GOVERNMENT OF TAMIL NADU

ہائرسکنڈری سالِ اوّل

HIGHER SECONDARY FIRST YEAR

کیمیاء

CHEMISTRY

حصہ - I

VOLUME - I

(Urdu Medium)

Department of School Education

Untouchability is Inhuman and a Crime

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:36 AM

Government of Tamil Nadu

First Edition - 2022

Revised Edition - 2023

Reprint - 2024

(Published under New Syllabus)

Content Creation

State Council of Educational
Research and Training

© SCERT 2022

Printing & Publishing

Tamil NaduTextbook and Educational
Services Corporation

www.textbooksonline.tn.nic.in

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:37 AM

Key features

	Scope of Chemistry	Awareness about higher education avenues in the field of Chemistry	
	Learning objectives	Describe the specific competency / performance capability acquired by the learner	
	Do you know	Additional information provided to relate the content to day-to-day life / development in the field	
	Example Problems	Model problems worked out for clear-cut comprehension by the learners	
	Evaluate yourself	To help the students to assess their own conceptual understanding	
	Q.R code	Quick access to concepts, videos, animations and tutorials	
	ICT	Opens up resources for learning; enables the learners to access, extend transform ideas / informations	
	Summary	A glance on the substance of the unit	
	Concept map	Inter relating the concepts for enabling learners to visualize the essence of the unit	
	Evaluation	To assess the level of understanding through multiple choice question,numerical problems etc.	
	Books for Reference	List of relevant books for further reading	
	Key answers	To help the learners confirm the accuracy of the answers arrived and remedy the gaps in learning	
	Glossary	Important terms are enlisted with equivalent Tamil words	
	Appendix	Comprises fundamental constants and Data tables	

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:37 AM

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:37 AM

The courses offered in colleges and competitive exams conducted after 11th and 12th Standards with Biochemistry

Courses Bachelor Courses	Institution	Selection Mode	Career
• B.Sc Biochemistry • B.Sc Biotechnology • B.Sc Chemistry • B.Sc Bioinformatics • B.Sc Microbiology • B.Sc Zoology • B.Sc Botony	• Arts and Science Colleges	• Counseling based on 12th Marks in Science Subjects	• Biochemistry Research and Development • Food products and processing systems • Animal systems • Plant systems • Environmental study systems • Agribusiness systems • High School teaching faculty • Quality control section
Allied Health Science Courses			
• B.Sc Nursing • B.Sc Medical Lab Technology • B.Sc Anaesthetic Technology • B.Sc Clinical oplometry • B.Sc Medical Microbiology • B.Sc Radiotherapy Technology • B.Sc Physician Assistant • B.Pharm	• Medical Colleges and Paramedical Institutes	• Counseling based on 12th Marks in Science Subjects	• Diagnostic services • Support services • Health informatics • Therapeutic services • Preventive care
Diploma Paramedical Courses			
• Dialysis Technician • X-ray Technician • Medical Lab Technician • Operation theatre Technician • Radiation Technician • Anesthetic Technician • Medical Record Technician	• Paramedical Institutes	• Counseling based on 12th Marks in Science Subjects	• Human supportive services • Diagnostic services • Prognostic services • Therapeutic services • Preventive care

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:38 AM

Courses Bachelor Degree	Institution	Selection Mode	Careers in Chemistry
• M.Sc. (Integrated Chemistry)	• Pondicherry University	#Pondicherry University Entrance exam	• Analytical Chemist • Higher Secondary Teacher • Production Chemist • Research & Development Manager • Biomedical Chemist • Industrial Research Scientist • Materials Technologist • Quality Controller • Safety Health and Environment Specialist • Pharmaceutical Companies • Environmental Law • Space Exploration Agencies • Forensic Science Department • Ceramics Industry and Paper Industry • Military Systems Department • Patent Attorney • Nuclear engineer
	• Indian Institute of Technology (IIT Roorkee) • Indian Institute of Technology (IIT Khagarpur) • Indian Institute of Technology (IIT Bombay)	#Joint Admission Test for M.Sc. (JAM)	
	• Central University of Tamil Nadu : School of Basic and Applied Science, Thiruvarur	#CUCET entrance	
	• NISER School of Chemical Sciences, Cuttack	#NEST entrance	
	• Birla Institute of Technology and Science	#BITSAT entrance	
	• Annamalai University	#Annamalai University Entrance exam	
	• Arts and Science Colleges in India	Based on percentage scored in degree and Separate Entrance exams will be conducted by the concern institute	
• M.Sc.-General Chemistry, Analytical Chemistry, Inorganic Chemistry Organic Chemistry, Physical Chemistry, Polymer Chemistry Environmental Science NanoScience and Nanotechnology	• Government Universities like University of Madras, Alagappa University, Anna University, Annamalai University, Bharathiar University, Bharathidasan University, Madurai Kamaraj University and IISc, Bangalore, University of Delhi, etc. Arts and Sciences colleges in India	Separate Entrance exams will be conducted by the concern institute	
• M.Sc. Applied Chemistry Chemistry (Hons) Applied Chemistry(Hons) Industrial Chemistry Medicinal Chemistry Pharmaceutical Chemistry Drug Chemistry	• Anna University Andhra University Birla Institute of Technology Cochin University of Science and technology PSG College, Coimbatore Sri Venkateshwara University, Tirupati.	Separate Entrance exams will be conducted by the concern institute	• Industry related jobs • Quality Control Chemist • Production Chemist • Petrochemical industry • Food processing • Paint industry

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:38 AM

Courses Bachelor Degree	Institution	Selection Mode	Careers in Chemistry
• M.Tech. -Polymer Science And Technology • Industrial Safety And Hazards Management	• Anna University and Alagappa College of Technology	# Tamil Nadu Common ntran e Test (TANC ET E)	• Industrial Safety and Hazards Management jobs in various industry
M.Phil.			
M.Phil.-Chemistry Analytical Chemistry Applied Chemistry Industrial Chemistry Crystal Science	• Universities in India • Arts and Science Colleges in India	Entrance/direct interview depending upon the College/ University	• Teaching related jobs • All industries related jobs • Technicians in imaging labs • Patent Law
Research			
• Ph.D. (Chemistry) Area: Organic Synthesis, Inorganic complexes, Computational Chemistry, Nanotechnology Electrochemistry, Material Science & Polymer Composites, Bio-sensors, Molecular modelling, chemoinformatics, Green Chemistry, Catalysts for Green Oxidation Chemistry etc.	• Indian Institute of Science, Indian Institute of Technology, Kharagpur • University of Delhi, Delhi • Indian Institute of Technology, Bombay • Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai • Anna University, Chennai • Indian Institute of Technology, Madras • Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research, • University of Madras, • Bharathiar University, • Jawaharlal Nehru University, • National Institute of Technology, Annamalai University, etc.	Separa e Entrance exams will be conduc ed by t on ern ins itute t he c t	• Professor for Govt. colleges and Universities • Chemical scientists • Scientist posts in many central government industry • Post Doctoral Fellow • Quality control in Toxicology • Formulation Chemistry • Chemical Information Management Specialist

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:39 AM

Entrance Exams and Pattern

JEE-Main Paper I -3 hrs Paper II-3 hrs www.jeemain.nic.in	□ Indian Institutes of Information Technology (IIITs) □ Indian Institute of Engineering Science and Technology (IIEST) □ National Institutes of Technology (NITs) □Indian Institute of Technology (IITs) □ Government Funded Technical Institutes (GFTIs)	OMR based and Online based (choice of candidate)	Notification: 1st week of Dec Exam Date: April Negative marking: 4/-1 Total Marks:360	Physics Chemistry Mathematics Total Questions	30 30 30 90
JEE-Advanced Paper I -3 hrs Paper II-3 hrs Should qualify JEE main (paper-I) www.jeeadv.ac.in	□ Indian Institutes of Information Technology (IIITs) □ Indian Institute of Engineering Science and Technology (IIEST) □ National Institutes of Technology (NITs) □Indian Institute of Technology (IITs) □ Government Funded Technical Institutes (GFTIs)	Online	Notification: last week of April Exam Date: May second week Negative marking: 4/-1 Total Marks: 306 (Variable each year)	Physics Chemistry Mathematics Total Questions	18 18 18 54
BITSAT http://www.bitsadmission.com Time: 3 hrs	□ Birla Institute of Technology and Science	Online	Notification: 2nd week of Dec Exam Date: 2nd week of May Negative marking: 3/-1 Total Marks: 450	Physics Chemistry Mathematics English Proficiency Logical Reasoning Total Questions	40 40 45 15 10 150
CUCET https://cucetexam.in Time: 2 hrs	□All Central Universities	Online	Notification: 2nd week of Feb Exam Date: April Negative marking: 1/0.25 Total Marks:175	English General Awareness Mathematical Aptitude Analytical Skill Science Total Questions	25 25 25 25 75 175
JAM http://jam.iitb.ac.in/ Time: 3 hrs	□All IITs	Online	Notification: September Exam Date: February Negative marking: 1/0.33 2/0.66 Total Marks:100	Chemistry Total Questions	60 60

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:39 AM

CSIR-UGC Net http://csirhrdg.res.in Time: 3 hrs	Ph.D. admission in all Universities and Colleges	OMR	Sessions: June From out : March Exam Date: June Session: December From out : September Exam Date: December	General Science, Quantitative Reasoning & Analysis and Research Aptitude Chemistry Total Questions	60 15 75
GATE http://gate.iitg.ac.in/ Time: 3 hrs	Ph.D. admission in all IITs	OMR	From out : September Exam Date: February Negative marking: 1/0.33 2/0.66 Total Marks:100	General Aptitude Chemistry Total Questions	10 55 65
TANCET https://www.annauniv.edu Time: 2 hrs	Anna University Entrance exam for technology courses	Pen and Paper based exam	From out : January Exam Date: March Negative marking: 1/0.33 Total Marks:100	Engineering Mathematics Basic Engineering and Sciences Chemistry Total Questions	20 20 60 100
University of Madras http://www.unom.ac.in Time: 3 hrs	M.Sc. Entrance exam	Pen and Paper based exam	From out : 2nd week of Feb Exam Date: April Negative marking: Nil Total Marks:100	Analytical Chemistry Inorganic Chemistry Organic Chemistry Physical Chemistry Total Questions	25 25 25 25 100
Anna University https://www.annauniv.edu Time: 1 hr	M.Sc. Entrance exam	Online	From out : April Exam Date : May Negative marking : 1/0.25 Total Marks : 100	Chemistry Total Questions	100 100
Annamalai University http://www.annamalaiuniversity.ac.in	M.Sc. Admission	Based on percentage scored in degree and Personal Interview.			
	B.Sc. Admission	Counseling based on 12th Marks in Science Subjects			
Bharathiar University www. b-u.ac.in Time: 1.30 hrs	M.Sc. Entrance exam	Pen and Paper based exam	From out : May Exam Date : Roughly July Total Marks : 60	Chemistry Total Questions	60 60
Bharathidasan University http://www.bdu.ac.in/	M.Sc. Entrance exam	Pen and Paper based exam	From out : last week of May Exam Date : second week of June		
Madurai Kamaraj University mkuniversity.ac.in	M.Sc. Entrance exam	Online	From out : March Exam Date : May/June		

(*Note:* All these dates are tentative and they are subjected to change every year)

CONTENTS فہرست مضامین

CHEMISTRY کیمیاء

اکائی	عنوان Topic	صفحہ نمبر	مہینہ
1	کیمیاء اور کیمیائی حسابات کے بنیادی نظریے Basic Concepts of Chemistry and Chemical Calculations	01	جون
2	جوہر کا کوانٹم میکانیکی نمونہ Quantum Mechanical Model of Atom	38	جولائی
3	عناصر کی دَوری جدول بندی Periodic Classification Of Elements	68	اگست
4	ہائڈروجن Hydrogen	100	ستمبر
5	قلوی اور قلوی خاکی دھاتیں Alkali and Alkaline Earth Metals	125	اکتوبر
6	گیسی حالت Gaseous State	158	جون
7	حرحرکیات Thermodynamics	186	جولائی
	ضمیمہ Appendix	229	

E-book

Assessment

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:40 AM

ہائر سکنڈری سالِ اوّل

کیمیاء

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:40 AM

1 اکائی

کیمیاء اور کیمیائی حسابات کے بنیادی نظریے

(Basic Concepts of Chemistry and Chemical Calculations)

سیکھنے کے مقاصد :

اس اکائی کو پڑھنے کے بعد، طلباء اس قابل ہو جائیں گے۔

- زندگی کے مختلف ادوار میں کیمیاء کی اہمیت کی وضاحت کریں گے۔
- مختلف اشیاء کو عناصر، مرکبات اور آمیزوں میں درجہ بندی کریں گے۔
- جوہری کمیت اور سالمی کمیت کی وضاحت کر سکیں گے۔
- SI اکائی mole کو استعمال کرتے ہوئے اشیاء کی مقدار کی وضاحت کر سکیں گے۔
- اووگیڈرو عدد کی وضاحت کر سکیں گے۔
- کمیت، مول اور جوہروں یا سالموں کی تعداد کا تعلق بیان کر سکیں گے اور ان کی تبدیلیوں سے متعلق حسابات محسوب کر سکیں گے۔
- معادل کمیت (equivalent mass) کی وضاحت کر سکیں گے اور ترشہ، اساس اور تکسیدی/تحلیلی عاملوں کی معادل کمیتوں کو محسوب کر سکیں گے۔
- تجرباتی اطلاعات کی بنیاد پر کسی مرکب کا تجربی (empirical) اور سالمی ضابطہ معلوم کر سکیں گے۔
- تناسب پیمائی (stoichiometric) کے حسابات کی بنیاد پر عددی حسابات محسوب کر سکیں گے۔
- حد بندی کی متعامل (limiting reagent) کی شناخت کریں گے اور کسی تعامل میں متعاملات اور حاصلات کی مقدار کو محسوب کر سکیں گے۔
- اصطلاحات تکسید، تحویل، تکسیدی عامل اور تحویلی عامل کی وضاحت کر سکیں گے۔
- مختلف مرکبات میں عناصر کی تکسیدی حالت کی پیشین گوئی کر سکیں گے۔
- ایک تکسیلی (redox) تعامل کے عمل کی وضاحت کر کے اس کے الکٹران کے منتقلی کی وضاحت کر سکیں گے۔
- تکسیلی تعاملات کو مختلف قسموں میں درجہ بندی کر سکیں گے۔
- دو نصف تعاملات سے ایک توازنی تکسیلی تعامل کو تشکیل دے سکیں گے۔

JOY03

جب ہم کسی رنگ کو دیکھتے ہیں تو ہم سمجھتے ہیں کہ یہ میٹھا ہے یا کڑوا ہے۔ مگر حقیقت میں یہ سب جوہر ہیں اور خالی (void) بھی ہیں۔ ڈیموکریٹس

– Democritus

قدرتی ریشہ (روئی) Natural Fibre (Cotton)

مصنوعی ریشہ (نیلان) Synthetic Fibre (Nylon)

حشرات کش (میلاتھیان) Pesticide (Malathion)

ادویات Pharmaceutical (Tablets)

ریفائنری (تیل) Refinery (Oil)

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:40 AM

1.1 علم کیمیاء - زندگی کا مرکز

روٹی، کپڑا اور مکان زندگی کی تین بنیادی ضروریات ہیں۔ علم کیمیاء ان ضروریات کو پورا کرنے میں اور زندگی کے معیار کو بہتر بنانے میں ایک موثر اور اہم رول ادا کرتا ہے۔ کیمیاء نے کیمیائی کھاد، حشرات کش، وغیرہ، جیسے مرکبات تیار کئے ہیں، جو زراعتی پیداوار میں بہت مفید ہیں۔ جدید سمنٹ، کنکریٹ کے آمیزہ اور اعلیٰ کوالٹی کے فولاد کے ذریعہ ہم بہترین اور مضبوط عمارتیں تعمیر کر سکتے ہیں۔ ہمارے پاس بہترین ملبوسات بھی ہیں اور یہ بھی کیمیاء ہی کی دین ہیں۔

دنیا میں ہمارے اطراف اور ہر جگہ کیمیاء موجود ہے۔ یہاں تک کہ ہمارا جسم بھی کیمیائی اشیاء ہی سے بنا ہوا ہے۔ مسلسل حیاتی - کیمیائی تعاملات، ہمارے جسمانی افعال کو انجام دینے میں مددگار ہیں۔ ہماری روزمرہ زندگی، ہماری تہذیب اور ہمارے ماحول کے ہر ایک حصہ میں کیمیاء کسی نہ کسی طرح سے منسلک ہے۔ وہ دنیا جس میں ہم زندگی بسر کر رہے ہیں، اور اس کی وسعت جو ہماری ہر ایک ضرورت کو پورا کر رہی ہے، اس میں کیمیاء اہم رول ادا کر رہی ہے۔ کیمیائی صنعتیں جو وسیع طور پر ہمارے روزمرہ کے ضرورت کی اشیاء تیار کر رہی ہیں، وہ بھی کیمیاء ہی کی وجہ سے ہیں۔

مثالیں : پالیمر (کثیر ترکیبے)، رنگین مادّے، دھاتوں کے آمیزے، بھرتیں، اور زندگی کو بچانے والی ادویات وغیرہ۔

1980 میں جب HIV/AIDS کی وبا پھیلنے لگی، تو اس سے متاثر مریض صرف چند سال زندہ رہے۔ مگر آج اس کے لئے موثر دوائیں موجود ہیں، جو مریض کو تعفن سے بچا سکتے ہیں اور HIV سے متاثر مریض طویل اور بہتر زندگی گزار سکتے ہیں۔

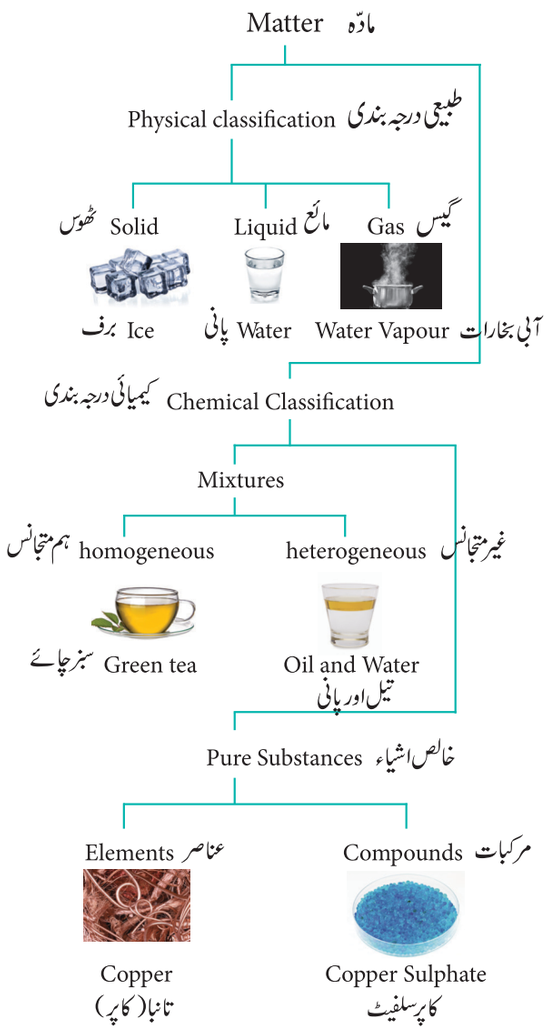
کیمیائی اصولوں کو بہتر طور پر سمجھنے سے ہم ماحول کو متاثر کرنے والی اشیاء کو دور کر کے ماحول دوست اشیاء میں تبدیل کر سکتے ہیں۔ مثال CFC جو ہمارے رفریجریٹروں میں استعمال ہوتی ہے، اس کی بجائے بہتر مبرد استعمال کی جائے جو ہمارے ماحول کو برباد نہ کرے اور سبز ماحول بنانے میں معاون و مددگار ثابت ہو۔ کئی محققین کیمیاء کے مختلف شعبوں میں اس فکر کو لئے کام کر رہے ہیں، تا کہ نئی ادویات، ماحول دوست اشیاء، مصنوعی کثیر ترکیبے (polymers) وغیرہ تیار کر سکیں جو معاشرہ اور سماج کے لئے بہتر سے بہتر ثابت ہوں۔

چونکہ کیمیاء روزمرہ کی زندگی میں بہت ہی اہم رول ادا کر رہی ہے۔ اس لئے ہمیں یہ ضروری بن جاتا ہے کہ ہم اس کے بنیادی اصولوں کو سیکھیں اور سمجھیں تا کہ ہمارے ترقی پذیر ملک میں آنے والے مسائل کا حل تلاش کیا جا سکے۔

1.2۔ مادّہ کی درجہ بندی (Classification of matter)

اپنے کلاس روم کے اطراف و اکناف کو غور کیجئے۔ تم کیا دیکھتے ہو؟ تم وہاں میز، کرسی، تختہ سیاہ اور دریچہ وغیرہ کو دیکھتے ہو۔ یہ چیزیں کس سے بنی ہوئی ہیں؟ یہ تمام اشیاء مادّہ سے بنی ہوئی ہیں۔ مادّہ کی وضاحت اس طرح کی جا سکتی ہے کہ وہ تمام اشیاء جو کمیت رکھتی ہیں اور جو جگہ گھیرتی ہیں مادّہ کہلاتی ہیں۔ تمام مادّے جوہر (atom) سے بنے ہوئے ہیں۔ مادّہ کا علم ہمیں، ہمارے اطراف کو سمجھنے میں مدد کرتا ہے۔ مادّہ کی خصوصیات کو بہتر طریقہ سے سمجھنے کے لئے ہم ان کی درجہ بندی کرتے ہیں۔ مادّہ کی درجہ بندی کے مختلف طریقے ہیں۔ ان کی درجہ بندی کے دو اہم اور عام طریقے ان کی طبیعی حالت اور ان کی کیمیائی ترکیب ہے، جیسا کہ چارٹ میں بتایا گیا ہے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:41 AM



خاکہ 1.1 مادّہ کی درجہ بندی

1.2.1 مادّہ کی طبیعی درجہ بندی
(Physical classification of matter)

مادّہ کو ان کے طبیعی حالت کی بنیاد پر ٹھوس، مائع اور گیس میں درجہ بند کیا گیا ہے۔ مادّہ کی طبیعی حالت کو مناسب تپش اور دباؤ کے ذریعہ ایک حالت سے دوسری حالت میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔

1.2.2 کیمیائی درجہ بندی (Chemical classification)

مادّہ کی کیمیائی ترکیب کے مطابق انہیں آمیزے اور خالص اشیاء کی طرح درجہ بند کیا گیا ہے۔ آمیزوں میں ایک سے زیادہ کیمیائی اکہری اشیاء (entity) پائے جاتے ہیں جو ایک دوسرے کے ساتھ تعامل نہ کرتے ہوں۔ طبیعی اظہار کی بنیاد پر ان کو مزید ہم متجانس اور غیر متجانس آمیزوں کی طرح درجہ بند کیا گیا ہے۔

سادہ جوہروں اور سالموں سے خالص اشیاء بنی ہوئی ہیں۔ ان کو مزید عناصر اور مرکبات میں درجہ بند کیا گیا ہے۔

عنصر : (Element)

ایک عنصر میں ایک ہی قسم کے جوہر پائے جاتے ہیں۔ ہم جانتے ہیں کہ ایک جوہر برقی طور پر سب سے چھوٹا تعدیلی (neutral) ذرہ ہے۔ یہ بنیادی ذرات جیسے الکٹران، پروٹان اور نیوٹران سے بنا ہوا ہے۔

عناصر یک جوہری یا کثیر جوہری شکل میں پائے جاتے ہیں۔

مثال : یک جوہری اکائی : سونا (Au)، تانبا (Cu)، کثیر جوہری اکائی: ہائڈروجن (H_2)، فاسفورس (P_4)، اور گندھک (سلفر) (S_8)

مرکب (compound)

دو یا دو سے زیادہ مختلف قسم کے جوہروں سے مرکبات بنے ہوئے ہیں۔

مثال : کاربن ڈائی آکسائڈ (CO_2) ، گلوکوز ($C_6H_{12}O_6$)، ہائڈروجن سلفائڈ (H_2S) ، سوڈیم کلورائڈ (NaCl)

ایک مرکب کے خواص، اس میں پائے جانے والے جوہروں کے خواص سے مختلف ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر : سوڈیم ایک چمک دار دھات ہے اور کلورین ایک سوزش پیدا کرنے والی گیس ہے۔ مگر جب ان دو عناصر سے ایک مرکب سوڈیم کلورائڈ بنتا ہے تو نہ اس میں چمکدار دھات کی خصوصیت پائی جاتی ہے اور نہ ہی گیس کی بو اور سوزش، بلکہ یہ ایک قلمی ٹھوس ہے اور یہ حیاتیاتی افعال کے لئے بہت ہی اہم مرکب ہے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:41 AM

خود کا محاسبہ : 1.1

1) کیمیائی درجہ بندی کا علم رکھتے ہوئے درج ذیل اشیاء کو عناصر، مرکبات اور آمیزے میں درجہ بند کیجئے۔
   i) شکر
   ii) سمندر کا پانی
   iii) مقطر پانی (distilled water)
   iv) کاربن ڈائی آکسائڈ
   v) تانبے کی تار
   vi) عام نمک
   vii) چاندی کی تھالی
   viii) نافتھلین کی گولیاں

1.3 جوہری اور سالمی کمیتیں (Atomic and Molecular masses)

1.3.1۔ جوہری کمیتیں (Atomic masses)

ایک تنہا جوہر کا وزن کتنا ہوگا؟ ایک جوہر اتنا چھوٹا ہے کہ اس کا قطر 10^{-10} میٹر اور اس کا وزن تقریباً 10^{-27} کلوگرام ہوتا ہے۔ یہ ہرگز ممکن نہیں کہ براہ راست ایک جوہر کی کمیت کی پیائش کی جا سکے۔ لہٰذا اس کے لئے ایک معیاری جوہر کے تعلقی پیمانے کو لے کر اس کی پیائش کی جاتی ہے۔

(International Union IUPAC جوہر کو C-12 of Pure and Applied Chemistry) نے معیاری جوہر کے طور پر فرض کیا ہے۔ اور اس کی کمیت کو 12 amu یا متحدہ جوہری کمیتی اکائی (Unified atomic mass unit) u جوہری کمیتی اکائی (atomic mass unit) کی طرح لیا ہے۔ اس کا مطلب ارضی حالت (ground state) میں کاربن -12 کے جوہر کی 1/12 ویں اکائی ہے۔

لہٰذا i.e. 1 amu (or) 1u $\approx 1.6605 \times 10^{-27}$ kg.

اس پیمانہ میں نسبتی جوہری کمیت کی وضاحت اس طرح کی جاتی ہے۔ یہ اوسط جوہری کمیت اور متحدہ جوہری کمیت کی نسبت ہے۔

$$\text{نسبتی جوہری کمیت } (A_r) = \frac{\text{جوہر کی اوسط کمیت}}{\text{متحد جوہری کمیت}}$$

مثال کے طور پر :

$(Ar)_H$ ہائڈروجن کی نسبتی جوہری کمیت

$$= \frac{\text{(کلوگرام میں) ہائڈروجن کے جوہر کی اوسط کمیت}}{1.6605 \times 10^{-27}\ \text{kg}}$$

$$= \frac{1.6736 \times 10^{-27}\ \text{kg}}{1.6605 \times 10^{-27}\ \text{kg}}$$

$$= 1.0078 \approx 1.008\ \text{u.}$$

چونکہ اکثر عناصر میں ایسوٹوپ (ہم جا) پائے جاتے ہیں، جو کمیت میں فرق رکھتے ہیں۔ ہم ان کی اوسط جوہری کمیت لیتے ہیں۔ قدرتی طور پر پائے جانے والے ایسوٹوپ میں موجود تمام جوہروں کا اوسط ہی اوسط جوہری کمیت کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر کلورین میں قدرتی طور پر دو ایسوٹوپ $_{17}Cl^{37}$ اور $_{17}Cl^{35}$، اس نسبت میں 77:23 پائے جاتے ہیں۔ چنانچہ کلورین کی اوسط جوہری کمیت اس طرح ہے

$$= \frac{(35 \times 77) + (37 \times 23)}{100}$$

$$= 35.46\ \text{u}$$

1.3.2۔ سالمی کمیت (Molecular mass)

نسبتی جوہری کمیت ہی کی طرح نسبتی سالمی کمیت کی وضاحت اوسط سالمی کمیت اور متحدہ سالمی کمیت کی نسبت کی طرح کی جاتی ہے۔ کسی بھی مرکب کی سالمی کمیت کو محسوب کرنے کے لئے اس میں موجود الگ الگ جوہروں کے نسبتی جوہری کمیتوں کو جمع کیا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر :

i) ہائڈروجن (H_2) کے سالمے کی نسبتی سالمی کمیت

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:42 AM

= 2 × (ہائڈروجن کے جوہروں کی نسبتی جوہری کمیت)

= 2 × 1.008 u

= 2.016 u.

ii) گلوکوز کی نسبتی سالمی کمیت

$(C_6H_{12}O_6)$

= (6 × 12) + (12 ×1.008) + (6 ×16)

= 72+12.096+96

= 180.096 u

جدول 1.1 بعض عناصر کی نسبتی جوہری کمیتیں

عنصر Element	نسبتی جوہری کمیت Relative atomic mass	عنصر Element	نسبتی جوہری کمیت Relative atomic mass
H	1.008	Cl	35.45
C	12	K	39.10
N	14	Ca	40.08
O	16	Cr	51.99
Na	23	Mn	54.94
Mg	24.3	Fe	55.85
S	32.07	Cu	63.55

خود کا محاسبہ :

2) درج ذیل کی نسبتی سالمی کمیت محسوب کیجئے۔

(i) Ethanol(C_2H_5OH)

(ii) Potassium permanganate ($KMnO_4$)

(iii) Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$)

(iv) Sucrose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

1.4 مول کا نظریہ (Mole concept)

کسی شئے کی مقدار کو ظاہر کرنے کے لئے ہماری آسانی کے مطابق اکثر ہم بعض مخصوص نام استعمال کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایک درجن پھول کا مطلب 12 پھول ہیں۔ ایک کوئر (Quire) پیپر کا مطلب 24 الگ الگ کاغذات (sheets) ہیں۔

اسی ترکیب کو ہم مول (mole) کے نظریہ کے لئے بھی استعمال کرتے ہیں۔ کیمیاء میں جوہروں اور سالموں کی مقدار کو ظاہر کرنے کے لئے مول کی اصطلاح استعمال ہوتی ہے۔ مول ایک SI اکائی ہے، جس کے ذریعہ ہم اشیاء کے مقدار کی نمائندگی کرتے ہیں۔

مول (mole) کے نظریہ کو سمجھنے کے لئے آیئے ہم 12 گرام کاربن-12 کے ایسوٹوپ (ہم جا) یا 158.03 گرام پوٹاشیم پرمانگنیٹ، 294.18 گرام پوٹاشیم ڈئی کرومیٹ اور 180 گرام گلوکوز کے سالمے میں موجود، جملہ جوہروں کی تعداد کو معلوم کرتے ہیں۔

ایک درجن = 12 عدد

12 Roses 12 گلاب

12 Balls 12 گیندیں

12 Apples 12 سیب

تنہا ذرات 6.023×10^{23} ≡ ایک مول (1 mole)

1 Mole ≡ 6.023×10^{23} entities

158.03g of $KMnO_4$

294.18g of $K_2Cr_2O_7$

خاکہ 1.2 مول کا نظریہ

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:42 AM

جدول 1.2 ایک مول شئے میں موجود تنہا ذرات کی تعداد محسوب کرنا

شمار عدد	شئے کا نام Name of substance	لی گئی شئے کی کمیت (گرام میں)	اکہرے جوہر یا سالمے (گرام) کی کمیت = جوہری کمیت یا مولار کمیت / اوو گیڈرو عدد	= جوہروں یا سالموں کی تعداد = شئے کی کمیت / اکہرے جوہر یا سالمے کی کمیت
	(1)	(2)	(3)	(2)/(3)
1.	Elemental Carbon (C-12)	12	1.9926×10^{-23}	$\frac{12}{1.9926 \times 10^{-23}} = 6.022 \times 10^{23}$
2.	Glucose ($C_6H_{12}O_6$)	180	29.89×10^{-23}	$\frac{180}{29.89 \times 10^{-23}} = 6.022 \times 10^{23}$
3.	Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$)	294.18	48.851×10^{-23}	$\frac{294.18}{48.851 \times 10^{-23}} = 6.022 \times 10^{23}$
4.	Potassium permanganate ($KMnO_4$)	158.03	26.242×10^{-23}	$\frac{158.03}{26.242 \times 10^{-23}} = 6.022 \times 10^{23}$

حسابات سے ہمیں پتہ چلتا ہے کہ کاربن-12 کے 12 گرام میں 6.023×10^{23} کاربن کے جوہر اور 158.03 گرام پوٹاشیم پرمانگنیٹ میں اور 294.18 گرام پوٹاشیم ڈئی کرومیٹ میں بھی اتنے ہی جوہروں کی تعداد پائی جاتی ہے۔ یہ اس طرح ہے کہ درجن کا مطلب 12 ہے۔ بالکل اسی طرح مول کا مطلب 6.023×10^{23} اکہرے ذرات ہے (جوہروں یا سالموں یا روانوں کی تعداد ہے)۔

ایک مول کا مطلب ایک نظام میں موجود شئے کی مقدار ہے، جس میں اتنے بنیادی ذرات ہیں جتنے کہ 12 گرام کاربن-12 ایسوٹوپ میں پائے جاتے ہیں۔ یہ بنیادی ذرات سالمے، جوہر، رواں، یا الکٹران یا کوئی مخصوص ذرات ہو سکتے ہیں۔

گیسٹرک ترشہ اور ضد ترشہ (Gastric acid and antacid)

کیا تم جانتے ہو؟

ضد ترشے عام طور پر وہ ادویات ہیں جو دل کے بھڑ کنے اور معدے کی ترشویت کے دوران استعمال ہوتے ہیں۔ کیا تم جانتے ہو کہ اس کے پیچھے کی کیمیاء کیا ہے؟

گیسٹرک ترشہ ایک ہاضمی سیال ہے جو معدہ میں پایا جاتا ہے اور اس میں ہائڈروکلورک ترشہ موجود ہوتا ہے۔ گیسٹرک ترشہ کا pH 0.082 M ہے۔ جب اس ترشہ کا ارتکاز 0.1 M ہو تو اس کی وجہ سے دل کا بھڑ کنا اور ترشویت کا سبب بنتا ہے۔

معدے کی اس ترشویت کے علاج کے لئے ضد ترشے (Antacid) استعمال ہوتے ہیں۔ ان میں سے Aluminium یا Magnesium hydroxide hydroxide ہوتے ہیں، جو افزود ترشہ کو تعدیل کرتا ہے۔ اس کی کیمیائی تعامل اس طرح ہے۔

$$3\,HCl + Al(OH)_3 \rightarrow AlCl_3 + 3\,H_2O$$

$$2\,HCl + Mg(OH)_2 \rightarrow MgCl_2 + 2\,H_2O$$

اوپر کے تعاملات سے ہم یہ جانتے ہیں کہ 1 مول المونیم ہائڈرا کسائڈ، 3 مول HCl کو تعدیل کرتا ہے، جب کہ 1 مول میگنیشیم ہائڈرا کسائڈ 2 مول HCl کو تعدیل کرتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:43 AM

آیئے ترشہ کی وہ مقدار جس کی تعدیل کے لئے درکار ضد ترشہ جس میں 250 mg الومینیم ہائڈراکسائڈ اور 250 mg میگنیشیم ہائڈراکسائڈ موجود ہے۔

محرک مرکب Active Compound	کمیت (mg)	سالمی کمیت ($g\ mol^{-1}$)	محرک مرکب کے مول کی تعداد	OH^- کے مول کی تعداد
$Al(OH)_3$	250	78	0.0032	0.0096
$Mg(OH)_2$	250	58	0.0043	0.0086
Total no. of moles of OH^- ion from one tablet				0.0182

ایک شخص جس کے شکم میں 0.1 مول کا گیسٹرک ترشہ پایا جاتا ہو، اس کو اوپر کی ترکیب کی ایک ٹکیہ (Tablet)، 0.0182 مول HCl کو تعدیل کرے گا۔ ایک ٹکیہ کو استعمال کر کے افزود ترشہ کو تعدیل کیا جاسکتا ہے، جو اس کے ارتکاز کو دوبارہ عام سطح پر بحال کردے گا۔ (0.1– 0.018 = 0.082 M)

1.4.1 اووگیڈروعدد (Avogadro number)

کسی شئے کے ایک مول میں پائی جانے والی جملہ اشیاء 6.022×10^{23} تعداد کے اکہرے ذرات کے مساوی ہوگی۔ اس عدد کو اووگیڈروعدد کہا گیا ہے، جسے مشہور اطالوی سائنس دان Amedeo Avogadro سے موسوم کیا گیا ہے۔ اس نے یہ تجویز پیش کی تھی کہ تپش اور دباؤ کے ایک ہی شرط پر مساوی مقدار کی تمام گیسوں میں مساوی تعداد کے سالمے پائے جائیں گے۔ اووگیڈروعدد کی کوئی اکائی نہیں ہے۔

ایک کیمیائی تعامل میں جوہر یا سالمے ایک مخصوص نسبت میں تعامل کرتے ہیں۔ درج ذیل مثال پر غور کریں۔

تعامل 1 $C + O_2 \rightarrow CO_2$

تعامل 2 $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow\ CO_2 + 2\ H_2O$

پہلے تعامل میں، کاربن کا ایک جوہر، آکسیجن کے ایک سالمے کے ساتھ تعامل پا کر کاربن ڈئی آکسائڈ کا ایک سالمہ دیتا ہے۔ دوسرے تعامل میں میتھین کا ایک سالمہ آکسیجن کے دو سالموں کے ساتھ جل کر کاربن ڈئی آکسائڈ کا ایک سالمہ اور پانی کے دو سالمے دیتا ہے۔ اس سے یہ بات واضح ہوتی ہے کہ تعاملات کی نسبت سالموں کی تعداد پر مبنی ہے۔ اگرچہ کہ نسبت سالموں کی تعداد پر منحصر ہے، عملی طور پر سالموں کی تعداد شمار کرنا بہت ہی مشکل ہے۔ اس سبب کی وجہ سے ہم متعاملات اور حاصلات کے سالموں کی مقدار کو بتانے کے لئے mole کے نظریہ کو استعمال کرتے ہیں۔ پہلے تعامل کی وضاحت ہم اس طرح کر سکتے ہیں کہ ایک مول کاربن اور ایک مول آکسیجن تعامل پا کر ایک مول کاربن ڈئی آکسائڈ دیتے ہیں۔ دوسرے تعامل کی وضاحت اس طرح سے کی جاسکتی ہے کہ ایک مول میتھین، دو مول آکسیجن کے ساتھ جل کر ایک مول کاربن ڈئی آکسائڈ اور دو مول پانی دیتا ہے۔ جب صرف جوہر اس میں استعمال ہوتے ہیں تو سائنس دان ایک مول کی بجائے ایک گرام جوہر (gram atom) کا لفظ استعمال کرتے ہیں۔

لورنزو رومانو امیڈو کیرلو اووگیڈرو (1776-1856)

Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro (1776-1856)

یہ اووگیڈرو کے مفروضہ کے لئے مشہور ہیں۔ ان کے اس کارنامے کے عوض، ایک مول میں موجود بنیادی ذرات کی تعداد کو اووگیڈروعدد کا نام دیا گیا۔ حالانکہ انہوں نے مساوی حجموں والی گیسوں میں موجود ذرات کی تعداد نہیں بتائی، ان کے مفروضہ نے ایک مول میں موجود سالموں یا جوہروں کی تعداد یعنی 6.022×10^{23} کو تعین کرنے کے لئے راہ ہموار کی۔ Rudolf Clausius نے اپنے گیسوں کے فعلی نظریہ کی بنا پر اووگیڈرو کے کلیہ کا ثبوت پیش کیا۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:44 AM

1.4.2 مولار کمیت (Molar Mass)

کسی شئے کی ایک مول کی کمیت کو مولار کمیت کہتے ہیں۔ ایک مرکب کی مولار کمیت اس کے اجزاء کے نسبتی جوہری کمیتوں کے حاصل جمع کے برابر ہے۔ اس کو $g\ mol^{-1}$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

مثالیں :

ہائڈروجن کے ایک جوہر کی نسبتی جوہری کمیت $= 1.008\ u$

ہائڈروجن کے ایک جوہر کی مولار کمیت $= 1.008\ g\ mol^{-1}$

گلوکوز کی نسبتی سالمی کمیت $= 180\ u$

گلوکوز کی سالمی کمیت $= 180\ g\ mol^{-1}$

1.4.3۔ مولار حجم (Molar Volume)

دی گئی تپش اور دباؤ میں گیسی حالت میں کسی شئے کے ایک مول سے گھرا ہوا حجم مولار حجم کہلاتا ہے۔

ایک مول کسی گیسی شئے سے گھرا ہوا حجم (لٹر میں)	شرائط
22.71	273K اور 1 بار دباؤ (STP)
22.4	273K اور 1 فضائی دباؤ
24.47	298K اور 1 فضائی دباؤ (کمرے کی تپش اور دباؤ) (SATP)

خود کا محاسبہ

3a) 9 g ethane میں موجود مول کی تعداد محسوب کیجئے۔

3b) آکسیجن گیس کے سالموں کی تعداد محسوب کیجئے، جو 273 K اور 3 فضائی دباؤ پر 224 ml حجم گھیرتی ہے۔

1.5 گرام معادل کا نظریہ
(Gram equivalent concept)

مول کے نظریہ ہی کی طرح گرام معادل کا نظریہ بھی وسیع طور پر کیمیاء میں استعمال کیا جاتا ہے، خاص طور پر تجزیاتی کیمیاء میں۔ پہلے حصے میں ہم نے سالمی کمیت کی بنیاد پر مول کے نظریہ کو سمجھا تھا۔ اسی طرح گرام معادل کا نظریہ بھی معادل کمیت کی بنیاد پر ہے۔

وضاحت :

گرام معادل کمیت کی وضاحت اس طرح کی جاتی ہے کہ ایک عنصر (مرکب یا رواں) کی کمیت جو 1.008 گرام ہائڈروجن یا 8 گرام آکسیجن یا 35.5 گرام کلورین کو شامل یا تبادلہ کرے۔

درج ذیل تعامل پر غور کیجئے۔

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$

اس تعامل میں ایک مول جست (زِنک) (یعنی 65.38 گرام)، ایک مول ہائڈروجن سالمے (2.016 g) کا تبادلہ کرتا ہے۔

1.008 g ہائڈروجن کے تبادلہ کے لئے درکار زِنک کی کمیت

$$= \frac{65.38}{2.016} \times 1.008$$

$$= \frac{65.38}{2}$$

زِنک کی معادل کمیت $= 32.69$

زِنک کی گرام معادل کمیت $= 32.69\ g\ eq^{-1}$

معادل کمیت کی کوئی اکائی نہیں ہے، مگر گرام معادل کمیت کی اکائی $g\ eq^{-1}$ ہے۔

یہ ممکن نہیں ہے کہ اوپر کی وضاحت کو ہر جگہ استعمال کیا جائے، جو صرف تین حوالوں یعنی ہائڈروجن، آکسیجن اور کلورین کی بنیاد پر ہے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:44 AM

کیوں کہ ہم صرف ان تین حوالوں ہی کو تمام تعاملات میں استعمال نہیں کر سکتے۔ چنانچہ گرام معادل کمیت کو محسوب کرنے کے لئے ایک مزید بہتر جملہ کی ضرورت ہے، جو نیچے دی گئی ہے۔

$$\text{گرام معادل کمیت} = \frac{\text{مولار کمیت } (g\ mol^{-1})}{\text{معادل عامل } (eq\ mol^{-1})}$$

اوپر کے جملہ کی بنیاد پر، آیئے انفرادی کیمیائی اشیاء کی درجہ بندی کریں اور معادل کمیت کو محسوب کریں جیسا کہ نیچے جدول میں دیا گیا ہے۔

1.5.1 ترشے، اساس، نمک، تکسیدی عامل اور تحویلی عامل کی معادل کمیتیں

انفرادی کیمیائی اشیاء	معادل عامل (n)	معادل کمیت (E) محسوب کرنے کے لئے ضابطہ	مثالیں
ترشے Acids	اساسیت (ایک مول ترشہ میں پائے جانے والے رواں ہونے کے قابل H^+ روانوں کی تعداد)	$E = \frac{\text{ترشہ کی مولار کمیت}}{\text{ترشہ کی اساسیت}}$	H_2SO_4 کی اساسیت $= 2\ eq\ mol^{-1}$ H_2SO_4 کی مولار کمیت $= (2 \times 1) + (1 \times 32) + (4 \times 16)$ $= 98\ g\ mol^{-1}$ H_2SO_4 کی گرام معادل کمیت $= \frac{98}{2}$ $= 49\ g\ eq^{-1}$
اساس Bases	ترشویت (ایک مول اساس میں پائے جانے والے رواں ہونے کے قابل OH^- روانوں کی تعداد)	$E = \frac{\text{اساس کی مولار کمیت}}{\text{اساس کی ترشویت}}$	KOH کی ترشویت $= 1\ eq\ mol^{-1}$ KOH کی مولار کمیت $= (1 \times 39)+(1 \times 16)+(1 \times 1)$ $= 56\ g\ mol^{-1}$ KOH کی گرام معادل کمیت $= \frac{56}{1} = 56\ g\ eq^{-1}$
تکسیدی یا تحویلی عامل Oxidising agent (or) reducing agent	تکسیلی تعامل کے دوران ایک مول عامل کے لئے پانے یا کھونے والے الکٹرانوں کے مول کی تعداد	$E = \frac{\text{تکسیدی (یا) تحویلی عامل کی مولار کمیت}}{\text{ایک مول تکسیدی (یا) تحویلی عامل کے لئے پانے یا کھونے والے الکٹرانوں کے مول کی تعداد}}$	$KMnO_4$ ایک تکسیدی عامل ہے $KMnO_4$ کی مولار کمیت $= (1 \times 39) +(1 \times 55) + (4 \times 16)$ $= 158\ g\ mol^{-1}$ ترشوی واسطہ میں تکسید کے دوران پر مانگنیٹ تحویل پاتا ہے، اور درج ذیل تعامل دیتا ہے۔ $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ $\therefore n = 5\ eq\ mol^{-1}$. $KMnO_4$ کی گرام معادل کمیت $= \frac{158}{5} = 31.6\ g\ eq^{-1}$.

مول کے نظریہ کے لئے ایک متوازن کیمیائی تعامل درکار ہے، تاکہ کیمیائی تعامل میں شامل متعاملات کو معلوم کیا جا سکے، جب کہ گرام معادل کے لئے اس کی ضرورت نہیں ہے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:44 AM

ہم غیر تکسیلی تعامل کے لئے مول کے نظریے کو استعمال کرتے ہیں اور تکسیلی تعامل کے لئے گرام معادل کے نظریے کو استعمال کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر

اگر ہمیں $KMnO_4$ اور Ferrous sulphate کی معادل کمیت معلوم ہو تو ان کے توازنی کیمیائی تعامل لکھے بغیر گرام معادل نظریہ کو استعمال کر کے ہم براہِ راست کہہ سکتے ہیں کہ 31.8 گرام $KMnO_4$ ، 152 گرام $FeSO_4$ کے ساتھ تعامل پاتا ہے۔

اسی کو ہم مول کے نظریہ کے تحت بھی وضاحت کر سکتے ہیں۔ اوپر بتائے گئے تعامل کے لئے توازنی کیمیائی تعامل اس طرح ہے۔

$$10\ FeSO_4 + 2\ KMnO_4 + 8\ H_2SO_4 \downarrow K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + 5\ Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O$$

یعنی 2 moles (2×158 = 316 g) پوٹاشیم پرمانگنیٹ، 10 moles (10×152 = 1520g) نابیدہ فیرس سلفیٹ کے ساتھ تعامل پاتا ہے۔

$\therefore$ 31.6 g $KMnO_4$ کے ساتھ تعامل پاتا ہے

$$\frac{1520}{316} \times 31.6 = 152 \text{ g of } FeSO_4$$

خود کا محاسبہ

4a) 0.456 g کی ایک دھات 0.606 g کی اپنی کلورائڈ دیتی ہے۔ اس دھات کی معادل کمیت محسوب کیجئے۔

4b) پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ کی معادل کمیت محسوب کیجئے۔ ترشوی واسطہ میں تحویلی نصف تعامل اس طرح سے ہے

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 7H_2O$$

1.6 تجربی ضابطہ اور سالمی ضابطہ
(Empirical formula and Molecular formula)

ایک مرکب کا عنصری تجزیہ اس مرکب میں موجود جوہروں کی کمیتی فیصد کو ظاہر کرتا ہے۔ اس کمیتی فیصد (mass percentage) سے ہم اس مرکب کا تجربی ضابطہ (empirical formula) معلوم کر سکتے ہیں۔ اس مرکب کی مولار کمیت کو استعمال کرتے ہوئے تجربی ضابطہ معلوم کر کے سالمی ضابطہ معلوم کر سکتے ہیں۔

ایک مرکب کے ایک سالمے میں موجود مختلف جوہروں کی تعداد کی سادہ نسبت کو لکھ کر اس مرکب کا تجربی ضابطہ معلوم کر سکتے ہیں۔ اس کو جوہری علامت کے نیچے چھوٹے عدد (subscript) کی طرح لکھا جاتا ہے۔

ایک مرکب کے ایک سالمے میں موجود مختلف جوہروں کی حقیقی تعداد کو لکھ کر اس مرکب کا سالمی ضابطہ معلوم کیا جاتا ہے۔ اس کو بھی جوہری علامت کے نیچے چھوٹے عدد (subscript) کی طرح لکھا جاتا ہے۔

آیئے اسیٹک ترشہ کو ایک مثال کے طور پر لے کر تجربی ضابطہ کو سمجھنے کی کوشش کریں گے۔

اسیٹک ترشہ کا سالمی ضابطہ $C_2H_4O_2$ ہے۔

C:H:O کی نسبت 1 : 2 : 1 ہے، لہٰذا اس کا تجربی ضابطہ CH_2O ہے۔

1.6.1 عنصری تجزیہ کے ڈیٹا کی مدد سے تجربی ضابطہ معلوم کرنا
(Determination of Empirical formula from Elementary analysis data)

مرحلہ 1 : چونکہ ترکیب کو فیصد کے طور پر بتایا گیا ہے، ہم مرکب کی جملہ کمیت کو 100 g کی طرح لیں گے اور انفرادی عناصر کی فیصدی قیمتوں کو کمیت گرام کی شکل میں لیں گے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:45 AM

مرحلہ 2 : ہرعنصر کی کمیت کو اس کے جوہری عدد کے ساتھ تقسیم کریں گے۔ اس سے، اس مرکب میں موجود مختلف عناصر کی نسبتی مول کی تعداد معلوم ہو جائے گی۔

مرحلہ 3 : مرحلہ 2 میں حاصل ہونے والے نسبتی مول کی تعداد کو حاصل شدہ سب سے چھوٹے عدد سے تقسیم کر کے سادہ ترین نسبت حاصل کریں۔

مرحلہ 4 : (ضرورت پڑنے پر) اگر مرحلہ 3 میں حاصل ہونے والا عدد ایک کامل (صحیح) عدد نہ ہو تو اس کو ایک مناسب چھوٹے عدد کے ساتھ ضرب کر کے صحیح عدد میں تبدیل کر لیں۔

مثال :

1۔ املی میں ایک ترشہ پایا گیا۔ اس کا تجزیہ کرنے پر پتہ چلا کہ اس کی فیصدی ترکیب (percentage composition) اس طرح سے ہے۔ 32% کاربن، 4% ہائڈروجن ، 64% آکسیجن اس مرکب کا تجربی ضابطہ (empirical formula) معلوم کیجئے۔

عنصر Element	فی صد Percentage	مولار کمیت molar mass	نسبتی مول کی تعداد Relative no. of moles	سادہ ترین نسبت Simplest ratio	سادہ ترین نسبت (صحیح عدد کی طرح)
C	32	12	$\frac{32}{12} = 2.66$	$\frac{2.66}{2.66} = 1$	2
H	4	1	$\frac{4}{1} = 4$	$\frac{4}{2.66} = 1.5$	3
O	64	16	$\frac{64}{16} = 4$	$\frac{4}{2.66} = 1.5$	3

تجربی ضابطہ اس طرح ہوگا $C_2H_3O_3$

2۔ سرکہ میں موجود ایک نامیاتی مرکب میں 40% کاربن، 6.6% ہائڈروجن اور 53.4 % آکسیجن پایا گیا۔ اس مرکب کا تجربی ضابطہ معلوم کیجئے۔

عنصر Element	فی صد Percentage	جوہری کمیت Atomic mass	نسبتی مول کی تعداد Relative no. of moles	سادہ ترین نسبت Simplest ratio	سادہ ترین نسبت (صحیح عدد کی طرح)
C	40	12	$\frac{40}{12} = 3.3$	$\frac{3.3}{3.3} = 1$	1
H	6.6	1	$\frac{6.6}{1} = 6.6$	$\frac{6.6}{3.3} = 2$	2
O	53.4	16	$\frac{53.4}{16} = 3.3$	$\frac{3.3}{3.3} = 1$	1

تجربی ضابطہ اس طرح ہوگا CH_2O

خود کا محاسبہ :

5) ایک مرکب کے تجزیہ کرنے پر درج ذیل فیصدی ترکیب حاصل ہوا۔

C = 54.55% , H=9.09% , O=36.36%

اس مرکب کا تجربی ضابطہ معلوم کیجئے۔

ایک مرکب کا سالمی ضابطہ، اس کے تجربی ضابطہ کے صحیح عدد کے ضعف (multiple) میں ہوگا۔

درج ذیل ضابطہ کی مدد سے اس مرکب کی مولار کمیت کے ذریعہ اس صحیح عدد کو محسوب کر سکتے ہیں۔

$$\text{صحیح عدد } (n) = \frac{\text{ایک مرکب کی مولار کمیت}}{\text{محسوب کردہ تجربی ضابطہ کی کمیت}}$$

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:45 AM

1.6.2 تجربی ضابطہ سے سالمی ضابطہ محسوب کرنا

مرکب Compound	تجربی ضابطہ Empirical Formula	مولار کمیت Molar mass	تجربی ضابطہ کی کمیت Empirical Formula mass	صحیح عدد (n) Whole number (n)	سالمی ضابطہ Molecular formula
Acetic acid	CH_2O	60	30	$\frac{60}{30} = 2$	$(CH_2O) \times 2$ $C_2H_4O_2$
Hydrogen Peroxide	HO	34	17	$\frac{34}{17} = 2$	$(HO) \times 2$ H_2O_2
Lactic acid	CH_2O	90	30	$\frac{90}{30} = 3$	$(CH_2O) \times 3$ $C_3H_6O_3$
Tartaric acid	$C_2H_3O_3$	150	75	$\frac{150}{75} = 2$	$(C_2H_3O_3) \times 2$ $C_4H_6O_6$
Benzene	CH	78	13	$\frac{78}{13} = 6$	$(CH) \times 6$ C_6H_6

آیئے درج ذیل مثال کے ذریعہ سالمی ضابطہ محسوب کرنے کے طریقہ کو سیکھیں گے۔

دو نامیاتی مرکبات،

ایک سرکہ (vinegar) (مولار کمیت $60\ g\ mol^{-1}$) اور دوسرا کھٹا دودھ (مولار کمیت $90\ g\ mol^{-1}$) میں درج ذیل کمیتی فیصدی ترکیب (mass percentage composition) پائی جاتی ہے۔

O-53.4% ، H-6.6% ، C-40%

ان کا سالمی ضابطہ معلوم کیجئے۔

چونکہ دونوں مرکبات کی کمیتی فیصدی ترکیب ایک ہی ہے، ان کا تجربی ضابطہ بھی اسی طرح ہوگا، جیسا کہ ہم نے مسئلہ نمبر 2 میں دیکھا تھا۔

اس کا تجربی ضابطہ CH_2O ہے۔ محسوب کردہ تجربی ضابطہ کی کمیت

$(CH_2O) = 12 + (2\times1) + 16 = 30\ g\ mol^{-1}$

سرکہ میں موجود مرکب کا ضابطہ

$$n = \frac{\text{مولار کمیت}}{\text{محسوب کردہ تجربی ضابطہ کی کمیت}} = \frac{60}{30} = 2$$

$$\text{سالمی ضابطہ} = (CH_2O)_2$$

$$\therefore = C_2H_4O_2$$

(acetic acid)

کھٹے دودھ میں موجود مرکب کا ضابطہ

$$n = \frac{\text{مولار کمیت}}{30} = \frac{90}{30} = 3$$

$$\text{سالمی ضابطہ} = (CH_2O)_3$$

$$= C_3H_6O_3$$

(lactic acid)

خود کا محاسبہ

6) ایک مرکب جس میں x , y , z عناصر پائے جاتے ہیں، اس کے تجرباتی تجزیہ سے درج ذیل معطیات حاصل ہوئے۔

$x = 32\%\ ,\ y = 24\%\ ,\ z = 44\%$

x، y، اور z کے نسبتی جوہروں کی تعداد بالترتیب 2، 1 اور 0.5 ہے۔ (مرکب کی سالمی کمیت 400 g ہے)۔ معلوم کیجئے۔

i) عنصر x , y , z کی جوہری کمیتیں۔

ii) اس مرکب کا تجربی ضابطہ

iii) اس مرکب کا سالمی ضابطہ

1.7۔ تناسب پیمائی (Stoichiometry)

کیا آپ نے گھر میں سوجی کی تھُلّی پکاتے ہوئے دیکھا ہے؟ اس کو پکانے کا ایک عام طریقہ اس طرح ہے۔ اس کی تیاری میں درج ذیل اشیاء استعمال ہوتی ہیں۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:46 AM

1) سوجی - 1 کپ

2) شکر - 2 کپ

3) گھی - ½ کپ

4) خشک میوے - ¼ کپ

بالفاظ دیگر

1 کپ سوجی + 2 کپ شکر + ½ کپ گھی + ¼ کپ خشک میوے 6 ⇐ کپ تھلّی کا میٹھا

اوپر کی اطلاعات سے ہم 3 کپ تھلی بنانے کے لئے درکار اشیاء کو معلوم کر سکتے ہیں۔

جواس طرح سے ہے

$$\frac{\text{½ کپ سوجی} = \cancel{3\ \text{کپ تھلی}} \times 1\ \text{کپ سوجی}}{\cancel{6\ \text{کپ تھلی}}}$$
2

اسی طرح 3 کپ سوجی سے حاصل کردہ تھلی کی مقدار کو ہم محسوب کر سکتے ہیں جواس طرح سے ہے۔

$$\frac{\text{18 کپ تھلی} = \cancel{3\ \text{کپ سوجی}} \times 6\ \text{کپ تھلی}}{\cancel{1\ \text{کپ سوجی}}}$$
3

اسی طرح ہم دیگر اشیاء جو تھلی بنانے کے لئے ضروری ہیں، ان کا بھی حساب لگا سکتے ہیں۔

اس نظریہ کو ہم ایک کیمیائی تعامل میں تناسب پیمائی کو محسوب کرنے کیلئے استعمال کر سکتے ہیں۔

یونانی زبان میں ***stoicheion*** کا مطلب عنصر اور ***metron*** کا مطلب پیمائش ہے۔یعنی

تناسب پیمائی کا مطلب ''ایک متوازن کیمیائی تعامل میں موجود کیمیائی مقداروں کا عددی تناسب'' ہے۔ تناسب پیمائی کے نظریہ کو استعمال کر کے ہم ایک مخصوص مقدار کے حاصل کو تیار کرنے کے لئے درکار متعاملات کی مقدار محسوب کر سکتے ہیں۔ متوازن کیمیائی تعامل کی مدد سے ہم اس کا برعکس بھی محسوب کر سکتے ہیں۔

درج ذیل کیمیائی تعامل کو فرض کیجئے۔

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

اس مساوات کی مدد سے ہم نے معلوم کیا کہ ایک مول کاربن، ایک مول آکسیجن کے ساتھ تعامل پر ایک مول کاربن ڈائی آکسائڈ دیتا ہے۔

$$1\ \text{mole of C} \equiv 1\ \text{mole of } O_2$$

$$\equiv 1\ \text{mole of } CO_2$$

علامت ≡ کا مطلب ''تناسب پیمائی کے مساوی'' ہے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:46 AM

1.7.1 تناسب پیمائی سے متعلق حسابات (Stoichiometric calculations)

تناسب پیمائی کا مطلب ایک متوازن کیمیائی تعامل میں متعاملات اور حاصلات کا مقداری تعلق ہے۔ اسے مول میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ متعاملات اور حاصلات کو مول یا کمیتی اکائی یا حجم میں ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ ان تینوں اکائیوں کا آپس میں تبادلہ کیا جاسکتا ہے۔

اوپر کے اس بیان کو سمجھنے کے لئے ایک مثال دی گئی ہے، جس میں میتھین کا احتراقی تعامل ہے۔ اس کا توازنی کیمیائی تعامل اس طرح سے ہے۔

$$CH_4\,(g) + 2\,O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g) + 2\,H_2O(g)$$

$CH_4\,(g) + 2\,O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g) + 2\,H_2O(g)$				
مواد	**Reactants** متعاملات		**Products** حاصلات	
	$CH_4\,(g)$	$O_2\,(g)$	$CO_2\,(g)$	$H_2O\,(g)$
تناسب پیمائی کے سر اعداد	1	2	1	2
مول-مول تناسب	1 mole	2 moles	1 mole	2 moles
کمیت-کمیت کا تعلق = مولار کمیت × مول کی تعداد	1 mol × 16 g mol^{-1} **16 g**	2 mol × 32 g mol^{-1} **64 g**	1 mol × 44 g mol^{-1} **44 g**	2 mol × 18 g mol^{-1} **36 g**
کمیت-کمیت کا تعلق = متعاملات کی کمیت / متعاملات کی مولار کمیت × مول کی تعداد / حاصلات کا حجم (273 K اور 1 فضائی دباؤ پر کوئی بھی ایک مول گیس 22.4 لٹر حجم یعنی جگہ گھیرتی ہے)	16 g	64 g	22. 4 L	44.8 L
حجم-حجم کا تعلق	1 × 22.4 L / 22.4 L	2 × 22.4 L / 44.8 L	1 × 22.4 L / 22. 4 L	2 × 22.4 L / 44. 8 L

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:47 AM

تناسب پیمائی کی بنیاد پر حسابات

1۔ 10 مول امونیا کی تیاری کے لئے کتنے مول ہائڈروجن درکار ہیں؟

امونیا کی تیاری کے لئے توازنی کیمیائی مساوات اس طرح ہے۔

$$N_2(g) + 3\,H_2\,(g) \rightarrow 2\,NH_3\,(g)$$

تناسب پیمائی کی مساوات کے تحت

2 مول امونیا کی تیاری کے لئے، 3 مول ہائڈروجن درکار ہے۔

چنانچہ 10 مول امونیا کی تیاری کے لئے

$$\frac{3 \text{ moles of } H_2}{2 \text{ moles of } NH_3} \times \overset{5}{\cancel{10 \text{ moles of } NH_3}}$$

15 مول ہائڈروجن درکار ہے۔

2۔ 32 گرام میتھین کے جلنے سے تیار شدہ پانی کی مقدار محسوب کیجئے۔

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

تناسب پیمائی کے مساوات کے تحت

1 مول CH_4 (16 g) کے جلنے سے 2 مول پانی (2×18=36 g) حاصل ہوتا ہے۔

$$CH_4$$
$$(12) + (4 \times 1) = 16 \text{ g mol}^{-1}$$

$$H_2O$$
$$(2\times1) + (1 \times 16) = 18 \text{ g mol}^{-1}$$

32 گرام میتھین کے جلنے سے

72 گرام پانی حاصل ہوگا۔

$$\frac{36 \text{ g } H_2O}{\cancel{16 \text{ g } CH_4}} \times \overset{2}{\cancel{32 \text{ g } CH_4}} = 72 \text{ g of water}$$

3۔ جب 50 g کیلشیم کاربونیٹ کو معیاری حالات میں مکمل طور پر گرم کیا جاتا ہے تو کتنی حجم کی کاربن ڈائی آکسائڈ حاصل ہوگی؟

توازنی کیمیائی مساوات اس طرح ہے۔

$$CaCO_{3\,(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + CO_{2\,(g)}$$

تناسب پیمائی کی مساوات کے تحت

1 مول $CaCO_3$ (100 g) کو گرم کرنے پر 1 مول CO_2 حاصل ہوتا ہے۔

$$CaCO_3$$
$$(40) + (12) + (3 \times 16) = 100 \text{ g mol}^{-1}$$

معیاری تپش اور دباؤ (STP) پر، ایک مول CO_2، 22.7 لیٹر حجم (جگہ) گھیرتی ہے۔

چنانچہ STP پر 50g کیلشیم کاربونیٹ کو گرم کرنے پر

$$\frac{22.7 \text{ litres of } CO_2}{\underset{2}{\cancel{100\text{g } CaCO_3}}} \times \cancel{50 \text{ g } CaCO_3}$$

11.35 لیٹر CO_2 حاصل ہوتی ہے۔

4۔ 273 K اور 1 فضائی دباؤ پر 11.2 لیٹر HCl کی تیاری کے لئے کتنے حجم کی کلورین درکار ہے؟

HCl کی تیاری کے لئے توازنی مساوات اس طرح ہے۔

$$H_2\,(g) + Cl_2\,(g) \rightarrow 2\,HCl\,(g)$$

تناسب پیمائی کی مساوات کے تحت

دی گئی حالتوں کی بنیاد پر

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:47 AM

2 مول HCl کوتیارکرنے کے لئے 1 مول کلورین گیس درکار ہے۔

44.8 لیٹر HCl کوتیارکرنے کے لئے 22.4 لیٹرکلورین گیس درکار ہوگی۔

11.2 لیٹر HCl کی تیاری کے لئے

$$\frac{22.4 \text{ L } Cl_2}{44.8 \text{ L of HCl}} \times 11.2 \text{ L of HCl}$$

$$4$$

5.6 لیٹرکلورین درکار ہے۔

5۔ میگنیشیم کاربونیٹ میں موجود عناصر کی فیصدی ترکیب محسوب کیجئے۔ 1 kg خالص 90% میگنیشیم کاربونیٹ کو گرم کرنے پر کتنے کلوگرام CO_2 حاصل ہوگی؟

توازنی کیمیائی مساوات اس طرح ہے۔

$$MgCO_3 \xrightarrow{\Delta} MgO + CO_2$$

$MgCO_3$ کی مولارکمیت 84 g mol^{-1} ہے۔

$MgCO_3$ 84 g میں 24 g میگنیشیم پایا جاتا ہے۔

چنانچہ $MgCO_3$ 100g میں

$$\frac{24 \text{ g Mg}}{84 \text{ g } MgCO_3} \times \frac{1.19}{100 \text{ g } MgCO_3}$$

28.57 g میگنیشیم (Mg) ہوگا۔

یعنی میگنیشیم کا فی صد = 28.57 %

$MgCO_3$ 84 g میں 12 g کاربن پایا جاتا ہے۔

$$MgCO_3$$
$$(24) + (12) + (3 \times 16) = 84 \text{ g mol}^{-1}$$

چنانچہ $MgCO_3$ 100g میں

$$\frac{12 \text{ g C}}{84 \text{ g } MgCO_3} \times \frac{1.19}{100 \text{ g } MgCO_3}$$

14.29 g کاربن (C) ہوگا۔

یعنی کاربن کا فی صد

= 14.29 %

$MgCO_3$ 84g میں 48 g آکسیجن پائی جاتی ہے

چنانچہ $MgCO_3$ 100g میں

$$\frac{48 \text{ g O}}{84 \text{ g } MgCO_3} \times \frac{1.19}{100 \text{ g } MgCO_3}$$

57.14 g آکسیجن (O) ہوگا۔

یعنی آکسیجن کا فی صد

= 57.14 %

تناسب پیمائی کے مساوات کے تحت

$MgCO_3$ خالص 100% کے 84 g کو گرم کرنے پر 44 g کاربن ڈائی آکسائڈ دیتا ہے۔

چنانچہ $MgCO_3$ کا 90% خالص 1000 g دیتا ہے

$$= \frac{44 \text{ g}}{84 \text{ g} \times 100 \%} \times 90 \% \times 1000 \text{ g}$$

$$= 471.43 \text{ g of } CO_2$$

$$= 0.471 \text{ kg of } CO_2$$

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:47 AM

1.7.2۔ حد بندی کے متعامل

(Limiting reagents)

اس سے پہلے ہم نے سیکھا کہ تناسب پیمائی کے نظریہ کی مدد سے ایک کیمیائی تعامل سے حاصل شدہ مقدار کی پیشین گوئی کی جاسکتی ہے۔ اگر کیمیائی تعامل میں تناسب پیما کے مقدار کے تحت متعاملات استعمال کئے جاتے ہیں تو پورے متعاملات مکمل طور پر حاصلات میں تبدیل ہوجاتے ہیں۔ دوسری طرف جب ایک کیمیائی تعامل میں غیر تناسب پیما کی مقدار کے تحت متعاملات استعمال کئے جاتے ہیں تو حاصلات کی مقدار، متعاملات کے مکمل استعمال ہونے کے بعد تعامل مکمل ہوگا۔ اس کی وجہ سے مزید تعامل پانے کی حد ختم ہوجاتی ہے اور اسے حد بندی کا متعامل کہتے ہیں۔ دوسرے متعاملات جو افزود (excess) ہوتے ہیں، افزود متعاملات (excess reagent) کہلاتے ہیں۔

تھُلّی کی تیاری کو یاد کیجئے، جس میں ہم تناسب پیما کے نظریہ کو سیکھا تھا۔

تھُلّی کی تیاری کے دوران ہر ایک کپ سوجی کے لئے دو کپ شکر چاہئے۔ فرض کیجئے کہ ایک ایسی صورت جس میں 8 کپ شکر اور 3 کپ سوجی موجود ہے، (تو دیگر تمام اشیاء اس میں افزود ہیں)۔ پکوان کے لحاظ سے ہمیں 3 کپ سوجی اور 6 کپ شکر استعمال کرکے 18 کپ تھُلّی حاصل کرسکتے ہیں۔ حالانکہ ہمارے پاس 2 کپ زیادہ شکر ہے، ہم اس کی مدد سے اور زیادہ تھُلّی نہیں بناسکتے، کیوں کہ اس کے لئے سوجی موجود نہیں ہے۔ اسی نظریہ کو مزید وسعت دیتے ہوئے ہم یہ سمجھنے کی کوشش کریں گے کہ ایک کیمیائی تعامل جس میں تین مول کے سلفر کو بارہ مول فلورین کے ساتھ تعامل پانے سے سلفر ہکسا فلورائڈ حاصل ہوتا ہے۔

اس تعامل کے لئے توازنی مساوات اس طرح ہے۔

$$S + 3F_2 \rightarrow SF_6$$

خود کا محاسبہ

7) ایک تعامل کے لئے توازنی مساوات نیچے دی گئی ہے۔

$$2x + 3y \rightarrow 4l + m$$

جب x کے 8 مول، y کے 15 مول کے ساتھ تعامل کرتے ہیں تو

i) اس میں سے کونسا حد بندی کا متعامل ہے۔

ii) بننے والے حاصلات کی مقدار محسوب کیجئے۔

iii) تعامل کے آخر میں افزود متعامل جو باقی ہے، اس کی مقدار محسوب کیجئے۔

تناسب پیمائی کے تحت

1 مول سلفر، 3 مول فلورین کے ساتھ تعامل پاکر 1 مول سلفر ہکسا فلورائڈ بناتا ہے۔ چنانچہ 3 مول سلفر، 9 مول فلورین کے ساتھ تعامل پاکر 3 مول سلفر ہکسا فلورائڈ بناتا ہے۔ اس صورت حال میں تمام سلفر استعمال ہوجاتی ہے اور یہاں تعامل کی حد بندی ہوجاتی ہے۔ لہٰذا یہاں پر سلفر حد بندی کی متعامل ہے اور فلورین افزود متعامل ہے۔ باقی تین مول فلورین افزود ہیں اور یہ تعامل نہیں کرتے۔

یوریا، ایک عام نائٹروجنی کھاد ہے، اس کو امونیا اور کاربن ڈائی آکسائڈ کے تعامل سے اس طرح تیار کیا جاتا ہے۔

$$2\,NH_3\,(g) + CO_2\,(g) \rightarrow \underset{\text{Urea}}{H_2N\text{–}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{–}NH_2\,(aq)} + H_2O(l)$$

اس تعامل کے دوران 646 گرام امونیا کو 1.144 کلوگرام CO_2 کے ساتھ تعامل کرنے دیا جاتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:48 AM

1) اگر تعامل کے دوران، متعاملات کی پوری مقدار استعمال نہیں ہوتی ہے تو

اس میں سے کونسا حد بندی کا متعامل ہے؟

2) حاصل ہونے والے یوریا کی مقدار محسوب کیجئے اور غیر تعامل پذیر افزود تعامل کی مقدار بھی محسوب کیجئے۔

باقی مساوات اس طرح ہوگی۔

$$2\,NH_3 + CO_2$$
$$\downarrow$$
$$H_2NCONH_2 + H_2O$$

جواب :

1۔ تعامل کے دوران امونیا کی مکمل مقدار استعمال ہو جاتی ہے۔
لہٰذا امونیا حد بندی کی متعامل ہے۔

CO_2 کی کچھ مقدار غیر تعامل پذیر ہوتی ہے۔ لہٰذا CO_2 افزود متعامل ہے۔

2) یوریا کے بننے کی مقدار

یوریا کی مولار کمیت × یوریا کے بننے کے مول کی تعداد =

$= 19 \text{ moles} \times 60 \text{ g mol}^{-1}$

$= 1140 \text{ g} = 1.14 \text{ kg}$

تعامل کے آخر میں موجود افزود متعامل کاربن ڈائی آکسائڈ ہے۔

= باقی کاربن ڈائی آکسائڈ کی مقدار

CO_2 کی مولار کمیت × بچے ہوئے CO_2 کے مول کی تعداد

$= 7 \text{ moles} \times 44 \text{ g mol}^{-1}$

$= 308 \text{ g.}$

	Reactants متعاملات		Products حاصلات	
	NH_3	CO_2	Urea	H_2O
تناسب پیمائی کا سر عدد	2	1	1	1
تعامل پانے کے لئے استعمال ہوئے متعاملات کے مول کی تعداد $n = \frac{\text{کمیت}}{\text{مولار کمیت}}$	$\frac{646}{17} = 38$ moles	$\frac{1144}{44} = 26$ moles	–	–
تعامل کے تناسب کے دوران حقیقت میں استعمال شدہ مول کی تعداد (2:1)	38 moles	19 moles	–	–
لہٰذا بننے والے حاصل کے مول کی تعداد	–	–	19 moles	19 moles
تعامل کے آخر میں باقی متعامل کے مول کی تعداد	–	7 moles	–	–

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:48 AM

1.8 تکسیلی تعاملات (Redox reactions)

جب ایک سیب کو کاٹا جاتا ہے تو اس کا کٹا ہوا حصہ تھوڑی دیر میں بھورے رنگ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ کیا تم جانتے ہو کہ اس رنگ کی تبدیلی کی وجہ کیا ہے؟ اس کی وجہ ایک کیمیائی تعامل ہے جسے تکسید (oxidation) کہتے ہیں۔ ہم اپنی روزمرہ زندگی میں تکسید

خاکہ 1.4 روزمرہ زندگی میں تکسیدی تعاملات

کے تعاملات کو دیکھتے ہیں۔ مثال کے طور پر

1) LPG کا جلنا 2) لوہے کا زنگ لگنا۔

3) کاربوہائڈریٹس، لپڈس، وغیرہ کی تکسید سے CO_2 اور H_2O بن کر جاندار عضویوں میں توانائی فراہم کرنا۔

تمام تکسیدی تعاملات میں تحویلی تعاملات واقع ہوتے ہیں اور اس کا برعکس بھی۔ اس طرح کے تعاملات تکسیلی تعاملات کہلاتے ہیں۔ جدید نظریہ کے تحت آکسیجن کو جمع کرنے یا ہائڈروجن کو نکالنے کا عمل تکسید کہلاتا ہے اور اس کا اُلٹا عمل تحویل کہلاتا ہے۔

ہیموگلوبن اور آکسیجن کا نقل وحمل

ہوا میں موجود تھوڑی سی مقدار کی آکسیجن بھی لوہے کو زنگ لگنے میں مددگار ہے۔ یعنی لوہا تکسید پا کر Fe^{3+} ہو جاتا ہے، آکسیجن کے نقل وحمل کے دوران ہیموگلوبن میں موجود Fe^{2+} آکسیجن کے ساتھ باندھ کر پھیپھڑوں سے بافتوں تک پہنچنے والی آکسیجن کبھی تکسید نہیں پاتی۔

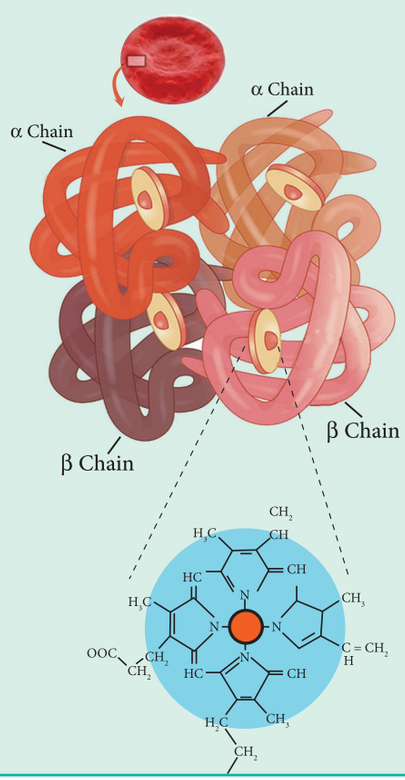
کیا آپ جانتے ہیں کہ ایسا کیوں ہے؟

جواب ہیموگلوبن کی ساختی خصوصیات میں ہے۔ ہیموگلوبن میں چار تحتی اکائیاں پائی جاتی ہیں، ہر ایک میں ایک porphyrin ring (heme) ، ایک پروٹین (Globin) کے سالمے ساتھ جڑی ہوئی ہے۔ اس ساخت میں لوہا (Fe^{2+}) آٹھ سطحی جامٹری (Octahedral) کے ساتھ ایک کوآرڈی نیشن کامپلکس بناتا ہے۔ آٹھ سطحی کے چار مقامات porphyrin کے حلقے کے ساتھ جڑے ہوئے ہیں، پانچواں مقام histidine کے بقایا کے imidazole کے حلقہ سے جڑی ہوئی ہے۔ چھٹواں مقام آکسیجن کے سالمے کے ساتھ جڑنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ عام طور پر اگر heme کا Fe^{2+} تکسید کے لئے موزوں ہوتا ہے۔ چونکہ ہیموگلوبن میں موجود Fe^{2+} ، گلوبن پروٹین کی زنجیر سے جڑا ہوا ہوتا ہے، یہ ایک آب گریز (hydrophobic) ماحول پیدا کرتا ہے، اس لئے Fe2+ کی تکسید مشکل ہو جاتی ہے۔ تاہم 3% ہیمو گلوبن تکسید پا کر methemoglobin بناتا ہے، جس میں ہیموگلوبن Fe^{3+} کی حالت میں ہوتا ہے اور یہاں پر آکسیجن نہیں باندھا جاتا۔ خامرہ methemoglobin reductase ، اسے تحویل کر کے دوبارہ ہیموگلوبن میں تبدیل کرتا ہے۔

Haemoglobin and oxygen transport

سیانائڈ کا زہر پھیلنا :

آکسیجن ہیموگلوبن کے ساتھ رجعی طور پر باندھتا ہے، جب کہ سیانائڈ غیر رجعی طور پر ہیموگلوبن کے ساتھ باندھتا ہے اور آکسیجن کے باندھنے کے عمل کو روکتا ہے۔ اس کے نتیجے میں پھیپھڑوں سے بافتوں تک آکسیجن کا نقل وحمل رُک جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے ایک شخص کی فوری موت واقع ہو جاتی ہے۔



11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:49 AM

درج ذیل دو تعاملات پر غور کیجئے۔

تعامل 1 $4\ Fe + 3O_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3$

تعامل 2 $H_2S + Cl_2 \rightarrow 2\ HCl + S$

کلاسیکی نظریہ کے تحت اوپر کے دونوں تعاملات تکسیدی تعاملات ہیں۔

پہلے تعامل میں جو لوہے کے زنگ لگنے کا ذمہ دار ہے، اس میں آکسیجن، دھات کے ساتھ شامل ہوتا ہے۔

دوسرے تعامل میں ہائڈروجن سلفائڈ سے ہائڈروجن خارج ہوتا ہے۔ شناخت کیجئے کہ کونسا تحویل پاتا ہے۔

درج ذیل تعاملات پر غور کیجئے جس میں آکسیجن کو نکالنا اور ہائڈروجن کو شامل کرنا بالترتیب واقع ہوتا ہے۔ قدیم نظریہ کے تحت ان تعاملوں کو تحویلی تعامل کہا جاتا ہے۔

$CuO + C \rightarrow Cu + CO$

(کپر کو آکسائڈ سے آکسیجن کو نکالنا)

$S + H_2 \rightarrow H_2S$

(سلفر کے ساتھ ہائڈروجن شامل کرنا)

تکسید-تحویل تعامل یعنی تکسیلی تعامل ہمیشہ آکسیجن اور ہائڈروجن سے منسلک نہیں ہوتے۔ ایسی صورت میں اس عمل کو الکٹرانوں کی بنیاد پر سمجھایا جاسکتا ہے۔ تعاملات جس میں الکٹران کھوئے جاتے ہیں، تکسیدی تعامل کہلاتا ہے اور تعاملات جس میں الکٹران حاصل ہوتے ہیں، ان کو تحویل کہا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر :

(الکٹران کا کھونا-تکسید)

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$ (loss of electron-oxidation).

(الکٹران حاصل کرنا-تحویل)

$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ (gain of electron-reduction)

تکسیلی تعاملات کو تکسیدی اعداد کے ذریعہ بہتر طور پر سمجھایا جاسکتا ہے۔

1.8.1 تکسیدی عدد (Oxidation Number)

عام تکسیدی حالت میں ایک مرکب میں ایک جوہر کے سوا تمام جوہروں کو نکال دیا جائے تو اس جوہر میں موجود مجازی (فرضی) بار، اس جوہر کا تکسیدی عدد کہلائے گا۔ اس کو بعض اصولوں کے تحت متعین کیا گیا ہے۔ ایک اصطلاح جو عام طور پر تکسیدی عدد کے متبادل کے طور پر استعمال ہوتا ہے، وہ تکسیدی حالت ہے۔

1) آزاد عناصر کا تکسیدی عدد (یعنی ان کی غیر شامل شدہ حالت میں) صفر ہوتا ہے۔

مثال : H_2، Cl_2، Na، S_8 کے ہر جوہر کا تکسیدی عدد صفر ہوتا ہے۔

2) یک جوہری رواں میں، تکسیدی حالت، اس رواں کے جملہ بار کے مساوی ہوگا۔

مثال : Na^+ میں سوڈیم کا تکسیدی عدد +1 ہے۔

Cl^- میں کلورین کا تکسیدی عدد -1 ہے۔

3) ایک سالمہ میں موجود تمام جوہروں کی تکسیدی حالت کا الجبریائی حاصل جمع صفر ہوگا، جب کہ روانوں میں یہ رواں کے جملہ بار کے مساوی ہوگا۔

مثال :

H_2SO_4 میں

(ہائڈروجن کا تکسیدی عدد) × 2

+ (آکسیجن کا تکسیدی عدد) × 4 + (سلفر کا تکسیدی عدد) = 0

SO_4^{2-} میں

(آکسیجن کا تکسیدی عدد) × 4 + (سلفر کا تکسیدی عدد) = -2

4) ہائڈروجن کے تمام مرکبات میں تکسیدی عدد +1 ہوتا ہے۔ سوائے دھاتی ہائڈرائڈ (metal hydride) میں، ان کی قیمت -1 ہوتی ہے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:50 AM

مثال : ہائڈروجن کلورائڈ میں ہائڈروجن کا تکسیدی عدد +1 ہے۔

سوڈیم ہائڈرائڈ (NaH) میں ہائڈروجن کا تکسیدی عدد −1 ہے۔

5) فلورین کے تمام مرکبات میں اس کا تکسیدی عدد +1 ہے۔

6) آکسیجن کے تمام مرکبات میں اس کا تکسیدی عدد −2 ہے۔ سوائے peroxides، super oxides اور فلورین کے ساتھ اس کے مرکبات کے۔

مثال : آکسیجن کا تکسیدی عدد

i) پانی (H_2O) میں −2 ہے۔

ii) ہائڈروجن پرآکسائڈ (H_2O_2) میں −1 ہے۔

$2(+1) + 2x = 0; \quad \Rightarrow 2x = -2 ; \quad \Rightarrow x = -1$

iii) KO_2 جیسے سوپرآکسائڈ میں −½ ہے۔

$+1 + 2x = 0 ; \quad 2x = -1 ; \quad x = -\frac{1}{2}$

iv) آکسیجن ڈائی فلورائڈ (OF_2) میں +2 ہے۔

$x + 2(-1) = 0; \quad x = +2$

7) قلوی دھاتوں (alkali metals) میں تکسیدی حالت +1 ہوتی ہے اور قلوی خاکی دھاتوں (alkaline earth metals) میں تکسیدی حالت +2 ہوتی ہے۔

اوپر کے اصول کے مطابق تکسیدی عدد محسوب کرنا

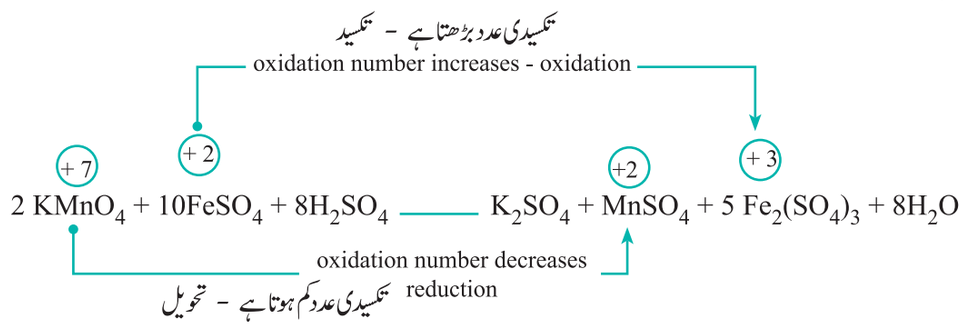
شمار عدد	عنصر کا تکسیدی عدد	مرکب میں	حسابات
1	C	CO_2	$x + 2(-2) = 0$ $x = +4$
2	S	H_2SO_4	$2(+1) + x + 4(-2) = 0$ $2 + x - 8 = 0$ $x = +6$
3	Cr	$Cr_2O_7^{2-}$	$2x + 7(-2) = -2$ $2x - 14 = -2$ $x = +6$
4	C	CH_2F_2	$x + 2(+1) + 2(-1) = 0$ $x = 0$
5	S	SO_2	$x + 2(-2) = 0$ $x = +4$

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:50 AM

تکسیدی اعداد کے لحاظ سے تکسیدی تعاملات (Redox reactions in terms of oxidation numbers)

تکسیدی تعاملات میں، عناصر کا تکسیدی عدد تبدیل ہوتے رہتا ہے۔ وہ تعاملات جس میں عنصر کا تکسیدی عدد بڑھتا ہے، تکسید (oxidation) کہلاتا ہے۔ تعامل جس میں یہ کم ہوتا ہے، تحویل (reduction) کہلاتا ہے۔

درج ذیل تعامل پر غور کیجئے۔



اس تعامل میں، پوٹاشیم پرمانگنیٹ ($KMnO_4$) میں مینگنیز تکسید میں مدد کرتا ہے۔ فیرس سلفیٹ ($FeSO_4$) کو تکسید کر کے فیرک سلفیٹ $(Fe_2(SO_4)_3)$ میں تبدیل کرتا ہے۔ فیرک سلفیٹ الکٹران حاصل کرتا ہے، لہٰذا یہ تحویل پاتا ہے۔ اس طرح کے تعاملات تکسیدی عاملات یا oxidants کہلاتے ہیں۔ اسی طرح متعامل جو الکٹران خارج کر کے تحویل کرتے ہیں اور خود تکسید پاتے ہیں تحویلی عاملات یا reducing agents کہلاتے ہیں۔

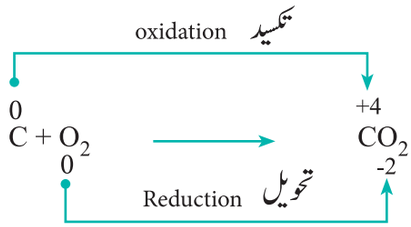
1.8.2 تکسیلی تعاملات کی قسمیں (Types of Redox reactions)

تکسیلی تعاملات کو درج ذیل طریقوں میں درجہ بند کیا گیا ہے۔

1۔ امتزاجی تعاملات (Combination reactions)

تکسیلی تعاملات جن میں دو اشیاء شامل ہو کر ایک اکہرا مرکب بناتے ہیں، امتزاجی تعامل کہتے ہیں۔

مثال

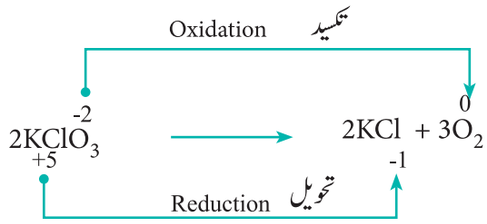


2۔ تحلیلی تعاملات (Decomposition reactions)

تکسیلی تعاملات جن میں ایک مرکب ٹوٹ کر دو یا دو سے زیادہ اجزاء میں بٹ جاتا ہے، تحلیلی تعامل کہلاتا ہے۔ یہ تعاملات، امتزاجی تعاملات کے بالکل برعکس ہیں۔ ان تعاملات میں ایک ہی شئے میں مختلف عناصر کی تکسیدی حالت تبدیل ہو جاتی ہے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:51 AM

مثال :



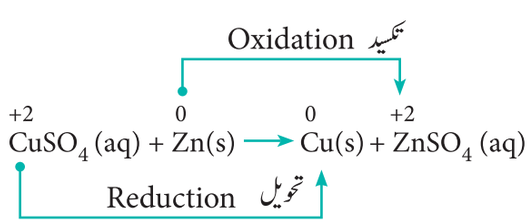
3۔ ہٹاؤ تعاملات (Displacement reactions)

تکسیلی تعاملات جس میں کسی مرکب کا ایک رواں (یا ایک جوہر) کے ساتھ ایک دوسرے عنصر کے ایک رواں (یا ایک جوہر) کے ساتھ تبادلہ ہوتا ہے، ہٹاؤ تعاملات کہلاتے ہیں۔ ان کو مزید (i) دھاتی ہٹاؤ تعاملات اور (ii) ادھاتی ہٹاؤ تعاملات میں درجہ بند کیا گیا ہے۔

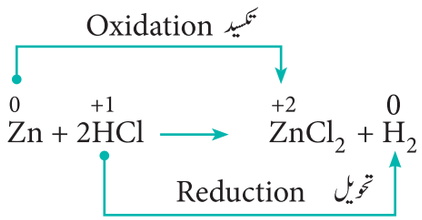
(i) دھاتی ہٹاؤ تعاملات (Metal displacement)

کاپر سلفیٹ کے آبی محلول کو ایک بیکر میں لیجئے۔ اس میں جست کی ایک دھاتی پٹی کو رکھئے۔ محلول کا مشاہدہ کیجئے۔ کاپر سلفیٹ کا نیلا محلول آہستہ سے تحلیل پانے لگے گا اور بالآخر وہ نیلا رنگ غائب ہو جائے گا۔

جست کی دھاتی پٹی کی سطح پر تانبے کی دھات کی ایک بھوری سطح جم جائے گی۔ اس کی وجہ دھات کا ہٹاؤ تعامل ہے۔



(ii) ادھاتی ہٹاؤ (Non-metal displacement)



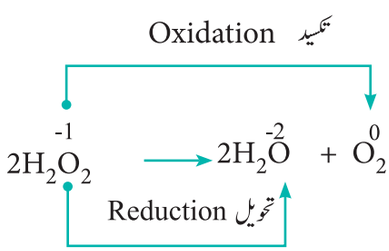
4۔ ناموزوں تعامل (خودکار تکسیلی تعامل)

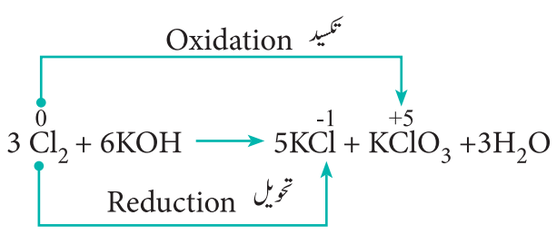
(Disproportionation reaction)

(auto redox reaction)

بعض تکسیلی تعاملات میں، ایک ہی مرکب تکسید اور تحویل پاتا ہے۔ ایسے تعاملات میں ایک ہی عنصر کی تکسیدی حالت بڑھتے اور کم ہوتے رہتی ہے۔ ان تعاملات کو ناموزوں تعاملات کہتے ہیں۔

مثالیں :





5۔ تقابلی الکٹران کے ہٹاؤ کا تعامل

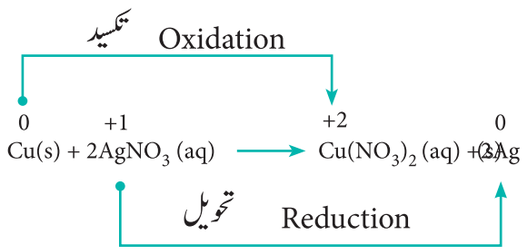
(Competitive electron transfer reaction)

دھاتی تبادلہ کے تعاملات میں ہم نے سیکھا کہ کاپر سلفیٹ کے محلول سے کاپر کو جست ہٹاتا ہے۔ آیئے یہ دیکھیں کہ کیا اس کا الٹ بھی ممکن ہے۔ جیسا کہ پہلے بحث ہو چکی ہے۔ **zinc sulphate** کے محلول میں تانبے کی ایک پٹی رکھئے اور مشاہدہ کیجئے۔ اگر تانبا، جست کو ہٹا دیتا ہے تو تانبے کے رواں محلول میں داخل ہوں گے اور محلول نیلے رنگ میں تبدیل ہو جائے گا۔ مگر اس طرح کی تبدیلی نہیں دیکھی گئی۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:51 AM

چنانچہ ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ جست(Zn) اور تانبے (Cu) میں، تانبے کی بہ نسبت جست میں الکٹران کو خارج کرنے کی صلاحیت اور تانبے میں الکٹران کو حاصل کرنے کی صلاحیت پائی جاتی ہے۔

آیئے اس تعامل کو دھاتی تانبے اور سلور نائٹریٹ کے محلول کے ساتھ کرتے ہیں۔ سلور نائٹریٹ ($AgNO_3$) کے محلول میں دھاتی کاپر کی ایک پٹی کو رکھئے۔ تھوڑی دیر بعد محلول کا رنگ آہستہ سے نیلا ہوتا چلا جائے گا۔ اس کی وجہ Cu^{2+} کے روانوں کا بننا ہے، یعنی سلور نائٹریٹ کے محلول سے تانبا، سلور (چاندی) کو ہٹا دیتا ہے۔ تعامل اس طرح ہے۔



یہ اس بات کی طرف اشارہ کرتا ہے کہ تانبا اور چاندی کے درمیان، تانبا اور چاندی میں، تانبے میں الکٹران خارج کرنے اور چاندی میں الکٹران حاصل کرنے کی صلاحیت پائی جاتی ہے۔

اوپر کے تجرباتی مشاہدوں سے، ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ تین دھاتوں، جست، تانبا اور چاندی میں الکٹران خارج کرنے کی صلاحیت اس ترتیب میں پائی جاتی ہے۔

چاندی < تانبا < جست

الکٹرانوں کے اس طرح کی مسابقت، ہمیں گیلوانک خانوں (Galvanic cells) تیار کرنے میں استعمال ہوتی ہے۔ بارھویں جماعت میں ہم گیلوانک خانوں سے متعلق تفصیل سے پڑھیں گے۔

1.8.3 تکسیلی تعاملات (مساوات) کو توازن میں لانا
(Balancing (the equation) of Redox reactions)

تکسیلی تعاملات کی مساوات کو توازن میں لانے کے لئے دو طریقے ہیں، جو یہ ہیں۔

i) تکسیدی عدد کا طریقہ

ii) رواں-الکٹران طریقہ / نصف تعامل کا طریقہ

دونوں ایک ہی اصول کی بنیاد پر بنے ہیں۔ تکسیدی-تحویلی تعامل میں، تحویلی تعامل سے عطا کردہ الکٹرانوں کی جملہ تعداد، تکسیدی تعامل سے حاصل کردہ الکٹرانوں کی جملہ تعداد کے برابر ہوگی۔

تکسیدی عدد کا طریقہ (Oxidation number method)

اس طریقہ میں ایک تعامل کے پہلے اور آخر میں الکٹرانوں کے حاصل کرنے یا کھونے کو اس عنصر کے تکسیدی عدد سے محسوب کیا جاتا ہے۔

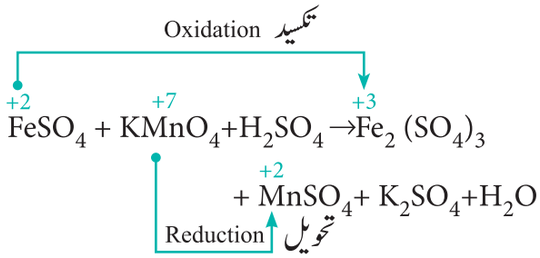
ترشوی واسطہ میں پوٹاشیم پرمانگنیٹ کے ذریعہ فیرس سلفیٹ کی تکسید پر غور کیجئے۔ غیر توازنی کیمیائی مساوات اس طرح ہے۔

$$FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

مرحلہ 1 :

تکسیدی عدد کے نظریہ کے تحت متعاملات (جوہر) کی شناخت کیجئے جو تکسید اور تحویل پاتے ہیں۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:52 AM

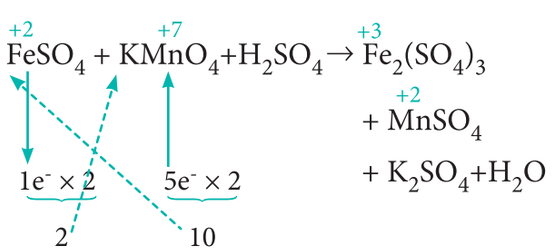


a) $KMnO_4$ میں Mn پانچ الکٹران حاصل کرکے اس کا تکسیدی عدد 7+ سے 2+ میں تبدیل ہوجاتا ہے۔

b) $FeSO_4$ میں Fe ایک الکٹران کھوکر اس کا تکسیدی عدد 2+ سے 3+ میں تبدیل ہوجاتا ہے۔

مرحلہ 2 :

چونکہ جملہ کھوئے ہوئے الکٹرانوں کی تعداد، جملہ حاصل کردہ الکٹرانوں کی تعداد کے برابر ہونا چاہئے ، آڑی ترچھی ضرب کے ذریعہ متعاملات کی طرف مناسب سالم اعداد کو رکھ کر ضابطہ کے ذریعہ الکٹرانوں کو مساویانے (equate) پر ہمیں اس طرح حاصل ہوگا۔ یہاں پر حاصل $Fe_2(SO_4)_3$ میں Fe کے 2 مول پائے جاتے ہیں۔ چنانچہ سر اعداد $1e^-$ اور $5e^-$ کو عدد 2 کے ساتھ ضرب کیا جانا چاہئے۔



$10\ FeSO_4 + 2\ KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

مرحلہ 3 : متعاملات/حاصلات - تکسید / تحویل کو متوازن کیا جائے۔

(Balance the reactant/product - Oxidised/reduced)

اب متعامل کی طرف کی بنیاد پر حاصلات کو متوازن کیا جائے۔ (یعنی تکسید اور تحویل) اوپر کی مساوات اس طرح ہوجاتی ہے۔

$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

مرحلہ 4 :

سوائے H اور O کے بجائے دیگر عناصر کو توازن کیا جائے۔ اس صورت حال میں ہمیں K اور S جوہروں کو توازن میں لایا جائے، K خود بخود توازن میں آجائے گا۔

متعامل کی طرف : S کے 10 جوہر $(10\ FeSO_4)$

حاصل کی طرف : S کے 18 جوہر

$5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4$

$15S + 2S + 1S = 18S$

چنانچہ 8-S جوہروں کا فرق، متعاملات کی طرف ہے، اس کے لئے H_2SO_4 کو 8 کے ساتھ ضرب دینا چاہئے۔ اب مساوات اس طرح ہوجاتی ہے۔

$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

مرحلہ 5 :

H اور O کے جوہروں کو توازن میں لانے پر

متعامل کی طرف : H کے 16 جوہر

$(8H_2SO_4$ i.e. 8 x 2H = 16 'H')

حاصل کی طرف : H کے 2 جوہر

$(H_2O$ i.e. 1 x 2H = 2 'H')

چنانچہ، حاصلات کی طرف H_2O کے سالموں کو 8 سے ضرب کرنے پر

$10\ FeSO_4 + 2\ KMnO_4 + 8\ H_2SO_4 \rightarrow 5\ Fe_2(SO_4)_3 + 2\ MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

آکسیجن کا جوہر خود بخود توازن میں آجاتا ہے۔

یہی توازنی مساوات ہے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:52 AM

رواں-الکٹران کا طریقہ (Ion - Electron method)

یہ طریقہ روانی تکسیلی تعاملات کے لئے ہے۔

مرحلہ 1 :

تکسیدی عدد کے نظریہ کو استعمال کرتے ہوئے، متعاملات کو معلوم کیجئے جو تکسید اور تحویل پاتے ہیں۔

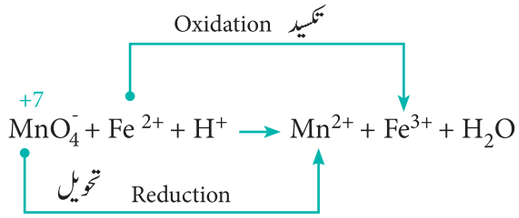
مرحلہ 2 :

تکسید اور تحویل کے لئے دو الگ الگ نصف تعاملات لکھے جائیں۔

آیئے اسی مثال کو لیں، جس کو پہلے ہم نے تکسیدی عدد کے لئے لیا تھا۔

$$KMnO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$$
$$MnSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

اس تعامل کی روانی شکل اس طرح سے ہے۔



دونصف تعاملات اس طرح ہیں۔

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + 1e^-$ ---------- (1)

اور

$MnO_4 + 5e^- \rightarrow Mn^{2+}$ ---------- (2)

دونوں نصف تعاملات میں جوہروں اور باروں دونوں کو توازن میں لایئے۔

مساوات (1) ⟸ کوئی فرق نہیں۔ یعنی

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + 1e^-$ ---------- (1)

مساوات (2) ⟸ متعاملات کی طرف 'O' 4 ہیں۔ چنانچہ حاصلات کی طرف $4H_2O$ شامل کریں۔ H کو توازن میں لانے کے لئے متعاملات کی طرف $8H^+$ شامل کریں۔

$MnO_4 + 5e^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$---- (3)

مرحلہ 3

دونصف تعاملات کو اس طرح مساوی یائیں (equate) کہ الکٹرانوں کی جو تعداد کھوئی تھی، وہ الکٹرانوں کے حاصل کرنے کے برابر ہوجائے۔

دونصف تعاملات کو جمع کرنے پر ہمیں متوازن مساوات ملتی ہے، جس کی نمائندگی مساوات (6) سے کی گئی ہے۔

(1) x 5 ⇒ $5Fe^{2+} \rightarrow 5\ Fe^{3+} + 5e^-$ ---------- (4)

(3) x 1 ⇒ $MnO_4 + 5e^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ ----------(5)

(4) + (5) $5Fe^{2+} + MnO_4 + 8H^+ \rightarrow 5\ Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$----------(6)

خود کا محاسبہ

8) تکسیدی عدد کے طریقہ سے درج ذیل مساوات کو توازن کیجئے۔

$$As_2S_3 + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + NO$$

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:52 AM

خلاصہ (Summary)

روزمرہ زندگی میں انسانی ضروریات کو پورا کرنے میں کیمیاء ایک اہم رول ادا کرتی ہے۔ جو چیز بھی ہم اپنے اطراف واکناف میں دیکھتے ہیں، وہ سب مادّے سے بنی ہوئی ہے۔ کوئی بھی چیز، جس میں کمیت ہو اور جو جگہ گھیرتی ہے، اسے مادّہ کہتے ہیں۔ مادّہ کو اس کی طبیعی حالت اور کیمیائی ترکیب کی بنیاد پر درجہ بندی کی گئی ہے۔ ایک عنصر میں صرف ایک ہی قسم کے جوہر پائے جاتے ہیں۔ مرکبات میں دو یا دو سے زیادہ یا ایک یا مختلف قسم کے جوہر سے بنے ہوئے ہیں۔ مرکبات کے خواص، ان کے انفرادی عناصر سے مختلف ہوتے ہیں۔

جوہر اتنے چھوٹے ہیں کہ ان کی کمیت براہِ راست معلوم کی جاتی ہے۔ C-12 جوہر کو (International IUPAC Union of Pure and Applied Chemistry) نے معیاری جوہر کے طور پر فرض کیا ہے۔ اور اس کی کمیت کو 12 amu یا متحدہ جوہری کمیتی اکائی (Unified atomic mass unit) u جوہری کمیتی اکائی (atomic mass unit) کی طرح لیا ہے۔ اس کا مطلب ارضی حالت (ground state) میں کاربن -12 کے جوہر کی 1/12 ویں اکائی ہے۔ اس کی قیمت 1.6605×10^{-27} kg ہے۔ اس پیمانہ میں نسبتی جوہری کمیت کی وضاحت اس طرح کی جاتی ہے۔ یہ اوسط جوہری کمیت اور متحدہ جوہری کمیت کی نسبت ہے۔ نسبتی جوہری کمیت ہی کی طرح نسبتی سالمی کمیت کی وضاحت اوسط سالمی کمیت اور متحدہ سالمی کمیت کی نسبت کی طرح کی جاتی ہے۔ کسی بھی مرکب کی سالمی کمیت کو محسوب کرنے کے لئے اس میں موجود الگ الگ جوہروں کے نسبتی جوہری کمیتوں کو جمع کیا جاتا ہے۔ مادہ کی مقدار کو اکثر مول میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ ایک مول کا مطلب ایک نظام میں موجود شئے کی مقدار ہے، جس میں اتنے بنیادی ذرات ہیں جتنے کہ 12 گرام کاربن-12 ایسوٹوپ میں پائے جاتے ہیں۔ یہ بنیادی ذرات سالمے، جوہر، رواں، یا الکٹران یا کوئی مخصوص ذرات ہو سکتے ہیں۔

تنہا ذرات 6.023×10^{23} = ایک مول (1 mole)

