GOVERNMENT OF TAMIL NADU

ہائر سکنڈری سال دوّم

HIGHER SECONDARY SECOND YEAR

طبیعیات

جلد دوّم

PHYSICS

VOLUME - II

(URDU MEDIUM)

Department of School Education

Untouchability is Inhuman and a Crime

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:30:51 AM

Government of Tamil Nadu

First Edition - 2021

Revised Edition - 2023

Reprint - 2022, 2024

(Published under new syllabus)

Content Creation

State Council of Educational
Research and Training

© SCERT 2021

Printing & Publishing

Tamil NaduTextbook and Educational
Services Corporation

www.textbooksonline.tn.nic.in

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:30:52 AM

CONTENTS فہرست مضامین

PHYSICS طبیعیات

اکائی	عنوان	TITLE	صفحہ نمبر	مہینہ
6	شعاعی بصریات	Ray Optics	01	ستمبر
7	موجی بصریات	Wave Optics	53	ستمبر/اکتوبر
8	شعاع اور مادّہ کی دوہری فطرت	Dual Nature of Radiation and Matter	108	اکتوبر
9	جوہری اور مرکزائی طبیعیات	Atomic and Nuclear physics	141	نومبر
10	الکٹرانکس اور مواصلات	Electronics and Communication	195	نومبر دسمبر
11	طبیعیات کے شعبہ میں جدید ترقیات	Recent Developments in Physics	253	دسمبر
	سائنسی اصطلاحات	Glossary	285	

GU405

E-book

2A0OH

Assessment

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:30:52 AM

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
- Gender initiatives by the Government of India.

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

Glossary
- Scientific terms frequently used with their Tamil equivalents

Content Focus
- Covers ray and wave optics extensively, salient concepts in dual nature of radiation and matter, atomic and nuclear physics. Topics in semiconductors and communication are optimised. An exclusive unit on 'Recent developments in physics' highlights that physics is the basic building block for sciences, engineering, technology and medicine. With this, students are motivated to pursue higher education confidently.

Back Wrapper

***Richard Philip Feynman**, (1918–1988) a theoretical physicist who received noble prize in physics in 1965 for his contributions to the development of quantum electrodynamics. He is the first person to discuss the possiblity of manipulation of atoms that seeded nanotechnology. His lectures on various topics in physics are very popular among physicists.*

Illustration of Gravitational waves from two merging black holes.
Actual photograph of a super massive black hole M87*

XII_Physics_First 8 pages Higher.indd 4 21-07-2020 15:41:56

XII_Physics_First 8 pages Higher.indd 5

Scope of Physics - Higher Education

Entrance Examinations After +2

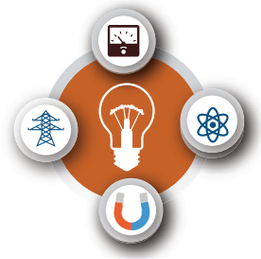
- Physics Olympiad Exam
- NEET-National Eligibility cum Entrance Test
- IIT JEE-Joint Entrance Examination (Mains & Advanced)
- NEST- National Entrance Screening Test
- KVPY-Kishore Vaigyanik Protsahan Yojana
- JEE Mains Paper II for B.Arch
- AIIMS - All Indian Institute of Medical Science's Examination
- Chennai Mathematical Institute Entrance Examination
- BITSAT- Birla Institute of Science And Technology Admission Test
- AIEEE – All India Engineering Entrance Exam
- CUCET – Central Universities Common Entrance Test
- JIPMER - Jawaharlal Institute of Postgraduate Medical Education & Research
- CLAT – Common Law Admission Test
- HSEE- Humanities and Social Sciences Entrance Examination
- AIPVT -All India Pre-Veterinary Test
- NDA – National Defence Academy Examination

After Graduation

- JAM- Joint Admission Test
- JEST – Joint Entrance Screening Test
- GATE- Graduate Aptitude Test in Engineering
- CAT – Common Admission Test (for MBA)
- Exams conducted by Respective Universities

After Post Graduation

- CSIR NET - National Eligibility Test for JRF and Lectureship



Education Career

After Completing +2

- Integrated M.Sc. Physics
- Central Uiversities through CUCET
- Central Research Institutes like IISER using KVPY, JEE Advanced
  - ♦ IISER aptitude test
  - ♦ Top 1% students in State board are eligible for IISER Aptitude Test
- Admission in NISER through NEST
- B.Sc Photonics
- B.Sc Hons. in Mathematics and Physics in CMI
- B.Sc Hons. in Mathematics and Computer Science in CMI
- Five-Year Dual degree In IIST (B.Tech + Master of Science)
- Master of Science (Astronomy and Astrophysics, Solid State Physics)

Note

- Students admitted to IISc, IIT's, NIT's IISER's, IIST, will get a Scholorship equivalent to INSPIRE
- Assured placement in ISRO and other divisions for the students of IIST
- Institutes and their ranking can be found in www.nirfindia.org

After B.Sc Physics

- M.Sc Physics in IIT's and NIT's through JAM
- Integrated Ph.D in IISER's and IISc through JAM and JEST
- M.Sc Physics in Central Universities throught CUCET
- M.Sc in Energy Physics, Applied Physics in IIT's through JAM
- Integrated Ph.D in IMSc, TIFR, JNCASR through JEST score
- Integrated Ph.D in TIFR through JEST and TIFR exam
- M.Sc Photonics, Reactor physics, Nuclear Engineering ,
- M.Sc Medical Physics
- M.Sc Biophyiscs
- Research Institutes abroad like CERN, NASA, LIGO offer Summer internship programmes for motivated Indian students pursuing Undergraduate course in physics
- Indian Academy of Science & various other research institutes offer paid Summer Internship for science students to get an hands on experience in research.

21-07-2020 15:41:59

XII_Physics_First 8 pages Higher.indd 6

Opportunities after B.Sc. Physics

Jobs in Government Sector

- Scientific Officer and Scientific Assistant Jobs
- CSIR Labs
- DRDO – Defence Research and Development Organisation
- DAE -Department of Atomic Energy
- DoS - Department of Science
- IMD- Indian Meteorological Department
- ONGC -Oil and Natural Gas Corporation
- ATC – Air Traffic Controller
- Teaching faculty in schools and colleges through SET, NET,TET
- Scientist post in various research institutes in India

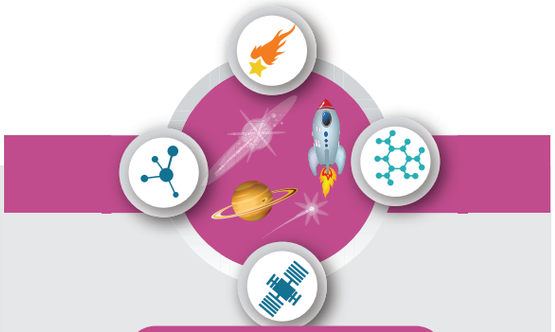
Scholarships

- INSPIRE Scholarship - Scholarship for Higher Education (SHE) - 80000 per annum, for B.Sc/B.S/Int M.Sc/Int M.S
  Eligibility Criteria:- Top 1% students in their +2 board exam
  Top 10000 rank holders in JEE or NEET
- Students studying at NIISER, IISER, Department of Atomic Energy Centre for Basic Science
  NTSE, KVPY, JBNSTS Scholars
- International Olympiad Medalists
- Indira Gandhi Scholarship for single girl child for full time regular Master's Degree
- Post Graduate Merit Scholarship for University rank holders in UG level
- Mathematics Training and Talent Search (MTTS) Programme
  Eligibility Criteria:- Students who studied Maths at UG or PG level
- Dr. K S Krishnan Research Associateship (KSKRA)
  Eligibility Criteria:- Students who posses Master's Degree or Ph.D in science or engineering
- IGCAR JRF
  Eligibility Criteria:- Passing JEST, GATE, NET Exams
- Promotion of Science Education (POSE) Scholarship Scheme
- Dhirubhai Ambani Scholarship Programme
- Foundation for Academic Excellence and Access Scholarship (FAEA)
- Central Sector Scheme of National Fellowship and Scholarship for Higher Education of ST students
- Pre - Matric and Post - Matric Scholarship for students belonging to minority communities to pursue their School and Collegiate education by the Ministry of Minority affairs, Government of India.
- Pre Matric and Post Matric Scholarship for students with Disabilities to pursue their School and Collegiate Education by the Department of Empowerment of Persons with Disabilities, Government of India.
- Maulana Azad scholarship for minorities.

21-07-2020 15:42:00

XII_Physics_First 8 pages Higher.indd 7

Institutes in india to pursue research in physics



Research Areas

General Relativity and Cosmology
Astronomy and Astrophysics
Quantum Optics and Information theory
Plasma physics
Meteorology and Atmospheric science
String Theory, Quantum Gravity
Optics and Photonics
Condensed Matter Theory, Material Science and Spintronics
Cryptography
Mathematical Physics,Statistical Physics
Crystal Growth and Crystallography
Atomic and Molecular Physics
Biophysics, Medical Physics
Nuclear and High energy Particle Physics
Energy and Environmental Studies
Geophysics
Quantum Biology and Quantum Thermodynamics and Cymatics

Famous Research Institutes for Physics in India

Name of the Institution	Website
Institute of Mathematical Sciences,Chennai(IMSc)	www.imsc.res.in
Saha Institute of Nuclear Physics, Kolkata	www.saha.ac.in
International Centre for Theoretical Sciences, Bangalore	www.icts.res.in
Harish chandra Research Institute, Allahabad	www.hri.res.in
Aryabhatta Research Institute of Observational Sciences, Nainital	www.aries.res.in
Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research (JNCASR)	www.jncasr.ac.in
Institute of Physics (IOP), Bhubaneshwar	www.iopb.res.in
Indian Association for the Cultivation of Sciences (IACS), Kolkata	www.iacs.res.in
Vikram Sarabhai Space Centre (VSSC), Thiruvananthapuram	www.vssc.gov.in
National Physical Laboratory (NPL), Delhi	www.nplindia.in
National Institute of Science Education and Research (NISER), Bhubaneshwar	www.niser.ac.in
Indian Institute of Science(IISc), Bangalore	www.iisc.ac.in
Raman Research Institute(RRI), Bangalore	www.rri.res.in
Tata Institute of Fundamental Research (TIFR), Mumbai	www.tifr.res.in
Bhaba Atomic Research Centre (BARC), Mumbai	www.barc.gov.in
Indira Gandhi Centre for Atomic Research (IGCAR), Kalpakkam	www.igcar.gov.in
Inter University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA),Pune	www.iucaa.in
Indian Institute of Space Science and Technology(IIST), Trivandrum	www.iist.ac.in
Institute of Plasma Research (IPR), Gujarat	www.ipr.res.in
Physical Research Laboratory (PRL),Ahmedabad	www.prl.res.in
Inter-University Accelerator Center (IUAC), Delhi	www.iuac.res.in
Indian Institute of Astrophysics (IIA), Bangalore	www.iiap.res.in
Chennai Mathematical Institute (CMI), Chennai	www.cmi.ac.in
Liquid Propulsion Systems Centre	www.lpsc.gov.in
S.N.Bose Centre for Basic Sciences	www.bose.res.in
CSIR National laboratories	
Indian Institute of Technology (IIT) in various places	
IISER's in various places	
National Institute of Technology (NIT) in various places	
Indian Institute of Information Technology (IIITs) at various places	
Central and State Universities	

21-07-2020 15:42:02

XII_Physics_First 8 pages Higher.indd 8

Gender Initiatives by the Government of India

Women Scientist Scheme by the Department of Science and Technology (DST)

- Under this scheme, women scientists are being encouraged to pursue research in frontier areas of science and engineering, on problems of societal relevance and to take up S&T-based internship followed by self-employment. Following three categories of fellowships, with research grants, are available for Indian citizen:

1. Women Scientist Scheme-A(WOS-A): Research in Basic/Applied Science
2. Women Scientist Scheme-B (WOS-B): S&T interventions for Societal Benefit
3. Women Scientist Scheme-C (WOS-C): Internship in Intellectual Property Rights (IPRs) for the Self-Employment

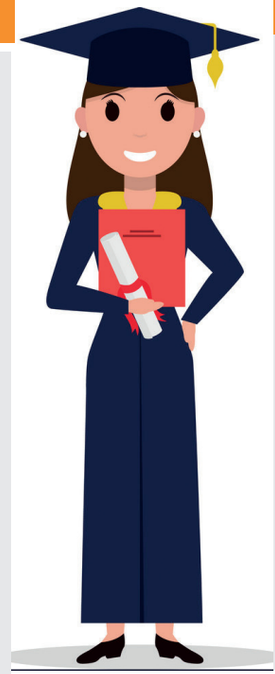
Eligibility:

The scheme is meant to encourage women in S&T domain, preferably those having a break in career and not having regular employment, to explore possibility of re-entry into the profession.

Qualifications:

1. Minimum Post Graduate degree, equivalent to M.Sc. in Basic or Applied Sciences or B.Tech. or MBBS or other equivalent professional qualifications
2. M.Phil/M.Tech/M.Pharm/M.VSc or equivalent qualifications
3. Ph.D. in Basic or Applied Sciences

- http://www.dst.gov.in/ scientific-programmes/ scientific-engineering- research/women-scientists- programs



Global STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Scholarships for Indian Women in Science

- A list of some STEM scholarships offered to Indian Women if they would like to pursue their higher education abroad.

1. Society of Women Engineers (SWE) Scholarship
2. The Google Anita Borg Memorial Scholarship Program
3. Women In Aviation International Scholarships
4. Amelia Earhart Fellowship by Zonta International
5. The Graduate Women In Science (GWIS) National Fellowships Program

- https://feminisminindia.com/2017/06/14/global-stem-scholarships/

KIRAN (Knowledge Involvement in Research Advancement through Nurturing) Scheme of DST

- https://www.ugc.ac.in/pdfw/

21-07-2020 15:42:02

اکائی
6

RAY OPTICS شعاعی بصریات

روشنی پھیلانے کے دو طریقے ہیں۔موم بتی یا آئینہ جو اس کی عکاسی کرتا ہے۔ ایڈتھ وارٹن

سیکھنے کے مقاصد:

اس یونٹ میں طلباء کو

- روشنی کی کرن کے پہلو سے روشناس کیا جاتا ہے۔
- روشنی کی عکاسی اور انعطاف کا رجحان
- روشنی کی رفتار معلوم کرنا
- آئینہ، عدسہ اور منشور وغیرہ سے متعلق نظریات
- مختلف تصورات جیسے انتشار اور روشنی کے بکھرنے کا مظہر

CIF9G

6.1 INTRODUCTION تعارف

روشنی ایک روحانی شئے ہے، پھر بھی اس کا طرز عمل ایسا ہی دلچسپ ہے۔ روشنی کو ایک ہی ہستی کی حیثیت سے سمجھنا مشکل ہے۔ شعاعی بصریات سے متعلق روشنی جو ایک کرن کی نمائندگی کرتی ہے، خط مستقیم میں سفر کرتی ہے۔ یہاں ہندسی تعمیرات کو سمجھنے کے لئے مستقل مزاجی ملتی ہے۔ روشنی کے کچھ خصوصیات اور اس کے ساتھ وابستہ مظاہرات کو سمجھنے کے لئے ،دوسرے کچھ مظاہرات جو موجی بصریات (wave optics) کو استعمال کر کے سمجھ سکتے ہیں۔ اگلے یونٹ میں پڑھیں گے۔ روشنی کے پہلو میں ایک قدریہ (quantum) بھی ہے جو قدریہ بصریات (Quantum optics) کہلاتا ہے، گریجویٹ لیول کورس میں ہم پڑھیں گے۔

6.1.1 شعاعی بصریات (Ray optics)

روشنی ایک واسطے میں خط مستقیم میں سفر کرتی ہے۔ روشنی اُس وقت اپنے راستے سے منحرف ہوسکتی ہے جب ایک رکاوٹ یا دوسرے واسطے کی حد درمیان میں آجائے۔ روشنی کی ایک کرن روشنی کی سمت کے بارے میں معلومات دیتی ہے دوسرے خصوصیات جیسے روشنی کی طاقت اور رنگ کے بارے میں معلومات نہیں دیتے ہیں۔ تاہم شعاعی بصریات میں روشنی کی کرن سی نمائندگی کرتی ہے۔ روشنی کا راستہ روشنی کی کرن کہلاتا ہے اور ایسے کرنوں کے جھنڈ کو روشنی کی دھار (beam) کہا جاتا ہے۔ اس باب میں ہم عکاسی کے مظاہرے جیسے انعطاف، انتشار اور روشنی کا بکھرنا، روشنی کی کرن کا انعکاس کا استعمال کرتے ہوئے کریں گے۔

6.1.2 انعکاس (Reflection)

روشنی کی شعاعوں کا چمکیلی سطح پر پڑ کر واپس اسی واسطے میں واپس ہونا ہی انعکاس کہلاتا ہے۔ شعاع وقوع واسطے میں موجود روشنی کی شعاع سطح پر پڑنے کے بعد واپس اسی واسطے میں لوٹتی ہے۔ چمکیلی سطح روشنی کو منعکس کرتی ہے۔ آئینہ میں جس کے پشت پر چاندی کی پتلی تہہ ہوتی ہے اس پر روشنی کی شعاع پڑتی ہے۔ تو وہ 90% نوے فیصد انعکاس کرتا ہے۔ زاویہ وقوع 'i' زاویہ انعکاس r اور عمود کی پیمائش اس سطح پر پرنے

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:30:55 AM

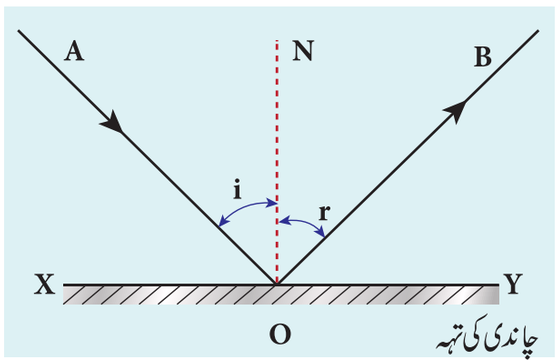
والی روشنی پر منحصر ہے۔انعکاس کے کلیہ کے مطابق

(i) شعاع وقوع، شعاع انعکاس اور نقطۂ وقوع پر کا عمود، یہ تمام ایک ہی سطح پر واقع ہوتے ہیں۔

(ii) زاویہ وقوع i اور زاویہ انعکاس r ہمیشہ مساوی ہوتے ہیں۔

$$i = r \qquad (6.1)$$

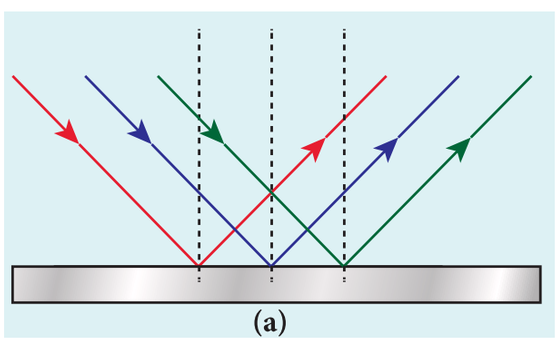
کلیہ انعکاس کو خاکہ 6.1 میں دکھایا گیا ہے۔

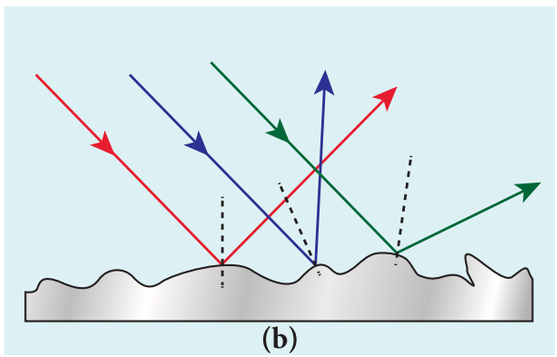


خاکہ 6.1 روشنی کا انعکاس

کلیہ انعکاس ہر ایک سطح پر درست ہے چاہے سطح سیدھی ہو (یا) منحنی ہو۔اگر سطح سیدھی ہو تو متوازی شعاع ، وقوع انعکاس کے بعد متوازی شعاعیں باقاعدہ شعاعیں خارج کریں گی، جیسا کہ خاکہ 6.2 (a) میں دکھایا گیا ہے۔

اگر عکاسی سطح کھردری بے قاعدہ ہو تو متوازی شعاع، وقوع انعکاس کے بعد بے ترتیب شعاعیں خارج کریں گی (متوازی نہیں ہوں گی) تب بھی کلیہ انعکاس بے ترتیب سطح کے ہر نقطہ پر وقوع ہونے کے لئے درست ہیں، جیسا کہ خاکہ 6.2(b) میں دکھایا گیا ہے۔





خاکہ 6.2 (a) باقاعدہ انعکاس (b) بے قاعدہ انعکاس

6.1.3 انعکاس کی وجہ سے زاویہ انحراف
(Angle of deviation due to reflection)

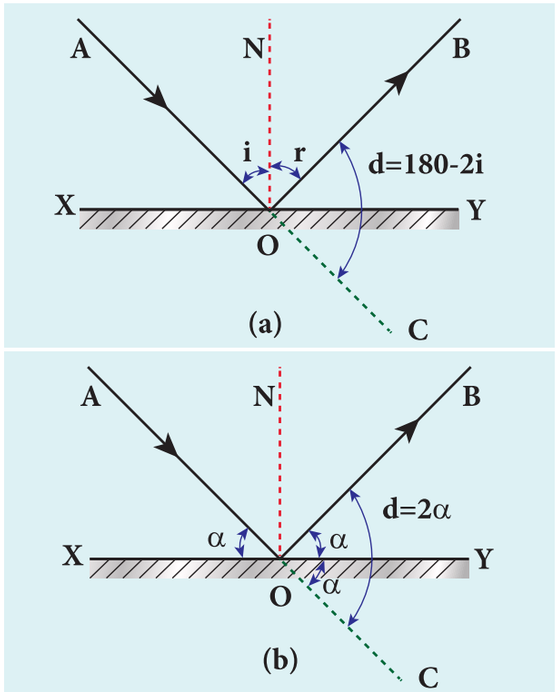
روشنی کے شعاع وقوع اور شعاع انحراف کے درمیان بننے والا زاویہ۔زاویہ انحراف کہلاتا ہے اس کی پیمائش ہندسی طریقے سے آسانی سے کی جاتی ہے جیسا کہ خاکہ 6.3(a) میں دکھایا گیا ہے۔شعاع وقوع AO ہے۔ شعاع انعکاس OB اور OC کا درمیانی زاویہ، زاویہ انحراف 'd' ہے۔ علم ہندسہ کے استعمال سے ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں جیسے $d = 180 - (i+r)$ جیسا کہ انعکاس میں $i=r$ ۔ہم انعکاس میں زاویہ انحراف کو اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$d = 180 - 2i \qquad (6.2)$$

زاویہ انحراف کو سطحی زاویہ α کی طرح بھی پیمائش سکتے ہیں، جو شعاع وقوع AO اور عکسی سطح XY کے درمیان ہے۔جیسا کہ خاکہ 6.3(b) میں دکھایا گیا ہے۔علم ہندسہ کے تحت $\angle AOX = \alpha$ ، $\angle BOY = \alpha$ اور $\angle YOC = \alpha$ (تمام یکساں ہیں) زاویہ انحراف 'd' زاویہ $\angle BOC$ ہے۔ چنانچہ

$$d = 2\alpha \qquad (6.3)$$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:30:56 AM



خاکہ 6.3 انعکاس کی وجہ سے زاویہ انحراف

مثال 6.1

ثابت کرو کہ ایک ہی شعاع وقوع میں جب عکسی سطح کو زاویہ θ کے ذریعہ جھکایا جاتا ہے تو شعاع انعکاس بھی زاویہ 2θ میں جھک جاتا ہے۔

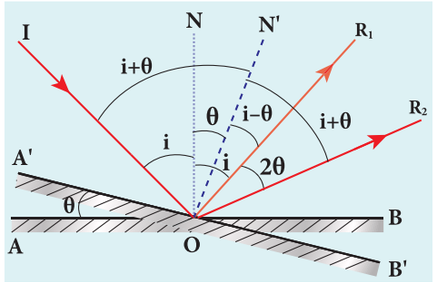
حل:

AB عکسی سطح ہے جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔ شعاع وقوع IO اور شعاع انعکاس OR_1 دونوں زاویہ i عمود N کے ساتھ بناتے ہیں۔ AB کو زاویہ θ بناتے ہوئے A'B' کو جھکاتے ہیں تو عمود N بھی N' مساوی زاویہ θ کی طرف جھک جاتا ہے۔ یاد رکھو کہ شعاع وقوع IO کی حالت میں تبدیلی نہیں آتی ہے۔ مگر شعاع انعکاس اب OR_2 ہو جاتا ہے۔

اب جھکے ہوئے نظام میں زاویہ وقوع $N'OI = i+\theta$ اور زاویہ انعکاس $N'OR_2 = i+\theta$ دونوں برابر ہیں۔ 'ON اور 'OR کا درمیانی زاویہ $\angle N'OR_1 = i-\theta$ ہے۔ انعکاسی روشنی کی طرف جھکایا ہوا زاویہ، OR_1 اور OR_2 کا درمیانی زاویہ ہے، جو $\angle R_1OR_2$ ہے۔

علم ہندسہ کے ذریعہ ہم لکھ سکتے ہیں۔

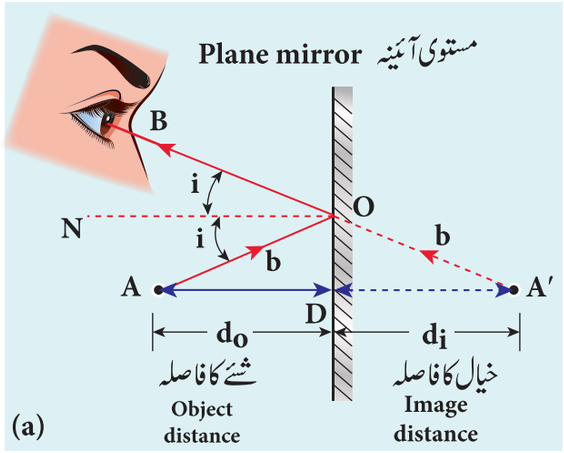
$$\angle R_1OR_2 = \angle N'OR_2 - \angle N'OR_1 = (i+\theta) - (i-\theta)$$
$$\angle R_1OR_2 = 2\theta.$$

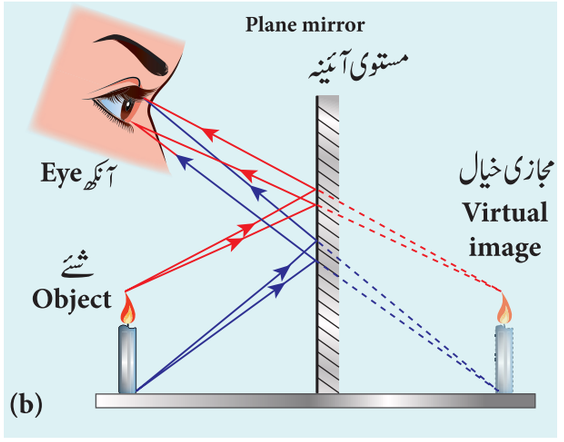


6.1.4 مستوی آئینہ میں خیال کا بننا :

(Image formation in a plane mirror)

فرض کرو کہ ہم ایک نقطہ A کو ایک شئے مان کر مستوی آئینے کے سامنے رکھتے ہیں۔ مستوی آئینہ میں نقطہ وقوع ہے جیسا کہ خاکہ 6.4(a) میں دکھایا گیا ہے۔





خاکہ 6.4 مستوی آئینہ میں خیال کا بننا
(a) نقطہ کے لئے اور (b) وسیع اشیاء کے لئے

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:30:57 AM

روشنی کی شعاع نقطہ AO آئینہ میں داخل ہوتی ہے اور وہ OB میں منعکس ہوتی ہے اور عمود ON ہے۔

زاویہ وقوع ∠AON = زاویہ انعکاس ∠BON

دوسری شعاع AD آئینہ میں نقطہ D کو پیچھے سے بڑھا کر ایک DA میں انعکاس کرتی ہے جب BO اور AD کو پیچھے سے بڑھا کر ایک نقطہ 'A پر ملا دیا جاتا ہے تو شعاع جو نقطہ 'A پر اس طرح دکھائی دیتی ہے کہ وہ مستوی آئینہ کے پیچھے سے آئی ہوئی ہے۔ شئے اور اس کے خیال مستوی آئینے کے عمودی فاصلے کے برابر ہیں جو نیچے دئے گئے وضاحت سے معلوم ہوتا ہے۔

زاویہ ∠AON = زاویہ ∠DAO

(چونکہ یہ دونوں متبادل زاویہ ہیں)

زاویہ ∠BON = زاویہ ∠OA'D

(چونکہ دونوں نظیری زاویے ہیں)

اس لئے وہ اس زاویے پر عمل کرتا ہے ∠DAO = ∠OA'D

مثلث ΔODA اور

ΔOD'A مطابقت (Congruent) رکھتے ہیں۔

∴ AD = A'D

اس سے یہ دکھائی دیتا ہے کہ مستوی آئینہ کے اندر کا خیالی فاصلہ d_i مستوی آئینے کے سامنے شئے کے فاصلہ d_o کے برابر ہے۔

توسیع شدہ شئے کا مستوی آئینے میں بننے والے خیال کو خاکہ 6.4(b) میں دکھایا گیا ہے۔

6.1.5 مستوی آئینے میں بننے والے خیال کی خصوصیات (Characteristics of the image formed by a plane mirror)

(i) مستوی آئینے میں بننے والا خیال مجازی، سیدھا اور کناروں میں الٹا بنتا ہے ۔ (دائیں/بائیں)

(ii) خیال کی جسامت شئے کی جسامت کے مساوی ہوتی ہے۔

(iii) آئینے کے پیچھے والے خیال کا فاصلہ آئینے کے سامنے شئے کے فاصلہ کے مساوی ہوتا ہے۔

(iv) اگر شئے کو دو مستوی آئینے جو زاویہ θ پر جھکے ہوئے ہیں تو خیالوں کی تعداد n کو جدول 6.1 میں دیا گیا ہے اور خیالوں کے بننے کو خاکہ 6.5 میں دکھایا گیا ہے۔

جدول 6.1 جھکے ہوئے آئینوں سے بننے والے خیال

$\left(\frac{360}{\theta}\right)$	رکھی ہوئی شئے کا مقام	خیالوں کی تعداد n
جفت Even	تشاکلی Symmetrical	$n=\left(\frac{360}{\theta}-1\right)$
	غیر تشاکلی Unsymmetrical	$n=\left(\frac{360}{\theta}-1\right)$
طاق Odd	تشاکلی Symmetrical	$n=\left(\frac{360}{\theta}-1\right)$
	غیر تشاکلی Unsymmetrical	$n=\left(\frac{360}{\theta}\right)$

خاکہ 6.5 جھکے ہوئے آئینوں سے بننے والے خیال

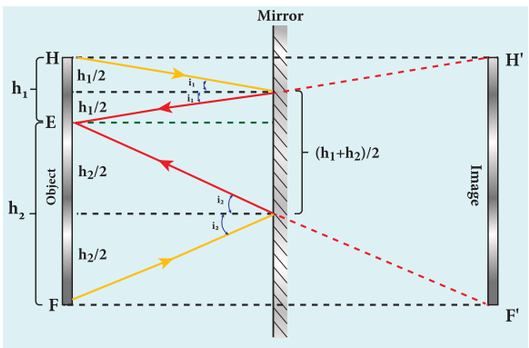
مثال 6.2

جب ایک شخص اس کے پورے جسم کا خیال آئینہ میں دیکھنا چاہتا ہو تو آئینہ کی اونچائی کتنی ہونی چاہئے ؟

حل:

فرض کرو کہ h اونچائی والا ایک شخص، ایک مستوی آئینہ کے سامنے کھڑا ہوا ہے۔ وہ آدمی اپنا سر دیکھ سکتا ہے جب روشنی آئینہ سے اس کے سر پر پڑتی ہے اور اس کا عکس اس کے آنکھوں میں گرتا ہے۔ اسی طرح روشنی اس کے قدموں میں پڑ کر وہ اس کے آنکھوں میں منعکس ہوتی ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:30:58 AM



اگر درمیانی فاصلہ اس کے سر H اور آنکھ E کا h_1 ہے اور اس کے قدم F اور آنکھ E کا درمیانی فاصلہ h_2 ہے۔ اس شخص کی کل اونچائی h ہے۔ یہاں پر $h = h_1 + h_2$

انعکاس کے کلیہ کے مطابق، زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاس، دو انتہائی انعکاس کے لئے مساوی ہیں۔ عمود جو شعاع وقوع اور شعاع انعکاس پر ہیں، دو نقاط پر زاویوں کے ناصف ہیں۔ علم ہندسہ سے آئینہ کی اونچائی، آدمی کی اونچائی کے نصف حصے کے برابر ہونی چاہئے۔

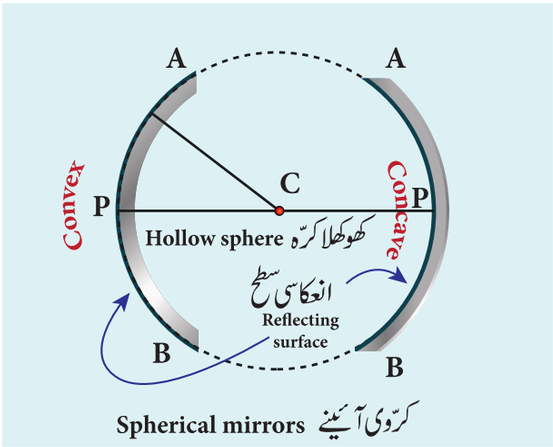
$$\text{height of the person.}\ \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{h}{2}$$

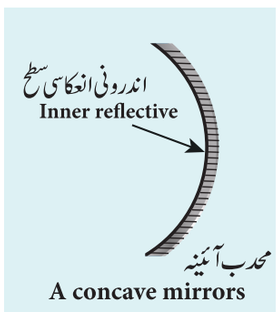
کیا اونچائی شخص اور آئینہ کے فاصلہ پر منحصر ہے ؟

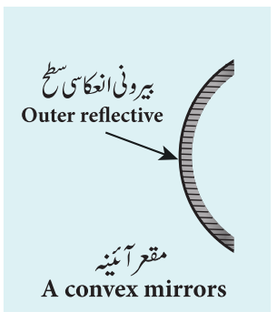
6.2 کروی آئینے (Spherical mirrors)

کروی سطح پر ہونے والے انعکاس کے بارے میں اب ہم مطالعہ کریں گے۔ ایک کروی سطح ایک کھوکھلے کرّے سے کٹا ہوا حصہ ہے۔ کروی آئینے عام طور پر شیشے سے بنائے جاتے ہیں۔ شیشے کی ایک سطح پر چاندی کی پرت ہے اور عکاسی دوسری سطح پر ہوتی ہے جو پالش کی جاتی ہے۔ اگر آئینے کی پالش کی سطح محدب ہو تو اسے محدب آئینہ کہا جاتا ہے۔ یہ شکل خاکہ 6.6 میں دکھائی گی ہے۔

آیئے اب ہم کروی آئینہ سے متعلق کچھ اصطلاحات سے واقف ہوں گے۔







خاکہ 6.6 کروی آئینے

انحناء کا مرکز (Centre of curvature) :

یہ اس کرہ کا مرکز ہے جس سے وہ آئینہ بنایا گیا ہے جس دائرے کا آئینہ حصہ ہوتا ہے۔ اس کے مرکز کو آئینہ کے انحناء کا مرکز C کہتے ہیں۔

انحناء کا نصف قطر (Radius of curvature) :

یہ کرہ کے مرکز اور آئینہ کے درمیان کا فاصلہ ہے۔ اسے آئینہ کے انحناء کا نصف قطر R کہا جاتا ہے۔

قطب (pole) :

یہ کروی آئینہ کا ہندسی مرکز ہے اسے حرف P سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ آئینے کی کروی سطح پر وسطی نقطہ (یا) آئینے کے ہندسی مرکز کو آئینے کا قطب P یا بصری مرکز (Optic centre) کہتے ہیں۔

صدر محور (Principal axis):

قطب P اور انحناء کے مرکز C کو جوڑنے والی لکیر کو آئینے کا صدر محور کہا جاتا ہے۔ روشنی کی شعاع، عکاسی کے بعد صدر محور پر واپس سفر کرتی ہے۔ اسے بصری محور (optical axis) بھی کہا جاتا ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:30:59 AM

ماسکہ (یا) ماسکی نقطہ (Focus or focal point) :

جب روشنی کی شعاع ایک کروی آئینہ پر پڑتی ہے تو منعکس شدہ شعاعیں صدر محور کے نقطہ پر مرکوز ہوتی ہیں (مقعر آئینہ میں) یا محدب آئینہ میں ایک نقطہ سے منتشر ہوتے ہوئے محسوس ہوتے ہیں۔ یہ نقطہ آئینہ کا ماسکہ یا ماسکی نقطہ کہلاتا ہے۔

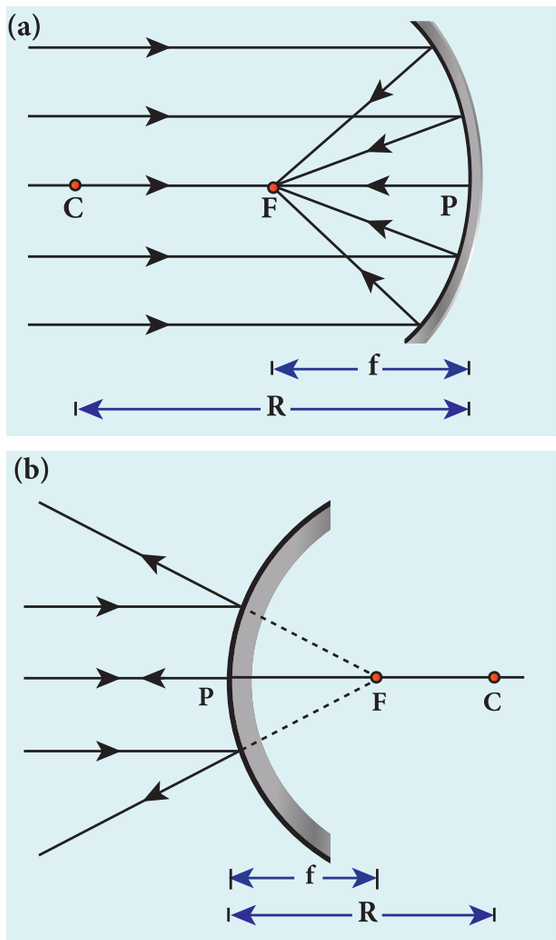
ماسکی طول (Focal length):

قطب P اور ماسکہ F کے درمیان کا فاصلہ آئینہ کا ماسکی طول کہلاتا ہے۔

مستوی ماسکہ (Focal plane) :

صدر محور پر ماسکہ اور آئینہ کی عمودی سطح مستوی ماسکہ کہلاتی ہے۔

مذکورہ بالا تمام اصطلاحات کو محدب اور مقعر دونوں آئینوں کے لئے خاکہ 6.7 میں دکھایا گیا ہے۔

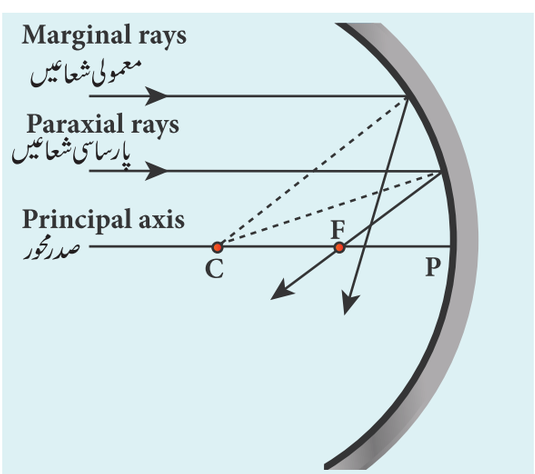


خاکہ 6.7 اصطلاحات کا اظہار
(a) مقعر آئینہ اور (b) محدب آئینہ کے لئے

6.2.1 پارساسی شعاعیں اور معمولی شعاعیں:
(Paraxial rays and Marginal rays)

پارساسی شعاعیں وہ کرنیں ہیں جو صدر محور کے بہت قریب سفر کرتے ہیں اور اس کے ساتھ چھوٹے زاوئے بناتے ہیں۔ قطب کے بہت قریب آئینے پر گرتے ہیں۔ دوسری طرف معمولی شعاعیں وہ شعاعیں ہیں جو صدر محور سے بہت دور سفر کرتے ہیں اور اس کے ساتھ بڑے زاویے بناتے ہیں اور وہ آئینہ پر قطب سے بہت دور گرتے ہیں۔ یہ دونوں شعاعیں مختلف برتاؤ کرتے ہیں۔ (ہر مختلف نقطوں پر توجہ مرکوز رکھیں) جیسا کہ شکل 6.8 میں دکھایا گیا ہے۔

اس باب میں ہم صرف پارساسی شعاعوں کے لئے مطالعہ محدود رکھیں گے۔ پارساسی شعاعوں کے لئے زاویے بہت چھوٹے ہوتے ہیں جس سے ہم اچھا اندازہ لگا سکتے ہیں۔

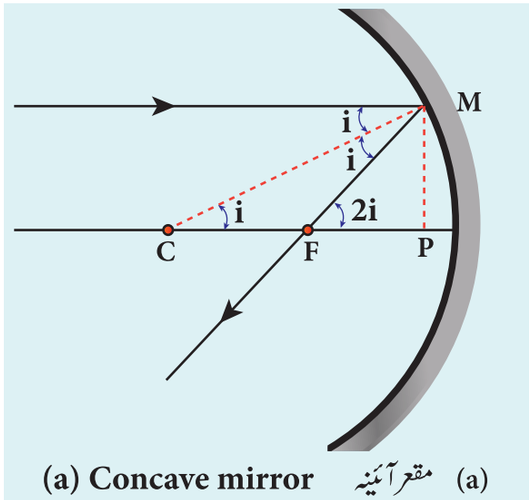


خاکہ 6.8 پارساسی اور معمولی شعاعیں

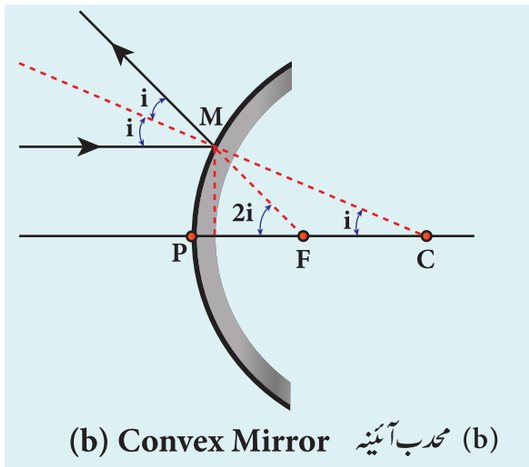
6.2.2 f اور R کے درمیان تعلق
(Relation between f and R)

فرض کرو کہ آئینہ کے انحناء کا مرکز C ہے۔ فرض کرو کہ روشنی کی شعاع صدر محور کے متوازی ہے، آئینہ میں M پر داخل ہوتی ہے۔ شعاع انعکاس کے بعد صدر ماسکہ F سے گذرتی ہے۔ علم ہندسہ جو اس سے تعلق رکھتا ہے، اس کو خاکہ 6.9(a) میں دکھایا گیا ہے۔ لکیر CM، آئینہ M کے عمود میں ہے۔ چنانچہ زاویہ وقوع i اور زاویہ انعکاس r دونوں مساوی ہیں۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:30:59 AM



(a) Concave mirror (a) مقعر آئینہ



(b) Convex Mirror (b) محدب آئینہ

خاکہ 6.9 f اور R کے درمیان تعلق

اگر M سے صدر محور پر عمود MP ہو تو

زاویے $\angle MCO = i$ اور $\angle MFP = 2i$

مثلث قائمۃ الزاویہ ΔMCP اور ΔMFP سے ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$\tan 2i = \frac{PM}{PF} \quad \text{اور} \quad \tan i = \frac{PM}{PC}$$

چونکہ زاویے بالکل چھوٹے ہیں، $\tan i = i$ اور $\tan 2i = 2i$

$\tan 2i \approx 2i$،

$$2i = \frac{PM}{PF} \quad \text{اور} \quad i = \frac{PM}{PC}$$

مزید مختصر کرنے پر

$$2\frac{PM}{PC} = \frac{PM}{PF};\ 2PF = PC$$

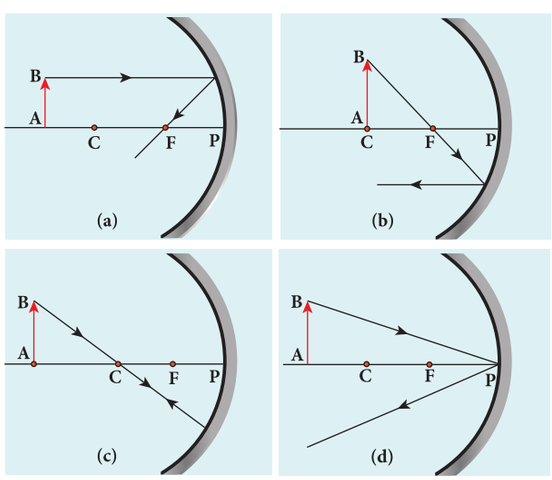
PF ماسکی طول f ہے، اور PC انحناء کا نصف قطر R ہے۔

$$2f = R \qquad (یا) \qquad f = \frac{R}{2} \qquad (6.4)$$

مساوات (6.4) f اور R کے درمیان تعلق کو ظاہر کرتی ہے۔ خاکہ 6.9 (b) میں محدب آئینہ کی تصنیف بتائی گئی ہے۔

6.2.3 کروی آئینوں میں خیال کا بننا
(Image formation in spherical mirrors)

کروی آئینوں کے ذریعہ تشکیل دی گئی تصویر کو شعاعی تصنیف سے حاصل کیا جاسکتا ہے، جسے image tracing کہتے ہیں۔ ایک تصویری نقطہ کو تلاش کرنے کے لئے کم از کم دو شعاعوں کو اس نقطہ پر ملنا چاہئے۔ جیسا کہ خاکہ 6.10 میں دکھایا گیا ہے۔ ہم درج ذیل چار شعاعوں میں سے کم از کم کسی ایک کو استعمال کر سکتے ہیں۔



خاکہ 6.10 خیال کا پتہ لگانا (Image tracing)

(i) انعکاس کے بعد صدر محور کے متوازی ایک شعاع صدر ماسکہ سے گذرے گی (یا گذرتی دکھائی دے گی)۔ خاکہ 6.10(a)

(ii) صدر ماسکہ کے ذریعہ ایک شعاع گذر رہی ہے (یا گذرتی دکھائی دیتی ہے) انعکاس کے بعد صدر محور کے متوازی سفر کرے گی۔ خاکہ 6.10(b)

(iii) مرکز انحناء سے گذرنے والی ایک شعاع انعکاس کے بعد اپنے راستے سے پیچھے ہٹ جاتی ہے کیونکہ یہ ایک عام وقوع ہے۔ خاکہ 6.10(c)

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:30:59 AM

(iv) قطب پر گرنے والی ایک شعاع کلیہ انعکاس کے مطابق صدرمحور کو عام مان کر اس کی عکاسی کرتی ہے۔

6.2.4 کارتیسی علامات
(Cartesian sign convention)

خیال کا پتہ لگانے کے دوران ہم عموماً شئے کا فاصلہ u، خیال کا فاصلہ v شئے کی اونچائی h ماسکی طول f، انحناء کا نصف قطر R رکھتے ہیں۔ ان مقداروں کے لئے اشاروں کے نظام پر عمل کرنا ضروری ہے تاکہ ان سے جڑنے والے تعلقات پر طرح کے طبعی حالت میں مستقل مزاج ہوں۔ ہم کارتیسی علامات کو استعمال کریں گے، جنہیں نیچے دیا گیا ہے اور خاکہ 6.11 میں دکھایا گیا ہے۔

(i) روشنی داخل ہونے والی اس طرح لی جاتی ہے گویا یہ بائیں سے دائیں سفر کر رہی ہو۔ (یعنی آئینے کے بائیں طرف کی شئے)

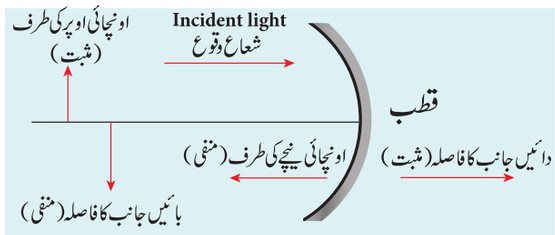
(ii) تمام فاصلے آئینے کے قطب سے ناپے جاتے ہیں۔ (قطب ہی اس کی ابتدا سمجھی جاتی ہے)

(iii) صدرمحور کے ساتھ قطب کے دائیں طرف ناپا جانے والے فاصلے کو مثبت سمجھا جاتا ہے۔

(iv) صدرمحور کے ساتھ قطب کے بائیں طرف ناپا جانے والے فاصلے کو منفی سمجھا جاتا ہے۔

(v) صدرمحور کے اوپر کے طرف کی اونچائی کو مثبت ناپا جاتا ہے۔

(vi) صدرمحور کے نیچے کی طرف کی اونچائی کو منفی ناپا جاتا ہے۔

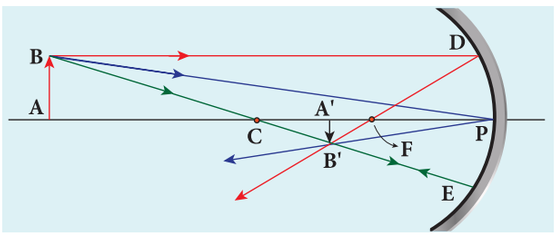


خاکہ 6.11 کارتیسی علامات

6.2.5 آئینے کی مساوات
(Mirror equation)

آئینے کی مساوات اور ایک کروی آئینے میں تعلقات کے لئے شئے کا فاصلہ u خیال کا فاصلہ v اور اماسکی طول f لیا جاتا ہے۔

ایک شئے AB کو مقعر آئینہ کے صدرمحور پر مرکز انحناء C کے باہر فرض کیا جاتا ہے۔ خیال کی تشکیل کو خاکہ 6.12 میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کرو شئے کے نقطہ B سے تین پارساسی شعاعیں (paraxial rays) نکلتی ہیں ان پر غور کریں۔ پہلی پارساسی شعاع BD صدرمحور کے متوازی سفر کرتی ہے۔ یہ قطب P کے قریب ہی مقعر آئینہ کے نقطہ D میں داخل ہوتی ہے۔ اس کا انعکاس، ماسکہ F کے ذریعہ ہوتا ہے۔ دوسری پارساسی شعاع BP' قطب P پر واقع ہوتی ہے۔ یہ PB کے ساتھ منعکس کرتی ہے۔ تیسری پارساسی شعاع مرکز انحنا C سے گذرتی ہے۔ عام طور پر آئینہ E پر گرتی ہے۔ اسی راستے سے شعاع پیچھے منعکس ہوتی ہے۔ یہ تینوں منعکس شعاعیں نقطہ B' پر قطع کرتے ہیں۔ صدرمحور پر عمود A'B' صحیح اور الٹا خیال دیتا ہے۔



خاکہ 6.12 آئینہ کی مساوات

کلیہ انعکاس کے مطابق زاویہ وقوع ∠BPA، زاویہ انعکاس ∠B'PA' کے مساوی ہے۔

مثلث ΔBPA اور ΔB'PA' مشابہ ہیں۔ مشابہ مثلثوں کے قانون کے تحت

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{PA'}{PA} \qquad (6.5)$$

DPF اور B'A'F دوسرے مشابہ مثلثوں کا مجموعہ ہے (PD تقریباً سیدھی عمودی لکیر ہے)

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:00 AM

$$\frac{A'B'}{PD} = \frac{A'F}{PF}$$

چونکہ PD = AB ہے، اوپر کی مساوات اس طرح بن جاتی ہے۔

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{A'F}{PF} \qquad (6.6)$$

مساوات (6.5) اور (6.6) سے ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$\frac{PA'}{PA} = \frac{A'F}{PF}$$

چونکہ A'F = PA'–PF اوپر کی مساوات اس طرح بن جاتی ہے۔

$$\frac{PA'}{PA} = \frac{PA' - PF}{PF} \qquad (6.7)$$

اور محض فا٘ ہیں۔ یہاں ہم علامتیں استعمال کرتے ہیں اس طرح سے کہ حاصل کئے جانے والے جملے عام ہوں۔ حاصل ہونے والا عام جملہ خاکہ میں بتائے گئے جملے کی صورت حال سے الگ ہونا چاہئے

اوپر کی مساوات میں ہم مختلف فاصلوں کے لئے کارتیسی علامات استعمال کرنے پر $PA = -u, \quad PA' = -v, \quad PF = -f$

کارتیسی علامات کے تحت تمام فاصلے مساوی ہیں، کیوں کہ انہیں بائیں سے قطب کی طرف پیائش کی جاتی ہے۔ اب مساوات (6.7) اس طرح ہوجاتی ہے۔

$$\frac{-v}{-u} = \frac{-v-(-f)}{-f}$$

مزید مختصر کرنے پر

$$\frac{v}{u} = \frac{v-f}{f}; \qquad \frac{v}{u} = \frac{v}{f} - 1$$

دونوں جانب v سے تقسیم کرنے پر $\frac{1}{u} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v}$

دوبارہ ترتیب دینے پر

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (6.8)$$

مساوات (6.8) آئینہ کی مساوات کہلاتی ہے۔ خاص صورت حال کے لئے یہ مساوات اخذ کی گئی ہے۔ خاکہ 6.12 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ دوسرے تمام حالات کے لئے بھی ٹھیک ہے۔ کسی بھی کروی آئینے کے ساتھ اس طرح کے کارتیسی علامات مساوات میں v, u اور f کے لئے کی جاتی ہے۔

6.2.6 کروی آئینوں میں جانبی تکبیر
(Lateral magnification in spherical mirrors)

جانبی تکبیر (یا) طولی تکبیر m کو خیال کی اونچائی کو شئے کی اونچائی کے تناسب کے طور پر بیان کیا جاتا ہے۔ شئے اور خیال کی اونچائی صدر محور کے عمود سے ناپا جاتا ہے۔

$$\text{تکبیر } (m) = \frac{\text{خیال کی اونچائی } (h')}{\text{شئے کی اونچائی } (h)}$$

$$m = \frac{h'}{h} \qquad (6.9)$$

مساوات (6.5) میں مناسب کارتیسی علامات بھرتی کرنے پر

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{PA'}{PA}$$

$$A'B' = -h', \mathrm{AB} = \mathrm{h}, PA' = -v, PA = -u$$

$$\frac{-h'}{h} = \frac{-v}{-u}$$

مختصر کرنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} \qquad (6.10)$$

آئینہ کی مساوات کو استعمال کرنے پر، ہم تکبیر کے ضابطہ کو اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{f-v}{f} = \frac{f}{f-u} \qquad (6.11)$$

غور کیجئے

طلباء کو مشورہ دیا جاتا ہے کہ وہ تصویری سراغ لگانے کے ساتھ مقعر اور محدب آئینوں کے لئے مختلف، پیشگی شئے کا مقام، خیال کا مقام، خیال کی نوعیت، وغیرہ کے بارے میں جاننے کے لئے نویں جماعت کی سائنس کی کتاب کا مطالعہ کریں۔

مثال 6.3

ایک شئے کو مقعر آئینے سے 20.0 سمر کے فاصلے پر رکھا جاتا ہے، جس کا ماسکی طول 15.0 سمر ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:01 AM

(a) واضح خیال حاصل کرنے لئے آئینے کو اسکرین سے کتنی دوری پر رکھنا چاہئے؟

(b) خیال کی نوعیت کیا ہے؟

حل:

دیا گیا ہے۔ $f = -15\ \text{cm},\ u = -20\ \text{cm}$

(a) آئینہ کی مساوات $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$

v معلوم کرنے کے لئے دوبارہ ترتیب دینے پر $\frac{1}{v}=\frac{1}{f}-\frac{1}{u}$

f اور u کی قیمتیں درج کرنے پر $\frac{1}{v}=\frac{1}{-15}-\frac{1}{-20}$

$$\frac{1}{v}=\frac{(-20)-(-15)}{300}=\frac{-5}{300}=\frac{-1}{60}$$

$$v=-60.0\ cm$$

مقعر آئینے کے بائیں جانب **60.0** سمر کی دوری پر اسکرین کو رکھنا چاہئے۔

(b) تکبیر $m=\frac{h'}{h}=-\frac{v}{u}$

$$m=\frac{h'}{h}=-\frac{(-60)}{(-20)}=-3$$

چونکہ تکبیر کی علامت منفی ہے، خیال اُلٹا ہوگا۔

چونکہ تکبیر کی قدر 3 ہے، خیال تین گُنا بڑا ہوگا۔

چونکہ خیال مقعر آئینے کے بائیں جانب ہوتا ہے، خیال حقیقی ہوگا۔

مثال 6.4

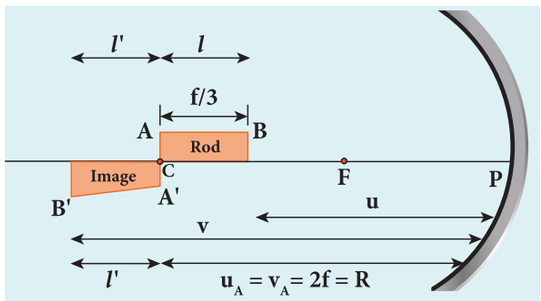
ایک پتلی سلاخ جس کی لمبائی f/3 ہے، وہ f ماسکی طول رکھنے والے ایک مقعر آئینہ کے بصری محور پر اس طرح رکھی گئی ہے کہ اس کے ایک کنارے کا خیال حقیقی ہے اور یہ خیال اس سلاخ کے دوسرے کنارے پر طولی طور پر گرتا ہے (منطبق ہوتا ہے)۔ اس کی طولی تکبیر محسوب کیجئے۔

حل :

طولی تکبیر (m_1) = خیال کا طول (l') / شئے کا طول (l)

دیا گیا ہے : شئے کا طول $l=\frac{f}{3}$

دئے گئے شرط پر، خیال کا بننا اس طرح خاکہ میں بتایا گیا ہے۔



فرض کیجئے خیال کا طول l' ہے، تب

$$m_l=\frac{l'}{l}=\frac{l'}{f/3}\ \text{(or)}\ l'=\frac{m_l f}{3}$$

ایک کنارے کا خیال، سلاخ کے دوسرے کنارے پر منطبق ہوتا ہے۔ چنانچہ منطبق ہونے والا کنارا انحناء کا مرکز ہوگا۔

$$u_B=u_A-\frac{f}{3}=2f-\frac{f}{3}=\frac{5f}{3}$$

$$v_B=u_B+l+l'$$

$$v_B=\frac{5f}{3}+\frac{f}{3}+\frac{m_l f}{3}=\frac{f(6+m_l)}{3}$$

آئینہ کی مساوات $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$

$$\frac{1}{-\left(\frac{f(6+m_l)}{3}\right)}+\frac{1}{-\left(\frac{5f}{3}\right)}=\frac{1}{-f}$$

مختصر کرنے کے بعد

$$\frac{3}{f(6+m_l)}+\frac{3}{5f}=\frac{1}{f};\frac{3}{(6+m_l)}=\frac{2}{5}$$

$$6+m_l=\frac{15}{2};\ m_l=\frac{15}{2}-6$$

$$m_l=\frac{3}{2}=1.5$$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:01 AM

6.3 روشنی کی رفتار (Speed of light)

خلاء میں روشنی تیز رفتاری کے ساتھ سفر کرتی ہے۔ خلاء میں روشنی کی رفتار کو c سے تعبیر کرتے ہیں اور اس کی قیمت $c = 3\times10^8\ m\ s^{-1}$ ہے۔ روشنی کی رفتار معلوم کرنے کی کوشش ایک فرانسیسی سائنسدان ہپولائٹ فیزاؤ (Hippolyte Fizeau(1819-1896) نے کی۔ اس نے دوسرے سائنسدانوں کے لئے روشنی کی رفتار معلوم کرنے کی راہ ہموار کی۔

6.3.1 فیزو کے طریقے سے روشنی کی رفتار معلوم کرنا

آلے (Apparatus) : ہوا کے واسطے میں روشنی کی رفتار معلوم کرنے کے لئے فیزو کے استعمال کردہ آلہ کو خاکہ 6.13 میں دکھایا گیا ہے۔ روشنی کے ذریعہ S کو پہلے جزوی طور پر سلورڈ شیشے کی پلیٹ G پر گزرنے کی اجازت دی گئی تھی، جو زاویہ 45° پر واقع تھا۔ اس کے بعد روشنی کو گھومنے والے دانت والے پہیے سے گزارا گیا۔ جس میں N دانت اور برابر چوڑائی کے N کٹ تھے، جن کی گردش کی رفتار بیرونی میکانزم (جسے شکل میں نہیں دکھایا گیا ہے) کے ذریعہ مختلف ہوسکتی ہے۔ ایک کٹ سے گذرتی روشنی پہیے میں دانت والے پہیے سے تقریباً 8 کلومیٹر دور فاصلہ d پر رکھے ہوئے آئینے سے منعکس ہوتی ہے۔ اگر دانت والا پہیہ نہیں گھومتا ہے تو آئینے سے نکلی ہوئی روشنی دوبارہ اسی کٹ سے گذرتی اور دیکھنے والے کی آنکھوں تک منعکس ہوجاتی ہے جو جزوی طور پر سلورڈ شیشے کی پلیٹ میں نظر آتا ہے۔

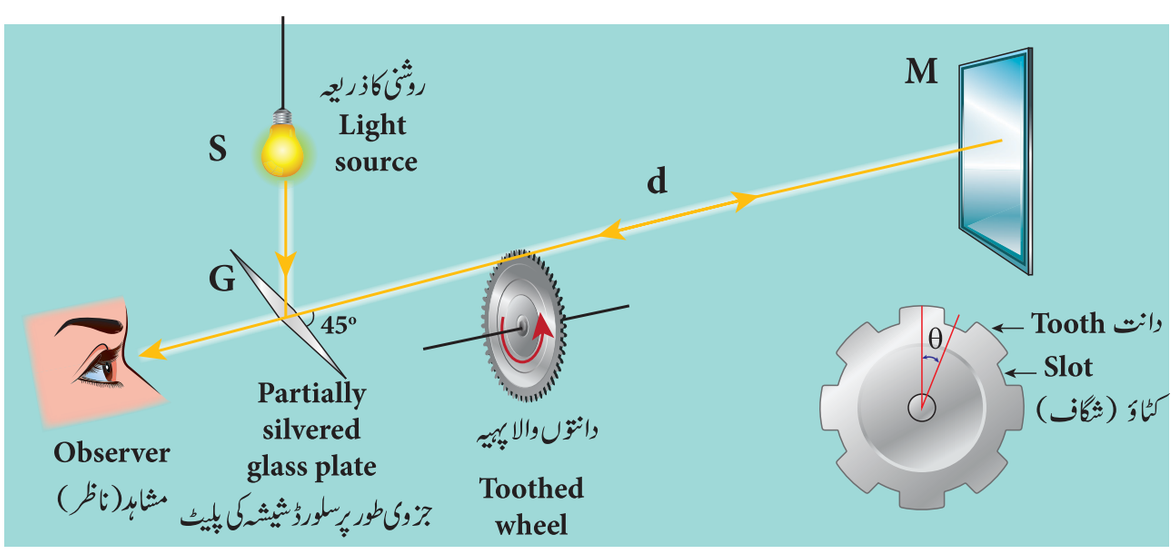
کام کرنا : دانت والے پہیے کے گردش کی زاویائی رفتار صفر سے بڑھا کر ایک قیمت ◆ تک کردی گئی، جب تک کہ ایک کٹ سے گذرنے والی روشنی پوری طرح سے ملحق دانت سے روکی نہیں جاتی۔ جزوی طور پر سلورڈ شیشہ کی پلیٹ کو دیکھتے ہوئے روشنی کا غائب ہونا، یہ یقینی بنایا جاتا ہے۔

روشنی کی رفتار کے لئے جملہ :

ہوا میں روشنی کی تیز رفتار v، فاصلہ $2d$ (دانتوں کے پہیے سے آئینے اور پیچھے کی طرف فاصلہ طے کرنے والی روشنی) کے تناسب کے برابر ہے، جسے t وقت لیا ہے۔

$$v = \frac{2d}{t} \qquad (6.12)$$

فاصلہ d ایک معلوم شدہ قیمت ہے جو اس آلہ کے انتظام سے حاصل کیا گیا ہے۔ وقت t لیا جاتا ہے۔



خاکہ 6.13 فیزیو کے طریقہ سے روشنی کی رفتار معلوم کرنا

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:02 AM

روشنی کا فاصلے کو طے کرنے کے لئے $2d$ اور دانت والے پہیے سے زاویاتی رفتار ω کا حساب لگایا جاتا ہے۔

جب روشنی پہلی بار غائب ہوتی ہے تو دانت والے پہیے کی زاویائی رفتار ω (ریڈیان فی سکنڈ کی اکائی کے ساتھ) (rad s^{-1})

$$\omega = \frac{\theta}{t} \qquad (6.13)$$

یہاں θ ایک دانت اور دوسرے دانت کے درمیان کا زاویہ ہے جو وقت t کے ساتھ تبدیل ہوتے رہتا ہے۔

$$\theta = \frac{\text{دائرہ کا جملہ زاویہ ریڈیان میں}}{\text{دانتوں کی تعداد + شگافوں کی تعداد}}$$

$$\theta = \frac{2\pi}{2N} = \frac{\pi}{N}$$

مساوات (6.13) میں θ کو بھرتی کرنے پر

$$\omega = \frac{\pi / N}{t} = \frac{\pi}{Nt}$$

t حاصل کرنے کے لئے اوپر کی مساوات کو دوبارہ لکھنے پر

$$t = \frac{\pi}{N\omega} \qquad (6.14)$$

مساوات (6.12) میں اسے بھرتی کرنے پر

$$v = \frac{2d}{\pi / N\omega}$$

دوبارہ ترتیب دینے پر

$$v = \frac{2dN\omega}{\pi} \qquad (6.15)$$

فیزیو کو روشنی کی کم سے کم حدت کا ضعفی طور پر تعین کرنے کے لئے کچھ مشکل کا سامنا کرنا پڑا، جب روشنی کو اس سے ملحق دانت نے روک دیا۔ روشنی کی رفتار کی قیمت، اس کی اصل قیمت کے بہت قریب تھی۔ بعد میں فیزیو کے اسی نظریہ کے ساتھ اور کچھ آلات سے روشنی کی رفتار ہوا میں رفتار کو

بطور $v = 2.99792\times10^{8}\ \text{ms}^{-1}$ محسوب کیا گیا۔

غور کیجئے

پہلی بار روشنی غائب ہونے کے بعد دانت والے پہیے کی گردش کی رفتار میں صفر سے ω کا جب اضافہ ہوتا ہے۔ مزید اضافہ پر گردش کی رفتار 2ω ہے۔ انعکاسی روشنی اگلے شگاف (slot) سے گذرنے پر روشنی دوبارہ ظاہر ہوتی ہے۔ ایسے ہی ہر ω کی طاق قیمت پر روشنی غائب ہوجاتی ہے۔ (دانت کے ذریعہ روک دی جاتی ہے) اور ہر ω کی جفت قیمت پر روشنی ظاہر ہوجاتی ہے (شگاف کے ذریعہ)۔

6.3.2 خلا اور مختلف واسطہ کے ذریعے روشنی کی رفتار (Speed of light through vacuum and different media)

سائنسدان جیسے فوکالٹ (Foucault) (1819-1868) اور مائیکلسن (Michelson) (1852-1931) نے روشنی کی راہ سے مختلف شفاف واسطے جیسے شیشہ، پانی وغیرہ سے روشنی کی رفتار معلوم کیا۔ یہاں تک کہ خلا کا رشیشے کی نالیوں کو روشنی کی راہ میں رکھ کر خلا میں روشنی کی رفتار معلوم کرنے کے طریقے کو متعارف کیا۔ اس نے معلوم کیا کہ کسی بھی واسطے میں خلا کے مقابلہ میں کم رفتار میں سفر کرتی ہے۔ خلا میں زیادہ رفتار کے ساتھ سفر کرتی ہے۔ خلا میں روشنی کی رفتار $c = 3\times10^{8}\ \text{ms}^{-1}$ تعین کی گئی ہے۔ ہم دیکھ سکتے ہیں کہ خلا میں روشنی کی رفتار اور ہوا میں روشنی کی رفتار تقریباً یکساں ہے۔

6.3.3 انعطاف نما (Refractive index)

خلا میں روشنی کی رفتار c سے کسی واسطے میں روشنی کے رفتار v کی نسبت، اس واسطے کا انعطاف نما μ کہلاتی ہے۔

$$\text{واسطہ میں انعطاف نما } \mu = \frac{\text{خلا میں روشنی کی رفتار } (c)}{\text{واسطہ میں روشنی کی رفتار } (v)}$$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:03 AM

$$n = \frac{c}{v} \qquad (6.16)$$

کسی شفاف واسطے کا انعطاف نما، اس واسطے میں روشنی کی رفتار کے بارے میں ایک تصور پیش کرتا ہے۔

مثال 6.5

خالص پانی کا انعطاف نما 1.33 ہے۔ اس کے ذریعے روشنی کی رفتار کیا ہے؟

$$n = \frac{c}{v}; \qquad v = \frac{c}{n}$$

$$v = \frac{3\times10^8}{1.33} = 2.26\times10^8 \text{ m s}^{-1}$$

روشنی کی رفتار خالص پانی سے 2.26×10^8 ms^{-1} ہے۔

انعطاف نما کی کوئی اکائی نہیں ہوتی۔ خلا کے لئے انعطاف نما کی سب سے چھوٹی قیمت 1 ہے۔ انعطاف نما دوسرے واسطے کے لئے 1 سے زیادہ ہے۔ انعطاف نما کو واسطے کا نظری یا بصری کثافت (optical density) بھی کہا جاتا ہے۔ واسطے کا انعطاف نما زیادہ ہو تو اس کے واسطے سے روشنی کی رفتار کم ہوتی ہے، وغیرہ وغیرہ۔ (نوٹ : بصری کثافت اور شئے کی کمیتی کثافت سے متعلق الجھنا نہیں چاہئے۔ یہ دونوں مختلف ہیں۔)

مختلف شفاف واسطوں کے انعطاف نما جدول 6.2 میں دکھایا گیا ہے۔

جدول 6.2 واسطہ کا انعطاف نما

انعطاف نما	واسطہ
Vacuum	1.00
Air	1.0003
Carbon dioxide gas	1.0005
Ice	1.31
Pure water	1.33
Ethyl alcohol	1.36
Quartz	1.46
Vegetable oil	1.47
Olive oil	1.48
Acrylic	1.49
Table salt	1.51
Glass	1.52
Sapphire	1.77
Zircon	1.92
Qubic zirconia	2.16
Diamond	2.42
Gallium phosphide	3.50

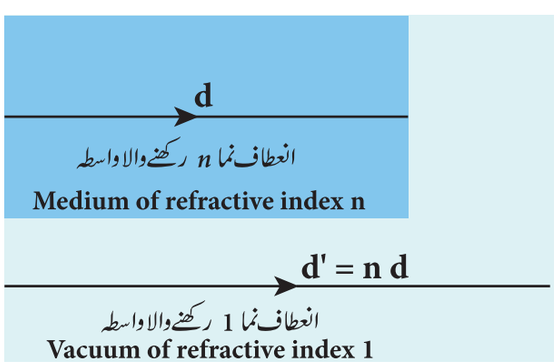
6.3.4 بصری راستہ (Optical path)

ایک واسطے کی بصری راستے کی وضاحت اس طرح کی گئی ہے، جتنے وقت میں فاصلہ d' روشنی خلا میں سفر کرتی ہے، اتنے ہی وقت میں واسطے میں روشنی فاصلہ d سفر کرتی ہے۔

آیئے ہم ایک واسطے کو فرض کریں، جس کا انعطاف نما μ اور موٹائی d ہے۔ روشنی واسطے سے رفتار v تک، وقت t میں سفر کرتی ہے۔ واسطے سے روشنی کی رفتار اس طرح لکھی جاتی ہے۔

$v = \frac{d}{t}$; t کے لئے اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔ $t = \frac{d}{v}$

اسی وقت t میں روشنی خلا میں لمبا سفر d' طے کرسکتی ہے، جیسا کہ روشنی خلا میں زیادہ رفتار c سے سفر کرتی ہے۔ اس کو خاکہ 6.14 میں دکھایا گیا ہے۔ اب ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔



خاکہ 6.14 بصری راستہ

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:03 AM

$c = \frac{d'}{t}$; t کے لئے اس طرح دوبارہ لکھ سکتے ہیں $t = \frac{d'}{c}$

چونکہ دونوں صورتوں میں لیا گیا وقت یکساں ہے، ہم وقت t کو مساوی کر سکتے ہیں۔

$$\frac{d'}{c} = \frac{d}{\upsilon}$$

بصری راستہ d' کو دوبارہ لکھنے پر $d' = \frac{c}{\upsilon} d$

چونکہ $\frac{c}{\upsilon} = n$; ، بصری راستہ d' اس طرح ہوگا۔

$$d' = nd \qquad (6.17)$$

n کی قیمت ہمیشہ واسطے کے لئے 1 سے زیادہ ہوتی ہے، چنانچہ بصری راستہ d' واسطہ کا ہمیشہ d سے بڑھ کر ہوتا ہے۔

مثال 6.6

ایک شیشہ کی سل جس کی موٹائی 50cm اور انعطاف نما 1.5 ہے، ہوا سے روشنی اس میں سفر کرتی ہے۔

(a) شیشہ کی سل میں روشنی کی رفتار کیا ہے؟

(b) روشنی کو شیشہ کی سل سے سفر کرنے کے لئے کتنا وقت لیا جائے گا ؟

(c) شیشے کی سل کا بصری راستہ کیا ہے ؟

حل :

دیا گیا ہے، d = 50 cm ; 0.5 m شیشہ کے سِل کی موٹائی ؛ n = 1.5 انعطاف نما

(a) شیشہ کے سِل میں روشنی کی رفتار $n = \frac{c}{\upsilon}$

$$\upsilon = \frac{c}{n} = \frac{3\times10^8}{1.5} = 2\times10^8 \,\mathrm{m\,s^{-1}}$$

(b) شیشہ کی سِل کے ذریعہ روشنی کے گزرنے کے لئے لیا گیا وقت

$$t = \frac{d}{\upsilon} = \frac{0.5}{2\times10^8} = 25\times10^{-9}\,\mathrm{s}$$

(c) بصری راستہ

$$d' = nd = 1.5\times0.5 = 0.75\,\mathrm{m} = 75\,\mathrm{cm}$$

خلا میں روشنی 25 سم (75 cm - 50 cm) زیادہ سفر طے کرے گی، اسی وقت جب کہ روشنی کے راستے میں کوئی شیشہ کی سِل موجود نہیں ہے۔

6.4 انعطاف (Refraction)

ایک بصری واسطے سے دوسرے بصری واسطہ کی طرف کسی حد کے ذریعہ روشنی کا گذرنا انعطاف کہلاتا ہے۔

انعطاف میں زاویہ وقوع i ایک واسطے میں اور دوسرے واسطے میں زاویہ انعطاف r روشنی کے داخل ہونے والے نقطے کی سطح کھینچے جانے والے عمود کے سلسلے میں ناپا جاتا ہے۔ انعطاف کے کلیوں کے مطابق۔

(i) شعاع وقوع، شعاع انعطاف اور انعطافی سطح کا عمود، یہ تمام ایک ہی سطح پر پائے جاتے ہیں۔

(ii) پہلے واسطے کے زاویہ وقوع i کے سائن سے دوسرے واسطے کے زاویہ انعطاف r کے سائن کا تناسب، دوسرے واسطے کا نعطاف نما n_2 سے پہلے واسطے کے انعطاف نما n_1 کے تناسب کے برابر ہے۔

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} \qquad (6.18)$$

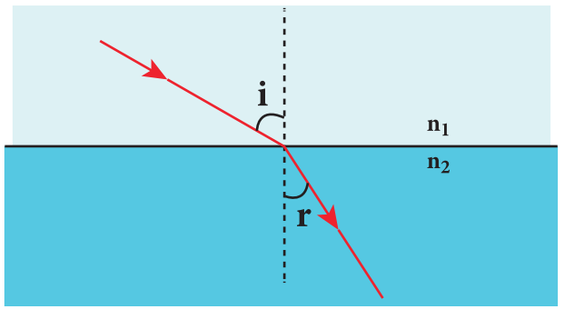
مندرجہ ذیل مساوات تناسب کی شکل میں ہے۔ اسے ضربی شکل میں بھی لکھ سکتے ہیں۔

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \qquad (6.19)$$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:03 AM

انعطاف کے کلیہ کو اسنل کا کلیہ بھی کہتے ہیں۔

کسی حد میں انعطاف کو خاکہ 6.15 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 6.15 روشنی کا انعطاف

غور کیجئے:

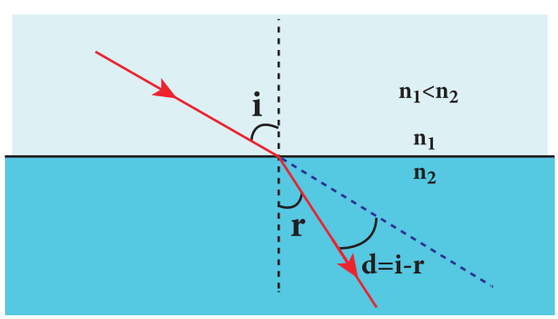
کسی سطح پر ایک عام روشنی کے گرتے وقت، اس کا زاویہ وقوع صفر ہوتا ہے۔

6.4.1 انعطاف کے لئے زاویہ انحراف

(Angle of deviation due to refraction)

ہم جانتے ہیں کہ شعاع وقوع اور شعاع انحراف کے درمیان کا زاویہ، زاویہ انحراف کہلاتا ہے۔ جب روشنی لطیف کے واسطے سے کثیف واسطے میں سفر کرتی ہے تو وہ عمود کی طرف انحراف پاتی ہے، جیسا کہ خاکہ 6.16 میں دکھایا گیا ہے۔ ایسی صورت میں زاویہ انحراف اس طرح ہوگا۔

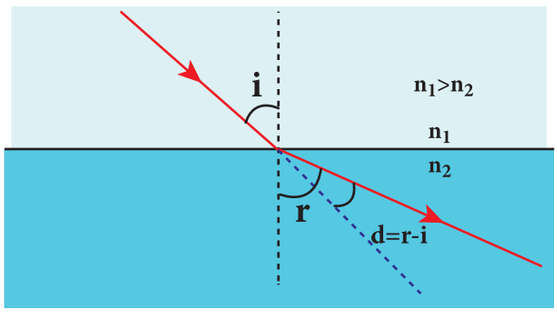
$$d = i - r \qquad (6.20)$$



خاکہ 6.16 انعطاف کی وجہ سے ایک لطیف واسطے سے کثیف واسطہ کا زاویہ انحراف

دوسری طرف اگر روشنی کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں سفر کرتی ہے تو وہ عمود سے دور منحرف ہوتی ہے، جیسا کہ خاکہ 6.17 میں دکھایا گیا ہے۔ ایسی صورت میں زاویہ انحراف اس طرح ہوگا۔

$$d = r - i \qquad (6.21)$$

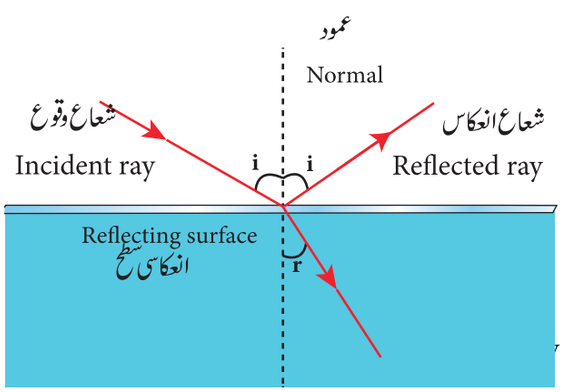


خاکہ 6.17 انعطاف کی وجہ سے ایک کثیف واسطے سے لطیف واسطہ کا زاویہ انحراف

6.4.2 بہ یک وقت انعکاس (یا) انعطاف

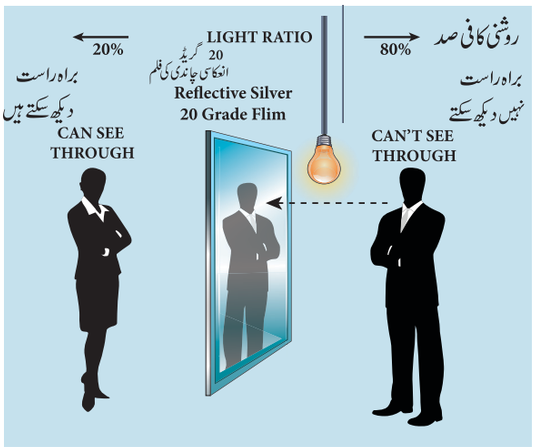
(Simultaneous reflection or refraction)

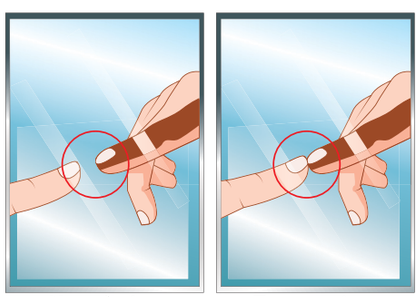
کسی بھی انعطافی سطح میں کچھ انعکاس بھی ہوگا۔ اس طرح سے انعطافی روشنی کی حدت، شعاع وقوع سے کم ہوگی۔ کسی واسطہ سے گذرنے والی روشنی کا ایک حصہ انعکاس، اور روشنی کا دوسرا حصہ اسی واسطہ سے اسی سطح سے انعطاف پاتا ہے۔ اس اثر کو بیک وقت انعکاس یا بہ یک وقت انعطاف کہا جاتا ہے۔ یہ خاکہ 6.18 میں دکھایا گیا ہے۔ ایسی سطحیں ہمیں جزوی سلور ڈ شیشوں کی طرح حاصل ہوتے ہیں۔



خاکہ 6.18 بہ یک وقت انعکاس یا انعطاف

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:04 AM





Normal mirror
عام آئینہ (مستوی آئینہ)

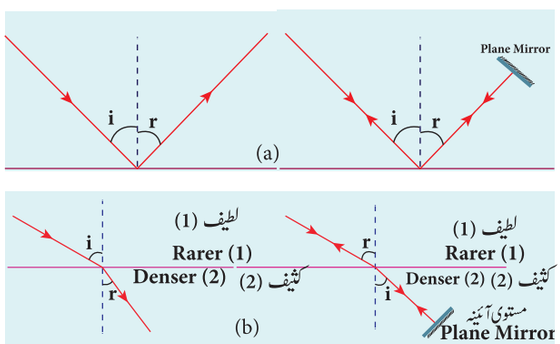
Two way mirror
دوطرفہ آئینہ

کیا تم جانتے ہو؟

بصری سطحوں کی تیاری ایسے کی جاتی ہے، جس سے انعکاس کے ساتھ ساتھ انعطاف بھی ممکن ہو۔ اس سطح کو مناسب مادّوں سے صحیح طریقہ سے لگا کر سکتے ہو۔ اس طرح ایک ایسا شیشہ تیار ہوجاتا ہے، جس سے جزوی طور پر انعکاس اور انعطاف دیکھ سکتے ہو۔ ان شیشوں کو تجارتی طور پر دوطرفہ آئینہ کہتے ہیں۔ نصف چاندی والا آئینہ، نیم چاندی والا آئینہ وغیرہ کہتے ہیں۔ آئینے کے بارے میں غور کیا جائے تو اس کا ایک پہلو گہرا (اندھیرا) بنا ہوا ہے۔ ایسے آئینوں کے پیچھے پوشیدہ کیمروں کو رکھا جاسکتا ہے۔ نامعلوم مقامات پر جب ہم ایسے آئینوں کے سامنے کھڑے ہوں تو ہمیں محتاط رہنے کی ضرورت ہے۔ وہاں دوطرفہ آئینوں کو جانچنے کا ایک طریقہ ہے۔ انگلی کو آئینہ کی سطح پر رکھنا چاہئے۔ اگر اس میں ناخن اور اس کے عکس کے درمیان خالی جگہ ہو تو پھر یہ باقاعدہ آئینہ ہے۔ اگر انگلی کا ناخن سیدھا اس کے عکس کو چھوتا ہے تو پھر وہ دوطرفہ آئینہ ہے۔

6.4.3 تقلیب (الٹا ہوجانے) کا اصول
(Principle of Reversibility)

تقلیب کا اصول یہ بتلاتا ہے کہ اگر روشنی کے سفر کی سمت کو بدل دیا جائے تو روشنی بالکل اسی راستے پر چلے گی جس پر وہ پہلے چل رہی تھی۔ انعکاس اور انعطاف دونوں کے لئے یہ صحیح ہے، جیسا کہ خاکہ 6.19 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 6.19 معکوس کا اصول
(a) انعکاس اور (b) میں تقلیب کا اصول

6.4.4 انعطاف نما کی نسبت
(Relative refractive index)

مساوات 6.18 میں اصطلاح $\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$ یعنی دوسرے واسطے کا، پہلے واسطے سے نسبت، انعطاف نما کی نسبت کہلاتا ہے، جس کو n_{21} سے نشاندہی کرتے ہیں۔

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \qquad (6.22)$$

انعطاف نما کی نسبت کا تصور، دوسرے اہم تعلقات کو ظاہر کرتا ہے، جیسے:

(i) معکوس کا اصول (Inverse rule)

$$n_{12} = \frac{1}{n_{21}} \text{ (or) } \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{n_2 / n_1} \qquad (6.23)$$

(ii) سلسلہ کا اصول (Chain rule)

$$n_{32} = n_{31} \times n_{12} \text{ (or) } \frac{n_3}{n_2} = \frac{n_3}{n_1} \times \frac{n_1}{n_2} \qquad (6.24)$$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:05 AM

مثال 6.7

روشنی کی ایک شعاع شفاف تیل سے سفر کرتے ہوئے شیشہ کی سل میں گزرتی ہے، جس کا انعطاف نما 1.5 ہے۔ اگر تیل کی بہ نسبت شیشے کا انعطاف نما 1.25 ہے تو تیل کا انعطاف نما کیا ہوگا ؟

حل :

دیا گیا ہے $n_{go}=1.25$ اور $n_g=1.5$

تیل کی بہ نسبت شیشہ کا انعطاف نما

$$n_{go}=\frac{n_g}{n_o}$$

تیل کا انعطاف نما کے لئے دوبارہ لکھنے پر

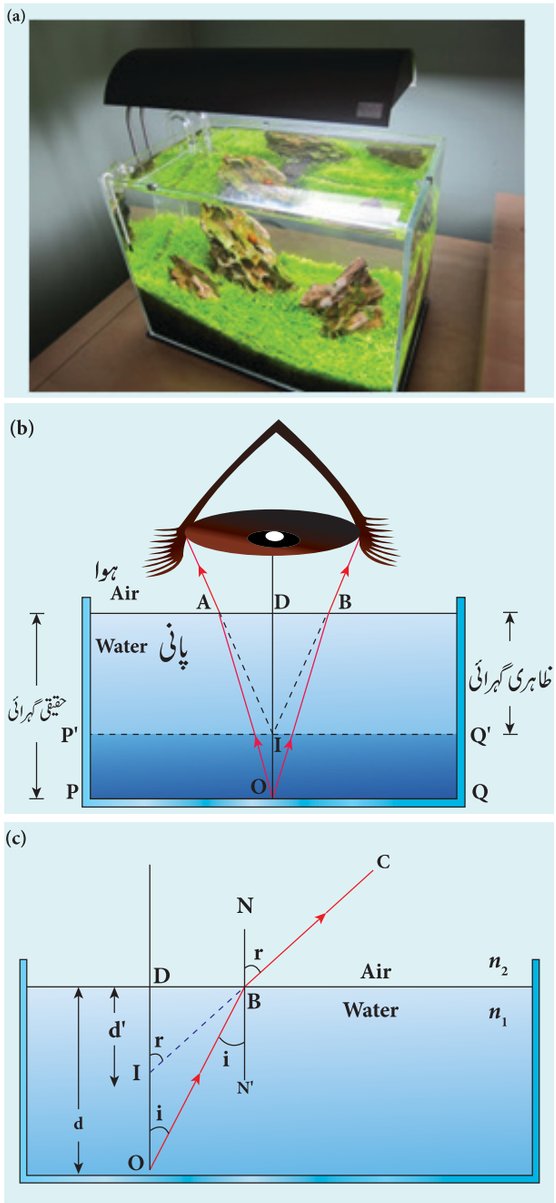
$$n_o=\frac{n_g}{n_{go}}=\frac{1.5}{1.25}=1.2$$

تیل کا انعطاف نما $n_o = 1.2$

6.4.5 ظاہری گہرائی (Apparent depth)

یہ ایک عام مشاہدہ ہے کہ جب پانی سے بھرے ہوئے ٹینک کے نچلے حصہ کو ہوا کے واسطے سے دیکھا جائے تو ابھرا ہوا ظاہر ہوتا ہے، جیسا کہ خاکہ 6.19(a) میں دکھایا گیا ہے۔ جب واسطے کے قریب سے معمولی سمت میں دیکھا جائے تو اس کی ظاہری گہرائی کے لئے ایک مساوات حاصل کی جاسکتی ہے۔

روشنی، ٹینک کی تہہ O سے یعنی کثیف واسطہ (پانی) سے سفر کرتے ہوئے لطیف واسطہ (ہوا) سے گزر کر ہماری آنکھوں تک پہنچتی ہے۔ ٹینک کی تہہ (شئے) کو ہم دیکھ سکتے ہیں، جسے خاکہ 6.20 (b) میں دکھایا گیا ہے۔ روشنی عمود سے دور ہٹ جاتی ہے یعنی لطیف واسطے میں نقطہ وقوع B پر انحراف پاتی ہے جیسا کہ خاکہ 6.20(c) میں دکھایا گیا ہے۔ کثیف واسطے کا انعطاف نما n_1 اور لطیف واسطہ کا انعطاف نما n_2 ہے۔ یہاں پر $n_1 > n_2$ ہے۔ کثیف واسطہ کا زاویہ انعطاف i اور لطیف واسطہ کا زاویہ انعطاف r ہے۔ لکیریں NN' اور OD متوازی ہیں۔ چنانچہ زاویہ $\angle DIB$ بھی r ہی ہے۔ چونکہ O سے آنکھ میں داخل ہونے والا انحرافی روشنی بہت ہی کوتاہ ہوتی ہے، اس لئے زاویے i اور r بہت ہی چھوٹے ہوتے ہیں۔ مساوات (6.19) سے اس انعطاف کے لئے اسنل کے کلیہ کی ضربی شکل اس طرح سے ہے۔



خاکہ 6.20 ظاہری گہرائی

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

چوں کہ زاویہ i اور r چھوٹے ہیں، ہم انہیں تقریباً اس طرح لکھ سکتے ہیں۔ $\sin i \approx \tan i$ اور $\sin r \approx \tan r$

$$n_1 \tan i = n_2 \tan r$$

مثلث ΔDOB اور ΔDIB میں

$$\tan i = \frac{DB}{DO} \quad \text{اور} \quad \tan r = \frac{DB}{DI}$$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:06 AM

$$n_1 \frac{DB}{DO} = n_2 \frac{DB}{DI}$$

DB کو دونوں جگہ منسوخ کیا جانے پر، اب DO ہی حقیقی گہرائی d ہے ،اور DI ظاہری گہرائی d' ہے۔

$n_1 \frac{1}{d} = n_2 \frac{1}{d'}$ دوبارہ ترتیب دینے کے بعد

$$\frac{d'}{d} = \frac{n_2}{n_1} \qquad (6.25)$$

اوپر کی مساوات کو ظاہری گہرائی d' کے لئے دوبارہ لکھنے پر

$$d' = \frac{n_2}{n_1} d \qquad (6.26)$$

جیسا کہ لطیف واسطہ ہوا ہے، اس کے انعطاف نما n_2 کو 1 لے سکتے ہیں $(n_2=1)$ اور کثیف واسطہ کے انعطاف نما کو n ہی لے سکتے ہیں $(n_1=n)$ ۔ اب ظاہری گہرائی کے لئے مساوات اس طرح ہوگی۔

$$d' = \frac{d}{n} \qquad (6.27)$$

تہہ اتنی اوپر ابھری ہوئی نظر آئے گی $d-d'$

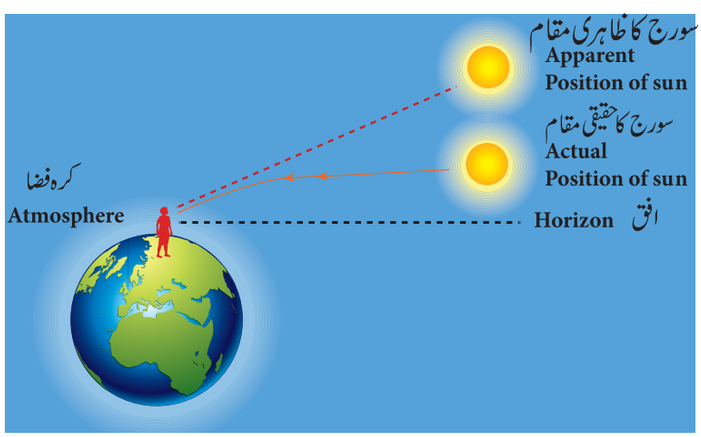
$$d - d' = d - \frac{d}{n} \quad \text{یا}$$

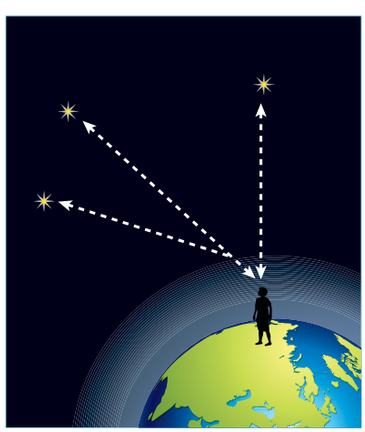
$$d - d' = d\left(1 - \frac{1}{n}\right) \qquad (6.28)$$

کیا تم جانتے ہو؟

روشنی کے انعطاف کی وجہ سے فضا کی مختلف پرتوں میں انعطاف نما بدلتا ہے۔ روشنی کا راستہ مسلسل انحراف پاتا ہے۔ جب وہ فضا میں گذرتا ہے۔ مثال کے طور پر اصل طلوع آفتاب سے تھوڑے پہلے سورج نظر آتا ہے اور اصل غروب آفتاب کے تھوڑی دیر بعد فضا میں روشنی کے انعطاف کی وجہ سے ہوتا ہے۔ ہمارا اصل طلوع آفتاب سے کیا مطلب ہے؟ خاکہ میں سورج اور افق کے درمیان حقیقی اور ظاہری مقام کو دکھایا گیا ہے۔ اثر کو ظاہر کرنے کے لئے خاکہ کو معمول سے بڑا کر کے دکھایا گیا ہے۔ سورج کی سمت میں بظاہر تبدیلی نصف ڈگری کے قریب ہے اور اس کی مناسبت سے اصل اور ظاہر کے مقامات کے درمیان وقت کا فرق تقریباً دو منٹ ہے۔ اسی اثر کی وجہ سے سورج طلوع آفتاب اور غروب آفتاب کے دوران سورج چپٹا (بیضوی شکل میں) دکھائی دیتا ہے۔

یہی اثر ستاروں پر بھی ہوتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ دراصل ستارے چمکتے نہیں ہیں بلکہ وہ ماحول کے نقل وحرکت کی وجہ سے چمکتے دکھائی دیتے ہیں، جس میں مختلف انعطافی اشارے ہیں جو رات کو آسمان میں واضح طور پر دکھائی دیتے ہیں۔





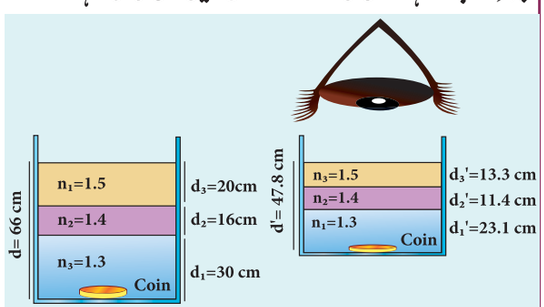
12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:07 AM

مثال 6.8

ایک سکہ ایک ناند (trough) کے نچلے حصے میں ہے جس میں تین ناحل پذیر مائعات (واسطے) 30 سمر، 16 سمر اور 20 سمر کی اونچائی تک انڈیلے گئے ہیں اور ان کا انعطاف نما بالترتیب 1.4, 1.3 اور 1.5 ہے۔ جب سکہ کو باہر کی ہوا کے واسطے سے دیکھا جائے تو سکہ کی ظاہری گہرائی کیا ہوگی جہاں پر وہ دکھائی دیتا ہے؟ سکہ کونسے واسطے میں ظاہر ہوگا؟

حل:

جب سب سے اوپر (ہوا کے واسطہ) سے دیکھا جائے تو سکہ اب بھی نیچے کی طرف دکھائی دے گا اور ہر واسطہ کے ساتھ ہوا کا واسطہ باہر سکڑ جاتا ہے۔ اس کی وضاحت درج ذیل میں کی گئی ہے۔



ہر واسطہ کی ظاہری گہرائی کے لئے مساوات اس طرح ہیں۔

$$d_1' = \frac{d_1}{n_1};\quad d_2' = \frac{d_2}{n_2};\qquad d_3' = \frac{d_3}{n_3}$$

$$d' = d_1' + d_2' + d_3' = \frac{d_1}{n_1} + \frac{d_2}{n_2} + \frac{d_3}{n_3}$$

$$d' = \frac{30}{1.3} + \frac{16}{1.4} + \frac{20}{1.5} = 23.1 + 11.4 + 13.3$$

$$d' = 47.8 \text{ cm}$$

6.4.6 زاویہ فاصل اور اندرونی کلی انعکاس

(Critical angle and total internal reflection)

جب روشنی کی شعاع بصری کثیف واسطے سے بصری لطیف واسطے میں گذرتی ہے تو وہ عمود سے دور انحراف پاتی ہے۔ یہ اس لئے کہ لطیف واسطہ کا زاویہ انعطاف r ، کثیف واسطے کے زاویہ وقوع i سے زیادہ ہے۔ جیسے جیسے زاویہ بڑھتا جاتا ہے، r تیزی سے بڑھتا ہے اور ایک ایسا مرحلہ آتا ہے، جہاں پر $r = 90°$ ہوجاتا ہے۔ شعاع انعطاف اس حد سے آگے بڑھ جاتی ہے۔

روشنی جب کسی کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں گزرتی ہے تو وہ عمود سے باہر کی طرف انحراف پاتی ہے۔ کثیف واسطہ کا زاویہ وقوع جس میں زاویہ انعطاف 90° یا شعاع انعطاف کو پار کر جائے، اسے زاویہ فاصل (Critical angle) i_c کہتے ہیں۔

جب زاویہ وقوع، زاویہ فاصل سے بڑھ جاتا ہے تو شعاع کا انعطاف ہونا ناممکن ہوجاتا ہے، لہٰذا روشنی کی تمام شعاعیں اسی واسطے میں واپس منعکس ہوجاتی ہیں۔ اسی کو اندرونی کلی انعکاس (Total internal reflection) کہتے ہیں۔ اس کو خاکہ 6.21 میں دکھایا گیا ہے۔

اندرونی کلی انعکاس قائم ہونے کے لئے دو شرائط ہیں۔

(i) روشنی کو کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں سفر کرنا ضروری ہے۔

(ii) کثیف واسطے کا زاویہ وقوع، زاویہ فاصل سے زیادہ ہونا ضروری ہے۔ $(i > i_c)$

زاویہ وقوع کے زاویہ فاصل کے لئے اسنل کا کلیہ حاصل ضرب کی شکل میں ہو تو مساوات (6.19) اس طرح ہوجاتی ہے۔

$$n_1 \sin i_c = n_2 \sin 90^\circ \qquad (6.29)$$

$$n_1 \sin i_c = n_2 \qquad \because \sin 90^\circ = 1$$

$$\sin i_c = \frac{n_2}{n_1} \qquad (6.30)$$

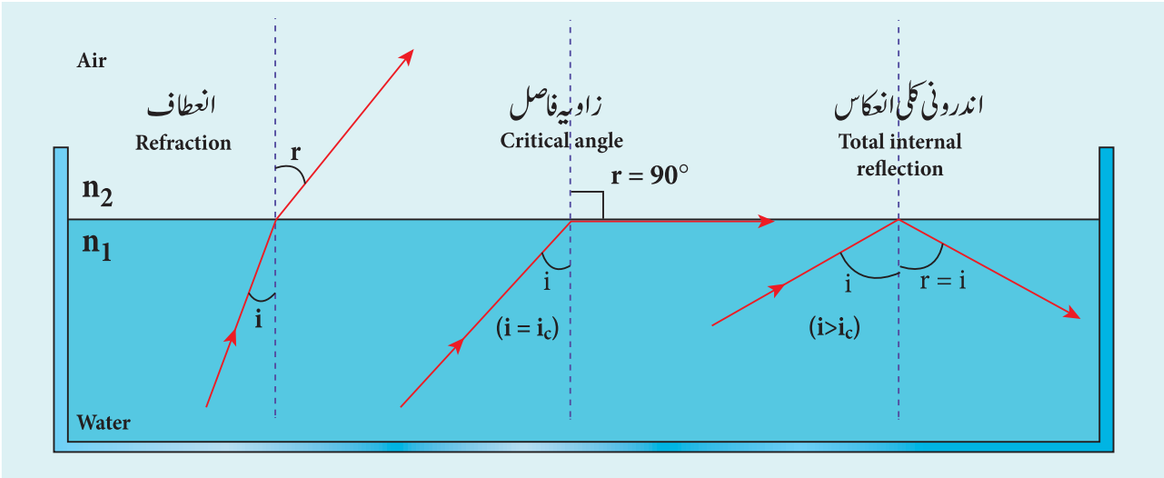
یہاں پر $n_1 > n_2$

اگر لطیف واسطہ ہوا ہے تو اس کا انعطاف نما n_2 ، 1 ہے۔ $(n_2=1)$ اور کثیف واسطہ کا انعطاف نما n_1 کو n لیا جاتا ہے۔ لہٰذا $(n_1=n)$

$$\sin i_c = \frac{1}{n} \text{ (or) } i_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{n}\right) \qquad (6.31)$$

اندرونی زاویہ فاصل i_c واسطہ کا انعطاف n پر منحصر ہے۔ جدول 6.3 میں مختلف اشیاء کے انعطاف نما اور زاویہ فاصل کو ظاہر کرتی ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:08 AM



خاکہ 6.21 زاویہ فاصل اور اندرونی کلی انعکاس

جدول 6.3 مختلف واسطوں کے لئے انعطاف نما اور زاویہ فاصل

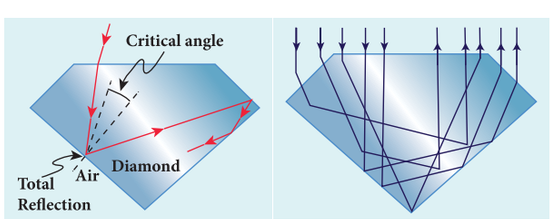
اشیاء	انعطاف نما	زاویہ فاصل
Ice	1.310	49.8°
Water	1.333	48.6°
Fused Quartz	1.458	43.3°
Crown Glass	1.541	40.5°
Flint Glass	1.890	31.9°
Calcite	1.658	37.0°
Strontium Titanate	2.394	24.7°
Diamond	2.417	24.4°
Rutile	2.621	22.4°

مثال کے طور پر شیشہ کا انعطاف نما 1.5 ہے۔ شیشہ اور ہوا کے ملنے کی جگہ کا زاویہ فاصل $i_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.5}\right) = 41.8°$. ہے۔ پانی کا انعطاف نما 1.33 ہے۔ پانی اور ہوا کے ملنے کی جگہ (Interface) کا زاویہ فاصل $i_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.3}\right) = 48.6°$. ہے۔

6.4.7 اندرونی کلی انعکاس کی وجہ سے اثرات
(Effects due to total internal reflection)

6.4.7.1 ہیرے کا چمکنا

روشنی کے اندرونی کلی انعطاف کی وجہ سے ہیرا چمکتا نظر آتا ہے۔ یہ چمک ہیرے کے اندر ہوتی ہے۔ ہیرے کا انعطاف نما 2.417 ہے۔ یہ عام شیشہ کے انعطاف نما 1.5 سے کہیں زیادہ ہے۔ ہیرے کا اہم زاویہ (اندرونی زاویہ) تقریباً 24.4° ہے۔ یہ عام شیشے سے بہت کم ہے۔ ایک ہیرے کو تراشنے والا فن کار، زاویہ وقوع کو زیادہ سے زیادہ رکھ کر تراشنے کی کوشش کرتا ہے۔ (24.4° سے 90°) تاکہ یہ یقینی ہو جائے کہ ہیرے میں داخل ہونے والی روشنی مکمل طور پر اندرونی طور پر بہت سارے کئی چہروں سے منعکس ہوتی رہے، جیسا کہ خاکہ 6.22 میں دکھایا گیا ہے جس سے ہیرے کو چمکنے والا اثر ملتا ہے۔



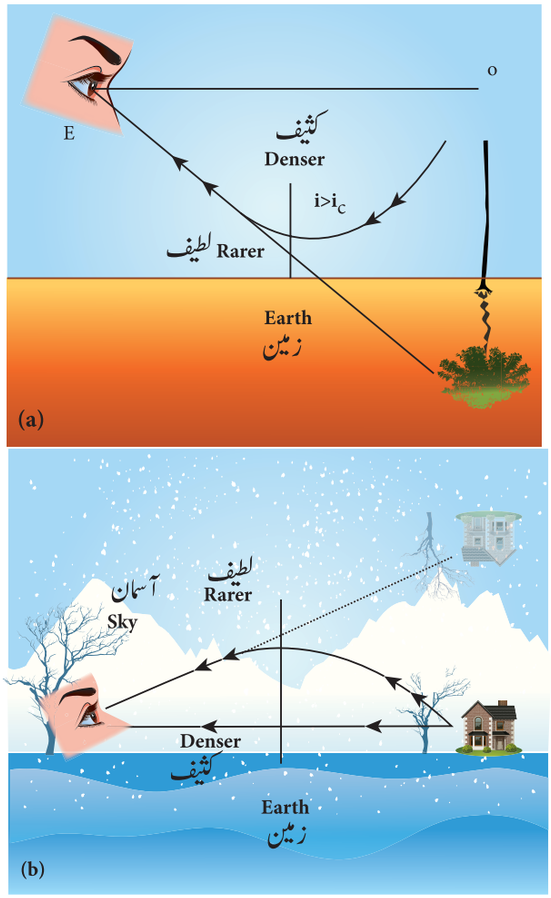
خاکہ 6.22 ہیرے میں اندرونی کلی انعکاس

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:09 AM

6.4.7.2 سراب (Mirage) اور لومنگ (Looming)

ہوا کا انعطاف نما اس کی کثافت کے ساتھ بڑھتا ہے۔ گرم جگہوں میں زمین کے قریب کی ہوا، اونچائی کی بہ نسبت بہت گرم ہوتی ہے۔ گرم ہوا کم کثیف ہوتی ہے۔ لہذا ہوا کا انعطاف نما اونچائی کے ساتھ بڑھتا ہے۔ اس وجہ سے روشنی اونچی اشیاء جیسے درخت وغیرہ سے کم انعطاف نما والے واسطے میں داخل ہونے کی کوشش کرتی ہے۔ لہذا روشنی کی شعاع آہستہ آہستہ ہوا کی مختلف تہوں پر عمود سے دور منحرف ہوتی ہے اور اندرونی کلی انعکاس واقع ہوتا ہے، جب زاویہ وقوع میدان کے قریب زاویہ فاصل سے بڑھ جاتا ہے۔ تو یہ ایک ایسا وہم یا گمان دیتا ہے جیسا کہ روشنی زمین کے نیچے کہیں سے آ رہی ہو۔ ہوا کے مختلف پرتوں کی ملنے (لہروں) والی فطرت کی وجہ سے مشاہدہ کرنے والے کو ایسا محسوس ہوتا ہے، جیسے شئے پانی کے ایک تالاب کے ذریعہ عکاسی ہو رہی ہے یا گیلی سطح پر شئے کے اعتراض کے طور پر اس کو خاکہ 6.23(a) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ رجحان سراب (mirage) کہلاتا ہے۔

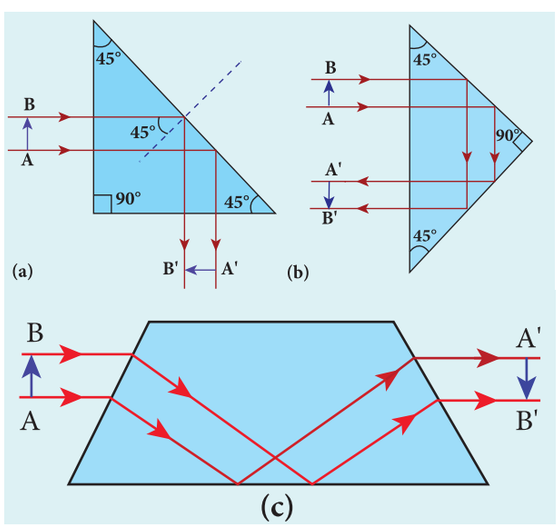
سرد جگہوں میں زمین کی طرف انعطاف نما بڑھتا ہے، کیونکہ زمین کے قریب کی ہوا، اونچائی کی بہ نسبت ٹھنڈی ہوتی ہے۔ لہذا زمین کے قریب ہوا کی کثافت اور انعطاف نما اونچائی پر ہوا کے لئے زیادہ ہے۔ سرد علاقوں میں گلیشیر اور برف سے جمی ہوئی جھیلوں میں سراب کا الٹا اثر ہوگا۔ لہذا ایک الٹی تصویر تھوڑا سا اوپر بنتی ہے، جیسا کہ خاکہ 6.23(b) میں دکھایا گیا ہے۔ اس اثر کو لومنگ کہا جاتا ہے۔ جس کو اعلیٰ سراب زبردست اور کھڑا ہونا بھی کہا جاتا ہے۔



خاکہ 6.23 (a) سراب اور (b) لومنگ

6.4.7.3 منشور کو استعمال کرتے ہوئے اندرونی کلی انعکاس (Prisms making using of total internal reflection)

منشوروں کو 90° کے ذریعے (یا) 180° کے ذریعہ روشنی کو انعکاس کرنے کے لئے ڈیزائن کیا جاتا ہے یا اس کو اندرونی کلی انعکاس کے استعمال کے لئے بنایا جاتا ہے جیسا کہ خاکہ 6.24(a) اور b میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 6.24 اندرونی کلی انعکاس کے لئے منشوروں کا استعمال

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:11 AM

پہلی دوصورتوں میں اہم زاویہ (i_c)، منشور کے مواد کے لئے $45°$ سے کم ہونا ضروری ہے۔ منشور خاکہ 6.24(b) میں ایک ہی طرف شئے کو الٹ دیتی ہے۔ منشور خاکہ 6.24(c) میں ایک ہی طرف شئے کو الٹ دیتی ہے۔ منشور خاکہ 6.24(c) میں دوسری طرف شئے کو الٹ دیتی ہے۔

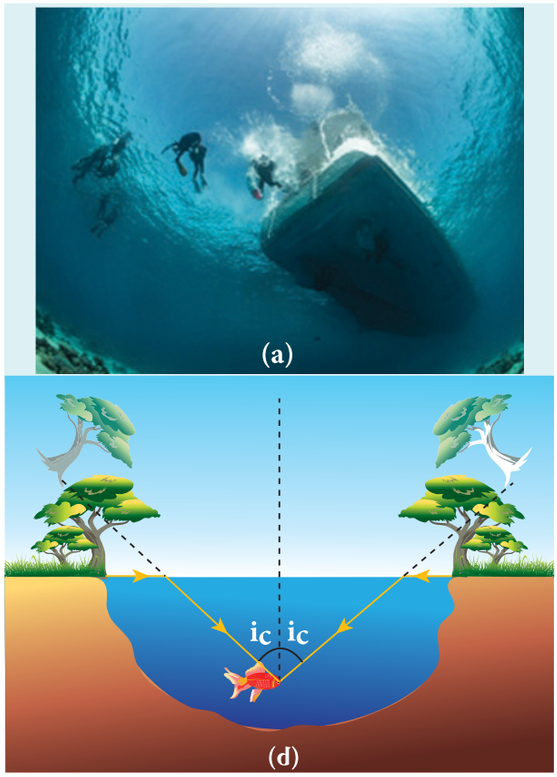
6.4.7.4 نوری نصف قطر (اسنل کی کھڑکی)

(Radius of illumination)

خاکہ 6.25 پانی کی ٹنکی کے اندر روشنی کا ذریعہ

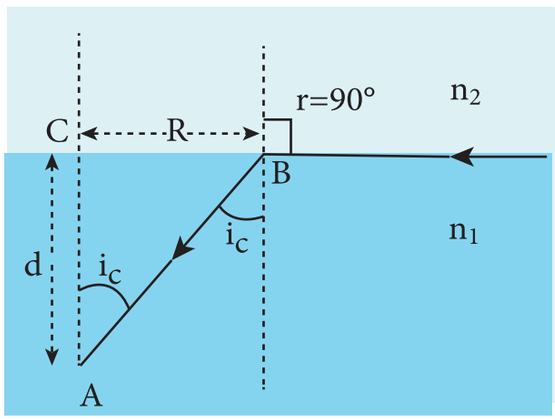
جب الکٹرک بلب جیسے روشنی کے کوئی ذریعہ کو پانی کی ٹینک کے اندر رکھا جائے تو ذریعہ سے روشنی پانی کے اندر ہر سمت میں سفر کرتی ہے۔ وہ روشنی جو پانی کی سطح پر وقوع ہے، زاویہ فاصل سے سے بھی کم ہے۔ انعطاف سے گزرے گی اور پانی سے ابھرے گی۔ زاویہ سے وقوع ہونے والی روشنی، زاویہ فاصل سے بڑھ کر ہے، اس میں اندرونی کلی انعکاس واقع ہوگا۔ روشنی خاص طور پر زاویہ فاصل کے احاطے میں گرکر چمک پیدا کرتی ہے۔ باہر سے دیکھنے پر پانی کی پوری سطح چمکتی ہوئی نظر آتی ہے جیسا کہ خاکہ 6.25 میں دکھایا گیا ہے۔

دوسری طرف جب روشنی باہر سے پانی میں داخل ہوتی ہے تو پانی کے اندر روشنی محدود دکھائی دیتی ہے۔ ایک خاص زاویہ، زاویہ فاصل i_c کے برابر ہے۔ کروی رقبہ میں محدود روشنی جسے خاکہ 6.26(a) میں دکھایا گیا ہے۔ اسے اسنل کی کھڑکی کہتے ہیں۔ خاکہ 6.26(b) پانی کے جانوروں کے لئے زاویہ میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 6.26 (a) اسنل کی کھڑکی اور
(b) آبی جانوروں کے دیکھنے کا زاویہ

آبی جانوروں کے دیکھنے کا زاویہ، زاویہ فاصل سے $2i_c$ دوگنے تک محدود ہے۔ پانی کے لئے زاویہ فاصل $48.6°$ ہے۔ لہذا دیکھنے کا زاویہ $97.2°$ ہے۔ کروی رقبہ کا نصف قطر R گہرائی d جس سے دیکھا جاتا ہے اور واسطے کا انعطاف نما n پر منحصر ہے۔ اسنل کی کھڑکی کے نصف قطر R کی وضاحت اس طرح کرسکتے ہیں، جیسا کہ خاکہ 6.27 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 6.27 اسنل کی کھڑکی کا نصف قطر

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:12 AM

روشنی کو ایک نقطہ A سے گہرائی d میں دیکھا جاتا ہے۔ دونوں واسطوں کے مابین حدود میں نقطہ B پر ہونے والے انعطاف کو حاصل ضرب کی شکل میں اسنل کلیہ کی مساوات 6.19 کے طور پر حاصل ہوتی ہے۔

$$n_1 \sin i_c = n_2 \sin 90^0 \qquad (6.32)$$

$$n_1 \sin i_c = n_2 \qquad \because \sin 90^0 = 1$$

$$\sin i_c = \frac{n_2}{n_1} \qquad (6.33)$$

مثلث قائمۃ الزاویہ ΔABC سے

$$\sin i_c = \frac{CB}{AB} = \frac{R}{\sqrt{d^2 + R^2}} \qquad (6.34)$$

(6.33) اور (6.34) کو مساویانے سے

$$\text{and (6.34)}, \frac{R}{\sqrt{d^2 + R^2}} = \frac{n_2}{n_1}$$

دونوں طرف مربع کرنے پر $\frac{R^2}{R^2 + d^2} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$

معکوس لینے پر (reciprocal) $\frac{R^2 + d^2}{R^2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$

مزید مختصر کرنے پر

$$1 + \frac{d^2}{R^2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \qquad \frac{d^2}{R^2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 - 1;$$

$$\frac{d^2}{R^2} = \frac{n_1^2}{n_2^2} - 1 = \frac{n_1^2 - n_2^2}{n_2^2}$$

دوبارہ معکوس لینے اور ترتیب دینے پر

$$\frac{R^2}{d^2} = \frac{n_2^2}{n_1^2 - n_2^2}; \qquad R^2 = d^2\left(\frac{n_2^2}{n_1^2 - n_2^2}\right)$$

جذر المربع کرنے کے بعد، نوری نصف قطر (Radius of illumination) اس طرح ہوگا۔

$$R = d\sqrt{\frac{n_2^2}{(n_1^2 - n_2^2)}} \qquad (6.35)$$

اگر لطیف واسطہ، ہوا سے باہر ہو تو $n_2 = 1$ اور ہم $n_1 = n$ لیں گے۔

$$R = d\left(\frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}\right) \text{ (or) } R = \frac{d}{\sqrt{n^2 - 1}} \qquad (6.36)$$

مثال 6.9

ایک اچھی طرح روشن دن میں 10 m کی گہرائی سے اوپر دیکھا جائے تو نوری نصف قطر (radius of illumination) کتنا ہوگا؟ نظارہ کا جملہ زاویہ کتنا ہوگا؟ [دیا گیا ہے: پانی کا انعطاف نما 4/3 ہے]۔

حل :

دیا گیا ہے : $n = 4/3, d = 10$ m.

نوری نصف قطر $R = \frac{d}{\sqrt{n^2 - 1}}$

$$R = \frac{10}{\sqrt{(4/3)^2 - 1}} = \frac{10 \times 3}{\sqrt{16 - 9}}$$

$$R = \frac{30}{\sqrt{7}} = 11.32\,\text{m}$$

زاویہ فاصل معلوم کرنے کے لئے

$$i_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{n}\right)$$

$$i_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{4/3}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) = 48.6^\circ$$

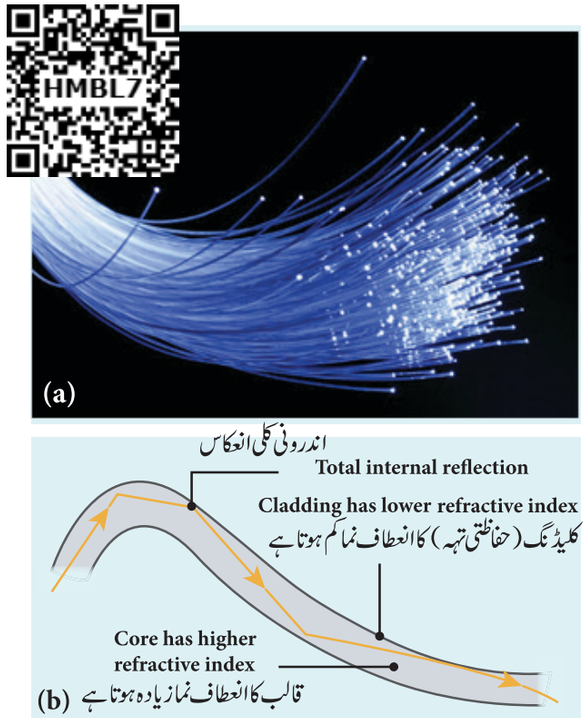
مخروط سے نظارے کا جملہ زاویہ یہ ہے۔

$$2i_c = 2 \times 48.6^\circ = 97.2^\circ$$

6.4.7.5 بصری ریشے (Optical fibre)

بصری ریشوں کے ذریعہ سگنل منتقل کرنا اندرونی کلی انعکاس کے اصول سے ہی ممکن ہے ۔ بصری ریشوں کا اندرونی حصہ قالب (Core) کہلاتا ہے اور باہری حصہ حفاظتی تہہ (Cladding) کہلاتا ہے ۔ قالب کا انعطاف نما حفاظتی تہہ سے زیادہ ہونا چاہئے ۔اندرونی کلی انعطاف ہونے کے لئے سگنل روشنی کی شکل میں دئے مطابق حفاظتی تہہ کے حدود کے اندر رہتا ہے، اور یہ زاویہ فاصل سے زیادہ ہوتا ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:13 AM



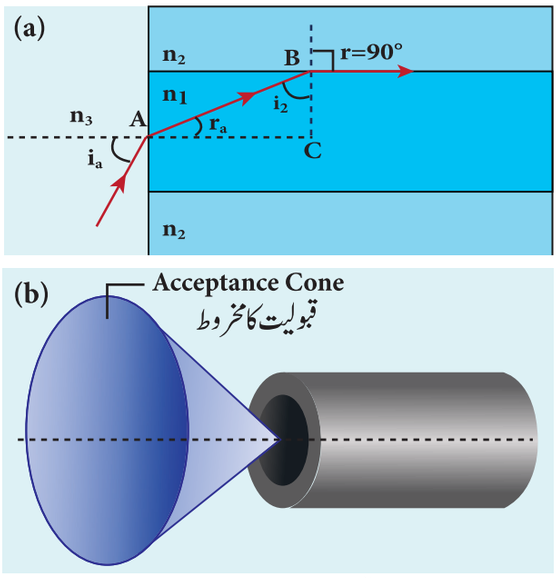
خاکہ 6.28 بصری ریشہ

لہذا اس کے اندر انعطاف کے بغیر مسلسل اندرونی کلی انعکاس ہوتا ہے۔ روشنی قالب (core) کے اندر سفر کرتی ہے۔ روشنی کی شدت میں کوئی قابل تحسین نقصان نہیں ہے، جیسا کہ خاکہ 6.28(a) میں دکھایا گیا ہے۔ جب بصری ریشوں خود مڑتے ہیں۔ ایسا کیا جاتا ہے۔ اس طریقے سے کہ اندرونی کلی انعکاس کی شرط یقینی ہو۔ ریشے کے اندر انعکاس خاکہ 6.28(b) میں دئے مطابق ہوتا ہے۔

6.4.7.6 بصری ریشوں میں قابل قبول زاویہ

(Acceptance angle in optical fibre)

زاویہ فاصل کو یقینی بنانے کے لئے بصری ریشے کے قالب-کلیڈنگ کے اندر ایک خاص زاویہ میں روشنی اس کے ایک سرے سے داخل ہو۔ اس زاویہ کو قبولیت کا زاویہ کہتے ہیں۔ یہ قالب کا انعطاف نما n_1، حفاظتی تہہ (کلیڈنگ) n_2 اور باہر کے واسطے n_3 کے انعطاف نما پر منحصر ہے۔ فرض کرو کہ روشنی ایک زاویہ جو قبولیت کا زاویہ i_a کہلاتا ہے۔ باہر کا واسطہ-قالب کی حد A پر، جیسا کہ خاکہ 6.29(b) میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 6.29 (a) قبولیت کا زاویہ اور (b) قبولیت کا مخروط

نقطہ A پر انعطاف کے لئے مساوات (6.19)، اسنل کا کلیہ کے حاصل ضرب کی شکل اس طرح سے ہے۔

$$n_3 \sin i_a = n_1 \sin r_a \qquad (6.37)$$

بصری ریشے کے اندر اندرونی کلی انعکاس ہونے کے لئے زاویہ وقوع B میں قالب-حفاظتی تہہ کے انٹرفیس کو کم از کم زاویہ i_c ہونا چاہئے۔ نقطہ B میں انعطاف کے لئے مساوات (6.19)، اسنل کا کلیہ کے حاصل ضرب کی شکل اس طرح سے ہے۔

$$n_1 \sin i_c = n_2 \sin 90^\circ \qquad (6.38)$$

$$n_1 \sin i_c = n_2 \qquad \because \sin 90^\circ = 1$$

$$\therefore \sin i_c = \frac{n_2}{n_1} \qquad (6.39)$$

مثلث قائمۃ الزاویہ ABC سے

$$i_c = 90^\circ - r_a$$

اب مساوات 6.39 اس طرح ہو جاتی ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:13 AM

$$\sin\left(90^\circ - r_a\right) = \frac{n_2}{n_1} \text{ (or) } \cos r_a = \frac{n_2}{n_1} \quad (6.40)$$

$$\sin r_a = \sqrt{1-\cos^2 r_a}$$

$\cos r_a$ کو بھرتی کرنے پر

$$\sin r_a = \sqrt{1-\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} = \sqrt{\frac{n_1^2-n_2^2}{n_1^2}} \quad (6.41)$$

مساوات 6.37 میں بھرتی کرنے پر

$$n_3 \sin i_a = n_1\sqrt{\frac{n_1^2-n_2^2}{n_1^2}} = \sqrt{n_1^2-n_2^2} \quad (6.42)$$

مزید مختصر کرنے پر

$$\sin i_a = \frac{\sqrt{n_1^2-n_2^2}}{n_3} \text{ (or) } \sin i_a = \sqrt{\frac{n_1^2-n_2^2}{n_3^2}} \quad (6.43)$$

$$i_a = \sin^{-1}\left(\sqrt{\frac{n_1^2-n_2^2}{n_3^2}}\right) \quad (6.44)$$

اگر بیرونی واسطہ ہوا ہو تو، $n_3 = 1$ ہوگا۔
قبولیت کا زاویہ i_a اس طرح ہو جائے گا۔

$$i_a = \sin^{-1}\left(\sqrt{n_1^2+n_2^2}\right) \quad (6.45)$$

روشنی میں 0 سے i_a تک کوئی بھی زاویہ وقوع کی قیمت جو عمود کے ساتھ بصری ریشہ کے آخر میں مخروطی شکل بناتا ہے وہ قبولیت کا مخروط کہلاتا ہے جیسا کہ خاکہ 6.29(b) میں دکھایا گیا ہے۔ مساوات (6.42) میں رقم $(n_3 \sin i_a)$ بصری ریشہ کا عددی درز (Numerical aperture) NA کہلاتا ہے۔

$$NA = n_3 \sin i_a = \sqrt{n_1^2-n_2^2} \quad (6.46)$$

اگر بیرونی واسطہ ہوا ہو تو، $n_3 = 1$ ہے۔ تو بصری ریشہ کا عددی درز اس طرح ہو جاتا ہے۔

$$NA = \sin i_a = \sqrt{n_1^2-n_2^2} \quad (6.47)$$

مثال 6.10

ایک بصری ریشہ ایک قالب سے بنا ہوا ہے جس کا انعطاف نما 1.68 اور کلیڈنگ کا انعطاف نما 1.44 ہے۔ اگر ریشہ کو کلیڈنگ کے بغیر ہوا کے واسطہ میں رکھا جائے تو ریشہ کے قبولیت کا زاویہ کیا ہوگا ؟

حل :

دیا گیا ہے $n_1 = 1.68, \quad n_2 = 1.44, \quad n_3 = 1$

قبولیت کا زاویہ $i_a = \sin^{-1}\left(\sqrt{n_1^2-n_2^2}\right)$

$$i_a = \sin^{-1}\left(\sqrt{(1.68)^2-(1.44)^2}\right) = \sin^{-1}(0.865)$$

$$i_a \approx 60^\circ$$

اگر کوئی کلیڈنگ نہیں ہو تو $n_2 = 1$

قبولیت کا زاویہ $i_a = \sin^{-1}\left(\sqrt{n_1^2-1}\right)$

$$i_a = \sin^{-1}\left(\sqrt{(1.68)^2-1} = \sin^{-1}(1.35)\right)$$

$\sin^{-1}$ (ایک سے زاویہ) ناممکن ہے۔ مگر اس میں زاویہ کی حد 0° سے 90° ہوتی ہے۔ لہٰذا وہ تمام شعاعیں، جو قالب سے مستوی سطح تک پہنچتی ہیں، اندرونی کلی انعکاس پاتی ہیں۔

غور کیجئے : اگر اس میں کلیڈنگ نہ ہو تو، قالب کا انعطاف نما (n_1) اس شرط پر ہوگا۔

$$i_a = \sin^{-1}\left(\sqrt{n_1^2-1}\right)$$

یہاں پر، حسابی اصول کے مطابق

$$\left(n_1^2-1\right) \le 1 \quad or \quad \left(n_1^2\right) \le 2$$

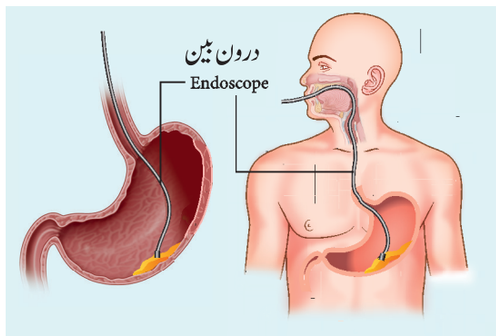
$$\text{or} \quad n_1 \le \sqrt{2}$$

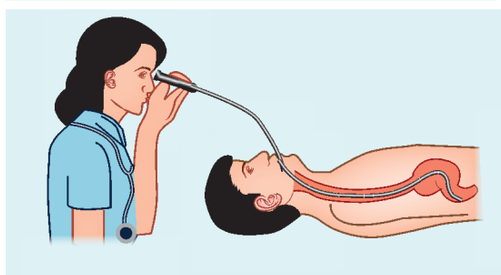
لہٰذا، ہوا میں (کلیڈنگ کے بغیر) قالب کا انعطاف نما n_1 اس طرح ہونا چاہئے۔ $n_1 \le 1.414$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:14 AM

کیا تم جانتے ہو؟

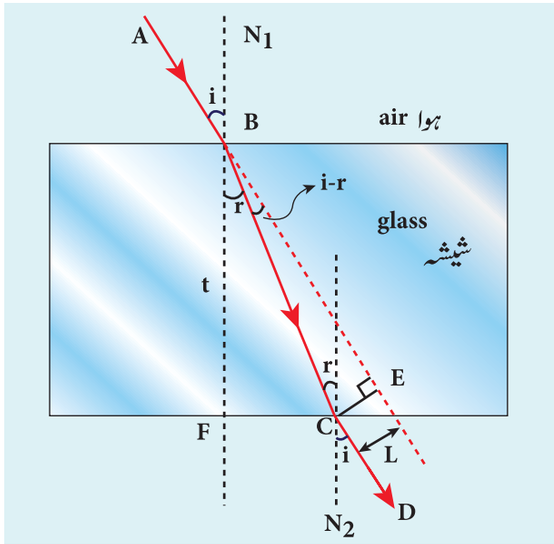
ایک درون بین (endoscope) میں بصری ریشوں کا ایک گچھا رہتا ہے۔ یہ ایک آلہ ہے جس کو ڈاکٹر مریضوں کے جسم کے اندر معائنہ کرنے کے لئے استعمال کرتے ہیں۔ اینڈوسکوپ اندرونی کلی انعکاس کے اصول پر کام کرتا ہے۔ بصری ریشہ جسم میں ناک، منہ یا خاص سوراخ بنا کر اس میں سے داخل کیا جاتا ہے۔ لہذا آپریشن بھی ہنڈ وسکوپ تاروں کے ذریعے سے کیا جاتا ہے جس کے لئے ضروری آلات اس کے سروں سے جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔





6.4.8 شیشہ کی سل سے انعطاف
(Refraction in glass prism)

جب روشنی کی شعاع شیشہ کی سل میں داخل ہوتی ہے تو وہ لطیف واسطہ (ہوا) سے کثیف واسطہ (شیشے) میں سفر کرتی ہے۔ اس کا نتیجہ شعاع عمود کی طرف منحرف ہوتی ہے۔ جب روشنی کی شعاع سل سے خارج ہوتی ہے تو وہ کثیف واسطہ (شیشہ) سے لطیف واسطہ (ہوا) کی طرف سفر کرتی ہے۔ اس کا نتیجہ شعاع عمود سے پرے منحرف ہوتی ہے۔ دو انعطاف کے بعد روشنی کی شعاع ایک ہی سمت میں داخل ہوتی ہے جیسے کہ شیشے کی سل پر شعاع وقوع کی طرف سے پس منظر کی نقل مکانی یا شفٹ یعنی کرن کی سمت میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی ہے لیکن شعاع وقوع کی راہ اور شعاع انعطاف متوازی ہیں۔ ایک دوسرے کے شفٹ L کے ساتھ جیسا کہ خاکہ 6.30 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 6.30 شیشہ کی سل سے انعطاف

فرض کرو کہ ہوائی واسطے میں رکھے شیشے کی سل جس کی موٹائی t اور انعطاف نما n پر غور کریں۔ اگر روشنی کا راستہ ABCD ہے تو شیشے کی سل کے دو نقطے B اور C پر انعطاف پایا جاتا ہے۔ زاویہ وقوع i اور زاویہ انعطاف r عمود N_1 اور N_2 کو دو نقاط B اور C پر احتیاط کے ساتھ ناپے جاتے ہیں۔ جانبی ہٹاؤ (*lateral displacement*) کرنے والا L عمودی فاصلہ CE ہے جو منحرف روشنی کے راستے اور نقطہ C پر غیر منحرف روشنی کے درمیان بنایا جاتا ہے۔

مثلث قائمۃ الزاویہ ΔBCE, میں

$$\sin(i-r) = \frac{L}{BC}; \quad BC = \frac{L}{\sin(i-r)} \qquad (6.48)$$

مثلث قائمۃ الزاویہ ΔBCF میں

$$\cos(r) = \frac{t}{BC}; \quad BC = \frac{t}{\cos(r)} \qquad (6.49)$$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:14 AM

6.48 اور 6.49 کو مساوی بنانے پر

$$\frac{L}{\sin(i-r)} = \frac{t}{\cos(r)}$$

دوبارہ ترتیب دینے پر

$$L = t\left(\frac{\sin(i-r)}{\cos(r)}\right) \qquad (6.50)$$

پہلوی ہٹاؤ (i) سل کی موٹائی (ii) زاویہ وقوع اور (iii) سل کے انعطاف نما پر منحصر ہے، جو زاویہ انعطاف کو متعین کرتا ہے۔ اگر سل کی موٹائی زیادہ ہو تو پہلوی ہٹاؤ وسیع ہوگا۔ زاویہ وقوع زیادہ ہو تو پہلوی ہٹاؤ بھی وسیع ہوگا۔ انعطاف نما جتنا زیادہ ہوگا، پہلوی ہٹاؤ بھی اتنا ہی زیادہ ہوگا۔

مثال 6.11

ایک شیشے کے سل کی موٹائی 0.25 میٹر ہے۔ اس کا انعطاف نما 1.5 ہے۔ روشنی کی شعاع 60° زاویہ سے سل کی سطح پر وقوع ہوتی ہے۔ جب روشنی شیشے کی سل کے دوسری طرف سے نکلتی ہے تو روشنی کا جانبی ہٹاؤ *(lateral displacement)* معلوم کرو؟

حل:

دیا گیا ہے ، سل کی موٹائی $t = 0.25$ m

انعطاف نما $n = 1.5$ زاویہ وقوع $i = 60°$

اسنل کے کلیہ کے مطابق $1 \sin i = n \sin r$

$$\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 60°}{1.5} = 0.58$$

$$r = \sin^{-1}(0.58) = 35.25° = 35°15'0"$$

جانبی ہٹاؤ یہ ہے۔ $L = t\left(\frac{\sin(i-r)}{\cos(r)}\right)$

$$L = (0.25) \times \left(\frac{\sin(60-35.25)}{\cos(35.25)}\right) = 0.1281 \text{ m}$$

جانبی ہٹاؤ $L = 12.81$ cm ہے۔

6.5 اکہرے کروی سطحوں پر انعطاف
(Refraction at single spherical surface)

اب تک ہم نے انعطاف کا صرف سیدھی سطحوں پر مطالعہ کیا ہے۔ دو شفاف واسطوں کے مابین انعطاف، کروی سطحوں میں پایا جاتا ہے۔ انعطاف کا کلیہ، کروی سطح کے ہر نقطہ پر درست واقع ہوتا ہے۔ عمود نقطہ وقوع پر کروی سطح کے مماس پر عمود کی طرح چھڑایا جاتا ہے۔ لہذا عمود ہمیشہ مرکز انحناء کے ذریعہ گذرتا ہے۔ ایک ہی کروی سطح پر انعطاف کا مطالعہ، عدسے کو سمجھنے کا راستہ فراہم کرتا ہے جس میں دو انعطافی سطحیں مشتمل ہیں۔

کروی سطحوں میں انعطاف پر غور کرتے ہوئے درج ذیل مفروضے پیش کئے گئے ہیں۔

(i) شعاع وقوع کو ایک رنگی تصور کیا جاتا ہے (ایک رنگ)

(ii) شعاع وقوع، صدر محور کے بالکل قریب ہوتے ہیں۔

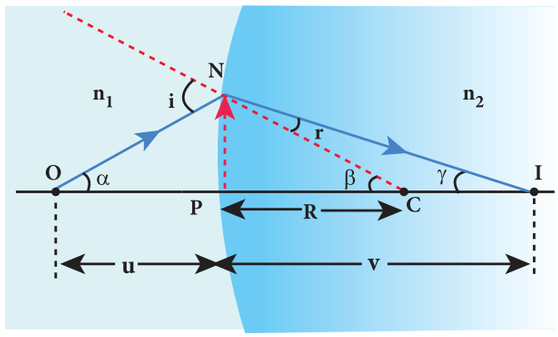
(پارساسی شعاعیں) (Paraxial rays)

کارتیسی علامات کروی آئینوں ہی کی طرح استعمال کی جاتی ہیں۔

6.5.1 اکہرے کروی سطح پر انعطاف کی مساوات
(Equation for refraction at single spherical surface

فرض کرو کہ ہم دو شفاف واسطے جس کا انعطاف نما n_1 اور n_2 ہے ، کروی سطح پر علاحدہ کیا گیا ہے، جیسا کہ خاکہ 6.31 میں دکھایا گیا ہے۔ لہذا کروی سطح کے انحناء کا مرکز C ہے۔ واسطہ n_1 میں ایک نقطہ نما شئے O کو فرض کریں۔ لکیر OC صدر محور ہے جو کروی سطح کے قطب P میں کاٹتا ہے، جیسا کہ شعاعیں پارساسی شعاعیں سمجھی جاتی ہیں۔ عمود کا نقطہ، وقوع سے صدر محور میں گزارا جاتا ہے جو قطب کے بہت قریب (یا) قطب ہی سے گذرتا ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:15 AM



خاکہ 6.31 اکہرے کروی سطح پر انعطاف

O سے روشنی N کے انعطافی سطح پر پڑتی ہے۔ نقطہ وقوع پر موڑنے والے سطح کی طرف کھینچے جانے والا عمود، مرکز انحنا C سے گذرتا ہے، جیسا کہ $n_2 > n_1$ ، روشنی کثیف واسطے سے عمود کی طرف منحرف ہوتی ہے اور صدر محور I پر خیال بناتا ہے۔

نقطہ N پر انعطاف کے لئے اسنل کے کلیہ کے حاصل ضرب کو مساوات (6.19) کی شکل میں اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

چونکہ زاویے چھوٹے ہیں۔ لہذا سائن کا زاویہ تقریباً اسی کا زاویہ ہی ہوتا ہے۔

$$n_1 i = n_2 r \qquad (6.51)$$

فرض کیجئے کہ زاویے اس طرح سے ہیں

$$\angle NOP = \alpha,\ \angle NCP = \beta,\ \angle NIP = \gamma$$

قائمۃ الزاویہ مثلثوں ΔNOP ، ΔNCP اور ΔNIP سے

$$\tan\alpha = \frac{PN}{PO};\quad \tan\beta = \frac{PN}{PC};\quad \tan\gamma = \frac{PN}{PI}$$

چونکہ یہ زاویے چھوٹے ہیں، ان زاویوں کا tan ، اس زاویہ کے تقریباً مساوی ہوگا۔

$$\alpha = \frac{PN}{PO};\ \beta = \frac{PN}{PC};\ \gamma = \frac{PN}{PI} \qquad (6.52)$$

مثلث ΔONC سے

$$i = \alpha + \beta \qquad (6.53)$$

مثلث ΔINC سے

$$\beta = r + \gamma \text{ (or) } r = \beta - \gamma \qquad (6.54)$$

مساوات 6.53 اور 6.54 سے i اور r کی قیمتوں کو مساوات 6.51 میں بھرتی کرنے پر

$$n_1(\alpha+\beta) = n_2(\beta-\gamma)$$

دوبارہ ترتیب دینے پر

$$n_1\alpha + n_2\gamma = (n_2 - n_1)\beta$$

مساوات 6.52 سے α, β اور γ کی قیمتوں کو بھرتی کرنے پر

$$n_1\left(\frac{PN}{PO}\right) + n_2\left(\frac{PN}{PI}\right) = (n_2 - n_1)\left(\frac{PN}{PC}\right)$$

PN_1 کو منسوخ کر کے مزید مختصر کرنے پر

$$\frac{n_1}{PO} + \frac{n_2}{PI} = \frac{n_2 - n_1}{PC} \qquad (6.55)$$

مساوات 6.58 میں کارتیسی علامات کو استعمال کرنے پر

$PO = -u,\ PI = +v$ اور $PC = +R$

$$\frac{n_1}{-u} + \frac{n_2}{v} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$$

دوبارہ ترتیب دینے پر بالآخر ہمیں یہ حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R} \qquad (6.56)$$

مساوات 6.56، شئے کا فاصلہ u، خیال کا فاصلہ v ، دو واسطوں کے انعطاف نما (n_1 اور n_2) اور کروی سطح کے انحنا کا نصف قطر کے تعلق کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ کسی بھی کروی سطح کے لئے درست ہے، جس پر کارتیسی علامات کا اطلاق ہوتا ہے۔

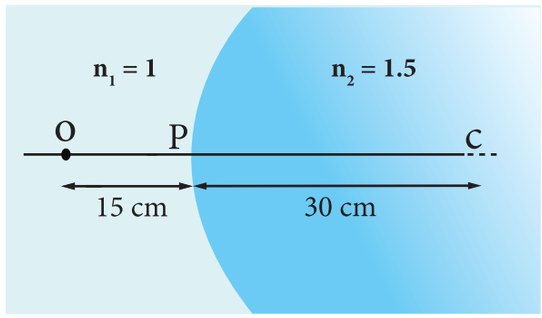
اگر پہلا واسطہ ہوا ہے تو $n_1 = 1$ اور دوسرا واسطہ $n_2 = n$ تو پھر مساوات مختصر ہو کر اس طرح ہو جاتی ہے۔

$$\frac{n}{v} - \frac{1}{u} = \frac{(n-1)}{R} \qquad (6.57)$$

مثال 6.12

اس صورت حال میں نقطہ نما شئے O کے خیال تلاش کریں۔ نقطہ C سطح کو الگ کرنے کے مرکز انحنا کو ظاہر کرتا ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:15 AM



حل :

دیا گیا ہے۔ $u = -15$ cm, $R = 30$ cm, $n_1 = 1$

اور $n_2 = 1.5$

اکہرے کروی سطح کے لئے مساوات

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$$

قیمتوں کو درج کرنے پر

$$\frac{1.5}{v} - \frac{1}{-15} = \frac{(1.5-1)}{30}; \qquad \frac{1.5}{v} + \frac{1}{15} = \frac{(0.5)}{30}$$

$$\frac{1.5}{v} + \frac{1}{15} = \frac{1}{60}; \qquad \frac{1.5}{v} = \frac{1}{60} - \frac{1}{15};$$

$$\frac{1.5}{v} = \frac{1-4}{60} = \frac{-3}{60}; = -\frac{1}{20};\ v = -30 \text{ cm}$$

کروی سطح کے بائیں جانب 30 سمر کی دوری پر ایک مجازی خیال بنتا ہے۔

6.6 باریک یا پتلے عدسے (Thin lens)

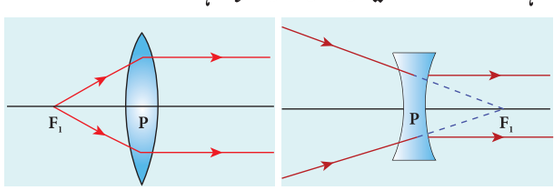
شفاف شئے سے دو کروی سطحوں کو درمیان میں جکڑ کر (یا) ایک سادہ اور دوسرا کروی سطح کو جوڑ کر عدسے بنائے جاتے ہیں ۔ پتلے عدسے میں سطحوں کے درمیان فاصلہ بہت کم ہوتا ہے۔ دو کروی سطحوں کے لئے دو کروی سطحوں کے لئے مرکز انحنا C_1 اور C_2 اور دو انحنا کے نصف قطر R_1 اور R_2 ہوتے ہیں۔ مستوی سطح کے لئے مرکز انحناء C لامحدود ہے اور انحناء کا نصف قطر R بھی لامحدود ہے۔

($R = \infty$) ماسکی طول کے سوا، کروی آئینوں کے اصطلاحات پتلے عدسوں کے لئے درست ہیں۔

6.6.1 بنیادی اور ثانوی ماسکہ (Primary and secondary focus)

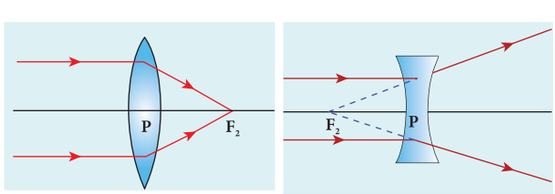
جیسا کہ پتلے عدسے دو سطحوں سے بنے ہوئے ہوتے ہیں ۔ عدسے دو مختلف واسطوں سے جدا ہوتے ہیں۔ عدسہ کا دایاں اور بایاں واسطہ مختلف ہوتا ہے۔ لہذا ہم دو ماسکی طول رکھتے ہیں۔

بنیادی ماسکہ F_1 کی وضاحت اس طرح کی گئی ہے۔ ایک نقطہ جہاں پر ایک نقطہ نما شئے صدر محور کے متوازی شعاعیں خارج کرتی ہیں جو عدسہ سے گزرتی ہیں، جیسا کہ خاکہ 6.32 میں دکھایا گیا ہے۔ ایک تقاربی عدسے (*Converging lens*) کے لئے یہ شئے حقیقی ہے اور انفراجی عدسے (*diverging lens*) کے لئے یہ شئے مجازی ہے۔ فاصلہ PF_1 بنیادی ماسکی طول f_1 ہے۔



خاکہ 6.32 بنیادی ماسکہ

ثانوی ماسکہ F_2 کی وضاحت اس طرح کی گئی ہے۔ ایک نقطہ جہاں پر ایک نقطہ نما شئے صدر محور کے قریب متوازی شعاعیں خارج کرتی ہیں جو عدسہ سے گزر کر ایک جگہ مرکوز ہو جاتی ہیں، جیسا کہ خاکہ 6.33 میں دکھایا گیا ہے ۔ ایک تقاربی عدسے (*Converging lens*) کے لئے خیال حقیقی ہے اور انتشاری عدسے (*diverging lens*) کے لئے یہ خیال مجازی ہے۔ فاصلہ PF_2 بنیادی ماسکی طول F_2 ہے۔



خاکہ 6.33 ثانوی ماسکہ

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:16 AM

اگر پتلے عدسے کے دونوں طرف کا واسطہ ایک ہی انعطاف نما رکھتا ہے تو دونوں ماسکی طول بھی مساوی ہوں گے۔ ہم اگلے مطالعہ کے لئے ثانوی ماسکہ F_2 کا استعمال زیادہ کریں گے۔

6.6.2 عدسے کے ماسکی طول کے لئے کارتیسی علامتیں
(Sign conventions on focal length for lens)

پتلے عدسوں کے لئے کارتیسی علامتیں صرف ماسکی طول کے علامتوں ہی میں فرق رکھتی ہیں۔

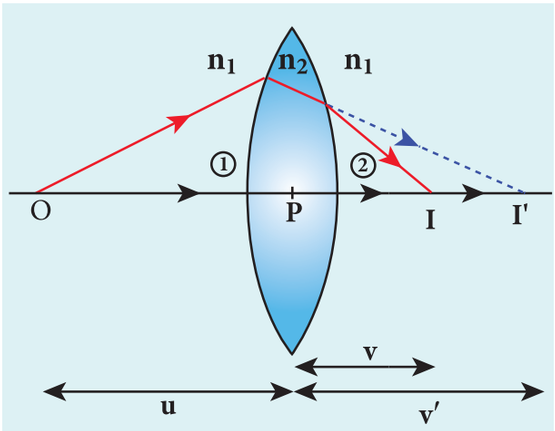
(i) چونکہ عدسے دو ماسکی طول رکھتے ہیں، ایک دائیں جانب اور دوسرا دائیں جانب، اس لئے ماسکی طول کی علامت کا فیصلہ قطب سے کسی پیمائش کی سمت پر نہیں ہوتا۔

(ii) پتلے عدسے کے ماسکی طول تقاربی (*converging*) عدسوں کے لئے مثبت اور انفراجی (*diverging*) عدسوں کے لئے منفی لئے جاتے ہیں۔

کروی آئینوں ہی کی طرح پتلے عدسے کے لئے بھی، دوسری کارتیسی علامات، جیسے شئے کا فاصلہ، خیال کا فاصلہ، انحنا کا نصف قطر، شئے کی اونچائی اور خیال کی اونچائی (سوائے اس کے کہ ماسکی طول کی لمبائی کے لئے جیسا کہ اوپر ذکر کیا گیا ہے) ایک جیسے رہتے ہیں۔

6.6.3 عدسے بنانے والا ضابطہ اور عدسے کی مساوات
(Lens maker's formula and lens equation)

آیئے ہم غور کریں کہ ایک پتلا عدسہ جس کا واسطہ انعطاف نما n_2 سے بنا ہوا ہے، ایک دوسرا واسطہ جس کا انعطاف نما n_1 ہے، اس میں رکھا گیا ہے۔ دو کروی سطحوں (1) اور (2) کے بالترتیب انحنا کے نصف قطر R_1 اور R_2 ہیں اور قطب P، جیسا کہ خاکہ 6.34 میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کرو کہ صدر محور پر نقطہ نما شئے O ہے۔ O سے پارساہی شعاعیں، جو قطب P سے بہت قریب گزرتی ہیں، سطح (1) انعطاف کے بعد I' پر خیال بناتی ہیں۔ اس سے پہلے یہ دوبارہ سطح 2 سے انعطاف پاتی ہیں۔ چنانچہ اس کے بعد I پر آخری خیال بنتا ہے۔



خاکہ 6.34 پتلے عدسہ کے ذریعہ انعطاف

اکہرے کروی سطح پر انعطاف کے لئے عام مساوات (6.56) کے ذریعے دی گئی ہے۔

$$\frac{n_2}{v}-\frac{n_1}{u}=\frac{(n_2-n_1)}{R}$$

انعطافی سطح ① کے لئے روشنی n_1 سے n_2 میں گزرتی ہے۔

$$\frac{n_2}{v'}-\frac{n_1}{u}=\frac{(n_2-n_1)}{R_1} \qquad (6.58)$$

انعطافی سطح ② کے لئے روشنی n_2 سے n_1 میں گزرتی ہے۔

$$\frac{n_1}{v}-\frac{n_2}{v'}=\frac{(n_1-n_2)}{R_2} \qquad (6.59)$$

سطح ② کے لئے I' مجازی خیال کی طرح ظاہر ہوتا ہے۔

مساوات 6.58 اور 6.59 کو جمع کرنے پر

$$\frac{n_1}{v}-\frac{n_1}{u}=(n_2-n_1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

مزید مختصر کرنے اور دوبارہ ترتیب دینے پر

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\left(\frac{n_2-n_1}{n_1}\right)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\left(\frac{n_2}{n_1}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right) \qquad (6.60)$$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:16 AM

اگر شئے لامحدود فاصلہ پر ہوتو، خیال عدسہ کے ماسکہ پر گرتا ہے۔ لہٰذا، $u = \infty$ ، $v = f$ ہے۔ چنانچہ مساوات اس طرح ہو جاتی ہے۔

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{\infty} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad (6.61)$$

اگر عدسہ کو ہوا میں رکھا جاتا ہے، تو ہم $n_1 = 1$ اور $n_2 = n$ لیتے ہیں۔ چنانچہ مساوات 6.61 اس طرح ہوجاتی ہے۔

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad (6.62)$$

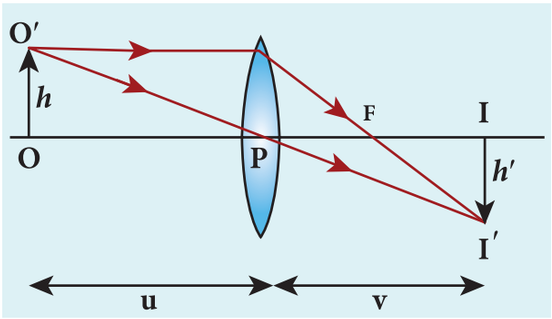
اوپر کے ضابطہ کو عدسہ بنانے والا ضابطہ (lens maker's formula) کہتے ہیں، کیوں کہ یہ اس بات کو ظاہر کرتا ہے کہ ایک مخصوص انعطاف نما والے ماسکی طول کا عدسہ بنانے کے لئے کتنا انحناء کا نصف قطر ہونا چاہئے۔ یہ ضابطہ ہر قسم کا عدسہ بنانے کے لئے درست ثابت ہوا ہے۔ مساوات 6.60 اور 6.61 کا موازنہ کرنے پر ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (6.63)$$

مذکورہ بالا مساوات، عدسے کی مساوات کہلاتی ہے، جو شئے کا فاصلہ u، خیال کا فاصلہ v اور عدسے کے ماسکی طول f کے ساتھ تعلق کو ظاہر کرتی ہے۔ یہ مساوات کسی بھی قسم کے عدسے کے لئے اچھا ہے۔

6.6.4 پتلے عدسے میں جانبی تکبیر
(Lateral magnification in thin lens)

آیئے ہم ایک شئے OO' جس کی اونچائی h_1 ہے جو صدر محور پر رکھی گئی ہے، اس پر غور کریں۔ اس کی اونچائی صدر محور کے عمود میں ہے۔ شئے کا الٹا حقیقی خیال II' بنتا ہے، جس کی اونچائی h_2 ہے جیسا کہ خاکہ 6.35 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 6.35 پتلے عدسے میں جانبی تکبیر

خیال کی اونچائی اور شئے کی اونچائی کا تناسب، جانبی (lateral) یا عرضی (Transverse) تکبیر m کو ظاہر کرتی ہے۔

$$m = \frac{II'}{OO'} \qquad (6.64)$$

دو مشابہ مثلثوں $\Delta POO'$ اور $\Delta PII'$ سے ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$\frac{II'}{OO'} = \frac{PI}{PO} \qquad (6.65)$$

کارتیسی علامات کو استعمال کرتے ہوئے

$$\frac{-h'}{h} = \frac{v}{-u}$$

تکبیر کے لئے مساوات 6.65 میں اسے بھرتی کرنے پر

$$m = \frac{-h'}{h} = \frac{v}{-u}$$

دوبارہ ترتیب دینے کے بعد

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u} \qquad (6.66)$$

حقیقی خیال کے لئے تکبیر منفی ہے اور مجازی خیال کے مثبت ہے۔ مقعر عدسے کے سلسلے میں تکبیر ہمیشہ مثبت اور 1 سے کم ہے۔

عدسے کی مساوات کو جوڑتے ہوئے، تکبیر کے لئے ہمارے پاس ایک اور شکل کی مساوات اس طرح سے بنتی ہے۔

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{f}{f+u} \text{ (or) } m = \frac{h'}{h} = \frac{f-v}{f} \qquad (6.67)$$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:17 AM

مثال 6.13

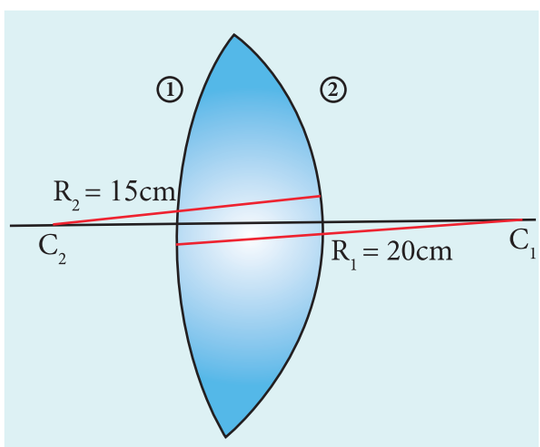
ایک محدب عدسے کے دو سطحوں کے انحناء کا نصف قطر 20 سم اور 15 سم ہے۔اس عدسہ کے مادے کا انعطاف نما 1.5 ہے۔

(a) اس عدسے کا ماسکی طول کیا ہے؟

(b) اگر عدسے کو دوسرے سطح کی طرف گھمایا جائے *(flipped)* تو کیا اس کے ماسکی طول میں تبدیلی آئے گی؟

حل:

دوہرے محدب عدسے کی پہلے سطح کا انحناء کا نصف قطر مثبت ہے اور اس کے دوسرے سطح کا منفی ہے جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔ دیا گیا ہے ۔



دیا گیا ہے، $n = 1.5,\ R_1 = 20\ cm$ and $R_2 = -15\ cm$

(a) عدسہ بنانے کا ضابطہ $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

قیمتوں کو درج کرنے پر

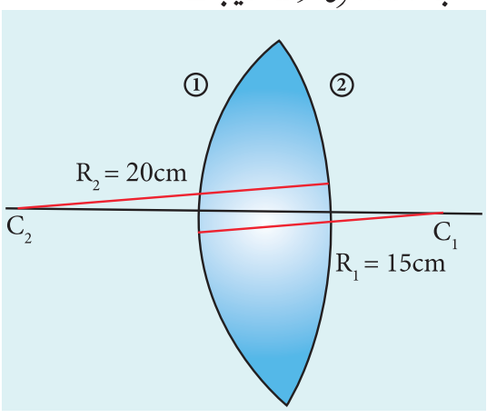
$$\frac{1}{f} = (1.5-1)\left(\frac{1}{20} - \frac{1}{-15}\right) = (1.5-1)\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{15}\right)$$

$$\frac{1}{f} = (0.5)\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{15}\right) = (0.5)\left(\frac{3+4}{60}\right) = \left(\frac{1}{2} \times \frac{7}{60}\right) = \frac{7}{120}$$

$$f = \frac{120}{7} = 17.14\,\text{cm}$$

چونکہ ماسکی طول مثبت ہے، اس لئے یہ عدسہ تقاربی *(converging)* ہے۔

(b) جب عدسہ کو دوسری طرف گھمایا جائے تو



یہاں پر $n = 1.5,\ R_1 = 15\ \text{cm}$ and $R_2 = -20\ \text{cm}$

قیمتوں کو *lens maker's formula* میں درج کرنے پر

$$\frac{1}{f} = (1.5-1)\left(\frac{1}{15} - \frac{1}{-20}\right)$$

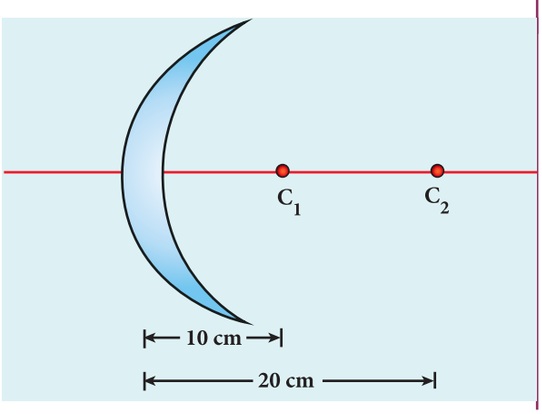
$$\frac{1}{f} = (1.5-1)\left(\frac{1}{15} + \frac{1}{20}\right)$$

اس سے یہ نتیجہ بھی حاصل ہوتا ہے۔ $f = 17.14\ cm$

لہٰذا ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ اگر عدسہ کو جانبی طور پر گھمایا جائے تو ماسکی طول میں کوئی فرق نہیں پڑتا۔ یہ تمام عدسوں کے لئے درست ہے۔ طلباء کسی بھی قسم کے عدسہ کے ساتھ اس کی جانچ کر سکتے ہیں۔

مثال 6.14

ایک عدسہ ایک ایسی شئے سے بنا ہوا ہے، جس کا انعطاف نما 1.52 ہے جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔ (نقاط C_1 اور C_2 بالترتیب پہلی اور دوسری سطحوں کے انحناء کا مرکز ہیں)



12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:17 AM

حل:

اس عدسہ کو محدبی-مقعر عدسہ *(Convexo-concave lens)* کہا جاتا ہے۔

دیا گیا ہے : $n = 1.52,\ R_1 = 10\ \text{cm}$ and $R_2 = 20\ \text{cm}$

R_1 اور R_2 دونوں مثبت ہیں۔

Lens makers formula, $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

قیمتوں کو درج کرنے پر

$$\frac{1}{f} = (1.52-1)\left(\frac{1}{10} - \frac{1}{20}\right)$$

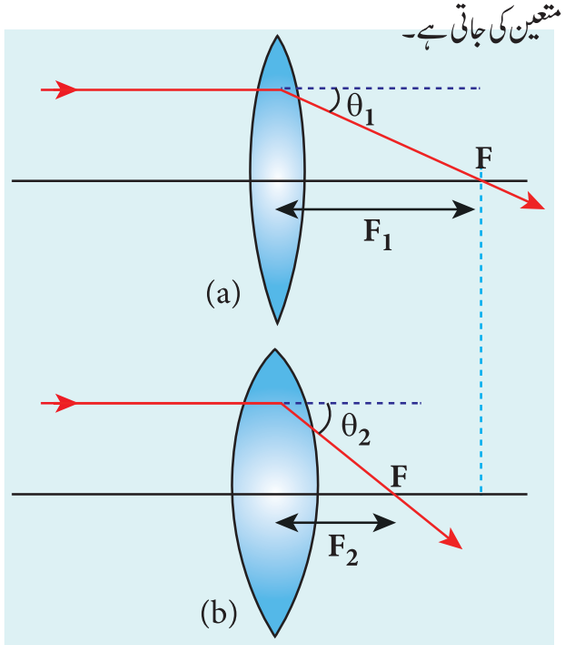
$$\frac{1}{f} = (0.52)\left(\frac{2-1}{20}\right) = (0.52)\left(\frac{1}{20}\right) = \frac{0.52}{20}$$

$$f = \frac{20}{0.52} = 38.46\,\text{cm}$$

چونکہ ماسکی طول مثبت ہے، یہ عدسہ تقاربی *(converging)* ہے۔

6.6.5 ایک عدسہ کی طاقت (Power of a lens)

عدسے کی طاقت کو اس کے شعاع وقوع سے انحراف کرنے کی قابلیت سے پیمائش کی جاتی ہے۔ جب شعاع عدسے میں داخل ہوتی ہے تو جس درجہ کے ساتھ یہ انحراف پاتی ہے، اس سے عدسہ کی طاقت متعین کی جاتی ہے۔



خاکہ 6.36 عدسہ کی طاقت

عدسے کی طاقت اس کے ماسکی طول کے معکوس تناسب (مقلوب) میں ہے۔ اگر عدسے کی طاقت زیادہ ہو تو اس کا ماسکی طول کم ہوگا۔ خاکہ (6.36) میں عدسہ (a) کی بہ نسبت عدسہ (b) زیادہ انحرافی قابلیت رکھتا ہے۔ اگر b میں زیادہ انحرافی قابلیت ہو تو اس کا ماسکی طول کم ہوگا اور اس کا برعکس بھی صحیح ہے۔

بہ الفاظ دیگر، کسی عدسہ میں پڑنے والی روشنی کی تقاربیت یا انفراجیت کے درجہ کی پیمائش ہی اس عدسہ کی طاقت کہلاتی ہے۔

عدسہ کی طاقت P کو اس کے ماسکی طول کے مقلوب میٹر میں پیمائش کی جاتی ہے۔

$$P = \frac{1}{f} \qquad (6.68)$$

عدسہ کے طاقت کی اکائی ڈیاپٹر *(dioptre)(D)* ہے۔ $1D = 1\ \text{m}^{-1}$ ۔ عدسہ کی طاقت تقاربی عدسے کے لئے مثبت اور انفراجی عدسے کے لئے منفی ہے۔

عدسہ بنانے والے کے ضابطے کی مساوات (6.62) سے عدسہ کے طاقت کی مساوات (6.68) کو اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$P = \frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad (6.69)$$

اس سے یہ معلوم ہوا کہ دئے گئے عدسہ کی شکل کے مطابق، اگر انعطاف نما زیادہ ہو تو عدسہ کی طاقت زیادہ ہوگی اور اس کا برعکس بھی درست ہے۔ وہ عدسے جن کے انحناء کا نصف قطر کم ہو (موٹے)، ان کی طاقت زیادہ ہوتی ہے اور وہ عدسے جن کے انحناء کا نصف قطر زیادہ ہو (پتلے)، طاقت کم ہوتی ہے۔

مثال 6.15

اگر عدسے کا ماسکی طول 150 سمر ہے تو اس عدسے کی طاقت کیا ہوگی ؟

حل:

دیا گیا ہے ماسکی طول $f = 150\ \text{cm} = 1.5\ \text{m}$

عدسہ کے طاقت کی مساوات $P = \frac{1}{f}$

قیمتوں کو درج کرنے پر

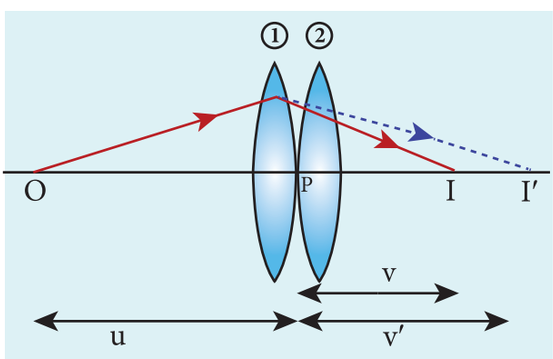
12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:18 AM

$$P = \frac{1}{1.5\,\text{m}} = 0.67\,\text{D}$$

چونکہ طاقت کی قیمت مثبت ہے، یہ ایک تقاربی عدسہ ہے۔

6.6.6 مس کرتے ہوئے عدسوں کا ماسکی طول
(Focal length of lenses in contact)

فرض کیجئے کہ دو عدسے (1) اور (2)، جن کا ماسکی طول f_1 اور f_2 ہے، اور یہ ایک دوسرے کے ساتھ اس طرح مس کرتے ہیں کہ ان کا ایک مشترک صدر محور ہو۔ عدسہ 1 کے ماسکہ سے دور، ایک نقطہ دار شئے O ، صدر محور پر رکھی گئی ہے۔ اس سے ایک خیال I' پر بنتا ہے۔ یہ خیال I' عدسہ 2 کے لئے شئے کی طرح کام کرتا ہے اور آخری خیال I بنتا ہے، جیسا کہ خاکہ 6.37 میں دکھایا گیا ہے۔ چونکہ یہ دونوں عدسے پتلے ہیں، پیمائش دو عدسوں کے درمیان مشترکہ بصری مرکز P سے کی جاتی ہے۔



خاکہ 6.37 عدسے ایک دوسرے کو مس کرتے ہوئے

عدسہ (1) کے لئے PO شئے کا فاصلہ u ہے اور PI' خیال کا فاصلہ v' ہے۔ عدسہ (2) کے لئے PI' شئے کا فاصلہ u' ہے اور PI خیال کا فاصلہ v ہے۔

عدسہ (1) کے لئے عدسے کی مساوات (6.63) اس طرح لکھتے ہیں۔

$$\frac{1}{v'} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} \qquad (6.70)$$

عدسہ (2) کے لئے عدسے کی مساوات (6.63) اس طرح لکھتے ہیں۔

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{v'} = \frac{1}{f_2} \qquad (6.71)$$

6.70 اور 6.71 دونوں مساوات کو جمع کرنے پر

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \qquad (6.72)$$

عدسوں کا تماس (چھونے سے) ایک واحد عدسہ کی طرح بن جاتا ہے، جس کا ماسکی طول f ہے اس طرح سے کہ O مقام پر رکھی گئی ایک شئے کا خیال I پر بنتا ہے۔ تب

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (6.73)$$

مساوات 6.72 اور 6.73 کا موازنہ کرنے پر ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \qquad (6.74)$$

اوپر کی مساوات کو توسیع کرتے ہوئے کسی بھی تعداد کے عدسوں کے تماس کے لئے مساوات حاصل کی جاسکتی ہے۔

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \frac{1}{f_4} + \ldots\ldots\ldots \qquad (6.75)$$

اوپر کی مساوات کو عدسہ کی طاقت کے طور پر اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \ldots\ldots\ldots \qquad (6.76)$$

جس میں P عدسوں کے تماس کی کل طاقت ہے۔ یہ غور کرنا چاہئے کہ مساوات (6.76) کا حاصل جمع، ایک لجبرائی حاصل جمع ہے۔ انفرادی عدسوں کی طاقت محدب عدسوں کے لئے مثبت اور مقعر عدسوں کے لئے منفی ہوسکتی ہے۔ عدسوں کا مجموعہ (تماس) ہمیں مطلوبہ تکبیر والے تقاربی یا انفراجی عدسے حاصل کرنے میں مدد کرتا ہے۔ عدسوں کے مجموعہ (تماس) سے ہمیں شئے بہت ہی واضح (sharp) خیال حاصل ہوتا ہے۔ چونکہ پہلے عدسے سے بننے والا خیال دوسرے عدسے کے لئے شئے بنتا ہے، عدسوں کے تماس سے جملہ تکبیر m، انفرادی تکبیر کے حاصل ضرب میں ہوتی ہے۔ ہم اب اسے اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$m = m_1 \times m_2 \times m_3 \ldots\ldots \qquad (6.77)$$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:18 AM

جس میں $m_1, m_2, m_3, \ldots$ انفرادی عدسوں کے تکبیر ہیں۔

مثال 6.16

دو عدسے جن کا ماسکی طول -70 cm اور 150 cm ہے، اگر ان کو مس کیا جائے تو مجموعہ کا ماسکی طول کیا ہوگا؟ ان کے مجموعے کی طاقت کیا ہوگی؟

حل :

دیا گیا ہے : پہلے عدسہ کا ماسکی طول $f_1 = -70$ cm ؛

دوسرے عدسہ کا ماسکی طول $f_2 = 150$ cm

مس شدہ عدسہ کے ماسکی طول کی مساوات

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

قیمتوں کو درج کرنے پر

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-70} + \frac{1}{150} = -\frac{1}{70} + \frac{1}{150}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{-150+70}{70\times150} = \frac{-80}{70\times150} = -\frac{80}{10500}$$

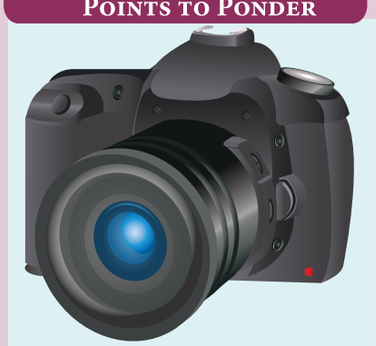
$$f = \frac{-1050}{8} = -131.25\,\text{cm}$$

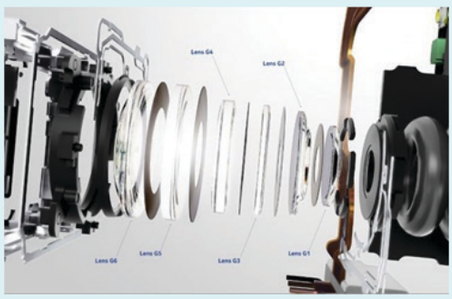
چونکہ ماسکی طول منفی ہے، دو عدسوں کو مس کرنا، عدسہ کی انفراجی قسم کہلاتی ہے۔

مس کردہ عدسہ کے مجموعے کی طاقت

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{-1.3125\,\text{m}} = -0.76\ \text{D}$$

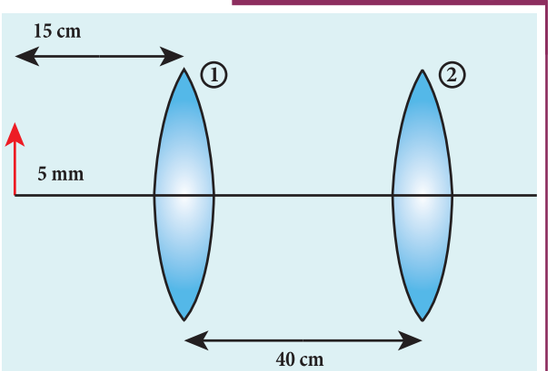
غور کرنے کے لئے نکات
Points to Ponder





عام طور پر عدسوں کے مس کرنے کے یا مجموعہ کے نظام کو کیمروں، خوردبینوں، دوربینوں اور دوسرے بصری آلوں میں استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ بہتر تکبیر اور واضح خیال پیدا کرتے ہیں۔

مثال 6.17



ایک محدب عدسہ جس کا ماسکی طول 10 سمر ہے، اس سے 15 سمر کے فاصلے پر 5 ملی میٹر اونچی ایک شئے رکھی گئی ہے۔ دوسرا ایک محدب عدسہ جس کا ماسکی طول 5 سمر ہے، اس کو پہلے عدسہ سے 40 سمر کی دوری پر اور شئے سے 55 سمر کی دوری پر رکھا گیا ہے۔ معلوم کیجئے۔ (a) آخری خیال (final image) کا مقام اور (b) اس کی نوعیت اور (c) اس کی جسامت معلوم کیجئے۔

حل :

دیا گیا ہے :

$h = 5$ mm $= 0.5$ cm, $u_1 = -15$ cm,

پہلے عدسہ کے لئے عدسہ کا ضابطہ

$f_1 = 10$ cm, $f_2 = 5$ cm, $d = 40$ cm

$$\frac{1}{v_1} - \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f_1}$$

قیمتوں کو درج کرنے پر

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:19 AM

$$\frac{1}{v_1}-\frac{1}{-15}=\frac{1}{10};\qquad \frac{1}{v_1}+\frac{1}{15}=\frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v_1}=\frac{1}{10}-\frac{1}{15}=\frac{15-10}{150}=\frac{5}{150}=\frac{1}{30}$$

$$v_1 = 30 \text{ cm}$$

پہلے عدسہ کا خیال، پہلے عدسہ کے دائیں جانب 30 سمر کے فاصلے پر بنتا ہے۔

آیئے اس خیال کی اونچائی معلوم کریں۔

تکبیر کی مساوات اس طرح ہے۔ $m=\frac{h'}{h}=\frac{v_1}{u_1}$

قیمتوں کو درج کرنے پر $\frac{h'}{0.5}=\frac{30}{-15}$

$$h' = 0.5\times\frac{30}{-15}=-1 \text{ cm}$$

چونکہ خیال کی اونچائی منفی ہے، خیال اُلٹا اور حقیقی ہے۔

یہ خیال دوسرے عدسہ کے لئے شئے بن جاتا ہے۔ دوسرے عدسہ کے لئے شئے کا فاصلہ (40–30=10cm) ہے۔

لہٰذا $u_2 = -10$ cm ہے۔

دوسرے عدسہ کے لئے، عدسہ کا ضابطہ اس طرح ہے۔

$$\frac{1}{v_2}-\frac{1}{u_2}=\frac{1}{f_2}$$

قیمتوں کو درج کرنے پر

$$\frac{1}{v_2}-\frac{1}{-10}=\frac{1}{5};\ \frac{1}{v_2}+\frac{1}{10}=\frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{v_2}=\frac{1}{5}-\frac{1}{10}=\frac{10-5}{50}=\frac{5}{50}=\frac{1}{10}$$

$$v_2 = 10 \text{ cm}$$

آخری خیال دوسرے عدسہ کے دائیں جانب 10 سمر کے فاصلے پر بنتا ہے۔

آیئے آخری خیال کی اونچائی معلوم کریں۔ فرض کیجئے کہ دوسرے عدسہ سے بننے والے آخری خیال کی اونچائی h'' اور دوسرے عدسے کے لئے بننے والے شئے کی اونچائی h' ہے۔

دوسرے عدسہ کے لئے تکبیر کی مساوات m' ہے۔

$$m'=\frac{h''}{h'}=\frac{v_2}{u_2}$$

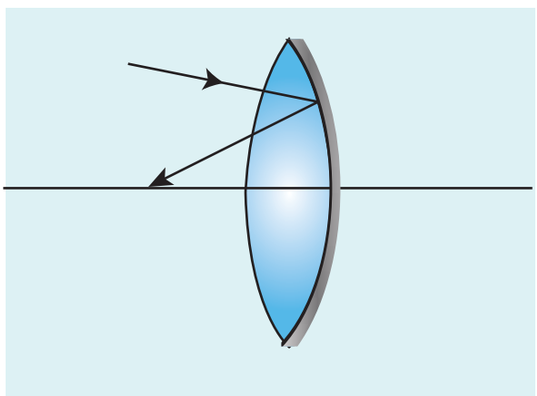
قیمتوں کو درج کرنے پر $\frac{h''}{-1}=\frac{10}{-10}$

$$h'' = (-1)\times\left(\frac{10}{-10}\right)=1 \text{ cm}=10 \text{ mm}$$

چونکہ شئے کے اونچائی کی قیمت مثبت ہے، خیال سیدھا اور حقیقی ہے۔

6.6.7 چاندی کی پرت چڑھائے ہوئے عدسے (Silvered lenses)

اگر کسی عدسے کی سطحوں میں سے کسی ایک کو باہر سے چاندی کی پرت چڑھائی جائے تو اس عدسے کو سلورڈ عدسہ کہا جاتا ہے۔ چاندی کی پرت چڑھائے ہوئے عدسہ میں آئینہ اور عدسے کا امتزاج ہے۔ روشنی عدسے کی شفاف سامنے کی سطح سے داخل ہوکر چاندی کی پرت سے انعکاس پاتی ہے۔ لہٰذا روشنی عدسے کے اندر دوبار سفر کرتی ہے، جیسا کہ خاکہ 6.38 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 6.38 چاندی کی پرت چڑھائے ہوئے عدسے

چاندی کی پرت چڑھائے ہوئے عدسے کی طاقت P اس طرح ہے۔

$$P = P_l + P_m + P_l$$

$$P = 2P_l + P_m \qquad (6.78)$$

یہاں P_l عدسے کی طاقت ہے اور P_m آئینے کی طاقت ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ عدسے کی طاقت اس کے ماسکی طول کے مقلوب میں ہے۔ یہ اس لئے کہ ایک مقعر آئینہ جس کا ماسکی طول منفی ہوتا ہے، ایک تقاربی آئینہ ہوتا ہے، جس کی طاقت مثبت ہوتی ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:19 AM

اسی طرح ایک چاندی کی پرت چڑھایا ہوا عدسہ ایک تبدیل شدہ آئینہ ہے۔ لہٰذا

$$P = \frac{1}{-f};\ P_l = \frac{1}{f_l};\ P_m = \frac{1}{-f_m} \qquad (6.79)$$

اب مساوات (6.78) اس طرح ہو جاتی ہے۔

$$\left(\frac{1}{-f}\right) = \left(\frac{2}{f_l}\right) + \left(\frac{1}{-f_m}\right) \qquad (6.80)$$

مناسب کارتیسی علامتوں کو مساوات (6.80) میں استعمال کئے جانے چاہئے۔

فرض کیجئے کہ شئے کا فاصلہ u اور خیال کا فاصلہ v ہو، ہم عدسے کی مساوات (6.8) کو آسانی کے ساتھ استعمال کر سکتے ہیں، کیونکہ چاندی کی پرت چڑھایا ہوا عدسہ ایک تبدیل شدہ آئینہ ہے۔

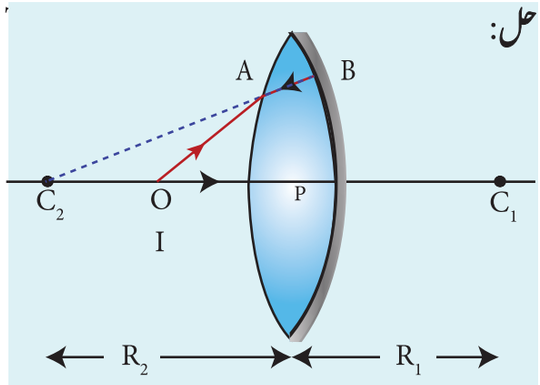
$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

مثال 6.18

ایک پتلا دوہرا محدب عدسہ انعطاف نما 1.5 رکھنے والے شیشہ سے بنا ہوا ہے۔ دونوں سطحوں میں مساوی انحناء کا نصف قطر 30 سمر رکھتا ہے۔ اس کی ایک سطح کو باہر کی طرف سے چاندی کی پرت چڑھا کر منعکس کرنے کے لئے بنائی گئی ہے۔

(a) اس چاندی کی پرت چڑھے ہوئے عدسے کا ماسکی طول اور طاقت کیا ہے؟ (b) اس عدسے کے سامنے کسی شئے کو کہاں رکھنا چاہئے تا کہ اس کا خیال شئے ہی پر بنے؟

حل:



دیا گیا ہے $n = 1.5;\ R_1 = 30\ \text{cm};\ R_2 = -30\ \text{cm}$;

(a) سب سے پہلے f_1 اور f_m کو الگ الگ معلوم کر لیں۔

lens maker's formula کو استعمال کر کے ہم f_v معلوم کر سکتے ہیں۔

$$\frac{1}{f_l} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

قیمتوں کو درج کرنے پر $\frac{1}{f_l} = (1.5-1)\left(\frac{1}{30} - \frac{1}{-30}\right)$

$$\frac{1}{f_l} = (0.5)\left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30}\right) = \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{2}{30}\right) = \frac{1}{30\,\text{cm}}$$

$f_l = 30\ \text{cm} = 0.3\ \text{m}$

آئینہ کا ماسکی طول $f_m = \frac{R_2}{2}$ ہے۔

قیمتیں درج کرنے پر $f_m = \frac{-30}{2} = -15\,\text{cm}$

$f_m = 15\ \text{cm} = -0.15\ \text{m}$

یہاں پر چاندی کی پرت چڑھائے ہوئے عدسہ کا ماسکی طول اس طرح ہے

$$\frac{1}{-f} = \frac{2}{f_l} + \frac{1}{-f_m} = \frac{2}{30} + \frac{1}{15} = \frac{2}{15} = \frac{1}{7.5}$$

$f = -7.5\ \text{cm} = -0.075\ \text{m}$

چاندی کی پرت چڑھایا ہوا آئینہ ایک مقعر آئینہ کی طرح کام کرتا ہے، جس کا ماسکی طول اس کے بائیں جانب ہے۔

چاندی کی پرت چڑھائے ہوئے عدسہ کی طاقت معلوم کرنے کے لئے

$$P = 2P_l + P_m$$

$$P = \frac{2}{f_l} + \frac{1}{-f_m} = \frac{2}{0.3} + \frac{1}{-(0.15)}$$

$$= \frac{2}{0.3} + \frac{1}{0.15} = \frac{4}{0.3} = 13.33\,D$$

چونکہ طاقت مثبت ہے، یہ ایک تقاربی عدسہ (نظام) ہے۔

(غور کیجئے : یہاں پر ہم ایک ایسے چاندی کی پرت چڑھائے ہوئے عدسہ کے بارے میں ذکر کرتے ہیں، جس کا منفی ماسکی طول اور مثبت طاقت ہے۔ اس سے یہ ظاہر کرتا ہے کہ ماسکی طول اس کے بائیں جانب ہونا چاہئے اور تقاربی ہونا چاہئے۔ ایسی صورت حال چاندی کی پرت چڑھائے ہوئے عدسوں میں واقع ہوتی ہے، کیوں کہ چاندی کی پرت چڑھایا ہوا عدسہ بنیادی طور پر ایک تبدیل شدہ آئینہ ہے۔)

(b) آئینہ کا ضابطہ لکھنے پر

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

یہاں پر u اور v دونوں یکساں ہیں۔ $(v = u)$ کیوں کہ خیال، شئے پر منطبق ہوتی ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:20 AM

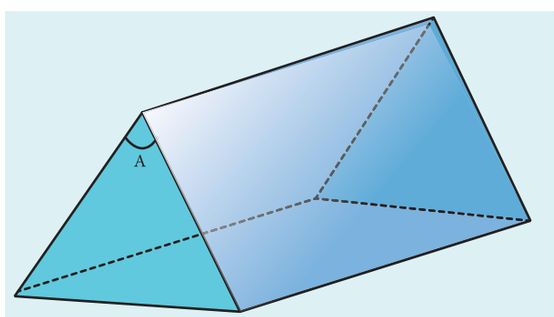
$$\frac{1}{-7.5\text{ cm}} = \frac{1}{u} + \frac{1}{u} = \frac{2}{u};\ u = -2 \times 7.5\text{ cm}$$

$$u = -15\text{ cm} = -0.15\text{ m}$$

شیئ کو چاندی کی پرت چڑھائے ہوئے عدسے کے بائیں جانب 15 سمر کی دوری پر رکھنا چاہیئے۔

6.7 منشور (Prism)

منشور شفاف شیشے کا مثلث نما بلاک ہے۔ یہ تین سیدھے چہروں سے جڑا ہوا ہے۔ اس کا ایک چہرہ کھردرا ہے جو منشور کا قاعدہ کہلاتا ہے۔ دوسرے دو چہرے پالش (نفیس) کئے ہوئے ہیں جو منشور کے انعطافی چہرے کہلاتے ہیں۔ دو انعطافی چہروں کا درمیانی زاویہ، منشور کا زاویہ (یا) انعطافی زاویہ (یا) اپیکس زاویہ *(Apex angle)* کہلاتا ہے۔ اس کو خاکہ 6.39 میں A سے ظاہر کیا گیا ہے۔

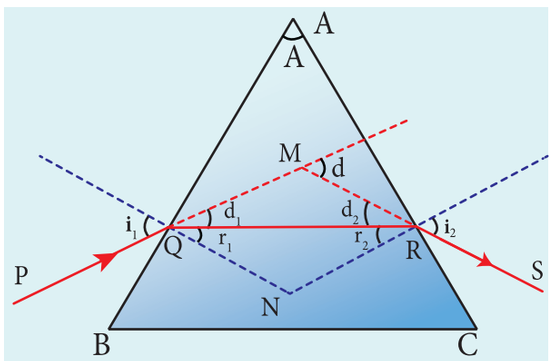


خاکہ 6.39 منشور

6.7.1 ایک منشور سے زاویۂ انحراف

(Angle of deviation produced by prism)

منشور ABC پر غور کریں۔ چہرے (سطحیں) AB اور AC پالش کردہ ہیں اور چہرہ (سطح) BC کھردرا ہے۔ روشنی کی شعاع PQ کو منشور کے انعطافی چہروں پر وقوع ہونے دیں، جیسا کہ خاکہ 6.40 میں دکھایا گیا ہے۔ پہلے چہرے AB کا زاویہ وقوع اور انعطاف بالترتیب i_1 اور r_1 ہے۔ منشور کے اندر روشنی کا راستہ QR ہے۔ دوسرے چہرے AC کا زاویہ وقوع اور انعطاف بالترتیب i_2 اور r_2 ہے۔ دوسرے چہرے سے نکلنے والی شعاع خروج RS ہے۔ زاویہ i_2 کو زاویہ خروج بھی کہا جاتا ہے۔ شعاع وقوع PQ کی سمت اور شعاع خروج RS کی سمت کا درمیانی زاویہ، زاویہ انحراف d کہلاتا ہے۔ نقطہ وقوع Q اور نقطہ خروج R، نقطہ N پر ملتے ہیں، اس پر دو عمود بنائے گئے ہیں۔ توسیع کئے ہوئے شعاع وقوع اور شعاع خروج نقطہ M پر ملتے ہیں۔



خاکہ 6.40 ایک منشور کے ذریعہ انعطاف

سطح (چہرہ) AB پر زاویہ انحراف d_1 ہے۔

$$\angle RQM = d_1 = i_1 - r_1 \qquad (6.81)$$

سطح (چہرہ) AC پر زاویہ انحراف d_2 ہے۔

$$\angle QRM = d_2 = i_2 - r_2 \qquad (6.82)$$

جملہ پیدا ہونے والا زاویہ انحراف اس طرح سے ہے۔

$$d = d_1 + d_2 \qquad (6.83)$$

d_1 اور d_2 کو مساوات (6.83) میں بھرتی کرنے پر

$$d = (i_1 - r_1) + (i_2 - r_2)$$

دوبارہ ترتیب دینے پر

$$d = (i_1 + i_2) - (r_1 + r_2) \qquad (6.84)$$

چارضلعی $AQNR$ میں دو زاویئے (Q اور R راسوں پر) پر زاویہ قائمہ ہیں۔ لہذا چارضلعی کے دوسرے دو زاویوں کا حاصل جمع $180°$ ہونا چاہیئے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:20 AM

$$\angle A + \angle QNR = 180^{o} \qquad (6.85)$$

مثلث DQNR میں

$$r_1 + r_2 + \angle QNR = 180^{o} \qquad (6.86)$$

مساوات (6.85) اور (6.86) کا موازنہ کرنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$r_1 + r_2 = A \qquad (6.87)$$

زاویہ انحراف کے لئے اس کو مساوات (6.84) میں درج کرنے پر

$$d = i_1 + i_2 - A \qquad (6.88)$$

زاویہ انحراف، زاویہ وقوع i_1، زاویہ خروج i_2، اور منشور کا زاویہ A پر منحصر ہے۔ مگر دئے گئے زاویہ وقوع کے لئے زاویہ خروج، اس منشور کے انعطاف نما پر مبنی ہے، جس سے یہ منشور بنا ہوا ہے۔ لہذا ایک رنگی روشنی (*monochromatic light*) کے لئے زاویہ انحراف مندرجۂ ذیل عوامل پر منحصر ہے۔

(i) زاویہ وقوع

(ii) منشور کا زاویہ

(iii) منشور کے مواد کا انعطاف نما (جو زاویہ خروج کا فیصلہ کرتا ہے)

مثال 6.19

یک رنگی روشنی (*monochromatic light*) ایک مثلث مساوی الاضلاع والے منشور میں 30° سے داخل ہوتی ہے اور 75° زاویہ سے خارج ہوتی ہے۔ منشور سے پیدا شدہ زاویہ انحراف کیا ہے ؟

حل:

چونکہ منشور مساوی الاضلاع ہے۔ $A = 60^{\circ}$

دیا گیا ہے $i_1 = 30^{\circ}$; $i_2 = 75^{\circ}$

زاویہ انحراف کے لئے مساوات

قیمتوں کو درج کرنے پر

پیدا شدہ زاویہ انحراف $d = 45^{\circ}$

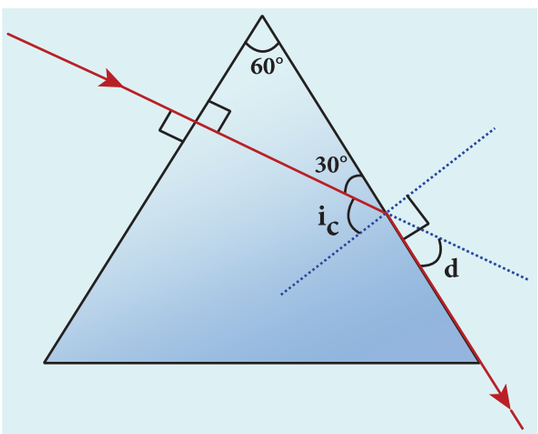
مثال 6.20

ایک مساوی الاضلاع منشور میں روشنی کی شعاع عمود پر گر کر پہلے چہرہ پر وقوع ہوتی ہے اور دوسرے پر خارج ہوتی ہے۔

(a) پیدا شدہ زاویہ انحراف کیا ہے ؟

(b) منشور جس شئے سے بنا ہوا ہے، اس کا انعطاف نما کیا ہے؟

حل:



خاکہ میں دی گئی صورت حال کو بتایا گیا ہے۔

دیا گیا ہے $A = 60^{\circ}; \quad i_1 = 0^{\circ}; \quad i_2 = 90^{\circ}$

(a) زاویہ انحراف کے لئے مساوات

$$d = i_1 + i_2 - A$$

قیمتوں کو درج کرنے پر

$$d = 0^{\circ} + 90^{\circ} - 60^{\circ} = 30^{\circ}$$

پیدا شدہ زاویہ انحراف $d = 30^{\circ}$ ہے۔

(b) منشور کے اندر روشنی پہنچ کر دوسرے چہرے پر زاویہ فاصل (*Critical angle*) پر پڑے گی۔ کیوں کہ یہ حد کو پار کر جاتی ہے۔ $i_c = 90^{\circ} - 30^{\circ} = 60^{\circ}$

زاویہ فاصل کے لئے مساوات $\sin i_c = \frac{1}{n}$

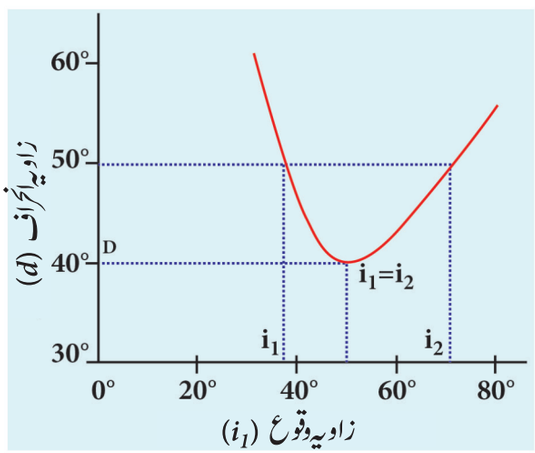
$$n = \frac{1}{\sin i_c}; \quad n = \frac{1}{\sin 60^{\circ}} = \frac{1}{\sqrt{3}/2} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.15$$

منشور جس شئے سے بنا ہوا ہے، اس کا انعطاف نما $n = 1.15$ ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:21 AM

6.7.2 کم سے کم انحراف کا زاویہ
(Angle of minimum deviation)

زاویہ وقوع اور زاویہ انحراف کے مابین ترسیم پلاٹ کیا گیا ہے، جیسا کہ خاکہ 6.41 میں دکھایا گیا ہے۔ ہم مشاہدہ کر سکتے ہیں کہ زاویہ وقوع کے اضافہ کے ساتھ زاویہ انحراف کم ہوتا ہے اور کم سے کم قیمت D پر پہنچ جاتا ہے اور اس کے بعد اضافہ جاری ہے۔



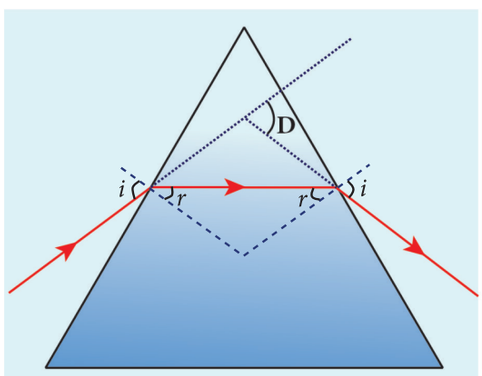
خاکہ 6.41 i اور d کے درمیان ترسیم

زاویہ انحراف کی کم سے کم قیمت کو کم از کم انحراف کا زاویہ D کہتے ہیں۔ کم سے کم انحراف پر

(i) زاویہ وقوع، زاویہ خروج کے برابر ہے۔

$$i_1 = i_2$$

(ii) پہلے چہرہ ایک اور دوسرے چہرہ کے زاویہ انعطاف مساوی ہیں۔ $r_1 = r_2$



خاکہ 6.42 کم سے کم انحراف کا زاویہ

(iii) منشور کے اندر کے انعطافی شعاع اس منشور کے قاعدہ کے متوازی ہے۔ خاکہ 6.42 میں کم سے کم انحراف کے زاویہ کی صورت حال کو دکھایا گیا ہے۔

6.7.3 منشور جس شئے سے بنا ہے، اس کا انعطاف نما
(Refractive index of the material of the prism)

کم از کم انحراف میں $i_1 = i_2 = i$ اور $r_1 = r_2 = r$

اب مساوات 6.88 اس طرح بن جاتی ہے۔

$$i = \frac{(A+D)}{2} \quad \text{یا} \quad D = i_1 + i_2 - A \Rightarrow 2i - A$$

مساوات 6.87 اس طرح بن جاتی ہے۔

$$r = \frac{A}{2} \quad \text{یا} \quad r_1 + r_2 = A \Rightarrow 2r = A$$

اسنل کے کلیہ میں i اور r کو اندراج کرنے پر $n = \dfrac{\sin i}{\sin r}$

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \qquad (6.89)$$

مندرجۂ بالا مساوات کو منشور جس شئے سے بنا ہے، اس کے انعطاف نما کو تعین کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ زاویہ A اور D کی پیمائش تجربے سے کی جاسکتی ہے۔

مثال 6.21

ایک مساوی الاضلاع منشور کے لئے کم سے کم زاویہ انحراف $37°$ ہے، منشور جس شئے سے بنا ہے، اس کا انعطاف نما معلوم کرو۔

حل :

دیا گیا ہے : $A = 60°; D = 37°$

انعطاف نما کے لئے مساوات

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

قیمتوں کو درج کرنے پر

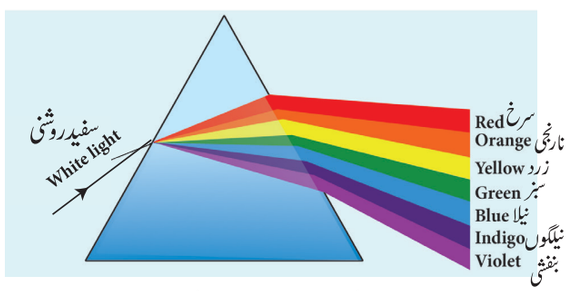
12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:21 AM

$$n = \frac{\sin\left(\frac{60^0 + 37^0}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60^0}{2}\right)} = \frac{\sin\left(48.5^0\right)}{\sin\left(30^0\right)} = \frac{0.75}{0.5} = 15$$

منشور جس شئے سے بنا ہے، اس کا انعطاف نما $n = 1.5$ ہے۔

6.7.4 منشور کے ذریعے سفید روشنی کا انتشار
(Dispersion of white light through prism)

ایک منشور کے ذریعہ تیار کردہ انحراف کا زاویہ ابھی تک صرف یک رنگی روشنی (یعنی ایک رنگ کی روشنی) کے لئے زیر بحث آیا ہے۔ جب سفید روشنی ایک منشور میں داخل ہوتی ہے، تو یہ اثر انتشار (Dispersion) کہلاتا ہے۔ ایک منشور سفید رنگ کی روشنی کو اس کے اجزاء کے رنگوں میں تقسیم کرتا ہے۔ رنگوں کی روشنی کی اس پٹّی کو اس کا طیف (Spectrum) کہا جاتا ہے جب سفید روشنی کی متوازی شعاعوں کی ایک تنگ کرن منشور میں داخل ہوتی ہے اور سفید پردے پر انعطاف کرتی ہے تو ترتیب میں ایک رنگوں کی پٹی حاصل ہوتی ہے۔ اسے لفظ VIBGYOR کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے یعنی بنفشی، نیلگوں، نیلا، سبز، زرد، نارنجی اور سرخ ہے۔ بنفشی سب سے زیادہ منحرف رنگ ہے اور سرخ کم سے کم منحرف رنگ ہے جیسا کہ خاکہ 6.43 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 6.43 سفید روشنی کے انتشار سے روشنی کا اس کے اجزاء کے رنگوں میں تقسیم ہونا

طیف میں حاصل ہونے والے رنگ، روشنی کے ذریعہ کی نوعیت پر منحصر ہے۔ خلا میں ہر رنگ کی یقینی موجی طول ہوتی ہے۔ سرخ رنگ 700nm کی سب سے لمبی موجی طول رکھتی ہے، جب کہ بنفشی رنگ خلا میں 400nm سب سے چھوٹی موجی طول رکھتی ہے۔

اگر چہ تمام رنگوں کا موجی طول مختلف ہے۔ لیکن وہ سب خلا میں ایک ہی رفتار کے ساتھ سفر کرتے ہیں۔ روشنی کی رفتار خلا میں موجی طول سے غیر منحصر ہے۔ لہذا خلا ایک غیر منتشر ذریعہ ہے۔

غور کئے جانے والے نکات
POINTS TO PONDER

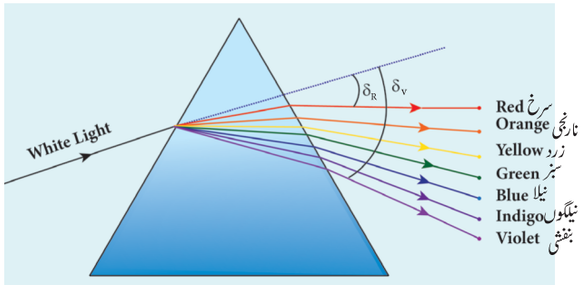
سر اسحاق نیوٹن نے ایک کلاسیکی تجربہ کے ذریعہ VIBGYOR کے تمام رنگوں کو ملا کر سفید روشنی پیدا کرنے کا مظاہرہ کیا ہے۔ اس نے منشور کو انتشار پیدا کرنے کے لئے استعمال کیا اور ایک اور الٹی منشور پر سارے رنگوں کو جوڑا، تا کہ وہ تمام رنگ یکجا ہو کر پھر سے سفید رنگ بن جائے، جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

لیکن جب سفید روشنی ایک واسطے میں داخل ہوتی ہے، تو سرخ رنگ، تیز رفتاری کے ساتھ سفر کرتا ہے اور بنفشی، کم سے کم رفتار کے ساتھ سفر کرتا ہے۔ لہذا واسطے میں رنگوں کی موجی طول وہی نہیں رہتی، جیسا کہ وہ خلا میں ہے۔ دراصل انتشار واسطے میں ہوتا ہے، اس لئے واسطے میں مختلف رنگوں کی رفتار مختلف ہے۔ دوسرے لفظوں میں منشور جس شئے سے بنا ہے، اس کا انعطاف نما مختلف رنگوں کے لئے مختلف ہے۔ بنفشی رنگ کے لئے انعطاف نما سب سے زیادہ ہے اور سرخ رنگ کے لئے انعطاف نما سب سے کم ہے۔ مختلف رنگوں کے لئے دو مختلف شیشوں کا انعطاف نما جدول 6.4 میں دکھایا گیا ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:22 AM

جدول 6.4 مختلف طول موجوں کے لئے انعطاف نما

رنگ Colour	خلا میں طول موج Wavelength in vacuum (nm)	Crown glass	Flint glass
Violet	396.9	1.533	1.663
Blue	486.1	1.523	1.639
Yellow	589.3	1.517	1.627
Red	656.3	1.515	1.622



خاکہ 6.44 مختلف رنگوں کے لئے زاویہ انحراف

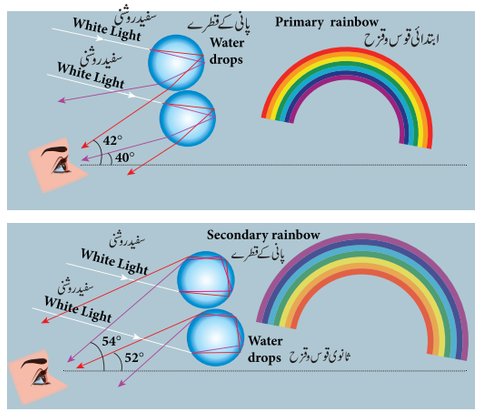
6.7.5 انتشار کی طاقت (Dispersive power)

منشور سے گزرتی ہوئی ایک سفید روشنی کی کرن پر غور کریں۔ یہ اپنے جزوی رنگوں میں منتشر ہوتی ہے، جیسا کہ خاکہ 6.44 میں دکھایا گیا ہے۔ اگر منشور کا زاویہ $10°$ کی ترتیب سے چھوٹا ہوتا ہو تو اس کو چھوٹے زاویہ والا منشور کہا جاتا ہے۔

جب روشنی کی کرنیں ایسے منشوروں سے گذرتی ہیں تو، کم سے کم انحراف کا زاویہ بھی چھوٹا ہو جاتا ہے۔ فرض کیجئے کہ چھوٹے زاویہ والے منشور کا زاویہ A اور کم سے کم انحراف کا زاویہ δ ہو تو مساوات 6.89 اس طرح ہو جاتی ہے۔

کیا ہم جانتے ہو؟

ہلکی پھوار کے دوران یا چشموں آبشار کے قریب آسمان میں قوس وقزح نظر آتا ہے۔ جہاں پانی کی بوندیں ہوا میں معلق رہتی ہیں۔ جب سورج مشاہدہ کرنے والے کے پیچھے ہوتا ہے تو قوس وقزح دیکھنے کو ملتا ہے۔ انتشار اس وقت ہوتا ہے جب سورج کی روشنی پانی کے بوندوں میں داخل ہوتی ہے اور سفید روشنی اس کے اجزاء کو سات رنگوں میں تقسیم کرتی ہے۔ جب بارش کے قطروں کے اندر روشنی داخل ہوتی ہے تو اندرونی کلی انعطاس واقع ہوتا ہے تو ابتدائی قوس وقزح واقع ہوتا ہے۔ جب بارش کے قطروں کے اندر دوبارہ روشنی داخل ہوتی ہے تو دو اندرونی کلی انعکاس واقع ہوتے ہیں۔ ابتدائی قوس وقزح میں رنگوں کی ترتیب بنفشی سے سرخ رنگ تک ہوتی ہے، جب کہ ثانوی قوس وقزح کی ترتیب سرخ سے بنفشی تک ہوتی ہے۔ ابتدائی قوس وقزح میں دیکھنے کا زاویہ بنفشی سے سرخ تک $40°$ سے $42°$ تک ہے۔ ثانوی قوس وقزح میں دیکھنے کا زاویہ سرخ سے بنفشی تک $52°$ سے $54°$ تک ہے۔



12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:23 AM

$$n=\frac{\sin\left(\frac{A+\delta}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \qquad (6.90)$$

A اور δ کے چھوٹے زاویے کے لئے

$$\sin\left(\frac{A+\delta}{2}\right)\approx\left(\frac{A+\delta}{2}\right)$$

$$\sin\left(\frac{A}{2}\right)\approx\left(\frac{A}{2}\right)$$

$$\therefore n=\frac{\left(\frac{A+\delta}{2}\right)}{\left(\frac{A}{2}\right)}=\frac{A+\delta}{A}=1+\frac{\delta}{A}$$

مزید مختصر کرنے پر $\frac{\delta}{A}=n-1$

$$\delta=(n-1)A \qquad (6.91)$$

جب سفید روشنی منشور میں داخل ہوتی ہے تو انحراف مختلف رنگوں کے لئے مختلف ہے ۔ لہذا انعطاف نما بھی مختلف رنگوں کے لئے مختلف ہے۔

فرض کیجئے کہ δ_v ، δ_R بنفشی اور سرخ رنگ کے کم سے کم انحراف کے زاویے ہیں۔ یہ بھی فرض کیجئے کہ n_v اور n_R بنفشی اور سرخ رنگ کے لئے بالترتیب انعطاف نما ئیں ہیں۔

$$\delta_V=(n_V-1)A \qquad (6.92)$$ بنفشی رنگ کے لئے

$$\delta_R=(n_R-1)A \qquad (6.93)$$ سرخ رنگ کے لئے

چونکہ بنفشی رنگ کے لئے کم سے کم انحراف کا زاویہ δ_v، سرخ رنگ کے لئے کم سے کم انحراف کا زاویہ δ_R سے زیادہ ہے۔ بنفشی رنگ کے لئے انعطاف نما n_v ، سرخ رنگ کے انعطاف نما n_R سے زیادہ ہے۔

δ_R کو δ_v سے تفریق کرنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\delta_V-\delta_R=(n_V-n_R)A \qquad (6.94)$$

طیف میں دو انتہائی رنگوں (بنفشی اور سرخ) کے درمیان علٰحدگی کا زاویہ $(\delta_v-\delta_R)$ زاویائی انتشار *(Angular dispersion)* کہلاتا ہے۔

اگر ہم کسی بھی رنگ (سبز یا زرد) کے لئے کم سے کم انحراف کا زاویہ δ لیتے ہیں اور اسی سے متعلقہ انعطاف نما n لیتے ہیں تو پھر

$$\delta=(n-1)A \qquad (6.95)$$

انتشار کی طاقت ω کی وضاحت اس طرح کی گئی ہے کہ وہ کسی بھی درمیانی رنگ کے انحراف کے لئے انتہائی رنگوں کے لئے زاویائی انتشار کا تناسب ہے۔ منشور جس شئے سے بنا ہوا ہے، اس سے انتشار پیدا کرنے کی صلاحیت، انتشار کی طاقت کہلاتی ہے۔

$$\omega=\frac{\text{زاویائی انتشار}}{\text{درمیانی انتشار}}=\frac{\delta_V-\delta_R}{\delta} \qquad (6.96)$$

$(\delta_v-\delta_R)$ اور (δ) کی قیمتوں کو درج کرنے پر

$$\omega=\frac{(n_V-n)_R}{(n-1)} \qquad (6.97)$$

انتشار کی طاقت، ابعاد اور اکائی کے بغیر ایک مقدار ہے۔ انتشار کی طاقت ہمیشہ مثبت ہوتی ہے۔ ایک منشور کے انتشار کی طاقت، منشور جس شئے سے بنا ہے، اس کی نوعیت پر منحصر ہے اور اس منشور کے زاویئے پر منحصر نہیں ہے۔

مثال 6.22

درج ذیل اشیاء سے بنے ہوئے منشوروں کے انتشار کی طاقت معلوم کیجئے۔ سرخ کے لئے **flint glass**، سبز کے لئے اور بنفشی رنگ کے لئے بالترتیب انعطاف نما **1.613**، **1.620** اور **1.632** ہیں۔

حل :

دیا گیا ہے $n_V=1.632;\ n_R=1.613;\ n_G=1.620$

انتشار کی طاقت کے لئے مساوات

$$\omega=\frac{(n_V-n_R)}{(n_G-1)}$$

قیمتوں کو درج کرنے پر

$$\omega=\frac{1.632-1.613}{1.620-1}=\frac{0.019}{0.620}=0.0306$$

منشور کے بکھیرنے کی طاقت $\omega=0.0306$ ہے۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:24 AM

6.7.6 سورج کی روشنی کا بکھرنا
(Scattering of sunlight)

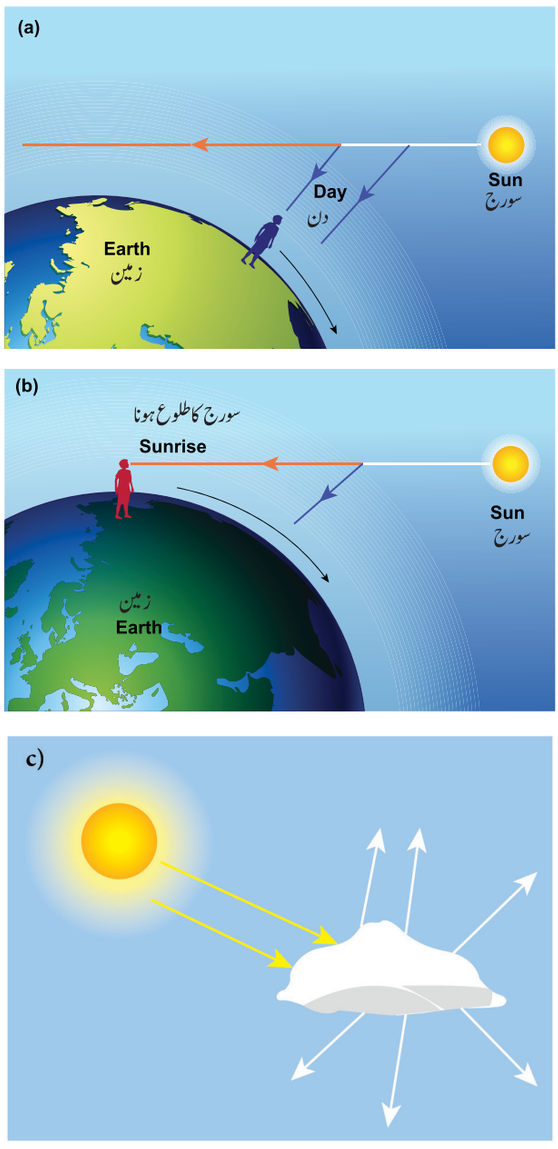
جب سورج کی روشنی زمین کے کرہ فضا میں داخل ہوتی ہے، تو فضا میں موجود ذرات، روشنی کی سمت بدل دیتے ہیں۔ اس عمل کو روشنی کے بکھرنا کہتے ہیں۔

اگر روشنی کے بکھرنے کا عمل جوہر اور سالموں کے ذریعے ہو، جس کی جسامت a ہے، یہ اس روشنی کے موجی طول λ کے مقابلے میں بہت کم ہوتی ہے،، ($a<<\lambda$) تو اس بکھرنے کے عمل کو ریلے کا بکھرنا *(Rayligh's scattering)* کہتے ہیں۔ ریلے کے بکھراؤ میں روشنی کی حدت، اس کی موجی طول کے چوتھی قوت کے معکوس تناسب میں ہے۔

$$I \propto \frac{1}{\lambda^4} \qquad (6.98)$$

مساوات 6.89 کے مطابق دن کے وقت بنفشی رنگ جس کا موجی طول سب سے کم ہوتا ہے، وہ دوسرے رنگوں سے زیادہ بکھرتا ہے۔ اس کے بعد دوسرا بکھرنے والا رنگ نیلا ہے۔ چونکہ ہماری آنکھیں بنفشی رنگ کے مقابلے میں نیلے رنگ کے ساتھ زیادہ حساس ہیں، اس لئے دن کے وقت آسمان نیلے رنگ کا دکھائی دیتا ہے، جیسا کہ خاکہ (a)6.45 میں دکھایا گیا ہے۔ لیکن طلوع آفتاب اور غروب آفتاب کے دوران سورج کی روشنی ماحول کے ذریعہ زیادہ فاصلہ طے کرتی ہے۔ لہذا نیلی روشنی جس کا موجی طول کم ہوتا ہے، دور بکھر جاتی ہے اور سرخ روشنی جس کا موجی طول زیادہ ہے کم بکھرتی ہے اور ہماری آنکھوں تک پہنچنے میں کامیاب ہوجاتی ہے۔ اسی وجہ سے طلوع آفتاب اور غروب آفتاب کے دوران آسمان سرخ مائل دکھائی دیتا ہے جیسا کہ شکل (a)6.45 میں دکھایا گیا ہے۔

اگر روشنی، فضا میں موجود دھول اور پانی کی بوندوں جیسے بڑے ذرات a سے بکھری ہوئی ہو، جس کی جسامت روشنی کے موجی طول λ سے بڑی ہو ($a>>\lambda$) تو بکھرنے کی طاقت تمام رنگوں کے لئے برابر ہے۔ یہ غیر ریلے کا بکھرنا *(non-Rayleigh's scattering)* موجی طول پر منحصر نہیں ہوتا۔ یہ بادلوں میں واقع ہوتا ہے۔



خاکہ 6.45 مختلف قسموں کا بکھراؤ

، جس میں بڑی مقدار میں دھول اور پانی کی بوندیں ہوتی ہیں اس طرح بادلوں میں تمام رنگ یکساں طور پر بکھر جاتے ہیں۔ اسی وجہ سے بادل سفید دکھائی دیتے ہیں۔ جیسا کہ خاکہ (c)6.45 میں دکھایا گیا ہے۔ لیکن دھول کے ذرات پر پانی کی بوندوں کی تکثیف کی وجہ سے بارش کے بادل گہرے دکھائی دیتے ہیں اور یہ بادل کو غیر شفاف بنا دیتے ہیں۔

اگر زمین میں کرہ فضا موجود نہ ہوتی تو بکھرنے کا عمل واقع نہ ہوتا، اور اس لئے آسمان تاریک دکھائی دیتا ہے۔ اس لئے خلا بازوں کو آسمان تاریک نظر آتا ہے اور کرہ فضا کے اوپر سے ہی وہ آسمان کو دیکھ سکتے ہیں۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:25 AM

SUMMARY خلاصہ

- روشنی کی شعاع روشنی کی سمت کو ظاہر کرتی ہے۔
- انعطاف کا کلیہ $i = r$ ہے۔
- پارساسی شعاعیں وہ کرنیں ہیں جو صدر محور کے بہت قریب سفر کرتے ہیں اور اس کے ساتھ چھوٹے زاوئے بناتے ہیں۔
- طول ماسکہ f اور مرکز انحناء R کے درمیان تعلق اس طرح سے ہے۔

$$2f = R \qquad (\text{or}) \qquad \text{f} = \frac{R}{2}$$

- کروی آئینوں کے ذریعہ بننے والے خیالات کا پتہ لگانے کے لئے کارتیسی علامتیں استعمال کی جاتی ہے۔
- آئینہ کی مساوات $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ ہے۔
- کروی آئینے کی تکبیر اس طرح معلوم کی جاتی ہے۔ $m=\frac{h'}{h}=-\frac{v}{u},\ m=\frac{h'}{h}=\frac{f-v}{f}=\frac{f}{f-u}$
- بصری کثیف واسطے میں روشنی کم رفتار کے ساتھ سفر کرتی ہے۔
- خلا میں روشنی کی رفتار سے واسطے میں روشنی کی رفتار کی نسبت انعطاف نما ہے۔ $n=\frac{c}{v}$
- ایک واسطے کی بصری راستے کی وضاحت اس طرح کی گئی ہے، جتنے وقت میں فاصلہ d' روشنی خلا میں سفر کرتی ہے، اتنے ہی وقت میں واسطے میں روشنی فاصلہ d سفر کرتی ہے۔
- بصری کثیف واسطے سے گذر کر سفر کرنے والی روشنی اسی وقت میں خلا میں مساوی سفر کردہ راستہ بصری راستہ کہلاتا ہے۔ $d'=nd$
- کلیہ انعطاف کو اسنل کا کلیہ بھی کہتے ہیں۔ تناسب کی شکل میں یہ اس طرح ہے۔ $\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{n_2}{n_1}$
- حاصل ضرب کی شکل میں یہ اس طرح سے ہے۔ $n_1 \sin i = n_2 \sin r$
- پہلے واسطہ کی بہ نسبت دوسرے واسطے کا نسبتی انعطاف نما اس طرح ہے۔ $n_{21}=\frac{n_2}{n_1}$
- ظاہری گہرائی ہمیشہ حقیقی یا اصلی گہرائی سے کم ہوتی ہے۔ ظاہری گہرائی کے لئے مساوات یہ ہے۔ $d'=\frac{d}{n}$
- روشنی کو کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں سفر کرنا ضروری ہے۔
- کثیف واسطے کا زاویہ وقوع، زاویہ فاصل سے زیادہ ہونا ضروری ہے۔ $(i > i_c)$
- منشوروں کو $90°$ کے ذریعے (یا) $180°$ کے ذریعہ روشنی کو انعکاس کرنے کے لئے ڈیزائن کیا جاتا ہے یا اس کو اندرونی کلی انعکاس کے استعمال کے لئے بنایا جاتا ہے۔
- زاویہ فاصل برائے وقوع کی مساوات اس طرح سے ہے۔ $\sin i_c=\frac{1}{n}\ (\text{or})\ i_c=\sin^{-1}\left(\frac{1}{n}\right)$
- ایک خاص زاویہ، زاویہ فاصل i_c کے برابر ہے۔ کروی رقبہ میں محدود روشنی کو اسنل کی کھڑکی کہتے ہیں۔ پانی کے جانوروں کے لئے زاویہ اور دائری روشنی کے نصف قطر کا ضابطہ اس طرح سے ہے۔ $R=d\left(\frac{1}{\sqrt{n\ -}}\right) \qquad R=\frac{d}{\sqrt{n\ -}}$
- زاویہ فاصل کو یقینی بنانے کے لئے بصری ریشے کے قالب-کلیڈنگ کے اندر ایک خاص زاویہ میں روشنی اس کے ایک سرے سے داخل ہو۔ اس زاویہ کو قبولیت کا زاویہ کہتے ہیں۔ یہ قالب کا انعطاف نما n_1، حفاظتی تہہ (کلیڈنگ) n_2 اور باہر کے واسطے n_3 کے انعطاف نما پر منحصر ہے۔

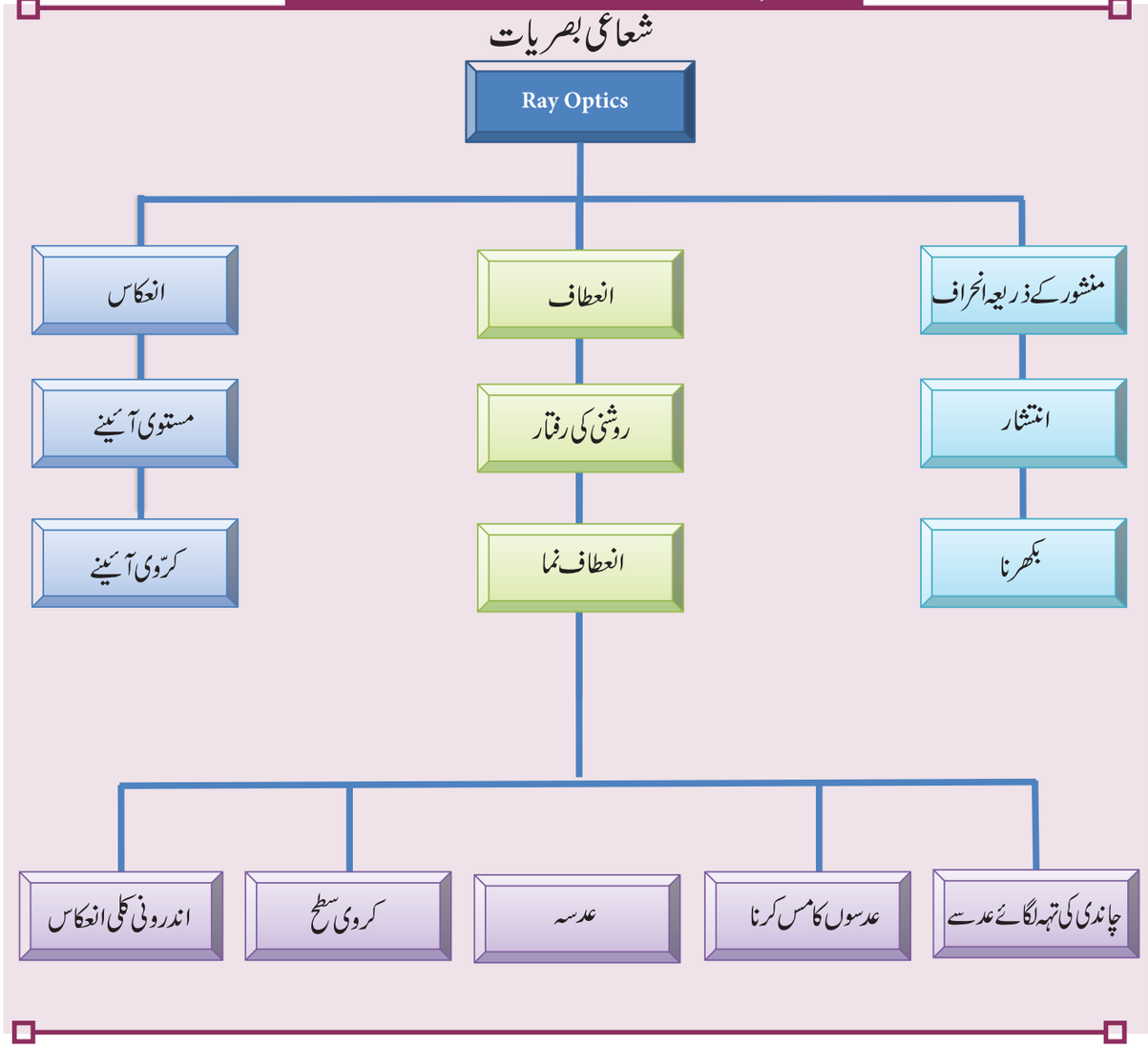
12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:25 AM

- شیشے کی سل پر پڑنے والی روشنی کو وہ جانبی ہٹاؤ کا عمل لاتی ہیں۔ جانبی تبدیلی کی مساوات یہ ہے۔ $L = t\left(\frac{\sin(i-r)}{\cos(r)}\right)$
- اکہری کروی سطح کے لئے مساوات ہے۔ $\frac{n}{v} - \frac{1}{u} = \frac{(n-1)}{R}$
- ایک پتلے یا باریک تقاربی عدسہ کے لئے ماسکی طول مثبت ہوگا اور انفراجی عدسہ کے لئے منفی ہوگا۔ یہ ماسکہ کے نقطہ کے مقام پر مبنی نہیں ہوگا۔
- عدسہ بنانے والے کا ضابطہ اس طرح ہے۔ $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$
- عدسہ کی مساوات اس طرح سے ہے۔ $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$
- عدسہ کے ذریعہ تیارہ کردہ تکبیر اس طرح سے ہے۔ $m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u}, m = \frac{h'}{h} = \frac{f}{f+u}$ (or) $m = \frac{h'}{h} = \frac{f-v}{f}$
- عدسے کی طاقت، اس پر پڑنے والی روشنی کی تقاربیت یا انفراجیت سے پیمائش کی جاتی ہے۔ طاقت اور ماسکی طول ایک دوسرے کے معکوس میں ہیں۔ $P = \frac{1}{f}$
- طاقت کی اکائی ڈیاپٹر (D) ہے۔ جب کہ ماسکی طول کو میٹر میں پیمائش کی جاتی ہے۔
- مس کرتے ہوئے عدسوں کا جملہ ماسکی طول اس طرح ہے۔ $\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$
- ایک منشور شعاع وقوع میں انحراف پیدا کرتا ہے۔
- زاویہ انحراف، منشور کے زاویہ پر منحصر ہے۔ زاویہ وقوع اور منشور جس شئے سے بنا ہے، اس کا انعطاف نما مساوات کے ذریعے دیا گیا ہے۔
- کم سے کم انحراف میں اور منشور کے اندر کی شعاع منشور کے قاعدہ کے متوازی ہے۔
- منشور کا انعطاف نما منشور کا زاویہ اور کم سے کم انحراف کے زاویہ پر منحصر ہے۔ یہ اس مساوات کے ذریعہ دیا گیا ہے۔

- جب سفید روشنی واسطے کے ذریعے گذرتی ہے۔ مختلف رنگ، مختلف رفتاروں کے ساتھ سفر کرتے ہیں جس سے روشنی کا انتشار ہوتا ہے۔
- کسی واسطے میں سرخ رنگ تیز سفر کرتا ہے، جب کہ بنفشی رنگ آہستہ سفر کرتا ہے۔ خلا میں تمام رنگ ایک ہی رفتار کے ساتھ سفر کرتے ہیں۔
- چھوٹے زاویے والے منشور کے ذریعے تیار کردہ زاویہ انحراف یہ ہے۔
- طیف میں دو انتہائی رنگوں (بنفشی اور سرخ) کے مابین زاویائی علاحدگی، زاویائی انتشار کہلاتی ہے۔
- انتشاری طاقت سفید روشنی کو منتشر کرنے کے واسطہ کی صلاحیت کی پیمائش، انتشاری طاقت کہلاتی ہے۔
- پانی کے بوندوں سے روشنی کے انتشار کے ذریعے قوس وقزح بنتا ہے۔
- اگر روشنی کے بکھرنے کا عمل جو ہر اور سالموں کے ذریعے ہو، جس کی جسامت a ہے، یہ اس روشنی کے موجی طول λ کے مقابلے میں بہت کم ہوتی ہے،، ($a << \lambda$) تو اس بکھرنے کے عمل کو ریلے کا بکھرنا *(Rayligh's scattering)* کہتے ہیں۔
- اگر روشنی، فضا میں موجود دھول اور پانی کی بوندوں جیسے بڑے ذرات a سے بکھری ہوئی ہو، جس کی جسامت روشنی کے موجی طول λ سے بڑی ہو ($a >> \lambda$) تو بکھرنے کی طاقت تمام رنگوں کے لئے برابر ہے۔ یہ غیر ریلے کا بکھرنا *(non-Rayleigh's scattering)* موجی طول پر منحصر نہیں ہوتا۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:26 AM

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ



12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:26 AM

کثیر انتخابی سوالات

1۔ ایک ہم رخی (Isotropic) واسطے میں روشنی کی رفتار اس پر منحصر ہے۔

(a) اس کی طاقت

(b) اس کا موجی طول

(c) پھیلاؤ کی نوعیت

(d) واسطہ کے لحاظ سے ذریعہ کی حرکت

2۔ ایک سلاخ جس کی لمبائی 10 cm ہے، وہ 10 cm ماسکی طول رکھنے والے ایک مقعر آئینہ کے صدر محور پر اس طرح رکھی گئی ہے کہ اس کا ایک کنارا جو آئینہ کے قطب سے قریب ہے وہ 20 cm کے فاصلے پر ہے۔ خیال کا طول (لمبائی) یہ ہے۔

(AIPMT Main 2012)

(a) 2.5 سمر (b) 5 سمر

(c) 10 سمر (d) 15 سمر

3۔ ایک محدب آئینہ جس کا ماسکی طول f ہے، اس کے لئے سامنے ایک شئے رکھی گئی ہے۔ وہ مقام معلوم کیجئے جہاں آئینے سے شئے کا زیادہ سے زیادہ اور کم سے کم فاصلہ اس طرح ہو کہ بننے والا خیال اصلی اور بڑا دکھائی دیتا ہو۔ (JEE Main 2009)

(a) c اور $2f$ (b) c اور ∞

(c) f اور O (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

4۔ شیشہ کی ایک سِل، جس کا انعطاف نما 2 ہے، اس پر ہوا کے واسطہ سے روشنی وقوع ہوتی ہے۔ اس کا زیادہ سے زیادہ، انعطاف کا ممکن زاویہ یہ ہے۔

(a) 30° (b) 45°

(c) 60° (d) 90°

5۔ اگر ہوا میں روشنی کی رفتار اور موجی طول V_a اور λ_a ہے اور پانی میں V_w اور λ_w ہے تو پانی کا انعطاف نما یہ ہے۔

(a) $\frac{V_w}{V_a}$ (b) $\frac{V_a}{V_w}$

(c) $\frac{\lambda_w}{\lambda_a}$ (d) $\frac{V_a\lambda_a}{V_w\lambda_w}$

6۔ ستاروں کے چمکنے کی وجہ

(a) انعکاس (b) اندرونی کلی انعکاس

(c) انعطاف (d) تقطیب

7۔ شیشہ سے بنے ایک دوہرے محدب عدسہ کو جس کا انعطاف نما 1.47 ہے، اسے ایک مائع میں ڈبویا جاتا ہے تو وہ شیشے کی ایک سیدھی تختی کی طرح کام کرتا ہے۔ اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ مائع کا انعطاف نما اتنا ہونا لازمی ہے۔

(a) ایک سے کم (b) اس شیشے سے کم

(c) اس شیشے سے زیادہ (d) اس شیشے کے برابر

8۔ ایک پتلے مستوی محدب عدسے کی منحنی سطح کے انحنا کا نصف قطر 10 سمر اور انعطاف نما 1.5 ہے۔ اگر مستوی سطح پر چاندی کی پرت چڑھائی جائے تو اس کا ماسکی طول یہ ہوگا ؟

(a) 5 سمر (b) 10 سمر

(c) 15 سمر (d) 20 سمر

9۔ انعطاف نما 1.5 رکھنے والے ایک شیشے کی سل کے اندر ہوا کا ایک بلبلہ موجود ہے۔ اگر اس کو ایک سطح سے (عام وقوع کے قریب) دیکھا جاتا ہے تو یہ 5 سمر گہرا دکھائی دیتا ہے اور مخالف سمت سے دیکھا جائے تو وہ 3 سمر گہرا دکھائی دیتا ہے۔ سل کی موٹائی اتنی ہوگی۔

(a) 8 سمر (b) 10 سمر

(c) 12 سمر (d) 16 سمر

10۔ روشنی کی ایک شعاع، n انعطاف نما رکھنے والے ایک شفاف واسطے سے سفر کرتے ہوئے ایک سطح پر وقوع ہو کر، ہوا اور اس واسطے کو 45° میں جدا کرتی ہے۔ مندرجۂ ذیل n کے لئے یہ شعاع اندرونی کلی انعکاس کر سکتی ہے۔

(a) $n = 1.25$ (b) $n = 1.33$

(c) $n = 1.4$ (d) $n = 1.5$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:27 AM

جوابات:

b (1) b (2) d (3) a (4) b (5)

d (7) C (6) b (8) C (9) d (10)

مختصر جوابات دیجئے:

1۔ انعکاس کی وجہ سے زاویہ انحراف کتنا ہوگا ؟

2۔ ایک کروی آئینہ کے لئے f اور R کے درمیان تعلق کو ظاہر کیجئے۔

3۔ کروی آئینے کے لئے کارتیسی علامتیں کیا ہیں؟

4۔ بصری راستہ کیا ہے؟ بصری راستے کے لئے مساوات حاصل کریں۔

5۔ انعطاف کا کلیہ یا اسنل کا کلیہ بیان کریں۔

6۔ انعطاف کی وجہ سے زاویہ انحراف کتنا ہوگا ؟

7۔ مقلوب یا اُلٹا (reversibility) ہونے کے اصول کیا ہیں ؟

8۔ نسبتی انعطاف نما کیا ہے ؟

9۔ ظاہری گہرائی کے لئے مساوات حاصل کیجئے ؟

10۔ ستارے کیوں چمکتے ہیں ؟

11۔ زاویہ فاصل اور اندرونی کلی انعکاس کیا ہیں ؟

12۔ زاویہ فاصل کے لئے مساوات حاصل کیجئے ؟

13۔ ہیرے کے چمکنے کی وجہ بتایئے ؟

14۔ سراب اور لومنگ کیا ہے ؟

15۔ اندرونی کلی انعکاس کو استعمال کرتے ہوئے منشوروں سے متعلق ایک مختصر نوٹ لکھئے۔

16۔ اسنل کی کھڑکی (Snell's window) کیا ہے ؟

17۔ اینڈوسکوپ (درون بین) کیسے کام کرتا ہے ؟

18۔ عدسے کا ابتدائی اور ثانوی ماسکہ کیا ہے ؟

19۔ ایک عدسے کے لئے کارتیسی علامات کیسے استعمال کئے جاتے ہیں ؟

20۔ عدسہ بنانے والے ضابطہ سے عدسے کی مساوات حاصل کیجئے۔

21۔ پتلے عدسے کی جانبی تکبیر کے لئے مساوات حاصل کریں۔

22۔ ایک عدسے کی طاقت کیا ہے ؟

23۔ مس کرنے والے عدسوں کے لئے جملہ ماسکی طول کی مساوات اخذ کریں۔

24۔ کم سے کم انحران کا زاویہ کیا ہے ؟

25۔ انتشار کیا ہے ؟

26۔ قوس وقزح کیسے بنتے ہیں ؟

27۔ ریلے کا بکھرنا (*Rayleigh*) کیا ہے ؟

28۔ آسمان کیوں نیلا نظر آتا ہے ؟

29۔ طلوع آفتاب اور غروب آفتاب کے دوران آسمان کی سرخی (شفق) کی وجہ کیا ہے ؟

30۔ بادل کیوں سفید نظر آتے ہیں ؟

تفصیلی جوابات دیجئے:

1۔ آئینہ اور جانبی تکبیر کے لئے مساوات اخذ کیجئے۔

2۔ روشنی کی رفتار معلوم کرنے کے لئے فیزو (*Fizeau's method*) طریقہ کی وضاحت کیجئے۔

3۔ روشنی (*illumination*) کے نصف قطر کے لئے یا اسنل کی کھڑکی کے لئے مساوات حاصل کریں۔

4۔ زاویہ قبولیت اور بصری ریشہ کے عددی درز (*Numerical aperture*) کے لئے مساوات اخذ کیجئے۔

5۔ شیشے کی سل کے ذریعے گزرنے والی روشنی کے جانبی ہٹاؤ کے لئے مساوات حاصل کریں۔

6۔ اکہرے کروی سطح پر انعطاف کے لئے مساوات اخذ کریں۔

7۔ عدسہ بنانے والے کا ضابطہ اخذ کریں اور اس کی اہمیت بیان کریں۔

8۔ پتلے عدسے اور تکبیر کے لئے مساوات اخذ کریں۔

9۔ ایک منشور کے ذریعہ تیار شدہ زاویہ انحراف اور منشور جس شئے سے بنا ہے، اس کا انعطاف نما معلوم کرنے کے لئے مساوات اخذ کریں۔

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:27 AM

10۔ انتشار کیا ہے؟ ایک واسطے کی انتشاری طاقت معلوم کے لئے مساوات حاصل کریں۔

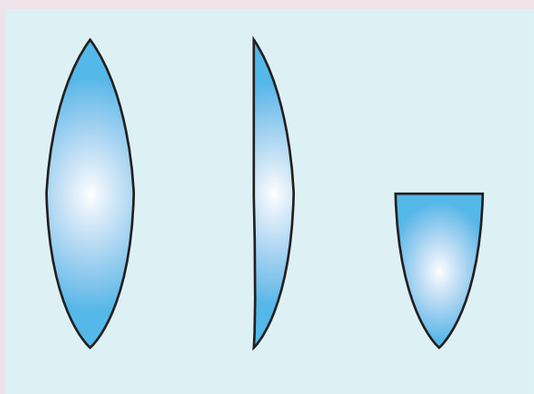
نظریاتی سوالات (Conceptual questions)

1۔ ڈش انٹینا (dish antennas) کی سطح کیوں منحنی ہوتی ہے؟

2۔ پانی کے اندر بلبلے میں کس قسم کے عدسے بنتے ہیں؟

3۔ کیا دو عدسوں کے لئے یہ ممکن ہے کہ وہ صفر طاقت تیار کریں؟

4۔ ایک روشنی کی شعاع، جس کی حدت I ہے، وہ f ماسکی طول رکھنے والے ایک دوہرے محدب عدسے کے ذریعہ گذرتی ہے۔ ماسکی طول کیا ہوگا اور طاقت، اگر عدسے کو افقی اور عمودی طور پر کاٹ کر اس کے حصے حاصل کئے جائیں تو اس کا ماسکی طول اور روشنی کی حدت کیا ہوگی؟



5۔ دھند کے دوران (موٹر گاڑیوں میں) کیوں زرد روشنی کو ترجیح دی جاتی ہے؟

عددی مسائل (Numerical problems)

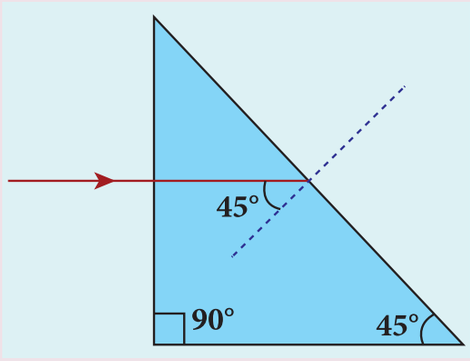
1۔ 4 سمر اونچائی والی ایک شئے کو 24 سمر انحناء کا نصف قطر رکھنے والے ایک مقعر آئینہ کے سامنے 6 سمر کے فاصلے پر رکھا جاتا ہے۔ خیال کا مقام، اونچائی، تکبیر اور نوعیت معلوم کیجئے۔

(جواب : $m = 2$; $h' = 8$ cm ; $v = 12$ cm، خیال سیدھا، مجازی، آئینہ کے دائیں جانب شئے سے دوگنے اونچائی والا خیال حاصل ہوگا)

2۔ 20 سمر ماسکی طول والے ایک مقعر آئینے کے سامنے ایک شئے رکھی گئی ہے، حاصل کیا گیا خیال شئے کی جسامت سے تین گنا بڑا ہے۔ آئینہ سے شئے کے دو ممکن فاصلوں کا حساب لگائیں۔

(جواب: $m+$ کے ساتھ سمر $u = -40/3$ اور $m-$ کے ساتھ سمر $u = -80/3$)

3۔ روشنی کی ایک کرن جو سرخ، سبز اور نیلے رنگ پر مشتمل ہے، ایک قائمہ الزاویہ منشور میں داخل ہوتی ہے جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔ منشور جس شئے سے بنا ہوا ہے، اس کا انعطاف نما مندرجۂ بالا سرخ، سبز اور نیلے رنگ کے لئے بالترتیب 1.39، 12.44 اور 1.47 ہیں۔ کونسے رنگ اندرونی کلی انعکاس انعکاس کے عمل سے گزریں گے ؟



(جواب : سبز اور نیلا رنگ اندرونی کلی انعکاس کے عمل سے گزریں گے۔)

4۔ ایک محدب عدسہ جس کا ماسکی طول 20 سمر ہے، اس سے تھوڑے فاصلے میں ایک شئے رکھی گئی ہے۔ اگر حاصل کردہ خیال 4 گنا بڑا ہے تو شئے کا فاصلہ معلوم کیجئے۔

(جواب : U= - 15 سمر)

5۔ ایک عدسہ جس کا انعطاف نما n_2 ہے، جو n_1 اور n_3 انعطاف نما رکھنے والے دو واسطوں کو دائیں اور بائیں جانب علاحدہ کرتا ہے، اس کے لئے عدسہ بنانے کا ضابطہ حاصل کرو۔

$$\left[\text{Ans: } \frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R_1} + \frac{(n_2 - n_1)}{R_2}\right]$$

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:28 AM

6۔ انعطاف نما 1.5 رکھنے والے ایک پتلے تقاربی عدسہ کی طاقت +5.0 D ہے۔ جب اس عدسے کو انعطاف نما n رکھنے والے مائع میں ڈبوتے ہیں تو، یہ ایک انفراجی عدسہ کی طرح کام کرتا ہے، جس کا ماسکی طول 100 سمر ہے۔ n کی قیمت کیا ہوگی؟

[Ans: $n = 5/3$]

7۔ f طول ماسکہ رکھنے والے ایک محدب عدسہ میں شئے اور اسکرین (پردہ) کا درمیانی فاصلہ D ، f سے 4 گُنا ہوتو، دو مقامات ایسے ہیں جہاں پر عدسہ ایک بڑا خیال اور ایک بالکل چھوٹا شئے بناتا ہے۔ اس طریقہ کو زوجی ماسکہ کا طریقہ *(Conjucate foci method)* کہتے ہیں۔ عدسہ کے دو مقامات کا فاصلہ d ہوتو، محدب عدسہ کا ماسکی طول حاصل کرنے کے لئے مساوات بنائیے۔

$$\left[\text{Ans: } f = \frac{D^2 - d^2}{4D}\right]$$

8۔ ثابت کرو کہ صرف محدب عدسہ ہی ایک مجازی، سیدھا اور بالکل چھوٹا خیال دیتا ہے۔

9۔ ایک پتلا مستوی-محدب عدسہ، جس کی مستوی سطح پر چاندی کی پرت چڑھائی گئی ہے اور جس کا ماسکی طول 15 سمر ہے، اس سے 20 سمر کے فاصلہ پر ایک نقطہ دار شئے رکھی گئی ہے۔ حتمی خیال کا مقام اور نوعیت کا پتہ لگائیں۔

[Ans: $v = -12$ cm]

10۔ موجی طول *500 nm* اور *300 nm* رکھنے والی روشنی کی حدتوں کا تناسب معلوم کرو، جن میں ریلے کا بکھراؤ واقع ہوتا ہے۔

[Ans: 81:625]

BOOKS FOR REFERENCE مزید استفادے کے لئے کتابیں

1. Frances A. Jenkins and Harvey E. White, Fundamentals of Optics, 4th Edition, McGraw Hill Book Company, (2011).
2. David Halliday, Robert Resnick and Jearl Walker, Fundamentals of Physics, 6th Edition, John Wiley & Sons Inc., (2004).
3. H.C. Verma,Concepts of Physics [Part-1], 1st Edition, Bharathi Bhawan Publishers & Distributers Pvt. Ltd., (2008).
4. Roger A. Freedman, Hugh D. Young, Sears and Zemansky's University Physics, 12th Edition, Pearson, (2011).

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:28 AM

ICT CORNER : ICT کارنر

Ray optics : شعاعی بصریات

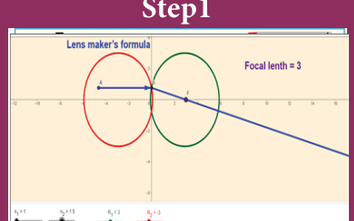
اس سرگرمی میں آپ مطلوبہ ماسکی طول کا عدسہ بنانے کے لئے انحناء کے نصف قطر کا پتہ لگا سکیں گے۔

عنوان: عدسہ بنانے والے کا ضابطہ

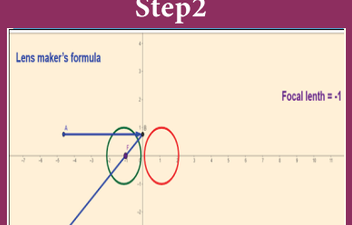
مرحلے :

- براؤزر میں درج ذیل website صفحے پر جائیں۔ "https://www.geogebra.org/m/wv7eccvc".
- یہاں n_1 = ہوا کا انعطاف نما $(n_1 = 1)$ لیجئے۔ عدسہ کا انعطاف نما n_2 ہے۔ عدسہ کے انحناء کے نصف قطریں R_1 اور R_2 ہیں۔
- $n_2 = 1.5$، $R_1 = 3$ cm اور $R_2 = -3$ cm۔ ضابطہ $\frac{1}{f} = (n_2 - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$ استعمال کرتے ہوئے عدسے کے ماسکی طول کا حساب لگائیں۔ R_1, n_2 اور R_2 کو اسکرین پر ایڈجسٹ کرتے ہوئے حاصل شدہ قیمت سے اپنے جواب کی تصدیق کریں۔ مطلوبہ ماسکی طول 7 سم کے مطلوبہ عدسہ بنانے کے لئے انحناء کا نصف قطر R_1 اور R_2 کا پتہ لگائیں۔
- جب سم $R_1 = -1$ اور سم $R_2 = 1$ ہو تو تم مقعر عدسے کا ماسکی طول -1 سم حاصل کروگے۔ R_1 اور R_2 کو ایڈجسٹ کرتے ہوئے محدب اور مقعر عدسے بنانے کی کوشش کریں۔
- انعطاف نما n_2 کو ایڈجسٹ کریں، اور تجزیہ کریں کہ کیسے انعطاف نما کے ساتھ بالترتیب ماسکی طول بھی تبدیل ہوتا ہے۔
- انعطاف نما n_1 کو ایڈجسٹ کریں اور تجزیہ کریں کہ عدسے کے اطراف، واسطے کے انعطاف نما کے ساتھ، ماسکی طول بھی کس طرح تبدیل ہوتا ہے؟

Step1



Step2



Note:

Use flash enabled browser or install flash player in your system.

URL:

https://www.geogebra.org/m/wv7ecvc

* Pictures are indicative only.

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

1B6YQ

12 physics 9. ray optics
Friday, December 17, 2021 10:31:29 AM

اکائی
7

موجی بصریات WAVE OPTICS

عمر کو تاریک کہا جاتا ہے اس لئے نہیں کہ روشنی چمکنے میں ناکام ہے مگر اس لئے کہ لوگ دیکھنے سے انکار کرتے ہیں۔ جیمس البرٹ میگنر

سیکھنے کے مقاصد:

اس باب میں طلباء کو اس سے روشناس کیا جاتا ہے۔

- روشنی کا موجی پہلو۔
- انعکاس اور انعطاف کے کلیوں کا ثبوت
- مداخلت (Interference) ، انکسار (diffraction) اور تقطیب (polarisation) کے اثر کا مطالعہ
- اصطلاحات جیسے تکبیر اور حساسیت کی طاقت (resolving power) وغیرہ
- مختلف بصری آلات جیسے خوردبین، دوربین وغیرہ

IKQWT

7.1 روشنی سے متعلق نظریات (Theories on light)

روشنی توانائی کی ایک شکل ہے جو ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہوتی ہے۔ آیئے ہم سائنسدانوں کے ذریعہ پیش کردہ مختلف روشنی کے نظریات نہ صرف روشنی کی ارتقاء اور نوعیت پر ایک نظر ڈالتے ہیں، بلکہ اس کے انتشار اور اس کے ذریعہ پیش آنے والے کچھ رجحانات پر بھی روشنی ڈالتے ہیں۔

7.1.1 ذرات (جسیموں) کا نظریہ (کارپس کولر نظریہ) (Corpuscular theory)

سر اسحاق نیوٹن (1672ء) نے روشنی کا ذرات (جسیموں) کا نظریہ پیش کیا تھا، جسے پہلے ڈیکارٹے (1637ء) نے بھی تجویز کیا تا کہ انعکاس اور انعطاف کے کلیوں کی وضاحت کی جاسکے۔ اس نظریہ کے مطابق روشنی، بالکل چھوٹے بغیر کمیت والے مادہ اور کامل لچکدار چھوٹے ذرات (Corpuscles) کی طرح ظاہر ہوتی ہے۔ چونکہ ذرات بالکل چھوٹے ہیں، اس لئے روشنی زیادہ دیر خارج ہونے پر بھی ، مادّہ کا کچھ بھی نقصان نہیں ہوتا۔ تیز رفتاری کی وجہ سے وہ کشش ثقل (قوت جاذبہ) کی طاقت سے متاثر نہیں ہوتے۔ اور اس کا راستہ واسطہ کے مساوی انعطاف نما میں ایک خط مستقیم ہے۔ روشنی کی توانائی، ان ذرات کی توانائی بالفعل ہے۔ جب یہ ذرات آنکھوں کے پردہ پر ٹکراتے (impinge) ہیں تو نظارے بنتے ہیں۔ ذرات کی مختلف جسامت، مختلف رنگ کی روشنی پیدا کرتی ہے۔ جب یہ ذرات دو واسطوں کی سطحوں کے درمیان پہنچتے ہیں تو، وہ دفع کرتے ہیں یا کشش پاتے ہیں۔ روشنی کا انعکاس واسطے میں ذرات کے دفع ہونے کی وجہ سے ہے اور روشنی اکا نعطاف واسطے میں ذرات کی کشش کی وجہ سے ہے۔

یہ نظریہ اس بات کی وضاحت نہیں کرتا کہ، روشنی کی رفتار لطیف واسطہ کی بہ نسبت کثیف واسطے میں کیوں کم ہے۔ یہ نظریہ مداخلت (interfernce)، انکسار (diffraction) اور تقطیب (polarisation) کی بھی وضاحت نہیں کرتا۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:35 AM

7.1.2 موجی نظریہ (Wave theory)

کرسچن ہئی جنس (1678) نے ایک واسطہ کے ذریعہ روشنی کے پھیلاؤ کی وضاحت کے لئے موجی نظریہ کی تجویز پیش کی۔ان کے بقول روشنی اپنے سفر میں ایک خلل پیدا کرتی ہے، جو میکانکی طولی موجوں کو اس کے پھیلاؤ کے لئے ایک واسطہ کی ضرورت ہوتی ہے۔موجی نظریہ انعکاس، انعطاف، مداخلت اور روشنی کے پھیلاؤ کے مظاہرہ کی کامیابی کے ساتھ وضاحت کرتا ہے۔

بعد میں پوری خلا میں ایتھر کا وجود غلط ثابت ہوا۔لہذا یہ نظریہ خلا کے ذریعہ روشنی کے پھیلاؤ کی وضاحت نہیں کرتا۔اس نظریہ کے ذریعہ تقطیب کے اثر کی وضاحت نہیں کی جاسکتی ہے، کیوں کہ یہ صرف عرضی موجوں کی خاصیت ہے۔

7.1.3 برمقناطیسی موجی نظریہ (Electromagnetic wave theory)

میکس ویل (1864) نے یہ ثابت کیا کہ روشنی ایک برمقناطیسی موج ہے، جو اپنی فطرت میں عرضی موج ہے، اور برمقناطیسی توانائی لاتی ہے۔اس نے یہ بھی بتایا کہ برمقناطیسی موجوں کے پھیلاؤ کے لئے کوئی واسطہ کی ضرورت نہیں ہے۔اس نظریہ کے ذریعہ روشنی کے تمام اثرات کی کامیابی کے ساتھ وضاحت کی جاسکتی ہے۔

اس کے باوجود یہ نظریہ روشنی کا مادّوں کے ساتھ اثر جیسے شعاع-برقی اثر اور کامپٹن اثر وغیرہ کی وضاحت نہیں کرتا۔

7.1.4 کوانٹم کا نظریہ (قدریہ کا نظریہ) (Quantum theory)

البرٹ انسٹائن (1905) نے میکس پلانک (1900) کے خیالات کی تائید کرتے ہوئے فوٹو الکٹرک اثر (ضیاع برقی) (باب 8 میں زیر بحث ہے) کی وضاحت اس طرح کی کہ جب روشنی مادّہ کے ساتھ فوٹان کی شکل میں اثر کرتی ہے تو الکٹرانوں کو خارج کرتی ہے۔ فوٹان توانائی کی ایک منفرد پیکٹ ہے۔ ہر فوٹان کی توانائی E ہوتی ہے۔

$$E = h\nu \qquad (7.1)$$

جیسے (7.1) h پلانک کا مستقلہ ($h = 6.625\times10^{-34}$ Js) اور ν برمقناطیسی موج کا تعدد ہے۔

چونکہ روشنی میں موج اور ذرہ دونوں کی فطرت پائی جاتی ہے، اس لئے اس کو دوہری فطرت (*dual nature*) کہا جاتا ہے۔یہ نتیجہ اخذ کیا گیا ہے کہ روشنی پھیلتے وقت موج کی طرح ہوتی ہے اور مادّہ کے ساتھ اثر کرتے وقت ذرہ کی طرح عمل کرتی ہے۔

7.2 روشنی کی موجی فطرت (Wave nature of light)

روشنی ایک عرضی، برمقناطیسی موج ہے۔ روشنی کی موجی فطرت کو سب سے پہلے مداخلت (*interference*) اور انکسار (*diffraction*) کو تجربہ کے ذریعہ ظاہر کیا گیا۔ روشنی کی عرضی فطرت کو تقطیب (*polarization*) سے ظاہر کیا گیا ہے۔تمام برمقناطیسی موجوں کی طرح روشنی خلا کے ذریعہ سفر کرسکتی ہے۔

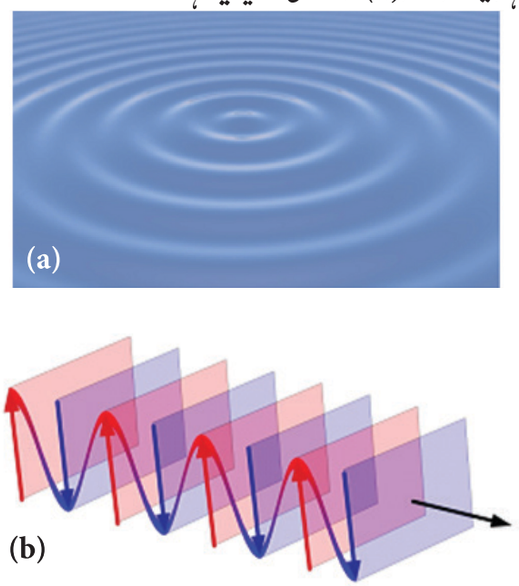
7.2.1 موجی بصریات (Wave optics)

روشنی کی موجی خصوصیات موجی بصریات کی نمائندگی کرتی ہیں۔یہاں تک کہ موجی بصریات کی مدد سے انعکاس اور انعطاف کے کلیوں کو ثابت کرسکتے ہیں۔ جیسا کہ روشنی ایک موج کی طرح سفر کرتی ہے، اس کے سفر کرنے کی سمت کو ایک شعاع کی طرح نمائندگی کی جاتی ہے۔

موج کے پھیلاؤ کی ایک عمدہ مثال ساکن پانی میں جب ایک پتھر کو گرایا جاتا ہے تو پانی کی سطح پر دائری موجوں (ہلکوروں) (*ripples*) کا پھیلاؤ ہے۔جب ہلکورے (*ripples*) ایک جگہ سے گزرتے ہیں تو پانی کے سالمے (یا) ذرات ایک نقطے پر صرف اوپر یا نیچے حرکت (ارتعاش) کرتے ہیں۔کروی ہلکوروں (*ripples*) کے ارتعاش کی ہئیت ایک جیسی ہوتی ہے، کیوں کہ ان کا فاصلہ مرکز سے یکساں ہوتا ہے۔ یہ ہلکورے ایک موج کی نمائندگی کرتے ہیں، جیسا کہ خاکہ 7.1(a) میں دکھایا گیا ہے۔ ایک ہی حالت ارتعاش کی حالت میں پائے جانے والے نقاط کا مقام ایک محاذ موج

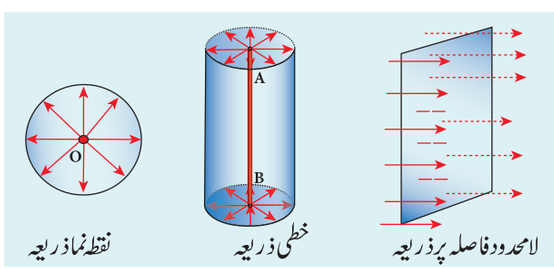
12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:36 AM

(wavefront) کو ظاہر کرتا ہے۔ جب ایک موج حرکت کرتی ہے تو یہ کہا جائے گا کہ یہ محاذ موج کی طرف حرکت کرتی ہے۔ محاذ موج کی موج کے حرکت کی سمت میں ہوتا ہے۔ چونکہ شعاع کی سمت موج کے حرکت کی سمت میں ہوتی ہے، محاذ موج ہمیشہ شعاع کے عمود میں ہوتی ہے جیسا کہ خاکہ 7.1(a) میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 7.1 (a) پانی کی سطح میں ہلکورے (b) محاذِ موج اور شعاع

ایک نقطہ پر مشاہدہ کردہ محاذ موج (wavefront) کی شکل، ذریعہ کا فاصلہ جہاں پر وہ موجود ہے اور ذریعہ کی شکل پر منحصر ہے۔ ایک نقطہ نما ذریعہ جو ایک محدود فاصلہ پر موجود ہے، کرّوی محاذ موجیں پیدا کرتا ہے۔ ایک توسیعی یا خطی ذریعہ جو ایک محدود فاصلہ پر موجود ہے، استوانی محاذ موجیں پیدا کرتا ہے۔ ایک ذریعہ جو ایک لامحدود فاصلہ پر موجود ہے، مستوی محاذِ موجیں پیدا کرتا ہے جیسا کہ خاکہ 7.2 میں بتایا گیا ہے۔

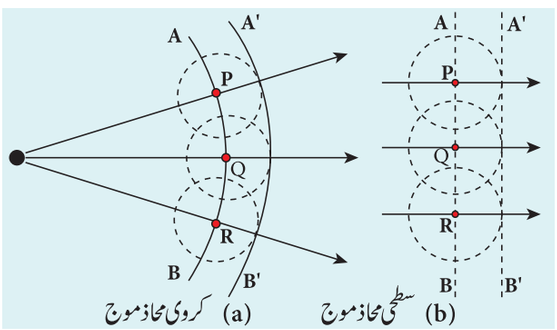


خاکہ 7.2 محاذِ موجیں

7.2.2 ہئی جن کا اصول (Huygens' principle)

ہئی جن کا اصول دراصل ایک ہندسی ساخت ہے جس سے $t=0$ پر کسی بھی وقت، ہم محاذِ موج کی شکل معلوم کر سکتے ہیں۔ ہئی جن کے اصول کے مطابق، محاذ موج کا ہر ایک نقطہ ایک ثانوی چھوٹی موج (wavelet) کے ذریعہ (source) کی طرح عمل کرتا ہے، جو موج کی رفتار کے ساتھ تمام سمتوں میں پھیل جاتا ہے۔ یہ ثانوی چھوٹی موجیں کہلاتی ہیں۔ ان چھوٹی موجوں کا مکمل غلاف بعد میں ایک نئے محاذِ موج کے مقام اور شکل کو ظاہر کرتا ہے۔ لہٰذا ہئی جن کا اصول ایک محاذِ موج کے پھیلاؤ کی وضاحت کرتا ہے۔

ہئی جن کے اصول کے ذریعہ ایک کروی اور مستوی محاذِ موج کے پھیلاؤ کی وضاحت کی جاسکتی ہے۔ فرض کریں کہ $t=0$ وقت پر AB ایک محاذ موج ہے۔ ہئی جن کے اصول کے مطابق، AB کا ہر نقطہ ثانوی چھوٹی موج کے ایک ذریعہ کی طرح کام کرتا ہے، جو موج کی رفتار (روشنی کی رفتار c) کے ساتھ سفر کرتا ہے۔ وقت t پر محاذِ موج کے مقام کو معلوم کرنے کے لئے نقاط $P, Q, R, \ldots$ کو مراکز مان کر AB پر ct کے مساوی نصف قطر والے دائرے بنائے جائیں۔ اُس t وقت پر اگلا غلاف یا چھوٹے دائروں کا مماس $A'B'$ ایک کروی محاذ موج ہوگا۔ ایک نقطہ دار شئے (ذریعہ) جو ایک محدود فاصلہ پر ہے، اس کے لئے محاذ موج $A'B'$ ایک کروی محاذ موج ہوگا جیسا کہ خاکہ 7.3(a) میں بتایا گیا ہے اور اگر روشنی کا ذریعہ بہت دور (لا محدود فاصلہ) ہو تو یہ ایک مستوی محاذ موج ہوگا، جیسا کہ خاکہ 7.3(b) میں دکھایا گیا ہے۔



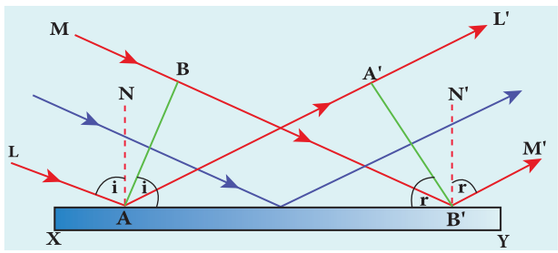
خاکہ 7.3 ہئی جن کا اصول

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:37 AM

اوپر بتائی گئی ایک محاذِ موج کے پھیلاؤ کے ہئی جن کی ساخت میں ایک خامی بھی پائی گئی ہے۔ اس ساخت میں ایک پیچھے لوٹنے والی موج بھی ہے، جس کی وضاحت یہ اصول نہیں کرتا۔ برمقناطیسی موجی نظریہ کے مطابق پیچھے لوٹنے والی موج کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے۔ جب کہ ہئی جن کا اصول ایک محاذِ موج کے پھیلاؤ کی وضاحت کے ساتھ ساتھ ایک بہترین ساختی خاکہ بھی پیش کرتا ہے۔

7.2.3 ہئی جن کے اصول سے انعکاس کے کلیوں کا ثبوت
(Proof for Laws of reflection using Huygens' principle)

فرض کیجئے کہ روشنی کی ایک متوازی کرن مستوی آئینہ جیسے ایک انعکاسی سطح XY پر گرتی ہیں، جیسا کہ خاکہ 7.4 میں بتایا گیا ہے۔ واقع محاذِ موج AB ہے اور انعکاسی محاذِ موج A'B' ہے۔ یہ محاذ موجیں شعاع وقوع L اور M کے عمود میں ہیں۔ اور L' اور M' کی طرح منعکس ہوتی ہیں۔ جیسے ہی واقع محاذِ موج کی شعاعیں انعکاسی سطح کے نقطہ A پر پڑتی ہیں، نقطہ B کو انعکاسی سطح B' تک پہنچنے مزید BB' فاصلہ طے کرنا پڑتا ہے۔ جب نقطہ B، انعکاسی سطح B' کو چھوتا ہے، تب تک نقطہ A، نقطہ A' تک پہنچ چکا ہوگا۔ یہ ایک محاذ موج کے تمام نقاط کے لئے لازم ہے۔ لہٰذا منعکس شدہ محاذ موج A'B' کو مستوی محاذ موج *(plane wavefront)* نام دیا جاتا ہے۔ N اور N' دو عمودیں ہیں جہاں پر شعاعیں L اور M انعکاسی سطح پر گرتی ہیں۔ چونکہ انعکاس ایک ہی واسطے میں واقع ہوتا ہے، انعکاس سے پہلے اور بعد میں روشنی کی رفتار ایک جیسی ہوتی ہے۔



خاکہ 7.4 انعکاس کے کلیے

B سے B' تک اور A سے A' روشنی کے سفر کرنے کے لئے لیا گیا وقت یکساں ہوگا۔ چنانچہ BB' کا فاصلہ AA' کے مساوی ہوگا۔ (AA'=BB')

(i) شعاع وقوع (incident rays) ، شعاع انعکاس اور عمود ایک ہی مستوی سطح میں واقع ہوں گے۔

(ii) زاویہ وقوع (Angle of incidence)

$$\angle i = \angle NAL = 90^{\circ} - \angle NAB = \angle BAB'$$

زاویہ انعکاس (Angle of reflection)

$$\angle r = \angle N'B'M' = 90^{\circ} - \angle N'B'A' = \angle A'B'A$$

دو مثلث قائمۃ الزاویہ $\Delta ABB'$ اور $\Delta A'A'A$ میں دو زاویہ قائمہ $\angle B$ اور $\angle A'$ مساوی ہیں $(\angle B=\angle A'=90^{\circ})$۔ دو ضلعے AA' اور BB' مساوی ہیں۔ $(AA'=BB')$۔ ضلع A B ' مشترک ہے۔ لہٰذا دو مثلثیں متراکز (مماثل) *(Congruent)* ہیں۔ مثلثوں کی مماثلت کے اصول کے مطابق، دو زاویے $\angle BAB'$ اور $\angle A'B'A$ بھی مساوی ہونے چاہئے۔

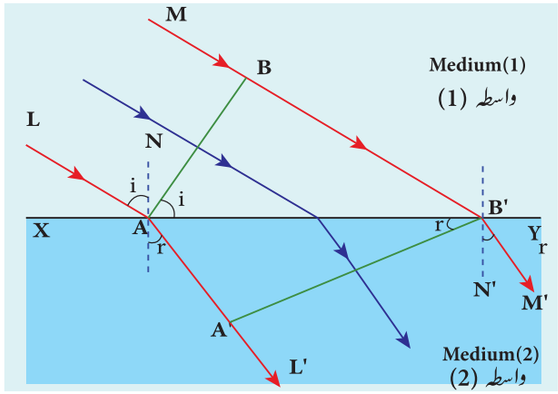
$$i = r \qquad (7.2)$$

لہٰذا انعکاس کے کلیوں کو ثابت کیا گیا۔

7.2.4 ہئی جن کے اصول سے انعطاف کے کلیوں کا ثبوت
(Proof for Laws of refraction using Huygens' principle)

فرض کیجئے کہ روشنی کی ایک متوازی کرن ایک انعطافی سطح جیسے ایک مستوی آئینہ XY پر گرتی ہے، جیسا کہ خاکہ 7.5 میں بتایا گیا ہے۔ واقع محاذِ موج AB ایک لطیف واسطہ (1) ہے اور انعکاسی محاذِ موج A'B' ایک کثیف واسطہ (2) ہے۔ یہ محاذِ موجیں شعاع وقوع L اور M کے عمود میں ہیں۔ اور L' اور M' کی طرح انعطاف پاتی ہیں۔ جیسے ہی واقع محاذِ موج کی شعاعیں انعطافی سطح کے نقطہ A پر پڑتی ہیں، نقطہ B کو انعطافی سطح B' تک پہنچنے مزید BB' فاصلہ طے کرنا پڑتا ہے۔ جب نقطہ B، انعطافی سطح B' کو چھوتا ہے، تب تک نقطہ A، نقطہ A' تک پہنچ چکا ہوگا۔ یہ ایک محاذ موج کے تمام نقاط کے لئے لازم ہے۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:38 AM



خاکہ 7.5 انعطاف کے کلیے

لہٰذا انعطاف شدہ محاذ موج A'B' کو مستوی محاذ موج (plane wavefront) نام دیا جاتا ہے۔ N اور N' دو عمودیں ہیں جہاں پر شعاعیں L اور M انعطافی سطح پر گرتی ہیں۔ چونکہ انعطاف لطیف واسطہ (1) سے کثیف واسطہ (2) میں واقع ہوتا ہے، انعطاف سے پہلے روشنی کی رفتار v_1 اور بعد میں v_2 ہوجاتی ہے۔یعنی v_2 کی بہ نسبت v_1 زیادہ ہوتا ہے $(v_1 > v_2)$۔ مگر B سے B' تک اور A سے A' روشنی کے سفر کرنے کے لئے لیا گیا وقت t یکساں ہوگا۔

$$t = \frac{BB'}{v_1} = \frac{AA'}{v_2} \text{ (or) } \frac{BB'}{AA'} = \frac{v_1}{v_2}$$

(i) شعاع وقوع، شعاع انعکاس اور عمود ایک ہی مستوی سطح میں واقع ہوں گے۔

(ii) زاویہ وقوع

$$i = \angle NAL = 90^\circ - \angle NAB = \angle BAB'$$

زاویہ انعطاف

$$r = \angle N'B'M' = 90^\circ - \angle N'B'A' = \angle A'B'A$$

دو مثلث قائمۃ الزاویہ $\Delta ABB'$ اور $\Delta AA'B'$ کے لئے

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{BB'/AB'}{AA'/AB'} = \frac{BB'}{AA'} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c/v_2}{c/v_1}$$

یہاں پر c خلا میں روشنی کی رفتار ہے۔ نسبت c/v مستقل ہے، جسے واسطہ کا انعطاف نما کہتے ہیں۔

واسطہ (1) کا انعطاف نما $c/v_1 = n_1$ اور واسطہ (2) کا انعطاف نما $c/v_2 = n_2$

نسبتی شکل میں

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} \qquad (7.3)$$

حاصل ضرب کی شکل میں

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \qquad (7.4)$$

لہٰذا انعطاف کے کلیوں کو ثابت کیا گیا۔

اسی طرح ایک محاذِ موج جو کثیف واسطہ سے لطیف واسطہ کی طرف سفر کرتی ہے، اس کے لئے بھی انعطاف کے کلیے ثابت کئے جاسکتے ہیں

روشنی کی رفتار، واسطہ کے انعطاف نما کے معکوس تناسب میں $(v \propto 1/n)$ اور روشنی کے موجی طول کے راست تناسب میں $(v \propto \lambda)$ ہے۔ لہٰذا

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} \qquad (7.5)$$

غور کیجئے

اگر ایک مخصوص تعدد کی روشنی مختلف واسطوں سے گزرتی ہے تو اس کا تعدد تمام واسطوں میں کوئی تبدیلی نہیں آئے گی۔ اس واسطہ میں روشنی کی رفتار کے مطابق اس کے موجی طول میں تبدیلی آئے گی۔

مثال 7.1

خلا میں سوڈیم کے ذریعہ سے روشنی کا موجی طول 5893 A° ہے۔ جب روشنی پانی سے گزرتی ہو جس کا انعطاف نما 1.33 ہے تو اس کا (a) موجی طول (b) رفتار اور (c) تعدد معلوم کیجئے۔

حل :

خلا کا انعطاف نما $n_1 = \lambda$

خلا میں موجی طول $l_1 = 5893$ A°

خلا میں رفتار $c = v_1 = 3 \times 10^8$ ms^{-1}

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:38 AM

$n_2 = 1.33$ پانی کا انعطاف نما

λ_2 پانی میں روشنی کا موجی طول

v_2 ، پانی میں روشنی کی رفتار

(a) موجی طول اور انعطاف نما کے تعلق کو بتانے والی مساوات

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

دوبارہ لکھنے پر $\lambda_2 = \frac{n_1}{n_2} \times \lambda_1$

قیمتیں درج کرنے پر

$$\lambda_2 = \frac{1}{1.33} \times 5893\,\text{A}^\circ = 4431\,\text{A}^\circ$$

$$\lambda_2 = 4431\,\text{A}^\circ$$

(b) رفتار اور انعطاف نما کے تعلق کو بتانے والی مساوات

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

دوبارہ لکھنے پر $v_2 = \frac{n_1}{n_2} \times v_1$

قیمتوں کو درج کرنے پر

$$v_2 = \frac{1}{1.33} \times 3 \times 10^8 = 2.256 \times 10^8$$

$$v_2 = 2.256 \times 10^8\,\text{m s}^{-1}$$

(c) خلا میں روشنی کا تعدد

$$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1}$$

قیمتیں درج کرنے پر

$$\nu_1 = \frac{3 \times 10^8}{5893 \times 10^{-10}} = 5.091 \times 10^{14}\,\text{Hz}$$

پانی میں روشنی کا تعدد $\nu_2 = \frac{v}{\lambda_2}$

قیمتیں درج کرنے پر

$$\nu_2 = \frac{2.256 \times 10^8\,\text{m s}^{-1}}{4431 \times 10^{-10}} = 5.091 \times 10^{14}\,\text{Hz}$$

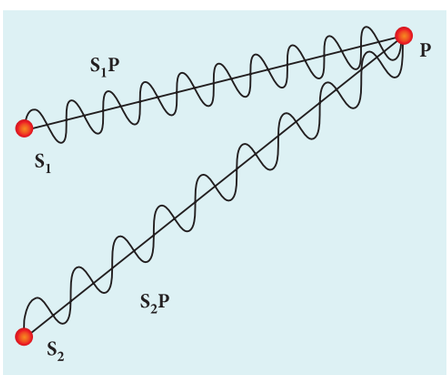
نتیجہ سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ تمام واسطوں میں تعدد یکساں رہتا ہے۔

7.3 مداخلت (Interference)

اگر روشنی کے دو موجوں کا انطباق (superposition) ہو، جس سے بعض نقاط پر حدت زیادہ ہو اور بعض نقاط پر حدت کم ہو تو اس اثر کو روشنی کی مداخلت کہتے ہیں۔

انطباق کا مطلب دو موجوں کو جمع کرنا ہے۔ ہم نے گیارھویں جماعت میں (11.7) میں میکانیکی موجوں کے انطباق کے نظریہ کے بارے میں پڑھا تھا۔ جب دو موجیں کسی واسطہ میں ایک ذرہ سے گزرتی ہیں تو اس کا منجملہ ہٹاؤ، انفرادی موجوں کے ہٹاؤ کے سمتی جمع *(vector addition)* کے برابر ہوگا۔ دو انطباق کرنے والی موجوں کے ارتعاش کی حالت *(phase)* کے فرق کے مطابق، منجملہ ہٹاؤ زیادہ سے زیادہ یا کم سے کم، ہوگا۔ یہی نظریہ روشنی کے لئے بھی درست ثابت ہوتا ہے۔

فرض کیجئے کہ روشنی کی دو موجیں دو ذرائع S_1 اور S_2 سے ایک نقطہ P پر ملتی ہیں جیسا کہ خاکہ 7.6 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 7.6 انطباق کا اصول

ایک وقت t میں S_1 سے P تک پہنچنے والی موج

$$y_1 = a_1 \sin \omega t \qquad (7.6)$$

ایک وقت t میں S_2 سے P تک پہنچنے والی موج

$$y_2 = a_2 \sin (\omega t + \phi) \qquad (7.7)$$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:38 AM

دونوں موجوں کے حیطے a_1 اور a_2 مختلف، زاویائی تعدد ω یکساں اوران دونوں کے درمیان ارتعاش کی حالت کا فرق ϕ ہے۔ منجملہ ہٹاؤ، اس طرح دیا گیا ہے۔

$$y = y_1 + y_2 = a_1 \sin \omega t + a_1 \sin (\omega t + \phi) \quad (7.8)$$

علم مثلث کی تماثلات کو استعمال کرتے ہوئے اوپر کی مساوات کو مختصر کرنے پر جیسا (گیارھویں جماعت کی طبیعیات 11.7) کیا گیا ہے، یہ دیتا ہے۔

$$y = A \sin (\omega t + \theta) \quad (7.9)$$

جس میں $A = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos\phi}$ (7.10)

$$\theta = \tan^{-1} \frac{a_2 \sin\phi}{a_1 + a_2 \cos\phi} \quad (7.11)$$

منجملہ حیطہ زیادہ سے زیادہ ہے۔

$$A_{max} = \sqrt{(a_1 + a_2)^2}; \text{ when } \phi = 0, \pm 2\pi, \pm 4\pi \ldots, \quad (7.12)$$

منجملہ حیطہ کم سے کم ہے۔

$$A_{min} = \sqrt{(a_1 - a_2)^2}; \text{ when } \phi = \pm\pi, \pm 3\pi, \pm 5\pi \ldots, \quad (7.13)$$

روشنی کی حدت، حیطہ کے مربع کے راست تناسب میں ہے۔

$$I \propto A^2 \quad (7.14)$$

مساوات (7.10) کو دونوں طرف مربع کرنے پر

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos\phi \quad (7.15)$$

مساوات 7.15 میں اگر ارتعاش کی حالت کا فرق $\phi = 0, \pm 2\pi, \pm 3\pi, \ldots$ ہوتو یہ زیادہ سے زیادہ حدت کے لئے شرط ہے۔ اس کو تعمیری مداخلت *(Constructive interference)* کہتے ہیں۔

منجملہ زیادہ سے زیادہ حدت یہ ہے۔

$$I_{max} \propto (a_1 + a_2)^2$$
$$I_{max} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \quad (7.16)$$

مساوات 7.15 میں اگر ارتعاش کی حالت کا فرق $\phi = \pi, \pm 3\pi, \pm 5\pi, \ldots$ ہوتو یہ کم سے کم حدت کے لئے شرط ہے۔ اس کو تباہ کن مداخلت *(Destructive interference)* کہتے ہیں۔

منجملہ کم سے کم حدت یہ ہے۔

$$I_{min} \propto (a_1 - a_2)^2$$
$$I_{min} = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2} \quad (7.17)$$

ایک خصوصی صورت حال کے طور پر اگر $a_1 = a_2 = a$ ہوتو مساوات (7.10) اس طرح ہوجاتی ہے۔

$$A = \sqrt{2a^2 + 2a^2 c\cos\phi} = \sqrt{2a^2(1 + c\cos\phi)}$$
$$= \sqrt{2a^2 2\cos^2(\phi/2)}$$

$$A = 2a\cos(\phi/2) \quad (7.18)$$

$$I \propto 4a^2 \cos^2(\phi/2) \quad \left[\because I \propto A^2\right] \quad (7.19)$$

$$I = 4\ I_0 \cos^2(\phi/2) \quad \left[\because I_0 \propto a^2\right] \quad (7.20)$$

$$I_{max} = 4I_0 \text{ when, } \phi = 0, \pm 2\pi, 4\pi \ldots, \quad (7.21)$$

$$I_{min} = 0 \text{ when, } \phi = \pm\pi, \pm 3\pi, \pm 5\pi \ldots, \quad (7.22)$$

ہم اس نتیجے پر پہنچتے ہیں کہ دوموجوں کے درمیان ارتعاش کی حالت کا فرق ϕ ہوتو، وہ نقطہ جہاں پر دوموجیں ملتے ہیں، روشنی کی حدت کا فیصلہ کرتے ہیں۔

مثال 7.2

روشنی کے دو ذرائع جن کے حیطے 5 اکائیاں اور 2 اکائیاں ہیں، ایک دوسرے کے ساتھ مداخلت کرتے ہیں۔ زیادہ سے زیادہ اور کم سے کم حدتوں کی نسبت معلوم کیجئے۔

حل :

حیطے $a_1 = 5\ ;\ a_2 = 3$

منجملہ حیطہ

$$A = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos\phi}$$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:39 AM

منجملہ حیط زیادہ سے زیادہ اس وقت ہوگا۔

$$\phi = 0,\ \cos 0 = 1,\ A_{max} = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2}$$

$$A_{max} = \sqrt{(a_1 + a_2)^2} = \sqrt{(5+3)^2} = \sqrt{(8)^2}$$
$$= 8 \ units$$

منجملہ حیط کم سے کم اس وقت ہوگا۔

$$\phi = \pi,\ \cos \pi = -1,\ A_{max} = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2}$$

$$A_{min} = \sqrt{(a_1 - a_2)^2} = \sqrt{(5-3)^2} = \sqrt{(2)^2}$$
$$= 2 \ units$$

$$I \propto A^2$$

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{(A_{max})^2}{(A_{min})^2}$$

قیمتوں کو درج کرنے پر

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{(8)^2}{(2)^2} = \frac{64}{4} = 16 \ (or)$$

$$I_{max} : I_{min} = 16 : 1$$

مثال 7.3

مساوی حیط والے روشنی کے دو ذرائع ایک دوسرے کے ساتھ مداخلت کرتے ہیں۔ زیادہ سے زیادہ اور کم سے کم حدتوں کی نسبت معلوم کیجئے۔

حل :

فرض کیجئے کہ حیط a ہے۔

حدت یہ ہے۔ $I \propto 4a^2 \cos^2(\phi/2)$

منجملہ حیط زیادہ سے زیادہ اس وقت ہوگا۔

$$\phi = 0,\ \cos 0 = 1,\ I_{max} \propto 4a^2$$

منجملہ حیط کم سے کم اس وقت ہوگا۔

$$\phi = \pi,\ \cos(\pi/2) = 0,\ I_{min} = 0$$

$$I_{max} : I_{min} = 4a^2 : 0$$

مثال 7.4

I_0 روشنی کی حدت رکھنے والے روشنی کے دو ذرائع موجود ہیں۔ اگر روشنی کی دو موجوں کے ارتعاش کی حالت کا فرق $\pi/3$ ہو تو ایک نقطہ پر منجملہ حدت کیا ہوگی؟

حل :

فرض کیجئے کہ روشنی کی حدت I_0 ہے۔

منجملہ حدت یہ ہے $I = 4\, I_0 \cos^2(\phi/2)$

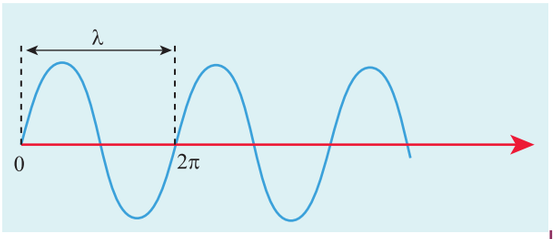
جب $\phi = \pi/3$, ہو تو منجملہ حدت یہ ہے۔

$$I = 4I_0 \cos^2(\pi/6)$$

$$I = 4I_0 \left(\sqrt{3}/2\right)^2 = 3I_0$$

7.3.1 ارتعاش کی حالت کا فرق اور راستے کا فرق
(Phase difference and path difference)

جب ایک موج چلنے لگتی ہے تو ارتعاش کا زاویائی مقام، ارتعاش کی حالت *(Phase)* کہلاتا ہے۔ ارتعاش کی حالت اور موج کے چلنے کے درمیان ایک تعلق پایا جاتا ہے۔ ہم ارتعاش کی حالت کو راستہ کی طرح اظہار کر سکتے ہیں یا اس کا برعکس بھی صحیح ہے۔ موج کے راستہ میں ایک موجی طول λ، ارتعاش کی حالت 2π کے برابر ہے، جیسا کہ خاکہ 7.7 میں دکھایا گیا ہے۔ راستہ کا فرق δ اور ارتعاش کی حالت کے فرق ϕ کا تعلق اس مساوات سے پیش کیا گیا ہے۔



خاکہ 7.7 راستہ کا فرق اور ارتعاش کی حالت کا فرق

$$\delta = \frac{\lambda}{2\pi} \times \phi \ (or)\ \phi = \frac{2\pi}{\lambda} \times \delta \qquad (7.23)$$

تعمیری مداخلت *(constructive interference)* کے لئے ارتعاش کی حالت کا فرق *(phase difference)* $\phi = 0,\ 2\pi,\ 4\pi,\ ....$ ہونا چاہئے۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:39 AM

لہٰذا راستے کا فرق ... $\delta = 0, \lambda, 2\lambda,$ ہوگا۔ عام طور پر یہ λ کے کامل ضعف *(Integral multiple)* میں ہوگا۔

$\delta = n\lambda$ جس میں .... $n = 0, 1, 2, 3,$ ہے (7.24)

تباہ کن مداخلت (destructive interference) کے لئے ارتعاش کی حالت کا فرق *(phase difference)* $\phi = \pi,$ $3\pi, 5\pi,$ .... ہونا چاہئے۔ لہٰذا راستے کا فرق $\delta = \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}$..... ہوگا۔ عام طور پر یہ λ کے نصف کامل ضعف *(Half Integral multiple)* میں ہوگا۔

$\delta = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$ جس میں $n = 1, 2, 3 \ldots$ (7.25)

مثال 7.5

ایک روشنی کا موجی طول 450 nm ہے۔ 3mm کے راستے کے فرق کے لئے ارتعاش کی حالت کا فرق کتنا ہوگا؟

حل :

موجی طول، $\lambda = 450 \text{ nm} = 450 \times 10^{-9} \text{ m}$

راستے کا فرق، $\delta = 3 \text{ mm} = 3 \times 10^{-3} \text{ m}$

ارتعاش کی حالت کا فرق اور راستے کا فرق

بھرتی کرنے پر، $\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \times \delta$

Substituting,

$$\phi = \frac{2\pi}{450 \times 10^{-9}} \times 3 \times 10^{-3} = \frac{\pi}{75} \times 10^{6}$$

$$\phi = \frac{\pi}{75} \times 10^{6} \text{ rad} = 4.19 \times 10^{4} \text{ rad.}$$

7.3.2 مربوط ذرائع (Coherent sources)

روشنی کے دو ذرائع اس وقت مربوط *(Coherent)* کہلائیں گی، جب وہ یکساں ارتعاش کی حالت یا مستقل ارتعاش کی حالت کا فرق، یکساں تعدد یا طولی موج (یک رنگی) ، یکساں موجی شکل اور یکساں حیطہ والی موجیں پیدا کریں گی۔

موجوں کی وہ خاصیت جو ساکن مداخلی نمونے پیدا کرتے ہیں، مربوطیت *(Coherence)* کہلاتے ہیں۔

دو آزاد یک رنگی ذرائع کبھی بھی مربوط نہیں ہو سکتے، کیوں کہ وہ ایسی موجیں پیدا کرتے ہیں جن کا تعدد اور حیطہ یکساں ہوتا ہے، مگر ان کے ارتعاش کی حالت یکساں نہیں ہوتی۔ یہ اس لئے کہ روشنی خارج وقت، حرارتی ارتعاش کی وجہ سے جوہروں کے ارتعاش کی حالت میں تبدیلی آتی ہے۔ لہٰذا ان ذرائع کو مربوط ذرائع کہتے ہیں۔

روشنی کی مربوط موجیں حاصل کرنے کے لئے ہمیں تین تکنیکوں کو اختیار کرنا چاہئے۔

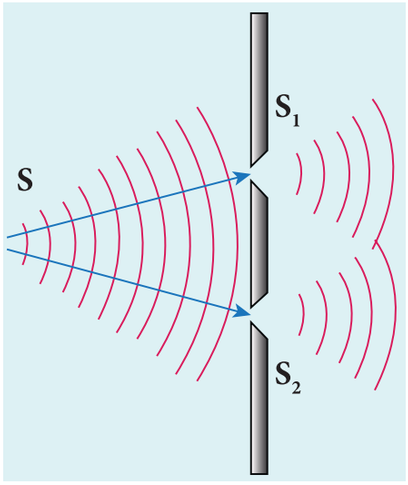
(i) محاذِ موج کی تقسیم

(ii) حدت یا حیطہ کی تقسیم

(iii) ذریعہ اور خاکے (خیالات)

(i) محاذِ موج کی تقسیم (Wavefront division)

مربوط ذرائع کو حاصل کرنے کا یہ ایک عام طریقہ ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ ایک نقطہ نما ذریعہ کروی محاذِ موج پیدا کرتے ہیں۔ ایک محاذِ موج کے تمام نقاط ایک ہی ارتعاش کی حالت میں ہوتے ہیں۔ اگر ایک دوہرے پتلے شگاف *(double slit)* کے ذریعہ محاذِ موج میں دو نقطوں کا انتخاب کیا جائے تو دو نقاط مربوط ذرائع کی طرح عمل کریں گے، جیسا کہ خاکہ 7.8 میں دکھایا گیا ہے۔

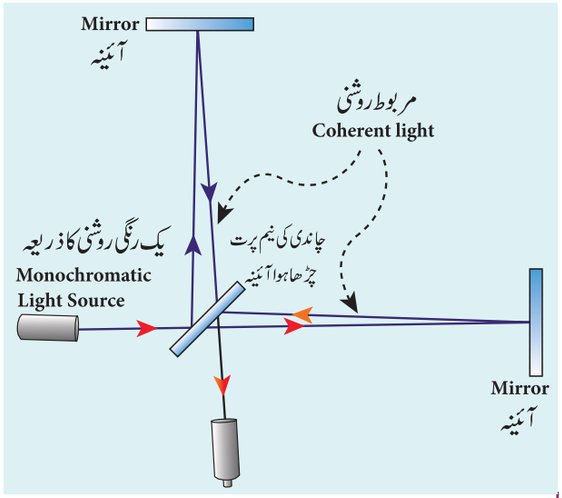


خاکہ 7.8 محاذِ موج کی تقسیم

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:40 AM

(ii) حدت (یا) حیطہ کی تقسیم
(Intensity or amplitude division)

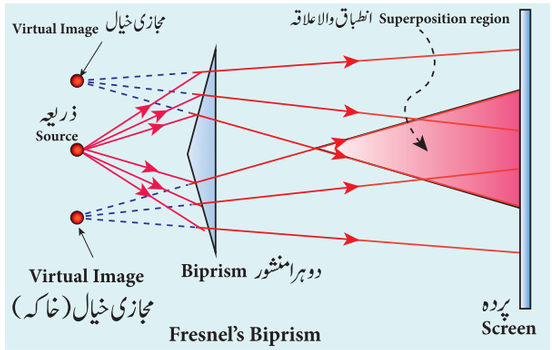
اگر ہم روشنی کو ایک چاندی کی جزوی پرت چڑھائے ہوئے آئینہ *(beam splitter)* سے گزاریں گے تو، انعکاس اور انعطاف کا عمل ایک ساتھ واقع ہوگا۔ چونکہ روشنی کی دونوں کرنیں ایک ہی ذریعہ سے نکلتی ہیں، تقسیم شدہ دونوں کرنیں مربوط کرنیں کہلاتی ہیں۔ وہ دونوں ایک ہی ارتعاش کی حالت یا مستقل ارتعاش کی حالت کے فرق میں ہوتے ہیں۔ جیسا کہ خاکہ 7.9 میں دکھایا گیا ہے۔ Michelson's interferometer اور Fabray-Perrot etalon جیسے آلے، اس اصول پر کام کرتے ہیں۔

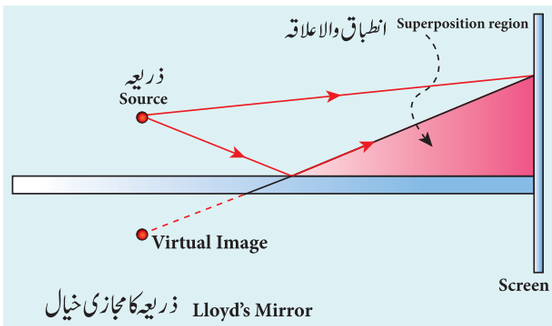


خاکہ 7.9 حدت یا حیطہ کی تقسیم

(iii) ذریعہ اور خیالات (Source and images)

اس طریقہ میں ایک ذریعہ اور اس کا خیال ایک مربوط ذریعہ کی طرح استعمال ہوتا ہے، کیونکہ ذریعہ اور اس کا خیال میں موجیں ارتعاش کی حالت میں مستقل ارتعاش کی حالت کے فرق میں ہوں گے، جیسا کہ خاکہ 7.10 میں دکھایا گیا ہے۔ *Fresnel's biprism* آلہ، دو مجازی ذرائع کو دو مربوط ذرائع کی طرح استعمال کرتا ہے۔ آلہ *Lloyd's mirror* ایک ذریعہ اور اس کے مجازی خیال (خاکہ) کو دو مربوط ذرائع کی طرح استعمال کرتا ہے۔





خاکہ 7.10 ذریعہ اور خیال بطور مربوط ذرائع

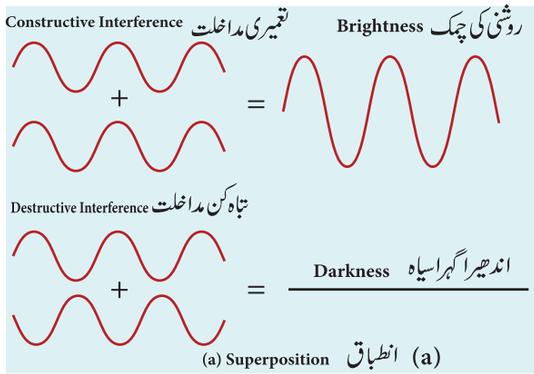
7.3.3 دوہرا پتلا شگاف بطور مربوط ذرائع
(Double slit as coherent sources)

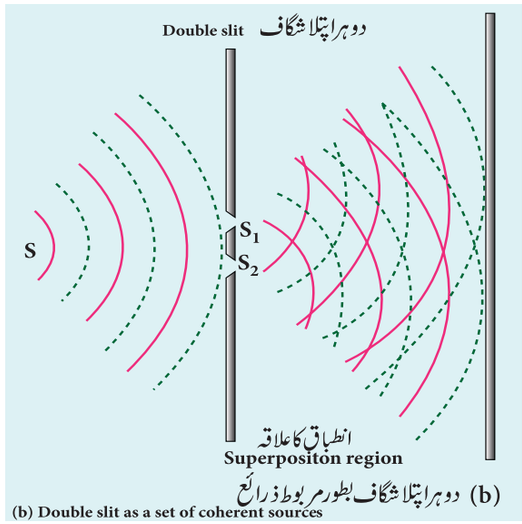
دوہرا پتلا شگاف، محاذِ موج کی تقسیم کے اصول کو استعمال کرتا ہے۔ دو شگافیں S_1 اور S_2 جنہیں اکہرے یک رنگی ذریعہ S سے روشن کیا گیا ہے، مربوط ذرائع کی ایک جوڑی کی طرح عمل کرتے ہیں۔ ان سے موجیں ایک ہی واسطے میں سفر کرتے ہوئے انطباق (superimpose) کرتے ہیں۔ ان سے بننے والی تعمیری اور تباہ کن مداخلت کو خاکہ 7.11(a) میں دکھایا گیا ہے۔ موجوں کے فراز (crest) کو موٹی مسلسل لکیروں سے تعبیر کیا گیا ہے اور نشیب (Trough) کو باریک غیر مسلسل لکیروں سے تعبیر کیا گیا ہے جیسا کہ خاکہ 7.11(b) میں دکھایا گیا ہے۔

وہ نقاط جہاں ایک موج کے فراز دوسری موج کے فراز کے ساتھ ملتے ہیں یا ایک موج کا نشیب دوسرے موج کے نشیب سے ملتا ہے، موجیں ارتعاش کی حالت (in phase) ہوں گے۔ لہٰذا ان نقاط پر ہٹاؤ زیادہ ہوگا اور یہ نقاط گہرے چمک دار دکھائی دیں گے۔ یہ تعمیری مداخلت کی وجہ سے ہے۔

وہ نقاط جہاں ایک موج کے فراز دوسری موج کے نشیب کے ساتھ ملتے ہیں یا ایک موج کا نشیب دوسرے موج کے فراز سے ملتا

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:40 AM





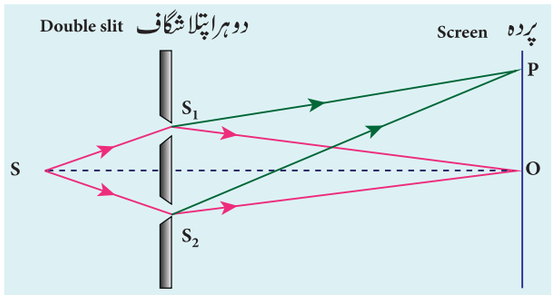
خاکہ 7.11 دوہرے پتلے شگاف کی وجہ سے مداخلت

ہے، موجیں ارتعاش کی حالت سے باہر (out of phase) ہوں گے۔ لہٰذا ان نقاط پر ہٹاؤ کم ہوگا اور یہ نقاط گہرے سیاہ دکھائی دیں گے۔ یہ تباہ کن مداخلت کی وجہ سے ہے۔

پردہ پر روشنی کی حدت متبادل طور پر زیادہ سے زیادہ اور کم سے کم پٹیوں کی طرح دکھائی دیتی ہے، یعنی چمک دار اور گہرے سیاہ پٹیاں ہوتی ہیں جنہیں مداخلتی دھاریاں *(interference fringes)* کہتے ہیں۔

7.3.4 ینگ کا دوہرے پتلے شگاف کا تجربہ
(Young's double slit experiment)

تجربہ کی ترتیب : تھامس ینگ ایک برطانوی طبیعیات دان تھے، جنہوں نے 1801 میں مساوی فاصلہ پر رکھے ہوئے دو پتلے شگافوں S_1 اور S_2 والے ایک غیر شفاف پردہ سے ایک ذریعہ S کی ترتیب دی، جیسا کہ خاکہ 7.12 میں دکھایا گیا ہے۔ ہر ایک شگاف کی چوڑائی 0.03 mm ہے اور وہ دونوں 0.3 mm کے فاصلے پر جدا کئے گئے ہیں۔ چونکہ S سے مساوی فاصلہ پر S_1 اور S_2 ہیں، وہی محاذ موج S_1 اور S_2 پر قطع کرتے ہیں۔ روشنی کی موجیں S_1 اور S_2 ارتعاش کی حالت *(in phase)* میں ہیں۔ لہٰذا S_1 اور S_2 مربوط ذرائع کی طرح عمل کرتے ہیں، جو مداخلت کا نمونہ (interference pattern) حاصل کرنے کے لئے مطلوب ہیں۔



خاکہ 7.12 ینگ کے دوہرے پتلے شگاف کے تجربہ کی ترتیب

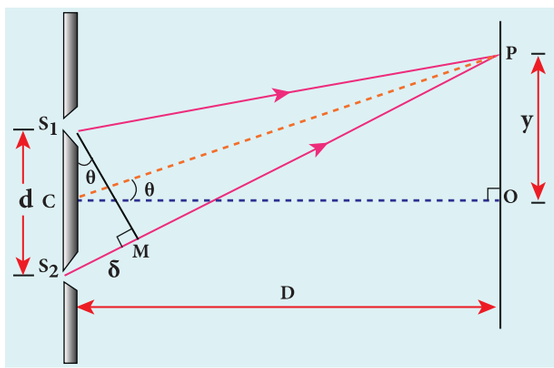
S_1 اور S_2 سے نکلنے والی محاذ موجیں پھیل کر دوہرے شگاف کے باہر دوسری طرف منطبق ہوتی ہیں۔ جب شگاف سے ایک میٹر کے فاصلے پر ایک پردہ رکھا جائے تو متبادل چمک دار اور سیاہ دھاریاں پردہ پر مساوی فاصلہ پر بنتی ہیں۔ ان کو مداخلتی دھاریاں یا پٹیاں کہا جاتا ہے۔ ایک مکبر آنکھ کے عدسہ کے ذریعہ ان دھاریوں کو براہ راست دیکھا جاسکتا ہے۔ S_1 اور S_2 سے نکلنے والی موجیں مساوی فاصلہ طے کر کے ارتعاش کی حالت پر پہنچتی ہیں، جسے پردہ کے مرکزی نقطہ O پر حاصل کیا جاتا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.12 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ دونوں موجیں تعمیری مداخلت کرتی ہیں، جس کے نتیجہ میں O پر ایک روشن دھاری حاصل ہوتی ہے۔ اس کو مرکزی روشن دھاری *(Central bright fringe)* کہتے ہیں۔ جب دونوں میں سے ایک شگاف کو بند کر دیا جاتا ہے تو، دھاریاں غائب ہوجاتی ہیں اور پردہ پر یکساں چمک دکھائی دیتی ہے۔ اس سے یہ پتہ چلتا ہے کہ مداخلت کی وجہ سے پٹیاں یا دھاریاں حاصل ہوتی ہیں۔

راستہ کے فرق کے لئے مساوات
(Equation for path difference)

خاکہ 7.13 میں تجربہ کی ترتیب کا خاکہ پیش کیا گیا ہے۔ فرض کیجئے کہ S_1 اور S_2 دو شگافوں کا درمیانی فاصلہ d ہے، جو مربوط

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:41 AM

روشنی کے ذرائع کی طرح عمل کرتے ہیں، ان کا موجی طول λ ہے۔ دوہرے شگاف کے متوازی D فاصلے پر ایک پردہ رکھا گیا ہے۔ S_1 اور S_2 کا درمیانی فاصلہ C ہے۔ پردہ کے مرکز O کا درمیانی نقطہ S_1 اور S_2 سے مساوی فاصلہ پر ہے۔ O سے y فاصلہ پر P ایک نقطہ ہے۔ S_1 اور S_2 سے نکلنے والی لہریں P پر ارتعاش کی حالت میں یا ارتعاش کے باہر کی حالت میں دو موجوں کے راستہ کے فرق کے مطابق ملتی ہیں۔



خاکہ 7.13 راستہ کا فرق معلوم کرنے کیلئے ینگ کے دوہری شگاف کی ترتیب

نقطہ P پر S_1 اور S_2 سے نکلنے والی روشنی کی لہروں کے لئے راستہ کا فرق δ یہ ہے۔ $\delta = S_2P - S_1P$

راستہ کے فرق کو درست طریقے سے معلوم کرنے کے لئے خط S_2P میں M پر S_1 سے ایک عمود بنایا جاتا ہے۔

$$\delta = S_2P - MP = S_2M \qquad (7.26)$$

C سے نقطہ P پر زاویائی مقام *(angular position)*، θ ہے۔ $\angle OCP = \theta$

خاکہ سے زاویے $\angle OCP$ اور $\angle S_2S_1M$ مساوی ہیں۔

$$\angle OCP = \angle S_2S_1M = \theta.$$

مثلث قائمۃ الزاویہ ΔS_1S_2M میں، روشنی کا فرق $S_2M = d \sin\theta$

$$\delta = d \sin\theta \qquad (7.27)$$

اگر زاویہ چھوٹا ہو تو $\sin\theta = \tan\theta = \theta$ ہے۔

مثلث قائمۃ الزاویہ ΔOCP سے

$$\tan\theta = \frac{y}{D}$$

$$\text{The path difference, } \delta = \frac{d\,y}{D} \qquad (7.28)$$

راستہ کے فرق کے صورت حال کی بنیاد پر، نقطہ P پر روشن یا سیاہ دھاریاں بنیں گی۔

روشن دھاری یا maxima کے لئے شرط

نقطہ P پر تعمیری مداخلت یا روشن دھاری کے لئے شرط یہ ہے۔

راستہ کا فرق $\delta = n\lambda$

جس میں $n = 0, 1, 2, \ldots$

$$\therefore \frac{d\,y}{D} = n\lambda$$

$$y = n\frac{\lambda D}{d} \quad \text{(or)} \quad y_n = n\frac{\lambda D}{d} \qquad (7.29)$$

نقطہ P میں اس شرط پر ایک روشن دھاری بنے گی۔ نقطہ O سے n ویں روشن دھاری کے لئے فاصلہ y_n ہے۔

سیاہ یا گہری دھاری یا *minima* کے لئے شرط

نقطہ P پر تباہ کن مداخلت یا سیاہ دھاری کے لئے شرط یہ ہے۔

راستہ کا فرق $\delta = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$

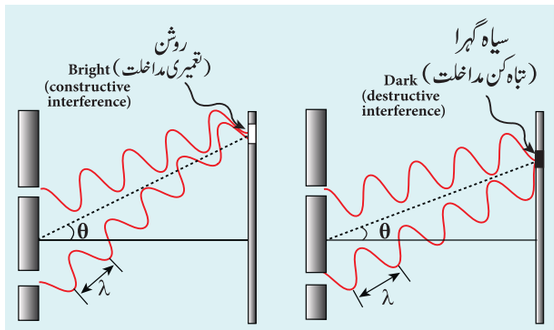
جس میں $n = 1, 2, 3 \ldots$

$$\therefore \frac{d\,y}{D} = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$$

$$y = \frac{(2n-1)}{2}\frac{\lambda D}{d} \text{ (or) } y_n = \frac{(2n-1)}{2}\frac{\lambda D}{d} \qquad (7.30)$$

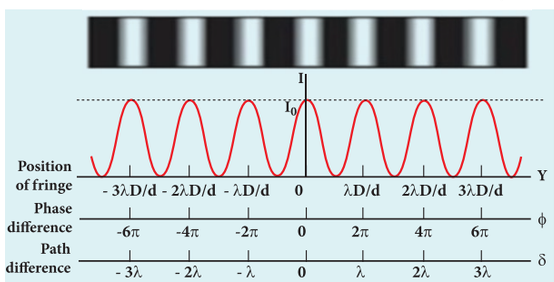
12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:41 AM

نقطہ P میں اس شرط پر ایک گہری یا سیاہ دھاری بنے گی۔ نقطہ O سے n ویں روشن دھاری کے لئے فاصلہ y_n ہے۔ روشن اور سیاہ دھاریوں کے بننے کے عمل کو خاکہ 7.14 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 7.14 روشن اور گہری دھاریوں کا بننا

اس سے یہ پتہ چلتا ہے کہ پردہ کے کسی بھی جانب روشن اور سیاہ متبادل (یک کے بعد دیگر) دھاریاں بنیں گی۔ مرکزی روشن دھاری کو 0 ویں روشن دھاری مانا جائے گا، اس کے بعد پہلی سیاہ اور پہلی روشن دھاری، اس کے بعد دوسری سیاہ اور دوسری روشن دھاری، O کے کسی بھی جانب، اسی طرح بنیں گے، جیسا کہ خاکہ 7.15 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 7.15 مداخلت کے دھاری کا نمونہ

دھاری کی چوڑائی کے لئے مساوات
(Equation for bandwidth)

دو متواتر روشن یا گہری دھاریوں کا درمیانی فاصلہ دھاری کی چوڑائی β *(bandwidth)* کہلاتا ہے۔

O سے متواتر n ویں اور $(n+1)$ ویں روشن دھاریوں کا فاصلہ اس طرح دیا جاتا ہے۔

$$\beta = y_{(n+1)} - y_n = \left((n+1)\frac{\lambda D}{d}\right) - \left(n\frac{\lambda D}{d}\right)$$

$$\beta = \frac{\lambda D}{d} \quad , \quad \beta \text{ روشن کے لئے} \qquad (7.31)$$

اسی طرح، O سے متواتر $(n+1)$ ویں اور n ویں گہرے یا سیاہ دھاریوں کا فاصلہ اس طرح دیا جاتا ہے۔

$$\beta = y_{(n+1)} - y_n = \left(\frac{(2(n+1)-1)}{2}\frac{\lambda D}{d}\right) - \left(\frac{(2n-1)}{2}\frac{\lambda D}{d}\right)$$

$$\beta = \frac{\lambda D}{d} \quad , \quad \beta \text{ سیاہ کے لئے} \qquad (7.32)$$

مساوات (7.31) اور (7.32) سے ہم نے یہ سمجھا کہ روشن اور سیاہ دھاریوں کی چوڑائی یکساں ہے اور یہ دونوں مرکزی روشن دھاری سے مساوی فاصلہ پر کسی ایک جانب پھیلے ہوئے ہیں۔

واضح اور چوڑی مداخلتی دھاریاں حاصل کرنے کے لئے شرائط

Conditions for obtaining clear and broad interference fringes:

(i) جہاں تک ہو سکے، دوہرے شگاف اور پردہ کا درمیانی فاصلہ D زیادہ سے زیادہ ہونا چاہئے۔

(ii) جہاں تک ہو سکے، روشنی کا موجی طول l زیادہ سے زیادہ ہونا چاہئے۔

(iii) جہاں تک ہو سکے، دو شگافوں کا درمیانی فاصلہ d، کم سے کم ہونا چاہئے۔

مثال 7.6

ینگ کے دوہرے شگاف کے تجربہ میں، دو شگاف 0.15 mm دوری پر ہیں۔ روشنی کے ذریعہ کا موجی طول 450 nm ہے۔ شگاف سے پردہ 2m کی دوری پر ہے۔

(a) مرکزی *maximum* سے دوسری روشن دھاری اور تیسری سیاہ دھاری کا فاصلہ معلوم کیجئے۔

(b) شگاف کی چوڑائی معلوم کیجئے۔

(c) اگر پردہ کو شگافوں سے دور کیا جائے تو دھاریوں کے نمونہ میں کیسی تبدیلی واقع ہوگی؟

(d) اگر پوری ترتیب کو پانی میں ڈبویا جائے، جس کا انعطاف نما 4/3 ہو تو، دھاری کی چوڑائی میں کیا فرق پڑے گا؟

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:42 AM

حل :

$d = 0.15 \text{ mm} = 0.15\times 10^{-3} \text{ m}$; $D = 2 \text{ m}$;
$\lambda = 450 \text{ nm} = 450 \times 10^{-9} \text{ m}$; $RI = 4/3$

(a) n ویں روشن دھاری حاصل کرنے کے لئے مساوات

$$y_n = n\frac{\lambda D}{d}$$

دوسری روشن دھاری کا فاصلہ

$$y_2 = 2\times\frac{450\times10^{-9}\times2}{0.15\times10^{-3}}$$

$$y_2 = 12\times10^{-3}\text{m} = 12 \text{ mm}$$

n ویں سیاہ یا گہری دھاری کے لئے مساوات

$$y_n = \frac{(2n-1)}{2}\frac{\lambda D}{d}$$

تیسری سیاہ یا گہری دھاری کا فاصلہ

$$y_3 = \frac{5}{2}\times\frac{450\times10^{-9}\times2}{0.15\times10^{-3}}$$

$$y_2 = 15\times10^{-3}\text{m} = 15 \text{ mm}$$

(b) دھاری کی چوڑائی کے لئے مساوات $\beta = \dfrac{\lambda D}{d}$

بھرتی کرنے پر $\beta = \dfrac{450\times10^{-9}\times2}{0.15\times10^{-3}}$

(c) چونکہ D بڑھتا ہے، دھاری کی چوڑائی بڑھتی ہے۔

$$\beta = \frac{\lambda D}{d} \qquad \text{(or)} \qquad \beta \propto D$$

(d) جب اس ترتیب کو پانی میں ڈبویا جاتا ہے جس کا انعطاف نما 4/3 ہوتو دھاری کی چوڑائی کم ہوجائے گی۔

$$\beta = \frac{\lambda D}{d} \qquad \text{(or)} \qquad \beta \propto \lambda$$

کسی واسطہ میں موجی طول کم ہوجائے گا۔

$$\beta \propto \lambda \quad \text{and} \quad \beta' \propto \lambda'$$

ہم جانتے ہیں کہ $\lambda' = \dfrac{\lambda}{RI}$

$$\frac{\beta'}{\beta} = \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{\lambda/RI}{\lambda} = \frac{1}{RI} \quad \text{(or)} \quad \beta' = \frac{\beta}{RI} = \frac{6\times10^{-3}}{4/3}$$

$$\beta' = 4.5\times10^{-3}\text{m} = 4.5 \text{ mm}$$

7.3.5 سفید روشنی (کثیر رنگی) میں مداخلت
(Interference in white (Polychromatic light))

جب ایک سفید روشنی (کثیر رنگی روشنی) کو مداخلت کے تجربہ میں استعمال کیا جاتا ہے تو مختلف چوڑائی (موٹائی) والی رنگین دھاریاں پردہ پر بنتی ہیں۔ یہ اس لئے کہ مختلف رنگوں کا موجی طول مختلف ہوتا ہے۔ تاہم مرکزی دھاری یا 0 (صفر) ویں دھاری ہمیشہ روشن اور سفید رنگ کی ہوگی، کیوں کہ O پر پڑنے والے تمام رنگوں میں آپس کے راستے کا فرق نہیں ہوتا۔ لہٰذا O پر تمام رنگوں کے لئے صرف تعمیری مداخلت ہی ممکن ہے۔

مثال 7.7

موجی طول 560 nm اور 420 nm رکھنے والی روشنی کی دو شعاعیں ینگ کے دوہری شگاف کے تجربے میں استعمال کی گئی ہیں۔ دونوں موجی طول کی روشن دھاریاں جب انطباق کرتے ہیں تو مرکزی دھاری سے کم سے کم فاصلہ معلوم کیجئے۔ دیا گیا ہے۔ $d = 3\text{mm}$ اور $D=1$ m

حل :

$$\lambda_1 = 560 \text{ nm} = 560\times10^{-9}\text{m}$$

$$\lambda_2 = 420 \text{ nm} = 420\times10^{-9}\text{m}$$

$$D = 1\text{ m};\ d = 3 \text{ mm} = 3\times10^{-3} \text{ m}$$

لہٰذا، دئے گئے y کے لئے n اور λ معکوس تناسب میں ہیں.
یہاں پر طویل طولی موج λ_1 کی n ویں درجہ والی روشن دھاری ، چھوٹے طولی موج λ_2 کی $(n+1)$ ویں درجہ والی روشن دھاری، پر انطباق کرے گی۔

n ویں روشن دھاری کے لئے مساوات $y_n = n\dfrac{\lambda D}{d}$

یہاں پر

$$n\frac{\lambda_1 D}{d} = (n+1)\frac{\lambda_2 D}{d} \qquad (\text{as } \lambda_1 > \lambda_2)$$

$$n\lambda_1 = (n+1)\lambda_2 \,(\text{or})\, \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{(n+1)}{n};\ 1+\frac{1}{n} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$1+\frac{1}{n} = \frac{560\times10^{-9}}{420\times10^{-9}} \quad \text{(or)} \quad 1+\frac{1}{n} = \frac{4}{3}$$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:42 AM

کیا تم جانتے ہو؟

پانی کی سطح پر تیل کی پتلی سطح کے پھیلنے یا صابن کے بلبلوں کی سطح پر مختلف چکاچوند کرنے والے رنگ *(dazzling colours)* پیدا ہوتے ہیں، جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔ بلبلے اور سطح کے اوپری اور نچلے حصوں کے ذریعہ ہونے والے رنگوں کے کثیر انعکاس اور مداخلت کی وجہ سے یہ رنگ پیدا ہوتے ہیں۔ رنگوں کی کیفیت سطح کی جسامت (موٹائی)، انعطاف نما اور روشنی کے زاویہ وقوع پر منحصر ہیں۔

$$\frac{1}{n}=\frac{1}{3}\ \text{(or)}\ n=3$$

لہٰذا λ_1 کی تیسری روشن دھاری اور λ_2 کی چوتھی روشن دھاری ، کم سے کم فاصلہ y پر منطبق ہوں گے۔

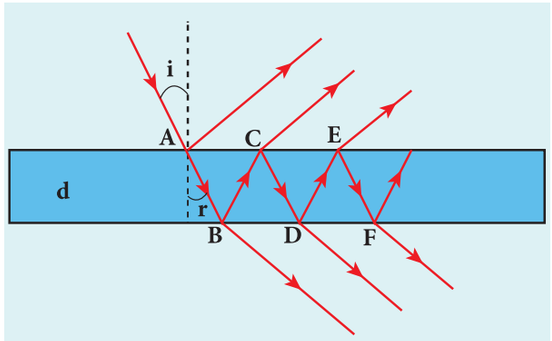
مرکزی دھاری سے وہ کم سے کم فاصلہ جہاں پر دو موجی طول کی روشن دھاریاں منطبق ہوتی ہیں، یہ ہے۔ $y_n = n\frac{\lambda D}{d}$

$$y_n = 3\times\frac{560\times10^{-9}\times1}{3\times10^{-3}} = 560\times10^{-6}\,\text{m}$$

$$y_n = 0.560\times10^{-3}\ \text{m} = 0.560\ \text{mm}$$

7.3.6 پتلی سطحوں میں مداخلت
(Interference in thin films)

فرض کیجئے کہ ایک شفاف شئے سے بنی ایک پتلی سطح (پرت)(film)، جس کا انعطاف نما μ اور d موٹائی (جسامت) ہے، (یہاں پر انعطاف نما کو n نہیں لیا گیا ہے، کیوں کہ یہاں پر n دھاری کے درجہ (ترتیب) کو ظاہر کرتا ہے)۔ روشنی کی ایک متوازی کرن، زاویہ i سے پتلی سطح پر گرائی جاتی ہے، جیسا کہ خاکہ 7.16 میں دکھایا گیا ہے۔ نقطہ وقوع پر موج کو انعکاسی اور انعطافی روشنی نامی دو حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔ انعطافی حصہ جو پتلی سطح کے اندر داخل ہوتا ہے، دوبارہ نچلی سطح پر دو حصوں میں تقسیم ہوتا ہے، ایک حصہ سطح کے باہر خارج ہوتا ہے اور دوسرا حصہ سطح کے اندر انعکاس پاتا ہے۔ اسی طرح مسلسل سطح کے اندر انعکاس اور انعطاف کا عمل واقع ہوتا ہے۔ منعکس روشنی اور ترسیل شدہ روشنی، دونوں میں مداخلت کا عمل واقع ہوتا ہے۔



خاکہ 7.16 پتلی سطحوں (پرتوں) میں مداخلت

ترسیل شدہ روشنی کے لئے (For transmitted light)

ترسیل شدہ روشنی مداخلت پا کر ایک حدت دیتی ہے۔ B اور D سے روشنی کی دو شعاعیں ترسیل پانے والی موجوں کے راستہ کے فرق کو فرض کریں۔ دونوں موجیں ایک ساتھ حرکت کرتی ہیں اور B تک ارتعاش کی حالت میں رہتی ہیں، جہاں پر روشنی منتشر ہوتی ہے۔ وہ افزود راستہ جو D سے ترسیل پایا ہے، وہ پتلی سطح *(film)* کے اندر

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:42 AM

ہے $(BC + CD)$۔ اگر ہم وقوع کو عمود سے قریب لاتے ہیں $(i = 0)$ اور سطح بہت ہی پتلی ہو تو نقاط B اور D ایک دوسرے کے بہت قریب ہوں گے۔ موج سے طے کیا گیا افزود فاصلہ تقریباً پتلی سطح کا دوگنا ہوگا۔ $BC+CD = 2d$۔ چونکہ یہ افزود راستہ انعطاف نما μ کے واسطہ کے اندر سے گزر رہا ہے، بصری راستہ کا فرق *(optical path difference)* یہ ہے۔ $\delta = 2\mu d$

ترسیل شدہ روشنی کی شعاع میں تعمیری مداخلت کے لئے شرط یہ ہے۔

$$2\mu d = n\lambda \qquad (7.33)$$

اسی طرح، ترسیل شدہ روشنی کی شعاع میں تباہ کن مداخلت کے لئے شرط یہ ہے۔

$$2\mu d = (2n-1)\frac{\lambda}{2} \qquad (7.34)$$

منعکس شدہ روشنی کے لئے (For reflected light)

یہ بات تجرباتی اور نظریاتی طور پر ثابت کر دی گئی کہ ایک موج جب ایک لطیف واسطہ سے گزر کر ایک کثیف واسطہ سے منعکس ہوتی ہے تو اس کے ارتعاش کی حالت میں π کا فرق آتا ہے۔ لہٰذا منعکس شدہ روشنی کے لئے مزید راستہ کا فرق $\lambda/2$ فرض کیا گیا ہے۔

روشنی کی ایک شعاع پتلی سطح *(film)* کی اوپری سطح A سے گزر کر C سے خارج ہوتی ہے، اس کے راستہ کے فرق کو فرض کیجئے۔ وہ افزود راستہ جو C سے ترسیل پایا ہے، وہ پتلی سطح *(film)* کے اندر ہے $(AB + CD)$۔ اگر ہم وقوع کو عمود سے قریب لاتے ہیں اور سطح بہت ہی پتلی ہو تو فاصلہ کا اندازہ اس طرح لگایا گیا ہے۔ $AB+BC = 2d$۔ چونکہ یہ افزود راستہ، انعطاف نما μ کے واسطہ کے اندر سے گزر رہا ہے، بصری راستہ کا فرق *(optical path difference)* یہ ہے۔ $\delta = 2\mu d$

منعکس شدہ روشنی کی شعاع میں تعمیری مداخلت کے لئے شرط یہ ہے۔

$$2\mu d + \frac{\lambda}{2} = n\lambda \text{ (or) } 2\mu d = (2n-1)\frac{\lambda}{2} \qquad (7.35)$$

A میں لطیف واسطہ سے کثیف واسطہ پر انعکاس کا عمل ہوتا ہے، اس لئے ارتعاش کی حالت *(phase)* میں π کی تبدیلی ہوتی ہے، اس لئے مزید راستہ کا فرق $\lambda/2$ ہے۔

منعکس شدہ روشنی کی شعاع میں تباہ کن مداخلت کے لئے شرط یہ ہے۔

$$2\mu d + \frac{\lambda}{2} = (2n+1)\frac{\lambda}{2} \text{ (or) } 2\mu d = n\lambda \qquad (7.36)$$

غور کیجئے

اگر شعاع وقوع، عمود سے قریب نہیں ہے، بلکہ زاویہ وقوع i اور زاویہ انعطاف r ہو تو جملہ $2\mu d$ کی جگہ $2\mu d \cos r$ لکھا جائے گا۔

مثال 7.8

انعطاف نما 1.25 رکھنے والی ایک پتلی سطح (پرت) *(Film)* کی کم سے کم موٹائی (جسامت) معلوم کیجئے جو 589 nm موجی طول رکھنے والی روشنی کو تیزی سے منعکس کرتی ہے۔ ضد انعکاس *(anti-reflecting)* کے لئے پتلی سطح کی کم سے کم موٹائی (جسامت) معلوم کیجئے۔

حل :

روشنی کو تیزی سے منعکس کرنے کے لئے، منعکس شدہ موجوں کو تعمیری مداخلت کرنا ہوگا۔ پتلی سطح (پرت) *(film)* کے ذریعہ جاری کردہ کم ترین بصری راستہ کا فرق $\lambda/2$ ہونا چاہئے۔ پتلی پرت کے دونوں سطحوں سے منعکس شدہ موجوں کا بصری راستہ کا فرق $2\mu d$ ہے۔ لہٰذا تیز انعکاس کے لئے $2\mu d = \lambda/2$ (جیسا کہ مساوات 7.35 میں دیا گیا ہے) جس میں $n = 1$ ہے)

دوبارہ لکھنے پر $d = \frac{\lambda}{4\mu}$

بھرتی کرنے پر $d = \frac{589\times10^{9}}{4\times1.25} = 117.8\times10^{-9}$

$d = 117.8\times10^{-9} = 117.8 \text{ nm}$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:43 AM

پرت (Film) کی ضدانعکاسی (anti-reflecting) کے لئے، منعکس شدہ موجوں کو تباہ کن مداخلت کرنا ہوگا۔ پتلی سطح کے ذریعہ جاری کردہ کم ترین بصری راستہ کا فرق λ ہونا چاہئے۔ پتلی پرت کے دونوں سطحوں سے منعکس شدہ موجوں کا بصری راستہ کا فرق $2\mu d$ ہے۔ لہٰذا تیز انعکاس کے لئے $2\mu d = \lambda$ (جیسا کہ مساوات 7.36 میں دیا گیا ہے) جس میں $n = 1$ ہے)

دوبارہ لکھنے پر $d = \frac{\lambda}{2\mu}$

بھرتی کرنے پر $d = \frac{589\times10^{9}}{2\times1.25} = 235.6\times10^{-9}$

$$d = 235.6\times10^{-9} = 235.6 \text{ nm}$$

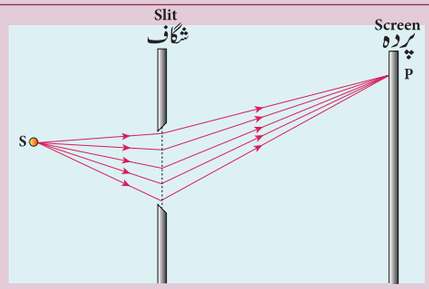
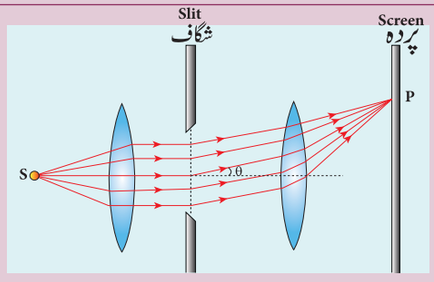
7.4 انکسار (Diffraction)

صوتی موجوں کے علاوہ تمام موجوں میں انکسار کی خصوصیت پائی جاتی ہے۔ ہندسی طور پر سایہ شدہ علاقوں میں نوک دار کناروں سے موجوں کا خم ہونا انکسار *(diffraction)* کہلاتا ہے۔ ہم نے شعاعی بصریات میں پڑھا تھا کہ روشنی خط مستقیم میں سفر کرتی ہے، مگر یہ اس اصول کی خلاف ورزی کرتی ہے۔ مگر انکسار کا عمل اسی وقت واقع ہوتا ہے، جب رکاوٹ کی جسامت کا موازنہ روشنی کے موجی طول کے ساتھ کیا جاتا ہے۔ اسی اصول کی وجہ سے آواز کی موجیں دروازوں، دریچوں، عمارتوں جیسی رکاوٹوں سے انکسار پاتی ہیں۔ آواز کی موجوں کا موجی طول، ان رکاوٹوں کے موجی طول سے بہت زیادہ اور موازنہ کئے جانے کے قابل ہوتا ہے۔ مگر روشنی کا انکسار اسی وقت ہوتا ہے جب رکاوٹ کی جسامت روشنی کے موجی طول کی ترتیب میں ہو۔

7.4.1 Fresnel اور Fraunhofer کے انکسار

ایک محاذِ موج جو انکسار پاتی ہے، اس کے قسم کی بنیاد پر، اسے *Fresnel* اور *Fraunhofer* کے انکسار کی طرح درجہ بندی کی جاتی ہے۔ *Fresnel* اور *Fraunhofer* کے انکسار کے فرق کو جدول 7.1 میں بتایا گیا ہے۔

جدول 7.1 *Fresnel* اور *Fraunhofer* کے انکسار کا فرق

شمار عدد	*Fresnel* کا انکسار	*Fraunhofer* کا انکسار
1	کرّوی یا استوانی محاذِ موج انکسار پاتے ہیں۔	مستوی محاذِ موج انکسار پاتے ہیں۔
2	روشنی کی لہریں ایک محدود فاصلہ کے ذریعہ سے نکلتی ہیں۔	روشنی کی لہریں لامحدود ذریعہ سے نکلتی ہیں۔
3	تجرباتی حالات کے لئے محدب عدسوں کو استعمال نہیں کیا جاتا۔	تجرباتی حالات کے لئے محدب عدسوں کو استعمال کیا جاتا ہے۔
4	مشاہدہ اور تجزیہ کرنے کے لئے مشکل ہوتی ہے۔	مشاہدہ اور تجزیہ کرنے کے لئے آسانی ہوتی ہے۔
5		

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:43 AM

چونکہ *Fraunhofer* کا انکسار مشاہدہ اور تجزیہ کرنے کے لئے آسانی ہوتی ہے، آیئے اس کا مزید مطالعہ کریں۔

7.4.2. اکہرے شگاف سے انکسار
(Diffraction in single slit)

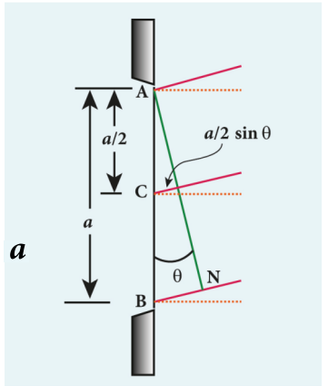
فرض کیجئے کہ روشنی کی ایک متوازی کرن (مستوی محاذِ موج) ایک اکہرے شگاف AB (*single slit*) پر عمودی طور پر چوڑائی *a* کے ساتھ گر رہی ہے، جیسا کہ خاکہ 7.17 میں دکھایا گیا ہے۔ انکسار شدہ کرن، شگاف سے D کے فاصلہ پر ایک پردہ پر گر رہی ہے۔ شگاف کا مرکز C ہے۔ شگاف کی سطح سے عمودی طور پر ایک خط مستقیم C سے گزر کر پردہ کے مرکز O پر آ کر ملتی ہیں۔ مختلف نقطوں سے پہنچنے والی روشنی، شگاف کے ایک نقطہ P پر پہنچ کر، عمود CO کے ساتھ ایک زاویہ θ بناتی ہیں۔

شگاف پر مختلف نقطوں سے پہنچنے والی روشنی کی موجیں (اور دیگر نقطوں پر بھی)، پردہ کے ایک مقام P پر مداخلت کر کے اس کی بالترتیب حدتیں دیتی ہیں۔ نقطہ P ایک ہندسوی سایہ شدہ علاقہ (*geometrically shadowed region*) ہے، وہاں تک مرکزی *maximum*، انکسار کی وجہ سے پھیلا ہوا ہے جیسا کہ خاکہ 7.17 میں دکھایا گیا ہے۔ ہمیں نقطہ P پر مختلف *minima* کے لئے شرائط معلوم کرنا چاہئے۔

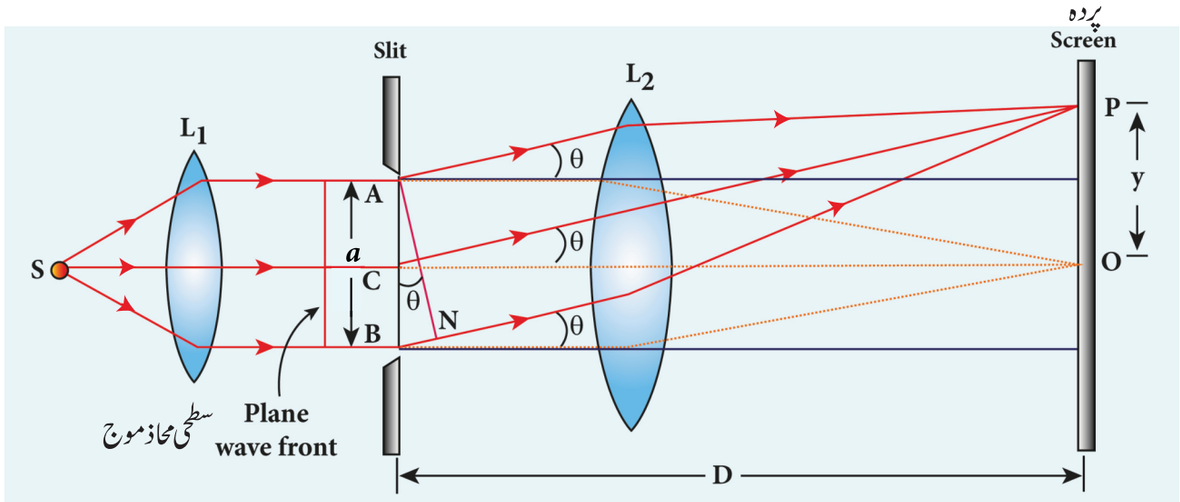
بنیادی خیال یہ ہے کہ شگاف کو مساوی جفت تعداد کے چھوٹے حصوں میں تقسیم کیا جائے۔ اس کے بعد مناسب راستہ کے فرق کے P پر روشنی کو ایسے گرانا چاہئے کہ نقطہ پر minimum حاصل کرنے کے لئے تباہ کن مداخلت کا عمل واقع ہو۔ *maximum* کی وضاحت کے لئے شگاف کو مساوی طاق تعداد کے چھوٹے حصوں میں تقسیم کیا جائے۔

P پر پہلا *minimum* حاصل کرنے کے لئے شرط :

آیئے شگاف AB کو ہم دو مساوی حصوں AC اور CB میں تقسیم کرتے ہیں۔ اب ہر حصہ کی چوڑائی $a/2$ ہے۔ ہمارے پاس شگاف میں مختلف نقاط ہیں جو وہی چوڑائی یعنی $a/2$ سے جدا ہیں، ان کو نظیری نقاط (Corresponding points) کہا جائے گا۔ اس کو خاکہ 7.18 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 7.18 نظیری نقاط



خاکہ 7.17 اکہرے شگاف پر انکسار

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:45 AM

مختلف نظیری نقاط سے نکلنے والی روشنی ایک نقطہ P پر ملتے ہیں اور تباہ کن مداخلت کرتے ہوئے ایک minimum بناتے ہیں۔ ان نظیری نقاط سے آنے والی موجوں کے درمیان راستہ کا فرق δ یہ ہے۔

$$\delta = \frac{a}{2}\sin\theta$$

P پر پہلا minimum حاصل کرنے کے لئے شرط یہ ہے۔

$$\frac{a}{2}\sin\theta = \frac{\lambda}{2}$$

$$a\sin\theta = \lambda \qquad (7.37)$$

P پر دوسرا minimum حاصل کرنے کے لئے شرط :

آیئے شگاف AB کو ہم چار مساوی حصوں میں تقسیم کرتے ہیں۔ اب ہر حصہ کی چوڑائی a/4 ہے۔ ہمارے پاس شگاف میں مختلف نقاط ہیں جو یکساں کی چوڑائی یعنی a/4 سے جدا ہیں، ان کو نظیری نقاط (Corresponding points) کہا جائے گا۔

مختلف نظیری نقاط سے نکلنے والی روشنی ایک نقطہ P پر ملتے ہیں اور تباہ کن مداخلت کرتے ہوئے ایک minimum بناتے ہیں۔ ان نظیری نقاط سے آنے والی موجوں کے درمیان راستہ کا فرق δ یہ ہے۔

$$\delta = \frac{a}{4}\sin\theta.$$

P پر دوسرا minimum حاصل کرنے کے لئے شرط یہ ہے

$$\frac{a}{4}\sin\theta = \frac{\lambda}{2}$$

$$a\sin\theta = 2\lambda \qquad (7.38)$$

P پر تیسرا minimum حاصل کرنے کے لئے شرط :

اسی طرح تیسرا minimum حاصل کرنے کے لئے شگاف AB کو ہم چھ مساوی حصوں میں تقسیم کرتے ہیں۔ P پر تیسرا minimum حاصل کرنے کے لئے شرط یہ ہے۔

$$\frac{a}{6}\sin\theta = \frac{\lambda}{2}$$

$$a\sin\theta = 3\lambda \qquad (7.39)$$

P پر n واں minimum حاصل کرنے کے لئے شرط :

شگاف کو ہم 2n مساوی جفت حصوں میں تقسیم کرتے ہیں۔ اس سے روشنی ایک نظیری نقطے ایک دوسرے کے ساتھ منسوخ کرتے ہیں۔

P پر n واں minimum حاصل کرنے کے لئے شرط یہ ہے۔

$$\frac{a}{2n}\sin\theta = \frac{\lambda}{2}$$

$$a\sin\theta = n\lambda \qquad (7.40)$$

جس میں ... n = 1,2,3, کم ترین انکسار کی ترتیب (درجہ) ہے۔

maxima کے لئے شرط

maxima کے نقاط کے لئے ، شگاف کو طاق تعداد میں مساوی حصوں میں تقسیم کرنا چاہئے، اس طرح سے کہ ایک حصہ، منسوخ نہ ہو (remains uncancelled)، تاکہ نقطہ P روشن ہو۔

پہلے maximum کے لئے شرط

$$\frac{a}{3}\sin\theta = \frac{\lambda}{2} \text{ (or) } a\sin\theta = \frac{3\lambda}{2} \qquad (7.41)$$

دوسرے maximum کے لئے شرط

$$\frac{a}{5}\sin\theta = \frac{\lambda}{2} \text{ (or) } a\sin\theta = \frac{5\lambda}{2} \qquad (7.42)$$

تیسرے maximum کے لئے شرط

$$\frac{a}{7}\sin\theta = \frac{\lambda}{2} \text{ (or) } a\sin\theta = \frac{7\lambda}{2} \qquad (7.43)$$

اسی طرح nویں maximum کے لئے شرط

$$a\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2} \ (n^{\text{th}} \text{ maximum}) \qquad (7.44)$$

جس میں .... n = 0,1,2,3, زیادہ سے زیادہ انکسار کی ترتیب (درجہ) ہے۔

مرکزی maximum، صفری ترتیب کا maximum کہلاتا ہے۔ maximum حدت کے نقاط، متواتر minima کے درمیانی راستہ میں پائے جاتے ہیں۔

غور کیجئے

یہاں پر $\sin\theta$، مرکزی خط سے پھیلنے والے انکسار کے زاویہ کو ظاہر کرتا ہے۔ اوپر کی مساوات میں ہم $\sin\theta$ کی جگہ $\frac{y}{D}$ تبدیل کرسکتے ہیں۔ چونکہ θ بہت ہی چھوٹا ہے، اس لئے یہ ممکن ہے۔ اب ہم اس طرح اندازہ لگا سکتے ہیں۔ $\sin\theta = \tan\theta = \frac{y}{D}$ جس میں y ، پردہ اور اس کے مرکز سے minimum یا maximum کا مقام ہے اور D شگاف اور پردہ کے درمیان کا فاصلہ ہے۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:46 AM

مثال 7.9

500 nm موجی طول رکھنے والی روشنی، 0.2 mm والے ایک شگاف (Slit) سے گزرتی ہے۔ 60 cm کے فاصلے پر انکسار کا خیال حاصل ہوتا ہے۔ معلوم کیجئے۔

(a) مرکزی maximum کا زاویائی پھیلاؤ

(b) مرکزی maximum اور دوسرے minimum کا فاصلہ

حل :

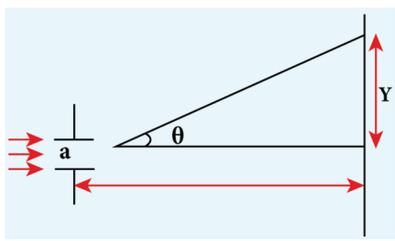
$$\lambda = 500 \text{ nm} = 500\times10^{-9} \text{ m}$$

$$a = 0.2 \text{ mm} = 0.2\times10^{-3} \text{ m}$$

$$D = 60 \text{ cm} = 60\times10^{-2} \text{ m}$$

(a) کم ترین انکسار کے لئے مساوات $a \sin\theta = n\lambda$

مرکزی maximum، پہلے minimum تک پھیلا ہوا ہے۔ لہٰذا $n = 1$ ہے۔



دوبارہ لکھنے پر $\sin\theta = \frac{\lambda}{a}$ (or) $\theta = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{a}\right)$

تبدیل کرنے پر

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{500\times10^{-9}}{0.2\times10^{-3}}\right) = \sin^{-1}\left(2.5\times10\right)^{-3}$$

$$\theta = 0.0025 \text{ rad}$$

(b) مرکزی maximum سے y_1 کی قیمت معلوم کرنے کے لئے، جو (n=1) کے ساتھ پہلے minimum کے لئے پھیلا ہوا ہے۔

$$a \sin\theta = \lambda$$

چونکہ θ بہت ہی چھوٹا ہے، $\sin\theta \approx \tan\theta = \frac{y_1}{D}$

$$a\frac{y_1}{D} = \lambda \quad \text{دوبارہ لکھنے پر} \quad y_1 = \frac{\lambda D}{a}$$

بھرتی کرنے پر

$$y_1 = \frac{500\times10^{-9}\times60\times10^{-2}}{0.2\times10^{-3}} = 1.5\times10^{-3} = 1.5 \text{ mm}$$

(n=2) کے ساتھ دوسرے minimum کے لئے y_2 کی قیمت معلوم کرنا $(n = 2)$,

$$a \sin\theta = 2\lambda$$

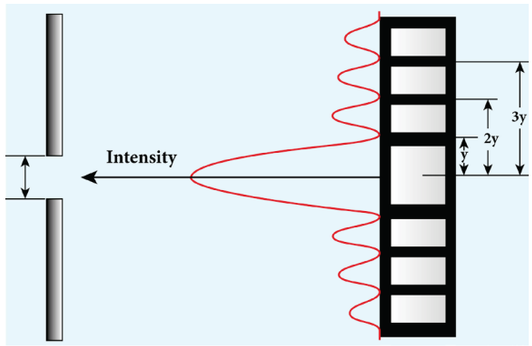
$$a\frac{y_2}{D} = 2\lambda \quad \text{دوبارہ لکھنے پر} \quad y_2 = \frac{2\lambda D}{a}$$

بھرتی کرنے پر

$$y_2 = \frac{2\times500\times10^{-9}\times60\times10^{-2}}{0.2\times10^{-3}} = 3\times10^{-3} = 3 \text{ mm}$$

مرکزی maximum اور دوسرے minimum کا درمیانی فاصلہ $y_2 - y_1$ ہے۔

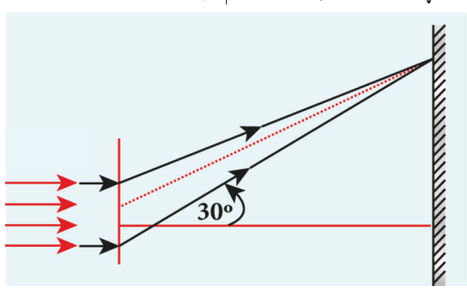
$$y_2 - y_1 = 3 \text{ mm} - 1.5 \text{ mm} = 1.5 \text{ mm}$$



غور کیجئے: اوپر کے حسابات یہ بتاتے ہیں کہ اکہرے شگاف سے نکلے ہوئے انکسار کے نمونہ میں maxima کی مساوی چوڑائی پائی جاتی ہے۔ چونکہ یہ مرکز سے دونوں جانب پھیلا ہوا ہے، اس لئے صرف مرکزی maximum کی چوڑائی دوہری ہوجاتی ہے۔ مگر اعلیٰ ترتیب والے انکساری دھاریوں (higher order diffraction fringes) کے لئے حدت (intensity) فوری طور پر گرتے رہتی ہے۔

مثال 7.10

5000 A° موجی طول والی یک رنگی روشنی، اکہرے شگاف سے گزر کر مرکزی maximum کے لئے انکسار کے نمونے دیتی ہے۔ شگاف کی چوڑائی معلوم کیجئے۔



12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:46 AM

Solution **حل :**

$\lambda = 5000\ \text{Å} = 5000\times10^{-10}$ m; $\sin 30^\circ = 0.5$; $n = 1$; a =?

