس مستقل فضائی دباؤ پر $1m^3$ حجم سے $2m^3$ تک پھیلتی ہے۔

(a) گیس سے کئے جانے والے کام کا محاسبہ کیجئے۔

(b) PV نقشہ میں کئے گئے کام کی نمائندگی کیجئے۔

حل: (a) دباؤ $P = 1\ atm = 101\ kPa$, $V_i = 1m^3$ اور $V_f = 2\ m^3$

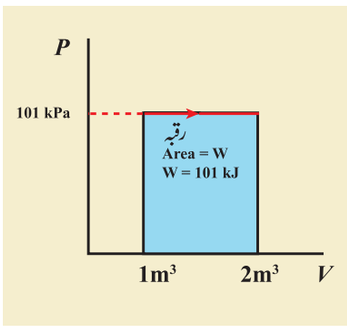
مساوات (8.17) کی مدد سے

$$W = \int_{V_i}^{V_f} PdV = P\int_{V_i}^{V_f} dV$$

چونکہ P مستقل ہے، اسے احصائیت سے باہر لا لیا جاتا ہے۔

$$W = P(V_f - V_i) = 101\times10^3 \times (2-1) = 101\ kJ$$

(b) چونکہ دباؤ کو مستقل رکھا گیا ہے، PV نقشہ ایک سیدھا خط ہے جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ نچلا رقبہ گیس سے کئے جانے والے کام کے برابر ہے۔



منحنی میں موجود تیر کے نشان پر غور کیجئے۔ بالفرض اگر نظام پر کام کیا گیا ہوتا تو، حجم کم ہو جاتا اور تیر کا نشان مخالف سمت کی نشاندہی کرتا۔

8.7 ایک گیس کی حرارتی نوعی گنجائش (Specific heat capacity of a Gas)

ایک دئے گئے نظام کی حرارتی نوعی گنجائش اس نظام کی ساخت اور سالمی فطرت کا تعین کرنے میں نمایاں کردار ادا کرتی ہے۔ ٹھوس اور مائعات

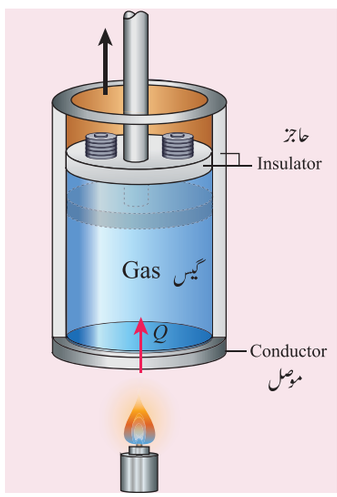
11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:17 PM

کے برعکس دونوعی حرارتیں پائی جاتی ہیں: مستقل دباؤ پر حرارتی نوعی گنجائش (S_p) اور مستقل حجم پر حرارتی نوعی گنجائش (S_v)

8.7.1 حرارتی نوعی گنجائش (Specific heat capacity)

مستقل دباؤ پر حرارتی نوعی گنجائش (S_p): (Specific heat capacity at constant pressure)

دباؤ کو مستقل رکھتے ہوئے، ایک شئے کی 1 kg کی تپش میں 1K یا 1° C کا اضافہ کرنے کے لئے درکار حرارتی توانائی کی مقدار ''مستقل دباؤ پر حرارتی نوعی گنجائش'' کہلاتی ہے۔ جب گیس کو حرارتی توانائی پہنچائی جاتی ہے تو دباؤ کو مستقل طور پر برقرار رکھنے کے لئے پھیلنے لگتی ہے جی اکہ خاکہ 8.23 میں بتایا گیا ہے۔



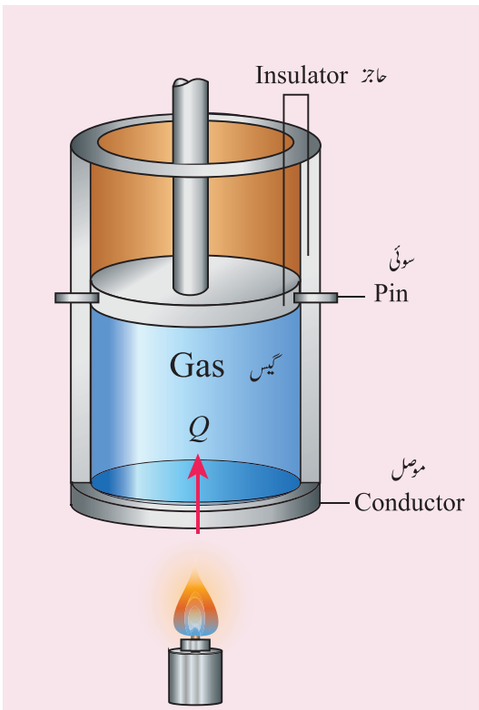
خاکہ 8.23 مستقل دباؤ پر حرارتی نوعی گنجائش

اس مرحلے میں حرارتی توانائی کا ایک حصہ کام کرنے (پھیلنے) میں استعمال ہوتا ہے اور بقیہ حصہ گیس کی اندرونی توانائی کو بڑھانے میں استعمال ہوتا ہے۔

مستقل حجم پر حرارتی نوعی گنجائش (S_v): (Specific heat capacity at constant Volume)

حجم کو مستقل رکھتے ہوئے، ایک شئے کی 1 kg کی تپش میں 1 K یا 1°C کا اضافہ کرنے کے لئے درکار حرارتی توانائی کی مقدار مستقل حجم پر حرارتی توانائی گنجائش کہلاتی ہے۔

اگر حجم کو مستقل رکھا جائے تو پھر بھیجی جانے والی حرارت صرف اندرونی توانائی کو بڑھانے کے لئے استعمال ہوتی ہے۔ گیس سے کوئی کام نہیں کیا جاتا جیسا کہ خاکہ 8.24 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.24 مستقل حجم پر حرارتی نوعی گنجائش

اس سے پتہ چلتا ہے کہ مستقل حجم پر گیس کی تپش کو بڑھانے کے لئے درکار حرارت، مستقل دباؤ پر گیس کی تپش کو بڑھانے کے لئے درکار حرارت سے کم ہوتی ہے۔ بالفاظ دیگر S_p کی قیمت ہمیشہ S_v سے کم ہوتی ہے۔

مولار حرارتی نوعی گنجائش (Molar Specific Heat Capacities)

کبھی کبھی مولار حرارتی گنجائشیں C_p اور C_v کا محاسبہ کرنا مفید ہوتا ہے۔ مستقل حجم پر، شئے کے ایک مول کی تپش میں 1K یا 1° C کا اضافہ کرنے کے لئے درکار حرارت کی مقدار مستقل حجم پر مولار حرارتی نوعی گنجائش (C_v) کہلاتی ہے۔ اگر دباؤ کو مستقل کر دیا جائے تو وہ مستقل دباؤ پر مولار حرارتی نوعی گنجائش (C_p) کہلاتی ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:17 PM

اگر مستقل حجم پر ایک گیس کے مول کو بھیجی گئی حرارت Q ہے اور اگر تپش ایک مقدار ΔT میں تبدیل ہوتی ہو تو ہم رکھتے ہیں۔

$$Q = \mu C_v \Delta T. \qquad (8.17)$$

اس مستقل حجم کے مرحلے کے لئے حرارتی حرکیات کے پہلے کلیے کا استعمال کرتے ہوئے (W=0، چونکہ dV=0) تو ہم رکھتے ہیں۔

$$Q = \Delta U - 0 \qquad (8.18)$$

مساوات 8.18 اور 8.19 کا موازنہ کرنے پر

$$\Delta U = \mu C_v \Delta T \text{ or } C_v = \frac{1}{\mu}\frac{\Delta U}{\Delta T}$$

اگر ΔT Limit صفر تک جاتی ہے تو ہم لکھ سکتے ہیں۔

$$C_v = \frac{1}{\mu}\frac{dU}{dT} \qquad (8.19)$$

چونکہ تپش اور اندرونی توانائی ، حالتی متغیرات ہیں، اوپر کی مساوات کسی بھی مرحلے کے لئے درست ٹھہرتی ہے۔

8.7.2 Meyer کا تعلق (Meyer's relation)

ایک برتن میں V حجم، P دباؤ اور T تپش کے ساتھ ایک مثالی گیس کے μ مول کا تصور کیجئے۔

جب وہ گیس مستقل حجم پر گرم کی جاتی ہے تو dT کے ذریعہ تپش کا اضافہ ہوتا ہے۔ چونکہ گیس کے ذریعہ کئی کام نہیں کیا گیا ہے، جو حرارت نظام کے اندر داخل ہوتی ہے، تو وہ صرف اندرونی توانائی بڑھاتی ہے۔ فرض کیجئے کہ اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی dU ہے۔

اگر مستقل حجم پر مولار حرارتی نوعی گنجائش Cv ہو تو، مساوات (8.20) کی مدد سے

$$dU = \mu C_v dT \qquad (8.20)$$

فرض کیجئے کہ مستقل دباؤ پر وہ گیس گرم کی جاتی ہے۔ اس طرح سے کہ تپش dT کے ذریعہ بڑھتی ہو، اگر اس مرحلے میں بھیجی جانے والی حرارت Q ہے اور گیس کے حجم میں ہونے والی تبدیلی dV ہے، تو پھر

$$Q = \mu C_p dT \qquad (8.21)$$

اس عمل میں اگر گیس سے کیا جانے والا کام W ہے تو پھر

$$W = PdV \qquad (8.22)$$

مگر حرحرکیات کے پہلے کلیے کی مدد سے

$$Q = dU + W \qquad (8.23)$$

مساوات (8.24) میں مساوات (8.21)، (8.22) اور (8.23) کو حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$\mu C_p dT = \mu C_v dT + PdV \qquad (8.24)$$

مثالی گیس کے مول کے لئے، حالت کی مساوات یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$PV = \mu RT \Rightarrow PdV + VdP = \mu RdT \qquad (8.25)$$

چونکہ دباؤ مستقل ہے۔ dp=0

$$\therefore C_p dT = C_v dT + RdT$$

$$\therefore C_p = C_v + R \quad (\text{or}) \quad C_p - C_v = R \qquad (8.26)$$

یہ مساوات Meyer کا تعلق کہلاتی ہے۔

اس سے پتہ چلتا ہے کہ مستقل حجم پر مولار حرارتی نوعی گنجائش کے مقابلے میں مستقل دباؤ پر ایک مثالی گیس کی مولار حرارتی نوعی گنجائش زیادہ ہوتی ہے۔

یہ تعلق بتاتا ہے کہ مستقل دباؤ پر نوعی حرارت (Sp) کے مقابلے میں مستقل حجم پر نوعی حرارت (Sv) ہمیشہ زیادہ ہوتی ہے۔

8.8 حرحرکیاتی مرحلے : (Thermodynamic Processes)

8.8.1 ہم تپشی یا ہم حرارتی مرحلہ (Isothermal Process)

یہ ایک مرحلہ ہے جس میں ایک حرحرکیاتی نظام کی تپش تو مستقل رہتی ہے، مگر دباؤ اور حجم تبدیل ہوتے ہیں۔ مثالی گیس کی مساوات یہ ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:18 PM

$$PV = \mu RT$$

یہاں اس مرحلے کے لئے T مستقل ہے۔

اس لئے، ہم تپشی مرحلے کے لئے حالت کی مساوات یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$PV = constant \qquad (8.27)$$

اس سے پتہ چلتا ہے کہ اگر گیس ایک متوازن حالت (P_1, V_1) سے دوسرے متوازن حالت (P_2, V_2) کو جاتی ہے تو مندرجہ ذیل مساوات اس مرحلے کے لئے برقرار رہتی ہے۔

$$P_1V_1 = P_2V_2 \qquad (8.28)$$

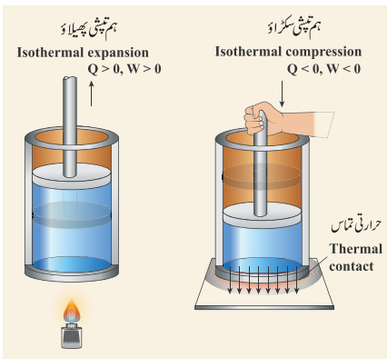
چونکہ PV=مستقلہ ہے، P کے معکوس تناسب میں V ہوتا ہے $(P \propto \frac{1}{V})$۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ PV کی ترسیم ایک hyperbola ہے۔

خاکہ 8.25 کو قاسی۔ساکن ہم تپش پھیلاؤ اور قاسی-ساکن ہم تپش سکڑاؤ کے لئے PV نقشہ ظاہر کرتا ہے۔ہم جانتے ہیں کی ایک ایک مثالی گیس کے لئے، اندرونی توانائی صرف تپش کی ایک عوامل ہوتی ہے۔ایک ہم تپشی مرحلے کے لئے چونکہ تپش مستقل ہوتی ہے، اندرونی توانائی بھی مستقل ہی ہوتی ہے۔اس سے معلوم ہوتا ہے کہ dU یا $\Delta U = 0$ ہے۔

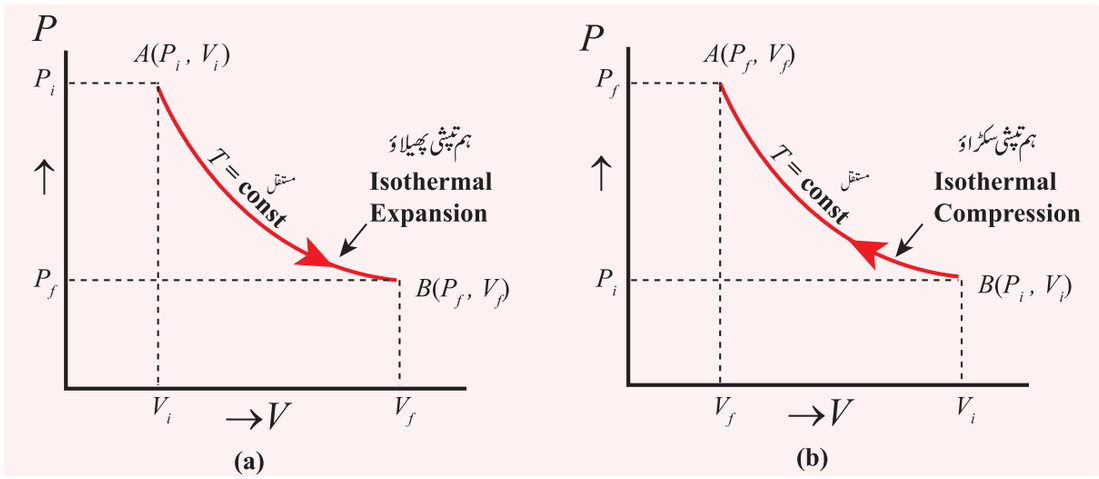
ایک ہم تپشی مرحلے کے لئے حرارتی حرکیات کے پہلے کلیے کو یوں لکھا جاسکتا ہے۔

$$Q = W \qquad (8.29)$$

مساوات (8.30) سے ہم یہ اخذ کرتے ہیں کہ ایک گیس کو بھیجی جانے والی حرارت صرف بیرونی کام کرنے کے لئے استعمال کی جاتی ہے۔یہ ایک عام غلط فہمی ہے کہ جب نظام کو حرارت کا بہاؤ دیا جاتا ہے تو تپش بڑھتی ہے۔ہم تپشی مرحلہ ک لئے یہ درست نہیں ہے۔ جب استوانے کی پچکاری دبائی جاتی ہے تو ہم تپشی سکڑاؤ (Isothermal Compression) واقع ہوتا ہے۔ یہ عمل اندرونی توانائی میں اضافہ پیدا کرتا ہے جو حرارتی تعلق کے ذریعہ نظام کے باہر بہہ جاتی ہے۔ اسے خاکہ 8.26 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.26۔ ہم تپشی پھیلاؤ اور ہم تپشی سکڑاؤ



خاکہ 8.25 (a) قاسی-ساکن ہم تپشی پھیلاؤ (b) قاسی-ساکن ہم تپشی سکڑاؤ

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:19 PM

مثالیں :

(i) جب پانی گرم کیا جاتا ہے، نقطۂ جوش پر، پانی میں حرارت کے بہاؤ کے باوجود پانی کی تپش نہیں بڑھتی یہاں تک کہ پورا پانی تبخیر پالیتا ہے۔ اسی طرح نقطۂ انجماد پر، جب برف پگھل کر پانی بنتا ہے تو برف کی تپش، اسے حرارت پہنچائی جانے کے باوجود نہیں بڑھے گی۔

(ii) تمام حیاتیاتی مرحلے مستقل جسمانی تپش (37° C) ہی پر عمل آور ہوتے ہیں۔

ایک ہم حرارتی مرحلے میں کیا گیا کام

ایک مثالی گیس کا تصور کیجئے جسے قاسی-ساکن طور پر مستقل تپش پر ابتدائی حالت (P_i, V_i) سے حتمی حالت (P_f, V_f) تک پھیلنے دیا گیا ہے۔ ہم اس مرحلے کے دوران گیس سے کئے گئے کام کا محاسبہ کر سکتے ہیں۔ مساوات 8.17 کی مدد سے گیس سے کیا گیا کام یہ ہے۔

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dV \qquad (8.30)$$

چونکہ یہ مرحلہ قاسی-ساکن طور پر عمل پیرا ہوتا ہے، ہر مرحلے پر وہ گیس اپنے اطراف واکناف کے ساتھ توازنت پر رہتی ہے۔ چونکہ وہ ہر مرحلے پر توازنت میں ہے، مثالی گیس کا کلیہ یہاں مناسب رہتا ہے۔ دباؤ کو حجم اور تپش کے لحاظ سے لکھنے پر

$$P = \frac{\mu RT}{V} \qquad (8.31)$$

مساوات (8.32) کو (8.31) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$W = \int_{V_i}^{V_f} \frac{\mu RT}{V} \, dV$$
$$W = \mu RT \int_{V_i}^{V_f} \frac{dV}{V} \qquad (8.32)$$

مساوات (8.33) میں μRT کو احصائیت (Integral) کے باہر لا لیتے ہیں۔ کیونکہ یہ کل ہم حرارتی مرحلے کے دوران مستقل ہوتا ہے۔

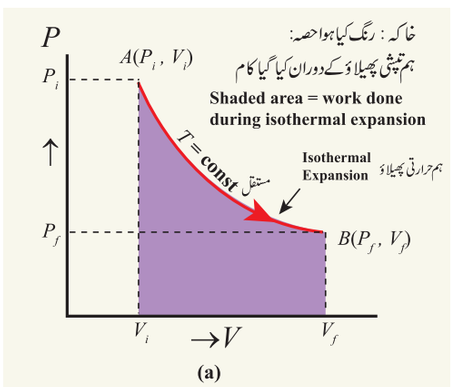
مساوات (8.33) میں موجود مربوطیہ کی احصائیت کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

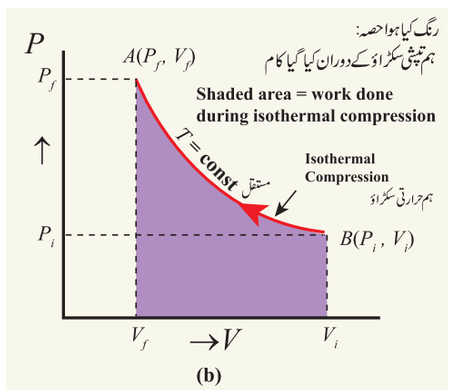
$$W = \mu RT \, ln \left(\frac{V_f}{V_i}\right) \qquad (8.33)$$

چونکہ ہمارے پاس ایک ہم حرارتی پھیلاؤ، $\frac{V_f}{V_i} > 1$ ہے۔ اس لئے $ln \left(\frac{V_f}{V_i}\right) > 0$ ہے۔ اس کے نتیجے میں ایک ہم تپشی پھیلاؤ کے دوران گیس سے کیا گیا کام مثبت ہے۔

مساوات (8.34) میں موجود اوپر کا نتیجہ ہم تپشی سکڑاؤ کے لئے بھی درست ہے، مگر ایک ہم تپشی سکڑاؤ میں $\frac{V_f}{V_i} < 1$ ہے۔ اس لئے $ln \left(\frac{V_f}{V_i}\right) < 0$ ہے۔ اس کے نتیجے میں مگر ایک ہم تپشی سکڑاؤ میں گیس پر کیا جانے والا کام منفی ہوتا ہے۔

PV نقشہ میں ہم تپشی پھیلاؤ کے دوران کیا گیا کام، ترسیم کی منحنی کے نچلے رقبے کے برابر ہوتا ہے، جیسا کہ خاکہ 8.27 میں بتایا گیا ہے۔





خاکہ 8.27 ایک ہم تپشی مرحلے میں کیا گیا کام

اسی طرح ایک ہم تپشی سکڑاؤ میں PV ترسیم کی منحنی کا نچلا رقبہ گیس پر کئے گئے کام کے برابر ہوتا ہے جو کہ ایک منفی علامت والا رقبہ بن جاتا ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:20 PM

نوٹ

ایک ہم تپشی مرحلے میں کئے گئے کام کا محاسبہ کرنے کے لئے، ہم یہ تصور کرتے ہیں کہ یہ مرحلہ قاسی-ساکن ہے۔ اگر یہ قاسی-ساکن نہ ہوتا تو ہم مساوات (8.31) میں $P = \frac{\mu RT}{V}$ کو حل نہیں کر سکتے، یہ اس لئے کہ مثالی گیس کا کلیہ غیر توازنی حالتوں کے لئے درست نہیں ہے مگر وہ ہم تپشی مرحلہ، قاسی-ساکن نہ ہونے کے باوجود مساوات (8.34) کے لئے درست ہے، یہ اس لئے کہ حالتی متغیرات جیسے دباؤ اور حجم ایک مثالی گیس کی صرف ابتدائی اور انتہائی حالت ہی پر منحصر ہوتی ہیں اور وہ انتہائی حالت کو پہنچے والے طریقے پر منحصر نہیں ہوتیں۔ قاسی-ساکن کا تصور احصائیت کرنے کے لئے ضروری ہے۔

مثال 8.16

300K تپش پر 0.5 مول کی ایک گیس ہم تپشی طور پر 2L کے ابتدائی حجم سے 6L تک پھیلتی ہے۔

(a) اس گیس سے کیا گیا کام کیا ہے؟

(b) گیس کو پہنچائی گئی حرارت کا اندازہ لگائیے

(c) اس گیس کا حتمی دباؤ کیا ہے؟

(گیس کی مستقلہ کی قیمت $R=8.31\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$ ہے۔)

حل: (a) ہم جانتے ہیں کہ ایک ہم تپشی مرحلے میں گیس سے کیا گیا کام، چونکہ $\mu = 0.5$ ہے۔

$$W = 0.5mol \times \frac{8.31J}{mol.K} \times 300\ K\ \text{In}\left(\frac{6L}{2L}\right)$$

$$W = 1.369\ kJ$$

نوٹ کیجئے کہ W مثبت ہے، چونکہ یہ کام گیس سے کیا گیا ہے۔

(b) حرارتی حرکت کے پہلے کلیے کی مدد سے، ایک ہم تپشی مرحلہ میں پہنچائی جانے والی حرارت کام کرنے میں صرف کی جاتی ہے۔

چنانچہ $Q = W = 1.369\ kJ$ ہے، لہذا، Q بھی مثبت ہے جس سے پتہ چلتا ہے کہ حرارت نظام میں بہتی ہے۔

(c) ایک ہم تپشی مرحلہ کے لئے،

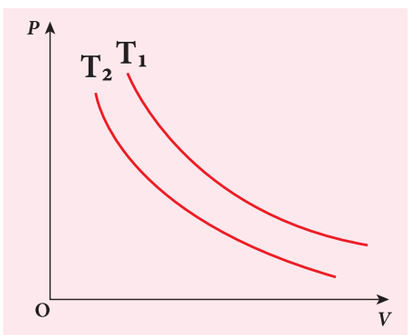
$$P_i V_i = P_f V_f = \mu RT$$

$$P_f = \frac{\mu RT}{V_f} = 0.5\text{mol} \times \frac{8.31J}{mol.\text{K}} \times \frac{300K}{6\times10^{-3}m^3}$$

$$= 207.75\ k\,Pa$$

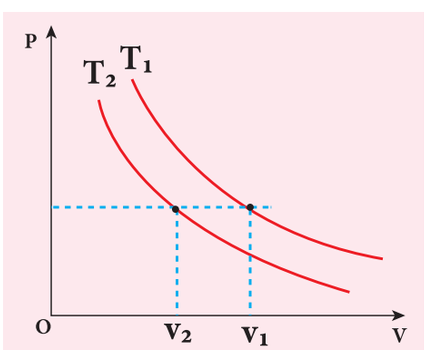
مثال 8.17

مندرجۂ ذیل PV منحنی، دو مختلف تپشوں کے لئے دو ہم تپشی مرحلے ظاہر کرتی ہے۔ ان دونوں میں اعلیٰ تپش دریافت کیجئے۔



حل:

اعلیٰ تپش کی متعلقہ منحنی کا تعین کرنے کے لئے x محور کے متوازی طور پر ایک افقی خط کھینچئے جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ یہ مستقل دباؤ کا خط ہے۔ جس میں V_1 اور V_2 اسی دباؤ سے تعلق رکھتے ہیں، چونکہ V_1 اور V_2 سے آنے والے عمودی خطوط مستقل دباؤ کے خط پر ملتے ہیں۔



11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:20 PM

مستقل دباؤ پر، حجم جتنا زیادہ ہوگا، تپش اتنی ہی زیادہ ہوگی۔
خاکہ کی مدد سے چونکہ $V_1 > V_2$ ہے ہم اس نتیجے پر پہنچتے ہیں کہ $T_1 > T_2$ عام طور پر مبدا کے قریب موجود ہم تپشی منحنی کم تپش رکھتی ہے۔

8.8.2 حرارتی ناگذر مرحلہ (Adiabatic Process)

یہ ایک مرحلہ ہے جس میں نظام کے اندر یا نظام سے باہر کوئی حرارت نہیں بہتی ($Q=0$) مگر وہ گیس اپنی اندرونی توانائی صرف کرکے پھیل سکتی ہے یا وہ گیس کوئی بیرونی کام کے ذریعہ دابی جاسکتی ہے۔ اس لئے ایک حرارتی ناگذر مرحلے میں اس نظام کے دباؤ، حجم اور تپش میں تبدیلی آسکتی ہے۔

ایک حرارتی ناگذر مرحلہ کے لئے، پہلا کلیہ یوں بن جاتا ہے

$$\Delta U = -W$$

اس سے معلوم ہوتا ہے کہ اندرونی توانائی خرچ کرکے گیس سے کام کیا گیا ہے یا اس نظام پر کام کیا گیا ہے جس سے اس کی اندرونی توانائی بڑھتی ہے۔

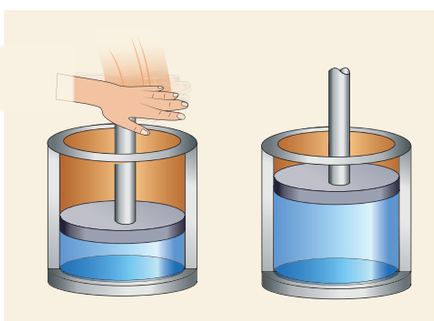
مندرجۂ ذیل طریقوں سے حرارتی ناگذر مرحلہ حاصل کیا جاسکتا ہے۔

(i) نظام کو اطراف و اکناف سے حرارتی طور پر اس طرح مجوز کیا جائے کہ حرارت نظام میں یا نظام سے باہر بہہ نہ سکے، مثال کے بطور پر حرارتی طور پر مجوز کیا گیا گیس کا استوانہ جب سکڑنے لگتا ہے (حرارتی طور پر مجوز کیا گیا گیس کا استوانہ جب سکڑنے لگتا ہے (حرارتی ناگذر داب یا سکڑاؤ) یا پھیلنے لگتا ہے (حرارتی ناگذر پھیلاؤ) جیسا کہ خاکہ 8.28 میں بتایا گیا ہے۔

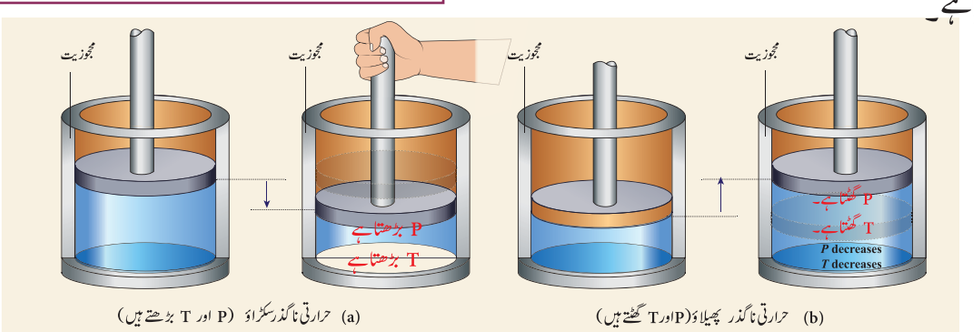
(ii) اگر وہ مرحلہ اتنی تیزی سے عمل آور ہوتا ہے کہ وہاں حرارتی مجوزیت نہ ہونے کے باوجود اطراف و اکناف کے ساتھ حرارت کا تبادلہ کرنے کے لئے وقت ہی نہ ہو۔ خاکہ 8.29 میں چند مثالیں پیش کی گئی ہیں۔

مثالیں:

خاکہ 8.29 (a) جب ٹائر پھٹتا ہے تو ہوا اتنی تیزی سے پھیلتی ہے کہ اطراف و اکناف کے ساتھ حرارت کا تبادلہ کرنے کے لئے وقت ہی نہیں رہتا۔



خاکہ 8.29 (b) جب گیس بڑی تیزی سے دابی جائے یا پھیلائی جائے تو وہاں کوئی حرارتی مجوزیت کے نہ رہنے کے باوجود وہ گیس اطراف و اکناف کے ساتھ حرارت کا تبادلہ نہیں کرسکتی۔



(a) حرارتی ناگذر سکڑاؤ (P اور T بڑھتے ہیں) (b) حرارتی ناگذر پھیلاؤ (P اور T گھٹتے ہیں)

خاکہ 8.28 حرارتی ناگذر سکڑاؤ اور پھیلاؤ

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:21 PM

خاکہ 8.29(c) جب زمین کی سطح سے گرم ہوا چڑھتی ہے تو وہ حرارتی ناگزر طریقے سے پھیلتی ہے۔ اس کے نتیجے میں آبی بخارات ٹھنڈے ہوتے ہیں اور تکثیف پا کر پانی کی بوندیں بنتے ہیں جو اور بادل بناتے ہیں۔

ایک حرارتی ناگزر مرحلے کے لئے حالت کی مساوات اس طرح پیش کی جاتی ہے۔

$$PV^{\gamma} = constant \qquad (8.34)$$

یہاں حرارتی ناگزر قوت نما γ کہلاتا ہے، جو گیس کی فطرت پر منحصر ہوتا ہے۔ $(\gamma = C_p / C_v)$

مساوات (8.35) یہ بتاتی ہے کہ اگر وہ گیس ایک متوازن حالت (P_i , V_i) سے دوسری متوازن حالت (P_f , V_f) تک حرارتی ناگزر طور پر جاتی ہے تو وہ اس تعلق کے شرط کو پوری کرتی ہے۔

$$P_i V_i^{\gamma} = P_f V_f^{\gamma} \qquad (8.35)$$

ایک حرارتی ناگزر پھیلاؤ اور حرارتی ناگزر سکڑاؤ کے مرحلے کے PV نقشے خاکہ 8.30 میں بتائے گئے ہیں۔ ایک حرارتی ناگزر کا PV نقشہ ناگزر (adiabatic) بھی کہلاتا ہے۔

نوٹ کیجئے ہم تپشی (خاکہ 8.25) اور حرارتی ناگذر (خاکہ 8.30) مرحلوں کے لئے بتائے گئے PV نقشے ایک جیسے معلوم ہوتے ہیں مگر حقیقت میں حرارتی ناگزر کی منحنی، ہم تپشی منحنی سے بھی زیادہ ڈھلوان ہے۔

ہم مساوات (8.35) کو T اور V کے لحاظ سے دوبارہ لکھ سکتے ہیں۔ مثالی گیس کی مساوات کی مدد سے، دباؤ $P = \frac{\mu RT}{V}$ ہے۔ اس مساوات کو مساوات (8.35) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$\frac{T}{V} V^{\gamma} = \frac{\text{مستقلہ}}{\mu R} \quad (\text{یا}) \quad \frac{\mu RT}{V} V^{\gamma} \text{ مستقلہ}$$

یہاں نوٹ کیجئے کہ μR ایک اور مستقلہ ہے۔ اس لئے اسے اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔

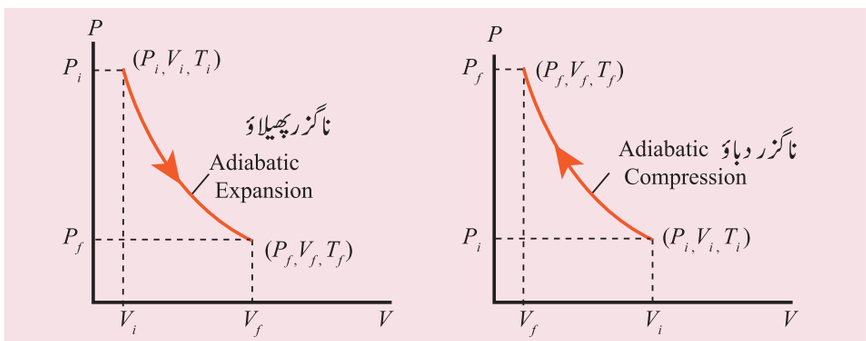
$$TV^{\gamma-1} = \text{مستقلہ} \qquad (8.36)$$

مساوات (8.37) یہ بتاتی ہے کہ اگر گیس ایک ابتدائی متوازن حالت (T_i , V_i) سے انتہائی متوازن حالت (T_f , V_f) تک حرارتی ناگزیر طریقے سے پہنچتی ہے، تو وہ اس تعلق کے شرط کو پورا کرتی ہے۔

$$T_i V_i^{\gamma-1} = T_f V_f^{\gamma-1} \quad . \qquad (8.37)$$

حرارتی ناگزیر طریقے کے لئے حالت کی مساوات T اور P کے لحاظ سے اس طرح بھی لکھی جا سکتی ہے۔

$$T^{\gamma} P^{1-\gamma} = \text{مستقلہ} \qquad (8.38)$$

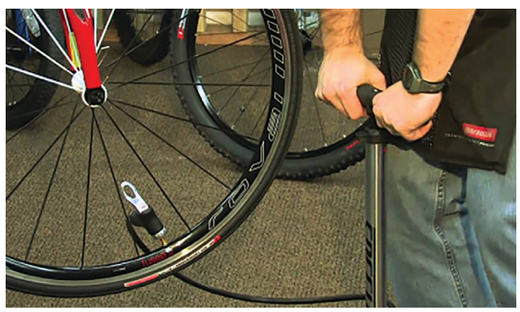


خاکہ 8.30 حرارتی ناگزر پھیلاؤ اور حرارتی ناگزر سکڑاؤ کے لئے PV نقشہ

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:22 PM

مساوات (8.39) کا ثبوت ایک مشق کے طور پر چھوڑ دیا گیا ہے۔

مثال 8.18



ہینڈ پمپ کی مدد سے سائیکل کے ٹائر میں ہوا بھرنے کا تجربہ ہم میں سے اکثروں کو ہوگا۔ پمپ میں موجود ہوا کو ایک حرارتی حرکیاتی نظام تصور کیجئے جو کہ $27^{\circ}C$ کمرے کی تپش اور فضائی دباؤ پر V حجم رکھتی ہے۔ فرض کر لیجئے کہ ٹائر کا سوراخ بلاک کر دیا گیا ہے اور آپ پمپ کو V کے ایک چوتھائی حجم تک ڈھکیل رہے ہیں۔ (ہوا کے لئے، چونکہ سوراخ بلاک کر دیا گیا ہے، ہوا ٹائر میں داخل نہیں ہوگی اور اسے ایک حرارتی ناگزر سکڑاؤ کے لحاظ سے لیا جا سکتا ہے۔ ہوا کے لئے γ کی قیمت 1.4 لے لیجئے۔

حل:

یہاں یہ عمل حرارتی ناگزر سکڑاؤ ہے۔ حجم دیا گیا ہے اور تپش معلوم کرنا ہے۔ ہم مساوات (8.38) کا استعمال کر سکتے ہیں۔

$$T_i V_i^{\gamma-1} = T_f V_f^{\gamma-1}.$$

$$T_i = 300\ K \quad (273+27^{\circ}C = 300\ K)$$

$$V_i = V \ \& \ V_f = \frac{V}{4}$$

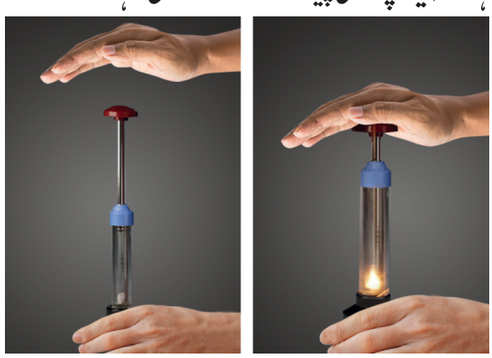
$$T_f = T_i \left(\frac{V_i}{V_f}\right)^{\gamma-1} = 300\ K \times 4^{1.4-1} = 300K \times 1.741$$

$$T2 \approx 522\ K \text{ or } 249^{0}C$$

یہ تپش پانی کے نقطۂ جوش سے بھی زیادہ ہے۔ اس لئے ہوا بھرتے وقت بلاک کئے گئے پمپ کے سوراخ کو چھونا بہت ہی خطرناک ہے۔

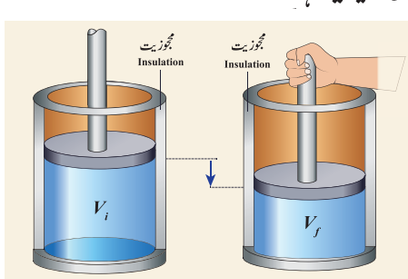
کیا تم جانتے ہو؟

جب پچکاری اتنی تیزی سے دابی جاتی ہے کہ اطراف واکناف کے ساتھ حرارت کا تبادلہ کرنے کا وقت ہی نہ ہو تو گیس کی تپش تیزی سے بڑھنے لگتی ہے۔ اسے خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ ڈیزل انجنوں میں اس اصول کا استعمال کیا جاتا ہے۔ ہوا-گیس ولین کے آمیزے کو اس قدر تیزی سے دابا جاتا ہے (حرارتی ناگزر سکڑاؤ) کہ تپش بہت ہی زیادہ بڑھ جاتی ہے جو کہ ایک چنگاری پیدا کرنے کے لئے کافی ہے۔



ایک حرارتی ناگزر مرحلے میں کیا گیا کام
(Workdone in an Adiabatic Process)

ایک ایسے استواء میں بھری گئی ایک مثالی گیس کے μ مول کا تصور کیجئے جس کی دیواریں اور نچلا حصہ بالکل غیر موصلی ہوں۔ ایک بے رگڑ (frictionless) اور مجوز کرنے والی پچکاری جس کا ترچھی سطحی رقبہ A ہے۔ اس استوانے میں ثبت کی گئی ہے، جیسا کہ خاکہ 8.31 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.31 ایک حرارتی ناگزر مرحلہ میں کیا گیا کام

فرض کیجئے کہ جب یہ نظام حرارتی ناگزر، طور پر ابتدائی حالت (P_i, V_i, T_i) سے انتہائی حالت (P_f, V_f, T_f) کو پہنچتا ہے تو کیا گیا کام W ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:22 PM

$$W = \int_{V_i}^{V_f} PdV \qquad (8.39)$$

یہ تصور کرتے ہوئے کہ حرارتی ناگزر مرحلہ قاسی۔ساکن طور پر پیش آتا ہے۔ ہر مرحلے پر مثالی گیس کا کلیہ درست ہے۔اس شرط کے تحت، حالت کی حرارتی ناگزر مساوات یہ ہے۔

PV^{γ} = مستقلہ (یا)

$P = \frac{\text{مستقلہ}}{V^{\gamma}}$ کی مساوات (8.40) میں حل کیا جاسکتا ہے۔

ہم حاصل کرتے ہیں پر

$$\therefore W_{adia} = \int_{v_i}^{V_f} \frac{\text{مستقلہ}}{V^{\gamma}} dV$$

$$= \text{مستقلہ} \int_{V_i}^{Vf} V^{-\gamma} dV$$

$$= \text{مستقلہ} \left[\frac{V^{-\gamma+1}}{-\gamma+1}\right]_{V_i}^{V_f}$$

$$= \frac{\text{مستقلہ}}{1-\gamma}\left[\frac{1}{V_f^{\gamma-1}} - \frac{1}{V_i^{\gamma-1}}\right]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma}\left[\frac{\text{مستقلہ}}{V_f^{\gamma-1}} - \frac{\text{مستقلہ}}{V_i^{\gamma-1}}\right]$$

ہم تپش

مگر مستقلہ $= P_i V_i^{\gamma} = P_f V_f^{\gamma}$

$$\therefore W_{adia} = \frac{1}{1-\gamma}\left[\frac{P_f V_f^{\gamma}}{V_f^{\gamma-1}} - \frac{P_i V_i^{\gamma}}{V_i^{\gamma-1}}\right]$$

$$W_{adia} = \frac{1}{1-\gamma}[P_f V_f - P_i V_i] \qquad (8.40)$$

مثالی گیس کے کلیے کی مدد سے

$P_f V_f = \mu R T_f$ اور $P_i V_i = \mu R T_i$

مساوات (8.41) میں حل کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\therefore W_{adia} = \frac{\mu R}{\gamma - 1}[T_i - T_f] \qquad (8.41)$$

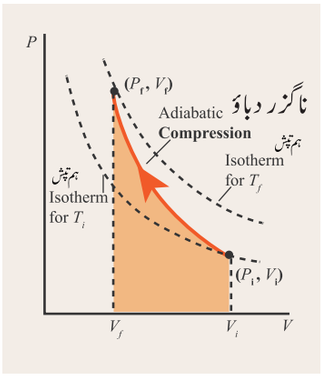
حرارتی ناگزر پھیلاؤ میں کام گیس سے کیا جاتا ہے، یعنی W_{adia} مثبت ہے چونکہ $T_i > T_f$ ہے، وہ گیس حرارتی ناگزر پھیلاؤ کے دوران ٹھنڈی ہوتی ہے۔

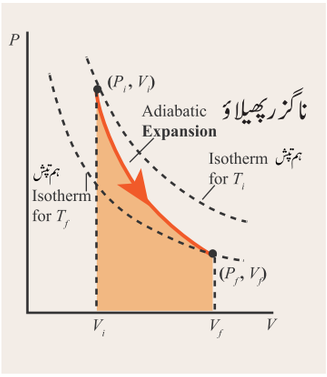
حرارتی ناگزر سکڑاؤ میں گیس پر کام کیا جاتا ہے۔ یعنی W adia منفی ہے چونکہ $T_i < T_f$ ہے، حرارتی ناگزر سکڑاؤ کے دوران گیس کی تپش بڑھتی ہے۔

نوٹ

وہ گیس حرارتی ناگزر قاسی-ساکن ہے، وہ مرحلہ اگر قاسی- ساکن نہ بھی ہوتا، تب بھی دونوں مساوات درست رہتیں۔ یہ اس لئے کہ P اور V دونوں حالتی متغیرات ہیں اور وہ اس پر غیر منحصر ہیں کہ حالت کس طرح حاصل کی گئی ہے۔

خاکہ 8.32 میں بتائے گئے حرارتی ناگزر PV نقشہ میں ابتدائی حالت سے انتہائی حالت تک کی حرارتی ناگزر منحنی کا نچلا رقبہ حرارتی ناگزر مرحلے میں کیا گیا کل کام فراہم کرے گا۔





خاکہ 8.32 PV نقشہ حرارتی ناگزر مرحلے میں کیا گیا کام

(خاکہ 8.32 میں) ہم تپشی اور حرارتی ناگزر منحنیوں کے درمیان فرق کرنے کے لئے T_f اور T_i کے لئے ہم تپشی منحنی کے ساتھ ساتھ حرارتی ناگذر منحنی بھی کھینچی گئی ہے۔نوٹ کیجئے کہ حرارتی ناگذر منحنی ہم تپشی منحنی سے بھی زیادہ ڈھلوان ہے۔یہ اس لئے کہ ہمیشہ $\gamma > 1$ ہوتا ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:23 PM

8.8.3 ہم دباؤ مرحلہ (Isobaric Process)

یہ ایک حرحرارتی مرحلہ ہے جو مستقل دباؤ پر واقع ہوتا ہے۔ حالانکہ اس مرحلہ میں دباؤ مستقل رہتا ہے، تپش، حجم اور اندورنی توانائی مستقل نہیں رہتیں۔ مثال گیس کی مساوات کی مدد سے، ہم رکھتے ہیں۔

$$V = \left(\frac{\mu R}{P}\right) T \qquad (8.42)$$

یہاں $\frac{\mu R}{P}$ = مستقلہ ہے۔

ایک ہم دباؤ (isobaric) مرحلہ میں تپش، حجم کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔

$$V \propto T \qquad \text{(ہم باری مرحلہ)} \qquad (8.43)$$

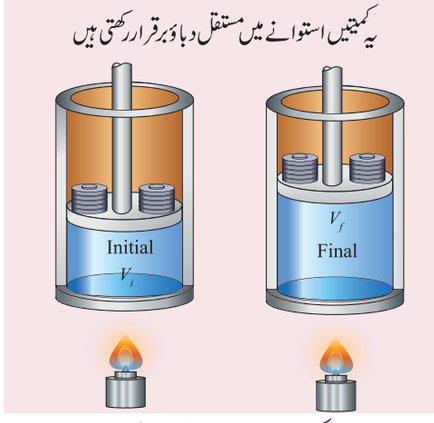
اس سے پتہ چلتا ہے کہ ایک ہم باری مرحلہ کے لئے V-T گراف ایک سیدھا خط ہے، جو مبدا سے گزرتا ہے۔

اگر ایک گیس مستقل دباؤ پر ایک حالت (V_i, T_i) سے دوسری حالت (V_f, T_f) تک پہنچتی ہے تو پھر وہ نظام مندرجۂ ذیل مساوات کی شرط کو پورا کرتا ہے۔

$$\frac{T_f}{V_f} = \frac{T_i}{V_i} \qquad (8.44)$$

ہم دباؤ مرحلہ کی مثالیں:

(i) جب گیس گرم کی جاتی ہے تو وہ پچکاری کو ڈھکیلتی ہے، اس طرح سے کہ وہ فضائی دباؤ جمع قوت جاذبہ کی ایک مساوی قوت برآمد کرتی ہے۔ پھر یہ مرحلہ ہم باری ہوتا ہے۔ اسے خاکہ 8.33 میں بتایا گیا ہے۔

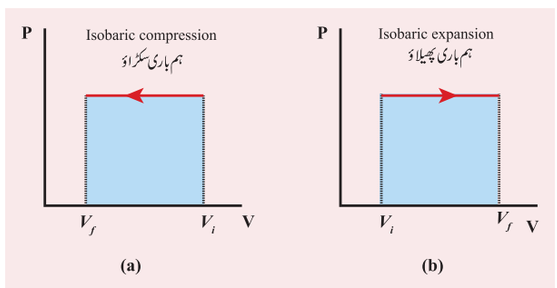


خاکہ 8.33 ہم باری مرحلہ

(ii) ہمارے کچن میں پکوان کے اکثر مرحلے ہم باری مرحلے ہی ہوتے ہیں۔ جب ایک کھلے برتن میں کھانا پکایا جاتا ہے تو کھانے کے اوپر موجود دباؤ ہمیشہ فضائی دباؤ پر ہوتا ہے۔ اسے خاکہ 8.34 میں بتایا گیا ہے۔

خاکہ 8.34 ہم دباؤ مرحلہ

ایک ہم دباؤ مرحلہ کے لئے PV نقشہ حجمی محور کے متوازی ایک افقی خط ہوتا ہے، جیسا کہ خاکہ 8.35 میں بتایا گیا ہے۔
خاکہ 8.35(a)، حجم کے کم ہونے پر ہم باری مرحلہ کی نمائندگی کرتا ہے۔
خاکہ 8.35(b) حجم کے بڑھنے پر ہم باری مرحلہ کی نمائندگی کرتا ہے۔



خاکہ 8.35 ایک ہم باری مرحلہ کے لئے PV نقشہ

ایک ہم باری مرحلہ میں کیا گیا کام

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P\,dV \qquad (8.45)$$

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:25 PM

ایک ہم دباؤ مرحلہ میں دباؤ مستقل ہوتا ہے ،اس لئے P احصائیت (Integral) کے باہر آجاتا ہے۔

$$W = P\int_{V_i}^{V_f} dV \qquad (8.46)$$

$$W = P[V_f - V_i] = P\Delta V \qquad (8.47)$$

جہاں ΔV حجم کی تبدیلی کوظاہر کرتا ہے ۔اگر ΔV منفی ہے تو W بھی منفی ہوتا ۔اس سے پتہ چلتا ہے کہ کام گیس پر کیا گیا ہے۔ اگر ΔV مثبت ہے تو W بھی مثبت ہوگا ،جس سے پتہ چلتا ہے کہ گیس سے کام کیا گیا ہے۔

مساوات (8.48) کو مثالی گیس کی مساوات کی مدد سے اس طرح بھی لکھا جاسکتا ہے۔

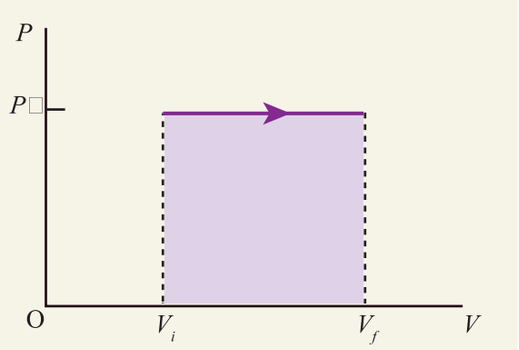
مثالی گیس کی مساوات کی مدد سے

$$V = \frac{\mu RT}{P} \quad \text{اور} \quad PV = \mu RT$$

اسے مساوات (8.48) میں حل کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں

$$W = \mu RT_f\left(1 - \frac{T_i}{T_f}\right) \qquad (8.48)$$

PV نقشہ میں ہم باری منحنی کا نچلا رقبہ ہم باری مرحلے میں کئے گئے کام کے برابر ہوتا ہے۔ مندرجۂ ذیل خاکہ 8.36 میں رنگ شدہ رقبہ، گیس سے کئے جانے والے کام کے برابر ہے۔



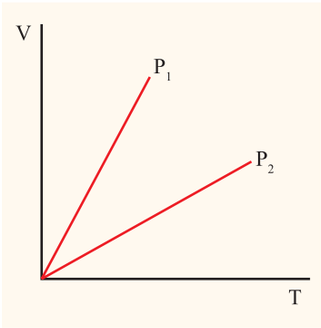
خاکہ 8.36 ایک ہم باری مرحلے میں کیا گیا کام

ایک ہم باری مرحلے کے لئے حرارتی حرکیات کا پہلا کلیہ یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$\Delta U = Q - P\Delta V \qquad (8.49)$$

مثال 8.19

مندرجۂ ذیل ترسیم، دو مختلف دباؤں پر ہونے والے ہم باری مرحلوں کے لئے V-T ترسیم ظاہر کرتا ہے۔اعلیٰ دباؤ پر واقع ہونے والے مرحلہ کی شناخت کیجئے۔



حل :

مثالی گیس کی مساوات کی مدد سے $V = \left(\frac{\mu R}{P}\right)T$

V-T ترسیم ایک سیدھا خط ہے جو مبدا سے گزرتا ہے۔

ڈھلاؤ $= \frac{\mu R}{P}$

V-T ترسیم کا ڈھلاؤ (میلان) دباؤ کے معکوس تناسب میں ہے۔

ڈھلاؤ (میلان) اگر زیادہ ہے تو دباؤ کم ہوتا ہے۔

یہاں P_1 کا ڈھلاؤ P_2 سے زیادہ ہے۔اس لئے $P_2 > P_1$ ہے۔

بالفرض اگر ترسیم T اور V (تپش کو x محور اور حجم کو y- محور کے تحت رکھ کر) کے درمیان کھینچی جائے ہے تو کیا ہم اب بھی $P_2 > P_1$ لئے ہوئے ہوں گے۔

مثال 8.20

ایک مول کی ایک گیس شروع میں 1MPa کے دباؤ اور 27°C کی تپش پر ایک استوانہ میں رکھی جاتی ہے اور اسے دوگنا حجم تک پھیلنے دیا جاتا ہے۔

(a) اگر وہ پھیلاؤ (i) حرارتی ناگزار (ii) ہم باری (iii) ہم تپشی ہو؟ تو کیا گیا کام کتنا ہے؟

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:25 PM

(b) ان مرحلوں کی شناخت کیجئے جن میں کیا گیا کام سب سے کم اور سب سے زیادہ ہو۔

(c) ایک PV نقشہ پر ہر مرحلے کا اظہار کیجئے۔

(d) ان مرحلوں کے نام بتایئے جن میں حرارتی منتقلی سب سے زیادہ اور سب سے کم ہے۔

($\gamma = \frac{5}{3}$ اور R=8.3 J mol^{-1} K^{-1} لے لیجئے۔)

حل:

(a) (i) ایک حرارتی ناگذر مرحلے میں نظام کے ذریعے کیا گیا کام یہ ہے

$$W_{adia} = \frac{\mu R}{\gamma - 1}[T_i - T_f]$$

حتمی تپش T_f معلوم کرنے کے لئے ہم حالت کی حرارتی ناگزار مساوات کا استعمال کر سکتے ہیں۔

$$T_f V_f^{\gamma-1} = T_i V_i^{\gamma-1}$$

$$T_f = T_i \left(\frac{V_i}{V_f}\right)^{\gamma-1} = 300 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 0.63 \times 300K = 189.8K$$

$$W = 1 \times 8.3 \times \frac{3}{2}(300 - 189.8) = 1.37kJ$$

(ii) ایک ہم باری مرحلے میں نظام کے ذریعہ کیا گیا کام یہ ہے۔

$$W = P\Delta V = P(V_f - V_i)$$

اور $V_f = 2V_i$ اس لئے $W = 2PV_i$

V_i کو معلوم کرنے کے لئے ہم ابتدائی حالت کے لئے مثالی گیس کے کلیے کا استعمال کر سکتے ہیں۔ $P_i V_i = RT_i$

$$V_i = \frac{RT_i}{P_i} = 8.3 \times \frac{300}{1} \times 10^{-6} = 24.9 \times 10^{-4} m^3$$

ہم باری مرحلے کے دوران کیا گیا کام یہ ہے۔

$$W = 2 \times 10^6 \times 24.9 \times 10^{-4} = 4.9\ kJ$$

(iii) ایک ہم تپشی مرحلے میں نظام کے ذریعہ کیا گیا کام یہ ہے۔

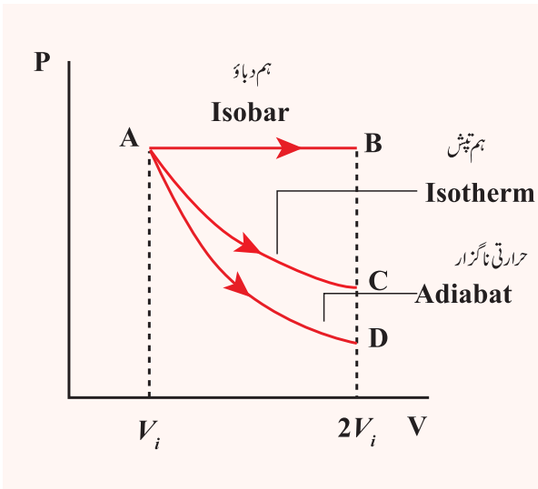
$$W = \mu RT\ ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

ایک ہم تپشی مرحلے میں ابتدائی کمرے کی تپش مستقل ہوتی ہے۔

$$W = 1 \times 8.3 \times 300 \times ln(2) = 1.7kJ$$

(b) تینوں مرحلوں کا موازنہ کرنے پر ہم یہ دیکھتے ہیں کہ ہم باری مرحلے میں کیا گیا کام سب سے زیادہ ہے اور حرارتی ناگزر مرحلے میں کیا گیا کام سب سے کم ہے۔

(c) PV نقشہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔



منحنی AB کا نچلا رقبہ = ہم باری مرحلہ کے دوران کیا گیا کام

منحنی AC کا نچلا رقبہ = ہم تپشی مرحلہ کے دوران کیا گیا کام

منحنی AD کا نچلا رقبہ = حرارتی ناگزر مرحلہ کے دوران کیا گیا کام

PV نقشہ کی مدد سے، منحنی AB، نچلا رقبہ زیادہ ہے جس سے پتہ چلتا ہے کہ ہم باری مرحلے میں سب سے زیادہ کام کیا گیا ہے اور حرارتی ناگزر مرحلے میں سب سے کم کام کیا گیا ہے۔

(d) ایک حرارتی ناگزر مرحلے میں، نظام کے اندر یا نظام سے باہر کوئی حرارت داخل نہیں ہوتی۔ ایک ہم باری مرحلے میں سب سے زیادہ کام کیا جاتا ہے۔

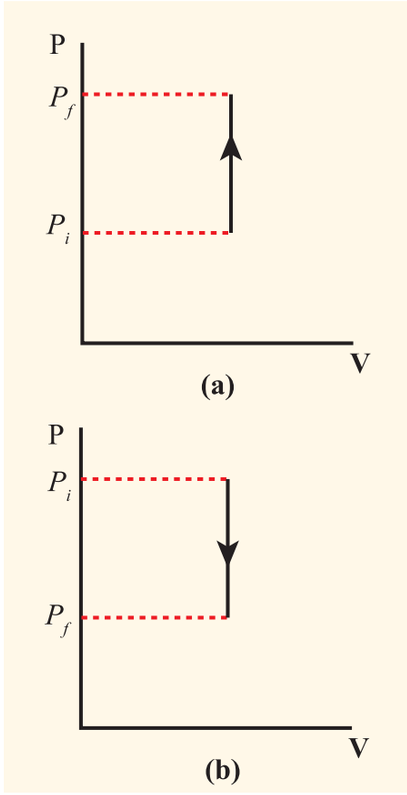
اس لئے ایک ہم تپشی مرحلہ کے مقابلے میں بھیجی جانے والی حرارت زیادہ ہونی چاہئے۔

8.8.4 ہم حجمی مرحلہ (Isochoric Process)

یہ ایک حرحرکیاتی مرحلہ ہے، جس میں نظام کے حجم کو مستقل رکھا جاتا ہے۔ مگر دباؤ، تپش اور اندرونی توانائی متغیر ہی ہوتے ہیں۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:25 PM

ایک، ہم حجمی مرحلہ کے لئے دباؤ، حجم کی ترسیم، دباؤ کے محور کا ایک متوازی خط ہے، جیسا کہ خاکہ 8.37 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.37 (a) بڑھے ہوئے دباؤ اور
(b) گھٹے ہوئے دباؤ کے ساتھ ہم حجمی مرحلے

ایک ہم حجمی مرحلہ کے لئے حالت کی مساوات یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$P = \left(\frac{\mu R}{V}\right) T \qquad (8.50)$$

جہاں مستقلہ $= \left(\frac{\mu R}{V}\right)$ ہے۔

اس سے ہم یہ اخذ کر سکتے ہیں کہ دباؤ تپش کے راست تناسب میں ہے۔اس سے پتہ چلتا ہے کہ ایک ہم حجمی مرحلہ کے لئے P-T ترسیم، مبدا سے گزرنے والا ایک سیدھا خط ہے۔

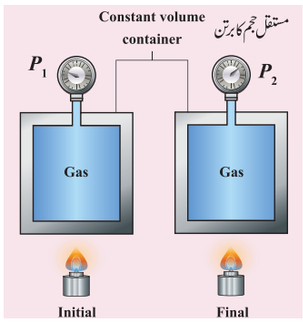
اگر ایک گیس مستقل حجم پر ایک حالت (P_i , T_i) سے دوسری حالت (P_f , T_f) تک پہنچتی ہے، تو پھر وہ نظام مندرجۂ ذیل مساوات کو مطمئن کرتا ہے۔

$$\frac{P_i}{T_i} = \frac{P_f}{T_f} \qquad (8.51)$$

ایک ہم حجمی مرحلے کے لئے $\Delta V = 0$ اور $W = 0$ ہے۔ پھر پہلا کلیہ اس طرح بن جاتا ہے۔

$$\Delta U = Q \qquad (8.52)$$

اس سے معلوم ہوتا ہے کہ بھیجی جانے والی حرارت صرف اندرونی توانائی کے اضافہ کرنے میں صرف کی جاتی ہے۔اس کے نتیجہ میں تپش بڑھتی ہے اور دباؤ بھی بڑھتا ہے۔ اسے خاکہ 8.38 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.38 ہم حجمی مرحلہ

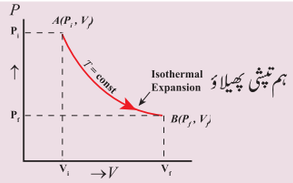
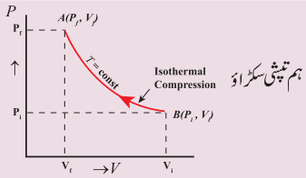
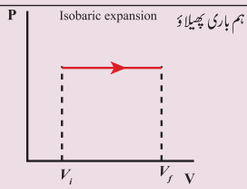
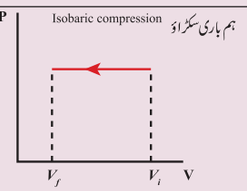
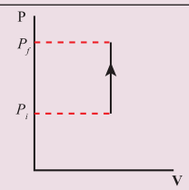
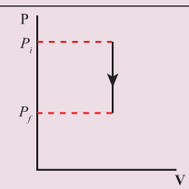
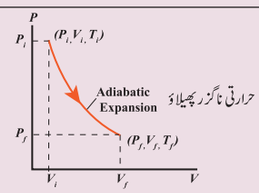
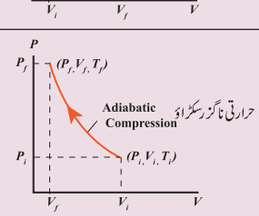
فرض کیجئے کہ ایک نظام حجم کو مستقل رکھتے ہوئے موصلی دیواروں کے ذریعہ اطراف و اکناف میں حرارت کا نقصان کرتا ہے تو پھر اس کی اندرونی توانائی کم ہونے لگتی ہے۔اس کے نتیجے میں تپش کم ہونے لگتی ہے اور دباؤ بھی کم ہو جاتا ہے۔

مثالیں:

1۔ جب برتن کو بند کر کے کھانا پکایا جاتا ہے، جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:26 PM

جدول 8.4۔ مختلف حرارتی حرکیاتی مرحلوں کا خلاصہ

حجم Volume	حالت کی مساوات Equation of state	کیا گیا کام (مثالی گیس) Work done (ideal gas)	نقشہ نمائندگی (PV نقشہ) Indicator diagram (PV diagram)
increases بڑھتی ہے	PV = مستقل	$W=\mu RT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) > 0$	
Decreases گھٹتی ہے		$W=\mu RT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) < 0$	
increases بڑھتی ہے	$\frac{V}{T}$ = مستقل	$W=P\,[V_f - V_i]=P\Delta V$ > 0	
decreases گھٹتی ہے		$W=P\,[V_f - V_i]=P\Delta V < 0$	
Constant مستقل	$\frac{P}{T}$ = مستقل	صفر Zero	
			
increases بڑھتی ہے	PV^{γ} = مستقل	$W=\frac{\mu R}{\gamma - 1}\,(T_i - T_f) > 0$	
Decreases گھٹتی ہے		$W=\frac{\mu R}{\gamma - 1}\,(T_i - T_f) < 0$	

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:26 PM

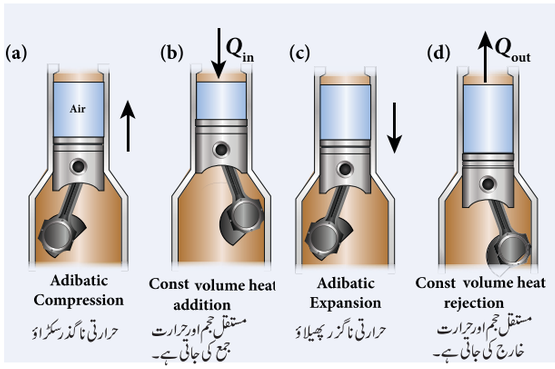
Table 8.4: Summary of various thermodynamic processes

نمبر S. No.	مرحلہ Process		حرارت Heat Q	تپش اور اندرونی توانائی Temperature & internal energy	دباؤ Pressure
1	ہم تپشی Isothermal	Expansion پھیلاؤ	Q > 0	Constant مستقل	decreases گھٹتا ہے
		Compression سکڑاؤ	Q < 0	Constant مستقل	Increases بڑھتا ہے
2	ہم باری Isobaric	Expansion پھیلاؤ	Q > 0	increases بڑھتی ہے	Constant مستقل
		Compression سکڑاؤ	Q < 0	decreases گھٹتی ہے	Constant مستقل
3	حرارتی ناگزر Isochoric		Q > 0	Increases بڑھتی ہے	increases بڑھتا ہے
			Q < 0	Decreases گھٹتی ہے	decreases گھٹتا ہے
4	Adiabatic	Expansion پھیلاؤ	Q = 0	Decreases گھٹتی ہے	Decreases گھٹتا ہے
		Compression سکڑاؤ	Q = 0	Increases بڑھتی ہے	increases بڑھتا ہے

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:26 PM

اس بند حالت میں جب کھانا پکایا جاتا ہے، کچھ دیر بعد آپ یہ مشاہدہ کر سکتے ہیں کہ ڈھکن آبی بھاپ کے ذریعہ اوپر ڈھکیلا جا رہا ہے۔ یہ اس لئے کہ جب ڈھکن بند ہوتا ہے تو حجم کو مستقل رکھا جاتا ہے۔ چونکہ حرارت لگاتار بھیجی جاتی ہے، دباؤ بڑھتا ہے اور آبی بھاپ ڈھکن کو اوپر ڈھکیلنے کی کوشش کرتی ہے۔

(2) آٹو موبائیلوں میں پٹرول انجن چار مرحلوں سے گزرتی ہے۔ پہلے حرارتی ناگزر طور پر کچھ حجم تک پچکاری دابی جاتی ہے جیسا کہ خاکہ (a) میں بتایا گیا ہے۔ دوسرے مرحلے میں (خاکہ (b) ہوا۔ ایندھن کے آمیزے کے حجم کو مستقل رکھا جاتا ہے اور حرارت داخل کی جاتی ہے۔ اس کے نتیجے میں تپش اور بڑھاؤ بڑھتے ہیں۔ یہ ایک ہم حجمی (1sochoric) مرحلہ ہے۔ تیسرے مرحلے (خاکہ (c) کے لئے، وہاں حرارتی ناگزر پھیلاؤ ہوتا ہے اور چوتھے اسٹروک میں پچکاری کو دوبارہ بے حرکت رکھ کر ہم حجمی مرحلے کو دہرایا جاتا ہے۔ (خاکہ (d))



مختلف حرارتی حرکیاتی مرحلوں کا خلاصہ جدول 8.4 میں پیش کیا گیا ہے۔

مثال 8.21

500g پانی کو 30° C سے 60° C تک گرم کیا جاتا ہے، پانی کے ہونے والے تھوڑے سے پھیلاؤ کو نظر انداز کرتے ہوئے، پانی کی اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی کا محاسبہ کیجئے۔ (پانی کی حرارتی نوعی گنجائش 4184 J / kg ہے)۔

حل :

جب پانی کو 30° C سے 60° C تک گرم کیا جاتا ہے تو اس کے حجم میں بہت تھوڑی سی تبدیلی ہی واقع ہوتی ہے۔ اس لئے اس مرحلے کو ہم حجمی طور پر لے سکتے ہیں۔ ایک ہم حجمی مرحلے میں نظام سے کیا جانے والا کام صفر ہوتا ہے۔ بھیجی جانے والی حرارت صرف اندرونی توانائی کو اضافہ کرنے ہی کے لئے استعمال کی جاتی ہے۔

$$\Delta U = Q = ms_v \Delta T$$

پانی کی کمیت $= 500\ g = 0.5\ kg$

تپش کی تبدیلی $= 30K$

حرارت $Q = 0.5 \times 4184 \times 30 = 62.76\,kJ$

8.8.5 دوری مرحلے (Cyclic Processes)

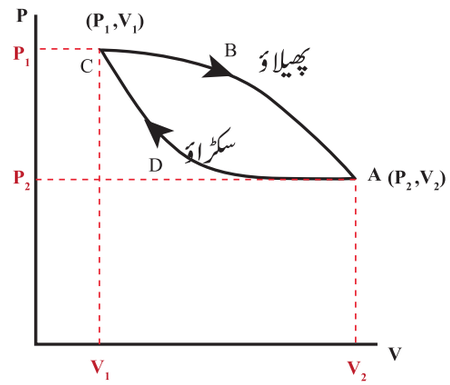
یہ ایک حرحرکیاتی مرحلہ ہے، جس میں وہ حرارتی حرکیاتی نظام، تبدیلی کے ایک سلسلے سے گذرنے کے بعد واپس اپنی ابتدائی حالت پر پہنچ جاتا ہے۔ چونکہ وہ نظام واپس اپنی ابتدائی حالت پر آجاتا ہے، اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی صفر ہے۔ دوری مرحلے میں حرارت نظام کے اندر داخل ہوسکتی ہے اور حرارت نظام کے باہر بھی نکل سکتی ہے۔ حرارتی حرکیات کے پہلے کلیے کی مدد سے، نظام کو منتقل کی گئی کل حرارت گیس سے کئے گئے کام کے برابر ہوتی ہے۔

$$Q_{net} = Q_{in} - Q_{out} = W \quad \text{(ایک دوری مرحلہ کے لئے)} \qquad (8.53)$$

8.8.6 ایک دوری مرحلہ کے لئے PV نقشہ

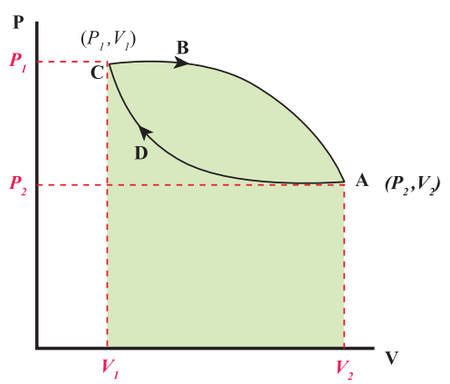
PV نقشہ میں دوری مرحلہ کی نمائندگی ایک بند منحنی سے کی جاتی ہے۔ فرض کیجئے کہ گیس ایک دوری مرحلہ سے گذرتی ہے جس میں وہ ایک پھیلاؤ اور سکڑاؤ کے بعد واپس اپنی ابتدائی حالت میں لوٹ جاتی ہے، جیسا کہ خاکہ 8.39 میں بتایا گیا ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:27 PM

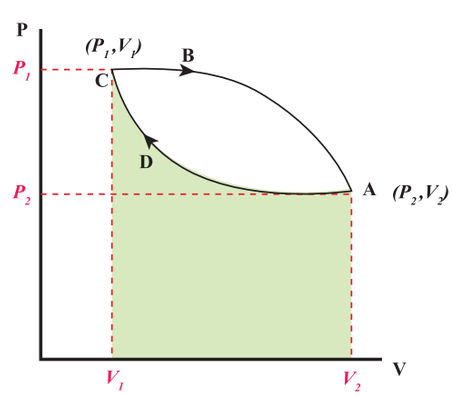


خاکہ 8.39 دوری مرحلہ کے لئے PV نقشہ

فرض کیجئے کہ حجم V_1 سے حجم V_2 تک کے پھیلاؤ کے دوران گیس سے کیا گیا کام W ہے۔ یہ ترسیم CBA کے نچلے رقبے کے برابر ہے، جیسا کہ خاکہ (a) 8.40 میں بتایا گیا ہے۔



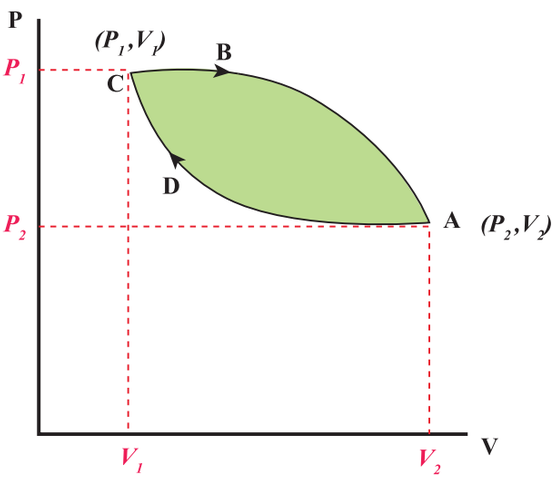
خاکہ 8.40 (a) راستہ CBA کے لئے W



خاکہ 8.40 (b) راستہ ADC کے لئے W

فرض کیجئے کہ حجم V_2 سے حجم V_1 تک سکڑاؤ کے دوران گیس پر کیا گیا کام W_2 ہے۔ یہ ترسیم ADC کے نچلے رقبہ کے برابر ہے، جیسا کہ خاکہ 8.40(b) میں بتایا گیا ہے۔

اس دوری مرحلہ میں کیا گیا کل کام $= W_1 - W_2 =$ لوپ کے اندر رنگ کیا گیا رقبہ، جیسا کہ خاکہ 8.41 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.41 ایک دوری مرحلے میں کیا گیا کل کام

لہذا دوری مرحلے کے دوران کیا گیا کل کام جو اوپر بتایا گیا ہے صفر نہیں ہے۔ عام طور پر کل کیا گیا کام مثبت یا منفی ہوسکتا ہے۔ اگر کیا گیا کل مثبت ہو تو نظام سے کیا گیا کام نظام پر کئے گئے کام سے زیادہ ہے۔ اگر کیا گیا کل کام منفی ہے تو نظام سے کیا گیا کام نظام پر کئے گئے کام سے کم ہے۔

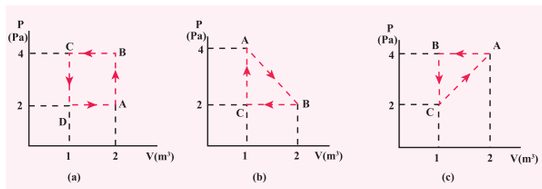
نوٹ

علاوہ ازیں، ایک دوری مرحلے میں اگر دور ساعتی چلتا ہو تو کیا گیا کام کل کام مثبت ہوتا ہے اور اگر دور غیر ساعتی چلتا ہو تو کیا گیا کل کام منفی ہوتا ہے۔ خاکہ 8.41 میں وہ مرحلہ ساعتی چلتا ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:27 PM

مثال 8.22

نیچے بتائے گئے خاکہ میں ایک حرارتی حرکیاتی نظام کے لئے PV نقشے دئے گئے ہیں۔ بتائے گئے ہر ایک دوری مرحلوں میں کئے گئے کام کا محاسبہ کیجئے۔



حل:

معاملہ (a) میں بند منحنی غیر ساعتی ہے۔اس لئے کل کیا گیا کام منفی ہے، جس سے پتہ چلتا ہے کہ نظام پر کیا گیا کام، نظام سے کئے گئے کام سے زیادہ ہے۔

منحنی BC کا نچلا رقبہ گیس پر کیا گیا کام (ہم باری سکڑاؤ) فراہم کرے گا اور منحنی DA کا نچلا رقبہ گیس سے کیا گیا کام (نظام سے کیا گیا کل کام) فراہم کرے گا۔

$$\text{BC منحنی کا نچلا رقبہ} = \text{مستطیل BC12 کا رقبہ} = 1 \times 4 = -4J$$

$$\text{DA منحنی کا نچلا رقبہ گیس} = 1 \times 2 = +2J$$

$$\text{دوری مرحلے میں کیا گیا کل کام} = -4 + 2 = -2\ \text{J}$$

مرحلہ (b) میں بند منحنی ساعتی ہے۔اس لئے کیا گیا کام مثبت ہے۔ جس سے پتہ چلتا ہے کہ نظام پر کیا گیا کام، نظام سے کئے گئے کام سے کم ہے۔ منحنی BC کا نچلا رقبہ گیس پر کیا گیا کام (ہم باری سکڑاؤ) فراہم کرے گا اور منحنی AB کا نچلا رقبہ اس نظام سے کیا گیا کل کام فراہم کرے گا۔

$$\text{AB منحنی کا نچلا رقبہ} = \text{مستطیل کا رقبہ} + \text{مثلث کا رقبہ}$$

$$= (1\times2) + \frac{1}{2} \times 1\times2 = +3J$$

$$\text{BC منحنی کا نچلا رقبہ} = \text{مستطیل کا رقبہ}$$

$$= 1 \times 2 = -2J$$

$$\text{دوری مرحلے میں کیا گیا کل کام} = 1\ \text{J}$$

جو مثبت ہے۔

معاملہ (C) میں بند منحنی غیر ساعتی ہے۔اس لئے کیا گیا کل کام منفی ہے، جس سے پتہ چلتا ہے کہ نظام پر کیا گیا کام، نظام سے کئے گئے کام سے زیادہ ہے۔ AB منحنی کا نچلا رقبہ گیس پر کئے جانے والا کام (ہم باری سکڑاؤ) فراہم کرے گا۔

منحنی CA کا نچلا رقبہ (نظام سے کیا جانے والا کام) نظام سے کیا گیا کل کام فراہم کرے گا

$$\text{AD منحنی کا نچلا رقبہ} = \text{مستطیل کا رقبہ} = 4 \times 1 = -4J$$

$$\text{CA منحنی کا نچلا رقبہ} = \text{مستطیل کا رقبہ} + \text{مثلث کا رقبہ}$$

$$= (1\times2) + \frac{1}{2} \times 1\times2 = +3J$$

$$\text{دوری مرحلے میں کیا گیا کل کام} = -1\ \text{J}$$

یہ منفی ہے۔

8.8.7 حرارتی حرکیات کے پہلے کلیے کی خامیاں

حرارتی حرکیات کا پہلا کلیہ حرارت اور کام کے اندرونی تبادلات کی تو ٹھیک وضاحت کرتا ہے مگر وہ تبدیلی کی سمت کی نشاندہی نہیں کرتا۔

مثال کے طور پر

(a) جب ایک گرم شئے ایک ٹھنڈی شئے سے ملتی ہے تو حرارت ہمیشہ گرم شئے سے ٹھنڈی شئے ہی میں بہتی ہے مگر الٹی سمت میں نہیں بہتی۔ پہلے کلیے کے مطابق توانائی کے لئے یہ ممکن ہے کہ وہ گرم شئے سے ٹھنڈی شئے میں یا ٹھنڈی شئے سے گرم شئے میں بہنے لگے۔ مگر فطرت میں حرارتی بہاؤ کی سمت ہمیشہ اعلیٰ تپش سے ادنیٰ تپش ہی کی طرف ہوتی ہے۔

(b) جب بریک لگائے جاتے ہیں تو ایک کار رگڑ کی وجہ سے رکتی ہے اور رگڑ کے خلاف کیا گیا کام حرارت میں تبدیل ہو جاتا ہے مگر یہ حرارت کار کی توانائی بالفعل میں دوبارہ تبدیل نہیں ہوتی۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:27 PM

اس لئے پہلا کلیہ بہت سے فطری اعمال کی وضاحت کرنے کے لئے ناکافی ہے۔

8.8.8 رجعی مرحلہ (Reversible process)

ایک حرحرکیاتی مرحلہ کو رجعی صرف اس وقت تصور کیا جاسکتا ہے جب اسے مخالف سمت میں اپنا وہی راستہ اختیار کرنا ممکن ہو۔اس طرح سے کہ وہ نظام اور اس کے اطراف واکناف ان ہی حالت سے گزرے جن میں وہ ابتداء میں اور راست مرحلے میں تھے۔

مثال : گیس کا قاسی-ساکن ہم تپشی پھیلاؤ، ایک کمانی کا سست سکڑاؤ اور پھیلاؤ۔

رجعی مرحلہ کے لئے شرائط

1۔ مرحلہ بہت ہی سست شرح سے عمل آور ہو۔

2۔ وہ نظام مرحلہ کے دوران، اپنے اطراف واکناف کے ساتھ ہر وقت میکانیکی، حرارتی اور کیمیائی توازنت میں برقرار رہے۔

3. کوئی فضول قوتیں جیسے رگڑ، لزوجت، برقی مزاحمت وغیرہ ہرگز نہیں ہونا چاہئے۔

> **نوٹ** تمام رجعی مرحلے کو اسی-ساکن ہوتے ہیں مگر تمام قاسی-ساکن مرحلوں کا رجعی ہونا ضروری نہیں ہے۔مثال کے طور پر جب ہم پچکاری کو آہستہ سے ڈھکیلتے ہیں، تو اگر وہاں استوانہ کی دیوار اور پچکاری کے درمیان رگڑ وہ تو اطراف واکناف میں کچھ توانائی ضائع ہوجائے گی، جو واپس نہیں لائی جاسکتی۔

غیر رجعی مرحلہ (Irreversible Process)

تمام فطری مرحلے غیر رجعی ہوتے ہیں۔غیر رجعی مرحلے کی ترسیم ایک PV نقشہ میں نہیں کھینچی جاسکتی، کیونکہ یہ مرحلے عمل کے ہر مرحلہ کے دوران دباؤ، تپش کی متعین قیمتیں نہیں رکھ سکتے۔

حرارتی حرکیات کا پہلا کلیہ ایک حرحرکیاتی نظام میں ہونے والی توانائی کی بقاء ہی کا بیان ہے۔مثال کے طور پر اگر ایک گرم شئے ٹھنڈی شئے پر رکھ دی جائے تو حرارت گرم شئے سے ٹھنڈی شئے میں بہتی ہے۔ حرارت ٹھنڈی شئے سے گرم شئے میں کیوں نہیں بہتی؟ بالفرض اگر توانائی ٹھنڈی شئے سے گرم شئے میں بہہ بھی جائے تو بھی حراراتی حرکیات کے پہلے کلیے کی خلاف ورزی نہیں ہوتی۔ مثال کے طور پر اگر 5 J کی حرارت، گرم سے ٹھنڈی یا ٹھنڈی سے گرم اشیاء میں بہتی ہے تو اس مجموعی نظام کی کل اندرونی توانائی یوں ہی برقرار رہتی ہے۔ مگر 5 J کی حرارت ٹھنڈی شئے سے گرم شئے میں کبھی بھی نہیں بہتی۔فطرت میں اس طرح کے تمام مرحلے ایک ہی سمت میں عمل آور ہوتے ہیں، مگر الٹی سمت میں عمل آور نہیں ہوتے۔ باوجود اس کے کہ دونوں مرحلوں میں توانائی کی بقاء تو ہوتی ہی ہے۔ لہذا اس غیر رجعیت (irreversibility) کے لئے حرارتی حرکیات کے پہلے کلیے میں کوئی وضاحت نہیں ہے۔ جب اٹھارویں صدی کے سائنسدانوں نے اس غیر رجعیت کی وضاحت کرنے کی کوشش کی تو انہوں نے فطرت کے ایک نئے قانون کا انکشاف کیا۔ اسی کو حرارتی حرکیات کا دوسرا کلیہ کہا جاتا ہے۔ حرارتی حرکیات کے دوسرے کلیے کے مطابق

حرارت ہمیشہ خود بخود گرم شئے سے ٹھنڈی شئے میں بہتی ہے''

اسے حرارتی حرکیات کے دوسرے کلیے کی Clausius شکل کے طور پر جانا جاتا ہے۔

مثال 8.23

غیر رجعی مرحلوں کی چند مثالیں بیان کیجئے۔

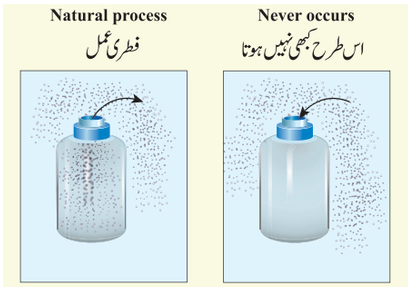
فطری طور پر انجام پانے والے تمام مرحلے غیر رجعی ہوتے ہیں۔

یہاں ہم چند دلچسپ مثالیں فراہم کرتے ہیں۔

(a) جب ہم گیس کی ایک بوتل کھولتے ہیں تو گیس کے سالمے آہستہ طور پر پورے کمرے میں پھیل جاتے ہیں۔

گیس کے یہ سالمے دوبارہ بوتل کے اندر نہیں جاسکتے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:28 PM



(b) فرض کیجئے کہ سیاہی کا ایک قطرہ پانی میں گرایا گیا ہے۔ وہ قطرہ آہستہ طور پر پانی میں پھیل جاتا ہے۔ سیاہی کے اس قطرے کو واپس لانا ناممکن ہے۔

(c) جب ایک شئے کچھ اونچائی سے گرتی ہے، زمین سے ٹکراتے ہی حالت سکون اختیار کر لیتی ہے۔ شئے کی پوری توانائی بالفعل زمینی سطح کے سالموں کی توانائی بالفعل بن جاتی ہے، شئے کے سالمے اور کچھ مقدار صوتی توانائی کے طور پر چلی جاتی ہے۔ سالموں میں پھیلی ہوئی توانائی بالفعل دوبارہ حاصل نہیں کی جاسکتی اور وہ شئے خود بخود اوپر نہیں جاسکتی۔

نوٹ کیجئے کہ حرارتی حرکیات کے پہلے کلیے کے مطابق، اوپر بتائے گئے تمام مرحلے دونوں سمتوں میں ممکن ہیں، مگر دوسرا کلیہ ان مرحلوں کو واپسی سمت میں ہونے سے انکار کرتا ہے۔ حرارتی حرکیات کا دوسرا کلیہ فطرت کے اہم ترین قوانین میں سے ایک ہے۔ وہ اس طریقے کو قابو میں کرتا ہے جس میں کہ فطری مرحلے انجام پاتے ہیں۔

8.9 حرارتی انجن (Heat Engine)

جدید ٹکنالوجی کی دنیا میں آٹو موبائیل انجنوں کا رول آمد و رفت میں بہت ہی اہم کردار ادا کرتا ہے۔ موٹر گاڑیوں اور کاروں میں ایسی انجنیں ہیں، جو پٹرول یا ڈیزل کو ان پٹ کے طور پر اندر لے کر پہیوں کو گھمانے کے ذریعہ کام کرتے ہیں۔ ان میں سے اکثر آٹو موبائل انجنوں کی کارکردگی 40% سے زیادہ نہیں ہے۔

حرحرکیات کا دوسرا کلیہ انجنوں کی کارکردگی پر ایک بنیادی پابندی عائد کرتا ہے۔ لہذا حرارتی انجنوں کو سمجھنا بہت ضروری ہے۔

ذخائر (Reservoir)

اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ ایک حرحرکیاتی نظام ہے، جس میں بہت زیادہ حراتی گنجائش ہے۔ ذخیرہ سے حرارت کو لینے سے یا ذخیرہ کو حرارت فراہم کرنے سے ذخیرہ کی تپش تبدیل نہیں ہوتی۔

مثال :

تالاب میں ایک گلاس گرم پانی ڈالنے سے تالاب کی تپش نہیں بڑھے گی۔ یہاں تالاب کو ایک ذخیرہ کے طور پر قیاس کر سکتے ہیں۔

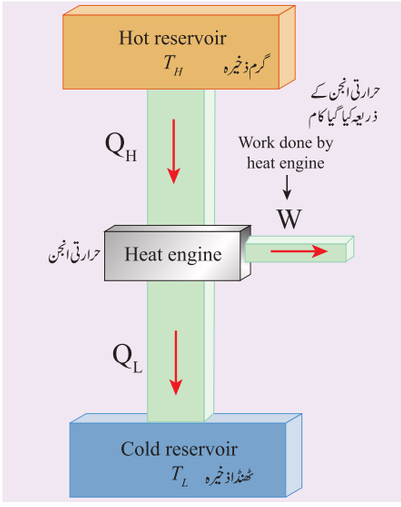
جب کافی کی ایک گم پیالی کھلے فضا کے ساتھ توازنت اختیار کر لیتی ہے، فضائی تپش میں کوئی قابل غور تبدیلی واقع نہیں ہوگی۔ فضا کو ذخیرہ کے طور پر لیا جاسکتا ہے۔

ہم حرارتی انجن کی تعریف اس طرح کر سکتے ہیں۔

حرارتی انجن ایک آلہ ہے، جو حرارت کو ان پٹ کے طور پر لیتی ہے اور ایک دوری مرحلے سے گذرتے ہوئے اس حرارت کو کام میں تبدیل کرتی ہے۔ ایک حرارتی انجن کے تین حصے ہوتے ہیں۔

(a) گرم ذخیرہ (b) کام کرنے والی شئے (c) ٹھنڈا ذخیرہ

نیچے دئے گئے خاکہ 8.42 میں حرارتی انجن کے لئے ایک ساختی نقشہ دیا گیا ہے۔



خاکہ 8.42 حرارتی انجن

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:29 PM

(1) گرم ذخیرہ (یا) ذریعہ (Hot reservoir) یہ انجن کو حرارت فراہم کرتا ہے۔ اسے ہمیشہ ایک اعلیٰ تپش T_H پر برقرار رکھا جاتا ہے۔

(2) کام کرنے والی شئے: یہ گیس یا پانی جیسی ایک شئے ہے جو بھیجی گئی حرارت کو کام میں تبدیل کرتی ہے۔

بھاپ کی انجن، حرارتی انجن کی ایک سادہ مثال ہے۔ قدیم زمانے میں ریلوں کو چلانے کے لئے بھاپ کی انجنیں چلائی جاتی تھیں۔ ان میں کام کرنے والی شئے پانی ہے جو جلتے ہوئے کوئلہ سے حرارت جذب کرتی ہے۔ حرارت پانی کو بھاپ میں تبدیل کرتی ہے۔ یہ بھاپ ریل گاڑی کے پہیوں کو گھمانے کے ذریعہ کام انجام دیتی ہے، جس سے ریل گاڑی حرکت کرتی ہے۔

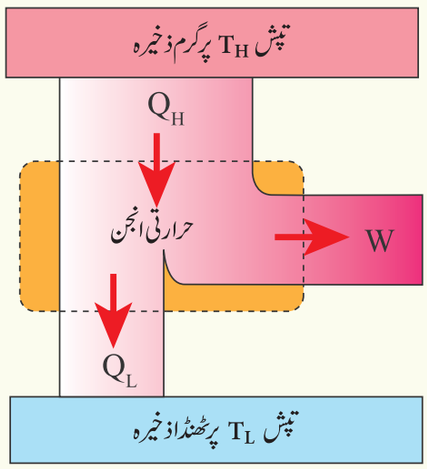
(3) ٹھنڈا ذخیرہ یا بینک (Cold reservoir (or) sink): کام انجام دینے کے بعد وہ حرارتی انجن ٹھنڈے ذخیرے میں کچھ مقدار کی حرارت (Qc) خارج کرتی ہے۔ اسے ہمیشہ ایک کم تپش T_L پر برقرار رکھا جاسکتا ہے۔

مثال کے طور پر آٹو موبائیل انجن میں، کمرے کی تپش پر موجود اطراف واکناف ہی ٹھنڈا ذخیرہ ہے۔ آٹو موبائل ایک (آواز روک) silencer کے ذریعہ اپنے اطراف واکناف (ٹھنڈے ذخیرے) میں حرارت خارج کرتی ہیں۔

حرارتی انجن ایک دوری مرحلے میں کام کرتی ہے، ایک دوری مرحلے کے بعد وہ اسی حالت کو واپس لوٹ جاتی ہے۔ چونکہ حرارتی انجمن حرارت خارج کرنے کے بعد اپنی اسی حالت پر واپس آجاتی ہے، اس حرارتی انجن کی اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی صفر ہے۔

حرارتی انجن کی کارکردگی کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ ایک دوری مرحلے میں جذب شدہ حرارت (ان پٹ) کے ساتھ کئے گئے کام (آؤٹ پٹ) کی نسبت ہے۔

فرض کیجئے کہ کام کرنے والی شئے، ذریعہ سے حرارت کی Q_H اکائیاں جذب کرتی ہیں اور W اکائیاں کام انجام دینے کے بعد ٹھنڈے ذخیرے میں Q_L اکائیوں کی حرارت خارج کرتی ہے، جیسا کہ خاکہ 8.43 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.43 حرارتی انجن

ہم لکھ سکتے ہیں

ان پٹ حرارت = کیا گیا کام + خارج شدہ حرارت

$$Q_H = W + Q_L$$

$$W = Q_H - Q_L$$

پھر حرارتی انجن کی کارکردگی

$$\eta = \frac{output}{input} = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H}$$

$$\eta = \frac{output}{input} = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} \qquad (8.54)$$

یہاں یہ نوٹ کیجئے کہ Q_H، Q_L ان تمام کو اس مساوات میں اپنائے گئے ایک علامتی طریقے کے طور پر مثبت مانے گئے ہیں۔

چونکہ $Q_L < Q_H$، کارکردگی (η) ہمیشہ 1 سے کم ہوتی ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ جذب شدہ حرارت مکمل طور پر کام میں تبدیل نہیں ہوئی ہے۔ حرارتی حرکیات کے دوسرے قانون نے حرارت کو مکمل طور پر کام میں تبدیل ہونے میں بنیادی پابندی عائد کر رکھی ہے۔

ہم یہ بیان کر سکتے ہیں کہ حرارتی حرکیات کا دوسرا کلیہ حرارتی انجن کا بیان ہے۔ اسے Kelvin-Planck کا بیان بھی کہا جاتا ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:30 PM

Kelvin-Plank کا بیان :

ایک ایسی حرارتی انجن بنانا ناممکن ہے، جو اس طرح یا دور ور مکمل کرتی ہو کہ اس کی ساری صلاحیت حرارت کو مکمل طور پر کام میں تبدیل کرنے میں صرف کردے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ کائنات میں کوئی بھی حرارتی انجن 100% کارکردگی نہیں رکھ سکتی۔

نوٹ

حرارتی حرکیات کے پہلے کلیے کے مطابق، ایک ہم تپشی مرحلے میں دی گئی حرارت مکمل طور پر کام میں تبدیل کردی جاتی ہے (Q=W) کیا یہ حرارتی حرکیات کے دوسرے کلیے کی خلاف ورزی ہے؟ نہیں۔ ایک ہم تپشی پھیلاؤ، جیسے غیر-دوری مرحلہ کے لئے حرارت کو مکمل طور پر کام میں تبدیل کیا جاسکتا ہے مگر حرارتی حرکیات کا دوسرا کلیہ یہ بتاتا ہے کہ ایک دوری مرحلے میں جذب شدہ حرارت کے صرف ایک حصہ ہی کو کام میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ تمام حرارتی انجنیں ایک دوری مرحلہ ہی میں عمل پیرا ہوتی ہیں۔

مثال 8.24

ایک دوری مرحلہ کے دوران، ایک حرارتی انجن، ایک گرم ذخیرہ سے 500 J کی حرارت جذب کرکے، کام انجام دیتی ہے اور اطراف واکناف (ٹھنڈے ذخیرے) میں 300 J کی حرارت خارج کرتی ہے۔ حرارتی انجن کی کارکردگی کا محاسبہ کیجئے۔