کسی شئے کی ایک مول کی کمیت کو مولار کمیت کہتے ہیں۔ ایک مرکب کی مولار کمیت اس کے اجزاء کے نسبتی جوہری کمیتوں کے حاصل جمع کے برابر ہے۔ اس کو $g\ mol^{-1}$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ایک مثالی گیس 273 K اور 1 فضائی دباؤ پر 22.4 لیٹر حجم جگہ گھیرتی ہے۔ اسی طرح مول کے نظریہ کو معادل کمیت کو بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ گرام معادل کمیت کی وضاحت اس طرح کی جاتی ہے کہ ایک عنصر (مرکب یا رواں) کی کمیت جو 1.008 گرام ہائڈروجن یا 8 گرام آکسیجن یا 35.5 گرام کلورین کو شامل یا تبادلہ کرے۔ معادل کمیت کی کوئی اکائی نہیں ہے، مگر گرام معادل کمیت کی اکائی $g\ eq^{-1}$ ہے۔ ایک مرکب کا عنصری تجزیہ اس مرکب میں موجود جوہروں کی کمیتی فیصد کو ظاہر کرتا ہے۔ اس کمیتی فیصد (mass percentage) سے ہم اس مرکب کا تجربی ضابطہ (empirical formula) معلوم کر سکتے ہیں۔ اس مرکب کی مولار کمیت کو استعمال کرتے ہوئے تجربی ضابطہ معلوم کر کے سالمی ضابطہ معلوم کر سکتے ہیں۔ تناسب پیمائی کا مطلب ایک متوازن کیمیائی تعامل میں متعاملات اور حاصلات کا مقداری تعلق ہے۔ اسے مول میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ ایک کیمیائی تعامل میں غیر تناسب پیما کی مقدار کے تحت متعاملات استعمال کئے جاتے ہیں تو حاصلات کی مقدار، متعاملات کے مکمل استعمال ہونے کے بعد تعامل مکمل ہوگا۔ اس کی وجہ سے مزید تعامل پانے کی حد ختم ہو جاتی ہے اور اسے حد بندی کا متعامل کہتے ہیں۔ دوسرے متعاملات جو افزود (excess) ہوتے ہیں، افزود متعاملات (excess reagent) کہلاتے ہیں۔

تکسید-تحویل تعامل یعنی تکسیلی تعامل ہمیشہ آکسیجن اور ہائڈروجن سے منسلک نہیں ہوتے۔ ایسی صورت میں اس عمل کو الکٹرانوں کی بنیاد پر سمجھایا جا سکتا ہے۔ تعاملات جس میں الکٹران کھوئے جاتے ہیں، تکسیدی تعامل کہلاتا ہے اور تعاملات جس میں الکٹران حاصل ہوتے ہیں، ان کو تحویل کہا جاتا ہے۔ عام تکسیدی حالت میں ایک مرکب میں ایک جوہر کے سوا تمام جوہروں کو نکال دیا جائے تو اس جوہر میں موجود

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:53 AM

مجازی (فرضی) بار، اس جوہر کا تکسیدی عدد کہلائے گا۔ تکسیدی تعاملات میں، عناصر کا تکسیدی عدد تبدیل ہوتے رہتا ہے۔ وہ تعاملات جس میں عنصر کا تکسیدی عدد بڑھتا ہے، تکسید (oxidation) کہلاتا ہے۔ تعامل جس میں یہ کم ہوتا ہے، تحویل (reduction) کہلاتا ہے۔

تکسیلی تعاملات جس میں کسی مرکب کا ایک رواں (یا ایک جوہر) کے ساتھ ایک دوسرے عنصر کے ایک رواں (یا ایک جوہر) کے ساتھ تبادلہ ہوتا ہے، ہٹاؤ تعاملات کہلاتے ہیں۔

- تکسیلی تعاملات جن میں دو اشیاء شامل ہو کر ایک اکہرا مرکب بناتے ہیں، امتزاجی تعامل کہتے ہیں۔
- تکسیلی تعاملات جن میں ایک مرکب ٹوٹ کر دو یا دو سے زیادہ اجزاء میں بٹ جاتا ہے، تحلیلی تعامل کہلاتا ہے۔ یہ تعاملات، امتزاجی تعاملات کے بالکل برعکس ہیں۔ ان تعاملات میں ایک ہی شئے میں مختلف عناصر کی تکسیدی حالت تبدیل ہو جاتی ہے۔
- تکسیلی تعاملات جس میں کسی مرکب کا ایک رواں (یا ایک جوہر) کے ساتھ ایک دوسرے عنصر کے ایک رواں (یا ایک جوہر) کے ساتھ تبادلہ ہوتا ہے، ہٹاؤ تعاملات کہلاتے ہیں۔
- بعض تکسیلی تعاملات میں، ایک ہی مرکب تکسید اور تحویل پاتا ہے۔ ایسے تعاملات میں ایک ہی عنصر کی تکسیدی حالت بڑھتے اور کم ہوتے رہتی ہے۔ ان تعاملات کو ناموزوں تعاملات کہتے ہیں۔
- مختلف دھاتوں کے درمیان الکٹرانوں کا تقابلہ ہوتا ہے، جسے تقابلی الکٹران کے تبادلہ کے تعاملات کہتے ہیں۔

تکسیلی تعاملات کی مساوات کو تکسیدی عدد کے طریقہ سے یا رواں-الکٹران کے طریقہ سے توازن میں لایا جاسکتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:53 AM

محاسبہ (Evaluation)

I۔ درست جواب کا انتخاب کیجئے۔

1۔ 40 ml میتھین، 80ml کی آکسیجن کے ساتھ کمرے کی تپش پر مکمل طور پر جلتا ہے۔
کمرے کی تپش پر اسے ٹھنڈا کرنے سے باقی گیس کا حجم یہ ہے۔

(a) 40ml، CO_2 گیس
(b) 40 ml، CO_2 گیس اور 80 ml H_2O گیس
(c) 60ml، CO_2 گیس اور 60 ml H_2O گیس
(d) 120 ml ، CO_2 گیس

2۔ ایک عنصر X میں درج ذیل ایسوٹوپی ترکیب اس طرح سے ہے۔ $^{200}X = 90\%$ ؛ $^{199}X = 8\%$ اور $^{202}X = 2\%$
X کی وزن کردہ اوسط جوہری کمیت اس کے قریب ہوگی۔

(a) 201 u
(b) 202 u
(c) 199 u
(d) 200 u

3۔ توثیق : دومول گلوکوز میں 12.044×10^{23} سالمے پائے جاتے ہیں۔
سبب : کسی بھی شئے کے ایک مول میں 6.02×10^{22} تنہا entities پائے جاتے ہیں۔

(a) توثیق اور سبب دونوں صحیح ہیں اور توثیق، سبب کی صحیح وضاحت کرتا ہے۔
(b) توثیق اور سبب دونوں صحیح ہیں اور توثیق، سبب کی صحیح وضاحت نہیں کرتا ہے۔
(c) توثیق صحیح ہے، مگر سبب غلط ہے۔
(d) توثیق اور سبب دونوں غلط ہیں۔

4۔ کاربن دو آکسائڈ بناتا ہے، جنہیں کاربن مونا کسائڈ اور کاربن ڈائی آکسائڈ کہتے ہیں۔ کونسے عنصر کی معادل کمیت مستقل رہتی ہے؟

(a) کاربن
(b) آکسیجن
(c) کاربن اور آکسیجن دونوں
(d) نہ کاربن اور نہ ہی آکسیجن

5۔ ایک سہ گرفتی دھاتی عنصر کی معادل کمیت $9\ g\ eq^{-1}$ ہے۔ اس کے نابیدہ آکسائڈ کی مولار کمیت یہ ہے۔

(a) 102 g
(b) 27 g
(c) 270 g
(d) 78 g

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:54 AM

6۔ ایک قطرہ پانی جس کا وزن 0.018 g ہے، اس میں موجود پانی کے سالموں کی تعداد یہ ہے۔

(a) 6.022×10^{26} (b) 6.022×10^{23}

(c) 6.022×10^{20} (d) 9.9×10^{22}

7۔ 1 g میگنیشیم کاربونیٹ کے ایک غیر خالص (impure) نمونہ جس میں کوئی بھی حرارتی تحلیلی لوث (thermally decomposable impurity) نہ پائی جاتی ہو، اس کو مکمل طور پر حرارتی طور پر تحلیل کرنے سے 0.44 گرام کیلشیم ڈائی آکسائڈ گیس حاصل ہوتی ہے۔ نمونہ میں موجود غیر خالص لوث کا فی صد یہ ہے۔

(a) 0 % (b) 4.4 % (c) 16 % (d) 8.4 %

8۔ جب 6.3 گرام سوڈیم ہائڈ کاربونیٹ کو 30 g اسیٹک ترشہ کے محلول کے ساتھ شامل کیا جاتا ہے، تو اس کا باقی محلول 33 g ہوگا۔ تعامل کے دوران خارج شدہ کاربن ڈائی آکسائڈ کے مول کی تعداد یہ ہے۔

(a) 3 (b) 0.75 (c) 0.075 (d) 0.3

9۔ جب 22.4 لٹر H_2 گیس کو 11.2 لٹر Cl_2 (g) کے ساتھ شامل کیا جاتا ہے تو 273 K اور 1 فضائی دباؤ پر بننے والے HCl(g) کے مول کی تعداد اس کے مساوی ہوگی۔

(a) 2 مول کے HCl(g) (b) 0.5 مول کے HCl(g)

(c) 1.5 مول کے HCl(g) (d) 1 مول کا HCl(g)

10۔ گرم مرتکز سلفیورک ترشہ ایک معتدل مگر طاقتور تکسیدی عامل ہے۔ ان میں سے کونسا تعامل اس کی تکسیدی خاصیت کو ظاہر نہیں کرتا؟

(a) $Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

(b) $C + 2H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$

(c) $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2HCl$

(d) اوپر میں سے کوئی بھی نہیں

11۔ درج ذیل تکسیلی تعاملات میں کونسا ناموزوں ہے، اس کا انتخاب کیجئے۔

(a) $3Mg(s) + N_2(g) \rightarrow Mg_3N_2(s)$

(b) $P_4(s) + 3NaOH + 3H_2O \rightarrow PH_3(g) + 3NaH_2PO_2(aq)$

(c) $Cl_2(g) + 2KI(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + I_2$

(d) $Cr_2O_3(s) + 2Al(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Cr(s)$

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:54 AM

12۔ قلوی واسطہ میں پوٹاشیم پرمانگنیٹ کی معادل کمیت یہ ہوگی۔

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$$

(a) 31.6 (b) 52.7 (c) 79 (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

13۔ ان میں سے کونسا 180 g پانی کی نمائندگی کرتا ہے؟

(a) پانی کے 5 مول (b) پانی کے 90 مول

(c) $\frac{6.022 \times 10^{23}}{180}$ پانی کے سالمے (d) 6.022×10^{24}

14۔ 7.5g کی ایک گیس 0°C اور 1 فضائی دباؤ پر 5.6 لٹر حجم کی جگہ گھیرتی ہے۔ وہ گیس یہ ہے۔

(a) NO (b) N_2O (c) CO (d) CO_2

15۔ 1.7 g امونیا میں موجود جملہ الکٹرانوں کی تعداد

(a) 6.022×10^{23} (b) $\frac{6.022 \times 10^{22}}{1.7}$

(c) $\frac{6.022 \times 10^{24}}{1.7}$ (d) $\frac{6.022 \times 10^{23}}{1.7}$

16۔ منفروانوں میں سلفر کے تکسیدی حالت کی درست بڑھتی ہوئی ترتیب اس طرح ہے۔

$SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, S_2O_4^{2-}, S_2O_6^{2-}$ is

(a) $SO_3^{2-} < SO_4^{2-} < S_2O_4^{2-} < S_2O_6^{2-}$ (b) $SO_4^{2-} < S_2O_4^{2-} < S_2O_6^{2-} < SO_3^{2-}$

(c) $S_2O_4^{2-} < SO_3^{2-} < S_2O_6^{2-} < SO_4^{2-}$ (d) $S_2O_6^{2-} < S_2O_4^{2-} < SO_4^{2-} < SO_3^{2-}$

17۔ Ferrous oxalate کی معادل کمیت یہ ہے۔

(a) $\frac{\text{ferrous oxalate کی مولار کمیت}}{1}$ (b) $\frac{\text{ferrous oxalate کی مولار کمیت}}{2}$

(c) $\frac{\text{ferrous oxalate کی مولار کمیت}}{3}$ (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

18۔ اگر اووگیڈرو عدد کی قیمت کو 6.022×10^{23} سے 6.022×10^{20} میں تبدیل کر دیا جائے تو یہ تبدیل ہو جائے گا۔

(a) ایک توازنی مساوات میں ایک دوسرے کے کیمیائی نوع (chemical species) کی نسبت

(b) ایک مرکب میں موجود ایک دوسرے عناصر کی نسبت

(c) کمیت کی وضاحت گرام کی اکائیوں میں

(d) ایک مول کاربن کی کمیت

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:54 AM

19۔ A اور B نامی دو برتن، جن کا حجم 22.4 لٹر ہے، ان میں 273K اور 1 فضائی دباؤ پر 8 گرام O_2 اور 8 گرام SO_2 بالترتیب رکھی ہوئی ہے۔ تو

(a) A اور B دونوں میں سالموں کی تعداد یکساں ہوگی

(b) A کی بہ نسبت B میں سالموں کی تعداد زیادہ ہوگی۔

(c) A میں موجود سالموں سے B میں موجود سالموں کے تعداد کی نسبت 2:1 ہوگی۔

(d) A میں موجود سالموں کی تعداد سے B میں موجود سالموں کی تعداد تین گُنا زیادہ ہوگی۔

20۔ جب 50 ملی لیٹر 8.5% $AgNO_3$ کے محلول کے ساتھ 100 ملی لیٹر 1.865% پوٹاشیم کلورائڈ کے محلول کو شامل کیا جاتا ہے تو حاصل ہونے والے رسوب کی کمیت کیا ہوگی؟

(a) 3.59 g (b) 7 g (c) 14 g (d) 28 g

21۔ ایک گیس کمرے کی تپش اور دباؤ (25° C اور 1 فضائی دباؤ) پر 612.5 ملی لیٹر حجم کی جگہ گھیرتی ہے، اس کا وزن 1.1 گرام ہے۔ اس گیس کی مولار کمیت یہ ہوگی۔

(a) 66.25 g mol^{-1} (b) 44 g mol^{-1}

(c) 24.5 g mol^{-1} d) 662.5 g mol^{-1}

22۔ درج ذیل میں سے کس میں اتنے ہی جوہر ہوں گے، جتنے 6 g ، کاربن-12 میں پائے جاتے ہیں۔

(a) 7.5 g ethane (b) 8 g methane

(c) (a) اور (b) دونوں (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں۔

23۔ درج ذیل مرکب/مرکبات میں سے کس میں اتنا ہی کاربن کا فی صد ہوگا، جتنا کہ ایتھیلین (C_2H_4) میں ہے؟

(a) propene (b) ethyne

(c) benzene (d) ethane

24۔ کاربن-12 کے لحاظ سے درج ذیل میں سے کونسا/کونسے درست ہیں؟

(a) نسبتی جوہری کمیت 12 u ہے۔

(b) کاربن اور اس کے تمام مرکبات میں کاربن کا تکسیدی عدد +4 ہے۔

(c) کاربن-12 کے ایک مول 6.022×10^{22} کاربن کے جوہر پائے جاتے ہیں۔

(d) اوپر کے تمام

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:54 AM

25۔ درج ذیل میں سے کونسا جوہری کمیت کے لئے معیار مانا گیا ہے؟

(a) $_{6}C^{12}$ (b) $_{7}C^{12}$ (c) $_{6}C^{13}$ (d) $_{6}C^{14}$

II۔ درج ذیل کے لئے مختصر جوابات لکھئے۔

26۔ نسبتی جوہری کمیت کی تعریف کیجئے۔

27۔ اصطلاح مول (mole) سے متعلق آپ کیا جانتے ہو ؟

28۔ معادل کمیت (equivalent mass) کی وضاحت کیجئے۔

29۔ اصطلاح تکسیدی عدد (oxidation number) سے متعلق آپ کیا جانتے ہو ؟

30۔ تکسید (oxidation) اور تحویل (reduction) کے درمیان فرق کیجئے۔

31۔ درج ذیل مرکبات کی مولار کمیتیں (molar mass) محسوب کیجئے۔

i) Urea $[CO(NH_2)_2]$

ii) Acetone $[CH_3COCH_3]$

iii) Boric acid $[H_3BO_3]$

iv) Sulphuric acid $[H_2SO_4]$

32۔ 273K اور 1 فضائی دباؤ پر کاربن ڈائی آکسائڈ کی کثافت $1.965\ kgm^{-3}$ کے مساوی ہے۔ CO_2 کی مولار کمیت (molar mass) محسوب کیجئے۔

33۔ درج ذیل میں سے کس میں زیادہ تعداد میں آکسیجن کے جوہر پائے جاتے ہیں۔

i) 1 mol of ethanol

ii) 1 mol of formic acid

iii) 1 mol of H_2O

34۔ درج ذیل معطیات (data) کی مدد سے قدرتی طور پر حاصل ہونے والے میگنیشیم کی جوہری کمیت (atomic mass) محسوب کیجئے۔

ایسوٹوپ	ایسوٹوپی جوہری کمیت	وافر مقدار میں (%)
Mg^{24}	23.99	78.99
Mg^{25}	24.99	10.00
Mg^{26}	25.98	11.01

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:55 AM

35۔ تعامل $x + y + z_2 \rightarrow xyz_2$ میں، درج ذیل تعامل کے آمیزے میں حد بندی کی متعامل کی شناخت کیجئے، اگر ہو تو۔

(a) x کے 200 جوہر + y کے 200 جوہر + z_2 کے 50 سالمے

(b) x کا ایک مول + y کا ایک مول + z_2 کے 3 مول

(c) x کے 50 جوہر + y کے 25 جوہر + z_2 کے 5 سالمے

(d) x کے 2.5 مول + y کے 5 مول + z_2 کے 5 مول

36۔ ایک عنصر کے ایک جوہر کی کمیت 6.645×10^{-23} گرام ہے۔ 0.320 kg میں اس کے کتنے مول پائے جائیں گے؟

37۔ سالمی کمیت (molecular mass) اور مولار کمیت (molar mass) میں کیا فرق پایا جاتا ہے۔ کاربن ڈائی آکسائڈ کے لئے سالمی کمیت اور مولار کمیت محسوب کیجئے۔

38۔ درج ذیل کا تجربی ضابطہ (empirical formula) معلوم کیجئے۔

i) فرکٹوس ($C_6H_{12}O_6$) شہد میں پایا جاتا ہے۔

ii) کیفین Caffeine ($C_8H_{10}N_4O_2$) ایک شئے ہے جو چائے اور کافی میں پائی جاتی ہے۔

39۔ الومینیم اور فیرک آکسائڈ کے درمیان تعامل سے تپش میں 3273 K تک اضافہ ہوتا ہے اور اسے دھاتوں کو ٹانک لگانے (welding) میں استعمال کیا جاتا ہے۔ (جوہری کمیت $Al = 27$ u اور $O = 16$ u) $2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$;

324 g الومینیم کو 1.12 kg فیرک آکسائڈ کے ساتھ تعامل کرنے دیا جائے تو

i) بننے والے Al_2O_3 کی کمیت محسوب کیجئے۔

ii) تعامل کے آخر میں افزود متعامل (excess reagent) کتنا باقی رہے گا؟

40۔ 44 g، $CO_{2(g)}$ حاصل کرنے کے لئے ethane کے کتنے مول کو جلانا ہوگا؟

41۔ ہائڈروجن پرآکسائڈ ایک تکسیدی متعامل ہے۔ یہ فیرس رواں کو فیرک روانوں میں تکسید کر کے خود پانی بن کر تحویل پاتا ہے۔ اس کے لئے ایک توازنی مساوات لکھئے۔

42۔ ایک مرکب جس میں 76.6% کاربن، 6.38% ہائڈروجن اور باقی آکسیجن ہو اور اس کی بخاراتی کثافت 47 (Vapour density) ہو تو اس کا تجربی ضابطہ (empirical formula) اور سالمی ضابطہ (molecular formula) محسوب کیجئے۔

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:55 AM

43۔ ایک مرکب کے تجزیہ سے یہ حاصل ہوتے ہیں۔ Na = 14.31 % ؛ S = 9.97 % ؛ H = 6.22 % اور O = 69.5 %۔
اگر مرکب کے تمام ہائڈروجن، آکسیجن کے ساتھ بطور قلماؤ کے پانی (water of crystallisation) کی طرح ہوں تو مرکب کا سالمی ضابطہ محسوب کیجئے۔

44۔ تکسیدی عدد کے طریقہ سے درج ذیل مساوات کو توازن میں لائیے۔

i) $K_2Cr_2O_7 + KI + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + I_2 + H_2O$

ii) $KMnO_4 + Na_2SO_3 \rightarrow MnO_2 + Na_2SO_4 + KOH$

iii) $Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$

iv) $KMnO_4 + H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + CO_2 + H_2O$

45۔ روان الکٹران کے طریقہ سے درج ذیل مساوات کو توازن میں لائیے۔

i) $KMnO_4 + SnCl_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + SnCl_4 + H_2O + KCl$

ii) $C_2O_4^{2-} + Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{3+} + CO_2$ (ترشوی واسطہ میں)

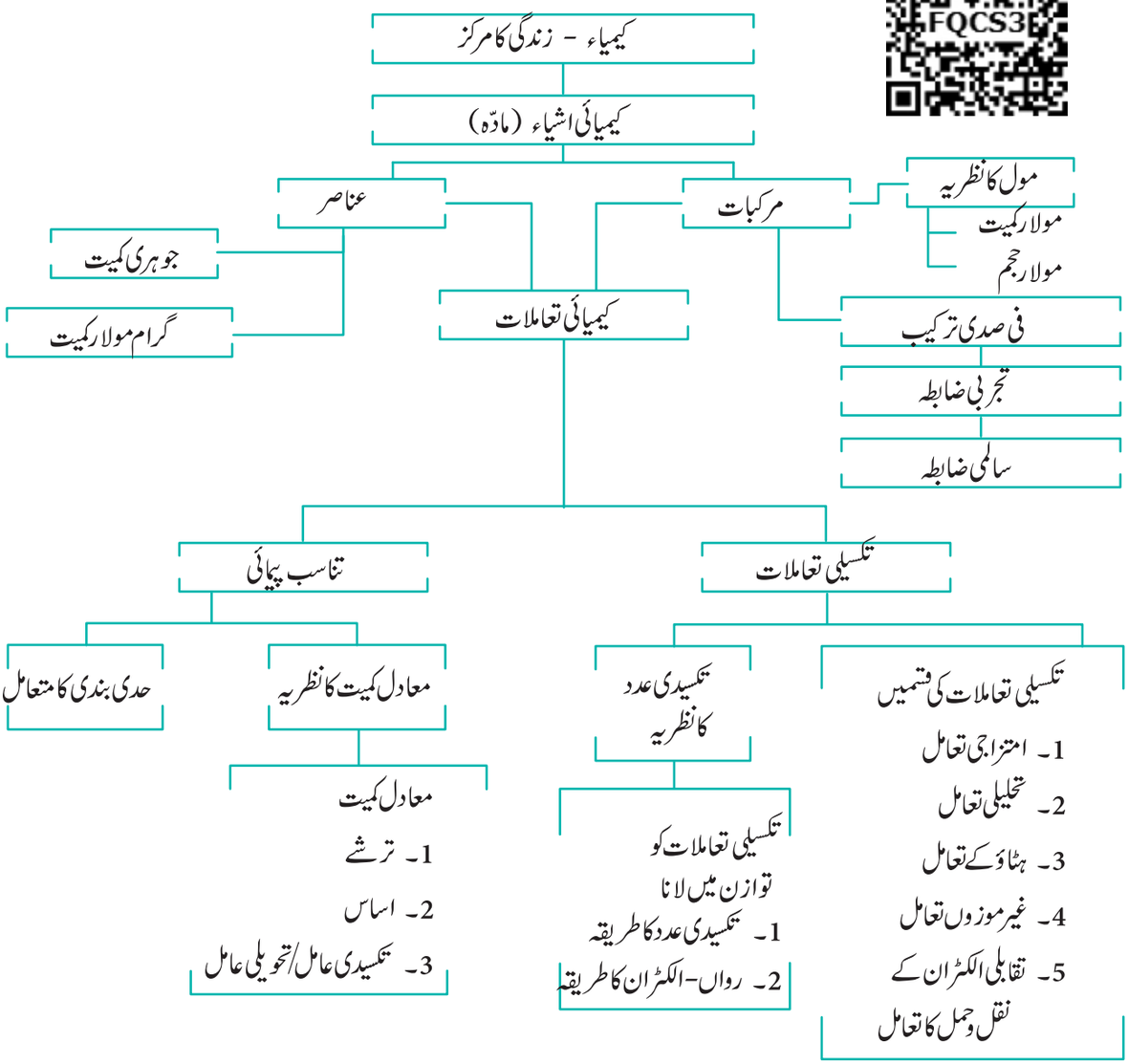
iii) $Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + NaI$

iv) $Zn + NO_3^- \rightarrow Zn^{2+} + NO$ (ترشوی واسطہ میں)

11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:55 AM

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ

FQCS3



11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:55 AM

ICT Corner — ICT کارنر

تجربی اور سالمی ضابطہ (Empirical and molecular formula)

اس آلہ کے استعمال کی مدد سے آپ عناصر کی فیصدی ترکیب سے تجربی اور سالمی ضابطہ محسوب کر سکتے ہیں۔

دیئے گئے URL کو جایئے یا دائیں جانب دیئے گئے QR کوڈ کو اسکین کیجئے۔
https://ggbm.at/FbUwkmUw
(or)

مرحلہ 1 :

براؤزر کھولئے اور دیئے گئے URL کو ٹائپ کیجئے یا QR کوڈ کو اسکین کیجئے۔ 11th Standard Chemistry نامی ایک جیوجبرا ورک بک کھلے گا۔ Empirical formula نامی ورک شیٹ کھولئے۔ درج ذیل خاکہ میں دیئے گئے مطابق ایک ویب پیج کھلے گا۔

مرحلہ 2 :

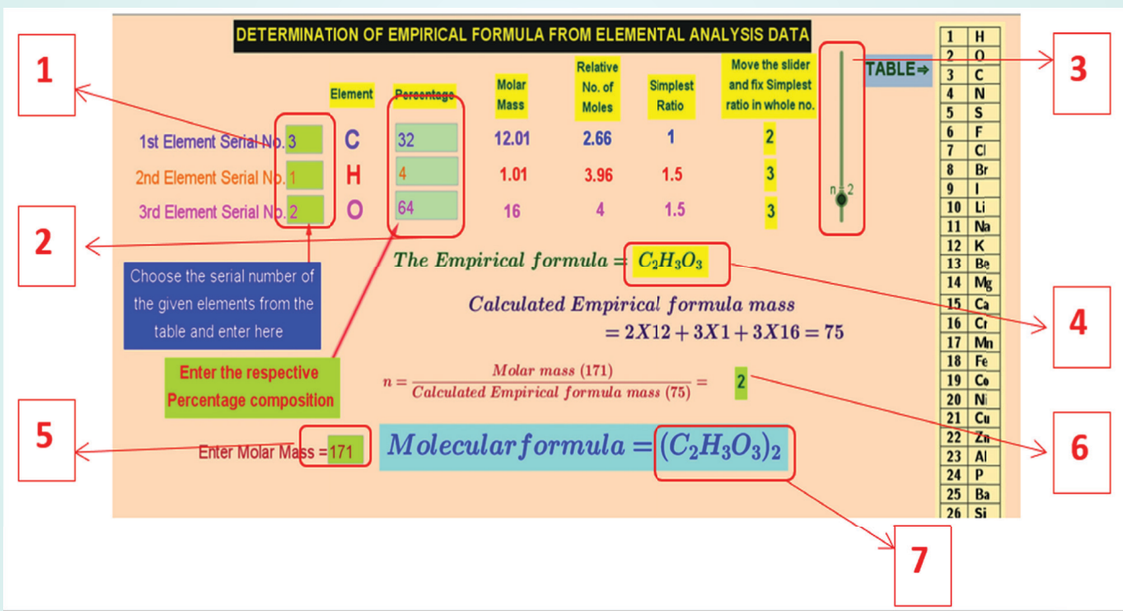
صفحہ کے دائیں جانب دیئے گئے جدول میں سے معائنہ کے لئے مرکبات دیئے گئے ہیں، اس کے عناصر کے سیریل نمبر معلوم کیجئے۔

مرحلہ 3 :

اب آپ مولار کمیت، نسبتی مول کی تعداد اور سادہ نسبت وغیرہ خود سے محسوب ہو جائے گا اور ان کی قیمتیں ڈبوں میں خود بخود بھرتی ہو جائیں گی۔
اگر سادہ ترین نسبت میں کسر ہوں تو سلائڈر (3) سے ایک چھوٹے سے عدد کا انتخاب کر کے سادہ ترین نسبت کو کامل عدد میں تبدیل کریں۔

مرحلہ 4 :

سالمی ضابطہ محسوب کرنے کے لئے، ان کے ڈبہ (5) میں مولار کمیت کو داخل کریں۔ اب ڈبہ (6) میں n ظاہر ہوگا اور نیچے (7) میں سالمی ضابطہ ظاہر ہوگا۔



11 chem vol-1 unit 1 basic concepts
Friday, September 02, 2022 12:44:56 AM

2 اکائی

جوہر کا کوانٹم میکانیکی نظریہ (Quantum Mechanical Model of Atom)

سیکھنے کے مقاصد :

اس اکائی کو پڑھنے کے بعد طلباء اس قابل ہو جائیں گے

- جوہر کے متعلق مختلف نظریات کو سمجھ چکے ہوں گے۔
- مادّہ کے دوہرے برتاؤ کی وضاحت کر سکیں گے۔
- ڈی بروگ لی کی مساوات اخذ کر سکیں گے اور اس سے متعلق حسابات کر سکیں گے۔
- ہئی سن برگ کے غیر یقینی نظریہ کی وضاحت کر سکیں گے اور اس سے متعلق حسابات حل کر سکیں گے۔
- کوانٹم اعداد کی اہمیت معلوم کریں گے۔
- جوہر کے کوانٹم میکانیکی نمونہ کی اہم خصوصیت کی مختصر وضاحت کر سکیں گے۔
- آفبا اصول (Aufbau principle) کی وضاحت کر سکیں گے۔
- ہنڈس رول (Hund's rule) اور پالی کے اخراج کے اصول (Pauli's exclusion principle) کی وضاحت کر سکیں گے۔
- الکٹرانوں کو مداریوں میں بھرنے کے اصول بیان کریں گے اور مختلف جوہروں کی الکٹرانی تشکیل کو لکھ سکیں گے۔

I9JDB

ارون شراڈنجر
Erwin Schrödinger
(1887 - 1961)

ارون شراڈنجر (Erwin Schrodinger) کو "The discovery of new productive forms of atomic theory" کے انکشاف کے لئے انہیں 1933 میں طبیعیات کے میدان میں نوبل انعام سے نوازا گیا۔ انہوں نے طبیعیات، کیمیاء، نباتیات اور حساب کے میدان میں بھی کام کیا ہے۔ وہ بوہر کے مداروں کے نظریوں سے مطمئن نہیں تھے اور وہ یہ یقین رکھتے تھے کہ جوہر کے طیف (spectrum) کو بعض eigen value کے ذریعہ معلوم کیا جا سکتا ہے۔ اس طرح انہوں نے wave equation پیش کیا، جو آگے چل کر ان کے نام سے موسوم ہوا۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:14 PM

2.1 جوہر کے نمونوں کا تعارف

(Introduction to atom models)

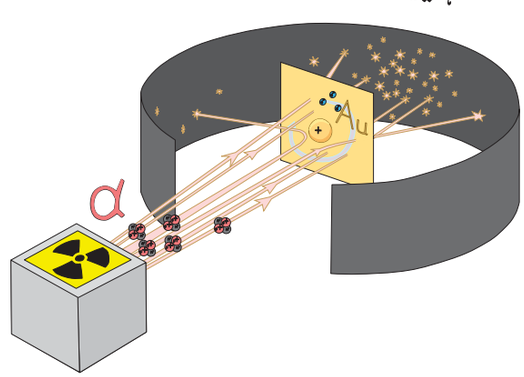
پچھلی جماعتوں میں جن جوہری نمونوں سے متعلق جانکاری حاصل کی تھی، اس کی مختصر تاریخ جاننے کی کوشش کریں گے۔ ہم جانتے ہیں کہ تمام اشیاء مادّہ سے بنی ہوئی ہیں۔ وہ بنیادی اکائی جن سے مادّہ بنا ہوا ہے، جوہر ہے۔ لفظ جوہر یونانی اصطلاح 'a-tomio' سے لیا گیا ہے، جس کا مطلب غیر تقسیم پذیر ہے۔ زیر جوہری ذرات جیسے پروٹان، نیوٹران اور الکٹران کی دریافت سے پہلے تک جوہر کو غیر تقسیم پذیر مانا گیا تھا۔ جے جے تھامسن کے کیتھوڈ شعاعوں کے تجربہ نے یہ ثابت کر دیا کہ جوہر میں منفی بار بردار ذرات پائے جاتے ہیں۔ اس کو انہوں نے الکٹران نام دیا۔ انہوں نے یہ بتایا کہ جوہر ایک مثبت بار بردار کرہ ہے جس میں الکٹران پیوست ہیں، جیسا کہ تربوز کے مغز میں اس کے بیج پیوست ہیں۔ اس کے بعد رُدرفورڈ کے آلفا ذرات کے انتشار کے تجربہ نے یہ ثابت کر دیا کہ تھامسن کا نظریہ غلط تھا۔ ردرفورڈ نے ایک پتلے سونے کے ورق سے تیز رفتار آلفا شعاعوں کو گزارا۔

انہوں نے مشاہدہ کیا کہ

(i) اکثر الفا ذرات ورق سے گزر رہے ہیں۔

(ii) بعض آلفا ذرات ایک چھوٹے سے زاویے سے انحراف پا رہے ہیں۔

(iii) بہت کم آلفا ذرات 180° سے منعکس ہو کر واپس لوٹ رہے ہیں۔



خاکہ 2.1 رُدرفورڈ کے آلفا انتشار کا تجربہ

ان مشاہدات کی بنیاد پر اس نے یہ بتایا کہ ایک جوہر میں ایک چھوٹا مثبت بار بردار مرکزہ ہے اور الکٹران اس کے اطراف تیز رفتار سے حرکت کر رہے ہیں۔ برمقناطیس شعاعوں (electromagnetic radiation) یہ بتاتا ہے کہ ایک حرکت کرنے والی بار بردار شئے جب مسلسل حرکت کرتی ہے تو وہ شعاعوں کی طرح اپنی توانائی کو کھوتی ہے۔ چنانچہ ایک جوہر میں حرکت کرنے والے الکٹران بھی مسلسل اپنی توانائی کھو کر مرکزہ سے جا ٹکرائیں گے، جس سے جوہر بالکل ختم ہو جائے گا۔ تاہم اس طرح نہیں ہوتا، اور جوہر مستحکم (stable) ہیں۔ یہی نہیں، یہ نمونہ مرکزہ کے اطراف الکٹرانوں کی تقسیم اور ان کی توانائی کی تقسیم کی وضاحت نہیں کرتا۔

2.1.1 بوہر کے جوہر کا نمونہ

(Bohr atom model)

Planck اور Einstein کے تجربات سے یہ معلوم ہوا کہ برمقناطیسی شعاعوں کی توانائی کو مقداریوں (quantum) کی شکل میں hν اکائیوں میں تقسیم کیا گیا ہے (جس میں ν، شعاعوں کا تعدد ہے اور h، Planck کا مستقلہ (6.626×10^{-34} Js ہے) Planck کے کوانٹم کے مفروضہ کو جوہر کی توانائیوں تک توسیع کر کے Neils Bohr نے ہائڈروجن کے لئے ایک نئے جوہری نظریہ کو پیش کیا۔ یہ نمونہ درج ذیل مفروضوں پر مبنی تھا۔

1۔ ایک جوہر کے الکٹرانوں کی توانائی مقداری (quantised) ہے۔

2۔ ایک جوہر کے مرکزہ کے اطراف الکٹران، ثابت توانائی کے ساتھ ایک دائری راستے میں گردش کرتے ہیں، اسے ساکن مدار (stationary orbit) کہتے ہیں۔

3۔ الکٹران صرف انہی مداروں میں گھومتے ہیں، جس میں الکٹرانوں کی زاویائی معیارِ حرکت (angular momentum) (mvr) ، ان کے $h/2\pi$ کے کامل ضعف میں ہو۔

یعنی $\text{i.e. } mvr = nh/2\pi$ -------- (2.1)

جس میں $n = 1,2,3,...\text{etc.},$

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:14 PM

4۔ جب تک الکٹران ثابت ساکن مدار (fixed stationary orbit) میں گھومتے ہیں، وہ توانائی نہیں کھوتے ہیں۔ تاہم جب ایک الکٹران اعلیٰ توانائی کی حالت (E_2) سے ادنیٰ توانائی کی حالت (E_1) میں چھلانگ لگاتے ہیں تو افزود توانائی ، اشعاع (radiation) کی شکل میں خارج ہونے لگتی ہے۔ خارج شدہ اشعاع کا تعدد یہ ہے۔

$$E_2 - E_1 = h\nu$$

اور

$$\nu = \frac{(E_2 - E_1)}{h} \text{ -------- (2.2)}$$

اس کے برعکس، جب الکٹران کو ایک مناسب توانائی دی جاتی ہے تو وہ مدار میں ادنیٰ سطح سے اعلیٰ سطح کی طرف چھلانگ لگاتا ہے۔

Bohr کے مفروضہ کو ہائڈروجن جیسے جوہر میں استعمال کرنے پر (ایک الکٹران کی نوع جیسے H، He^+، Li^{2+} وغیرہ)، n ویں مدار کا نصف قطر اور n ویں الکٹران کی توانائی معلوم کی جاتی ہے۔ اس کے نتیجے اس طرح حاصل ہوئے ہیں۔

$$r_n = \frac{(0.529)n^2}{Z} \text{ Å} \text{ ---------- (2.3)}$$

$$E_n \quad \frac{(13.6)^2}{n^2} \text{ eV atom}^{-1} \text{ --------(2.4)}$$

(or)

$$E_n \quad \frac{(1312.8)^2}{n^2} \text{ kJ mol}^{-1} \text{ --------(2.5)}$$

r_n اور E_n کی تفصیلی حاصل شدہ عبارتوں کو بارھویں جماعت کے جوہری طبیعیات کے سبق میں پڑھیں گے۔

2.1.2۔ Bohr کے جوہری نمونہ کی حد بندیاں (Limitations of Bohr's atom model)

بوہر کا جوہری نمونہ صرف ہائڈروجن، Li^{2+} وغیرہ جیسے جوہری انواع کے لئے استعمال ہوتا ہے اور کثیر الکٹران والے جوہروں کے لئے استعمال نہیں ہوتا۔ یہ نمونہ مقناطیسی میدان کی موجودگی میں طیف کی لکیروں کے انتشار (splitting of spectral lines) (Zeeman effect) یا برقی میدان کی موجودگی میں طیف کی لکیروں کے انتشار (Start Effect) کی وضاحت نہیں کرتا۔ Bohr کا نظریہ اس بات کی وضاحت نہیں کرتا کہ کیوں الکٹرانوں کو ایک ثابت مدار میں گھومنے کے لئے پابند (restrict) کیا گیا ہے، جو الکٹرانوں کے زاویائی معیار حرکت $nh/2p$ کے مساوی ہے، یہ اس مفروضہ کے لئے جواب ہے، جس کو Louis de Broglie نے پیش کیا۔

2.2 مادّہ کے موجی ذرہ کی دوہری نوعیت (Wave particle duality of matter)

البرٹ ائن سٹائن نے یہ پیش کیا کہ روشنی میں دوہری نوعیت پائی جاتی ہے، یعنی روشنی کے فوٹان (photons) ذرات اور موج دونوں کی طرح برتاؤ کرتے ہیں۔ Louis de Broglie نے اس نظریہ کی توسیع کی اور بتایا کہ مادّہ کی تمام شکلیں دوہری خصوصیات کو ظاہر کرتے ہیں۔ اس تعلق کو مقداری (quantify) بنانے کے لئے، انہوں نے موج کے مادّہ کے موجی طول کے لئے ایک مساوات اخذ کی۔ انہوں نے درج ذیل دو توانائیوں کی مساوات کا امتزاج کیا، جس میں ایک موجی خاصیت ($h\nu$) اور دوسرا ذرات کی نوعیت (mc^2) رکھتا ہے۔

(i) پلانک کے کوانٹم کا مفروضہ

$$E = h\nu \text{ -------- (2.6)}$$

(ii) ائن سٹائن کا کمیت-توانائی کا تعلق

$$E = mc^2 \text{ ---------(2.7)}$$

(2.6) اور (2.7) سے

$$h\nu = mc^2$$

$$hc/\lambda = mc^2$$

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:15 PM

$$\lambda = h / mc \text{ ----------(2.8)}$$

مساوات 2.8 فوٹانوں کے موجی طول کی نمائندگی کرتا ہے، جس کا معیارِ حرکت mc (فوٹانوں میں صفر ساکن کمیت) سے دیا گیا ہے۔

مادّی ذرات، جن کی کمیت m اور رفتار v ہو، ان کے لئے مساوات 2.8 کو اس طرح لکھا جاتا ہے۔

$$\lambda = h / mv \text{ ---------- (2.9)}$$

یہ اُس وقت درست ہوگا، جب ذرہ، روشنی کی رفتار سے گھومنے لگے گا۔

یہ مساوات اس بات کو ظاہر کرتی ہے کہ ایک حرکت کرنے والا ذرہ ایک موج کی طرح فرض کیا جاسکتا ہے اور ایک موج، ایک ذرہ کی خصوات (یعنی معیارِ حرکت) کو ظاہر کرے۔ ایک ذرہ، جس کی اعلیٰ خطی معیارِ حرکت (mv) ہو، اس کا موجی طول اتنا کم ہوگا کہ اس کا مشاہدہ نہیں کیا جاسکتا۔ الکٹران جیسے ایک خوردبینی ذرہ کے لئے، جس کی کمیت 10^{-31} kg کے درجہ میں ہو، اس کا موجی طول، اس جوہر کی جسامت سے بھی کم ہوگا۔ لہٰذا یہ معنی خیز (significant) ہوجائے گا۔

آیئے درج ذیل دو صورت حالوں کو مدنظر رکھتے ہوئے ہم de Broglie کے موجی طول کو محسوب کرتے ہوئے اس مفروضہ کو سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔

(i) 6.626 kg وزنی ایک گیند جو $10\ ms^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کر رہی ہے۔

(ii) ایک الکٹران جو $72.73\ ms^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔

$$\lambda_{iron\ ball} = h/mv$$

$$= \frac{6.626\ x\ 10^{-34}\ kgm^2s^{-1}}{6.626\ kg\ x\ 10\ ms^{-1}} = 1 \times 10^{-35}\ m$$

$$\lambda_{electron} = h/mv$$

$$= \frac{6.626 \times 10^{-34}\ kgm^2s^{-1}}{9.11 \times 10^{-31}\ kg \times 72.73\ ms^{-1}}$$

$$= \frac{6.626}{662.6} \times 10^{-3}\ m = 1 \times 10^{-5} m$$

الکٹران کے لئے de Broglie کا موجی طول معنی خیز ہے اور اس کی پیمائش کی جاسکتی ہے، جبکہ لوہے کی گیند کے لئے یہ بہت چھوٹا ہے اور اس کی پیمائش نہیں کی جاسکتی۔ لہٰذا یہ بے معنی ہوجاتا ہے۔

خود کا محاسبہ

1۔ ایک الکٹران کے de-Broglie کے موجی طول کو محسوب کیجئے، جس کو 1 keV قواہی فرق (potential difference) دے کر حالت سکون سے مسروع (accelerate) کیا گیا ہے۔

2.2.1 زاویائی معیارِ حرکت کو مقداری کرنا اور ڈی بروگ لی کا نظریہ

(Quantisation of angular momentum and de Broglie concept)

ڈی بروگ لی کے نظریہ کے تحت، الکٹران جو مرکزہ کے اطراف گردش کرتے ہیں، وہ ذرہ اور موج، دونوں قسم کی خصوصیت کو ظاہر کرتے ہیں۔ الکٹران موج کی ہئیت میں برتاؤ کرتے وقت، مدار کا احاطہ، الکٹرانی موج کے موجی طول کے کامل ضعف (Integral multiple) میں ہونا چاہئے۔ ورنہ الکٹران اپنی ہئیت (مدار) سے باہر نکل جائے گا۔

مدار کا احاطہ $= n\lambda$

$$2\pi r = n\lambda \text{ ----------(2.10)}$$

$$2\pi r = nh/mv$$

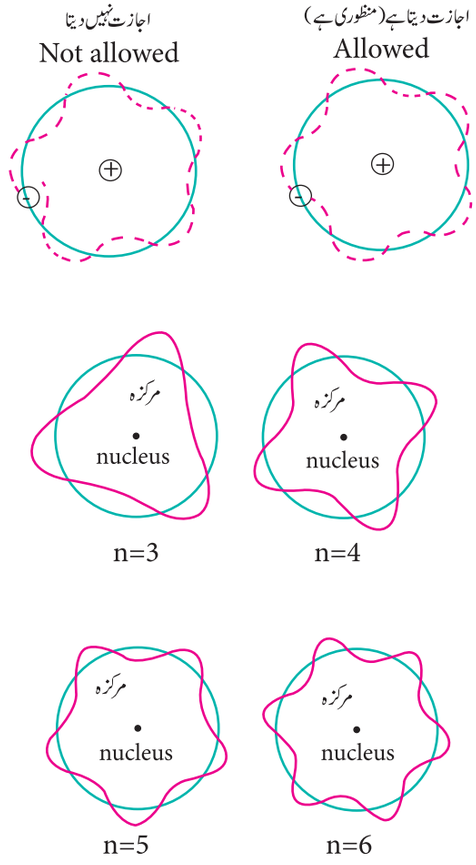
دوبارہ ترتیب دینے پر

$$mvr = nh/2\pi \text{ ----------(2.11)}$$

زاویائی معیارِ حرکت $= nh/2\pi$

اوپر کی مساوات کی پیشین گوئی Bohr نے پہلے سے ہی کی ہے، لہٰذا De Broglie اور Bohr کے نظریات ایک دوسرے کے ساتھ مطابقت رکھتے ہیں۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:15 PM



خاکہ 2.2 منظور شدہ بوہر کے مداروں میں الکٹرانوں کی موجی نوعیت

ڈیوی سن اور جرمر کا تجربہ
(Davison and Germer experiment)

الکٹران کی موجی نوعیت کو تجرباتی طور پر ڈیوی سن اور جرمر نے تصدیق کی۔ انہوں نے الکٹرانوں کی ایک مسروع شدہ کرن (beam) کو نکل (Nickel) کی ایک قلم پر گرنے دیا اور اس کے انکساری نمونہ (diffraction pattern) کو درج کیا۔ اس کا نمونہ، x-ray کے انکساری نمونہ کے مشابہ تھا۔ الکٹران کے موجی نوعیت کی جانکاری نے مختلف تجرباتی تکنیکوں جیسا کہ الکٹرانی خوردبین، کم توانائی والے انکساری نمونہ وغیرہ کے لئے راہیں فراہم کیں۔

2.3 ہئی سن برگ کا غیر یقینی اصول
(Heisenberg's uncertainty principle)

مادّہ کی دوہری نوعیت نے، ایک خوردبینی ذرہ کے مقام اور معیارِ حرکت کو ایک ساتھ تعین کرنے کی حد بندیاں مقرر کردی ہیں۔

اس کی بنیاد پر Heisenberg غیر یقینی اصول (Uncertainty principle) بنایا، جو یہ بیان کرتا ہے کہ ''ایک خوردبینی ذرّہ کے لئے یہ ناممکن ہے کہ ایک ساتھ اس کے مقام اور معیار حرکت کا تعین کیا جاسکے''۔ پیمائش میں غیر یقینی (غلطی) کا حاصل ضرب کا اظہار اس طرح کیا جاتا ہے۔

$$\Delta x.\Delta p \geq h/4\pi \text{ -------- } (2.11)$$

جس میں Δx اور Δp غیر یقینی کیفیت ہے، جو بالترتیب مقام اور معیار حرکت کا تعین کرتی ہیں۔

کلاں بینی اشیاء (macroscopic objects) کے لئے غیر یقینی اصول کا نظر انداز کئے جانے کے قابل اثر (بے معنی) (negligible effect) اور الکٹران جیسے خوردبینی ذرات کے لئے معنی خیز (significant) ہے۔ آیئے اس کو سمجھنے کے لئے ہائڈروجن کے جوہر میں الکٹران کے رفتار کی غیر یقینی کیفیت کو محسوب کرتے ہیں۔ (پہلے مدار کا Bohr radius 0.529 A° ہے) اس کو فرض کرتے ہوئے اس مدار میں الکٹران کے مقام کو نصف قطر کے 0.5% درستگی تک معلوم کرسکتے ہیں۔

مقام میں غیر یقینی کیفیت $= \Delta x$

$$= \frac{0.5\,\%}{100\,\%} \text{ x } 0.529 \text{ Å}$$

$$= \frac{0.5}{100} \text{ x } 0.529 \text{ x } 10^{-10} \text{ m}$$

$$\Delta x = 2.645 \text{ x } 10^{-13} \text{ m}$$

Heisenberg کے غیر یقینی اصول سے

$$\Delta x.\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:16 PM

$$\Delta x.(m.\Delta v) \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta v \geq \frac{h}{4\pi.\, m\, .\, \Delta x}$$

$$\Delta v \geq \frac{6.626 \times 10^{-34}\ kg\ m^2 s^{-1}}{4 \times 3.14 \times 9.11 \times 10^{-31}\ kg \times 2.645 \times 10^{-13}\ m}$$

$$\Delta v \geq\ 2.189 \times 10^{8}\ ms^{-1}$$

چنانچہ الکٹران کی رفتار کی غیر یقینی کیفیت کو روشنی کی رفتار کے ساتھ موازنہ کیا جاسکتا ہے۔ اس اعلیٰ درجہ کی غیر یقینی کیفیت میں، اس کی بالکل درست رفتار معلوم کرنا بہت مشکل ہے۔

خود کا محاسبہ

2۔ ایک الکٹران کے مقام کی غیر یقینی کیفیت محسوب کیجئے، اگر اس کے رفتار میں غیر یقینی کیفیت $5.7 \times 10^5\ ms^{-1}$ ہے۔

2.4۔ جوہر کا کوانٹم میکانیکی نمونہ - شروڈنجر مساوات

(Quantum mechanical model of atom - Schrödinger equation :

روزمرہ زندگی میں اشیاء کی جو حرکت ہم دیکھتے ہیں، اس کی وضاحت کلاسیکی میکانکس کے ذریعہ کی جاتی ہے، جس کی بنیاد نیوٹن کے حرکت کے کلیے ہیں۔ کلاسیکل میکانکس میں ایک ذرہ کی طبیعی حالت کی وضاحت، اس کے مقام (position) اور معیار حرکت (momentum) سے کی جاتی ہے۔ اگر ہم کو یہ دونوں خواص معلوم ہوں تو ہم کلاسیکی میکانکس کو استعمال کرکے، اس نظام پر عمل کرنے والی قوتوں کی بنیاد پر اس نظام کے مستقبل کی پیشین گوئی کر سکتے ہیں۔ تاہم، Heisenberg کی غیر یقینی اصول کے مطابق، ان دونوں خصوصیات کی پیمائش الکٹران جیسے ایک خورد بینی ذرے کے لئے درست طور پر ایک ساتھ نہیں کی جاسکتی۔ کلاسیکی میکانکس، مادّہ کی دوہری نوعیت کو زیر بحث نہیں لاتی، جو ایک خورد بینی ذرہ کے لئے معنی خیز (significant) ہے۔ اس کے نتیجہ میں یہ خورد بینی ذرات کے کی حرکت کی وضاحت کرنے میں ناکام ہے۔

Heisenberg کے غیر یقینی اصول کی بنیاد پر اور خورد بینی ذرات کی دوہری نوعیت کی بنیاد پر ایک جدید میکانکس کی بنیاد پڑی ہے، جسے کوانٹم میکانکس کہتے ہیں۔

Erwin Schrödinger نے الکٹران کے موجی نوعیت کو مختلف مساوات کے ذریعہ وضاحت کی ہے۔ یہ مساوات خلا میں الکٹران کے حرکت کے دوران میدانی قوت جو موجی تفاعل (wave function) کی تبدیلی پر منحصر ہے، اس کا تعین کرتی ہے۔ وقت پر غیر منحصر Schrödinger کی مساوات کا اظہار اس طرح کیا جاتا ہے۔

$$\hat{H}\Psi = E\Psi \text{ -------(2.12)}$$

جس میں $\hat{H}$ ، Hamiltonian operator ہے۔ ψ ،(یونانی حرف سئی(psi)) موجی تفاعل اور یہ ذرات کے مقامی محدد (coordinates) کا تفاعل بھی ہے۔ اس کی وضاحت $\psi(x,y,z)$ کی طرح کی جاتی ہے اور E، نظام کی توانائی ہے۔

$$\hat{H} = \left[\frac{-h^2}{8\pi^2 m}\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}+\frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)+V\right]$$

(2.12) کو اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$$\left[\frac{-h^2}{8\pi^2 m}\left(\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}\right)+V\psi\right] = E\psi$$

$-\frac{8\pi^2 m}{h^2}$ کے ساتھ ضرب کرنے اور دوبارہ ترتیب دینے پر

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}+\frac{8\pi^2 m}{h^2}(E-V)\psi = 0$$

------(2.13)

اوپر کی شروڈنجر کی موجی مساوات میں وقت ایک متغیر ہے اور اسے وقت پر غیر منحصر شراڈنجر موجی مساوات کی طرح بتایا گیا ہے۔ اس مساوات کو E، یعنی جملہ توانائی کی بعض قیمتوں کے لئے حل کیا جاسکتا ہے۔ یعنی نظام کی توانائی مقداری (quantised) ہے۔ اجازت کردہ جملہ توانائی کی قیمتیں کو ایجن قیمتیں (Eigen values) کہتے ہیں اور اس کے نظیری موجی تفاعل جوہری مداریوں کی نمائندگی کرتے ہیں۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:16 PM

3.4.1 جوہر کے کوانٹم میکانیکل نمونہ کی اہم خصوصیات
(Main features of the quantum mechanical model of atom)

1۔ جوہر میں الکٹرانوں کی توانائی مقداری کر دی گئی۔
(quantised)

2۔ الکٹران کی مقداری توانائی کی سطحوں کی موجودگی، الکٹرانوں کی موج جیسی خصوصیت کا براہ راست نتیجہ ہے۔ شروڈ نجر کی موجی مساوات کا حل توانائی کی سطحیں (مدار) فراہم کرتی ہیں۔

3۔ Heisenberg کے غیر یقینی اصول کے مطابق، ایک الکٹران کے بالکل درست مقام اور معیار حرکت کا تعین نہیں کیا جا سکتا۔ اس کے نتیجے میں کوانٹم میکانکس نے مداریوں کے نظریے کا تعارف کیا۔ مدار یہ ایک سہ ابعادی خلا (3-D space) ہے، جس میں الکٹران کو تلاش کرنے کا امکان زیادہ ہے۔

4۔ ایک جوہر کے منظور شدہ توانائیاں شراڈ نجر موجی مساوات کا حل، موجی تفاعل ψ دیتا ہے۔ یہ جوہری مداریہ کی نمائندگی کرتا ہے۔ ایک مداریہ میں موجود الکٹران کی موجی فطرت کی وضاحت موجی تفاعل ψ سے کی جاتی ہے۔

5۔ موجی تفاعل ψ خود کوئی طبیعی معنی نہیں رکھتا۔ تاہم ایک چھوٹے سے حجم dxdydz کے اطراف ایک نقطہ کے اطراف (x,y,z) ، میں الکٹران کو معلوم کرنے کا امکان $|\psi(x,y,z)|^2$ dxdydz کے تناسب میں ہے۔ $|\psi(x,y,z)|^2$ اس کو امکان کی کثافت کہتے ہیں اور یہ ہمیشہ مثبت ہے۔

2.5 کوانٹم اعداد (Quantum numbers)

ایک جوہر میں پائے جانے والا الکٹران چار کوانٹم اعداد کے سٹ کی خصوصیت رکھتا ہے، جن کے نام
principal quantum number(n)،
azimuthal quantum number (l)،
اور magnetic quantum number (m)
spin quantum number (s) ہیں۔ جب موجی تفاعل ψ کے لئے شروڈ نجر کی مساوات اخذ کی جاتی ہے تو اس کے حل میں پہلے تین کوانٹم اعداد n , l اور m پائے جاتے ہیں۔ چوتھا کوانٹم عدد، الکٹران کا اپنے محور میں گھومنے کی وجہ سے ہے۔ تاہم روایتی تصویروں کی انواع جس میں اپنے آپ سے گردش کرنا بتایا گیا ہے، درست نہیں ہے۔

(n) Principal quantum number :

یہ کوانٹم عدد، توانائی کی سطح کو ظاہر کرتا ہے، جس میں الکٹران مرکزہ کے اطراف گردش کرتا ہے اور اس کو علامت n سے ظاہر کیا گیا ہے۔

1۔ n کی قیمتیں 1, 2, 3, ... ہو سکتی ہیں۔ n=1، K خول کی نمائندگی کرتی ہے؛ n=2، L shell (خول) اور n = 3,4,5 بالترتیب O , N , M خولوں کی نمائندگی کرتی ہیں۔

2۔ الکٹرانوں کی زیادہ سے زیادہ تعداد جو کسی دیے گئے خول میں موجود ہو گی، وہ $2n^2$ ہو گی۔

3۔ n الکٹران کی توانائی کو ظاہر کرتا ہے۔

$$E_n = \frac{(-1312.8)\,Z^2}{n^2}\ \text{kJ mol}^{-1}$$ اور مرکزہ سے

الکٹران کے فاصلہ کو اس طرح دیا گیا ہے۔ $r_n = \frac{(0.529)n^2}{Z}$ Å

(*l*) یا Azimuthal Quantum number subsidiary quantum number

1۔ اس کی نمائندگی حرف *l* سے کی جاتی ہے۔ اور یہ صفر سے n–1 تک کی کامل قیمتیں لے سکتا ہے، جس میں n، پرنسپل کوانٹم عدد ہے۔

2۔ *l* کی ہر قیمت ایک تحتی خول (orbital) مداریے کو ظاہر کرتا ہے، جس میں $l = 0,1,2,3,4$ بالترتیب s, p, d , f , g مداریوں کو ظاہر کرتا ہے۔

3۔ ایک دیے گئے تحتی خول (مداریے) (orbital) میں زیادہ سے زیادہ الکٹرانوں کے رہنے کی تعداد $2(2l+1)$ ہے۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:17 PM

4۔ مداری زاویائی معیارحرکت کومحسوب کرنے کے لئے درج ذیل عبارت استعمال کی جاتی ہے۔

$$\text{زاویائی معیارحرکت} = \sqrt{l(l+1)}\,\frac{h}{2\pi} \text{----(2.14)}$$

مقناطیسی کوانٹم عدد (m_l) (Magnetic quantum number)

1۔ اس کوحرف m_l سے ظاہرکیا جاتا ہے۔ یہ کامل قیمتیں (integral values)، جن کی وسعت 0 کے ذریعہ $-l$ سے $+l$ تک ہے۔ یعنی اگر $l = 1$ ہوتو $m = -1, 0, +1$

2۔ l کے لئے دی گئی قیمت کے لئے m کی مختلف قیمتیں ہیں، جوخلا میں مداریوں کی سمت کی نمائندگی کرتے ہیں۔

3۔ Zeemen effect (مقناطیسی میدان کے زیراثر طیفی خطوط کا انتشار) ، اس کوانٹم عدد کے لئے تجرباتی تصدیق پیش کرتا ہے۔

4۔ زاویائی معیارحرکت کی حدت (magnitude)، کوانٹم عدد l سے کی جاتی ہے، جب کہ اس کی سمت مقناطیسی کوانٹم عدد سے کی جاتی ہے۔

گردشی کوانٹم عدد (m_s) (Spin quantum number)

1۔ گردشی کوانٹم عدد الکٹران کی گردش (spin) کی نمائندگی کرتا ہے اوراس کوحرف ms سے تعبیر کیا جاتا ہے۔

2۔ ایک جوہر میں الکٹران نہ صرف مرکزہ کے اطراف گھومتا ہے، بلکہ وہ خود اپنے محور پر بھی گھومتا ہے۔ یہ ایک عام بات ہے کہ ایک الکٹران کی محوری گردش ساعت وار (clockwise) ہوسکتی ہے یا غیر ساعت وار (anticlockwise)۔ اس کو دیکھنا درست نہیں ہے۔ تاہم گردش کو ہم اس طرح سمجھ سکتے ہیں کہ یہ ایک خصوصیت ہے جو خود بخود ایک مقناطیسی میدان میں ظاہر ہوتی ہے۔

3۔ الکٹران کی ساعت وار اور غیر ساعت وار محوری گردش کے مطابق، اس کوانٹم عدد کے لئے زیادہ سے زیادہ دو قیمتیں ممکن ہیں۔

4۔ ms کی قیمتیں ½− اور ½+ کے مساوی ہیں۔

جدول 2.1 کوانٹم اعداد اور اس کی اہمیت

خول Shell	پرنسپل کوانٹم عدد Principal quantum number (n)	ایک خول (مداریہ) میں زیادہ سے زیادہ الکٹرانوں کی تعداد $2n^2$	ازمتھل کوانٹم عدد Azimuthal quantum number (l) = 0,1.... (n-1)	ایک مداریہ میں زیادہ سے زیادہ الکٹرانوں کی تعداد $2(2l+1)$	مداریوں کے تعین کے لئے مختلف ممکن مقناطیسی کوانٹم عدد (m)	کسی دئے گئے خول میں مداریوں کا تعین Designation of orbitals in a given shell
K	1	$2(1)^2 = 2$	0	2[2(0)+1] = 2	0	1s
L	2	$2(2)^2 = 8$	0	2	0	2s
			1	2[2(1)+1] =6	-1, 0, +1	$2p_y, 2p_z, 2p_x$

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:17 PM

خول Shell	پرنسپل کوانٹم عدد Principal quantum number (n)	ایک خول (مداریہ) میں زیادہ سے زیادہ (n) الکٹرانوں کی تعداد $2n^2$	ازمتھل کوانٹم عدد Azimuthal quantum number (l) = 0,1.... (n-1)	ایک مداریہ میں زیادہ سے زیادہ الکٹرانوں کی تعداد $2(2l+1)$	مداریوں کے تعین کے لئے مختلف ممکن مقناطیسی کوانٹم عدد (m)	کسی دئے گئے خول میں مداریوں کا تعین Designation of orbitals in a given shell
M	3	$2(3)^2 = 18$	0	2	0	3s
			1	6	-1, 0, +1	$3p_y$, $3p_z$,$3p_x$,
			2	2[2(2)+1] = 10	-2, -1, 0, +1, +2	$3d_{x^2-y^2}$, $3d_{yz}$, $3d_{z^2}$, $3d_{zx}$, $3d_{xy}$
N	4	$2(4)^2 = 32$	0	2	0	4s
			1	6	-1, 0, +1	$4p_y$, $4p_z$, $4p_x$
			2	10	-2, -1, 0, +1, +2	$4d_{x^2-y^2}$, $4d_{xy}$, $4d_{z^2}$, $4d_{yz}$, $4d_{zx}$
			3	2[2(3)+1] = 14	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	$f_{y(3x^2-y^2)}$, $f_{z(x^2-y^2)}$, f_{yz2}, f_{z3}, f_{xz2}, f_{xyz}, $f_{x(x^2-3y^2)}$,

مداریوں پر p_x ، dz^2 ، f_{xyz} وغیرہ مخصوص m کی قیمتوں کے ساتھ منسلک نہیں ہیں۔

خود کا محاسبہ

3۔ چوتھی توانائی کی سطح پر کتنے مداریے ممکن ہیں؟ (n=4)

2.5.1 جوہری مداریوں کی شکلیں

(Shapes of atomic orbitals)

شراڈنجر مساوات کا حل، توانائی کے لئے صرف منظور شدہ قیمتیں فراہم کرتا ہے، جنہیں eigen values کہتے ہیں اور موجی تفاعل کو جوہری مداریے کہتے ہیں۔ ہائڈروجن جیسے ایک الکٹران والے نظام میں شراڈنجر موجی مساوات کا حل (Ψ) کو درج ذیل شکل میں کروی قطبی محددوں r , θ , φ کو اس طرح نمائندگی کر سکتے ہیں۔

$$\Psi (r, \theta, \varphi) = R(r).f(\theta).g(\varphi) \text{ ------ } (2.15)$$

جس میں R(r) نصف قطری موجی تفاعل (radial wave function) ہے۔ دیگر دو تفاعلوں کو زاویائی موجی تفاعل (angular wave function) کہتے ہیں۔

جیسا کہ ہم جانتے ہیں، کہ Ψ خود کوئی معنی نہیں رکھتا اور موجی تفاعل کا مربع $|\Psi|^2$، دی گئی خلا کے حجم میں الکٹرانوں کو معلوم کرنے کے امکان کے ساتھ تعلق رکھتا ہے۔ آیئے یہ معلوم کریں کہ $|\Psi|^2$ کس طرح مرکز کے فاصلہ کے ساتھ تبدیل ہوتا ہے۔ (امکان کی نصف قطری تقسیم) (radial distribution of the probability) اور مرکزہ سے الکٹران کی سمت (امکان کی زاویائی تقسیم) (radial distribution of the probability)

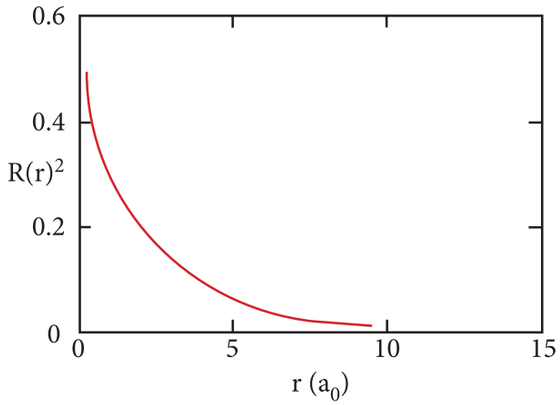
شعاعی تقسیم کا تفاعل

(Radial distribution function)

ہائڈروجن کے جوہر کے ایک اکہرے الکٹران کو ارضی حالت (ground state) میں فرض کیجئے، جس کے لئے کوانٹم عدد n =1

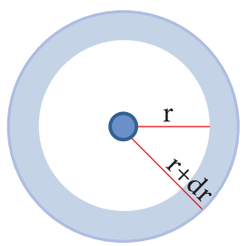
11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:18 PM

اور $l = 0$ ہے۔ یعنی یہ 1s مداریہ پر فائز ہے۔ 1s کے لئے $R(r)^2$ بمقابلہ r کی ترسیم خاکہ 2.3 میں دی گئی ہے۔



خاکہ 2.3 ہائڈروجن کے 1s مداریہ کے لئے
$R(r)^2$ بمقابلہ r کی ترسیم (گراف)

گراف سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ جیسے جیسے الکٹران اور مرکزے کا درمیانی فاصلہ کم ہوتا جاتا ہے، الکٹران کو معلوم کرنے کا امکان بڑھ جاتا ہے۔ $r = 0$ پر مقدار $R(r)^2$ زیادہ سے زیادہ ہوجاتی ہے، یعنی مرکزے پر $|\psi|^2$ کی قیمت زیادہ سے زیادہ ہوجاتی ہے۔ تاہم مرکز کے اطراف دائری مدار میں الکٹران کو پانا ضروری ہے۔ آیئے یہ فرض کریں کہ نصف قطر r اور r + dr والے دو کرے، جو dV حجم سے گھرے ہوئے ہیں۔



خاکہ 2.4

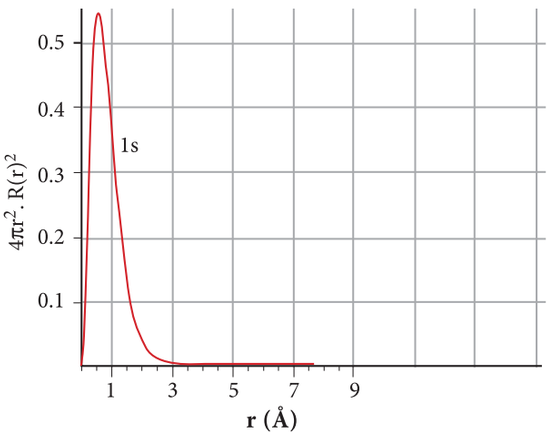
کرہ کا حجم $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

$$\frac{dV}{dr} = \frac{4}{3}\pi(3r^2)$$

$$dV = 4\pi r^2 dr$$

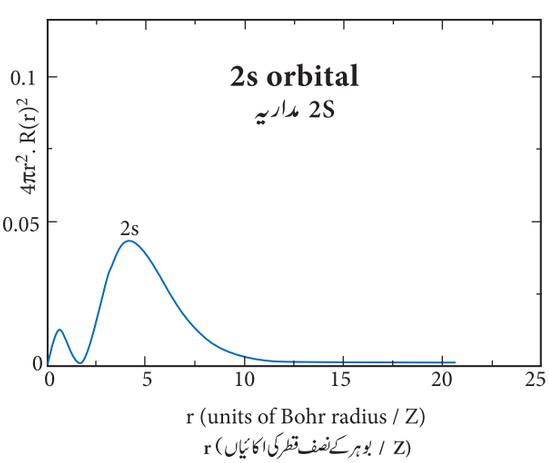
$$\Psi^2 dV = 4\pi r^2 \Psi^2 dr \quad \text{---------- (2.16)}$$

$4\pi r^2.R(r)^2$ بمقابلہ r کی ترسیم نیچے دی گئی ہے۔



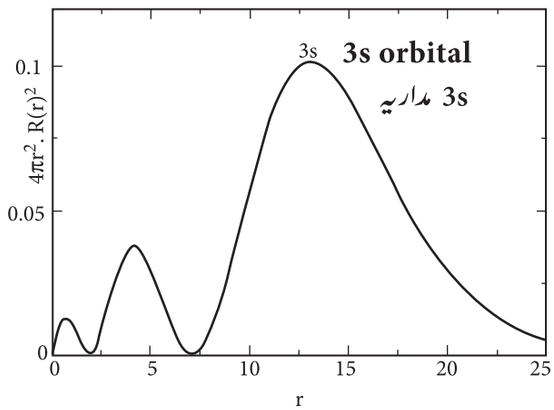
خاکہ 2.5 ہائڈروجن کے 1s مداریہ کے لئے
$4\pi r^2.R(r)^2$ بمقابلہ r کی ترسیم

اوپر کی گراف سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ مرکز سے 0.52 A° کے فاصلہ پر زیادہ سے زیادہ امکان پایا جاتا ہے۔ یہ بوہر کے نصف قطر کے مساوی ہے۔ یہ اس بات کی طرف اشارہ کرتا ہے کہ اس فاصلہ پر مرکزہ کے اطراف الکٹران کو پانے کا زیادہ سے زیادہ امکان پایا جاتا ہے۔ تاہم، دوسرے فاصلوں پر بھی الکٹران کو پانے کا امکان پایا جاتا ہے۔ ہائڈروجن کے جوہر کے 2s، 3s، 3p اور 3d کی شعاعی تقسیم کا تفاعل اس طرح سے ہے۔

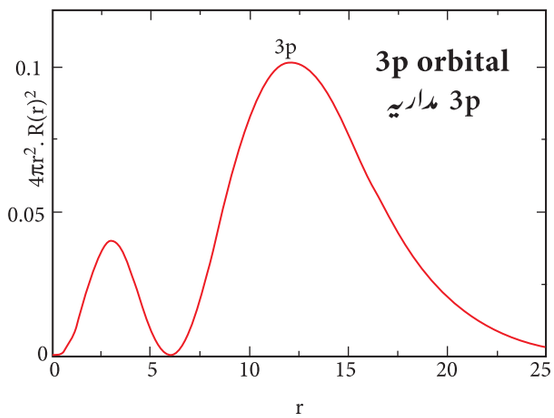


خاکہ 2.6 (a) ہائڈروجن کے 2s مداریہ کے لئے
$4\pi r^2.R(r)^2$ بمقابلہ r کی ترسیم

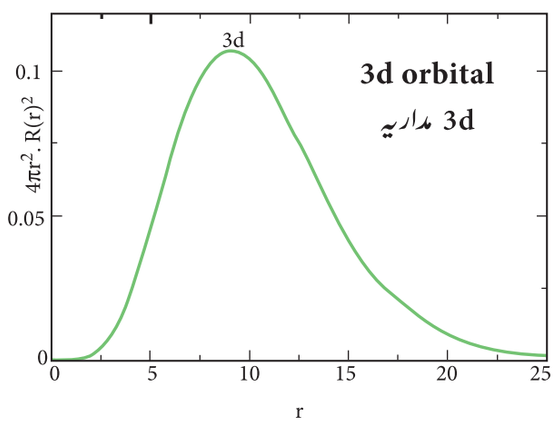
11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:18 PM



خاکہ 2.6 (b) ہائڈروجن کے 3s مداریہ کے لئے
$4\pi r^2.R(r)^2$ بمقابلہ r کی ترسیم



خاکہ 2.6 (c) ہائڈروجن کے 3p مداریہ کے لئے
$4\pi r^2.R(r)^2$ بمقابلہ r کی ترسیم



خاکہ 2.6 (d) ہائڈروجن کے 3d مداریہ کے لئے
$4\pi r^2.R(r)^2$ بمقابلہ r کی ترسیم

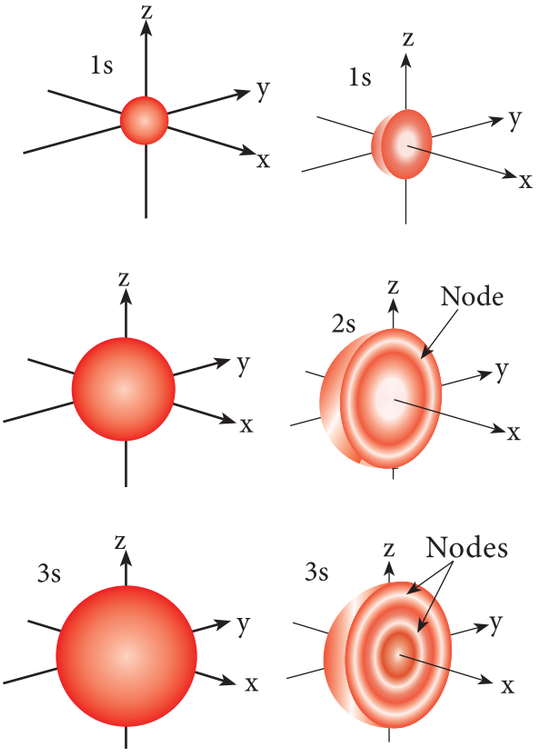
2s مداریہ کے لئے، جیسے ہی الکٹران سے مرکز کا فاصلہ بڑھتا ہے، الکٹران کی کثافت کا امکان بڑھ جاتا ہے، تھوڑا زیادہ سے زیادہ ہوجاتا ہے، اس کے بعد فوری کم ہوکر صفر تک پہنچ جاتا ہے، اور دوسرے زیادہ سے زیادہ (maximum) تک پہنچ جاتا ہے اور اس کے بعد پھر کم ہوکر صفر تک پہنچ جاتا ہے۔ وہ علاقہ جہاں یہ کثافت کا امکانی تفاعل گھٹ کر صفر تک پہنچ جاتا ہے، nodal surface یا radial node کہلاتا ہے۔ عام طور پر یہ دیکھا گیا ہے کہ ns مداریہ میں (n–1) نوڈ (گھاٹیاں) پائی جاتی ہیں۔

دوسرے الفاظ میں 2s مداریہ کے لئے شعاعی گرہ (radial nodes) کی تعداد ایک ہے، 3s کے لئے دو اور اسی طرح بڑھتے جاتا ہے۔ $4\pi r^2.R(r)^2$ بمقابلہ 3p کے لئے r اور 3d مداریہ اسی طرح کا نمونہ بتاتا ہے، نگر شعاعی گرہوں کی تعداد (n–l–1) کے برابر ہے (جس میں n ، مداریہ پرنسپل کوانٹم عدد اور l ازمتھل کوانٹم عدد ہے)

زاویائی تقسیم کا تفاعل
(Angular distribution function)

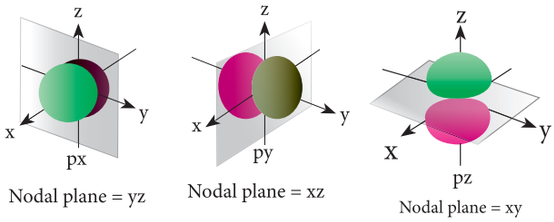
ایک کرہ کے مرکز میں موجود مرکزہ سے کسی الکٹران کے پائے جانے کا امکان مداریہ کے azimuthal quantum number پر مبنی ہے، جس میں وہ الکٹران پایا جاتا ہے۔ 1s مداریہ کے لئے l=0 اور m = 0، $f(\theta) = 1/\sqrt{2}$ اور $g(\varphi) = 1/\sqrt{2\pi}$ ۔ چنانچہ زاویائی تقسیم کا تفاعل $1/2\sqrt{\pi}$ کے مساوی ہوگا۔ یعنی یہ زاویہ θ اور φ پر غیر منحصر ہے۔ لہٰذا الکٹران کے پائے جانے کا امکان مرکز کی سمت پر غیر منحصر ہے۔ مداریہ s کی شکل کروی ہے، جیسا کہ خاکہ 2.7 میں دکھایا گیا ہے۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:18 PM



خاکہ 2.7 1s، 2s اور 3s مداریوں کی شکلیں

مدار یہ p کے لئے $l = 1$ اوراس کی نظیری m کی قیمتیں -1 ، 0 اور $+1$ ہیں۔ زاویائی تقسیمی تفاعلات بہت پیچیدہ ہیں، جن کا ذکر یہاں نہیں کیا گیا ہے۔ خاکہ 2.8 میں مدار یہ p کی شکل دکھائی گئی ہے۔ m کی تین مختلف قیمتیں یہ بتاتی ہیں کہ p مدار یہ میں تین مختلف سمتیں ممکن ہیں پائی جاتی ہیں۔ ان مداریوں کو p_x، p_y اور p_z کی طرح تعین کیا گیا ہے اوران مداریوں کی زاویائی تقسیم یہ بتاتی ہے کہ فصیں lobes ، بالترتیب x، y اور z محوروں پر واقع ہیں۔ جیسا کہ خاکہ 2.8 میں بتایا گیا ہے 2p مداریوں میں ایک نوڈل مسطح nodal plane پایا جاتا ہے۔

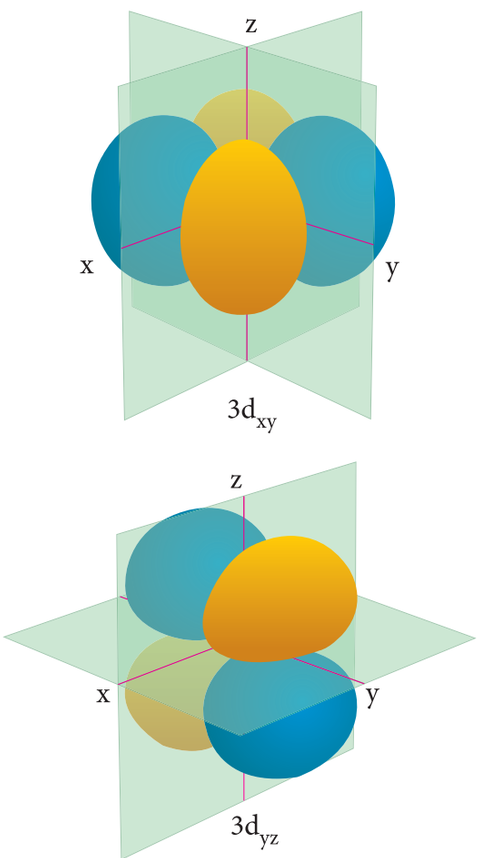


نوڈل مسطح = yz　　نوڈل مسطح = zx　　نوڈل مسطح = xy

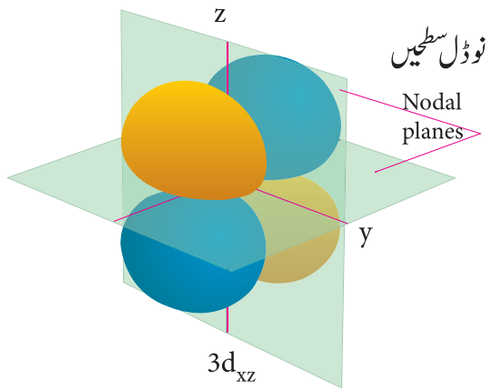
(b) 2p مداریوں کی تصویری نمائندگی

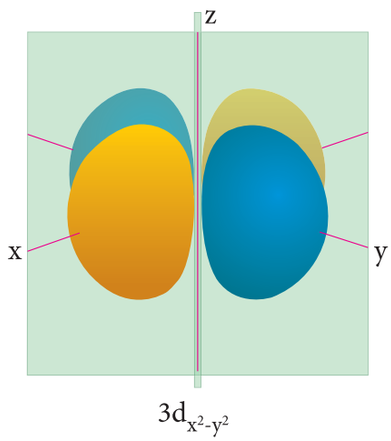
خاکہ 2.8 2p مداریوں کی شکلیں

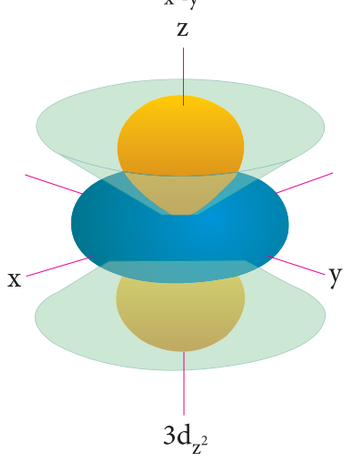
مدار یہ d کے لئے $l = 2$ اور m کی نظیری قیمتیں -2 ، -1 ، 0 ، $+1$ ، $+2$ ہیں۔ مدار یہ d کی شکل لونگ کے پھول (clover leaf) (تین پتے کی شکل) کی طرح ہے۔ m کی پانچ قیمتیں پانچ d مداریے بناتے ہیں، جیسے d_{xy}، d_{yz}، d_{zx}، $d_{x^2-y^2}$ اور d_{z^2} ہیں۔ 3d مداریوں میں دو نوڈل سطحیں پائی جاتی ہیں، جیسا کہ خاکہ 2.9 میں بتایا گیا ہے۔



11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:19 PM

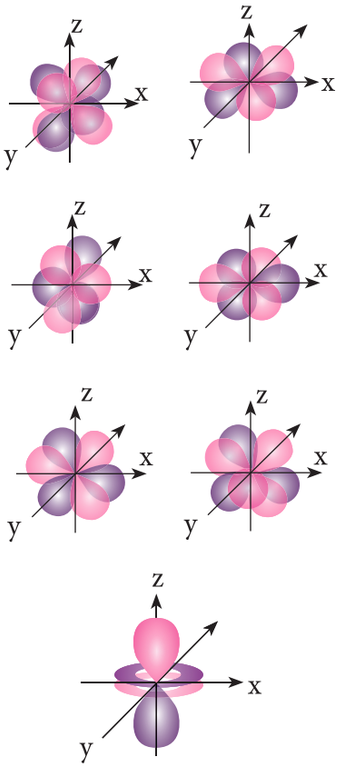






خاکہ 2.9 d مداریوں کی شکلیں

مداریہ f کے لئے $l = 3$ اوراس کے m کی قیمتیں $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$ ہیں،ان کے سات نظیری f مداریے f_{z^3}, f_{xz^2}, f_{yz^2}, f_{xyz}, $f_{z(x^2-y^2)}$, $f_{x(x^2-3y^2)}$, $f_{y(3x^2-y^2)}$, یہ ہیں، جیسا کہ خاکہ 2.10 میں دکھایا گیا ہے۔ f مداریوں میں 3 نوڈل سطحیں پائی جاتی ہیں۔



خاکہ 2.10 f مداریوں کی شکلیں

خود کا محاسبہ

4۔ 3d اور 4f میں پائے جانے والے زاویائی نوڈ اور نصف قطری نوڈ کی جملہ تعداد محسوب کیجئے۔

2.5.2 مداریوں کی توانائیاں

ہائڈروجن کے جوہر میں صرف ایک الکٹران موجود ہے۔ اس طرح کے ایک الکٹرانی نظام کے لئے nth مدار میں الکٹران کی توانائی، اس جملہ سے دی گئی ہے۔

$$E_n = \frac{(-1312.8)\, Z^2}{n^2} \text{ kJ mol}^{-1}$$

اس مساوات سے ہم جانتے ہیں کہ توانائی صرف پرنسپل کوانٹم عدد کی قیمت پر منحصر ہے۔ جیسا کہ n کی قیمت بڑھتی جاتی ہے، مداریے کی توانائی بھی بڑھتی ہے۔ مختلف مداریوں کی توانائیاں درج ذیل ترتیب میں ہوں گی۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:20 PM

1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d <4s = 4p = 4d = 4f < 5s = 5p = 5d = 5f < 6s = 6p = 6d = 6f < 7s

ہائڈروجن کے جوہر کا الکٹران 1s مداریہ پر فائز ہے، جس میں کم ترین توانائی پائی جاتی ہے۔ اس حالت کو ارضی حالت (ground state) کہتے ہیں۔ جب الکٹران کچھ توانائی حاصل کر لیتے ہیں تو وہ اعلیٰ توانائی کے مداریے جیسے 2s, 2p, وغیرہ کی طرف حرکت کرنے لگتے ہیں۔ ان حالتوں کو مشتعل حالت (excited state) کہتے ہیں۔

تاہم ہائڈروجن کے سوا دیگر جوہروں (کثیر-الکٹرانی نظام) کے لئے اوپر کی ترتیب درست نہیں ہے۔ اس طرح کے نظام کے لئے شروڈنجر کی مساوات تھوڑی پیچیدہ ہے۔ اس طرح کے نظاموں کے لئے مختلف مداریوں کی توانائی کی نسبتی ترتیب (n+1) اصول کے مطابق دی گئی ہے۔ یہ اصول یہ بیان کرتا ہے کہ، ایک مداریہ میں (n+1) کی قیمت اگر کم ہوگی تو اس کی توانائی بھی کم ہوگی۔ اگر دو مداریے، جن کے (n+1) کی قیمت یکساں ہو تو وہ مداریہ جس کے n کی کم قیمت ہوگی تو اس کی توانائی بھی کم ہوگی۔ اس اصول کو استعمال کرتے ہوئے مختلف مداریوں کے توانائیوں کی ترتیب کو اس طرح ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

جدول 2.2 مختلف مداریوں کے لئے $n+l$ کی قیمتیں

مداریے			
Orbital	**n**	***l***	**n+*l***
1s	1	0	1
2s	2	0	2
2p	2	1	3
3s	3	0	3
3p	3	1	4
3d	3	2	5
4s	4	0	4
4p	4	1	5
4d	4	2	6
4f	4	3	7
5s	5	0	5
5p	5	1	6
5d	5	2	7
5f	5	3	8
6s	6	0	6
6p	6	1	7
6d	6	2	8
7s	7	0	7

(n+*l*) کے اصول کی بنیاد پر مداریوں کے توانائیوں کی بڑھتی ہوئی ترتیب اس طرح ہے۔

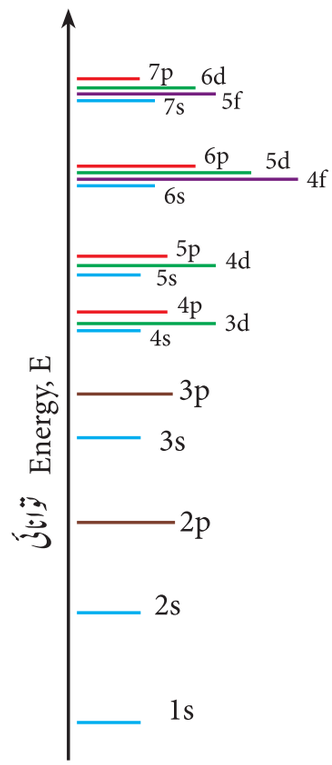
1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s <3d <4p <5s<4d < 5p < 6s<4f< 5d < 6p < 7s < 5f < 6d

جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ p مداریہ کے لئے خلا میں تین ممکن سمتیں پائی جاتی ہیں۔ تمام تین p مداریے، p_x، p_y اور p_z میں یکساں توانائیاں پائی جاتی ہیں، جنہیں زوال پذیر مداریے (degenerate orbitals) کہا جاتا ہے۔ تاہم مقناطیسی یا برقی میدان کی موجودگی میں زوال پذیری ختم ہو جاتی ہے۔

ایک کثیر الکٹرانی جوہر میں، الکٹران اور مرکزہ کے درمیان سکوں برقی کشش کی قوت (electrostatic attractive force) کے ساتھ الکٹرانوں کے درمیان ایک دفاعی قوت (repulsive force) بھی پائی جاتی ہے۔ یہ دونوں قوتیں مخالف سمتوں میں حرکت کر رہی ہیں۔ اس کے نتیجہ میں الکٹران پر مرکزی قوت کشش کم ہو جاتی ہے۔ ایسے میں منجملہ بار جو الکٹران میں پایا جاتا ہے، اس کو ذی اثر مرکزائی بار (effective nuclear charge) کہتے ہیں۔ ذی اثر مرکزائی بار، مداریہ کی شکل پر منحصر ہیں اور azimuthal quantum number، *l* کے بڑھنے سے شکل چھوٹی ہوتی جاتی ہے۔ ایک خول کے مداریہ میں الکٹران کے ذریعہ محسوس کردہ ذی اثر مرکزائی بار کی ترتیب اس طرح ہوگی۔

s > p > d > f ۔ effective nuclear charge جتنا زیادہ ہوگا، مداریہ کی قیام پذیری (استحکامیت) (Stability) بھی اتنی ہی زیادہ ہوگی۔ لہٰذا دی گئی توانائی کی سطح کے اندر، مداریوں کی توانائی درج ذیل ترتیب میں ہوگی۔ s < p < d < f

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:21 PM



خاکہ 2.11 جوہری مداریوں میں توانائی کی سطحیں

جوہری عدد کے بڑھنے سے ایک ہی مدار یے کی توانائیاں کم ہونے لگتی ہیں۔ مثال کے طور پر ہائڈروجن کے جوہر کے 2s مدار یے کی توانائی، لیتھیم کے جوہر کے 2s مدار یے کی توانائی سے زیادہ اور لیتھیم کے جوہر کی توانائی، سوڈیم کی توانائی سے زیادہ اور اسی طرح ہوگی۔ یعنی

$$E_{2s}(H) > E_{2s}(Li) > E_{2s}(Na) > E_{2s}(K).$$

خود کا محاسبہ

5۔ ارضی حالت (ground state) میں ہائڈروجن کے ایک الکٹران کی توانائی 13.6 eV- ہے۔ دوسری مشتعل حالت (second excited state) میں الکٹران کی توانائی کتنی ہوگی؟

2.6 مداریوں کو بھرنا (Filling of orbitals)

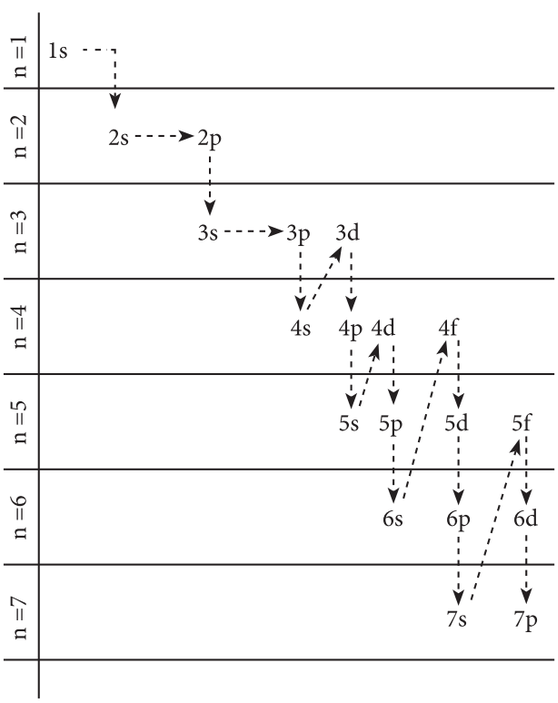
ایک جوہر کے مختلف مداریوں میں الکٹرانوں کو آفبا کے اصول، پالی کے اخراج کے اصول اور ہنڈ کے اصول کے مطابق بھرا جاتا ہے۔

ان اصولوں کی وضاحت نیچے کی گئی ہے۔

2.6.1 آفبا کا اصول (Aufbau principle)

جرمن زبان میں Aufbau کا مطلب ''تعمیر کرنا'' ہے۔ جوہروں کی ارضی حالت میں مداریے، ان کی بڑھتی ہوئی توانائیوں کے مطابق بھرے جاتے ہیں۔ یعنی الکٹران سب سے پہلے کم توانائی کے مداریے پر سماتے ہیں۔

جیسے ہی کم توانائی کے مداریے مکمل طور پر بھر جاتے ہیں، الکٹران اس کے بعد کی اعلیٰ سطح میں داخل ہوتے ہیں۔ مختلف مداریوں میں بھرنے کی ترتیب آفبا کے اصول کے تحت ہوتی ہے۔ آفبا کے اصول کو خاکہ 2.12 میں دیا گیا ہے، جو (n+l) اصول کے مطابق ہے۔



خاکہ 2.12 آفبا کا اصول

2.6.2 پالی کے اخراج کا اصول (Pauli exclusion principle)

پالی نے اخراج کا اصول بنایا، جو یہ بیان کرتا ہے کہ ''ایک جوہر کے کوئی بھی دو الکٹرانوں میں تمام کوانٹم اعداد نہیں پائے جائیں گے''۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:21 PM

اس کا یہ مطلب ہے کہ چاروں کوانٹم اعداد (n, *l*, m اور s) کے لئے ہر الکٹران کی ایک نادر قیمت ہوتی ہے۔

ہائڈروجن میں موجود تنہا الکٹران کے لئے چار کوانٹم اعداد اس طرح ہیں۔ $n = 1$؛ $l = 0$ ؛ $m = 0$ اور $s = +½$۔ ہیلیم میں موجود دو الکٹرانوں میں سے ایک کے لئے کوانٹم اعداد ہائڈروجن ہی کی طرح ہوں گے۔ دوسرے الکٹران کے لئے چوتھا کوانٹم عدد مختلف ہوگا۔ $n = 1$؛ $l = 0$ ؛ $m = 0$ اور $s = -½$

جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ spin quantum number میں دو قیمتیں یعنی +½ اور −½ ہیں۔ پالی کے اخراج کے اصول کے مطابق کسی بھی مداریے میں صرف دو الکٹران سما سکتے ہیں۔ اس کو سمجھنے کے لئے ہم L خول میں تمام آٹھ کوانٹم اعداد کو لکھتے ہیں۔

جدول 2.3 L خول میں الکٹرانوں کے کوانٹم اعداد

الکٹران

Electron	n	*l*	m	s
1st	2	0	0	+½
2nd	2	0	0	-½
3rd	2	1	-1	+½
4th	2	1	0	+½
5th	2	1	+1	+½
6th	2	1	-1	-½
7th	2	1	0	- ½
8th	2	1	+1	-½

2.6.3۔ زیادہ سے زیادہ تعداد کے لئے ہنڈ کا اصول (Hund's rule of maximum multiplicity)

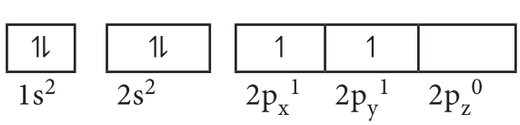
مختلف مداریوں میں الکٹرانوں کو کس طرح بھرا جاتا ہے، اس کی وضاحت آفبا کے اصول نے کی۔

مگر یہ زوال مداریوں (یعنی ایک ہی توانائی پائی جانے والی مداریوں) میں الکٹرانوں کے بھرتی کرنے جیسے p_x، p_y اور p_z وغیرہ سے متعلق بحث نہیں کرتا ہے۔ ان مداریوں میں کس ترتیب سے الکٹرانوں کو بھرا جائے؟ اس سوال کو Hund's rule of maximum multiplicity نے دیا ہے۔ یہ اصول یہ بیان کرتا ہے کہ ایک زوال پذیر مداریہ میں الکٹران کی جوڑی اُس وقت تک نہیں بنتی جب تک کہ تمام مداریوں میں ایک ایک الکٹران نہ بھرا جائے۔

ہم جانتے ہیں کہ تین p مداریے، پانچ d مداریے اور سات f مداریے ہیں۔ ہنڈ کے اصول کے مطابق ان مداریوں میں الکٹرانوں کی جوڑی اس وقت بنتی ہے جب الکٹران صرف 4 ویں، 6 ویں اور 8 ویں مداریوں میں بالترتیب داخل ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر کاربن کے جوہر کو فرض کریں، جس میں چھ الکٹران موجود ہیں۔ آفبا کے اصول کے تحت اس کی الکٹرانی تشکیل اس طرح ہے۔ $1s^2, 2s^2, 2p^2$

اس کی نمائندگی اس طرح سے کی جاسکتی ہے۔



اس صورت حال میں، الکٹران-الکٹران دفاع کو کم کرنے کے لئے ہنڈ کے اصول کے مطابق، چھٹواں الکٹران، غیر سمائے ہوئے (unoccupied) $2p_y$ مداریے میں داخل ہوتا ہے۔ یعنی یہ پانچویں الکٹران کے ساتھ جوڑی نہیں بناتا، جو پہلے ہی سے $2p_x$ مداریے میں موجود ہے۔

خود کا محاسبہ

6۔ Fe^{3+} (z=26)، Mn^{2+} (z=25) اور Argon (z=18) کی ارضی حالت میں کتنے غیر جوڑی دار الکٹران (unpaired electrons) پائے جاتے ہیں؟

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:21 PM

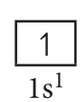
2.6.4 جوہروں کی الکٹرانی تشکیل
(Electronic configuration of atoms)

ایک جوہر کے مختلف مداریوں میں الکٹرانوں کی تقسیم کو الکٹرانی تشکیل (electronic configuration) کہا جاتا ہے۔ آفبا کے اصول، پالی کے اخراج کے اصول اور ہنڈ کے اصول کی مدد سے اس کو لکھا جا سکتا ہے۔ الکٹرانی تشکیل کو nl^x کی طرح لکھا جا سکتا ہے، جس میں n پرنسپل کوانٹم عدد، حرف l مداریے کے مقام کو [s(l=0), p(l=1), d(l=2), f(l=3)] اور x مداریے میں موجود الکٹرانوں کی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔

آیئے ہائڈروجن کے جوہر کو فرض کریں، جس میں صرف ایک الکٹران پایا جاتا ہے اور آفبا کے اصول کے مطابق، یہ سب سے نچلی توانائی کی سطح (مداریے) یعنی 1s پر سمائے ہوئے ہے۔ ایسی صورت میں $n = 1$، l=s اور $x = 1$ ہے۔

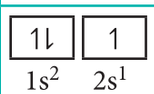
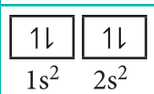
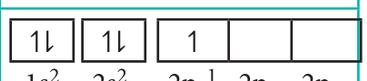
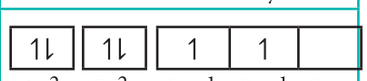
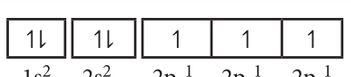
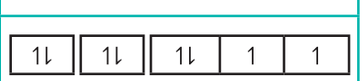
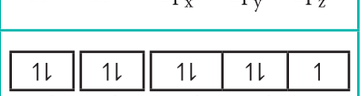
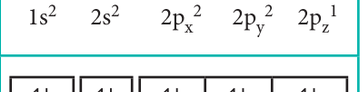
لہٰذا، اس کی الکٹرانی تشکیل $1s^1$ ہے۔
(اس کو ون-ایس-ون پڑھا جائے)

اس تشکیل کے لئے مداریے کا خاکہ اس طرح سے ہے۔



جوہری عدد 10 تک کے عناصر کے لئے الکٹرانی تشکیل اور مداریے کا خاکہ یہاں دیا گیا ہے۔

جدول 2.4 پہلے 10 عناصر کے لئے الکٹرانی تشکیل اور مداریوں کا خاکہ

عنصر Element	الکٹرانی تشکیل Electronic Configuration	مداریوں کا خاکہ Orbital diagram
H^1	$1s^1$	
He^2	$1s^2$	
Li^3	$1s^2\ 2s^1$	
Be^4	$1s^2\ 2s^2$	
B^5	$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$	
C^6	$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$	
N^7	$1s^2\ 2s^2\ 2p^3$	
O^8	$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$	
F^9	$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$	
Ne^{10}	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$	

عناصر جیسے کرومیم اور کاپر (تانبا) کی حقیقی الکٹرانی تشکیل، آفبا کے اصول کے متوقع قیمت سے تھوڑی تبدیل ہوتی ہے۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:22 PM

کرومیم -24 کے لئے

متوقع تشکیل :

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^4\ 4s^2$

حقیقی تشکیل :

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$

تانبا - 29 کے لئے

متوقع تشکیل :

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^9\ 4s^2$

حقیقی تشکیل :

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$

اوپر کی مشاہداتی تشکیل کی وجہ، مکمل بھرا ہوا مداریہ اور نصف بھرا ہوا مداریہ ہے۔ اس میں زیادہ قیام پذیری (استحکام) (Stability) پائی جاتی ہے۔ بہ الفاظ دیگر p^3 ، p^6 ، d^5 ، d^{10} ، f^7 اور f^{14} کی تشکیل، p^2، p^5، d^4 ، d^9 ، f^6 اور f^{13} کی بہ نسبت زیادہ قیام پذیر ہیں۔ اس قیام پذیری کی وجہ سے کرومیم اور کاپر کے 4s میں سے ایک الکٹران 3d مداریے میں داخل ہو کر نصف بھرتی کردہ تشکیل اور مکمل طور پر بھرتی کردہ تشکیل بناتا ہے۔

خود کا محاسبہ

7۔ علامت $4f^2$ کے معنی کی وضاحت کیجئے۔ ان الکٹرانوں کے لئے تمام کوانٹم اعداد لکھئے۔

2.6.5۔ نصف بھرتی شدہ اور مکمل بھرتی شدہ مداریوں کی قیام پذیری

(Stability of half filled and completely filled orbitals)

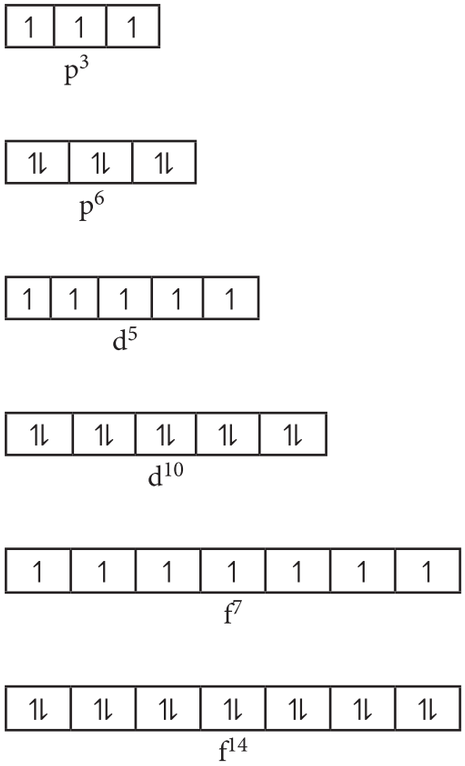
زوال پذیر مداریوں میں دیگر جزوی طور پر بھری ہوئی تشکیل کی بہ نسبت بالکل درست طور پر نصف بھرتی شدہ اور مکمل بھرتی شدہ مداریوں کی قیام پذیری (stablility) زیادہ ہوتی ہے۔

اس کی وضاحت تشاکل (symmetry) اور تبادلہ کی توانائی (exchange energy) کی بنیاد پر کی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر کرومیم کی الکٹرانی تشکیل $[Ar]\ 3d^5\ 4s^1$ ہے اور $[Ar]\ 3d^4\ 4s^2$ نہیں ہے۔ اس کی وجہ d الکٹرانوں میں تشاکلی تقسیم اور توانائیوں کا تبادلہ ہے۔

الکٹرانوں کی تشاکلی تقسیم

(Symmetrical distribution of electrons)

تشاکل سے قیام پذیری حاصل ہوتی ہے۔ نصف بھرتی شدہ اور مکمل طور پر بھرتی شدہ تشکیل میں الکٹرانوں کی تشاکلی تقسیم اس طرح ہے (خاکہ 2.13)۔ لہٰذا وہ غیر تشاکلی (unsymmetrical) تشکیل سے زیادہ قیام پذیر ہیں۔

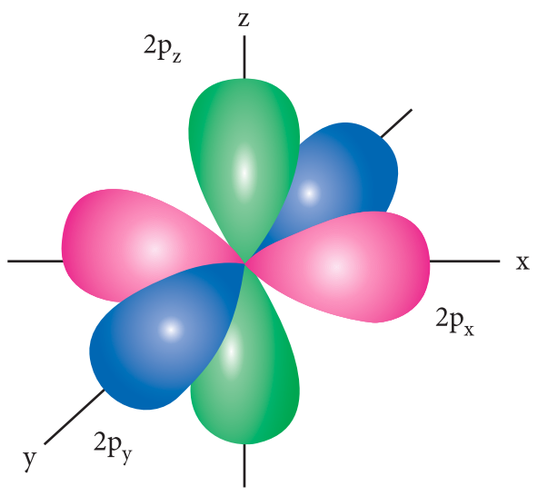


خاکہ 2.13 نصف بھرتی شدہ اور مکمل طور پر بھرتی شدہ p، d اور f مداریے

p_x، p_y اور p_z جیسے زوال پذیر مداریوں میں مساوی توانائیاں پائی جاتی ہیں اور خلا میں ان کی سمتیں مختلف ہیں، جیسا کہ خاکہ 2.14 میں بتایا گیا ہے۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:22 PM

اس تشاکلی تقسیم کی وجہ سے، ایک الکٹران دوسرے الکٹران پر ڈھال کی طرح (shielding) بن جاتا ہے۔ ڈھال کا اثر بہت ہی کم ہوتا ہے اور الکٹران مرکزہ سے زیادہ کشش رکھتے ہیں۔ لہٰذا قیام پذیری میں اضافہ ہوتا ہے۔

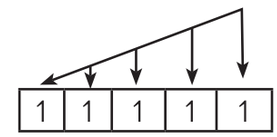


خاکہ 2.14 زوال پذیر p مداریوں کی شکلیں

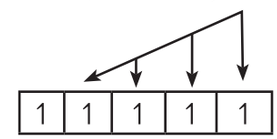
توانائی کا تبادلہ (Exchange energy)

زوال پذیر مداریوں میں اگر ایک ہی گردش والے دو یا دو سے زیادہ الکٹران ہوں، تو یہ ممکن ہے کہ ان کے مقاموں کا تبادلہ ہو سکتا ہے۔ تبادلہ کے عمل کے دوران توانائی خارج ہوتی ہے اور خارج شدہ توانائی تبادلہ کی توانائی (exchange energy) کہلاتی ہے۔ اگر زیادہ تبادلے ممکن ہوں گے تو زیادہ توانائی خارج ہوگی۔ نصف بھرتی شدہ اور مکمل طور پر بھرتی شدہ تشکیل ہی میں زیادہ سے زیادہ تبادلے واقع ہو سکتے ہیں۔

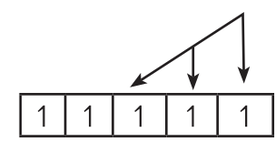
مثال کے طور پر کرومیم میں الکٹرانی تشکیل $[Ar]3d^5\ 4s^1$ ہے۔ 3d مداریہ نصف بھرتی شدہ ہے اور دس ممکن تبادلے واقع ہو سکتے ہیں جیسا کہ خاکہ 2.15 میں دکھایا گیا ہے۔ اس کے برعکس $[Ar]\ 3d^4\ 4s^2$ میں صرف چھ تبادلے واقع ہو سکتے ہیں۔ لہٰذا نصف بھرتی شدہ تشکیل میں توانائی کا تبادلہ زیادہ ہوتا ہے۔ اس کی وجہ سے نصف بھرتی شدہ 3d مداریوں کی قیام پذیری بڑھتی ہے۔



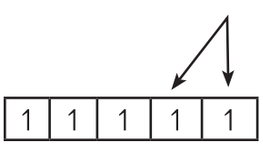
الکٹرانوں سے 4 تبادلے



الکٹرانوں سے 3 تبادلے



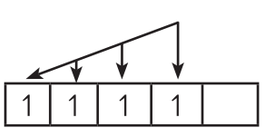
الکٹرانوں سے 2 تبادلے



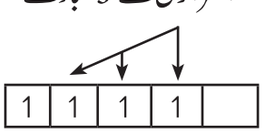
الکٹرانوں سے 1 تبادلہ

الکٹرانوں کے جملہ تبادلے

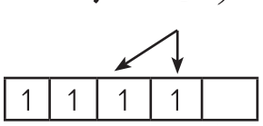
خاکہ (a) 2.15



الکٹرانوں سے 3 تبادلے



الکٹرانوں سے 2 تبادلے



الکٹرانوں سے 1 تبادلہ

الکٹرانوں کے جملہ تبادلے

(3+2+1 = 6)

خاکہ 2.15(b)

خاکہ 2.15 کرومیم کے d مداریوں میں ممکن تبادلے

(a) d^5 کی تشکیل کے لئے (b) d^4 کی تشکیل کے لئے

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:22 PM

توانائی کا تبادلہ ہنڈ کے اصول کی بنیاد پر ہے، جو زیادہ سے زیادہ اکثریت (multiplicity) کی اجازت دیتا ہے۔ یعنی الکٹران کا جوڑی بننا تبھی ممکن ہے جب تمام زوال پذیر مداریوں میں ایک ایک الکٹران پایا جاتا ہو۔

خود کا محاسبہ

8۔ کونسے رواں میں قیام پذیر الکٹرانی تشکیل پائی جاتی ہے؟ Ni^{2+} یا Fe^{3+}

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:22 PM

SUMMARY خلاصہ

زیر جوہری ذرات کے انکشاف سے پہلے تک جوہر غیر تقسیم پذیر مانے جاتے تھے۔ جے جے تھامسن نے بتایا کہ جوہر ایک مثبت بار بردار کرہ ہے جس میں الکٹران پیوست ہیں۔ تاہم یہ جوہروں کی قیام پذیری کی وضاحت نہیں کر سکے۔ رُدرفورڈ نے اپنے آلفا ذرات کے انتشار کے تجربے سے مرکزہ کی اصطلاح دی، جو مثبت بار رکھتا ہے اور منفی بار بردار الکٹران اس کے اطراف تیز رفتار طور پر گردش کرتے ہیں۔ بوہر نے رُدرفورڈ کے نظریہ میں تبدیلی لائی اور توانائی کے مقداری اصول (quantisation of energy) کو اپنا کر ساکن مداروں کو پیش کیا۔ Louis de Broglie نے یہ نظریہ پیش کیا کہ تمام مادّے دوہری نوعیت رکھتے ہیں۔ یعنی مادّے موج اور ذرات دونوں کی طرح برتاؤ کرتے ہیں۔ De Broglie کا موجی طول $\lambda = h / mv = h / \sqrt{2mev}$ الکٹران جیسے ایک زیر جوہری ذرے کے لئے زیادہ معنی خیز ہے۔ الکٹران کے موجی نظریہ کو Davisson اور Germer نے الکٹران کے انکسار کے تجربہ سے ثابت کیا۔ الکٹران جیسے ایک خوردبینی ذرات کے لئے زوجی متغیرات (conjugate variables) کی پیائش، یعنی مقام اور معیار حرکت کی وجہ سے غیر یقینی (uncertainty) کیفیت واقع ہوتی ہے، جسے Heiserberg کی غیر یقینی کیفیت کہتے ہیں اور اس کا اظہار اس طرح کیا جاتا ہے۔ $\Delta x.\Delta p \geq h/4\pi$.