انکسار کے لئے مساوات minimum

$$a\sin\theta = n\lambda$$

مرکزی maximum پہلے minimum تک پھیلی ہوئی ہے۔ $n = 1$

دوبارہ لکھنے پر $$a = \frac{\lambda}{\sin\theta}$$

تبدیل کرنے پر $$a = \frac{5000\times10^{-10}}{0.5}$$

$$a = 1\times10^{-6}\,\text{m} = 0.001\times10^{-3}\,\text{m} = 0.001\,\text{mm}$$

7.4.3 پہلے minimum پر تبادلہ خیال
(Discussion on first minimum)

اکہرے شگاف کے انکسار میں پہلے minimum کے لئے مساوات $a\sin\theta = \lambda$ ہے۔ انکسار کے نمونے میں پہلے minimum کے لئے زاویہ کا پھیلاؤ $\sin\theta = \frac{\lambda}{a}$ ہے۔ ان پہلے minima کے درمیان مرکزی maximum پایا جاتا ہے، جو دونوں کے درمیان پایا جاتا ہے۔ ہم مرکزی maximum پر اس طرح تبادلہ خیال کریں گے۔

(i) اگر $a<\lambda$، ہوتو $\sin\theta > 1$، جو ناممکن ہے۔ لہٰذا انکسار واقع نہیں ہوتا۔

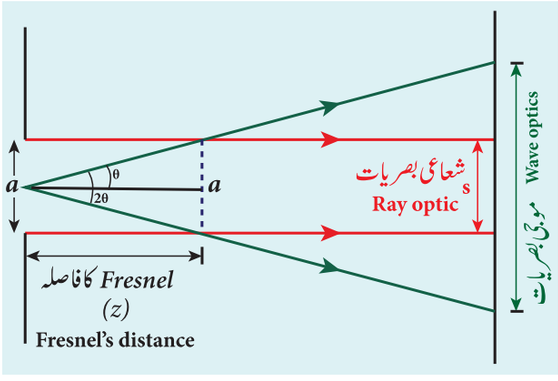
(ii) اگر $a = \lambda$ ہوتو $\sin\theta = 1$۔ پہلا minimum، $\theta = 90^\circ$ پر واقع ہوگا۔ لہٰذا مرکزی maximum پورے طور پر ہندسی سایہ دار علاقے (geometrically shadowed region) تک پھیلے گا، جس سے انکسار شدہ روشنی 90° تک ختم ہوگی۔

(iii) اگر $a > \lambda$ ہو اور λ کے ساتھ موازنہ کے قابل ہو، فرض کریں کہ $a = 2\lambda$، تو $\sin\theta = \frac{1}{2}$ یا $\theta = 30^\circ$ ۔ ایک پیمائش کئے جانے کے قابل پھیلاؤ (measurable spread) پر ہی انکسار واقع ہوگا۔ لہٰذا یہ نتیجہ حاصل کیا جاتا ہے کہ انکسار کے نمونے حاصل کرنے کے لئے شگاف (slit) کی چوڑائی a ، روشنی کے موجی طول λ سے بعض گنا زیادہ چوڑی ہونی چاہئے۔

(iv) اگر $a >> \lambda$ ہوتو $\sin\theta << 1$، یعنی پہلا minimum ، خود شگاف کی چوڑائی کے اندر ہی پڑتی ہے۔ لہٰذا، انکسار کے اثر کا مشاہدہ نہیں ہوگا۔

7.4.4 Fresnel کا فاصلہ (Fresnel's distance)

انکسار کے عمل میں، روشنی کا خط مستقیم میں سفر کرنے کے اصول کی خلاف ورزی ہوتی ہے۔ مگر روشنی کے ختم ہونے کا عمل اُس وقت تک دکھائی نہیں دیتا جب تک کہ انکسار شدہ شعاع، شگاف سے فاصلہ z سے گزر کر مرکزی maximum کو پار نہ کر جائے، جیسا کہ خاکہ 7.19 میں دکھایا گیا ہے۔ لہٰذا وہ فاصلہ جہاں تک شعاعی بصریات تابع ہے، اور اس فاصلہ کے بعد شعاعی بصریات تابع نہیں ہوتا، بلکہ وہ ایک معنی خیز (significant) بن جاتا ہے، Fresnel کا فاصلہ کہلاتا ہے۔



خاکہ 7.19 Fresnel کا فاصلہ

پہلے minimum کے لئے انکسار کی مساوات یہ ہے۔

$$\sin\theta = \frac{\lambda}{a}\ ;\ \text{اگر}\ \theta\ \text{چھوٹا ہوتو}\ \theta = \frac{\lambda}{a}$$

Fresnel کے فاصلہ کی وضاحت سے $2\theta = \frac{a}{z}$ (or) $\theta = \frac{a}{2z}$

θ کے لئے دونوں مساوات کو مساوی بنانے پر $\frac{\lambda}{a} = \frac{a}{2z}$

دوبارہ ترتیب دینے پر ہمیں Fresnel کا فاصلہ z اس طرح حاصل ہوتا ہے۔

$$z = \frac{a^2}{2\lambda} \qquad (7.45)$$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:47 AM

مثال 7.11

500 nm موجی طول والی روشنی 0.5 mm چوڑائی والے ایک شگاف سے گزر رہی ہے۔ وہ فاصلہ محسوب کیجئے جہاں پر شعاعی بصریات اس روشنی کے لئے بہتر اندازہ دیتی ہے (تابع ہے)۔

حل :

$$a = 0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\lambda = 500 \text{ nm} = 500 \times 10^{-9} \text{ m};\ z = ?$$

Fresnel's کے فاصلہ کی مساوات $z = \frac{a^2}{2\lambda}$

بھرتی کرنے پر

$$z = \frac{(5\times10)^{-4\ 2}}{2\times500\times10^{-9}} = \frac{25\times10^{-8}}{1\times10^{-6}} = 0.25 \text{ m}$$

$$z = 0.25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

7.4.5 مداخلت اور انکسار کے درمیان فرق

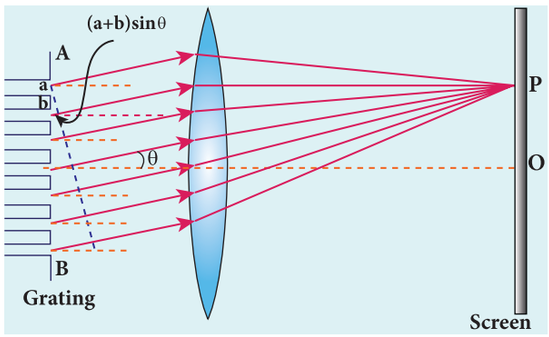
(Difference between interference and diffraction)

چونکہ مداخلت اور انکسار دونوں خصوصیات روشنی کی موجی فطرت کو ظاہر کرتے ہیں، اس لئے ان کے درمیان فرق کرنا مشکل ہے۔ روشنی کی مداخلت پردہ پر صرف *maxima* اور *minima* پیدا کرتی ہے۔ روشنی کا انکسار روشنی کو ہندسی سایہ دار علاقہ *(geometrically shadowed region)* میں پھیلاتا ہے۔ مداخلت میں انطباق کو اہمیت دی جاتی ہے، جب کہ انکسار میں روشنی کے خم ہونے کو اہمیت دی جاتی ہے۔ نمونہ کے ظاہر ہونے کی بنیاد پر مداخلت اور انکسار کے درمیان فرق کو جدول 7.2 میں پیش کیا گیا ہے۔

7.4.6 انکساری جالی سے انکسار

(Diffraction in grating)

ایک انکساری جالی *(grating)* میں انکسار ہونے والی روشنی کے موجی طول کے مطابق مساوی چوڑائی کے کثیر تعداد میں شگاف *(slits)* ہوتے ہیں۔ ایک انکساری جالی ایک مستوی سطح کی شفاف تختی ہوتی ہے، جس میں غیر شفاف لکیریں بنائی جاتی ہیں۔ ایک جدید تجارتی انکساری جالی میں 6000 لکیریں فی سم میں بنائی جاتی ہیں۔ ان لکیروں کے درمیان کی شفاف سطح، شگاف کا کام کرتی ہیں، جن کی چوڑائی a ہوتی ہے اور لکیریں بطور رکاوٹ *(obstacle)* کا کام کرتی ہیں جن کی چوڑائی b ہوتی ہے۔ ایک لکیر اور ایک شگاف کی چوڑائی، انکساری جالی کا عنصر *(grating element)* کہلاتی ہے۔ $(e = a + b)$۔ شگاف میں موجود نقاط، *grating element* کے فاصلے (چوڑائی) کے مطابق جدا کئے گئے ہیں، انہیں نظیری نقاط *(corresponding points)* کہتے ہیں۔



خاکہ 7.20 انکساری جالی کے ذریعہ انکسار کا تجربہ

خاکہ 7.20 میں ایک مستوی انکساری جالی AB کو ظاہر کیا گیا ہے۔ فرض کیجئے کہ λ موجی طول والی ایک یک رنگی روشنی مستوی محاذِ موج *(wavefront)*، انکساری جالی پر پڑتی ہے۔

جدول 7.2 مداخلت اور انکسار کے درمیان فرق

شمار عدد	مداخلت (Interference)	انکسار (Diffraction)
1	مساوی فاصلہ والے روشن اور سیاہ (گہری) دھاریاں پائی جاتی ہیں	دیگر دھاریوں کی بہ نسبت مرکزی دھاری کی دوہری جسامت ہوتی ہے
2	تمام روشن دھاریوں کے لئے مساوی حدت ہے۔	اعلیٰ ترتیب (درجہ) والی دھاریوں میں حدت فوری کم ہوتی ہے۔
3	کثیر تعداد کی دھاریاں حاصل ہوتی ہیں۔	کم تعداد میں دھاریاں حاصل ہوتی ہیں۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:47 AM

چونکہ شگاف کی چوڑائی اور موجی طول میں مطابقت پائی جاتی ہے، اس لئے روشنی کے ذریعہ انکسار کا عمل واقع ہوگا۔

پردہ پر انکسار کا نمونہ (خیال) حاصل ہوتا ہے، جس کو ایک محدب عدسہ کے ذریعہ مرکوز کر کے انکساری موجود کو دیکھا جا سکتا ہے۔ فرض کریں کہ ایک نقطہ P، جس کا زاویہ θ ہو، اس کے ساتھ انکساری جالی اور پردہ کے درمیان میں ایک عمود بنایا جائے۔ انکسار شدہ موجوں کی ایک جوڑی اور اس کے متصل نقطوں کے درمیان راستہ کا فرق δ ہے۔

$$\delta = (a + b)\sin\theta \qquad (7.46)$$

یہ راستہ کا فرق کسی بھی متصل نظیری نقطے کے لئے یکساں ہوگا۔ پردہ پر نقطہ P اس وقت *maximum* ہوگا، جب

$$\delta = m\,\lambda \text{ where } m = 0, 1, 2, 3 \qquad (7.47)$$

اوپر کی دونوں مساوات کو جمع کرنے پر ہمیں اس طرح حاصل ہوتا ہے

$$(a + b)\sin\theta = m\,\lambda \qquad (7.48)$$

یہاں پر m کو انکسار کے *maximum* کی ترتیب (درجہ) کہا جاتا ہے۔

P کے لئے صفر واں *maximum* حاصل کرنے کے لئے شرط، $m = 0$؛

یہاں پر $(a+b)\sin\theta = 0$، چنانچہ $\sin\theta = 0$۔ اسے صفر واں انکسار یا مرکزی *maximum* کہتے ہیں۔ یہ صفر زاویہ پر واقع ہوتا ہے۔

P کے لئے پہلا *maximum* حاصل کرنے کے لئے شرط، $m = 1$؛

یہاں پر $(a+b)\sin\theta_1 = \lambda$، چنانچہ $\sin\theta = 0$۔ زاویہ θ_1 پر پہلا *maximum* حاصل ہوتا ہے۔

P کے لئے دوسرا *maximum* حاصل کرنے کے لئے شرط، $m = 2$؛ یہاں پر $(a+b)\sin\theta_2 = 2\lambda$، چنانچہ $\sin\theta = 0$۔ زاویہ θ_2 پر دوسرا *maximum* حاصل ہوتا ہے۔

P کے لئے m واں *maximum* حاصل کرنے کے لئے شرط،

مرکزی *maximum* کے کسی بھی طرف، مختلف زاویوں کے مقامات سے اعلیٰ درجہ کے انکساری *maxima* حاصل ہوتے ہیں۔

اگر ہم اس طرح لیں

$$N = \frac{1}{a+b} \qquad (7.49)$$

تو N ، فی اکائی چوڑائی میں موجود انکساری جالی کے عناصر (*grating elements*) کی تعداد کو ظاہر کرے گا۔ عام طور پر یہ عدد انکساری جالی پر لکھا ہوتا ہے۔ اب یہ مساوات اس طرح ہو جائے گی

$$\frac{1}{N}\sin\theta = m\lambda \text{ (or) } \sin\theta = N\,m\,\lambda \qquad (7.50)$$

غور کیجئے

طلباء اس بات کی ذہن نشیں کر لیں کہ اکہرے شگاف کے تجربے میں n کو *minimum* کے درجہ کے طور پر لیتے ہوئے، *minimum* حاصل کرنے کی شرط کا ضابطہ $a \sin\theta = n\lambda$ ہوگا۔ مگر انکساری جالی کے تجربہ میں m کو بطور انکسار کی ترتیب لیتے ہوئے، *maximum* کے لئے شرط کا ضابطہ $\sin\theta = Nm\lambda$ ہوگا۔

مثال 7.12

ایک انکساری جالی میں 4000 شگافیں فی سمر پائی جاتی ہیں۔ اس سے ایک یک رنگی روشنی گزاری جاتی ہے۔ 30° پر دوسرے درجہ کا انکساری *maximum* حاصل ہوتا ہے۔ استعمال کردہ روشنی کا موجی طول کیا ہوگا؟

حل :

لکیروں (شگافوں) کی تعداد $= 4000\ \text{cm}^{-1}$; $m = 2$;

$\theta = 30°$; $\lambda = ?$

فی اکائی طول میں لکیروں کی تعداد

$$N = \frac{4000}{1\times10^{-2}} = 4\times10^{5}\ \text{m}^{-1}$$

انکساری جالی کے ذریعہ انکساری maximum حاصل کرنے کے لئے مساوات $\sin\theta = Nm\lambda$

دوبارہ ترتیب دینے پر $\lambda = \dfrac{\sin\theta}{Nm}$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:48 AM

بھرتی کرنے پر

$$\lambda = \frac{\sin 30^\circ}{4\times10^5\times2} = \frac{0.5}{4\times10^5\times2}$$
$$= \frac{1}{2\times4\times10^5\times2} = \frac{1}{16\times10^5}$$

$$\lambda = 6250\times10^{-10}\,\text{m} = 6250\ \text{Å}$$

مثال 7.13

500 nm موجی طول رکھنے والی ایک یک رنگی روشنی، ایک انکساری جالی سے ٹکرا کر 30° پر چوتھے درجہ کا maximum بناتی ہے۔ فی سمر میں موجود شگافوں (لکیروں) کی تعداد معلوم کیجئے۔

حل :

$\lambda = 500\ \text{nm} = 500\times10^{-9}\ \text{m};\ m = 4;$

$\theta = 30^\circ;$? = فی سمر میں موجود لکیروں کی تعداد

انکساری جالی میں انکسار کا *maximum* حاصل کرنے کے لئے مساوات $\sin\theta = Nm\lambda$

دوبارہ ترتیب دینے پر $N = \frac{\sin\theta}{m\lambda}$

بھرتی کرنے پر

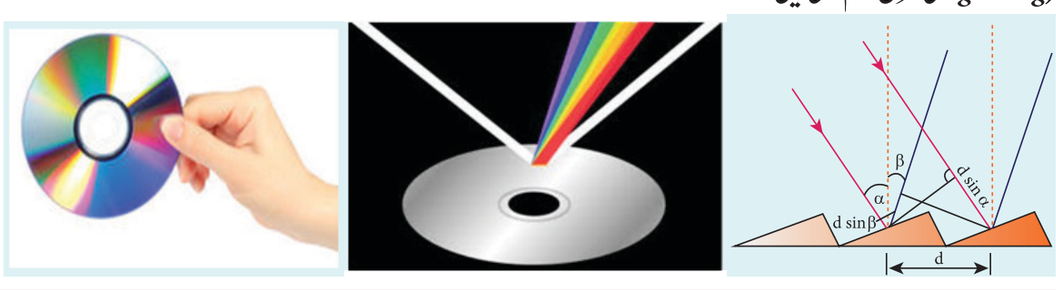
$$N = \frac{0.5}{4\times500\times10^{-9}}$$
$$= 2.5\times10^5\ \text{m}^{-1}$$
$$= 2.5\times10^3\ \text{cm}^{-1}$$

7.4.7 یک رنگی روشنی کا موجی طول معلوم کرنے کے لئے تجربہ
(Experiment to determine the wavelength of monochromatic light)

ایک مستوی ترسیلی انکساری جالی *(plane transmission grating)* کی مدد سے طیف کی لکیروں *(spectral line)* کے موجی طول کو بالکل درست معلوم کر سکتے ہیں۔ اس کے لئے ہمیں طیف نما *(spectrometer)* چاہئے (7.6.6 ملاحظہ کیجئے)۔ ابتدائی ترتیب کے بعد جس یک رنگی روشنی کا موجی طول معلوم کرنا ہو، اس کو متوازی شعاعیں پیدا کرنے کے لئے *Collimator* کے ذریعہ شگاف میں داخل کیا جائے۔ ایک دوربین *(telescope)* کو *collimator* کے ساتھ سیدھا قائم کیا جائے، تاکہ شگاف سے روشنی کے خیال کو دیکھا جا سکے۔ منشور کی میز پر دی گئی انکساری جالی کو اس طرح ثبت کیا جائے کہ اس کی مستوی سطح *collimator* سے آنے والی روشنی کی شعاعوں کے عمود میں ہو۔ دوربین کو ایک طرف گھمایا جائے یہاں تک کہ شگاف کے پہلی درجہ کا خیال دیکھا جا سکے۔ دوربین کے مقام کی نگارش کو نوٹ کر لیں۔

اسی طرح دوسری طرف پہلے درجہ کے انکسار کے خیال کو معلوم کریں۔ دوربین کے مقام کی نگارش کو نوٹ کر لیں۔ دونوں نگارشوں کا درمیانی فرق 2θ ہے۔ اس کی نصف قیمت θ ہے۔ پہلے درجہ کے *maximum* کو خاکہ 7.21 میں دکھایا گیا ہے۔ روشنی کے موجی طول کو اس مساوات کے ذریعہ معلوم کیا جاتا ہے۔

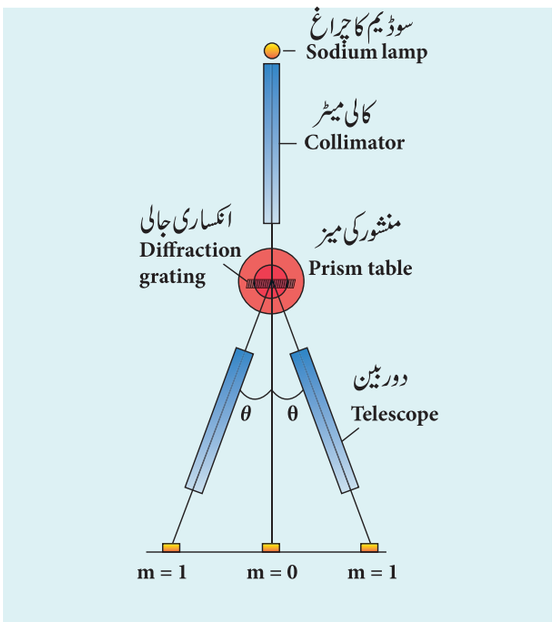
ایک CD (دابی ہوئی ٹکیہ) ہمیشہ رنگین دکھائی دیتی ہے۔ جس طرف سے CD پڑھی یا لکھی جاتی ہے، اس طرف چمک دار دکھائی دیتی ہے۔ اس میں بے شمار تنگ دائری لکیریں ہوتی ہیں، جو روشنی کے موجی طول کے موازنہ کے قابل ہوتی ہے۔ لہٰذا سفید روشنی اس میں گر کر انعکاس کرنے کے لئے رنگین دکھائی دیتی ہے۔ اس کی لکیریں *(tracks)* منعکس انکساری جالی *(reflecting grating)* کی طرح کام کرتی ہیں۔



12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:48 AM

$$\lambda = \frac{\sin\theta}{Nm} \qquad (7.51)$$

یہاں پر N فی میٹر انکساری جالی *(grating)* میں موجود لکیروں کی تعداد کو اور m انکسار کے خیال کے درجہ کو ظاہر کرتا ہے۔



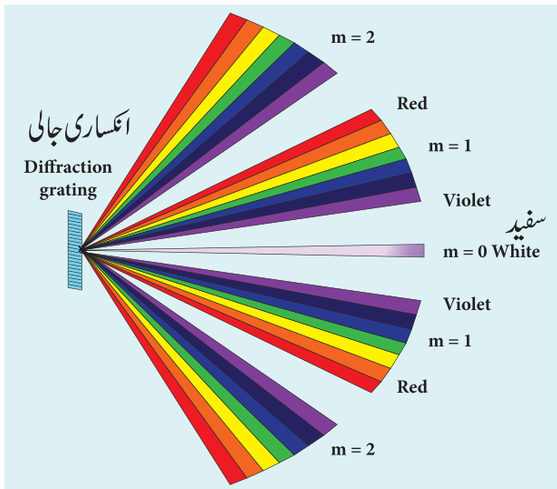
خاکہ 7.21 انکساری جالی کی مدد سے موجی طول معلوم کرنا

7.4.8 مختلف رنگوں کے موجی طول کو معلوم کرنا
(Determination of wavelength of different colours)

سفید روشنی کے انکساری نمونہ میں، ایک سفید مرکزی *maximum* اور اس کے دونوں جانب مسلسل رنگین انکساری نمونہ پایا جاتا ہے۔ چونکہ مرکز میں راستہ کے فرق کے بغیر تمام رنگ ایک ساتھ ملتے ہیں، اس لئے مرکزی *maximum* سفید دکھائی دیتا ہے۔ جیسے جیسے θ بڑھتا ہے، بنفشی رنگ سے سرخ رنگ تک کے مختلف درجوں کے *maxima* کی شرط کو راستہ کا فرق *(path difference)* پورا کرتا ہے۔ یہ مرکزی *maximum* کے کسی ایک جانب بنفشی رنگ سے سرخ رنگ تک کے انکساری نمونے بناتا ہے جیسا کہ خاکہ 7.22 میں دکھایا گیا ہے۔ انکسار کے مختلف درجوں کے لئے زاویہ کی پیمائش کر کے اور دئے گئے ضابطہ کو استعمال کر کے مختلف رنگوں کا طول موج معلوم کر سکتے ہیں۔ (7.51)

$$\lambda = \frac{\sin\theta}{Nm}$$

یہاں پر N فی میٹر انکساری جالی *(grating)* میں موجود لکیروں کی تعداد کو اور m انکسار کے خیال کے درجہ کو ظاہر کرتا ہے۔



خاکہ 7.22 سفید روشنی کے ذریعہ انکسار

7.4.9 جزئیات نگاری (تحلیلی طاقت) (Resolution)

انکسار کا اُلٹا اثر، اس سے بننے والے خیال کی درستگی *(sharpness)* پر پڑتا ہے۔ شئے کے ہر ایک نقطہ کے خیال میں مرکزی *maximum* بنتا ہے، شئے کا ہر ایک نقطہ، ایک ذریعہ *(Source)* کی طرح کام کرتا ہے۔ ایک مستطیل شگاف سے حاصل کردہ مرکزی *maximum* یا پہلا *minimum* کے لئے شرط اس مساوات سے دی گئی ہے (7.37)۔

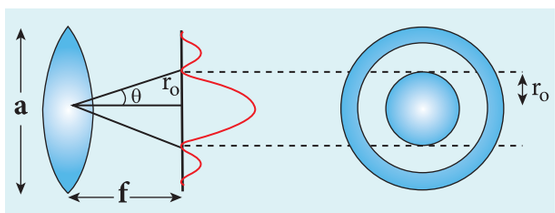
$$a \sin\theta = \lambda$$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:49 AM

مگر ایک دائری شگاف (درز)، انکسار کے دوران ہم مرکزی دائرے بناتا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.23 دیا گیا ہے۔ ان کو *Airy's discs* کہتے ہیں۔ اکثر بصری آلے، دائری شگافوں ہی سے خیال پیدا کرتے ہیں۔ ایک دائری شگاف سے حاصل کردہ مرکزی *maximum* (یا پہلے *minimum*) کے لئے شرط اس مساوات سے دی گئی ہے ۔

$$a \sin\theta = 1.22\,\lambda \qquad (7.52)$$

یہاں پر دائری شگاف سے بننے والے مرکزی *maximum* یا پہلے *minimum* کے لئے ہندسی قیمت 1.22 بتائی گئی ہے۔ یہ اعلیٰ حسابات ہیں، جن کا ذکر یہاں نہیں کیا گیا ہے۔



خاکہ 7.23 airy's discs (ایری کی ٹکیہ)

چھوٹے زاویوں کے لئے, $\sin\theta \approx \theta$ تو اوپر کی مساوات اس طرح بن جاتی ہے۔

$$a\,\theta = 1.22\,\lambda$$

دوبارہ لکھنے پر

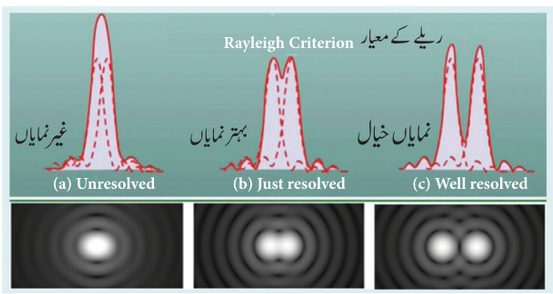
$$\theta = \frac{1.22\lambda}{a} \qquad (7.53)$$

شکل سے $\theta = \frac{r_0}{f}$

مساوات (7.53) میں θ کی قیمت بھرتی کرکے دوبارہ ترتیب دینے پر

$$r_0 = \frac{1.22\lambda f}{a} \qquad (7.54)$$

مثال کے طور پر روشنی کے دو نقاط کے ذرائع جو ایک دوسرے کے قریب ہیں، پردہ پر ایک خیال بناتے ہیں۔ ایک نقطہ نما ذریعہ کا انکساری نمونہ، دوسرے کے اوپر انطباق کرکے ایک مدھم خیال *(blurred image)* یا غیر واضح خیال دیتا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.24 (a) میں بتایا گیا ہے۔ اعلیٰ معیار کا خیال یا نمایاں خیال *(well resolved)* حاصل کرنے کے لئے دونوں نقطہ نما ذرائع کو اتنی دوری پر رکھنا چاہئے کہ ان کے انکسار کے نمونے ایک دوسرے پر انطباق نہ کریں، جیسا کہ خاکہ 7.24 (c) میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 7.24 رلیے کا معیار

رلیے کے معیار *(Rayleigh's criterion)* کے مطابق جب ایک انکسار کا مرکزی *maximum*، دوسرے انکسار کے *minimum* پر انطباق کرتا ہے تو ایک خیال کے دو نقاط نمایاں خیال پیدا کرتے ہیں۔ اور اس کا برعکس بھی صحیح ہے، جیسا کہ خاکہ 7.24(b) میں دکھایا گیا ہے۔ بہ الفاظ دیگر دو مرکزی *maxima* کا درمیانی فاصلہ کم از کم r_0 ہو۔ لہٰذا r_0 کو *spatial resolution* کہا جاتا ہے، جس کو مساوات 7.54 میں دیا گیا ہے اور اس کا نظیری زاویہ θ، *angular resolution* کہلاتا ہے، جس کو مساوات 7.53 میں دیا گیا ہے۔ اس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ بہتر نمایاں خیال *(better resolution)* کے لئے استعمال کردہ روشنی کا موجی طول جتنا ہو سکے اتنا کم ہونا چاہئے اور آلہ کے روزن *(aperture)* کی جسامت جتنا ہو سکے اتنا زیادہ ہونی چاہئے۔

کسی بصری آلہ کا، ایک ہی شئے کے دو نقاط یا دو قریب ترین رکھی گئی اشیاء میں فرق کرنے کی صلاحیت، اس آلہ کا *resolving*

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:49 AM

power کہلاتی ہے۔عام طور پر اصطلاح resolution، خیال کے معیار کو ظاہر کرتا ہے، اور اصطلاح تحلیلی طاقت (resolving power)، اس بصری آلہ کی صلاحیت کو ظاہر کرتی ہے۔

مثال 7.14

کاولور میں موجود وینوپّو کی رصدگاہ (observatory) کے بصری دوربین کے شئے والے عدسہ (objective lens) کا قطر 2.3 m ہے۔ اگر استعمال کردہ روشنی کا موجی طول 589 nm ہو تو اس کا angular resolution کیا ہوگا؟

حل :

$a = 2.3$ m; $\lambda = 589$ nm $= 589\times10^{-9}$ m; $\theta = ?$

Angular resolution زاویائی تحلیلی طاقت کے لئے مساوات یہ ہے $\theta = \frac{1.22\lambda}{a}$

بھرتی کرنے پر

$$\theta = \frac{1.22\times589\times10^{-9}}{2.3} = 3.124\times10^{-7}$$

$\theta = 3.124\times10^{-7}$ rad (or) $\theta = 0.0011'$

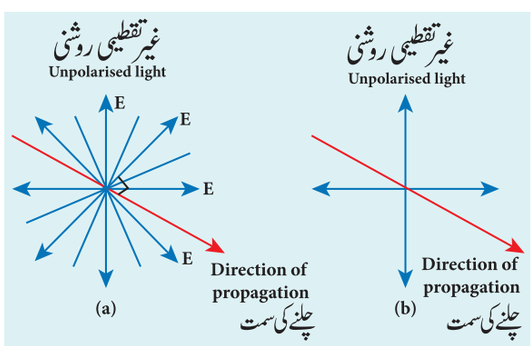
غور کیجئے : انسانی آنکھ کی angular resolution تقریباً 3×10^{-4} rad $\approx 1.03'$ ہے۔

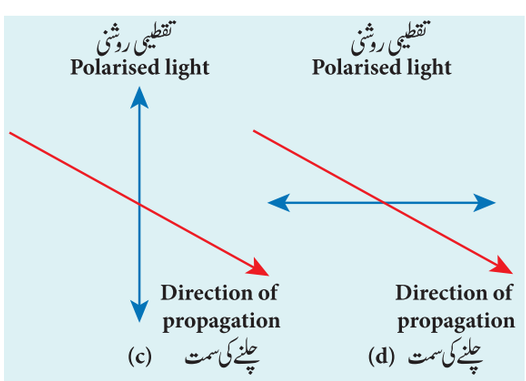
7.5 تقطیب (Polarisation)

طولی (longitudinal) اور عرضی (transverse) دونوں قسم کی موجیں، مداخلت اور انکسار کی خصوصیات کو ظاہر کرتے ہیں۔ حقیقت میں آواز کی موجیں بھی ان دو خصوصیات کا اظہار کرتی ہیں۔ چونکہ روشنی کی موجیں برمقناطیسی ہیں، ان کی نوعیت عرضی (transverse) ہے۔روشنی کی عرضی خصوصیت کو ایک اثر سے ثابت کیا جاتا ہے، جسے تقطیب (polarisation) کہتے ہیں۔کسی بھی ایک سمت میں موج کی سمت کے عمود میں روشنی کے ارتعاشات کو روکنے کا اثر (برقی یا مقناطیسی میدان کے سمتیے) روشنی کی تقطیب کہلاتا ہے۔ اس سبق میں ہم صرف برقی میدان کو زیر بحث لائیں گے۔

7.5.1 مستوی تقطیبی روشنی (Plane polarised light)

ایک عرضی موج جس کی مستوی سطح کی تمام سمتوں میں موج کی سمت کے عمود میں ارتعاشات پائے جاتے ہوں، ایک غیر تقطیبی روشنی کہلاتی ہے، جیسا کہ خاکہ 7.25(a) میں بتایا گیا ہے۔ یہ تمام ارتعاشات کو دو عمودی اجزاء کے طور پر ظاہر کیا جاسکتا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.25(b) میں بتایا گیا ہے، جو ابھی بھی غیر تقطیبی روشنی کو ظاہر کرتی ہے۔ ایک عرضی موج جس کی مستوی سطح کی صرف ایک سمت میں موج کی سمت کے عمود میں ارتعاشات پائے جاتے ہوں تو اس روشنی کو تقطیبی یا مستوی تقطیبی روشنی کہتے ہیں۔ جیسا کہ خاکہ 7.25(c) اور 7.25(d) میں دکھایا گیا ہے۔

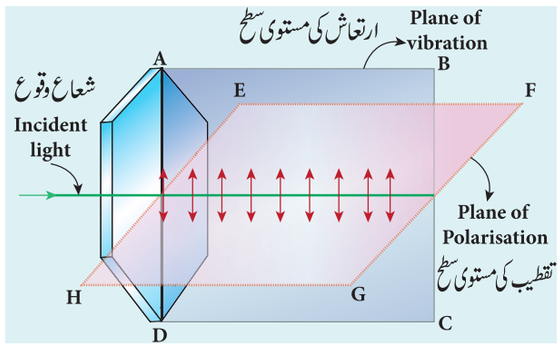




خاکہ 7.25 غیر تقطیبی اور تقطیبی روشنی

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:50 AM

وہ مستوی سطح جو برقی میدان کے ارتعاشات کے سمتیہ کو ظاہر کرتا ہے، ارتعاش کی مستوی سطح ABCD کہلاتا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.26 میں دیا گیا ہے۔ ارتعاش کی سطح کے عمودی مستوی سطح کو تقطیب کی مستوی سطح EFGH کہلاتا ہے۔ ارتعاش کی سطح اور تقطیب کی سطح دونوں میں روشنی کے چلنے کی سمت ہوتی ہے۔



خاکہ 7.26 ارتعاش کی مستوی سطح اور تقطیب کی مستوی سطح

جدول 7.3 میں روشنی کی تقطیب اور غیر تقطیب کی بعض خصوصیات دی گئی ہیں۔

7.5.2 تقطیب کی تکنیک (polarisation Techniques)

غیر تقطیبی روشنی سے تقطیبی روشنی حاصل کرنے کے کئی تکنیک ہیں۔ ان میں سے ہم یہاں پر چار طریقوں کو دیکھیں گے۔ وہ یہ ہیں۔

(i) *selective absorption* سے تقطیب

(ii) انعکاس سے تقطیب

(iii) دوہرے انعطاف سے تقطیب

(iv) انتشار سے تقطیب

7.5.3 Selective absorption سے تقطیب

ایک شئے کی وہ خاصیت جو موجوں کو ارسال کرتی ہے اور اس کے ارتعاشات کسی سمت میں مستوی متوازی طور پر ہوتی ہیں اور وہ دیگر برقی میدان کے ارتعاشوں کو جذب کر لیتی ہے، اس خاصیت کو *selective absorption* کہتے ہیں۔ پولارائڈ یا پولارائزر (*Polaroids or polarisers*) پتلی تجارتی تختیاں ہوتی ہیں، جنہیں *selective absorption* کے لئے استعمال کیا جاتا ہے تاکہ مستوی تقطیبی روشنی حاصل کی جا سکے۔ *selective aborbtion* کو *dichroism* بھی کہتے ہیں۔

1932ء میں ایک امریکی سائنس دان ایڈون لینڈ نے پولائزرس کو تختیوں کی شکل میں تیار کیا۔ *Tourmaline* ایک قدرتی تقطیبی شئے ہے۔ پولارائڈ کو مصنوعی طور پر بھی تیار کیا جا سکتا ہے۔ یہ بات تحقیق سے سامنے آئی ہے کہ *quinine iodosulphate* کی سوئی نما قلم (*Crystal*) میں روشنی کو تقطیب کرنے کی صلاحیت پائی جاتی ہے۔ دو شفاف پلاسٹک کی تختیوں کے درمیان ایسے کئی قلموں کو ان کے محور کے متوازی رکھ دیا جائے تو یہ ایک بہترین پولارائزر کی طرح کام کرتا ہے۔ آج کل *polyvinyl alcohol* کی ایک باریک فلم کو بھی پولارائڈ کی طرح استعمال کرتے ہیں۔ یہ بے رنگ قلمیں ہیں جو زیادہ روشنی دیتے ہیں اور بہتر تقطیب کا عمل کرتے ہیں۔

جدول 7.3 تقطیبی روشنی اور غیر تقطیبی روشنی کی خصوصیات

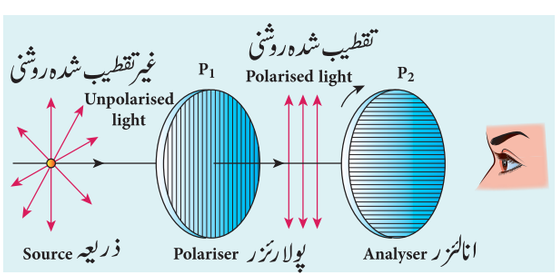
شمار عدد	تقطیبی روشنی (*polarised light*)	غیر تقطیبی روشنی (*unpolarised light*)
1	موجیں، جن میں برقی اور مقناطیسی ارتعاشات، ایک مستوی سطح میں شعاع کی سمت کے عمود میں پائے جاتے ہیں۔	موجیں، جن میں برقی اور مقناطیسی ارتعاشات، ایک مستوی سطح میں تمام سمتوں میں شعاع کی سمت کے عمود میں پائے جاتے ہیں۔
2	شعاع کی سمت غیر تشاکلی ہے۔	شعاع کی سمت تشاکلی ہے۔
3	*polaroids* کو استعمال کر کے *unpolarised light* کو حاصل کیا جاتا ہے۔	روشنی کے روایتی ذرائع سے حاصل کئے جاتے ہیں۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:51 AM

7.5.3.1 پولارائزر اور انالزر
(Polariser and analyser)

ایک غیر تقطیبی روشنی کی ایک کرن *(unpolarised beam of light)* کو فرض کیجئے۔ ارتعاشات تمام ممکن سمتوں میں موج کے چلنے کی سمت کے عمود میں پیدا ہوتے ہیں، جیسا کہ خاکہ 7.27 میں دکھایا گیا ہے۔ جب اس روشنی کو ایک پولارائڈ P_1 کے ذریعہ گزاری جاتی ہے تو ارتعاشات ایک ہی مستوی سطح پر روک دی جاتی ہیں۔ خارج ہونے والی کرن کو ایک اور پولارائڈ P_2 کے ذریعہ گذاری جاتی ہے۔ اگر پولارائڈ P_2 کے محور سے روشنی کو گزار کر پولارائڈ کو گھمایا جاتا ہے تو P_2 کے کسی خاص مقام پر حدت زیادہ ہوجاتی ہے۔ جب پولارائڈ P_2 کو مزید گھمایا جاتا ہے تو حدت کم ہوتے جاتی ہے، جب پولارائڈ کو $90°$ تک گھمایا جاتا ہے تو روشنی مکمل طور پر غائب ہوجاتی ہے۔ P_2 کو مزید گھمانے پر روشنی دوبارہ واپس آنے لگتی ہے، یہاں تک کہ $90°$ تک گھمانے پر روشنی کی حدت زیادہ ہوجاتی ہے۔ پولارائڈ P_1 سے نکلنے روشنی کو *plane polarised* کہتے ہیں۔ وہ پولارائڈ جس سے یہ روشنی گزر کر تقطیب پاتی ہے (یہاں پر P_1) پولارائزر کہلاتا ہے۔ وہ پولارائڈ جس کو جانچنے کے لئے استعمال کیا گیا (یہاں پر P_2) کہ روشنی تقطیب پائی ہے یا نہیں، انالزر *(Analyser)* کہلاتا ہے۔

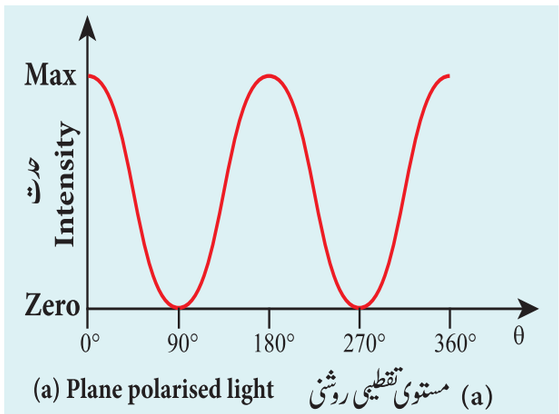
اگر غیر تقطیب شدہ روشنی کی حدت I ہو تو تقطیب شدہ روشنی کی حدت $\left(\frac{I}{2}\right)$ ہوگی۔ روشنی کی آدھی حدت کو پولائزر نے روک لیا ہے۔

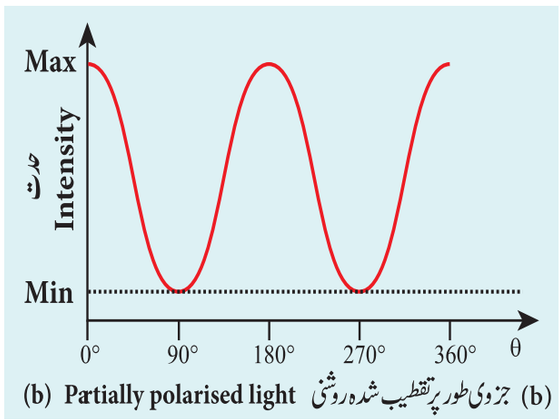


خاکہ 7.27 پولارائزر اور انالزر

7.5.3.2 مستوی (سطحی) اور جزوی تقطیب شدہ روشنی
(Plane and partially polarised light)

ایک روشنی کو اس وقت *plane polarised* کہا جائے گا، جب پولارائزر کو صفر سے $90°$ تک گھمانے سے اس کی روشنی کی حدت، زیادہ سے صفر تک ہوجاتی ہے، جیسا کہ خاکہ 7.28(a)۔ یہ اس لئے کہ ارتعاشات کو ایک سمت میں بھیجا جاتا ہے اور عمودی سمت میں اسے مکمل طور پر روکا جاتا ہے۔ دوسری طرف، اگر ہر $90°$ تک گھمانے سے روشنی کی حدت زیادہ سے کم ترین (صفر نہیں) ہو تو ایسی روشنی کو جزوی تقطیب شدہ روشنی *(partially polarised light)* کہیں گے، جیسا کہ خاکہ 7.28(b) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ اس لئے کہ روشنی کو اس خاص سمت میں مکمل طور پر روکا نہیں جا سکا ہے، جس کی وجہ سے کم سے کم حدت ظاہر ہوتی ہے۔



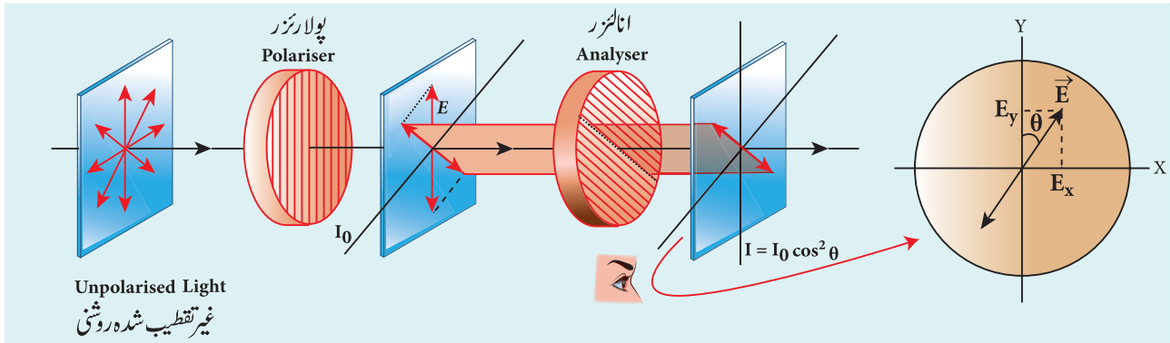


خاکہ 7.28 (a) مستوی اور (b) جزوی طور پر تقطیب شدہ روشنی میں حدت کی تبدیلی

7.5.3.3 مالوس کا کلیہ (Malus' law)

1809ء میں ایک فرانسیسی سائنس دان E.N. مالوس نے یہ انکشاف کیا کہ جب I_0 حدت والی *plane polarised light* کی ایک کرن کو ایک انالزر سے گزارا جاتا ہے تو روشنی کی حدت I،

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:51 AM



خاکہ 7.29 مالو کا کلیہ (Malus' Law)

جو انالئزر سے نکلتی ہے، پولارئزر اور انالئزر کے محور کے درمیان موجود زاویہ θ کے cosine کے مربع کے تناسب میں ہوتی ہے، جیسا کہ خاکہ 7.29 میں دکھایا گیا ہے۔ اس کو Malus' law کہتے ہیں۔

$$I = I_0 \cos^2\theta \qquad (7.55)$$

مالوس کے کلیہ کا ثبوت اس طرح سے ہے۔ فرض کرو کہ ایک پولارئزر اور انالئزر کے محور کو ایک زاویہ θ کے ذریعہ جھکایا گیا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.30 میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کیجئے کہ پولارئزر کی برقی رو سے ترسیل کردہ موج کی حدت I_0 اور حیطہ a ہے۔ وقوع روشنی کے حیطہ a کے دو اجزاء ہیں، $a\cos\theta$ اور $a\sin\theta$، جو انالئزر کے محور کے متوازی اور عمودی عناصر ہیں۔

صرف جز $a\cos\theta$، انالئزر کے ذریعہ ترسیل پائے گا۔ انالئزر سے ارسال کردہ روشنی کی حدت، اس کے جز کے مربع کے تناسب میں ہوگی۔

$$I \propto (a\cos\theta)^2$$

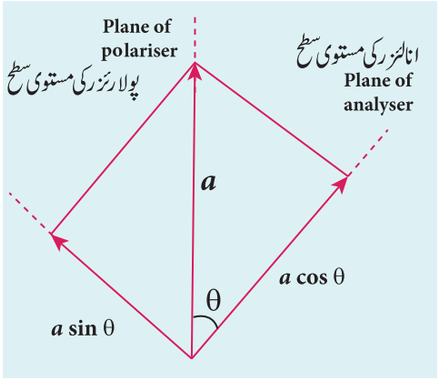
$$I = k(a\cos\theta)^2$$

جس میں k، تناسب کا مستقلہ ہے۔

$$I = ka^2\cos^2\theta$$

$$I = I_0\cos^2\theta$$

جس میں $I_0 = ka^2$، انالئزر کے ذریعہ ارسال کردہ روشنی کی زیادہ سے زیادہ حدت ہے۔



خاکہ 7.30 مالو کا کلیہ (Malus' Law)

ان میں سے بعض خصوصی صورت حال ہیں۔

صورت حال (i) : جب $\theta = 0°$، $\cos 0° = 90°$، $I = 0$

جب پولارئزر اور انالئزر کی ترسیل کے محور ایک دوسرے کے متوازی ہوں تو انالئزر سے ارسال کردہ روشنی کی حدت، پولارئزر پر گرنی والے وقوع روشنی کے مساوی ہو جائے گی۔

صورت حال (ii) : جب $\theta = 90°$، $\cos 90° = 0°$، $I = 0$

جب پولارئزر اور انالئزر کی ترسیل کے محور ایک دوسرے کے عمود میں ہوں تو انالئزر سے ارسال کردہ روشنی کی حدت صفر ہو جائے گی۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:52 AM

مثال 7.15

دو پولا رائڈوں کو ان کی ترسیل کے محور میں 30° پر جھکایا گیا ہے۔ حدت I والی unpolarised light پہلے پولا رائڈ پر گرتی ہے۔ دوسرے پولا رائڈ سے خارج ہونے والی روشنی کی حدت معلوم کیجئے۔

حل :

چونکہ پہلے پولا رائڈ پر گرنے والی unpolarised light کی حدت I ہے، اس سے خارج ہونے والی روشنی اس طرح ہوگی۔

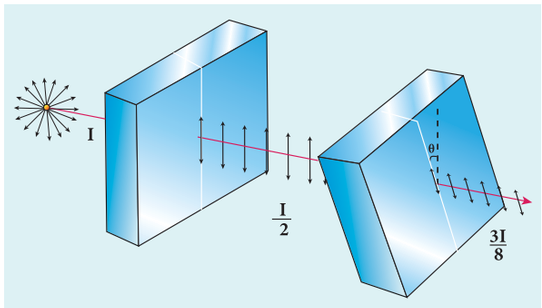
$I_0 = \left(\frac{I}{2}\right)$ فرض کریں کہ دوسرے پولا رائڈ سے خارج ہونے روشنی کی حدت I' ہے۔

مالوس کے کلیہ کے مطابق $I' = I_0 \cos^2\theta$

بھرتی کرنے پر

$$I' = \left(\frac{I}{2}\right)\cos^2(30^\circ) = \left(\frac{I}{2}\right)\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = I\frac{3}{8}$$

$$I' = \left(\frac{3}{8}\right)I$$



مثال 7.16

دو پولا رائڈوں کو ایک دوسرے کے آڑے ترچھے (ارسال کا محور 90°) میں ترتیب دیا گیا ہے۔

(a) جب پہلے پولا رائڈ پر حدت I والی ایک unpolarised light گرتی ہے تو دوسرے پولا رائڈ سے خارج ہونے والی روشنی کی حدت کیا ہوگی؟

(b) اگر دونوں پولا رائڈوں کے درمیان ایک اور (تیسرے) پولا رائڈ کو 45° پر جھکا کر رکھا جائے تو دوسرے پولا رائڈ سے خارج ہونے والی روشنی کی حدت کیا ہوگی؟

حل : (a) چونکہ پہلے پولا رائڈ پر گرنے والی unpolarised light، کی حدت I ہے، اس سے خارج ہونے والی polarised light کی حدت، اس طرح ہوگی۔ $I_0 = \left(\frac{I}{2}\right)$

فرض کریں کہ دوسرے پولا رائڈ سے خارج ہونے روشنی کی حدت I' ہے۔

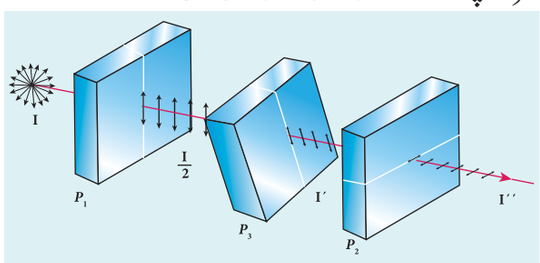
مالوس کے کلیہ کے مطابق $I' = I_0 \cos^2\theta$

یہاں پر θ کی قیمت 90° ہے، جیسا کہ ارسال کے محور ایک دوسرے کے عمود میں ہیں۔

بھرتی کرنے پر

$$I' = \left(\frac{I}{2}\right)\cos^2(90^\circ) = 0 \quad \left[\because \cos(90^\circ) = 0\right]$$

دوسرے پولا رائڈ سے کوئی روشنی خارج نہیں ہوگی۔



(b) فرض کیجئے کہ پہلا پولا رائڈ P_1 اور دوسرا پولا رائڈ P_2 ہے۔ وہ دونوں ایک دوسرے سے 90° پر ہیں۔ تیسرے پولا رائڈ P_3 کو P_1 اور P_2 کے درمیان میں 45° پر رکھا گیا ہے۔

فرض کریں کہ P_3 سے خارج ہونے والی روشنی کی حدت I' ہے۔

P_1 اور P_3 کا درمیانی زاویہ 45° ہے۔ P_3 سے نکلنے والی روشنی کی حدت $I' = I_0 \cos^2\theta$ ہے۔

بھرتی کرنے پر

$$I' = \left(\frac{I}{2}\right)\cos^2(45^\circ) = \left(\frac{I}{2}\right)\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{I}{4'};\ I' = \frac{I}{4}$$

بالآخر روشنی کو P3 سے گزرنا ہوگا۔ P_3 اور P_2 کا درمیانی زاویہ 45° ہے۔ فرض کیجئے I" ، P_2 سے نکلنے والی روشنی کی حدت ہے۔

$$I'' = I' \cos^2\theta$$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:52 AM

یہاں پر P_3 اور P_2 سے نکلنے والی روشنی کی حدت I' ہے۔

$$I' = \frac{I}{4}.$$

بھرتی کرنے پر

$$I'' = \left(\frac{I}{4}\right)\cos^2(45^\circ) = \left(\frac{I}{4}\right)\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{I}{8}$$

$$I'' = \frac{I}{8}$$

7.5.3.4 پولا رائڈ کے استعمالات

1۔ تیز روشنی (glare) سے بچنے کے لئے کیمرے اور حفاظتی چشموں (goggles) میں پولا رائڈ استعمال کئے جاتے ہیں۔

2۔ سہ ابعادی تصاویر (3D pictures) لینے کے لئے پولا رائڈ استعمال ہوتے ہیں۔ (Holography)

3۔ قدیم روغنی تصاویر میں رنگوں کو بھرنے کے لئے پولا رائڈ استعمال کئے جاتے ہیں۔

4۔ بصری دباؤ کے تجزیے (optical stress analysis) کے لئے

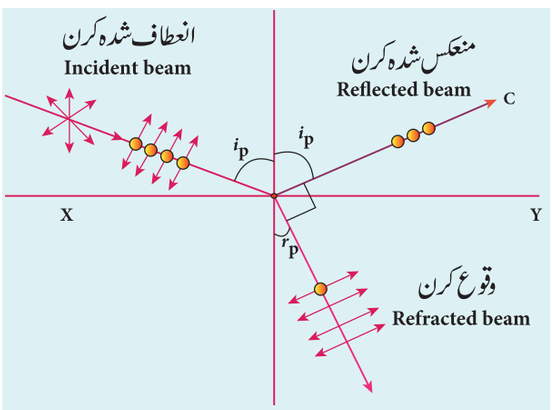
5۔ اندر آنے والی روشنی کی حدت کو قابو میں رکھنے کے لئے دریچوں کے شیشوں میں انہیں لگایا جاتا ہے۔

6۔ کمپیکٹ ڈِسک (CD) میں read/write کرنے کے لئے polarised laser beam کو بطور سوئی استعمال کیا جاتا ہے۔

7۔ Liquid Crystal Display (LCD) میں تقطیبی روشنی (polarised light) کو استعمال کیا جاتا ہے۔

7.5.4 انعکاس سے تقطیب
(Polarisation by reflection)

تقطیبی روشنی (polarised light) تیار کرنے کا بہت ہی آسان طریقہ انعکاس ہے۔ فرض کیجئے کہ غیر تقطیبی روشنی (unpolarised light) کی ایک کرن ایک نفیس شدہ شیشہ کی سطح XY پر پڑتی ہے۔ یہ روشنی انعکاس اور انعطاف دونوں پاتی ہے۔ چونکہ یہ غیر تقطیبی (unpolarised) روشنی ہے، اس لئے اس کے ارتعاشات انعکاسی سطح (نقطہ دار خط میں بتایا گیا ہے) کے متوازی چلتے ہیں اور بعض انعکاسی سطح کے متوازی نہیں چلتے (تیر کے نشان میں بتایا گیا ہے)۔ اس کو خاکہ 7.35 میں بتایا گیا ہے۔ کسی خاص شعاع وقوع کے لئے منعکس شدہ روشنی سطحی تقطیب شدہ (plane polarised light) پائی گئی ہے، اور انعطاف شدہ روشنی جزوی طور پر تقطیب شدہ ہوتی ہے (Partially polarised)۔ یہ اس لئے کہ سطح سے متوازی ارتعاشات انعکاس پاتے ہیں اور دیگر ارتعاشات انعطاف پاتے ہیں۔ بعض متوازی ارتعاشات بھی انعطاف پاتی ہیں، جس کی وجہ سے جزوی تقطیب واقع ہوتی ہے۔ وہ زاویہ وقوع، جس سے منعکس شدہ روشنی سطحی تقطیب (plane polarised light) پاتی ہے، تقطیب کا زاویہ i_p (polarising angle) کہلاتا ہے۔



7.31 انعطاف سے تقطیب

7.5.4.1 بریوسٹر کا کلیہ (Brewster's Law)

سر ڈیوڈ بریوسٹر، ایک برطانوی طبیعیات دان نے یہ انکشاف کیا کہ تقطیبی زاویہ میں منعکس شدہ اور انعطاف شدہ کرنیں ایک دوسرے کے عمود میں ہوتے ہیں۔ فرض کریں کہ تقطیبی زاویہ i_p ہے اور انعطاف کا زاویہ r_p ہے۔ خاکہ 7.35 سے ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$r_p = 90^0 - i_p \qquad (7.56)$$

اسنل کے کلیہ کے مطابق، ہوا کی بہ نسبت کسی واسطہ کا انعطاف نما n، اس طرح ہوگا۔

$$\frac{\sin i_p}{\sin r_p} = n \qquad (7.57)$$

مساوات 7.56 کو 7.57 میں بھرتی کرنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

$$\frac{\sin i_p}{\sin\left(90^\circ - i_p\right)} = \frac{\sin i_p}{\cos i_p} = n$$

$$\tan i_p = n \qquad (7.58)$$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:53 AM

اس مساوات کو بریوسٹر کے کلیہ کے نام سے جانا جاتا ہے ۔ بریوسٹر کا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ ایک شفاف واسطے کے لئے، تقطیبی زاویہ کا مماس *(tangent of the polarising angle)*، اس کے انعطاف نما کے برابر ہے۔ تقطیبی زاویہ کو بریوسٹر کا زاویہ بھی کہا جاتا ہے جو منعطف کردہ واسطے کی نوعیت پر منحصر ہے۔

مثال 7.17

تقطیبی زاویہ معلوم کرو۔ (i) انعطاف نما 1.5 والے شیشہ اور (ii) انعطاف نما 1.33 والے پانی

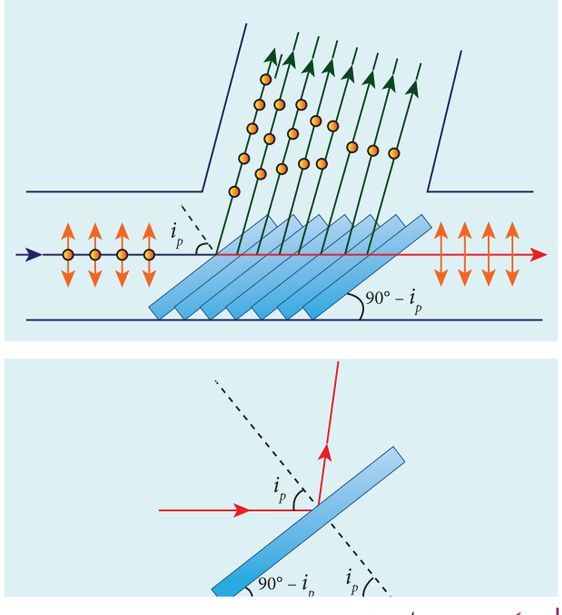
حل:

بریوسٹر کا کلیہ $\tan i_p = n$

شیشہ کے لئے $\tan i_p = 1.5;\ i_p = \tan^{-1} 1.5;\ i_p = 56.3^\circ$

پانی کے لئے $\tan i_p = 1.33;\ i_p = \tan^{-1} 1.33;\ i_p = 53.1^\circ$

7.5.4.2 پلیٹوں کا ڈھیر (Piles of plates)



خاکہ 7.32 پلیٹوں کا ڈھیر

پلیٹوں کا انبار، جزوی طور پر تقطیبی روشنی کو سطحی تقطیبی روشنی میں تبدیل کرنے کے لئے، بروسٹر کے کلیہ کو استعمال کرتا ہے۔ اس میں بعض پلیٹیں ایک دوسرے کے پیچھے، ایک افقی سطح کے ساتھ زاویہ $(90 - i_p)$ پر رکھی گئی ہیں، جیسا کہ خاکہ 7.32 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ ترتیب اس بات کو یقینی بناتا ہے کہ متوازی روشنی ان پلیٹوں پر i_p پر پڑتی ہے، جب تک کہ یہ غیر تقطیبی روشنی ان پلیٹوں کے ذریعہ یکے بعد دیگرے گزرتی ہے۔ انعطافی روشنی میں موجود بعض متوازی ارتعاشات کو دوبارہ پلیٹوں سے گزرنے سے انعکاس کا موقع حاصل ہوتا ہے۔ اس طرح انعکاسی اور انعطافی روشنی دونوں سطحی تقطیب پاتے ہیں۔

مثال 7.18

ایک شیشہ کی پلیٹ جس کا انعطاف نما 1.65 ہے، افقی سطح سے اس طرح رکھی گئی ہے کہ ایک غیر تقطیبی روشنی، شیشہ کے پلیٹ سے انعکاس کے بعد افقی طور پر سفر کرنے کے بعد سطحی تقطیب پاتی ہے۔ شیشہ کی پلیٹ کا زاویہ معلوم کرو۔

حل:

$n = 1.65$

بریوسٹر کا کلیہ $\tan i_p = n$

$\tan i_p = 1.65;\ i_p = \tan^{-1} 1.65;\ i_p = 58.8^0$

شیشہ کی پلیٹ کو افقی سطح سے جھکایا گیا زاویہ

$(90^0 - 58.8^0) = 31.2^0$

7.5.5 دوہرے انعطاف کے ذریعہ تقطیب

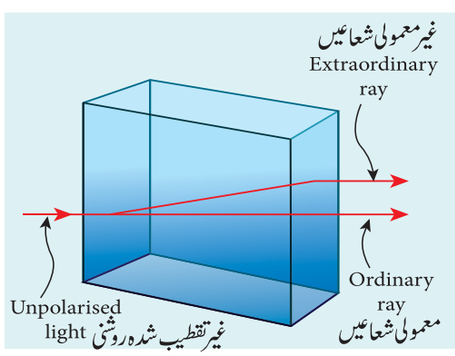
(Polarisation by double refraction)

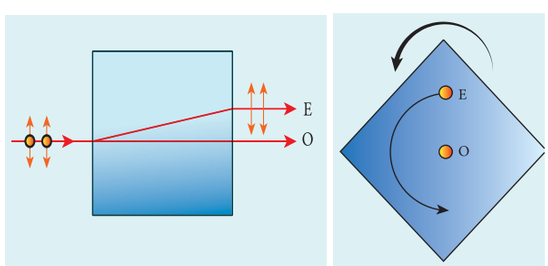
ایراسمس بارتھولنس *(Erasmus Bartholinus)* ایک ڈینش طبیعیات دان نے دریافت کیا کہ جب کیلسائٹ کی قلم *(Calcite crystal)* پر ایک غیر تقطیبی روشنی کی شعاع وقوع ہوتی ہے تو، دو انعطافی شعاعیں تیار ہوتی ہیں۔ لہذا شیئے کے دو خیال تشکیل پاتے ہیں۔ یہ اثر دوہرا انعطاف (یا) دو انعطافیت *(birefringence)* کہلاتا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.33 میں دکھایا گیا into plane polarised light. It consists of several

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:53 AM

ہے۔اس اثر کو کوارٹز، ابرق(mica) جیسے کرسٹل بھی اظہار کرتے ہیں۔

جب کاغذ پر سیاہی کے ایک نقطہ کو کیلسائٹ کرسٹل کے ذریعہ دیکھا جائے تو دو خیال دکھائی دیں گے۔کرسٹل کو گھمانے پر ایک خیال مستحکم رہتا ہے اور دوسرا اس کے گرد گھومتا ہے۔مستحکم خیال O ، جو عام کرنوں سے پیدا ہوا ہے، انعطاف کے کلیے کے تابع ہے۔گھومنے والا خیال E غیر معمولی شعاعوں (*extraordinary rays*) سے پیدا ہوتا ہے ، جو انعطاف کے کلیے کے تابع نہیں ہوتا ۔ غیر معمولی شعاعیں سطحی تقطیب پاتی ہیں۔دوہرے انعطافی کرسٹل کے اندر معمولی شعاع، تمام سمتوں میں ایک ہی رفتار کے ساتھ سفر کرتی ہے، جب کہ غیر معمولی شعاعیں مختلف رفتار کے ساتھ سفر کرتی ہیں۔کرسٹل کے اندر ایک نقطہ دار معمولی شعاع کے لئے کروی محاذِ موج(wavefront) اور غیر معمولی شعاع کے لئے بیضوی محاذِ موج بنتی ہے۔کرسٹل کے اندر ایک خاص سمت ہے ، جس میں دونوں شعاعیں ایک ہی رفتار میں سفر کرتی ہیں۔اس سمت کو بصری محور (*optic axis*) کہا جاتا ہے۔بصری محور میں دونوں شعاعوں کے لئے انعطاف نما یکساں ہے اور اس محور میں دوہرا انعطاف نہیں ہوتا۔





خاکہ 7.33 دوہرا انعطاف

7.5.6 بصری متحرک کرسٹل کی قسمیں
(Types of optically active crystals)

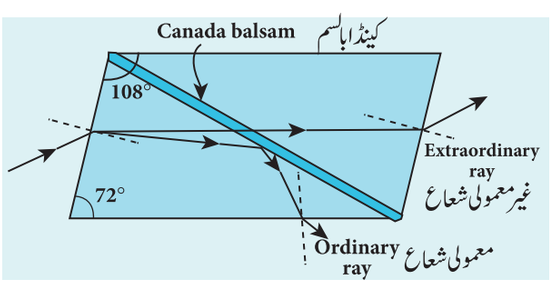
کیلسائٹ ، کوارٹز، ٹورمالین اور برف جیسے کرسٹل کی قسم، جن میں صرف ایک بصری محور ہوتا ہے، ان کو ایک محوری کرسٹل (uniaxial crystals) کہتے ہیں۔

ابرق، ٹوپاز، سیلینیٹ اور آرگونائیٹ جیسے کرسٹل میں دو بصری محور ہوتے ہیں، ان کو دو ہرا محوری کرسٹل (*biaxial crystals*) کہتے ہیں۔

7.5.7 نکول منشور (Nicol prism)

نکول منشور ایک بصری آلہ ہے، جو بہت سے بصری آلوں کے بنانے میں استعمال ہوتا ہے۔سطحی تقطیبی روشنی پیدا کرنے اور تجزیہ کاری دونوں کے لئے استعمال ہوتا ہے۔نکول منشور کی تعمیر دوہرا انعطاف کے اصول پر مبنی ہے۔ 1828ء میں ولیم نکول نے اس کو بنایا تھا۔

نکول منشور ایک کیلسائٹ کرسٹل ہے، جس کی لمبائی اس کی چوڑائی سے تین گنا زیادہ، اور زاویے 72° اور 108° ہے۔ اسے وتر پر، دو حصوں میں کاٹا گیا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.34 میں دکھایا گیا ہے۔ کٹے ہوئے ان حصوں کو کینڈا بالسم (*canada balsam*) کی ایک باریک تہہ لگا کر، شفاف سمنٹ سے چسپاں کیا گیا ہے۔



خاکہ 7.34 نکول منشور

فرض کریں کہ ایک رنگی ذرائع سے ایک غیر تقطیبی روشنی، نکول منشور پر وقوع ہوتی ہے۔دوہرا انعطاف ہوتا ہے۔شعاع معمولی اور غیر معمولی شعاع کی طرح دو حصوں میں بٹ جاتی ہے۔یہ مختلف سمتوں میں مختلف رفتار کے ساتھ سفر کرتی ہے۔یک رنگی سوڈیم کی روشنی کے لئے کرسٹل کا

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:54 AM

انعطاف نما معمولی شعاع کے لئے 1.658، اور غیر معمولی شعاع کے لئے 1.486 ہے۔ کینڈا بالسم کا انعطاف نما 1.523 ہے۔

معمولی شعاع، کینڈا بالسم کی تہہ پر اندرونی کلی انعکاس پاتی ہے اور اسے غیر معمولی شعاعوں کے ساتھ خارج ہونے سے روکا جاتا ہے۔ جب کہ غیر معمولی شعاع خارج ہوتی ہے، جو سطحی تقطیب پائی ہوئی ہوتی ہے۔

نکول منشور کی خامیاں : *Drawbacks of Nicol prism*

(i) بڑے اور بے عیب کیلسائٹ کرسٹل کے کمی کی وجہ سے، اس کی لاگت بہت زیادہ ہے۔

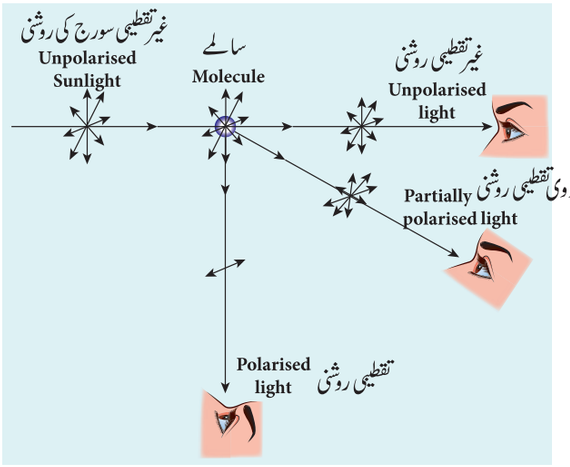
(ii) غیر معمولی شعاع کی وجہ سے، ان کے گزرنے کے سبب ابھرتی ہوئی شعاع ہمیشہ تھوڑا سا ایک طرف موقوف ہو جاتی ہیں۔

(iii) دیکھنے کا منظر بہت ہی محدود ہے۔

(iv) اس سے نکلنے والی روشنی یکساں سطحی تقطیبی نہیں ہے۔

7.5.8 بکھرنے کے ذریعہ تقطیب
(Polarisation by scattering)

جب سورج کی روشنی ماحولیاتی سالموں کے ذریعے بکھر جاتی ہے تو، ان سالموں کے الکٹران سورج کی روشنی میں موجود برقی میدان کے ارتعاشی اجزاء سے متاثر ہوتے ہیں۔ چونکہ سورج کی روشنی غیر تقطیبی ہے۔ یہ تمام سمتوں میں ارتعاش پیدا کرتے ہیں۔ یہ ارتعاشی الکٹران ان کے ارتعاش کے عمود کے سمت میں صرف توانائی خارج کرتے ہیں۔ جب ایک مبصر (مشاہدہ کرنے والا) *(observer)* اپنی سفر کی سمت کے عمود میں سورج کی شعاعوں کو دیکھتا ہے تو الکٹرانوں کے ذریعہ پیدا ہونے والے شعاعیں، عمود کی سمت میں ارتعاش کرتے ہوئے صرف مشاہدہ کرنے والے تک پہنچ پاتے ہیں۔ لہذا مشاہدہ کرنے والوں تک پہنچنے والی روشنی سطحی تقطیبی ہے۔ اس کو خاکہ 7.35 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 7.35 بکھرنے کے ذریعہ تقطیب

7.6 بصری آلات (Optical instruments)

ہماری روزمرہ زندگی میں ہم بہت سے بصری آلات استعمال کرتے ہیں۔ ہم یہاں خوردبین، دوربین، طیف پیما (spectrometer)، اور ساتھ ہی انسانی آنکھ کے بارے میں مطالعہ کریں گے۔

7.6.1 سادہ خوردبین (Simple microscope)

ایک سادہ خوردبین ایک چھوٹے ماسکی طول والا مکبر عدسہ (محدب) ہے جس میں شئے کا سیدھا، مکبر اور مجازی خیال بنتا ہے۔ لہذا شئے کو ماسکی طول f کے اندر رکھنا چاہئے (نقطہ P اور F کے درمیان) عدسے کے ایک طرف سے دوسری طرف سے دیکھنا چاہئے۔ قریب ترین نقطہ جہاں آنکھ واضح طور پر دیکھ سکتی ہے اسے قریبی نقطہ کہا جاتا ہے اور اس سے دور کا نقطہ جہاں تک ایک آنکھ واضح طور پر دیکھ سکتی ہے، اس کو بعید نقطہ کہا جاتا ہے۔ صحت مند آدمی کی آنکھ کے لئے قریبی نقطہ کا فاصلہ 25 سم ہے، جسے D سے تعبیر کیا جاتا ہے اور دور نقطہ کا فاصلہ لامحدود ہونا چاہئے۔

7.6.1.1 قریبی نقطہ پر ماسکانا (Near point focusing)

قریب نقطہ یعنی 25 سم پر توجہ دیتے وقت آنکھ پر دباؤ کم پڑتا ہے۔ قریبی نقطہ کو نظر کا اقل ترین فاصلہ *(least distance of vision)* بھی کہا جاتا ہے۔ یہ خیال 7.36 میں دکھایا گیا ہے۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:54 AM

شئے کا فاصلہ u ، f سے کم ہونا چاہئے ۔ خیال کا فاصلہ نقطہ D کے قریب ہے۔اس عدسے کی تکبیر m مساوات 6.67 کے ذریعے دی گئی ہے۔ $m = \frac{v}{u}$

درج کرنے پر $v = -D$،اور $u = -u$ جیسا کہ دونوں فاصلے عدسے کے بائیں جانب ناپے جاتے ہیں لہذا

$$m = \frac{-D}{-u}$$

$$m = \frac{D}{u} \qquad (7.59)$$

عدسے کی مساوات (6.63) کو استعمال کرتے ہوئے ہم ماسکی طول f کے لحاظ سے تکبیر m کے لئے مساوات بھی لکھ سکتے ہیں۔

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

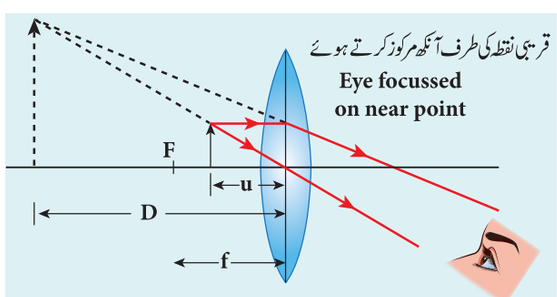
مساوات (6.67) $m = \frac{v}{u}$ سے ہم یہ حاصل کر سکتے ہیں۔

$$m = 1 - \frac{v}{f}$$

$v = -D$ کو درج کرنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$m = 1 + \frac{D}{f} \qquad (7.60)$$

قریبی نقطہ پر ماسکانے کی تکبیر یہ ہے۔



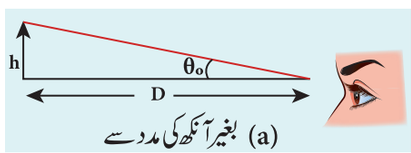
خاکہ 7.36 قریبی نقطہ کی طرف مرکوز کرنا

7.6.1.2 عام ماسکانا (Normal focusing)

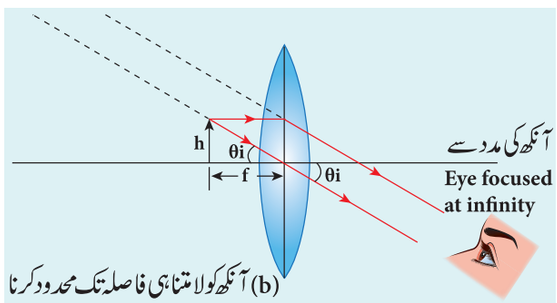
جب لامتناہی مقام پر خیال بنتا ہے تو آنکھ کو زیادہ سکون محسوس ہوتا ہے۔ جب خیال لامتناہی مقام پر بنتی ہے تو اسے عام ماسکانا کہا جاتا ہے۔اس کو خاکہ 7.37 (b) میں دکھایا گیا ہے۔ تکبیر m تلاش کرنے کے لئے اگر ہم خیال کی اونچائی کو شئے کی اونچائی کے تناسب سے لیں۔ $\left(m = \frac{h'}{h}\right)$ تو ہمیں کوئی معنی خیز مساوات نہیں ملے گی، کیونکہ خیال لامتناہی جسامت کا ہے اور وہ بھی لامتناہی مقام پر بنتا ہے۔

لہٰذا عملی طور پر زاویائی تکبیر کو استعمال کر سکتے ہیں ۔ زاویائی تکبیر (angular magnification) کی وضاحت اس طرح کی جاسکتی ہے کہ یہ، آنکھ کی مدد سے خیال کے لئے بننے والے زاویے θ_1 سے بغیر آنکھ کی مدد سے خیال کے لئے بننے والے زاویے θ_0 کا تناسب ہے۔

$$m = \frac{\theta_i}{\theta_0} \qquad (7.61)$$



(a) بغیر آنکھ کی مدد سے



(b) آنکھ کو لامتناہی فاصلہ تک محدود کرنا

خاکہ 7.37 عام ماسکانا

آنکھ کی مدد کے بغیر دیکھنے کے لئے خاکہ 7.37(a) میں دکھایا گیا ہے

$$\tan\theta_0 \approx \theta_0 = \frac{h}{D} \qquad (7.62)$$

آنکھ کی مدد سے دیکھنے کے لئے خاکہ 7.37(b) میں دکھایا گیا ہے

$$\tan\theta_i \approx \theta_i = \frac{h}{f} \qquad (7.63)$$

زاویائی تکبیر اس طرح سے ہے۔

$$m = \frac{\theta_i}{\theta_0} = \frac{h/f}{h/D}$$

$$m = \frac{D}{f} \qquad (7.64)$$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:55 AM

عام ماسکانے *(normal focusing)* کے لئے تکبیر یہ ہے۔

قریبی نقطہ کے ماسکانے کی قیمت سے ایک (1) کو تفریق کرنے پر ہمیں عام ماسکانے کی تکبیر حاصل ہوتی ہے۔ مگر قریبی نقطہ کے ماسکانے سے دیکھنے کی بہ نسبت عام ماسکانے میں دیکھنا آسان اور آرام دہ ہے۔ D/f کی بڑی قیمتوں کے لئے دو تکبیروں کے درمیان فرق نہ ہونے کے برابر ہے، یعنی بہت ہی کم ہے۔

مثال 7.19

ایک شخص جس کا قریبی نقطہ 25 سمر ہے، ایک کتاب پڑھ رہا ہے جس کی طباعت بالکل چھوٹی ہے، وہ ایک تکبیری عدسہ استعمال کرتا ہے، جس کا ماسکی طول 5 سمر ہے۔

(a) کتاب اور عدسہ کے درمیان کتنا فاصلہ ہونا چاہئے تاکہ وہ قریب ترین اور بعید ترین فاصلہ حاصل کر سکے؟

(b) زیادہ سے زیادہ اور کم سے کم ممکن تکبیر کتنی ہے ؟

حل :

$D = 25$ cm

مکبر عدسہ، محدب اور مثبت ماسکی طول والا ہونا چاہئے۔

$f = 5$ cm

قریبی شئے کے فاصلہ u کے لئے خیال کا فاصلہ v، اس طرح سے ہے۔ -25 cm (قریبی نقطہ $v = -D$)

قریبی شئے کے فاصلہ u' کے لئے خیال کا فاصلہ v' لامتناہی فاصلہ ہے۔

(a) کتاب اور عدسہ کے درمیان کم ترین فاصلہ حاصل کرنے کے لئے ہم عدسہ کی مساوات کو استعمال کر سکتے ہیں۔

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

شئے سے قریب ترین فاصلہ حاصل کرنے کے لئے دوبارہ لکھنے پر

$$\frac{1}{u}=\frac{1}{v}-\frac{1}{f}$$

بھرتی کرنے پر

$$\frac{1}{u}=\frac{1}{-25}-\frac{1}{5}=\frac{1}{25}-\frac{1}{5}=\left(\frac{-1-5}{25}\right)=-\frac{6}{25}$$

$$u=-\frac{25}{6}=-4.167 \text{ cm}$$

کتاب اور عدسہ کے درمیان قریب ترین فاصلہ $u = -4.167$ cm

شئے سے بعید ترین فاصلہ حاصل کرنے کے لئے عدسہ کی مساوات اس طرح ہے۔

$$\frac{1}{v'}-\frac{1}{u'}=\frac{1}{f'}$$

شئے سے بعید ترین فاصلہ حاصل کرنے کے لئے دوبارہ لکھنے پر

$$\frac{1}{u'}=\frac{1}{v'}-\frac{1}{f'}$$

بھرتی کرنے پر

$$\frac{1}{u'}=\frac{1}{\infty}-\frac{1}{5};u=-5 \text{ cm}$$

کتاب اور عدسہ کے درمیان بعید ترین فاصلہ $u' = -5$ cm

(b) قریب ترین ماسکانے پر تکبیر معلوم کرنے کے لئے

$$m=1+\frac{D}{f}=1+\frac{25}{5}=6$$

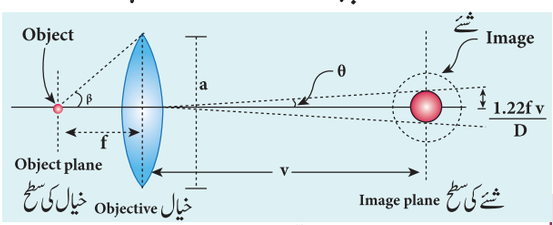
عام ماسکانے پر تکبیر معلوم کرنے کے لئے

$$m=\frac{D}{f}=\frac{25}{5}=5$$

7.6.1.3 ایک خوردبین کی تحلیلی طاقت (Resolving power of a microscope)

مشاہدے کے تحت کسی چھوٹی شئے کو تفصیل سے دیکھنے کے لئے ایک خوردبین استعمال ہوتا ہے۔ ایک اچھا خوردبین نہ صرف شئے کی تکبیر کرتا ہے، بلکہ کسی شئے کے دو نقطوں کو حل بھی کرتا ہے جو بہت چھوٹے فاصلے $dmin$ سے جدا ہوئے ہوتے ہیں۔ دراصل $dmin$ تحلیل *(resolution)* ہے اور اس کا معکوس، تحلیلی طاقت *(Resolving power)* ہے۔

ایک توسیع کردہ تحلیل کرہ (مرکزی *maximum* کا نصف قطر) کی مساوات (7.54) پہلے ہی سے حاصل کی ہوئی ہے۔



خاکہ 7.38 ایک خوردبین کی تحلیلی طاقت

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:56 AM

خوردبین میں شئے کا فاصلہ ماسکی طول f سے زیادہ ہے اور خیال v پر بنتا ہے جیسا کہ خاکہ 7.38 میں دکھایا گیا ہے ۔ لہذا مساوات (7.54) میں f کی جگہ v کو بدلا گیا ہے۔

$$r_o = \frac{1.22\lambda v}{a} \qquad (7.65)$$

یہاں ماسکی طول f کی جگہ ہم خیال کا فاصلہ v لیتے ہیں۔ اگر شئے کے دو نقاط کے درمیانی فرق کا حل $dmin$ ہے تو تکبیر m یہ ہے۔

$$m = \frac{r_o}{d_{\min}} \qquad (7.66)$$

$$d_{\min} = \frac{r_o}{m} = \frac{1.22\lambda v}{am} = \frac{1.22\lambda v}{a(v/u)} = \frac{1.22\lambda u}{a} \quad [\because m = v/u]$$

$$d_{\min} = \frac{1.22\lambda f}{a} \qquad [\because u \approx f] \qquad (7.67)$$

شئے کی طرف

$$2\tan\beta \approx 2\sin\beta = \frac{a}{f} \therefore \quad [a = f2\sin\beta] \qquad (7.68)$$

$$d_{\min} = \frac{1.22\lambda}{2\sin\beta} \qquad (7.69)$$

$dmin$ کی قیمت کو مزید کم کرنے کے لئے روشنی کے راستہ کو بڑھانے کے لئے خوردبین کے شئے کے عدسہ کو n انعطاف نما والے تیل کے برتن میں ڈبویا جائے۔

$$d_{\min} = \frac{1.22\lambda}{2n\sin\beta} \qquad (7.70)$$

ایسے شئے کے عدسہ کو تیل میں ڈبویا ہوا عدسہ کہا جاتا ہے۔

$n\sin\beta$، عددی درز NA کہلاتا ہے۔

$$d_{\min} = \frac{1.22\lambda}{2(NA)} \qquad (7.71)$$

The resolving power R_M of microscope is,

$$R_M = \frac{1}{d_{\min}} = \frac{2(NA)}{1.22\lambda} \qquad (7.72)$$

7.6.1.4 دوربین کی تحلیلی طاقت

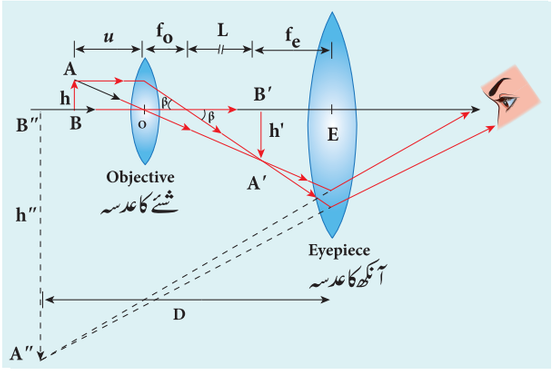
(Resolving power of a telescope)

دوربین کی تحلیلی طاقت، اس کی تحلیل کا معکوس ہے۔ مساوات (7.54) میں پہلے ہی حاصل کیا گیا ہے۔

$$R_T = \frac{1}{r_0} = \frac{a}{1.22\lambda f} \qquad (7.73)$$

7.6.2 مرکب خوردبین

مرکب خوردبین کی شکل کا خاکہ 7.39 میں دکھایا گیا ہے۔ شئے کے قریب کا عدسہ، شئے کا عدسہ *(objective)* کہلاتا ہے۔ یہ شئے کا حقیقی الٹا اور بڑا خیال بناتا ہے۔ یہ عدسہ کے لئے شئے کے طور پر کام کرتا ہے۔ آنکھ کے قریب، آنکھ کا عدسہ *(eye piece)* کہلاتا ہے۔ آنکھ کا عدسہ سادہ خوردبین کے طور پر کام کرتا ہے جو آخر کار ایک مکبر اور مجازی خیال پیدا کرتا ہے۔ شئے کے عدسہ کے ذریعہ تشکیل دیا جانے والا پہلا الٹا خیال کو آنکھ کے عدسے کے ماسکے کے اندر اس طرح اڈجسٹ کیا جاتا ہے، تاکہ حتمی خیال لامحدود (یا) نقطے کے قریب پر بنے۔ شئے کی بہ نسبت خیال اُلٹا ہوتا ہے۔



خاکہ 7.39 مرکب خوردبین

7.6.2.1 مرکب خوردبین میں تکبیر

(Magnification in compound microscope)

شئے کے عدسہ کے ذریعہ تیار کردہ جانبی تکبیر کو مساوات (6.66) میں دیا گیا ہے۔

$$m_o = \frac{h'}{h}$$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:56 AM

خاکہ 7.39 سے $\beta = \frac{h}{f_o} = \frac{h'}{L}$ ، تب

$$\frac{h'}{h} = \frac{L}{f_o} \qquad (7.74)$$

$$m_o = \frac{L}{f_o} \qquad (7.75)$$

آنکھ کے عدسہ کے ماسکی نقطے سے، شئے کے عدسہ کے ماسکی نقطے کے درمیان کا فاصلہ L کی پیمائش کی جاتی ہے۔ اسے خوردبین کے ٹیوب کی لمبائی کہا جاتا ہے۔ اسے f_o اور f_c خوردبین کی ٹیوب کی لمبائی کہا جاتا ہے، کیوں کہ یہ L سے نسبتاً سے کم تر ہے۔

اگر حتمی خیال نقطے کے قریب بنتا ہے تو آنکھ کے عدسہ کی تکبیر m_e ہے۔

$$m_e = 1 + \frac{D}{f_e} \qquad (7.76)$$

قریبی نقطہ کے ماسکہ کی کل تکبیر m ہے۔

$$m = m_o m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(1 + \frac{D}{f_e}\right) \qquad (7.77)$$

اگر حتمی خیال، لامحدود (عام ماسکہ) مقام پر بنتا ہے، تو آنکھ کے عدسہ کی تکبیر m_e ہے۔

$$m_e = \frac{D}{f_e} \qquad (7.78)$$

عام ماسکہ کے لئے کل تکبیر m ہے۔

$$m = m_o m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(\frac{D}{f_e}\right) \qquad (7.79)$$

مثال 7.20

ایک دوربین کے شئے کے عدسہ اور آنکھ کے عدسہ کا ماسکی طول بالترتیب 5 سم اور 50 سم اور ٹیوب کی لمبائی 30 سم ہے۔ (a) قریبی نقطہ اور (b) عام ماسکہ کے لئے خوردبین کی تکبیر معلوم کریں۔

حل :

$f_0 = 5\text{cm} = 5\times10^{-2}\text{m};\quad f_e = 50\text{cm} = 50\times10^{-2}\text{m};$

$L = 30\text{cm} = 30\times10^{-2}\text{m};\ D = 25\text{cm} = 25\times10^{-2}\text{m}$

(a) قریب ترین ماسکہ کے لئے جملہ تکبیر, $m =$

$$m = m_o m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$$

بھرتی کرنے پر

$$m = m_o m_e = \left(\frac{30\times10^{-2}}{5\times10^{-2}}\right)\left(1 + \frac{25\times10^{-2}}{50\times10^{-2}}\right)$$

$$= (6)(1.5) = 9$$

(b) عام ماسکہ کے لئے جملہ تکبیر

$$m = m_o m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(\frac{D}{f_e}\right)$$

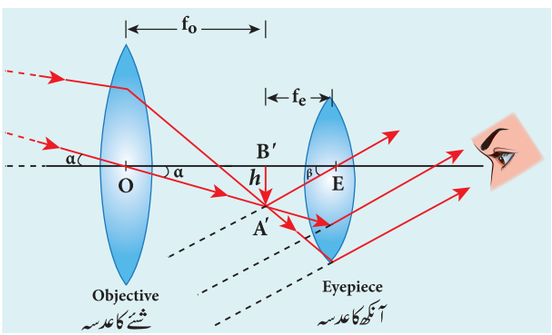
بھرتی کرنے پر

$$m = m_o m_e = \left(\frac{30\times10^{-2}}{5\times10^{-2}}\right)\left(\frac{25\times10^{-2}}{50\times10^{-2}}\right)$$

$$= (6)(0.5) = 3$$

7.6.3 فلکیاتی دوربین (Astronomical telescope)

ایک فلکیاتی دوربین سے دور کی فلکیاتی اشیاء جیسے ستارے، سیارے، چاند وغیرہ کی تکبیر حاصل کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ فلکیاتی دوربین میں جو خیال بنتا ہے وہ الٹا ہوتا ہے۔ اس میں شئے کے عدسہ کا ماسکی طول بڑا اور آنکھ کے عدسہ سے کہیں زیادہ بڑا روزن (aperture) ہے، جیسا کہ خاکہ 7.40 میں دکھایا گیا ہے۔ دور کی اشیاء سے روشنی شئے کے عدسہ میں داخل ہوتی ہے اور حقیقی خیال ٹیوب میں اس کے ماسکی نقطے پر تشکیل پاتا ہے۔ آنکھ کا عدسہ، اس خیال کو اضافہ کر کے حتمی الٹا خیال پیدا کرتا ہے۔



خاکہ 7.40 فلکیاتی دوربین

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:56 AM

7.6.3.1 فلکیاتی دوربین میں تکبیر
(Magnification in astronomical telescope)

خیال کے ذریعہ پیش کردہ زاویہ β سے، صدر محور کے ساتھ شئے کے ذریعہ پیش کردہ زاویہ α کا تناسب تکبیر m کہلاتا ہے۔

$$m = \frac{\beta}{\alpha} \qquad (7.80)$$

خاکہ سے $\alpha = \frac{h}{f_0}$ and $\beta = \frac{h}{f_e}$

$$m = \frac{f_o}{f_e} \qquad (7.81)$$

دوربین کی لمبائی تقریباً اتنی ہے۔

$$L = f_o + f_e \qquad (7.82)$$

مثال 7.21

ایک چھوٹے دوربین کے شئے کے عدسے کا ماسکی طول 125 سم اور آنکھ کے عدسہ کا ماسکی طول 2 سم ہے۔

(a) دوربین کی تکبیر کیا ہے؟

(b) شئے کے عدسہ اور آنکھ کے عدسہ کے درمیان علاحدگی کیا ہے؟ (c) جب اس دوربین کے ذریعہ دو ستاروں کو دیکھا گیا، اگر وہ آنکھ کے ذریعہ دیکھنے پر $1'$ کا زاویہ بناتا ہے تو ستاروں کے درمیان زاویائی علاحدگی کیا ہے؟

حل :

$f_o = 125$ cm; $f_e = 2$ cm; $m = ?$; $L = ?$; $\theta_i = ?$

(a) دوربین کی تکبیر کے لئے مساوات

$$m = \frac{f_o}{f_e}$$

بھرتی کرنے پر $m = \frac{125}{2} = 62.5$

(b) دوربین کے تقریبی طول کے لئے مساوات $L = f_o + f_e$

بھرتی کرنے پر $L = 125+2 = 127$ cm $= 1.27$ m

(c) زاویائی تکبیر کے لئے مساوات $m = \frac{\theta_i}{\theta_0}$

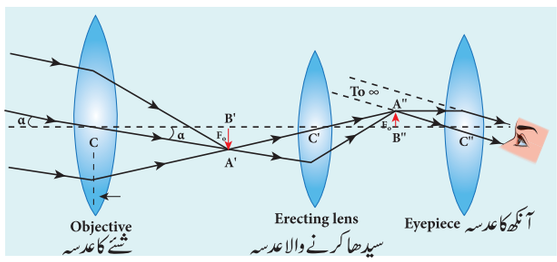
دوبارہ لکھنے پر $\theta_i = m \times \theta_0$

بھرتی کرنے پر

$$\theta_i = 62.5 \times 1' = 62.5' = \frac{62.5}{60} = 1.04^\circ = 1°2'30''$$

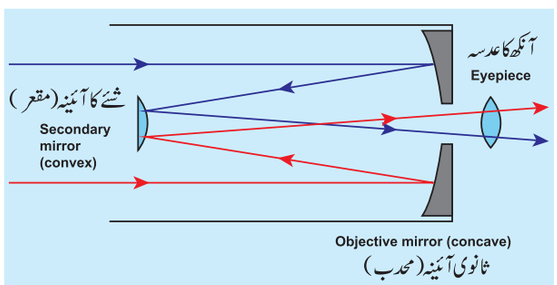
7.6.4 ارضی دوربین (Terrestrial telescope)

زمین کی سطح سے طویل فاصلہ کی اشیاء کو دیکھنے کے لئے ارضی دوربین استعمال کیا جاتا ہے۔ لہٰذا خیال سیدھا ہونا چاہئے۔ لہٰذا اس میں ایک اور عدسہ ہوتا ہے تاکہ بننے والے الٹے خیال کو سیدھا کر دے، جیسا کہ خاکہ 7.41 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 7.41 ارضی دوربین

7.6.5 انعکاسی دوربین (Reflecting telescope)



خاکہ 7.42 انعکاسی دوربین

جدید دوربینوں میں شئے کے عدسہ کے بجائے ایک مقعر عدسہ استعمال کیا جاتا ہے۔ بڑی جسامت والے عدسے بنانے اور ان سے خیال حاصل میں کافی مشکلیں پیش آتی ہیں، اس میں کئی قسم کا بصری نقص پایا جاتا ہے۔ دوربین جس میں شئے کے عدسہ کے بجائے مقعر آئینہ استعمال کیا جاتا ہے، انہیں انعکاسی دوربین کہا جاتا ہے۔ ان کے بعض فائدے ہیں۔ اس کی صرف ایک سطح کو پالش کیا جاتا ہے اور

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:57 AM

استعمال کیا جاتا ہے۔ آئینہ کے پچھلے پورے حصے سے سہارا دیا جاسکتا ہے، جب کہ عدسے کو صرف ایک کنارے پر سہارا دیا جاسکتا ہے۔ آئینے کا وزن عدسے کے مقابلے میں بہت کم ہے لیکن ایک واضح انعکاسی دوربین کے ساتھ مسئلہ یہ ہے کہ شئے کا آئینہ دوربین کے ٹیوب کے اندر روشنی کو مرکوز (ماسکہ) کرے گا۔ آنکھ کے عدسہ کو ٹیوب کے اندر کچھ روشنی کو روکے رکھنا ضروری ہے۔ ایک ثانوی محدب آئینہ کو ٹیوب کے اندر رکھ کر اس مسئلے کو بھی دور کیا جاسکتا ہے۔ جیسا کہ خاکہ 7.42 میں دکھایا گیا ہے۔

7.6.6 اسپکٹرومیٹر (طیف پیما) (Spectrometer)

اسپکٹرومیٹر ایک بصری آلہ ہے جو روشنی کے مختلف ذرائع کے طیف کو تجزیہ کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ مختلف رنگوں کے موجی طول ناپنے کے لئے اور منشور کے مادے کے انعطاف نماؤں کی پیمائش کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کو خاکہ 7.43 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ بنیادی طور پر تین حصوں پر مشتمل ہے۔

ان کے نام (i) کولی میٹر (Collimator)

(ii) منشور ٹیبل (میز) اور (iii) دوربین

خاکہ 7.43 طیف پیما (Spectrometer)

(i) کولی میٹر (Collimator)

روشنی کی متوازی کرن پیدا کرنے کے لئے کولی میٹر استعمال ہوتا ہے۔ اس میں محدب عدسہ ہے اور چوڑائی اڈجسٹ کرنے والا عمودی شگاف (*Slit*) ہے، جو ذریعہ کے سامنے ہے۔ شگاف کی پوزیشن کو اڈجسٹ کیا جاسکتا ہے جس سے عدسہ کا ماسکہ تک لایا جائے۔ کولی میٹر قاعدے پر ثبت کیا ہوا ہوتا ہے۔

(ii) منشور کی میز (Prism table)

منشور کی میز پر، منشور، انکساری جالی (*Grating*)، وغیرہ کو ثبت کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ اس میں دو دائری تھالیاں موجود جس کے ساتھ تین ہموار کرنے والے پیچ فراہم کئے گئے ہیں۔ ان کو گھما کر اس کے مقام کو دو ورنیر V_1 اور V_2 سے نوٹ کیا جاسکتا ہے۔ منشور کی میز کو کسی مطلوبہ اونچائی پر ثبت کیا جاسکتا ہے۔

(iii) دوربین (Telescope)

دوربین، فلکیاتی دوربین کی ایک قسم ہے۔ اس کے ایک طرف آنکھ کا عدسہ اور دوسری طرف آڑا ترچھا تار (Cross wires) کے ساتھ شئے کا عدسہ ہوتا ہے۔ شئے کا عدسہ اور آنکھ کا عدسہ کے درمیان کے فاصلے کو اڈجسٹ کیا جاسکتا ہے تاکہ دوربین سے cross wire کا صاف اور واضح خیال بن سکے۔

دوربین ایک کروی پیمانے سے منسلک ہے اور دونوں کو ایک ساتھ گھمایا جاسکتا ہے۔ دوربین اور منشور کی میز کو مطلوبہ پوزیشن میں طے کرنے کے لئے عمودی اور افقی پیچ مہیا کئے گئے ہیں۔

طیف پیما (اسپکٹرومیٹر) کی ابتدائی ترتیب :

تجربہ کرنے سے پہلے اسپکٹرومیٹر (طیف پیما) میں مندرجۂ ذیل کی طرح ترتیب دینا ضروری ہے۔

(a) آنکھ کے عدسہ کا اڈجسٹ منٹ:

دوربین کو روشن سطح کی طرف موڑنا چاہئے اور آنکھ کے عدسہ کو اِدھر اُدھر حرکت کرنا چاہئے، جب تک کہ کراس وائرس واضح طور پر دکھائی دے۔

(b) دوربین کو اڈجسٹ کرنا:

دوربین کو متوازی شعاعیں حاصل کرنے کے لئے اڈجسٹ کیا جائے۔ کسی دور کی شئے کی طرف ماسکا کر، کراس وائر پر واضح خیال حاصل کیا جائے۔

(c) کولی میٹر کا اڈجسٹ منٹ :

کولی میٹر کے ساتھ دوربین کو ایک خط (سیدھا) میں لایا جاتا ہے۔ کولی میٹر کے عدسے اور روشن شگاف (slit) کے درمیان کا فاصلہ اڈجسٹ کیا جاتا ہے، یہاں تک کہ شگاف کا واضح خیال، کراس وائر میں دیکھ سکے۔

(d) منشور کی میز کو برابر کرنا

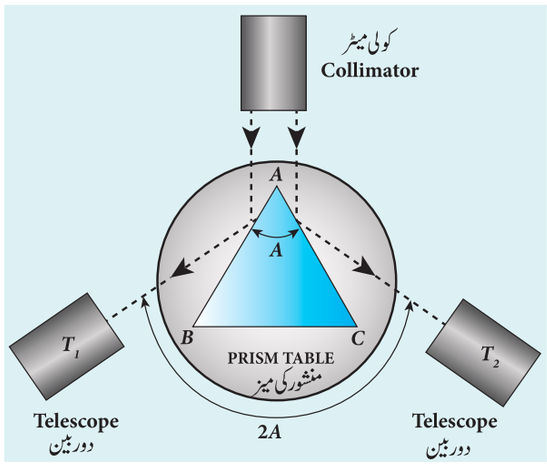
منشور کی میز کو افقی سطح میں لایا جاتا ہے۔ برابر کرنے والا پیچ کو اڈجسٹ کرکے اور اسپرٹ لیول کو استعمال کرکے اس کو یقینی بنایا جاتا ہے۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:58 AM

7.6.6.1 منشور جس شئے سے بنا ہے، اس کا انعطاف نما معلوم کرنا

اسپیکٹرومیٹر (طیف نما) کو ابتدائی اڈجسٹ کیا جاتا ہے۔ منشور کے زاویہ A اور انحراف کا کم سے کم زاویہ D کی پیمائش سے منشور کا انعطاف نما تعین کیا جاتا ہے۔

(i) منشور کا زاویہ A



خاکہ 7.44 منشور کا زاویہ

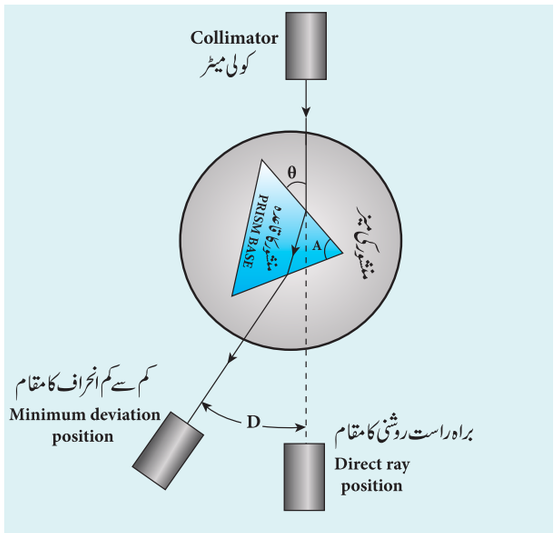
منشور کو منشور کی میز میں اس طرح رکھا جائے کہ اس کا انعطافی زاویہ A کولی میٹر طرف رخ کئے ہوئے ہو، جیسا کہ خاکہ 7.44 میں دکھایا گیا ہے۔ شگاف کو سوڈیم کی روشنی (یک رنگی روشنی) سے روشن کیا جاتا ہے۔ متوازی شعاعیں کولی میٹر سے آنے والی دو سطحیں AB اور AC پر گرتی ہیں اور انعکاس پاتی ہیں۔ دوربین کو ہے۔

انعکاسی شعاعوں کو حاصل کرنے کے لئے دوربین کو دونوں پوزیشن T_1 اور T_2 پر گھمایا جاتا ہے اور دو نگارشات نوٹ کئے جاتے ہیں۔

ان دو نگارشات کے درمیان کا فرق دوربین کے ذریعہ گھمایا گیا منشور کا زاویہ دیتا ہے، جو منشور کے زاویہ کا دگنا ہے۔ اس کی آدھی قیمت، منشور کا زاویہ A ہے۔

(ii) کم سے کم انحراف کا زاویہ D

منشور کو منشور کی میز پر اس طرح رکھا جاتا ہے کہ روشنی کولی میٹر سے انعطافی سطح پر گرے اور انعطافی خیال کو دوربین کے ذریعہ مشاہدہ کیا جائے، جیسا کہ خاکہ 7.45 میں دکھایا گیا ہے۔ اب صرف منشور کی میز کو اس طرح گھمایا جاتا ہے جس سے انحراف کا زاویہ کم ہوتا جاتا ہے اور ایک ایسا مرحلہ آتا ہے جہاں پر خیال رک جاتا ہے اور منشور کی میز کو گھمانے پر خیال واپس آتا ہے۔ دوربین کے ذریعے دیکھنے پر یہ یقینی ہو جاتا ہے۔ اس کی نگارش، کم سے کم انحراف کا مقام دیتا ہے۔



خاکہ 7.45 کم سے کم انحراف کا زاویہ

اب منشور کو ہٹا دیا جاتا ہے اور دوربین کو براہِ راست شعاع حاصل کرنے کے لئے موڑا جاتا ہے اور ریڈنگ نوٹ کی جاتی ہے۔

دو نگارشات کا درمیانی فرق، انحراف کا کم سے کم زاویہ D دیتا ہے۔ منشور جس شئے سے بنا ہے، مساوات (6.89) کو استعمال کرتے ہوئے، اس کا انعطاف نما n محسوب کیا جاتا ہے۔

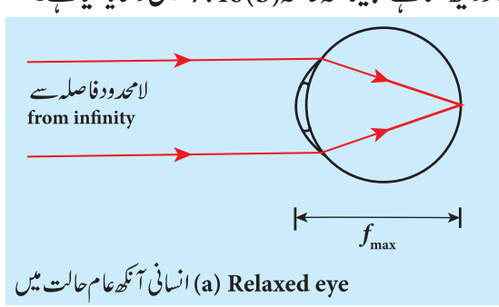
$$n = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

مائع کا انعطاف نما اسی طریقہ سے تعین کیا جاتا ہے۔ ایک کھوکھلے شیشہ کے منشور میں مائع جس کا انعطاف نما معلوم کرنا ہو، اس کو بھر کر، اس کا انعطاف نما معلوم کر سکتے ہیں۔

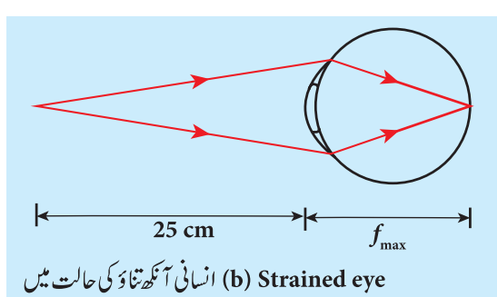
12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:58 AM

7.6.7 آنکھ (The eye)

انسانی آنکھ ایک قدرتی بصری آلہ ہے۔ چونکہ آنکھ کا عدسہ لچکدار ہے، اس کا ماسکی طول کسی حد تک تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ جب آنکھ پوری طرح پرسکون ہو تو، اس کا ماسکی طول زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے اور جب تناؤ میں ہو تو اس کا ماسکی طول کم سے کم ہو جاتا ہے۔ واضح نظر کے لئے پردہ شبکیہ پر خیال کا بننا ضروری ہے۔ ایک عام بالغ انسان کی آنکھ کا ڈھیلا *(eye ball)* کا قطر 2.5 سمر ہے۔ لہذا آنکھ کا عدسہ اور پردہ شبکیہ (خیال) کا درمیانی فاصلہ ہمیشہ 2.5 سمر پر طے ہوتا ہے۔ اب ہم آنکھ کے بصری عمل کا مطالعہ کرتے ہیں۔ آنکھ میں موجود آب چشم *(aqueous humor)* اور رطوبت زجاجیہ *(Virtuous humor)* دو مائع ہیں۔ ان دونوں مائع کے انعطاف نما کو نظر انداز کر کے ہم صرف آنکھ کے عمل کا مطالعہ کریں گے۔ ایک عام نظر رکھنے والا فرد آنکھ کے عدسے کا زیادہ سے زیادہ ماسکی طول کے ساتھ عدسہ کے سکون کی حالت میں لامحدود فاصلہ پر رکھی ہوئی اشیاء کو دیکھ سکتا ہے جیسا کہ شکل 7.46(a) میں دکھایا گیا ہے اور آنکھ کے تناؤ کی حالت میں کم سے کم ماسکی طول کے ساتھ نقطہ D (2.5 سمر) کے قریب رکھی ہوئی شئے کو دیکھ سکتا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.46(b) میں دکھایا گیا ہے۔



(a) Relaxed eye انسانی آنکھ عام حالت میں



(b) Strained eye انسانی آنکھ تناؤ کی حالت میں

خاکہ 7.46 انسانی آنکھ کو ماسکانا

آیئے عدسے کی مساوات (6.63) سے ہم انسانی آنکھ کے f_{max} اور f_{min} کو تلاش کریں۔

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

جب شئے لامحدود فاصلہ پر ہو، یعنی $u = -\infty$ اور سمر $v =$ 2.5 (آنکھ کا عدسہ اور پردہ شبکیہ کے درمیان کا فاصلہ) تو آنکھ اس شئے کو عام حالت میں دیکھ سکتی ہے، f_{max} کے ساتھ عدسے کی مساوات میں درج کرنے پر حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{1}{f_{max}} = \frac{1}{2.5\ \text{cm}} - \frac{1}{-\infty}$$

$$f_{max} = 2.5\ \text{cm}$$

جب شئے قریبی نقطے میں ہو تو، یعنی سمر $u = -25$ اور سمر $v = -2.5$ تو آنکھ تناؤ کی حالت میں شئے کو دیکھ سکتی ہے۔ f_{min} کے ساتھ عدسے کی مساوات قیمت درج کرنے پر حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{1}{f_{min}} = \frac{1}{2.5\ \text{cm}} - \frac{1}{-25\ \text{cm}}$$

$$f_{min} = 2.27\ \text{cm}$$

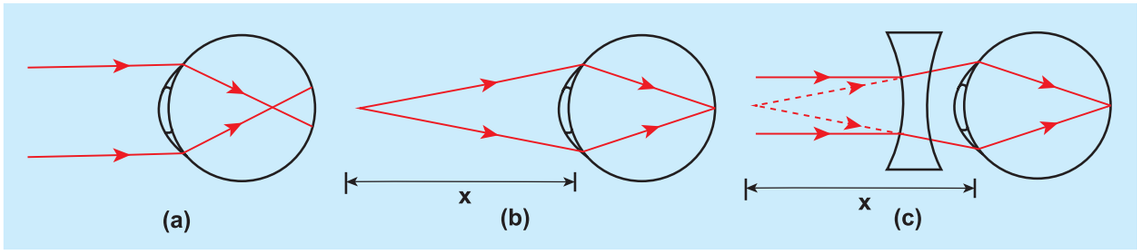
اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ، آنکھوں کے عدسے کے ماسکی طول کی تھوڑی سی قیمت $f_{max} - f_{min} = 0.23$ cm پر ایک شخص قریبی نقطے سے لامحدود تک کسی شئے کو دیکھ سکتا ہے۔ اب ہم آنکھ میں نظر کے کچھ عام نقائص (بصری نقائص) پر تبادلہ خیال کریں گے۔

7.6.7.1 قریب نظری (کوتاہ نظری) (میوپیا) (Nearsightedness) *(myopia)*

قریب نظری (میوپیا) نظر میں مبتلا ایک شخص دور کی اشیاء کو واضح طور پر نہیں دیکھ سکتا۔ اس کی وجہ آنکھوں کے عدسے کا مختصر ماسکی طول یا آنکھ کے ڈھیلے *(eye ball)* کے معمول سے بڑھ کر قطر کی وجہ سے ہوسکتا ہے۔ ان لوگوں کو ضرورت کی حد تک اپنی آنکھوں سے دیکھنے میں دشواری ہوتی ہے۔ اس لئے انہیں عدسے سے درست کرنے کی ضرورت پڑتی ہے۔

ان کے لئے دور دراز سے آنے والی متوازی شعاعیں پردہ شبکیہ تک پہنچنے سے پہلے مرکوز ہو جاتی ہیں جیسا کہ شکل 7.49(a) میں دکھایا گیا ہے۔ لیکن افراد ایسی اشیاء دیکھ سکتے ہیں جو قریب تر ہیں۔ فرض کریں کہ زیادہ سے زیادہ فاصلہ x ہے، جس سے ایک قریب نظری

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:59 AM



خاکہ 7.47 میوپیا (کوتاہ نظری) (قریب نظری) والی آنکھ اور اس کی اصلاح

والا شخص دیکھ سکتا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.47(b) میں دکھایا گیا ہے۔

اس مسئلہ کو حل کرنے کے لئے لامحدود مقام میں موجود شئے کے مجازی خیال کو آنکھ سے تھوڑے سے فاصلے x پر درست عدسے کا استعمال کرتے ہوئے تشکیل دیا جانا چاہئے، جیسا کہ خاکہ 7.47(c) میں دکھایا گیا ہے۔

کوتاہ نظری آنکھ کے لئے درست عدسہ کے ماسکی طول کو محسوب کرنے کے لئے عدسہ کی مساوات (6.63) استعمال کی جاسکتی ہے۔

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}-\frac{1}{u}$$

یہاں پر $u=-\infty$ اور $v=-x$ ہے۔ ان قیمتوں کو عدسہ کے ضابطہ میں درج کرنے پر یہ حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{-x}-\frac{1}{-\infty}$$

درست شدہ عدسہ کا ماسکی طول یہ ہے۔

$$f=-x \qquad (7.83)$$

منفی علامت بتاتی ہے کہ درست شدہ عدسہ ایک مقعر عدسہ ہونا چاہئے۔ بنیادی طور پر مقعر عدسہ لامحدود مقام سے آنے والی متوازی شعاعوں کو مرکوز کرکے انہیں پردہ شبکیہ پر گراتا ہے۔

7.6.7.2 بعید نظری (دور نظری) (Farsightedness) (*Hypermetropia*)

بعید نظری میں مبتلا شخص قریب کی شئے کو واضح طور پر نہیں دیکھ سکتا۔ یہ اس وقت ہوتا ہے جب آنکھوں کے عدسے کے ماسکی طول کی لمبائی زیادہ ہونی چاہئے یا آنکھ کے ڈھیلے (*eyeball*) کے مقابلے میں چھوٹی ہونی چاہئے۔ ان لوگوں کے لئے واضح نقطہ نظر کے لئے قریب ترین فاصلہ 25 سمر سے زیادہ ہونا چاہئے۔ چنانچہ انہیں ہاتھوں میں تھامی ہوئی چھوٹی چھوٹی چیزوں کو دیکھنا یا کتابیں پڑھنا مشکل ہوجاتا ہے۔

عمر بڑھنے کی وجہ سے پیدا ہونے والی اس قسم کے نقص کو ضعف بصارت (*presbiopia*) کہلاتا ہے۔ بڑی عمر کے افراد، آنکھوں کے عدسے کے ماسکی طول کو کم کرنے کے لئے اپنی آنکھوں پر زیادہ دباؤ نہیں ڈال سکتے۔

ان کے لئے دور دراز سے آنے والی متوازی شعاعیں پردہ شبکیہ تک پہنچنے کے بعد مرکوز ہوجاتی ہیں جیسا کہ شکل 7.48(a) میں دکھایا گیا ہے۔ لیکن افراد ایسی اشیاء دیکھ سکتے ہیں جو 25 سمر سے دور ہیں۔ فرض کریں کہ کم سے کم فاصلہ y ہے، جس سے ایک قریب نظری والا شخص دیکھ سکتا ہے، جیسا کہ خاکہ 7.48(b) میں دکھایا گیا ہے۔

اس مسئلہ کو حل کرنے کے لئے لامحدود مقام میں موجود شئے کے مجازی خیال کو آنکھ سے تھوڑے سے فاصلے y، یعنی 25 سمر (قریبی نقطہ) پر درست عدسے کا استعمال کرتے ہوئے تشکیل دیا جانا چاہئے، جیسا کہ خاکہ 7.48(c) میں دکھایا گیا ہے۔

دور نظری آنکھ کے لئے درست عدسہ کے ماسکی طول کو محسوب کرنے کے لئے عدسہ کی مساوات (6.63) استعمال کی جاسکتی ہے۔

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}-\frac{1}{u}$$

یہاں پر $u=-25\text{ cm}$ اور $v=-y$ ہے۔ ان قیمتوں کو عدسہ کے ضابطہ میں درج کرنے پر یہ حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{-y}-\frac{1}{-25\text{ cm}}$$

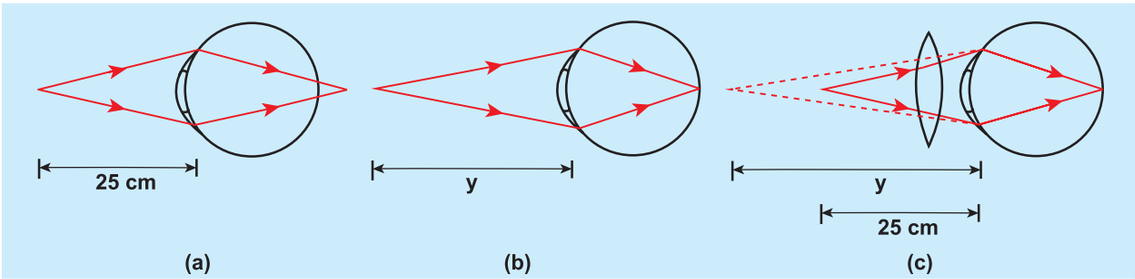
مندرجۂ بالا مساوات کو مختصر کرنے پر f اس طرح حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{25\text{ cm}}-\frac{1}{y}=\frac{y-25\text{ cm}}{y\times 25\text{ cm}}$$

$$f=\frac{y\times 25\text{ cm}}{y-25\text{ cm}} \qquad (7.84)$$

مندرجۂ بالا ضابطہ کا استعمال کرنے پر ماسکی طول مثبت حاصل ہوتا ہے جیسا کہ y ہمیشہ 25 سمر سے زیادہ ہوتا ہے۔ ماسکی طول کا مثبت

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:51:59 AM



خاکہ 7.48 ہائپرمٹروپیا (بعیدنظری) (دورنظری) والی آنکھ اور اس کی اصلاح

اشارہ بتاتا ہے کہ درست شدہ عدسہ محدب عدسہ ہونا چاہئے۔
اصولی طور پر ایک محدب عدسہ، y سے دور سے آنے والی شئے کی شعاعوں کو پردہ شبکیہ پر گراتا ہے۔

7.6.6.3 کج نظری (Astigmatism)

آنکھوں کے عدسے میں مختلف ہموار سطحوں کے ساتھ مختلف انحنا کے ذریعہ سے پیدا ہونے والا نقص کج نظری ہے۔ کج نظری والا شخص تمام سمتوں میں یکساں طور پر نہیں دیکھ سکتا ہے۔ کج نظری کا نقص کوتاہ نظری اور بعیدنظری سے زیادہ سنگین ہے۔ عدسہ، جس میں مختلف ہموار سطحوں کے انحنا ہوتے ہیں، ان کو استعمال کرتے ہوئے اس نقص کو دور کیا جاسکتا ہے۔ عام طور پر مختلف ہموار سطحوں کے لئے مختلف انحناء کے ساتھ ایسے خاص تیار کئے گئے عدسے، استوانی عدسے (*Cylindrical lenses*) کہلاتے ہیں۔

عمر رسیدہ ہونے کی وجہ سے لوگوں میں ایک سے زیادہ نقائص کا مجموعہ پیدا ہوتا ہے۔ اگر بعیدنظری اور کوتاہ نظری کا امتزاج ہے تو ایسے شخص کو ضرورت پر پڑھنے کے لئے محدب شیشہ اور فاصلہ سے دیکھنے کے لئے مقعر شیشہ استعمال ہوتا ہے۔ اس قسم کے مسئلہ کو حل کرنے کے لئے دوہرا ماسکی عدسے (bifocal lenses and progressive lenses) استعمال ہوتے ہیں۔

مثال 7.22

ایک شخص، جو قریب نظری کے نقص میں مبتلا ہے، یہ واضح طور پر 1.8 m تک دیکھ سکتا ہے۔ اس نقص کو دور کرنے کے لئے چشموں کے عدسے کی طاقت کا حساب لگائیں۔

حل :

$x = 1.8$ m اس شخص کے ذریعہ دیکھا گیا زیادہ سے زیادہ فاصلہ

$f = -x$ m $= -1.8$ m عدسہ کا ماسکی طول اتنا ہونا چاہئے

یہ ایک مقعر (یا) انفراجی عدسہ ہوگا۔

عدسہ کی طاقت یہ ہے۔

$$P = -\frac{1}{1.8\text{ m}} = -0.56\text{ D.}$$

مثال 7.23

ایک شخص، جو دورنظری کے نقص میں مبتلا ہے، یہ واضح طور پر 75 cm تک دیکھ سکتا ہے۔ اس نقص کو دور کرنے کے لئے چشموں کے عدسے کی طاقت کا حساب لگائیں۔

حل:

$y = 75$ cm اس شخص کے ذریعہ دیکھا گیا کم سے کم فاصلہ

عدسہ کا ماسکی طول اتنا ہونا چاہئے۔

$$f = \frac{y \times 25\text{ cm}}{y - 25\text{ cm}}$$

$$f = \frac{75\text{ cm} \times 25\text{ cm}}{75\text{ cm} - 25\text{ cm}} = 37.5\text{ cm}$$

یہ ایک محدب (یا) تقاربی عدسہ ہوگا۔

عدسہ کی طاقت یہ ہے۔

$$P = \frac{1}{0.375\text{ m}} = 2.67\text{ D.}$$

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:52:00 AM

SUMMARY : خلاصہ

- روشنی موج کے ساتھ ساتھ ذرہ کی نوعیت بھی رکھتی ہے۔
- ایک ہی حالت ارتعاش کی حالت میں پائے جانے والے نقاط کا مقام ایک محاذ موج (*wavefront*) کو ظاہر کرتا ہے۔ ہئی جن کا اصول، ایک محاذِ موج کے چلنے کے طریقے کو ظاہر کرتا ہے۔
- روشنی ایک محاذِ موج کی طرح پھیلتی ہے۔ ایک نقطہ دار ذریعہ کروی محاذِ موج پیدا کرتا ہے اور لامحدود مقام پر موجود ایک ذریعہ سطحی محاذِ موج پیدا کرتا ہے۔
- انعکاس اور انعطاف کے کلیے ہئی جن کے اصول کے ذریعہ ثابت کئے گئے ہیں۔
- اگر روشنی کے دو موجوں کا انطباق (*superposition*) ہو، جس سے بعض نقاط پر حدت زیادہ ہو اور بعض نقاط پر حدت کم ہو تو اس اثر کو روشنی کی مداخلت (*interference*) کہتے ہیں۔
- اگر مداخلتی روشنی کی حدت I_1 اور I_2 ہیں تو $I_{max} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}$; $I_{min} = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2}$
- اگر مداخلتی روشنی میں مساوی حدتیں I_0 اور ارتعاش کی حالت کا فرق ϕ ہو تو، وہ نقطہ جہاں پر دو موجیں ملتے ہیں،

$$I \propto 4a^2 \cos^2(\phi/2) \quad \left[\because I \propto A^2\right]$$

$\phi = 0, \pm 2\pi, 4\pi ...,$ جب $I_{max} = 4I_0$

$\phi = \pm\pi, \pm 3\pi, \pm 5\pi ...,$ جب $I_{min} = 0$

- روشنی کے دو ذرائع اس وقت مربوط (*Coherent*) کہلائیں گی، جب وہ یکساں ارتعاش کی حالت یا مستقل ارتعاش کی حالت کا فرق، یکساں تعدد یا طولی موج (یک رنگی)، یکساں موجی شکل اور یکساں حیطہ والی موجیں پیدا کریں گی۔
- روشنی کے حقیقی اور مجازی خیالوں سے، محاذِ موج کی تقسیم، حدت کی تقسیم سے مربوط ذرائع حاصل کر سکتے ہیں۔
- ینگ کے دوہرے شگاف کا تجربہ استعمال کر کے، محاذِ موج کی تقسیم کو روشنی کے مربوط ذرائع حاصل کئے جاتے ہیں۔
- ینگ کے دوہرے شگاف کے تجربے میں n ویں روشن دھاری کا مقام یہ ہے۔ $y_n = n\frac{\lambda D}{d}$
- ینگ کے دوہرے شگاف کے تجربے میں n ویں سیاہ یا گہری دھاری کا مقام یہ ہے۔ $y_n = \frac{(2n-1)}{2}\frac{\lambda D}{d}$
- ینگ کے دوہرے شگاف کے تجربے میں دھاری کی چوڑائی (*bandwidth*) کی مساوات یہ ہے۔ $\beta = \frac{\lambda D}{d}$
- کثیر رنگی (سفید) روشنی کی مداخلت سے رنگین مداخلتی دھاریاں حاصل ہوتی ہیں۔
- سفید روشنی کے مداخلت کی وجہ سے باریک فلم (پرت) (film)، رنگین دکھائی دیتی ہے۔
- پھیلنے والی روشنی $2\mu d = n\lambda$; $2\mu d = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$ وغیرہ ہیں۔
- باریک فلموں (پرتوں) میں انعکاسی کرنوں کے لئے تعمیری اور تباہ کن مداخلت کے لئے بالترتیب مساوات یہ ہیں۔ $2\mu d = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$; $2\mu d = n\lambda$
- ہندسی طور پر سایہ شدہ علاقوں میں نوک دار کناروں سے موجوں کا خم ہونا انکسار (*diffraction*) کہلاتا ہے۔
- فرسنل کے انکسار میں کرّوی یا استوانی محاذِ موج انکسار پاتے ہیں۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:52:00 AM

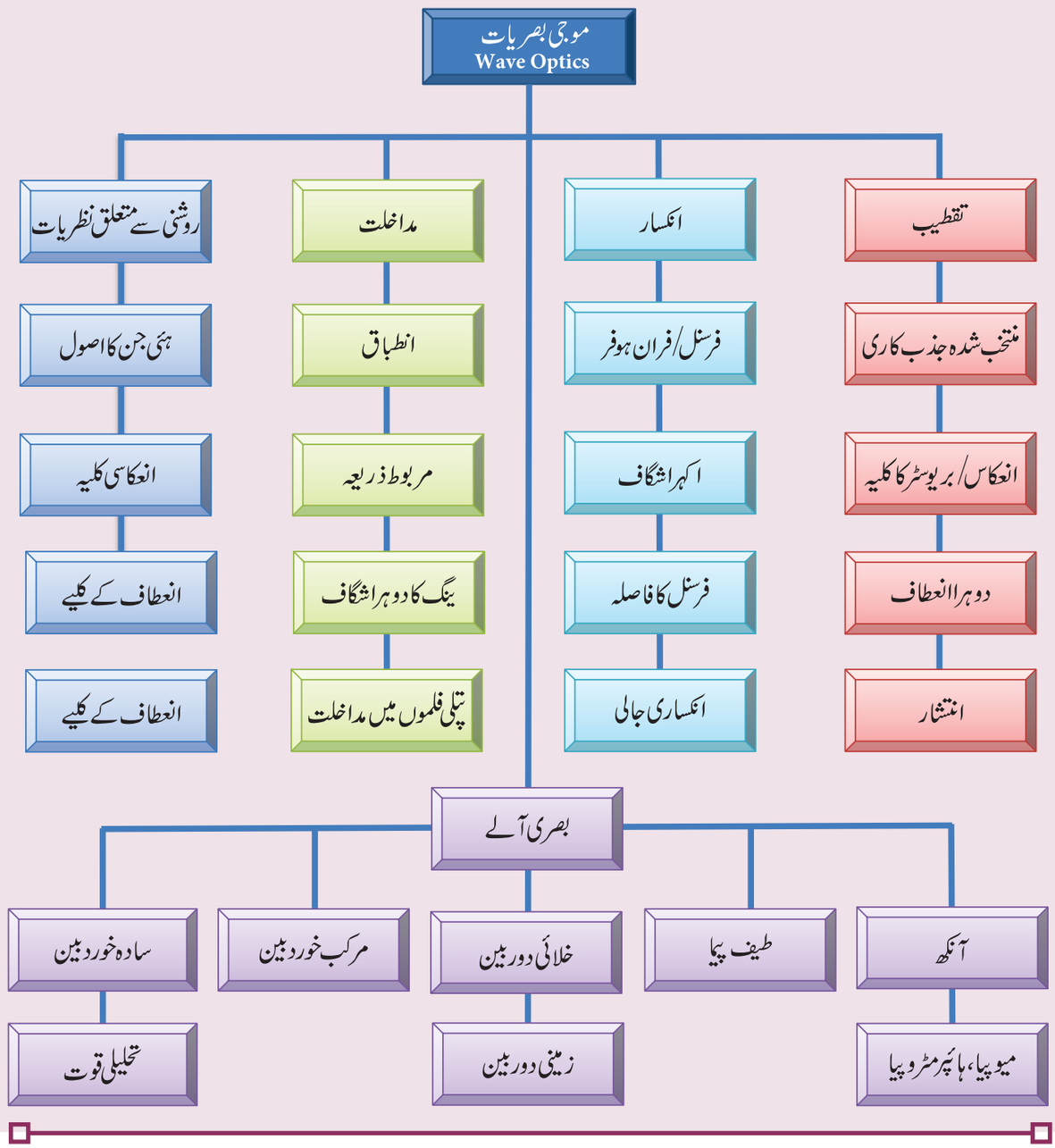
- فران ہوفر کے انکسار میں سطحی محاذِ موج انکسار پاتے ہیں۔
- یک شگافی انکسار میں n ویں ***minimum*** کے لئے مساوات یہ ہے۔ $\sin\theta = n\lambda \quad (n^{\text{th}}\ \text{minimum})$
- یک شگافی انکسار میں n ویں ***maximum*** کے لئے مساوات یہ ہے۔ $\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2} \quad (n^{\text{th}}$
- وہ فاصلہ جہاں تک شعاعی بصریات تابع ہے، اور اس فاصلہ کے بعد شعاعی بصریات تابع نہیں ہوتا، بلکہ وہ ایک معنی خیز ***(significant)*** بن جاتا ہے، ***Fresnel*** کا فاصلہ کہلاتا ہے۔ $z = \frac{a^2}{2\lambda}$
- انکساری جالی سے بھی انکسار کا عمل واقع ہوتا ہے، جس میں کثیر شگافیں پائی جاتی ہیں، جن کی چوڑائی استعمال کردہ روشنی کے موجی طول کے ساتھ موازنہ کی جاسکتی ہے۔ $(a+b)\sin\theta = m\lambda;\ \sin\theta = Nm\lambda$
- انکساری جالی اور طیف پیما کی مدد سے یک رنگی روشنی اور کثیر رنگی روشنی کا موجی طول معلوم کیا جاسکتا ہے۔
- ریلے کے معیار ***(Rayleigh's criterion)*** کے مطابق جب ایک انکسار کا مرکزی ***maximum***، دوسرے انکسار کے ***minimum*** پر انطباق کرتا ہے تو ایک خیال کے دو نقاط نمایاں خیال پیدا کرتے ہیں۔ اور اس کا برعکس بھی صحیح ہے،
- $\theta = \frac{1.22\lambda}{a}$ ***angular resolution***
- $r_0 = \frac{1.22\lambda f}{a}$ ***spatial resolution***
- روشنی کے دو نقاط کے ذرائع جو ایک دوسرے کے قریب ہیں، پردہ پر ایک خیال بناتے ہیں۔ ایک نقطہ نما ذریعہ کا انکساری نمونہ، دوسرے کے اوپر انطباق کر کے ایک مدھم خیال ***(blurred image)*** یا غیر واضح خیال دیتا ہے، ***resolution*** کہلاتا ہے۔
- کسی بھی ایک سمت میں موج کی سمت کے عمود میں روشنی کے ارتعاشات کو روکنے کا اثر (برقی یا مقناطیسی میدان کے سمتیے) روشنی کی تقطیب ***(polarisation)*** کہلاتا ہے۔
- ایک عرضی موج جس کی مستوی سطح کی صرف ایک سمت میں موج کی سمت کے عمود میں ارتعاشات پائے جاتے ہوں تو اس روشنی کو تقطیبی یا مستوی تقطیبی روشنی ***(plane polarised light)*** کہتے ہیں۔
- وہ مستوی سطح جس میں برقی میدان کے ارتعاشات کی سطح میں پائی جاتی ہیں، یہ **plane of vibration** کہلاتی ہے۔
- وہ مستوی سطح جو روشنی کے ارتعاشات کی سطح کے عمود میں ہو، یہ **plane of polarisation** کہلاتی ہے۔
- ایک روشنی کو اس وقت ***plane polarised*** کہا جائے گا، جب پولارئزر کو صفر سے $90°$ تک گھمانے سے اس کی روشنی کی حدت، زیادہ سے صفر تک ہو جاتی ہے۔
- اگر ہر $90°$ تک گھمانے سے روشنی کی حدت زیادہ سے کم ترین (صفر نہیں) ہو تو ایسی روشنی کو جزوی تقطیب شدہ روشنی ***(partially polarised light)*** کہیں گے۔
- اگر دو آڑے ترچھے پولا رائڈر رکھے گئے ہوں، اس سے خارج ہونے والی روشنی کی حدت کو مالوس کا کلیہ اس طرح پیش کرتا ہے۔
$$I = I_0 Cos^2\theta$$
- ایک نِکول منشور، دوہرے انعطاف کے ذریعہ معمولی اور غیر معمولی کرنوں کو الگ کرتا ہے۔
- ایک روشنی، جو سالموں کے ذریعہ روشنی کی سمت کے عمود میں پھیلتی ہے، سطحی تقطیب شدہ ***(plane polarised)*** کہلاتی ہے۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:52:01 AM

- ایک تنہا محدب عدسہ کے ماسکی طول کے اندر کسی شئے کو رکھا جائے تو وہ عدسہ ایک سادہ خوردبین کی طرح کام کرتا ہے۔
- قریبی ماسکہ میں خیال $D = 25\ cm$ پر بنتی ہے۔
- قریبی نقطہ کے ماسکہ میں تکبیر کا ضابطہ یہ ہے۔ $m = 1 + \frac{D}{f}$
- عام ماسکہ میں خیال لامحدود مقام پر بنتا ہے، عام ماسکہ میں تکبیر کا ضابطہ یہ ہے۔ $m = \frac{D}{f}$
- ایک خوردبین کی تحلیلی طاقت کا ضابطہ یہ ہے۔ $R_M = \frac{1}{d_{min}} = \frac{2(NA)}{1.22\lambda}$
- ایک دوربین کی تحلیلی طاقت کا ضابطہ یہ ہے۔ $R_T = \frac{1}{r_0} = \frac{a}{1.22\lambda f}$
- ایک مرکب خوردبین میں قریبی نقطہ کے ماسکہ کے لئے تکبیر کا ضابطہ یہ ہے۔ $m = m_o m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$
- ایک مرکب خوردبین میں عام ماسکہ کے لئے تکبیر کا ضابطہ یہ ہے۔ $m = m_o m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(\frac{D}{f_e}\right)$
- ایک فلکی دوربین $m = \frac{f_o}{f_e}$ کی تکبیر کا ضابطہ یہ ہے۔ $L = f_o + f_e$
- قریب نظری یا میوپیا کے نقص کو دور کرنے کے لئے ایک محدب عدسہ جس کا ماسکی طول $f = -x$ ہو، جس میں x وہ قریبی فاصلہ، جہاں تک وہ شخص واضح طور پر دیکھ سکتا ہو۔
- دور نظری یا ہائپر مٹروپیا کے نقص کو دور کرنے کے لئے ایک مقعر عدسہ جس کا ماسکی طول $f = \frac{y \times 25\ cm}{y - 25\ cm}$ ہو، جس میں $25\ cm$ قریبی فاصلہ ہے۔
- عمر رسیدگی کی وجہ سے پیدا ہونے والی دور نظری کا نقص ***presbyopia*** کہلاتا ہے۔
- آنکھ کے عدسہ کے مختلف بیرونی سطحوں کے منحنی سطحوں میں پیدا ہونے والا نقص کج نظری ***Astigmatism*** کہلاتا ہے۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:52:01 AM

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ



12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:52:01 AM

کثیر انتخابی سوالات

1۔ ایک ہموار سطح کے شیشے کو مختلف رنگوں کے حرف (بنفشی، سبز، زرد، سرخ) کے اوپر رکھا جاتا ہے۔ وہ خط جو بہت زیادہ ظاہر ہوتا ہے۔

(a) سرخ (b) زرد
(c) سبز (d) بنفشی

2۔ ایک کالے کاغذ پر دو سفید نقطے جو 1 ملی میٹر کی دوری پر ہیں۔ ان کو ایک آنکھ کی پتلی سے دیکھا جاتا ہے، جس کا قطر تقریباً 3mm ہے۔ وہ زیادہ سے زیادہ فاصلہ جس سے نقطوں کو آنکھ کے ذریعہ تحلیل کیا جا سکتا ہے۔
(روشنی کا موجی طول $\lambda = 500$ nm لیں)

(a) 1 میٹر (b) 5 میٹر
(c) 3 میٹر (d) 6 میٹر

3۔ ینگ کے دوہرے شگاف کے تجربے میں شگاف کی علاحدگی دگنی ہے۔ اسکرین پر دھاریوں کے یکساں فاصلے کو برقرار رکھنے کے لئے اسکرین اور شگاف کا فاصلہ D کو اتنا تبدیل کرنا ضروری ہے۔

(a) $2D$ (b) $\frac{D}{2}$
(c) $\sqrt{2}D$ (d) $\frac{D}{\sqrt{2}}$

4۔ دو مربوط یک رنگی روشنی کی کرنیں، جن کی حدتیں بالترتیب I اور 4I ہیں، ایک دوسرے کے اوپر انطباق کرتے ہیں۔ باہر نکلنے والی کرنوں کی زیادہ سے زیادہ اور کم سے کم ممکن حدتیں یہ ہیں۔

(a) I اور $5I$ (b) $3I$ اور $5I$
(c) I اور $9I$ (d) $3I$ اور $9I$

5۔ ایک صابن کی پتلی پرت (فلم) جس کی جسامت 5×10^{-5} سم ہے، جب روشنی اس پر وقوع ہوتی ہے، تو 5320 A° پر دیکھے جانے والی روشنی کا موجی طول زیادہ سے زیادہ انعکاس ہوتا ہے۔ فلم کا انعطاف نما یہ ہوگا۔

(a) 1.22 (b) 1.33
(c) 1.51 (d) 1.83

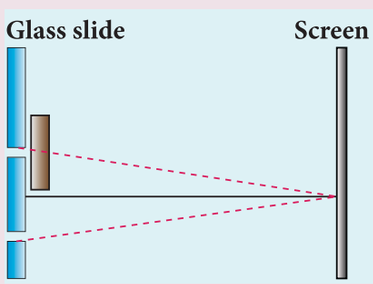
6۔ 1.0×10^{-5} سم چوڑائی والے واحد شگاف سے خارج ہونے والی پہلی انکساری minimum، 30° ہے۔ استعمال کردہ روشنی کا موجی طول یہ ہے۔

(a) 400 A° (b) 500 A°
(c) 600 A° (d) 700 A°

7۔ روشنی کی ایک کرن 60° کے زاویے سے شیشے کے پلیٹ پر گرتی ہے۔ اگر انعکاسی اور انعطافی شعاعیں ایک دوسرے کے عمود پر ہیں تو شیشہ کا انعطاف نما یہ ہے۔

(a) $\sqrt{3}$ (b) $\frac{3}{2}$
(c) $\sqrt{\frac{3}{2}}$ (d) 2

8۔ ینگ کے دوہرے شگاف کے تجربہ میں سے ایک شگاف کو شیشہ کی پلیٹ سے ڈھک دیا گیا، جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔ مرکزی maximum کا مقام یہاں ہوگا۔ مرکزی زیادہ سے زیادہ کی پوزیشن ہوگی۔



(a) نیچے کی طرف منتقل ہو جائے گی
(b) اوپر کی طرف منتقل ہو جائے گی
(c) نتیجہ اخذ کرنے کے لئے اعداد و شمار ناکافی ہے
(d) نتیجہ اخذ کرنے کے لئے اعداد و شمار کافی ہے۔

9۔ نکول منشور سے خارج کردہ روشنی ہے۔

(a) جزوی تقطیبی (b) غیر تقطیبی
(c) ہموار سطح تقطیبی (d) بیضوی تقطیبی

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:52:02 AM

10۔ روشنی کی عرضی نوعیت، درج ذیل اثر سے معلوم ہوتی ہے۔

(a) مداخلت (b) انکسار

(c) بکھرنا (d) تقطیب

جوابات:

b (5) c (4) a (3) b (2) d (1)

d (10) c (9) b (8) a (7) b (6)

II۔ مختصر جوابات لکھئے:

1۔ روشنی کے کارپس کلر نظریہ (ذرات یا جسیموں کا نظریہ) کی نمایاں خصوصیات کیا ہیں ؟

2۔ روشنی کے موجی نظریہ کے اہم نکات کیا ہیں ؟

3۔ روشنی کے برقی مقناطیسی موجی نظریہ کی اہمیت کیا ہے ؟

4۔ روشنی کے کوانٹم (قدریہ) نظریہ پر خاص نوٹ لکھئے۔

5۔ ایک محاذِ موج (*wavefront*) کی وضاحت کیجئے۔

6۔ درج ذیل کے لئے ایک محاذِ موج (*wavefront*) کی شکلیں کیا ہیں؟

(a) لامحدود مقام پر موجود ایک ذریعہ

(b) ایک نقطہ دار ذریعہ (c) ایک خطی ذریعہ

7۔ ہئی جن کا اصول بیان کیجئے۔

8۔ روشنی کی مداخلت کیا ہے؟

9۔ ایک موج کے ارتعاش کی حالت (*phase*) کیا ہے ؟

10۔ ارتعاش کی حالت کا فرق (*phase difference*) اور راستے کے فرق (*path difference*) کے درمیان تعلق بتائیے۔

11۔ مربوط ذرائع (*coherent sources*) کیا ہیں ؟

12۔ ایک محاذِ موج کی تقسیم کیسے مربوط ذرائع فراہم کرتی ہے ؟

13۔ حدت (*Intensity*) (یا) حیطہ (*amplitude*) کی تقسیم کیا ہے ؟

14۔ ذرائع اور خیال کس طرح مربوط ذرائع کی طرح برتاؤ کرتی ہیں ؟

15۔ مداخلتی نمونے کی *bandwidth* کیا ہے ؟

16۔ انکسار (*diffraction*) کیا ہے ؟

17۔ فرسنل اور فران ہوفر انکسار کے درمیان فرق کیجئے۔

18۔ فران ہوفر انکسار میں پہلے *minimum* کے خاص مرحلوں پر بحث کیجئے۔

19۔ فرسنل کا فاصلہ کیا ہے؟ فرسنل کے فاصلے کے لئے مساوات حاصل کیجئے۔

20۔ مداخلت (*interference*) اور انکسار (*diffraction*) کے درمیان فرق بتائیے۔

21۔ ایک انکساری جالی (*diffraction grating*) سے کیا مراد ہے ؟

22۔ تحلیل (*Resolution*) کیا ہے ؟

23۔ ریلے کی کسوٹی (*Rayleigh's criterion*) کیا ہے ؟

24۔ تحلیل (*resolution*) اور تکبیر (*magnification*) کے درمیان فرق کیجئے۔

25۔ تقطیب (*polarisation*) کیا ہے؟

26۔ تقطیبی (*polarised*) اور غیر تقطیبی (*unpolarised light*) روشنی کے درمیان فرق کیجئے۔

27۔ *selective absorbtion* کے ذریعہ تقطیب پر بحث کیجئے۔

28۔ پولائزر (*polariser*) اور انالزر (*analyser*) کیا ہیں؟

29۔ سطحی تقطیب (*plane polarised*)، غیر تقطیبی (*unpolarised*) اور جزوی تقطیب (*partially polarised*) روشنی کیا ہیں؟

30۔ مالوس کا کلیہ بیان کریں اور اسے حاصل کریں۔

31۔ پولارائڈس (*Polaroids*) کے استعمالات کیا ہیں؟

32۔ بریوسٹر کا کلیہ بیان کریں۔

33۔ زاویہ تقطیب (*Angle of polarisation*) کیا ہے اور زاویہ تقطیب کے لئے مساوات حاصل کریں۔

34۔ پلیٹس کے ڈھیر (*pile of plates*) کے بارے میں تبادلہ خیال کریں۔

35۔ دوہرا انعطاف کیا ہے؟

36۔ ایک مثال کے ساتھ بصری متحرک کرسٹلس (*optically active crystals*) کے اقسام کا ذکر کریں۔

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:52:02 AM

37۔ نکول منشور (*Nicol prism*) کے بارے میں تبادلہ خیال کریں۔

38۔ روشنی کے بکھرنے سے تقطیبی روشنی کیسے حاصل ہوتی ہے؟

39۔ قریبی نقطہ اور عام ماسکہ (*normal focusing*) کیا ہے ؟

40۔ ایک خوردبین میں تیل میں ڈبوئے ہوئے شئے کے عدسہ کو کیوں ترجیح دی جاتی ہے ؟

41۔ ایک انعکاسی دوربین کے فوائد اور نقصانات کیا ہیں ؟

42۔ ایک ارضی دوربین (*terrestrial telescope*) میں کھڑے ہوئے (سیدھے) عدسے کا استعمال کیا ہے؟

43۔ اسپکٹرومیٹر (طیف پیما) کے استعمالات کیا ہیں؟

44۔ اسپکٹرومیٹر میں کولی میٹر (*collimator*) کا استعمال کیا ہے؟

45۔ کوتاہ نظری (قریب نظری) (*myopia*) کیا ہے؟ اس کا علاج کیا ہے ؟

46۔ بعید نظری (دور نظری) (*hypermetropia*) کیا ہے؟ اس کا علاج کیا ہے ؟

47۔ کج نظری (*astigmatism*) کیا ہے؟ اس کا علاج کیا ہے؟

48۔ ضعف بصارت (*presbyopia*) کیا ہے؟

III۔ تفصیلی جوابات کے سوالات۔

1۔ ہئی جنس کے اصول کو استعمال کرتے ہوئے انعکاس کے کلیے کو ثابت کیجئے۔

2۔ ہیوجنس کے اصول کو استعمال کرتے ہوئے انعطاف کے کلیے کو ثابت کیجئے۔

3۔ روشنی کی مداخلت کی وجہ سے روشنی کی حدت (*intensity*) کے لئے مساوات حاصل کیجئے۔

4۔ ینگ کے دوہرے شگاف کے تجربے کی ترتیب کو سمجھایئے اور راستے کے فرق کے لئے مساوات حاصل کیجئے۔

5۔ ینگ کے دوہرے شگاف کے تجربے میں بینڈ کی چوڑائی (bandwidth) کے لئے مساوات حاصل کیجئے۔

6۔ پتلی پرتوں (فلموں) میں مداخلت پر بحث کریں اور اخراجی اور انعکاسی روشنی کے لئے تعمیری مداخلت اور تباہ کن مداخلت کے لئے مساوات حاصل کیجئے۔

7۔ اکہرے شگاف سے انکسار پر بحث کریں اور *n* ویں *minimum* کے لئے شرط حاصل کریں۔

8۔ انکساری جالی (*grating*) سے انکسار پر بحث کریں اور *m* ویں *maximum* کے لئے شرط حاصل کریں۔

9۔ انکساری جالی کو استعمال کرتے ہوئے یک رنگی روشنی کے موجی طول کو تعین کرنے کے لئے ایک تجربہ کریں۔

10۔ انکساری جالی (*diffraction grating*) کے استعمال کرتے ہوئے مختلف رنگوں کے موجی طول کو تعین کرنے کے لئے تجربہ کریں۔

11۔ بصری آلات کے تحلیلی طاقت کے لئے مساوات حاصل کریں۔

12۔ ایک سادہ خوردبین کی ساخت بتایئے، قریبی نقطہ کا ماسکہ اور عام ماسکہ کے لئے تکبیر کی مساوات حاصل کریں۔

13۔ ایک مرکب خوردبین کے بارے میں سمجھایئے اور تکبیر کے لئے مساوات حاصل کریں۔

14۔ ایک خوردبین کی تحلیلی طاقت کے لئے مساوات حاصل کریں۔

15۔ ایک فلکیاتی دوربین کے بارے میں بحث کریں۔

16۔ ایک اسپکٹرومیٹر (طیف نما) کے مختلف حصوں کا ذکر کریں اور ابتدائی اڈجسٹ منٹ کو سمجھایئے۔

17۔ ایک اسپکٹرومیٹر (طیف نما) کو استعمال کرتے ہوئے ایک منشور جس شئے سے بنا ہے، اس کے مادّے کا انعطاف نما معلوم کرنے کے لئے ایک تجربے کریں۔

نظریاتی سوالات:

1۔ ایک مداخلتی نمونے میں کم سے کم اور زیادہ سے زیادہ حدت کا تناسب 36:1 ہے۔ دو مداخلتی موجوں کے حیطہ کا تناسب کیا ہے؟ (جواب : 7:5)

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:52:03 AM

2۔ ینگ کے دوہرے شگاف کے تجربے میں 5893 A° موجی طول والی سوڈیم کی روشنی سے 62 دھاریاں اسکرین پر حاصل ہوئیں۔اگر 4359 A° موجی طول والی بنفشی روشنی کوسوڈیم روشنی کی جگہ میں استعمال کرتے ہیں تو کتنی دھاریاں دکھائی دیں گی؟

3۔ 600nm موجی طول والی روشنی، شگافوں کی ایک جوڑی پر گرتی ہے اور اسکرین پر مداخلتی نمونے بنتے ہیں جس میں روشن دھاریاں 7.2 mm سمر سے علاحدہ ہوتے ہیں۔اسی طرح کی ایک اور روشنی جوروشن دھاریاں بناتی ہے، جو 8.1 ملی میٹر سے علاحدہ ہوئے ہیں،اس کا موجی طول معلوم کیجئے۔ (جواب:675 nm)

4۔ بہت ہی دور کے ذریعہ سے 600 nm موجی طول والی ایک روشنی 1mm چوڑائی والے اکہرے شگاف پر پڑتی ہے، جس کے نتیجے میں 2 m دوراسکرین پر انکساری نمونہ حاصل ہوتا ہے۔دونوں جانب پہلی سیاہ دھاری اور مرکزی روشن دھاری کے درمیان کا فاصلہ کیا ہوگا ؟ (جواب : 2.4 mm)

5۔ 5000 A° موجی طول والی روشنی 2.5 μm چوڑائی والے اکہرے شگاف پر گر کر انکسار کے نمونے پیدا کرتی ہے۔ زیادہ سے زیادہ ممکن انکسار کی ترتیب (درجہ) کیا ہے؟ (جواب:5)

6۔ دو آڑے ترچھے پولا رائڈ، جو اُن کے محور پر ایک دوسرے کے عمود میں رکھے ہوئے ہیں،ان کے درمیان، روشنی کی حدت I_0 ہے۔ ان کے درمیان ایک تیسرا پولا رائڈ رکھا جاتا ہے۔اس پوری ترتیب میں پہلے اور درمیان میں رکھے گئے پولا رائڈ سے زیادہ سے زیادہ روشنی حاصل کرنے کے لئے ان کے محور کے درمیان کتنا زاویہ ہونا چاہئے؟
(جواب: 45)

7۔ $32\ Wm^{-2}$ حدت والی ایک غیر تقطیبی روشنی، تین تقطیب نماؤں (پولا رائڈوں) سے اس طرح گذرتی ہے کہ پہلے اور تیسرے پولا رائڈوں کے محوروں کا درمیانی زاویہ 90° ہونا چاہئے۔ پہلے اور درمیانی تقطیب نما کے محور کے درمیان کتنا زاویہ ہونا چاہئے کہ خارج ہونے والی روشنی کی طاقت صرف $3\ Wm^{-2}$ پر ہو؟ (جواب : 30°)

8۔ جب ایک غیر تقطیبی روشنی، عمود سے 60° پر ایک کثیف واسطہ پر گرتی ہے تو اس سے منعکس شدہ روشنی سطحی تقطیبی ہوجاتی ہے۔کثیف واسطے سے لطیف واسطہ سے اندرونی کلی انعکاس کے لئے انعطاف کا زاویہ اور زاویہ فاصل معلوم کیجئے۔ (جواب: 35.15° , 30°)

9۔ ایک شخص کا قریبی نقطہ اور بعیدی نقطہ بالترتیب 50 سمر اور 500 سمر ہے۔کتاب ہاتھ میں 25 سمر کے فاصلے پر رکھ کر پڑھنے کے لئے عدسہ کی طاقت محسوب کیجئے۔ اس شخص کو عدسہ کی مدد سے واضح نظر آنے کے لئے زیادہ سے زیادہ فاصلہ کتنا ہونا چاہئے؟
جواب:(2D، 45:44سمر)

10۔ ایک مرکب خوردبین میں جب خیال لامحدود مقام پر تشکیل پاتا ہے تو اس کی تکبیری طاقت 100 ہے۔ شئے کے عدسہ کا ماسکی طول 0.5 سمر ہے اور ٹیوب کی لمبائی 6.5 سمر ہے۔ آنکھ کے عدسہ کا ماسکی طول کیا ہے؟ (جواب: 2 سمر)

کتب حوالہ جات

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:52:03 AM

1. Frances A. Jenkins and Harvey E. White, Fundamentals of Optics, 4th Edition, McGraw Hill Book Company, (2011).
2. David Halliday, Robert Resnick and Jearl Walker, Fundamentals of Physics, 6th Edition, John Wiley & Sons Inc., (2004).
3. H.C. Verma,Concepts of Physics [Part-1], 1st Edition, Bharathi Bhawan Publishers & Distributers Pvt. Ltd., (2008).
4. Roger A. Freedman, Hugh D. Young, Sears and Zemansky's University Physics, 12th Edition, Pearson, (2011).