حل :

حرارتی انجن کی کارکردگی یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$\eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

$$\eta = 1 - \frac{300}{500} = 1 - \frac{3}{5}$$

$$\eta = 1 - 0.6 = 0.4$$

حرارتی انجن میں 40% کارکردگی پائی جاتی ہے، جس سے یہ پتہ چلتا ہے کہ یہ حرارتی انجن ان پٹ کے صرف 40% حصہ ہی کو کام میں تبدیل کرتی ہے۔

8.9.1 Carnot کی مثالی حرارتی انجن
(Carnot's ideal Heat Engine)

پچھلے حصے میں ہم نے دیکھا تھا کہ حرارتی انجن میں 100% کارکردگی نہیں پائی جاسکتی۔ ایک حرارتی انجن میں زیادہ سے زیادہ ممکن کارکردگی کیا ہے؟ 1824 میں فرانس کے ایک نوجوان انجینئر Sadi Carnot نے ثابت کیا کہ گرم اور ٹھنڈے ذخائر کے درمیانی دور میں چلائی جانے والی ایک چندر جعی انجن زیادہ سے زیادہ کارکردگی رکھ سکتی ہے۔ یہ انجن کارناٹ انجن (Carnot Engine) کہلاتی ہے۔

ایک مخصوص انداز میں دو تپشوں کے درمیان ایک دور میں چلنے والی ایک رجعی حرارتی انجن ایک کارناٹ (Carnot) انجن کہلاتی ہے

ایک کارناٹ انجن میں چار حصے پائے جاتے ہیں جو نیچے پیش کئے گئے ہیں۔

(i) یہ حرارت کا ایک ذریعہ ہے جو مستقل اعلیٰ تپش T_H پر برقرار رکھا جاتا ہے۔ اس کی تپش کو تبدیل کئے بغیر حرارت کی کوئی بھی مقدار اس میں سے نکالی جاسکتی ہے۔

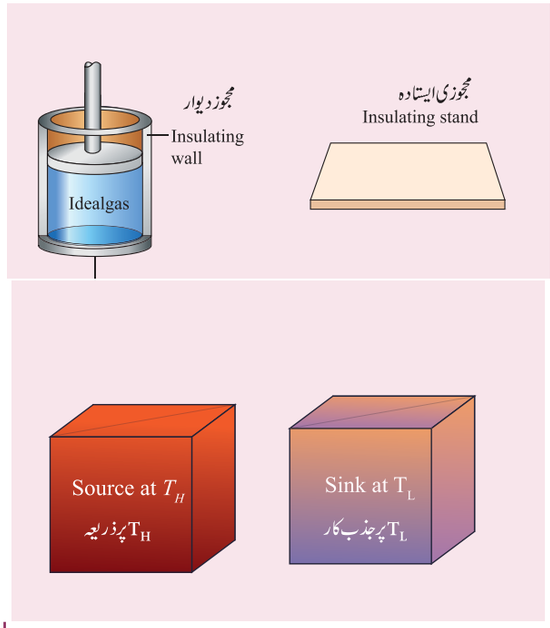
(ii) سنک (جذب کار) (Sink): یہ ایک مستقل ادنیٰ تپش T_L پر برقرار رکھا جانے والا ایک ٹھنڈا جسم ہے۔ یہ حرارت کی کسی بھی مقدار کو جذب کرسکتا ہے۔

(iii) مجوزی ایستادہ (Insulating stand) : یہ ایک بہترین غیر موصلی شئے سے بنایا گیا ہوتا ہے۔ اس ایستادہ کے ذریعہ حرارت کی ایصالیت نہیں ہوتی۔

(iv) کام کرنے والی شئے: یہ ایک مثالی گیس ہے جو ایسے استوانہ میں رکھی جاتی ہے جس میں بہترین غیر موصلی دیواریں اور بہترین موصلی تہہ (Conducting bottom) ہوتی ہے۔ اس میں ایک غیر موصلی اور بے رگڑ پچکاری جڑی ہوتی ہے۔

یہ چاروں حصے مندرجۂ ذیل خاکہ 8.44 میں بتائے گئے ہیں۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:30 PM



خاکہ 8.44 کارناٹ انجن

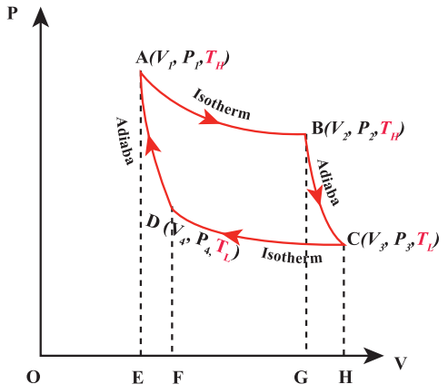
کارناٹ کا دور (Carnot Cycle):

کام کرنے والی شئے پے در پے چار رجعی مرحلوں کی تابع ہے۔ یہ چاروں مرحلے ایک دور بناتے ہیں۔ جسے کارناٹ دور کہا جاتا ہے۔ فرض کیجئے کہ کام کرنے والی شئے کا ابتدائی دباؤ اور حجم P_1, V_1 ہے۔

مرحلہ A سے B (P_1, V_1, T_H) سے (P_2, V_2, T_H) تک قاسی-ساکن ہم تپشی مرحلہ

استوانہ کو ذریعہ پر رکھا جاتا ہے۔ استوانہ کو تہہ کی مدد سے ذریعہ سے کام کرنے والی شئے (مثالی گیس) تک حرارت (Q_H) بہنے لگتی ہے۔ چونکہ یہ مرحلہ ہم تپشی ہے کام کرنے والی شئے کی اندرونی توانائی تبدیل نہیں ہوگی۔ یہ ان پٹ حرارت گیس کے حجم کو بڑھاتی ہے۔ پچکاری بڑی آہستگی سے (قاسی ساکن طور پر) باہر نکلنے لگتی ہے۔ اسے خاکہ 8.47(a) میں بتایا گیا ہے۔

حجم کو V_1 سے V_2 تک پھیلانے میں اور دباؤ کو P_1 سے P_2 تک کم کرنے میں گیس سے کیا گیا کام W_1 ہے۔ اسے PV نقشہ کے ذریعہ راستہ AB کی تحت ظاہر کیا گیا ہے جیسا کہ خاکہ 8.45 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.45 کارناٹ دور کے لئے PV نقشہ

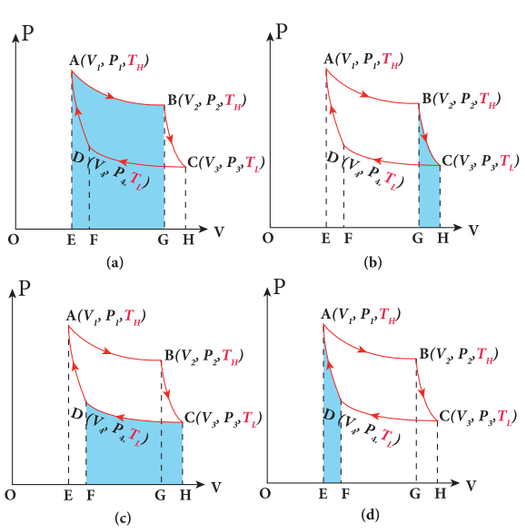
پھر گیس (کام کرنے والی شئے) کے ذریعہ کیا گیا کل کام یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$\therefore Q_H = W_{A\to B} = \int_{V_1}^{V_2} PdV$$

چونکہ یہ مرحلہ قاسی-ساکن طور پر انجام پاتا ہے۔ حتمی حالت کو پہنچنے تک وہ گیس کے ذریعہ کے ساتھ توازنت پر قائم رہتی ہے۔ مساوات (8.34) کی مدد سے ہم تپشی پھیلاؤ میں کیا گیا کام بتایا گیا ہے۔

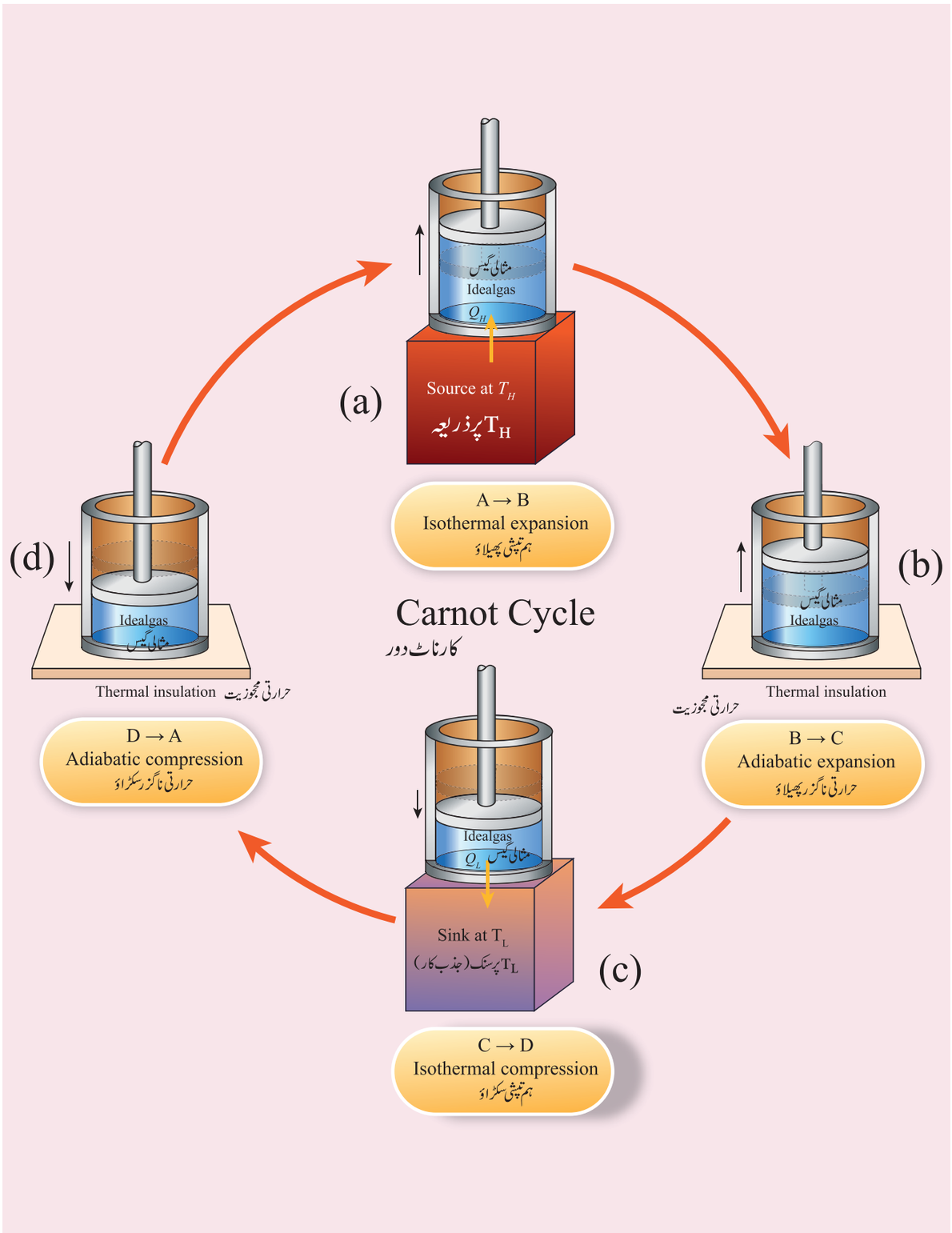
$$W_{A\to B} = \mu R T_H \text{In}\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \text{منحنی AB کا نچلا رقبہ} \quad (8.55)$$

اسے خاکہ 8.46(a) میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.46 کارناٹ کے دور میں کیا گیا کام

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:31 PM



خاکہ 8.47 کارناٹ کا دور (Carnot cycle)

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:31 PM

مرحلہ B سے C : (P_2, V_2, T_H) سے
(P_3, V_3, T_L) تک قاسی-ساکن حرارتی ناگزر پھیلاؤ

وہ استوانہ مجوزی ایستادہ پر رکھا جاتا ہے اور پچکاری کو باہر کی طرف حرکت کرنے دیا جاتا ہے، چونکہ گیس حرارتی ناگزر طریقے سے V_2 حجم سے B_3 حجم تک پھیلتی ہے، دباؤ P_2 سے P_3 تک گر جاتا ہے۔تپش T_L تک گر جاتی ہے۔اس حرارتی ناگزر پھیلاؤ کو PV نقشہ میں منحنی BC کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔ یہ حرارتی ناگزر پھیلاؤ بھی قاسی۔ساکن طور پر واقع ہوتا ہے، جس سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ مرحلہ بھی رجعی ہے اور وہ مثالی گیس پورے مرحلے میں توازنت پر قائم ہے۔

ایک حرارتی ناگزر پھیلاؤ میں گیس کے ذریعہ کیا گیا کام یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$W_{B\to C} = \int_{V_2}^{V_3} PdV = \frac{\mu R}{\gamma - 1}\left[T_H - T_L\right] =$$
$$= \text{منحنی BC کا نچلا رقبہ} \qquad (8.56)$$

اسے خاکہ 8.46(b) میں بتایا گیا ہے۔

مرحلہ C سے D : (P_3, V_4, T_L) قاسی-ساکن

ہم تپشی سکڑاؤ : اسے خاکہ 8.47(C) میں بتایا گیا ہے۔

اس استوانے کو سنک (جذب کار) (Sink) پر رکھا جاتا ہے اور وہ گیس ہم تپشی طور پر دابی جاتی ہے، یہاں تک کہ دباؤ اور حجم بالترتیب P_4 اور V_4 بن جاتے ہیں۔اسے P-V نقشہ میں منحنی CD سے ظاہر کیا گیا ہے جیسا کہ خاکہ 8.45 میں بتایا گیا ہے۔فرض کیجئے کہ گیس پر کیا گیا کام، $W_{C\to D}$ ہے۔حرارتی حرکیات کے پہلے کلیے کے مطابق

$$Q_L = W_{C\to D} = \int_{V_3}^{V_4} PdV = \mu R T_L \ln\left(V_4/V_3\right) = -\mu R T_L \ln\left(\frac{V_3}{V_4}\right)$$
$$= -\text{منحنی CD کا نچلا رقبہ} \qquad (8.57)$$

اسے خاکہ 8.46(c) میں بتایا گیا ہے۔

یہاں V_4, V_3 سے بڑا ہے۔اس لئے کیا گیا کام منفی ہے، جس سے پتہ چلتا ہے کہ گیس پر کام کیا گیا ہے۔

مرحلہ D سے A: (P_4, V_4, T_L) سے (P_L, V_L, T_H) تک

قاسی-ساکن حرارتی ناگزر سکڑاؤ : اسے خاکہ 8.47(d) میں بتایا گیا ہے

وہ استوانہ مجوزی ایستادے پر دوبارہ رکھا جاتا ہے اور وہ گیس حرارتی ناگزر طریقے سے دابی جاتی ہے یہاں تک کہ وہ ابتدائی دباؤ P_1 اور حجم V_L اور تپش T_H اختیار کر لیتی ہے۔اسے PV نقشہ میں منحنی DA سے ظاہر کیا گیا ہے۔

$$\therefore W_{D\to A} = \int_{V_4}^{V_1} PdV = -\frac{\mu R}{\gamma - 1}\left[T_H - T_L\right] =$$
$$= -\text{منحنی DA کا نچلا رقبہ} \qquad (8.58)$$

حرارتی ناگزر سکڑاؤ میں بھی گیس ہی پر کام کیا گیا ہے، اس لئے وہ منفی ہے، جیسا کہ خاکہ 8.46(d) میں بتایا گیا ہے۔

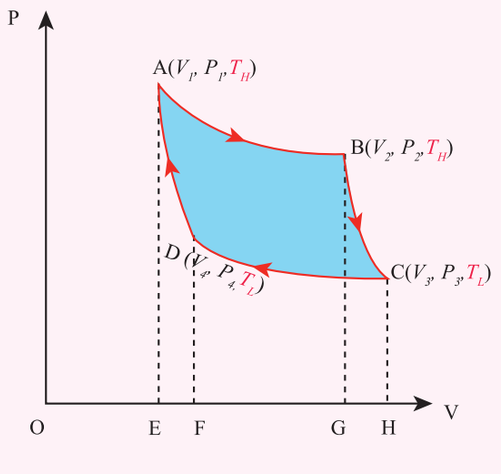
فرض کیجئے کہ شئے سے ایک دور میں کیا گیا کل کام W ہے۔

$$= W_{A\to B} + W_{B\to C} + W_{C\to D} + W_{D\to A}$$
$$\text{since } W_{D\to A} = -W_{B\to C}$$
$$= W_{A\to B} + W_{C\to D}$$

ایک دور میں کارناٹ انجن کے ذریعہ کیا گیا کل کام

$$W = |W|_{A\to B} - |W|_{C\to D} \qquad (8.59)$$

مساوات (8.60)، یہ ظاہر کرتی ہے کہ ایک دور میں کام کرنے والی شئے سے کیا گیا کل کام P-V نقشہ کے رقبہ (ABCD سے گھرا ہوا رقبہ) کے برابر ہے۔ (خاکہ 8.48)



خاکہ 8.48۔ کارناٹ دور میں کیا گیا کل کام

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:31 PM

یہ نوٹ کر لینا بہت ضروری ہے کہ ایک دور مکمل کرنے کے بعد کام کرنے والی شئے واپس ابتدائی تپش T_H پر لوٹ جاتی ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ ایک دور کے بعد کام کرنے والی شئے کی ابتدائی توانائی میں ہونے والی تبدیلی صفر ہے۔

8.9.2 ایک کارناٹ انجن کی کارگردگی:

کارکردگی کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ ذریعہ سے جذب کی گئی حرارت کی مقدر کے ساتھ، کام کرنے والی شئے سے ایک دور میں کئے گئے کام کی نسبت ہے۔

$$\eta = \frac{\text{کیا گیا کام}}{\text{جذب شدہ حرارت}} = \frac{W}{Q_H} \qquad (8.60)$$

حرارتی حرکیات کے کلیہ کی مدد سے

$$W = Q_H - Q_L$$

$$\therefore \eta = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} \qquad (8.61)$$

ہم تپشی شرائط کو نافذ کر کے، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$Q_H = \mu R T_H \ln\left(V_2/V_1\right)$$
$$Q_L = \mu R T_L \ln\left(V_3/V_4\right) \qquad (8.62)$$

یہاں ہم منفی علامت کو چھوڑ دیتے ہیں۔ چونکہ ہمارا واسطہ صرف جذب کار (سنک Sink) میں خارج کی گئی حرارت کی مقدار (Q_2) ہی سے ہے۔ ہمارے پاس ہے۔

$$\therefore \frac{Q_L}{Q_H} = \frac{T_L \ln\left(V_3/V_4\right)}{T_H \ln\left(V_2/V_1\right)} \qquad (8.63)$$

حرارتی ناگزر شرائط لگاتے ہوئے ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$T_H V_2^{\gamma-1} = T_L V_3^{\gamma-1}$$
$$T_H V_1^{\gamma-1} = T_L V_4^{\gamma-1}$$

اوپر کے دونوں مساوات کو تقسیم کرتے ہوئے ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma-1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4} \qquad (8.64)$$ جس سے پتہ چلتا ہے

مساوات (8.65) کو (8.64) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{Q_L}{Q_H} = \frac{T_L}{T_H} \qquad (8.65)$$

$$\therefore \quad \text{چنانچہ کارکردگی} \quad \eta = 1 - \frac{T_L}{T_H} \qquad (8.66)$$

نوٹ : T_L اور T_H کو کلون پیمانے ہی میں ظاہر کرنا چاہئے۔

اہم نتائج

(1) ہمیشہ 1 سے کم ہوتا ہے کیونکہ T_H، T_L سے کم ہوتا ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ کارناٹ انجن کی کارکردگی 100% نہیں ہوسکتی، وہ اسی وقت 1 یا 100% ہوسکتی ہے جب $T_L = 0$ K (تپش کا مطلق صفر) ہوجائے جس کا حاصل کرنا عملی طور پر ناممکن ہے۔

(2) کارناٹ انجن کی کارکردگی کام کرنے والی شئے پر غیر منحصر ہوتی ہے۔ وہ صرف ذخائر اور سنک (جذب کار) کی تپشوں پر منحصر ہوتی ہے۔ دو تپشوں کا درمیانی فرق جتنا زیادہ ہوگا، کارکردگی بھی اتنی ہی زیادہ ہوگی۔

(3) جب $T_H = T_L$ ہو تو کارکردگی $\eta = 0$ ہوگی۔ کوئی بھی انجن کے ذریعہ اور سنک (جذب کار) کو ایک ہی تپش پر رکھ کر کام نہیں کرسکتی۔

(4) کارناٹ انجن کے دور میں مکمل مرحلہ رجعی ہوتا ہے۔ اس لئے کارناٹ انجن خود ایک رجعی انجن ہے اور زیادہ سے زیادہ کارکردگی رکھتی ہے۔ مگر تمام عملی حرارتی انجنیں جیسے ڈیزل انجن، پٹرول انجن اور بھاپ کی انجن وغیرہ میں ایسے دور یں ہیں جو بالکل رجعی نہیں ہوتیں۔ اس لئے ان کی کرکردگی کارناٹ کارکردگی سے کم ہوتی ہے۔ اسے کارناٹ کے نظریے کے طور پر یوں بیان کیا جاسکتا ہے۔

دو مستقل تپشوں والے ذخائر کے درمیان، کارناٹ انجن ہی میں سب سے زیادہ کارکردگی ہوسکتی ہے۔ تمام حقیقی حرارتی انجنوں کی کارکردگی کارناٹ انجن کی کارکردگی سے کم ہی ہوگی۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:32 PM

مثال 8.25

(a) ایک بھاپ کی انجن کا بائلر 250° C پر برقرار رکھا جاتا ہے اور پانی کو بھاپ میں تبدیل کیا جاتا ہے۔اس بھاپ کو کام کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے اور حرارت 300 K پر موجود اطراف و اکناف میں خارج کی جاتی ہے۔ وہ انتہائی کارکردگی معلوم کیجئے جو اس میں پائی جاسکتی ہے۔

حل :

بھاپ کی انجن ایک کارناٹ انجن نہیں ہے، کیونکہ بھاپ کی انجن میں پیش آنے والے تمام مرحلے کامل طور پر رجعی نہیں ہوتے، مگر ہم اسے ایک کارناٹ انجن کے طور پر تصور کرتے ہوئے اس کی انتہائی کارکردگی معلوم کر سکتے ہیں۔

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{300\,K}{523\,K} = 0.43$$

بھاپ کی انجن میں زیادہ سے زیادہ 43% کارکردگی پائی جاسکتی ہے، جس سے پتہ چلتا ہے کہ بھاپ کی انجن ان پٹ حرارت کے 43% حصہ کو فائدہ مند کام میں تبدیل کر سکتی ہے اور بقیہ 57%، حرارت کے طور پر خارج ہوتی ہے۔عملی طور پر اس کی کارکردگی 43% سے بھی کم ہوتی ہے۔

مثال 8.26

A اور B دو کارناٹ انجنیں ہیں، جو دو مختلف تپش کے علاقوں میں کام کرتی ہیں۔انجن A کے لئے دو ذخائر کی تپش 150°C اور 100°C ہیں۔ انجن B کے لئے دو ذخائر کی تپشیں 350°C اور 300°C ہیں۔ کون سی انجن میں کم کارکردگی پائی جائے گی۔

حل:

انجن A کے لئے کارکردگی $= 1 - \frac{373}{423} = 0.11$

انجن A میں 11% کارکردگی ہے۔

انجن B کے لئے کارکردگی $= 1 - \frac{573}{623} = 0.08$

انجن B میں صرف 8% کارکردگی ہے۔

حالانکہ دونوں انجنوں میں گرم اور ٹھنڈے ذخائر کی تپشوں کے درمیانی فرق یکساں ہیں، پھر بھی کارکردگی یکساں نہیں ہے۔کارکردگی دو تپش کی درمیانی نسبت پر منحصر ہوتی ہے اور تپش میں موجود فرق پر منحصر نہیں ہوتی۔ وہ انجن جو ادنیٰ تپش میں کام کرتی ہے، زیادہ کارکردگی رکھتی ہے۔

کیا تم جانتے ہو؟

کاروں میں استعمال ہونے والی ڈیزل انجنیں اور ہماری موٹر گاڑیوں میں استعمال ہونے والی پٹرول انجنیں تمام کے تمام حقیقی حرارتی انجنیں ہیں۔ڈیزل انجنوں کی کارکردگی کی انتہا 44% تک اور پٹرول انجنوں کی انتہائی کارکردگی 30% تک ہوتی ہے۔چونکہ یہ انجنیں مثالی حرارتی انجن (کارناٹ انجن) نہیں ہیں، ان کی کارکردگی حرارتی حرکیات کے دوسرے کلیے کے ذریعہ محدود کردی جاتی ہے۔ آج کل مثالی گاڑیاں فی لیٹر پٹرول 50 km کی مئیلیج فراہم کرتی ہے۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایک لیٹر پٹرول کے 30% حصہ ہی کو میکانیکی کام میں تبدیل کیا جاتا ہے اور بقیہ 70% ضائع شدہ حرارت کے طور پر باہر نکل جاتا ہے اور اطراف و اکناف کی فضا میں خارج ہو جاتا ہے۔

8.9.3 انقطاع توانائی اور حرارتی حرکیات کا دوسرا کلیہ

(Entropy and second law of Thermodynamics)

ہم مساوات (8.66) میں یہ دیکھ چکے ہیں کہ مقدار $\frac{Q_H}{T_H}$ مقدار $\frac{Q_L}{T_L}$ کے برابر ہوتی ہے۔ مقدار $\frac{Q}{T}$ انقطاع توانائی کہلاتی ہے۔ یہ ایک نظام کی بہت اہم حرارتی حرکیاتی خصوصیت ہے۔ یہ بھی ایک حالتی متغیرہ ہے $\frac{Q_H}{T_H}$ کارناٹ انجن کے ذریعہ گرم ذخائر سے حاصل ہونے والی انقطاع توانائی (entropy) ہے اور $\frac{Q_L}{T_L}$ کارناٹ انجن کے ذریعہ ٹھنڈے ذخیرہ میں خارج ہونے والی انقطاع توانائی ہے۔ رجعی انجنوں (کارناٹ انجن) کے لئے، دونوں انقطاع توانائیاں مساوی ہونا چاہئے۔اس طرح سے کہ ایک دور میں کارناٹ انجن کی انقطاع توانائی

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:33 PM

کی تبدیلی صفر ہوتی ہو۔ اسے مساوات (8.66) میں ثابت کیا گیا ہے مگر تمام عمل انجنیں، جیسی ڈیزل اور پٹرول انجنیں جو کہ غیر رجعی انجنیں ہیں، وہ تعلقات $\frac{Q_L}{T_L} > \frac{Q_H}{T_H}$ کو مطمئن کرتی ہیں۔ حقیقت میں ہم حرحرکیات کے دوسرے کلیے کو از سرنو یوں تشکیل دے سکتے ہیں۔

دو فطرت میں رونما ہونے والے ان تمام مرحلوں (غیر رجعی مرحلے) کے لئے، انقطاع توانائی (entropy) ہمیشہ بڑھتی ہے۔ رجعی مرحلے کے لئے انقطاع توانائی تبدیل نہیں ہوگی۔ انقطاع توانائی اس سمت کا تعین کرتی ہے جس میں کہ فطری مرحلے واقع ہونا چاہئے۔

اب ہم واپس اسی سوال کی طرف لوٹتے ہیں: حرارت کیوں ہمیشہ ایک اعلیٰ تپشی حالت سے ادنیٰ تپشی حالت کی طرف بہتی ہے اور مخالف سمت میں کیوں نہیں بہتی تو انقطاع توانائی (entropy) بڑھتی ہے۔ اگر بالفرض حرارت ایک ٹھنڈی شئے سے گرم شئے میں بہتی ہو تو انقطاع توانائی کم ہو جائے گی جس سے کہ حرارتی حرکیات کے دوسرے کلیہ کی خلاف ورزی ہو جائے گی۔

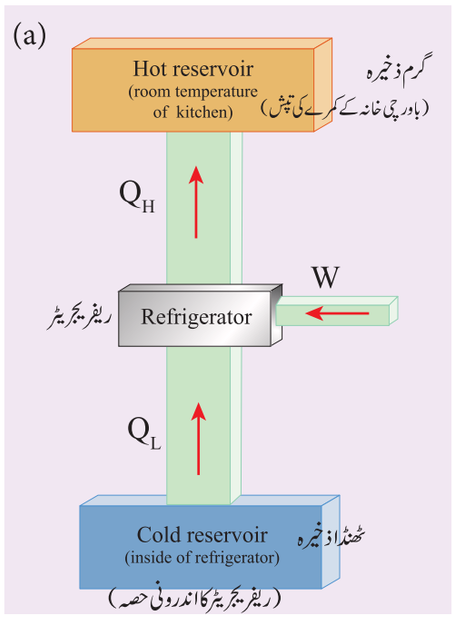
انقطاع توانائی کو ''بے ترتیبی کا پیمانہ'' (measured of disorder) کہتے ہیں۔ تمام فطری مرحلے اس طرح واقع ہوتے ہیں کہ بے ترتیبی ہمیشہ بڑھتی ہی رہے۔

ایک بوتل کا تصور کیجئے، جس کے اندر گیس ہو۔ جب اس گیس کے سالمے بوتل کے اندر ہوتے ہیں تو ان میں کم بے ترتیبی ہوتی ہے۔ جیسے ہی وہ پورے کمرے میں پھیل جاتے ہیں تو ان کی بے ترتیبی زیادہ ہونے لگتی ہے بالفاظ دیگر جب گیس بوتل کے اندر ہوتی ہے ان کی انقطاع توانائی کم ہوتی ہے اور جیسے ہی وہ گیس کے کمرے میں پھیلنے لگتی ہے ان کی انقطاع توانائی بڑھ جاتی ہے۔ اگر اس ہوا کے سالمے واپس اس بوتل میں جاتے ہوں تو انقطاع توانائی ضرور کم ہونا چاہئے جس کی اجازت حرارتی حرکیات کے دوسرے کلیے کے ذریعے نہیں ملتی۔ پانی میں نفوذ پانے والا ایک قطرہ سیاہی کے لئے بھی یہی وضاحت استعمال ہوتی ہے جیسے ہی سیاہی کا وہ قطرہ پھیلتا ہے اس کی انقطاع توانائی بڑھتی ہے۔ حل شدہ سیاہی دوبارہ ایک قطرہ نہیں بن سکتی۔ اس لئے فطری مرحلے اس طرح سے واقع ہوتے ہیں کہ تمام غیر رجعی مرحلوں کے لئے انقطاع توانائی کا بڑھنا لازمی ہے۔

8.10 ریفریجریٹر (Refrigerator)

ریفریجریٹر ایک کارناٹ انجن ہے، جو الٹی ترتیب میں کام کرتی ہے۔ اسے خاکہ 8.49 میں بتایا گیا ہے۔

عملی اصول (Working Principle)



خاکہ 8.49 (a) ایک ریفریجریٹر کا ساختی خاکہ (b) حقیقی ریفریجریٹر

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:33 PM

کام کرنے والی شئے (گیس) ایک کم تپش T_L پر ٹھنڈے جسم (سنک) سے Q_L مقدار کی حرارت جذب کرتی ہے۔ Compressor کے ذریعہ کام کرنے والی شئے پہر کچھ مقدار کا کام W کیا جاتا ہے اور گرم جسم کو Q_M مقدار کی حرارت پہنچادی جاتی ہے۔ جب آپ ریفریجریٹر کے پیچھے کھڑے ہوتے ہوں تو آپ گرم ہوا کو محسوس کرتے ہیں۔

حرارتی حرکیات کے پہلے کلیے کی مدد سے ہم رکھتے ہیں۔

$$Q_L + W = Q_H \qquad (8.67)$$

اس کے نتیجے میں ٹھنڈا ذخیرہ (ریفریجریٹر) مزید ٹھنڈا ہونے لگتا ہے اور اطراف واکناف (کچن یا فضا) گرم تر ہوتی جاتی ہے۔

کارگزاری کا تعاونی عدد (β) COP
(Coefficient of Performance)

COP ایک ریفریجریٹر کی کارکردگی کی ایک پیمائش ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ Compressor کے ذریعہ کئے گئے بیرونی کام W کے ساتھ ٹھنڈے جسم (سنک) (جذب کار) سے نکالی گئی حرارت کی نسبت ہے۔

$$COP = \beta = \frac{Q_L}{W} \qquad (8.68)$$

مساوات (8.68) کی مدد سے

$$\beta = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L}$$

$$\beta = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1} \qquad (8.69)$$

مگر ہم جانتے ہیں کہ $\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L}$

اس مساوات کو مساوات (8.70) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\beta = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1} = \frac{T_L}{T_H - T_L}$$

مؤاخذات

(1) COP جتنا زیادہ ہوگا، ریفریجریٹر کی حالت بھی اتنی بھی اچھی ہوتی۔ ایک مثالی ریفریجریٹر کا COP تقریباً 5 سے 6 تک ہوتا ہے۔

(2) ٹھنڈا کرنے والے خانے اور فضا کی تپشوں کے درمیان جتنا کم فرق ہوگا، ریفریجریٹر کا COP اتنا ہی زیادہ ہوگا۔

(3) ریفریجریٹر میں بیرونی کام انجام دے کر حرارت کو ٹھنڈی شئے گرم شئے تک لے جایا جاتا ہے۔ بیرونی عمل کے بغیر حرارت ٹھنڈی شئے سے گرم شئے تک نہیں بہہ سکتی۔ یہ حرارتی حرکیات کے دوسرے کلیہ کی خلاف ورزی نہیں ہے کیونکہ حرارت اطراف و اکناف کے ہوا میں خارج کی جاتی ہے ار (ریفریجریٹر + اطراف واکناف) کی کل انتظاع توانائی ہمیشہ بڑھتی ہی ہے۔

مثال 8.27

ایک ریفریجریٹر میں COP کی قیمت 3 ہے۔ ریفریجریٹر کے اندرونی حصے سے 200 J کی حرارت نکالنے کے لئے اس ریفریجریٹر کو کتنا کام پہنچایا جانا چاہئے؟

حل :

$$COP = \beta = \frac{Q_L}{W}$$

$$W = \frac{Q_L}{COP} = \frac{200}{3} = 66.67\,J$$

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:34 PM

سبز مکانی اثر (Green House Effect)

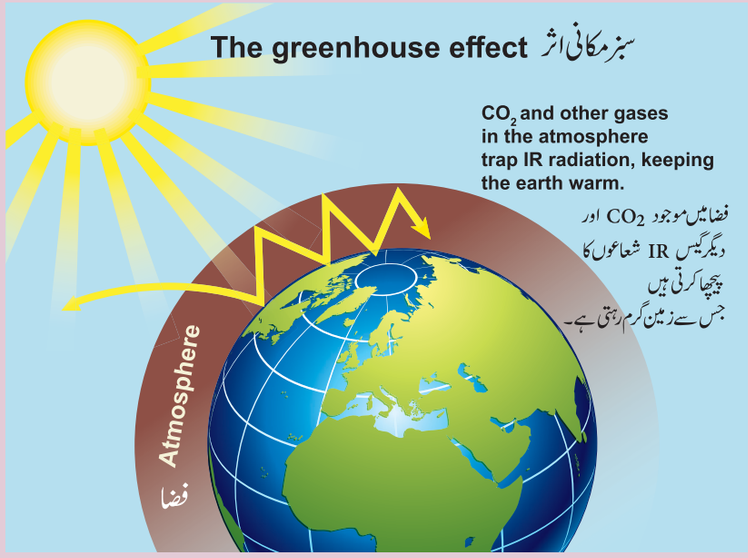
زمین میں فضا کی موجودگی انسانی زندگیوں میں بہت اہم کردار ادا کرتی ہے۔فضا کا اوپری حصہ $-19^{\circ}C$ پر ہوتا ہے اور فضا کا نچلا حصہ $-14^{\circ}C$ پر ہوتا ہے۔اوپر سے نیچے تک $33^{\circ}C$ تپش کا اضافہ، فضا میں موجود چند گیسوں کی وجہ سے ہے۔یہ گیسیں سبز مکانی گیسیں کہلاتی ہیں اور یہ اثر سبز مکانی اثر کہلاتا ہے۔

خاص طور پر CO_2، آبی بخارات، Ne، He، NO_2، CH_4، Xe، Kr، اوزون اور NH_3 ہی اہم سبز مکانی گیسیں ہیں۔صرف CO_2 اور آبی بخارات کے علاوہ دیگر تمام گیسیں فضا میں بہت تھوڑی مقدار ہی میں پائی جاتی ہیں۔سورج سے آنے والی شعاعیں خاص طور پر طیف (Spectrum) کے نظر آنے والے (Visible) خطے ہی میں ہوتی ہیں۔زمین ان شعاعوں کو جذب کر لیتی ہیں اور انہیں زیر سرخ (infra red) خطے میں دوبارہ وقوع کرتی ہے۔چونکہ نائٹروجن اور آکسیجن کے مقابلے میں کاربن ڈائی آکسائیڈ اور آبی بخارات ہیں Vibrational degree of freedom زیادہ ہوتی ہے، CO_2 اور آبی بخارات زیر سرخ شعاعوں کے اچھے جاذب ہیں، جو زمین کو گرم رکھتے ہیں، جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔

فضا میں موجود CO_2 کی مقدار 1900 کے بعد سے انسانی کارروائیوں کی وجہ سے 20% سے 40% ہوگئی ہے۔CO_2 کا اہم اخراج احتراقی ایندھنوں کے جلنے کی وجہ سے ہوتا ہے۔دنیا بھر میں آٹو موبائیل کے استعمال کا اضافہ ہی اس نقصان کا سبب ہے۔فضاء میں CO_2 کے مادے کے اضافے کی وجہ سے زمین کی اوسط تپش $1^{\circ}C$ کے ذریعہ بڑھ جاتی ہے۔یہ اثر اشتعال ارض (Global warming) کہلاتا ہے۔یہ Antarctic اور Arctic علاقوں پر موجود برفانی تودوں پر سنگین اور خطرناک اثر پیدا کرتا ہے۔اس کے علاوہ سمندر میں بھی CO_2 کے مواد کا اضافہ ہوتا جارہا ہے جو کہ سمندری انواع کے لئے بہت خطرناک ہے۔

CO_2 کے علاوہ، ایک اور اہم سبز مکانی گیس کلوروفلوروکاربن (CFC) ہے جسے دنیا بھر میں ریفریجریٹروں کے (سرد گر) Coolant کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔انسان کے بنائے ہوئے سبز مکانی گیسوں میں سے CO_2 55%، CFCs 24% ہیں، نائٹروجن آکسائیڈ 6% ہے اور میتھین 15% ہے۔CFCs بھی اوزون پرت کو بری طرح متاثر کر چکی ہیں۔

مختلف ممالک میں CO_2 اور CFCs کے اخراج کو کم کرنے کے لئے بین الاقوامی طور پر کئی اقدامات اٹھائے گئے ہیں۔آج کل آٹو موبائل صنعت گاہوں میں Fossil رکازی ایندھنوں کے بجائے non Fossil غیر رکازی ایندھنوں کے متبادلے پر کئی تحقیقات کئے جارہے ہیں۔CO_2 کا زیادہ تر اخراج ترقی یافتہ ممالک جیسے USA اور یوروپی ممالک سے ہورہا ہے۔2020s سے پہلے قابل لحاظ حد تک CO_2 کا اخراج کم کرنے کے لئے ممالک کے درمیان مختلف معاہدے قائم کئے گئے ہیں، مگر پھر بھی مختلف ممالک میں اشتعال ارض کی طرف سنجیدہ طور پر توجہ نہیں دی جارہی ہے۔



11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:35 PM

کیا ہم جانتے ہو؟

موسم گرما میں، ہم ٹھنڈا پانی پینے کے لئے مٹی کے گھڑوں کا استعمال کرتے ہیں۔ وہ مٹکا اس کے اندر موجود پانی کی تپش کو کم کرتا ہے۔ کیا مٹی کا گھڑا ریفریجریٹر کے طور پر کام کرتا ہے؟ نہیں۔ حرارتی انجن یا ریفریجریٹر کے لئے دوری مرحلہ ہی بنیادی ضرورت ہے۔ مٹی کے گھڑے میں ٹھنڈک کا عمل کسی دوری مرحلے کی وجہ سے نہیں ہوتا۔ یہ ٹھنڈک ان آبی سالموں کے تبخیر کی وجہ سے واقع ہوتی ہے جو گھڑے کے باریک سوراخوں سے رستے ہیں۔ ایک مرتبہ جب وہ آبی سالمے تبخیر پا لیتے ہیں تو وہ دوبارہ گھڑے میں واپس نہیں آتے۔ حالانکہ حرارت ٹھنڈے پانی سے کھلے فضا کی طرف بہتی ہے، یہ حرارتی حرکیات کے دوسرے کلیے کی خلاف ورزی نہیں ہے۔ گھڑے کے اندر موجود پانی ایک کھلا حرحرکیاتی نظام ہے۔ اس لئے پانی اور اس کے اطراف واکناف کی انقطاع (entropy) توانائی ہمیشہ بڑھتی ہے۔

خلاصہ

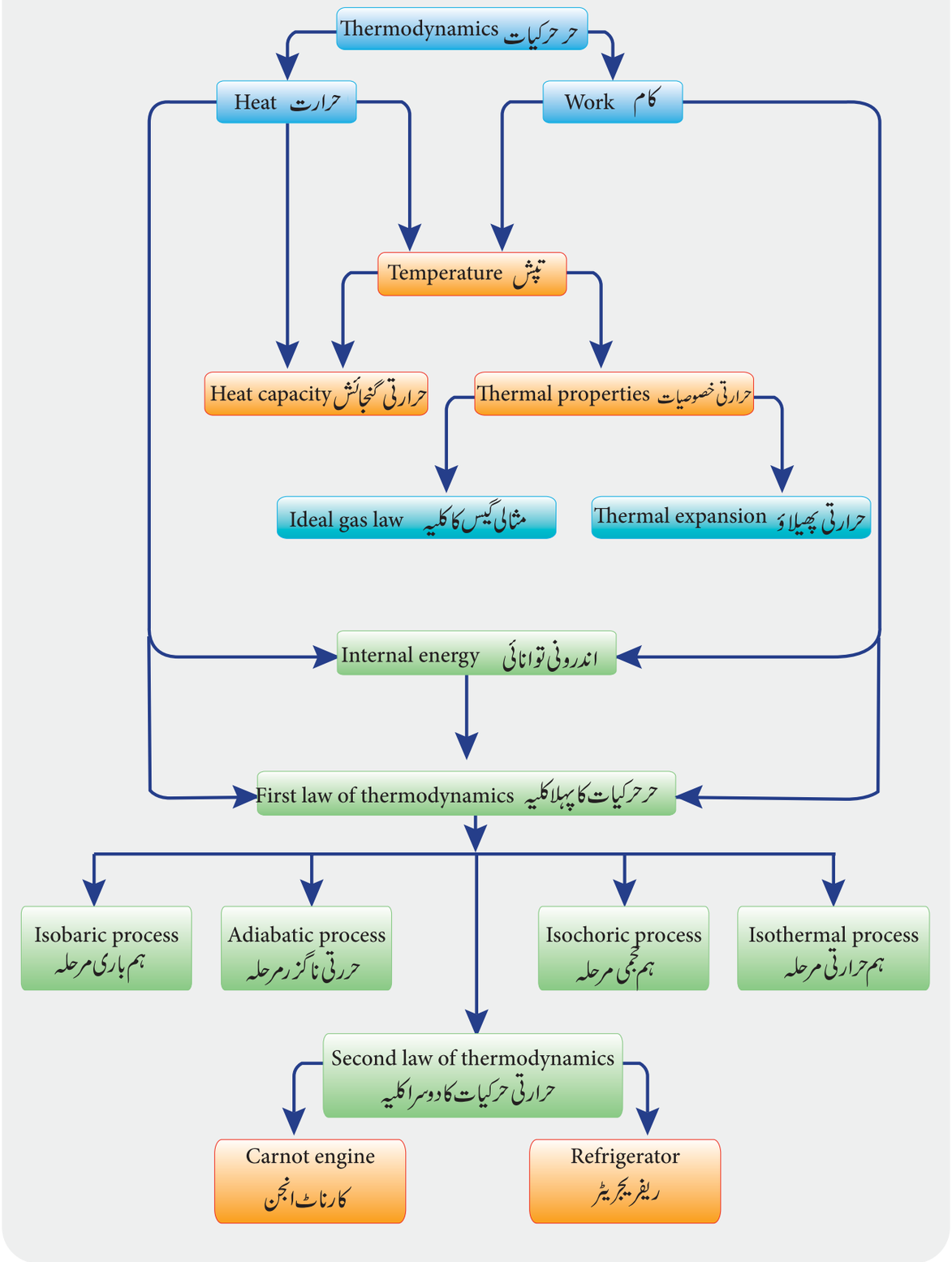
- حرارت گزر میں موجود توانائی ہے جو گرم شئے سے ٹھنڈی شئے کی طرف بہتی ہے بہر حال یہ ایک مقدار نہیں ہے۔
- کام ایک مرحلہ ہے جو توانائی کو ایک شئے سے دوسری شئے میں منتقل کرتا ہے۔
- تپش کسی شئے کے گرم پن کی پیائش ہے۔ یہی حرارت کے بہاؤ کی سمت کا تعین کرتی ہے۔
- مثالی گیس کا کلیہ یہ ہے $PV = NkT$ یا $PV = \mu RT$ ۔ صرف حرارتی حرکیاتی توازنت ہی پر مثالی گیس کا کلیہ درست ٹھہرتا ہے۔ غیر توازنی مرحلوں کے لئے یہ درست نہیں ہے۔
- شئے کی تپش کو $1^{\circ}C$ یا $1K$ کا اضافہ کرنے کے لئے درکار حرارتی توانائی کی مقدار، حرارتی گنجائش ہے، اسے S سے ظاہر کیا جاتا ہے۔
- 1 کلوگرام شئے کی تپش میں $1^{\circ}C$ یا $1K$ کا اضافہ پیدا کرنے کے لئے درکار حرارتی توانائی کی مقدار حرارتی نوعی گنجائش کہلاتی ہے، اسے s سے ظاہر کیا جاتا ہے۔
- 1 مول شئے کی تپش میں $1^{\circ}C$ یا $1K$ کا اضافہ پیدا کرنے کے لئے درکار حرارتی توانائی کی مقدار مولوار حرارتی نوعی گنجائش کہلاتی ہے اسے C سے ظاہر کیا جاتا ہے۔
- تپش میں ہونے والی تبدیلی کی وجہ سے ایک شئے کی، اپنی شکل، رقبہ، اور حجم کو تبدیل کرنے کی قابلیت کو حرارتی پھیلاؤ کہتے ہیں۔
- پانی میں پھیلاؤ کا ایک انوکھا (خلاف معمول) برتاؤ پایا جاتا ہے۔
- شئے کی ہیئت کو تبدیل کرنے کے لئے درکار حرارتی توانائی کی مقدار مخفی حرارتی گنجائش کہلاتی ہے۔
- گرم کرنے دوران حرحرکیاتی نظام کے ذریعہ خارج یا جذب کی جانے والی حرارت کی مقدار کی پیائش حرارہ پیمائی Calorimetry کہلاتی ہے۔
- حرارت تین مختلف طریقوں سے منتقل ہوتی ہے، ایصالیت، نقل وحمل اور اشعاعیت
- Stefan- Boltzmann کا کلیہ σT^4 اور Wien کا کلیہ $\lambda_{max} T = b$
- حرارتی حرکیاتی توازنت: حرارتی میکانیکی اور کیمیائی توازنت
- حرارتی حرکیاتی متغیرات: دباؤ، تپش، حجم، اندرونی توانائی اور انقطاع توانائی

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:35 PM

- حرارتی حرکیات کا صفرواں کلیہ: اگر دو اشیاء علاحدہ طور پر ایک تیسری شئے کے ساتھ حرارتی توازنت پر قائم ہوں تو یہ دونوں اشیاء بھی حرارتی توازنت پر ہوتے ہیں۔ تپش ایک خصوصیت ہے جو دونوں نظامات کے لئے یکساں ہے۔
- اندرونی توانائی، حرارتی حرکیاتی نظام میں موجود سالموں کی فعلی اور قواہی توانائیوں کی مجموعہ ہے۔
- جول نے میکانیکی توانائی کو حرارتی حرکیاتی نظام کی اندرونی توانائی میں تبدیل کیا۔
- حرارتی حرکیات کا پہلا کلیہ توانائی کی بقاء کا بیان ہے۔ اس میں حرارتی حرکیاتی نظام کی حرارتی توانائی شامل ہے۔
- ایک کواسی۔ ساکن مرحلہ ایک انتہائی سست عمل ہے جس میں وہ نظام اطراف واکناف کے ساتھ ہمیشہ توازنت پر قائم رہتا ہے۔
- جب نظام کا حجم تبدیل ہوتا ہے تو کیا گیا کام $W = \int PdV$
- PV نقشہ کا نچلا رقبہ نظام سے کیا گیا کام یا نظام پر کیا گیا کام فراہم کرتا ہے۔
- مستقل حجم پر حرارتی نوعی گنجائش کی مقدار، مستقل دباؤ پر حرارتی نوعی گنجائش کی مقدار سے زیادہ ہوتی ہے۔
- ہم تپشی مرحلہ: T = مستقل، ہم باری مرحلہ: P = مستقل
- ہم حجمی مرحلہ V = مستقل، حرارتی ناگزر مرحلہ: $Q = 0$
- ہم باری (دباؤ) مرحلہ میں کیا گیا کام زیادہ ہوتا ہے اور حرارتی ناگزر مرحلہ میں کیا گیا کام سب سے کم ہوتا ہے۔
- ایک دوری مرحلہ میں، اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی صفر ہے۔
- ایک دوری مرحلہ میں کیا گیا کل کام، PV نقشہ میں ایک بند رقبہ کے ذریعہ پیش کیا جاتا ہے۔
- ایک رجعی مرحلہ، ایک مثالی مرحلہ ہوتا ہے۔
- تمام فطری مرحلے غیر رجعی ہوتے ہیں۔
- حرارتی انجن گرم ذخیرہ سے ان پٹ لیتی ہے، پھر کام انجام دیتی ہے اور سنک (جذب کار) میں حرارتی توانائی کی کچھ مقدار واپس کر دیتی ہے
- کارناٹ انجن، ایک رجعی انجن ہے اس کی کارکردگی سب سے زیادہ ہوتی ہے۔ کوئی بھی حقیقی حرارتی انجن کارناٹ انجن کے برابر کی کارکردگی نہیں رکھ سکتی۔
- ایک ریفریجریٹر، کرناٹ انجن کی الٹ ہے۔ ایک عملی ریفریجریٹر کا COP یعنی Coefficient of Performance یعنی کارگزاری کا تعاونی عدد ہمیشہ مثالی ریفریجریٹر سے کم ہی ہوتا ہے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:36 PM

CONCEPT MAP تصوری نقشہ



11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:36 PM

I۔ کثیر انتخابی سوالات:

1۔ گرمی کے دنوں میں غسل کرنے کے بعد، جسم کی

(a) اندرونی توانائی کم ہوتی ہے۔

(b) حرارت کم ہوتی ہے۔

(c) اندرونی توانائی بڑھتی ہے۔

(d) اندرونی توانائی اور حرارت میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔

2۔ Charles کے کلیے میں حجم اور تپش کی درمیانی ترسیم یہ ہے۔

(a) بیضوی (b) ایک دائرہ

(c) ایک سیدھا خط (d) ایک پیرابولا

3۔ جب ایک سائیکل کا ٹائر اچانک پھٹتا ہے تو ٹائر کے اندر کی ہوا پھیلنے لگتی ہے۔ یہ مرحلہ ہے۔

(a) ہم تپشی (b) حرارتی ناگزر

(c) ہم باری (d) ہم حجمی

4۔ ایک مثالی گیس ایک متوازن حالت (P_1, C_1, T_1, N) سے دوسری متوازن حالت (P_2, V_2, T_2, N) تک گزرتی ہے تو پھر

a) $T_1 = T_2$ b) $T_1 = \frac{T_2}{6}$

c) $T_1 = 6T_2$ d) $T_1 = 3T_2$

5۔ جب ایک مساوی سلاخ گرم کی جاتی ہے، تو سلاخ کی مندرجۂ ذیل کونسی مقدار بڑھے گی۔

(a) کمیت (b) وزن

(c) کمیتی مرکز (d) جمود کی حرکت

6۔ جب برتن کے ڈھکن کو بند کر کے غذا پکائی جاتی ہے تو کچھ دیر بعد بھاپ اس ڈھکن کو باہر کی طرف ڈھکیلتی ہے، اگر بھاپ کو ایک حرارتی نظام تسلیم کرتے ہیں، تو پھر پکوان کے مرحلے میں،

a) $Q > 0,\ W > 0,$

b) $Q < 0,\ W > 0,$

c) $Q > 0,\ W < 0,$

d) $Q < 0,\ W < 0,$

7۔ اپنے جسم کو ایک حرارتی حرکیاتی نظام تسلیم کرتے ہوئے جب آپ صبح میں ورزش کرتے ہیں تو مندرجۂ ذیل میں سے کون سا درست ہے؟

a) $\Delta U > 0,\ W > 0,$

b) $\Delta U < 0,\ W > 0,$

c) $\Delta U < 0,\ W < 0,$

d) $\Delta U = 0,\ W > 0,$

8۔ ایک گرم کافی کی پیالی میز پر رکھی جاتی ہے۔ کچھ دیر بعد وہ اطراف و اکناف کے ساتھ ایک حرارتی توازنت اختیار کر لیتی ہے۔ کمرے میں موجود ہوا کے سالموں کو ایک حرارتی حرکیاتی نظام تسلیم کرتے ہوئے، مندرجۂ ذیل کون سا بیان درست ہے۔

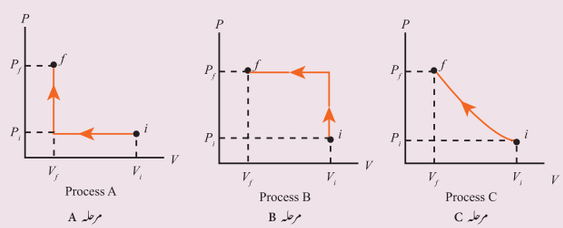
a) $\Delta U > 0,\ Q = 0$

b) $\Delta U > 0,\ W < 0$

c) $\Delta U > 0,\ Q > 0$

d) $\Delta U = 0,\ Q > 0$

9۔ ایک مثالی گیس کو تین مختلف طریقوں سے (P_i, V_i) سے (P_p, V_p) تک لے جایا جاتا ہے۔ اس مرحلے کی شناخت کیجئے، جس میں گیس پر سب سے زیادہ کام لیا گیا ہے۔



11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:36 PM

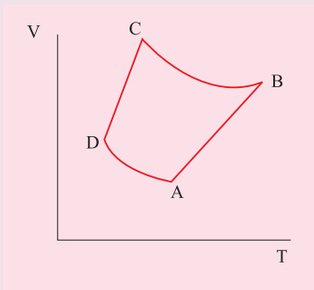
(a) مرحلہ A

(b) مرحلہ B

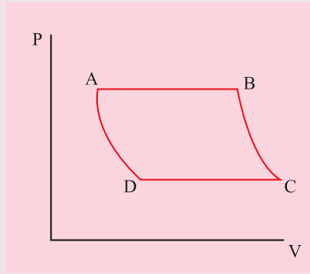
(c) مرحلہ C

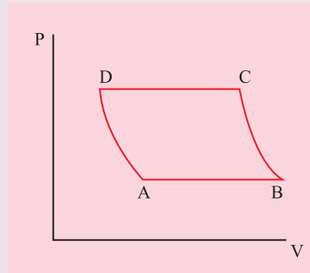
(d) تینوں مرحلے A , B اور C میں مساوی کام کیا گیا ہے۔

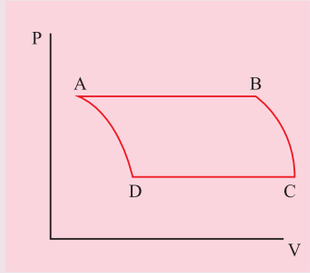
10۔ ایک مثالی گیس کا V-T نقشہ، جو ایک رجعی دور A→B→C→D سے گزرتا ہے، نیچے بتایا گیا ہے۔
(مرحلے D→A اور B→C حرارتی ناگزر ہیں۔)

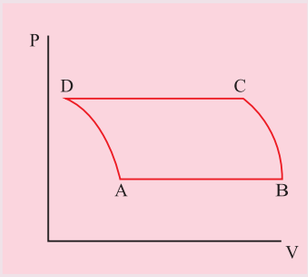


اس مرحلہ کے لئے متعلقہ PV نقشہ یہ ہے (تمام خاکے ساختی ہیں)

a)


b)


c)


d)


11۔ ایک دور کا ستارا، 350nm پر انتہائی شدت کے ساتھ شعاعیں خارج کرتا ہے۔ اس ستارے کی تپش یہ ہے۔

a) 8280 K b) 5000K

c) 7260 K d) 9044 K

12۔ یہاں دئے گئے حالتی متغیرات کی شناخت کیجئے۔

a) Q, T, W b) P, T, U

c) Q, W d) P, T, Q

13۔ ایک ہم حجمی (isochoric) مرحلے میں ہم رکھتے ہیں۔

a) $W = 0$ b) $Q = 0$

c) $\Delta U = 0$ d) $\Delta T = 0$

14۔ پانی کے نقطۂ انجماد اور نقطۂ جوش کے درمیان کام کرنے والی ایک حرارتی انجن کی کارکردگی یہ ہے۔

(NEET 2018)

a) 6.25% b) 20%

c) 26.8% d) 12.5%

15۔ ایک مثالی ریفریجریٹر میں $-12°C$ تپش پر ایک فریزر ہے۔ اس انجن کی کارگزاری کا تعاونی عدد 5 (coefficient of performance) ہے۔ ہوا کی تپش (جس میں حرارت چھوڑی جاتی ہے) یہ ہے۔

a) 50°C b) 45.2°C

c) 40.2°C d) 37.5°C

جوابات:

1) a	2) c	3) b	4) b
5) d	6) a	7) b	8) c
9) b	10) a	11) a	12) b
13) a	14) c	15) c	

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:36 PM

II۔ مختصر جواب لکھئے۔

1۔ ایک شئے زیادہ حرارت رکھتی ہے، کیا یہ بیان درست ہے؟ اگر نہیں تو کیوں؟

2۔ Boyle اور Charles کے کلیہ کی مدد سے ایک مثالی گیس کا کلیہ حاصل کیجئے۔

3۔ ایک مول کی تعریف کیجئے؟

4۔ حرارتی نوعی گنجائش کی تعریف کیجئے اور اس کی اکائی بیان کیجئے۔

5۔ مولار حرارتی نوعی گنجائش کی تعریف کیجئے۔

6۔ حرارتی پھیلاؤ کیا ہے؟

7۔ خطی، رقبوی اور حجمی حرارتی پھیلاؤ کے لئے مساوات پیش کیجئے۔

8۔ مخفی حرارتی گنجائش کی تعریف کیجئے۔

9۔ Stefan - Boltzmann کا کلیہ بیان کیجئے۔

10۔ Wien کا کلیہ کیا ہے؟

11۔ حرارتی ایصالیت کی تعریف کیجئے۔اس کی اکائی بیان کیجئے۔

12۔ ایک سیاہ جسم کیا ہے؟

13۔ ایک حرارتی حرکیاتی جسم کسے کہتے ہیں؟ مثالیں پیش کیجئے۔

14۔ حرارتی حرکیاتی نظامات کے مختلف اقسام کیا ہیں؟

15۔ حرارتی توازنت سے کیا مراد ہے؟

16۔ حالتی متغیرہ سے کیا مراد ہے؟ مثال پیش کیجئے۔

17۔ وسیع (یا) کشادہ اور شدید یا گہرے متغیرات کیا ہیں؟ مثالیں پیش کیجئے۔

18۔ حالت کی مساوات کسے کہتے ہیں؟ ایک مثال پیش کیجئے۔

19۔ حرارتی حرکیات کا صفرواں کلیہ بیان کیجئے۔

20۔ نظام کی اندرونی توانائی کی تعریف کیجئے۔

21۔ کیا اندرونی توانائی اور حرارتی توانائی دونوں یکساں ہیں؟ واضح کیجئے۔

22۔ ایک کیلوری کی تعریف کیجئے۔

23۔ کیا جول نے میکانیکی توانائی کو حرارتی توانائی میں تبدیل کیا؟ واضح کیجئے۔

24۔ حرارتی حرکیات کا پہلا کلیہ بیان کیجئے۔

25۔ کیا ہم ایک شئے کو چھو کر اس کی تپش کی پیائش کر سکتے ہیں۔

26۔ Q اور W کے لئے علامتی روایت پیش کیجئے۔

27۔ کواسی۔ساکن (quasi-static) مرحلہ کی تعریف کیجئے۔

28۔ گیس کے ذریعہ کئے گئے کام کے لئے مساوات پیش کیجئے۔

29۔ PV نقشہ کیا ہے؟

30۔ واضح کیجئے کہ کیوں مستقل دباؤ پر موجود حرارتی نوعی گنجائش، مستقل حجم پر موجود حرارتی نوعی گنجائش سے زیادہ ہوتی ہے۔

31۔ ایک ہم تپشی مرحلہ کے لئے حالت کی مساوات پیش کیجئے۔

32۔ ایک ہم تپشی مرحلہ میں کئے گئے کام کے لئے ایک مساوات پیش کیجئے۔

33۔ مولار حرارتی نوعی گنجائش کے لحاظ سے اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی ظاہر کیجئے۔

34۔ ایک (a) ہم تپشی (b) حرارتی ناگزر (c) ہم باری مرحلوں کے لئے پہلا کلیہ استعمال کیجئے۔

35۔ ایک حرارتی ناگزر مرحلہ کے لئے حالت کی مساوات پیش کیجئے۔

36۔ ایک ہم حجمی مرحلہ کے لئے حالت کی مساوات پیش کیجئے۔

37۔ اگر ایک استوانہ کی پچکاری کو اندر کی جانب تیزی سے ڈھکیلا جائے تو کیا درمیانی مرحلے میں مثالی گیس کی مساوات درست ٹھہرے گی؟ اگر نہیں، تو کیوں؟

38۔ (a) ہم تپشی مرحلہ (b) حرارتی ناگزر مرحلہ
(c) ہم باری مرحلہ (d) ہم حجمی مرحلہ
کے لئے PV نقشہ کھینچئے۔

39۔ ایک دوری مرحلہ کیا ہے؟

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:37 PM

40۔ ایک رجعی ورغیر رجعی مرحلہ سے کیا مراد ہے؟

41۔ حرارتی حرکیات کے دوسرے کلیہ کی Clausius شکل بیان کیجئے۔

42۔ حرارتی حرکیات کے دوسرے کلیہ کے لئے Kelvin-Planck کا بیان پیش کیجئے۔

43۔ حرارتی انجن کی تعریف کیجئے۔

44۔ ایک کارناٹ انجن میں ملوث مرحلے کیا ہیں؟

45۔ کیا ایک دوری مرحلہ میں دی گئی حرارتی توانائی کو مکمل طور پر کام میں تبدیل کیا جاسکتا ہے؟ اگر نہیں تو حرارت کو مکمل طور پر کام میں کب تبدیل کیا جاسکتا ہے؟

46۔ انقطاع توانائی کے لحاظ سے حرارتی حرکیات کا دوسرا کلیہ بیان کیجئے۔

47۔ حرارت ایک گرم شئے سے ایک ٹھنڈی شئے کی طرف کیوں بہتی ہے؟

48۔ اداکاری کے تعاونی عدد کی تعریف کیجئے۔

III۔ تفصیلی جوابات لکھئے:

1۔ مناسب مثالوں کے ساتھ حرارت اور کام کا مطلب بیان کیجئے۔

2۔ مثالی گیس کے کلیوں پر بحث کیجئے۔

3۔ حرارتی پھیلاؤ کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

4۔ پانی کے انوکھے پھیلاؤ کی تشریح کیجئے۔ وہ ہماری زندگی کے لئے کس طرح مفید ہے؟

5۔ حرارہ پیمائی کی وضاحت کیجئے اور حتمی تپش کے لئے مساوات اخذ کیجئے جب دو حرارتی حرکیاتی نظامات ملائے جاتے ہیں۔

6۔ حرارتی منتقلی کے مختلف اقسام پر گفتگو کیجئے۔

7۔ تفصیل کے ساتھ نیوٹن کے ٹھنڈا کرنے کے کلیہ کی وضاحت کیجئے۔

8۔ Wien کے کلیے کی وضاحت کیجئے اور بتایئے کہ ہماری آنکھیں کیوں نظر آنے والی شعاعوں ہی کے لئے حساس ہیں۔

9۔ (a) حرارتی توازنت (b) میکانیکی توازنت
(c) کیمیائی توازنت (d) حرارتی حرکیاتی توازنت پر گفتگو کیجئے۔

10۔ حرارت کی میکانیکی متبادلہ کے لئے جول کے تجربے کی وضاحت کیجئے۔

11۔ ایک حرارتی حرکیاتی نظام میں ایک حجمی تبدیلی میں کئے گئے کام کے لئے مساوات اخذ کیجئے۔

12۔ ایک مثالی گیس کے لئے Mayer کا تعلق اخذ کیجئے۔

13۔ ہم تپشی مرحلے کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

14۔ ہم تپشی مرحلے میں کئے گئے کام کا مؤاخذہ کیجئے۔

15۔ حرارتی ناگزر مرحلے کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

16۔ حرارتی ناگزر مرحلے میں کئے کام کا مؤاخذہ کیجئے۔

17۔ ہم بری مرحلہ واضح کیجئے اور اس میں کئے گئے کام کا مؤاخذہ کیجئے۔

18۔ ہم حجمی مرحلہ کی تفصیلی وضاحت بیان کیجئے۔

19۔ حرارتی حرکیات کے پہلے کلیے کی خامیاں کیا ہیں؟

20۔ حرارتی انجن کی وضاحت کیجئے اور اس کی کارکردگی حاصل کیجئے۔

21۔ تفصیل کے ساتھ کارناٹ کی حرارتی انجن کی وضاحت کیجئے۔

22۔ کارناٹ انجن کی کارکردگی کے لئے مساوات اخذ کیجئے۔

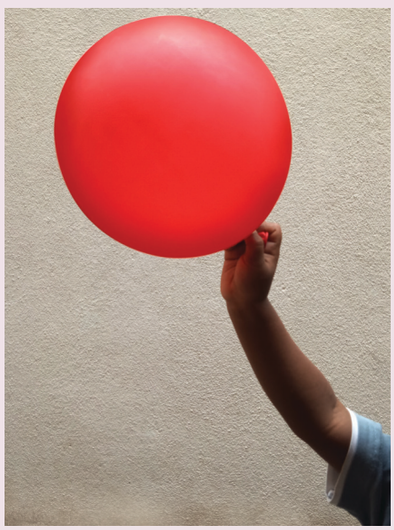
23۔ انقطاع توانائی کے لحاظ سے حرارتی حرکیات کا دوسرے کلیہ واضح کیجئے۔

24۔ ایک ریفریجریٹر کے عمل کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:37 PM

IV۔ حسابی مرحلے:

(1) کمرے کی تپش پر ایک بھرے غبارے میں موجود ہوا کے مولوں کی تعداد کا محاسبہ کیجئے جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔اس غبارے کا



نصف قطر 10cm ہے اور غبارے کے اندر کا دباؤ 180kPa ہے۔

جواب : $\mu \cong 0.3\ mol$

(2) سیارہ مریخ میں، اوسط تپش تقریباً $-53^\circ C$ اور فضائی دباؤ 0.9kPa ہے۔سیارہ مریخ میں ایک اکائی حجم میں موجود سالموں کے مولوں کی تعداد معلوم کیجئے۔کیا وہ تعداد زمین میں موجود تعداد سے زیادہ ہے؟

جواب : $\mu_{Mars} = 0.49\ mol$

$\mu_{Earth} \cong 40\ mol$

(3) گیس کے ایک محجوز برتن میں دو خانے ہیں جو ایک محجوز دیوار سے جدا کئے گئے ہیں۔ایک خانہ کا حجم V_1 ہے جس میں P_1 دباؤ اور T_1 تپش پر مثالی گیس ہے۔دوسرے خانے کا حجم V_2 ہے جس میں P_2 دباؤ اور T_2 تپش پر مثالی گیس ہے۔اگر گیسوں پر کوئی کام کئے بغیر، اس دیوار کو ہٹا دیا جائے تو برتن کی حتمی متوازن تپش دریافت کیجئے۔

جواب : $T = \dfrac{T_1T_2(P_1V_1 + P_2V_2)}{P_1V_1T_2 + P_2V_2T_1}$

(4) خطی پھیلاؤ کا تعاونی عدد α_L رکھنے والی، L لمبائی والی ایک مساوی سلاخ کی تپش ΔT کے ذریعہ تبدیل ہوئی ہے۔اس سلاخ کے محور کے عمودی طور پر اور اس کے مرکز کے ذریعہ گذرنے والی محور کے تحت، اس مساوی سلاخ کی نئی جمود کی حرکت کا محاسبہ کیجئے۔

جواب : $I' = I\,(1 + \alpha_L\,\Delta T)^2$

(5) (a) ہم حجمی مرحلہ

(b) ہم تپشی مرحلہ اور

(c) ہم باری (ہم دباؤ) مرحلہ

کے لئے TP نقشہ (x-P محور، y-T محور)

اور VT نقشہ (x-T محور، y-T محور)

(6) ایک شخص صبح میں تقریباً $25^\circ C$ تپش پر سائیکلنگ شروع کرتا ہے۔اس نے ٹائر کے دباؤ کی جانچ کی تو 500kPa پایا۔دوپہر میں اس نے دیکھا کہ ٹائر میں مطلق دباؤ 520kPa تک بڑھ چکا ہے۔یہ تصور کرتے ہوئے کہ ٹائر کا پھیلاؤ نظر انداز کرنے کے قابل ہے۔معلوم کیجئے کہ دوپہر کے وقت ٹائر کی تپش کیا ہے؟

جواب : $T = 36.9^\circ C$

(7) انسانی جسم کی تپش $98.6^\circ F$ ہے۔سخت بخار کے دوران اگر تپش $104^\circ F$ تک بڑھ جاتی ہے تو موجی طول کی چوٹی میں ہونے والی تبدیلی کیا ہے جو ہمارے جسم سے خارج ہوتی ہے؟ (تصور کیجئے کہ اندرونی جسم ایک سیاہ جسم ہے)۔

جواب : (a) $\lambda_{max} \approx 9348$ nm at $98.6^\circ F$

(b) $\lambda_{max} \approx 9258$ nm at $104^\circ F$

(8) ہوا کے ایک حرارتی ناگزیر پھیلاؤ میں حجم میں 4% کا اضافہ ہوتا ہے۔دباؤ ہونے والی فیصدی تبدیلی کیا ہے؟

($\gamma = 1.4$ ہوا کے لئے)

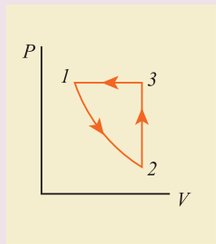
جواب : 5.6%

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:38 PM

(9) ایک پٹرول انجن (اندرونی احتراقی انجن) میں، فضائی دباؤ اور 20°C کی تپش پر استوانہ میں پچکاری کے ذریعہ اپنی اصلی حجم کے 1/8 ویں حصے تک ہوا دابی جاتی ہے۔ دابی گئی ہوا کی تپش معلوم کیجئے۔ (ہوا کے لئے $\gamma = 1.4$)

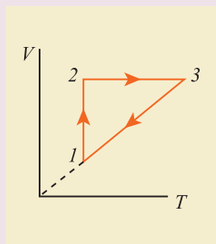
جواب : $T \cong 400°C$

(10) تصور کیجئے کہ مندرجۂ ذیل دوری مرحلہ میں ہم تپش، ہم حجم اور ہم بار ہے، جسے خاکہ میں بتایا گیا ہے۔



اسی دوری مرحلہ کو معیاری طور پر V-T نقشہ میں کھینچئے، جہاں T کو x محور کے تحت لیا گیا ہو اور V کو y- سمت میں لیا گیا ہو۔ ہر مرحلہ میں تبادلۂ حرارت کی فطرت کا جائزہ لیجئے۔

جواب :



مرحلہ 1 سے 2 = حجم میں اضافہ۔ اس لئے حرارت جمع کی جانی چاہئے۔ (اضافہ)

مرحلہ 2 سے 3 تک = حجم مستقل رہتا ہے۔ تپش میں اضافہ ہوتا ہے۔ دی گئی حرارت اندرونی توانائی بڑھانے میں استعمال کی جاتی ہے۔ (کمی)

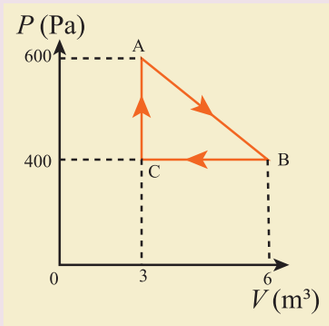
مرحلہ 3 سے 1 تک دباؤ مستقل رہتا ہے۔ حجم اور تپش کم کئے جاتے ہیں۔ حرارت نظام کے باہر بہتی ہے۔ یہ ایک ہم باری سکڑاؤ ہے جہاں نظام پر کام کیا جاتا ہے۔

(11) ایک دوری مرحلہ میں ایک مثالی گیس لی جاتی ہے، جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے محسوب کیجئے۔

(a) گیس سے کیا گیا کام

(b) گیس پر کیا گیا کام

(c) مرحلہ میں کیا گیا کل کام



جواب: (a) $W = +1.5kJ$

(b) $W = -1.2kJ$

(c) $W = +300J.$

(12) ایک دی گئی مثالی گیس کے لئے 6×10^5 J حرارتی توانائی بھیجی جاتی ہے اور گیس کے حجم کو فضائی دباؤ پر $4\ m^3$ سے $6\ m^3$ تک بڑھایا جاتا ہے۔ (a) گیس سے کیا گیا کام معلوم کیجئے۔

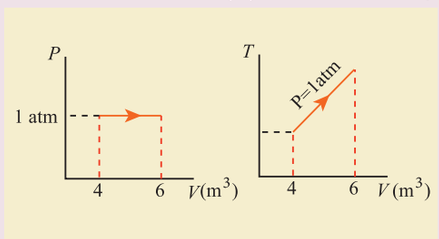
(b) گیس کی اندرونی توانائی میں ہونے والی تبدیلی معلوم کیجئے۔

(c) PV اور TV نقشہ میں اس مرحلے کی ترسیم کھینچئے۔

جواب : (a) $W = +202.6\ kJ$

(b) $dU = 397.4\ kJ$

(c)



(13) فرض کیجئے کہ ایک شخص ایک رجعی حرارتی انجن کی کارکردگی کو بڑھانا چاہتا ہے جو 100 °C اور 300 °C کے درمیان کام کر رہی ہے۔ اس کے پاس کارکردگی کو بڑھانے کے دو راستے تھے۔

(a) ٹھنڈے ذخیرہ کی تپش کو 100° C سے 50°C تک کم کر کے اور گرم ذخیرہ کی تپش کو مستقل رکھ کر

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:38 PM

(b) گرم ذخیرے کی تپش کو 300° C سے 350° C تک بڑھا کر اور ٹھنڈے ذخیرہ کی تپش کو مستقل رکھ کر۔ کون سا طریقہ مناسب ہے؟

جواب: 34.9% = ابتدائی کارکردگی

43.6% = طریقہ (a) میں کارکردگی

40.1% = طریقہ (b) میں کارکردگی

طریقہ (a) زیادہ مؤثر ہے۔

(14) ایک کارناٹ انجن جس کی کارکردگی 45% ہے۔ ایک ذریعہ سے حرارت لیتی ہے جو 327° C کی ایک تپش پر ہے۔ Exhaust یعنی Sink (جذب کار) کی اسی تپش کے لئے ان پٹ تپش کیا ہونا چاہئے تا کہ 60% کارکردگی والی انجن حاصل کی جائے۔

جواب : 552°C

(15) ایک مثالی ریفریجریٹر اپنے مواد کو 0° C پر رکھتی ہے، جب کہ کمرے کی تپش 27°C ہے۔ اس کی کارگزاری کا تعاونی عدد معلوم کیجئے۔

جواب : $\beta = 10.11$

کتب حوالہ

1. Serway and Jewett, Physics for scientist and Engineers with modern physics, Brook/Coole publishers, Eighth edition
2. Paul Tipler and Gene Mosca, Physics for scientist and engineers with modern physics, Sixth edition, W.H.Freeman and Company
3. James Walker, Physics, Addison-Wesley publishers, 4th Edition
4. Douglas C Giancoli, Physics for scientist & Engineers with modern physics, Pearson Prentice Hall, 4th edition.
5. H.C.Verma, Concepts of physics volume 1 and Volume 2, Bharati Bhawan Publishers
6. Tarasov and Tarasova, Question and problems in school physics, Mir Publishers

100 95 75 25 5 0

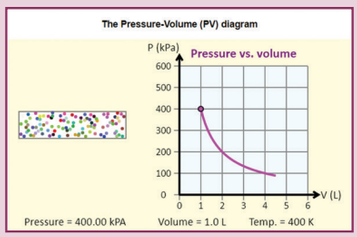
11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:38 PM

ICT CORNER

Heat and Thermodynamics

ICT کارنر

حرارت اور حرحرکیات



اس کارروائی کے ذریعہ آپ مختلف حرحرکیاتی
مرحلوں کے لئے PV نقشہ بنانا سیکھ سکتے ہیں۔

مرحلے

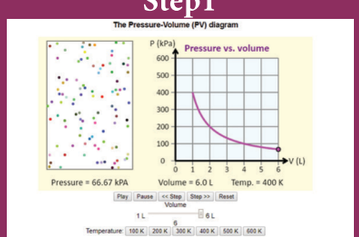
☆ "Pressure and Volume Diagram" یعنی دباؤ اور حجم کا نقشہ کے مجازی فعال صفحے کو کھولنے کے لئے، دئے گئے URL استعمال کیجئے یا QR کوڈ اسکین کیجئے۔

☆ منتخب شدہ تپش پر ترسیم کے نیچے دئے گئے " Volume " یعنی حجم کو تبدیل کیجئے اور Play بٹن پر کلک کیجئے۔

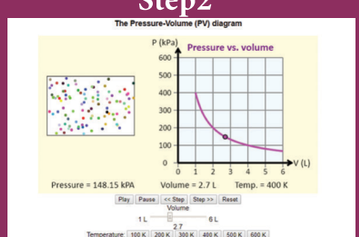
☆ اب ایک مختلف تپش کا انتخاب کیجئے، دوبارہ، حجم کو تبدیل کیجئے اور بائیں موجود تصویر اور ترسیم دونوں میں دباؤ میں پیش آنے والی تبدیل معلوم کیجئے۔

☆ مختلف قیمتوں کے ساتھ اس عمل کو دہرائیے اور ان کے مطابق ترسیم کھینچنے کی کوشش کیجئے۔ یہ عمل بھی ہم تپشی مرحلے کو سمجھنے میں کارآمد رہے گا۔

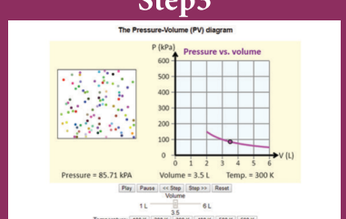
Step1



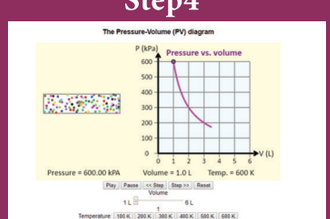
Step2



Step3



Step4



URL:

http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/PV_diagram.html

* Pictures are indicative only.

* If browser requires, allow **Flash Player** or **Java Script** to load the page.

06MNA

11 physics V2 8 heat
Monday, January 02, 2023 1:05:39 PM

اکائی
9

گیسوں کا فعلی نظریہ
(Kinetic Theory of Gases)

"With thermodynamics one can calculate almost everything crudely; with kinetic theory, one can calculate fewer things, but more accurately." - Eugene Wigner

G90AU

سیکھنے کے مقاصد:

اس اکائی کی مدد سے طلباء یہ باتیں سیکھ پائیں گے

- ☆ گیسوں کے فعلی نظریے کی اہمیت
- ☆ دباؤ اور تپش کا خورد بینی مبدا
- ☆ گیسوں کی اندرونی توانائی اور گیسی سالمات کی مستقیمی فعلی توانائی کے درمیان موازنہ کرنا
- ☆ آزادی کے درجات کا مفہوم
- ☆ یک جوہری، دوجوہری اور سہ جوہری سالموں کے لئے آزادی کے کل درجات کا محاسبہ کرنا۔
- ☆ توانائی کی مساوی تقسیمی کا کلیہ
- ☆ C_p اور C_v کی نسبت کا محاسبہ
- ☆ اوسط آزاد راستہ اور، دباؤ، تپش اور عددی کثافت کے ساتھ اس راستے کا انحصار
- ☆ براؤنین حرکت اور اس کا خورد بینی مبدا

9.1 فعلی (یا) حرکیاتی نظریہ (Kinetic theory)

9.1.1 تعارف

حرحرکیات (Thermo dynamics) بنیادی طور پر ایک عیاں بینی سائنس ہے۔ اکائی 8 میں ہم نے حرحرکیاتی نظامات کے عیاں بینی پیمانے جیسے دباؤ، تپش اور حجم سے متعلق بحث کر چکے ہیں۔ اس اکائی میں ذرات یا سالموں کے مجموعے کو ایک حرحرکیاتی نظام تسلیم کرتے ہوئے دباؤ اور تپش کے خورد بینی مبدا سے متعلق بحث کریں گے، فعلی نظریہ ، دباؤ اور تپش کو ایک گیس کے نمونے کی سالماتی حرکت کے درمیان رابطہ قائم کرتا ہے اور وہی نیوٹنی میکانیات اور حرحرکیات کے درمیان ایک پُل (برڈج) ہے۔ یہ سبق گیسی سالموں کی متحرک فطرت کا تعارف کرتا ہے۔

9.1.2 گیسوں کے فعلی نظریے کے مفروضے:
(Postulates of Kinetic energy of gases)

فعلی نظریہ چند فرضیات پر مبنی ہے جو محاسبے کو سادہ تر بناتے ہیں۔ حالانکہ ان میں سے کوئی بھی نظریہ صد فی صد درست نہیں ہے، تاہم، ان فرضیات پر منحصر نمونے کو سارے گیسوں کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

1۔ ایک گیس کے تمام سالمے ایک جیسے، لچکدار کرے ہوتے ہیں۔

2۔ مختلف گیسوں کے سالمے مختلف ہوتے ہیں۔

3۔ ایک گیس میں موجود سالموں کی تعداد بہت زیادہ ہوتی ہے اور ان کے درمیان موجود اوسط علاحدگی گیس کے سالموں کی جسامت سے بڑی ہوتی ہے۔

4۔ ایک گیس کے سالمے لگاتار بے ترتیب حرکت کرتے رہتے ہیں۔

5۔ وہ سالمے برتن کی دیواروں کے علاوہ ایک دوسرے کے ساتھ آپس میں بھی ٹکراتے ہیں۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:45 PM

6۔ یہ ٹکراؤ حددرجہ لچکدار ہوتے ہیں، یہاں تک کہ ٹکراؤ کے دوران توانائی بالفعل کا کوئی نقصان نہیں ہوتا۔

7۔ دومتواتر ٹکراؤ کے درمیان ایک سالمہ مساوی سمتی رفتار کے ساتھ حرکت کرتا ہے۔

8۔ ٹکراؤ کے موقعہ کے سوا، بقیہ مواقع پر یہ سالمے ایک دوسرے پر قوت دفع یا قوت کشش سے متاثر نہیں کرتے۔ ان سالموں میں کسی قسم کی توانائی بالقوہ نہیں ہوتی اور وہ قوت کلی طور پر فعلی ہوتی ہے۔

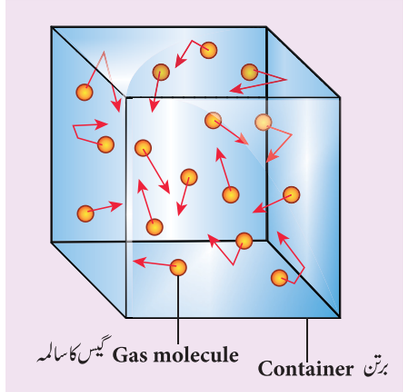
9۔ ان میں ہونے والے ٹکراؤ برقوتی ہوتے ہیں۔ دو مسلسل ٹکراؤ کے درمیانی وقفے کے مقابلے میں ہر ٹکراؤ میں ایک سالمے سے لیا جانے والا وقفہ بہت چھوٹا ہوتا ہے۔

10۔ بے ترتیب حرکت کرنے کے باوجود یہ سالمے نیوٹن کے حرکت کے کلیوں کی اتباع کرتے ہیں۔

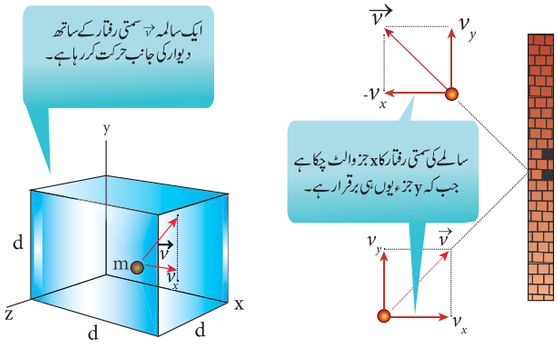
9.2 ایک گیس سے برآمد ہونے والا دباؤ (Pressure exerted by a gas)

9.2.1 ایک گیس سے برآمد ہونے والے دباؤ کے لئے مساوات (Expressresion for pressure exerted by a gas)

فرض کیجئے کہ l ضلع والے ایک مکعبی برتن کے اندر ایک یک جوہری (mono atomic) گیس ہے جس کے سالموں کی تعداد N ہے اور ہر سالمے کی کمیت m ہے جیسا کہ خاکہ 9.1(a) میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ (9.1) (a) گیس کے سالموں کا برتن



خاکہ 9.1۔ (b) دیوار کے ساتھ سالمے کا ٹکراؤ

اس گیس کے سالمے بے ترتیب حرکت کر رہے ہیں۔ وہ آپس میں بھی ٹکراتے ہیں اور برتن کی دیواروں سے بھی ٹکراتے ہیں۔ چونکہ یہ ٹکراؤ فطری طور پر لچکدار ہیں، توانائی بالفعل میں تو کوئی نقصان نہیں ہوتا، البتہ معیار حرکت میں ایک تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔

دیواروں پر ٹکرانے کی وجہ سے گیس کے یہ سالمے برتن کی دیواروں پر دباؤ برآمد کرتے ہیں۔ ہر ٹکراؤ کے دوران، یہ سالمے دیوار کو کچھ معیار حرکت فراہم کرتے ہیں۔ معیار حرکت کی منتقلی کی وجہ سے، وہ دیواریں ایک مسلسل قوت محسوس کرتی ہیں۔ برتن کی دیواروں کے فی اکائی رقبے سے محسوس کی جانے والی قوت، اس گیس سے برآمد ہونے والے دباؤ کا تعین کرتی ہے۔ وقت کے ایک چھوٹے سے وقفے میں سالموں سے منتقل کی جانے والی کل معیار حرکت کا تعین کرنے کے لئے یہ بہت ضروری ہے۔

ایک سالمہ جس کی کمیت m ہے، (v_x, v_y, v_z) اجزاء رکھنے والی ایک سمتی رفتار $\vec{v}$ کے ساتھ حرکت کرتے ہوئے دائیں جانب کی دیوار سے ٹکراتا ہے۔ چونکہ ہم یہ تصور کر چکے ہیں کہ ٹکراؤ لچکدار ہے، وہ ذرہ اسی رفتار کے ساتھ واپس ہونے لگتا ہے اور اس کے x - جزو الٹ جاتا ہے۔ اسے خاکہ 9.1(b) میں بتایا گیا ہے۔ ٹکراؤ کے بعد اس سالمے کی سمتی رفتار کے اجزاء یہ ہیں۔

$$(-v_x, v_y, v_z)$$

ٹکراؤ سے پہلے سالمے کی معیار حرکت کا x جزو $= mv_x$

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:45 PM

ٹکراؤ کے بعد سالمے کی معیار حرکت کا 'x' جزء $= -mv_x$

x سمت میں سالمے کی معیار حرکت کی تبدیلی

ابتدائی معیار حرکت- حتمی معیار حرکت

$= -mv_x - mv_x = -2mv_x$

کلیہ بقائے خطی معیار حرکت کے مطابق، دیوار کی معیار حرکت میں ہونے والی تبدیلی $= 2mv_x$

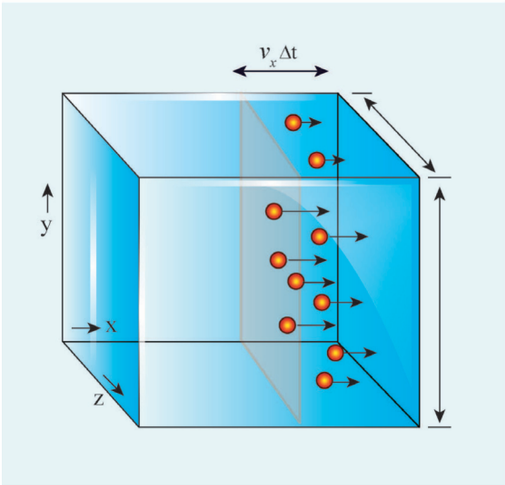
نوٹ

سمت 'x' میں ٹکراؤ سے پہلے اس نظام کی کل معیار حرکت، اس سالمے کی معیار حرکت (mv_x) کے برابر ہوتی ہے، چونکہ دیوار کی معیار حرکت صفر ہوتی ہے۔ کلیہ بقائے خطی معیار حرکت کے مطابق، ٹکراؤ کے بعد اس نظام کی کل معیار حرکت، ٹکراؤ سے پہلے اس نظام کی کل معیار حرکت کے برابر ہونا چاہئے۔ ٹکراؤ کے بعد (x سمت میں) سالمے کی معیار حرکت $-mv_x$ ہے، اور ٹکراؤ کے بعد دیوار کی معیار حرکت $2mv_x$ ہے۔ اس لئے ٹکراؤ کے بعد اس نظام کی کل معیار حرکت $2mv_x - mv_x = mv_x$ ہے، جو کہ ٹکراؤ سے پہلے اس نظام کی کل معیار حرکت کے برابر ہے۔

وقت کے ایک چھوٹے سے وقفے Δt میں دا ہنی دیوار سے ٹکرانے والے سالموں کی تعداد، اس طرح معلوم کی جاتی ہے۔

وہ سالمے جو دا ہنی طور سے $v_x \Delta t$ کے فاصلے کے اندر ہوتے ہیں، اور دا ہنی جانب حرکت کر رہے ہوتے ہیں، Δt کے وقتی وقفے میں دیوار سے ٹکرائیں گے۔ اسے خاکہ 9.2 میں بتایا گیا ہے۔

سالموں کی تعداد جو ایک وقتی وقفے (Δt) میں دا ہنی دیوار سے ٹکرائے گی، وہ سالموں کے حجم ($Av_x \Delta t$) اور ان کی عددی کثافت (n) کے حاصل ضرب کے برابر ہوگی۔ یہاں 'A' دیوار کا رقبہ ہے، جب کہ n فی اکائی حجم کے سالموں کی تعداد $\left(\frac{N}{V}\right)$ ہے۔ ہم یہ تصور کر چکے ہیں، کہ پورے مکعب میں عددی کثافت، یکساں ہوتی ہے۔



خاکہ 9.2۔ دیوار سے ٹکرانے والے سالموں کی تعداد

تمام n سالمے صرف دا ہنی طرف حرکت نہیں کریں گے۔ لہذا اوسطاً نصف n سالمے دا ہنی طرف حرکت کریں گے اور بقیہ نصف حصہ سالمے بائیں طرف حرکت کریں گے۔

ایک وقتی وقفہ Δt میں دا ہنی دیوار سے ٹکرانے والے سالموں کی تعداد

$$= \frac{n}{2} A v_x \Delta t \qquad (9.1)$$

اسی وقتی وقفے Δt میں، سالموں سے منتقل کی جانے والی کل معیار حرکت

$$\Delta p = \frac{n}{2} A v_x \Delta t \times 2mv_x = Av_x^2 mn\Delta t \qquad (9.2)$$

نیوٹن کے دوسرے کلیے کی مدد سے، وقت کے ایک چھوٹے سے وقفے میں ہونے والی معیار حرکت کی تبدیلی قوت پیدا کرتی ہے۔

دیوار پر سالموں کے ذریعہ برآمد ہونے والی قوت (قدر میں)

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = nmAv_x^2 \qquad (9.3)$$

$$\text{دباؤ } P = \frac{\text{قوت}}{\text{دیوار کا رقبہ}}$$

$$P = \frac{F}{A} = nmv_x^2 \qquad (9.4)$$

چونکہ تمام سالمے کلی طور پر بے ترتیب حرکت کر رہے ہوتے ہیں، ان کی رفتار یکساں نہیں ہوتی۔ اس لئے ہم مساوات (9.4) میں اصطلاح v_x^2 کو اوسط $\overline{v_x^2}$ سے تبدیل کر سکتے ہیں۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:46 PM

$$P = nm\overline{v_x^2} \qquad (9.5)$$

چونکہ یہ تصور کرلیا گیا ہے کہ وہ گیس بے ترتیب رخ میں حرکت کرتی ہے۔اس میں حرکت کی کوئی مخصوص سمت نہیں ہوتی (سالموں پر جاذبی اثر کو نظر انداز کردیا گیا ہے)۔اس سے پتہ چلتا ہے کہ تینوں سمتوں میں اس سالمے کی اوسط رفتار یکساں ہوتی ہے۔اس لئے $\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2}$ ہے۔اوسط مربع رفتار اس طرح لکھی جاتی ہے۔

$$\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2} = 3\overline{v_x^2}$$

$$\overline{v_x^2} = \frac{1}{3}\overline{v^2}$$

اسے مساوات (9.5) میں استعمال کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$P = \frac{1}{3}nm\overline{v^2} \quad \text{(یا)} \quad P = \frac{1}{3}\frac{N}{V}m\overline{v^2} \qquad (9.6)$$

$\left[n = \frac{N}{V}\right]$ جیسے

اوپر کی مساوات کی مدد سے مندرجۂ ذیل مؤاخذات بنائے جاسکتے ہیں۔سالموں سے برآمد ہونے والا دباؤ ان پر منحصر ہوتا ہے۔

(i) عددی کثافت (Number density) $n = \frac{N}{V}$

اس کا مطلب یہ ہے کہ اگر عددی کثافت بڑھتی ہے، تو دباؤ بڑھنے لگتا ہے۔مثال کے طور پر جب ہم سائیکل یا کار کے ٹائر کے اندر ہوا پمپ کرتے ہیں تو ضرور اس کی عددی کثافت میں اضافہ ہوتا ہے اور اس کے نتیجے میں دباؤ بڑھ جاتا ہے۔