ڈی بروگ لی کے نظریہ اور ہئی سن برگ کے غیر یقینی کیفیت نے جوہر کے کوانٹم میکانیکی نمونہ کی بنیاد ڈالی۔ Erwin Schrodinger نے ایک الکٹران کی موج کے لئے ایک مساوات پیش کی، جس کا اظہار اس طرح کیا جاتا ہے۔

دوسرے درجہ کی تفرقی مساوات کو ایک الکٹرانی نظام جیسے H، He^+ وغیرہ کے لئے حل کیا جاسکتا ہے، مگر کثیر الکٹرانی نظام کے لئے یہ تھوڑا پیچیدہ ہے۔

شروڈنجر کی موجی مساوات کو بعض توانائیوں کی قیمتوں کے ساتھ حل کیا جاسکتا ہے، جسے Eigen values کہتے ہیں۔ ان قیمتوں کے نظیری موجی تفاعلات کو جوہری مدار یے کہتے ہیں۔ موجی تفاعل y کی از خود کوئی طبیعی معنی نہیں ہے۔ تاہم $|y|^2$ کا تعلق مرکزہ کے اطراف الکٹران کی موجودگی کے امکان کو ظاہر کرتا ہے۔ لہٰذا جوہر کا کوانٹم میکانیکی نظریہ اصطلاح مدار یہ کو پیش کرتا ہے۔ مدار یہ میں 3D خلا پائی جاتی ہے، جس میں مرکزہ کے اطراف ایک الکٹران کے پائے جانے کا امکان زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے۔ ایک مدار یہ میں الکٹران کی وضاحت چار کوانٹم اعداد سے کی جاتی ہے، جن کے نام یہ ہیں۔

Principle quantum number (n) جو توانائی کے سطح کی نمائندگی کرتا ہے۔ Azimuthal quantum number (l) جو تحتی خول کی نمائندگی کرتا ہے۔

Magnetic quantun number (m) ، خلا میں مداریوں کی مختلف سمتوں کو اور Spin quantum number (s) الکٹرانوں کا اپنے محور پر گردش کرنے کی نمائندگی کرتا ہے۔

ایک الکٹرانی نظام کے لئے Schrodinger کے عام حل کو کروی قطبی محددوں (r, θ, φ) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\Psi (r, \theta, \varphi) = R(r).f(\theta).g(\varphi)$$

جس میں R(r) ، شعاعی موجی تفاعل ہے اور دیگر دو تفاعلات زاویائی موجی تفاعل ہیں۔

$4\pi r^2.R(r)^2$ بمقابلہ r کی ترسیم، شعاعی تقسیمی منحنی (radial distribution curves) دیتی ہے۔ شعاعی نوڈ $(n-l-1)$ سے دیا گیا ہے، جس میں زاویائی نوڈ l کے مساوی ہے۔ زاویائی تقسیمی منحنی ایک مدار یہ کے حد کے اندر کی جگہ (خلا) کا خاکہ ہے۔ s مدار یہ کروی شکل کا ہے اور d مدار یہ تین پتے کی شکل کا (لونگ کے پتے کی شکل) کا ہوتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:23 PM

مختلف مداریوں میں الکٹرانوں کو ان کی توانائی کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں بھرا جاتا ہے، اس کو آفبا کا اصول (Aufbau principle) کہتے ہیں۔ مختلف مداریوں کی نسبتی توانائیاں (n+*l*) کے اصول سے دئے گئے ہیں، جو یہ بیان کرتا ہے کہ اگر کسی مداریہ میں (n+*l*) کی قیمتیں کم ہوں گی تو اس مداریہ میں توانائی بھی کم ہوگی۔ اگر دو مداریوں میں یکساں (n+*l*) کی قیمتیں ہوں گی تو جس میں n کی قیمت کم ہوگی، اس مداریہ میں توانائی کم ہوگی۔ پالی کے اخراج کے اصول کے مطابق ایک مداریہ میں زیادہ سے زیادہ الکٹرانوں کے بھرتی کرنے کی تعداد دو ہے۔ زوال پذیر مداریوں (degenerate orbitals) کی صورت میں، الکٹران کی جوڑی اس وقت تک نہیں بنتی جب تک کہ تمام زوال پذیر مداریوں میں سے ہر ایک میں ایک الکٹران نہ بھر جائے۔ اس کو ہنڈ کا اصول کہتے ہیں۔ ان اصولوں کی بنیاد پر، جوہروں کی الکٹرانی تشکیل لکھی جاتی ہے۔ زوال پذیر مداریوں میں، جزوی طور پر بھرتی شدہ مداریوں کی بہ نسبت، مکمل طور پر بھرتی شدہ اور نصف بھرتی شدہ الکٹرانی تشکیل زیادہ قیام پذیر (stable) ہیں۔ اس کی وجہ تشاکل اور توانائی کا تبادلہ ہے۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:23 PM

EVALUATION : محاسبہ

بہترین جواب کا انتخاب کیجئے۔

1۔ M^{2+} کی برقیاتی تشکیل M^{2+} is $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$ ہے اور اس کا جوہری وزن 56 ہے۔ اس نوع M کے مرکزے میں موجود نیوٹرانوں کی تعداد یہ ہے۔

a) 26 b) 22 c) 30 d) 24

2۔ روشنی، جس کا موجی طول 45 nm ہے، اس کی توانائی یہ ہوگی۔

a) 6.67×10^{15}J b) 6.67×10^{11}J

c) 4.42×10^{-18}J d) 4.42×10^{-15}J

3۔ دوشعاعوں E_1 اور E_2 ہیں، ان کی توانائیاں بالترتیب 25 eV اور 50 eV ہیں۔ ان کے موجی طول یعنی λ_1 اور λ_2 کا درمیانی تعلق

a) $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = 1$ b) $\lambda_1 = 2\lambda_2$ c) $\lambda_1 = \sqrt{25 \times 50}\ \lambda_2$ d) $2\lambda_1 = \lambda_2$

4۔ برقی میدان میں طیفی خطوط (spectral lines) کا انتشار یہ کہلاتا ہے۔

a) Zeeman effect b) Shielding effect

c) Compton effect d) Stark effect

5۔ مساوات $E = -2.178 \times 10^{-18}\ J \left(\frac{z^2}{n^2}\right)$ کی بنیاد پر بعض نتائج لکھے گئے ہیں۔ ان میں سے کونسا صحیح نہیں ہے؟ (NEET)

a) جب الکٹران اپنا مدار بدلتا ہے تو توانائی کی تبدیلی محسوب کرنے کے لئے یہ مساوات استعمال ہوتی ہے۔

b) n=6 کی بہ نسبت n=1 میں الکٹران زیادہ منفی توانائی رکھتا ہے، اس کا مطلب یہ ہے کہ الکٹران اپنے کم ترین اجازت شدہ مدار (smallest allowed orbit) میں بہت ڈھیلے طور پر جڑا (loosely bound) ہوا ہے۔

c) مساوات میں منفی علامت کا مطلب، الکٹران کی توانائی جو مرکزہ کے ساتھ جڑی ہوئی ہے، یہ مرکزہ سے لامحدود فاصلہ پر موجود الکٹران کی توانائی سے کم ہوگی۔

d) n کی قیمت زیادہ ہو تو، مدار کا نصف قطر بھی زیادہ ہوگا۔

6۔ بوہر کے نظریہ کے مطابق، ہائڈروجن کے جوہر میں درج ذیل میں سے کونسی تبدیلی کم سے کم توانائی والے فوٹان کو دیتی ہے۔

a) n = 6 to n = 1 b) n = 5 to n = 4

c) n = 5 to n = 3 d) n = 6 to n = 5

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:24 PM

7۔ توشیق : یہ توقع کی جاتی ہے کہ He^+ کا طیف، ہائڈروجن کے طیف کے مشابہ ہوگا۔
سبب : He^+ بھی ایک الکٹرانی نظام ہے۔

(a) توشیق اور سبب دونوں درست ہیں اور سبب، توشیق کی صحیح وضاحت کرتا ہے۔

(b) توشیق اور سبب دونوں درست ہیں اور سبب، توشیق کی صحیح وضاحت نہیں کرتا ہے۔

(c) توشیق درست ہے مگر سبب غلط ہے۔

(d) توشیق اور سبب دونوں غلط ہیں۔

8۔ d مداریوں کی درج ذیل جوڑیوں میں سے کس میں الکٹران کی کثافت محوروں پر ہوگی؟ **(NEET Phase - II)**

a) d_{z2}, d_{xz} b) d_{xz}, d_{yz} c) $d_{z2}, d_{x^2-y^2}$ d) $d_{xy}, d_{x^2-y^2}$

9۔ ایک ہی مداریے میں دو الکٹران پائے جاتے ہوں کو ان کی شناخت یا فرق اس سے کیا جاتا ہے۔

a) azimuthal quantum number b) spin quantum number

c) magnetic quantum number d) orbital quantum number

10۔ Eu (جوہری عدد 63)، Gd (جوہری عدد 64) اور Tb (جوہری عدد 65) کی الکٹرانی تشکیل اس طرح ہوگی؟
(NEET Phase - II)

a) $[Xe]\ 4f^6\ 5d^1\ 6s^2$, $[Xe]\ 4f^7\ 5d^1\ 6s^2$ and $[Xe]\ 4f^8\ 5d^1\ 6s^2$

b) $[Xe]\ 4f^7\ , 6s^2$, $[Xe]\ 4f^7\ 5d^1\ 6s^2$ and $[Xe]\ 4f^9\ 6s^2$

c) $[Xe]\ 4f^7\ , 6s^2$, $[Xe]\ 4f^8\ 6s^2$ and $[Xe]\ 4f^8\ 5d^1\ 6s^2$

d) $[Xe]\ 4f^6\ 5d^1\ 6s^2$, $[Xe]\ 4f^7\ 5d^1\ 6s^2$ and $[Xe]\ 4f^9\ 6s^2$

11۔ ایک تحتی خول (subshell) میں زیادہ سے زیادہ الکٹران پائے جاتے ہیں، اس کا اظہار اس جملہ سے دیا گیا ہے۔

a) $2n^2$ b) $2l + 1$ c) $4l + 2$ d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

12۔ d الکٹران کے لئے مداریہ کی زاویائی معیار حرکت (orbital angular momentum) یہ ہوگی۔

a) $\frac{\sqrt{2}h}{2\pi}$ b) $\frac{\sqrt{2h}}{2\pi}$ c) $\frac{\sqrt{2\times4}\ h}{2\pi}$ d) $\frac{\sqrt{6}\ h}{2\pi}$

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:24 PM

13۔ درج ذیل کوانٹم اعداد کے سیٹ کے لئے زیادہ سے زیادہ الکٹرانوں کی تعداد کیا ہوگی؟ $n = 3$ ، $l = 1$ اور $m = -1$

a) 4 b) 6 c) 2 d) = 10

14۔ توثیق : 3p مداریے کے لئے شعاعی اور زاویائی نوڈ (radial and angular nodes) کی تعداد بالترتیب (1,1) ہوگی

سبب : شعاعی اور زاویائی نوڈ کی تعداد، پرنسپل کوانٹم نمبر پر منحصر ہوگی۔

(a) توثیق اور سبب دونوں درست ہیں اور سبب، توثیق کی صحیح وضاحت کرتا ہے۔

(b) توثیق اور سبب دونوں درست ہیں اور سبب، توثیق کی صحیح وضاحت نہیں کرتا ہے۔

(c) توثیق درست ہے مگر سبب غلط ہے۔

(d) توثیق اور سبب دونوں غلط ہیں۔

15۔ پرنسپل کوانٹم نمبر $n = 3$ سے منسلک جملہ مداریوں کی تعداد یہ ہے۔

a) 9 b) 8 c) 5 d) 7

16۔ اگر $n = 6$ ہو تو الکٹرانوں کو بھرتی کرنے کی صحیح ترتیب اس طرح ہوگی۔

a) $ns \rightarrow (n-2)\,f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$ b) $ns \rightarrow (n-1)\,d \rightarrow (n-2)\,f \rightarrow np$

c) $ns \rightarrow (n-2)\,f \rightarrow np \rightarrow (n-1)\,d$ d) ان میں سے کوئی بھی درست نہیں ہے۔

17۔ درج ذیل کوانٹم اعداد پر غور کیجئے۔

	n	l	m	s
(i)	3	0	0	$+\frac{1}{2}$
(ii)	2	2	1	$-\frac{1}{2}$
(iii)	4	3	−2	$+\frac{1}{2}$
(iv)	1	0	−1	$+\frac{1}{2}$
(v)	3	4	3	$-\frac{1}{2}$

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:24 PM

درج ذیل کوانٹم اعداد کے کونسے سیٹ ممکن نہیں ہیں؟

a) (i), (ii), (iii) and (iv)　　b) (ii), (iv) and (v)

c) (i) and (iii)　　d) (ii), (iii) and (iv)

18۔ ایک جوہر جس کا جوہری عدد 105 ہے، اس میں $(n+1) = 8$ کے کتنے الکٹران پائے جاتے ہیں؟

a) 30　　b) 17　　c) 15　　d) پیش گوئی ممکن نہیں

19۔ مدار یہ $3d_{xy}$ کے y_z مسطح (plane) میں الکٹران کی کثافت یہ ہوگی۔

a) صفر　　b) 0.50　　c) 0.75　　d) 0.90

20۔ اگر مقام اور معیارِ حرکت کی غیر یقینی کیفیت (uncertainty) مساوی ہو تو، رفتار میں کم سے کم غیر یقینی کیفیت یہ ہوگی۔

a) $\frac{1}{m}\sqrt{\frac{h}{\pi}}$　　d) $\sqrt{\frac{h}{\pi}}$　　c) $\frac{1}{2m}\sqrt{\frac{h}{\pi}}$　　d) $\frac{h}{4\pi}$

21۔ کمیت 100 g والا ایک کلاں بینی ذرہ (macroscopic particle)، $100\ cm\ s^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کر رہا ہے تو، اس کا de Broglie موجی طول یہ ہوگا۔

a) 6.6×10^{-29} cm　　b) 6.6×10^{-30} cm　　c) 6.6×10^{-31} cm　　d) 6.6×10^{-32} cm

22۔ اگر ڈیوٹریم کی رفتار، a- ذرہ کی رفتار سے پانچ گنا زیادہ ہو تو، ڈیوٹریم کے ایک جوہر اور ایک α- ذرہ کے de Broglie موجی طولوں کی نسبت یہ ہوگی،

a) 4　　b) 0.2　　c) 2.5　　d) 0.4

23۔ ہائڈروجن کے ایک جوہر کے تیسرے مدار میں ایک الکٹران کی توانائی E- ہے۔ اس کے پہلے مدار میں ایک الکٹران کی توانائی یہ ہوگی

a) −3E　　b) $-E/3$　　c) $-E/9$　　d) −9E

24۔ وقت پر غیر منحصر شروڈنجر کی موجی مساوات (time independent Schrodinger wave equation) یہ ہے۔

a) $\hat{H}\psi = E\psi$　　b) $\nabla^2\psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E+V)\psi = 0$

c) $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2} + \frac{2m}{h^2}(E-V)\psi = 0$　　d) ان میں سے تمام

25۔ درج ذیل میں کونسی عبارت ہئی زن برگ کی غیر یقینی اصول Heisenberg uncertainty principle کی حسابی عبارت کی نمائندگی نہیں کرتی؟

a) $\Delta x \,.\, \Delta p \geq h/4\pi$　　b) $\Delta x \,.\, \Delta v \geq h/4\pi m$

c) $\Delta E \,.\, \Delta t \geq h/4\pi$　　d) $\Delta E \,.\, \Delta x \geq h/4\pi$

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:24 PM

درج ذیل سوالات کے لئے مختصر جواب دیجئے۔

26۔ کونسا کوانٹم عدد مداریہ کی شکل، توانائی، سمت اور جسامت کے بارے میں اطلاعات فراہم کرتا ہے؟

27۔ n=4 کے لئے کتنے مداریے ممکن ہیں؟

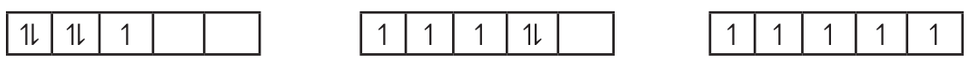
28۔ 2s، 4p، 5d اور 4f کے لئے کتنے شعاعی نوڈ (radial nodes) ظاہر ہوتے ہیں؟ کتنے زاویائی نوڈ ہیں؟

29۔ نصف بھرتی کرہ d مداریوں کی قیام پذیری، p مداریوں کی بہ نسبت زیادہ واضح ہے، ایسا کیوں ہے؟

30۔ d^5 کی تشکیل کے لئے درج ذیل الکٹرانی ترتیب فرض کیجئے۔

(i) ان میں سے کونسی، ارضی حالت کی نمائندی کرتی ہے؟

(ii) کونسی تشکیل میں زیادہ سے زیادہ تبادلہ کی توانائی پائی جاتی ہے؟



(a) (b) (c)

31۔ پالی کے اخراج کے اصول (Pauli exclusion principle) کو بیان کیجئے۔

32۔ مداریہ کی تعریف کیجئے۔ $3p_x$ اور $4d_{x^2-y^2}$ الکٹرانوں کے لئے n اور *l* کی قیمتیں کیا ہیں؟

33۔ وقت پر غیر منحصر شروڈنجر کی مساوات (Time independent Schrodinger wave equation) کی مختصر وضاحت کیجئے۔

34۔ اگر $\Delta v = 0.1\%$ اور $v = 2.2 \times 10^6\ ms^{-1}$ ہو تو، ایک الکٹران کے مقام میں غیر یقینی کیفیت (uncertainty) محسوب کیجئے۔

35۔ O- جوہر کے 8ویں الکٹران اور Cl کے جوہر کے 15 ویں الکٹران میں تمام کوانٹم اعداد کی قیمتیں معلوم کیجئے۔

36۔ ہائڈروجن کے جوہر کا کوانٹم میکانیکی عمل، درج ذیل قیمت دیتا ہے۔

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} \text{ ev atom}^{-1}$$

i) $n = 3$ اور $n = 4$ کے درمیان ΔE کی قیمتوں کو محسوب کرنے کے لئے اوپر کی عبارت استعمال کیجئے۔

ii) اوپر کی تبدیلی کے لئے نظیری موجی طول محسوب کیجئے۔

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:25 PM

37۔ de Broglie کی موجی طول پانے کے لئے جو سبز روشنی 5400 A° کے مساوی ہے، 54 g کے ایک ٹینس کی گیند کو کتنا تیز سفر کرنا ہوگا؟

38۔ اجازت شدہ m کی قیمتیں (allowable m values) اور مداریوں کی تعداد کو پانے کے لئے، درج ذیل میں ہر ایک کی تحتی سطح (sub level designation) بتایئے۔

i) n = 4, l =2, ii) n =5, l = 3 iii) n=7, l=0

39۔ Mn^{2+} اور Cr^{3+} کے لئے الکٹرنی تشکیل دیجئے۔

40۔ آفبا کا اصول (Aufbau principle) بیان کیجئے۔

41۔ ایک عنصر کے جوہر میں 35 الکٹران اور 45 نیوٹران پائے جاتے ہیں۔ حاصل کیجئے۔

i) پروٹانوں کی تعداد

ii) عنصر کے لئے الکٹرانی تشکیل

iii) آخری الکٹران کے لئے چاروں کوانٹم اعداد

42۔ بتایئے کہ ہائڈروجن کے جوہر کے لئے، بوہر کے مدار کا احاطہ de Broglie کے موجی طول کا کامل ضعف (integral multiple) ہے، جس کا تعلق مرکزہ کے اطراف گردش کرنے والے الکٹران سے ہے۔

43۔ درج ذیل عمل کے لئے درکار توانائی محسوب کیجئے۔

$$He^{+}_{(g)} \rightarrow He^{2+}_{(g)} + e^{-}$$

ارضی حالت میں H کے جوہر کے لئے روانی توانائی (ionisation energy) , $-13.6\ ev\ atom^{-1}$ ہے۔

44۔ 37 کمیتی عدد رکھنے والا ایک رواں اکائی منفی بار رکھتا ہے۔ اگر رواں میں الکٹران کی بہ نسبت 11.1% نیوٹران زیادہ ہوں تو، رواں کی علامت بتایئے۔

45۔ Li^{2+} کا رواں، ہائڈروجن ہی کے رواں کی طرح ہے، جس کی وضاحت بوہر کے نمونہ نے کی ہے۔ تیسرے مدار کے لئے بوہر کا نصف قطر محسوب کیجئے اور چوتھے مدار میں ایک الکٹران کی توانائی محسوب کیجئے۔

46۔ ذرات کو مسروع کرنے والے (particle accelerators) کی مدد سے پروٹانوں کو مسروع کیا جاسکتا ہے۔ اس طرح مسروع شدہ پروٹان (accelerated proton) کا موجی طول (A° میں) محسوب کیجئے، جو $2.85\times10^{8}\ ms^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔

47۔ 160 g کا ایک کرکٹ بال جو $140\ km\ hr^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کر رہا ہے، اس کا de Broglie wavelength کیا ہوگا؟ (سم میں)

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:25 PM

48۔ فرض کیجئے کہ ایک مدار میں الکٹران کے مقام کو تعین کرنے کی غیر یقینی کیفیت (uncertainty) 0.6 A° ہے۔ اس کے معیارِ حرکت کی غیر یقینی کیفیت کیا ہوگی؟

49۔ اگر کسی مدار میں ایک ذرہ کے مقام کے تعین کرنے کی غیر یقینی کیفیت (uncertainty) کی پیمائش، اس کے de Broglie کے موجی طول کے مساوی ہو تو، بتایئے کہ اس کے رفتار (ΔV) کی کم از کم غیر یقینی کیفیت، اس کی رفتار (V) کے 1/4π کے مساوی ہو۔

50۔ ایک الکٹران کا de Broglie موجی طول کیا ہوگا، جو حالت سکون سے 100 V قواہی فرق (potential difference) کے ذریعہ مسروع کیا گیا ہے؟

51۔ چھوٹے ہوئے کوانٹم اعداد اور توانائی کی تحتی سطحوں کی شناخت کیجئے۔

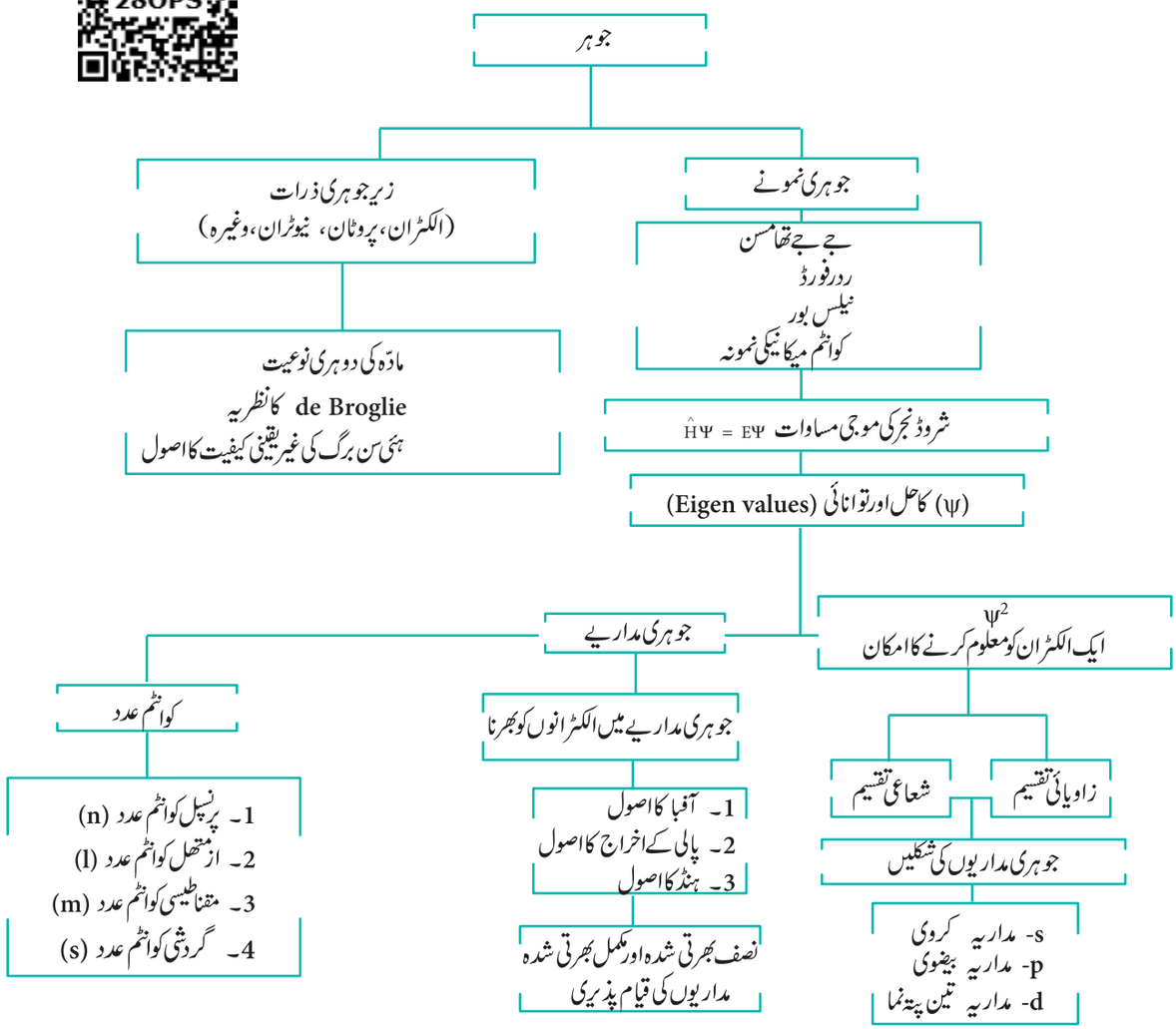
توانائی کی تحتی سطحیں۔

n	l	m	Sub energy level
?	?	0	4d
3	1	0	?
?	?	?	5p
?	?	-2	3d

11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:25 PM

28OPS

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ



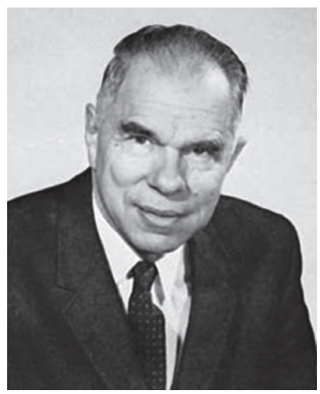
11 chem vol-1 unit 2 quantum mechanica
Thursday, September 01, 2022 6:54:25 PM

3 اکائی

عناصر کی دوری جماعت بندی (Periodic Classification of Elements)

جو شخص اس کائنات میں موجود کیمیاء کی بنیادی تعمیری اکائیاں، یعنی کیمیائی عناصر سے متعلق جانکاری حاصل کرنا چاہتا ہو کہ کس طرح یہ دنیا ان عناصر سے بنی ہے، تو اس کو چاہئے کہ وہ دَوری جدول کا مطالعہ کرے۔ گلین ٹی سی بورگ

- Glenn T. Seaborg



Glenn Theodore Seaborg کو 1951 میں Trans-uranium عناصر کے انکشاف کے لئے کیمیاء میں نوبل انعام سے نوازا گیا۔ پلوٹونیم کی ایجاد میں بھی ان کا تعاون رہا اور ٹرانس یورینیم عناصر میں بھی۔ ان کے ساتھیوں کے ساتھ انہوں نے دیگر عناصر کے 100 سے بھی زیادہ ایسوٹوپ تیار کئے۔ انہوں نے یہ بتایا کہ، اکٹی نائڈ کے عناصر، لین تھانائڈ عناصر کے مماثل ہیں۔

سیکھنے کے مقاصد

L4OQU

اس اکائی کو پڑھنے کے بعد طلباء اس قابل ہو جائیں گے۔

- دَوری جدول کی ترقی کو سمجھ سکیں گے۔
- Mosley اور جدید دوری کلیہ کی وضاحت کرنا۔
- عناصر کی گروپ بندی کے نظریہ کا خاکہ بنانا
- IUPAC نظام تسمیہ کو استعمال کر کے 100 سے زیادہ جوہری عدد رکھنے والے عناصر کو نام دینا۔
- عناصر کو d , p , s اور f بلاکوں میں درجہ بند کرنا۔
- دَوری رجحان کو سمجھنا اور دوری خصوصیات جیسے جوہری نصف قطر، روائی توانائی وغیرہ کے معیار میں تبدیلی کو سمجھنا۔
- دوری خواص میں متوقع سے خلاف معمول رجحانات کی وضاحت کرنا۔
- Slater's rule کے ذریعہ پر اثر مرکزائی بار (Effective nuclear charge) کو محسوب کرنا۔
- پالنگ کے طریقہ سے روانی نصف قطر محسوب کرنا۔
- دوری جدول میں دئے گئے عنصر کے متوقع مقام کی پیشین گوئی کرنا۔
- دوسرے دور کے عناصر کے خلاف معمول (anomalous) خواص اور وتری تعلق (diagonal relationship) کی وضاحت کرنا۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:15 AM

تعارف

قدرت میں لاکھوں کیمیائی مرکبات پائے جاتے ہیں، جن کی ترکیب اور خواص مختلف ہیں، مگر یہ 100 سے بھی کم قدرتی طور پر موجود عناصر سے بنے ہوئے ہیں۔

عناصر کی دریافت، انسانی تہذیب کی ابتدا ہی سے ہے۔ پتھر کے دور میں انسان کے پاس بعض دھاتیں موجود تھیں، جو اُن کی ضرورت کے لئے تھیں۔ اُن کو یہ پتہ تک نہ تھا کہ یہ عناصر ہیں۔ اس کے بعد انسان نے کچ دھاتوں سے دھاتوں کا حصول شروع کیا، جو نہ صرف اس کی ضرورت کو پورا کرتے تھے، بلکہ اس کی آرام اور آرائش کا ساز و سامان بھی تھے۔ آگے چل کر زیادہ سے زیادہ عناصر کی دریافت ہونے لگی۔ 1789 میں فرانس کے سائنس دان Lavoisier نے کئی تجرباتی تحقیقات کے بعد کیمیائی عناصر کی ایک فہرست شائع کی، جس میں 23 عناصر شامل تھے۔

Antoine Lavoisier نے اشیاء کو عناصر کے چار گروہوں میں درجہ بند کیا، جو اس طرح سے تھے۔ ترشہ بنانے والے عناصر acid making ، گیس جیسے عناصر، دھاتی عناصر اور خاکی عناصر (earthy elements)۔

جدول 3.1 Lavoisier کی جدول

گیس جیسے عناصر	ترشہ بنانے والے عناصر
light روشنی	sulphur
caloric (heat) حرارتی	phosphorus
oxygen	charcoal (carbon) کوئلہ
azote (nitrogen) ایزوٹ	
hydrogen	

خاکی عناصر	دھاتی عناصر
lime (calcium oxide)	cobalt, mercury, tin
magnesia (magnesium oxide)	copper, nickel, iron
barytes (barium sulphate)	gold, lead, silver, zinc
argilla (aluminium oxide)	manganese, tungten
silex (silicon dioxide)	platina (platinum)

3.1 عناصر کی درجہ بندی (Classification of Elements)

19 ویں صدی کے دوران سائنس دانوں نے کئی عناصر کو جدا کیا اور عناصر کی فہرست بڑھتی چلی گئی۔ فی الحال ہمارے پاس 118 معلوم شدہ عناصر ہیں۔ 118 عناصر میں سے 92 عناصر جن کا جوہری عدد 1 تا 92 ہے، یہ فطری طور پر پائے جاتے ہیں۔

سائنس دانوں نے پتہ کیا ہے کہ بعض عناصر کے خواص میں یکسانیت (مشابہت) پائی جاتی ہے۔ اس مشاہدہ نے عناصر کو ان کے خواص کی بنیاد پر درجہ بندی کرنے کا ایک موقع دیا۔ حقیقت میں درجہ بندی، ان عناصر کے موثر استعمال کے لئے بہتر طریقہ ثابت ہوا۔ عناصر کی درجہ بندی کی کئی کوششیں کی گئیں، تاہم جوہری وزن کی بنیاد پر درجہ بندی نے مناسب قسم کے دوری جدول کی تعمیر کی۔

1817 میں W. Dobereiner نے Chlorine ، Bromine اور Iodine کو ان کے یکساں خواص کی بنیاد پر الگ کیا۔ ان تین عناصر کو تثلیث (Triads) کہا جاتا ہے۔ ایک Triad میں درمیانی عنصر کا جوہری وزن، اس کے پہلے اور بعد کے جوہری وزن کا اوسط ہوگا۔ تاہم صرف چند عناصر ہی کو triads کی طرح گروپ کیا گیا ہے۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:15 AM

جدول 3.2 ڈوبریز کی تثلیث (Dobereiner Triads)

شمار عدد	تثلیث کے عناصر	درمیانی عنصر کا جوہری وزن	باقی عناصر کا اوسط جوہری وزن
1	Li, Na, K	23	$\frac{7+39}{2} = 23$
2	Cl, Br, I	80	$\frac{35.5+127}{2} = 81.25$
3	Ca, Sr, Ba	88	$\frac{40+137}{2} = 88.5$

اس نظریہ کو ان عناصر پر لاگو نہیں کیا جا سکتا، جن کے جوہری وزن تقریباً مساوی ہیں جیسا کہ [Fe, Co, Ni] ، [Ru, Rh, Pd] اور [Os, Ir, Pt] وغیرہ۔

1862 میں A.E.B de Chancourtois نے عناصر کے خواص اور ان کے جوہری اوزان کے درمیان تعلق کو ظاہر کیا۔ انہوں نے بتایا کہ ''اجسام کے خواص، اعداد کے خواص ہیں''۔ انہوں نے اعداد کے معنی جوہری وزن کے لئے ہیں۔ انہوں نے ایک مرغولہ (helix) کی تشکیل دی، جس کا اندرونی زاویہ 45° تھا اور یہ ایک استوانہ کے عمود میں تھا۔ اس کا احاطہ 16 اکائیوں کا تھا۔ انہوں نے عناصر کو ان کے جوہری اوزان کے مطابق مرغولہ میں، استوانہ کی سطح پر ترتیب دیا تھا۔ مرغولہ کی ایک مکمل گردش میں جوہری وزن کا اضافہ 16 سے ہوتا ہے۔ عناصر جو 16 مساوی فاصلوں پر ہوتے ہیں اور جو استوانہ کے سطح پر ظاہر ہوتے ہیں، مشابہ خواص کو ظاہر کرتے ہیں۔ دوری جدول تیار کرنے کی ایک باوجہ کوشش تھی۔ تاہم اسے اتنی مقبولیت حاصل نہیں ہوئی۔

1864 میں J. Newland نے ہشتیہ کے قاعدہ (Law of octaves) کی بنیاد پر عناصر کی درجہ بندی کی۔ عناصر کو ان کے جوہری اوزان کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں درجہ بند کیا۔ انہوں نے مشاہدہ کیا کہ ہر آٹھ عناصر کے خواص، پہلے عنصر کے خواص سے مشابہ ہیں۔ یہ قاعدہ پہلے ہلکے عناصر، یعنی کیلشیم تک محدود ہے۔

جدول 3.3 نیولینڈ کا ہشتیہ

^{7}Li	^{9}Be	^{11}B	^{12}C	^{14}N	^{16}O	^{19}F
^{23}Na	^{24}Mg	^{27}Al	^{29}Si	^{31}P	^{32}S	$^{35.5}Cl$
^{39}K	^{40}Ca					

3.1.1 مینڈلیف کی درجہ بندی (Mendeleev's classification)

1868 میں Lothar Meyer میں عناصر کی ایک جدول تیار کی، جو جدید دوری جدول کے مشابہ تھی۔ انہوں نے طبیعی خواص جیسا کہ طبیعی حجم، نقطہ پگھلاؤ، نقطہ جوش وغیرہ کے ساتھ جوہری وزن کو مرتسم کیا اور دوری نمونہ کا مشاہدہ کیا۔

اسی دَور میں Dmitri Mendeleev نے آزادانہ طور پر ایک کلیہ پیش کیا جو اس طرح سے تھا۔ ''عناصر کے خواص، ان کے جوہری وزن کے دَوری تفاعل میں ہیں''۔ اس کو دَوری کلیہ بھی کہتے ہیں۔ مینڈلیف نے 70 عناصر جو اُس وقت تک معلوم شدہ تھے، ان کو بعض عمودی کالموں کے ذریعہ ان کی جوہری وزن کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں پیش کیا۔ چنانچہ مینڈلیف نے دَوری کلیہ کی بنیاد پر پہلی دَوری جدول بنائی۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:16 AM

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:16 AM

جدول 3.4 میندلیف کی دَوری جدول

سلسلہ Series	Group of Elements عناصر کا گروپ										
	0	1	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1	-	Hydrogen **H** 1.0008	-	-	-						
2	Helium **He** 4.0	Lithium **Li** 7.03	Beryllium **Be** 9.1	Boron **B** 11.0	Carbon **C** 12.0	Nitrogen **N** 14.04	Oxygen **O** 16.00	Fluorine **F** 19.0			
3	Neon **Ne** 19.9	Sodium **Na** 23.5	Magnesium **Mg** 24.3	Aluminium **Al** 27.0	Silicon **Si** 28.04	Phosphorus **P** 31.0	Sulphur **S** 32.06	Chlorine **Cl** 35.45			
4	Argon **Ar** 38	Potassium **K** 39.1	Calcium **Ca** 40.1	Scandium **Sc** 44.1	Titanium **Ti** 48.1	Vanadium **V** 51.4	Chromium **Cr** 52.1	Manganese **Mn** 55.0	Iron **Fe** 55.9	Cobalt **Co** 59	Nickel **(Ni (Cu** 59
5		Copper **Cu** 63.6	Zinc **Zn** 65.4	Gallium **Ga** 70.0	Germanium **Ge** 72.3	Arsenic **As** 75	Selenium **Se** 79	Bromine **Br** 79.95			
6	Krypton **Kr** 81.8	Rubidium **Rb** 85.4	Strontium **Sr** 87.6	Yttrium **Y** 89.0	Zirconium **Zr** 90.6	Niobium **Nb** 94.0	Molybdenum **Mo** 96.0	-	Ruthenium **Ru** 101.7	Rhodium **Rh** **103**	Palladium **(Pd (Ag** 106.5
7		Silver **Ag** 107.9	Cadmium **Cd** 112.4	Indium **In** 114.0	Tin **Sn** 119.0	Antimony **Sb** 120.0	Tellurium **Te** 127.6	Iodine **I** 126.9			
8	Xenon **Xe** 128	Caesium **Cs** 132.9	Barium **Ba** 137.4	Lanthanum **La** 139	Cerium **Ce** 140	-	-	-	-		
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10	-	-	-	Ytterbium **Yb** 173	-	Tantalum **Ta** 183	Tungsten **W** 184	-	Osmium **Os** 191	Iridium **Ir** 193	Platinum **(Pt (Au** 194.9
11		Gold **Au** 197.2	Mercury **Hg** 200.0	Thallium **Tl** 204.1	Lead **Pb** 206.9	Bismuth **Bi** 208		-	-		
12	-	-	Radium **Ra** 224	-	Thorium **Th** 232	-	Uranium **U** 239				

جیسا کہ دوری جدول میں بتایا گیا ہے، مینڈلیف نے بعض خالی جگہوں کو چھوڑا ہے، جو اُس وقت دریافت نہیں ہوئے تھے۔ انہوں نے اور ان کے ساتھیوں نے چھوٹے ہوئے جگہوں کے عناصر کی طبیعی اور کیمیائی خواص کی پیشین گوئی کی۔ بعد میں دریافت شدہ عناصر کی پیشین گوئی درست ثابت ہوئی۔ مثال کے طور پر گروپ III کے Gallium (Ga) اور گروپ IV کے Germanium (Ge) اُس وقت دریافت نہیں ہوئے تھے۔ مگر مینڈلیف نے ان کی موجودگی اور خواص کی پیشین گوئی کی تھی۔ مگر مینڈلیف نے بہت پہلے ہی ان کی پیشین گوئی کی تھی۔ اُس نے ان کا نام eka-aluminium اور eka-silicon رکھا۔ عناصر کی دریافت کے بعد ان کے خواص، مینڈلیف کے پیشین گوئی کردہ خواص کے بالکل قریب یعنی بالکل درست نکلے۔ (خاکہ 3.4)

جدول 3.5 Eka-aluminium اور Eka-silicon کے لئے پیشین گوئی کردہ خواص

شمار عدد	خصوصیت Property	Eka-aluminium (Predicted) پیشین گوئی کردہ	Gallium (Observed) مشاہدہ کردہ	Eka-silicon (Predicted) پیشین گوئی کردہ	Germanium (Observed) مشاہدہ کردہ
1.	جوہری وزن	68	70	72	72.59
2.	کثافت (g/cm^3)	5.9	5.94	5.5	5.36
3.	نقطہ پگھلاؤ	low	29.78°C	High	947°C
4.	آکسائڈ کا ضابطہ	E_2O_3	Ga_2O_3	EO_2	GeO_2
5.	کلورائڈ کا ضابطہ	ECl_3	$GaCl_3$	ECl_4	$GeCl_4$

3.1.2 مینڈلیف کے دَوری جدول کے خلاف معمول باتیں
(Anomalies of Mendeleev's periodic table)

مشابہ خواص والے بعض عناصر کو مختلف گروپوں میں رکھا گیا ہے اور بعض غیر مشابہ خواص والے عناصر کو ایک ہی گروپ میں رکھا گیا ہے۔ اسی طرح عناصر جن کا جوہری وزن زیادہ ہے، اُن کو پہلے اور کم جوہری وزن والے عناصر کو خواص کی بنیاد پر بعد میں رکھا گیا ہے۔ مثال $^{59}Co_{27}$ کو $^{58.7}Ni_{28}$ سے رکھا گیا۔ Tellurium (127.6) کو VI ویں گروپ میں رکھا گیا ہے، مگر Iodine (127.0) کو VII ویں گروپ میں رکھا گیا ہے۔

3.2۔ موسلے کا اور جدید دوری جدول (Moseley's work and Modern Periodic Law)

1913 میں ہنری موسلے نے بعض عناصر کی X-ray کے طیف کے خواص کا مطالعہ کیا، ان کے ساتھ زیادہ توانائی والے الکٹرانوں کے ساتھ ٹکرانے کا تجربہ کیا۔ جوہری عدد اور X-ray کے تعدد کے درمیان خطی تعلق کا مشاہدہ کیا، جس کو درج ذیل عبارت میں دیا گیا ہے۔

$$\sqrt{\upsilon} = a(Z - b)$$

جس میں υ، عناصر جن کا جوہری عدد Z اور ان سے خارج شدہ X-ray کا تعدد ہے۔ a اور b مستقل ہیں اور تمام عناصر کے لئے ایک ہی قیمتیں ہیں۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:16 AM

$\sqrt{\upsilon}$ بمقابلہ Z کو مرتسم کرنے پر ایک خط مستقیم حاصل ہوتا ہے۔ اس تعلق کو استعمال کرتے ہوئے اور خارج شدہ X-ray کے تعدد سے ہم ایک نامعلوم (نئے) عنصر کا جوہری عدد معلوم کر سکتے ہیں۔

ان کی تجربات کی بنیاد پر جدید دوری کلیہ کو فروغ دیا گیا، جو یہ بیان کرتا ہے کہ ''عناصر کے طبیعی اور کیمیائی خواص، انکے جوہری اعداد کے دوری تفاعل میں ہیں''۔ اس کلیہ کی بنیاد پر عناصر کو ان کے بڑھتے ہوئے جوہری اعداد کے مطابق ترتیب دیا گیا ہے۔ اس ترتیب سے یہ حقیقت واضح ہوتی ہے کہ عناصر جن کے خواص مشابہ ہیں، بعض وقفہ کے بعد دوبارہ ظاہر ہوتے ہیں۔ ان خواص کا وقفہ در وقفہ دوبارہ ظاہر ہونے کا نام دوریت periodicity ہے۔

3.2.1 جدید دَوری جدول (Modern periodic table)

عناصر کے طبیعی اور کیمیائی خواص کو الکٹرانوں کی ترتیب ان کے بیرون ترین خول (گرفتی خول) کے ساتھ موازنہ کیا گیا ہے۔ مختلف عناصر جس میں مشابہ بیرون خول کی الکٹرانی تشکیل پائی جاتی ہے، ان میں مشابہ خواص پائے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر عناصر جن کے گرفتی خول s- مداریہ میں ایک الکٹران پایا جاتا ہے، ان میں مشابہ طبیعی اور کیمیائی خواص پائے جاتے ہیں۔ ان عناصر کو جدید دوری جدول میں پہلے گروپ کے عناصر کی طرح جدول بندی کی گئی ہے۔

جدول 3.6 قلوی دھاتوں (ns^1) کی الکٹرانی تشکیل

گرفتی خول کی تشکیل	K,L,M,N,O کی ترتیب میں مختلف خولوں میں الکٹرانوں کی تعداد	جوہری عدد	گروپ 1 میں عناصر
$2s^1$	2, 1	3	Li
$3s^1$	2, 8, 1	11	Na
$4s^1$	2, 8, 8, 1	19	K
$5s^1$	2,8,18,8,1	37	Rb
$6s^1$	2, 8, 18, 18, 8, 1	55	Cs
$7s^1$	2, 8, 18, 32, 18, 8, 1	87	Fr

اسی طرح جدید دوری جدول میں تمام عناصر کو ترتیب دیا گیا ہے، جس میں 18 عمودی قطاریں اور 7 اُفقی صفیں ہیں۔ عمودی قطاروں کو گروپ کہا جاتا ہے اور اُفقی صفوں کو دَور (periods) کہا جاتا ہے۔ IUPAC کی سفارش کے مطابق گروپوں کو 1 سے 18 تک نمبرات دئے گئے ہیں۔ یہ اس قدیم طریقہ سے بدلا ہوا ہے، جس میں گروپ IA سے VII A، IB سے VII B اور VIII کی طرح پائے جاتے تھے۔

ہر دور اس عنصر کے ساتھ شروع ہوتا ہے، جس میں عام بیرونی الکٹرانی تشکیل ns1 ہوتی ہے اور $ns^2\ np^6$ پر ختم ہوتی ہے۔ یہاں پر n، دوری عدد، principal quantum number کو ظاہر کرتا ہے۔ آفبا کا اصول اور جوہر کی الکٹرانی تشکیل، جدید دوری جدول کی عملی بنیاد بنی۔

خود کا محاسبہ

1۔ مینڈلیف کے دوری جدول اور جدید دوری جدول کے درمیان بنیادی فرق کیا ہے؟

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:17 AM

جدول 3.7 جدید دوری جدول

PERIOD NUMBER دور کا نمبر	GROUP NUMBER گروپ نمبر 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	نمائندگی کے عناصر Representative elements		مروری (عبوری) عناصر *d*-Transition elements										نمائندگی کے عناصر Representative elements					جامد گیسیں Noble gases
1	1 H $1s^1$																	2 He $1s^2$
2	3 Li $2s^1$	4 Be $2s^2$											5 B $2s^2 2p^1$	6 C $2s^2 2p^2$	7 N $2s^2 2p^3$	8 O $2s^2 2p^4$	9 F $2s^2 2p^5$	10 Ne $2s^2 2p^6$
3	11 Na $3s^1$	12 Mg $3s^2$											13 Al $3s^2 3p^1$	14 Si $3s^2 3p^2$	15 P $3s^2 3p^3$	16 S $3s^2 3p^4$	17 Cl $3s^2 3p^5$	18 Ar $3s^2 3p^6$
4	19 K $4s^1$	20 Ca $4s^2$	21 Sc $3d^1 4s^2$	22 Ti $3d^2 4s^2$	23 V $3d^3 4s^2$	24 Cr $3d^5 4s^1$	25 Mn $3d^5 4s^2$	26 Fe $3d^6 4s^2$	27 Co $3d^7 4s^2$	28 Ni $3d^8 4s^2$	29 Cu $3d^{10} 4s^1$	30 Zn $3d^{10} 4s^2$	31 Ga $4s^2 4p^1$	32 Ge $4s^2 4p^2$	33 As $4s^2 4p^3$	34 Se $4s^2 4p^4$	35 Br $4s^2 4p^5$	36 Kr $4s^2 4p^6$
5	37 Rb $5s^1$	38 Sr $5s^2$	39 Y $4d^1 5s^2$	40 Zr $4d^2 5s^2$	41 Nb $4d^4 5s^1$	42 Mo $4d^5 5s^1$	43 Tc $4d^5 5s^2$	44 Ru $4d^7 5s^1$	45 Rh $4d^8 5s^1$	46 Pd $4d^{10}$	47 Ag $4d^{10} 5s^1$	48 Cd $4d^{10} 5s^2$	49 In $5s^2 5p^1$	50 Sn $5s^2 5p^2$	51 Sb $5s^2 5p^3$	52 Te $5s^2 5p^4$	53 I $5s^2 5p^5$	54 Xe $5s^2 5p^6$
6	55 Cs $6s^1$	56 Ba $6s^2$	57 La* $5d^1 6s^2$	72 Hf $4f^{14} 5d^2 6s^2$	73 Ta $5d^3 6s^2$	74 W $5d^4 6s^2$	75 Re $5d^5 6s^2$	76 Os $5d^6 6s^2$	77 Ir $5d^7 6s^2$	78 Pt $5d^9 6s^1$	79 Au $5d^{10} 6s^1$	80 Hg $5d^{10} 6s^2$	81 Tl $6s^2 6p^1$	82 Pb $6s^2 6p^2$	83 Bi $6s^2 6p^3$	84 Po $6s^2 6p^4$	85 At $6s^2 6p^5$	86 Rn $6s^2 6p^6$
7	87 Fr $7s^1$	88 Ra $7s^2$	89 Ac** $6d^1 7s^2$	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

اندرونی مروری (عبوری) عناصر *f*- Inner transition elements

58 Ce $4f^1 5d^1 6s^2$	59 Pr $4f^3 5d^0 6s^2$	60 Nd $4f^4 5d^0 6s^2$	61 Pm $4f^5 5d^0 6s^2$	62 Sm $4f^6 5d^0 6s^2$	63 Eu $4f^7 5d^0 6s^2$	64 Gd $4f^7 5d^1 6s^2$	65 Tb $4f^9 5d^0 6s^2$	66 Dy $4f^{10} 5d^0 6s^2$	67 Ho $4f^{11} 5d^0 6s^2$	68 Er $4f^{12} 5d^0 6s^2$	69 Tm $4f^{13} 5d^0 6s^2$	70 Yb $4f^{14} 5d^0 6s^2$	71 Lu $4f^{14} 5d^1 6s^2$
90 Th $5f^0 6d^2 7s^2$	91 Pa $5f^2 6d^1 7s^2$	92 U $5f^3 6d^1 7s^2$	93 Np $5f^4 6d^1 7s^2$	94 Pu $5f^6 6d^0 7s^2$	95 Am $5f^7 6d^0 7s^2$	96 Cm $5f^7 6d^1 7s^2$	97 Bk $5f^9 6d^0 7s^2$	98 Cf $5f^{10} 6d^0 7s^2$	99 Es $5f^{11} 6d^0 7s^2$	100 Fm $5f^{12} 6d^0 7s^2$	101 Md $5f^{13} 6d^0 7s^2$	102 No $5f^{14} 6d^0 7s^2$	103 Lr $5f^{14} 6d^1 7s^2$

*لینتھانائڈ
*Lanthanoids
$4f^{n} 5d^{0-1} 6s^2$

**اکٹی نائڈ
**Actinoids
$5f^{n} 6d^{0-2} 7s^2$

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:17 AM

3.3 جوہری عدد 100 سے زیادہ والے عناصر کو نام دینا

(Nomenclature of elements with Atomic Number greater than 100)

عام طور پر جب ایک نئے عنصر کی دریافت ہوتی ہے تو دریافت کرنے والا ایک نام پیش کرتا ہے، جس کی سفارش IUPAC کے رہ نما خطوط کے ذریعہ ہوتی ہے۔ اس کو بعد میں عوامی مشورہ کے بعد رکھا جاتا ہے۔ اس کے دوران اس نئے عنصر کو IUPAC کی سفارش کے مطابق ایک عارضی نام دیا جاتا ہے، یہاں تک کہ IUPAC اس نئے نام کی تائید کرے۔

1۔ نئے عنصر کا نام درج ذیل عددی بنیاد (root) کے مطابق براہ راست اس کے جوہری عدد سے رکھا جاتا ہے۔

جدول 3.8 عناصر کے IUPAC ناموں کی ترقیم (notation)

Digit ہندسہ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Root بنیاد	nil	un	bi	tri	quad	pent	hex	sept	oct	enn
Abbreviation مخفف	n	u	b	t	q	p	h	s	o	e

2۔ بنیادی عدد، جو اس کے جوہری عدد کے مطابق ہوتا ہے، اس کو ملا کر 'ium' کو بطور لاحقہ (suffix) لکھا جاتا ہے۔

3۔ لفظ 'enn' کے آخری حرف n کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے، اور اس کو 'nil' (enn + nil = enil) لکھا جاتا ہے۔
اسی طرح bi، tri وغیرہ کے آخری حرف i کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے اور اس کو
'ium' (bi + ium = bium ; tri + ium = trium) لکھا جاتا ہے۔

4۔ نئے عنصر کی علامت کو عددی بنیاد (numeral root) کے پہلے حرف سے حاصل کیا جاتا ہے۔
درج ذیل جدول ان حقائق کی وضاحت کرتی ہے۔

جدول 3.9 100 سے زیادہ جوہری عدد والے عناصر کے نام

Atomic number جوہری عدد	Temporary Name عارضی نام	Temporary Symbol عارضی علامت	Name of the element عنصر کا نام	Symbol علامت
101	Unnilunium	Unu	Mendelevium	Md
102	Unnilbium	Unb	Nobelium	No
103	Unniltrium	Unt	Lawrencium	Lr
104	Unnilquadium	Unq	Rutherfordiium	Rf
105	Unnilpentium	Unp	Dubnium	Db
106	Unnilhexium	Unh	Seaborgium	Sg
107	Unnilseptium	Uns	Bohrium	Bh
108	Unniloctium	Uno	Hassium	Hs

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:17 AM

Atomic number جوہری عدد	Temporary Name عارضی نام	Temporary Symbol عارضی علامت	Name of the element عنصر کا نام	Symbol علامت
109	Unnilennium	Une	Meitnerium	Mt
110	Ununnilium	Uun	Darmstadtium	Ds
111	Unununium	Uuu	Roentgenium	Rg
112	Ununbium	Uub	Copernicium	Cn
113	Ununtrium	Uut	Nihonium	Nh
114	Ununquadium	Uuq	Flerovium	Fl
115	Ununpentium	Uup	Moscovium	Mc
116	Ununhexium	Uuh	Livermorium	Lv
117	Ununseptium	Uus	Tennessine	Ts
118	Ununoctium	Uuo	Oganesson	Og

خود کا محاسبہ

2۔ ایک عنصر جس کا جوہری عدد 120 ہے، ابھی تک یہ دریافت نہیں کیا گیا ہے۔ اس عنصر کا IUPAC نام اور علامت کیا ہوگا؟ اس عنصر کی ممکن الکٹرانی تشکیل کی پیشین گوئی کیجئے۔

3.4۔ الکٹرانی تشکیل کی بنیاد پر عناصر کی گروہ بندی
(Grouping of elements based on electronic configuration)

جدید دَوری جدول میں، جدید دَوری کلیہ کی بنیاد پر، عناصر کو 7 دَوروں اور 18 گروپوں میں ترتیب دیا گیا ہے۔ دوری جدول میں عناصر کو ان کے بیرونی خول کی الکٹرانی تشکیل کے مطابق رکھا گیا ہے۔ آیئے دَوروں میں بائیں سے دائیں اور گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف عناصر میں الکٹرانی تشکیل میں تبدیلی کا ایک جائزہ لیں۔

3.4.1۔ دَوروں (Periods) میں الکٹرانی تشکیل میں تبدیلی
(Variation of electronic configuration along the periods)

ہم نے پہلے ہی سیکھا ہے کہ ہر دَور (period) ایسے عنصر کے ساتھ شروع ہوتا ہے، جس کی عام الکٹرانی تشکیل ns^1 سے شروع ہوکر $ns^2\ np6$ پر ختم ہوتی ہے، جس میں n ، دَور کا عدد ہے۔ پہلا دور 1s مداریہ کے گرفتی الکٹران کو بھرتے ہوئے شروع ہوتا ہے، جس میں صرف 2 الکٹران سما سکتے ہیں۔ لہٰذا پہلے دَور میں صرف دو عناصر پائے جاتے ہیں، یعنی ہائڈروجن اور ہیلیم۔

دوسرا دَور (period) 2s کے گرفتی الکٹرانوں کو بھرتے ہوئے شروع ہوتا ہے، اس کے بعد تین 2p مداریوں کو بھرتا ہے، جس میں lithium سے neon تک 8 عناصر ہیں۔ تیسرا دَور 3s کے گرفتی الکٹرانوں کو بھرتے ہوئے شروع ہوتا ہے، اس کے بعد 3p مداریوں کو بھرتا ہے۔ چوتھا دَور 4s کے گرفتی الکٹرانوں کو بھرتے ہوئے شروع ہوتا ہے، اس کے بعد 3d اور 5p کے مداریوں کو بھرتی کرتا ہے۔ یہ آفبا کے اصول کے مطابق ہوتا ہے۔ اسی طرح ہم اس کے بعد کے دَوروں میں موجود عناصر کی الکٹرانی تشکیل کی وضاحت کر سکتے ہیں۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:18 AM

جدول 3.10 ایک دَور میں عناصر کی الکٹرانی تشکیل

(n)	مداریوں میں الکٹرانوں کو بھرتی کرنا		عناصر کی	بیرونی خول کی الکٹرانی تشکیل	
	یہاں سے شروع ہوتا ہے	یہاں پر ختم ہوتا ہے		پہلا عنصر	آخری عنصر
1	1s	1s	2	H – $1s^1$	He – $1s^2$
2	2s	2p	8	Li – $2s^1$	Ne– $2s^2 2p^6$
3	3s	3p	8	Na – $3s^1$	Ar – $3s^2 3p^6$
4	4s → 3d	4p	18	K – $4s^1$	Kr– $4s^2 4p^6$
5	5s → 4d	5p	18	Rb – $5s^1$	Xe – $5s^2 5p^6$
6	6s → 4f → 5d	6p	32	Cs – $6s^1$	Rn – $6s^2 6p^6$
7	7s → 5f → 6d	7p	32	Fr – $7s^1$	Og – $7s^2 7p^6$

چوتھے دور میں 3d مداریوں میں الکٹرانوں کی بھرتی scandium سے شروع ہوکر zinc پر ختم ہوتی ہے۔ ان عناصر کو پہلا مروری (عبوری) سلسلہ (First transition series) کہا جاتا ہے۔ اسی طرح اس کے بعد کے دوروں میں 4d، 5d مداریوں میں الکٹرانوں کی بھرتی ہوتی ہے، جن کو دوسرا، تیسرا اور چوتھا مروری (عبوری) سلسلہ کہا جاتا ہے۔

چھٹویں دور میں گرفتی الکٹرانوں کی بھرتی 6s مداریوں سے شروع ہوتی ہے، جس کے بعد 4f، 5d اور 6p میں بھرتی ہوتی ہے۔ 4f مداریوں میں الکٹرانوں کی بھرتی Cerium (Z=58) سے شروع ہوکر Lutetium (Z=71) پر ختم ہوتی ہے۔ ان 14 عناصر کو پہلے اندرونی مروری (عبوری) عناصر (Inner transition elements) اور لینتھانائڈس (Lanthanides) کہا جاتا ہے۔ اسی طرح ساتویں دَور میں 5f مداریوں کو بھرا جاتا ہے اور اس کے 14 عناصر کو دوسرے اندرونی مروری (عبوری) عناصر (second inter transition elements) اور ایکٹی نائڈس (actinides) کہا جاتا ہے۔ ان دو سلسلوں کو دَوری جدول کے نیچے الگ رکھا گیا ہے۔

3.4.2 گروپ میں الکٹرانی تشکیل کی تبدیلی (Variation of electronic configuration in the groups)

ایک گروپ کے عناصر کے بیرونی خول کی الکٹرانی تشکیل مشابہ (ایک جیسی) ہوتی ہے۔ 18 گروپوں کی عام الکٹرانی تشکیل کو جدول 3.11 میں دکھایا گیا ہے۔ گروپوں کو ان کے مداریے، جس میں ان کا گرفتی الکٹران داخل ہوتا ہے، اس کی بنیاد پر انہیں s , p , d اور f بلاک عناصر کا نام دیا گیا ہے۔

گروپ 1 اور گروپ 2 کے عناصر کو s بلاک عناصر کہا جاتا ہے۔ چونکہ آخری گرفتی الکٹران ns مداریے میں داخل ہوتے ہیں۔ گروپ 1 کے عناصر کو قلوی دھاتیں (alkali metals) کہا جاتا ہے۔ یہ نرم دھاتیں ہیں، اور ان کے نقطہ پگھلاؤ، نقطہ جوش کم اور روانی انتھالپی (ionisation enthalpy) کم ہوتی ہے۔ یہ بہت ہی تعامل پذیر ہوتے ہیں اور روانی مرکبات بناتے ہیں۔ یہ اعلیٰ برق مثبت (electropositive) ہوتے ہیں اور ان میں سے اکثر جلتے وقت رنگین شعلے پیدا کرتے ہیں۔ اس کے بعد کے باب میں ہم ان کے خواص سے متعلق تفصیلی معلومات حاصل کریں گے۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:18 AM

گروپ 13 سے 18 تک کے عناصر کو p- بلاک عناصر یا نمائندگی کے عناصر (representative elements) کہتے ہیں۔ ان کی عام الکٹرانی تشکیل $ns^2\ np^{1-6}$ ہے۔ گروپ 16 اور 17 کے عناصر کو بالترتیب چالکون اور ہیلوجن کہا جاتا ہے۔ 18 ویں گروپ کے عناصر کا آخری خول مکمل طور پر بھرا ہوا ہوتا ہے اور ان کی الکٹرانی تشکیل $ns^2\ np^6$ ہوتی ہے۔ ان کو جامد گیسیں (inert gases or noble gases) کہا جاتا ہے۔ p-بلاک کے عناصر میں الکٹران کو حاصل کرنے کی انتھالپی (electron gain enthalpy) ، منفی اور زیادہ ہوتی ہے۔ s-بلاک عناصر کی بہ نسبت ان میں زیادہ روانی توانائی (ionisation energy) پائی جاتی ہے اور یہ اکثر ہم گرفتی مرکبات (covalent compounds) بناتے ہیں اور یہ مرکبات میں ایک سے زیادہ تکسیدی حالت (oxidation state) رکھتے ہیں۔

3 سے 12 گروپ تک کے عناصر کو d - بلاک عناصر یا مروری (عبوری) عناصر (transition elements) کہتے ہیں۔ ان کی عام الکٹرانی تشکیل $ns^{1-2},\ (n-1)d^{1-10}$ ہے۔ یہ عناصر ایک سے زیادہ تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتے ہیں اور یہ روانی، ہم گرفتی اور ہم ربط (co-ordination) مرکبات بناتے ہیں۔ یہ سوراخوں والے (interstitial) مرکبات اور بھرتیں (alloys) بناتے ہیں، جو تماسی عامل (catalyst) کی طرح عمل کرتے ہیں۔ ان عناصر کا نقطہ پگھلاؤ اور نقطہ جوش بہت زیادہ ہوتا ہے۔ یہ حرارت کو برق کے اچھے موصل ہوتے ہیں۔

لینتھانائڈس $(4f^{1-14},\ 5d^{0-1},\ 6s^2)$ اور ایکٹی نائڈس کو $(5f^{0-14},\ 6d^{0-2},\ 7s^2)$ f- بلاک عناصر کہتے ہیں۔ یہ عناصر دھاتی فطرت رکھتے ہیں اور ان کا نقطہ پگھلاؤ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ ان کے مرکبات اکثر رنگین ہوتے ہیں۔ یہ عناصر متغیر تکسیدی حالت (variable oxidation state) کو ظاہر کرتے ہیں۔

جدول 3.11 گروپ میں عناصر کے بیرونی الکٹرانوں کی عام تشکیل

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ns^1	ns^2	$ns^2\ (n-1)d^1$	$ns^2\ (n-1)d^2$	$ns^2\ (n-1)d^3$	$ns^1\ (n-1)d^5$	$ns^2\ (n-1)d^5$	$ns^2\ (n-1)d^6$	$ns^2\ (n-1)d^7$	$ns^2\ (n-1)d^8$	$ns^1\ (n-1)d^{10}$	$ns^2\ (n-1)d^{10}$	$ns^2\ np^1$	$ns^2\ np^2$	$ns^2\ np^3$	$ns^2\ np^4$	$ns^2\ np^5$	$ns^2\ np^6$
s Block elements		d-Block elements										p-Block elements					
f block elements		Lanthanides $4f^{1-14}\ 5d^{0-1}\ 6s^2$															
		Actinides $5f^{0-14}\ 6d^{0-2}\ 7s^2$															

خود کا محاسبہ

3۔ دوری جدول میں $(n-1)d^2,\ ns^2$ جس میں n - 5 ہے، اس الکٹرانی تشکیل کو مطمئن کرنے والے عنصر کے مقام کی پیشین گوئی کیجئے۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:19 AM

3.5 دَوری خواص کے رجحانات
(Periodic trends in properties)

جیسا کہ پہلے بحث ہو چکی ہے، جوہری عدد میں اضافہ کے ساتھ عناصر کی الکٹرانی تشکیل میں دَوری تبدیلی پائی جاتی ہے۔ اسی طرح عناصر کی طبیعی اور کیمیائی خواص میں بھی دَوری رجحان پایا گیا ہے۔ اس باب میں ہم عناصر کے درج ذیل خواص کے دَوری رجحانات کا مطالعہ کریں گے۔

1۔ جوہری نصف قطر

2۔ روانی نصف قطر

3۔ روانی انتھالپی (توانائی) (Ionisation enthalpy)

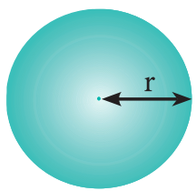
4۔ الکٹرانی الف (electron affinity)

5۔ برق منفیت (Electronegativity)

3.5.1۔ جوہری نصف قطر (Atomic radius)

ایک جوہر کے نصف قطر کی تعریف اس طرح کی جاسکتی ہے کہ وہ ایک جوہر کے مرکزہ اور اس کے بیرون ترین خول میں موجود گرفتی الکٹران کا درمیانی فاصلہ ہے۔

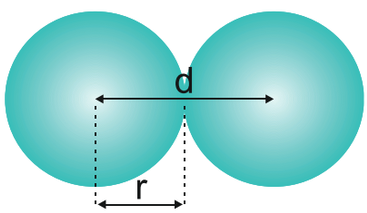
ایک تنہا جوہر کا نصف قطر معلوم کرنا ممکن نہیں ہے، سوائے جامد گیسوں کے۔ عام طور پر جوہری نصف قطر کو، ہم گرفتہ نصف یا دھاتی نصف قطر کہا جاتا ہے، جو دو جوہروں کے درمیان بنے ہوئے بندش کی نوعیت پر منحصر ہے۔



خاکہ 3.1(a) جوہری نصف قطر

ہم گرفتہ نصف قطر (Covalent radius)

یہ دو مشابہ جوہروں کا درمیانی فاصلہ کا آدھا ہے، جو اکہرے ہم گرفتہ بندش سے بندھے ہوئے ہیں۔ x-ray انکساری مطالعہ سے بین مرکزی فاصلہ کو معلوم کیا جاسکتا ہے۔



خاکہ 3.1(b) جوہری اور ہم گرفتہ نصف قطر

مثال :

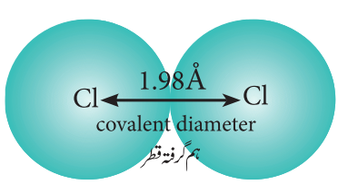
Cl2 سالمے کا تجرباتی بین مرکزی فاصلہ 1.98 A° ہے۔ کلورین کے ہم گرفتہ نصف قطر کی پیمائش اس طرح محسوب کی جاتی ہے۔

$$d_{Cl\text{-}Cl} = r_{Cl} + r_{Cl}$$

$$\Rightarrow d_{Cl\text{-}Cl} = 2r_{Cl}$$

$$\Rightarrow r_{Cl} = \frac{d_{Cl\text{-}Cl}}{2}$$

$$\Rightarrow r_{Cl} = \frac{1.98}{2} = 0.99\text{Å}$$



خاکہ 3.1 (c) Cl کا ہم گرفتہ نصف قطر

ہم گرفتہ بندش کی تشکیل جوہری مداریوں کے انطباق (اوپر چھا جانا) (overlapping) اور یہ متوقع بین مرکزی فاصلہ کو کم کرتا ہے۔ چنانچہ ہم گرفتہ نصف قطر ہمیشہ حقیقی جوہری نصف قطر سے چھوٹا ہوتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:19 AM

دِگر مرکزی دو جوہری سالموں (hetero nuclear diatomic molecules) میں انفرادی جوہر کے ہم گرفتہ نصف قطر کو دو مختلف جوہروں A اور B کے بین مرکزی فاصلہ ($d_{A.B}$) کو استعمال کرتے ہوئے معلوم کر سکتے ہیں۔ اس میں سب سے سادہ طریقہ Schomaker اور Stevenson نے پیش کیا ہے، جو اس طرح سے ہے۔

$$d_{A-B} = r_A + r_B - 0.09\ (\chi_A - \chi_B)$$

جس میں χ_A اور χ_B ، جوہر A اور B کے برقی منفیتیں ہیں۔ یہ پالنگ کی اکائیوں میں ہیں۔ یہاں $\chi_A > \chi_B$ اور نصف قطر A° میں ہے۔

آیئے ہائڈروجن کے ہم گرفتہ نصف قطر کو تجرباتی d_{H-Cl} کی مدد سے معلوم کریں، جس کی قیمت 1.28 A° ہے۔ پالنگ کی اکائیوں میں کلورین اور ہائڈروجن کی برق منفیت بالترتیب 3 اور 2.1 ہے۔

$$d_{H-Cl} = r_H + r_{Cl} - 0.09\ (\chi_{Cl} - \chi_H)$$
$$1.28 = r_H + 0.99 - 0.09\ (3 - 2.1)$$
$$1.28 = r_H + 0.99 - 0.09\ (0.9)$$
$$1.28 = r_H + 0.99 - 0.081$$
$$1.28 = r_H + 0.909$$
$$\therefore\ r_H = 1.28 - 0.909 = 0.371\ \text{Å}$$

دھاتی نصف قطر (Metallic radius)

بالکل قریب سے پیک شدہ دھاتی قلمی جالی (crystal lattice) میں دو متصل دھاتی جوہروں کے درمیان کے فاصلہ کا نصف، دھاتی نصف قطر کہلاتا ہے۔

مثال کے طور پر ٹھوس تانبے (کاپر) میں دو متصل تانبے کے جوہروں کا فاصلہ 2.56 A° ہے۔ چنانچہ تانبے کا دھاتی نصف قطر یہ ہے۔

$$\frac{2.56}{2} = 1.28\ \text{Å}$$

دھاتی نصف قطر کو دھاتی قلم (metallic crystal) کے اکائی خانہ کے طول کی پیمائش سے بھی کیا جا سکتا ہے۔ بارھویں جماعت کے ''ٹھوس حالت'' (Solid state) کی اکائی میں تم اس سے متعلق مزید معلومات حاصل کرو گے۔

جوہری نصف میں دَوری رجحانات (Periodic trends in Atomic radius)

دَور میں تبدیلی (Variation in periods)

ایک دَور میں جوہری نصف قطر کم ہونے لگتا ہے، جیسے جیسے ہم بائیں سے دائیں کی طرف حرکت کرنے لگتے ہیں، اسی خول میں گرفتی الکٹران شامل ہوتے چلے جاتے ہیں۔ مرکزہ میں پروٹانوں کے اضافہ کے ساتھ مرکزائی بار میں اضافہ اور مرکزہ اور گرفتی الکٹرانوں میں سکوں برق قوت کشش میں اضافہ ہوتا چلا جاتا ہے۔ چنانچہ ایک دور میں جوہری نصف قطر کم ہوتا چلا جاتا ہے۔

پُراثر مرکزائی بار (Effective nuclear charge)

مرکزہ اور الکٹران کے درمیان سکوں برق قوت کشش کے ساتھ ساتھ، خود الکٹرانوں کے اندر قوت دفاع (repulsive foce) پائی جاتی ہے۔ اندرونی خول کے الکٹرانوں اور گرفتی الکٹرانوں کے درمیان قوت دفاع کی وجہ سے مرکزہ کے درمیان سکوں برق قوت کشش پائی جاتی ہے۔ چنانچہ اندرونی خول کے الکٹران، مرکزہ اور گرفتی الکٹران کے درمیان ایک ڈھال کی طرح کام کرتا ہے۔ اس اثر کو ڈھال کا اثر (Shielding effect) کہتے ہیں۔

بیرون ترین خول کے گرفتی الکٹرانوں میں جو مکمل مرکزائی بار محسوس ہوتا ہے، اس کو موثر مرکزائی بار (effective nuclear charge) کہتے ہیں۔ اس کو نیچے دیئے گئے مساوات کے مطابق اندازہ لگایا جاتا ہے۔

$$Z_{eff} = Z - S$$

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:20 AM

جس میں Z جوہری عدداور S، screening constant ہے،جس کو Slater's rule کواستعمال کرکے محسوب کیا جاسکتا ہے، جس کی وضاحت نیچے کی گئی ہے۔

مرحلہ 1 :

ns اور np مداریوں کوگروپ بندی کرکے اوردوسروں کوالگ کرکے دوبارہ ترتیب دے کر جوہر کی الکٹرانی تشکیل اس طرح لکھئے۔

(1s) (2s, 2p) (3s, 3p) (3d) (4s, 4p) (4d) (4f) (5s, 5p)...

مرحلہ 2 :

مطلوبہ الکٹران،جس گروپ میں ہے،اس کی شناخت کیجئے۔اس گروپ کے دائیں جانب موجودالکٹران پر shielding effect کا کوئی اثرنہیں پڑتا۔

شناخت کردہ گروپوں کے اندر کے ہرایک الکٹران(n سے ظاہر کیاجاتاہے)، 0.35 نیوکلیر چارج کی اکائیوں تک shielding کااثر رکھتاہے۔ تاہم 1s الکٹران کے لئے یہ 0.30 اکائی ہے۔

مرحلہ 3:

اندرونی خول کے الکٹرانوں کی shielding۔

اگرمطلوبہ الکٹران s یا p مداریہ میں ہوتو

i) (n–1) گروپ کے اندرموجودالکٹران 0.85 نیوکلیر چارج کی اکائیوں تک Shielding اثر رکھتاہے۔

ii) (n–2) گروپ کے اندرموجود یا اس سے بھی کم یعنی(n–3)، (n–4) وغیرہ مکمل طور پر shielding کرتاہے، یعنی 1.00 اکائی کے نیوکلیر چارج تک۔

اگرمطلوبہ الکٹران d یا f مداریوں میں پایاجاتاہوتواس گروپ کے بائیں جانب کاہرمطلوبہ الکٹران 1.00 اکائی کے نیوکلیر چارج تک shield کرتاہے۔

مرحلہ 4

تمام الکٹرانوں کے Shielding effect کا حاصل جمع shielding constant 'S' دیتاہے۔

مثال : آیئے Scandium میں موجود 4s الکٹران اور 3d الکٹران کے موثر مرکزائی بار (effective nuclear charge) کی وضاحت کریں۔ Scandium کی الکٹرانی تشکیل اس طرح ہے۔ $1s^2,\ 2s^2,\ 2p^6,\ 3s^2,\ 3p^6,\ 4s^2,\ 3d^1$

ہم ان کودوبارہ اس طرح ترتیب دیں۔

$\underbrace{(1s)^2}_{(n-3)}\ \underbrace{(2s,2p)^8}_{(n-2)}\ \underbrace{(3s,3p)^8\ (3d)^1}_{(n-1)}\ \underbrace{(4s)^2}_{n}$

Group گروپ	گروپ میں موجود الکٹرانوں کی تعداد	ہرالکٹران کا عطیہ، S کی قیمت کے لئے	الکٹرانوں کے لئے ایک خاص گروپ کا عطیہ، S کی قیمت کے لئے
(n)	1	0.35	0.35
(n-1)	9	0.85	7.65
(n-2) & others	10	1	10.00
S value			18.00

$Z_{eff} = Z - S$ i.e.= 21- 18 $\therefore\ Z_{eff} = 3$

3d الکٹران کے لئے موثر مرکزی بار محسوب کرنا

(Calculation of effective nuclear charge on 3d electron)

$\underbrace{(1s)^2}_{(n-3)}\ \underbrace{(2s,2p)^8}_{(n-2)}\ \underbrace{(3s,3p)^8}_{(n-1)}\ \underbrace{(3d)^1}_{n}\ \underbrace{(4s)^2}$

Group گروپ	گروپ میں موجود الکٹرانوں کی تعداد	ہرالکٹران کا عطیہ، S کی قیمت کے لئے	الکٹرانوں کے لئے ایک خاص گروپ کا عطیہ، S کی قیمت کے لئے
n	0	0.35	0
(n-1) & others	18	1	18
S Value			18

$\therefore\ Z_{eff} = Z - S$ i.e. =21 - 18 $\therefore\ Z_{eff} = 3$

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:20 AM

جدول 3.12 اندرونی خول کے الکٹرانوں میں shielding اثر (Slater's rule)

Electron Group الکٹران گروپ	s یا p کا مطلوبہ الکٹران	d یا f کا مطلوبہ الکٹران
n	0.35 (0.30 for (S electron)	0.35
(n-1)	0.85	1.00
(n-2) and others	1.00	1.00

جدول 3.13 دوسرے دَور کے عناصر کے جوہری نصف قطر (ہم گرفتہ نصف قطر)

عناصر	پُر اثر مرکزی بار	ہم گرفتہ نصف قطر (pm)
$_3$Li	1.30	152
$_4$Be	1.95	111
$_5$B	2.60	89
$_6$C	3.25	77
$_7$N	3.90	74
$_8$O	4.55	66
$_9$F	5.20	64
$_{10}$Ne	5.85	

* Van der waals radius * وانڈر روال کا نصف قطر

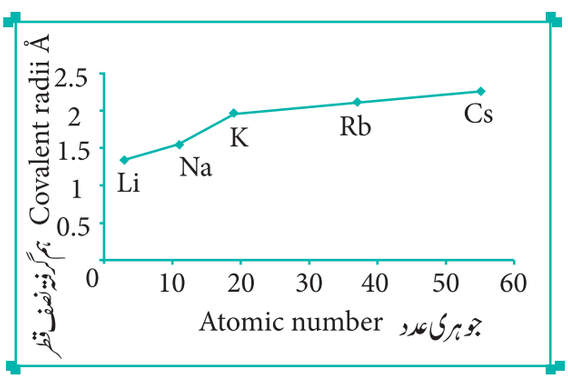
خود کا محاسبہ

4۔ Slater's rule کو استعمال کرتے ہوئے الومینیم اور کلورین کے 3p الکٹران کی موثر مرکزی بار (Effective nuclear charge) معلوم کیجئے۔ واضح کیجئے کہ یہ نتائج کس طرح دو جوہروں کے جوہری نصف قطروں کے ساتھ تعلق رکھتے ہیں؟

گروپ میں تبدیلی (Variation in group)

دَوری جدول کے گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف اترتے وقت جوہری نصف قطر بڑھتا ہے۔ جب ہم گروپ میں نیچے کی طرف اترتے ہیں تو، نئے شامل شدہ گرفتی الکٹران کو سمانے کے لئے نئے خول کھلتے ہیں۔ اس کے نتیجے میں مرکزہ کے مرکز سے بیرون ترین خول، جہاں گرفتی الکٹران موجود ہیں، اس کا فاصلہ بڑھتا ہے۔ لہٰذا جوہری نصف قطر بڑھتا ہے۔ لہٰذا جوہری نصف قطر بڑھنے لگتا ہے۔ گروپ میں اوپر سے نیچے اترتے وقت قلوی دھاتوں میں جوہری نصف قطر کے بڑھنے کے رجحان کو نیچے بتایا گیا ہے۔

جدول 3.14 گروپ 1 کے عناصر میں ہم گرفتہ نصف قطر کی تبدیلی



Element عناصر	بیرون ترین خول میں موجود گرفتی الکٹران	ہم گرفتہ نصف قطر (Å)
Li	L (n=2)	1.34
Na	M (n=3)	1.54
K	N (n=4)	1.96
Rb	O (n=5)	2.11
Cs	P (n=6)	2.25

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:20 AM

کارروائی 3.1

مختلف گروپوں اور دَوروں کے ہم گرفتہ نصف قطروں کو (A° میں) نیچے دیا گیا ہے۔ ان قیمتوں کو جوہری عدد کے مقابلہ میں مرتسم کیا جائے۔ گراف سے گروپ اور دَور میں تبدیلی کی وضاحت کیجئے۔

دوسرے گروپ کے عناصر
Be (0.89), Mg (1.36), Ca (1.74), Sr (1.91) Ba(1.98)

17 ویں گروپ کے عناصر
F (0.72), Cl (0.99), Br (1.14), I (1.33)

تیسرے گروپ کے عناصر
Na(1.57), Mg(1.36), Al (1.25), Si(1.17), P(1.10), S(1.04), Cl(0.99)

چوتھے گروپ کے عناصر
K(2.03), Ca(1.74), Sc(1.44), Ti(1.32), V(1.22), Cr(1.17), Mn(1.17), Fe(1.17), Co(1.16), Ni(1.15), Cu(1.17), Zn(1.25), Ga(1.25), Ge(1.22), As(1.21), Se(1.14), Br(1.14)

3.5.2 روانی نصف قطر (Ionic radius)

اس کی وضاحت اس طرح کی جاسکتی ہے کہ ''یہ مرکزہ کے مرکز سے اُس رواں تک کا فاصلہ ہے، جہاں تک مرکزہ رواں کے بادل (electron cloud) کا اثر رکھتا ہے''۔ اکہری-اکہری گرفت والے قلموں کے روانی نصف قطروں کو پالنگ کے طریقہ سے محسوب کیا جاتا ہے۔ یہ مرکزہ سے مثبت رواں (cation) یا منفی رواں (anion) کا درمیانی فاصلہ ہے۔ پالنگ (Pauling) نے فرض کیا کہ ایک قلمی جالی (crystal lattice) میں موجود رواں کامل کرّے (perfect spheres) ہیں، اور وہ ایک دوسرے سے تعلق رکھتے ہیں۔ چنانچہ

$$d = r_{C^+} + r_{A^-} \quad \text{----------} \quad (1)$$

جس میں مرکزہ کے مرکز اور مثبت رواں C^+ اور منفی رواں A^- کا درمیانی فاصلہ d ہے۔ r_{C^+} اور r_{A^-} بالترتیب مثبت رواں اور منفی رواں کا نصف قطر ہے۔

پالنگ نے یہ بھی فرض کیا ہے کہ رواں کے نصف قطر، جن کی الکٹرانی تشکیل جامد گیسوں کی ہے، (Na^+ اور Cl^- جن کی الکٹرانی تشکیل $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ ہے)، یہ موثر مرکزی بار کے معکوس تناسب میں ہے، اور موثر مرکزی بار، رواں کے آخر میں ہے۔

$$\text{i.e. } r_{C^+} \propto \frac{1}{(Z_{eff})_{C^+}} \quad \text{——————} \quad (2)$$

$$r_{A^-} \propto \frac{1}{(Z_{eff})_{A^-}} \quad \text{——————} \quad (3)$$

جس میں Zeff ، موثر مرکزی بار ہے اور $Z_{eff} = Z - S$ مساوات 2 کو 3 کے ساتھ تقسیم کرنے پر

$$\frac{r_{C^+}}{r_{A^-}} = \frac{(Z_{eff})_{A^-}}{(Z_{eff})_{C^+}} \quad ----(4)$$

مساوات (1) اور (2) کو حل کرنے پر r_{C^+} اور r_{A^-} کی قیمتیں حاصل کی جاسکتی ہیں۔

آیئے NaF کی قلم میں +Na اور -F کے روانی نصف قطروں کو محسوب کرنے کا طریقہ سیکھیں گے، جن کا بین جوہری فاصلہ (interionic distance) 231 pm ہے۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:21 AM

$$d = r_{Na^+} + r_{F^-} \quad ---(5)$$

i.e. $r_{Na^+} + r_{F^-} = 231\ pm \quad ---(6)$

ہم جانتے ہیں کہ

$$\frac{r_{Na^+}}{r_{F^-}} = \frac{(Z_{eff})_{F^-}}{(Z_{eff})_{Na^+}}$$

$$(Z_{eff})_{F^-} = Z - S$$
$$= 9 - 4.15$$
$$= 4.85$$

$$(Z_{eff})_{Na^+} = 11 - 4.15$$
$$= 6.85$$

$$\therefore \frac{r_{Na^+}}{r_{F^-}} = \frac{4.85}{6.85}$$
$$= 0.71$$

$$\Rightarrow r_{Na^+} = 0.71 \times r_{F^-}$$

مساوات (5) میں r_{Na^+} کی قیمت بھرتی کرنے پر

$$(5) \Rightarrow 0.71\, r_{F^-} + r_{F^-} = 231\ pm$$
$$1.71\, r_{F^-} = 231\ pm$$
$$r_{F^-} = \frac{231}{1.71} = 135.1\ pm$$

مساوات (6) میں r_{F^-} کی قیمت بھرتی کرنے پر

$$r_{Na^+} + 135.1 = 231$$
$$r_{Na^+} = 95.9\ pm$$

خود کا محاسبہ

5۔ ایک طالب علم نے الکٹرانوں کی انواع isoelectronic species Z^-, Y^{2+}, X^{3+} کے روانی نصف قطروں کو بالترتیب 136 pm، 64 pm اور 49 pm کی طرح درج کیا۔ کیا یہ ترتیب درست ہے؟ اپنا جواب پیش کیجئے۔

3.5.3 روانی توانائی (Ionisation energy)

ارضی حالت میں (ground state) ایک تنہا تعدیلی گیسی جوہر کے گرفتی خول سے ڈھیلے طور پر جڑے ہوئے الکٹران کو خارج کرنے کے لئے کم سے کم درکار توانائی، روانی توانائی (ionisation energy) کہلاتی ہے۔ اس کو kJ mol^{-1} یا الکٹران وولٹ (eV) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$M_{(g)} + IE_1 \rightarrow M^+_{(g)} + 1\ e^-$$

جس میں IE_1، پہلی روانی توانائی کو ظاہر کرتا ہے۔

متواتر روانائی توانائیاں (Successive Ionisation energies)

ایک اکہرے مثبت مشبر واں (uni positive cation) سے ایک الکٹران خارج کرنے کے لئے کم سے کم درکار توانائی، دوسری روانی توانائی کہلاتی ہے۔ اس کو درج ذیل مساوات کے ذریعہ نمائندگی کی گئی ہے۔

$$M^+_{(g)} + IE_2 \rightarrow M^{2+}_{(g)} + 1\ e^-$$

اس طریقے سے ہم متواتر روانی توانائیاں، جیسا کہ تیسرا، چوتھا، وغیرہ کی وضاحت کر سکتے ہیں۔

ایک تعدیلی جوہر کی بہ نسبت ایک مثبر واں میں الکٹرانوں کی جملہ تعداد کم ہوگی، جب کہ مرکزائی بار وہی رہے گا۔ چنانچہ مثبر واں کی موثر مرکزائی بار، تعدیلی جوہر کے موثر مرکزائی بار کی بہ نسبت تھوڑا زیادہ ہوگا۔ لہٰذا متواتر توانائیاں ہمیشہ اس ترتیب سے بڑھ رہی ہوں گی۔

$$IE_1 < IE_2 < IE_3 < .....$$

روانی توانائی میں دَوری رجحانات

(Periodic trends in Ionisation energy)

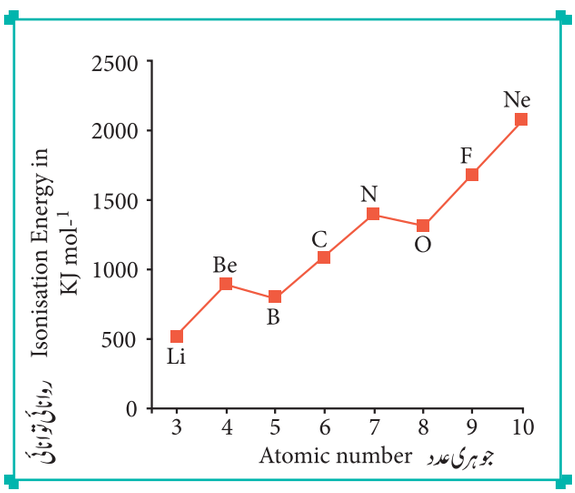
عام طور پر ایک دَور میں روانی توانائی اوپر سے نیچے کی طرف بڑھتی جاتی ہے، جس سے بعض عناصر مستثنیٰ ہیں۔ جیسا کہ پہلے بحث ہوئی تھی، کہ جب ہم ایک دَور میں بائیں سے دائیں کی طرف جاتے ہوئے گرفتی الکٹران، اسی خول میں شامل ہو جاتے ہیں۔ اس کے ساتھ ساتھ مرکزے میں پروٹان شامل ہوتے رہتے ہیں۔ مرکزہ کے بار میں مسلسل اضافہ کے ساتھ گرفتی الکٹران میں سکوں برق قوت کشش میں بھی متواتر اضافہ ہوتا ہے اور گرفتی الکٹرانوں کو خارج کرنے کے لئے زیادہ روانی توانائی درکار ہوتی ہے۔

آیئے دوسرے دَور کے عناصر میں روانی توانائی کی تبدیلی کو فرض کریں۔ جوہری عدد کے بمقابلہ روانی توانائی کی ترسیم نیچے دی گئی ہے۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:21 AM

درج ذیل گراف (ترسیم) میں روانی توانائی میں دو انحرافات پائے گئے ہیں۔ یہ توقع کی گئی تھی کہ بیریلیم کی بہ نسبت بوران میں زیادہ روانی توانائی ہوگی، کیوں کہ بوران میں زیادہ مرکزی بار ہے۔ تاہم بیریلیم اور بوران کی حقیقی روانی توانائیاں $899\ kJ\ mol^{-1}$ اور $800\ kJ\ mol^{-1}$ ، متوقع قیمتوں سے مختلف ہیں۔ اس کی یہ وجہ کہ بیریلیم کا 2s خول مکمل طور پر بھرا ہوا ہے، اس لئے زیادہ قیام پذیر (stable) مستحکم ہے۔ جب کہ بوران کا بیرونی خول جزوی طور پر بھرا ہوا ہے، جس کی الکٹرانی تشکیل $2s^2, 2p^1$ ہے۔

خاکہ 3.2 دوسرے دور میں روانی توانائی میں تبدیلی
(Variation of ionisation energy along the II group)



ارضی حالت میں بیریلیم (Z=4) کی برقی تشکیل $1s^2\ 2s^2$ اور بوران (Z=5) کی برقی تشکیل $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$ ہے۔

اسی طرح نائٹروجن، جس کی الکٹرانی تشکیل $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$ ہے، آکسیجن میں $(1314\ kJ\ mol^{-1})$ اور نائٹروجن میں روانی توانائی $(1402\ kJ\ mol^{-1})$ ہے۔ یعنی آکسیجن کی بہ نسبت نائٹروجن میں زیادہ روانی توانائی پائی جاتی ہے۔ چونکہ نصف بھرتی شدہ مدار یہ زیادہ قیام پذیر ہے، اس لئے نائٹروجن کے 2p مداریے سے الکٹران کو خارج کرنے کے لئے زیادہ توانائی درکار ہے،

جب کہ آکسیجن سے ایک 2p الکٹران خارج کرنے سے یہ نصف بھرتی شدہ قیام پذیر مداریہ بن جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے آکسیجن سے 2p الکٹران کو نکالنا آسان ہے۔

ایک گروپ میں دَوری تبدیلی
(Periodic variation in group)

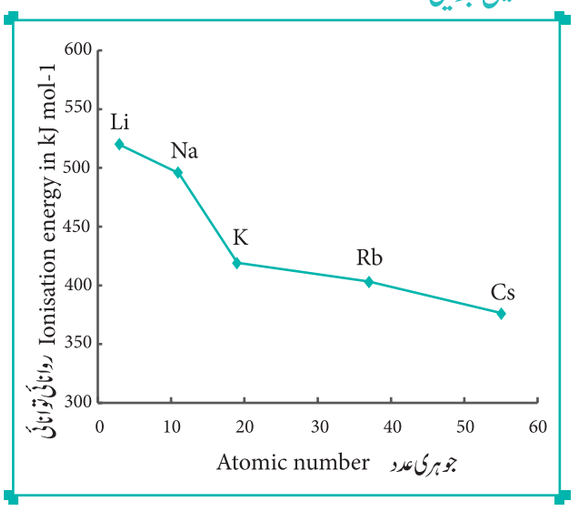
ایک گروپ میں اوپر سے نیچے اترتے وقت روانی توانائی کم ہوتی جاتی ہے۔ جیسے جیسے ہم ایک گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف اترتے ہیں تو گرفتی الکٹران نئے خول میں سما جاتے ہیں۔ مرکزہ اور گرفتی الکٹران کا درمیانی فاصلہ بڑھ جاتا ہے۔ لہٰذا گرفتی الکٹران مرکزی قوت کشش گرفتی الکٹران میں کم ہوتی ہے اور روانی توانائی بھی ایک گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف کم ہوتی ہے۔

روانی توانائی اور ڈھال کا اثر
(Ionisation energy and Shielding effect)

جیسے جیسے ہم ایک گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف جاتے ہیں، اندرونی خول کے الکٹرانوں کی تعداد بڑھنے لگتی ہے، جس کی وجہ سے ان کے درمیان اور گرفتی الکٹرانوں میں آپسی قوت دفاع بڑھنے لگتی ہے، یعنی اندرونی خول کے الکٹرانوں کے **shielding effect** کے بڑھنے سے گرفتی الکٹرانوں اور مرکزہ کے درمیان قوت کشش میں کمی آنے لگتی ہے۔ چنانچہ روانی توانائی گھٹنے لگتی ہے۔

آیئے ہم اس رجحان کو قلوی دھاتوں کی روانی توانائی کے ساتھ فرض کریں۔

خاکہ 3.3 I گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف روانی توانائی میں تبدیلی



11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:22 AM

خود کا محاسبہ

6۔ عناصر X, Y اور Z کی پہلی روانی توانائی (IE_1) اور دوسری روانی توانائی (IE_2) نیچے دی گئی ہیں۔

عناصر	IE_1 (kJ mol^{-1})	IE_2 (kJ mol^{-1})
X	2370	5250
Y	522	7298
Z	1680	3381

اوپر کے عناصر میں کونسا زیادہ تعامل پذیر، کم ترین تعامل پذیر اور جامد گیس ہے؟

3.5.4۔ برقی اُلف (Electronegativity)

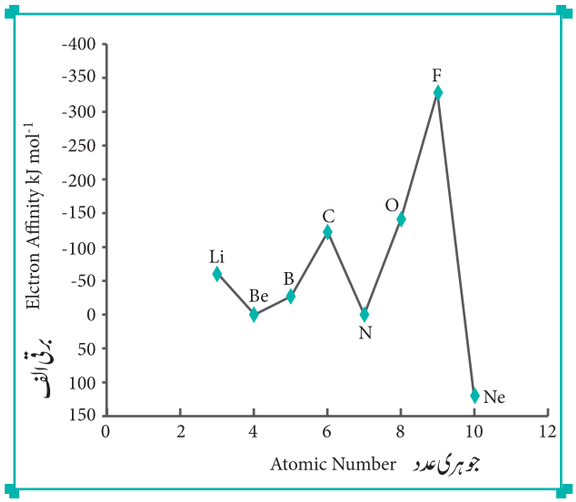
ارضی حالت میں (ground state) ایک تنہا تعدیلی گیسی جوہر کے گرفتی خول میں ایک الکٹران کو شامل کرتے وقت خارج ہونے والی توانائی کی مقدار (جامد گیسوں کی صورت میں درکار توانائی) برقی اُلف کہلاتی ہے۔ یہ جوہر کو منفرداں (anion) میں تبدیل کر دیتی ہے۔ اس کو kJ mol^{-1} سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$A + e^- \rightarrow A^- + EA$$

ایک دَور میں برقی اُلف کی تبدیلی
(Variation of Electron affinity in a period)

روانی توانائی کی طرح برقی الف اتنی ترتیب میں نہیں ہے۔ (not systematic)۔ جب ہم کسی گروپ میں قلوی دھاتوں سے ہیلوجن کی طرف گزرتے ہیں تو برقی اُلف بڑھتی ہے، یعنی خارج شدہ توانائی زیادہ ہوتی ہے۔ یہ مرکزی بار (nuclear charge) کے بڑھنے اور جوہر کی جسامت کے کم ہونے کی وجہ سے ہے۔ تاہم بیریلیم ($1s^2, 2s^2$) ؛ نائٹروجن ($1s^2, 2s^2, 2p^3$) جیسے عناصر کے لئے افزود الکٹران (extra electron) کا اضافہ، ان کی قیام پذیری کی تشکیل میں خلل لاتا ہے اور ان میں تقریباً صفر برقی الف پائی جاتی ہے۔

خاکہ 3.4 دوسرے دَور میں برقی الف (الکٹران کے حاصل کرنے کی توانائی) میں تبدیلی



جامد گیسوں میں ns^2, np^6 قیام پذیر الکٹرانی تشکیل پائی جاتی ہے۔ ان میں الکٹران کے داخلہ کی مزید گنجائش ممکن نہیں اور اس کے لئے توانائی درکار ہے۔ ہیلوجن کی عام الکٹرانی تشکیل ns^2, np^5 ہے، جو فوری طور پر ایک الکٹران حاصل کر کے جامد گیسوں کی الکٹرانی تشکیل ns^2, np^6 پا لیتے ہیں، اور ہیلوجن کے ہر دَور میں اعلیٰ برقی الف پائی جاتی ہے (اعلیٰ منفی قیمتیں)

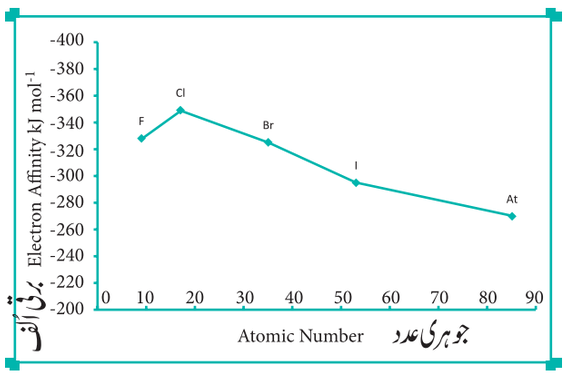
ایک گروپ میں برقی اُلف میں تبدیلی
(Variation of electron affinity in a group)

جب ہم ایک گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف آتے ہیں تو برقی اُلف کم ہونے لگتی ہے۔ یہ جوہر کے جسامت کے بڑھنے اور اندرونی خول کے الکٹرانوں کے ڈھال کے اثر Shielding effect کی وجہ سے ہے۔ تاہم آکسیجن اور فلورین میں سلفر اور کلورین کی بہ نسبت برقی اُلف کم پائی جاتی ہے۔ آکسیجن اور فلورین کے جوہروں کی جسامت چھوٹی ہے اور ان میں الکٹرانوں کی اعلیٰ کثافت ہے۔ تاہم افزود (extra) الکٹران کو 2p مدار یہ میں سمانا ہے، جو سلفر اور کلورین کے 3p مدار یہ کی بہ نسبت بہت ہی تنگ ہے۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:22 AM

لہٰذا آکسیجن اور فلورین میں اس کے نظیری گروپ کے عناصر جیسے سلفر اور کلورین کی بہ نسبت برقی اُلف کم پائی جاتی ہے۔

خاکہ 3.5 17 ویں گروپ میں برقی اُلف (الکٹران حاصل کرنے کی توانائی) میں تبدیلی



خود کا محاسبہ

7۔ کلورین کی الکٹران حاصل کرنے کی انتھالپی $348\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔ گیسی حالت میں جب 17.5 گرام کلورین، مکمل طور پر Cl^- روانوں میں تبدیل ہوتا ہے تو توانائی کی کتنی مقدار خارج ہوگی؟ (kJ) میں۔

3.5.5 برق منفیت (Electronegativity)

ہم گرفتہ بندش کے ذریعہ بندھے ہوئے سالمے کے ایک جوہر کا ساجھے دار الکٹرانوں کی جوڑی (shared pair of electrons) کو اپنی طرف کرنے کا نسبتی رجحان برق منفیت کہلاتا ہے۔

برق منفیت ایک پیمائشی مقدار نہیں ہے۔ تاہم اس کی قیمت معلوم کرنے کے لئے کئی قسم کے پیمانے ہیں۔ ایسے ہی ایک طریقہ کو پالنگ (Pauling) نے پیش کیا ہے۔ اس نے ہائڈروجن اور فلورین کے لئے اپنی طرف سے بالترتیب 2.1 اور 4.0 مقرر کی ہیں۔اس کی بنیاد پر اور درج ذیل عبارت کو استعمال کر کے دیگر عناصر کے لئے بھی برق منفیت محسوب کی جاتی ہے۔

$$(\chi_A - \chi_B) = 0.182 \sqrt{E_{AB} - (E_{AA} x E_{BB})^{1/2}}$$

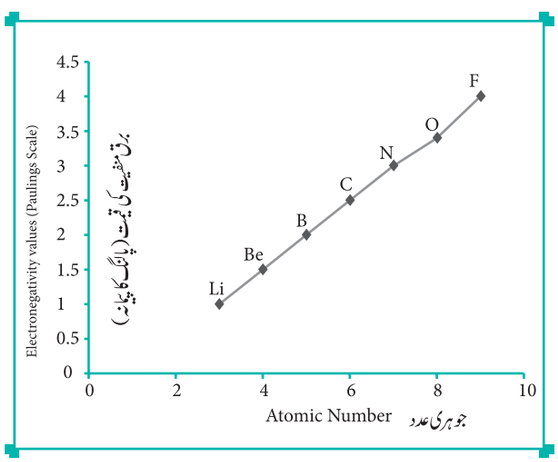
جس میں E_{AB} اور E_{AA} اور E_{BB} ، بالترتیب AB، A_2، B_2 کی بندش کے علاحدگی کی توانائیاں (K cal) (bond dissociation energies) میں ہیں۔