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:52:04 AM

ICT CORNER ICT کارنر

Wave Optics موجی بصریات

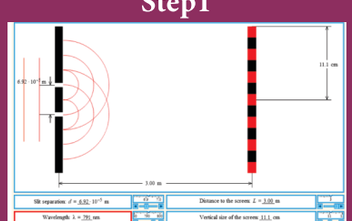
اس کارروائی کے ذریعہ آپ ینگ کے دوہرے شگاف کے تجربہ کو تلاش کریں گے۔اس میں شگاف کو جدا کر کے، پردہ کے فاصلہ کو تبدیل کر کے اور روشنی کا طول موج معلوم کریں گے۔

عنوان : ینگ کے دوہرے شگاف کا تجربہ

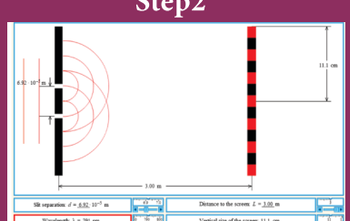
مرحلے :

- براؤزر کھولئے اور URL کو اڈرس بار میں یہ ٹائپ کیجئے۔
- 'tutor-homework.com/Physics_Help/double_slit_experiment.html'
- شگاف کو جدا کو تبدیل کریں (دو ذرائع کے درمیان کا فاصلہ)، گہرے اور سیاہ دھاریوں کی تبدیلیوں کے نمونہ کا مشاہدہ کریں۔
- اگر ذریعہ اور پردہ کے درمیان کے شگاف کی چوڑائی کم کرتے ہیں تو کیا ہوگا؟
- مشاہدہ کریں کہ مداخلت کے نمونہ میں شگاف کی چوڑائی، وقوع روشنی کے موجی طول پر کس طرح تبدیل ہوگا؟
- run bottom کو کلک کر کے گہرے اور سیاہ دھاریوں کے نمونہ کا مشاہدہ کیجئے۔

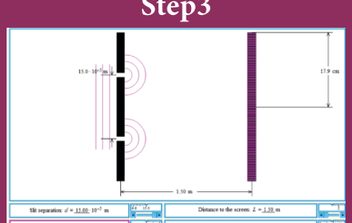
Step1



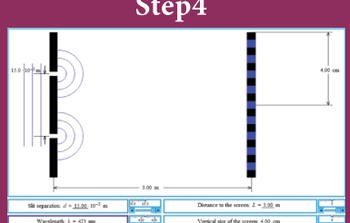
Step2



Step3



Step4



Note:

Use flash enabled browser or install flash player in your system.

URL:

http://tutor-homework.com/Physics_Help/double_slit_experiment.html

* Pictures are indicative only.

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

12 physics 7. wave optics
Friday, December 17, 2021 10:52:04 AM

اکائی
8

شعاع اور مادہ کی دوہری فطرت

DUAL NATURE OF RADIATION AND MATTER

"If quantum mechanics has not profoundly shocked you, you have not understood it yet"
– Neils Bohr

اس اکائی میں طلباء کو ان باتوں سے آشنا کرایا جاتا ہے

- الکٹران کا عمل اخراج اور اس کے اقسام
- Hertz، Hallwachs اور Lenard کے مشاہدے
- شعاعی برقی (فوٹو الکٹرک) اثر اور اس کے کلیے
- توانائی کی کوانٹم سازی کا تصور
- شعاعی خانے اور اس کے استعمالات
- شعاع کی ذرہ نما فطرت
- مادے کی موج نما فطرت
- الکٹران کی de Broglie مساوات اور de Broglie موجی طول
- الکٹران خوردبین کی بناوٹ اور اس کا عمل
- Davisson اور Germer کے تجربے
- X۔رے اور اس کی پیداوار
- X رے طیف (Spectra) اور اس کے اقسام

8.1 تعارف

ہم اپنے روزمرہ کے تجربوں میں ذرہ اور موج کے تصورات سے واقف ہیں۔ سنگ مرمر کے ریزے، ریت کے دانے، جوہر الکٹران وغیرہ ذرات کی چند مثالیں ہیں جب کہ سمندری لہریں، تالاب کی موجیں، آواز کی موجیں اور روشنی کی موجیں وغیرہ موج کی چند مثالیں ہیں۔

ذرہ ایک مادی شئے ہے جسے مادہ کا مرکوز تکا مانا جاتا ہے (جو وقتی اعتبار سے خلاء میں مقامی ہوتا ہے) جب کہ موج توانائی کی ایک وسیع ترین قسم ہے (جو وقتی اعتبار سے خلاء میں غیر مقامی ہوتی ہے) ذرات اور موجیں، یہ دونوں، توانائی اور معیار حرکت کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جانے کی قابلیت رکھتے ہیں۔

ذرات کی میکانکس اور موجوں کی بصریات یہ دونوں روایتی طور پر طبیعیات کی دو مختلف شاخیں سمجھی جاتی ہیں جن کے تجربات اور اصول علاحدہ علاحدہ ہیں۔ مگر کلاسیکی طبیعیات جو عیاں بینی اشیاء کی حرکت کی وضاحت کرتی ہے، ذرات اور موجوں کو ایک ہی طبعی حقیقت کی دو علاحدہ اجزء کے طور پر مانتی ہے۔

برق مقناطیسی شعاعوں کو موجوں کی طرح مانا جاتا ہے کیونکہ یہ شعاعیں چند مناسب حالات میں یعنی مداخلت (interference) انکسار (diffraction) اور قطبیت (Polarization) جیسے معاملات میں موجی فطرت کا اظہار کرتی ہیں۔ اسی طرح، سیاہ اجسام کی اشعاعیت اور شعاعی برقی اثر وغیرہ جیسے معاملات میں برق مقناطیسی شعاعوں کا برتاؤ ایسا ہوتا ہے گویا کہ وہ ذرات کی لڑیاں لی ہوئی ہیں۔

جب الکٹران، پروٹان اور دیگر ذرات کا انکشاف ہوا، ان تمام کو ذرات ہی مانا گیا کیونکہ وہ اپنے پاس کمیت اور بار رکھتے ہیں۔ بہرحال بعد کے تجربات نے یہ ثابت کیا کہ چند معاملات میں وہ موج

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:12 PM

جیسی خصوصیت کا بھی اظہار کرتے ہیں۔

اس اکائی میں موجوں (شعاعوں) کی ذراتی فطرت اور ذرات (مادے) کی موجی فطرت یعنی موج و ذرہ کی دوہریت کا تذکرہ کیا گیا ہے جس میں اس دوہری فطرت کو ظاہر کرنے والے تجربات اور مشاہدات بھی شامل ہیں۔

8.1.1 الکٹران کا اخراج (Electron emission)

دھاتوں میں، جوہروں کے بیرون ترین خول پر موجود الکٹران، مرکزے سے کمزور طور پر جڑے ہوتے ہیں۔ کمرے کی تپش پر بھی دھاتوں کے اندر ایک بڑی تعداد کے آزاد الکٹران، بے ترتیب حرکت کرتے رہتے ہیں۔ وہ دھات کے اندر تو آزادانہ طور پر حرکت کر سکتے ہیں مگر وہ دھات کی سطح کو چھوڑ نہیں سکتے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جب آزاد الکٹران دھات کی سطح پر پہنچتے ہیں تو وہ مثبت مرکزوں سے کھنچے جاتے ہیں۔ یہی وہ جاذبی قوت ہے جو کمرے کی تپش پر آزاد الکٹرانوں کو دھاتی سطح چھوڑنے سے روکے رکھتی ہے۔

دھاتی سطح کو چھوڑنے کے لئے آزاد الکٹرانوں کو چاہئے کہ وہ دھات کے مثبت مرکزوں سے پیدا ہونے والی قواہی رکاوٹ (Potential barrier) کو پار لگائے۔ وہ قواہی رکاوٹ جو آزاد الکٹرانوں کو دھاتی سطح چھوڑنے سے روکے رکھتی ہے، سطحی رکاوٹ (Surface barrier) کہلاتی ہے۔

آزاد الکٹرانوں میں کچھ توانائی بالفعل پائی جاتی ہے اور وہ توانائی مختلف الکٹرانوں کے لئے مختلف ہوتی ہے۔ آزاد الکٹرانوں کی توانائی بالفعل سطحی رکاوٹ کو توڑنے کے لئے ناکافی ہوتی ہے۔ جب بھی ان آزاد الکٹرانوں کو ایک اضافی توانائی فراہم کی جاتی ہے تو سطحی رکاوٹ کو پار کرنے کے قابل بن جاتے ہیں اور وہ دھاتی سطح سے چھٹکارا پا لیتے ہیں۔ کسی شئے کی سطح سے الکٹرانوں کا چھٹکارا پانا الکٹرانوں کا اخراج کہلاتا ہے۔

ایک دھاتی سطح سے چھٹکارا پانے کے لئے، ایک الکٹران کو درکار کم ترین توانائی، اس دھات کا عملی عوامل (Work Function) کہلاتی ہے۔ اس دھات کا عملی عوامل ϕ_0 سے ظاہر کیا جاتا ہے اور اس کی پیمائش الکٹران وولٹ (eV) سے کی جاتی ہے۔

نوٹ

توانائی کی SI اکائی جول ہے مگر جوہری اور نیوکلیائی طبیعیات میں توانائی کے لئے عام طور پر استعمال ہونے والی اکائی الکٹران وولٹ ہے۔

ایک الکٹران وولٹ کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ 1V کی تفاوت بالقواہ سے اسراع پانے والے ایک الکٹران سے حاصل کی جانے والی توانائی بالفعل ہے۔

الکٹران سے حاصل کی جانے والی توانائی بالفعل = 1 eV

= برقی میدان سے کیا گیا کام

$= q\,V$

$= 1.602 \times 10^{-19}\ C \times 1\ V$

$= 1.602 \times 10^{-19}\ J$

فرض کیجئے کہ دھات میں موجود آزاد الکٹران کی سب سے زیادہ توانائی بالفعل 0.5eV ہے اور اس دھات کی سطحی رکاوٹ کو پار لگانے کے لئے درکار توانائی 3eV ہے تو پھر دھاتی سطح سے الکٹران کا خروج پانے کے لئے درکار کم ترین توانائی 2.5eV = 0.5 − 3 ہے۔

عملی عوامل کی قیمت مختلف دھاتوں کے لئے مختلف ہوتی ہے اور وہ دھاتوں کی ایک بنیادی خصوصیت اور ان کی سطحی فطرت ہوتی ہے۔ جدول 8.1 میں مختلف دھاتوں کی عملی عوامل کی قیمتیں (اندازاً) بتائی گئی ہیں۔ الکٹران کے اخراج کے لئے وہ شئے بہت مؤثر ہوتی ہے جس کی عملی عوامل کی قیمت کم ہوتی ہو کیونکہ ان میں دھاتی سطح سے چھٹکارا پانے کے لئے آزاد الکٹرانوں کو بہت کم بیرونی توانائی ہی درکار ہوتی ہے۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:13 PM

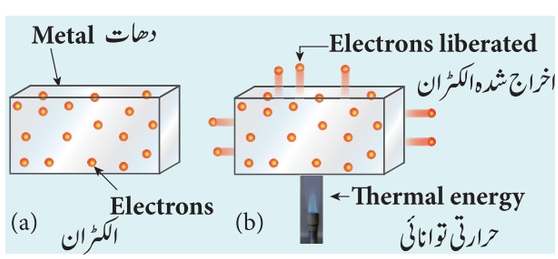
جدول 8.1 چند اشیاء کے عملی عوامل (Work functions)

Metal دھات	Symbol علامت	Work function (eV) عملی عوامل	Metal دھات	Symbol علامت	Work function (eV) عملی عوامل
Cesium	Cs	2.14	Aluminium	Al	4.28
Potassium	K	2.30	Mercury	Hg	4.49
Sodium	Na	2.75	Copper	Cu	4.65
Calcium	Ca	3.20	Silver	Ag	4.70
Molybdenum	Mo	4.17	Nickel	Ni	5.15
Lead	Pb	4.25	Platinum	Pt	5.65

چنانچہ الکٹرنی اخراج کے لئے منتخب کردہ دھات کے عملی عوامل کی قیمت کم ہونی چاہئے۔ استعمال کی جانے والی بیرونی توانائی کی بنیاد پر الکٹرانی اخراج کو مختلف قسموں میں درجہ بند کیا جاتا ہے۔ الکٹرنی اخراج کے چار اہم اقسام پائے جاتے ہیں جو نیچے دئے گئے ہیں۔

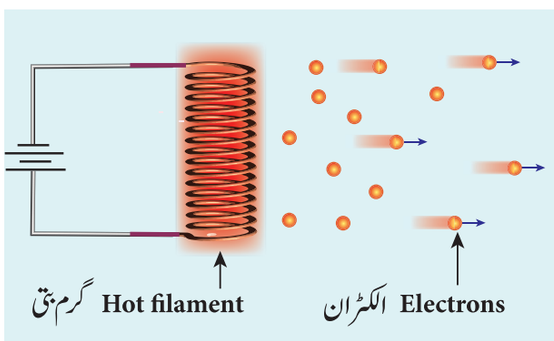
(i) حرارتی-روانی اخراج یا حرارتی اخراج (Thermionic emission)

جب کوئی دھات ایک اعلیٰ تپش تک گرم کی جاتی ہے تو اس دھات کی سطح پر موجود آزاد الکٹران حرارتی توانائی کے طور پر کافی توانائی حاصل کر لیتے ہیں۔ یہاں تک کہ وہ دھاتی سطح سے خارج ہونے لگتے ہیں۔ (خاکہ 8.1) اس قسم کا اخراج حرارتی اخراج (thermionic emission) کہلاتا ہے۔



خاکہ 8.1 (a) دھات میں اور (b) گرم کی گئی دھات میں الکٹران

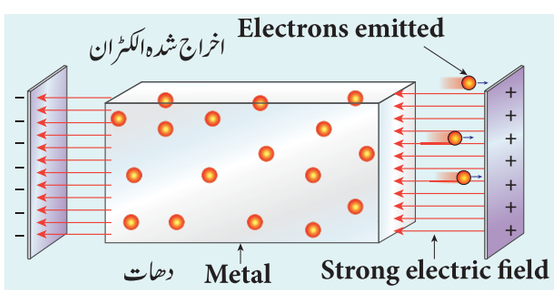
حرارتی اخراج کی شدت (خروج پانے والے الکٹرانوں کی تعداد) استعمال کی جانے ولای دھات اور اس کی تپش پر منحصر ہوتی ہے۔ مثالیں: کیتھوڈ رے کی نالیاں، الکٹران خوردبینیں، X رے نالیاں وغیرہ (خاکہ 8.2)



خاکہ 8.2۔ کیتھوڈ رے کی نالی یا X۔رے کی نالی کی گرم بتی (Filament) سے حرارتی اخراج

(ii) میدانی اخراج (Field Emission)

دھات کے آر پار جب بہت مضبوط برقی میدان بھیجا جاتا ہے تو میدانی اخراج واقع ہوتا ہے۔ یہ طاقت ور میدان آزاد الکٹرانوں کو کھینچ کر انہیں دھات کی سطحی رکاوٹ کو پار کرنے میں مدد کرتا ہے۔ (خاکہ 8.3)۔ مثالیں: Field emission Scanning الکٹران خوردبین، میدانی اخراج (Field emission)، ڈسپلے وغیرہ۔

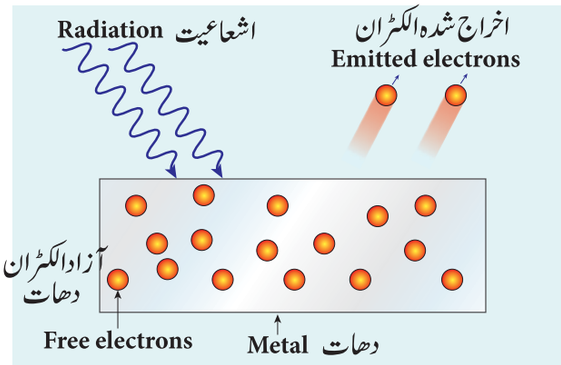


خاکہ 8.3 میدان اخراج

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:14 PM

(iii) شعاعی برقی اخراج (Photo Eletctric Emission)

دھات کی سطح پر جب ایک مناسب تعدد کی برق مقناطیسی شعاع وقوع پذیر ہوتی ہے تو اشعاعیت کے ذریعہ آزاد الکٹرانوں میں توانائی منتقل ہونے لگتی ہے۔ چنانچہ آزاد الکٹران سطحی رکاوٹ کو پار لگانے کے لئے درکار توانائی اکٹھا کر لیتے ہیں اور شعاعی برقی اخراج کا عمل واقع ہوتا ہے (خاکہ 8.4)۔ اخراج شدہ الکٹرانوں کی تعداد وقوع ہونے والی اشعاعیت کی شدت پر منحصر ہوتی ہے۔ مثالیں شعاعی ڈیوڈس، شعاعی برقی خانے وغیرہ۔

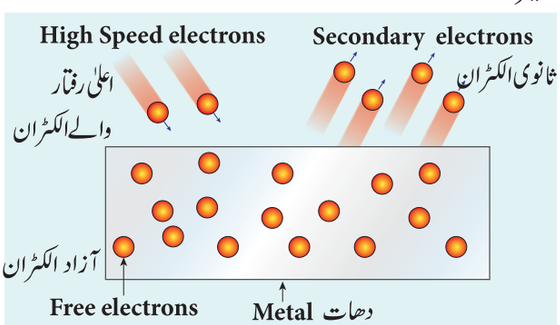


خاکہ 8.4 شعاعی برقی اخراج

(iv) ثانوی اخراج (Secondary Emission)

تیزی سے حرکت کرنے والے الکٹرانوں کی ایک دھار جب دھات کی سطح سے ٹکراتی ہے تو ٹکرانے والے الکٹرانوں کی توانائی بالفعل، دھاتی سطح پر موجود آزاد الکٹرانوں پر منتقل ہوتی ہے۔ لہذا آزاد الکٹران درکار توانائی بالفعل حاصل کر لیتے ہیں یہاں تک کہ الکٹرانوں کا ثانوی خروج ہونے لگتا ہے (خاکہ 8.5)۔ مثالیں

Photo multiplier tubes، Image intensifiers وغیرہ



خاکہ 8.5: الکٹرانوں کا ثانوی اخراج

8.2 شعاعی برقی اثر (Photo Electric Effect)

8.2.1 Hertz اور Hallwachs اور Lenard کے مشاہدات

ہرٹز کا مشاہدہ:

میکسویل کے برق مقناطیسی نظریے میں برق مقناطیسی موجوں کے وجود کی پیشن گوئی کی گئی تھی اور اس کا یہ خلاصہ تھا کہ روشنی خود ایک برق مقناطیسی شعاع ہی ہے۔ تجربہ کاروں نے مختلف تجربات کے ذریعہ برق مقناطیسی موجوں کو پیدا کرنے اور ان کا مشاہدہ کرنے کی کوششیں کیں۔

1887ء میں Heinrich Hertz نے اپنے اعلیٰ وولٹیج کے امالی لچھے کی مدد سے دو دھاتی کروں کے درمیان اخراجی باروں کی وجہ سے چنگاری کی ایک مستقل دھار پیدا کر کے برق مقناطیسی موج کا پتہ لگانے میں کامیابی حاصل کی۔ ہم نے بارھویں جماعت کی طبیعیات کی اکائی 5 میں اس سے متعلق معلومات حاصل کی ہے) جب چنگاری پیدا ہوجاتی ہے تو باریں آگے اور پیچھے اہتزاز کرنے لگتے ہیں اور برق مقناطیسی موجیں پیدا ہوجاتی ہیں۔

ان برق مقناطیسی موجوں کو پکڑنے کے لئے انہوں نے ایک detector کا استعمال کیا جس میں تانبے سے بنی ایک دائرہ نما تار تھی۔ برق مقناطیسی موجوں کا پتہ تو لگا لیا گیا مگر detector میں پیدا ہونے والی چھوٹی سی چنگاری کا مشاہدہ کرنے میں مسئلہ پیدا ہو رہا تھا۔

چنگاری کو اچھی طرح دیکھ پانے کے لئے ہرٹز نے کئی تدابیر اختیار کیں اور آخر کار ایک اہم امر کا پتہ لگایا کہ جب اس چنگاری پر بالا بنفشی روشنی پڑتی ہے تو وہ چنگاری بہت ہی چمکدار بن جاتی ہے۔

چنگاری کے اس برتاؤ کی وجہ اس وقت معلوم نہ ہوئی، بعد میں پتہ چلا کہ شعاعی برقی اخراج کی وجہ سے اس طرح ہوتا ہے جب بھی دھاتی کرہ پر بالا بنفشی روشنی کا وقوع ہوتا ہے۔ بیرونی سطح پر موجود الکٹران خروج پاتے ہیں جس سے چنگاری کی شدت میں اضافہ ہونے لگتا ہے۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:15 PM

کیا تم جانتے ہو؟

ایک دلچسپ اور غور طلب بات یہ ہے کہ جہاں ہرٹز کا یہ تجربہ روشنی کے برق مقناطیسی موج ہونے کا ثبوت بنا، وہیں یہی تجربہ روشنی کی ذرہ نما فطرت سے متعلق پہلا ثبوت بھی پیش کیا۔

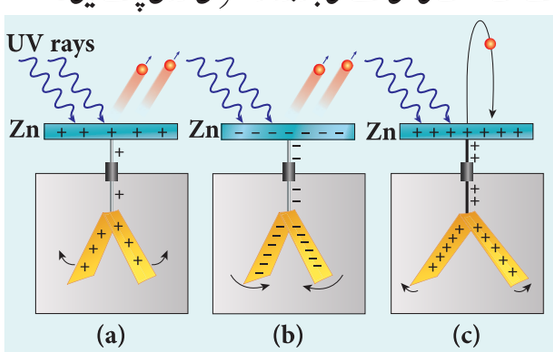
Hallwachs کا مشاہدہ:

1888ء میں جرمنی کے ماہر طبیعیات Wilhelm Hallwachs نے اپنے ایک معمولی تجربے سے یہ ثابت کیا کہ چنگاری کا یہ عجیب برتاؤ، بالا بنفشی روشنی کے عمل ہی سے ہوتا ہے۔

ایک مجوز ایستادے پر جست سے بنی ایک صاف دائری تختی چڑھادی جاتی ہے اور اسے ایک تار کے ذریعہ برق نما (electroscope) کے سونے کے پتوں سے جوڑ دیا جاتا ہے جب جست کی ایک غیر بار بردار تختی Arc lamp سے آنے والی بالا بنفشی روشنی سے دوچار ہوتی ہے تو وہ مثبت بار بردار بن جاتی ہے اور پتے کھل جاتے ہیں جیسا کہ خاکہ 8.6(a) میں بتایا گیا ہے۔

اسی طرح جب جست کی منفی بار بردار تختی، بالا بنفشی روشنی سے دو چار ہوتی ہے تو باروں کی رسائی تیز ہوتی ہے اور پتے ایک دوسرے کے قریب ہوجاتے ہیں۔ (خاکہ 8.6(b))

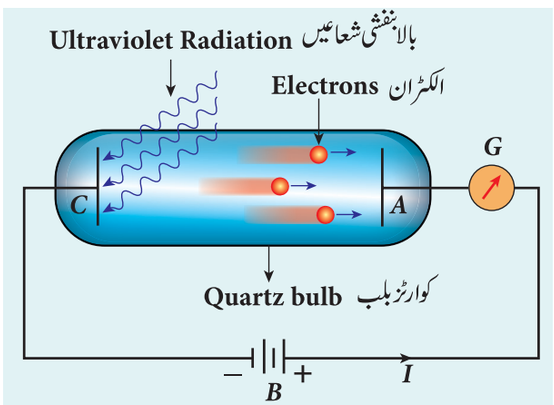
اگر تختی پہلے سے مثبت بار بردار ہو تو وہ UV شعاعوں سے دوچار ہونے پر مزید مثبت بن جاتی ہے اور پتے مزید کھل جاتے ہیں (خاکہ 8.6(c)۔ ان مشاہدات سے یہ نتیجہ اخذ کیا گیا کہ بالا بنفشی روشنی کے عمل کے تحت جست کی تختی سے منفی بار بردار الکٹران خروج پاتے ہیں۔



خاکہ 8.6 (a) جست کی غیر بار بردار تختی (b) منفی بار بردار تختی (c) مثبت بار بردار تختی پر بالا بنفشی روشنی کا وقوع

Lenard کا مشاہدہ :

1902ء میں Lenard نے اس الکٹرانی اخراج کے عمل کا تفصیلی مطالعہ کیا۔ ان کے تجرباتی ترتیب کا ایک سادہ نمونہ خاکہ 8.7 میں پیش کیا گیا ہے۔ اس آلہ میں ایک خلاء ساز کوارٹز بلب کے اندر A اور C نامی دو دھاتی تختیاں ہوتی ہیں۔ گیلوانومیٹر G اور بیٹری B دور میں جوڑ دیے جاتے ہیں۔



خاکہ 8.7 Lenard کی تجرباتی ترتیب کا نمونہ۔

جب منفی تختی C پر بالا بنفشی روشنی کا وقوع ہوتا ہے تو دور میں برقی رو بہنے لگتی ہے جس کا پتہ گیلوانومیٹر میں ہونے والے انحراف سے چلتا ہے۔ اس کے برخلاف اگر مثبت تختی پر بالا بنفشی روشی کا وقوع ہوتا ہے تو دور میں کسی برقی رو کا مشاہدہ نہیں ہوتا۔

ان مشاہدات سے یہ نتیجہ اخذ کیا گیا کہ جب منفی تختی پر بالا بنفشی روشنی کا وقوع ہوتا ہے تو اس میں سے الکٹران خارج ہونے لگتے ہیں جو مثبت تختی A سے کھینچے جاتے ہیں۔ خلاء ساز بلب کے ذریعہ مثبت تختی تک پہنچے پر دور مکمل ہوتا ہے اور برقی رو بہنے لگتی ہے۔ لہذا، منفی تختی پر پڑنے والی بالا بنفشی روشنی، تختی کی سطح سے الکٹران کے اخراج کا سبب بنتی ہے۔

شعاعی برقی اثر: (Photoelectric effect)

مناسب موجی طول یا تعدد والی روشنی کا یا دیگر برق مقناطیسی شعاؤں کے وقوع کے ذریعہ، کسی دھاتی تختی سے الکٹرانوں کا خروج پانا شعاعی برقی اثر (Photo electric effect) کہلاتا ہے۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:15 PM

یہ الکٹران دیگر الکٹرانوں سے مختلف نہیں ہیں، لیکن اس کے باوجود ان کی پہچان کے لئے انہیں شعاعی الکٹران (Photo electron) کہا جاتا ہے اور اس سے متعلقہ برقی رو شعاعی برقی بجلی (Photo electric current) یا شعاعی برقی رو کہلاتی ہے۔

دھاتیں جیسی کیڈمیم، جست میگنیشیم وغیرہ بالا بنفشی روشنی کے ساتھ شعاعی برقی اخراج کا اثر ظاہر کرتی ہیں جب کہ لتھیم، سوڈیم اور سیزیم جیسی Alkali دھاتیں طویل موجی طول والی شعاعیں جیسے نظر آنے والی روشنی کے ساتھ بھی برقی اخراج کا اظہار کرتی ہیں وہ اشیاء جو مناسب موجی طول کی برقی مقناطیسی موجوں کی اشعاعیت پر شعاعی الکٹران خارج کرتی ہیں، شعاعی حسی اشیاء (Photo Sensitive materials) کہلاتی ہیں۔

8.2.2 شعاعی برقی رو پر وقوع پذیر روشنی کی شدت کا اثر: (Effect of intensity of incident light on photoelectric current)

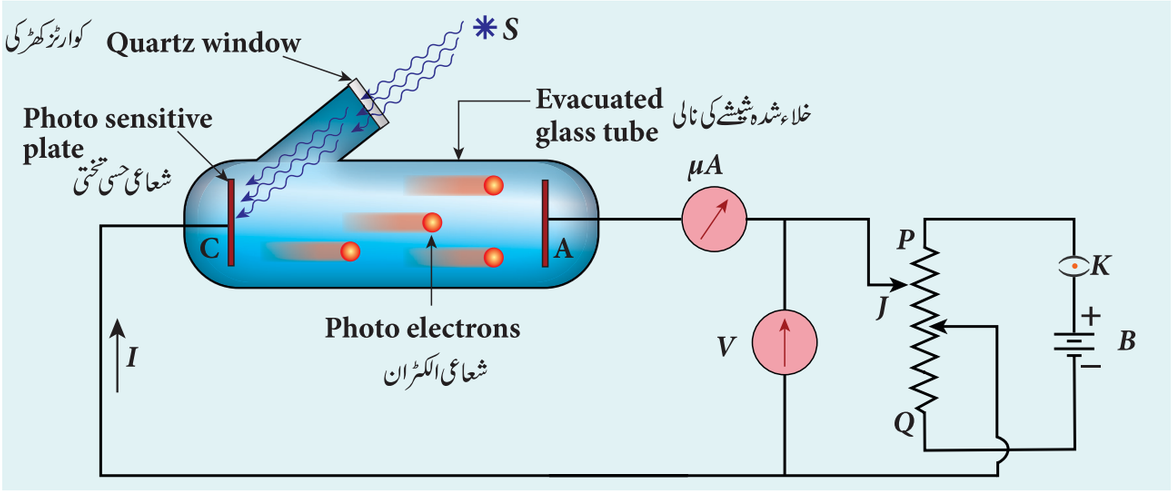
تجرباتی ترتیب: Experimental setup

خاکہ 8.8۔ میں بتایا گیا ہے۔ یہ آلہ شعاعی برقی رو کے تفصیلی مطالعہ کے لئے مفید ثابت ہوتا ہے۔ S، برق مقناطیسی موجوں کا ایک ذریعہ ہے جس کی متغیر تعدد، ν اور شدت I معلوم شدہ ہے۔

C کیتھوڈ (منفی برقیرہ) ہے جو شعاعی حس رکھنے والی شئے سے بنا ہوا ہے اور وہ الکٹرانوں کے اخراج کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ اینوڈ A (مثبت برقیرہ) 'C' سے خارج ہونے والے الکٹرانوں کو جمع کرتا ہے۔ یہ برقیرے شیشے کی ایک خلاء کارنالی میں رکھے جاتے ہیں اس نالی میں ایک کوارٹز (Quartz) کھڑکی ہوتی ہے جو بالا بنفشی اور نظر آنے والی روشنی کو راستہ فراہم کرتی ہے۔

قواہی تقسیمی ترتیب PQ کے آر پار ایک کنجی K کے ذریعہ ایک اعلیٰ تناؤ والی بیٹری B جڑی ہوتی ہے، جو C اور A کے درمیان مطلوبہ تفاوت بالقواہ فراہم کرتی ہے۔ C کو، درمیانی سرے سے جوڑی دیا جاتا ہے جب کہ A کو قواہی قاسم (Potential divider) کے پھسلنے والے سرے J سے جوڑ دیا جاتا ہے۔ تختی A کو C کے لحاظ سے مطلوبہ مثبت اور منفی قواہ پر برقرار رکھا جا سکتا ہے۔ C کے لحاظ سے مثبت اور منفی دونوں قواہوں کی پیائش کے لئے A اور C کے درمیان ایک وولٹ میٹر لگایا گیا ہے جس کا صفری نشان درمیان میں ہوتا ہے۔ سلسلہ وار جڑے ہوئے مائکروامیٹر μA کے ذریعہ برقی رو کی پیائش کی جاتی ہے۔

اگر کیتھوڈ 'C' پر کسی قسم کی روشنی نہیں گرتی ہے تو کوئی شعاعی الکٹران خارج نہیں ہوتا اور مائیکروامیٹر صفری نشاندہی کرتا ہے۔ جب بالا بنفشی یا نظر آنے والی روشنی کو 'C' پر گرنے دیا جاتا ہے تو شعاعی الکٹرانوں کا خروج ہونے لگتا ہے اور وہ اینوڈ کی طرف کھنچے جاتے ہیں۔ اس کے نتیجہ میں برقی دور میں شعاعی رقی رو بہنے لگتی ہے، جس کی پیائش مائیکروامیٹر سے کی جاتی ہے۔



خاکہ 8.8 شعاعی برقی اثر کے مطالعے کے لئے استعمال ہونے والا تجرباتی آلہ

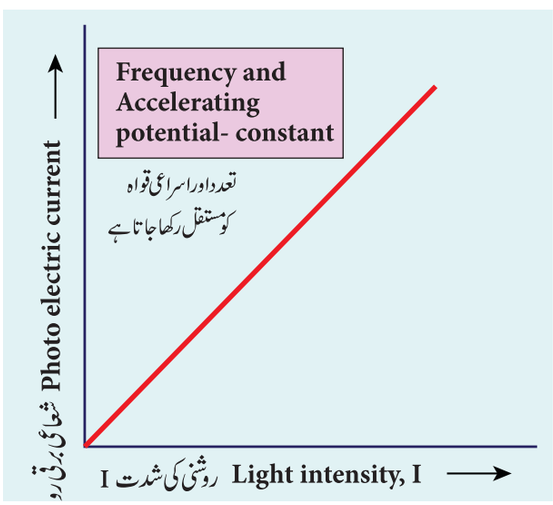
12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:16 PM

اس ترتیب کی مدد سے (i) وقوع شدہ روشنی کی شدت (ii) برقیروں کی درمیانی تفاوت بالقواہ (iii) شئے کی فطرت اور (iv) وقوع پذیر روشنی کی تعدد کے لحاظ سے شعاعی برقی رو کے تغیر کا مطالعہ کیا جاسکتا ہے۔

شعاعی برقی رو پر وقوع پذیر روشنی کی شدت کا اثر:

(Effect of intensity of incident light on photoelectric current)

شعاعی برقی رو یہ وقوع پذیر روشنی کی شدت کے اثر کا مطالعہ کرنے کے لئے وقوع شدہ روشنی کی تعدد اور اینوڈ کے متغیر تفاوت بالقواہ V کو مستقل رکھا جاتا ہے۔ یہاں A کی قواہ کو C کے لحاظ سے مثبت رکھا جاتا ہے تاکہ C سے خارج ہونے والے الکٹران A کی طرف کھنچے لگیں۔ اب وقوع پذیر روشنی کی شدت کو تبدیل کیا جاتا ہے اور متعلقہ شعاعی برقی رو کی پیائش کی جاتی ہے۔



خاکہ 8.9 شدت کے لحاظ سے شعاعی برقی رو کا تغیر:

روشنی کی شدت کو X- محور کے تحت اور شعاعی برقی رو کو Y- محور کے تحت رکھ کر ایک ترسیم کھینچی جاتی ہے۔ خاکہ 8.9 میں بتائی گئی ترسیم کی مدد سے یہ صاف واضح ہوتا ہے کہ شعاعی برقی رو۔ ایک سکنڈ میں خارج ہونے والے الکٹرانوں کی تعداد وقوع شدہ روشنی کی شدت کے براہِ راست تناسب میں ہے۔

نوٹ

یہاں روشنی کی شدت سے مراد چمکداری ہے۔ روشنی اور چمکدار روشنی کی شدت دھیمی روشنی سے زیادہ ہوتی ہے۔

8.2.3 شعاعی برقی رو پر تفاوت بالقواہ کا اثر:

(Effect of potential difference on photoelectric current)

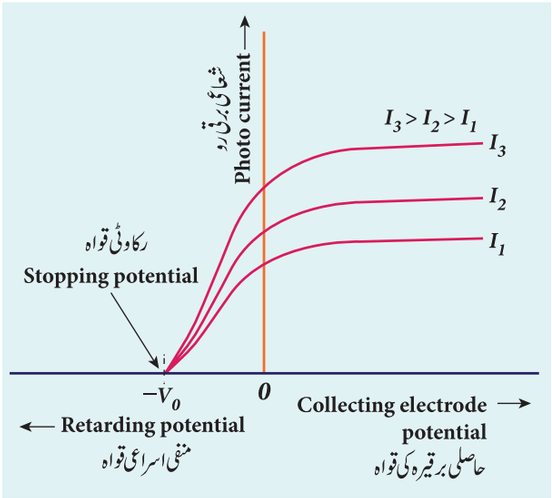
شعاعی برقی رو پر برقیروں کے درمیان موجود تفاوت بالقواہ کے اثر کا مطالعہ کرنے کے لئے روشنی کی تعدد اور شدت کو مستقل رکھا جاتا ہے۔ شروع میں A کی قواہ کو C کے لحاظ سے مثبت رکھا جاتا ہے اور کیتھوڈ پر روشنی بھیجی جاتی ہے۔

اب A کی قواہ بڑھائی جاتی ہے اور متعلقہ شعاعی برقی رو نوٹ کی جاتی ہے جیسے جیسے A کی قواہ بڑھتی جاتی ہے، شعاعی برقی رو بھی بڑھنے لگتی ہے۔ بہرحال ایک حالت ایسی آتی ہے کہ جو شعاعی برقی رو کی قیمت سیر شدہ ہوجاتی ہے (سیر شدہ برقی رو) جس پر C سے آنے والے تمام شعاعی الکٹران A سے حاصل کر لئے جاتے ہیں۔ A کی قواہ اور شعاعی برقی رو کے رمیان کھینچی گئی ترسیم میں اس حالت کو ایک افقی حصے سے ظاہر کیا گیا ہے۔ (خاکہ 8.10)

جب A کو C کے لحاظ سے منفی (غیر اسراعی) (retarding) قواہ بھیجی جاتی ہے تو برقی رو کی قیمت فوراً صفر نہیں ہوجاتی کیونکہ شعاعی الکٹران چند مخصوص اور مختلف فعلی توانائیوں سے خارج ہو رہے ہوتے ہیں چند شعاعی الکٹران کی توانائی بالفعل ایسی ہوتی ہے کہ وہ تعویقی برقی میدان کو پار لگا کر برقیرہ A تک پہنچ پاتے ہیں۔

جب A کی منفی (تعویقی) قواہ کو دھیرے دھیرے بڑھایا جاتا ہے تو شعاعی برقی رو کم ہونے لگتی ہے کیونکہ زیادہ سے زیادہ شعاعی الکٹران، برقیرہ A پر پہنچنے سے پہلے دفع ہو رہے ہوتے ہیں۔ ایک مخصوص منفی قواہ پر Vo جسے رکاوٹی یا کٹ آف قواہ کہا جاتا ہے، شعاعی برقی رو صفر ہوجاتی ہے۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:17 PM



خاکہ 8.10 تفاوت بالقواہ کے ساتھ شعاعی برقی رو کا تغیر:

حاصلی برقیرہ A کو دی جانے والی منفی (غیر اسراعی) قواہ کی وہ قیمت جو سب سے زیادہ طاقت والے اخراج شدہ شعاعی الکٹرانوں کو روکنے کے عین لائق ہوتی ہے اور شعاعی برقی رو کو صفر بنا دیتی ہے رکاوٹی قواہ (stopping potential) کہلاتی ہے۔

رکاوٹی قواہ پر سب سے طاقت ور الکٹران کو بھی ساکن بنا دیا جاتا ہے چنانچہ تیز ترین الکٹران کی ابتدائی توانائی بالفعل (K_{max}) کو روکنے کے لئے رکاوٹی بالقواہ سے کئے جانے والے کام (eV_0) کے برابر ہوتی ہے۔

$$K_{max} = \frac{1}{2} m v_{max}^2 = eV_0 \qquad (8.1)$$

جہاں v_{max} خارج شدہ شعاعی الکٹران کی سب سے زیادہ رفتار ہے۔

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2eV_0}{m}}$$

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2\times1.602\times10^{-19}}{9.1\times10^{-31}}\times V_0}$$

$$= 5.93\times10^5\sqrt{V_0} \qquad (8.2)$$

مساوات 8.1 کی مدد سے

$$K_{max} = eV_0 \text{ (in joule)} \qquad \text{(or)} \qquad (8.3)$$

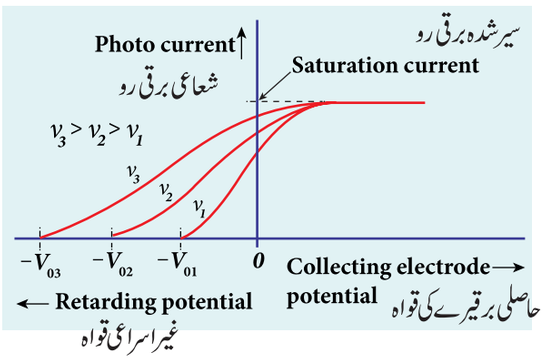
$$K_{max} = V_0 \text{ (in eV)} \qquad (8.4)$$

خاکہ 8.10 کی مدد سے جب صرف وقوع شدہ روشنی کی شدت کو بڑھایا جاتا ہے تو سیر شدہ برقی رو بھی بڑھتی ہے، مگر V_0 کی قیمت مستقل ہی رہتی ہے۔

لہذا، وقوع شدہ روشنی کی ایک دی گئی تعدد کے لئے رکاوٹی قواہ، وقوع شدہ روشنی کی شدت پر منحصر نہیں ہوتی۔ اس سے یہ بھی پتہ چلتا ہے کہ شعاعی الکٹرانوں کی سب سے زیادہ توانائی بالفعل، وقوع شدہ روشنی کی شدت پر منحصر نہیں ہوتی۔

8.2.4 رکاوٹی قواہ پر وقوع شدہ روشنی کی تعدد کا اثر:
(Effect of Frequency of incident light on stopping Potential)

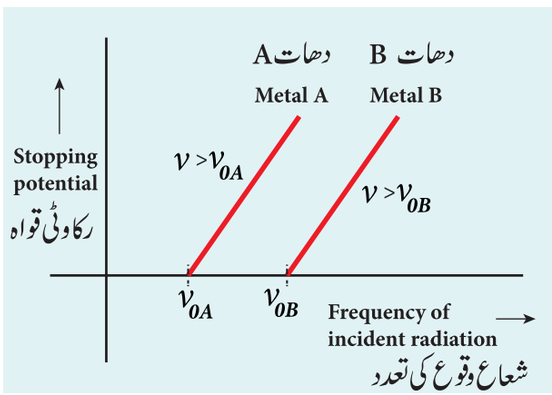
رکاوٹی قواہ پر وقوع شدہ روشنی کی تعدد کے اثر کا مطالعہ کرنے کے لئے، روشنی کی شدت کو مستقل کر دیا جاتا ہے۔ مختلف تعدد کی شعاؤں کے لئے حاصلی برقیرہ کی قواہ کے ساتھ برقی رو کے تغیر کا مطالعہ کیا جاتا ہے اور ان کی درمیانی ترسیم کھینچی جاتی ہے جیسا کہ خاکہ 8.11 میں بتایا گیا ہے ترسیم کی مدد سے یہ صاف طور پر معلوم ہوتا ہے کہ وقوع شدہ روشنی کی مختلف تعدد پر رکاوٹی قواہ میں تبدیلی ہوتی ہے۔



خاکہ 8.11 شعاع وقوع کی مختلف تعددوں کے لئے حاصلی برقیرہ کی قواہ کے ساتھ شعاعی برقی رو کی تبدیلی

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:17 PM

شعاع وقوع کی تعدد جتنی زیادہ ہوگی، اس سے متعلقہ رکاوٹی قواہ بھی اتنی ہی زیادہ ہوگی۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ جیسے جیسے تعدد بڑھائی جاتی ہے، شعاعی الکٹران زیادہ توانائی بالفعل کے ساتھ خارج ہونے لگتے ہیں، یہاں تک کہ شعاعی الکٹرانوں کو روکنے لئے درکار غیر اسراعی قواہ بھی بڑھ جاتی ہے۔



خاکہ 8.12۔ دو دھاتوں کے لئے شعاع وقوع کی تعدد کے ساتھ رکاوٹی قواہ کا تغیر

اب مختلف دھاتوں کے لئے شعاع وقوع کی تعدد اور رکاوٹی قواہ کے درمیان ترسیم کھینچی جاتی ہے (خاکہ 8.12) اس ترسیم کی مدد سے یہ پتہ چلتا ہے کہ رکاوٹی قواہ تعدد کے ساتھ خطی طور پر تغیر پاتی ہے۔ threshold تعدد کہلانے والی ایک مخصوص تعدد کے نیچے، کوئی الکٹران خارج نہیں ہوتے اسی وجہ سے رکاوٹی قواہ صفر بن جاتی ہے۔ مگر، جب تعدد کو threshold قیمت سے بڑھادیا جاتا ہے تو وقوع شدہ روشنی کی تعدد کے ساتھ رکاوٹی قواہ خطی طور پر تغیر پاتی ہے۔

8.2.5 شعاعی برقی اثر کے کلیے:
(Laws of Photo Electric effect)

اوپر ذکر کئے گئے تجرباتی مشاہدات سے مندرجۂ ذیل نتائج حاصل ہوتے ہیں۔

(i) ایک دی گئی دھاتی سطح کے لئے شعاعی الکٹرانوں کے اخراج کا عمل اس وقت پیش آتا ہے جب وقوعی روشنی کی تعدد، threshold تعدد کہلانے والی ایک مخصوص کم از کم تعدد سے زیادہ ہو۔

(ii) وقوعی روشنی کی ایک دی گئی تعدد، (threshold قیمت سے زیادہ کے لئے) خارج شدہ شعاعی الکٹرانوں کی تعداد، وقوعی روشنی کی شدت کے براہِ راست تناسب میں ہوتی ہے۔ سیر شدہ برقی رو بھی روشنی کی شدت کے راست تناسب ہی میں ہوتی ہے۔

(iii) شعاعی الکٹرانوں کی سب سے زیادہ توانائی بالفعل وقوعی روشنی کی شدت پر منحصر نہیں ہوتی۔

(iv) ایک دی گئی دھات سے خارج ہونے والی شعاعی الکٹرانوں کی سب سے زیادہ توانائی بالفعل، وقوعی روشنی کی تعدد کے براہِ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

(v) روشنی کے وقوع ہونے اور شعاعی الکٹرانوں کے خروج ہونے کے درمیان کوئی وقفہ نہیں ہوتا۔

مختلف تجربات کے ذریعہ شعاعی برقی عمل کی پوری طرح سے چھان بین ہونے کے فوراً بعد روشنی کے موجی نظریے کی بنیاد پر اس کی وضاحت کی کوششیں کی گئیں

8.2.6 توانائی کی کوانٹم سازی کا تصور:
(Concept of Quantization of Energy)

کلاسیکی موجی نظریے کی خامیاں
(Failures of Classical wave Theory)

میکسویل کے نظریے (ملاحظہ ہو جلد 1، اکائی 5) کی مدد سے ہم نے یہ سیکھا تھا کہ روشنی ایک برق مقناطیسی موج ہے جس میں روشنی کی رفتار سے حرکت کرنے والی برقی اور مقناطیسی اہتزازات کی جوڑیاں ہوتی ہیں، جو موجی فطرت کا اظہار کرتی ہیں۔ آیئے ہم روشنی کے موجی خاکے کی مدد سے شعاعی برقی اثر کے تجرباتی مشاہدات کی وضاحت کرنے کی کوشش کریں گے۔

(i) جب روشنی ایک دھاتی سطح پر وقوع پذیر ہوتی ہے تو دھاتی سطح پر موجود الکٹرانوں کو لگاتار توانائی حاصل، ہوتی رہتی ہے۔ موجی نظریے کے تحت زیادہ شدت والی روشنی کو چاہئے کہ وہ آزاد الکٹرانوں کو زیادہ مقدار کی توانائی بالفعل فراہم کرے (یہاں روشنی کی شدت سے فی اکائی وقت میں فی اکائی رقبہ پہنچائی جانے والی توانائی مراد ہے)

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:18 PM

مگر اس طرح ہوتا نہیں ہے۔ تجربات یہ ظاہر کرتے ہیں کہ خارج شدہ شعاعی الکٹرانوں کی سب سے زیادہ توانائی بالفعل، وقوعی روشنی کی شدت پر منحصر نہیں ہوتی۔

(ii) موجی نظریے کے تحت، شعاع کی تعدد چاہے کتنی ہی کم کیوں نہ ہو، کافی شدت والی روشنی کی دھار اگر سطح پر وقوع پاتی ہو تو ہدف (target) کی سطح سے الکٹرانوں کا خروج ہو جانا چاہئے۔ مگر تجربات یہ بتاتے ہیں کہ شعاع وقوع کی ایک کم از کم تعداد کے بغیر شعاعی الکٹرانوں کا اخراج ممکن ہی نہیں ہے۔ لہذا موجی نظریہ threshold تعدد کے وجود کی وضاحت کرنے سے قاصر ہے۔

(iii) چونکہ روشنی کی توانائی محاذِ موج (Wavefront) کے کل حصے کے آر پار پھیلی ہوئی ہوتی ہے اس سے توانائی حاصل کرنے والے الکٹرانوں کی تعداد بہت زیادہ ہوتی ہے۔ ایسی صورت میں ہر الکٹران کو مناسب مقدار کی توانائی حاصل کرنے کے لئے کئی گھنٹے لگ جائیں گے تاکہ وہ عملی تعامل کو توڑ کر سطح سے چھٹکارا پا سکے۔

مگر تجربات سے یہ پتہ چلتا ہے کہ شعاعی برقی اخراج کا عمل بر وقتہ ہے (جو سطح کے روشن ہونے کے 10^{-9} s سکنڈ وقفہ ہی میں درپیش ہوتا ہے) موجی نظریہ اس بروقتہ عمل کی وضاحت بھی نہ کر سکا۔

لہذا ہم روشنی کے موجی نظریہ کی بنیاد پر شعاعی برقی اثر کے تجرباتی مشاہدات کی وضاحت نہیں کر سکتے۔

مثال 8.1

Cesium کے ذریعہ ہونے والی شعاعی برقی اخراج سے متعلق موجی نظریے کی ان پیشن گوئیوں کو ثابت کیجئے

(i) شعاعی الکٹرانوں کی سب سے زیادہ توانائی بالفعل K_{max} وقوعی روشنی کی شدت I پر منحصر ہے۔

(ii) K_{max} وقوعی روشنی کی تعدد پر منحصر نہیں ہوتی اور

(iii) روشنی کے وقوع ہونے اور شعاعی الکٹرانوں کے آزاد ہونے کا درمیانی وقفہ بہت زیادہ ہے۔

آسانی کے لئے، جب بھی دی گئی شئے پر روشنی کا وقوع ہو، مندرجۂ ذیل معیاری تصورات فرض کر لئے جا سکتے ہیں۔

(a) روشنی، دھات کی بیرونی سطح کے جوہروں میں جذب ہو جاتی ہے۔

(b) ایک دئے گئے عنصر کے لئے، ہر جوہر ایک مساوی مقدار کی توانائی جذب کرتا ہے اور وہ توانائی اس کے ترچھی سطحی رقبے A کے تناسب میں ہوتی ہے۔

(c) ہر جوہر اپنے کسی ایک الکٹران کو یہ توانائی فراہم کرتا ہے۔

(دیا گیا ہے: Cesium کے لئے عملی تعامل (Work Function) کی قیمت 2.14eV ہے۔ اور فی اکائی رقبہ سے جذب کی جانے والی طاقت 1.6×10^{-6} Wm^{-2} ہے جو سیشیم میں قابل پیمائش شعاعی برقی رو پیدا کرتی ہے۔

حل:

(i) موجی نظریے کے تحت، روشنی کی ایک موج میں توانائی، محاذِ موج (Wave front) کے آر پار، لگاتار اور مساوی طور پر پھیلتی رہتی ہے۔

t وقت میں ہر الکٹران کی جذب کی جانے والی توانائی یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$E = IAt$$

اس توانائی کو جذب کرنے کے بعد سب سے طاقت ور الکٹران K_{max} توانائی کے ساتھ سطحی رکاوٹ یا عملی تعامل ϕ_0 کو توڑتا ہے، جسے یوں ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$K_{max} = IAt - \phi_0 \qquad (1)$$

لہذا موجی نظریہ یہ بیان کرتا ہے کہ ایک دئے گئے وقت کے لئے، کم شدتوں والی روشنی پر جب $IA < \phi_0$ ہو تو الکٹران کا کوئی خروج نہیں ہوتا۔ اعلیٰ شدتوں پر جب $IA \geq \phi_0$ ہو تو الکٹران خارج ہونے لگتے ہیں۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ روشنی کی شدت جتنی زیادہ ہوگی K_{max} کی قیمت بھی اتنی ہی زیادہ ہوگی۔

دی گئی چند شرائط کے تحت K_{max} صرف شدت پر منحصر ہوتی ہے یعنی شدت کو مناسب طور پر بڑھانے سے کوئی بھی شعاعی برقی اثر پیدا کر سکتا ہے اگرچہ کہ تعدد threshold تعدد سے کم ہی

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:19 PM

کیوں نہ ہو۔ لہذا موجی نظریے میں threshold تعدد کے تصور کا وجود ہی نہیں ہے۔

(ii) موجی نظریے کے تحت، روشنی کی شدت، برقی میدان کے حیطے کے مربع (E_0^2) کے تناسب میں ہوتی ہے۔
شدت کے اضافے کے ساتھ برقی میدان کا یہ حیطہ بڑھنے لگتا ہے اور ایک الکٹران کو بڑھتی ہوئی توانائی بالفعل اور اسراع فراہم کرتا ہے۔

اب مساوات (1) میں I کو E_0^2 کی ایک متناسب مقدار سے تبدیل کر دیا جاتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ Kmax کو روشنی کی موج کی تعدد پر منحصر ہونے کی ضرورت ہی نہیں ہے جو کہ تجرباتی نتائج کے بالکل مخالف بات ہوئی۔

(iii) اگر ایک الکٹران روشنی کی صرف اتنی توانائی حاصل کر لیتا ہے کہ وہ عملی تعامل کو پار کر سکے تو وہ جوہر کے باہر صفری توانائی بالفعل لے کر اخراج پاتا ہے۔ چنانچہ مساوات (1) کی مدد سے

$$0 = IAt - \phi_0$$

$$t = \frac{\phi_0}{IA} = \frac{\phi_0}{I(\pi r^2)}$$

$r = 1.0 \times 10^{-10}\,\text{m}$ کی قیمت کو جوہری نصف قطر مان کر اسے I اور ϕ_0 کی قیمتوں میں حل کرنے پر، ہم وقتی وقفے کا حساب لگا سکتے ہیں۔

$$t = \frac{2.14 \times 1.6 \times 10^{-19}}{1.60 \times 10^{-6} \times 3.14 \times (1 \times 10^{-10})^2}$$

$$= 0.68 \times 10^7\, s \approx 79 \text{ days}$$

لہذا موجی نظریہ یہ بیان کرتا ہے کہ روشنی کے وقوع اور شعاعی الکٹرانوں کے اخراج کے درمیان ایک بہت بڑا وقفہ پایا جاتا ہے مگر تجربات سے ہمیں واضح ہوتا ہے کہ شعاعی اخراج ایک بروقتہ عمل ہے۔

توانائی کی کوانٹم سازی کا تصور:
(Concept of Quantization of Energy)

1900 میں Max Planck نے کوانٹم کا تصور پیش کیا تا کہ ایک سیاہ جسم سے خارج ہونے والی حرارتی شعاؤں اور ان شعاعوں کی منحنیوں کی وضاحت کر سکے۔

Planck کے مطابق مادہ ایک بڑی تعداد کے اہتزازی ذرات (جوہروں) سے بنا ہوا ہے جو مختلف تعدد کے ساتھ ارتعاش پاتے رہتے ہیں۔ ہر جوہری اہتزاز کنندہ (atomic oscillator) جو اپنی ایک مخصوص تعدد کے ساتھ ارتعاش پاتا ہے اس کے مساوی مقدار کی تعدد والی برق مقناطیسی شعاع کو جذب یا خارج کرتا ہے۔ ان کا یہ بھی کہنا ہے کہ

(i) اگر ایک اہتزاز کنندہ ν تعدد کے ساتھ مرتعش ہوتا ہے تو اس کی توانائی صرف چند متعین قیمتیں ہوں گی جو اس مساوات کے ذریعہ پیش کی گئی ہیں۔

$$E_n = nh\nu \qquad n=1,2,3.... \qquad (8.5)$$

جہاں h ایک مستقلہ ہے جسے Planck's Constant کہتے ہیں۔

(ii) اہتزاز کنندے چھوٹے packets یا کوانٹا (Quanta) میں توانائی کو جذب یا آزاد کرتے ہیں اور ہر کوانٹم کی توانائی hν ہوتی ہے۔

اس سے پتہ چلتا ہے کہ اہتزاز کنندہ کی توانائی کوانٹم ساز (quantized) ہوتی ہے یعنی توانائی مسلسل نہیں ہوتی جس طرح کہ موجی خاکہ میں مانی جاتی ہے اسے توانائی کی کوانٹم سازی کہا جاتا ہے۔

8.2.7 روشنی کی ذرہ نما فطرت: آئن سٹائن کی وضاحت
(Particle nature of light;Einstein's explanation)

1905ء میں آئن سٹائن نے شعاعی برقی اثر کی وضاحت کرنے کے لئے Planck کے کوانٹم کے تصور کو طول بخشا۔ آئن سٹائن کے مطابق، روشنی میں موجود توانائی موجی پہلو (Wave front) کے آر پار پھیلی ہوئی نہیں ہوتی بلکہ وہ چھوٹی تھیلیوں یا توانائی کے کوانٹا میں مرکوز ہوتی ہے۔ چنانچہ روشنی (یا برقی مقناطیسی موجوں کا کوئی اور ذریعہ) جس سے آنے والی تعدد υ ہو تو اسے کوانٹا کے ایک چشمے کی طرح مانا جا سکتا ہے اور ہر روشن کوانٹم کی توانائی $E = h\upsilon$ سے پیش کی جاتی ہے۔

ان کا یہ بھی کہنا تھا کہ روشنی کا ایک کوانٹم خطی معیار حرکت رکھتا ہے اور اس خطی معیار حرکت کی قدری مقدار $p = \frac{h\upsilon}{c}$ ہے۔ متعین توانائی اور خطی معیار حرکت رکھنے والے ہر انفرادی روشن کوانٹم کو ایک

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:19 PM

ذرہ کے ساتھ تعبیر کیا جاسکتا ہے۔ روشنی کا ایک کوانٹم ایک ذرہ کی طرح برتاؤ کرسکتا ہے اور وہ فوٹان (Photon) کہلاتا ہے۔ چنانچہ فوٹان روشنی کے ذرہ نما اظہار کے علاوہ اور کچھ نہیں ہے۔

فوٹان کی خصوصیات (Characteristics of Photons)

روشنی کی ذرہ نما فطرت کے لحاظ سے فوٹان کسی بھی اشعاعیت کے بنیادی اجزاء ہوتے ہیں اور وہ مندرجۂ ذیل خصوصیات سے لبریز ہوتے ہیں۔

(i) تعدد ν اور موجی طول λ رکھنے والی روشنی کے فوٹان اس مقدار کی توانائی لئے ہوئے ہوتے ہیں۔

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}.$$

(ii) فوٹان کی توانائی کا تعین شعاع کی تعدد ہی سے ہوتا ہے اور اس کی شدت سے نہیں ہوتا اور دھار میں موجود انفرادی فوٹانوں کی توانائی کے ساتھ شدت کا کوئی تعلق نہیں ہوتا۔

(iii) فوٹان روشنی کی رفتار کے ساتھ سفر کرتا ہے، اور اس کی معیار حرکت یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c}$$

(iv) چونکہ فوٹان برقی طور پر معادل ہوتے ہیں وہ برقی اور مقناطیسی میدان سے متاثر نہیں ہوتے۔

(v) جب ایک فوٹان مادہ سے تعامل پاتا ہے (فوٹان اور الکٹران کا ٹکراؤ) تو کل توانائی، کل خطی معیار حرکت اور زاویائی معیار حرکت سب بقائی ہوتے ہیں۔ چونکہ ان تعاملات کے ذریعہ فوٹان یا تو جذب ہوسکتے ہیں یا نئے فوٹان بھی پیدا ہوسکتے ہیں، فوٹان کی تعداد کا بقائی ہونا ضروری نہیں ہے۔

نوٹ

کوانٹم کے تصور کے لحاظ سے دئے گئے موجی طول کی روشنی کی شدت کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ فی اکائی وقت میں فی اکائی رقبہ پر وقوع پانے والے توانائی کے کوانٹا یا فوٹانوں کی تعداد ہے جس کے ہر فوٹان میں مساوی توانائی ہو۔ اس کی اکائی Wm^{-2} ہے۔

شعاعی برقی مساوات کے لئے ائن سٹائن کی وضاحت:

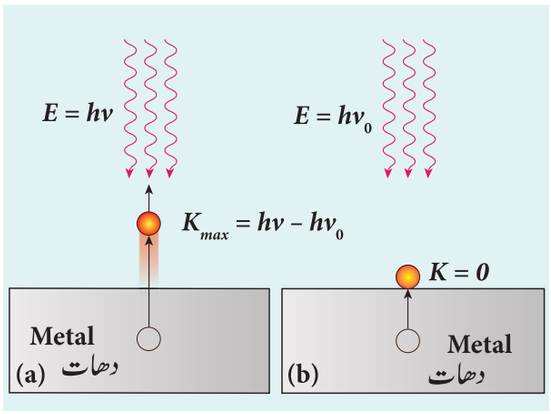
(Einstein's explanation of photoelectric equation)

جب بھی ایک دھاتی سطح پر $h\nu$ توانائی والا ایک فوٹان وقوع پاتا ہے، وہ مکمل طور پر ایک اکیلے الکٹران سے جذب ہوجاتا ہے اور وہ الکٹران خارج ہوجاتا ہے۔ اس عمل کے دوران، فوٹانی توانائی کا کچھ حصہ دھاتی سطح کی قواہی رکاوٹ کو پار لگانے میں استعمال ہوتا ہے۔ (شعاعی برقی عملی تعامل ϕ_0) اور بقیہ حصہ خارج شدہ الکٹران کی توانائی بالفعل کے طور پر محفوظ رہتا ہے۔

کلیہ بقائے توانائی کی مدد سے

$$h\nu = \phi_0 + \frac{1}{2}mv^2 \qquad (8.6)$$

جہاں m الکٹران کی کمیت اور v اس کی سمتی رفتار ہے۔ اسے خاکہ 8.13(a) میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 8.13 شعاعی الکٹرانوں کا اخراج

اگر ہم وقوعی روشنی کی تعدد کم کردیتے ہیں تو شعاعی الکٹرانوں کی رفتار یا توانائی بالفعل بھی کم ہوجاتی ہے۔ شعاع وقوع کی ایک تعدد ν_0 پر شعاعی الکٹران ایسے خارج ہوتے ہیں کہ ان کے اندر توانائی بالفعل بالکل نہیں ہوتی (خاکہ 8.13(b))، تو پھر مساوات 8.6 یوں ہوجاتی ہے۔

$$h\nu_0 = \phi_0$$

جہاں ν_0، threshold تعدد یعنی کم از کم درکار تعدد ہے۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:20 PM

مساوات 8.6 کودوبارہ لکھنے پرہم حاصل کرتے ہیں۔

$$h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2} m v^2 \qquad (8.7)$$

مساوات 8.7۔ائن سٹائن کی شعاعی برقی مساوات کہلاتی ہے۔

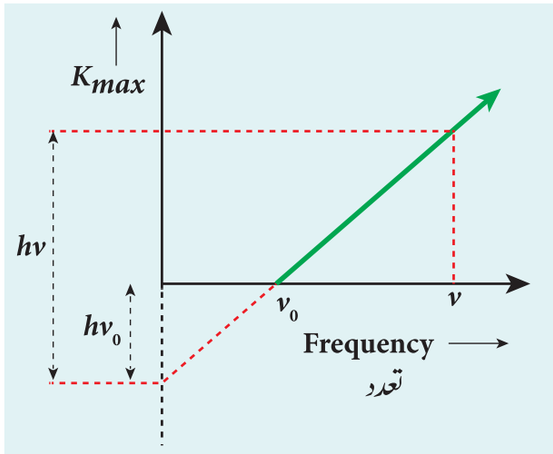
اگرالکٹران اندرونی ٹکراؤ میں اپنی توانائی نہیں کھوتا ہے تو وہ سب سے زیادہ توانائی بالفعل Kmax کے ساتھ اخراج پاتا ہے۔پھر

$$K_{max} = \frac{1}{2} m v_{max}^2$$

جہاں v_{max} اخراجی الکٹران کی سب سے تیز سمتی رفتار ہے۔

مساوات (8.6) دوبارہ یوں ترتیب پاتی ہے۔

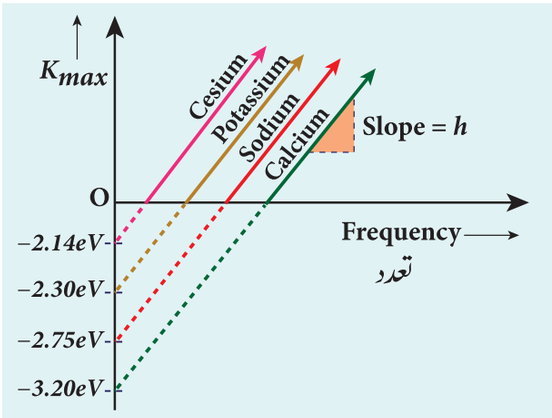
$$K_{max} = h\nu - \phi_0 \qquad (8.8)$$



خاکہ 8.14 K_{max} بمقابلہ ν کی ترسیم

شعاعی الکٹران کی سب سے زیادہ توانائی بالفعل Kmax اور وقوعی روشنی کی تعدد کے درمیان کھینچی گئی ترسیم ایک سیدھا خط ہوتی ہے جیسا کہ خاکہ 8.14 میں بتایا گیا ہے۔ خط کا میلان h ہے اور اس کا y-مقطوعہ (Intercept) $-\phi_0$ ہے۔

R.A.Millikan سے تجرباتی طور پر ائن سٹائن کی مساوات کی تصدیق ہوئی انہوں نے کئی دھاتوں (سیشیم، پوٹاشیم، سوڈیم، لیتھیم) کیلئے Kmax اور ν کے درمیان ترسیمیں کھینچیں جیسا کہ خاکہ 8.15 میں بتایا گیا ہے اور یہ نتیجہ پایا کہ ڈھلاؤ دھاتوں پر غیر منحصر ہے۔



خاکہ 8.15 مختلف دھاتوں کے لئے Kmax بمقابلہ ν کی ترسیم

Millikan نے Planck's Constant کی قیمت ($h=6.626\times10^{-34}$ Js) اور کئی دھاتوں (Cs, K, Na, Ca) کے عملی عوامل کی قیمتوں کا بھی محاسبہ کیا۔ یہ قیمتیں نظریاتی پیشن گوئی سے ملتی جلتی ہیں۔

شعاعی برقی اثر کے لئے وضاحت:

شعاعی برقی اثر کی، تجرباتی طور پر مشاہدہ کی گئی حقیقتوں کی وضاحت ائن سٹائن کی شعاعی برقی مساوات کی مدد سے کی جاسکتی ہے۔

(i) جس طرح ایک وقوعی فوٹان، ایک الکٹران کو آزاد کراتا ہے، روشنی کی شدت (فی اکائی وقت میں فی اکائی رقبہ فوٹانوں کی تعداد) کے بڑھنے پر اخراجی الکٹرانوں کی تعداد بھی بڑھتی ہے جس سے شعاعی برقی رو بھی بڑھنے لگتی ہے۔ یہی مشاہدہ تجرباتی طور پر کیا گیا ہے

(ii) $K_{max} = h\nu - \phi_0$ سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ Kmax وقوعی روشنی کے تعدد کے تناسب میں ہے اور وہ روشنی کی شدت پر منحصر نہیں ہے۔

(iii) جیسا کہ مساوات (8.7) میں دیا گیا ہے، الکٹرانوں کو دھاتی سطح سے آزاد کرانے کے لئے وقوعی فوٹانوں کے پاس کم از کم توانائی کا ہونا ضروری ہے (جو دھات کے عملی عوامل کے مساوی ہو) توانائی کی اس سے کم قیمت پر الکٹران کا اخراج ممکن نہیں ہے۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:20 PM

(iv) کوانٹم کے تصور کے مطابق الکٹرانوں میں فوٹانوں کی توانائی کی منتقلی بروقت ہوتی ہے کہ فوٹانوں کے وقوع ہونے اور الکٹرانوں کے اخراج ہونے کے درمیان کسی قسم کا وقفہ نہیں ہوتا۔ لہذا روشنی کے کوانٹم کے تصور کی بنیاد پر شعاعی برقی اثر کی وضاحت کی گئی ہے۔

روشنی کی فطرت : موج۔ذرہ دوہریت

ہم یہ سیکھ چکے ہیں کہ روشنی کی موجی فطرت، مداخلت (inteference)، انکسار (diffraction) اور قطبیت (Polarization) جیسے عملوں کی وضاحت کرتی ہے۔ چند عوامل جیسے سیاہ جسم سے نکلنے والی شعاعیں اور شعاعی برقی اثر کی وضاحت روشنی کی ذرہ نما فطرت سے منسلک ہے، چنانچہ دونوں نظریے اپنے پاس کافی تجرباتی ثبوت رکھتے ہیں۔

پچھلے زمانے میں کئی سائنسی نظریوں کا جدید تجرباتی نتائج سے تضاد پائے جانے پر انہیں یا تو تجدید کر دیا جاتا یا انہیں رد کر دیا جاتا تھا۔ یہاں ایک سوال ''روشنی کی کیا فطرت ہے؟'' کے جواب کے لئے دو مختلف نظریے درکار تھے۔

لہذا یہ تسلیم کیا گیا کہ روشنی دوہری فطرت رکھتی ہے کہ وہ ذرہ کی طرح بھی ہوتی ہے، موج کی طرح بھی ہوتی ہے۔ یعنی چند معاملات میں وہ موج کی طرح برتاؤ کرتی ہے اور چند معاملات میں وہ ذرہ کی طرح برتاؤ کرتی ہے۔

بالفاظ دیگر روشنی اپنی پھیلاؤ کے دوران موج کی طرح برتاؤ کرتی ہے اور مادہ سے تعامل پاتے وقت ایک ذرہ کی طرح برتاؤ کرتی ہے۔ اس کی طبیعی فطرت کی مکمل وضاحت کے لئے دونوں نظریات ضروری ہیں۔ لہذا موجی فطرت اور کوانٹمی فطرت دونوں ایک دوسرے کو سمجھوتہ کرتے ہیں۔

8.2.8 شعاعی برقی خانے اور ان کے استعمالات:
(Photo Electric cells and Their Applications)

شعاعی خانہ: Photo cell

شعاعی برقی خانہ یا شعاعی خانہ ایک آلہ ہے جو روشنی کی توانائی کو برقی توانائی میں تبدیل کرتا ہے۔ یہ شعاعی برقی اثر کے اصول پر کام کرتا ہے۔ جب شعاعی حساس اشیاء پر روشنی وقوع پاتی ہے تو ان کی برقی خصوصیات متاثر ہونے لگتی ہیں، جن کی بنیاد پر شعاعی خانوں کو تین قسموں میں درجہ بند کیا جاتا ہے۔ وہ یہ ہیں

(i) شعاعی اخراجی خانہ (Photo emissiveCell)

اس کا عمل ایک دھات کے کیتھوڈ کے ذریعہ، روشنی یا دیگر شعاعوں کی غیر اشعاعیت کی وجہ سے ہونے والے الکٹرانی اخراج پر منحصر ہوتا ہے۔

(ii) شعاعی وولٹائی خانہ (Photo voltaic cell)

یہاں نیم موصل سے بنا ہوا حساس عنصر کا استعمال کیا جاتا ہے جو روشنی یا دیگر شعاعوں کے ساتھ وولٹیج کا تناسب پیدا کرتا ہے۔

(iii) شعاعی موصلی خانہ (Photo Conductive Cell)

اس میں، نیم موصل کی مزاحمت، اس پر وقوع پانے والی اشعاعی توانائی کے لحاظ سے تغیر پاتی ہے۔

اس حصے میں ہم شعاعی اخراجی خانہ اور اس کے استعمالات پر بحث کریں گے۔

شعاعی اخراجی خانہ (Photo Emissive cell)

بناوٹ: اس میں شیشہ یا Quartz سے بنا ایک خلاء کار بلب ہوتا ہے جس میں دو برقیرے یعنی ایک کیتھوڈ اور ایک اینوڈ ثبت ہوتے ہیں جیسا کہ خاکہ 8.16 میں بتایا گیا ہے۔ کیتھوڈ C نصف استوانہ نما

کیا تم جانتے ہو؟

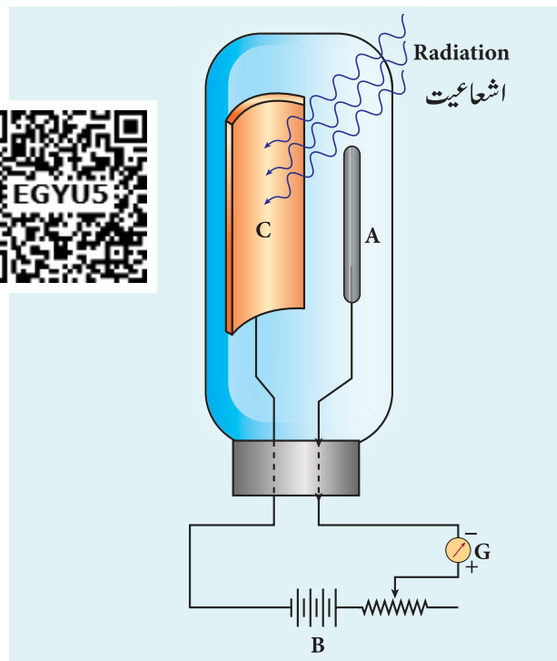
ایک قاری (reader) کو یہ سمجھنے میں تکلیف ہوسکتی ہے کہ روشنی بیک وقت ایک موج اور ذرات کا ایک چشمہ کس طرح ہوسکتی ہے۔ یہی معاملہ البرٹ ائن سٹائن جیسے عظیم سائنس دان کو بھی پیش آیا۔

1954 میں اپنی مایوسی کا اظہار کرتے ہوئے ائن سٹائن نے اپنے دوست Michel Besso کے نام ایک خط لکھا۔

میری پچاس سالہ باشعور سوچ بچار کے باوجود میں اس کا ٹھیک جواب نہ دے سکا کہ روشنی کے کوانٹا (Light quanta) کیا ہوتے ہیں؟ البتہ آج کل ہر کوئی یہ سمجھتا ہے کہ وہ اس کا جواب جانتا ہے مگر یہ کہ وہ خود اپنے آپ کو دھوکہ دے رہا ہے۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:21 PM

ہوتا ہے اور اس پر ایک شعاعی حسی شئے کی پرت چڑھی ہوئی ہوتی ہے۔ اینوڈ A ایک باریک سلاخ یا تار ہوتا ہے جو استوانہ نما کے محور کے تحت رکھا گیا ہوتا ہے۔ ایک گیلوانومیٹر G کے ذریعہ اینوڈ اور کیتھوڈ کے درمیان ایک تفاوت بالقواہ پہنچائی جاتی ہے۔



خاکہ 8.16۔ شعاعی خانے کی تعمیر

عمل (Working)

جب کیتھوڈ کو مناسب شعاعوں کے ذریعہ شعاع ریز کیا جاتا ہے تو اس میں الکٹران خارج ہونے لگتے ہیں یہ الکٹران اینوڈ سے کھنچے جاتے ہیں اور لہذا ایک برقی رو پیدا ہوتی ہے جس کی پیمائش گیلوانومیٹر کی جاتی ہے۔ ایک دئے گئے کیتھوڈ کے لئے برقی رو کی مقدار ان پر منحصر ہوتی ہے۔ (i) شعاع وقوع کی شدت اور

(ii) اینوڈ اور کیتھوڈ کی درمیانی تفاوت بالقواہ۔

شعاعی خانوں کے استعمالات:

شعاعی خانے بالخصوص سوئچوں اور حسی آلات میں استعمال ہونے کے علاوہ دیگر بہت سے آلات میں استعمال کئے جاتے ہیں ۔خودکار لائٹیں جو اندھیروں میں خود بخود روشن ہوجاتی ہیں، شعاعی خانوں کا استعمال کرتی ہیں اور گلیوں میں موجود لائٹیں جو رات اور دن کے لحاظ سے خود بخود آن اور آف ہوتی ہیں، وہ بھی شعاعی خانوں کا استعمال کرتی ہیں۔

شعاعی خانوں کو حرکی نقشوں (motion Pictures) میں آواز کو دوبارہ پیدا کرنے کے لئے اور دوڑ کے مقابلے کے دوران کھلاڑیوں کی رفتار کی پیمائش میں روک گھڑی کے طور پر بھی استعمال کیا جاتا ہے۔فوٹو گرافی میں Exposure میٹروں کے شعاعی خانے استعمال کئے جاتے ہیں تاکہ دی گئی روشنی کی شدت کا محاسبہ کرسکے اور Exposure کے صحیح وقت کا اندازہ لگا سکے۔

مثال 8.2

چاندی کی سطح پر 300nm موجی طول والی ایک شعاع، وقوع پاتی ہے تو کیا شعاعی الکٹران دیکھے جاسکتے ہیں؟
(چاندی کا عملی عوامل=4.7eV)

حل:

وقوعی فوٹان کی توانائی یہ ہے۔

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{(جول میں)}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda e} \text{ (in eV)}$$

میں معلوم شدہ قیمتوں کو حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$E = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{300\times10^{-9}\times1.6\times10^{-19}}$$

$$E = 4.14 \text{ eV}$$

چاندی کا عملی عوامل (Work Function) = 4 .7ev ہے۔
چونکہ وقوعی فوٹان کی توانائی کی مقدار چاندی کے عملی عوامل کی مقدار سے بھی کم ہے اس معاملہ میں شعاعی الکٹران نہیں دیکھے جاسکتے۔

مثال 8.3

جب تانبے (Cu) پر 2200A° موجی طول والی روشنی پڑتی ہے تو اس سے شعاعی الکٹران خارج ہوتے ہیں ۔معلوم کیجئے (1) threshold (کم از کم درکار) موجی طول اور (ii) رکاوٹی قواہ دیا گیا ہے۔ Cu کا عملی عوامل $\phi_0 = 4.65$ eV. ہے۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:22 PM

حل:

(i) کم از کم درکار موجی طول یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$\lambda_0 = \frac{hc}{\phi_0} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{4.65\times1.6\times10^{-19}}$$
$$= 2672\ \text{Å}$$

(ii) 2200A° موجی طول والے فوٹان کی توانائی یہ ہے۔

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2200\times10^{-10}}$$
$$= 9.035\times10^{-19}\,J = 5.65\,\text{eV}$$

ہم جانتے ہیں کہ سب سے تیز شعاعی الکٹران کی توانائی بالفعل یہ ہے۔

$$K_{max} = h\nu - \phi_0 = 5.65 - 4.65$$
$$= 1\ \text{eV}$$

مساوات (8.3) کی مدد سے $K_{max} = eV_0$

$$V_0 = \frac{K_{max}}{e} = \frac{1\times1.6\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}}$$

چنانچہ رکاوٹی قواہ = 1V

مثال 8.4

پوٹاشیم کے عملی عوامل کی قیمت 2.30 eV ہے۔ پوٹاشیم کے سطح پر 3000 A° والی موجی طول اور $2\,W\,m^{-2}$ شدت والی، UV روشنی وقوع پاتی ہے۔ (i) شعاعی الکٹرانوں کی انتہائی توانائی بالفعل معلوم کیجئے۔ (ii) اگر 40% وقوعی فوٹان شعاعی الکٹران پیدا کرتے ہیں تو $2cm^2$ سطحی رقبہ والی پوٹاشیم کی سطح سے ایک سکنڈ میں کتنے الکٹران خارج ہوں گے؟

حل:

(i) وقوعی فوٹان کی توانائی یہ ہے۔

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{3000\times10^{-10}}$$
$$E = 6.626\times10^{-19}\,J = 4.14\ \text{eV}$$

شعاعی الکٹران کی انتہائی توانائی بالفعل (KE) یہ ہے۔

$$K_{max} = h\nu - \phi_0 = 4.14 - 2.30 = 1.84\ \text{eV}$$

(ii) ایک سکنڈ میں سطح پر وقوع پانے والے فوٹانوں کی تعداد یہ ہے

$$n_p = \frac{I}{E}\times A$$
$$= \frac{2}{6.626\times10^{-19}}\times2\times10^{-4}$$
$$= 6.04\times10^{14}\ \text{photons / sec}$$

شعاعی الکٹرانوں کے اخراج کی شرح یہ ہے۔

$$= (0.40)\ n_p = 0.4\times6.04\times10^{14}$$
$$= 2.416\times10^{14}\ \text{photoelectrons / sec}$$

مثال 8.5

ایک دھاتی برقیرے پر 390nm موجی طول والی روشنی بھیجی جاتی ہے۔ خارجی الکٹرانوں کی توانائی معلوم کرنے کے لئے، اس کے اور ایک دوسرے برقیرے کے درمیان ایک مخالف تفاوت بالقواہ پیدا کی جاتی ہے۔ جب تفاوت بالقواہ کی قیمت 1.10 V ہوتی ہے، تو ایک سے دوسرے میں بہنے والے شعاعی الکٹرانوں کی برقی رو بالکل بند ہو جاتی ہے۔ معلوم کیجئے (i) دھات کے عملی عوامل کی قیمت (ii) روشنی کی کم از کم درکار موجی طول جو اس دھات سے الکٹرانوں کو خارج کر سکتی ہے۔

حل:

(i) عملی عوامل کی قیمت یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$\phi_0 = h\nu - K_{max} = \frac{hc}{\lambda} - eV_0$$

چونکہ $K_{max} = eV_0$

$$= \left[\frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{390\times10^{-9}}\right] - \left[1.6\times10^{-19}\times1.10\right]$$
$$= 5.10\times10^{-19} - 1.76\times10^{-19} = 3.34\times10^{-19}\,J$$
$$= 2.09\ \text{eV}$$

(ii) کم از کم threshold موجی طول یہ ہے۔

$$\lambda_0 = \frac{hc}{\phi_0} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{3.34\times10^{-19}}$$
$$= 5.951\times10^{-7}\,m = 5951\ \text{Å}$$

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:22 PM

8.3 مادہ کی موجیں (Matter waves)

8.3.1 تعارف:

ذرات کی موجی فطرت: اب تک ہم یہ سیکھے تھے کہ ذرات اور موجوں کی خصوصیات مختلف ہوتی ہیں۔ایک موج کی خصوصیات اس کی تعدد، موجی طول، موجی سمتی رفتار، حیطہ اور شدت سے ظاہر کی جاتی ہیں ۔وہ بیرونی طور پر پھیلتی ہے اور خلاء کا ایک بہت بڑا حصہ گھیرتی ہے ۔ ایک ذرہ کی خصوصیات اس کی کمیت، سمتی رفتار، معیار حرکت سے ظاہر کی جاتی ہیں اور وہ خلاء کے ایک مقررہ مقام کو گھیرے ہوئے ہوتا ہے اور وہ جسامت میں بہت ہی چھوٹا ہوتا ہے۔

کلاسیکی طبیعیات نے ذرات اور موجوں کو دو مختلف اجزاء قرار دیا ہے ۔مگر کوانٹم کے نظریے نے یہ تجویز پیش کی کہ شعاعوں میں دوہری خصوصیات پائی جاتی ہیں یعنی شعاع چند حالات میں ایک موج کی طرح برتاؤ کرتی ہے اور چند موقعوں پر ایک ذرہ کی طرح برتاؤ کرتی ہے۔ جب اشعاعیت میں موج ۔ ذرہ کی دوہریت پائی جاسکتی ہے تو سوال پیدا ہوتا ہے کہ کیا مادہ میں موجی فطرت پائی جاتی ہے۔اس حصے میں اسی موضوع پر بحث ہوگی۔

De Broglie موج (De Broglie wave)

1924ء میں ایک فرانسیسی ماہر طبیعیات Louis de broglie (اس نام کو یوں پڑھا جائے ۔لوئی ڈی بروئے) نے اشعاعیت کی موج۔ذرہ دوہریت کے تصور کو مادہ کے لئے آزمانا شروع کیا۔

فطرت میں پائی جانے والی ہم آہنگی سے بہت متاثر ہوکر de Broglie نے یہ رائے پیش کی کہ جب روشنی جیسی شعاعیں چند موقعوں پر ذرات کی طرح برتاؤ کرسکتی ہیں تو الکٹران جیسے مادی ذرات بھی چند حالات میں موجوں کی طرح برتاؤ کرسکتے ہیں۔

de Broglie کے نظریے کے مطابق حرکت کرتے ہوئے تمام مادی ذرات جیسے الکٹران، پروٹان، نیوٹران موجوں سے منسلک ہیں۔ یہ موجیں de Broglie موجیں یا مادی موجی کہلاتی ہیں۔

8.3.2 de Broglie موجی طول:

ν تعدد والے فوٹان کی معیار حرکت یوں پیش کی جاتی ہے۔

$$p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} \qquad \text{چونکہ } c = \nu\lambda$$

ایک فوٹان کی معیار حرکت کے لحاظ سے اس کا موجی طول یہ ہے۔

$$\lambda = \frac{h}{p} \qquad (8.9)$$

de Broglie کے مطابق اوپر کی مساوات ایک عام مساوات ہے جو اشیائی ذرات کے لئے بھی مناسب ہے۔چنانچہ υ کی رفتار سے حرکت کرنے والے ایک ذرہ کے لئے موجی طول یوں پیش کی جائے گی۔

$$\lambda = \frac{h}{m\upsilon} = \frac{h}{p} \qquad (8.10)$$

مادی موجوں کی یہ موجی طول de Broglie موجی طول کہلاتی ہے۔یہ مساوات Planck's Constant کے ذریعہ موجی خصوصیت (موجی طول λ) اور ذراتی خصوصیت (معیار حرکت p) کے مابین تعلق پیدا کرتی ہے۔

8.3.3 الکٹرانوں کی de Broglie موجی طول:

فرض کیجئے کہ V وولٹ کی ایک تفاوت بالقواہ کے ذریعہ m کمیت والا ایک الکٹران اسراع پارہا ہے ۔الکٹران سے حاصل شدہ توانائی بالفعل یوں پیش کی جاتی ہے،

$$\frac{1}{2}m\upsilon^2 = eV$$

چنانچہ الکٹران کی رفتار υ یہ ہے۔

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2eV}{m}} \qquad (8.11)$$

لہذا، الکٹران سے منسلک مادی موجوں کی de Broglie موجی طول یہ ہے۔

$$\lambda = \frac{h}{m\upsilon} = \frac{h}{\sqrt{2emV}} \qquad (8.12)$$

معلوم شدہ قیمتوں کو اوپر کی مساوات میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:23 PM

$$\lambda = \frac{6.626\times10^{-34}}{\sqrt{2V\times1.6\times10^{-19}\times9.11\times10^{-31}}}$$
$$= \frac{12.27\times10^{-10}}{\sqrt{V}}\,\text{m} \quad \text{(or)}$$
$$\lambda = \frac{12.27}{\sqrt{V}}\,\text{Å}$$

مثال کے طور پر اگر ایک الکٹران 100V کی ایک تفاوت بالقواہ کے ذریعہ اسراع پاتا ہے تو اس کی deBroglie موجی طول 1.227A° ہوگی۔

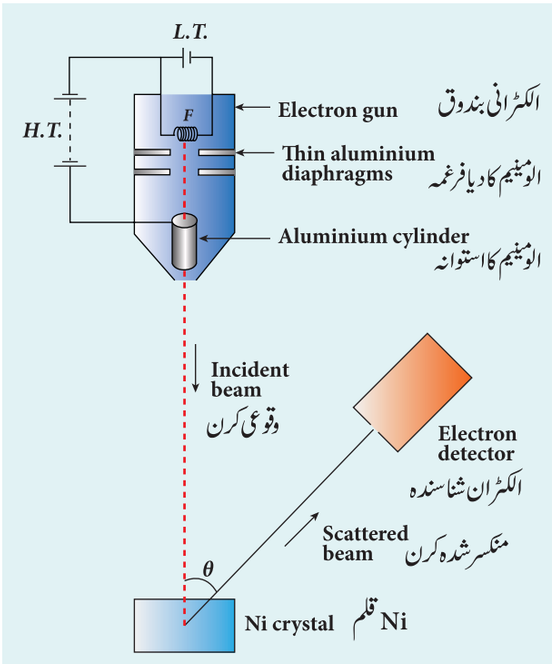
چونکہ الکٹران کی توانائی بالفعل $K = eV$ ہے تو پھر الکٹران سے منسلک de Broglie موجی طول کو یوں بھی لکھا جاسکتا ہے۔

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mK}} \qquad (8.13)$$

8.3.4 Davisson اور Germer کا تجربہ:

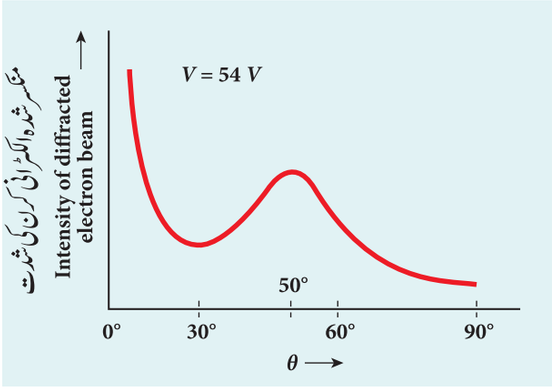
1927 میں Clinton Davisson اور Lester Germer کے ذریعہ Louis de Broglie کی پیشن گوئی کی تصدیق تجرباتی طور پر کی گئی۔ انہوں نے یہ کر کے دکھایا کہ الکٹرانی کرنیں منکسر ہوتی ہیں۔ جب وہ قلوی ٹھوسوں پر گرتی ہیں چونکہ قلمی (Crystal) مادی موجوں کے لئے ایک سہ ابعادی انکساری جھلی (diffraction grating) کی طرح برتاؤ کرسکتا ہے۔ قلموں پر وقوع پانے والی الکٹرانی موجیں مخصوص سمتوں میں منکسر ہوتی ہیں۔ خاکہ 8.17 تجربہ کے لئے استعمال کئے گئے آلہ کا ایک تصوری نمونہ ظاہر کرتا ہے۔

ایک Low tension (L.T) بیٹری کے ذریعہ بتی (Filament) گرم کی جاتی ہے۔ حرارتی روانی اخراج کے ذریعہ گرم بتی سے الکٹران خارج ہونے لگتے ہیں۔ ایک High tension (H.T) بیٹری کے ذریعہ بتی اور الومینیم سے بنے استوانہ نما اینوڈ کے درمیان تفاوت بالقواہ پیدا کی جاتی ہے جس کی وجہ سے خارج شدہ الکٹران اسراع پانے لگتے ہیں۔ الومینیم سے بتی دو پتلی پردہ شکموں کے ذریعہ الکٹران بیم (beam) کی قطار بندی کی جاتی ہے اور اسے Nickel کی ایک اکیلے قلم پر گرنے کے لئے چھوڑا جاتا ہے۔



خاکہ 8.17۔ Germer اور Davisson کی تجرباتی ترتیب

Ni کے جوہروں کے ذریعہ انکسار پانے والے الکٹرانوں کو الکٹران شناسندہ کے ذریعہ حاصل کیا جاتا ہے جس سے منکسر شدہ الکٹرانی کرن کی شدت کی پیائش ہوتی ہے۔ یہ شناسندہ کاغذ کے Plane میں (سطحی طور پر) گردش کرنے کے قابل ہوتا ہے یہاں تک کہ وقوعی کرن اور منکسر کرن کا درمیانی زاویہ θ ہم اپنی مرضی سے تبدیل کرسکتے ہیں۔ منکسر شدہ الکٹرانی کرن کی شدت کی پیائش θ زاویہ کے عوامل (Function of the angle) کے طور پر کی جاتی ہے۔



خاکہ 8.18۔ زاویہ θ کے ساتھ منکسر شدہ الکٹرانی کرن کی شدت کا تغیر

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:23 PM

نوٹ

ایک غورطلب بات یہ ہے کہ صرف الکٹران ہی وہ ذرات نہیں ہیں جن کے ذریعہ موجی فطرت بتلائی جاسکتی ہے۔موجیں تو حرکت پذیر نیوٹران اور آلفا ذرات سے بھی منسلک ہیں۔وہ مناسب قلموں کے ذریعہ منتشر ہوکر انکسار پاتے ہیں ۔قلمی ساختوں کی کھوج لگانے میں نیوٹرانوں کا انکساری مطالعہ بہت ہی مفید ثابت ہوتا ہے۔

نوٹ

انکسار(Diffraction)موجوں کی خصوصیات میں سے ایک ہے جب بھی موجیں کسی رکاوٹ پر وقوع پاتی ہیں تو وہ رکاوٹی شئے کے اطراف مڑنے لگتے ہیں ۔موجوں کا یوں مڑنا، انکسار کہلاتا ہے۔ مڑنے کی مقدار موجوں کی موجی طول پر منحصر ہوتی ہے۔

اکائی 6 میں ہم نے سیکھا کہ روشنی کا موجی طول چھوٹا ہونے کی وجہ سے روشنی کے انکساری اثرات بہت چھوٹے ہوتے ہیں۔روشنی کے انکسار کا مطالعہ کرنے کے لئے انکساری جھلی (diffration grating) کا استعمال کیا جاتا ہے۔ چونکہ X رے اور الکٹرانوں کی de Broglie موجوں کا موجی طول روشنی کے موجی طول سے بھی کم (10^{-10}m کی حد میں) ہوتا ہے۔X رے کے انکساری مطالعہ کے لئے انکساری جھلی کا استعمال نہیں کیا جاسکتا ہے۔ایک قلم (Crystal) میں جوہری سطحوں کے درمیانی خلاء لگ بھگ X۔رے اور الکٹرانوں کے de Broglie موجوں کے موجی طول کے برابر ہوتی ہے۔لہذا X-رے کے انکساری مطالعہ کے لئے قلموں کا استعمال کیا جاتا ہے جو سہ ابعادی جالی (grating) کے طور پر کام آتے ہیں۔

حالہ 8.18 54V کی اسراعی وولٹیج سے راویہ θ کے ساتھ انکساری الکٹرانوں کی شدت کا تغیر ظاہر کرتا ہے۔ایک دی گئی اسراعی وولٹیج V کے لئے منکسر شدہ موج، وقوعی الکٹرانی کرن کے ساتھ 50° کے ایک زاویے پر ایک چوٹی(peak) یا انتہائی شدت ظاہر کرتی ہے۔شدت کی یہ چوٹی ٹارگیٹ شئے کی مختلف جوہری پرتوں سے انکسار پانے والے الکٹرانوں کی تعمیری مداخلت سے جڑی ہوتی ہے ۔ Nickel کی بین سطحی خلائیت (interplanar Spacing) کی معلوم شدہ قیمتوں کے ذریعہ الکٹرانی موج کے موجی طول کی قیمت تجرباتی طور پر 1.65A° پائی گئی۔

مساوات(8.18) کی مدد سے V= 54V کے لئے de Broglie مساوات کے ذریعہ بھی یہ موجی طول معلوم کیا جاسکتا ہے۔

$$\lambda = \frac{12.27}{\sqrt{V}}\text{ Å} = \frac{12.27}{\sqrt{54}}\text{ Å}$$
$$\lambda = 1.67\text{ Å}$$

یہ قیمت تجرباتی طور پر مشاہدہ کی گئی موجی طول کی قیمت 1.65A° کے بہت ہی قریب ہے۔لہذا یہ تجربہ،حرکت پذیر ذرات کی موجی فطرت کے de Broglie نظریئے کی، براہ راست تصدیق کرتا ہے۔

8.3.5 الکٹران خوردبین (Electron Microscope)

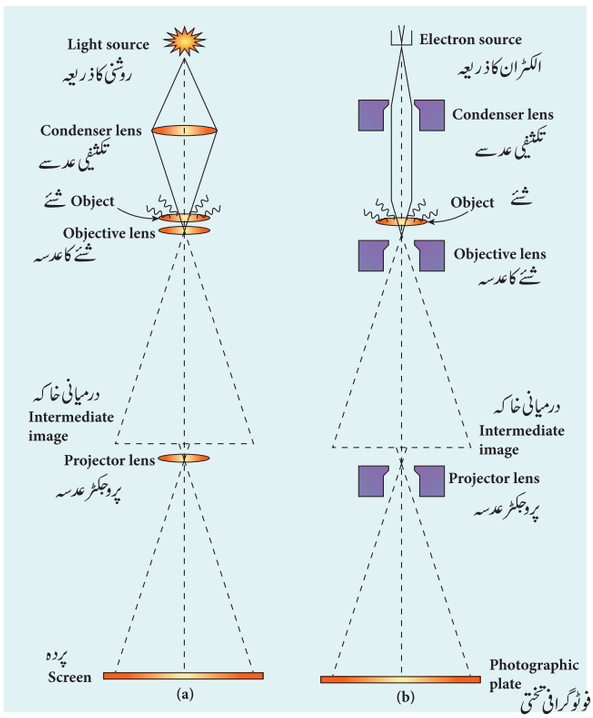
اصول:

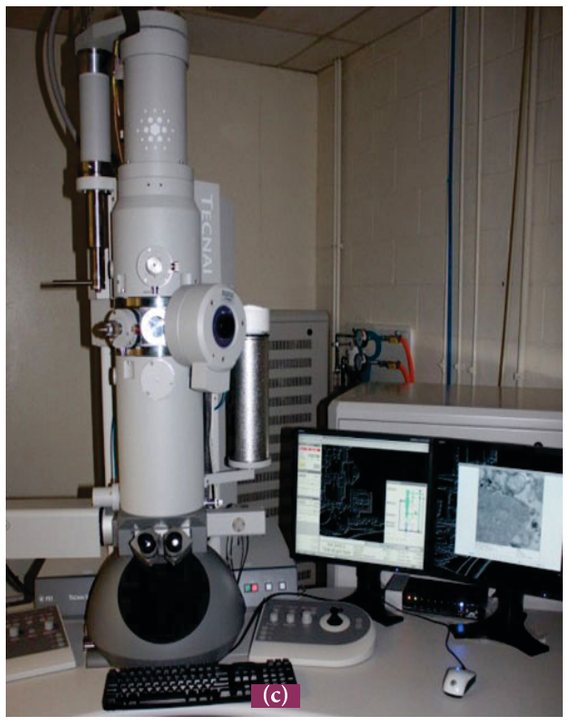
یہ ذرات کی موجی فطرت کا راست استعمال ہے۔الکٹران خورد بین کہلانے والے اس خوردبین میں الکٹران کی،موجی فطرت کا استعمال کیا جاتا ہے۔

ایک خوردبین کی قوت تحویل (Resolving Power)، مطالعے کی شئے کو روشن کرانے والی شعاعوں کے موجی طول کے بلاراست تناسب میں ہوتی ہے۔چھوٹے موجی طول والی شعاعوں کا استعمال کرکے اعلیٰ قوت تحویل اور اعلیٰ مبالغہ کاری (magnification) حاصل کی جاسکتی ہے۔

الکٹران کا Louis de Broglie موجی طول، بصری خوردبین میں استعمال ہونے والی عیاں روشنی کے موجی طول سے بہت ہی کم (چند ہزار گنا) کم ہوتی ہے۔اس کے نتیجہ میں الکٹرانوں کی de Broglie موجوں کو استعمال کرنے والے خوردبین، دیگر بصری خوردبینوں کے مقابلے میں بہت ہی اعلیٰ قوت تحویل رکھتے ہیں۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:24 PM





خاکہ 8.19 (a) بصری خوردبین (b) الکٹرانی خوردبین (c) الکٹرانی خوردبین کی تصویر

ریسرچ لیبارٹریوں میں 2 لاکھ گُنا تکبیر کرنے والے الکٹرانی خوردبینوں کا استعمال عام طور پر کیا جاتا ہے۔

عمل:

ایک الکٹرانی خوردبین کی بناوٹ اور اس کا عمل لگ بھگ ایک بصری خوردبین ہی کی طرح ہے۔فرق صرف اتنا ہے کہ الکٹران خوردبین میں الکٹرانی کرن کی مرکوزیت (Focussing) برقی سکونی یا مقناطیسی عدسوں سے کی جاتی ہے۔ برقی یا مقناطیسی میدانات کی ایک مناسب ترتیب سے گزر کر مرتکز ہونے یا منتشر ہونے سے الکٹرانی کرن کی مرکوزیت کی جاتی ہے (خاکہ 8.19)۔

ذریعہ سے خارج ہونے والے الکٹران اعلیٰ تفاوت بالقوا ہوں کے ذریعے اسراع پاتے ہیں۔مقناطیسی مکثفی عدسہ کی مدد سے وہ کرن متوازی بنادی جاتی ہے۔جب وہ کرن اس نمونے سے گزرتی ہے جس کا کلاں بین خیال مطلوب ہے ،تو وہ کرن اس نمونے کے خیال کو لے جاتی ہے۔

مقناطیسی اشیائی (objective) عدسہ اور مقناطیسی تظلیلی (شعاع اندازی) (projective) عدسہ کے نظام کی مدد سے اسکرین پر مبالغہ شدہ (یا مکبر) خیال حاصل کیا جاتا ہے۔اس قسم کے الکٹران خوردبینیں، سائنس کے تقریباً تمام شعبوں میں استعمال کئے جاتے ہیں۔

مثال 8.6

مندرجۂ درج معاملات میں معیار حرکت اور de Broglie موجی طول کا محاسبہ کیجئے۔

(i) 2eV توانائی بالفعل والا ایک الکٹران۔

(ii) ایک بندوق کے ذریعہ 200 میٹر فی سکنڈ کی رفتار سے چلائی گئی 50 گرام کی ایک گولی۔

(iii) 4000 کلوگرام کی ایک کار جو سڑک پر 50m/s کی رفتار سے حرکت کر رہی ہے۔

حل:

(i) الکٹران کی معیار حرکت یہ ہے۔

$$p = \sqrt{2mK} = \sqrt{2\times 9.1\times 10^{-31}\times 2\times 1.6\times 10^{-19}}$$
$$= 7.63\times 10^{-25}\,\text{kg m s}^{-1}$$

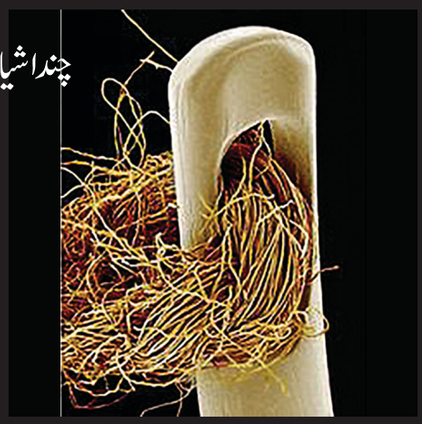
12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:25 PM

کیا تم جانتے ہو؟

Magnified images of some objects:

چند اشیاء کے مکبر شدہ خیالات

ایک عام گھریلو مکھی (Musca domestica)
کا اسکین شدہ رنگین الکٹران مائکروگراف



Needle and thread
سوئی اور دھاگہ

اس کا de Broglie موجی طول یہ ہے۔

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.626\times10^{-34}}{7.63\times10^{-25}} = 0.868\times10^{-9}\,\text{m}$$
$$= 8.68\ \text{Å}$$

(ii) گولی کی معیار حرکت یہ ہے۔

$$p = mv = 0.050\times200 = 10\ \text{kgms}^{-1}$$

اس کا de Broglie موجی طول یہ ہے۔

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.626\times10^{-34}}{10} = 6.626\times10^{-35}\,\text{m}$$

(iii) کار کی معیار حرکت یہ ہے۔

$$p = mv = 4000\times50 = 2\times10^{5}\,\text{kgms}^{-1}$$

اس کا de Broglie موجی طول یہ ہے۔

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.626\times10^{-34}}{2\times10^{5}} = 3.313\times10^{-39}\,\text{m}$$

ان حسابات سے ہم یہ نوٹ کر سکتے ہیں کہ الکٹران، de Broglie موجی طول کی ایک مخصوص قیمت رکھتا ہے۔ (جو لگ بھگ 10^{-9} m ≈ ہے، جسے انکساری مطالعہ کے ذریعہ ناپا جاسکتا ہے)۔ مگر حرکت پذیر گولی اور کار کے de Broglie موجی طول نظر انداز کرنے کے قابل چھوٹے ہیں۔ (جو لگ بھگ 10^{-33}m ≈ اور 10^{-39}m ≈ ہیں) جو کسی بھی تجربے سے ناپے نہیں جاسکتے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ جوہری سطح پر مادہ کی موجی فطرت کی اہمیت ضرور ہے مگر عیاں بینی سطح پر یہ کوئی معنی نہیں رکھتی۔

مثال 8.7

ایک آلفا ذرہ سے منسلک de Broglie موجی طول معلوم کیجئے جسے 400V کی تفاوت بالقواہ کے ذریعہ پر اسراع کیا گیا ہے دیا گیا ہے کہ پروٹان کی کمیت 1.67×10^{-27} kg ہے۔

حل:

ایک آلفا ذرہ میں 2 پروٹان اور دو نیوٹران پائے جاتے ہیں چنانچہ آلفا ذرہ کی کمیت M ایک پروٹان (یا ایک نیوٹران) کی کمیت (m_p) سے 4 گنا زیادہ ہوتی ہے اور اس کا بار 'q' ایک پروٹان کے بار (+e) سے دگنا ہوتا ہے۔

اس سے منسلک de Broglie موجی طول یہ ہے۔

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2MqV}} = \frac{h}{\sqrt{2\times(4m_p)\times(2e)\times V}}$$
$$= \frac{6.626\times10^{-34}}{\sqrt{2\times4\times1.67\times10^{-27}\times2\times1.6\times10^{-19}\times400}}$$
$$= \frac{6.626\times10^{-34}}{4\times20\times10^{-23}\sqrt{1.67\times1.6}} = 0.00507\ \text{Å}$$

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:25 PM

مثال 8.8

ایک پروٹان اور ایک الکٹران مساوی de Broglie موجی طول رکھتے ہیں ان میں سے کون سا ذرہ تیز حرکت کرتا ہے اور کون سا ذرہ توانائی بالفعل رکھتا ہے؟

حل:

ہم جانتے ہیں کہ $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mK}}$

چونکہ پروٹان اور الکٹران مساوی de Broglie موجی طول رکھتے ہیں، ہم یہ حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{h}{\sqrt{2m_pK_p}} = \frac{h}{\sqrt{2m_eK_e}} \text{ (or) } \frac{K_p}{K_e} = \frac{m_e}{m_p}$$

چونکہ $m_e < m_p,\ K_p < K_e$

الکٹران کی توانائی بالفعل پروٹان سے زیادہ ہوتی ہے۔

$$\frac{K_p}{K_e} = \frac{\frac{1}{2}m_p\upsilon_p^2}{\frac{1}{2}m_e\upsilon_e^2} \quad \text{(or)} \quad \frac{\upsilon_p}{\upsilon_e} = \sqrt{\frac{K_pm_e}{K_em_p}}$$

چونکہ $\frac{K_p}{K_e} = \frac{m_e}{m_p}$ $\quad \frac{\upsilon_p}{\upsilon_e} = \sqrt{\frac{m_e^2}{m_p^2}} = \frac{m_e}{m_p}$

چونکہ $m_e < m_p,\ \upsilon_p < \upsilon_e$

الکٹران پروٹان سے تیز حرکت کرتا ہے۔

8.4 لاشعاعیں (X-Rays)

تعارف:

کوانٹم کا، اشعاعیت کا نظریہ شعاعی برقی اثر کی وضاحت کرتا ہے جس میں فوٹانوں کے وقوع ہونے کی وجہ سے الکٹرانوں کا اخراج ہوتا ہے اور توانائی فوٹانوں سے الکٹرانوں میں منتقل ہوتی ہے۔ یہاں فوراً یہ سوال اٹھتا ہے، کیا اس کا رجعی عمل (reverse Process) ممکن ہے؟

اس کا مطلب یہ ہے کہ کیا الکٹران کی توانائی بالفعل کو فوٹان میں منتقل کیا جاسکتا ہے یا نہیں؟ وہ عمل جو اس سوال کا جواب دیتا ہے Planck کے کوانٹم کے اشعاعی نظریے سے بہت پہلے ہی انکشاف ہو چکا تھا۔

X-شعاعوں کا انکشاف (Discovery of X-rays)

1895 میں Wilhelm Roentgen نے یہ پتہ لگایا کہ جب بھی چند مخصوص اشیاء پر تیز حرکت کرنے والے الکٹران گرتے ہیں، ایک بہت ہی اعلیٰ مداخلتی شعاع خارج ہونے لگتی ہے۔ چونکہ اس زمانے میں ان شعاعوں کی بنیاد معلوم نہ تھی، انہیں لاشعاعیں (X-Rays) کا نام دیا گیا۔

X-رے (لاشعاعیں) 0.1 سے 100A° تک کے حد تک چھوٹے موجی طول رکھنے والے برق مقناطیسی موجیں ہیں۔ وہ روشنی کی رفتار کے ساتھ سیدھے خطوط پر سفر کرتی ہیں اور وہ برقی اور مقناطیسی میدانوں سے متاثر نہیں ہوتیں۔ X-رے کے فوٹان اپنے اعلیٰ تعدد یا چھوٹے موجی طول کی وجہ سے بہت زیادہ قوت رکھتے ہیں۔ لہذا وہ ایسی اشیاء کے ذریعہ سے بھی گزر سکتے ہیں جو عیاں روشنی کے لئے غیر شفاف ہوتی ہیں۔

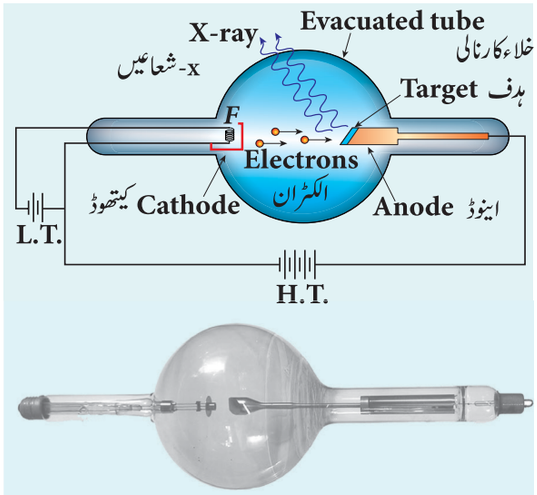
X-شعاعوں کی معیار کی پیمائش ان کی مداخلتی طاقت Penetrating Power کے لحاظ سے کی جاتی ہے۔ یہ مداخلتی طاقت نشانہ کی شئے پر ٹکرانے والے الکٹرانوں کی رفتار اور اس شئے کے جوہری عدد پر منحصر ہوتی ہے۔ X-شعاعوں کی شدت نشانہ پر ٹکرانے والے الکٹرانوں کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے۔

X-شعاعوں کی تیاری:

X-شعاعیں، X رے نالی میں پیدا ہوتی ہیں جو خاص طور پر ایک غیر بار برداری نالی (discharge tube) ہوتی ہے جیسا کہ خاکہ 8.20 میں بتایا گیا ہے، ٹنگسٹن سے بنی بتی (Tungsten Filament) کو روشن کرنے کے لئے، اسے بیٹری کے ذریعہ گرم کیا جاتا ہے۔ اس کے نتیجہ میں حرارتی روانی اخراج کے ذریعہ الکٹرانوں کا اخراج ہونے لگتا ہے۔

بتی (Filament) F اور اینوڈ کے درمیان پہنچائی جانے والی وولٹیج کے ذریعہ وہ الکٹران اسراع پاتے ہیں۔ ہدف والی شئے جیسے ٹنگسٹن، مالبڈنم وغیرہ کو ٹھوس تانبا کے اینوڈ کے اگلے حصے (Face) میں رکھے جاتے ہیں۔ نشانے کے اس حصے کو الکٹرانی کرن کے لحاظ سے 45° کے زاویے کے میلان پر رکھا جاتا ہے تاکہ X-شعاعیں نالی کے ایک کنارے سے گذر سکیں۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:26 PM



خاکہ 8.20 x-شعاعوں کی تیاری

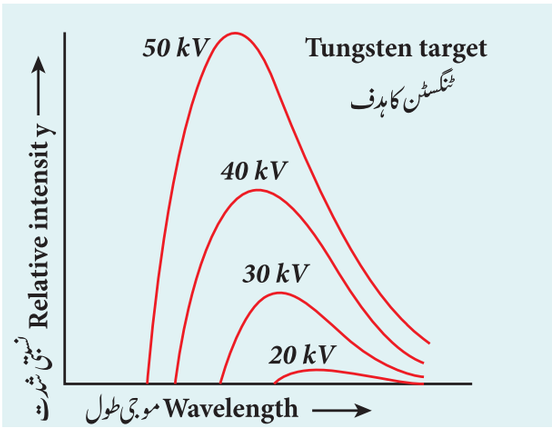
جب اعلیٰ رفتار والے الکٹران نشانہ پر ٹکراتے ہیں تو وہ اچانک تعویقی (decelerated) بن جاتے ہیں اور اپنی توانائی بالفعل کھونے لگتے ہیں۔ اس کے نتیجہ میں X-رے فوٹان پیدا ہوتے ہیں۔ چونکہ بم باری کی جانے والی ان الکٹرانوں کی اکثر توانائی بالفعل حرارت میں تبدیل ہوتی ہے۔ اعلیٰ نقطۂ پگھلاؤ والی دھاتوں سے بنے ہدف (Target) اور ٹھنڈا کرنے والے ایک نظام کو اس میں عام طور پر استعمال کیا جاتا ہے

X-شعاعوں کی طیف (X- Ray Spectra)

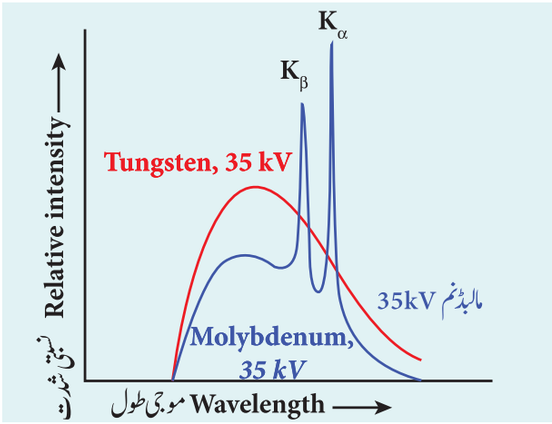
تیزی سے حرکت کرنے والے الکٹرانوں کے دھاتی نشانہ سے ٹکرائے جانے پر X-شعاعیں پیدا ہوتی ہیں جب X-رے کی شدت کے مقابلے میں اس کی موجی طول کی ترسیم کھینچی جاتی ہے تو ایک منحنی حاصل ہوتی ہے، جو X-رے طیف کہلاتی ہے۔

خاکہ 8.21 (a) اور (b) x-رے طیف میں دو حصے ہوتے ہیں۔ ایک مسلسل طیف اور اس پر انطباق پائی ہوئی چوٹیوں کا ایک سلسلہ

اس مسلسل طیف میں تمام ممکنہ موجی طول والی شعاعیں ہوتی ہیں جن میں ایک مخصوص کم از کم موجی طول بھی ہے جو برقیروں کے آر پار کے وولٹیج پر منحصر ہوتا ہے۔ وہ چوٹیاں نشانہ باز شئے کی خصوصیات ہوتی ہیں اور اس لئے یہ طیف خصوصیاتی طیف (Characteristic Spetrum) کہلاتی ہے۔ خاکہ 8.2(a)، مختلف اسراعی وولٹیجوں پر ٹنگسٹن کے X-رے طیف (Spectra) کو ظاہر کرتا ہے۔ اور خاکہ 8.21(b) ایک مخصوص اسراعی وولٹیج پر ٹنگسن اور مالبڈنم کے x-رے طیف کو ظاہر کرتا ہے۔



خاکہ 8.21(a) مختلف اسراعی قواہوں پر ٹنگسٹن کے x-رے طیف



خاکہ 8.21(b) کے اسراعی قواہ ٹنگسٹن اور مالبڈنم کے X-رے طیف

کلاسیکی برق مقناطیسی نظریہ اسراعی الکٹرانوں سے ہونے والے شعاعی اخراج کا پتہ تو بتا دیا مگر وہ X-رے طیفوں سے ظاہر ہونے والی دو خصوصیات کی وضاحت نہیں کر سکا۔ وہ خصوصیات نیچے دی گئی ہیں۔

(i) ایک دئے گئے وولٹیج کے لئے مسلسل x-رے طیف کے موجی طول کے لئے درکار کم از کم حد، تمام نشانوں کے لئے مساوی ہوتی ہے۔ یہ کم از کم موجی طول، کٹ-آف موجی طول (cut - off wavelength) کہلاتا ہے۔

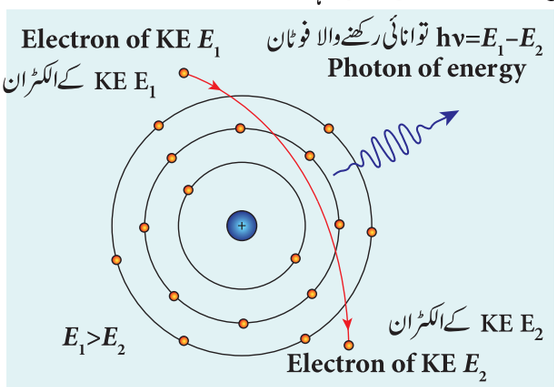
(ii) چند معلوم شدہ متعینہ موجی طولوں پر x-شعاعوں کی شدت بہت زیادہ بڑھ جاتی ہے جیسا کہ مالبڈنم کے خصوصیاتی x-رے طیفوں کے معاملہ میں بتایا گیا ہے۔ (خاکہ 8.21(b))

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:27 PM

مگر یہ دونوں خصوصیات، اشعاعیت کے شعاعی نظریے کی بنیاد پر واضح کی جاسکتی ہیں۔

مسلسل x-رے طیف (Continuous x-ray spectra)

جب ایک تیز حرکت کرنے والا الکٹران آگے بڑھ کر نشانہ ساز مرکزے میں داخل ہوتا ہے تو الکٹران اور مرکزے کے باہمی تعامل کی وجہ سے وہ یا تو مزید اسراع پاتا ہے یا غیر اسراعی بنتا ہے جس کے نتیجہ میں وہ الکٹران اپنا راستہ بدل لیتا ہے۔ ایسے غیر اسراعی الکٹران سے پیدا ہونے والی شعاع Bremsstrahlung شعاع یا braking شعاع کہلاتی ہے۔ (خاکہ 8.22)



خاکہ 8.22۔ ایک تعویقی الکٹران سے بننے والا Bremsstrahlung فوٹان

خارج شدہ فوٹان کی توانائی الکٹران کی کھوئی ہوئی توانائی بالفعل کے مساوی ہوتی ہے چونکہ الکٹران اپنی توانائی کا کچھ حصہ یا کل حصہ فوٹان کو فراہم کرتا ہے، خارج شدہ فوٹان ہر ممکن توانائیاں (مختلف تعدد) لئے ہوتا ہے۔

ایسے شعاؤں ہی کی وجہ سے مسلسل X.رے طیف پیدا ہوتی ہے۔

جب ایک الکٹران اپنی کل توانائی فراہم کر دیتا ہے تو اخراجی فوٹان میں سب سے زیادہ تعدد (یا کم ترین موجی طول) پائی جاتی ہے۔ ایک الکٹران کی ابتدائی توانائی بالفعل eV سے پیش کی جاتی ہے، جس میں V اسراعی وولٹیج ہے، چنانچہ یہ ہم رکھتے ہیں۔

$$h\nu_0 = eV \quad \text{(or)} \quad \frac{hc}{\lambda_0} = eV$$

$$\lambda_0 = \frac{hc}{eV}$$

جہاں λ_0 کٹ آف موجی طول ہے۔ معلوم شدہ قیمتوں کو اوپر کی مساوات میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں ۔

$$\lambda_0 = \frac{12400}{V}\ \text{Å} \qquad (8.14)$$

مساوات 8.14 میں پیش کیا جانے والا تعلق Duane- Hunt کا ضابطہ کہلاتا ہے۔

λ_0 کی قیمت صرف اسراعی قواہ پر منحصر ہوتی ہے اور وہ تمام نشانوں کے لئے مساوی ہوتی ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ یہ تمام باتیں تجرباتی نتائج کے عین مطابق ہیں۔ لہذا مسلسل x-رے طیف کی پیدائش اور کٹ۔آف موجی طول کی بنیاد، دونوں کی وضاحت فوٹان کے اشعاعی نظریے سے کی جاسکتی ہے۔

خصوصیاتی x-رے طیف:

(Characteristic x-ray spectra)

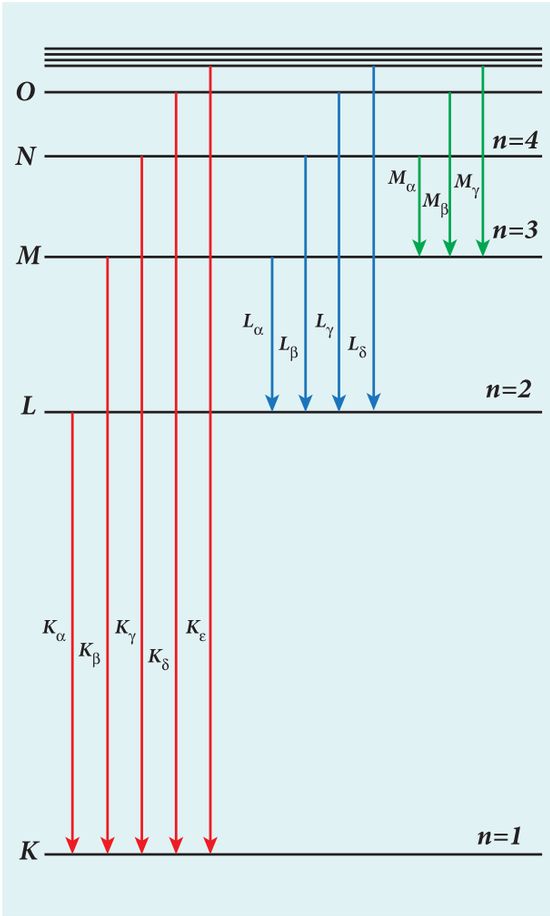
چند معلوم شدہ۔ متعین موجی طولوں پر تیز الکٹرانوں کا نشانہ سے ٹکرائے جانے پر X-رے طیف چند تنگ چوٹیاں ظاہر کرتی ہے۔ وہ خطی طیف جو اس قسم کی چوٹیاں ظاہر کرتی ہیں۔ خصوصیاتی x-رے طیف (Characteristic X-ray Spectrum) کہلاتی ہے۔ یہ X-رے طیف جوہروں کے اندر ہی اندر ہونے والی الکٹرانی منتقلی کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔

جب ایک باقوت الکٹران نشانہ ساز جوہر میں مداخلت پالیتا ہے تو وہ، K-خول کے چند الکٹرانوں کو بھی نکال سکتا ہے۔ پھر K-خول میں موجود خالی گرفتوں کو پر کرنے کے لئے اس خول میں بیرونی خول کے الکٹران چھلانگ لگا لیتے ہیں۔ اس نچلی منتقلی کے دوران سطحوں کے درمیان پیدا ہونے والی توانائی کا فرق، متعین موجی طول والا X-رے فوٹان کی شکل میں ظاہر ہوتا ہے۔ اس قسم کے موجی طول، اور نشانہ کی خصوصیات خطی طیفوں کو جنم دیتی ہیں۔

خاکہ 8.23 کی مدد سے یہ بالکل واضح ہے کہ ایک عنصر کے X-رے طیف میں موجود خطوط کا K سلسلہ N,M,L.. سطحوں سے K سطح تک ہونے والی الکٹرانی منتقلی کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ اسی طرح اگر جوہر کے L خول سے کوئی الکٹران خارج ہو جائے تو متعلقہ گرفت کو بھرنے کے لئے O,N,M سطحوں سے L سطح تک الکٹرانی منتقلی ہوگی

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:27 PM

جس کی وجہ سے L سلسلہ کے لمبے موجی طول جنم لیتے ہیں اور یہ سلسلہ اسی طرح آگے بڑھتا رہے گا۔



خاکہ 8.23 خصوصیاتی X-رے طیفوں کی ابتداء

خاکہ 8.21 (b) میں مالبڈنم کے K سلسلہ کے K_α اور K_β کوان کے x-رے طیف میں دو چوٹیوں کے طور پر بتایا گیا ہے۔

X-شعاعوں کے استعمالات: (Application of x-rays)

x-شعاعوں کا استعمال کئی میدانات میں کیا جاتا ہے۔ ہم یہاں ان میں سے چند کا ذکر کرتے ہیں۔

(1) طبی تشخیص: (Medical diagnosis)

X-رے ہڈیوں کے مقابلے میں گوشت کے ذریعے آسانی سے گذر جاتے ہیں۔ لہذا X-رے سے لئے جانے والے ایک ریڈیو گراف میں ہڈیوں کا ایک گہرا سایہ اور گوشت کا ایک دھندلا سایہ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ ان ریڈیوگراف کی مدد سے ہڈیوں کی ٹوٹ پھوٹ، جسم کی بیرونی اشیاء کی مداخلت، اندرونی اعضاء کی کمی بیشی وغیرہ کی تشخیص کی جاسکتی ہے۔

(2) طبی علاج: (Medical therapy)

چونکہ X-رے خراب بافتوں کو مار سکتے ہیں، وہ جلدی بیماریوں اور مہلک گلٹیوں (malignant tumours) کے علاج کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں۔

(3) صنعت: (Industry)

ویلڈنگ کئے گئے جوڑ، موٹار کے پہیے (motor tyres) ٹینیس (tennis) کی گیندیں اور لکڑے وغیرہ میں پائی جانے والی خامیوں کو جانچنے کے لئے X رے کا استعمال کیا جاتا ہے۔ Custom کے مقامات پر ممنوعہ سامان کی جانچ پڑتال میں بھی x-رے استعمال ہوتے ہیں۔

(4) سائنسی ریسرچ: (Scientific research)

قلوی اشیاء کی ساخت یعنی قلیوں میں جوہروں اور سالموں کی ترتیبی کے مطالعہ کے لئے X رے انکساری (X. Ray diffraction) ہی اہم ترین آلہ ہوتا ہے۔

مثال 8.9

20,000V کے اسراعی قواہ والے ایک X-رے نالی سے X-رے شعاعوں کے کٹ آف موجی طول اور کٹ آف تعدد کا محاسبہ کیجئے۔

حل:

مسلسل طیف میں x-شعاعوں کا کٹ آف موجی طول یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$\lambda_{\circ} = \frac{12400}{V}\text{Å} = \frac{12400}{20000}\text{Å}$$
$$= 0.62\text{Å}$$

اس سے متعلق تعدد یہ ہے۔

$$\nu_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3\times10^8}{0.62\times10^{-10}} = 4.84\times10^{18}\,\text{Hz}$$

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:28 PM

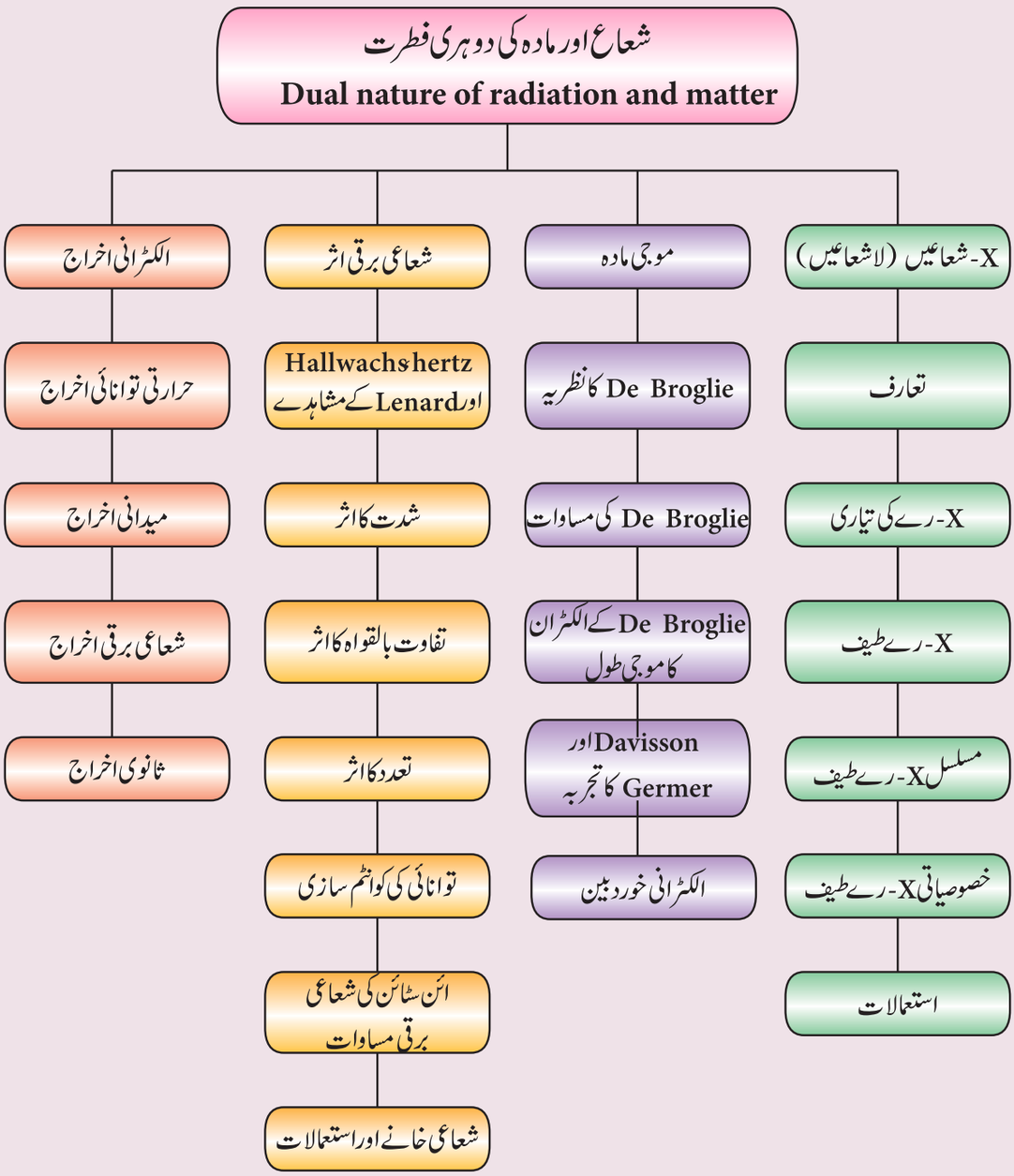
SUMMARY خلاصہ:

- ذرہ ایک مادی شئے ہے جسے مادہ کا مرکوز تنکا مانا جاتا ہے (جو وقتی اعتبار سے خلاء میں مقامی ہوتا ہے) جب کہ موج توانائی کی ایک وسیع ترین قسم ہے (جو وقتی اعتبار سے خلاء میں غیر مقامی ہوتی ہے)۔
- کسی شئے کی سطح سے الکٹرانوں کا چھٹکارا پانا الکٹرانی اخراج کہلاتا ہے۔
- ایک دھاتی سطح سے چھٹکارا پانے کے لئے، ایک الکٹران کو درکار کم از کم توانائی اس دھات کی عملی عوامل (Work Function) کہلاتی ہے۔
- 1eV یعنی ایک الکٹران وولٹ 1.602×10^{-19} J کے برابر ہوتا ہے۔
- حرارتی توانائی پہنچانے کی وجہ سے ہونے والا الکٹرانی اخراج
- حرارتی اخراج یا حرارتی روانی اخراج واقع ہوتا ہے۔
- دھات کے آر پار جب بہت ہی مضبوط برقی میدان بھیجا جاتا ہے تو میدانی شعاعی برقی اخراج کہلاتا ہے۔
- روشنی کے وقوع ہونے کی وجہ سے الکٹرانوں کا خارج ہونے کا عمل شعاعی برقی اخراج کہلاتا ہے۔
- ثانوی اخراج وہ عمل ہے جس میں تیز حرکت کرنے والے الکٹرانوں کی بم باری (bombardment) کی وجہ سے الکٹران خارج ہوتے ہیں۔
- شعاعی برقی رو یعنی فی سکنڈ میں خارج ہونے والے الکٹرانوں کی تعداد وقوع شدہ روشنی کی شدت کے براہِ راست تناسب میں ہوتی ہے۔
- حاصلی برقیرہ A کو دی جانے والی منفی (غیر اسراعی) قواہ کی وہ قیمت جو سب سے زیادہ طاقت والے خارج شدہ شعاعی الکٹرانوں کو روکنے کے عین قابل ولائق ہوتی ہے اور شعاعی برقی رو کو صفر بنا دیتی ہے۔ رکاوٹی قواہ (stopping Potential) کہلاتی ہے۔
- رکاوٹی قواہ وقوع شدہ روشنی کی شدت پر منحصر نہیں ہوتی۔
- شعاعی الکٹرانوں کی سب سے زیادہ توانائی بالفعل وقوع شدہ روشنی کی شدت پر منحصر نہیں ہوتی۔
- ایک دی گئی سطح کے لئے شعاعی الکٹرانوں کے اخراج کا عمل اس وقت پیش آتا ہے جب وقوعی روشنی کی تعدد threshold تعدد کہلانے والی ایک مخصوص کم از کم درکار تعدد سے زیادہ ہو۔
- Planck کے مطابق مادہ ایک بڑی تعداد کے اہتزازی ذرات (جوہروں) سے بنا ہوا ہے جو مختلف تعدد کے ساتھ مرتعش ہوتے رہتے ہیں۔
- Einstein کے مطابق روشنی میں موجود متعین توانائی اور خطی معیار حرکت رکھنے والا ہر انفرادی روشنی کوانٹم فوٹان کہلاتا ہے۔ توانائی موجی پہلو (Wave Front) کے آر پار پھیلی ہوئی نہیں ہوتی بلکہ وہ چھوٹی تھیلیوں یا توانائی کے کوانٹا میں مرکوز ہوتی ہے۔
- روشنی اپنی پھیلاؤ کے دوران موج کی طرح برتاؤ کرتی ہے اور مادہ سے تعامل پاتے وقت ایک ذرہ کی طرح برتاؤ کرتی ہے۔
- شعاعی برقی خانہ یا شعاعی خانہ ایک آلہ ہے جو روشنی کی توانائی کو برقی توانائی میں تبدیل کرتا ہے۔
- de Broglie کے نظریہ کے مطابق، حرکت کرتے ہوئے تمام مادی ذرات جیسے الکٹران، پروٹان نیوٹران وغیرہ، موجوں سے منسلک ہیں۔ ان سے منسلک یہ موجیں de Broglie موجیں یا مادی موجی کہلاتی ہیں۔
- 1927 میں Clinton Davisson اور Lester germer کے ذریعہ Louis de Broglie کی پیشن گوئی کی تصدیق تجرباتی طور پر کی گئی۔ الکٹران خوردبین میں الکٹران کی موجی فطرت کا استعمال کیا جاتا ہے۔

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:28 PM

- جب بھی چند مخصوص اشیاء پر تیز حرکت کرنے والے الکٹران گرنے لگتے ہیں x- رے کہلانے والی بہت ہی اعلیٰ مداخلتی شعاعیں خارج ہونے لگتی ہیں۔
- مسلسل طیف میں ایک مخصوص کم از کم موجی طول λ_0 کے علاوہ دیگر تمام ممکن موجی طول والی شعاعیں پائی جاتی ہیں۔
- چند معلوم شدہ متعین موجی طولوں پر تیز الکٹرانوں کا نشانہ سے ٹکرائے جانے پر خصوصیاتی X رے طیف چند تنگ چوٹیاں ظاہر کرتی ہے۔

CONCEPT MAP تصوری نقشہ



12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:29 PM

محاسبہ (Evaluation)

I کثیر انتخابی سوالات:

1۔مساوی توانائی کے ایک الکٹران کے λ_e موجی طول اور ایک فوٹان کے λ_p موجی طول کی مناسبت یوں پیش کی جاتی ہے۔
(NEET 2013)

a) $\lambda_p \propto \lambda_e$ b) $\lambda_p \propto \sqrt{\lambda_e}$

c) $\lambda_p \propto \frac{1}{\sqrt{\lambda_e}}$ d) $\lambda_p \propto \lambda_e^2$

2۔ایک الکٹران خوردبین میں، الکٹران 14kV کی ایک وولٹیج سے اسراع پاتے ہیں ۔اگر اس وولٹیج کو 224kV سے تبدیل کردیں تو الکٹرانوں سے منسلک de Broglie موجی طول

(a) 2 گنا بڑھ جائے گا (b) 2 گنا کم ہوجائے گا

(c) 4 گنا کم ہوجائے گا (d) 4 گنا بڑھ جائے گا

3۔ 3×10^{-6} g گرام کمیت کے ایک حرکت پذیر ذرہ سے منسلک موج 6×10^{6} ms^{-1} کی سمتی رفتار سے حرکت کرنے والے ایک الکٹران کے مانند موجی طول رکھتی ہے۔ذرہ کی سمتی رفتار یہ ہے۔

a) 1.82×10^{-18} m s^{-1}
b) 9×10^{-2} m s^{-1}
c) 3×10^{-31} m s^{-1}
d) 1.82×10^{-15} m s^{-1}

4۔ جب ایک دھاتی سطح، λ موجی طول والی شعاع سے روشن ہوتی ہے تو رکاوٹی قواہ V ہے۔اگر وہی سطح 2λ موجی طول والی شعاع سے روشن ہو تو رکاوٹی قواہ $\frac{V}{4}$ ہوتی ہے۔دھاتی سطح کے لئے درکار کم از کم (threshold) موجی طول یہ ہے۔(NEET 2016)

a) 4λ b) 5λ

c) $\frac{5}{2}\lambda$ d) 3λ

5۔ اگر 330nm موجی طول والی ایک روشنی کا 3.55eV عملی عوامل والی ایک دھات پر وقوع پاتی ہے تو الکٹران خارج ہوتے ہیں۔ پھر خارجی الکٹران سے منسلک موج کا موجی طول یہ ہے۔
(لیجئے 6.6×10^{-34} Js)

a) $<2.75\times10^{-9}$ m b) $\geq 2.75\times10^{-9}$ m

c) $\leq 2.75\times10^{-12}$ m d) $<2.5\times10^{-10}$ m

6۔ ایک شعاعی برقی سطح کو λ اور $\lambda/2$ موجی طول والی یک رنگی روشنی سے پے در پے روشن کیا جاتا ہے۔دوسرے معاملے میں اگر خارجی شعاعی الکٹرانوں کی زیادہ سے زیادہ توانائی بالفعل پہلے معاملے سے 3 گُنا ہے تو تنئے کا عملی عوامل (work function) یہ ہے۔
(NEET 2015)

a) $\frac{hc}{\lambda}$ b) $\frac{2hc}{\lambda}$

c) $\frac{hc}{3\lambda}$ d) $\frac{hc}{2\lambda}$

7۔ شعاعی برقی اخراج میں ایک شعاع جس کی تعدد، ایک مخصوص دھات کی threshold تعدد سے 4 گُنا ہے، اس دھات پر وقوع پاتی ہے۔پھر خارجی الکٹران کی سے سب سے زیادہ ممکن سمتی رفتار یہ ہوگی۔

a) $\sqrt{\frac{h\nu_0}{m}}$ b) $\sqrt{\frac{6h\nu_0}{m}}$

c) $2\sqrt{\frac{h\nu_0}{m}}$ d) $\sqrt{\frac{h\nu_0}{2m}}$

8۔ دو شعاعیں جن کی فوٹانی قوتیں بالترتیب 0.9 eV اور 3.3 eV ہیں، ایک دھاتی سطح پر یکے بعد دیگرے گر رہی ہیں۔ اگر اس دھات کا عملی عوامل 0.6 eV ہے تو پھر ان دو معاملات میں خارجی الکٹرانوں کی زیادہ سے زیادہ رفتاروں کی درمیانی نسبت یہ ہوگی

a) 1:4 b) 1:3

c) 1:1 d)1:9

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:29 PM

9۔ 520 nm موجی طول والی روشنی کا ایک ذریعہ فی سکنڈ 1.04×10^{15} فوٹان خارج کرتا ہے جب کہ 460nm موجی طول والی روشنی کا ایک اور ذریعہ فی سکنڈ 4.38×10^{15} فوٹان خارج کرتا ہے، تو پھر پہلے ذریعہ کے مقابلہ میں دوسرے ذریعہ کی طاقت کی نسبت یہ ہے۔

a) 1.00 b) 1.02
c) 1.5 d) 0.98

(10) اگر سورج سے آنے والی روشنی کی اوسط موجی طول کو 550nm کے طور پر اور اس کی اوسط طاقت (توانائی) 3.8×10^{26} W کے طور پر لی جائے تو سورج کی روشنی سے انسانی آنکھ سے فی سکنڈ موصول ہونے والے فوٹانوں کی اوسط تعداد یہ ہے۔

a) 10^{45} b) 10^{42}
c) 10^{54} d) 10^{51}

(11) دھات کی سطح کے لئے threshold ،موجی طول جس کا شعاعی برقی عمل 3.313 eV ہے، یہ ہے۔

a) 4125 Å b) 3750 Å
c) 6000 Å d) 2062.5 Å

(12) ایک حساس دھاتی پلیٹ جس کا فوٹو الیکٹرک ورک فنکشن 1.235eV ہے، اس پر 500nm طول موج کی روشنی وقوع ہوتی ہے۔ خارج کردہ فوٹو الکٹرانوں کی توانائی بالفعل یہ ہے۔
(h کی قیمت 6.6×10^{-34} Js لیں۔)

a) 0.58 eV b) 2.48 eV
c) 1.24 eV d) 1.16 eV

(13) فوٹانس، جن کا موجی طول λ ہے، وہ ایک دھات پر وقوع ہوتے ہیں۔ دھات سے نکلنے والے سب سے زیادہ متحرک الکٹران، B قدر رکھنے والے ایک عمود کا مقناطیسی میدان کے ذریعہ ایک دائری قوس کی شکل میں موڑ دئے جاتے ہیں، جس کا نصف قطر R ہے۔ دھات کا عملی عوامل (work function) یہ ہے۔
(KVPY - SX 2016)

a) $\frac{hc}{\lambda}-m_e+\frac{e^2B^2R^2}{2m_e}$

b) $\frac{hc}{\lambda}+2m_e\left[\frac{eBR}{2m_e}\right]^2$

c) $\frac{hc}{\lambda}-m_ec^2-\frac{e^2B^2R^2}{2m_e}$

d) $\frac{hc}{\lambda}-2m_e\left[\frac{eBR}{2m_e}\right]^2$

(14) دھات A ، B اور C کے لئے عملی عوامل (ورک فنکشن) بالترتیب 1.92 eV، 2.0eV اور 5.0eV ہیں۔ وہ دھات/ دھاتیں جو طول موج 4100 A° کے موجی طول کی اشعاعیت سے فوٹو الکٹران ان کو خارج کردیں گی وہ یہ ہیں۔

(a) صرف A (b) A اور B دونوں
(c) یہ تمام دھاتیں (d) کوئی نہیں

(15) حرارتی توانائی کے انجذاب سے الیکٹرانوں کا اخراج ..... اخراج کہلاتا ہے۔

(a) شعاعی برقی (b) میدانی
(c) حرارتی روانی (d) ثانوی

جوابات:

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

II۔ سوالوں کے مختصر جواب لکھئے۔

1۔ دھاتوں میں بڑی تعداد میں (Free) آزاد الیکٹران کیوں ہوتے ہیں؟

2۔ ایک دھات کے عملی عوامل (ورک فنکشن) کی وضاحت کرو۔ اس کی اکائی کیا ہے؟

3۔ شعاعی برقی (فوٹو الیکٹرک) اثر کیا ہے؟

4۔ وقوع ہونے والی روشنی کی شدت کے ساتھ فوٹو کرنٹ کیسے مختلف ہوتا ہے؟

5۔ کوانٹم کے تصور کے مطابق روشنی کی شدت کی تعریف کریں اور اس کی اکائی بتائیں۔

6۔ threshold تعدد کی وضاحت آپ کیسے کریں گے؟

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:30 PM

7۔ شعاعی خانہ (فوٹوسیل) کیا ہے؟ مختلف قسم کے فوٹوسیل کا ذکر کریں ۔

8۔ جب m کمیت اور q بار والا ایک بار بردار ذرہ V قواہ کے ذریعہ اسراع پاتا ہے تو اس سے منسلک deBroglie موجی طول کی مساوات لکھئے۔

9۔ deBroglie کا نظریہ یا مفروضہ بیان کیجئے۔

10۔ ہم کیوں base ball کے موجی خصوصیات کو نہیں دیکھتے ؟

11۔ ایک پروٹان اور الیکٹران میں ایک جیسی توانائی ہوتی ہے۔ کس میں زیادہ سے زیادہ deBroglie موجی طول ہے؟ جواز پیش کیجئے۔

12۔ m کمیت والے ایک ذرہ کی توانائی بالفعل K کے لحاظ سے اس سے وابسطہ deBroglie موجی طول λ کا تعلق تحریر کیجئے۔

13۔ ایک الکٹران اور پروٹان میں مساوی توانائی بالفعل پائی جاتی ہے۔ ان سے منسلک deBroglie موجی طولوں کے ساتھ کس طرح تعلق جوڑا جاسکتا ہے؟

14۔ روک قواہ کی تعریف کیجئے۔

15۔ سطحی رکاوٹ کسے کہتے ہیں؟

16۔ x-ray طیف کی وہ دو خصوصیات بیان کیجئے، جو روایتی برمقناطیسی نظریہ سے واضح نہ کی گئی ہے۔

17۔ Bremsstralung سے کیا مراد ہے؟

III۔ تفصیلی جواب والے سوالات:

1۔ الکٹران کے اخراج سے کیا مراد ہے؟ مختصر طور پر الیکٹران کے اخراج کے مختلف طریقوں کی وضاحت کریں۔

2۔ ہرٹز، Hawllwachs اور لینارڈ کے مشاہدات کے بارے میں مختصر گفتگو کریں۔

3۔ شعاعی برقی رو پر تفاوت بالقواہ کے اثر کی وضاحت کیجئے۔

4۔ وضاحت کیجئے کہ رکاوٹی وقت کے ساتھ وقوعی روشنی کی تعدد کس طرح مختلف ہوتی ہے؟

5۔ شعاعی برقی اثر کے قوانین کی فہرست بنائیں۔

6۔ روشنی کی لہر فطرت کی بنیاد پر فوٹوالیکٹرک اثر کی وضاحت کیوں نہیں کی جاسکتی ہے؟

7۔ روشنی کے کوانٹم تصور کی وضاحت کریں۔

8۔ ضروری وضاحت کے ساتھ ائن اسٹائن کا فوٹوالیکٹرک مساوات حاصل کریں۔

9۔ ائن سٹائن کی وضاحت کی مدد سے، شعاعی برقی اثر کے تجرباتی طور پر کئے گئے مشاہدات کو واضح کیجئے۔

10۔ فوٹو اخراجی سیل کی تعمیر اور کام کی وضاحت کریں ۔

11۔ الیکٹرانوں کی ڈی بروگلی موجی طول کے لئے ایک مساوات اخذ کیجئے۔

12۔ الیکٹرانی خوردبین کا اصول اور عمل کو مختصر بیان کریں۔

13 ڈیوسن۔جرمر کے اس تجربے کی مختصر طور پر وضاحت کریں، جو الکٹرانوں کی موجی فطرت کو ظاہر کرتا ہے۔

14۔ فوٹون کی خصوصیات کی فہرست بنائیں ۔

15۔ شعاعی خانوں کے استعمالات بیان کیجئے۔

16۔ ہم x-ray طیف کی خصوصیات کس طرح حاصل کرسکتے ہیں؟

IV۔ حسابی مسئلے: (Numerical Problems)

1۔ 640 nm موجی طول کے 50 mw والے ایک LASER سے ایک سکنڈ میں کتنے فوٹون خارج ہوتے ہیں؟

جواب : [Ans:$1.61\times10^{17}\,s^{-1}$]

2۔ شعاعی برقی اخراجی تجربہ کے لئے رکاوٹی قواہ جب 81 V ہوتو خارج شدہ شعاعی الکٹرانوں کی انتہائی توانائی بالفعل اور انتہائی سمتی رفتار دریافت کیجئے۔ جواب:

[Ans: 1.3×10^{-17}J; $5.3\times10^{6}\,ms^{-1}$]

3۔ درج ذیل اشعاعیت سے منسلک فوٹانون کی توانائیاں معلوم کیجئے۔(i) 413 nm کی بنفشی روشنی

(ii) x-ray کے 0.1nm

(iii) 10m کی ریڈیو موجیں

جواب : [Ans: 3eV;12424eV;1.24×10^{-7}eV]

100 95 75 25 5 0

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:30 PM

4۔ ایک 150W لیمپ 5500 A° کے اوسط موجی طول کی روشنی کو خارج کرتا ہے۔ اگر کارکردگی 12% ہے تو ایک سکنڈ میں چراغ سے خارج ہونے والے فوٹان کی تعداد معلوم کریں۔

جواب: [Ans: 4.98×10^{19}]

5۔ 10^{14} Hz تعدد والے کتنے فوٹان 19.86 J کی توانائی بنائیں گے؟ جواب: [Ans: 3×10^{20}]

6۔ اس الکٹران کی سمتی رفتار کتنی ہونی چاہئے کہ اس کی معیار حرکت کو 4000 A° موجی طول والے فوٹان کے برابر ہو جائے۔

جواب: [Ans: $1818\,ms^{-1}$]

7۔ جب 9×10^{14} Hz تعدد والی ایک روشنی ایک دھاتی سطح پر وقوع پاتی ہے تو $8\times10^{5}\,ms^{-1}$ کی ایک انتہائی رفتار کے ساتھ شعاعی الکٹران خارج ہونے لگتے ہیں۔ سطح کی threshold تعدد کا تعین کیجئے۔

جواب: [Ans: 4.61×10^{14} Hz]

8۔ جب 6000A لائٹ کی ایک شعاعی خانہ کے کیتھوڈ پر پڑتی ہے تو شعاعی اخراج واقع ہوتا ہے۔ الکٹران کے اخراج کو روکنے کے لئے اگر 0.8 V کے قواہ کی ضرورت ہوتی ہے تو پھر درج ذیل کو تعین کیجئے۔(i) روشنی کا تعدد (ii) وقوع ہونے والے فوٹان کی توانائی

(iii) کیتھوڈ کے مادے کا فعلی عوامل

(iv) threshold تعدد اور

(v) سطح کو چھوڑنے کے بعد الکٹرانکی کل توانائی

جواب: [Ans: 5×10^{14} Hz; 2.07 eV; 1.27 eV; 3.07×10^{14} Hz; 0.8 eV]

9۔ 3310 A° کا ایک فوٹان ایک شئے سے 3×10^{-19} J کی توانائی کے ساتھ ایک الکٹران آزاد کرتا ہے جب کہ 5000 A° کا ایک اور فوٹان اسی شئے سے 0.972×10^{-19} J کی توانائی کے ساتھ ایک الکٹران آزاد کرتا ہے۔ Plank کی مستقلہ قیمت دریافت کیجئے اور اس شئے کا threshold موجی طول کا تعین کیجئے۔

جواب : [Ans: 6.62×10^{-34} Js; 6620×10^{-10} m]

10۔ وقت کے دئے گئے مقام پر زمین پر سورج سے توانائی حاصل کرتی ہے۔فی منٹ فی مربع سمر۔زمین کی سطح پر حاصل کئے جانے و الے فوٹانوں کی تعداد کا تعین کیجئے۔

(دیا گیا ہے: سورج کی روشنی کا اوسط موجی طول = 5500A°)

جواب: [Ans: 4.65×10^{19}]

11۔ لیتھیم کی ایک سطح پر جس کی کم از کم درکار (thershold) موجی طول 4965A° ہے، 1800A° موجی طول والی ایک UV، روشنی وقوع پاتی ہے، خارج شدہ الکٹران کی سب سے زیادہ توانائی محسوب کیجئے۔

جواب: [Ans: 4.40 eV]

12۔ ایک پروٹان کا de Broglie موجی طول دریافت کیجئے جس کی توانائی بالفعل 81.9×10^{-15} J کے برابر ہے۔

(دیا گیا ہے: پروٹان کی کمیت الکٹران کی کمیت سے 1836 گنا ہے۔)

جواب: [Ans: 4×10^{-14} m]

13۔ ایک ڈیوٹران اور ایک آلفا ذرہ ایک ہی قواہ سے اسراع پاتے ہیں۔ان میں سے کس میں یہ ہوگی؟

(i) اس سے منسلک de Broglie موجی طول کی زیادہ قیمت

(ii) کم توانائی بالفعل۔ اپنے جواب کی وضاحت کیجئے۔

جواب: [Ans: $\lambda_d = 2\lambda_\alpha$ and $K_d = K_\alpha/2$]

14۔ 81V تفاوت بالقواہ کے ذریعہ ایک الکٹران اسراع پاتا ہے۔ اس سے منسلک de Broglie موجی طول کیا ہوگا؟ یہ موجی طول برق مقناطیسی طیف کے کس حصے سے تعلق رکھتا ہے؟

جواب: [Ans: $\lambda = 1.36$ Å and x-rays]

15۔ 512V کی واہ کے ذریعہ اسراع پانے والے ایک پروٹان سے منسلک deBroglie کی موجی طول اور X وولٹ کی قواہ کے ذریعہ اسراع پانے والے ایک آلفا ذرہ سے منسلک موجی طول کی نسبت 1 (ایک) پائی گئی X کی قیمت معلوم کیجئے۔

جواب : [Ans: 64 V]

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:31 PM

BOOK FOR REFERENCES کتب حوالہ

1. Arthur Beiser, Shobhit Mahajan, Rai Choudhury, *Concepts of Modern Physics*, Sixth Edition, McGraw Hill Education (India) Private Limited.
2. H.S. Mani and G.K. Mehta, *Introduction to Modern Physics,* Affiliated East-West Press Pvt. Ltd.
3. H.C.Verma, *Concepts of Physics*, Volume 1 and 2, BharathiBhawan publishers.
4. Halliday, Resnick and Walker, *Principles of Physics*, Wiley publishers.