(ii) سالمے کی کمیت (Mass of the molecule)

چونکہ معیار حرکت کی منتقلی دیوار پر ہونے کی وجہ سے دباؤ بڑھتا ہے، ایک متعین رفتار کے لئے زیادہ کمیت والے سالموں کی معیار حرکت بھی زیادہ ہوگی۔اس کے نتیجے میں دباؤ بڑھے گا۔

(iii) اوسط مربع رفتار (Mean Square Speed)

ایک متعین کمیت کے لئے، اگر ہم رفتار کو بڑھاتے ہیں تو اوسط رفتار بھی بڑھے گی۔اس کے نتیجے میں دباؤ بڑھے گا۔

آسانی کے لئے یہاں پر مکعب کی شکل کا برتن فرض لیا گیا تھا۔ چونکہ حتمی مساوات (9.6) میں رقبہ A موجود ہی نہیں ہے، اوپر کا نتیجہ کسی بھی شکل والے برتن کے لئے درست معلوم ہوتا ہے۔

الغرض دیوار پر گیس کے سالموں سے برآمد ہونے والا دباؤ دیوار کے رقبہ (A) پر غیر منحصر ہے۔

9.2.2 تپش کے فعلی معنی
(Kinetic interpretation of temperature)

اسی طریقے سے تپش کے خوردبینی مبدا کو سمجھنے کے لئے مساوات (9.6) کو دوبارہ لکھئے۔

$$P = \frac{1}{3}\frac{N}{V}m\overline{v^2}$$

$$PV = \frac{1}{3}Nm\overline{v^2} \qquad (9.7)$$

مثالی گیس کی مساوات $PV=NkT$ کے ساتھ مساوات (9.7) کا موازنہ کرنے پر

$$NkT = \frac{1}{3}Nm\overline{v^2}$$

$$kT = \frac{1}{3}m\overline{v^2} \qquad (9.8)$$

اوپر کی مساوات کو دونوں جانب 3/2 سے ضرب کرنے پر،

$$\frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}m\overline{v^2} \qquad (9.9)$$

مساوات (9.9) کا داہنا حصہ ایک اکیلے سالمے کی فعلی توانائی (*KE*) کہلاتا ہے۔

اوسط فعلی توانائی فی سالمہ

$$\overline{KE} = \in = \frac{3}{2}kT \qquad (9.10)$$

مساوات (9.9) یہ ظاہر کرتی ہے کہ گیس کے فی سالمے کی اوسط مستقیمی توانائی بالفعل کی پیمائش ہی ایک گیس کی تپش ہے۔

نوٹ: چھوٹی کلاسوں میں مطالعہ کی گئی تپش کی تعریف کے ساتھ اس کا موازنہ کیجئے، تپش گرم پن یا ٹھنڈے پن کا درجہ ہے۔

مساوات 9.10، گیس کے فعلی نظریے سے اخذ کیا گیا ایک بہت اہم نتیجہ ہے۔اس مساوات کی مدد سے ہم مندرجۂ ذیل مؤاخذے اخذ کرسکتے ہیں۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:46 PM

(i) سالمے کی اوسط توانائی بالفعل گیس کی مطلق تپش کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔ مساوات (9.9) کلاں بینی دنیا (Macroscopic world) (تپش) کے ساتھ خوردبینی دنیا (سالموں کی حرکت) کا درمیانی تعلق پیش کرتی ہے۔

(ii) ہر سالمے کی اوسط توانائی بالفعل صرف گیس کی تپش پر منحصر ہوتی ہے۔ سالمے کی کمیت پر منحصر نہیں ہوتی۔ بالفاظ دیگر، اگر تپش پیما کی مدد سے ایک مثالی گیس کی تپش معلوم کر لی جائے تو سالموں کو برہنہ آنکھوں سے دیکھے بغیر ہی ہر سالمے کی اوسط توانائی بالفعل معلوم کر لی جاسکتی ہے۔

ہر سالمے کی اوسط توانائی بالفعل کے ساتھ گیسی سالموں کی کل تعداد کو ضرب کر کے، گیس کی اندرونی توانائی معلوم کر لی جاتی ہے۔

مثالی گیس کی اندرونی توانائی $U = N\left(\frac{1}{2}m\overline{v^2}\right)$

مساوات (9.9) کی مدد سے

$$U = \frac{3}{2}NkT \qquad (9.11)$$

مساوات (9.11) کے ذریعہ ہم یہ سمجھ سکتے ہیں کہ ایک مثالی گیس کی اندرونی توانائی صرف مطلق تپش پر منحصر نہیں ہوتی ہے اور، دباؤ اور حجم پر غیر منحصر ہوتی ہے۔

مثال 9.1

27°C پر ایک فٹ بال میں ہوا کے 0.5 مول سالمے ہوتے ہیں۔ اس گیند میں موجود ہوا کی اندرونی توانائی کا محاسبہ کیجئے۔

حل :

مثالی گیس کی اندرونی توانائی $= \frac{3}{2}NkT$

ہوا کے سالموں کی تعداد مول کی تعداد کے لحاظ سے پیش کی گئی ہے۔ اس لئے مساوات دوبارہ اس طرح لکھی جاتی ہے۔

$$U = \frac{3}{2}\mu RT$$

چونکہ $Nk = \mu R$ ہے۔ یہاں μ مول کی تعداد ہے۔

گیس کی مستقلہ $R = 8.31\ \frac{J}{mol\,k}$

تپش $T = 273+27 = 300K$

$U = \frac{3}{2} \times 0.5 \times 8.31 \times 300 = 1869.75J$

یہ توانائی، $8\ ms^{-1}$ کی رفتار کے ساتھ دوڑ لگانے والے ایک شخص، جس کی کمیت 57 kg ہو، تقریباً اس کی توانائی بالفعل کے مساوی ہوتی ہے۔

9.2.3 دباؤ اور اوسط توانائی بالفعل کا درمیانی تعلق

(Relation between Pressure and mean Kinetic energy)

اس سبق کے پہلے حصے کے مطابق، گیس کی اندرونی توانائی یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$U = \frac{3}{2}NkT$$

اوپر کی مساوات کچھ اس طرح بھی لکھی جاسکتی ہے۔

$$U = \frac{3}{2}PV$$

چونکہ $PV = NkT$ ہے۔

$$P = \frac{2}{3}\frac{U}{V} = \frac{2}{3}u \qquad (9.12)$$

مساوات 9.12 کی مدد سے ہم یہ بیان کر سکتے ہیں کہ گیس کا دباؤ فی اکائی حجم اندرونی توانائی یا اندرونی کثافتی توانائی ($u = \frac{U}{V}$) کے دو تہائی حصوں کے برابر ہوتا ہے۔

مساوات (9.6) کی مدد سے، دباؤ کو اوسط کثافتی توانائی بالفعل کے لحاظ سے لکھنے پر

$$P = \frac{1}{3}nm\overline{v^2} = \frac{1}{3}\rho\overline{v^2} \qquad (9.13)$$

جہاں $\rho = nm$ = کثافتی کمیت

(نوٹ، n عددی کثافت ہے)

مساوات 9.13 کے داہنے حصے کو 2 سے ضرب دے کر تقسیم کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$P = \frac{2}{3}\left(\frac{\rho}{2}\overline{v^2}\right) \qquad (9.14)$$

$$P = \frac{2}{3}\overline{KE}$$

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:47 PM

مساوات (9.14) سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ دباؤ، اوسط توانائی بالفعل فی اکائی حجم کے دو تہائی حصہ کے برابر ہے۔

9.2.4 گیسوں کے فعلی نظریئے سے چند بنیادی مؤاخذات

(Some elementary deductions for kinetic theory of gases)

Boyle کا کلیہ :

مساوات (9. 12) کے ذریعہ، ہم جانتے ہیں کہ $PV = \frac{2}{3}U$ مگر ایک مثالی گیس کی اندرونی توانائی، ہر سالمے کی اوسط توانائی بالفعل (∈)، N گنا برابر ہوتی ہے۔

$$U = N\in$$

ایک متعین تپش کے لئے، اوسط مستقیمی توانائی بالفعل (∈) مستقل ہی رہے گی۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ $PV = \frac{2}{3} N\in$

لہذا PV = مستقلہ

چنانچہ، ایک دی گئی گیس کا دباؤ اس کے حجم کے بلا راست تناسب میں ہوتا ہے، بشرطیکہ تپش مستقل ہی رہے۔

اسے Boyle کا کلیہ کہتے ہیں۔

چارلس کا کلیہ: (Charles law)

مساوات (9.12) کی مدد سے، ہم حاصل کرتے ہیں $PV = \frac{2}{3}U$ ایک متعین دباؤ کے لئے، گیس کا حجم، گیس کی اندرونی توانائی یا گیس کی اوسط توانائی بالفعل کے راست تناسب میں ہوتا ہے اور اوسط توانائی بالفعل، مطلق تپش کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ

V α T (یا) $\frac{V}{T}$ = مستقلہ ہے۔

یہی Charles' کا کلیہ ہے۔

اووگیڈرو کا کلیہ (Avogardo's law)

یہ کلیہ بیان کرتا ہے کہ مستقل تپش اور دباؤ پر تمام گیسوں کے مساوی حجمیں، مساوی تعداد کے سالمے لئے ہوئے ہوتے ہیں۔ گیسوں کے فعلی نظریے کے مطابق مساوی تپش اور دباؤ پر، دو مختلف گیسوں کے لئے مساوات (9.6) کی مدد سے

$$P = \frac{1}{3}\frac{N_1}{V} m_1 \overline{v_1^2} = \frac{1}{3}\frac{N_2}{V} m_2 \overline{v_2^2} \qquad (9.15)$$

جہاں $\overline{v_1^2}$ اور $\overline{v_2^2}$ دو گیسوں کے لئے اوسط مربع رفتار ہیں، اور N_1 اور N_2 دو مختلف گیسوں میں گیسی سالموں کی تعداد ہیں۔

مساوی تپش پر، دو گیسوں کے لئے، اوسط توانائی بالفعل فی سالمہ مساوی ہوتی ہے۔

$$\frac{1}{2} m_1 \overline{v_1^2} = \frac{1}{2} m_2 \overline{v_2^2} \qquad (9.16)$$

مساوات (9.15) کو (9.16) سے تقسیم کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔ $N_1 = N_2$

یہی اووگیڈرو کا کلیہ ہے۔ اسے کبھی اووگیڈرو کا مفروضہ یا اووگیڈرو کا اصول بھی کہا جاتا ہے۔

9.2.5 جذر معادل مربع رفتار (v_{rms})

(یا) RMS رفتار (Root Mean Square speed)

جذر معادل مربع رفتار (v_{rms}) کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ تمام سالموں کی رفتاروں کے مربع کی اوسط کا جذر المربع ہے۔

اسے $v_{rms} = \sqrt{\overline{v^2}}$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

مساوات (9.8) اس طرح لکھی جاسکتی ہے۔

$$\overline{v^2} = \frac{3kT}{m} \qquad \text{اوسط مربع رفتار} \qquad (9.17)$$

جذر اوسط مربع رفتار

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = 1.73\sqrt{\frac{kT}{m}} \qquad (9.18)$$

مساوات (9.18) کی مدد سے ہم مندرجۂ ذیل نتائج پر پہنچ سکتے ہیں۔

(i) rms رفتار تپش کے جذر المربع کے راست تناسب میں ہے اور سالمے کی کمیت کے جذر المربع کے بلا راست تناسب میں ہوتی ہے۔ ایک دی گئی تپش پر ہلکی کمیت والے سالمے اوسطاً وزنی کمیت والے سالموں کے مقابلے میں تیزی سے حرکت کرتے ہیں۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:47 PM

مثال: یکساں تپش پر، ہلکے سالمات جیسے ہائیڈروجن اور ہیلیم کی (v_{rms}) قیمت، وزنی سالمات جیسے آکسیجن اور نائٹروجن کی (v_{rms}) قیمت سے زیادہ ہوتی ہے۔

(ii) تپش کے بڑھانے پر سالموں کی r. m. s رفتار بھی بڑھے گی۔

ہم (v_{rms}) کو گیس کی مستقلہ R کے لحاظ سے بھی لکھ سکتے ہیں۔

مساوات (9.18) ذیل کے طریقے سے لکھی جاسکتی ہے۔

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3N_A kT}{N_A m}}$$ جہاں N_A اووگیڈرو عدد ہے۔

چونکہ $N_A k = R$ ہے اور $N_A m = M$ (مولار کمیت) ہے۔

جذر معادل مربع رفتار یا r.m.s رفتار

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \qquad (9.19)$$

مساوات (9.6) کو بھی rms رفتار کے لحاظ سے لکھا جاسکتا ہے۔

$$P = \frac{1}{3} nmv^2_{rms}$$ چونکہ $v^2_{rms} = \overline{v^2}$

نوٹ

جذر معادل مربع رفتار، اوسط رفتار کے برابر نہیں ہوتی۔ اوسط رفتار rms رفتار کے 0.92 گنا ہوتی ہے۔

فطرت میں v_{rms} کا اثر:

(1) چاند میں فضا نہیں ہے۔

کم قوت کشش کی وجہ سے، چاند کی سطح پر گیسوں کی فراری رفتار (Escape Velocity)، گیسوں کی جذر معادل مربع رفتاروں سے بہت ہی کم ہوتی ہے۔ اس کی وجہ سے تمام گیسیں چاند کی سطح سے فرار ہوجاتی ہیں۔

(2) زمینی فضاء میں ہائیڈروجن کی غیر موجودگی

چونکہ نائٹروجن کے بالمقابل ہائیڈروجن کی جذر معادل مربع رفتار بہت زیادہ ہے، وہ بآسانی زمینی فضا سے فرار ہوجاتی ہے۔

درحقیقت، اعلیٰ احتراق پذیر ہائیڈروجن کے بجائے غیر تعامل پذیر نائٹروجن کی موجودگی کئی مہلک حادثات سے زمین کی حفاظت کرتی ہے

مثال 9.2

ایک کمرے میں 3 : 1 نسبت میں آکسیجن اور ہائیڈروجن کے سالمے موجود ہیں۔ اس کمرے کی تپش 27°C ہے۔ O_2 کی مولار کمیت 32 گرام فی مول ہے جب کہ H_2 کی مولار کمیت 2 گرام فی مول ہے۔ گیسی مستقلہ R کی قیمت $8.32\ \text{J mol}^{-1}\ \text{K}^{-1}$ ہے۔

محسوب کیجئے:

(a) آکسیجن سالمہ اور ہائیڈروجن سالمے کی r m s رفتار

(b) فی آکسیجن سالمہ اور فی ہائیڈروجن سالمہ کی، اوسط توانائی بالفعل

(c) آکسیجن کے سالموں اور ہائیڈروجن کے سالموں کی اوسط توانائی بالفعل کی نسبت

حل:

(a) مطلق تپش

$$T = 27°C = 27 + 273 = 300\ \text{K}.$$

گیسی مستقلہ $R = 8.32\ \text{J mol}^{-1}\ \text{k}^{-1}$

آکسیجن کے سالمہ کے لئے: مولار کمیت

$$M = 32\ \text{g} = 32 \times 10^{-3}\ \text{kg mol}^{-1}$$

رفتار rms $v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3\times 8.32\times 300}{32\times 10^{-3}}}$

$$= 483.73\ m\ s^{-1} \approx 484\ m\ s^{-1}$$

ہائیڈروجن کے سالمہ کے لئے: مولار کمیت

$$M = 2 \times 10^{-3}\ \text{kg mol}^{-1}$$

رفتار rms $v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3\times 8.32\times 300}{2\times 10^{-3}}}$

$$= 1934\ m\,s^{-1} = 1.93\ k\,m\ \ s^{-1}$$

غور کیجئے کہ r m s رفتار $\sqrt{M}$ کے معکوس تناسب میں ہے اور آکسیجن کی مولار کمیت، ہائیڈروجن کی مولار کمیت سے 16 گنا زیادہ ہے۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ مساوی تپش پر، ہائیڈروجن کی rms رفتار آکسیجن کی rms رفتار سے 4 گنا زیادہ ہوتی ہے۔

$$\frac{1934}{484} \approx 4.$$

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:48 PM

(b) اوسط توانائی بالفعل فی سالمہ $\frac{3}{2}kT$ ہے۔ وہ صرف گیس کی مطلق تپش پر منحصر ہوتی ہے اور وہ سالموں کی فطرت پر غیر منحصر ہوتی ہے۔ چونکہ دونوں گیسی سالمے مساوی تپش پر ہوتے ہیں، ان کی اوسط توانائی بالفعل فی سالمہ بھی مساوی ہوتی ہے۔

k بولٹز مین (Boltzmaan) کا مستقلہ ہے۔

$$\frac{3}{2}kT = \frac{3}{2}\times 1.38\times 10^{-23}\times 300 = 6.21\times 10^{-21}\,J$$

(c) آکسیجن کے کل سالموں کی اوسط توانائی بالفعل $= \frac{3}{2}N_O kT$

جہاں N_o کمرے میں موجود آکسیجن کے سالموں کی تعداد ہے۔

ہائیڈروجن کے کل سالموں کی اوسط توانائی بالفعل $= \frac{3}{2}N_H kT$

جہاں N_H کمرے میں موجود ہائیڈروجن کے سالموں کی تعداد ہے۔

یہ بتایا گیا ہے کہ کمرے میں آکسیجن کے سالموں کی تعداد ہائیڈروجن کے سالموں سے 3 گنا زیادہ ہے۔ اس لئے ہائیڈروجن کے سالموں کی اوسط توانائی بالفعل کے ساتھ آکسیجن کے سالموں کی اوسط توانائی بالفعل کی نسبت 3:1 ہے۔

9.2.6 اوسط یا متوسط رفتار ($\bar{v}$)
(Mean (or) average Speed)

اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ سالموں کی تمام رفتاروں کی متوسط قیمت یا اوسط ہے۔

اگر v_1, v_2, v_3.....v_N سالموں کی انفرادی رفتاریں ہیں تو پھر

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 ..... + v_n}{N} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} \qquad (9.20)$$

یہاں m، مولار کمیت ہے، اور m سالمہ کی کمیت ہے۔

$$\bar{v} = 1.60\sqrt{\frac{kT}{m}} \qquad (9.21)$$

9.2.7. سب سے ممکنہ رفتار (V_{mp})
(Most Probable Speed)

اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ گیس کے اکثر سالموں سے حاصل کردہ توانائی ہے۔

$$v_{mp} = \sqrt{\frac{2RT}{M}} = \sqrt{\frac{2kT}{m}} \qquad (9.22)$$

$$v_{mp} = 1.41\sqrt{\frac{kT}{m}} \qquad (9.23)$$

مساوات (9.20) اور (9.22) کا مؤاخذہ اس کتاب کی وسعت سے باہر ہے۔

جذر معادل مربع رفتار، اوسط رفتار اور سب سے ممکنہ رفتار کا موازنہ
(Comparison of v_{rms^2}, and v_{mp})

رفتاروں میں v_{rms} سب سے زیادہ اور v_{mp} سب سے کم ہے۔

نسبت کے لحاظ سے $v_{rms} > \bar{v} > v_{mp}$

$$v_{rms} : \bar{v} : v_{mp} = \sqrt{3} : \sqrt{8/\pi} : \sqrt{2} = 1.732 : 1.6 : 1.414$$

مثال 9.3

دس ذرات 2, 3, 4, 5, 5, 6, 6, 7 اور 9 میٹر فی سکنڈ کی رفتار سے حرکت کر رہے ہیں۔ rms رفتار، اوسط رفتار اور سب سے ممکنہ رفتار دریافت کیجئے۔

حل:

اوسط رفتار

$$\bar{v} = \frac{2+3+4+5+5+5+6+6+7+9}{10} = 5.2\,m\,s^{-1}$$

rms رفتار کو معلوم کرنے کے لئے سب سے پہلے اوسط مربع رفتار معلوم کیجئے۔

$$\overline{v^2} = \frac{2^2+3^2+4^2+5^2+5^2+5^2+6^2+6^2+7^2+9^2}{10}$$

$$= 30.6\,m^2\,s^{-2}$$

$\overline{v^2}$ رفتار rms

$$v_{rms} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{30.6} = 5.53\,m\,s^{-1}$$

سب سے ممکنہ رفتار $5ms^{-1}$ ہے، کیونکہ تین ذرات میں یہ رفتار پائی جاتی ہے۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:48 PM

مثال 9.4

300K پر ہائیڈروجن سالموں کے 1 مول کی rms رفتار، اوسط رفتار اور سب سے ممکنہ رفتار معلوم کیجئے۔ الکٹران کی کمیت کو نظر انداز کیجئے۔

حل: ہائیڈروجن کے جوہر میں ایک پروٹان اور ایک الکٹران پایا جاتا ہے۔ پروٹان کی کمیت کے مقابلے میں الکٹران کی کمیت قابل نظر انداز ہوتی ہے۔

ایک پروٹان کی کمیت $= 1.67 \times 10^{-27} kg.$

ایک ہائیڈروجن کا سالمہ = ہائیڈروجن کے 2 جوہر

$= 2 \times 1.67 \times 10^{-27} kg.$

اوسط رفتار $\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} = 1.60\sqrt{\frac{kT}{m}} =$

$= 1.60\sqrt{\frac{(1.38\times10^{-23})\times(300)}{2(1.67\times10^{-27})}} = 1.78\times10^{3}\, m\,s^{-1}$

(Boltzmann کا مستقلہ $k = 1.38 \times 10^{-23}\, J\, K^{-1}$)

rms رفتار $v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = 1.73\sqrt{\frac{kT}{m}}$

$= 1.73\sqrt{\frac{(1.38\times10^{-23})\times(300)}{2(1.67\times10^{-27})}} = 1.93\times10^{3}\, m\,s^{-1}$

سب سے ممکنہ رفتار $v_{mp} = \sqrt{\frac{2kT}{m}} = 1.41\sqrt{\frac{kT}{m}}$

$= 1.41\sqrt{\frac{(1.38\times10^{-23})\times(300)}{2(1.67\times10^{-27})}} = 1.57\times10^{3}\, m\,s^{-1}$

نوٹ کیجئے کہ $v_{rms} > \bar{v} > v_{mp}$

9.2.8 Maxwell-Boltzmann رفتار کا تقسیمی تفاعل

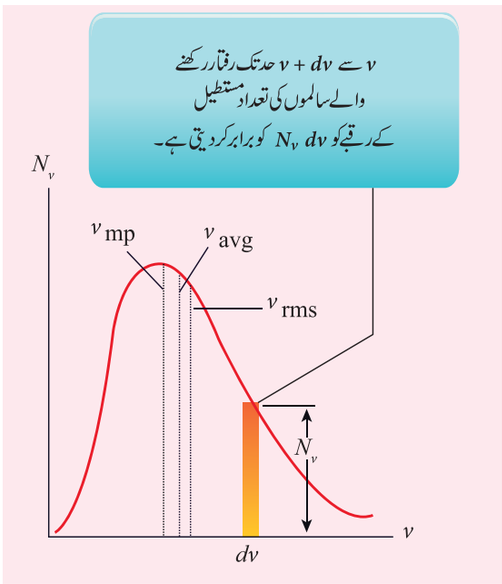
(Maxwell - Boltzmann speed distribution function)

ایک درس گاہ میں، ہوا کے سالمے بے ترتیب سمت میں حرکت کر رہے ہوتے ہیں۔ کلاں بینی پیمانے (macroscopic parameters) جیسے تپش اور دباؤ کے متعین ہونے کے باوجود سالمے کی رفتار یکساں نہیں ہوتی۔ ہر سالمہ ہر دوسرے سالمے سے ٹکراتا ہے اور وہ اپنی رفتار ادل بدل کر لیتے ہیں۔

اس سبق کے پچھلے حصے میں ہم نے ہر سالمے کی rms رفتار معلوم کی تھی اور ہر سالمے کی رفتار معلوم نہیں کی جو کہ ایک مشکل کام ہے۔ ایسی حالت میں ہم گیس کے ان سالموں کی تعداد معلوم کر سکتے ہیں، جو $5\ ms^{-1}$ سے $10\ ms^{-1}$ تک (یا) $10\ ms^{-1}$ سے $15\ ms^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کرتے ہیں۔ عام طور پر، ہماری توجہ v سے $v+dv$ رفتار والے حد کے گیس سالموں کی تعداد معلوم کرنے کی طرف رہنا چاہئے۔ اسے Maxwell کے رفتار کے تقسیمی عوامل کے ذریعہ پیش کیا جاتا ہے۔

$$N_v = 4\pi N\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} \qquad (9.24)$$

اوپر کی مساوات ترسیمی طور پر یوں ظاہر کی گئی ہے۔



خاکہ 9.3 میکسویل کی سالماتی رفتار کی تقسیم

خاکہ 9.3 کی مدد سے یہ صاف ظاہر ہے کہ ایک دی گئی تپش کے لئے کم رفتار رکھنے والے سالموں کی تعداد پیرابولک طور پر (v^2) بڑھتی جاتی ہے۔ سب سے زیادہ ممکنہ رفتار تک پہنچنے کے بعد قوت نما طور پر (exponentially)، ($e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$) گھٹتی جاتی ہے۔ خاکہ 9.3 میں rms رفتار، اوسط رفتار اور سب سے ممکنہ رفتار کی بھی نشاندہی کی گئی ہے۔ یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ ان تینوں میں rms رفتار کی قیمت سب سے زیادہ ہے۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:49 PM

$50\ ms^{-1}$ اور $60\ ms^{-1}$ کے درمیان کی رفتار کی حد میں موجود سالموں کی تعداد معلوم کرنے کے لئے ہمیں

$$\int_{50}^{60} 4\pi N\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv = N(50\ to\ 60\ ms^{-1})$$

کو احصائیت یا انٹگریٹ کرنا پڑے گا۔ عام طور پر v اور $v+dv$ رفتار کی حد کے اندر موجود سالموں کی تعداد اس طرح پیش کی جاتی ہے۔

$$\int_{v}^{v+dv} 4\pi N\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv = N(v\ to\ v+dv)\ .$$

اس کا صحیح ترین احصاء اس کتاب کی وسعت سے بعید ہے۔ مگر ہم ترسیم کی مدد سے گیسی سالموں کے برتاؤ کو معلوم کر سکتے ہیں۔

(i) ترسیم کا نچلا رقبہ، اس نظام میں موجود گیس کے سالموں کی کل تعداد فراہم کرے گا۔

(ii) خاکہ 9.4 دو مختلف تپشوں کے لئے رفتار کی تقسیمی ترسیم کو ظاہر کرتا ہے۔ تپش کے بڑھنے پر، منحنی کی چوٹی داہنی طرف ہٹ جاتی ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ ہر سالمے کی اوسط رفتار بڑھے گی، مگر ہر ترسیم کا نچلا رقبہ مساوی ہے اس لئے وہ گیس کے سالموں کی تعداد ظاہر کرتا ہے۔

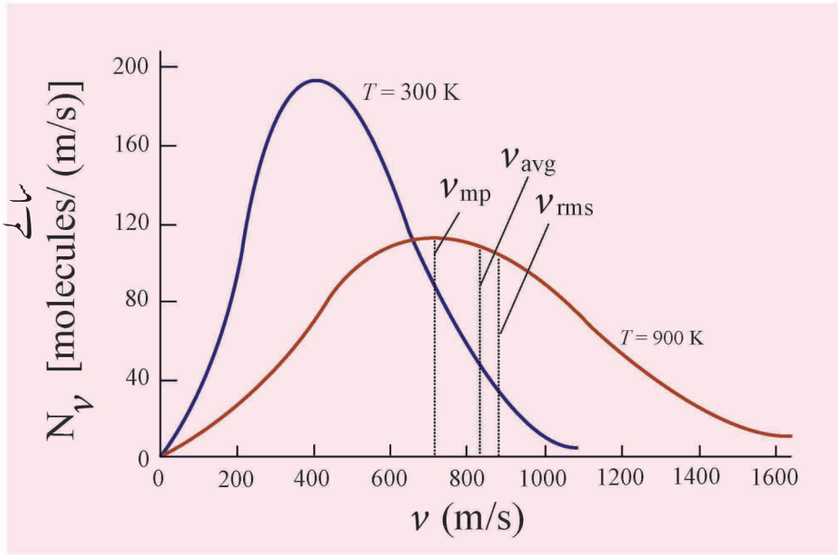
نوٹ

دلچسپ بات یہ ہے کہ جب ایک مرتبہ گیس کا دہ سالمہ توازنت اختیار کر لیتا ہے تو رفتاروں کی دی گئی حد میں سالموں کی تعداد متعین ہو جاتی ہے۔ مثال کے طور پر اگر ایک سالمہ شروع میں $12\ ms^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کرتا ہوا کسی اور سالمے سے ٹکرا کر $9\ ms^{-1}$ رفتار سے چلنے لگتا ہے تو دوسرا سالمہ جو شروع میں کچھ مختلف رفتار رکھتا تھا، کسی اور ٹکراؤ کی وجہ سے چلنے لگتا ہے۔ اس لئے عام طور پر جب گیس کے وہ سالمے توازنت اختیار کر لیتے ہیں تو v سے $v+dv$ کی حد تک رہنے والے سالموں کی تعداد ہمیشہ متعین ہو جاتی ہے۔

9.3 آزادی کے درجے
(Degrees of Freedom)

9.3.1 تعارف

خلاء میں موجود ایک حرحرکیاتی نظام کی حالت اور تشکیل (Configuration) کو وضاحت کرنے کے لئے درکار، آزاد محددات (Independent co-ordinates) کی کم از کم تعداد کو اس نظام کی *آزادی کا درجہ* کہتے ہیں۔



خاکہ 9.4۔ دو مختلف تپشوں کے میکسویل کی تقسیمی ترسیم

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:49 PM

مثال :

(1) x - محور کے تحت حرکت کرنے والے ایک آزاد ذرہ کی مکمل وضاحت کرنے کے لئے صرف ایک محدد کی ضرورت ہے۔اس لئے اس کی آزادی کا درجہ، ایک ہے۔

(2) اسی طرح سطحی طور پر حرکت کرنے والے ایک ذرہ کی آزادی کے دو درجے ہوتے ہیں۔

(3) خلاء میں حرکت کرنے والے ایک ذرہ میں آزادی کے تین درجے ہوتے ہیں۔

بالفرض، اگر ہمارے پاس ایک برتن میں گیسی سالموں کی N تعداد ہے تو پھر آزادی کے درجوں کی تعداد $f = 3\ N$ ہے۔

مگر، اگر اس نظام میں q تعداد کے روک (حرکت میں رکاوٹیں) ہوں تو پھر آزادی کے درجوں میں کمی ہونے لگتی ہے اور وہ $f = 3\ N - q$ کے برابر ہوتی ہے، جہاں N ذرات کی تعداد ہے۔

9.3.2 یک جوہری سالمہ (Monatomic molecule)

از روئے فطرت، ایک ایک جوہری سالمہ میں آزادی کے صرف تین مستقیمی درجے ہوتے ہیں۔

چنانچہ $f = 3$

مثال: ہیلیم، نیان، آرگان

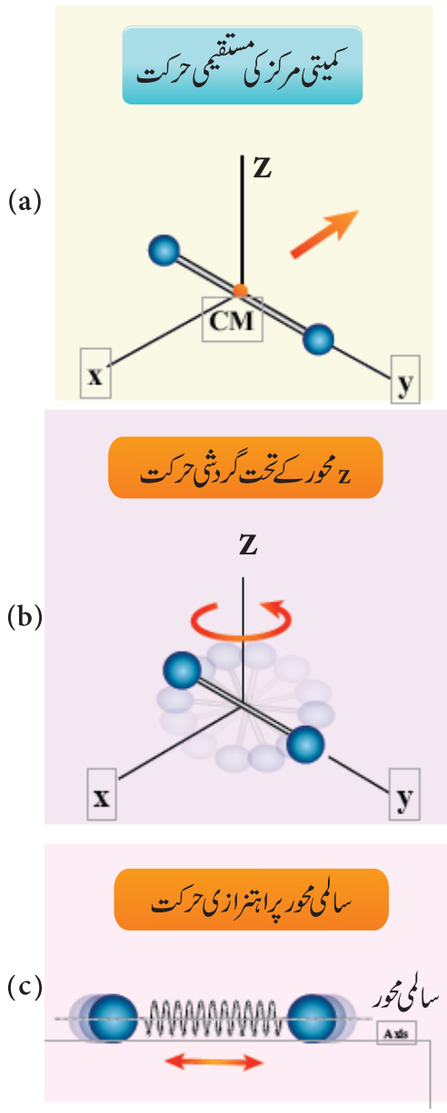
9.3.3 دو جوہری سالمہ (Diatomic molecule)

ان میں دو صورت حال ہیں۔

(1) عام تپش پر

ایک دو جوہری گیس کے ایک سالمے میں، ایک قوت کشش کے ذریعہ دو جوہر ایک دوسرے سے جڑے ہوتے ہیں۔ طبیعی طور پر اس سالمے کو ایک نظام کے طور پر مان لیا جاسکتا ہے، جس میں ایک بے وزن لچکدار کمانی کے سروں پر دو، نقطوی کمیتیں جڑی ہوئی ہوں۔

کمیتی مرکز دو جوہری سالمے کے مرکز میں ہوتا ہے۔اس لئے کمیتی مرکز کی حرکت کے لئے آزادی کے تین مستقیمی درجوں کی ضرورت پڑتی ہے (خاکہ 9.5a)۔ اس کے علاوہ وہ دو جوہری سالمہ تین آپسی عمودی محوروں کے تحت گردش کرسکتا ہے۔(خاکہ 9.5 b)



خاکہ 9.5 : دو جوہری سالمہ کے آزادی کے درجے

مگر اس کی اپنی گردشی محور کے تحت ہونے والی جمود کی حرکت نظر انداز کے قابل ہوتی ہے (خاکہ 9.5 میں y محور کے تحت) چنانچہ اس میں آزادی کے صرف دو گردشی درجے ہی ہوتے ہیں۔(ایک گردش z محور کے تحت اور دوسری گردش x محور کے تحت) چنانچہ اس میں آزادی کے کل پانچ درجے ہوتے ہیں۔

$$f = 5$$

2 - اعلیٰ تپش پر (At high temperature)

بہت ہی اعلیٰ تپش جیسے 5000 K پر دو جوہری سالموں میں اہتزازی حرکت کی وجہ سے

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:50 PM

آزادی کے مزید دو درجے بڑھ جاتے ہیں۔(ایک اہتزاز کی توانائی بالفعل کی وجہ سے اور دوسرا، توانائی بالقواہ کی وجہ سے)(خاکہ 9.5c) لہذا اس میں آزادی کے کل سات درجے ہوتے ہیں۔

$$f = 7$$

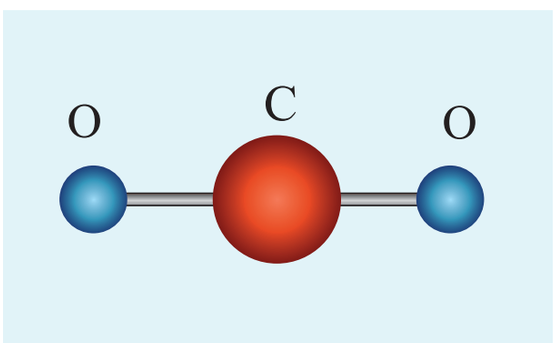
مثالیں : ہائیڈروجن، نائٹروجن، آکسیجن

9.3.4 سہ جوہری سالمے
(Tri atomic molecules)

یہاں بھی دو صورت حال ہیں۔

خطی سہ جوہری سالمہ (Linear triatomic molecule)

اس قسم میں، مرکزی جوہر کے دونوں جانب ایک ایک جوہر ہوتے ہیں، جیسا کہ خاکہ 9.6 میں بتایا گیا ہے۔



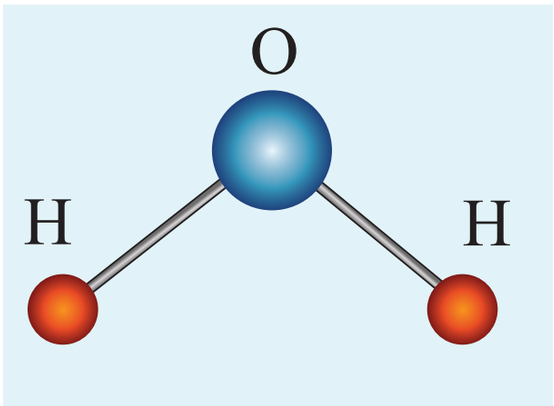
خاکہ 9.6 ایک خطی سہ جوہری سالمہ

خطی سہ جوہری سالمہ میں آزادی کے تین مستقیمی درجے ہوتے ہیں۔اس میں آزادی کے دو گردشی درجے کے ہوتے ہیں، کیونکہ وہ دو جوہری سالمہ ہی کی طرح ہوتے ہیں، سوائے اس کے کہ اس میں مرکز پر مزید ایک جوہر ہوتا ہے۔عام تپش پر، خطی سہ جوہری سالمہ میں آزادی کے پانچ درجے ہوتے ہیں۔اعلیٰ تپش پر اس میں آزادی کے مزید دو اہتزازی درجے ہوتے ہیں۔لہذا، ایک خطی سہ جوہری سالمہ میں آزادی کے سات درجے ہوتے ہیں۔

مثال : کاربن ڈائی آکسائیڈ

غیر خطی سہ جوہری سالمہ (Non Linear triatomic molecule)

اس صورت حال میں یہ تین جوہر یں ایک مثلث کے کناروں پر ہوتے ہیں، جیسا کہ خاکہ 9.7 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 9.7 ایک غیر خطی سہ جوہری سالمہ

اس میں آزادی کے تین مستقیمی درجے ہوتے ہیں اور آپسی زاویائی محوروں کے تحت آزادی کے تین گردشی درجے ہوتے ہیں۔ آزادی کے کل درجے $f = 6$ ہیں۔

مثال : پانی، سلفرڈائی آکسائیڈ

9.4 توانائی کی مساوی تقسیمی کا کلیہ
(Law of equipartition of energy)

ہم حصہ 9.2.1 میں یہ دیکھ چکے ہیں کہ x سمت میں حرکت کرنے والے ایک سالمے کی اوسط توانائی بالفعل $\frac{1}{2}m\overline{v_x^2} = \frac{1}{2}kT$ ہے۔

اسی طرح جب وہ حرکت y سمت میں ہوتی ہے $\frac{1}{2}m\overline{v_y^2} = \frac{1}{2}kT$

اور z سمت میں ہونے والی حرکت کے لئے $\frac{1}{2}m\overline{v_z^2} = \frac{1}{2}kT$

فعلی نظریئے کے مطابق، T تپش پر حرارتی توازنت میں سالموں کے نظام کی اوسط توانائی بالفعل آزادی کے تمام درجوں، حرکت کی x یا y یا z سمتوں میں مساوی طور پر بٹی ہوتی ہے۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:50 PM

اس طرح سے کہ آزادی کا ہر درجہ $\frac{1}{2}kT$ کی توانائی حاصل کرتا ہے۔
اسے توانائی کی مساوی تقسیمی کا کلیہ کہتے ہیں۔
ایک یک جوہری سالمہ کی اوسط توانائی بالفعل (f=3 کے ساتھ)

$$= 3\times\frac{1}{2}kT = \frac{3}{2}kT$$

ایک دو جوہری سالمہ کی اوسط توانائی بالفعل (f=5 کے ساتھ)

$$= 5\times\frac{1}{2}kT = \frac{5}{2}kT$$

ایک سہ جوہری سالمہ کی اوسط توانائی بالفعل (f=7 کے ساتھ)

$$= 7\times\frac{1}{2}kT = \frac{7}{2}kT$$

خطی سہ جوہری سالمہ کی اوسط توانائی بالفعل (f=7 کے ساتھ)

$$= 7\times\frac{1}{2}kT = \frac{7}{2}kT$$

غیر خطی سہ جوہری سالمہ کی اوسط توانائی بالفعل (f=3 کے ساتھ)

$$= 6\times\frac{1}{2}kT = 3kT$$

9.4.1 ایک گیس کی نوعی حرارت میں توانائی کے مساوی تقسیمی کے کلیے کا استعمال

(Application of law of equipartition energy in specific heat of a gas)

Meyer کی مساوات $C_p - C_v = R$ ایک مثالی گیس کے ایک مول کی دو، نوعی حرارتوں کو جوڑتی ہے۔

توانائی کی مساوی تقسیمی کا کلیہ، $C_p - C_v$ کی قیمت دریافت کرنے اور ان کی درمیانی نسبت، $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ معلوم کرنے میں استعمال ہوتا ہے۔ یہاں γ حرارت ناگذار قوت نما (adiabatic exponent) کہلاتا ہے۔

(i) یک جوہری سالمہ

ایک سالمہ کی اوسط توانائی بالفعل $= \left[\frac{3}{2}kT\right]$

گیس کے ایک مول کی کل توانائی $= \frac{3}{2}kT\times N_A = \frac{3}{2}RT$

ایک مول کے لئے، مستقل حجم پر مولار نوعی حرارت

$$C_V = \frac{dU}{dT} = \frac{d}{dT}\left[\frac{3}{2}RT\right]$$

$$C_V = \left[\frac{3}{2}R\right]$$

$$C_P = C_V + R = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R$$

نوعی حرارتوں کی نسبت

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3} = 1.67$$

(ii) دو جوہری سالمہ

کم تپش پر ایک، دو جوہری سالمہ کی اوسط توانائی بالفعل

گیس کے ایک مول کی کل توانائی $= \frac{5}{2}kT$

$$= \frac{5}{2}kT\times N_A = \frac{5}{2}RT$$

(یہاں کل توانائی خالص فعلی ہے)

ایک مول کے لئے، مستقل حجم پر نوعی حرارت،

$$C_V = \frac{dU}{dT} = \left[\frac{5}{2}RT\right] = \frac{5}{2}R$$

$$C_P = C_V + R = \frac{5}{2}R + R = \frac{7}{2}R$$ مگر

$$\therefore \gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{7}{2}R}{\frac{5}{2}R} = 7/5 = 1.40$$

اعلیٰ تپش پر ایک، دو جوہری سالمے کی توانائی $\frac{7}{2}RT$ کے برابر ہوتی ہے۔

$$C_V = \frac{dU}{dT} = \left[\frac{7}{2}RT\right] = \frac{7}{2}R$$

$$\therefore C_P = C_V + R = 7/2\,R + R$$

$$C_P = 9/2\,R$$

نوٹ کیجئے کہ دو، یک جوہری سالموں کے مقابلے میں دو جوہری سالموں کے لئے C_v اور C_p کی قیمتیں زیادہ ہوتی ہیں۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:50 PM

اس سے پتہ چلتا ہے کہ دو جوہری گیسی سالموں کی تپش میں 1°C اضافہ پیدا کرنے کے لئے اسے یک جوہری سالموں سے بھی زیادہ حرارتی توانائی درکار ہوتی ہے۔

$$\therefore \gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{9}{2}R}{\frac{7}{2}R} = \frac{9}{7} = 1.28$$

(iii) سہ جوہری سالمہ (Triatomic molecule)

(a) خطی سالمہ: (Linear molecule)

ایک مول کے لئے توانائی $= \frac{7}{2}kT \times N_A = \frac{7}{2}RT$

$$C_V = \frac{dU}{dT} = \frac{d}{dT}\left[\frac{7}{2}RT\right]$$

$$C_V = \frac{7}{2}R$$

$$C_P = C_V + R = \frac{7}{2}R + R = \frac{9R}{2}$$

$$\therefore \gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{9}{2}R}{\frac{7}{2}R} = \frac{9}{7} = 1.28$$

(b) غیر خطی سالمہ: (Non-linear molecule)

ایک مول کے لئے توانائی $= \frac{6}{2}kT \times N_A = \frac{6}{2}RT = 3RT$

$$C_V = \frac{dU}{dT} = 3R$$

$$C_P = C_V + R = 3R + R = 4R$$

$$\therefore \gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{4R}{3R} = \frac{4}{3} = 1.33$$

غور کیجئے کہ گیسوں کے فعلی نظریئے کے نمونے کے تحت، مستقل حجم اور مستقل دباؤ پر حرارتی نوعی گنجائش تپش پر غیر منحصر ہے، مگر حقیقت میں ایسا ہونا یقینی نہیں ہے۔ حرارتی نوعی گنجائش تپش کے ساتھ تبدیل ہوتی ہے۔

مثال 9.5

عام تپش (27°C) پر یک جوہری گیس کے μ_1 مول اور ایک دو جوہری گیس کے μ_2 مول کے آمیزے کے لئے حرارت ناگذار قوت نما (adiabatic exponent) معلوم کیجئے۔

حل یک جوہری گیس کے ایک مول کی نوعی حرارت

$$C_V = \frac{3}{2}R$$

μ_1 مول کے لئے $C_V = \frac{3}{2}\mu_1 R \quad C_P = \frac{5}{2}\mu_1 R$

دو جوہری گیس کے ایک مول کی نوعی حرارت

$$C_V = \frac{5}{2}R$$

μ_2 مول کے لئے $C_V = \frac{5}{2}\mu_2 R \quad C_P = \frac{7}{2}\mu_2 R$

مستقل حجم پر آمیزے کی نوعی حرارت

$$C_V = \frac{3}{2}\mu_1 R + \frac{5}{2}\mu_2 R$$

مستقل دباؤ پر آمیزے کی نوعی حرارت

$$C_P = \frac{5}{2}\mu_1 R + \frac{7}{2}\mu_2 R$$

حرارت ناگذار قوت نما $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{5\mu_1 + 7\mu_2}{3\mu_1 + 5\mu_2}$

9.5 اوسط آزاد راستہ (Mean Free Path)

عام طور پر گیسی سالموں کی اوسط رفتار، کمرے کی تپش (27°C) پر بھی کئی سو میٹر فی سکنڈ ہوتی ہے۔ ہمارے کمرے کے قریب ہوتے ہوئے بھی عطر کی بوتل کی خوشبو ہم تک تیزی سے نہیں پہنچتی۔ دیری کی وجہ یہ ہے کہ یہ سالمے ہم تک سیدھے راستے میں سفر نہیں کر سکتے۔ اس لئے کہ وہ اپنے قریبی ہوائی سالموں سے کئی مرتبہ ٹکراتے ہیں اور ایک ٹیڑھے میڑھے راستے میں حرکت کرتے ہیں۔ دو مسلسل ٹکراؤں کے درمیان، سالموں سے طے کیا جانے والا یہ اوسط راستہ اوسط آزاد راستہ (λ) کہلاتا ہے۔ توانائی بالفعل کی بنیاد پر ہم اوسط آزاد راستہ محسوب کر سکتے ہیں۔

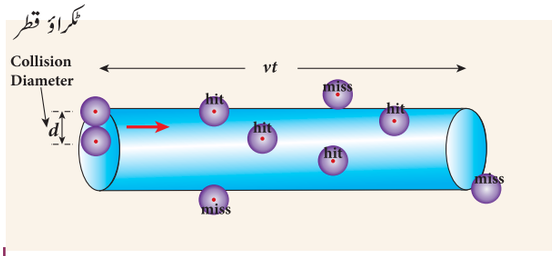
اوسط آزاد راستہ کے لئے مساوات:

فعلی نظریئے کے مفروضوں کے ذریعہ ہم جانتے ہیں کہ ایک گیس کے سالمے بے ترتیب حرکت میں رہتے ہیں اور وہ آپس میں ٹکراتے ہیں۔ دو مسلسل ٹکراؤں کے درمیان، ایک سالمہ مساوی سمتی رفتار کے ساتھ ایک سیدھے راستے کے تحت حرکت کرتا ہے۔ یہ راستہ اوسط آزاد راستہ کہلاتا ہے۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:51 PM

d قطر رکھنے والے سالموں کے ایک نظام کا تصور کیجئے۔فرض کیجئے کہ فی اکائی حجم سالموں کی تعداد n ہے۔

تصور کر لیجئے کہ صرف ایک سالمہ ہی حرکت میں ہے اور بقیہ سالمے ساکن حالت میں ہیں جیسا کہ خاکہ 9.8 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 9.8 اوسط آزاد راستہ

اگر ایک سالمہ ایک وقت t پر، v اوسط رفتار کے ساتھ حرکت کرتا ہے تو طے کردہ فاصلہ vt ہے۔اس وقت t میں قیاس کر لیجئے کہ وہ سالمی $\pi d^2 vt$ حجم والے ایک فرضی استوانے میں حرکت کرتا ہے۔یہ سالمہ دیگر کسی بھی سالمہ سے ٹکراتا ہے، جس کا مرکز اس استوانے کے اندر ہوتا ہے۔ چنانچہ ٹکراؤوں کی تعداد اس تصوراتی استوانے کے حجم میں موجود سالموں کی تعداد کے برابر ہوگی۔اس کی قیمت $\pi d^2 vtn$ کے برابر ہے۔ t وقت میں ٹکراؤوں کی تعداد سے تقسیم کئے گئے کل راستے کی لمبائی، اوسط آزاد راستہ ہے۔

$$\text{اوسط آزاد راستہ } \lambda = \frac{\text{طے کردہ فاصلہ}}{\text{ٹکراؤوں کی تعداد}}$$

$$\lambda = \frac{vt}{n\pi d^2 vt} = \frac{1}{n\pi d^2} \qquad (9.25)$$

حالانکہ ہم یہ تصور کر لئے تھے کہ ایک وقت میں ایک ہی سالمہ حرکت کر رہا ہے اور دیگر سالمے ساکن ہیں مگر، حقیقی معاملات میں تمام سالمے بے ترتیب حرکت کر رہے ہوتے ہیں۔اس لئے دیگر سالموں کے لحاظ سے ایک سالمے کی اوسط نسبتی رفتار کا بھی لحاظ کرنا پڑے گا۔ چند تفصیلی محاسبوں کے بعد (شاید آپ اعلیٰ کلاسوں میں پڑھیں گے) اوسط آزاد راستے کی صحیح مساوات یہ ہے۔

$$\therefore \lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi d^2} \qquad (9.26)$$

مساوات 9.26 یہ بتاتی ہے کہ متوسط آزاد راستہ کثافتی عدد کے بلا راست تناسب میں ہوتا ہے۔جب کثافتی عدد بڑھتا ہے تو سالماتی ٹکراؤ بڑھتے ہیں، لہذا یہ عمل سالموں کے ٹکراؤوں کے درمیانی فاصلے کو گھٹا دیتا ہے۔

صورت حال 1 :

سالمے کی کمیت 'm' کی مدد سے مساوات (9.26) کو از سر نو ترتیب دینے پر

$$\therefore \lambda = \frac{m}{\sqrt{2}\pi d^2 mn}$$

مگر mn کمیت فی اکائی حجم = ρ (گیس کی کثافت)

$$\therefore \lambda = \frac{m}{\sqrt{2}\,\pi d^2 \rho} \qquad (9.27)$$

اس کے علاوہ ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ $PV = NkT$

$$P = \frac{N}{V}kT = nkT$$
$$\therefore n = \frac{P}{kT}$$

$n = \frac{P}{kT}$ کو مساوات (9.26) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\lambda = \frac{kT}{\sqrt{2}\pi d^2 P} \qquad (9.28)$$

مساوات (9.28) مندرجۂ ذیل نکات سے آشنا کرتی ہے۔

1۔ تپش کے بڑھنے سے اوسط آزاد راستہ بڑھتا ہے۔جیسے جیسے تپش بڑھتی ہے، ہر سالمے کی اوسط رفتار بڑھنے لگتی ہے۔یہی وجہ ہے کہ گرم، خوشبودار غذاؤں کی مہک، ٹھنڈے غذاؤں کی مہک سے کئی میٹر دور تک پہنچ پاتی ہے۔

2۔ گیس کے دباؤ اور گیسی سالموں کے قطر کے کم ہونے پر اوسط آزاد راستہ بڑھ جاتا ہے۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:51 PM

مثال 9.6

آکسیجن کا ایک سالمہ 300K اور 1atm پر ہوا میں سفر کر رہا ہے اور اس سالمے کا قطر $1.2\times10^{-10}\ m$ ہے۔ آکسیجن کے سالمے کا اوسط آزاد راستہ معلوم کیجئے۔

حل:

مساوات (9.26) کی مدد سے $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\pi n d^2}$

مثالی گیس کے کلیے کی مدد سے ہمیں کثافتی عدد n معلوم کرنا پڑے گا۔

$$n = \frac{N}{V} = \frac{P}{kT} = \frac{101.3\times10^{3}}{1.381\times10^{-23}\times300}$$

$$=2.449\times 10^{25}\ molecues/m^3$$

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\times\pi\times2.449\times10^{25}\times(1.2\times10^{-10})^2}$$

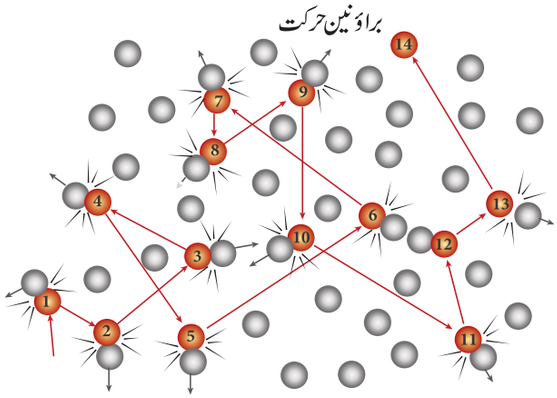
$$= \frac{1}{15.65\times10^{5}}$$

$$\lambda = 0.63\times10^{-6}m$$

9.6 براؤنین حرکت: (Brownian Motion)

1827 میں، رابرٹ براؤن، ایک ماہر نباتیات نے یہ خبر دی کہ ایک مائع میں معلق زرگل کے دانے ایک جگہ سے دوسری جگہ بے ترتیب حرکت کرتے رہتے ہیں۔ ایک مائع میں معلق زرگل کی بے ترتیب (ٹیڑھی میڑھی) حرکت براؤنین حرکت کہلاتی ہے۔ درحقیقت پانی میں موجود غبار کے ذرات کا بے ترتیب سمتوں میں حرکت کرتے ہوئے ہم مشاہدہ کر سکتے ہیں۔ یہ دریافت سائنس دانوں کو ایک لمبے عرصے تک حیرت میں ڈال رکھی تھی۔ زرگل دیا، غبار کے ذرات کی بے ترتیب حرکت پر بہت ساری وضاحتیں پیش کی گئیں مگر کوئی بھی وضاحت کارآمد نہیں ہوئی۔ ایک منظّم تحقیق کے بعد Wiener اور Gouy نے بتایا کہ براؤنین حرکت، اطراف کے سیال کے سالموں سے متعلق ذرات کی بمباری کی وجہ سے ہوتی ہے۔ مگر 19 ویں صدی کے دوران لوگوں نے یہ تجویز قبول نہیں کہ کہ ہر مادہ چھوٹے جوہروں یا سالموں سے بنا ہوا ہے۔ 1905 میں ائن سٹائن نے فعلی نظریئے کی بنیاد پر براؤنین حرکت کا ایک منظّم نظریہ پیش کیا اور انہوں نے سالموں کی اوسط جسامت اخذ کی۔

فعلی نظریئے کے مطابق، ایک مائع یا گیس میں معلق کسی بھی ذرہ پر تمام سمتوں سے لگاتار بمباری ہوتی ہے یہاں تک کہ اوسط آزاد راستہ تقریباً نظر انداز کے قابل ہو جاتا ہے۔ یہی عمل ذرات کو ایک بے ترتیب اور ٹیڑھی میڑھی حرکت کرنے پر آمادہ کرتا ہے، جیسا کہ خاکہ 9.9 میں بتایا گیا ہے۔ مگر جب ہم پانی میں اپنا ہاتھ ڈالتے ہیں تو ہاتھ پر ٹیڑھی میڑھی حرکت پیدا نہیں ہوتی کیونکہ ہمارے ہاتھ کی کمیت اتنی زیادہ ہوتی ہے کہ سالماتی ٹکراؤوں سے منتقل ہونے والی معیار حرکت ہمارے ہاتھ کو ہٹانے کے لئے ناکافی ہوتی ہے۔



خاکہ 9.9۔ ذرات براؤنین حرکت کرتے ہوئے۔

براؤنین حرکت کو متاثر کرنے والے عوامل
(Factors affecting Brownian Motion)

1۔ تپش کے بڑھنے سے براؤنین حرکت میں اضافہ ہوتا ہے۔

2۔ مائع یا گیس کے بڑے جسامت والے ذرات، اعلیٰ لزوجیت اور کثافت کے ساتھ براؤنین حرکت گھٹنے لگتی ہے۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:52 PM

نوٹ

1908 میں Jean Perrin کے ذریعہ براؤنین حرکت پرائن سٹائن کی گئی نظریاتی وضاحت پر تجرباتی تصدیق کی گئی۔ براؤنین حرکت پرائن سٹائن کی گئی وضاحت اور Perrin کا تجربہ طبیعیات میں بڑی اہمیت کے حامل ہیں، کیونکہ اس سے جوہروں اور سالموں کا حقیقی ثبوت براہ راست ملا۔

خلاصہ

☆ فعلی نظریہ کلاں بینی پیمانے جیسے تپش، دباؤ وغیرہ کے خوردبینی مبدا کی وضاحت کرتا ہے۔

☆ گیس کے برتن کی دیواروں پر برآمد ہونے والا دباؤ، گیس کے سالموں کے ذریعہ دیواروں پر پہنچائی جانے والی معیار حرکت کی وجہ سے ہوتا ہے۔

☆ دباؤ $P=\frac{1}{3}nm\overline{v^2}$ ہے۔ وہ دباؤ کثافتی عدد، سالمہ کی کمیت اور اوسط مربع رفتار کے راست تناسب میں ہوتا ہے۔

☆ گیس کے فی سالمہ، اوسط مستقیمی توانائی بالفعل کی پیمائش ہی اس گیس کی تپش ہے۔ اوسط توانائی بالفعل فی سالمہ گیس کی مطلق تپش کے راست تناسب میں ہوتی ہے اور سالموں کے فطرت پر منحصر نہیں ہوتی ہے۔

☆ دباؤ، فی اکائی حجم اندرونی توانائی کے دو تہائی حصہ کے برابر بھی ہوتا ہے۔

☆ گیسی سالموں کی rms رفتار $v_{rms}=\sqrt{\frac{3kT}{m}}=1.73\sqrt{\frac{kT}{m}}$

☆ گیسی سالموں کی اوسط رفتار $\bar{v}=\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}=1.60\sqrt{\frac{kT}{m}}$

☆ گیسی سالموں کی سب سے ممکنہ رفتار $v_{mp}=\sqrt{\frac{2kT}{m}}=1.41\sqrt{\frac{kT}{m}}$

☆ رفتاروں میں v_{rms} سب سے زیادہ اور v_{mp} سب سے کم ہوتی ہے۔

$$v_{rms}>\bar{v}>v_{mp}$$

☆ v سے $v+dv$ رفتار کی حد میں موجود گیسی سالموں کی تعداد Maxwell Boltzmann کی تقسیمی کے ذریعہ پیش کی جاتی ہے

$$N_v dv=4\pi N\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}}v^2e^{-\frac{mv^2}{2kT}}dv$$

☆ خلا میں ایک حرحرکیاتی نظام کے مقام اور تشکیل کی وضاحت کرنے کے لئے درکار آزاد محددات کی کم از کم تعداد، اس نظام کی آزادی کا درجہ کہلاتی ہے۔

☆ اگر گیس کے ایک نمونے میں N سالمے ہوں، تو پھر آزادی کے کل درجے $f=3\,N$ ہوں گے۔ اگر وہاں q تعداد کی رکاوٹیں موجود ہیں تو پھر آزادی کے کل درجے $f=3\,N-q$ ہوں گے۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:52 PM

☆ ایک یک جوہری سالمے کے لئے، $f = 3$ ہے۔

☆ ایک دوجوہری سالمے کے لئے،(عام تپش پر) $f = 5$ ہے۔

☆ ایک دوجوہری سالمے کے لئے، (اعلیٰ تپش پر) $f = 7$ ہے۔

☆ ایک سہ جوہری سالمے کے لئے،(خطی تقسیم) $f = 7$ ہے۔

☆ ایک سہ جوہری سالمے کے لئے،(غیر خطی تقسیم) $f = 6$ ہے۔

☆ گیس کے نمونے کی اوسط توانائی بالفعل آزادی کے تمام درجوں میں مساوی طور پر تقسیم پائی ہوئی ہوتی ہے۔اسے توانائی کی مساوی تقسیمی کا کلیہ کہتے ہیں۔آزادی کا ہر درجہ $\frac{1}{2}kT$ توانائی حاصل کرے گا۔

$$\left[\gamma = \frac{C_p}{C_v}\right]$$

☆ مستقل دباؤ اور مستقل حجم پر ایک گیس کی مولار نوعی حرارت کی نسبت یہ ہے

یک جوہری سالمہ کے لئے : 1.67

دوجوہری سالمہ کے لئے (عام تپش) : 1.40

دوجوہری سالمہ کے لئے (اعلیٰ تپش) : 1.28

سہ جوہری سالمہ کے لئے (خطی قسم) : 1.28

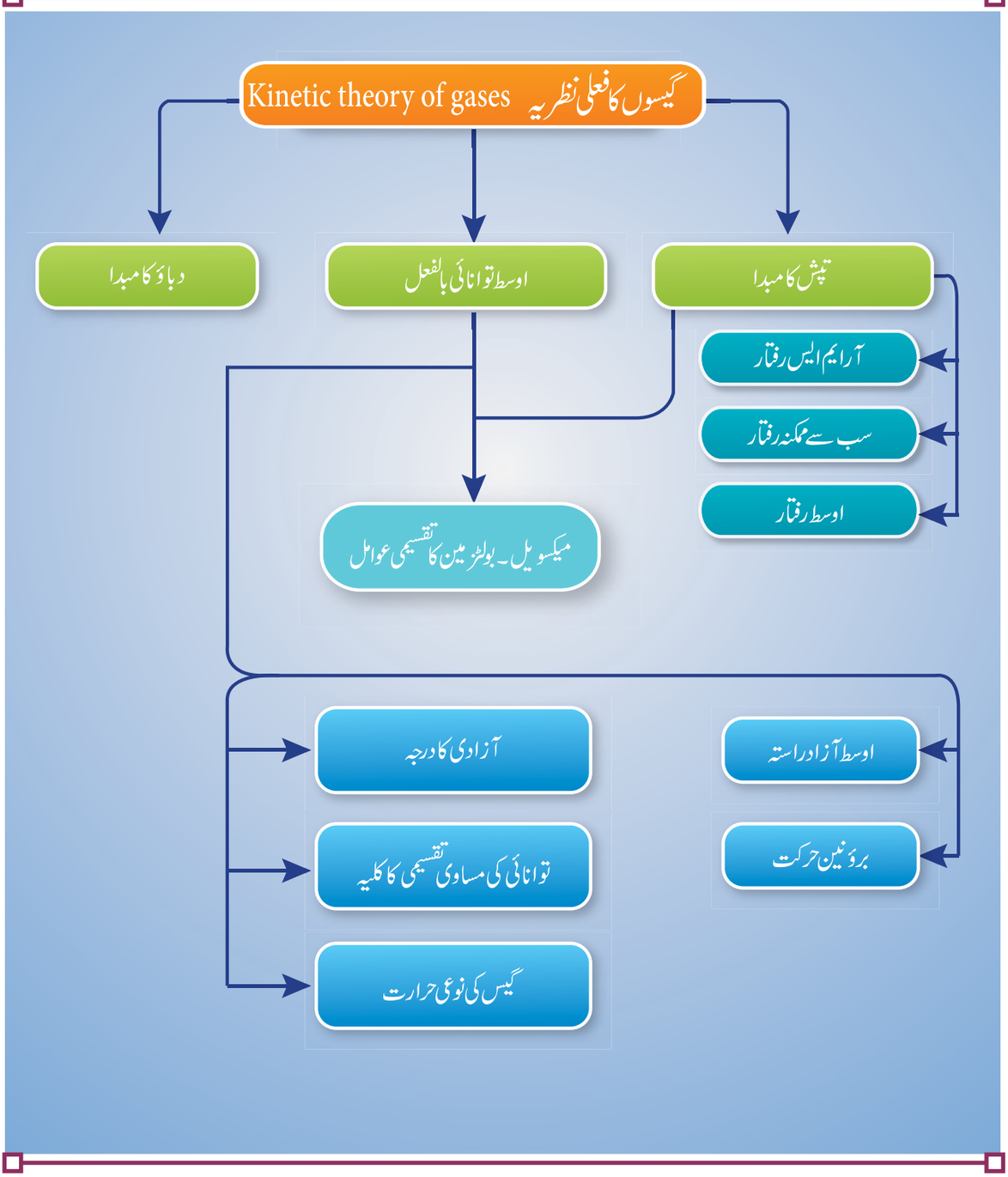
سہ جوہری سالمہ کے لئے (غیر خطی قسم) : 1.33

☆ اوسط آزاد راستہ $\lambda = \frac{kT}{\sqrt{2}\pi d^2 P}$ ہے۔اوسط آزاد راستہ، تپش کے براہ راست تناسب میں ہوتا ہے اور سالمے کی جسامت اور سالموں کے دباؤ کے بلا راست تناسب میں ہوتا ہے۔

☆ البرٹ ائن سٹائن کے ذریعہ برونین حرکت کی کی گئی وضاحت فعلی نظریے پر مبنی ہے۔ یہ وضاحت جوہروں اور سالموں کی حقیقت کو ثابت کرتی ہے۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:52 PM

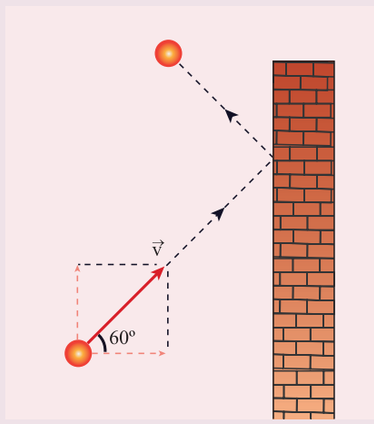
CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ



11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:53 PM

I۔ کثیر انتخابی سوالات:

1۔ کمیت m والا ایک ذرہ u رفتار کے ساتھ ایک سمت میں حرکت رہا ہے جو x - محور کے لحاظ سے 60° کا زاویہ بناتا ہے۔ فوہ دیوار کے ساتھ لچکدار ٹکراؤ سے دوچار ہوتا ہے۔ x اور y سمت میں معیار حرکت کی کیا تبدیلی ہوگی۔



(a) $\Delta p_x = -mu, \Delta p_y = 0$
(b) $\Delta p_x = -2mu, \Delta p_y = 0$
(c) $\Delta p_x = 0, \Delta p_y = mu$
(d) $\Delta p_x = mu, \Delta p_y = 0$

2۔ مثالی گیس کا ایک نمونہ توازنیت پر ہے۔ مندرجۂ ذیل میں سے کون سی مقدار صفر ہوگی۔

(a) rms رفتار (b) اوسط رفتار
(c) اوسط سمتی رفتار (d) سب سے ممکنہ رفتار

3۔ ایک مثالی گیس کو مستقل دباؤ پر برقرار رکھا گیا ہے۔ اگر اس مثالی گیس کی تپش 100k سے 10,000k تک بڑھتی ہے تو پھر گیسی سالموں کی rms رفتار

(a) پانچ گنا بڑھتی ہے۔
(b) دس گنا بڑھتی ہے۔
(c) یوں ہی برقرار رہتی ہے۔
(d) سات گنا بڑھتی ہے۔

4۔ دو ہم جسامت کمروں A اور B کو ایک کھلے دروازے سے جوڑا گیا ہے۔ اگر کمرہ A کو اس طرح air conditioned یعنی ٹھنڈا کر دیا جائے کہ اس کی تپش کمرہ B سے 4°C کم ہو تو کس کمرے میں ہوا زیادہ ہوگی؟

(a) کمرہ A
(b) کمرہ B
(c) دونوں کمروں میں مساوی ہوا ہوگی
(d) کچھ نہیں کہا جا سکتا

5۔ گیسی سالموں کی اوسط مستقیمی توانائی بالفعل ان پر منحصر ہوتی ہے

(a) مول کی تعداد اور T پر
(b) صرف T پر
(c) P اور T پر
(d) صرف P پر

6۔ اگر ایک مثالی گیس کی اندرونی توانائی U اور حجم V کو دگنا کر دیا جائے تو دباؤ

(a) دگنا ہو جاتا ہے
(b) برقرار رہتا ہے
(c) نصف ہو جاتا ہے
(d) چوگنا ہو جاتا ہے

7۔ ہیلیم کے 8 گرام اور آکسیجن کے 16 گرام رکھنے والے ایک گیسی آمیزہ کے لئے $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ کی نسبت یہ ہوگی۔

(Physics Olympiad -2005)

(a) 23/15
(b) 15/23
(c) 27/17
(d) 17/27

8۔ ایک برتن میں ایک مول کی مقدار کی یک جوہری مثالی گیس موجود ہے۔ ہر سالمے میں آزادی کے f درجے ہیں۔ $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ کی نسبت کیا ہے۔

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:53 PM

(a) f (b) $\frac{f}{2}$

(c) $\frac{f}{f+2}$ (d) $\frac{f+2}{f}$

9۔ اگر ایک گیس کی تپش اور دباؤ کو دگنا کر دیا جائے تو گیسی سالموں کا اوسط آزاد راستہ

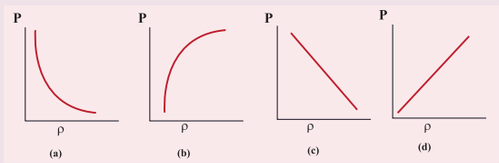
(a) یوں ہی برقرار رہے گا

(b) دگنا ہو جائے گا

(c) تین گنا ہو جائے گا

(d) چوگنا ہو جائے گا

10۔ مندرجۂ ذیل میں سے کون سی ترسیم، مستقل تپش پر ایک مثالی گیس کے دباؤ اور کثافت کے درمیان صحیح تعلق پیش کرتی ہے؟



11۔ گیس کے ایک نمونے میں، یک جوہری سالموں کے μ_1 مول، دو جوہری سالموں کے μ_2 مول اور خطی سہ جوہری سالموں کے μ_3 مول موجود ہیں۔ وہ گیس اعلیٰ تپش پر رکھی گئی ہے۔ آزادی کے درجوں کی کل تعداد کیا ہے؟

(a) $[3\mu_1 + 7(\mu_2 + \mu_3)]\, N_A$

(b) $[3\mu_1 + 7\,\mu_2 + 6\mu_3]\, N_A$

(c) $[7\mu_1 + 3(\mu_2 + \mu_3)]\, N_A$

(d) $[3\mu_1 + 6(\mu_2 + \mu_3)]\, N_A$

12۔ اگر Sp اور Sv، مستقل دباؤ اور مستقل حجم پر فی اکائی کمیت، نائٹروجن گیس کی بالترتیب نوعی حرارتیں ظاہر کرتی ہیں تو پھر

(JEE 2007)

(a) $s_P - s_V = 28R$ (b) $s_P - s_V = R/28$

(c) $s_P - s_V = R/14$ (d) $s_P - s_V = R$

13۔ مندرجۂ ذیل گیسوں میں سے، ایک دی گئی تپش پر کس گیس میں rms رفتار کم ہوگی؟

(a) ہائیڈروجن (b) نائٹروجن

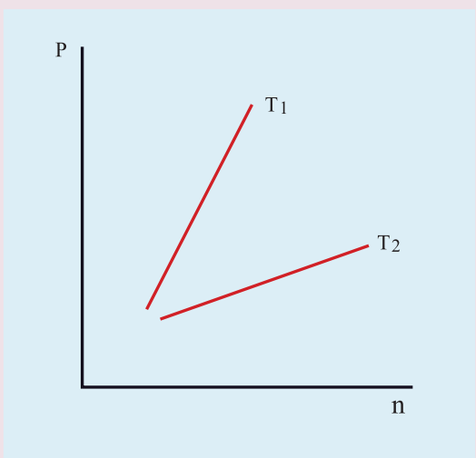
(c) آکسیجن (d) کاربن ڈائی آکسائیڈ

14۔ ایک متعین تپش پر، ایک دیے گئے گیسی سالمے کے لئے، میکسویل-بولٹزمین تقسیمی منحنی کا نچلا رقبہ اس کے برابر ہوتا ہے۔

(a) $\frac{PV}{kT}$ (b) $\frac{kT}{PV}$

(c) $\frac{P}{NkT}$ (d) PV

15۔ مندرجۂ ذیل ترسیم، دو مختلف تپشیں T_1 اور T_2 پر مثالی گیس کے لئے دباؤ بالمقابل کثافت کی نمائندگی کرتی ہے۔ ترسیم یہ بتاتی ہے۔



(a) $T_1 = T_2$

(b) $T_1 > T_2$

(c) $T_1 < T_2$

d) کچھ نہیں کہا جا سکتا

جوابات :

1) a	2) c	3) b	4) a
5) a	6) b	7) c	8) d
9) a	10) d	11) a	12) b
13) d	14) a	15) b	

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:53 PM

II۔ مختصر جواب دیجئے:

1۔ دباؤ کا خوردبینی مبدا کیا ہے؟

2۔ تپش کا خوردبینی مبدا کیا ہے؟

3۔ چاند میں فضا کیوں نہیں ہے؟

4۔ ایک گیسی سالمے کی rms رفتار، اوسط رفتار اور سب سے ممکنہ رفتار کے لئے مساوات لکھئے۔

5۔ دباؤ اور اوسط توانائی بالفعل کے درمیان کیا تعلق ہے؟

6۔ اصطلاح ''آزادی کے درجے'' (Degrees of freedom) کی تعریف کیجئے۔

7۔ توانائی کی مساوی تقسیمی کا کلیہ بیان کیجئے۔

8۔ اوسط آزاد راستہ (Mean free path) کی تعریف کیجئے اور اس کی مساوات تحریر کیجئے۔

9۔ توانائی بالفعل کی بنیاد پر چارلس کا کلیہ اخذ کیجئے۔

10۔ توانائی بالفعل کی بنیاد پر Boyle کا کلیہ اخذ کیجئے۔

11۔ توانائی بالفعل کی بنیاد پر اووگیڈرو کا کلیہ اخذ کیجئے۔

12۔ اوسط آزاد راستہ کو متاثر کرنے والے عوامل کی فہرست تحریر کیجئے۔

13۔ براؤنین حرکت کی کیا وجہ ہے؟

III۔ تفصیلی جوابات دیجئے۔

1۔ گیسوں کے فعلی نظریے کے مفروضے تحریر کیجئے۔

2۔ برتن کی دیواروں پر گیس کے ذریعہ برآمد ہونے والے دباؤ کی مساوات اخذ کیجئے۔

3۔ تفصیل کے ساتھ تپش کی فعلی توضیع کی وضاحت کیجئے۔

4۔ یک جوہری سالمہ، دو جوہری سالمہ اور سہ جوہری سالمہ کے لئے آزادی کے کل درجوں کی وضاحت کیجئے۔

5۔ یک جوہری سالمہ، دو جوہری سالمہ اور سہ جوہری سالمہ کی دو، حرارتی نوعی گنجائشوں کی نسبت اخذ کیجئے۔

6۔ میکسویل-بولٹزمین کے تقسیمی عوامل کی تفصیل سے وضاحت کیجئے۔

7۔ گیس کے اوسط آزاد راستے کے لئے مساوات اخذ کیجئے۔

8۔ براؤنین حرکت کی وضاحت کیجئے۔

IV۔ حسابی مسئلے:

1۔ تازہ ہوا نائٹروجن N_2 (78%) اور آکسیجن O_2 (21%) پر مشتمل ہے۔ 20°C پر O_2 اور N_2 کی rms رفتار معلوم کیجئے۔

جواب : N_2 کے لئے $v_{rms} = 511\ m\ s^{-1}$

O_2 کے لئے $v_{rms} = 478\ m\ s^{-1}$

2۔ اگر مشتری کی فضا میں میتھین گیس کی rms رفتار 471.8 میٹر فی سکنڈ ہے۔ بتائیے کہ مشتری کی سطحی تپش زیر صفر ہے۔

جواب: −130°C

3۔ وہ تپش معلوم کیجئے جس پر ایک گیس کی rms رفتار، S.T.P (معیاری تپش T1=273 K) پر اپنی قیمت تگنا کر دیتی ہو۔

جواب : (T2 = 2457 K)

4۔ 80°C تپش اور $5\times10^{-10}\ Nm^{-2}$ دباؤ پر ایک گیس ہے۔ فی مکعب میٹر سالموں کی تعداد کیا ہوگی، اگر بولٹزمین کا مستقلہ $1.38\times10^{-23}\ J\ K^{-1}$ ہو۔

جواب: 1.02×10^{11}

5۔ فی سکنڈ اگر 10^{20} آکسیجن کے سالمے $2\times10^3\ ms^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کرتے ہوئے دیوار کی عمود کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتے ہوئے دیوار کے $4\ cm^2$ رقبہ پر ٹکراتے ہوں تو دیوار پر برآمد ہونے والا دباؤ معلوم کیجئے۔

(آکسیجن کے ایک جوہر کی کمیت = $2.67\times10^{-26}\ kg$)

جواب : $46.2\ Nm^{-2}$

6۔ ایک حرارت ناگذر مرحلے کے دوران یہ دیکھا گیا کہ یک جوہری اور دو جوہری گیسوں کا ایک آمیزے کا دباؤ، ان کی تپش کے مکعب کے تناسب میں ہے۔ $\gamma = (C_p/C_V)$ کی قیمت معلوم کیجئے۔

جواب: 3/2

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:54 PM

7۔ STP پر ہوائی سالموں کا اوسط آزاد راستہ محسوب کیجئے۔
N_2 اور O_2 کا قطر تقریباً 3×10^{-10} m ہے۔

جواب : $\lambda = 9.3 \times 10^{-8}$ m

8۔ T تپش پر آکسیجن کے دو مول اور آرگان کے 4 مول کے ایک آمیزے سے ایک گیس بنی ہے۔ RT کے لحاظ سے اس گیس کی توانائی کا محاسبہ کیجئے۔ اہتزازی قسموں کو نظر انداز کر دیجئے۔

جواب : 11 RT

9۔ 27 °C کی ایک تپش پر 25 m^3 گنجائش والے ایک کمرے میں موجود ہوا کے سالموں کی کل تعداد کا اندازہ لگائیے۔

جواب: 6.1×10^{26} سالمے

حوالہ جات

1. Serway and Jewett, Physics for scientist and Engineers with modern physics, Brook/Coole publishers, Eighth edition
2. Paul Tipler and Gene Mosca, Physics for scientist and engineers with modern physics, Sixth edition, W.H.Freeman and Company
3. H.C.Verma, Concepts of physics -Volume 2, Bharati Bhawan Publishers
4. Douglas C. Giancoli, Physics for scientist & Engineers, Pearson Publications, Fourth Edition
5. James Walker, Physics, Addison Wesley, Fourth Edition

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:54 PM

ICT CORNER

ICT کارنر

گیسوں کا فعلی نظریہ

اس کارروائی کے ذریعہ آپ ذرات کی
براؤنین حرکت کے بارے میں سیکھ سکیں گے۔

مرحلے:

☆ دئے گئے URL کا استعمال کرکے یا QR کوڈ اسکین کرکے Brownian motion پر بنایا گیا مجازی interactive صفحہ کو کھولئے۔

☆ ابتدائی مرحلے پر گیس میں معلق ذرات (big balls) کی حرکت کا مشاہدہ کیجئے۔ پہلے Slider کو ڈریگ کرتے ہوئے گیس میں موجود سالموں کا مشاہدہ کیجئے۔ یہ دیکھنے کے لئے کہ drag to see what's actually going on سلائڈر کو ڈریگ کرتے رہئے۔

☆ پہلے Slider کے نیچے موجود متغیرات جیسے "Energy" "Size ratio" اور "Mass ratio" کا پتہ لگائیے۔
ان متغیرات کو بڑھایا یا گھٹایا جاسکتا ہے۔

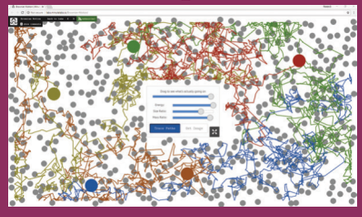
☆ متغیرات کی مناسب قیمتوں کو ڈراگ کرکے، ذرات کی براؤنین حرکت کا مشاہدہ کیا جاسکتا ہے۔

Step1

Step2

Step3

Step4



URL:

http://labs.minutelabs.io/Brownian-Motion/

* Pictures are indicative only.

* If browser requires, allow **Flash Player** or **Java Script** to load the page.

11 physics V2 9.kinetic theory of gases
Monday, January 02, 2023 1:09:55 PM

اکائی
10

اہتزازات (Oscillations)

Life is a constant oscillation between the sharp horns of a dilemma – H.L. Mencken

سیکھنے کے مقاصد:

اس اکائی میں طلباء ان باتوں سے اجاگر ہوں گے

- ☆ اہتزازی حرکت۔دوری حرکت اور غیر دوری حرکت
- ☆ سادہ، ہم آہنگی حرکت
- ☆ زاویائی ہم آہنگی حرکت
- ☆ خطی ہم آہنگی اہتزاز گر۔دونوں افقی اور عمودی
- ☆ کمانیوں کی مجموعیت۔سلسلہ وار اور متوازی
- ☆ سادہ رقاص
- ☆ توانائی کی مساوات-توانائی بالقواہ-توانائی بالفعل اور کل توانائی
- ☆ سادہ ہم آہنگی حرکت کی ترسیمی نمائندگی
- ☆ اہتزازات کے اقسام۔آزاد، تقصیری، باقابو (یا) برقرار رکھے گئے اور جبری اہتزازات
- ☆ گونج کا عمل

10.1 تعارف

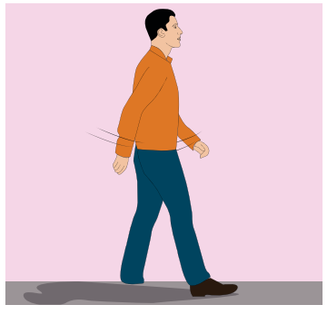
خاکہ 10.1 تنجاوُر گڑیا

کیا آپ نے کبھی تنجاوُر کی ناچنے والی گڑیا دیکھا ہے؟ (تمل میں اسے تنجاوُر تلئی آٹی بومئی کہتے ہیں)۔یہ دنیا کی ایک مشہور ہندوستانی روایتی گڑیا ہے (خاکہ 10.1)۔اس میں خلل ڈالے جانے پر وہ گڑیا کیا کرتی ہے؟ وہ اس طرح ناچتی ہے کہ اس کا سر اور جسم لگاتار آگے اور پیچھے کی حرکت کرتا ہے یہاں تک کہ وہ حرکت آہستہ آہستہ رک جاتی ہے ۔ اسی طرح جب ہم سڑک پر چلتے ہیں تو ہمارے ہاتھ اور پیر آگے اور پیچھے حرکت کرتے ہیں۔ اسی طرح جب ایک ماں اپنے بچے کو سلانے کے لئے جھولا بناتی ہے تو وہ بھی آگے اور پیچھے کی حرکت کرتا ہے ۔یہ حرکتیں ان تمام حرکتوں سے مختلف ہیں جو ہم اب تک پڑھ چکے ہیں۔

خاکہ 10.2 میں ان حرکتوں کو بتایا گیا ہے۔عام طور پر انہیں اہتزازی حرکت یا ارتعاشی حرکت کہا جاتا ہے۔اسی طرح کی ایک حرکت جوہری سطح پر بھی واقع ہوتی ہے۔

جب تپش بڑھادی جاتی ہے، ایک ٹھوس شئے میں موجود جوہر اپنی اوسط مقام یا متوازن مقام کے تحت مرتعش ہونے لگتے ہیں۔ انجینئرنگ کے دیگر استعمالات جیسے عمارت کی ساخت کی تجویز کرنے، میکانیکی آلات وغیرہ بنانے میں ارتعاشی حرکت کا مطالعہ بہت ہی اہمیت کا حامل ہے۔

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:03 PM



خاکہ 10.2۔ اہتزازی یا ارتعاشی حرکتیں

10.1.1 دوری اور غیر دوری حرکت
(Periodic and non-periodic motion)

طبیعیات میں حرکت کو دہرائے جانے والی (دوری) حرکت اور غیر دہرائے جانے والی (غیر دوری) حرکت کے طور پر درجہ بند کر سکتے ہیں۔

1۔ دوری حرکت (Periodic motion) کوئی بھی حرکت جو ایک متعین وقتی وقفے میں اپنے آپ دہراتی ہے، دوری حرکت کہلاتی ہے ۔

مثالیں: رقاص دار گھڑی کی سوئیاں، جھولے کی حرکت، سورج کے اطراف زمین کی گردش، چاند کا گھٹنا اور بڑھنا، وغیرہ۔

2۔ غیر دوری حرکت (Non-Periodic motion)
کوئی بھی حرکت جو وقت کے متعین وقفے میں اپنی حرکت کو اپنے آپ نہیں دہراتی ہو، غیر دوری حرکت کہلاتی ہے۔

مثال : زلزلہ کا واقع ہونا، آتش فشاں کا پھٹنا ,وغیرہ

مثال 10.1

مندرجۂ ذیل حرکات کو دوری یا ور غیر دوری حرکتوں میں درجہ بند کیجئے۔

a - Halley کے دم دار تارے کی حرکت

b۔ بادلوں کی حرکت

c۔ زمین کے اطراف چاند کی گردشی حرکت

حل:

(a) دوری حرکت

(b) غیر دوری حرکت

(c) دوری حرکت

مثال 10.2

وقت کے مندرجۂ ذیل عوامل میں سے کون سا عوامل دوری اور غیر دوری حرکت کی نمائندگی کرتا ہے؟

a. $\sin \omega t + \cos \omega t$

b. $\ln \omega t$

حل

a۔ دوری

b۔ غیر دوری

غور طلب سوال:

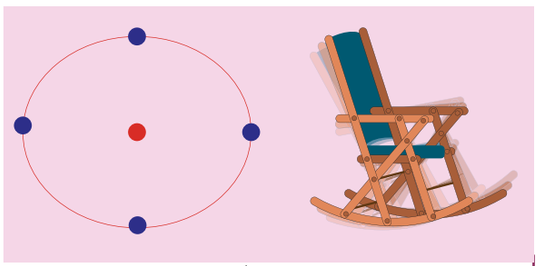
بحث کیجئے ''سورج کے اطراف زمین کی حرکت، اگر ایک دوری حرکت نہ ہوتی تو کیا ہوتا؟''

10.1.2 اہتزازی حرکت (Oscillatory motion)

جب کوئی شئے یا ذرہ وقت کے کچھ وقفے کے لئے لگا تار آگے اور پیچھے کی حرکت کرتا ہے تو اس کی حرکت اہتزازی (یا ارتعاشی) حرکت کہلاتی ہے۔

مثالیں : ہمارے دل کی دھڑکن، ایک پتنگے کے پروں کی حرکت دادے میاں کی گھڑی (رقاص دار گھڑی)، وغیرہ۔ غور کیجئے کہ تمام اہتزازی حرکتیں دوری ہوتی ہیں جب کہ تمام دوری حرکتوں کا اہتزازی ہونا کچھ ضروری نہیں ہے۔ خاکہ 10.3 ملاحظہ فرمائیں۔

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:04 PM



خاکہ 10.3۔ اہتزازی یا ارتعاشی حرکات

10.2 سادہ ہم آہنگی حرکت (SHM)
(Simple Harmonic Motion)

سادہ ہم آہنگی حرکت ایک مخصوص قسم کی اہتزازی حرکت ہے، جس میں ذرہ کی اسراع یا قوت، ایک متعین نقطے سے اس کے ہٹاؤ کے راست تناسب میں ہوتی ہے اور ہمیشہ اس متعین نقطے کی طرف رخ کرتی ہے۔ ایک یک بعدی صورت حال میں، فرض کیجئے کہ ذرہ کا ہٹاؤ x ہے اور ذرہ کی اسراع a_x ہے۔ پھر

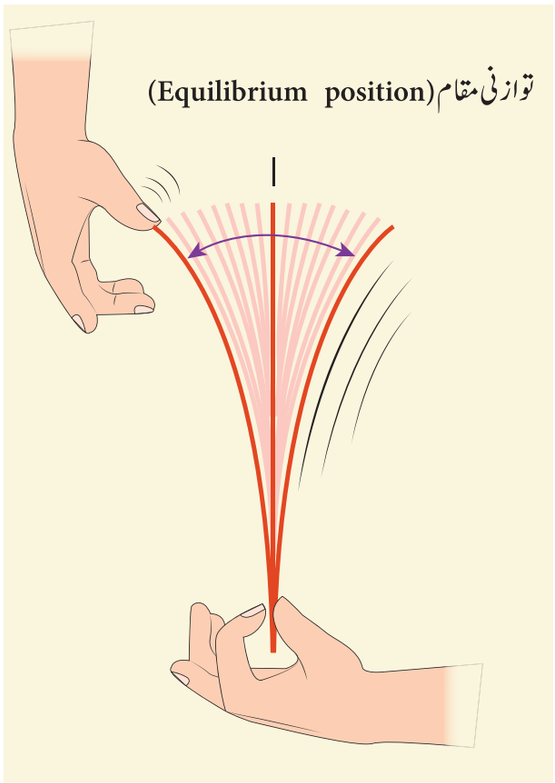
$$a_x \propto x \qquad (10.1)$$

$$a_x = - b\, x \qquad (10.2)$$

جہاں b ایک مستقلہ ہے جو فی اکائی ہٹاؤ، اسراع کی پیمائش کرتی ہے اور وہ ابعادی طور پر T^{-2} کے برابر ہوتی ہے۔ مساوات (10.2) کے دونوں طرف ذرہ کی کمیت سے ضرب دینے پر، اور نیوٹن کے دوسرے کلیے کی مدد سے، قوت یہ ہے۔

$$F_x = - k\, x \qquad (10.3)$$

جہاں k قوت کی ایک مستقلہ ہے جس کی تعریف قوت فی اکائی لمبائی ہے۔ منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ ہٹاؤ اور قوت (یا اسراع) مخالف سمت میں ہوتے ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ ذرہ کا ہٹاؤ جب توازنی مقام کے داہنی جانب ہوتا ہے۔ (x کی قیمت مثبت بن جاتی ہے)، قوت (یا اسراع) توازنی مقام کی طرف رخ کرتی ہے۔



خاکہ 10.4۔ سادہ ہم آہنگی حرکت:

نوٹ

ایک سادہ ہم آہنگی حرکت ایک مخصوص قسم کی اہتزازی حرکت ہے، مگر تمام اہتزازی حرکتوں کا سادہ ہم آہنگ ہونا ضروری نہیں ہے۔

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:04 PM

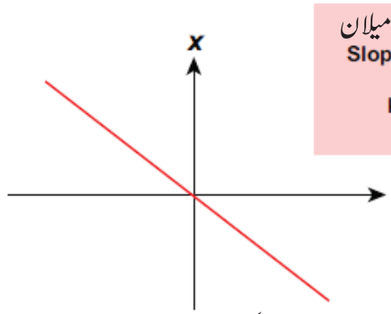
(بائیں جانب) اور اسی طرح، جب ذرہ کے ہٹاؤ کو توازنی مقام کے بائیں طرف لیا جاتا ہے۔ (x کی قیمت منفی بن جاتی ہے)، قوت (یا اسراع) توازنی مقام کی طرف (داہنی طرف) رخ کرے گی۔ اس قسم کی قوت بحالی کی قوت (Restoring force) کہلاتی ہے۔ کیونکہ وہ ہمیشہ سادہ ہم آہنگی حرکت کرنے والے ذرہ کو اس کے اصلی (توازنی یا متوسط) مقام پر بحال کرنے کی کوشش کرتی ہے۔ یہ قوت (بحالی کی قوت) مرکزی اور کششی ہوتی ہے جس کا کششی مرکز، توازنی مقام ہے۔

دو یا سہ ابعادی طور پر نمائندگی کرنے کے لئے، ہم سمتی اظہار کے طور پر لکھ سکتے ہیں۔

$$\vec{F} = -k\vec{r} \qquad (10.4)$$

جہاں $\vec{r}$ منتخب کردہ مقام سے ذرہ کا ہٹاؤ ہے، نوٹ کیجئے کہ قوت اور ہٹاؤ ایک خطی تعلق رکھتے ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ قوت $\vec{F}$ کی قوت نما اور ہٹاؤ $\vec{r}$ کی قوت نما Unity ہیں۔ سبب (قوت کی قدر $|\vec{F}|$) اور اثر (ہٹاؤ کی قدر $|\vec{r}|$) کی درمیانی ترسیم دوسرے اور چوتھے چوتھائی (quadrant) سے گذرنے والا ایک سیدھا خط ہے جیسا کہ خاکہ 10.5 میں بتایا گیا ہے۔

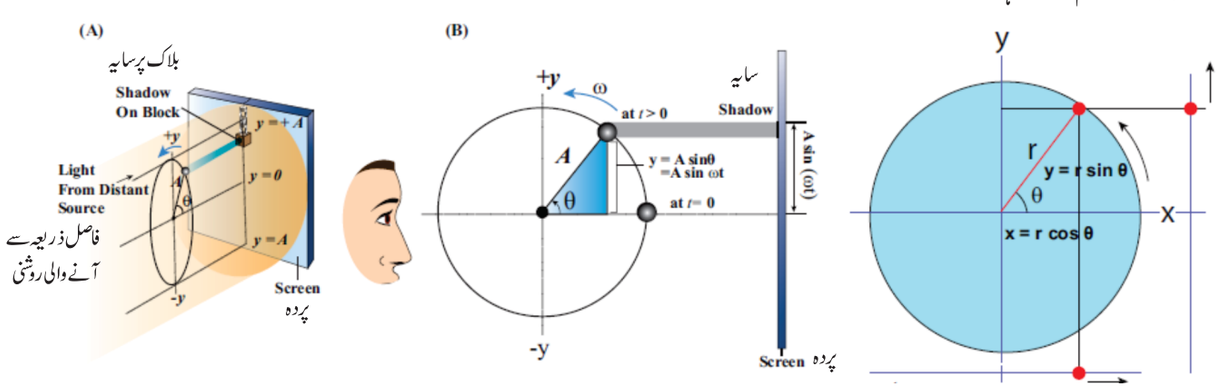
میلان (ڈھلاؤ) $\frac{1}{k}$ کی پیمائش کرکے، کوئی بھی قوتی مستقلہ k کی عددی قیمت معلوم کرسکتا ہے۔



خاکہ 10.5۔ قوت بمقابلہ ہٹاؤ کی ترسیم

10.2.1 سادہ ہم آہنگی حرکت کے ایک قطر پر مساوی دائری حرکت کا بڑھاؤ
(The Projection of Uniform cirucular motion on a diameter of SHM)

کمیت m والا ایک ذرہ تصور کیجئے، جو r نصف قطر والے دائری کے احاطے کے تحت غیر ساعتی سمت میں v مساوی رفتار کے ساتھ حرکت کر رہا ہے (جیسا کہ خاکہ 10.6 میں بتایا گیا ہے)۔ ہم یہ تصور کرلیں کہ محدداتی نظام کا مبدا دائرے کے مرکز O کے ساتھ موافق کرتا ہے۔ اگر ω ذرے کی زاویائی سمتی رفتار ہے اور θ وقت t کے کسی بھی موقع پر ذرہ کا زاویائی ہٹاؤ ہے تو پھر $\theta = \omega t$ ہے۔ اس مساوی دائری حرکت کو اس کے قطر پر بڑھائے جانے پر ایک سادہ ہم آہنگی حرکت حاصل ہوتی ہے۔