کسی بھی دئے گئے عنصر کے لئے برق منفیت مستقل نہیں ہوتی اور اس کی قیمت، اس سے جڑے ہوئے ہم گرفتہ بندش کے عنصر پر منحصر ہوتی ہے۔ بندش کی نوعیت کی پیشین گوئی کرنے کے لئے برق منفیت کی قیمت ایک اہم رول ادا کرتی ہے۔

ایک دَور میں برق منفیت کی تبدیلی
(Variation of Electronegativity in a period)

عام طور پر ایک دَور میں برق منفیت بائیں سے دائیں کی طرف بڑھنے لگتی ہے۔ جیسا کہ پہلے بحث ہو چکی ہے، ایک دَور میں جوہری نصف کم ہونے لگتا ہے، کیوں کہ گرفتی الکٹران اور مرکزہ کے درمیان قوت کشش بڑھنے لگتی ہے۔ لہٰذا الکٹرانوں کی ساجھے دار جوڑی کو اپنی طرف کھینچنے کا رجحان زیادہ پایا جاتا ہے۔ چنانچہ ایک دَور میں برق منفیت بھی بڑھنے لگتی ہے۔

خاکہ 3.6 دوسرے دَور میں برق منفیت میں تبدیلی
(Variation of electronegativity in II period)



11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:22 AM

جدول 3.15 مختلف عناصر کی برق منفیت (پالنگ کا پیمانہ)

H 2.1																
Li 1.0	Be 1.6											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.9	Ni 1.9	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5
Cs 0.7	Ba 0.9	La 1.0	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.9	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.1

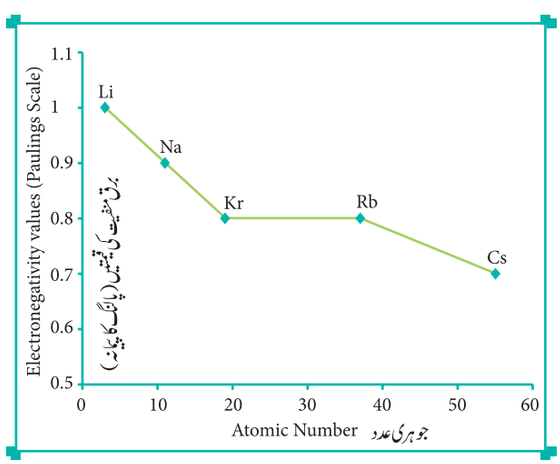
low کم medium معتدل high زیادہ

ایک گروپ میں برق منفیت کی تبدیلی
(Variation of electronegativity in a group)

ایک گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف برق منفیت عام طور پر کم ہوتی ہے۔ جب ہم اوپر سے نیچے کی طرف اترتے ہیں تو جوہری نصف قطر بڑھنے لگتا ہے، جس کی وجہ سے گرفتی الکٹران کی مرکزائی قوت کشش کم ہوجاتی ہے۔ چنانچہ برق منفیت کم ہوجاتی ہے۔

جامد گیسوں کو صفر برقی منفیت مانی گئی ہے۔ ایک گروپ میں s-بلاک کے عناصر کی برق منفیت اترتی ہوئی ترتیب میں ہے۔ سوائے 13 اور 14 گروپ کے، تمام p- بلاک کے عناصر کی برق منفیت میں اترتا ہوا رجحان پایا گیا ہے۔

خاکہ 3.7 پہلے گروپ میں برق منفیت کی تبدیلی
(Variation of electronegativity along I group)



3.6 دَور کے کیمیائی خواص میں رجحانات
(Periodic trends in chemical properties)

اب تک ہم نے طبیعی خواص، جیسے جوہری نصف قطر، روانی انتھالپی، الکٹران حاصل کرنے کی انتھالپی اور برق منفیت۔ ان کے ساتھ ساتھ کیمیائی خواص، جیسے تعامل پذیری، گرفت، تکسیدی حالت وغیرہ، بھی دَوریت کو ظاہر کرتے ہیں۔

اس باب میں ہم مختصر طور پر گرفت (تکسیدی حالت) میں دَوریت، اور دوسرے دَور کے عناصر کا معمول کے خلاف کارجحان (وتری تعلق) (Diagonal relationship) سے متعلق ہم تبادلہ خیال کریں گے۔

گرفتی یا تکسیدی حالتیں
(Valence or oxidation states)

ایک جوہر کے شامل ہونے کی گنجائش (ہائڈروجن کے لحاظ سے)، اس جوہر کی گرفت کہلاتی ہے۔ یہ عام طور پر گرفتی خول میں الکٹرانوں کی تعداد پر منحصر ہے۔ اسے گرفتی خول میں جملہ الکٹرانوں کی تعداد یا عدد آٹھ سے گرفتی الکٹرانوں کو تفریق کر کے بھی محسوب کیا جاتا ہے۔ گرفت کی جگہ میں تکسیدی حالت کو استعمال زیادہ سہولت مند ہے۔

تکسیدی حالت یا گرفت کی دَوریت
(Periodicity of Valence or Oxidation states)

ایک جوہر کی گرفت بنیادی طور پر اس کے گرفتی خول میں موجود

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:23 AM

الکٹرانوں کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے۔ چونکہ ایک ہی گروپ میں عناصر کے لئے گرفتی الکٹرانوں کی تعداد یکساں ہے، زیادہ سے زیادہ گرفت بھی یکساں ہی ہوتی ہے۔ تاہم ایک مدت میں گرفتی الکٹرانوں کی تعداد بڑھتی ہے۔ لہٰذا گرفتی الکٹرانوں کی تعداد بھی بڑھتی ہے۔

جدول 3.16 گروپ میں گرفت کی تبدیلی

Alkali Metals (Group 1) قلوی دھاتیں (گروپ 15)			Group 15 گروپ 15		
Element عنصر	گرفتی خول میں الکٹرانوں کی تعداد	Valence گرفت	Element عنصر	گرفتی خول میں الکٹرانوں کی تعداد	Valence گرفت
Li	1	1	N	5	3, 5
Na	1	1	P	5	3, 5
K	1	1	As	5	3, 5
Rb	1	1	Sb	5	3, 5
Cs	1	1	Bi	5	3, 5
Fr	1	1			

جدول 3.17 دَور میں گرفت کی تبدیلی (پہلا دور)

عنصر	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
گرفتی خول میں الکٹرانوں کی تعداد	1	2	3	4	5	6	7	8
گرفت (امتزاجی گنجائش)	1	2	3	4	5, 3	6, 2	7, 1	8, 0

اس کے ساتھ ساتھ بعض عناصر متغیر گرفت کو ظاہر کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر، گروپ 15 کے اکثر عناصر جس میں 5 گرفتی الکٹران پائے جاتے ہیں، یہ دو گرفتوں یعنی 3 اور 5 کو ظاہر کرتے ہیں۔ اسی طرح مروری (عبوری) دھاتیں اور اندرونی مروری (عبوری) دھاتیں متغیر تکسیدی حالت کو ظاہر کرتے ہیں۔

3.6.1۔ دوسرے دَور کے عناصر کے خلاف معمول خواص (Anomalous properties of second period elements)

جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ ایک ہی گروپ کے عناصر مشابہ طبیعی اور کیمیائی خواص رکھتے ہیں۔ تاہم ہر گروپ کا پہلا عنصر گروپ کے دوسرے عناصر کے بعض خواص میں مختلف ہیں۔ مثال کے طور پر قلوی اور قلوی خاکی دھاتوں کی بہ نسبت لیتھیم اور بیریلیم زیادہ ہم گرفتہ مرکبات بناتے ہیں، جب کہ قلوی اور قلوی خاکی دھاتیں اکثر روانی مرکبات بناتے ہیں۔ دوسرے دَور کے عناصر کے گرفتی خول میں صرف چار مداریے (2s اور 2p) ہیں اور زیادہ سے زیادہ ہم گرفتی 4 ہے۔ جب کہ اس کے بعد کے گروپوں کے گرفتی خولوں میں زیادہ مداریے ہیں اور وہ زیادہ گرفتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر بوران BF^{4-} اور الومینیم AlF_6^{3-} بناتے ہیں۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:23 AM

وتری تعلق (Diagonal relationship)

دَوری جدول میں اوپر سے نیچے ترچھے (وتر) میں اترنے پر، دوسرے اور تیسرے دَور کی عناصر بعض مشابہ خواص کو ظاہر کرتے ہیں۔ حالانکہ مشابہت یکساں نہیں ہے، جیسا کہ ایک گروپ میں پائی جاتی ہے، یہ صرف درج ذیل عناصر کی جوڑیوں کے لئے مختص ہے۔

وہ مشابہ خواص جو وتر (ترچھے) میں عناصر میں پائے جاتے ہیں، وتری تعلق کہلاتے ہیں۔

3.6.2۔ دَوری رجحان اور کیمیائی متعاملیت (Periodic trends and chemical reactivity)

عناصر کے طبیعی اور کیمیائی خواص، ان کے گرفتی خول کی الکٹرانی تشکیل پر منحصر ہیں، جیسا کہ ہم نے پہلے پڑھا ہے۔ دَوری جدول کے بائیں جانب موجود عناصر کی روانی توانائی کم ہوتی ہے اور وہ فوری طور پر اپنے گرفتی الکٹرانوں کو کھو دیتی ہے۔ اس کی بہ نسبت دَوری جدول کے دائیں جانب موجود عناصر کی برقی الف زیادہ ہوتی ہے اور وہ فوری طور پر الکٹرانوں کو حاصل کرنے کا رجحان رکھتے ہیں۔ اس کے نتیجے میں درمیانی عناصر کی بہ نسبت یہ دونوں کناروں کے عناصر بہت زیادہ متعامل پذیر ہیں۔ جامد گیسیں جن کی الکٹرانی تشکیل مکمل ہے، وہ نہ ہی الکٹران کھوتے ہیں اور نہ ہی الکٹران پاتے ہیں، اس لئے یہ کیمیائی طور پر غیر متعامل پذیر (inert) ہیں۔

روانی توانائی کا تعلق براہ راست دھاتی خواص سے ہے۔ جو عناصر دَوری جدول کے نچلے بائیں حصے میں پائے جاتے ہیں، ان میں روانی توانائی کم پائی جاتی ہے اور چنانچہ دھاتی خواص رکھتے ہیں۔ اس کے برخلاف دَوری جدول کے اوپری دائیں کنارے میں موجود عناصر کی روانی توانائی زیادہ ہوتی ہے اور وہ ادھات ہوتے ہیں۔

آیئے ان مرکبات کی نوعیت کا جائزہ لیں، جو دَوری جدول کے دونوں جانب کے عناصر سے بنے ہوئے ہیں۔ قلوی دھاتوں کے ساتھ ہیلوجن اور آکسیجن کے تعامل کو فرض کریں، یہ بالترتیب ان کے کلورائڈ اور آکسائڈ بناتے ہیں۔

$$4\ Na + O_2 \rightarrow 2\ Na_2O$$

$$2\ Cl_2 + 7\ O_2 \rightarrow 2\ Cl_2O_7$$

چونکہ سوڈیم آکسائڈ پانی کے ساتھ تعامل پا کر طاقتور اساس یعنی سوڈیم ہائڈراکسائڈ دیتا ہے، یہ ایک اساسی آکسائڈ ہے۔ اس کے برعکس کلورین آکسیجن کے ساتھ تعامل پا کر Cl_2O_7 بناتا ہے، جو ایک طاقتور ترشہ ہے، جسے پرکلورک ترشہ کہتے ہیں۔ لہٰذا یہ ایک ترشوی آکسائڈ ہے۔

$$Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$$

$$Cl_2O_7 + H_2O \rightarrow 2\ HClO_4$$

لہٰذا عناصر جو دَوری جدول کے بالکل آخری کنارے پر ہیں، توقع کے خلاف مختلف طریقے سے برتاؤ کرتے ہیں۔

جب ہم ایک کروپ میں نیچے کی طرف اترتے ہیں تو روانی توانائی کم ہوتی جاتی ہے اور عناصر کی برق مثبت خاصیت بڑھ جاتی ہے۔ لہٰذا ان عناصر کے ہائڈراکسائڈ زیادہ اساسی ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر آیئے دوسرے گروپ کے ہائڈراکسائڈ کو غور کریں۔

$Be(OH)_2$ دورُخا (amphoteric) ہے،

$Mg(OH)_2$ ہلکا اساس اور $Ba(OH)_2$ طاقتور اساس ہے۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:24 AM

بیریلیم ہائڈراکسائڈ ترشہ اوراساس دونوں کے ساتھ تعامل کرتا ہے، کیوں کہ اس کی نوعیت دوُرخا (Amphoteric) ہے۔

$$Be(OH)_2 + 2HCl \rightarrow BeCl_2 + 2H_2O$$

$$Be(OH)_2 + 2\ NaOH \rightarrow Na_2BeO_2 + 2H_2O$$

کارروائی 2.3

مختلف گروپوں اوردَوروں میں موجود بعض عناصر کے برق منفیت (electronegativity) پالنگ کے پیمانہ (Pauling scale) میں نیچے دی گئی ہیں۔ ان قیمتوں کو جوہری عدد کے خلاف مرتسم کریں۔ اس نمونہ سے ایک گروپ اورایک دَور میں موجود اختلاف کی وضاحت کریں۔

دوسرے گروپ کے عناصر : Be (1.6), Mg (1.2), Ca (1.0), Sr (1.0) Ba(0.9)

17 ویں گروپ کے عناصر : F (4.0), Cl (3.0), Br (2.8), I (2.5)

3 ویں گروپ کے عناصر : Na(0.9), Mg(1.2), Al (1.5), Si(1.8), P(2.1), S(2.5), Cl(3.0)

4 ویں گروپ کے عناصر : K(0.8), Ca(1.0), Sc(1.3), Ti(1.5), V(1.6), Cr(1.6), Mn(1.5), Fe(1.8), Co(1.9), Ni(1.9), Cu(1.9), Zn(1.6), Ga(1.6), Ge(1.8), As(2.0), Se(2.4), Br(2.8)

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:24 AM

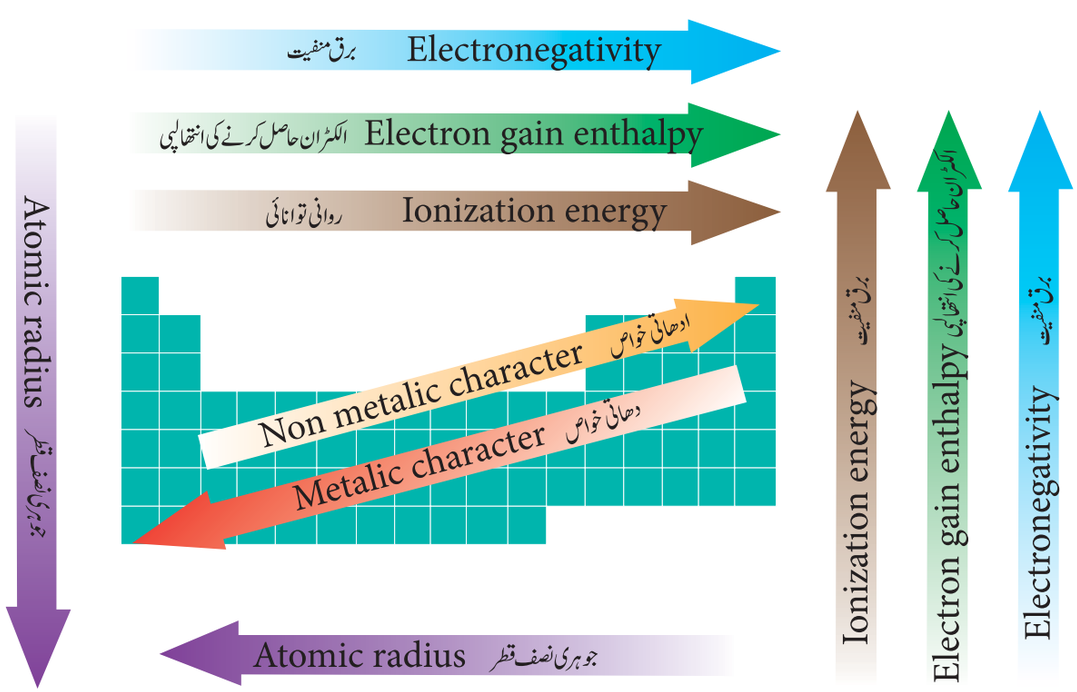
SUMMARY خلاصہ

عناصر کو مناسب ترتیب میں لانے کے لئے دَوری جدول کو بنایا گیا۔ لوائزر نے سب سے پہلے معلوم شدہ عناصر کو ان کے خواص کے مطابق ترتیب دیا۔ اس کے بعد جوہان ڈوبریز، A.E.B ڈی چانکورٹائس اور نیولینڈس نے ایک ترتیب دی۔ مینڈلیف نے جوہری کمیت کی بنیاد پر سب سے پہلے معنی خیز دَوری جدول کی ترتیب دی۔ بعد میں جدید دوری کلیہ کی بنیاد پر اس جدول کی دوبارہ ترمیم کی گئی، جس میں یہ بتایا ہے کہ عناصر کے خواص اس کے جوہری عدد کے دَوری تفاعل میں ہوتے ہیں۔ اس جدید دوری جدول میں 18 گروپ اور 7 دَور ہیں۔

ایک ہی گروپ والے عناصر میں یکساں خواص پائے جاتے ہیں، کیوں کہ گرفتی خول میں اس کے الکٹرانی تشکیل یکساں ہوتی ہے۔ ایک ہی دور کے عناصر کے خواص مختلف ہوتے ہیں، کیوں کہ ان کے گرفتی خول میں الکٹرانی تشکیل یکساں نہیں پائی جاتی۔ الکٹرانی تشکیل کی بنیاد پر عناصر کو s- بلاک، p-بلاک، d-بلاک اور f- بلاک میں درجہ بند کیا گیا ہے۔ d,p,s اور f بلاک کے عناصر میں نادر خواص پائے جاتے ہیں۔ اس جدول میں 78% سے بھی زیادہ عناصر دھاتیں ہیں۔ وہ دَوری جدول کے بائیں جانب رکھے گئے ہیں۔ ادھاتوں کو اوپری دائیں جانب رکھا گیا ہے۔ بعض عناصر، دھاتی اور ادھاتی، دونوں خواص کو ظاہر کرتے ہیں۔ انہیں دھتونت (metalloids) کہا جاتا ہے۔

دَوری خواص، جیسے جوہری نصف قطر، روانی نصف قطر، روانی انتھالپی، الکٹران حاصل کرنے کی انتھالپی، برق منفیت وغیرہ میں دَوری رجحان پایا جاتا ہے۔ ان خواص کا اختلاف نیچے خاکہ میں دیا گیا ہے۔

دَوری جدول کے بالکل بائیں جانب کے عناصر بہت زیادہ تحویلی خواص رکھتے ہیں، جب کہ بائیں جانب کے عناصر بہت زیادہ تکسیدی خواص رکھتے ہیں۔ درمیان میں موجود عناصر کی متعاملیت، بائیں اور دائیں والے عناصر کی بہ نسبت کم ہے۔ دوسرے اور تیسرے دَور کے عناصر کے کیمیائی خواص میں وتری طور پر تعلق (diagonally related) ہے۔



11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:24 AM

EVALUATION : محاسبہ

I۔ بہترین جواب کا انتخاب کیجئے۔

1۔ جوہری عدد 222 والے عنصر کا IUPAC نام کیا ہوسکتا ہے؟

a) bibibiium b) bididium c) didibium d)bibibium

2۔ عناصر A اور B کے الکٹرانی تشکیلیں بالترتیب $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2$ اور $1s^2, 2s^2, 2p^5$ ہیں۔ ان دونوں عناصر کے درمیان بننے والے روانی مرکب کا ضابطہ یہ ہوگا۔

a) AB b) AB_2 c) A_2B d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

3۔ وہ گروپ کے عناصر جس میں تفرقی الکٹران (differentiating) جوہر کے آخری خول کے penultimate shell میں چلتے ہیں، کہلاتے ہیں۔

a) p-block elements b) d-block elements

c) s-block elements d) f-block elements

4۔ درج ذیل میں سے کونسی ترتیب، خواص کا اختلاف جو وہاں بتایا گیا ہے، اس کے تابع نہیں ہے؟ (NEET 2016 Phase 1)

a) I < Br < Cl < F (increasing electron gain enthalpy) (بڑھتے ہوئے الکٹران حاصل کرنے کی انتھالپی)

b) Li < Na < K < Rb (increasing metallic radius) (بڑھتا ہوا دھاتی نصف قطر)

c) $Al^{3+} < Mg^{2+} < Na^+ < F^-$ (increasing ionic size) (بڑھتی ہوئی روانی جسامت)

d) B < C < O < N (increasing first ionisation enthalpy) (بڑھتی ہوئی پہلی روانی توانائی)

5۔ درج ذیل میں سے کونسے عنصر میں اعلیٰ ترین برق منفیت (highest electronegativity) پائی جاتی ہے؟

a) Chlorine b) Nitrogen c) Cesium d) Fluorine

6۔ ایک عنصر کے مختلف متواتر روانی انتھالپیاں (ionic enthalpies) (میں $KJ\ mol^{-1}$) دی گئی ہیں۔

IE_1	IE_2	IE_3	IE_4	IE_5
577.5	1,810	2,750	11,580	14,820

وہ عنصر یہ ہے۔

a) phosphorus b) Sodium c) Aluminium d) Silicon

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:25 AM

7۔ تیسرے دَور میں پہلا روانی بالقواہ (ionisational potential) اس ترتیب میں ہوگا۔

a) Na > Al > Mg > Si > P
b) Na < Al < Mg < Si < P
c) Mg > Na > Si > P > Al
d) Na< Al < Mg < P < Si

8۔ غلط بیان کی شناخت کیجئے۔

a) ایک ہی الکٹرانی تشکیل کی انواع میں، مثبر واں میں اگر مثبت بار چھوٹا ہو تو روانی نصف قطر بھی چھوٹا ہوگا۔

b) ایک ہی الکٹرانی تشکیل کی انواع میں، منفرواں میں زیادہ منفی بار ہو تو روانی نصف قطر بڑا ہوگا۔

c) دَوری جدول کے پہلے گروپ میں جب ہم اوپر سے نیچے کی طرف اترے ہیں تو عناصر کے جوہری نصف قطر بڑھتے ہیں۔

d) دَوری جدول کے دوسرے دَور میں جب ہم بائیں سے دائیں کی طرف جاتے ہیں تو عناصر کے جوہری نصف قطر کم ہوتے ہیں۔

9۔ ان میں سے کونسی ترتیب، کم منفی (least negative) سے زیادہ منفی (most negative) الکٹران حاصل کرنے کی انتھالپی کو ظاہر کرتی ہے؟

a) Al < O < C < Ca < F
b) Al < Ca < O < C < F
c) C < F < O < Al < Ca
d) Ca < Al < C < O < F

10۔ جوہری اعداد 9, 17, 35 اور 53 ،جن کی منفی علامتیں بالترتیب F, Cl, Br اور I ہیں، ان کے الکٹران حاصل کرنے کی انتھالپی (electron gain enthalpy) کے لئے درست ترتیب یہ ہے۔

a) I > Br > Cl > F
b) F > Cl > Br > I
c) Cl > F > Br > I
d) Br > I > Cl > F

11۔ درج ذیل میں سے کونسا کم ترین برق منفیت رکھتا ہے؟

a) Bromine b) Chlorine c) Iodine d) Hydrogen

12۔ عنصر جو مثبت الکٹران حاصل کرنے کی انتھالپی (electron gain enthalpy) رکھتا ہے، یہ ہے۔

a) Hydrogen b) Sodium c) Argon d) Fluorine

13۔ عناصر X, Y, Z اور A ، جن کے جوہری اعداد بالترتیب 4 , 7, 8 اور 12 ہیں، ان میں برق منفیت (electronegativity) کی اترتی ہوئی صحیح ترتیب اس طرح ہے۔

a) Y > Z > X > A
b) Z > A > Y > X
c) X > Y > Z > A
d) X > Y > A > Z

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:25 AM

14۔ توثیق : تمام معلوم شدہ عناصر میں ہیلیم کی روانی توانائی (ionisation energy) کی قیمت سب سے زیادہ ہے۔

سبب : تمام معلوم شدہ عناصر میں ہیلیم کی برقی اُلف (Electron effinity) کی قیمت سب سے زیادہ ہے۔

a) توثیق اور سبب دونوں صحیح ہیں اور سبب توثیق کی صحیح وضاحت کرتا ہے۔

b) توثیق اور سبب دونوں صحیح ہیں اور سبب توثیق کی صحیح وضاحت نہیں کرتا ہے۔

c) توثیق صحیح ہے مگر سبب غلط ہے۔

d) توثیق اور سبب دونوں غلط ہیں۔

15۔ پہلے اور دوسرے روانی توانائیوں (ionisation energies) میں سب سے زیادہ فرق رکھنے والے جوہر کی الکٹرانی تشکیل یہ ہے۔

a) $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$ b) $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$

c) $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3s^2, 3p^6, 4s^1$ d) $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^1$

16۔ درج ذیل میں سے کونسا دوسرا اعلیٰ ترین برق منفیت (electronegativity) رکھنے والا عنصر ہے؟

a) Chlorine b) Fluorine c) Oxygen d) Sulphur

17۔ Mg کا IE_1 اور IE_2 بالترتیب 179 اور 348 kcal mol^{-1} ہیں۔ تعامل $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$ کے لئے درکار توانائی

a) +169 kcal mol^{-1} b) - 169 kcal mol^{-1}

c) + 527 kcal mol^{-1} d) - 527 kcal mol^{-1}

18۔ دئے گئے کسی خول میں اسکریننگ اثر (screening effect) کی ترتیب یہ ہے۔

a) s > p > d > f b) s > p > f > d c) f > d > p > s d) f > p > s > d

19۔ درج ذیل میں سے کونسے ترتیب کے روانی نصف قطریں (ionic radii) صحیح ہیں؟

a) $H^- > H^+ > H$ b) $Na^+ > F^- > O^{2-}$ c) $F > O^{2-} > Na^+$ d) None of these

20۔ Mg , Na اور Si کی پہلی روانائی بالقواہ (ionisation potential) بالترتیب 496 , 737 اور 786 kJ mol^{-1} ہیں۔ Al کی روانائی بالقواہ اس کے قریب ہوگی۔

a) 760 kJ mol^{-1} b) 575 kJ mol^{-1} c) 801 kJ mol^{-1} d) 419 kJ mol^{-1}

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:25 AM

21۔ اگر ہم ایک دَور میں بائیں سے دائیں کی طرف جاتے ہیں، تو دھاتی خاصیت کے بار میں درج ذیل میں سے کونسا صحیح ہے؟

a) دَور میں کم ہوتی ہے اور گروپ میں بڑھتی ہے۔
b) دَور میں بڑھتی ہے اور گروپ میں کم ہوتی ہے۔
c) دَور اور گروپ دونوں میں بڑھتی ہے۔
d) دَور اور گروپ دونوں میں کم ہوتی ہے۔

22۔ جب ہم دَوری جدول کے گروپ میں بائیں سے دائیں کی طرف جاتے ہیں تو برقی اُلف (electron affinity) میں کیسی تبدیلی واقع ہوتی ہے؟

a) عام طور پر بڑھتی ہے۔ b) عام طور پر گھٹتی ہے۔
c) کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی d) پہلے بڑھتی ہے، بعد میں گھٹتی ہے۔

23۔ درج ذیل میں سے کونسے عناصر کی جوڑیاں وتری تعلق (diagonal relationship) کو ظاہر کرتے ہیں؟

a) Be اور Mg b) Li اور Be c) Be اور B d) Be اور Al

II۔ درج ذیل سوالوں کے لئے مختصر جواب دیجئے۔

24۔ جدید دَوری کلیہ کی تعریف کیجئے۔

25۔ ہم الکٹرانی رواں (isoelectronic ions) کیا ہیں؟ مثالیں دیجئے۔

26۔ موثر مرکزی بار (effective nuclear charge) کیا ہے؟

27۔ کیا روانی انتھالپی (ionisation enthalpy) کے لئے نیچے دی گئی وضاحت درست ہے؟

''روانی انتھالپی کی وضاحت اس طرح کی جاتی ہے کہ ایک جوہر کے گرفتی خول سے سب سے ڈھیلے طور پر جڑے ہوئے الکٹران کو نکالنے کے لئے درکار توانائی ہے''۔

28۔ Mg اپنے الکٹرانوں کو کھو کر متواتر Mg^{+}، Mg^{2+} اور Mg^{3+} کے روانوں کو بناتا ہے۔ کونسے مرحلے میں زیادہ روانائی توانائی (ionisation energy) ہوگی اور کیوں؟

29۔ برق منفیت (electronegativity) کی تعریف کیجئے۔

30۔ آپ اس حقیقت کی وضاحت کس طرح کروگے کہ پہلی روانی توانائی (first ionisation energy) کی بہ نسبت دوسری روانی توانائی (second ionisation energy) زیادہ ہوگی؟

31۔ ارضی حالت میں ہائڈروجن کے جوہر کے ایک الکٹران کی توانائی -2.18×10^{-18} ہے۔ جوہری ہائڈروجن کے لئے روانی انتھالپی (ionisation enthalpy) کو kJ mol–1 میں محسوب کیجئے۔

32۔ ایک جوہر کی الکٹرانی تشکیل ایک اہم عامل ہے جو روانی قواہ (electron potential) اور الکٹران حاصل کرنے کی انتھالپی (Electron gain enthalpy) پر اثر کرتی ہے۔ اس کی وضاحت کیجئے۔

33۔ عنصر Z=118 کونسے دَور اور گروپ میں واقع ہوگا؟

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:26 AM

34۔ کوانٹم اعداد کی بنیاد پر تصدیق کیجئے کہ دَوری جدول کے پانچویں دَور میں 18 عناصر ہونے چاہئے۔

35۔ عناصر a , b , c اور d میں درج ذیل الکٹرانی تشکیل پائی جاتی ہے۔

a: $1s^2, 2s^2, 2p^6$ b: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^1$

c: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$ d: $1s^2, 2s^2, 2p^1$

درج ذیل عناصر میں سے کونسے دَوری جدول کے ایک ہی گروپ میں واقع ہوں گے؟

36۔ لین تھانائڈس اور ایکٹی نائڈس کی عام الکٹرانی تشکیل بتایئے۔

37۔ ہیلوجن کیوں تکسیدی عامل ہوتے ہیں؟

38۔ دوسرے دَور کے عناصر کے کوئی دو خلاف معمول خواص (anomalous properties) بتایئے۔

39۔ روانی نصف قطر کو معلوم کرنے کا پالنگ طریقہ (Pauling method) کی وضاحت کیجئے۔

40۔ روانی قواہ (ionisational potential) کے دَوری رجحان کی وضاحت کیجئے۔

41۔ وتری تعلق (diagonal relationship) کی وضاحت کیجئے۔

42۔ میگنیشیم کی بہ نسبت سوڈیم کی پہلی روانی انتھالپی (ionisation enthalpy) کیوں کم ہے، جب کہ سوڈیم کی دوسری روانی انتھالپی، میگنیشیم کی روانی انتھالپی سے زیادہ ہے۔

43۔ Pauling کے طریقہ سے پوٹاشیم کلورائڈ کی قلم سے K^+ اور Cl^- روانوں کے روانی نصف قطروں (ionic radii) کو محسوب کیجئے۔ دیا گیا ہے $d_{K^+ Cl^-} = 3.14\ A°$

44۔ درج ذیل کی وضاحت کیجئے، مناسب وجہ بتایئے۔

(i) O کی بہ نسبت N کی روانی قواہ (ionisation potential) زیادہ ہے۔

(ii) B کے جوہر کی بہ نسبت C کے جوہر کی پہلی روانی قواہ (first ionisation potential) زیادہ ہے، جب کہ دوسری روانی قواہ (Second ionisation potential) اس کا اُلٹا ہے۔

(iii) Be اور Mg کی برقی اُلف (electron affinity) کی قیمتیں تقریباً صفر ہیں، N (0.02 eV) اور P (0.80 eV) کی قیمتیں بہت کم ہیں۔

(iv) $F_{(g)}$ سے $F^-_{(g)}$ کا بننا بروں حراری (exothermic) ہے جب کہ $O_{(g)}$ سے $O^{2-}_{(g)}$ کا بننا دروں حراری (endothermic) ہے۔

45۔ اسکرینگ اثر (screening effect) کیا ہے؟

46۔ برق منفیت کے لئے پالنگ کا پیمانہ (pauling's scale of electronegativity) کی مختصر وضاحت کیجئے۔

47۔ دَور اور گروپ میں برق منفیت کے اختلاف کے رجحانات بیان کیجئے۔

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:26 AM

نظریاتی نقشہ

CONCEPT MAP

عناصر کی دوری جماعت بندی

عناصر کے خواص کے دَوری رجحانات

کیمیائی خواص میں رجحانات

- گرفت یا تکسیدی حالت
- ادھاتوں کے آکسی ایسڈ کی طاقت
- ہائڈرائڈس کی ترشویت
- آکسائڈس کی ترشویت

طبیعی خواص میں رجحانات

- جوہری نصف قطریں اور روانی نصف قطریں
  - دور میں کم ہوتی ہے
  - گروپ کے اندر بڑھتی ہے
- روانی انتھالپی
  برقی الف
  برق منفیت
  - دور میں بڑھتی ہے
  - گروپ کے اندر کم ہوتی ہے۔

دوسرے دور کے عناصر کے خلاف معمول برتاؤ
وتری تعلق: دوسرے دور کے بعض عناصر وتری طور پر موجود تیسرے دور کے بعض عناصر کے خواص کے ساتھ مشابہت رکھتے ہیں۔
مثال Li اور Mg ؛ Be اور Al

جدید دَوری جدول

موسلے کے ذریعہ (1912) عناصر کے طبیعی اور کیمیائی خواص اس کے جوہری عدد کے دوری تفاعل میں ہیں۔

بلاک

- s-بلاک
  گروپ-1 : ہائڈروجن اور قلوی دھاتیں
  گروپ-2 : قلوی خاکی دھاتیں
- p- بلاک
  گروپ 13 گروپ 14
  گروپ 15 pnictogens
  گروپ 16 چالکوجنس
  گروپ 17 ہیلوجن
  گروپ 18 جامد گیسیں
- d-بلاک
  4 سلسلے پائے جاتے ہیں
- f- بلاک
  دو سلسلے پائے جاتے ہیں I سلسلہ : لینتھانائڈس II سلسلہ : ایکٹی نائڈس

دَوراور گروپ

- گروپ
  عمودی قطاروں میں مماثل بیرونی الکٹرانی تشکیل والے عناصر پائے جاتے ہیں۔
- دَوریں
  اُفقی صفیں، دوری عددان کے عناصر کے اعلیٰ ترین پرنسپل کوانٹم عدد (n) پر مبنی ہیں۔
  1 سے 6 دور تک 2,8,8,18,18,32 عناصر
  6 ویں دور میں 14 عناصر ہیں (لینتھانائڈس)
  7ویں دور میں 14 عناصر ہیں (ایکٹی نائڈس)

6EDGL

11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:26 AM

ICT Corner

Properties of Elements

اس جدید دوری جدول کو استعمال کر کے آپ ایک مخصوص گروپ کے عناصر کو دیکھ سکیں گے، دَور اور بلاک اور عناصر کے دیگر خواص کا مطالعہ کر سکیں گے۔

URL کو جایئے
http://www.rsc.org/periodic-table/
یا دائیں جانب دیے گئے QR کوڈ کو اسکین کیجئے۔

براؤزر کھولئے، اور دیے گئے URL کو ٹائپ کیجئے یا دیے گئے QR کوڈ کو اسکین کیجئے۔ جو ہری عدد 1 سے 118 تک کے عناصر کی ایک پرکشش جدید دوری جدول آپ دیکھ پائیں گے۔

انتخاب (Options)

1۔ دوری جدول میں سے کسی بھی عنصر پر پینل (3) پر کلک کریں اور اس سے متعلق بنیادی معلومات جیسا کہ الکٹرانی تشکیل، روانی توانائی، کثافت وغیرہ۔

2۔ اگر تم کسی بھی عنصر پر کلک کریں گے تو یہ عناصر کے تمام خواص کی مکمل فہرست بتائے گا۔

3۔ خاکہ (1) پر Visual elements image پر کلک کر کے ہر عنصر کے خاکہ اور اس سے متعلق مزید معلومات جیسا کہ پینل (3) سے ظاہر ہوتا ہے۔

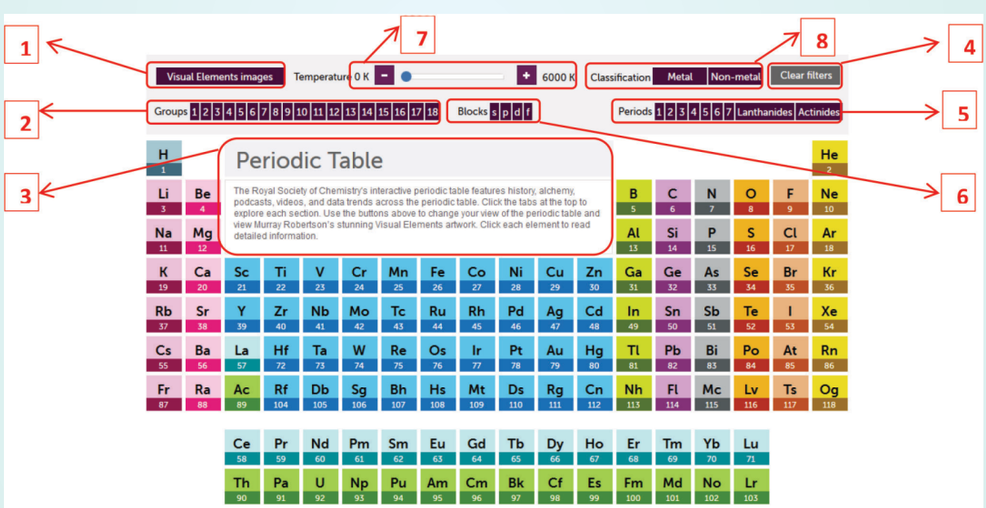
4۔ مناسب انتخاب (8) پر کلک کر کے دھاتوں اور ادھاتوں سے متعلق معلومات حاصل کر سکتے ہو۔

5۔ سلائڈر (7) کو استعمال کرتے ہوئے آپ دی گئی تپش پر عناصر کی طبیعی حالت معلوم کر سکتے ہوں۔

6۔ مخصوص بلاک (6) کو استعمال کرتے ہوئے s, p , d اور f بلاک کے عناصر کو دیکھ سکتے ہو۔

7۔ ایک مخصوص گروپ (2) یا دَور (5) کا انتخاب کر کے عناصر کے خواص کو معلوم کر سکتے ہو۔

8۔ فلٹرس (4) کا انتخاب کر کے آپ نے جو انتخاب کیا تھا، اس کو کلیر (clear) کر سکتے ہو۔ 24



11 chem vol-1 unit 3 periodic classificationi
Thursday, September 01, 2022 11:37:27 AM

4 اکائی

ہائڈروجن (Hydrogen)

سیکھنے کے مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد طلباء اس قابل ہو جائیں گے۔

- دَوری جدول میں ہائڈروجن کے مقام کو درست قرار دینا۔
- ہائڈروجن کے مختلف ایسوٹوپ کا اعتراف کرنا۔
- ہائڈروجن کی تیاری کے طریقوں کی وضاحت کرنا۔
- ہائڈروجن کے خواص کی وضاحت کرنا۔
- ہائڈروجن کے استعمالات کی اہمیت معلوم کرنا۔
- ہائڈرائڈ کے مختلف قسموں میں فرق کرنا۔
- پانی کے ساخت کی وضاحت اور اس کے طبیعی اور کیمیائی خواص معلوم کرنا۔
- پانی کی سختی اور نرمی میں فرق کرنا اور پانی کو نرم کرنے کے مناسب طریقوں کا انتخاب کرنا۔
- بھاری پانی (heavy water) کا اعتراف کرنا اور اس کے خواص کی وضاحت کرنا۔
- ہائڈروجن پر آکسائڈ کی تیاری اور خواص کی وضاحت کرنا۔
- ہائڈروجن پر آکسائڈ کے استعمالات بیان کرنا۔

9E3TH

ہائڈروجن، جو اس کائنات کا تیسرا سب سے زیادہ موجود عنصر ہے، اس کو توانائی کے اہم ذریعہ کی طرح دیکھا جا سکتا ہے۔

Antoine - Laurent de Lavoisier (1743-1794)

انہوں نے ہائڈروجن اور آکسیجن کو پہچانا اور انہیں نام دیا۔ انہوں نے 1787 میں کیمیائی تسمیہ کے نئے طریقہ کو متعارف کرایا۔

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:05 PM

4.1 تعارف

ہائڈروجن ایک سادہ ترین جوہر ہے، جس میں ایک الکٹران اور ایک پروٹان پایا جاتا ہے۔ دیگر عناصر کی بہ نسبت (سوائے ہیلیم کے) اس کا گرفتی الکٹران براہِ راست اس کے مرکزہ کے دائرہ اثر کے اندر ہوتا ہے۔ یہ اکثر مرکبات میں پایا جاتا ہے، جن کو ہم روزمرہ کی زندگی میں استعمال کرتے ہیں، جیسے پانی، کاربوہائڈریٹ، پروٹین وغیرہ۔ چونکہ اس میں غیر جوڑی دار الکٹران پایا جاتا ہے، یہ تعامل پذیر ہے اور یہ دوجوہری سالمہ (H_2) کی طرح پایا جاتا ہے۔ تاہم کرہ ارض میں ہائڈروجن گیس کا وافر مقدار میں پایا جانا (abundance) بہت ہی کم ہے۔

4.1.1 دَوری جدول میں اس کا مقام

(Position in periodic table)

ہائڈروجن کی الکٹرانی تشکیل $1s^1$ ہے، جو ns^1 عام گرفتی خول کی یعنی قلوی دھاتیں کی تشکیل ہے اور یہ درج ذیل کی طرح مشابہت رکھتا ہے۔

1۔ یہ قلوی دھاتوں (Na^+, K^+, Cs^+) کی طرح اکہرے مثبت رواں (H^+) بناتا ہے۔

2۔ یہ قلوی دھاتوں ($NaX, Na_2O, Na_2O_2, Na_2S$) کی طرح، ہیلائڈس (HX)، آکسائڈس (H_2O)، پرآکسائڈس (H_2O_2) اور سلفائڈس (H_2S) بناتے ہیں۔

3۔ یہ ایک تحویلی عامل کی طرح بھی کام کرتا ہے۔

قلوی دھاتوں کی روانی توانائی (ionisation energy) 377 سے $520\ kJ\ mol^{-1}$ ہے، جب کہ ہائڈروجن میں قلوی دھاتوں کی بہ نسبت بہت زیادہ $1314\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔

ہیلوجن سے ہیلائڈ (X^-) کا بننے کے عمل میں ہائڈروجن بھی ایک الکٹران حاصل کرنے ہائڈرائڈ کا رواں (H^-) بناتا ہے، جس کی الکٹرانی تشکیل ہیلیم جیسے جامد گیس کی تشکیل ہے۔ ہائڈروجن کے جوہروں کی برقی اُلف (electron affinity)، ہیلوجن کے جوہروں کی برقی اُلف سے بہت کم ہے۔

لہٰذا ہائڈروجن کا ہیلائڈ بننے کا رجحان، ہائڈرائڈ بننے کے رجحان سے بہت زیادہ ہے۔ یہ درج ذیل تعاملات سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

$$\tfrac{1}{2} H_2 + e^- \rightarrow H^- \qquad \Delta H = +36\ kcal\ mol^{-1}$$

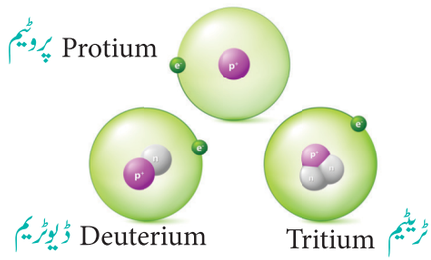
$$\tfrac{1}{2} Br_2 + e^- \rightarrow Br^- \qquad \Delta H = -55\ kcal\ mol^{-1}$$

چونکہ ہائڈروجن، قلوی دھاتوں اور ہیلوجن، دونوں سے مشابہت رکھتا ہے، اس کو دَوری جدول میں مقام دینا بہت ہی مشکل ہو گیا ہے۔ اس کے اکثر مرکبات کی تکسیدی حالت +1 ہے، چنانچہ جدید دوری جدول جس کی تائید IUPAC نے کی ہے، اس میں ہائڈروجن کو گروپ 1 میں قلوی دھاتوں کے ساتھ رکھنے کی معقول وجہ یہی ہے۔

4.1.2 ہائڈروجن کے ایسوٹوپ (ہم جا)

(Isotopes of Hydrogen)

ہائڈرجن کے تین قدرتی ایسوٹوپ پائے جاتے ہیں۔ پروٹیم ($_1H^1$ or H)، ڈیوٹریم ($_1H^2$ یا D) اور ٹریٹیم ($_1H^3$ یا T) پروٹیم ($_1H^1$) اس کی ایک عام شکل ہے (99.985%) اور صرف یہ ایک ایسا ایسوٹوپ ہے جس میں نیوٹران موجود نہیں ہے۔



خاکہ 4.1 ہائڈروجن کے ایسوٹوپ

ڈیوٹریم کو بھاری ہائڈروجن (Heavy hydrogen) بھی کہا جاتا ہے، جس کی مقدار 0.015% ہے۔ تیسرا ایسوٹوپ ٹریٹیم ہائڈروجن کا تابکار ایسوٹوپ (radioactive isotope) ہے، جو صرف بالکل ہی کم مقدار (traces) یعنی ہائڈروجن کے 10^{18} جوہروں میں سے تقریباً ایک جوہر پایا جاتا ہے۔ قدرتی طور پر ان ایسوٹوپ کے پائے جانے کی وجہ سے ہائڈروجن H_2، HD، D_2، HT، T_2 اور DT کی طرح پایا جاتا ہے۔ جدول 4.1 میں ان ایسوٹوپ کے خواص کو بتایا گیا ہے۔

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:06 PM

جدول 4.1 ہائڈروجن کے ایسوٹوپ پروٹیم، ڈیوٹریم، اور ٹریٹیم کے خواص

خاصیت	پروٹیم	ڈیوٹریم	ٹریٹیم
جوہری ہائڈروجن			
Symbol علامت	H	D	T
Atomic mass (*amu*) جوہری کمیت	1.008	2.014	3.016
No of electron / protons / neutrons الکٹران/ پروٹان/ نیوٹران کی تعداد	1 / 1 / 0	1 / 1 / 1	1 / 1 / 2
Nuclear stability مرکزائی قیام پذیری	قیام پذیر	قیام پذیر	تابکار ($t_{1/2}$=12.3 yrs)
Molecular Hydrogen سالمی ہائڈروجن	H_2	D_2	T_2
Abundance (%) پایا جانا	99.985	0.0156	~10^{-15}
Molecular mass (*amu*) سالمی کمیت	2.016	4.028	6.032
Melting point (*K*) نقطہ پگھلاؤ	13.96	18.73	20.62
Boiling point (*K*) نقطہ جوش	20.39	23.67	25.04
Internuclear distance (*pm*) بین مرکزائی فاصلہ	74.14	74.14	74.14
Critical Temperature (*K*) فاصل تپش	33.19	38.35	40.60
Enthalpy of dissociation (kJ/*mol*)† جدا ہونے کی انتھالپی	435.9	443.4	446.9

† بندش سے جدا ہونے کی توانائی (**bond dissociation energy**)

4.1.3 آرتھو اور پیرا ہائڈروجن (Ortho and para hydrogen)

ہائڈروجن کے جوہر کے مرکزے میں گردش پائی جاتی ہے۔ جب ہائڈروجن کا سالمہ H_2 بنتا ہے تو دونوں ہائڈروجن کے مرکزے ایک ہی سمت یا مخالف سمت میں گردش پائی جاتی ہے، جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ ان دونوں ہائڈروجن کے سالموں کو بالترتین آرتھو یا پیرا ہائڈروجن کہا جاتا ہے۔

آرتھو ہائڈروجن Ortho-hydrogen Para-hydrogen پیرا ہائڈروجن

کمرے کی تپش پر عام ہائڈروجن میں 75% آرتھو قسم اور 25% پیرا قسم پائی جاتی ہے۔ چونکہ پیرا قسم کی بہ نسبت آرتھو کی قسم زیادہ قیام پذیر ہے، ایک ہم ترکیبہ (isomer) سے دوسرے ہم ترکیبہ کا بننا، ایک بالکل سست عمل واقع ہوا ہے۔ تاہم جب تپش کو کم کر دیا جائے تو توازن پیرا ہائڈروجن کی طرف ہو جاتا ہے۔ پلاٹینم یا لوہے بطور تماسی عمل انگیز (catalyst) کی موجودگی میں پیرا شکل کو آرتھو شکل میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ متبادل طور پر برقی بے بار (electric discharge) گزار کر 800°C پر گرم کرنے اور اکہرے مقناطیسی (paramagnetic) سالمے جیسے O_2, NO , NO_2 کے ساتھ یا جوہری ہائڈروجن کو گزارنے سے آرتھو کو پیرا شکل میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:06 PM

آرتھو اور پیرا ہائڈروجن کیمیائی خواص میں ایک دوسرے کے مشابہ ہیں، مگر بعض طبیعی خواص میں ایک دوسرے سے مختلف ہیں۔ مثال کے طور پر پیرا ہائڈروجن کا نقطہ پگھلاؤ 13.83 K ہے، جب کہ آرتھو ہائڈروجن کا نقطہ پگھلاؤ 13.95 K ہے۔ پیرا ہائڈروجن کا نقطہ جوش 20.26 K ہے، جب کہ آرتھو ہائڈروجن کا نقطہ جوش 20.39 K ہے۔ چونکہ مرکزی گردش مخالف سمت میں ہوتی ہے، پیرا ہائڈروجن کی مقناطیسی قدر صفر ہو جاتی ہے اور آرتھو ہائڈروجن کی مقناطیسی قدر (magnetic moment) پروٹان سے دوگنی ہو جاتی ہے۔

4.2 ہائڈروجن کی تیاری (Preparation of Hydrogen)

پانی کی برق پاشیدگی سے اعلیٰ معیار کی خالص ہائڈروجن گیس (>99.9%) حاصل ہوتی ہے۔ پانی میں بالکل تھوڑی مقدار (traces) میں سوڈیم ہائڈراکسائڈ یا پوٹاشیم ہائڈراکسائڈ کا آبی محلول شامل کیا گیا ہو۔ برق پاشیدگی کے لئے نکل مشبیرہ اور لوہے کا منفیرہ استعمال کیا گیا ہو۔ تاہم اعلیٰ پیمانے پر تیاری کے لئے یہ طریقہ کفایتی اور فائدہ مند نہیں ہے۔

مشبیرہ پر At anode : $2\ OH^- \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}\ O_2 + 2e^-$

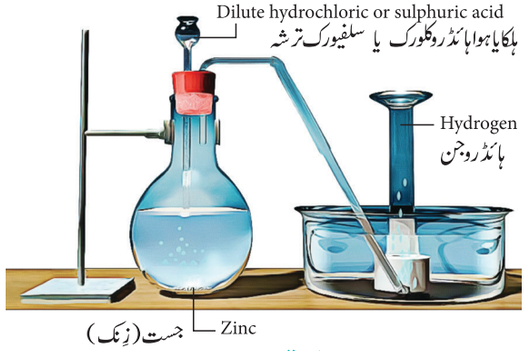
منفیرہ پر At cathode : $2\ H_2O + 2\ e^- \rightarrow 2\ OH^- + H_2$

مجملہ تعامل Overall reaction : $H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2}\ O_2$

4.2.1۔ تجربہ گاہ میں تیاری (Laboratory preparation)

تجربہ گاہ میں دھات جیسے زِنک (جست)، لوہا، ٹِن (سیسہ) کے ساتھ ہلکائے ہوئے ترشہ کو شامل کر کے تیار کیا جاتا ہے۔؛

$$Zn + 2\ HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$



خاکہ 4.2 ہائڈروجن کی تجربہ گاہ میں تیاری

4.2.2۔ صنعتی تیاری (Industrial preparation)

کثیر پیمانے پر ہائڈروجن کی تیاری، ہائڈروکاربنوں کی بھاپ کے تبادلہ (steam-reforming) سے کی جاتی ہے۔ اس طریقہ میں میتھین جیسے ہائڈروکاربن کو بھاپ کے ساتھ 800-900°C تپش اور 35 فضائی دباؤ پر شامل کیا جاتا ہے۔

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow{Ni} CO + 3H_2$$

ایک اور طریقہ میں گرم-سرخ کوک (کوئلہ) پر بھاپ گزاری جاتی ہے، جس سے کاربن مونا کسائڈ اور ہائڈروجن تیار ہوتی ہے۔ گیسوں کے اس آمیزہ کو آبی گیس (Water gas) ($CO+H_2$) کہتے ہیں۔ اسے syngas مصنوعی گیس بھی کہتے ہیں، کیوں کہ یہ نامیاتی مرکبات جیسے میتھنال اور سادہ ہائڈروکاربنوں کی تیاری میں استعمال ہوتی ہے۔

$$C + H_2O \xrightarrow{1000^\circ C} \underbrace{CO + H_2}_{\text{آبی گیس/ syngas}}$$

پانی میں کاربن مونا کسائڈ گیس کا کاربن ڈائی آکسائڈ میں تبدیل ہونا

آبی گیس میں موجود کاربن مونا کسائڈ کو مزید بھاپ کے ساتھ 400°C میں گزارا جاتا ہے اور لوہا/تانبا کو بطور تماسی عامل استعمال ہوتا ہے۔ اس تعامل کو water-gas shift reaction کہا جاتا ہے۔

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$$

اوپر کے تعامل میں بننے والی CO_2 کو پوٹاشیم کاربونیٹ کے محلول میں جذب کی جاتی ہے۔

$$CO_2 + K_2CO_3 + H_2O \rightarrow 2\ KHCO_3$$

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:07 PM

4.2.3 ڈیوٹریم کی تیاری
(Preparation of Deuterium)

بھاری پانی (Heavy water) کی برق پاشیدگی

عام پانی میں بھاری پانی کا فی صد 1.6×10^4 ہے۔ پروٹیم پانی (H_2O) کے جدا ہونے (علٰحدگی) کی خاصیت (dissociation)، بھاری پانی (D_2O) سے زیادہ ہے۔ چنانچہ جب پانی کی برق پاشیدگی کی جاتی ہے تو ہائڈروجن کی بہ نسبت D_2 فوری طور پر خارج ہوتی ہے۔ برق پاشیدگی کے عمل کو اس وقت تک کیا جاتا ہے یہاں تک کہ پورا محلول بھاری پانی سے بھرپور ہو جائے۔ اس کی مزید برق پاشیدگی سے ڈیوٹریم حاصل ہوتا ہے۔

برق پاشیدگی

$$2\,D_2O \xrightarrow{\text{Electrolysis}} 2\,D_2 + O_2$$

4.2.4۔ ٹریٹیم کی تیاری (Preparation of Tritium)

جیسا کہ پہلے واضح ہو چکا کہ ٹریٹیم صرف بالکل تھوڑی مقدار (trace) میں پائی جاتی ہے۔ اس لئے اس کو مصنوعی طور پر ایک مرکزائی تعامل گر (nuclear reactor) میں لیتھیم کے ساتھ سست رفتار نیوٹرانوں کی بمباری کر کے حاصل کیا جاتا ہے۔ مرکزی تبدلی کا تعامل (transmutation) اس طرح سے ہے۔

$$^6_3Li + ^1_0n \rightarrow ^4_2He + ^3_1T$$

4.3۔ ہائڈروجن کے خواص

4.3.1۔ طبیعی خواص

ہائڈروجن ایک بے رنگ، بے بو، بے مزہ، ہلکی ترین اور اعلیٰ احتراق پذیر (flammable) گیس ہے۔ یہ ایک غیر قطبی دو جوہری سالمہ ہے۔ اس کو کم تپش اور اعلیٰ دباؤ پر مائع بنایا جا سکتا ہے۔ ہائڈروجن ایک بہترین تحویلی عامل ہے۔ ہائڈروجن کے مختلف طبیعی مستقلوں کو جدول 4.1 میں دیا گیا ہے۔

4.3.2۔ کیمیائی خواص

ہائڈروجن کے ساتھ آکسیجن تعامل پا کر پانی بناتا ہے۔ یہ ایک دھماکہ خیز تعامل ہے اور بڑی مقدار میں توانائی خارج کرتا ہے۔

اس کو ایندھنی خانوں (fuel cells) میں بجلی کی پیداوار میں استعمال کیا جاتا ہے۔

$$2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$$

اسی طرح ہائڈروجن، ہیلوجن کے ساتھ تعامل پا کر اس کے نظیری ہیلائڈ بناتا ہے۔ فلورین کے ساتھ تعامل تاریکی میں بھی بھاری دھماکہ کے ساتھ ہوتا ہے، جب کہ کلورین کے ساتھ تعامل روشنی کی موجودگی اور کمرے کی تپش میں ہوتا ہے۔ یہ گرم کرنے پر برومین کے ساتھ شامل ہوتا ہے اور ایوڈین کے ساتھ یہ ضیا-کیمیائی تعامل (Photochemical reaction) ہے۔

$$H_2 + X_2 \rightarrow 2\,HX \quad (X = F, Cl, Br \,\&\, I)$$

اوپر کے تعامل میں ہائڈروجن کی تکسیدی حالت +1 ہے۔

اس میں لیتھیم، سوڈیم اور کیلشیم وغیرہ کے ساتھ تعامل پانے کا رجحان بھی پایا جاتا ہے اور اس کے بالترتیب ہائڈرائڈ بناتا ہے، جس میں اس کی تکسیدی حالت -1 ہے۔

$$2\,Li + H_2 \rightarrow 2\,LiH$$

$$2\,Na + H_2 \rightarrow 2\,NaH$$

ان ہائڈرائڈس کو مصنوعی نامیاتی کیمیاء میں بھی بطور تحلیلی عامل استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کو دیگر اہم ہائڈرائڈ، جیسے لیتھیم الومینیم ہائڈرائڈ اور سوڈیم بورو ہائڈرائڈ کی تیاری میں بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

$$4\,LiH + AlCl_3 \rightarrow Li[AlH_4] + 3\,LiCl$$

$$4\,NaH + B(OCH_3)_3 \rightarrow Na[BH_4] + 3\,CH_3ONa$$

ہائڈروجن از خود ایک تحویلی عامل ہے۔ نفیس تقسیم شدہ نکل کی موجودگی میں یہ غیر سیر شدہ مرکبات کے ساتھ تعامل پا کر سیر شدہ مرکبات بناتا ہے۔

$$HC \equiv CH \xrightarrow{Ni/H_2} H_2C = CH_2 \xrightarrow{Ni/H_2} H_3C - CH_3$$

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:07 PM

4.3.3 ڈیوٹریم کے کیمیائی خواص

ہائڈروجن ہی کی طرح ڈیوٹریم بھی آکسیجن کے ساتھ تعامل پا کر ڈیوٹریم ڈائی آکسائڈ تیار کرتا ہے، جسے بھاری پانی (Heavy water) کہتے ہیں۔ یہ ہیلوجن کے ساتھ تعامل کر کے بالترتیب ہیلائڈ بناتے ہیں۔

$$2\,D_2 + O_2 \rightarrow 2\,D_2O$$

$$D_2 + X_2 \rightarrow 2\,DX$$

(X = F, Cl, Br & I)

ڈیوٹریم کے تبادلی تعاملات
(Deuterium exchange reactions)

تعامل کی حالت کے مطابق ہائڈروجن کے ساتھ ڈیوٹریم جزوی یا مکمل طور پر رجعی تبادلہ کرتا ہے۔ یہ تعامل ڈیوٹریم یا بھاری پانی کی موجودگی میں ہوتا ہے۔

$$CH_4 + 2\,D_2 \rightarrow CD_4 + 2\,H_2$$

$$2\,NH_3 + 3\,D_2 \rightarrow 2\,ND_3 + 3\,H_2$$

4.3.4۔ ٹریٹیم کے خواص

یہ ایک b شعاعیں دینے والا ایسوٹوپ ہے، جس کی نصف مدت حیات (half life period) 12.3 سال ہے۔

$${}^{3}_{1}T \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{0}_{-1}e$$

4.4 ہائڈروجن کے استعمالات

1۔ 90% سے بھی زیادہ ہائڈروجن کی تیاری صنعتی استعمال کے لئے ہوتی ہے۔ ایسا ہی ایک استعمال ہیبر پراسس میں ہے، جس سے امونیا کی کثیر پیمانے پر تیاری کی جاتی ہے۔ امونیا کوئی کیمیائی اشیاء، جیسے نائٹرک ترشہ، کیمیائی کھادیں اور دھماکو اشیاء کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔

$$N_2 + 3H_2 \underset{200\ atm/Fe}{\overset{380\text{-}450^\circ C}{\rightleftharpoons}} 2\,NH_3$$

2۔ اس کو صنعتی محلل (industrial solvents)، تانبے کو بطور تماسی عامل استعمال کرتے ہوئے کاربن مونا کسائڈ سے میتھنال کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔

$$CO + 2H_2 \xrightarrow{Cu} CH_3OH$$

3۔ غیر سیر شدہ چربی دال تیل کو سیر شدہ تیل میں جسے vanaspati کہتے ہیں، Pt/H_2 کے ساتھ اس کے تحویلی تعامل میں استعمال کیا جاتا ہے۔

4۔ دھات سازی میں ہائڈروجن کو اعلیٰ تپش پر دھاتی آکسائڈ سے دھاتوں کی تحویل میں استعمال کیا جاتا ہے۔

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

$$WO_3 + 3\,H_2 \rightarrow W + 3\,H_2O$$

5۔ جوہری ہائڈروجن اور آکسی ہائڈروجن ٹارچ کو کاٹنے اور ٹانکا لگانے (welding) میں استعمال کیا جاتا ہے۔

6۔ مائع ہائڈروجن کو راکٹ میں بطور ایندھن استعمال کیا جاتا ہے۔

7۔ ہائڈروجن کو ایندھنی خانوں میں برقی توانائی کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔ دھاتی ہائڈرائڈ بیٹری (metal hydride battery) میں دھاتوں میں ہائڈروجن کو رجعی طور پر لینے کے لئے اور دوبارہ چارج کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

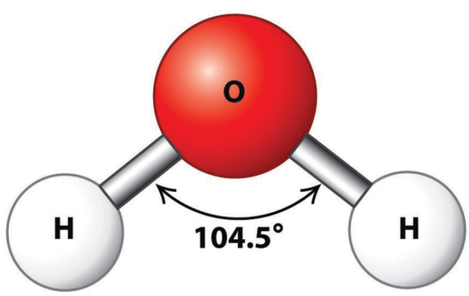
11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:08 PM

خاکہ 4.3 راکٹ میں ایندھن کا استعمال

4.5 ہائڈروجن کے مرکبات
(Compounds of Hydrogen)

4.5.1۔ پانی

ہماری زمین میں سب سے زیادہ وافر مقدار میں ملنے والی شئے ہائڈروجن کا مرکب یعنی پانی ہے جس کا تقریباً 70% حصہ سمندر میں پایا جاتا ہے اور یہ پانی کا اہم ذریعہ ہے۔ تاہم سمندری پانی میں کئی حل پذیر نمک ہوتے ہیں، لہٰذا اس کو براہِ راست استعمال نہیں کیا جاتا۔ تمام جانداروں کے لئے پانی بہت ہی ضروری شئے ہے اور ہمارے جسم کا تقریباً 70% حصہ پانی سے بنا ہوا ہے۔



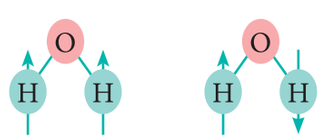
4.5.2۔ طبیعی خواص

پانی ایک بے رنگ اور طیران پذیر (volatile) مائع ہے۔ تکثیفی حالت میں پانی کی عجیب خاصیت، اس میں موجود دروں سالمی ہائڈروجن بندش (intermolecular hydrogen bonding) ہے۔ پانی کے اعلیٰ نقطہ پگھلاؤ اور نقطہ جوش کی وجہ ہائڈروجن کی بندش ہے۔ جدول 4.2 میں پانی کی بعض طبیعی پیرامیٹر دئے گئے ہیں۔

H_2O آرتھو اور H_2O پیرا

کیا ہم جانتے ہو؟

پانی ابروں کے اندر اور شمسی نظام میں برف کی طرح پایا جاتا ہے۔ خاص طور پر پانی کے آرتھو-پیرا کی نسبت (OPR) (Ortho-para ratio) حال ہی میں دلچسپی کا باعث بنی ہوئی ہے۔ ہائڈروجن ہی کی طرح پانی کو بھی آرتھو H_2O کی طرح درجہ بند کیا گیا ہے، جس میں ہائڈروجن کے جوہروں کے مرکزوں کی گردش متوازی ہوتی ہے اور پیرا H_2O میں گردش غیر متوازی ہوتی ہے۔ زمین پر $H_2(300\ K)$ کی OPR 3:1 ہونی چاہئے۔ بادلوں اور تاروں میں $H_2O\ (50\ K)$ کی OPR 2:5:1 ہونی چاہئے۔



11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:08 PM

جدول 4.2 پانی، بھاری پانی اور اعلیٰ بھاری پانی (Super heavy water) کے خواص

Property	H_2O	D_2O	T_2O
Molecular weight سالمی کمیت	18.015	20.0276	22.031
Melting point (K) نقطہ پگھلاؤ	273.0	276.8	277.5
Boiling point (K) نقطہ جوش	373.0	374.4	374.5
Temperature of maximum density (K)	277.0	284.2	286.4
Maximum density (g/cm^3) زیادہ سے زیادہ کثافت	1.000	1.106	1.215
Density (g/cm^3) کثافت	0.997	1.104	1.214
Vapour pressure (mm Hg) بخاراتی دباؤ	23.75	20.51	19.80
Viscosity (cP) لزوجیت	0.890	1.107	---
Dielectric constant برق ناگزار مستقلہ	78.39	78.06	---
Enthalpy of formation (kJ/mol) تشکیل کی انتھالپی	– 285.9	– 294.6	---
Enthalpy of vaporization (kJ/mol) تبخیر کی انتھالپی	40.66	41.61	---

† جب تک بیان کیا نہ جائے، تمام معطیات 298 K پر ہیں۔

4.5.3۔ کیمیائی خواص

دھاتوں، ادھاتوں اور دیگر مرکبات کے ساتھ پانی مختلف طور پر تعامل کرتا ہے۔ سب سے زیادہ تعامل پذیر دھاتیں قلوی دھاتیں ہیں۔ وہ پانی کو ٹھنڈی تپش میں بھی تحلیل کر دیتے ہیں، جس سے ہائڈروجن آزاد ہو کر ایک قلوی محلول دیتا ہے۔

$$2Na + 2\ H_2O \rightarrow 2\ NaOH + H_2$$

دوسرے گروپ کی تمام دھاتیں (سوائے بیریلیم کے) ایک ہی طریقہ سے مگر کم شدت کے ساتھ تعامل کرتے ہیں۔ گروپ I کے عناصر سے گروپ 2 کے عناصر کے ہائڈرا کسائڈ کم حل پذیر ہیں۔

$$Ba + 2H_2O \rightarrow Ba(OH)_2 + H_2$$

بعض مروری (عبوری) عناصر (Transition metals) گرم پانی یا بھاپ کے ساتھ تعامل کر کے اس کے نظیری آکسائڈ بناتے ہیں۔ مثال کے طور پر گرم سرخ لوہے کے اوپر سے بھاپ گزارنے سے لوہے کا آکسائڈ بنتا ہے، جس سے ہائڈروجن آزاد ہوتی ہے۔

$$3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$$

سفید گرمی (white heat) میں سیسہ اور تانبا پانی کی تحلیل کرتے ہیں۔ چاندی، سونا، پارہ اور پلاٹینم کا پانی پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔ عنصر حالت میں کاربن، سلفر اور فاسفورس جیسی ادھاتیں عام طور پر پانی کے ساتھ تعامل نہیں کرتیں۔ تاہم جیسا کہ ہم نے پہلے دیکھا، کاربن جب سرخ یا (سفید) سرخ ہوتا ہے تو بھاپ کے ساتھ آبی گیس (water gas) دیتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:09 PM

اس کے برعکس ہیلوجن، پانی کے ساتھ مل کر ترشوی محلول دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر پانی کے ساتھ کلورین تعامل پا کر ہائڈروکلورک ترشہ اور ہائپوکلورس ترشہ دیتے ہیں۔ ضد بیکٹر یا کے لئے یہ ذمہ دار ہے کیوں کہ یہ رنگ کٹ کی طرح کام کرتا ہے۔

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HOCl$$

پانی کے ساتھ فلورین تعامل پا کر پانی سے آکسیجن کو خارج کرتا ہے۔

$$2F_2 + 2\,H_2O \rightarrow 4HF + O_2$$

اسی طرح ادھاتی مرکبات پانی کے ساتھ تعامل پر ترشوی یا اساسی محلول بناتے ہیں۔ مثال کے طور پر کاربونیٹ کے محلول ہلکے قلوی ہوتے ہیں۔

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightarrow HCO_3^- + OH^-$$

پانی ایک دورُخا (amphoteric) آکسائڈ ہے۔ اس میں پروٹان کو لینے یا عطا کرنے کی دونوں خاصیتیں پائی جاتی ہیں۔ لہٰذا یہ ایک ترشہ یا ایک اساس، دونوں کی طرح کام کرتا ہے۔ مثال کے طور پر HCl کے ساتھ تعامل کر کے یہ پروٹان حاصل کرتا ہے، جب کہ کمزور اساس امونیا کے ساتھ یہ پروٹان کو عطا کرتا ہے۔

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$$
$$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

روانی مرکبات کو پانی حل کر لیتا ہے۔ اس کے ساتھ بعض ہم گرفتہ مرکبات (covalent compounds) کی آب پاشیدگی بھی کر لیتا ہے۔

$$SiCl_4 + 2\,H_2O \rightarrow SiO_2 + 4\,HCl$$
$$P_4O_{10} + 6\,H_2O \rightarrow 4\,H_3PO_4$$

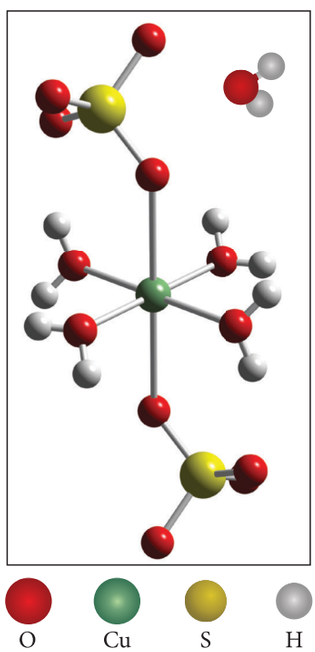
کئی نمک آبی محلول سے قلمیں بن کر آبیدہ قلم بناتے ہیں۔ آبیدہ نمکوں میں موجود پانی ہم ربط بندش (co-ordinate bond) بناتا ہے، یا صرف قلموں کے درمیانی مقامات میں موجود ہوتا ہے۔

مثال : $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ میں پانی کے تمام سالمے ہم ربط بندشیں بناتے ہیں۔

$BaCl_2.2H_2O$ میں پانی کے دونوں سالمے درمیانی مقاموں میں موجود ہوتے ہیں۔

$CuSO_4.5H_2O$ میں پانی کے چار سالمے ہم ربط بندشیں بناتے ہیں، جب کہ پانچواں سالمہ کو آرڈی نیشن کے باہر موجود رہتا ہے، یہ دوسرے سالمے کے ساتھ ہائڈروجن کی بندش بناتا ہے۔

$[Cu(H_2O)_4]SO_4.H_2O$



خاکہ 4.4 کاپر سلفیٹ پنٹاہائڈریٹ کی ساخت

4.5.4۔ سخت پانی اور نرم پانی
(Hard and soft water)

سخت پانی میں زیادہ مقدار میں معدنی رواں پائے جاتے ہیں۔ سب سے عام رواں جو سخت پانی میں پائے جاتے ہیں، وہ میگنیشیم اور کیلشیم جیسے حل پذیر دھاتی مثبر واں ہیں، حالانکہ لوہا، الومینیم اور مینگنیز بھی بعض علاقوں میں پائے جاتے ہیں۔ دھاتوں کے یہ نمک بئ کاربونیٹ، کلورائڈ اور سلفیٹ کی شکلوں میں پائے جاتے ہیں،

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:09 PM

جو پانی کو 'سخت' (Hard) بنا دیتے ہیں۔ جب سخت پانی کو اُبالا جاتا ہے (گرم کیا جاتا ہے) تو میگنیشیم، کیلشیم کے اُبلے ہوئے بئ کاربونیٹ رسوب (Precipitate) بن جاتے ہیں۔ اس کے برخلاف پانی، جس میں کیلشیم اور میگنیشیم کے نمک کم مقدار میں یا نہیں پائے جاتے ہیں، اسے 'نرم' پانی (Soft) کہا جاتا ہے۔ پانی کی سختی دو قسم کی ہوتی ہے، عارضی سختی (Temporary hardness) اور مستقل سختی (Permanent hardness)۔

عارضی سختی اور اس کو دور کرنا
(Temporary hardness and its removal)

میگنیشیم اور کیلشیم کے حل پذیر بئ کاربونیٹ کی وجہ سے پانی میں عارضی سختی پیدا ہوتی ہے۔ پانی کو گرم کر کے تقطیر (چھاننے) سے اس کو دور کیا جا سکتا ہے۔ گرم کرنے سے یہ نمک تحلیل پا کر ناحل پذیر کاربونیٹ بن جاتے ہیں، جو اُن کے رسوب بننے کا سبب بنتے ہیں۔ بننے والا میگنیشیم کاربونیٹ مزید آب پاشیدہ ہو کر ناحل پذیر میگنیشیم ہائڈرا کسائڈ بناتا ہے۔

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$$

$$Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3 + H_2O + CO_2$$

$$MgCO_3 + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + CO_2$$

بننے والے رسوب کو تقطیر کر کے نکال لیا جاتا ہے۔

متبادل طور پر کلارک کا طریقہ (Clark's process) بھی استعمال کیا جاتا ہے، جس میں سخت پانی میں محسوب کردہ مقدار کا چونا ملایا جاتا ہے، جس سے میگنیشیم اور کیلشیم کے کاربونیٹ اور ہائڈرا کسائڈ تقطیر ہو کر نکل جاتے ہیں۔

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2\,Ca(OH)_2 \downarrow \rightarrow 2CaCO_3 + Mg(OH)_2 + 2\,H_2O$$

مستقل سختی (Permanent hardness)

پانی میں میگنیشیم اور کیلشیم کے کلورائڈ اور سلفیٹ کے حل پذیر نمکوں کی موجودگی کی وجہ سے مستقل سختی پائی جاتی ہے۔ واشنگ سوڈا (Na_2CO_3) کو استعمال کرنے سے یہ Ca یا Mg کے کلورائڈ اور سلفیٹ کے ساتھ شامل ہو کر ناحل پذیر کاربونیٹ بناتا ہے، اور پانی کو نرم کر دیتا ہے۔

$$MCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3 + 2\,NaCl$$

$$MSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3 + Na_2SO_4$$

سخت پانی کو نرم کرنے کا ایک اور طریقہ روانی تبادلہ (ion-exchange) ہے۔ یعنی بعض روانی تبادلہ کی تہوں (ion-exchange beds) جیسے Zeolite یا روانی تبادلہ کے resin کے کالم سے پانی کو گزارنے سے پانی نرم ہو جاتا ہے۔ Zeolites میں سوڈیم الومینوسلیکیٹ پائے جاتے ہیں، جن کا عام ضابطہ

$$Na_2O{\cdot}Al_2O_3{\cdot}xSiO_2{\cdot}yH_2O \quad (x = 2 \text{ to } 10,\ y = 2 \text{ to } 6)$$

یہ ہے۔ Zeolites میں مسام دار ساخت ہوتی ہے، جس میں اکہری گرفت کے سوڈیم کے رواں ڈھیلے طور پر جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ ان کو آسانی کے ساتھ پانی میں موجود کیلشیم کے دھاتی رواں ($M=Ca^+$ or Mg^{2+}) کے ساتھ تبادلہ ہوتا ہے۔ پیچیدہ ساخت (Complex structure) کی نمائندگی Na_2-Z سے کی جاتی ہے، جس میں سوڈیم کو بطور مشبر رواں کے تبادلہ کے استعمال کیا جاتا ہے۔

$$Na_2\text{-}Z + M^{2+} \rightarrow M\text{-}Z + 2\,Na^+$$

جب تبادلہ مکمل ہو جاتا ہے تو، سوڈیم کلورائڈ کا آبی محلول شامل کر کے، ان اشیاء کی دوبارہ بازیابی کی جا سکتی ہے۔ سخت پانی میں موجود دھاتی رواں (Ca^{2+} اور Mg^{2+}) جو Zeolite یا ریسن میں چپک جاتے ہیں، سوڈیم کے روانوں کے ساتھ تبادلہ کر لیتے ہیں۔

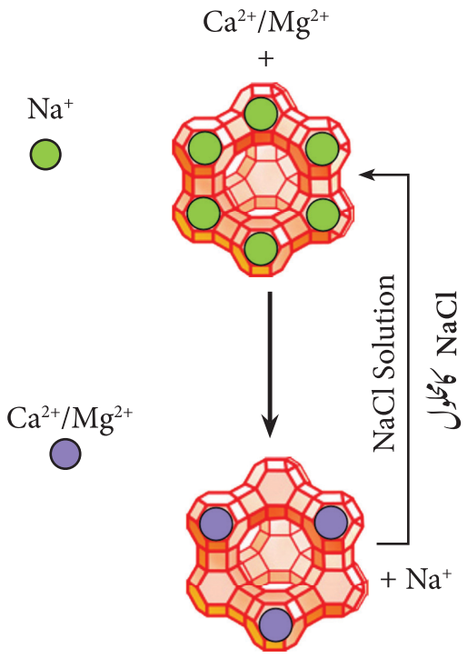
$$M\text{-}Z + 2NaCl \rightarrow Na_2\text{-}Z + MCl_2$$

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:10 PM

4.6 بھاری پانی (Heavy water)

بھاری ہائڈروجن کی آکسائڈ کی شکل بھاری پانی (D_2O) ہے۔ عام پانی کے 5000 حصوں میں صرف ایک حصہ بھاری پانی پایا جاتا ہے۔ یہ اصل میں پانی کی برق پاشیدگی سے حاصل کیا جاتا ہے، کیوں کہ D_2O کی آسانی سے برق پاشیدگی نہیں ہوتی۔

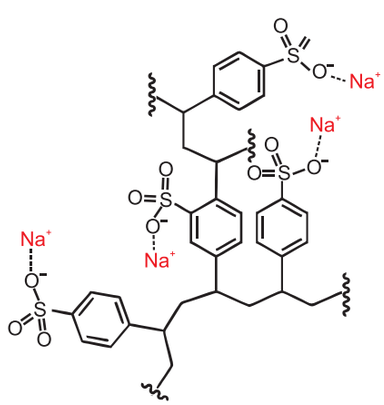
D_2O ایک بے رنگ، بے بو اور بے مزہ مائع ہے۔ تاہم پانی اور بھاری پانی کے طبیعی خواص میں بہت فرق پایا جاتا ہے، جس کو جدول 4.2 میں بتایا گیا ہے۔

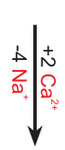


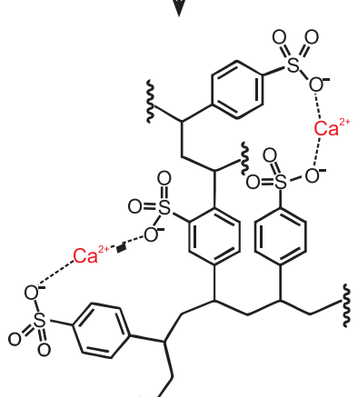
کیا تم جانتے ہو؟

صابن کے ساتھ سخت پانی کم جھاگ پیدا کرتا ہے؟ کیا تم جانتے ہو کہ ایسا کیوں ہے؟

جب سخت پانی استعمال کیا جاتا ہے تو صابن کے صفائی کی گنجائش کم ہو جاتی ہے۔ صابن میں سوڈیم یا پوٹاشیم کے نمک پائے جاتے ہیں، جن میں چربیلے ترشوں کی طویل زنجیر پائی جاتی ہے (مثال: ناریل کا تیل)۔ جب صابن کو سخت پانی میں شامل کیا جاتا ہے تو اس میں موجود دو گرفتی میگنیشیم اور کیلشیم کے رواں صابن کے ساتھ تعامل کرتے ہیں۔ صابن میں موجود سوڈیم کے نمک اس کے نظیری میگنیشیم اور کیلشیم کے نمکوں میں تبدیل ہو جاتے ہیں، جو سخت جھاگ (Scum) یا رسوب کی شکل میں جم جاتے ہیں۔







$$M^{2+} + 2RCOONa \rightarrow (RCOO)_2M + 2Na^+$$

M = Ca or Mg

$R = C_{17}H_{35}$

4.6.1۔ بھاری پانی کے کیمیائی خواص

جب ہائڈروجن پائے جانے والے مرکبات کو D_2O کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے، تو ہائڈروجن، ڈیوٹریم کا تبادلہ کر لیتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:10 PM

$$2NaOH + D_2O \rightarrow 2NaOD + HOD$$

$$HCl + D_2O \rightarrow DCl + HOD$$

$$NH_4Cl + 4D_2O \rightarrow ND_4Cl + 4HOD$$

یہ تبادلہ تعاملات، دئے گئے مرکب میں موجود ہائڈروجن کے روانوں کی تعداد معلوم کرنے کے لئے استعمال ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر جب D_2O کو ہائپوفاسفورس ترشہ کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے تو صرف ایک ہائڈروجن کا تبادلہ ڈیوٹریم کے ساتھ ہوتا ہے۔ اس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ یہ ایک اکہرے اساسی ترشہ ہے۔

$$H_3PO_2 + D_2O \rightarrow H_2DPO_2 + HDO$$

اس کو ڈیوٹریم کے بعض مرکبات کی تیاری میں بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

$$Al_4C_3 + 12D_2O \rightarrow 4Al(OD)_3 + 3CD_4$$

$$CaC_2 + 2D_2O \rightarrow Ca(OD)_2 + C_2D_2$$

$$Mg_3N_2 + 6D_2O \rightarrow 3Mg(OD)_2 + 2ND_3$$

$$Ca_3P_2 + 6D_2O \rightarrow 3Ca(OD)_2 + 2PD_3$$

4.6.2۔ بھاری پانی کے استعمالات

1۔ بھاری پانی کو وسیع پیمانے پر مرکزائی تعامل گر (nuclear reactor) میں بطورِ معادل گر (moderator) استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ تیز رفتار نیوٹرانوں کی توانائی کو کم کرتے ہیں۔

2۔ اس کو نامیاتی مرکبات کے میکانزم کے مطالعہ کے دوران بطور سراغی عنصر (tracer) کے استعمال کیا جاتا ہے، تاکہ تحولی تعاملات کے میکانزم کو سمجھا جا سکے۔

3۔ یہ مرکزائی تعامل گر میں بطور سرد گر (cooler) استعمال کیا جاتا ہے، کیوں کہ یہ پیدا شدہ حرارت کو جذب کرتا ہے۔

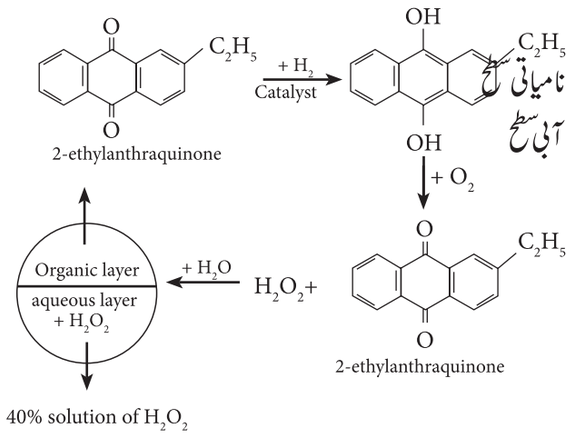
4.7۔ ہائڈروجن پرآکسائڈ (Hydrogen Peroxide)

ہائڈروجن پرآکسائڈ (H_2O_2) ایک اہم پرآکسائڈ ہے۔ اس کو دھاتی پرآکسائڈ کے ساتھ ہلکائے ہوئے ترشے کے تعامل سے تیار کیا جاتا ہے۔

$$BaO_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + H_2O_2$$

$$Na_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O_2$$

صنعتی پیمانے پر ہائڈروجن پرآکسائڈ کو 2-alkyl anthraquinol کی خودکار تکسید (autoxidation) سے تیار کیا جاتا ہے۔



4.7.1۔ طبیعی خواص

خالص ہائڈروجن پرآکسائڈ ایک بے رنگ مائع ہے، (ہلکا نیلا) کم طیران پذیر (volatile) اور پانی سے تھوڑا زیادہ الزوجیت (viscous) رکھتا ہے۔

ہائڈروجن پرآکسائڈ کا 30% محلول، بازار میں '100 volume' ہائڈروجن پرآکسائڈ کی شکل میں دستیاب ہے۔ یہ ظاہر ہوتا ہے کہ STP پر اس کے ایک ملی لیٹر کو گرم کرنے پر 100 ml آکسیجن کو خارج کرتا ہے۔

4.7.2۔ کیمیائی خواص

ہائڈروجن پرآکسائڈ بہت زیادہ غیر قیام پذیر ہے اور اس کا آبی محلول فوری طور پر غیر تناسبیت (disproportionate) سے آکسیجن اور پانی میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ یہ تعامل سست ہوتا ہے،

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:11 PM

مگر جب کسی دھات کے ساتھ تماسی عمل انگیز (catalyse) کیا جاتا ہے تو یہ دھماکہ خیز تعامل کرتا ہے۔ اگر اس کو شیشہ کے مرتبان میں بند رکھا جائے تو یہ شیشہ میں موجود قلوی دھات کے ساتھ تعامل کرتا ہے، جو غیر تناسبیت کے تعامل کی ایک مثال ہے۔ اس وجہ سے H_2O_2 کے محلول کو پلاسٹک کی بوتل میں رکھتے ہیں۔

$$H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2$$

ہائڈروجن پرآکسائڈ، تکسیدی اور اورتحویلی عامل، دونوں کی طرح کام کرتا ہے۔ ترشوی واسطہ میں تکسید کا عمل واقع ہوتا ہے، جب کہ اساسی واسطہ میں تحویل کا عمل واقع ہوتا ہے۔

ترشوی واسطہ میں

$$H_2O_2 + 2\,H^+ + 2\,e^- \rightarrow 2\,H_2O \quad (E^0 = +\,1.77\ V)$$

مثال کے طور پر

$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + H_2O_2 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$$

اساسی واسطہ میں

$$HO_2^- + OH^- \rightarrow O_2 + H_2O + 2\,e^-$$

$$(E^0 = +\,0.08\ V)$$

مثال کے طور پر

$$2KMnO_4\,(aq) + 3\,H_2O_2\,(aq) \downarrow$$

$$2MnO_2 + 2\,KOH + 2\,H_2O + 3O_2\,(g)$$

4.7.3۔ ہائڈروجن پرآکسائڈ کے استعمالات

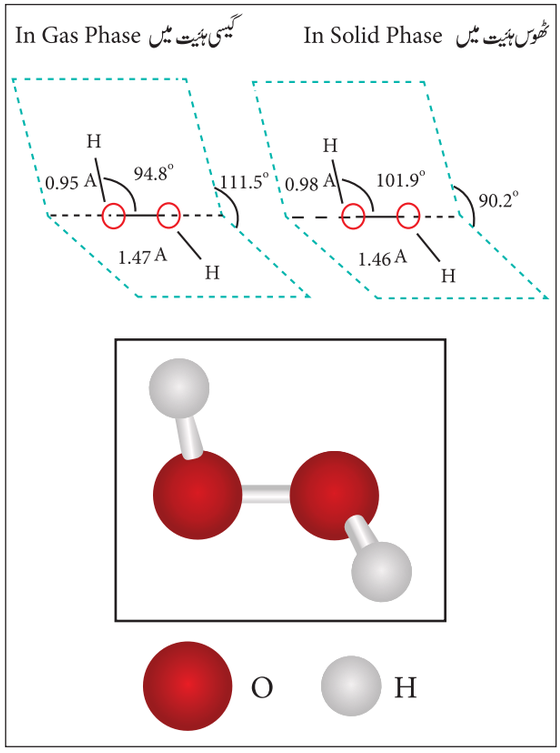
ہائڈروجن پرآکسائڈ کی تکسیدی صلاحیت اور اس کے حاصلات کی غیر ضرر فطرت (harmless nature)، یعنی پانی اور آکسیجن، کی وجہ سے اسے کئی جگہ استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کو پانی کو صاف کرتے وقت آلودگروں (pollutants) کی تکسید کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ایک ہلکا دافع عفونت (antiseptic) اور کپڑے، کاغذ اور بالوں کی نگرانی کی صنعت میں بطور رنگ کٹ استعمال کیا جاتا ہے۔

ہائڈروجن پرآکسائڈ کو قدیم رنگین پینٹنگ میں سفید رنگ کی بازیابی میں استعمال کیا جاتا ہے، جو ہوا میں موجود ہائڈروجن سلفائڈ کی وجہ سے ان کا رنگ اُڑ چکا ہو۔ یہ سفید رنگین مادہ $Pb_3(OH)_2(CO_3)_2$ ، سیاہ لیڈ سلفائڈ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ ہائڈروجن سلفائڈ، کالے رنگ کے لیڈ سلفائڈ کو سفید رنگ کے لیڈ سلفیٹ میں تکسید کر دیتا ہے، جس سے دوبارہ رنگ واپس آ جاتا ہے

$$PbS + 4H_2O_2 \rightarrow PbSO_4 + 4\,H_2O$$

4.7.4۔ ہائڈروجن پرآکسائڈ کی ساخت

گیسی ہیئت اور ٹھوس ہیئت دونوں میں ہائڈروجن پرآکسائڈ کا سالمہ غیر ہموار (سہ رُخی)، ترچھا (skew) شکل کو ظاہر کرتا ہے۔ اس کی وجہ OH کی بندشوں اور ہر ایک آکسیجن کے جوہر کے الکٹرانوں کی تنہا جوڑی (lone pair) کے دفاعی قوت (repulsive interactions) ہے۔ حقیقت میں یہ سب سے چھوٹا معلوم شدہ سالمہ ہے، جو ایک اکہرے بندش میں گردش کو روکتا ہے۔



خاکہ 4.5 H_2O_2 کی ساخت

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:11 PM

H_2O_2 کی ساخت غیر قطبی (non polar) ہے۔ گیسی ہیئت میں سالماتی ابعاد اور ٹھوس ہیئت کے سالماتی ابعاد میں فرق پایا جاتا ہے، جیسا کہ خاکہ 4.5 میں دکھایا گیا ہے۔ ساختی طور پر H_2O_2 کو dihydroxyl formula کی طرح نمائندگی کی جاتی ہے، جس میں دو –OH گروپ ایک ہی مسطح میں نہیں پائے جاتے۔ ہائڈروجن پر آکسائڈ کی شکل کی وضاحت کرنے کا ایک طریقہ بھی ہے کہ یہ ایک کھلی ہوئی کتاب کی طرح ہے، جس کے ایک صفحہ پر ہائڈروجن کا ایک جوہر اور دوسرے مخالف صفحہ پر ہائڈروجن کا دوسرا جوہر پایا جاتا ہے اور آکسیجن کے جوہر کتاب کے بیچ میں موجود ہوتے ہیں۔ ٹھوس ہیئت میں ہائڈروجنی بندش کی وجہ سے dihedral angle کم ہوکر 90.2° بن جاتا ہے، اور O–O–H زاویہ پھیل کر 94.8° سے 101.9° بن جاتا ہے۔

4.8 ہائڈرائڈ (Hydrides)

برق مثبت دھاتوں کے علاوہ دیگر دھاتوں اور ادھاتوں کے ساتھ ہائڈروجن دوہری ہائڈرائڈ (binary hydrides) بناتا ہے۔ دو دھاتوں کے ساتھ یہ تہرا ہائڈرائڈ (ternary hydride) بھی بناتا ہے۔ مثال $LiBH_4$ اور $LiAlH_4$۔ ہائڈرائڈس کو ان کے بندش کی نوعیت کے مطابق روانی، ہم گرفتہ اور دھاتی ہائڈائڈ میں درجہ بندی کی گئی ہے۔ ہائڈروجن سے کم برق منفیت رکھنے والے عناصر کے ساتھ بننے والے ہائڈرائڈ اکثر روانی ہوتے ہیں، جب کہ ہائڈروجن سے زیادہ برق منفیت رکھنے والے عناصر کے ساتھ بننے والے ہائڈرائڈ کی نوعیت ہم گرفتہ ہوتی ہے۔

روانی (نمکابی) ہائڈرائڈ (Ionic (saline) hydrides)

یہ ہائڈرائڈ ایک برق مثبت دھات سے بنے ہوتے ہیں۔ عام طور پر قلوی یا قلوی خاکی دھاتیں ہوتی ہیں۔ ان میں الکٹران کا تبادلہ دھات سے ہائڈروجن کی طرف ہوتا ہے، سوائے بیریلیم اور میگنیشیم کے۔ ان کو 400°C پر عناصر کے تعامل کے ساتھ تیار کیا جاتا ہے۔ یہ نمک جیسے، اعلیٰ نقطہ پگھلاؤ رکھنے والے، سفید قلمی ٹھوس ہوتے ہیں، جن میں ہائڈرائڈ کے رواں (H^-) اور دھاتوں کا مثبر واں (M^{n+}) پایا جاتا ہے۔

$$2\ Li + H_2 \rightarrow 2\ LiH$$

$$2\ Ca + 2H_2 \rightarrow 2\ CaH_2$$

ہم گرفتہ (سالمی) ہائڈرائڈ (covalent (Molecular) hydrides)

وہ مرکبات جن کے ہائڈروجن، الکٹران کی ساجھے داری سے دوسرے عناصر کے ساتھ بندش کئے ہوئے ہیں، ہم گرفتہ ہائڈرائڈ کہلاتے ہیں۔ اس کی عام مثالیں میتھین، امونیا، پانی اور ہائڈروجن کلورائڈ ہیں۔ ہم گرفتہ ہائڈرائڈ کو مزید تین قسموں میں درجہ بند کیا گیا ہے۔ ٹھیک مقدار کے الکٹران (electron precise) ($CH_4, C_2H_6, SiH_4, GeH_4$)، الکٹران کی کمی (electron deficient) (B_2H_6) اور الکٹران سے بھرپور (electron rich) (NH_3, H_2O)۔ چونکہ اکثر ہم گرفتہ ہائڈرائڈ میں نمایاں، چھوٹے سالمے ہوتے ہیں، جن میں نسبتی طور پر کمزور دروں سالمی قوتیں پائے جاتے ہیں۔ یہ عام طور پر گیس یا طیران پذیر مائع ہیں۔

دھاتی (سوراخوں میں سمانے والے) ہائڈرائڈ (Metallic (Interstitial) Hydride)

دھاتی ہائڈرائڈ عام طور پر دھاتوں اور بھرتوں کے ہائڈروجنانے (hydrogenation) سے بنتے ہیں، جن میں ہائڈروجن (سوراخوں) گڑھوں میں سما جاتے ہیں۔ ہائڈرائڈ، ان کے آبائی دھات ہی کی طرح برتاؤ کرتے ہیں۔ لہٰذا ان کو سوراخوں میں سمانے والے ہائڈرائڈ کہتے ہیں۔ ان کو دھاتی ہائڈرائڈ بھی کہتے ہیں۔ اکثر ہائڈرائڈ غیر تناسب پیمائی (non-stoichiometric) میں ہوتے ہیں، جن کی ترکیب میں اختلاف ہوتا ہے۔

($TiH_{1.5-1.8}$) اور ($PdH_{0.6-0.8}$)

بعض بالکل ہلکے اور حرارتی طور پر غیر قیام پذیر ہوتے ہیں، جو انہیں ہائڈروجن کو ذخیرہ کرنے کے لئے استعمال ہوتے ہیں۔ برق مثبت دھاتیں اور بعض دیگر دھاتیں MH کی تناسب پیمائی میں ہائڈرائڈ بناتے ہیں یا بعض اوقات MH_2 کی طرح بناتے ہیں، جس میں (M = Ti, Zr, Hf, V, Zn)

4.9 ہائڈروجن بندش (Hydrogen bonding)

ہائڈروجنی بندش، کیمیائی اور حیاتیاتی سائنس میں ہونے والا ایک بہت اہم اثر ہے۔ یہ تعاملات پروٹین اور DNA کی ساخت میں ایک اہم رول ادا کرتے ہیں۔ جب ہائڈروجن کا ایک جوہر (H)

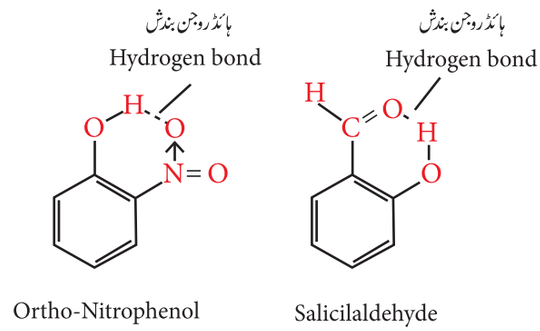
11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:12 PM

فلورین(F) یا آکسیجن(O) جیسے ایک اعلیٰ برق منفی جوہر سے ہم گرفتہ بندش سے بندھا ہوا ہوتا ہے تو وہ بندش قطبیت پاتی ہے۔ (Polarised)۔ اس اثر کی وجہ سے قطبیت رکھنے والا ہائڈروجن اس کے اطراف کے ماحول میں میں ایک اور برق منفی جوہری کے ساتھ ایک کمزور سکوں برق تعامل کرتا ہے۔ اس تعلق کو ہائڈروجن بندش (20-50 kJ mol–1) کہا جاتا ہے اور اس کو نقطوں کی لکیر (.....) (Dotted line) سے نمائندگی کی جاتی ہے۔

ہم گرفتہ بندش کی بہ نسبت یہ کمزور ہے (<100 kJ mol^{-1})، مگر وانڈر والس کی قوتوں (>20 kJ mol^{-1}) ، سے طاقتور ہے۔ ہائڈروجن بندش کا اثر مختلف طبیعی خواص جیسے بخاراتی دباؤ (H_2O) اور (H_2S ، نقطہ جوش، مائع کا اختلاط (miscibility) (C_2H_5OH اور H_2O)، سطحی تناؤ، کثافت، لزوجیت (viscosity) ، بخاراتی حرارت اور پگھلاؤ، وغیرہ۔ ہائڈروجن بندش ایک سالمہ کے اندر (دروں سالمی) (intramolecular hydrogen bonding) اور ایک ہی قسم کے یا مختلف قسم کے دو سالموں کے درمیان (بروں سالمی) (Intermolecular hydrogen bonding) بھی بن سکتی ہے۔

دروں سالمی ہائڈروجن بندش

ایک اکہرے سالمے کے اندر بننے والی بندش Intra molecular hydrogen bonding ہے۔



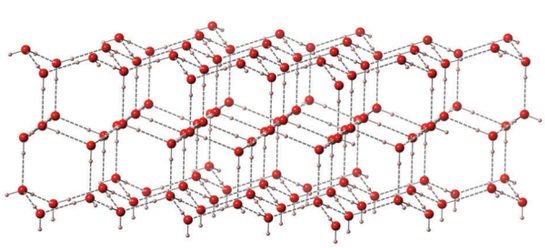
خاکہ 4.6 دروں سالمی ہائڈروجنی بندش

بروں سالمی ہائڈروجن بندش
(Intermolecular hydrogen bond)

دو الگ الگ سالموں کے درمیان بروں سالمی ہائڈروجن بندش واقع ہوتی ہے۔ وہ کتنے بھی تعداد کے ایک ہی قسم کے یا مختلف قسم کے سالموں کے درمیان واقع ہوتی ہے کہ جب تک کہ ہائڈروجن ان مقامات پر پائے جائیں، جہاں اُن میں عطا کرنے والے یا قبول کرنے کی صلاحیت ہو۔ مثال کے طور پر امونیا کے سالمے یا پانی کے سالموں یا امونیا اور پانی کے درمیان خود سے ہائڈروجن کے بروں سالمی بندش واقع ہو جاتی ہے۔

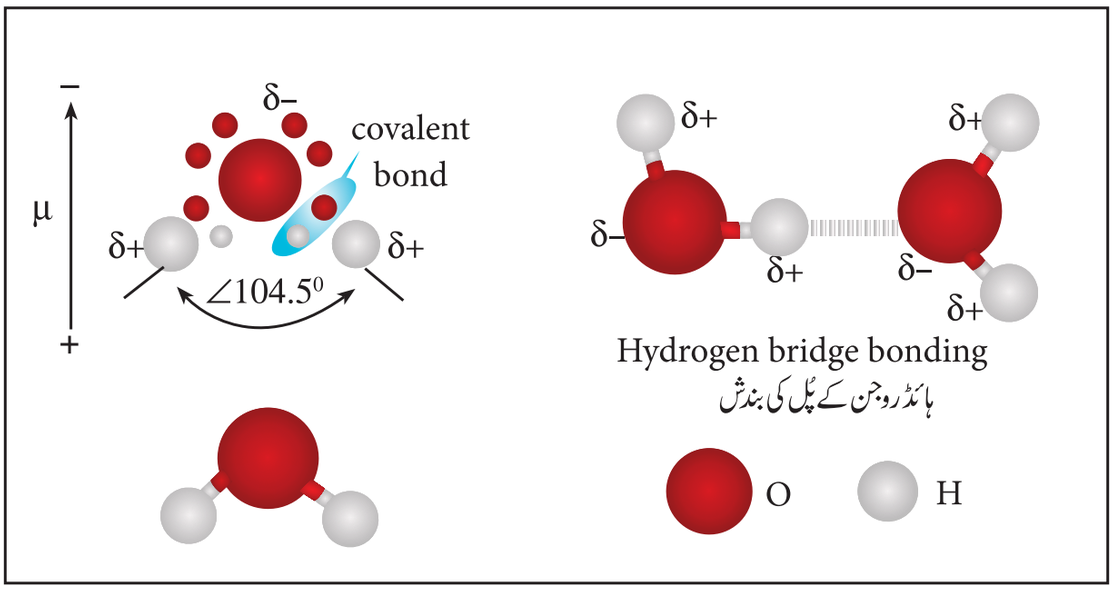
پانی کے سالمے ایک دوسرے کے ساتھ طاقتور ہائڈروجنی بندش بناتے ہیں۔ مثال کے طور پر پانی کا ہر ایک سالمہ پانی کے دوسرے چار سالموں کے ساتھ ہائڈروجنی بندش بناتا ہے۔ ان کا کم فاصلہ 100 (pm ہے، جو ہم گرفتہ بندشوں (خاکہ 4.7 a کی ٹھوس لکیروں) کی وجہ ہے اور طویل فاصلے (180 pm) ہائڈروجنی بندشوں کی وجہ سے ہے (نقطہ دار لکیروں)۔

برف میں ہر جوہر چوسطحی (tetrahedron) کی طرح چار دوسرے سالموں کے ساتھ ہائڈروجن کی بندشوں سے جڑا ہوا ہے۔ یعنی ہائڈروجن بندشوں کی موجودگی اور آکسیجن کے سالموں کے الکٹرانوں کی دو تنہا جوڑیاں (lone pairs) مل کر ایک سہ ابعادی (3D) ساخت بناتی ہے۔ یہ ترتیب ایک کھلی ساخت بناتی ہے، جو 0°C پر پانی کی کثافت کی بہ نسبت برف کی کم کثافت کا سبب ہے۔ مائع پانی میں ہائڈروجن کی بندشیں بہت زیادہ فاصلہ میں ہوتے ہیں، اس کی بہ نسبت ٹھوس برف میں ہائڈروجن کی بندشیں کم فاصلہ میں ہوتے ہیں، جو کثیف packing کا سبب بنتے ہیں۔



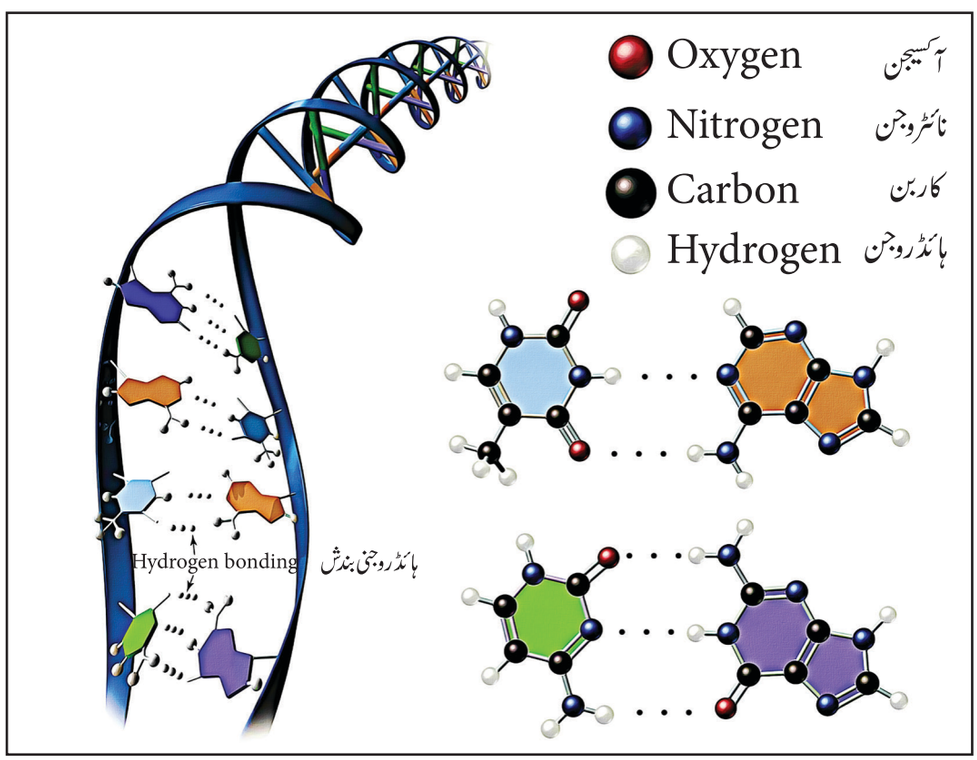
خاکہ 4.7 (a) برف کی ساخت

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:13 PM



خاکہ (b) 4.7 پانی میں ہائڈروجنی بندش

ہائڈروجن بندش نہ صرف سادہ سالموں میں واقع ہوتے ہیں، بلکہ پیچیدہ حیاتیاتی سالموں جیسے پروٹین وغیرہ میں بھی واقع ہوتے ہیں اور یہ حیاتیاتی افعال کے لئے بہت ہی اہم ثابت ہوئے ہیں۔ مثال کے طور پر ہائڈروجن کی بندشیں DNA (ڈی آکسی ریبونیوکلیک ترشہ) میں ایک اہم رول ادا کرتے ہیں، کیوں کہ یہ دومرغولہ (helical) نیوکلک ترشہ کی زنجیروں سے بنے ہوئے ہیں۔



خاکہ 4.8 DNA کے سالموں میں ہائڈروجنی بندش

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:15 PM

Significant developments related to hydrogen

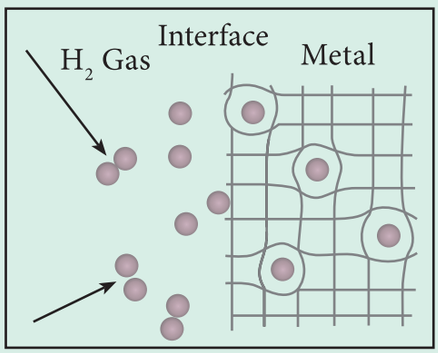
1670	Robert Boyle produced flammable gas by reacting metals with acid.
1700	Nicolas Lemery showed that the gas produced in the sulphuric acid/iron reaction was explosive in air.
1766	Henry Cavendish, discovered of hydrogen by reacting zinc metal with hydrochloric acid and isolated a gas.
1780	Felice Fontana discovered the water-gas shift reaction
1783	Antoine Lavoisier named the element hydrogen (Greek meaning – water former).
1800	William Nicholson and Anthony Carlisle decomposed water into hydrogen and oxygen by electrolysis.
1801	Humphrey Davy discovered the concept of the Fuel Cell.
1806	François I. de Rivaz built the first internal combustion engine powered by a mixture of hydrogen and oxygen.
1811	Humphrey Davy discovered gas hydrates ($Cl_2 \cdot 7H_2O$).
1818	J.L. Thenard recognized and prepared hydrogen peroxide from BaO_2.
1834	Michael Faraday published Faraday's laws of electrolysis
1866	T. Graham discovered solubility/ absorption of hydrogen on palladium.
1897	Paul Sabatier facilitated the use of hydrogenation with the discovery of the Sabatier reaction.
1898	James Dewar liquefied hydrogen.
1909	S.P.L. Sorensen introduced the pH scale for hydrogen ion concentration.
1910	Fritz Haber patented the Haber process.
1913	Niels Bohr explained the Rydberg formula for the spectrum of hydrogen by imposing a quantization condition on classical orbits of the electron in hydrogen
1924	R. Mecke discovered ortho- and para-hydrogen.
1931	Harold C. Urey discovered deuterium.
1932	Harold C. Urey discovered heavy water
1932	L.P. Hammett proposed acidity function (H0) for very strong acids.
1934	Ernest Rutherford, Mark Oliphant, and Paul Harteck discovered tritium.
1935	Eugene Wigner and H.B. Huntington predicted metallic hydrogen.
1947	A.E. Finholt, A.C. Bond and H.I. Schlesinger discovered $LiAlH_4$ and subsequently shown to be a versatile reducing agent.
1950	V. Faltings and P. Harteckdetected first tritium in atmosphere.
1967	Akira Fujishima discovered the phenomenon of photocatalytic water decomposition.
1971	Alexandar I. Kloss and Boris I. Tsenter patented the Nickel-Hydrogen battery.
1990	Solar-Wasserstoff-Bayern, The first solar-powered hydrogen production plant became operational.
2000	Peter Toennies demonstrated superfluidity of hydrogen at 0.15 K.