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:31 PM

ICT CORNER

شعاع اور مادہ کی دوہری فطرت

Dual nature of radiation and matter

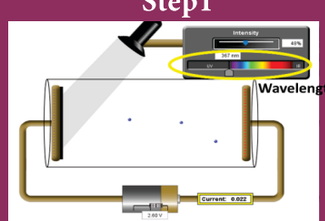
اس کارروائی کے ذریعہ آپ یہ دیکھ سکتے ہیں کہ کس طرح روشنی ایک دھاتی نشانہ کے الکٹرانوں سے ٹکراتی ہے اور آپ شعاعی برقی اثر کے تجربے کی وضاحت کر سکتے ہیں۔

عنوان : شعاعی برقی اثر

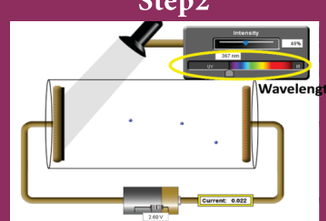
مرحلے:

- براؤزر کھولئے اور اڈرس بار میں یہ ٹائپ کیجئے۔
- روشنی کی شدت تبدیل کیجئے اور مشاہدہ کیجئے کہ کس طرح روشنی کی شدت شعاعی برقی رو اور الکٹرانوں کی توانائی کو متاثر کرتی ہے۔
- موجی طول کی قیمت کو درست کرتے ہوئے مشاہدہ کیجئے کہ کس طرح روشنی کا موجی طول شعاعی برقی رو اور الکٹرانوں کی توانائی کو متاثر کرتا ہے۔
- بیٹری کے ذریعہ وولٹیج کی قیمت کو درست کیجئے اور شعاعی برقی رو پر تفاوت بالقواہ کے اثر کا جائزہ لیجئے۔
- نشانہ کی شئے تبدیل کیجئے اور جائزہ لیجئے کہ کس طرح وہ تبدیلی برقی رو اور الکٹرانوں کی توانائی کو متاثر کرتی ہے۔
- اس تجربہ کے ذریعہ حاصل ہونے والی شعاعی برقی رو۔ وولٹیج اور شعاعی برقی رو۔ شدت کی ترسیمات کا مطالعہ کیجئے۔

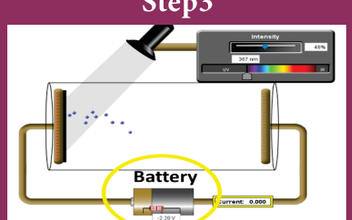
Step1



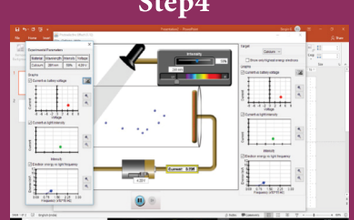
Step2



Step3



Step4



Note:

Install Java application if it is not in your browser.

You can download all the phet simulation and works in off line fromhttps://phet.colorado.edu/en/offline-access .

URL:

https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/photoelectric

* Pictures are indicative only.

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

U67QV

12 physics 8. dual nature
Monday, December 13, 2021 2:22:32 PM

اکائی
9

جوہری اور مرکزائی طبیعیات

ATOMIC AND NUCLEAR PHYSICS

All of physics is either impossible or trivial. It is impossible until you understand it, and then it becomes trivial
– Ernest Rutherford

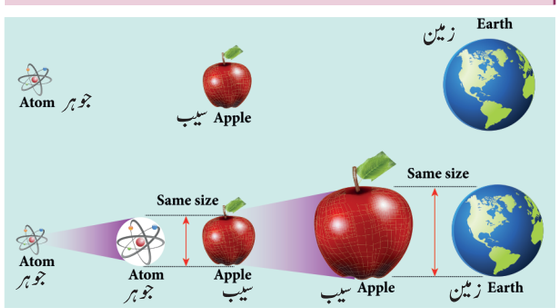
سیکھنے کے مقاصد:

اس اکائی میں طلباء ان باتوں سے اجاگر ہوں گے

- گیسوں کے ذریعہ برقی غیر بار برداری
- ایک الکٹران کی مدد سے نوعی بار کا تعین۔ جے۔ جے۔ تھامسن کا تجربہ
- Millikan کے تیل کے قطرے کے تجربے کی مدد سے الکٹرانی بار کا تعین
- جوہری نمونے۔ جے جے تھامسن اور رُدرفورڈ
- Bohr کا جوہری نمونہ اور ہائیڈروجن کا جوہر
- جوہری طیف اور ہائیڈروجن کی طیف
- مرکزہ کی ساخت اور خصوصیات
- جوہری عدد اور کمیتی عدد کی بنیاد پر مرکزوں (Nuclei) کی مختلف درجہ بندی
- کمیتی کمی اور بندھنی توانائی
- استحکام اور بندھنی توانائی کی منحنی کا درمیانی تعلق
- آلفا زوال، بیٹا زوال اور گاما اخراج
- تابکار زوال کا کلیہ
- مرکزائی انشقاق اور مرکزائی اتصال
- مرکزائی یا نیوکلیائی تعامل گروپ کے بنیادی تصورات
- ابتدائی ذرات کا معیاری تصور

9.1 تعارف

پچھلے درسوں میں ہم نے یہ سیکھا کہ کوئی بھی شئے جو جگہ گھیرتی ہے مادہ کہلاتی ہے۔ مادہ کو ٹھوس، مائعات اور گیسوں میں درجہ بند کیا جا سکتا ہے۔ ہماری روزمرہ زندگی میں ہم پینے کے لئے پانی کا استعمال کرتے ہیں۔ گاڑیوں کے لئے پٹرول کا استعمال سانس لینے کے لئے آکسیجن اور پکوان کے لئے بے داغ اسٹیل کے برتنوں کا استعمال کرتے ہیں وغیرہ وغیرہ۔ تجربات ہمیں یہ بتاتے ہیں کہ ایک شئے کی خصوصیات دوسری شئے سے مختلف ہوتے ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ مختلف اشیاء کے لئے طبیعی اور کیمیائی خصوصیات مختلف ہوا کرتی ہیں۔ اس بات کو سمجھنے کے لئے ہمیں اشیاء کی بنیادی اجزاء کے بارے میں معلوم کرنا ضروری ہے۔



خاکہ 9.1 ایک سیب کے ساتھ ایک جوہر کی جسامت کا موازنہ اور زمین کے ساتھ ایک سیب کی جسامت کا موازنہ

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:47 AM

اگر کسی شئے کو لگاتار تقسیم کیا جائے تو ایک مخصوص حد کے بعد تقسیمی کا یہ عمل نہیں ہو پائے گا اور ایک چھوٹا سا ذرہ پر رک جائے گا۔ تقسیم نہ ہونے والے ایسے چھوٹے سے ذرے کو جوہر کہتے ہیں۔ یونانی زبان میں جوہر کا مطلب ''بغیر تقسیم والا'' یا ''غیر تقسیم پذیر'' ہوتا ہے۔

جوہر کی جسامت بہت ہی چھوٹی ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ہائیڈروجن کے ایک جوہر (جو دیگر جوہروں کے بالمقابل بہت ہی سادہ تر ہے) کی جسامت تقریباً 10^{-10} میٹر ہے۔ ایک امریکی ماہر طبیعیات Richard P. Feynman نے کہا ہے کہ اگر ایک جوہر کی جسامت ایک سیب کی مانند ہو جائے گی تو سیب کی جسامت ساری زمین کے برابر ہو جاتی ہے جیسا کہ خاکہ 9.1 میں بتایا گیا ہے۔ اس کا وجود اس قدر چھوٹا ہوتا ہے۔

اس اکائی میں ہم سب سے پہلے جوہر کے نظریاتی نمونوں پر بحث کریں گے تاکہ ہم اس کی ساخت کو سمجھ سکیں۔ Bohr کا جوہری نمونہ جے۔ جے۔ تھامسن اور ردھر فورڈ کے نمونوں سے بہت بالاتر رہا۔ وہ نمونہ اس زمانے ہی میں کئی غیر حل شدہ مسئلوں کی وضاحت پیش کیا اور کیمیاء کو بہتر طریقے سے سمجھنے میں بہت مددگار بھی ثابت ہوا۔

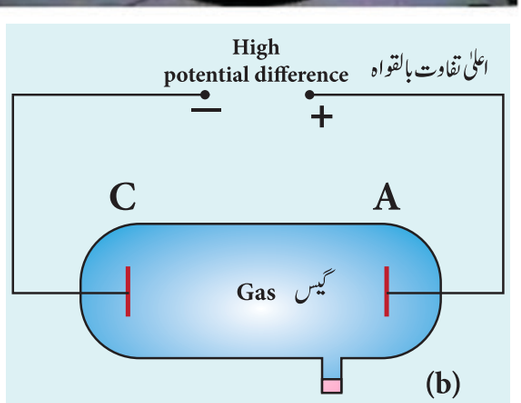
بعد میں سائنسدانوں نے یہ مشاہدہ کیا کہ جوہر خود ایک بنیادی ذرہ نہیں ہے۔ اس میں الکٹران اور مرکزے موجود ہوتے ہیں۔ 1930 کے قریب سائنسدانوں نے انکشاف کیا کہ مرکزہ بھی پروٹان اور نیوٹران سے بنا ہوا ہے۔ مزید تحقیقات سے یہ پتہ چلا کہ پروٹان اور نیوٹران بھی quarks نامی بنیادی ذرات سے بنے ہوئے ہیں۔

اسی موضوع پر اس اکائی کے بقیہ حصے میں بحث کی گئی ہے تاکہ ہم مرکزہ کی ساخت اور بنیادی خصوصیات کو سمجھ سکیں پھر اس کے بعد یہ مباحثہ بھی کیا گیا کہ کس طرح نیوکلیائی یعنی مرکزائی توانائی تیار کی جاتی ہے اور کس طرح اس کا استعمال کیا جاتا ہے۔

9.2 گیسوں کے ذریعہ برقی غیر بار برداری:
ELECTRIC DISCHARGE THROUGH GASES

عام فضائی دباؤ پر گیسیں بجلی کے خراب موصل ہوتے ہیں کیونکہ ان میں ایصالیت کے لئے آزاد الکٹران نہیں پائے جاتے مگر مخصوص ترتیب دے کر ایک گیس کو بھی برقی موصل بنایا جاسکتا ہے۔

گیسوں کے ذریعہ برقی ایصالیت کے مطالعے کے لئے بنایا گیا ایک سادہ اور مناسب آلہ، گیس کا غیر بار برداری نالی (gas discharge tube) کہلاتا ہے۔ غیر بار برداری نالی کی ایسی ایک ترتیب خاکہ 9.2 میں بتائی گئی ہے۔ اس میں (تقریباً 50 سم لمبائی اور 4cm قطر والی) شیشے سے بنی ایک لمبی بند نالی ہوتی ہے جس کے اندر عام طور پر خالص حالت میں کسی گیس کو بھر دیا جاتا ہے۔ اس نالی کے ایک چھوٹے سے کھلے حصے کو ایک اعلیٰ خلا کار پمپ (high vacuum Pump) اور ایک ادنیٰ دباؤ (Low-Presure guage) کے ساتھ جوڑ دیا جاتا ہے۔ اس نالی میں برقیرے کہلائے جانے والی دو دھاتی تختیاں ثبت ہوتی ہیں جو ایک امالی لچھے کی ثانویہ سے جڑی ہوتی ہیں۔ وہ برقیرہ جو ثانویہ کے مثبت سرے سے جڑا ہوتا ہے اینوڈ کہلاتا ہے اور برقیرہ جو ثانویہ کے منفی سرے سے جڑا ہوتا ہے کیتھوڈ کہلاتا ہے۔ ثانویہ کی قواہ کو تقریباً 50 kV تک برقرار رکھا جاتا ہے۔



خاکہ 9.2 غیر بار برداری نالی
(a) حقیقی تصویر (b) تصوری خاکہ

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:48 AM

اگر غیر بار برداری نالی میں موجود گیس کے دباؤ کو خلائی نالی کے ذریعہ Hg کے تقریباً 110mm تک کم کر دیا جائے تو یہ دیکھا جاتا ہے کہ کوئی غیر بار برداری عمل میں نہیں آتی ۔ جب دباؤ کو Hg کے 100mm پر رکھا جاتا ہے تو نالی کے ذریعہ برقی غیر بار برداری عمل میں آتی ہے ۔اس کے ساتھ ساتھ روشنی کی بے ترتیب دھاریں اور پھٹنے کی آواز بھی پیدا ہوتی ہے ۔ جب دباؤ کو Hg کے 10mm کی حد تک کم کر دیا جاتا ہے تو اینوڈ سے کیتھوڈ تک ایک روشن قطار پیدا ہوتی ہے جو مثبت قطار (Positive column) کہلاتی ہے۔

جب دباؤ Hg کے 0.1mm تک پہنچ جاتا ہے تو مثبت قطار غائب ہو جاتی ہے۔ ایسے موقع پر اینوڈ اور کیتھوڈ کے درمیان ایک سیاہ خلاء پیدا ہوتا ہے جو عام طور پر Crooke کا سیاہ خلاء کہلاتا ہے اور نالی کی دیواریں سبز نظر آنے لگتی ہیں ۔اس مرحلے پر کیتھوڈ سے چند نظر نہ آنے والی شعاعیں خارج ہوتی ہیں ۔ بعد میں پتہ چلا کہ وہ شعاعیں الکٹرانوں کی ایک دھار ہوتی ہیں۔

کیتھوڈ شعاؤں کی خصوصیات:

(Properties of cathode rays)

(1) کیتھوڈ شعاعوں میں توانائی اور معیار حرکت پائی جاتی ہے اور وہ 10^{-7} ms^{-1} حد تک کی رفتار کے ساتھ ایک سیدھی خط میں سفر کرتی ہیں ۔ برقی اور مقناطیسی میدانات کی مدد سے ان میں انحراف پیدا کیا جاسکتا ہے۔ انحراف کی سمت یہ نشاندہی کرتی ہے کہ اس میں منفی بار بردار ذرات پائے جاتے ہیں۔

(2) جب کیتھوڈ شعاؤں کو مادے میں گرنے دیا جاتا ہے تو حرارت پیدا ہوتی ہے۔ کیتھوڈ شعاعیں فوٹو گرافک تختیوں کو متاثر کرتی ہیں اور چند قلیوں اور معدنیات پر گرنے پر انہیں منور بھی کر دیتی ہیں۔

(3) جب کیتھوڈ شعاعیں اعلیٰ جوہری وزن کی شئے پر پڑتی ہیں تو X۔ رے پیدا ہوتی ہیں۔

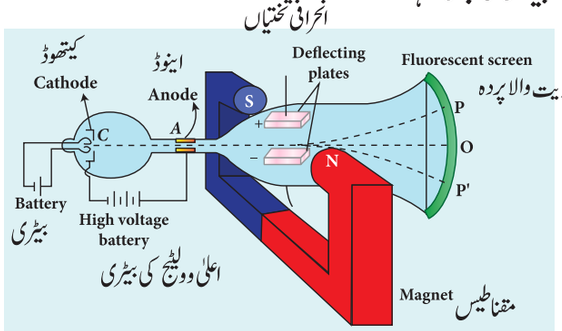
(4) کیتھوڈ شعاعیں اس گیس کو رواں ساز بنا دیتی ہیں جس کے ذریعہ وہ گذرتی ہیں۔

(5) کیتھوڈ شعاعوں کی رفتار، روشنی کی رفتار کے $\left(\frac{1}{10}\right)$ ویں حصے تک تیز ہوتی ہے۔

9.2.1 ایک الکٹران کے نوعی بار $\left(\frac{e}{m}\right)$ کا تعین۔ تھامسن کا تجربہ

Determination of Specific charge (e/m) of an electron - Thomson's Experiment

تھامسن کے تجربے کو جدید طبیعیات کی بنیاد کے لئے کئے گئے اہم ترین تجربات میں سے ایک اہم تجربہ مانا جاتا ہے۔ 1887 میں جے۔ جے۔ تھامسن نے غیر بار برداری نالیوں میں گیسوں کے مطالعے پر غیر معمولی ترقی فراہم کی۔ برقی اور مقناطیسی میدانات کی موجودگی میں کیتھوڈ شعاعیں انحراف پانے لگیں ۔ برقی او رمقناطیسی میدانات کی تغیرات کی مدد سے کیتھوڈ شعاعوں کے نوعی بار (بارفی اکائی کمیت) کی پیمائش کی جاتی ہے۔



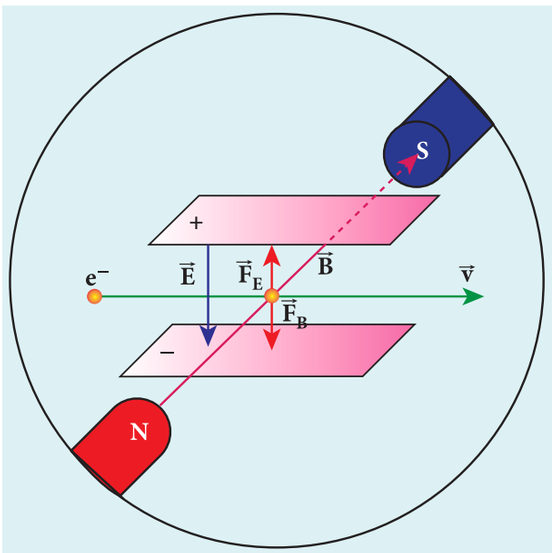
خاکہ 9.3 : ایک الکٹران کے نوعی بار کا تعین کرنے کے لئے جے جے تھامسن کے تجربے کی ترتیب

خاکہ 9.3 میں جے۔ جے۔ تھامسن کے تجربے کی ترکیب بتائی گئی ہے۔ اس میں اعلیٰ خلا کا رغیر بار برداری نالی کا استعمال کیا جاتا ہے اور کیتھوڈ پر بننے والی کیتھوڈ شعاعیں (الکٹرانوں کی دھار) اینوڈ ڈسک A کی طرف کھینچنے لگتی ہیں۔ اینوڈ ڈسک میں ایک مہین سوراخ (Pin hole) رکھا گیا ہے تاکہ کیتھوڈ شعاعوں کی ایک باریک دھار ہی اس سے گذاری جاسکے۔ یہ کیتھوڈ شعاعیں اب اعلیٰ وولٹیج پر برقرار متوازی دھاتی تختیوں کے ذریعہ گذاری جاتی ہیں جیسا کہ خاکہ 9.3 میں بتایا گیا ہے ۔ پھر اس کے بعد گیس کی غیر بار برداری نالی کو مقناطیس کے قطبی ٹکڑوں کے درمیان اس طرح رکھا جاتا ہے کہ دونوں

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:49 AM

برقی اور مقناطیسی میدانات ایک دوسرے کے عمودی طور پر عمل پیرا ہوتے ہیں جب کیتھوڈ شعاعیں پردے پر گرتی ہیں تو وہ چمک دمک پیدا کرتی ہیں اور لہذا ایک روشن مقام کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ پردہ پر جست سلفائیڈ (Zinc Sulphide) کی پرت چڑھانے سے اس طرح حاصل ہوتا ہے۔

(i) کیتھوڈ شعاؤں کی سمتی رفتار کا تعین:
(Determination of velocity of cathode rays)



خاکہ 9.4 : برقی قوت مقناطیسی قوت کو متوازن کرتی ہے الکٹرانی دھار کا راستہ ایک سیدھا راستہ ہے۔

تختیوں کے درمیان ایک ثبت شدہ برقی میدان کے لئے، مقناطیسی میدان کو اس طرح درست کیا جاتا ہے کہ کیتھوڈ شعاعیں (الکٹرانی دھار) اصلی مقام ' O ' پر گرتی ہیں (خاکہ 9.3)۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ برقی قوت کی قدر، مقناطیسی میدان کی وجہ سے بننے والی قوت کی قدر کو متوازن کرتی ہے، جیسا کہ خاکہ 9.4 میں بتایا گیا ہے۔ فرض کیجئے کہ e کیتھوڈ شعاعوں کا بار ہے، پھر

$$eE = eB\upsilon$$

$$\Rightarrow \upsilon = \frac{E}{B} \qquad (9.1)$$

(ii) نوعی بار کا تعین:
(Determination of specific charge)

چونکہ کیتھوڈ شعاعیں (الکٹرانی دھار) کیتھوڈ سے اینوڈ کی طرف اسراع پاتی ہیں، کیتھوڈ پر موجود الکٹرانی دھار کی توانائی بالقواہ اینوڈ پر الکٹرانی دھار کی توانائی بالفعل میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ فرض کیجئے کہ اینوڈ اور کیتھوڈ کے درمیان موجود قواہی فرق V ہے، تو پھر توانائی بالقواہ eV ہے۔ پھر کلیہ بقائے توانائی کی مدد سے

$$eV = \frac{1}{2}m\upsilon^2 \Rightarrow \frac{e}{m} = \frac{\upsilon^2}{2V}$$

مساوات (9.1) کی مدد سے سمتی رفتار کی قیمت کو حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{e}{m} = \frac{1}{2V}\frac{E^2}{B^2} \qquad (9.2)$$

E، B اور V کی قیمتوں کو حل کرنے پر، نوعی بار کا تعین اس طرح کیا جاسکتا ہے۔

$$\frac{e}{m} = 1.7\times10^{11}\,\mathrm{C\,kg^{-1}}$$

(iii) صرف یکساں برقی میدان کی وجہ سے باروں کا انحراف
(Deflection of charge only due to uniform electric field)

جب مقناطیسی میدان کو بند کردیا جاتا ہے تو ہونے والا انحراف صرف برقی میدان کی وجہ سے ہوتا ہے۔ عمودی سمت میں ہونے والا انحراف برقی قوت کی وجہ سے ہوتا ہے۔

$$F_e = eE \qquad (9.3)$$

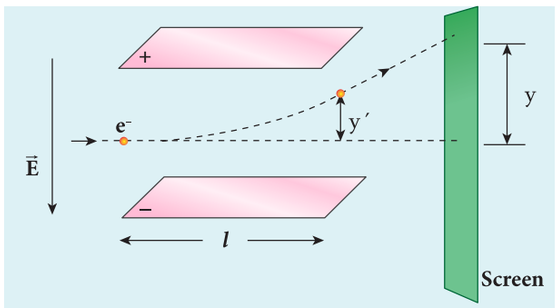
فرض کیجئے کہ الکٹران کی کمیت m ہے اور نیوٹن کے حرکت کے دوسرے کلیے کی مدد سے الکٹران کی اسراع یہ ہے۔

$$a_e = \frac{1}{m}F_e \qquad (9.4)$$

مساوات 9.3 میں مساوات 9.4 کو بھرتی کرنے پر

$$a_e = \frac{1}{m}eE = \frac{e}{m}E$$

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:49 AM



خاکہ 9.5۔ یکساں برقی میدان کی مدد سے راستے کا انحراف

فرض کیجئے کہ اسکرین (پردہ) پر اصلی مقام سے پیدا ہونے ولا انحراف y ہے، جیسا کہ خاکہ 9.5 میں بتایا گیا ہے۔

فرض کیجئے کہ متوازنی برقی تختیوں میں داخل ہونے سے پہلے، کیتھوڈ شعاع کی ابتدائی، تا اوپری جانبی سمتی رفتار $u=0$ ہے۔ فرض کیجئے کہ برقی میدان میں سفر کرنے کے لئے کیتھوڈ شعاع سے لیا گیا وقت 't' ہے۔ فرض کیجئے کہ تختیوں میں سے ایک کی لمبائی l ہے تو پر لیا گیا وقت یہ ہے۔

$$t = \frac{l}{\upsilon} \qquad (9.5)$$

لہذا کیتھوڈ شعاعوں کا 'y' انحراف یہ ہے۔

(نوٹ:۔ $u = 0$ اور $a_e = \frac{e}{m}E$)

$$y' = ut + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow y' = ut + \frac{1}{2}a_e t^2$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{e}{m}E\right)\left(\frac{l}{\upsilon}\right)^2$$

$$y' = \frac{1}{2}\frac{e}{m}\frac{l^2B^2}{E} \qquad (9.6)$$

چنانچہ پردہ پر ہونے والا y انحراف یہ ہے۔

$$y \propto y' \Rightarrow y = Cy'$$

جہاں C تناسبی مستقلہ ہے جو غیر بار برداری نالی کی ہندسی شکل (geometry) پر منحصر ہوتی ہے اور مساوات 9.6 میں 'y' کی قیمت کو حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$y = C\frac{1}{2}\frac{e}{m}\frac{l^2B^2}{E} \qquad (9.7)$$

مساوات 9.7 کو دوبارہ ترتیب دینے پر،

$$\frac{e}{m} = \frac{2yE}{Cl^2B^2} \qquad (9.8)$$

دائین جانب قیمتوں کو بھرتی کرنے پر، نوعی بار کی قیمت کا محاسبہ اس طرح کیا جاتا ہے۔

$$\frac{e}{m} = 1.7 \times 10^{11}\,\mathrm{C\,kg^{-1}}$$

نوٹ

نوعی بار (a) استعمال ہونے والی گیس اور (b) برقیروں کی نوعیت پر غیر منحصر ہے۔

9.2.2 ایک الکٹران کے بار کا تعین: Millikan کے تیل کے قطرے کا تجربہ

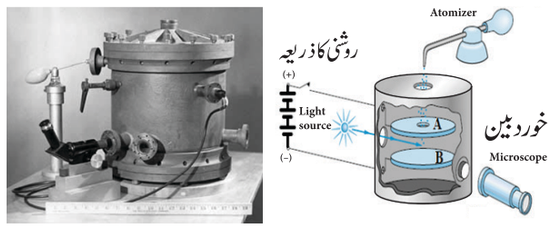
Determination of charge of an electron by Millikan's oil drop Experiment

Millikan کے تیل کے قطرے کا تجربہ، جدید طبیعیات کا ایک اور اہم تجربہ ہے، جو ایک الکٹران کا بار کہلانے والی فطرت کی ایک بنیادی مسقلہ کا تعین کرنے میں مدد کرتا ہے۔ (خاکہ 9.6(a))

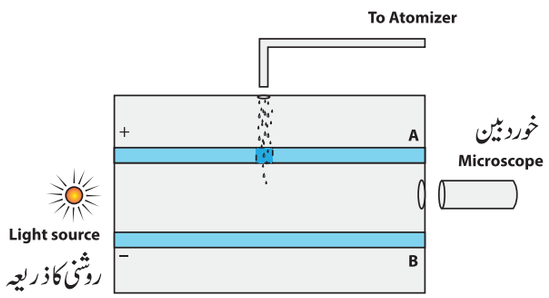
برقی میدان کو مناسب برزر پر درست طور پر، خانے (Chamber) کے اندر تیل کے قطرے کی حرکت کو قابو میں رکھا جاسکتا ہے، یعنی اسے اوپر یا نیچے ہٹایا جاسکتا، یا پھر مشاہدہ کرنے کے لئے اسے درمیان ہی میں بہت دیر تک کے لئے ٹھہرایا جاسکتا ہے۔

خاکہ (b) 9.6 میں اس کی تجرباتی ترتیب بنائی گئی ہے۔ اس آلہ میں A اور B نامی دو افقی دائری، دھاتی تختیاں ہوتی ہیں جن کے نصف قطر تقریباً 20 سمر ہوتے ہیں اور وہ 1.5 سمر کے فاصلے سے جدا کی گئی ہوتی ہیں۔ یہ دو متوازی تختیاں شیشے کی دیواروں والے ایک

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:50 AM



(a)



(b)

خاکہ 9.6۔ملیکن کا تجربہ (a) اصل تصویر اور مجازی تصویر (b) اطراف سے نظر آنے والا خاکہ

خانے (chamber) سے گھری ہوتی ہیں۔ اس کے بعد تختیاں A اور B تقریباً 10 kV تک کی اعلیٰ تفاوت بالقواہ پر برقرار رکھی جاتی ہے اس طرح سے کہ برقی میدان عمودی طور پر نچلی جانب عمل پیرا ہوتا ہے۔اوپری تختی A کے مرکز پر ایک چھوٹا سا سوراخ بنایا جاتا ہے۔اور اس سوراخ کے عین اوپر مائع کو چھڑکنے کے لیے چھڑکاؤ والا ایک آلہ رکھا ہوتا ہے۔ جب ایک بہت ہی گاڑھا غیر بخاراتی مائع (جیسے glycerine) کا ایک بوند(droplet) چھڑکاؤ کے آلے کی مدد سے چھڑکا جاتا ہے تو وہ اوپری تختی کے سوراخ کے ذریعہ صرف جاذبی قوت کے تحت آزادانہ طور پر نیچے گرتا ہے۔

موازی تختیوں کے درمیان موجود ہوا یا لاشعاؤں(x-ray) کے راستے کے ساتھ رگڑ کی وجہ سے خانہ میں موجود تیل کے چند قطرے برقی بار (منفی بار) حاصل کر سکتے ہیں۔اس کے بعد اس خانہ کو روشنی کے ذریعہ روشن کیا جاتا ہے۔وہ روشنی افقی طور پر اس خطے سے گذرتی ہے اور تیل کے وہ قطرے، روشنی کی دھار کے عمودی طور پر رکھے گئے خوردبین کے ذریعہ صاف طور پر دکھائی دیتے ہیں۔ یہ قطرے یا تو اوپر حرکت کر سکتے ہیں یا نیچے کی جانب حرکت کر سکتے ہیں۔

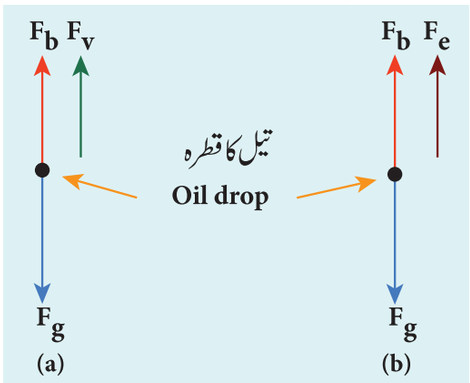
فرض کیجئے کہ تیل کے قطرے کی کمیت m ہو اور اس کا بار q ہو تو پھر اس بوند پر عمل پیرا ہونے والی قوتیں یہ ہیں۔

(a) تجاذبی قوت $F_g = mg$

(b) برقی قوت $F_e = qE$

(c) تیراکی کی قوت یا قوت اچھال F_b

(d) چپکنے والی (Viscous) قوت Fv ہے۔



خاکہ 9.7 تیل کے قطرے کا آزاد جسمانی نقشہ
(a) برقی میدان کے بغیر (b) برقی میدان کے ساتھ

(a) مہین قطرہ (droplet) کے نصف قطر کا تعین
(Determination of radius of the droplet)

جب برقی میدان بند کر دیا جاتا ہے تیل کا قطرہ نچلی جانب اسراع پاتا ہے۔ہوائی رکاوٹی قوتوں (air drag forces) کی موجوگی کی وجہ سے، تیل کا قطرہ آسانی کے ساتھ terminal سمتی رفتار اختیار کر لیتا ہے اور ایک مستقل سمتی رفتار کے ساتھ حرکت کرنے لگتا ہے ۔ اس سمتی رفتار کی پیائش، تیل کے قطرے کو ایک پیش متعین فاصلہ کے ذریعہ کرنے کے لئے گئے وقت کو احتیاط سے نوٹ کر کے کی جاتی ہے۔ تیل کے قطرے کا آزاد جسمانی نقشہ خاکہ 9.7 میں بتایا گیا ہے۔ہم سے نوٹ کر سکتے ہیں کہ لزوجی قوت(viscour force) اور قوت اچھال (buoyant force) ، جاذبی قوت (gravitational force) کو متوازن کرتی ہیں۔

فرض کیجئے کہ (نچلی جانب) تیل کے قطرے پر عمل پیرا ہونے والی جاذبی قوت $F_g = mg$ ہے۔

آیئے ہم یہ تصور کر لیں کہ تیل کے قطرے کی شکل کروی ہے۔فرض کیجئے کہ 'ρ' تیل کے قطرے کی کثافت ہے اور r تیل

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:51 AM

کے قطرے کا نصف قطر ہے، تو پھر تیل کے قطرے کی کثافت کے لحاظ سے اس قطرے کی کمیت اس طرح ظاہر کی جاسکتی ہے۔

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad \left(\because \text{کرے کا حجم } V = \frac{4}{3}\pi r^3 \text{ ہے۔}\right)$$

$$\Rightarrow m = \rho\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)$$

کثافت کے لحاظ سے جاذبی قوت کو کچھ اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$$F_g = mg \Rightarrow F_g = \rho\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)g$$

فرض کیجئے کہ σ ہوا کی کثافت ہے، ہٹاؤ والی ہوا کی وجہ سے تیل کے قطرے سے محسوس کی جانے والی اوپری اُچھال (upthrust) کی قوت یہ ہے۔

$$F_b = \sigma\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)g$$

جیسے ہی تیل کا قطرہ terminal یعنی انتہائی سمتی رفتار اختیار کرلیتا ہے، تیل کے قطرے پر عمل پیرا ہونے والی کل نچلی جانبی قوت، تیل کے قطرے کی حرکت کی مخالف سمت میں عمل پیرا ہونے والی لزوجی قوت (Viscous force) کے مساوی ہوجاتی ہے۔ Stokes کے کلیے کی مدد سے، تیل کے قطرے پر عمل پیرا ہونے والی لزوجی قوت یہ ہے۔

$$F_v = 6\pi r\upsilon\eta$$

خاکہ 9.7(a) میں بتائے گئے آزاد جسمانی خاکہ کے مطابق قوت کی توازنی مساوات یہ ہے۔

$$F_g = F_b + F_\upsilon$$

$$\rho\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)g = \sigma\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)g + 6\pi r\upsilon\eta$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3(\rho-\sigma)g = 6\pi r\upsilon\eta$$

$$\frac{2}{3}\pi r^3(\rho-\sigma)g = 3\pi r\upsilon\eta$$

$$r = \left[\frac{9\eta\upsilon}{2(\rho-\sigma)g}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (9.9)$$

لہذا مساوات (9.9) تیل کے قطرے کا نصف قطر پیش کرتی ہے۔

(b) برقی بار کا تعین:
(Determination of Electric Charge)

جب برقی میدان آن (چالو) کیا جاتا ہے، تیل کا بار بردار قطرہ ایک اوپری جانبی برقی قوت (qE) محسوس کرتا ہے۔ تیل کے کئی قطروں میں سے، ایک مخصوص قطرے کو خوردبینی نظارے کے میدان میں منتخب کرلیا جاتا ہے اور اس مخصوص قطرے کو روکے رکھنے کے لئے برقی میدان کی طاقت کو درست کیا جاتا ہے۔ ان حالات کے تحت تیل کے اس قطرے پر کوئی لزوجی قوت عمل پیرا نہیں ہوتی۔ پھر خاکہ 9.7(b) میں بتائے گئے آزاد جسمانی خاکہ کی مدد سے، تیل کے اس بوند پر عمل پیرا ہونے والی کل قوت یہ ہے۔

$$F_e + F_b = F_g$$

$$\Rightarrow qE + \frac{4}{3}\pi r^3\sigma g = \frac{4}{3}\pi r^3\rho g$$

$$\Rightarrow qE = \frac{4}{3}\pi r^3(\rho-\sigma)g \qquad (9.10)$$

$$\Rightarrow q = \frac{4}{3E}\pi r^3(\rho-\sigma)g \qquad (9.11)$$

مساوات (9.9) کو مساوات (9.11) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$q = \frac{18\pi}{E}\left(\frac{\eta^3\upsilon^3}{2(\rho-\sigma)g}\right)^{\frac{1}{2}} \qquad (9.12)$$

ملیکین نے اس تجربہ کو کئی مرتبہ دہرایا اور تیل کے قطروں پر باروں کا محاسبہ کیا۔ انہوں نے یہ پتہ لگایا کہ کسی بھی قطرے پر موجود بار،

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:51 AM

-16×10^{-19} C کی ایک بنیادی قیمت کے احصائی حاصل ضرب (integral multiple) کے طور پر لکھا جاسکتا ہے، جو کہ ایک الکٹران کے بار کی قیمت کے علاوہ اور کچھ نہیں ہے۔

9.3 جوہری نمونے: (Atom models)

تعارف:

400 ق م کے قریب، یونانی فلسفی Leucippus اور Democretus نے جوہر کا تصور پیش کیا تھا۔ ہر شئے لگاتار تقسیمی پر، جوہر پیدا کرتی ہے۔ بعد میں کئی ماہرین طبیعیات اور کیمیاء دانوں نے جوہروں کے تصور کے ساتھ فطرت کو سمجھنے کی کوشش کی۔ جوہری نمونوں کی بنیاد پر کثیر اشیاء کی (طبیعی اور کیمیائی) خصوصیات کی وضاحت کرنے کے لئے کئی نظریئے پیش کئے گئے۔

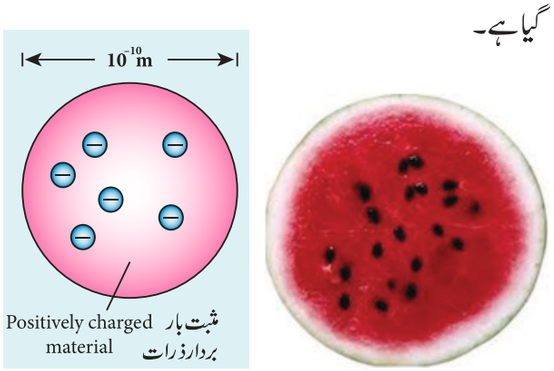
نمونے کے طور پر جے۔ جے۔ تھامسن نے برقی باروں کی ساکن تقسیمی پر ایک نظریاتی جوہری نمونہ پیش کیا۔ چونکہ یہ نظریہ جوہر کی استحکامیت کی وضاحت کرنے میں ناکام رہا۔ ان کے ایک شاگرد رُدرفورڈ نے ایک جوہر کا پہلا حرکی نمونہ پیش کیا۔ انہوں نے یہ نمونہ ان کے شاگردوں (Geiger اور Marsden) سے کئے گئے ایک تجربہ کے نتائج کی بنیاد پر پیش کیا تھا۔ مگر یہ نمونہ بھی جوہر کی استحکامیت کی وضاحت کرنے میں ناکام ہی رہا۔

پھر اس کے بعد رُدرفورڈ کے ایک اور شاگرد Niels Bohr نے ہائیڈروجن کے جوہر کے لئے ایک جوہری نمونہ پیش کیا، جو پچھلے دو نمونوں کے بالمقابل سے بہت ہی کامیاب رہا۔ نیلس بور کا یہ جوہری نمونہ جوہر کی استحکامیت کی وضاحت کرنے کے ساتھ ساتھ خطی طیف کے مبدا کی بھی وضاحت کرسکا۔ ان نمونوں کے علاوہ دیگر جوہری نمونے جیسے Somerfield کا جوہری نمونہ اور موجی میکانیات (کوانٹم میکانیات) کا جوہری نمونہ وغیرہ بھی پائے جاتے ہیں۔ مگر اس حصے میں ہم اپنے آپ کو (حسابی طور پر) سادہ ترین نمونوں تک ہی روکے رکھیں گے۔

9.3.1 جے جے تھامسن کا نمونہ (تربوز کا نمونہ)

J.J. Thomson's Model (Water melon model)

اس نمونے میں جوہروں کا تصور اس طرح کیا گیا کہ وہ ہم شکل (homogeneous) کرے ہوتے ہیں، جن میں مثبت بار بردار ذرات کی مساوی تقسیم پائی جاتی ہے (خاکہ 9.8(a))۔ الکٹران کہلانے والے منفی بار بردار ذرات تربوز میں پائے جانے والی بیجوں کی طرح پھیلے ہوئے ہوتے ہیں۔ جیسا کہ خاکہ 9.8 (b) میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 9.8 (a) جوہر (b) تربوز

جوہر برقیاتی طور پر معادل ہوتے ہیں، یعنی ایک جوہر میں موجود کل مثبت بار، کل منفی بار کے برابر ہوتا ہے۔ اس نمونے کے مطابق تمام باروں کو ساکن تصور کیا جاتا ہے۔ مگر روایتی برقی حرکیات (Classical Electro dynamics) سے پتہ چلتا ہے کہ برقی سکونی تشکیل (electrostatic configuration) میں کوئی مستحکم توازنی نقاط نہیں پائے جاتے (اس نظریہ کو Earnshaw کا نظریہ کہا جاتا ہے) اور اس لئے اس قسم کا ایک جوہر مستحکم نہیں ہوسکتا۔ اس کے علاوہ یہ جوہری نمونہ، ہائیڈروجن کے جوہر اور دیگر جوہروں کی طیف میں مشاہدہ کئے گئے طیفی خطوط کے مبدا کی وضاحت نہیں کرسکا۔

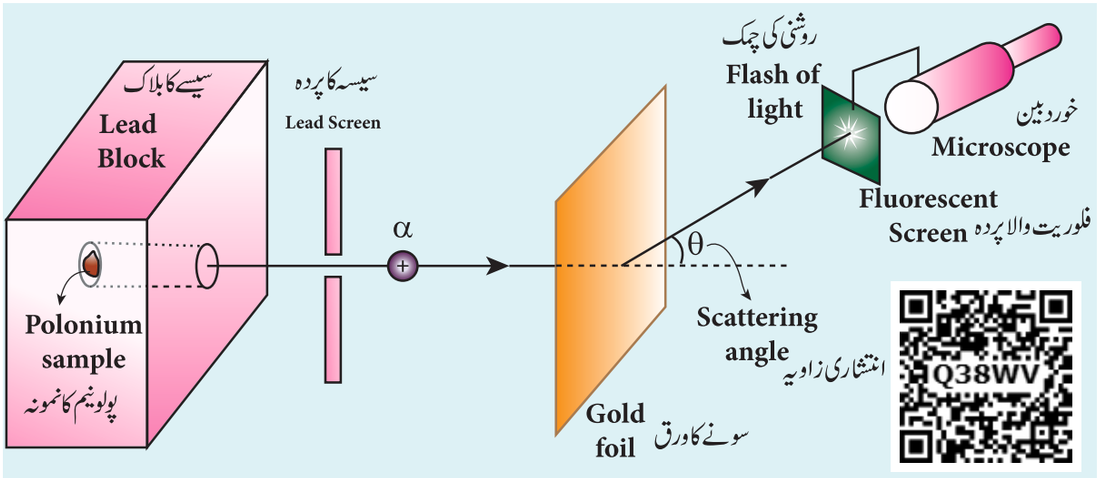
9.3.2 رُدرفورڈ کا جوہری نمونہ:

Rutherford's model

1911 میں ردھرفورڈ کی نصیحت کی بنیاد پر ان کے شاگرد Geiger اور Marsden نے ایک غیر معمولی تجربہ کیا جسے ''سونے کے ورق کے ذریعہ آلفا ذرات کا انتشار'' کہا جاتا ہے۔

اس تجربے کی ترتیب کو خاکہ 9.9 میں بتایا گیا ہے۔ آلفا ذرات کے ایک ذریعے (تابکار شئے، مثلاً پولونیم) کو ایک باریک سوراخ

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:52 AM



خاکہ 9.9۔ رُدرفورڈ کے ذریعہ کیا گیا آلفا ذرات کی انتشار کے تجربہ کا ساختی خاکہ

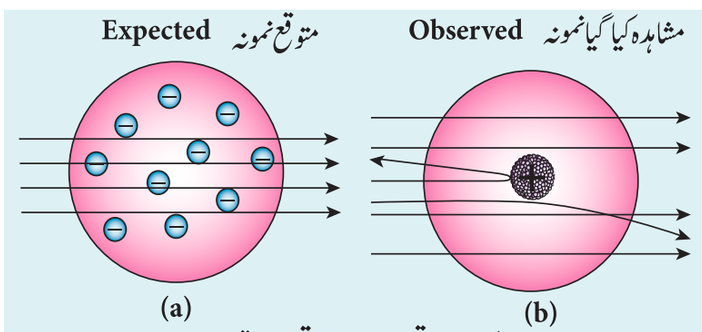
والے، سیسہ سے بنے ایک موٹے سے ڈبے میں رکھا جاتا ہے جیسا کہ خاکہ 9.9 میں بتایا گیا ہے۔ سیسے کے ڈبے کے سوراخ سے نکلنے والے آلفا ذرات سیسے کے پردے پر بنے ایک اور باریک سوراخ کے ذریعہ گذرتے ہیں۔ ان ذرات کو سونے کے ایک پتلے ورق پر گرنے دیا جاتا ہے اور یہ مشاہدہ کیا جاتا ہے کہ سونے کے ورق کے ذریعہ گذرنے والے آلفا ذرات مختلف زاویوں پر انتشار پاتے ہیں۔ جست کے سلفائیڈ (Zinc Suplhide)(ZnS) سے بنے ہوئے (0° سے 180° تک) ایک حرکت پذیر پردے کو سونے کے ورق کی دوسری طرف رکھا جاتا ہے، تاکہ منتشر شدہ آلفا ذرات کو حاصل کر سکے۔ جب بھی آلفا ذرات پردہ سے ٹکراتے ہیں۔ روشنی کی ایک چمک دکھائی دیتی ہے، جسے ایک خوردبین کے ذریعہ دیکھا جاسکتا ہے۔

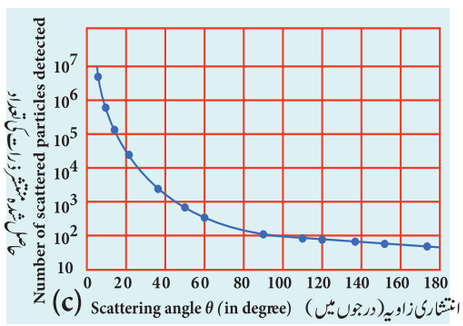
آلفا ذرات کے انتشاری تجربے کے نتیجوں کی بنیاد پر ردھرفورڈ نے ایک جوہری نمونہ پیش کیا۔ اس تجربے میں آلفا ذرات (مثبت بار بردار ذرات) سونے کے ایک دھاتی ورق کے جوہروں پر گرائے جاتے ہیں۔ نیچے اس تجربے کے نتائج پیش کئے جاتے ہیں اور خاکہ 9.10 میں وہ نتائج بتائے گئے ہیں۔ ردھرفورڈ کی توقع تھی کہ جوہری نمونہ خاکہ 9.10(a) کے مطابق ہوگا۔ مگر تجرباتی مشاہدات نے خاکہ 9.10(b) کے مطابق جوہری نمونہ پیش کیا۔

(a) بہت سے آلفا ذرات سونے کے ورق کے ذریعہ انحراف پائے بغیر سیدھے گذر گئے

(b) چند آلفا ذرات ایک چھوٹے سے زاویے کے ساتھ انحراف پانے لگے۔

(c) بہت ہی تھوڑے آلفا ذرات (ہزار میں سے ایک) 90° سے زیادہ کے زاوئے کے ساتھ انحراف پانے لگے۔





(a) ردرفورڈ کا متوقع نمونہ (b) تجربہ کا نتیجہ

(c) انتشاری زاویہ (θ) کے ساتھ منتشر شدہ آلفا ذرات کا تغیر $N(\theta)$

خاکہ 9.10 آلفا ذرات کے انتشاری تجربہ میں

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:52 AM

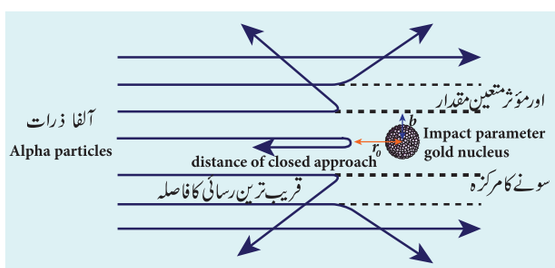
(d) کچھ آلفا ذرات واپس ہونے لگے (واپسی انتشار) یعنی وہ 180° کے زاویہ کے ساتھ انحراف پانے لگے۔

خاکہ 9.10(c) میں نشان کئے گئے نقاط آلفا انتشاری تجربہ کے ڈیٹا کے نقاط ہیں جو Geiger اور Marsden سے حاصل کئے گئے ہیں، اور وہ ٹھوس منحنی ہی ردھرفورڈ کے نیوکلیائی نمونہ کی پیشن گوئی ہے۔ یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ ردھرفورڈ کا یہ مرکزائی نمونہ تجرباتی ڈیٹا کے ساتھ ملتا جلتا ہے۔

اوپر کی مشاہدات کی بنیاد پر ردھرفورڈ سے کیا گیا فیصلہ:

تجرباتی مشاہدات کی مدد سے ردھرفورڈ نے یہ پیش کش کی کہ ایک جوہر میں بہت زیادہ خالی جگہ ہوتی ہے اور اس کے مرکز میں مرکزہ (nucleus) کہلانے والا ایک چھوٹا سا مادہ ہوتا ہے جس کی جسامت 10^{-11} m کی حد تک ہوتی ہے۔ یہ مرکزہ مثبت بار بردار ہوتا ہے اور جوہر کی کمیت کا زیادہ تر حصہ اسی مرکزہ میں مرکوز ہوتا ہے۔ یہ مرکزہ منفی بار بردار الکٹرانوں سے گھرا ہوا ہے۔ چونکہ ساکن باروں کی تقسیمی مستحکم توازنت میں قائم نہیں رہ سکتی، انہوں نے یہ تجویز پیش کی کہ الکٹران ساکن نہیں ہیں بلکہ وہ مرکزہ کے اطراف دائری مداروں میں اس طرح گھومتے ہیں جس طرح سیارے سورج کے اطراف گھومتے ہیں۔

(a) قریب ترین رسائی کا فاصلہ
(Distance of closest approach)



خاکہ 9.11 قریب ترین رسائی کا فاصلہ اور مؤثر متعین مقدار

جب ایک آلفا ذرہ سیدھے مرکزہ کی طرف حرکت کرتا ہے تو وہ ایک ایسے نقطہ پر پہنچتا ہے جہاں وہ وقتی طور پر ساکن بن جاتا ہے اور واپس لوٹ جاتا ہے جیسا کہ خاکہ 9.11 میں بتایا گیا ہے۔ 180°

کے ذریعہ منعکس ہونے سے کچھ پہلے، مرکزہ کے مرکز اور آلفا ذرہ کا درمیانی فاصلہ قریب ترین رسائی کا فاصلہ r_0 (distance of Closest approach) کہلاتا ہے (اسے مس ہونے والا فاصلہ بھی کہا جاتا ہے)۔ اس فاصلے پر، آلفا ذرہ کی کل توانائی بالفعل برق سکونی توانائی بالقواہ میں تبدیل ہوجاتی ہے۔

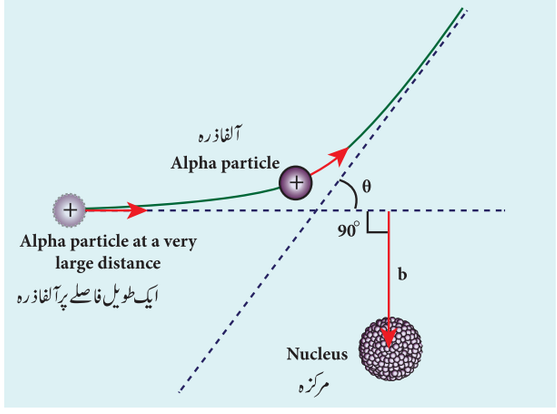
(ملاحظہ کیجئے۔ اکائی 1۔ جلد 1۔ طبیعیات +2)

$$\frac{1}{2}m\upsilon_0^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(2e)(Ze)}{r_0}$$

$$\Rightarrow r_0 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2Ze^2}{\left(\frac{1}{2}m\upsilon_0^2\right)} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2Ze^2}{E_k}$$

جہاں E_k آلفا ذرہ کی توانائی بالفعل ہے۔ اسے مرکزہ کی جسامت کا اندازہ لگانے میں استعمال کیا جاتا ہے، مگر مرکزہ کی جسامت قریب ترین رسائی کے فاصلے سے ہمیشہ چھوٹی ہی ہوتی ہے پھر اس کے بعد ردھرفورڈ نے مختلف مرکزات کے لئے مرکزہ کے نصف قطر کا محاسبہ کیا اور 10^{-14} m سے 10^{-15} m تک ان کے حدود پائے۔

(b) مؤثر متعین پیما (Impact Parameter)



خاکہ 9.12 مؤثر متعین پیما

مؤثر متعین پیما کی (b) (ملاحظہ ہو خاکہ 9.12) کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ (i) سونے کے مرکزہ کے مرکز اور (ii) طویل فاصلے پر رہتے وقت آلفا ذرہ کی سمتی رفتار کے سمتیہ کی سمت کے درمیان موجود عمودی فاصلہ ہے۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:53 AM

مؤثر متعین پیما اور انتشاری زاویہ (Scattering angle) کا درمیانی تعلق اس طرح پیش کیا جاتا ہے۔

$$b \propto \cot\left(\frac{\theta}{2}\right) \Rightarrow b = K \cot\left(\frac{\theta}{2}\right) \qquad (9.13)$$

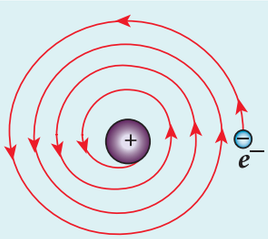
جہاں $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2Ze^2}{mv_0^2}$ ہے،

اور θ انتشاری زاویہ کہلاتا ہے۔ مساوات (9.13) سے یہ پتہ چلتا ہے کہ مؤثر متعین مقدار بڑھتی ہے تو انتشاری زاویہ گھٹتا ہے۔ مؤثر متعین پیما کی مقدار جتنی کم ہوتی ہے آلفا ذرات کا انحراف اتنا ہی زیادہ ہوتا ہے۔

رُدرفورڈ کے نمونے کی خامیاں:

رُدرفورڈ کا جوہری نمونہ مرکزہ کے قطر کے علاوہ جوہر کی جسامت کا محاسبہ کرنے میں بھی مددگار ہے۔ مگر اس نمونے میں مندرجۂ ذیل خامیاں پائی جاتی ہیں۔

(a) یہ نمونہ مرکزہ کے اطراف الکٹرانوں کی تقسیمی کے علاوہ جوہر کی استحکامیت کی وضاحت کرنے میں بھی ناکام ہے۔



جوہر کی غیر استحکامیت (Instability of atom)

خاکہ 9.13 مرکزہ کے اطراف ایک الکٹران کی مرغولہ نما حرکت

روایتی برقی حرکیات کے مطابق کوئی بھی پر اسراع بار لگاتار برق مقناطیسی شعاعیں خارج کرتا ہے۔ اشعاعیت کے اخراج کی وجہ سے وہ بار توانائی کھونے لگتا ہے۔ لہذا وہ اپنی دائری حرکت برقرار نہیں رکھ سکتا۔ چنانچہ، اس کے مدار کا نصف قطر کم سے کم ترین ہونے لگے گا (یعنی اس کی حرکت مرغولہ نما ہوگی) جیسا کہ خاکہ (9.13) میں بتایا گیا ہے اور بالآخر اس الکٹران کو مرکزے میں مل جانا پڑے گا اور اس طرح ان جوہروں کو رواں پذیر (disintegrate) ہونا پڑے گا۔ مگر اس طرح نہیں ہوتا ہے۔ لہذا، ردھرفورڈ کا نمونہ جوہر کی استحکامیت کی صحیح وضاحت نہیں کرسکا۔

(b) اس نمونے کے مطابق، اشعاعیت کا اخراج لگاتار ہونا چاہئے اور اسے مسلسل اخراجی طیف فراہم کرنا چاہئے مگر تجرباتی طور پر جوہروں کے لئے ہم صرف مجرد (discrete) اخراجی طیف ہی حاصل کرتے ہیں۔

9.3.3 بور کا جوہری نمونہ (Bohr atom model)

رُدرفورڈ کے جوہری نمونے میں استحکامیت کی وضاحت کی خامیوں کو دور کرنے اور ہائیڈروجن کے جوہر کے لئے مشاہدہ کی گئی خطی طیف (خاکہ 9.14) کی وضاحت کرنے کے لئے Niels Bohr نے ردھرفورڈ کے جوہری نمونے میں ترسیم کیا۔ وہی پہلے شخص تھے، جنہوں نے ہائیڈروجن کے جوہر کی خطی طیف کی وضاحت کرنے کے لئے ایک جوہر کی ساخت کا بہتر نظریاتی نمونہ پیش کیا۔ مندرجۂ ذیل نکات بور سے کئے گئے تصورات (مفروضے) تھے۔

خاکہ 9.14۔ ہائیڈروجن کی خطی طیف

Bohr (بور) کے جوہری نمونے کے مفروضے

(a) ایک جوہر میں موجود الکٹران مرکزہ کے اطراف کولوم کی جاذبی برق سکونی قوت کے تحت، دائری مداروں میں حرکت کرتے ہیں۔ کولوم کی یہ قوت الکٹران کے لئے دائری حرکت برقرار رکھنے کے لئے درکار مرکز مائل قوت فراہم کرتی ہے۔

(b) ایک جوہر میں موجود الکٹران، ساکن مدارات (Stationary orbits) کہلانے والے چند مخصوص مدارات ہی میں مرکزہ کے اطراف گھومتے ہیں اور ایسے مدارات میں موجود الکٹران برق مقناطیسی توانائی کا اخراج نہیں کرتے صرف اس قسم کے مخصوص مدارات ہی مستحکم مدارات ہوتے ہیں۔

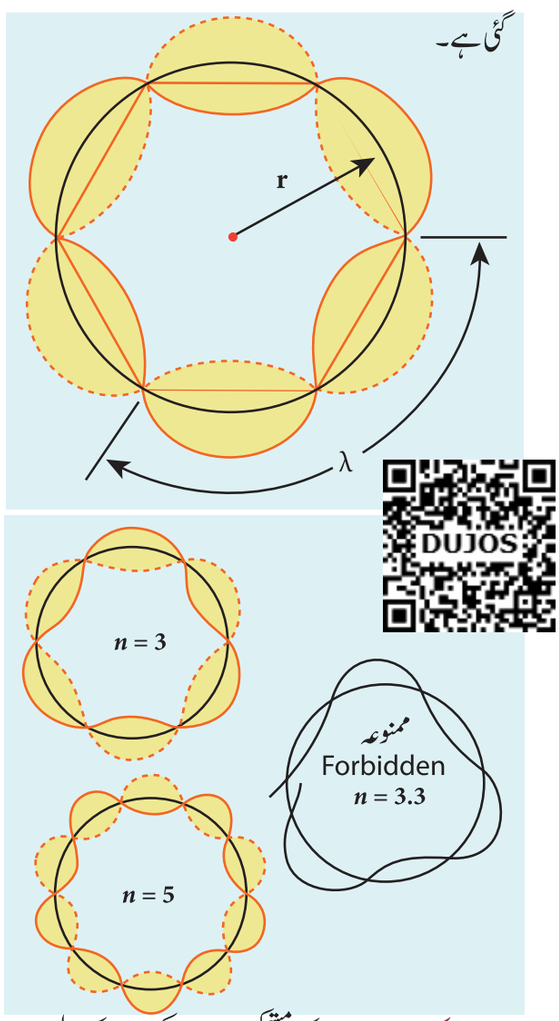
ان ساکن مدارات میں الکٹران کی زاویائی معیار حرکت کوانٹم ساز ہوتی ہے یعنی اسے ایک سالم عدد (Integer) کے طور پر یا

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:54 AM

Plank کی کم کی گئی مستقلہ کہلائی جانے والی مقدار $\frac{h}{2\pi}$ یعنی $\hbar$ (اسے h بار کے طور پر پڑھنا چاہئے)، کے احصائی حاصل ضرب (integral multiple) کے طور پر لکھا جاسکتا ہے اور اس سالم عدد n کو پرنسپل کوانٹم عدد (Principal Quantum number) کہا جاتا ہے۔

$$l = n\hbar \qquad \text{جہاں} \quad \hbar = \frac{h}{2\pi}$$

اس شرط کو زاویائی معیار حرکت کی کوانٹم ساز شرط کہا جاتا ہے۔ کوانٹم میکانیات کے تحت، الکٹران جیسے ذرات میں دوہری فطرت پائی جاتی ہے۔ (ملاحظہ فرمائیں، اکائی 7، جلد 2، بارھویں جماعت، طبیعیات) ایک مستحکم مدار میں گھومنے والے الکٹران کے ساتھ منسلک de Broglie موج کی ٹھہری ہوئی موجی شکل خاکہ 9.15 میں بتائی گئی ہے۔



خاکہ 9.15 ایک مستحکم مدار میں الکٹران کے لئے ٹھہری ہوئی موجی شکل

ایک الکٹران کے r نصف قطر والے مدار کا احاطہ deBroglie موجی طول کا ایک احصائی حاصل ضرب ہی ہونا چاہئے یعنی

$$2\pi r = n\lambda \qquad (9.14)$$

جس میں $n = 1,2,3,.....$ ہے۔

مگر m کمیت رکھنے والے اور υ سمتی رفتار سے حرکت کرنے والے ایک الکٹران سے منسلک de Broglie موجی طول $\lambda = \frac{h}{m\upsilon}$ ہے۔ جس میں h, Planck کی مستقلہ کہلاتی ہے۔ لہذا مساوات (9.14) کی مدد سے

$$2\pi r = n\left(\frac{h}{m\upsilon}\right)$$

$$m\upsilon r = n\frac{h}{2\pi}$$

نصف قطر r اور سمتی رفتار υ کے ساتھ دائری حرکت کرنے والے m کمیت والے کسی بھی ذرہ کے لئے زاویائی معیار حرکت کی قدر l کو یوں پیش کیا جاتا ہے۔

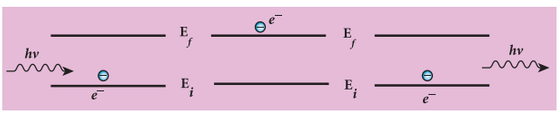
$$l = r(m\upsilon)$$

$$m\upsilon r = l = n\hbar$$

(c) مداروں میں الکٹران کے توانائی مسلسل نہیں ہوتی بلکہ مجرد (discrete) ہوتی ہے، اسے توانائی کی کوانٹم سازی (quantization of energy) کہا جاتا ہے۔ دو مداری سطح کے درمیان موجود توانائی کے فرق (ΔE) کے برابر کی توانائی رکھنے والے ایک فوٹان کو جذب کرکے یا خارج کرکے، ایک الکٹران ایک مدار سے دوسرے مدار میں چھلانگ لگا سکتا ہے (خاکہ 9.16)

$$\Delta E = E_{final} - E_{initial} = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$$

جہاں c روشنی کی رفتار ہے اور λ موجی طول ہے اور ν خارج ہونے والی شعاع کی تعدد ہے۔ لہذا خارج شدہ شعاع کی تعدد، صرف جوہری توانائیوں کی سطحوں کی تبدیلی پر منحصر ہوتی ہے اور وہ الکٹران کی مداری حرکت کی تعدد پر منحصر نہیں ہوتی۔



خاکہ 9.16 اشعاعیت کا انجذاب اور اخراج

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:54 AM

مثال 9.1

ہائیڈروجن کے جوہر کے پانچویں مدار کا نصف قطر 13.25 A° ہے۔ پانچویں مدار میں گھومنے والے الکٹران کا de Broglie موجی طول دریافت کیجئے۔

حل:

$2\pi r = n\lambda$

$2 \times 3.14 \times 13.25\text{Å} = 5 \times \lambda$

$\therefore \ \lambda = 16.64\text{Å}$

مثال 9.2 :

ہائیڈروجن کے جوہر کے پانچویں مدار میں چکر لگانے والے الکٹران کی (i) زاویائی معیار حرکت اور (ii) سمتی رفتار معلوم کیجئے۔

$(h = 6.6 \times 10^{-34}\,\text{Js},\ m = 9.1 \times 10^{-31}\,\text{kg})$

حل:

(i) زاویائی معیار حرکت اس طرح پیش کی جاتی ہے۔

$$l = n\hbar = \frac{nh}{2\pi}$$

$$= \frac{5\times6.6\times10^{-34}}{2\times3.14} = 5.25\times10^{-34}\ \text{kgm}^2\text{s}^{-1}$$

(ii) سمتی رفتار یوں پیش کی جاتی ہے۔

سمتی رفتار $\upsilon = \dfrac{l}{mr}$

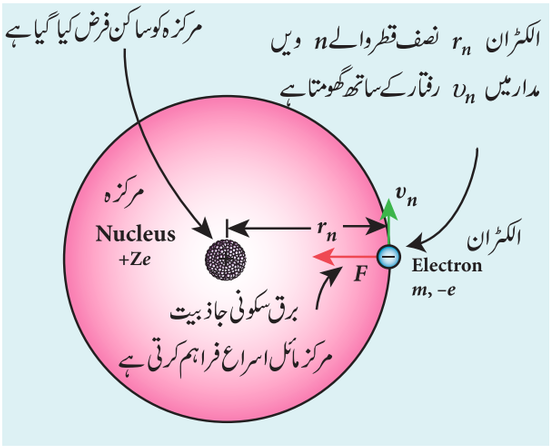
$$= \frac{(5.25\times10^{-34}\ \text{kgm}^2\text{s}^{-1})}{(9.1\times10^{-31}\ \text{kg})(13.25\times10^{-10}\ \text{m})}$$

$$\upsilon = 4.4\times10^{5}\ \text{ms}^{-1}$$

الکٹران کے مدار کا نصف قطر اور الکٹران کی سمتی رفتار

(Radius of the orbit of the electron and velocity of the electron)

ایک جوہر کا تصور کیجئے، جس میں ایک ساکن مرکزہ پایا جاتا ہے، جس کے اطراف r_n نصف قطر والے دائری مدار میں ایک الکٹران چکر لگاتا ہے، جیسا کہ خاکہ 9.17 میں بتایا گیا ہے۔ مرکزہ پروٹانوں اور نیوٹرانوں سے بنا ہوتا ہے۔ چونکہ پروٹان مثبت بار بردار اور نیوٹران برقی طور پر معادل ہوتا ہے، مرکزہ کا بار کلی طور پر پروٹانوں کے بار کی وجہ سے موجود ہوتا ہے۔



خاکہ 9.17۔ مرکزہ کے اطراف گھومنے والا الکٹران

فرض کیجئے کہ Z جوہر کا جوہری عدد ہو، پھر +Ze مرکزہ کا بار ہے۔ فرض کیجئے کہ e− الکٹران کا بار ہے۔ کولوم کے کلیہ کی مدد سے، مرکزہ اور الکٹران کے درمیان موجود قوت جاذبہ یہ ہے۔

$$\vec{F}_{coloumb} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(+Ze)(-e)}{r_n^2}\hat{r}$$

$$= -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r_n^2}\hat{r}$$

یہ قوت مطلوبہ مرکز مائل قوت فراہم کرتی ہے۔

$$\vec{F}_{centripetal} = \frac{m\upsilon_n^2}{r_n}\hat{r}$$

جہاں m اس الکٹران کی کمیت ہے جو ایک دائری مدار میں υ_n سمتی رفتار کے ساتھ حرکت کرتا ہے۔

$$\left|\vec{F}_{coloumb}\right| = \left|\vec{F}_{centripetal}\right|$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r_n^2} = \frac{m\upsilon_n^2}{r_n}$$

m کے ساتھ ضرب اور تقسیم کرنے پر

$$r_n = \frac{4\pi\varepsilon_0(m\upsilon_n r_n)^2}{Zme^2} \qquad (9.15)$$

Bohr کے مفروضے کی مدد سے زاویائی معیار حرکت کی کوانٹم سازشرط (quantization condition) یہ ہے۔

$$m\upsilon_n r_n = l_n = n\hbar,$$

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:54 AM

$$\therefore r_n = \frac{4\pi\varepsilon_0 (m\upsilon_n r_n)^2}{Zme^2}$$

$$r_n = \frac{4\pi\varepsilon_0 (n\hbar)^2}{Zme^2} = \frac{4\pi\varepsilon_0 n^2\hbar^2}{Zme^2}$$

$$r_n = \left(\frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi me^2}\right)\frac{n^2}{Z} \qquad \left(\because \hbar = \frac{h}{2\pi}\right) \quad (9.16)$$

جہاں $n \in \mathbb{N}$ ہے، چونکہ ε_0 ، h ، e اور π مستقلات ہیں۔
چنانچہ مدار کا نصف قطر اس طرح بن جاتا ہے۔

$$r_n = a_0 \frac{n^2}{Z}$$

جہاں $a_0 = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi me^2} = 0.529\ \text{Å}.$ ہے۔

اسے Bohr کا نصف قطر کیا جاتا ہے۔ جو ہائیڈروجن کے جوہر کے مدار کا سب سے چھوٹا نصف قطر ہے۔Bohr کے نصف قطر کو لمبائی کی اکائی کے طور پر بھی استعمال کیا جاتا ہے، جسے Bohr کہتے ہیں۔
1 Bohr = 0.53 A° ہے۔ ہائیڈروجن کے جوہر کے لئے (Z=1)، n ویں مدار کا نصف قطر

$$r_n = a_0 n^2$$

n=1 کے لئے (پہلے مدار یا ارضی حالت (ground state

$$r_1 = a_0 = 0.529\ \text{Å}$$

n=2 کے لئے (دوسری مدار یا پہلی مشتعل حالت
(First excited state)

$$r_2 = 4a_0 = 2.116\ \text{Å}$$

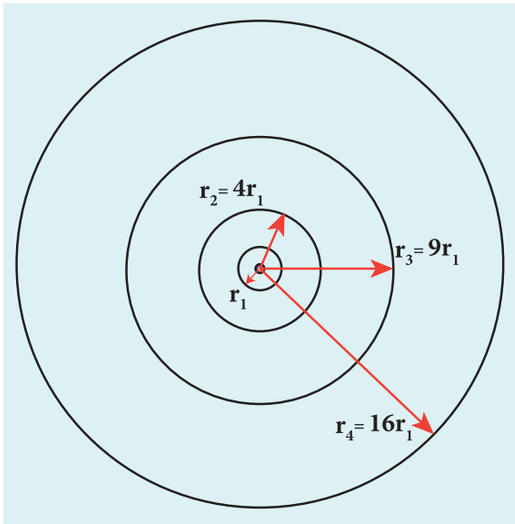
n=3 کے لئے (تیسری مدار یا دوسری مشتعل حالت
(Second excited state)

$$r_3 = 9a_0 = 4.761\ \text{Å}$$

اور اسی طرح سلسلہ جاری رہتا ہے۔

لہذا مرکز سے مدار تک کا نصف قطر n کے ساتھ بڑھتا رہتا ہے یعنی $rn \propto n^2$ ہے۔جیسا کہ خاکہ 9.18 میں بتایا گیا ہے۔
اس کے علاوہ بور کی زاویائی معیار حرکت کی کوانٹم ساز شرط اس طرح آگے بڑھتی ہے۔

$$\frac{m\upsilon_n a_0 n^2}{Z} = n\frac{h}{2\pi} \quad \left[\because r_n = a_0\frac{n^2}{Z}\right]$$

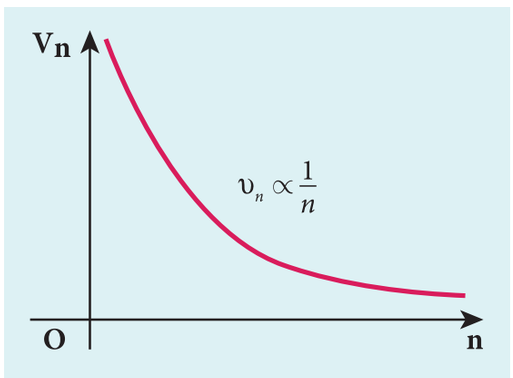


خاکہ 9.18۔ پرنسپل کوانٹم عدد کے ساتھ مدار کے نصف قطر کا تغیر

$$\upsilon_n = \frac{h}{2\pi m a_0}\frac{Z}{n}$$

$$\upsilon_n \propto \frac{1}{n}$$ جوہری طبیعیات میں

نوٹ کیجئے کہ پرنسپل کوانٹم عدد (مداری عدد (orbit number کے بڑھنے سے الکٹران کی سمتی رفتار گھٹتی ہے، جیسا کہ خاکہ 9.19 میں بتایا گیا ہے۔ حاصل ہونے والی یہ منحنی مستطیلی hyperbola ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ ارضی حالت میں الکٹران کی سمتی رفتار، حالتوں کے مقابلے میں زیادہ ہوتی ہے۔



خاکہ 9.19 پرنسپل کوانٹم عدد کے ساتھ مدار میں
الکٹران کی سمتی رفتار کا تغیر

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:55 AM

n ویں مدار میں ایک الکٹران کی توانائی

چونکہ برق سکونی قوت ایک بقائی قوت ہے، n واں مدار کے لئے توانائی بالقواہ یہ ہے۔

$$U_n = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(+Ze)(-e)}{r_n} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r_n}$$

$$= -\frac{1}{4\varepsilon_0^2}\frac{Z^2me^4}{h^2n^2} \quad \left(\because r_n = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi me^2}\frac{n^2}{Z}\right)$$

n واں مدار میں الکٹران کی توانائی بالفعل یہ ہے۔

$$KE_n = \frac{1}{2}m\upsilon_n^2 = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^2}\frac{Z^2}{n^2}$$

اس سے پتہ چلتا ہے کہ $U_n = -2\,KE_n$ ہے۔ n ویں مدار میں الکٹران کی کل توانائی یہ ہے۔

$$E_n = KE_n + U_n = KE_n - 2KE_n = -KE_n$$

$$E_n = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^2}\frac{Z^2}{n^2}$$

ہائیڈروجن کے جوہر کے لئے (Z=1)

$$E_n = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^2}\frac{1}{n^2}\ \text{joule} \qquad (9.17)$$

جہاں n پرنسپل کوانٹم عدد ہے۔ مساوات 9.17 میں موجود منفی علامت یہ بتاتی ہے کہ الکٹران مرکزہ سے جڑا ہوا ہے۔

اس مساوات میں ایک الکٹران کی کمیت اور بار (e اور m)، آزاد خلاء کی نفوذ پذیری (Permittivity of Free Space) ε_0 اور Planck کی مستقلہ h کی قیمتوں کو حل کرنے پر اور توانائی کو الکٹران کے لحاظ سے ظاہر کرنے پر ((+eV))، ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$E_n = -13.6\frac{1}{n^2}\,eV$$

پہلے مدار (ارضی حالت) کے لئے الکٹران کی کل توانائی یہ ہے۔

$$E_1 = -13.6\ eV$$

دوسرے مدار (پہلی مشتعل حالت) کے لئے الکٹران کی کل توانائی یہ ہے۔ $E_1 = -3.4\ eV$

تیسرے مدار (دوسری مشتعل حالت) کے لئے الکٹران کی کل توانائی یہ ہے۔ $E_2 = -1.5\ eV$

اور اسی طرح یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔

نوٹ کیجئے کہ پہلی مشتعل حالت کی توانائی ارضی حالت کی توانائی سے زیادہ ہوتی ہے، دوسری مشتعل حالت کی توانائی پہلی مشتعل حالت سے زیادہ ہوتی ہے اور اسی طرح ہوتا رہتا ہے۔ لہذا، مرکزہ کے قریب ترین مدار (r_1) میں دیگر مداروں کے مقابلے میں سب سے کم توانائی پائی جاتی ہے۔ اس لئے اسے اکثر و بیشتر ارضی حالت کی توانائی (کم ترین توانائی کی حالت) کہا جاتا ہے۔ ہائیڈروجن کی ارضی حالت کی توانائی ($-13.6\ eV$) کو Rydberg کہلانے والی توانائی کی ایک اکائی کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

$$(1\ \text{Rydberg} = -13.6\,eV)$$

اس توانائی کی منفی قیمت کی وجہ توانائی بالفعل کے صفر کی تعریف کی طرح ہوتی ہے۔ جب الکٹران کو مرکزہ سے انتہائی دوری (بہت دور) پر لے جایا جاتا ہے، تو دونوں اصطلاحات توانائی بالقواہ اور توانائی بالفعل زائل ہو جاتی ہیں اور لہذا کل توانائی بھی زائل ہو جاتی ہے۔

خاکہ 9.20 میں n کی بڑھتی ہوئی قیمتوں کے مداروں کی شکل کے ساتھ توانائی کی سطح کا نقشہ پیش کیا گیا ہے۔

خاکہ یہ بتاتا ہے کہ جب پرنسپل کوانٹم عدد n، اعلیٰ قیمتیں اختیار کرتا ہے تو پر جوش حالتوں کی توانائیاں قریب سے قریب تر ہوتی چلی جاتی ہیں۔

مثال 9.3

بتائیے کہ روشنی کی رفتار C کے ساتھ Bohr کے پہلے مدار میں ایک الکٹران کی سمتی رفتار کی نسبت ایک بے ابعاد عدد ہے۔

(b) ہائیڈروجن کے جوہر کے لئے Bohr کے جوہری نمونے میں ارضی حالت، پہلی مشتعل حالت اور دوسری مشتعل حالت میں الکٹرانوں کی سمتی رفتار کا محاسبہ کیجئے۔

حل:

(a) n ویں مدار میں ایک الکٹران کی سمتی رفتار یہ ہے۔

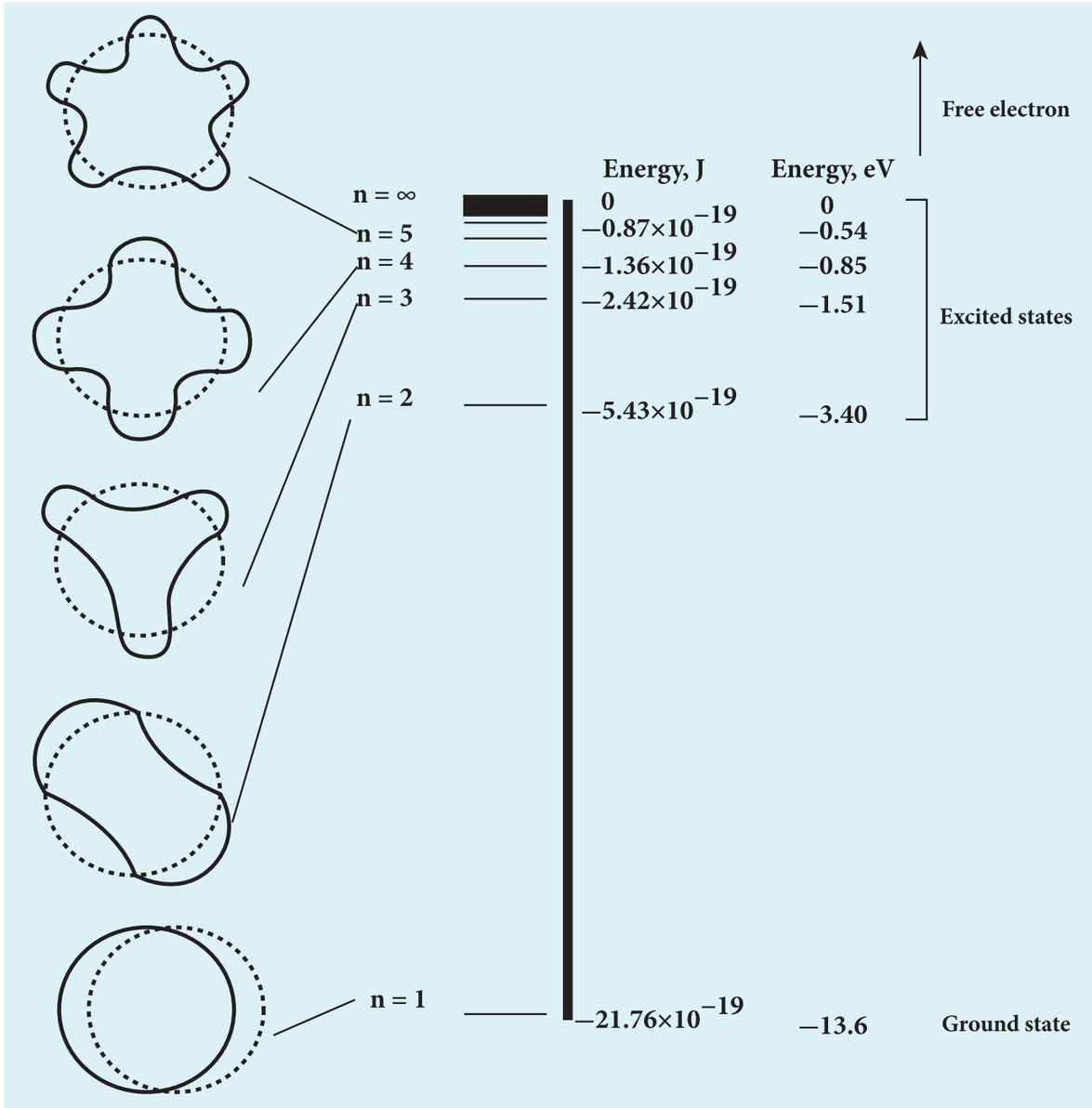
$$\upsilon_n = \frac{h}{2\pi ma_0}\frac{Z}{n}$$

جہاں

$a_0 = \dfrac{\varepsilon_0 h^2}{\pi me^2} =$ بور کا نصف قطر ہے۔

Vn میں a° کی قیمت کو حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:55 AM



خاکہ 9.20 ہائیڈروجن کے ایک جوہر کی توانائی کی سطحیں

$$\upsilon_n = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 h}\frac{Z}{n} = c\left(\frac{e^2}{2\varepsilon_0 hc}\right)\frac{Z}{n} = \frac{\alpha c Z}{n}$$

جہاں c خلاء یا آزاد خلاء میں روشنی کی رفتار اور اس کی قیمت $c = 3\times10^8\ \text{ms}^{-1}$ ہے۔ اور α بہترین ساختی مستقلہ (Fine structure constant) کہلاتی ہے۔

ہائیڈروجن کے ایک جوہر کے لئے، Z=1 ہے اور پہلے مدار کے لئے n=1 ہے، تو پھر خلاء یا آزد خلاء میں روشنی کی رفتار کے ساتھ، پہلے مدار میں الکٹران کی سمتی رفتار کی نسبت یہ ہے۔

$$\alpha = \frac{(1.6\times10^{-19}\text{C})^2}{2\times(8.854\times10^{-12}\text{C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2})} \times \frac{1}{(6.6\times10^{-34}\text{Nms})\times(3\times10^8\text{ms}^{-1})}$$

$$\frac{\upsilon_1}{c} = \alpha = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 hc}$$

$$\approx \frac{1}{136.9} = \frac{1}{137}$$

جو کہ ایک بے ابعادی عدد ہے۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:56 AM

$$\Rightarrow \alpha = \frac{1}{137}$$

(b) بہترین ساختی مستقلہ کی مدد سے الکٹران کی سمتی رفتار کو یوں لکھا جا سکتا ہے۔

$$\upsilon_n = \frac{\alpha c Z}{n}$$

ہائیڈروجن کے جوہر کے لئے (Z=1)، n واں مدار میں الکٹران کی سمتی رفتار یہ ہے۔

$$\upsilon_n = \frac{c}{137}\frac{1}{n} = (2.19\times10^6)\frac{1}{n}\ \text{ms}^{-1}$$

پہلے مدار (ارضی حالت) کے لئے، الکٹران کی سمتی رفتار یہ ہے۔

$$\upsilon_1 = 2.19\times10^6\,\text{ms}^{-1}$$

دوسرے مدار (پہلی پرجوش حالت) کے لئے الکٹران کی سمتی رفتار یہ ہے۔

$$\upsilon_2 = 1.095\times10^6\,\text{ms}^{-1}$$

تیسرے مدار (دوسری پرجوش حالت) کے لئے الکٹران کی سمتی رفتار یہ ہے۔

$$\upsilon_3 = 0.73\times10^6\,\text{ms}^{-1}$$

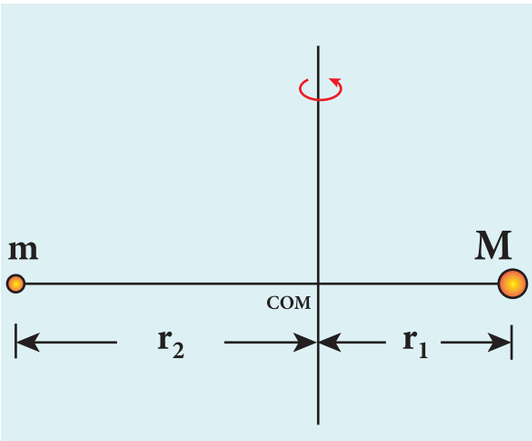
یہاں پر $\upsilon_1 > \upsilon_2 > \upsilon_3$

مثال 9.4

Bohr کا جوہری نمونہ اس دعوے کے ساتھ اخذ کیا جاتا ہے کہ جوہر کا مرکزہ ساکن ہوتا ہے اور صرف الکٹران ہی مرکزہ کے اطراف چکر لگاتے ہیں۔ اگر بالفرض مرکزہ بھی حرکت میں ہوتا تو اس نئے نظام کی توانائی کا محاسبہ کیجئے۔

حل:

فرض کیجئے کہ الکٹران کی کمیت m ہے اور مرکزہ کی کمیت M ہے چونکہ اس نظام پر کوئی بیرونی قوت عمل نہیں کرتی، ہائیڈروجن کے جوہر کا کمیتی مرکز حالت سکون پر قائم رہتا ہے۔ لہذا دونوں مرکزہ اور الکٹران کمیتی مرکز کے تحت حرکت کرتے ہیں جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔



فرض کیجئے کہ مرکزائی حرکت کی سمتی رفتار V ہے اور الکٹرانی حرکت کی سمتی رفتار v ہے۔ چونکہ اس نظام کی کل خطی معیار حرکت صفر ہوتی ہے۔

$$-m\upsilon + M\upsilon = 0 \text{ or}$$

$$MV = m\upsilon = p$$

$$\vec{p}_e + \vec{p}_n = \vec{0} \text{ or}$$

$$|\vec{p}_e| = |\vec{p}_n| = p$$

لہذا اس نظام کی توانائی بالفعل یہ ہے۔

$$KE = \frac{p_n^2}{2M} + \frac{p_e^2}{2m} = \frac{p^2}{2}\left(\frac{1}{M} + \frac{1}{m}\right)$$

یہاں پر کمیت میں کمی $\frac{1}{M} + \frac{1}{m} = \frac{1}{\mu_m}$

$$\mu_m = \frac{mM}{M+m}$$

لہذا اس نظام کی توانائی بالفعل اب یہ ہوگی۔

$$KE = \frac{p^2}{2\mu_m}$$

چونکہ اس نظام کی توانائی بالقواہ مساوی ہوتی ہے، ہائیڈروجن کی کل توانائی کا اظہار، کمیت کے بدلے میں مختص کی گئی کمیت سے کیا جاتا ہے جو یہ ہے۔

$$E_n = -\frac{\mu_m e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\frac{1}{n^2}$$

چونکہ الکٹران کے مقابلے میں مرکزہ بہت زیادہ وزنی ہوتا ہے۔ مختص کی گئی کمیت تقریباً الکٹران کی کمیت کے برابر ہوتی ہے۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:56 AM

نوٹ

1931 میں H.C. Urey اوران کے ساتھ کام کرنے والوں نے یہ مشاہدہ کیا کہ ہائیڈروجن کے طیفی خطوط کے چھوٹے موجی طول والے حصہ میں چند ہلکے خطوط دکھائی دیتے ہیں۔ہم جا کے ہٹاؤ والے اثر (isotope shift) سے، ایک ہی عنصر کے ہم جا، تھوڑے سے فرق والے مختلف طیفی خطوط پیدا کر سکتے ہیں۔ ان دھیمے خطوط کی موجودگی ، ہائیڈروجن کے جوہر کے ہم جاؤں کے وجود ثبوت پیش کرتی ہے۔

(جسے Deutrium کا نام دیا گیا ہے۔)

روشن طیفی خطوط اور دھیمے طیفی خطوط کے درمیانی موجی طول یا موجی عدد کے فرق کا محاسبہ کرنے پر پتہ چلتا ہے کہ Deutrium کی جوہری کمیت ، ہائیڈروجن کے جوہر کی جوہری کمیت سے دوگنی ہوتی ہے۔Bohr کا جوہری نمونہ ہم جا کے اس ہٹاؤ کی وضاحت نہیں کر سکا۔ لہٰذا Bohr کے جوہری نمونے میں، مرکزائی حرکت (حالانکہ مرکزہ کی حرکت بہت چھوٹی ہوتی ہے) کا لحاظ کرتے ہوئے ،نظریاتی طور پر، ہائیڈروجن کے جوہر اور Deutrium سے پیدا ہونے والے خطوط کے درمیان موجی عدد یا موجی طول کے فرق کا محاسبہ کیا جاتا ہے۔ یہ قیمتیں طیف پیما (Spectroscope) کے ذریعہ پیمائش کی گئی قیمتوں کے عین مطابق ہوتے ہیں۔

ہائیڈروجن کے جوہر اور Deutrium کا درمیانی فرق نیوٹران کی تعداد میں ہوتا ہے۔ ہائیڈروجن کے جوہر میں ایک الکٹران اور ایک پروٹان ہوتا ہے جب کہ ڈیوٹریم میں ایک الکٹران، ایک پروٹان اور ایک نیوٹران موجود ہوتا ہے۔

اشتعالی توانائی اور اشتعالی قواہ
(Excitation Energy and Excitation Potential)

ایک الکٹران کو ادنی توانائی کی حالت سے کسی بھی اعلیٰ درجہ کی توانائی کی حالت تک پرجوش بنانے کے لئے درکار توانائی اشتعالی توانائی کہلاتی ہے۔

ایک الکٹران کے لئے ارضی حالت (n=1) سے پہلی اشتعالی حالت ((n=2 تک کی اشتعالی توانائی کہلاتی ہے۔

ہائیڈروجن کے جوہر کے لئے، یہ اس طرح سے ہے

$$E_I = E_2 - E_1 = -3.4\ eV - (-13.6\ eV) = 10.2\ eV$$

اس طرح ایک الکٹران کے لئے ارضی حالت (n=1) سے دوسری اشتعالی حالت (n=3) تک کی اشتعالی توانائی دوسری اشتعالی توانائی کہلاتی ہے جو یہ ہے۔

$$E_{II} = E_3 - E_1 = -1.51\ eV - (-13.6\ eV) = 12.1\ eV$$

اور اسی طرح یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔

اشتعالی قواہ کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ فی اکائی بار اشتعالی توانائی ہے۔

ہائیڈروجن کے جوہر کے لئے پہلی اشتعالی قواہ یہ ہے۔

ہائیڈروجن کے جوہر کے لئے ارضی حالت کی رواں ساز توانائی یہ ہے

$$E_I = eV_I \Rightarrow V_I = \frac{1}{e}E_I = 10.2\ \text{volt}$$

دوسری اشتعالی قواہ یہ ہے۔

$$E_{II} = eV_{II} \Rightarrow V_{II} = \frac{1}{e}E_{II} = 12.1\ \text{volt}$$

اور اسی طرح یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔

رواں سازی کی توانائی اور رواں سازی کی قواہ
(Ionization Energy and Ionization Potential)

ایک جوہر اس وقت رواں ساز کہلاتا ہے جب اس میں سے ایک الکٹران کو مکمل طور پر نکال لیا جاتا ہے۔یعنی وہ $E_{n\to\infty}$ کی توانائی کے ساتھ ایک نئی حالت پر پہنچ جاتا ہے۔ارضی حالت میں ایک جوہر سے ایک الکٹران کو نکالنے کے لئے درکار کم از کم توانائی بندشی توانائی (binding energy) یا رواں ساز توانائی کہلاتی ہے۔

ہائیڈروجن کے جوہر کے لئے ارضی حالت کی رواں ساز توانائی یہ ہے

$$E_{\text{ionizaation}} = E_\infty - E_1 = 0 - (-13.6eV)$$
$$= 13.6eV$$

جب ایک الکٹران ایک جوہر کی n ویں حالت میں ہوتا ہے تو اس حالت سے اس الکٹران کو نکالنے کے لئے درکار توانائی یعنی اس کی متعلقہ رواں ساز توانائی یہ ہے۔

$$E_{\text{ionization}} = E_\infty - E_n = 0 - \left(-\frac{13.6}{n^2}Z^2\ eV\right)$$
$$= \frac{13.6}{n^2}Z^2\ eV$$

عام کمرے کی تپش پر ہائیڈروجن کے ایک جوہر میں موجود

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:57 AM

Table 9.1 جدول 9.1 :

طبیعی مقدار	ارضی حالت	پہلی مشتعل حالت	دوسری مشتعل حالت
نصف قطر Radius ($r_n \propto n^2$)	0.529 Å	2.116 Å	4.761 Å
سمتی رفتار Velocity ($v_n \propto n^{-1}$)	$2.19 \times 10^6\ m\,s^{-1}$	$1.095 \times 10^6\ m\,s^{-1}$	$0.73 \times 10^6\ m\,s^{-1}$
کل توانائی Total Energy ($E_n \propto n^{-2}$)	−13.6 *eV*	−3.4 *eV*	−1.51 *eV*

الکٹران (Z=1) اس کا اکثر وقت ارضی حالت ہی میں گذارتا ہے۔ ایک جوہر کی ارضی حالت سے ایک الکٹران کو نکالنے کے لئے درکار توانائی کی مقدار ($n \to \infty$ کے لئے E=0) ہے۔ پہلی رواں ساز توانائی کہلاتی ہے (13.6 *eV*) پھر ہائیڈروجن کا جوہر رواں ساز حالت میں ہوجاتا ہے یعنی وہ ہائیڈروجن کا ایک رواں بن جاتا ہے جسے H^+ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اگر ہم رواں ساز توانائی سے بھی زیادہ توانائی پہنچاتے ہیں تو وہ زائد توانائی آزاد الکٹران کی توانائی بالفعل کے طور پر ظاہر ہونے لگتی ہے۔

رواں ساز قواہ کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ وہ فی اکائی بار رواں سازی کی توانائی ہے۔

$$V_{\text{ionization}} = \frac{1}{e} E_{\text{ionization}} = \frac{13.6}{n^2} Z^2\ V$$

لہذا، ہائیڈروجن کے ایک جوہر (Z=1) کے لئے رواں سازی کی قواہ یہ ہے۔ $V = \frac{13.6}{n^2}$ وولٹ volt

جدول 9.1 میں، ارضی حالت، پہلی مشتعل حالت اور دوسری مشتعل حالت میں موجود، نصف قطر، سمتی رفتار اور کل توانائی کی جدول بندی کی گئی ہے۔

مثال 9.5

فرض کیجئے کہ ہائیڈروجن۔نما ایک جوہر میں ایک الکٹران کی توانائی کچھ اس طرح ہے۔ $E_n = -\frac{54.4}{n^2}\ eV$

جس میں $n \in \mathbb{N}$ ہے۔ مندرجۂ ذیل کا محاسبہ کیجئے

(a) اس جوہر کے لئے توانائی کی سطحوں کا خاکہ کھینچئے اور اس کا جوہری عدد معلوم کیجئے۔

(b) اگر وہ جوہر ارضی حالت میں ہے تو اس کی پہلی اشتعالی قواہ معلوم کیجئے اور اس کی رواں ساز قواہ بھی معلوم کیجئے۔

(c) 42 *eV* توانائی والے ایک فوٹان کو 56 *eV* توانائی والے ایک اور فوٹان کو اس جوہر کے ساتھ ٹکرایا جائے تو کیا وہ جوہر ان فوٹانوں کو جذب کرے گا؟

(d) اس کے Bohr کے پہلے مدار کا نصف قطر معلوم کیجئے۔

(e) ارضی حالت میں الکٹران کی توانائی بالفعل اور توانائی بالقواہ کا محاسبہ کیجئے۔

حل:

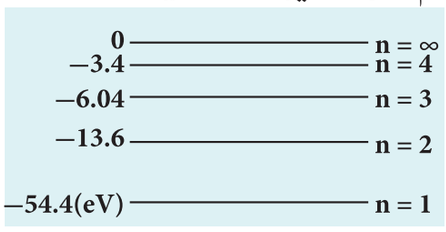
(a) دیا گیا ہے $E_n = -\frac{54.4}{n^2}\ eV$

$n=1$ کے لئے ارضی حالت کی توانائی $E_1 = -54.4\ eV$ ہے

اور $n=2$ کے لئے ارضی حالت کی توانائی $E_2 = -13.6\ eV$

اسی طرح $E_3 = -6.04\ eV$ ہے، $E_4 = -3.4\ eV$ اور یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔

پرنسپل کوانٹم عدد کی بڑی قیمت کے لئے ۔یعنی $n = \infty$, ہوتی ہے۔ ہم حاصل کرتے ہیں۔ $E_\infty = 0\ eV$



(b) ہائیڈروجن نما ایک جوہر کے لئے، ارضی حالت یہ ہے۔

$$E_1 = -\frac{13.6}{n^2} Z^2\ eV$$

جہاں Z جوہری عدد ہے۔ لہذا دی گئی توانائی کے ساتھ اس توانائی کا موازنہ کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$-13.6\ Z^2 = -54.4 \Rightarrow Z = \pm 2.\ S$$

چونکہ جوہری عدد ایک منفی عدد نہیں ہوسکتا، Z=2 ہے۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:57 AM

پہلی اشتعالی توانائی یہ ہے۔

$$E_I = E_2 - E_1 = -13.6eV - (-54.4eV)$$
$$= 40.8eV$$

لہذا پہلی اشتعالی قواہ یہ ہے۔

$$V_I = \frac{1}{e}E_I = \frac{(40.8eV)}{e}$$
$$= 40.8\,\text{volt}$$

لہذا پہلی رواں سازتوانائی یہ ہے۔

$$E_{\text{ionization}} = E_\infty - E_1 = 0 - (-54.4eV)$$
$$= 54.4eV$$

لہذا رواں سازقواہی توانائی یہ ہے۔

$$V_{\text{ionization}} = \frac{1}{e}E_{\text{ionization}} = \frac{(54.4eV)}{e}$$
$$= 54.4\,\text{volt}$$

(c) فرض کیجئے کہ دو فوٹان A اور B میں Bohr مفروضے کی مدد سے اگر سطحوں کی توانائی کا فرق، فوٹان سے جذب کی جانے والی توانائی کے برابر ہوتا ہے تو پھر جوہر توانائی جذب کرے گا ورنہ نہیں۔

$$E_2 - E_1 = -13.6eV - (-54.4eV)$$
$$= 40.8eV \approx 41eV$$

اسی طرح

$$E_3 - E_1 = -6.04eV - (-54.4eV)$$
$$= 48.36eV$$

$$E_4 - E_1 = -3.4eV - (-54.4eV)$$
$$= 51eV$$

$$E_3 - E_2 = -6.04eV - (-13.6eV)$$
$$= 7\ 56eV$$

اور یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔

مگر نوٹ کیجئے کہ $E_2 - E_1 \neq 42\ eV, E_3 - E_1 \neq 42\ eV,$ $E_4 - E_1 \neq 42\ eV$ اور $E_3 - E_2 \neq 42\ eV.$ ہے۔

تمام ممکنات کے لئے توانائی کا کوئی بھی فرق فوٹانی توانائی کا احصائی حاصل ضرب نہیں ہے۔ لہذا، فوٹان A اس جوہر سے جذب نہیں ہوگا مگر فوٹان B کے لئے $E_4 - E_1 = 51\ eV$ ہے، جس کا مطلب یہ ہوا کہ فوٹان B اس جوہر کے ذریعہ جذب کیا جاسکتا ہے۔

(d) بور کی مدار کا نصف قطر یہ ہے۔ $r_n = \frac{a_0 \times n^2}{z}$

کے لئے $z = 2 \quad n=1$

$$r_1 = \frac{a_0}{2}$$
$$= \frac{0.529}{2}$$
$$= 0.265\ \text{Å}$$

(e) چونکہ کل توانائی Bohr کے جوہری نمونے میں توانائی بالفعل کے منفی کے برابر ہوتی ہے۔ ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$KE_n = -E_n = -\left(-\frac{54.4}{n^2}eV\right)$$
$$= \frac{54.4}{n^2}eV$$

چونکہ توانائی بالقواہ، دوگنی توانائی بالفعل کی منفی ہوتی ہے۔

$$U_n = -2KE_n = -2\left(\frac{54.4}{n^2}eV\right)$$
$$= -\frac{108.8}{n^2}eV$$

ایک ارضی حالت کے لئے، n=1 استعمال کیجئے۔

توانائی بالفعل یہ ہے $KE_1 = 54.4\ eV$ اور

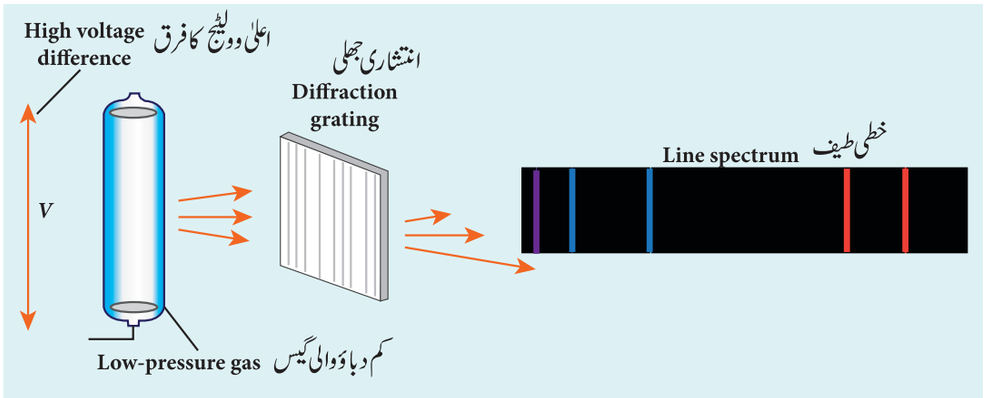
توانائی بالقواہ یہ ہے۔ $U_1 = -108.8\ eV$

9.3.4 جوہری طیف (Atomic Spectra)

گرم کئے جانے پر، ٹھوس، مائع اور گیسی حالتوں میں موجود اشیاء برق مقناطیسی شعاعیں خارج کرتی ہیں اور خارج شدہ شعاعیں عام طور پر مسلسل طیف کا اظہار کرتی ہیں۔ مثال کے طور پر جب ایک طیف پیما (Spectometer) کے ذریعہ سفید روشنی کا معائنہ کیا جاتا ہے تو تمام موجی طولوں والی برق مقناطیسی شعاعوں کا مشاہدہ ہوتا ہے جو کہ ایک مسلسل طیف ہے۔

بیسویں صدی کے شروع میں، سائنسدانوں نے ایک شعلہ یا برقی غیر بار برداری سے روشن کئے جانے والے انفرادی عناصر کے جوہروں سے خارج ہونے والی شعاعوں کی خصوصیات کے سمجھنے میں اچھا خاصا وقت صرف کیا تھا۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:58 AM



خاکہ 9.21 ایک جوہر کی طیف

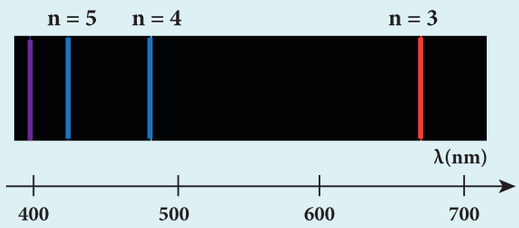
جب ان کی فوٹو گرافی کی جاتی ہے یا ان کا مشاہدہ کیا گیا تو ایک مسلسل طیف کے بجائے، ان میں ہر ایک کی ایک مخصوص موجی طول کے ساتھ، ان شعاعوں میں مقررہ خطوط کی ایک سیٹ دیکھی گئی۔ بالفاظ دیگر شعاعوں کی حاصل شدہ موجی طولیں بہت ہی متعین ہوتی ہیں اور ان کے مقامات اور ان کی شدتیں اس عنصر کی خصوصیات ہوتی ہیں جیسا کہ خاکہ 9.21 میں بتایا گیا ہے۔

اس سے پتہ چلتا ہے کہ یہ طیفیں ہر عنصر کے لئے منفرد ہوا کرتی ہیں اور (جس طرح انسان کی شناخت کے لئے Finger Prints کا استعمال کیا جاتا ہے) ان طیفوں کو گیس کے عنصر کی شناخت کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ عناصر کی خطی طیفوں کی یہ انفرادیت سائنسدانوں کو سورج اور ستاروں کی ترکیب کا تعین کرنے کے علاوہ اور نا معلوم مرکبات کی شناخت کرنے میں بھی بہت مدد کی۔

ہائیڈروجن کی طیف: (Hydrogen Spectrum)

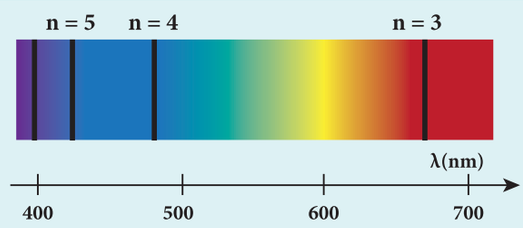
جب ایک نالی میں موجود ہائیڈروجن گیس گرم کی جاتی ہے تو وہ، ہائیڈروجن اخراجی طیف کہلانے والی چند باریک متعین خصوصیت والے موجی طول (خطی طیف) کی برق مقناطیسی شعاعیں خارج کرتی ہے (ملاحظہ ہو۔ طبیعیات۔ بارھویں جماعت۔ جلد 1۔ اکائی 5) خاکہ 9.22(a) میں ہائیڈروجن کی اخراجی طیف بتائی گئی ہے۔

جب کوئی گیس گرم کی جاتی ہے تو الکٹرانوں کو پرجوش بنانے کے لئے حرارتی توانائی بھیجی جاتی ہے۔ اسی طرح جوہروں پر مختلف قسم کی روشنی پڑنے پر بھی الکٹران پرجوش بن سکتے ہیں۔ Bohr کے مفروضے (c) کے مطابق، جب وہ الکٹران مطلوبہ توانائی حاصل کر لیتے ہیں تو وہ مخصوص موجی طول (یا تعدد) کی توانائی کو جذب کر کے ایک ساکن حالت (اصلی حالت) سے ان موجی طولوں (یا تعدادت) کے ساتھ دوسری حالت میں چھلانگ لگاتے ہیں۔ وہ رنگ جو جذب نہیں کئے گئے ہیں، انجذابی طیف میں سیاہ خطوط کے طور پر نظر آتے ہیں جیسا کہ خاکہ 9.22(b) میں بتایا گیا ہے۔



(a) Emission spectrum of hydrogen (in wavelength)

(a) (موجی طول میں) ہائیڈروجن کی اخراجی طیف



(b) Absorption spectrum of hydrogen (in wavelength)

(b) (موجی طول میں) ہائیڈروجن کی انجذابی طیف

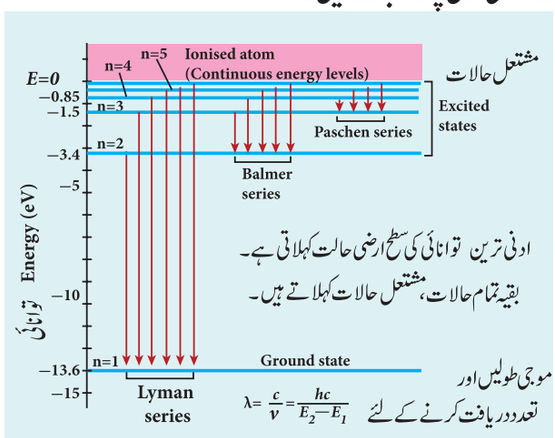
خاکہ 9.22 ہائیڈروجن کی طیف

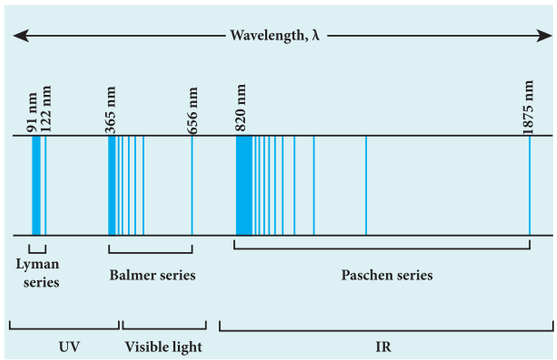
(a) اخراجی (b) انجذابی

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:58 AM

چونکہ مشتعل حالات میں الکٹرانوں کا وجود بہت ہی مختصر ہوتا ہے، وہ الکٹران وقت کے ایک بہت ہی مختصر وقفے (تقریباً 10^{-8} s) میں، جذب شدہ رنگوں کی متعلقہ موجی طول (یا تعدد) کے برابر شعاعیں خارج کرتے ہوئے، واپس ارضی حالت پر پہنچ جاتے ہیں۔ (خاکہ 9.22(a))۔ اسے اخراجی طیف پیمائی (emission spectroscopy) کہتے ہیں۔

ان خطوط کی موجی طولیں بڑی باقاعدگی (Precision) کے ساتھ معلوم کی سکتی ہیں۔اس کے علاوہ اخراج شدہ شعاعوں میں نظر آنے والی طیف میں موجود موجی طولوں سے کم اور زیادہ دونوں قسم کے موجی طول پائے جاتے ہیں۔





خاکہ 9.23 : طیفی خطوط
Lymann , Balmar اور Paschen کا سلسلہ

نوٹ کیجئے کہ خاکہ 9.23 میں بتائے گئے طریقے کے مطابق ہائیڈروجن کے طیفی خطوط علاحدہ سلسلہ میں گروپ بند کئے گئے ہیں۔ ہر سلسلہ میں ایک دوسرے موجی طولوں کا درمیانی جدائی کا فاصلہ اعلیٰ موجی طول سے ادنیٰ موجی طول کی طرف گھٹ جاتا ہے اور ہر سلسلہ میں موجی طول سلسلہ کی حد (Series Limit) کہلانے والی ایک حدی قیمت کی طرف آگے بڑھتا ہے۔ یہ سلسلے Lymann کا سلسلہ Balmer کا سلسلہ Paschen کا سلسلہ، Brackett کا سلسلہ Pfund کا سلسلہ وغیرہ ناموں سے نامزد ہیں۔ان طیفی خطوط کی موجی طولیں، Bohr کے جوہری نمونے سے اخذ کی گئی مساوات کی مدد سے محاسبہ کی جانے والی موجی طولوں کے عین مطابق ہوتی ہیں۔

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) = \bar{\nu} \qquad (9.18)$$

جہاں $\bar{\nu}$ موجی عدد کہلاتا ہے جو موجی طول کا معکوس ہوتا ہے، R، Rydberg کی مستقلہ کہلاتی ہے، جس کی قیمت $1.09737 \times 10^7\ m^{-1}$ ہے۔ m اور n مثبت سالمی اعداد (Positive Integers) ہیں اس طرح کہ $m > n$ ہوتا ہے۔ مختلف طیفی سلسلے نیچے واضح کئے گئے ہیں۔

(a) Lymann کا سلسلہ

مساوات (9.18) میں n=1 اور m=2,3,4 ..... کے لئے بالابنفشی علاقے میں موجود Lymann سلسلے کے طیفی خطوط کے موجی اعداد یا موجی طول یہ ہیں۔

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

(b) Balmer کا سلسلہ

مساوات (9.18) میں $n=2$ اور $m=3,4,5$ ..... کے لئے نظر آنے والے خطے میں موجود Balmer سلسلے کے طیفی خطوط کے موجی اعداد یا موجی طول یہ ہے۔

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

(c) Paschen کا سلسلہ

مساوات (9.18) میں $n=4$ اور $m=4,5,6$..... کے لئے (IR کے درمیان) بالا سرخ علاقے میں موجود Brackett سلسلے کے طیفی خطوط کا موجی عدد یا موجی طول یہ ہے۔

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

(d) Brackett کا سلسلہ

مساوات (9.18) میں $n=5$ اور $m=5,6,7$..... کے لئے، (IR کے درمیان) بالا سرخ علاقے میں موجود Brackett سلسلے

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:59 AM

کے طیفی خطوط کا موجی عدد یا موجی طول یہ ہے۔

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

(c) Pfund کا سلسلہ :

مساوات (9.18) میں $n=5$ اور $m=6,7,8$ ..... کے لئے، (IR سے بعید) بالاسرخ علاقے میں موجود Pfund سلسلے کے طیفی خطوط کا موجی عدد یا موجی طول یہ ہے۔

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

جدول 9.2 میں مختلف طیفی سلسلوں کی فہرست پیش کی گئی ہے۔

جدول 9.2

n	m	سلسلہ کا نام	علاقہ
1	2,3,4.....	Lyman	Ultraviolet
2	3,4,5.....	Balmer	Visible
3	4,5,6.....	Paschen	Infrared
4	5,6,7.....	Brackett	Infrared
5	6,7,8.....	Pfund	Infrared

Bohr کے جوہری نظریئے کی خامیاں

مندرجۂ ذیل میں Bohr کے جوہری نظریئے کی خامیاں پیش کی گئی ہیں۔

(a) بور کا جوہری نمونہ صرف ہائیڈروجن یا ہائیڈروجن سے ملے جلے جوہروں ہی کے لئے درست ہے، مگر دیگر پیچیدے جوہروں کے لئے نہیں

(b) جب طیفی خطوط کا قریبی معائنہ کیا جاتا ہے تو ہائیڈروجن طیف کے انفرادی خطوط کے اطراف کثیر تعداد کے دھیمی خطوط پائے جاتے ہیں اسے بہترین ساخت (Fine Structure) کہا جاتا ہے۔ بور کا جوہری نمونہ اس کی وضاحت کرنے سے قاصر ہے۔

(c) بور کا جوہری نمونہ، طیفی خطوط میں موجود شدت کی تغیرات کی وضاحت کرنے میں ناکام ہے۔

(d) بور کے جوہری نمونے کی مدد سے مختلف سطحوں میں الکٹرانوں کی تقسیمی کی مکمل وضاحت نہیں ہوسکتی ہے۔

9.4 NUCLEI مرکزے

تعارف:

اس سبق کے پچھلے حصہ میں ہم نے مختلف ابتدائی جوہری نمونے، ردھرفورڈ کے آلفا ذرہ کے انتشار کا تجربہ اور بور کے جوہری نمونہ وغیرہ پر بحث کی تھی۔ یہ تمام، جوہر کی ساخت اور مرکزہ کے بارے میں سمجھنے میں کافی مددگار ثابت ہوئے۔ اس حصے میں مرکزوں کی ساخت اور ان کی خصوصیات اور درجہ بندی پر بحث کی گئی ہے۔

9.4.1 مرکزہ کی ترکیب:

(Composition of Nucleus)

جوہروں میں ایک مرکزہ پایا جاتا ہے، جس کے اطراف الکٹران پائے جاتے ہیں۔ مرکزہ میں نیوٹران اور پروٹان موجود ہوتے ہیں۔ نیوٹران برقی طور پر معادل ہوتے ہیں ($q=0$) اور پروٹان مثبت بار بردار ($q= +e$) ہوتے ہیں جن کی قدر الکٹران کے بار کی قدر ($q= -e$) کے برابر ہوتی ہے۔ مرکزہ میں موجود پروٹانوں کی تعداد جوہری عدد کہلاتی ہے اور اسے Z سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ مرکزہ میں موجود نیوٹران کی تعداد نیوٹران عدد (N) کہلاتا ہے۔ مرکزہ میں موجود نیوٹران اور پروٹانوں کی کل تعداد کمیتی عدد کہلاتی ہے اور اسے A سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ لہذا $A=Z+N$ ہے۔

نیوٹران اور پروٹان کہلانے والے، مرکزہ کے یہ دو اجزاء مجموعی طور پر نیوکلیان (Nucleons) کہلاتے ہیں۔ ایک پروٹان کی کمیت 1.6726×10^{-27} kg ہے، جو ایک الکٹران کی کمیت سے تقریباً 1836 گنا زیادہ ہوتی ہے۔ نیوٹران کی کمیت پروٹان کی کمیت سے کچھ زیادہ ہوتی ہے اور وہ 1.6749×10^{-27} kg کے برابر ہوتی ہے۔

کسی عنصر کے مرکزے کی نشاندہی کرنے کے لئے، ہم اس عام اظہار (عام ترقیم) (general notation) کا استعمال کرتے ہیں۔

$$^{A}_{Z}X$$

جہاں X، اس عنصر کی کیمیائی علامت ہے۔ A اس کا کمیتی عدد ہے اور Z اس کا جوہری عدد ہے۔ مثال کے طور پر نائیٹروجن کے

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:02:59 AM

جوہر کی نمائندگی $^{15}_{7}N$ سے کی جاتی ہے۔اس کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ نائٹروجن کے مرکزے میں 15 نیوکلیان پائے جاتے ہیں جن میں سے 7 پروٹان ہیں۔

(Z = 7) اور 8 نیوٹران ہیں (N = A–Z = 8)

نوٹ کیجئے کہ جب ایک مرتبہ عنصر کی نشاندہی کر دی جاتی ہے تو Z کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے اور زیر تحریر Z کو کبھی کبھی چھوڑ دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر نائٹروجن کے مرکزے کو سادہ طور پر ^{15}N کی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے اور ہم اسے نائٹروجن پندرہ کے طور پر پڑھ سکتے ہیں

چونکہ مرکزہ مثبت بار بردار پروٹان اور برقی طور پر معادل نیوٹرانوں سے بنا ہوتا ہے، مرکزے کا مجموعی بار مثبت ہوتا ہے اور اس کی قیمت $+Ze$ ہوتی ہے۔مگر جوہر برقی طور پر معادل ہی ہوتا ہے جس سے یہ پتہ چلتا ہے کہ ایک جوہر میں موجود الکٹرانوں کی تعداد اس کے مرکزے میں موجود پروٹانوں کی تعداد کے برابر ہوتی ہے۔

9.4.2 ہم جا، ہم بار اور ہم سرایتیں
(Isotopes, Isobars And Isotones)

ہم جا: (Isotopes)

فطرت میں ایک مخصوص عنصر کے جوہروں کے مرکزوں میں مساوی عدد کے پروٹان ہوتے ہیں مگر مختلف عدد کے نیوٹران ہوتے ہیں ۔اس قسم کے جوہر ہم جا (Isotopes) کہلاتے ہیں ۔ بالفاظ دیگر ہم جا، ایک ہی عنصر کے وہ جوہر ہیں جن کا جوہری عدد Z تو مساوی ہوتا ہے مگر کمیتی عدد A مختلف ہوتا ہے۔مثال کے طور پر ہائیڈروجن کے تین ہم جا، پائے جاتے ہیں اور وہ اس طرح نمائندہ کئے جاتے ہیں۔ $^{1}_{1}H$ (ہائیڈروجن)، $^{2}_{1}H$ (ڈیوٹریم) اور $^{3}_{1}H$ ٹریٹیم ۔ نوٹ کیجئے کہ ان تینوں مرکزوں میں صرف ایک پروٹان پایا جاتا ہے۔ ہائیڈروجن میں کوئی نیوٹران نہیں ہے۔ڈیوٹریم میں، 1 نیوٹران اور ٹریٹیم میں 2 نیوٹران پائے جاتے ہیں۔

مخصوص عنصر کے لئے ہم جاؤں کی تعداد، ان کی متعلقہ مقدار (فیصد) ہر عنصر کے لئے مختلف ہوا کرتی ہے۔مثال کے طور پر کاربن کے چار اہم ہم جا پائے جاتے ہیں۔ $^{11}_{6}C$ ، $^{12}_{6}C$ ، $^{13}_{6}C$ اور $^{14}_{6}C$ مگر فطرت میں $^{12}_{6}C$ کی موجودگی تقریباً 98.9% ہے جب کہ $^{13}_{6}C$ کی فیصد 1.1% ہے اور $^{14}_{6}C$ کا وجود صرف 0.0001% ہی پایا جاتا ہے ۔ کاربن کا ایک اور ہم جا $^{11}_{6}C$ تو فطری طور پر موجود ہی نہیں ہے، بلکہ اسے صرف کا سمک شعاعوں کے ذریعہ یا تجربہ گاہ میں مرکزائی تعامل گروں (Nuclear reactors) میں ہی پیدا کیا جا سکتا ہے۔

چونکہ کسی بھی جوہر کی کیمیائی خصوصیات کا تعین الکٹرانوں ہی سے کیا جاتا ہے، کسی بھی عنصر کے ہم جاؤں کی برقیاتی ساخت اور کیمیائی خصوصیات یکساں ہوتی ہیں ۔اسی وجہ سے ایک ہی عنصر کے ہم جاؤں کو دوری جدول میں ایک ہی مقام پر رکھا گیا ہے۔

ہم بار : (Isobars)

ہم بار مختلف عناصر کے وہ جوہر ہیں جن کا کمیتی عدد A مساوی ہوتا ہے مگر جوہری عدد Z مختلف ہوتا ہے بالفاظ دیگر ہم بار مختلف کیمیائی عناصر کے وہ جوہر ہیں جن میں مساوی تعداد کے نیوکلیان پائے جاتے ہیں۔مثال کے طور پر $^{40}_{19}K$ ، $^{40}_{18}Ar$ ، $^{40}_{17}Cl$ ، $^{40}_{16}S$ اور $^{40}_{20}Ca$

یہ تمام ہم بار ہیں جن کا کمیتی عدد 40 ہے۔مگر ان کا جوہری عدد مختلف ہے ۔ ہم جاؤں کے برعکس ، ہم بار کیمیائی طور پر مختلف عناصر ہوتے ہیں۔ان کی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات بھی مختلف ہوا کرتی ہیں۔

ہم سرایتیں (Iso tones)

ہم سرایتیں مختلف عناصر کے وہ جوہر یں ہیں جن میں مساوی تعداد کے نیوٹران پائے جاتے ہیں۔ $^{12}_{5}B$ اور $^{13}_{6}C$ ہم سرایوں کی مثالیں ہیں، جن میں ہر ایک میں 7 نیوٹران پائے جاتے ہیں۔

9.4.3 جوہری اور مرکزائی کمیتیں
(Atomic and nuclear masses)

مرکزہ کی کمیت بہت ہی چھوٹی ہوتی ہے۔ 10^{-25} kg یا اس سے بھی کم) چنانچہ اسے جوہری کمیتی اکائی (u) atomic Mass Unit کہلانے والی ایک اور اکائی سے ظاہر کرنا ہی مناسب ہوتا ہے۔ایک جوہری کمیتی اکائی (u) کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ کاربن کے فطرت میں سب سے زیادہ پائے جانے والے ہم جا $^{12}_{6}C$ کی کمیت کا (1/12) واں حصہ ہے۔

بالفاظ دیگر

$$1\,u = \frac{\text{}^{12}_{6}C \text{ کے جوہر کی کمیت}}{12} = \frac{1.9926\times10^{-26}}{12}$$
$$= 1.660\times10^{-27}\,\text{kg}$$

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:00 AM

اس جوہری کمیتی اکائی کے لحاظ سے نیوٹران کی کمیت
1.008665 u ہے، ایک پروٹان کی کمیت 1.007276 u ہے،
ہائیڈروجن کے جوہر کی کمیت = 1.007825u ہے اور ہم جا کی
کمیت $^{12}_{6}C = 12u$ ہے۔ نوٹ کیجئے کہ عام طور پر ظاہر کی
جانے والی کمیت، جوہر ہی کی کمیت ہوتی ہے نہ کہ مرکزہ کی کمیت، ایک
مخصوص مرکزہ کی مرکزائی کمیت حاصل کرنے کے لئے، متعلقہ جوہری
کمیت سے الکٹرانوں کی کمیت کو تفریق کرنا پڑے گا۔ تجرباتی طور پر
Bainbridge mass Spetrometer (بین بردج کمیتی طیف
پیما) کہلانے والے آلہ کی مدد سے جوہری کمیت کا تعین کیا جاتا ہے۔ اگر
ہم عنصر کی جوہری کمیت کا تعین، ان کے ہم جاؤں کے اثر کا لحاظ کئے بغیر
کرتے ہیں تو ہم ان کی کثرت کی بناء پر ان کے مختلف ہم جاؤں کی
کمیت کی اوسط کمیت حاصل کرتے ہیں۔

مثال 9.6

اگر کلورین کے مختلف ہم جاؤں کے درمیان کسی قسم کی تفریق
نہ کی جائے تو کلورین کی اوسط جوہری کمیت دریافت کیجئے۔

حل:

عنصر کلورین، $^{37}_{17}Cl$ کا 24.23% اور $^{35}_{17}Cl$ کا 75.77%
کا ایک آمیزہ ہے۔ اس لئے اوسط جوہری کمیت یہ ہوگی۔

$$\frac{75.77}{100} \times 34.96885u + \frac{24.23}{100} \times 36.96593u$$
$$= 35.453u$$

کیمیاء دان عام طور پر اوسط جوہری کمیت کا استعمال کرتے ہیں
جسے ایک عنصر کا کیمیائی جوہری وزن کہا جاتا ہے (کلورین کے لئے
35.453u)۔ اس لئے یہ یاد رکھنا ضروری ہے کہ دوری جدول میں
جس جوہری کمیت کا ذکر کیا جاتا ہے وہ بنیادی طور پر اوسط کی گئی جوہری
کمیت ہے۔

9.4.4 مرکزہ کی جسامت اور کثافت:
(Size and density of the nucleus)

آلفا ذرہ کے انتشار کے تجربے اور دیگر مختلف طریقوں سے مختلف
جوہروں کی مرکزوں کی پیمائشیں کی گئی ہیں۔ جوہروں کے مرکزے
تقریباً کروی شکل کے معلوم ہوتے ہیں۔ تجرباتی طور پر یہ دیکھا گیا ہے
کہ $Z > 0$ کے لئے مرکزوں کا نصف قطر، مندرجۂ ذیل مشاہداتی
ضابطہ کو مطمئن کر دیتا ہے۔

$$R = R_0 A^{\frac{1}{3}} \qquad (9.19)$$

یہاں A اس مرکزہ کا کمیتی عدد ہے اور مستقلہ $R_0 = 1.2$ F،
جس میں F فرمی ہے۔ $1\ F = 1\times10^{-15}\ m$ ہے۔
اکائی fermi، (F)، سائنسدان Enrico Fermi کے نام سے
موسوم ہے۔

مثال 9.7

$^{197}_{79}Au$ مرکزہ کا نصف قطر معلوم کیجئے۔

حل:

مساوات 9.19 کے مطابق

$$R = 1.2\times10^{-15}\times(197)^{\frac{1}{3}} = 6.97\times10^{-15}\ m$$

Or $R = 6.97$ F

مثال 9.8

کمیتی عدد A کے ساتھ مرکزہ کی کثافت معلوم کیجئے

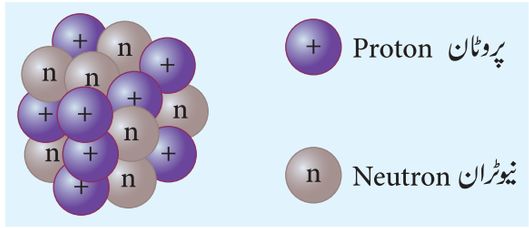
حل:

مساوات 9.19 کی مدد سے، مرکزہ کا نصف قطر یہ ہے
$R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$ تو مرکزہ کا حجم یہ ہے۔

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi R_0^3 A$$

پروٹان اور نیوٹران کے درمیان موجود کمیتی فرق کو نظر انداز
کرتے ہوئے، کمیتی عدد A رکھنے والے مرکزہ کی کل کمیت $A.m$ کے
برابر ہوتی ہے، جس میں m پروٹان کی کمیت ہے اور
1.6726×10^{-27} kg کے برابر ہے۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:01 AM



$$\text{مرکزائی کثافت } \rho = \frac{\text{مرکزوں کی کمیت}}{\text{مرکزوں کا حجم}} = \frac{A.m}{\frac{4}{3}\pi R_0^3 A} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R_0^3}$$

اوپر کی مساوات یہ بتاتی ہے کہ مرکزائی کثافت کمیتی عدد A پر غیر منحصر ہوتی ہے ۔ بالفاظ دیگر ،تمام مرکزات (Z>10) مساوی کثافت رکھتے ہیں اور یہ تمام مرکزات کی ایک خاص صفت ہے۔

ہم متعلقہ قیمتوں کو حل کر کے اس کثافت کی حسابی قیمت کا محاسبہ کر سکتے ہیں۔

$$\rho = \frac{1.67\times10^{-27}}{\frac{4}{3}\pi\times(1.2\times10^{-15})^3} = 2.3\times10^{17}\,\text{kg m}^{-3}.$$

اس سے پتہ چلتا ہے کہ نیوکلیان حد درجہ مضبوط طور پر قریب سے قریب تر بندھے ہوتے ہیں یا وہ مرکزہ میں دابی ہوئی حالت میں ہوتے ہیں۔اس کثافت کو پانی کی کثافت جو $10^3\ \text{kgm}^{-3}$ ہے، اس کے ساتھ موازنہ کیجئے۔

کیا تم جانتے ہو؟

چائے کے صرف ایک چمچ میں سمائے جانے والے مرکزائی مادے کی کمیت تقریباً ٹرلین ٹن کے برابر ہوگی۔

9.4.5 کمیت کا نقصان (کمی) اور بندشی توانائی
(Mass defect and Binding Energy)

تجرباتی طور پر یہ دیکھا گیا ہے کہ کسی بھی مرکزہ کی کمیت اس کے انفرادی اجزائی ذرات کی کمیتوں کے حاصل جمع سے ہمیشہ کم ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر کاربن 12 کے مرکزہ کو لے لیجئے۔ جو 6 پروٹان اور 6 نیوٹران سے بنا ہوا ہے۔

نیوٹرانوں کی کمیت $= 6\times1.00866\ u = 6.05196\,u$

پروٹانوں کی کمیت $= 6\times1.00727\,u = 6.04362\,u$

الکٹرانوں کی کمیت $= 6\times0.00055\,u = 0.0033\,u$

کاربن 12 کے مرکزہ کی متوقع کمیت

$= 6.05196\,u + 6.04362\,u = 12.09558\,u$

مگر کمیتی طیف پیمائی (Mass Spectrscopy) کی مدد سے 12- کاربن کے جوہر کی کمیت 12u ہی پائی گئی۔ اس لئے اگر ہم 12u سے 6 الکٹرانوں کی کمیت (0.0032u) کو تفریق کر دیں تو ہم کاربن 12 جوہر کی مرکزائی کمیت حاصل کرتے ہیں جو 11.96967 u کے برابر ہے۔لہذا تجرباتی طور پر کاربن 12 کے مرکزے کی کمیت، اس کے انفرادی اجزاء کی کل کمیت سے $\Delta m = 0.0988\ u$ کے فرق سے کم ہوتی ہے۔ کمیت کا یہ فرق Δm کمیتی کمی (mass defect) کہلاتا ہے۔ عام طور پر اگر مرکزہ پروٹان اور نیوٹران (${}^{A}_{Z}X$) کی کمیتیں بالترتیب M ، m_p اور m_n ہوں تو پھر کمیتی فرق Δm کو یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$\Delta m = \left(Zm_p + Nm_n\right) - M \qquad (9.20)$$

یہ کمیت کہاں غائب ہو جاتی ہے؟ اس کا جواب آلبرٹ ائن سٹائن نے اپنی مشہور کمیت توانائی کی متعلق مساوات ($E = mc^2$) کی مدد سے پیش کیا تھا۔ اس مساوات کے مطابق کمیت کو توانائی میں اور توانائی کو کمیت میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ کاربن -12 کے مرکزہ کے معاملہ میں جب 6 پروٹان اور 6 نیوٹران مل کر کاربن -12 کا مرکزہ بناتے ہیں تو کمیتی کمی کے برابر کی کمیت غائب ہو جاتی ہے اور غائب ہونے والی کمیت کی متوازن توانائی پیدا ہو جاتی ہے۔ یہ توانائی مرکزہ کی بندھنی توانائی (Binding Energy) (BE) کہلاتی ہے اور وہ $(\Delta m)c^2$ کے برابر ہوتی ہے۔حقیقت میں کاربن-12 کے مرکزہ کے اجزاء کو جدا کرنا ہو تو ہمیں اس مرکزہ کی بندھنی توانائی کے برابر توانائی کا استعمال کرنا پڑے گا۔

ہم مساوات (9.20) کو بندھنی توانائی کے لحاظ سے اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$BE = \left(Zm_p + Nm_n\right) - M\ c^2 \qquad (9.21)$$

مرکزہ کی کمیت پر کام کرنے کے مقابلے میں جوہر کی کمیت پر کام کرنے میں سہولت معلوم ہوتی ہے۔لہذا Z الکٹرانوں کی کمیت کو جمع

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:01 AM

اورتفریق کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$BE = \left(Zm_p + Zm_e + Nm_n\right) - M - Zm_e \; c^2 \quad (9.22)$$

$$BE = \left[Z\left(m_p + m_e\right) + Nm_n - M - Zm_e \right] c^2$$

جس میں $m_p + m_e = m_H$ (ہائیڈروجن کے جوہر کی کمیت) ہے۔

$$BE = \left[Zm_H + Nm_n - (M + Z\,m_e)\right] c^2 \quad (9.23)$$

یہاں پر $M + Zm_e = M_A$

ہے جس میں M_A ایک عنصر ${}^{A}_{Z}X$ کے جوہر کی کمیت ہے۔

بالآخر جوہری کمیتوں کے لحاظ سے بندھنی توانائی اس طرح پیش کی جاتی ہے۔

$$BE = \left[Zm_H + Nm_n\right] - M_A \; c^2 \quad (9.24)$$

نوٹ

آئن سٹائن کی کمیت۔توانائی کی معادلت (equivalence) کی مدد سے، ایک اکائی جوہری کمیت، 1u کی معادل توانائی یہ ہے۔

$$1u = 1.66\times10^{-27}\times(3\times10^{8})^2$$
$$= 14.94\times10^{-11}\,J \approx 931MeV$$

مثال 9.9

مندرجۂ ذیل ڈیٹا کی مدد سے ${}^{4}_{2}He$ کے مرکزے کی بندھنی توانائی کو محسوب کیجئے۔ ہیلیم کے جوہر کی جوہری کمیت $M_A(He) = 4.00260\,u$ ہے اور ہائیڈروجن کے جوہر کی جوہری کمیت $m_H = 1.00785\,u.$ ہے۔

حل: بندھنی توانائی $BE = \left[Zm_H + Nm_n\right] - M_A \; c^2$

ہیلیم کے مرکز کے لئے $Z = 2, N = A - Z = 4 - 2 = 2$

کمیت کا نقصان

$$\Delta m = \left[(2\times1.00785\,u) + (2\times1.008665\,u) - 4.00260\,u\right] \quad \Delta m = 0.03043\,u$$

$$B.E = 0.03043\,u \times c^2$$

$$B.E = 0.03043 \times 931MeV = 28.33\;MeV$$

$$\left[\because 1\,uc^2 = 931\;MeV\right]$$

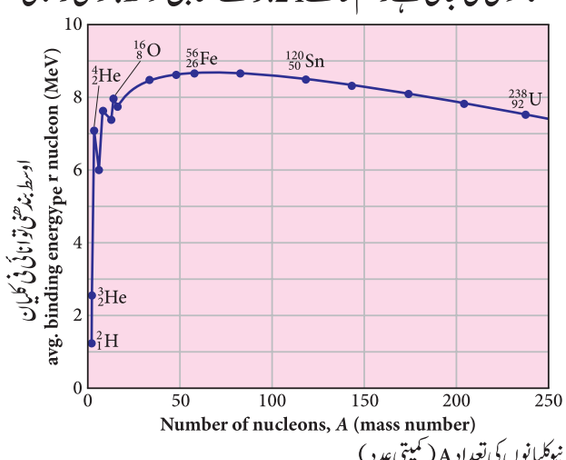
${}^{4}_{2}He$ کے مرکزے کی بندھنی توانائی 28.33 MeV ہے۔

9.4.6 بندھنی توانائی کی منحنی: (Binding energy curve)

پچھلے حصے میں، بندھنی توانائی کے مبدا پر بحث کی گئی ہے۔اب ہم فی نیوکلیاں کے لئے اوسط بندھنی توانائی $\overline{BE}$ معلوم کر سکتے ہیں۔اسے اس طرح پیش کیا جاتا ہے۔

$$\overline{BE} = \frac{\left[Zm_H + Nm_n\right] - M_A \; c^2}{A} \quad (9.25)$$

ایک مخصوص مرکزے سے ایک واحد نیوکلیان کو جدا کرنے کے لئے درکار توانائی ہی اوسط بندھنی توانائی فی نیوکلیان ہے۔تمام معلوم شدہ مرکزات کے کمیتی عدد A کے خلاف جب بندھنی توانائی $\overline{BE}$ کی نشاندہی کی جاتی ہے تو ہم خاکے 9.24 کے مطابق اوسط بندھنی توانائی



خاکہ 9.24 نیوکلیانوں کی اوسط بندھنی توانائی

اوسط بندھنی توانائی کی منحنی سے حاصل شدہ اہم مؤاخذات

(i) A=56 (لوہا) کے لئے، جب تک $\overline{BE}$ کی قیمت 8.8MeV کی انتہائی قیمت کو نہیں پہنچ جاتی، اس وقت تک کمیتی عدد کے بڑھنے سے BE کی قیمت بھی بڑھتے رہتی ہے، پھر اس کے بعد وہ دھیرے دھیرے کم ہونے لگتی ہے۔

(2) جن مرکزوں کے کمیتی عدد A کی قیمت 40 سے 120 تک ہے، ان کے لئے اوسط بندھنی توانائی کی فی نیوکلیان تقریبا 8.5 MeV ہوتی ہے۔یہ عناصر نسبتاً زیادہ مستحکم ہوتے ہیں اور وہ تابکار نہیں ہوتے

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:02 AM

(3) اعلیٰ کمیتی اعداد کے لئے وہ منحنی آہستہ گرنے لگتی ہے اور یورینیم کے لئے $\overline{BE}$ (بندشی توانائی) تقریباً 7.6 MeV ہے۔ ایسے مرکزات غیر مستحکم ہوتے ہیں اور وہ تابکاری خارج کرتے ہیں۔

خاکہ 9.24 کی مدد سے اگر دو ہلکے مرکزات یعنی A<28 والے مرکزات A<56 والے ایک مرکزہ کے ساتھ ملتے ہیں تو بننے والے نئے مرکزے کی ہر نیوکلیان میں ابتدائی مرکزات سے بھی زیادہ بندھنی توانائی فی نیوکلیان پائی جاتی ہے۔ لہذا اگر درمیانی قیمت A کا مرکزہ بنانے کے لئے ہلکے عناصر ایک دوسرے سے ملتے ہیں تو توانائی کی ایک بڑی مقدار آزاد ہوتی ہے۔ یہی مرکزائی اتصال (nuclear fusion) کی بنیاد ہے اور یہی ہائیڈروجن بم (bomb) کا اصول ہے۔

(4) اگر ایک وزنی عنصر کے مرکزہ کو دو یا دو سے زیادہ درمیانی قیمت والے مرکزات میں تقسیم کیا جاتا ہے (انشقاق) (Fission) تو بھی ایک بڑی مقدار کی توانائی آزاد ہوتی ہے۔ اسی اصول کی بنیاد پر جوہری بم بنائے جاتے ہیں اور جوہری بموں کی بہت ہی زیادہ توانائی اس وقت آزاد ہوتی ہے جب وہ انشقاق بے قابو ہوتا ہے۔ انشقاق کے بارے میں حصہ 9.7 میں بتایا گیا ہے۔

مثال 9.10

$_2^4He$ کے مرکزے کی بندشی توانائی فی نیوکلیان معلوم کیجئے۔

حل:

مثال 9.9 کی مدد سے، ہم نے یہ پایا کہ $_2^4He$ کی بندھنی توانائی $_2^4He$ =28.33 Mev ہے۔

بندشی توانائی فی نیوکلیان یہ ہے۔

$$\overline{B.E} = 28.33 \text{ MeV}/4 \simeq 7 \text{ MeV}.$$

9.5 مرکزائی قوت (Nuclear force):

جواہرات کے مرکزات میں پروٹان اور نیوٹران پائے جاتے ہیں۔ برق سکونیات کی مدد سے، ہم یہ سیکھ چکے کہ موافق بار ایک دوسرے کو ڈھکیلتے، یعنی دفع کرتے ہیں۔ مرکزات میں چونکہ پروٹان تقریباً چند فرمی (Fermi) (10^{-15} m) کے ایک فاصلے سے جدا کئے ہوئے ہوتے ہیں، وہ ایک دوسرے پر ایک بہت مضبوط دفاعی قوت سے ضرور دوچار ہوتے ہوں گے۔ مثال کے طور پر (10^{-15} m) کے فاصلے سے جدا، دو پروٹانوں کی درمیانی برق سکونی دفاعی قوت یہ ہے۔

$$F = k \times \frac{q^2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{\left(1.6 \times 10^{-19}\right)^2}{\left(10^{-15}\right)^2} \approx 230N$$

ایک پروٹان سے 230 N کی قوت کی وجہ سے محسوس کی جانے والی اسراع یہ ہے۔

$$a = \frac{F}{m} = \frac{230N}{1.67 \times 10^{-27} kg} \approx 1.4 \times 10^{29} m s^{-2}.$$

اسراع بوجہ جاذبہ کے مقابلے میں یہ اسراع تقریباً 10^{28} گنا زیادہ ہے۔ اس لئے، اگر مرکزے میں موجود پروٹان صرف برق سکونی قوت کو محسوس کئے ہوتے تو وہ آن کی آن میں مرکزے سے فرار ہو جاتے تو پھر، یہ پروٹان مرکزہ کے اندر ہی اندر کس طرح جمے رہتے ہیں۔

اس مشاہدے کی مدد سے، یہ فیصلہ کیا گیا کہ اس مضبوط دفاعی کولومی قوت سے بھی زیادہ ایک مضبوط قوت کشش، ان پروٹانوں کے درمیان ضرور پائی جاتی ہے۔ یہ قوت کشش جو، ان نیوکلیانوں کو مضبوطی سے تھامے رکھتی ہے، مضبوط مرکزائی قوت (Strong nuclear force) کہلاتی ہے۔ 1930s اور 1950s کے درمیان کئے گئے مختلف تجربوں کے ذریعہ اس مرکزائی قوت کی خصوصیات کو سمجھا گیا۔ مرکزائی قوت کی چند خصوصیات یہاں مذکور ہیں۔

(i) مرکزائی قوت ایک بہت ہی چھوٹی حد رکھتی ہے جو ایک چند Fermi کے فاصلے تک ہی عمل پیرا ہوتی ہے مگر دو پروٹانوں کے درمیان موجود اس مرکزائی قوت کے مقابلے میں دو پروٹانوں کے درمیان موجود اس دفاعی کولومی قوت یا کششی جاذبی قوتیں بہت ہی کمزور ہوتی ہیں۔ اسی طرح دو دو نیوٹرانوں کے درمیان جاذبی قوت بھی ان دو نیوٹرانوں کے درمیان موجود مرکزائی قوت کے مقابلے میں بہت ہی کمزور ہوتی ہے۔

اس لئے مرکزائی قوت، فطرت میں سب سے مضبوط قوت ہے۔

(ii) مرکزائی قوت جاذبی ہوتی ہے اور وہ پروٹان، پروٹان۔ پروٹان۔ نیوٹران اور نیوٹران۔ نیوٹران کے درمیان ایک مساوی طاقت کے ساتھ عمل پیرا ہوتی ہے۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:02 AM

(iii) مرکزائی قوت الکٹرانوں پر عمل آور نہیں ہوتی اس لئے وہ جوہر کی کیمیائی خصوصیات کو تبدیل نہیں کرتی۔

9.6 تابکاری: (Radioactivity)

بندھنی توانائی کی منحنی میں جس مرکزہ کی استحکامی $Z > 82$ ہے، کم ہونے لگتی ہے اور اس قسم کے مرکزات خاصے غیر مستحکم مرکزات ہوتے ہیں۔ان غیر مستحکم مرکزات میں سے چند، ایک مستحکم مرکزات بنانے کے لئے چند ذرات خارج کرتے ہوئے فطری طور پر زوال (decay) پانے لگتے ہیں۔عناصر جن کے جوہری عدد $Z > 82$ ہیں اور وہ ہم جا جو ہلکے مرکزات رکھتے ہیں، ان کا تعلق فطری طور پر پائے جانے والے تابکار مرکزات سے ہوتا ہے۔ان تابکار مرکزات کا ہر ایک مرکزہ ^4_2He مرکزہ (آلفا زوال) (α decay) یا الکٹران یا پازٹران (β-زوال) یا گاما شعاعیں کے اخراج کے ذریعہ ایک اور مرکزہ میں زوال پذیر ہوتا ہے۔

ایک عنصر کے ذریعہ α اور β شعاعیں جیسی اعلیٰ نفوذ پذیر شعاعوں کے لگاتار اخراج ہونے کا عمل تابکاری (Radio activity) کہلاتا ہے اور اس قسم کی شعاعیں خارج کرنے والے عناصر، تابکار عناصر کہلاتے ہیں۔ یہ تابکار عناصر وزنی عناصر ($Z>82$) ہوسکتے ہیں یا ہلکے اور وزنی عناصر کے ہم جا بھی ہوسکتے ہیں اور ایسے ہم جا تابکار ہم جا (Radioisotopes) کہلاتے ہیں۔ مثال کے بطور پر کاربن کا ہم جا $^{14}_6C$ ایک تابکار ہم جا ہے جب کہ $^{12}_6C$ تابکار نہیں ہے۔

تابکار ہم جاؤں کے بے شمار استعمالات ہیں، جیسے کاربن ڈیٹنگ (Carbon dating)، کینسر کا علاج وغیرہ۔ جب ایک تابکار مرکزہ، زوال پاتا ہے تو، اس نظام کی کمیت کم ہونے لگتی ہے، یعنی زوال پانے سے پہلے، ابتدائی مرکزہ کی کمیت ہمیشہ ۔ بننے والے نئے مرکزات اور خارج شدہ ذرہ کی کمیتوں کے مجموعے سے زیادہ ہی ہوتی ہے۔کمیت میں موجود یہ فرق Δm ائن سٹائن کی مساوات کے مطابق توانائی کے طور پر ظاہر ہوتی ہے۔ $E = |\Delta m| c^2$

1896 میں Henri Becquerel نے پہلے پہل تابکاری کے عمل کا انکشاف کیا تھا۔ بعد میں تابکاری کے عمل کو سمجھنے کے لئے Marie curie اور ان کے شوہر Pierre curie نے سلسلہ وار کئی تجربات کئے۔ ہندوستان میں کلکتہ میں موجود Saha Institute of Nuclear Physics (SINP) نامی ادارہ ہی مرکزائی طبیعیات پر لگاتار تحقیقات کرتا آرہا ہے۔

نوٹ

مرکزائی طبیعیات کی تحقیق کے شروع دنوں میں لفظ اشعاعیت (radiation) کا استعمال، تابکار مرکزات سے حاصل ہونے والے برآمدات (emanations) کے لئے ہوتا تھا۔اب ہم جانتے ہیں کہ α شعاعیں حقیقت میں ^4_2He کے مرکزات ہیں اور β شعاعیں الکٹران یا پازٹران ہیں۔ یقیناً یہ برق مقناطیسی شعاعیں نہیں ہیں۔صرف γ (گاما) شعاعیں ہی برق مقناطیسی شعاعیں ہیں۔

9.6.1 آلفا زوال: (Alpha Decay)

جب ایک غیر مستحکم مرکزہ ایک α ذرہ (^4_2He مرکزہ) خارج کرتے ہوئے زوال پاتا ہے تو وہ دو پروٹان اور دو نیوٹران کھوتا ہے۔ اس کے نتیجے میں، اس کا جوہری عدد Z، عدد 2 سے کم ہوجاتا ہے اور کمیتی عدد 4 عدد کم ہوجاتا ہے۔علامتی طور پر ہم آلفا زوال کے مرحلہ کو مندرجۂ ذیل طریقے سے ظاہر کرسکتے ہیں۔

$$^A_ZX \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^4_2He \qquad (9.26)$$

یہاں X آبائی مرکزہ (Parentnuleus) کہلاتا ہے اور Y دختری مرکزہ duaghter nucle کہلاتا ہے۔

مثال: یورینیم $^{238}_{92}U$ کا مرکزہ (β ذرہ) کے ^4_2He اخراج کے ساتھ تھوریم $^{234}_{90}Th$ میں α زوال پاتا ہے۔

$$^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^4_2He$$

جیسا کہ پہلے ہی بتایا گیا دختری مرکزہ اور ^4_2He مرکزہ کی کل کمیت ہمیشہ آبائی مرکزہ کی کمیت سے کم ہی ہوتی ہے۔ کمیت کا یہ فرق

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:03 AM

($\Delta m = m_X - m_Y - m_\alpha$) منفی احصائی توانائی یا تقسیمی توانائی (disintegration energy) کہلانے والی توانائی کے طور پر آزاد ہوتا ہے اور اسے یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$Q = (m_X - m_Y - m_\alpha)\, c^2 \qquad (9.27)$$

نوٹ کیجئے کہ خود بخود زوال (قدرتی تابکاری) کے لئے $Q>0$ ہے۔ آلفا زوال کے مرحلے میں منفی احصائی توانائی مثبت ہی ہوتی ہے ($Q>0$) درحقیقت منفی احصائی توانائی Q بھی زوالی مرحلے میں حاصل کی گئی کل توانائی بالفعل ہی ہے یا اگر آبائی مرکزہ ساکن ہو تو پھر Q دختری مرکزہ اور ^4_2He مرکزہ کی کل توانائی بالفعل ہے۔ فرض کیجئے کہ اگر $Q<0$ ہو تو زوالی مرحلہ خود بخود عمل پیرا نہیں ہوگا بلکہ زوال پیدا کرنے کے لئے بیرونی توانائی کی ضرورت پڑے گی۔

نوٹ

آلفا زوال کے دوران، غیر مستحکم مرکزہ ^4_2He مرکزہ ہی کو کیوں خارج کرتا ہے؟ وہ چار علاحدہ نیوکلیان کیوں خارج نہیں کرتا حالانکہ ^4_2He میں بھی پروٹان اور 2 نیوٹران بھی تو ہیں؟ جواب یہ ہے کہ مثال کے طور پر اگر $^{238}_{92}U$ کا ایک مرکزہ چار علاحدہ نیوکلان (دو پروٹان اور دو نیوٹران) خارج کرکے $^{234}_{90}Th$ میں زوال پاتا ہو تو اس مرحلے کے لئے منفی احصائی توانائی یا تقسیمی توانائی میں تبدیل ہو جائے گی۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ ماحاصلات کی کل کمیت آبائی ($^{238}_{92}U$) مرکزہ کی کمیت سے بڑی ہے۔ قدرت میں اس قسم کا مرحلہ عمل پذیر نہیں ہوسکتا کیونکہ اس طرح سے کلیہ بقائے توانائی کی اتباع نہیں ہو پاتی۔ کسی بھی زوالی عمل میں کلیہ بقائے توانائی کے، خطی معیار حرکت کے کلیے اور زاویائی معیار حرکت کے کلیوں کی اتباع ضرور ہونی چاہئے۔

مثال 9.11

(a) جب $^{232}_{92}U$ کا ایک ساکن مرکزہ α ذرہ کے اخراج کے ساتھ تھوریم میں $^{228}_{90}Th$ زوال پاتا ہے تو تقسیمی توانائی (disintegration energy) کا محاسبہ کیجئے۔

$^{232}_{92}U = 232.037156\,u$, $^{228}_{90}Th = 228.028741\,u$

اور $^4_2He = 4.002603\,u$ جوہری کمیتی ہیں۔

(b) $^{228}_{90}Th$ اور α ذرہ کی فعلی توانائیاں معلوم کیجئے اور ان کی نسبت معلوم کیجئے:

حل:

کمیتوں کا فرق یہ ہے۔

$$\Delta m = (m_U - m_{Th} - m_\alpha)$$

$$= (232.037156 - 228.028741 - 4.002603)\,u$$

$= 0.005812$ u اس زوال میں ہونے والا کمیتی نقصان

چونکہ $1u = 931MeV$ ہے آزاد ہونے والی توانائی Q یہ ہے

$$Q = (0.005812u) \times (931MeV/u)$$
$$= 5.41\,MeV$$

یہ تقسیمی توانائی Q آلفا ذرہ اور دختر مرکزہ کی توانائی بالفعل کے طور پر نمودار ہوتی ہے۔

کسی بھی زوال میں کل خطی معیار حرکت کی بقاء ضرور ہونی چاہئے

آبائی مرکزہ کی کل خطی حرکت = دختر مرکزہ اور آلفا ذرہ کی کل ذرہ معیار حرکت ہے۔

چونکہ زوال سے پہلے یورینیم مرکزہ ساکن ہے اس کی معیار حرکت صفر ہے۔

کلیہ بقائے معیار حرکت کا استعمال کرتے ہوئے ہم حاصل کرتے ہیں

$$0 = m_{Th}\vec{v}_{Th} + m_\alpha \vec{v}_\alpha$$

$$m_\alpha \vec{v}_\alpha = -m_{Th}\vec{v}_{Th}$$

اس سے پتہ چلتا ہے کہ آلفا ذرہ اور دختر مرکزہ مخالف سمتوں میں حرکت کرتے ہیں۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:04 AM

قدری مقدار میں $m_\alpha \upsilon_\alpha = m_{Th} \upsilon_{Th}$

α ذرہ کی سمتی رفتار $\upsilon_\alpha = \frac{m_{Th}}{m_\alpha} \upsilon_{Th}$

چونکہ $m_{Th} > m_\alpha,\ \upsilon_\alpha > \upsilon_{Th}$ ہے۔دختر مرکزہ کے ساتھ α ذرہ کی توانائی بالفعل کی نسبت یہ ہے۔

$$\frac{K.E_\alpha}{K.E_{Th}} = \frac{\frac{1}{2} m_\alpha \upsilon^2_\alpha}{\frac{1}{2} m_{Th} \upsilon^2_{Th}}$$

اوپر کی مساوات میں υ_α کی قیمت کو حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{K.E_\alpha}{K.E_{Th}} = \frac{m_{Th}}{m_\alpha} = \frac{228.02871}{4.002603} = 57$$

دختر مرکزہ $(^{228}_{90}Th)$ کی توانائی بالفعل کے مقابلے میں α ذرہ کی فعلی توانائی 57 گنا زیادہ ہے۔

تقسیمی توانائی Q = حاصلات کی کل فعلی توانائیاں

$$K.E_\alpha + K.E_{Th} = 5.41\,MeV$$

$$57K.E_{Th} + K.E_{Th} = 5.41MeV$$

$$K.E_{Th} = \frac{5.41}{58}\,MeV = 0.093MeV$$

$$K.E_\alpha = 57K.E_{Th} = 57 \times 0.093 = 5.301\,MeV$$

درحقیقت کل فعلی توانائی کا 98% حصہ α ذرہ لیتا ہے۔

9.6.2 بیٹا زوال (Beta Decay)

بیٹا زوال میں، ایک تابکار مرکزہ یا تو الکٹران خارج کرتا ہے یا پازٹران خرج کرتا ہے۔اگر الکٹران (-e) خارج ہوتا ہے تو وہ زوال کہلاتا ہے۔پازٹران، (+e) خارج ہوتا ہے تو وہ β^+ زوال کہلاتا ہے پازٹران، الکٹران کا ایک ضد۔ذرہ (anti - particle) ہوتا ہے جس کی کمیت تو الکٹران کی کمیت کے برابر ہوتی ہے مگر اس کا بار الکٹران − کے مخالف ہوتا ہے یعنی e+ دونوں پازٹران اور الکٹران بیٹا ذرات (beta Particles) ہی کہلاتے ہیں۔

β^- زوال (β^- decay)

β^- زوال میں مرکزہ کے جوہری عدد میں ایک عدد کا اضافہ ہوتا ہے مگر اس کا کمیتی عدد یوں ہی برقرار رہتا ہے۔اس زوال کی نمائندگی اس طرح کی جاتی ہے۔

$$^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + e^- + \bar{\nu} \qquad (9.28)$$

اس سے پتہ چلتا ہے کہ ایک عنصر X، ایک الکٹران اور ایک ضد نیوٹرنو (anti-neutrino) $(\bar{\nu})$ کو خارج کر کے Y عنصر بن جاتا ہے۔ بالفاظ دیگر، β^- کے ہر زوال میں X کے مرکزے میں موجود ایک نیوٹران ایک الکٹران (e^-) اور ایک ضد نیوٹرنو کے اخراج کے ساتھ ایک پروٹان میں تبدیل ہو جاتا ہے۔لہذا

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$$

جہاں P پروٹان اور $\bar{\nu}$ ضد نیوٹرنو ہے۔مثال: کاربن $(^{14}_6 C)$ زوال کے ذریعہ نائٹروجن $(^{14}_7 N)$ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

$$^{14}_6 C \rightarrow {}^{14}_7 N + e^- + \bar{\nu}$$

β^+ زوال (β^+ decay)

β^+ زوال میں، مرکزہ کے جوہری عدد میں ایک عدد کی کمی واقع ہوتی ہے اور اس مرتبہ بھی اس کا کمیتی عدد یوں ہی برقرار رہتا ہے۔اس زوال کی نمائندگی اس طرح کی جاتی ہے۔

$$^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + e^+ + \nu \qquad (9.29)$$

اس سے پتہ چلتا ہے کہ ایک عنصر X، ایک پازٹران اور ایک نیوٹرنو (ν) خارج کر کے Y عنصر بن جاتا ہے۔بالفاظ دیگر β^+ کے ہر زوال میں X کے مرکزے میں موجود ایک پروٹان، ایک پازٹران (e^+) اور ایک نیوٹرانو کے اخراج کے ساتھ ایک نیوٹران میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ لہذا

$$p \rightarrow n + e^+ + \nu$$

مثال : سوڈیم $(^{22}_{11}Na)$، β^+ زوال کے ذریعہ نیان $(^{22}_{10}Ne)$ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

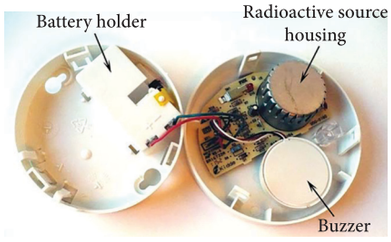
$$^{22}_{11}Na \rightarrow {}^{22}_{10}Ne + e^+ + \nu$$

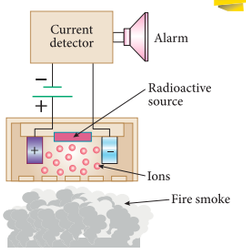
بہر حال بقاء توانائی کی وجہ سے ایک واحد پروٹان (کسی بھی مرکزہ کے اندر نہیں) زوال نہیں پا سکتا کیونکہ نیوٹران کی کمیت، پروٹان کی کمیت سے زیادہ ہوتی ہے۔مگر ایک واحد نیوٹران (کسی بھی مرکزہ کے

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:04 AM

کیا تم جانتے ہو؟

آلفا زوال کا ایک اہم استعمال دھویں کی کھوج لگانے والا آلہ ہے جو ہمیں نقصان دہ آگ سے بچاتا ہے۔





دھویں کے شناخت گر (Smoke detector) میں تقریباً 0.2 ملی گرام americium، ($^{241}_{95}Am$) کہلانے والا ایک کمزور مصنوعی تابکار ہم جا کا استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ تابکار ذریعہ، دو مخالف بار بردار دھاتی تختیوں کے درمیان رکھا ہوا ہوتا ہے اور $^{241}_{95}Am$ سے خارج ہونے والی β شعاعیں تختیوں کی ہوا میں موجود نائٹروجن اور آکسیجن کے سالموں کو لگاتار رواں ساز بناتی رہتی ہیں۔ اس کے نتیجہ میں ایک چھوٹی مقدار کی مستقل برقی رودور میں لگاتار بہنے لگتی ہے جیسے ہی اس میں دھواں داخل ہوتا ہے، ان سالموں سے تیز رفتار میں دھواں کے ذرات ان شعاعوں کو جذب کر لیتے ہیں۔ اس کے نتیجے میں رواں سازی کے علاوہ برقی رو بھی گھٹ جاتی ہے۔ برقی رو کا یہ گراؤ برقی دور کے ذریعہ معلوم ہو جاتا ہے اور گھنٹی بجنے لگتی ہے۔

americium سے خارج ہونے والی تابکار شعاعوں کی مقدار حفاظتی حد سے بہت ہی کم ہونے کی وجہ سے اسے بے ضرر (harmless) تسلیم کر لیا جاتا ہے۔

اندر نہیں) β^- زوال کا اظہار کر سکتا ہے۔

یہ نوٹ کرنا بہت ضروری ہے کہ بیٹا (Beta) زوال کے دوران مرکزات سے باہر آنے والا الکٹران یا پازٹران مرکزات کے اندر پہلے سے موجود تو نہیں ہوتے بلکہ وہ تو نیوٹران کے پروٹان میں یا پروٹان کے نیوٹران میں تبدیل ہونے کے دوران مرکزہ کے اندر پیدا ہوتے ہیں۔

نیوٹرینو (Neutrino)