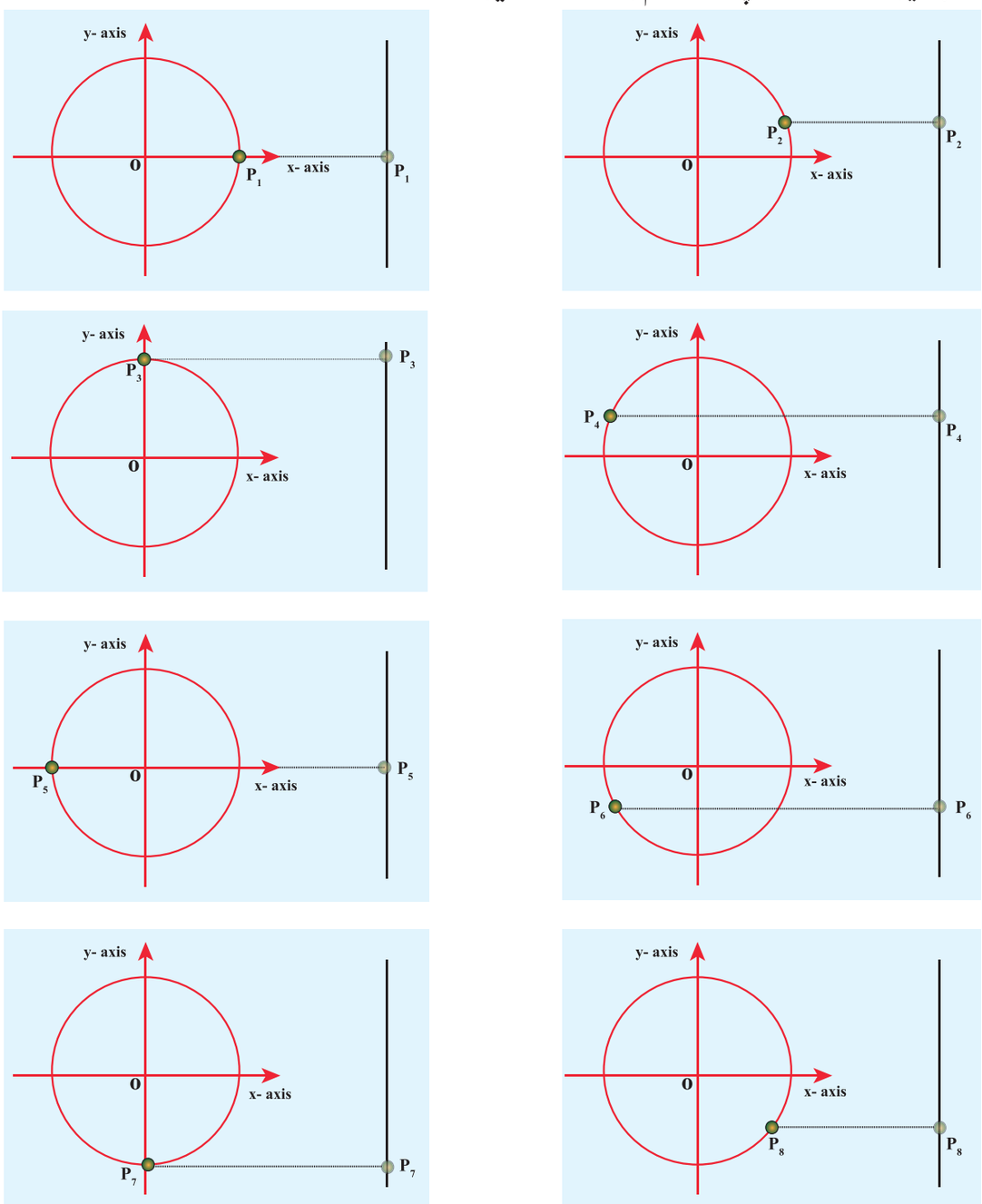
خاکہ 10.6۔ قطر پر ایک دائرے پر حرکت پذیر ذرہ کا بڑھاؤ

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:05 PM

اس کا مطلب یہ ہے کہ ہم مساوی دائری (یا گردشی) حرکت اور ارتعاشی حرکت کے ساتھ ایک نقشہ (یا ایک تعلق) قائم کر سکتے ہیں ۔ عین اسی طرح، کسی بھی ارتعاشی حرکت یا گردش کو مساوی دائری حرکت کے طور پر نقشہ کھینچ سکتے ہیں۔ بالفاظ دیگر فطرت میں یہ دونوں حرکتیں یکساں ہیں۔

آیئے ہم سب سے پہلے ایک دائرے پر حرکت کرنے والے ذرہ کے مقام کو اس کے عمودی قطر پر یا عمودی خط کے کسی متوازی خط پر آگے بڑھائیں، جیسا کہ خاکہ 10.7 میں بتایا گیا ہے۔ اسی طرح ہم افقی محور یا افقی محور کے کسی متوازی خط کے لئے بھی اس طرح کر سکتے ہیں۔

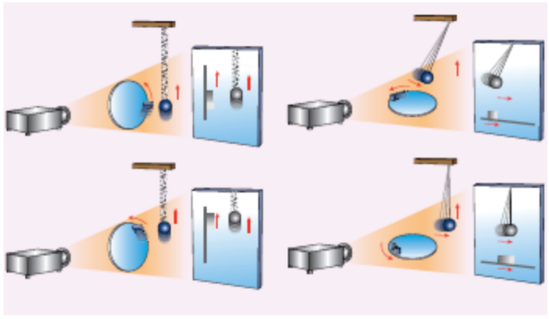
مندرجۂ ذیل خاکے مختلف اوقات پر ذرہ کے مقام کی وضاحت کرتے ہیں۔



خاکہ 10.7۔ ہر وقفے پر ایک عمودی محور کے تحت آگے بڑھنے والے ایک ذرے کا مقام

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:05 PM

ایک مخصوص مثال کے طور پر، ایک کمانی کمیت کے نظام (یا رقاص کے اہتزاز) کا تصور کیجئے جیسا کہ خاکہ 10.8 میں بتایا گیا ہے ۔ جب کمانی اوپر یا نیچے حرکت کرتی ہے (یا رقاص آگے اور پیچھے حرکت کرتا ہے) تو کمیت یا گولے کی حرکت کو دائری حرکت کے نقاط کے طور پر نقشہ کھینچا جاسکتا ہے۔



خاکہ 10.8۔ یکساں دائری حرکت کے ساتھ کمانی دار کمیت کی حرکت (یا سادہ رقاص) کا جوڑا گیا تعلق

لہذا اگر ایک ذرہ یکساں دائری حرکت سے دوچار ہوتا ہے تو پھر دائرے کے قطر پر (یا قطر کے ایک متوازی خط پر) اس ذرہ کا بڑھاؤ ایک سیدھے خطی حرکت کی ترسیم بناتا ہے جو کہ فطرت میں سادہ ہم آہنگی ہے۔ سادہ ہم آہنگی حرکت کی تعریف اس طرح بھی کی جاسکتی ہے کہ یہ حوالہ کے ایک دائرے کے کسی قطر پر ایک ذرے کے آگے بڑھنے کی حرکت ہے۔

کارروائی

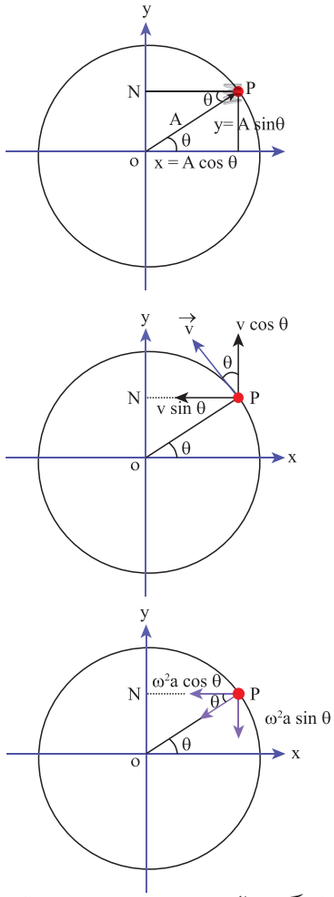
(a) ایک موجی قسم کے طور پر اندرونی مرغولہ نما حرکت (Spiral in motion) کے آگے بڑھنے کا نقشہ کھینچئے۔

(b) ایک موجی قسم کے طور پر بیرونی مرغولہ نما حرکت (Spiral out motion) کے آگے بڑھنے کا نقشہ کھینچئے۔

10.2.2 سادہ ہم آہنگی حرکت (SHM)

ہٹاؤ، سمتی رفتار، اسراع اور ان کی ترسیمی نمائندگی

(Displacement, velocity, acceleration and its graphical representation - SHM)



خاکہ 10.9۔ وقت کے کچھ وقفے پر ایک ذرہ کا ہٹاؤ، سمتی رفتار اور اسراع

وقت کے کسی بھی وقفے پر t پر اپنی اصلی حالت سے، ایک مرتعش ذرہ کے ذریعہ طے کیا گیا فاصلہ ہٹاؤ کہلاتا ہے۔

فرض کیجئے کہ وقت کے کسی وقفے t پر A نصف قطر والے ایک دائرے پر ذرہ کا مقام P ہے جیسا کہ خاکہ 10.9 میں بتایا گیا ہے۔ پھر وقت کے اس وقفے t پر اس کے ہٹاؤ کو اس طرح حاصل کیا جاسکتا ہے۔ OPN Δ میں

$$\sin\theta = \frac{ON}{OP} \Rightarrow ON = OP\sin\theta \quad (10.5)$$

مگر $\theta = \omega t, ON = y$ اور $OP = A$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:05 PM

$$y = A \sin \omega t \qquad (10.6)$$

جب Sin ωt= 1 ہوتاہےتوہٹاؤ y سب سے زیادہ قیمت حاصل کرتاہے (جوA کے برابرہوتی ہے)۔ یہ اوسط مقام سے ہونے والا سب سے زیادہ ہٹاؤ ہے، جومرتعش ہونے والے ذرہ کا حیطہ (A) کہلاتا ہے۔

سادہ ہم آہنگی حرکت کے لئے، حیطہ کا مستقل ہونا ضروری نہیں ہے۔ وہ وقت کے ساتھ تبدیل ہوسکتا ہے۔

سمتی رفتار (Velocity)

ہٹاؤ کی تبدیلی کی شرح سمتی رفتار کہلاتی ہے۔ وقت کے لحاظ سے مساوات(10.6) کے ماحصل (derivative) کو لیتے ہوئے ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$v = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt}(\text{A} \sin \omega t)$$

(مستقل نصف قطر والی) دائری حرکت کے لئے حیطہ A کی ایک مستقل قیمت ہوتی ہے اور مزید، مساوی دائری حرکت کے لئے زاویائی سمتی رفتار ω ایک مستقلہ ہوتی ہے۔ چنانچہ

$$v = \frac{dy}{dt} = \text{A}\ \omega \cos \omega t \qquad (10.7)$$

علم مثلث کے ضابطے کی مدد سے

$$\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1 \Rightarrow \cos \omega t = \sqrt{1 - \sin^2 \omega t}$$

ہم حاصل کرتے ہیں۔ $v = A\omega\sqrt{1 - \sin^2 \omega t}$

مساوات 10.6 کی مدد سے

$$\sin \omega t = \frac{y}{A}$$

$$v = A\omega\sqrt{1 - \left(\frac{y}{A}\right)^2}$$

$$v = \omega\sqrt{A^2 - y^2} \qquad (10.8)$$

مساوات (10.8) کی مدد سے، جب ہٹاؤ $y = 0$ ہوگا، تو سمتی رفتار $v = \omega A$ ہوگی، (سب سے زیادہ) اور سب سے زیادہ ہٹاؤ، $y = A$ کے لئے، سمتی رفتار $v = 0$ (سب سے کم) ہوگی۔ جب ہٹاؤ صفر سے سب سے زیادہ تک بڑھتا ہے تو سمتی رفتار سب سے زیادہ سے صفر تک کم ہونے لگتی ہے۔ یہی عمل بار بار دوہرایا جاتا ہے۔ چونکہ سمتی رفتار ایک سمتی مقدار ہے، مساوات (10.7) کے مزید اجزاء اخذ کئے جاسکتے ہیں۔

اسراع (Acceleration)

سمتی رفتار کی تبدیلی کی شرح اسراع کہلاتی ہے۔

مساوات 10.7 کے ماحصل کو وقت کے لحاظ سے لیتے ہوئے،

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}(A\omega \cos \omega t)$$

$$a = -\omega^2 A \sin \omega t = -\omega^2 y \qquad (10.9)$$

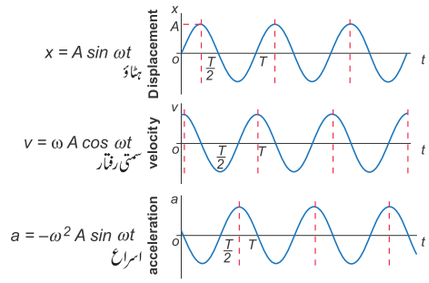
$$\therefore \quad a = \frac{d^2 y}{dt^2} = -\omega^2 y \qquad (10.10)$$

جدول 10.1 اور خاکہ 10.10 کی مدد سے، ہم مشاہدہ کرتے ہیں کہ اوسط مقام (y=0) پر، ذرہ کی سمتی رفتار سب سے زیادہ ہوتی ہے،

جدول 10.1۔ وقت کے مختلف وقفوں پر ہٹاؤ، سمتی رفتار اور اسراع

Time وقت	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{2T}{4}$	$\frac{3T}{4}$	$\frac{4T}{4} = T$
ωt	0	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π
Displacement ہٹاؤ $y = A \sin \omega t$	0	A	0	$-A$	0
Velocity سمتی رفتار $v = A\ \omega \cos \omega t$	$A\ \omega$	0	$-A\ \omega$	0	$A\ \omega$
Acceleration اسراع $a = -A\ \omega^2 \sin \omega t$	0	$-A\ \omega^2$	0	$A\ \omega^2$	0

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:06 PM



خاکہ 10.10 وقت کے مختلف وقفوں پر ہٹاؤ، سمتی رفتار اور اسراع کا تغیر

مگر ذرہ کی اسراع صفر ہوتی ہے، انتہائی مقام ($y=\pm A$) پر ذرہ کی سمتی رفتار صفر ہوتی ہے۔ مگر اسراع سب سے زیادہ $\mp A\omega^2$ ہوتی ہے، جو مخالف سمت میں عمل کر رہی ہوتی ہے۔

مثال 10.3

مندرجۂ ذیل بیانات میں سے کون سا بیان سادہ ہم آہنگی حرکت کی نمائندگی کرتا ہے؟

(i) $x = A \sin \omega t + B \cos \omega t$

(ii) $x = A \sin \omega t + B \cos 2\omega t$

(iii) $x = A\, e^{i\omega t}$

(iv) $x = A \ln \omega t$

حل :

(i) $x = A \sin \omega t + B \cos \omega t$

$$\frac{dx}{dt} = A\,\omega \cos \omega t - B\,\omega \sin \omega t$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\,\omega^2 (A \sin \omega t + B \cos \omega t)$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\,\omega^2 x$$

(i) یہ تفرقی مساوات SHM کی تفرقی مساوات (مساوات 10.10) ہی کی طرح ہے۔ چنانچہ $x = A \sin \omega t + B \cos \omega t$ SHM کی نمائندگی کرتی ہے۔

SHM.

(ii) $x = A \sin \omega t + B \cos 2\omega t$

$$\frac{dx}{dt} = A\,\omega \cos \omega t - B\,(2\omega) \sin 2\omega t$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\,\omega^2 (A \sin \omega t + 4B \cos 2\omega t)$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} \neq -\,\omega^2 x$$

یہ تفرقی مساوات SHM کی تفرقی مساوات (مساوات 10.10) کی طرح نہیں ہے۔ چنانچہ $x = A \sin \omega t + B \cos 2\omega t$ SHM کی نمائندگی نہیں کرتی۔

(iii) $x = A\, e^{i\omega t}$

$$\frac{dx}{dt} = A\, i\omega e^{i\omega t}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -A\,\omega^2\, e^{i\omega t} = -\omega^2 x \qquad (\because i^2 = -1)$$

یہ تفرقی مساوات SHM کی تفرقی مساوات (مساوات 10.10) ہی کی طرح ہے۔ چنانچہ $x = A\, e^{i\omega t}$ SHM کی نمائندگی کرتی ہے۔

(iv) $x = A \ln \omega t$

$$\frac{dx}{dt} = \left(\frac{A}{\omega t}\right)\omega = \frac{A}{t}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{A}{t^2} \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} \neq -\omega^2 x$$

یہ تفرقی مساوات SHM کی تفرقی مساوات (مساوات 10.10) کی طرح نہیں ہے۔ چنانچہ $x = A \ln \omega t$ SHM کی نمائندگی نہیں کرتی۔

مثال 10.4

فرض کیجئے کہ ایک ذرہ سادہ ہم آہنگی حرکت سے دوچار ہو رہا ہے۔ مقام x_1 پر اس ذرہ کی سمتی رفتار v_1 ہے، اور مقام x_2 پر اس کی ذرہ کی سمتی رفتار v_2 ہے۔ بتائیے کہ وقفۂ دوران اور حیطے کی درمیانی نسبت $\frac{T}{A} = 2\pi\sqrt{\frac{x_2^2 - x_1^2}{v_1^2 x_2^2 - v_2^2 x_1^2}}$ ہے۔

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:06 PM

حل: مساوات (10.8) کا استعمال کرتے ہوئے

$$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} \Rightarrow v^2 = \omega^2 (A^2 - x^2)$$

چنانچہ مقام x_1 پر

$$v_1^2 = \omega^2(A^2 - x_1^2) \quad (1)$$

اسی طرح مقام x_2 پر

$$v_2^2 = \omega^2(A^2 - x_2^2) \quad (2)$$

(1) سے (2) کو تفریق کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$v_1^2 - v_2^2 = \omega^2(A^2 - x_1^2) - \omega^2(A^2 - x_2^2)$$
$$= \omega^2(x_2^2 - x_1^2)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{v_1^2 - v_2^2}{x_2^2 - x_1^2}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{x_2^2 - x_1^2}{v_1^2 - v_2^2}} \quad (3)$$

(1) کو (2) سے تقسیم کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{\omega^2\left(A^2 - x_1^2\right)}{\omega^2\left(A^2 - x_2^2\right)} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{v_1^2 x_2^2 - v_2^2 x_1^2}{v_1^2 - v_2^2}} \quad (4)$$

(3) سے (4) کو تفریق کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{T}{A} = 2\pi\sqrt{\frac{x_2^2 - x_1^2}{v_1^2 x_2^2 - v_2^2 x_1^2}}$$

10.2.3 SHM میں وقفۂ دوران، تعدد، ہیئت، ہیئتی فرق اور عہد

(i) وقفۂ دوران (Time Period)

وقفۂ دوران کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ ایک اہتزاز کو مکمل کرنے کے لئے ایک ذرہ سے لیا جانے والا وقت ہے۔ اسے عام طور پر T سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ایک مکمل گردش کے لئے لیا جانے والا وقت $t = T$ ہے۔ چنانچہ،

$$\omega T = 2\pi \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (10.11)$$

پھر اس کے بعد سادہ ہم آہنگی حرکت کرنے والے ایک ذرہ کے ہٹاؤ کو یا تو Sine عوامل یا Cosine عوامل کے طور پر لکھا جا سکتا ہے۔

$$y(t) = A \sin \frac{2\pi}{T} t \quad \text{or} \quad y(t) = A \cos \frac{2\pi}{T} t$$

جس میں T، وقفۂ دوران کی نمائندگی کرتا ہے۔ فرض کیجئے کہ اگر وقت t کو $t+T$ سے تبدیل کر دیا جائے، تو پھر عوامل

$$y(t + T) = A \sin \frac{2\pi}{T} (t + T)$$
$$= A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t + 2\pi\right)$$
$$= A \sin \frac{2\pi}{T} t = y(t)$$
$$y(t + T) = y(t)$$

لہذا وہی عوامل وقفۂ دوران کے بعد دہرانے لگتا ہے۔

یہ $y(t)$ دوری عوامل کی ایک مثال ہے۔

(ii) تعدد اور زاویائی تعدد : (Frequency and angular frequency)

ذرہ کے ذریعہ ایک سکنڈ میں پیدا ہونے والے اہتزازات کی تعداد تعدد کہلاتی ہے۔ اسے f سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ q تعدد کی SI اکائی s^{-1} یا ہرٹز ہے (اس کی علامت Hz ہے۔)

حسابی طور پر، وقفۂ دوران کے ساتھ تعدد کا تعلق اس طرح جوڑا جاتا ہے۔

$$f = \frac{1}{T} \quad (10.12)$$

فی سکنڈ ہونے والے دوروں (یا گردشوں) کی تعداد زاویائی تعدد کہلاتی ہے۔ اسے عام طور پر یونانی حرف ''اومیگا'' ω سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ مساوات (10.11) اور مساوات (10.12) کا موازنہ کرتے ہوئے، زاویائی تعدد اور تعدد کو اس طرح جوڑا جاتا ہے۔

$$\omega = 2\pi f \quad (10.13)$$

زاویائی تعدد کی SI اکائی $rad\ s^{-1}$ ہے۔ (اسے ریڈین فی سکنڈ کے طور پر پڑھنا چاہئے۔)

(iii) ہیئت (Phase) :

کسی بھی وقفے پر ایک مرتعش ذرہ کی ہیئت اس ذرہ کی حالت کی مکمل وضاحت کرتی ہے۔ یہ اس ذرہ کے اوسط مقام کے لحاظ سے اس وقتی وقفے پر ذرہ کے مقام اور سمت کا اظہار کرتی ہے۔ (خاکہ 10.11)

$$y = A \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (10.14)$$

جہاں $\omega t + \varphi_0 = \varphi$ مرتعش زدہ کی ہیئت کہلاتا ہے۔ وقت $t = 0\ s$ پر (ابتدائی وقت) پر ہیئت $\varphi = \varphi_0$، یعنی عہد (ابتدائی ہیئت) کہلاتی ہے، جہاں φ_0 کو عہد (epoch) کا زاویہ کہتے ہیں۔

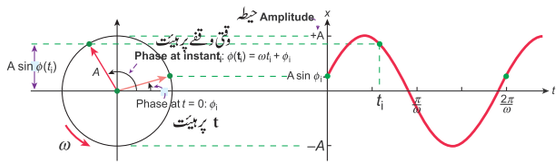
11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:07 PM

ہیئتی فرق (Phase difference):

دو ذرات کا تصور کیجئے، جو سادہ ہم آہنگی حرکت سے دوچار ہو رہے ہیں

ان کی مساوات $y_1 = A \sin(\omega t + \varphi_1)$ ہیں، پھر ہیئتی فرق $y_2 = A \sin(\omega t + \varphi_2)$

$$\Delta\varphi = (\omega t + \varphi_2) - (\omega t + \varphi_1) = \varphi_2 - \varphi_1.$$



خاکہ 10.11 وقت کے دو موقعوں پر مرتعش ذرہ کی ہیئت

مثال 10.5

ایک نرس (Nurse) نے ایک مریض کے دل کی دھڑکنوں کے اوسط کی پیائش کی اور اسے ڈاکٹر کے پاس وقفۂ دوران کے لحاظ سے 0.8 s بتایا۔ ایک منٹ میں پیائش کی گئی، دھڑکنوں کی تعداد کے لحاظ سے مریض کے دل کی دھڑکن بتائیے۔

حل :

فرض کیجئے کہ دل کی دھڑکنوں کی معلوم کی گئی تعداد f ہے، چونکہ وقفۂ دوران دل کی دھڑکن کی بلا راست تناسب میں ہے، اس لئے

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.8} = 1.25 s^{-1}$$

ایک منٹ میں 60 سکنڈ ہیں،

$$(1 \text{ second} = \frac{1}{60} \text{ minute} \Rightarrow 1 \text{ s}^{-1} = 60 \text{ min}^{-1})$$

$$f = 1.25 \text{ s}^{-1} \Rightarrow f = 1.25 \times 60 \text{ min}^{-1}$$

$$= 75 \text{ دھڑکنیں فی منٹ}$$

مثال 10.6

نیچے دئے گئے سادہ ہم آہنگی اہتزاز کے لئے حیطہ، زاویائی تعدد اور ابتدائی ہیئت کا محاسبہ کیجئے۔

a. $y = 0.3 \sin (40\pi t + 1.1)$

b. $y = 2 \cos (\pi t)$

c. $y = 3 \sin (2\pi t - 1.5)$

حل:

سادہ ہم آہنگی اہتزاز کی مساوات یہ ہے۔

$y = A \sin(\omega t + \varphi_0)$ یا $y = A \cos(\omega t + \varphi_0)$

(a) موج $y = 0.3 \sin(40\pi t + 1.1)$ کے لئے،

حیطہ $A = 0.3$ unit ہے۔

زاویائی تعدد $\omega = 40\pi \text{ rad s}^{-1}$

تعدد $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{40\pi}{2\pi} = 20 Hz$

وقفۂ دوران $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{20} = 0.05 s$

$\varphi_0 = 1.1$ rad

(b) موج $y = 2 \cos(\pi t)$

حیطہ $A = 2$ unit

زاویائی تعدد $\omega = \pi \text{ rad s}^{-1}$

تعدد $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = 0.5 Hz$

وقفۂ دوران $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.5} = 2 s$

ابتدائی ہیئت $\varphi_0 = 0$ rad

(c) موج کے لئے $y = 3 \sin(2\pi t + 1.5)$

حیطہ $A = 3$ unit

زاویائی تعدد $\omega = 2\pi \text{ rad s}^{-1}$

تعدد $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 Hz$

وقفۂ دوران $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1} = 1 s$

ابتدائی ہیئت $\varphi_0 = 1.5$ rad

مثال 10.7

بتائیے کہ ایک سادہ ہم آہنگی، حرکت کے لئے ان کا درمیانی ہیئتی فرق یہ ہے۔

(a) ہٹاؤ اور سمتی رفتار کا فرق $\frac{\pi}{2}$ ریڈین یا 90° ہے۔

(b) سمتی رفتار اور اسراع کا فرق $\frac{\pi}{2}$ ریڈین یا 90° ہے۔

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:07 PM

(c) ہٹاؤاوراسراع کافرق π ریڈین یا $180°$ ہے۔

حل:

(a) سادہ ہم آہنگی حرکت پر برآمد کرنے والے ذرہ کا ہٹاؤ

$$y = A \sin\omega t$$

ذرہ کی سمتی رفتار یہ ہے۔

$$v = A\,\omega\cos\omega t = A\,\omega\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

ہٹاؤ اورسمتی رفتار کا ہیئتی فرق $\frac{\pi}{2}$ ہے۔

(b) ذرہ کی سمتی رفتار یہ ہے۔

$$v = A\,\omega\cos\omega t$$

ذرہ کی اسراع یہ ہے۔

$$a = -A\omega^2\sin\omega t = A\omega^2\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

سمتی رفتاراوراسراع کا ہیئتی فرق $\frac{\pi}{2}$ ہے۔

(c) ذرہ کا ہٹاؤ یہ ہے۔

$$y = A\sin\omega t$$

ذرہ کااسراع یہ ہے۔

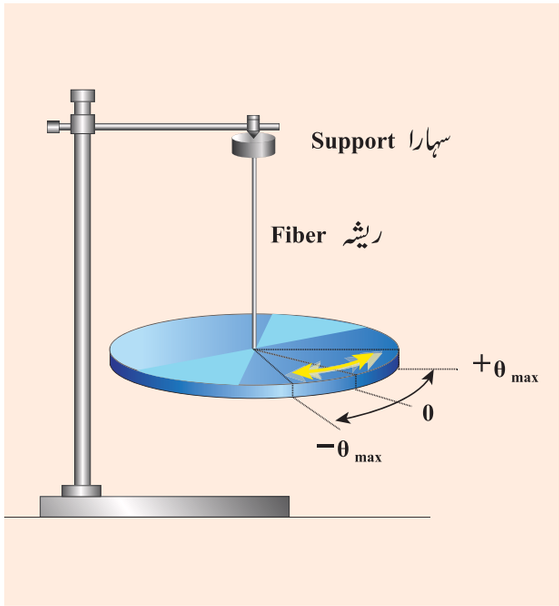
$$a = -A\,\omega^2\sin\omega t = A\,\omega^2\sin(\omega t + \pi)$$

ہٹاؤاوراسراع کے درمیان π ریڈین کا ہیئتی فرق پایا جاتا ہے۔

10.3 زاویائی سادہ ہم آہنگی حرکت
(Angular Simple Harmonic motion)

10.3.1 زاویائی SHM کا وقفۂ دوران اور تعدد
(Time period and frequency of angular SHM)

جب ایک جسم کوایک دئے گئے محور کے تحت آزادانہ طور پر گھومنے کے لئے چھوڑ دیا جاتا ہے تو یہ اہتزاز، زاویائی اہتزاز کہلاتا ہے۔



خاکہ 10.12۔ ایک جسم (ڈسک) کوایک محور کے تحت آزادانہ طور پر گھمایا گیا ہے۔

وہ نقطہ جس پر جسم پر عمل پیرا ہونے والی مجموعی قوت گدشہ کوصفر کے طور پر لیا جاتا ہے اوسط مقام کہلاتا ہے۔ اگر وہ جسم اوسط مقام سے ہٹ جاتا ہے تو مجموعی قوت گدشہ اس طرح عمل پیرا ہوتی ہے کہ وہ زاویائی ہٹاؤ کے تناسب میں ہوتی ہے اوراس قوت گدشہ میں اس شئے کواوسط مقام کی طرف لانے کی قابلیت ہوتی ہے۔ (نوٹ: اکائی 5 میں قوت گدشہ کی وضاحت کی گئی ہے)

فرض کیجئے کہ $\vec{\theta}$ اس جسم کا زاویائی ہٹاؤ ہے اوراس جسم پر عمل پیرا ہونے والی مجموعی قوت گدشہ $\vec{\tau}$ یہ ہے۔

$$\vec{\tau} \propto \vec{\theta} \qquad (10.15)$$

$$\vec{\tau} = -\kappa\vec{\theta} \qquad (10.16)$$

جہاں κ مروڑ کی بحالی (restoring torsion) کا مستقلہ ہے جو کہ قوت گدشہ فی اکائی زاویائی ہٹاؤ ہے۔ اگر I اس جسم کے جمود کی حرکت ہے اور $\vec{\alpha}$ زاویائی اسراع ہے، تو پھر

$$\vec{\tau} = I\vec{\alpha} = -\kappa\vec{\theta}$$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:07 PM

مگر $\vec{\alpha}=\frac{d^2\vec{\theta}}{dt^2}$ اور چنانچہ

$$\frac{d^2\vec{\theta}}{dt^2}=-\frac{\kappa}{I}\vec{\theta} \qquad (10.17)$$

یہ تفرقی مساوات سادہ ہم آہنگی تفرقی مساوات کے مشابہ ہے۔ اس لئے مساوات (10.10) میں دی گئی سادہ ہم آہنگی حرکت کے ساتھ مساوات (10.17) کا موازنہ کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\omega=\sqrt{\frac{\kappa}{I}}\,rad\,s^{-1} \qquad (10.18)$$

زاویائی ہم آہنگی حرکت کی تعدد (مساوات 10.13 کی مدد سے) یہ ہے۔

$$f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\kappa}{I}}\,Hz \qquad (10.19)$$

وقفۂ دوران (مساوات 10.12 کی مدد سے) یہ ہے۔

$$T=2\pi\sqrt{\frac{I}{\kappa}}\ \text{second} \qquad (10.20)$$

10.3.2 سادہ ہم آہنگی حرکت اور زاویائی سادہ ہم آہنگی حرکت کا موازنہ

(Comparison of Simple Harmonic Motion and Angular Simple Harmonic Motion)

خطی سادہ ہم آہنگی حرکت میں، ذرہ کے ہٹاؤ کی پیمائش خطی ہٹاؤ $\vec{r}$ کے لحاظ سے کی جاتی ہے۔ بحالی کی قوت $\vec{F}=-k\vec{r}$ ہوتی ہے، جہاں k، کمانی کی ایک مستقلہ یا قوت کی مستقلہ ہے، جو قوت فی اکائی ہٹاؤ ہے۔ اس صورت حال میں جمودی عوامل سادہ ہم آہنگی حرکت کرنے والے جسم کی کمیت ہے۔

زاویائی سادہ ہم آہنگی حرکت میں، ذرہ کے ہٹاؤ کی پیمائش زاویائی ہٹاؤ $\vec{\theta}$ کے لحاظ سے ہوتی ہے۔ یہاں کمانی کا عوامل قوت گدشہ کی مستقلہ کے طور پر عمل آور ہوتا ہے یعنی وہ ایک اکائی زاویائی ہٹاؤ پیدا کرنے کے لئے جوڑے کی حرکت ہے یا بحالی کی قوت گدشہ فی اکائی زاویائی ہٹاؤ ہے۔ اس معاملے میں جمودی عوامل، زاویائی سادہ ہم آہنگی حرکت کرنے والے جسم کے جمود کی حرکت کی نمائندگی کرتا ہے۔

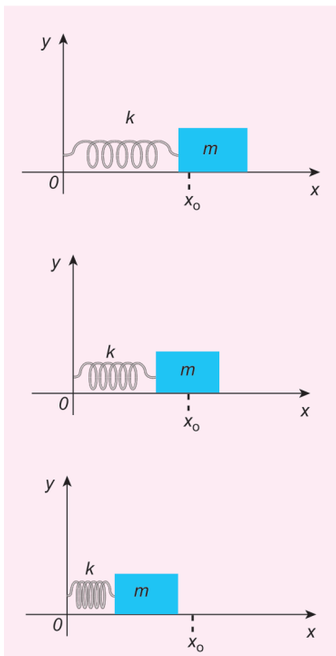
جدول 10.2: سادہ ہم آہنگی حرکت اور زاویائی سادہ ہم آہنگی حرکت کا موازنہ

نمبر شمار	سادہ ہم آہنگی حرکت	زاویائی ہم آہنگی حرکت
1۔	ذرہ کے ہٹاؤ کی پیمائش خطی ہٹاؤ $\vec{r}$ کے لحاظ سے کی جاتی ہے۔	ذرہ کے ہٹاؤ کی پیمائش زاویائی ہٹاؤ کے لحاظ سے کی جاتی ہے۔ (جسے $\vec{\theta}$ مروڑ کا زاویہ بھی کہا جاتا ہے)
2۔	ذرہ کی اسراع یہ ہے۔ $\vec{a}=-\omega^2\vec{r}$	ذرہ کی زاویائی اسراع یہ ہے۔ $\vec{\alpha}=-\omega^2\vec{\theta}$
3۔	قوت $\vec{F}=m\vec{a}$ ہے، جہاں m ذرہ کی کمیت کہلاتی ہے۔	قوت گدشہ $\vec{\tau}=I\vec{\alpha}$ جہاں I ایک جسم کے جمود کی حرکت کہلاتی ہے۔
4۔	بحالی کی قوت $\vec{F}=-k\vec{r}$ ہے، جہاں k بحالی کی قوت کی مستقلہ ہے۔	بحالی کی قوت ہے $\vec{\tau}=-\kappa\vec{\theta}$ جہاں علامت κ (یونانی حرف ہے، جسے کاپا پڑھنا چاہئے) مروڑ کی بحالی کی مستقلہ کہلاتی ہے۔ وہ ایک مخصوص مروڑی ریشے کی خصوصیت پر منحصر ہے۔
5۔	زاویائی تعدد $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\ \text{rad s}^{-1}$	زاویائی تعدد $\omega=\sqrt{\frac{\kappa}{I}}\ \text{rad s}^{-1}$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:08 PM

10.4 خطی سادہ ہم آہنگی اہتزاز گر (LHO)
(Linear Simple Harmonic Oscillator)

10.4.1 ایک کمانی-کمیت نظام کے افقی اہتزازات
(Horizontal Oscillations of a Spring - mass system)



خاکہ 10.13 ایک کمانی-کمیت نظام کا افقی اہتزاز

کڑے پن کی مستقلہ یا قوت کی مستقلہ یا کمانی کی مستقلہ k رکھنے والی ایک بے وزنی کمانی سے جڑے ہوئے m کمیت والے ایک بلاک کے نظام کا تصور کیجئے جو ایک افقی (بے رگڑ) سطح پر رکھا گیا ہے جیسا کہ خاکہ 10.13 میں بتایا گیا ہے۔فرض کیجئے کہ جب اسے بغیر خلل کے یوں ہی چھوڑ دیا جاتا ہے، تو اس کمیت m کا توازنی مقام یا اوسط مقام x_0 ہے۔ اگر وہ کمیت اس کے توازنی مقام سے ایک چھوٹے سے ہٹاؤ x کے ذریعہ داہنی طرف ہٹا کر چھوڑ دی جائے تو وہ اپنی اوسط حالت x_0 کے تحت آگے اور پیچھے اہتزاز کرے گی۔فرض کیجئے کہ F بحالی کی قوت (کمانی کے تناؤ کی وجہ سے) ہے جو اس بلاک کے ہٹاؤ کے تناسب میں ہے۔

ایک یک بعدی حرکت کے لئے، حسابی طور پر ہم لکھتے ہیں۔

$$F \propto x$$
$$F = -k x$$

جہاں منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ بحالی کی قوت ہمیشہ ہٹاؤ کی سمت کی مخالف سمت میں ہوگی۔ یہ مساوات Hooke کا کلیہ کہلاتی ہے۔ (اکائی 7 ملاحظہ فرمائیں)۔غور فرمائیں کہ ہٹاؤ کے ساتھ بحالی کی قوت خطی (Linear) ہے۔(یعنی قوت اور ہٹاؤ کے exponent یا قوت نما Unity (اکائی) ہیں)۔ہمیشہ اس طرح نہیں ہوتا۔بالفرض اگر ہم ایک بہت بڑی تناؤنی قوت استعمال کرتے ہیں تو اہتزازات کا حیطہ بہت بڑھ جائے گا (جس کا مطلب ہوگا کہ قوت x کے اعلیٰ قوت نما یا درجے رکھنے والے ہٹاؤ کے تناسب میں ہے) اور چنانچہ، اس نظام کا اہتزاز، خطی نہیں ہے اور اس لئے اسے غیر خطی اہتزاز کہتے ہیں۔ہم اپنے تمام مباحثوں میں اپنے آپ کو خطی اہتزازات تک ہی محدود رکھتے ہیں یعنی ہوک کا کلیہ ٹھیک ہے۔(قوت اور ہٹاؤ ایک خطی تعلق رکھتے ہیں)

نیوٹن کے دوسرے کلیے کی مدد سے ہم سادہ ہم آہنگی حرکت کرنے والے ذرہ کے لئے مساوات لکھ سکتے ہیں۔

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -k x$$
$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x \qquad (10.21)$$

سادہ ہم آہنگی حرکت کی مساوات (10.10) کے ساتھ مساوات (10.21) کا موازنہ کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

اس کا مطلب یہ ہے کہ اہتزاز گر کی زاویائی تعدد یا فطری تعدد یہ ہے۔

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ rad } s^{-1} \qquad (10.22)$$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:08 PM

اہتزاز کا تعدد یہ ہے۔

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{ہرٹز} \qquad (10.23)$$

اور اہتزاز کا وقفۂ دوران یہ ہے۔

$$T = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{سکنڈ} \qquad (10.24)$$

غور کیجئے کہ سادہ ہم آہنگی حرکت میں اہتزاز کا وقفۂ دوران حیطہ پر غیر منحصر ہے۔ یہ اسی وقت درست ہے جب اس اہتزاز کا حیطہ چھوٹا ہوگا۔

ایک SHM کی تفرقی مساوات کا حل اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔

$$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi) \qquad (10.25)$$

(یا)

$$x(t) = A\cos(\omega t + \varphi) \qquad (10.26)$$

جہاں A ، ω اور ϕ مستقلات ہیں۔ تفرقی مساوات (10.21) کے لئے عام حل یہ ہے۔

$$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi) + B\cos(\omega t + \varphi)$$

جہاں A اور B مستقلات ہیں۔

نوٹ

(a) چونکہ کمیت ایک جمودی خصوصیت ہے اور کمانی کی مستقلہ لچکداری کی خصوصیت ہے۔

وقفۂ دوران یہ ہے۔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\text{جمودی خصوصیت}}{\text{لچکداری کی خصوصیت}}} = 2\pi\sqrt{\left|\frac{\text{ہٹاؤ}}{\text{اسراع}}\right|}$$

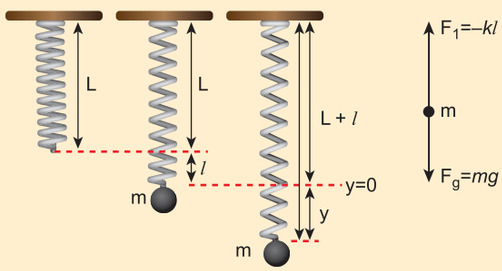
(b) $$\frac{\text{ہٹاؤ}}{\text{اسراع}} = \frac{x}{\frac{d^2x}{dt^2}} = -\frac{m}{k}$$

$\frac{m}{k}$ جس کی ماڈیولس قیمت یا قدر یہ ہے۔

لہٰذا وقفۂ دوران $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

10.4.2 ایک کمانی کے عمودی اہتزازات
(Vertical Oscillations of a spring)

خاکہ 10.14 کمانیاں (Springs)



خاکہ 10.15۔ کڑا پن یا سختی کی مستقلہ ' k ' والی ایک بے وزن کمانی

کڑے پن کی مستقلہ یا سختی کی مستقلہ ' k ' والی ایک بے وزن کمانی کا تصور کیجئے، جو ایک چھت سے جڑی ہوئی ہے جیسا کہ خاکہ 10.15 میں بتایا گیا ہے۔ فرض کیجئے کہ کمیت m کے لادنے سے پہلے اس کمانی کی لمبائی L ہو ۔ اگر کمانی کے خالی سرے کے ساتھ کمیت m کا ایک بلاک جوڑ دیا جاتا ہے تو وہ کمانی ایک لمبائی l کے ذریعے کچھ لمبی ہو جاتی ہے۔ فرض کیجئے کہ کمانی کے تناؤ کی وجہ سے بننے والی بحالی کی قوت F_1 ہے۔ کمیت m کی وجہ سے قوت جاذبہ نیچے کی جانب عمودی طور پر عمل پیرا ہوتی ہے۔ ہم اس نظام کے لئے آزاد جسم کا نقشہ کھینچ سکتے ہیں جیسا کہ خاکہ 10.5 میں بتایا گیا ہے جب وہ نظام توازنت پر قائم ہوتا ہے۔

$$F_1 + mg = 0 \qquad (10.27)$$

مگر وہ کمانی ایک چھوٹے سے ہٹاؤ l کے ذریعے لمبی ہوتی ہے، چنانچہ

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:09 PM

$$F_1 \propto l \Rightarrow F_1 = -k\,l \qquad (10.28)$$

مساوات (10.28) کو مساوات (10.27) میں حل کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$-k\,l + mg = 0$$
$$mg = kl$$
(یا)
$$\frac{m}{k} = \frac{l}{g} \qquad (10.29)$$

بالفرض اگر ہم کمیت پر اس طرح ایک بہت چھوٹی بیرونی قوت لگاتے ہیں کہ وہ کمیت مزید ایک ہٹاؤ y کے ذریعہ نیچے کی جانب ہٹ جاتی ہے تو وہ اوپر اور نیچے اہتزاز کرنے لگے گی۔ اب کمانی کے اس تناؤ کی وجہ سے بننے والی بحالی کی قوت (کمانی کی کل لمبائی $l + y$ ہے) یہ ہے

$$F_2 \propto (y + l)$$
$$F_2 = -k\,(y + l) = -ky - kl \qquad (10.30)$$

چونکہ وہ کمیت $\frac{d^2y}{dt^2}$ اسراع کے ساتھ اوپر اور نیچے کی حرکت ہوتی ہے، اس صورت حال کے لئے آزاد جسم کا خاکہ کھینچتے ہوتے، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$-ky - kl + mg = m\frac{d^2y}{dt^2} \qquad (10.31)$$

اس تناؤ کی وجہ سے کمیت پر عمل پیرا ہونے والی کل قوت یہ ہے۔

$$F = F_2 + mg$$
$$F = -ky - kl + mg \qquad (10.32)$$

جاذبی قوت بحالی کی قوت کی مخالفت کرتی ہے۔ مساوات (10.29) کو مساوات (10.32) میں حل کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$F = -ky - kl + kl = -ky$$

نیوٹن کے دوسرے کلیہ کے استعمال سے، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$m\frac{d^2y}{dt^2} = -k\,y$$
$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{k}{m}y \qquad (10.33)$$

اوپر کی مساوات سادہ ہم آہنگی تفرقی مساوات کے مشابہ ہے۔ چنانچہ ہم وقفۂ دوران کو اس طرح حاصل کرتے ہیں۔

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \text{ سکنڈ} \qquad (10.34)$$

نوٹ

یہ دیکھا گیا ہے کہ کمانی کے افقی اہتزازات اور کمانی کے عمودی اہتزازات دونوں کے وقفۂ دوران مساوی ہیں۔

اس وقفۂ دوران کو مساوات (10.29) کی مدد سے از سر نو لکھ سکتے ہیں۔

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \text{ second} \qquad (10.35)$$

اس ضابطے کے ذریعہ اسراع بوجہ جاذبہ محسوب کیا جا سکتا ہے۔

$$g = 4\pi^2\left(\frac{l}{T^2}\right) \text{ m s}^{-2} \qquad (10.36)$$

مثال 10.8

ایک کمانی دار ترازو میں ایک پیمانہ ہے، جس کی وسعت 0 سے 25 کلوگرام تک ہے اور اس اسکیل کی لمبائی 0.25 میٹر ہے۔ اسے ایک نامعلوم سیارے X پر لے جایا گیا ہے، جہاں اسراع بوجہ جاذبہ $11.5\ \text{ms}^{-1}$ ہے۔ فرض کیجئے کہ اس کمانی میں M کلوگرام کمیت والا ایک جسم لٹکایا گیا ہے اور 0.50 s کے ایک وقفے کے ساتھ اسے اہتزاز کرنے چھوڑ دیا گیا ہے۔ اس جسم پر عمل پیرا ہونے والی قوت جاذبہ محسوب کیجئے۔

حل:

آیئے ہم سب سے پہلے مساوات (10.29) کی مدد سے کمانی دار ترازو کی بے لچک داری (کڑے پن) (stiffness) کا مستقلہ دریافت کریں۔

$$k = \frac{mg}{l} = \frac{25 \times 11.5}{0.25} = 1150\ N\,m^{-1}$$

اہتزازات کا وقفۂ دوران یوں پیش کیا جاتا ہے۔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$

جہاں M، جسم کی کمیت ہے۔

چونکہ M نامعلوم ہے، از سر نو ترتیب دینے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:09 PM

$$M = \frac{kT^2}{4\pi^2} = \frac{(1150)(0.5)^2}{4\pi^2} = 73\ kg$$

اس جسم پر عمل پیرا ہونے والی قوت جاذبہ یہ ہے۔

$$W = Mg = 7.3 \times 11.5 = 83.95\ N \approx 84\ N$$

10.4.3 کمانیوں کے مجموعے
(Combinations of Springs)

خاکہ 10.16۔ موٹر گاڑی میں صدمہ کا جذب کار (Shock absorber) کے طور پر کمانیوں کا مجموعہ

کمانی کی مستقلہ (یا) قوت کی مستقلہ جسے کڑے پن یا سختی (Stiffness) کا مستقلہ بھی کہا جاتا ہے، کمانی کے کڑے پن کی ایک پیمائش ہے۔

کمانی کی کڑے پن کے مستقلہ کی قیمت جتنی زیادہ ہوتی ہے، وہ کمانی اتنی ہی سخت ہوتی ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ اس کمانی کو دابنے یا تاننے کے لئے ہمیں زیادہ قوت لگانی پڑے گی۔ اسی طرح کمانی کی مستقلہ کی قیمت چھوٹی ہو تو کمانی کو تاننے (لمبا کرنے) یا دابنے کے لئے کم قوت کافی ہے۔

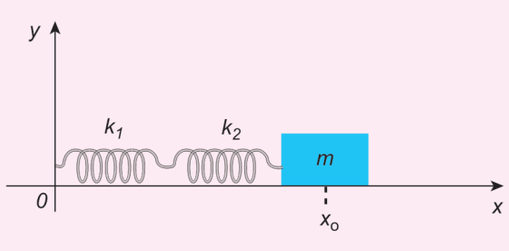
کمانیوں کو دو طرح سے جوڑا سکتا ہے۔ یا تو کمانیوں کو ان کے کناروں سے جوڑا جاسکتا ہے جسے سلسلہ وار جوڑ بھی کہا جاتا ہے یا اس کے بدل متوازی بھی جوڑا جاسکتا ہے۔ مندرجۂ ذیلی حصے میں ہم کمانیوں کی مجموعی مستقلہ کا محاسبہ کر سکتے ہیں، جب

(a) کمانیاں سلسلہ وار جوڑ دی جائیں۔

(b) کمانیاں متوازی طور پر جوڑ دی جائیں۔

(a) سلسلہ وار جوڑی گئی کمانیاں:
(Springs connected in Series)

جب دو یا دو سے زیادہ کمانیاں سلسلہ وار جوڑ دی جائیں، تو ہم اس سلسلہ میں موجود تمام کمانیوں کے بجائے، ان کی ایک مساوی کمانی (مؤثر کمانی) سے انہیں تبدیل کر سکتے ہیں، جس کا مجموعی اثر سلسلہ وار موجود تمام کمانیوں کے مجموعی اثر کے برابر ہوگا۔ اگر انفرادی کمانی کی مستقلہ کی دی گئی قیمت $k_1, k_2, k_3, \ldots,$ (معلوم مقدار) ہو تو ہم ایک مؤثر یا مساوی کمانی کی مستقلہ k_s (نامعلوم مقدار) کو معلوم کرنے کے لئے ایک حسابی تعلق قائم کر سکتے ہیں۔ آسانی کے لئے آیئے ہم صرف دو کمانیوں کا تصور کریں جن کی کمانی کے مستقلات k_1 اور k_2 ہیں اور جنہیں ایک کمیت m سے جوڑا جاسکتا ہے، جیسا کہ خاکہ 10.17 میں بتایا گیا ہے۔ اس سے حاصل ہونے والے نتیجے کو سلسلے میں موجود کسی بھی تعداد کی کمانیوں کے لئے عمومی بنایا جاسکتا ہے۔



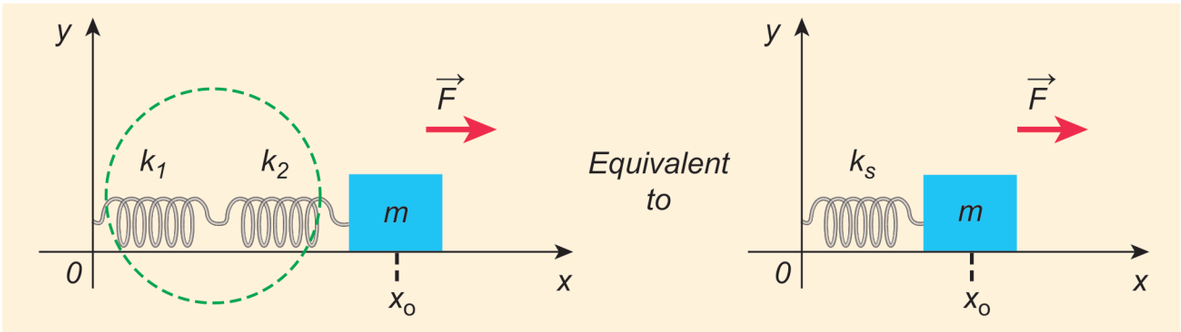
خاکہ 10.17۔ کمانیاں سلسلہ وار جوڑی گئی ہیں

فرض کیجئے کہ دائیں جانب لگائی گئی قوت F ہے جیسا کہ خاکہ 10.18 میں بتایا گیا ہے۔ چونکہ مختلف کمانیوں کی ''کمانی کی مستقلات'' مختلف ہوتی ہیں اور ان کے درمیانی نقاط سختی سے ثبت نہیں کئے گئے ہیں۔ وہ کمانیاں مختلف لمبائیوں میں تانی جاسکتی ہیں۔ فرض کیجئے کہ لگائی گئی قوت کی وجہ سے کمانیوں کے توازنی مقام (تانے بغیر مقام) سے ان کی لمبائیاں x_1 اور x_2 ہیں۔ تو پھر اس کمیت کے نقطے کا کل ہٹاؤ یہ ہے۔

$$x = x_1 + x_2 \qquad (10.37)$$

ہوک کے کلیہ کے تحت کل قوت یہ ہے۔

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:10 PM



خاکہ 10.18 سلسلہ وار جوڑ میں کمانی کا مؤثر مستقلہ

$$F = -k_s(x_1 + x_2) \Rightarrow x_1 + x_2 = -\frac{F}{k_s} \quad (10.38)$$

سلسلہ وار جوڑی گئی کمانیوں کے لئے

$$-k_1x_1 = -k_2x_2 = F$$

$$\Rightarrow x_1 = -\frac{F}{k_1} \quad \text{اور} \quad x_2 = -\frac{F}{k_2} \quad (10.39)$$

چنانچہ مساوات (10.39) کو مساوات (10.38) میں حل کرنے پر، کمانی کی مجموعی مستقلہ کا محاسبہ یوں کیا جاسکتا ہے۔

$$-\frac{F}{k_1} - \frac{F}{k_2} = -\frac{F}{k_s}$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

(یا)

$$k_s = \frac{k_1k_2}{k_1 + k_2} \ \text{Nm}^{-1} \quad (10.40)$$

بالفرض اگر ہمارے پاس، سلسلہ میں ' n ' تعداد کی کمانیاں موجود ہیں تو پھر سلسلہ میں کمانی کی مؤثر مستقلہ یہ ہوگی۔

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \ldots + \frac{1}{k_n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{k_i} \quad (10.41)$$

اگر کمانی کی تمام مستقلات ایک جیسے ہوں، یعنی $k_1 = k_2 = \ldots = k_n = k$ ہوں، تو پھر

$$\frac{1}{k_s} = \frac{n}{k} \Rightarrow k_s = \frac{k}{n} \quad (10.42)$$

اس کا مطلب یہ ہے کہ کمانی کی مؤثر مستقلہ، ' n ' عوامل کے ذریعہ گھٹ جاتی ہے۔

لہذا، سلسلہ وار مجموعے کی کمانیوں کے لئے، کمانی کی مؤثر مستقلہ کمانیوں کی انفرادی مستقلات سے کم ہوتی ہے۔

مساوات 10.39 کی مدد سے ہم رکھتے ہیں۔

$$k_1x_1 = k_2x_2$$

تو پھر دابے گئے فاصلے یا تانے گئے فاصلے x_1 اور x_2 کی درمیانی نسبت یہ ہے۔

$$\frac{x_2}{x_1} = \frac{k_1}{k_2} \quad (10.43)$$

پہلی اور دوسری کمانیوں میں ذخیرہ اندوز لچکدار توانائی بالقواہ بالترتیب $U_1 = \frac{1}{2}k_1x_1^2$ اور $U_2 = \frac{1}{2}k_2x_2^2$ ہیں۔

پھر ان کی نسبت یہ ہے۔

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{1}{2}k_1x_1^2}{\frac{1}{2}k_2x_2^2} = \frac{k_1}{k_2}\left(\frac{x_1}{x_2}\right)^2 = \frac{k_2}{k_1} \quad (10.44)$$

نوٹ

کڑے پن (بے لچک پن) (Stiffness) کے مستقلہ کا معکوس لچک داری یا طاعتی عوامل (Compliance) کہلاتا ہے، جسے C سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کی پیمائش m N^{-1} سے ہوتی ہے۔

اگر سلسلے میں ' n ' تعداد کی کمانیاں جڑی ہوتی ہوں تو مجموعی لچک داری کا عوامل $C_s = \sum_{i=1}^{n} C_i$

اگر ' n ' تعداد کی کمانیاں متوازی طور پر جڑی ہوں تو

$$\frac{1}{C_p} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{C_i}$$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:11 PM

مثال 10.9

دو کمانیوں کا تصور کیجئے جن کی قوت کی مستقلات $1\,\text{Nm}^{-1}$ اور $2\,\text{Nm}^{-1}$ ہیں جو سلسلہ وار جڑی ہوئی ہیں۔ کمانی کی مؤثر مستقلہ (k_s) کا محاسبہ کیجئے، اور k_s پر تبصرہ کیجئے۔

حل:

$$k_1 = 1\ \text{N m}^{-1};\ k_2 = 2\ \text{N m}^{-1}$$

$$k_s = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}\ \text{N m}^{-1}$$

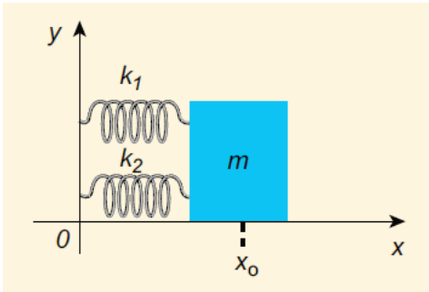
$$k_s = \frac{1\times 2}{1+2} = \frac{2}{3}\ \text{N m}^{-1}$$

$$k_s < k_1 \quad \text{اور} \quad k_s < k_2$$

چنانچہ، کمانی کی مؤثر مستقلہ، k_1 اور k_2 دونوں سے کم ہے۔

(b) متوازی طور پر جوڑی گئی کمانیاں
(Springs connected in Parallel)

جب دو یا دو سے زیادہ کمانیاں متوازی طور پر جوڑی جاتی ہیں تو، ہم ان تمام کمانیوں کو (نکال کر) ایک مساوی کمانی (مؤثر کمانی) سے انہیں تبدیل کر سکتے ہیں جس کا مجموعی اثر ایسا ہی ہوگا جیسا کہ تمام کمانیوں کو متوازی طور پر جوڑا گیا ہو۔ اگر کمانی کی انفرادی مستقلات کی قیمتیں $k_1, k_2, k_3, \ldots,$ (معلوم شدہ مقداریں) ہوں تو ہم کمانی کی مساوی (یا مؤثر) مستقلہ k_p (نامعلوم مقدار) معلوم کرنے کے لئے ایک حسابی تعلق قائم کر سکتے ہیں۔ آسانی کے لئے فرض کر لیجئے کہ k_1 اور k_2 کی مستقلات رکھنے والی صرف دو ہی کمانیاں ایک کمیت m سے جوڑی گئی ہیں، جیسا کہ خاکہ 10.19 میں بتایا گیا ہے۔ ان نتائج کو متوازی طور پر جوڑی گئی کمانیوں کی کسی بھی تعداد کے لئے عمومی بنایا جا سکتا ہے۔



خاکہ 10.19 متوازی طور پر جڑی ہوئی کمانیاں

فرض کیجئے کہ قوت F دائیں جانب لگائی جا رہی ہے جیسا کہ خاکہ 10.20 میں بتایا گیا ہے۔ اس معاملے میں دونوں کمانیاں، ہٹاؤ کی مساوی مقدار کے ذریعے دابی یا تانی جاتی ہیں۔ چنانچہ کمیت m کے ہٹاؤ کے لئے کل قوت یہ ہے۔

$$F = -k_p x \qquad (10.45)$$

جہاں kp، مؤثر کمانی کی مستقلہ کہلاتی ہے۔

فرض کیجئے کہ قوت F_1 کی وجہ سے پہلی کمانی x ہٹاؤ کے ساتھ لمبی ہوئی ہے اور دوسری کمانی قوت F_2 کی وجہ سے اسی x ہٹاؤ کے ساتھ تانی ہوئی ہے، تو پھر کل قوت

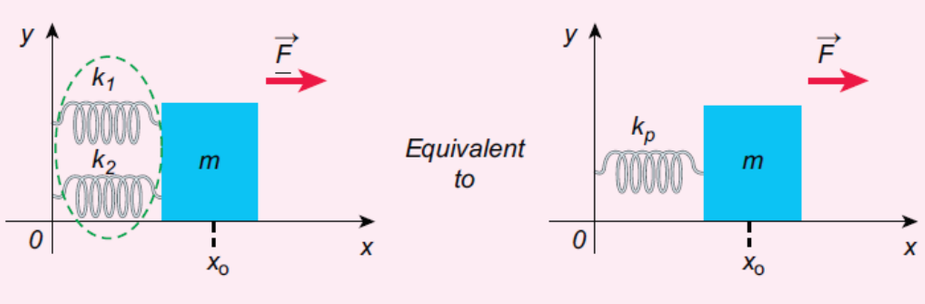
$$F = -k_1 x - k_2 x \qquad (10.46)$$

مساوات (10.46) اور (10.45) کا موازنہ کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$k_p = k_1 + k_2 \qquad (10.47)$$

متوازی طور پر جڑی ہوئی 'n' کمانیوں کے لئے اس مساوات کو عمومی بنانے پر

$$k_p = \sum_{i=1}^{n} k_i \qquad (10.48)$$



خاکہ 10.20 متوازی جوڑ میں مؤثر کمانی کا مستقلہ

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:11 PM

اگر تمام کمانی کی مستقلات ایک جیسی ہوں،
$k_1 = k_2 = \ldots = k_n = k$ تو پھر

$$k_p = n\,k \qquad (10.49)$$

اس سے پتہ چلتا ہے کہ مؤثر کمانی کی مستقلہ ایک عوامل n کے ذریعہ بڑھتی ہے۔ لہذا، متوازی طور پر جڑی ہوئی کمانیوں کے لئے مؤثر کمانی کی مستقلہ، انفرادی کمانی کی مستقلہ سے زیادہ ہوتی ہے۔

نوٹ

کمانی کی مستقلہ، کمانی کی لمبائی کے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

$$k \propto \frac{1}{\text{کمانی کی لمبائی}}$$

اگر اس کمانی کو دو ٹکڑوں میں اس طرح کاٹ دیا جائے کہ ایک ٹکڑے کی لمبائی l_1 اور دوسرے کی لمبائی l_2 ہو۔ اس طرح کہ $l_1 = nl_2$ ہو تو پھر پہلی لمبائی کی کمانی مستقلہ ہوگی اور $k_1 = \frac{k(n+1)}{n}$ دوسری لمبائی کی کمانی کی مستقلہ $k_2 = (n+1)\,k$ ہوگی۔

جہاں k دو ٹکڑوں میں کاٹنے سے پہلے موجود اصلی کمانی کا مستقلہ ہے۔

مثال 10.10

متوازی طور پر جڑی ہوئی کمانیوں کا تصور کیجئے جن کی قوتی مستقلات $1\,\mathrm{N\,m^{-1}}$ اور $2\,\mathrm{N\,m^{-1}}$ ہیں۔
مؤثر کمانی کی مستقلہ (k_p) معلوم کیجئے اور k_p پر تبصرہ کیجئے۔

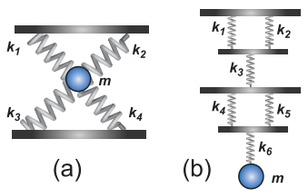
حل:

$$k_1 = 1\,\mathrm{N\,m^{-1}},\ k_2 = 2\,\mathrm{N\,m^{-1}}$$
$$k_p = k_1 + k_2\,\mathrm{N\,m^{-1}}$$
$$k_p = 1 + 2 = 3\,\mathrm{N\,m^{-1}}$$
$$k_p > k_1 \quad \text{اور} \quad k_p > k_2$$

چنانچہ مؤثر کمانی کی مستقلہ k_1 اور k_2 سے زیادہ ہے۔

مثال 10.11

مندرجۂ ذیل نظامات کے لئے مساوی کمانی کی مستقلہ معلوم کیجئے اور اس کے علاوہ معلوم کیجئے کہ اگر تمام کمانی کی مستقلات مساوی ہوں تو مساوی کمانی کی مستقلہ کیا ہوگی؟



حل:

a۔ چونکہ k_1 اور k_2 متوازی ہیں، $k_u = k_1 + k_2$
اسی طرح k_3 اور k_4 متوازی ہیں۔
چنانچہ $k_d = k_3 + k_4$ مگر k_u اور k_d سلسلہ وار ہیں،

$$\text{لہذا} \quad k_{eq} = \frac{k_u k_d}{k_u + k_d}$$

اگر تمام کمانی کی مستقلات مساوی ہوں تو پھر

$$k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k$$

جس کا مطلب $k_u = 2k$ اور $k_d = 2k$

$$\text{چنانچہ} \quad k_{eq} = \frac{4k^2}{4k} = k$$

b۔ چونکہ k_1 اور k_2 متوازی ہیں، $k_A = k_1 + k_2$
اسی طرح k_4 اور k_5 متوازی ہیں،
چنانچہ $k_B = k_4 + k_5$
مگر k_A, k_3, k_B اور k_6 سلسلہ وار ہیں،

$$\text{چنانچہ} \quad \frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{k_A} + \frac{1}{k_3} + \frac{1}{k_B} + \frac{1}{k_6}$$

اگر تمام کمانی کی مستقلات مساوی ہوں

$$\text{تو پھر} \quad k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k_5 = k_6 = k$$

جس کا مطلب یہ ہے $k_A = 2k$ اور $k_B = 2k$

$$\frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{2k} + \frac{1}{k} + \frac{1}{2k} + \frac{1}{k} = \frac{3}{k}$$

$$k_{eq} = \frac{k}{3}$$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:12 PM

مثال 10.12

ایک افقی ملائم سطح پر v رفتار کے ساتھ ایک کمیت m حرکت کرتی ہے اور ایک قریبی بے وزن کمانی سے ٹکراتی ہے، جس کی کمانی کا مستقلہ k ہے۔ اگر وہ کمیت ٹکراؤ کے بعد رک جاتی ہے تو اس کمانی کا سب سے زیادہ داب (Compression) محسوب کیجئے۔

حل:

جب وہ کمیت کمانی سے ٹکراتی ہے تو کلیہ بقائے توانائی کی مدد سے ''کمیت کی توانائی بالفعل کا نقصان، کمانی سے حاصل کی گئی لچکدار توانائی بالقواہ کے برابر ہے''۔

فرض کیجئے کہ کمانی کے داب کا فاصلہ x ہو تو پھر

کلیہ بقائے توانائی،

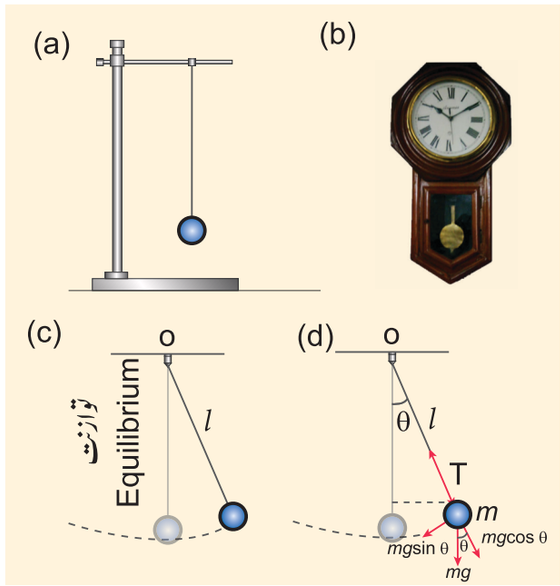
$$\frac{1}{2}m v^2 = \frac{1}{2} k x^2 \Rightarrow x = v\sqrt{\frac{m}{k}}$$

10.4.4 SHM میں ایک سادہ رقاص کے اہتزازات اور سادہ رقاص کے کلیے

(Oscillations of a Simple Pendulum in SHM and laws of simple pendulum)

سادہ رقاص Simple pendulum

ایک رقاص ایک میکانیکی نظام ہے جو دوری حرکت ظاہر کرتا ہے۔ اس میں m کمیت والا ایک گولا ہوتا ہے جو (بے وزن اور بے تناؤ والی تصور کردہ) ایک لمبی ڈوری سے لٹکا ہوتا ہے اور اس ڈوری کا دوسرا سرا ایک ایستادہ پر ثبت کر دیا جاتا ہے، جیسا کہ خاکہ 10.21(a) میں بتایا گیا ہے۔ توازنت پر وہ رقاص اہتزاز نہیں کرتا اور عمودی طور پر نیچے لٹکا ہوا ہوتا ہے۔ ایسی حالت اوسط حالت یا توازنی حالت کہلاتی ہے۔ جب ایک رقاص کو اس کی توازنی حالت سے ایک چھوٹے سے ہٹاؤ کے ذریعہ ہٹا کر چھوڑ دیا جاتا ہے تو وہ رقاص آگے اور پیچھے کی حرکت کرنے لگتا ہے۔ فرض کیجئے کہ رقاص کی لمبائی l ہے، جو ڈوری کے اوپری حصہ اور گولے کے جاذبی مرکز کا درمیانی فاصلہ ہے۔ ہٹے ہوئے کسی بھی مقام پر رقاص کے گولے پر دو قوتیں عمل پیرا ہوتی ہیں جیسا کہ خاکہ 10.21(d) میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 10.21۔ سادہ رقاص

(i) جسم پر عمل پیرا ہونے والی جاذبی قوت ($\vec{F} = m\vec{g}$) جو عمودی طور پر نچلی جانب عمل پیرا ہوتی ہے۔

(ii) ڈوری میں موجود تناؤ $\vec{T}$ جو ڈوری کے تحت لٹکے ہوئے حصے کی طرف عمل پیرا ہوتا ہے۔

جاذبی قوت کو اس کے اجزاء میں حل کرتے ہوئے

(a) عمودی جزو (Normal component):

ڈوری کے ساتھ والا جزو مگر تناؤ کے مخالف سمت میں،

$$F_{as} = mg\cos\theta.$$

(b) مماسی جزو (Tangential component) :

ڈوری کے عمود والا جزو یعنی جھول (Swing) کے منحنی کی مماسی سمت والا جزو $F_{ps} = mg\sin\theta$.

چنانچہ ڈوری کی طرف قوت کا عمودی جزو یہ ہے۔

$$T - F_{as} = m\frac{v^2}{l}$$

یہاں v گولے کی رفتار ہے۔

$$T - mg\cos\theta = m\frac{v^2}{l} \qquad (10.50)$$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:12 PM

نوٹ

نیوٹن کے دوسرے کلیے کی مدد سے
$\vec{F} = m\vec{a}$ ہے ۔ یہاں L.H.S پر کل قوت
$T\text{-}F_{as}$ ہے۔ R.H.S میں $m\vec{a}$ مرکز مائل قوت
$= \frac{mv^2}{l}$ کے متوازن ہے جو گولے کو اہتزاز کراتا ہے۔

خاکہ 10.21 کی مدد سے، ہم یہ مشاہدہ کر سکتے ہیں کہ جاذبی قوت کا مماسی جزو W_{ps} ہمیشہ توازنی مقام کی طرف رخ کرتا ہے یعنی، وہ رخ جس میں وہ ہمیشہ اوسط مقام سے گولے کے ہٹاؤ کی سمت کی مخالف سمت میں ہوتا ہے۔ لہذا اس صورت حال میں مماسی قوت، بحالی کی قوت کے علاوہ کچھ نہیں ہے۔ مماسی سمت کے تحت، نیوٹن کے دوسرے کلیہ کے استعمال سے، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$m\frac{d^2s}{dt^2} + F_{ps} = 0 \Rightarrow m\frac{d^2s}{dt^2} = -F_{ps}$$

$$m\frac{d^2s}{dt^2} = -mg\sin\theta \qquad (10.51)$$

جہاں s گولے کا مقام ہے، جس کی پیمائش منحنی کے ساتھ کی جاتی ہے۔ زاویائی ہٹاؤ کے لحاظ سے منحنی کی لمبائی کا اظہار یہ ہے۔

$$s = l\theta \qquad (10.52)$$

پھر اس کی اسراع

$$\frac{d^2s}{dt^2} = l\frac{d^2\theta}{dt^2} \qquad (10.53)$$

مساوات (10.53) کو (10.51) میں حل کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$l\frac{d^2\theta}{dt^2} = -g\sin\theta$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\sin\theta \qquad (10.54)$$

اوپر کی تفرقی مساوات میں $\sin\theta$ کی موجودگی کی وجہ سے، یہ ایک غیر خطی تفرقی مساوات (یہاں دوسرے درجے کی ہم متجانس مساوات) ہے۔ تصور کیجئے، اہتزازی اندازہ جتنا کم ہوگا $\sin\theta \approx \theta$ ہوگا، اوپر کی تفرقی مساوات خطی تفرقی مساوات بن جاتی ہے۔

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\theta \qquad (10.55)$$

یہ ایک مشہور اہتزازی تفرقی مساوات ہے، چنانچہ اس اہتزاز گر کی زاویائی تعدد (اس نظام کی فطری تعدد) یہ ہے۔

$$\omega^2 = \frac{g}{l} \qquad (10.56)$$

$$\Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \text{ rad } s^{-1} \qquad (10.57)$$

اہتزازات کا تعدد یہ ہے ۔

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}} \text{ Hz} \qquad (10.58)$$

اور اہتزازات کا وقفۂ دوران یہ ہے۔

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \text{ second} \qquad (10.59)$$

سادہ رقاص کے کلیے (Laws of Simple Pendulum)

(a) ایک سادہ رقاص کا وقفہ دوران مندرجۂ ذیل کلیوں پر منحصر ہوتا ہے۔

(i) لمبائی کا کلیہ (Law of length) : اسراع بوجہ جاذبہ کی ایک دی گئی قیمت کے لئے ایک سادہ رقاص کا وقفۂ دوران، رقاص کے لمبائی کے جذر المربع کے براہ راست تناسب میں ہوتا ہے۔

$$T \propto \sqrt{l} \qquad (10.60)$$

(ii) اسراع کا کلیہ (Law of acceleration) :
ایک متعین لمبائی کے لئے، ایک سادہ رقاص کا وقفۂ دوران اسراع بوجہ جاذبہ کے جذر المربع کے بلا راست تناسب میں ہوتا ہے۔

$$T \propto \frac{1}{\sqrt{g}} \qquad (10.61)$$

(b) مندرجۂ ذیل عوامل پر غیر منحصر ہوتا ہے۔

(i) گولے کی کمیت: ایک اہتزاز کا وقفۂ دوران، سادہ رقاص کی کمیت پر منحصر نہیں ہوتا۔ یہ آزادانہ گراؤ کے مشابہ ہے۔ چنانچہ، لمبائی

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:13 PM

کے ایک رقاص میں، یہ ضروری نہیں کہ ہاتھی جھول رہا ہے، چیونٹی جھول رہی ہے۔ دونوں مساوی وقفۂ دوران کے ساتھ ہی جھولیں گے۔

(ii) اہتزازات کا حیطہ:

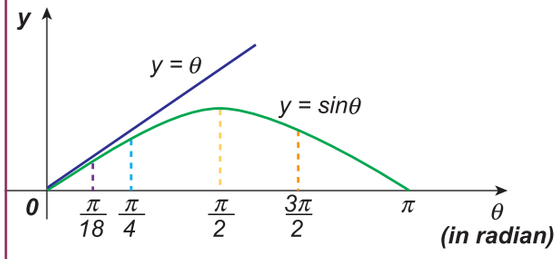
چھوٹے زاویائی اندازہ والے ایک رقاص کے لئے (زاویائی ہٹاؤ بہت چھوٹا ہے) وقفۂ دوران اہتزاز کے حیطے پر غیر منحصر ہوتا ہے۔

مثال 10.13

سادہ رقاص کے تجربے میں، ہم نے چھوٹے زاویائی اندازے کا استعمال کیا ہے۔ چھوٹے زاویائی اندازے پر بحث کیجئے۔

θ (in degrees) درجوں میں	θ(in radian) ریڈین میں	sin θ
0	0	0
5	0.087	0.087
10	0.174	0.174
15	0.262	0.256
20	0.349	0.342
25	0.436	0.422
30	0.524	0.500
35	0.611	0.574
40	0.698	0.643
45	0.785	0.707

ریڈین میں θ کے لئے، بہت چھوٹے زاویوں کے لئے $\sin\theta \approx \theta$



اس کا مطلب یہ ہے کہ ''جب تک θ کی قیمت زیادہ سے زیادہ 10 درجے ہوتی ہے، Sin θ کی مقدار تقریباً θ کی مقدار کے برابر ہی رہتی ہے۔ جب θ کو ریڈین میں ظاہر کیا جاتا ہے، جیسے جیسے θ کی قیمت میں اضافہ ہوتا ہے۔ sin θ کی قیمت θ سے مختلف ہونے لگتی ہے۔

تپش کے اثر کی وجہ سے رقاص کی لمبائی:

فرض کیجئے کہ لٹکائی گئی تار تپش میں ہونے والی تبدیلی کی وجہ سے متاثر ہو رہی ہے۔ تپش میں ہونے والا اضافہ لمبائی کو یوں متاثر کرتا ہے۔

$$l = l\ (1 + \alpha\ \Delta t)$$

جہاں l_0 تار کی اصل لمبائی ہے اور l تار کی حتمی لمبائی ہے۔ جب تپش بڑھ گئی ہے۔ فرض کیجئے کہ Δt تپش میں ہونے والی تبدیلی ہے اور α خطی پھیلاؤ کا تعاونی عدد ہے۔

پھر $$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\alpha\Delta t)}{g}}$$:

$$= 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}\sqrt{(1+\alpha\Delta t)}$$

$$T = T_0\ (1+\alpha\,\Delta t)^{\frac{1}{2}} \approx T_0\ (1+\frac{1}{2}\,\alpha\,\Delta t)$$

$$\Rightarrow \qquad \frac{T}{T_0} - 1 = \frac{T-T_0}{T_0} = \frac{\Delta T}{T_0} = \frac{1}{2}\alpha\,\Delta t$$

جہاں Δt تپش، کے اثر کی وجہ سے وقفۂ دوران میں ہونے والی تبدیلی ہے اور T_0، اصلی لمبائی l_0 کے ساتھ اس سادہ رقاص کا وقفۂ دوران ہے۔

مثال 10.14

اگر سادہ رقاص کی لمبائی کو اس کی اصلی لمبائی سے 44% کا اضافہ کر دیا جائے تو اس رقاص کے وقفۂ دوران میں ہونے والے اضافے کا فیصد معلوم کیجئے۔

حل:

چونکہ

چنانچہ $$T \propto \sqrt{l}$$

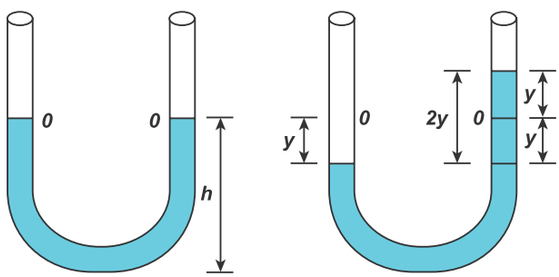
$$T = \text{مستقلہ}\ \sqrt{l}$$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:13 PM

$$\frac{T_f}{T_i}=\sqrt{\frac{l+\frac{44}{100}l}{l}}=\sqrt{1.44}=1.2$$

چنانچہ $T_f = 1.2\ T_i = T_i + 20\%\ T_i$

ایک U نمانالی میں مائع کا اہتزاز
(Oscillation of liquid in a U-tube)



خاکہ 10.22 شیشے کی U نمانالی

شیشے کی ایک U نمانالی فرض کیجئے، جس میں مساوی ترچھی سطحی رقبہ A والے دو بازو موجود ہوں۔ آیئے ہم، اس U نمانالی میں ρ کثافت والا، ایک غیر لزوجی مساوی، غیر داب پذیر مائع، ایک اونچائی h تک ڈالیں، جیسا کہ خاکہ 10.22 میں بتایا گیا ہے۔ اگر اس مائع اور نالی کو بے خلل چھوڑ دیا جائے تو مائعوی سطح متوازن حالت O پر برقرار رہتی ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ مائع کے کسی بھی نقطے پر پیمائش کیا گیا دباؤ مساوی ہے اور بازو کی سطح پر بھی (دونوں جانب نالی کے کناروں پر) مساوی ہے، جو فضائی دباؤ کے ساتھ توازن رکھتا ہے۔ اس کی وجہ سے ہر بازو میں مائع کی سطح برابر ہوگی۔ ایک بازو میں ہوا پھونک کر ہر کوئی مطلوبہ قوت فراہم کرسکتا ہے، جو اس مائع کو متوازن حالت O سے خلل پیدا کرسکے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اس بازو پر جہاں ہوا پھونکی گئی ہے، دوسرے بازو سے زیادہ دباؤ ہے۔ یہ عمل دباؤ میں فرق پیدا کرتا ہے، جس سے اوسط یا توازنی مقام کے تحت ایک مختصر وقفے کے لئے وہ مائع اہتزاز کرتا ہے اور بالآخر ساکن بن جاتا ہے۔

اہتزاز کا وقفۂ دوران یہ ہے۔

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}} \quad \text{سکنڈ} \qquad (10.62)$$

جہاں l، اس U نمانالی میں مائعوی قطار کی کل لمبائی ہے۔

10.5 سادہ ہم آہنگی حرکت میں توانائی
(Energy in Simple Harmonic Motion)

(a) توانائی بالقواہ کے لئے مساوات:

سادہ ہم آہنگی حرکت کے لئے Hooke کے کلیے کی مدد سے قوت اور ہٹاؤ کا تعلق پیش کیا جاتا ہے۔

$$\vec{F} = -k\vec{r}$$

چونکہ قوت ایک سمتی مقدار ہے۔ سہ ابعاد میں اس کے تین اجزاء ہوتے ہیں۔ مزید یہ کہ اوپر کی مساوات میں موجود قوت، ایک بقائی قوتی میدان (Conservative force field) ہے، ایسی قوت ایک ایسی قدری عوامل سے اخذ کی جاسکتی ہے جس میں صرف ایک جزو پایا جاتا ہو۔ یک بعدی صورت حال میں

$$F = -k\,x \qquad (10.63)$$

جیسا کہ ہم نے پہلی جلد کی 4 ویں اکائی میں بحث کیا تھا، بقائی قوتی میدان کے ذریعہ کیا جانے والا کام راستے پر غیر منحصر ہوتا ہے۔ مندرجۂ ذیل مساوات کے ذریعے توانائی بالقواہ U کا محاسبہ کیا جاسکتا ہے۔

$$F = -\frac{dU}{dx} \qquad (10.64)$$

مساوات (10.63) اور (10.64) کا موازنہ کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$-\frac{dU}{dx} = -kx$$

$$dU = k\,x\,dx$$

کیا تم جانتے ہو؟

نقلی متغیر (Dummy Variable)

احصائی متغیر x' (x' کو "x پر ائم" کے طور پر پڑھنا چاہئے) ایک نقلی متغیر ہے۔

$$\int_0^y t\,dt = \int_0^y x\,dx = \int_0^y p\,dp = \frac{y^2}{2}$$

غور کیجئے کہ احصائی متغیرات جیسے x, t اور p کسی ایک کو بھی متغیر کے طور پر استعمال کرتے ہیں تو ہم ایک ہی جواب حاصل کرتے ہیں۔

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:14 PM

ایک چھوٹے سے ہٹاؤ dx کے دوران قوت F ، توانائی بالقواہ کے طور پر ذخیرہ اندوز ہوتا ہے۔

$$U(x)=\int_0^x k\,x'\,dx'=\frac{1}{2}k\left(x'\right)^2\Big|_0^x=\frac{1}{2}kx^2 \quad (10.65)$$

مساوات (10.22) کی مدد سے، ہم مساوات (10.65) میں قوت کی مستقلہ کی قیمت $k = m\omega^2$ کو حل کر سکتے ہیں۔

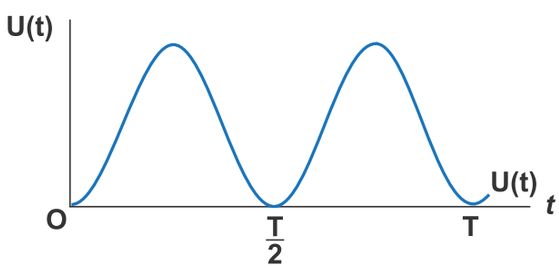
$$U(x)=\frac{1}{2}m\omega^2x^2 \quad (10.66)$$

جہاں (a) اہتزازی نظام کی فطری تعدد ہے۔ مساوات (10.6) کی مدد سے، سادہ ہم آہنگی حرکت ظاہر کرنے والے ذرہ کے لئے، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$x = A \sin \omega t$$

$$U(t)=\frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2\omega t \quad (10.67)$$

U کا یہ تغیر نیچے بتایا گیا ہے۔



خاکہ 10.23 وقت t کے ساتھ توانائی بالقواہ کا تغیر

غور طلب سوال

جب توانائی بالقواہ سب سے کم ہوتی ہے، تو اس کا دوسرا حاصل (Second derivative) مثبت ہوتا ہے، کیوں؟

(b) توانائی بالفعل کے لئے مساوات:

توانائی بالفعل

$$KE = \frac{1}{2}mv_x^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 \quad (10.68)$$

چونکہ وہ ذرہ سادہ ہم آہنگی حرکت کر رہا ہے۔

مساوات (10.6) کی مدد سے

$$x = A \sin \omega t$$

چنانچہ سمتی رفتار ہے۔

$$v_x = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos \omega t \quad (10.69)$$

$$= A\omega\sqrt{1-\left(\frac{x}{A}\right)^2}$$

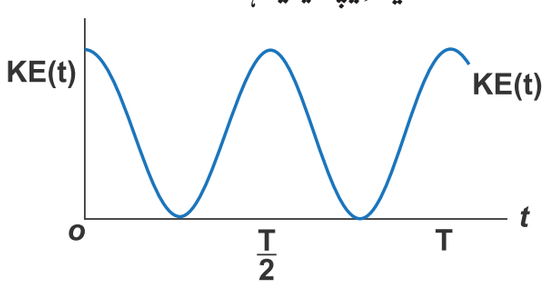
$$v_x = \omega\sqrt{A^2 - x^2} \quad (10.70)$$

لہذا

$$KE = \frac{1}{2}mv_x^2 = \frac{1}{2}m\omega^2\left(A^2 - x^2\right) \quad (10.71)$$

$$KE = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2\omega t \quad (10.72)$$

وقت کے ساتھ کا یہ تغیر نیچے بتایا گیا ہے۔



خاکہ 10.24 وقت کے ساتھ توانائی بالفعل کا تغیر

(c) کل توانائی کے لئے مساوات:

کل توانائی، توانائی بالفعل اور توانائی بالقواہ کا حاصل جمع ہے۔

$$E = KE + U \quad (10.73)$$

$$E=\frac{1}{2}m\omega^2(A^2-x^2)+\frac{1}{2}m\omega^2x^2$$

لہذا ، x^2 کی اصطلاح کو رد کرتے ہوئے،

$$E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \text{مستقلہ} \quad (10.74)$$

متبادل کے طور پر، مساوات (10.67) اور مساوات (10.72) کی مدد سے، ہم کل توانائی کو اس طرح حاصل کرتے ہیں۔

$$E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2\omega t+\frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2\omega t$$

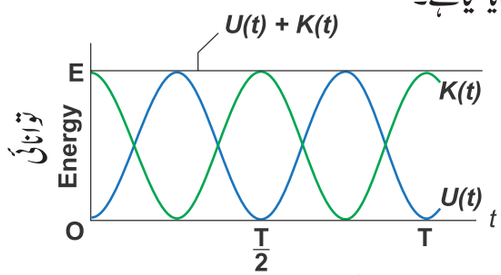
$$=\frac{1}{2}m\omega^2A^2(\sin^2\omega t+\cos^2\omega t)$$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:14 PM

علم مثلث کے ضابطے کی مدد سے $(\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t) = 1$

مستقلہ $E = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 =$

جو کل توانائی کی بقاء کا کلیہ فراہم کرتی ہے، اسے خاکہ 10.26 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 10.25 توانائی بالفعل اور توانائی بالقواہ، دونوں تغیر پاتے ہیں، مگر کل توانائی مستقل رہتی ہے۔

لہذا سادہ ہم آہنگی اہتزاز گر کے حیطہ کو کل توانائی کے لحاظ سے ظاہر کر سکتے ہیں۔

$$A = \sqrt{\frac{2E}{m\omega^2}} = \sqrt{\frac{2E}{k}} \qquad (10.75)$$

مثال 10.15

یک بعدی صورت حال کے لئے، خطی معیار حرکت کے لحاظ سے توانائی بالفعل اور کل توانائی کی مساوات تحریر کیجئے۔

حل :

توانائی بالفعل یہ ہے۔ $KE = \frac{1}{2} m v_x^2$

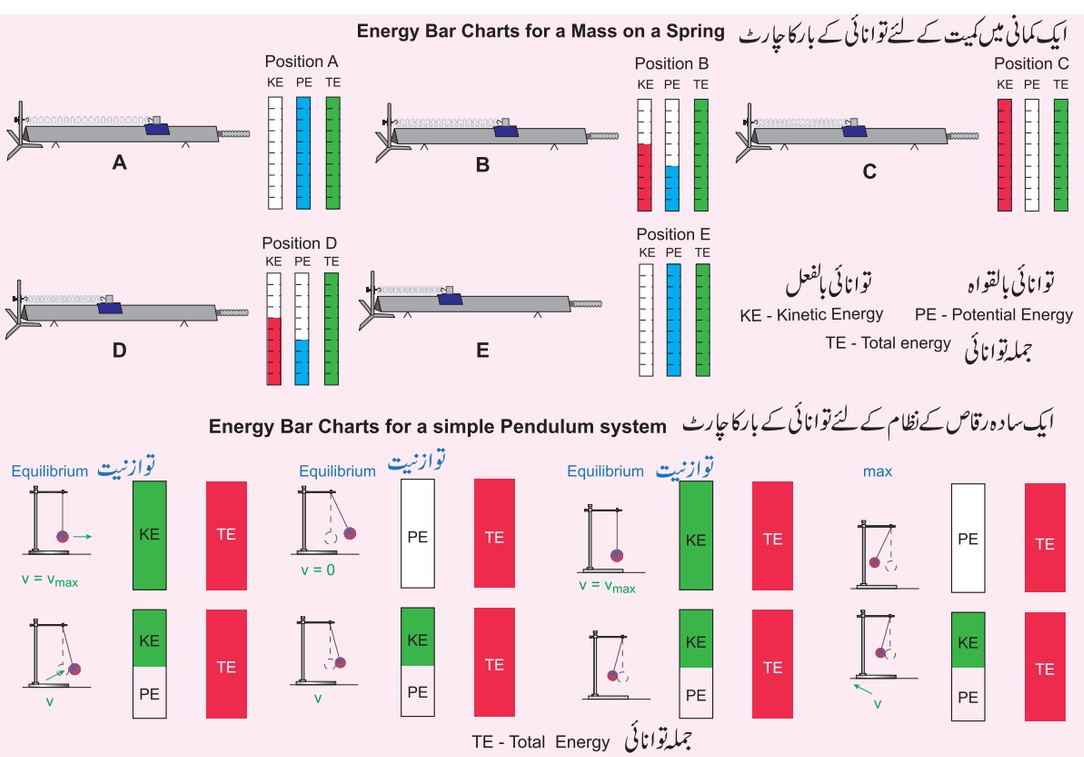
m کے ذریعہ شمار کنندہ اور نسب نما کو ضرب کرنے پر

$$KE = \frac{1}{2m} m^2 v_x^2 = \frac{1}{2m} (m v_x)^2 = \frac{1}{2m} p_x^2$$

جہاں P_x سادہ ہم آہنگی حرکت کرنے والے ذرہ کی خطی معیار حرکت ہے۔

کل توانائی، توانائی بالفعل اور توانائی بالقواہ کے حاصل جمع کے طور پر لکھی جا سکتی ہے، چنانچہ مساوات 10.73 کی مدد سے اور مساوات 10.75 کی مدد سے بھی ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$E = KE + U(x) = \frac{1}{2m} p_x^2 + \frac{1}{2} m\omega^2 x^2 =$$ مستقلہ



خاکہ 10.26 توانائی کی بقاء - کمانی کی کمیت کا نظام اور سادہ رقاص کا نظام

توازنیت

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:15 PM

$$A^2 - x^2 = x^2$$

$$2x^2 = A^2$$

$$\Rightarrow x = \pm\frac{A}{\sqrt{2}}$$

10.6 اہتزازات کے اقسام
(Types of Oscillations)

10.6.1 آزاد اہتزازات (Free Oscillations)

جب اہتزاز گر کو اس کے متوازن مقام سے ہٹا کر اہتزاز کرنے کے لئے چھوڑ دیا جاتا ہے تو وہ یک تعدد کے ساتھ اہتزاز کرنے لگتا ہے جو اس اہتزاز گر کے فطری تعدد کے برابر ہوتی ہے۔ ایسا ایک اہتزاز یا ارتعاش آزاد اہتزاز یا آزاد ارتعاش کہلاتا ہے۔ اس صورت حال میں مرتعش شئے کا حیطہ تعدد اور توانائی مستقل رہتے ہیں۔

مثالیں :

(i) ایک دوشاخہ کا ارتعاش

(ii) ایک تانی ہوئی ڈوری میں ہونے والا ارتعاش

(iii) ایک سادہ رقاص کا اہتزاز

(iv) کمانی۔کمیت کے ایک نظام کے اہتزازات

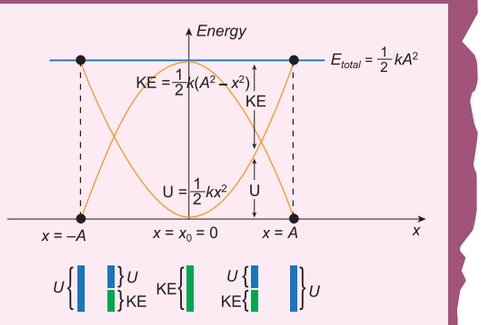
10.6.2 تقصیری اہتزازات
(Damped oscillations)

ایک سادہ رقاص کے اہتزاز کے دوران (پچھلے معاملے میں)، ہم نے یہ تصور کیا تھا کہ اہتزاز کا حیطہ مستقل ہوتا ہے اور اہتزاز گر کی کل توانائی بھی مستقل ہوتی ہے۔ مگر حقیقت میں ایک واسطے میں، رگڑ اور ہوا کی موجودگی کی وجہ سے اہتزاز کا حیطہ وقت کے ساتھ ساتھ کم ہونے لگتا ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ اہتزازات برقرار نہیں رہتے اور SHM کی توانائی، توانائی کے ضائع ہونے کا اظہار کرتے ہوئے آہستہ آہستہ کم ہونے لگتی ہے۔ ضائع شدہ توانائی اطراف کے واسطے میں پیوست ہو جاتی ہے۔ اس قسم کی اہتزازی حرکت تقصیری اہتزاز کہلاتی ہے۔ بالفاظ دیگر اگر ایک اہتزاز گر ایک رکاوٹی واسطے میں حرکت کرتا

نوٹ

توانائی کی بقاء:

توانائی بالفعل اور توانائی بالقواہ دونوں دوری افعال ہیں اور وہ اپنی قیمتوں کو ایک وقفۂ دوران $\frac{T}{2}$ کے بعد دہراتے رہتے ہیں۔ مگر x یا t کی تمام قیمتوں کے لئے کل توانائی مستقل ہی رہتی ہے۔ ایک سادہ ہم آہنگی حرکت کے لئے توانائی بالفعل اور توانائی بالقواہ ہمیشہ مثبت ہوتی ہیں۔ غور کیجئے کہ توانائی بالفعل منفی قیمت حاصل نہیں کر سکتی کیونکہ وہ مربع سمتی رفتار کے راست تناسب میں ہوتی ہے کسی بھی طبیعی مقدار کی پیمائش ایک حقیقی عدد ہونا چاہئے چنانچہ اگر توانائی بالفعل منفی ہو تو پھر سمتی رفتار کی عددی قیمت ایک تصوری عدد بن جائے گی، جو طبیعی طور پر قابل قبول نہیں ہے۔ توازنت پر وہ خالص طور پر فعلی توانائی ہوتی ہے اور انتہائی مقامات پر وہ خالص طور پر توانائی بالقواہ ہوتی ہے۔



مثال 10.16

ایک اہتزاز پذیر ذرہ کا مقام معلوم کیجئے، جب اس کی توانائی بالفعل اور توانائی بالقواہ مساوی ہوں۔

حل:

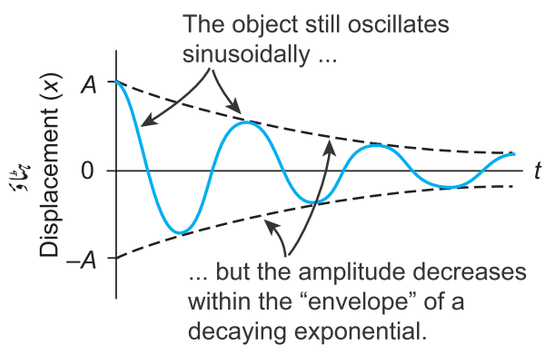
چونکہ اہتزاز پذیر ذرہ کی توانائی بالفعل اور توانائی بالقواہ مساوی ہیں۔

$$\frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:15 PM

ہے تو اس کا حیطہ کم ہوتا جاتا ہے اور اہتزاز گر کی توانائی اس رکاوٹی واسطے کے خلاف کام کرنے میں صرف ہوتی ہے۔ اہتزاز گر کی ایسی حرکت تقصیری حرکت کہلاتی ہے اور اس معاملے میں مزاحمتی (رکاوٹی) قوت (یا تقصیری قوت)، اہتزاز گر کی سمتی رفتار کے تناسب میں ہوتی ہے۔

وہ شئے جیبی طور پر (Sinusoidally) لگاتار اہتزاز کرتی ہے



مگر حیطہ ایک تقصیری قوت نما کے ''لفافے'' کے اندر ہی کم ہونے لگتا ہے۔

خاکہ 10.27 تقصیری ہم آہنگی اہتزاز گر۔ وقت کے ساتھ ساتھ حیطہ کم ہونے لگتا ہے۔

مثالیں:

(i) ایک رقاص کے اہتزازات (ہوائی رگڑ کو ملا کر) یا تیل سے بھرے ایک برتن کے اندر اہتزاز کرنے والا رقاص

(ii) ایک ٹینک دور میں ہونے والے برق مقناطیسی اہتزازات

(iii) مردہ دھڑکن اور بالسٹک گیلوانومیٹر میں ہونے والے اہتزازات

10.6.3 برقرار شدہ اہتزازات (Maintained Oscillations)

جھولے میں جھولتے وقت ایک چند دور کے بعد وہ اہتزازات رک جائیں گے، یہ تقصیر کی وجہ سے ہوتا ہے، تقصیر سے باز رہنے کے لئے ہمیں ایک زور لگانا پڑے گا تاکہ اہتزازات برقرار رہے۔ ایک بیرونی ذریعہ کی مدد سے توانائی لگا کر اہتزاز کے حیطہ کو مستقل رکھا جاسکتا ہے۔ اس قسم کے اہتزازات برقرار شدہ اہتزازات کہلاتے ہیں۔

مثال: ایک بیٹری یا بیرونی پاور سپلائی کے ذریعہ توانائی حاصل کرنے والے ایک دوشاخے کے اہتزازات۔

10.6.4 جبری یا استحصالی اہتزازات (Forced Oscillations)

تقصیر سے باز رکھنے کے لئے ایک بیرونی دوری وسیلے سے چلایا جانے والا کوئی بھی اہتزاز گر جبری اہتزاز گر یا چلایا جانے والا اہتزاز گر کہلاتا ہے۔

اس قسم کے اہتزاز میں، ارتعاش پانے والا جسم شروع میں اپنی فطری تعدد کے ساتھ مرتعش ہوتا ہے، بعد میں وہ جسم بھیجی جانے والی دوری قوت کی تعدد کے ساتھ ارتعاش کرنے لگتا ہے۔ اس قسم کے ارتعاشات جبری ارتعاشات کہلاتے ہیں۔

مثال : تنی ہوئی تاروں والے موسیقی آلات کے صوتی بورڈ

10.6.5 گونج (Resonance)

یہ جبری اہتزازات کی ایک مخصوص صورت حال ہے، جہاں بیرونی دوری قوت (چلانے والی قوت) کی تعدد مرتعش (چلایا جانے والا) جسم کی فطری تعدد کے مشابہ ہوجاتی ہے۔ اس کے نتیجہ میں اہتزاز کرنے والا جسم مرتعش ہونے لگتا ہے یہاں تک کہ ہر مرحلے پر اس کا حیطہ بڑھتا جاتا ہے اور اچانک اس کا حیطہ بہت بڑا ہوجاتا ہے۔ اس قسم کا عمل گونج (Resonance) کہلاتا ہے اور متعلقہ ارتعاشات، گونجی ارتعاشات (Resonance vibrations) کہلاتے ہیں۔

مثال : آواز کی وجہ سے شیشے کا ٹوٹ جانا

نوٹ

گونج کے عمل کو ایک ریڈیو (یا ٹیلی ویژن) کے دوروں میں اسٹیشن (یا چینل) کا ٹیوننگ (Tuning) کرنے میں استعمال کیا جاتا ہے۔

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:16 PM

کیا تم جانتے ہو؟

سپاہیوں کو کسی بھی پُل (برڈج) پر (ملٹری کی چال) مارچ کرنے کی اجازت نہیں دی جاتی ۔ برڈج کے گونجی ارتعاشات سے بچنے کے لئے اس طرح کیا جاتا ہے۔ برڈج پار کرتے وقت اگر سپاہیوں کے مارچ کرنے کے ذریعہ ان کے قدموں کا وقفہ اس برڈج کی فطری تعدد کے برابر ہوجائے تو گونجی ارتعاشات پیدا ہوسکتے ہیں۔ یہ اتنے زیادہ ہوسکتے ہیں کہ وہ برڈج ٹوٹ پھوٹ سکتی ہے۔

مزید اشارے:

ایک لفٹ میں رقاص:

(i) اسراع ' a ' کے ساتھ لفٹ اوپر حرکت کررہی ہو۔ مؤثر اسراع بوجہ جاذبہ $g_{eff} = g + a$ ہے۔

پھر وقفۂ دوران ہے $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{eff}}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{(g+a)}}$

چونکہ وقفۂ دوران ، اسراع وجہ جاذبہ کا بلا راست تعلق رکھتا ہے۔ لفٹ کے اوپر چڑھتے وقت وقفۂ دوران کم ہونے لگے گا۔

(ii) اسراع ' a ' کے ساتھ نیچے اترتی ہوئی لفٹ مؤثر اسراع بوجہ جاذبہ $g_{eff} = g - a$ ہے۔

پھر وقفۂ دوران ہے $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{eff}}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{(g-a)}}$

چونکہ وقفۂ دوران، اسراع بوجہ جاذبہ کا بلا راست تعلق رکھتا ہے۔ لفٹ کے اترتے وقت وقفۂ دوران بڑھنے لگے گا۔

(iii) اسراع $a > g$ کے ساتھ لفٹ گرنے لگتی ہے۔ مؤثر اسراع یہ ہے۔ $g_{eff} = a - g$

پھر وقفۂ دوران یہ ہے۔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{eff}}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{(a-g)}}$

اس معاملہ میں رقاص الٹا ہوجائے گا اور اونچے نقطے کے تحت اہتزاز کرنے لگے گا۔

(iv) اسراع $a = g$ کے ساتھ لفٹ گرنے لگتی ہے۔ مؤثر اسراع یہ ہے $g_{eff} = g - g = 0$

پھر وقفۂ دوران $T \to \infty$ ہے، جس کا مطلب یہ ہے کہ رقاص اہتزاز نہیں کرتا اور اس کی حرکت روک لی جاتی ہے۔

(v) اگر وہ سادہ رقاص ایک کار میں رکھا گیا ہو جو a اسراع کے ساتھ افقی طور پر حرکت کررہی ہے

مؤثر اسراع یہ ہے۔ $g_{eff} = \sqrt{g^2 + a^2}$

وقفۂ دوران یہ ہے۔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{eff}}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + a^2}}}$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:16 PM

خلاصہ

☆ جب کوئی شئے یا ایک ذرہ وقت کے کچھ وقفے کے لئے ایک حوالاتی نقطہ کے تحت بار بار آگے اور پیچھے کی حرکت کرتی ہے تو کہا جائے گا کہ وہ شئے اہتزاز (یا ارتعاشی) حرکت میں ہے۔

☆ ایک SHM کے لئے ذرہ پر کی اسراع یا قوت، ایک متعین نقطہ سے، اس کے ہٹاؤ کے راست تناسب میں ہوتی ہے اور وہ ہمیشہ اس متعین نقطہ کی طرف رخ کرتی ہے۔ وہ قوت یہ ہے $F_x = -kx$ جہاں K ایک مستقلہ ہے جس کا ایک بُعد (dimension) قوت فی اکائی لمبائی ہے جسے قوت کی مستقلہ کہا جاتا ہے۔

☆ سادہ ہم آہنگی حرکت میں، ہٹاؤ $y = A \sin \omega t.$

☆ سادہ ہم آہنگی حرکت میں . سمتی رفتار $v = A\,\omega \cos \omega t = \omega \sqrt{A^2 - y^2}$

☆ سادہ ہم آہنگی حرکت میں، اسراع $a = \frac{d^2y}{dt^2} = -\omega^2 y$

☆ وقفۂ دوران کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ ایک اہتزاز کو مکمل کرنے کے لئے ایک ذرہ سے لیا جانے والا وقت ہے۔ عام طور پر اسے T سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ وقفۂ دوران $T = \frac{2\pi}{\omega}$

☆ فی سکنڈ میں ذرہ کے ذریعہ بننے والے اہتزازات کی تعداد تعدد کہلاتی ہے۔ اسے f سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ تعدد کے لئے S^{-1} اکائی یا ہرٹز (علامت میں Hz ہے) s^{-1} ہے۔ ریاضیاتی طور پر تعدد کا تعلق وقفۂ دوران کے ساتھ اس طرح جوڑا جاتا ہے۔ $f = \frac{1}{T}$

☆ زاویائی ہم آہنگی ☆ حرکت کا تعدد Hz $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\kappa}{I}}$ ہے۔

☆ مسلسل جڑی ہوئی n تعداد کی کمانیوں کے لئے سلسلہ میں مؤثر کمانی کی مستقلہ یہ ہے۔

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \ldots + \frac{1}{k_n} = \sum_{i=0}^{n} \frac{1}{k_i}$$

☆ متوازی طور پر جڑی ہوئی n تعداد کی کمانیوں کے لئے، مؤثر کمانی کی مستقلہ یہ ہے۔ $k_p = \sum_{i=1}^{n} k_i$

☆ U نمانالی کے اہتزاز کے لئے وقفۂ دوران یہ ہے۔ سکنڈ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}}$

☆ یک بعد میں ایک بقائی نظام کے لئے، ایک قدری توانائی بالقواہ کے ذریعہ میدانی قوت اخذ کی جاسکتی ہے۔ $F = -\frac{dU}{dx}$

☆ ایک سادہ ہم آہنگی حرکت میں توانائی بالقواہ یہ ہے۔ $U(x) = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$

☆ ایک سادہ ہم آہنگی حرکت میں توانائی بالفعل یہ ہے۔ $KE = \frac{1}{2}mv_x^2 = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)$

☆ ایک سادہ ہم آہنگی حرکت کے لئے کل توانائی یہ ہے۔ مستقلہ $E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 =$

☆ اہتزازات کی اقسام۔ آزاد اہتزازات، تقصیری اہتزازات
برقرار شدہ اہتزازات اور جبری اہتزازات

☆ گونج (Resonance)، جبری اہتزازات کی ایک مخصوص صورت حال ہے۔

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:17 PM

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ

Oscillation اہتزاز

سادہ ہم آہنگی حرکت (SHM)
Simple Harmonic Motion (SHM)

$F=-kx \quad x=+A\sin\omega t$

$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

$a= -\omega^2 A \sin\omega t$

$a= -\omega^2 y$

$V=A\omega\cos\omega t$

$v = \omega\sqrt{A^2 - y^2}$

$F = -\frac{dU}{dx}$ — $U= \frac{1}{2}kx^2$

$TE = \frac{1}{2}kA^2$ — $KE = \frac{1}{2}mv^2$

$T = \frac{2\pi}{\omega}$

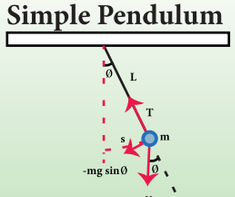
زاویائی SHM
Angular SHM

$\omega = \sqrt{\frac{\kappa}{I}}$

Linear SHM **خطی SHM**

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

سادہ رقاص
Simple Pendulum



تفرقی مساوات
Differential equation:

$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\theta$

وقفۂ دوران
Time Period:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

U - Tube U نمانالی

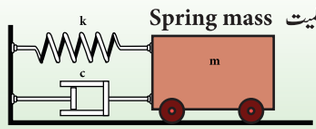
تفرقی مساوات
Differential equation:

$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{2g}{l}y$

وقفۂ دوران
Time Period:

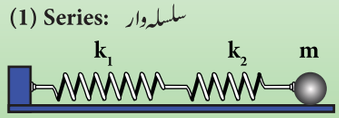
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}}$

Spring mass کمانی کمیت



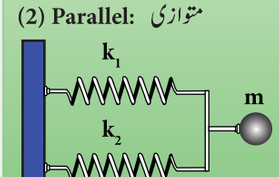
Combination of Springs کمانیوں کی مجموعیت

(1) Series: سلسلہ وار



$k_s = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$

(2) Parallel: متوازی



$k_p = k_1 + k_2$

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:17 PM

I۔ کثیر انتخابی سوالات

1۔ ایک سادہ ہم آہنگی حرکت میں ایک مکمل اہتزاز کے لئے ہٹاؤ کی مخالف اسراع ہوگی ۔ (model NSEP 2000-01)

(a) ایک بیضوی (b) ایک دائرہ

(c) ایک پیرابولا (d) ایک سیدھا خط

2۔ SHM سے دوچار ہونے والا ایک ذرہ مساوی رفتار کے ساتھ A اور B مقامات پار کرتا ہے۔ اگر A سے B تک جانے کا وقفہ 3 سکنڈ ہو اور وہ 3 سکنڈ میں واپس B تک آتا ہو تو اس کا وقفۂ دوران یہ ہے۔

a) 15 s b) 6 s

c) 12 s d) 9 s

3۔ زمین کی سطح پر ایک سکنڈ کے رقاص کی لمبائی 0.9 میٹر ہے۔ اسے سیارے 'x' کی سطح پر جس کی اسراع زمین سے n گنا بڑی ہو، اسی رقاص کی لمبائی یہ ہے۔

a) $0.9n$ b) $\frac{0.9}{n}m$

c) $0.9n^2m$ d) $\frac{0.9}{n^2}$

4۔ ایک ''اسکول بس'' کی چھت سے ایک رقاص لٹکایا گیا ہے اور وہ بس ایک اسراع 'a' کے ساتھ افقی سمت میں حرکت کر رہی ہے تو پھر اس کا وقفۂ دوران یہ ہے۔

a) $T\propto \frac{1}{g^2+a^2}$ b) $T\propto \sqrt{\frac{1}{\sqrt{g^2+a^2}}}$

c) $T\propto \sqrt{g^2+a^2}$ d) $T\propto (g^2+a^2)$

5۔ دو اجسام A اور B جن کی کمیتوں کی نسبت 1:2 ہے، بالترتیب k_A اور k_B کی قوتی مستقلات والی دو علاحدہ بے وزن کمانیوں سے بندھے ہوئے ہیں۔ اگر وہ دو اقسام عمودی طور پر اس طرح اہتزاز کریں کہ ان کی انتہائی سمتی رفتاریں 1:2 کی نسبت میں ہوں پھر B کے ساتھ حیطہ A کی نسبت کیا ہوگی؟

a) $\sqrt{\frac{k_B}{2k_A}}$ b) $\sqrt{\frac{k_B}{8k_A}}$

c) $\sqrt{\frac{2k_B}{k_A}}$ d) $\sqrt{\frac{8k_B}{k_A}}$

6۔ عمودی طور پر بندھی ہوئی ایک کمانی کے ساتھ ایک کمیت m لٹائی گئی ہے اور عمودی اہتزاز کے لئے اس کا وقفۂ دوران T ہے۔ اب اس کمانی کو دو مساوی نصف حصوں میں کاٹ دیا جاتا ہے اور اسی کمیت کو ایک نصف کمانی سے لٹکا دیا جاتا ہے، عمودی اہتزاز کا وقفۂ دوران یہ ہے۔

a) $T'=\sqrt{2}\,T$ b) $T'=\frac{T}{\sqrt{2}}$

c) $T'=\sqrt{2T}$ d) $T'=\sqrt{\frac{T}{2}}$

7۔ اگر کمانیوں کی مستقلات k_1 اور k_2 ہوں اور چرخیوں کی کمیتوں کو نظر انداز کر دیا جائے تو m کمیت والے بلاک کے چھوٹے عمودی اہتزازات کے لئے وقفۂ دوران یہ ہے۔

$$y(t) = A\ sin\ (\omega t + \varphi)$$

7۔ اگر کمانیوں کی مستقلات k_1 اور k_2 ہوں اور چرخیوں کی کمیتوں کو نظر انداز کر دیا جائے تو m کمیت والے بلاک کے چھوٹے عمودی اہتزازات کے لئے وقفۂ دوران یہ ہے۔ جس میں A، اہتزاز کا حیطہ، w زاویائی تعدد اور f ہئیت ہے۔ فرض کیجئے کہ اہتزاز کا حیطہ 8 cm، اور اہتزاز کا وقفہ دوران 24 s ہے۔ اگر ابتدائی وقت کا ہٹاؤ (t = 0 s) 4cm ہو تو t = 6s پر ہٹاؤ یہ ہوگا۔

(a) 8 cm

(b) 4 cm

(c) $4\sqrt{3}$ cm

(d) $8\sqrt{3}$ cm

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:17 PM

8۔ ایک سادہ رقاص T_1 کا ایک وقفۂ دوران رکھتا ہے۔ اگر اس کے لٹکنے کے نقطے کو $y = kt^2$ کے مطابق عمودی طور پر اوپری جانب ہٹایا جائے جہاں y عمودی طور پر طے کیا جانے والا فاصلہ ہے اور $k = 1 ms^{-2}$ ہے تو اس کا وقفۂ دوران T_2 بن جاتا ہے۔ پھر $\frac{T_1^2}{T_2^2}$ یہ ہے۔ $(g = 10\ m\ s^{-2})$ (IIT 2005)

a) $\frac{5}{6}$ b) $\frac{11}{10}$

c) $\frac{6}{5}$ d) $\frac{5}{4}$

9۔ کمانی کی مستقلہ k رکھنے والی ایک مثالی کمانی ایک ایک کرے کی چھت سے لٹکائی گئی ہے اور اس کے نچلے کنارے پر M کمیت والا ایک بلاک لگایا گیا ہے۔ اس کمانی کو تناؤ دئے بغیر، جب وہ بلاک الگ کر دیا جائے تو پھر اس کمانی میں ہونے والا انتہائی پھیلاؤ یہ ہے۔ (IIT 2002)

a) $4\frac{Mg}{k}$ b) $\frac{Mg}{k}$

c) $2\frac{Mg}{k}$ d) $\frac{Mg}{2k}$

10۔ ایک بہت اونچی عمارت میں لٹکتا ہوا ایک رقاص، ایک سادہ ہم آہنگی اہتزاز گر کے طور پر آزادی سے آگے اور پیچھے اہتزاز کرتا ہے۔ اگر اوسط مقام سے 4m کے فاصلے پر اس گولے کی اسراع $16\ ms^{-2}$ ہو تو پھر وقفۂ دوران کیا ہوگا؟ (NEET 2018 model)

a) 2 s b) 1 s

c) 2πs (d) πs

11۔ ایک کھوکھلا کرہ پانی سے بھر دیا گیا ہے۔ اسے ایک لمبے دھاگے سے لٹکا دیا گیا ہے، چونکہ اس کے نچلے سوراخ سے پانی باہر بہہ رہا ہے، اہتزاز کا وقفۂ دوران

(a) پہلے بڑھتا ہے پھر گھٹتا ہے

(b) پہلے گھٹتا ہے پھر بڑھتا ہے

(c) لگاتار بڑھتا ہے

(d) لگاتار گھٹتا ہے

12۔ ایک اہتزاز گر پر تقصیری قوت سمتی رفتار کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔ تناسبی مستقلہ کی اکائیاں یہ ہیں۔ (AIPMT 2012)

a) kg m s^{-1} b) kg m s^{-2}

c) kg s^{-1} (d) kg s

13۔ فرض کیجئے کہ $1\ rad\ s^{-1}$ زاویائی تعدد رکھنے والا ایک ذرہ جو سادہ ہم آہنگی حرکت میں ہے، اس کی جملہ توانائی $0.256\ J$ ہے۔ اگر ذرہ کا ہٹاؤ اس وقت $t = \frac{\pi}{2}\ s$ پر $8\sqrt{2}\ cm$ ہو تو حرکت کا حیطہ یہ ہوگا۔

a) 8 cm b) 16 cm

c) 32 cm d) 64 cm

14۔ ایک ذرہ سادہ ہم آہنگی حرکت میں ہے، جن کے ہٹاؤ y، وقت t_0، $2t_0$ اور $3t_0$ پر بالترتیب A, B اور C ہیں، تو $\left(\frac{A+C}{2B}\right)$ کی قیمت ہے۔

(a) $\cos \omega t_0$ (b) $\cos 2\omega t_0$

(c) $\cos 3\omega t_0$ (d) 1

15۔ $3\ kg$ کمیت رکھنے والی ایک شئے، ایک کمانی کے ایک سرے پر، جو ایک اُفقی غیر رگڑ والے میز سے لٹکی ہوئی ہے، جو سادہ ہم آہنگی حرکت میں ہے، اس کا وقفہ دوران 2π اور حیطہ $2m$ ہے، تو اس کمانی کے ذریعہ ظاہر کردہ زیادہ سے زیادہ قوت یہ ہوگی۔

(a) 1.5 N (b) 3 N

(c) 6 N (d) 12 N

جوابات

1) d	2) c	3) a	4) b
5) b	6) b	7) d	8) c
9) c	10) d	11) a	12) c
13) b	14) a	15) c	

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:18 PM

II۔ مختصر جواب دیجئے۔

1۔ دوری اور غیر دوری حرکت سے کیا مراد ہے؟
ہر حرکت کے لئے کوئی دو مثالیں پیش کیجئے۔

2۔ ایک کمانی کی قوت کی مستقلہ سے کیا مراد ہے؟

3۔ سادہ ہم آہنگی حرکت کے وقفۂ دوران کی تعریف کیجئے؟

4۔ سادہ ہم آہنگی حرکت کی تعدد کی تعریف کیجئے؟

5۔ عہد (یا) ابتدائی ہیئت (epoch) کسے کہتے ہیں؟

6۔ مسلسل طور پر جڑی ہوئی دو کمانیوں پر مختصر نوٹس لکھئے۔

7۔ متوازی طور پر جڑی ہوئی دو کمانیوں پر مختصر نوٹس لکھئے۔

8۔ سادہ رقاص کا وقفۂ دوران تحریر کیجئے۔

9۔ سادہ رقاص کے کلیے بیان کیجئے۔

10۔ خطی ہم آہنگی اہتزاز گر کے لئے وقفۂ دوران کی مساوات تحریر کیجئے۔

11۔ آزاد اہتزاز سے کیا مراد ہے؟

12۔ تقصیری اہتزاز واضح کیجئے۔ ایک مثال بیان کیجئے؟

13۔ جبری اہتزاز کی تعریف کیجئے۔ ایک مثال پیش کیجئے۔

14۔ برقرار شدہ اہتزار سے کیا مراد ہے؟ ایک مثال پیش کیجئے۔

15۔ گونج کی وضاحت کیجئے۔ ایک مثال پیش کیجئے۔

III۔ تفصیلی جوابات لکھئے۔

1۔ سادہ ہم آہنگی اہتزاز سے کیا مراد ہے؟ مثالیں دیجئے اور واضح کیجئے کہ کیوں ہر سادہ ہم آہنگی حرکت ایک دوری حرکت ہے جب کہ عین اس کے برعکس ہونا ضروری نہیں ہے۔

2۔ سادہ ہم آہنگی حرکت کو، مساوی دائری حرکت کے ایک پراجیکشن (خلیل) کے طور پر تشریح کیجئے۔

3۔ زاویائی ہم آہنگی اہتزاز سے کیا مراد ہے؟ زاویائی ہم آہنگی اہتزاز کا وقفۂ دوران محسوب کیجئے۔

4۔ سادہ ہم آہنگی حرکت اور زاویائی ہم آہنگی حرکت کے درمیانی فرق تحریر کیجئے۔

5۔ سادہ رقاص پر تفصیلی بحث کیجئے۔

6۔ ایک کمانی کے افقی اہتزازات کی وضاحت کیجئے۔

7۔ ایک کمانی کے عمودی اہتزازات کی وضاحت کیجئے۔

8۔ U نمانالی میں موجود مائعوی قطار کے اہتزازات پر نوٹس لکھئے۔

9۔ سادہ ہم آہنگی حرکت میں موجود توانائی پر تفصیلی گفتگو کیجئے۔

10۔ چار مختلف اقسام کے اہتزازات کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

IV۔ حسابی مسئلے

1۔ ایک ابعادی نظام دیا گیا ہے، جس کی جملہ توانائی مستقلہ $E = \frac{p^2 x}{2m} + V(x)$ ہے۔ جس میں Px، خطی معیار حرکت کا ایک جز x ہے اور نظام کی توانائی بالقوہ $V(x)$ ہے۔ بتائیے کہ توانائی کا جملہ وقت کا جز، قوت $F_x = -\frac{d}{dx} V(x)$ دیتا ہے۔ توانائی بالقوہ $V(x) = \frac{1}{2} kx^2$ کو استعمال کرتے ہوئے ہوک کے کلیہ کی تصدیق کیجئے۔

2۔ لمبائی $l = 0.9\text{m}$ والے ایک سادہ رقاص کا تصور کیجئے جو ایک ایسی جھکی ہوئی سطح پر لڑھکنے والی ٹرالی پر ٹھیک طور سے رکھا گیا ہے جس کا زاویہ افق کے ساتھ $\theta = 45°$ ہے۔ تصور کرتے ہوئے کہ وہ میلان (جھکی ہوئی سطح) بے رگڑ ہے، اس سادہ رقاص کے اہتزاز کا وقفۂ دوران محسوب کیجئے۔

جواب : 0.86 s

3۔ m کمیت والا لکڑے کا ایک ٹکڑا کھڑے طور پر پانی میں تیر رہا ہے جس کی کثافت ρ ہے۔ اگر اسے تھوڑا سے نیچے دبا کر چھوڑ دیں تو وہ سادہ ہم آہنگی حرکت کرنے لگتا ہے۔ بتائیے کہ اہتزاز کا وقفۂ دوران $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{Ag\rho}}$ ہے۔

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:18 PM

4۔ x اور y محور کے تحت دو سادہ ہم آہنگی حرکتوں کا تصور کیجئے، جن کے تعدد مساوی ہوں , مگر $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ (x محور کے تحت) اور $B \sin \omega t$ (y محور کے تحت) مختلف حیطے رکھتے ہوں تو پھر بتایئے۔

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} - \frac{2xy}{AB}\cos\varphi = \sin^2\varphi$$

اور ان مخصوص معاملات پر بھی بحث کیجئے، جب

a. $\varphi = 0$ b. $\varphi = \pi$ c. $\varphi = \frac{\pi}{2}$

d. $\varphi = \frac{\pi}{2}$ and $A = B$ (e) $\varphi = \frac{\pi}{4}$

نوٹ: جب ایک ذرہ ایک دوسرے کے زاویۂ قائمہ پر دو سادہ ہم آہنگی حرکت سے دوچار ہوتا ہے، تو وہ ذرہ مختلف راستوں کے ساتھ حرکت کرسکتا ہے۔ ایسے راستے لیساجوئی شکلیں (Lissajous figures) کہلاتے ہیں۔

جواب:

(a) $y = \frac{B}{A}x$ مساوات ایک سیدھا خط ہے، جو مثبت میلان کے ساتھ مبدا کے ذریعے گذرتا ہے۔

(b) $y = -\frac{B}{A}x$ مساوات ایک سیدھا خط ہے جو منفی میلان کے ساتھ مبدا کے ذریعہ گذرتا ہے۔

(c) $\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1$ مساوات ایک بیضوی شکل ہے جس کا مرکز مبدا ہے

(d) $x^2 + y^2 = A^2$ مساوات ایک دائرہ ہے جس کا مرکز مبدا ہے

(e) $\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} - \frac{2xy}{AB}\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$ مساوات ایک بیضوی شکل ہے (ترچھی بیضوی شکل ہے جس کا مطلب وہ شکل جھکی ہوئی ہے)

5۔ سادہ ہم آہنگی حرکت کرنے والے ایک ذرہ کے لئے بتایئے کہ

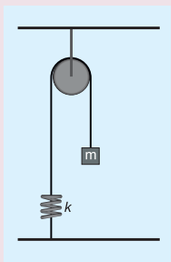
(a) توانائی بالفعل کی اوسط قیمت توانائی بالقواہ کی اوسط قیمت کے برابر ہوتی ہے۔

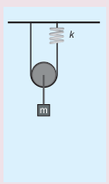
(b) اوسط توانائی بالفعل = اوسط توانائی بالقواہ = $\frac{1}{2}$ (کل توانائی)

اشارہ: اوسط توانائی بالفعل = (توانائی بالفعل) $= \frac{1}{T}\int_0^T$ = توانائی بالفعل

اور اوسط توانائی بالقواہ = (توانائی بالقواہ) $= \frac{1}{T}\int_0^T$ = توانائی بالقواہ

6۔ مندرجۂ نظام کے لئے وقفۂ دوران کا محاسبہ کیجئے، اگر m کمیت کے بلاک کو اس کی توازنی حالت سے تھوڑا سا نیچے ہٹا دیا جائے اور پھر چھوڑ دیا جائے۔ تصور کیجئے کہ چرخی بے رگڑ اور بے وزن ہے، ڈوریاں اور کمانیاں بھی بے وزنی ہیں۔





11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:18 PM

اشارہ اور جواب :

صورت حال (a) یہاں چرخی سختی سے ثبت ہے، جب کمیت y فاصلے کے ذریعہ ہٹتی ہے، تو کمانی بھی y کے ذریعہ تن جاتی ہے۔

چنانچہ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

صورت حال (b) کمیت y کے ذریعہ ہٹ جاتی ہے، چرخی بھی y کے ذریعہ ہٹ جاتی ہے، چنانچہ $y.\ T = 4ky$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}}$$

حوالہ جات

1. Vibrations and Waves – A. P. French, CBS publisher and Distributors Pvt. Ltd.
2. Concepts of Physics – H. C. Verma, Volume 1 and Volume 2, Bharati Bhawan Publisher.
3. Fundamentals of Physics – Halliday, Resnick and Walker, Wiley Publishers, 10th edition.
4. Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics – Serway and Jewett, Brook/ Coole Publishers, Eighth Edition.

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:19 PM

ICT CORNER

ICT کارنر

Oscillations

اہتزازات:

اس کارروائی کے ذریعہ آپ گونج (Resonance) کے بارے میں سیکھ سکتے ہیں۔

مرحلے:

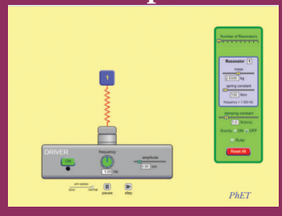
☆ گونج پر مبنی PhET کے مجازی صفحے کو کھولنے کے لئے URL کا استعمال کیجئے یا QR کوڈ اسکین کیجئے۔

☆ کارروائی کی کھڑکی میں گونج گر (resonator) کا ایک نقشہ دیا گیا ہے۔ Play icon پر کلک کیجئے اور 'Sim speed' پر سلائیڈر کو حرکت دیجئے تاکہ گونج دیکھ سکیں۔

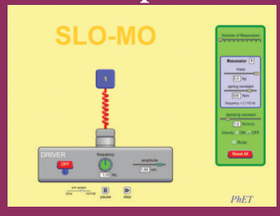
☆ ''گونج گر'' ''کمیت'' اور کمانی کی مستقلہ کی تعداد کو تبدیل کرنے کے لئے کھڑکی کے دائیں طرف سلائیڈر کو حرکت دیجئے اور تعدد دیکھئے۔

☆ مختلف گونج کو دیکھنے کے لئے 'Gravity' پر مبنی آن آف بٹن کا انتخاب کیجئے۔

Step1

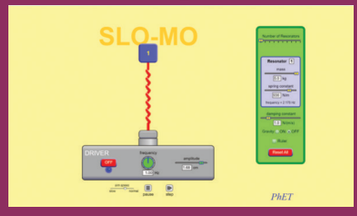


Step2



Step3

Step4



URL:

https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/resonance

* Pictures are indicative only.

* If browser requires, allow **Flash Player** or **Java Script** to load the page.

11 physics V2 10. oscillations
Monday, January 02, 2023 1:13:19 PM

اکائی
11

موجیں (Waves)

We are slowed down sound and light waves, a walking bundle of frequencies tuned into the cosmos. We are souls dressed up in sacred biochemical garments and our bodies are the instruments through which our souls play their music – Albert Einstein

سیکھنے کے مقاصد:

اس اکائی میں طلباء ان باتوں کو سیکھ پائیں گے

- ☆ لہریں اور ان کے اقسام (عرضی اور طولی)
- ☆ بنیادی اصطلاحات جیسے ایک موج یا لہر کے موجی طول، تعدد، وقفۂ دوران اور حیطہ
- ☆ عرضی موجوں اور طولی موجوں کی سمتی رفتار
- ☆ صوتی موجوں کی سمتی رفتار
- ☆ مستوی اور منحنی سطحوں سے صوتی موجوں کا انعکاس اور اس کے استعمالات
- ☆ رواں (یا) آگے بڑھنے والی موجیں اور ان کی ترسیمی نمائندگی
- ☆ اصول انطباق۔ موجوں کی مداخلت، دھڑکنیں اور کھڑی لہریں۔
- ☆ ساکن لہروں کی خصوصیات، صوت پیما (Sonometer)
- ☆ بنیادی تعدد، ہم آہنگیاں اور اضافی طرز یا لہجہ (Overtones)
- ☆ شدت اور صوتی زور
- ☆ ہوائی قطار کا ارتعاش۔ بند عضوی نالی، کھلی عضوی نالی اور گونج کا ہوائی قطار
- ☆ ڈاپلر کا اثر اور اس کے استعمالات

B3CLR

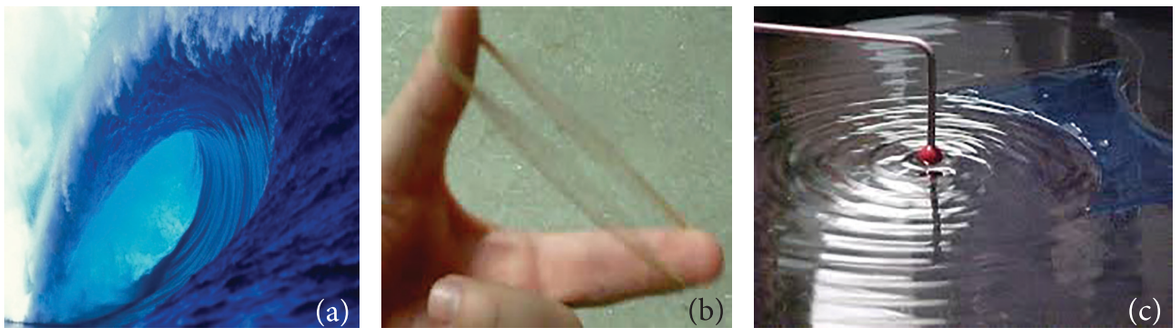
11.1 تعارف

پچھلے سبق میں ہم نے ایک ذرہ کے اہتزاز کے بارے میں بحث کی تھی۔ ایک واسطے کا تصور کیجئے جس میں ذرات کا مجموعہ موجود ہو۔ اگر ایک کنارے پر خلل ڈالا جائے تو خلل آگے بڑھتے ہوئے دوسرے کنارے تک پہنچ جاتا ہے۔ یعنی پہلے کمیتی نقطے پر ڈالا گیا خلل قریبی کمیتی نقطے کو منتقل ہوتا ہے اور اسی طرح یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔

خاکہ 11.1۔ ایک وائلن میں کھڑی لہریں

یہاں یہ غور کیجئے کہ صرف خلل ہی منتقل ہوتا ہے، کمیتی نقطے نہیں۔ اسی طرح ہمارے منہ سے نکلنے والی باتیں، حلق میں موجود صوتی صندوق کے ارتعاش کی وجہ سے ہوتی ہیں۔ اس کی وجہ سے اطراف کے ہوائی سالمے مرتعش ہونے لگتے ہیں اور بات کا اثر (پیغام) خلاء میں ایک نقطے سے دوسرے نقطے تک واسطے کے ذرات کو لئے جائے بغیر منتقل ہو جاتا ہے۔ لہذا، وہ خلل جو خلاء میں توانائی اور معیار حرکت کو واسطے کی منتقلی کے بغیر ایک نقطہ سے دوسرے نقطے تک لے جاتا ہے موج یا لہر کہلاتا ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:27 PM

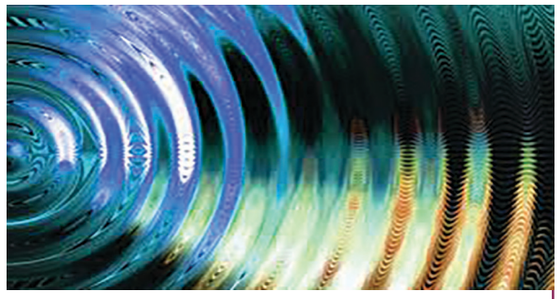


خاکہ 11.2 (a) سمندر میں بننے والی لہریں (b) تانے ہوئے ربڑ بینڈ میں کھڑی لہریں اور (c) پانی کی سطح پر بننے والی ہلکی لہریں

ساحل سمندر کے قریب کھڑے ہوکر ہر کوئی یہ مشاہدہ کرسکتا ہے کہ لہریں ایک جیسی موجی شکل رکھتی ہوئی ساحل سے ٹکرا رہی ہوتی ہیں۔ اسی لئے انہیں سمندری لہریں کہا جاتا ہے، جب ایک تنے ہوئے ربڑ بینڈ کو چھیڑا جاتا ہے تو وہ ایک لہر کے طور پر مرتعش ہونے لگتا ہے جو کہ ایک کھڑی لہر کی ایک مثال ہے۔ خاکہ 11.2 میں انہیں بتایا گیا ہے۔ لہروں کی دیگر مثالیں، روشنی کی موجیں (برق مقناطیسی موجیں) جن کے ذریعہ ہم قدرت کی خوبصورتی کو دیکھ پاتے اور مزہ لیتے ہیں اور صوتی موجیں جن کی مدد سے ہم سن پاتے ہیں اور سریلے نغموں کا مزہ لیتے ہیں۔ موجوں کے روزمرہ کے بے شمار استعمالات ہیں، جیسے موبائیل فون کے مواصلات، لیزر سرجری، وغیرہ۔

11.1.1 پانی کی سطح پر ہلکی لہر اور موج کا بننا

(Ripples and wave formation on the water surface)



خاکہ 11.3۔ پانی سطح پر بنی ہوئی ہلکی لہریں

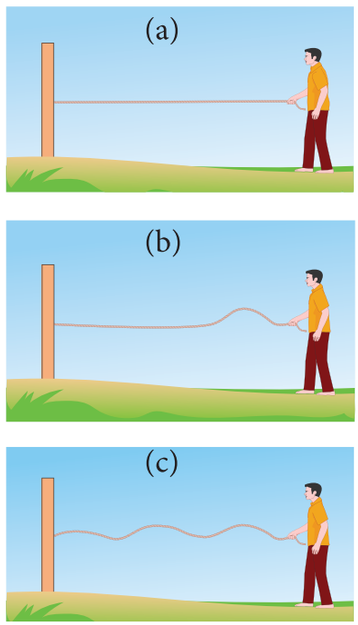
اگر ہم رکے ہوئے پانی کے ہر ایک برتن میں ایک پتھر گراتے ہیں تو ہم دیکھ سکتے ہیں کہ پانی کی سطح پر پتھر کے گرنے کی جگہ پر ایک خلل پیدا ہوتا ہے، جیسا کہ خاکہ 11.3 میں بتایا گیا ہے۔ ہم دیکھتے ہیں کہ یہ خلل ہمیشہ بڑھتے ہوئے نصف قطروں والے مرکوز دائروں (ripples) یعنی ہلکی لہروں کے طور پر بیرونی طرف پھیلتے (منتشر ہونے) چلا جاتا ہے۔ یہ اس وجہ سے ہے کہ پتھر کی کچھ توانائی بالفعل سطح پر موجود پانی کے سالموں کو منتقل ہوجاتی ہے۔ درحقیقت پانی کے ذرات (واسطہ) اپنے آپ خلل کے ساتھ باہر کی جانب حرکت نہیں کرتے۔ ہم پانی کی سطح پر ایک کاغذ کا پرزہ ڈال کر اس کا مشاہدہ کرسکتے ہیں۔ پانی کی سطح پر جب خلل (لہر) گزرتا ہے تو وہ پرزہ اوپر اور نیچے حرکت کرنے لگتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ آبی سالمے اپنے اوسط مقامات کے تحت صرف ارتعاشی حرکت کرتے ہیں۔

11.1.2 تانی ہوئی ڈوری پر موجوں کی بناوٹ:

(Formation of waves on stretched string)

آیئے ہم ایک لمبی ڈوری لیں اور اس کے ایک سرے کو دیوار سے باندھ دیں جیسا کہ خاکہ 11.4(a) میں بتایا گیا ہے۔ اگر ہم ایک تیز جھٹکہ دیتے ہیں، اس ڈوری میں ایک اچھال (ناڑی نما) پیدا ہوتا ہے جیسا کہ خاکہ 11.4(b) میں بتایا گیا ہے۔ اس طرح کا ایک خلل اچانک ہوا ہے اور وہ ایک چھوٹے سے وقفے تک ہی قائم رہتا ہے، لہذا اسے ایک موجی پلس کہا جاتا ہے۔ اگر جھٹکے لگاتار دئے جائیں تو بننے والی موجیں کھڑی موجیں ہیں۔ ایک گٹار میں موجود تار کو چھیڑنے پر بھی اسی قسم کی موجیں بنتی ہیں۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:28 PM

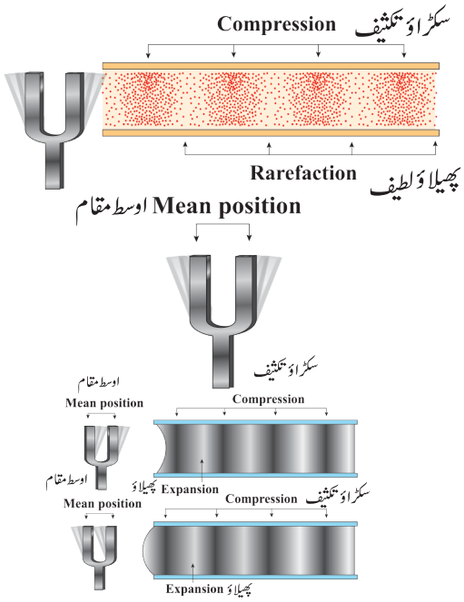


خاکہ 11.4۔ ڈوری کے ایک سرے پر جھٹکا لگانے کے دوران بننے والا موجی

11.1.3 ایک دوشاخہ میں موجوں کی بناوٹ
(Formation of waves in a tuning fork)

جب ہم ایک ربڑ کے ہتھوڑے سے ایک دوشاخہ پر ضرب لگاتے ہیں تو دوشاخہ کی ٹانگیں اپنی اوسط مقامات کے تئیں مرتعش ہونے لگتی ہیں ایک اوسط مقام کے تئیں مرتعش ہونے کا مطلب اندر اور باہر کی طرف حرکت کرنا ہے جیسا کہ خاکہ 11.5 میں بتایا گیا ہے۔ جب ایک ٹانگ یا شاخ باہر کی طرف حرکت کرتی ہے تو وہ ہوا کی سطح کو اس کے اطراف میں ڈھکیلتی ہے، اس کا مطلب ہے کہ اس خطے میں ہوا کے زیادہ سالمے جمع ہوجاتے ہیں۔ لہذا، کثافت اور دباؤ بھی بڑھنے لگتا ہے۔ یہ خطے دابے ہوئے خطے یا تکثیف خطے یا سکڑاؤ (Compressions) کہلاتے ہیں۔

یہ دابی ہوئی ہوا کی سطح آگے بڑھتی ہے اور اسی طریقے سے قریبی پڑوسی سطح کو دابتی ہے۔ الغرض ہوا کے ذریعہ سکڑاؤ کی ایک لہر آگے بڑھتی یا گزرتی ہے۔ جب وہ شاخ اندر کی جانب حرکت کرتی ہے تو واسطے کے ذرات دائیں طرف حرکت کرتے ہیں۔ اس خطے میں کثافت اور دباؤ دونوں کم ہوتے ہیں۔ یہ خطہ تلطیف خطہ یا پھیلاؤ (rarefaction) کہلاتا ہے۔



خاکہ 11.5۔ ایک دوشاخہ پر ربڑ کے ہتھوڑے سے ضرب لگانے پر بننے والی لہریں

11.1.4 موجی حرکت کی خصوصیات
(Characteristics of wave motion)

☆ موجوں کی روانی (Propogation) کے لئے، واسطے میں جمود اور لچکداری کا پایا جانا ضروری ہے، جو کہ اس واسطے میں موج کی سمتی رفتار کا تعین کرتے ہیں۔

☆ ایک دئے گئے واسطے میں، ایک موج کی سمتی رفتار مستقل ہوتی ہے جب کہ اس واسطے میں موجود تعمیری ذرات مختلف مقامات پر مختلف سمتی رفتاروں کے ساتھ حرکت کرتے ہیں۔ ان کے اوسط مقام پر سمتی رفتار انتہائی ہوتی ہے اور انتہائی مقامات پر صفر ہوجاتی ہے۔

☆ موجیں انعکاس، انعطاف، مداخلت، انتشار اور تقطیب کی خصوصیات رکھتی ہیں۔

فکر یہ سوال

☆ واسطے میں لہروں کی روانی کے لئے (آگے بڑھنے کے لئے) جمود اور لچکداری دونوں موجود ہیں۔

☆ روشنی ایک برق مقناطیسی لہر ہے۔ اس کی منتقلی کے لئے واسطے کیا کردار ادا کرتا ہے؟

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:29 PM

11.1.5 میکانیکی موج کی حرکت اور اس کے اقسام
(Mechanical wave motion and its types)

موجی حرکت کو دو اقسام میں درجہ بند کیا جا سکتا ہے۔

(a) میکانیکی موج (Mechanical wave) :

موجیں جن کی روانی کے لئے کوئی واسطہ درکار ہوتا ہے، میکانیکی موجیں کہلاتی ہیں۔

مثالیں: صوتی موجیں، پانی کی سطح پر بننے والی ہلکی لہریں وغیرہ

(b) غیر میکانیکی موج (Non mechanical wave)

موجیں جن کی روانی کے لئے کسی واسطے کی ضرورت نہیں ہے، غیر میکانیکی موجیں کہلاتی ہیں۔

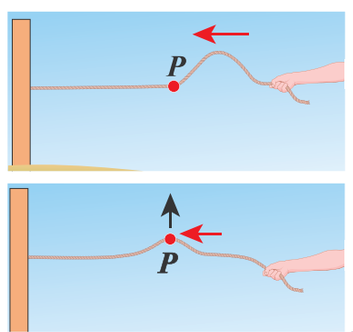
مثالیں: روشنی کی لہریں، زیر سرخ شعاعیں، وغیرہ

موجوں کو مزید دو طریقوں سے بھی منقسم کیا جا سکتا ہے۔

(a) عرضی موجیں

(b) طولی موجیں

11.1.6 عرضی موج کی حرکت
(Transverse wave motion)



خاکہ 11.6۔ عرضی موج

عرضی موج کی حرکت میں، واسطے کے تعمیری اجزاء موجوں کی روانی کی سمت (توانائی کی منتقلی کی سمت) کے عمودی طور پر ایک سمت میں ان کے اوسط مقامات کے تحت اہتزاز یا ارتعاش کرتے ہیں جیسا کہ خاکہ 11.6 میں بتایا گیا ہے۔

مثال : روشنی (برق مقناطیسی موجیں)

11.1.7 طولی موج کی حرکت
(Longitudinal wave motion)

طولی موج کی حرکت میں، واسطے کے تعمیری اجزاء موجوں کی روانی کی سمت (توانائی کی منتقلی کی سمت) کے متوازی طور پر ایک سمت میں، ان کے اوسط مقامات کے تحت اہتزاز یا ارتعاش کرتے ہیں، جیسا کہ خاکہ 11.7 میں بتایا گیا ہے۔

مثال : ہوا میں سفر کرنے والی صوتی موجیں

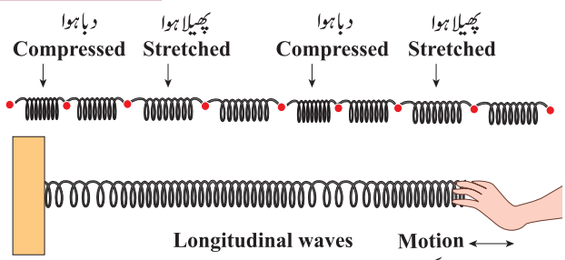
اپنے استاد سے گفتگو کیجئے۔

☆ سونامی (کاپانی زبان میں (Tsunami)، یعنی بندرگاہی موجیں

☆ سونامی بڑی اور دیوقامت لہروں کا ایک سلسلہ ہے جو تیز رفتار اور بڑی قوت کے ساتھ چلتا ہے۔ ہندوستان کے جنوبی علاقے میں 26 دسمبر 2004 کو کیا ہوا تھا۔ بحث کیجئے۔

☆ جاذبی لہریں اور LIGO تجربہ (Laser Interferometer Gravitational wave)

☆ LIGO شناخت گر (detector) اور جاذبی قوتوں کے مشاہدات پر فیصلہ کن کارنامے انجام دینے کے لئے پروفیسر ریزویس، پروفیسر بیری سی۔ بیرش اور پروفیسر کپ لیس تھارن 2017 میں نوبل سے نوازا گیا۔



خاکہ 11.7 طولی موجیں

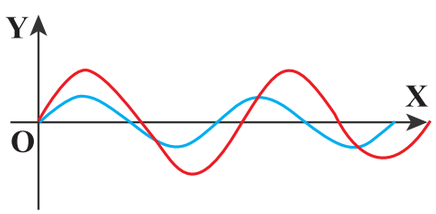
11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:30 PM

جدول 11.1۔ عرضی اور طولی موجوں کا موازنہ

شمار عدد	عرضی موجیں	طولی موجیں
1	واسطے کے ذرات کے ارتعاشات کی سمت موجوں کی روانی کی سمت کے عمودی ہوتی ہے۔	واسطے کے ذرات کے ارتعاشات کی سمت موجوں کی روانی کی سمت کے متوازی ہوتی ہے۔
2	بننے والے خلل نشیب و فراز کی شکل اختیار کرتے ہیں۔	بننے والے خلل کثیف (سکڑاؤ) اور لطیف (پھیلاؤ) کا نمونہ اختیار کرتے ہیں۔
3	عرضی موجیں صرف لچکدار واسطوں میں ممکن ہیں۔	طولی موجیں تمام قسم کے واسطوں میں ممکن ہیں (ٹھوس، مائع اور گیس) خلاء کے ذریعہ صرف برق مقناطیسی لہریں ہی سفر کر سکتی ہیں۔

نوٹ : (1) واسطے کی غیر موجودگی خلاء (Vacuum) بھی کہلاتی ہے۔ (2) Rayleigh کی موجوں کو عرضی اور طولی موجوں کا آمیزہ تسلیم کیا جاتا ہے۔

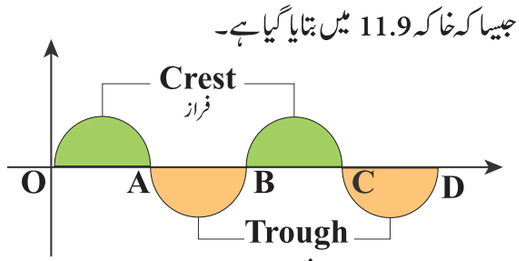
11.2 موجی حرکت میں استعمال ہونے والی اصطلاحات اور تعریفیں
(Terms and definitions used in wave motion)



خاکہ 11.8۔ دو مختلف جیبی لہریں

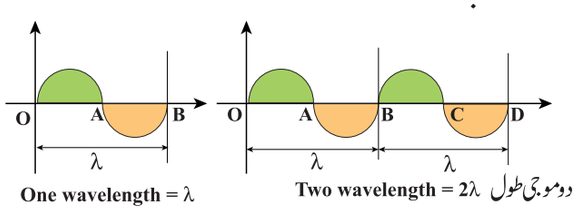
بالفرض اگر ہمارے پاس دو موجیں ہیں جیسا کہ خاکہ 11.8 میں بتایا گیا ہے۔ کیا دونوں موجیں ایک جیسی ہیں؟ نہیں۔ حالانکہ دونوں موجیں جیبی (Sinusoidal) ہیں، پھر بھی ان کے درمیان بہت سارے فرق پائے جاتے ہیں چنانچہ ایک موج کو دوسری موج سے فرق کرنے کے لئے ہمیں چند بنیادی اصطلاحات بیان کرنا ہوگا۔

ایک تانی ہوئی تار میں پیدا ہونے والی ایک موج کا تصور کیجئے جیسا کہ خاکہ 11.9 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 11.9 ایک موج کا نشیب و فراز

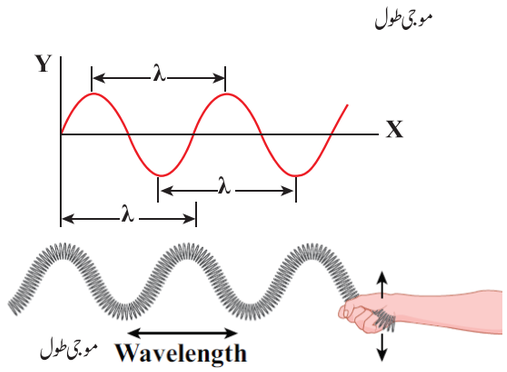
اگر ہم بننے والی موجوں کی تعداد کی گنتی چاہتے ہیں تو ہمیں چاہئے کہ ایک حوالاتی سطح (اوسط مقام) قائم کریں، جیسا کہ خاکہ 11.9 میں بتایا گیا ہے۔ یہاں بتایا گیا افقی خط ہی اوسط مقام ہے۔ سایہ شدہ حصے میں موجود سب سے اونچا نقطہ فراز (Crest) کہلاتا ہے۔ حوالاتی سطح کے لحاظ سے غیر سایہ شدہ حصہ پر موجود سب سے نچلا حصہ نشیب (trough) کہلاتا ہے۔ اس موج میں O سے B تک کے دور میں دہراؤ پایا جاتا ہے اور لہذا ہم اس بغیر دہرائے گئے چھوٹے سے حصے کی تعریف ایک موجی طول سے کرتے ہیں جیسا کہ خاکہ 11.10 میں بتایا گیا ہے۔ خاکہ 11.10 میں OB کی لمبائی یا BO کی لمبائی ایک موجی طول ہے۔ ایک موجی طول کو ظاہر کرنے کے لئے یونانی زبان کا ایک حرف، لیمبڈ (Lambda) λ استعمال ہوتا ہے۔



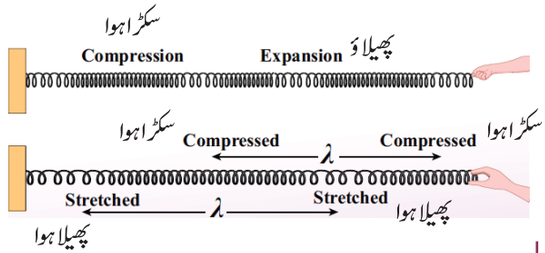
خاکہ 11.10 موجی طول کی تعریف

نشیب و فراز کا درمیانی فاصلہ موجی طول کہلاتا ہے۔ طولی موجوں کے لئے (جیسا کہ خاکہ 11.12 میں بتایا گیا ہے)، دو قریبی سکڑاؤ (یا) پھیلاؤ کا درمیانی فیصلہ موجی طول کہلاتا ہے۔ موجی طول کی SI اکائی میٹر ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:31 PM



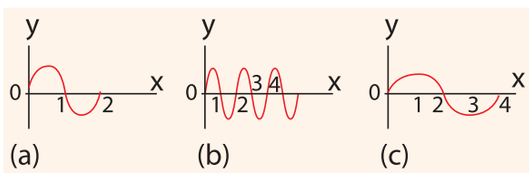
خاکہ 11.11 عرضی موجوں کے لئے موجی طول



خاکہ 11.12 طولی موجوں کے لئے موجی طول

مثال 11.1

مندرجۂ ذیل موجوں میں کسی میں لمبا موجی طول پایا جاتا ہے؟

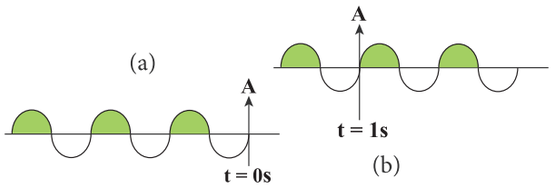


جواب ہے۔ (c)

تعدد اور وقفۂ دوران کو سمجھنے کے لئے (تین موجی طولوں) سے بنی ہوئی) تین موجیں فرض کیجئے جیسا کہ خاکہ 11.13(a) میں بتایا گیا ہے۔ وقت $t = 0\ s$ پر موج بائیں طرف سے A نقطہ پر پہنچتی ہے۔ وقت $t = 1s$ کے بعد (خاکہ 11.13(b) میں بتایا گیا ہے)۔

ان موجوں کی تعداد جو نقطہ A کو پار کر چکی ہے دو ہے۔ چنانچہ تعدد کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ فی سکنڈ میں ایک نقطہ کو پار لگانے والی موجوں کی تعداد ہے۔ اس کی پیمائش hertz سے کی جاتی ہے، جس کی علامت Hz ہے۔ اس مثال میں

$$f = 2\ \text{Hz} \qquad (11.1)$$



خاکہ 11.13 وقت $t = 0\ s$ (a) اور $t = 1s$ (b) پر ایک نقطہ A سے گزرنے والی ایک موج جس میں تین موجی طول ہیں

اگر دو موجیں نقطہ A کو پار کرنے کے لئے ایک سکنڈ (وقت لیتے ہیں تو ایک موج کو نقطہ A سے گزرنے کے لئے آدھا سکنڈ لگتا ہے۔ یہی وقفۂ دوران T کی تعریف ہے، جو یہ ہے۔

$$T = \frac{1}{2} = 0.5\ \text{s} \qquad (11.2)$$

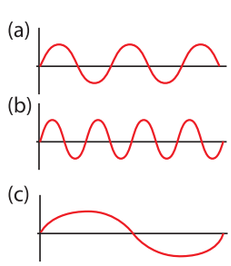
مساوات (11.1) اور (11.2) کی مدد سے تعدد اور وقفۂ دوران معکوس طور پر تعلق رکھتے ہیں۔ یعنی

$$T = \frac{1}{f} \qquad (11.3)$$

وقفۂ دوران کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ ایک نقطہ کو پار کرنے کے لئے ایک موج سے لیا جانے والا وقت ہے۔

مثال 11.2

نیچے کے خاکہ میں تین موجیں بتائی گئی ہیں۔



تحریر کیجئے۔ (a) تعدد بڑھتی ہوئی (صعودی) ترتیب میں

(b) موجی طول بڑھتی ہوئی (یا) صعودی ترتیب میں

حل:

(a) $f_c < f_a < f_b$

(b) $\lambda_b < \lambda_a < \lambda_c$

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:31 PM

مثال 11.2 کی مدد سے ہم یہ مشاہدہ کرتے ہیں کہ تعدد معکوس طور پر موجی طول سے تعلق رکھتی ہے، $f \propto \frac{1}{\lambda}$

پھر fA کس کے برابر ہوگا؟

$[(\text{i.e})\ f\lambda = ?]$

اس نامعلوم طبیعی مقدار کا تعین کرنے کے لئے ایک سادہ ابعادی بحث ہمارے لئے مددگار ثابت ہوگا۔

موجی طول کا ابعاد یہ ہے۔ $[\lambda] = L$

تعدد، $f = \frac{1}{\text{وقفۂ دوران}}$

جس سے پتہ چلتا ہے کہ تعدد کا یہ ابعاد ہے

$$[f] = \frac{1}{[T]} = T^{-1}$$

$$\Rightarrow [\lambda f] = [\lambda][f] = LT^{-1} = [\text{سمتی رفتار}]$$

چنانچہ

$$\text{سمتی رفتار}\quad \text{Velocity},\quad \lambda f = \upsilon \qquad (11.4)$$

جہاں υ موجی سمتی رفتار یا ہیئتی سمتی رفتار کہلاتی ہے۔ یہ وہ سمتی رفتار ہے جس کے ساتھ وہ موج آگے بڑھتی ہے۔ ایک سکنڈ میں ایک لہر کے ذریعہ طے کردہ فاصلہ موجی سمتی رفتار ہے۔

نوٹ

(1) فی اکائی وقت دوروں (یا گردشوں) کی تعداد، زاویائی تعدد کہلاتی ہے۔

زاویائی تعدد $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ (اکائی ریڈین فی سکنڈ ہے)

(2) فی اکائی فاصلہ دروں کی تعداد یا فی اکائی فاصلہ موجوں کی تعداد موجی عدد کہلاتی ہے۔

موجی عدد $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ (اکائی ریڈین فی میٹر ہے)

سمتی رفتار v، زاویائی تعدد ω اور موجی عدد k کے درمیان یوں تعلق جوڑا جاتا ہے۔

$$\text{velocity, سمتی رفتار}\quad v = \lambda f = \frac{\lambda}{2\pi}(2\pi f) = \frac{(2\pi f)}{2\pi/\lambda} = \frac{\omega}{k}$$

مثال 11.3

تعددات کی اوسط حد جس پر انسان آواز کی موجوں کو سن سکتے ہیں 20Hz سے 20 kHz تک تغیر پاتی ہے۔ ان دونوں میں صوتی موج کا موجی طول معلوم کیجئے۔

(تصور کر لیجئے کہ آواز کی رفتار $340\ \text{ms}^{-1}$ ہے)

حل:

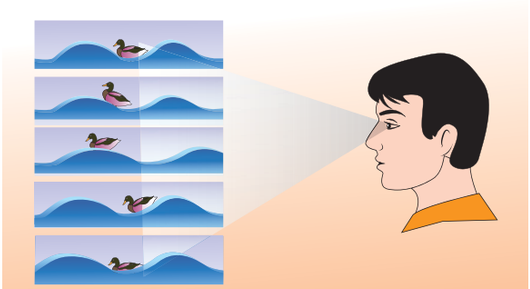
$$\lambda_1 = \frac{v}{f_1} = \frac{340}{20} = 17\text{m}$$

$$\lambda_2 = \frac{v}{f_2} = \frac{340}{20\times10^3} = 0.017\,\text{m}$$

چنانچہ قابل سماعت موجی طول کا علاقہ 0.017 میٹر سے 17m تک ہے، جب اس علاقے میں آواز کی سمتی رفتار $340\ \text{ms}^{-1}$ ہوتی ہے۔

مثال 11.4

ایک شخص نے سمندر کی ایک موج پر ایک بطخ نما گڑیا دیکھا۔ اس نے غور کیا کہ وہ بطخ ایک منٹ میں 15 مرتبہ اوپر اور نیچے کی حرکت کرتی ہے۔ اس نے اندازہ لگایا کہ اس سمندر کی موج کا موجی طول لگ بھگ 1.2m ہے۔ اس بطخ نما گڑیا سے ایک مرتبہ اوپر اور نیچے کی حرکت کرنے کے لئے لگائے جانے والے وقت کا محاسبہ کیجئے اور اس سمندری موج کی سمتی رفتار بھی معلوم کیجئے۔



حل:

دیا گیا ہے کہ وہ بطخ نما گڑیا ایک منٹ میں 15 مرتبہ اوپر اور نیچے کی حرکت کرتی ہے۔ یہ اطلاع ہمیں تعدد فراہم کرتی ہے (گڑیا کی اوپر اور نیچے حرکت کرنے کی تعداد)

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:32 PM

$$f = \frac{\text{بطخ نما گڑیا 15 مرتبہ اوپر نیچے کی حرکت}}{\text{ایک منٹ}}$$

مگر ایک منٹ میں 60 سکنڈ ہوتے ہیں، چنانچہ سکنڈ کے لحاظ سے ظاہر کرتے ہوئے،

$$f = \frac{15}{60} = \frac{1}{4} = 0.25\,\text{Hz}$$

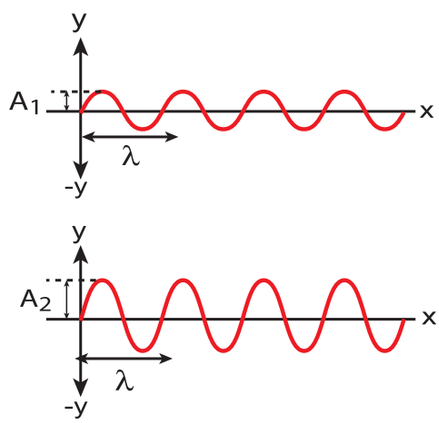
ایک مرتبہ اوپر اور نیچے کی حرکت کرنے کے لئے بطخ نما گڑیا سے لیا گیا وقت اس کا وقفۂ دوران ہے جو کہ تعدد کا معکوس ہے۔

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.25} = 4\ \text{s}$$

سمندری موج کی سمتی رفتار یہ ہے۔

$$v = \lambda f = 1.2 \times 0.25 = 0.3\ \text{m s}^{-1}.$$

ایک موج کا حیطہ Amplitude of a wave:



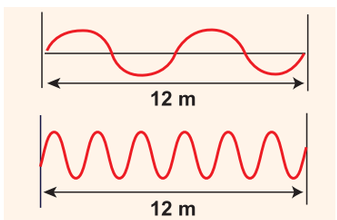
خاکہ 11.14 مختلف حیطہ والی موجیں

خاکہ 11.14 میں بتائی گئی موجیں مساوی موجی طول مساوی تعدد اور مساوی وقفۂ دوران رکھتی ہیں اور مساوی سمتی رفتار کے ساتھ بھی چلتی ہیں۔ دونوں موجوں کے درمیان صرف یا تو فراز کا یا نشیب کی اونچائی کا فرق ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ نشیب و فراز کی اونچائی بھی ایک موجی خصوصیت کا اظہار کرتی ہے۔ اس لئے ہم ایک مقدار موج کے حیطے کی تعریف کرتے ہیں کہ یہ ایک حوالاتی محور (مثال کے طور پر اس صورت حال میں x - محور) کے لحاظ سے واسطے کا انتہائی ہٹاؤ ہے۔ یہاں اسے A سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

مثال 11.5

ایک ڈوری کا تصور کیجئے جس کا ایک کنارا دیوار سے چپکا دیا گیا ہے۔ پھر خاکہ میں بتائی گئی دونوں صورت حال میں مندرجۂ ذیل دریافت کیجئے۔

(فرض کر لیجئے کہ موجیں یہ فاصلہ ایک سکنڈ میں کرتی ہیں)



(a) موجی طول (b) تعدد (c) سمتی رفتار

حل:

		پہلی صورت حال	دوسری صورت حال
(a)	موجی طول	$\lambda = 6$ m	$\lambda = 2$ m
(b)	تعدد	$f = 2$ Hz	$f = 6$ Hz
(c)	سمتی رفتار	$v = 6 \times 2 = 12\ \text{m s}^{-1}$	$v = 2 \times 6 = 12\ \text{m s}^{-1}$

اس کا مطلب یہ ہے کہ ایک ڈوری کے تحت، موج کی رفتار مستقل ہوتی ہے۔ تعدد زیادہ ہو تو موجی طول کم ہوتا ہے اور عین اس کے برعکس بھی ہے اور ان کا حاصل ضرب سمتی رفتار ہے جو یوں ہی برقرار رہتا ہے۔

11.3 مختلف واسطوں میں موجوں کی سمتی رفتار (Velocity of waves in different media)

فرض کیجئے کہ ایک فاصلے پر لمبی پٹریوں پر ایک ہتھوڑے سے ضرب دیا جاتا ہے اور جب ایک شخص اپنا کان پٹریوں کے دوسرے سرے کے قریب رکھے تو وہ شخص مختلف وقفوں پر دو آواز سنے گا۔ آواز جو پٹریوں (ٹھوس واسطے) کے ذریعہ سنائی دی گئی، ہوا (گیسی واسطہ)

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:32 PM

کے ذریعہ سنائی دینے والی آواز سے تیز رفتار رکھتی ہے۔اس سے پتہ چلتا ہے کہ آواز کی سمتی رفتار مختلف واسطوں میں مختلف ہوتی ہے۔

اس حصے میں آیئے ہم دو مختلف صورت حال میں موجوں کی سمتی رفتار اخذ کریں.

(1) ایک تانی ہوئی ڈوری کے تحت ایک عرض موج کی سمتی رفتار

(2) ایک لچکدار واسطے میں ایک طولی موج کی سمتی رفتار

11.3.1 ایک تانی ہوئی ڈوری میں عرضی موجوں کی سمتی رفتار
(Velocity of transverse waves in a stretched string)

آیئے ہم ایک ڈوری پر سفر کرنے والی عرضی موجوں کی سمتی رفتار کا محاسبہ کریں۔جب رسی کے ایک کنارے (بائیں کنارے) پر ایک جھٹکہ دیا جاتا ہے، موج کی نبض (پلس)، ایک ساکن سانچے پر موجود ایک مشاہدہ نگار کے لحاظ سے ایک سمتی رفتار v کے ساتھ دائیں طرف حرکت کرتی ہے۔

ڈوری میں ایک چھوٹے سے حصے کا تصور کیجئے جیسا کہ خاکہ 11.15 میں بتایا گیا ہے۔فرض کیجئے کہ وقت کے ایک موقع پر اس تار پر A اور B دو نقاط ہیں۔فرض کیجئے کہ اس چھوٹے سے حصے کی لمبائی اور کمیت بالترتیب dl اور dm ہیں۔خطی کمیتی کثافت μ کی تعریف یوں بیان کی جاتی ہے۔

$$\mu = \frac{dm}{dl} \qquad (11.5)$$

$$dm = \mu\, dl \qquad (11.6)$$

اس چھوٹی سی ڈوری AB میں ایک انحنا پایا جاتا ہے، جو R نصف قطر والے ایک دائرے کے مرکز O سے بننے والی ایک منحنی کی طرح دکھائی دیتا ہے اور وہ منحنی، مبدا O پر کا ایک زاویہ θ بناتی ہے، جیسا کہ خاکہ 11.15(b) اور نصف قطر کے لحاظ سے $\theta = \frac{dl}{R}$ کے طور پر لکھا جا سکتا ہے۔دوڑی میں تناؤ کے ذریعہ دی جانے والی مرکز مائل اسراع یہ ہے۔

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R} \qquad (11.7)$$

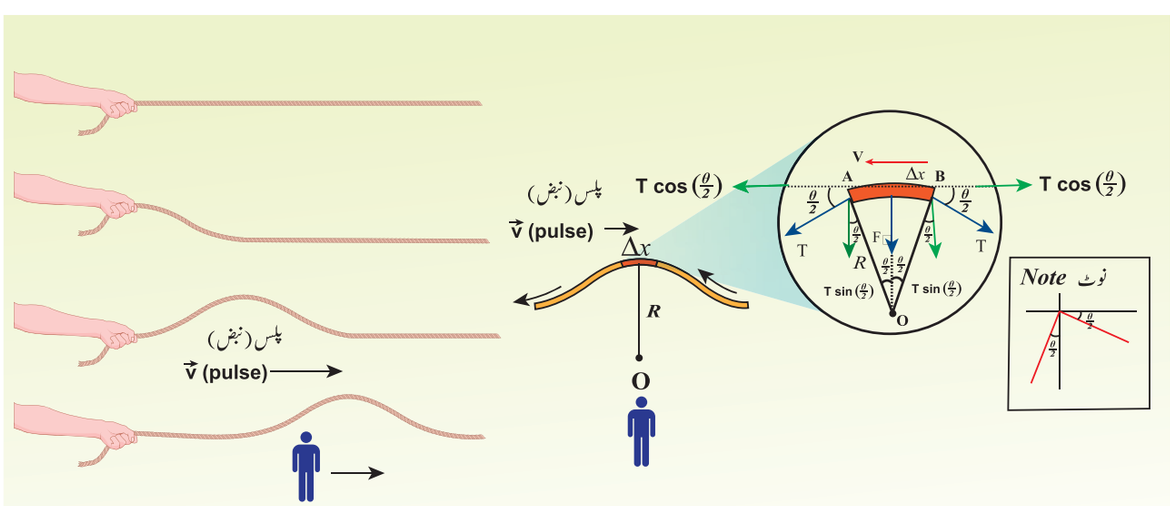
پھر مرکز مائل قوت یہ ہے۔

$$F_{cp} = \frac{(dm)v^2}{R} \qquad (11.8)$$

مساوات 11.6 کے تحت

$$\frac{(dm)v^2}{R} = \frac{\mu v^2\, dl}{R} \qquad (11.9)$$

تناؤ، A اور B پر ڈوری کے چھوٹے سے حصے کے مماس کے تحت عمل پیرا ہوتا ہے۔چونکہ منحنی کی لمبائی بہت چھوٹی ہے، تناؤ کی قوت کے تغیر کو نظر انداز کر دیا جا سکتا ہے۔



خاکہ 11.15۔تانی ہوئی ڈوری میں موجود چھوٹے سے حصے کو زوم کر دیا گیا ہے اور وہ پلس (نبض) جو v سمتی رفتار کے ساتھ حرکت کرتی ہے، ایک مشاہداتی سانچے سے دیکھی جا رہی ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:33 PM

ہم T کو افقی جزو $T\cos\left(\frac{\theta}{2}\right)$ اور عمودی جزو $T\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$ میں حل کر سکتے ہیں۔ A اور B پر موجود افقی اجزاء قدر میں تو یکساں ہوتے ہیں، مگر ان کی سمتیں مخالف ہوتی ہیں۔ چنانچہ وہ ایک دوسرے کو رد کر دیتے ہیں۔ چونکہ اس چھوٹی سے منحنی کی لمبائی AB کو بہت چھوٹی قیمت مانتے ہیں، A اور B پر عمودی اجزاء منحنی مرکز کی طرف عمودی طور پر عمل پیرا ہوتے ہوئے محسوس ہوتے ہیں وراس لئے، وہ ایک دوسرے سے جمع ہو جاتے ہیں۔ کل ریڈیل (نیم قطری) (radial) قوت F_r یہ ہے۔

$$F_r = 2T\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \qquad (11.10)$$

چونکہ موج کا حیطہ ڈوری کی لمبائی کے بالمقابل بہت ہی چھوٹا ہے۔

لہذا $\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \approx \frac{\theta}{2}$

$$F_r = 2T \times \frac{\theta}{2} = T\theta \qquad (11.11)$$

مگر $\theta = \frac{dl}{R}$ سے ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$F_r = T\frac{dl}{R} \qquad (11.12)$$

ڈوری کے چھوٹے سے حصے پر ریڈیل (نیم قطری) سمت میں نیوٹن کے دوسرے کلیے کا استعمال کرنے پر، توازنت کے دوران، قوت کا ریڈیل (radial) جزو مرکز مائل قوت کے برابر ہو جاتا ہے۔ لہذا مساوات (11.9) اور مساوات (11.12) کا موازنہ کرنے پر ہم رکھتے ہیں۔

$$T\frac{dl}{R} = \mu v^2 \frac{dl}{R}$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \qquad (11.13)$$

مشاہدات:

☆ ڈوری کی سمتی رفتار

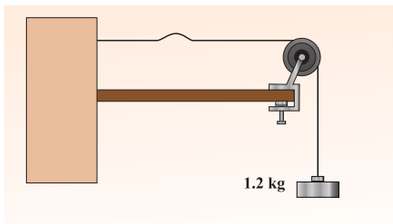
(a) خطی کمیتی کثافت کے جذر المربع کے راست تناسب میں ہے

(b) خطی کمیتی کثافت کے جذر المربع کے معکوس تناسب میں ہے۔

(c) موجوں کی شکل پر غیر منحصر ہے۔

مثال 11.6

سفر کرنے والے پلس (نبض) (Pulse) کی سمتی رفتار محسوب کیجئے جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ پلس کی خطی کمیتی کثافت $0.25\,kg\,m^{-1}$ ہے۔ اس کے علاوہ ڈوری یا تار پر 30cm کا فاصلہ طے کرنے کے لئے اس پلس (نبض) سے لیا جانے والا وقت کا بھی محاسبہ کیجئے۔



حل :

تار میں موجود تناؤ یہ ہے

$$T = mg = 1.2 \times 9.8 = 11.76\ N$$

فی اکائی لمبائی کمیت یہ ہے $\mu = 0.25\ kg\ m^{-1}$

چنانچہ موجی پلس (نبض) (Pulse) کی سمتی رفتار یہ ہے

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{11.76}{0.25}} = 6.858\ m\,s^{-1} = 6.8\ m\,s^{-1}$$

30cm کا فاصلہ طے کرنے کے لئے موجی پلس سے لیا جانے والا وقت یہ ہے۔

$$t = \frac{d}{v} = \frac{30\times10^{-2}}{6.8} = 0.044\,s = 44\ ms$$

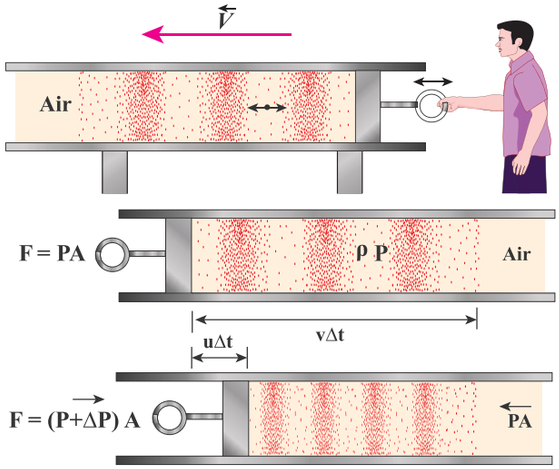
جہاں ms = ملی سکنڈ ہے۔

11.3.2 ایک لچکدار واسطے میں طولی موجوں کی سمتی رفتار

(Velocity of longitudinal waves in an elastic medium)

ایک لچکدار واسطے کا تصور کیجئے (یہاں ہم ہوا کا تصور کرتے ہیں) جو ایک متعین کمیت رکھتا ہے۔ اسے ایک لمبی نالی (استوانہ) میں رکھا گیا ہے۔ جس کا ترچھی سطحی رقبہ A ہے اور اسے ایک دباؤ P کے اندر برقرار رکھا گیا ہے۔ ایک فشارے کے ذریعہ اس سیال مادے کو ہٹا کر یا اس نالی کے ایک کنارے پر ایک مرتعش کردہ دوشاخہ رکھ کر، کوئی بھی اس سیال میں طولی موجیں پیدا کر سکتا ہے۔ آیئے ہم یہ تصور کریں کہ موجوں کی روانی، استوانے کے محور کے ساتھ میل کھاتی ہے۔ فرض کیجئے کہ ρ اس سیال مادے کی کثافت ہے، جو ابتدائی طور پر ساکن ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:33 PM



خاکہ 11.16 ایک فشارے کی مدد سے سیال کو ہٹا کر سیال میں بننے والی طولی موجیں

$t = 0$ پر نالی کے بائیں کنارے پر موجود فشارا، ایک رفتار μ کے ساتھ دائیں طرف حرکت کرنے لگ جاتا ہے۔

فرض کیجئے کہ u فشارے کی سمتی رفتار ہے اور v لچکدار موج کی سمتی رفتار ہے۔ وقتی وقفہ Δt میں، فشارے کے ذریعہ طے کیا گیا فاصلہ $\Delta t = u\Delta t$ ہے۔ اب لچکدار خلل سے طے کردہ فاصلہ $\Delta x = v\Delta t$ ہے۔ فرض کیجئے Δm اس ہوا کی کمیت ہے، جو ایک وقت Δt میں ایک سمتی رفتار v اختیار کر لیتی ہے۔ چنانچہ

$$\Delta m = \rho\, A\, \Delta x = \rho\, A\, (v\, \Delta t)$$

پھر u سمتی رفتار کے ساتھ حرکت کرنے والے فشارے کی وجہ سے بننے والی معیار حرکت یہ ہے۔

$$\Delta p = [\rho\, A\, (v\, \Delta t)]u$$

مگر معیار حرکت کی تبدیلی دھکا (impulse) ہے۔ کل دھکا یہ ہے۔

$$I = (\Delta P\, A)\Delta t$$

(یا)
$$(\Delta P\, A)\Delta t = [\rho\, A\, (v\, \Delta t)]u$$

$$\Delta P = \rho\, v\, u \qquad (11.14)$$

جب آواز کی موج پانی کے ذریعہ گزرتی ہے تو ہوا کا چھوٹا سا حصہ (ΔV) باقاعدہ تکثیف (سکڑاؤ) (Compressions) اور تلطیف (پھیلاؤ) (rarefactions) سے دوچار ہوتا ہے۔ اس لئے دباؤ میں ہونے والی تبدیلی اس طرح لکھی جا سکتی ہے۔

$$\Delta P = K\frac{\Delta V}{V}$$

جہاں V اصلی حجم ہے اور K اس لچکدار واسطے کا کثیر (یا) Bulk ماڈیولیس کہلاتا ہے۔

مگر $V = A\,\Delta x = A\,v\,\Delta t$

اور $\Delta V = A\,\Delta d = A\,u\,\Delta t$

چنانچہ

$$\Delta P = K\frac{A u\,\Delta t}{A v\,\Delta t} = K\frac{u}{v} \qquad (11.15)$$

مساوات (11.14) اور مساوات (11.15) کا موازنہ کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\rho v u = K\frac{u}{v} \quad (\text{یا}) \quad v^2 = \frac{K}{\rho}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{K}{\rho}} \qquad (11.16)$$

عام طور پر، لچکدار وسطے میں ایک طولی موج کی سمتی رفتار ہے، $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ جہاں E اس واسطے کی لچکداری کا ماڈیولیس ہے۔

صورت حال: ایک ٹھوس کے لئے

(i) ایک ابعادی سلاخ (1D) :

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} \qquad (11.17)$$

جہاں Y سلاخ کی شئے کا Young's modulus ہے، اور ρ اس سلاخ کی کثافت ہے۔ اس ID سلاخ میں صرف Young's modulus ہی پایا جاتا ہے۔

(ii) سہ ابعادی سلاخ (3D)

ایک ٹھوس میں طولی موج کی رفتار یہ ہے۔

$$v = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}\eta}{\rho}} \qquad (11.18)$$

جہاں η سختی کا ماڈیولس ہے۔ K بلک (کثیر) ماڈیولیس اور ρ سلاخ کی کثافت ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:34 PM

صورت حال : مائعات کے لئے

$$v = \sqrt{\frac{K}{\rho}} \qquad (11.19)$$

جہاں K (یا) B، کثیر ماڈیولس اور ρ سلاخ کی کثافت ہے۔

مثال 11.7

اسٹیل (فولاد) کی ایک سلاخ میں آواز کی رفتار کا محاسبہ کیجئے، جس کا $Y = 2 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}$, Young's modulus اور $\rho = 7800\ kg\ m^{-3}$ ہے۔

حل :

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} = \sqrt{\frac{2\times10^{11}}{7800}} = \sqrt{0.2564\times10^{8}}$$

$$= 0.506\times10^{4}\, ms^{-1} = 5\times10^{3}\, ms^{-1}$$

چنانچہ ایک مائع یا گیس کے مقابلے میں، طولی موجیں ایک ٹھوس میں تیزی سے سفر کرتی ہیں۔ اب آپ سمجھ سکتے ہیں کہ کیوں ایک چرواہا اپنے جانوروں کی حفاظت کرنے کے لئے، ریلوے پٹری پار کرنے سے پہلے پٹری پر کان رکھ کر جانچ کرتا ہے۔

مثال 11.8

دباؤ میں 100 kPa کا ایک اضافہ، پانی کو اس کے اصلی حجم سے ایک چند حصہ یعنی 0.005% تک کم کر دیتا ہے۔

(a) پانی کا Bulk modulus محسوب کیجئے۔

(b) پانی میں آواز کی رفتار تکثیف (سکڑاؤ) (Compressions) محسوب کیجئے۔

حل:

(a) بلک ماڈیولس Bulk modulus

جہاں *MPa* میگا پاسکل ہے۔

$$B = V\left|\frac{\Delta P}{\Delta V}\right| = \frac{100\times10^{3}}{0.005\times10^{-2}} =$$

$$= \frac{100\times10^{3}}{5\times10^{-5}} = 2000\ MPa, \text{ where}$$

MPa is mega pascal

(b) پانی میں آواز کی رفتار

$$v = \sqrt{\frac{K}{\rho}} = \sqrt{\frac{2000\times10^{6}}{1000}} = 1414\, ms^{-1}$$

نوٹ

دونوں عرضی موجوں اور طولی موجوں کی سمتی رفتاریں، لچکداری کی خصوصیت (جیسے تار کا تناؤ T یا بلک ماڈیولس K) اور جمودی خصوصیت (جیسے کثافت یا کمیت فی اکائی لمبائی) پر منحصر ہوتے ہیں۔ یعنی

$$v = \sqrt{\frac{\text{لچکداری خصوصیت}}{\text{جمودی خصوصیت}}}$$

جدول 11.2 مختلف واسطوں میں آواز کی رفتار

شمار		$m\ s^{-1}$ میں رفتار
	ٹھوس	
1.	Rubber ربڑ	1600
2.	Gold سونا	3240
3.	Brass پیتل	4700
4.	Copper تانبا	5010
5.	Iron لوہا	5950
6.	Aluminum الومینیم	6420
	25°C پر مائعات	
1.	Kerosene مٹی کا تیل	1324
2.	Mercury پارہ	1450
3.	Water پانی	1493
4.	Sea Water سمندری پانی	1533
	0°C پر گیس	
1.	Oxygen آکسیجن	317
2.	Air ہوا	331
3.	Helium ہیلیم	972
4.	Hydrogen ہائیڈروجن	1286
	20°C پر گیس	
1.	Air ہوا	343

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:34 PM

11.4 آواز کی موجوں کی روانی
(Propogation of sound waves)

ہم جانتے ہیں کہ صوتی موجیں طولی موجیں ہیں اور جب وہ رواں دواں ہوتی ہیں تو تکثیف (سکڑاؤ) (Compressions) اور تلطیف (پھیلاؤ) (rarefactions) بنتے ہیں۔ مندرجۂ ذیل حصے میں نیوٹن کے طریقے کے ذریعہ ہم آواز کی رفتار کا محاسبہ کرتے ہیں اور ساتھ ساتھ Laplace کی تصحیح اور ہوا میں وَواز کو متاثر کرنے والے عوامل پر بھی بحث کریں گے۔

11.4.1 ہوا میں آواز کی موجوں کی رفتار کے لئے نیوٹن کا ضابطہ
(Newton's formula for speed of sound waves in air)

سر اسحاق نیوٹن نے یہ تصور کیا تھا کہ جب آواز کی موجیں ہوا میں رواں دواں ہوتی ہیں تو ایک بہت آہستہ انداز میں تکثیف (سکڑاؤ) (Compressions) اور تلطیف (پھیلاؤ) (rarefactions) کے بناوٹ کا عمل واقع ہوتا ہے۔ اس طرح سے کہ وہ عمل فطرت میں ہم تپشی (Isothermal) ہوتا ہے یعنی، سکڑاؤ (دباؤ بڑھتا ہے، حجم گھٹا ہے) کے دوران پیدا ہونے والی حرارت، یہ دونوں عمل وقت کے ایک وقفے میں چ اس طرح واقع ہوتے ہیں کہ اس واسطے کی تپش مستقل ہی رہتی ہے۔ چنانچہ۔ یہ فرض کرتے ہوئے کہ ہوا کے سالمے ایک مثالی گیس بناتے ہیں، دباؤ اور حجم میں ہونے والی تبدیلی Boyle کے کلیے کی اتباع کرتے ہیں۔ ریاضیاتی طور پر

$$PV = \text{مستقلہ} \qquad (11.20)$$

مساوات 11.20 کو تفرق کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$PdV + VdP = 0$$

$$\text{(یا)} \quad P = -V\frac{dP}{dV} = K_I \qquad (11.21)$$

جہاں K_1، ہوا کا ایک ہم تپشی بلک ماڈیولیس ہے۔ مساوات (11.21) کو مساوات (11.16) میں حل کرنے پر، ہوا میں آواز کی رفتار یہ ہے۔

$$v_T = \sqrt{\frac{K_I}{\rho}} = \sqrt{\frac{P}{\rho}} \qquad (11.22)$$

چونکہ P ہوا کا دباؤ ہے، جس کی قیمت، NTP (عمومی تپش اور دباؤ) پر پارہ کی 76 سمر ہے، ہم رکھتے ہیں۔ $P = h\rho g$

$$P = (0.76 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8)\ \text{N m}^{-2}$$

$$\rho = 1.293\, kg\, m^{-3}.$$

یہاں ρ ہوا کی کثافت ہے۔

پھر NTP یعنی عام تپش اور دباؤ پر ہوا میں آواز کی رفتار یہ ہے۔

$$v_T = \sqrt{\frac{(0.76\times13.6\times10^3\times9.8)}{1.293}}$$

$$= 279.80\ \text{m s}^{-1} \approx 280\ \text{ms}^{-1} \quad \text{(نظریاتی قیمت)}$$

مگر 0°C پر ہوا میں تجرباتی طور پر مشاہبہ کی گئی آواز کی رفتار 332 ms^{-1} ہے، جو کہ نظریاتی قیمت سے 16% تک قریب ہے

$$\frac{(332-280)}{332}\times100\% = 15.6\% \quad \text{(فی صدی غلطی)}$$

یہ غلطی معمولی قیمت نہیں ہے۔

11.4.2 Laplace کی تصحیح

1816 میں Laplace نے اس کمی کی ممکن طور پر تصحیح کی۔ انہوں نے یہ تصور کیا کہ جب آواز کی لہریں ایک واسطے کے ذریعے آگے بڑھتی ہیں تو ذرات بہت تیزی سے اہتزاز کرنے لگتے ہیں، یہاں تک کہ تکثیف (سکڑاؤ) (Compressions) اور تلطیف (پھیلاؤ) (rarefactions) کا عمل بہت تیز ہو جاتا ہے۔ لہذا سکڑاؤ (تکثیف) کی وجہ سے بننے والا تبادلۂ حرارت اور پھیلاؤ کی وجہ سے بننے والا ٹھنڈک کا اثر یہاں واقع نہیں ہوتے، کیونکہ ہوا (واسطہ) حرارت کی ایک خراب موصل ہے، چونکہ، یہاں تپش کو ایک مستقلہ کے طور پر تسلیم نہیں کیا جاتا۔ آواز کی روانی ایک حرارت ناگذر (Adiabatic) مرحلہ ہے۔ حرارت ناگذر خصوصیت کو مدنظر رکھتے ہوئے، یہ گیس Poisson's کے کلیہ کی اتباع کرتی ہے (نہ کہ Boyle) کے کلیہ کی اتباع جیسا کہ نیوٹن نے کیا تھا) جو یہ ہے۔

$$PV^\gamma = \text{مستقلہ} \qquad (11.23)$$

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:35 PM

جہاں $\gamma = \frac{C_P}{C_v}$ جو مستقل دباؤ پر نوعی حرارت اور مستقل حجم پر نوعی حرارت کی درمیانی نسبت ہے۔

مساوات (11.23) کو دونوں طرف تفرقہ کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔ $V^{\gamma}\, dP + P\,(\gamma V^{\gamma-1}\, dV) = 0$

$$\text{(یا)} \quad \gamma P = -V\frac{dp}{dV} = K_A \qquad (11.24)$$

جہاں K_A ہوا کا حرارت کا ناگذر کثیر ماڈیولیس ہے۔ اب مساوات (11.24) کی مساوات (11.26) میں حل کرنے پر، ہوا میں آواز کی رفتار یہ ہے۔

$$v_A = \sqrt{\frac{K_A}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} = \sqrt{\gamma}\, v_T \qquad (11.25)$$

چونکہ ہوا میں خاص طور پر نائٹروجن، آکسیجن، ہائیڈروجن، وغیرہ (جو کہ دو جوہری گیسیں ہیں) موجود ہیں، ہم یہ قیمت $\gamma = 1.4$ رکھتے ہیں۔ لہذا، ہوا میں آواز کی رفتار یہ ہے۔

$$v_A = (\sqrt{1.4})(280 \text{ m s}^{-1}) = 331.30 \text{ m s}^{-1},$$

جو تجرباتی ڈیٹا کے بہت ہی قریبی قیمت ہے۔

11.4.3 گیسوں میں آواز کی رفتار کو متاثر کرنے والے عوامل
(Factors affecting speed of sound in gases)

آیئے، ہم ایک مثالی گیس کا تصور کریں جس کی حالتی مساوات یہ ہے۔

$$PV = \mu R T \qquad (11.26)$$

جہاں (P) دباؤ ہے، V حجم ہے، T تپش ہے، μ مول کی تعداد ہے اور R پر گیس کی کائناتی مستقلہ ہے۔ ایک سالمہ کی ایک دی گئی کمیت کے مساوات (11.26) اس طرح لکھی جاسکتی ہے۔

$$\frac{PV}{T} = \text{مستقلہ} \qquad (11.27)$$

ایک متعین کمیت m کے لئے، حجم کے ساتھ گیس کی کثافت، اس کے معکوس کے طور پر متغیر پاتی ہے۔ یعنی

$$\rho \propto \frac{1}{V}, \quad V = \frac{m}{\rho} \qquad (11.28)$$

مساوات (11.28) کو مساوات (11.27) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{P}{\rho} = cT \qquad (11.29)$$