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:15 PM

کیا تم جانتے ہو؟

دھاتی ہائڈرائڈ (ہائڈروجن اسفنج) (Hydrogen sponge)

bindary hydride کا بہترین مطالعہ پلیڈیم ہائڈروجن نظام (Palladium hydrogen system) میں واقع ہوتا ہے۔



ہائڈروجن، پلیڈیم کے ساتھ ایک نادر طریقہ سے جُڑ کر محدود مونو ہائڈرائڈ بناتا ہے PdH ۔ گرم کرنے پر H کا جوہر انتشار پا کر دھات کی سطح کے ساتھ جُڑ جاتا ہے اور دوبارہ جُڑ کر سالمہ ہائڈروجن بناتا ہے۔ چونکہ دوسری کوئی بھی گیس پلیڈیم کے ساتھ اس طرح کا برتاؤ نہیں کرتی، اس کو ہائڈروجن گیس کے ساتھ دیگر گیسوں کو الگ کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

$$2\ Pd\ (s) + H2\ (g) \rightarrow 2\ PdH\ (s).$$

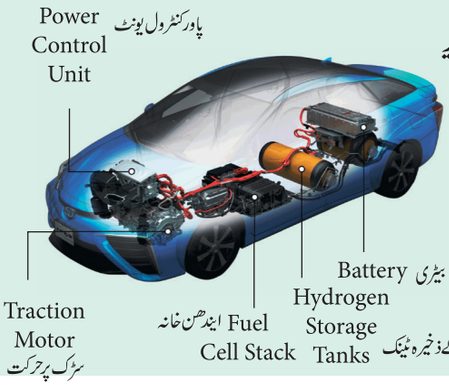
ہائڈروجن کا سالمہ فوری طور پر پلیڈیم کی سطح کو جذب کرتی ہے، جس میں وہ جوہری ہائڈروجن کے ساتھ جدا ہو کر (dissociate) جوہری ہائڈروجن (atomic hydrogen) بناتا ہے۔ جدا ہونے والے جوہر حل ہو کر، قلمی جالی (crystal lattice) کے (آٹھ سطحی یا چہار سطحی) گڑھوں (interstices or voids) کو بناتے ہیں۔

تکنیکی طور پر کیمیائی تعامل سے دھاتی ہائڈرائڈ سے بنتے ہیں، مگر یہ ایک طبیعی ذخیرہ کا طریقہ اختیار کرتے ہیں، یعنی یہ پانی کے ایک اسفنج کی طرح جذب کر کے خارج کرتے ہیں۔ اس طرح دھاتوں اور بھرتوں (alloys) میں ہائڈروجن کی رجعی جذب کاری بھی ہائڈروجن کے ذخیرہ کرنے اور رجعی بیٹریوں (rechargeable battery) میں استعمال ہوتے ہیں۔

ہائڈروجن - مستقبل کا ایندھن The Hydrogen – Future Fuel

کیا تم جانتے ہو؟

رکازی ایندھنوں کے ذخیروں کے ختم ہونے اور کرہ اشتعال ارض (global warming) کے خطرہ کی وجہ سے انسان متبادل ایندھن کی تلاش میں ہے۔ اس تعلق سے ہائڈروجن کو اکثر اس مقصد کے لئے استعمال کرنے کا متبال قرار دیا گیا ہے، کیوں کہ یہ جلنے سے کسی بھی قسم کی آلودگی پیدا نہیں کرتا۔ لہٰذا ہائڈروجن کو براہ راست ایک ایندھن کی طرح استعمال کیا جا سکتا ہے اور یہ موجودہ پٹرول/ ڈیزل/ کیروزین سے چلنے والے طاقت کے انجنوں کو بدل سکتا ہے اور براہ راست یا بلا راست آکسیجن کے ساتھ ایندھنی خانوں میں استعمال کر کے بجلی تیاری کرنے میں استعمال کیا جا سکتا ہے۔ تاہم ان کو استعمال میں بعض دشواریاں ہیں۔ ان کی تیاری میں استعمال ہونے کا خرچ بہت زیادہ ہے اور ان کی تیاری میں بھی بعض رکازی ایندھن استعمال ہوتے ہیں۔ قدرتی طور پر یہ طیران پذیر ہے اور فوری طور پر احتراق پانے (جلنے) کی وجہ سے اس کو ذخیرہ کرنے اور ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل کرنے میں مشکل پیش آتی ہے۔ بالکل چھوٹا سالمہ ہونے کی وجہ سے اس کے رسنے (leakage) کا امکان بھی زیادہ ہے۔



11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:16 PM

SUMMARY خلاصہ

ہائڈروجن ایک سادہ ترین جوہر ہے، جس میں ایک الکٹران اور ایک پروٹان پایا جاتا ہے۔ اس میں تین ایسوٹوپ، پروٹیم، ڈیوٹریم اور ٹریٹیم پائے جاتے ہیں۔ ہائڈروجن ایک گیسی دوجوہری سالمہ کی طرح پایا جاتا ہے۔ سالمہ میں دو نیوکلیائی گردش کرنے والے ہم ترکیبے پائے جاتے ہیں، جنہیں آرتھو اور پیرا ہائڈروجن کہا جاتا ہے۔ عنصری ہائڈروجن کی الکٹرانی تشکیل $1s^1$ ہے، جس کے خواص قلوی دھاتوں اور ہیلوجن جیسی ہے۔ اس کے الکٹرانی تشکیل کی وجہ سے اکثر مرکبات میں اس کی تکسیدی حالت +1 ہے اور اسے قلوی دھاتوں کے ساتھ پہلے گروپ میں رکھا گیا ہے۔

تجربہ گاہ میں ہائڈروجن کو دھاتوں کے ساتھ ترشہ کے تعامل سے تیار کیا جاتا ہے۔ صنعتی طور پر ہائڈروکاربنوں کے بخاراتی تبدیلی سے ہائڈروجن گیس تیار کی جاتی ہے۔ بھاری پانی (Heavy water) کی برق پاشیدگی سے ڈیوٹریم کو حاصل کیا جاتا ہے۔ جب کہ تابکار ٹریٹیم کو لیتھیم کا سست رفتار نیوٹرانوں کے تبدلی تعامل (transmutation) سے مرکزائی تعامل گر میں تیار کیا جاتا ہے۔

آکسیجن اور ہیلوجن جیسے ادھاتوں کے ساتھ ہائڈروجن تعامل کر کے ہائڈروجن اور ہائڈروجن ہیلائڈ بناتا ہے۔ یہ دھاتوں کے ساتھ تعامل کر کے دھاتی ہائڈرائڈ بھی بناتا ہے۔ یہ ایک بہترین تحویلی عامل کی طرح بھی کام کرتا ہے۔ ڈیوٹریم، ہائڈروجن کے ساتھ تبادلی تعامل بھی کرتا ہے۔

ٹریٹیم کی نصف مدت حیات (Half life period) 12.3 سال ہے اور یہ فوری طور پر بیٹا شعاعیں خارج کرتا ہے۔ ہائڈروجن کے اہم استعمال میں امونیا، میتھانال کی تیاری اور تیلوں کے ہائڈروجنانا اور دھاتی آکسائڈوں کی تحویل ہے۔ اس کو بطور ایندھن بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔

پانی، ہائڈروجن کا ایک اہم دورُخا (amphoteric) آکسائڈ ہے اور اسے ہمہ گیر محلل (universal solvent) کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ آکسائڈوں کی آب پاشیدگی کرتا ہے اور سوڈیم اور بیریم جیسے دھاتوں کے ساتھ دھاتی ہائڈرآکسائڈ بناتا ہے۔ کیلشیم اور میگنیشیم کے حل پذیر نمکوں کا پانی میں حل ہونے کی وجہ سے پانی سخت ہوجاتا ہے۔ کلارک کے طریقہ کو استعمال کر کے پانی کی عارضی سختی کو دور کیا جاسکتا ہے۔ پانی کی طرح ہائڈروجن کا ایک اہم آکسائڈ ہائڈروجن پرآکسائڈ ہے۔ اس کو ہلکے دافع تعفن کی طرح، کپڑوں اور کاغذ کی صنعتوں میں رنگ کٹ کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔ ہائڈروجن طاقتور برق منفیت رکھنے والے جیسے فلورین، نائٹروجن اور آکسیجن وغیرہ کے ساتھ باندھ لیتا ہے اور طاقتور برق منفیت والے جوہروں کے ساتھ سکون برقی کشش رکھتا ہے۔ اسے ہائڈروجنی بندش کہتے ہیں۔ کئی حیاتیاتی سالمے جیسے پروٹین، DNA وغیرہ میں اس قسم کے تعلقات دیکھے گئے ہیں۔

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:16 PM

EVALUATION محاسبہ

I۔ درست جواب کا انتخاب کیجئے۔

1۔ درج ذیل بیانات میں کونسا ہائڈروجن سے متعلق درست نہیں ہے؟ (NEET - 2016)

a) ہائڈروجن کا رواں H_3O^+، محلول میں آزاد طور پر پایا جاتا ہے۔

b) Dihydrogen، ایک تحویلی عامل کی طرح کام کرتا ہے۔

c) ہائڈروجن کے تین ایسوٹوپ پائے جاتے ہیں، جس میں سے ٹریٹیم سب سے اہم ہے۔

d) روانی نمکوں (ionic salts) میں ہائڈروجن مشبہ رواں کی طرح کبھی کام نہیں کرتا۔

2۔ آبی گیس یہ ہے۔

a) H_2O (g) b) $CO + H_2O$ c) $CO + H_2$ d) $CO + N_2$

3۔ آرتھو اور پیرا ڈائی ہائڈروجن سے متعلق درج ذیل میں سے کونسے بیانات درست نہیں ہیں؟

a) یہ مرکزی گردشی ہم ترکیبہ (nuclear spin isomer) ہیں۔

b) آرتھوہم ترکیبہ میں صفر مرکزی گردش پایا جاتا ہے، جب کہ پیرا ہم ترکیبہ میں ایک مرکزہ گردش پائی جاتی ہے۔

c) کم تپش پر پیرا ہم ترکیبہ عمل کرتا ہے۔

d) آرتھوہم ترکیبہ کی بہ نسبت پیرا ہم ترکیبہ کی حرارتی ایصالیت 50% زیادہ ہوتی ہے۔

4۔ روانی ہائڈرائڈ اس طرح بنتے ہیں۔

a) ہیلوجن b) چالکوجن c) جامد گیسیں d) پہلے گروپ کے عناصر

5۔ ٹریٹیم کے مرکزہ میں یہ پائے جاتے ہیں۔

a) 1p + 0 n b) 2 p + 1 n c) 1 p + 1 n d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

6۔ غیر تناسب پیمائی ہائڈرائڈ (non-stiochiometric hydrides) اس طرح تشکیل پاتے ہیں۔

a) palladium, vanadium b) carbon, nickel

c) manganese, lithium d) nitrogen, chlorine

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:16 PM

7۔ توثیق : واشنگ سوڈا کے ذریعہ پانی کی مستقل سختی (**Permanent hardness**) کو دور کیا جاتا ہے۔

سبب : سخت پانی میں موجود کیلشیم اور میگنیشیم کے حل پذیر کلورائڈ اور سلفیٹ کے ساتھ واشنگ سوڈا تعامل کرتا ہے۔

a) توثیق اور سبب دونوں صحیح ہیں، اور توثیق سبب کی صحیح وضاحت کرتا ہے۔

b) توثیق اور سبب دونوں صحیح ہیں، اور توثیق سبب کی صحیح وضاحت نہیں کرتا ہے۔

c) توثیق صحیح ہے مگر سبب غلط ہے۔

d) توثیق اور سبب دونوں غلط ہیں۔

8۔ ایک مچھلی کے جسم میں اس کی جملہ کمیت میں سے 1.2 گرام ہائڈروجن پائی جاتی ہے۔ اگر اس کے جسم کے وزن میں سے ہائڈروجن کے بجائے ڈیوٹریم میں تبدیل کر دیا جائے تو مچھلی کے جسم میں اتنا وزن بڑھے گا۔

a) 1.2 g b) 2.4 g c) 3.6 g d) $\sqrt{4.8}$ g

9۔ پانی کی سختی (**hardness of water**) کو حجمی طور پر معلوم کرنے کے لئے یہ تعامل گر استعمال کیا جاتا ہے۔

a) sodium thio sulphate b) potassium permanganate

c) hydrogen peroxide d) EDTA

10۔ پانی کی مستقل سختی (**Permanent hardness**) کا سبب یہ ہے۔

a) $Ca(HCO_3)_2$ b) $Mg(HCO_3)_2$ c) $CaCl_2$ d) $MgCO_3$

11۔ پانی کی سختی کو نرم کرنے کے لئے **Zeolite** استعمال کیا جاتا ہے، وہ اس کا آبیدہ مرکب ہے۔

a) Sodium aluminium silicate b) Calcium aluminium silicate

c) Zinc aluminium borate d) Lithium aluminium hydride

12۔ ہائڈروجن پر آکسائڈ کے ایک تجارتی نمونہ میں اس طرح لکھا گیا ہے۔ **100 volume H_2O_2** ۔ اس کا یہ مطلب ہے۔

a) 1 ml of H_2O_2 will give 100 ml O_2 at STP

b) 1 L of H_2O_2 will give 100 ml O_2 at STP

c) 1 L of H_2O_2 will give 22.4 L O_2

d) 1 ml of H_2O_2 will give 1 mole of O_2 at STP

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:17 PM

13۔ جب ہائڈروجن پرآکسائڈ کوایتھر کی موجودگی میں ترشوی پوٹاشیم ڈئی کرومیٹ کے ساتھ ہلایا جاتا ہے تو، ایتھر کی سطح نیلی ہوجاتی ہے، اس کی وجہ اس کا بننا ہے۔

a) Cr_2O_3 b) CrO_4^{2-} c) $CrO(O_2)_2$ d) اس میں سے کوئی بھی نہیں۔

14۔ 1 مول ترشوی $KMnO_4$ کو بے رنگ (decolourisation) کرنے کے لئے H_2O_2 کے درکار مول کی تعداد

a) $\frac{1}{2}$ b) $\frac{3}{2}$ c) $\frac{5}{2}$ d) $\frac{7}{2}$

15۔ 1.5 N H_2O_2 کا حجمی ارتکاز (Volume Strength) یہ ہے۔

a) 1.5 b) 4.5 c) 16.8 d) 8.4

16۔ H_2O اور H_2O_2 میں آکسیجن کے جوہر کا اختلاط (hybridisation) بالترتیب یہ ہے۔

a) sp and sp^3 b) sp and sp c) sp and sp^2 d) sp^3 and sp^3

17۔ تعامل $H_3PO_2 + D_2O \rightarrow H_2DPO_2 + HDO$ یہ ظاہر کرتا ہے کہ hypo-phosphorus acid یہ ہے۔

a) tribasic acid b) dibasic acid c) mono basic acid d) اس میں سے کوئی بھی نہیں۔

18۔ ٹھوس برف میں، آکسیجن کے جوہر اس سے گھرے ہوئے ہیں۔

a) 4 ہائڈروجن کے جوہر چوسطحی (tetrahedral) طور پر

b) 2 آکسیجن اور 4 ہائڈروجن کے جوہر آٹھ سطحی (Octahedral) طور پر

c) 2 ہائڈروجن اور 2 آکسیجن کے جوہر چوسطحی (tetrahedral) طور پر

d) 6 ہائڈروجن کے جوہر آٹھ سطحی (Octahedral) طور پر

19۔ آرتھونائٹروفینال اور p-نائٹروفینال میں موجود H- بندش کی قسم بالترتیب اس طرح ہے۔

a) بروں سالمی ہائڈروجن بندش اور دروں سالمی ہائڈروجن بندش

b) دروں سالمی ہائڈروجن بندش اور بروں سالمی ہائڈروجن بندش

c) دروں سالمی ہائڈروجن بندش اور ہائڈروجنی بندش نہیں۔

d) دروں سالمی ہائڈروجنی بندش اور دروں سالمی ہائڈروجنی بندش

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:17 PM

20۔ بھاری پانی (heavy water) کو اس لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

a) مرکزائی تعامل میں معادل گر (moderator)　　b) مرکزائی تعامل میں سرد گر (coolant)

c) (a) اور (b) دونوں　　d) ان میں سے کوئی بھی نہیں۔

21۔ پانی ایک

a) اساسی آکسائڈ ہے۔　　b) ترشوی آکسائڈ ہے۔

c) دُورُخا (amphoteric) آکسائڈ ہے۔　　d) ان میں سے کوئی بھی نہیں۔

II۔ درج ذیل میں سے مختصر جواب لکھئے۔

22۔ بتایئے کہ ہائڈروجن کو دَوری جدول میں کیوں ہیلوجن کی جگہ نہیں رکھا گیا ہے؟

23۔ ہم گرفتہ ہائڈرائڈ کی تین قسموں سے متعلق تبادلہ خیال کیجئے۔

24۔ پیشین گوئی کیجئے کہ درج ذیل ہائڈرائڈ ایک گیس ہے یا ٹھوس (a) HCl (b) NaH۔ سبب بتایئے۔

25۔ چوتھے دَور کے عناصر کے پیشین گوئی کردہ ضابطے (expected formula) لکھئے۔ ضابطے میں رجحان کیسا ہے؟ سلسلہ کے پہلے دو ممبر، دیگر ممبران سے کس طرح مختلف ہیں؟

26۔ درج ذیل تعاملات کے لئے کیمیائی مساوات لکھئے۔

i) ہائڈروجن کے ساتھ tungsten (VI) oxide کو گرم کرنے پر

ii) ہائڈروجن گیس اور کلورین گیس

27۔ درج ذیل کیمیائی تعاملات کو مکمل کیجئے اور ان کو درج ذیل کی طرح درجہ بند کیجئے۔

a) آب پاشیدگی　　b) تکسیل (redox)　　c) آبیدگی

i) $KMnO_4 + H_2O_2 \rightarrow$

ii) $CrCl_3 + H_2O \rightarrow$

iii) $CaO + H_2O \rightarrow$

28۔ ہائڈروجن پر آکسائڈ تکسیدی عامل اور تحویلی عامل دونوں کی طرح کام کرتا ہے۔ اس بیان کو مناسب مثالوں کے ساتھ سمجھایئے۔

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:17 PM

29۔ کیا بھاری پانی (Heavy water) کو پینے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے؟

30۔ water gas shift reaction کیا ہے؟

31۔ ہائڈروجن کا دَوری جدول میں مقام کے لئے جواز پیش کیجئے۔

32۔ ایسوٹوپ (ہم جا) (isotopes) کیا ہیں؟ ہائڈروجن کے ایسوٹوپ کے نام کیا ہیں ؟

33۔ بھاری پانی (heave water) کے استعمالات کیا ہیں؟

34۔ ڈیوٹریم کے تبادلی تعاملات (exchange reactions) کی وضاحت کیجئے۔

35۔ پیراہائڈروجن کو آرتھوہائڈروجن میں آپ کس طرح تبدیل کریں گے؟

36۔ ڈیوٹریم کے استعمالات بیان کیجئے۔

37۔ برق پاشیدگی کے ذریعہ ہائڈروجن کے تیاری کی وضاحت کیجئے۔

38۔ گروپ -1 کی ایک دھات (A) ، جو عام نمک میں موجود ہے، یہ (B) کے ساتھ تعامل پا کر ایک مرکب (C) بناتی ہے، جس میں ہائڈروجن 1- کی تکسیدی حالت میں پائی جاتی ہے۔ (B) ، گیس (C) کے ساتھ تعامل کر کے ہمہ گیر محلل (D) بناتا ہے۔ مرکب (D) ، (A) کے ساتھ تعامل پا کر (E) دیتا ہے، جو ایک طاقتور اساس ہے۔ D, C, B, A اور E کی شناخت کیجئے۔ تعاملات کی وضاحت کیجئے۔

39۔ ہائڈروجن کا ایسوٹوپ (A) ، ایک عنصر کے دوہری سالمے کے ساتھ تعامل کر کے ایک مرکب (B) بناتا ہے، جو دَوری جدول کے گروپ 16 اور دَور 2 میں واقع ہے، یہ مرکزائی تعامل میں بطور معادل (moderator) کام کرتا ہے۔ (A) کے ساتھ (C) جس کا سالمی ضابطہ C_3H_6 ہے، اس کے ساتھ تعامل کر کے، (D) نامی مرکب بناتا ہے۔ C, B, A اور D کی شناخت کیجئے۔

40۔ گروپ 15 کے دیگر عناصر کے ہائڈرائڈس کی بہ نسبت NH_3 کا نقطہ پگھلاؤ اور نقطہ جوش بہت زیادہ ہے۔ وضاحت کیجئے۔

41۔ آبائی دھات (parental metal) کی بہ نسبت گڑھے والے ہائڈرائڈس (Interstitial hydrides) کی کثافت کیوں کم ہوتی ہے؟

42۔ ہائڈروجن کو ذخیرہ کرنے میں دھاتی ہائڈرائڈ سے متعلق آپ کیا سمجھتے ہو ؟

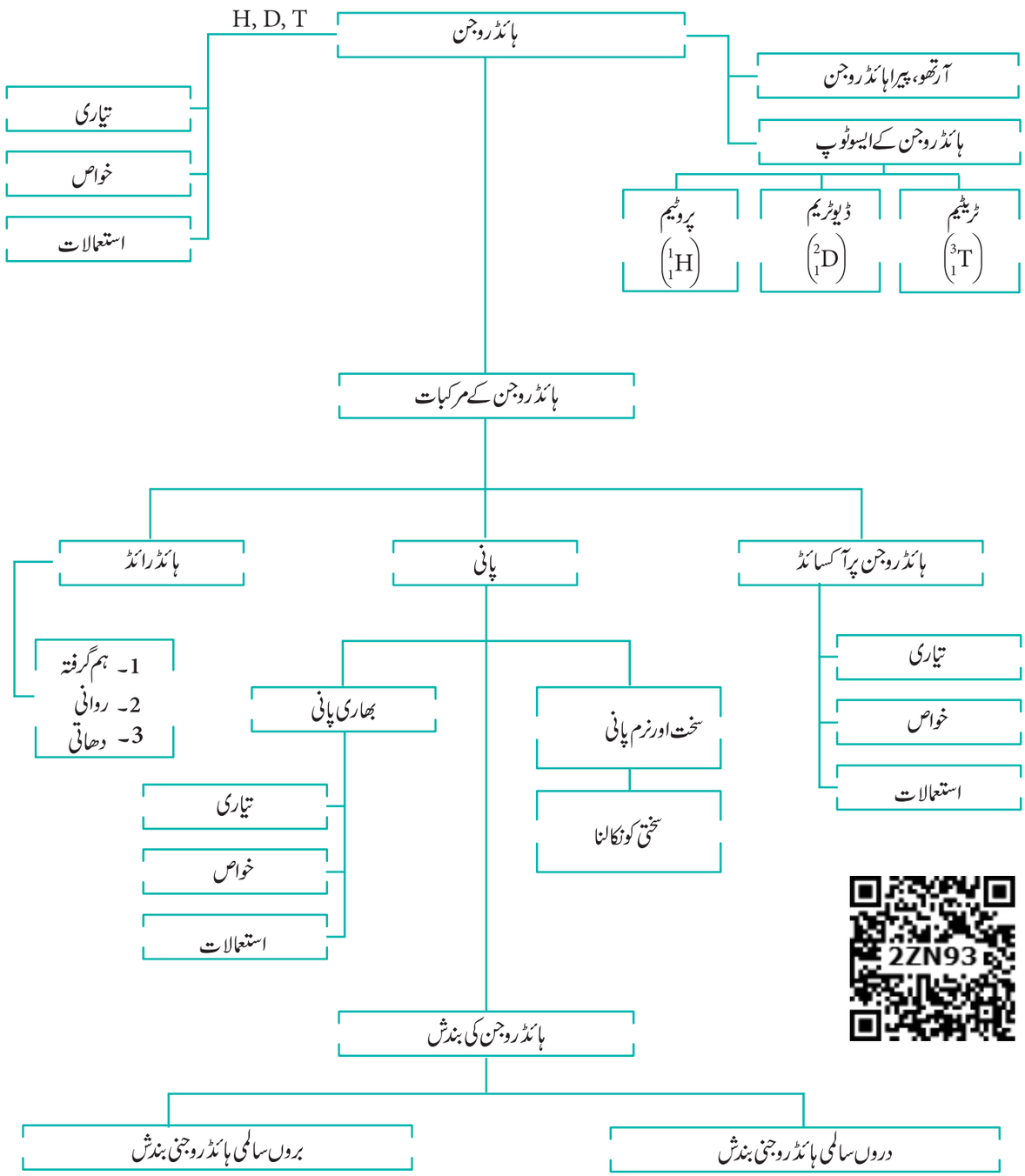
43۔ NH_3، H_2O اور HF کو ان کے ہائڈروجن بندش کے بڑھتے ہوئے رجحان (قدر) کے مطابق ترتیب دیجئے۔

44۔ H_2O اور H_2O_2 کی ساختوں کا موازنہ کیجئے۔

11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:17 PM

نظریاتی نقشہ

CONCEPT MAP



11 chem vol-1 unit 4 hydrogen
Wednesday, August 31, 2022 1:11:18 PM

5 اکائی

قلوی اور قلوی خاکی دھاتیں (Alkali and Alkaline Earth Metals)

سیکھنے کے مقاصد

اس اکائی کو پڑھنے کے بعد طلباء اس قابل ہو جائیں گے۔

- قلوی دھاتوں اور قلوی خاکی دھاتوں کے خواص کی وضاحت کر سکیں گے۔
- Li اور Be کے غیر معمولی خواص کا اعتراف کر سکیں گے۔
- قلوی دھاتوں اور قلوی خاکی دھاتوں کے استعمالات بیان کر سکیں گے۔
- قلوی دھاتوں اور قلوی خاکی دھاتوں کے مرکبات کے عام خواص کی وضاحت کر سکیں گے۔
- سوڈیم، پوٹاشیم، میگنیشیم اور کیلشیم کی حیاتیاتی اہمیت کو جان سکیں گے۔
- کیلشیم آکسائڈ، کیلشیم ہائڈراکسائڈ، جپسم اور پلاسٹر آف پیرس کی تیاری، خواص اور استعمالات کی وضاحت کرنا۔

Rock salt پتھر کا نمک (نمک سیاہ)

Sylvite سلوائٹ

Spodumene اسپوڈومین

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:50 AM

5.1 s- بلاک عناصر (s - Block elements)

جدید دَوری جدول کے گروپ 1 اور 2 میں پائے جانے والے عناصر s- بلاک عناصر کہلاتے ہیں۔ ان دو گروپوں میں پائے جانے والے عناصر کو عام طور پر قلوی اور قلوی خاکی دھاتیں کہا جاتا ہے۔ اس اکائی میں ہم ان کے خواص، استعمالات، اہم مرکبات اور حیاتیاتی اہمیت سے متعلق معلومات حاصل کر سکیں گے۔

5.2 قلوی دھاتیں

لفظ alkali، عربی لفظ القلی سے لیا گیا ہے، جس کا مطلب پودوں کی راکھ ہے۔ یہ ان اشیاء کا اصلی ذریعہ ہے۔ پودے کی جلی ہوئی راکھ جسے پوٹاش کہتے ہیں، اس کے آبی عرق کا اہم جز potassium carbonate ہوتا ہے۔ قلوی دھاتوں کے گروپ میں یہ عناصر پائے جاتے ہیں۔ Lithium، sodium، potassium، rubidium، caesium اور francium۔ یہ تمام دھاتیں ہیں جو عام طور پر نرم اور بہت زیادہ متعامل پذیر ہیں۔ یہ آکسائڈ اور ہائڈراکسائڈ بناتے ہیں، اور ان مرکبات کی نوعیت اساسی ہے۔

5.2.1۔ قلوی دھاتوں کے عام خواص

قلوی دھاتیں عام طور پر اعلیٰ متعامل پذیر ہیں اور قدرت میں یہ ان کے مرکبات کے طور پر پائے جاتے ہیں۔ Rubidium اور caesium دیگر قلوی دھاتوں کے ساتھ بالکل تھوڑی مقدار میں (minute) پائے جاتے ہیں۔ Francium تابکار ہے اور یہ قدرت میں آزادانہ طور پر نہیں پایا جاتا۔ Francium اعلیٰ تابکار عنصر ہے اور اس کے سب سے زیادہ قائم رہنے والے ایسوٹوپ کی نصف مدت حیات (Half life period) صرف 21 منٹ ہے۔

جدول 5.1 بعض اہم قلوی دھاتوں کا پایا جانا اور ان کے ذرائع

عناصر Elements	زمین کے قشر میں پایا جانا Abundance in earth crust (%)	نسبتی طور پر پایا جانا Relative Abundance	معدنی ذرائع Mineral source
Lithium	0.0018	35	Spodumene [$LiAl(SiO_3)$]
Sodium	2.27	7	Rock Salt [NaCl]
Potassium	1.84	8	Sylvite [KCl]
Rubidium	0.0078	23	کوئی مناسب ذریعہ نہیں ہے (لیتھیم کی تیاری کے دوران حاصل ہوتا ہے۔)
Cesium	0.00026	46	

خاکہ 5.1 قلوی دھاتیں، Li، Na اور K کو تیل میں محفوظ کیا جاتا ہے

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:50 AM

الکٹرانی تشکیل (Electronic configuration)

قلوی دھاتوں کی عام گرفتی خول کی الکٹرانی تشکیل ns^1 ہے، جس میں n دَوری عدد کو ظاہر کرتا ہے۔

جدول 5.2 قلوی دھاتوں کی الکٹرانی تشکیل

عنصر Element	علامت Symbol	جوہری عدد Atomic No.	الکٹرانی تشکیل Electronic configuration
Lithium	Li	3	$[He]2s^1$
Sodium	Na	11	$[Ne]3s^1$
Potassium	K	19	$[Ar]4s^1$
Rubidium	Rb	37	$[Kr]5s^1$
Caesium	Cs	55	$[Xe]6s^1$
Francium	Fr	87	$[Rn]7s^1$

عام تکسیدی حالت

یہ تمام عناصر اعلیٰ برق مثبت والے ہوتے ہیں۔ یہ اپنے گرفتی الکٹران کو فوری طور پر کھو کر اکہرے گرفتی (M^+) مثبر واں بناتے ہیں۔ قلوی دھاتوں کی صرف ایک تکسیدی حالت یعنی +1 ہوتی ہے۔

جوہری اور روانی نصف قطریں (Atomic and ionic radii)

چونکہ یہ ہر دَور کا پہلا عنصر ہے، اس کے بعد کے دَوروں میں اوپر سے نیچے کی طرف اترنے پر قلوی دھاتوں کے جوہری اور روانی قطریں بالترتیب بڑھتے جاتے ہیں۔ اوپر سے نیچے کی طرف اترنے پر خول کی تعداد بڑھنے کی وجہ سے جوہری اور روانی نصف قطر بڑھتے چلے جاتے ہیں۔ اکہرے گرفت والے رواں (M^+) اُس کے آبائی جوہر یعنی اوپر کے جوہر چھوٹے ہوتے جاتے ہیں۔

جدول 5.3 قلوی دھاتوں کے طبیعی خواص

Physical property طبیعی خواص	Li	Na	K	Rb	Cs
Atomic radius / Metallic radius (Å) جوہری نصف قطر/ دھاتی نصف قطر	1.52	1.86	2.27	2.48	2.65
Ionic radius (Å) روانی نصف قطر	0.76	1.02	1.38	1.52	1.67
Melting point (^{0} C) نقطۂ پگھلاؤ	181	98	63	39	28.5
Boiling point (^{0} C) نقطۂ جوش	1347	881	766	688	705
First ionization enthalpy (kJ mol^{-1}) پہلی روانی انتھالپی	520.2	495.8	418.8	403.0	375.7
Electronegativity (Paulings scale) برق منفیت (پالنگ کا پیمانہ)	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7
Density (g cm^{-3}) کثافت	0.54	0.97	0.86	1.53	1.90
Standard potential E^0 for M^+/M (V) M^+/M(V) کے لئے معیاری قوہ	-3.04	-2.71	-2.92	-2.93	-2.93
Hydration enthalpy (kJ mol^{-1}) آبیدگی کی انتھالپی	-506	-406	-330	-310	-276

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:50 AM

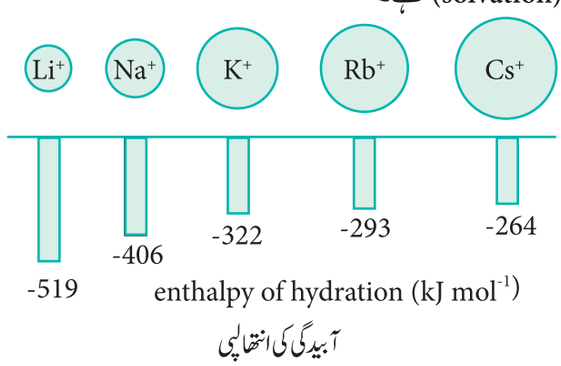
روانی انتھالپی (Ionisation energy)

دَور میں موجود دیگر دھاتوں کی بہ نسبت قلوی دھاتوں میں کم ترین روانی انتھالپی پائی جاتی ہے۔ جب ہم گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف اترتے ہیں تو جوہری جسامت کے بڑھنے کی وجہ سے روانی انتھالپی کم ہونے لگتی ہے۔ اس کے ساتھ اندرونی خولوں کی تعداد بھی بڑھتی ہے، جس کی وجہ سے اسکریننگ اثر (screening effect) کی حدت بڑھ جاتی ہے۔ اس لئے گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف روانی انتھالپی کم ہونے لگتی ہے۔

قلوی دھاتوں کی دوسری روانی انتھالپیاں بہت زیادہ ہوتی ہیں۔ قلوی دھاتوں کے مثبر وانوں میں سے مزید ایک الکٹران کو خارج کرنا بہت مشکل ہے، کیوں کہ اکہری گرفت والے مثبر واں، بالکل جامد گیسوں کی طرح اُن کے بیرون ترین خول مکمل ہوتے ہیں۔ چنانچہ قیام پذیر الکٹرانی تشکیل، جو پہلے سے پا چکی ہے، اس میں سے مزید ایک الکٹران کو نکالنا بہت مشکل ہے۔

آبیدگی کی انتھالپی (Hydration enthalpy)

گروپ I کے دوسرے عناصر کے نمکوں کی بہ نسبت لیتھیم کے نمک زیادہ حل پذیر ہوتے ہیں۔ مثال : $NaClO_4$ کی بہ نسبت $LiClO_4$ ، 12 گُنا زیادہ حل پذیر ہے۔ $LiClO_4$ کی بہ نسبت $KClO_4$ ، $RbClO_4$ اور $CsClO_4$ کی حل پذیری صرف 10^{-3} مرتبہ ہے۔ Li کے نمکوں کے اعلیٰ حل پذیری کی وجہ Li^+ کے رواں کی طاقتور محلیدگی (حل پذیری کی صلاحیت) (solvation) ہے۔



آبیدگی کی انتھالپی

خاکہ 5.2 قلوی دھاتوں کے آبیدگی کی انتھالپی

برق منفیت (Electronegativity)

دَور میں موجود دیگر دھاتوں کی بہ نسبت قلوی دھاتوں میں کم برق منفیت پائی جاتی ہے۔ جب وہ دیگر عناصر کے ساتھ تعامل کرتے ہیں تو وہ عام طور پر روانی مرکبات پیدا کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر وہ ہیلوجن کے ساتھ تعامل پا کر روانی ہیلائڈ بناتے ہیں۔

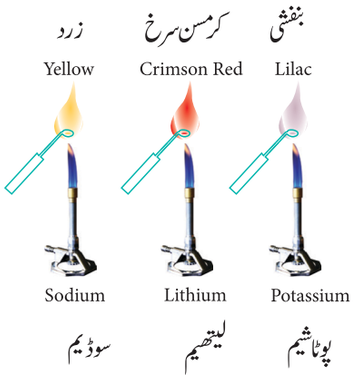
شعلہ کا رنگ اور ان کے طیف (Flame colour and the spectra)

جب قلوی دھاتوں کو مرتکز ہائڈروکلورک ترشہ میں بھگو کر پلاٹینم کی تار پر رکھ کر شعلہ میں جلایا جاتا ہے تو وہ درج ذیل کی رنگ کے شعلے پیدا کرتے ہیں۔

جدول 5.4 شعلہ کے رنگ اور موجی طول

Element عنصر	Colour رنگ	Wavelength موجی طول (nm)
Lithium	کرمسن سرخ	670.8
Sodium	زرد	589.2
Potassium	بنفشی	766.5
Rubidium	سرخ بنفشی	780.0
Caesium	نیلا	455.5

شعلہ کی حرارت گرفتی الکٹران کو مشتعل (excites) کر کے اعلیٰ توانائی کی سطح تک لے جاتا ہے۔ جب وہ واپس اپنی اصلی سطح پر واپس آجاتی ہے تو افزود توانائی روشنی کی طرح خارج ہوتی ہے۔ مرئی علاقہ میں اس کا موجی طول اوپر کی جدول میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 5.3 قلوی دھاتی نمکوں کے شعلوں کا رنگ

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:51 AM

5.2.2 لیتھیم کی امتیازی خصوصیت (Distinctive behaviour of lithium)

Li^+ رواں کی امتیازی خصوصیت، اس کی سب سے چھوٹی جسامت، اعلیٰ قطبی طاقت، اعلیٰ آبیدگی کی توانائی اور d- مداریوں کی غیر موجودگی ہے۔

جدول 5.5 لیتھیم کا اس گروپ کے دیگر عناصر کے خواص کا موازنہ

لیتھیم	اس خاندان کے دیگر عناصر
سخت، اعلیٰ نقطہ پگھلاؤ اور نقطہ جوش	نرم اور کم نقطہ پگھلاؤ اور نقطہ جوش
کم ترین تعامل پذیر (مثال کے طور پر یہ آکسیجن کے ساتھ تعامل کر کے بڑی مشکل کے ساتھ عام آکسائڈ، پرآکسائڈ اور اعلیٰ آکسائڈ بنتے ہیں اور یہ غیر قیام پذیر ہیں۔	اعلیٰ تعامل پذیر
نائٹروجن کے ساتھ تعامل پا کر Li_3N بناتے ہیں۔ $6Li + N_2 \rightarrow 2Li_3N$	کوئی تعامل نہیں ہوتا
برومین کے ساتھ سست تعامل کرتا ہے۔	بہت زیادہ تعامل کرتا ہے۔
کاربن کے ساتھ براہ راست روانی کاربائڈ بناتے ہیں۔ مثال کے طور پر: $2Li + 2C \rightarrow Li_2C_2$	کاربن کے ساتھ براہ راست تعامل نہیں کرتے، مگر کاربن کے مرکبات کے ساتھ براہ راست تعامل کرتے ہیں۔ $2Na + C_2H_2 \rightarrow Na_2C_2 + H_2$
لیتھیم نائٹریٹ تحلیل ہو کر آکسائڈ دیتے ہیں۔	تحلیل پا کر نائٹرائٹ (Nitrite) دیتے ہیں۔

خاکہ 5.6 لیتھیم اور میگنیشیم کے درمیان مشابہت

شمار عدد	خواص
1	ان کے بالترتیب گروپ کے عناصر کی بہ نسبت لیتھیم اور میگنیشیم دونوں سخت ہیں۔
2	لیتھیم اور میگنیشیم، پانی کے ساتھ آہستہ سے تعامل کرتے ہیں۔ ان کے آکسائڈ اور ہائڈراکسائڈ بھی کم حل پذیر ہیں اور ان کے ہائڈراکسائڈ گرم کرنے پر تحلیل پاتے ہیں۔
3	نائٹروجن کے ساتھ امتزاج (Combination) پا کر دونوں نائٹرائڈ بناتے ہیں۔ Li_3N اور Mg_3N_2
4	یہ سوپر آکسائڈ نہیں دیتے۔ یہ صرف آکسائڈ دیتے ہیں۔ Li_2O اور MgO
5	لیتھیم اور میگنیشیم کے کاربونیٹ، گرم کرنے پر تحلیل پا کر بالترتیب ان کے آکسائڈ اور CO_2 بناتے ہیں۔
6	لیتھیم اور میگنیشیم اُن کے کاربونیٹ نہیں بناتے۔
7	LiCl اور $MgCl_2$ دونوں ایتھنال میں حل پذیر ہیں اور دونوں نم گیر (deliquescent) ہیں۔ یہ اُن کے آبی محلول سے ہائڈریٹ کی قلمیں بناتے ہیں۔ $LiCl.2H_2O$ اور $MgCl_2.8H_2O$

وتری تعلق (Diagonal relationship)

گروپ 1 کے پہلے ممبر (Li) اور گروپ 2 کے دوسرے ممبر (Mg) کے درمیان مشابہت کو وتری تعلق کہا جاتا ہے۔ یہ اُن کے مشابہ جسامت کی وجہ سے ہے۔ ($r_{Li^+} = 0.766$ Å اور $r_{Mg^{2+}} = 0.72$ Å)

اور مشابہ برق منفیت کی قیمتیں (Li = 1.0; Mg = 1.2) ہیں۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:51 AM

5.2.3 قلوی دھاتوں کے کیمیائی خواص

قلوی دھاتیں اعلیٰ کیمیائی تعامل کو ظاہر کرتے ہیں۔ قلوی دھاتوں کی تعامل پذیری Li سے Cs کی طرف بڑھتی چلی جاتی ہے۔ چونکہ روانی توانائی گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف کم ہوتی جاتی ہے۔ تمام قلوی دھاتیں، آکسیجن اور ہیلوجن جیسے زیادہ برق منفیت رکھنے والے عناصر کے ساتھ زیادہ تعامل پذیر ہیں۔ قلوی دھاتوں کے بعض کیمیائی خواص کی وضاحت نیچے دی گئی ہے۔

آکسیجن کے ساتھ تعامل

تمام قلوی دھاتیں ہوا یا آکسیجن کے ساتھ بہت زیادہ جل کر ان کی سطح پر آکسائڈ بناتے ہیں۔ Li صرف مونا کسائڈ بناتے ہیں، سوڈیم اپنے مونا کسائڈ اور پرآکسائڈ بناتے ہیں۔ دیگر عناصر مونا کسائڈ، پرآکسائڈ اور سوپرآکسائڈ بناتے ہیں۔ یہ آکسائڈ اپنی فطرت میں اساسی ہیں۔

$4\,Li + O_2 \longrightarrow 2Li_2O$ (simple oxide) (سادہ آکسائڈ)

$2\,Na + O_2 \longrightarrow Na_2O_2$ (peroxide) (پرآکسائڈ)

$M + O_2 \longrightarrow MO_2$ (superoxide) (سوپرآکسائڈ)
(M= K, Rb,Cs)

ہائڈروجن کے ساتھ تعامل

تمام قلوی دھاتیں ہائڈروجن کے ساتھ 673 K پر تعامل کرکے (1073 K پر لیتھیم) بالترتیب ان کے ہائڈرائڈ بناتے ہیں۔ ہائڈروجن کے ساتھ قلوی دھاتوں کی تعامل پذیری Li سے Cs کی طرف کم ہوتی جاتی ہے۔

$$2M + H_2 \longrightarrow 2\,M^+H^-$$
(M = Li, Na, K, Rb, Cs)

ہائڈرائڈ کے روانی خواص Li سے Cs کی طرف بڑھتی جاتی ہے اور ان کی قیام پذیری کم ہوتی جاتی ہے۔ ان کے ہائڈرائڈ طاقتور تحویلی عامل کی طرح کام کرتے ہیں اور گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف ان کی تحویلی طاقت بڑھتی چلی جاتی ہے۔

ہیلوجن کے ساتھ تعامل

قلوی دھاتیں، ہیلوجن کے ساتھ فوری طور پر امتزاج (combine) پاکر ان کے روانی ہیلائڈ MX بناتے ہیں۔ قلوی دھاتوں کا ہیلوجن کے ساتھ تعامل پذیری گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف بڑھتی ہے۔ اس کا سبب ان کی روانی انتھالپی کا کم ہونا ہے۔

$$2M + X_2 \longrightarrow 2\,MX$$
(M= Li, Na, K, Rb, Cs) (X= F, Cl, Br, I)

تمام دھاتی ہیلائڈ، روانی قلمیں (ionic crystals) ہیں۔ تاہم Lithium iodide ، ہم گرفتہ خاصیت ظاہر کرتی ہے، کیوں کہ لیتھیم کا سب سے چھوٹا مثبر واں، ایوڈائڈ کے منفر واں پر زیادہ قطبی طاقت (polarising power) ڈالتا ہے۔ ساتھ ہی ایوڈائڈ کا رواں، جو بہت بڑا ہے، یہ Li^+ رواں کی وجہ سے بہت زیادہ قطبیت پاتا ہے۔

مائع امونیا کے ساتھ تعامل

قلوی دھاتیں مائع امونیا میں حل ہوکر گہرا نیلا محلول دیتے ہیں، جن کی فطرت ایصالی (Conducting) ہوتی ہے۔ ان کی ایصالی فطرت بالکل ان کے خالص دھاتوں کی ایصالیت کی طرح ہوتی ہے۔ (Hg کی نوعی ایصالیت $10^4\ \Omega^{-1}$ اور مائع امونیا میں سوڈیم کی ایصالیت $0.5\times10^4\ \Omega^{-1}$ ہے)۔ یہ اس لئے ہوا ہے کہ قلوی دھاتی جوہر فوری طور پر امونیا میں اپنے گرفتی الکٹران کو کھو دیتا ہے۔ مثبر واں اور الکٹران دونوں امونیائی (Ammoniate) ہوکر امونیائی مثبر واں اور امونیائی الکٹران بناتے ہیں۔

$$M + (x + y)NH_3 \rightarrow$$
$$[M(NH_3)_x]^+ + [e(NH_3)_y]^-$$

محلول کے نیلے رنگ کی وجہ امونیائی الکٹران ہے، جو مرئی روشنی کے علاقے میں توانائی کو جذب کرتا ہے اور محلول کو نیلا رنگ دیتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:52 AM

یہ محلول مقناطیس پسند (Paramagnetic) ہے۔اور یوں ہی رکھ چھوڑنے پر ہائڈروجن گیس خارج کرتے ہیں، جس کے نتیجے میں ایک amide بنتا ہے۔

$$M^{+} + e^{-} + NH_3 \rightarrow MNH_2 + \tfrac{1}{2}H_2$$

مرتکز محلول میں نیلا رنگ، کانسی کے رنگ (bronze) میں تبدیل ہوجاتا ہے اور یہ غیر مقناطیس پسند (diamagnetic) بن جاتا ہے۔

پانی کے ساتھ تعامل

قلوی دھاتیں پانی کے ساتھ تعامل پر ان کے نظیری ہائڈرا کسائڈ بناتے ہیں اور ہائڈروجن خارج کرتے ہیں۔

$$2\,Li + 2\,H_2O \rightarrow 2\,LiOH + H_2$$

یہ الکحل اور alkynes کے ساتھ تعامل پاتے ہیں، جس میں محرک ہائڈروجن (active hydrogen) پایا جاتا ہے۔

$$2\,Na + 2\,C_2H_5OH \rightarrow 2\,C_2H_5ONa + H_2$$

$$H\text{-}C \equiv C\text{-}H \xrightarrow{Na} H\text{-}C \equiv C\text{-}Na \xrightarrow{Na} Na\text{-}C \equiv C\text{-}Na$$

تحویلی کارروائی

قلوی دھاتیں فوری طور پر اپنے گرفتی الکٹران کو کھو دیتے ہیں۔ لہٰذا یہ اچھے تحویلی عاملوں کی طرح کام کرتے ہیں۔

$$M_{(s)} \rightarrow M^{+}_{(g)} + e^{-}$$

کاربن کے ساتھ تعامل

Lithium براہ راست کاربن کے ساتھ تعامل کر کے روانی مرکبات lithium carbide بناتے ہیں۔ دیگر دھاتیں کاربن کے ساتھ براہ راست مرکبات نہیں بناتے۔ تاہم جب ان کو acetylene جیسے مرکبات کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے تو acetelydes بناتے ہیں۔

$$2\,Li + 2C \rightarrow Li_2C_2$$

5.2.4 قلوی دھاتوں کے استعمالات

i۔ لیتھیم دھات کو کارآمد بھرتیں (useful alloys) بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر جست (Pb) (Lead) کے ساتھ ملا کر white metal سفید دھات بنائی جاتی ہے، جسے موٹر کے انجنوں کے بیرنگ بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔ الومینیم کے ساتھ شامل کر کے ہوائی جہاز کے پُرزے بنائے جاتے ہیں اور میگنیشیم کے ساتھ حفاظتی بکتر بند گاڑی کی تختیاں (armour plates) بنائی جاتی ہیں۔ اس کو حرحراتی تعامل میں استعمال کیا جاتا ہے۔

ii۔ لیتھیم کو برقیمیائی خانوں (Elelctrochemical cells) کی تیاری میں بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

iii۔ سوڈیم کو Na/Pb کی بھرت بنانے، اور $Pb(Et)_4$ اور $Pb(Me)_4$ بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔

iv۔ مائع سوڈیم دھات کو fast breeder nuclear reactor میں بطور سرد گر (coolent) استعمال کیا جاتا ہے۔

v۔ حیاتیاتی نظام میں پوٹاشیم بہت ہی اہم رول ادا کرتا ہے۔ پوٹاشیم کلورائڈ کو بطور کیمیائی کھاد استعمال کیا جاتا ہے۔

vi۔ پوٹاشیم ہائڈرا کسائڈ کو نرم صابن بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کو کاربن ڈائی آکسائڈ کے جذب کار (absorbent) کے طور پر بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

vii۔ ضیا برقی خانوں (photo electric cells) کی تیاری میں Caesium استعمال ہوتا ہے۔

5.3۔ قلوی دھاتوں کے مرکبات کی عام خصوصیات

قلوی دھاتوں کے تمام مرکبات کی نوعیت عام طور پر روانی ہوتی ہے۔ ان کے مرکبات کے بعض عام خصوصیات درج ذیل ہیں۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:52 AM

آکسائڈ اور ہائڈراکسائڈ

(Oxides and Hydroxides)

افزود (excess) ہوا میں قلوی دھاتوں کو گرم کرنے پر قلوی دھاتیں M_2O جیسا عام ضابطہ رکھتے ہیں۔ یہ پانی کے ساتھ تعامل کر کے نظیری ہائڈراکسائڈ بناتے ہیں، جن کی نوعیت اساسی ہوتی ہے۔

$$M_2O + H_2O \rightarrow 2\ MOH$$

لیتھیم کے سوا، تمام قلوی دھاتیں عام آکسائڈ کے ساتھ ساتھ افزود ہوا کے ساتھ پرآکسائڈ بھی بناتے ہیں۔ یہ پرآکسائڈ، پانی کے ساتھ تعامل پا کر ہائڈراکسائڈ اور H_2O_2 بناتے ہیں۔

$$M_2O_2 + 2\ H_2O \rightarrow 2MOH + H_2O_2$$

(M = Na, K, Rb, Cs)

لیتھیم اور سوڈیم کے سوا، دیگر تمام قلوی دھاتیں سوپرآکسائڈ بناتے ہیں۔ یہ سوپرآکسائڈ، پانی کے ساتھ تعامل کر کے اساسی ہائڈراکسائڈ بناتے ہیں۔

$$2\ MO_2 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ MOH + H_2O_2 + O_2$$

(M = K, Rb, Cs)

مناسب حالات میں M_2O، M_2O_2 یا MO_2 جیسے مرکبات بھی تیار کئے جاسکتے ہیں۔

آکسائڈ اور ہائڈراکسائڈ کے خواص

خالص حالت میں آکسائڈ اور پرآکسائڈ بے رنگ ہوتے ہیں، مگر سوپرآکسائڈ زرد یا نارنجی رنگ کے ہوتے ہیں۔ پرآکسائڈ عرض مقناطیسی (diamagnetic) ہوتے ہیں، جب کہ سوپر آکسائڈ مقناطیس پسند (paramagnetic) ہوتے ہیں۔ سوڈیم پرآکسائڈ کو وسیع طور پر تکسیدی عامل کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔ ان کے آکسائڈ کو پانی کے ساتھ تعامل کر کے حاصل ہونے والے ہائڈراکسائڈ سفید رنگ کے قلمی ٹھوس ہوتے ہیں۔ قلوی دھاتی ہائڈراکسائڈ طاقتور اساس ہیں۔ شدید آبیدگی کی وجہ سے یہ پانی میں حل ہوتے وقت حرارت خارج کرتے ہیں۔

ہیلائڈس

قلوی دھاتوں کے ہیلائڈس MX، (X=F , Cl, Br, I) بے رنگ قلمی ٹھوس ہیں، جن کا نقطہ پگھلاؤ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ ان کو ان کے آکسائڈ، ہائڈراکسائڈ یا کاربونیٹ کے ساتھ آبی ہائڈروکلورک ترشہ (HX) کو تعامل کرنے سے بالترتیب ہیلائڈ حاصل ہوتے ہیں۔ چونکہ Li سے Cs تک برق مثبت خاصیت بڑھتی ہے، ہیلائڈ بننے کی خاصیت بھی Li سے Cs تک بڑھتی جاتی ہے۔ تمام ہیلائڈ فطرت میں روانی ہیں، سوائے LiBr اور LiI کے۔ LiF کے سوا دیگر تمام ہیلائڈ پانی میں حل پذیر ہیں۔ اس کی وجہ اعلیٰ جالی کی انتھالپی (lattice enthalpy) ہے۔ (Li^+ کی چھوٹی جسامت اور F^-)۔ ہم گرفتہ نوعیت کی موجودگی کی وجہ سے LiBr اور LiI دونوں نامیاتی محللوں میں حل پذیر ہیں۔

آکسوایسڈ کے نمک (Salts of Oxo-acids)

تمام آکسوایسڈوں کے ساتھ قلوی دھاتیں نمک بناتے ہیں۔ ان میں سے اکثر نمک پانی میں حل پذیر ہیں اور حرارتی طور پر قیام پذیر ہیں۔ چونکہ گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف برق مثبت خاصیت بڑھتی جاتی ہے، اس کی وجہ سے اس کے کاربونیٹ اور بئ کاربونیٹ کی قیام پذیری بھی بڑھتی جاتی ہے۔ یہ قلوی دھاتوں کے مثبر وانوں کی قطبی طاقت کے کم ہونے کی وجہ سے ہے۔ قلوی دھاتوں کے کاربونیٹ (M_2CO_3)، 1273 K تک قیام پذیر ہیں، جس کے اوپر سب سے پہلا پگھلاؤ واقع ہوتا ہے اور تحلیل پا کر آکسائڈ بناتا ہے۔ تاہم Li_2CO_3 کم قیام پذیر ہے اور فوری طور پر تحلیل پاتا ہے۔

$$Li_2CO_3 \xrightarrow{\Delta} Li_2O + CO_2$$

قیاسی طور پر اس کی وجہ Li^+ اور CO_3^{2-} کے روانوں کے جسامت کے بہت زیادہ فرق کی وجہ سے ہے،

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:53 AM

جس سے قلمی جالی غیر قیام پذیر (crystal lattice unstable) بن جاتی ہے۔ چونکہ یہ طاقتور اساس ہے، لیتھیم کے سوا تمام ٹھوس بئ کاربونیٹ بناتے ہیں۔

$$M_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow 2\ MHCO_3$$

(M = Na, K, Rb, Cs)

تمام کاربونیٹ اور بئ کاربونیٹ، پانی میں حل پذیر ہوتے ہیں۔ ان کی حل پذیری گروپ میں نیچے اترنے کی طرف بڑھتی جاتی ہے۔ اس کی وجہ گروپ میں اوپر سے نیچے کے وقت ان کے آبیدگی کی توانائیوں (hydration energies) سے ان کے قلمی توانائیاں (lattice energies) کم ہونے لگتی ہیں۔

5.3.1۔ قلوی دھاتوں کے اہم مرکبات

سوڈیم کاربونیٹ (واشنگ سوڈا) (دھون سوڈا) Na_2CO_3

صنعتوں میں استعمال ہونے والے اہم غیر نامیاتی مرکبات میں سے ایک سوڈیم کاربونیٹ ہے۔ سالوے کے طریقے سے اس کو تیار کیا جاتا ہے۔ اس طریقے میں سوڈیم کلورائڈ کے محلول میں سیر شدہ امونیا (saturated with ammonia) کے تعامل سے امونیم کاربونیٹ حاصل ہوتا ہے، اس میں افزود کاربن ڈئی آکسائڈ کو گزارنے پر امونیم بئ کاربونیٹ حاصل ہوتا ہے۔ اس کے ساتھ سوڈیم کلورائڈ کے محلول کو شامل کرنے سے سوڈیم بائی کاربونیٹ اور امونیم کلورائڈ حاصل ہوتا ہے۔ چونکہ سوڈیم بئ کاربونیٹ کی حل پذیری کم ہے، یہ رسوب (Precipitate) بن جاتا ہے۔ سوڈیم بئ کاربونیٹ کو جدا کیا جاتا ہے اور گرم کر کے سوڈیم کاربونیٹ کو حاصل کیا جاتا ہے۔ اس عمل میں پیش آنے والے تعاملات یہ ہیں۔

$$2NH_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3$$

$$(NH_4)_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2\ NH_4HCO_3$$

$$NH_4HCO_3 + NaCl \rightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

$$2\ NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

اس عمل میں استعمال ہونے والی امونیا کی دوبارہ بازیابی کی جاتی ہے اور حاصل ہونے والے امونیم کلورائڈ محلول کے ساتھ کیلشیم ہائڈراکسائڈ کو تعامل کیا جاتا ہے۔ کیلشیم کلورائڈ بطورِ ضمنی حاصل (by-product) حاصل ہوتا ہے۔

خواص :

سوڈیم کاربونیٹ عام طور پر واشنگ سوڈا کہا جاتا ہے۔ یہ ڈیکا ہائڈریٹ (Deca hydrate) کے قلموں کی شکل میں حاصل ہوتا ہے، جو سفید رنگ کا ہوتا ہے۔ یہ پانی میں حل پذیر ہے اور قلوی محلول بناتا ہے۔ گرم کرنے پر یہ قلماؤ کے پانی (water of crystallisation) کو کھو کر مونو ہائڈریٹ بناتا ہے۔ 373 K کے اوپر مونو ہائڈریٹ مکمل طور پر نابیدہ (anhydrous) ہو کر سفید سفوف بن جاتا ہے، جو سوڈا راکھ (Soda ash) کہلاتا ہے۔

$$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O \rightarrow Na_2CO_3 \cdot H_2O + 9H_2O$$

$$Na_2CO_3 \cdot H_2O \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

استعمالات :

i۔ سوڈیم کاربونیٹ، جسے واشنگ سوڈا کہتے ہیں، اس کو دھلائی اور صفائی کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

ii۔ سخت پانی کو نرم کرنے کے لئے پانی کی صفائی میں استعمال کیا جاتا ہے۔

iii۔ شیشہ، کاغذ اور رنگ وغیرہ کی تیاری میں استعمال ہوتا ہے

سوڈیم کلورائڈ (کھانے کا نمک) NaCl

سمندر کے پانی کی تبخیر سے سوڈیم کلورائڈ کو جدا کیا جاتا ہے، جس میں 2.7 سے 2.9% کمیت پایا جاتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:53 AM

سمندری پانی کی شمسی تبخیر سے ہندوستان میں سالانہ تقریباً 50 لاکھ ٹن نمک حاصل کیا جاتا ہے۔ نمکاب کے محلول (brine) ، جس میں سوڈیم سلفیٹ، کیلشیم سلفیٹ، کیلشیم کلورائڈ اور میگنیشیم کلورائڈ بطور لوث (impurities) پائے جاتے ہیں، اس کے قلماؤ سے خام سوڈیم کلورائڈ حاصل کیا جاتا ہے۔ پہلے غیر حل پذیر لوثوں کو کم سے کم پانی استعمال کر کے تقطیر کے ذریعہ الگ کیا جاتا ہے۔ اس محلول میں HCl گیس گزار کر سوڈیم کلورائڈ کی قلمیں بنائی جاتی ہیں۔ کیلشیم اور میگنیشیم کلورائڈ جو سوڈیم کلورائڈ سے زیادہ حل پذیر ہیں، محلول میں رہ جاتے ہیں۔

سوڈیم کلورائڈ کا نقطہ پگھلاؤ 1081 K ہے۔ 273 K پر 100 g پانی میں اس کی حل پذیری 36 گرام ہے۔ تپش کے اضافہ کے ساتھ حل پذیری میں اتنا اضافہ نہیں ہوتا۔

استعمالات :

(i) اس کا استعمال گھریلو استعمال میں باورچی خانہ میں ہوتا ہے۔

(ii) NaOH اور Na_2CO_3 جیسے کئی غیر نامیاتی مرکبات کی تیاری میں استعمال ہوتا ہے۔

سوڈیم ہائڈراکسائڈ (Sodium Hydroxide)

تجارتی طور پر سوڈیم ہائڈراکسائڈ کی تیاری، Castner-kellner cell میں نمکاب کی آب پاشیدگی سے پارہ بطور منفیرہ اور کاربن بطور مثبیرہ استعمال کر کے کی جاتی ہے۔ دھاتی سوڈیم کیتھوڈ (منفیرہ) پر خارج ہو کر پارہ کے ساتھ تعامل پا کر سوڈیم کا ملغم (sodium amalgam) بناتا ہے۔ اینوڈ (مثبیرہ) پر کلورین گیس خارج ہوتی ہے۔ اس طرح سے حاصل شدہ سوڈیم کا ملغم پانی کے ساتھ تعامل کر کے سوڈیم ہائڈراکسائڈ دیتا ہے۔

$$\text{At cathode (کیتھوڈ پر)} \quad : Na^+ + e^- \rightarrow Na(amalgam)$$

$$\text{At anode (اینوڈ پر)} \quad : Cl^- \rightarrow \tfrac{1}{2} Cl_2 \uparrow + e^-$$

$$2Na(amalgam) + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + 2Hg + H_2\uparrow$$

سوڈیم ہائڈراکسائڈ ایک سفید غیر شفاف اور نمگیر ٹھوس ہے، جو پانی میں حل ہو کر طاقت قلوی محلول بناتا ہے۔ یہ 591 K پر پگھلتا ہے۔ سوڈیم ہائڈراکسائڈ محلول کی سطح پر فضائی CO_2 کے ساتھ تعامل کر کے Na_2CO_3 بناتا ہے۔

استعمالات

- الومینیم کی کچ دھات (باکسائٹ) کی تخلیص میں اور پٹرولیم کی تخلیص میں سوڈیم ہائڈراکسائڈ استعمال ہوتا ہے۔
- کپڑوں کی صنعت میں روئی کے کپڑوں کی (mercerising) میں استعمال ہوتا ہے۔
- صابن، کاغذ اور مصنوعی ریشم کی تیاری میں بھی سوڈیم ہائڈراکسائڈ استعمال ہوتا ہے۔

سوڈیم کاربونیٹ (طباخی سوڈا) (Baking soda) $NaHCO_3$

سوڈیم ہائڈروجن کاربونیٹ یا سوڈیم بئی کاربونیٹ کو بیکنگ کی صنعت میں کیک اور روٹی تیار کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ اس طرح اس لئے کہا جاتا ہے کہ یہ گرم ہونے پر تحلیل پا کر کاربن ڈائی آکسائڈ کے بلبلے تیار کرتا ہے، جس سے کیک اور روٹی میں سوراخ بن جاتے ہیں، جس کی وجہ سے وہ نرم ہوتے ہیں۔ اس مرکب کو سوڈیم کاربونیٹ اور کاربن ڈائی آکسائڈ کے تعامل سے تیار کیا جاتا ہے۔ ناحل پذیر سوڈیم بئی کاربونیٹ سفید قلمی سفوف کی طرح رسوب بن جاتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:54 AM

استعمالات :

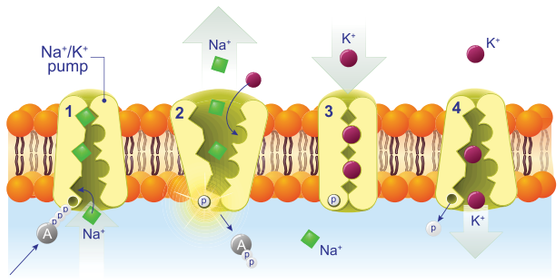
- بنیادی طور پر اسے بیکنگ کی صنعت میں استعمال کیا جاتا ہے۔
- سوڈیم ہائڈروجن کاربونیٹ کو جلد کے تعفن میں بطور ہلکے ضد تعفن (antiseptic) استعمال کیا جاتا ہے۔
- اس کو آگ بجھانے کے لئے بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

5.4۔ سوڈیم اور پوٹاشیم کی حیاتیاتی اہمیت
(Biological importance of Sodium and Potassium)

اکہری گرفت والی سوڈیم اور پوٹاشیم کے رواں حیاتیاتی سیالوں میں کثیر مقدار میں پائے جاتے ہیں۔ یہ رواں، حیوانی جسم میں روانی توازن (ionic balance) اور عصبی ہیجانوں کی ترسیل (nerve impulse conduction) میں اہم افعال انجام دیتے ہیں۔ ایک عام 70 kg وزن رکھنے والے انسان میں تقریباً 90 گرام سوڈیم اور 170 g پوٹاشیم پایا جاتا ہے، جبکہ صرف 5 g لوہا اور 0.06 g تانبا پایا جاتا ہے۔

سوڈیم کے رواں خلیوں کے باہر پائے جاتے ہیں، یہ خون کے پلازما اور درمیانی سیال میں پائے جاتے ہیں جو خلیوں کو گھیرے ہوئے ہیں۔ یہ رواں عصبی ہیجانات اور اشاروں کی ترسیل میں حصہ لیتے ہیں اور خلوی جھلی میں پانی کے بہاؤ کو اور، شکر اور امینو ترشوں کے نقل وحمل کو قابو میں رکھتے ہیں۔ سوڈیم اور پوٹاشیم حالانکہ کیمیائی طور پر مشابہ ہیں، مگر خلوی جھلی کے داخلہ میں مقداری طور پر مختلف ہوتے ہیں۔ ان کے نقل وحمل کا میکانزم اور خامروں کو محرک کرنے کی قابلیت بھی مختلف ہوتی ہے۔ لہٰذا پوٹاشیم کے رواں، خلیوں کے اندر کے سیال موجود دیگر مثبر وانوں میں سب سے زیادہ مقدار میں پائے جاتے ہیں۔ یہ خامرے گلوکوز کو تکسید کر کے ATP اور سوڈیم کے ساتھ شامل ہو کر عصبی اشاروں کی ترسیل میں مدد کرتے ہیں۔

سوڈیم-پوٹاشیم کا پمپ، عصبی ہیجانات اور اشاروں کی ترسیل میں اہم رول ادا کرتے ہیں۔



خاکہ 5.4 سوڈیم-پوٹاشیم پمپ

5.5 قلوی خاکی دھاتیں

جدید دوری جدول کے گروپ 2 میں بیریلیم، میگنیشیم، کیلشیم، اسٹرانشیم، بیریم اور ریڈیم پائے ہیں۔ بیریلیم کے سوا، انہیں عام طور پر قلوی خالی دھاتیں کہا جاتا ہے، کیوں کہ ان کے آکسائڈ اور ہائڈراکسائڈ کی فطرت قلوی ہوتی ہے اور یہ دھاتی آکسائڈز زمین کے قشر میں پائے جاتے ہیں۔

خاکہ 5.5 قلوی خاکی دھاتیں

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:55 AM

جدول 5.7 اہم قلوی خاکی دھاتوں اوران کے ذرائع کا پایا جانا

عنصر Element	زمین کے قشر میں وزن کے لحاظ سے ان کا پایا جانا Abundance in Earth crust by weight (ppm)	معدنی ذرائع Mineral source
Be	2.0	beryl $Be_3Al_2Si_6O_{18}$
Mg	27640	Carnallite ($KCl.MgCl_2.6H_2O$) Dolomite $MgCO_3$ $CaCO_3$
Ca	1.84	Fluorapatite $Ca_5(PO_4)_3F$
Sr	384	Celestite $SrSO_4$
Ba	390	barytes $BaSO_4$

5.5.1 قلوی خاکی دھاتوں کے عام خصوصیات

طبیعی حالت (Physical state)

بیریلیم بہت ہی کم دستیاب ہے اور ریڈیم ان تمام سے بھی کم دستیاب ہے، یعنی صرف آتشی چٹانوں (igneous rocks) میں سے صرف 10% پایا جاتا ہے۔ میگنیشیم اور کیلشیم زمین کی قشر میں عام ہے۔ کیلشیم زمین میں کا تقریباً پانچواں سب سے زیادہ وافر مقدار میں حاصل ہونے والا عنصر ہے، اور میگنیشیم کو آٹھواں مقام حاصل ہے۔ میگنیشیم اور کیلشیم کئی پتھروں اور معدنیات میں موجود ہیں۔ carnalite، Magnesite، dolomite، میں میگنیشیم پایا جاتا ہے۔ chalk، limestone، gypsum وغیرہ میں کیلشیم پایا جاتا ہے۔ Celesite اور Strontianite میں اکثر اسٹرانشیم پایا جاتا ہے۔ barite میں بیریم پایا جاتا ہے۔ uranium کے زوالی حاصل (decay product) کے طور پر ریڈیم حاصل ہوتا ہے۔ یہ یورینیم کے تمام کچ دھاتوں میں پایا جاتا ہے۔

پٹاخے اور آتش بازی

کیا تم جانتے ہو؟

اسٹرانشیم، بیریم جیسے کئی قلوی اور قلوی خاکی دھاتوں کو پٹاخے اور آتش بازی کے دوران رنگین ستاروں کی طرح حاصل کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ کلورین کے ساتھ بیریم کو شامل کر کے جلانے سے ہری چنگاریاں پیدا ہوتی ہیں۔ کیلشیم نارنجی رنگ دیتا ہے، لیتھیم ہلکا سرخ رنگ دیتا ہے۔ اسٹرانشیم کاربونیٹ گہرا سرخ رنگ دیتا ہے۔ سوڈیم کے نائٹریٹ نارنجی رنگ، پوٹاشیم اور ربی ڈیم بنفشی رنگ دیتے ہیں۔ سیشیم نیلگوں رنگ دیتا ہے۔ جلنے سے الکٹران مشتعل ہو جاتے ہیں اور ان کو توانائی کی اعلیٰ سطح پر لے جاتے ہیں، جس کی زیادہ توانائی رنگین روشنی کے دھماکہ کی شکل میں حاصل ہوتی ہے۔

نیلے رنگ کی آتش بازی اور پٹاخے بنانا مشکل ہے، کیوں کا پر کلورائڈ کے مرکبات شعلے میں جلنے پر تحلیل پاتے ہیں۔ حالیہ دور میں پٹاخوں کے ماہرین میگنیشیم اور الومینیم کے آمیزے magnalium کو استعمال کر رہے ہیں، جو پٹاخوں کے تمام رنگوں کو مزید گہرا کرنے میں مددگار ہے۔ magnalium، نیلے رنگ کو گہرا کرتا ہے، مگر آتش بازی کے ماہرین سرخ، سبز اور زرد رنگوں کے پٹاخوں کی طرح گہرے نیلے رنگ کے پٹاخوں کی تیاری کے لئے کوئی مناسب کیمیائی اشیاء کی تلاش میں ہیں۔

الکٹرانی تشکیل (Electronic configuration)

ان عناصر میں کے جوہروں کے گرفتی خول میں دو الکٹران پائے جاتے ہیں، جن کے بعد جامد گیسوں کی تشکیل پائی جاتی ہے۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:56 AM

ان کی الکٹرانی تشکیل کو اس طرح لکھا جاتا ہے۔

ns^2 [جامد گیس]، جس میں n گرفتی خول کو ظاہر کرتا ہے۔

جدول 5.8 قلوی خاکی دھاتوں کی الکٹرانی تشکیل

عنصر	جوہری عدد	الکٹرانی تشکیل
Be	4	$[He]2s^2$
Mg	12	$[Ne]3s^2$
Ca	20	$[Ar]4s^2$
Sr	38	$[Kr]5s^2$
Ba	56	$[Xe]6s^2$
Ra	88	$[Rn]7s^2$

جوہری اور روانی نصف قطریں

(Atomic and ionic radii)

قلوی خاکی دھاتوں کی جوہری اور روانی نصف قطریں، ان کے نظیری قلوی دھاتوں کی بہ نسبت چھوٹے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ گروپ 2 کے عناصر کا مرکزائی بار (nuclear charge) الکٹرانوں کو مرکز کی طرف کھینچ کر تھامے رکھتا ہے۔ گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف اترنے پر نصف قطریں بڑھتے جاتے ہیں، کیوں کہ خول کی تعداد بڑھتی جاتی ہے اور اسکرینگ کا اثر پایا جاتا ہے۔

عام تکسیدی حالت (common oxidation state)

گروپ 2 کے عنصر کے گرفتی خول میں 2 الکٹران پائے جاتے ہیں اور ان الکٹرانوں کو کھو کر وہ جامد گیسوں کی قیام پذیر تشکیل حاصل کرتے ہیں۔ چنانچہ یہ عناصر اپنے مرکبات میں +2 تکسیدی حالت کو ظاہر کرتے ہین۔

روانی انتھالپی (Ionisation enthalpy)

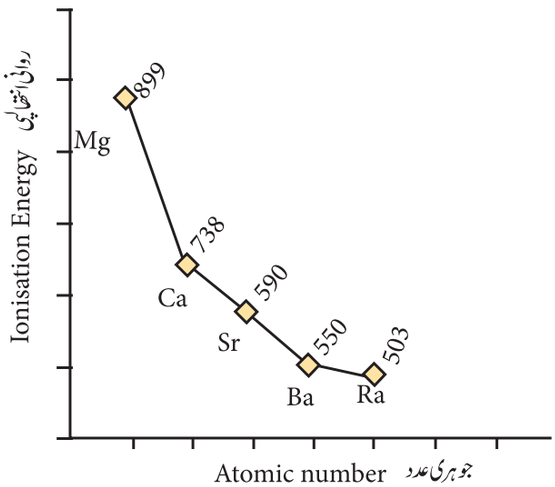
p بلاک کے عناصر کی بہ نسبت جوہروں کی تھوری بڑی جسامت کی وجہ سے قلوی خاکی دھاتوں کی روانی انتھالپی کم ہوتی ہے۔ گروپ میں اوپر سے نیچے اترتے وقت جوہری جسامت کے بڑھنے کی وجہ سے روانی انتھالپی کم ہوتی جاتی ہے۔ اس کی وجہ نئے خولوں کے شامل ہونے اور اندرونی خول کے الکٹرانوں کے اسکرینگ کا اثر ہے۔

گروپ 1 کے ممبروں کی روانی انتھالپی کی بہ نسبت گروپ 2 کے ممبروں کی روانی انتھالپی زیادہ ہے۔ یہ ان کے چھوٹے جسامت کی وجہ سے ہے۔ ان میں الکٹران مرکزے کی طرف زیادہ کشش کا رجحان رکھتا ہے۔ قلوی دھاتوں کی بہ نسبت یہ کم برق مثبت خاصیت رکھتے ہیں۔

جدول 5.9 قلوی خاکی دھاتوں کے طبیعی خواص

Physical property طبیعی خواص	Be	Mg	Ca	Sr	Ba
Atomic radius -non bonded (Å) جوہری نصف قطر- غیر بندشی	1.12	1.60	1.97	2.15	2.22
Ionic radius (Å) جوہری نصف قطر	0.27(0.31)	0.72	1.00	1.18	1.35
First ionization energy (kJ mol^{-1}) پہلی روانی توانائی	899.5	737.8	589.8	549.5	502.9
Second ionization energy (kJ mol^{-1}) دوسری روانی توانائی	1757.1	1450.7	1145.5	1064.2	965.2
Hydration enthalpy (kJ mol^{-1}) آبیدگی کی توانائی	– 2494	– 1921	–1577	– 1443	– 1305
Melting Point (^{0}C) نقطہ پگھلاؤ	1287	651	851	789	729
Boiling Point (^{0}C) نقطہ جوش	2472	1090	1494	1382	1805
Density (g cm^{-3}) کثافت	1.84	1.74	1.55	2.63	3.59
Standard Potential $E^\ominus$ for M^+/M (V) E° M^+/M کے لئے معیاری قواہ	-1.97	-2.36	-2.84	-2.89	-2.92
Electronegativity (Paulings scale) برق منفیت (پالنگ کا پیمانہ)	1.6	1.2	1.0	1.0	0.9

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:57 AM



◇ Alkaline earth metal قلوی خاکی دھاتیں

خاکہ 5.6 روانی توانائی میں اختلاف-قلوی خاکی دھاتیں

حالانکہ قلوی دھاتوں کی IE_1 کے قیمتوں کی بہ نسبت قلوی خاکی دھاتوں کی قیمتیں زیادہ ہیں، مگران کے IE_2 کی قیمتیں کم ہیں۔ یہ اس لئے کہ قلوی دھاتوں میں سے ایک الکٹران کو نکالنے کے بعد یہ جامد گیسوں کی قیام پذیر تشکیل حاصل کر چکے ہیں۔اس لئے دوسرے الکٹران کو نکالنا مشکل ہے۔ قلوی خاکی دھاتوں میں دوسرے الکٹران کو اکہرے گرفت والے مثبر واں میں سے نکالنا ہے۔ اس کے بیرون ترین خول میں مزید ایک الکٹران باقی ہے۔ لہٰذا گروپ 1 کے عناصر کی بہ نسبت گروپ 2 کے عناصر میں سے دوسرے الکٹران کو نکالنا آسان ہے۔

آبیدگی کی انتھالپی (Hydration enthalpy)

قلوی خاکی دھاتوں کے مرکبات، قلوی دھاتوں کی بہ نسبت آسانی سے آبیدہ (Hydrate) ہوجاتے ہیں۔ کیوں کہ قلوی دھاتوں کے روانوں کی بہ نسبت قلوی خاکی دھاتوں کے آبیدگی کی انتھالپی زیادہ ہے۔

ایک گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف اترتے وقت قلوی دھاتی روانوں کی طرح قلوی خاکی دھاتوں کے آبیدگی کی توانائی بھی کم ہوتی جاتی ہے۔

$$Be > Mg > Ca > Sr > Ba$$

مثال : میگنیشیم کلورائڈ اور کیلشیم کلورائڈ ان کے آبیدہ قلموں کی شکل میں $MgCl_2.6H_2O$ اور $CaCl_2.6H_2O$ کی طرح پائے جاتے ہیں۔جب کہ NaCl اور KCl اس طرح کے آبیدہ قلم نہیں بناتے۔

برق منفیت (electronegativity)

ایک گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف اترتے وقت قلوی خاکی دھاتوں کی برق منفیت کم ہوتی جاتی ہے۔ یہ رجحان قلوی دھاتوں میں بھی پایا جاتا ہے۔

شعلہ کا رنگ اوران کے طیف (Flame colour and the spectra)

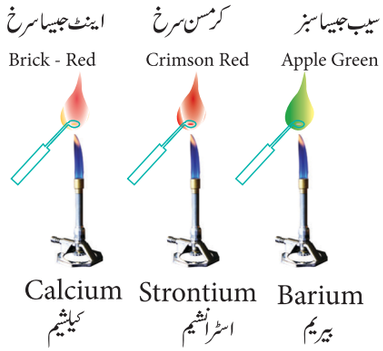
جب قلوی دھاتوں کو مرتکز ہائڈروکلورک ترشہ میں بھگو کر پلاٹینم کی تار پر رکھ کر شعلہ میں جلایا جاتا ہے تو وہ درج ذیل کی رنگ کے شعلے پیدا کرتے ہیں۔

جدول 5.10 شعلہ کے رنگ اور موجی طول

Element عنصر	Colour رنگ	Wavelength موجی طول (nm)
Calcium	اینٹ جیسا سرخ	622
Strontium	کرمسن سرخ	689
Barium	سیب جیسا سبز	554

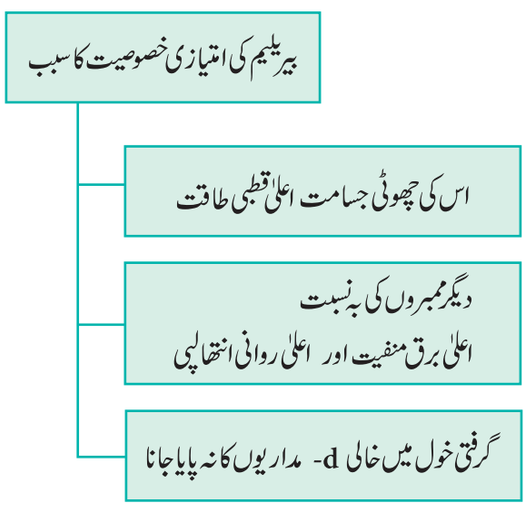
شعلہ کی حرارت گرفتی الکٹران کو مشتعل (excites) کر کے اعلی توانائی کی سطح تک لے جاتا ہے۔ جب وہ واپس اپنی اصلی سطح پر واپس آجاتی ہے تو افزود توانائی روشنی کی طرح خارج ہوتی ہے۔ مرئی علاقہ میں اس کا موجی طول اوپر کی جدول میں بتایا گیا ہے۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:57 AM



خاکہ 5.7 قلوی خاکی دھاتی نمکوں کے شعلوں کا رنگ

5.5.2۔ بیریلیم کی امتیازی خصوصیت



خاکہ 5.8 بیریلیم کی امتیازی خصوصیت

اس بلاک کے دیگر عناصر کی بہ نسبت، بیریلیم کی خلاف معمول خصوصیت، اس کی چھوٹی جسامت، اعلیٰ برق منفیت، اعلیٰ روانی توانائی اور اعلیٰ قطبی طاقت ہے۔ جدول 5.11 میں بیریلیم کا موازنہ اس گروپ کے دیگر ممبروں کے ساتھ کیا گیا ہے۔

جدول 5.11 بیریلیم اور اس کے گروپ کے دیگر ممبروں کے ساتھ موازنہ

بیریلیم	اس کے خاندان کے دیگر عناصر
ہم گرفتہ مرکبات بناتے ہیں۔	روانی مرکبات بناتے ہیں۔
اعلیٰ نقطہ پگھلاؤ اور نقطہ جوش	کم نقطہ پگھلاؤ اور نقطہ جوش
اعلیٰ تپش میں بھی پانی کے ساتھ تعامل نہیں کرتا	پانی کے ساتھ تعامل کرتے ہیں
ہائڈروجن کے ساتھ براہ راست امتزاج نہیں پاتا	ہائڈروجن کے ساتھ براہ راست امتزاج پاتے ہیں
ہیلوجن کے ساتھ براہ راست امتزاج نہیں پاتے۔ ہیلائڈ ہم گرفتہ ہیں۔	ہیلوجن کے ساتھ براہ راست امتزاج پاتے ہیں۔ ہیلائڈ برق گرفتہ ہیں۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:57 AM

بیریلیم کے ہائڈراکسائڈ اور آکسائڈ دورُخا (amphoteric) ہیں۔	نوعیت میں اساسی ہے۔
اپنے اوپر آکسائڈ کی تہہ بننے کی وجہ سے ترشوں کے ساتھ تعامل نہیں کرتے	فوری طور پر ترشہ کے ساتھ تعامل کرتے ہیں۔
بیریلیم کا کاربائڈ Be_2C میتھین اور پانی خارج کرتے ہیں۔	اسیٹیلین اور پانی خارج کرتے ہیں۔
Be کے نمک بہت زیادہ آب پاشیدہ ہیں (hydrolysed)	آب پاشیدہ ہیں۔

وتری تعلق (Diagonal relationship)

قلوی دھاتوں میں وتری تعلق کا مشاہدہ کیا گیا ہے۔ گروپ 2 کا پہلا ممبر (Be) بیریلیم ، (Al) کے درمیان وتری تعلق رکھتا ہے۔ اس صورت میں ان روانوں کی جسامت ($r_{Be^{2+}} = 0.45$ Å اور $_{Al^{3+}} = 0.54$ Å) ہے، یہ اتنا قریب نہیں ہے۔ تاہم ان کافی اکائی بار کا رقبہ قریب تر ہے۔ ($Al^{3+} = 2.50$ اور $Be^{2+} = 2.36$) ۔ ان کے برق منفیت کی قیمتیں بھی یکساں ہیں۔ (Be = 1.5; Al = 1.5).

جدول 5.12 بیریلیم اور الومینیم کے درمیان مشابہت

شمار عدد	خواص
1	الومینیم کلورائڈ کی طرح بیریلیم کلورائڈ ایک دوتر کیبی ساخت (Dimer structure) رکھتا ہے، جس میں کلورائڈ کے پُل (bridges) پائے جاتے ہیں۔ دوتر کیبی ساخت کے علاوہ بیریلیم کلورائڈ کثیر تر کیبہ زنجیر (polymeric chain) بناتا ہے۔ دونوں نامیاتی محلل ہیں اور طاقتور لیوس ترشہ ہیں۔
2	الومینیم ہائڈراکسائڈ کی طرح بیریلیم ہائڈراکسائڈ، افزود قلی کے ساتھ حل ہوکر بیریلیٹ کارواں (beryllate ion) اور $[Be(OH)_4]^{2-}$ بناتے ہیں اور بناتے ہیں۔
3	بیریلیم اور الومینیم کامپلکس بنانے کا رجحان رکھتے ہیں۔ BeF_4^{2-} اور AlF_6^{3-}
4	بیریلیم اور الومینیم ہائڈراکسائڈ دونوں اپنی نوعیت میں دورُخا (amphoteric) ہیں۔
5	الومینیم کاربائڈ (Al_4C_3) کی طرح بیریلیم کے کاربائڈ Be_2C بھی آب پاشیدگی سے میتھین دیتے ہیں۔
6	بیریلیم اور الومینیم دونوں نائٹرک ترشہ سے غیر عامل (passive) بن جاتے ہیں۔

5.5.3 قلوی خاکی دھاتوں کے کیمیائی خواص

قلوی دھاتوں کی بہ نسبت قلوی خاکی دھاتیں کم تعامل پذیر ہیں۔ ایک گروپ میں نیچے کی طرف جاتے وقت ان کی متعاملیت میں اضافہ ہوتا ہے۔

ہیلوجن کے ساتھ متعاملیت

تمام قلوی خاکی دھاتیں ہیلوجن کے ساتھ اعلیٰ تپش پر تعامل پا کر ان کے ہیلائڈ بناتے ہیں۔

$$M + X_2 \rightarrow MX_2$$

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:58 AM

(M= Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra ,
X = F, Cl, Br, I)

$(NH_4)_2BeF_4$ کی حرارتی تحلیل

BeF_2(Thermal decomposition) کی تیاری کے لئے بہترین طریقہ ہے۔ $BeCl_2$ آسانی سے،اس کے آکسائڈ سے تیار کیا جاتا ہے۔

$$BeO + C + Cl_2 \xrightarrow{600-800K} BeCl_2 + CO$$

ہائڈروجن کے ساتھ متعاملیت

بیریلیم کے سوا دیگر تمام عناصر ہائڈروجن کے ساتھ امتزاج پا کر ان کے ہائڈرائڈ بناتے ہیں،جن کا عام ضابطہ MH_2 ہے۔ $BeCl_2$ اور $LiAlH_4$ کے تعامل سے BeH_2 تیار جاسکتا ہے۔

$$2BeCl_2 + LiAlH_4 \rightarrow 2BeH_2 + LiCl + AlCl_3$$

5.5.4۔ قلوی خاکی دھاتوں کے استعمالات

بیریلیم کے استعمالات

1۔ کم جوہری عدداور X- رے کے کم سے کم جذب کاری کی وجہ سے اسے X- رے کی نالیوں میں اور X- رے کے شناخت گروں میں شعاعی دریچوں (radiation windows) کی طرح استعمال ہوتے ہیں۔

2۔ X- رے کے اخراج کا مطالعہ کے نمونہ کا دستہ (sample holder) بیریلیم سے بنا ہوا ہوتا ہے۔

3۔ چونکہ بیریلیم، توانائی کے ذرات کے لئے شفافیت ظاہر کرتا ہے، اسے مسروع گر (accelerator) میں beam pipe کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔

4۔ اس کی کم کثافت اور غیر مقناطیس پسند(dimagnetic) فطرت کی وجہ سے، اس کو مختلف شناخت گروں میں استعمال کیا جاتا ہے۔

میگنیشیم کے استعمالات

1۔ لوہے اور فولاد کے گندھک کو نکالنے کے لئے

2۔ پرنٹنگ کی صنعت میں فوٹو نقش کرنے (photoengrave) والے پلیٹ میں استعمال کیا جاتا ہے۔

3۔ ہوائی جہاز اور میزائل کی تعمیر میں میگنیشیم کی بھرتیں (alloys) استعمال کی جاتی ہیں۔

4۔ نامیاتی تیاری میں Grignard reagent جیسے متعامل کی تیاری میں Mg کافیتہ استعمال کیا جاتا ہے۔

5۔ میکانیکی، صنعت کاری اور ٹانکا لگانے (welding) کی خصوصیت کی وجہ سے الومینیم کے ساتھ بھرت بنا کر استعمال کیا جاتا ہے۔

6۔ خشک گر (dessicant) کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔

7۔ گیلوانی تاکل (Galvanic corrosion) کے دوران ایثاری مثبیرہ(sacrificial anode) کی طرح استعمال ہوتا ہے

کیلشیم کے استعمالات

1۔ یورینیم، زرکونیم اور تھوریم کی دھات سازی کے دوران تحویلی عامل کی طرح

2۔ لوہے اور دیگر غیر لوہے کی دھاتوں کی بھرتوں کے دوران deoxidiser، desulphuriser یا decarboniser کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔

3۔ تعمیر کے دوران سمنٹ اور گچ (mortar) کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔

4۔ خلائی نالیوں میں (گیس نکالنے والے مادّہ) getter کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔

5۔ تیلوں کو نابیدہ کرنے میں۔

6۔ کیمیائی کھاد، کنکریٹ اور پلاسٹر آف پیرس کی تیاری میں

اسٹرانشیم کے استعمالات

1۔ کینسر کے علاج میں 90Sr استعمال ہوتا ہے۔

2۔ سمندری تحقیق، جنگلی جانوروں کی ہجرت کا پتہ لگانے اور تفتیش جرم (criminal forensics) میں $^{87}Sr / ^{86}Sr$ کی نسبتیں عام طور پر استعمال کی جاتی ہیں۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:58 AM

3۔ پتھروں کی عمر کا پتہ لگانے۔

4۔ آثار قدیمہ کی اشیاء جیسے لکڑیوں اور سکوں کے ذرائع معلوم کرنے کے لئے بطور تابکار تفتیش گر (radioactive tracer) استعمال کیا جاتا ہے۔

بیریم کے استعمالات

1۔ دھات سازی میں گرم کرنے کی تکنیک کے لئے، پٹرولیم کے حصول میں اور شعاعیات (radiology) میں استعمال ہوتا ہے۔

2۔ کاپر کی تخلیص میں بطور deoxidiser استعمال ہوتا ہے۔

3۔ نکل (Ni) کے ساتھ اس کی بھرتیں فوری طور پر الکٹران خارج کرتی ہیں، لہٰذا ان کو الکٹران کی نالیوں اور برقیروں میں چنگاری کے پلگ (spark plug) کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔

4۔ ٹیلی ویژن اور دیگر الکٹرانی نالیوں میں آکسیجن اور دیگر گیسوں کی چھوٹی مقدار (trace) کو خارج کرنے کے لئے بطور خاکروب (scavenger) استعمال کیا جاتا ہے۔

5۔ Ba^{133}، بیریم کا ایسوٹوپ، مرکزی کیمیاء (Nuclear Chemistry) میں گاما شعاعوں کا حساب لگانے کے ذریعہ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

ریڈیم کے استعمالات

خود سے چمکنے والے رنگ (self luminous paints) میں، گھڑیوں، نیوکلیائی پینلوں، ایرکرافٹ کے سوئچ اور آلوں کے ڈیل (dials) میں استعمال ہوتا ہے۔

5.6 قلوی خاکی دھاتوں کے مرکبات کے عام خصوصیات (General characteristics of the compounds of the alkaline earth metals)

گروپ 2 کے عناصر کی خصوصیت دوہری مثبت تکسیدی حالت (M^{2+}) ہے۔ قلوی خاکی دھاتیں، اکثر روانی مرکبات بناتے ہیں۔ تاہم وہ ان کے نظیری قلوی مرکبات سے کم روانی ہوتے ہیں۔ اس کی وجہ بڑھتی ہوئی مرکزی بار اور چھوٹی جسامت ہے۔ خلوی خاکی دھاتوں کے بعض عام خصوصیات نیچے دئے گئے ہیں۔

(a) آکسائڈ

عام طور پر قلوی خاکی دھاتیں مونا کسائڈ اور پرآکسائڈ بناتے ہیں۔

مونا کسائڈس

دھاتوں کو آکسیجن کے ساتھ گرم کرنے پر مونا کسائڈ بنتے ہیں۔ BeO اور MgO پانی میں تقریباً ناحل پذیر ہیں۔ اس کے بر خلاف دیگر عناصر کے آکسائڈ، ہائڈرا کسائڈ بناتے ہیں۔ BeO دورُخا (amphoteric) ہے۔ MgO ہلکا اساسی ہے، جبکہ CaO ، SrO اور BaO طاقتور اساس ہیں۔

Be^{2+} رواں کی چھوٹی جسامت کی وجہ سے ہے BeO کی نوعیت ہم گرفتہ ہے، جب کہ دیگر آکسائڈ کی نوعیت روانی ہے۔

پرآکسائڈ

سوائے بیریلیم کے تمام دیگر دھاتیں پرآکسائڈ بناتے ہیں۔ اس کے مونا کسائڈ کو آکسیجن کے ساتھ اعلیٰ تپش پر گرم کرنے سے یہ تیار ہوتے ہیں۔

$$2\ BaO + O_2 \longrightarrow 2\ BaO_2$$

(b) ہائڈرا کسائڈ

سوائے BeO کے تمام آکسائڈ کی نوعیت اساسی ہے، پانی میں یہ تمام ہلکے طور پر حل ہو کر اپنے ہائڈرا کسائڈ بناتے ہیں۔

$$MO + H_2O \rightarrow M(OH)_2$$

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:59 AM

گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف اترنے پر ہائڈراکسائڈ کی حل پذیری، حرارتی قیام پذیری اور اساسی خاصیت بڑھتی جاتی ہے۔ قلوی دھاتوں کی بہ نسبت قلوی خاکی دھاتوں کے ہائڈراکسائڈ کی اساسی نوعیت اور قیام پذیری دونوں کم ہوتے ہیں۔ بیریلیم ہائڈراکسائڈ دورُخا (amphoteric) ہے، کیوں کہ یہ ترشہ اور قلی دونوں کی طرح کام کرتا ہے۔

$$Be(OH)_2 + 2\,NaOH \rightarrow Na_2BeO_2 + 2H_2O$$

$$Be(OH)_2 + 2HCl \rightarrow BeCl_2 + 2H_2O$$

c) ہیلائڈ (Halides)

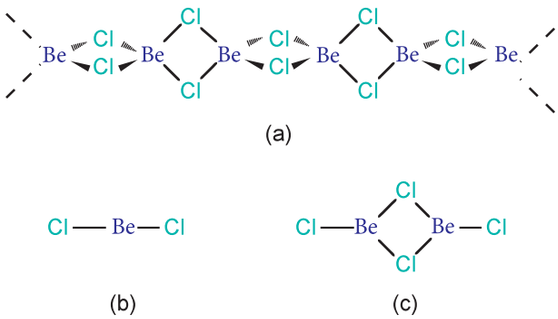
قلوی خاکی دھاتیں، MX_2 کے عام ضابطہ سے دھاتی ہیلائڈ بناتے ہیں۔ دھاتوں کو ہیلوجن کے ساتھ گرم کرنے پر یہ ہیلائڈ تیار کئے جاسکتے ہیں۔

$$M + X_2 \longrightarrow MX_2$$

بیریلیم کی چھوٹی جسامت کی وجہ سے بیریلیم ہیلائڈ ہم گرفتہ ہیں۔ بیریلیم ہیلائڈ نمگیر (hygroscopic) ہیں، مرطوب ہوا میں دھواں دیتی ہے اور نامیاتی محللوں میں حل پذیر ہیں۔ ٹھوس حالت میں بیریلیم کلورائڈ کی ساخت زنجیری ہے، جیسا کہ خاکہ 5.9 (a) میں دکھایا گیا ہے۔ بخاراتی حالت میں $BeCl_2$ ، کلوروپُل کا دو ترکیبہ (Chloro bridged dimer) ساخت (c) جو 1200 K کی اعلیٰ تپش میں جدا ہوکر (dissociate) خطی اکہرا ترکیبہ (linear monomer) بناتا ہے۔ (ساخت (b))

قلوی خاکی دھاتوں میں سوائے بیریلیم ہیلائد کے تمام دیگر ہیلائڈ اپنی فطرت میں روانی ہیں۔ دیگر دھاتوں کے کلورائڈ اور فلورائڈ روانی ٹھوس ہیں۔ پگھلی ہوئی حالت میں آبی محلول کی حالت میں برق کے اچھے موصل ہیں۔ ہیلائڈ ہائڈریٹ (halide hydrate) بننے کا رجحان آہستہ سے کم ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر اوپر سے نیچے کی طرف اس طرح ہیں۔

$MgCl_2.8H_2O$, $CaCl_2.6H_2O$, $SrCl_2.6H_2O$ and $BaCl_2.2H_2O$



خاکہ 5.9 بیریلیم کلورائڈ کی ساخت

آکسوایسڈ کے نمک (Salts of oxo acids)

قلوی خاکی دھاتیں، آکسوایسڈ کے نمک بناتے ہیں۔ ان میں سے بعض نیچے دئے گئے ہیں۔

کاربونیٹ (Carbonates)

گرم کرنے پر تمام کاربونیٹ تحلیل پا کر کاربن ڈائی آکسائڈ اور آکسائڈ بناتے ہیں۔

$$MCO_3 \xrightarrow{\Delta} MO + CO_2$$

- گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف کاربونیٹ کی حل پذیری کم ہوتی جاتی ہے۔
- گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف مثبر وانی جسامت کے بڑھنے سے حرارتی قیام پذیری (thermal stability) بڑھتی جاتی ہے۔

جدول 5.13 قلوی دھاتی کاربونیٹ اور سلفیٹ کی تحلیلی تپش

عنصر	کاربونیٹوں کے لئے تحلیلی تپش (in °C)	سلفیٹوں کے لئے تحلیلی تپش (in °C)
Be	25	500
Mg	540	895
Ca	900	1149
Sr	1290	1374
Ba	1360	-

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:59 AM

سلفیٹ (Sulphates)

قلوی خاکی دھاتوں کے سلفیٹ سفید ٹھوس اور حرارت کے لیے مستحکم (قیام پذیر) ہیں۔ $BeSO_4$ اور $MgSO_4$ پانی میں آسانی سے حل پذیر ہیں۔ حل پذیری $CaSO_4$ سے $BaSO_4$ تک کم ہوتی جاتی ہے۔ Be^{2+} اور Mg^{2+} روانوں کی زیادہ ہائیڈریشن انتھالپی، ان کی جالی کی انتھالپی (lattice enthalpy) پر قابو پاتی ہیں اور اس وجہ سے ان کے سلفیٹ پانی میں حل پذیر ہوتے ہیں۔

نائٹریٹس: (Nitrates)

کاربونیٹ کو ہلکائے ہوئے نائٹرک ایسڈ میں تحلیل کر کے نائٹریٹ بنائے جاتے ہیں۔ میگنیشیم نائٹریٹ پانی کے چھ سالموں کے ساتھ قلمیں بناتا ہے، جبکہ بیریم نائٹریٹ نابیدہ نمک کے طور پر قلم بناتا ہے۔ یہ ایک بار پھر بڑھتی ہوئی جسامت کے ساتھ ہائیڈریٹس بنانے کے کم ہوتے رجحان کو ظاہر کرتا ہے۔ گرم کرنے پر یہ سب تحلیل پا کر آکسائیڈ بناتے ہیں۔

5.6.1 کیلشیم کے اہم مرکبات

(Important compounds of Calcium)

ان بجھا چونا (quick lime) : CaO

تیاری :

تجارتی پیمانے پر چونے کی بھٹی میں چونے کے پتھر کو 1270K-1070 کی تپش تک گرم کر کے تیار کیا جاتا ہے۔

$$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$$

یہ عمل رجعی ہونے کی وجہ سے، کاربن ڈائی آکسائیڈ جیسے ہی پیدا ہوتا ہے، اسے ختم کر دیا جاتا ہے، تاکہ ردعمل کو مکمل کیا جا سکے۔

خواص (Properties)

کیلشیم آکسائیڈ ایک سفید نقلمی (amorphous) ٹھوس ہے۔ اس کا نقطہ پگھلاؤ 2870K ہے۔

(i) یہ ماحول کی نمی اور کاربن ڈائی آکسائیڈ کو جذب کرتا ہے۔

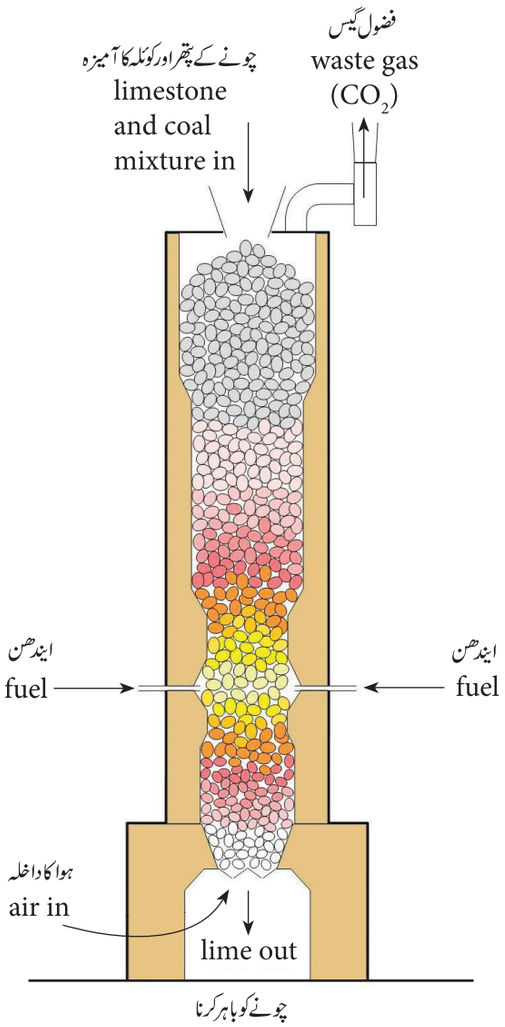
$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

$$CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$$

(ii) محدود مقدار میں پانی ڈالنے سے چونے کی ڈلیاں ٹوٹ جاتی ہیں۔ اس عمل کو چونے کی سلیکنگ (Slaking of lime) کہا جاتا ہے اور اس کے حاصل کو بجھا ہوا چونا (slaked lime) کیا جاتا ہے۔

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

(iii) ان بجھے ہوئے چونے (CaO) اور سوڈیم ہائیڈرا کسائیڈ کے مرکب کو سوڈا لائم (soda lime) کہتے ہیں۔



خاکہ 5.10 ان بجھے چونے کی تیاری

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:40:59 AM

iv) یہ ترشوی آکسائیڈز جیسے SiO_2 اور P_4O_{10} کے ساتھ مل کر بالترتیب $CaSiO_3$ اور $Ca_3(PO_4)_2$ بناتا ہے۔

$$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$$

$$6CaO + P_4O_{10} \rightarrow 2Ca_3(PO_4)_2$$

استعمالات :

کیلشیم آکسائیڈ کا استعمال اس طرح ہوتا ہے۔

(i) سمنٹ ، گچ اور شیشہ کی تیاری میں

(ii) سوڈیم کاربونیٹ اور بجھے ہوئے چونے کی تیاری میں۔

(iii) شکر کو صاف کرنے میں۔

(iv) خشک کرنے والے عامل (drying agent) کے طور پر

5.6.2 کیلشیم ہائیڈراکسائیڈ

تیاری کیلشیم ہائیڈراکسائیڈ کو ان بجھے چونے CaO میں پانی ملا کر تیار کیا جاتا ہے۔

خواص

یہ ایک سفید پاؤڈر ہے۔ یہ پانی میں بہت ہی ہلکا (sparingly) حل پذیر ہے۔ اس کے آبی محلول کو چونے کے پانی کے نام سے جانا جاتا ہے اور پانی میں بجھے ہوئے چونے کے معلقہ (suspension) کو دودھیا چونا (milk of lime) کہا جاتا ہے۔