شروع میں یہ گمان کیا گیا کہ بیٹا زوال کے دوران، آبائی مرکزے میں ایک نیوٹران، صرف الکٹران خارج کر کے دختر مرکزات میں تبدیل ہو جاتا ہے جیسا کہ پیش کیا گیا ہے۔

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + e^- \qquad (9.30)$$

لیکن مرکزہ سے باہر آنے والے الکٹران کی توانائی بالفعل تجرباتی نتائج سے بہت مختلف تھی۔ آلفا زوال میں، آلفا ذرہ صرف چند معلوم شدہ الگ تھلگ توانائیوں ہی میں حصہ لیتا ہے جب کہ بیٹا زوال میں یہ دیکھا گیا کہ بیٹا (beta) ذرہ (یعنی الکٹران) توانائی کی ایک مسلسل حد رکھتا ہے۔ مگر الکٹران اور پیدا ہونے والے مرکزہ Y کی توانائی کے لئے، توانائی اور معیار حرکت کی بقاء صرف مخصوص واحد قیمتیں ہی فراہم کرتی ہے گویا ایسا معلوم ہوتا ہے کہ توانائی اور معیار حرکت کی بقاء کی اتباع نہیں ہو رہی ہے اور اس بات کی وضاحت نہیں کی جا سکی کہ بیٹا ذرہ کیوں قیمتوں کی مسلسل حد لئے ہوئے ہے۔ اس لئے بیٹا زوال کئی سالوں تک ایک معمہ ہی بنا رہا۔

1931 میں ایک تفصیلی نظریاتی اور تجرباتی مطالعہ کے بعد W.Pauli نے بیٹا زوال کے مرحلے میں ملوث ایک تیسرے ذرہ کا تعارف کروایا جو اس چھپی ہوئی توانائی اور معیار حرکت کو لئے ہوئے ہے۔ چونکہ اس کی کمیت بہت ہی کم ہے اور وہ کوئی بار بھی نہیں رکھتا یعنی وہ معادل ہے۔ اس ذرہ کو بعد میں Fermi نے نیوٹرینو (neutrino) کا نام دیا (یعنی چھوٹا سا ایک معادل little (neutral one) کئی سالوں تک یہ نیوٹرینو (علامت r، یونانی) نظریاتی ہی بنا رہا اور تجرباتی طور پر ثابت نہ ہو سکا۔ بالآخر 1956 میں Fredrick Reines اور Clyde Cowan کے ذریعہ تجرباتی طور پر اس نیوٹرنو کا پتہ لگایا گیا۔ بعد میں 1995 میں اپنے اس

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:05 AM

انکشاف کے لئے Reines، نے نوبل انعام بھی حاصل کیا۔

نیوٹرینو میں مندرجۂ ذیل خصوصیات پائی جاتی ہیں۔

- اس میں صفر بار پایا جاتا ہے۔
- اس میں ضد نیوٹرنو (anti neutrino) کہلانے والا ایک ضد ذرہ موجود ہوتا ہے۔
- جدید تجربات یہ بتاتے ہیں کہ نیوٹرنو میں بہت چھوٹی کمیت موجود ہے
- وہ بہت ہی کمزور طور پر مادہ کے ساتھ تعامل پاتی ہے۔لہذا اس کا پتہ لگانا بہت مشکل ہوتا ہے۔

درحقیقت، ہر سکنڈ میں سورج سے آنے والے ٹریلینوں (trillions) نیوٹرنو، ہمارے جسم میں تعامل پائے بغیر ہی جسم سے گزر رہے ہوتے ہیں۔

9.6.3 گاما اخراج (Gamma emission)

α اور β زوال میں دختر مرکزہ، زیادہ دیر تک مشتعل (excited) حالت ہی میں موجود ہوتا ہے۔ مشتعل حالت کی مثالی مدت حیات تقریباً 10^{-11} s ہوتی ہے۔ اس لئے مشتعل حالت کا مرکزہ، گاما شعاعیں کہلانے والے اعلیٰ توانائی سے بھرپور فوٹانوں کو خارج کر کے فوراً ارضی حالت یا کم توانائی کی حالت کو لوٹ جاتا ہے۔ حقیقت میں جب وہ جوہر مشتعل حالت میں ہوتا ہے تو وہ ارضی حالت میں لوٹتے ہوئے چند eV کی حد تک توانائی کے فوٹانوں کا اخراج کرتا ہے۔ مگر جب پرجوش حالت کا مرکزہ اپنی ارضی حالت کو لوٹتے وقت MeV کی حد میں توانائی کے اعلیٰ طاقت ور فوٹانوں (γ شعاعیں) کا خراج کرتا ہے۔ گاما اخراج اس طرح پیش کیا جاتا ہے۔

$$ {}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \text{gamma}\,(\gamma)\,\text{rays} \qquad (9.31) $$

یہاں (*) asterisk کی علامت مشتعل حالت کے مرکزے کی نشاندہی کرتی ہے۔ گاما اخراج میں مرکزہ کے کمیتی عدد یا جوہری عدد میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔

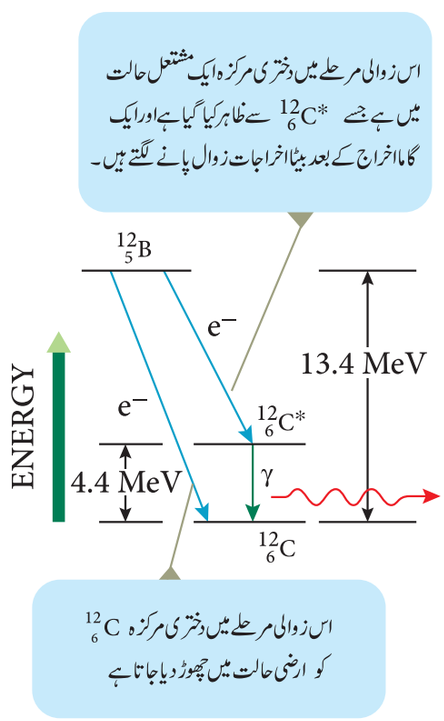
بوران (${}^{12}_{5}B$) میں دو طریقوں سے بیٹا زوال عمل آور ہوتا ہے جیسا کہ خاکہ 9.25 میں بتایا گیا ہے۔

(1) وہ زیادہ سے زیادہ 13.4 MeV مقدار کی توانائی کے ساتھ ایک الکٹران کو خارج کر کے ارضی حالت کے کاربن (${}^{12}_{6}C$) میں براہ راست بیٹا زوال پاتا ہے۔

(2) وہ پہلے زیادہ سے زیادہ 9.0 MeV مقدار کی توانائی کے ساتھ ایک الکٹران خارج کر کے کاربن (${}^{12}_{6}C^{*}$) کی ایک مشتعل حالت میں بیٹا زوال پاتا ہے اور پھر اس کے بعد 4.4MeV مقدار کی توانائی کے ساتھ ایک فوٹان خارج کر کے ارضی حالت میں گاما زوال پاتا ہے ۔اس کی نمائندگی کچھ اس طرح کی جاتی ہے۔

$$ {}^{12}_{5}B \rightarrow {}^{12}_{6}C + e^{-} + \bar{\nu} $$

$$ {}^{12}_{6}C^{*} \rightarrow {}^{12}_{6}C + \gamma $$



خاکہ 9.25 گاما اخراج

9.6.4 تابکاری کے زوال کا کلیہ (Law of radioactive decay)

پچھلے حصے میں ایک اکیلے تابکار مرکزہ کے زوال کے عمل پر گفتگو ہوئی تھی ۔ عملی طور پر ہمارے پاس تابکار نمونے کی کثیر شئے ہوتی ہے جس میں تابکار مرکزات کی بہت زیادہ تعداد پائی جاتی ہے اور یہ تمام مرکزات بیک وقت زوال پذیر نہیں ہوتے۔ وہ ایک لمبے وقفے تک زوال پاتے

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:06 AM

رہتے ہیں اور زوال کا یہ عمل بے ترتیب ہوتا ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ ہم یہ نہیں بتا سکتے کہ کون سا مرکزہ کب زوال پائے گا اور اسے ہم امکانی طور پر (Probabilistic) (جس طرح سکے کا ٹاس (toss) دیکھا جاتا ہے) بھی پیش گوئی کر نہیں سکتے۔ ہم بس اتنا محاسبہ کر سکتے ہیں کہ وقت کے ایک وقفہ کے دوران نمونے کے کتنے مرکزے زوال پائے ہیں۔

کسی بھی وقفہ t پر، فی اکائی وقت ہونے والے زوالوں کی تعداد، جسے زوال کی شرح (rate of decay) $\left(\frac{dN}{dt}\right)$ کہتے ہیں۔ اسی وقفہ پر مرکزوں کی تعداد (N) کے تناسب میں ہوتی ہے۔

$$\frac{dN}{dt} \propto N$$

تناسبی مستقلہ کا تعارف کروانے پر، اس مساوات کو یوں لکھا جا سکتا ہے۔

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \qquad (9.32)$$

یہاں تناسبی مستقلہ λ زوالی مستقلہ (decay constant) کہلاتا ہے، جو مختلف تابکار نمونوں کے لئے مختلف ہوتا ہے اور مساوات میں موجود منفی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ N کی قیمت، وقت کے ساتھ گھٹتی جاتی ہے۔

مساوات (9.32) کو دوبارہ لکھنے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$dN = -\lambda N dt \qquad (9.33)$$

یہاں dN، وقت کے چھوٹے سے وقفہ dt میں زوال پانے والے مرکزات کی تعداد کی نمائندگی کرتا ہے۔

آیئے ہم یہ تصور کریں کہ $t = 0\ s$ پر، تابکار نمونہ میں موجود مرکزات کی تعداد N_0 ہے۔ مساوات (9.33) کا احصاء کئے جانے پر، ہم کسی بھی وقت t پر موجود غیر زوال شدہ مرکزوں کی تعداد N کا محاسبہ کر سکتے ہیں۔

مساوات (9.33) کی مدد سے ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{dN}{N} = -\lambda\, dt \qquad (9.34)$$

$$\int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\int_{0}^{t} \lambda\, dt$$

$$\left[\ln N\right]_{N_0}^{N} = -\lambda t$$

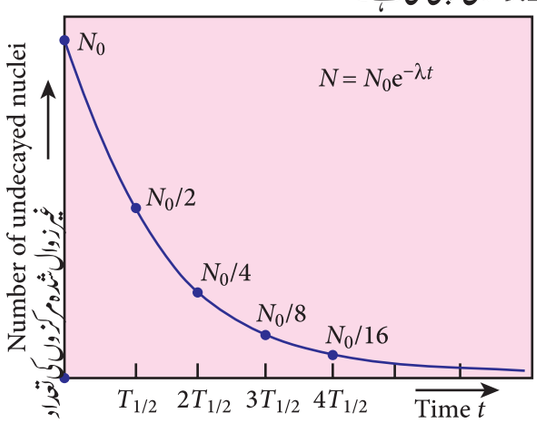
$$\ln\left[\frac{N}{N_0}\right] = -\lambda t$$

دونوں طرف قوت نما (exponentials) لینے پر، ہم حاصل کرتے ہیں

$$N = N_0\, e^{-\lambda t} \qquad (9.35)$$

[نوٹ : $e^{\ln x} = e^{y} \Rightarrow x = e^{y}$]

مساوات (9.35) زوال تابکاری کا کلیہ کہلاتی ہے۔ یہاں N کسی بھی وقت t پر موجود غیر زوال شدہ (Undecayed) مرکزات کی تعداد کو ظاہر کرتا ہے اور ابتدائی وقت $t = 0s$ پر موجود کل مرکزات کی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ نوٹ کیجئے کہ جوہروں کی تعداد وقتی فاصلے کے تحت قوت نمائی طور پر (exponentially) کم ہوتے جاتی ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ تمام تابکار مرکزات سے، زوال پانے کے لئے لیا جانے والا وقفہ لامحدود ہے۔ مساوات (9.35) کی ترسیم خاکہ 9.26 میں کھینچی گئی ہے۔



خاکہ 9.26 زوال تابکاری کا کلیہ

ہم کارروائی (activity R) یا زوال کی شرح (decay rate) کہلانے والی ایک اور فائدہ مند مقدار کی تعریف کر سکتے ہیں جو فی سکنڈ زوال پانے والے مرکزات کی تعداد ہے اور وہ اس طرح ظاہر کی جاتی ہے۔

$$R = \left|\frac{dN}{dt}\right|$$

نوٹ کیجئے کہ کارروائی R ایک مثبت مقدار ہے۔

مساوات (9.35) کی مدد سے ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$R = \left|\frac{dN}{dt}\right| = \lambda N_0\, e^{-\lambda t} \qquad (9.36)$$

$$R = R_0\, e^{-\lambda t} \qquad (9.37)$$

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:06 AM

جہاں $R_0 = \lambda N_0$

مساوات (9.37) زوال تابکاری کے کلیہ کی توازنت بھی ہے۔

یہاں R_0، $t=0$ پر نمونے کی کارروائی ہے اور R کسی بھی وقت t پر نمونے کی کارروائی ہے۔ مساوات (9.37) کی مدد سے، کارروائی بھی قوت نما (exponential) زوال کی صفت ظاہر کرتی ہے۔ کارروائی R کو، کسی بھی وقت t پر غیر زوال شدہ جوہرات کی تعداد کے لحاظ سے بھی ظاہر کر سکتے ہیں۔

مساوات (9.37) کی مدد سے $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$R = \lambda N \qquad (9.38)$$

مساوات (9.38) سے پتہ چلتا ہے کہ کسی وقت t پر ہونے والی کارروائی، زوالی مستقلہ (decay constant) اور اس وقت t پر موجود غیر زوال شدہ مرکزات کی تعداد کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔

کارروائی R کی SI اکائی Becquerel (Bq) ہے اور ایک Becquerel، زوال فی سکنڈ کے برابر ہوتی ہے۔ کارروائی R کے لئے Curie (کیوری) (Ci) کہلانے والی ایک اور معیاری اکائی بھی استعمال کی جاتی ہے۔

1 Curie = 1 Ci = 3.7×10^{10} decays per second

زوال فی سکنڈ

1 Ci = 3.7×10^{10} Bq

نوٹ

ابتداء میں ایک کیوری کی تعریف اس طرح کی گئی کہ یہ ایک سکنڈ میں ریڈیم (Radium) کے ایک گرام میں ہونے والے زوالات کی تعداد ہے اور وہ 3.7×10^{10} زوالوں فی سکنڈ کے برابر ہے۔

9.6.5 نصف حیات (Half Life)

یہ معلوم کرنا بہت ہی مشکل ہوتا کہ ایک دئے گئے N تعداد کے ایک نمونے کو مکمل طور پر زوال پانے کے لئے کتنا وقت لگتا ہے۔ بہر حال، ابتدائی مقدار کے کچھ کسر کو کم کرنے کے لئے جوہرات کے دئے گئے نمونے سے لئے جانے والے وقت کا محاسبہ کیا جا سکتا ہے۔

ہم نصف حیات (half life) $T_{1/2}$ کی تعریف اس طرح کر سکتے ہیں کہ ابتدائی مقدار کے ایک نصف حصے کو کم کرنے کے لئے ابتداء میں موجود جوہروں کی تعداد سے لیا گیا وقت ہے۔

نصف حیات، تمام تابکار نمونوں کی ایک اہم خصوصیت ہے۔ چند تابکار مرکزوں طویل ترین نصف حیات رکھتے ہیں جو 10^{14} سالوں کے برابر ہوتی ہے اور چند تابکار مرکزوں 10^{-14} سکنڈ تک کی کم ترین نصف حیات بھی رکھتے ہیں۔

ہم نصف حیات کو زوالی مستقلہ کے لحاظ سے ظاہر کر سکتے ہیں۔

$t = T_{1/2}$ پر غیر زوال مرکزوں کی تعداد $N = \frac{N_0}{2}$ ہے۔

اس کمیت کو مساوات (9.35) میں حل کرنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}} \quad (\text{یا}) \quad e^{\lambda T_{1/2}} = 2$$

دونوں طرف logarithm کے استعمال سے اور اصطلاحات کو از سر نو ترتیب دینے پر

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.6931}{\lambda} \qquad (9.39)$$

نوٹ

کوئی اس غلط فہمی میں نہ رہے کہ کم نصف حیات رکھنے والی اشیاء زیادہ نصف حیات رکھنے والی اشیاء کے مقابلے میں زیادہ محفوظ ہے چونکہ وہ دیرپا نہیں ہے۔ حقیقت میں چھوٹے نصف حیات والے نمونے اعلیٰ کارروائی رکھتے ہیں اور وہ زیادہ تابکار ہوتے ہیں جو بہت مضر ہوتے ہیں۔

اگر $t = 0$ وقت پر موجود جوہروں کی تعداد N_0 ہے تو پھر $\frac{N_0}{2}$ جوہر، پہلے نصف حیات میں غیر زوال پذیر ہوتے ہیں اور دوسرے نصف حیات میں $\frac{N_0}{4}$ جوہر غیر زوال پذیر ہوتے ہیں اور اسی طرح یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔ عام طور پر n تعداد کی نصف حیاتوں کے بعد بقیہ غیر زوال مرکزات کی تعداد اس طرح پیش کی جاتی ہے

$$N = \left(\frac{1}{2}\right)^n N_0 \qquad (9.40)$$

جہاں n سالم یا غیر سالم عدد (non-integer) ہو سکتا ہے۔

چونکہ تابکار نمونے کی کارروائی بھی قوت نما زوالی کلیے

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:07 AM

(exponential decay law) کی اتباع کرتی ہے۔ ہم مساوات (9.36) ہی کی طرح، ایک کارروائی کے لئے بھی ایک مساوات لکھ سکتے ہیں۔

n نصف حیاتوں کے بعد، کسی تابکار نمونے کی کارروائی یا زوال کی شرح یہ ہے۔

$$R = \left(\frac{1}{2}\right)^n R_0 \qquad (9.41)$$

اوسط حیات: (τ) (Mean life)

جب تابکار مرکزہ زوال پاتا ہے تو جو مرکزہ سب سے پہلے زوال پاتا ہے اس کی مدت حیات صفر ہوتی ہے اور جو مرکزہ سب سے آخر میں زوال پاتا ہے اس کی مدت حیات لامحدود ہوتی ہے اور ہر مرکزہ کے لئے حقیقی مدت حیات صفر سے لامحدود وقت تک متغیر ہوتی ہے۔ چنانچہ اوسط مدت حیات یا اوسط حیات θ کی تعریف کرنا معنی خیز ہے کہ وہ مرکزہ زوال پانے تک باحیات رہتا ہے۔

ابتداء میں موجود مرکزات کی کل تعداد کے ساتھ تمام مرکزات کی مدت حیات کے مجموعہ یا احصاء کی شرح ہی مرکز اوسط مدت حیات ہے t وقت سے لے کر $t + \Delta t$ تک کے وقفے میں زوال پانے والے مرکزات کی کل تعداد $R\Delta t = \lambda N_0 e^{-\lambda t}\Delta t$ کے برابر ہوتی ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ t وقت تک، $R\Delta t$ تعداد کے مرکزات باحیات تھے۔ اس لئے ان مرکزات $R\Delta t$ کی مدت حیات $tR\Delta t$ کے برابر ہوتی ہے۔ $\Delta t \to 0$ کی حد میں تمام مرکزات کی کل مدت حیات حد $t = 0$ سے $t = \infty$ تک $tRdt$ کے احصاء کے برابر ہوسکتی ہے۔

اوسط حیات (Mean life) یہ ہے۔

$$\tau = \frac{\int_0^\infty t[Rdt]}{N_0} = \frac{\int_0^\infty t\left[\lambda N_0 e^{-\lambda t}\, dt\right]}{N_0} \qquad (9.42)$$

کچھ احصائیت کے بعد (ڈبے میں دی گئی تفصیل کا ملاحظہ کیجئے) اوسط مدت حیات کے لئے مساوات یہ ہوگی۔

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \qquad (9.43)$$

نوٹ کیجئے کہ اوسط حیات اور زوالی مستقلہ ایک دوسرے کو معکوس تناسب میں ہوتے ہیں۔

اوسط حیات کی مدد سے نصف حیات کو دوبارہ اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$$T_{1/2} = \tau \ln 2 = 0.6931\tau \qquad (9.44)$$

اوسط حیات (یہ حصہ امتحان کے لئے نہیں ہے)

مساوات (9.42) کی احصائیت حصہ بہ حصہ کی جاسکتی ہے۔

$$\tau = \frac{\int_0^\infty \lambda N_0 t\, e^{-\lambda t} dt}{N_0} = \frac{\lambda N_0 \int_0^\infty t\, e^{-\lambda t} dt}{N_0}$$

$$\tau = \lambda \int_0^\infty t\, e^{-\lambda t} dt$$

$$u = t \qquad dv = e^{-\lambda t}\, dt$$

$$\tau = \lambda \int_0^\infty t\, e^{-\lambda t} dt = \lambda\left[\frac{t\, e^{-\lambda t}}{-\lambda}\right]_0^\infty - \lambda \int_0^\infty \left[\frac{e^{-\lambda t}}{-\lambda}\right] dt$$

حدود کو حل کرنے پر، اوپر کی مساوات کی پہلی اصطلاح صفر بن جاتی ہے۔

$$\tau = \int_0^\infty e^{-\lambda t}\, dt = -\frac{1}{\lambda}\left[e^{-\lambda t}\right]_0^\infty = \frac{1}{\lambda}$$

مثال 9.12

اگر کاربن 14 کے جوہروں کی ابتدائی تعداد 10,000 ہو تو 22,920 سال بعد کاربن-14 کے غیر زوال شدہ مرکزوں کی تعداد معلوم کیجئے۔ کاربن 14 کی نصف حیات 5730 ہے۔

حل:

نصف حیات کے لحاظ سے وقتی وقفہ حاصل کرنے کے لئے

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} = \frac{22,920\, yr}{5730\, yr} = 4$$

22920 سال بعد بقیہ غیر زوال شدہ مرکزات کی تعداد یہ ہے

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:07 AM

$$N = \left(\frac{1}{2}\right)^n N_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^4 \times 10,000$$

$$N = 625$$

مثال 9.13

ایک تابکار نمونہ میں 2.6 μg مقدار کی خالص $^{13}_{7}N$ ہے جس کی نصف حیات 10 منٹ ہے، وہ موجود ہے۔

(a) ابتداء میں کتنے مرکزات پائے جاتے ہیں؟

(b) ابتداء میں کیا کارروائی ہوتی ہے؟

(c) دو گھنٹوں کے بعد کی کارروائی کیا ہے؟

(d) اس نمونے کی اوسط حیات معلوم کیجئے۔

حل:

N_0 معلوم کرنے کے لئے، ہمیں 2.6 μg میں موجود $^{13}_{7}N$ کے جوہروں کی تعداد معلوم کرنا ہوگا۔ نائیٹروجن کی جوہری کمیت 13 ہے۔ چنانچہ $^{13}_{7}N$ کے 13 گرام میں اووگیڈرو عدد (6.02×10^{23}) کے برابر جوہر ہوں گے۔

ایک گرام میں موجود $^{13}_{7}N$ کے جوہر $\frac{6.02\times10^{23}}{13}$ کے برابر ہوتے ہیں۔ اس لئے 2.6 μg میں موجود کل $^{13}_{7}N$ کے جوہروں کی تعداد یہ ہے۔

$$N_0 = \frac{6.02\times10^{23}}{13}\times2.6\times10^{-6} = 12.04\times10^{16}$$

(b) ابتدائی کارروائی R_0 معلوم کرنے کے لئے ہمیں زوالی مستقلہ λ کا محاسبہ کرنا پڑے گا۔

$$\lambda = \frac{0.6931}{T_{1/2}} = \frac{0.6931}{10\times60} = 1.155\times10^{-3}\,s^{-1}$$

چنانچہ

$$R_0 = \lambda N_0 = 1.155\times10^{-3}\times12.04\times10^{16}$$
$$= 13.90\times10^{13}\ \text{decays/s}$$
$$= 13.90\times10^{13}\ \text{Bq}$$

ایک کیوری کے لحاظ سے

$$R_0 = \frac{13.90\times10^{13}}{3.7\times10^{10}} = 3.75\times10^{3}\ \text{Ci}$$

چونکہ $1\text{Ci} = 3.7\times10^{10}\text{Bq}$

(c) 2 گھنٹوں بعد کی کارروائی دو طریقوں سے معلوم کی جاسکتی ہے۔

طریقہ (1) $R = R_0 e^{-\lambda t}$

At $t = 2\,\text{hr} = 7200\ \text{s}$

$$R = 3.75\times10^{3}\times e^{-7200\times1.155\times10^{-3}}$$

$$R = 3.75\times10^{3}\times2.4\times10^{-4} = 0.9\ \text{Ci}$$

طریقہ (2) $R = \left(\frac{1}{2}\right)^n R_0$

یہاں $n = \frac{120\,\text{min}}{10\,\text{min}} = 12$

$$R = \left(\frac{1}{2}\right)^{12}\times3.75\times10^{3} \approx 0.9\,\text{Ci}$$

(d) اوسط حیات

$$\tau = \frac{T_{1/2}}{0.6931} = \frac{10\times60}{0.6931}$$
$$= 865.67\,s$$

9.6.6 کاربن ڈیٹنگ (تاریخ سازی)

(Carbon dating)

بیٹا (Beta) زوال کا ایک دلچسپ استعمال تابکار ڈیٹنگ یا کاربن ڈیٹنگ ہے۔ اس طریقۂ کار کی مدد سے، قدیم شئے کی عمر کا پتہ لگایا جاسکتا ہے۔ تمام زندے عضویات نامیاتی سالمات کی ترکیبی کے لئے ہوا سے کاربن ڈائی آکسائیڈ (CO_2) جذب کرتے رہتے ہیں۔ اس جذب شدہ CO_2 میں $^{12}_{6}C$ کی ایک بڑی مقدار پائی جاتی ہے اور $^{14}_{6}C$ کی ایک کسری مقدار (1.3×10^{-12}) پائی جاتی ہے، جس کی نصف حیات 5730 سال ہے۔

فضا میں موجود کاربن 14 ہمیشہ زوال پاتے رہتا ہے، مگر بیک وقت بیرونی خلاء سے آنے والی کاسمک شعاعیں فضا میں موجود جوہروں کی بمباری لگاتار کرتے رہتی ہیں جس سے $^{14}_{6}C$ پیدا ہوتے رہتا ہے۔ اس لئے $^{14}_{6}C$ کی گلاتار پیداوار اور زوال، فضا میں $^{14}_{6}C$ سے $^{12}_{6}C$ تک کی نسبت کو ہمیشہ مستقل رکھتے ہیں۔ چونکہ ہمارا جسم، یا درخت یا کوئی بھی جاندار عضویہ فضاء سے لگاتار CO_2 جذب کرتے رہتا ہے، جاندار عضویہ میں بھی $^{14}_{6}C$ سے $^{12}_{6}C$ تک کی نسبت تقریباً

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:08 AM

مستقل ہی رہتی ہے، مگر جب وہ عضویہ مرجاتا ہے تو وہ CO_2 کو جذب کرنا بند کر دیتا ہے۔ چونکہ $^{14}_{6}C$ زوال پانے لگتے ہیں، ایک مردہ عضویہ یا نمونے میں موجود $^{14}_{6}C$ سے $^{12}_{6}C$ کی نسبت عرصہ دراز تک کم ہوتے جاتی ہے۔ مثال کے طور پر کھدائی کے دوران ملنے والے قدیم درختوں کے ٹکڑوں میں موجود $^{14}_{6}C$ سے $^{12}_{6}C$ کی نسبت معلوم ہو تو پھر درخت کے ٹکڑوں کی عمر کا محاسبہ کیا جا سکتا ہے۔

مثال 9.14

کیڑ ڈی (جاپانی) نامی ایک چھوٹی سی بستی ہے، جو تمل ناڈو کی اہم ترین آثاری مقامات میں سے ایک بن چکی ہے۔ کیڑ ڈی میں کی گئی کھدائیوں میں بہت سارے نشانات (سونے کے سکے، گھڑے، منکے، لوہے کے اوزار، جواہرات اور چارکول وغیرہ) نکالے گئے ہیں جو اس بات کا ثبوت پیش کرتے ہیں کہ وئیگئی ندی کے کناروں پر قدیم شہری تہذیبیں (ancient Urban civilization) موجود تھیں۔ ان اشیاء کی عمر کا تعین کرنے کے لئے 200 گرام مقدار کے برابر چارکول جو کاربن ڈیٹنگ کے لئے بھیجا گیا تھا، مندرجۂ ذیل خاکہ (b) میں بتایا گیا ہے۔ C کی کارروائی 37 زوال فی سکنڈ کے برابر پتہ لگائی گئی۔ چارکول کی عمر معلوم کیجئے۔

خاکہ (a) کیڑ ڈی-کھدائی کا علاقہ

خاکہ (b) کاربن کی ڈیٹنگ کے لئے بھیجا گیا چارکول

حل:

عمر معلوم کرنے کے لئے ہمیں چارکول کی ابتدائی کارروائی (R_0) معلوم کرنی ہوگی (جب کہ وہ نمونہ باحیات تھا)

نمونہ کی کارروائی R یہ ہے۔

$$R = R_0\, e^{-\lambda t} \qquad (1)$$

وقت t معلوم کرنے کے لئے، اوپر کی مساوات (i) کو دوبارہ لکھنے پر،

$$e^{\lambda t} = \frac{R_0}{R}$$

دونوں طرف logarithms لینے پر ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$t = \frac{1}{\lambda}\ln\left(\frac{R_0}{R}\right) \qquad (2)$$

$$R = 38 \text{ decays/s} = 38 \text{ Bq.}$$

زوالی مستقلہ معلوم کرنے کے لئے، ہم اس مساوات کا استعمال کرتے ہیں۔

$$\lambda = \frac{0.6931}{T_{1/2}} = \frac{0.6931}{5730\,\text{yr} \times 3.156 \times 10^{7}\ \text{s/ yr}}$$

$$[\because\ 1\text{yr} = 365.25 \times 24 \times 60 \times 60\ \text{s} = 3.156 \times 10^{7}\text{s}]$$

$$\lambda = 3.83 \times 10^{-12}\, s^{-1}$$

ابتدائی کارروائی $R_0 = \lambda N_0$ معلوم کرنے کے لئے کی مساوات کا استعمال کرتے ہیں۔ یہاں N_0 کاربن-14 کے جوہروں کی تعداد ہے جب وہ باحیات تھا۔ چارکول کی کمیت 200g ہے۔ کاربن کے 12 گرام میں 6.02×10^{23} کے برابر کاربن کے جوہر ہوتے ہیں۔ لہذا 200 گرام میں موجود جوہروں کی تعداد یہ ہے۔

$$\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{atoms} / mol}{12 g / mol} \times 200 \approx 1 \times 10^{25}\ \text{atoms}$$

جب وہ درخت زندہ تھا $^{14}_{6}C$ سے $^{12}_{6}C$ کی نسبت 1.3×10^{-12} ہے۔ اس لئے کاربن-14 کے جوہرات کی کل تعداد اس طرح پیش کی جاتی ہے۔

$$N_0 = 1\times10^{25} \times 1.3 \times 10^{-12} = 1.3 \times 10^{13}\ \text{atoms}$$

ابتدائی کارروائی

$$R_0 = 3.83 \times 10^{-12} \times 1.3 \times 10^{13} \approx 50\,\text{decays} / s$$

$$= 50\, Bq$$

اوپر کی مساوات کے (2) میں R_0 اور λ کی قیمتوں کو حل کرنے پر، ہم حاصل کرتے ہیں۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:08 AM

$$t = \frac{1}{3.83\times10^{-12}} \times \ln\left[\frac{50}{37}\right]$$

$$t = \frac{0.301}{3.83} \times 10^{12} \approx 7.86 \times 10^{10} \text{ sec}$$

In years

$$t = \frac{7.86\times10^{10} s}{3.156\times10^{7} s/yr} \approx 2500 \text{ years}$$

درحقیقت، تمل ناڈو کے آثار قدیمہ کے شعبہ کی جانب سے کاربن ڈیٹنگ کے لئے کھدائی کے اشیاء کو USA بھیجا گیا تھا اور حاصل شدہ رپورٹ اس کی تصدیق کرتی ہے کہ کیزڈی (Keezhadi) کے آثار 2200 سال سے 2500 سال تک قدیم ہیں (سنگم دور 400 ق م سے 200 ق م تک) کیزڈی کی کھدائیاں تجرباتی طور پر یہ ثابت کرتی ہیں کہ تمل ناڈو میں شہری تہذیب 2000 سال پہلے سے موجود ہے۔

9.6.7 نیوٹرانوں کا انکشاف (Discovery of Neutrons)

1930 میں جرمنی کے دو ماہرین طبیعیات Bothe اور Becker نے یہ پتہ لگایا کہ جب α ذرات کے ساتھ بیریلیم کی بم باری کی جاتی ہے تو اعلیٰ نفوذ پذیر شعاع (highly Penetrating radiation) خارج ہوتی ہے۔ یہ شعاع سیسہ کی موٹی سطح میں نفوذ پانے کی قابلیت رکھتی تھی اور وہ برقی اور مقناطیسی میدانات سے متاثر نہیں ہوتی تھی۔ شروع میں یہ قیاس کیا گیا کہ یہ γ (گاما) شعاعیں ہیں۔ مگر 1932 میں chadwick نے یہ انکشاف کیا کہ وہ اشعاع برق مقناطیسی (EM) اشعاع نہیں ہیں، بلکہ ان میں غیر بار بردار ذرات پائے جاتے ہیں، جن کی کمیت پروٹان کی کمیت سے کچھ زیادہ ہے اوپر کی تعاملات کچھ اس طرح لکھی جاسکتی ہے۔

$$^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$$

جہاں ${}^{1}_{0}n$ نیوٹران کی نشاندہی کرتا ہے۔

نیوٹران، مرکزہ کے اندر تو بہت مستحکم ہوتے ہیں مگر وہ مرکزے کے باہر بہت ہی غیر مستحکم ہوتے ہیں اگر نیوٹران مرکزہ کے باہر نکلتا ہے (آزاد نیوٹران) تو وہ 13 منٹ کی نصف حیات کے ساتھ، پروٹان، الکٹران اور ضد نیوٹران کا اخراج کرتے ہوئے زوال پانے لگتا ہے۔

نیوٹران، ان کی فعلی توانائیوں کی بنیاد پر (i) آہستہ یا سست نیوٹران (0 سے 1000eV تک) اور (ii) تیز نیوٹران (0.5meV سے 10 MeV تک) میں درجہ بند کئے جاتے ہیں۔ حرارتی توازنت میں تقریباً 0.025eV کی اوسط توانائی رکھنے والے نیوٹران، حرارتی نیوٹران (Thermal Neutron) کہلاتے ہیں کیونکہ 298K پر حرارتی توانائی $kT \sim 0.025\ eV$ ہوجاتی ہے۔ سست اور تیز نیوٹران مرکزائی تعامل گروں میں ایک اہم کردار ادا کرتے ہیں۔

9.7 مرکزائی انشقاق (Nuclear Fission)

1939 میں جرمنی کے سائنسدان Otto Haha اور F.Strassman نے انکشاف کیا کہ جب یورینیم کے مرکزہ کو ایک سست نیوٹران کے ساتھ بم باری کی جاتی ہے تو وہ توانائی کو آزاد کرتے ہوئے متوازن کمیتوں والے دو چھوٹے مرکزات میں ٹوٹ جاتا ہے۔ ایک بڑی مقدار کی توانائی کے ساتھ ایک وزنی جوہر کے مرکزے کا دو چھوٹے مرکزات میں تبدیل ہونے کا عمل مرکزائی انشقاق (nuclear fission) کہلاتا ہے۔ انشقاق کا عمل نیوٹرانوں کی آزادی سے جڑا ہوتا ہے۔ کیمیائی تعاملات میں آزاد ہونے والی توانائی کے مقابلے میں مرکزائی انشقاق میں آزاد ہونے والی توانائی تعامل پاتا ہے، اس کی قدر کئی گنا زیادہ ہوتی ہے۔

یورینیم 90 مختلف طریقوں سے انشقاقی تعامل پاتا ہے۔ ${}^{235}_{92}U$ کی عام ترین انشقاقی تعاملات یہاں بتائی گئی ہیں۔

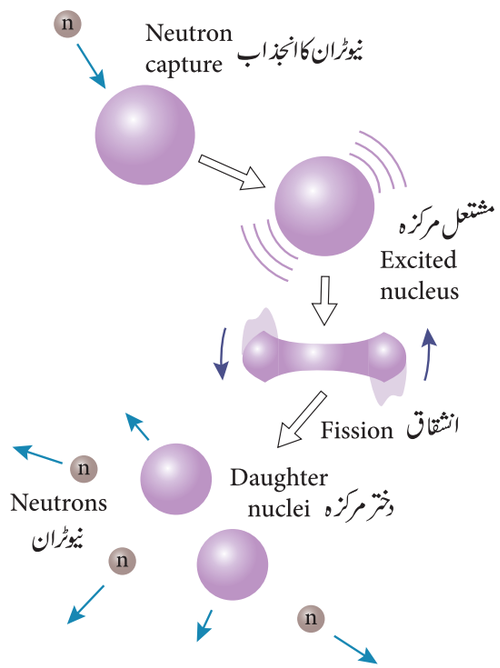
$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{236}_{92}U^{*} \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n + Q \quad (9.45)$$

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{236}_{92}U^{*} \rightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 2\,{}^{1}_{0}n + Q \quad (9.46)$$

یہاں Q انشقاق کے دوران یورینیم کے ہر مرکزے سے آزاد ہونے والی توانائی ہے جب ایک سست نیوٹران، یورینیم کے مرکزے کے ذریعہ جذب کیا جاتا ہے تو کمیتی عدد میں ایک عدد کا اضافہ ہوتا ہے اور وہ ایک مشتعل حالت ${}^{236}_{92}U^{*}$ میں پہنچ جاتا ہے۔ مگر یہ مشتعل حالت

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:09 AM

سکنڈ سے زیادہ باقی نہیں رہتی، اور دو یا تین نیوٹرانوں کو آزاد کرتے ہوئے دو دختری مرکزات میں زوال پذیر ہوجاتی ہے ۔ ہر تعاملات میں اوسط 2.5 نیوٹران خارج ہوتے ہیں ۔اسے خاکہ 9.27 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 9.27 مرکزائی انشقاق

انشقاق کے دوران آزاد ہونے والی توانائی:

ہم یورینیم کے ہر انشقاق میں آزاد ہونے والی توانائی (Q) کا محاسبہ کرسکتے ہیں۔ہم انشقاقی تعاملات کی سب سے زیادہ مشاہدہ کی جانے والی تعاملات کا انتخاب کرتے ہیں جو مساوات (9.45) میں بتائی گئی ہے

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{236}_{92}U^{*} \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n + Q$$

$^{235}_{92}U$ = 235.045733 u

$^{1}_{0}n$ کی کمیت = 1.008665 u

متعاملات کی کل کمیت = 236.054398 u

$^{141}_{56}Ba$ کی کمیت = 140.9177 u

$^{92}_{36}Kr$ کی کمیت = 91.8854 u

3 نیوٹران کی کمیت = 3.025995 u

حاصلات کی کل کمیت = 235.829095 u

Mass defect Δm 236.054398 u – 235.829095 u

کمیتی نقص = 0.225303 u

اس لئے ہر انشقاق میں آزاد ہونے والی توانائی $= 0.225303 \times 931 MeV \approx 200\ MeV$

یہ توانائی سب سے پہلے دختر مرکزات اور نیوٹران کی توانائی بالفعل کے طور پر ظاہر ہوتی ہے۔مگر بعد میں یہ توانائی بالفعل کے حرارت کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے جو اس کے اطراف واکناف کو دی جاتی ہے۔

زنجیری تعاملات (Chain Reaction)

جب $^{235}_{92}U$ کا ایک مرکزہ انشقاق پاتا ہے اس سے آزاد ہونے والی توانائی چھوٹی ہوسکتی ہے، مگر ہر انشقاقی تعامل سے تین نیوٹران آزاد ہوتے ہیں۔یہ تین نیوٹران $^{235}_{92}U$ کے مزید تین مرکزات میں انشقاق پیدا کرتے ہیں جو بدلے میں 9 نیوٹران پیدا کرتے ہیں۔وہ 9 نیوٹران $^{235}_{92}U$ کے مزید 27 مرکزات میں انشقاق پیدا کرتے ہیں اور یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔یہ سلسلہ وار عمل زنجیری تعاملات (Chain reaction) کہلاتا ہے اور نیوٹرانوں کی تعداد تقریباً ہندسی طور پر لگاتار بڑھتی جاتی ہے۔اسے خاکہ 9.28 میں بتایا گیا ہے۔

دو قسم کی زنجیری تعاملات پائی جاتی ہیں۔

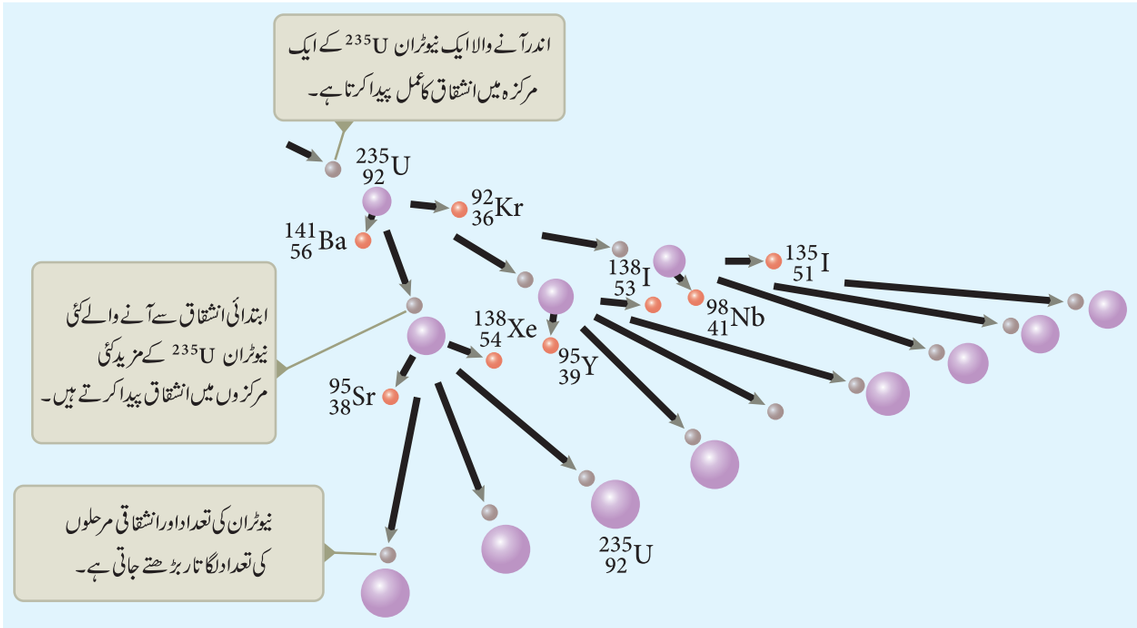
(i) بے قابو زنجیری تعاملات (ii) با قابو زنجیری تعاملات

بے قابو زنجیری تعاملات میں نیوٹران کی تعداد غیر متعین طور پر تکثر پاتے ہیں اور ایک کسری سکنڈ (Fraction of Second) میں توانائی کی کل مقدار آزاد ہوجاتی ہے۔

جوہری بم، مرکزائی انشقاقی تعاملات کی ایک مثال ہے جس میں بے قابو زنجیری تعاملات واقع ہوتے ہیں۔جوہر بم، انسانیت پر بہت بڑی تباہی برپا کرتے ہیں۔دوسری عالمی جنگ کے دوران 1946 کے آگست 6 اور 9 کو USA نے جاپان کے دو مقامات ہیروشیما اور ناگاساکی میں دو جوہری بم گرایا تھا۔اس کے نتیجے میں لاکھوں افراد ہلاک ہوگئے اور دونوں شہر مکمل طور پر برباد ہوگئے۔اب تک بھی وہاں بسیرا کرنے والے لوگ جوہری بم کے دھماکے سے پیدا ہوئے، ضمنی اثرات (Side effects) سے دوچار ہورہے ہیں۔

ایک زنجیری تعامل میں آزاد ہونے والی توانائی کی مقدار کا اندازہ کرنا ممکن ہے۔ پہلے مرحلے میں ایک نیوٹران ایک مرکزے میں

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:10 AM



خاکہ 9.28۔ مرکزائی زنجیری تعاملات

انشقاق کا عمل شروع کرتا ہے جس سے تین نیوٹران اور تقریبا $200MeV$ کی توانائی آزاد ہوتی ہے۔ دوسرے مرحلے میں مزید تین مرکزات انشقاق پاتے ہیں۔ تیسرے مرحلے میں نو مرکزات انشقاق پاتے ہیں اور چوتھے مرحلے میں 27 مرکزات انشقاق پاتے ہیں اور یہ سلسلہ جاری رہتا ہے۔ 100 مرحلے میں انشقاق پانے والے مرکزات کی تعداد تقریبا 2.5×10^{40} ہوتی ہے۔ 100 ویں مرحلے کے بعد آزاد ہونے والی کل توانائی

$$2.5\times10^{40}\times200MeV=8\times10^{29}\,J$$

جول ہے۔ حقیقت میں یہ توانائی کی اتنی زیادہ مقدار ہے جو کئی سالوں تک کے لئے ٹمل ناڈو کی برقی توانائی کی ضروریات پوری کرسکتی ہے۔

اگر زنجیری تعاملات باقابو بنا لئے جائیں تو ہم اپنی ضرورتوں کے لئے توانائی کی کثیر مقدار کی ذخیرہ اندوزی کرسکتے ہیں۔ باقاعدہ زنجیری تعامل کے ذریعہ اسے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ باقاعدہ زنجیری تعامل میں آزاد ہونے والے نیوٹرانوں کی اوسط تعداد کو ایک تک محدود کردیا جاتا ہے تاکہ آزاد ہونے والی توانائی ذخیرہ اندوزی ممکن ہوسکے۔ مرکزائی تعامل گروں (Nuclear reactors) میں باقابو زنجیری تعاملات کروائے جاتے ہیں اور پیدا شدہ توانائی، برقی طاقت پیدا کرنے یا تحقیقی مقصد کے لئے استعمال کی جاتی ہے۔

مثال 9.15

جب 1 Kg مقدار کا $^{235}_{92}U$ انشقاقی تعامل پاتا ہے تو آزاد ہونے والی توانائی کی مقدار معلوم کیجئے۔

حل:

$^{235}_{92}U$ کے 235 گرام میں 6.02×10^{23} جوہر پائے جاتے ہیں

$^{235}_{92}U$ کا ایک گرام میں موجود جوہروں کی تعداد

$\frac{6.02\times10^{23}}{235}=2.56\times10^{21}$ کے برابر ہے۔

اس لئے $^{235}_{92}U$ کے ایک کلوگرام میں موجود جوہرات کی تعداد یہ ہے۔

$=2.56\times10^{21}\times1000=2.56\times10^{24}$

انشقاق کے دوران $^{235}_{92}U$ کا ہر مرکزہ $200MeV$ کی توانائی خارج کرتا ہے۔ $^{235}_{92}U$ کے ذریعہ آزاد ہونے والی کل توانائی یہ ہے۔

$$Q=2.56\times10^{24}\times200MeV=5.12\times10^{26}\,MeV$$

جول کے لحاظ سے

$$Q=5.12\times10^{26}\times1.6\times10^{-13}J=8.192\times10^{13}J\,.$$

کلوواٹ گھنٹہ کے لحاظ سے

$$Q=\frac{8.192\times10^{13}}{3.6\times10^{6}}=2.27\times10^{7}\,kWh$$

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:10 AM

یہ بہت ہی زیادہ مقدار کی توانائی ہے جو 100W کے بلب کو 30,000 سال تک روشن کرنے کے لئے کافی ہے۔ کیمیائی تعاملات کے ذریعہ اتنی مقدار کی توانائی پیدا کرنے کے لئے تقریباً 20,000 ٹن کے برابر (tri nitro toluene) TNT کو دھماکہ دینا پڑے گا

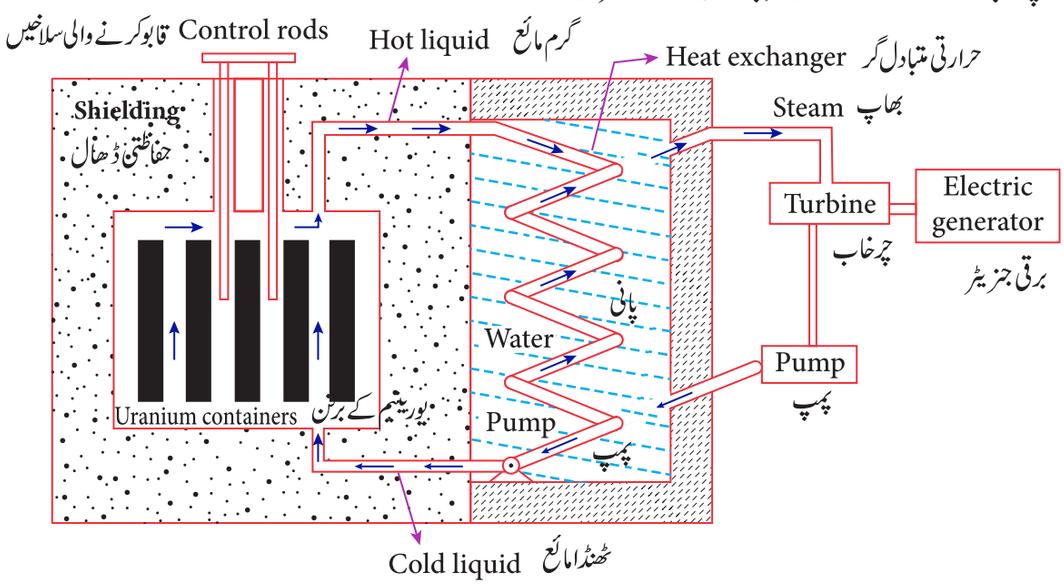
مرکزائی تعامل گر (Nuclear Reactor)

مرکزائی تعامل گر ایک آلہ ہے، جس میں خودکار یا قابو طریقے سے مرکزائی انشقاق عمل آور ہوتا ہے اور پیدا ہونے والی توانائی تحقیقی مقصد کے لئے یا برقی طاقت کی پیداوار کے لئے استعمال کی جاتی ہے۔ سب سے پہلا مرکزائی تعامل گر 1942 میں USA کے چکاگو (Chicago) نامی مقام پر، ماہر طبیعیات Entrico Fermi کے ذریعہ تعمیر کیا گیا۔ ایندھن، معادل (moderator) اور قابو کرنے والی سلاخیں، مرکزائی تعامل گر کے اہم اجزاء ہیں۔ ان کے علاوہ ایک سرد گر کا نظام (Cooling System) بھی طاقت گھر کے اس سیٹ کے ساتھ جڑا ہوتا ہے۔

ایندھن: (Fuel) ایندھن ایک انشقاقی شئے ہوتا ہے جو عام طور پر یورینیم یا پلوٹونیم ہوتا ہے۔ قدرتی طور پر پائے جانے والے یورینیم میں $^{235}_{92}U$ کا صرف 0.7% حصہ ہی پایا جاتا ہے اور بقیہ 99.3% حصہ $^{238}_{92}U$ سے بھرپور ہوتا ہے۔ اس لئے کو اس طرح خالص کیا جاتا ہے کہ اس میں $^{235}_{92}U$ کی مقدار کم از کم 2% سے 4% تک پائی جائے۔ اس کے علاوہ پہلی مرتبہ زنجیری تعامل کو شروع کرنے کے لئے نیوٹران کے ایک پہلی ذریعہ کی ضرورت پڑتی ہے۔ پلوٹونیم یا پولونیم کے ساتھ بیریلیم سے ملا ہوا ایک آمیزہ، نیوٹران کے ذریعہ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ $^{235}_{92}U$ کے انشقاق کے دوران صرف تیز نیوٹران ہی آزاد ہوتے ہیں۔ مگر ان تیز نیوٹرانوں سے دیگر مرکزات کے انشقاق پانے کے امکانات بہت کم ہوتے ہیں۔ لہذا خود برقرار مرکزائی تعاملات کے لئے سست نیوٹرانوں کو ترجیح دی جاتی ہے۔

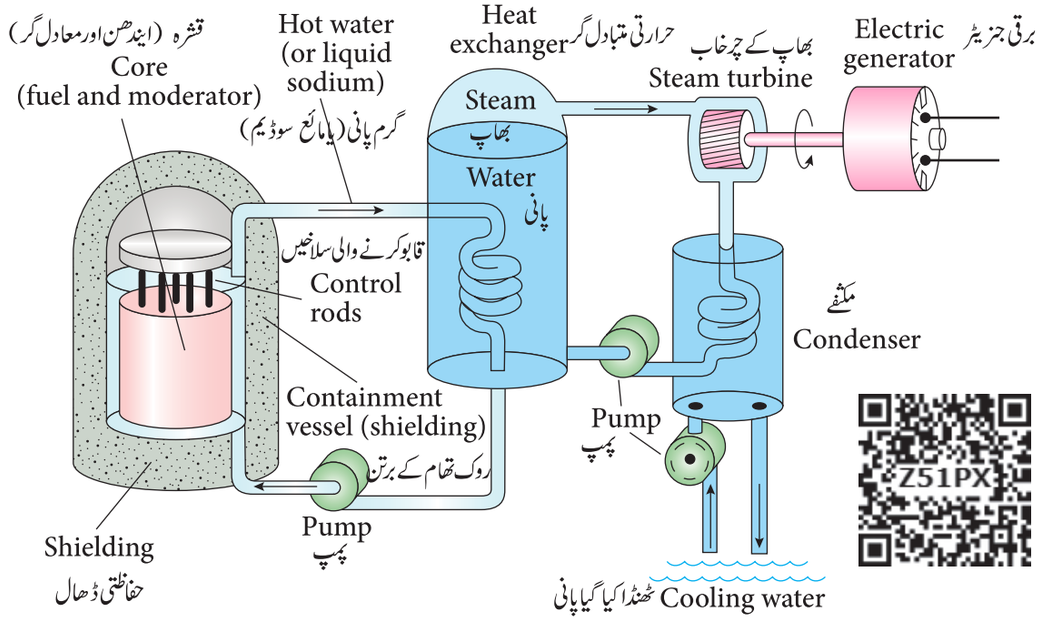
معادل گر (Moderators)

معادل گر ایک شئے ہے جو تیز نیوٹرانوں کو سست نیوٹرانوں میں تبدیل کرتی ہے۔ عام طور پر معادل گروں کا انتخاب اس طرح کیا جاتا ہے کہ ان کے مرکزات کی کمیت نیوٹرانوں کی کمیت کے مقابلے میں کم لگتی ہو۔ لہذا، یہ ہلکے مرکزات تیز نیوٹیرانوں کے ساتھ ٹکراؤ پیدا کرتے ہیں اور نیوٹیران کی رفتار کم ہوجاتی ہے (نوٹ کیجئے کہ billiard کی ایک گیند اپنے مساوی جسامت والی ایک اور ساکن گیند سے جب ٹکراتی ہے تو رک جاتی ہے مگر وہی گیند اگر ایک بڑی گیند سے ٹکراتی ہے تو وہ تقریباً اسی رفتار کے ساتھ لڑھکتی ہوئی لوٹتی ہے۔ ہلکے مرکزات کو معادل گر کے طور پر استعمال کرنے یہ یہی وجہ ہے) اکثر تعامل گر وزنی پانی (D_2O) اور گرافائٹ کو معادل گروں کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔ یورینیم کے بلاکس اور گرافائٹ (معادل گر) کے بلاکوں کا گٹھا بنایا جاتا ہے تاکہ ایک بڑا سا ڈھیر قائم کرسکے جیسا کہ خاکہ 9.29 (a) اور (b) میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 9.29 (a) ایک مرکزائی تعامل گر کی خانہ دار شکل

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:11 AM



خاکہ 9.29۔ (b) ایک مرکزائی تعامل گر کا تصوری نقشہ

قابو کرنے والی سلاخیں (Control Rods): تعاملی شرح کو برقرار رکھنے کے لئے قابو کرنے والی سلاخوں کا استعمال کیا جاتا ہے۔ ہر انشقاق کے دوران اوسطاً 2.5 نیوٹران خارج ہوتے ہیں۔

با قابو زنجیری تعاملات کو برقرار رکھنے کے لئے صرف ایک نیوٹران کو انشقاقی عمل کے لئے چھوڑا جاتا ہے اور بقیہ نیوٹران قابو کرنے والی سلاخوں کے ذریعہ جذب کر لئے جاتے ہیں۔

عام طور پر کیڈمیم یا بوران کو قابو کرنے والی سلاخ کے مادے کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے جیسا کہ خاکہ 9.29(a) اور (b) میں بتایا گیا ہے۔ یورنیم کے گٹھے میں قابو کرنے والی سلاخ کی مداخلتی گہرائی کی بنیاد پر ایک انشقاق کے ذریعہ پیدا ہونے والے نیوٹران کی اوسط تعداد کو ایک سے زیادہ کے برابر تک محدود کر دیا جاتا ہے۔ اگر فی انشقاق پیدا ہونے والے نیوٹران کی اوسط تعداد ایک ہو تو وہ تعامل گر فاصل حالت (Critical state) میں موجود تعامل گر کہلائے گا۔ درحقیقت تمام تعامل گروں کو قابو کرنے والی سلاخوں کی مناسب درستگی کے ذریعہ فاصل حالت پر برقرار رکھا جاتا ہے۔ اگر وہ اوسط تعداد ایک سے زیادہ ہو جائے تو وہ تعامل گر بہت جلد دھماکہ پا سکتا ہے یا بہت بڑی تباہی پیدا کر سکتا ہے۔

حفاظتی ڈھال (Shielding): مضر شعاعوں سے حفاظت کے لئے، مرکزائی تعامل گر کو تقریباً 2 سے 2.5 میٹر موٹائی والی کانکریٹ کی ایک مضبوط دیوار سے گھیر دیا جاتا ہے۔

سرد گر یا ٹھنڈا کرنے کا نظام (Cooling System)

سرد گر کا نظام تعامل گر کے قشرہ میں پیدا ہونے والی حرارت کو نکال دیتا ہے۔ سادہ پانی، وزنی پانی اور مائع سوڈیم کو سرد گر (Coolant) کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے اس لئے کہ ان کی حرارتی نوعی گنجائش بہت زیادہ ہوتی ہے۔ اور وہ اعلیٰ دباؤ کے اندر زیادہ نقطۂ جوش رکھتے ہیں۔ یہ سرد گرد (Coolant) ایندھن خانہ کے ذریعہ گذرتا ہے اور حرارتی متبادل گر کے ذریعہ حرارت کو بھاپ کے جنریٹر (Steam generator) تک پہنچاتا ہے جیسا کہ خاکہ 9.29 (a) اور (b) میں بتایا گیا ہے۔ یہ بھاپ چرقابوں کو گھماتی ہے جس سے طاقت گھروں میں برقی رو پیدا ہوتی ہے۔

نوٹ

ہندوستان میں 22 مرکزائی تعامل گر اپنی کارگردگی انجام دے رہے ہیں۔ تمل ناڈو میں کلپاکم اور کوڈانکلم نامی دو مقامات پر مرکزائی تعامل گر بنائے گئے ہیں۔ حالانکہ ہماری توانائی کی ضروریات کو پورا کرنا ہی مرکزائی تعامل گرات کا مقصد ہے لیکن پھر بھی عملی طور پر ہندوستان کی ضرورت توانائی کا صرف 2% حصہ ہی مرکزائی تعامل گر فراہم کر رہے ہیں۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:12 AM

9.8 مرکزائی اتصال Nuclear Fuction

جب دو یا دو سے زیادہ ہلکے مرکزات (A<Z) جم کر ایک وزنی مرکز میں تبدیل ہوتے ہیں تو یہ عمل مرکزائی اتصال (nuclear fusion) کہلاتا ہے۔ مرکزائی اتصال میں مجموعی مرکزہ (resultant nucleus) کی کمیت، اصلی ہلکے مرکزات کی انفرادی کمیتوں کے حاصل جمع سے کم ہوتی ہے۔ یہ کمیتی فرق توانائی کے طور پر رونما ہوتا ہے۔ مرکزائی انشقاق کے برعکس مرکزائی اتصال کمرے کی تپش پر عمل آور نہیں ہوتا۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جب دو ہلکے مرکزات جمع ہونے کے لئے ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں تو وہ کولوم کی دفاعی قوت کے ذریعہ سختی سے دفع ہوتے ہیں۔

اس دفع کو دور کرنے کے لئے دونوں کے ہلکے مرکزات میں اتنی توانائی بالفعل ہونی چاہئے جو دونوں کو اتنا قریب کر سکے کہ مرکزائی قوت مؤثر بن جائے، یہ اسی وقت ممکن ہے جب تپش 10^7 K سے زیادہ ہو جائے۔ جب اطراف کی تپش تقریباً 10^7 K ہو جاتی ہے تو ہلکے مرکزات وزنی مرکزات بنانے کے لئے اتصال پانے لگتے ہیں اور یہ ماحصل تعاملات حرارتی مرکزائی اتصالیت عاملات (Thermonulear Fusion reaction) کہلاتی ہے۔

ستاروں میں توانائی کی پیدائش:

وہ قدرتی مقام جہاں مرکزائی اتصال عمل پیرا ہوتا ہے، ستاروں کا قشرہ ہے۔ چونکہ ان کی تپش کی حد 10^7 K تک ہوتی ہے۔ حقیقت میں ہر ستارے میں توانائی کی پیدائش صرف حرارتی مرکزائی اتصال کے ذریعہ ہی ہوتی ہے۔ ہمارے سورج کے علاوہ دیگر کئی ستاروں میں، ہائیڈروجن کے جوہرات اتصال پا کر ہیلیم میں تبدیل ہوتے ہیں اور چند ستاروں میں ہیلیم کے جوہرات اتصال پا کر وزنی عناصر میں تبدیل ہوتے ہیں۔

ایک ستارے کا ابتدائی مرحلہ بادل اور غبار کی شکل میں ہوتا ہے۔ ان کی خود کی جاذبی کشش کی وجہ سے یہ بادل اندر گرنے لگتے ہیں۔ اس کے نتیجے میں، اس کی جاذبی توانائی بالقواہ، توانائی بالفعل میں تبدیل ہو جاتی ہے اور بالآخر حرارت میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ جب وہ تپش اتنی زیادہ ہوتی ہے جو حرارتی مرکزائی اتصال پیدا کرنے کے قابل ہوتی ہے تو وہ کثیر توانائی آزاد کرنے لگتی ہے جو ستارے کو مستحکم بناتی ہے اور مزید زخمی ہونے سے بچاتی ہے۔

سورج کی اندرونی تپش تقریبا 1.5×10^7 K ہوتی ہے۔ سورج میں ہر سکنڈ میں 6×10^{11} kg مقدار کا ہائیڈروجن ہیلیم میں تبدیل ہوتے رہتا ہے اور سورج میں ہائیڈروجن کی اتنی مقدار ہے کہ وہ مزید 5 بلین سالوں تک ان اتصالی تعاملات کو برقرار رکھ سکتی ہے۔ جب سورج میں موجود کل ہائیڈروجن جل جائے گا تو سورج، red giant کہلانے والی ایک نئی ہیئت اختیار کر لے گا جہاں ہیلیم اتصال پا کر کاربن میں تبدیل ہونے لگے گا۔ اس مرحلے کے دوران، سورج کی جسامت بہت بڑی ہو جائے گی اور اس کے تمام سیارے اس سے نگل لئے جائیں گے۔

Hans Bethe کے مطابق، سورج، اتصالی تعامل کے پروٹان ۔ پروٹان دور کے ذریعہ طاقت پاتا ہے۔ یہ دور اپنے اندر تین مرحلے رکھتا ہے اور اس کے پہلے دو مرحلے مندرجۂ ذیل میں دئے گئے ہیں۔

$$ {}_1^1H + {}_1^1H \rightarrow {}_1^2H + e^+ + \nu \qquad (9.44) $$

$$ {}_1^1H + {}_1^2H \rightarrow {}_2^3He + \gamma \qquad (9.45) $$

تیسرے مرحلے میں کئی تعاملات ممکن ہیں مگر سب سے عام تعاملات یہ ہے۔

$$ {}_2^3He + {}_2^3He \rightarrow {}_2^4He + {}_1^1H + {}_1^1H \qquad (9.46) $$

اوپر کی تعاملات میں پید اہونے والی مجموعی توانائی تقریباً 27MeV ہے۔ ہم سورج سے جو شعاعی توانائی حاصل کرتے ہیں وہ یہی اتصالی تعاملات کی وجہ سے بنتی ہے۔

بنیادی ذرات: (Elementary particles)

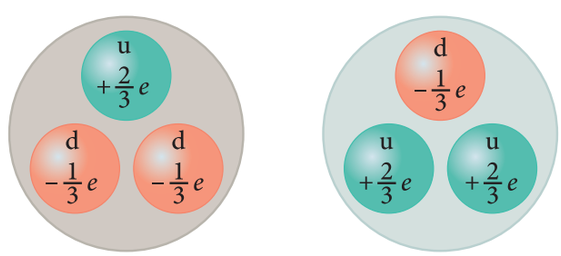
ایک جوہر میں الکٹرانوں سے گھرا ہوا ایک مرکزہ ہوتا ہے اور وہ مرکزہ پروٹان اور نیوٹرانوں سے بنا ہوتا ہے۔ 1960s تک یہی سمجھا جاتا تھا کہ پروٹان، نیوٹران اور الکٹران ہی مادہ کی بنیادی تعمیری اکائیاں ہیں۔ 1964 میں ماہرین طبیعیات Murray Gellman اور George Zweig نے نظریاتی طور پر یہ بتایا کہ پروٹان اور نیوٹران

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:12 AM

بنیادی ذرات نہیں ہیں بلکہ وہ quarks سے بنے ہوئے ہیں۔ یہی quarks فطرت کے بنیادی ذرات مانے جاتے ہیں۔ الکٹران بھی بنیادی ذرات یا ابتدائی ذرات ہی ہیں کیونکہ وہ کسی بھی شئے سے بنے ہوئے نہیں ہیں۔1968 میں USA کے (SLAC) Standford Linear Acceleretor centre، کے ذریعہ تجرباتی طور پر querks کا انکشاف کیا گیا۔کل چھ quarks اوران کے ضد ذرات(antiparticles) پائے جاتے ہیں جو یہ ہیں۔

up(اوپر)،down(نیچے)،Charm(دلکش)،
Starny(اجنبی)top(اوپری)اور bottom(نچلا) = ان تمام quarks میں کسری بار پائے جاتے ہیں۔مثال کے طور پر UP نامی quarks کا بار $+\frac{2}{3}e$ ہےاور down نامی quark کا بار $-\frac{1}{3}e$ ہے۔

quarks کے نمونے کے مطابق، پروٹان دو up نامی quarks اور ایک down نامی quark سے بنا ہوا ہے اور نیوٹران ایک up نامی quarks اور دو down نامی quark سے بنا ہوا ہے جیسا کہ خاکہ 9.30 میں بتایا گیا ہے۔



Neutron نیوٹران　　Proton پروٹان

خاکہ 9.20 نیوکلیان کے اجزاء:

بنیادی ذرات (Elementary Particles) کا مطالعہ ذراتی طبیعیات (Particle Physics) کہلاتا ہے اور یہ اب بھی تحقیقی میدان کا ایک متحرک پہلو ہے۔اب تک ذراتی طبیعیات کے میدان میں 20 سے بھی زیادہ نوبل انعامات دئے جا چکے ہیں۔

فطرت کی بنیادی قوتیں:

(Fundamental Forces of nature)

یہ معلوم شدہ بات ہے کہ دو کمیتوں کے درمیان جاذبی قوت پائی جاتی ہے اور وہ فطرت میں کائناتی طور پر پائی جاتی ہے۔سورج کی جاذبی قوت کے ذریعہ ہمارے سیارے سورج سے جڑے ہوئے ہیں۔+2 کی جلد 1 میں ہم نے سیکھا کہ دو باروں کے درمیان برق مقناطیسی قوت پائی جاتی ہے اور وہ ہمارے روز مرہ زندگی کے مختلف مرحلوں میں اہم کردار ادا کرتی ہے۔ اس اکائی میں ہم نے سیکھا کہ دو نیوکلیانوں کے درمیان ایک مضبوط مرکزائی قوت پائی جاتی ہے۔ان تین قوتوں کے علاوہ فطرت کی ایک اور بنیادی قوت پائی جاتی ہے جسے کمزور قوت (Weak force) کہتے ہیں۔اس کمزور قوت کی حد مرکزائی قوت کی حد سے بھی کم ہے۔ یہ قوت بیٹا زوال(Beta decay) اور ستاروں کی توانائی کی تیاری میں اہم کردر ادا کرتی ہے۔سورج میں ہائیڈروجن کا اتصال (Fusion) پا کر ہیلیم میں تبدیل ہونے کے دوران، کمزور قوت کے ذریعہ نیوٹرنو (neutrino) اور بے حساب شعاعیں پیدا ہوتی ہیں۔کمزور قوت کی کارگردگی کی تفصیلات اس کتاب کے احاطے سے باہر ہے اور مزید جانکای کے لئے مناسب کتابوں کے حوالات لئے جاسکتے ہیں۔

جاذبی قوت، برق مقناطیسی قوت، مضبوط اور مرکوز قوتیں، فطرت کی بنیادی قوتیں کہلاتی ہیں۔اس کا احساس ایک بہت ہی دلچسپ بات ہے کہ ہماری روز مرہ زندگی کے لئے بھی ان چار بنیادی قوتوں کی ضرورت پڑتی ہے۔آسان الفاظ میں ہم اس طرح کہہ سکتے ہیں؛

ہمارے جسم پر پڑنے والی زمین کی جاذبی قوت کی وجہ سے ہم زمین پر زندگی بسر کر رہے ہیں۔زمین کی سطح پر موجود جوہرات اور ہمارے قدم میں موجود جواہرات کے درمیان موجود برق مقناطیسی قوت کے بل بوتے ہی پر ہم زمین کی سطح پر کھڑے ہوتے ہیں۔مضبوط مرکزائی قوت ہی کی وجہ سے ہمارے جسم میں موجود جوہرات مستحکم ہیں۔ بالآخر زمین پر موجود تمام جاندار عضویات سورج سے آنے والی شمسی توانائی پر منحصر ہیں اور وہ توانائی اس کمزور قوت کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے جو سورج کے قشرہ کے اندر عمل پیرا ہونے والی مرکزائی اتصال تعاملات کے دوران اہم رول ادا کرتی ہے۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:13 AM

SUMMARY خلاصہ:

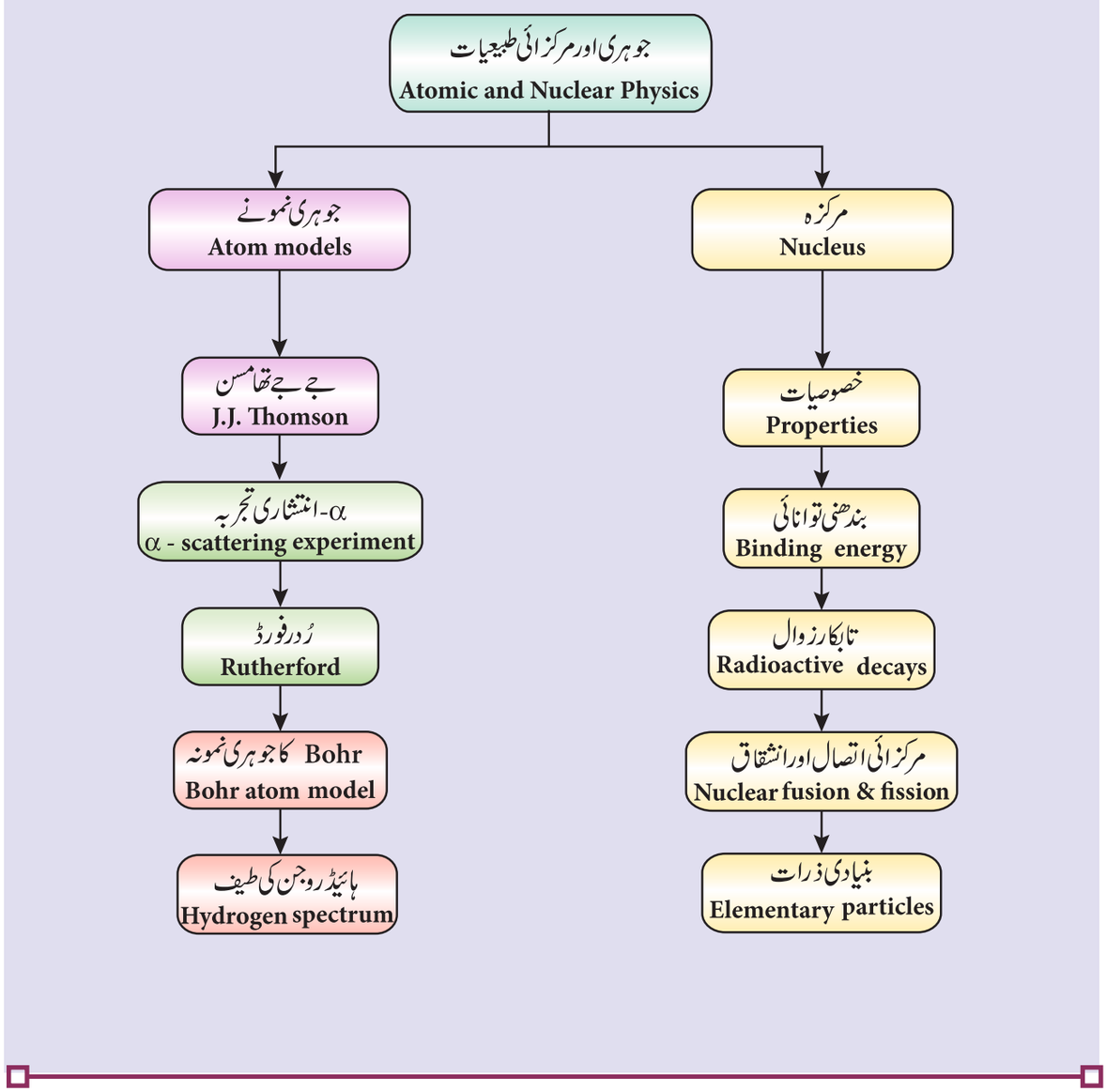
- کم دباؤ پر ذراتی گیسوں کے ذریعہ برقی ایصالیت کے مطالعے کے لئے استعمال کیا جانے والا آلہ غیر بار برداری کی نالی (discharge tube) کہلاتا ہے۔
- بارفی اکائی کمیت نوعی بار یا بافاعدہ بنایا گیا بار (normalized Charge) کہلاتا ہے اور وہ تجربہ میں استعمال ہونے والی گیس پر بھی اور برقیروں کی فطرت پر بھی غیر منحصر ہوتا ہے۔
- 180 کے ذریعہ منعکس ہونے سے کچھ پہلے آلفا کا ذرہ اور مرکزہ کا مرکز، ان دونوں کا کم ترین درمیانی فاصلہ قریب ترین رسائی کا فاصلہ r کہلاتا ہے۔
- مؤثر متعین پیما (b) (impact Parameter) (ملاحظہ ہو۔خاکہ 9.12) کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ سونے کے مرکزہ کے مرکز، اور طویل فاصلے پر رہتے وقت آلفا ذرہ کی سمتی رفتار کے سمتیہ کی سمت، ان دونوں کے درمیان موجود عمودی فاصلہ ہے۔
- Bohr کے جوہری نمونے کے تحت، زاویائی معیار حرکت کوانٹم سازی ہوتی ہے۔
- Bohr کے جوہری نمونے میں مدار کا نصف قطر یہ ہے۔ $r_n = a_0 \frac{n^2}{Z}$
- ہائیڈروجن کے جوہر کے پہلی مدار کا نصف قطر $a_0 = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2} = 0.529\ \text{Å}$ ہے اور اسے Bohr کا نصف قطر کہا جاتا ہے۔
- nویں مدار میں الکٹران کی سمتی رفتار $\upsilon_n = \frac{h}{2\pi m a_0}\frac{Z}{n}\ \text{ms}^{-1}$. ہے۔
- بہترین ساختی مستقلہ $\alpha = \frac{1}{137}$ ہے جو ایک غیر ابعادی مستقلہ ہے۔
- n ویں مدار میں الکٹران کی کل توانائی $E_n = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\frac{Z^2}{n^2} = -13.6\frac{Z^2}{n^2}eV$ ہے۔
- ایک الکٹران کو ادنیٰ توانائی کی حالت سے اعلیٰ توانائی کی کسی بھی حالت تک پرجوش بنانے کے لئے درکار توانائی اشتعالی توانائی یا مشتعل توانائی کہلاتی ہے اور بھیجی جانے والی متعلقہ قواہ اشتعالی قواہ کہلاتی ہے۔
- ارضی حالت میں موجود ایک جوہر سے ایک الکٹران کو نکالنے کے لئے درکار کم از کم توانائی بندھنی توانائی یا رواں ساز توانائی کہلاتی ہے۔
- ایک الکٹران میں بندھنی توانائی یا رواں ساز توانائی پیدا کرنے کے لئے اس میں جس تفاوت بالقواہ کے ذریعہ اسراع پیدا کی جاتی ہے وہ تفاوت بالقواہ رواں ساز قواہ (Ionization Potential) کہلاتی ہے۔
- Lyman سلسلہ کے طیفی خطوط کا موجی طول بالا بنفشی خطے میں موجود ہوتا ہے۔
- Balamer سلسلہ کے طیفی خطوط کا موجی طول نظر آنے والے علاقے میں موجود ہوتا ہے جب کہ Paschen اور Bracket سلسلے کے طیفی خطوط کے موجی طول زیر سرخ (infrared) خطے میں موجود ہوتے ہیں۔
- جوہری عدد Z اور کمیتی عدد A رکھنے والے عنصر X کے مرکزے کی نمائندگی $^{A}_{Z}X$ سے کی جاتی ہے۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:14 AM

- مرکزہ $(Z > 10)$ کے نصف قطر R اور کمیتی عدد A کو جوڑنے والا مشاہداتی تعلق (emprical relation) یوں پیش کیا جاتا ہے $R = R_0 A^{1/3}$ جہاں $R_0 = 1.2\ F$ ہے۔
- ایک اعلیٰ دباؤ کی حالت میں مرکزائی مادہ کی اور مرکزہ کی کثافت $\rho = 2.3 \times 10^{17}\ kg\ m^{-3}$ ہے۔
- اگر ایک مرکزہ ${}^{A}_{Z}X$، پروٹان اور نیوٹران کی کمیتیں بالترتیب M، m_p اور m_e ہوں تو پھر کمیتی نقص (mass defect) یہ ہوگا $\Delta m = \left(Zm_p + Nm_n\right) - M$
- مرکزہ کی اوسط بندھنی توانائی یہ ہے۔ $B.E = \left(Zm_p + Nm_n - M\right)c^2$
- بندھنی توانائی فی نیوکلیان، لوہے کے لئے سب سے زیادہ ہوتی ہے جو 8.8 MeV ہے۔
- آلفا زوال ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$
- $\beta-$ زوال ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + e^{-} + \overline{\nu}$
- $\beta+$ زوال ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + e^{+} + \nu$
- گاما اخراج ${}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$
- زوال تابکاری کا کلیہ $N = N_0\, e^{-\lambda t}$
- عام طور پر n نصف حیاتوں کے بعد چھوٹے ہوئے غیر زوال شدہ مرکزات کی تعداد $N = \left(\frac{1}{2}\right)^{n} N_0$ ہے۔
- نصف حیات اور زوالی مستقلہ کا درمیانی تعلق یہ ہے۔ $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.6931}{\lambda}$.
- اوسط حیات $\tau = \frac{1}{\lambda};\ T_{1/2} = \frac{0.6931}{\lambda} = 0.6931\tau$. ہے۔
- اگر ایک وزنی مرکزہ زوال پا کر ہلکے مرکزے بناتا ہے تو اسے مرکزائی انشقاق کہتے ہیں۔
- ایک دو ہلکے مرکزات جڑ کر وزنی مرکزہ بناتے ہیں تو اسے مرکزائی اتصال کہتے ہیں۔
- مرکزائی تعامل گروں میں، مرکزے زنجیری تعاملات کو باقابو ہوتے ہیں۔
- ستاروں میں توانائی کی پیداوار مرکزائی اتصال کے ذریعہ ہوتی ہے۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:14 AM

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ



12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:14 AM

EVALUATION محاسبہ

QLEZB

I۔ کثیر انتخابی سوالات

1۔ فرض کیجئے کہ V وولٹ کی ایک قواہ کے ذریعہ اسراع پایا ہوا ایک آلفا ذرہ، جوہری عدد Z والے ایک مرکزہ کے ساتھ ملنے کے لئے چھوڑا جاتا ہے تو مرکزہ کے ساتھ آلفا ذرہ کی قریب ترین رسائی کا فاصلہ یہ ہے۔

(a) $14.4\frac{Z}{V}$ Å (b) $14.4\frac{V}{Z}$ Å

(c) $1.44\frac{Z}{V}$ Å (d) $1.44\frac{V}{Z}$ Å

2۔ ہائیڈروجن کے ایک جوہر میں، چوتھے مدار میں گھومنے والا الکٹران، اس کے برابر زاویائی معیار حرکت رکھتا ہے۔

(a) h (b) $\frac{h}{\pi}$

(c) $\frac{4h}{\pi}$ (d) $\frac{2h}{\pi}$

3۔ n=1 کے لئے 122.4V مقدار کی رواں ساز قواہ کے ساتھ H نما جوہر کا جوہری عدد یہ ہے۔

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

4۔ ہائیڈروجن کے جوہر کے پہلے تین مدارات کی درمیانی نسبت یہ ہے۔

(a) 1:2:3 (b) 2:4:6

(c) 1:4:9 (d) 1:3:5

5۔ کیتھوڈ شعاعوں کے ذرے کا بار یہ ہے۔

(a) مثبت (b) منفی

(c) معادل (d) تعین نہیں کیا گیا ہے۔

6۔ جے جے تھامسن کے e/m کے تجربے میں، الکٹرانوں کی ایک کرن کو muons (وہ ذرہ جس کا بار تو الکٹران کے بار کے برابر ہے مگر اس کی کمیت الکٹران کے کمیت سے 208 گنا زیادہ ہے) سے بدل دیا جاتا ہے۔ غیر انحرافی حالت اسی وقت حاصل کی جاتی ہے جب

(a) B کو 208 گنا بڑھایا جاتا ہے۔

(b) B کو 208 گنا کم کیا جاتا ہے۔

(c) B کو 14.4 گنا بڑھایا جاتا ہے۔

(d) B کو 14.4 کم کیا جاتا ہے۔

7۔ He^{+}, Li^{++} اور H میں n = 2 سے n=1 تک کی منتقلی کے لئے خارج ہونے والی شعاعوں کے موجی طول کی نسبت یہ ہے۔

(a)1: 2: 3 (b) 1: 4: 9

(c) 3:2:1 (d) 4: 9: 36

8۔ ایک الکٹران کی برقی قواہ اس طرح دی گئی ہے کہ $V = V_0 \ln\left(\frac{r}{r_0}\right)$ جہاں r_0 ایک مستقلہ ہے۔ اگر Bohr کا جوہری نمونہ پائیدار ہے تو پھر صدری کوانٹم عدد n کے ساتھ nویں مدار کا نصف قطر کا تغیر یہ ہے۔

(a) $r_n \propto \frac{1}{n}$ (b) $r_n \propto n$

(c) $r_n \propto \frac{1}{n^2}$ (d) $r_n \propto n^2$

9۔ اگر ^{27}Al کا مرکزائی نصف قطر 3.6 فرمی (fermi) ہو تو Fermi ہی کی اکائی میں ^{64}Cu کا نصف قطر اندازاً یہ ہوگا۔

(a) 2.4 (b) 1.2

(c) 4.8 (d)3.6

10۔ مرکزہ تقریباً کروی شکل کا ہوتا ہے پھر کمیتی عدد A رکھنے والے مرکزے کا سطحی رقبہ یہ ہے۔

(a) $A^{2/3}$ (b) $A^{4/3}$

(c) $A^{1/3}$ (d) $A^{5/3}$

11۔ $^{7}_{3}Li$ کے ایک مرکزہ کی کمیت، اس میں موجود تمام نیوکلیانوں کی انفرادی کمیتوں کے حاصل جمع سے 0.042u کم ہے۔ $^{7}_{3}Li$ مرکزہ کی اوسط بندھنی توانائی فی نیوکلیان تقریباً یہ ہوگی۔

(a) 46 MeV (b) 5.6 MeV

(c) 3.9MeV (d)23 MeV

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:14 AM

12۔ M_p پروٹان کی کمیت کو ظاہر کرتا ہے اور M_n ایک نیوٹران کی کمیت کو ظاہر کرتا ہے۔ بندھنی توانائی B رکھنے والے ایک دیے گئے مرکزے میں Z پروٹان اور N نیوٹران موجود ہیں۔ مرکزہ کی کمیت M(N,Z) یوں پیش کی جاتی ہے (جس میں C روشنی کی رفتار ہے)۔

(a) $M(N,Z) = NM_n + ZM_p - Bc^2$

(b) $M(N,Z) = NM_n + ZM_p + Bc^2$

(c) $M(N,Z) = NM_n + ZM_p - B/c^2$

(d) $M(N,Z) = NM_n + ZM_p + B/c^2$

13۔ ایک تابکار مرکزہ (ابتدائی کمیتی عدد A اور جوہری عدد Z) دو آلفا ذرات اور دو پازٹران خارج کرتا ہے۔ حتمی مرکزے میں پروٹانوں کے ساتھ نیوٹرانوں کی تعداد کی نسبت یہ ہے۔

(a) $\frac{A-Z-4}{Z-2}$ (b) $\frac{A-Z-2}{Z-6}$

(c) $\frac{A-Z-4}{Z-6}$ (d) $\frac{A-Z-12}{Z-4}$

14۔ ایک تابکار عنصر A کی نصف مدت حیات کا وقفہ، ایک اور تابکار عنصر B کی اوسط حیات کے وقفے کے برابر ہے۔ شروع میں دونوں میں مساوی مقدار کے جوہر پائے جاتے ہیں۔ تو پھر

(a) شروع میں A اور B دونوں کی زوالی شرح مساوی ہوگی۔

(b) ہمیشہ A اور B دونوں کی زوالی شرح مساوی ہوگی۔

(c) A کے مقابلے میں B تیزی سے زوال پائے گا۔

(d) B کے مقابلے میں A تیزی سے زوال پائے گا۔

15 ۔ $t=0$ پر ایک تابکار عنصر میں N_0 تعداد کے مرکزے پائے جاتے ہیں۔ ایک نصف حیات کے نصف عرصے (یعنی $t = \frac{1}{2}T_{\frac{1}{2}}$ پر) کے بعد بقیہ مرکزات کی تعداد یہ ہے۔

(a) $\frac{N_0}{2}$ (b) $\frac{N_0}{\sqrt{2}}$

(c) $\frac{N_0}{4}$ (d) $\frac{N_0}{8}$

Answers

جوابات:

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

II۔ مختصر جواب دیجئے:

1۔ کیتھوڈ شعاعیں کیا ہیں؟

2۔ کیتھوڈ شعاعوں کی خصوصیات تحریر کیجئے۔

3۔ روھرفورڈ کے آلفا انتشار کے تجربے کے نتائج پیش کیجئے۔

4۔ Bohr کے جوہری نمونے کے مفروضے تحریر کیجئے۔

5۔ مشتعل توانائی (excitation energy) سے کیا مراد ہے؟

6۔ رواں ساز توانائی (Ionisation energy) اور رواں ساز قواہ (ionisation potential) کی تعریف کیجئے؟

7۔ Bohr کے جوہری نمونے کی خامیاں تحریر کیجئے۔

8۔ قریب ترین رسائی کا فاصلہ کسے کہتے ہیں؟

9۔ مؤثر متعین پیما (impact Parameter) کی تعریف کیجئے۔

10۔ عنصر X کے مرکزہ کا عام اظہار (general notation) لکھئے۔ اس میں موجود ہر اصطلاح کیا ظاہر کرتی ہے؟

11۔ ہم جا (isotope) کسے کہتے ہیں؟ ایک مثال پیش کیجئے۔

12۔ ہم سرایہ (isotone) کسے کہتے ہیں؟ ایک مثال پیش کیجئے۔

13۔ ہم بار (isobar) کسے کہتے ہیں؟ ایک مثال پیش کیجئے۔

14۔ جوہری کمیتی اکائی (u) کی تعریف کیجئے۔

15۔ ثابت کیجئے کہ $Z > 10$ والے مرکزات کے لئے مرکزائی کثافت عنقریب مستقل ہوتی ہے۔

16۔ کمیتی نقص (mass defect) کسے کہتے ہیں؟

17۔ ایک مرکزے کی بندھنی توانائی (binding energy) کسے کہتے ہیں؟ اس کی مساوات پیش کیجئے۔

18۔ ایک جوہری کمیتی اکائی (1 amu) کی توانائی کی توازنت (energy equivalent) کا محاسبہ کیجئے۔

19۔ بندھنی توانائی فی نیوکلیان کا طبیعی مطلب بیان کیجئے۔

20۔ تابکاری سے کیا مراد ہے؟

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:15 AM

21۔ آلفاز وال، بیٹاز وال اور گاما اخراج کی علامتی نمائندگی پیش کیجئے۔

22۔ آلفاز وال میں، غیر مستحکم مرکزہ $_{2}^{4}He$ مرکزہ ہی کیوں خارج کرتا ہے؟ وہ چار علاحدہ نیوکلیان کیوں خارج نہیں کرتا؟

23۔ ایک تابکار مرکزہ کی اوسط حیات (mean life) کسے کہتے ہیں؟ مساوات پیش کیجئے۔

24۔ ایک تابکار مرکزہ کی نصف مدت حیات (half-life) سے کہتے ہیں؟ مساوات پیش کیجئے۔

25۔ کارروائی یا زوالی شرح سے کیا مراد ہے؟ اس کی اکائی بتائیے۔

26۔ کیوری کی تعریف کیجئے؟

27۔ نیوٹران اور پروٹان کے اجزائی ذرات کیا کیا ہیں؟

III۔ تفصیلی جواب دیجئے:

1۔ الکٹران کا نوعی بار کا تعین کرنے کے لئے جے جے تھامسن کے تجربے کی وضاحت کیجئے؟

2۔ ایک الکٹران کے بار کا تعین کرنے کے لئے Millikan کے تیل کے قطرے کے تجربہ پر بحث کیجئے۔

3۔ Bohr کے جوہری نمونے کی مدد سے ہائیڈروجن کے جوہر میں موجود یک الکٹران کے لئے توانائی کی مساوات اخذ کیجئے۔

4۔ ہائیڈروجن کے جوہر کی طیفی سلسلوں پر بحث کیجئے۔

5۔ ترسیم کی مدد سے، کمیتی عدد کے ساتھ اوسط بندھنی توانائی کے تغیر کی وضاحت کیجئے اور اس کی خصوصیات پر بحث کیجئے۔

6۔ مرکزائی قوت پر تفصیلی گفتگو کیجئے؟

7۔ مناسب مثال کے ساتھ آلفاز وال کے عمل کی تشریح کیجئے۔

8۔ مناسب مثال کے ساتھ بیٹاز وال کے عمل کی تشریح کیجئے۔

9۔ مناسب مثال کے ساتھ گاما اخراج کے عمل کی تشریح کیجئے۔

10۔ تابکاری کا کلیہ اخذ کیجئے۔

11۔ نیوٹرنو کی خصوصیات بیان کیجئے اور بیٹاز وال میں اس کے کردار کی وضاحت کیجئے۔

12۔ کاربن ڈیٹنگ یا تاریخ سازی کی وضاحت کیجئے۔

13۔ مرکزائی انشقاق کا عمل اور اس کی خصوصیات پر بحث کیجئے۔

14۔ مرکزائی اتصال کے عمل پر بحث کیجئے اور بتائیے کہ ستاروں میں توانائی کس طرح پیدا ہوتی ہے۔

15۔ ایک خانہ دار شکل کے ساتھ مرکزائی تعامل گر کے عمل کی وضاحت کیجئے۔

16۔ فطرت میں پائی جانے والی چار بنیادی قوتوں کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

17۔ فطرت میں پائے جانے والے بنیادی ذرات کی مختصر وضاحت کیجئے۔

حسابی مسئلے :

(1) ارضی حالت میں موجود، ہائیڈروجن کے دو جوہرات H_A اور H_B کا تصور کیجئے۔ فرض کیجئے کہ ہائیڈروجن کا جوہر H_A حالت سکون پر ہے اور ہائیڈروجن کا دوسرا جوہر H_B ایک رفتار کے ساتھ حرکت کرتا ہوا ہائیڈروجن کے ساکن جوہر سے ٹکراتا ہے۔ ٹکراؤ کے بعد وہ دونوں حرکت کرنے لگتے ہیں۔ ہائیڈروجن کے حرکت پذیر جوہر H_A کی توانائی بالفعل کی کم از کم قیمت کیا ہوگی، یہاں تک کہ کوئی ایک ہائیڈروجن کا جوہر H_B پہلی مشتعل حالت پر پہنچتا ہے۔

[Ans: 20.4 eV]

(2) Bohr کے جوہری نمونے میں مروریت (transitions) کی تعداد مندرجۂ ذیل مساوات سے پیش کی جاتی ہے۔

$$v = Rc\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$ جہاں $n < m$ ہے۔

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:15 AM

مندرجۂ ذیل مروریتوں (transitions) پر غور کیجئے۔

Transitions	$m \rightarrow n$
1	$3 \rightarrow 2$
2	$2 \rightarrow 1$
3	$3 \rightarrow 1$

ثابت کیجئے کہ ان مروریتوں کی تعداد حاصل جمع کے قانون (sum rule) (جسے Ritz combination Principle یعنی Ritz کا مجموعی اصول کہتے ہیں) کا اتباع کرتی ہے۔

[Ans: $\nu_{3\rightarrow2} + \nu_{2\rightarrow1} = \nu_{3\rightarrow1}$]

(3) (a) ہائیڈروجن کا ایک جوہر 97.5 nm موجی طول کی اشعاعیت کے ساتھ مشتعل بنتا ہے۔ مشتعل حالت کا پرنسپل کوانٹم عدد معلوم کیجئے۔

(b) بتائیے کہ اخراجی طیف میں خطوط کی کل تعداد $\frac{n(n-1)}{2}$ ہے۔ سوال (a) میں دئے گئے ضابطے کے مطابق اخراجی طیف میں بننے والے ممکنہ خطوط کی کل تعداد کا محاسبہ کیجئے۔

(جواب : (a) $n = 4$ (b) 6 ممکنہ خطوط/مروریت)

(4) اگر زمین کی کثافت مرکزہ کی کثافت کے برابر ہوتی تو زمین کا نصف قطر کتنا ہوتا ہے ؟ دریافت کیجئے۔

(زمین کی کمیت 5.97×10^{24} kg)

جواب : [Ans:180 m]

(5) $^{108}_{47}Ag$ مرکزے کی کمیتی کمی (نقص) اور بندھنی توانائی فی نیوکلیان کا محاسبہ کیجئے۔

(Ag کی جوہری کمیت = 107.905949)

جواب : Ans: $\left[\begin{array}{l}\Delta m = 0.990391u \text{ and} \\ \overline{B.E} = 8.5MeV\end{array}\right]$

(6) دو تابکار عناصر کی نصف حیاتی مدتیں بالترتیب 20 منٹ اور 40 منٹ ہیں۔ شروع میں ان نمونوں کے مرکزات کی تعداد مساوی ہوتی ہے۔ 80 منٹ کے بعد A اور B کے زوال شدہ مرکزات کی نسبت معلوم کیجئے۔ [Ans: 5:4]

(7) آپ اپنے جنم دن پر، ایک نمونہ ^{210}Bi کی کارروائی کی پیمائش کرتے ہیں جس کی نصف حیات 5.01 دن ہے۔ آپ سے معلوم کی گئی کارروائی کی ابتدائی پیمائش $1\ \mu Ci$ ہے۔

(a) آپ کے اگلے جنم دن پر اس نمونے کی اندازا کاروائی کیا ہوگی؟ (b) زوالی مستقلہ، (c) اوسط حیات اور (d) جوہروں کی ابتدائی تعداد معلوم کیجئے۔

جواب : [Ans: (a) $10^{-22}\mu Ci$ (b) $1.6\times10^{-6}\ s^{-1}$ (c) 7.23days (d) 2.31×10^{10}]

(8) 68% زوال پانے کے لئے radon کے ایک نمونے کے لئے درکار وقت کا محاسبہ کیجئے۔

(دیا گیا ہے کہ ریڈان کا $T_{½}$، 3.8 دن ہے)۔

(جواب : 5.022 دن)

(9) یہ تصور کرتے ہوئے کہ $^{235}_{92}U$ کے ایک واحد مرکزہ کے انشقاق سے آزاد ہونے والی توانائی 200MeV ہے، 1 واٹ کی طاقت پیدا کرنے کے لئے درکار فی سکنڈ انشقاق کی تعداد معلوم کیجئے۔

(10) بتائیے کہ ایک کیوری کی ایک کارروائی کے ساتھ ریڈیم ($^{226}_{88}Ra$) کی کمیت عنقریب ایک گرام ہوتی ہے۔

(دیا گیا ہے کہ سال $T_{½} = 1600$ ہے۔)

[Ans: 3.125×10^{10}]

(11) آثار قدیمہ کے ایک مقام سے ایک درخت کے چار کول کے ٹکڑے ملے ہیں۔ اس کے مساوی نمونے کے ایک زندہ درخت میں موجود کاربن 14 کے مقابلے میں اس چار کول میں موجود کاربن 14 کی مقدار صرف 17.5% ہی ہے۔ قدیم درخت کی عمر کیا ہوگی؟

[Ans: 1.44×10^{4} yr]

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:16 AM

BOOKS FOR REFERENCE کتب حوالہ

1. Introduction to Modern Physics, H.S. Mani and G.K. Mehta, East-West Press, New Delhi
2. Concepts of Modern Physics, Arthur Beiser, McGraw Hill, 6th edition
3. Concepts of Physics – H. C. Verma, Volume 2, Bharati Bhawan Publisher
4. Fundamentals of Physics, Halliday, Resnick and Walker, Wiley Publishers, 10th edition
5. Physics for scientist and engineers with modern physics, Serway and Jewett, Brook/Coole publishers, 8th edition
6. Physics for scientist and engineers with modern physics, Paul Tipler and Gene Mosca, Sixth edition, W.H.Freeman and Company

100 95 75 25 5 0

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:16 AM

ICT CORNER

Atomic and Nuclear physics

جوہری اور مرکزائی طبیعیات

(i) اس کارروائی میں آپ (i) تجرباتی طور پر Millikan کے تیل کے قطرے کے تجربے کے تصور کی نمائش کرسکیں گے۔ (ii) اس قطرے کی انتہائی سمتی رفتار معلوم کرسکیں گے اور (iii) ایک قطرے پر موجود بار معلوم کرسکیں گے۔

موضوع : Millikan کے تیل کے قطرے کا تجربہ

مرحلے:

- براؤزر کھولئے اور اڈرس بار میں "vlab.amrita.edu" ٹائپ کیجئے۔
- 'Physical Sciences' کے ٹیب پر کلک کیجئے۔ پھر 'Modern Physics Virtual Lab' پر کلک کیجئے۔
- پھر 'Millikan's oil drop experiment' پر کلک کیجئے۔ تجربہ کو کر کے دیکھنے کے لئے مجازی یعنی ٹیب پر کلک کیجئے۔
- START بٹن دبایئے: تیل کا انتخاب کرنے کے لئے Combo Box پر کلک کیجئے۔
- روک گھڑی کا START بٹن کلک کیجئے اور، ایک قطرہ سے کسی دو نقاط کے درمیان Li فاصلہ طے کرنے کے لئے لیا جانے والا وقت معلوم کیجئے۔ انتہائی (terminal) سمتی رفتار $\upsilon_1 = \frac{l_1}{t_1}$ معلوم کیجئے۔
- بٹن 'Voltage On' پر کلک کیجئے تا کہ تیل کے اسی قطرے کو ہوا میں ٹھہرا سکے۔ یہی توازنی وولٹیج V ہے۔
- بٹن "XRay On" پر کلک کیجئے اور ایک قطرے سے کسی دو نقاط کے درمیان فاصلہ طے کرنے کے لئے لیا جانے والا وقت معلوم کیجئے۔

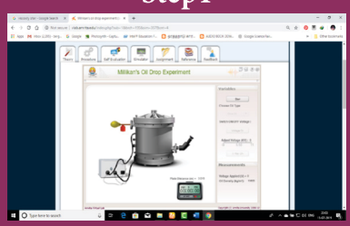
انتہائی (terminal) سمتی رفتار $\upsilon_2 = \frac{l_2}{t_2}$ معلوم کیجئے۔

$q = \frac{6\pi\eta r(\upsilon_1 + \upsilon_2)d}{V}$ کی مساوات کی مدد سے قطرے کا بار معلوم کیا جاتا ہے۔

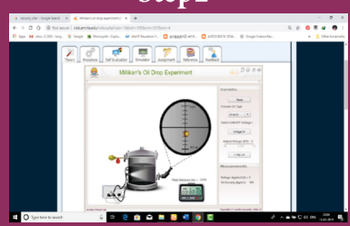
جہاں r۔ تیل کے قطرے کا نصف قطر ہے۔ (جو خوردبین کے ذریعہ معلوم کیا جاسکتا ہے)

d۔ تختیوں کا درمیانی فاصلہ ہے۔ η۔ ہوا کی لزوجیت (Viscosity) ہے۔ $(1.81 \times 10^{-5}\ kgm^{-1}s^{-1})$

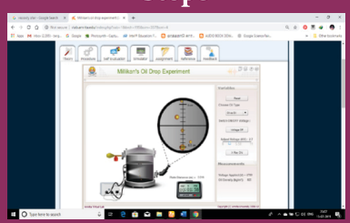
Step1



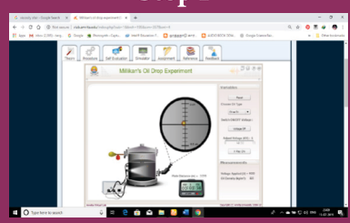
Step2



Step3



Step4



Note:

1. One time sign up is needed to do simulation. Then login using that username and password.
2. Install flash player in your browserif it is not there.

URL:

http://vlab.amrita.edu/index.php?sub=1&brch=195&sim=357&cnt=4

* Pictures are indicative only.

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

12 physics 9. atomic and nuclear
Tuesday, December 14, 2021 11:03:17 AM

اکائی
10

الکٹرانکس اور مواصلات

ELECTRONICS AND COMMUNICATION

Electronics is clearly the winner of the day
– John Ford.

S8V4B

سیکھنے کے مقاصد:

اس اکائی میں طلباء یہ باتیں سیکھ سکیں گے

- نیم موصلوں میں توانائی کی پٹی کا نقشہ
- نیم موصلوں کے اقسام
- *p-n* جوڑ والے ڈیوڈ کی بناوٹ اور اس کی V-I خصوصیات
- تصحیحی مرحلہ (Rectification Process)
- مخصوص مقصد کے ڈیوڈ
- ٹرانسسٹر اور ان کے بروقتہ استعمالات
- ہندسوی اور مماثل (analog) اشارات
- منطقی دروازے (Logic gates) بولین الجبرا اور ڈی مارگن کا نظریہ
- ترمیم (Modulation) اور اس کے اقسام
- مواصلاتی نظام کے بنیادی عناصر
- خلاء کے ذریعہ برق مقناطیسی موجوں کا پھیلاؤ
- چند اہم مواصلاتی نظامات

10.1 تعارف:

برقی آلات (الکٹرانس) ہماری روزمرہ زندگی کا ایک اہم حصہ بن چکا ہے۔ بہت سے آلات جیسے موبائیل فون، کمپیوٹر ٹیلی ویژن، موسیقی نظامات وغیرہ الکٹرانس کے اصولوں ہی پر کام کرتے ہیں، علاوہ ازیں ایرکنڈیشن، مائیکرو ویواون، برتن دھونی (dish washers) اور واشنگ مشین جیسے مختلف آلات میں بھی مختلف افعال انجام دینے کے لئے الکٹرانی دوروں کا استعمال کیا جاتا ہے۔

ان کے ساتھ ساتھ مختلف میدانات جیسے مواصلاتی نظامات طبی تشخیص اور معالجات یہاں تک کہ ATM مشینوں کے ذریعہ رقموں کے تبادلات میں الکٹرانکس کے استعمالات بڑی حد تک پھیلی ہوئی ہیں۔

الکٹرانکس کی ارتقاء: (Evolution of Electronics)

1987 میں J.A.Fleming کے ذریعہ کئے گئے خلائی ڈیوڈ (Vacuum diode) کے انکشاف کے ساتھ ہی الکٹرانکس کی تاریخ شروع ہوئی۔ اس کی اتباع کرتے ہوئے Lee De Forest نے برقی سگنلوں پر قابو پانے کے لئے ایک خلائی ٹریوڈ Vacuum triode کا انکشاف کیا۔ اسی بنیاد پر tetrode اور Pentode کی نالیاں بنائی گئیں۔

بعد میں ٹرانسسٹر کا زمانہ آیا جو 1941 میں Brattain, Bardeen اور Shockley کے ذریعہ انکشاف کئے گئے دو قطبی جوڑ والے ٹرانسسٹر کے ساتھ شروع ہوا۔ اس انکشاف کے لئے 1956 میں انہیں نوبل انعام دیا گیا۔ جرمینیم اور سیلیکان نامی نیم موصلی اشیاء کے ظہور سے یہ ٹرانسسٹر بہت مشہور ہوا اور مختلف الکٹرانی دوروں میں اس کے استعمالات ہونے لگے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:23 PM

بعد کے سالوں میں مربوط دوریں ICs (IntegratedCircuits) بنائے گئے جن کی مدد سے مکمل الکٹرانی دوروں کو ایک بہت ہی سستے اور چھوٹے سے چپ کے اندر مربوط (احصاء) کر دیا جاتا تھا۔1958 سے لے کر چھوٹے حد والے، اوسط حد والے، بڑی حد والے اور بہت بڑی حد والے ICs وجود میں آئے جو ایک اکیلے چپ کے اندر کئی ہزار الکٹرانی اشیاء کا احصاء کئے ہوئے تھے۔ ہندسوی مربوط دوریں (Digital Integrated circuits)، فن کمپیوٹر کی نشوونما کے لئے Ic ترقی کا ایک اور ذریعہ ہے۔ تمام وقتی تبدیلیاں 1969 میں Micro Processor کے وجود کا سبب بنیں۔

الکٹرانکس کی ارتقاء، دیکھتے ہی دیکھتے کمپیوٹر کی ارتقاء میں اسراع پانے لگی۔اب اس ترقی پذیر دنیا میں آنکھوں کو نظر نہ آنے والے نینو جسامت کے چھوٹے ذرات میں الکٹرانکس کے چپس بن رہے ہیں۔اس کی وجہ سے ناقابل تصور والے چھوٹے آلات ترقی پا رہے ہیں۔اپنے انکشاف کے دوران کمرے کی جسامت رکھنے ولا ایک کمپیوٹر اب ایک لیپ ٹاپ، palm top اور ipad میں تبدیل ہو چکا ہے۔ قریب ہی میں IBM نامی کمپنی نے چاول کے نوک کے برابر چھوٹی جسامت رکھنے والے ایک کمپیوٹر کا تعارف کروایا جس کا ہر ضلع صرف 0.33mm ہے۔

الکٹرانکس طبیعیات کی ایک شاخ ہے جو ٹیکنالوجی کو Transistors اور Microchips کی مدد سے برقی دوریں بنانے کے لئے اجاگر کرتی ہے۔ یہ ایک نیم موصل میں موجود سوراخوں اور الکٹرانوں کی حرکت اور خلاء اور گیس میں موجود الکٹرانوں اور روانوں کی حرکت اور برتاؤ کی نقل اندازی کرتی ہے۔الکٹرانکس ایسے برقی دوروں پر بحث کرتی ہے جن میں غیر فعال اجزاء (Passive Components) جیسے مزاحم، امالہ گر (Inductors)، مکثفے اور ٹرانسفارمر وغیرہ سے منسلک فعال اجزاء جیسے ٹرانسسٹر، ڈیوڈ، مربوط دوریں اور حسی آلات (Sensors) موجود ہوتے ہیں۔

یہ سبق p-n جوڑ والے ڈیوڈ، دو قطبی (bi- polar) جوڑ والے ٹرانسسٹر اور منطقی دوریں جیسے نیم موصلی آلات سے متعلق بحث کرتا ہے۔

نوٹ

غیر فعال اجزاء: اجزاء جو ایک برقی دور میں طاقت پیدا نہیں کر سکتے۔
فعال اجزاء: اجزاء جو ایک برقی دور میں طاقت پیدا کر سکتے ہیں۔

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

خاکہ 10.1: کمپیوٹر کی ارتقاء
(a) دنیا کے پہلے کمپیوٹروں میں سے ایک کمپیوٹر (b) Desktop کمپیوٹر (c) لیپ ٹاپ کمپیوٹر (d) پام ٹاپ کمپیوٹر (e) چاول کے دانے کے قریب رکھا گیا سب سے چھوٹا کمپیوٹر جسے IBM نے بنایا ہے۔

کیا تم جانتے ہو؟

Pennsylvania کی J.Presper یونیورسٹی میں Eckert اور Johnmauchly کے ذریعہ دنیا کا سب سے پہلا کمپیوٹر "ENIAC" کا انکشاف ہوا تھا۔اس کا تعمیری کام 1943 میں شروع کیا گیا جو 1946 میں تکمیل کو پہنچا۔اس کمپیوٹر سے تقریباً 1800 مربع قدم جگہ گھیری گئی تھی۔اس میں 18,000 خلائی نالیاں تھیں اور وہ تقریباً 50 ٹن وزنی تھا۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:24 PM

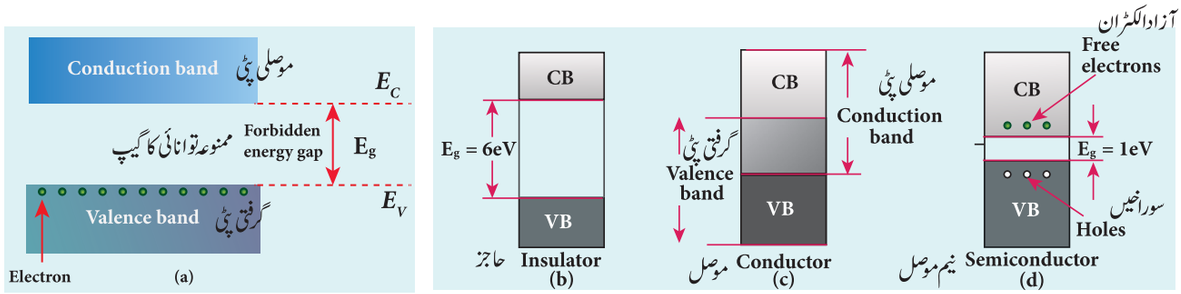
10.1.1 ٹھوس اجسام کے لئے توانائی کی پٹی کا نقشہ
(Energy band diagram of solids)

ایک الگ تھلگ جوہر میں الکٹرانی توانائی کی سطحیں وسیع طور پر جدا کئے ہوتے ہیں اور وہ ایک دوسرے سے دور دور ہوتے ہیں اور الکٹران کی توانائی کا تعین اس مدار کے ذریعہ کیا جاتا ہے جس میں وہ مرکزہ کے اطراف چکر لگاتا ہے ۔ بہرحال ایک ٹھوس شئے کے معاملے میں جوہریں ایک دوسرے کے بہت قریب موجود ہوتے ہیں اور اس لئے قریبی جوہروں کے بیرون ترین توانائی کی سطحوں میں موجود الکٹران ایک دوسرے کو متاثر کرتے ہیں ۔ اس کی وجہ سے ٹھوس اشیاء میں الکٹرانی حرکت کی فطرت الگ تھلگ جوہر کے الکٹران کے برعکس ایک بڑی حد تک بدلی ہوئی ہوتی ہے ۔

بندھنی فطرت کے لئے ایک جوہر میں موجود گرفتی الکٹران ہی ذمہ دار ہیں ۔ آیئے ہم فرض کریں کہ بیرون ترین مدار میں ایک الکٹران رکھنے والا ایک جوہر ہے ۔ اس کا مطلب ہے کہ گرفتی الکٹران کی تعداد ایک ہے ۔ جب اس قسم کے دو جوہروں کو ایک دوسرے کے قریب لایا جاتا ہے تو گرفتی مداریں دو ٹکڑوں میں تقسیم ہوجاتے ہیں ۔ چونکہ دونوں مداروں کی توانائی مساوی ہوتی ہے ، الکٹران دونوں میں سے کسی ایک مدار کے انتخاب کرنے کا اختیار رکھتے ہیں ۔ جب اس نظام کے قریب ایک اور جوہر لایا جاتا ہے تو تینوں جوہروں کے گرفتی مداریں تین حصوں میں تقسیم ہوجاتے ہیں ۔ نہ گھیری گئی مداریں بھی تین حصوں میں تقسیم ہوجاتے ہیں ۔

درحقیقت ایک ٹھوس شئے ملینوں جوہروں سے بنی ہوتی ہے جب ملینوں جوہروں کو ایک دوسرے کے قریب لایا جاتا ہے تو جوہروں کی تعداد کے لحاظ سے گرفتی مداریں اور نہ گھیری گئی مداریں (Un occupied orbitals) منقسم ہوجاتے ہیں ۔ اس معاملے میں توانائی کی سطحیں بہت قریب رہیں گی اور ایک جوہر کے مدار کو دوسرے سے فرق کرنے میں مشکل پیش آئے گی اور وہ ایک پٹی (a band) کی طرح دکھائی دیتے ہیں جیسا کہ خاکہ 10.2 میں بتایا گیا ہے ۔ توانائی کی ایک چھوٹی سی حد میں قریب قریب موجود توانائی کی سطحوں کی بہت بڑی تعداد کی یہ پٹی (band) توانائی کی پٹی (energy band) کہلاتی ہے ۔

گرفتی مداروں (Valence orbitals) کی وجہ سے بننے والی توانائی کی پٹی گرفتی پٹی (Valene band,VB) کہلاتی ہے اور وہ پٹی جو ان نہ گھیرے گئے مداروں کی وجہ سے بنتی ہے جن میں سے توانائی سے بھرپور الکٹران چھلانگ لگا سکتے ہیں ۔ موصلی پٹی (Conduction band) کہلاتی ہے ۔ گرفتی پٹی اور موصلی پٹی کے درمیان موجود توانائی کا گیپ (energy gap) ممنوعہ توانائی کا گیپ (Forbidden energy gap) کہلاتا ہے ۔ یہ ممنوعہ توانائی کا گیپ $Eg=Ec-Ev$ ہے ۔ الکٹران کی توانائی بالفعل نیچے سے اوپر تک (مرکزہ کے قریب سے بعید ترین تک) بڑھتی جاتی ہے اور توانائی بالقواہ گھٹتی جاتی ہے جس سے یہ اشارہ ملتا ہے کہ مرکزوں کے قریبی مداروں میں موجود الکٹران بڑی توانائی بالقواہ رکھتے ہیں ۔ اسی لئے مرکزوں کے قریب موجود الکٹرانوں کو پرجوش بننے کے لئے توانائی کی کثیر مقدار کی ضرورت پڑتی ہے ۔ گرفتی پٹی میں موجود الکٹران مرکز پر سے ڈھیلے طور پر بندھے ہوتے ہیں اور وہ آزاد الکٹران بننے کے لئے آسانی سے پرجوش (مشتعل) بنائے جاسکتے ہیں ۔



خاکہ 10.2 (a) گرفتی پٹی، موصلی پٹی اور ممنوعہ توانائی کے گیپ کی ساختی نمائندگی (b) حاجز (c) موصل (d) نیم موصل

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:25 PM

نوٹ

مداری الکٹرانوں کی توانائی کی پیمائش الکٹران وولٹ electron volts (eV) میں کی جاتی ہے۔

10.1.2 اشیاء کی درجہ بندی (Classification of materials)

حاجز، دھاتیں اور نیم موصلوں میں ٹھوس اشیاء کی ہونے والی درجہ بندی کی وضاحت توانائی کی پٹی کے نقشوں کی مدد سے کی جاسکتی ہے۔

(i) حاجز (Insulators)

خاکہ (b) میں حاجز کے لئے توانائی کی پٹی کا نقشہ بتایا گیا ہے ۔اس میں گرفتی پٹی اور موصلی پٹی کے درمیان توانائی کا ایک بڑا گیپ پایا جاتا ہے۔ممنوعہ توانائی کا یہ گیپ حاجزوں میں تقریباً $6eV$ ہے۔ یہ گیپ اتنا بڑا ہوتا ہے کہ تپش میں اضافہ کرنے یا مضبوط بیرونی برقی میدان کے بھیجے جانے کے باوجود گرفتی پٹی میں موجود الکٹران موصلی پٹی میں نہیں جاسکتے ۔ چنانچہ برقی موصلیت ممکن ہی نہیں ہوتی اس لئے کہ موصلیت کے لئے آزاد الکٹران نہیں پائے جاتے اور اس لئے یہ اشیاء حاجز (Insulators) کہلاتی ہے۔ان کی مزاحمت کی حد -

10^{11} سے 10^{19} Ωm (اوم میٹر) تک ہوتی ہے۔

(ii) موصل (Conductors)

موصلات میں گرفتی پٹی اور موصلی پٹی ایک دوسرے پر چڑھی ہوئی ہوتی ہیں جیسا کہ خاکہ 10.2(c) میں بتایا گیا ہے۔لہذا الکٹران موصلی پٹی میں آزادی سے حرکت کرسکتے ہیں جس کے نتیجے میں موصلی پٹی میں بے شمار آزاد الکٹران پائے جاتے ہیں۔ چنانچہ کم تپشوں پر بھی ایصالیت (conduction) ممکن ہوجاتی ہے ۔ برقی میدان کا استعمال، برقی رو تعمیر کرنے کے لئے ان الکٹرانوں کو ایک مخصوص سمت میں سفر کرنے کے لئے مطلوبہ توانائی فراہم کرتا ہے۔

موصلات کے لئے مزاحمت کی قیمت 10^{-8} سے 10^{-2} Ωm (اوم میٹر) تک ہوتی ہے۔

(ii) نیم موصلات (Semiconductors)

نیم موصلات میں گرفتی پٹی اور موصلی پٹی کے درمیان ممنوعی توانائی کا ایک باریک گیپ ($Eg<3eV$) پایا جاتا ہے (خاکہ 10.2(d))۔ ایک متعین تپش پر ٹھوس کا حرارتی پھیلاؤ جوہرات کے درمیان موجود ہم گرفتی بندھن (Covalent band) کو توڑ سکتا ہے۔(مستحکم الکٹرانی تشکیل حاصل کرنے کے لئے الکٹرانوں کے بٹنے کی وجہ سے گرفتی بندھن پیدا ہوتا ہے) اس عمل سے، گرفتی پٹی سے چند الکٹران آزاد ہوکر موصلی پٹی میں پہنچ جاتے ہیں چونکہ الکٹران کی تعداد کم ہوتی ہے ۔ نیم موصلوں کی ایصالیت موصلوں کے مقابلے میں بہت کم ہوتی ہے ۔ نیم موصلوں کے مزاحمت کی حد 10^{-5} سے 10^{6} Ωm (اوم میٹر) تک ہوتی ہے۔

نوٹ

نیم موصلات میں گرفتی پٹی میں موجود الکٹران بندھے ہوئے الکٹران ہوتے ہیں جو حرکت نہیں کرسکتے۔ لہذا وہ ایصالیت میں حصہ نہیں لے سکتے۔

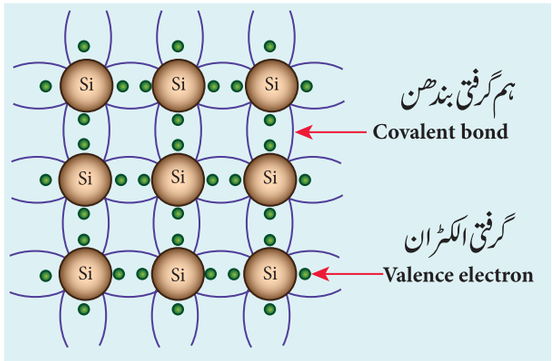
جب تپش کو مزید بڑھایا جاتا ہے تو موصلی پٹی میں زیادہ تعداد کے الکٹران منتقل ہوجاتے ہیں اور وہ ایصالیت کو بڑھاتے ہیں۔اس لئے ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ تپش کے بڑھنے سے برقی ایصالیت بھی بڑھتی ہے بالفاظ دیگر تپش کے بڑھنے سے مزاحمت کم ہوجاتی ہے۔لہذا یہ کہا جاتا ہے کہ نیم موصلوں کی مزاحمت کی تپش کا تعاونی عدد منفی (Negative temperature coefficient of resistance) ہوتا ہے۔ عام طور پر سب سے زیادہ استعمال ہونے والی نیم موصلی عناصری اشیاء سلیکان (Si) اور جرمینیم (Ge) ہیں۔ کمرے کی تپش پر Si اور Ge کے لئے ممنوعی توانائی کے گیپ کی قیمتیں بالترتیب 1.1eV اور 0.7eV ہیں۔

10.2 نیم موصلات کے اقسام: (Types of semiconductors)

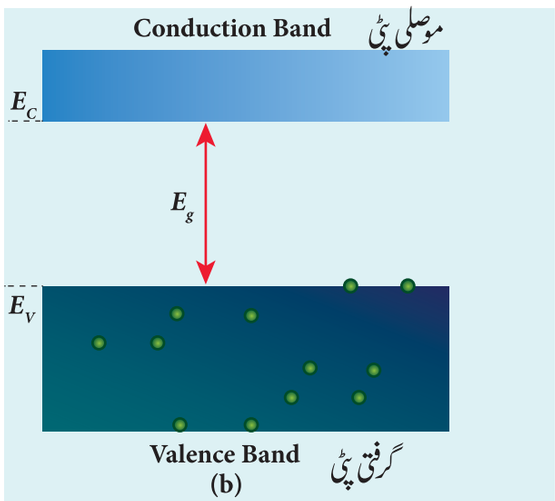
10.2.1 ذاتی (یا) اندرونی نیم مواصلات: (Intrinsic semiconductiors)

کسی بھی قسم کی ملاوٹ کے بغیر موجود اپنی خالص حالت رکھنے والا نیم موصل، ذاتی نیم موصل کہلاتا ہے۔ یہاں ملاوٹ سے مراد قلمی جالی Crystal lattice میں کسی بھی بیرونی جوہر کی موجودگی ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:26 PM



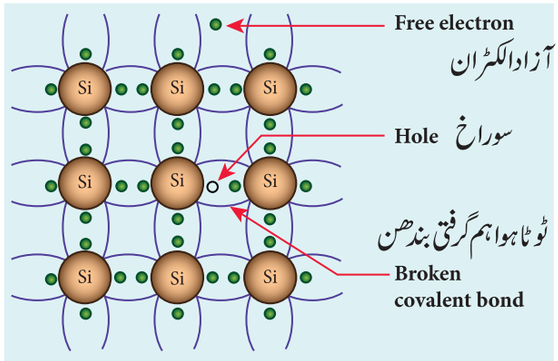
(a)



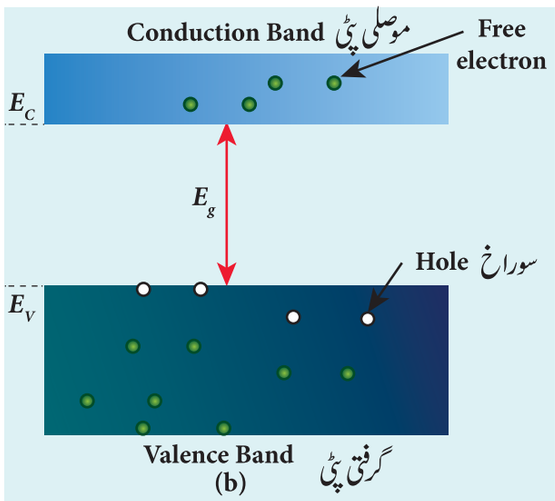
خاکہ 10.3 (a) سلیکان کی دوابعادی قلمی جالی
(b) اندرونی نیم موصل کی گرفتی پٹی اور موصلی پٹی

خاکہ 10.3(a) میں سلیکان کی جالی بتائی گئی ہے۔ سلیکان کے ہر جوہر کے بیرون ترین مدار میں چار، الکٹران پائے جاتے ہیں اور وہ چار الکٹران جالی بنانے کے لئے چار پڑوسی جوہروں کے ساتھ ہم گرفتی طور پر بندھے ہوتے ہیں۔ اس معاملے کے لئے خاکہ میں پٹی کا نقشہ بتایا گیا ہے۔

تپش کا ایک چھوٹا سا اضافہ بھی چند گرفتی بندھنوں کو توڑنے کے لئے اور الکٹرانوں کو جالی سے آزادی کے ساتھ خارج کرنے کے لئے کافی ہوتا ہے (خاکہ 10.4(a)۔ اس کے نتیجے میں گرفتی پٹی میں چند مقامات خالی ہوجاتے ہیں اور اتنے ہی عدد کے مقامات موصلی پٹی میں الکٹرانوں سے گھیرے جاتے ہیں جیسا کہ خاکہ 10.4(b) میں بتایا گیا ہے۔ گرفتی پٹی میں پیدا ہونے والی خالی جگہوں کو سوراخیں



(a)



خاکہ 10.4(a) ذاتی سلیکانی جالی میں آزاد الکٹران، سوراخ اور ٹوٹے ہوئے ہم گرفتی بندھن کی موجودگی (b) کمرے کی تپش پر موصلی پٹی میں الکٹرانوں کی موجودگی اور گرفتی پٹی میں سوراخوں کی موجودگی

(holes) کہا جاتا ہے۔ چونکہ الکٹرانوں کی کمی سے سوراخیں پیدا ہوتے ہیں انہیں مثبت بار بردار تسلیم کرلیا جاتا ہے لہذا نیم مواصلات میں الکٹران اور سوراخ باروں کو لے جانے والے دو اجزاء ہیں۔

ذاتی نیم موصلوں میں، ایصالی پٹی میں موجود الکٹرانوں کی تعداد گرفتی پٹی میں موجود سوراخوں کی تعداد کے برابر ہوتی ہے۔ موصلی پٹی میں موجود الکٹران اور گرفتی پٹی میں موجود سوراخوں ہی کی وجہ سے برقی ایصالیت عمل میں آتی ہے۔ متعلقہ برقی روئیں بالترتیب I_c اور I_h کے طور پر نمائندہ کئے جاتے ہیں۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:26 PM

نوٹ

سوراخ(hole) کی تعریف: جب ایک الکٹران پر جوش بنتا ہے تو ہم گرفتی بندھن (Covalent bond) ٹوٹ جاتی ہے اب Octet کا قانون مطمئن نہ ہوگا۔ لہذا ہر پر جوش الکٹران ایک خلاء(Vacancy) چھوڑ جاتا ہے تا کہ بندھن کو مکمل کر سکے۔ الکٹران کی یہ کمی deficiency سوراخ (hole) کہلاتی ہے۔

کل برقی رو I ہمیشہ الکٹرانی برقی رو اور سوراخی برقی رو کا مجموعہ ہوتی ہے۔ یعنی $I = I_c + I_h$

0 K پر ایک ذاتی نیم موصل، ایک حاجز کی طرح برتاؤ کرتا ہے۔ تپش کا اضافہ بار برداروں (سوراخوں اور الکٹرانوں) کی تعداد میں اضافہ پیدا کرتا ہے۔ پٹی کے نقشے میں ذاتی نیم موصل کا ساختی نقشہ خاکہ 10.4(b) میں بتایا گیا ہے۔ ایک ذاتی نیم موصل میں موجود، موصلی پٹی میں پائے جانے والے الکٹرانوں کی تعداد یا گرفتی پٹی میں موجود سوراخوں کی تعداد، ذاتی برداری مرکوزیت (Intrinsic carrier concentration) کہلاتی ہے۔

10.2.2 خارجی نیم موصلات: (Extrinsic semiconductors)

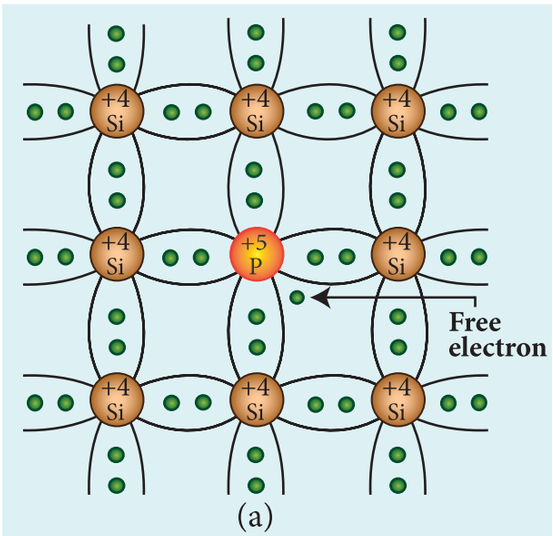
مؤثر الکٹرانک آلات بنانے کے لئے ذاتی نیم موصلات میں موجود ذاتی برداری مرکوزیت کافی نہیں ہے۔ ذاتی نیم موصلات میں موجود ذاتی برداری مرکوزیت بڑھانے کا ایک اور طریقہ غیر خالص جوہرات کا شامل کرنا ہے۔

ذاتی نیم موصلات میں غیر خالص اشیاء شامل کرنے کا مرحلہ ڈوپنگ (doping) کہلاتا ہے۔ یہ عمل نیم موصلوں میں بار برداروں (الکٹران اور سوراخوں) کی مرکوزیت بڑھاتا ہے اور ساتھ ساتھ اس کی برقی ایصالیت کو بھی بڑھاتا ہے۔ وہ غیر خالص جوہرات dopants کہلاتے ہیں اور اس کی قوت تقریباً 100ppm یعنی parts per million ہوتی ہے۔

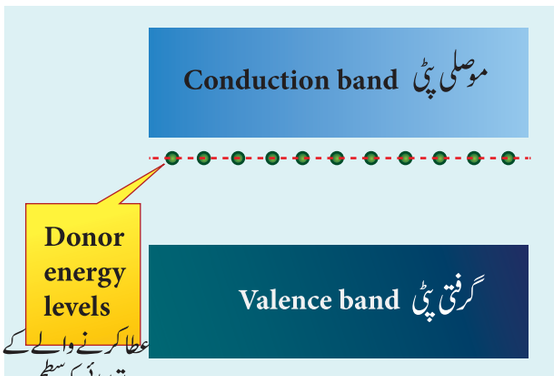
ملائی جانے والی غیر خالص اشیاء کی قسم کی بنیاد پر اخراجی نیم موصلوں کو (i) n- قسم کے نیم موصلات اور (ii) P - قسم کے نیم موصلات میں درجہ بند کیا جاتا ہے۔

(i) n - قسم کے نیم مواصلات (n-type semiconductor)

سلیکان (یا جرمینیم) کے ایک خالص قلمی (crystal) کے ساتھ (دوری جدول کے V ویں گروپ سے) پنج گرفتی (Pentavalent) غیر خالص جوہرات جیسے فاسفورس، آرسینک اور اینٹی منی وغیرہ کی ملاوٹ سے n- قسم کا ایک نیم موصل حاصل کیا جاتا ہے جیسا کہ خاکہ 10.5(a) میں بتایا گیا ہے۔ Dopant میں پانچ گرفتی الکٹران پائے جاتے ہیں جب کہ نیم موصل میں چار گرفتی الکٹران پائے جاتے ہیں۔ ڈوپنگ یا ملاوٹ کے مرحلے میں سلیکان کے چند جوہرات پنج گرفتی dopants میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔



(a)

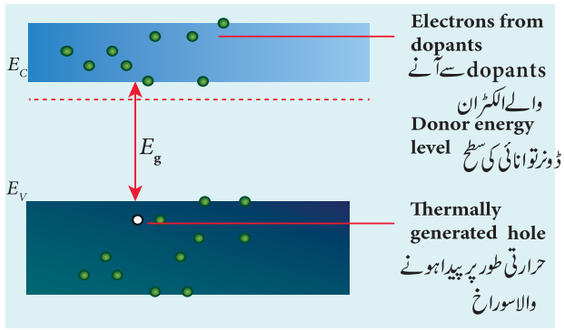


خاکہ 10.5۔ n- قسم کا نیم موصل
(a) آزاد الکٹران جو جالی سے بالکل ڈھیلے طور پر جڑے ہوئے ہوتے ہیں (b) عطا کرنے والے کے توانائی کی سطح

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:27 PM

غیر خالص جوہر کے پانچ گرفتی الکٹرانوں میں سے چار الکٹران سلیکان کے چار جوہروں کے ساتھ ہم گرفتی بندھنیں بناتے ہیں چونکہ غیر خالص جوہر کا پانچواں الکٹران ہم گرفتی بندھن کی تعمیر میں حصہ نہیں لیتا، وہ جوہر کے ساتھ ہلکے طور پر جڑا ہوتا ہے۔

ہلکے طور پر جڑے ہوئے dopant کے اس الکٹران کی توانائی کی سطح موصلی پٹی کے کنارے سے تھوڑی نیچے ہوتی ہے اور یہ سطح ڈونر توانائی کی سطح donor energy level کہلاتی ہے جیسا کہ خاکہ 10.5(a) میں بتایا گیا ہے۔ کمرے کی تپش پر یہ الکٹران حرارتی توانائی کے انجذاب سے موصلی پٹی میں بآسانی منتقل ہو سکتے ہیں۔ اسے خاکہ 10.6 میں بتایا گیا ہے۔ اس کے علاوہ ایک بیرونی برقی میدان کی مدد سے بھی ہلکے طور پر بندھے ہوئے الکٹران آزاد کئے جا سکتے ہیں اور ایصالیت پیدا کی جا سکتی ہے۔



خاکہ 10.6۔ گرفتی پٹی میں حرارتی طور پر پیدا ہونے والے سوراخیں اور موصلی پٹی میں dopants کے ذریعہ پیدا ہونے والے آزاد الکٹران۔ (n - قسم کا نیم موصل)

یہ نوٹ کرنا ضروری ہے کہ ایک ذاتی نیم موصل میں گرفتی پٹی سے موصلی پٹی میں چھلانگ لگانے کے لئے، Ge کے الکٹران کو 0.7V اور Si کے الکٹران کو 1.1eV کے مقدار کی توانائی کی ضرورت پڑتی ہے جب کہ (عطا کرنے والے) ڈونر الکٹران کو آزاد کرنے کے لئے Ge الکٹران کو 0.01eV اور Si کے الکٹران کو 0.05eV کے مقدار کی توانائی ہی کافی ہوتی ہے۔

پانچویں گروپ کے پنج گرفتی غیر خالص جوہرات موصلی پٹی کے لئے الکٹران عطا کرتے ہیں اور وہ ڈونر غیر خالصات donor impurities کہلاتے ہیں۔ چنانچہ ہر غیر خالص جوہر، حرارتی طور پر پیدا ہونے والے الکٹرانوں کے علاوہ موصلی پٹی کے لئے ایک زائد الکٹران فراہم رکتا ہے۔ حرارتی طور پر خارج ہونے والے یہ الکٹران گرفتی پٹی میں سوراخیں چھوڑ جاتے ہیں۔ لہذا n - قسم کے ایک نیم موصل میں برقی رو کے زیادہ تر بردار majority carriers الکٹران ہوتے ہیں اور کم تر بردار minority carriers سوراخیں ہوتے ہیں۔ ایک پنج گرفتی غیر خالص شئے کے ساتھ ملایا جانے والا ایسا نیم موصل ایک *n*- قسم کا نیم موصل کہلاتا ہے۔

(ii) *p*- قسم کا نیم موصل (p-type semi conductor)

p- قسم کے نیم موصل میں سلیکان (یا جرمینیم) کے قلی کے ساتھ (دوری جدول کے تیسرے گروپ سے) بوران، الومینیم، گیلیم (gallium) اور انڈیم (indium) جیسے سہ گرفتی (trivalent) غیر خالص جوہرات شامل کئے جاتے ہیں۔ تین گرفتی الکٹرانوں والا dopant، سلیکان کے تین جوہروں کے ساتھ تین ہم گرفتی بندھن بناتا ہے۔ سلیکان کے چار ہم گرفتی بندھنوں میں سے تین بندھنیں مکمل ہوتے ہیں مگر ایک بندھن میں ایک الکٹران کی کمی واقع ہوتی ہے۔ چوتھے ہم گرفتی بندھن میں موجود الکٹرانی گرفت (vacancy) کی نمائندگی ایک سوراخ کے طور پر کی جاتی ہے۔

تمام چار قریبی جوہروں کے ساتھ ہم گرفتی بندھن کو مکمل بنانے کے لئے dopant کو ایک اور الکٹران کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ dopant پڑوس جوہروں سے الکٹران قبول کرنے کے لئے تیار رہتے ہیں۔ چنانچہ یہ غیر خالص شئے ایک قبول کرنے والا آلودگی (an acceptor impurity) کہلاتی ہے۔ ہر غیر خالص جوہر سے پیدا ہونے والے سوراخ کی توانائی کی سطح، گرفتی پٹی سے تھوڑا سا اوپر ہوتی ہے جیسا کہ خاکہ 10.7(b) میں بتایا گیا ہے۔

ہر قبول کرنے والا (acceptor) جوہر کے لئے، گرفتی پٹی میں ایک سوراخ ضرور پایا جائے گا جو کہ حرارتی طور پر خارج ہونے والے الکٹرانوں کے چھوڑے جانے پر بننے والے سوراخوں کے علاوہ الگ سوراخ ہے۔ ایسے ایک خارجی نیم موصل میں زیادہ تر بردار یں سوراخیں ہوتے ہیں اور حرارتی طور پر پیدا ہونے والے الکٹران کم تر بردار یں جیسا کہ خاکہ 10.8 میں بتایا گیا ہے۔ اس طرح بننے والا خارجی نیم موصل *p* - قسم کا نیم موصل کہلاتا ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:28 PM

کیا ہم جانتے ہو؟

n- قسم اور *p*- قسم کے نیم موصلات معادل ہوتے ہیں، کیونکہ صرف معادل جوہرات ہی ذاتی نیم موصلات میں ملائے جاتے ہیں۔

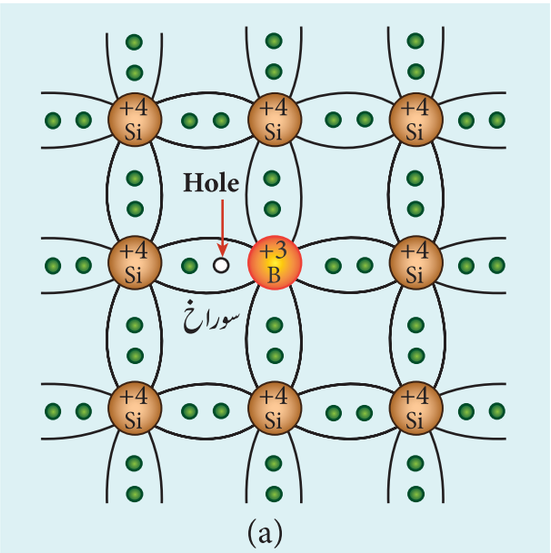
10.3 ڈایوڈس (Diodes)

10.3.1 P-N جوڑ کی بناوٹ (P-N Junction formation)

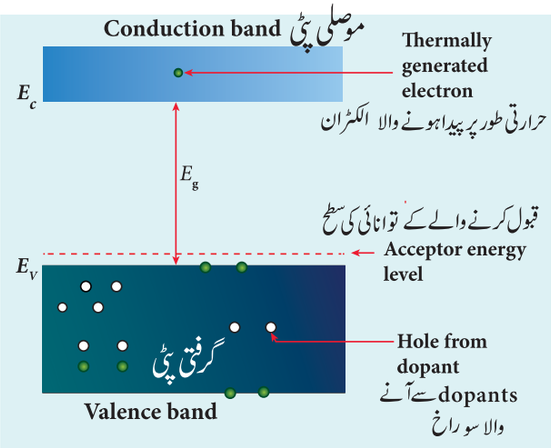
(i) کمی والی پرت کی بناوٹ (Formation of depletion layer)

نیم موصلی قلم کا ایک اکیلا ٹکڑا اس طرح (doped) ملایا جاتا ہے کہ اس کا ایک طرف کا حصہ *p*- قسم کا نیم موصل ہوتا ہے جب کہ دوسری طرف کا حصہ *n*- قسم کا نیم موصل ہوتا ہے۔ دونوں طرف کے حصوں کے مس ہونے والی درمیانی سطحوں کا علاقہ *p-n* جوڑ (*p-n* Junction) کہلاتا ہے۔ جب بھی *p-n* جوڑ بنتا ہے، چند آزاد الکٹران *n*- ضلع کی طرف سے *p*- ضلع کی طرف انتشار پاتے ہیں جب کہ سوراخیں *p*- کے طرف سے *n* ضلع والے کی طرف انتشار پاتے ہیں۔ بار برداروں (Charge carriers) کے اس انتشار (diffusion) کی وجہ یہ ہے کہ *n* - ضلع کی طرف الکٹرانوں کی مرکوزیت زیادہ ہوتی ہے اور *p*- ضلع کی طرف سوراخوں کی مرکوزیت زیادہ ہوتی ہے۔ جوڑ یا جنکشن کے آر پار زیادہ تر (مرکوز) بار برداروں majority charge carriers کا انتشار ایک برقی رو پیدا کرتا ہے جسے انتشاری برقی رو diffusion current کہتے ہیں۔

جب ایک الکٹران *n*- ضلع (*n*-side) کو چھوڑتا ہے تو *n*- ضلع میں موجود ایک پنج گرفتی جوہر ایک مثبت رواں بن جاتا ہے۔ *p*- ضلع کی طرف جانے والے آزاد الکٹران جنکشن کے قریب والے سہ گرفتی جوہر میں موجود ایک سوراخ کے ساتھ دوبارہ شامل ہوجاتا ہے اور وہ سہ گرفتی جوہر ایک منفی رواں میں تبدیل ہوجاتا ہے۔ چونکہ قلمی جالی (Crystal lattice) میں، اس قسم کے رواں قریبی جوہروں سے بندھے ہوتے ہیں، وہ حرکت نہیں کر پاتے جیسے جیسے انتشاری کا مرحلہ آگے بڑھتا ہے، جنکشن کے دونوں طرف مثبت روانوں کی ایک پرت اور منفی روانوں کی ایک پرت ترتیب پاتی ہے۔ جنکشن کے قریب موجود وہ باریک خطہ جو بار برداروں (آزاد الکٹران اور سوراخوں) سے خالی ہوتا ہے خالی خطہ (یا) کمی والا خطہ (depletion region) کہلاتا ہے۔

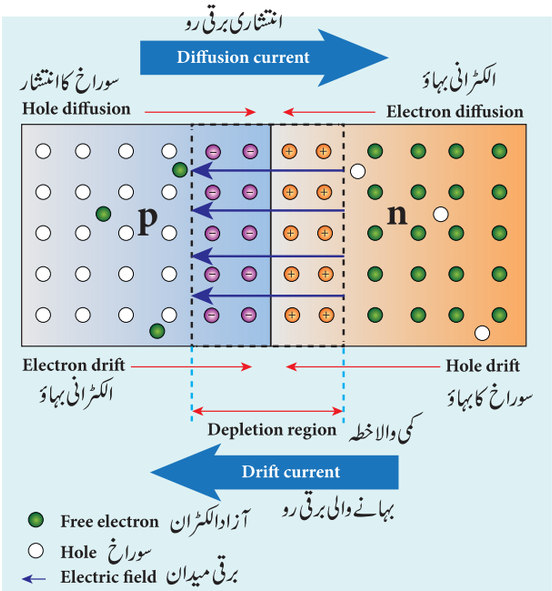


خاکہ 10.7 *p*- قسم والا خارجی نیم موصل
(a) dopant کے ذریعہ بننے والا سوراخ
(b) قبول کرنے والے کے توانائی کی سطح کی نمائندگی



خاکہ 10.8 ۔ موصلی پٹی میں حرارتی طور پر پیدا ہونے والے الکٹران اور گرفتی پٹی میں dopants کے ذریعہ پیدا ہونے والے سوراخیں (*p* - قسم کا نیم موصل)

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:29 PM



خاکہ 10.9۔ p-n جنکشن کی بناوٹ

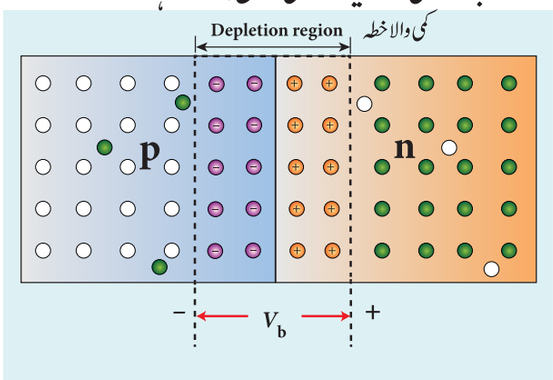
کمی والے n- خطے میں ضلع کی طرف موجود مثبت بار بردار پرت اور p- ضلع کی طرف موجود منفی بار بردار پرت کے درمیان ایک برقی میدان پیدا ہوجاتا ہے جیسا کہ 10.9 میں بتایا گیا ہے۔

یہ برقی میدان، p- ضلعے کے الکٹرانوں کو n- ضلع کی طرف اور n - ضلع کے سوراخوں کو p - ضلع کی طرف بہانے drift میں مدد کرتا ہے۔ برقی میدان کے ذریعہ کم برداروں minority charge carriers کی حرکت کی وجہ سے پیدا ہونے والی برقی رو بہانے والی برقی رو drift current کہلاتی ہے۔ انتشاری برقی رو اور بہانے والی برقی رو مخالف سمتوں میں بہتی ہیں۔

حالانکہ بہانے والی برقی رو شروعات میں، انتشاری برقی رو سے کم ہوتی ہے، ایک مخصوص وقت پر ان کے درمیان ایک توازنت قائم ہوجاتی ہے۔ جنکشن کے آر پار انتشار پانے والے ہر الکٹران (یا سوراخ) کے ساتھ ساتھ برقی میدان کی طاقت بڑھتی جاتی ہے، جس کی وجہ سے بہانے والی برقی رو بھی بڑھنے لگتی ہے، یہاں تک کہ دونوں برقی روئیں مساوی ہوجاتی ہیں۔ لہذا توازنت پر جنکشن کے آر پار کوئی کل برقی رو نہیں ہوتی۔ اس طرح سے ایک p-n جوڑ یا جنکشن قائم ہوجاتا ہے۔

(ii) جنکشن کی قواہ یا رکاوٹی قواہ (Junction Potential or barrier Potential)

جنکشن کے آر پار بار برداروں کی حرکت صرف ایک مقررہ حد تک ہی ہوتی ہے جس کے بعد کمی والی پرت (depletion layer) ایک رکاوٹ کی طرح برتاؤ کرنے لگتی ہے، جس سے جنکشن کے آر پار آزاد الکٹران مزید انتشار نہیں ہو پاتے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ حقیقت میں دونوں طرف موجود غیر حرکت پذیر روانیں جنکشن کے آر پار ایک برقی تفاوت بالقواہ پیدا کرتے ہیں۔ چنانچہ جو الکٹران کمی والے خطے کے اندر داخل ہونے کی کوشش کرتا ہے، وہ یہ محسوس کرتا ہے کہ منفی روانوں کی ایک دیوار سے دفع کر رہی ہوتی ہے۔ اگر آزاد الکٹران میں بھرپور توانائی پائی جائے تو وہ اس دیوار کو توڑ کر p- خطے میں داخل ہوسکتا ہے جہاں وہ ایک سوراخ کے ساتھ دوبارہ شامل ہوکر ایک اور منفی رواں بنا سکتا ہے۔



خاکہ 10.10۔ جنکشن کے آر پار بننے والی رکاوٹی قواہ کمی والا علاقہ

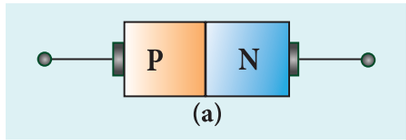
ہر الکٹران کے، کمی والے علاقے کے پار لگانے پر اس علاقے کے آر پار موجود برقی تفاوت بالقواہ کی طاقت بڑھتی جاتی ہے یہاں تک کہ توازنت قائم ہوجاتی ہے۔ اس مرحلے پر، کمی والے خطے کی اندرونی دفاع (internal repulsion) جنکشن کے آر پار الکٹرانوں کے مزید انتشار کو روک دیتی ہے۔ اس کمی والی پرت کے آر پار موجود قواہ کا فرق رکاوٹی قواہ (Barrier Potential) V_b کہلاتا ہے جیسا کہ خاکہ 10.10 میں بتایا گیا ہے۔ 25° C تپش پر یہ رکاوٹی قواہ سلیکان کے لئے تقریباً 0.7V اور جرمینیم کے لئے 0.3V ہوتی ہے۔

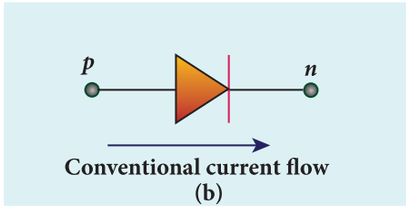
10.3.2

P-N جوڑ والا ڈایوڈ (P-N Junction Diode)

ایک p- قسم والے نیم موصل کو n- قسم والے نیم موصل کے ساتھ ملا دیا (Fused) جاتا ہے تو ایک p-n جوڑ والا ڈیوڈ بنتا ہے۔ یہ ایک آلہ ہے جس میں صرف ایک p-n جنکشن ہوتا ہے جیسا کہ خاکہ 10.11(a) میں بتایا گیا ہے اور خاکہ 10.11(b) میں اس کی دوری علامت بتائی گئی ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:29 PM





خاکہ 10.11 p-n جنکشن والا ڈایوڈ
(a) ساختی نمائندگی (b) دوری علامت

ایک ڈایوڈ میں رجحان پیدا کرنا (Biasing a diode)

رجحان پیدا کرنے کا مطلب رکاوٹی قواہ کو پار کروانے کے لئے بار برداروں کو ایک بیرونی توانائی فراہم کرنا ہے اور انہیں ایک خاص سمت میں حرکت کروانا ہے ۔ وہ بار برداریں یا تو جنکشن کی طرف حرکت کر سکتے ہیں یا جنکشن سے دور بھاگ سکتے ہیں ۔ p-n جوڑ کو بھیجے جانے والا وولٹیج ، رجحانی وولٹیج کہلاتا ہے ۔ p-n جوڑ کر بھیج جانے ذریعہ کی قطبیت کے لحاظ سے رجحانیت کے دو اقسام پائے جاتے ہیں ۔

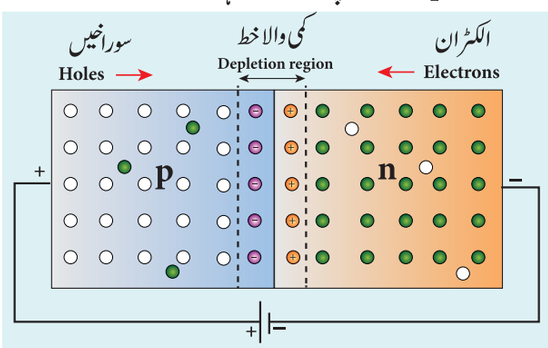
(i) آگے کا رجحان Forward bias

(ii) واپسی رجحان Reverse biase

(i) آگے کا رجحان Forward bias

اگر بیرونی وولٹیج کے ذریعہ کے مثبت سرے کو p - ضلع کی طرف اور منفی سرے کو n- ضلع کی طرف لگا دیا جائے تو اسے آگے کا رجحان یا Forward bias کہتے ہیں ۔ آگے کے رجحان کی قواہ الکٹرانوں کو n- ضلع کی طرف اور سوراخوں کو p - ضلع کی طرف ڈھکیلتی ہے ۔ اس عمل کی وجہ سے جنکشن کے قریبی روانوں کا دوبارہ ملاپ ہوتا ہے جس سے کمی والے خطے کی چوڑائی کم ہو جاتی ہے اور لہذا رکاوٹی قواہ بھی کم ہو جاتی ہے ۔

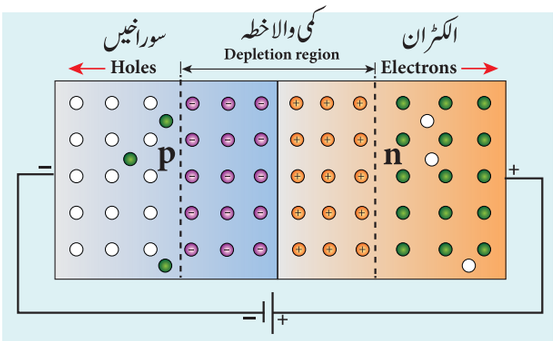
اب n- ضلع سے وہ الکٹران p- ضلع کی طرف اسراع پاتا ہے چونکہ وہ جنکشن پر رکاوٹی قواہ کی کمی محسوس کرتا ہے ۔ اس کے علاوہ وہ پر اسراع الکٹران، p ضلع کو بھیجی جانے والی مثبت قواہ کے ذریعہ ایک مضبوط کھنچاؤ سے دوچار ہوتا ہے ۔ اس کے نتیجے میں n- ضلع کی طرف موجود الکٹران p- ضلع کی طرف حرکت کرنے لگتے ہیں اور اسی طرح p- ضلع کی طرف موجود سوراخیں n ضلع کی طرف حرکت کرنے لگتے ہیں ۔ اگر بھیجے جانے والے وولٹیج کی مقدار مزید بڑھائی جاتی ہے تو کمی والے خطے کی چوڑائی اور لہذا رکاوٹی قواہ مزید کم ہو جاتی ہیں ۔ اس کے نتیجے میں جنکشن کے ذریعہ ایک کثیر تعداد کے الکٹران گذرنے لگتے ہیں جس سے جنکشن کے ذریعہ برقی رو میں قوت نما (exponential) طور پر اضافہ ہوتا ہے ۔



خاکہ 10.12 ۔ آگے کے رجحان کے تحت ایک
p-n جنکشن ڈیوڈ کی ساختی نمائندگی

(ii) واپسی رجحان (Reverse bias)

اگر بیٹری کے مثبت سرے کو n- ضلع کی طرف اور منفی سرے کو p- ضلع کی طرف جوڑ دیا جائے تو وہ جوڑ واپسی رجحان والا جوڑ (Reverse bias junction) کہلائے گا جیسا کہ خاکہ 10.13 میں بتایا گیا ہے ۔



خاکہ 10.13 ۔ واپسی رجحان کے تحت ایک
n - p جنکشن ڈیوڈ کی ساختی نمائندگی

چونکہ مثبت سرا n- قسم کی شئے سے جڑا ہوا ہے n- ضلع میں موجود الکٹران مثبت سرے کی طرف کھنچے جاتے ہیں اور p- ضلع میں موجود سوراخیں منفی سرے کی طرف کھنچے جاتے ہیں ۔ یہ عمل جنکشن میں

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:30 PM

غیر حرکت پذیر روانوں کی مرکوزیت کو بڑھاتا ہے۔اس کے کل اثر سے، کمی والا خطہ چوڑا ہونے لگتا ہے اور رکاوٹی قواہ بڑھنے لگتی ہے اس کے نتیجے میں دونوں طرف سے زیادہ ترMajority بار برداریں جنکشن کو پار لگانے میں ایک بڑی رکاوٹی قواہ کو محسوس کرتے ہیں ۔ یہ عمل جنکشن کے آر پار کی انتشاری برقی رو کو بڑی تیزی سے کم کرتا ہے۔

پھر بھی دونوں علاقوں میں موجود کم ترminority بار برداروں کی وجہ سے جنکشن کے آر پار ایک چھوٹی سی برقی رو بہنے لگتی ہے۔کثیر بار برداروں کا واپسی رجحان ہی کم بار برداروں کے لئے آگے کے رجحان Forward bias کے طور پر برتاؤ کرتا ہے۔وہ برقی رو جو واپسی رجحان کے تحت بہنے لگتی ہے واپسی سیر شدہ برقی رو reverse saturation current کہلاتی ہے۔اس کی نمائندگی I_s سے کی جاتی ہے۔

وہ واپسی سیر شدہ برقی رو بھیجے گئے ووٹیج پر منحصر نہیں ہوتی، بلکہ وہ صرف حرارتی طور پر پیدا شدہ کم تر بار برداروں کی مرکوزیت ہی پر منحصر ہوتی ہے۔

ایک چھوٹی سی مقدار کا ووٹیج بھی ان کمتر بار برداروں کو جنکشن کے آر پار لے جانے کے لئے کافی ہو جاتا ہے۔

نوٹ

سلیکان کے ایک ڈیوڈ کی واپسی سیر شدہ برقی رو، تپش کے ہر 10°C کے اضافے کے ساتھ دگنی ہو جاتی ہے۔

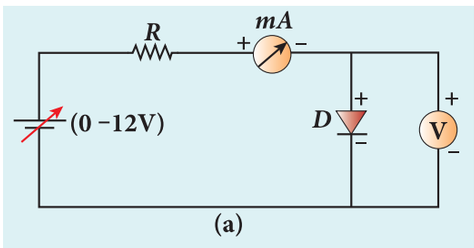
10.3.3 ایک جنکشن ڈیوڈ کی خصوصیات:

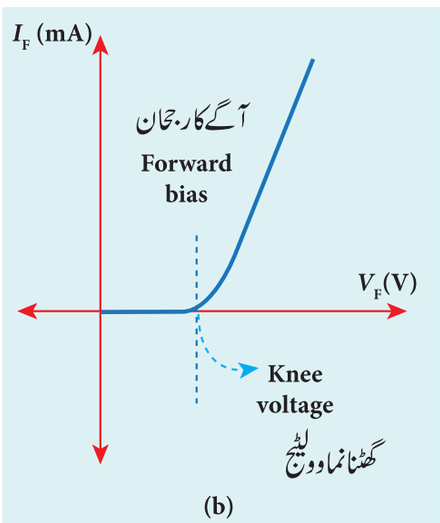
(Characteristics of a Junction diode)

(1) آگے کی خصوصیات (Forward characteristics)

آگے کے رجحان کے دوران ڈیوڈ کے آر پار بھیجے جانے والے ووٹیج کے لحاظ سے ڈیوڈ کے ذریعہ بہنے والی برقی رو کا تغیر کا مطالعہ آگے کی خصوصیات کہلاتا ہے۔

p-n جنکشن والا ڈیوڈ آگے کی رجحانیت رکھتا ہے جیسا کہ خاکہ 10.14(a) میں بتایا گیا ہے۔ڈیوڈ کے ذریعہ بہنے والی برقی رو کے بہاؤ کو کم کرنے کے لئے ایک بیرونی مزاحمت (R) کا استعمال کیا جاتا ہے۔ DC پاور سپلائی کے آر پار رجحانی ووٹیج میں تغیر پیدا کر کے ڈیوڈ کے آر پار کے ووٹیج میں تغیر پیدا کیا جاتا ہے۔آگے کے رجحان کا ووٹیج اور متعلقہ آگے کے رجحان والی برقی رو نوٹ کر لی جاتی ہے ۔آگے کے رجحان کے ووٹیج (V_F) کو x- محور کے تحت اور برقی رو (I_F) کو y- محور کے تحت رکھ کر ایک ترسیم کھینچی جاتی ہے۔ یہ ترسیم p-n جنکشن والے ڈیوڈ کی آگے کی V-I خصوصیات (Forward V-I Characteristics) کہلاتی ہے اور اسے خاکہ 10.14(b) میں بتایا گیا ہے۔اس ترسیم سے چار مؤاخذے اخذ کئے جا سکتے ہیں۔





خاکہ 10.14 p-n جنکشن والا ڈیوڈ

(a) آگے کا رجحان والا ڈیوڈ (b) آگے کی خصوصیات

(i) کمرے کی تپش پر، اس سے پہلے کہ ڈیوڈ کے آر پار ایک مناسب مقدار کی آگے کی برقی رو بہنا شروع کر دے، رکاوٹی قواہ کے برابر کی مقدار کی ایک تفاوت بالقواہ کی ضرورت پڑتی ہے۔ یہ ووٹیج چوکھٹی (threshold) ووٹیج یا کٹ ان (cut in) ووٹیج یا گھٹنا نما ووٹیج (Knee voltage) (V_{knee}) کہلاتا ہے۔اس کی قیمت جرمینیم کے

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:31 PM

لئے تقریباً 0.3V اور سلیکان کے لئے 0.7V ہے۔ اگر بھیجا جانے والا ووٹیج چوکھٹی ووٹیج سے کم ہو تو بہنے والی برقی رو کی مقدار نظر انداز کے قابل کی ہوتی ہے۔ اس چوکھٹی ووٹیج سے اگر تھوڑی مقدار کا ووٹیج بھی بڑھا دیا جائے تو برقی رو میں بے تحاشہ اضافہ ہو جائے گا۔

(ii) ترسیم سے یہ صاف طور پر پتہ چلتا ہے کہ برقی بہاؤ خطی نہیں بلکہ قوت نما (exponential) ہے۔ لہذا وہ اوم کے کلیے کی اتباع نہیں کرتا۔

(iii) ڈیوڈ کی آگے کی مزاحمت (r_F) برقی رو کی چھوٹی سی تبدیلی (ΔI_F) کے ساتھ ووٹیج کی چھوٹی سی تبدیلی (ΔV_F) کی نسبت ہے۔

یعنی $$r_F = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F}$$

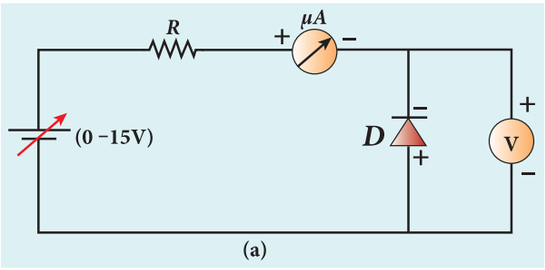
(iv) اس لئے وہ ڈیوڈ ایک موصل کی طرح برتاؤ کرتا ہے جب وہ آگے کی رجحانیت رکھتا ہے۔