جہاں c مستقلہ ہے۔

مساوات (11.25) میں، P ہوا میں آواز کی دی گئی رفتار، اس طرح لکھی جاسکتی ہے۔

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} = \sqrt{\gamma c T} \qquad (11.30)$$

اوپر کی مساوات کی مدد سے یہ مندرجۂ ذیل مشاہدات حاصل کرتے ہیں

(a) دباؤ کا اثر: (Effect of pressure)

ایک متعین تپش کے لئے جب دباؤ تغیر پاتا ہے تو متعلقہ کثافت بھی تغیر پاتی ہے اس طرح سے کہ نسبت $\left(\frac{P}{\rho}\right)$ مستقل ہو جاتی ہے۔

اس کا مطلب یہ ہے کہ ایک متعین تپش کے لئے آواز کی رفتار دباؤ پر منحصر نہیں ہوتی۔ اگر پہاڑ کے اوپر اور نیچے تپش یوں ہی برقرار رہتی ہے تو پھر ان دونوں مقامات پر آواز کی رفتار بھی مساوی ہی رہے گی، مگر حقیقت میں ایک پہاڑ کے اوپر اور نیچے مساوی تپش نہیں ہوتی۔ لہذا مختلف مقامات پر آواز کی مختلف رفتار رہتی ہے۔

(b) تپش کا اثر: (Effect of temperature)

چونکہ $v \propto \sqrt{T}$ ہے،

آواز کی رفتار، کیلون میں تپش کے جذر المربع کے راست تناسب میں تغیر پاتی ہے۔

فرض کیجئے کہ تپش 0°C یا 273K پر آواز کی رفتار v_0 ہے اور کسی بے قاعدہ تپش T (کیلون میں) پر آواز کی رفتار v ہو تو پھر

$$\frac{v}{v_0} = \sqrt{\frac{T}{273}} = \sqrt{\frac{273+t}{273}}$$

$$v = v_0\sqrt{1+\frac{t}{273}} \cong v_0\left(1+\frac{t}{546}\right)$$

(دو تسمیہ توسیع (binomial expansion) کا استعمال کرتے ہوئے)

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:35 PM

چونکہ $t^\circ C$ پر $v_0 = 331\ ms^{-1}$ میں کسی تپش پر v یہ ہوگی۔

$$v = (331 + 0.61t)\ m\,s^{-1}$$

لہذا، تپش کے ایک درجہ سلشیس کے اضافے پر، ہوا میں آواز کی رفتار $0.61\ ms^{-1}$ کی قیمت سے بڑھتی جاتی ہے۔ نوٹ کیجئے کہ جب تپش بڑھادی جاتی ہے تو حرارتی توانائی سالمے تیزی سے ارتعاش کرنے لگیں گے اور اس لئے آواز کی رفتار بڑھ جاتی ہے۔

(c) کثافت کا اثر: (Effect of density)

آیئے ہم مختلف کثافتوں والی دو گیسوں کا تصور کریں جن کی تپش اور دباؤ مساوی ہو تو پھر ان دو گیسوں میں آواز کی رفتاریں یہ ہیں۔

$$v_1 = \sqrt{\frac{\gamma_1 P}{\rho_1}} \qquad (11.31)$$

اور

$$v_2 = \sqrt{\frac{\gamma_2 P}{\rho_2}} \qquad (11.32)$$

مساوات (11.31) اور مساوات (11.32) کی نسبت معلوم کرنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\frac{\gamma_1 P}{\rho_1}}}{\sqrt{\frac{\gamma_2 P}{\rho_2}}} = \sqrt{\frac{\gamma_1 \rho_2}{\gamma_2 \rho_1}}$$

γ کی مساوی قیمت رکھنے والی گیسوں کے لئے

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} \qquad (11.33)$$

لہذا، ایک گیس میں آواز کی سمتی رفتار، اس گیس کی کثافت کے جذر المربع کے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

(d) نمی (گیلا پن یا تری) کا اثر (Effect of moisture (humidity))

ہم جانتے ہیں کہ نم ہوا کی کثافت سوکھی ہوا کی 0.625 حصہ ہی ہوتی ہے جس کا مطلب یہ ہے کہ ہوا میں گیلا پن کی موجودگی (نمی کا اضافہ) اس کی کثافت کو کم کر دیتا ہے۔ چنانچہ نمی کے بڑھنے سے آواز کی رفتار بڑھنے لگتی ہے۔ مساوات (11.30) کی مدد سے

$$v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}}$$

فرض کیجئے کہ v_1، ρ_1 اور v_2، ρ_2 بالترتیب سوکھی ہوا اور گیلی ہوا میں آواز کی کثافتیں اور رفتاریں ہیں۔ تو

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\frac{\gamma_1 P}{\rho_1}}}{\sqrt{\frac{\gamma_2 P}{\rho_2}}} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} \quad \text{if } \gamma_1 = \gamma_2$$

چونکہ P کل فضائی دباؤ ہے، ڈالٹن کے جزوی دباؤ کے کلیہ کے مطابق یہ بتایا جاسکتا ہے کہ

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P}{p_1 + 0.625 p_2}$$

جہاں p_1 اور p_2 سوکھی ہوا اور آبی بخارات کے بالترتیب جزوی دباؤ ہیں۔ تو

$$v_1 = v_2 \sqrt{\frac{P}{p_1 + 0.625 p_2}} \qquad (11.34)$$

(e) چلتی ہوا کا اثر: (Effect of wind)

ہوا کے چلنے سے بھی آواز کی رفتار متاثر ہوتی ہے جس سمت میں ہوا چلتی ہے۔ اس سمت میں آواز کی رفتار تیز ہو جاتی ہے جب کہ چلتی ہوئی ہوا کی مخالف سمت میں آواز کی رفتار کم ہو جاتی ہے۔

مثال 11.9

آکسیجن اور نائٹروجن کی کثافتوں کی نسبت 16:14 ہے۔ جب $17^\circ C$ پر نائٹروجن گیس میں موجود آواز کی رفتار، آکسیجن گیس میں موجود آواز کی رفتار کے برابر ہو تو تپش معلوم کیجئے۔

حل:

مساوات (11.25) کی مدد سے ہم رکھتے ہیں۔

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:36 PM

$$\rho = \frac{M}{V} \quad \text{مگر}$$

چنانچہ

$$v = \sqrt{\frac{\gamma PV}{M}}$$

مساوات (11.26) کی مدد سے

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

جہاں R کائناتی گیس کی مستقلہ ہے اور M اس گیس کی سالمی کمیت ہے۔ 17°C پر نائٹروجن گیس میں آواز کی رفتار یہ ہے۔

$$v_N = \sqrt{\frac{\gamma R(273K + 17K)}{M_N}} = \sqrt{\frac{\gamma R(290K)}{M_N}} \qquad (1)$$

اسی طرح ، t تپش پر آکسیجن گیس میں آواز کی رفتار یہ ہے۔

$$v_0 = \sqrt{\frac{\gamma R(273K + t)}{M_0}} \qquad (2)$$

دیا گیا ہے کہ دونوں گیسوں کے لئے γ کی قیمت مساوی ہے، دونوں رفتاریں ضرور مساوی ہونا چاہئے ۔لہذا مساوات (1) اور (2) کا موازنہ کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$v_O = v_N$$

$$\sqrt{\frac{\gamma R(273 + t)}{M_0}} = \sqrt{\frac{\gamma R(290)}{M_N}}$$

دونوں طرف مربع کرنے کے بعد، اصطلاح γ R کو رد کرتے ہوئے اور از سر نو ترتیب دینے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{M_0}{M_N} = \frac{273 + t}{290} \qquad (3)$$

چونکہ آکسیجن اور نائٹروجن کی کثافتوں کی نسبت 16:14 ہے۔

$$\frac{\rho_0}{\rho_N} = \frac{16}{14} \qquad (4)$$

$$\frac{\rho_0}{\rho_N} = \frac{\frac{M_O}{V}}{\frac{M_N}{V}} = \frac{M_0}{M_N} \Rightarrow \frac{M_0}{M_N} = \frac{16}{14} \qquad (5)$$

مساوات (5) کو مساوات (3) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$\frac{273 + t}{290} = \frac{16}{14} \Rightarrow 3822 + 14t = 4640$$

$$\Rightarrow \quad t = 58.4\,°\text{C}$$

11.5 آواز کی موجوں کا انعکاس
(Reflection of sound waves)

جب آواز کی لہریں ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں گذرتی ہیں تو مندرجۂ ذیل عمل پیش آسکتے ہیں۔

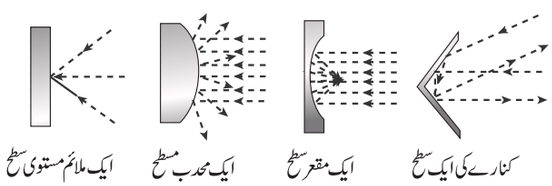
(a) آواز کا انعکاس : (Reflection of sound)

اگر واسطہ بہت ہی کثیف (بہت سخت) ہو تو آواز اصلی واسطے میں مکمل طور پر انعکاس پا سکتی ہے (واپس لوٹ سکتی ہے)۔

(b) آواز کا انعطاف : (Reflection of sound)

جب آواز کی لہریں ایک واسطے سے دوسرے واسطے میں رواں ہوتی ہیں تو دوسرے واسطے کے ذریعے ہونے والے انجذاب کی وجہ سے وہاں توانائی کا کچھ نقصان ہوسکتا ہے۔

اس حصے میں ہم ایک واسطے میں صوتی موجوں کے صرف انعکاس کے بارے میں دیکھیں گے جب وہ ایک سخت سطح سے ٹکراتی ہے۔ آواز انعکاس کے کلیوں کی بھی اتباع کرسکتی ہیں جو یہ بیان کرتے ہیں۔



خاکہ 11.17۔ مختلف سطحوں میں آواز کا انعکاس

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:36 PM

(i) آواز کے وقوع کا زاویہ، زاویۂ انعکاس کے مساوی ہوتا ہے

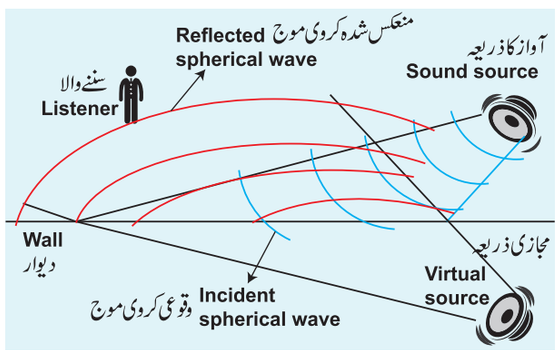
(ii) جب ایک سطح سے آواز کی موج انعکاس پاتی ہے تو پھر وقوعی موج، منعکس موج اور وقوعی نقطے پر کا عمود، یہ تمام ایک ہی سطح پر ہوتے ہیں۔

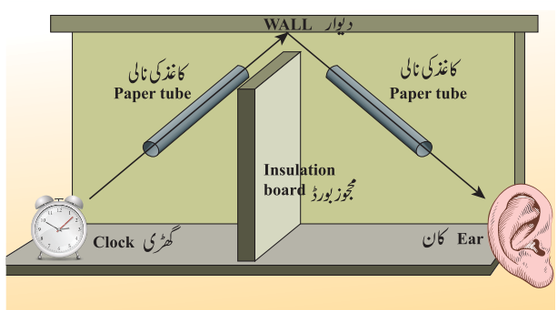
ایک آئینے سے جس طرح روشنی منعکس ہوتی ہے۔ اسی طرح ایک سخت سیدھی سطح سے آواز بھی منعکس ہوتی ہے۔ اسے آئینہ نما (Specular) انعکاس (عکسی انعکاس) کہتے ہیں۔

آئینہ نما انعکاس کا مشاہدہ تبھی ممکن ہے جب ذریعہ کا موجی طول، انعکاسی سطح کے ابعاد سے چھوٹا ہو اور سطحی کھردرے پن سے بھی چھوٹا ہو۔

11.5.1 مستوی سطح کے ذریعہ آواز کا انعکاس

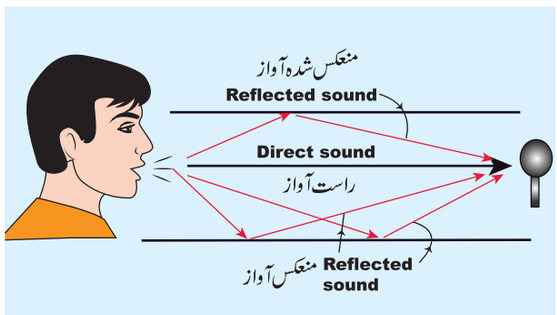
(Reflection of sound through the plane surface)





خاکہ 11.18۔ مستوی سطح کے ذریعہ آواز کا انعکاس

آواز کی موجیں جب مستوی دیوار سے ٹکراتی ہیں تو وہ روشنی ہی کی طرح واپس ہونے لگتی ہیں۔ بالفرض اگر ایک لاؤڈ اسپیکر کو ایک دیوار (مستوی سطح) کے لحاظ سے ایک زاویہ پر رکھا جاتا ہے تو (ایک نقطوی ذریعہ کے طور پر تصور کیا گیا) ذریعہ سے آنے والی موجوں کو کروی موجی محاذ (Wave front) کے طور پر سمجھا جاسکتا ہے (مثلاً، ایک کروی موجی محاذ کے طور پر حرکت کرنے والے سکڑاؤ، چنانچہ مستوی سطح سے منعکس شدہ موجی محاذ بھی کروی ہوتی ہے، اس طرح کہ اس کے انحنا کا مرکز (جو کہ مستوی سطح کے دوسرے طرف ہوتا ہے) کو صوتی ذریعہ کے خیال (image) کے طور پر مانا جاسکتا ہے (مجازی یا تصوراتی لاؤڈ اسپیکر)، خاکہ 11.18، 11.19 میں یہ تمام بتائے گئے ہیں۔



خاکہ 11.19 حقیقی موقعوں میں آواز کے انعکاس کی عام مثالیں

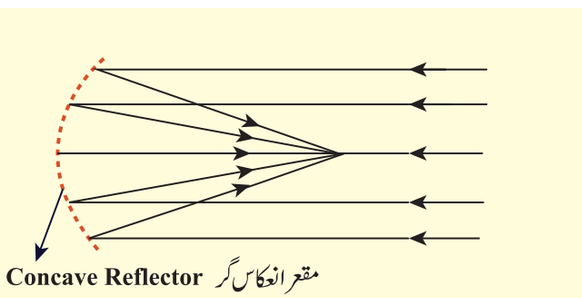
11.5.2 منحنی سطح کے ذریعہ آواز کا انعکاس

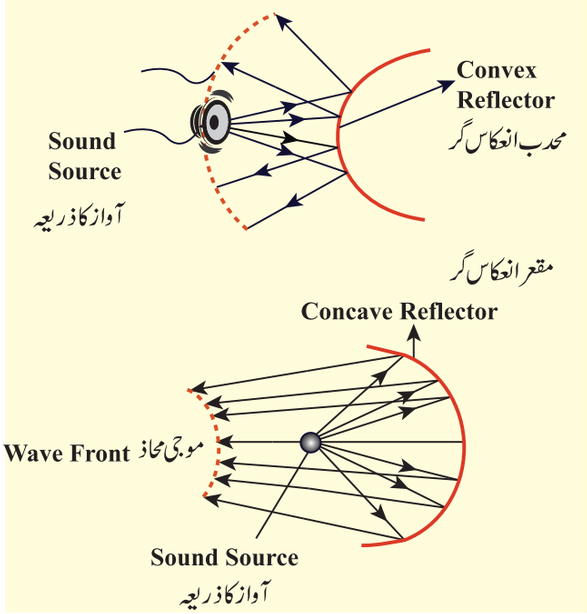
(Reflection of sound through the curved surface)

سطحیں جیسے محدب یا مقعر یا مسطح سطح سے جب آواز منعکس ہوتی ہے تو وہ مختلف طریقوں سے برتاؤ کرتی ہے۔ محدب سطح سے انعکاس پانے والی آواز باہر کی طرف پھیل جاتی ہے اور اس لئے وہ آسانی سے تخفیف پاتی ہے اور گھٹ جاتی ہے جب کہ مقعر سطح پر اس کے منعکس ہونے سے وہ ایک نقطہ پر مرکوز ہوجاتی ہے جسے آسانی کے ساتھ amplify یعنی بڑا کیا جاسکتا ہے۔ پیرابولک (منحنی نما) انعکاس گر (Parabolic relector) جو آواز کو ایک نقطے پر مرکوز کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے، منحنی نما مئیکرون بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے جسے higy directional microphones کہا جاتا ہے۔

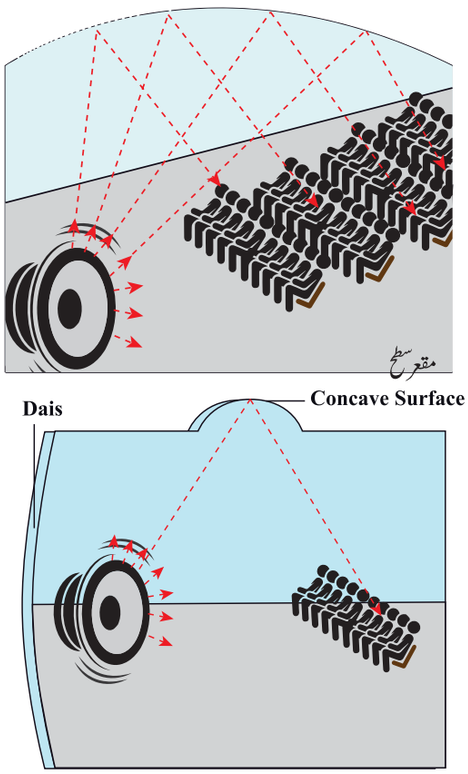
11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:37 PM

ہم جانتے ہیں کہ کوئی بھی سطح (ملائم یا کھردری) آواز کو جذب کرسکتی ہے۔ مثال کے طور پر ایک بڑے ہال، یا آڈی ٹوریم یا theatre میں پیدا کی جانے والی آواز، دیواریں، چھت، فرش، کرسیوں وغیرہ کے ذریعہ جذب ہوجاتی ہے۔اس نقصان سے باز رہنے کے لئے ،اسپیکر کے سامنے ایک منحنی نما صوتی بورڈ (مقعر بورڈ) رکھا جاتا ہے تاکہ وہ لاؤڈ اسپیکر سے آنے والی آواز کی موجوں کو سامعین تک منعکس کرسکے۔ یہ طریقہ ہال میں تمام ممکنہ سمتوں میں صوتی موجوں کے پھیلاؤ کو کم کرتا ہے اور اس کے علاوہ پورے ہال میں آواز کی مساوی تقسیمی میں بھی مدد کرتا ہے۔اسی لئے اس ہال میں بیٹھنے والا ہر شخص بغیر کسی خلل کے آواز کو سن سکتا ہے۔





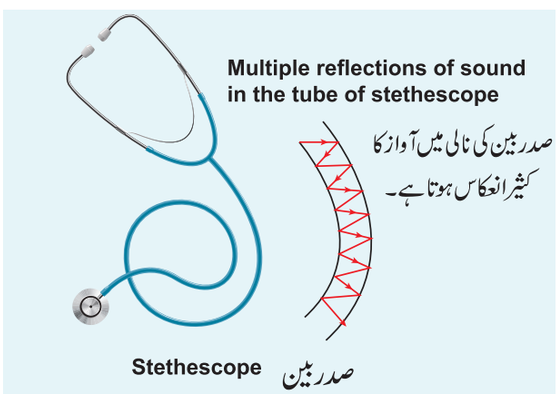
خاکہ 11.20۔ منحنی سطح کے ذریعہ آواز کا انعکاس



خاکہ 11.21 ایک بڑے آڈی ٹوریم میں آواز

11.5.3 صوتی موجوں کے انعکاس کے استعمالات (Applications of reflection of sound waves)

(a) صدر بین (Stethoscope) :یہ کثیر انعکاس کے اصول پر عمل کام کرتا ہے۔



خاکہ 11.22 صدر بین اور ایک ربڑ کی نالی میں سگنل کا کثیر انعکاس

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:38 PM

اس میں تین اہم حصے ہوتے ہیں۔

(i) سینے کا حصہ (ii) کان کا حصہ (iii) ربڑ کی نالی

(i) سینے کا حصہ (Chest piece)

اس میں ڈسک نما ایک چھوٹا resonator (ڈیا فرام) رہتا ہے جو آواز کا بہت ہی حساس ہوتا ہے اور وہ اس سے پہچانی جانے والی آواز کو بڑا کرتا ہے۔

(ii) کان کا حصہ: (Ear Piece):

یہ دھاتی نالیوں سے بنے ہوتے ہیں جو سینے کے حصے سے پہچانی جانے والی آواز کو سننے کے لئے استعمال ہوتے ہیں۔

(iii) ربڑ کی نالی (Rubber tube)

یہ نالی سینے کے حصے اور کان کے حصے کو جوڑتی ہے۔ آواز کے سگنل کو ڈیا فرام سے کان کے حصے تک لے جانے یا منتقل کرنے کے لئے اس کا استعمال ہوتا ہے۔ دل کی دھڑکنوں (یا پھیپھڑوں) کی آواز (یا) کسی بھی اندرونی اعضاء سے نکلنے والی آواز اسی نالی کے ذریعہ کثیر انعکاس پا کر کانوں تک پہنچ پاتی ہے۔

نوٹ

سائنسدانوں نے یہ اندازہ لگایا ہے کہ ہم اس وقت دو آوازوں کو ٹھیک طور سے سن سکتے ہیں جب درمیانی وقفہ یا ہر آواز کا مابین وقت، ایک سکنڈ کا $\left(\frac{1}{10}\right)$ واں حصہ ہو (سماعت کا قرار) یعنی 0.1 سکنڈ، پھر

$$\text{سمتی رفتار} = \frac{\text{طے کردہ فاصلہ}}{\text{لیا گیا وقت}} = \frac{2d}{t}$$

$$2d = 344 \times 0.1 = 34.4 \text{ m}$$

$$d = 17.2 \text{ m}$$

20°C پر ایک گونج کو سننے کے لئے آواز منعکس کرنے والی دیوار کا کم از کم درکار فاصلہ 17.2 میٹر ہے۔

(b) بازگشت یا گونج (Echo)

ایک بازگشت، کسی دیوار، پہاڑ یا دیگر رکاوٹی سطحوں سے آواز کی موجوں کے انعکاس کے ذریعہ پیدا ہونے والا آواز کا دہراؤ ہے۔ ہوا میں 20°C پر آواز کی رفتار 344 میٹر فی سکنڈ ہے۔ اگر ہم ایک دیوار پر چلاتے ہیں جو 344 میٹر دور ہے، تو آواز کو اس دیوار تک پہنچنے کے لئے ایک سکنڈ کا وقت لگے گا۔ منعکس ہونے کے بعد وہ آواز واپس ہمارے پاس پہنچنے کے لئے ایک سکنڈ کا وقفہ لے گی۔ چنانچہ ہم دو سکنڈ بعد بازگشت کو سن سکتے ہیں۔

(c) سونار (SONAR)
(SOund NAvigation and Ranging)

سونار کے نظام، ایک شئے کی حرکت یا مقام کا پتہ لگانے کے لئے پانی میں آواز کی موجوں کے انعکاس کا استعمال کرتے ہیں۔ اسی طرح ڈالفن اور چمگادڑ سونار کے اصول کا استعمال کرتے ہوئے تاریکیوں میں اپنا راستہ معلوم کرتے ہیں۔

(d) گمگ (Reverberation):

ایک بند کمرے میں آواز دیواروں سے لگاتار منعکس ہوتے رہتی ہے اور وہ صوتی ذریعہ سے آواز کے بند ہونے کے بعد بھی کچھ دیر تک رہتی ہے ۔ ایک بند علاقے میں موجود کچھڑی آواز اور آواز کے کثیر انعکاسات کا عمل گمگ (Reverberation) کہلاتا ہے۔ آواز رہنے تک کا وقفہ گمگی وقفہ (Reverberation time) کہلاتا ہے۔ یہ نوٹ کرنا ضروری ہے کہ گمگ کا وقفہ ایک ہال میں آواز کی معیار کا بری طرح متاثر کرتا ہے، چنانچہ ہال وغیرہ بہترین گمگ کے وقفے کے اعتبار سے تعمیر کئے جاتے ہیں۔

مثال 11.10

فرض کیجئے کہ ایک شخص ایک چٹان سے کچھ دوری پر کھڑے ہو کر تالیاں بجاتا ہے۔ وہ 4 سکنڈ کے بعد اس چٹان سے ایک بازگشت (echo) حاصل کرتا ہے۔ اس شخص اور چٹان کا درمیانی فاصلہ معلوم کیجئے۔ (تصور کر لیجئے کہ آواز کی رفتار 343 ms^{-1} ہے)۔

حل:

بازگشت کے طور پر آواز کو واپس پہنچنے کے لئے لیا گیا وقت ہے۔

$$2t = 4 \Rightarrow t = 2 \text{ s}$$

$\therefore$ فاصلہ یہ ہے۔ $d = vt = (343 \text{ m s}^{-1})(2 \text{ s}) = 686 \text{ m}.$

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:38 PM

نوٹ : آواز کی موجوں کی درجہ بندی

آواز کو ان کے تعددات کے تحت تین قسموں میں درجہ بند کیا جاسکتا ہے۔

(1) زیرصوتی موجیں (Infrasonic waves)

صوتی موجیں جن کی تعدد 20Hz سے کم ہوتی ہے زیرصوتی موجیں کہلاتی ہیں۔ یہ موجیں زلزلوں کے دوران پیدا ہوتی ہیں۔ ان تعددات کو انسان سن نہیں سکتے۔ سانپ ان تعددات کو سن سکتے ہیں۔

(2) قابل سماعت موجیں (Audible waves)

صوتی موجیں جن کی تعدد 20 Hz سے 20,000 Hz تک ہوتی ہیں قابل سماعت موجیں کہلاتی ہیں۔ انسان ان تعددات کو سن سکتا ہے۔

(3) بالاصوتی موجیں (Ultrasonic waves)

صوتی موجیں جن کی تعدد 20 kHz سے زیادہ ہوتی ہے، بالاصوتی موجیں کہلاتی ہیں۔ انسان ان تعددات کو سن نہیں سکتے۔ چمگادڑ یہ تعددات پیدا بھی کرسکتے ہیں اور سن بھی سکتے ہیں۔

کیا تم جانتے ہو؟

(1) اعلیٰ صوتی رفتار (Supersonic speed)

آواز کی رفتار سے بھی تیز حرکت کرنے والی ایک شئے کے بارے میں یہ کہا جاتا ہے کہ وہ اعلیٰ صوتی رفتار کے ساتھ چلتی ہے۔

(2) ساکھ عدد (میک عدد) (Mach number)

یہ آواز کی سمتی رفتار کے ساتھ ذریعہ کی سمتی رفتار کی نسبت ہے۔

$$\text{(میک عدد) ساکھ عدد} = \frac{\text{ذریعہ کی سمتی رفتار}}{\text{آواز کی سمتی رفتار}}$$

11.6 آگے بڑھنے والی موجیں (یا) سفر کرنے والی موجیں (Progressive waves (or) travelling waves)

اگر ایک واسطے میں رواں موج مسلسل طور پر بڑھتی ہے تو اسے آگے بڑھنے والی موج یا سفر کرنے والی موج کہا جاتا ہے۔

11.6.1 آگے بڑھنے والی موجوں کی خصوصیات

1۔ ذرات واسطے میں مساوی حیطہ کے ساتھ ان کے اوسط مقامات کے تحت مرتعش ہوتے ہیں۔

2۔ ہر ذرہ کی ہیئت 0 سے 2π کی حد تک ہوتی ہے۔

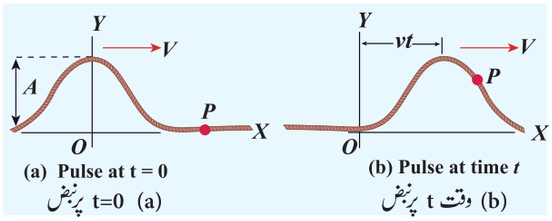
3۔ کوئی ذرہ مستقل طور پر ساکن حالت میں نہیں رہتا۔ موج کی روانی کے دوران، ذرات صرف انتہائی مقامات پر دو مرتبہ ساکن حالت میں آتے ہیں۔

4۔ عرضی روانی موجیں نشیب و فراز کی خصوصیت سے مامور ہیں جب کہ طولی روانی موجیں سکڑاؤ اور پھیلاؤ کی خصوصیت سے بھرپور ہیں۔

5۔ جب ذرات اوسط مقام سے گذرتے ہیں تو وہ ہمیشہ مساوی انتہائی رفتار کے ساتھ حرکت کرتے ہیں۔

6۔ ذرات کا ہٹاؤ، سمتی رفتار اور اسراع جو ایک دوسرے سے کے ذریعہ جدا کئے گئے ہیں، $n\lambda$ مساوی ہیں، جہاں n ایک عدد (integer) ہے اور λ موجی طول ہے۔

11.6.2 ایک آگے بڑھنے والی مسطح موج کی مساوات (Equation of a plane progressive wave)



خاکہ 11.23 $t = 0$ اور t وقت، دو موقعوں پر v سمتی رفتار کے ساتھ حرکت کرنے والی موجی پلس (نبض)

فرض کیجئے کہ ہم وقت $t = 0s$ پر ایک تانی ہوئی ڈوری پر ایک جھٹکا لگاتے ہیں۔ آیئے ہم یہ تصور کرلیں کہ اس خلل کے دوران پیدا ہونے والا موجی پلس ایک مستقل رفتار v کے ساتھ مثبت x سمت کے تحت حرکت کرتا ہے، جیسا کہ خاکہ 11.23(a) میں بتایا گیا ہے۔

ہم اس موجی پلس کی شکل کو ریاضیاتی طور پر وقت $t = 0s$ پر $y = y(x,0) = f(x)$ کے طور پر نمائندگی کرسکتے ہیں۔ تصور کیجئے کہ موجی پلس کی شکل، آگے بڑھنے کے دوران یوں ہی برقرار رہتی ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:39 PM

کچھ وقت t کے بعد، دائیں طرف بننے والا پلس (نبض) اور اس پر موجود کسی بھی نقطے کو x' (اسے x پرائم پڑھنا چاہئے) سے ظاہر کیا جاتا ہے، جیسا کہ خاکہ 11.23(b) میں بتایا گیا ہے۔ پھر

$$y(x, t) = f(x') = f(x - vt) \qquad (11.35)$$

اسی طرح اگر وہ موجی پلس (نبض) مستقل رفتار کے ساتھ بائیں طرف حرکت کرتی ہے تو پھر $y = f(x+vt)$ ہے۔ دونوں موجیں $y = f(x+vt)$ اور $y = f(x+vt)$ مندرجۂ ذیل یک بعدی تفرقی مساوات، جسے موجی مساوات کہتے ہیں، مطمئن کرتی ہے۔

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \qquad (11.36)$$

جہاں علامت ∂ جزوی ماحصل کی نمائندگی کرتی ہے۔

($\frac{\partial y}{\partial x}$ کو اس طرح پڑھنا چاہئے، جزوی y تقسیم جزوی x)

اس تفرقی مساوات کو مطمئن کرنے والے تمام جوابات موجوں کی نمائندگی نہیں کرتے، کیونکہ کوئی بھی طبیعی قابل قبول موج کو چاہئے کہ x اور t کی تمام قیمتوں کے لئے متعین قیمتیں حاصل کر لے۔ مگر، اگر وہ عوامل ایک موج کی نمائندگی کرتا ہو تو پھر اسے ضروری ہوگا کہ وہ تفرقی مساوات کو مطمئن کرے چونکہ یک بعد (ایک آزاد متغیر) میں، x کے لحاظ سے جزوی ماحصل x محدد میں موجود کل ماحصل کے برابر ہے۔ ہم اس طرح لکھتے ہیں۔

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{1}{v^2}\frac{d^2 y}{dt^2} \qquad (11.37)$$

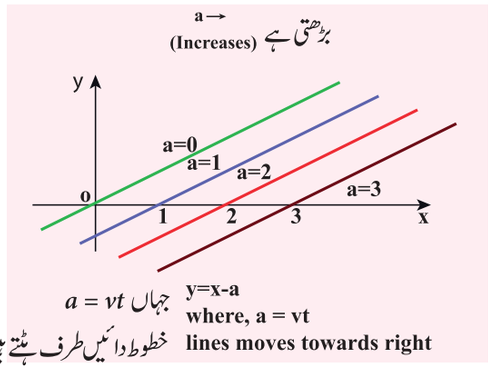
اسے ایک سے زیادہ ابعاد (دو، تین وغیرہ) تک طویل کیا جا سکتا ہے۔ یہاں آسانی کے لئے ہم صرف یک بعدی موجی مساوات پر دھیان دیتے ہیں۔

مثال 11.11

a کی مختلف قیمتوں کے لئے $y = x - a$ کا نقشہ کھینچئے۔

حل:

اس سے پتہ چلتا ہے کہ جب a کی قیمت کو بڑھایا جاتا ہے تو وہ خط دائیں طرف ہٹ جاتا ہے $a = vt$ کے لئے $y = x - vt$ اس تفرقی مساوات کو مطمئن کرتی ہے۔ حالانکہ یہ عوامل تفرقی مساوات کو مطمئن کرتا ہے، یہ x اور t کی تمام قیمتوں کے لئے مستقل نہیں ہے۔ لہذا، یہ ایک موج کی نمائندگی نہیں کرتی۔



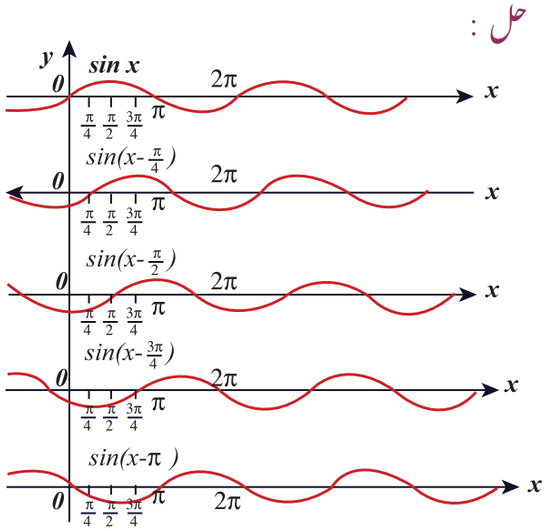
مثال 11.12

موج $y = \sin x - a$ کے لئے

$a = 0$، $a = \frac{\pi}{4}$، $a = \frac{\pi}{2}$، $a = \frac{3\pi}{2}$ اور $a = \pi$

کس طرح نظر آتی ہے؟ اس موج کا خاکہ کھینچئے۔

حل :



اوپر کے خاکے کی مدد سے ہم مشاہدہ کرتے ہیں کہ

$y = \sin(x-a)$ کے لئے

$a = 0$، $a = \frac{\pi}{4}$، $a = \frac{\pi}{2}$، $a = \frac{3\pi}{2}$ اور $a = \pi$

$y = \sin(x-a)$ کا تفاعل دائیں طرف ہٹ جاتا ہے۔

مزید ہم $a = vt$ اور $v = \frac{\pi}{4}$ کو لے سکتے ہیں اور مختلف اوقات

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:39 PM

$t = 2s$، $t = 1s$ اور $t = 0s$ وغیرہ کے لئے خاکہ کھینچنے پر، ہم دوبارہ مشاہدہ کرتے ہیں کہ $y=\sin(x-vt)$ دائیں طرف حرکت کرتی ہے۔ لہذا $y=\sin(x-vt)$، سفر کرنے والی (آگے بڑھنے والی) موج دائیں طرف حرکت کرتی ہے۔ اگر $y = \sin(x+vt)$ ہو تو پھر سفر کرنے والی (یا آگے بڑھنے والی) موج بائیں طرف حرکت کرتی ہے۔ اس لئے $y = f(x-vt)$ قسم کا کسی بھی بے قاعدہ عوامل جو موج کی خصوصیت رکھتا ہے۔ اسے چاہئے کہ دائیں طرف حرکت کرے اور اسی طرح $y= f(x+vt)$ قسم کا ایک بے قاعدہ عوامل جو، موج کی خصوصیت رکھتا ہو بائیں طرف ہٹنا چاہئے۔

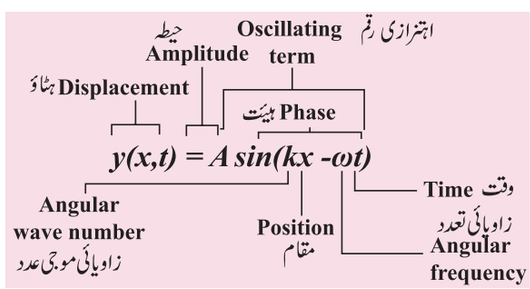
مثال 11.13

موج $y=\sin(x-vt)$ کے ابعاد کی جانچ کیجئے۔ اگر یہ ابعادی طور پر غلط ہے تو اوپر کی مساوات کو صحیح طریقے سے تحریر کیجئے۔

حل:

ابعادی طور پر یہ صحیح نہیں ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ $y = \sin(x-vt)$ ایک بے ابعاد مقدار ہونا چاہئے، لیکن $(x-vt)$ میں بعاد پایا جاتا ہے۔ صحیح مساوات یہ ہے۔ $y = \sin(kx-\omega t)$ جہاں k اور ω بالترتیب لمبائی کے معکوس اور وقت کے معکوس ابعاد رکھتے ہیں۔ Sine عوامل اور Cosine عوامل وقفہ 2π والے دوری عوامل ہیں۔ چنانچہ صحیح مساوات یہ ہے۔

$y = \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{2\pi}{T}t\right)$ جس میں λ اور T بالترتیب موجی طول اور وقفۂ دوران ہیں۔ عام طور پر $y(x,t)=A\sin(k\,x-\omega t)$. ہے۔



11.6.3 موج کی ترسیمی نمائندگی

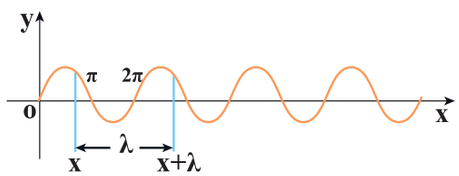
(Graphical representation of the wave)

آیئے، ہم موجی تغیر کے دو قسموں کی نمائندگی ترسیمی طور پر کریں۔

(a) خلاء یا (خلائی) تغیر کی ترسیم

(b) وقت یا (وقتی) تغیر کی ترسیم

(a) خلائی تغیر کی ترسیم (Space variation graph)



خاکہ 11.24۔ جیبی عوامل sinusoidal function کی ترسیم $y = A\sin(kx)$

وقت کو متعین کرتے ہوئے، x کے لحاظ سے ہٹاؤ میں ہونے والی تبدیلی کی ترسیم کھینچی جاتی ہے۔ آیئے ہم ایک جیبی (Sinosoidal) ترسیم، $y = A\sin(kx)$ کا تصور کریں، جیسا کہ خاکہ 11.24 میں بتایا گیا ہے جہاں k ایک مستقلہ ہے۔ چونکہ موجی طول λ، اسی حرکت کی حالت میں کسی دو نقاط کا درمیانی فاصلہ ظاہر کرتا ہے۔ ہٹاؤ y، دونوں کناروں پر مساوی ہوتا ہے۔ $y = x$ اور $y = x + \lambda$، یعنی

$$y = A\sin(kx) = A\sin(k(x+\lambda)) = A\sin(kx + k\lambda) \quad (11.38)$$

Sine عوامل، 2π وقفۂ دوران والا ایک دوری عوامل ہے۔ لہذا

$$y = A\sin(kx + 2\pi) = A\sin(kx) \quad (11.39)$$

مساوات (11.38) اور مساوات (11.39) کا موازنہ کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$kx + k\lambda = kx + 2\pi$$

اس سے پتہ چلتا ہے کہ

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ rad m}^{-1} \quad (11.40)$$

جہاں k موجی عدد (Wave number) کہلاتا ہے۔ یہ 2π ریڈین میں موجود موجی طولوں کی تعداد پیش کرتا ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:40 PM

موج کی خلائی دوریت (Spatial Periodicity) یہ ہے۔

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} \text{ in m}$$

پھر $t = 0$ s پر $y(x, 0) = y(x + \lambda, 0)$

اور کسی بھی وقت t پر $y(x, t) = y(x + \lambda, t)$

مثال 11.14

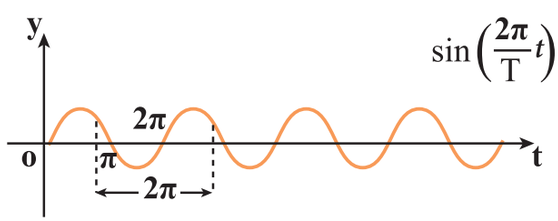
دو سائن موجوں کے موجی طول $\lambda_1 = 1$m اور $\lambda_2 = 6$m ہیں۔ متعلقہ موجی اعداد معلوم کیجئے۔

حل:

$$k_1 = \frac{2\pi}{1} = 6.28 \text{ rad m}^{-1}$$

$$k_2 = \frac{2\pi}{6} = 1.05 \text{ rad m}^{-1}$$

(b) وقتی تغیر کی ترسیم (Time variation graph)



خاکہ 11.25 جیبی عوامل $y = A \sin(wt)$ کی ترسیم

مقام کو ثابت رکھتے ہوئے، وقت کے لحاظ سے ہٹاؤ میں ہونے والی تبدیلی کی ترسیم بنائی جاتی ہے۔ آیئے ہم ایک جیبی ترسیم فرض کرتے ہیں، $y = A \sin(\omega t)$، جیسا کہ خاکہ 11.25 میں بتایا گیا ہے، جہاں ω موج کی زاویائی تعدد ہے، جو یہ پیمائش کرتی ہے کہ وہ موج کتنی تیزی سے اہتزاز کرتی ہے یا فی سکنڈ کتنے دور مکمل کرتی ہے۔

وقتی دور یہ یا وقفۂ دوران یہ ہے۔

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$$

مساوات $\omega = 2\pi f$ کے ذریعہ تعدد f کے ساتھ زاویائی تعدد کا تعلق جوڑا جاتا ہے جہاں تعدد f کے ساتھ زاویائی تعدد کا تعلق جوڑا جاتا ہے جہاں تعدد f کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ فی سکنڈ میں اس واسطے کے ذرے سے مکمل کئے جانے والے اہتزازات کی تعداد ہے۔ چونکہ تعدد کا معکوس وقفۂ دوران ہے، ہم رکھتے ہیں

$$T = \frac{1}{f} \text{ in seconds}$$

یہ ایک اہتزاز کو مکمل کرنے کے لئے ایک واسطے کے ذرہ سے لیا گیا وقت ہے۔ لہٰذا ہم ایک موج کی رفتار (موجی رفتار v) کی تعریف یوں کر سکتے ہیں کہ یہ ایک سکنڈ میں موج کے ذریعہ طے کردہ فاصلہ ہے

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \text{ in m s}^{-1}$$

جو کہ وہی مساوات ہے جو ہم نے مساوات (11.4) میں حاصل کیا

11.6.4 ذرہ کی سمتی رفتار اور موج کی سمتی رفتار

(Particle velocity and wave velocity)

ایک سادہ آگے بڑھنے والی ہم آہنگی موج میں، واسطے میں موجود جزوی ذرات اپنے توازنی مقام کے تحت سادہ ہم آہنگی طور پر اہتزاز کرتے ہیں۔ جب ایک ذرہ حرکت میں ہوتا ہے تو وقت کے کسی موقع پر ہٹاؤ کی تبدیلی کی شرح کی تعریف کی جاتی ہے کہ یہ اس وقت کے اس وقفے پر ذرہ کی سمتی رفتار ہے۔ اسے ذرہ کی سمتی رفتار کہا جاتا ہے۔

$$v_P = \frac{dy}{dt} \text{ m s}^{-1} \qquad (11.41)$$

مگر $y(x, t) = A \sin(k x - \omega t)$ (11.42)

چنانچہ $\frac{dy}{dt} = -\omega A \cos(k x - \omega t)$ (11.43)

اس طرح ہم سفر کرنے والی موج (یا) آگے بڑھنے والی موج) کے لئے سمتی رفتار (یہاں رفتار) کی تعریف کر سکتے ہیں۔ آگے بڑھنے والی موج کی سمتی رفتار کا تعین کرنے کے لئے، ایک آگے بڑھنے والی موج کا تصور کیجئے (جیسا کہ خاکہ 11.23 میں بتایا گیا ہے) جو دائیں طرف حرکت کر رہی ہے۔ حسابی طریقہ سے اس کی نمائندگی ایک جیبی موج کے طور پر کی جا سکتی ہے۔ فرض کیجئے کہ P موج کی ہیئت پر کوئی نقطہ ہو اور y_P اس کے اوسط مقام کے لحاظ سے اس کا ہٹاؤ ہو۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:40 PM

ایک وقفہ t پر اس موج کا ہٹاؤ یہ ہے۔

$$y = y(x,t) = A \sin(k x - \omega t)$$

اس کے بعد کے وقتی وقفے $t' = t + \Delta t$ پر اس نقطہ P کا مقام $x' = x + \Delta x$ ہے۔ لہذا اس موقع پر اس موج کا ہٹاؤ یہ ہے۔

$$y = y(x', t') = y(x + \Delta x, t + \Delta t)$$
$$= A \sin[k (x + \Delta x) - \omega (t + \Delta t)] \quad (11.44)$$

چونکہ موج کی شکل یوں ہی برقرار رہتی ہے، اس کا مطلب ہے کہ موج کی ہیئت مستقل رہتی ہے (یعنی اس نقطہ کا y - ہٹاؤ ایک مستقلہ ہے) چنانچہ مساوات (11.42) اور (11.44) کا موازنہ کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$y(x',t') = y(x,t)$ جس سے پتہ چلتا ہے کہ

$$A \sin[k(x + \Delta x) - \omega(t + \Delta t)] = A \sin(k x - \omega t)$$

یا

$$k(x + \Delta x) - \omega(t + \Delta t) = kx - \omega t = \text{مستقلہ} \quad (11.45)$$

مساوات (11.45) کو آسان بنانے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\omega}{k} = v_p \quad (11.46)$$

جہاں v_p موجی سمتی رفتار یا ہیئتی رفتار کہلاتی ہے۔

تعدد اور موجی طول کے لحاظ سے، زاویائی تعدد اور موجی عدد کو ظاہر کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$v = \frac{\omega}{k} = \lambda f$$

مثال 11.15

ایک موبائیل فون ٹاور 900 MHz تعدد کا ایک موجی سگنل منتقل کرتا ہے۔ اس موبائیل فون ٹاور سے منتقل کی گئی موجوں کی لمبائی معلوم کیجئے

حل:

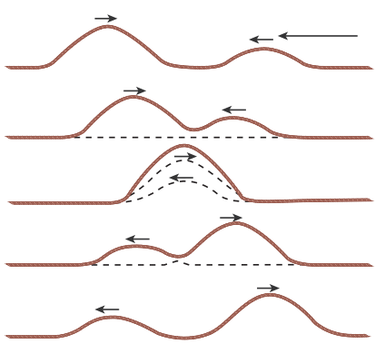
تعدد $f = 900\,MHz = 900 \times 10^6\,Hz$

موج کی رفتار یہ ہے $c = 3 \times 10^8 \text{m s}^{-1}$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3\times10^8}{900\times10^6} = 0.33m$$

11.7 اصول انطباق (Superposition principle)

جب ایک تانی ہوئی ڈوری جس کا ایک سرا بندھا ہوا ہے اس پر ایک جھٹکا لگانے سے، ایک موجی نبض (Pulse) پیدا ہوتا ہے اور وہ نبض اس ڈوری کے تحت سفر کرنے لگتا ہے۔ اگر ایک تانی ہوئی ڈوری کے دونوں کناروں سے دو اشخاص بیک وقت ایک جھٹکا دیتے ہیں تو یہ دو موجی نبض ایک دوسرے کی طرف حرکت کرتے ہیں، کسی مقام پر ملتے ہیں اور اپنی اصلی شناخت کے ساتھ ایک دوسرے سے دور حرکت کرتے ہیں۔ صرف پار لگانے والے یا ملنے والے مقامات پر ان کا برتاؤ مختلف ہوتا ہے۔ یہ برتاؤ، اس پر منحصر ہوتا کہ آیا ان دو نبضوں کی شکل یکساں ہے یا مختلف ہے، جیسا کہ خاکہ 11.26 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 11.26 دو موجوں کا انطباق

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:41 PM

جب وہ نبض ہم شکل ہوں تو ٹکراؤ پر کل ہٹاؤ ان کے انفرادی ہٹاؤ کا الجبرائی مجموعہ ہوگا اور اس کا کل حیطہ انفرادی نبض کے حیطوں سے زیادہ ہوگا جب کہ اگر دونوں نبضوں کا حیطہ مساوی ہو مگر شکل میں $180°$ کا ہیئتی فرق ہو تو ٹکراؤ کے نقطہ میں کل حیطہ غائب ہوجائے گا اور وہ نبضیں پار لگانے کے بعد دوبارہ اپنی شناخت بنالیں گے۔ صرف موجیں ہی اس قسم کی عجیب خصوصیت کی حامل ہوسکتی ہیں اور اسے موجوں کا انطباق کہا جاتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اصول انطباق ان موجوں کے کل برتاؤ کی وضاحت کرتا ہے جب وہ ایک دوسرے پر چڑھتی ہیں۔

موجوں کی کسی بھی تعداد کے لئے عمومی بناتے ہوئے یعنی اگر ایک واسطے میں دو یا دو سے زیادہ موجیں بیک وقت چلتی ہیں۔ جب وہ ایک دوسرے پر چڑھتی ہیں تو ان کا کل ہٹاؤ ان کے انفرادی ہٹاؤوں کا سمتی مجموعہ (Vector sum) ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ موجیں موجی مساوات کو مطمئن کرتی ہیں جو کہ خلائی محددات اور وقت دونوں میں ایک دوسرے درجہ کی خطی ہم جنس جزوی تفرقی مساوات ہے۔ لہٰذا ان کا خطی مجموعہ (جو اکثر، موجوں کا خطی انطباق کہلاتا ہے) بھی اسی تفرقی مساوات کو مطمئن کرے گا۔

حسابی طور پر سمجھنے کے لئے، آیئے ہم دو عوامل کا تصور کریں، جو موجوں کے ہٹاؤ کا تعین کرتے ہیں۔

مثال کے طور پر

$$y_1 = A_1 \sin(kx - \omega t)$$

اور

$$y_2 = A_2 \cos(kx - \omega t)$$

چونکہ y_1 اور y_2 دونوں موجی مساوات (موجی مساوات کے حل) کو مطمئن کرتی ہیں، پھر ان کا الجبریائی حاصل جمع

$$y = y_1 + y_2$$

بھی موجی مساوات کو حل کرتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ یہ ہٹاؤ قابل جمع (additive) ہیں۔

اگر ہم y_1 اور y_2 کو کچھ مستقلہ سے ضرب کریں تو ان کا حیطہ اسی مستقلہ سے پیمانہ کیا جائے گا۔ مزید یہ کہ اگر y_1 اور y_2 ہٹاؤوں کو ضرب کرنے کے لئے بالترتیب C_1 اور C_2 استعمال ہوتے ہوں تو پھر ان کا کل ہٹاؤ y یہ ہے۔

$$y = C_1 y_1 + C_2 y_2$$

موجوں کی کسی بھی تعداد کے لئے اسے عمومی بنایا جاسکتا ہے۔ اگر صورت حال ایسی ہے کہ ایک سے زیادہ ابعاد میں اس قسم کی اگر n موجیں ہوں تو پھر ہٹاؤوں کو سمتی اظہار کی مدد سے لکھا جائے گا۔

یہاں کل ہٹاؤ $\vec{y}$ یہ ہے۔

$$\vec{y} = \sum_{i=1}^{n} C_i \vec{y_i}$$

اصول انطباق مندرجۂ ذیل نکات کی وضاحت کرسکتا ہے۔

(a) خلاء (یا خلائی) مداخلت (جسے مداخلت یا interference بھی کہتے ہیں)

(b) وقت (یا وقتی) مداخلت (جسے دھڑکنیں یا beats کہا جاتا ہے)

(c) ساکن موجوں کا تصور

موجیں جو اصول انطباق کی اتباع کرتی ہیں ہیں خطی موجیں کہلاتی ہیں (حیطہ ان کے موجی طولوں سے بہت چھوٹا ہوتا ہے) عام طور پر اگر موج کا حیطہ چھوٹا نہ ہو تو پھر وہ غیر خطی موجیں کہلاتی ہیں۔ یہ خطی اصول انطباق کی اتباع نہیں کرتے۔ مثال لیزر، اس سبق میں ہم اپنی توجہ صرف خطی موجوں پر لگائیں گے۔

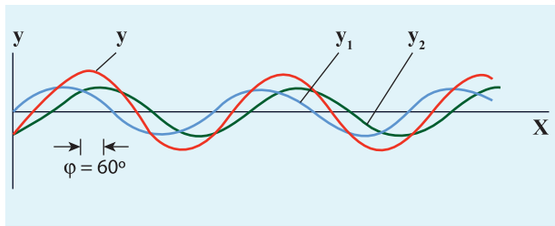
ہم مندرجۂ باتوں پر مختلف ذیلی حصوں میں بحث کریں گے۔

11.7.1 موجوں کی مداخلت
(Interference of waves)

خاکہ 11.27 موجوں کی مداخلت

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:41 PM

مداخلت Interference وہ عمل ہے جس میں دو موجیں انطباق پا کر زیادہ یا کم یا اسی مقدار کے حیطہ والی ایک مجموعی موج بناتی ہیں۔



خاکہ 11.28۔ دو جیبی موجوں کی مداخلت

دو ہم آہنگی موجوں کا تصور کیجئے جن میں ایک جیسی تعدادت مستقل ہیئتی فرق φ اور مساوی موجی قسم (Coherent ذریعہ کے طور پر برتاؤ کیا جاسکتا ہے) رکھتی ہوں، مگر ان کے حیطے A_1 اور A_2 ہوں تو پھر

$$y_1 = A_1 \sin(kx - \omega t) \qquad (11.47)$$

$$y_2 = A_2 \sin(kx - \omega t + \varphi) \qquad (11.48)$$

فرض کریں کہ وہ بیک وقت ایک مخصوص سمت میں حرکت کرتی ہیں، پھر مداخلت کا عمل پیش آتا ہے (موجیں ایک دوسرے پر چڑھتی ہوں) حسابی طور پر

$$y = y_1 + y_2 \qquad (11.49)$$

چنانچہ مساوات (11.47) اور مساوات (11.48) کو مساوات (11.49) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$y = A_1 \sin(kx - \omega t) + A_2 \sin(kx - \omega t + \varphi)$$

علم مثلث کے ضابطے

$$\sin(\alpha+\beta) = (\sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta)$$

کی مدد سے، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$y = A_1 \sin(kx - \omega t) + A_2 [\sin(kx - \omega t)\cos\varphi + \cos(kx - \omega t)\sin\varphi]$$

$$y = \sin(kx - \omega t)(A_1 + A_2\cos\varphi) + A_2\sin\varphi\cos(kx - \omega t) \qquad (11.50)$$

آیئے ہم ازسرنو تعریف کرتے ہیں۔

$$A\cos\theta = (A_1 + A_2\cos\varphi) \qquad (11.51)$$

$$\text{and } A\sin\theta = A_2\sin\varphi \qquad (11.52)$$

مساوات (11.50) دوبارہ یوں لکھی جاسکتی ہے۔

$$y = A\sin(kx - \omega t)\cos\theta + A\cos(kx - \omega t)\sin\theta$$

$$y = A\,(\sin(kx - \omega t)\cos\theta + \sin\theta\cos(kx - \omega t))$$

$$y = A\sin(kx - \omega t + \theta) \qquad (11.53)$$

مساوات (11.51) اور مساوات (11.52) کو مربع کر کے جمع کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\varphi \qquad (11.54)$$

چونکہ شدت (intensity)، حیطہ کا مربع ہوتا ہے ($I = A^2$) ہم رکھتے ہیں۔

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\varphi \qquad (11.55)$$

اس کا مطلب یہ ہے کہ کسی نقطے پر موجود مجموعی شدت، اس نقطے پر موجود ہیئتی فرق پر منحصر ہے۔

(a) تعمیری مداخلت کے لئے
(For constructive interference)

جب ایک موج کے فراز دوسری موج کے فرازوں سے ملتے ہیں تو ان کے حیطے جمع ہو جاتے ہیں اور ہم تعمیری مداخلت حاصل کرتے ہیں۔ مجموعی موج میں انفرادی موجوں سے بھی بڑا حیطہ پایا جاتا ہے جیسا کہ خاکہ 11.2a(a) میں بتایا گیا ہے۔

ایک نقطہ پر تعمیری مداخلت اس وقت عمل میں آتا ہے جب اس نقطے پر شدت زیادہ ہوتی ہے، جس کا مطلب یہ ہے کہ

$$\cos\varphi = +1 \Rightarrow \varphi = 0, 2\pi, 4\pi, \ldots = 2n\pi,$$

جہاں $n = 0,1,2,\ldots$

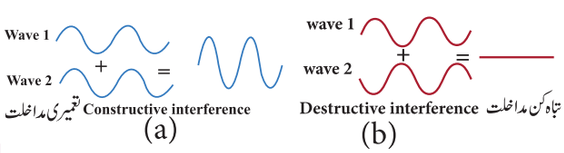
یہی وہ ہیئتی فرق ہے، جس میں دو موجیں ایک دوسرے سے خلط ملط ہو کر تعمیری مداخلت پیش کرتی ہیں۔

چنانچہ اس مجموعی موج کے لئے،

$$I_{\text{maximum}} = \left(\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2}\right)^2 = (A_1 + A_2)^2$$

لہذا، مجموعی حیطہ یہ ہے،

$$A = A_1 + A_2$$



خاکہ 11.29 (a) تعمیری مداخلت (b) تباہ کن مداخلت

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:42 PM

(b) تباہ کن مداخلت کے لئے
(For destructive interference)

جب ایک موج کا نشیب وفراز دوسری موج کے فراز سے میل کھاتا ہے تو ان کے حیطے ایک دوسرے کو منقطع کر دیتے ہیں اور ہم تباہ کن مداخلت حاصل کرتے ہیں جیسا کہ خاکہ 11.29(b) میں بتایا گیا ہے۔ مجموعی حیطہ تقریباً صفر ہوتا ہے۔ تباہ کن مداخلت اس وقت رونما ہوتی ہے جب اس نقطے پر کم ترین شدت ہو، جس کا مطلب یہ ہے

$$\cos\varphi = -1 \Rightarrow \varphi = \pi, 3\pi, 5\pi, \ldots = (2\,n\text{-}1)\,\pi,$$

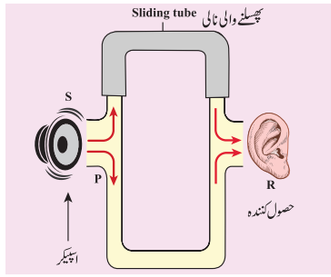
جہاں ..... n = 0,1,2 یہی وہ ہیئتی فرق ہے، جس میں دو موجیں میل کھا کر تباہ کن مداخلت فراہم کرتی ہیں۔ چنانچہ

$$I_{\text{minimum}} = \left(\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2}\right)^2 = (A_1 - A_2)^2$$

لہذا مجموعی حیطہ

$$A = |A_1 - A_2|$$

آواز کی موجوں کی مداخلت کی نمائش کرنے کے لئے آیئے ہم ایک سادہ آلہ کا تصور کریں جیسا کہ خاکہ 11.30 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 11.30۔ صوتی موجوں کی نمائش کے لئے ایک سادہ آلہ

نالی P کے ذریعہ لاؤڈ اسپیکر S کی مدد سے ایک صوتی موج بھیجی جاتی ہے۔ یہ ایک T نما جنکشن یا جوڑ کی طرح نظر آتا ہے۔ چنانچہ حصول کنندہ کو پہنچنے والی صوتی موجیں دو راستوں میں سے کسی بھی راستے سے سفر کر سکتی ہیں۔ اسپیکر سے کسی راستے کے تحت صوتی موج سے طے کیا گیا فاصلہ راستے کی لمبائی کہلاتا ہے۔

خاکہ 11.30 کی مدد سے ہم نوٹ کر سکتے ہیں کہ نچلے راستے کی لمبائی متعین ہے، مگر اوپری نالی کو پھسلا کر اوپری راستے کی لمبائی کو متغیر کیا جاسکتا ہے، یعنی وہ راستہ متغیر ہے۔

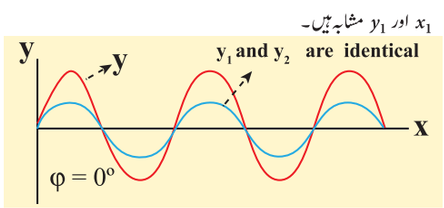
راستے کی لمبائی کا فرق راستے کا فرق (Path difference) کہلاتا ہے۔

$$\Delta r = |r_2 - r_1|$$

فرض کیجئے کہ اگر راستے کے فرق کو موجی طول λ کی صفری کچھ سالمی (یا مربوطی) تعریف بنا دیا جائے تو، حسابی طور پر ہم رکھتے ہیں

$$\Delta r = n\lambda \qquad n = 0, 1, 2, 3, \ldots \text{ جہاں}$$

پھر راستے r_1 اور r_2 سے پہنچنے والی دو موجیں کسی بھی موقع پر ایک ہی ہیئت میں ہوں گی۔ (یعنی ہیئتی فرق $0°$ یا 2π ہوگا) اور تعمیری مداخلت کا عمل رونما ہوگا جیسا کہ خاکہ 11.31 میں بتایا گیا ہے



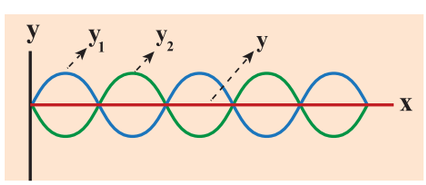
خاکہ 11.31 ہیئتی فرق $0°$ ہونے پر انتہائی حدت

چنانچہ اس صورت حال میں حصول کنندہ سے آواز کی انتہائی شدت حاصل ہوتی ہے۔ اگر راستے کا فرق λ موجی طول کا کچھ نصف سالمی (یا نصف مربوطی) تضریب ہو تو پھر حسابی طور پر

$$\Delta r = n\frac{\lambda}{2}$$

جہاں $n = 1,3,\ldots$ (n طاق ہے)۔

پھر راستے r_1 اور r_2 سے پہنچنے والی دو موجیں کسی موقع پر مخالف ہی جت میں ہوں گی (π یا $180°$ کا ہیئتی فرق ہوگا)۔ وہ دونوں تباہ کن طور پر مداخلت پائیں گی جیسا کہ خاکہ 11.32 میں بتایا گیا ہے۔ وہ دونوں ایک دوسری کو منقطع کر دیتی ہیں۔



خاکہ 11.32 $180°$ کے ہیئتی فرق پر سب سے کم شدت

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:42 PM

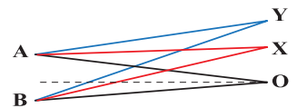
چنانچہ حیطہ سب سے کم ہے یا صفری حیطہ ہے جس کا مطلب یہ ہے کہ آواز نہیں ہے۔ اس صورت حال میں حصول کنندہ سے کوئی آواز نہیں پہچانی جاتی۔ راستے کے فرق اور ہیئتی فرق کا درمیانی تعلق یہ ہے۔

$$\text{ہیئتی فرق} = \frac{2\pi}{\lambda}\ (\text{راستے کا فرق})$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta r \quad \text{or} \quad \Delta r = \frac{\lambda}{2\pi}\Delta\varphi \quad \text{یعنی}$$

مثال 11.16

A اور B دو ذرائع کا تصور کیجئے جیسا کہ نیچے کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے ۔فرض کیجئے کہ وہ دو ذرائع مساوی تعدد مگر مختلف حیطوں کی سادہ ہم آہنگی موجیں برآمد کرتے ہیں اور دونوں ہیئت میں ہیں (یعنی ہیئت مساوی ہے) فرض کیجئے کہ O ایک نقطہ ہے جو A اور B دونوں سے مساوی فاصلے پر ہے جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ نقاط O، Y اور X پر شدت کا محاسبہ کیجئے۔ (X اور Y، A اور B سے مساوی فاصلے پر نہیں ہیں)



حل :

OA اور OB کا درمیانی فاصلہ مساوی ہے اور لہذا، A اور B سے شروع ہونے والی موجیں مساوی فاصلہ طے کرتے ہوئے O پر پہنچتی ہیں (راستے کی مساوی لمبائی) لہذا۔ O پر ان دو موجوں کے راستے کا فرق صفر ہے۔

$$OA - OB = 0$$

چونکہ موجیں مساوی ہیئت میں ہیں، نقطہ O پر دو موجوں کا ہیئتی فرق بھی صفر ہی ہے۔ لہذا مجموعی شدت نقطہ O پر سب سے زیادہ ہے۔

ایک نقطہ Y تصور کیجئے اس طرح سے کہ دو موجوں کے راستے کا فرق λ ہے۔ Y پر پھر ہیئتی فرق یہ ہے۔

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \times \Delta r = \frac{2\pi}{\lambda} \times \lambda = 2\pi$$

چنانچہ نقطہ Y پر، A اور B سے آنے والی موجیں ہیئت میں ہوتی ہیں۔ لہذا شدت سب سے زیادہ ہوگی۔

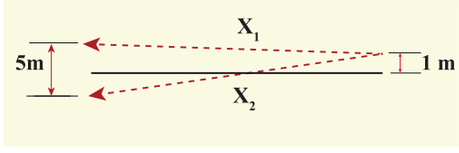
ایک نقطہ X تصور کیجئے اس طرح سے کہ دو موجوں کے راستے کا فرق $\frac{\lambda}{2}$ ہو۔ پھر X پر ہیئتی فرق

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{2} = \pi$$

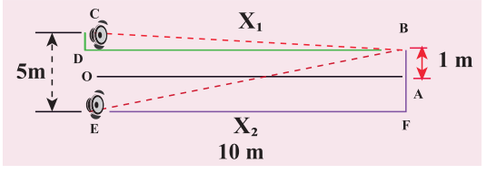
چنانچہ نقطہ X پر، موجیں ملتی ہیں اور وہ ہیئت کے باہر ہوتی ہیں، لہذا تباہ کن مداخلت کی وجہ سے شدت بہت کم ہوگی۔

مثال 11.17

دو اسپیکر C اور E ایک دوسرے سے 5 m کی دوری پر رکھے گئے ہیں اور ایک ہی ذریعہ سے چلائے جا رہے ہیں۔ فرض کیجئے کہ ایک شخص A پر کھڑا ہے جو C اور E کے درمیانی نقطہ O سے 10 میٹر دوری پر ہے۔ وہ شخص O کی طرف ایک نقطہ پر آگے بڑھتا ہے جو (OC کے متوازی) 1 میٹر پر ہے جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ وہ B پر آواز کی شدت کی پہلی کمی حاصل کرتا ہے۔ پھر اس ذریعہ کی تعدد کا محاسبہ کیجئے۔



حل:



پہلی کمی اس وقت لاحق ہوتی ہے جب B پر پہنچنے والی دو موجیں 180° (ہیئت کے باہر) ہوں۔ راستہ کا فرق $\Delta x = \frac{\lambda}{2}$ ہے۔

راستے کا فرق معلوم کرنے کے لئے، ہمیں x_1 اور x_2 راستوں کی لمبائیاں معلوم کرنا ہوگا۔ ایک مثلث قائمہ الزاویہ BDC میں

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:43 PM

$DB = 10\text{m}$ اور $OC = \frac{1}{2}(5) = 2.5\text{ m}$

$CD = OC - 1 = (2.5\text{ m}) - 1\text{ m} = 1.5\text{ m}$

$x_1 = \sqrt{(10)^2 + (1.5)^2} = \sqrt{100 + 2.25}$

$= \sqrt{102.25} = 10.1m$

مثلث قائمۃ الزاویہ EFB میں

$DB = 10\text{m}$ اور $OE = \frac{1}{2}(5) = 2.5\text{m} = FA$

$FB = FA + AB = (2.5\text{ m}) + 1\text{ m} = 3.5\text{ m}$

$x_2 = \sqrt{(10)^2 + (3.5)^2} = \sqrt{100 + 12.25}$

$= \sqrt{112.25} = 10.6m$

راستے کا فرق $\Delta x = x_2 - x_1 = 10.6$ درکار ہے۔ یعنی راستے کا فرق یہ ہے۔

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2} = 0.5 \Rightarrow \lambda = 1.0\text{ m}$$

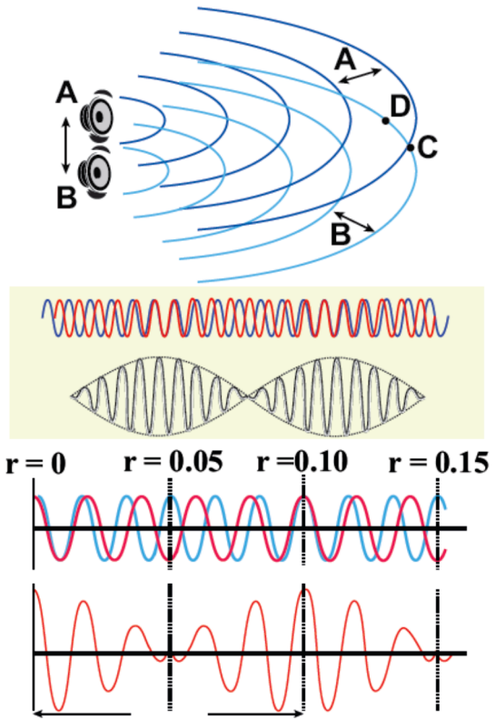
ذریعہ کا تعدد حاصل کرنے کے لئے، ہم استعمال کرتے ہیں۔

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{1} = 343\text{ Hz}$$

$$= 0.3\ k\text{Hz}$$

نوٹ

اگر اسپیکر اس طرح جوڑے گئے ہوں کہ راستے کا فرق پہلے ہی سے $\lambda/2$ ہو تو اس راستے کا ایک کل فرق فراہم کرے گا، اب راستے کا فرق ایک اور راستے کے فرق $\lambda/2$ کے ساتھ شامل ہوتا ہے۔ جملہ راستے کا فرق λ بن جاتا ہے، جس کا مطلب ہے کہ موجیں ہیئت میں ہیں اور وہاں مقام B پر انتہائی شدت ہوگی۔



خاکہ 11.33 مختلف تعددات کے ساتھ دو موجیں اس طرح منطبق ہوتی ہیں کہ تعمیری اور تباہ کن مداخلت میں ایک دوری تبدیلی واقع ہوتی ہے یعنی وہ دوری طور پر ہیئتی اور غیر ہیئتی بنتے رہتے ہیں۔

11.7.2 دھڑکنوں کی بناوٹ
(Formation of beats)

جب دو یا دو سے زیادہ موجیں تعددات کے تھوڑے سے فرق کے ساتھ ایک دوسرے پر انطباق ہوتے ہیں تو ایک نقطہ پر دوری طور پر متغیر حیطہ والی ایک آواز سنائی دیتی ہے۔ یہ عمل دھڑکنا (beats) کہلاتا ہے۔ فی سکنڈ زیادہ سے زیادہ (maxima) حیطہ کے تعداد دھڑکنی تعدد (beat frequency) کہلاتی ہے۔ اگر ہمارے پاس دو ذرائع ہوں تو پھر ان کی تعدد میں موجود فرق دھڑکن کی تعدد فراہم کرتا ہے۔

فی سکنڈ دھڑکنوں کی تعداد

$$n = |f_1 - f_2| \text{ per second}$$

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:43 PM

مزید جانکاری (امتحان کے لئے نہیں ہے) دھڑکنوں کا ریاضیاتی برتاؤ

حسابی برتاؤ کے لئے، آیئے ہم دو صوتی موجوں کا تصور کریں جس کے حیطے مساوی ہوں اور تعددات f_1 اور f_2 میں تھوڑا سا فرق پایا جاتا ہے اور وہ ایک دوسرے پر منطبق ہوتے ہوں۔

چونکہ صوتی موجی (دباؤ والی موج) ایک طولی موج ہے، آیئے ہم فرض کریں کہ $y_1 = A\sin(\omega_1 t)$ اور $y_2 = A\sin(\omega_2 t)$ ایک نقطہ $x=0$ پر دو موجوں کے ہٹاؤ ہیں، جن کے حیطے مساوی ہیں (اعلیٰ دباؤ رکھنے والے علاقے) اور زاویائی تعددات بالترتیب ω_1 اور ω_2 مختلف ہوں۔ پھر جب وہ ایک دوسرے سے انطباق پانے کے لئے چھوڑ دی جاتی ہیں تو ہم کل ہٹاؤ حاصل کرتے ہیں۔

$$y = A\sin(\omega_1 t) + A\sin(\omega_2 t)$$ مگر

$$\omega_1 = 2\pi f_1 \text{ and } \omega_2 = 2\pi f_2$$ پھر

$$y = A\sin(2\pi f_1 t) + A\sin(2\pi f_2 t)$$

علم مثلث کا ضابطہ استعمال کرتے ہوئے

$$\sin C + \sin D = 2\cos\left(\frac{C-D}{2}\right)\sin\left(\frac{C+D}{2}\right)$$

$$y = 2A\cos\left(2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t\right)\sin\left(2\pi\left(\frac{f_1+f_2}{2}\right)t\right)$$

فرض کیجئے $y_p = 2A\cos\left(2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t\right)$ (11.57)

اور اگر f_1 کی قیمت f_2 سے تھوڑی سی زیادہ ہو تو پھر

$\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right) \ll \left(\frac{f_{12}+f}{2}\right)$ ہے۔ یعنی مساوات (11.57) میں موجود y_p کے مقابلے میں بہت آہستہ سے تغیر پاتا ہے۔

$$\left(\frac{f_1+f_2}{2}\right)$$

چنانچہ $y = y_p\sin(2\pi f_{avg} t)$ (11.58)

یہ اس تعدد کی ایک سادہ ہم آہنگی موج کی نمائندگی کرتی ہے جو انفرادی موجوں کی تعددات کی ایک حسابی اوسط $f_{avg} = \left(\frac{f_1+f_2}{2}\right)$ ہے۔ اور حیطہ y_p وقت t کے ساتھ تغیر پاتا ہے۔

صورت حال (A)

جب y_p سب سے زیادہ ہو تو مجموعی حیطہ بھی سب سے زیادہ ہوتا ہے۔ چونکہ $y_p \propto \cos\left(2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t\right)$ ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ سب سے زیادہ حیطہ صرف اس وقت ظاہر ہوتا ہے، جب Cosine کی قیمت ± 1 ہوتی ہے۔

$$\cos\left(2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t\right) = \pm 1$$

$$\Rightarrow \quad 2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t = n\pi,$$

$$(f_1-f_2)t = n \quad \text{(یا)}$$

$$\text{or, } t = \frac{n}{(f_1-f_2)} \qquad n = 0,1,2,3,\ldots.$$

لہذا، دو مسلسل اعلیٰ تروں maxima کا درمیانی وقفی وقفہ یہ ہے۔

$$t_2-t_1 = t_3-t_2 = \ldots = \frac{1}{(f_1-f_2)}; \quad n = |f_1-f_2| = \frac{1}{|t_1-t_2|}$$

چنانچہ فی سکنڈ پیدا ہونے والی دھڑکنوں کی تعداد، دو مسلسل maxima کے درمیانی وقفے کے معکوس کے برابر ہوتی ہے۔ یعنی $|f_1 - f_2|$.

صورت حال (B)

مجموعی حیطہ سب سے کم ہو، یعنی وہ صفر کے برابر ہوتا ہے، جب y_p سب سے کم ہوتا ہے، چونکہ

$$y_p \propto \cos\left(2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t\right)$$

ہے، اس کا مطلب یہ ہے کہ ادنیٰ تر (minimum) اسی وقت حاصل ہوتا ہے، جب Cosine کی قیمت صفر ہوتی ہے۔

$$\cos\left(2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t\right) = 0,$$

$$\Rightarrow \quad 2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t = (2n+1)\frac{\pi}{2},$$

$$\Rightarrow \quad (f_1-f_2)\, t = \frac{1}{2}(2n+1)$$

$$t = \frac{1}{2}\left(\frac{2n+1}{f_1-f_2}\right) \quad \text{(یا)} \qquad f_1 \neq f_2 \; n = 0,1,2,3,\ldots.$$ جہاں

لہذا دو مسلسل ادنیٰ تروں minima کا درمیانی وقفہ یہ ہے۔

$$t_2-t_1 = t_3-t_2 = \ldots = \frac{1}{(f_1-f_2)}; \quad n = |f_1-f_2| = \frac{1}{|t_1-t_2|}$$

چنانچہ فی سکنڈ پیدا ہونے والی دھڑکنوں کی تعداد، دو مسلسل ادنیٰ تروں minima کے درمیانی وقفے کے معکوس کے برابر ہوتی ہے، یعنی $|f_1-f_2|$.

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:44 PM

11.8 کھڑی موجیں
(Standing waves)

11.8.1 ساکن موجوں کی وضاحت
(Explanation of stationary waves)

جب ایک موج سخت حد سے ٹکراتی ہے تو وہ اصلی واسطے میں دوبارہ لوٹ جاتی ہے اور وہ اصلی موجوں کے ساتھ مداخلت کر سکتی ہے۔ ان کی ایک نئی ترتیب بنتی ہے جو کھڑی موجیں (یا) ساکن موجیں کہلاتی ہیں۔ (تاروں سے بننے والی) دو ہم آہنگ رواں موجوں کا تصور کیجئے۔ مساوی حیطہ اور مساوی سمتی رفتار رکھتی ہیں، مگر مخالف سمتوں میں حرکت کرتی ہیں۔ پھر پہلی موج (وقوعی موج) کا ہٹاؤ یہ ہے

$$y_1 = A \sin(kx - \omega t) \qquad (11.59)$$

(موج دائیں طرف حرکت کرتی ہے)

اور دوسری موج (منعکس موج) کا ہٹاؤ یہ ہے۔

$$y_2 = A \sin(kx + \omega t) \qquad (11.60)$$

(موج بائیں طرف حرکت کرتی ہے)

اصول انطباق کے ذریعہ دونوں ایک دوسرے کے ساتھ مداخلت کریں گی، کل ہٹاؤ یہ ہے۔

$$y = y_1 + y_2 \qquad (11.61)$$

مساوات (11.59) اور مساوات (11.60) کو مساوات (11.61) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$y = A \sin(kx - \omega t) + A \sin(kx + \omega t) \qquad (11.62)$$

علم مثلث کے ضابطے کی مدد سے مساوات (11.62) دوبارہ یوں لکھی جا سکتی ہے۔

$$y(x, t) = 2A \cos(\omega t) \sin(kx) \qquad (11.63)$$

مثال 11.18

دو صوتی موجوں کا تصور کیجئے جن کے موجی طول 5m اور 6m ہیں۔ اگر یہ دو موجیں ایک گیس میں $330\ ms^{-1}$ کی سمتی رفتار کے ساتھ رواں دواں ہوتی ہیں تو فی سکنڈ دھڑکنوں کی تعداد معلوم کیجئے۔

حل:

دیا گیا ہے۔ $\lambda_1 = 5m$ اور $\lambda_2 = 6m$

ایک گیس میں صوتی موجوں کی سمتی رفتار یہ ہے۔ $v = 330\ ms^{-1}$

موجی طول اور سمتی رفتار کا متعلقہ تعدد یہ ہے۔

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$$

موجی طول λ_1 کا متعلقہ تعدد یہ ہے۔

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{330}{5} = 66\,Hz$$

موجی طول λ_2 کا متعلقہ تعدد یہ ہے۔

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{330}{6} = 55\,Hz$$

فی سکنڈ دھڑکنوں کی تعداد یہ ہے

$$|f_1 - f_2| = |66 - 55| = 11 \text{ beats per sec}$$

دھڑکن فی سکنڈ

مثال 11.19

دو مرتعش دو شاخے موجیں پیدا کرتی ہیں، جن کی مساوات ہیں۔

$y_1 = 5 \sin(240\pi t)$ اور $y_2 = 4 \sin(244\pi t)$

فی سکنڈ دھڑکنوں کی تعداد معلوم کیجئے۔

حل:

دیا گیا ہے $y_1 = 5 \sin(240\pi t)$ اور $y_2 = 4 \sin(244\pi t)$

$y = A \sin(2\pi f_1 t)$ کے ساتھ موازنہ کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$2\pi f_1 = 240\pi \Rightarrow f_1 = 120Hz$$

$$2\pi f_2 = 244\pi \Rightarrow f_2 = 122Hz$$

بننے والی دھڑکنوں کی تعداد یہ ہے $|f_1 - f_2|$

$$= |120 - 122| = |-2| = 2 \text{ beats per sec}$$

دھڑکن فی سکنڈ

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:44 PM

یہ ایک ساکن موج یا کھڑی موج کی نمائندگی کرتی ہے جس کا مطلب ہے کہ یہ موج نہ آگے حرکت کرتی ہے اور نہ پیچھے حرکت کرتی ہے جب کہ آگے بڑھنے والی یا سفر کرنے والی موجیں آگے یا پیچھے حرکت کرتی ہیں۔اس کے علاہ مساوات (11.63) میں ذرہ کے ہٹاؤ کو مزید جامع طریقے میں لکھا جا سکتا ہے۔

$$y(x,t) = A'\cos(\omega t)$$

جہاں $A' = 2A\sin(kx)$ ہے، جس سے پتہ چلتا ہے کہ تار کا مخصوص ذرہ 'A' کے مساوی حیطے کے ساتھ سادہ ہم آہنگی حرکت کرتا ہے۔اس حیطہ کا ان اعلیٰ تروں مقامات پر واقع ہوتا ہے، جن کے لئے $\sin(kx) = 1 \Rightarrow kx = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \ldots = m\pi$

جہاں m نصف سالم یا نصف احصائی قیمتیں رکھتا ہے۔انتہائی حیطہ کا مقام ضدعقدہ (antinode) کہلاتا ہے۔موجی عدد کو موجی طول کے لحاظ سے ظاہر کرتے ہوئے، ہم ضدعقدوی مقامات کی نمائندگی اس طرح کر سکتے ہیں

$$x_m = \left(\frac{2m+1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} \qquad (11.64)$$

جہاں $m = 0,1,2\ldots$

m=0 کے لئے ہم، انتہا یہاں حاصل کرتے ہیں۔

$$x_0 = \frac{\lambda}{4}$$

m=1 کے لئے ہم، انتہا یہاں حاصل کرتے ہیں۔

$$x_1 = \frac{3\lambda}{4}$$

m=2 کے لئے ہم، انتہا یہاں حاصل کرتے ہیں۔

$$x_2 = \frac{5\lambda}{4}$$

اور اس طرح یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔

دو قریبی ضدعقدات کا مابین فاصلہ اس طرح معلوم کیا جا سکتا ہے۔

$$x_m - x_{m-1} = \left(\frac{2m+1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} - \left(\frac{(2m+1)+1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2}$$

اسی طرح حیطہ 'A' کا ادنیٰ تر minima خلاء میں چند مقامات پر حاصل ہوتا ہے اور وہ مقامات ان قیمتوں کو تعین کر کے معلوم کئے جا سکتے ہیں۔

$$\sin(kx) = 0 \Rightarrow k\,x = 0,\pi,2\pi,3\pi,\ldots = n\,\pi$$

جہاں n سالم یا احصائی قیمتیں رکھتا ہے۔نوٹ کیجئے کہ ان مقامات پر موجود عناصر اہتزاز نہیں کرتے (حرکت نہیں کرتے) اور یہ نقطے عقدے کہلاتے ہیں۔n واں عقدوی مقام یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$x_n = n\frac{\lambda}{2} \qquad (11.65)$$

جہاں $n = 0,1,2,\ldots$

n = 0 کے لئے ہم ادنیٰ تر (minima) یہاں حاصل کرتے ہیں۔

$$x_0 = 0$$

n = 1 کے لئے ہم ادنیٰ تر (minima) یہاں حاصل کرتے ہیں۔

$$x_1 = \frac{\lambda}{2}$$

n = 2 کے لئے ہم ادنیٰ تر (minima) یہاں حاصل کرتے ہیں۔

$$x_2 = \lambda$$

اور اسی طرح یہ سلسلہ جاری ہوتا ہے۔

دو مسلسل عقدوں کا درمیانی فاصلہ اس طرح معلوم کیا جا سکتا ہے۔

$$x_n - x_{n-1} = n\frac{\lambda}{2} - (n-1)\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2}.$$

مثال 11.20

ضدعقدہ اور قریبی عقدہ کا درمیانی فاصلہ محسوب کیجئے۔

حل:

n واں عقدہ کے لئے ضدعقدہ اور قریبی عقدہ کا مابین فاصلہ یہ ہے

$$\Delta x_n = \left(\frac{2n+1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} - n\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{4}$$

11.8.2 ساکن موجوں کی خصوصیات
(Characteristics of stationary waves)

(1) ساکن موجیں دو سخت حدود کے درمیان ایک خللی موج سے مقید (confinement) ہونے کی خصوصیت رکھتی ہیں۔اس کا مطلب یہ ہے کہ دو موج ایک واسطے میں آگے اور پیچھے کی حرکت نہیں کرتی (آگے نہیں بڑھتی) وہ اپنے مقام پر قائم رہ کر ٹھہری رہتی ہیں، چنانچہ وہ ساکن موجیں یا کھڑی موجیں یا ٹھہری ہوئی موجیں کہلاتی ہیں۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:45 PM

جدول 11.3۔ رواں اور ساکن موجوں کا موازنہ

شمار عدد	عرضی رواں موجیں	عرضی ساکن موجیں
1۔	عرضی رواں موجوں میں نشیب و فراز بنتے ہیں اور طولی رواں موجوں میں سکڑاؤ اور پھیلاؤ بنتے ہیں۔ یہ موجیں ایک واسطے میں آگے یا پیچھے کی حرکت کرتی ہیں یعنی وہ ایک واسطے میں ایک متعین سمتی رفتار کے ساتھ آگے بڑھتی ہیں۔	عرضی ساکن موجوں میں نشیب و فراز بنتے ہیں اور طولی ساکن موجوں میں سکڑاؤ اور پھیلاؤ بنتے ہیں۔ یہ موجیں ایک واسطے میں نہ آگے حرکت کرتی ہیں نہ پیچھے حرکت کرتی ہیں یعنی وہ ایک واسطے میں آگے نہیں بڑھتیں۔
2۔	واسطے میں موجود تمام ذرات مرتعش ہوتے ہیں اس طرح سے کہ تمام ذرات کے لئے ارتعاش کا حیطہ مساوی ہوتا ہے۔	عقدوں (nodes) پر موجود ذرات کے علاوہ دیگر تمام ذرات مرتعش ہوتے ہیں اس طرح سے کہ ارتعاش کا حیطہ مختلف ذرات کے لئے مختلف ہوتا ہے۔ عقدوں پر حیطہ سب سے کم یا صفر ہوتا ہے اور ضد عقدوں پر سب سے زیادہ ہوتا ہے۔
3۔	یہ موجیں آگے بڑھنے کے دوران توانائی لئے ہوئے ہوتے ہیں۔	یہ موجیں توانائی کی منتقلی نہیں کرتیں۔

(2) جہاں موج رہتی ہے اس کے کچھ علاقے میں چند نقاط جو زیادہ سے زیادہ حیطہ رکھتے ہیں، ضد عقدے (anti nodes) کہلاتے ہیں اور چند نقاط جہاں حیطہ کم ترین یا صفر ہوتا ہے عقدے کہلاتے ہیں۔

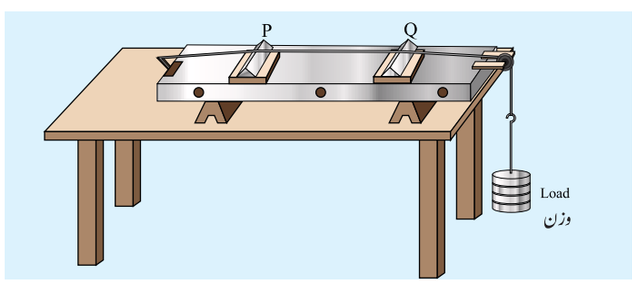
(3) دو مسلسل عقدوں یا ضد عقدوں کا درمیانی فاصلہ $\frac{\lambda}{2}$ ہے۔

(4) ایک عقدہ اور اس کا قریبی ضد عقدہ کا درمیانی فاصلہ $\frac{\lambda}{4}$ ہے۔

(5) کھڑی موج کے تحت توانائی کی منتقلی صفر ہوتی ہے۔

11.8.3 صوت پیما میں ساکن موجیں
(Stationary waves in sonometer)

Sono کا مطلب آواز سے متعلق ہے اور سونومیٹر یعنی صوت پیما آواز سے متعلق پیمائشوں کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ تار میں، عرضی ساکن موج میں بننے والی آواز کی تعدد اور تار کے تناؤ، لمبائی اور فی اکائی لمبائی کمیت کے درمیان تعلق ظاہر کرنے والا ایک آلہ ہے۔ چنانچہ اس آلہ کی مدد سے ہم مندرجۂ ذیل مقداروں کا تعین کر سکتے ہیں۔



خاکہ 11.34۔ صوت پیما

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:45 PM

(a) دوشاخے کی تعدد یا متبادل برقی رو کی تعدد

(b) تار میں موجود تناؤ

(c) لٹکتی ہوئی نامعلوم کمیت

بناوٹ (Construction)

صوت پیما ایک کھوکھلے ڈبے سے بنا ہوتا ہے جس کی لمبائی ایک میٹر ہوتی ہے اور اس سے ایک باریک دھاتی تار جڑی ہوئی ہوتی ہے۔ تار کا ایک سرا ایک کنڈی سے جڑا ہوتا ہے اور دوسرا سرا ایک چرخی کے ذریعہ ایک کمیتی کھانچے سے جڑا ہوتا ہے، جیسا کہ خاکہ 11.34 میں بتایا گیا ہے۔ چونکہ صرف ایک ہی تار استعمال کی جاتی ہے، اسے یک تار یا monochord کہا جاتا ہے۔ تار کے تناؤ کو بڑھانے کے لئے اس کے آزاد سرے پر کمیتیں جمع کی جاتی ہیں۔ بورڈ کے اوپر ترتیب دینے والے لکڑے کے دو چاقو رکھے جاتے ہیں اور تانی ہوئی تار کی ارتعاشی لمبائی کو تبدیل کرنے کے لئے ان کے مقامات کو درست کیا جاتا ہے۔

عمل (Working)

ایک عرضی ساکن یا کھڑی موج پیدا کی جاتی ہے اور لہذا، نوکیلے کنارے P اور Q پر، عقدے بنتے ہیں۔ نوکیلے کناروں کے درمیان ضد عقدے یا بین عقدے بنتے ہیں۔

اگر ارتعاشی حصے کی لمبائی l ہو تو پھر

$$l = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2l$$

فرض کیجئے کہ f ارتعاشی حصے کی تعدد ہے، اور T تار میں موجود تناؤ ہے، اور M فی اکائی لمبائی تار کی کمیت ہے۔ پھر مساوات (11.13) کی مدد سے، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \text{ہرٹز میں} \qquad (11.66)$$

فرض کیجئے کہ ρ تار کی شئے کی کثافت ہے اور d اس تار کا قطر ہے، تو پھر فی اکائی لمبائی کمیت μ یہ ہے۔

$$\mu = \text{رقبہ} \times \text{کثافت} = \pi r^2 \rho = \frac{\pi \rho d^2}{4}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\frac{\pi d^2 \rho}{4}}} \quad \text{تعدد}$$

$$\therefore \quad f = \frac{1}{ld}\sqrt{\frac{T}{\pi\rho}} \qquad (11.67)$$

مثال 11.21

فرض کیجئے کہ f تار کی بنیادی تعدد ہے۔ اگر تار کو l_1، l_2، l_3 لمبائی والے تین حصوں میں تقسیم کر دیا جائے اس طرح سے کہ ہر حصے کی بنیادی تعددات بالترتیب f_1 ، f_2 ، f_3 ہو تو بتائیے۔

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3}$$

حل:

ایک متعین تناؤ T اور کمیتی کثافت کے لئے تعدد تار کی لمبائی کے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

پہلی لمبائی والے حصے کے لئے

$$f \propto \frac{1}{l} \Rightarrow f = \frac{v}{2l} \Rightarrow l = \frac{v}{2f}$$

دوسری لمبائی والے حصے کے لئے

$$f_1 = \frac{v}{2l_1} \Rightarrow l_1 = \frac{v}{2f_1}$$

تیسری لمبائی والے حصے کے لئے

$$f_2 = \frac{v}{2l_2} \Rightarrow l_2 = \frac{v}{2f_2}$$

چنانچہ، کل لمبائی

$$f_3 = \frac{v}{2l_3} \Rightarrow l_3 = \frac{v}{2f_3}$$

$$l = l_1 + l_2 + l_3$$

$$\frac{v}{2f} = \frac{v}{2f_1} + \frac{v}{2f_2} + \frac{v}{2f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3}$$

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:45 PM

11.8.4 بنیادی تعدد اور اضافی طرزیں
(Fundamental Frequency and overtones)

آیئے اب ہم یہ سخت حدود کو $x=0$ اور $x=L$ پر رکھیں اور تار کو بجاتے ہوئے (جس طرح گٹار میں تاریں چھیڑی جاتی ہیں) ساکن موجیں پیدا کریں۔ ایک مخصوص موجی طول والی ساکن موجیں پیدا ہوتی ہیں۔ چونکہ حدود پر حیطہ کو زائل ہو جانا چاہئے، حدود پر موجودہ ہٹاؤ کو مندرجۂ ذیل شرائط کو پورا کرنا چاہئے۔

$$y(x=0,\ t)=0 \quad \text{اور} \quad y(x=L,\ t)=0 \qquad (11.68)$$

چونکہ ایک فاصلہ $\frac{\lambda_n}{2}$ کی دوری پر عقدے بنتے ہیں،

ہم $n\left(\frac{\lambda_n}{2}\right)=L$ رکھتے ہیں۔ جہاں n ایک سالم عدد ہے، دو حدود کی درمیانی لمبائی L ہے اور λ_n وہ مخصوص موجی طول ہے، جو مخصوص حدی شرائط کو پوری کرتا ہے۔

$$\lambda_n=\left(\frac{2L}{n}\right) \qquad (11.69)$$

اگر n کو صفر کے طور پر لے لیا جائے تو موجی طول کو کیا ہوگا؟ کیوں اس کی اجازت نہیں ہے؟