جب کاربن ڈائی آکسائیڈ کو چونے کے پانی سے گزارا جاتا ہے تو کیلشیم کاربونیٹ بننے کی وجہ سے یہ دودھیا ہو جاتا ہے۔

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

کاربن ڈائی آکسائیڈ کے زیادہ سے گزارے جانے پر، کیلشیم ہائیڈروجن کاربونیٹ کا رسوب بن جاتا ہے۔

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

چونے کا دودھ، کلورین کے ساتھ تعامل سے ہائپوکلورائٹ بناتا ہے، جو بلیچنگ پاؤڈر (رنگ کٹ سفوف) کا ایک جزو ہے۔

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \rightarrow$$

$$CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + 2H_2O$$

استعمالات :

کیلشیم ہائیڈروآکسائیڈ کا استعمال اس طرح ہوتا ہے۔

(i) تعمیر میں بطور گچ کی تیاری میں۔

(ii) اس کی جراثیم کش نوعیت کی وجہ سے دیواروں پر سفیدی چڑھانے کے لئے۔

(iii) شیشہ بنانے میں، چمڑے کے دباغت (Tanning) کی صنعت میں، بلیچنگ پاؤڈر (رنگ کٹ سفوف) کی تیاری میں اور شکر کو صاف کرنے کے لیے۔

5.6.3 جپسم ($CaSO_4.2H_2O$)

قبل از تاریخ میں واقع بڑے سمندروں کے بخارات بننے سے جپسم کی تہیں بنتی ہیں۔ جب سمندر کا پانی بخارات بن جاتا ہے، تو اس میں موجود معدنیات مرتکز ہو جاتے ہیں، اور قلموں کی شکل اختیار کر لیتے ہیں۔

خاکہ 5.11 جپسم کی ایک کان

جپسم کے خواص

- جپسم ایک نرم معدن ہے، جو پانی میں اعتدال سے حل ہوتی ہے۔ پانی میں اس معدنیات کی حل پذیری تپش پر منحصر ہے۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:00 AM

- جپسم عام طور پر سفید، بے رنگ، یا سرمئی رنگ کا ہوتا ہے۔لیکن بعض اوقات، یہ گلابی، پیلے، بھورے اور ہلکے سبز رنگوں میں بھی پایا جاتا ہے، بنیادی طور پر لوٹ کی موجودگی کی وجہ سے ایسا ہوتا ہے۔

- جپسم کی قلمیں، بعض اوقات ایسی شکل میں پائے جاتے ہیں، جو پھول کی پنکھڑیوں سے مشابہت رکھتے ہیں۔اس قسم کی تشکیل کو 'صحرائی گلاب' کہا جاتا ہے، کیونکہ یہ زیادہ تر بنجر علاقوں یا صحرائی خطوں میں پائے جاتے ہیں۔

- جپسم، کم حرارتی ایصال (low thermal conductivity) کے لیے جانا جاتا ہے، یہی وجہ ہے کہ اسے خشک دیواریں (dry walls) یا عارضی دیواریں بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔جپسم کو قدرتی موصل کے طور پر بھی جانا جاتا ہے۔

خاکہ 5.12 جپسم کی الابسٹر قسم

- الابسٹر جپسم کی ایک قسم ہے، جو ایک سجاوٹی پتھر کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ بہت زیادہ قیمتی ہے۔اسے مجسمہ ساز صدیوں سے استعمال کرتے رہے ہیں۔ الابسٹر دانے دار اور غیر شفاف ہے۔

- Moh's Hardness Scale پر جپسم کی سختی 1.5 سے 2 کے درمیان ہوتی ہے۔اس کی کثافت اضافی 2.3 سے 2.4 ہے۔

جپسم کے استعمالات :

- جپسم کی الابسٹر قسم، قدیم مصر اور مسوپوٹومیا میں مجسمہ سازوں نے استعمال کی تھی۔ قدیم مصریوں نے تقریباً 5000 سال پہلے جپسم کو پلاسٹر آف پیرس میں تبدیل کرنے کا طریقہ معلوم کیا تھا۔ آج، جپسم کو انسان اپنے معاشرے میں وسیع طور پر استعمال کرتا آ رہا ہے، جن میں سے کچھ ذیل میں درج ہیں۔

- جپسم ڈرائی وال یا پلاسٹر بورڈ بنانے میں استعمال ہوتا ہے۔پلاسٹر بورڈز کو دیواروں اور چھتوں اور عارضی دیواروں کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

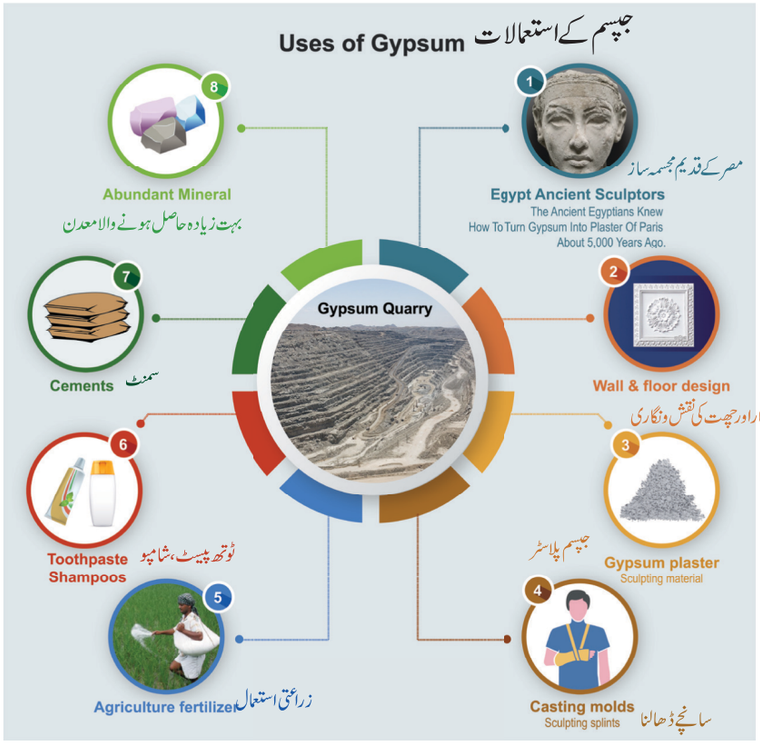
- جپسم کا ایک اور اہم استعمال پلاسٹر آف پیرس کی تیاری ہے۔ پلاسٹر آف پیرس بنانے کے لیے جپسم کو تقریباً 300 ڈگری فارن ہائیٹ پر گرم کیا جاتا ہے، جسے جپسم پلاسٹر بھی کہا جاتا ہے۔یہ بنیادی طور پر مجسمہ سازی (sculpture) کی خام شئے کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

- جپسم کو جراحی اور آرتھوپیڈک سانچے (cast) بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے، جیسے سرجیکل اسپلنٹ اور سانچوں کو ڈھالنے میں

- جپسم زراعت میں مٹی کے اضافی کنڈیشنر اور کھاد کے طور پر اہم کردار ادا کرتا ہے۔یہ سخت مٹی کو نرم کرنے میں مدد کرتا ہے، اور کیلشیم اور سلفر فراہم کرتا ہے، جو پودے کی صحت مند نشوونما کے لیے ضروری ہیں۔ اسے زیادہ نمکین مٹی سے سوڈیم کے روانوں کو ہٹانے کے لیے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:01 AM

- جپسم کے باندھنے اور گاڑھا کرنے کی خصوصیت (binding and thickening) کی وجہ سے اسے ٹوتھ پیسٹ، شامپو، اور بالوں کی مصنوعات میں استعمال کیا جاتا ہے۔
- جپسم کو سمنٹ میں بطور سختی کو کم کرنے والا (hardening retarder) کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے، یعنی سمنٹ کو سخت کرنے میں تاخیری لاتا ہے۔
- مختصر یہ کہ جپسم ایک ایسی چیز ہے، جس کے بے شمار استعمالات ہیں۔ جپسم کی کان کنی بالکل سادہ اور آسان ہے، کیوں کہ یہ زمین کی سطح پر موٹی تہوں کے طور پر حاصل ہوتی ہے۔ تاہم جپسم کو زیادہ نکالنے سے ماحول کا توازن بگڑ سکتا ہے۔ جپسم کو دوبارہ استعمال بھی کیا جا سکتا ہے، مگر اس کے کثرت سے حاصل ہونے کی وجہ سے اس پر زیادہ توجہ نہیں دی گئی ہے۔



خاکہ 5.13۔ جپسم کے استعمالات

5.6.4۔ پلاسٹر آف پیرس

کیلشیم سلفیٹ ہیمی ہائڈریٹ $CaSO_4.½H_2O$ (پلاسٹر آف پیرس)

یہ کیلشیم سلفیٹ کا نصف آبیدہ (hemihydrate) ہے۔ جب جپسم $CaSO_4.2H_2O$ کو 393 K پر گرم کیا جاتا ہے تو یہ حاصل ہوتا ہے۔

$$2CaSO_4 . 2H_2O(s) \rightarrow 2\,CaSO_4 . ½\,H_2O + 3H_2O$$

393 K کی تپش کے اوپر، قلماؤ کا پانی نہیں بچتا، اور نابیدہ کیلشیم سلفیٹ $CaSO_4$ باقی رہتا ہے۔ اس کو مردہ پلاسٹر (Dead burnt plaster) کہا جاتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:01 AM

پانی کے ساتھ اس کے بہترین طور پر سخت ہونے کی خصوصیت پائی جاتی ہے۔ ایک مخصوص مقدار میں پانی ملانے سے 5 تا 15 منٹ میں یہ سخت ٹھوس میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

استعمالات

پلاسٹر آف پیرس کو اس طرح استعمال کیا جاتا ہے۔

1۔ تعمیرات کی صنعت میں پلاسٹر کے طور پر

2۔ ہڈیوں کی توڑ پھوڑ کے دوران ان کو ہلنے سے روکنے کے لئے جسم کے عضو پر اس کی ایک پرت چڑھا دی جاتی ہے۔

3۔ دانتوں کے سانچے بنانے، سجاوٹی کاموں میں اور مجسموں کے سانچے بنانے میں استعمال ہوتا ہے۔

5.7۔ میگنیشیم اور کیلشیم کی حیاتیاتی اہمیت

میگنیشیم اور کیلشیم بھی حیاتیاتی افعال میں اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ ایک عام بالغ انسان کے جسم میں تقریباً 25 گرام میگنیشیم اور 1200 گرام کیلشیم ہوتا ہے۔ میگنیشیم بہت سے حیاتیاتی کیمیائی تعاملات میں اہم کردار ادا کرتا ہے جو خامروں کے ذریعے تماسی عمل انگیز ہوتے ہیں۔ یہ تمام خامروں کا شریک عنصر ہے جو فاسفیٹ کی منتقلی اور توانائی کے اخراج میں ATP کا استعمال کرتے ہیں۔ یہ DNA کی ترکیب کے لیے بھی ضروری ہے اور DNA کے استحکام اور مناسب کام کے لیے ذمہ دار ہے۔ یہ ہمارے جسم میں برق پاشیدوں کو متوازن کرنے کے لیے بھی استعمال ہوتا ہے۔ میگنیشیم کی کمی کے نتیجے میں رعشہ (convulsion) اور اعصابی جلن ہوتی ہے۔

کیلشیم ہڈیوں اور دانتوں کا ایک اہم جزو ہے۔ یہ خون میں بھی موجود ہے اور اس کا ارتکاز ہارمونز (کیلسی ٹونن اور پیراتھیرائڈ ہارمون) کے ذریعے برقرار رکھا جاتا ہے۔ خون میں کیلشیم کی کمی کی وجہ سے خون جمنے (clotting) میں زیادہ وقت لگتا ہے۔ یہ عضلات کے سکڑنے کے لیے بھی ضروری ہے۔ اہم روغن جو شعاعی ترکیب (photosynthesis) کے لیے ذمہ دار ہے، کلوروفل، میگنیشیم پر مشتمل ہے جو شعاعی ترکیب میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:02 AM

خلاصہ

SUMMARY

جدید دَوری جدول کے گروپ 1 اور 2 سے تعلق رکھنے والے عناصر کو s- بلاک عناصر کہا جاتا ہے۔ انہیں اس لیے کہا جاتا ہے کیونکہ گرفتی الیکٹران s مداروں پر قابض ہیں۔ گروپ 1 کے عناصر کی عمومی بیرونی الیکٹرانک ترتیب ns^1 ہے اور اسے قلوی دھاتیں (alkali metals) کہا جاتا ہے۔ گروپ 2 عناصر کی عمومی بیرونی الیکٹرانک ترتیب ns^2 ہوتی ہے اور انہیں قلوی خاکی دھاتیں (alkaline earth metals) کہا جاتا ہے کیونکہ یہ زمین کی پرت میں پائی جاتی ہیں اور ان کے آکسائیڈ اور ہائیڈراکسائیڈ فطرت میں قلی ہیں۔ گروپ 1 اور 2 سے تعلق رکھنے والے عناصر انتہائی تعامل پذیر ہیں اور بالترتیب M^+ اور M^{2+} مثبر واں بناتے ہیں۔ دونوں گروپوں کی ان کی جسمانی اور کیمیائی خصوصیات ایک باقاعدہ رجحان کو ظاہر کرتی ہیں جب ہم گروپ میں اوپر سے نیچے جاتے ہیں۔ جوہری اور روانی قطر ionic radii میں اضافہ ہوتا ہے جب ہم گروپ کے نیچے جاتے ہیں جبکہ ان کے روانی انتھالپی ionisation enthalpies کم ہوتے ہیں۔

ان میں سے ہر ایک گروپ میں پہلا عنصر، گروپ 1 میں لیتھیم اور گروپ 2 میں بیریلیم اپنے باقی گروپوں کے عناصر کے ساتھ رویے میں کچھ فرق ظاہر کرتا ہے اور اگلے گروپ کے دوسرے ممبر کے ساتھ خصوصیات میں مماثلت ظاہر کرتا ہے۔ اس طرز عمل کو متواتر جدول میں وتری تعلق (diagonal relationship) کے نام سے جانا جاتا ہے۔

الکلی دھاتیں کم نقطہ پگھلاؤ کے ساتھ نرم اور چاندی جیسی سفید رنگ کی ہوتی ہیں۔ وہ انتہائی ردعمل والے ہیں۔ قلوی دھاتوں کے مرکبات بنیادی طور پر روانی ہوتے ہیں۔ وہ بالترتیب ہائیڈروجن اور ہالوجن کے ساتھ دھاتی ہائیڈرائڈز اور ہیلائڈز بناتے ہیں۔ ان کے آکسائیڈ اور ہائیڈراکسائیڈ پانی میں حل پذیر ہوتے ہیں، جو طاقتور قلی بناتے ہیں۔ سوڈیم کے اہم مرکبات میں سوڈیم کاربونیٹ، سوڈیم کلورائیڈ، سوڈیم ہائیڈراکسائیڈ اور سوڈیم ہائیڈروجن کاربونیٹ شامل ہیں۔ سوڈیم ہائیڈراکسائیڈ Castner-Kelner کے عمل سے اور سوڈیم کاربونیٹ Solvay کے عمل سے تیار کیا جاتا ہے۔

الکلائن زمینی دھاتوں کی کیمسٹری الکلی دھاتوں کی طرح ہے۔ تاہم، ہم ان کے کم جوہری اور روانی سائز اور مثبر وانی بار میں اضافے کی وجہ سے کچھ اختلافات کا مشاہدہ کرتے ہیں۔ ان کے آکسائیڈز اور ہائیڈراکسائیڈز قلوی دھاتی آکسائیڈز اور ہائیڈراکسائیڈز سے کم اساسی ہیں۔ وہ بالترتیب ہائیڈروجن اور ہیلوجن کے ساتھ ہائیڈرائڈز اور ہیلائڈز بھی بناتے ہیں۔ کیلشیم کے صنعتی طور پر اہم مرکبات میں کیلشیم آکسائیڈ (چونا)، کیلشیم ہائیڈروآکسائیڈ (بجھا ہوا چونا)، کیلشیم سلفیٹ ہیمی ہائیڈریٹ (پلاسٹر آف پیرس)، کیلشیم کاربونیٹ (چونے کا پتھر) اور سیمنٹ شامل ہیں۔ پورٹ لینڈ سیمنٹ ایک اہم تعمیراتی مادّہ ہے۔ یہ ایک روٹری بھٹے میں چونے کے پتھر اور چکنی مٹی کے مرکب کو گرم کر کے تیار کیا جاتا ہے۔ اس طرح حاصل کیے گئے کلنکر کو کچھ جپسم (2-3%) کے ساتھ ملا کر سیمنٹ کا باریک پاؤڈر بنا جاتا ہے۔ یہ تمام مادے مختلف علاقوں میں مختلف قسم کے استعمال میں آتے ہیں۔

حیاتیاتی سیالوں میں یک گرفتی سوڈیم اور پوٹاشیم رواں اور دو گرفتہ میگنیشیم اور کیلشیم کے رواں بڑی مقدار میں پائے جاتے ہیں۔ یہ رواں اہم حیاتیاتی افعال انجام دیتے ہیں، جیسے روانی توازن کو برقرار رکھنا اور اعصابی تحریک کی ترسیل وغیرہ۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:02 AM

محاسبہ (Evaluation)

1۔ قلوی دھاتوں کے لیے، مندرجہ ذیل میں سے کون سا رجحان غلط ہے؟

a) آبیدگی کی توانائی (Hydration energy) : $Li > Na > K > Rb$

b) روانی توانائی (Ionisation energy) : $Li > Na > K > Rb$

c) کثافت (Density) : $Li < Na < K < Rb$

d) جوہری جسامت (Atomic size) : $Li < Na < K < Rb$

2۔ درج ذیل میں سے کون سا بیان غلط ہے؟

a) دیگر قلوی دھاتی مثبر وانوں میں سے Li^+ کی آبیدگی کا درجہ (degree of hydration) کم سے کم ہوتا ہے۔

b) KO_2 میں K کی تکسیدی حالت +1 ہے۔

c) Na / Pb کی بھرت بنانے کے لیے سوڈیم استعمال کیا جاتا ہے۔

d) $MgSO_4$ پانی میں آسانی سے حل پذیر ہے۔

3۔ مندرجہ ذیل میں سے کون سے مرکبات قلوی دھاتوں کے ساتھ ردعمل پر H_2 گیس تیار نہیں کریں گے؟

a) ایتھانوک ایسڈ (Ethanoic Acid)　　b) ایتھنول (Ethanol)

c) فینول (Phenol)　　d) ان میں سے کوئی نہیں۔

4۔ مندرجہ ذیل میں سے کس میں تعامل کرنے کا رجحان سب سے زیادہ ہے۔

$$M^+(g) \xrightarrow{\text{آبی واسطہ}} M^+(aq)$$

a) Na　　b) Li　　c) Rb　　d) K

5۔ سوڈیم اس میں ذخیرہ (محفوظ) کیا جاتا ہے۔

a) الکحل　　b) پانی　　c) مٹی کا تیل　　d) ان میں سے کوئی نہیں۔

6۔ RbO_2 ایک یہ ہے۔

a) سوپر آکسائیڈ اور مقناطیس پسند (paramagnetic)　　b) پیراکسائیڈ اور غیر مقناطیس پسند (dimagnetic)

c) سوپر آکسائیڈ اور غیر مقناطیس پسند (dimagnetic)　　d) پیراکسائیڈ اور مقناطیس پسند (paramagnetic)

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:02 AM

7۔ غلط بیان تلاش کریں۔

a) سوڈیم دھات کا استعمال نامیاتی معیاری تجزیہ (organic qualitative analysis) میں کیا جاتا ہے۔

b) سوڈیم کاربونیٹ پانی میں حل پذیر ہے اور اسے غیر نامیاتی معیار کے تجزیہ (inorganic qualitative analysis) میں استعمال کیا جاتا ہے۔

c) پوٹاشیم کاربونیٹ Solvay کے عمل سے تیار کیا جاسکتا ہے۔

d) پوٹاشیم بائی کاربونیٹ ایک ترشوی نمک (acidic salt) ہے۔

8۔ لیتھیم کے ساتھ یہ وتری تعلق (diagonal relationship) کو ظاہر کرتا ہے۔

a) سوڈیم b) میگنیشیم c) کیلشیم d) ایلومینیم

9۔ قلوی دھاتی ہیلائیڈز کی صورت میں، روانی رجحان اس ترتیب میں بڑھتا ہے۔

a) $MF < MCl < MBr < MI$

b) $MI < MBr < MCl < MF$

c) $MI < MBr < MF < MCl$

d) ان میں سے کوئی نہیں۔

10۔ کس عمل میں سوڈیم کے حصول کے لیے پگھلے ہوئے سوڈیم ہائیڈرو آکسائیڈ کی برق پاشیدگی کی جاتی ہے ؟

a) Castner process b) Cyanide process

c) Down's process d) ان تمام میں

11۔ CaC_2 کے ساتھ نائٹروجن کے تعامل کے نتیجے کا حاصل یہ ہے۔ (NEET - Phase I)

a) $Ca(CN)_3$ b) CaN_2 c) $Ca(CN)_2$ d) Ca_3N_2

12۔ مندرجہ ذیل میں سے کس میں آبیدگی کی توانائی (Hydration energy) سب سے زیادہ ہے۔

a) $MgCl_2$ b) $CaCl_2$ c) $BaCl_2$ d) $SrCl_2$

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:03 AM

13۔ بنسن برنر میں قلوی دھاتوں اور قلوی خاکی دھاتوں کے شعلوں کے رنگوں کو ملایئے۔

(p) سوڈیم - (1) اینٹ جیسا سرخ

(q) کیلشیم - (2) زرد

(r) بیریم - (3) لیلک (بنفشی)

(s) اسٹرانشیم - (4) سیب جیسا ہرا

(t) سیزیم - (5) کرمسن سرخ

(u) پوٹاشیم - (6) نیلا

a) p - 2, q - 1, r - 4, s - 5, t - 6, u - 3

b) p - 1, q - 2, r - 4, s - 5, t - 6, u - 3

c) p - 4, q - 1, r - 2, s - 3, t - 5, u - 6

d) p - 6, q - 5, r - 4, s - 3, t - 1, u - 2

14۔ توشیق : عام طور پر قلوی دھاتیں اور قلوی خاکی دھاتیں سوپر آکسائیڈز بناتی ہیں۔

سبب : سوپر آکسائیڈز میں O اور O کے درمیان اکہری بندش ہے۔

a) توشیق اور سبب دونوں صحیح ہیں اور توشیق سبب کی صحیح وضاحت کرتا ہے۔

b) توشیق اور سبب دونوں صحیح ہیں اور توشیق سبب کی صحیح وضاحت نہیں کرتا ہے۔

c) توشیق درست ہے لیکن سبب غلط ہے۔

d) توشیق اور سبب دونوں غلط ہیں۔

15۔ توشیق : $BeSO_4$ پانی میں حل پذیر ہے، جبکہ $BaSO_4$ پانی میں حل پذیر نہیں ہے۔

سبب : آبیدگی کی توانائی (Hydration energy) Be سے Ba تک گروپ میں کم ہو جاتی ہے اور جالی کی توانائی (lattice energy) تقریباً مستقل رہتی ہے۔

a) توشیق اور سبب دونوں صحیح ہیں اور توشیق سبب کی صحیح وضاحت کرتا ہے۔

b) توشیق اور سبب دونوں صحیح ہیں اور توشیق سبب کی صحیح وضاحت نہیں کرتا ہے۔

c) توشیق درست ہے لیکن سبب غلط ہے۔

d) توشیق اور سبب دونوں غلط ہیں۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:03 AM

16۔ قلوی خاکی دھاتوں کے کاربونیٹ کی حل پذیری کی صحیح ترتیب کون سی ہے؟

a) $BaCO_3 > SrCO_3 > CaCO_3 > MgCO_3$

b) $MgCO_3 > CaCO_3 > SrCO_3 > BaCO_3$

c) $CaCO_3 > BaCO_3 > SrCO_3 > MgCO_3$

d) $BaCO_3 > CaCO_3 > SrCO_3 > MgCO_3$

17۔ بیریلیم کے تناظر میں، مندرجہ ذیل میں سے کون سا بیان غلط ہے؟ (NEET Phase -2)

a) یہ نائٹرک ترشہ کے لئے غیر فعال (passive) ہے۔

b) یہ Be_2C بناتا ہے۔

c) اس کے نمک بہت ہی کم آب پاشیدہ (Hydrolyse) ہوتے ہیں۔

d) اس کا ہائیڈرائیڈ کم الکٹران رکھنے والا (electron deficient) اور کثیر ترکیبہ (polymeric) ہے۔

18۔ پانی میں بجھے ہوئے چونے (Slaked lime) کے معلقہ کو اس طرح کہا جاتا ہے۔

a) چونے کا پانی (lime water) b) ان بجھا چونا (quick lime)

c) دودھیا چونا (milk of lime) d) بجھے ہوئے چونے کا آبی محلول (aqueous solution of slaked lime)

19۔ ایک بے رنگ ٹھوس مادہ (A) کو گرم کرنے پر CO_2 خارج ہوتی ہے، اور اس سے ایک سفید تلچھٹ (residue) بھی حاصل ہوتا ہے، جو پانی میں حل ہوتا ہے۔ جب اس تلچھٹ کو ہلکائے ہوئے HCl کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے تو یہ CO_2 دیتا ہے۔ A معلوم کیجئے۔

a) Na_2CO_3 b) $NaHCO_3$ c) $CaCO_3$ d) $Ca(HCO_3)_2$

20۔ ایک مرکب (X) ایک بے رنگ گیس اور ایک تلچھٹ دیتا ہے، جو پانی میں حل ہو کر (B) حاصل کرتا ہے۔ B میں جب افزود CO_2 کے بلبلے دئے جاتے ہیں تو C حاصل ہوتا ہے۔ ٹھوس C کو گرم کرنے پر واپس X حاصل ہو جاتا ہے۔ (B) یہ ہے۔

a) $CaCO_3$ b) $Ca(OH)_2$ c) Na_2CO_3 d) $NaHCO_3$

21۔ مندرجہ ذیل میں سے کون سا بیان غلط ہے؟ (NEET - Phase 1)

a) دل کی دھڑکن کو برقرار رکھنے میں Ca^{2+} کے رواں ضروری نہیں ہیں۔

b) Mg^{2+} کے رواں پودوں کے سبز حصوں کے لئے ضروری ہیں۔

c) Mg^{2+} کے رواں ATP کے ساتھ ایک کامپلکس بناتے ہیں۔

d) Ca^{2+} کے رواں، خون کے جمنے (clotting) کے لئے ضروری ہیں۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:03 AM

22۔ درج ذیل میں سے کس مرکب کا نام Blue John ہے ؟

(a CaH_2 (b CaF_2 (c $Ca_3(PO_4)_2$ (d CaO

23۔ جپسم کا ضابطہ یہ ہے۔

(a $CaSO_4 . 2H_2O$ (b $CaSO_4 . ½H_2O$

(c $3\ CaSO_4 . H_2O$ (d $2\ CaSO_4 . H_2O$

24۔ جب CaC_2 کو برقی بھٹی میں نائٹروجن کے ماحول میں گرم کیا جاتا ہے تو بننے والا مرکب یہ ہے۔

(a $Ca(CN)_2$ (b CaNCN

(c CaC_2N_2 (d $CaNC_2$

25۔ مندرجہ ذیل میں سب سے کم حرارتی طور پر مستحکم (قیام پذیر) (Stable) ہے۔

(a K_2CO_3 (b Na_2CO_3

(c $BaCO_3$ (d Li_2CO_3

II۔ درج ذیل سوالات کے مختصر جواب لکھیں:

26۔ سوڈیم کلورائیڈ کی بہ نسبت سوڈیم ہائڈرا کسائڈ پانی میں زیادہ حل پذیر کیوں ہے؟

27۔ سوڈیم کاربونیٹ کی تیاری کے Solvay کے عمل کے لیے کیمیائی مساوات لکھیں۔

28۔ ایک قلوی دھات (X) آبیدہ سلفیٹ، $X_2SO_4.10H_2O$ بناتی ہے۔ کیا یہ دھات سوڈیم (یا) پوٹاشیم ہوسکتی ہے؟

29۔ درج ذیل کیمیائی تعاملات میں سے ہر ایک کے لیے متوازن کیمیائی مساوات لکھیں۔

(i) نائٹروجن گیس کے ساتھ لیتھیم دھات

(ii) ٹھوس سوڈیم بائی کاربونیٹ کو گرم کرنا

(iii) آکسیجن گیس کے ساتھ رُوبیڈیم (Rubidium)

(iv) ٹھوس پوٹاشیم ہائیڈروآکسائیڈ CO_2 کے ساتھ

(v) کیلشیم کاربونیٹ کو گرم کرنا

(vi) کیلشیم کو آکسیجن کے ساتھ گرم کرنا

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:03 AM

30۔ لیتھیم اور میگنیشیم کے درمیان مشابہت پر مختصراً بحث کریں۔

31۔ درج ذیل کے لیے systematic نام دیں۔

(i) میگنیشیا کا دودھ (Milk of Magnesia) (ii) لائی (lye) (iii) چونا (lime)

(iv) کاسٹک پوٹاش (Caustic potash) (v) دھونے کا سوڈا (Washing soda)

(vi) سوڈا راکھ (soda ash) (vii) ٹرونا (trona)

32۔ گروپ 1 کے دھاتی فلورائڈوں میں لیتھیم فلورائڈ سب سے کم حل پذیری رکھتا ہے۔ اس بیان کو ثابت کیجئے۔

33۔ پلاسٹر آف پیرس کے استعمالات بتائیں۔

34۔ بیریلیم کے ہیلائیڈز ہم گرفتہ ہیں، جبکہ میگنیشیم کے ہیلائیڈز روانی کیوں ہیں؟

35۔ ایک قلوی خاکی دھات (A)، جو تیسرے دور سے تعلق رکھتی ہے، آکسیجن اور نائٹروجن کے ساتھ تعامل کر کے بالترتیب مرکب (B) اور (C) بناتی ہے۔ یہ $AgNO_3$ محلول کے ساتھ ہٹاؤ تعامل کر کے ایک مرکب (D) بناتی ہے۔ A، B، C اور D کی شناخت کریں۔

36۔ درج ذیل عمل کے لیے متوازن کیمیائی مساوات لکھیں۔

(a) آکسیجن میں کیلشیم کو گرم کرنا

(b) کیلشیم کاربونیٹ کو گرم کرنا

(c) کیلشیم ہائیڈروجن کاربونیٹ کے محلول کی تبخیر کرنا (Evaporating)

(d) کیلشیم آکسائیڈ کو کاربن کے ساتھ گرم کرنا

37۔ گروپ 2 کے عناصر کی اہم مشترکہ خصوصیات (common features of group 2 elements) کی وضاحت کریں۔

38۔ بیریلیم اور ایلومینیم کے درمیان مماثلت پر بحث کریں۔

39۔ قلوی دھاتوں کی بہ نسبت قلوی خاکی دھاتیں زیادہ سخت کیوں ہوتی ہیں؟

40۔ پلاسٹر آف پیرس کیسے تیار کیا جاتا ہے؟

41۔ جپسم کے استعمالات بتائیں۔

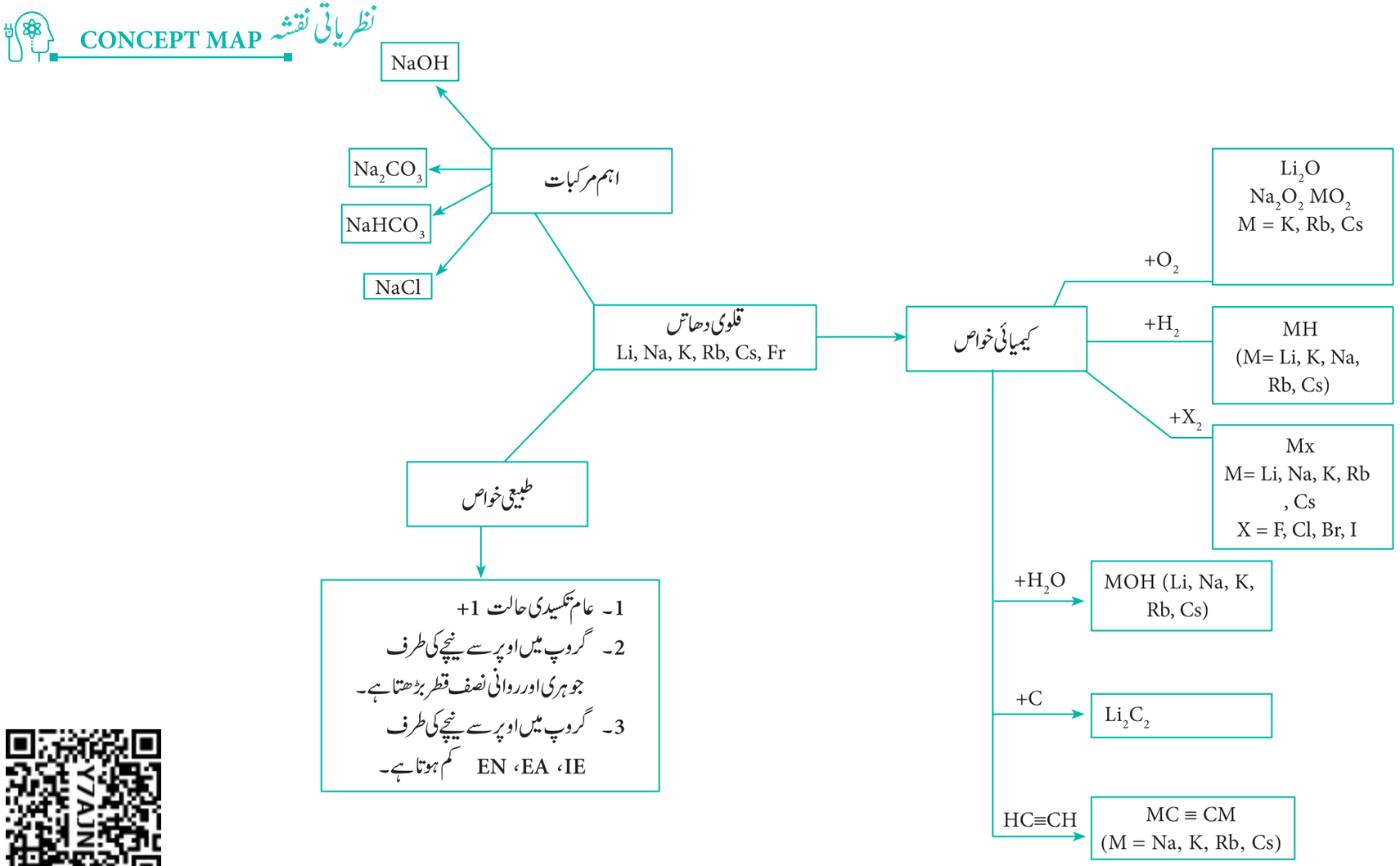
42۔ کیلشیم اور میگنیشیم کی حیاتیاتی اہمیت کو مختصراً بیان کریں۔

43۔ میگنیشیم آکسائیڈ یا میگنیشیم فلورائیڈ، ان دونوں میں سے کس کا نقطہ پگھلاؤ زیادہ ہوگا؟ آپ کس کی توقع کریں گے؟ دلیل کے ساتھ وضاحت کریں۔

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:04 AM

11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:04 AM

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ



ICT Corner — ICT کارنر

قلوی اور قلوی خاکی دھاتوں کے شعلہ کی جانچ (ورچوئل لیب) (virtual lab)

براہ کرم URL پر جائیں

https://www.newpathonline.com/free-curriculumresources/virtual_lab/Flame_Test/9/12,13,14/1914

دائیں طرف QR کوڈ اسکین کریں۔

اس ورچوئل لیب کا استعمال کر کے آپ مختلف قلوی دھاتوں اور قلوی خاکی دھاتوں کے شعلہ کی جانچ کر سکتے ہیں اور پیدا ہونے والے شعلے کا رنگ دیکھ سکتے ہیں۔

مرحلہ نمبر 1

براؤزر کھولیں اور دیا گیا URL ٹائپ کریں (یا) QR کوڈ اسکین کریں۔ Flame test panel پر view ویوبٹن پر کلک کریں۔

flame test ونڈو کھلے گا جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔

مرحلہ 2

قیاسی شعلہ کی جانچ کرنے کے لیے ہدایات پر عمل کریں۔

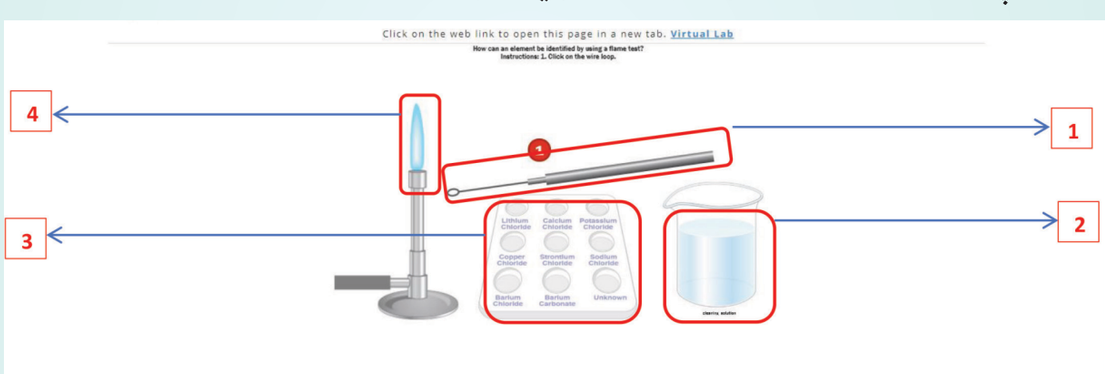
1۔ wireloop 1 پر کلک کریں۔

2۔ تار کے لوپ کو (2) cleaning solution میں منتقل کریں۔ cleaning solution پر کلک کریں۔ ہر ٹیسٹ سے پہلے تار کو صاف کرنا چاہیے تا کہ یہ یقینی بنایا جا سکے کہ لوپ پر کوئی اور نمک موجود نہیں ہے۔

3۔ وائر لوپ کو نمک کے محلول میں منتقل کریں جس کی آپ جانچ کرنا چاہتے ہیں (3)۔ نمک کے محلول پر کلک کریں۔

4۔ وائر لوپ کو شعلے پر منتقل کریں (4) اور اس پر کلک کریں۔

5۔ آپ دھاتی رواں کے حوالے سے شعلے میں رنگ کی خصوصیت کی تبدیلی دیکھیں گے۔



11 chem vol-1 unit 5 alkali and alkaline
Wednesday, August 31, 2022 10:41:04 AM

اکائی 6

گیسی حالت (Gaseous state)

مادے کی خصوصیات کی اتنی زیادہ خصوصیات، خاص طور پر جب گیسی شکل میں، اس مفروضے سے اخذ کیا جا سکتا ہے کہ ان کے چھوٹے حصے تیز حرکت میں ہیں، درجہ حرارت کے ساتھ رفتار بڑھ رہی ہے، کہ اس حرکت کی قطعی نوعیت عقلی تجسس کا موضوع بن جاتی ہے۔

جیمس کلرک میکسویل

جیک چارلس Jacques Charles
(1746-1823)

سیکھنے کے مقاصد

اس اکائی کی تعلیم حاصل کرنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے۔

- ایک مثالی گیس کو قابو کرنے والے کلیے بیان کریں گے۔
- حقیقی زندگی کے مختلف حالات میں گیس کے کلیوں کا مظاہرہ کریں گے۔
- مثالی گیسی مساوات حاصل کریں گے اور اس کا استعمال کرتے ہوئے حسابات کریں گے۔
- مثالی برتاؤ سے انحراف بیان کریں گے۔
- Van der Waals equation کی مساوات اخذ کریں گے۔
- Graham کے نفوذ کے کلیہ کی وضاحت کریں گے۔
- داب پذیری کا عامل compressibility factor کی وضاحت کریں گے۔
- فاصل کے اثر (critical phenomena) کی وضاحت کر سکیں گے۔
- Vander Waala کے مستقلہ کے لحاظ سے فاصل مستقلات اخذ کریں گے۔
- کاربن ڈائی آکسائڈ کے لئے andrew کی ہم تپش خط (isotherm) کی وضاحت کریں گے۔
- جول-تھامسن اثر اور گیسوں کے مائع کرنے کی وضاحت کریں گے۔

DECHM

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:30 PM

6.1۔ تعارف

ہم بغیر غذا کے کئی ہفتے، پانی کے بغیر کئی دن، لیکن ہوا کے بغیر صرف چند منٹ زندہ رہ سکتے ہیں۔ اس طرح، ہم ہر چند سیکنڈ میں ایک پھیپھڑے بھر کر سانس لیتے ہیں۔ یہ اس لئے کہ ہمیں اپنے افعال انجام دینے کے لئے کچھ سالمے چاہئے اور کچھ سالمے جن کی ہمارے جسم کو مزید ضرورت نہیں ہے، اور اس مرکب کو واپس اردگرد کی ہوا میں چھوڑ دیتے ہیں۔ ہمارے اردگرد کی ہوا گیسی حالت میں ہے، جو مادے کی حالتوں میں سب سے آسان ہے۔ اگرچہ گیسوں کا کیمیائی برتاؤ، ان کی ساخت پر منحصر ہے، لیکن تمام گیسوں کا طبیعی برتاؤ نمایاں طور پر ایک جیسا ہے۔

کیا آپ گیس اور بخارات (vapour) میں فرق جانتے ہیں؟

کیا ہم جانتے ہو؟

گیس ایک ایسا مادہ ہے، جو عام طور پر گیسی حالت میں ہوتا ہے۔ گیس کمرے کی تپش اور 1 فضائی دباؤ پر گیسی حالت میں پائی جاتی ہے، جب کہ بخارات کسی بھی مادے کا چاہے، وہ ٹھوس ہو یا مائع ہو، اس کی گیسی شکل ہے جو کمرے کی تپش اور 1 فضائی دباؤ پر پائی جاتی ہو۔

زمین، ایک ایک ماحول سے گھری ہوئی ہے، جس میں حجم کے تناسب میں تقریباً 78% نائٹروجن، 21% آکسیجن اور 1% دیگر گیسیں ہیں۔ معلوم عناصر میں سے صرف گیارہ ہی گیسیں ہیں، جو عام فضائی ماحول میں پائی جاتی ہیں۔ عناصر ہائیڈروجن (H_2)، نائٹروجن (N_2)، آکسیجن (O_2)، فلورین (F_2) اور کلورین (Cl_2) گیسی دو جوہری سالمے ہیں۔ آکسیجن کی ایک اور شکل، یعنی اوزون (O_3) بھی کمرے کی تپش پر ایک گیس ہے۔ اٹھارویں گروپ میں پائی جانے والی جامد گیسیں، یعنی ہیلیم (He)، نیان (Ne)، آرگان (Ar)، کرپٹن (Kr)، زینان (Xe) اور ریڈان (Rn) یک جوہری گیسیں ہیں۔ کاربن مونو آکسائیڈ (CO)، کاربن ڈائی آکسائیڈ (CO_2)، نائٹروجن ڈائی آکسائیڈ (NO_2) اور نائٹرک آکسائیڈ (NO) جیسے مرکبات بھی گیسی حالت میں عام فضائی حالات میں پائی جاتی ہیں۔ اس اکائی میں آپ گیسوں کی خصوصیات اور دیگر متعلقہ مظاہر سے متعلق معلومات حاصل کریں گے۔

6.2 گیسوں کے کلیے (The gas laws)

کیمسٹری کی ترقی میں گیس کے کلیوں نے اہم کردار ادا کیا ہے۔ تمام گیسوں کی طبیعی خصوصیات، گیس کے ان کلیوں کے تحت چلتی ہیں جو تپش، دباؤ، حجم وغیرہ کی خصوصیات کے مطالعہ کی بنیاد پر وضع کیے گئے تھے۔ گیس کے کلیوں کا تفصیل سے مطالعہ کرنے سے پہلے، آیئے ایک اہم پیرامیٹر (parameter) یعنی دباؤ کو سمجھیں۔

دباؤ کو قوت تقسیم رقبہ کے طور پر بیان کیا جاتا ہے، اس علاقے پر جہاں طاقت کا اطلاق ہوتا ہے۔ دباؤ کی SI اکائی پاسکل ہے، جس کی تعریف 1 نیوٹن فی مربع میٹر (Nm^{-2}) ہے۔ دوسری اکائیاں ہیں، جو عام طور پر استعمال ہوتی ہیں اور SI اکائیوں سے ان کا تعلق مندرجہ ذیل ہے۔

$$\text{دباؤ} = \frac{\text{قوت}\ (\text{N or kg m s}^{-2})}{\text{رقبہ}\ (\text{m}^2)}$$

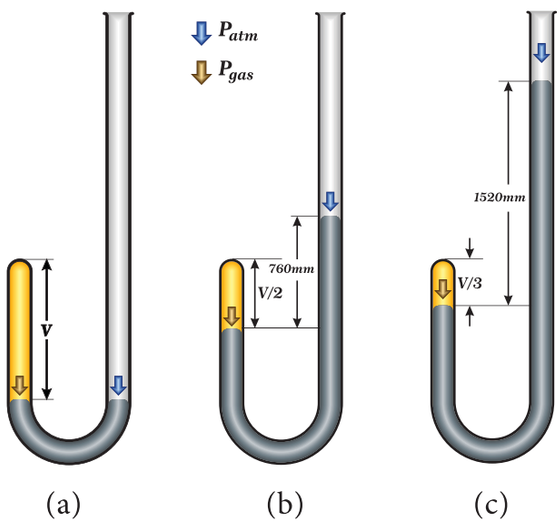
جدول 6.1 دباؤ کی اکائیاں

اکائی Unit	علامت Symbol	قیمت Value (Nm^{-2} or $kgm^{-1}s^{-2}$)
pascal	Pa	1 Pa = 1 Nm^{-2}
atmosphere	atm	1 atm = 101325 Pa
millimeter of mercury	mmHg	1 mmHg = 133.322 Pa
bar	bar	1 bar = 10^5 Pa
torr	Torr	1 Torr = 133.322 Pa
pound per square inch	psi	1 psi = 6894.76 pa

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:30 PM

6.2.1 بائل کا کلیہ: دباؤ-حجم کا تعلق
(Boyle's law : Pressure-volume relationship)

رابرٹ بائل نے گیسوں کے دباؤ اور حجم کے درمیان تعلق کا مطالعہ کرنے کے لیے سلسلہ وار تجربات کئے۔ ان کے استعمال کردہ آلات کو خاکہ وار شکل 6.1 میں دکھایا گیا ہے۔



خاکہ 6.1 بائل کے کلیہ کا تجربہ

پارہ کو نالی کے کھلے سرے سے اس طرح شامل کیا جاتا ہے کہ دونوں سروں پر پارہ کی سطح برابر رہے، جیسا کہ شکل 6.1(a) میں دکھایا گیا ہے۔ پارے کی زیادہ مقدار اس وقت تک شامل کریں، جب تک کہ پھنسی ہوئی ہوا کا حجم اس کے اصل حجم کے نصف تک کم نہ ہو جائے جیسا کہ شکل 6.1 (b) میں دکھایا گیا ہے۔ پارہ کی طرف سے گیس پر دباؤ، اور نالی میں اضافی دباؤ کو پارے کی سطح کے فرق سے دیا جاتا ہے۔ ابتدائی طور پر گیس کا دباؤ 1 atm کے برابر ہے، کیونکہ پارے کی سطح کی اونچائی میں فرق صفر ہے۔ جب حجم آدھا رہ جاتا ہے تو پارے کی سطح میں فرق 760 ملی میٹر تک بڑھ جاتا ہے۔ اب گیس کا دباؤ 2 atm کے برابر ہے۔ اس سے وہ اس نتیجے پر پہنچے کہ **ایک مستقل تپش پر گیس کے ایک مقررہ کمیت کا حجم، اس کے دباؤ کے معکوس تناسب میں ہے۔**

ریاضیاتی طور پر، Boyle کے کلیہ کو اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔

$$V \propto \frac{1}{P} \quad \text{------- (6.1)}$$

(T اور n طے شدہ ہیں، T- تپش، n - مول کی تعداد)

$$V = k \times \frac{1}{P} \quad \text{------- (6.2)}$$

k- تناسبیت کا مستقلہ

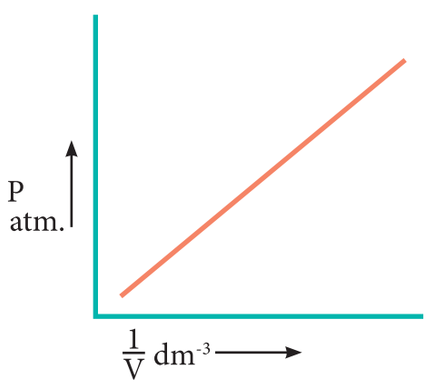
جب ہم مساوات 6.2 کو دوبارہ ترتیب دیتے ہیں۔

$$PV = k \quad \text{------ (6.2a)}$$

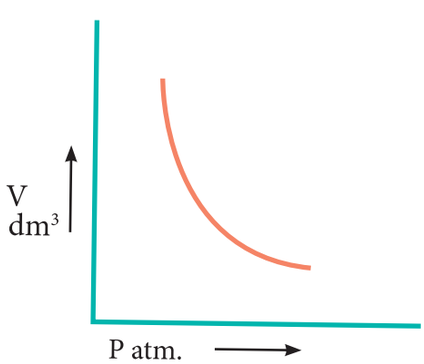
(مستقل تپش اور کمیت پر)

بائل کا کلیہ تمام گیسوں پر لاگو ہوتا ہے، چاہے ان کی کیمیائی شناخت ہو نہ ہو، (بشرطیکہ دباؤ کم ہو)۔ لہذا، مستقل تپش پر، دی گئی کمیت کی گیس پر جس کے دو مختلف شرائط ہیں، ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$P_1V_1 = P_2V_2 = k \quad \text{------ (6.3)}$$



خاکہ 6.2 a۔ بائل کے کلیہ کی ترسیمی نمائندگی (مساوات 6.2)



خاکہ 6.2 b۔ بائل کے کلیہ کی ترسیمی نمائندگی (مساوات 6.2 a)

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:31 PM

PV کے تعلقات کو مندرجہ ذیل طور پر سمجھا جا سکتا ہے۔ دباؤ برتن کی دیواروں پر گیس کے ذرات کے طاقت کی وجہ سے ہے۔ اگر گیس کی دی گئی مقدار کو اس کے حجم کے نصف تک دبایا جاتا ہے، تو کثافت دوگنی ہو جاتی ہے اور برتن کی دیواروں کو ٹکرانے والے ذرات کی تعداد دوگنی ہو جائے گی۔ اس طرح، دباؤ دوگنا بڑھ جائے گا۔

بائل کے کلیہ کا نتیجہ

دباؤ-کثافت کا رشتہ Boyle کے کلیہ سے اخذ کیا جا سکتا ہے، جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad \text{(بائل کا کلیہ)}$$

$$P_1 \frac{m}{d_1} = P_2 \frac{m}{d_2}$$

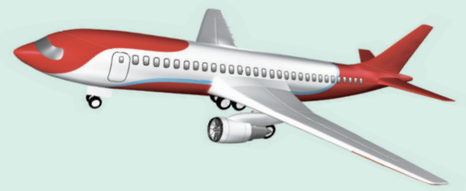
جہاں "m" کمیت ہے، دباؤ P_1 اور P_2 پر d_1 اور d_2 گیسوں کی کثافتیں ہیں۔

$$\frac{P_1}{d_1} = \frac{P_2}{d_2} \quad \text{------ (6.4)}$$

بہ الفاظ دیگر، گیس کی کثافت براہ راست دباؤ کے متناسب ہے۔

تمام مسافر ہوائی جہاز کے کیبنوں پر مصنوعی طور پر دباؤ ڈالنا پڑتا ہے۔ کیا آپ جانتے ہیں، ایسا کیوں ہے؟

اکثر مسافر بردار ہوائی جہاز 30,000 فٹ کی بلندی پر پرواز کرتے ہیں۔ اونچائی میں اضافے کے ساتھ دباؤ کم ہوتا ہے، کیونکہ ہوا کے فی یونٹ حجم میں کم سالمے ہوتے ہیں۔ اس لیے، فضا میں رہتے ہوئے، ہوائی جہاز کے اردگرد دباؤ اتنا کم ہوگا کہ کوئی بھی شخص آکسیجن کی کمی کی وجہ سے مر سکتا ہے۔ اس وجہ سے ہوائی جہاز کے کیبن پر مصنوعی طور پر دباؤ ڈالا جاتا ہے۔

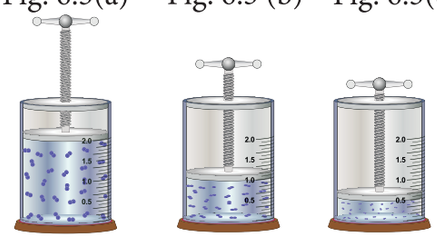


اسی طرح دباؤ میں کمی کا اثر پہاڑ پر چڑھتے ہوئے کسی شخص کے کانوں میں ہلکا سا درد محسوس ہوتا ہے۔ اگرچہ بیرونی دباؤ گرتا ہے، لیکن کان کے سوراخ کے اندر اندرونی دباؤ وہی رہتا ہے۔ اس سے عدم توازن پیدا ہوتا ہے۔ زیادہ اندرونی دباؤ، کان کے پردے کو باہر کی طرف بڑھنے پر مجبور کرتا ہے، جس کی وجہ سے درد ہوتا ہے۔ کان کے سوراخ کے اندر سے اضافی ہوا کچھ دیر بعد اور جمائی کی مدد سے نکل جاتی ہے اور اس طرح درد کو دور کرنے کے لیے اندرونی اور بیرونی دباؤ کو توازن میں رکھتا ہے۔

پانی کے اندر غوطہ خوروں کو مشورہ دیا جاتا ہے کہ غوطہ خوری کے دوران غیر ضروری طور پر سانس نہ روکیں۔ تمہیں پتہ ہے ایسا کیوں ہے؟

خاکہ (6.3) میں آیئے گمشدہ پیرامیٹرز تلاش کریں (6.3(b) میں حجم اور 6.3(c) میں دباؤ)

Fig. 6.3(a) Fig. 6.3 (b) Fig. 6.3(c)



$P_1 = 1$ atm. $P_2 = 2$ atm. $P_3 = ?$ atm.

$V_1 = 1$ dm^3 $V_2 = ?$ dm^3 $V_3 = 0.25$dm^3

T = 298 K T = 298 K T = 298 K

خاکہ 6.3 بائل کے کلیہ کی تصدیق کے لیے گیس کے حجم پر دباؤ کا اثر

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:32 PM

حل:

Boyle کے کلیہ کے مطابق، مستقل تپش پر گیس کی دی گئی کمیت کے لئے

$$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3$$

$$1\ atm \times 1\ dm^3 = 2\ atm \times V_2 = P_3 \times 0.25\ dm^3$$

$$\therefore\ 2\ atm \times V_2 = 1\ atm \times 1\ dm^3$$

$$V_2 = \frac{1\ \cancel{atm} \times 1\ dm^3}{2\ \cancel{atm}}$$

$$\boxed{V_2 = 0.5\ dm^3}$$

and $P_3 \times 0.25\ dm^3 = 1\ atm \times 1\ dm^3$

$$P_3 = \frac{1\ atm \times 1\ \cancel{dm^3}}{0.25\ dm^3}$$

$$\boxed{P_3 = 4\ atm}$$

خود کا محاسبہ

1۔ فریان 12 (Freon 12) ریفریجریٹر سسٹم میں سرد گر (coolant) کے طور پر، وسیع طور پر استعمال ہونے والا مرکب، اوزون کی تہہ کی کمی کا سبب بنتا ہے۔ اب اس کی جگہ ماحول دوست مرکبات نے لے لی ہے۔ 0.3 atm کے دباؤ پر گیسی فریان کے $31.5\ dm^3$ نمونے پر غور کریں۔ اگر دباؤ کو 1.2 atm میں تبدیل کیا جاتا ہے، تو ایک مستقل تپش پر، بتائیے کہ گیس کا حجم بڑھے گا یا کم ہوگا؟

2۔ ایک مخصوص آٹو موبائل انجن کے اندر، ایک سلنڈر میں جب دباؤ 1.05 atm ہے تو ہوا کا حجم $0.375\ dm^3$ ہے۔ جب گیس کو اسی درجہ حرارت پر $0.125\ dm^3$ کے حجم پر دابا جاتا ہے تو دابی ہوئی ہوا کا دباؤ کیا ہوگا؟

6.2.2 چارلس کا کلیہ (حجم - تپش کا تعلق)

گیس کے حجم اور اس کی تپش کے درمیان تعلق کا مطالعہ J.A.C. چارلس نے کیا۔ اس نے مشاہدہ کیا کہ مستقل دباؤ پر گیس کی ایک مستقل کمیت کے لیے حجم اس کے تپش (K) کے راست تناسب میں ہے۔ حسابی طور پر اس کی نمائندگی کی جاسکتی ہے۔

(مستقل P اور n پر)

$$V = kT \quad \text{------- (6.5)}$$

یا

$$\frac{V}{T} = \text{مستقلہ}$$

اگر گیس کی تپش بڑھتی ہے، تو حجم بھی براہ راست تناسب میں بڑھ جاتا ہے، تاکہ V/T ایک مستقل ہو۔ مستقل دباؤ میں ایک ہی نظام کے لیے، کوئی اس طرح لکھ سکتا ہے۔

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{مستقل} \qquad \text{----- (6.6)}$$

مثال کے طور پر، اگر ایک غبارے کو برف جیسے ٹھنڈے پانی سے ابلتے ہوئے پانی میں منتقل کیا جائے تو گیس کی تپش بڑھ جاتی ہے۔ نتیجے کے طور پر، غبارے کے اندر گیس کے سالمے تیزی سے حرکت کرتے ہیں اور گیس پھیلتی ہے۔ لہذا، حجم میں اضافہ ہوتا ہے۔

ابلتا ہوا پانی　　برف کا پانی

خاکہ 6.4 برف جیسے ٹھنڈے اور گرم پانی میں ہوا سے بھرا ہوا غبارہ

مستقل دباؤ پر تپش کی وجہ سے حجم میں تبدیلی

دئے گئے دباؤ پر گیس کے حجم اور تپش کی ترسیم دیکھئے جیسا کہ

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:32 PM

خاکہ 6.5 میں دکھایا گیا ہے۔

گراف سے یہ واضح ہے کہ گیس کا حجم ایک مخصوص دباؤ پر تپش کے ساتھ کے ساتھ خطی طور پر بڑھتا ہے۔ ایسی لکیروں کو ہم تپش isobars کہا جاتا ہے۔ اس کا اظہار درج ذیل سیدھی لائن مساوات سے کیا جا سکتا ہے۔

$V = mT + C$ ، جہاں T ڈگری سلسیس میں درجہ حرارت ہے اور m اور C مستقل ہیں۔

جب $T = 0°C$ ، V_0 بن جاتا ہے۔ لہذا، $V_0 = C$ اور خط مستقیم m کا ڈھلوان $\Delta V / \Delta T$ کے برابر ہے۔ اس لیے مندرجہ بالا مساوات کو درج ذیل شکل میں لکھا جا سکتا ہے۔

$$V = \left(\frac{\Delta V}{\Delta T}\right) T + V_0 \quad \text{-------} \quad (6.7)$$

(P،n مستقل ہیں)

مساوات 6.7 کو V_0 سے تقسیم کریں۔

$$\frac{V}{V_0} = \frac{1}{V_0}\left(\frac{\Delta V}{\Delta T}\right) T + 1 \quad \text{--------} \quad (6.8)$$

چارلس اور گی لوساک نے دیکھا کہ مسلسل دباؤ کے تحت، تپش میں فی ڈگری اضافہ سے حجم میں اضافہ تمام گیسوں کے لیے یکساں ہے۔ حجم میں نسبتی اضافہ فی °C (α) ہے ، جو اس کے مساوی ہے۔

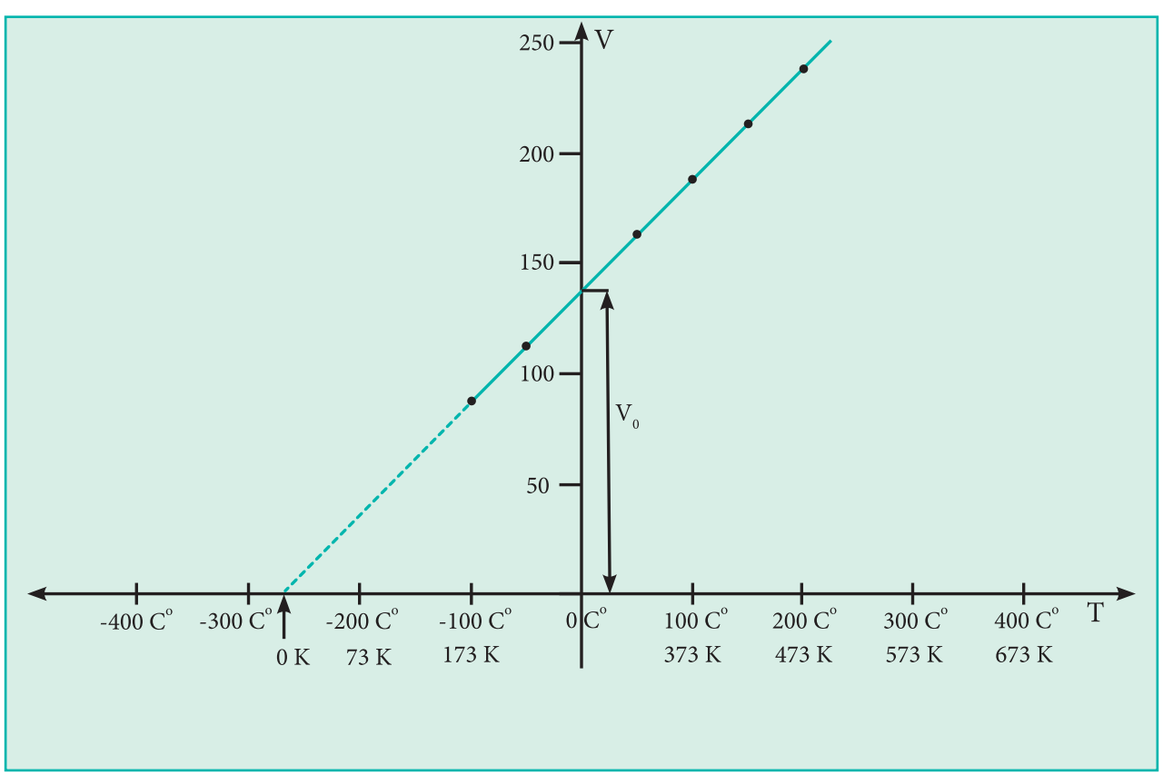
$$\frac{1}{V_0}\left(\frac{\Delta V}{\Delta T}\right)$$

اس لیے

$$\frac{V}{V_0} = \alpha T + 1$$

$$V = V_0(\alpha T + 1) \quad \text{------} \quad (6.9)$$

چارلس نے دیکھا کہ پھیلاؤ کی شرح، تقریباً 1/273 کے برابر ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ، کسی دی ہوئی کمیت کے لئے مستقل دباؤ پر، تپش میں ہر درجہ کے اضافے کے لیے، تمام گیسیں 0°C تپش پر اپنے حجم کا 1/273 حصہ پھیل جاتی ہیں۔



خاکہ 6.5 ایک مثالی گیس کے لئے حجم بمقابلہ تپش کی ترسیم

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:33 PM

اگر ہم خاکہ 6.5 سے حاصل شدہ خط مستقیم کو تجرباتی پیمائش سے مزید آگے بڑھاتے ہیں، تو خط مستقیم، تپش کے محور (x-axis) کو −273°C پر کاٹتی ہے۔ جس سے یہ ظاہر کرتا ہے کہ −273°C پر گیس کا حجم صفر ہو جاتا ہے۔ درستگی کے ساتھ یہ تپش −273.15°C ہے۔ اس تپش سے آگے گیس کا حجم منفی ہوگا جو کہ طبیعی طور پر ناممکن ہے۔ اس وجہ سے، اس تپش کو کیلون نے مطلق صفر کے طور پر بیان کیا اور اس نے نقطہ آغاز کے طور پر مطلق صفر کے ساتھ ایک نئے تپش کے پیمانہ کو تجویز کیا، جسے اب کیلون اسکیل (Kelvin scale) کہا جاتا ہے۔ تپش کے کیلون پیمانے اور تپش کے سیلسیس پیمانے کے درمیان فرق صرف یہ ہے کہ صفر کے مقام کو منتقل کیا جاتا ہے۔ دونوں پیمانوں میں پانی کا نقطہ جوش اور نقطہ انجماد ذیل میں دیا گیا ہے۔

	کیلون پیمانہ	سلشیس پیمانہ
مطلق صفر	0 K	-273.15 °C
پانی کا نقطہ انجماد	273.15 K	0 °C
پانی کا نقطہ جوش	373.15 K	100 °C

مثال:

خاکہ 6.6 میں آیئے گمشدہ پیرامیٹرز تلاش کریں۔

6.6 (b) میں حجم اور 6.6 (c) میں تپش

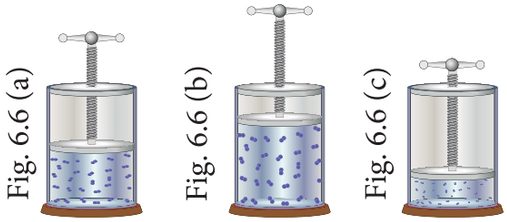


Fig. 6.6 (a) Fig. 6.6 (b) Fig. 6.6 (c)

$P = 1$ atm.	$P = 1$ atm.	$P = 1$ atm.
$V_1 = 0.3\ dm^3$	$V_2 = ?\ dm^3$	$V_3 = 0.15\ dm^3$
$T_1 = 200\ K$	$T_2 = 300\ K$	$T_3 = ?\ K$

خاکہ 6.6۔ چارلس کے کلیہ کی تصدیق کے لیے گیس کے حجم پر تپش کا اثر

حل:

چارلس کے کلیہ کے مطابق،

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

$$\frac{0.3\ dm^3}{200\ K} = \frac{V_2}{300\ K} = \frac{0.15\ dm^3}{T_3}$$

$$\frac{V_2}{300\ K} = \frac{0.3\ dm^3}{200\ K}$$

$$V_2 = \frac{1.5}{\cancel{300\ K} \times 0.3\ dm^3}{\cancel{200\ K}}$$

$$V_2 = 0.45\ dm^3 \quad \text{and}$$

$$\frac{0.15 dm^3}{T_3} = \frac{0.3\ dm^3}{200\ K}$$

$$T_3 = \frac{0.5}{\cancel{0.15 dm}^3 \times 200\ K}{\cancel{0.3\ dm}^3}$$

$$T_3 = 100\ K$$

خود کا محاسبہ

3۔ گیس کا ایک نمونہ نامعلوم تپش پر $3.8\ dm^3$ حجم رکھتا ہے۔ جب نمونہ برف کے پانی میں 0°C پر ڈوب جاتا ہے، اس کا حجم گھٹ کر $2.27\ dm^3$ ہو جاتا ہے۔ اس کی ابتدائی تپش کیا ہے؟

6.2.3 گے لوکاس کا کلیہ (دباؤ-تپش کا تعلق)

(Gay-Lussac's law (Pressure-temperature relationship)

جوسف گے لوساک نے کہا کہ، مستقل حجم میں گیس کے ایک مقررہ کمیت کا دباؤ، تپش کے راست تناسب میں ہوتا ہے۔

$$P \propto T$$

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:34 PM

or $\frac{P}{T} = k$ مستقل

اگر P_1 اور P_2 دباؤ اور T_1 اور T_2 تپش ہیں، تو گے لوساک کے کلیہ سے

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

کارروائی - 1

نیچے دی گئی جدول ایک مثالی گیس کے 1 مول کے لیے مختلف تپش پر پیمائش کی جانے والے دباؤ کی قدروں پر مشتمل ہے۔ قیمتوں کو گراف میں مرتسم کریں اور گے لوساک کے کلیہ کی تصدیق کریں۔ دباؤ بمقابلہ تپش کے گراف میں لائنوں کو گیس کے isochores مستقل حجم) کے نام سے جانا جاتا ہے۔

Temperature (in deg celcius)	32	69	94	130	154	191
Pressure in 50 L container (atm)	0.51	0.56	0.6	0.66	0.7	0.76
Pressure in 75 L container (atm)	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51

6.2.4 اووگیڈرو کا کلیہ (Avogadro's hypothesis)

اووگیڈرو نے یہ قیاس کیا کہ تپش اور دباؤ کی یکساں حالتوں میں تمام گیسوں کے مساوی حجم میں سالمے یکساں تعداد میں ہوتے ہیں۔ اووگیڈرو کے مفروضے کی ریاضیاتی شکل کا اظہار اس طرح کیا جا سکتا ہے۔

$V \alpha n$,

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \text{مستقل} \quad \text{--------} \ (6.10)$$

جہاں V_1 اور n_1 ایک گیس کے مول کا حجم اور تعداد ہیں اور V_2 اور n_2 ایک ہی تپش اور دباؤ پر ایک ہی گیس کے حجم اور تعداد کی قیمتوں کا ایک مختلف مجموعہ ہیں۔

خود کا محاسبہ

4 ۔ ایک جسمانی حرکات (Kinesiology) کے ریسرچ اسٹڈی نے بتایا کہ ایک کھلاڑی کا گہری سانس لینے کے دوران اس کے پھیپھڑوں کا حجم $7.05\ dm^3$ ہے۔ اس حجم میں پھیپھڑوں میں 0.312 مول ہوا ہوتی ہے۔ سانس چھوڑنے کے دوران اس کے پھیپھڑوں کا حجم $2.35\ dm^3$ تک کم ہو جاتا ہے۔ کھلاڑی سانس چھوڑتے وقت ہوا کے کتنے مول خارج کرتا ہے؟
(فرض کریں کہ دباؤ اور درجہ حرارت مستقل رہتا ہے)

6.3 مثالی گیس کی مساوات (Ideal gas equation)

گیسی حالت کو مکمل طور پر مندرجہ ذیل چار متغیرات T, P, V اور n کا استعمال کرتے ہوئے بیان کیا گیا ہے اور ان کے تعلقات اب تک زیر مطالعہ گیس کے کلیہ کے تحت چل رہے ہیں۔

بائل کا کلیہ Boyle's law $V \alpha \frac{1}{P}$

چارلس کا کلیہ Charles law $V \alpha T$

اووگیڈرو کا کلیہ Avogadro's law $V \alpha n$

ہم ان مساواتوں کو درج ذیل عمومی مساوات میں جوڑ سکتے ہیں جو تمام گیسوں کے طبیعی برتاؤ کو بیان کرتی ہے۔

$$V \alpha \frac{nT}{P}$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:34 PM

جس میں R گیس کا مستقلہ یا عالم گیر گیس کا مستقل (Universal gas constant) کہا جاتا ہے۔

مندرجہ بالا مساوات کو مثالی گیس مساوات دینے کے لیے دوبارہ ترتیب دیا جاسکتا ہے۔

$$PV = nRT. \quad \text{------ (6.11)}$$

ہم پہلے ہی جانتے ہیں کہ دباؤ کا اظہار بہت سی مختلف اکائیوں میں ہوتا ہے (جدول 6.1)۔اس لیے مختلف اکائیوں میں گیس کے مستقل R کی قیمتوں کو بھی جاننا ضروری ہے۔

ہم مساوات کا استعمال کرتے ہوئے R محسوب کر سکتے ہیں،

$$R = \frac{PV}{nT}$$

ان حالات کے لیے جن میں P دباؤ 1atm ہے، حجم 22.414 dm^3 ہے۔ 273.15 K پر 1 مول کے لیے۔

$$R = \frac{1\,\text{atm.} \times 22.414\,\text{dm}^3}{1\,\text{mol.} \times 273.15\,\text{K}}$$

$$= \mathbf{0.0821\ dm^3\ atm.\ mol^{-1}\ K^{-1}}$$

معیاری تپش اور دباؤ کے تحت (STP)، 273.15 K تپش پر ایک مول گیس کے لئے جہاں P=1 بار (10^5 پاسکل)،

$$V = 22.71 \times 10^{-3}\ m^3$$

$$R = \frac{10^5\ \text{Pa} \times 22.71 \times 10^{-3}\ \text{m}^3}{1\,\text{mol.} \times 273.15\,\text{K}}$$

$$= \mathbf{8.314\ Pa\ m^3\ K^{-1}\ mol^{-1}}$$

$$= \mathbf{8.314 \times 10^{-5}\ bar\ m^3\ K^{-1}\ mol^{-1}}$$

$$= \mathbf{8.314 \times 10^{-2}\ bar\ dm^3\ K^{-1}\ mol^{-1}}$$

$$= \mathbf{8.314 \times 10^{-2}\ bar\ L\ K^{-1}\ mol^{-1}}$$

$$= \mathbf{8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}}$$

مثالی گیس مساوات چار متغیرات (P, V, T, n) کے درمیان تعلق ہے۔

چونکہ یہ کسی بھی گیس کی حالت کو بیان کرتا ہے، اس لیے اسے گیسوں کی حالت کی مساوات کہا جاتا ہے۔

آیئے ہم 70°C پر 6 dm^3 حجم کے ایک اسٹیل کے برتن میں سلفر ہیکسا فلورائیڈ کے 2 مولوں کے ذریعے ڈالے جانے والے دباؤ کا حساب لگاتے ہیں، یہ فرض کرتے ہوئے کہ یہ ایک مثالی گیس ہے۔

اس حساب کے لیے ہم گیس کی مثالی مساوات کو ذیل میں استعمال کریں گے۔

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{2\ \text{mol} \times 0.0821\ \text{L atm. K}^{-1}\text{.mol}^{-1} \times (70 + 273\ \text{K})}{6\ \text{dm}^3}$$

$$= 9.39\ \text{atm.}$$

خود کا محاسبہ

5۔ ایک چھوٹا سا بلبلہ جھیل کے نیچے سے اٹھتا ہے، جہاں درجہ حرارت اور دباؤ 8°C اور 6.4 atm ہوتا ہے۔ پانی کی سطح پر، جہاں درجہ حرارت 25°C ہے اور دباؤ 1 atm ہے۔ بلبلے کے حتمی حجم کا حساب (mL) میں لگائیں، اگر اس کا ابتدائی حجم 2.1mL ہو۔

6.4 گیسوں کا آمیزہ - ڈالٹن کا جزوی دباؤ کا کلیہ

(Mixture of gases-Dalton's law of partial pressures)

غیر تعامل پذیر گیسی مرکبات کے مطالعے سے پتہ چلتا ہے کہ گیسی آمیزے میں ہر جزو آزادانہ طور پر برتاؤ کرتا ہے۔ ایک گیسی مرکب کے لیے، یہ جاننا ضروری ہے کہ انفرادی اجزاء کا دباؤ آمیزہ کے کل دباؤ میں کیسے اثر ڈالتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:34 PM

جان ڈالٹن نے کہا کہ ''کُل غیر تعامل کرنے والی گیسوں کے آمیزہ کا دباؤ، آمیزہ میں موجود گیسوں کے جزوی دباؤ کا مجموعہ ہے''۔ جہاں جزوی گیس کا جزوی دباؤ وہ دباؤ ہے، جسے وہ استعمال کرے گا اگر یہ ایک ہی حجم اور تپش میں موجود ہو۔ اسے ڈالٹن کے جزوی دباؤ کا کلیہ کے نام سے جانا جاتا ہے۔

یعنی، تین گیسیں 1، 2 اور 3 پر حجم V والے برتن میں جزوی دباؤ p_1، p_2 اور p_3 ہیں۔ جملہ مرکب کے لیے، کل دباؤ P_{total} کے ذریعہ دیا جائے گا۔

$$P_{total} = p_1 + p_2 + p_3 \text{ ------- (6.12)}$$

یہ فرض کرتے ہوئے کہ گیسیں مثالی طور پر برتاؤ کرتی ہیں، اس لیے

$$p_1 = n_1 \frac{RT}{V} ; p_2 = n_2 \frac{RT}{V} ; p_3 = n_3 \frac{RT}{V}$$

$$P_{Total} = n_1 \frac{RT}{V} + n_2 \frac{RT}{V} + n_3 \frac{RT}{V}$$

$$= (n_1 + n_2 + n_3) \frac{RT}{V}$$

$$P_{Total} = n_{Total} \left(\frac{RT}{V}\right) \text{------(6.13)}$$

جزوی دباؤ کا اظہار اس طرح بھی کیا جاسکتا ہے۔ $\left(\frac{RT}{V}\right)$

یا اس طرح بھی کیا جاسکتا ہے $\frac{p_1}{n_1}$ or $\frac{p_2}{n_2}$ or $\frac{p_3}{n_3}$

یا عام طور پر $\frac{p_i}{n_i}$

کا اظہار اس طرح کیا جاسکتا ہے۔

چنانچہ $P_{Total} = n_{Total} \frac{p_i}{n_i} = \frac{n_{Total}}{n_i} p_i$

$$\Rightarrow p_i = \frac{n_i}{n_{Total}} P_{Total} = x_i P_{Total} \text{ ------- (6.14)}$$

جس میں i ویں جز کا مول کسر x_i ہے۔

ڈالٹن کے کلیہ کا استعمال

پانی کے نیچے کی طرف نقل کے ذریعے گیس کے جمع ہونے والے تعامل میں، جمع ہونے والے خشک بخارات کے دباؤ کو ڈالٹن کے کلیہ کا استعمال کرتے ہوئے محسوب کیا جاسکتا ہے۔

$$P_{\text{dry gas collected}} = p_{\text{total}} - P_{\text{water vapour}}$$

$P_{\text{water vapour}}$ کو عام طور پر آبی تناؤ (aqueous tension) کہا جاتا ہے اور ہوا کے لئے اس کی قیمتیں مختلف تپش پر دستیاب ہوتی ہیں۔

آیئے اس مسئلے کو حل کرتے ہوئے ڈالٹن کے کلیہ کو سمجھیں۔

گیسوں کے ایک آمیزہ میں Ne کا 4.76 مول، Ar کا 0.74 مول اور Xe کا 2.5 مول پایا جاتا ہے۔ گیسوں کے جزوی دباؤ کا حساب لگائیں، اگر کل دباؤ 2 atm ہے۔ ایک مقررہ تپش پر۔

حل:

$$p_{Ne} = x_{Ne} P_{Total}$$

$$x_{Ne} = \frac{n_{Ne}}{n_{Ne} + n_{Ar} + n_{Xe}}$$

$$= \frac{4.76}{4.76 + 0.74 + 2.5} = 0.595$$

$$x_{Ar} = \frac{n_{Ar}}{n_{Ne} + n_{Ar} + n_{Xe}}$$

$$= \frac{0.74}{4.76 + 0.74 + 2.5} = 0.093$$

$$x_{Xe} = \frac{n_{Xe}}{n_{Ne} + n_{Ar} + n_{Xe}}$$

$$= \frac{2.5}{4.76 + 0.74 + 2.5} = 0.312$$

$$P_{Ne} = x_{Ne} P_{Total} = 0.595 \times 2$$

$$= 1.19 \text{ atm.}$$

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:35 PM

$$P_{Ar} = x_{Ar} P_{Total} = 0.093 \times 2$$
$$= 0.186 \text{ atm.}$$
$$P_{Xe} = x_{Xe} P_{Total} = 0.312 \times 2$$
$$= 0.624 \text{ atm.}$$

خود کا محاسبہ

(a)6۔ He اور O_2 کے آمیزہ کو پانی کے اندر غوطہ خوروں کے ہوائی ٹینکوں میں استعمال کیا گیا تھا۔ 1 atm پر ایک خاص غوطہ لگانے کے لئے $12\ dm^3$ آکسیجن اور 1 atm پر $46\ dm^3$ ہیلیم گیس، ان دونوں کو $5\ dm^3$ ٹینک میں پمپ کیا گیا تھا۔ 298 K پر ہر گیس کے لئے جزوی دباؤ اور کل دباؤ محسوب کیجئے۔

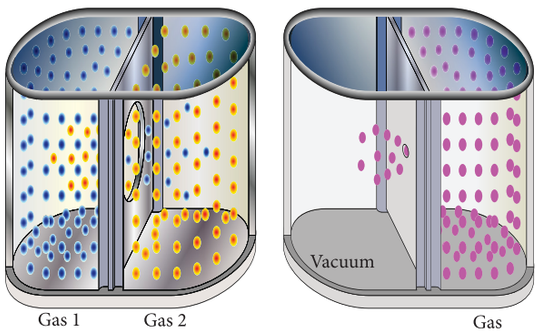
(b) ٹھوس $KClO_3$ (پوٹاشیم کلوریٹ) کے ایک نمونہ کو ایک امتحانی نالی میں آکسیجن حاصل کرنے کے لئے گرم کیا گیا۔ تعامل اس طرح ہے۔

$$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$$

آکسیجن گیس کو 295 K پر پانی کے نیچے کی طرف نقل کے ذریعے جمع کیا گیا۔ آمیزہ کا کل دباؤ 772 پارہ کا ملی میٹر ہے۔ پانی کے بخارات کا دباؤ 300K پر 26.7 پارہ کا ملی میٹر ہے۔ آکسیجن گیس کا جزوی دباؤ کیا ہے؟

6.4.1 گراہم کے نفوذ کا کلیہ (Graham's law of diffusion)

گیسوں میں تمام دستیاب جگہ کو گھیرنے کا رجحان پایا جاتا ہے۔ جب دو غیر تعامل کرنے والی گیسوں کو آپس میں ملایا جاتا ہے، تو گیس کے سالمے زیادہ ارتکاز والے علاقے سے کم ارتکاز والے علاقے میں منتقل ہو جاتے ہیں۔ گیس کی یہ خاصیت، جس میں گیس کے سالمے کی دوسری گیسوں کے ذریعے حرکت ہوتی ہے اسے نفوذ پذیری (diffusion) کہتے ہیں۔ خروج (effusion) ایک اور عمل ہے جس میں ایک گیس، برتن سے بہت چھوٹے سوراخ سے خارج ہوتی ہے۔



Diffusion
نفوذ پذیری

Effusion
خروج

خاکہ 6.7 نفوذ پذیری اور خروج

نفوذ یا خروج کی شرح، اس کے مولار کمیت کے جذر المربع کے معکوس تناسب میں ہے۔ اس بیان کو گراہم کے نفوذ یا خروج کا کلیہ کہا جاتا ہے۔

حسابی طور پر نفوذ کی شرح $\alpha \frac{1}{\sqrt{M}}$

یا

$$\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \text{ -------- (6.15)}$$

جب نفوذ پائی جانے والی گیسیں مختلف دباؤ (P_A, P_B) میں ہوں تو

$$\frac{r_A}{r_B} = \frac{P_A}{P_B}\sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \text{ ------(6.16)}$$

جس میں r_A اور r_B ، A اور B کے نفوذ کی شرحیں ہیں اور M_A اور M_B ان کے نظیری مولار کمیتیں ہیں۔

کیا ہم جانتے ہو؟

گراہم کا کلیہ U235 کے ایسوٹوپ کو دیگر ایسوٹوپ سے تقویت دینے (enrich) کی بنیاد بنا ہے۔

مثال:

1۔ یکساں تپش اور دباؤ پر ایک نامعلوم گیس نائٹروجن سے 0.5 گنا زیادہ کی شرح سے پھیلتی ہے۔ نامعلوم گیس کی مولار کمیت معلوم کیجئے۔

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:36 PM

حل:

$$\frac{\text{rate}_{\text{unknown}}}{\text{rate } N_2} = \sqrt{\frac{M_{N_2}}{M_{\text{unknown}}}}$$

$$0.5 = \sqrt{\frac{28 \text{ g mol}^{-1}}{M_{\text{unknown}}}}$$

Squaring on both sides

$$(0.5)^2 = \frac{28 \text{ g mol}^{-1}}{M_{\text{unknown}}}$$

$$\Rightarrow M_{\text{unknown}} = \frac{28}{0.25} = 112 \text{ g mol}^{-1}$$

خود کا محاسبہ

7۔ مخصوص حجم کی ایک آتش گیر ہائیڈروکاربن گیس 1.5 منٹ میں ایک چھوٹے سوراخ سے نفوذ پاتی ہے۔ اسی تپش اور دباؤ کے حالات میں مساوی حجم کی برومین گیس کو اُسی سوراخ سے نفوذ پانے کے لئے 4.73 منٹ لگتے ہیں۔ نامعلوم گیس کی مولار کمیت محسوب کیجئے اور بتائیے کہ یہ کونسی گیس ہوسکتی ہے؟

(دیا گیا ہے کہ برومین کی مولار کمیت = 159.8 گرام/مول)

6.5 مثالی گیس کے برتاؤ سے انحراف

گیسوں کا حرکی نظریہ (گیسوں کے حرکیاتی نظریہ کے مضامین طبیعیات کی نصابی کتاب میں بیان کیے گئے ہیں) جو گیس کی مساوات (nRT=PV) کی بنیاد ہے، یہ فرض کرتا ہے کہ مجموعی حجم کے مقابلے میں گیس کے انفرادی سالموں کے حجم، نہ ہونے کے برابر ہیں۔ وہ گیسیں جو ان مفروضوں کے تابع ہیں، مثالی گیسیں (Ideal gases) کہلاتی ہیں۔ لیکن عملی طور پر یہ دونوں مفروضے تمام حالات میں درست نہیں ہیں۔ مثال کے طور پر، حقیقت یہ ہے کہ گیسوں کو مائع کیا جاسکتا ہے، کیوں کہ سالموں کے درمیان جاذبی قوت پائی جاتی ہے۔ لہٰذا کوئی بھی گیس تمام شرائط پر مثالی گیس کی طرح برتاؤ نہیں کرتی۔ غیر مثالی گیسیں حقیقی گیسیں کہلاتی ہیں۔ بعض شرائط کے تحت حقیقی گیسیں، مثالی گیس کی طرح برتاؤ کرتی ہیں۔

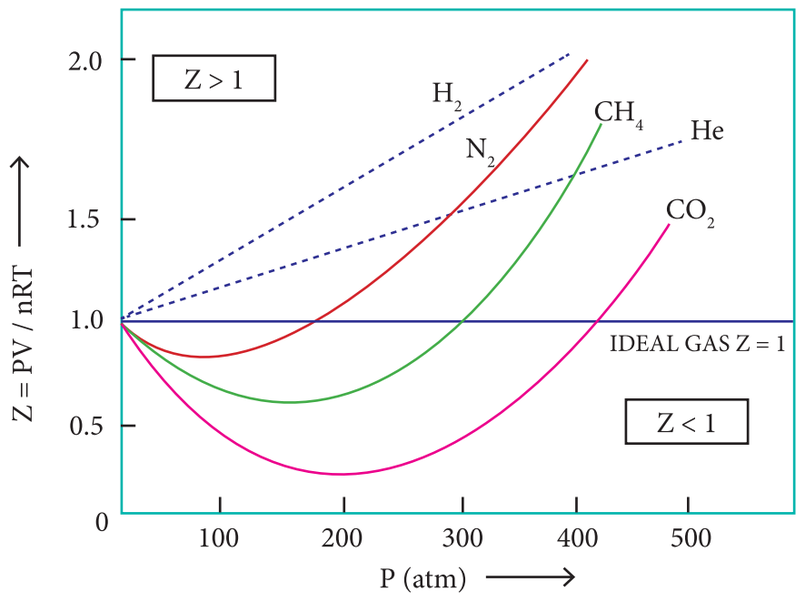
6.5.1 داب پذیری کا عامل Z (Compressibility factor)

حقیقی گیسوں کا مثالی برتاؤ کے انحراف کی پیمائش PV اور nRT کے تناسب کے لحاظ سے کی جاتی ہے۔ اسے داب پذیری کا عامل (Compressibility factor) کہا جاتا ہے۔ ریاضی کے لحاظ سے،

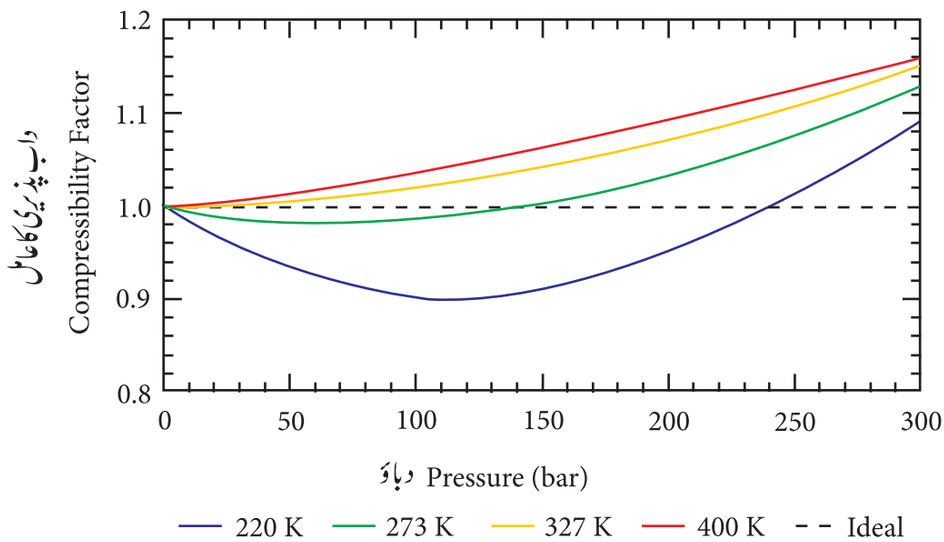
$$Z = \frac{PV}{nRT}$$

مثالی گیسوں کے لیے مساوات $PV = nRT$ ہے۔ لہٰذا تمام تپش اور دباؤ پر داب پذیری کا عامل، $Z = 1$ ہے۔ ان گیسوں کے لیے Z بمقابلہ P کی ترسیم، دباؤ کے محور کے متوازی خط مستقیم ہونا چاہئے۔ جب گیس مثالی رویے سے ہٹ جاتی ہے، تو اس کی Z قدر اکائی (Z=1) سے ہٹ جاتی ہے۔ تمام گیسوں کے لیے، بہت کم دباؤ اور بہت زیادہ تپش پر داب پذیری کا عامل اکائی تک پہنچ جاتا ہے تو وہ مثالی گیسوں کی طرح برتاؤ کرتے ہیں۔ کچھ عام گیسوں کے لیے دباؤ بمقابلہ داب پذیری کے عامل کی ترسیم خاکہ 6.8 میں دکھائی گئی ہے۔

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:36 PM



خاکہ 6.8 بعض عام گیسوں کے لئے داب پذیری کا عامل (Z) بمقابلہ دباؤ



خاکہ 6.9 نائٹروجن کی مختلف تپشوں کے لئے داب پذیری کا عامل (Z) بمقابلہ دباؤ

جب دباؤ کم ہوتا ہے تو، گیس کے سالمے کے حجم کے مقابلے میں برتن کا حجم بہت بڑا ہوتا ہے، تاکہ گیس کے سالمے کے انفرادی حجم کو نظر انداز کیا جا سکے۔ اس کے علاوہ سالمے گیس میں بہت دور ہیں اور کشش قوتیں نہ ہونے کے برابر ہیں۔ جیسے جیسے دباؤ بڑھتا ہے، گیس کی کثافت بھی بڑھ جاتی ہے اور سالمے ایک دوسرے کے بہت قریب ہوتے ہیں۔ لہذا، بین سالماتی قوت سالموں کی حرکت کو متاثر کرنے کے لیے کافی اہم ہو جاتا ہے اور گیس مثالی طور پر برتاؤ نہیں کرے گی۔

اعلی تپش پر سالموں کی اوسط حرکی توانائی بہت زیادہ ہوتی ہے اور اس لیے بین سالماتی کششیں غیر معمولی ہو جائیں گی۔ جیسے جیسے تپش کم ہوتی ہے، سالموں کی اوسط حرکی توانائی بھی کم ہوتی جاتی ہے،

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:36 PM

اس لیے سالماتی کشش میں اضافہ ہوتا ہے۔ وہ تپش جس پر ایک حقیقی گیس، دباؤ کی قابل تعریف حد پر گیس کے مثالی قانون کی پابندی کرتی ہے، اسے بائل کی تپش یا بائل کا نقطہ (Boyle point) کہا جاتا ہے۔ بائل کا نقطہ گیس کی نوعیت کے ساتھ بدلتا ہے۔

Boyle پوائنٹ کے اوپر، حقیقی گیسوں کے لیے $Z > 1$، یعنی حقیقی گیسیں مثبت انحراف ظاہر کرتی ہیں۔ Boyle پوائنٹ کے نیچے، اصلی گیسیں پہلے دکھاتی ہیں۔ Z کے لیے کمی، کم سے کم تک پہنچ جاتی ہے اور پھر دباؤ میں اضافے کے ساتھ بڑھ جاتی ہے۔ لہذا، یہ واضح ہے کہ کم دباؤ اور اعلی تپش پر، حقیقی گیسیں، مثالی گیسوں کے طور پر کام کرتی ہیں۔

6.5.2 حقیقی گیسوں کے لیے داب پذیر عامل (Compressibility factor for real gases)

حقیقی گیسوں کے لیے داب پذیر عامل Z کو دوبارہ اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$$Z = \frac{PV_{real}}{nRT} \quad -----(6.17)$$

$$V_{ideal} = \frac{nRT}{P} \quad ------(6.18)$$

6.17 میں 6.18 کو بھرتی کرنے پر

$$Z = \frac{V_{real}}{V_{ideal}} \text{ ---------- } (6.19)$$

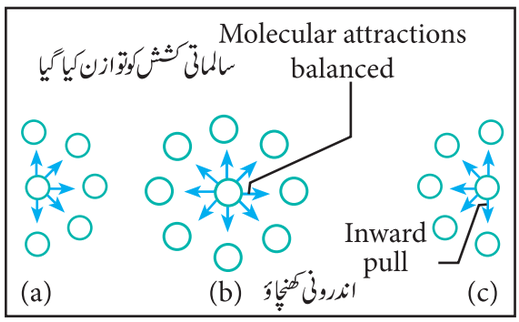
جہاں V_{real} اصلی گیس کا مولار حجم ہے اور V_{ideal} اس کا مولار حجم ہے، جب یہ مثالی گیس کی طرح برتاؤ کرتا ہے۔

6.5.3 Van der Waals مساوات

J. D. Van der Waals نے حقیقی گیسوں کا پہلا حسابی تجزیہ کیا۔ اس کا برتاؤ ہمیں سالمی سطح پر گیس کے حقیقی رویے کی وضاحت کرتا ہے۔ اس نے گیس کی مثالی مساوات میں ترمیم کی۔ $PV = nRT$ دو اصلاحی عوامل متعارف کروا کر، یعنی دباؤ کی اصلاح اور حجم کی اصلاح۔

دباؤ کی اصلاح (Pressure correction)

گیس کا دباؤ، برتن کی دیواروں پر سالموں کے ٹکراؤ سے پیدا ہونے والی قوت کے راست تناسب ہے۔ برتن کی دیوار کی طرف بڑھنے والے سالموں کی رفتار، اس کے آس پاس کی طرف سے استعمال کی جانے والی پرکشش قوتوں کی وجہ سے کم ہوجاتی ہے۔ لہذا، پیمائش کی جانے والی گیس کا دباؤ، مثالی گیس کے دباؤ سے کم ہے۔ لہذا، Van der Wall نے اس اثر کے لیے ایک اصلاح متعارف کرائی۔



خاکہ 6.10 بین سالماتی قوتوں کی کشش

Van der Waal نے یہ دیکھا کہ برتن کے دیوار کے قریب ایک سالمہ کی طرف سے پیش آنے والی کشش کی قوتیں، گیس کی کثافت کے مربع کے براہ راست تناسب میں ہیں۔

$$P' \alpha \rho^2$$

$$\rho = \frac{n}{V}$$

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:37 PM

جہاں n گیس کے moles کی تعداد ہے، اور V برتن کا حجم ہے۔

$$\Rightarrow P' \alpha \frac{n^2}{V^2}$$

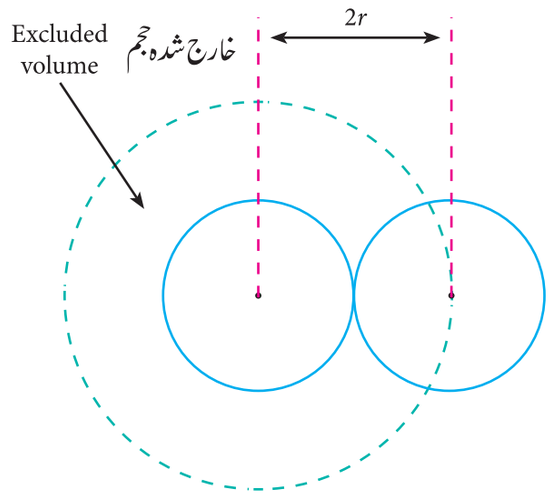
$$\Rightarrow P' = a \frac{n^2}{V^2}$$

جہاں a تناسبیت کا مستقلہ ہے اور گیس کی نوعیت پر منحصر ہے، لہذا،

$$P_{ideal} = P + \frac{an^2}{V^2} \quad \text{------ (6.20)}$$

حجم کی اصلاح (Volume correction)

چونکہ گیس کا ہر انفرادی سالمہ ایک خاص حجم کو گھیرے ہوئے ہوتا ہے، اصل حجم برتن کے حجم V سے کم ہوتا ہے، Van der Waals نے اس اثر کے لیے ایک اصلاحی عنصر V' متعارف کرایا۔ آیئے ہم گیس کے سالمہ کو کرہ کے طور پر سمجھ کر اصلاح کا حساب لگاتے ہیں۔



خاکہ 6.11 خارج شدہ حجم (Excluded volume)

$V =$ خارج شدہ حجم

دو سالموں کے لئے خارج شدہ حجم

$$= \frac{4}{3}\pi(2r)^3$$

$$= 8\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) = 8\ V_m$$

جہاں V_m ایک واحد سالمے کا حجم ہے۔

واحد سالمے کے لیے خارج شدہ حجم

$$= \frac{8\ V_m}{2} = 4\ V_m$$

n سالموں کے لیے خارج شدہ حجم

$$= n\ (4\ V_m) = nb$$

جس میں b، Van der Waals کا مستقلہ ہے، جو $4\ V_m$ کے مساوی ہے۔

$$\Rightarrow V' = nb$$

$$V_{ideal} = V - nb \text{ ----- (6.21)}$$

مثالی گیسی مساوات PV= nRT میں اصلاح شدہ دباؤ اور حجم کو تبدیل کرنے سے ہمیں حقیقی گیسوں کے لیے Van der Waals کی مساوات اس طرح حاصل ہوتی ہے جیسا کہ ذیل میں بتایا گیا ہے.

$$\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT \quad \text{. ----(6.22)}$$

a اور b، وین ڈروال کے مستقلہ ہیں اور ان کی قیمتیں گیسوں کی نوعیت کے ساتھ بدلتی ہیں۔ یہ غیر مثالی گیس کے لیے ایک اندازاً ضابطہ ہے۔

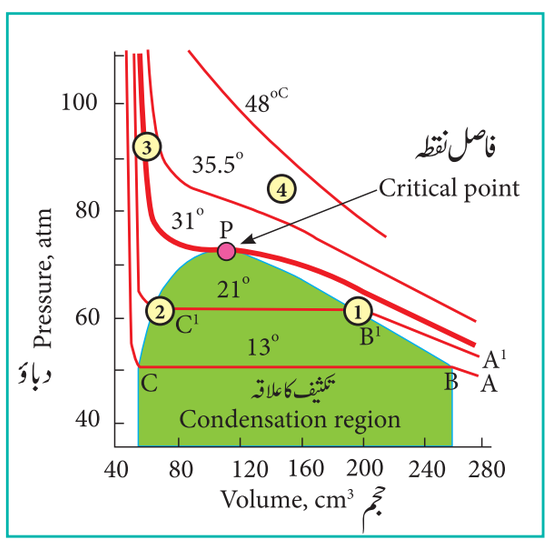
6.6۔ کاربن ڈائی آکسائڈ کے لئے دباؤ-حجم کی ہم تپش خط (Pressure-Volume isotherm of Carbon dioxide)

Andrew کی ہم تپش خط

تھامس اینڈریو نے گیسی اور مائع حالتوں میں کسی مادے کے دباؤ -حجم-تپش پر پہلا مکمل ڈیٹا دیا۔ اس نے مختلف درجہ حرارت پر کاربن ڈائی آکسائیڈ کے isotherms کو پلاٹ کیا، جو کہ خاکہ 6.12 میں دکھایا گیا ہے۔ ترسیم سے ہم درج ذیل کا اندازہ لگا سکتے ہیں۔

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:37 PM

کم تپش کے ہم تپش خط (isotherm)، مثال کے طور پر، 130°C پر دباؤ بڑھنے کے ساتھ، AB کی طرف حجم کم ہوجاتا ہے اور یہ ایک گیس ہے، جب تک کہ B پوائنٹ تک نہ پہنچ جائے۔ B پر ایک مائع BC خط کو جدا کرتا ہے۔ مائع اور گیس دونوں ایک ساتھ موجود ہوتے ہیں اور دباؤ مستقل رہتا ہے۔ C پر، گیس مکمل طور پر مائع میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ اگر دباؤ C سے زیادہ ہے، تو صرف مائع کو دبایا جاتا ہے، اس لیے حجم میں کوئی خاص تبدیلی نہیں آتی۔ یکے بعد دیگرے ہم تپش خط چھوٹے چپٹے خطے کے ساتھ اسی طرح کے رجحان کو ظاہر کرتے ہیں۔ یعنی حجم کی حد، جس میں مائع اور گیس ایک ساتھ رہتے ہیں، کم ہوجاتے ہیں۔ 31.1°C کی تپش پر چھوٹے حصے کی لمبائی پوائنٹ P پر صفر ہوجاتی ہے۔ دوسرے لفظوں میں، CO_2 گیس اس مقام پر مکمل طور پر مائع ہوجاتی ہے۔ اس درجہ حرارت کو مائع کرنے کی تپش یا اماعتی تپش (Liquefaction temperature) یا CO_2 کی فاصل تپش (Critical temperature) کہا جاتا ہے۔ اس وقت دباؤ 73 atm ہے۔ اس درجہ حرارت کے اوپر CO_2 تمام دباؤ کی اقدار پر ایک گیس کے طور پر رہتا ہے۔ اس کے بعد یہ ثابت ہوتا ہے کہ بہت سی حقیقی گیسیں کاربن ڈائی آکسائیڈ کی طرح برتاؤ کرتی ہیں۔



خاکہ 6.12 مختلف تپش پر کاربن ڈائی آکسائیڈ کے ہم خط تپش

اگرچہ ہم تپش خط کی نوعیت یکساں رہتی ہے، لیکن فاصل تپش، اس کا متعلقہ دباؤ اور حجم ایک مخصوص گیس کی خصوصیات ہیں۔

اب ہم مندرجہ ذیل فاصل مستقلہ کی وضاحت اس طرح کر سکتے ہیں۔ ایک گیس کی فاصل تپش (T_c) وہ تپش ہے، جس سے زیادہ تپش پر اس گیس کو مائع نہیں کیا جاسکتا، چاہے دباؤ کتنا ہی زیادہ ہو۔

ایک گیس کے فاصل دباؤ (P_c) وہ کم سے کم درکار دباؤ، جس سے ایک مول گیس کو اس کے فاصل تپش پر مائع کیا جاسکتا ہے۔ ایک گیس کے فاصل حجم (V_c)، وہ درکار حجم جسے ایک مول گیس اس کے فاصل تپش اور فاصل دباؤ پر گھیرے ہوئے ہے۔ کچھ عام گیسوں کے اہم مستقل جدول 6.2 میں دیے گئے ہیں۔

جدول 6.2 بعض گیسوں کے فاصل مستقلے

گیس کا نام Name of the Gas	فاصل تپش Critical Temperature (T_c) in K	فاصل دباؤ Critical Pressure (P_c) in atm	فاصل حجم Critical Volume (V_c) $cm^3\ mol^{-1}$
Helium (He)	5.2	2.26	57.8
Carbon dioxide (CO_2)	304.2	72.9	94.0
Oxygen (O_2)	154.8	50.14	78.0
Nitrogen (N_2)	126.3	33.54	90.1
Hydrogen (H_2)	33.2	12.80	65
Water (H_2O)	647.4	218.3	55.3
Ammonia (NH_3)	405.5	111.3	72.5
Hydrogen Chloride (HCl)	324.7	81.5	81.0
Methane (CH_4)	190.6	45.6	98.7
Ethylene (C_2H_4)	283.1	50.50	124

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:37 PM

خود کا محاسبہ

8۔ H_2O، NH_3 اور CO_2 کے اہم فاصل تپش بالترتیب 647.4، 405.5 اور 304.2 K ہیں۔ جب ہم 700 K کی تپش سے ٹھنڈا ہونا شروع کرتے ہیں تو کون سا پہلے مائع ہوگا اور کون سا آخر میں مائع بنے گا؟

6.6.1 Van der Waals constant سے اہم مستقلات کو حاصل کرنا

n مول کے لیے وین ڈیر والس کی مساوات یہ ہے۔

$$\left(P+\frac{a\,n^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT \quad \text{---------- (6.22)}$$

ایک مول کے لئے

$$\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=RT \quad \text{---------- (6.23)}$$

مساوات سے ہم a اور b کے لحاظ سے فاصل مستقل Vc ، Pc اور Tc کی قیمتیں حاصل کر سکتے ہیں، اوپر دی گئی مساوات کو پھیلانے پر، وین ڈیر والز مستقل

$$PV+\frac{a}{V}-Pb-\frac{ab}{V^2}-RT=0 \text{ ------- (6.24)}$$

مساوات (6.24) کو V^2/P سے ضرب دیں۔

$$\frac{V^2}{P}\left(PV+\frac{a}{V}-Pb-\frac{ab}{V^2}-RT\right)=0$$

$$V^3+\frac{aV}{P}+-bV^2-\frac{ab}{P}-\frac{RTV^2}{P}=0 \text{ --- (6.25)}$$

جب اوپر کی مساوات کو V کی طاقتوں میں دوبارہ ترتیب دیا جاتا ہے تو

$$V^3-\left[\frac{RT}{P}+b\right]V^2+\left[\frac{a}{P}\right]V-\left[\frac{ab}{P}\right]=0 \text{ --- (6.26)}$$