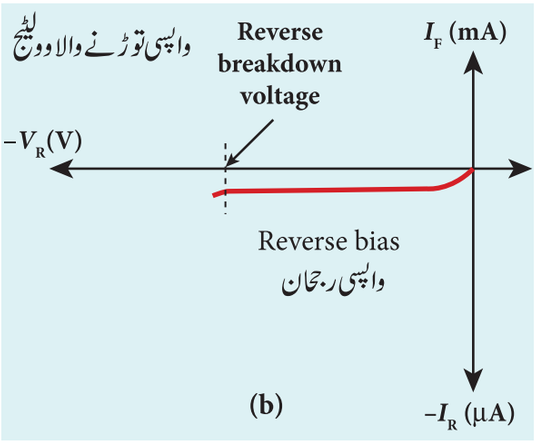
بہرحال اگر بھیجے جانے والے ووٹیج کی مقدار، ایک مقررہ قیمت سے بڑھا دی جائے تو وہ بہت ہی زیادہ برقی رو پیدا کرے گا جس سے حرارت کی زیادتی کی وجہ سے وہ جنکشن خراب ہو سکتا ہے۔ اسی کو ڈیوڈ کا ٹوٹنا یا خراب ہونا (break down of diode) کہتے ہیں اور وہ ووٹیج جس پر ایک ڈیوڈ خراب ہو جاتا ہے توڑنے والا ووٹیج یا break down ووٹیج کہلاتا ہے۔ لہذا چوکھٹی ووٹیج اور توڑنے والے ووٹیج کی درمیانی مقدار کے ووٹیج ہی میں ایک ڈیوڈ کا استعمال ہونا چاہئے۔

(ii) واپسی خصوصیات (Reverse Characteristics)

خاکہ 10.15(a) میں واپسی خصوصیات کے لئے درکار برقی دور بتایا گیا ہے۔ واپسی رجحان (Reverse bias) میں ڈیوڈ کا p - ضلع، dc پاور سپلائی کے منفی سرے سے اور n - ضلع مثبت سرے سے جوڑ دیا جاتا ہے۔

واپسی رجحان والے ووٹیج اور جنکشن کے آر پار کی برقی رو کے درمیان کھینچی جانے والی ترسیم p-n جنکشن والے ایک ڈیوڈ کی واپسی خصوصیات کا اظہار کرتی ہے۔ اسی خاکہ 10.15(ab) میں بتایا گیا ہے۔ اس رجحان کے تحت μA کی مقدار میں ایک بہت ہی چھوٹی برقی رو جنکشن کے آر پار بہنے لگتی ہے۔ یہ برقی بہاؤ کم تر بار برداروں کے بہاؤ





خاکہ 10.15 p-n جنکشن ڈیوڈ
(a) واپسی کے رجحان کے تحت ڈیوڈ (b) واپسی خصوصیات

کی وجہ سے ہوتا ہے اور یہ رسنے والی (Leakage) برقی رو یا واپسی سیر شدہ برقی رو (Reverse Saturation current) کہلاتی ہے۔ یہ واپسی برقی رو ایک مخصوص ووٹیج تک ووٹیج پر منحصر نہیں ہوتی اور وہی مخصوص ووٹیج، توڑنے والا (breakdown) ووٹیج کہلاتا ہے۔

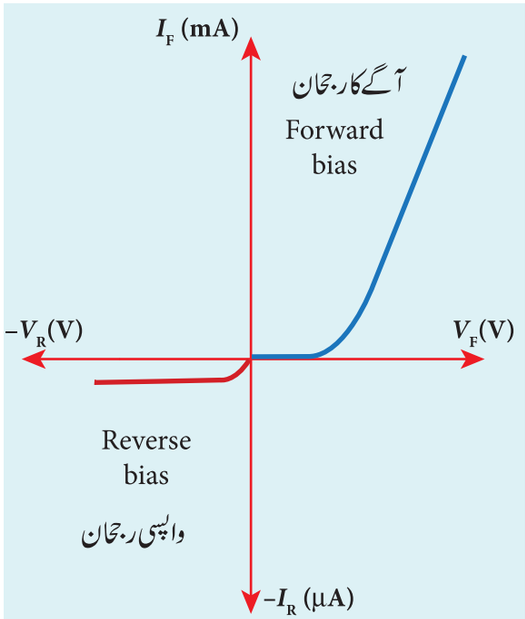
نوٹ

مثالی ڈیوڈ (Ideal Diode)

جب یہ آگے کا رجحان رکھتا ہے تو یہ ایک موصل کی طرح عمل کرتا ہے اور جب یہ واپسی رجحان رکھتا ہے تو یہ ایک حاجز کی طرح عمل کرتا ہے۔ مثالی ڈیوڈوں کے لئے آگے کی مزاحمت صفر ہوتی ہے اور رکاوٹی قواہ کو نظر انداز کے قابل مانا جاتا ہے۔

خاکہ 10.16 میں آگے کی اور واپسی خصوصیات ایک ہی ترسیم میں بتائی گئی ہیں۔

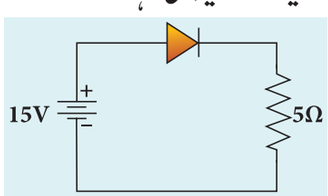
12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:32 PM



خاکہ 10.16 ایک ڈیوڈ کی آگے کی خصوصیات اور واپسی خصوصیات

مثال 10.1

ایک مثالی ڈیوڈ اور 5Ω کے ایک مزاحم کو 15V کی ایک پاور سپلائی کے ساتھ سلسلہ وار جوڑ دیا جاتا ہے جیسا کہ نیچے خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ اس برقی روکا محاسبہ کیجئے، جو ڈیوڈ کے ذریعہ بہتی ہے۔



حل:

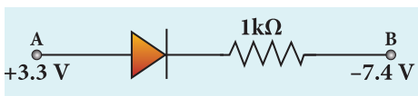
ڈیوڈ آگے کا رجحان والا ہے اور وہ ایک مثالی ڈیوڈ ہے، لہذا وہ ایک بند سوئچ کی طرح عمل کرتا ہے، جس میں کوئی رکاوٹی وولٹیج نہیں ہے ۔ چنانچہ اوم کے کلیہ کی مدد سے ڈیوڈ کے ذریعہ بہنے والی برقی روکا محاسبہ کیا جاسکتا ہے۔

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{15}{5} = 3\,\text{A}$$

مثال 10.2

سلیکان کے ایک ڈیوڈ کو 1 kΩ کے ایک مزاحم کے ساتھ جوڑا گیا ہے جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ AB کے ذریعہ بہنے والی برقی رو معلوم کی جاتی ہے۔



حل: A اور B کے درمیان موجود تفاوت بالقواہ یہ ہے۔

$$\begin{aligned} V &= [V_A - V_B] - V_b(\text{Si}) \\ &= [3.3 - (-7.4)] - 0.7 \\ &= 10.7 - 0.7 = 10\ \text{V} \end{aligned}$$

اوم کے کلیہ کی مدد سے AB کے ذریعہ بہنے والی برقی روکا پتہ لگایا جاسکتا ہے۔

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{1\times10^3} = 10^{-2}\ \text{A} = 10\,\text{mA}$$

10.3.4

10.3.4۔ تصحیح (Rectification)

وہ مرحلہ جس میں متبادل وولٹیج یا متبادل برقی رو کو راست وولٹیج یا راست برقی رو (direct current) میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ عمل تصحیح (Rectification) کہلاتا ہے۔ اس عمل کو سرانجام دینے والا آلہ تصحیح گر (Rectifier) کہلاتا ہے۔ اس حصے میں ہم نصف موجی تصحیح گر اور کل موجی تصحیح گر نامی دو قسم کے تصحیح گروں پر بحث کریں گے۔

(i) نصف موجی تصحیح گر کا برقی دور (Half wave retifier circuit)

نصف موجی تصحیح گر کے برقی دور میں ایک مبدل (transformer) جنکشن والا ایک ڈیوڈ اور ایک مزاحم پائے جاتے ہیں (خاکہ 10.17(a)۔ ایک نصف موجی تصحیح گر کے برقی دور میں AC ان پٹ کے یا تو مثبت یا منفی، کسی ایک نصف حصے ہی کو ڈیوڈ کے ذریعہ گزرنے دیا جاتا ہے جب کہ دوسرے نصف حصے کو روک دیا جاتا ہے۔ ان پٹ موج کے صرف آدھے حصے ہی کی تصحیح کی جاتی ہے چنانچہ اسے نصف موجی تصحیح گر کہتے ہیں۔ یہاں p-n جنکشن والا ایک ڈیوڈ تصحیح گر ڈیوڈ کے طور پر کام کرتا ہے۔

مثبت نصف دور کے دوران (During the Positive half cycle)

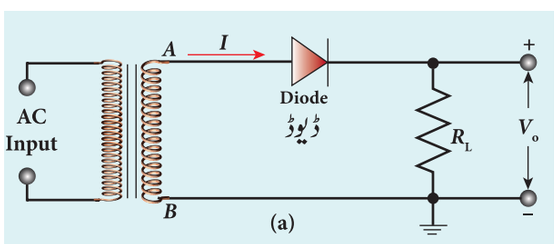
جب برقی دور کے ذریعہ AC ان پٹ سگنل کا مثبت نصف حصہ

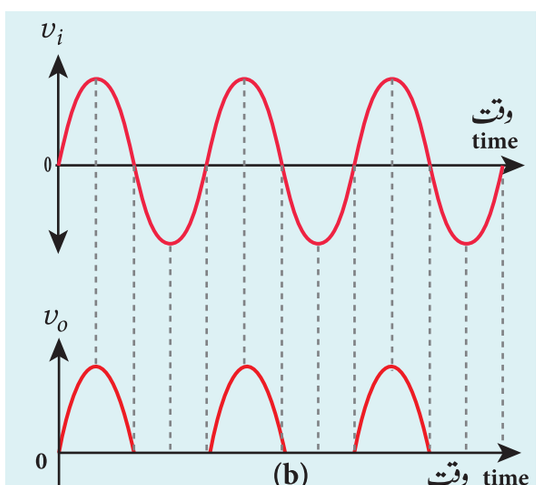
12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:32 PM

گذرتا ہے تو سرے B کے لحاظ سے سرا A مثبت بن جاتا ہے۔اب وہ ڈیوڈ آگے کا رجحان رکھتا ہے اور اس لئے وہ برقی رو کا ایصال کرتا ہے بوجھ مزاحم (Load resistor) R_L کے ذریعہ برقی رو بہنے لگتی ہے اور R_L لے آر پار بننے والا AC وولٹیج آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 کا فراہم کرتا ہے اور آؤٹ پٹ وولٹیج کی موجی قسم (wave form) خاکہ 10.17(b) میں بتائی گئی ہے۔

منفی نصف دور کے دوران
(During the negative half cycle)

جب برقی دور کے ذریعہ AC ان پٹ سگنل کا منفی نصف دور بہتا ہے تو سرے B کے لحاظ سے سرا A منفی ہوجاتا ہے۔اب یہ ڈیوڈ واپسی رجحان رکھتا ہے اور وہ برقی رو کا ایصال نہیں کرتا۔لہذا R_L کے ذریعہ کوئی برقی رو نہیں بہتی۔ڈیوڈ میں موجود واپسی سیر شدہ برقی رو نہ کے برابر ہوتی ہے چونکہ R_L کے آر پار کوئی وولٹیج گراؤ (Voltage drop) نہیں ہے۔آؤٹ پر AC سپلائی کا منفی نصف دور زائل ہوجاتا ہے۔





خاکہ 10.17 (a)۔نصف موجی تصحیح گر
(b) ان پٹ اور آؤٹ پٹ موجی اقسام

نصف موجی تصحیح گر کا آؤٹ پٹ ایک مستحکم DC وولٹیج نہیں ہے بلکہ پلس پیدا کرنے والی (Pulsating) موج ہے۔اس پلس پیدا کرنے والے وولٹیج کو الکٹرانی آلات کے لئے استعمال نہیں کیا جاسکتا۔ان کے لئے تو ایک مستحکم یا مستقل وولٹیج درکار ہے جو تقطیری Filter برقی دوروں اور وولٹیج ریگولیٹر برقی دوروں کی مدد سے حاصل کیا جاتا ہے۔

برقی دور کو بھیجی جانے والی AC ان پٹ طاقت کے ساتھ، آؤٹ پٹ DC طاقت کی نسبت، کارگردگی (η) (Efficiency) ہے ۔

نصف موجی تصحیح گر کے لئے اس کی قیمت 40.6% ہے۔

نوٹ

اگر ڈیوڈ کی سمت الٹ دی جائے تو AC سگنل کا منفی نصف حصہ اس کے ذریعہ گزرتا ہے اور مثبت نصف حصہ روک لیا جاتا ہے۔

کل موجی تصحیح گر (Full wave rectifier)

اس برقی دور میں Ac ان پٹ سگنل کے مثبت اور منفی دونوں نصف دوروں کی تصحیح کی جاتی ہے اور اسی لئے یہ کل موجی تصحیح گر کہلاتا ہے۔خاکہ 10.18(a) میں اس کا برقی دور بتایا گیا ہے۔اس میں *p-n* جنکشن والے دو ڈیوڈ ایک مرکزی نل (Centre tap) والا مبدل اور ایک بوجھ مزاحم (load resistor) R_L موجود ہوتے ہیں۔عام طور پر مرکز کو ارضی (گراؤنڈ) یا وولٹیج کا صفری نمائندگی کے نقطے کے طور پر لے لیا جاتا ہے۔Centre tap مبدل کی مدد سے ہر ڈیوڈ کل ثانوی وولٹیج کے ایک نصف حصے کی تصحیح کرتا ہے۔

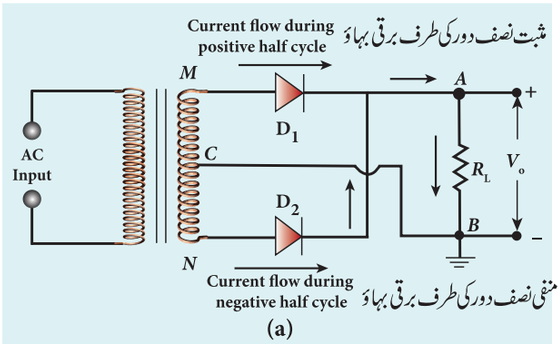
مثبت نصف دور کے دوران:

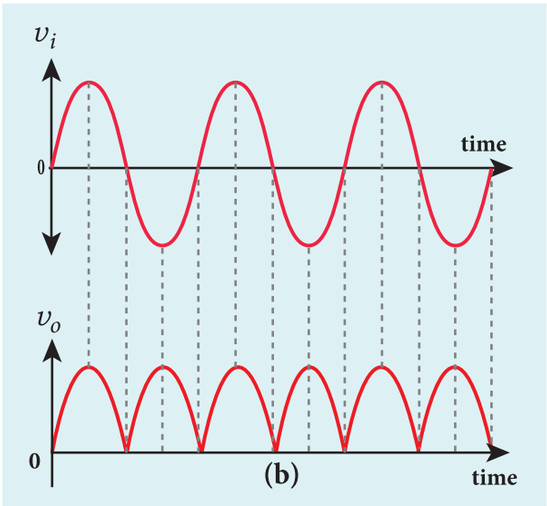
جب برقی دور کے ذریعہ AC ان پٹ سگنل کا مثبت نصف دور گزرتا ہے تو سرا M مثبت ہوتا ہے۔C صفری قواہ پر ہوتا ہے اور سرا N منفی قواہ پر ہوتا ہے۔اس کی وجہ سے ڈیوڈ D_1 آگے کا رجحان رکھتا ہے اور ڈیوڈ D_2 واپسی رجحان (reverse bias) رکھتا ہے۔لہذا D_1 ڈیوڈ میں آگے کا رجحان رہنے کی وجہ سے وہ برقی رو کا ایصال کرتا ہے اور برقی رو MD_1ABC کے راستے سے بہنے لگتی ہے۔

منفی نصف دور کے دوران:

جب برقی رو کے ذریعہ ان پٹ سگنل کا منفی نصف دور گذرتا ہے تو سرا N مثبت ہوجاتا ہے ، C صغری قواہ ہی پر ہوتا ہے اور سرا M منفی قواہ

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:33 PM





خاکہ 10.18 (a) کل موجی تصحیح گر
(b) ان پٹ اور آؤٹ پٹ موجی اقسام

پر ہوتا ہے۔اس کی وجہ سے ڈیوڈ D_2 آگے کا رجحان رکھتا ہے اور ڈیوڈ D_1 واپسی رجحان رکھتا ہے۔لہذا ''ڈیوڈ D_2 میں آگے گا'' رہنے کی وجہ سے وہ برقی رو کا ایصال کرتا ہے اور برقی رو کے ND_2ABC راستے سے بہنے لگتی ہے۔

ان پٹ سگنل کے مثبت اور منفی دونوں نصف دوروں کے دوران بوجھ (Load) کے ذریعہ ایک سمت میں برقی رو بہتی ہے۔ خاکہ 10.18(b) میں ان پٹ سگنل کی متعلقہ آؤٹ پٹ سگنل بتایا گیا ہے۔ حالانکہ AC ان پٹ کے دونوں نصف دوروں کی تصحیح کی گئی ہے مگر پھر بھی آؤٹ پٹ فطری طور پر پلس (Pulse) بن کر ہی ظاہر ہوتا ہے۔

کل موجی تصحیح گر کی کارکردگی (efficiency)(η) ایک نصف موجی تصحیح گر کی کارکردگی سے دوگنی ہوتی ہے اور اس کی معلوم شدہ قیمت 81.2% ہے۔ یہ کبھی ڈیوڈ اور بوجھ ڈیوڈ اور مزاحم کے لپیٹوں میں ہونے والے طاقت کے نقصان کی وجہ سے لاحق ہوتی ہے۔

نوٹ

مرکزی نل والا مبدل
(Centre tap transformer)

اس میں ثانوی لپیٹوں کے نصف حصے کے نقطے میں نل نما سہولت ہوتی ہے۔اس کی مدد سے ہم ثانویہ کے ایک کنارے سے مرکزی نقطہ تک کے امالی وولٹیج کی پیمائش کر سکتے ہیں۔اگر مرکزی نل کے نقطہ کو گراؤنڈ کر دیا جائے تو پھر ثانویہ کے آر پار کا وولٹیج دو نصف حصوں میں تقسیم ہو جائے گا۔مثال کے طور پر اگر ثانویہ (Secondary) کے آر پار 240V پایا جاتا ہے تو ایک کنارے سے مرکزی نل تک +120V اور مرکز سے دوسرے کنارے تک –120V کا وولٹیج پایا جائے گا۔

10.3.5 توڑنے والا عمل (Breakdown mechanism)

کم تر بار برداروں کی وجہ سے بننے والی واپسی سیر شدہ برقی رو ،یعنی واپسی برقی رو چھوٹی ہوتی ہے۔اگر ایک p-n کے جنکشن کو بھیجا جانے والا واپسی رجحان ایک مخصوص نقطہ سے بڑھا دیا جائے تو وہ جنکشن ٹوٹ جاتا ہے اور واپسی برقی رو فوراً بڑھنے لگتی ہے۔وہ وولٹیج جس پر ٹوٹنے کا عمل واقع ہوتا ہے توڑنے والا وولٹیج breakdown (voltage) کہلاتا ہے اور وہ کبھی والے خطے (depletion region) کی چوڑائی پر منحصر ہوتا ہے اور وہ چوڑائی ڈوپنگ کی سطح (doping level) پر منحصر ہوتی ہے۔

اس نقطے پر ایک عام p-n جنکشن ڈیوڈ خراب ہو جاتا ہے۔زینر ڈیوڈ جیسے مخصوص ڈیزائن والے ڈیوڈ اس خطے پر عمل میں لائے جا سکتے ہیں اور وہ برقی دوروں میں وولٹیج برقرار رکھنے کے لئے استعمال کئے جا سکتے ہیں۔بڑھتے ہوئے واپسی وولٹیج کے تحت دو مخصوص عمل کی وجہ سے ٹوٹ پھوٹ (breakdown) لاحق ہوتا ہے۔

(i) زینر ٹوٹ پھوٹ (Zener break down)

اعلیٰ طور پر ڈوپنگ کئے گئے p-n جنکشنوں میں کمی والی باریک پرتیں ہوتی ہیں جن کی چوڑائی (width) $<10^{-6}$m کی حد تک ہوتی ہے جب اس جنکشن کے آر پار ایک واپسی وولٹیج کو ٹوٹ پھوٹ کی حد تک بڑھایا جاتا ہے تو اس باریک پرت کے آر پار 3×10^{7} Vm^{-1}

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:34 PM

کی قوت والا ایک مضبوط برقی میدان بن جاتا ہے۔ یہ برقی میدان اتنا مضبوط ہوتا ہے کہ وہ جال میں موجود ہم گرفتی بندھنوں کو توڑ دیتا یا خراب کر دیتا ہے اور جس سے الکٹران۔سوراخ کی جوڑیاں پیدا ہونے لگتی ہیں۔اس اثر کو زینر اثر (Zener effect) کہتے ہیں۔

واپسی وولٹیج میں اس کے بعد کا تھوڑا سا اضافہ بھی ایک بڑی تعداد کے بار برداروں کو پیدا کرتا ہے۔لہٰذا، اس جنکشن کے بریک ڈاؤن یعنی ٹوٹ پھوٹ کے خطے میں بہت کم مزاحمت پائی جاتی ہے۔ایسا عمل جس میں مضبوط برقی میدان کی وجہ سے جال میں ہم گرفتی بندھنیں ٹوٹ جاتی ہیں اور الکٹران خارج ہونے لگتے ہیں، اندرونی میدانی اخراج یا میدانی رواں سازی (internal Field emission or field ionization) کہلاتا ہے۔اس عمل کے لئے درکار برقی میدان کی قوت $10^6\,V\,m^{-1}$ تک ہوتی ہے۔

(ii) طوفانی ٹوٹ پھوٹ (Avalanche break down)

ہلکے طور پر ڈوپنگ کئے گئے جنکشن، جن میں کمی والے خطوں کی چوڑائی زیادہ ہوتی ہے۔ ان جنکشنوں میں (طوفانی) avalanche بریک ڈاؤن واقع ہوتا ہے۔اس معاملے میں برقی میدان اتنا مضبوط نہیں ہوتا کہ وہ ٹوٹ پھوٹ پیدا کر سکے۔اس کے بدلے میں حرارتی طور پر پیدا ہونے والے کم تر (Monority) بار برداریں (charge carriers) اس برقی میدان کے ذریعہ اسراع پانے لگتے ہیں اور اتنی توانائی بالفعل حاصل کر لیتے ہیں کہ وہ کمی والے خطے کے ذریعے گذرتے وقت نیم موصلی جوہروں سے ٹکراتے ہیں جس کی وجہ سے ہم گرفتی بندھنیں ٹوٹنے لگتی ہیں جس سے الکٹران۔سوراخ کی جوڑیاں بننے لگتی ہیں۔

نئے طور سے بننے والے بار برداران، برقی میدان کے ذریعہ بھی اسراع پاتے ہیں جس کے نتیجے میں مزید ٹکراؤ ہونے لگتے ہیں اور مزید بار برداریں پیدا ہوتے ہیں۔یہ مجموعی عمل جنکشن کے آر پار برداروں کا ایک طوفان (avalanche) بناتا ہے اور نتیجتاً واپسی مزاحمت کو کم کرتا ہے۔ڈیوڈ کی برقی رو اچانک بڑھنے لگتی ہے۔

نوٹ

ایک واپسی کے وولٹیج کے لئے۔

(i) 4V سے کم واپسی وولٹیج ⟵ زینر اثر غالب رہتا ہے۔

(ii) 6V سے زیادہ واپسی وولٹیج ⟵ طوفانی اثر غالب رہتا ہے۔

(iii) 4 اور 6V کے درمیان ⟵ دونوں اثرات پائے جاتے ہیں

10.3.6 زینر ڈیوڈ (Zener diode)

زینر ڈیوڈ مضبوط طور پر ڈوپنگ کیا گیا سیلیکان کا ڈیوڈ ہے، جسے واپسی رجحانی حالت میں استعمال کیا جاتا ہے اور اس کا یہ نام اسے انکشاف کرنے والے (Clarence Melvin zener) کے نام سے موسوم ہے۔ٹوٹ پھوٹ (بریک ڈاؤن) والے خطے میں استعمال کرنے کے لئے اسے خصوصی طور پر بنایا گیا ہے۔2V سے لے کر 1000V سے زیادہ تک کے بریک ڈاؤن وولٹیجوں کی ایک وسیع حد حاصل کرنے کے لئے سیلیکان ڈیوڈ کے doping level کو متغیر کیا جاسکتا ہے۔

جیسا کہ پچھلے حصے میں بھی وضاحت کی گئی تھی، واپسی وولٹیج کے ذریعہ کمی والے خطے میں بننے والے مضبوط برقی میدان کے ذریعہ ہم گرفتی بندھنوں کے ٹوٹنے کی وجہ سے زینر (Zener) ٹوٹ پھوٹ واقع ہوتی ہے۔اس سے ایک بہت ہی بڑی تعداد کے الکٹران اور سوراخیں پیدا ہوتے ہیں جو واپسی سیر شدہ برقی رو پیدا کرتے ہیں۔یہ برقی رو، بیرونی مزاحمت اور ڈیوڈ کے طاقتی رساؤ (Power dissipation) کے ذریعہ کم کر دی جاتی ہے۔خاکہ 10.19(a) میں ایک زینر ڈیوڈ بتایا گیا ہے۔اور خاکہ 10.19(b) میں اس کی دوری علامت بتائی گئی ہے۔

یہ علامت تقریباً ایک سادہ p-n جنکشن جیسی ہی ہے مگر اس کے n ضلعے کی طرف حرف 'Z' کی سی شکل ہوتی ہے۔تیر کے نشان کا سرا روایتی برقی رو کی سمت ظاہر کرتا ہے۔خاکہ 10.19(a) میں کالا حلقہ n ضلع کے سرے کی نمائندگی کرتا ہے۔

(a)

(b)

خاکہ 10.19 زینر ڈیوڈ (a) اصلی شکل (b) دوری علامت

زینر کی V-I خصوصیات:

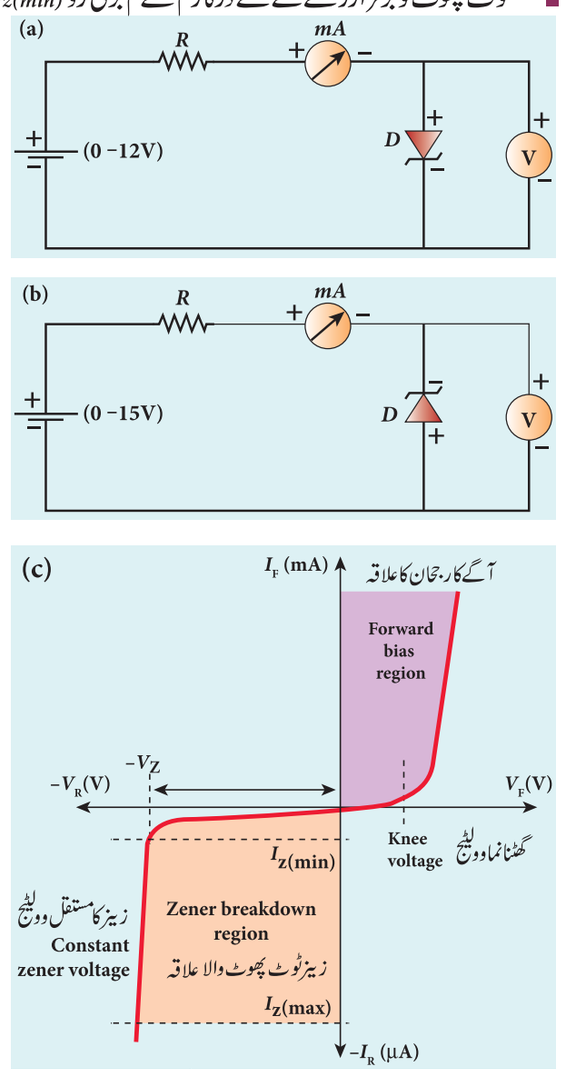
خاکہ 10.20(a) اور خاکہ 10.20(b) میں ایک زینر ڈیوڈ کی V-I خصوصیات بتائی گئی ہیں۔ایک زینر ڈیوڈ کی آگے کی خصوصیات اور واپسی خصوصیات کے مطالعے کے لئے برقی دور بتائے گئے ہیں۔خاکہ 10.20(c) میں ایک زینر ڈیوڈ کی بتائی گئی ہیں۔ ایک زینر ڈیوڈ کے آگے کی خصوصیات ایک سادے p-n جنکشن ڈیوڈ کی V-I خصوصیات ہی کی طرح ہیں۔یہ تقریباً 0.7V پر ایصالیت کا کام

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:35 PM

انجام دیتا ہے۔ بہرحال زینر ڈیوڈ کی واپسی خصوصیات بہت ہی مختلف اور معنی خیز ہوتی ہیں۔ عام طور واپسی وولٹیج میں ہونے والا اضافہ بہت تھوڑی مقدار کی واپسی برقی رو ہی پیدا کرتا ہے مگر ایک زینر ڈیوڈ میں، جب واپسی وولٹیج کو بریک ڈاؤن کے وولٹیج (V_Z) تک بڑھایا جاتا ہے تو برقی رو کا اضافہ بہت تیز ہوتا ہے۔ بریک ڈاؤن کے کل علاقے میں وولٹیج تقریباً مستقل ہی رہتا ہے۔ خاکہ 10.20(c) میں سب سے زیادہ واپسی برقی رو کی نمائندگی کرتا ہے۔ اگر واپسی برقی رو کو مزید بڑھایا جائے تو وہ ڈیوڈ خراب ہوجائے گا۔ واپسی خصوصیات کے اہم پیمانے (Parameters) یہ ہیں۔

- زینر ٹوٹ پھوٹ والا وولٹیج Vz
- ٹوٹ پھوٹ کو برقرار رکھنے کے لئے درکار کم سے کم برقی رو $I_{z(min)}$
- سب سے زیادہ برقی رو جو سب سے زیادہ طاقتی رساؤ کے ذریعہ کم کردی جاتی ہے۔ $I_{z(max)}$

وولٹیج کی مقدار V_Z سے زیادہ اور برقی رو کی مقدار $I_{z(max)}$ سے بھی کم رکھ کر زینر ڈیوڈ کو واپسی رجحان کی حالت میں عمل میں لایا جاتا ہے۔ یہ واپسی خصوصیات عین عمودی نہیں ہوتیں جس کا مطلب یہ ہے کہ ڈیوڈ میں zener dynamic impedence کہلانے والی تھوڑی سی مزاحمت پائی جاتی ہے۔ بریک ڈاؤن علاقے میں منحنی کے ڈھلاؤ کا معکوس ہی زینر مزاحمت ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ زینر برقی رو میں ہونے والا اضافہ واپسی وولٹیج میں صرف ایک چھوٹی سی مقدار ہی بڑھا سکتا ہے بہرحال اسے نظر انداز کیا جاسکتا ہے۔ ایک مثالی زینر ڈیوڈ کا وولٹیج جب بریک ڈاؤن پر پہنچ جاتا ہے تو وہ تبدیل نہیں ہوتا۔ بالفاظ دیگر I_Z کے مناسب اضافے کے باوجود V_Z تقریباً مستقل ہی رہتا ہے۔



خاکہ 10.20 زینر ڈیوڈ (a) آگے کا رجحان (b) واپسی رجحان (c) V-I خصوصیات

> زینر علاقے کو پہنچنے سے پہلے، سب سے زیادہ واپسی رجحان جو بھیجا جاسکتا ہے Peak inverse voltage (انتہائی الٹا وولٹیج) کہلاتا ہے جسے تجارتی طور پر PIV ریٹنگ کہا جاتا ہے۔
>
> نوٹ

استعمالات: زینر ڈیوڈ کا استعمال یوں کیا جاسکتا ہے۔

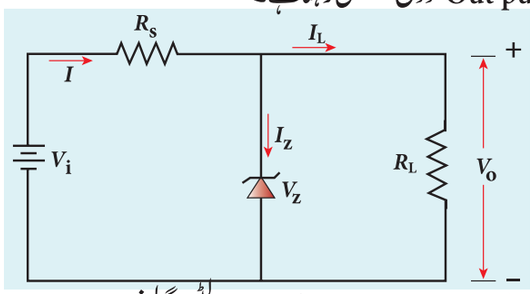
- وولٹیج ریگولیٹر کے طور پر
- وولٹیج کی نشاندہی کی درجہ بندی کے لئے
- ایک جال میں رجحانیت کے لئے
- ایک مقررہ حوالاتی وولٹیج فراہم کرنے کے لئے
- حادثاتی طور پر وولٹیج کے بڑھاؤ سے کسی آلہ کو خراب ہونے سے بچانے کے لئے

زینر ڈیوڈ ایک وولٹیج ریگولیٹر کے طور پر
(Zener Diode As a Voltage Regulator)

بریک ڈاؤن علاقے میں عمل پیرا ہونے والا زینر ڈیوڈ ایک وولٹیج ریگولیٹر کی طرح کام کرسکتا ہے جس کا برقی دور کا نقشہ خاکہ 10.21 میں بتایا گیا ہے۔ ڈیوڈ کو زخمی ہونے سے بچانے کے لئے مناسب قیمت کی مسلسل مزاحمت (R_s Series resistance) کا استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ مزاحمت وولٹیج برقرار رکھنے regulation میں بھی اہم کردار

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:36 PM

ادا کرتی ہے۔ برقی دور میں اتار چڑھاؤ والا ان پٹ وولٹیج بھیجا جاتا ہے اور زینر ڈیوڈ کے ساتھ متوازی طور پر جڑے ہوئے بوجھ مزاحم کی مزاحمت R_L کے آر پار مستقل آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 حاصل کیا جاتا ہے۔ جب تک input وولٹیج کی مقدار V_Z سے زیادہ رہتی ہے تب تک Out put وولٹیج مستقل رہتا ہے۔



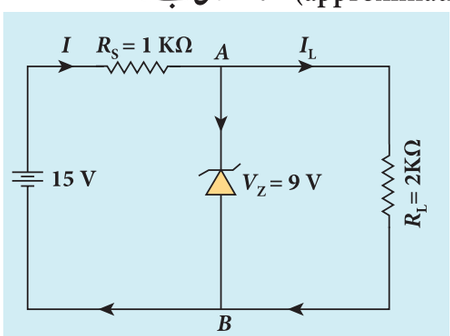
خاکہ 10.21۔ زینر ڈیوڈ کے ذریعہ وولٹیج ریگولیشن کا مطالعہ کرنے کے لئے برقی دور

اگر ان پٹ DC وولٹیج کو بڑھا دیا جاتا ہے تو زینر برقی رو بڑھنے لگتی ہے جس سے R_s کے ذریعہ بہنے والی برقی رو بڑھتی ہے اور R_s کے آر پار کا وولٹیج گراؤ بھی بڑھنے لگتا ہے۔ بڑھی ہوئی برقی رو I_L کو متاثر کئے بغیر ڈیوڈ کے ذریعہ بہنے لگتی ہے چونکہ زینر ڈیوڈ کو، بریک ڈاؤن کے علاقے میں استعمال کیا جاتا ہے، ڈیوڈ کے ذریعہ گذرنے والی واپسی رجحان والی برقی رو کے بڑھنے کے باوجود ڈیوڈ کے آر پار موجود زینر بریک ڈاؤن وولٹیج تقریباً مستقل ہی رہتا ہے۔ ان وولٹیج کا اضافہ R_s کے آر پار گر جاتا ہے اور اس لئے اسے گرنے والی مزاحمت dropping resistance بھی کہا جاتا ہے۔ متوازی طور پر جڑے رہنے کی وجہ سے R_L کے آر پار کا وولٹیج بھی زینر بریک ڈاؤن وولٹیج کے برابر ہوتا ہے، جسے مستقل آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 کے طور پر لے لیا جاتا ہے۔

اگر ان پٹ DC وولٹیج کو کم کر دیا جاتا ہے تو وہ ڈیوڈ ایک چھوٹی سی برقی رو لیتا ہے اور R_s کے آر پار وولٹیج کا گراؤ کم ہونے لگتا ہے۔ لہذا آؤٹ پٹ وولٹیج V_0 مستقل ہی رہتا ہے۔ خلاصہ یہ ہے کہ جب ان پٹ وولٹیج میں کوئی تبدیلی واقع ہوتی ہے R_L کے آر پار کا وولٹیج گراؤ بھی اس کے مطابق تبدیل ہوتے رہتا ہے۔ مگر زینر ڈیوڈ کے آر پار کا وولٹیج یا R_L کے آر پار کا وولٹیج مستقل ہی رہتا ہے۔ لہذا زینر ڈیوڈ ایک وولٹیج ریگولیٹر کی طرح کام کرتا ہے۔

مثال 10.3

اگر بوجھ مزاحمت کی مقدار 2 kΩ ہو تو زینر ڈیوڈ کے ذریعہ بہنے والی برقی رو کی مقدار معلوم کیجئے۔ ڈیوڈ کی اندازیت (approximation) کا استعمال کیجئے۔



حل:

AB کے آر پار وولٹیج $V_Z = 9V$

R_S کے آر پار وولٹیج کا گراؤ $R_S = 15 - 9 = 6V$

چنانچہ، R_s مزاحم کے ذریعہ گذرنے والی برقی رو کی مقدار یہ ہے

$$I = \frac{6}{1\times10^3} = 6\ mA$$

بوجھ مزاحم کے آر پار موجود وولٹیج، $V_{AB} = 9V$

بوجھ مزاحم کے ذریعہ گذرنے والی برقی رو کی مقدار یہ ہے۔

$$I_L = \frac{V_{AB}}{R_L} = \frac{9}{2\times10^3} = 4.5\ mA$$

زینر ڈیوڈ کے ذریعہ گذرنے والی برقی رو کی مقدار یہ ہے۔

$$I_Z = I - I_L = 6mA - 4.5mA = 1.5\ mA$$

10.3.7 آپٹو الکٹرانک آلات (یا) بصری الکٹرانک آلات (Optoelectronic devices)

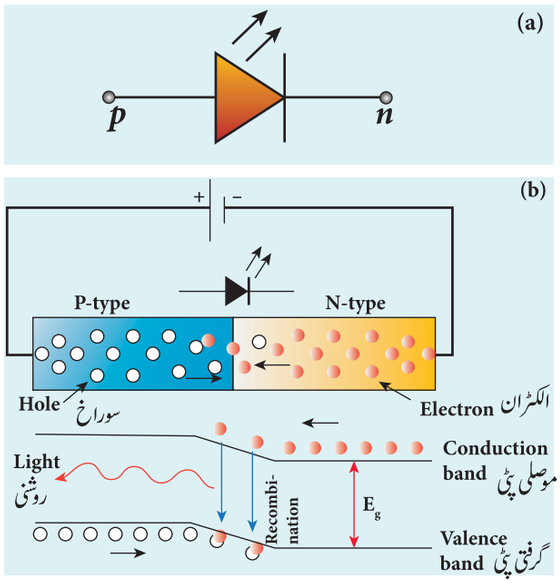
آپٹو الکٹرانکس، ان آلات پر بحث کرتی ہے جو نیم موصلات کی مدد سے برقی توانائی کو روشنی میں اور روشنی کو برقی توانائی میں تبدیل کرتے ہیں۔ آپٹو الکٹرانک آلہ، ایک الکٹرانک آلہ ہے جو اہم کاموں کے لئے روشنی کا استعمال کرتا ہے۔ ہم چند اہم الکٹرانک آلات سے متعلق بحث کریں گے، جن کے نام یہ ہیں۔ روشنی خارج کرنے والا ڈیوڈ، شعاعی ڈیوڈ اور شعاعی خانے

(i) روشنی خارج کرنے والا ڈیوڈ (Light Emitting Diode) (LED)

LED ایک p-n جنکشن والا ڈیوڈ ہے جو آگے کی رجحانیت پر نظر آنے والی یا نظر نہ آنے والی روشنی خارج کرتا ہے۔ چونکہ برقی توانائی،

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:37 PM

روشنی کی توانائی میں تبدیل ہوتی ہے۔ یہ عمل electroluminescence بھی کہلاتا ہے ۔ خاکہ 10.22(a) میں LED کی دوری علامت بتائی گئی ہے ۔ تیر کے نشانوں کی سمت یہ نشاندہی کرتی ہے کہ ڈیوڈ سے روشنی خارج ہورہی ہے



خاکہ 10.22 (a) LED کی دوری علامت
(b) دوبارہ ملنے کے مرحلے کی وضاحت کرنے کے لئے ساختی خاکہ

جب p-n جنکشن آگے کا رجحان رکھتا ہے تو جنکشن کے آر پار - n ضلعے والے موصلی پٹی کے الکٹران اور p- ضلعے والے گرفتی پٹی کے سوراخیں انتشار پانے لگتے ہیں جب وہ جنکشن کو پار کرتے ہیں، تو وہ اضافی کم تر یا بار بردار (excess minority carriers) بن جاتے ہیں۔ یہ اضافی کم تر بار متعلقہ علاقوں میں موجود مخالف بار بردار زیادہ تر برداروں کے ساتھ دوبارہ مل جاتے ہیں یعنی موصلی پٹی میں موجود الکٹران گرفتی پٹی میں موجود سوراخوں کے ساتھ دوبارہ شامل بھی ہوجاتے ہیں جیسا کہ خاکہ 10.22(b) میں بتایا گیا ہے۔

شامل ہونے کے مرحلے کے دوران، توانائی روشنی کی (اشعاعی) شکل میں یا حرارت کی شکل میں (غیر اشعاعی) آزاد ہوتی ہے۔ اشعاعی شاملیت کے دوران hv کی توانائی رکھنے والا ایک فوٹان خارج ہوتا ہے۔ غیر اشعاعی شاملیت کے دوران توانائی حرارت کی شکل میں آزاد ہوتی ہے۔

روشنی کے رنگ کا تعین شئے کی توانائی کی پٹی کے گیپ energy band gap کے ذریعہ ہوتا ہے چنانچہ LEDs رنگوں کی ایک وسیع حد جیسے نیلے (SiC) سبز (AlGaP) اور سرخ (GaAsP) میں دستیاب ہیں ۔ آج کل سفید روشنی (GaInN) خارج کرنے والے ڈیوڈ بھی پائے جاتے ہیں۔

استعمالات:

روشنی خارج کرنے والے ڈیوڈ (LED) ان میں استعمال کئے جاتے ہیں

- سائنسی اور تجربہ گاہی آلات کے اگلے حصوں میں موجود نشاندہی کرنے والے لیمپ
- سات خطوں والے ڈسپلے (Seven Segment display)
- ٹرافک سگنل، ایمرجنسی گاڑیوں کے لائٹ وغیرہ
- ٹیلی ویژن، ایرکنڈیشن وغیرہ کے ریموٹ کنٹرول

مثال 10.4

نیم موصل GaAsP سے بنے LED سے خارج ہونے والی روشنی کا موجی طول معلوم کیجئے، جس کا forbidden energy gap، 1.875eV ہے۔ خارج ہونے والی روشنی کا رنگ بتائیے۔
($h = 6.6\times10^{-34}$ Js لیجئے۔)

حل:

$$E_g = \frac{hc}{\lambda}$$

چنانچہ

$$\lambda = \frac{hc}{E_g} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.875\times1.6\times10^{-19}}$$
$$= 660 \text{ nm}$$

600 nm والا موجی طول سرخ رنگ کی روشنی کی نمائندگی کرتا ہے۔

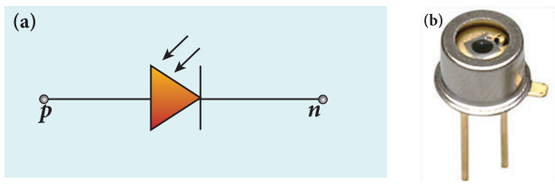
(i) شعاعی ڈیوڈ (Photo diodes)

ایک p-n جنکشن کا ڈیوڈ جو بصری (Optical) سگنل کو برقی سگنل میں تبدیل کرتا ہے، شعاعی ڈیوڈ (Photo diode) کہلاتا ہے لہذا ایک شعاعی ڈیوڈ کا فعل ایک LED کے عمل کے عین برعکس ہوتا ہے

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:37 PM

خاکہ (a)10.23 میں اس کی دوری علامت بتائی گئی ہے۔ تیر کے نشانات کی سمت یہ نشاندہی کرتی ہے کہ شعاعی ڈیوڈ پر روشنی کا وقوع کیا جارہا ہے۔

اس آلہ میں ایک p-n جنکشن والا نیم موصل ہوتا ہے جو شعاعی حس رکھنے والی شئے سے بنا ہوا ہوتا ہے جسے پلاسٹک سے بنے ایک ڈبہ (case) میں حفاظت سے رکھا گیا ہوتا ہے، جیسا کہ خاکہ 10.23(b) میں بتایا گیا ہے۔اس میں ایک چھوٹی شفاف کھڑکی ہوتی ہے جو روشنی کو p-n جنکشن پر وقوع کراتی ہے۔ جب p-n جنکشن پر روشنی پڑتی ہے تو وہ شعاعی ڈیوڈ برقی رو پیدا کرتے ہیں اور اس لئے وہ شعاعی حساس (Light sensors) کہلاتے ہیں۔



خاکہ 10.23 (a) دوری علامت (b) شعاعی ڈیوڈ کا نقشہ

مناسب توانائی سے بھرپور ایک فوٹان (hv) جب ڈیوڈ کے کمی والے خطے سے ٹکراتا ہے تو گرفتی پٹی کے چند الکٹران موصلی پٹی میں منتقل ہوجاتے ہیں جس کے نتیجے میں گرفتی پٹی میں سوراخیں پیدا ہوجاتے ہیں۔اس سے الکٹران۔سوراخ کی جوڑیاں پیدا ہوتی ہیں۔ پیدا ہونے والی الکٹران۔سوراخوں کی جوڑیوں کی مقدار p-n جنکشن پر وقوع ہونے والی روشنی کی شدت پر منحصر ہوتی ہے۔

یہ الکٹران اور سوراخیں دوبارہ شامل ہونے سے پہلے، واپسی وولٹیج کے ذریعہ بننے والے برقی میدان کے ذریعہ p-n جنکشن کے آر پار پھیلا دئے جاتے ہیں۔لہذا سوراخیں n- ضلع کی طرف چل دیتے ہیں اور الکٹران p- ضلع کی طرف پہنچ جاتے ہیں۔ جب بیرونی دور بنایا جاتا ہے تو بیرونی دور کے ذریعہ الکٹران بہنے لگتے ہیں اور شعاعی برقی رو کی تعمیر کرتے ہیں۔

جب وہاں کوئی وقوعی روشنی نہ ہو تو وہاں ایک واپسی برقی رو نمایاں ہوتی ہے جو نظر انداز کے قابل ہوتی ہے۔روشنی کی غیر موجودگی میں بننے والی یہ واپسی برقی رو اندھیری برقی رو (dark current) کہلاتی ہے اور وہ حرارتی طور پر پیدا ہونے والے کم تر برداروں کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے

استعمالات:

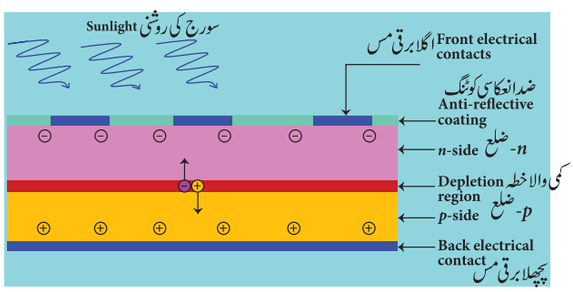
شعاعی ڈیوڈ، ان میں استعمال ہوتے ہیں۔

- الارم کے نظام میں
- ایک Conveyor belt میں اشیاء کو شمار کرنے
- شعاعی ایصالیت میں
- سی ڈی پلیئر اور دھویں کے شناخت گروں میں
- Computed tomography وغیرہ کے لئے detector کے طور پر، طبی میدان میں بھی استعمال ہوتے ہیں۔

(iii) شمسی خانے (Solar cell)

ایک شمسی خانہ جسے Photo voltaic خانہ بھی کہا جاتا ہے Photo voltaic effect (شعاعی وولٹائک اثر) کے اصول پر کام کرتا ہے اس اصول کے تحت، شمسی خانے کا جنکشن، اپنے اوپر شمسی شعاعوں کے گرنے پر emf (محرکہ برق) پیدا کرتا ہے۔ خاکہ 10.24 میں اس کی تعمیری تفصیلات اور اس کے ترچھے حصے کا نظارا بنایا گیا ہے۔

ایک شمسی خانے میں جنکشن کے قریب، روشنی کا انجذاب کی وجہ سے الکٹران۔سوراخ کی جوڑیاں پیدا ہوتی ہیں۔اس کے بعد کمی والے خطے کے برقی میدان کی وجہ سے بار بردار یں جدا ہوجاتے ہیں۔ الکٹران n- قسم کی سلیکان پرت کی طرف چل دیتے ہیں اور سوراخیں قسم کی سلیکان پرت کی طرف چل دیتے ہیں اور (دھاتی انگلی لگا کر) اگلے مس (Front contact) کے ذریعہ n- طرف پہنچنے والے الکٹرانوں کو جمع کرلیا جاتا ہے اور پچھلے برقی مس (back electrical conctact) کے ذریعہ p- طرف پہنچنے والے سوراخوں کو جمع کرلیا جاتا ہے۔



خاکہ 10.24 ایک شمسی خانے کے ترچھے حصے کا نظارا

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:38 PM

لہذا، شمسی خانے کے آر پار ایک تفاوت بالقواہ پیدا ہوتی ہے۔ جب شمسی خانے سے ایک بیرونی بوجھ جوڑا جاتا ہے اس بوجھ کے ذریعہ شعاعی برقی رو بہنے لگتی ہے۔

کئی شمسی خانوں کو سلسلہ وار یا متوازی طور پر جوڑ کر ایک شمسی پینل (Panel) بنایا جاتا ہے۔ کئی شمسی پینلوں کو ایک دوسرے سے جوڑ کر شمسی ترتیب arrays بنائے جاتے ہیں۔ توانائی کے اعلیٰ استعمالات کے لئے شمسی پینلوں اور شمسی arrays کا استعمال کیا جاتا ہے۔

استعمالات:

(i) شمسی خانوں کو کیلکولیٹروں، گھڑیوں، کھلونوں، Portable power supplies وغیرہ میں وسیع طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

(ii) شمسی خانوں کو سیارچوں اور خلائی مشینوں میں استعمال کیا جاتا ہے

(iii) شمسی پینلوں کو برقی رو کی تجارتی طور پر تیاری کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

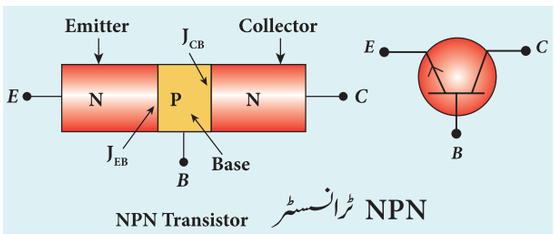
10.4 دوقطبی جنکشن والا ٹرانسسٹر
(The Bipolar Junction transistor)

تعارف

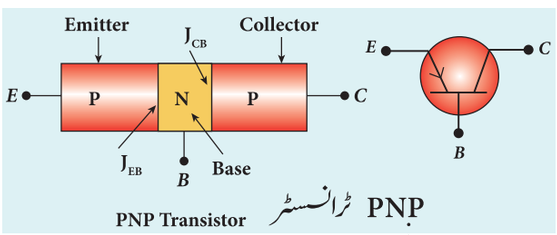
1951 میں William Schockley نے ٹرانسٹر کے جدید ویرژن کا انکشاف کیا تھا۔ یہ ایک نیم موصلی آلہ ہے جو بیسویں صدی میں ٹیکنالوجی کے اندر ایک نیا انقلاب برپا کیا۔ ٹرانسسٹر میں حرارت کا نقصان بہت ہی کم ہوتا ہے۔ یہی ایک اصول کے طور پر مربوط چپس (integrated Chips) کے لئے بنیاد کا ذریعہ بنا جن میں ہزاروں کے چھوٹے چھوٹے ٹرانسسٹر ہوتے ہیں۔ مربوط چپس کا ظہور تیزی سے بڑھنے والی الکٹرانک صنعت میں بڑھتے ہوئے استعمالات کا ذمہ دار بنا۔

دوقطبی جنکشن والا ٹرانسسٹر: BJT
(Bipolar Junction Transistor)

BJT میں ایک نیم موصل (سلیکان یا جرمینیم) کا ایک قلم (Crystal) ہوتا ہے جس میں n - قسم کی ایک شئے کو p - قسم کے دو اشیاء کے درمیان (PNP ٹرانسسٹر) یا قسم کی ایک شئے کو n- قسم کے دو اشیاء کے درمیان (NPN ٹرانسسٹر) رکھا جاتا ہے۔ اسے نمی سے بچانے کے لئے اسے ایک دھاتی یا پلاسٹک کی ڈبیہ میں محفوظ کر دیا جاتا ہے۔ خاکہ 10.25 میں ٹرانسسٹروں کی دونوں اقسام، ان کی علامات کے ساتھ بتائے گئے ہیں۔



(a)



(b)

خاکہ 10.25 (a) NPN ٹرانسسٹر اور دَوری علامت اور (b) PNP ٹرانسسٹر اور دَوری علامت کا ساختی نقشہ

یہ تین خطے مخرج (Emitter)، اساس (base) اور کلکٹر (Collector) کہلاتے ہیں، جن کے ساتھ سرے یا اومی طور پر مس ہونے والے حصے ہوتے ہیں اور ان پر E، B اور C لکھا ہوا ہوتا ہے۔ چونکہ ایک BJT میں دو p-n جنکشن ہوتے ہیں، emitter-base جنکشن (J_{EB}) اور collector-base جنکشن (J_{CB}) کے آر پار بالترتیب دو کمی والی پرتیں بنتی ہیں۔ دوری علامت کے مخرج کی لکیر میں p سے n کی جانب تیر کا نشان لگا ہوتا ہے جو روایتی برقی رو کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔

مخرج (Emitter):

مخرج کا اہم کام یہ ہوتا ہے کہ وہ اساسی خطے کے ذریعہ کلکٹر کے خطے کو زیادہ تر بار بردار میں فراہم کرے۔ لہذا مخرج کی ڈوپنگ دیگر دو کھوں کے مقابلے میں زیادہ تر مضبوطی سے کی گئی ہوتی ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:39 PM

اساس (Base): اساس کا خطہ بہت ہی باریک (10^{-6}m) ہوتا ہے اور دیگر دو خطوں کے مقابلے میں سادہ طور پر ڈوپنگ lightly) doped) کیا ہوا ہوتا ہے۔

کلکٹر: (Collector):

کلکٹر کا اہم کام یہ ہے کہ وہ مخرج سے اساس کے ذریعہ فراہم کئے گئے، زیادہ تر بار برداروں کو جمع کرے۔ لہذا کلکٹر کی بناوٹ طبیعی طور پر بقیہ دو خطوں کے مقابلے میں بڑی ہوتی ہے تا کہ وہ زیادہ طاقت منتشر کر سکے اس کی ڈوپنگ درمیانی طور پر کی گئی ہوتی ہے۔

نوٹ

مختلف جسامت اور ڈوپنگ کی مختلف مقدار کی وجہ سے مخرج اور کلکٹر کو ادل بدل نہیں کیا جا سکتا۔

ٹرانسسٹر کی رجحانیت (Transistor Biasing)

ٹرانسسٹر کے سروں کے آر پار مناسب DC وولٹیجوں کا استعمال biasing کہلاتا ہے۔ ٹرانسسٹر کی بیاسنگ مختلف استعمالات کے لئے مختلف طریقوں سے کی جاتی ہے ٹرانسسٹر کی بیاسنگ کے مختلف طریقے نیچے بتائے گئے ہیں۔

آگے کی فعالیت: (Forward Active)

اس رجحانیت میں emitter-base کا جنکشن آگے کا رجحان رکھتا ہے اور collector-base کا جنکشن واپسی رجحان رکھتا ہے۔ ایسی صورت میں ٹرانسسٹر فعال ہوتا ہے۔ اس طریقہ کار میں ٹرانسسٹر ایک amplifier کے طور پر کام کرتا ہے۔

سیر شدہ پن (Saturation)

یہاں emitter-base جنکشن اور collector-base جنکشن، دونوں آگے کا رجحان رکھتے ہیں۔ ٹرانسسٹر میں جنکشنوں کے آر پار برقی رو کا بہاؤ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ اس طریقۂ کار میں ٹرانسسٹر کو ایک بند سوئچ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

کٹ آف (Cut- off)

اس رجحانیت میں emitter-base جنکشن اور collector-base جنکشن، دونوں واپسی رجحان رکھتے ہیں۔ اس طریقۂ کار میں ٹرانسسٹر کو ایک کھلے سوئچ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے

نوٹ

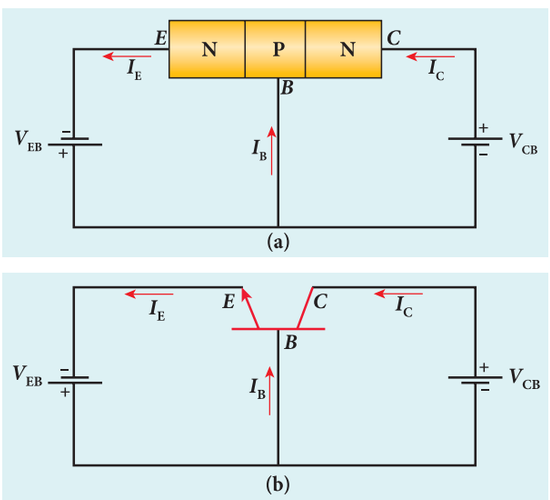
ایک PNP ٹرانسسٹر میں، emitter کے لحاظ سے base اور کلکٹر دونوں منفی ہوتے ہیں اور اس کے درمیان میں N کی نشاندہی ہوتی ہے جب کہ ایک NPN ٹرانسسٹر میں base اور کلکٹر دونوں مثبت ہوتے ہیں اور اس ٹرانسسٹر کی نشاندہی درمیانی حرف P سے کی جاتی ہے۔

10.4.1 ٹرانسسٹر کی دوری تشکیلات: (Transistor circuit configurations)

ان پٹ اور آؤٹ پٹ برقی دوروں کے لئے عام طور پر استعمال ہونے والے سروں کے لحاظ سے ایک ٹرانسسٹر کو عمل میں لانے کے لئے برقی دوروں کے تین اقسام پائے جاتے ہیں۔

(i) مشترک base کی تشکیل (CB) (Common - Base Configuration)

ان پٹ اور آؤٹ پٹ دونوں دَوروں کے لئے اساس (base) مشترک ہوتا ہے۔ خاکہ 10.26(a) اور 10.26(b) میں اسی کا ساختی خاکہ اور اس کی دوری علامت بتائی گئی ہے۔ ان پٹ کی برقی رو emitter کی برقی رو I_E ہے اور آؤٹ پٹ کی برقی رو کلکٹر کی برقی رو I_C ہے۔ emitter اور base کے درمیان ان پٹ سگنل بھیجا جاتا ہے جب کہ کلکٹر اور base کے درمیان آؤٹ پٹ کی پیمائش کی جاتی ہے۔



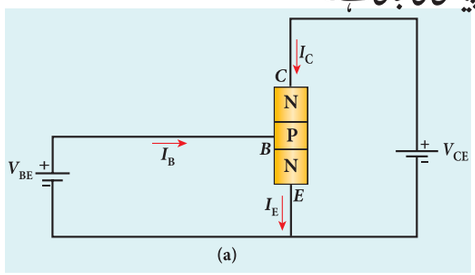
خاکہ 10.26۔ مشترک base کی تشکیل میں NPN ٹرانسسٹر (a) ساختی دور (b) دوری علامت

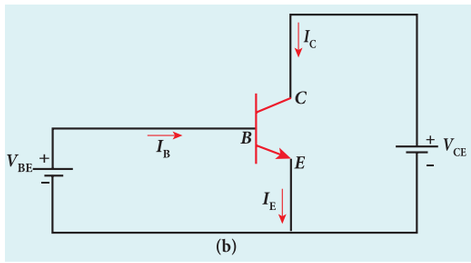
12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:40 PM

(ii) مشترک emitter کی تشکیل (CE)

(Common Emitter Configuration)

اس تشکیل میں ان پٹ اور آؤٹ پٹ دونوں دوروں کے لئے emitter کا سرا عام ہوتا ہے، جیسا کہ خاکہ 10.27 میں بتایا گیا ہے۔base کی برقی رو I_B ہی ان پٹ برقی رو ہے اور کلکٹر کی برقی I_c آؤٹ پٹ برقی رو ہے۔emitter اور اساس کے درمیان ان پٹ سگنل بھیجا جاتا ہے جب کہ کلکٹر اور emitter کے درمیان آؤٹ پٹ کی پیمائش کی جاتی ہے۔





خاکہ 10.27۔مشترک emitter کی تشکیل میں NPN ٹرانسسٹر

(a) ساختی دور کا خاکہ (b) دوری علامت

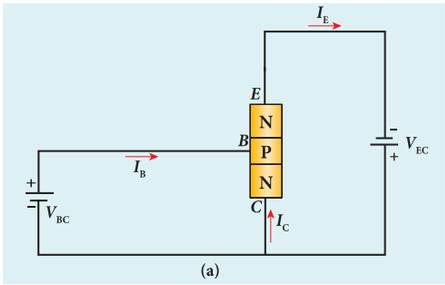
(iii) مشترک کلکٹر کی تشکیل (CC)

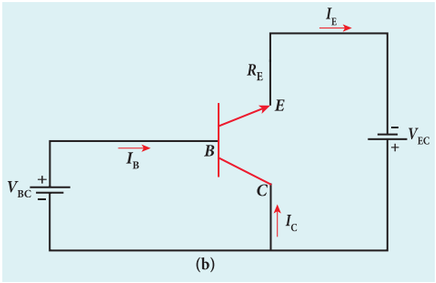
(Common - collector Configuration)

یہاں ان پٹ اور آؤٹ پٹ دونوں دَوروں کے لئے کلکٹر کا سرا مشترک ہوتا ہے، جیسا کہ خاکہ 10.28 میں بتایا گیا ہے۔اساس کی برقی رو I_B ہی ان پٹ برقی رو ہے اور emitter کی برقی رو I_E آؤٹ پٹ برقی رو ہے۔base اور کلکٹر کے درمیان ان پٹ سگنل بھیجا جاتا ہے جب کہ emitter اور کلکٹر کے درمیان آؤٹ پٹ کی پیمائش کی جاتی ہے۔

نوٹ

مشترک کلکٹر کی تشکیل میں اگر emitter سے output حاصل کیا جاتا ہے تو اسے emitter follower کہتے ہیں۔





خاکہ 10.28 مشترک کلکٹر کی تشکیل میں NPN ٹرانسسٹر

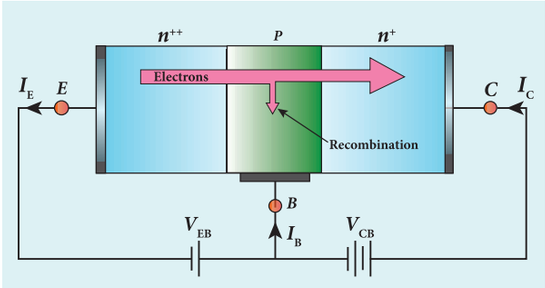
(a) ساختی دَوری خاکہ (b) دَوری علامت

10.4.2

مشترک base کی حالت میں ٹرانسسٹر کا برتاؤ

Transistor action in the common base mode

نیچے مشترک base کی حالت میں ایک NPN ٹرانسسٹر کے عمل کی وضاحت کی گئی ہے۔خاکہ 10.29 میں آگے کی فعالیت کے طریقۂ کار میں ایک عام اساس والے NPN ٹرانسسٹر میں برقی رو کا بہاؤ بتایا گیا ہے۔



خاکہ 10.29۔ایک NPN ٹرانسسٹر میں برقی رو کا بہاؤ

بنیادی طور پر، ایک BJT کو یکے بعد دیگر لگائے گئے دو p-n جنکشن ڈیوڈوں کے طور پر قیاس کیا جاسکتا ہے۔ٹرانسسٹر کے آگے کی فعال رجحانیت میں، ایک DC پاور سپلائی V_{EB} سے آنے والے وولٹیج کے ذریعہ emitter-base کا جنکشن آگے کا رجحان

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:40 PM

رکھتا ہے اور V_{CB} پاور سپلائی کے ذریعے collector-base کا جنکشن واپسی کا رجحان رکھتا ہے اور آگے کا رجحان emitter-base کے جنکشن کے آر پار کمی والے خطے کو کم کرتا ہے جب کہ واپسی رجحان collector-base کے جنکشن کے آر پار کمی والے خطے کو بڑھاتا ہے ۔ لہذا، emitter-base کے جنکشن کے آر پار کی رکاوٹی قواہ کم ہوجاتی ہے اور collector-base کے جنکشن کے آر پار کی رکاوٹی قواہ بڑھ ہوجاتی ہے اور emitter-base کے جنکشن کے آر پار موجود وولٹیج V_{EB} سے ظاہر کیا جاتا ہے اور collector-base کے جنکشن کے آر پار موجود وولٹیج V_{CB} سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

ایک NPN ٹرانسسٹر میں، مخرج میں موجود زیادہ تر بار بردار یں الکٹران ہوتے ہیں۔ چونکہ اس کی ڈوپنگ مضبوط طور پر کی گئی ہوتی ہے، اس میں کثیر تعداد کے الکٹران پائے جاتے ہیں ۔ مخرج - اساس جنکشن کے آر پار موجود آگے کے رجحان کے سبب مخرج کے خطے میں موجود الکٹران اساس کے خطے کی طرف بہنے لگتے ہیں اور مخرج کی برقی رو (I_E) بننے لگتی ہے ۔ اساس کے خطے کو پہنچنے کے بعد وہ الکٹران وہاں موجود سوراخوں سے دوبارہ مل جاتے ہیں چونکہ اساس کا خطہ بہت ہی باریک ہوتا ہے اور اس کی ڈوپنگ ہلکے طور پر کی گئی ہوتی ہے، اس میں موجود سوراخیں مخرج سے آنے والے الکٹرانوں کے ساتھ ملنے کے لئے کافی نہیں ہوتے ۔ لہذا ان میں سے اکثر الکٹران کلکٹر کے خطے میں پہنچ جاتے ہیں۔

آخر کار، الکٹران جو کلکٹر کے خطے کو پہنچتے ہیں وہ کلکٹر کے سرے سے کھنچے جاتے ہیں۔ چونکہ اس میں مثبت قواہ پائی جاتی ہے اور وہ بیرونی دور کے ذریعہ بہنے لگتے ہیں اس سے کلکٹر کی برقی رو I_c بنتی ہے ۔ اساسی خطے میں دوبارہ ملنے کی وجہ سے جو سوراخیں زائل ہوجاتے ہیں وہ رجحانی وولٹیج (bias voltage) V_{BE} کے مثبت قواہ سے ادل بدل ہوجاتے ہیں اور base کی برقی رو I_B بناتے ہیں ۔ emitter اور کلکٹر کی برقی رو کی قدر ملی ایمپیر میں ہوگی جب کہ اس کے برخلاف base اور کلکٹر کی برقی رو کی قدر مائیکرو ایمپیر میں ہوگی۔

یہ نوٹ کرنا ضروری ہے کہ اگر emitter کی برقی رو صفر ہو تو کلکٹر کی برقی رو بھی تقریباً صفر ہی ہوگی ۔ اس سے یہ نتیجہ اخذ ہوتا ہے کہ ایک BJT کنٹرول شدہ برقی رو کا آلہ (Current controlled device) کہلاتا ہے ۔ کرچوف کے قانون کا استعمال کرتے ہوئے ہم emitter کی برقی رو کو کلکٹر کی برقی رو اور base کی برقی رو، ان دونوں کے مجموعے کے طور پر لکھ سکتے ہیں۔

$$I_E = I_B + I_C \qquad (10.1)$$

چونکہ base کی برقی رو بہت چھوٹی ہوتی ہے ۔ ہم اسے $I_E \approx I_C$ کے طور پر بھی لکھ سکتے ہیں ۔ کلکٹر کی برقی رو کا ایک اور جزو بھی ہوتا ہے جو حرارتی طور پر پیدا ہونے والے الکٹرانون کی وجہ سے بنتا ہے جسے واپسی سیر شدہ برقی رو I_{CO} کہا جاتا ہے۔ یہ عوامل تپش کا حساس ہوتا ہے چنانچہ اعلیٰ تپشوں پر نظام کی استحکامیت پر توجہ دینا ضروری ہے۔

emitter کی برقی رو کے ساتھ کلکٹر کی برقی رو کی نسبت، ایک ٹرانسسٹر کی Forward current gain (آگے کی نفع بخش برقی رو) (α) کہلاتی ہے۔

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \qquad (10.2)$$

ایک ٹرانسسٹر کے α کی قیمت اس ٹرانسسٹر کے معیار کی پیائش ہوتی ہے۔ α کی قیمت جتنی زیادہ ہوگی اس ٹرانسسٹر کا معیار بھی اتنا ہی زیادہ ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ کلکٹر کی برقی رو emitter کی برقی رو سے قریب تر ہوتی ہے ۔ α کی قیمت Unity (اکائی) سے کم ہوتی ہے اور اس کی حد 0.95 سے 0.99 تک ہوتی ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ کلکٹر کی برقی رو، emitter کی برقی رو کا 95% سے 99% تک کی مقدار رکھتی ہے۔

ایک PNP ٹرانسسٹر کا عمل:

(Working of a PNP transistor)

ایک PNP ٹرانسسٹر کا عمل NPN ٹرانسسٹر ہی کی طرح ہوتا ہے، سوائے اس کے کہ اس میں emitter کی برقی رو I_E

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:41 PM

سوراخوں کی وجہ سے ہوتی ہے اور base کی برقی رو I_B الکٹرانوں کی وجہ سے ہوتی ہے۔ بہرحال بیرونی دور سے بہنے والی برقی رو الکٹرانوں کے بہاؤ ہی کی وجہ سے ہوتی ہے۔

مثال 10.5:

مشترک base کی تشکیل میں جڑے ہوئے ایک ٹرانسسٹر میں $\alpha = 0.95$ ، $I_E = 1$ mA ہے۔ I_C اور I_B کی قیمتیں معلوم کیجئے۔

حل:

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

$$I_C = \alpha I_E = 0.95 \times 1 = 0.95\ mA$$

$$I_E = I_B + I_C$$

$$\therefore I_B = I_E - I_C = 1 - 0.95 = 0.05\ mA$$

10.4.3 مشترک emitter کے طریقۂ کار میں ٹرانسسٹر کی ساکن خصوصیات

(Static characteristics of Transistor in common Emitter Mode)

یہ معلوم کرنے کے لئے کہ برقی دوروں میں ٹرانسسٹروں کے مؤثر استعمال کے لئے، اس ٹرانسسٹر کے چند پیمانے جیسے ان پٹ مزاحمت، آؤٹ پٹ مزاحمت اور نفع بخش برقی رو بہت ہی اہم ہوتے ہیں، اس کی ساکن خصوصیات کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ خاکہ 10.30 میں مشترک emitter کی تشکیل میں ایک NPN ٹرانسسٹر کی ساکن خصوصیات کا مطالعہ کرنے کے لئے دوری خاکہ بتایا گیا ہے۔

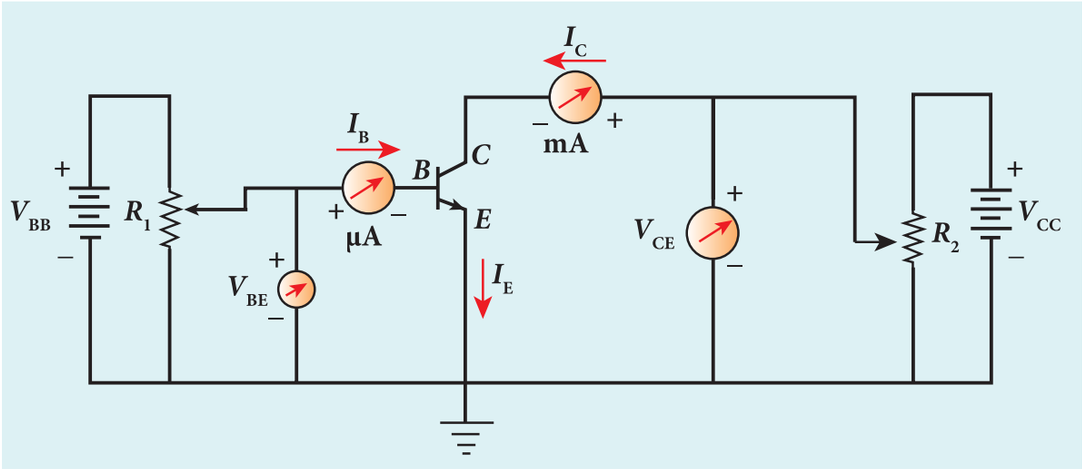
رجحانیت کے وولٹیج سپلائی V_{BB} اور V_{CC} بالترتیب base-emitter کے جنکشن اور collector-emitter کے جنکشن میں رجحانیت پیدا کرتے ہیں۔ base-emitter پر موجود جنکشن کی قواہ V_{BE} سے ظاہر کی جاتی ہے جب کہ collector-emitter کے جنکشن کی قواہ V_{CE} سے ظاہر ہوتی ہے۔ Base کی برقی رو اور کلکٹر کی برقی رو میں تغیر پیدا کرنے کے لئے بالترتیب R_1، R_2 مقوم (Rheostat) استعمال کئے جاتے ہیں۔

BJT کی ساکن خصوصیات یہ ہیں۔ (i) ان پٹ خصوصیات (ii) آؤٹ پٹ خصوصیات (iii) منتقلی خصوصیات

(i) ان پٹ خصوصیات: (Input characteristics)

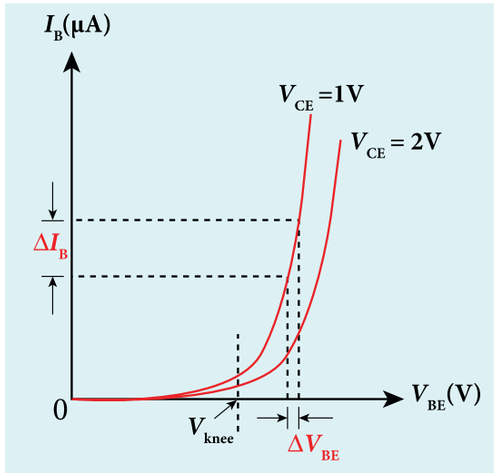
ان پٹ خصوصیات کی منحنیاں، کلکٹر سے emitter کو جانے والے مستقل وولٹیج (V_{CE}) پر، base کی برقی رو (I_B) اور base سے emitter کو جانے والے وولٹیج (V_{BE}) کے درمیان تعلق فراہم کرتی ہیں اور وہ خاکہ 10.31 میں بتائی گئی ہیں۔

ابتداء میں کلکٹر سے مخرج تک کے وولٹیج کو ایک مخصوص قیمت (جنکشن میں واپسی رجحانیت کے لئے 0.7V سے زیادہ) تک Set کردیا جاتا ہے پھر base-emitter کے وولٹیج کو مناسب مرحلوں میں بڑھایا جاتا ہے اور متعلقہ base کی برقی رو کو ریکارڈ کرلیا جاتا ہے۔ V_{BE} کو x- محور کے تحت اور I_B کو y- محور کے تحت رکھ کر ایک ترسیم کھینچی جاتی ہے۔ V_{CE} کی مختلف قیمتوں کے لئے یہی طریقہ کار دہرایا جاتا ہے۔



خاکہ 10.30 مشترک emitter کی تشکیل میں NPN ٹرانسسٹر

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:42 PM



خاکہ 10.31۔ان پٹ خصوصیات

ترسیم کی مدد سے مندرجۂ ذیل مشاہدات کئے جاتے ہیں۔

- یہ منحنی ایک سادہ p-n جنکشن ڈیوڈ کے آگے کی خصوصیات کی مانند نظر آتی ہے۔
- اس میں ایک چوکھٹی (threshold) وولٹیج یا گھٹنا نما وولٹیج (V_{knee}) (Knee voltage) پایا جاتا ہے جس سے کم قیمت پر base کی برقی رو بہت چھوٹی ہوتی ہے۔ یہ قیمت سلیکان سے بنے ٹرانسسٹر کے لئے 0.7V ہے اور جرمینیم کے لئے 0.3V ہے۔ گھٹنا نما وولٹیج پار ہونے پر base-emitter کے وولٹیج کے بڑھنے سے base کی برقی رو بڑھنے لگتی ہے۔
- یہ بھی نوٹ کیا جاتا ہے کہ collector-emitter کا وولٹیج base کی برقی رو کو کم کرتا ہے۔ یہ عمل منحنی کو باہر کی طرف لے جاتا ہے۔اس کی وجہ یہ ہے کہ collector-emitter کے وولٹیج کا اضافہ کمی والے خطے کی موٹائی کو بڑھاتا ہے جس کی وجہ سے base کی مؤثر موٹائی کم ہونے لگتی ہے جس سے base کی برقی رو کم ہونے لگتی ہے۔

ان پٹ مقاومت: (Input impedance)

collector-emitter کے مستقل وولٹیج (V_{CE}) پر base کی برقی رو کی متعلقہ تبدیلی (ΔI_B) کے ساتھ base-emitter کے وولٹیج میں ہونے والی (ΔV_{BE}) کی نسبت، ان پٹ مقاومت Input impedance (r_i) کہلاتی ہے۔ ان پٹ مقاومت منحنی کے نچلے خطے میں مستقل نہیں ہوتی۔

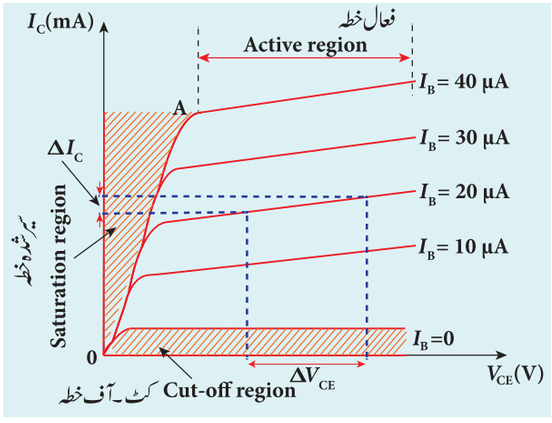
$$r_i = \left(\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}} \qquad (10.3)$$

عام emitter کی تشکیل میں موجود ایک ٹرانسسٹر کے لئے ان پٹ مقاومت بہت زیادہ ہوتی ہے۔

(ii) آؤٹ پٹ خصوصیات (Output characteristics)

آؤٹ پٹ خصوصیات ان پٹ کی مستقل برقی رو (I_B) پر کلکٹر کی برقی رو (I_C) اور کلکٹر سے emitter تک کا وولٹیج ( ) کے درمیان تعلق فراہم کرتی ہیں اور وہ خاکہ 10.32 میں بتائی گئی ہیں۔

اول base کی برقی رو کو ایک مخصوص قیمت تک مقرر کر دیا جاتا ہے پھر بعد میں collector-emitter کے وولٹیج کو قدم بہ قدم بڑھایا جاتا ہے اور کلکٹر کی متعلقہ برقی رو درج کر لی جاتی ہے۔ V_{CE} کو x- محور کے تحت اور I_C کو y- محور کے تحت رکھ کر ایک ترسیم کھینچی جاتی ہے۔ I_B کی مختلف قیمتوں کے لئے یہی طریقہ دہرایا جاتا ہے۔ آؤٹ پٹ خصوصیات کے چار اہم خطے یہ ہیں۔



خاکہ 10.32 آؤٹ پٹ خصوصیات

(i) سیر شدہ خطہ: (Saturation region)

جب V_{CE} کو 0V سے بڑھایا جاتا ہے تو I_C تیزی سے بڑھنے لگتی ہے اور V_{CE} کی ایک مخصوص قیمت پر جسے گھٹنا نما وولٹیج (Knee voltage) کہتے ہیں، ایک سیر شدہ قیمت تک پہنچ جاتی ہے۔ مبدا 0 سے گھٹنا نما نقطہ A تک اس منحنی کا ابتدائی حصہ OA (اومی علاقہ) سیر شدہ خطہ (saturation region) کہلاتا ہے۔ گھٹنا نما وولٹیج سے زیادہ قیمت ہی پر ٹرانسسٹرس کام میں لائے جاتے ہیں۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:43 PM

(ii) کٹ۔آف خطہ: (Cut off region) : base کی برقی رو کو صفر تک کم کر دینے پر بھی کلکٹر کی تھوڑی سے برقی رو باقی رہتی ہے۔ $I_B = 0$ کے لئے اس منحنی کا نچلا علاقہ کٹا ہوا (یا) کٹ۔آف خطہ کہلاتا ہے، کیونکہ کلکٹر کو پہنچائی جانے والی اصل برقی رکاوٹ دی جاتی ہے

(iii) فعال خطہ: (Active region) : منحنیوں کا درمیانی علاقہ فعال خطہ کہلاتا ہے۔اس خطہ میں base-emitter کا جنکشن آگے کا رجحان رکھتا ہے اور collector-base کا جنکشن واپسی رجحان رکھتا ہے۔اس علاقے میں موجود ٹرانسسٹر کو وولٹیج، برقی رو اور طاقت کی amplification (مبالغہ کاری) کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

(iv) بریک ڈاؤن کا علاقہ (Breakdown region) :

اگر collector-emitter کے وولٹیج کو manufacturer کے بتائے ہوئے حدی قیمت سے زیادہ بڑھا دیا جائے تو کلکٹر کی برقی رو اتنی زیادہ بڑھ جاتی ہے کہ ٹرانسسٹر کے جنکشن میں ٹوٹ پھوٹ واقع ہو جاتی ہے۔یہ اچانک بریک ڈاؤن کو برباد کر سکتا ہے۔

آؤٹ پٹ مقاومت (Output inpedance)

اساس کی مستقل output Impecance برقی رو (ΔV_{CE}) پر collector-emitter کے وولٹیج کی تبدیلی (ΔI_C) کے ساتھ کلکٹر کی برقی رو میں ہونے والی متعلقہ تبدیلی (I_B) کی نسبت آؤٹ پٹ مقاومت (r_0) کہلاتی ہے۔ (10.4)

$$r_o = \left(\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}\right)_{I_B} \qquad (10.4)$$

مشترک emitter کی تشکیل میں موجود ٹرانسسٹر کے لئے آؤٹ پٹ مقاومت بہت کم ہوتی ہے۔

(iii) برقی رو کی منتقلی خصوصیات:

(Current transfer characteristics)

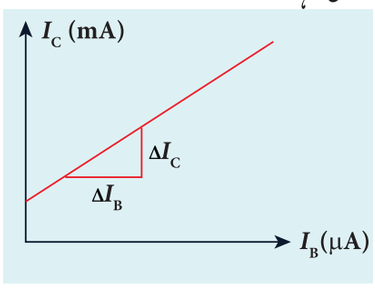
یہ خصوصیات collector-emitter کے مستقل وولٹیج (V_{CE}) پر کلکٹر کی برقی رو (I_E) اور base کی برقی رو (I_B) کا درمیانی تعلق فراہم کرتی ہیں اور وہ خاکہ 10.33 میں بتائی گئی ہیں۔ یہ دیکھا جاتا ہے کہ I_B کے صفر ہونے پر بھی چھوٹی مقدار کی I_C برقی رو بہہ رہی ہوتی ہے۔ یہ برقی رو عام مخرج سے رسنے والی برقی رو (I_{CEO}) Common Emitter Leakage current کہلاتی ہے جو کم تر بار برداروں کے بہاؤ کی وجہ سے بنتی ہے۔

آگے کی برقی رو کا فائدہ (Forward current gain)

collector-emitter کے مشتقل وولٹیج (V_{CE}) پر، کلکٹر کی برقی رو میں ہونے والی تبدیلی (ΔI_C) کے ساتھ base کی برقی رو میں ہونے والی متعلقہ تبدیلی (ΔI_B) کی نسبت آگے کی برقی رو کا فائدہ (β) Forward current gain کہلاتی ہے۔

$$\beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}} \qquad (10.5)$$

اس کی قیمت بہت زیادہ ہوتی ہے اور وہ عام طور پر 50 سے 200 تک رہتی ہے۔



خاکہ 10.33 برقی رو کی منتقلی کی خصوصیات

10.4.3 α اور β کا درمیانی تعلق (Relation between α and β)

مشترک base کی تشکیل میں موجود برقی رو کا فائدہ α اور مشترک emitter کی تشکیل میں موجود برقی رو کا فائدہ β کے درمیان ایک تعلق پایا جاتا ہے، جو نیچے پیش کیا گیا ہے۔

$$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta} \text{ (or) } \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \qquad (10.6)$$

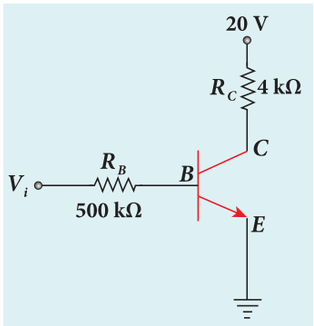
نوٹ

فعال خطے میں، کلکٹر کی برقی رو، collector-emitter کے وولٹیج پر غیر منحصر ہوتی ہے۔

مثال 10.6

بتائے گئے خاکہ میں موجود برقی دور میں ان پٹ وولٹیج V_i=20 V، $V_{BE} = 0V$ اور $V_{CE} = 0V$ ہے۔ I_B، I_C اور β کی قیمتیں کیا ہیں؟

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:43 PM



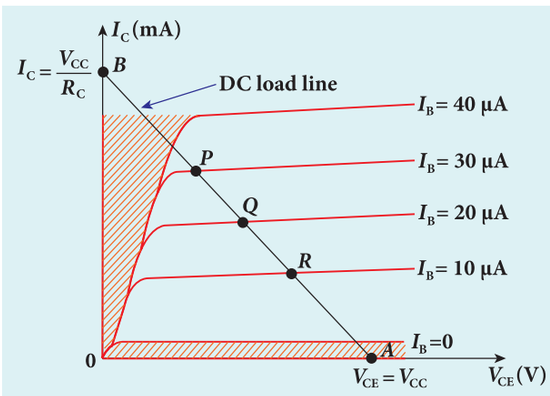
$$I_B = \frac{V_i}{R_B} = \frac{20\,V}{500\,k\Omega} = 40\,\mu A \qquad [\because V_{BE} = 0V]$$

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{20\,V}{4\,k\Omega} = 5\ mA \qquad [\because V_{CE} = 0V]$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{50\,mA}{40\,\mu A} = 125$$

10.4.4 عملی نقطہ: (Operating Point)

عملی نقطہ وہ نقطہ ہے جہاں ٹرانسسٹر کو مؤثر طریقے سے کام میں لایا جاسکتا ہے۔ نقاط A $(V_{CC}, 0)$ اور B $(0, V_{CC}/R_C)$ کو ملا کر بنایا جانے والا سیدھا خط DC لوڈ لائن (DC loading) کہلاتا ہے۔ ایک ٹرانسسٹر کی آؤٹ پٹ خصوصیات پر بنایا گیا DC لوڈ لائن کا خط، اس ٹرانسسٹر کے عملی نقطہ کے تصور کو سمجھنے میں مددگار ثابت ہوتا ہے جیسا کہ خاکہ 10.34 میں بتایا گیا ہے۔



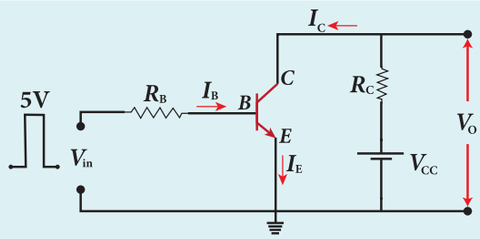
خاکہ 10.34۔ مشترک emitter کی تشکیل میں، DC لوڈ لائن کے خط کے ساتھ ایک ٹرانسسٹر کی آؤٹ پٹ خصوصیات

خاکہ 10.34 میں نقاط P، Q اور R quiescent Points یعنی پرسکون نقطے کہلاتے ہیں جو ایک ٹرانسسٹر کے عملی نقطہ یا فعلی نقطہ کا تعین کرتے ہیں۔ اگر عملی نقطے کو DC لوڈ لائن خط کے درمیانی (نقطہ P) پر منتخب کیا جائے تو ٹرانسسٹر amplifier کے طور پر کام کرسکتا ہے۔ یہ عملی نقطہ اس اعلیٰ ترین سگنل کا تعین کرسکتا ہے جو بغیر کسی بگاڑ کے حاصل کیا جاسکتا ہے۔

ٹرانسسٹر کو ایک کھلے سوئچ کے طور پر کام کرنے کے لئے Q نقطہ کا انتخاب، کٹ آف علاقے میں کیا جاسکتا ہے اور ایک بند سوئچ کے طور پر کام کرنے کے لئے، Q نقطہ کا انتخاب سیر شدہ علاقے میں کیا جاسکتا ہے۔

10.4.5 ٹرانسسٹر بطور سوئچ (Transistor as a Switch)

ایک ٹرانسسٹر سیر شدہ علاقے میں ایک بند سوئچ کے طور پر اور کٹ آف علاقے میں ایک کھلے سوئچ کے طور پر کام کرتا ہے۔ وہ ایک الکٹرانک سوئچ کی طرح کام کرتا ہے جو ایک چھوٹے کنٹرول سگنل کے ذریعہ ایک دئے گئے دور کو آن یا آف کرنے میں مدد کرتا ہے، جس سے ٹرانسسٹر یا تو سیر شدہ علاقے میں رہتا ہے یا کٹ آف علاقے میں رہتا ہے۔ خاکہ 10.25 میں برقی دور بتایا گیا ہے۔



خاکہ 10.35 ٹرانسسٹر بطور سوئچ

■ جب ان پٹ کم ہوتا ہے:

جب ان پٹ کم ہوتا ہے (فرض کیجئے، 0V) اساس کی برقی رو صفر ہوجاتی ہے اور ٹرانسسٹر مناسب طور پر آگے کا رجحان نہیں رکھتا۔ وہ کٹ۔ آف علاقے میں ہوتا ہے۔ اس کے نتیجے میں کلکٹر کی برقی رو صفر رہتی ہے اور اسی طرح R_C کے آر پار کا وولٹیج گراؤ بھی تقریباً صفر ہوجاتا ہے۔ آؤٹ پٹ وولٹیج زیادہ ہوجاتا ہے اور وہ V_{CC} کے برابر ہوجاتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ ٹرانسسٹر کے ذریعہ کوئی برقی رو نہیں بہتی اور اسے سوئچ آف کیا ہوا قرار دیا جاتا ہے۔ لہذا ٹرانسسٹر کھلے سوئچ کے طور پر کام کرتا ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:44 PM

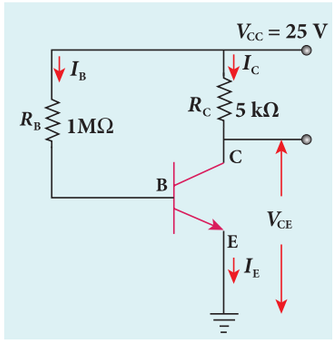
■ **جب ان پٹ زیادہ ہوتا ہے:**

جب ان پٹ زیادہ ہوتا ہے تو ایک زیادہ قیمت تک بڑھا دیا جاتا ہے (فرض کیجئے +5V) تو base کی برقی رو (I_B) بڑھ جاتی ہے اور اس کے ساتھ کلکٹر کی برقی رو بھی اپنی انتہا کو پہنچ جاتی ہے۔ اب ٹرانسسٹر سیر شدہ حالت میں پہنچ جاتا ہے۔ کلکٹر کی برقی رو (I_C) میں ہونے والا اضافہ R_C کے آر پار وولٹیج گراؤ کو بڑھاتا ہے جس سے آؤٹ پٹ وولٹیج کم ہوجاتا ہے اور تقریباً صفر ہوجاتا ہے (چونکہ $V_0 = V_{CC} - I_C R_C$) ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ زیادہ تر برقی رو ٹرانسسٹر کے ذریعہ بہتی ہے اور کہا جاتا ہے کہ اب سوئچ آن ہوگیا ہے لہذا ٹرانسسٹر ایک بند سوئچ کے طور پر کام کرتا ہے۔

یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ٹرانسسٹر کو دیا جانے والا زیادہ ان پٹ کم آؤٹ پٹ فراہم کرتا ہے اور کم ان پٹ زیادہ آؤٹ پٹ فراہم کرتا ہے۔ اس کے علاوہ ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ آؤٹ پٹ وولٹیج، بھیجے جانے والے ان پٹ وولٹیج کے مخالف ہے۔ لہذا ایک ٹرانسسٹر کو کمپیوٹر کے منطقی دوروں میں ایک انورٹر (NOT gate) (invertor) کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔

مثال 10.7

خاکہ میں بتائے گئے ایک مشترک emitter والے ٹرانسسٹر کے برقی دور کی برقی رو کا فائدہ (current gain) 120 ہے۔ DC لوڈ لائن کا خط بنائیے اور اس پر Q نقطہ کی نشاندہی کیجئے (V_{BE}) کو نظر انداز کردینا چاہئے۔



حل:

$$\beta = 120$$

base کی برقی رو $I_B = \frac{25V}{1M\Omega} = \frac{25}{1\times10^6}$

$= 25\ \mu A$

ہم جانتے ہیں

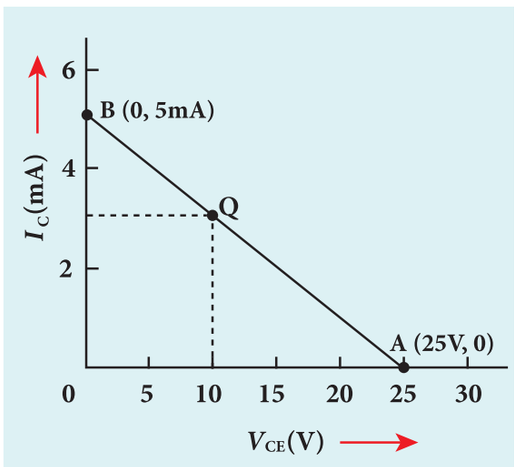
$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \quad \text{یا}$$

$I_C = \beta I_B = 120 \times 25\ \mu A$

$= 3000\ \mu A = 3\ mA$

$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$

$= 25 - (3mA \times 5k) = 10\,V$

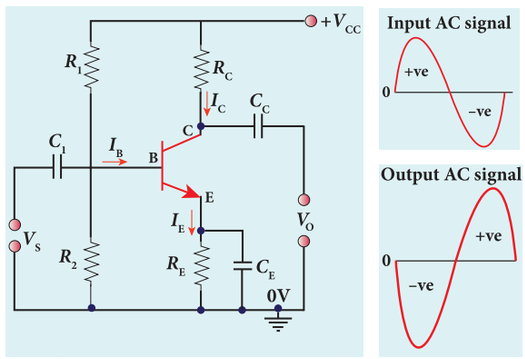


10.4.6 ٹرانسسٹر بطور Amplifier

فعال خطے میں کام کرنے والا ٹرانسسٹر کمزور سگنلوں کو amplify کرنے یعنی بڑھانے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ سگنل کی طاقت کو بڑھانے کا مرحلہ (حیطہ میں اضافہ پیدا کرنے کا مرحلہ) مبالغہ کاری Amplification کہلاتا ہے۔ اگر زیادہ مبالغہ کاری کی ضرورت پڑتی ہے تو ٹرانسسٹروں کو، ملنے والے حصے جیسے مزاحم، مکثف اور مبدلوں کے ساتھ ملادیا جاتا ہے اور وہ سب مل کر کثیر سطحی ایمپلیفائیرس multistage Amplifiers کہلاتے ہیں۔

یہاں ایک برقی سگنل کی مبالغہ کاری کی وضاحت، ایک یک سطحی ٹرانسسٹر amplifier کے ساتھ کی جاتی ہے جسے خاکہ 10.36(a) میں بتایا گیا ہے۔ اکیلی سطح یہ نشاندہی کرتی ہے کہ دور میں ملے ہوئے اجزاء کے ساتھ صرف ایک ہی ٹرانسسٹر موجود ہے۔ اس میں ایک NPN ٹرانسسٹر، عام مخرج کی تشکیل میں جوڑا جاتا ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:45 PM



خاکہ 10.36 (a) ایک Amplifier کے طور پر ٹرانسسٹر
(b) ان پٹ اور آؤٹ پٹ موجی اقسام جو 180° کی ہیئتی مخالفت ظاہر کرتی ہیں۔

شروع کرنے کے لئے، ٹرانسسٹر کے Q نقطے یا فعال نقطے کا تعین کرلیا جاتا ہے (نہ سیر شدہ نقطہ کی طرف اور نہ ہی کٹ - آف نقطہ کی طرف) تاکہ آؤٹ پٹ پر سگنل کا زیادہ سے زیادہ حیطہ حاصل کر سکے۔

آؤٹ پٹ وولٹیج کی پیمائش کرنے کے لئے، کلکٹر کے دور کے ساتھ سلسلہ وار طور پر ایک بوجھ مزاحمت R_C جوڑ دی جاتی ہے۔ مزاحمت R_1، R_2 اور R_E رجحانیت قائم کرکے دور کو مستحکم بناتے ہیں۔ مکثفہ صرف C_1 سگنل کو اپنے ذریعہ گزارتا ہے۔ emitter کا بائی پاس by pass مکثفہ C_E، مبالغہ کار AC سگنل کو ایک کم reactance کا راستہ فراہم کرتا ہے۔ جوڑنے والا مکثفہ Coupling capacitor, C_c، کو کثیر سطحی amplifiers کی تعمیر میں ایک مرحلے کے amplifier کو بعد کے مرحلے والے amplifier کے ساتھ جوڑنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

base-emitter کے آر پار بھیجے جانے والا sinusoidal ان پٹ سگنل کا ذریعہ V_s ہے collector-emitter کے آر پار آؤٹ پٹ حاصل کیا جاتا ہے۔

$$I_C = \beta I_B \qquad \text{کلکٹر کی برقی رو} \qquad \left[\because \beta = \frac{I_C}{I_B}\right]$$

آؤٹ پٹ لوپ کے لئے کرچوف کے وولٹیج کا قانون استعمال کرتے ہوئے، collector-emitter کا وولٹیج یوں پیش کیا جاتا ہے۔

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \qquad (10.7)$$

Amplifier (مکبر) کا عمل

■ مثبت نصف دور کے دوران:

(During the positive half cycle)

ان پٹ سگنل emitter-base کے آر پار کا وولٹیج بڑھاتا ہے۔ اس کے نتیجے میں base کی برقی رو (I_B، مائیکرو ایمپیر میں) بڑھتی ہے۔ اسی طرح کلکٹر کی برقی رو (I_C، ملی ایمپیر میں)، β گنا بڑھتی ہے۔ اس سے R_C کے آر پار ($I_C R_C$) وولٹیج کا گراؤ بڑھتا ہے جس کے سبب collector-emitter کا وولٹیج (V_{CE}) کم ہونے لگتا ہے چنانچہ مثبت نصف دور کے دوران، ان پٹ سگنل، آؤٹ پٹ پر مبالغہ کار سگنل کا منفی نصف دوار فراہم کرتا ہے۔ لہذا، آؤٹ پٹ سگنل 180° کے زاویے سے الٹا ہوگیا ہے جیسا کہ خاکہ 10.36(b) میں بتایا گیا ہے۔

■ منفی نصف دور کے دوران:

ان پٹ سگنل (V_s) emitter-base کے آر پار آگے کا وولٹیج کم کردیتا ہے۔ اس کے نتیجے میں base برقی رو (I_B، مائکرو ایمپیر میں) کم ہونے لگتی ہے اور ساتھ ساتھ کلکٹر کی برقی رو (I_C، ملی ایمپیر میں) کم ہونے لگتی ہے اور کلکٹر کی برقی رو (I_C) کا گھٹاؤ، R_C کے آر پار قواہی گراؤ کو کم کرتا ہے جس سے collector-emitter کا وولٹیج (V_{CE}) بڑھنے لگتا ہے۔ لہذا منفی نصف دور کے دوران ان پٹ سگنل، آؤٹ پٹ پر مبالغہ کا، سگنل کا مثبت نصف دور فراہم کرتا ہے چنانچہ آؤٹ پٹ سگنل 180° کے زاویے سے الٹا ہوتے ہوئے نظر آتا ہے جیسا کہ خاکہ 10.36(b) ہی میں بتایا گیا ہے۔

10.4.7 ٹرانسسٹر بطور اہتزاز کنندہ

Transistor as an oscillator

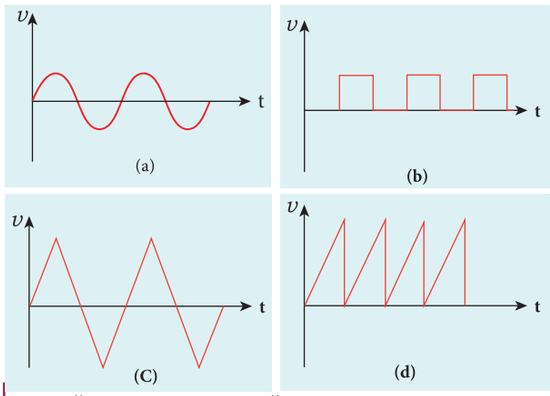
ایک electronic oscillator بنیادی طور DC توانائی کو AC توانائی میں تبدیل کرتا ہے جس کی تعدد چند Hz سے لے کر کئی MHz تک ہوتی ہے۔ لہذا، یہ متبادل برقی رو یا وولٹیج کا ایک ذریعہ ہے۔ ایک amplifier کے برعکس Oscillator کو سگنل کے کسی بیرونی ذریعہ کی ضرورت نہیں پڑتی۔

بنیادی طور پر دو قسم کے Iscillators پائے جاتے ہیں جیسی (Sinusoidal اور غیر جیبی (non - sinusoidal)) اہتزاز کنندے، مستقل حیطہ اور تعدد پر، Sine موجوں کی قسم میں اہتزازات

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:46 PM

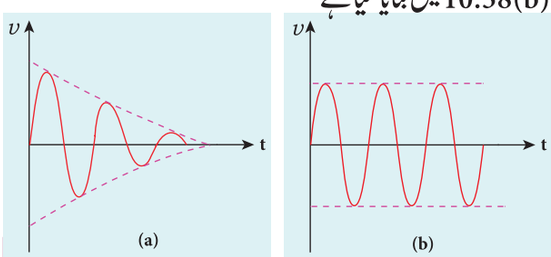
پیدا کرتے ہیں جیسا کہ خاکہ 10.37(a) میں بتایا گیا ہے۔

غیر جیبی اہتزاز کنندے غیر جیبی (non- sinusoidal) موجی اقسام جیسے مربع نما- موج، مثلث نما- موج اور آری کے دانتوں جیسے موجی اقسام کے پیچیدہ اہتزازات پیدا کرتے ہیں جیسا کہ خاکہ 10.36 (b),(c) اور (d) میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 10.37 (a) جیبی موجی قسم (b) مربع نما موجی قسم
(c) مثلث نما موجی قسم (d) آرے کے دندان نما موجی قسم

جیبی اہتزازات کے دو اقسام ہیں۔ مبہم Damped اور غیر مبہم Undamped۔ اگر برقیاتی اہتزازات کا حیطہ، توانائی کی کمی کی وجہ سے، وقت کے ساتھ کم ہونے لگتا ہے تو ایسے اہتزازات داغ دار (یا) مبہم اہتزازات (damped oscillations) کہلاتے ہیں جیسا کہ خاکہ 10.38(a) میں بتایا گیا ہے۔ دوسری طرف، بے داغ (یا) غیر مبہم اہتزازات (Undamped Oscillations) میں اہتزازات کا حیطہ وقت ساتھ مستقل رہتا ہے جیسا کہ خاکہ 10.38(b) میں بتایا گیا ہے



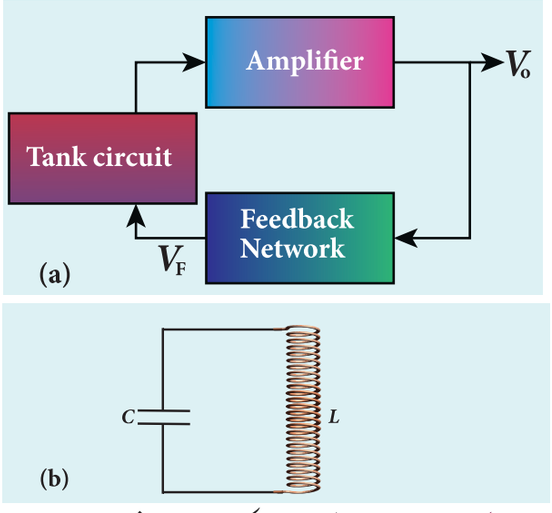
خاکہ 10.38 (a) مبہم اہتزازات (b) غیر مبہم اہتزازات

ٹرانسسٹر اہتزاز کنندہ: (Transistor oscillator)

ایک اہتزاز کنندہ کے دور میں تین اجزاء ہوتے ہیں وہ یہ ہیں۔ (i) ٹینک (tank) برقی دور (ii) ایمپلی فائر اور (iii) Feed back نٹ ورک۔ خاکہ 10.39 (a) میں خانوی نقشہ بتایا گیا ہے۔

(i) ٹینک برقی دور: LC ٹینک برقی دور میں ایک Inductance، L اور ایک مکثفہ C ہوتا ہے جو متوازی طور پر جڑے ہوتے ہیں جیسا کہ خاکہ 10.39(b) میں بتایا گیا ہے۔ جب بھی ایک DC ذریعہ سے ٹینک برقی دور کو توانائی پہنچائی جاتی ہے تو وہ توانائی متبادل طور پر Inductor اور مکثفہ میں ذخیرہ اندوز ہو جاتی ہے۔ یہ عمل متعین تعدد کے برقی اہتزازات پیدا کرتا ہے۔

(ii) ایمپلی فائر Amplifier۔ یہ ایک یک سطحی ایمپلی فائر ہے جو ٹینک برقی دور سے بننے والے کمزور سگنل کی مبالغہ کاری کرتا ہے۔ درکار آؤٹ پٹ اسی Amplifier سے فراہم کیا جاتا ہے۔



خاکہ 10.39 (a)۔ ایک اہتزاز کنندہ کا خانوی نقشہ
(b) ٹینک برقی دور

(iii) فیڈ بیک نٹ ورک (Feedback network)

آؤٹ پٹ کے ایک حصے کو ان پٹ کے لئے دوبارہ بھیجنے کے لئے استعمال ہونے والا دور فیڈ بیک نیٹ ورک کہلاتا ہے۔ ان پٹ کو واپسی بھیجا جانے والا آؤٹ پٹ کا وہ حصہ اگر ان پٹ کی ہیئت میں ہو تو پھر ان پٹ سگنل کی قدر بڑھ جاتی ہے۔ یہ مرحلہ مثبت فیڈ بیک کہلاتا ہے جو مسلسل اہتزازات کے لئے ضروری ہے۔

عمل:

ٹینک برقی دور برقی اہتزازات پیدا کرتا ہے اور ٹرانسسٹر ایمپلی فائر کے لئے AC کے ان پٹ ذریعہ کے طور پر کام کرتا ہے۔ ایمپلی فائر ان پٹ اے سی سگنل کی مبالغہ کاری کرتا ہے۔ اہتزازی برقی دوروں کے اعلیٰ نمونوں میں Inductor کے لچھوں اور مکثفوں میں برقی مزاحمت

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:46 PM

کی وجہ سے توانائی کا کچھ نقصان ہوتا ہے۔مکثفہ کی بار برداری اور غیر بار برداری (discharching) کے ہر مرحلے میں ان تمام نقصانات سے باز آنے کے لئے توانائی کی ایک چھوٹی سی مقدار استعمال کر لی جاتی ہے۔اس کی وجہ سے اہتزازات کا حیطہ دھیرے دھیرے کم ہونے لگتا ہے۔لہذا ٹینک برقی دور مبہم (damped) اہتزازات پیدا کرتا ہے۔

غیر مبہم اہتزازات پیدا کرنے کے لئے فیڈ بیک نیٹ ورک کے ذریعہ آؤٹ پٹ سے ان پٹ کو ایک مثبت فیڈ بیک فراہم کیا جاتا ہے۔ یہ عمل ٹینک برقی دور میں ہونے والے نقصان کا ازالہ کرتا ہے۔

اہتزازات کی تعدد کا تعین L اور C کی قیمتوں سے ہوتا ہے اور یوں پیش ہوتا ہے۔

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad (10.8)$$

مستقل اہتزازات کے لئے Barkhausen کے شرائط:

مندرجۂ ذیل شرائط Barkhausen کے شرائط کہلاتے ہیں۔اہتزاز کنندہ میں مستقل اہتزازات کے لئے ان شرائط کو پورا کرنا ضروری ہے۔

- مثبت فیڈ بیک کا ہونا از حد ضروری ہے۔
- لوپ کا ہیئتی فرق 0° ہونا چاہئے یا 2π کا مربوط تضریب ہونا چاہئے۔
- لوپ کا فائدہ (Loop gain) یونیٹی (اکائی) (unity) کے برابر ہونا چاہئے یعنی $|A\beta| = 1$

یہاں A، ایمپلی فائر کا وولٹیج gain ہے اور β فیڈ بیک کی نسبت ہے (آؤٹ پٹ کا وہ کسر جو ان پٹ کو واپس بھیجا جاتا ہے)

بینک برقی دوروں کے اقسام کی بنیاد پر اہتزازی برقی دوروں کے بہت سے اقسام ہیں۔مثالیں hartley اہتزاز کنندہ، Colpit کا اہتزاز کنندہ اور قلوی اہتزاز کنندہ۔

اہتزاز کنندوں کے استعمالات:

ٹرانسسٹر کے اہتزاز کنندے استعمال کئے جاتے ہیں،

- جیبی یا غیر جیبی دوری موجی اقسام پیدا کرنے کے لئے
- RF برداریں پیدا کرنے کے لئے
- صوتی راگ (tones) پیدا کرنے کے لئے
- ہندسی برقی دوروں میں ساعتی سگنل پیدا کرنے کے لئے
- TV سیٹ اور CRO میں جھاڑنے والے برقی دوروں کے طور پر

مثال 10.8

ایک tuned کلکٹر اہتزاز کنندہ جس کا متعین $150\mu H$, inductance ہے، اس میں استعمال کئے جانے والے متغیر مکثفہ کی حد کا محاسبہ کیجئے۔تعدد کی پٹی کی حد 500kHz سے 1500kHz تک ہے۔

حل :

Resonane تعدد،

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

سادہ طور پر لکھنے پر ہم حاصل کرتے ہیں

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$$

i) جب تعدد 500kHz ہو تو

$$C = \frac{1}{4\times 3.14^2 \times (500\times 10^3)^2 \times 150\times 10^{-6}}$$
$$= 676 \text{ pF}$$

ii) جب تعدد 1500kHz ہو تو

$$C = \frac{1}{4\times 3.14^2 \times (1500\times 10^3)^2 \times 150\times 10^{-6}}$$
$$= 75 \text{ pF}$$

چنانچہ اس مکثفہ کی حد 75 سے 676pF تک ہے۔

10.5 ہندسوی الکٹرانکس (Digital electronics)

الکٹرانکس کی وہ شاخ جو ہندسوی اشاروں (digital signals) سے متعلق بحث کرتی ہے، ہندسوی الکٹرانکس کہلاتی ہے۔ اعلیٰ processor ciruits سے لے کر کئی مقامات پر ان کا استعمال ہوتا ہے، جیسے اشاروں پر عمل (digital processing) اور مواصلات یا ابلاغ (communication) وغیرہ میں کیا جاتا ہے۔ان کی بہتر کارکردگی، درستگی، رفتار، لچک اور آواز کو جذب کرنے کی خاصیت کی وجہ سے وصفی (analogue) اشاروں کی بہ نسبت ہندسوی اشارے استعمال کئے جاتے ہیں۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:47 PM

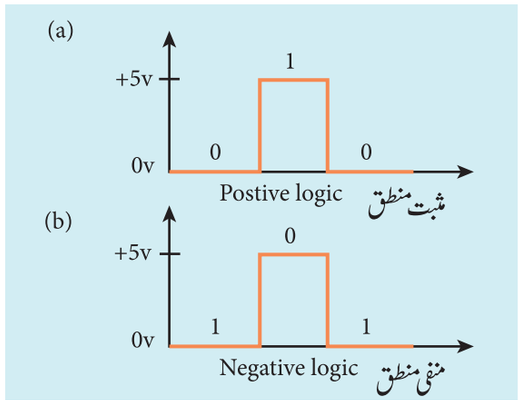
10.5.1 وصفی اور ہندسوی اشارے (Analog and digital signals)

الکٹرانکس میں دو مختلف قسم کے اشارے استعمال ہوتے ہیں۔ (i) وصفی اشارے اور (ii) ہندسوی اشارے۔ وصفی اشارے میں وقت کے ساتھ مستقل طور پر وولٹیج یا برقی رو کی تبدیلی ہوتی ہے۔ ان اشاروں کو rectifying circuits اور Transistor amplifier circuit میں استعمال کئے جاتے ہیں۔

ہندسوی اشارے ایسے اشارے ہیں، جس میں وولٹیج کی صرف ایک ہی قیمتیں پائی جاتی ہیں۔ ہندسوی اشاروں کی دو حالتیں ہوتی ہیں۔ سوئچ ON اور OFF۔ ON ایک حالت ہے اور OFF دوسری حالت ہے۔ اس کی وضاحت اس طرح بھی کی جاسکتی ہے کہ اعلیٰ (High) (ON) اور ادنیٰ (low) (OFF) حالت ہے۔ یا بند (ON) اور کھلا (OFF) ہے۔ ان ادنیٰ اور اعلیٰ حالتوں کی وضاحت بولین الجبرا میں ثنوی اعداد (binary numbers) 1 یا 0 کے ذریعے سے کی جاسکتی ہے۔ حالت 1 کی اصطلاح کھلا دور، اعلیٰ وولٹیج اور بند سوئچ سے کی جاتی ہے اور حالت 0 کی اصطلاح بند دور، ادنیٰ وولٹیج اور کھلے سوئچ سے کی جاتی ہے۔

مثبت اور منفی منطق (Positive and negative logic)

ہندسوی نظام میں وولٹیج کی دو سطحیں پائی جاتی ہیں : 5V (اعلیٰ) اور 0V (ادنیٰ) ۔ مثبت منطقی نظام میں 5V کے لئے ثنوی 1 اور 0V کے لئے ثنوی 0 استعمال کیا جاتا ہے۔ جب کہ منفی منطقی نظام میں 0V کے لئے ثنوی 1 اور 5V کے لئے ثنوی 0 استعمال کیا جاتا ہے، جیسا کہ خاکہ 10.40 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 10.40 (a) مثبت منطق (b) منفی منطق

10.5.2 منطقی گیٹ (logic gate)

منطقی گیٹ ایک الکٹرانی دور ہے، جس کا فعل، ہندسوی اشاروں پر ہوتا ہے۔ ان کی فطرت ثنوی ہوتی ہے۔ منطقی گیٹ کو اکثر ہندسوی نظاموں کی تعمیری اکائیاں مانی جاتی ہیں۔ ان کا ایک output ہوتا ہے جس کے دو یا دو سے زیادہ input ہوتے ہیں۔ بنیادی منطقی گیٹ کی تین قسمیں ہیں۔ AND، OR، NAND اور NOR۔ ان کی تعمیر بنیادی منطقی گیٹوں سے کی گئی ہے۔

ہندسوی الکٹرانکس کے زیر بحث منطقی افعال ہیں۔ ان کے متغیرات، منطقی متغیرات (logical variables) کہلاتے ہیں۔ اس کے اعمال جیسے منطقی جمع (+)(logical addition)، اور منطقی ضرب (.) کو منطقی اعمال (logical operators) کہا جاتا ہے۔ جب (. , +) جیسی علامتوں کو منطقی متغیرات (A,B) پر عمل میں لایا جاتا ہے تو وہ منطقی مستقلہ (Y) دیتے ہیں۔ وہ مساوات جو اس عمل کی نمائندگی کرتی ہے، منطقی بیان (logical statement) کہلاتی ہے۔

مثال کے طور پر :

+ : logical operator منطقی عامل (علامت)

A , B : logical variable منطقی متغیر

Y : logical constant منطقی مستقلہ

Y = A + B : Logical statement منطقی بیان

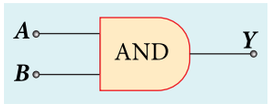
input اور اس کے بالترتیب output کے ممکنہ مجموعہ کو جدول کی شکل میں دیا گیا ہے، جو حقیقی جدول truth table کہلاتی ہے۔ دَور جو بنیادی منطقی افعال جیسے منطقی جمع، ضرب اور تقلیب (inversion) کرتے ہیں، ان سے متعلق یہاں بحث کیا گیا ہے۔

AND گیٹ

دَور کی علامت (Circuit symbol)

دو input والے AND گیٹ کو خاکہ (a) 10.41 میں دکھایا گیا ہے۔ A اور B input ہیں اور Y ، output ہے۔ یہ ایک منطقی گیٹ ہے، لہٰذا A ، B اور Y کی قیمتیں 1 یا 0 ہو سکتی ہیں۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:48 PM



(a)

Inputs		Output
A	B	$Y=A.B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(b)

خاکہ 10.41 (a) دو input والا AND گیٹ
(b) حقیقی جدول Truth table

Boolean کی مساوات *Boolean equation:*

$$Y = A.B$$

یہ منطقی ضرب کرتا ہے، اور یہ حسابی ضرب سے مختلف ہے۔

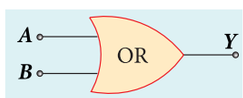
منطقی عمل (logical operation)

جب تمام input اعلیٰ ہوتے ہیں تو AND گیٹ کا output بھی اعلیٰ ہی ہوگا۔ باقی صورتوں میں output ادنیٰ ہوگا۔ خاکہ 10.41 (b) میں Truth table کے ذریعہ اس کی نمائندگی کی گئی ہے۔

OR گیٹ

دور کی علامت

خاکہ 10.42(a) میں دو input والے OR گیٹ کے دور کی علامت کو بتایا گیا ہے۔ A اور B، input ہیں اور Y، output ہے۔



(a)

Inputs		Output
A	B	$Y=A+B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(b)

خاکہ 10.42 (a) دو input والا OR گیٹ
Truth table (b) (حقیقی جدول)

Boolean کی مساوات *Boolean equation:*

$$Y = A + B$$

یہ منطقی جمع کرتا ہے اور یہ حسابی جمع سے مختلف ہے۔

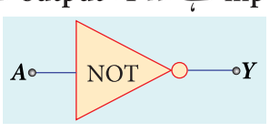
منطقی عمل (logical operation)

OR گیٹ کا output اعلیٰ ہوتا ہے۔ (منطق 1 کی حالت) جب دونوں input یا کوئی ایک input اعلیٰ ہوں تو۔ خاکہ 10.42(b) میں OR گیٹ کے truth table کو ظاہر کیا گیا ہے۔

NOT گیٹ

دور کی علامت

خاکہ 10.43 (a) میں NOT گیٹ کے دور کی علامت دکھائی گی ہے۔ A، input ہے اور Y، output ہے۔



(a)

Inputs	Output
A	$Y=\overline{A}$
0	1
1	0

(b)

خاکہ 10.43(a) گیٹ NOT Truth table (b)

بولین کی مساوات *Boolean equation:*

$$Y = \overline{A}$$

منطقی عمل (logical operation)

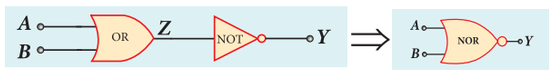
input کا مکملہ output ہوتا ہے۔ اس کا اظہار اس کے اوپر ایک لکیر کے ذریعہ کیا جاتا ہے۔ اس کو inverter بھی کہا جاتا ہے۔ Truth table سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ جب input A، 0 ہو تو output Y، 1 ہوگا۔ یا اس کا برعکس بھی۔ خاکہ 10.43(b) میں NOT کے Truth Table کو دکھایا گیا ہے۔

NAND گیٹ

دور کی علامت

خاکہ 10.44(a) میں NANA گیٹ کے دور کی علامت کو بتایا گیا ہے۔ A اور B، input ہیں اور Y، output ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:48 PM



(a)

Inputs		Output (OR)	Output (NOR)
A	B	$Z = A+B$	$Y = \overline{A+B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

(b)

Truth Table (b) گیٹ NOR 10.45(a) خاکہ

Ex-OR gate گیٹ Ex-OR

Circuit symbol دوری علامت

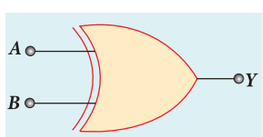
Ex-OR گیٹ کے دور کی علامت کو کو خاکہ 10.46(a) میں دکھایا گیا ہے۔ A اور B، input ہیں اور Y، output ہے۔ Ex-OR عمل کو علامت ⊕ سے بتایا گیا ہے۔

Boolean equation بولین کی مساوات

$$Y = A.\overline{B} + \overline{A}.B$$
$$Y = A \oplus B$$

Logic operation منطقی عمل (logical operation)

output، اعلیٰ تبھی ہوگا، جب دونوں input میں سے کوئی ایک اعلیٰ ہوگا۔ Ex-OR گیٹ، جس میں دو سے زیادہ input ہوں، تو output بھی اعلیٰ ہوگا، جب input کی تعداد طاق میں ہو تو output اعلیٰ ہوگا۔ Ex-OR gate کے Truth table کو خاکہ 10.46(b) میں دکھایا گیا ہے۔

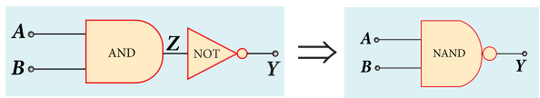


(a)

Inputs		Output (Ex-OR)
A	B	$Y = A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(b)

Truth Table (b) گیٹ Ex-OR 10.46(a) خاکہ



(a)

Inputs		Output (AND)	Output (NAND)
A	B	$Z = A.B$	$Y = \overline{A.B}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

(b)

خاکہ 10.44 (a) دو input والا NAND گیٹ
Truth table (b) (حقیقی جدول)

Boolean equation: Boolean کی مساوات

$$Y = \overline{A.B}$$

Logic operation منطقی عمل

AND عمل کے مکملہ کا مساوی output Y ہوتا ہے۔ دَور ایک AND گیٹ ہے، جس کے بعد ایک NOT گیٹ ہوتا ہے۔ چنانچہ یہ ایک NAND ہے۔ output، منطق 0 تبھی ہوگا، جب تمام input اعلیٰ ہوں۔ باقی صورتوں میں output اعلیٰ ہوتا ہے۔ (منطق 1 حالت)۔ NAND gate کے Truth table کو خاکہ 10.44(b) میں دکھایا گیا ہے۔

NOR گیٹ

دوری علامت

NOR گیٹ کے دور کی علامت کو کو خاکہ 10.45(a) میں دکھایا گیا ہے۔ A اور B، input ہیں اور Y، output ہے۔

Boolean equation: بولین کی مساوات

$$Y = \overline{A + B}$$

منطقی عمل (logical operation)

OR عمل (A یا B) کے مکملہ کا مساوی output Y ہوتا ہے۔ دَور ایک OR گیٹ ہے، جس کے بعد ایک NOT گیٹ ہوتا ہے۔ چنانچہ یہ ایک NOR ہے۔ output، اعلیٰ تبھی ہوگا، جب تمام input ادنیٰ ہوں۔ باقی input کے تمام مجموعوں جوڑنے میں output ادنیٰ ہوتا ہے۔ NOR gate کے Truth table کو خاکہ 10.45(b) میں دکھایا گیا ہے۔

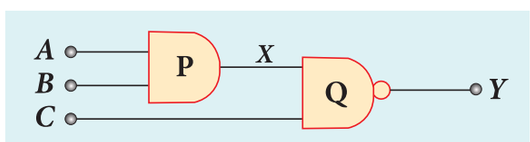
12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:49 PM

غور کیجئے

NOR اور NAND گیٹ کو عالم گیریت (Universal gates) کے گیٹ یا ثنائی گیٹس بھی کہا جاتا ہے، کیوں کہ NAND یا NOR گیٹ کی مدد سے کسی بھی طرح کا گیٹ بنایا جا سکتا ہے۔

مثال 10.9

درج ذیل دور میں Y کا output کیا ہوگا، جب تمام input، A، B اور C پہلے 0 اور بعد میں 1 ہوں۔

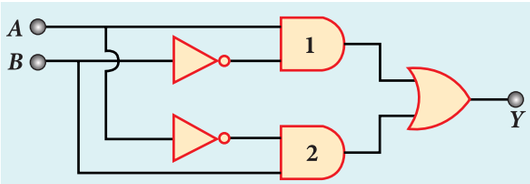


حل :

A	B	C	$X = A \cdot B$	$Y = \overline{X \cdot C}$
0	0	0	0	1
1	1	1	1	0

مثال 10.10

درج ذیل گیٹوں کو جمع کرنے میں inputs، A اور B اور output Y کے لئے بولین مساوات لکھئے۔



حل

output کے لئے 1st AND Gate : $A\overline{B}$

output کے لئے 2nd AND Gate : $\overline{A}B$

output گیٹ کے لئے OR $Y = A.\overline{B} + \overline{A}.B$

10.6 بولین الجبرا (Boolean algebra)

بنیادوطور پر بولین الجبرا دو اختیارات پر عمل کرتا ہے۔ (i) yes یا no ، (ii) اعلیٰ یا ادنیٰ۔ بولین الجبرا میں ان دونوں الجبرا کی نمائندگی شمار اعداد 0 یا 1 سے کی جاتی ہے۔ یہ ایک نظریہ ہے جو منطق اور ریاضی کے درمیان تعلق پیش کرتا ہے، جس کو گزشتہ صدی کے 1854 میں George Boole نے پیش کیا تھا۔ اس کے بعد کمپیوٹروں کے دور بنانے کے لئے بولین الجبرا کو استعمال کیا گیا۔ آج کل ہم ڈیجیٹل دنیا میں ہیں اور اکثر آسانیاں اور ساز و سامان فراہم ہو رہے ہیں، وہ سب ہندسوی (digitization) کرنے کی وجہ سے ہی ہوا ہے۔ ان سب کی بنیاد بولین الجبرا ہی ہے۔

کیا ہم جانتے ہو؟

اعلیٰ (1) اور ادنیٰ (0) کا نظریہ نیا نہیں ہے۔ حقیقت میں اس کو ٹیلی فون سوئچ کے دور میں 1938 میں Shannon نے استعمال میں لایا۔

بولین الجبرا کے کلیے (Laws of Boolean Algebra)

حصہ 10.5.2 میں NOT، OR اور AND کے جو اعمال درج کئے گئے ہیں، وہ بولین کے اعمال ہی ہیں۔ ان اعمال کے نتائج کو مختصر طور پر اس طرح بیان کیا گیا ہے۔

تکمیل کا کلیہ (Complement law)

A	$Y = \overline{A}$
0	$Y = \overline{0} = 1$
1	$Y = \overline{1} = 0$

تکمیل کے کلیہ کو حقیقت میں اس طرح پیش کیا جا سکتا ہے۔ $\overline{\overline{A}} = A$

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:49 PM

OR کے کلیے OR laws

A	B	$Y = A+B$
0	0	$Y = 0+0 = 0$
0	1	$Y = 0+1 = 1$
1	0	$Y = 1+0 = 1$
1	1	$Y = 1+1 = 1$

OR کے کلیہ کو اس طرح پیش کیا جا سکتا ہے

1st law	$A + 0 = A$
2nd law	$A + 1 = 1$
3rd law	$A + A = A$
4th law	$A + \overline{A} = 1$

AND کے کلیے AND laws

A	B	$Y = A.B$
0	0	$Y = 0.0 = 0$
0	1	$Y = 0.1 = 0$
1	0	$Y = 1.0 = 0$
1	1	$Y = 1.1 = 1$

AND کے کلیہ کو اس طرح پیش کیا جا سکتا ہے۔

1st law	$A \,.\, 0 = 0$
2nd law	$A \,.\, 1 = A$
3rd law	$A \,.\, A = A$
4th law	$A \,.\, \overline{A} = 0$

بولین کے اعمال درج ذیل کلیوں کے تابع ہیں۔

شمولیت کا کلیہ یا جمع کا کلیہ (Commutative laws)

$$A + B = B + A$$
$$A \,.\, B = B \,.\, A$$

مربوطی کا کلیہ (Associative laws)

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$
$$A \,.\, (B \,.\, C) = (A \,.B) \,.\, C$$

تقسیمی کلیہ (Distributive laws)

$$A(B + C) = AB + AC$$
$$A + BC = (A + B)\,(A + C)$$

پیچیدہ بیانوں کو سادہ کرنے اور منطقی دور بنانے کے لئے درج بالا کلیوں کو استعمال کیا جاتا ہے۔

10.7 ڈی مارگن کا مسئلہ (De Morgan's theorem)

10.7.1 ڈی مارگن کا پہلا مسئلہ

بیان Proof

پہلا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ دو منطقی inputs کے حاصل جمع کا مکملہ، اس کے حاصل ضرب کے مکملہ کے مساوی ہے۔

ثبوت (Proof)

NOR گیٹ کے لئے بولین مساوات اس طرح ہے۔

$$Y = \overline{A + B}\,.$$

ایک بلبلہ دار بولین AND گیٹ (bubbled AND gate) کے لئے بولین کی مساوات اس طرح ہے۔ $Y = \overline{A}\,.\,\overline{B}\,.$

دونوں صورتوں میں یکساں input کے لئے یکساں output تیار ہوتے ہیں۔ درج ذیل truth table کی مدد سے اس کی تصدیق کی جا سکتی ہے۔

A	B	$A+B$	$\overline{A+B}$	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A}\,.\,\overline{B}$
0	0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0

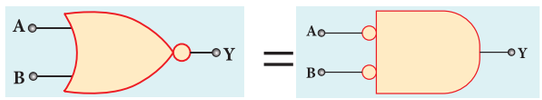
اوپر کے truth table سے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ

$$\overline{A+B} = \overline{A}\cdot\overline{B}\,.$$

لہٰذا De Morgan کا پہلا مسئلہ ثابت ہوا۔ لہٰذا ایک NOR gate ایک bubbled AND gate کے مساوی ہے۔

اس کے نظیری منطقی دوری خاکے، خاکہ 10.47 میں بتائے گئے ہیں۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:50 PM



خاکہ 10.47، NOR gate bubbled کے AND gate کے مساوی ہے۔

10.7.2 ڈی مارگن کا دوسرا مسئلہ

بیان Statement

دوسرا مسئلہ یہ بیان کرتا ہے کہ دو inputs کے حاصل ضرب کا مکملہ، اس کے مکملوں کے حاصل جمع کے مساوی ہے۔

ثبوت Proof

NAND gate کی بولین مساوات $Y = \overline{A.B}$.

bubbled OR gate کی مساوات $Y = \overline{A} + \overline{B}$.

A اور B، inputs ہیں اور Y، output ہے۔

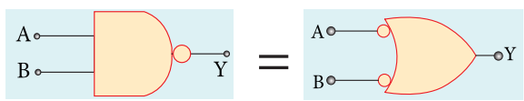
اوپر کی دو مساوات، یکساں inputs کے لئے یکساں outputs فراہم کرتے ہیں۔ Truth table کے ذریعہ اس کی تصدیق کی جا سکتی ہے۔

A	B	$A.B$	$\overline{A.B}$	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A}+\overline{B}$
0	0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	1	0	0	0	0

اوپر کے Truth table سے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ

لہٰذا De Morgan کی دوسری مساوات ثابت ہوئی۔ چنانچہ ایک NAND gate، ایک bubbled OR gate کے مساوی ہوتا ہے۔ $\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$.

اس کے نظیری منطقی دَوری خاکے کو خاکہ 10.48 میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 10.48 ایک NAND gate، ایک bubbled OR gate کے مساوی ہوتا ہے۔

مثال 10.11

ثابت کیجئے کہ بولین کا متماثل $AC + ABC = AC$ ہے اور اس کی دَوری وضاحت کیجئے۔

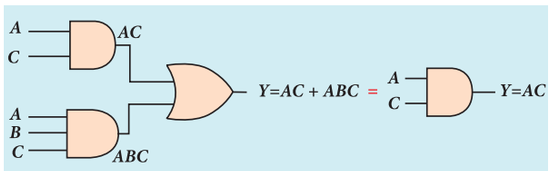
حل : مرحلہ 1 $AC(1 + B) = AC.1$ [OR law-2]

مرحلہ 2 $AC \,.\, 1 = AC$ [AND law – 2]

چنانچہ $AC + ABC = AC$

لہٰذا بولین کے متماثل کو ثابت کیا گیا۔

دَوری وضاحت *Circuit description:*



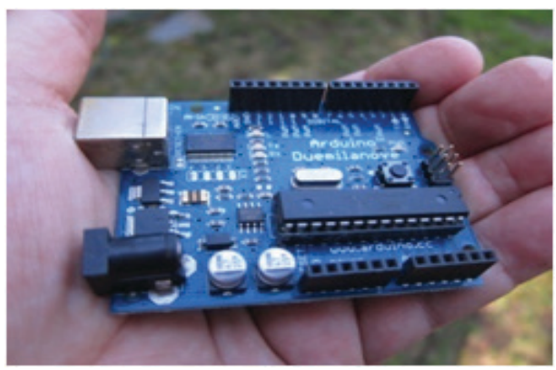
10.7.3 ضم کردہ ریزے یا مربوط چپس (Integrated chips)

ایک مربوط یا ضم کردہ دَور کو IC یا chip یا ایک micro chip بھی کہا جاتا ہے (خاکہ 10.49)۔ اس میں ہزار سے ملینوں تک کے Transistor، resistor اور capacitors وغیرہ پائے جاتے ہیں۔ ان تمام کو ضم کر کے ایک نیم موصل کے چھوٹے چپٹے ٹکڑے میں بٹھا دیا جاتا ہے، جو عام طور پر silicon سے بنا ہوتا ہے۔

Integrated circuits (ICs)، جدید الکٹرانکس کے لئے بہت ہی اہمیت کے حامل ہیں۔ ٹکنالوجی کی ترقی اور Very large scale Integration (VLSI) کی وجہ سے یہ ممکن ہو گیا ہے کہ ایک ہی chip کے اندر بے شمار transistors کو رکھا جا سکتا ہے۔

عام دَور کی بہ نسبت ICs میں دو اہم فائدے ہیں۔ وہ قیمت اور کارکردگی، ان کی جسامت، رفتار، گنجائش بہت زیادہ ہوتی ہے۔ کمپیوٹر، موبائل فون، اور دیگر گھریلو برقی آلات کی فراہمی، ان chips کی چھوٹی جسامت اور کم لاگت کی مدد سے ممکن ہوئی ہے۔ ICs کو بطور amplifier، oscillator، timer، microprocessor اور کمپیوٹر کی ذہانت (memory) استعمال کیا جاتا ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:50 PM



خاکہ 10.49 مربوطی چپس کے ساتھ دَور

ڈیجیٹل یا انالاگ ٹکنالوجی کی مدد سے یہ بالکل چھوٹے ICs حسابات کرنے اور معطیات کو محفوظ کرنے میں استعمال ہوتے ہیں۔ ڈیجیٹل ICs میں logic gates استعمال ہوتے ہیں، جو 1 اور 0 کی قیمتوں سے استعمال ہوتے ہیں۔ ڈیجیٹل IC میں بھیجا گیا ایک ادنیٰ اشارہ (low signal) کا نتیجہ 0 ہوگا، جب کہ ایک اعلیٰ اشارہ (high signal) کا نتیجہ 1 ہوگا۔

کمپیوٹر، نٹ ورکنگ کے آلے اور گھریلو استعمال والے الکٹرانک آلوں میں ڈیجیٹل ICs عام طور پر استعمال ہوتے ہیں۔ Analog ICs یا خطی ICs مسلسل قیمتوں کی بنیاد پر کام کرتے ہیں۔ اس کا یہ مطلب ہے کہ ایک خطی IC کا ایک جز کوئی بھی ایک input اور ایک output کی قیمت لے سکتا ہے۔ خطی ICs کو audio اور radio frequency oscillation میں استعمال کیا جاتا ہے۔

10.8 ابلاغی نظام (مواصلاتی نظام) (Communication systems)

تعارف

بات چیت، لکھائی یا دیگر واسطوں کے ذریعہ اطلاعات کے تبادلہ کے عمل کو مواصلاتی یا ابلاغی نظام کہتے ہیں۔

جب سے یہ دنیا وجود میں آئی ہے، اُسی وقت سے ابلاغ کا نظام موجود ہے۔ سائنس اور ٹکنالوجی کی ترقی نے انسان کے محل وقوع کو کم کر دیا ہے۔ زمین کے کسی بھی کونے سے انسان کا ایک دوسرے کے ساتھ تعلق رکھا جا سکتا ہے۔ J.C. Bose، G.Marconi اور Alexander Graham Bell، جیسے عظیم سائنس دانوں اور محققوں نے مراسلاتی نظام کو بہتر بنانے کی کئی کوششیں کی ہیں۔ ابلاغ کی صنعت بہت ہی بڑی اور قدیم صنعت مانی جاتی ہے۔ ٹیلی گراف (1844)، ٹیلی فون (1876) اور ریڈیو (1887) وغیرہ ابلاغ کے بہت قدیم نظام ہیں۔

انیسویں صدی کے وسطی اور آخری دور میں ممکنہ کم وقت میں طویل فاصلہ کے مراسلاتی نظام سے متعلق گہری تحقیق ہوئی۔ تاہم 20ویں صدی میں ابلاغ کی ترقی نے ایک بڑی چھلانگ لگائی، جس میں اطلاعات کو محفوظ اور فوری طریقے سے تبادلہ کی مانگ پوری ہوئی۔ اس باب میں الکٹرانی ابلاغ کے بنیادی نظریات، بعض اہم ابلاغی نظام اور ان کے استعمالات سے متعلق معلومات حاصل کریں گے۔

10.9 ماڈولیشن (Modulation)

کم فاصلہ میں اطلاعات کی ترسیل کے لئے کوئی پیچیدہ تکنیک کی ضرورت نہیں پڑتی۔ اطلاعاتی اشاروں کی براہِ راست ترسیل کے لئے

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:51 PM

توانائی کافی ہوتی تھی۔ تاہم اگر اطلاعات صوتی تعدد کی حد 20-20000 Hz میں ہوں تو اس کو طویل فاصلوں تک دنیا کے مختلف حصوں میں ترسیل کئے جاسکتے ہیں۔ ان کے لئے بعض تکنیکوں کی ضرورت پڑتی ہے، جس سے اطلاعات کو کوئی نقصان نہیں پہنچتا۔

طویل فاصلہ کی ترسیل کے لئے کم تعدد والے base band signal (input signal) کو اعلیٰ تعدد والے ریڈیو سگنل کے ساتھ انطباق (superimpose) کیا جاتا ہے، اس کو ماڈولیشن کہتے ہیں۔

چونکہ carrier signal کا تعدد بہت ہی اعلیٰ ہوتا ہے، اس کو تخفیف (attenuation) کئے بغیر طویل فاصلوں تک ارسال کیا جا سکتا ہے۔ carrier signal اکثر ایک sine wave signal ہوتا ہے۔

ایک sinusoidal carrier wave کی نمائندگی اس طرح کی جاتی ہے۔ $e_c = E_c \sin(2\pi\nu_c t + \phi)$,

جس میں E_c حیطہ، ν_c تعدد اور کسی بھی وقت t کے مرحلے میں carrier wave کی ابتدائی ہیئت ϕ ہے۔

modulation یعنی ترمیم کے عمل کے دوران carrier signal کی تین خصوصیات کو base band signal کے ذریعہ ترمیم کیا جاتا ہے۔ وہ یہ ہیں۔ carrier signal کا حیطہ (amplitude)، تعدد (frequency) اور ہیئت (phase)

اس کے مطابق ہمارے پاس

(i) amplitude modulation

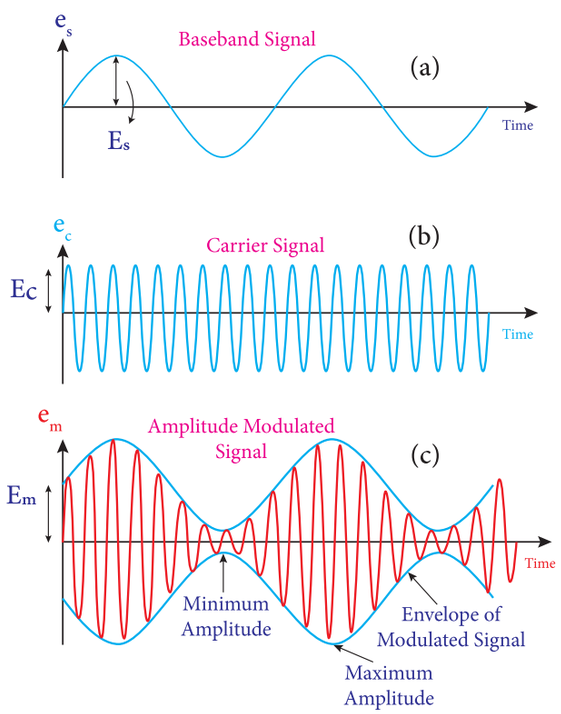
(ii) frequency modulation اور

(iii) phase modulation ہیں۔

10.9.1 حیطہ کا ماڈولیشن (ترمیم)
(AM) (Amplitude Modulation)

اگر carrier signal کے حیطہ کو base band signal کے حیطہ کے مطابق ترمیم کیا جاتا ہے، اس کو amplitude modulation کہتے ہیں۔ یہاں پر carrier signal کے حیطہ اور ہیئت کو مستقل رکھا جاتا ہے۔ ریڈیو اور ٹیلی ویژن کی نشریات کے لئے amplitude modulation کا استعمال کیا جاتا ہے۔

خاکہ 10.50(a) میں base band کے ان اشاروں کو بتایا گیا ہے جو اطلاعات کو لے جاتے ہیں۔ خاکہ 10.50(b) اعلیٰ تعدد والے carrier signal کو اور خاکہ 10.50(c) میں amplitude modulated signal کو بتایا گیا ہے۔ ہم یہ دیکھ سکتے ہیں کہ carrier wave کے حیطہ کو baseband signal کے حیطہ کے مطابق ترمیم کیا جاتا ہے۔



خاکہ 10.50 Amplitude Modulation
(a) Baseband signal (b) Carrier signal
(c) Modulated signal

AM کے فائدے

(i) آسانی سے ترسیل اور حاصل کرنا

(ii) کم سے کم bandwidth درکار ہے۔

(iii) کم لاگت

AM کی حد بندیاں (خامیاں)

(i) شور کی سطح زیادہ ہوتی ہے۔

(ii) کم کارکردگی

(iii) عمل کی حد چھوٹی ہوتی ہے۔

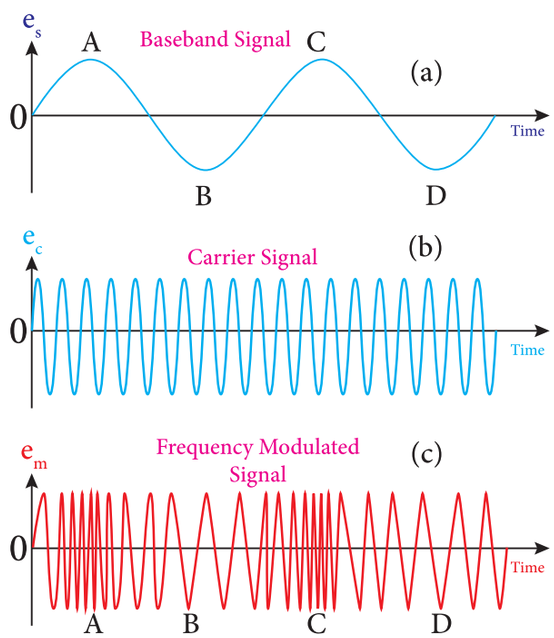
CVSF6

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:51 PM

10.9.2 تعدد کا ماڈولیشن (FM)
(Frequency Modulation)

اگر carrier signal کے تعدد کو base band signal کے حیطہ کے مطابق ترمیم کیا جاتا ہے، اس کو amplitude modulation کہتے ہیں۔ یہاں پر carrier signal کے حیطہ اور ہئیت کو مستقل رکھا جاتا ہے۔

carrier signal کے حیطہ کے بڑھنے سے base band signal کا تعدد بھی بڑھ جاتا ہے اور اس کا برعکس بھی۔ اس کی وجہ سے modulated wave میں تکثیف (compressions) اور تلطیف (rarefactions) پیدا ہوتے ہیں، جیسا کہ خاکہ 10.51 میں دکھایا گیا ہے۔ اعلیٰ اشارے تکثیف پیدا کرتے ہیں، جب کہ ادنیٰ اور کمزور اشارے تلطیف پیدا کرتے ہیں۔



خاکہ 10.51 تعدد کا ماڈولیشن

(a) Baseband signal (b) Carrier signal
(c) Frequency modulated signal

خاکہ 10.51(a) میں جب baseband signal کا حیطہ صفر ہوجاتا ہے تو modulated signal کا تعدد بھی carrier signal کے مساوی ہوجاتا ہے۔ جب modulated wave کا تعدد بڑھنے لگتا ہے تو baseband signal کا حیطہ مثبت سمت (A,C) کی طرف بڑھنے لگتا ہے۔ حیطہ کا منفی نصف دور (B,D) کی طرف بڑھنے سے modulated wave کا تعدد کم ہونے لگتا ہے۔ (خاکہ 10.51 (c))۔

جب base band signal صفر ہوجاتا ہے (input signal نہیں ہوتا ہے) تو carrier wave کے تعدد میں کوئی تبدیلی نہیں آتی۔ یہ اپنے عام تعدد پر ہوتا ہے، جسے مرکزی تعدد (centre frequency) یا سکونی تعدد (resting frequency) کہتے ہیں۔ عملی طور پر یہ FM transmitter کی عائد کردہ تعدد ہے۔

FM کے فائدے

i) FM میں شور میں کمی واقع ہوتی ہے۔ اس کی وجہ سے signal-noise ratio بڑھتا ہے۔

ii) کام کرنے کی حد بہت زیادہ ہوتی ہے۔

iii) چونکہ پوری طاقت کو استعمال میں لایا جاتا ہے، اس لئے ترسیل کی کارکردگی بہت زیادہ ہوتی ہے۔

iv) FM bandwidth انسان کی سماعت کے مکمل تعددی حد کے اندر ہوتا ہے۔ اس کی وجہ سے AM radio کی بہ نسبت FM radio کا معیار بہتر ہوتا ہے۔

FM کی حد بندیاں (خامیاں)

i) FM کے لئے بہت ہی وسیع راستہ channel درکار ہے۔

ii) FM transmitter اور receiver بہت ہی پیچیدہ اور مہنگے ہوتے ہیں۔

iii) AM کی بہ نسبت FM reception، بہت ہی کم رقبہ گھیرتا ہے، یعنی ترسیل کی حد بہت کم ہوتی ہے۔

10.9.3 ہئیت کا ماڈولیشن (PM)
(Phase modulation)

ہئیت کے ماڈولیشن میں baseband signal کا فوری حیطہ، Carrier signal کے حیطہ اور تعدد کو مستقل رکھ کر صرف اس کی ہئیت کو تبدیل کرتا ہے۔ اس ماڈولیشن کو تعددی modulated signals تیار کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ Frequency modulation کے مشابہ ہے۔ اس میں carrier signal کے تعدد کو تبدیل کرنے کے بجائے صرف ہئیت کو تبدیل کیا جاتا ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:52 PM

10.10 ایک الکٹرانک ابلاغی نظام کے عناصر (The elements of an Electronic Communication system)

ابلاغ کے میدان میں الکٹرانکس ایک اہم رول ادا کرتا ہے۔ الکٹرانک ابلاغ کا مطلب کسی بھی آواز، متن، تصویر یا اطلاعات کو ایک واسطہ کے ذریعہ ترسیل کرنا ہے۔ طویل فاصلہ کا مراسلہ آزاد خلا کو ایک واسطہ کی طرح استعمال کرتا ہے۔

بنیادی ابلاغی نظام کے اجزاء کو خاکہ 10.52 میں پیش کیا گیا ہے۔

i) اطلاعات (Base band یا input signal)

اطلاعات تقریر، موسیقی، تصاویر یا کمپیوٹر کے معطیات کی شکل میں ہو سکتے ہیں۔ ان اطلاعات کو input transducer میں input کی طرح دیا جاتا ہے۔

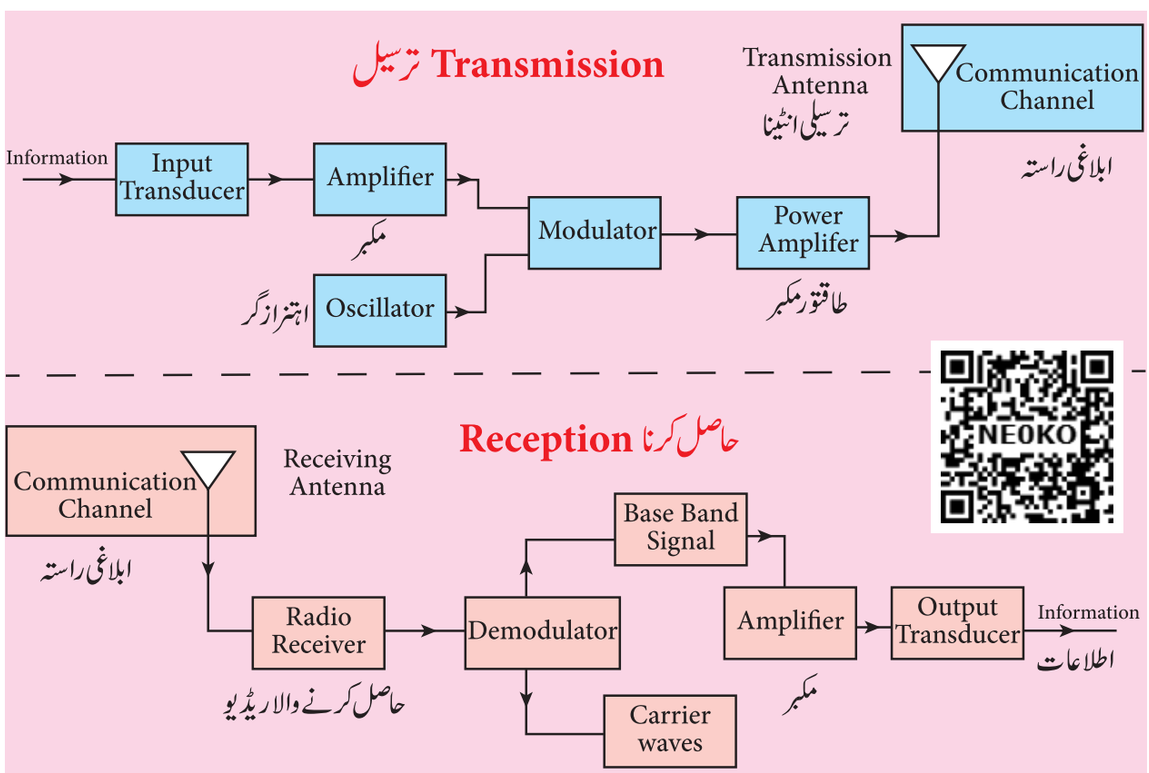
ii) Input transducer

ابلاغی نظام میں transducer، اطلاعات (آواز، موسیقی، تصاویر یا کمپیوٹر کے معطیات) کو ان کے نظیری برقی اشاروں میں تبدیل کر دیتا ہے۔ اصلی اطلاعات کے برقی معادل کو base band signal کہا جاتا ہے۔

transducer کی بہترین مثال microphone ہے، جو صوتی توانائی کو برقی توانائی میں تبدیل کرتا ہے۔

iii) Transmitter ٹرانسمٹر

transducer سے حاصل کردہ برقی اشاروں کو ابلاغی راستہ میں ٹرانسمٹر داخل کرتا ہے۔ اس میں دَور جیسے amplifier، oscillator، modulator اور power amplifier پائے جاتے ہیں۔ نشر کئے جانے والے اسٹیشن میں اس طرح کے transmitter موجود ہوتے ہیں۔



خاکہ 10.2 آواز کے اشاروں کی ترسیل اور حاصل کرنے کا خاکہ

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:53 PM

مکبر (amplifier)

transducer کا output بہت ہی کمزور ہوتا ہے۔ اس کو مکبر amplifier کے ذریعہ بڑھایا جاتا ہے۔

اہتزازگر (Oscillator) : یہ خلا میں طویل فاصلہ کی ترسیل کے لئے اعلیٰ تعدد کے carrier wave (sinusoidal wave) پیدا کرتا ہے۔ چونکہ موج کی توانائی اس کے تعدد کے تناسب میں ہوتی ہے، carrier wave میں بہت زیادہ توانائی پائی جاتی ہے۔

Modulator : یہ آلہ base band signal کو carrier signal پر انطباق کرکے modulated signal پیدا کرتا ہے۔

طاقتور مکبر (Power amplifier): یہ برقی اشاروں کی طاقت کی سطح کو بڑھاتا ہے تاکہ طویل فاصلہ تک پہنچایا جاسکے۔

iv) ترسیلی انٹینا (Transmission antenna)

یہ آلہ ریڈیو اشاروں کو خلا میں تمام سمتوں میں پھیلاتا ہے۔ یہ برمقناطیسی موجوں کی شکل میں روشنی کی رفتار میں سفر کرتے ہیں۔

v) ابلاغی راستہ (communication channel)

برقی اشاروں کو ٹرانس میٹر سے ریسیور تک بالکل کم شور یا خلل کے بغیر لے جانے کے لئے ابلاغی راستہ استعمال کیا جاتا ہے۔ ابلاغی واسطہ کی مثالیں: برقی تار، کیبل، بصری ریشے وغیرہ wireline ابلاغ میں اور آزاد فضا wireless communication میں استعمال کئے جاتے ہیں۔

vi) ریسیور (receiver) :

اشارے جو ابلاغی راستے سے ارسال کئے جاتے ہیں، ان کو receiving antenna کے ذریعہ حاصل کیا جاتا ہے، ان EM waves کو RF signals میں تبدیل کرکے receiver میں داخل کرتے ہیں۔

receiver میں demodulator، مکبر وغیرہ جیسے آلے ہوتے ہیں۔ demodulator آلہ modulated signals سے base band signals کو حاصل کرتا ہے۔ اس کے بعد base band signals کو amplifier کے ذریعہ بڑھا کر اس کو بالآخر output transducer میں داخل کیا جاتا ہے۔

vii) دوہرانے والے (repeaters)

اشاروں کو جس فاصلہ میں بھیجا جانا چاہئے، اس کی حد کو بڑھانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ آلہ transmitter اور receiver کا ایک مجموعہ ہے۔ اشاروں کو حاصل کرکے بڑھا کر مختلف تعدد والے carrier signal کے ذریعہ دوبارہ ارسال کیا جاتا ہے۔ اس کی بہترین مثال خلا میں موجود ابلاغی مصنوعی سیارہ ہے۔

viii) output transducer :

یہ آلہ برقی اشاروں کو اس کی اصلی حالت جیسے آواز، موسیقی، تصاویر اور معطیات میں واپس تبدیل کرتا ہے۔ output transducers کی مثالیں لاؤڈ اسپیکر، picture tube، کمپیوٹر کا مانیٹر وغیرہ ہیں۔

10.10.1 الکٹرانی ابلاغی نظام کے بنیادی اصطلاحات (Basic definitions in electronic communication system)

ابلاغ کے نظام کو بہتر سمجھنے کے لئے، ان سے متعلق بنیادی اصطلاحات کو جاننا بہت ضروری ہے۔

i) حد (Range)

ذریعہ اور پہنچانے والے مقام جہاں تک اشاروں کو ان کی ممکن طاقت کے ساتھ پہنچنا ہے، ان کے درمیان زیادہ سے زیادہ فاصلہ حد کہلاتا ہے۔

ii) شور (Noise)

یہ ایک غیر مطلوبہ برقی اشارہ ہے جو ترسیلی اشارہ میں خلل پیدا کرتا ہے۔ شور کی وجہ سے ترسیل شدہ اشارے کے معیار میں فرق آتا ہے۔ یہ انسان کے ذریعہ سے (موٹر گاڑیوں، ویلڈنگ کی مشینوں، برقی موٹروں، وغیرہ) سے یا قدرتی طور پر (بجلی کی کڑک، ماحولیاتی اثرات، سورج اور ستاروں کی اشعاع) سے پیدا ہوتا ہے۔ شور کو مکمل طور پر ختم نہیں کیا جاسکتا۔ تاہم اس کو مختلف تکنیکوں کے ذریعہ کم کیا جا سکتا ہے۔

iii) تخفیف کرنا (Attenuation)

کسی واسطہ کے ذریعہ ترسیل کے دوران، ایک اشارہ کا اس کی طاقت کو کھونے کے عمل کو تخفیف کرنا attenuation کہتے ہیں۔

iv) Bandwidth طیف کی چوڑائی

تعدد کی وہ حد جس میں آواز، موسیقی، تصاویر، وغیرہ جیسے base band کے اشاروں یا اطلاعاتی اشاروں کی ترسیل کی جاتی ہے،

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:53 PM

bandwidth کہلاتا ہے۔ اگر v_1 اور v_2 ایک اشارے کے ادنیٰ اور اعلیٰ تعددی حدود ہیں تو اس کا bandwidth یہ ہوگا۔

v) ترسیلی نظام کا bandwidth

ایک مخصوص اطلاع کو ایک مخصوص راستہ کے ذریعہ ترسیل کے لئے درکار تعدد کی حد، bandwidth کا راستہ یا ترسیلی نظام کا bandwidth کہلاتا ہے۔

10.11 برمقناطیسی موجوں کا انتشار (Propogation of electromagnetic waves)

برمقناطیسی موج جو ایک transmitter کے ذریعہ منتشر کی جاتی ہے، وہ receiver تک پہنچنے کے لئے تین مختلف طریقے اختیار کرتی ہے۔ وہ یہ ہیں۔

ارضی موج کا انتشار یا سطحی موج کا انتشار
(تقریباً 2kHz سے 2MHz تک)

سماوی موج کا انتشار یا روانی کرہ سے انتشار
(تقریبا 3kHz سے 30MHz تک)

خلائی موج کا انتشار
(تقریباً 30MHz سے 400GHz تک)

i) ارضی موج کا انتشار (Ground wave propogation)

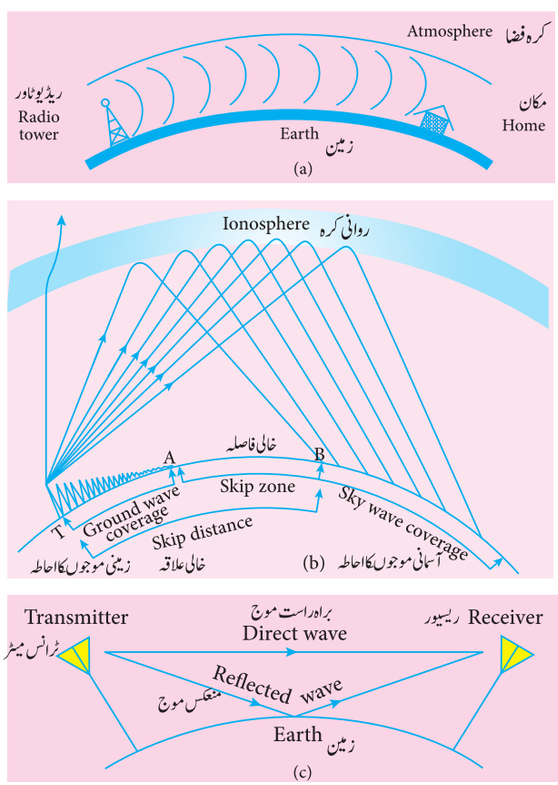
اگر برمقناطیسی موجیں زمین کی سطح سے پھسل کر receiver تک پہنچتی ہیں تو اس طرح کا انتشار زمین سے موج کا انتشار کہلاتا ہے۔ اس سے منسلک موجیں زمینی موجیں یا سطحی موجیں کہلاتی ہیں۔ اس کا تصویری اظہار خاکہ 10.53(a) میں کیا گیا ہے۔ یہاں پر نشر کرنیوالے اور حاصل کرنے والے دونوں antenna زمینی سطح میں قریب ہونے چاہئے۔

یہ عام طور پر مقامی نشریات کے لئے، جہاز سے جہاز تک یا جہاز سے ساحل تک اور موبائل کے ابلاغ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

ii) سماوی موج کا انتشار (skywave communication)

اگر برمقناطیسی موجیں ایک antenna کے ذریعہ آسمان کی طرف زیادہ زاویہ کے ساتھ بھیجی جاتی ہیں تو یہ روانی کرہ سے منعکس ہو کر واپس زمین کو لوٹتی ہیں۔ اس طرح کے انتشار کو آسمان سے انتشار یا روانی کرہ سے انتشار کہا جاتا ہے۔ اس سے منسلک موجیں آسمانی موجیں کہلاتی ہیں۔ (خاکہ 10.53(b))

روانی کرہ ایک انعکاسی سطح کی طرح کام کرتا ہے۔ یہ زمین کی سطح سے اوپر 50 km تا 400 km کا فاصلہ ہے۔ بالا بنفشی شعاعیں، کاسمک شعاعیں اور سورج سے نکلنے والی دیگر اعلیٰ توانائی والی شعاعیں جیسے α اور β، وغیرہ کو جذب کرنے کی وجہ سے روانی کرہ میں موجود ہوا کے سالمے رواں بردار ہو جاتے ہیں۔



خاکہ 10.53 EM موجوں کا انتشار (a) زمین سے موجیں (b) آسمان سے موجیں (c) خلاء سے موجیں