چنانچہ تمام موجی طولوں کو اجازت نہیں دی جاتی۔ (اجازت شدہ) موجیں مخصوص حدودی شرائط کے پابند ہونا چاہئے، یعنی $n=1$ کے لئے، ارتعاش کی پہلی قسم مخصوص موجی طول $\lambda_1=2L$ رکھتی ہے۔ اسی طرح $n=2$ کے لئے ارتعاش کی دوسری قسم مخصوص موجی طول رکھتی ہے۔

$$\lambda_2=\left(\frac{2L}{2}\right)=L$$

$n=3$ کے لئے ارتعاش کی تیسری قسم مخصوص موجی طول رکھتی ہے۔

$$\lambda_3=\left(\frac{2L}{3}\right)$$

اور اسی طرح جاری رہتی ہے۔

ارتعاش کے ہر قسم کی تعدد (جو فطری تعدد کہلاتی ہے) کا محاسبہ کیا جاسکتا ہے۔

ہمارے پاس ہے۔

$$f_n=\frac{v}{\lambda_n}=n\left(\frac{v}{2L}\right) \qquad (11.70)$$

سب سے کم فطری تعدد یا پہلی فطری تعدد، بنیادی تعدد (Fundamental frequency) کہلاتی ہے۔

$$f_1=\frac{v}{\lambda_1}=\left(\frac{v}{2L}\right) \qquad (11.71)$$

دوسری فطری تعدد پہلا اضافی طرز کہلاتی ہے۔

$$f_2=2\left(\frac{v}{2L}\right)=\frac{1}{L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

تیسری فطری تعدد دوسرا اضافی طرز کہلاتی ہے۔

$$f_3=3\left(\frac{v}{2L}\right)=3\left(\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}\right)$$

اور یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔

چنانچہ بنیادی تعدد کے احصائی (یا سالمی) تضریب کے طور پر n ویں فطری تعدد کا محاسبہ کیا جاسکتا ہے۔ یعنی

$$f_n=nf_1 \quad \text{جہاں } n \text{ ایک سالم عدد ہے۔} \qquad (11.72)$$

اگر فطری تعددات، بنیادی تعددات کے احصائی ضریب کے طور پر لکھی جاتی ہیں تو یہ تعددات ہم آہنگیاں harmonics کہلاتی ہیں۔ اس لئے پہلی ہم آہنگی $f_1=f_1$ ہے (بنیادی تعدد، پہلی ہم آہنگی کہلاتی ہے) دوسری ہم آہنگی $f_2=2f_1$ ہے، تیسری ہم آہنگی $f_3=3f_1$ ہے، وغیرہ وغیرہ۔

مثال 11.22

ایک گٹار میں موجود ایک تار کا تصور کیجئے، جس کی لمبائی 80 سمر، اس کی کمیت 0.32 گرام اور اس کا تناؤ 80 نیوٹن ہے، اسے چھیڑا جاتا ہے، جب اسے چھیڑا جاتا ہے تو پیدا ہونے والی پہلی چار کم ترین تعددات کا محاسبہ کیجئے۔

حل:

موج کی سمتی رفتار یہ ہے $v=\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:46 PM

تار کی لمبائی $L = 80\ \text{cm} = 0.8\ \text{m}$

تار کی کمیت $m = 0.32\ g$

$= 0.32 \times 10^{-3}\ \text{kg}$

چنانچہ خطی کمیتی کثافت

$$\mu = \frac{0.32\times10^{-3}}{0.8} = 0.4\times10^{-3}\ kg\ m^{-1}$$

تار میں موجود تناؤ $T = 80\ N$

$$v = \sqrt{\frac{80}{0.4\times10^{-3}}} = 447.2\ \text{m s}^{-1}$$

بنیادی تعدد f_1 کا متعلقہ موجی طول یہ ہے۔

$$\lambda_1 = 2L = 2 \times 0.8 = 1.6\ \text{m}$$

موجی طول λ_1 کی متعلقہ بنیادی تعدد f_1 یہ ہے۔

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{447.2}{1.6} = 279.5\,Hz$$

اسی طرح دوسری ہم آہنگی، تیسری ہم آہنگی اور چوتھی ہم آہنگی کے متعلقہ تعدد یہ ہیں۔

$$f_2 = 2f_1 = 559\ \text{Hz}$$

$$f_3 = 3f_1 = 838.5\ \text{Hz}$$

$$f_4 = 4f_1 = 1118\ \text{Hz}$$

11.8.5 تانی ہوئی تاروں میں عرضی ارتعاشات کے کلیے
(Laws of transverse vibrations in stretched strings)

تانی ہوئی تاروں میں عرضی ارتعاشات کے تین کلیے پائے جاتے ہیں، جو مندرجۂ ذیل میں پیش کئے گئے ہیں۔

(i) لمبائی کا کلیہ : (The law of length)

(متعین) تناؤ T اور (متعین) فی اکائی لمبائی کمیت μ کے ساتھ ایک دی گئی تار کے لئے تعدد ارتعاشی لمبائی کے ساتھ معکوس طور پر تغیر پاتی ہے۔ چنانچہ

$$f \propto \frac{1}{l} \Rightarrow f = \frac{C}{l}$$

$\Rightarrow l \times f = \text{C},$ جہاں C ایک مستقلہ ہے۔

(ii) تناؤ کا کلیہ (The law of tension)

(متعین) ارتعاش کی لمبائی l اور (متعین) کمیت فی اکائی لمبائی μ کے ساتھ ایک دی گئی تار کے لئے، تعدد تناؤ T کے جذر المربع کے ساتھ براہ راست تغیر پاتی ہے۔

$$f \propto \sqrt{T}$$

$\Rightarrow f = A\sqrt{T},$ جہاں A ایک مستقلہ ہے۔

(iii) کمیت کا کلیہ (The law of mass)

ایک دی گئی ارتعاشی لمبائی l (متعین) اور تناؤ T (متعین) کے لئے، تعدد، کمیت فی اکائی لمبائی μ کے جذر المربع کے ساتھ معکوس طور پر تغیر پاتی ہے۔

$$f \propto \frac{1}{\sqrt{\mu}}$$

$\Rightarrow f = \frac{B}{\sqrt{\mu}}$ جہاں B ایک مستقلہ ہے۔

11.9 شدت اور صوتی زور
(Intensity and loudness)

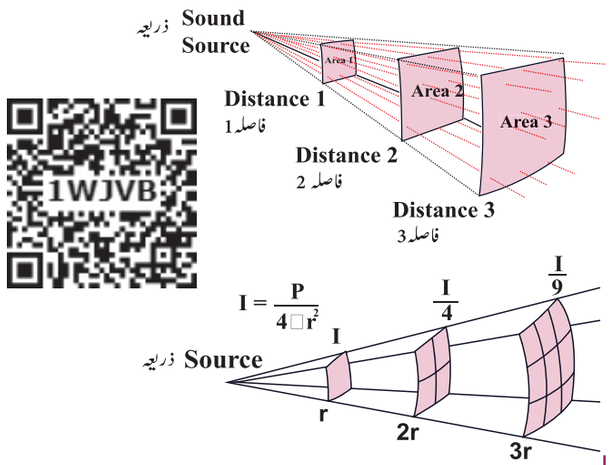
ایک ذریعہ اور دو مشاہدہ گروں (سننے والوں) کا تصور کیجئے۔ وہ ذریعہ صوتی موجیں خارج کرتا ہے جو توانائی لے جاتی ہیں۔ اس ذریعہ سے خارج ہونے والی آواز اپنے ناپنے والوں کی پرواہ کئے بغیر مساوی طور پر پھیلتی ہے یعنی وہ اس علاقے میں ٹھہرے ہوئے کسی بھی مشاہدہ گر پر منحصر نہیں ہوتی۔ مگر دو مشاہدہ گروں سے حاصل کی جانے والی آواز مختلف ہوسکتی ہے، کانوں کی حساسیت یا دیگر عوامل کی وجہ سے اس طرح ہوسکتا ہے۔ اس قسم کے عوامل کی پیمائش کرنے کے لئے ہم اور مختلف مقداروں کی تعریف کرتے ہیں جو شدت (intensity) اور آواز کا زور (loudness) کہلاتے ہیں۔

11.9.1 آواز کی شدت
(Intensity of sound)

جب ایک ذریعہ سے صوتی موج خارج ہوتی ہے تو تمام ممکن قریبی نقطوں تک توانائی پہنچائی جاتی ہے۔ فی اکائی وقت یا فی اکائی سکنڈ خارج شدہ یا منتقل شدہ صوتی توانائی آواز کی طاقت (Sound power) کہلاتی ہے،

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:46 PM

چنانچہ آواز کی شدت کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ صوتی موج کے روانی کے عمودی طور پر حاصل کی گئی، فی اکائی رقبہ منتقل شدہ صوتی طاقت ہے۔



خاکہ 11.35 صوتی موجوں کی شدت

ایک مخصوص ذریعہ (متعین ذریعہ) کے لئے، آواز کی شدت ذریعہ کے فاصلہ کے مربع کے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

$$I = \frac{\text{ذریعہ کی طاقت}}{4\pi r^2} \quad \Rightarrow I \propto \frac{1}{r^2}$$

اسے صوتی شدت کا معکوس مربع کا کلیہ (Inverse square law) کہتے ہیں۔

مثال 11.23

ایک کتے کو دیکھ کر ایک بچہ چیخ مارتا ہے اور وہ چیخ 3 میٹر کی دوری پر اس طرح سنائی دیتی ہے کہ اس کی شدت 10^{-2} W m^{-2} ہوتی ہے۔ 6 میٹر کے ایک فاصلے پر بچے کی چیخ کی شدت محسوب کیجئے۔

حل:

3 میٹر کے فاصلے پر سنائی دینے والی صوتی شدت I_1 ہے اور وہ کے طور پر دی گئی ہے۔ فرض کیجئے کہ 6 میٹر کے فاصلہ پر سنائی دینے والی آواز کی شدت I_2 ہے، تو پھر

$r_1 = 3.0$ m, $\quad r_2 = 6.0$ m

اور چونکہ $I \propto \frac{1}{r^2}$

اوٹ پٹ طاقت مشاہدہ گر پر منحصر نہیں ہوتی اور بچہ پر منحصر ہوتی ہے۔

چنانچہ

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$I_2 = I_1 \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

$$I_2 = 0.25 \times 10^{-2} \text{ W m}^{-2}$$

11.9.2 آواز کا زور (Loudness of sound)

یہ ضروری نہیں کہ مساوی شدت والی دو آوازوں کا زور بھی مساوی ہو، مثال کے طور پر ایک خاموش بند کمرے میں سنائی دینے والی، غباروں کے پھٹنے کی آواز کا زور بالمقابل ایک شور آور مارکیٹ کے، بہت زیادہ ہوتا ہے۔ حالانکہ آواز کی شدت مساوی ہوتی ہے، آواز کا زور مساوی نہیں ہوتا۔

اگر آواز کی شدت بڑھا دی جاتی ہے تو آواز کا زور بھی بڑھنے لگتا ہے۔ یہاں صرف شدت ہی اہم نہیں ہے بلکہ ''ایک آواز کس قدر زور کی ہے، اس کی اندرونی اور اس کا فعلی تجربہ یعنی سننے والے کی حس بھی اہم ہے، اسے عام طور پر زور کی آواز کہا جاتا ہے۔ یعنی آواز کا زور صوتی موج کی شدت اور کانوں کی حس (یہ ایک خالص مقدار ہے جو صرف سننے والے پر منحصر ہوتی ہے جو کہ شخص بہ شخص متغیر ہو سکتی ہے) دونوں پر منحصر ہوتی ہے، جب کہ آواز کی شدت سننے والے پر منحصر نہیں ہوتی۔ آواز کے زور کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ ''کان میں آواز کے پیدا ہونے کی حس کا درجہ ہے یا سننے والے سے آواز کا احساس ہے۔''

11.9.3 شدت اور آواز کا زور (Intensity and loudness of sound)

ہم ہمارے کان 10^{-2} W m^{-2} سے 20 W m^{-2} تک کی سطحی حد تک کی شدت والی آواز کو محسوس کر سکتے ہیں۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:47 PM

Weber-Fechner کے کلیے کے مطابق، صوتی زور (L) ایک درست غیر انسانی آلہ سے پیمائش کی جانے والی حقیقی شدت (I) کے لوگارتھم کے تناسب میں ہوتا ہے۔ اس کا مطلب ہے

$$L \propto \ln I$$

$$L = k \ln I$$

جہاں k ایک مستقلہ ہے، جو پیمائش کی اکائی پر منحصر ہوتی ہے۔ دو صوتی زوروں L_1 اور L_0 کا درمیانی فرق دو شدتوں کی بالکل ٹھیک پیمائشوں کی درمیانی متعلقہ صوت زور کی پیمائش کرتا ہے اور وہ صوتی شدت کی سطح کہلاتی ہے۔ حسابی طور پر صوتی شدت کی سطح یہ ہے۔

$$\Delta L = L_1 - L_0 = k \ln I_1 - k \ln I_0 = k \ln \left[\frac{I_1}{I_0}\right]$$

اگر $k = 1$ bel، $k = 10$ decibel ہو تو پھر صوتی شدت کی سطح، Alexander Graham Bell کے اعزاز میں bel کی اکائی میں ناپی جاتی ہے، چنانچہ

$$\Delta L = \ln \left[\frac{I_1}{I_0}\right] \text{ bel}$$

بہر حال یہ عملی طور پر ایک بڑی اکائی ہے۔ اس لئے ہم decibel کہلانے والی ایک مناسب چھوٹی اکائی کا استعمال کرتے ہیں۔ لہذا $1 \text{ bel} = \frac{1}{10}$ decibel ہے۔ چنانچہ 10 سے ضرب کر کے تقسیم کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\Delta L = 10 \left(\ln \left[\frac{I_1}{I_0}\right]\right) \frac{1}{10} \text{ bel}$$

$k=10$ کے ساتھ $\Delta L = 10 \ln \left[\frac{I_1}{I_0}\right]$ decibel

پریکٹیکل وغیرہ کے لئے ہم فطری لوگارتھم کے بجائے base 10 والے لوگارتھم کا استعمال کرتے ہیں۔ ڈیسی بل (11.73)

$$\Delta L = 10 \log_{10} \left[\frac{I_1}{I_0}\right] \text{ decibel} \qquad (11.73)$$

مثال 11.24

ایک موسیقی آلہ سے بجنے والی صوتی سطح 50dB ہے۔ اگر تین ہم موسیقی آلات ایک ساتھ چلائے جاتے ہیں تو کل شدت معلوم کیجئے۔ یہ آلہ سے آنے والی آواز کی شدت 10^{-12} W m^{-2} ہے۔

حل:

$$\Delta L = 10 \log_{10} \left[\frac{I_1}{I_0}\right] = 50 \text{ dB}$$

$$\log_{10} \left[\frac{I_1}{I_0}\right] = 5 \text{ dB}$$

$$\frac{I_1}{I_0} = 10^5 \Rightarrow I_1 = 10^5 I_0 = 10^5 \times 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$$

$$I_1 = 10^{-7} \text{ Wm}^{-2}$$

چونکہ تین موسیقی آلات بجائے جاتے ہیں

چنانچہ $I_{total} = 3I_1 = 3 \times 10^{-7} \text{ Wm}^{-2}$.

11.10 ہوائی قطار کے ارتعاشات (Vibrations of air column)

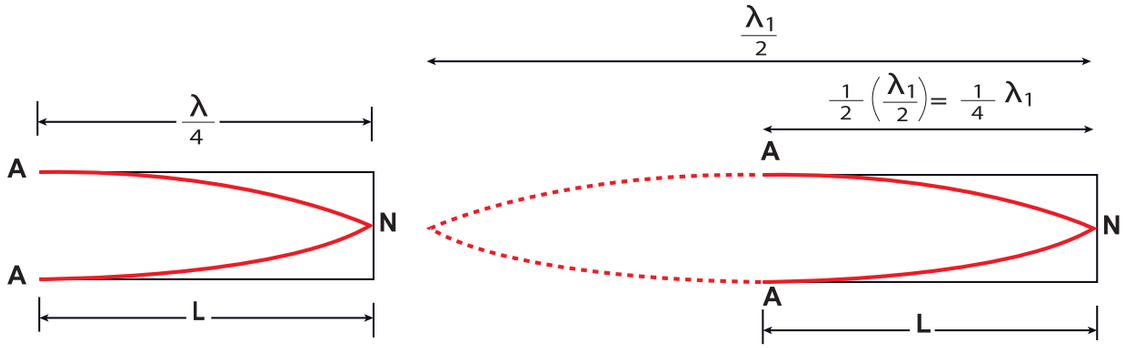
موسیقی آلات جیسے بانسری nathaswaram, clarinet وغیرہ ہوائی آلات wind instraments کہلاتے ہیں۔ وہ ہوائی قطاروں کے ارتعاشات کے اصول پر کام کرتے ہیں۔ ایک ہوائی آلہ کی سادہ ترین قسم اُرغن نالی (Organ Pipe) ہے۔ یہ لکڑے کی یا دھاتی نالی سے بنی ہوتی ہے، جو موسیقی آواز پیدا کرتی ہے۔ مثال کے طور پر بانسری، Clarinet اور nathaswaram اُرغن نالی کے آلات ہیں۔ اُرغن نالی کے آلات تین قسموں میں درجہ بند کئے جاتے ہیں۔

(a) بند اُرغن نالیاں: (Closed organ pipe)

خاکہ 11.36 Clarinet، بند ارغن نالی کی ایک مثال ہے

ایک Clarinet کے نقشے پر غور کیجئے جو خاکہ 11.36 میں بتایا گیا ہے۔ یہ ایک نالی ہے جس کا ایک کنارا بند ہے اور دوسرا کنارا کھلا ہے۔ اگر نالی کے ایک سرے کو بند کر دیا جاتا ہے تو اس بند کنارے پر منعکس ہونے والی موج، وقوعی موج کے ساتھ 180° کا ہیئتی فرق بناتی ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:47 PM



خاکہ 11.37 ذرات کی کوئی حرکت نہیں ہوتی جس کی وجہ سے بند کنارے پر عقدے اور کھلے کنارے پر ضدعقدے بنتے ہیں (بنیادی قسم)(N،عقدہ،A ضدعقدہ)

لہذا وہاں بند کنارے پر ذرات کا ہٹاؤ واقع نہیں ہوتا۔ چنانچہ بند کنارے پر عقدے پیدا ہوتے ہیں اور کھلے کنارے پر ضدعقدے پیدا ہوتے ہیں۔

آیئے ہم بنیادی قسم (Fundamental mode) کہلانے والی ہوائی قطار کے ارتعاش کی سادہ ترین قسم کا تصور کریں۔ کھلے کنارے پر ضدعقدہ اور بند کنارے پر عقدہ بنتا ہے۔ خاکہ 11.37 کی مدد سے، فرض کیجئے کہ نالی کی لمبائی L ہو اور وہی لمبائی بننے والی موج کا موجی طول ہو۔ ارتعاش کی بنیادی قسم کے لئے، ہم رکھتے ہیں۔

$$L = \frac{\lambda_1}{4} \; or \; \lambda_1 = 4L \qquad (11.74)$$

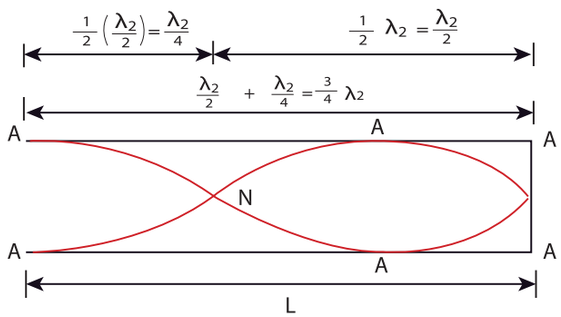
خارج شدہ طرز کی تعدد یہ ہے۔

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4L} \qquad (11.75)$$

جسے بنیادی طرز (Fundamental note) کہا جاتا ہے۔ کھلے سرے پر زور کے ساتھ ہوا پھونکنے پر بنیادی تعدد سے بھی بڑی تعدات پیدا کی جاسکتی ہیں۔ ایسی تعدادات اضافی طرزیں کہلاتی ہیں۔

خاکہ 11.38 ارتعاش کی دوسری قسم ظاہر کرتا ہے جس میں دو عقدے اور دو ضدعقدے پائے جاتے ہیں۔

دوسری قسم کی ارتعاش کے لئے، مثال 11.20 کی مدد سے ہم رکھتے ہیں



خاکہ 11.38 ارتعاش کی دوسری قسم، جس میں دو عقدے اور دو ضدعقدے ہیں،

$$4L = 3\lambda_2$$

$$L = \frac{3\lambda_2}{4} \text{ (یا) } \lambda_2 = \frac{4L}{3}$$

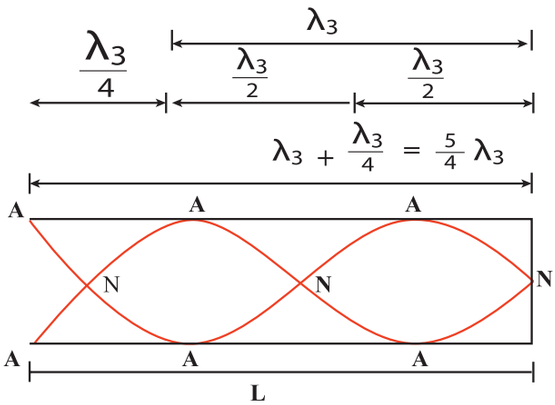
اس کے لئے تعدد یہ ہے۔

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{3v}{4L} = 3f_1$$

یہ پہلی اضافی طرز (First overtone) کہلاتی ہے، چونکہ یہاں تعدد بنیادی تعدد سے تین گنا زیادہ ہے۔ یہ تیسری ہم آہنگی (third harmonic) کہلاتی ہے۔

خاکہ 11.39 ارتعاش کی تیسری قسم ہے جس میں تین عقدے اور تین ضدعقدے ہیں۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:48 PM



خاکہ 11.39۔ ارتعاش کی تیسری قسم جس میں تین عقدے اور تین ضدعقدے ہیں۔

ہم رکھتے ہیں،

$$4L = 5\lambda_3$$

$$L = \frac{5\lambda_3}{4} \quad (\text{یا}) \quad \lambda_3 = \frac{4L}{5}$$

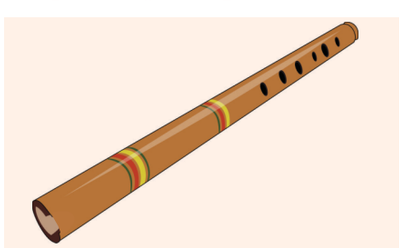
تعدد

$$f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{5v}{4L} = 5f_1$$

یہ تعدد دوسری اضافی طرز (second overtone) کہلاتی ہے اور چونکہ یہاں $n = 5$ ہے، یہ پانچویں ہم آہنگی (fifth harmonic) کہلاتی ہے۔ لہذا، ایک بند اُرغن نالی میں صرف طاق ہم آہنگیاں پائی جاتی ہیں اور nویں ہم آہنگی کا تعدد $f_n = (2n+1)f_1$ ہے۔ چنانچہ ہم آہنگیوں کی تعددات اس نسبت میں ہوتی ہیں۔

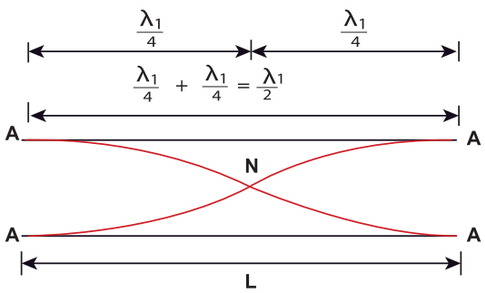
$$f_1 : f_2 : f_3 : f_4 : \ldots = 1 : 3 : 5 : 7 : \ldots \qquad (11.76)$$

(b) کھلی ارغن نالیاں (Open Organ Pipes)



خاکہ 11.40 بانسری، کھلی ارغن نالی کی ایک مثال ہے۔

ایک بانسری کے نقشے کا ملاحظہ کیجئے جو خاکہ 11.40 میں بنایا گیا ہے۔ یہ ایک نالی ہے جس کے دونوں سرے کھلے ہیں۔ دونوں کھلے کناروں پر ضدعقدے بنتے ہیں۔ آیئے ہم ہوائی قطار کے ارتعاش کی سادہ ترین قسم پر غور کریں جسے بنیادی قسم کہتے ہیں، چونکہ کھلے کناروں پر ضد عقدے بنتے ہیں، نالی کے درمیانی نقطے پر ایک عقدہ بنتا ہے۔



خاکہ 11.41 کھلے کناروں پر ضدعقدے بنتے ہیں اور نالی کے درمیان ایک عقدہ بنتا ہے۔

خاکہ 11.41 کی مدد سے، اگر نالی کی لمبائی L ہو تو بننے والی موج کا موجی طول یوں پیش کیا جاتا ہے۔

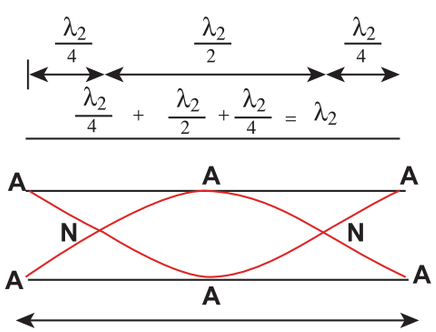
$$L = \frac{\lambda_1}{2} \quad \text{یا} \quad \lambda_1 = 2L \qquad (11.77)$$

خارج شدہ طرز کی تعدد یہ ہے۔

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L} \qquad (11.78)$$

جو بنیادی طرز کہلاتی ہے۔

کسی ایک کھلے کنارے پر زور کے ساتھ ہوا پھونکنے پر بنیادی تعدد سے بڑی تعددات حاصل کی جاسکتی ہیں۔ اس قسم کی تعددات اضافی طرزیں کہلاتی ہیں۔



خاکہ 11.42 کھلی نالیوں میں ارتعاش کی دوسری قسم جس میں دو عقدے اور تین ضدعقدے پائے جاتے ہیں۔

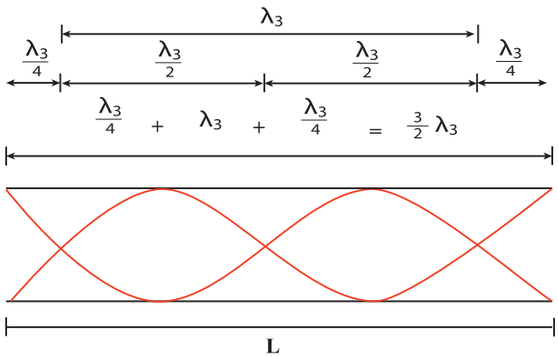
11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:48 PM

خاکہ 11.42 کھلی نالیوں میں ارتعاش کی دوسری قسم جس میں دو عقدے اور تین ضد عقدے پائے جاتے ہیں،

$$L = \lambda_2 \quad \text{یا} \quad \lambda_2 = L \quad \text{چنانچہ}$$

$$\text{تعدد} \quad f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{L} = 2 \times \frac{v}{2L} = 2 f_1$$

یہ پہلی اضافی طرز (First overtone) کہلاتی ہے ، چونکہ یہاں n = 2 ہے۔ یہ دوسری ہم آہنگی (second harmonic) کہلاتی ہے۔



خاکہ 11.43 ارتعاش کی تیسری قسم جس میں تین عقدے اور چار ضد عقدے ہوتے ہیں۔

اوپر دیا گیا خاکہ 11.43 ارتعاش کی تیسری قسم ظاہر کرتا ہے جس میں تین عقدے اور چار ضد عقدے پائے جاتے ہیں۔

$$L = \frac{3}{2}\lambda_3 \quad \text{یا} \quad \lambda_3 = \frac{2L}{3}$$

تعدد

$$f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{3v}{2L} = 3 f_1$$

جو دوسری اضافی طرز (second overtone) کہلاتی ہے۔ چونکہ یہاں n = 3 ہے، یہ تیسری ہم آہنگی (third harmonic) کہلاتی ہے۔

لہذا کھلی ارغن نالی تمام ہم آہنگیاں رکھتی ہے اور n ویں ہم آہنگی کا تعدد $f_n = nf_1$ ہے۔ چنانچہ ہم آہنگیوں کی تعدادات اس نسبت میں رہتی ہیں۔

$$f_1 : f_2 : f_3 : f_4 : \ldots = 1 : 2 : 3 : 4 : \ldots \qquad (11.79)$$

مثال 11.25

اگر ایک بانسری 450Hz کے ساتھ ایک طرز بجاتی ہے، تو اس راگ کی دوسری، تیسری اور چوتھی ہم آہنگیوں کی تعدادات کیا ہیں؟ اگر ایک شہنائی (Clarinet) 450Hz کے ساتھ ایسا ہی ایک طرز بجاتی ہے تو بننے والی تین ادنی ترین ہم آہنگیوں کی تعدادات معلوم کیجئے۔

حل:

ایک بانسری کے لئے جو کہ ایک کھلی نالی ہے، ہم رکھتے ہیں۔

$f_2 = 2 f_1 = 900$ Hz — دوسری ہم آہنگی

$f_3 = 3 f_1 = 1350$ Hz — تیسری ہم آہنگی

$f_4 = 4 f_1 = 1800$ Hz — چوتھی ہم آہنگی

ایک شہنائی کے لئے جو کہ ایک بند نالی ہے، ہم رکھتے ہیں۔

$f_2 = 3 f_1 = 1350$ Hz — دوسری ہم آہنگی

$f_3 = 5 f_1 = 2250$ Hz — تیسری ہم آہنگی

$f_4 = 7 f_1 = 3150$ Hz — چوتھی ہم آہنگی

مثال 11.26

اگر ایک بند عضوی نالی کی تیسری ہم آہنگی، ایک کھلی ارغن نالی کی پہلی بنیادی تعدد کے برابر ہو اور اس بند عضوی نالی کی لمبائی 30 سم ہو تو کھلی ارغن نالی کی لمبائی محسوب کیجئے۔

حل:

فرض کیجئے کہ کھلے ارغن نالی جس کی لمبائی l_2 ہے، جس کے بند ارغن نالی کی لمبائی $l_1 = 30$ cm ہے۔

یہ دیا گیا ہے کہ بند ارغن نالی کی تیسری ہم آہنگی، کھلی ارغن نالی کی بنیادی تعدد کے برابر ہے۔ ایک بند ارغن نالی کی تیسری ہم آہنگی یہ ہے۔

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{3v}{4l_1} = 3 f_1$$

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:48 PM

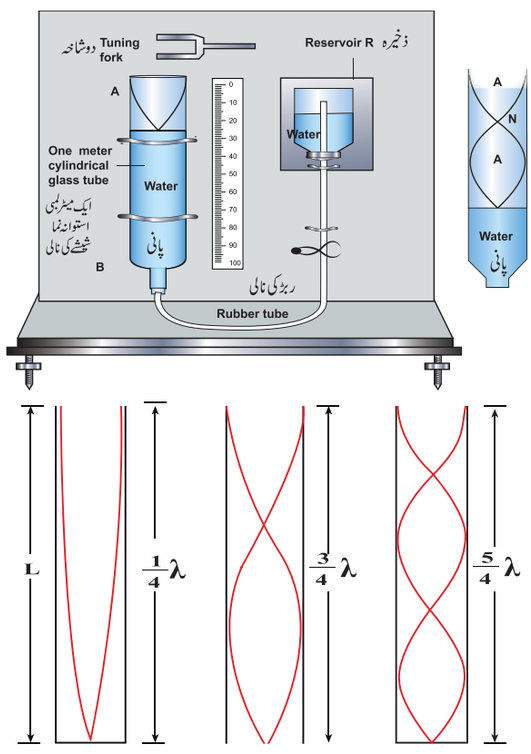
کھلی ارغن نالی کی بنیادی تعدد یہ ہے۔

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2l_2}$$

چنانچہ

$$\frac{v}{2l_2} = \frac{3v}{4l_1} \Rightarrow l_2 = \frac{2l_1}{3} = 20\,cm$$

11.10.1 گونج والی ہوائی قطار کا آلہ
(Resonance air column apparatus)



خاکہ 11.44 گونج والی ہوائی قطار کا آلہ اور پہلی، دوسری اور تیسری گونج

گونج والی ہوائی قطار کا آلہ، کرنے کی تپش پر آواز کی رفتار کی پیمائش کرنے کے لئے سادہ ترین طریقہ کاروں میں سے ایک ہے۔ اس میں ایک میٹر لمبی استوانہ نما شیشے کی نالی ہوتی ہے جس کا ایک کنارا A کھلا ہوتا ہے اور دوسرا کنارا B ایک ربڑ کی نالی کی مدد سے ایک ذخیرہ R سے جڑا ہوتا ہے، جیسا کہ خاکہ 11.44 میں بتایا گیا ہے۔ یہ استوانہ نما شیشے کی نالی ایک عمودی ایستادہ پر چڑھا دی جاتی ہے، جس کے ساتھ ایک اسکیل لگی ہوتی ہے۔ وہ نالی جزوی طور پر پانی سے بھری ہوتی ہے اور اس پانی کی سطح کو ذخیرہ R میں موجود پانی کو کم کر کے یا بڑھا کر کے درست کیا جا سکتا ہے۔ پانی کی سطح ایک بند کنارے کے طور پر عمل پیرا ہوگا اور دوسرا کنارا کھلے طور پر برتاؤ کرے گا چنانچہ۔ یہ ایک بند عضوی نالی کی طرح برتاؤ کرتا ہے جو پانی کی سطح پر عقدے بناتا ہے اور بند کنارے پر ضد عقدے بناتا ہے۔ جب ایک مرتعش دوشاخے کو نالی کے کھلے کنارے کے قریب لایا جاتا ہے تو ہوائی قطار کے اندر طولی موجیں بنتی ہیں۔ یہ موجیں نیچے کی طرف حرکت کرتی ہیں جیسا کہ خاکہ 11.44 میں بتایا گیا ہے اور پانی کی سطح تک پہنچتی ہیں اور منعکس ہوتی ہیں اور ساکن موجیں پیدا کرتی ہیں۔ پانی کی سطح کو تبدیل کرتے ہوئے ہوائی قطار کی لمبائی متغیر کی جاتی ہے، یہاں تک کہ ہوائی قطار میں ایک بلند آواز پیدا ہونے لگتی ہے۔ اس مخصوص لمبائی پر ہوائی قطار میں موجود موجوں کی تعدد، دوشاخہ کی تعدد (دوشاخے کی فطری تعدد) کے ساتھ گونج پانے لگتی ہے۔ گونج پر صوتی موجود کی بننے والی تعدد، دوشاخے کی تعدد کے برابر ہوتی ہے۔ یہ اس وقت پیدا ہوتی ہے جب ہوائی قطار کی لمبائی، پیدا ہونے والی صوتی موجوں کے موجی طول کے $\left(\frac{1}{4}\right)$ ویں حصے کے تناسب میں ہوتی ہے۔

فرض کیجئے کہ لمبائی L_1 پر پہلی گونج واقع ہوتی ہے۔ پھر

$$\frac{1}{4}\lambda = L_1 \qquad (11.80)$$

مگر چونکہ ضد عقدے کھلے کنارے پر ٹھیک طور سے نہیں بنتے، ہمیں یہ تصور کرتے ہوئے کہ ضد عقدہ کھلے سرے کے اوپر کچھ چھوٹے فاصلے پر بنتا ہے، ایک تصحیح کو ملانا پڑتا ہے جسے کناروی تصحیح، کہتے ہیں۔ اس کناروی تصحیح کو جمع کرتے ہوئے، پہلی گونج یہ ہے۔

$$\frac{1}{4}\lambda = L_1 + e \qquad (11.81)$$

اب ہوائی قطار کی لمبائی کو بڑھا دیا جاتا ہے تا کہ دوسری گونج حاصل کرے۔ فرض کیجئے کہ لمبائی L_2 پر دوسری گونج واقع ہوتی ہے۔ دوبارہ کناروی تصحیح کو مدنظر رکھتے ہوئے، ہم رکھتے ہیں۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:49 PM

$$\frac{3}{4}\lambda = L_2 + e \qquad (11.82)$$

کناروی تصحیح (end correction) سے بازر ہنے کے لئے آیئے ہم مساوات (11.81) اور مساوات (11.82) کا فرق معلوم کریں، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{3}{4}\lambda - \frac{1}{4}\lambda = (L_2 + e) - (L_1 + e)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\lambda = L_2 - L_1 = \Delta L$$

$$\Rightarrow \lambda = 2\Delta L$$

اس ضابطے کی مدد سے کمرے کی تپش پر آواز کی رفتار معلوم کر سکتے ہیں۔

$$v = f\lambda = 2f\,\Delta L$$

مزید، کناروی تصحیح کا محاسبہ کرنے کے لئے، ہم مساوات (11.81) اور (11.82) کا استعمال کرنے سے حاصل کرتے ہیں۔

$$e = \frac{L_2 - 3L_1}{2}$$

مثال 11.27

ایک میٹر اونچائی والی ایک نالی کے اوپر، 343Hz کی ایک متعین تعدد کے ساتھ ایک تعددی جنریٹر کو ارتعاش پیدا کرنے دیا جاتا ہے۔ نالی میں آہستہ طور پر پانی بھرنے کے لئے ایک پمپ کو آن کر دیا جاتا ہے۔ گونج کو حاصل کرنے کے لئے، پانی کی کم از کم اونچائی کیا ہونا چاہئے؟ (ہوا میں آواز کی رفتار $343\ ms^{-1}$ ہے)۔

حل:

موجی طول $\lambda = \frac{c}{f}$

$$\lambda = \frac{343\,ms^{-1}}{343\,Hz} = 1.0\ m$$

فرض کیجئے کہ گونجی قطار کی لمبائی L_1، L_2 اور L_3 ہو۔

پہلی گونج لمبائی L_1 پر واقع ہوتی ہے۔

$$L_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{1}{4} = 0.25\ m$$

دوسری گونج لمبائی L_2 پر واقع ہوتی ہے۔

$$L_2 = \frac{3\lambda}{4} = \frac{3}{4} = 0.75\ m$$

اور تیسری گونج لمبائی L_3 پر واقع ہوتی ہے۔

$$L_3 = \frac{5\lambda}{4} = \frac{5}{4} = 1.25\ m$$

اور اسی طرح یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔

چونکہ اس نالی کی کل لمبائی ایک میٹر ہی ہے۔ تیسری اور اس سے اعلیٰ گونجیں رونما نہیں ہوتیں۔ چنانچہ گونج کے لئے درکار پانی کی کم از کم اونچائی یہ ہے۔

$H_{min} = 1.0\ m - 0.75\ m = 0.25\ m$

مثال 11.28

ایک طالب علم نے گونجی قطار کا طریقہ کار استعمال کرتے ہوئے ہوا میں آواز کی رفتار کا تعین کرنے کے لئے ایک تجربہ کر کے دیکھا۔ ایک دوشاخہ کے ساتھ ہوائی قطار کی وہ لمبائی جس پر بنیادی قسم کی گونج پیدا ہوتی ہے 0.2 میٹر ہے۔ اگر یہ لمبائی اس طرح تبدیل کی جائے کہ وہ دوشاخہ 0.7 میٹر پر پہلا اضافی طرز کے طور پر گونج پیدا کرتا ہے۔ کناروی تصحیح کا محاسبہ کیجئے۔

حل:

کناروی تصحیح (End correction)

$$e = \frac{L_2 - 3L_1}{2} = \frac{0.7 - 3(0.2)}{2} = 0.05\,m$$

مثال 11.29

ایک دوشاخہ کا تصور کیجئے جو ایک ہوائی قطار میں گونج پیدا کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ ایک شیشے کی نالی میں گونجی ہوا کی ایک قطار جس کی لمبائی ایک متغیر پچکاری کی مدد سے درست کی جاسکتی ہے۔ کمرے کی تپش پر قطار کی لمبائی کے 20 سم پر دو مسلسل گونجیں محسوس کی جاتی ہیں۔ اگر اس لمبائی کی تعدد 256Hz ہو تو کمرے کی تپش پر ہوا میں آواز کی سمتی رفتار معلوم کیجئے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:49 PM

حل:

دیا گیا ہے کہ دو مسلسل (گونجی) لمبائی $L_1 = 20$ cm اور $L_2 = 85$ cm ہے۔

تعدد $f = 256$ Hz ہے۔

$$v = f\lambda = 2f\,\Delta L = 2f\,(L_2 - L_1)$$

$$= 2 \times 256 \times (85 - 20) \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

$$v = 332.8 \text{ m s}^{-1}$$

11.11 ڈاپلر اثر (Doppler Effect)

تصور کیجئے کہ آپ ایک ریلوے پلیٹ فارم پر کھڑے ہوئے سیٹی بجائی ہوئی آپ کی طرف بڑھنے والی ریل کی آواز کو سن رہے ہیں۔ آواز کی وہ راگ (Pitch) (یا تعدد) جو آپ سن رہے ہوتے ہیں، ریل کے آپ کے قریب ہوتے وقت زیادہ ہونے لگتی ہے جب کہ ریل کے دور جانے پر کم ہونے لگتی ہے۔ یہ ڈاپلر کے اثر کی ایک مثال ہے۔

آواز کے ذریعہ اور اس کے سننے والے کے درمیان متعلقہ حرکت کی وجہ سے یہ اثر واقع ہوتا ہے۔ اس حرکت سے متعلقہ تعددی تبدیلی پر سب سے پہلے مشاہدہ اور مطالعہ کرنے والے ایک آسٹریلیائی ریاضی دان اور ماہر طبیعیات Kohann Christian Doppler، (1803-1853) تھے۔

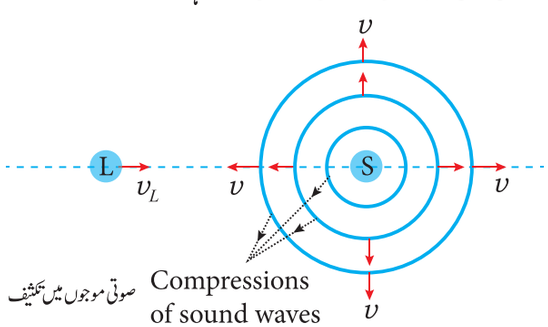
جب بھی صوتی ذریعہ اور سامعی کے درمیان متعلقہ حرکت ہوتی ہے، سامعی سے سماعت کی جانے والی آواز کی تعداد سے مختلف ہوتی ہے۔ یہ اثر ڈاپلر کا اثر کہلاتا ہے۔

ڈاپلر کا اثر ایک موجی عمل ہے، چنانچہ، وہ نہ صرف صوتی موجوں کے لئے رونما ہوتا ہے بلکہ روشنی اور برق مقناطیسی موجیں جیسی کسی بھی موج کے لئے واقع ہوتا ہے۔ یہاں ہم آواز کے لئے ڈاپلر کے اثر کے مختلف معاملات پر بحث کریں گے اور سامعی سے مشاہدہ کی جانے والی تعدد کے لئے مساوات اخذ کریں گے۔

سا کن سامعی اور سا کن ذریعہ کا مطلب یہ ہے کہ بالترتیب مشاہدہ گر اور ذریعہ واسطے کے لحاظ سے دونوں حالت سکون پر ہیں۔

(i) مشاہدہ کی گئی تعدد، سا کن ذریعہ اور متحرک سامعی
(Observed frequency: Stationary source and Moving listener)

آواز کے ایک نقطوی ذریعہ کا تصور کیجئے جو اس واسطہ (ہوا) کے لحاظ سے سا کن ہے جس میں رکھا گیا ہے۔ یہ تصور کر لیا جاتا ہے کہ وہ واسطہ مساوی ہے اور وہ بھی حالت سکون پر ہے۔ وہ ذریعہ f تعدد اور موجی طول والی صوتی موجوں کو خارج کرتا ہے۔



خاکہ 11.45 سامعی، سا کن ذریعہ طرف حرکت کرتا ہے۔

صوتی موجیں کروی لہروں کے طور پر ذریعہ سے باہر تمام سمتوں میں اشعاعی طور پر مساوی رفتار V کے ساتھ سفر کرتی ہیں۔ آواز کے وہ سکڑاؤ (موجی بڑھاؤ یا Wave Fronts) خاکہ 11.45 میں ہم مرکز دائروں کے طور پر نمائندہ کئے گئے ہیں۔ دو مسلسل سکڑاؤ کا درمیانی فاصلہ موجی طول λ کے برابر ہوتا ہے اور موج کی تعدد یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$f = \frac{v}{\lambda} \qquad (11.83)$$

جب سامعی L سا کن ہوتا ہے، وہاں سامعی اور ذریعہ کے درمیان کوئی متعلقہ حرکت نہیں ہوتی۔ چونکہ V اور X یوں ہی برقرار رہتے ہیں، سامعی سے سنی جانے والی آواز کی تعدد ذریعہ کی تعدد f کے برابر ہوتی ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:50 PM

اب سامعی براہ راست ساکن ذریعہ کی طرف آگے بڑھتا ہے (خاکہ 11.45) اگر سامعی کی رفتار v_L ہو تو پھر سامعی کے لحاظ سے آواز کی متعلقہ رفتار $v' = v + v_L$ ہو جاتی ہے۔ چونکہ موجی طول یوں ہی برقرار رہتا ہے (کیونکہ ذریعہ ساکن ہے)، سامعی سے سنی جانے والی آواز کی تعدد بدل جاتی ہے اور سنی جانے والی تعدد f' یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$f' = \frac{v'}{\lambda} = \frac{v + v_L}{\lambda}$$

مساوات (11.83) کی مدد سے

$$f' = \left(\frac{v + v_L}{v}\right) f \qquad (11.84)$$

(سامعی ذریعہ کی طرف بڑھتا ہے)

لہذا، جب سامعی ساکن ذریعہ کی طرف بڑھتا ہے تو سنا جانے والا تعدد ذریعوی تعدد سے بڑھ جاتی ہے۔

اگر سامعی ساکن ذریعہ سے دور جانے لگتا ہے تو v_L کی منفی قیمت لیتے ہوئے مساوات (11.84) کی مدد سے سنا جانے والا تعدد حاصل کیا جا سکتا ہے۔ اسے یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$f' = \left(\frac{v + (-v_L)}{v}\right) f$$

$$f' = \left(\frac{v - v_L}{v}\right) f \qquad (11.85)$$

(سامعی ذریعہ سے دور جانے لگتا ہے)

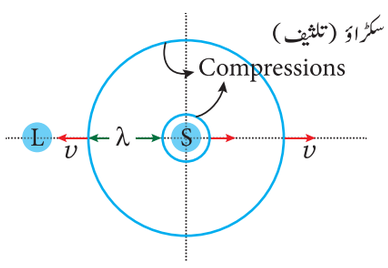
لہذا، جب سامعی ساکن ذریعہ سے دور جانے لگتا ہے تو سنا جانے والا تعدد، ذریعوی تعدد سے کم ہونے لگتا ہے۔

(ii) مشاہداتی تعدد: متحرک ذریعہ اور ساکن سامعی
(Observed frequency, Moving source and stationary listener)

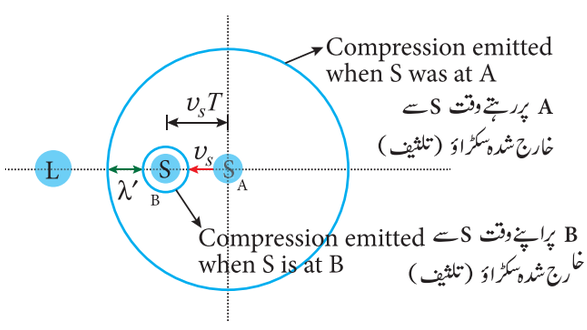
تصور کیجئے کہ خاکہ 11.46a کے مطابق ذریعہ S اور سامعی L دونوں ساکن ہیں۔ خاکہ میں دو مسلسل سکڑاؤ (تکثیف) بھی بتائے گئے ہیں جنہیں دو ہم مرکز دائروں کے طور پر نمائندہ کیا گیا ہے۔

دوسرا سکڑاؤ (تکثیف) ابھی ابھی خارج ہوا ہے اور وہ ذریعہ سے ابھی بھی قریب ہی ہے۔ دو مسلسل سکڑاؤوں (تکثیفوں) کا درمیانی فاصلہ ہی اس آواز کا موجی طول ہے۔ چونکہ f ذریعہ کی تعدد ہے تو پھر سکڑاؤوں (تکثیفوں) کے اخراج کا درمیانی وقت یہ ہے۔

$$T = \frac{1}{f} = \frac{\lambda}{v}$$



(a) Source at rest (a) ذریعہ ساکن ہے



(b) Source moving (b) ذریعہ متحرک ہے

خاکہ 11.46 ذریعہ ساکن سامعی کی طرف حرکت کرتا ہے

اب سامعی ساکن ہے اور ذریعہ سیدھے سامعی کی طرف حرکت کر رہا ہے (خاکہ 11.46(b) فرض کیجئے کہ ذریعہ کی رفتار v_S ہے جو آواز کی رفتار V سے کم ہے۔

ایک وقت T پر پہلا سکڑاؤ (تکثیف) ایک فاصلہ $\lambda = vT$ طے کرتا ہے اور ذریعہ $v_S T$ کا ایک فاصلہ طے کرتا ہے۔ اس کے نتیجے میں دو مسلسل سکڑاؤوں (تکثیفوں) کا درمیانی فاصلہ λ سے $\lambda' = \lambda - v_S T$ تک گھٹ جاتا ہے۔ چنانچہ سامعی سے مشاہدہ کیا جانے والا موجی طول یوں پیش کیا جاتا ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:50 PM

$$\lambda' = \lambda - \upsilon_S T = \lambda \left(\frac{\upsilon_S}{f}\right)$$

اس کے بعد سنی جانے والی تعدد یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$f' = \frac{\upsilon}{\lambda'} = \frac{\upsilon}{\lambda - \left(\frac{\upsilon_S}{f}\right)}$$

$$= \frac{\upsilon}{\left(\frac{\upsilon}{f}\right) - \left(\frac{\upsilon_S}{f}\right)}$$

$$f' = \left(\frac{\upsilon}{\upsilon - \upsilon_S}\right) f \qquad (11.86)$$

(ذریعہ سامعی کی طرف بڑھتا ہے)

لہذا جب بھی ذریعہ ساکن سامعی کی طرف بڑھنے لگتا ہے تو سنی جانے والی تعدد، ذریعوی تعدد سے زیادہ ہونے لگتی ہے۔

اگر ذریعہ ساکن سامعی سے دور جانے لگتا ہے تو سنی جانے والی تعدد مساوات (11.86) کی مدد سے υ_S کی قیمت کو منفی طور پر لیتے ہوئے ہم حاصل کر سکتے ہیں۔

$$f' = \left(\frac{\upsilon}{\upsilon - (-\upsilon_S)}\right) f$$

$$f' = \left(\frac{\upsilon}{\upsilon + \upsilon_S}\right) f \qquad (11.87)$$

ذریعہ ساکن سامعی سے دور جانے لگتا ہے

لہذا، جب بھی ذریعہ ساکن سامعی سے دور جانے لگتا ہے تو سنی جانے والی آواز کی تعدد ذریعوی تعدد سے کم ہونے لگتی ہے۔

(iii) مشاہداتی تعدد: ذریعہ اور سامعی دونوں متحرک ہیں

جب ذریعہ اور سامعی دونوں متحرک ہوں تو مساوات (11.84) اور (11.86) کو جمع کر کے مشاہداتی تعدد حاصل کی جاتی ہے۔

$$f' = \left(\frac{\upsilon + \upsilon_L}{\upsilon - \upsilon_S}\right) f \qquad (11.88)$$

یہاں استعمال ہونے والی علامت کچھ اس طرح ہوتی ہے کہ جب ذریعہ اور سامعی ایک دوسرے کی طرف حرکت کر رہے ہوتے ہوں تو υ_S اور υ_L مثبت قیمتیں رکھتی ہیں اور اگر ذریعوی سامعی ایک دوسرے سے دور جانے لگتے ہیں تو ان کی قیمتیں منفی ہوتی ہیں۔

جدول 11.4 میں ذریعہ اور سامعی کے درمیان متعلقہ حرکت کی مختلف صورت حال کے لئے مشاہداتی تعددات پیش کی گئی ہیں۔

نوٹ

یہ نوٹ کرنا ضروری ہے کہ تعدد کی تبدیلی یا تو آواز کی رفتار کی تبدیلی کی وجہ سے ہوتی ہے (جب سمعی متحرک اور ذریعہ ساکن ہوتا ہے) یا پھر آواز کے موجی طول کے تبدیلی کی وجہ سے ہوتی ہے (جب ذریعہ متحرک اور سامعی ساکن ہوتا ہے)۔

اگر دونوں ذریعہ اور سامعی متحرک ہوں تو تعدد کی تبدیلی دونوں آواز کی تبدیلی اور آواز کے موجی طول کی تبدیلی کی وجہ سے ہوتی ہے۔

کیا تم جانتے ہو؟

فرض کیجئے کہ ذریعہ آواز سے بھی تیز حرکت کرتا ہے (یعنی آواز اعلیٰ صوتی یا Super sonic ہے)، مساوات (11.84) اور (11.86) جو مشاہداتی تعدد ظاہر کرتی ہیں باطل ہو جاتی ہیں اور ذریعہ کے سامنے موجود ساکن سامعی کوئی آواز نہیں سنتا کیونکہ صوتی موجیں ذریعہ کے پیچھے ہوتی ہیں۔

ایسی رفتاروں پر نئی پیدا شدہ موجیں اور پرانی موجیں تعمیری مداخلت کرتی ہیں جس سے بہت بڑے حیطے کی آواز پیدا ہوتی ہے، جو صوتی گرج (Sonic boom) یا جھٹکا نما موج (Shock wave) کہلاتی ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:51 PM

جدول 11.4۔ مختلف مواقع کے لئے مشاہداتی تعدد

شمار عدد	صورت حال	مشاہداتی تعدد
1	L ساکن S کی طرف حرکت کرتا ہے۔	$f' = \left(\frac{v + v_L}{v}\right) f$
2	L ساکن S سے دور جانے لگتا ہے۔	$f' = \left(\frac{v - v_L}{v}\right) f$
3	S ساکن L کی طرف حرکت کرتا ہے۔	$f' = \left(\frac{v}{v - v_S}\right) f$
4	S ساکن L سے دور جانے لگتا ہے۔	$f' = \left(\frac{v}{v + v_S}\right) f$
5	S اور L ایک دوسرے کے قریب ہونے لگتے ہیں۔	$f' = \left(\frac{v + v_L}{v - v_S}\right) f$
6	S اور L ایک دوسرے سے دور ہونے لگتے ہیں۔	$f' = \left(\frac{v - v_L}{v + v_S}\right) f$
7	S پیچھا کرتا ہے L کا۔	$f' = \left(\frac{v - v_L}{v - v_S}\right) f$
8	L پیچھا کرتا ہے S کا۔	$f' = \left(\frac{v + v_L}{v + v_S}\right) f$
9	S اور L ایک دوسرے کی طرف حرکت کرتے ہیں اور وہ واسطہ بھی v_m رفتار کے ساتھ آواز کی سمت میں حرکت کرتا ہے۔	$f' = \left(\frac{(v + v_m) + v_L}{(v + v_m) - v_S}\right) f$

نوٹ

آواز میں ڈاپلر کا اثر غیر متناسب (asymmetric) ہے جب کہ روشنی میں متناسب یا ہم آہنگ (Symmetric) ہے ذریعہ کا ساکن سامعی کی طرف حرکت کرنے پر مشاہدہ کی گئی تعدد، سامعی کا مساوی رفتار کے ساتھ ساکن ذریعہ کی طرف حرکت کرنے پر مشاہدہ کی گئی تعدد کے برابر نہیں ہوتی حالانہ دونوں معاملات میں متعلقہ رفتار مساوی ہوتی ہے، مشاہداتی تعدد مختلف ہوتی ہے۔ لہذا ہم کہتے ہیں کہ آواز میں ڈاپلر کا اثر غیر متناسب ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ صوتی موج کو اپنی روانی کے لئے ایک واسطہ درکار ہے اور اس کی رفتار اس واسطے کے لحاظ سے کم یا زیادہ ہوتی ہے۔

مگر روشنی اور دیگر برق مقناطیسی موجوں کے معاملے میں، اوپر بتائی گئی دونوں صورت حال میں مشاہداتی تعدد مساوی ہوتی ہے، چنانچہ روشنی اور دیگر برق مقناطیسی موجوں میں ڈاپلر کا اثر متناسب یا ہم آہنگ ہوتا ہے کیونکہ روشنی کی روانی واسطے پر غیر منحصر ہوتی ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:51 PM

مثال 11.30

1500Hz تعدد والی ایک آواز ایک ذریعہ سے خارج ہوتی ہے جو ایک مشاہدہ گر سے دور حرکت کرتا ہے اور $6\ ms^{-1}$ کی رفتار سے ایک چٹان کی طرف حرکت کرتا ہے۔

(a) ذریعہ سے براہ راست آنے والی آواز کی تعدد کا محاسبہ کیجئے۔

(b) سامعی کے ذریعہ سنی جانے والی، چٹان سے منعکس شدہ آواز کی تعدد دریافت کیجئے۔

تصور کر لیجئے کہ ہوا میں آواز کی رفتار 330 میٹر فی سکنڈ ہوتی ہے۔

حل:

(a) ذریعہ اور جا رہا ہے اور سامعی ساکن ہے، چنانچہ، ذریعہ سے براہ راست سنی جانے والی آواز کی تعدد یہ ہے۔

$$f' = \left[\frac{\upsilon}{\upsilon + \upsilon_s}\right] f = \left[\frac{330}{330+6}\right] \times 1500 = 1473\,\text{Hz}$$

(b) آواز چٹان سے منعکس ہوتی ہے اور مشاہدہ گر تک پہنچتی ہے، چنانچہ

$$f' = \left[\frac{\upsilon}{\upsilon - \upsilon_s}\right] f = \left[\frac{330}{330-6}\right] \times 1500 = 1528\,\text{Hz}$$

مثال 11.31

ایک مشاہدہ نگار دو متحرک ریلوں کا مشاہدہ کرتا ہے، ایک اسٹیشن کو پہنچ رہی ہوتی ہے اور دوسری اسٹیشن کو چھوڑ رہی ہوتی ہے اور ان دونوں کی ایک ہی رفتار یعنی $30\ ms^{-1}$ ہوتی ہے اور ہر ریل گاڑی 240 Hz کی تعدد کے ساتھ اپنی سیٹی بجاتی ہے تو پھر مشاہدہ نگار سے سنی جانے والی دھڑکنوں (beats) کی تعداد معلوم کیجئے۔

حل:

مشاہدہ گر ساکن ہے

(i) ذریعہ پر پہنچنے والی گاڑی کی وجہ سے مشاہدہ کی گئی تعدد یہ ہے۔

$$f_{in} = \left[\frac{\upsilon}{\upsilon - \upsilon_s}\right] f = \left[\frac{330}{330-8}\right] \times 240 = 246\,\text{Hz}$$

(ii) ذریعہ (ریل گاڑی) سامعی سے دور جا رہی ہے۔

اسٹیشن چھوڑ رجانے والی گاڑی کی وجہ سے مشاہدہ کی گئی تعدد یہ ہے۔

$$f_{out} = \left[\frac{\upsilon}{\upsilon + \upsilon_s}\right] f = \left[\frac{330}{330+8}\right] \times 240 = 234\,\text{Hz}$$

لہذا دھڑکنوں کی تعداد یہ ہے۔ $= |f_{in} - f_{out}| =$

$(246-234) = 12$

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:51 PM

خلاصہ : (Summary)

☆ ایک خلل موجیں جو واسطے کو منتقل کئے بغیر، توانائی اور معیار حرکت کو خلاء کے ایک نقطے سے خلاء کے دوسرے نقطے تک لے جاتا ہے، موج کہلاتا ہے۔

☆ موجیں جنہیں اپنی روانی کے لئے واسطہ درکار ہوتا ہے، میکانیکی موجیں کہلاتی ہیں۔

☆ موجیں جنہیں اپنی روانی کے لئے کوئی واسطہ درکار نہیں ہوتا ہے، غیر میکانیکی موجیں کہلاتی ہیں۔

☆ ایک عرضی موج کے لئے، ایک واسطے میں موجود ذرات کا ارتعاش موج کی روانی کی سمت کے عمودی ہوتا ہے۔

☆ ایک طولی موج کے لئے، ایک واسطے میں موجود ذرات کا ارتعاش موج کی روانی کی سمت کے متوازی ہوتا ہے۔

☆ موجی روانی کے لئے، لچکداری اور جمود واسطے کی اہم خصوصیات ہیں۔

☆ ٹھہرے پانی میں بننے والی موجیں (ہلکی لکیریں) عرضی ہوتی ہیں اور دو شاخے کے ارتعاش کی وجہ سے بننے والی موجیں طولی ہوتی ہیں۔

☆ دو قریبی فرازیں یا نشیبوں کا درمیانی فاصلہ موجی طول λ کہلاتا ہے۔

☆ فی سکنڈ میں ایک نقطہ کو پار کرنے والی موجوں کی تعداد تعدد f کہلاتی ہے۔

☆ ایک نقطہ پار کرنے کے لئے ایک موج سے لیا گیا وقت وقفۂ دوران T کہلاتا ہے۔

☆ موج کی سمتی رفتار یہ ہے۔ $v = \lambda f$

☆ تعدد، ذریعہ پر منحصر ہوتی ہے اور موج کی سمتی رفتار واسطے پر منحصر ہوتی ہے۔

☆ ایک تانی ہوئی تار میں بننے والی ایک عرضی موج کی سمتی رفتار تار میں موجود تناؤ اور کمیت فی اکائی لمبائی پر منحصر ہوتی ہے، وہ موجی قسم کی شکل پر منحصر نہیں ہوتی۔

☆ ایک تار پر عرضی موج کی سمتی رفتار یہ ہے۔ $v=\sqrt{\frac{T}{\mu}}\ ms^{-1}$

☆ ایک لچکدار واسطے میں طولی موج کی سمتی رفتار یہ ہے۔ $v=\sqrt{\frac{E}{\rho}}\,ms^{-1}$

☆ $20^{\circ}c$ پر ایک بازگشت کو سننے کے لئے آواز کی انعکاسی دیوار سے کم از کم 17.2 میٹر کا فاصلہ ہونا چاہئے۔

☆ موجی مساوات یہ ہے۔ $\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}=\frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$ (ایک ابعاد میں)

☆ موجی عدد یوں پیش کیا جاتا ہے۔ $k=\frac{2\pi}{\lambda}rad\,m^{-1}$

☆ مداخلت کے دوران، مجموعی شدت یہ ہے۔ $I=I_1+I_2+2\sqrt{I_1I_2}\cos\varphi$ جہاں شدت حیطہ کی مربع ہوتی ہے۔ $I=A^2$

☆ تعمیری مداخلت کے لئے $\mathrm{I}_{\text{maximum}}=\left(\sqrt{I_1}+\sqrt{I_2}\right)^2=\left(A_1+A_2\right)^2$

☆ تباہ کن مداخلت کے لئے $I_{\text{minimum}}=\left(\sqrt{I_1}-\sqrt{I_2}\right)^2=(\mathrm{A}_1-\mathrm{A}_2)^2$

☆ جب ہم دو یا دو سے زیادہ موج کو تعددات کے چھوٹے سے فرق کے ساتھ ایک دوسرے پر انطباق کرتے ہیں تو پھر ایک نقطہ پر دوری طور پر تغیر پانے والی حیطے کی ایک آواز کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ یہ عمل دھڑکن (beats) کہلاتا ہے۔ فی سکنڈ حیطہ کی انتہا (maxima) کی تعداد دھڑکنی تعدد (beat frequency) کہلاتی ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:52 PM

خلاصہ (جاری)

☆ اگر فطری تعددات کے بنیادی تعددات کی احصائی تضریبات کے طور پر لکھا جائے تو پھر یہ کہا جائے گا کہ وہ تعددات ہم آہنگی میں ہیں۔ لہذا، پہلی ہم آہنگی $\nu_1 = \nu_1$ ہے (بنیادی تعدد پہلی ہم آہنگی کہلاتی ہے) دوسری ہم آہنگی $\nu_2 = 2\nu_1$ ہے تیسری ہم آہنگی $\nu_3 = 3\nu_1$ ، اور یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔

☆ آواز کے زور کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ کان میں پیدا ہونے والی آوز کی حس کا درجہ ہے یا سامعی سے آواز کا کیا جانے والا احساس ہے۔

☆ آواز کی شدت کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ صوتی موج کی روانی کے عمودی طور پر رکھے گئے فی اکائی رقبہ منتقل ہونے والی صوتی طاقت ہے۔

☆ صوتی شدت کی سطح ڈیسیبل $\Delta L = 10 \log_{10} \frac{I_1}{I_0}\, decibel$

☆ ایک بند عضوی نالی میں صرف طاق ہم آہنگیاں پائی جاتی ہیں اور n ویں ہم آہنگی کی متعلقہ تعدد یہ ہے۔ $f_n = (2n + 1) f_1$.

☆ ایک بند عضوی نالی میں ہم آہنگیوں کی تعددات ان نسبتوں میں پائی جاتی ہیں اور n ویں ہم آہنگی کی متعلقہ تعدد یہ ہے۔

$$f_1 : f_2 : f_3 : f_4 :... = 1 : 3 : 5 : 7 :...$$

☆ کھلی عضوی نالی میں تمام آہنگیاں پائی جاتی ہیں اور n ویں ہم آہنگی کی تعدد $f_n = n f_1$ ہے ۔

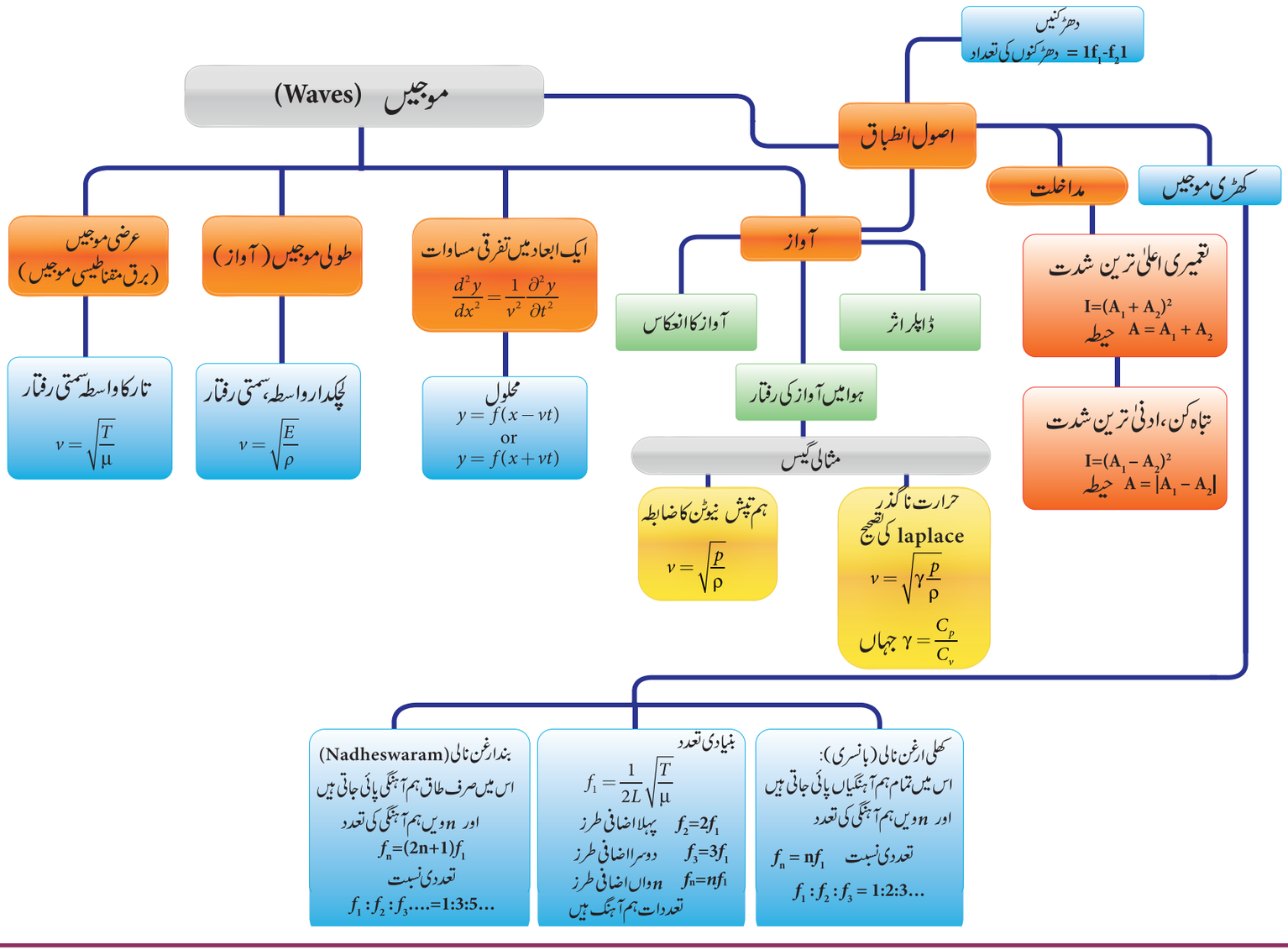
☆ کھلی عضوی نالی میں ہم آہنگیوں کی تعددات ان نسبتوں میں پائی جاتی ہیں۔

$$f_1 : f_2 : f_3 : f_4 :... = 1 : 2 : 3 : 4 :...$$

☆ جب بھی صوتی ذریعہ اور سامعی کے درمیان ایک متعلقہ حرکت پائی جاتی ہے، سامعی سے مشاہدہ کی جانے والی آواز کی تعدد، ذریعہ سے پیدا ہونے والی تعدد سے مختلف ہوتی ہے۔ اسے ڈاپلر اثر کہا جاتا ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:52 PM

CONCEPT MAP تصوری نقشہ



11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:53 PM

I۔ کثیر انتخابی سوالات:

1۔ ایک طالب علم ایک دوشاخہ کی مدد سے 120Hz کی تعدد کے ساتھ اپنے گٹار پر ضرب لگاتا ہے اور بیک وقت اپنی گٹار پر 4ویں تار بجاتا ہے بغور مشاہدہ کے ذریعہ، وہ مجموعی آواز کے حیطہ کو فی سکنڈ تین مرتبہ ارتعاش پاتے ہوئے محسوس کرتا ہے۔ مندرجۂ ذیل تعددات میں سے کون سی تعداد اس کے گٹار کی 4 ویں تار کی تعدد کی طرح ہوگی؟

a) 130 b) 117
c) 110 d) 120

2۔ ایک عرضی موج واسطہ A سے واسطہ B تک حرکت کرتی ہے۔ واسطہ A میں اس عرضی موج کی سمتی رفتار $500\ ms^{-1}$ ہے اور موجی طول 5m ہے۔ اگر واسطہ B میں اس کی سمتی رفتار $600\ ms^{-1}$ ہو تو واسطہ B میں اس کی بالترتیب تعداد اور موجی طول یہ ہوں گے۔

a) 120 Hz اور 5 m
b) 100 Hz اور 5 m
c) 120 Hz اور 6 m
d) 100 Hz اور 6 m

3۔ ایک مخصوص نالی کے لئے، 1000Hz سے کم والی چھ ہم آہنگی تعددات میں سے صرف چار تعددات دی گئی ہیں 300Hz، 600Hz، 750Hz اور 900Hz۔ اس فہرست میں چھوٹے ہوئے تعدد کون سے ہیں؟

a) 100 Hz, 150 Hz
b) 150 Hz, 450 Hz
c) 450 Hz, 700 Hz
d) 700 Hz, 800 Hz

4۔ مندرجۂ ذیل آپشنوں میں کون سا آپشن صحیح ہے؟

A	B
(1) معیار	(A) شدت
(2) صوتی شدت (Pitch)	(B) موجی قسم
(3) صوتی زور	(C) تعدد

(1) (2) اور (3) کے لئے بالترتیب آپشن یہ ہیں۔

a) (A) اور (B),(C)
b) (B) اور (C), (A)
c) (C) اور (A), (B)
d) (C) اور (B), (A)

5۔ خطی کثافت 5 g/m رکھنے والی ایک تانی ہوئی تار میں چلنے والی ایک موج کی مساوات $y = 0.03 \sin (450t - 9x)$ ہے، جس میں فاصلہ اور وقت کی پیمائش SI اکائیوں میں کی جاتی ہے۔ تار کا تناؤ یہ ہے۔

a) 5 N
b) 12.5 N
c) 7.5 N
d) 10 N

6۔ ایک صوتی موج جس کی تعدد 5000Hz ہے ہوا میں سفر کرتی ہے اور پھر وہ پانی کی سطح سے ٹکراتی ہے۔ پانی اور ہوا میں اس کے موجی طولوں کی نسبت یہ ہے۔

a) 4.30 b) 0.23
c) 5.30 d) 1.23

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:53 PM

7۔ دو متوازی پہاڑیوں کے درمیان کھڑا ایک شخص ایک بندوق چلاتا ہے اور t_1 سکنڈ کے بعد اس کی پہلی بازگشت سنتا ہے۔ دو پہاڑیوں کا درمیانی فاصلہ یہ ہے۔

a) $\frac{v(t_1-t_2)}{2}$ b) $\frac{v(t_1t_2)}{2(t_1+t_2)}$

c) $v(t_1+t_2)$ d) $\frac{v(t_1+t_2)}{2}$

8۔ ایک نالی جس کا ایک کنارا بند ہے، میں موجود ہوائی قطار 83 Hz تعدد والے مرتعش جسم کے ساتھ گونجنے لگتی ہے۔ پھر ہوائی قطار کی لمبائی یہ ہے۔

a) 1.5 m (b) 0.5 m

(c) 1.0 m (d) 2.0 m

9۔ x سمت میں سفر کرنے والی ایک موج کا ہٹاؤ y یوں پیش کیا جاتا ہے، $y=(2\times10^{-3})\sin(300t-2x+\frac{\pi}{4})$

جہاں x اور y کی پیمائش میٹر سے کی جاتی ہے اور t سکنڈ سے کی جاتی ہے۔ موج کی رفتار یہ ہے۔

(a) 150 ms^{-1} (b) 300 ms^{-1}

(c) 450 ms^{-1} (d) 600 ms^{-1}

10۔ دو مساوی تاروں کا تصور کیجئے جو بیک وقت اپنی بنیادی طرزوں میں مرتعش ہو رہی ہیں۔ ان دو تاروں کے تناؤ، کثافتیں، لمبائیوں اور قطر بالترتیب 8:1، 1:2، $x:y$، اور 4:1 کی نسبت میں ہیں۔ اگر اعلیٰ راگ (Pitch) کا طرز (note)، 360Hz کی ایک تعدد رکھتا ہو اور فی سکنڈ پیدا ہونے والی دھڑکنوں کی تعداد 10 ہو تو پھر $x:y$ کی قیمت ہے۔

(a) 36 : 35

(b) 35 : 36

(c) 1 : 1

(d) 1 : 2

11۔ مندرجۂ ذیل میں سے کون ایک موج کی نمائندگی کرتا ہے؟

(a) $(x - vt)^3$ (b) $x(x+vt)$

(c) $\frac{1}{(x+vt)}$ (d) $\sin(x+vt)$

12۔ ایک شخص ایک جھولے پر بیٹھا ہوا ہے جو عمود سے 60° کے زاویہ پر حرکت کر رہا ہے۔ وہ شخص سیٹی بجاتا ہے جس کا تعدد 2.0 k Hz ہے۔ وہ سیٹی جھولے کے ثابت سہارے کے نقطے سے 2 میٹر پر ہے۔ آواز کا پتہ لگانے والا ایک آلہ جو سیٹی کی آواز کا اندازہ لگاتا ہے، جھولے کے سامنے رکھا گیا ہے۔ اس صوتی ڈیٹیکٹر (شناخت گر) (sound detector) سے اندازہ لگائی گئی اعلیٰ ترین تعدد یہ ہے۔

(a) 2.027 *k*Hz (b) 1.974 *k*Hz

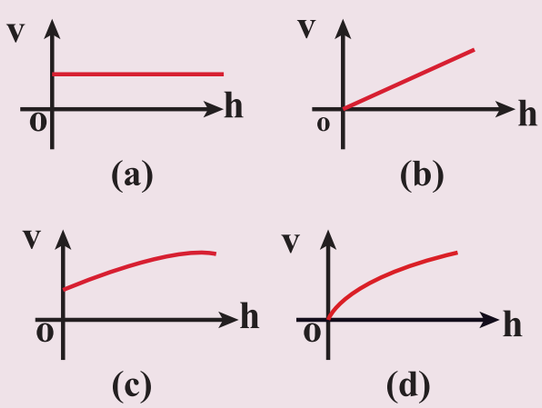
(c) 9.74 *k*Hz (d) 1.011 *k*Hz

13۔ فرض کیجئے کہ مثبت x۔ سمت میں آگے بڑھنے والی موج کا حیطہ $t = 0\ s$ پر $y=\frac{1}{1+x^2}$ ہے۔ وقت $t = 2\ s$ پر آگے بڑھنے والی موج کا حیطہ $y=\frac{1}{1+(x-2)^2}$ ہو جاتا ہے۔ تصور کیجئے کہ روانی کے دوران موج کی شکل تبدیل نہیں ہوتی۔ موج کی سمتی رفتار یہ ہے۔

(a) 0.5m s^{-1} (b) 1.0m s^{-1}

(c) 1.5m s^{-1} (d) 2.0m s^{-1}

14۔ m کمیت والی ایک مساوی رسی ایک مضبوط سہارے سے عمودی طور پر لٹک رہی ہے۔ اس کے نچلے سرے پر ایک عرضی موجی پلس (نبض) پیدا کیا جاتا ہے۔ مندرجۂ ذیل میں سے کون سی ترسیم، نچلے کنارے سے اونچائی h کے ساتھ رفتار v کا صحیح تغیر بتاتا ہے؟



11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:53 PM

15۔ ایک عضوی نالی A جس کا ایک کنارا بند ہے اس کی پہلی ہم آہنگی میں مرتعش کرائی گئی ہے اور دوسری نالی B جس کے دونوں سرے کھلے ہیں اس کی تیسری ہم آہنگی میں مرتعش کرائی گئی ہے۔ ایک دئے گئے دو شاخے کے ساتھ A اور B دونوں گونج میں ہوتے ہیں۔ A اور B کی لمبائی کی نسبت یہ ہے۔

(a) $\frac{8}{3}$ (b) $\frac{3}{8}$

(c) $\frac{1}{6}$ (d) $\frac{1}{3}$

جوابات:

Answers:

1) b	2) d	3) b	4) a
5) b	6) a	7) d	8) c
9) a	10) a	11) d	12) a
13) b	14) d	15) c	

II۔ مختصر جواب دیجئے:

1۔ موجوں سے کیا مراد ہے؟

2۔ موجوں کے اقسام بتایئے؟

3۔ عرضی موجیں کیا ہیں؟ ایک مثال پیش کیجئے۔

4۔ طولی موجیں کیا ہیں؟ ایک مثال پیش کیجئے۔

5۔ موجی طول کی تعریف کیجئے۔

6۔ ایک موج کی تعدد، موجی طول اور سمتی رفتار کا درمیانی تعلق لکھئے۔

7۔ موجوں کی مداخلت سے کیا مراد ہے؟

8۔ دھڑکن کے عمل کی وضاحت کیجئے۔

9۔ آواز کی شدت اور صوتی زور کی تعریف کیجئے۔

10۔ ڈاپلر اثر کی وضاحت کیجئے۔

11۔ ڈاپلر اثر میں سرخ شفٹ اور نیلی شفٹ کی وضاحت کیجئے۔

12۔ گونج کی ہوائی قطار کے آلے میں کناروی تصحیح (end correction) سے کیا مراد ہے۔

13۔ عوامل $y = x + a$ کا نقشہ کھینچئے اور آپ کے نقشہ کی وضاحت کیجئے۔

14۔ گیسوں میں آواز کی سمتی رفتار کو متاثر کرنے والے عوامل تحریر کیجئے۔

15۔ ایک بازگشت (echo) سے کیا مراد ہے؟ واضح کیجئے۔

III۔ تفصیلی جواب دیجئے۔

1۔ ٹھہرے ہوئے پانی میں کس طرح ہلکی لہریں بنتی ہیں۔ بحث کیجئے؟

2۔ سفر کرنے والی اور کھڑی موجوں کے درمیان فرق کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

3۔ بتایئے کہ ایک تار میں بننے والی ایک سفر کرنے والی موج کی سمتی رفتار $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ ہے۔

4۔ ہوا میں صوتی موجوں کی سمت یر فتار کے لئے نیوٹن کے ضابطے کی تشریح کیجئے اور اس کے علاوہ Laplace کی تصحیح پر بھی گفتگو کیجئے۔

5۔ مستوی اور منحنی سطحوں سے منعکس ہونے والی آواز پر مختصر نوٹس لکھئے۔

6۔ اصول انطباق (Superposition principle) کے تصور کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

7۔ واضح کیجئے کہ موجوں کی مداخلت کس طرح بنتی ہے؟

8۔ دھڑکنوں کے بناوٹ (formation of beats) کی تشریح کیجئے۔

9۔ ساکن موجیں کیا ہیں؟ ساکن موجوں کی بناوٹ کی وضاحت کیجئے اور اس کے علاوہ ساکن موجوں کی خصوصیات لکھئے۔

10۔ تانی ہوئی تاروں میں عرضی ارتعاشات کے کلیے پر گفتگو کیجئے۔

11۔ بنیادی تعدد، ہم آہنگی اور اضافی طرزوں کے تصور کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

12۔ ایک صوت پیما کیا ہے؟ اس کی تعمیر اور عمل بتایئے۔ واضح کیجئے کہ صوت پیما کی مدد سے دوشاخہ کا تعدد کا تعین کس طرح کرنا چاہئے؟

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:54 PM

13۔ شدت اور صوتی زور پر مختصر نوٹس لکھئے۔

14۔ واضح کیجئے کہ ان میں کس طرح اضافی طرزیں بنتے ہیں

(a) بند ارغن نالی (closed organ pipe)

(b) کھلی اُرغن نالی (open organ pipe)

15۔ آپ ایک ہوائی قطار کے گونج کے آلے کی مدد سے آواز کی سمتی رفتار کا تعین کس طرح کروگے؟

16۔ ڈاپلر اثر سے کیا مراد ہے؟ مندرجۂ ذیل صورت حال پر مباحثہ کیجئے۔

(a) ذریعہ متحرک اور سامعی ساکن

(a) ذریعہ سامعی کی طرف حرکت کرتا ہے۔

(b) ذریعہ سامعی سے دور جانے لگتا ہے۔

(2) سامعی متحرک اور ذریعہ ساکن

(a) سامعی ذریعہ کی طرف حرکت کرتا ہے

(b) سامعی ذریعہ سے دور جانے لگتا ہے۔

(3) دونوں متحرک ہیں

(a) ذریعہ اور سامعی ایک دوسرے کی طرف حرکت کرتے ہیں۔

(b) ذریعہ اور سامعی ایک دوسرے سے دور ہونے لگتے ہیں۔

(c) ذریعہ سامعی کا پیچھا کرتا ہے۔

(d) سامعی ذریعہ کا پیچھا کرتا ہے۔

IV۔ حسابی مسئلے:

1۔ کسی ایک واسطے میں ایکموج کی رفتار 900m/s ہے اگر دو منٹوں میں اس واسطے کے کسی ایک نقطے کے تحت 3000 موجیں گزرتی ہیں تو اس کے موجی طول کا محاسبہ کیجئے۔

جواب: $\lambda = 36$ m

2۔ ہیلیم کے 4 مول اور آکسیجن کے 2 مول کا ایک آمیزہ تصور کیجئے۔ 300K پر اس گیسی آمیزے میں آواز کی رفتار کا محاسبہ کیجئے۔

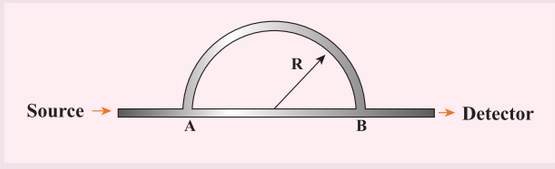
جواب: $400.9\ ms^{-1}$

3۔ سمندر میں ایک جہاز اپنے نچلے حصے سے سیدھے نیچے کی جانب سمندری پانی میں SONAR موجیں بھیجتی ہے۔ وہ سگنل نچلی تہہ میں پڑی چٹان سے منعکس ہوکر 3.5s کے بعد واپس جہاز کو پہنچتا ہے۔ 100km حرکت کرنے کے بعد وہ جہاز دوبارہ ایک سگنل بھیجتی ہے جو 2s میں واپس لوٹتا ہے۔ ہر معاملے میں سمندر کی گہرائی کا محاسبہ کیجئے اور دو معاملات کے درمیان اونچائی میں موجود فرق بھی معلوم کیجئے۔

جواب: $\Delta d = 1149.75\ m$

4۔ ایک نالی میں ایک صوتی موج منتقل کی جاتی ہے جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ وہ صوتی موج نقطہ A پر دو حصوں میں بٹتی ہے اور نقطہ B پر واپس جڑ جاتی ہے۔ فرض کیجئے کہ R اس نصف دائرہ کا نصف قطر ہے جو پہلی ادنیٰ تر (minima) تک متغیر ہوتا ہے۔ اگر آواز کا موجی طول 50.0m ہو تو اوسط نصف دائرے کا نصف قطر معلوم کیجئے۔

جواب: $R = 21.9\ m$



5۔ تعدد کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں N تعداد کے دو شاخے جوڑے گئے ہیں اور کوئی بھی دو مسلسل دو شاخے جب ملا کر بجائے جاتے ہیں تو n تعداد کی دھڑکنیں فراہم کرتے ہیں۔ اگر آخری دو شاخہ پہلے (جو Octave کہلاتا ہے) کی دوگنی تعدد فراہم کرتا ہے تو بتائیے کہ پہلے دو شاخے کی تعدد $f = (N-1)n$ ہے۔

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:54 PM

6۔ فرض کیجئے کہ ایک ذریعہ ایک آواز رواں کرتا ہے جس کی شدت ایک نقطے پر (شروع میں) I ہے۔ اگر بالفرض ہم ایک معاملہ تصور کریں کہ صوتی موج کا حیطی دوگنا ہو جاتا ہے اور تعدد ایک چوتھائی حصے تک کم ہو جاتی ہے تو اب اسی نقطے پر آواز کی نئی شدت معلوم کیجئے۔

جواب : $I_{new} \propto \frac{1}{4} I_{old}$.

7۔ مساوی لمبائی والی دو عضوی نالیوں کا تصور کیجئے جن میں سے ایک عضوی نالی بند ہے اور دوسری عضوی نالی کھلی ہے۔ اگر بند نالی کی بنیادی تعدد 250Hz ہو تو کھلی عضوی نالی کی بنیادی تعدد دریافت کیجئے۔

جواب : 500Hz

8۔ $20\ ms^{-1}$ کی ایک سمتی رفتار کے ساتھ حرکت کرنے والی ایک سائرن کار میں موجود ایک پولیس، $v_0\ ms^{-1}$ کی ایک سمتی رفتار میں حرکت کرنے والی ایک کار میں موجود ایک چور پیچھا کرتا ہے۔ پولیس کی کار 300 Hz پر آواز کرتی ہے اور دونوں 400 Hz تعدد والی ایک ساکن سائرن کی طرف حرکت کر رہے ہیں۔ وہ رفتار دریافت کیجئے جس میں چور حرکت کر رہا ہے۔ (تصور کر لیجئے کہ وہ چور کوئی دھڑکن محسوس نہیں کرتا)۔

جواب $v_{thief} = 10\ ms^{-1}$

9۔ مندرجۂ ذیل عوامل پر غور کیجئے۔

(a) $y = x^2 + 2\ \alpha\ t\ x$

(b) $y = (x + vt)^2$

اوپر کے عوامل میں سے کسی کو ایک موج کے طور پر مخصوص کیا جا سکتا ہے؟

جواب: (a) یہ عوامل موج کی وضاحت نہیں کر رہا ہے۔

(b) موجی مساوات کو مطمئن کرتا ہے۔

کتب حوالہ

1. Vibrations and Waves – A. P. French, CBS publisher and Distributors Pvt. Ltd.
2. Concepts of Physics – H. C. Verma, Volume 1 and Volume 2, Bharati Bhawan Publisher
3. Halliday, Resnick and Walker, Fundamentals of Physics, Wiley Publishers, 10th edition
4. Serway and Jewett, Physics for scientist and engineers with modern physics, Brook/Coole publishers, Eighth edition

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:54 PM

ICT CORNER

Waves

موجیں

اس کارروائی کے ذریعہ آپ موجی حرکت
کے بارے میں سیکھ سکتے ہیں۔

مرحلے:

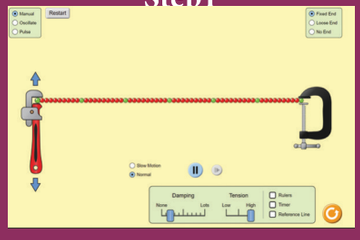
☆ ''ایک تار موجیں'' پر بنے phET '. کے مجازی صفحے پر پہنچنے کے لئے URL کا استعمال کریں یا QR کوڈ اسکین کریں۔

☆ کارروائی کی کھڑکی میں تار کا ایک نقشہ دیا گیا ہے۔ Play کے Icon پر کلک کیجئے تا کہ موج کی حرکت دیکھ سکے۔

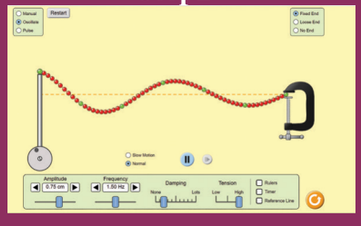
☆ کھڑکی کی بائیں جانب موجود جدول سے موجی قسم کا انتخاب کر کے اور نیچے دئے گئے amplitude اور frequency کو تبدیل کر کے ہم oscillations اور pulse کا مشاہدہ کر سکتے ہیں۔

☆ کھڑکی کی دائیں جانب کناروی قسموں کا انتخاب کر سکتے ہیں اور کئے گئے تجربے کو دہرا سکتے ہیں۔

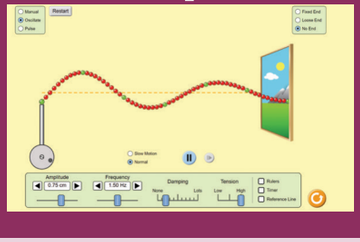
Step1



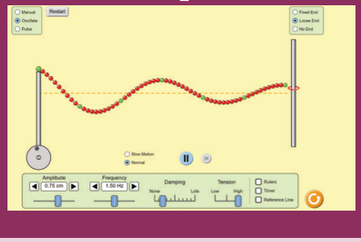
Step2



Step3



Step4



URL:

https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-on-a-string

* Pictures are indicative only.

* If browser requires, allow **Flash Player** or **Java Script** to load the page.