مساوات (6.26)، V کی ایک مکعبی مساوات (Cubic equation) ہے۔ اس مساوات کو حل کرنے پر، ہمیں تین حل ملیں گے۔ فاصل نقطہ پر V کے یہ تینوں حل اہم حجم V_c کے برابر ہیں۔ دباؤ اور درجہ حرارت بالترتیب P_c اور T_c بن جاتا ہے۔

$$\text{i.e., } V=V_C$$

$$V-V_C=0$$

$$(V-V_C)^3=0$$

$$V^3-3V_CV^2+3V_C{}^2V-V_C{}^3=0 \quad \text{---- (6.27)}$$

جیسا کہ مساوات (6.26)، مساوات (6.27) کے مماثل ہے، ہم (6.26) اور (6.27) میں V^2، V اور سر اعداد اور مستقل رقموں کو مساوی کر سکتے ہیں۔

$$-3V_CV^2=-\left[\frac{RT_C}{P_C}+b\right]V^2$$

$$3V_C=\frac{RT_C}{P_C}+b \quad \text{---- (6.28)}$$

$$3V_C^2=\frac{a}{P_C} \quad \text{---- (6.29)}$$

$$V_C^3=\frac{ab}{P_C} \quad \text{---- (6.30)}$$

مساوات (6.30) کو مساوات (6.29) سے تقسیم کریں۔

$$\frac{V_C^3}{3V_C^2}=\frac{ab/P_C}{a/P_C}$$

$$\frac{V_C}{3}=b$$

$$\text{i.e. } V_C=3b \quad \text{-------} \quad (6.31)$$

جب مساوات (6.31) کو (6.29) میں درج کرنے پر

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:38 PM

$$3V_C^2 = \frac{a}{P_C}$$

$$P_C = \frac{a}{3V_C^2} = \frac{a}{3(3b^2)} = \frac{a}{3 \times 9b^2} = \frac{a}{27\,b^2}$$

$$P_C = \frac{a}{27b^2} \quad \text{------ (6.32)}$$

مساوات (6.28) میں Vc اور Pc کی قیمتوں کو بدلنے پر

$$3V_C = b + \frac{R\,T_C}{P}$$

$$3\,(3\,b) = b + \frac{R\,T_C}{\left(\frac{a}{27\,b^2}\right)}$$

$$9\,b - b = \left(\frac{R\,T_C}{a}\right) 27\,b^2$$

$$8\,b = \frac{T_C\,R\,27b^2}{a}$$

$$\therefore \quad T_C = \frac{8\,a\,b}{27\,R\,b^2} = \frac{8\,a}{27\,R\,b}$$

$$T_C = \frac{8\,a}{27\,R\,b} \qquad \text{------ (6.33)}$$

گیس کے Van der Waals constant کی قدروں کا استعمال کرتے ہوئے اہم constants کا حساب لگایا جاسکتا ہے اور اس کا برعکس بھی۔

$$b = \frac{V_C}{3} \quad \text{اور} \quad a = 3\,V_C^2\,P_C$$

6.7 گیسوں کا مائع ہونا (Liquefaction of gases)

LPG اور راکٹ ایندھن جیسے اہم تجارتی کاموں کے لیے، ہمیں گیسوں کو ان کی مائع حالت میں ضرورت ہوتی ہے۔ مائع ہونے کے طریقے جول-تھامسن اثر پر مبنی ہیں۔ جب دابی ہوئی گیس کو کم دباؤ والے علاقے میں ایک باریک سوراخ کے ذریعے سے قوت سے گزارا جاتا ہے تو اس میں ٹھنڈک واقع ہوتی ہے۔ تپش میں کمی کا یہ رجحان جب ایک گیس کو اعلیٰ دباؤ والے علاقے سے کم دباؤ والے علاقے میں پھیلانے کے لیے بنایا جاتا ہے تو اسے Joule-Thomson Effect کہا جاتا ہے۔ یہ اثر صرف ایک خاص تپش کے نیچے دیکھا جاتا ہے، جو ہر گیس کے لیے ایک خصوصیت ہے۔ وہ تپش جس کے نیچے ایک گیس جول-تھامسن اثر کی پابند ہوتی ہے اسے الٹی تپش (T_i) کہا جاتا ہے۔ یہ قدر Van der Waals کے مستقلے *a* اور *b* کا استعمال کرتے ہوئے دی جاتی ہے۔

$$T_i = \frac{2a}{Rb} \quad \text{--------- (6.34)}$$

O_2، He، N_2 اور H_2 جیسی گیسوں میں Tc بہت کم ہے، اس لیے جول تھامسن اثر کو مؤثر طریقے سے ٹھنڈا کرنے کے لیے لاگو کیا جاسکتا ہے۔ معکوس تپش پر، توسیع کے دوران گیس کی تپش میں کوئی (اضافہ یا کمی واقع نہیں ہوتی ہے۔ لیکن معکوس (الٹی) تپش (inversion temperature کے اوپر، جب سوراخ کے ذریعے پھیلنے کے لئے چھوڑا جائے تو گیس گرم ہو جاتی ہے۔

گیسوں کو مائع کرنے کے لیے مختلف طریقے استعمال کیے جاتے ہیں:

1) لنڈے کے طریقہ کار میں، جول-تھامسن اثر مائع ہوا یا کوئی دوسری گیس حاصل کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

2) کلاڈ کے عمل میں، گیس کو جول-تھامسن اثر کے علاوہ میکانیکی کام کرنے کی اجازت ہے تاکہ زیادہ ٹھنڈک پیدا ہو۔

3) حربند (Adiabatic) عمل میں، مقناطیسی اشیاء، جیسے gadolinium sulphate کی مقناطیسی خاصیت کو ہٹا کر ٹھنڈک پیدا کی جاتی ہے۔ اس طریقہ سے، 10^{-4} کی تپش یعنی اتنی کم یعنی 0 k تک کی تپش حاصل کی جاسکتی ہے۔

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:38 PM

SUMMARY خلاصہ

کسی گیس کی حالت چار آزاد متغیرات دباؤ(P)، حجم(V)، درجہ حرارت(T) اور مولوں کی تعداد(n) کے درمیان تعلق سے بیان کی جاتی ہے۔ ان پیرامیٹرز کے درمیان تعلق گیس کے مختلف کلیوں کے تحت چلتا ہے، جیسا کہ ذیل میں بتایا گیا ہے۔

کلیہ LAW	اظہار Expression	حالات Conditions	دو مختلف حالات کا اظہار Expression for two differnt states
بائل کا کلیہ	$PV = \text{constant}$	n اور T مستقل ہیں۔	$P_1V_1 = P_2V_2$
چارلس کا کلیہ	$\frac{V}{T} = \text{constant}$	p اور n مستقل ہیں۔	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
گے لوساک کا کلیہ	$\frac{P}{T} = \text{constant}$	V اور n مستقل ہیں۔	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$
امتزاجی گیس کا کلیہ (Combined gas law)	$\frac{PV}{T} = \text{constant}$	n مستقل ہے۔	$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$
اووگیڈرو کا مفروضہ	$\frac{V}{n} = \text{constant}$	T اور P مستقل ہیں۔	$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$
ڈالٹن کا جزوی دباؤ کا کلیہ	$P_{Total} = p_1+p_2+p_3+....$	T اور V مستقل ہیں۔	
گراہم کے نفوذ کا کلیہ	$r \alpha \frac{1}{\sqrt{M}}$	T اور P مستقل ہیں۔	$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$

وہ گیسیں جو تمام حالات میں مساوات PV= nRT کے تابع ہیں، مثالی گیسیں (Ideal gases) کہلاتی ہیں۔لیکن عملی طور پر کوئی مثالی گیس نہیں ہے۔گیسیں اعلی تپش اور کم دباؤ پر مثالی گیس کی طرح برتاؤ کرتی ہیں۔حقیقی گیسوں(real gases) کے لیے، وین ڈیروالز نے مثالی گیس کی مساوات میں اس طرح ترمیم کی۔

$$\left(P + \frac{a\,n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

ایک گیس کی فاصل تپش(T_c) وہ تپش ہے، جس سے زیادہ تپش پر اس گیس کو مائع نہیں کیا جا سکتا، چاہے دباؤ کتنا ہی زیادہ ہو۔
ایک گیس کا فاصل دباؤ(P_c) وہ کم سے کم درکار دباؤ، جس سے ایک مول گیس کو اس کے فاصل تپش پر مائع کیا جا سکتا ہے۔
ایک گیس کا فاصل حجم (V_c)، وہ درکار حجم، جسے ایک مول گیس اس کے فاصل تپش اور فاصل دباؤ پر گھیرے ہوئے ہے۔

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:38 PM

اہم مستقلات کا تعلق وان ڈیر والز کے مستقلہ سے ہے جو مندرجہ ذیل ہے۔

$$T_C = \frac{8\,a}{27\,R\,b}, \quad P_C = \frac{a}{27b^2} \text{ and } V_C = 3b$$

جب کسی گیس کو اعلیٰ دباؤ والے علاقے سے کم دباؤ والے علاقے میں پھیلانے کے لیے دیا جاتا ہے تو گیس کی تپش تیزی سے کم ہوتی ہے اور اسے **Joule-Thomson Effect** کہا جاتا ہے۔ یہ اثر گیسوں کو مائع کرنے میں استعمال ہوتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:38 PM

EVALUATION محاسبہ

I۔ بہترین جواب کا انتخاب کریں۔

1۔ اعلیٰ دباؤ والی گیسیں، مثالی رویے سے ہٹ (deviate) جاتی ہیں۔ غیر مثالی برتاؤ (Non-ideality) کے لیے درج ذیل میں سے کون سا بیان درست ہے؟

a) زیادہ دباؤ پر گیس کے سالموں کے درمیان تصادم بہت زیادہ ہو جاتا ہے۔

b) اعلیٰ دباؤ پر گیس کے سالمے صرف ایک سمت میں حرکت کرتے ہیں۔

c) اعلیٰ دباؤ پر، گیس کا حجم غیر معمولی ہو جاتا ہے۔

d) اعلیٰ دباؤ پر بین سالمی تعاملات اہم ہو جاتے ہیں۔

2۔ گیس کے پھیلاؤ کی شرح ہے۔

a) اس کی کثافت کے راست تناسب میں

b) اس کے سالماتی وزن کے راست تناسب میں

c) اس کے سالمی وزن کے جذر المربع کے راست تناسب میں

d) اس کے سالمی وزن کے جذر المربع کے معکوس تناسب میں

3۔ Van der Waals گیس کی حالت کی مساوات کے لیے درج ذیل میں سے کون سا جملہ صحیح ہے ؟

(a) $\left(P+\frac{a}{n^2V^2}\right)(V-nb)=nRT$ (b) $\left(P+\frac{na}{n^2V^2}\right)(V-nb)=nRT$

(c) $\left(P+\frac{an^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT$ (d) $\left(P+\frac{n^2a^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT$

4۔ جب ایک مثالی گیس، بے قابو توسیع (unrestrained expansion) سے گزرتی ہے تو کوئی ٹھنڈک نہیں ہوتی کیونکہ سالمے

a) معکوس (اُلٹی) تپش (Inversion temperature) سے اوپر ہیں۔

b) ایک دوسرے پر کوئی کششی قوتیں نہ لگاتے ہیں۔

c) توانائی بالفعل میں ہونے والے نقصان کے برابر کام کرتے ہیں۔

d) توانائی کے نقصان کے بغیر ٹکراتے ہیں۔

5۔ میتھین اور آکسیجن کے مساوی وزن کو ایک خالی برتن میں 298 K پر ملایا جاتا ہے۔ آکسیجن کے ذریعے ڈالے جانے والے کل دباؤ کا کسری حصہ (جزوی حصہ) یہ ہے۔

(a) $\frac{1}{3}$ (b) $\frac{1}{2}$ (c) $\frac{2}{3}$ (d) $\frac{1}{3}\times 273\times 298$

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:39 PM

6۔ وہ تپش، جس پر حقیقی گیسیں وسیع دباؤ پر گیس کے مثالی قوانین کی پابندی کرتی ہیں

a) فاصل تپش (Critical temperature)　b) بائل کی تپش (Boyle temperature)

c) اُلٹی (معکوس) تپش (Inversion temperature)　d) کم کردہ تپش (Reduced temperature)

7۔ $1000\ m^3$ کے بند کمرے میں خوشبو (Perfume) کی بوتل کھلی ہوئی ہے۔ کمرے میں خوشبو آتی ہے۔ یہ گیسوں کی کونسی خاصیت کی وجہ سے ہے؟

a) لزوجیت (Viscosity)　b) کثافت (Density)

c) نفوذ پذیری (Diffusion)　d) ان میں سے کوئی نہیں۔

8۔ امونیا کی ایک بوتل اور HCl کی ایک بوتل دونوں ایک لمبی نالی کے ذریعے جڑ کر ان کے دونوں سروں پر بیک وقت ایک جگہ کھلتے ہیں۔ امونیم کلورائڈ کا پہلا حلقہ یہاں پر بنے گا۔

a) نالی کے مرکز میں

b) ہائیڈروجن کلورائڈ کی بوتل کے قریب

c) امونیا کی بوتل کے قریب

d) نالی کی لمبائی میں

9۔ عالم گیری گیس کا مستقلہ (Universal gas constant) کی قیمت اس پر منحصر ہے۔

a) گیس کی تپش　b) گیس کا حجم

c) گیس کے moles کی تعداد　d) پریشر اور حجم کی اکائیاں۔

10۔ گیس کا مستقلہ R کی قدر یہ ہے۔

a) $0.082\ dm^3 atm.$　b) $0.987\ cal\ mol^{-1}\ K^{-1}$

c) $8.3\ J\ mol^{-1}K^{-1}$　d) $8\ erg\ mol^{-1}K^{-1}$

11۔ کھیلوں اور موسمیاتی مشاہدے (meteorological observation) میں گرم ہوا کے غبارے کا استعمال اس کلیہ کے تحت ہے۔

a) بائل کا کلیہ　b) نیوٹن کا کلیہ　c) کیلون کا کلیہ　d) براؤن کا کلیہ

12۔ درج ذیل جدول وین ڈیر والس مستقلہ 'a' کی قیمت $(dm^3)^2\ atm.\ mol^{-2}$ میں ظاہر کرتا ہے۔

Gas گیس	O_2	N_2	NH_3	CH_4
a	1.360	1.390	4.170	2.253

وہ گیس جو سب سے زیادہ آسانی سے مائع ہو سکتی ہے۔

a) O_2　b) N_2　c) NH_3　d) CH_4

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:39 PM

13۔ درج ذیل بیانات پر غور کریں۔

i) سطح سمندر کی بہ نسبت، پہاڑ کی چوٹی پر فضائی دباؤ کم ہوتا ہے۔

ii) ٹھوس اور مائع کی بہ نسبت گیسیں کہیں زیادہ دابی جاسکتی ہیں۔

iii) جب فضائی دباؤ، پارے کے کالم کی اونچائی کو بڑھاتا ہے۔

ان میں سے درست بیان منتخب کریں۔

a) I اور II b) II اور III c) I اور III d) I ، II اور III

14۔ 400K اور 71.0 bar دباؤ پر CO_2 کی داب پذیری کا عامل 0.8697 ہے۔ ان حالات میں CO_2 کا مولار حجم یہ ہے۔

a) $22.04\ dm^3$ b) $2.24\ dm^3$ c) $0.41\ dm^3$ d) $19.5\ dm^2$

15۔ اگر کسی مثالی گیس کی تپش اور حجم کو اس کی قیمتوں سے دوگنا کر دیا جائے تو، ابتدائی دباؤ P اس طرح ہو جاتا ہے۔

a) 4P b) 2P c) P d) 3P

16۔ ایک ہی تپش اور دباؤ پر، ہائیڈروجن گیس کے نفوذ کی شرح (rate of diffusion) ، ایک ہائڈروکاربن کے $3\sqrt{3}$ گنا زیادہ ہے، جس کا سالمی ضابطہ C_nH_{2n-2} ہے۔ n کی قدر کیا ہے ؟

a) 8 b) 4 c) 3 d) 1

17۔ ہائیڈروجن اور آکسیجن گیسوں کے مساوی مول ایک برتن میں رکھے جاتے ہیں، جس میں ایک باریک سوراخ ہوتا ہے، جس کے ذریعے دونوں اس میں سے خارج ہوتے ہیں۔ ہائیڈروجن کے نصف حصے کے نکلنے کے لیے، آکسیجن کا کتنا جز (کسر) (fraction) درکار ہوتا ہے۔

(NEET Phase I)

a) $\frac{3}{8}$ b) $\frac{1}{2}$ c) $\frac{1}{8}$ d) $\frac{1}{4}$

18۔ دباؤ کو مستقل رکھتے ہوئے، تپش T کے ساتھ، حجم V میں تبدیلی کو حرارتی پھیلاؤ کی شرح $\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$ (Coefficient of thermal expansion) کہا جاتا ہے۔ یعنی

ایک مثالی گیس کے لئے α اس کے برابر ہے۔

a) T b) 1/T c) P d) ان میں سے کوئی بھی نہیں۔

19۔ چار گیسوں P، Q، R اور S میں 'b' کی تقریباً ایک جیسی قدریں ہیں، لیکن ان کی 'a' قیمتیں (a ، b وانڈروالس کے مستقلہ ہیں) ان کی ترتیب $Q < R < S < P$ میں ہیں۔ ایک مخصوص تپش میں درج ذیل چار گیسوں میں سے آسانی سے مائع ہونے والی گیس یہ ہے۔

a) P b) Q c) R d) S

20۔ مثالی گیسوں میں درج ذیل میں سے زیادہ سے زیادہ انحراف ان میں ہوسکتا ہے۔ (NEET)

a) $CH_4\ (g)$ b) $NH_3\ (g)$ c) $H_2\ (g)$ d) $N_2\ (g)$

21۔ Van der Waals کے مستقلہ کی اکائیاں، بالترتیب 'b' اور 'a' ان کو ظاہر کرتی ہیں۔

a) $mol\ L^{-1}$ اور $L\ atm^2\ mol^{-1}$

b) $mol\ L$ اور $L\ atm\ mol^2$

c) $mol^{-1}\ L$ اور $L^2\ atm\ mol^{-2}$

d) ان میں سے کوئی نہیں

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:39 PM

22۔ توثیق : CO_2 کی فاصل تپش (critical temperature) 304 K ہے، اسے 304 K سے اوپر مائع کیا جاسکتا ہے۔

سبب : گیس کے دیے گئے بڑے پیمانے پر، حجم مستقل درجہ حرارت پر دباؤ کے براہ راست متناسب ہے۔

a) توثیق اور سبب دونوں صحیح ہیں، اور سبب توثیق کی صحیح وضاحت کرتا ہے۔

b) توثیق اور سبب دونوں صحیح ہیں، اور سبب توثیق کی صحیح وضاحت نہیں کرتا ہے۔

c) توثیق صحیح ہے، مگر سبب غلط ہے۔

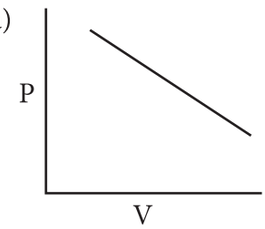
d) توثیق اور سبب، دونوں غلط ہیں۔

23۔ 227°C اور 5.00 فضائی دباؤ پر N_2 گیس کی کثافت کتنی ہے؟ ($R = 0.082\ L\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1}$)

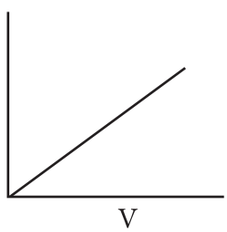
(a 1.4 g/L (b 2.81 g/L (c 3.41 g/L (d 0.29 g/L

24۔ مندرجہ ذیل میں سے کون سا خاکہ ایک مثالی گیس کی مقررہ کمیت کے برتاؤ کو صحیح طریقے سے بیان کرتا ہے؟
(T کی پیمائش K سے کی جاتی ہے)

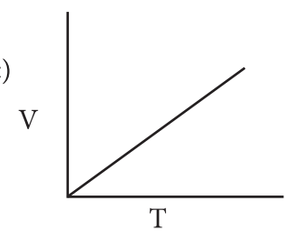
a)



b) PV



c)



d) اوپر کے تمام

25۔ 27°C اور 600 ملی میٹر پارہ کے دباؤ کے ساتھ درج ذیل میں سے ہر ایک میں 25 گرام گیسیں لی جاتی ہیں۔ ان میں سے کس میں کم سے کم حجم ہوگا؟

(a HBr (b HCl (c HF (d HI

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:40 PM

II۔ درج ذیل سوالات کے مختصر جواب لکھیں:

26۔ بائیل کا کلیہ (Boyle's law) بتائیے۔

27۔ کوئی دو چیزیں بتائیے، جو گے لوساک کے کلیہ کے نمونے کے طور پر کام کرتے ہیں، اور ان کی وضاحت کیجئے۔

28۔ گیس کے حجم اور مول کے درمیان تعلق کا حسابی جملہ (Mathematical expression) بتائیے۔

29۔ مثالی گیسیں (ideal gases) کیا ہیں؟ حقیقی گیسیں، مثالی گیسوں سے کس طرح مختلف ہیں؟

30۔ کیا a = 0 والی Van der Waals گیس کو مائع کیا جاسکتا ہے؟ وضاحت کریں۔

31۔ فرض کریں کہ گیس کے برتن کی دیوار پر ایک چھوٹا سا چپکنے والا علاقہ ہے۔ اس علاقے سے ٹکرانے والے سالمے وہاں مستقل طور پر چپک جاتے ہیں۔ برتن کے دیگر علاقے کی دیواروں میں کیا دباؤ زیادہ ہوگا یا کم؟

32۔ درج ذیل مشاہدات کی وضاحت کریں۔

a) گرمی کے موسم میں ہوائی مشروبات کی بوتلیں (aerated water bottles) پانی میں رکھی جاتی ہیں۔

b) مائع امونیا کی بوتلوں کی مہر (seal) کو کھولنے سے پہلے ٹھنڈا کیا جاتا ہے۔

c) موسم سرما کی بہ نسبت موسم گرما میں گاڑی کے ٹائر کا دباؤ تھوڑا کم رکھا جاتا ہے۔

d) موسمی ہوائی غبارے جیسے جیسے اوپر کی جانب اڑتا ہے، اس کی جسامت بڑھتی جاتی ہے۔

33۔ گیسوں کے بارے میں درج ذیل حقائق کی مناسب وضاحت کریں۔

a) گیسیں برتن کے نیچے بیٹھتی نہیں ہیں۔

b) گیسیں ان کے لیے دستیاب تمام جگہوں میں نفوذ کرتی ہیں۔

34۔ تجویز کریں کہ ہماری فضا میں ہائیڈروجن (H_2) کیوں نہیں ہے۔ چاند میں فضا کیوں نہیں ہوتی؟

35۔ وضاحت کریں کہ ایک گیس مثالی برتاؤ کرتی ہے، یا مثالی رویے سے ہٹ جاتی ہے اگر

a) یہ مستقل تپش پر چھوٹے حجم میں دابی جاتی ہے۔

b) حجم کو مستقل رکھتے ہوئے تپش کو بڑھایا جاتا ہے۔

c) ایک ہی حجم اور ایک ہی تپش پر مزید گیس داخل کی جاتی ہے۔

36۔ کم تپش پر درج ذیل میں سے کون کون سی گیسیں، مثالی رویے سے انحراف کریں گے F_2، Cl_2 اور Br_2 ؟ وضاحت کریں۔

37۔ نفوذ پذیری (diffusion) اور اخراج (effusion) کے درمیان فرق کریں۔

38۔ ایروسول کے کین (برتنوں) میں کین کو نہ گرم کرنے کی واضح وارننگ ہوتی ہے۔ ایسا کیوں ہے؟

39۔ کیا ماؤنٹ ایورسٹ کی چوٹی پر اسٹرا (straw) سے پانی پینا آسان ہوگا؟

40۔ حقیقی گیس کے لیے Van der Waals کی مساوات لکھیں۔ دباؤ اور حجم کے لیے اصلاح کی وضاحت کریں۔

41۔ van der Waals constants مستقلوں کے لحاظ سے فاصل مستقلوں (critical constants) کی قیمتیں اخذ کریں۔

42۔ جب خلاباز چاند کی سطح پر ہوتے ہیں تو انہیں حفاظتی سوٹ کیوں پہننے پڑتے ہیں؟

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:40 PM

43۔ جب امونیا، HCl کے ساتھ مل جاتا ہے، تو NH_4Cl سفید گھنے دھوئیں کی طرح بنتا ہے۔ HCl کے قریب زیادہ دھواں کیوں ظاہر ہوتا ہے؟

44۔ 1 atm اور 15°C پر ایک گیس کے نمونہ کا حجم 2.58 dm^3 ہے۔ جب 1 atm پر تپش 38°C تک بڑھائی جاتی ہے تو کیا گیس کا حجم بڑھ جاتا ہے؟ اگر ایسا ہے تو، اس کے حتمی حجم (Final volume) کو محسوب کیجئے۔

45۔ گیس کا ایک نمونہ نامعلوم درجہ حرارت پر 8.5dm^3 کا حجم رکھتا ہے۔ جب نمونہ برف کے پانی میں 0°C پر ڈوبتا ہے تو اس کا حجم کم ہو کر 6.37 dm^3 ہو جاتا ہے۔ اس کی ابتدائی تپش کیا ہے؟

46۔ نائٹروجن گیس کے دو نمونوں میں سے، نمونہ A، 298K تپش پر 37.6 dm^3 حجم رکھنے والے ایک برتن میں 1.5 مول نائٹروجن گیس پائی جاتی ہے۔ اور نمونہ B، 298K تپش پر 16.5 dm^3 حجم رکھنے والے برتن میں ہے۔ نمونہ B میں مول کی تعداد کا حساب لگائیں۔

47۔ سلفر ہکسا فلورائیڈ ایک بے رنگ اور بے بو گیس ہے۔ مثالی گیس کے برتاؤ کو فرض کرتے ہوئے یہ محسوب کیجئے 69.5 °C پر 5.43 dm^3 حجم والے برتن میں موجود 1.82 مول گیس، کتنا دباؤ دے گی؟

48۔ آرگن ایک غیر فعال گیس ہے، جو روشنی کے بلب میں استعمال ہوتی ہے تاکہ ٹنگسٹن کی تار کو بخارات بننے سے روکا جا سکے۔ ایک مخصوص روشنی کے بلب جس میں 1.2 atm اور 18°C پر آرگن گیس ہوتی ہے، اسے مستقل حجم پر 85°C پر گرم کیا جاتا ہے۔ اس کا حتمی دباؤ atm میں محسوب کیجئے۔

49۔ ایک چھوٹا سا بلبلہ جھیل کے نیچے سے پانی کی سطح کی طرف اٹھتا ہے، جہاں تپش 6°C اور دباؤ 4 atm ہوتا ہے، پانی کی سطح کی تپش 25°C ہے اور 1 atm ہے۔ اگر بلبلہ کا ابتدائی حجم 1.5 mL ہو تو اس کا حتمی حجم (Final volume) محسوب کیجئے۔

50۔ ہائیڈروکلورک ایسڈ کو ہائیڈروجن گیس بنانے کے لیے دھات سے تعامل کیا جاتا ہے۔ فرض کریں کہ ایک طالب علم اس تعامل کو انجام دیتا ہے اور 298 K کی تپش اور 742 ملی میٹر پارہ کے دباؤ پر، 154.4×10^{-3} dm^3 حجم گیس کو جمع کرتا ہے۔ طالب علم نے ہائیڈروجن گیس کی کتنی مقدار (mg) میں جمع کی؟

51۔ ایک مسام دار دیوار کے ذریعے کسی نامعلوم گیس کو نفوذ کرنے (diffuse) کے لئے 192 سکنڈ لگتے ہیں اور N_2 گیس کو اسی تپش اور دباؤ پر خارج کرنے (effuse) کرنے کے لئے 84 سکنڈ لگتے ہیں۔ نامعلوم گیس کی مولار کمیت کیا ہے ؟

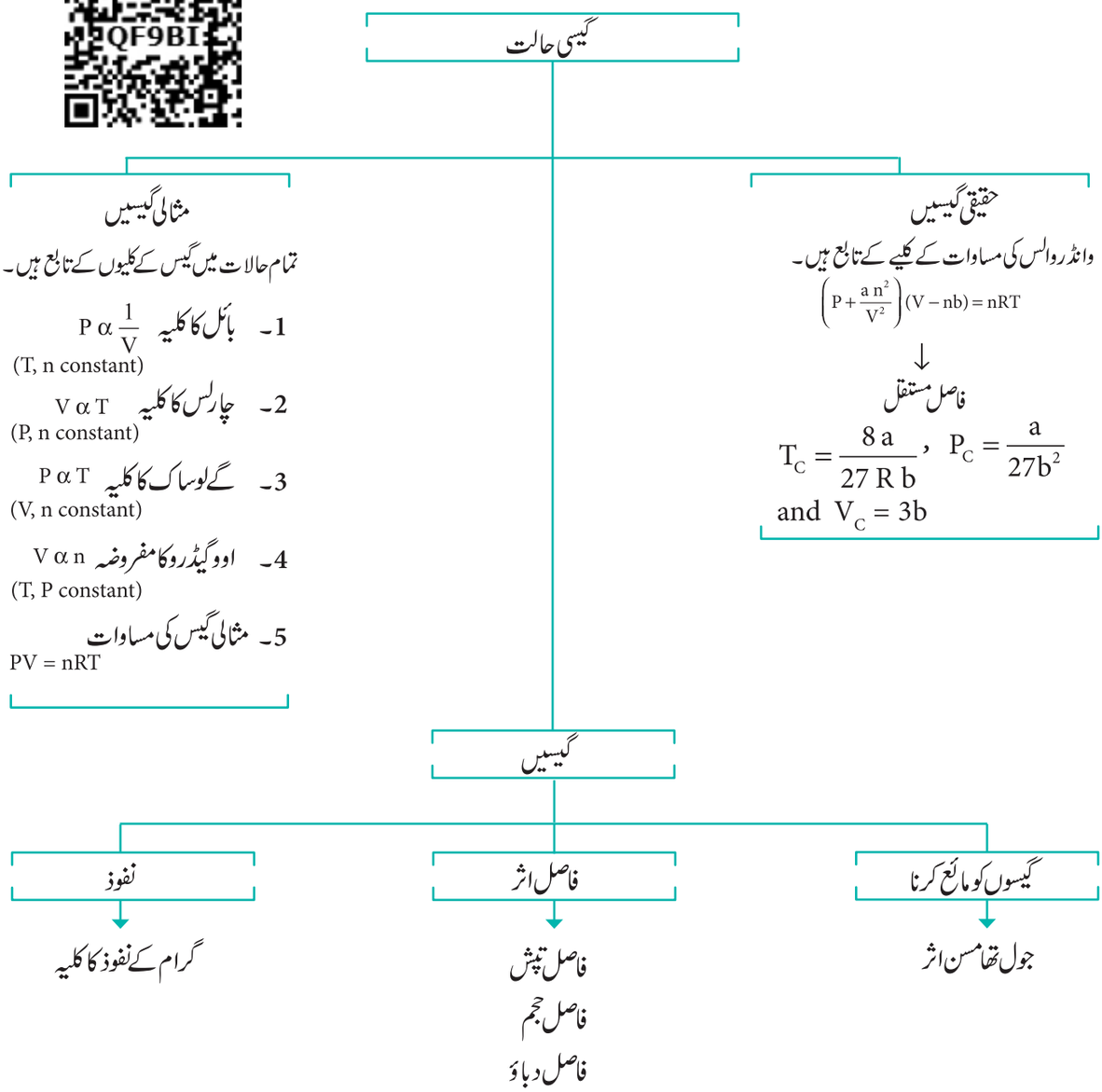
52۔ ایک ٹینک میں 300 K تپش پر 52.5 g آکسیجن اور 65.1 g CO2، کا آمیزہ رکھا ہوا ہے۔ ٹینک کا جملہ دباؤ 9.21 atm ہے۔ آمیزہ میں ہر گیس کا جزوی دباؤ (partial pressure) کو atm میں محسوب کیجئے۔

53۔ ایک آتش گیر گیس کو دھاتی ٹینک میں 2.98 atm کے دباؤ پر 25°C پر ذخیرہ کیا جاتا ہے۔ ٹینک زیادہ سے زیادہ 12 atm کے دباؤ کو برداشت کر سکتا ہے، جس کے بعد یہ پھٹ سکتا ہے۔ جس عمارت میں ٹینک کو رکھا گیا ہے، اس میں آگ لگ جاتی ہے۔ اب اندازہ لگائیں کہ ٹینک پہلے پھٹ جائے یا پگھلنے لگے گا ؟ (دھات کا نقطہ پگھلاؤ 1100 K)

11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:41 PM

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ

QF9BI



11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:41 PM

ICT Corner

ICT کارنر

Properties of Gases گیسوں کے خواص

URL کو جائیں

https://phet.colorado.edu/en/simulation/gas-properties

یا دائیں جانب موجود QR کوڈ کو اسکین کیجئے۔

اس آلہ کی مدد سے تم P, T اور V کا تعلق معلوم کر کے گیس کے قانون کی تصدیق کر سکتے ہو۔

مرحلہ نمبر 1

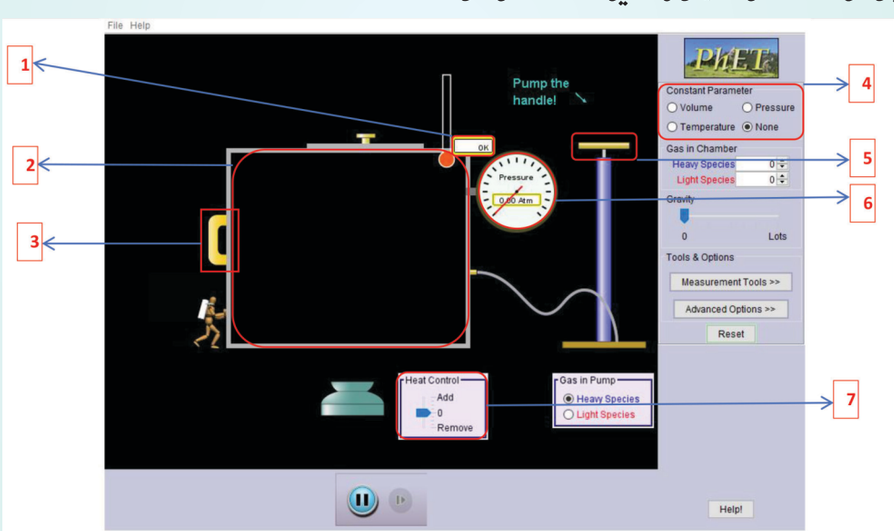
براؤزر کھولیں اور دیا گیا URL ٹائپ کریں (یا) QR کوڈ اسکین کریں۔ ویب سائٹ میں gas properties applet پر کلک کریں۔ آپ کو ایک gas applet نامی جاوا اسپلیٹ دکھائی دے گا۔ جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

Set up کے لئے ہدایات

- چیمبر (2) میں آپ پمپ ہینڈل (5) کا استعمال کر کے کچھ گیس کے سالمے پمپ کر سکتے ہیں۔
- چیمبر میں گیس کے سالموں کی تپش (1) اور دباؤ (6) کو متعلقہ gauges کا استعمال کر کے معائنہ کیا جا سکتا ہے۔
- چیمبر کے حجم کو بائیں طرف کی دیوار (3) کو حرکت دے کر تبدیل کیا جا سکتا ہے۔
- چیمبر کی تپش کو سلائیڈر (7) کا استعمال کرتے ہوئے گرم یا ٹھنڈا کر کے تبدیل کیا جا سکتا ہے۔
- تین خصوصیات میں سے کسی کو بھی باکس (4) میں مناسب انتخاب کر کے مستقل رکھا جا سکتا ہے۔

گیس کے کلیوں کی تصدیق :

اوپر دی گئی ہدایات کو استعمال کر کے آپ گیس کے کلیوں کو سمجھ سکتے ہیں۔ بائیل کے قانون کو سمجھنے کے لیے، تپش کو مستقل رکھیں (4) اور گیس کے چند سالموں (5) کو پمپ کریں اور اسے مستقل رکھیں۔ اب بائیں طرف کی دیوار (3) کو دھکیل کر حجم کو کم کریں۔ پھر آپ دیکھ سکتے ہیں کہ گیس کا دباؤ بڑھتا ہے۔ اسی طرح گیس کے دیگر دو کلیوں کی بھی تصدیق کی جا سکتی ہے۔ اس ٹول کا استعمال کر کے آپ گیسوں کے T, P، V کے درمیان تعلق کو سمجھنے اور گیس کے کلیوں کی تصدیق کرنے کے قابل ہوں گے۔



11 chem vol-1 unit 6 gaseous state
Tuesday, August 30, 2022 10:42:41 PM

7 اکائی

حرحرکیات (Thermodynamics)

سیکھنے کے مقاصد:

اس اکائی کی تعلیم حاصل کرنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے۔

- نظام اور اطراف واکناف کے درمیان فرق کریں گے۔
- بند، کھلے اور الگ تھلگ نظام کی وضاحت کریں گے۔
- حالت اور راستے کے افعال میں فرق کریں گے۔
- اندرونی توانائی کے درمیان تعلق کو بیان کریں، کام اور حرارت
- حرحرکیات کے چار کلیے بیان کریں گے۔
- اندرونی توانائی کی تبدیلی (ΔU) اور اینتھالپی کی تبدیلی (ΔH) اور ان کی پیمائش کریں گے۔
- مختلف قسم کے تعاملات کے لیے enthalpy کی تبدیلیوں کا حساب لگائیں گے۔
- قلموں کی جالی کی توانائی کا حساب لگانے کے لیے Hess's Law کے کلیہ کا اطلاق کریں گے۔
- بے ساختہ اور غیر خود ساختہ کی وضاحت کر سکیں گے۔
- حرحرارتی کی حالت کے افعال جیسے انتھالپی enthalpy (H)، اینٹروپی (Entropy)(S) اور گبز کی آزاد توانائی (Gibbs free energy)(G)
- ان عوامل کی فہرست بنائیں، جو اس کی بے ساختگی کا تعین کرتے ہیں۔
- ΔG اور بے ساختگی (spontaneity) کے درمیان ربط قائم کریں، اور $\Delta G°$ اور توازنی مستقلہ کے درمیان تعلق کو بتائیں گے۔

61S7R

کلاسیکی حرحرکیات، صرف ایک ہی
عالمی مشمولات کا طبیعی نظریہ ہے،
جس سے میں مطمئن ہوں۔
البرٹ ائن سٹائن
Albert Einstein

Rudolf Clausius
(1822-1888)

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:42 PM

7.1 تعارف

اصطلاح حرحرکیات کا مطلب حرارت کا بہاؤ ہے اور یہ یونانی لفظ thermos حرارت اور dynamics کا مطلب بہاؤ ہے۔ روزمرہ زندگی میں ہم کئی کارآمد تعاملات، جیسے ایندھن کا جل کر حرارتی توانائی پیدا کرنا، الکٹران کے بہاؤ کے عمل سے برقی توانائی کا پیدا ہونا، جسمانی افعال کی توانائی کے لئے حیاتیاتی افعال کے تحولی تعاملات وغیرہ دیکھتے آرہے ہیں۔ حرحرکیات، جو توانائی کی تبدیلی ہے، یہ تمام افعال کو مقداری طور پر ظاہر کرتے ہیں اور اس سے کارآمد پیشین گوئیاں کی جاسکتی ہیں۔

19 ویں صدی میں سائنس دانوں نے بھاپ کے انجن میں پائی جانے والے اصولوں کو جانچنے کی کوشش کی، جو اُس وقت چل رہے تھے، تاکہ ان کی کارکردگی کو بڑھایا جاسکے۔ جانچنے کا مقصد یہ تھا کہ کس طرح حرارت کو میکانیکی طور پر عمل میں لایا جاسکے۔ وقت کے ساتھ، حرحرکیات کے کلیے تیار کئے گئے تاکہ بھاپ کے انجن کے عمل کو بہتر طریقے سے چلایا جاسکے۔ ان کلیوں کی مدد سے بہت ہی اہم حسابی تعلقات وضع کئے گئے، جس کے استعمال سے وسیع حد کے افعال انجام دئے گئے۔

حرحرکیات، حرارت اور کام جیسے کلاں بینی خصوصیات (macroscopic properties) اور ان کے اندرونی تعلقات کو محسوب کرتا ہے۔ یہ نظاموں کے خواص کو توازن میں رکھتا ہے اور یہ کسی بھی نظریے یا منفرد سالموں سے آزاد ہے، جو اس نظام کا حصہ بنتے ہیں

حرحرکیات کے اصول، ان کے تین کلیوں پر مبنی ہیں۔ پہلے کے دو کلیے حرارت کے مختلف شکلوں کی تبدیلیوں کے اصل تجربوں کا اختصار ہیں۔ تیسرا کلیہ انٹروپی (Entropy) کو محسوب کرنے اور مطلق صفر کیلون تک پہنچنے سے متعلق بحث کرتا ہے۔

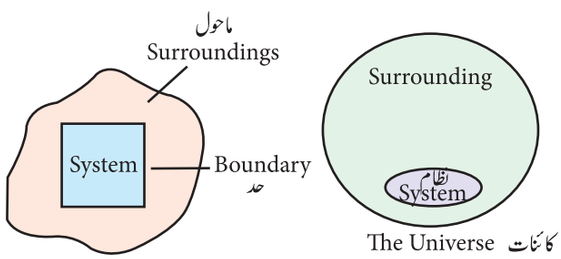
حرحرکیات بعض تجرباتی قیمتیں دیتے ہیں اور اس کی بعض حد بندیاں (limitations) بھی ہیں۔ یہ جوہری اور سالمی ساخت اور تعامل کے میکانزم سے آزاد ہیں۔ ان قوانین کی مدد سے یہ پیشین گوئی کی جاسکتی ہے کہ ان حالات میں ایک کیمیائی تعامل ہوسکتا ہے یا نہیں، مگر اس سے ہم تعامل کی شرح معلوم نہیں کرسکتے۔ بہ الفاظ دیگر حرحرکیات توازنی حالات کو مقداری طور پر بحث کرتے ہیں، مگر یہ توازنی حالت کے لئے فعلی نقطہ نظر کو حساب میں نہیں لاتے۔

7.2۔ نظام اور ماحول
(System and surrounding)

حرحرکیات کا مطالعہ کرنے اور ان کے استعمال سے پہلے، یہ ضروری ہے کہ ہم بعض اصطلاحات کے معنی معلوم کرلیں جو بار بار حرحرکیات میں استعمال ہوتے ہیں۔

نظام (System)

ساری کائنات کو دو حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔ نظام اور اس کا ماحول (surroundings)۔ حرحرکیات کو فرض کرتے وقت نظام، کائنات کا ایک حصہ ہوتا ہے۔ یہ کائنات سے حقیقی یا فرضی حدود سے جدا کیا گیا ہے۔



خاکہ 7.1 نظام، ماحول، اور حدود
ہم متجانس اور دگر متجانس نظام

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:43 PM

مثال :

نظام، بیکر میں موجود پانی، ہوا سے بھرا ہوا غبارہ، گلوکوز کا آبی محلول وغیرہ۔

طبیعی اور کیمیائی خواص کی بنیاد پر نظام کو دو طرح سے تقسیم کیا جا سکتا ہے۔

ایک نظام کو اس وقت ہم متجانس (homogenous) کہا جائے گا، جب اس کے تمام اجزاء کی طبیعی حالت یکساں ہو۔

مثال : گیسوں کا ایک آمیزہ، مکمل خلط ملط ہوئے مائع کا آمیزہ وغیرہ۔

ایک نظام کو اس وقت دگر متجانس (Heterogenous) کہا جائے گا، جب کے تمام اجزاء یکساں نہ ہو۔

مثال : تیل اور پانی کا آمیزہ۔

ماحول (Surrounding)

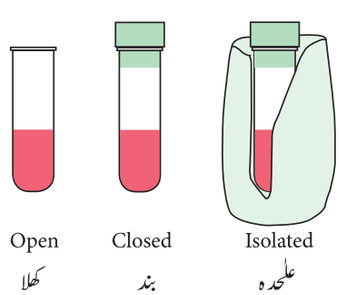
کائنات کی وہ تمام چیزیں جو اس نظام کا حصہ نہیں ہیں، ماحول کہلاتی ہیں۔

حدود (boundary)

کوئی بھی شئے جو نظام کو اس کے ماحول سے جدا کرتے ہیں، حدود کہلاتے ہیں۔

7.2.1۔ نظاموں کی قسمیں (Types of systems)

حدود کی نوعیت کی بنیاد پر حرحرکیاتی نظاموں کی تین قسمیں ہیں۔



خاکہ 7.2 نظاموں کی قسمیں

علٰحدہ نظام (Isolated system)

ایسا نظام، جس میں نہ تو مادّہ اور نہ ہی توانائی کا ماحول کے ساتھ تبادلہ ہوتا ہے، جداگانہ نظام (علٰحدہ نظام) (Isolated system) کہلاتا ہے۔ یہاں پر حدود کی مہر بندی (sealed) کی جاتی ہے اور مجوز (insulate) کیا جاتا ہے۔ ایک تھرماس فلاسک میں موجود گرم پانی بھی علٰحدہ نظام کی ایک مثال ہے۔ اس علٰحدہ نظام میں توانائی (حرارت) اور مادّہ (آبی بخارات) نہ تو نظام میں داخل ہو سکتے ہیں اور نہ ہی خارج ہو سکتے ہیں۔

بند نظام (Closed system)

ایک نظام، جس میں صرف توانائی کا تبادلہ ہوتا ہے، مگر مادّہ کا ماحول کے ساتھ تبادلہ نہیں ہوتا، بند نظام کہلاتا ہے۔ یہاں پر حدود کی مہر بندی کی گئی ہے، مگر مجوز نہیں کیا گیا ہے۔ ایک بند بیکر میں موجود گرم پانی بند نظام کی ایک مثال ہے۔ ان نظام میں توانائی (حرارت) نظام سے ماحول میں داخل ہو سکتی ہے، مگر مادّہ (آبی بخارات) نظام سے خارج نہیں ہو سکتے۔ ایک استوانہ میں موجود گیس، جس میں ایک فشارہ (piston) ثبت کیا گیا ہو، یہ بھی بند نظام کی ایک مثال ہے۔

کھلا نظام (Open system)

ایک نظام جس میں توانائی اور مادّہ دونوں کا تبادلہ اپنے ماحول کے ساتھ ہو سکتا ہے، اسے کھلا نظام کہتے ہیں۔ ایک کھلے بیکر میں موجود گرم پانی کھلے نظام کی ایک مثال ہے۔ اس نظام میں مادّہ (آبی بخارات) اور حرارت (حرارت کا تبادلہ) دونوں کا ماحول میں تبادلہ ہوتا ہے۔

تمام جاندار اشیاء اور کیمیائی تعاملات کھلے نظام ہیں۔ کیوں کہ وہ مادّہ اور توانائی کو اپنے ماحول میں تبادلہ کرتے ہیں۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:44 PM

7.2.2 نظام کے خواص (Properties of the system)

تنگ اور وسیع خواص

(Intensive and extensive properties)

ایک نظام کے بعض خواص اس کے مادّہ کی کمیت یا جسامت پر منحصر ہیں، جب کہ دیگر خواص اس کی کمیت یا جسامت پر منحصر نہیں ہوتے۔ اس کی بنیاد پر نظام کے خواص کو تنگ اور وسیع خواص کی طرح درجہ بندی کی گئی ہے۔

تنگ خواص (Intensive properties)

ایک نظام کے بعض خواص اس کے مادّہ کی کمیت یا جسامت پر منحصر ہوں تو اس نظام کو تنگ خواص کہتے ہیں۔

مثالیں : حجم، مولوں کی تعداد، کمیت ، اندرونی توانائی وغیرہ۔

وسیع خواص (Extensive properties)

ایک نظام کے بعض خواص اس کے مادّہ کی کمیت یا جسامت پر غیر منحصر ہوں تو اس نظام کو وسیع خواص کہتے ہیں۔

مثالیں : انعطاف نما، سطحی تناؤ، کثافت، تپش، نقطۂ جوش، نقطۂ انجماد، مولار حجم وغیرہ۔

جدول 7.1 تنگ اور وسیع خواص کی مثالی فہرست

تنگ خواص	وسیع خواص
حجم، کمیت، مادّہ کی مقدار (مول)، توانائی، انتھالپی، انٹروپی، آزاد توانائی، حرارتی گنجائش	مولار حجم، کثافت، مولار کمیت، مولار ریٹی، مول کسر، مولالٹی، حرارتی نوعی گنجائش

7.2.3۔ حرحرارتی افعال

(Thermodynamic processes)

وہ افعال جو ایک نظام میں تبدیلی لاتے ہیں، حرحرارتی افعال کہلاتے ہیں۔ گرم کرنا، ٹھنڈا کرنا، پھیلاؤ، دباؤ، پگھلاؤ، تبخیر، وغیرہ حرحرارتی افعال کی بعض مثالیں ہیں۔

افعال کی قسمیں (Types of processes)

ایک حرحرارتی فعل کو مختلف طریقوں سے مختلف حالات میں عمل میں لایا جاتا ہے۔ ان افعال کی درجہ بندی اس طرح کی جاسکتی ہے۔

رجعی افعال (Reversible process)

کائنات کے حرحرکیاتی خصوصیات میں کسی بھی قسم کی تبدیلی کے بغیر ہونے والے وہ افعال جس سے نظام اور ماحول کو حتمی حالت (final state) سے ابتدائی حالت (initial state) میں واپس لایا جاسکتا ہے، رجعی افعال کہلاتے ہیں۔ رجعی افعال کے واقع ہونے کے لئے دو اہم شرائط ضروری ہیں۔ پہلی، وہ فعل بالکل ہی سست یا چھوٹی مقدار کے (infinitesimally) طور پر واقع ہو، دوسری وہ پورے عمل میں واقع ہو۔

غیر رجعی افعال (Irreversible process)

وہ افعال جس میں نظام اور ماحول کو حتمی حالت سے ابتدائی حالت میں واپس نہیں لایا جاسکتا ہے، غیر رجعی افعال کہلاتے ہیں۔ فطرت میں ہونے والے تمام افعال غیر رجعی افعال ہیں۔ غیر رجعی افعال میں نظام اور ماحول ایک دوسرے کے ساتھ توازن میں نہیں پائے جاتے۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:44 PM

حربند فعل (Adiabatic process)

وہ فعل جس میں نظام سے ماحول میں حرارت کا تبادلہ (q) نہیں ہوتا، حربند فعل کہلاتا ہے۔ وہ افعال جس میں نظام کے اندر یا نظام سے باہر حرارت کا تبادلہ نہیں ہوتا، حربند فعل (Adiabatic process) کہلاتا ہے۔ حرارتی طور پر محجوز نظاموں میں اس قسم کی حالت واقع ہوتی ہے۔ حربند فعل میں اگر نظام کے ذریعہ کام ہوتا ہے تو اس کی تپش میں اضافہ ہوتا ہے۔ اگر نظام کے اوپر کام ہوتا ہے تو اس کی تپش میں کمی واقع ہوتی ہے، کیوں کہ نظام، اپنے ماحول کے ساتھ حرارت کا تبادلہ نہیں کرتا۔

حربند فعل کے لئے $q = 0$ ہے۔

ہم حرارتی فعل (Isothermal process)

ایک ہم حرارتی فعل کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ اس فعل کے ابتدا سے حتمی حالت تک اس نظام کی تپش مستقل رہتی ہے۔ یہ نظام حرارت کا تبادلہ اپنے ماحول کے ساتھ کرتا ہے اور اس نظام کی تپش مستقل رہتی ہے۔ اس مقصد کے لئے تجربہ کو ہمیشہ تپش قرار (thermostat) میں رکھ کر کیا جاتا ہے۔

ایک ہم حرارتی فعل کے لئے $dT = 0$ ہے۔

ہم دباؤ کا فعل (Isobaric process)

ایک ہم دباؤ فعل کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ اس فعل کے ابتدا سے حتمی حالت تک اس نظام کا دباؤ مستقل رہتا ہے۔

ایک ہم دباؤ فعل کے لئے $dP = 0$ ہے۔

ہم حجمی فعل (Isochoric process)

ایک ہم حجمی فعل کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ اس فعل کے ابتدا سے حتمی حالت تک اس نظام کا حجم مستقل رہتا ہے۔ ایک بامب کلوری پیما (bomb calorimeter) میں ایندھن کے جلنا، ہم حجمی فعل کی ایک مثال ہے۔

ایک ہم حجمی فعل کے لئے $dV = 0$ ہے۔

دَوری فعل (cyclic process)

جب ایک نظام، تبدیلیوں کے کئی واقعات سے گزر کر دوبارہ اپنی اصلی حالت میں آتا ہے تو اسے دَوری فعل کہتے ہیں۔

ایک دَوری فعل کے لئے $dU = 0$ ، $dH = 0$، $dP = 0$ ، $dV = 0$، $dT = 0$ ہے۔

جدول 7.2 افعال اور ان کی حالتوں کا ایک مکمل جائزہ

Process عمل	Condition حالت
Adiabatic حربند	q = 0
Isothermal ہم تپش	dT= 0
Isobaric ہم دباؤ	dP= 0
Isochoric ہم حجم	dV= 0
Cyclic دَوری	dE= 0, dH = 0, dP=0, dV=0 , dT=0

حالت کا تفاعل اور طریق کار کا تفاعل (State function and path function)

حالت کا تفاعل (State function)

ایک حرحرارتی نظام کی وضاحت مختلف متغیرات جیسے T, V, P اور n کے ذریعہ کی جاسکتی ہے۔

حرحرارتی نظام کی ایک خصوصیت، جسمیں دی گئی حالت کے لئے ایک مخصوص قیمت ہوتی ہو، اور وہ اس کے طریق کار (path) پر منحصر نہیں ہوتا، جس سے وہ اس مخصوص حالت میں پہنچا ہے، اسے حالت

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:44 PM

کا تفاعل کہتے ہیں۔

مثال : دباؤ (P)، حجم (V) ، تپش (T) ، اندرونی توانائی (U) ، انتھالپی (H) ، آزادتوانائی (G) وغیرہ۔

طریقہ کار کا تفاعل (Path functions)

نظام کی حرحرارتی خصوصیت، جس کی قیمت نظام کے طریقہ کار پر منحصر ہے، جس سے وہ ابتدائی حالت سے حتمی حالت تک پہنچتا ہے۔

مثال : کام (w)، حرارت (q)

کام (w) کی مختلف قیمتیں ہیں، اگر فعل کو رجعی یا غیر رجعی طور پر کیا جائے۔

اندرونی توانائی (U)

اندرونی توانائی ایک نظام کی ایک مخصوص خاصیت ہے، جس کو علامت U سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ایک نظام کی اندرونی نظام، اس میں موجود تمام اجزاء میں موجود جملہ توانائیاں ہیں، جیسے جوہر، رواں اور سالمے وغیرہ۔ ایک نظام کے سالموں میں موجود جملہ توانائی، ان کے خطی حرکت کی توانائی (translational energy) (U_t)، اہتزازی حرکت کی توانائی (vibrational energy) (U_v)، گردشی حرکت کی توانائی (rotational energy) (U_r)، بندشی توانائی (bond energy) (U_b)، الکٹرانی توانائی (Electronic energy) (U_e) اور سالموں کے درمیان باہمی تعامل کی وجہ سے توانائی (U_i)۔

لہٰذا

$$U = U_t + U_v + U_r + U_b + U_e + U_i$$

نظام میں موجود سالموں کی جملہ توانائی، اندرونی توانائی کہلاتی ہے۔ حرحرکیات میں کسی کو اندرونی توانائی (ΔU) سے متعلق ہی ضرورت پڑتی ہے، نہ کہ توانائی کی مطلق قیمت۔

اندرونی توانائی کی اہمیت

ایک شئے میں موجود اندرونی توانائی، اس کی طبیعی ساخت میں تمیز کرتی ہے۔ مثال کے طور پر کاربن کے بہروپ (allotropes) گرافائٹ ($C_{graphite}$) اور ہیرا ($C_{diamond}$) ایک دوسرے سے مختلف ہیں۔ کیوں کہ ان کی اندرونی توانائی اور ان کی ساختیں مختلف ہیں۔

اندرونی توانائی کی خصوصیات (U)

- کسی نظام کی اندرونی توانائی ایک تنگ خواص (extensive property) ہے۔ یہ نظام میں موجود شئے کی مقدار پر منحصر ہے۔ اگر مقدار کو دوگنا کر دیا جاتا ہے تو اس کی اندرونی توانائی بھی دوگنی ہو جاتی ہے۔
- ایک نظام کی اندرونی توانائی ایک حالتی تفاعل (state function) ہے۔ یہ حالتی متغیرات، صرف نظام کے (T, P, V, n) پر منحصر ہے۔ اندرونی توانائی کی تبدیلی، اس طریقہ کار پر منحصر نہیں ہو، جس سے حتمی حالت پر پہنچ جاتی ہے۔
- ایک نظام کی اندرونی توانائی میں تبدیلی کا اظہار اس طرح کیا جاتا ہے۔

$$\Delta U = U_f - U_i$$

- ایک دَوری عمل میں، توانائی میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی۔

$$\Delta U_{(cyclic)} = 0$$

- اگر حتمی حالت (U_f) میں نظام کی اندرونی توانائی، ابتدائی حالت (U_i) کی اندرونی توانائی سے زیادہ ہو تو ΔU مثبت ہوگا۔

$$\Delta U = U_f - U_i = -ve \quad (U_f < U_i)$$

- اگر حتمی حالت (U_f) میں نظام کی اندرونی توانائی، ابتدائی حالت (U_i) کی اندرونی توانائی سے کم ہو تو ΔU منفی ہوگا۔

$$\Delta U = U_f - U_i = +ve \quad (U_f > U_i)$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:45 PM

حرارت (q)

نظام اوراس کے ماحول کو جدا کرنے والی حد کے درمیان کی توانائی کو حرارت (q) کہا جاتا ہے۔ حرارتی تبدیلی کی وجہ سے نظام اور ماحول کے درمیان تپش کا فرق پایا جاتا ہے۔ حرارت ایک طریقہ کار کا تفاعل (path function) ہے۔

حرارت کی اکائیاں (Units of heat)

حرارت کی SI اکائی جول (J) ہے۔ حرارتی مقداروں کی پیمائش عام طور پر کیلوری (cal) میں کی جاتی ہے۔ حرارت کی وہ مقدار جو ایک گرام پانی کو 1°C تپش پر 15°C کے آس پاس گرم کرنے کے لئے درکار ہے، کیلوری (Calorie) کہلاتی ہے۔

حرارت کے لئے روایتی علامتیں (Sign convention of heat)

حرارت کی علامت q ہے۔

اگر حرارت ماحول سے نظام کے اندر بہتی ہے تو نظام کی توانائی بڑھتی ہے۔ لہٰذا اسے مثبت $(+q)$ کہا جاتا ہے۔

اگر حرارت نظام سے باہر ماحول کی طرف بہتی ہے، تو نظام کی توانائی کم ہوتی ہے۔ لہٰذا اسے منفی $(-q)$ کہا جاتا ہے۔

کام (Work) (w)

قوت (Force) (F) کو ہٹاؤ (displacement) (x) کے ساتھ ضرب، کام کہلاتا ہے۔

$$-w = F.\, x \qquad \text{----------(7.1)}$$

منفی علامت (-) یہ ظاہر کرتی ہے کہ نظام کے حصہ کی کچھ اندرونی توانائی استعمال کر کے کام ہوا ہے۔

کام

(i) ایک طریقہ کار کا تفاعل ہے۔

(ii) یہ نظام کے حد میں ظاہر ہوتی ہے۔

(iii) نظام کے حالت کی تبدیلی کے دوران ظاہر ہوتی ہے۔

(iv) حرحرکیات میں ماحول اتنا بڑا ہے کہ ماحول کی کلاں بینی تبدیلیاں واقع نہیں ہوتی ہیں۔

کام کی اکائی (units of work)

کام کی SI اکائی جول (J) ہے۔ اس کی تعریف یہ ہے کہ ایک نیوٹن قوت کے ذریعہ ایک میٹر کے ہٹاؤ تک کیا گیا کام ہے۔ (J = Nm)۔ بڑی مقداروں کے لئے ہم اکثر کلوجول (kJ) استعمال کرتے ہیں۔

$$1kJ = 1000\ J$$

کام کے لئے روایتی علامتیں (Sign convention of work)

کام کی اکائی w ہے۔

اگر نظام کے ذریعہ کام ہوا ہے تو نظام کی توانائی کم ہوتی ہے، لہٰذا روایتی طور پر کام کو منفی مانا جاتا ہے۔ (-w)

اگر نظام پر کام ہوا ہے تو نظام کی توانائی بڑھتی ہے، لہٰذا روایتی طور پر کام کو مثبت مانا جاتا ہے۔ (+w)

دباؤ - حجم کام (Pressure - volume work)

ابتدائی حرحرکیات میں عام طور پر ایک ہی قسم کے کام کو فرض کیا جاتا ہے، یعنی ایک گیس کے پھیلاؤ (یا دابنے) کے لئے کیا گیا کام۔ اس کو دباؤ-حجم کا کام کہا جاتا ہے۔ PV کام یا پھیلاؤ کا کام۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:45 PM

پھیلاؤ اور دباؤ کے عمل کے دوران کیا گیا کام

اکثر حرکیاتی حسابات میں ہم گیسوں کے پھیلاؤ یا دابنے کے لئے کئے جانے والے کام سے متعلق بحث کرتے ہیں۔ ایک نظام کے پھیلانے یا دابنے کے لئے ضروری شرط یہ ہے کہ بیرونی دباؤ (P_{ext}) اور اندرونی دباؤ (P_{int}) کے درمیان فرق پایا جاتا ہو۔

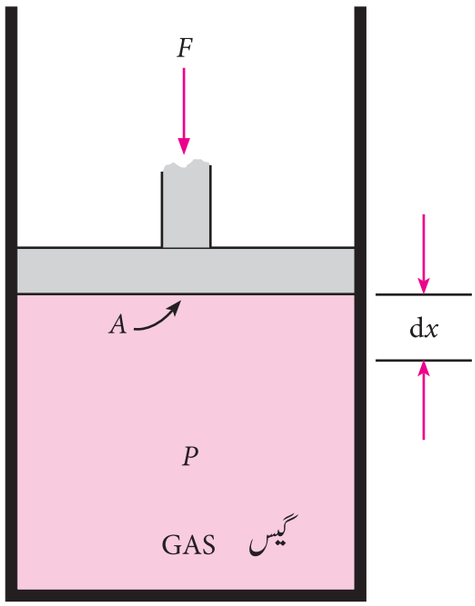
دباؤ-حجم کے کام کو سمجھنے کے لئے ایک استوانہ کو فرض کیجئے، جس میں n مول کی ایک مثالی گیس رکھی ہوئی ہے، جس میں ایک رگڑ کے بغیر ایک فشارہ (piston) پایا جاتا ہے، جس کی ترچھی سطح کا رقبہ A ہے۔ استوانہ کے اندر موجود گیس کا کل حجم V_i ہے اور گیس کا دباؤ P_{int} ہے۔

اگر اندرونی دباؤ P_{int} سے بیرونی دباؤ P_{ext} زیادہ ہو تو، فشارہ اندر کی طرف حرکت کرے گا، یہاں تک کہ اندر کا دباؤ P_{ext} کے مساوی ہو جائے۔ فرض کیجئے کہ اس تبدیلی تک پہنچنے کے لئے صرف ایک مرحلہ درکار ہے، تو حتمی حجم V_f ہوگا۔

ایسی صورت میں، نظام کے ذریعہ کیا گیا کام (+w) ہوگا۔ اس کو اس طرح محسوب کیا جا سکتا ہے۔

$$w = -F \cdot \Delta x \quad \text{---------- (7.2)}$$

جس میں، دابنے کے دوران فشارہ کے ذریعہ طے کردہ فاصلہ dx ہے اور گیس پر عمل کرنے والی قوت F ہے۔



خاکہ 7.3 سے ظاہر ہوتا ہے کہ دابنے کے عمل کے دوران کام واقع ہوتا ہے

$$F = P_{ext} A \text{---- (7.3)}$$

7.3 کو 7.2 میں بھرتی کرنے پر

$$w = -P_{ext} . A . \Delta x$$

$$A.\Delta x = \text{حجم کی تبدیلی} = V_f - V_i$$

$$w = -P_{ext} . (V_f - V_i) \text{ ------ (7.4)}$$

$$w = -P_{ext} . (-\Delta V) \text{ ------ (7.5)}$$

$$= P_{ext} . \Delta V$$

چونکہ نظام پر کام ہوا ہے، یہ ایک مثبت مقدار ہے۔

اگر دباؤ مستقل نہیں ہے، مگر عمل کے دوران اس طرح تبدیل ہوتا ہے کہ یہ گیس کے دباؤ سے بالکل ہی کم مقدار (infinitesimally) میں اضافہ ہوتا ہے، تو دابنے کے ہر مرحلے کے دوران حجم کی بالکل ہی کم مقدار (infinitesimally) (dV) میں کمی واقع ہوتی ہے۔ ایسی صورت میں ہم، گیس پر کئے گئے کام کو اس تعلق کے ساتھ محسوب کر سکتے ہیں۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:46 PM

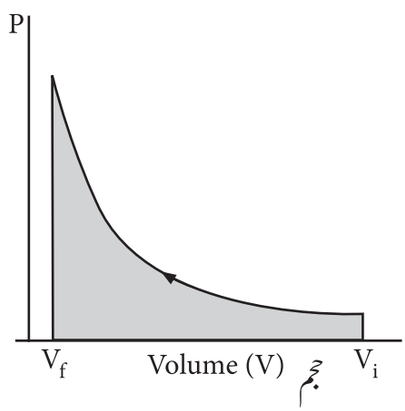
$$w_{rev} = -\int_{V_i}^{V_f} P_{ext}\, dV$$

دابنے کے عمل (compression process) کے دوران بیرونی دباؤ P_{ext} ، ہمیشہ نظام کے دباؤ سے زیادہ رہے گا۔ یعنی

$$\text{i.e } P_{ext} = (P_{int} + dP).$$

پھیلاؤ کے عمل (expansion process) کے دوران بیرونی دباؤ P_{ext}، ہمیشہ نظام کے دباؤ سے کم رہے گا۔

$$\text{i.e. } P_{ext} = (P_{int} - dP).$$



خاکہ 7.4

جب دباؤ مستقل نہیں ہوتا اور V_i سے V_f کے دابنے کے عمل کے دوران بالکل تھوڑی تھوڑی مقدار کے مرحلوں (رجعی حالت) (infinitesimally small steps) تبدیل ہوتا رہتا ہے تو، P-V کی ترسیم خاکہ 7.4 کی طرح دکھائی دے گی۔ گیس پر کئے جانے والے کام کی نمائندگی سیاہ کردہ نشان سے ظاہر ہوتی ہے۔ عام طور پر ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

ایسے افعال کو رجعی افعال (reversible processes) کہتے ہیں۔ ایک دابنے کے عمل کے لئے کام کو نظام کے اندرونی دباؤ کے ساتھ تعلق، رجعی حالت میں اس مساوات کو لکھ کر کیا جاتا ہے،

$$w_{rev} = -\int_{V_i}^{V_f} P_{int}\, dV$$

ایک مثالی گیس کے لئے دئے گئے ایک نظام میں

$$P_{int}\, V = nRT$$

$$P_{int} = \frac{nRT}{V}$$

$$w_{rev} = -\int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V}\, dV$$

$$w_{rev} = -nRT \int_{V_i}^{V_f} \left(\frac{dV}{V}\right)$$

$$w_{rev} = -nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

$$w_{rev} = -2.303\, nRT \log\left(\frac{V_f}{V_i}\right) \text{ ------ } 7.6$$

اگر $V_f > V_i$ (پھیلاؤ) ہو تو عمل کے دوران کیا گیا کام منفی ہے۔

اگر $V_f < V_i$ (دابنا) ہو تو عمل کے دوران کیا گیا کام مثبت ہے۔

جدول 7.3 روایتی علامتوں کا خلاصہ

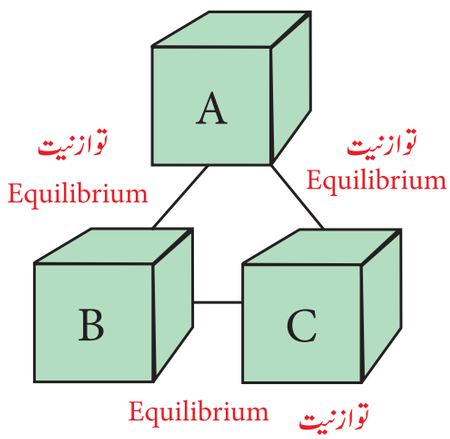
1.	اگر حرارت کو نظام جذب کرتا ہے۔	:	$+q$
2.	اگر حرارت کو نظام خارج کرتا ہے۔	:	$-q$
3.	نظام کے ذریعہ کام کیا جاتا ہے۔	:	$-w$
4.	نظام پر کام کیا جاتا ہے۔	:	$+w$

7.3۔ حرحرکیات کا زیروتھ کلیہ
(Zeroth law of thermodynamics)

حرحرکیات کے زیروتھ کے کلیے کو حرحرارتی توازن کا کلیہ بھی کہا جاتا ہے۔ حرحرکیات کے پہلے اور دوسرے کلیہ کے کئی عرصہ بعد زیروتھ کے کلیہ کو پیش کیا گیا۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:46 PM

اس کو پہلے اور دوسرے کلیوں کے درمیان پیش کیا گیا، کیوں کہ یہ نظام کی تپش کے نظریہ کی منطقی بنیاد رکھتا ہے۔



خاکہ 7.5 حرحرکیات کے زیروتھ کا کلیہ

یہ کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ اگر دو نظام ایک دوسرے کے ساتھ حرحراتی طور پر تیسرے نظام کے ساتھ جدا کئے گئے ہوں تو وہ اپنے اندر حرحراتی طور پر توازنی حالت میں آجائیں گے۔

اس کلیہ کے تحت اگر نظام B اور C ایک اور نظام A کے ساتھ حرحراتی طور پر توازن میں ہوں تو B اور C بھی ایک دوسرے کے ساتھ حرحراتی طور پر توازن میں آجائیں گے۔ اسی اصول کے تحت تپش پیما (Thermometers) استعمال کئے جاتے ہیں۔

7.4۔ حرحرکیات کا پہلا کلیہ
(First Law of Thermodynamics)

حرحرکیات کے پہلے کلیہ کو توانائی کے بقا کا کلیہ بھی کہا جاتا ہے۔ یہ اس طرح ہے کہ، ایک جداگانہ نظام کی جملہ توانائی مستقل ہوگی، اگر چہ کہ وہ ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیوں نہ ہوجائے۔ یا اسے اس طرح بھی بیان کیا جاسکتا ہے۔

ایک جداگانہ نظام (isolated system) کی توانائی ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل ہونے کے باوجود، اس نظام کی جملہ توانائی مستقل ہوگی۔

جب ایک نظام حالت 1 سے حالت 2 کی طرح منتقل ہوتا ہے تو اس کی اندرونی توانائی U_1 سے U_2 کی طرف تبدیل ہوجائے گی۔ اندرونی توانائی کی تبدیلی

$$\Delta U = U_2 - U_1.$$

حرارت کے جذب ہونے یا خارج ہونے اور نظام کے ذریعہ کام کیا جانا یا نظام پر کام کیا جانا وغیرہ سے اندرونی توانائی میں تبدیلی واقع ہوسکتی ہے۔

کیوں کہ نظام کی جملہ توانائی مستقل رہتی ہے، ہم پہلے کلیہ کے حسابی جملہ کو اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$\Delta U = q + w \quad \text{----------(7.7)}$$

جس میں نظام کو فراہم کی جانے والے حرارت کی مقدار q ہے نظام پر کام کیا جانا w ہے۔

حرحرکیات کے پہلے کلیہ کے دیگر بیانات یہ ہیں۔

1۔ جب کبھی توانائی کی ایک قسم غائب ہوجائے تو، اسی مقدار کی معادل دوسری قسم تیار ہونی چاہئے۔

2۔ نظام اور ماحول کی جملہ توانائی مستقل رہے گی (یا باقی رہے گی)

3۔ توانائی کو نہ ہی پیدا کیا جاسکتا ہے اور نہ ہی اسے فنا کیا جاسکتا ہے، مگر اسے ایک حالت سے دوسری حالت میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

4۔ ایک بند نظام میں موجود اندرونی توانائی کی تبدیلی، اس کے حد کے پاس سے گزرنے والی حرارت یا کام کی توانائی کے مساوی ہوگی۔

5۔ ایک نظام کی اندرونی توانائی کو تبدیل کرنے کے دو طریقے یہ ہیں۔ حرارت اور کام۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:46 PM

7.4.1 پہلے کلیہ کے لئے حسابی جملہ
(Mathematical statement of the first law)

حرحرارت کے پہلے کلیہ کا حسابی جملہ اس طرح ہے۔

$$\Delta U = q + w \quad \text{--------- (7.7)}$$

صورت حال 1 :

ایک دَوری عمل (cyclic process)، جس میں ایک مثالی گیس کی ہم تپشی پھیلاؤ واقع ہو۔

$$\Delta U = 0.$$

$$\text{eqn (7.7)} \Rightarrow \therefore \; q = -w$$

دوسرے الفاظ میں، ایک دَوری عمل کے دوران، نظام کے ذریعہ جذب کردہ توانائی کی مقدار، نظام کے کام کرنے کے مقدار کے مساوی ہے۔

$$\Delta U = q + w$$
$$= q - P\Delta V$$
$$\Delta V = 0$$
$$\Delta U = q_v$$

صورت حال 2 :

ایک ہم حجمی عمل (Isochoric process) میں (حجم میں کوئی تبدیلی نہیں)، اس میں پھیلاؤ کا کام نہیں ہوتا۔ یعنی $\Delta V = 0$ ہے۔

دوسرے الفاظ میں ایک ہم حجمی عمل کے دوران، نظام کو فراہم کی گئی حرارت کی مقدار، ان کی اندرونی توانائی میں تبدیل ہوجاتی ہے۔

صورت حال 3 :

ایک حربند عمل (adiabatic process) کے لئے توانائی میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی۔

یعنی $q = 0$ ۔ لہٰذا

$$q = 0$$

$$\text{eqn (7.7)} \Rightarrow \Delta U = w$$

دوسرے الفاظ میں ایک حربند عمل میں اندرونی توانائی کی کمی، نظام اور اس کے ماحول کے ذریعہ کئے جانے والے کام کے بالکل مساوی ہوگا۔

صورت حال 4 :

ایک ہم دباؤ عمل (Isobaric process) میں دباؤ میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی۔ P ہمیشہ مستقل رہتا ہے۔ لہٰذا۔

$$\Delta U = q + w$$
$$\Delta U = q - P\,\Delta V$$

دوسرے الفاظ میں، ایک ہم دباؤ عمل میں نظام کے ذریعہ جذب کردہ حرارت کے ایک حصہ کو P-V کے پھیلاؤ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے، اور باقی کو نظام کے اندرونی توانائی میں شامل کیا جاتا ہے۔

7.1 حساب

ایک استوانہ میں موجود گیس کو ایک غیر رگڑ والا فشارہ، مستقل بیرونی فضائی دباؤ، جس کا فضائی دباؤ 1 atm ہے، پھیل کر 5 لیٹر سے 10 لیٹر ہوجاتا ہے۔ اس طرح کرنے کے لئے یہ 400 J کی حرارتی توانائی کو اپنے ماحول سے جذب کرتا ہے۔ نظام کے اندرونی توانائی کی تبدیلی معلوم کیجئے۔

حل :

دیا گیا معطیہ

(نظام کو حرارت فراہم کی جاتی ہے (+q)

(نظام کے ذریعہ کام کیا جاتا ہے۔ (-w)

$$\Delta u = q - PdV$$
$$= 400\ J - 1\ atm\ (10-5)L$$
$$= 400\ J - 5\ atm\ L$$
$$[\therefore 1L\ atm = 101.33\ J]$$
$$= 400\ J - 5 \times 101.33\ J$$
$$= 400\ J - 506.65\ J$$
$$= -106.65\ J$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:47 PM

7.5 انتھالپی (Enthalpy) (H)

انتھالپی (H)، نظام کی حرحرکی خاصیت ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔ ایک نظام کے دباؤ اور حجم کے حاصل ضرب اور اس کی اندرونی توانائی کا حاصل جمع ہے۔ یعنی

$$H = U + PV \text{ ----------(7.8)}$$

اس سے میکانیکی کام ہونے کی گنجائش اور نظام کے ذریعہ حرارت خارج کرنے کی گنجائش معلوم ہوتی ہے۔ جب ایک عمل مستقل دباؤ کے ساتھ واقع ہوتا ہے، تو جو حرارت اس میں شامل ہوتی ہے (خارج ہوتی یا جذب ہوتی ہے)، وہ اس کی انتھالپی کی تبدیلی کے برابر ہے۔

انتھالپی ایک حالتی تفاعل (state function)، جو مکمل طور پر T، P اور U جیسے حالتی تفاعلوں پر منحصر ہے۔ انتھالپی کو، ایک مستقل دباؤ پر ایک عمل کے ابتدائی اور انتہائی حالتوں کے درمیان کی تبدیلی (ΔH) کے طور پر ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V \text{ ----------(7.9)}$$

انتھالپی کی تبدیلی (ΔH)، ایک نظام کو فراہم کی گئی حرارت کے مساوی ہے (مستقل دباؤ پر)، (جب تک نظام کوئی اضافی کام نہ کرے)۔

$$\Delta H = q_p$$

ایک دروں حرارتی تعامل میں، ماحول سے نظام میں حرارت جذب ہوجاتی ہے، یعنی $q > 0$ (مثبت) ہوتی ہے۔ چنانچہ ΔH بھی مثبت ہوتی ہے۔ ایک بروں حرارتی تعامل میں نظام سے ماحول میں حرارت خارج ہوتی ہے، یعنی $q < 0$ (منفی)۔ اگر q منفی ہو تو ΔH بھی منفی ہوگا۔

7.5.1۔ انتھالپی H اور اندرونی توانائی U کے درمیان تعلق
(Relation between enthalpy H and internal energy U)

ایک مستقل دباؤ پر جب ایک نظام، ایک ابتدائی حالت H_1، U_1 اور V_1 سے حتمی حالت H_2، U_2 اور V_2 میں تبدیل ہوتا ہے تو انتھالپی کی تبدیلی ΔH کو اس طرح محسوب کیا جاتا ہے۔

$$H=U + PV$$

ابتدائی حالت میں

$$H_1=U_1 + PV_1\text{-----(7.10)}$$

حتمی حالت میں

$$H_2 = U_2 + PV_2\text{----(7.11)}$$

انتھالپی کی تبدیلی (7.11) - (7.10)

$$(H_2-H_1) = (U_2-U_1) + P(V_2-V_1)$$

$$\Delta H=\Delta U + P\Delta V \text{ --------- (7.12)}$$

حرحرکیات کے پہلے کلیہ کے مطابق

$$\Delta U = q+w$$

مساوات 7.12 اس طرح ہوجاتی ہے۔

$$\Delta H = q + w + P\Delta V$$

$$w= -P\Delta V$$

$$\Delta H = q_p - P\Delta V + P\Delta V$$

$$\Delta H = q_p\text{----------} (7.13)$$

q_p، مستقل دباؤ پر حرارت جذب ہوجاتی ہے اور اسے حرارتی مادّہ کہا جاتا ہے۔

گیسوں کے ایک بند نظام کو فرض کیجئے، جو کیمیائی تعامل پاکر، V_i اور V_f بالترتیب جملہ حجموں کے ساتھ مستقل تپش اور

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:47 PM

دباؤ پر گیسی حاصلات دیتے ہیں۔ n_i اور n_f ، گیسی متعاملات اور حاصلات کے مول کی تعداد ہے۔

متعاملات کے لئے (ابتدائی حالت)

$$PV_i = n_i RT \text{ --------- } (7.14)$$

حاصلات کے لئے (حتمی حالت)

$$PV_f = n_f RT \text{ --------- } (7.15)$$

(7.15) - (7.14)

$$P(V_f - V_i) = (n_f - n_i) RT$$

$$P \Delta V = \Delta n_{(g)} RT \text{ -------(7.16)}$$

7.12 میں 7.16 کو بھرتی کرنے پر

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n_{(g)} RT \text{-------(7.17)}$$

7.5.2 مختلف قسم کے تعاملات اور ہیئتی تبدیلی کے لئے انتھالپی کی تبدیلی

(Enthalpy changes for different types of reactions and phase reactions)

حرارت یا انتھالپی کی تبدیلی، جو ایک کیمیائی تعامل کے ساتھ واقع ہوتے ہیں، اس کا اظہار تعامل کی نوعیت کے لحاظ سے مختلف طریقوں سے کیا جاتا ہے۔ ان کو یہاں بتایا گیا ہے۔

تشکیل کے لئے معیاری حرارت

(Standard heat of formation)

ایک مرکب کی ''تشکیل کے لئے معیاری حرارت'' کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ ''عناصر جن کی ابتدائی حالت (298K اور 1 atm) ہو، اس سے ایک مول مرکب کی تشکیل کے لئے انتھالپی کی تبدیلی ہے۔'' آسانی کے لئے تمام عناصر کے لئے تشکیل کی معیاری حرارت کی قیمت صفر لی گئی ہے۔

$$Fe(s) + S(s) \rightarrow FeS(s)$$

$$\Delta H_f^0 = -100.42 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$2C(s) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g)$$

$$\Delta H_f^0 = +222.33 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\frac{1}{2} Cl_2(g) + \frac{1}{2} H_2(g) \rightarrow HCl(g)$$

$$\Delta H_f^0 = -92.4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

بعض مرکبات کی تشکیل کی معیاری حرارت جدول 7.4 میں دی گئی ہے۔

جدول 7.4 بعض مرکبات کے تشکیل کی معیاری حرارت

Substance شئے	ΔH_f^0 (kJ mol^{-1})	Substance شئے	ΔH_f^0 (kJ mol^{-1})
$H_2O(l)$	−242	$CH_4(g)$	-74.85
HCl(g)	−92.4	$C_2H_6(g)$	−84.6
HBr(g)	−36.4	$C_6H_6(g)$	+49.6
NH3(g)	−46.1	$C_2H_2(g)$	+222.33
$CO_2(g)$	-393.5	$CH_3OH(l)$	−239.2

7.6 حرحرارتی کیمیائی مساوات

(Thermochemical equations)

ایک تناسب پیمائی والی کیمیائی توازنی مساوات

(balanced stoichiometric chemical equation)

ہی ایک حرحرارتی کیمیائی مساوات ہے جس میں انتھالپی کی تبدیلی (ΔH) شامل ہے۔ حرحرارتی مساوات کے لئے درج ذیل روایتیں استعمال کی جاتی ہیں۔

(i) ایک متوازن حرحرارتی کیمیائی تعامل میں موجود سراعداد، متعاملات اور حاصلات جو اس تعامل میں شامل ہیں، ان کے مول کی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:47 PM

(ii) تعامل کے انتھالپی میں تبدیلی ΔH_r کو مناسب علامت اور اکائی سے مختص (specify) کرنا چاہئے۔

(iii) جب کیمیائی تعامل کو اُلٹا کیا جائے تو، ΔH کے قیمت کی علامت بھی اسی قدر کے ساتھ الٹ جاتا ہے۔

(iv) تمام انواع کی طبیعی حالتیں (گیس، مائع، آبی، ٹھوس)، اہم ہیں اور ان کو لکھتے وقت حرحراتی تعامل کو مختص کرنا چاہئے۔ چونکہ ΔH ، متعاملات اور حاصلات کی طبیعی حالتوں پر منحصر ہیں۔

(v) اگر ایک مکمل حرحراتی کیمیائی تعامل کو ایک عدد سے ضرب دیا جاتا ہے تو اس کے انتھالپی کی تبدیلی بھی اسی عدد کے ساتھ ضرب دی جانی چاہئے۔

(vi) ΔH_r کی منفی علامت، یہ ظاہر کرتی ہے کہ تعامل بروں حراری ہے اور ΔH_r کی مثبت علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ تعامل دروں حراری ہے۔

مثال کے طور پر، درج ذیل تعامل پر غور کیجئے۔

$$2\,H_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2\,H_2O(g)$$

$$\Delta H_r^0 = -\,967.4\ kJ$$

$$2\,H_2O\,(g) \rightarrow 2\,H_2(g) + O_2(g)$$

$$\Delta H_r^0 = +\,967.4\ kJ$$

تشکیل کے لئے معیاری انتھالپی (ΔH_f^0) سے تعامل کی معیاری انتھالپی (ΔH_r^0)

(Standard enthalpy of reaction from standard enthalpy of formation)

ایک تعامل کی معیاری انتھالپی، اس تعامل کی انتھالپی کی تبدیلی ہے، جب تمام متعاملات اور حاصلات ان کے معیاری حالات میں پائے جاتے ہوں۔

معیاری حالات کے اظہار کے لئے علامت (ΔH) کے ساتھ اوپر چھوٹا صفر اس طرح (ΔH°) لکھا جاتا ہے۔

مختلف متعاملات اور حاصلات کی تشکیل کے لئے، معیاری انتھالپی کی قیمتوں سے معیاری حالات میں تعامل کے انتھالپی محسوب کی جاسکتی ہے۔ حاصلات کی تشکیل کے لئے معیاری انتھالپی اور متعاملات کی تشکیل کے لئے معیاری انتھالپی کا فرق، تعامل کی معیاری انتھالپی کے مساوی ہے۔

$$\Delta H_r^0 = \Sigma\,\Delta H_r^0\,(\text{products}) - \Sigma\,\Delta H_r^0\,(\text{reactants})$$

ایک عام تعامل کے لئے

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

$$\Delta H_f^0 = \Sigma\,\Delta H_f^0\,(\text{products}) - \Sigma\,\Delta H_f^0\,(\text{reactants})$$

$$\Delta H_f^0 = \{c\,\Delta H_f^0\,(C) + d\,\Delta H_f^0\,(D)\} -$$

$$\{a\,\Delta H_f^0(A) + b\,\Delta H_f^0(B)\}$$

حساب 7.2 :

$C_2H_5OH\,(l)$، $CO_2\,(g)$ اور $H_2O\,(l)$ کے تشکیل کے لئے معیاری انتھالپی بالترتیب تشکیل کے لئے معیاری انتھالپی 277، -393.5 اور $-285.5\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔ تعامل کے لئے معیاری انتھالپی کی تبدیلی کو محسوب کیجئے۔

$$C_2H_5OH(l)+3O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)+ 3\,H_2O(l)$$

وضاحت کے لحاظ سے معیاری حالت میں $O_2\,(g)$ کے تشکیل کی انتھالپی صفر ہے۔

حل

مثال کے طور پر ایتھنال کے جلنے کے دوران معیاری انتھالپی کے تبدیلی کو محسوب کرنے کے لئے سب سے پہلے

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:48 PM

$C_2H_5OH(l)$، $CO_2\ (g)$ اور $H_2O\ (l)$ کی تشکیل کے لئے معیاری انتھالپی محسوب کی جاتی ہے۔ان کی تشکیل کے لئے معیاری انتھالپی 277-، 393.5- اور $-285.5\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$$

$$\Delta H_r^0 = \left\{\left(\Delta H_f^0\right)_{products}\right\} - \left(\Delta H_f^0\right)_{reactants}$$

$$\Delta H_r^0 = \left[\ 2\left(\Delta H_f^0\right)_{CO_2} + 3\left(\Delta H_f^0\right)_{H_2O}\right]$$

$$-\left[1\left(\Delta H_f^0\right)_{C_2H_5OH} + 3\left(\Delta H_f^0\right)_{O_2}\right]$$

$$\Delta H_r^0 = \begin{bmatrix} 2mol\,(-393.5)\,kJ\,mol^{-1} \\ +\,3mol\,(-285.5)\,kJ\,mol^{-1} \end{bmatrix}$$

$$-\begin{bmatrix} 1mol\,(-277)\,kJ\,mol^{-1} \\ +\,3mol\,(0)kJ\,mol^{-1} \end{bmatrix}$$

$$= [-787 - 856.5] - [-277]$$

$$= -1643.5 + 277$$

$$\Delta H_r^0 = -1366.5\ KJ$$

خود کا محاسبہ - 1

تعامل کے لئے ΔH_f^0 محسوب کیجئے۔

$$CO_2(g) + H_2(g) \rightarrow CO(g) + H_2O(g)$$

دیا گیا ہے $CO_2\ (g)$ ، $CO\ (g)$ اور $H_2O\ (l)$ کے لئے ΔH_f^0 تشکیل کے لئے معیاری انتھالپی 393.5- ، 111.31- اور $-242\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔

احتراق کی حرارت (Heat of combustion)

افزود ہوا یا آکسیجن میں جب ایک مول شئے مکمل طور پر جلنے پر ایک نظام کے انتھالپی کی تبدیلی کو احتراق کی حرارت کہتے ہیں۔ اس کا اظہار ΔH_c سے کیا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر میتھین کے احتراق کی حرارت $-87.78\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

$$\Delta H_C = -\ 87.78\ kJ\ mol^{-1}$$

کاربن کے احتراق (جلنے) کے لئے

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

$$\Delta H_C = -\ 394.55\ kJ\ mol^{-1}$$

احتراقی تعاملات ہمیشہ بروں حراری ہوتے ہیں۔ لہٰذا انتھالپی کی تبدیلی ہمیشہ منفی ہوگی۔

مولار حرارتی گنجائشیں (Molar Heat capacities)

جب ایک نظام کو حرارت فراہم کی جاتی ہے تو، نظام میں موجود سالمے حرارت کو جذب کرتے ہیں اور ان کی توانائی بالفعل میں اضافہ ہوتا ہے۔اس کی وجہ سے نظام کی تپش میں T_1 سے T_2 کا اضافہ ہوتا ہے۔ تپش کا یہ اضافہ (T_2-T_1) ، جذب کردہ حرارت کی مقدار کے راست تناسب میں اور شئے کی کمیت کے معکوس تناسب میں ہوگی۔

دوسرے الفاظ میں۔

$$q\ \alpha\ m\Delta T$$

$$q = c\ m\ \Delta T$$

$$c = q/m\ \Delta T$$

مستقلہ c کو حرارتی گنجائش (Heat capacity) کہا جاتا ہے۔

$$c = \left(\frac{q}{m\,(T_2 - T_1)}\right) \qquad -------(7.18)$$

جب $m = 1\ kg$ اور $(T_2-T_1) = 1K$ ہو تو، حرارتی گنجائش کو نوعی حرارتی گنجائش (specific heat capacity) کہا جاتا ہے۔

اب مساوات 7.18 اس طرح بن جاتی ہے۔

$$c = q$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:48 PM

ایک کلوگرام کی کسی شئے سے جذب کردہ حرارت، جو اس کی مخصوص تپش سے ایک کیلون کا اضافہ کرتی ہے، نوعی حرارتی گنجائش کہلاتی ہے۔

ایک مول شئے کے لئے حرارتی گنجائش کو مولار حرارتی گنجائش (molar heat capacity) (C_m) ۔ اس کی وضاحت اس طرح کی جاسکتی ہے کہ ''ایک مول کی کسی شئے سے جذب کردہ حرارت، جو اس کی تپش میں ایک کیلون کا اضافہ کرتی ہے، مولار حرارتی گنجائش کہلاتی ہے۔

حرارتی گنجائش کی اکائیاں
(Units of Heat capacity)

مولار حرارتی گنجائش کی SI اکائی $JK^{-1}\ mol^{-1}$ ہے۔

مولار حرارتی گنجائش کا اظہار مستقل حجم (C_v) یا مستقل دباؤ (C_p) سے کیا جاتا ہے۔

حرحرکیات کے پہلے کلیہ کے مطابق

$$U = q + w \quad \text{or} \quad U = q - PdV$$

$$q = U + PdV \text{ ----------(7.19)}$$

7.19 کو مستقل حجم یعنی dV=0 پر تپش کے لحاظ سے تفرقہ (differentiate) کرنے پر

$$\left(\frac{\partial q}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$$

$$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V \quad \text{-------7.20}$$

لہٰذا مستقل حجم (C_v) پر حرارتی گنجائش کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ ''مستقل حجم پر تپش کے لحاظ سے اندرونی توانائی کے تبدیلی کی شرح'' ہے۔

اسی طرح مستقل دباؤ (C_p) پر مولار حرارتی گنجائش کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ '' مستقل دباؤ پر تپش کے لحاظ سے انتھالپی کے توانائی کی شرح'' ہے۔

$$c_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p \quad \text{--------(7.21)}$$

ایک مثالی گیس کے Cp اور Cv کا درمیانی تعلق
(Relation between C_p and C_v for an ideal gas)

انتھالپی کے تعریف کے مطابق

$$H=U+PV \text{ ------(7.8)}$$

ایک مول مثالی گیس کے لئے

$$PV = nRT \text{ -----(7.22)}$$

(7.22) کو (7.8) میں بھرتی کرنے سے

$$H = U + nRT \text{ ---- (7.23)}$$

T کے لحاظ سے اوپر کی مساوات کو تفرقہ کرنے پر

$$\frac{\partial H}{\partial T} = \frac{\partial U}{\partial T} + nR\frac{\partial T}{\partial T}$$

$$C_p = C_v + nR \ (1)$$

$$C_p - C_v = nR \text{ .....(7.24)} \qquad \left[\because \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P = C_P \text{ and } \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V = C_V\right]$$

مستقل دباؤ کے افعال پر، ایک نظام کا ماحول کے خلاف کام کرنا ہے۔ لہٰذا، مستقل دباؤ پر نظام کے لئے زیادہ حرارت کی ضرورت ہے تاکہ تپش میں اضافہ ہو۔ لہٰذا Cp ہمیشہ C_v سے زیادہ ہوگا۔

ΔU اور ΔH کو محسوب کرنا۔

ایک مول مثالی گیس کے لئے، ہمارے پاس ہے۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:49 PM

$$C_v = \frac{dU}{dT}$$

$$dU = C_V\, dT$$

ایک محدود تبدیلی کے لئے، ہمارے پاس ہے۔

اور n مول مثالی گیس کے لئے ہم حاصل کرتے ہیں

$$\Delta U = C_V\, \Delta T$$

$$\Delta U = C_V\, (T_2 - T_1)$$

$$\Delta U = n\, C_v (T_2 - T_1) \text{ ---------- } (7.25)$$

اسی طرح n مول مثالی گیس کے لئے ہم حاصل کرتے ہیں

$$\Delta H = n\, C_P\, (T_2 - T_1) \text{------ } (7.26)$$

حساب 7.3

128.0 گرام آکسیجن کا 0°C سے 100°C تک گرم کرنے کے لئے ΔU اور ΔH محسوب کیجئے۔ Cv اور Cp کی اوسط قیمتیں 21 اور 29 J mol^{-1} K^{-1} ہے۔ (اس کا فرق 8 J mol^{-1} K^{-1} ہے، جو تقریباً R کے مساوی ہے)۔

حل :

ہم جانتے ہیں کہ

$$\Delta U = n\, C_v\, (T_2 - T_1)$$

$$\Delta H = n\, C_P\, (T_2 - T_1)$$

یہاں پر

$$n = \frac{128}{32} = 4 \text{ moles ;}$$

$$T_2 = 100^0\, C = 373K;\ T_1 = 0^0\, C = 273K$$

$$\Delta U = n\, C_v\, (T_2 - T_1)$$

$$\Delta U = 4 \text{ x } 21 \text{ x } (373 - 273)$$

$$\Delta U = 8400 \text{ J}$$

$$\Delta U = 8.4 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = n\, Cp\, (T_2 - T_1)$$

$$\Delta H = 4 \times 29 \times (373 - 273)$$

$$\Delta H = 11600 \text{ J}$$

$$\Delta H = 11.6 \text{ kJ}$$

خود کا محاسبہ - 2

180 g پانی کو 25°C سے 100°C تک تپش میں اضافہ کے لئے درکار حرارت محسوب کیجئے۔ پانی کی مولار حرارتی گنجائش 75.3 J mol^{-1} K^{-1} ہے)۔

7.7 کلوری پیمائی کے استعمال سے ΔU اور ΔH کی پیمائش

(Measurement of DU and DH using Calorimetry)

ایک کیمیائی اور طبیعیاتی تبدیلی کے دوران حرارت کی تبدیلی کی پیمائش کے لئے کیلوری پیما (calorimeter) استعمال کیا جاتا ہے۔ کلوری پیمائی میں تعامل کے دوران تپش کی تبدیلی کی پیمائش کی جاتی ہے، جو حرارتی تبدیلی کے معکوس تناسب میں ہے۔ اس جملہ $C=q/m\Delta T$، کو استعمال کرتے ہوئے ہم عمل کے دوران حرارت کی مقدار کو محسوب کر سکتے ہیں۔ کلوری پیمائی کی پیمائش دو مختلف حالات میں کی جاتی ہے۔

i) مستقل حجم پر (q_v)

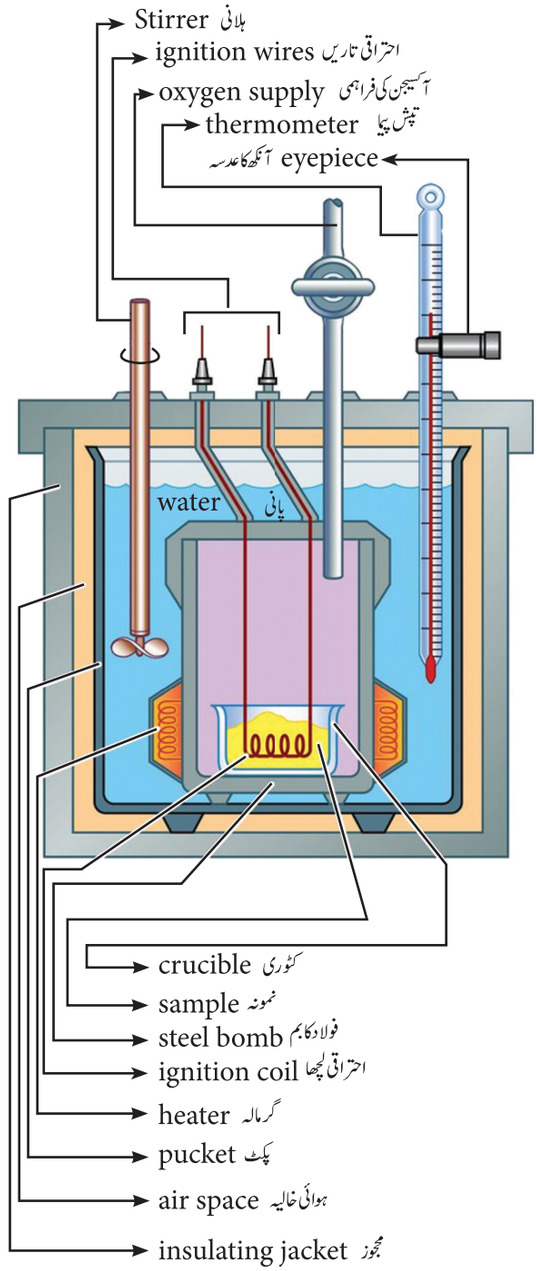
ii) مستقل دباؤ پر (q_p)

ΔU (A) کی پیمائشیں (DU measurements)

کیمیائی تعاملات کے دوران مستقل حجم پر خارج شدہ حرارت کی پیمائش بم کلوری پیما (bomb calorimeter) سے کی جاتی ہے۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:49 PM

اندرونی برتن (bomb) اوراس کا ڈھکن سخت فولاد سے بنا ہوا ہوتا ہے۔ ڈھکن کو برتن سے مکمل طور پر اسکرو (screw) سے ڈھکا ہوا ہوتا ہے۔



خاکہ 7.6 بم کلوری پیما

پہلے سے وزن شدہ شئے کو ایک پلاٹینم کی کٹوری میں لیجئے۔

اس کو جلانے کے بجلی کا ذریعہ اور تاروں سے جوڑا جاتا ہے۔ اس بم کو مکمل طور پر بند کر دیا جائے اور افزود آکسیجن کے ذریعہ دباؤ ڈالا جاتا ہے۔ بم کو پانی میں ڈبو دیا جاتا ہے۔ کلوری پیما کی دیوار اور بم کے درمیان ایک ہلانی رکھی جاتی ہے، اس طرح سے کہ پانی کو مساوی طور پر ہلایا جائے۔ برقی گرمی دے کر تعامل کی ابتدا کی جاتی ہے۔

بم کے اندر ایک معلوم شدہ گرم کرنے والی شئے کو آکسیجن کے ساتھ جلایا جائے۔ تعامل کے دوران، کلوری پیما کے ذریعہ حرارت خارج ہوتی ہے، اور پانی میں جذب ہو جاتی ہے، جس میں بم رکھا گیا ہے۔ تپش کی تبدیلی کو بک مین تپش پیما (Beckman thermometer) کے ذریعہ پیمائش کی جاتی ہے۔ چونکہ بم کے حجم کو مہر بند کر دیا گیا ہے، اس کے حجم میں تبدیلی واقع نہیں ہوتی، لہٰذا حرارت کی پیمائش، مستقل حجم (ΔU_c°) پر احتراقی حرارت کے مساوی ہوگی۔

تعامل میں پیدا شدہ حرارت (ΔU_c°)، کلوری پیما اور پانی سے جذب شدہ حرارت کے مساوی ہوگی۔

کلوری پیما سے جذب شدہ حرارت

$$q_1 = k.\Delta T$$

جس میں k ، کلوری پیما کا مستقلہ ہے جو $m_c C_c$ کے مساوی ہے۔ (m_c کلوری پیما کی کمیت ہے اور C_c کلوری پیما کی حرارتی گنجائش ہے)۔

پانی کے ذریعہ جذب شدہ حرارت

$$q_2 = m_w C_w \Delta T$$

جس میں m_w ، پانی کی مولار کمیت ہے۔

پانی کی مولار حرارتی گنجائش C_w ہے۔

$(75.29\ J\ K^{-1}\ mol^{-1})$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:49 PM

چنانچہ

$$\Delta U_c = q_1 + q_2$$

$$= k.\Delta T + m_w C_w \Delta T$$

$$= (k+m_w C_w)\Delta T$$

ایک معلوم شدہ نمونہ (benzoid acid)، جس کے احتراق کی حرارت ($-3227\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$) ہے، اس کو جلا کر کلوری پیما کے مستقلہ کو معلوم کیا جاتا ہے۔

مساوات (7.17) کی مدد سے مستقل دباؤ پر احتراق کی انتھالپی محسوب کی جاتی ہے۔

$$\Delta H_C^0{}_{(pressure)} = \Delta U_C^0{}_{(Vol)} + \Delta n_g RT$$

بم کلوری پیما کے اطلاقات

1۔ احتراقی تعامل کے دوران خارج شدہ حرارت کی مقدار معلوم کرنے کے لئے بم کلوری پیما استعمال کیا جاتا ہے۔

2۔ غذا کی کلوری کی قیمت (Calorific value) معلوم کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

3۔ کئی صنعتیں جیسے غذا کو محفوظ کرنا، دھا کو خیز کی جانچ، تحولی مطالعہ وغیرہ کے لئے بم کلوری پیما استعمال کیا جاتا ہے۔

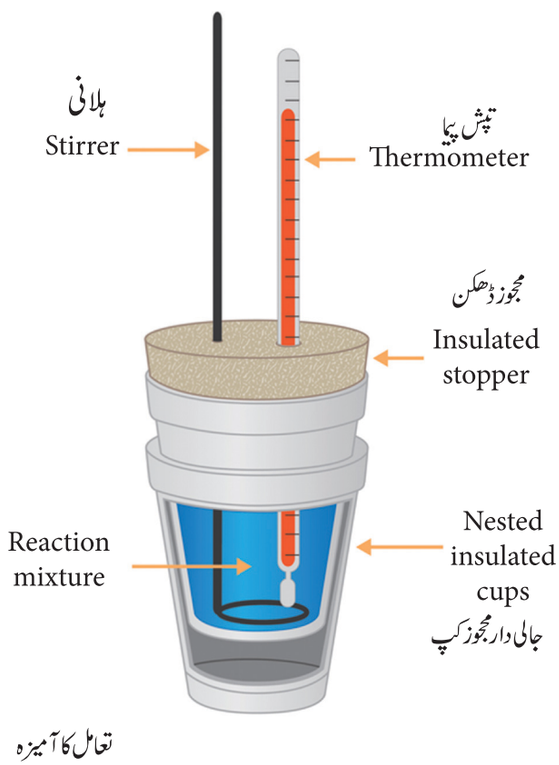
(b) ΔH پیمائش (ΔH measurements)

مستقل دباؤ پر (فضائی دباؤ) حرارت کی تبدیلی کو کافی کپ کلوری پیما (Coffee cup calorimeter) کے ذریعہ پیمائش کی جاتی ہے۔ خاکہ 7.7 میں کافی کپ کلوری پیما کا ایک خاکہ پیش کیا گیا ہے۔ اس کلوری پیما میں بم کی جگہ Styrofoam cup کو استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ایک اچھے حربند (adiabatic) دیوار کی طرح کام کرتا ہے اور تعامل کے دوران حرارت کو اس کے ماحول میں پھیلنے نہیں دیتا۔ کپ کے اندر موجود پانی، اس مکمل حرارت کو جذب لیتا ہے۔

اس طریقہ کو اُس تعامل کے لئے استعمال کیا جاتا ہے، جس میں حجم کا اتنا اضافہ نہیں ہوتا۔ تعامل کے دوران پانی سے خارج شدہ یا جذب شدہ تپش کی تبدیلی کی پیمائش کی جاتی ہے۔ اس کا اظہار درج ذیل بیان سے کیا جاتا ہے۔

$$q = m_w C_w \Delta T$$

جس میں m_w پانی کی مولار کمیت ہے اور C_w، پانی کی مولار حرارتی گنجائش ہے۔ ($75.29\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$)



خاکہ 7.7 کافی کپ کلوری پیما

حساب 7.4

مستقل دباؤ اور 300 K پر ایتھیلین کی احتراق کی انتھالپی محسوب کیجئے، اگر مستقل حجم پر اس کے احتراق کی حرارت (ΔU) $-1407\ kJ$ ہو۔

ایتھیلین کے مکمل احتراقی تعامل کو اس طرح لکھا جاتا ہے۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:50 PM

$$C_2H_4\,(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2\,(g) + 2H_2O(l)$$

$\Delta U = -1406$ kJ

$\Delta n = n_{p(g)} - n_{r(g)}$

$\Delta n = 2 - 4 = -2$

$\Delta H = \Delta U + RT\Delta n_g$

$\Delta H = -1406 + (8.314 \times 10^{-3} \times 300 \times (-2)$

$\Delta H = -1410.9$ kJ

خود کا محاسبہ - 3

مستقل حجم پر بنزین کے احتراق کے حجم کا معطیہ اس طرح ہے۔
مستقل دباؤ کے حالات پر اس تعامل کی حرارت کو محسوب کیجئے

$$C_6H_6(l) + 7½\ O_2(g) \rightarrow$$

$$6CO_2(g) + 3\ H_2O(l)$$

ΔU at 25^0 C = -3268.12 kJ

احتراق کی حرارت کے اطلاقات

(Applications of the heat of combustion)

(1) تشکیل کی حرارت محسوب کرنا

(Calculation of heat of formation)

چونکہ نامیاتی مرکبات کے احتراق کی حرارت کو آسانی سے محسوب کیا جاسکتا ہے، ان کو دیگر مرکبات کے تشکیل کی حرارت محسوب کرنے کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔

مثال کے طور پر آیئے CH_4 کے تشکیل کی معیاری انتھالپی DH_f° کو، درج ذیل سے معلوم کریں گے۔ H_2، C(graphite) اور CH_4 کی احتراق کی انتھالپیاں بالترتیب -285.8، -393.5 اور -890.4 kJ mol^{-1} ہیں۔