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:54 PM

یہ بار بردار رواں، ریڈیو موجوں یا ابلاغی موجوں کے لئے ایک انعکاسی واسطہ بن جاتے ہیں، جو ایک سازگار تعداد کی حد میں موجوں کو واپس منعکس کرتے ہیں۔ ریڈیو شعاعوں کا دوبارہ زمین کی طرف انعکاس کرنے کا اثر کچھ اور نہیں بلکہ اندرونی کلی انعکاس (total internal reflection) ہے۔

جب روانی کرہ میں زاویہ وقوع زیادہ ہوتا ہے تو آسمانی موجیں ٹرانس میٹر سے زمین کی طرف طویل فاصلہ تک منعکس کرتی ہیں۔ جیسے جیسے اس زاویہ کو کم کیا جاتا ہے، موجیں ٹرانس میٹر سے قریب منعکس ہوتی ہیں۔ اگر زاویہ وقوع کو مزید کم کیا جائے تو ریڈیو موجیں روانی کرہ میں داخل ہوجاتی ہیں۔ ایک مخصوص زاویہ واقع کے لئے، حاصل کرنے کا نقطہ (B) ، ٹرانس میٹر سے کم ترین فاصلہ پر ہوگا۔ ٹرانس میٹر اور ریسیور کے درمیان کا وہ مختصر ترین فاصلہ جس میں ایک موج سطح پر چلنے لگتی ہے، اسے skip distance کہتے ہیں۔

جب ٹرانس میٹر سے منتشر لہریں زمین سے دور نکل جاتی ہیں تو کمزور ہوجاتی ہیں۔ ایک مخصوص نقطہ (A) پر زمین کی لہروں کو حاصل نہیں کیا جا سکتا۔ وہ علاقہ (A اور B کے درمیان) جس میں برمقناطیسی موجوں کو نہ ہی زمین میں اور نہ ہی آسمان میں حاصل کیا جاسکتا ہے، اسے skip zone یا skip area (خاکہ 10.53(b)) کہا جاتا ہے۔

iii) خلائی موج کا انتشار (space wave propogation)

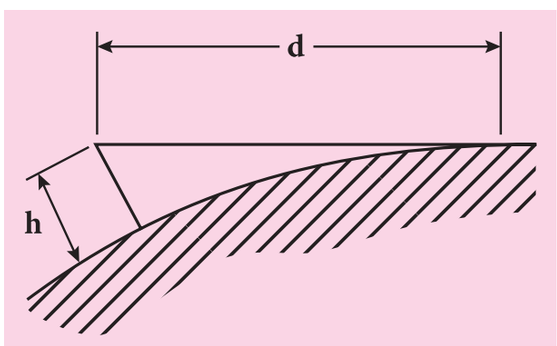
خلا کے ذریعہ اطلاعاتی اشاروں کو بھیجنے اور حاصل کرنے کا عمل خلا سے موج کا انتشار کہلاتا ہے۔ (خاکہ 10.53(c))۔ بہت ہی اعلیٰ تعدد والے برمقناطیسی موجیں جن کا تعدد 30MHz سے زیادہ ہوتا ہے، یہ موجیں خلائی موجیں (space waves) کہلاتی ہیں۔ یہ موجیں ٹرانس میٹر سے ریسیور تک خط مستقیم میں سفر کرتی ہیں۔ لہٰذا انہیں مناظری خط کا ابلاغ (Line of Sight communication) (LOC) بھی کہا جاتا ہے۔

ابلاغ جیسے ٹیلی ویژن کی نشریات ، سیٹلائٹ اور RADAR وغیرہ خلاء سے موجوں کے انتشار کی بنیاد ہیں۔

انتشار کے احاطہ کی حد یا فاصلہ (d) وغیرہ antenna کی بلندی (h) پر منحصر ہے، جو اس مساوات کے ذریعہ دیا گیا ہے۔

$$d = \sqrt{2Rh} \qquad (10.9)$$

جس میں R زمین کا قطر ہے، احاطہ کا فاصلہ تصویری طور پر خاکہ 10.54 میں پیش کیا گیا ہے۔

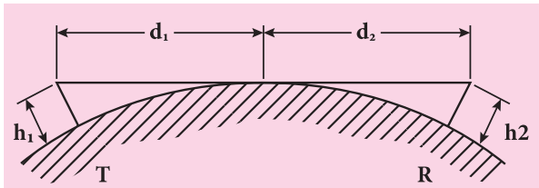


خاکہ 10.54 احاطہ کا فاصلہ

مثال 10.12

ایک transmitter antenna کی بلندی 40 m ہے اور receiving antenna کی بلندی 30 m ہے۔ مناظری خط کے ابلاغ (line of sight communication) کے لئے ان دونوں کے درمیان کتنا فاصلہ ہونا چاہئے؟

زمین کا قطر 6.4×10^6 m ہے۔



حل :

ٹرانس مٹنگ اور ریسیونگ انٹینا کا درمیانی جملہ فاصلہ d ، انفرادی احاطہ کے فاصلوں کے حاصل جمع کے برابر ہونا چاہئے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:55 PM

$$
\begin{aligned}
d &= d_1 + d_2 \\
&= \sqrt{2Rh_1} + \sqrt{2Rh_2} \\
&= \sqrt{2R}\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right) \\
&= \sqrt{2\times 6.4\times 10^6}\times\left(\sqrt{40} + \sqrt{30}\right) \\
&= 16\times 10^2\sqrt{5}\times(6.32 + 5.48) \\
&= 42217\,\text{m} = 42.217\,\text{km}
\end{aligned}
$$

10.12 بعض اہم ابلاغی نظام
(Some important communication systems)

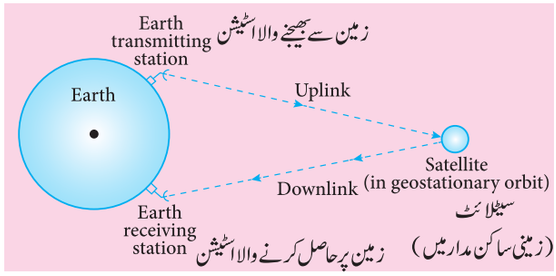
بازار میں مختلف مقاصد کے لئے بے شمار ابلاغی نظام موجود ہیں۔ یہاں پر بعض اہم ابلاغی نظاموں کے بارے میں بتایا گیا ہے اور ان کے استعمالات سے متعلق مختصر طور پر بحث کیا گیا ہے۔

10.12.1 سیٹلائٹ اور اس سے ابلاغ
(Satellite and its communication)

سیٹلائٹ سے ابلاغ، ایک ایسے ابلاغ کا طرز ہے، جس میں ٹرانس میٹر اور ریسیور کے درمیان اشاروں کی ترسیل سیٹلائٹ کے ذریعہ ہوتی ہے۔ زمینی اسٹیشن سے پیغام کے اشاروں کو سیٹلائٹ تک uplink (frequency band 6 GHz) کے ذریعہ بھیجا جاتا ہے۔ اس کو ایک transponder کے ذریعہ مکبر کیا جائے اور اس کے بعد دوسرے اسٹیشن تک ایک اور downlink (frequency bank 4 GHz) دوبارہ ٹرانس مٹ (retransmit) کیا جائے۔ (خاکہ 10.55)

استعمالات :

استعمالات کی بنیاد پر سیٹلائٹوں کو مختلف قسموں میں درجہ بند کیا جاتا ہے۔



خاکہ 10.55 سیٹلائٹ کا ابلاغی نظام

i) **موسمی سیٹلائٹ (Weather satellites) :** ان سیٹلائٹوں کو زمین کی آب و ہوا اور موسم سے متعلق معلومات حاصل کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ بادلوں کی کمیت کی پیمائش سے یہ سیٹلائٹ بارش اور خطرناک طوفان، آندھی وغیرہ کی پیشین گوئی کرتا ہے۔

ii) **ابلاغی سیٹلائٹ (communication satellites) :** ان کو ٹیلی ویژن، ریڈیو، انٹرنٹ کے اشارے وغیرہ کو نشر کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ طویل فاصلہ کے ابلاغ کے لئے کثیر سیٹلائٹ استعمال ہوتے ہیں۔

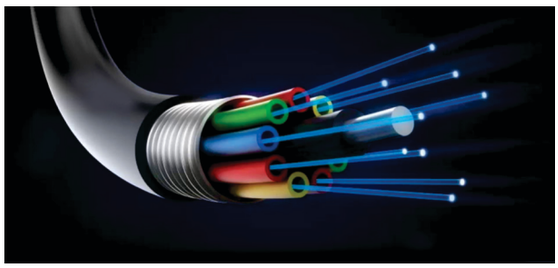
iii) **جہاز رانی اور محل وقوع کے سیٹلائٹ**
(Navigation satellites)

ان کو جہازوں، ہوائی جہازوں یا دیگر کئی اشیاء کے محل وقوع کا پتہ لگانے کے لئے استعمال ہوتے ہیں۔

10.12.2 بصری ریشے کا ابلاغی نظام :
(Fibre optic communication)

بصری ریشوں کو استعمال کرتے ہوئے اطلاعات کو ایک جگہ سے دوسری جگہ ترسیل کرنے کا طریقہ، بصری ریشے کا ابلاغی نظام کہا جاتا ہے۔ یہ اندرونی کلی انعکاس کے اصول پر کام کرتا ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:55 PM



خاکہ 10.56 بصری ریشے

استعمالات

بصری ریشوں کے کئی استعمالات ہیں، جس میں بین الاقوامی ابلاغ، بین-شہری ابلاغ، اطلاعات کو جوڑنا، کارخانوں اور آمدورفت کو قابو میں رکھنے اور دفاعی نظام وغیرہ میں استعمال ہوتا ہے۔

فائدے :

i) بصری ریشے بہت ہی باریک اور تانبے کی تاروں کی بہ نسبت ہلکے ہوتے ہیں۔

ii) اس نظام میں بہت زیادہ bandwidth ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اس میں اطلاعات کو لے جانے کی گنجائش زیادہ ہوتی ہے۔

iii) بصری ریشے میں برقی مداخلت نہیں ہوتی۔

iv) تانبے کے تاروں کی بہ نسبت بصری ریشے سستے ہوتے ہیں۔

نقصانات :

i) تانبے کے تاروں کی بہ نسبت کمزور اور ٹوٹنے والے ہوتے ہیں۔

ii) یہ ٹکنالوجی بہت مہنگی ہے۔

10.12.3 RADAR اور استعمالات

بنیادی طور پر RADAR، RAdio Detection And Ranging کا مخفف ہے۔ ابلاغی نظام میں اس کی بڑی اہمیت ہے۔ طویل فاصلہ کی اشیاء جیسے ہوائی جہاز، جہاز، خلائی جہاز، وغیرہ کی شناخت کرنے اور ان کے محل وقوع کا پتہ لگانے کے لئے یہ استعمال ہوتے ہیں۔ اس کی مدد سے انسانی آنکھ کو نہ دکھائی دینے والی اشیاء کا زاویہ، حد اور رفتار وغیرہ کا حساب لگایا جاسکتا ہے۔

RADAR، اپنے ابلاغی نظام میں برمقناطیسی موجوں کو استعمال کرتا ہے۔ ایک antenna کے ذریعہ برمقناطیسی اشاروں کو فضا میں تمام سمتوں میں منتشر کیا جاتا ہے۔ جب یہ اشارے ہدف کی اشیاء سے ٹکراتے ہیں تو وہ منعکس ہوکر کئی سمتوں میں پھیل جاتے ہیں۔ منعکس شدہ اشارہ (گونج) (echo) کو ایک RADAR antenna حاصل کرتا ہے، جو receiver تک یہ پیغام پہنچاتا ہے۔ اس کے بعد یہ تکبیر کے عمل سے گزر کر اس شئے کا جغرافیائی محل وقوع معلوم کیا جاتا ہے۔ RADAR سے ہدف کو ٹکرا کر منعکس ہوکر دوبارہ واپس ہونے کے وقت کو محسوب کرکے اس کا حد اور فاصلہ معلوم کیا جاتا ہے۔

استعمالات :

RADAR کئی میدانوں میں استعمال ہوتا ہے۔

i) فوج میں اس کو ہدف پر نشانہ باندھنے اور ان کی شناخت کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

ii) جہاز رانی کے نظام میں جیسا کہ جہازوں کی سطحی تلاش، ہوائی تلاش اور میزائل کی رہ نمائی کے نظام وغیرہ میں استعمال کیا جاتا ہے۔

iii) موسمی پیشین گوئی کے اسٹیشنوں میں رسوب سازی (بارش) کی شرح اور ہوا کے رفتار کی پیمائش کے لئے بھی RADAR استعمال ہوتے ہیں۔

iv) ناگہانی صورتوں میں لوگوں کی شناخت کرکے ان کے بچاؤ اور راحت کاری کے لئے بھی RADAR استعمال ہوتے ہیں۔

10.12.4 موبائل سے ابلاغ (Mobile communication)

تار جیسے کسی بھی طبیعی جوڑ کے بغیر طویل اور مختلف فاصلوں پر لوگوں سے رابطہ کرنے کے لئے موبائل کے ابلاغ کو استعمال کیا جاتا ہے۔ کسی بھی طبیعی جوڑ کے بغیر ایک وسیع احاطہ تک اطلاعات کو پہنچانے کے لئے یہ استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ کسی بھی مقام جیسے دفتر، گھر، وغیرہ سے ایک دوسرے سے رابطہ قائم کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ یہ سنسان علاقوں میں بھی ابلاغ کا ذریعہ فراہم کرتا ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:56 PM

خاکہ 10.57 موبائل سے ابلاغ

ابلاغ کے ذریعہ کو منقطع کئے بغیر استعمال کرنے والا ایک مقام سے دوسرے مقام پر حرکت کرسکتا ہے (roaming)۔ اس ابلاغ کی مرمت اور لگانے کی لاگت بھی بہت سستی ہے۔

استعمالات :

i) اس کو ذاتی ابلاغ اور سیل فون میں آواز اور اطلاعات کو اعلیٰ رفتار سے بھیجنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔

ii) دنیا کے کسی بھی کونے میں صرف سکنڈوں میں خبروں کی ترسیل کے لئے استعمال ہوتا ہے۔

iii) Internet of things (IoT) کے ذریعہ، ایک ہی آلہ کو استعمال کر کے مختلف آلوں کو قابو میں رکھا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ایک موبائل کے ذریعہ گھر کو خودکار بنایا جاسکتا ہے۔

(Home automation)

iv) اس کی وجہ سے smart classrooms، نوٹس کے آن لائن حاصل کرنے کے لئے، طلباء کی کارروائیوں کی نگرانی کے لئے تعلیمی میدان میں بہت ہی مفید ہے۔

10.12.5 انٹرنٹ (Internet)

ابلاغ کے میدان میں یہ ایک تیز رفتار سے ترقی کرنے والی ٹکنالوجی ہے، جس میں کئی طرح کے آلے استعمال ہوتے ہیں۔ یہ انٹرنٹ اور لوگوں سے مراسلہ کے نت نئے طریقے فراہم کرتا ہے۔ کمپیوٹر کے ذریعہ لاکھوں لوگوں کے ساتھ رابطہ قائم کرنے میں انٹرنٹ کا دنیا بھر میں بہت بڑا جال (نٹ ورک) پھیلا ہوا ہے۔ یہ زندگی کے تمام امور میں وسیع طور پر استعمال ہوتا ہے۔

استعمالات :

i) تلاش کرنے کی انجن (Search engine) : سرچ انجن بنیادی طور پر ایک نٹ ورک کی خدمت ہے، جو World Wide Web سے اطلاعات کو تلاش کرنے میں مدد کرتا ہے۔

ii) ابلاغ (Communication): یہ سوشیل نٹ ورکنگ کے ذریعہ لاکھوں لوگوں کو ایک دوسرے سے رابطہ قائم کرنے میں مدد کرتا ہے۔ ای-میل، میسج کی خدمت اور سوشیل نٹ ورکنگ وغیرہ اس سے جڑے ہوئے ہیں۔

iii) الکٹرانی تجارت (E-commerce)

الکٹرانک نٹ ورک کے ذریعہ اشیاء اور خدمات کو خریدنے اور بیچنے، رقم کا تبادلہ کرنے میں یہ استعمال ہوتا ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:57 PM

SUMMARY خلاصہ:

- ٹھوس اشیاء کو دھاتیں، حاجزیں اور نیم موصلوں میں درجہ بند کرنے کے لئے ان میں توانائی کی پٹیاں استعمال کی جاتی ہیں۔
- N- قسم کے ایک نیم موصل میں الکٹرانیں زیادہ تر بار برداریں اور سوراخیں کم تر بار برداریں ہیں
- P- قسم کے ایک نیم موصل میں سوراخیں زیادہ تر برداریں اور الکٹران کم تر بار برداریں ہیں۔
- جنکشن کے قریب کا وہ باریک علاقہ جو بار برداروں (الکٹران اور سوراخ) سے خالی ہے، کمی ولا خطہ کہلاتا ہے۔
- جب ایک p-n علاقہ جنکشن ڈیوڈ آگے کا رجحان رکھتا ہے تو کمی والا خطہ کم ہوتا ہے اور ڈیوڈ موصل بن جاتا ہے۔
- جب ایک p-n جنکشن ڈیوڈ واپسی رجحان رکھتا ہے تو کمی والا خطہ زیادہ ہوتا ہے اور ڈیوڈ ایصالت نہیں کرتا اور اس حالت میں وہ ایک کھلے سوئچ کی طرح کام کرتا ہے۔
- آگے کی رجحانیت والا PN جنکشن ڈیوڈ ایک rectifier کے طور پر کام کرتا ہے، وہ مرحلہ جس میں متبادل وولٹیج یا متبادل برقی رو DC وولٹیج یا DC برقی رو میں تبدیل کی جاتی ہے۔ تصحیح rectification کہلاتا ہے۔
- نصف موجی rectifier، ان پٹ سگنلوں کے صرف ایک نصف حصے کی اصلاح (rectify) کرتا ہے اور ایک Pulsating ڈی سی آؤٹ پٹ پیدا کرتا ہے۔
- کل موجی rectifier ان پٹ سگنلوں کے دونوں حصوں کی اصلاح کرتا ہے۔
- زینر بریک ڈاؤن مضبوطی سے ڈوپنگ کئے گئے PN جنکشن ڈیوڈ ہی میں واقع ہوتا ہے، جب اس میں مضبوط برقی میدان بھیجا جاتا ہے
- اوالانچی (Avalanche) یعنی طوفانی بریک ڈاؤن کمزور طور پر ڈوپنگ کئے گئے جنکشن میں واقع ہوتا ہے جن میں کمی والی سطحیں، چوڑی ہوتی ہیں۔ یہ عمل حرارتی طور پر پیدا ہونے والے کم تر بار برداروں کے ذریعہ ہم گرفتی بندھنوں کے ٹوٹنے کی وجہ سے واقع ہوتا ہے۔
- زینر ڈیوڈ، مضبوطی سے ڈوپنگ کیا گیا ایک PN جنکشن ڈیوڈ ہے جو واپسی رجحانیت کی شرط میں کام کرتا ہے۔
- روشنی خارج کرنے والا ڈیوڈ (LED)، آگے کی رجحانیت والا نیم موصلی آلہ ہے جو توانائی پانے پر نظر آنے والی یا نظر نہ آنے والی روشنی خارج کرتا ہے۔ متعلقہ علاقوں میں کم تر بار برداروں کے ساتھ، زیادہ تر بار برداروں کا دوبارہ ملنے کا عمل، توانائی کو فوٹانوں کی شکل میں آزاد کرتا ہے۔
- ایک PN جنکشن ڈیوڈ جو ایک بصری سگنل کو ترقی سگنل تبدیل کرتا ہے، شعاعی ڈیوڈ کہلاتا ہے۔
- جب ایک فوٹان بھرپور توانائی کے ساتھ ڈیوڈ سے ٹکراتا ہے تو وہ ایک الکٹران - سوراخ کی جوڑی پیدا کرتا ہے۔ یہ الکٹران اور سوراخیں، دوبارہ ملنے سے پہلے ہی، واپسی وولٹیج کے ذریعہ پیدا ہونے والے برقی میدان کے ذریعہ P-n جنکشن کے آر پار پھیلا دئے جاتے ہیں
- ایک شمسی خانہ جسے شعاعی (فوٹو) وولٹائک خانہ بھی کہا جاتا ہے، شعاعی وولٹائک اثر کے اصول پر کام کرتا ہے۔ اس اصول کے تحت شعاعی خانے کا p-n جنکشن emf پیدا کرتا ہے جب اس پر شمسی شعاعیں گرتی ہیں۔
- ایک دو قطبی جنکشن ٹرانسسٹر (BJT) ایک نیم موصلی آلہ ہے اور NPN اور PNP اس کی دو قسمیں ہیں۔
- ایک BJT کو تین ترکیبوں میں عمل میں لایا جاسکتا ہے۔ مشترک base کی تشکیل، مشترک emitter اور عام کلکٹر کی تشکیل
- مشترک base کی تشکیل میں آگے کی برقی رو کا فائدہ α، emitter کی برقی رو کے ساتھ کلکٹر کی برقی رو کی نسبت فراہم کرتا ہے۔
- مشترک emitter کی تشکیل میں، آگے کی برقی رو کا فائدہ β، base کی برقی رو کے ساتھ کلکٹر کی برقی رو کی نسبت پیش کرتا ہے۔

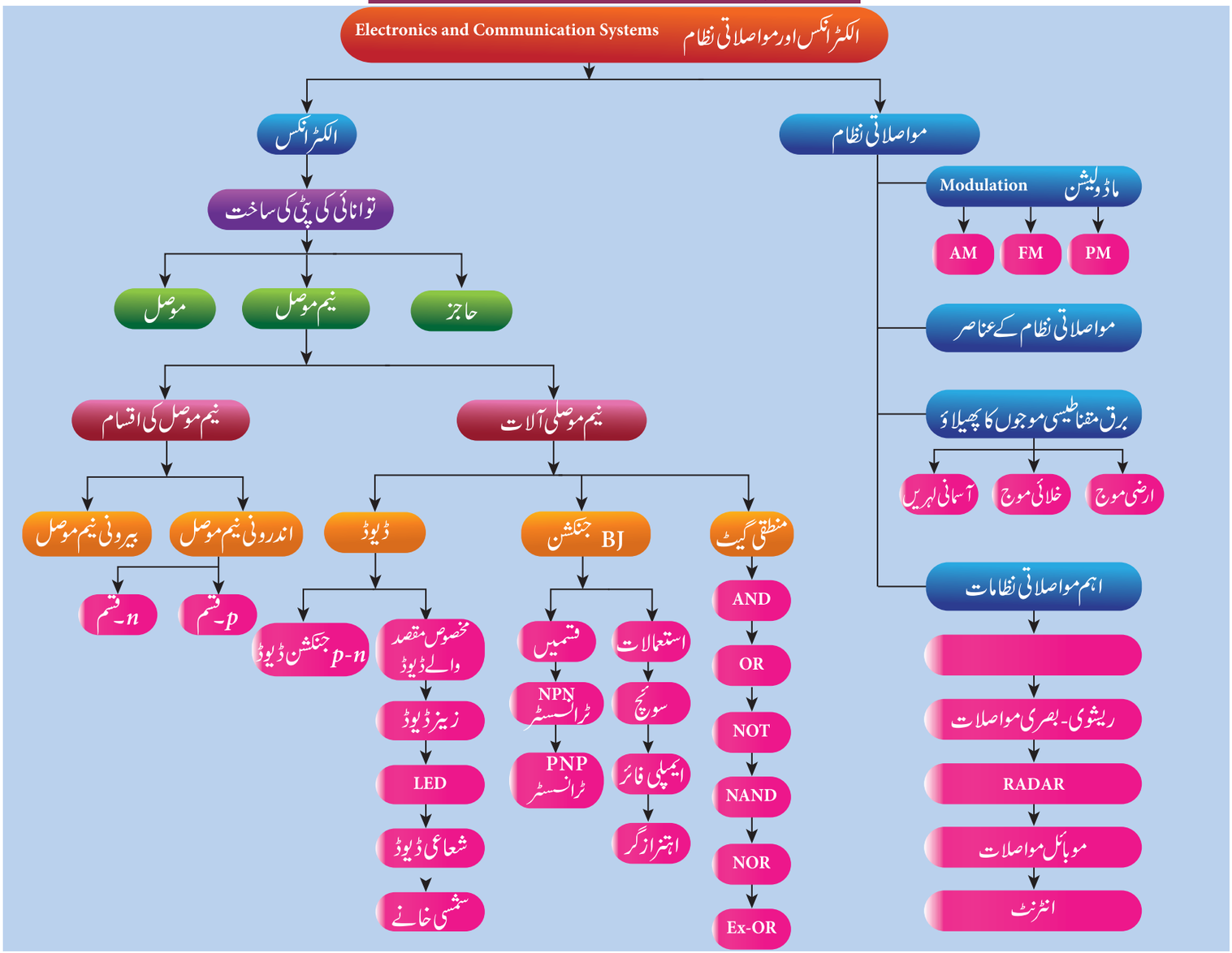
12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:58 PM

- مشترک emitter کی تشکیل میں جڑا ہوا ایک BJT، ایک ایمپلیفیئر کے طور پر استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اس میں ان پٹ سگنل اور مبالغہ شدہ آؤٹ پٹ سگنل کے درمیان 180° کا ہیئتی الٹ پایا جاتا ہے۔
- ایک ٹینک برقی دور اور مثبت فیڈ بیک سے جڑا ہوا ٹرانسسٹر ایمپلیفیئر ایک اہتزاز کنندہ کے طور پر کام کرتا ہے۔
- منطقی گیٹیں، منطقی دوریں ہوتے ہیں جو ان پٹوں کے ایک مجموعے ہی کے لئے آؤٹ پٹ فراہم کرتے ہیں۔
- ڈی مارگن کا پہلا نظریہ یہ بیان کرتا ہے کہ دو ان پٹ کے حاصل جمع کا مکملہ اس کے مکملات کے حاصل ضرب کے برابر ہے۔
- دوسرا نظریہ یہ بیان کرتا ہے کہ دو ان پٹ کے حاصل ضرب کا مکملہ اور اس کے مکملات کے حاصل جمع کے برابر ہے۔
- برق مقناطیسی موجوں کی مدد سے طویل فاصلاتی مواصلات کے ذریعہ ایک سگنل کو منتقل کرنے اور حاصل کرنے کے لئے درکار بنیادی اجزاء transducer، ایمپلیفیئر Carrier signal، ماڈولیٹر پاور ایمپلیفیئر، منتقلی کا واسطہ، منتقلی اور حصولی اینٹینا، ڈی ماڈولیٹر اور ڈیٹیکٹر ہیں۔
- طویل فاصلاتی مواصلات کے لئے baseband سگنل کو Carrier wave کے ذریعہ modulate کیا جاتا ہے۔
- اگر carrier سگنل کے حیطہ کو base band سگنل کے بروقتہ حیطہ کے ساتھ ترمیم کرتے ہیں تو پھر وہ Amplified modulation کہلاتا ہے۔
- carrier سگنل کے تعدد کو base- band سگنل کے بروقتہ حیطہ کے ساتھ ترمیم کر کے Frequency ماڈولیشن حاصل کیا جاتا ہے۔
- ہیئتی ماڈولیشن میں حیطہ اور تعدد کو مستقل طور پر برقرار رکھتے ہوئے base- band سگنل کا بروقتہ حیطہ Carrier سگنل کی ہیئت کی ترمیم کرتا ہے۔
- اگر ٹرانسمٹر کے ذریعہ منتقل ہونے والی برق مقناطیسی موجیں، حصول کنندہ تک پہنچنے کے لئے زمین کی سطح کے ذریعہ پھسلتی ہوئی جاتی ہیں تو EM موجوں کا ایسا پھیلاؤ ground wave Propagation یعنی ارض موجی پھیلاؤ کہلاتا ہے۔
- پھیلاؤ کا وہ طریقہ، جس میں antenna سے وقوع پانے والی برق مقناطیسی موجیں، بڑے زاویوں پر اوپر بھیجے جانے پر، ionosphere کے ذریعہ انعکاس پا کر زمین کے دیگر علاقوں پر واپس پہنچتے ہیں۔ Sky wave Propogation یعنی آسمانی موجی پھیلاؤ کہلاتا ہے۔
- خلاء کے ذریعہ Information سگنل کے بھیجنے اور حاصل کرنے کا طریقہ خلائی موجی مواصلات Space wave Communication کہلاتا ہے۔
- سیارچے کے ذریعہ انفارمیشن کو transmitter اور receiver کے درمیان مواصلات کا طریقہ سیارچی مواصلات Satellite communication کہلاتا ہے۔
- ایک بصری ریشے کے ذریعہ روشنی کے Pulse کو بھیج کر انفارمیشن کو منتقل کرنے کا طریقہ ریشوی۔ بصری مواصلات یعنی Fiber - Optic communication کہلاتا ہے۔
- لفظ RADAR کی اصطلاح "Radio Detection and Ranging system" ہے۔ remote sensing کے لئے یہ مواصلاتی نظامات کے اہم استعمالات میں سے ہے۔ ☆ تار اور کیبل جیسے طبیعی جوڑوں کے استعمال کے بغیر ہی مختلف مقامات میں موجود لوگوں سے مواصلات کے لئے Mobile communication کا استعمال کیا جاتا ہے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:58 PM

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:59 PM

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ



I۔ کثیر انتخابی سوالات:

1۔ سلیکان کے ایک ڈیوڈ کی رکاوٹی قواہ تقریباً اتنی ہوتی ہے۔

a) 0.7 V b) 0.3V
c) 2.0 V d) 2.2V

2۔ ایک نیم موصل کو ڈوپنگ کرنے سے یہ ہوتا ہے۔
(a) حرکی باربرداروں میں کمی واقع ہوتی ہے۔
(b) کیمیائی خصوصیات میں تبدیلی
(c) قلوی ساخت میں تبدیلی
(d) ہم گرفتی بندھنوں کی ٹوٹ پھوٹ

3۔ ایک غیر رجحانی (Unbiased) p-n جنکشن میں، p-خطے میں موجود زیادہ تر باربرداریں (یعنی سوراخیں) n-خطے میں اس کی وجہ سے منتشر ہوتے ہیں۔
(a) p-n جنکشن کے آر پار موجود تفاوت بالقواہ
(b) n-خطے سے زیادہ p-خطے میں سوراخوں کی اعلیٰ مرکوزیت
(c) n-خطے میں آزاد الکٹرانوں کا کھنچاؤ
(d) p-خطے سے زیادہ n-خطے میں الکٹرانوں کی اعلیٰ مرکوزیت

4۔ اگر ایک بوجھ مزاحم کو ایک مثبت نصف-موجی تصحیح شدہ وولٹیج بھیجا جائے تو، اس دور کے کون سے حصے کے لئے بوجھ کے ذریعہ برقی بہاؤ موجود ہوگا؟

a) 0^0–90^0 b) 90^0–180^0
c) 0^0–180^0 d) 0^0–360^0

5۔ زینر ڈیوڈ کو بنیادی طور پر اس طرح استعمال کیا جاتا ہے
(a) تصحیح کر (Rectifier)
(b) ایمپلی فائر (Amplifier)
(c) اہتزازگر (Oscillator)
(d) وولٹیج ریگولیٹر

6۔ وہ اصول جس کی بنیاد پر ایک شمسی خانہ عمل کرتا ہے۔
(a) انتشار (diffusion)
(b) بازترکیبی (recombination)
(c) شعاعی وولٹائک عمل (Photovoltaic action)
(d) برداروں کا بہاؤ (carrier flow)

7۔ ایک LED میں روشنی کے اخراج کی وجہ
(a) باربرداروں کا دوبارہ ملنا
(b) عدسی عمل کی وجہ سے روشنی کا انعکاس
(c) جنکشن پر پڑنے والی روشنی کی ایمپلی فیکیشن
(d) کثیر برقی رو کی گنجائش

8۔ p-n جنکشن کی رکاوٹی قواہ ان پر منحصر ہوتی ہے۔
(i) نیم موصلی شئے کی قسم (ii) ڈوپنگ کی مقدار (iii) تپش
(iv) مندرجۂ ذیل میں کون سا آپشن صحیح ہے۔ (NEET)
(a) صرف (i) اور (ii)
(b) صرف (ii)
(c) صرف (ii) اور (iii)
(d) (i)، (ii) اور (iii)

9۔ ایک اہتزاز کنندہ میں مستقل اہتزازات حاصل کرنے کے لئے
(a) فیڈ بیک مثبت ہونا چاہئے
(b) فیڈ بیک کے عوامل Unity ہونا چاہئے
(c) ہیئتی فرق 0 یا 2π ہونا چاہئے
(d) اوپر کے تمام

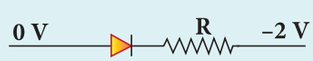
10۔ اگر NOT گیٹ کو بھیجا جانے والا ان پٹ A=1011 ہو تو اس کا آؤٹ پٹ یہ ہے۔

a) 0100 b) 1000
c) 1100 d) 0011

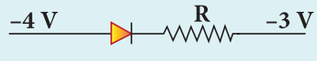
11۔ مندرجۂ ذیل میں سے کون سا خاکہ آگے کی رجحانیت والے ڈیوڈ کی نمائندگی کرتا ہے۔ (NEET)

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:10:59 PM

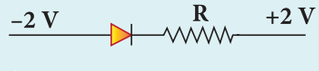
a.



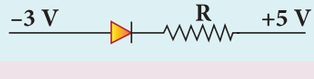
b.



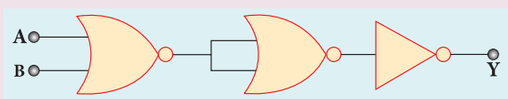
c.



d.

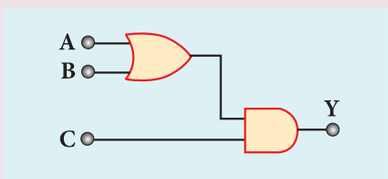


12۔ دیا گیا برقی نیٹ ورک اس کے برابر ہے۔ (NEET)



a) AND gate b) OR gate
c) NOR gate d) NOT gate

13۔ جب ان پٹ ABC یہ ہو تو مندرجۂ ذیل دور کا آؤٹ پٹ یہ ہوگا۔ (NEET)



a) 101 b) 100
c) 110 d) 010

14۔ ماڈولیٹنگ سگنل کے حیطے کے لحاظ سے Carrier موج کی تعداد کا تغیر یہ کہلاتا ہے۔

a) Amplitude modulation
b) Frequency modulation
c) Phase modulation
d) Pulse width modulation

15۔ 3MHz سے 30MHz تک کی تعدد کی حد اس کے لئے استعمال کی جاتی ہے۔

(a) ارضی موجی پھیلاؤ
(b) خلائی موجی پھیلاؤ
(c) آسمانی موجی پھیلاؤ
(d) سیارچی مواصلات

Answers

جوابات:

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

II۔ مختصر جواب دیجئے:

1۔ ممنوعہ توانائی کے گیپ (forbidden energy gap) کی تعریف کیجئے۔

2۔ نیم موصل کے لئے مزاحمت کا تعاونی تپشی عدد (temperature coefficient of resistance) منفی کیوں ہوتا ہے؟

3۔ ڈوپنگ (doping) سے آپ کی کیا مراد ہے؟

4۔ اندرونی اور بیرونی نیم مواصلات کے درمیان تفریق کیجئے۔

5۔ ڈیوڈ ایک یک سمتی آلہ (unidirectional device) کہلاتا ہے۔ وضاحت کیجئے۔

6۔ ایک ڈیوڈ میں رسنے والی برقی رو (leakage current) سے آپ کی کیا مراد ہے؟

7۔ ایک کل موجی rectifier کی ان پٹ اور آؤٹ پٹ موجی اقسام کا نقشہ کھینچئے۔

8۔ طوفانی یعنی avalanche بریک ڈاؤن اور زینر (Zener) بریک ڈاؤن کے درمیان فرق کیجئے۔

9۔ مسلسل مستقل اہتزازات حاصل کرنے کے لئے Barkhausen کے شرائط بیان کیجئے۔

10۔ ایک NPN ٹرانسسٹر میں برقی بہاؤ کی وضاحت کیجئے۔

11۔ منطقی گیٹ (logic gates) کیا ہیں؟

12۔ ایک ٹرانسسٹر اہتزاز کنندے (Transistor oscillator) میں فیڈ بیک برقی دور کی اہمیت واضح کیجئے۔

13۔ *p-n* جنکشن کے آر پار انتشاری برقی رو پر ایک مختصر نوٹ لکھئے۔

14۔ رجحانیت (biasing) سے کیا مراد ہے؟ اس کے اقسام بیان کیجئے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:11:00 PM

15۔ ہم مخرج (emitter) اور کلکٹر (collector) کو کیوں ادل بدل نہیں کر سکتے، حالانکہ وہ ایک ہی قسم کی نیم موصلی شئے سے بنے ہوتے ہیں؟

16۔ NOR اور NAND گیٹوں کو کیوں عالم گیری گیٹس (Universal gates) کہا جاتا ہے؟

17۔ رکاوٹی قواہ (Barrier potential) کی تعریف کیجئے۔

18۔ تصحیح (rectification) سے کیا مراد ہے؟

19۔ روشنی خارج کرنے والے ڈیوڈ کے استعمالات کی فہرست بنائیے

20۔ شمسی خانوں (Solar cells) کا اصول بتائیے۔

21۔ ایک مربوط برقی دور (Integrated circuit) کیا ہے؟

22۔ ماڈولیشن (Modulation) کسے کہتے ہیں؟

23۔ منتقلی نظام کی band width کی تعریف کیجئے۔

24۔ Skip distance سے آپ کی کیا مراد ہے؟

25۔ RADAR کے فوائد بیان کیجئے۔

26۔ موبائیل مواصلات کسے کہتے ہیں؟

27۔ frequency modulation میں مرکزی تعدد Centre frequency یا resting تعدد کی وضاحت کیجئے۔

28۔ اصطلاح RADAR کی تشریح کیجئے۔

III۔ تفصیلی جواب دیجئے۔

1۔ *n*- قسم کے بیرونی نیم مواصلات کی بناوٹ کی تفصیلی وضاحت کیجئے۔

2۔ PN جنکشن ڈیوڈ میں کمی والے خطے اور رکاوٹی قواہ کی بناوٹ کی وضاحت کیجئے۔

3۔ ایک نصف موجی تصحیح گر (Half wave rectifier) کا دوری نقشہ چھڑائیے اور اس کے عمل کی وضاحت کیجئے۔

4۔ کل موجی تصحیح گر (Full wave rectifier) کی بناوٹ اور کام کی تشریح کیجئے۔

5۔ ایک LED سے کیا مراد ہے؟ ایک خاکہ کے ساتھ اس کے عمل کا اصول بتائیے۔

6۔ شعاعی ڈیوڈ (Photodiode) پر نوٹس لکھئے۔

7۔ شمسی خانے (solar cell) کے عملی اصول کی وضاحت کیجئے۔ اس کے استعمالات بیان کیجئے۔

8۔ عام مخرج (common emitter) کے ٹرانسسٹر کی ساکن خصوصیات کا خاکہ کھینچئے اور ان پٹ اور آؤٹ پٹ خصوصیات کے اہم نکات بیان کیجئے۔

9۔ وضاحت کیجئے کہ ٹرانسسٹر ایک سوئچ کی طرح کام کرتا ہے؟

10۔ ایک صاف دوری خاکہ کی مدد سے بطورِ ایمپلی فائر، ایک ٹرانسسٹر کے عمل کی وضاحت کیجئے۔ ان پٹ اور آؤٹ پٹ موجی اقسام کا خاکہ کھینچئے۔

11۔ (i) AND gate (ii) OR gate
(iii) NOT gate (iv) NAND gate
(v) NOR gate اور (vi) EX-OR gate
کے دوری علامات، منطقی تعاملات، حقیقی جدول (truth table) اور بولین تشریحات بیان کیجئے۔

12۔ ثبوت کے ساتھ، ڈی۔ مارگن کے پہلے اور دوسرے نظریات بیان کیجئے۔

13۔ ضروری خاکوں کی مدد سے حیطہ کی ترمیم (Frequeney modulation) کی وضاحت کیجئے۔

14۔ ضروری خانوی خاکہ کی مدد سے مواصلاتی نظام (communication system) کے بنیادی عناصر کی وضاحت کیجئے۔

15۔ برق مقناطیسی موجوں کے ارضی موجی پھیلاؤ (ground wave propogation) اور خلاء کے ذریعہ خلائی موجی پھیلاؤ (space wave propogation) کی وضاحت کیجئے۔

16۔ مختلف منتقلی میڈیا کے نزدیک ریشوی بصری مواصلاتی نظام (fibre optic communication system) مشہور ہوتا جا رہا ہے۔ جواز پیش کیجئے۔

17۔ تعدد کی ترمیم (Frequency modulation) کے فوائد اور خامیوں کی فہرست بنائیے۔

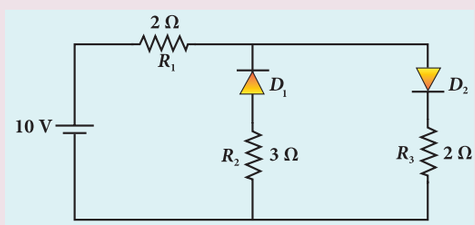
18۔ سیارچی مواصلات (Satellite communication) سے کیا مراد ہے؟ اس کے استعمالات بیان کیجئے۔

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:11:00 PM

IV۔ حسابی مسئلے:

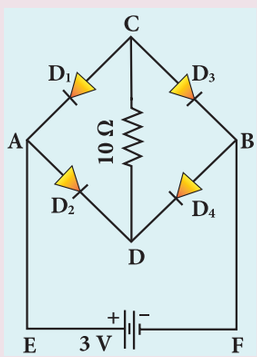
(1) دئے گئے برقی دور میں دو مثالی ڈیوڈ ہیں جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ مزاحم $R1$ کے ذریعہ بہنے والی برقی رو کا محاسبہ کیجئے۔

[جواب : 2.5 A]

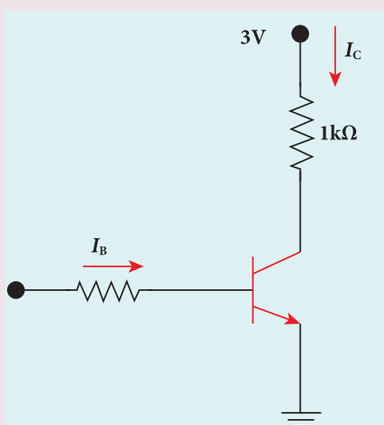


(2) سلیکان کے چار ڈیوڈ اور 10 Ω کا ایک مزاحم اس طرح جڑے ہوئے ہیں جیسا کہ نیچے خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ ہر ڈیوڈ میں 1 Ω کی مزاحمت ہے۔ 10 Ω کے مزاحم کے ذریعہ گذرنے والی برقی رو معلوم کیجئے۔

[جواب : 0.13 A]

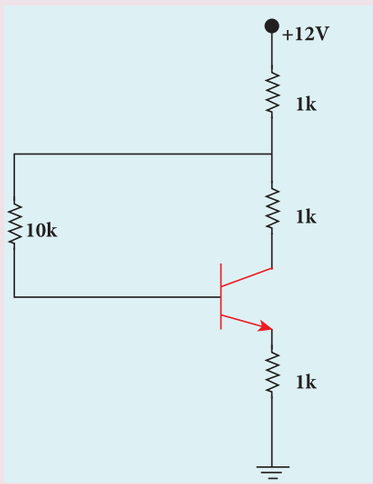


(3) $V_{CEsat} = 0.2$ V اور $\beta = 50$ کو فرض کرتے ہوئے، خاکہ میں بتائے گئے ٹرانسسٹر کو سیر شدہ سطح تک پہنچانے کے لئے درکار کم از کم اساس کی برقی رو (I_B) معلوم کیجئے۔ [جواب:56μA]



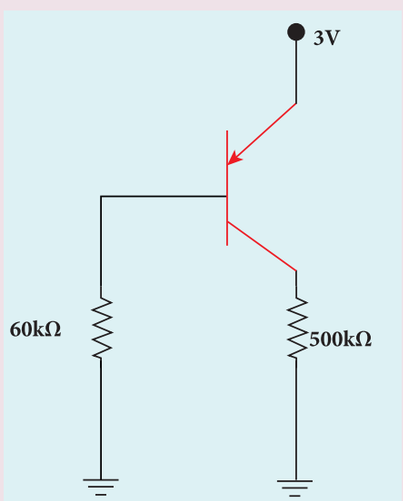
(4) $a = 0.99$ اور $V_{BE} = 0.7$ V کا ایک ٹرانسسٹر common emitter کی تشکیل میں جوڑا گیا ہے جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ اگر ٹرانسسٹر سیر شدہ علاقے میں ہو تو، کلکٹر کی برقی رو کی قیمت معلوم کیجئے۔

[جواب:3.73 mA]



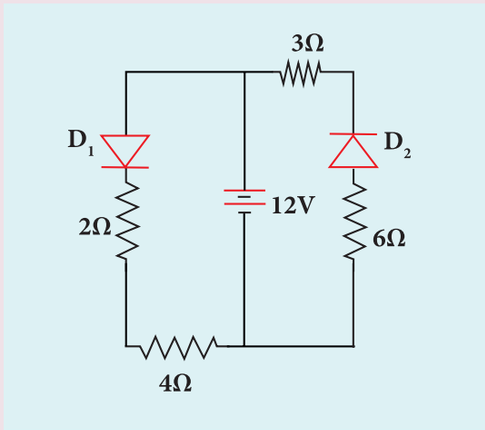
(5) خاکے میں بتائے گئے برقی دور میں، BJT میں برقی رو کا فائدہ (β) 50 ہے۔ ایک emitter-base کے لئے وولٹیج V_{EB}=600 mV ہے۔ emitter-collector کے وولٹیج کو V_{EC} (وولٹ میں) محسوب کیجئے۔

[جواب:2 V]



12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:11:01 PM

(6) نیچے دئے گئے برقی دور کے 3 Ω اور 4 Ω مزاحموں کے ذریعہ بہنے والی برقی رو کا تعین کیجئے۔ فرض کیجئے کہ ڈیوڈ D_1 اور D_2 دونوں مثالی ڈیوڈ ہیں۔ [جواب : 0 اور 2A]



(7) بولین الجبراء کے کلیوں اور نظریات کی مدد سے مندرجۂ ذیل بولین مساوات ثابت کیجئے۔

i) $(A+B)\,(A+\overline{B}) = A$

ii) $A(\overline{A}+B) = AB$

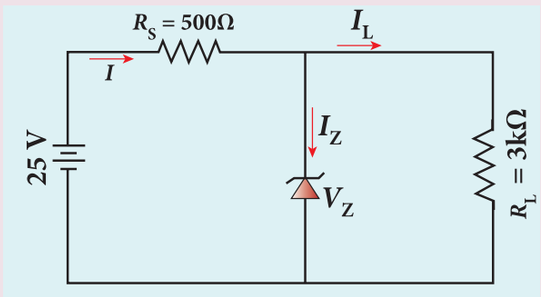
iii) $(A+B)\,(A+C) = A+BC$

(8) حقیقی جدول (truth table) کی مدد سے دی گئی بولین مساوات کی تصدیق کیجئے۔

$$A + AB = A + B$$

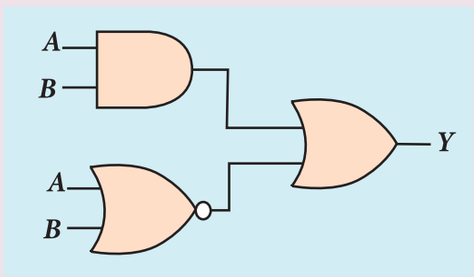
(9) وولٹیج ریگولیٹر (Voltage regulator) کے بتائے گئے خاکہ میں 10V بریک ڈاؤن وولٹیج والا ایک زینر ڈیوڈ لگایا گیا ہے۔ بوجھ مزاحمت کے ذریعہ بہنے والی برقی رو، کل برقی رو اور ڈیوڈ کے ذریعہ گذرنے والی برقی رو کا تعین کیجئے۔ ڈیوڈ اندازیت کا استعمال کیجئے۔

[Ans: 5mA; 20 mA; 15 mA]



(10) دئے گئے دور کے Y آؤٹ پٹ کے لئے بولین مساوات لکھئے اور اس کی حقیقی جدول (truth table) پیش کیجئے۔

[Ans: $Y = (AB)+(\overline{A+B})$]



12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:11:01 PM

BOOK FOR REFERENCES کتب حوالہ

1. Charles Kittel , *Introduction to Solid State Physics*, John Wiley & Sons, 2012
2. Rita John, *Solid State Physics*, McGraw Hill Education, 2016
3. Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky, *Electronic Devices and Circuit Theory* , Pearson Prentice Hall, 2011
4. Jacob Millman, Christos Halkias, Chetan Parikh, *Millman's Integrated Electronics*, McGraw Hill Education, 2017
5. B.L.Theraja, R.S. Sedha, *Principles of Electronics Devices and Circuits* (Analog and Digital), S. Chand & Company, 2011
6. Albert Paul Malvino, Donald P. Leach, Goutam Saha, *Digital principles and applications*, McGraw Hill Education, 2014
7. V.K.Metha, Rohit Metha, *Principles of Electronics*, S. Chand & Company, 2010.
8. B.L.Theraja, R.S. Sedha, *Principles of Electronics Devices and Circuits (Analog and Digital)*, S. Chand & Company, 2011.
9. K.D.Prasad, *Antenna and Wave Propagation*, Satya Prakashan, 2007.
10. U A Bakshi; A V Bakshi; K A Bakshi, *Antenna and Wave Propagation*, Technical Publications, 2014.

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:11:01 PM

ICT CORNER

برقیات (الکٹرانکس) اور مواصلات

Electronics and Communication

اس کارروائی کے ذریعہ آپ

(i) منطقی دوریں بنا سکتے ہیں، انہیں استعمال کر سکتے ہیں

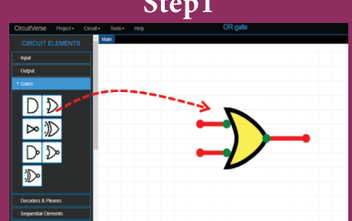
(ii) AND، OR، NOT، EX-OR، NAND اور NOR گیٹوں کے حقیقی جدولوں کی تصدیق کر سکتے ہیں۔

عنوان: منطقی گیٹ

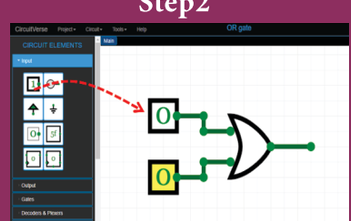
مرحلے

- براؤزر کھولئے اور اڈریس بار میں "circuitverse.org/simulator" ٹائپ کیجئے۔
- circuit elements میں سے 'Gates' ٹیب پر کلک کیجئے۔ آپ جس گیٹ کی تصدیق کرنا چاہتے ہیں۔ اسے منتخب کر کے ڈریگ کر کے آگے لائیے۔
- تاروں کے ذریعہ منطقی گیٹوں کے سرے جوڑے جاتے ہیں۔ ماؤس کی مدد سے تار کو ڈریگ کر کے سروں سے جوڑ سکتے ہیں۔
- ان پٹ کے ذریعہ input tools کا انتخاب کیجئے اور دو ان پٹوں کے طور پر انہیں ڈریگ کر کے رکھئے
- آؤٹ پٹ ٹیب کے ذریعہ 'Output tool' یا "digital LED" کا انتخاب کیجئے۔ اسے ڈریگ کر کے آؤٹ پٹ کے طور پر رکھئے۔ ؟؟؟
- AND، OR، NOT، EX-OR، NAND اور NOR گیٹوں کے حقیقی جدولات کی تصدیق کیجئے۔ آپ ڈی مارگن کے پہلے اور دوسرے نظریات کی تصدیق بھی کر سکتے ہیں۔

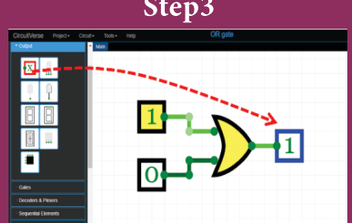
Step1



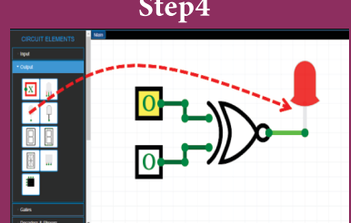
Step2



Step3



Step4



نوٹ: اگر آپ اپنے پراجکٹ کو آن لائن میں محفوظ کرنا چاہتے ہیں تو اپنے mail id کے ذریعہ Login کیجئے۔

URL:

https://circuitverse.org/simulator

* Pictures are indicative only.

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

12 physics 10 electronics and communication
Thursday, December 16, 2021 1:11:03 PM

اکائی
11

طبیعیات کے شعبہ میں جدید ترقیات

RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS

'There's Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics'
-Richard Feynman

سیکھنے کے مقاصد:

اس اکائی کے ذریعہ طلباء میں یہ باتیں منکشف ہوں گی۔

- تمام میدانوں میں ترقی کے طبیعات کی اہمیت:
- انجینئرنگ اور ٹیکنالوجی کے لئے بنیادی تعمیری اکائی کے طور پر طبیعیات
- نینوسائنس اور نینوٹکنالوجی
- روبوٹکس میں طبیعیات
- طبی تشخیص اور معالجے میں طبیعیات کے اصول
- اس بات کا احساس کہ جدید ترقیات کی بنیادوں کا احاطہ ہائرسکنڈری کی طبیعیات میں کیا گیا ہے۔
- اعلیٰ تعلیم میں آنے والی مشکلات کا آسانی اور خود اعتمادی کے ساتھ سامنا کرنے کی تیاری

11.1۔ تعارف

سائنس، انجینئرنگ اور ٹیکنالوجی کے لئے طبیعیات ہی ایک بنیادی تعمیری اکائی ہے، جیسا کہ خاکہ 11.1 میں ظاہر کیا گیا ہے (ملاحظہ کیجئے، گیارھویں جماعت کی طبیعیات 1.3) اس سبق میں تیز ترقی کرنے والے میدانات جیسے نینوسائنس اور نینوٹیکنالوجی، روبوٹکس، طبی تشخیص اور معالجے کے بارے میں مختصر طور پر بتایا گیا ہے تاکہ آپ جان سکیں کہ ان میدانات میں طبیعیات کا استعمال کیوں کر ہے۔ جدید ٹیکنالوجی کی اچانک ترقی کے لئے طبیعیات کو بنیاد بنا کر اس کے مخصوص اصولوں کا احاطہ ہائرسکنڈری کی طبیعیات میں کیا گیا ہے۔ اس سبق کے مطالعہ کے بعد آپ نہ صرف اسکول کی سطح پر طبیعیات کے بنیادی اصولوں کو جانیں گے بلکہ خود اعتمادی کے ساتھ سائنس، انجینئرنگ، ٹیکنالوجی اور طب سے متعلق تمام میدانات میں اعلیٰ تعلیم حاصل کرنے کی قابلیت بھی پیدا کر سکیں گے۔

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:00 AM

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:00 AM

11.2۔ نینوسائنس اور نینوٹکنالوجی

11.2.1۔ نینوسائنس :

نینومیٹر کے پیمانے پر ساختوں اور اشیاء کا مطالعہ ہی نینوسائنس ہے، نینو کا مطلب ایک میٹر کا ایک بلین واں حصہ یعنی 1-10 میٹر ہے۔ اگر مادہ کو اتنی چھوٹی شئے میں تقسیم کیا جاتا ہے تو اس کی میکانیکی، برقی، بصری، مقناطیسی اور دیگر خصوصیات تبدیل ہوجاتی ہیں۔

نینوٹکنالوجی: نینوٹیکنالوجی، نینوساختی اشیاء کی تشکیل، تیاری، خصوصیات اور استعمالات ہی کی ٹیکنالوجی ہے۔

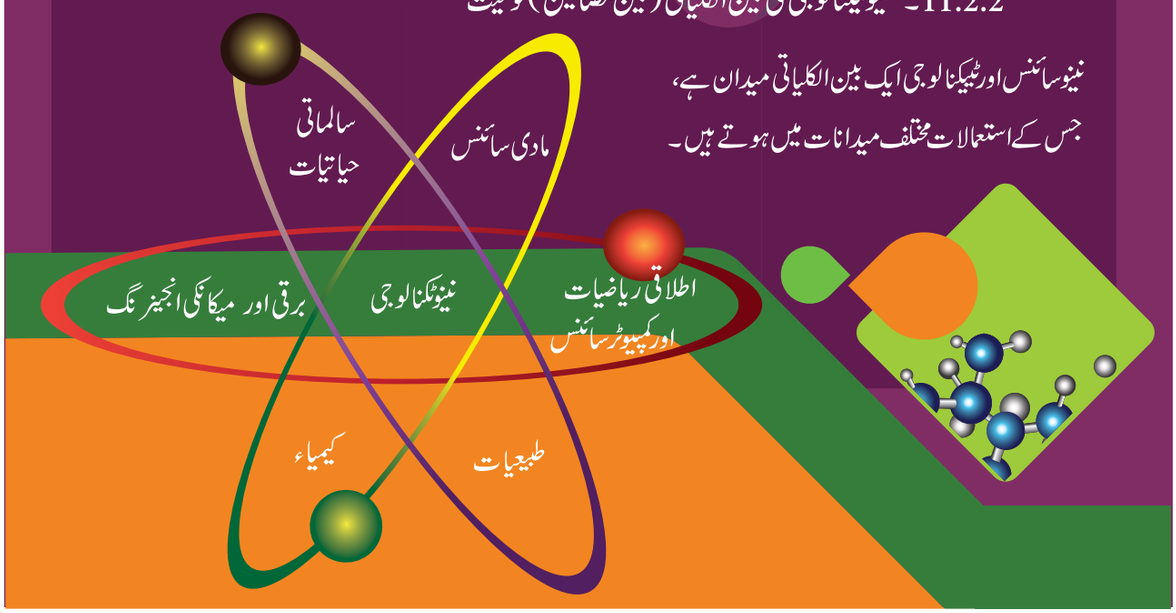
نینوذرات: (Nanoparticles)

ٹھوس اشیاء ذرات سے بنے ہوتے ہیں، ہر ذرہ ایک مخصوص تعداد کے جوہر رکھتا ہے یہ تعداد مختلف اشیاء کے لئے مختلف ہوتی ہے۔ اگر ایک ٹھوس شئے کے ذرہ کی جسامت 100 نینومیٹر (100nm) سے بھی کم ہو تو اسے ''نینوٹھوس'' (nano solid) کہا جاتا ہے ۔جب ذرہ کی جسامت 100nm سے بڑھ جاتی ہے تو وہ ''کثیر ٹھوس'' (bulk solid) کہلاتا ہے۔نوٹ کرنے کی بات یہ ہے کہ نینوٹھوس اور کثیر ٹھوس دونوں کی ایک ہی کیمیائی ترکیب ہوسکتی ہے۔مثال کے طور پر ZnO، نینو اور کثیر دونوں قسم میں پایا جاتا ہے۔ کیمیائی ترکیب ایک ہی کیوں نہ ہو، کثیر ٹھوس کے مقابلے میں نینوٹھوس ذرات بہت ہی مختلف خصوصیات کا مظاہرہ کرتے ہیں۔

نینو ابعاد کے پیمانے (کم کردئے گئے پیمانے) میں دو اہم عمل، نینو خصوصیات کو قابو میں رکھتے ہیں ۔وہ مقداری محدود اثرات (Quantum confinement effects) اور سطحی اثرات Surface effects ہیں۔ان اثرات کی وضاحت اسکول کی سطح پر یہاں پیش نہیں کی گئی ہے۔آپ اعلیٰ تعلیم حاصل کرتے وقت اس سے متعلق معلومات حاصل کریں گے۔

11.2.2۔ نینوٹیکنالوجی کی بین الکلیاتی (بین مضامین) نوعیت

نینوسائنس اور ٹیکنالوجی ایک بین الکلیاتی میدان ہے، جس کے استعمالات مختلف میدانات میں ہوتے ہیں۔



12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:01 AM

11.2.3۔ فطرت میں نینو
11.2.3 Nano in Nature

تجربہ گاہوں میں سائنسدانوں کے مطالعہ کے بہت پہلے ہی سے نینو پیمانے کی ساختیں فطرت میں پائی گئی ہیں۔

چند مثالیں

Nano in Nature
فطرت میں نینو

شئے
تجربہ گاہوں میں اس کی نقل:
نینوذرات جن اشیاء سے بنائی جاتی ہیں، ان کی جسامت کو درست کر کے رنگوں کو سلجھایا جاتا ہے۔

شئے
ایک اکہری لڑی والا DNA
جو کہ تمام جاندار اشیاء کی بنیادی تعمیری اکائی ہے۔ تقریباً تین نینومیٹر چوڑا ہوتا ہے۔

Nano in Nature
فطرت میں نینو

شئے
ایک خوب صورت تتلی
(Morpho butterfly) کے پروں
میں موجود لکیروں میں نینوساختیں ہوتی ہیں جو ان پر پڑنے والی روشنی کے برتاؤ کو تبدیل کر کے پروں کو بہترین دھاتی نیلے رنگ اور سبز رنگ فراہم کرتی ہیں۔

شئے:
مور کے پر بہت خوب صورت نظر آتے ہیں۔ ان میں نظر آنے والے مختلف رنگ ان میں موجود دوابعادی فوٹونک قلمی ساختوں کی وجہ سے ہیں۔ جن کے ساتھ روشنی سہ رنگی خصوصیت بھی ظاہر کرتی ہے۔ یہ ساختیں چند دہائی نینومیٹر کی چوڑائی ہی رکھتی ہیں۔

فطرت میں نینو
Nano in Nature

تجربہ گاہوں میں اس کی نقل:
اس طرح کی نینوساختیں لیب میں بنائی جاتی ہیں تا کہ مختلف رنگوں سے شئے روشن ہو سکے۔

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:03 AM

فطرت میں نینو:

Nano in Nature

شئے

کنول کے پتے کی سطح:

Scanning) ایس ای ایم (SEM) electron micrograph) کنول کے پودے کے ایک پتے کی سطح پر موجود نینو ساختیں بتا رہا ہے۔ اس کی وجہ سے کنول کے پتوں میں خود صفائی کا عمل درپے ہوتا ہے۔

تجربہ گاہوں میں اس کی نقل:

ان کی نقل کرتے ہوئے آبی دفاعی نینو پینٹس water repellent (nano paints) بنائے جاتے ہیں۔ ان کی وجہ سے اشیاء داغ دھبوں سے محفوظ رہتے ہیں اور ان کی استحکامی بہت دیرپا ہوتی ہے۔ آبی جہازوں میں رنگے جانے پر ایندھنی کارکردگی کو بھی قابو میں رکھتے ہیں۔

Parrot Fish (طوطا مچھلی) دن بھر مرجان (coral) چباتے رہتی ہے۔ باہم بنے ہوئے نینو ساختی ریشوں کی وجہ سے اس کی کاٹ بڑی طاقت ور ہوتی ہے۔ Fluorapatite کہلانے والی معدنیات کی قلمیں زنجیر جیسی ترتیب میں آپس میں بندھے ہوتے ہیں۔ یہ ساخت اس مچھلی کے دانتوں کو ناقابل یقین دیرپائی عطا کرتی ہے۔

Nano in Nature

فطرت میں نینو:

تجربہ گاہوں میں اس کی نقل:

بہت دنوں تک مستحکم رہنے والی مصنوعی اشیاء جو الکٹرانی اور دیگر آلات میں مسلسل حرکت پذیر ہوتی ہیں جو زیادہ دباؤ لئے ہوتی ہیں، ان کی بناوٹ کے لئے اس قسم کی ساختیں ہی نقش (Blue Print) فراہم کرتی ہیں۔

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:04 AM

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:05 AM

11.2.5 تجربہ گاہوں میں نینو
11.2.5 Nano in laboratories

تجربہ گاہوں میں بنائے جانے والی نینو ساختیں فطرت میں موجود چند حیرت انگیز نینو ساختوں کی نقل اندازی ہیں۔ چونکہ نینو ساختیں بہت ہی چھوٹی ہوتی ہیں، اس جسامت کی حد میں اشیاء کے بنانے کے لئے مخصوص طریقے درکار ہوتے ہیں. نینو اشیاء بنانے کے دو طریقے ہوتے ہیں، اوپر سے نیچے کی رسائی اور نیچے سے اوپر کی رسائی (Topdown and Bottom up approach)

نینو ذرات کی تیاری
Synthesis of nanoparticles

اوپر سے نیچے کی رسائی
Top Down Approach

بڑے ٹھوس مادوں کو نینو جسامت والی اشیاء میں توڑ کر نینو اشیاء بنانا۔ مثال: بال مل کرانا (Ball Milling)، چکی سول جیل (Sol - gel) اور لیتوگرافی (Lithography)

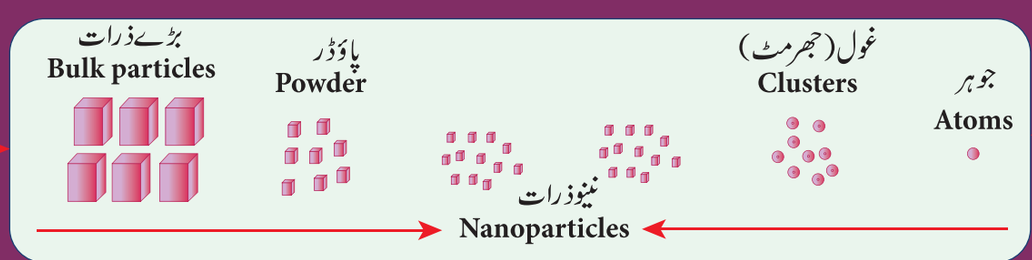
نیچے سے اوپر کی رسائی
Bottom Up Approach

جوہروں یا سالموں کو آپس میں جوڑ کر نینو اشیاء کی تیاری کرنا۔ ساختیں بنانے کے لئے منتخب کردہ جوہروں کو جوڑا جاتا ہے۔ مثال: Plasma etching اور کیمیائی بخارات کی موزولی (Chemical Vapour deposition)

نینو ذرات کی تیاری
Synthesis of nanoparticles

اوپر سے نیچے کی رسائی
Top- Down approach

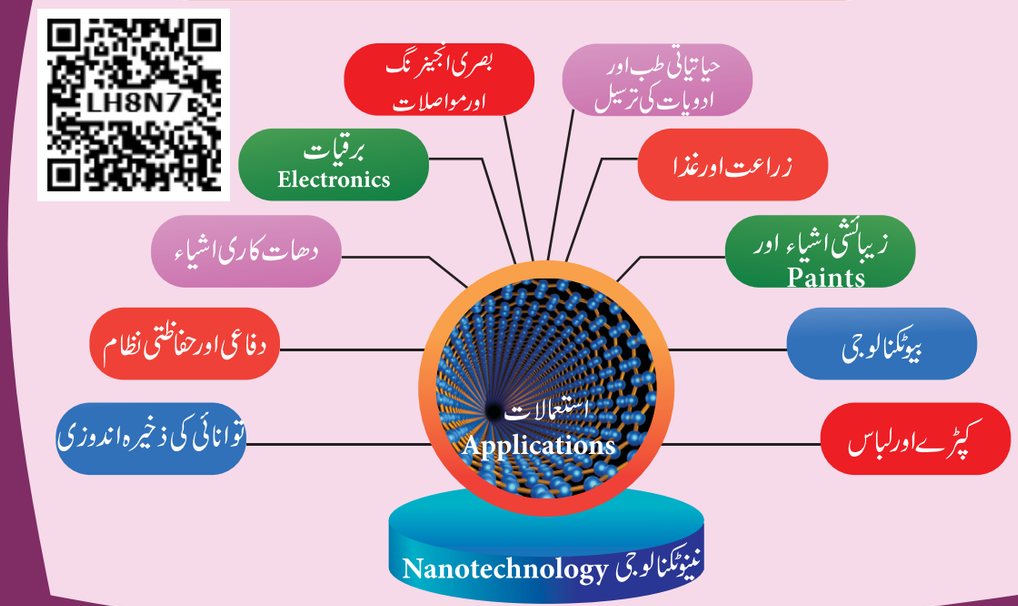
نیچے سے اوپر کی رسائی
Bottom - Up approach



بہت زیادہ طریقوں کی موجودگی کی وجہ سے اس سطح پر تفصیلات کے بیان کرنے کو ترک کر دیا گیا ہے۔

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:05 AM

11.2.6۔ نینوٹکنالوجی کے استعمالات:
11.2.6 Applications of Nano technology



مختلف مقامات میں نینو اشیاء کی بنیاد پر بنی اشیاء کے استعمالات
Applications of nanomaterial based products in differernt areas

انجینئرنگ: ■ آلات اور مشینوں کے لئے حفاظتی کپڑے Wear protection یعنی anti blocking coating, scratch resistant coating on Plastic Parts حفاظتی اشیاء اور پلاسٹک کو گھسنے سے بچانا ■ بے گریس بیرنگ	کیمیائی صنعت ■ پینٹ کے نظام کے Fillers نینو اجزاء پر کوٹنگ کا نظام ■ نینو کمپوزٹ کے لئے کوٹنگ سسٹم ■ کاغذات کا رنگنا ■ قابل تبدل چپکوان ■ مقناطیسی سیالیات	خودحرکی (موٹر گاڑیوں) کی صنعت ■ ہلکے پھلکے اشیاء کی بناوٹ ■ پینٹنگ (painting) base Fillers , coat, clear coat ■ تماسی عامل (Catalysts) ■ ٹائر (Fillers) ■ حسی آلات (Sensors) ■ کار کے اجسام اور آگے کے لئے آئینوں کی کوٹنگ (Coating) کا نظام
طب: ■ دوائی ترسیلی نظام ■ متحرک عوامل ■ موازنی واسطہ ■ تیز طبی تشخیص ■ implants اور Prosthesis ■ جراثیم کش عوامل اور کوٹنگ ■ کینسر تھراپی کے عوامل	تعمیری صنعت ■ تعمیری اشیاء: ■ حرارتی مجوزیت ■ آگ مزاحم (Flame Retardant) ■ لکڑے، فرش، پتھر، اگواڑے) ■ ٹائلس، چھت کے ٹائلس وغیرہ کے لئے سطحی فعال تعمیری اشیاء ■ گوارے کی کوٹنگ Groove motor	برقیاتی صنعت: ■ ڈیٹا میموری ■ ڈسپلے ■ لیزر ڈیوڈس ■ بصری ریشے ■ بصری سوئچ ■ مقطرات ■ موصلی اور antistatic (غیر سکونی) کوٹنگ

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:06 AM

کپڑے/لباس Fabrics رغیر سلے یا بنے ہوئے (non Woven) ■ سطحی طور پر کام کئے گئے کپڑے ■ اسمارٹ کپڑے	توانائی ■ ایندھن کے خانے ■ شمسی خانے ■ بیڑیاں ■ برقی گنجائشی مکثفے	آرائشی اشیاء ■ دھوپ محافظ اشیاء ■ ہونٹوں کی پالش ■ جلدی کریمیں (Skin Creams) ٹوتھ پیسٹ
غذا اور مشروبات ■ پیکیج (Package) کی اشیاء ■ غذائی حفاظت کی مدت جانچنے کے حسی آلات ■ غذائی شاملات (Additives) ■ پھلوں کے رسیلے مشروبات کی صفائی	گھریلو ■ لوہوں کے لئے Ceramic کی ملمع کاری ■ مہک کے تماسی عامل (Odors catalyst) ■ شیشے Ceramic، فرش، کھڑکیاں وغیرہ کے لئے مصفے cleaner	کھیل/ بیرونی ■ Ski wax ■ شیشے یا چشموں کے دھندلے پن کو دور کرنا (anti fogging) ■ کشتی یا جہاز کے لئے دافع غلاظت/ لیپ دار جہاز رانی ■ زوردئے گئے (Reinforced) ٹینس کے بلے (rackets) اور گیندیں۔

11.2.7۔ نینوذرات کے ممکنہ مضر اثرات:

نینوٹیکنالوجی جس قدر تیزی سے ترقی پا رہی ہے۔ اسی قدر اس کے استعمال سے درپیش آنے والے مضر اثرات کی کھوج بھی لگائی جا رہی ہے۔ سب سے اہم مسئلہ یہ ہے کہ نینوذرات کی جسامت پروٹین جیسے حیاتیاتی سالموں کی جسامت کے برابر ہوتی ہے۔ چنانچہ وہ بآسانی زندے عضویوں کی سطح پر جذب ہو سکتے ہیں۔ اور جسم کے بافتوں اور سیال مادوں میں داخل ہو سکتے ہیں۔

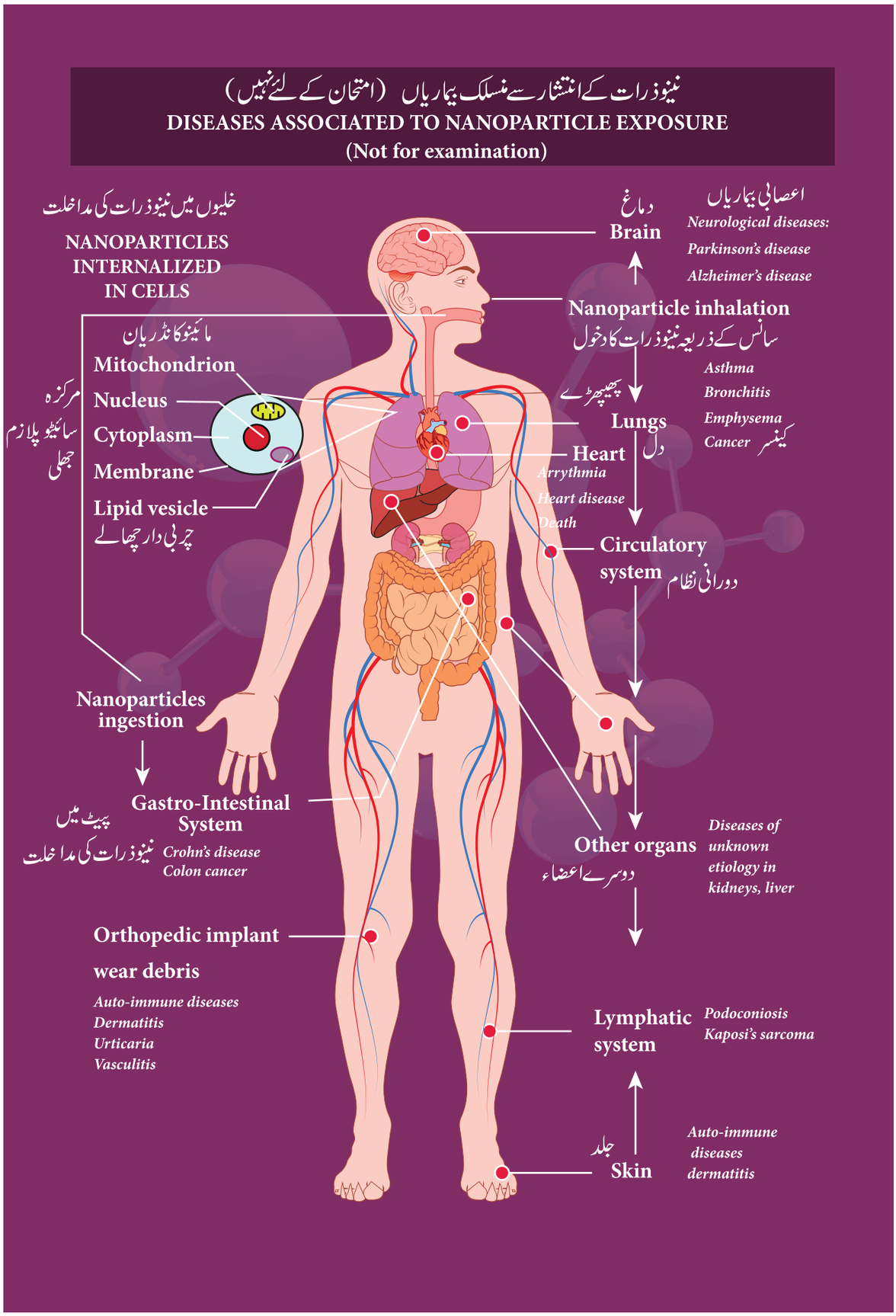
یہ سطحی جاذبی فطرت نینوذرات کی سطح پر مبنی ہوتی ہے۔ درحقیقت یہ ممکن ہے کہ ایک نینوذرہ کی سطح کی اس قدر ترتیب دی جا سکتی ہے کہ وہ ایک دوا کو جسم کے ایک مخصوص خلیے تک پہنچا سکے اس حد تک کہ وہ ذرہ ٹھیک اسی مخصوص خلیہ کی سطح سے جذب ہونے لگے۔

حیاتیاتی نظام کے ساتھ تعدیلیت بھی نینو ذرات کی جسامتوں سے متاثر ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر چھوٹے جسامت والے نینو ذرات حیاتیاتی سالموں کے بہت اندر تک پہنچ پاتے ہیں جب کہ بڑی جسامت والے نینوذرات کی رسائی وہاں تک ممکن نہیں ہوتی۔

نینوذرات خلوی جھلیوں کو بھی پار کر سکتے ہیں۔ یہ بھی ممکن ہے کہ سائنس کے ذریعہ داخل ہونے والے نینوذرات خون میں داخل ہو کر، خون کے خلیے، جگر اور دل تک بھی پہنچ سکتے ہیں۔

سائنسدانوں کی یہ کھوج جاری ہے کہ مختلف جسامت، شکل، کیمائی ترکیب اور سطحی خصوصیات والے نینوذرات کی موجودگی پر زندہ عضویوں کا ردعمل کس طرح ظاہر ہوتا ہے۔

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:06 AM

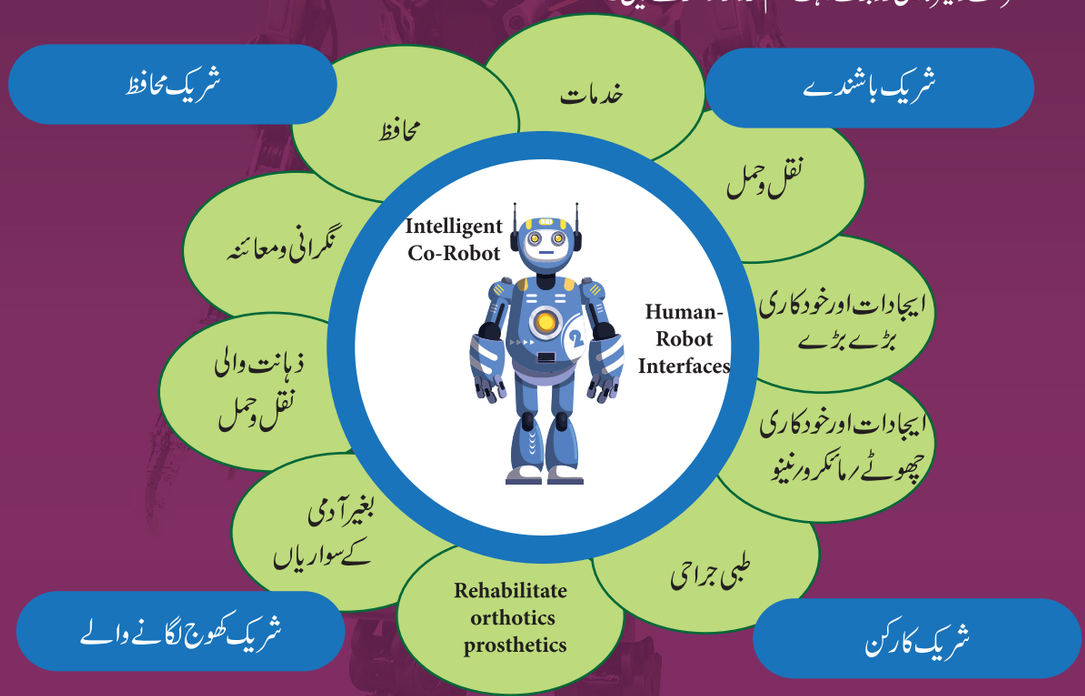


12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:06 AM

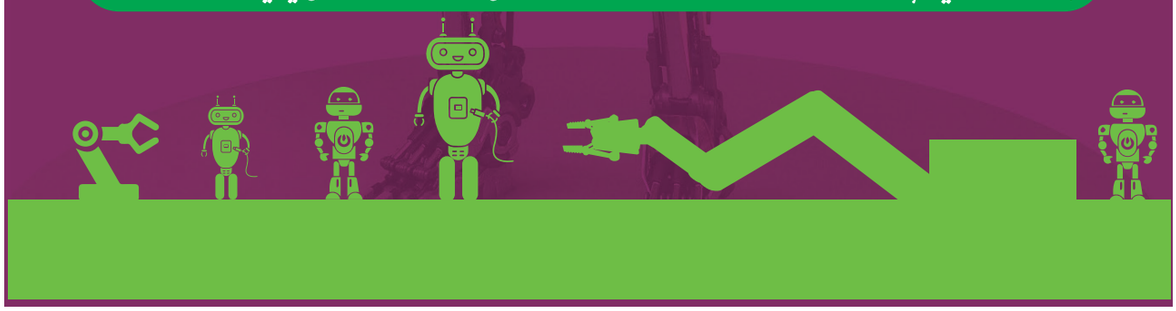
11.3 روبوٹکس
11.3 Robotics

11.3.1۔ روبوٹکس کیا ہے؟

روبوٹکس، میکانکی انجینئرنگ، برقیاتی انجینئرنگ، کمپیوٹر انجینئرنگ اور سائنس کا مربوط (integrated) مطالعہ ہے۔ روبوٹ ایک میکانیکی آلہ ہے جو ایک مخصوص کام انجام دینے کے لئے بنایا جاتا ہے جس میں اس کام کے انجام دینے کے لئے پروگرام اور برقی دور یں موجود ہوتے ہیں۔ اس روبوٹی دور میں یہ خودکار مشینیں بہت ہی اہمیت کی حامل ہیں۔ ایسے مقامات جہاں انسان کی زندگی پر خطر ہوتی ہے، مثلاً بمباری کے علاقے، غیر مستحکم تباہی میں لوگوں کو بچانے کے دوران اور کانوں کی سرنگ بناتے وقت اور جہازوں کی مرمت وغیرہ میں روبوٹ بہت اہم کردار ادا کرتے ہیں۔



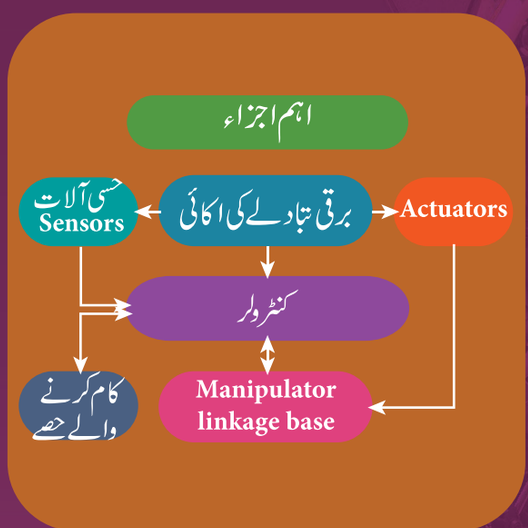
1954 میں جارج ڈیوول (George Devol) نے Unimate کہلانے والے روبوٹ کا ایجاد کیا، جو نافذ شدہ پروگرام کے تحت ڈیجیٹل طور پر کام کرنے والا پہلا روبوٹ تھا۔ 1956 میں جارج ڈیوول اور جدید روبوٹکس کے باپ جوسیف اینگل برگر (joseph Engelberger) نے دنیا کی سب سے پہلی روبوٹ کمپنی کا آغاز کیا۔ 1961 میں New Jersey میں کار کے اجزاء کو ہٹانے کے لئے ایک General Motors automobile factory میں Unimate کا استعمال کیا گیا۔



12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:08 AM

11.3.2۔ روبوٹکس کے اجزاء:

روبوٹکس کے اجزاء کے نظام میں حسی آلات: پاور سپلائی، کنٹرول کے نظام کام چلانے والے اجزاء اور ضروری سافٹ ویر ہی اہم اجزاء ہوتے ہیں۔

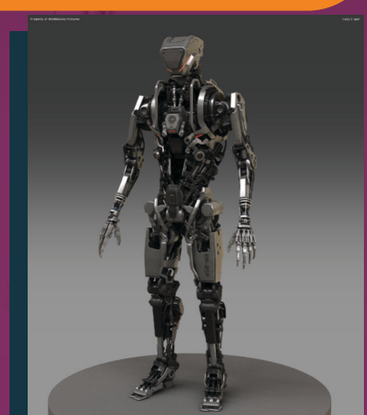


اکثر روبوٹس 3 اہم اجزاء لئے ہوئے ہوتے ہیں۔

1۔ کنٹرولر: اسے دماغ بھی کہا جاتا ہے جو ایک کمپیوٹر پروگرام کے تحت کام کرتا ہے۔ یہ کسی کام کو سرانجام دینے کے لئے حرکت پذیر اجزاء کو حکم کرتا ہے۔

2۔ میکانیکی اجزاء: موٹاریں، فشارے (پچکاری کی ڈنڈیاں)، گرفتیے (Grippers) پہیے اور گئیر وغیرہ روبوٹ کے میکانیکی اجزاء ہیں جو اسے حرکت کرنے، پکڑنے، پلٹنے اور اٹھانے میں مدد کرتے ہیں۔

3۔ حسی آلات: یہ آلات اطراف واکناف کے بارے میں روبوٹ کو بتاتے ہیں۔ اس کی مدد سے روبوٹ اطراف واکناف کی اشیاء کی جسامت، شکل ان کے درمیانی فاصلے اور سمت وغیرہ کا تعین کرتے ہیں۔



11.3.3۔ روبوٹس کی قسمیں:

انسانی روبوٹ:

چند روبوٹس کو انسانی ساختوں میں بنایا جاتا ہے اور وہ اسی طرح کے کام کرتے ہیں جیسے انسان کرتے ہیں مثلاً چلنا، اٹھانا محسوس کرنا وغیرہ۔

1۔ برقی طاقت کی متبادل اکائی (Power consumption Unit)
روبوٹس، بیڑیاں، شمسی خانے اور آبی طاقتی نظام (hydraulics) کی مدد سے چلائے جاتے ہیں۔

2۔ محرکات (Actuators) یہ توانائی کو حرکت میں تبدیل کرتی ہیں۔ اکثر محرکات گردشی یا خطی حرکت پیدا کرتی ہیں۔

3۔ برقی موٹریں: یہ روبوٹ کے اجزاء جیسے پہیے، بازو، انگلیاں، پیر، حسی آلات، کیمرہ (Camera) ہتھیاری نظام وغیرہ کو محرک بناتی ہیں۔
ان میں مختلف قسم کی برقی موٹریں استعمال کی جاتی ہیں۔ عموماً استعمال کی جانے والی موٹریں AC موٹار، برش والے DC موٹار، بغیر برش والے DC موٹار، گئیر والے DC موٹار وغیرہ ہیں۔

4۔ ہوائی عضلات (Pneumatic air muscles) یہ وہ آلات ہیں جو ہوا کی مدد سے سکڑتے اور پھیلتے ہیں۔ یہ انسانی عضلات کی نقل اندازی کر سکتے ہیں۔ جب ان کے اندر سے ہوا کھینچی جاتی ہے تو وہ تقریباً 40% تک سکڑتے ہیں۔

5۔ عضلات کی تاریں: یہ تاروں کی باریک لڑیاں ہیں جو شکلی یادداشت کی بھرتوں Shape memory alloys سے بنی ہوئی ہیں۔ جب ان کے ذریعہ برقی رو بہائی جاتی ہے تو وہ 5% تک سکڑ سکتی ہیں۔

6۔ داب (Piezo) موٹریں اور بالاصوتی موٹریں:

7۔ حسی آلات: یہ عام طور پر کام کی جگہوں میں استعمال ہوتے ہیں جو ماحول کا بروقت علم فراہم کرتے ہیں۔

8۔ روبوٹ کی حرکت: Robot locomotion یہ حرکت کے اقسام فراہم کرتے ہیں۔ حرکت کی قسمیں یہ ہیں
(a) پیروالی (b) پہیے والی (c) پیروں اور پہیوں والی مخلوط حرکت (d) پٹریوں پر پھسلنے یا اچھلنے والی

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:09 AM

INDUSTRIAL ROBOTS

صنعتی روبوٹیں:

Six main types of industrial robots

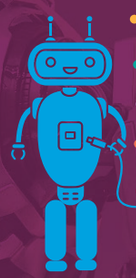
صنعتی روبوٹوں کی چھ اہم اقسام:

1. Cartesian
2. * SCARA
3. Cylindrical
4. Delta
5. Polar
6. Vertically articulated

*Selective Compliance Assembly Robot Arm

Six-axis robots are ideal for

شش محوری روبوٹیں ان کے لئے بہترین نمونے ہیں



- Arc Welding
- Spot Welding
- Material Handling
- Machine Tending
- Other Applications

Artificial Intelligence

مصنوعی ذہانت

مصنوعی ذہانت

Artificial Intelligence

روبوٹ میں انسانوں جیسا برتاؤ لانا ہی مصنوعی ذہانت کا مقصد ہے۔ یہ ان چیزوں پر کام کرتی ہے۔

1۔ چہرے کی شناخت:

2۔ کمپیوٹر گیموں میں کھلاڑی کے عمل پر ردعمل کا ظاہر کرنا۔ 9

3۔ پچھلے اعمال کی بنیاد پر فیصلے لینا۔

4۔ سڑکوں پر ٹریفک کی کثافت کا محاسبہ کر کے ٹریفک کو کنٹرول کرنا۔

5۔ الفاظ کا ایک زبان سے دوسرے زبان میں ترجمہ کرنا

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:10 AM

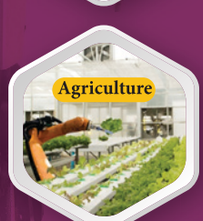
11.3.4 Applications 11.3.4 استعمالات:

بیرونی خلاء، ستاروں، سیاروں وغیرہ کی کھوج لگانا۔ مریخ پر چٹانوں اور مٹی کی معدنیات کے مطالعہ کی کھوج لگانا۔
چٹانوں اور مٹی میں پائے جانے والے عناصر کا معائنہ کرنا۔

Mars Rovers of NASA

Twin Mars Rovers

Mars Pathfinder Mission



نینو روبوٹس:

نینو روبوٹوں کی جسامت کو خوردبینی سطح تک گھٹادی جاتی ہے تاکہ وہ بہت چھوٹی جگہوں میں بھی کام کر سکے ۔بہر حال یہ ابھی ترقی کی سطح ہی میں ہیں۔طبی میدان میں مستقبل میں اس کی بڑی امید کی جارہی ہے ۔ چھوٹے چھوٹے جراحی عمل کو سرانجام دینے کے خلاف لڑنے ،جسم کے انفرادی خلیے کو درست کرنے وغیرہ کے لئے خون کی لہروں میں نینو روبوٹوں کو بھیج سکتے ہیں۔یہ جسم کے اندر سفر کر سکتے ہیں اور اپنا کام مکمل کرنے کے بعد واپس اپنا راستہ اختیار کر سکتے ہیں۔چینی سائنسدانوں نے دنیا کے سب سے پہلے خود کار DNA روبوٹوں کو بنایا تاکہ وہ Cancer tumors (سرطان کی گلٹیوں) سے لڑ سکے۔

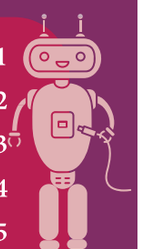
12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:12 AM

روبوٹوں کو بنانے کے لئے استعمال کی جانے والی اشیاء:

الومینیم اور اسٹیل ہی روبوٹوں کو بنانے میں استعمال ہونے والی عام دھاتیں ہیں۔ الومینیم ایک ملائم دھات ہے جس سے شئے کا بنانا آسان ہوتا ہے۔ مگر اسٹیل اس کے مقابلے میں کئی درجہ سخت ہے۔ کسی بھی معاملے میں دھات کی اندرونی طاقت کی وجہ سے روبوٹوں کے اجسام ورق، بار (سیخ)، سلاخ، چینل اور دیگر شکلوں کی مدد سے بنائے جاتے ہیں۔

11.3.5 Advantages of Robotics

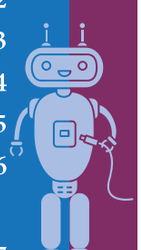
11.3.5۔ روبوٹکس کے فوائد:



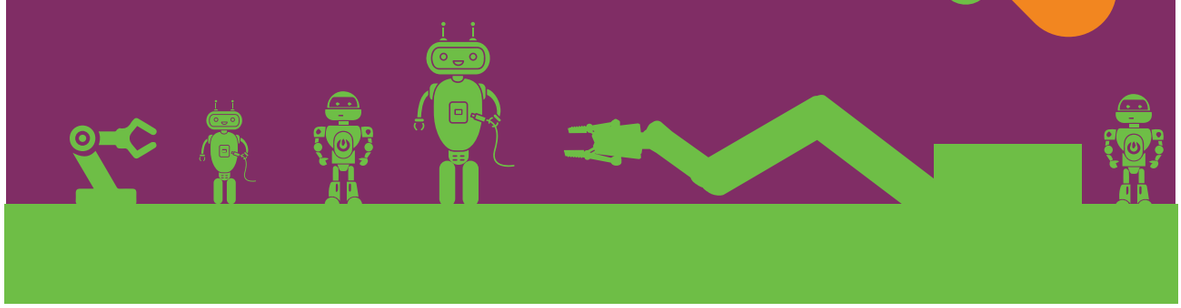
1۔ روبوٹس انسانوں سے کئی گنا سستے ہوتے ہیں۔
2۔ روبوٹس انسانوں کی طرح تھکتے نہیں ہیں وہ 7×24 کے لئے بھی کام کر سکتے ہیں۔ لہذا کام کی جگہ غیر حاضری کو بھی کم کیا جا سکتا ہے۔
3۔ روبوٹس بالکل ٹھیک طریقے سے کام کرتے ہیں اور کام کے انجام دینے میں غلطی سے پاک رہتے ہیں۔
4۔ یہ انسانوں سے زیادہ مضبوط اور تیز ہوتے ہیں۔
5۔ پرخطر ماحول میں بھی وہ کام کر سکتے ہیں جیسے ایک دم گرم اور ایک دم سرد علاقے، خلاء یا زیر آب جگہ اور خطرناک حالات جیسے بم کی کھوج اور بم کو غیر فعال کرنے وغیرہ میں
6۔ جنگ کے موقعوں پر یہ انسانوں کو بچا سکتے ہیں۔
7۔ کیمیائی صنعت گاہوں میں خصوصاً نیوکلیائی طاقت گھروں میں جہاں اشیاء کے سنبھالنے سے انسانوں میں بیماریاں لاحق ہو سکتی ہیں، وہاں روبوٹوں کو خاص طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

11.3.6 Disadvantages of Robotics

1.3.6۔ روبوٹکس کے نقصانات:



1۔ روبوٹوں میں شعور اور جذبات کا احساس نہیں ہوتا۔
2۔ وہ رحم و کرم سے دور رہتے ہیں اور لہذا ایک غیر جذباتی جائے مقام پیدا کرتے ہیں۔
3۔ اگر تمام کام روبوٹ ہی کرتے جائیں اور انسان صرف ان کی نگرانی میں بیٹھ جائیں تو بیماریاں تیزی سے بڑھ سکتی ہیں۔
4۔ بے روزگاری کا مسئلہ بڑھتا چلا جائے گا۔
5۔ روبوٹیں صرف متعین کام ہی کر سکتے ہیں۔ غیر معمولی حالات کو سمجھ کر وہ کام نہیں کر سکتے۔
6۔ کسی کام کو انجام دینے کے لئے روبوٹوں میں بہت ہی منظم طریقہ سے پروگرامنگ کی گئی ہوتی ہے اور اگر اس میں تھوڑی بھی گڑبڑ ہو جائے تو اس سے کمپنی کو بہت بڑا نقصان اٹھانا پڑتا ہے۔
7۔ اگر ایک روبوٹ گڑبڑ کرنے لگتا ہے تو اسی کے نقص کو سمجھنے میں بڑی دیر لگتی ہے اور اس کی درستگی اور ضرورت پڑنے پر دوبارہ پروگرامنگ بھی کرنا پڑتا ہے۔ لہذا یہ عمل زیادہ وقت لیتا ہے
8۔ فیصلے کے لئے انسان کی جگہ روبوٹ کو نہیں رکھا جا سکتا۔
9۔ جب تک روبوٹیں انسانی سمجھ بوجھ کے حد تک نہ پہنچ جائیں، کام کرنے کی جگہوں میں انسان کا وجود باقی رہے گا۔

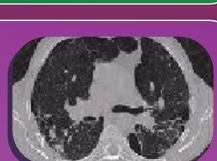


12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:12 AM

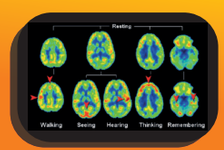
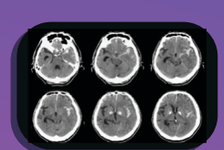
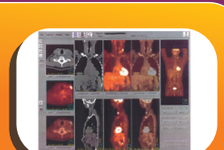
11.4۔ طبی تشخیص اور معالجے میں طبیعیات

طبی سائنس طبیعیات کے اصولوں پر حد درجہ تک قائم رہتی ہے۔ کئی بیماریوں کی تشخیص اور معالجے کی مربوط ٹیکنالوجی کی وجہ سے طبی آلات کی پائیداری اور مدت حیات بہت ہی بڑھ گئی ہے۔ تمام میدانات میں یہ تجدد (mordernisation) بنیادی طبیعیات کے مؤثر استعمال ہی کی وجہ سے ممکن ہے۔

11.4.1۔ جب کہ مندرجۂ ذیل میں ظاہر کیا گیا ہے، طبی میدان کی ترقی طبیعیات کی ارتقاء کے متناسب ہے۔
(یہ امتحان کے لئے نہیں ہے)۔

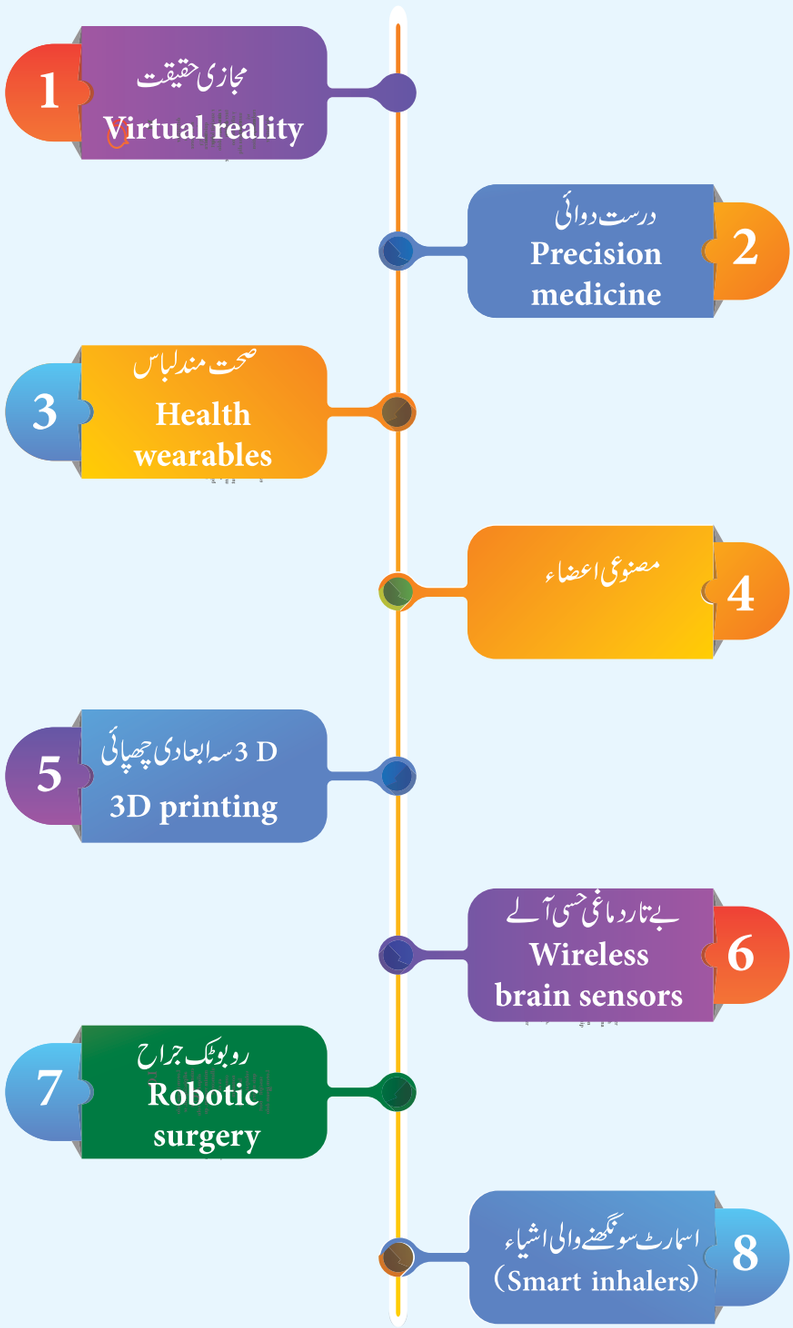
	Year	Invention in physics (Inventors)	Technique used in medicine	Image
1	1895	X-rays (Wilhelm Conrad-Röntgen)	Radiology-Xray imaging	
2	1896 and 1898	Theory of Radioactivity (Antonie Henri Becquerrel, Pierre Curie and Marie Cuire)	Radioisotope imaging Nuclear Medicine	
3	1934	Artifical Radioactivity (Joliot and Irene Curie)	Scintigraphy	
4	1950	Echography & Sonography	Ecography	
5	1979	X-ray computed tomography (Cormack and Hounsfield)	Computed Tomography (CT)	
6	1952	Nuclear Magnetic Resonance (NMR) (Felix Bloch and Edward Purcell)	Magnetic Resonance Imaging (MRI)	

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:13 AM

	Year	Invention in physics (Inventors)	Technique used in medicine	Image
7	1934	Artifical Radioactivity (Joliot and Irene Curie)	Positron Emission Tomography	
8	1940's	Optical fibre	Endoscopy, Biomedical sensors	
9	1960	LASER	Surgical instrument and diagonsis tool	
10	1959	Nanotechnology	Nanomedicine Drug delivary	
11	2005	Dual Source Computed Tomography (DSCT)	Computed Tomography (CT)	
12	1998	Nuclear medicine (David Townsend, Ronald Nutt)	Fusion Imaging Techniques (PET-CT, PET-MR)	

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:13 AM

11.4.2 طبی ٹیکنالوجی کی جدید ترقی میں یہ بھی شامل ہیں

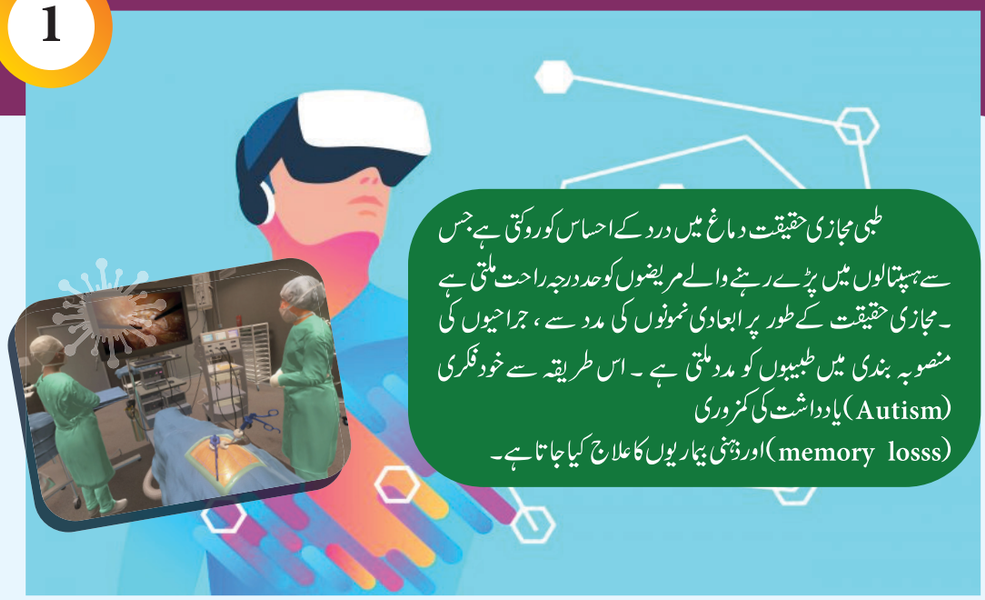


12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:14 AM

ٹیکنالوجی کی مربوطیت اور بنیادی طبیعیات کی وجہ سے طبی تشخیص کی جدت سازی بہت تیز بڑھ رہی ہے۔

(1) مجازی حقیقت: 1. Virtual reality

1

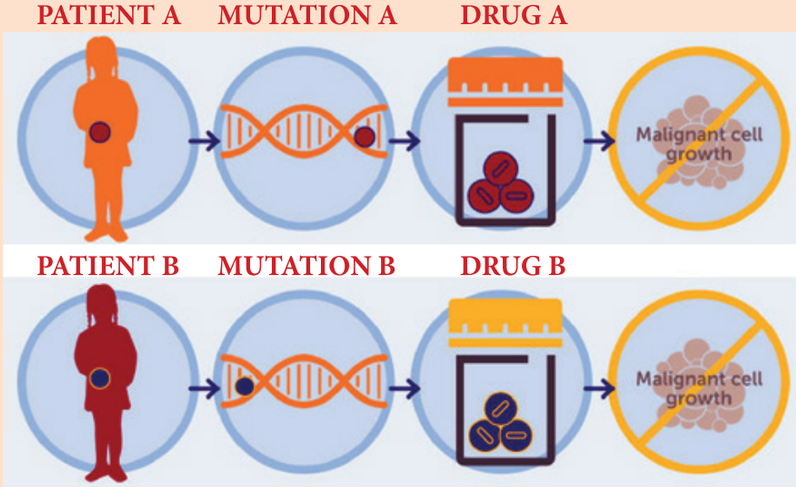


طبی مجازی حقیقت دماغ میں درد کے احساس کو روکتی ہے جس سے ہسپتالوں میں پڑے رہنے والے مریضوں کو حد درجہ راحت ملتی ہے ۔ مجازی حقیقت کے طور پر ابعادی نمونوں کی مدد سے ، جراحیوں کی منصوبہ بندی میں طبیبوں کو مدد ملتی ہے ۔ اس طریقہ سے خود فکری (Autism) یادداشت کی کمزوری (memory losss) اور ذہنی بیماریوں کا علاج کیا جاتا ہے۔

2

(2) درست دوائی (Precision Medicine)

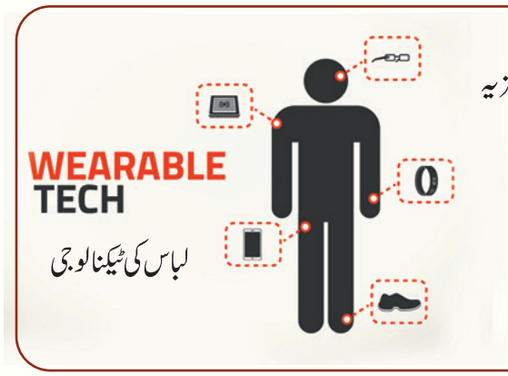
چونکہ ہر شخص کی موروثیت ، ماحول، اور رہن سہن کا طریقہ وغیرہ مختلف ہوتا ہے، ان کی بیماری کے علاج کے لئے ٹھیک دوائی کا تعین کرنا ایک ابھرتا ہوا مسئلہ ہے۔ اس طبی نمونے میں یہ ممکن ہے کہ ہر انفرادی مریض کو ان کے عادت واطوار، طبی فیصلے یا من پسند اشیاء کے مطابق ان کی صحت کی دیکھ بھال کی تخصیص کر سکے۔



12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:14 AM

3 (3) صحت مند لباس (Health Wearables)

یہ ایک لباس نما آلہ ہے جو پہننے والے کے حیاتی علامات (Vital sings) یا صحت اور تندرستی سے متعلق ڈیٹا، مقام (Location) وغیرہ کی ٹریکنگ tracking کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ طبی لباس میں ہمیں نہ صرف مصنوعی سمجھ بوجھ اور بڑی ڈیٹا فراہم کرتا ہے بلکہ اس کے ساتھ ساتھ مریض کا خیال رکھنے، حفاظت کرنے، تشخیص اور علاج کرنے میں بھی بڑی حد تک مفید ثابت ہوتا ہے۔

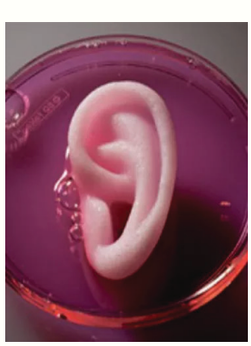


لباس کی ٹیکنالوجی

بڑا ڈیٹا: ڈیٹا کے بہت بڑے سیٹ ہیں جن کا تجزیہ حسابی طور پر کیا جا سکتا ہے تا کہ انسانی برتاؤ اور متعاملات سے متعلق trends, Patterns اور اسوسی ایشن نافذ کر سکے۔

4 (4) مصنوعی اعضاء:

ایک مصنوعی عضو انجینئرنگ کیا گیا ایک آلہ یا بافت ہوتا ہے جو ایک انسان میں ثبت یا مربوط کیا جاتا ہے۔ زندہ بافت کے ساتھ جڑ کر کام کرنا یا ایک فری عضو کی جگہ لینا بھی اس طریقہ سے ممکن ہو جاتا ہے۔ یہ اعضاء، انسانی اعضاء کے مخصوص فعل یا افعال انجام دینے کی نقل اندازی کرتے ہیں جس سے مریض بہت جلد ایک عام زندگی گذارنے کے قابل بن جاتا ہے۔



12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:15 AM

5

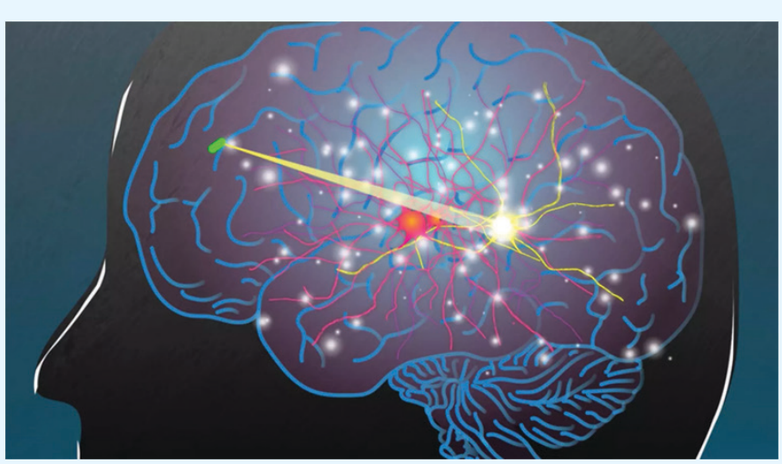
(5) سہ ابعادی چھپائی: (3D Printing)

ترقی یافتہ سہ ابعادی چھپائی کے نظام اور اشیاء، طبیبوں کو آڈیولوجی، ڈینٹسٹری آرتھوپیڈکس اور دیگر استعمالات کی مدد سے طبی میدان میں آپریشن کی ایک حد فراہم کرتے ہیں۔

6

6. Wireless brain sensors (6) بے تار دماغی حسی آلات:

Wire less brain sensors انسانی جسم میں Intracranial دباؤ اور تپش کی نگرانی کرتے ہیں اور پھر جسم سے جذب ہو جاتے ہیں۔ لہذا ان آلات کو باہر نکالنے کے لئے کسی قسم کی جراحی کی ضرورت نہیں پڑتی۔



12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:15 AM

7 (7) روبوٹک جراحی: Robotic Surgery

روبوٹک جراحی ایک جراحی طریقہ ہے جو روبوٹک نظامات کی مدد سے عمل آور ہوتا ہے۔ یہ طریقہ پہلے سے موجود بے ترتیب جراحی طریقوں کی کمیوں کو پورا کرتا ہے اور اوپن سرجری کرنے والے طبیبوں کی جراحی صلاحیتوں کو بڑھاتا ہے۔

8 8. Smart inhalers (8) اسمارٹ سونگھنے جانے والی اشیاء

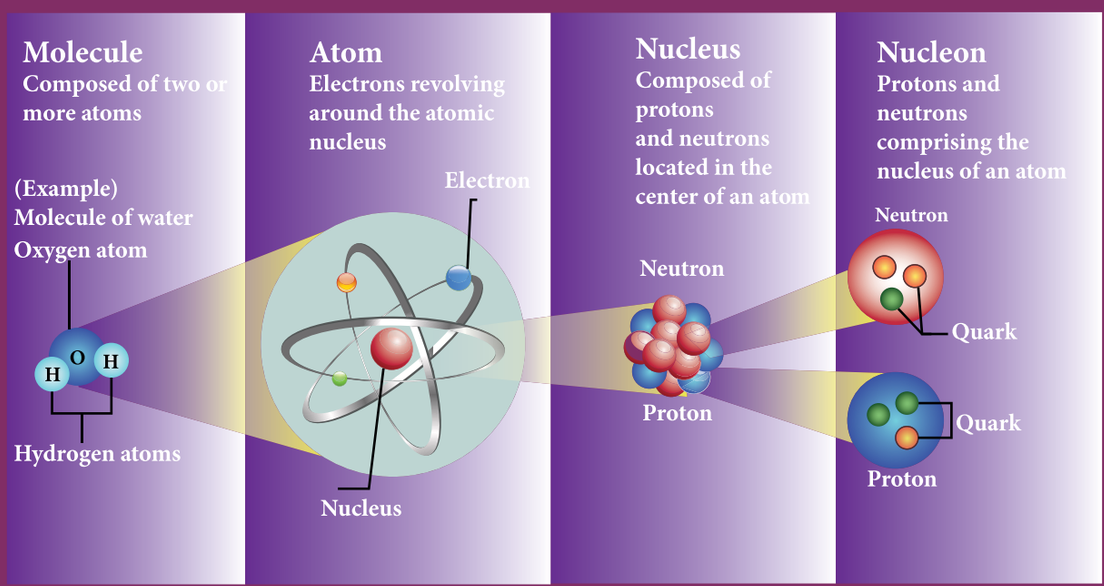
انہیلرس، دمہ کی علاج کے لئے بہت ہی مفید ثابت ہوتے ہیں۔ اسمارٹ انہیلرس صحتی نظام کے ساتھ اس طرح بنے ہوتے ہیں کہ وہ مریض کا خیال رکھتے ہوئے ان کو زیادہ سے زیادہ فائدہ پہنچاتے ہیں۔ اسمارٹ انہیلرس بلوٹوتھ کی ٹیکنالوجی کا استعمال کرتے ہیں تاکہ یہ پتہ لگا سکے کہ انہیلر کب کب استعمال ہوتا ہے، پھر وہ مریض کو یاد دلاتے ہیں کہ فلاں فلاں وقت میں دوائی کھانا ہے اور ان کا خیال رکھنے کے لئے ڈیٹا جمع کرتے ہیں۔

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:15 AM

طبیعیات میں دیگر جدید ترقیات: Other recent developments in physics

ذرات کی طبیعیات: (Particle physics)

ذرہ کی طبیعیات فطرت کے بنیادی ذرات کے نظریے سے متعلق بحث کرتی ہے اور وہ طبیعیات میں حال میں ہونے والے ریسرچوں میں سے ایک ہے۔ابتداء میں یہ تصور کیا گیا کہ جوہر ہی مادہ کی بنیادی اکائی ہے۔1930 s میں یہ پتہ چلا کہ جوہر الکٹران پروٹان اور نیوٹران سے بنے ہوئے ہیں۔



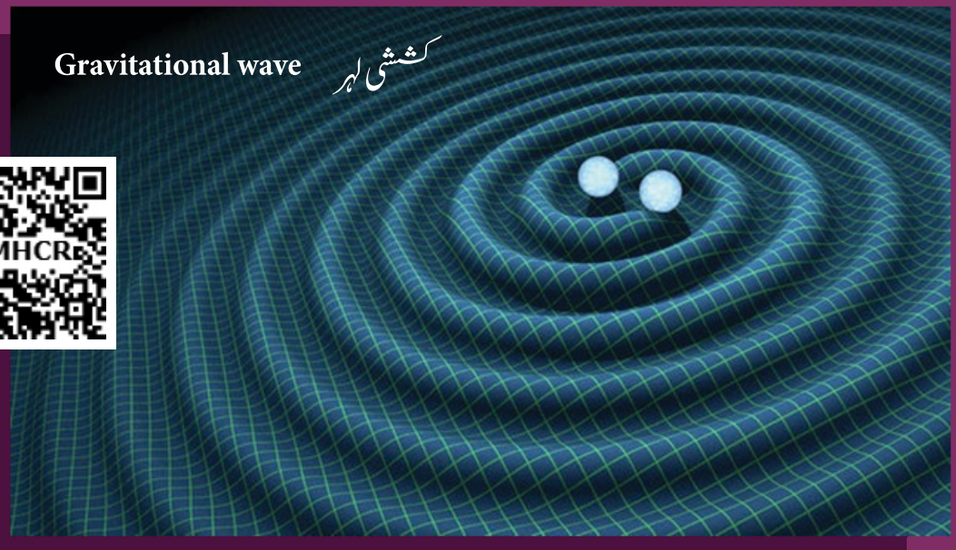
1960 s میں quarks کا انکشاف ہوا اور یہ سمجھا گیا کہ پروٹان اور نیوٹران quarks سے بنے ہوئے ہیں۔اسی وقت، ذرہ کی طبیعیات کی کھوج کو ایک معیار حرکت ملی اور وہ نظریاتی طور پر اور تجرباتی طور پر ایک بڑی حد تک ترقی پائی۔ بعد میں یہ پتہ چلا کہ quarks، گلوان gluons کے ذریعہ تعامل کرتے ہیں۔ یہی وہ میدان ہے جس نے کثیر تعداد کے نوبل انعامات حاصل کیا۔2013 میں مشہور Higgs particles جنہیں گاڈ، ذرات بھی کہا جاتا ہے کا پتہ لگایا گیا اور اس کے لئے Peter Higgs اور Englert کو طبیعیات میں نوبل انعام دیا گیا۔یہی وہ Higgs ذرہ ہے جو پروٹان، نیوٹران وغیرہ جیسے کئی ذرات کو کمیت عطا کرتا ہے.

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:16 AM

تکوینیات: Cosmology

تکوینیات وہ شاخ ہے جو کائنات کے آغاز اور ارتقاء کا مطالعہ کرتی ہے۔ وہ ستارے، کہکشائیں وغیرہ کی بناوٹ سے متعلق بحث کرتی ہے۔ سال 2015 میں کششی موجوں کی وجود کا پتہ لگایا گیا اور 2017 میں اس انکشاف کے لئے نوبل انعام دیا گیا۔

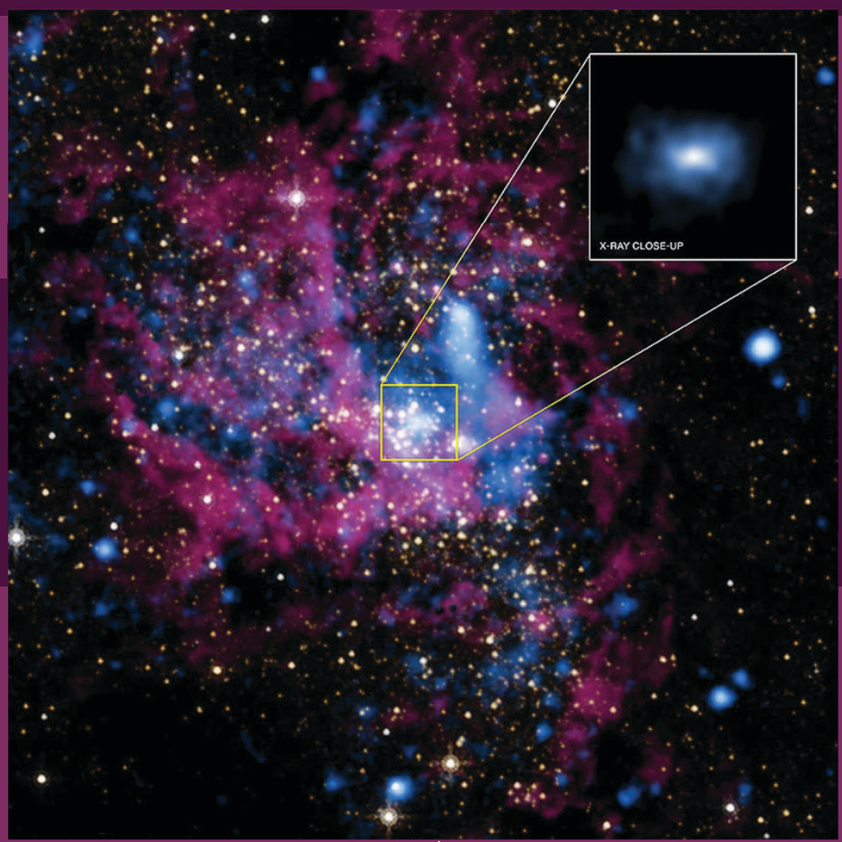
کششی لہریں خلاء۔ وقت کے انحنا میں موجود خللیں ہیں اور وہ روشنی کی رفتار میں صرف کرتی ہیں۔ جس طرح کوئی بھی پراسراع بار برق مقناطیسی موج خارج کرتا ہے اسی طرح کوئی بھی پراسراع کمیت کششی موج خارج کرتی ہے۔ مگر یہ موجیں زمین جیسی کمیتوں کے لئے بھی بہت کمزور ہی ہوتی ہیں۔ جاذبی کششی لہروں کے سب سے طاقتور ذرائع سیاہ سوراخیں (Black holes) ہیں۔ چونکہ یہی کششی لہروں کے سب سے طاقت ور ذرائع ہیں، ان لہروں کے انکشاف نے سیاہ سوراخوں کی ساحتوں کے مطالعے کو ممکن بنایا۔ درحقیقت جدید تحقیقات سے پتہ چلتا ہے کہ دو سیاہ سوراخیں ایک دوسرے سے مل کر ایک سیاہ سوراخ بننے کی وجہ سے کششی موجیں خارج ہوتی ہیں۔ درحقیقت 1915 ہی میں البرٹ آئینسٹن نے نظریاتی طور پر کششی موجوں کے وجود کا اظہار کیا تھا۔ 100 سالوں کے بعد تجرباتی طور پر یہ ثابت کیا کہ ان کی پیشن گوئی بالکل صحیح نکلی۔



2MHCR

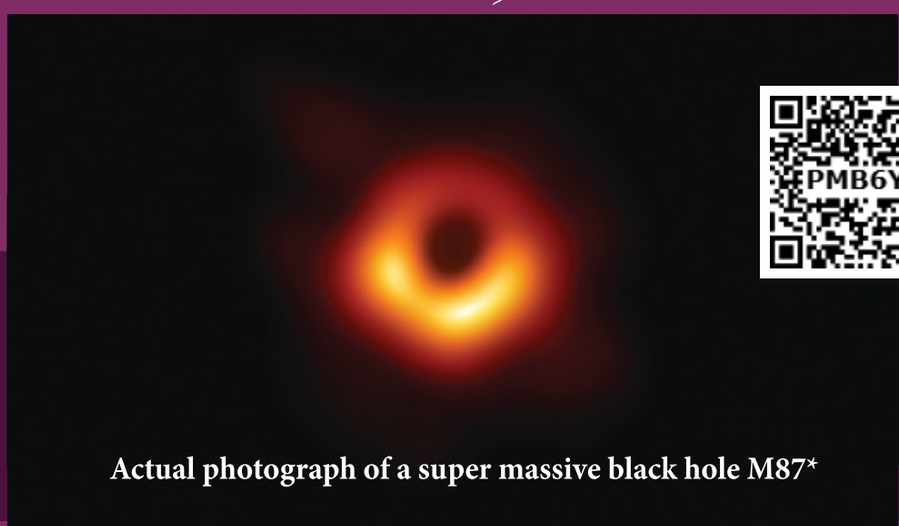
سیاہ سوراخیں، ستاروں کی آخری حد ہیں جو بہت ہی کثیف کمیتی شئے ہیں۔ اس کی کمیت سورج کی کمیت کے مقابلے میں 20 گنا سے 1 ملین گنا تک زیادہ ہوتی ہے۔ اس کی قوت کشش بہت ہی زیادہ ہوتی ہے، یہاں تک کہ ایک ذرہ ہی نہیں بلکہ روشنی تک بھی اس سے بچ کر نکل نہیں سکتی۔ سیاہ سوراخوں کا مطالعہ اس وقت کیا جاتا ہے جب اس کے اطراف گردش کرنے والے ستارے دوسرے ستاروں کے مقابلے میں بالکل مختلف برتاؤ کا مظاہرہ کرتے ہیں۔ کہکشاں کے مرکز میں ایک سیاہ سوراخ (black hole) موجود ہوتا ہے۔ کہکشاں دودھیا راستہ کے مرکز پر موجود سیاہ سوراخ Sagittarius A ہے۔

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:16 AM



Black hole sagittarus A* سیاہ سوراخ Sagittarius A۔

مشہور ماہر طبیعیات Stephen Hawking نے سیاہ سوراخوں کے میدان پر کام کیا۔



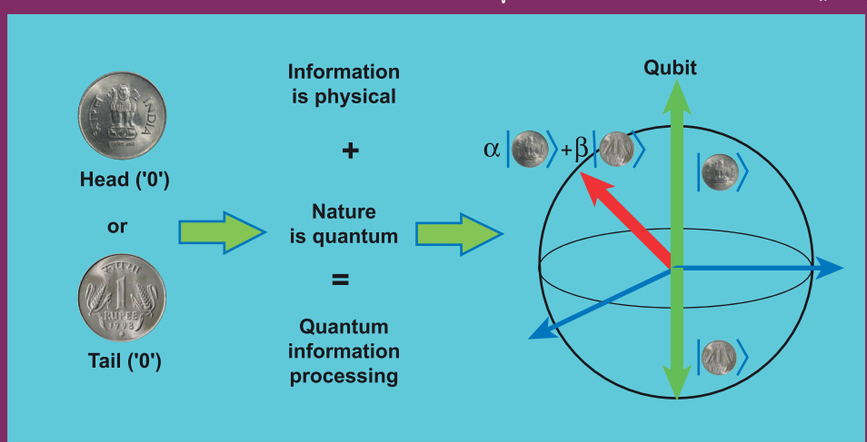
Actual photograph of a super massive black hole M87*

اعلیٰ کمیتی سیاہ سوراخ M87 کی حقیقی فوٹو گراف اسے حاصل کرنے کے لئے اعلیٰ ترین کمپیوٹریں اور پانچ براعظموں پر نصب کئے گئے آٹھ دوربینوں Event Horizon Telescope کا استعمال کر کے ایک بڑی ڈیٹا حاصل کی گئی۔ اس عمل نے البرٹ آئن سٹائن کے general relativity کے نظریے کی دوبارہ تصدیق کی۔

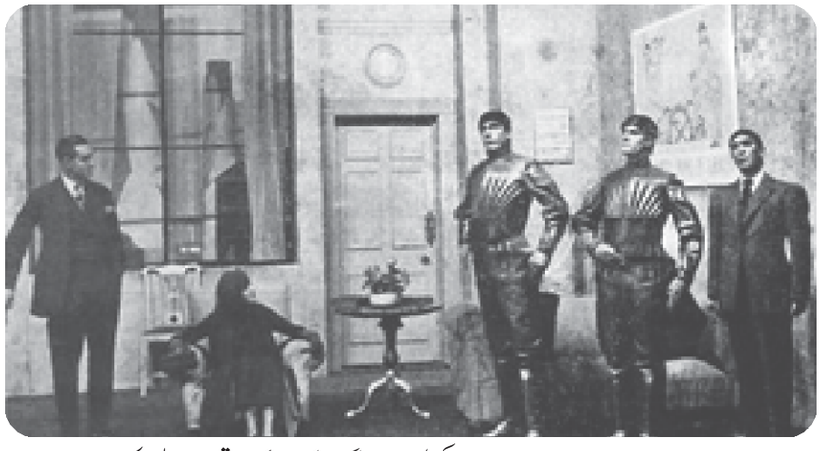
12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:17 AM

کوانٹم کی جانکاری کا نظریہ: (امتحان کے لئے نہیں)

یہ بھی تیزی سے ترقی کرنے والا ایک ریسرچ کا میدان ہے جو کوانٹم کمپیوٹرس کی مدد سے معلومات کی ذخیرہ اندوزی کی اضافگی سے متعلق بحث کرتا ہے۔ موجودہ کمپیوٹر معلومات کو 'bits' کی شکل میں ذخیرہ کرتے ہیں مگر کوانٹم کمپیوٹر معلومات کی ذخیرہ اندوزی qubits کی شکل میں کرتے ہیں۔ روایتی 'bit' Zero یا One ہی کی نشاندہی کرتے ہیں جب کہ 'qubit' نہ صرف Zero یا One کی نشاندہی کرتے ہیں بلکہ ان کی خطی اعلیٰ مقامی Linear، (Superposition) کو بھی شامل کرتے ہیں۔ یہ ٹیکنالوجی exponential طور پر محاسبے کے وقت کو کم کر دیتی ہے۔ ریسرچ کا یہ میدان مستقبل میں ضرور مفید ثابت ہوسکتا ہے



سائنسی اندازے سے کئی نت نئے ایجادات اور انکشافات جنم لیتے ہیں۔ روبوٹیں بھی انہیں میں سے ایک ہیں۔ لفظ روبوٹکس روبوٹ نامی لفظ سے اخذ کیا گیا ہے۔ درحقیقت 1920 میں Zech کے مصنف karel Capek نے اپنے ایک کھیل Rossum Universal Robot میں اس لفظ کا تعارف کروایا تھا۔ لفظ روبوٹ Slavic لفظ Robota سے آتا ہے جس کا مطلب کام یا غلام ہے۔ وہ کھیل کے ایک کارخانے میں شروع ہوتا ہے جو Robots کہلانے والے مصنوعی لوگوں کو بناتا ہے وہ ایسے بنائے گئے تھے کہ تھوڑی غلط فہمی سے وہ انسان معلوم ہوجائے (خاکہ میں بتایا گیا ہے) اس دور کی یہ اداکاریاں آج کل، Androids کے خیالات کے مطابق معلوم ہوتے ہیں۔



Rossum Universal Robots نامی کھیل سے لیا گیا۔ ایک خاکہ جو تین روبوٹوں کو بتاتا ہے۔

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:18 AM

SUMMARY : خلاصہ

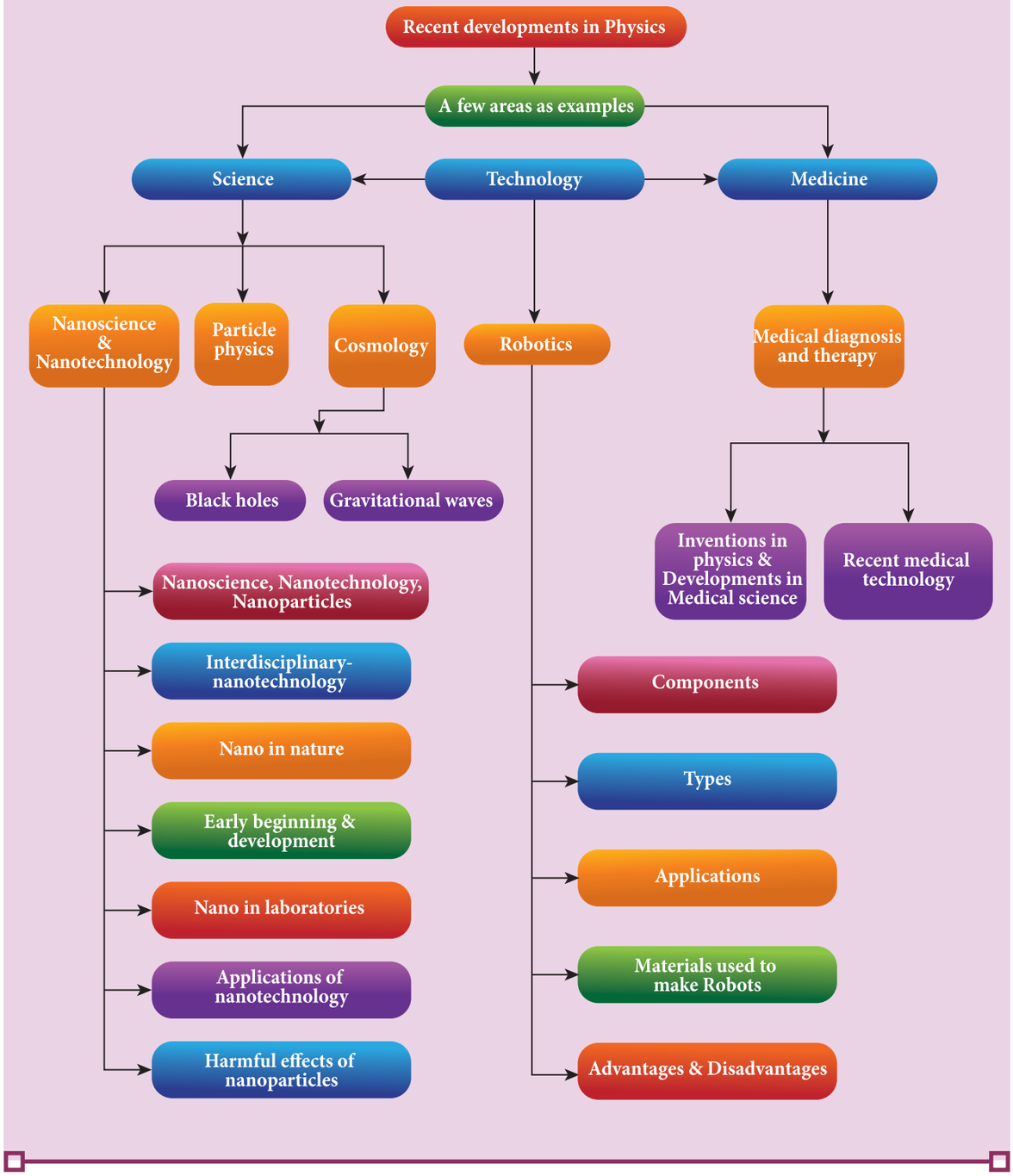
- جدید ٹیکنالوجی کی اچانک تیز ترقی کو بنیاد بنا کر اس کے مخصوص اصولوں کا احاطہ ہائر سکنڈری کی طبیعیات میں کیا گیا ہے۔
- سائنس، انجینیر نگ، ٹیکنالوجی اور طب کے لئے طبیعیات ہی بنیادی تعمیری اکائی ہے۔
- 1 سے 100 نینو میٹر تک کی جسامت والی اشیاء کی سائنس ہی نینو سائنس ہے۔
- نینو کا مطلب ایک میٹر کا ایک بلین واں حصہ یعنی 10^{-9} میٹر ہے۔
- نینو ٹکنالوجی ، نینو ساختی اشیاء کی تشکیل، تیاری، خصوصیات اور استعمالات کی ٹیکنالوجی ہے۔
- اگر ایک ٹھوس شئے کے ذرہ کی جسامت 100 نینو میٹر سے بھی کم ہو تو اس شئے کو نینو ٹھوس کہا جاتا ہے۔
- جب ذرہ کی جسامت 100 نینو میٹر سے بڑھ جاتی ہے تو وہ ذرہ کثیر ٹھوس کہلاتا ہے۔
- کثیر ٹھوس کے مقابلے میں نینو ٹھوس ذرات بہت ہی مختلف خصوصیات کا مظاہرہ کرتے ہیں۔ مقداری محدود اثرات اور سطحی اثرات دو اہم عمل ہیں جو نینو خصوصیات کو قابو میں رکھتے ہیں۔
- نینو سائنس اور ٹیکنالوجی ایک بین الکلیاتی میدان ہے، جس کے استعمالات مختلف میدانات میں ہوتے ہیں۔
- تجربہ گاہوں میں سائنسدانوں کے مطالعے کے بہت پہلے ہی سے فطرت میں نینو پیمانے کی ساختیں پائی گئی ہیں۔
- نینو اشیاء بنانے کے دو طریقے ہوتے ہیں، اوپر سے نیچے کی رسائی اور نیچے سے اوپر کی رسائی۔
- نینو ٹیکنالوجی کے استعمالات مختلف میدانات کو گھیرتے ہیں۔
- سب سے اہم مسئلہ یہ ہے کہ نینو ذرات کی جسامت پروٹین جیسے حیاتیاتی سالموں کی جسامت کے برابر ہوتی ہے۔
- وہ بآسانی زندہ عضویوں کی سطح پر جذب ہو سکتے ہیں۔ اور جسم کے بافتوں اور سیال مادوں میں داخل ہو سکتے ہیں۔
- سطحی جاذبی فطرت نینو ذرات کی سطح پر مبنی ہوتی ہے۔
- یہ ممکن ہے کہ ایک نینو ذرہ کی سطح اس قدر ترتیب دی جا سکتی ہے کہ وہ ایک دوا کو جسم کے ایک مخصوص خلیے تک پہنچا سکے۔
- چھوٹے جسامت والے نینو ذرات حیاتیاتی سالموں کے بہت اندر تک پہنچ پاتے ہیں جب کہ بڑی جسامت والے نینو ذرات کی رسائی وہاں تک ممکن نہیں ہوتی۔
- نینو ذرات خلوی جھلیوں کو بھی پار کر سکتے ہیں۔
- سانس کے ذریعہ داخل ہونے والے نینو ذرات خون میں داخل ہو کر، خون کے خلیے، جگر اور دل تک بھی پہنچ سکتے ہیں۔
- میکانیکی انجینر نگ، برقیاتی انجینر نگ، کمپیوٹر انجینر نگ اور سائنس کا مربوط مطالعہ روبوٹکس کہلاتا ہے۔
- روبوٹ ایک میکانکی آلہ ہے جو ایک مخصوص کام انجام دینے کے لئے بنایا جاتا ہے جس میں پروگرام اور برقی دوریں ہوتی ہیں۔
- روبوٹک نظام کے اہم اجزاء یہ ہیں۔ برقی طاقت کی سپلائی، حسی آلات، کنٹرول کے نظام، کام کرنے والے آلات کو جوڑنے کے احساس، کام کرنے والے حصے یا محرک
- ایک روبوٹ کے اہم اجزاء یہ ہیں۔ برقی طاقت کی متبادل اکائی محرکات، برقی موٹریں، ہوائی عضلات، عضلات کی تاریں، حسی آلات اور روبوٹ کی حرکت۔

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:18 AM

- کارتیسی، SCARA، استوانہ نما، ڈیلٹا، قطبی اور عمودی حلقہ دار روبوٹیں، روبوٹوں کی چھ اہم قسمیں ہیں۔
- شش محوری روبوٹیں، کمانی نما، ویلڈنگ، نقطہ دار ویلڈنگ، اشیاء کو سنبھالنا مشین کی نگرانی اور دیگر استعمالات کے لئے بہترین نمونے ہیں۔
- انسان اور روبوٹ کے مابین اختلاط، حرکت پذیری، سلجھانا، پروگرامنگ کرنا اور محسوس کرنا، یہ تمام روبوٹک کے پانچ اہم میدانات ہیں۔
- انسانوں جیسا برتاؤ روبوٹوں میں پیدا کرنا ہی مصنوعی سمجھ بوجھ کا مقصد ہے
- مصنوعی سمجھ بوجھ کا کام چہروں کی شناخت کرنا، کمپیوٹر گیموں میں کھلاڑی کے عمل پر ردعمل کا ظاہر کرنا، پچھلے اعمال کی بنیاد پر فیصلے لینا، سڑکوں پر ٹرافک کی زیادتی کا محاسبہ کر کے ٹرافک کو کنٹرول کرنا اور الفاظ کا ایک زبان سے دوسرے زبان میں ترجمہ کرنا وغیرہ ہے۔
- الومینیم اور اسٹیل ہی روبوٹوں کو بنانے میں استعمال ہونے والی عام دھاتیں ہیں۔
- الومینیم ایک ملائم دھات ہے چنانچہ اس سے شئے کا بنانا آسان ہوتا ہے۔
- اسٹیل الومینیم کے مقابلے میں حد درجہ سخت ہوتا ہے۔
- دھات کی اندرونی طاقت کی وجہ سے روبوٹوں کے اجسام، ورق بار (سیخ) سلاخ، چینل اور دیگر شکلوں کی مدد سے بنائے جاتے ہیں۔
- روبوٹوں کے استعمالات کے بہت سے فوائد ہیں مگر اس کے نقصانات بھی کم نہیں ہیں۔
- بیرونی خلاء میں ستاروں، سیاروں وغیرہ کی کھوج لگانے مریخ پر چٹانوں اور مٹی کی معدنیات کے مطالعے کی کھوج لگانے،
- یہاں کے چٹانوں اور مٹی میں پائے جانے والے عناصر کا معائنہ کرنے کے لئے بھی روبوٹوں کا استعمال ہوتا ہے۔
- گھریلو روبوٹ، ویکیوم کلینر، فرشی مصفے، گٹروں کی مصفے، گھاس اکھڑنے واے، پول صاف کرنے والے اور دروازوں کے کھولنے یا بند کرنے والوں کے طور پر استعمال ہوتے ہیں۔
- صنعتی، روبوٹس، ویلڈنگ کرنے، کٹ کرنے، روبوٹک آبی جٹ، کٹائی، روبوٹک لیزر کٹائی، اٹھانے، چھانٹنے، مروڑنے، تیار کرنے، اکٹھا کرنے، پیک کرنے، آمد و رفت کرنے، نیوکلیائی فضلات جیسی خطرناک اشیاء کو سنبھالنے، ہتھیار کے طور پر،
- تجربہ خانوں میں ریسرچ کرنے صارفین اور صنعتوں کی کثیر تعداد کی تیاری (mass production) کرنے وغیرہ کیلئے استعمال ہوتے ہیں۔
- چھوٹے چھوٹے جراحی عمل کو انجام دینے، بیکٹر یا کے خلاف لڑنے، جسم کے انفرادی خلیے کو درست کرنے وغیرہ کے لئے خون کی لہروں میں بھیجے جانے کے لئے، نینو روبوٹوں کی تیاری کی جارہی ہے۔
- طبی میدان کی ترقی، طبیعیات کی ارتقاء کے متناسب ہے۔
- طبی ٹیکنالوجی کے جدید ترقی میں مجازی حقیقت، ٹھیک دوائی، صحتی لباس، مصنوعی اعضاء، سہ ابعادی چھپائی، بے تار دماغی حسی آلات، روبوٹک جراحیاں، اسمارٹ انہیلر وغیرہ شامل ہیں۔
- ذرہ کی طبیعیات فطرت کے بنیادی ذرات کے نظریہ سے متعلق بحث کرتی ہے۔
- پروٹان اور نیوٹران quarks سے بنے ہوئے ہیں۔
- تکوینیات وہ شاخ ہے جو کائنات کے آغاز اور ارتقاء کا مطالعہ کرتی ہے۔
- پراسراع کمیت کششی موج خارج کرتی ہے۔
- سیاہ سوراخیں کششی لہروں کے سب سے طاقتور ذرائع ہیں۔

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:19 AM

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ



12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:19 AM

EVALUATION محاسبہ :

I۔ کثیر انتخابی سوالات:

1۔ ZnO شئے کے ذرہ کی جسامت 30 nm ہے۔ابعاد کی بنیاد پر اسے اس میں درجہ بند کیا جائے گا۔

(a) کثیر شئے (b) نینو شئے (c) نرم شئے (d) مقناطیسی شئے

2۔ مندرجۂ ذیل میں سے فطری طور پر نینو شئے کون سی ہے؟

(a) مورکا پر (b) مور کی چونچ (c) ریت کا تنکا (d) وھیل کی جلد

3۔ بہت دنوں تک مستحکم رہنے والی مصنوعی اشیاء اس کی نقل اندازی ہے

(a) کنول کا پتہ (b) مارفو تتلی (c) طوطا مچھلی (d) مورکا پر

4۔ جوہروں کو جمع کر کے نینو اشیاء بنانے کا طریقہ .....کہلاتا ہے

(a) اوپر سے نیچے کی رسائی (b) نیچے سے اوپر کی رسائی (c) ترچھی نچلی رسائی (d) وتری رسائی

5۔ " Ski wax " .....کے میدان میں نینو شئے کا استعمال ہے۔

(a) طب (b) کپڑے (c) کھیل (d) خودحرکی صنعت

6۔ روبوٹکس میں استعمال ہونے والی اشیاء

(a) الومینیم اور چاندی (b) چاندی اور سونا (c) تانبا اور سونا (d) اسٹیل اور الومینیم

7۔ روبوٹوں میں عضلاتی تار بنانے کے لئے استعمال ہونے والی بھرتیں یہ ہیں

(a) شکلی یادداشتی بھرتیں (b) سونا اور تانبا کی بھرتیں (c) سونا اور چاندی کی بھرتیں (d) دوابعادی بھرتیں

8۔ ذہنوں میں درد کے احساس کو روکنے کے لئے استعمال ہونے والی ٹیکنالوجی یہ ہے

(a) ٹھیک دوائی (b) بے تار دماغی حسی آلہ (c) مجازی حقیقت (d) تابکاری

9۔ ذرہ جو پروٹانوں اور نیوٹرانوں کو کمیت عطا کرتا ہے۔

(a) ہگس ذرہ (b) ائن سٹائن ذرہ (c) نینو ذرہ (d) کثیر ذرہ

10۔ نظریاتی طور پر کششی موجوں کی پیشن گوئی کرنے والا

a) Conrad Rontgen b) Marie Curie

c) Albert Einstein d) Edward Purcell

جوابات : Answers

1) b 2) a 3) c 4) b 5) c
6) d 7) a 8) c 9) a 10) c

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:19 AM

II۔ مختصر جوابات لکھئے۔

1 نینوسائنس اور نینوٹکنالوجی کے درمیان فرق کیجئے۔

2۔ نینو اشیاء اور کثیر مقداری اشیاء (bulk materials) میں کیا فرق ہے؟

3۔ فطرت میں نینو کی کوئی دو مثالیں پیش کیجئے۔

4۔ روبوٹکس کے کوئی دو فوائد اور نقصانات بیان کیجئے۔

5۔ روبوٹوں کے بنانے میں اسٹیل کو کیوں ترجیح دی جاتی ہے؟

6۔ سیاہ سوراخیں (black holes) کیا ہیں؟

7۔ زیر جوہری ذرات (Sub atomic particles) کیا ہیں؟

III۔ تفصیلی جوابات لکھئے۔

1۔ مختلف میدانات میں نینو اشیاء کے استعمالات کی وضاحت کیجئے؟

2۔ نینو ذرات کے استعمال کے ممکن مضر اثرات کیا ہیں؟ وجہ بیان کیجئے۔

3۔ روبوٹوں کے اہم اجزاء کے افعال بیان کیجئے۔

4۔ مناسب مثالوں کے ساتھ کوئی دو قسم کے روبوٹوں کی وضاحت کیجئے۔

5۔ طبی تشخیص اور معالجے میں جدید ترقیات پر بحث کیجئے۔

کتب حوالہ:

BOOKS FOR REFERENCE

1. Pradeep, T. Nano Essential Understanding Nano Science and Nanotechnology, McGraw Hill Education, India 2007.
2. Rita John, Solid State Physics, McGraw Hill Education, India 2016
3. Asim K Das, Mahua Das, An Introduction to Nano Science and Nano technology, CBS Publishers and Distributors Pvt Ltd, India 2017.
4. Jerrold T. Bushberg, J.Anthony Seibert, The Essential Physics of Medical Imaging, Wolters Kluwer, Lippin Cott Willams & Wilkins 2012
5. Brian R Martin, Particle Physics, Kindle edition, 2011
6. B S Murty, P Shankar, Baldev Raj, B B Rath, James Murday, Textbook of Nanoscience and Nanotechnology, Springer, Universities Press, 2013

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:20 AM

ICT CORNER

طبیعیات میں جدید ترقیات

Recent developments in physics

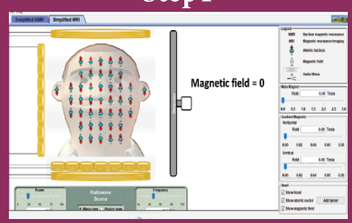
عنوان: MRI اسکین

اس کارروائی کے ذریعہ آپ (i) بیرونی مقناطیسی میدان کی وجہ سے اپنے آبی سالموں کے ہائیڈروجن کے مرکزوں کی نیوکلیائی گردش میں ہونے والی تبدیلی کا مشاہدہ کرسکیں گے۔
(ii) وہ گونجی تعدد (Resonance Frequency) معلوم کرسکیں گے جو ایک حاصلی فوٹان کو فروغ دیتا ہے۔

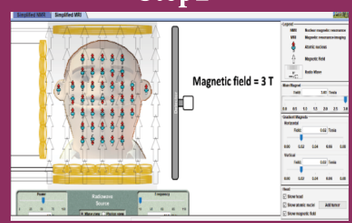
مرحلے:

- دیے گئے URL کو ٹائپ کیجئے اور سادہ ترین MRI جاوا فائل ڈاؤن لوڈ کیجئے یا گوگل پر جا کر https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/mri پر جایئے اور جاوا فائل ڈاؤن لوڈ کیجئے۔
- Google → Phet → simulation → Physics → simplified MRI کا انتخاب کیجئے۔
- دماغ میں پائے جانے والے آبی سالموں میں موجود ہائیڈروجن کے مرکزوں کی مرکزائی گردشوں پر غور کیجئے۔ (نیلا رنگ ہائیڈروجن کے مرکزوں کو ظاہر کرتا ہے) کیا وہ ایک ہی طرف سمت بند ہیں؟ کیا ہوتا ہے جب آپ بیرونی مقناطیسی میدان تبدیل کرتے ہیں؟ کیا وہ بیرونی میدان میں ایک ہی طرف سمت بند ہیں؟ اس کی وجہ پر بحث کیجئے۔
- ایک گلٹی شامل کیجئے، گونجی تعدد کو دھیرے سے درست کیجئے تاکہ آپ اس گلٹی سے ایک مضبوط سگنل پیدا کرسکیں۔ گلٹی کے گونجی تعدد کو ریکارڈ کیجئے۔ کیا اس میں ایک Shift ہے؟
- گونجی تعدد کی شفٹ کے مدد سے دماغ کے اندرونی گلٹی کا محاسبہ کرسکتے ہیں۔

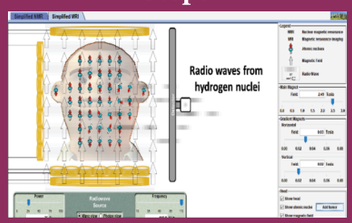
Step1



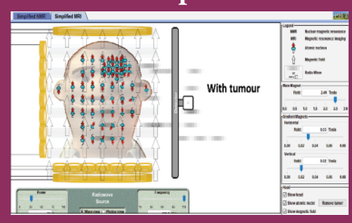
Step2



Step3



Step4



Note:
Install Java application if it is not in your browser.

URL:
https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/mri

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

GNX1P

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:20 AM

سائنسی اصطلاحات

GLOSSARY

1. Acceptance angle - زاویہ قبول
2. Acceptor energy level - قبولندہ کے توانائی کی سطح
3. Activity - کارروائی
4. Amplitude modulation - حیطہ کا اتار چڑھاؤ
5. Analyser - تجزیاتی آلہ
6. Anti fouling coating - ضد بیکٹیرائی سطح
7. Anti particle - ضد ذرہ
8. Apparent depth - ظاہری گہرائی
9. Astigmatism - نظر کی کمزوری
10. Attenuation - کمی یا کمزوری
11. Automotive industry - خودحرکی صنعت
12. Auto-immune disease - خودمدافعتی بیماری
13. Band gap energy - پٹی کے درمیانی جگہ کی توانائی
14. Barrier potential - رکاوٹ کی قواہ
15. Baseband signal - بنیادی پٹی کا اشارہ
16. Biasing - اثر انداز ہونا/طرف داری کرنا
17. Binding energy - باندھی ہوئی توانائی
18. Bipolar junction transistor - دو قطبی جوڑ والے ٹرانسسٹر
19. Boolean Algebra - بولین الجبرا
20. Brain tumor - دماغی رسولی
21. Bright fringe - روشن دھاری
22. Broadcasting station - نشریاتی اسٹیشن
23. Carrier concentration - حامل کا ارتکاز/ترسیل کار کا ارتکاز
24. Carrier signal - حامل اشارے/ترسیل کار کے اشارے
25. Central bright fringe - مرکزی روشن دھاری
26. Characteristic x-rays - مخصوص لاشعاعیں
27. Chemical Vapour Deposition (CVD) - کیمیائی بخارات کی موزولی
28. Classical electrodynamics - روایتی برق حرکیات
29. Collector-base junction - کلکٹر بیس جنکشن
30. Computed Tomography - محسوب شدہ تصویر کشی
31. Concave lens - مقعر عدسہ
32. Concave mirror - مقعر آئینہ
33. Continuous x-rays - مسلسل لاشعاعیں
34. Convex lens - محدب عدسہ
35. Convex mirror - محدب آئینہ
36. Critical angle - زاویہ فاصل
37. Cut-off region - قطع تعلق ہونے والا علاقہ
38. Dark fringe - گہری پٹی
39. Decay mode - تکسیدی وضع
40. Depletion region - خالی یا کمزور علاقہ
41. Diffraction - انکسار
42. Diffusion current - منتشر برقی رو
43. Digital and analog signal - ہندسی اور وصفی اشارے
44. Discrete - سب سے الگ/منفرد/محتاط
45. Dispersion - بکھیرنا

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:21 AM

46. Distance of closest approach - قریب ترین رسائی کا فاصلہ
47. Donor energy level - عطا کرنے والے کے توانائی کی سطح
48. Doping ڈوپنگ
49. Drift current - بڑھی ہوئی برقی رو
50. Droplet ننھا قطرہ
51. Duality دوہری نوعیت
52. Dynamic resistance - حرکی مزاحمت
53. Electron-hole recombination الکٹران اور سوراخ کی باز ترکیب
54. Electron current - الکٹرانی برقی رو
55. Electron emission - الکٹرانی اخراج
56. Electrostatic lens - سکوں برقی عدسہ
57. Emitter-base junction خارج کرنے والے اور اساس کا جوڑی
58. Emitter current - اخراجی برقی رو
59. Energy band diagram - توانائی کی پٹی کا خاکہ
60. Endoscopy دروں بینی
61. Excitation energy - مشتعل توانائی
62. Extrinsic بیرونی
63. Feedback circuit - واپسی کا برقی دَور
64. Fiber optic communication بصری ریشے سے مواصلات
65. Field emission - میدانی اخراج
66. Focal length - ماسکی طول
67. Forward current gain - اگلے برقی رو کا حاصل
68. Frequency modulation - تعددی اتار چڑھاؤ
69. Fringe width - دھاری کی چوڑائی
70. Fuel cell - ایندھنی خانہ
71. Glass slab - شیشہ کی سِل
72. Global Positioning System - عالمی مقامی نظام
73. Ground State / excited state سب سے نچلی توانائی کی سطح
74. Ground wave propagation - پرجوش/سب سے اونچی توانائی کی سطح
75. Hole current - سوراخی برقی رو
76. Hypermetropia دور نظری
77. Impact parameter - اثر کا وتر خاص
78. Impurity atoms - آلودہ جوہر
79. Interference مداخلت
80. Intrinsic اندرونی
81. Knee voltage گھٹنے کا وولٹیج وولٹیج کا میلان (جھکاؤ)
82. Light emitting diode روشنی خارج کرنے والا ڈیوڈ
83. Line of sight communication بصری مواصلات کا خط
84. Load current - بوجھ کی برقی رو
85. Load resistance - بوجھ کی مزاحمت
86. Logic gates - منطقی دروازہ
87. Looming لومنگ
88. Magnetic lens - مقناطیسی عدسہ
89. Magnification چھوٹی چیز کو بڑا کر کے دکھانے کا عمل (تکبیر)
90. Majority charge carriers کثیر برقی باروں کی ترسیل کاری
91. Marginal rays - حاشیائی شعاعیں
92. Matter waves - مادّہ کی شعاعیں
93. Maximum secondary voltage - سب سے زیادہ ثانوی وولٹیج
94. Minority charge carriers اقلی برقی باروں کی ترسیل کاری
95. Mirage - سراب
96. Mobile communication - موبائل مواصلات
97. Moderator معادل گر
98. Myopia قریب نظری
99. Near point focusing - قریبی نقطہ کی مرکوزی
100. Negative space charge region منفی خلائی چارج کا علاقہ
101. Normal focusing - عمومی مرکوزیت
102. Nuclear fission - مرکزائی انشقاق
103. Nuclear fusion - مرکزائی اتصال
104. Optical fiber - بصری ریشہ

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:21 AM

105.	Optoelectronic devices	بصری ریشہ کے آلے
106.	Paraxial rays	پارمحوری شعاعیں
107.	Peak inverse voltage	چوٹی کا معکوسی وولٹیج
108.	Phase	ہیئت
109.	Phase modulation	ہیئتی ماڈولیشن
110.	Photo conductive cell	شعاعی ایصالی خانہ
111.	Photoelectric emission	شعاعی برقی اخراج
112.	Photoelectrons	شعاعی الکٹران
113.	Photo emissive cell	شعاعی خارجی خانے
114.	Photosensitive material	شعاعی حساس شئے
115.	Photosensitive materials	شعاعی حساس اشیاء
116.	Photo voltaic cell	شعاعی وولٹائی خانہ
117.	Polariser	تقطیب ساز
118.	Polarization	تقطیب سازی
119.	Positive and negative logic	مثبت اور منفی منطق
120.	Positive space charge region	مثبت خلائی چارج کا علاقہ
121.	Potential barrier	قواہی رکاوٹ
122.	Power of lens	عدسہ کی طاقت
123.	Presbyopia	دور نظری
124.	Prism	منشور
125.	Prosthetics	مصنوعی ادویات
126.	Pulsating output	نبضی آؤٹ پٹ
127.	Quantization	مقدار سازی
128.	Radioactive recombination	تابکار باز ترکیبیت
129.	Radio isotope imaging	تابکار ایسوٹوپ کی تصویر کشی
130.	Radiology	شعاعیات
131.	Radiology X-ray imaging	شعاعیاتی x-ray کی تصویر کشی
132.	Rectification	اصلاح
133.	Rectifier efficiency	مصلح کی کارکردگی
134.	Reflection	انعکاس
135.	Refraction	انعطاف
136.	Refractive Index	انعطاف نما
137.	Repeater	دہرانے والا
138.	Resolution	تحلیل
139.	Resolving Power	قوت تحلیل
140.	Reverse saturation current	معکوس سیر شدہ برقی رو
141.	Robot	روبوٹ
142.	Robotic surgery	روبوٹک جراحی
143.	Scanning Tunneling Microscope (STM)	گہرائی تک اسکین کرنے والا خوردبین
144.	Scattering	انتشار
145.	Secondary emission	ثانوی اخراج
146.	Sensor	حسی آلہ
147.	Skip distance	چھوڑنے والا فاصلہ
148.	Skip zone	چھوڑنے والا علاقہ
149.	Sky wave propagation	آسمانی موجی پھیلاؤ
150.	Space wave propagation	خلائی موجی پھیلاؤ
151.	Specific Charge	نوعی برقی بار
152.	Stopping potential	روک قواہ
153.	Surface barrier	سطحی رکاوٹ
154.	Thermionic emission	حرارتی اخراج
155.	Threshold frequency	ترش ہولڈ کا تعدد
156.	Total Internal reflection	اندرونی کلی انعکاس
157.	Transmitting antenna	ترسیل کار انٹینا
158.	Wavefront	محاذِ موج
159.	Wireless brain sensor	بے تار دماغی حسیہ
160.	Work function	کام کا تفاعل

2MC60

Competitive Exam corner

18JK9

Solved examples

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:22 AM

State Council of Educational Research and Training, Chennai-6
Higher Secondary Second Year Physics volume 2

طبیعیات برائے ہائرسکنڈری سال دوّم، جلد دوّم

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.
Mr. Aarif
B.T.Asst.,Govt. Urdu HSS, Hosur.
Krishnagiri District.
Hafiz Nasreen Sultana
B.T. Asst. Islamiah Girls' HSS
Vaniyambadi. Tirupattur District.
Reviewer
Syed Bilal Ahmed
B.T. Asst., Panchayat Urdu Middle School,
Jafarabad, Vaniyambadi,Tirupattur District.

Co-ordinators :
Dr. R. Anbazhagan,
Principal, DIET, Ranipet District.
M. Suresh Kumar,
Lecturer, DIET, Ranipet,
A. Siva Kumar,
Lecturer, DIET, Ranipet
Mohamed Jaweed Akram
P.G. Asst., Islamiah Boys' HSS, Vaniyambadi,
Tirupattur Dt.

Urdu DTP and Layout
TAJ Printers, Vaniyambadi.

Co-ordination
Ramesh Munisamy

تعلیمی سربراہ اور معاون

ڈاکٹر مسز لیس۔ شمیم
ڈپٹی ڈائرکٹر، ایس.سی.ای.آر.ٹی، چنئی۔

مترجمین

محمد جاوید اکرم
پی.جی.اسسٹنٹ، اسلامیہ بائس ہائرسکنڈری اسکول، وانم باڑی، ضلع ترپاتور۔
سیدہ رحیم النساء
بی.ٹی.اسسٹنٹ، اقرأ مٹریکولیشن اسکول، عمرآباد، ضلع ویلور۔
محمد عارف
بی.ٹی.اسسٹنٹ، گورنمنٹ اردو ہائرسکنڈری اسکول، ہسور، ضلع کرشنگری
حافظ نسرین سلطانہ
بی.ٹی.اسسٹنٹ، اسلامیہ گرلز ہائرسکنڈری اسکول، وانم باڑی۔ ضلع ترپاتور۔

نظر ثانی

سید بلال احمد
بی.ٹ.اسسٹنٹ، پنچایت اردو مڈل اسکول، جعفرآباد، وانم باڑی۔ ضلع ترپاتور۔

معاونین

ڈاکٹر آر. انبوگن
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۔

This book has been printed on 80 G.S.M.
Elegant Maplitho paper.
Printed by offset at:

12 physics 11 RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS
Friday, December 17, 2021 9:42:22 AM