11 physics V2 11. waves
Monday, January 02, 2023 1:29:55 PM

ہائر سکنڈری سالِ اوّل

Higher Secondary First Year

طبیعیات

PHYSICS

عملی مشق

(Practical)

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:43 PM

پریکٹکلس کی فہرست:

1۔ ورنیر پیما کی مدد سے معلوم شدہ کمیت والے ٹھوس کرہ کی جمود کی حرکت معلوم کرنا۔

2۔ غیر مساوی موڑ (Bending) سوئی اور خوردبین کی مدد سے بوجھ اور پستی (Depression) کے درمیانی تعلق کی تصدیق۔

3۔ ایک کمانی کی مستقلہ کمانی (Spring constant of a spring)

4۔ سادہ رقاص کی مدد سے اسراع بوجہ جاذبہ۔

5۔ گونجی قطار (Resonance column) کی مدد سے ہوا میں آواز کی سمتی رفتار۔

6۔ Stoke کے طریقہ کی مدد سے ایک مائع کی لزوجت۔

7۔ شعریانی چڑھاؤ (Capillary rise) کے طریقے سے سطحی تناؤ۔

8۔ حرارہ پیما یا کیلوری میٹر کے ذریعہ نیوٹن کے ٹھنڈا کرنے کے کلیے کی تصدیق۔

9۔ سونومیٹر یا صوت پیما کی مدد سے مستقل تناؤ کے تحت ایک دی گئی تار کے تعدد اور لمبائی کے درمیانی تعلق کا مطالعہ۔

10۔ سونومیٹر یا صورت پیما کی مدد سے مستقل تناؤ کے تحت ایک دی گئی تار کے تعدد اور لمبائی کے درمیانی تعلق کا مطالعہ۔

11۔ قوتوں کے متوازی الاضلاع کے کلیے کی تصدیق (امتحان کے لئے نہیں۔صرف برائے نمائندگی)

12۔ ورنیر پیما اور طبعی ترازو کی مدد سے ایک شئے کی کثافت کا تعین (امتحان کے لئے نہیں۔صرف برائے نمائندگی)

نوٹ: طلباء کے لئے یہ ہدایت دینا چاہئے کہ وہ حجم I کے ہر اکائی کے آخر میں موجود ICT کارنر میں دئے گئے تجربات کر کے دیکھیں۔ (مطالعہ خود سے کرنا ہوگا۔امتحان کے لئے نہیں)

CAY4J

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:44 PM

1۔ ورنیر پیما کی مدد سے معلوم شدہ کمیت کے ایک ٹھوس کرہ کی جمود کی حرکت

(1. Moment of Inertia of a solid sphere of known mass using vernier caliper)

مقصد : ورنیر پیما کی مدد سے معلوم شدہ کمیت کے ایک ٹھوس کرہ کی جمود کی حرکت کا تعین کرنا

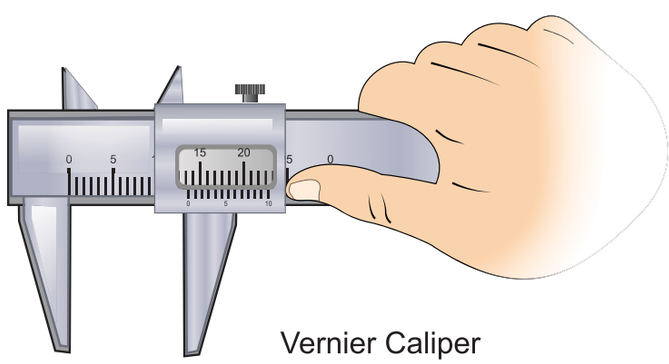
درکار اشیاء : ورنیر پیما، ٹھوس کرہ

ضابطہ : ایک ٹھوس کرہ کے قطر کے تحت اس کی جمود کی حرکت $I_d = \frac{2}{5} MR^2 \text{ kgm}^2$

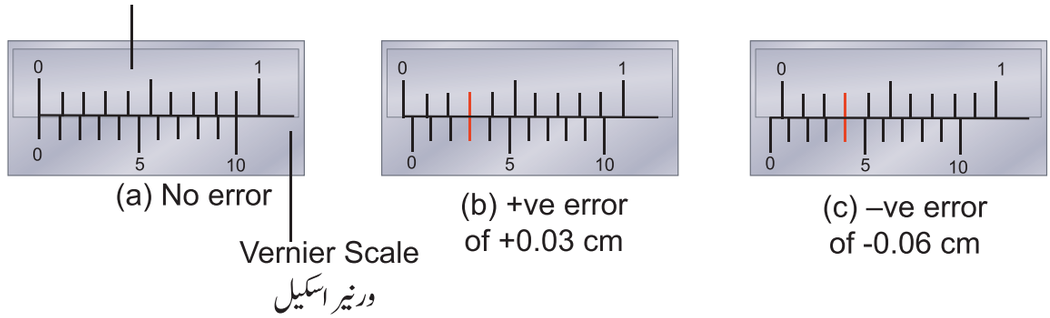
جہاں M ← کرہ کی کمیت (دی جانے والی معلوم شدہ قیمت) کلوگرام میں

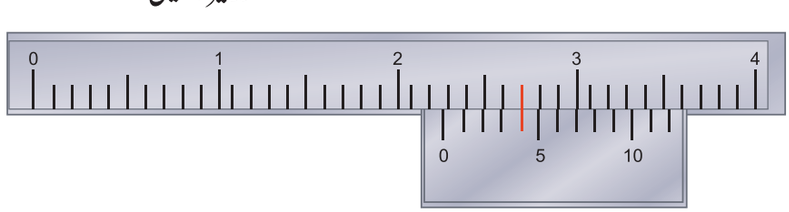
R ← کرہ کا نصف قطر میٹر میں

نقشہ :



Vernier Caliper
ورنیر پیما





(d) Vernier reading ورنیر کی نگارش

رڈینگ کا ایک نمونہ
A model reading
MSR = 2.2 cm ; VSC = 4 divisions;
نگارش Reading = [2.2 cm+(4x0.01cm)] = 2.24 cm

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:44 PM

طریقہ:

☆ ورنیر پیما کو صفری غلطی کے لئے جانچا جاتا ہے اور اگر غلطی پائی گئی تو نوٹ کر لی جاتی ہے۔

☆ کرے کو ورنیر کے جبڑوں کے درمیان رکھا جاتا ہے اور اصل اسکیل کی ریڈنگ نوٹ کر لی جاتی ہے۔

☆ اصل اسکیل کے کسر سے ملتے جلتے ورنیر اسکیل کے کسر (division)، (VSC) کو نوٹ کیا جاتا ہے اس VSC کو شمار اقل (LC) سے ضرب کرنے پر ورنیر پیما کی ریڈنگ (VSR) حاصل ہوتی ہے۔

☆ MSR یعنی اصل اسکیل کی ریڈنگ کے ساتھ VSR کو جمع کیا جاتا ہے۔ یہ قیمت، کرہ کا قطر ہے۔

☆ کرہ کو مختلف طریقوں سے رکھ کر مشاہدات درج کئے جاتے ہیں اور قطر کی اوسط قیمت معلوم کی جاتی ہے۔
اس قیمت کی مدد سے کرے گا، نصف قطر معلوم کیا جاتا ہے۔

☆ کرہ کی معلوم شدہ کمیت M اور کرہ کے معلوم کئے گئے نصف قطر کی مدد سے دئے گئے۔ اس کرہ کے قطر کے تحت دئے گئے ضابطہ کی مدد سے، جمود کی حرکت معلوم کی جاتی ہے۔

شمار اقل LC (Least count)

ایک اصل اسکیل کی نگارش MSD = ... = سمر

ورنیر پیما کے نگارشات کی تعداد = ...

$$\text{شمار اقل LC} = \frac{\text{1 اصل اسکیل کی نگارش}}{\text{کل ورنیر اسکیل کی نگارشات}}$$

مشاہدے:

صفری غلطی =

صفری تصحیح (Z.C) = صفری غلطی × LC

نمبر شمارہ	MSR $\times 10^{-2}$m	ورنیر کا انطباق VSC (div)	VSR = (VSC× LC) $\times 10^{-2}$m	TR = (MSR +VSR) $\times 10^{-2}$m	کرہ کا قطر = 2R صحیح ریڈنگ = (TR ± Z.C) $\times 10^{-2}$m
1					
2					
3					
4					
5					
6					

اوسط قطر 2R = ... m

کرہ کا نصف قطر R = ... m

R = ... m

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:44 PM

محاسبہ : کرے کی کمیت M = ... کلوگرام (معلوم شدہ قیمت دی گئی ہے)

کرے کا نصف قطر R = ... میٹر

ایک ٹھوس کرے کے قطر کے تحت اس کے جمود کی حرکت $I_d = \frac{2}{5} MR^2$ = ... $kg\ m^2$

نتیجہ :

ورنیر پیما کی مدد سے ایک دئے گئے ٹھوس کرے کے قطر کے تحت اس کی جمود کی حرکت

I_d = ... $kg\ m^2$

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:44 PM

2۔ غیر مساوی موڑ۔سوئی اور خوردبین کی مدد سے بوجھ اور پستی کے درمیانی تعلق کی تصدیق

2. NON – UNIFORM BENDING – VERIFICATION OF RELATION BETWEEN LOAD AND DEPRESSION USING PIN AND MICROSCOPE

مقصد : ایک ستون کے غیر مساوی موڑ کی مدد سے بوجھ اور پستی کے درمیانی تعلق کی تصدیق کرنا۔

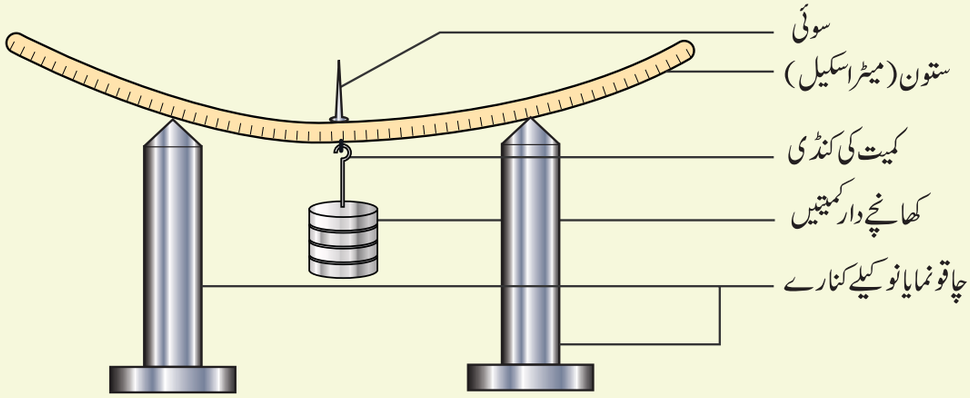
درکار اشیاء : ایک لمبا مساوی ستون (عام طور پر ایک میٹر اسکیل) دو چاقو دھاری کنارے
کمیت کی کنڈی، کھانچے دار کمیتیں سوئی اور ورنیر خوردبین

ضابطہ : $\frac{M}{s}$ = ایک مستقلہ

جہاں M سے لگایا گیا بوجھ (کمیت) (Kg)

S سے لگائے گئے بوجھ کے لئے ستون میں پڑھنے والا دباؤ (پستی)

خاکہ :



سوئی اور خوردبین۔غیر مساوی موڑ - تجرباتی ترتیب

طریقہ :

- میٹر پر دونوکیلے کنارے رکھئے۔
- مساوی ستون (میٹر اسکیل) کو نوکیلے کناروں پر رکھئے۔
- درمیان میں کمیت کی کنڈی کو لٹکا دیجئے۔
- جس جگہ کنڈی لٹکائی جاتی ہے، اسکیل کے اس مرکز پر ایک سوئی لگا دی جاتی ہے۔
- اس ترتیب کے قریب ایک ورنیر خوردبین رکھ دیجئے۔

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:44 PM

- خوردبین کو درست کیجئے تا کہ سوئی صاف طور پر نظر آ سکے۔
- خوردبین کے افقی ترچھی۔تار (Cross-wire) کو سوئی کی نوک کے ساتھ اتفاق پیدا کیجئے۔
(یہاں کمیتی کنڈی کم ترین بوجھ (dead load) M, ہے۔
- ورنیر خوردبین کی عمودی اسکیل کی ریڈنگ نوٹ کیجئے۔
- کمیت کی کنڈی میں کھانچے دار کمیتوں کو یکے بعد دیگر (50 g) 0.05 kg کی ترتیب میں جوڑتے جایئے اور متعلقہ ریڈنگس نوٹ کیجئے۔
- کمیتوں کو ایک ایک کر کے نکال کر تجربہ کو دہرایئے اور متعلقہ ریڈنگس نوٹ کیجئے۔
- ہر ایک بوجھ کی اوسط ریڈنگ کو کم ترین بوجھ کی ریڈنگ میں سے تفریق کیجئے۔اس سے متعلقہ بوجھ M کے لئے بننے والی پستی حاصل ہوتی ہے۔

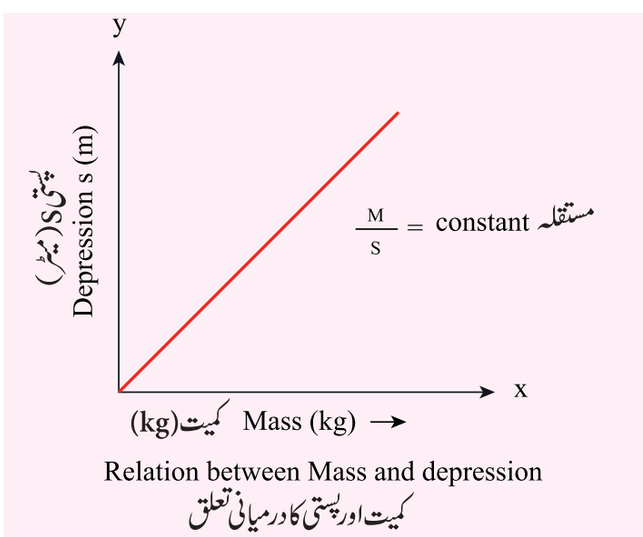
مشاہدات : M/s معلوم کرنے کے لئے

بوجھ (kg)	خوردبین کی ریڈنگ $\times 10^{-2}$ m								M کلوگرام کے لئے پستی (s)	M/s kg m^{-1}
	بڑھتا ہوا بوجھ			گھٹتا ہوا بوجھ			اوسط			
	MSR	VSR	TR	MSR	VSR	TR				
M								x_0		
M + 0.05								x_1	$x_1 - x_0 =$ _____	
M + 0.10								x_2	$x_2 - x_0 =$ _____	
M + 0.15								x_3	$x_3 - x_0 =$ _____	
M + 0.20								x_4	$x_4 - x_0 =$ _____	
M + 0.25								x_5	$x_5 - x_0 =$ _____	
									اوسط	

فرضی ترسیم

بوجھ (M) بالمقابل پستی (S)

M اور S کے درمیان ایک ترسیم کھینچی جاسکتی ہے۔ یہ ایک سیدھا خط ہے۔



Relation between Mass and depression
کمیت اور پستی کا درمیانی تعلق

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:45 PM

محاسبہ :

(i) $\frac{M}{s} =$

(ii) $\frac{M}{s} =$

(iii) $\frac{M}{s} =$

(iv) $\frac{M}{s} =$

(v) $\frac{M}{s} =$

نتیجہ :

- ہر بوجھ کے لئے کمیت اور پستی کی درمیانی نسبت معلوم کی جاتی ہے۔ یہ قیمت مستقل معلوم ہوتی ہے۔
- لہذا، ایک ستون کے غیر مساوی موڑ کے طریقے کی مدد سے بوجھ اور پستی کے درمیانی تعلق کی تصدیق کی گئی۔

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:45 PM

3۔ ایک کمانی کی مستقلہ کمانی (Spring constant of a spring)

مقصد : عمودی اہتزازات کے طریقے کی مدد سے ایک کمانی کی مستقلہ کمانی کا تعین کرنا۔

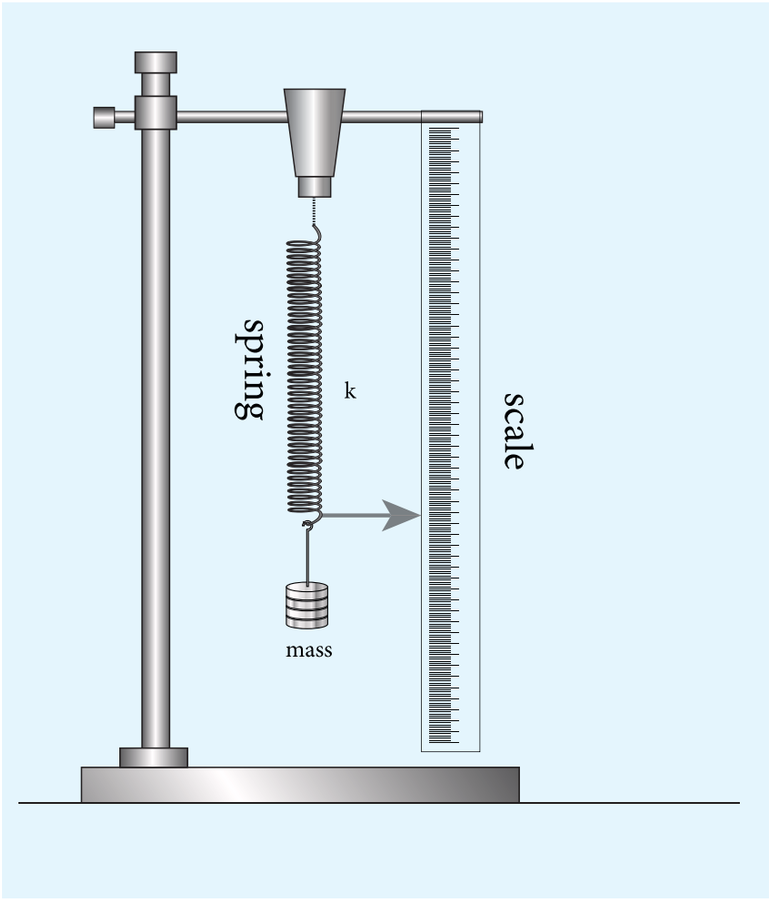
درکار اشیاء : کمانی، سخت سہارا، کنڈی، 50 گرام کمیتی کنڈی، 50g کھانچے دار کمیتیں، روک گھڑی، میٹر اسکیل، نمائندہ (Pointer)

ضابطہ : $k = 4\pi^2 \left(\frac{M_2 - M_1}{T_2^2 - T_1^2} \right)$ کمانی کا مستقلہ، کمانی

جہاں M_1، M_2 منتخب کردہ بوجھیں ہیں (کلوگرام میں)

T_1، T_2 ہے۔ M_1 اور M_2 کے بالترتیب متعلقہ وقت، دوران سکنڈ میں

نقشہ : کمانی، اسکیل



طریقہ :

- ایک کمانی کے اوپری کنارے کو ایک لکڑے کے ایستادہ کے ایک سخت شکنجے یعنی پٹی کے ذریعہ عمودی طور پر مضبوطی سے لٹکا دیا جاتا ہے اور اس کے نچلے کنارے میں ایک کمیتی کنڈی لگا دی جاتی ہے۔ کمانی کے نچلے حصے میں ایک نمائندہ Pointer لگا ہوا ہوتا ہے، جو ایک ثابت شدہ اسکیل کے اوپر سے گذرتا ہے۔

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:45 PM

- کمیتی کنڈی میں ایک مناسب بوجھ (مثلاً 100 گرام) جمع کیا جاتا ہے اور اسکیل کے جس نقطہ پر وہ Pointer سکونت اختیار کرتا ہے۔ اس کی ریڈنگ نوٹ کر لی جاتی ہے۔ یہی توازنی مقام ہے۔ کنڈی میں موجود کمیت کو نیچے کھینچ کر چھوڑا جاتا ہے، تاکہ وہ کمانی متوازن مقام کے دونوں جانب اوپر نیچے اہتزاز کر سکے۔
- جب پائنٹر توازن مقام کو پار کر رہا ہوتا ہے تو ایک روک گھڑی چالو کی جاتی ہے اور 10 عمودی اہتزازات کے لئے لیا گیا وقت نوٹ کیا جاتا ہے، پھر وقفۂ اہتزاز T معلوم کیا جاتا ہے۔
- کمیتی کنڈی میں 50 گرام کی ترتیب میں یکے بعد دیگر بوجھ کو جمع کر کے اسی تجربہ کو دہرایا جاتا ہے اور ہر مرتبہ وقفۂ اہتزاز معلوم کیا جاتا ہے۔
- کمیتیں M_1 اور M_2 کے لئے (50 گرام کے ایک فرق کے ساتھ) $\frac{M_2 - M_1}{T_2^2 - T_1^2}$ متعلقہ وقفہ دوران T_1 اور T_2 ہیں تو پھر قیمت کا محاسبہ کیا جاتا ہے، اور اس کا اوسط معلوم کیا جاتا ہے۔
- دئے گئے ضابطے کی مدد سے دی گئی کمانی کی مستقلہ کمانی معلوم کی جاتی ہے۔

مشاہدات :

نمبر شمارہ	کمیت M $\times 10^{-3}$ kg	دس اہتزازات کے لئے لیا گیا وقت (t) (s)			وقفۂ اہتزاز $T = \frac{t}{10}$ (s)	T^2 (s^2)	$\frac{M_2 - M_1}{T_2^2 - T_1^2}$ $\times 10^{-3} kg\ s^{-2}$
		پہلی آزمائش	دوسری آزمائش	اوسط			
1	100						
2	150						
3	200						
4	250						
5	300						

اوسط = ... kg s^{-2}

محاسبہ :

$$k = 4\pi^2 \left(\frac{M_2 - M_1}{T_2^2 - T_1^2} \right)$$

کمانی کا مستقلۂ کمانی k = ... kg s^{-2}

نتیجہ :

دی گئی کمانی کی مستقلۂ کمانی کی حاصل کردہ قیمت = ... kg s^{-2}

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:45 PM

4 ACCELERATION DUE TO GRAVITY USING SIMPLE PENDULUM

4۔ سادہ رقاص کی مدد سے اسراع بوجہ جاذبہ

مقصد : ایک سادہ رقاص کی مدد سے اسراع بوجہ جاذبہ کی پیمائش کرنا۔

درکار اشیاء : Retort stand یا ریٹارٹ ایستادہ، رقاص کا گولہ دھاگا میٹر اسکیل روک گھڑی

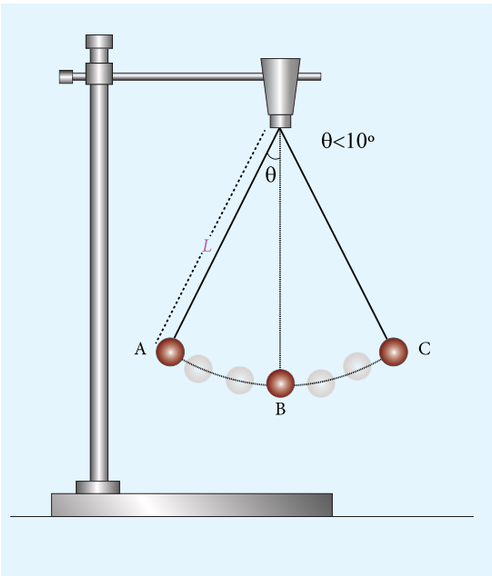
ضابطہ :

$$g = 4\pi^2 \left(\frac{L}{T^2}\right) \text{ (m s}^{-2}\text{)}$$ اسراع بوجہ جاذبہ

جہاں T ← سے سادہ رقاص کا وقفۂ دوران ہے (سکنڈ)۔

g ← اسراع بوجہ جاذبہ

L ← رقاص کی لمبائی (میٹر) نقشہ:



طریقہ :

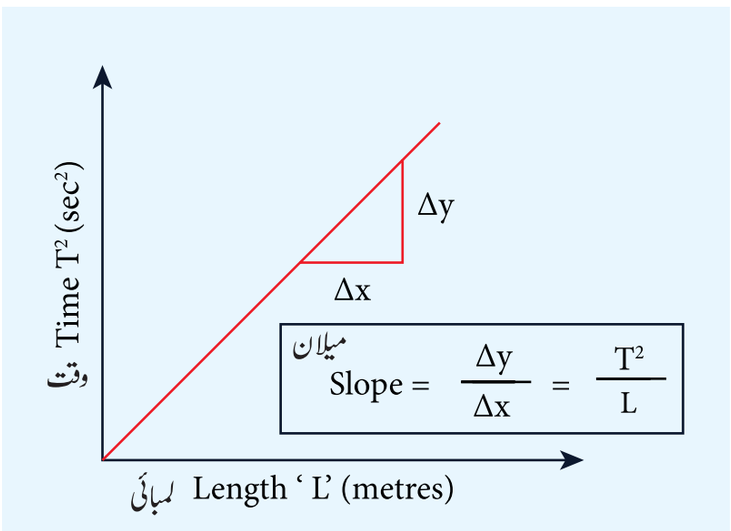
- پیتل کا ایک چھوٹا سا گولا، دھاگے سے باندھ دیجئے۔
- اس دھاگے کو ایستادہ پر ثبت کر دیجئے۔
- لٹکن کی کنڈی کے اوپر سے رقاص کے گولے کے مرکز تک، رقاص کی لمبائی کی پیمائش کیجئے۔
- رقاص کی لمبائی کی پیمائش کو نیچے دی گئی جدول میں درج کیجئے۔
- اہتزاز کا وقفۂ دوران $T = \frac{t}{10}$ معلوم کیا جاتا ہے۔
- رقاص کی مختلف لمبائیوں L کے لئے اسی تجربے کو دہرائیے۔ دئے گئے ضابطے کی مدد سے اسراع بوجہ جاذبہ معلوم کیجئے۔

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:45 PM

مشاہدات : اسراع بوجہ جاذبہ (g) معلوم کرنے کے لئے

رقاص کی لمبائی L (میٹر)	10 اہتزازات کے لئے لیا گیا وقت t(S)			وقفۂ اہتزاز $T = \frac{t}{10}$ (s)	T^2 (s^2)	$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$ $m\ s^{-2}$
	آزمائش 1	آزمائش 2	اوسط			
	اوسط g =					

مثالی ترسیم



$$\text{میلان} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{T^2}{L}\ ;\ \frac{1}{\text{میلان}} = L/T^2$$

نتیجہ :

سادہ رقاص کی مدد سے اسراع بوجہ جاذبہ کی تعین کی گئی قیمت یہ ہے

(i) محاسبہ کے ذریعہ = ... $m\ s^{-2}$

(ii) ترسیم کے ذریعہ = ... $m\ s^{-2}$

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:46 PM

5۔ گونجی (گمکی) قطار (Resonance Column) کی مدد سے ہوا میں آواز ایک سمتی رفتار

5. VELOCITY OF SOUND IN AIR USING RESONANCE COLUMN

مقصد : گونج (گمک) کے عمل کی مدد سے کمرے کی تپش پر ہوا میں آواز کی سمتی رفتار کا تعین کرنا

درکار آلات : گونجی نالی، معلوم شدہ تعدد کی تین دوشاخیں (Tuning forks) ربڑ کی ایک ہتھوڑی، ایک تپش پیما

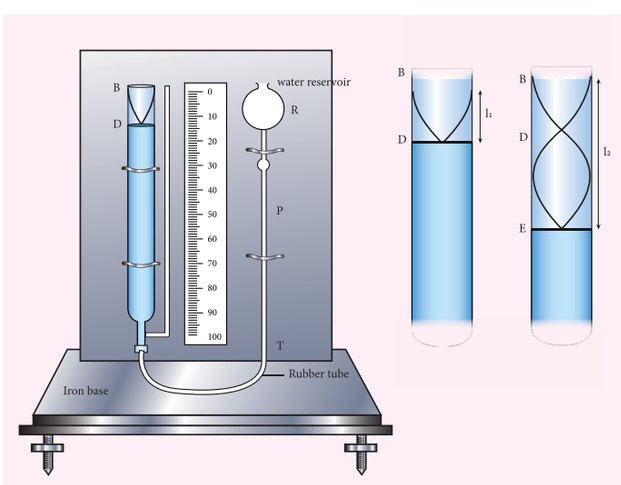
☆Plumb Line (مائع کی ترتیب) Set Squares ایک بیکر میں پانی

ضابطہ $V = 2\nu\,(l_2 - l_1)$ m s^{-1} جہاں ہوا میں آواز کی رفتار ms^{-1}

l_1 اور l_2 پہلی اور دوسری گونج کے لئے ہوائی قطار کی بالترتیب لمبائی

V دوشاخہ کی تعدد (Hz)

نقشہ :



طریقہ :

☆ گونجی نالی کی حالت کو اس طرح ترتیب دیجئے کہ نالی میں موجود ہوائی قطار کی لمبائی بہت چھوٹی ہو۔

☆ معلوم شدہ تعدد کا ایک دوشاخہ لیجئے اور ربڑ کے ہتھوڑے سے اس پر ضرب لگائیے۔ اب وہ دوشاخہ لیجئے ایک تعدد کے ساتھ طولی موجیں پیدا کرتا ہے، جو کہ اس دوشاخہ کی فطری تعدد کے برابر ہوتی ہے۔

☆ مرتعش شدہ دوشاخہ کو افقی طور پر گونجی نالی کے کھلے کنارے پر رکھئے۔ آواز کی موجیں کل نالی کے ذریعہ نیچے تک پہنچتی ہیں اور پانی کی سطح پر انعکاس پاتی ہیں۔

☆ پانی کے ذخیرہ یا نالی کو اوپر چڑھا کر یا نیچے اتار کر نالی میں موجود آبی قطار کو درست کیا جاتا ہے یہاں تک کہ انتہائی آواز (گونج) پیدا ہو جائے۔

☆ اور مقام پر ہوائی قطار کی لمبائی کی پیمائش کیجئے۔ اس قیمت کو پہلی گونجی لمبائی l_1 کے طور پر لیا جاتا ہے۔

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:46 PM

☆ پھر اس کے بعد نالی کو پہلی گونجی لمبائی سے تقریباً دگنی لمبائی تک اونچا کیجئے۔ دوشاخہ کو پھر سے مرتعش کیجئے اور نالی کے کھلے سرے پر رکھئے۔

☆ ہوائی قطار کو درست کیجئے یہاں تک کہ انتہائی گونج سنائی دے۔

☆ اس مقام پر ہوائی قطار کی لمبائی ناپئے۔ اس قیمت کو دوسری گونجی لمبائی l_2 کے طور پر لے لیا جاتا ہے۔

☆ اب ہم اس مساوات کو استعمال کرتے ہوئے کمرے کی تپش پر ہوا میں آواز کی سمتی رفتار کا محاسبہ کر سکتے ہیں $V = 2v(l_2 - l_1)$

☆ مختلف تعدد والے دوشاخوں کے ساتھ اس تجربہ کو دہرائیے اور متعلقہ l_1 اور l_2 کی قیمتوں کی درجہ بندی کیجئے۔

☆ معلوم کی گئی قیمتوں کی اوسط کمرے کی تپش پر ہوا میں آواز کی سمتی رفتار بتاتی ہے۔

مشاہدات :

نمبر شمار	دوشاخہ کی تعداد 'v' (Hz)	l_1 پہلی گونجی لمبائی ($\times 10^{-2} m$)			l_2 دوسری گونجی لمبائی ($\times 10^{-2} m$)			$l_2 - l_1$ ($\times 10^{-2} m$)	آواز کی سمتی رفتار $V = 2v(l_2 - l_1)$ ($m\ s^{-1}$)
		آزمائش 1	آزمائش 2	اوسط	آزمائش 1	آزمائش 2	اوسط		
1									
2									
3									
							اوسط V =		

محاسبہ :

کمرے کی تپش پر ہوا میں آواز کی سمتی رفتار $V = 2v(l_2 - l_1) =$ _____ $m\ s^{-1}$

نتیجہ :

کمرے کی تپش پر ہوا میں آواز کی معلوم کی گئی سمتی رفتار یہ ہے۔ (V) = _____ $m\ s^{-1}$

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:46 PM

STOKES کے طریقے سے ایک مائع کی لزوجت

6. VISCOSITY OF A LIQUID BY STOKE'S METHOD

مقصد: STOKES کے طریقے سے ایک دئے گئے مائع کی لزوجت کے تعاونی عدد کا تعین کرنا

درکار اشیاء: ایک لمبی استوانہ نما شیشہ کی صراحی، اعلیٰ لزوجی مائع، میٹر اسکول، کروی گیند، روک گھڑی، دھاگہ

ضابطہ:

$$\eta = \frac{2r^2(\delta - \sigma)g}{9V} \text{ N s m}^{-2}$$

جہاں η – مائع کی لزوجت کا تعاونی عدد (N s m^{-2})

$r \leftarrow$ کروی گیند کا نصف قطر (m)

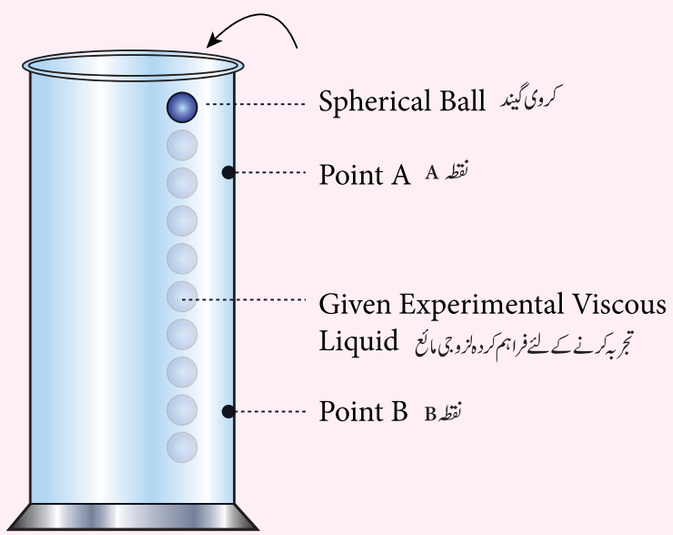
$\alpha \leftarrow$ اسٹیل کے کرہ کی کثافت $(kg\ m^{-3})$

$\pi \leftarrow$ مائع کی کثافت (kg m^{-3})

$g \leftarrow$ اسراع بوجہ جاذبہ $(9.8\ \text{m s}^{-2})$

$V \leftarrow$ اوسط انتہائی سمتی رفتار (m s^{-1})

نقشہ



EXPERIMENTAL SET UP OF MEASURING VISCOSITY BY STOKE'S METHOD

STOKE کے طریقے سے لزوجت کی پیمائش کے لئے تجرباتی ترتیب

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:47 PM

طریقہ

☆ A ایک لمبی نشان کردہ، استوانہ نما، شیشہ کی صراحی لے لی جاتی ہے۔

☆ شیشہ کی صراحی کو تجربہ کے لئے دئے گئے مائع سے بھر دیا جاتا ہے۔

☆ صراحی میں A اور B دو نقاط نشان کئے جاتے ہیں، نشان A مائع کی سطح سے خاصا نیچے لگایا جاتا ہے، تاکہ جب گیند اس نقطہ A کو پار کرے تو وہ انتہائی سمتی رفتار کا حاصل کر چکی ہو۔

☆ خردہ پیما کی مدد سے کروی دھاتی گیند کا نصف قطر معلوم کیا جاتا ہے۔

☆ کروی گیند کو مائع میں چپکے سے گرایا جاتا ہے۔

☆ جب گیند نقطہ A کو پار کرتا ہے تو روک گھڑی چالو کر دی جاتی ہے اور جب وہ گیند نقطہ B پر پہنچتی ہے تو روک گھڑی بند کر دی جاتی ہے اور لیا گیا وقت t نوٹ کر لیا جاتا ہے۔

☆ A اور B کا درمیانی فاصلہ معلوم کیا جاتا ہے اور اس قیمت کو انتہائی رفتار معلوم کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

☆ اب اسی تجربہ کو A اور B کے درمیان مختلف فاصلوں کے ساتھ دہرایا جاتا ہے اس بات کی طرف توجہ دی جاتی ہے کہ نقطہ A پار کرتے وقت وہ گیند انتہائی رفتار حاصل کر چکی ہو۔

مشاہدات: انتہائی سمتی رفتار معلوم کرنے کے لئے

نمبر شمار	کروی گیند سے طے کیا گیا فاصلہ (m)	لیا گیا وقت (t) (s)	انتہائی سمتی رفتار (V) d/t (m s^{-1})
	اوسط		

محاسبہ :

کروی گیند کی کثافت $\delta =$ _____ $kg\ m^{-3}$

دئے گئے مائع کی کثافت $\pi =$ _____ $kg\ m^{-3}$

مائع کی لزوجت کا تعاونی عدد $\eta = \dfrac{2r^2 g(\delta - \sigma)}{9V} =$ _____ N s m^{-2}

نتیجہ : Stokes کے طریقے سے دئے گئے مائع کی لزوجیت کے تعاونی عدد کی حاصل کی گئی قیمت یہ ہے

$\eta =$ _____ N s m^{-2}

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:47 PM

4۔ شعری چڑھاؤ کی طریقے سے سطحی تناؤ

7. SURFACE TENSION BY CAPILLARY RISE METHOD

مقصد : شعری چڑھاؤ کے طریقے سے ایک مائع کے سطحی تناؤ کا تعین کرنا

درکار آلات: پانی کا ایک بیکر، شعری نالی، ورنیر خوردبین: دوسوکروں والا ربڑ کا روک ڈاٹ Stopper، ایک بنائی کی سوئی (Knitting needle) ، ریٹارٹ کلامپ اور ربڑ کی چھوٹی نالی

ضابطہ :

$$T = \frac{hr\sigma g}{2} \quad N\,m^{-1}$$

where $T \leftarrow$ مائع کا سطحی تناؤ $(N\,m^{-1})$

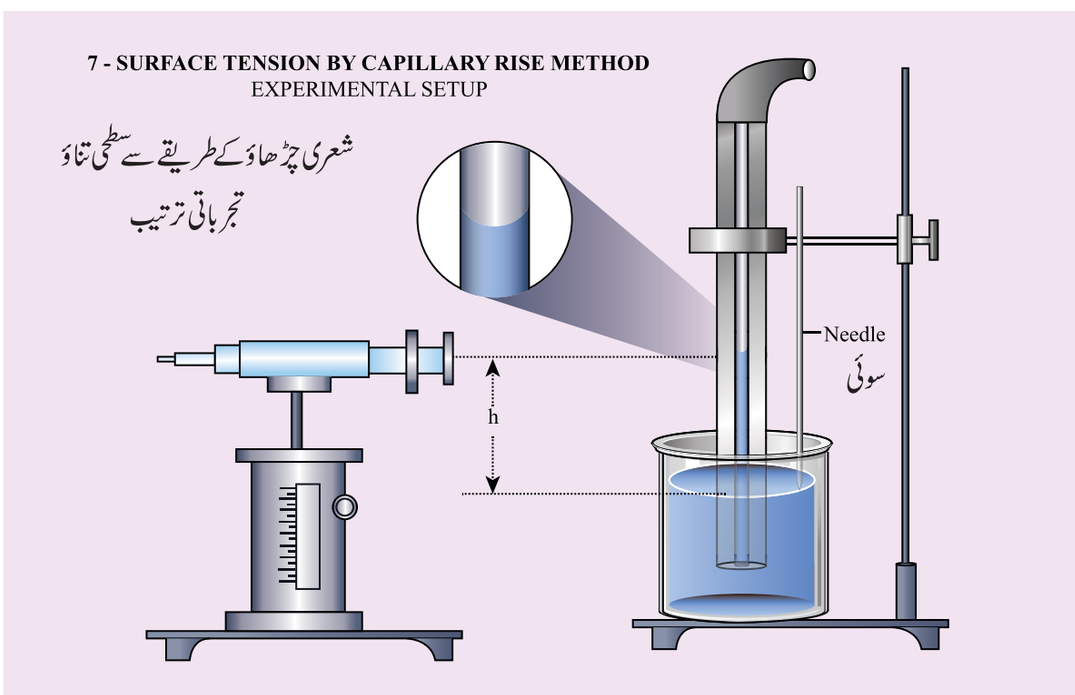
$h \leftarrow$ شعری نالی میں مائع کی اونچائی (m)

$r \leftarrow$ شعری نالی کا نصف قطر (m)

$\sigma \leftarrow$ پانی کی کثافت $(kg\,m^{-3})$ $(\sigma = 1000\ kg\,m^{-3})$

$g \leftarrow$ اسراع بوجہ جاذبہ $(g = 9.8\ m\,s^{-2})$

نقشہ :



طریقہ :

☆ ایک صاف اور سوکھی شعری پانی نالی لی جاتی ہے اور ایک ایستادہ میں ثبت کر دی جاتی ہے۔

☆ ایک قابل ترتیب (adjustable) پلیٹ فارم پر پانی کا ایک بیکر رکھا جاتا ہے اور بیکر کے اندر ایک شعری نالی اس طرح جاتی ہے کہ اس کے اندر پانی کی ایک چھوٹی سی مقدار چڑھی ہوئی ہو۔

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:47 PM

☆ شعری نالی کے قریب ایک سوئی کو اس طرح ثبت کیجئے کہ وہ سوئی پانی کو چھو رہی ہو۔

☆ پانی کی ہلالی سطح (Meniscus) کے نچلے حصے پر، ایک ورنیر خوردبین فوکس کیا جاتا ہے اور اسے ترچھی تار کی افقی خط کے برابر رکھنے کے بعد اس کی ریڈنگ نوٹ کر لی جاتی ہے۔

☆ ترچھی تار کے افقی خط کے ساتھ سوئی کی نوک کو برابر رکھ کر سوئی کی نوک کو فوکس کیا جاتا ہے اور ریڈنگ نوٹ کر لی جاتی ہے۔

☆ عمودی اسکیل کے دو ریڈنگ کا درمیانی فرق، شعری نالی میں چڑھے ہوئے مائع کی اونچائی فراہم کرتا ہے۔

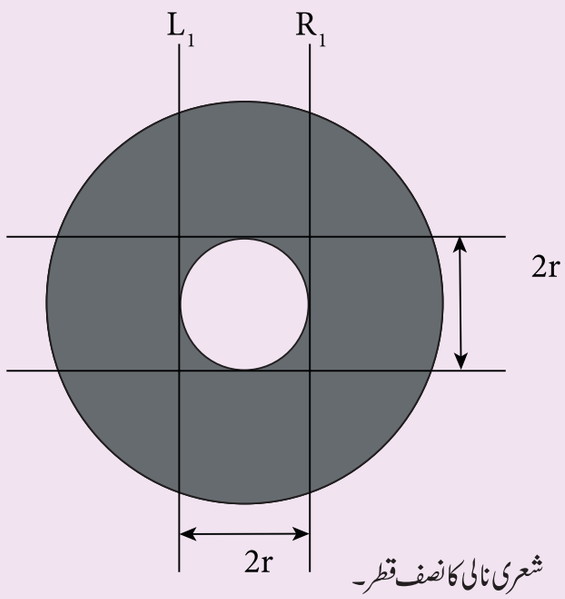
☆ اب پانی کا نصف قطر معلوم کرنے کے لئے شعری نالی کے اوپر چڑھایا جاتا ہے اور بیکر کو ہٹا دیا جاتا ہے۔ احتیاط کے ساتھ شعری نالی کو اس طرح گھمایئے کہ ڈوبا ہوا نچلا کنارا آپ کی طرف رخ کر رہا ہو۔

☆ ورنیر خوردبین کی مدد سے شعر یانی نالی پر اس طرح فوکس کیا جاتا ہے۔ کہ اس کی اندرونی دیواریں صاف طور سے نظر آنے لگتی ہیں۔

☆ پھر اس کے بعد عمودی ترچھی لکیر کو اندرونی دیور کے بائیں گراف ملا کر ریڈنگ (L_1) نوٹ کر لی جاتی ہے۔

☆ خوردبین کے پیچوں کو افقی سمت گھما کر نالی کی اندرونی دیوار کے دائیں حصہ پر فوکس کیا جاتا ہے اور ریڈنگ (R_1) نوٹ کر لی جاتی ہے اس طرح سے $\frac{1}{2}(L_1 - R_1)$ کے طور پر نالی کا نصف قطر معلوم کیا جاتا ہے۔

☆ آخر کار دئے گئے ضابطے کی مدد سے سطحی تناؤ کا محاسبہ کیا جاتا ہے۔



شعری نالی کا نصف قطر۔

RADIUS OF THE CAPILLARY TUBE

مشاہدے

مائع کی اونچائی ناپنے کے لئے

خوردبین کا شمار اقل = _____ cm

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:47 PM

آزمائش نمبر	مائع کے ہلال کے نچلے مقام کے لئے خوردبین کی ریڈنگ			سوئی کے نچلے کنارے کے مقام کے لئے خوردبین کی ریڈنگ			مائع کی اونچائی h $\times 10^{-2}$ m a ~ b
	MSR	VSC × LC = VSR	TR (a) $\times 10^{-2}$ m	MSR	VSC × LC = VSR	TR (b) $\times 10^{-2}$ m	
				اوسط h			

شعری نالی کا نصف قطر

نالی	نالی کی اندرونی بائیں دیوار کے مقام کے لئے خوردبین کی ریڈنگ (L_1)			نالی کی اندرونی دائیں دیوار کے مقام کے لئے خوردبین کی ریڈنگ (R_1)			شعری نالی کا نصف قطر $r = \frac{1}{2}(L_1 \sim R_1)$ $\times 10^{-2}$ m
	MSR	VSC × LC = VSR	TR $\times 10^{-2}$ m	MSR	VSC × LC = VSR	TR $\times 10^{-2}$ m	

محاسبہ

شعری نالی میں مائع کا اوسط چڑھاؤ $h = _____ \times 10^{-2}$ m

شعری نالی کا قطر $2r = _____ \times 10^{-2}$ m

شعری نالی کا نصف قطر $r = _____ \times 10^{-2}$ m

مائع کی کثافت $\sigma = 1000 \text{ kg m}^{-3}$

اسراع بوجہ جاذبہ $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

$$T = \frac{hr\sigma g}{2}$$

سطحی تناؤ $= _____ N\,m^{-1}$

نتیجہ :

شعری چڑھاؤ کے طریقے سے دیے گئے مائع کا سطحی تناؤ $T = _____ N\,m^{-1}$

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:47 PM

8 حرارہ پیما (یا) کیلوری میٹر کی مدد سے نیوٹن کے ٹھنڈا کرنے کے کلیے کی تصدیق

8. VERIFICATION OF NEWTON'S LAW OF COOLING USING CALORIMETER

مقصد : ٹھنڈا کرنے والی منحنی کھینچ کر ایک گرم جسم کی تپش اور وقت کے درمیانی تعلق کا مطالعہ کرنا

درکار آلات: ڈنڈی (stirrer) کے ساتھ تانبا کا حرارہ پیما، ایک سوراخ والا ربڑ کارک ، تپش پیما ، روک گھڑی
گرمالہ (یا) برنر، پانی کلیمپ اور ایستادہ

نیوٹن کا ٹھنڈا کرنے کا کلیہ:

نیوٹن کا ٹھنڈا کرنے کا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ ایک شئے کی تپش کی تبدیلی کی شرح، اس کی خود کی تپش اور پڑوس کی تپش، (یعنی اس کے اطراف واکناف کی تپش) کے درمیانی فرق کے تناسب میں ہوتی ہے۔

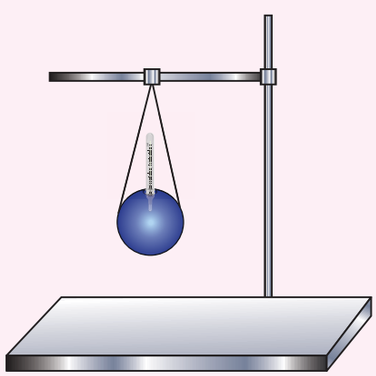
$$\frac{dT}{dt} \propto (T - T_0)$$

جہاں $\frac{dT}{dt}$ ← تپش کی تبدیلی کی شرح (°C)

T ← پانی کی تپش (°C)

T_0 ← کمرے کی تپش (°C)

نقشہ



EXPERIMENTAL SETUP OF NEWTON'S LAW OF COOLING

نیوٹن کے ٹھنڈا کرنے کے کلیے کی تصدیق کے لئے تجرباتی ترتیب

طریقہ:

☆ تپش پیما کی مدد سے کمرے کی تپش کو (T_0) کے طور پر نوٹ کیجئے۔

☆ تقریباً 90° C تک کے گرم پانی کو حرارہ پیما میں ڈالئے۔

☆ حرارہ پیما کو ایک سوراخ والے ربڑ کارک سے بند کر دیجئے۔

☆ ربڑ کارک میں موجود سوراخ کے ذریعہ حرارہ پیما کے اندر تپش پیما داخل کیجئے۔

☆ روک گھڑی شروع کر کے 80°C سے تپش کے ہر ایک ڈگری کی کمی کے لئے گئے وقت کا مشاہدہ کیجئے۔

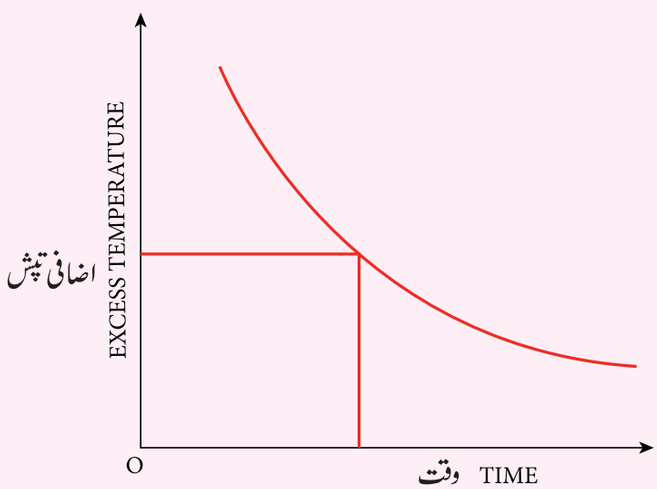
11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:48 PM

☆ کمرے کی قریبی تپش تک کافی مقدار کی ریڈنگ نوٹ کیجئے۔

☆ مشاہدات کی جدول بندی کیجئے۔

☆ وقت کو x محور کے تحت اور اضافی تپش کو y محور کے تحت رکھ کر ایک ترسیم کھینچئے۔

ترسیم کا نمونہ:



RELATION BETWEEN TIME AND TEMPERATURE

وقت اور تپش کا درمیانی تعلق

کمرے کی تپش (T_0) = _____°C

مشاہدات :

وقت کے ساتھ پانی کی تپش میں ہونے والی تبدیلی کی پیمائش

وقت (s)	پانی کی تپش (T) °C	اضافی تپش $(T - T_0)$ °C

نتیجہ :

ٹھنڈا کرنے والی منحنی کھینچی جاتی ہے اور لہذا نیوٹن کے ٹھنڈا کرنے کے کلیے کی تصدیق کر دی جاتی ہے۔

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:48 PM

9۔ صوت پیما یا سونومیٹر کی مدد سے مستقل تناؤ کے تحت دی گئی تار کی لمبائی اور تعدد کے درمیانی تعلق کا مطالعہ

9. STUDY OF RELATION BETWEEN FREQUENCY AND LENGTH OF A GIVEN WIRE UNDER CONSTANT TENSION USING SONOMETER

مقصد : صوت پیما یا سونومیٹر کی مدد سے مسقل تناؤ کے تحت دی گئی تار کی لمبائی اور تعدد کے درمیانی تعلق کا مطالعہ کرنا

درکار آلات : سونومیٹر (صوت پیما)، معلق شدہ تعدد والے چھ دو شاخے، میٹر اسکیل، ربڑ کا ہتھوڑا ☆ کاغذی پرزے (Paper rider) آدھے کلوگرام کی کمیتوں کے ساتھ کمیتی کنڈی، لکڑے کی بڑ ڈجیں (bridges)

ضابطے :

ایک تار کے ارتعاش کی بنیادی قسم کی تعدد n اس طرح پیش کی جاتی ہے۔ $n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}}\ Hz$

(a) ایک دی گئی m اور متعین T کے لئے مستقلہ $= nl$ (or) $n \propto \frac{1}{l}$

جہاں

$n \leftarrow$ ایک تار کے ارتعاش کی بنیادی قسم کی تعدد (Hz)

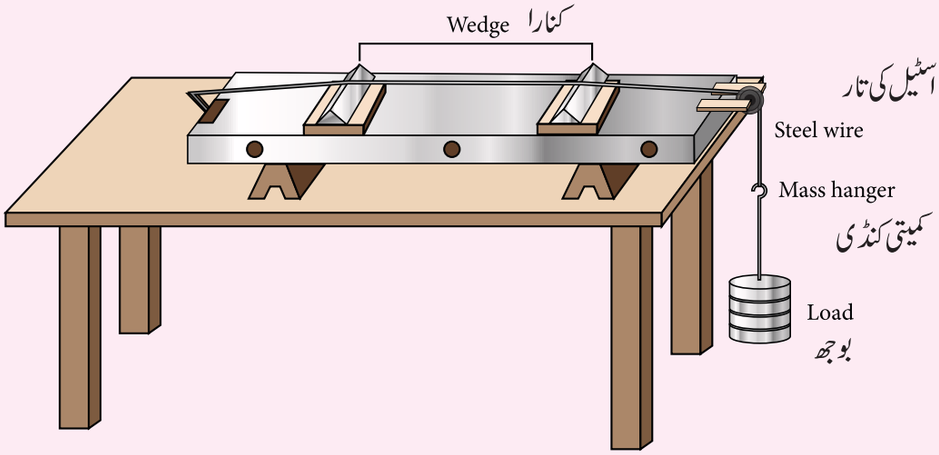
$m \leftarrow$ تار کی فی اکائی لمبائی، کمیت ($kg\ m^{-1}$)

$l \leftarrow$ دو کناروں (wedges) کے درمیانی تار کی لمبائی (m)

$T \leftarrow$ تار میں موجود تناؤ (کنڈی میں لگی کمیتوں سمیت) Mg (N)

$M \leftarrow$ لٹکائی گئی کمیت، کنڈی کی لگی کمیت سمیت (Kg)

نقشہ:



سونومیٹر: سونومیٹر کے مدد سے مستقل تناؤ کے تحت ایک دی گئی تار کی لمبائی اور تعدد کے درمیانی تعلق کا مطالعہ

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:48 PM

طریقہ :

☆ سونومیٹر کو میز پر ترتیب دیجئے اور چرخی کو بالکل صاف کر لیجئے تا کہ کم سے کم رگڑ ہی باقی رہے۔

☆ کنڈی پر مناسب کمیت رکھ کر تار کو تانئے۔ تار پر دو برڈجوں کے درمیان کاغذ کا پرزہ رکھئے۔

☆ دوشاخہ پر ربڑ کی ہتھوڑی سے ضرب لگا کر اسے مرتعش کرتے ہوئے اس کی ڈنڈی کو سونومیٹر کے اوپر رکھئے۔

☆ برڈج B کو سرکاتے ہوئے تار کی ارتعاشی لمبائی کو اس طرح درست کیجئے کہ تار کی ارتعاشی آواز زیادہ سے زیادہ ہو جائے۔

☆ جب ارتعاش کی تعداد دوشاخہ کی تعداد کے ساتھ گونج کرتی ہے تو کاغذ کا پرزہ نیچے گر جاتا ہے۔

☆ میٹر اسکیل کے ذریعہ A Wedges اور B کے درمیان تار کی لمبائی ناپی جاتی ہے۔ اسے گونج کی لمبائی (گمکی لمبائی) کہتے ہیں۔

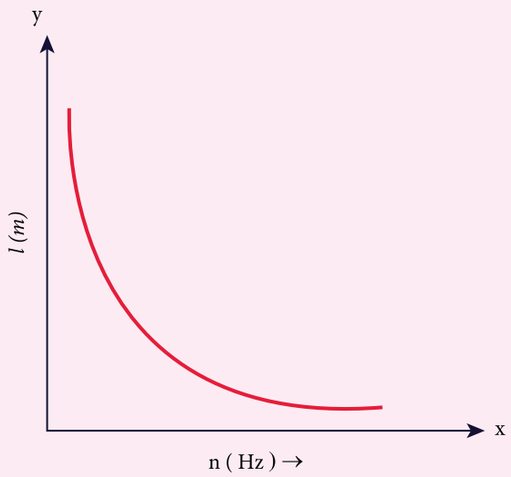
☆ کنڈی میں موجود بوجھ کو مستقل رکھ کر، مختلف تعداد والے دوشاخوں کے ساتھ یہی تجربہ دہرائیے۔

مشاہدات : تار پر موجود (مستقل) تناؤ (کنڈی کی کمیت سمیت اس میں لٹکائی گئی کمیتیں) T = (لٹکائی کمیتیں ×9.8 نیوٹن)

لمبائی کے ساتھ تعداد کا تغیر		
دوشاخہ کا تعدد (Hz) 'n'	گونجی لمبائی l $\times 10^{-2}$ m	nl
n_1 =		
n_2 =		
n_3 =		
n_4 =		
n_5 =		
n_6 =		

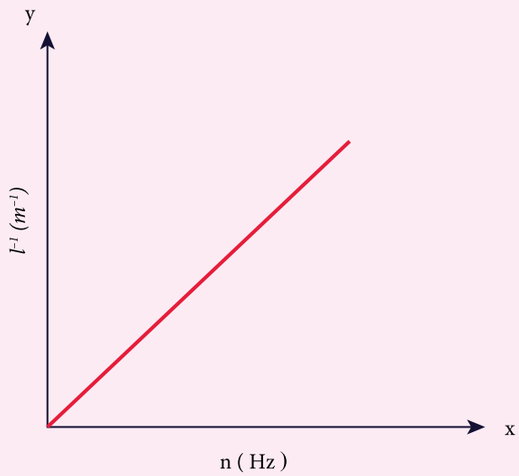
11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:48 PM

ترسیم :



Graph 1: Relation between frequency and length

ترسیم (1) تعدداور لمبائی کا درمیانی تعلق



Graph 2: Relation between frequency and inverse of length

ترسیم (2) معکوس تعدداور لمبائی کا درمیانی تعلق

Sonometer - study of relation between length of the given wire and tension for a consant frequency

سونومیٹر : ایک مستقل تعدد کے لئے دی گئی تار کی لمبائی اور تناؤ کے درمیانی تعلق کا مطالعہ

محاسبہ : تمام دوشاخوں کے لئے حاصل ضرب nl مستقل طور پر برقرار رہتا ہے۔ (جدول کی آخری قطار)

نتیجہ :

ایک دئے گئے تناؤ کے لئے ایک دی گئی تانی ہوئی تار کی گونجی لمبائی معکوس تعدد کے طور پر تغیر پاتی ہے۔

(یعنی $n \propto \frac{1}{l}$)

حاصل کردہ حاصل ضرب nl ایک مستقلہ ہے، جس کی قیمت یہ ہے۔ _____ (Hz m)

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:48 PM

10 صوت پیما (یا) سونومیٹر کی مدد سے ایک مستقل تعدد کے لئے دی گئی تار کی لمبائی اور تناؤ کے درمیانی تعلق کا مطالعہ

10. STUDY OF RELATION BETWEEN LENGTH OF THE GIVEN WIRE AND TENSION FOR A CONSTANT FREQUENCY USING SONOMETER

مقصد : ایک سونومیٹر کی مدد سے ایک مستقل تعدد کے لئے دی گئی تار کی لمبائی اور تناؤ کے درمیان بننے والے تعلق کا مطالعہ کرنا

درکار آلات :

سونومیٹر (یا) صوت پیما، معلوم شدہ تعدد کا دوشاخہ، میٹر اسکیل، ربڑ کا ہتھوڑا، کاغذ کا پرزہ، 1/2 کلوگرام کمیتوں کے ساتھ کنڈی، لکڑے کی برڈجیں

ضابطہ : ایک تار کے ارتعاش کے بنیادی طریقے کی تعدد (Hz) یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}}\ Hz$$

اگر n ایک مستقلہ ہو تو ایک دی گئی تار کے لئے $\frac{\sqrt{T}}{l}$ مستقل ہے۔

جہاں n ← ایک تار کے ارتعاش کے بنیادی طریقہ کا تعدد (Hz)

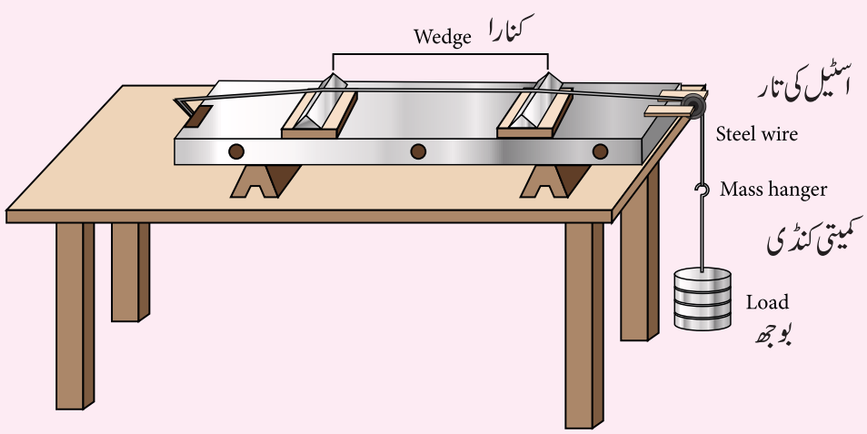
m ← تار کی فی اکائی لمبائی کمیت $(kg\ m^{-1})$

T ← تار میں موجود تناؤ (کنڈی کی کمیت سمیت) = Mg (N)

l ← برڈجوں کے درمیان موجود تار کی لمبائی۔ (metre)

M ← کنڈی کی کمیت سمیت لٹکائی گئی کمیت (Kg)

نقشہ :



STUDY OF RELATION BETWEEN LENGTH OF THE GIVEN WIRE AND TENSION FOR A CONSTANT FREQUENCY USING SONOMETER

صوت پیما کی مدد سے ایک مستقل تعدد کے لئے دی گئی تار کی لمبائی اور درمیانی تعلق کا مطالعہ

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:49 PM

طریقہ :

☆ سونومیٹر کو میز پر ترتیب دیجئے اور چرخی پر موجود نالی کو صاف کیجئے تا کہ اس میں کم سے کم رگڑ پایا جائے۔

☆ برڈجوں کے درمیان کاغذ کا ایک چھوٹا سا پرزہ رکھئے۔

☆ ابتدائی ریڈنگ حاصل کرنے کے لئے کمیتی کنڈی میں 1 kg کی کمیت رکھئے۔

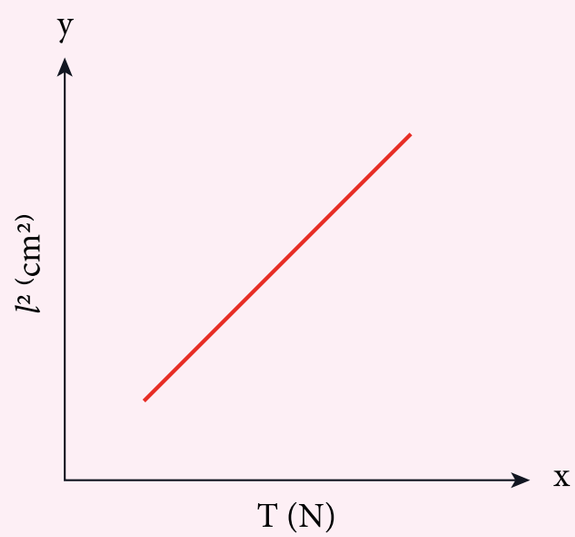
☆ اب دوشاخہ پر ضرب لگا کر اس کے تنے کو برڈج A پر رکھئے اور برڈج کے مقام کو آہستہ آہستہ اس طرح درست کیجئے کہ کاغذ کا پرزہ بڑی تیزی سے حرکت کرنے لگے یا گونج کی وجہ سے نیچے گر سکے۔

☆ A اور B برڈجوں کے درمیانی تار کی لمبائی ناپئے جو کہ دوشاخہ کے تعدد کے لحاظ سے بنیادی طریقہ کار ہے۔

☆ کنڈی میں موجود بوجھ کو 0.5 kg کے حساب سے قدم بہ قدم بڑھایئے اور ہر مرتبہ گونجی لمبائی کی پیائش کیجئے، جس طرح اسی دوشاخہ سے پہلے کی گئی۔

☆ جدول میں مشاہدات کی جدول بندی کیجئے۔

ترسیمی نمونہ :



Relation between tension T (N) and length l^2 (cm²)

T تناؤ (N) اور مربع لمبائی l^2 (cm²) کا درمیانی تعلق

مشاہدات : دوشاخہ کا تعدد = _____ Hz

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:49 PM

تناؤ کے ساتھ گونجی لمبائی کا تغیر

نمبر شمار	کمیت M (kg)	تناؤ T=Mg (N)	$\sqrt{T}$	ارتعاش لمبائی (m)	$\frac{\sqrt{T}}{l}$

محاسبہ :

ہر معاملہ میں پہنچائے گئے تناؤ کے لئے $\frac{\sqrt{T}}{l}$ کی قیمت معلوم کیجئے۔

نتیجہ : ایک تانی ہوئی تار کے ارتعاش کی دی گئی تعدد کے لئے گونجی لمبائی تناؤ کے جذر المربع کے طور پر تغیر پاتی ہے۔

$\frac{\sqrt{T}}{l}$ کی قیمت مستقل پائی گئی۔

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:49 PM

SOME IMPORTANT CONSTANTS IN PHYSICS

Name نام	Symbols علامت	Value قیمت
Speed of light in vacuum خلاء میں روشنی کی رفتار	c	$2.9979 \times 10^{8}\ \text{m s}^{-1}$
Gravitational constant جاذبی مستقلہ	G	$6.67 \times 10^{-11}\ \text{N m}^{2}\ \text{kg}^{-2}$
Acceleration due to gravity (sea level, at 45° latitude) اسراع بوجہ جاذبہ (45° طول البلد پر، سمندری سطح)	g	$9.8\ \text{m s}^{-2}$
Planck constant Planck کا مستقلہ	h	$6.626 \times 10^{-34}\ \text{J s}$
Boltzmann constant Boltzmann کا مستقلہ	k	$1.38 \times 10^{-23}\ \text{J K}^{-1}$
Avogadro number اووگیڈرو عدد	N_A	$6.023 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$
Universal gas constant گیس کی کائناتی مستقلہ	R	$8.31\ \text{J mol}^{-1}\ \text{K}^{-1}$
Stefan – Boltmann constant Stefan Boltmann کی مستقلہ	σ	$5.67 \times 10^{-8}\ \text{W m}^{-2}\ \text{K}^{-4}$
Wien's constant Wien کی مستقلہ	b	$2.898 \times 10^{-3}\ \text{m K}$
Permeability of free space آزاد خلاء کی انجذابیت	μ_0	$4\mu \times 10^{-7}\ \text{H m}^{-1}$
Standard atmospheric pressure معیاری فضائی دباؤ	$1\ atm$	$1.013 \times 10^{5}\ \text{Pa}$

SOLVED EXAMPLES

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:49 PM

(THE GREEK ALPHABET) یونانی حروف
(கிரேக்க எழுத்துகள்)

The Greek Alphabet		Upper Case	Lower Case
Alpha	آلفا	A	⊥
Beta	بیٹا	B	_
Gamma	گاما	Δ	δ
Delta	ڈیلٹا	A	α
Epsilon	ایپسلان	E	β
Zeta	زیٹا	Z	ζ
Eta	ایٹا	H	ε
Theta	تھیٹا	N	ν
Iota	ایوٹا	I	ϕ
Kappa	کاپا	K	η
Lambda	لیمبڈا	I	ι
Mu	میو	M	φ
Nu	نیو	N	κ
Xi	زئی	€	υ
Omicron	اومکران	O	λ
Pi	پئی	©	μ
Rho	رھو	P	o
Sigma	سگما	©	π
Tau	ٹاؤ	T	θ
Upsilon	اپسلان	Y	ρ
Phi	فئی	X	χ
Chi	چئی	≅	¯
Psi	سئی	ς	ϖ
Omega	اومیگا	Ω	τ

مسابقتی امتحانات کے سوالات

COMPETITIVE EXAM CORNER

R3E7N

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:49 PM

LOGARITHM TABLE لوگارتمی جدول

اوسط فرق

											Mean Difference								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.000	0.004	0.009	0.013	0.017	0.021	0.025	0.029	0.033	0.037	4	8	11	17	21	25	29	33	37
11	0.041	0.045	0.049	0.053	0.057	0.061	0.064	0.068	0.072	0.076	4	8	11	15	19	23	26	30	34
12	0.079	0.083	0.086	0.090	0.093	0.097	0.100	0.104	0.107	0.111	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	0.114	0.117	0.121	0.124	0.127	0.130	0.134	0.137	0.140	0.143	3	6	10	13	16	19	23	26	29
14	0.146	0.149	0.152	0.155	0.158	0.161	0.164	0.167	0.170	0.173	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	0.176	0.179	0.182	0.185	0.188	0.190	0.193	0.196	0.199	0.201	3	6	8	11	14	17	20	22	25
16	0.204	0.207	0.210	0.212	0.215	0.217	0.220	0.223	0.225	0.228	3	5	8	11	13	16	18	21	24
17	0.230	0.233	0.236	0.238	0.241	0.243	0.246	0.248	0.250	0.253	2	5	7	10	12	15	17	20	22
18	0.255	0.258	0.260	0.262	0.265	0.267	0.270	0.272	0.274	0.276	2	5	7	9	12	14	16	19	21
19	0.279	0.281	0.283	0.286	0.288	0.290	0.292	0.294	0.297	0.299	2	4	7	9	11	13	16	18	20
20	0.301	0.303	0.305	0.307	0.310	0.312	0.314	0.316	0.318	0.320	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	0.322	0.324	0.326	0.328	0.330	0.332	0.334	0.336	0.338	0.340	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	0.342	0.344	0.346	0.348	0.350	0.352	0.354	0.356	0.358	0.360	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	0.362	0.364	0.365	0.367	0.369	0.371	0.373	0.375	0.377	0.378	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	0.380	0.382	0.384	0.386	0.387	0.389	0.391	0.393	0.394	0.396	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	0.398	0.400	0.401	0.403	0.405	0.407	0.408	0.410	0.412	0.413	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	0.415	0.417	0.418	0.420	0.422	0.423	0.425	0.427	0.428	0.430	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	0.431	0.433	0.435	0.436	0.438	0.439	0.441	0.442	0.444	0.446	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	0.447	0.449	0.450	0.452	0.453	0.455	0.456	0.458	0.459	0.461	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	0.462	0.464	0.465	0.467	0.468	0.470	0.471	0.473	0.474	0.476	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	0.477	0.479	0.480	0.481	0.483	0.484	0.486	0.487	0.489	0.490	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	0.491	0.493	0.494	0.496	0.497	0.498	0.500	0.501	0.502	0.504	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	0.505	0.507	0.508	0.509	0.511	0.512	0.513	0.515	0.516	0.517	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	0.519	0.520	0.521	0.522	0.524	0.525	0.526	0.528	0.529	0.530	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	0.531	0.533	0.534	0.535	0.537	0.538	0.539	0.540	0.542	0.543	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	0.544	0.545	0.547	0.548	0.549	0.550	0.551	0.553	0.554	0.555	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	0.556	0.558	0.559	0.560	0.561	0.562	0.563	0.565	0.566	0.567	1	2	3	5	6	7	8	10	11
37	0.568	0.569	0.571	0.572	0.573	0.574	0.575	0.576	0.577	0.579	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	0.580	0.581	0.582	0.583	0.584	0.585	0.587	0.588	0.589	0.590	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	0.591	0.592	0.593	0.594	0.595	0.597	0.598	0.599	0.600	0.601	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	0.602	0.603	0.604	0.605	0.606	0.607	0.609	0.610	0.611	0.612	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	0.613	0.614	0.615	0.616	0.617	0.618	0.619	0.620	0.621	0.622	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	0.623	0.624	0.625	0.626	0.627	0.628	0.629	0.630	0.631	0.632	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	0.633	0.634	0.635	0.636	0.637	0.638	0.639	0.640	0.641	0.642	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	0.643	0.644	0.645	0.646	0.647	0.648	0.649	0.650	0.651	0.652	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	0.653	0.654	0.655	0.656	0.657	0.658	0.659	0.660	0.661	0.662	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	0.663	0.664	0.665	0.666	0.667	0.667	0.668	0.669	0.670	0.671	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	0.672	0.673	0.674	0.675	0.676	0.677	0.678	0.679	0.679	0.680	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	0.681	0.682	0.683	0.684	0.685	0.686	0.687	0.688	0.688	0.689	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	0.690	0.691	0.692	0.693	0.694	0.695	0.695	0.696	0.697	0.698	1	2	3	4	4	5	6	7	8
50	0.699	0.700	0.701	0.702	0.702	0.703	0.704	0.705	0.706	0.707	1	2	3	4	4	5	6	7	8
51	0.708	0.708	0.709	0.710	0.711	0.712	0.713	0.713	0.714	0.715	1	2	3	4	4	5	6	7	8
52	0.716	0.717	0.718	0.719	0.719	0.720	0.721	0.722	0.723	0.723	1	2	2	4	4	5	6	7	7
53	0.724	0.725	0.726	0.727	0.728	0.728	0.729	0.730	0.731	0.732	1	2	2	4	4	5	6	6	7
54	0.732	0.733	0.734	0.735	0.736	0.736	0.737	0.738	0.739	0.740	1	2	2	4	4	5	6	6	7

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:50 PM

LOGARITHM TABLE لوگارتمی جدول

اوسط فرق

											Mean Difference								
55	0.740	0.741	0.742	0.743	0.744	0.744	0.745	0.746	0.747	0.747	1	2	2	4	4	5	5	6	7
56	0.748	0.749	0.750	0.751	0.751	0.752	0.753	0.754	0.754	0.755	1	2	2	4	4	5	5	6	7
57	0.756	0.757	0.757	0.758	0.759	0.760	0.760	0.761	0.762	0.763	1	2	2	4	4	5	5	6	7
58	0.763	0.764	0.765	0.766	0.766	0.767	0.768	0.769	0.769	0.770	1	1	2	4	4	4	5	6	7
59	0.771	0.772	0.772	0.773	0.774	0.775	0.775	0.776	0.777	0.777	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	0.778	0.779	0.780	0.780	0.781	0.782	0.782	0.783	0.784	0.785	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	0.785	0.786	0.787	0.787	0.788	0.789	0.790	0.790	0.791	0.792	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	0.792	0.793	0.794	0.794	0.795	0.796	0.797	0.797	0.798	0.799	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	0.799	0.800	0.801	0.801	0.802	0.803	0.803	0.804	0.805	0.806	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	0.806	0.807	0.808	0.808	0.809	0.810	0.810	0.811	0.812	0.812	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	0.813	0.814	0.814	0.815	0.816	0.816	0.817	0.818	0.818	0.819	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	0.820	0.820	0.821	0.822	0.822	0.823	0.823	0.824	0.825	0.825	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	0.826	0.827	0.827	0.828	0.829	0.829	0.830	0.831	0.831	0.832	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	0.833	0.833	0.834	0.834	0.835	0.836	0.836	0.837	0.838	0.838	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	0.839	0.839	0.840	0.841	0.841	0.842	0.843	0.843	0.844	0.844	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	0.845	0.846	0.846	0.847	0.848	0.848	0.849	0.849	0.850	0.851	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	0.851	0.852	0.852	0.853	0.854	0.854	0.855	0.856	0.856	0.857	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	0.857	0.858	0.859	0.859	0.860	0.860	0.861	0.862	0.862	0.863	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	0.863	0.864	0.865	0.865	0.866	0.866	0.867	0.867	0.868	0.869	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	0.869	0.870	0.870	0.871	0.872	0.872	0.873	0.873	0.874	0.874	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	0.875	0.876	0.876	0.877	0.877	0.878	0.879	0.879	0.880	0.880	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	0.881	0.881	0.882	0.883	0.883	0.884	0.884	0.885	0.885	0.886	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	0.886	0.887	0.888	0.888	0.889	0.889	0.890	0.890	0.891	0.892	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	0.892	0.893	0.893	0.894	0.894	0.895	0.895	0.896	0.897	0.897	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	0.898	0.898	0.899	0.899	0.900	0.900	0.901	0.901	0.902	0.903	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	0.903	0.904	0.904	0.905	0.905	0.906	0.906	0.907	0.907	0.908	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	0.908	0.909	0.910	0.910	0.911	0.911	0.912	0.912	0.913	0.913	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	0.914	0.914	0.915	0.915	0.916	0.916	0.917	0.918	0.918	0.919	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	0.919	0.920	0.920	0.921	0.921	0.922	0.922	0.923	0.923	0.924	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	0.924	0.925	0.925	0.926	0.926	0.927	0.927	0.928	0.928	0.929	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	0.929	0.930	0.930	0.931	0.931	0.932	0.932	0.933	0.933	0.934	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	0.934	0.935	0.936	0.936	0.937	0.937	0.938	0.938	0.939	0.939	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	0.940	0.940	0.941	0.941	0.942	0.942	0.943	0.943	0.943	0.944	0	1	1	2	2	3	3	4	5
88	0.944	0.945	0.945	0.946	0.946	0.947	0.947	0.948	0.948	0.949	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	0.949	0.950	0.950	0.951	0.951	0.952	0.952	0.953	0.953	0.954	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	0.954	0.955	0.955	0.956	0.956	0.957	0.957	0.958	0.958	0.959	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	0.959	0.960	0.960	0.960	0.961	0.961	0.962	0.962	0.963	0.963	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	0.964	0.964	0.965	0.965	0.966	0.966	0.967	0.967	0.968	0.968	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	0.968	0.969	0.969	0.970	0.970	0.971	0.971	0.972	0.972	0.973	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	0.973	0.974	0.974	0.975	0.975	0.975	0.976	0.976	0.977	0.977	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	0.978	0.978	0.979	0.979	0.980	0.980	0.980	0.981	0.981	0.982	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	0.982	0.983	0.983	0.984	0.984	0.985	0.985	0.985	0.986	0.986	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	0.987	0.987	0.988	0.988	0.989	0.989	0.989	0.990	0.990	0.991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	0.991	0.992	0.992	0.993	0.993	0.993	0.994	0.994	0.995	0.995	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	0.996	0.996	0.997	0.997	0.997	0.998	0.998	0.999	0.999	1.000	0	1	1	2	2	3	3	3	4

100
95
75
25
5
0

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:51 PM

ANTILOG TABLE ضدلوگارتمی جدول

اوسط فرق

											Mean Difference								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.00	1.000	1.002	1.005	1.007	1.009	1.012	1.014	1.016	1.019	1.021	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.01	1.023	1.026	1.028	1.030	1.033	1.035	1.038	1.040	1.042	1.045	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.02	1.047	1.050	1.052	1.054	1.057	1.059	1.062	1.064	1.067	1.069	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.03	1.072	1.074	1.076	1.079	1.081	1.084	1.086	1.089	1.091	1.094	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.04	1.096	1.099	1.102	1.104	1.107	1.109	1.112	1.114	1.117	1.119	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.05	1.122	1.125	1.127	1.130	1.132	1.135	1.138	1.140	1.143	1.146	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.06	1.148	1.151	1.153	1.156	1.159	1.161	1.164	1.167	1.169	1.172	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.07	1.175	1.178	1.180	1.183	1.186	1.189	1.191	1.194	1.197	1.199	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.08	1.202	1.205	1.208	1.211	1.213	1.216	1.219	1.222	1.225	1.227	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.09	1.230	1.233	1.236	1.239	1.242	1.245	1.247	1.250	1.253	1.256	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.10	1.259	1.262	1.265	1.268	1.271	1.274	1.276	1.279	1.282	1.285	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.11	1.288	1.291	1.294	1.297	1.300	1.303	1.306	1.309	1.312	1.315	0	1	1	1	2	2	2	2	3
0.12	1.318	1.321	1.324	1.327	1.330	1.334	1.337	1.340	1.343	1.346	0	1	1	1	2	2	2	2	3
0.13	1.349	1.352	1.355	1.358	1.361	1.365	1.368	1.371	1.374	1.377	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.14	1.380	1.384	1.387	1.390	1.393	1.396	1.400	1.403	1.406	1.409	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.15	1.413	1.416	1.419	1.422	1.426	1.429	1.432	1.435	1.439	1.442	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.16	1.445	1.449	1.452	1.455	1.459	1.462	1.466	1.469	1.472	1.476	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.17	1.479	1.483	1.486	1.489	1.493	1.496	1.500	1.503	1.507	1.510	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.18	1.514	1.517	1.521	1.524	1.528	1.531	1.535	1.538	1.542	1.545	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.19	1.549	1.552	1.556	1.560	1.563	1.567	1.570	1.574	1.578	1.581	0	1	1	1	2	2	3	3	3
0.20	1.585	1.589	1.592	1.596	1.600	1.603	1.607	1.611	1.614	1.618	0	1	1	1	2	2	3	3	3
0.21	1.622	1.626	1.629	1.633	1.637	1.641	1.644	1.648	1.652	1.656	0	1	1	2	2	2	3	3	3
0.22	1.660	1.663	1.667	1.671	1.675	1.679	1.683	1.687	1.690	1.694	0	1	1	2	2	2	3	3	3
0.23	1.698	1.702	1.706	1.710	1.714	1.718	1.722	1.726	1.730	1.734	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.24	1.738	1.742	1.746	1.750	1.754	1.758	1.762	1.766	1.770	1.774	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.25	1.778	1.782	1.786	1.791	1.795	1.799	1.803	1.807	1.811	1.816	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.26	1.820	1.824	1.828	1.832	1.837	1.841	1.845	1.849	1.854	1.858	0	1	1	2	2	3	3	3	4
0.27	1.862	1.866	1.871	1.875	1.879	1.884	1.888	1.892	1.897	1.901	0	1	1	2	2	3	3	3	4
0.28	1.905	1.910	1.914	1.919	1.923	1.928	1.932	1.936	1.941	1.945	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.29	1.950	1.954	1.959	1.963	1.968	1.972	1.977	1.982	1.986	1.991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.30	1.995	2.000	2.004	2.009	2.014	2.018	2.023	2.028	2.032	2.037	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.31	2.042	2.046	2.051	2.056	2.061	2.065	2.070	2.075	2.080	2.084	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.32	2.089	2.094	2.099	2.104	2.109	2.113	2.118	2.123	2.128	2.133	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.33	2.138	2.143	2.148	2.153	2.158	2.163	2.168	2.173	2.178	2.183	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.34	2.188	2.193	2.198	2.203	2.208	2.213	2.218	2.223	2.228	2.234	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.35	2.239	2.244	2.249	2.254	2.259	2.265	2.270	2.275	2.280	2.286	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.36	2.291	2.296	2.301	2.307	2.312	2.317	2.323	2.328	2.333	2.339	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.37	2.344	2.350	2.355	2.360	2.366	2.371	2.377	2.382	2.388	2.393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.38	2.399	2.404	2.410	2.415	2.421	2.427	2.432	2.438	2.443	2.449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.39	2.455	2.460	2.466	2.472	2.477	2.483	2.489	2.495	2.500	2.506	1	1	2	2	3	3	4	5	5
0.40	2.512	2.518	2.523	2.529	2.535	2.541	2.547	2.553	2.559	2.564	1	1	2	2	3	4	4	5	5
0.41	2.570	2.576	2.582	2.588	2.594	2.600	2.606	2.612	2.618	2.624	1	1	2	2	3	4	4	5	5
0.42	2.630	2.636	2.642	2.649	2.655	2.661	2.667	2.673	2.679	2.685	1	1	2	2	3	4	4	5	6
0.43	2.692	2.698	2.704	2.710	2.716	2.723	2.729	2.735	2.742	2.748	1	1	2	3	3	4	4	5	6
0.44	2.754	2.761	2.767	2.773	2.780	2.786	2.793	2.799	2.805	2.812	1	1	2	3	3	4	4	5	6
0.45	2.818	2.825	2.831	2.838	2.844	2.851	2.858	2.864	2.871	2.877	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.46	2.884	2.891	2.897	2.904	2.911	2.917	2.924	2.931	2.938	2.944	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.47	2.951	2.958	2.965	2.972	2.979	2.985	2.992	2.999	3.006	3.013	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.48	3.020	3.027	3.034	3.041	3.048	3.055	3.062	3.069	3.076	3.083	1	1	2	3	4	4	5	6	6
0.49	3.090	3.097	3.105	3.112	3.119	3.126	3.133	3.141	3.148	3.155	1	1	2	3	4	4	5	6	6

100
95
75
25
5
0

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:51 PM

ANTILOG TABLE ضدلوگارتمی جدول

اوسط فرق

											Mean Difference								
0.50	3.162	3.170	3.177	3.184	3.192	3.199	3.206	3.214	3.221	3.228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
0.51	3.236	3.243	3.251	3.258	3.266	3.273	3.281	3.289	3.296	3.304	1	2	2	3	4	5	5	6	7
0.52	3.311	3.319	3.327	3.334	3.342	3.350	3.357	3.365	3.373	3.381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
0.53	3.388	3.396	3.404	3.412	3.420	3.428	3.436	3.443	3.451	3.459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
0.54	3.467	3.475	3.483	3.491	3.499	3.508	3.516	3.524	3.532	3.540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
0.55	3.548	3.556	3.565	3.573	3.581	3.589	3.597	3.606	3.614	3.622	1	2	2	3	4	5	6	7	7
0.56	3.631	3.639	3.648	3.656	3.664	3.673	3.681	3.690	3.698	3.707	1	2	2	3	4	5	6	7	8
0.57	3.715	3.724	3.733	3.741	3.750	3.758	3.767	3.776	3.784	3.793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
0.58	3.802	3.811	3.819	3.828	3.837	3.846	3.855	3.864	3.873	3.882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
0.59	3.890	3.899	3.908	3.917	3.926	3.936	3.945	3.954	3.963	3.972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
0.60	3.981	3.990	3.999	4.009	4.018	4.027	4.036	4.046	4.055	4.064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
0.61	4.074	4.083	4.093	4.102	4.111	4.121	4.130	4.140	4.150	4.159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.62	4.169	4.178	4.188	4.198	4.207	4.217	4.227	4.236	4.246	4.256	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.63	4.266	4.276	4.285	4.295	4.305	4.315	4.325	4.335	4.345	4.355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.64	4.365	4.375	4.385	4.395	4.406	4.416	4.426	4.436	4.446	4.457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.65	4.467	4.477	4.487	4.498	4.508	4.519	4.529	4.539	4.550	4.560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.66	4.571	4.581	4.592	4.603	4.613	4.624	4.634	4.645	4.656	4.667	1	2	3	4	5	6	7	9	10
0.67	4.677	4.688	4.699	4.710	4.721	4.732	4.742	4.753	4.764	4.775	1	2	3	4	5	7	7	9	10
0.68	4.786	4.797	4.808	4.819	4.831	4.842	4.853	4.864	4.875	4.887	1	2	3	4	5	7	8	9	10
0.69	4.898	4.909	4.920	4.932	4.943	4.955	4.966	4.977	4.989	5.000	1	2	3	4	5	7	8	9	10
0.70	5.012	5.023	5.035	5.047	5.058	5.070	5.082	5.093	5.105	5.117	1	2	3	4	5	7	8	9	11
0.71	5.129	5.140	5.152	5.164	5.176	5.188	5.200	5.212	5.224	5.236	1	2	4	5	6	7	8	10	11
0.72	5.248	5.260	5.272	5.284	5.297	5.309	5.321	5.333	5.346	5.358	1	2	4	5	6	7	9	10	11
0.73	5.370	5.383	5.395	5.408	5.420	5.433	5.445	5.458	5.470	5.483	1	3	4	5	6	8	9	10	11
0.74	5.495	5.508	5.521	5.534	5.546	5.559	5.572	5.585	5.598	5.610	1	3	4	5	6	8	9	10	12
0.75	5.623	5.636	5.649	5.662	5.675	5.689	5.702	5.715	5.728	5.741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
0.76	5.754	5.768	5.781	5.794	5.808	5.821	5.834	5.848	5.861	5.875	1	3	4	5	7	8	9	11	12
0.77	5.888	5.902	5.916	5.929	5.943	5.957	5.970	5.984	5.998	6.012	1	3	4	5	7	8	10	11	12
0.78	6.026	6.039	6.053	6.067	6.081	6.095	6.109	6.124	6.138	6.152	1	3	4	6	7	8	10	11	13
0.79	6.166	6.180	6.194	6.209	6.223	6.237	6.252	6.266	6.281	6.295	1	3	4	6	7	9	10	11	13
0.80	6.310	6.324	6.339	6.353	6.368	6.383	6.397	6.412	6.427	6.442	1	3	4	6	7	9	10	12	13
0.81	6.457	6.471	6.486	6.501	6.516	6.531	6.546	6.561	6.577	6.592	2	3	5	6	8	9	11	12	14
0.82	6.607	6.622	6.637	6.653	6.668	6.683	6.699	6.714	6.730	6.745	2	3	5	6	8	9	11	12	14
0.83	6.761	6.776	6.792	6.808	6.823	6.839	6.855	6.871	6.887	6.902	2	3	5	6	8	9	11	13	14
0.84	6.918	6.934	6.950	6.966	6.982	6.998	7.015	7.031	7.047	7.063	2	3	5	6	8	10	11	13	15
0.85	7.079	7.096	7.112	7.129	7.145	7.161	7.178	7.194	7.211	7.228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
0.86	7.244	7.261	7.278	7.295	7.311	7.328	7.345	7.362	7.379	7.396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
0.87	7.413	7.430	7.447	7.464	7.482	7.499	7.516	7.534	7.551	7.568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
0.88	7.586	7.603	7.621	7.638	7.656	7.674	7.691	7.709	7.727	7.745	2	3	5	7	9	10	12	14	16
0.89	7.762	7.780	7.798	7.816	7.834	7.852	7.870	7.889	7.907	7.925	2	4	5	7	9	11	12	14	16
0.90	7.943	7.962	7.980	7.998	8.017	8.035	8.054	8.072	8.091	8.110	2	4	6	7	9	11	13	15	17
0.91	8.128	8.147	8.166	8.185	8.204	8.222	8.241	8.260	8.279	8.299	2	4	6	8	9	11	13	15	17
0.92	8.318	8.337	8.356	8.375	8.395	8.414	8.433	8.453	8.472	8.492	2	4	6	8	10	12	14	15	17
0.93	8.511	8.531	8.551	8.570	8.590	8.610	8.630	8.650	8.670	8.690	2	4	6	8	10	12	14	16	18
0.94	8.710	8.730	8.750	8.770	8.790	8.810	8.831	8.851	8.872	8.892	2	4	6	8	10	12	14	16	18
0.95	8.913	8.933	8.954	8.974	8.995	9.016	9.036	9.057	9.078	9.099	2	4	6	8	10	12	15	17	19
0.96	9.120	9.141	9.162	9.183	9.204	9.226	9.247	9.268	9.290	9.311	2	4	6	8	11	13	15	17	19
0.97	9.333	9.354	9.376	9.397	9.419	9.441	9.462	9.484	9.506	9.528	2	4	7	9	11	13	15	17	20
0.98	9.550	9.572	9.594	9.616	9.638	9.661	9.683	9.705	9.727	9.750	2	4	7	9	11	13	16	18	20
0.99	9.772	9.795	9.817	9.840	9.863	9.886	9.908	9.931	9.954	9.977	2	5	7	9	11	14	16	18	20

100
95
75
25
5
0

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:52 PM

GLOSSARY

ضدلوگارتمی جدول

سائنسی لغت (اہم اصطلاحات)

1.	Altitude	-	عرض البلد
2.	Astronomy	-	فلکیات
3.	Angle of Contact	-	رابطہ کا زاویہ
4.	Aerofoil lift	-	ہوائی پنکھ کا اٹھان
5.	Adiabatic process	-	حرارتی ناگذر مرحلہ
6.	Average (or) Mean speed	-	اوسط رفتار
7.	Angular Harmonic motion	-	زاویائی میقاتی حرکت
8.	Beats	-	دھڑکن
9.	Buoyant force	-	قوت اچھال
10.	Breaking of rupture point	-	نقطۂ بگاڑ
11.	Compressive stress	-	دابی زور
12.	Calorimeter	-	حرارہ پیما
13.	Conduction	-	ایصالیت
14.	Change of state	-	حالت کی تبدیلی
15.	Capillary rise or fall	-	شعری چڑھاؤ یا اتار
16.	Compress	-	دابنا یا سکڑنا
17.	Compliance	-	تکمیل
18.	Coefficient of performance	-	کارگزاری کا تعاونی عدد
19.	Degree of freedom	-	آزادی کا درجہ
20.	Damped oscillation	-	مبہم (یا) تقصیری اہتزاز
21.	Elongate	-	لمبا ہونا (یا) طوالت
22.	Elastic limit	-	لچکداری کی حد
23.	Escape speed	-	فراری رفتار
24.	Epicycle	-	تدویر
25.	Epoch	-	دور
26.	Equilibrium	-	توازنت
27.	Flexible constant	-	استوار مستقلہ
28.	Free oscillations	-	آزاد اہتزازات
29.	Force constant	-	قوت کی مستقلہ
30.	Forced Oscillation	-	جبری اہتزاز
31.	Frequency	-	تعدد
32.	Geocentric model	-	ارض مرکزی نمونہ
33.	Gravitational field	-	جاذبی میدان

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:52 PM

34.	Gravitational Potential	-	جاذبی قواہ
35.	Gravitational Potential energy	-	جاذبی توانائی بالقواہ
36.	Geo- Stationary satellite	-	ارض۔ساکن سیارچہ
37.	Hydrostatic paradox	-	ماسکونی تضاد
38.	Heat engine	-	حرارتی انجن
39.	Hydraulic lift	-	ماقوائی اٹھان
40.	Harmonics	-	ہم آہنگیات
41.	Heliocentric model	-	شمس مرکزی نمونہ
42.	Interference	-	مداخلت
43.	Isothermal process	-	ہم تپشی مرحلہ
44.	Isobaric process	-	ہم باری مرحلہ
45.	Isochoric process	-	ہم حجمی مرحلہ
46.	Lateral strain	-	جانبی کشیدگی
47.	Longitudinal strain	-	خطی کشیدگی
48.	Longitudinal stress	-	طولی کشیدگی
49.	Loudness	-	بلند آوازی طولی زور
50.	Lunar Eclipse	-	چاند گرہن
51.	Latent heat	-	مخفی حرارت
52.	Latitude	-	طول البلد
53.	Law of equipartition of energy	-	توانائی کی مساوی تقسیم کا کلیہ
54.	Mean square speed	-	اوسط مربع رفتار
55.	Most probable speed	-	حتی الامکان رفتار
56.	Mean free path	-	اوسط آزاد راستہ
57.	Maintained Oscillation	-	قراری اہتزاز
58.	Mean position	-	اوسط مقام
59.	Number density	-	عددی کثافت
60.	Node	-	عقدہ
61.	Natural oscillation	-	فطری اہتزاز
62.	Non-periodic motion	-	غیر۔دوری حرکت
63.	Oscillatory motion	-	اہتزازی حرکت
64.	Orbital velocity	-	مداری سمتی رفتار
65.	Overtone	-	ایمائیت
66.	Polar satellite	-	قطبی سیارچہ
67.	Phase	-	ہیئت
68.	Periodic motion	-	دوری حرکت
69.	Phase difference	-	ہیئتی فرق
70.	Penumbra	-	ناقص سایہ
71.	Retrograde motion	-	واپس لوٹنے کی حرکت
72.	Restoring force	-	قوت بحال

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:53 PM

73 .	Restoring Torque	-	بحالی کی قوت گدشہ
74.	Random motion	-	بے ترتیب حرکت
75.	Root mean square speed (Vrms)	-	ذرمعادل مربع رفتار
76.	Radiation	-	اشعاعیت
77.	Resonance	-	گونج (گمک)
78.	Ripples	-	چھوٹی موجیں
79.	Standard (or) Normal temperature and pressure	-	معیاری (یا) عمومی تپش اور دباؤ
80.	Stethoscope	-	صدر بین
81.	Sonometer	-	صوت پیما
82.	Superposition	-	انطباق
83.	Spring constant / force constant	-	کمانی کی مستقلہ رقوت کی مستقلہ
84.	Stiffness constant	-	سختی (یا) کڑے پن کی مستقلہ
85.	Simple pendulum	-	سادہ رقاص
86.	Satellite	-	سیارچہ
87.	Stationary waves	-	ساکن موجیں
88.	Shearing Stress	-	مروڑی زور
89.	Surface tension	-	سطحی تناؤ
90.	Streamlined flow	-	ہموار خطی بہاؤ
91.	Specific heat capacity	-	حرارتی نوعی گنجائش
92.	Speed distribution function	-	رفتار کی تقسیمی کا عمل
93.	Specific heat capacity at constant pressure	-	مستقل دباؤ پر حرارتی نوعی گنجائش
94.	Specific heat capacity at constant volume	-	مستقل حجم پر حرارتی نوعی گنجائش
95.	Simple Hormonic motion	-	سادہ میقاتی حرکت
96.	Tensile stress	-	طولی زور
97.	Terminal velocity	-	انتہائی رفتار
98.	Time period	-	وقفۂ دوران
99.	Turbulent flow	-	ہنگامہ خیز یا شوردار بہاؤ
100.	Tsunami	-	سونامی
101.	Thermal conductivity	-	حرارتی ایصالیت
102.	Thermometer	-	تپش پیما
103.	Triple Point	-	تہرا نقطہ
104.	Universal gas constant	-	کائناتی گیس کی مستقلہ
105.	Umbra	-	کامل / مکمل
106.	Viscosity	-	لزوجت
107.	Water striders	-	پانی پر چلنے والے کیڑے
108.	Wavicle	-	لہر کا چھوٹا سا حصہ
109.	Zig – Zag path	-	ٹیڑھا میڑھا راستہ

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:53 PM

State Council of Educational Research and Training, Chennai-6

Higher Secondary First Year Physics Volume 1

طبیعیات برائے ہائرسکنڈری سال اوّل - جلد I-

Academic Head and Co-ordinator :

Dr. Mrs. S. Shameem,
Deputy Director, SCERT, Chennai

Translators :

Mohamed Jaweed Akram
P.G. Asst. Islamiah Boys' HSS
Vaniyambadi. Tirupattur District.

Syeda Raheemunnisa
B.T. Asst., Iqra Matriculation School,
Oomerabad, Vellore Dt.

Najmunnisa M.A.,
P. G. Assistant,
Muslim HSS, Vellore, Vellore District.

Reviewer

Syed Bilal Ahmed
B.T. Asst., Panchayat Urdu Middle School,
Jafarabad, Vaniyambadi,Tirupattur District.

Co-ordinators :

Dr. Mani,
Principal, DIET, Ranipet District.

M. Suresh Kumar,
Lecturer, DIET, Ranipet,

A. Siva Kumar,
Lecturer, DIET, Ranipet

Urdu DTP and Layout
TAJ Printers, Vaniyambadi.

تعلیمی سربراہ اور معاون

ڈاکٹر مسز یس۔ شمیم
ڈپٹی ڈائرکٹر، یس.سی.ای.آر.ٹی، چنئی۔

مترجمین

محمد جاوید اکرم
پی.جی.اسسٹنٹ، اسلامیہ بائس ہائرسکنڈری اسکول، وانم باڑی، ضلع تر پاتور۔

سیدہ رحیم النساء
بی.ٹی.اسسٹنٹ، اقرأ مٹریکولیشن اسکول، عمر آباد، ضلع ویلور۔

یم۔اے۔نجم النساء
پی.جی.اسسٹنٹ، مسلم ہائرسکنڈری اسکول، ویلور، ضلع ویلور۔

نظر ثانی

سید بلال احمد
بی.ٹی.اسسٹنٹ، پنچایت اردو مڈل اسکول، جعفر آباد، وانم باڑی۔ ضلع تر پاتور۔

معاونین

ڈاکٹر مَنی
پرنسپال، DIET، رانی پیٹ

یم.سریش کمار
اسسٹنٹ پروفیسر، DIET، رانی پیٹ

اے۔ سواکمار
اسسٹنٹ پروفیسر، DIET، رانی پیٹ

ترتیب وتزئین

تاج پرنٹرس ، وانم باڑی۔

Co-ordination
Ramesh Munisamy

This book has been printed on 80 G.S.M.
Elegant Maplitho paper.
Printed by offset at:

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:53 PM

NOTE

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:53 PM

NOTE

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:53 PM

NOTE

11 physics V2 12. practicals
Tuesday, November 01, 2022 12:10:53 PM