آیئے مساوات کو لکھتے ہوئے تشکیل کے لئے انتھالپی سے متعلق اطلاعات حاصل کریں۔ غور کریں کہ یہ بہت ہی اہم ہے کہ معیاری حالات میں خالص عناصر اور گیسوں کی تشکیل کے لئے معیاری انتھالپی صفر فرض کی گئی ہے۔ میتھین کے بننے کے لئے اس کے متعاملی اجزاء حرحرارتی کیمیائی مساوات اس طرح سے ہے۔

$$C_{(graphite)} + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$$

$$\Delta H_f^0 = X \text{ kJ mol}^{-1} \text{--- (i)}$$

دی گئی اشیاء کے احتراق کے لئے حرحرارتی کیمیائی مساوات اس طرح سے ہے۔

$$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O(l)$$

$$\Delta H^0 = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1} \text{--- (ii)}$$

$$C_{(graphite)} + O_2 \rightarrow CO_2$$

$$\Delta H^0 = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1} \text{--- (iii)}$$

$$CH_4\,(g) + 2\,O_2 \rightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(l)$$

$$\Delta H^0 = -890.4 \text{ kJ mol}^{-1} \text{--- (iv)}$$

چونکہ میتھین، درکار مساوات (i) میں حاصلات کی طرف ہے، ہمیں مساوات (iv) کو الٹنا ہے۔

$$CO_2\,(g) + 2\,H_2O\,(l) \rightarrow CH_4\,(g) + 2\,O_2$$

$$\Delta H^0 = +890.4 \text{ kJ mol}^{-1} \text{--- (v)}$$

باقی سے مساوات (i) حاصل کرنے کے لئے۔

$$(i) = [(ii) \times 2] + (iii) + (v)$$

$$X = [(-285.8) \times 2] + [-393.5] + [+890.4]$$

$$= -74.7 \text{ kJ}$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:50 PM

ایک مول میتھین کی تشکیل کے لئے درکار حرارت کی مقدار
-74.7 kJ ہے۔

-74.7 kJ = میتھین کی تشکیل کے لئے درکار حرارت

(2) غذا اور ایندھنوں کے لئے کیلوری کی قیمت محسوب کرنا
(Calculation of calorific value of food and fuels)

جب ایک گرام شئے مکمل طور پر جلتی ہے، تو پیدا شدہ حرارت کی مقدار ہی کیلوری کی قیمت (calorific value) ہے۔ کیلوری کی قیمت کی SI اکائی $J\ kg^{-1}$ ہے۔ تاہم اس کو عام طور پر $cal\ g^{-1}$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

محلول کی حرارت (Heat of solution)

جب ایک شئے کسی محلول میں حل ہوتی ہے تو حرارت میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ دی گئی تپش پر جب ایک مول کی شئے کسی مخصوص حجم کے محلل میں حل ہوتی ہے تو انتھالپی کی تبدیلی کو محلول کی حرارت کہا جاتا ہے۔

تعدیل کی حرارت (Heat of neutralization)

ہلکائے ہوئے محلول میں، جب ایک گرام معادل ترشہ کے ذریعہ ایک گرام معادہ اساس مکمل طور پر تعدیل پاتا ہے تو ہونے والی انتھالپی کی تبدیلی، تعدیل کی حرارت کہلاتی ہے۔ یا اس کا برعکس بھی ہوسکتا ہے۔

$$HCl(aq)+NaOH(aq) \rightarrow NaCl\ (aq)+ H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\ 57.32\ kJ$$

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\ 57.32\ kJ$$

ایک طاقتور ترشہ کے ذریعہ ایک طاقتور اساس کے تعدیل کی حرارت 57.32 kJ ہے، یہ کسی بھی نوعیت کے ترشہ اور اساس کے لئے صحیح ہے۔ اس کو ان مثالوں کے ذریعہ بتایا جاسکتا ہے۔

$$HCl\ (aq) + KOH(aq) \rightarrow KCl\ (aq) + H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\ 57.32\ kJ$$

$$HNO_3(aq)+KOH(aq)\rightarrow KNO_3(aq)+ H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\ 57.32\ kJ$$

$$H_2SO_4(aq) + 2KOH(aq) \rightarrow$$

$$K_2SO_4(aq) + 2\ H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\ 57.32\ kJ \times 2$$

اس کے سبب کی وضاحت ارہینیس کے ترشہ اور اساس کے نظریہ سے کیا جاتا ہے، جو یہ بیان کرتا ہے کہ آبی محلول میں طاقتور ترشہ اور طاقتور اساس مکمل طور رواں پاکر H^+ اور OH^- بناتے ہیں۔ چنانچہ اوپر بتائے گئے تمام محلولوں میں، تعدیلیت کا اظہار اس طرح کیا جاسکتا ہے۔

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

$$\Delta H = -\ 57.32\ kJ$$

پگھلاؤ کی مولار حرارت (Molar heat of fusion)

جب ایک مول ٹھوس شئے، اس کے نقطہ پگھلاؤ پر مکمل طور پر مائع کی حالت میں تبدیل ہوجاتا ہے، تو انتھالپی کی اس تبدیلی کو پگھلاؤ کی مولار حرارت کہتے ہیں۔

مثال کے طور پر برف کے پگھلاؤ کی حرارت کا اظہار اس طرح کیا جاتا ہے۔

$$H_2O(s) \xrightarrow{273K} H_2O(l)\ \Delta H_{fusion} = +\ 5.98kJ$$

تبخیر کی مولار حرارت (Molar heat of vapourisation)

جب ایک مول مائع کو اس کے نقطہ جوش پر مکمل طور پر بخارات کی حالت میں تبدیل ہوجاتا ہے تو انتھالپی کی اس تبدیلی کو تبخیر کی مولار حرارت کہتے ہیں۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:51 PM

مثال کے طور پر، پانی کے تبخیر کی مولار حرارت کا اظہار اس طرح کیا جاتا ہے۔

$$H_2O(l) \xrightarrow{373K} H_2O(v) \quad \Delta H_{vap} = +40.626\ kJ$$

تصعید کی مولار حرارت (Molar heat of sublimation)

جب ایک ٹھوس شئے کو گرم کرنے پر مائع بنے بغیر مکمل طور پر براہِ راست بخارات میں تبدیلی ہوتی ہے تو اسے تصعید (Sublimation) کہتے ہیں۔ جب ایک مول ٹھوس، اس کی تصعید کے تپش پر براہ راست بخارات بنتا ہے تو انتھالپی کی اس تبدیلی کو تصعید کی مولار حرارت کہتے ہیں۔

مثال کے طور پر ایوڈین کی تصعید کی حرارت کا اظہار اس طرح کیا جاتا ہے۔

$$I_2(s) \xrightarrow{373K} I_2(v) \quad \Delta H_{sub} = +62.42\ kJ$$

تصعید کی ایک اور مثال ٹھوس CO_2 ہے، جس میں یہ فضائی دباؤ پر بالکل کم تپش میں گیس میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

عبوری حرارت (Heat of transition)

جب کسی عنصر کا ایک مول اپنے ایک بہروپ (allotrope) سے دوسرے بہروپ میں تبدیل ہوتا تو انتھالپی کی اس تبدیلی کو عبوری حرارت کہتے ہیں۔

مثال کے طور پر، ہیرے کا گرافائٹ میں تبدیل ہونے کا اظہار اس طرح کیا جاتا ہے۔

$$C_{(diamond)} \longrightarrow C_{(graphite)}$$

$$\Delta H_{trans} = +13.81\ kJ$$

اسی طرح سلفر اور فاسفورس کا اپنے بہروپ میں تبدیل ہوتے وقت انتھالپی کی تبدیلی کا اظہار اس طرح کیا جاتا ہے۔

$$S_{(monoclinic)} \longrightarrow S_{(rhombic)}$$

$$\Delta H_{trans} = -0.067\ kJ$$

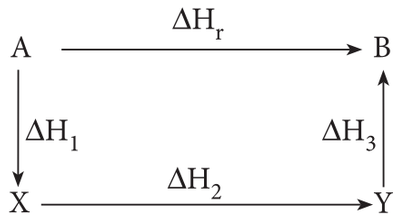
$$P_{(white)} \longrightarrow P_{(red)}$$

$$\Delta H_{trans} = -4.301\ kJ$$

7.8 حرارت کو مستقل جمع کرنے کے لئے ہس کا کلیہ (Hess's laww of constant heat summation)

ہم نے پہلے ہی سیکھا ہے کہ، کیمیائی تعاملات کے دوران حرارت کی تبدیلیاں، متعاملات اور حاصلات کے اندرونی توانائی (ΔU) یا حرارتی موجودگی (ΔH) کے فرق کے برابر ہوتا ہے۔ یہ مستقل حجم یا مستقل دباؤ پر منحصر ہے۔ چونکہ ΔU اور ΔH ، نظام کے حالتوں کے تفاعل ہیں، دئے گئے تعامل میں حرارت کا خارج ہونا یا جذب ہونا، ان کی ابتدائی حالت یا انتہائی حالت (حتمی حالت) پر منحصر ہوتا ہے، نہ کہ اس کے درمیانی مرحلوں میں، جن میں یہ تبدیلی واقع ہوتی ہے۔

اس طرح ایک نتیجہ پر پہنچنے کو Hess's law کہتے ہیں۔ مستقل حجم یا مستقل دباؤ پر کسی تعامل کے انتھالپی کی تبدیلی وہی رہتی ہے، آیا کہ وہ ایک مرحلہ میں واقع ہو یا کئی مرحلوں سے گزرے، بشرطیکہ اس تعامل کی ابتدائی اور انتہائی حالتیں یکساں ہوں۔



$$\Delta H_r = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

Hess's کے کلیہ کے اطلاقات

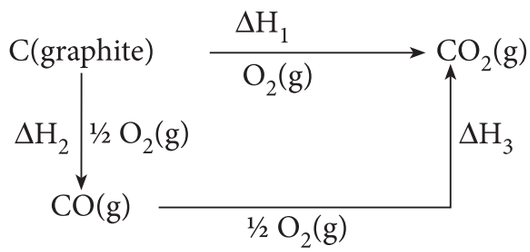
ایسے تعاملات جن کے تعامل کی انتھالپی کی پیمائش کرنا مشکل ہے، وہاں پر Hess's کا کلیہ استعمال کیا جاتا ہے۔ گرافائٹ کو مکمل کر جل کر خالص CO حاصل کرنے کے لئے احتراقی حرارت کو محسوب کرنا بہت ہی مشکل ہے۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:51 PM

جب کہ گرافائٹ کا CO_2 میں تکسید پانے کی انتھالپی اور CO کا CO_2 میں تبدیل ہونے کی انتھالپی کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔ ان تبدیلیوں سے احتراقی حرارت کی قیمتیں بالترتیب -393.5 kJ اور -283.5 kJ حاصل ہوتی ہیں۔

Hess's کے کلیہ سے اوپر کی ان معطیات سے گرافائٹ سے CO بننے کی احتراقی توانائی کو محسوب کیا جاسکتا ہے۔

اس تعامل میں پیش آنے والے عمل کی وضاحت اس طرح ہے۔



Hess's کے کلیہ کے تحت

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

$$-393.5\ kJ = X - 283.5\ kJ$$

$$X = -110.5\ kJ$$

7.9 جالی کی توانائی ($\Delta H_{lattice}$) (Lattice energy)

ایک مول کے قلم (crystal) سے اس کی جالی میں موجود روانوں کو مکمل طور پر خارج کر کے ایک لامحدود فاصلہ پر حرکت کرنے کا عمل جالی کی توانائی کہلاتا ہے۔ اس کو جالی کی انتھالپی (lattice enthalpy) کہا جاتا ہے۔

$$NaCl(s) \rightarrow Na^+(g) + Cl^-(g)$$

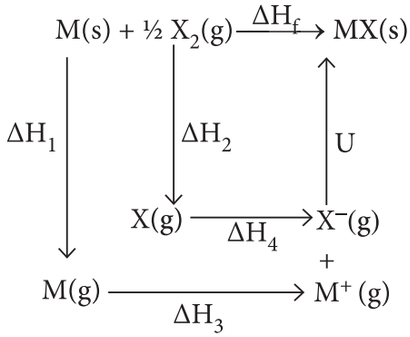
$$\Delta H_{lattice} = +788\ kJ\ mol^{-1}$$

اوپر کی مساوات سے یہ واضح ہے کہ 1 مول NaCl سے Na^+ اور Cl^- روانوں کو الگ کرنے کے لئے درکار توانائی 788 kJ ہے۔

بورن-ہیبر کا دَور (Born-Haber cycle)

تعاملی توانائیوں کے تجزیہ کے لئے بورہیبر کا دور، بڑی اہمیت کا حامل ہے۔ اس دَور کو دو جرمنی کے سائنس دانوں کے نام Max Born اور Fritz Haber سے موسوم کیا گیا ہے۔ ایک دھات کے ساتھ ایک ہیلوجن یا دیگر ادھاتی عنصر جیسے آکسیجن کے ساتھ ایک روانی مرکب بننے سے متعلق یہ دَور مباحثہ کرتا ہے۔

بورن-ہیبر کے دَور کو دراصل جالی کی توانائی محسوب کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے، جس کی پیمائش براہ راست نہیں کی جاسکتی۔ بورن ہیبر کا دَور، ہس کے کلیہ کو استعمال کرتے ہوئے جالی کی انتھالپی محسوب کرتا ہے۔ مثال کے طور پر ایک قلوی ہیلائڈ MX جیسے ایک روانی ٹھوس کی تشکیل کو فرض کیجئے۔ درج ذیل مرحلے فرض کئے جاتے ہیں۔



ΔH_1 - $M_{(s)}$ کا $M_{(g)}$ میں تبدیل ہونے کے لئے تصعید کے لئے انتھالپی کی تبدیلی

ΔH_2 - $\frac{1}{2}X_{2(g)}$ کو $X_{(g)}$ میں تبدیل ہونے کے لئے جدا ہونے کے لئے (dissociation) انتھالپی کی اکائی

ΔH_3 - $M_{(g)}$ کو $M^+_{(g)}$ کے لئے روانائی توانائی (Ionisation energy)

ΔH_4 - $X_{(g)}$ سے $X^-_{(g)}$ کے لئے الکٹرانی الف (electron affinity)

U - ٹھوس MX کی تشکیل کے لئے جالی کی توانائی

ΔH_f - عناصر سے ٹھوس MX کی تشکیل کے لئے انتھالپی کی تبدیلی

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:51 PM

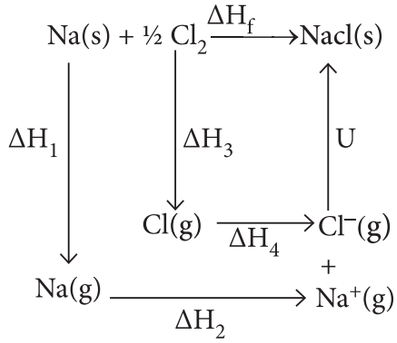
ہس کے کلیہ کے تحت

$$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + U$$

آیئے ہم NaCl کی جالی کی توانائی محسوب کرنے کے لئے بورن-ہیبر کے دور کو استعمال کریں۔

چونکہ تعامل میں استعمال ہونے والے متعاملات اپنے عنصری حالت میں اوران کے حاصلات اپنے معیاری حالت میں ہوتے ہیں' ایک فضائی دباؤ پر، تعامل کے منجملہ انتھالپی کی تبدیلی کو NaCl کی تشکیل کی انتھالپی کہتے ہیں۔ NaCl کی تشکیل کو 5 مرحلوں میں فرض کیا جاسکتا ہے۔ ان تمام مرحلوں میں انتھالپی کی ان تمام تبدیلیوں کا حاصل جمع، منجملہ تعامل کے توانائی کی تبدیلی کے مساوی ہے۔ اس سے NaCl کی جالی کی انتھالپی محسوب کی جاتی ہے۔

آیئے بورن-ہیبر دَور کی مدد سے سوڈیم کلورائڈ کے جالی کی توانائی محسوب کریں۔



ΔH_f = سوڈیم کلورائڈ کے تشکیل کی حرارت
$= -411.3 \text{ kJ mol}^{-1}$

ΔH_1 = $Na_{(g)}$ کے تصعید کی حرارت
$= 108.7 \text{ kJ mol}^{-1}$

ΔH_2 = $Na_{(g)}$ کی روانی توانائی
$= 495.0 \text{ kJ mol}^{-1}$

ΔH_3 = $Cl_{2(g)}$ کے لئے جدا ہونے کی توانائی
$= 244 \text{ kJ mol}^{-1}$

ΔH_4 = $Cl_{(s)}$ کے لئے الکٹرانی اُلف
$= -349.0 \text{ kJ mol}^{-1}$

U = NaCl کی جالی کی توانائی

$$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \frac{1}{2}\Delta H_3 + \Delta H_4 + U$$

$$\therefore U = (\Delta H)_f - \left(\Delta H_1 + \Delta H_2 + \frac{1}{2}\Delta H_3 + \Delta H_4\right)$$

$$\Rightarrow U = (-411.3) - (108.7 + 495.0 + 122 - 349)$$

$$U = (-411.3) - (376.7)$$

$$\therefore \quad U = -788 \text{ kJ mol}^{-1}$$

جالی کی توانائی میں منفی علامت یہ بتاتی ہے کہ جب سوڈیم کلورائڈ کا اس کے اجزاء یعنی گیسی رواں Na^+ اور Cl^- بنتے وقت توانائی خارج ہوتی ہے۔

4 - خود کا محاسبہ

ایک مول میگنیشیم اور ایک مول مائع برومین سے جب ایک مول میگنیشیم برومائڈ تیار کی جاتی ہے، تو 524 kJ کی توانائی خارج ہوتی ہے۔
Mg دھات کے تصعید کی حرارت 148 kJ mol^{-1} ہے۔
برومین گیس کا ان کے جوہروں میں جدا ہونے کی حرارت 193 kJ mol^{-1} ہے۔
مائع برومین کے تبخیر کی حرارت 31 kJ mol^{-1} ہے۔
میگنیشیم کی پہلی اور دوسرے روانی توانائیاں
$IE1 = 737.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ اور
$IE2 = 1450.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ ہیں۔
برومین کی الکٹرانی الف $-324.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ ہے۔
میگنیشیم برومائڈ کے جالی کی توانائی محسوب کیجئے۔

7.10 حرحرکیات کا دوسرا کلیہ
(Second law of thermodynamics)

حرحرکیات کے دوسرے کلیہ کی ضرورت

حرحرکیات کے پہلے کلیہ کی مدد سے ہم جانتے ہیں، کائنات کی توانائی، بقا (conserve) ہوتی ہے۔ آیئے درج ذیل افعال کو فرض کریں۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:52 PM

1۔ گرم پانی کا ایک گلاس، اپنی حرارت کھو کر تھوڑی دیر میں ٹھنڈا ہو جاتا ہے۔

2۔ جب تم سوڈیم ہائڈرا کسائڈ اور ہائڈروکلورک ترشہ کو ملاتے ہیں تو یہ سوڈیم کلورائڈ اور پانی بناتا ہے اور حرارت خارج ہوتی ہے۔

دونوں افعال میں جملہ توانائی باقی رہتی ہے اور حرحرکیات کے پہلے کلیہ کے مطابق قائم رہتی ہے۔ جب کہ اس کے الٹے عمل میں یعنی گلاس میں رکھا ٹھنڈا پانی، ماحول کی حرارت کو جذب کر کے گرم ہونے لگتا ہے۔ حالانکہ اس عمل میں توانائی کا تبادلہ ہوتا ہے، یہ خود سے واقع ہوتا ہے۔ جب کہ اگر ٹھنڈے پانی کو حرارت پہنچائی جاتی ہے تو یہ گرم ہو جاتا ہے۔ یعنی یہ عمل خود سے واقع نہیں ہوا، بلکہ اسے حرارتی توانائی پہنچا کر کیا گیا تھا۔

اسی طرح سوڈیم کلورائڈ کا ایک محلول، اپنے آپ سے توانائی جذب کر کے ہائڈروکلورک ترشہ اور سوڈیم ہائڈرا کسائڈ نہیں بناتا۔ اس عمل کو حرارت پہنچا کر بھی نہیں کیا جا سکتا۔ اس طرح کے ہمارے قدرتی تجربوں سے ہمیں پتہ چلتا ہے کہ بعض افعال خود سے واقع ہوتے ہیں اور بعض افعال نہیں۔ اور بعض افعال ایک سمت میں واقع ہوتے ہیں۔ افعال کی ممکن صورت یا قابل عمل صورت (feasibility) کے لئے ہمیں حرحرکیات کے دوسرے کلیہ کی ضرورت پڑتی ہے۔

7.10.1۔ حرحرکیات کے دوسرے کلیے کے لئے مختلف بیانات (Various statements of the second law of thermodynamics)

انٹروپی (Entropy)

حرحرکیات کا دوسرا کلیہ ایک اور حالتی تفاعل کا تعارف کراتا ہے، جسے انٹروپی کہتے ہیں۔

انٹروپی ایک نظام کی بے ترتیبی یا بے قاعدگی (randomness) کو ظاہر کرتا ہے۔ مگر حرحرکیات میں انٹروپی کی وضاحت ایک عمل کے نتیجے میں انٹروپی کی تبدیلی سے متعلق کی جاتی ہے۔

اس کی وضاحت $dS = dq_{rev} / T$ کی طرح کی جاتی ہے۔

انٹروپی کے لئے بیان (Entropy statement)

حرحرکیات کے دوسرے کلیہ کی وضاحت انٹروپی کی طرح کی جاتی ہے۔ یعنی، ''ایک جداگانہ نظام (isolated system) کے خود ساختہ عمل میں انٹروپی بڑھنے لگتی ہے۔''

ایک غیر رجعی عمل، جیسا کہ ایک گیس کا خود ساختہ طور پر پھیلنا۔

$$\Delta S_{total} > 0$$

$$\Delta S_{total} > \Delta S_{system} + \Delta S_{surrounding}$$

$$\text{i.e. } \Delta S_{total} > \Delta S_{system} + \Delta S_{surrounding}$$

ایک رجعی عمل، جیسا کہ برف کا پگھلنا

$$\Delta S_{system} = - \Delta S_{surrounding}$$

$$\Delta S_{total} = 0$$

کیلون-پلانک کا بیان (Kelvin Plank statement)

یہ ناممکن ہے کہ ایک ایسی مشین بنائی جائے جو ایک گرم ذریعہ سے حرارت جذب کرے اور حرارت کو ایک دوری عمل کے ذریعہ اسے مکمل طور پر کام میں تبدیل کرے اور اس کے ایک جزوی حصہ کو حرارت سے ٹھنڈے جذب کار (sink) کی طرف منتقل کئے بغیر رہے۔ حر حرکیات کا دوسرا کلیہ اس کی وضاحت کرتا ہے کہ کیوں ایک مثالی، رگڑ کے بغیر ایک انجن اپنی داخلی حرارت کو 100% تبدیل نہیں کر سکتی۔ کارنٹ (Carnot) نے حرارتی انجنوں کے اپنے تجربے سے بتایا کہ ایک حرارتی انجن جو رجعی طور پر کام کرتی ہے، وہ صرف دو تپشوں پر کام کرتی ہے، جس میں وہ چلتی ہے۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:52 PM

$$\text{کارکردگی} = \frac{\text{کیا گیا کام}}{\text{جذب شدہ حرارت}}$$

$$\eta = \frac{|q_h| - |q_c|}{|q_h|}$$

q_h - گرم ذخیرہ میں سے جذب کی گئی حرارت

q_c - ٹھنڈے ذخیرہ کی طرف منتقل کی گئی حرارت

$$\eta = 1 - \frac{|q_c|}{|q_h|} \quad ---(7.27)$$

ایک رجعی دَوری عمل کے لئے

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{system} + \Delta S_{surroundings} = 0$$

$$\Delta S_{system} = - \Delta S_{surroundings}$$

$$\frac{q_h}{T_h} = \frac{-q_c}{T_c}$$

$$\frac{T_c}{T_h} = \frac{-q_c}{q_h}$$

$$\frac{T_c}{T_h} = \frac{|q_c|}{|q_h|} ----7.28$$

7.27 میں 7.28 کو درج کرنے پر

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_c}{T_h} ------7.29$$

$T_h >> T_c$

لہٰذا $\eta < 1$

کارکردگی کو فی صد میں اس طرح اظہار کیا جاسکتا ہے۔

$$\text{کارکردگی فی صد میں} = \left[1 - \frac{T_c}{T_h}\right] x\, 100$$

کلاشیس کا بیان (Clausius statement)

یہ ناممکن ہے کہ حرارت کو ایک ٹھنڈے ذخیرہ سے ایک گرم ذخیرہ تک بغیر کسی کام کے منتقل کیا جاسکتا ہے۔

حساب 7.5

ایک آٹوموبائل انجن پٹرول کو 816°C تپش پر جلاتی ہے اور اگر اس کے اطراف کی تپش 21°C ہو تو، زیادہ سے زیادہ ممکن کارکردگی کو محسوب کیجئے۔

حل :

$$\text{کارکردگی کا فی صد} = \left[\frac{T_h - T_c}{T_h}\right] \times 100$$

یہاں پر

$T_h = 816+273= 1089$ K;

$T_c = 21+273= 294$K

$$\text{کارکردگی کا فی صد} = \left(\frac{1089 - 294}{1089}\right) \times 100$$

$$\text{کارکردگی کا فی صد} = 73\%$$

خود کا محاسبہ - 5

ایک انجن 127°C اور 47°C کے درمیان چل رہی ہے۔ یہ حرارت کی کچھ مقدار کو اعلیٰ تپش کے ذخیرہ کی طرف لے جارہی ہے۔ فرض کیجئے کہ اس میں کسی بھی قسم کی رگڑ کا نقصان نہیں ہے، تو ایک انجن کی کارکردگی کا فی صد معلوم کیجئے۔

انٹروپی کی اکائی (Unit of entropy)

انٹروپی (S) اس کے مساوی ہے۔ تبدیل شدہ حرارتی توانائی (q) تقسیم تپش (T)، جس میں وہ تبادلہ کیا گیا۔

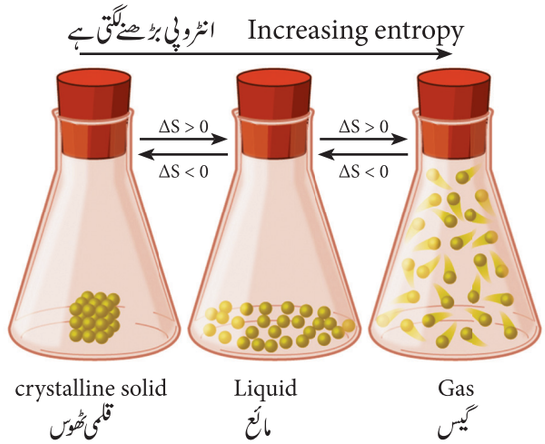
چنانچہ انٹروپی کی SI اکائی JK^{-1} ہے۔

بے ساختہ واقع ہونا اور بے قاعدگی (Spontaneity and randomness)

غور سے معائنہ کرنے سے پتہ چلتا ہے کہ ہر ایک عمل، چاہے وہ برف کا پگھلنا ہو یا پانی کی تبخیر، اس میں بے ترتیبی یا بے قاعدگی ظاہر ہوتی ہے۔ برف میں موجود پانی کے سالمے ایک اعلیٰ منظّم طور پر قلمی نمونہ

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:53 PM

میں ترتیب پائے ہوئے ہیں، جو بالکل کم حرکت کرتے ہیں۔ جیسے جیسے برف پگھلتا ہے، پانی کے سالمے بے قاعدہ ہوکر آزادانہ طور پر حرکت کرنے لگتے ہیں۔ مائع کی ہئیت میں سالموں کی حرکت آزاد ہوتی ہے اور گیسی ہئیت میں اور بھی آزاد ہوتی ہے۔ دوسرے الفاظ میں ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ جیسے جیسے برف پگھلنے لگتا ہے یا پانی بخارات بن کر اڑنے لگتا ہے، پانی کے سالموں کی بے قاعدگی بڑھنے لگتی ہے۔ دونوں خودساختہ افعال ہیں جس کے نتیجے بے قاعدگی بڑھنے لگتی ہے (انٹروپی)۔



خاکہ 7.8 خاکہ سے ذریعہ بے قاعدگی کی وضاحت

انٹروپی کی معیاری تبدیلی (ΔS°)

(Standard Entropy Change (ΔS°)

یہ ناممکن ہے کہ 0K کے تپش کے اوپر کسی بھی شئے کی حقیقی انٹروپی محسوب کی جائے۔ 298K اور 1 فضائی دباؤ پر کسی شئے کی مطلق انٹروپی کو معیاری انٹروپی S° کہا جاتا ہے۔ حرحرکیات کا پہلا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ نرنسٹ (Nernst) کے مطابق، ایک کامل قلم (perfect crystal) میں 0 K پر عناصر کی مطلق انٹروپی صفر ہوتی ہے اور 0K سے اوپر کسی بھی تپش پر تمام اشیاء کی معیاری انٹروپی کی قیمت ہمیشہ مثبت قیمتیں رہیں گی۔ جب ہم مختلف اشیاء کی انٹروپیوں کو معلوم کر لیتے ہیں، تو ہم کیمیائی تعاملات کے لئے معیاری انٹروپی کی تبدیلی (ΔS_r°) (Standard entropy change) کو معلوم کر سکتے ہیں۔

$$\Delta S_r^0 = \sum S^0_{products} - \sum S^0_{reactants} \quad \text{-------- (7.30)}$$

تشکیل کے لئے معیاری انٹروپی

(Standard Entropy of formation)

''معیاری حالات میں ایک مول کے کسی مرکب کا ان کے عناصر کی تشکیل کے لئے درکار انٹروپی ہے۔'' اس کا اظہار Ds°_f سے کیا جاتا ہے۔ عناصر کی S° قیمتوں کو رکھ کر ہم دئے گئے مرکب کے انٹروپی کی قیمت محسوب کر سکتے ہیں۔

حساب 7.6

درج ذیل تعامل کے لئے معیاری انٹروپی کی تبدیلی (ΔS°) محسوب کیجئے۔ دیا گیا ہے۔ $CO_{2(g)}$، $C_{(s)}$، $O_{2\,(g)}$ کی معیاری انٹروپیاں بالترتیب 213.6، 5.740 اور $205\ JK^{-1}$ ہیں۔

$$C(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

$$\Delta S_r^0 = \sum S^0_{products} - \sum S^0_{reactants}$$

$$\Delta S_r^0 = \{S^0_{CO_2}\} - \{S^0_C + S^0_{O_2}\}$$

$$\Delta S_r^0 = 213.6 - [5.74 + 205]$$

$$\Delta S_r^0 = 213.6 - 210.74]$$

$$\Delta S_r^0 = 2.86\ JK^{-1}$$

خود کا محاسبہ - 6

یوریا کی آب پاشیدگی سے امونیا اور کاربن ڈائی آکسائڈ حاصل ہوتے ہیں۔ یوریا، H_2O، CO_2، NH_3 کے معیاری انٹروپیاں بالترتیب 173.8، 70، 213.5 اور $192.5\ J\ mole^{-1}K^{-1}$ ہیں۔ اس تعامل کے لئے انٹروپی کی تبدیلی محسوب کیجئے۔

انٹروپی کی تبدیلی کے ساتھ ہئیت کی تبدیلی

(Engropy change accompanying change of phase)

جب کبھی ٹھوس سے مائع کی حالت میں تبدیلی (پگھلاؤ)، یا مائع سے بخارات (تبخیر)، یا ٹھوس سے بخارات (تصعید) کا عمل

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:53 PM

واقع ہوتا ہے تو انٹروپی میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ اس تبدیلی کو مستقل تپش پر رجعی طور پر کیا جا سکتا ہے، کیوں کہ تبدیلی کے دوران دونوں ہیئتیں توازنی حالت (equilibrium) میں ہیں۔

$$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T} = \frac{\Delta H_{rev}}{T} \quad -------(7.31)$$

پگھلاؤ کی انٹروپی (Entropy of fusion)

جب ایک مول ٹھوس شئے اس کے نقطہ تپش پر رجعی طور پر پگھلتی ہے تو جذب شدہ حرارت کو مولار پگھلاؤ کی حرارت (molar heat of fusion) کہتے ہیں۔ اس عمل میں انٹروپی کی تبدیلی کو اس طرح دیا گیا ہے۔

$$\Delta S_{rev} = \frac{dq_{rev}}{T}$$

$$\Delta S_{fusion} = \frac{\Delta H_{fusion}}{T_f} \quad -------(7.32)$$

جس میں ΔH_{fusion} ، مولار پگھلاؤ کی حرارت ، T_f نقطہ پگھلاؤ ہے۔

تبخیر کی انٹروپی (Entropy of vapourisation)

جب ایک مول مائع کو اس کے نقطہ جوش پر رجعی طور پر بخارات بنایا جاتا ہے تو جذب شدہ حرارت کو مولار تبخیری حرارت (molar heat of vapourisation) کہتے ہیں۔ انٹروپی کی تبدیلی اس طرح دی گئی ہے۔

$$\Delta S_v = \frac{\Delta H_v}{T_b} \quad -------(7.33)$$

جس میں ΔH_v مولار تبخیری حرارت، T_b اس کا نقطہ جوش ہے۔

عبوری انٹروپی (Entropy of Transition)

جب ایک مول ٹھوس شئے کو اس کی عبوری تپش (transition temperature) پر رجعی طور پر ایک بہروپ (allotrope) سے دوسرے میں تبدیل کرنے کے لئے حرارت میں تبدیلی کو عبوری انتھالپی (Enthalpy of transition) کہتے ہیں۔ انٹروپی کی تبدیلی کو اس طرح دیا گیا ہے۔

$$\Delta S_t = \frac{\Delta H_t}{T_t} \quad -------(7.34)$$

جس میں ΔH_t، مولار عبوری حرارت (molar heat of transition) ، T_t عبوری تپش (transition temperature) ہے۔

حساب 7.7

0°C اور ایک فضائی دباؤ پر ایک مول برف کا پانی میں تبدیل ہوتے وقت انٹروپی کی تبدیلی کو محسوب کیجئے۔ برف کے پگھلاؤ کی انتھالپی $6008\ J\ mol^{-1}$ ہے۔

دیا گیا ہے :

$$\Delta H_{fusion} = 6008\ Jmol^{-1}$$

$$T_f = 0^0\ C = 273\ K$$

$$H_2O(S) \xrightarrow{273\ K} H_2O\ (l)$$

$$\Delta S_{fusion} = \frac{\Delta H_{fusion}}{T_f}$$

$$\Delta S_{fusion} = \frac{6008}{273}$$

$$\Delta S_{fusion} = 22.007\ J\ K^{-1}\ mole^{-1}$$

خود کا محاسبہ - 7

351 K پر ایک مول ایتھنال کی تبخیر کے دوران انٹروپی کی تبدیلی کو محسوب کیجئے۔ ایتھنال کی مولار تبخیری حرارت $39.84\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔

7.11 گبس کی آزاد توانائی (G) (Gibbs free energy)

حرحرکیات کے دوسرے کلیہ کا ایک اہم اطلاق، بعض مخصوص حالات میں ایک تعامل کی خود ساختگی کی پیشین گوئی کرنا ہے۔ دئے گئے حالات میں بغیر کسی بیرونی قوتوں کے واقع ہونے والے تعاملات کو خود ساختہ تعاملات کہتے ہیں۔ ورنہ اسے غیر خود ساختہ کہا جائے گا۔ ہماری روزمرہ زندگی میں ہم کئی خود ساختہ طبیعی اور کیمیائی تعاملات دیکھتے ہیں، جس کی مثالیں یہ ہیں۔

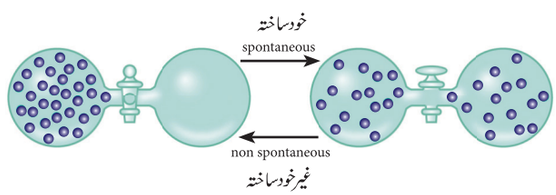
11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:54 PM

1۔ ایک آبشار سے پانی پہاڑ سے نیچے کی طرف گرتا ہے، مگر یہ کبھی بھی نیچے سے اوپر کی طرف نہیں چڑھتا۔

2۔ شکر کا کچھ حصہ کافی میں خودساختہ طور پر گھل جاتا ہے، مگر اپنے آپ شکر اپنی اصلی حالت میں واپس نہیں آتی۔

3۔ گرم اشیاء سے ٹھنڈے اشیاء کی طرف حرارت بہنے لگتی ہے، مگر کبھی بھی ٹھنڈی شئے خودساختہ طور پر گرم نہیں ہوسکتی۔

4۔ ہوا نکالے گئے ایک بلب میں ہوا کا پھیلاؤ ایک خودساختہ عمل ہے، اِس کا اُلٹا، اس بلب میں تمام سالموں کا ایک جگہ جمع ہونا خودساختہ نہیں ہے۔



خاکہ 7.9 خودساختہ عمل کی وضاحت

یہ مثالیں بتاتی ہیں کہ افعال جو ایک سمت میں واقع ہوتے ہیں، خودساختہ ہوتے ہیں، وہ اپنے آپ یا خودساختہ طور پر دوسری سمت میں واقع نہیں ہوسکتے۔

اسی طرح کئی بروں حرارتی تعاملات خودساختہ ہیں۔ میتھین کا جلنا، اس کی ایک مثال ہے۔

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O$$

$$\Delta H^o = -890.4\ kJ\ mol^{-1}$$

ایک اور مثال ترشہ-اساس کا تعدیلی تعامل (neutralisation reaction) ہے۔

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

$$\Delta H^o = -57.32\ kJ\ mol^{-1}$$

تاہم بعض دروں حراری تعاملات بھی خودساختہ ہیں۔ مثال کے طور پر امونیم نائٹریٹ پانی میں خودساختہ طور پر حل ہوتا ہے، حالانکہ اس کی تحلیل دروں حراری (endothermic) ہے۔

$$NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + NO_3^-$$

$$\Delta H^o = +25\ kJ\ mol^{-1}$$

اوپر کی ان مثالوں سے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ بروں حرارتی تعاملات، خودساختگی کی طرف لے جاتے ہیں، جب کہ یہ اس کی ضمانت نہیں دیتے۔ ہم یہ نہیں کہہ سکتے کہ ایک کیمیائی تعامل مکمل طور پر نظام کے توانائی کی تبدیلیوں کی بنیاد پر ہوگا۔ حرحرکیات کے دوسرے کلیہ سے ہم یہ جانتے ہیں کہ ایک خودساختہ عمل میں انٹروپی بڑھنے لگتی ہے۔ مگر تمام وہ افعال جس میں انٹروپی بڑھتی ہے، خودساختہ ہیں۔ ایک تعامل کے خودساختگی کی پیشین گوئی کے لئے، ہمیں بعض دیگر حرحرکیاتی تفاعلات کی بھی ضرورت پڑتی ہے۔

حرحرکیات کا دوسرا کلیہ ایک اور حرحرکیاتی تفاعل کا تعارف کراتا ہے، جسے ہم جبس کی آزادانہ توانائی (Gibbs free energy) کہتے ہیں، جو ایک تعامل کے خودساختگی کی پیشین گوئی میں مددگار ہے۔ گبس کی آزاد توانائی (G)، کو 1870 میں Josiah Willard Gibbs نے انکشاف کیا تھا۔ ابتدا میں اس نے اسے ایک نظام میں کام کرنے کے لئے ''موجود توانائی'' (Available energy) کہا تھا۔ یہ مقدار ایک کیمیائی تعامل، جس سے کام کیا جا سکتا ہے، اس سے متعلق توانائی کہی گئی تھی۔

گبس کی آزاد توانائی کی وضاحت اس طرح کی گئی ہے۔

$$G = H - TS \text{ ---------- } (7.35)$$

گبس کی آزاد توانائی (G) ایک دروں خصوصیت ہے، اور یہ اکہری قیمت والی حالتی تفاعل ہے۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:54 PM

آیئے ایک ایسے نظام کوفرض کریں، جس میں مستقل تپش پر حالت کی تبدیلی یعنی حالت(1) سے حالت (2) میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔

$$G_2 - G_1 = (H_2 - H_1) - T(S_2 - S_1)$$

$$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S \text{------(7.36)}$$

آیئے فرض کریں کہ ΔG کس طرح تعامل کا تعلق اس کی خود ساختگی (spontaneity) سے ہے۔

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{sys} + \Delta S_{surr}$$

ایک رجعی عمل کے لئے (توازنی حالت میں)، کائنات کے انٹروپی کی تبدیلی صفر ہے۔

$$\Delta S_{total} = 0 \quad [\because \Delta S_{sys} = -\Delta S_{surr}]$$

اسی طرح ایک توازنی عمل کے لئے $\Delta G = 0$ ہوگا۔

$\Delta G=0$

خودساختہ عمل کے لئے

$$\Delta S_{total} > 0$$

$$\Delta S_{sys} + \Delta S_{surr} > 0$$

$$\Delta S_{sys} + \frac{dq_{surr}}{T} > 0$$

$$\Delta S_{sys} - \frac{\Delta H_{sys}}{T} > 0$$

$$T\Delta S_{sys} - \Delta H_{sys} > 0$$

$$-(\Delta H_{sys} - T\Delta S_{sys}) > 0$$

$$-\Delta G > 0$$

لہٰذا ایک خودساختہ عمل کے لئے

یعنی $\Delta G < 0$

$$\text{i.e.} \quad \Delta H - T\,\Delta S < 0 \text{------(7.37)}$$

ΔH_{sys} ایک تعامل کے انتھالپی کی تبدیلی ہے۔ $T\Delta S$ sys وہ توانائی ہے، جو کارآمد کام کے لئے موجود نہیں ہوتی۔ لہٰذا ΔG کار آمد کام کے لئے جملہ موجود توانائی ہے، اور یہ 'آزاد توانائی' (free energy) کی پیمائش ہے۔ اسی وجہ سے اس کو تعامل کی آزاد توانائی بھی کہتے ہیں۔ ایک غیر خودساختہ عمل کے لئے $\Delta G > 0$ ہے۔

گبس کی آزاد توانائی اور نظام پر کیا گیا اصل کام

(Gibbs free energy and the net work done by the system)

کسی بھی نظام کے لئے مستقل دباؤ اور تپش پر

$$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S \text{---- (7.36)}$$

ہم جانتے ہیں کہ

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V$$

$$\therefore \Delta G = \Delta U + P\Delta V - T\Delta S$$

حرحرکیات کے پہلے کلیہ کے تحت

اگر نظام کے ذریعہ کیا گیا ہو تو

$$\Delta U = q - w$$

حرحرکیات کے دوسرے کلیہ کے تحت

$$\Delta S = \frac{q}{T}$$

$$\Delta G = q - w + P\Delta V - T\left(\frac{q}{T}\right)$$

$$\Delta G = -w + P\Delta V$$

$$-\Delta G = w - P\Delta V \text{.....(7.38)}$$

یہاں پر $-P\Delta V$، مستقل بیرونی دباؤ پر پھیلاؤ کی وجہ سے کئے گئے کام کو ظاہر کرتا ہے۔ چنانچہ یہ واضح ہے کہ آزاد توانائی $(-\Delta G)$ کے کم ہونے سے ، ایک عمل جو مستقل تپش اور دباؤ میں واقع ہوتا ہے، یہ اس نظام میں پھیلاؤ کے کام کی بہ نسبت زیادہ سے زیادہ کام حاصل کرنے کے بھی مساوی ہوتا ہے۔

7.11.1۔ ایک عمل کے خودساختہ ہونے کے لئے معیار

(Criteria for spontaneity of a process)

کسی بھی عمل کی خودساختگی، تین مختلف عوامل پر منحصر ہوتی ہے۔

- اگر کسی عمل کے انتھالپی کی تبدیلی منفی ہو تو، وہ عمل بروں حراری ہوگا اور خودساختہ بھی ہوسکتا ہے۔ (ΔH منفی ہوگا)۔
- اگر کسی عمل کے انٹروپی کی تبدیلی مثبت ہو تو، وہ عمل خودساختہ ہو سکتا ہے۔ (ΔS مثبت ہوگا)۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:55 PM

■ ایک تعامل کے خودساختہ ہونے کے لئے گبس کی آزادتوانائی، جو اوپر کے دونوں کا امتزاج (combination) ہے، ($\Delta H - T\Delta S$)، منفی ہوگا۔ یعنی ایک تعامل کے خودساختہ ہونے کی ضروری شرط یہ ہے۔ $DH - TDS < 0$ ہے۔

جدول 7.5 ایک تعامل کی خودساختگی پر تپش کا اثر

ΔH_r	ΔS_r	$\Delta G_r = \Delta H_r - T\Delta S_r$	Description وضاحت	Example مثال
–	+	– (at all T)	تمام تپشوں پر خودساختگی	$2O_3(g) \rightarrow 3O_2(g)$
–	–	– (at low T)	کم تپش پر خودساختگی	گیسوں کی جذب کاری Adsorption of gases
		+ (at high T)	اعلیٰ تپش پر غیر خودساختگی	
+	+	+ (at low T)	کم تپش پر غیر خودساختگی	ٹھوس اشیاء کا پگھلنا Melting of a solid
		– (at high T)	اعلیٰ تپش پر خودساختگی	
+	–	+ (at all T)	تمام تپشوں پر خودساختگی	$2H_2O(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O_2(l)$

جدول یہ فرض کرتی ہے کہ ΔH اور ΔS ، تمام تپشوں کے لئے طریقہ اسی طرح رہے گا جیسے بتایا گیا ہے۔ اس کے لئے یہ ضروری نہیں کہ طریقہ اسی طرح ہو۔ ایک تعامل کی خودساختگی، صرف اس قوت کو ظاہر کرتی ہے، جو تعامل کو آگے چلانے میں ساتھ دے، جیسا وہ تعامل لکھا گیا ہے۔ تعامل کی شرح، فعلیاتی عوامل سے متعین کی جائے گی، جو حرحرارتی پیشین گوئیوں کے دائرہ سے باہر ہے۔

حساب 7.8

بتایئے کہ 300 K تپش پر تعامل $CO + \left(\frac{1}{2}\right)O_2 \rightarrow CO_2$ خودساختہ ہے۔ CO_2 اور CO کی تشکیل کے لئے گبس کی آزادتوانائیاں بالترتیب –394.4 اور –137.2 kJ mol^{-1} ہیں۔

$$CO + \left(\frac{1}{2}\right)O_2 \rightarrow CO_2$$

$$\Delta G^0_{(reaction)} = \Sigma G^0_{f\,(products)} - \Sigma G^0_{f\,(reactants)}$$

$$\Delta G^0_{(reaction)} = \left[G^0_{CO_2}\right] - \left[G^0_{CO} + \frac{1}{2}G^0_{O_2}\right]$$

$$\Delta G^0_{(reaction)} = -394.4 + [137.2 + 0]$$

$$\Delta G^0_{(reaction)} = -257.2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

دی گئی تپش پر ایک تعامل کے $\Delta G_{(reaction)}$ کی قیمت منفی ہوگی، لہٰذا تعامل خودساختہ ہوگا۔

8- خود کا محاسبہ

ایک کیمیائی تعامل کے لئے ΔH اور ΔS کی قیمتیں بالترتیب -10 kJ mol^{-1} اور $-20 \text{ J deg}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ہیں۔ تعامل کے ΔG کی قیمت کیا ہوگی؟ ΔH اور ΔS کی قیمتوں کو مستقل رکھتے ہوئے 600 K پر ΔG کی قیمت محسوب کیجئے۔
تعامل کی نوعیت کی پیشین گوئی کیجئے۔

7.11.2 معیاری آزادتوانائی کی تبدیلی (ΔG°) اور توازنی مستقلہ (Keq) کا درمیانی تعلق

(Relationship between standard free energy change (ΔG°) and equilibrium constant)(K_{eq})

ایک رجعی عمل میں، ہر وقت نظام اپنے ماحول کے ساتھ مکمل توازن میں ہوتا ہے۔ ایک رجعی کیمیائی تعامل کسی بھی سمت میں بہ یک وقت چل سکتا ہے۔ لہٰذا اس میں حرکی توازن (dynamic equilibrium) واقع ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ کہ تعامل دونوں سمت میں چلتا ہے، جس سے آزادتوانائی میں کمی واقع ہوتی ہے۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:55 PM

آیئے ایک عام توازنی تعامل کو فرض کریں۔

$$A+B \rightleftharpoons C + D$$

اوپر کے تعامل کے لئے کسی بھی حالت میں آزاد توانائی کی تبدیلی (ΔG) ہے۔ اس کا تعلق اس تعامل کے معیاری آزاد توانائی (ΔG°) سے ہے۔ درج ذیل مساوات کے مطابق

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q \text{ ------(7.39)}$$

جس میں Q تعامل کا سرعدد (quotient) اور اس کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ ''غیر توازنی حالت میں متعاملات کے ارتکاز اور حاصلات کے ارتکاز کی نسبت'' ہے۔

جب توازنی حالت حاصل ہو جاتی ہے تو مزید آزاد توانائی کی تبدیلی واقع ہوتی ہے، یعنی $\Delta G = 0$ اور Q، توازنی مستقلہ کے مساوی ہوتا ہے۔ لہٰذا اوپر کی مساوات اس طرح ہوتی ہے۔

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_{eq}$$

اس مساوات کو Van't Hoff مساوات کہتے ہیں۔

$$\Delta G^0 = -2.303\ RT \log K_{eq} \text{ ----------(7.40)}$$

ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = -RT \ln K_{eq}$$

حساب 7.9

298 K پر آکسیجن سے اوزون میں تبدیلی کے لئے ΔG° محسوب کیجئے۔ $3/2\ O_2 \rightleftharpoons O_{3(g)}$

اگر اس تبدیلی کے لئے K_p کی قیمت 2.47×10^{-29} معیاری دباؤ کی اکائیاں ہیں۔

حل:

$$\Delta G^0 = -2.303\ RT \log K_p$$

جس میں

$$R = 8.314\ JK^{-1}mol^{-1}$$

$$K_p = 2.47 \times 10^{-29}$$

$$T = 298K$$

$$\Delta G^0 = -2.303(8.314)(298)\log(2.47\times10^{-29})$$

$$\Delta G^0 = 163229\ Jmol^{-1}$$

$$\Delta G^0 = 163.229\ KJ\ mol^{-1}$$

7.12 حرحرکیات کا تیسرا کلیہ
(Third law of thermodynamics)

کسی شئے کی انٹروپی براہ راست تپش کے ساتھ تبدیل ہوتی ہے۔ تپش کم ہونے پر انٹروپی بھی ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر پانی 100°C پر اور ایک فضائی دباؤ پر گیس کی طرح پایا جاتا ہے اور اس میں زیادہ انٹروپی ہوتی ہے۔ (اعلیٰ بے ترتیبی)۔ پانی کے سالمے پورے برتن میں آزادی سے گھومتے رہتے ہیں۔ جب نظام کو ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو آبی بخارات تکثیف پا کر مائع بناتے ہیں۔ پانی کے سالمے مائع کی ہئیت میں بھی تھوڑی آزادی سے ہی گھومتے رہتے ہیں۔ لہٰذا نظام کی انٹروپی کم ہو جاتی ہے۔ مزید ٹھنڈا کرنے پر، پانی منجمد ہو کر برف کی قلمیں بن جاتا ہے۔ برف کی قلموں میں پانی کے سالمے بالکل منظّم طور پر پائے جاتے ہیں، اور نظام کی انٹروپی بالکل کم ہو جاتی ہے۔

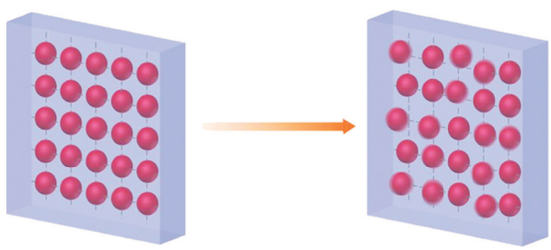
اگر ہم برف کی قلموں کو مزید ٹھنڈا کرتے ہیں، تو قلمی جالی (crystal lattice) میں سالمے مزید گھر جاتے ہیں اور ان کی آزادی بالکل کم ہو جاتی ہے (بہت ہی کم بے ترتیبی)۔ لہٰذا ان کی انٹروپی بہت ہی کم ہو جاتی ہے۔

مطلق صفر پر {0K (or) −273°C} پر نظریاتی طور پر سالموں کی تمام حرکتیں رُک جاتی ہیں۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:56 PM

مطلق صفر، وہ تپش ہیں جس میں اشیاء ایک دوسرے کے بالکل قریب ہو جاتے ہیں، مگر مطلق صفر تک پہنچ نہیں پاتے۔
لہٰذا حرحرکیات کا تیسرا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ مطلق صفر پر خالی قلمی اشیاء کی انٹروپی صفر ہوتی ہے۔ ورنہ اس کی وضاحت اس طرح بھی کی جاسکتی ہے۔ ایک محدود مرحلوں میں ایک شئے کو اس کی تپش کم کر کے مطلق صفر تک پہنچائی جاسکتی ہے۔ حسابی طور پر

ایک منظّم ترتیب وار قلمی حالت میں $\lim_{T \to 0} S = 0$



خاکہ 7.10 حرحرکیات کا تیسرا کلیہ

قلمیں جن میں نقص (imperfection) (defects) ہوتا ہے، مطلق صفر پر ان کی انٹروپی صفر سے زیادہ ہوتی ہے۔ ایک شئے کی مطلق انٹروپی کبھی بھی منفی نہیں ہوتی۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:56 PM

خلاصہ (Summary)

سائنس کی وہ شاخ جو توانائی، حرارت اور کام سے متعلق بحث کرتی ہے، حرحرکیات کہلاتی ہے۔ کیمیائی حرحرکیات کے مطالعہ کا اہم مقصد یہ جاننا ہے۔(i) ایک ہئیت سے دوسری ہئیت میں توانائی کا تبادلہ (ii) توانائیوں کی مختلف ہئیتوں کا استعمال

نظام (System)

حرحرکیات کو فرض کرتے وقت نظام، کائنات کا ایک حصہ ہوتا ہے۔ یہ کائنات سے حقیقی یا فرضی حدود سے جدا کیا گیا ہے۔حرحرکیات کے نظاموں کی تین قسمیں ہیں۔ وہ یہ ہیں۔ (i) جداگانہ نظام (ii) بندنظام اور (iii) کھلا نظام

ماحول (Surrounding)

کائنات کی وہ تمام چیزیں جو اس نظام کا حصہ نہیں ہیں، ماحول کہلاتی ہیں

حدود (boundary) : کوئی بھی شئے جو نظام کو اس کے ماحول سے جدا کرتے ہیں، حدود کہلاتے ہیں۔

حرحرارتی خواص (Thermodynamic properties)

وہ افعال جو ایک نظام میں تبدیلی لاتے ہیں، حرحرارتی افعال کہلاتے ہیں۔ **تنگ خواص (Intensive properties)**

ایک نظام کے بعض خواص اس کے مادّہ کی کمیت یا جسامت پر منحصر ہوں تو اس نظام کو تنگ خواص کہتے ہیں۔

مثالیں : حجم، مولوں کی تعداد، کمیت ، اندرونی توانائی وغیرہ۔

وسیع خواص (Extensive properties):ایک نظام کے بعض خواص اس کے مادّہ کی کمیت یا جسامت پر غیر منحصر ہوں تو اس نظام کو وسیع خواص کہتے ہیں۔ مثالیں : انعطاف نما، سطحی تناؤ، کثافت، تپش، نقطۂ جوش، نقطۂ انجماد، مولار حجم وغیرہ۔

حربند فعل (Adiabatic process)

وہ فعل جس میں نظام سے ماحول میں حرارت کا تبادلہ (q) نہیں ہوتا، حربند فعل کہلاتا ہے۔ حربند فعل کے لئے $q = 0$ ہے۔

ہم حرارتی فعل (Isothermal process):اس فعل کے ابتدا سے حتمی حالت تک اس نظام کی تپش مستقل رہتی ہے۔

ایک ہم حرارتی فعل کے لئے $dT = 0$ ہے۔

ہم دباؤ کا فعل (Isobaric process)

اس فعل کے ابتدا سے حتمی حالت تک اس نظام کا دباؤ مستقل رہتا ہے۔

ایک ہم دباؤ فعل کے لئے $dP = 0$ ہے۔

ہم حجمی فعل (Isochoric process) :اس فعل کے ابتدا سے حتمی حالت تک اس نظام کا حجم مستقل رہتا ہے۔

ایک ہم حجمی فعل کے لئے $dV = 0$ ہے۔

دَوری فعل (cyclic process)

جب ایک نظام، تبدیلیوں کے کئی واقعات سے گزر کر دوبارہ اپنی اصلی حالت میں آتا ہے تو اسے دَوری فعل کہتے ہیں۔

اندرونی توانائی (U) : اندرونی توانائی ایک نظام کی ایک مخصوص خاصیت ہے، جس کو علامت U سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ایک نظام کی اندرونی نظام، اس میں موجود تمام اجزاء میں موجود جملہ توانائیاں ہیں، جیسے جوہر، رواں اور سالمے وغیرہ۔ ایک نظام کے سالموں میں موجود جملہ توانائی، ان کے خطی حرکت کی توانائی (translational energy) (U_t)، اہتزازی حرکت کی توانائی (vibrational energy) (U_v)، گردشی حرکت کی توانائی (rotational energy) (U_r)، بندشی توانائی (bond energy) (U_b)، الکٹرانی توانائی (Electronic energy) (U_e) اور سالموں کے درمیان باہمی تعامل کی وجہ سے توانائی (U_i)۔

حرارت (q) : نظام اور اس کے ماحول کو جدا کرنے والی حد کے درمیان کی توانائی کو حرارت (q) کہا جاتا ہے۔حرارت ایک طریقہ کار کا تفاعل (path function) ہے۔

حرارت کی SI اکائی جول (J) ہے۔

کام (w) (Work) : قوت (F) (Force) کو ہٹاؤ (x) (displacement) کے ساتھ ضرب، کام کہلاتا ہے۔

$-w = F.x$ ۔ کام کی SI اکائی جول (J) ہے۔

اگر نظام کے ذریعہ کام ہوا ہے تو نظام کی توانائی کم ہوتی ہے، لہٰذا روایتی طور پر کام کو منفی مانا جاتا ہے۔ (-w)

اگر نظام پر کام ہوا ہے تو نظام کی توانائی بڑھتی ہے، لہٰذا روایتی طور پر کام کو مثبت مانا جاتا ہے۔ (+w)

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:56 PM

حرحرکیات کے کلیے (Laws of Thermodynamics)

زیروتھ کا کلیہ (Zeroth law) :

یہ کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ اگر دو نظام ایک دوسرے کے ساتھ حرحراتی طور پر تیسرے نظام کے ساتھ جدا کئے گئے ہوں تو وہ اپنے اندر حرحراتی طور پر توازنی حالت میں آجائیں گے۔

پہلا کلیہ (First law) : توانائی نہ تو پیدا کی جاسکتی ہے اور نہ ہی فنا کی جاسکتی ہے، مگر اسے ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ $\Delta U = q + w$

انتھالپی (H)، نظام کی حرحرکی خاصیت ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔ ایک نظام کے دباؤ اور حجم کے حاصل ضرب اور اس کی اندرونی توانائی کا حاصل جمع ہے۔ یعنی :

انتھالپی کی تبدیلی

Hess's Law: مستقل حجم یا مستقل دباؤ پر کسی تعامل کے انتھالپی کی تبدیلی وہی رہتی ہے، آیا کہ وہ ایک مرحلہ میں واقع ہو یا کئی مرحلوں سے گزرے، بشرطیکہ اس تعامل کی ابتدائی اور انتہائی حالتیں یکساں ہوں۔

حرارتی گنجائشیں (Cp and Cv)

ایک اکائی شئے کو مخصوص حالات میں ایک ڈگری تپش کے اضافہ کے لئے درکار حرارت حرارتی گنجائش کہلاتی ہے۔ اس کو دو مختلف حالتوں میں پیمائش کی جاتی ہے۔

(a) مستقل دباؤ پر $Cp = (dH/dT)p$

(b) مستقل حجم پر $Cv = (dU/dT)v$

حرحرکیات کا دوسرا کلیہ

(Second law of thermodynamics)

بعض افعال خود سے واقع ہوتے ہیں اور بعض افعال نہیں۔ اور بعض افعال ایک سمت میں واقع ہوتے ہیں۔ افعال کی ممکن صورت یا قابل عمل صورت (feasibility) کے لئے ہمیں حرحرکیات کے دوسرے کلیہ کی ضرورت پڑتی ہے۔

حرحرکیات کا دوسرا کلیہ ایک اور حالتی تفاعل کا تعارف کراتا ہے، جسے انٹروپی کہتے ہیں۔

انٹروپی ایک نظام کی بے ترتیبی یا بے قاعدگی (randomness) کو ظاہر کرتا ہے۔ مگر حرحرکیات میں انٹروپی کی وضاحت ایک عمل کے نتیجے میں انٹروپی کی تبدیلی سے متعلق کی جاتی ہے۔

اس کی وضاحت $dS = dq_{rev} / T$ کی طرح کی جاتی ہے۔

انٹروپی کے لئے بیان (Entropy statement)

حرحرکیات کے دوسرے کلیہ کی وضاحت انٹروپی کی طرح کی جاتی ہے۔ یعنی، ''ایک جداگانہ نظام (isolated system) کے خودساختہ عمل میں انٹروپی بڑھنے لگتی ہے۔''

ایک غیر رجعی عمل، جیسا کہ ایک گیس کا خودساختہ طور پر پھیلنا۔

کیلون-پلانک کا بیان (Kelvin Plank statement)

یہ ناممکن ہے کہ ایک ایسی مشین بنائی جائے جو ایک گرم ذریعہ سے حرارت جذب کرے اور حرارت کو ایک دوری عمل کے ذریعہ اسے مکمل طور پر کام میں تبدیل کرے اور اس کے ایک جزوی حصہ کو حرارت سے ٹھنڈے جذب کار (sink) کی طرف منتقل کئے بغیر رہے۔

کلاشیس کا بیان (Clausius statement)

یہ ناممکن ہے کہ حرارت کو ایک ٹھنڈے ذخیرہ سے ایک گرم ذخیرہ تک بغیر کسی کام کے منتقل کیا جاسکتا ہے۔

Gibbs کی آزادانہ توانائی

G کا اظہار $G = H - TS$ کی طرح کیا جاتا ہے۔ ایک عمل کے آزاد توانائی کی تبدیلی کا تعلق $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ سے کیا جاتا ہے۔

معیاری آزاد توانائی کی تبدیلی اور توازنی مستقلوں کا تعلق اس طرح دیا جاتا ہے۔

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$

تیسرا کلیہ (Third law)

مطلق صفر پر ایک منظم قلمی شئے کی انٹروپی صفر ہوتی ہے۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:57 PM

EVALUATION محاسبہ

I۔ بہترین جواب کا انتخاب کیجئے۔

1۔ مستقل دباؤ پر ماحول (surrounding) کے ذریعہ جذب کی گئی حرارت کی مقدار، کا اظہار اس سے کیا جاتا ہے۔

a) ΔE b) ΔH c) ΔS d) ΔG

2۔ تمام قدرتی طور پر ہونے والے افعال ایک سمت میں خود ساختہ طور پر واقع ہوتے ہیں، جس سے

a) انٹروپی میں کمی b) انتھالپی میں اضافہ

c) آزاد توانائی میں اضافہ d) آزاد توانائی میں کمی

3۔ ایک حربند عمل میں، درج ذیل میں سے کونسا درست ہے؟

a) $q = w$ b) $q = 0$ c) $\Delta E = q$ d) $P \Delta V = 0$

4۔ ایک رجعی تعامل میں، کائنات میں انٹروپی کی تبدیلی یہ ہے۔

a) > 0 b) ≥ 0 c) < 0 d) $= 0$

5۔ ایک مثالی گیس کے حربند پھیلاؤ میں،

a) $w = -\Delta u$ b) $w = \Delta u + \Delta H$ c) $\Delta u = 0$ d) $w = 0$

6۔ نیچے دی گئی مقداروں میں تنگ خواص (intensive property) یہ ہیں۔

a) کمیت b) حجم c) انتھالپی d) $\frac{\text{کمیت}}{\text{حجم}}$

7۔ 300 K پر ایک مثالی گیس $1\times10^{-3}\ m^3$ سے $1\times10^{-2}\ m^3$ کے حجم تک پھیلتی ہے، اس کا مستقل دباؤ $1\times10^{5}\ Nm^{-2}$ ہے۔ کیا جانے والا کام یہ ہے۔

a) – 900 J b) 900 kJ c) 270 kJ d) – 900 kJ

8۔ احتراق کی حرارت (Heat of combustion) ہمیشہ یہ ہوتی ہے۔

a) مثبت b) منفی c) صفر d) مثبت یا منفی

9۔ CO اور CO_2 کے تشکیل کی حرارت بالترتیب –26.4 kCal اور –94 kCal ہے۔ کاربن مونا کسائڈ کے احتراق کی حرارت (Heat of combustion) یہ ہوگی۔

a) + 26.4 kcal b) – 67.6 kcal c) – 120.6 kcal d) + 52.8 kcal

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:57 PM

10۔ $C\ (diamond) \rightarrow C\ (graphite)$ ، ΔH منفی ہے۔ اس سے یہ معلوم ہوتا ہے۔

a) ہیرا کی بہ نسبت گرافائٹ بہت ہی قیام پذیر ہے۔

b) ہیرے کی بہ نسبت گرافائٹ زیادہ توانائی رکھتا ہے۔

c) دونوں مساوی طور پر قیام پذیر ہیں۔

d) قیام پذیری کی پیشین گوئی نہیں کی جاسکتی۔

11 ۔ Al_2O_3 اور Cr_2O_3 کے تشکیل کی انتھالپیاں (enthalpy of formation) بالترتیب **1596 kJ**– اور **1134 kJ**– ہیں۔
تعامل $2Al + Cr_2O_3 \rightarrow 2Cr + Al_2O_3$ کے لئے ΔH یہ ہے۔

a) – 1365 kJ b) 2730 kJ c) – 2730 kJ d) – 462 kJ

12۔ درج ذیل میں سے کونسا حرحرارتی تفاعل (thermodynamic function) نہیں ہے۔

a) اندرونی توانائی b) انتھالپی c) انٹروپی d) رگڑ کی توانائی

13۔ اگر ایک مول امونیا اور ایک مول ہائڈروجن کلورائڈ کو ایک بند برتن میں رکھ کر امونیم کلورائڈ تشکیل پاتی ہے تو

a) $\Delta H > \Delta U$ b) $\Delta H - \Delta U = 0$ c) $\Delta H + \Delta U = 0$ d) $\Delta H < \Delta U$

14۔ جب نظام پر **4 kJ** کا کام کیا جاتا ہے اور نظام سے **1 kJ** خارج ہوتی ہے تو، اندرونی توانائی میں تبدیلی یہ ہوگی۔

a) +1 kJ b) – 5 kJ c) +3 kJ d) – 3 kJ

15۔ جب **55.85** گرام لوہا (مولار کمیت **55.85 g mol–1**) ، ایک کھلے بیکر میں **25°C** پر ہائڈروکلورک ترشہ کے ساتھ تعامل پاتا ہے تو خارج شدہ گیس سے کیا گیا کام

a) – 2.48 kJ b) – 2.22 kJ c) + 2.22 kJ d) + 2.48 kJ

16 ۔ مستقل تپش پر، ایک مثالی یک جوہری گیس کے دو مول کو **125°C** سے **25°C** تک ٹھنڈا کرنے کے لئے ΔH کی قیمت یہ ہوگی۔
$\left[\text{دیا گیا ہے} \quad \pi_P = \frac{5}{2} R \right]$

a) – 250 R b) – 500 R c) 500 R d) + 250 R

17۔ دیا گیا ہے۔ $C(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)\ \Delta H^0 = -a\ kJ;\ 2\ CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)\ \Delta H^0 = -b\ kJ$
تعامل $C(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$ کے لئے DH° محسوب کیجئے۔

a) $\frac{b+2a}{2}$ b) $2a-b$ c) $\frac{2a-b}{2}$ d) $\frac{b-2a}{2}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:57 PM

18۔ جب 15.68 لیٹر میتھین اور پروپین گیسوں کے آمیزے کو مکمل طور پر 0°C اور ایک فضائی دباؤ پر احتراق پاتا ہے تو، اسی تپش اور دباؤ پر 32 لیٹر آکسیجن استعمال ہوتی ہے۔ اس احتراق سے خارج ہونے والی حرارت kJ میں یہ ہے۔

($\Delta H_C (CH_4) = -890$ kJ mol^{-1} and $\Delta H_C (C_3H_8) = -2220$ kJ mol^{-1})

a) – 889 kJ b) – 1390 kJ c) – 3180 kJ d) – 632.68 kJ

19۔ میتھین اور ایتھین کی بندشی جدا ہونے کی توانائی (bond dissociation energy) بالترتیب 360 kJ mol^{-1} اور 620 kJ mol^{-1} ہے۔ C – C بندش کی بندشی جدا ہونے کی توانائی یہ ہوگی۔

a) 170 kJ mol^{-1} b) 50 kJ mol^{-1} c) 80 kJ mol^{-1} d) 220 kJ mol^{-1}

20۔ تمام تپش پر خود ساختہ تعامل کے لئے درست حرحرارتی شرط یہ ہوگی۔ (NEET Phase - I)

a) $\Delta H < 0$ and $\Delta S > 0$

b) $\Delta H < 0$ and $\Delta S < 0$

c) $\Delta H > 0$ and $\Delta S = 0$

d) $\Delta H > 0$ and $\Delta S > 0$

21۔ ایک ..... میں نظام کی تپش کم ہوتی ہے۔

a) ہم حرارتی پھیلاؤ (Isothermal expansion) b) ہم حرارتی داب (Isothermal compression)

c) حربند پھیلاؤ (Adiabatic expansion) d) حربند داب (Adiabatic compression)

22۔ ایک مثالی گیس کے ہم حرارتی رجعی داب (isothermal reversible compression) میں ΔS , q اور w کی علامتیں بالترتیب اس طرح ہوں گی۔

a) +, –, – b) –, +, – c) +, –, + d) –, –, +

23۔ ایک مائع کی مولار تبخیر کی حرارت 4.8 kJ mol^{-1} ہے۔ اگر انٹروپی کی تبدیلی 16 J mol^{-1} K^{-1} ہوگی تو مائع کا نقطۂ جوش یہ ہوگا۔

a) 323 K b) 27^0 C c) 164 K d) 0.3 K

24۔ اس تعامل کے لئے ΔS کی اعلیٰ توقع ہے۔

a) $Ca(S) + ½\ O_2(g) \rightarrow CaO(S)$

b) $C(S) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

c) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

d) $CaCO_3(S) \rightarrow CaO(S) + CO_2(g)$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:58 PM

25۔ ایک تعامل کے ΔH اور ΔS کی قیمتیں بالترتیب $30\ kJ\ mol^{-1}$ اور $100\ JK^{-1}\ mol^{-1}$ ہیں۔ وہ تپش جس کے اوپر تمام تعاملات بے ساختہ (Spontaneous) ہوجاتے ہیں، یہ ہے۔

a) 300 K　　b) 30 K　　c) 100 K　　d) 20^0 C

II۔ درج ذیل سوالوں کے لئے مختصر جواب دیجئے۔

26۔ حرحرکیات کا پہلا کلیہ بیان کیجئے۔ (First law of thermodynamics)

27۔ مستقل حرارتی جمع کے لئے ہسس کے کلیہ (Hess's law of constant heat summation) کی تعریف کیجئے۔

28۔ تنگ خواص (intensive properties) کو دو مثالوں کے ساتھ سمجھایئے۔

29۔ درج ذیل اصطلاحات کی تعریف کیجئے۔

a) ہم حرارتی افعال (Isothermal process)　　b) حربند افعال (adiabatic process)

c) ہم دباؤ افعال (Isobaric process)　　d) ہم حجمی افعال (Isochoric process0

30۔ انٹروپی کی عام تعریف کیا ہے؟ انٹروپی کی علامت کیا ہے؟

31۔ تعامل کے واقع ہونے کی پیشین گوئی کیجئے جب (predict the feasibility of the reaction)

i) ΔH اور ΔS دونوں مثبت ہوں　　ii) ΔH اور ΔS دونوں منفی ہوں

iii) ΔH کم ہوتا ہے، مگر ΔS بڑھتا ہے۔

32۔ گبس کے آزاد توانائی (Gibb's free energy) کی تعریف کیجئے۔

33۔ احتراق کی انتھالپی (Enthalpy of combustion) کی تعریف کیجئے۔

34۔ مولار حرارتی گنجائش (molar heat capacity) کی تعریف کیجئے۔ اس کی اکائی بتایئے۔

35۔ غذا کی کیلوری کی قیمت (calorific value) کی تعریف کیجئے۔ کیلوری کی قیمت کی اکائی بتایئے۔

36۔ تعدیلیت کی انتھالپی (enthalpy of neutralization) کی تعریف کیجئے۔

37۔ جالی کی توانائی (lattice energy) کیا ہے؟

38۔ حالتی افعال (state function) اور طریقہ کار کے افعال (path function) کیا ہیں؟

39۔ حرحرکیات کے دوسرے کلیہ کے کیلون کا بیان لکھئے۔ (Kelvin's statement)

40۔ ایک تعامل کا توازنی مستقلہ 10 ہے۔ ΔG کی علامت کیا ہوگی؟ کیا یہ تعامل بے ساختہ (spontaneous) ہوگا؟

41۔ جب ایک طاقتور ترشہ کو ایک طاقتور اساس کے ساتھ تعدیل کیا جاتا ہے تو اس کے انتھالپی کی تعدیلیت (enthalpy of neutralisation) ہمیشہ مستقل ہوتی ہے۔ اس بیان کے لئے جواز پیش کیجئے۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:58 PM

42۔ حرحرکیات کا تیسرا کلیہ (Third law of thermodynamics) بیان کیجئے۔

43۔ $CaCl_2$ کی تشکیل کے لئے بارن-ہیبر کے دَور (Born-Haber cycle) کی وضاحت کیجئے۔

44۔ درج ذیل کے لئے حالتی تفاعل (state function) اور طریق کار تفاعل (path function) کی شناخت کیجئے۔

a) انتھالپی b) انٹروپی c) حرارت d) تپش e) کام f) آزادتوانائی

45۔ حرحرکیات کے دوسرے کلیے کے مختلف بیانات بتایئے۔

46۔ خودساختہ (بےساختہ) (Spontaneous) تعاملات کیا ہیں؟ ایک عمل کی بےساختگی کے لئے کیا شرائط ہیں؟

47۔ اندرونی توانائی کے خواص بیان کیجئے۔

48۔ بم کلوری میٹر (bomb calorimeter) کا ایک صاف خاکہ چھڑایئے اور بتایئے کہ مستقل حجم پر حرارت کیسے جذب ہوتی ہے؟

49۔ پھیلاؤ اور داب کے عمل کے دوران کام کیسے محسوب کیا جاتا ہے؟

50۔ ایک مثالی گیس کے لئے ΔH اور ΔU کے درمیان تعلق بیان کیجئے۔ مساوات کے ہر ایک اصطلاح (term) کی وضاحت کیجئے۔

51۔ سوڈیم کلورائڈ قلم کی جالی کی توانائی (lattice energy) محسوب کرنے کے لئے بلاراست طریقہ کی وضاحت کیجئے۔

52۔ گبس کی آزادتوانائی (Gibbs free energy) کے خواص بتایئے۔

53۔ جب 2 مول والی ایک مثالی گیس رجعی (reversible) اور ہم حراری (Isothermally) طور پر 52°C اور عام دباؤ پر 500ml سے 2 L حجم تک پھیلتی ہے تو کئے گئے کام کو محسوب کیجئے۔

54۔ ایک مستقل حجم کے کلوری میٹر میں، 3.5 g وزن رکھنے والی ایک گیس جس کا سالمی وزن 28 ہے، اس کو 298 K پر افزود آکسیجن کے ساتھ جلایا جاتا ہے۔ جلنے کے عمل کی وجہ سے کلوری میٹر کی تپش میں اضافہ 298 K سے 298.45 K تک ہوا ہے۔ کلوری میٹر کا مستقلہ 2.5 kJ K^{-1} ہے تو گیس کی احتراقی انتھالپی (enthalpy of combustion) kJ mol^{-1} میں محسوب کیجئے۔

55۔ ایک عمل جس میں 245 J کی حرارت 77°C میں نظام سے باہر خارج ہوکر 33°C والے ماحول (surrounding) میں پہنچتی ہے، تو نظام اور ماحول میں انٹروپی کی تبدیل محسوب کیجئے اور کائنات (universe) کی جملہ انٹروپی کی تبدیلی بھی محسوب کیجئے۔

56۔ ایک مثال گیس کا ایک مول، جس کو 4.1 atm اور کچھ تپش پر برقرار رکھا جاتا ہے، 3710 J توانائی جذب کرکے 2 لیٹر تک پھیلتی ہے۔ پھیلاؤ کے دوران انٹروپی کی تبدیلی کو محسوب کیجئے۔

57۔ ایک مول سوڈیم کلورائڈ کو پگھلانے کے لئے 30.4 kJ توانائی درکار ہے۔ پگھلاؤ کے دوران انٹروپی کی تبدیلی 28.4 JK^{-1} mol^{-1} ہے۔ سوڈیم کلورائڈ کا نقطہ پگھلاؤ محسوب کیجئے۔

58۔ پروپین کی معیاری تشکیل کی حرارت (standard heat of formation)، اگر اس کی احتراقی حرارت (heat of combustion) −2220.2 kJ mol^{-1} ، $CO_{2(g)}$ اور $H_2O_{(l)}$ کی تشکیلی حرارتیں (Heats of formation) بالترتیب −393.5 اور −285.8 kJ mol^{-1} ہوں۔

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:58 PM

59۔ آپ کو عام نقطہ جوش اور معیاری تبخیر کی انتھالپیاں (Standard enthalpies of vapourisation) دیے گئے ہیں۔
درج ذیل کے مائعات کے لئے تبخیر کی انٹروپی (Entropy of vapourisation) محسوب کیجئے۔

S. No	مائع Liquid	Boiling points نقطہ جوش (^{0}C)	ΔH (kJ mol^{-1})
1.	Ethanol	78.4	+ 42.4
2.	Toluene	110.6	+ 35.2

60۔ تعامل کے لئے $Ag_2O(s) \rightarrow 2Ag(s)+\frac{1}{2}O_2(g)$: $\Delta H = 30.56$ kJ mol^{-1} and $\Delta S=6.66JK^{-1}mol^{-1}$(at 1 atm)
وہ تپش محسوب کیجئے، جس میں $\Delta G = 0$ ہو۔ تعامل کی سمت کی پیشین گوئی کیجئے۔ (i) اس تپش پر (ii) اس تپش کے نیچے

61۔ درج ذیل تعامل کے لئے 400 K پر توازنی مستقلہ (K_{eq}) (equilibrium constant) کیا ہوگا؟

$$2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g),$$

دیا گیا ہے ; $\Delta H^0 = 77.2$kJ mol^{-1}

and $\Delta S^0=122JK^{-1}mol^{-1}$.

62۔ ایک بم کلوری میٹر میں Cyanamide (NH_2CN) کو مکمل طور پر جلایا جاتا ہے۔ ΔU ، −742.4 kJ mol^{-1} پایا گیا۔
298K پر تعامل کی انتھالپی کی تبدیلی معلوم کیجئے۔

$$NH_2CN(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow N_2(g) + CO_2(g) + H_2O(l) \quad \Delta H = ?$$

63۔ درج ذیل معطیات کی مدد سے ایتھیلین کے ہائڈروجنانے کی انتھالپی (enthalpy of hydrogention) معلوم کیجئے۔
C–H، C–C ، C=C اور H–H کی بندشی توانائیاں 414، 347، 618 اور 435 kJ mol^{-1} ہیں۔

64۔ درج ذیل معطیات کی مدد سے CaCl2 کے جالی کی توانائی محسوب کیجئے۔

$$Ca(s)+Cl_2(g) \rightarrow CaCl_2(s) \quad \Delta H_f^0 = -795 \text{ kJ mol}^{-1}$$

تصعید	Sublimation	: $Ca(s) \rightarrow Ca(g)$	$\Delta H_1^0 = +121$ kJ mol^{-1}
روانی	Ionisation	: $Ca(g) \rightarrow Ca^{2+}(g) + 2e^-$	$\Delta H_2^0 = +2422$ kJ mol^{-1}
علٰحدگی	Dissociation	: $Cl_2(g) \rightarrow 2Cl(g)$	$\Delta H_3^0 = +242.8$ kJ mol^{-1}
برقی الف	Electron affinity	: $Cl(g) + e^- \rightarrow Cl^-(g)$	$\Delta H_4^0 = -355$ kJ mol^{-1}

65۔ درج ذیل معطیات کی مدد سے تعامل $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$ کے لئے انتھالپی کی تبدیلی محسوب کیجئے۔

$$2Fe + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Fe_2O_3; \Delta H = -741 \text{ kJ}$$

$$C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO; \Delta H = -137 \text{ kJ}$$

$$C + O_2 \rightarrow CO_2; \Delta H = -394.5 \text{ kJ}$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:59 PM

66۔ 175°C پر جب 1 - pentyne (A) کو 4N alcoholic KOH کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے، تو یہ آہستہ سے 1.3% 1-pentyne(A)، 95.2% 2-pentyne(B) اور 3.5 % 1,2 pentadiene(C) کے توازنی آمیزے میں تبدیل ہوجاتا ہے۔ اس توازنی آمیزے کو 175°C پر برقرار رکھا جاتا ہے۔ درج ذیل توازنوں کے لئے DG° محسوب کیجئے۔

$$B \rightleftharpoons A \qquad \Delta G_1^0 = ?$$

$$B \rightleftharpoons C \qquad \Delta G_2^0 = ?$$

67۔ 33 K پر N_2O_4 ، پانچ فی صد علحدہ (dissociate) ہوجاتا ہے۔ اس تپش پر اور ایک فضائی دباؤ پر معیاری آزاد توانائی کی تبدیلی (Standard free energy change) کو محسوب کیجئے۔

68۔ SO_2 اور SO_3 کی معیاری تشکیل کی انتھالپیاں بالترتیب $-297\ kJ\ mol^{-1}$ اور $-396\ kJ\ mol^{-1}$ ہیں۔ تعامل $SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow SO_3$ کے لئے تعامل کی معیاری انتھالپی (standard enthalpy of reaction) محسوب کیجئے۔

69۔ 298 K پر تعامل $2A + B \rightarrow C$ کے لئے

$\Delta H = 400\ KJ\ mol^{-1}$ ؛ $DS = 0.2\ KJK^{-1}\ mol^{-1}$، وہ تپش بتایئے، جس میں تعامل خودساختہ (بے ساختہ) (spontaneous) ہوجاتا ہے۔

70۔ 298K پر درج ذیل تعامل کے لئے توازنی مستقلہ (equilibrium constant) کی قیمت معلوم کیجئے۔

$2\ NH_3(g) + CO_2\ (g) \rightleftharpoons NH_2CONH_2\ (aq) + H_2O\ (l)$

$\Delta G°$ دیئے گئے تپش پر معیاری گبس توانائی کی تبدیلی (standard Gibbs energy change) $-13.6\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔

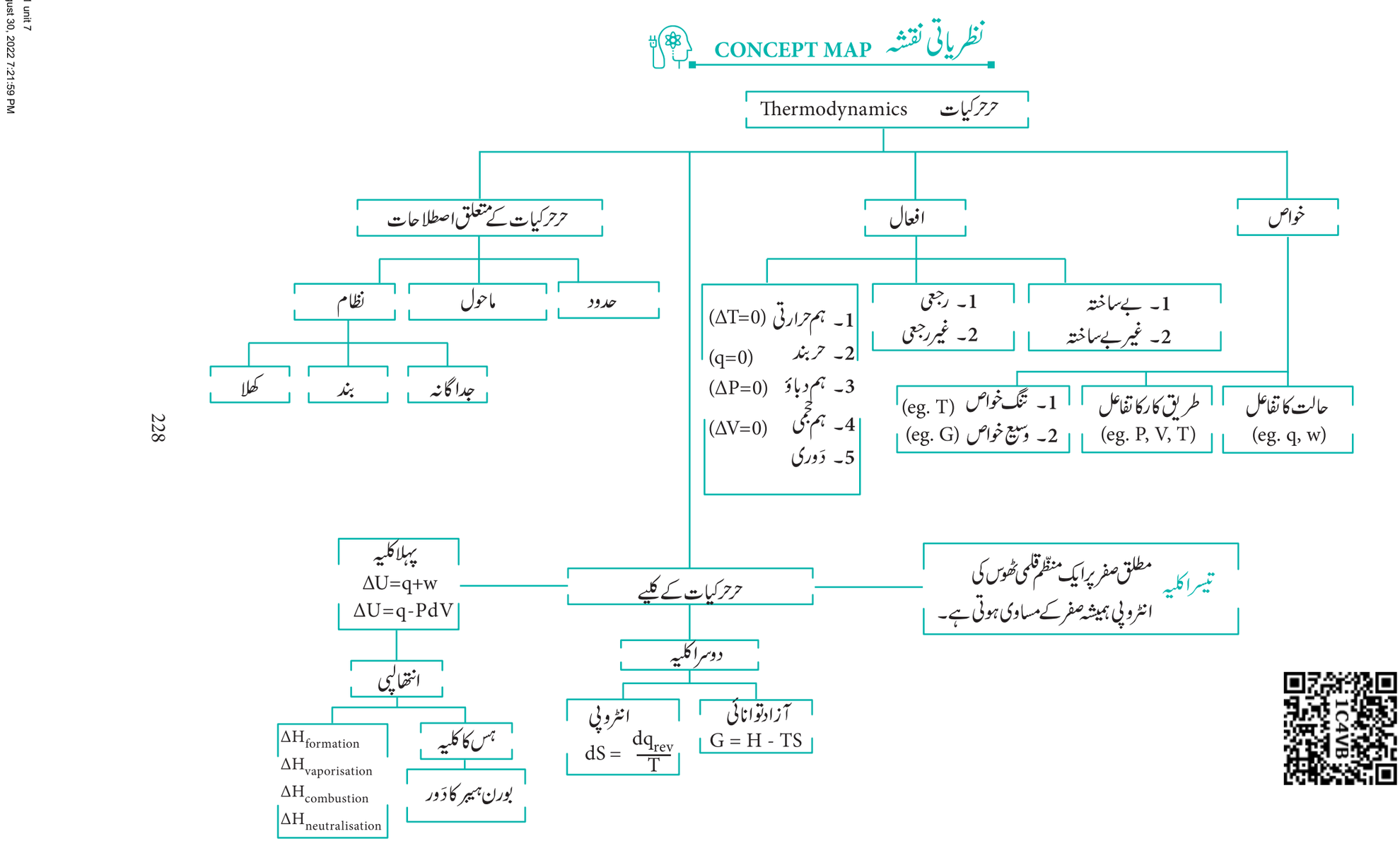
71۔ 3.67 لیٹر کا ایتھیلین اور میتھین کا آمیزہ 25°C اور 1 atm دباؤ پر 6.11 لیٹر کاربن ڈائی آکسائڈ پیدا کرتا ہے۔ اس احتراق کے دوران حرارت کی مقدار kJ میں معلوم کیجئے۔

$(\Delta H_C(CH_4) = -890\ kJ\ mol^{-1}$ and $(\Delta H_C(C_2H_4) = -1423\ kJ\ mol^{-1}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:59 PM

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:59 PM

CONCEPT MAP نظریاتی نقشہ



Appendix ضمیمہ

شمار عدد	مضامین	صفحہ نمبر
1۔	بنیادی مستقلے	230
2۔	استعمال ہونے والے عام SI سابقے	230
3۔	اکائیوں کی اندرونی-تبادلے	231
4۔	منتخب گیسوں کے فاصل مستقلے	231
5۔	منتخب گیسوں کے وان ڈر والس مستقلے	232
6۔	منتخب مرکبات کے مولار حرارتی گنجائشیں	233
7۔	احتراق کی معیاری حرارت	233
8۔	منتخب مرکبات کے حرحرکیاتی معطیہ	234
9۔	قلوی دھاتی ہیلائڈ کے جالی کی انتھالپیاں	235
10۔	یک جوہری، دوجوہری اور سہ جوہری گیسوں کے Cp اور Cv کی قیمتیں	235
	اہم جوابات	
11۔	اکائی - 1 کیمیا کے اہم نظریات اور کیمیائی حسابات	236
12۔	اکائی - 2 جوہر کا کوانٹم میکانیکی نظریہ	252
13۔	اکائی - 3 عناصر کی دَوری جماعت بندی	260
14۔	اکائی - 4 ہائڈروجن	263
15۔	اکائی - 5 قلوی اور قلوی خاکی دھاتیں	265
16۔	اکائی - 6 گیسی حالتیں	268
17۔	اکائی - 7 حرحرکیات	275
18۔	اکائی - 8 حوالہ جات کی فہرست	289
19۔	لغت اصطلاحات	290

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:59 PM

Fundamental constants بنیادی مستقلے

Avogadro number اووگیڈرو عدد	N	6.022×10^{23}
Atomic mass unit (or) Unified atomic mass جوہری کیمیتی اکائی یا اکٹھا کیا گیا جوہری کمیت	amu (or) u	1.660×10^{-27} kg
Speed of light روشنی کی رفتار	c	2.997×10^{8} m s^{-1}
Elementary charge (or) Charge of an electron بنیادی بار یا الکٹران کی برقی بار	e	1.602×10^{-19} C
Planck's constant پلانک کا مستقلہ	h	6.626×10^{-34} Js
Mass of electron الکٹران کی کمیت	m_e	9.109×10^{-31} kg
Mass of proton پروٹان کی کمیت	m_p	1.672×10^{-27} kg
Mass of neutron نیوٹران کی کمیت	m_n	1.674×10^{-27} kg
Bohr's radius بوہر کا نصف قطر	a_0	0.529 Å
Rydberg constant ریڈبرگ کا مستقلہ	R_∞	1.097×10^{5} cm^{-1}
Universal gas constant ہمہ گیر گیس کا مستقلہ	R	8.314 J K^{-1} mol^{-1} 0.082 L atm K^{-1} mol^{-1} 1.987 cal K^{-1} mol^{-1} 62.36 L mmHg K^{-1} mol^{-1} 83.14 L mbar K^{-1} mol^{-1}

Commonly used SI Prefixes استعمال ہونے والے عام SI سابقے

femto	pico	nano	micro	milli	centi	deci	kilo	mega	giga
f	p	n	μ	m	c	d	k	M	G
10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^{3}	10^{6}	10^{9}

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:21:59 PM

Inter - Conversion of Units

اکائیوں کی اندرونی-تبادلے

1 Å	=	10^{-10} m		
1 atm	=	101.325 kPa	=	1.01325 x 10^{5} N m^{-2}
1 atm	=	1.01325 x 10^{5} J m^{-3}	=	760 Torr (mmHg)
1 eV	=	1.60219 x 10^{-19} J		
1 N	=	1 J m^{-1}	=	10^{5} dyne
1 J	=	10^{7} erg	=	1 Kg m^{2} s^{-2}
1 cal	=	4.184 J		

Critical constants of selected gases

منتخب گیسوں کے فاصل مستقلے

گیس	فاصل دباؤ	فاصل حجم	فاصل تپش
Gas	Critical Pressure, P_c (atm)	Critical Volume, V_c (cm^3 mol^{-1})	Critical Temperature, T_c (K)
He	2.26	57.76	5.21
Ne	26.86	41.74	44.44
Ar	48.00	75.25	150.72
Kr	54.27	92.24	209.39
Xe	58.0	118.8	289.75
H_2	12.8	64.99	33.23
N_2	33.54	90.10	126.3
O_2	50.14	78.0	154.8
Cl_2	76.1	124	417.2
Br_2	102	135	584
HCl	81.5	81.0	324.7
CO_2	72.85	94.0	304.2
H_2O	218.3	55.3	647.4
NH_3	111.3	72.5	405.5
CH_4	45.6	98.7	190.6
C_2H_4	50.50	124	283.1
C_2H_6	48.20	148	305.4
C_6H_6	48.6	260	562.7

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:00 PM

Van der waals constants for select gases

منتخب گیسوں کے وان ڈر والس مستقلے

Name	a (L^2 bar mol^{-2})	b (L mol^{-1})
Ammonia	4.225	0.0371
Benzene	18.24	0.1154
Carbon dioxide	3.64	0.04267
Carbon monoxide	1.505	0.03985
Chlorine	6.579	0.05622
Helium	0.0346	0.0238
Hexane	24.71	0.1735
Hydrogen	0.2476	0.02661
Hydrogen bromide	4.51	0.04431
Hydrogen chloride	3.716	0.04081
Hydrogen sulfide	4.49	0.04287
Mercury	8.2	0.01696
Methane	2.283	0.04278
Nitric oxide	1.358	0.02789
Nitrogen	1.37	0.0387
Nitrogen dioxide	5.354	0.04424
Nitrous oxide	3.832	0.04415
Oxygen	1.382	0.03186
Sulfur dioxide	6.803	0.05636
Water	5.536	0.03049

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:00 PM

Molar heat capacities of select compounds: منتخب مرکبات کے مولار حرارتی گنجائشیں

	$C_{v,m}$ (J K^{-1} mol^{-1})	$C_{p,m}$ (J K^{-1} mol^{-1})
جامد گیسیں **Gases** گیسیں		
Inert gases	12.48	20.79
H_2	20.44	28.82
N_2	20.74	29.12
O_2	20.95	29.36
CO_2	28.46	37.11
Liquids مائعات		
H_2O	-	75.29
CH_3OH	-	81.6
C_2H_5OH	-	111.5
C_6H_6	-	136.1
Solids ٹھوس		
C (diamond)	-	6.11
Cu	-	244.4
Fe	-	25.1
SiO_2	-	44.4

Standard heat of combustion (ΔH_f^0 , kJ mol^{-1}) احتراقی کی معیاری حرارت

Methane(g)	=	- 890	Ethanol(l)	=	- 1368
Ethane(g)	=	- 1560	Acetic acid (l)	=	- 875
Propane(g)	=	- 2220	Benzoic acid (s)	=	- 3227
Butane(g)	=	- 2878	Glucose (s)	=	- 2808
Benzene(l)	=	- 3268	Sucrose (s)	=	- 5645
Methanol(l)	=	- 726			

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:00 PM

Thermodynamic data for select compounds منتخب مرکبات کے حرحرکیاتی معطیہ

	ΔH_f^0 (kJ mol^{-1})	ΔG_f^0 (kJ mol^{-1})	S^0 (J K^{-1} mol^{-1})
C (s , graphite)	0	0	5.740
H_2(g)	0	0	130.684
N_2(g)	0	0	191.61
O_2(g)	0	0	205.138
Cl_2(g)	0	0	223.07
Ag(s)	0	0	42.55
Cu(s)	0	0	33.150
Au(s)	0	0	47.40
Fe(s)	0	0	27.28
Zinc(s)	0	0	41.63
C(s, diamond)	1.895	2.900	2.377
CO(g)	-110.53	-137.17	197.67
CO_2(g)	-393.51	-394.36	213.74
HCl(g)	-92.31	-95.30	186.91
H_2O(l)	-285.83	-237.13	69.91
H_2O(g)	-241.82	-228.57	188.83
NH_3(g)	-46.11	-16.45	192.45
Methane(g)	-74.81	-50.72	186.26
Ethane(g)	-84.68	-32.82	229.60
Propane(g)	-103.85	-23.49	269.91
Butane(g)	-126.15	-17.03	310.23
Benzene(l)	49.0	124.3	173.3
Methanol(l)	-238.66	-166.27	126.8
Ethanol(l)	-277.69	-174.78	160.7

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:00 PM

قلوی دھاتی ہیلائڈ کے جالی کی انتھالپیاں

Lattice Enthalpies of alkali metal halides ($-\Delta H^0$ Lattice, kJ mol $^{-1}$)

	F	Cl	Br	I
Li	1022	846	800	744
Na	902	771	733	684
K	801	701	670	629
Rb	767	675	647	609
Cs	716	645	619	585

یک جوہری، دوجوہری اور سہ جوہری گیسوں کے Cp اور Cv کی قیمتیں

C_P and C_V for Mono, di and tri atomic gases

	C_V Value	C_P Value ($C_P = R+C_V$)
یک جوہری گیس Monatomic gas	$\frac{3}{2}R$	$\frac{5}{2}R$
دوجوہری گیس Diatomic gas	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$
سہ جوہری گیس Triatomic	$\frac{6}{2}R$	$\frac{8}{2}R$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:00 PM

Unit - 1
Basic Concepts of Chemistry and Chemical Calculations

اکائی - 1 کیمیا کے اہم نظریات اور کیمیائی حسابات

Evaluate yourself :

1. (i) **Element** - Copper wire, Silver plate

(ii) **Compound** - Sugar, distilled water, carbon dioxide, Table salt, Naphthalene balls

(iii) **Mixture** - Sea water

2. (i) C_2H_5OH : (2 x 12) + (5 x 1) + (1 x 16) + (1 x 1) = **46 g**

(ii) $KMnO_4$: (1 x 39) + (1 x 55) + (4 x 16) = **158 g**

(iii) $K_2Cr_2O_7$: (2 x 39) + (2 x 52) + (7 x 16) = **294 g**

(iv) $C_{12}H_{22}O_{11}$: (12 x 12) + (22 x 1) + (11 x 16) = **342 g**

3. (a) Molar mass of ethane, C_2H_6 = (2 x 12)+ (6 x 1) = 30 g mol^{-1}

n = mass / molar mass = 9 g / 30 g mol^{-1} = **0.3 mole**

(b) At 273 K and 1 atm pressure 1 mole of a gas occupies a volume of 22.4 L

Therefore,

number of moles of oxygen, that occupies a volume of 224 ml at 273 K and 3 atm pressure

$$= \frac{1\,\text{mole}}{273\,\text{K} \times 1\,\text{atm} \times 22.4\,\text{L}} \times 0.224\,\text{L} \times 273\,\text{K} \times 3\,\text{atm}$$

$$= 0.03\,\text{mole}$$

1 mole of oxygen contains 6.022 x 10^{23} molecules

0.03 mole of oxygen contains = 6.022 x 10^{23} x 0.03

= **1.807 x 10^{22} molecules of oxygen**

4. (a) Mass of the metal = 0.456 g

Mass of the metal chloride = 0.606 g

0.456 g of the metal combines with 0.15 g of chlorine.

Mass of the metal that combines with 35.5 g of chlorine is $\frac{0.456}{0.15} \times 35.5$

= 107.92 g eq^{-1}.

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:00 PM

(b) Equivalent mass of a oxidising agent $= \dfrac{\text{molar mass}}{\text{number of moles of electrons gained by one mole of the reducing agent}}$

$= \dfrac{294.2\ \text{g mol}^{-1}}{6\ \text{eq mol}^{-1}}$

$= \mathbf{49.0\ g\ eq^{-1}}$

5.

Element	**Percentage Composition**	**Atomic mass**	**Relative no. of atoms = $\frac{\text{Percentage}}{\text{Atomic mass}}$**	**Simple ratio**
C	54.55 %	12	54.55/12 = 4.55	4.55 / 2.27 = 2
H	9.09 %	1	9.09 / 1 = 9.09	9.09 / 2.27 = 4
O	36.36 %	16	36.36/16 = 2.27	2.27/2.27 = 1
Empirical formula (C_2H_4O)				

6.

Element	**Percentage Composition**	**Relative no. of atoms = $\frac{\text{Percentage}}{\text{Atomic mass}}$**	**Atomic mass= $\frac{\text{Percentage}}{\text{Relative no. of atoms}}$**	**Simple ratio**
X	32 %	2	16	4
Y	24 %	1	24	2
Z	44 %	0.5	88	1
Empirical formula ($X_4\ Y_2\ Z$)				

Calculated empirical formula mass $= (16\times4)+(24\times2)+88$

$= 64+48+88=200$

$n = \dfrac{\text{molar mass}}{\text{calculated empirical formula mass}}$

$\therefore n = \dfrac{400}{200}$

$= 2$

$\therefore$ **Molecular formula $(X_4Y_2Z)_2$** $= \mathbf{X_8Y_4Z_2}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:00 PM

7.

Content	Reactant		Products	
	x	y	*l*	m
Stoichiometric coefficient	2	3	4	1
No. of moles allowed to react	8	15	–	–
No. of moles of reactant reacted and product formed	8	12	16	4
No. of moles of un-reacted reactants and the product formed	–	3	16	4

Limiting reagent **: x**

Product formed **: 16 moles of *l* & 4 moles of m**

Amount of excess reactant **: 3 moles of y**

8.

$$\overset{+3}{As_2}\ \overset{-2}{S_3} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow H_3\overset{+5}{As}O_4 + H_2\overset{+6}{S}O_4 + \overset{+2}{N}O$$

$2\times2e^-$ $3\times8e^-$ $3e^-$

$4e^- + 24e^-$

$28e^-$

Equate the total no. of electrons in the reactant side by cross multiplying,

$\Rightarrow$ $3\ As_2S_3 + 28\ HNO_3 \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + NO$

Based on reactant side, balance the products

$\Rightarrow$ $3\ As_2S_3 + 28\ HNO_3 \rightarrow 6\ H_3AsO_4 + 9\ H_2SO_4 + 28\ NO$

Product side :36 hydrogen atoms & 88 oxygen atoms

Reactant side :28 hydrogen atoms & 84 oxygen atoms

Difference is 8 hydrogen atoms & 4 oxygen atoms

$\therefore$ Add 4 H_2O molecule on the reactant side.

Balanced equation is,

$3\ As_2S_3 + 28\ HNO_3 + 4\ H_2O \rightarrow 6\ H_3AsO_4 + 9\ H_2SO_4 + 28\ NO$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:01 PM

محاسبہ EVALUATION

I Choose the best answer

1. (a) 40 ml of CO_2 gas
2. (d) 200 u
3. (c) assertion is true but reason is false
4. (b) oxygen
5. (a) 102 g
6. (c) 6.022×10^{20}
7. (c) 16 %
8. (c) 0.075
9. (d) 1 mole of HCl
10. (c) $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2\ HCl$
11. (b) $P_4 + 3\ NaOH + 3\ H_2O \rightarrow PH_3 + 3\ NaH_2PO_2$
12. (b) 52.7
13. (d) 6.022×10^{24} molecules of water
14. (a) NO
15. (a) 6.022×10^{23}
16. (c) $S_2O_4^{2-} < SO_3^{2-} < S_2O_6^{2-} < SO_4^{2-}$
17. (c) molar mass of ferrous oxalate / 3
18. (d) the mass of one mole of carbon
19. (c) the ratio between the number of molecules in A to number of molecules in B is 2:1
20. (a) 3.59 g
21. (b) 44 g mol^{-1}
22. (c) both (a) & (b)
23. (a) propene
24. (a) relative atomic mass is 12 u
25. (a) $_6C^{12}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:01 PM

Key to the multiple choice questions

1. $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$

Content	CH_4	O_2	CO_2
Stoichiometric coefficient	1	2	1
Volume of reactants allowed to react	40 mL	80 mL	
Volume of reactant reacted and product formed	40 mL	80 mL	40 mL
Volume of gas after cooling to the room temperature	-	-	-

Since the product was cooled to room temperature, water exists mostly as liquid. Hence, option (a) is correct

2.

$$\frac{(200\times 90)+(199\times 8)+(202\times 2)}{100} = 199.96$$

200 u

3. Correct reason: Total number of entities present in one mole of any substance is equal to 6.022×10^{23}.

4. Reaction 1 : $2C + O_2 \rightarrow 2CO$

2×12 g carbon combines with 32 g of oxygen. Hence,

Equivalent mass of carbon $= \frac{2\times 12}{32} \times 8 = 6$

Reaction 2 : $C + O_2 \rightarrow CO_2$

12 g carbon combines with 32 g of oxygen. Hence,

Equivalent mass of carbon $= \frac{12}{32} \times 8 = 3$

5. Let the trivalent metal be M^{3+}

Equivalent mass = mass of the metal / valance factor

$9\ g\ eq^{-1}$ = mass of the metal / 3 eq

Mass of the metal = 27 g

Oxide formed M_2O_3;

Mass of the oxide = (2 x 27) + (3 x 16)

= **102 g**

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:01 PM

6. Weight of the water drop = 0.018 g

No. of moles of water in the drop = Mass of water / molar mass

= 0.018 / 18 = 10^{-3} mole

No of water molecules present in 1 mole of water = 6.022×10^{23}

No. water molecules in one drop of water (10^{-3} mole) = $6.022 \times 10^{23} \times 10^{-3}$

= **6.022×10^{20}**

7. $MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2 \uparrow$

$MgCO_3$: (1 x 24) + (1 x 12) + (3 x 16) = 84 g

CO_2 : (1 x 12) + (2 x 16) = 44 g

100 % pure 84 g $MgCO_3$ on heating gives 44 g CO_2

Given that 1 g of $MgCO_3$ on heating gives 0.44 g CO_2

Therefore, 84 g $MgCO_3$ sample on heating gives 36.96 g CO_2

$$\text{Percentage of purity of the sample} = \frac{100\ \%}{44\ \text{g}\ CO_2} \times 36.96\ \text{g}\ CO_2$$
$$= 84\ \%$$

Percentage of impurity = **16 %**

8. $NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow \underbrace{CH_3COONa + H_2O}\ + CO_2 \uparrow$

6.3 g + 30 g $\rightarrow$ 33 g + x

The amount of CO_2 released, x = 3.3 g

No. of moles of CO_2 released = 3.3 / 44 = 0.075 mol

9 $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2\ HCl\ (g)$

Content	**H_2(g)**	**Cl_2(g)**	**HCl (g)**
Stoichiometric coefficient	1	1	2
No. of moles of reactants allowed to react at 273 K and 1 atm pressure	22.4 L (1 mol)	11.2 L (0.5 mol)	-
No. of moles of reactant reacted and product formed	0.5	0.5	1
Amount of HCl formed = 1 mol			

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:01 PM

10. $\overset{+2}{Ba}\overset{-1}{Cl_2} + \overset{+1}{H_2}\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4} \rightarrow \overset{+2}{Ba}\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4} + 2\ \overset{+1}{H}\overset{-1}{Cl}$

11. $\overset{0}{P_4} + 3\ NaOH + 3\ H_2O \rightarrow \overset{-3}{P}H_3 + 3\ NaH_2\overset{+1}{P}O_2$

12. The reduction reaction of the oxidising agent(MnO_4^-) involves gain of 3 electrons. Hence the equivalent mass = (Molar mass of $KMnO_4$)/3 = 158.1/3 = 52.7

13. No. of moles of water present in 180 g

= Mass of water / Molar mass of water

= 180 g / 18 g mol $^{-1}$ = 10 moles

One mole of water contains

= 6.022 x 10 ^{23} water molecules

10 mole of water contains = 6.022 x 10 ^{23} x 10 = 6.022 x 10 ^{24} water molecules

14. 7.5 g of gas occupies a volume of 5.6 liters at 273 K and 1 atm pressure Therefore, the mass of gas that occupies a volume of 22.4 liters

$$= \frac{7.5\,g}{5.6\,L} \times 22.4\,L = 30\,g$$

Molar mass of NO (14+16) = 30 g

15. No. of electrons present in one ammonia (NH_3) molecule (7 + 3) = 10

$$\text{No. of moles of ammonia} = \frac{\text{Mass}}{\text{Molar mass}}$$

$$= \frac{1.7\,g}{17\,gmol^{-1}}$$

$$= 0.1\,mol$$

No. of molecules present in 0.1 mol of ammonia

$$= 0.1 \times 6.022 \times 10^{23} = 6.022 \times 10^{22}$$

No. of electrons present in 0.1 mol of ammonia

$$= 10 \times 6.022 \times 10^{22} = 6.022 \times 10^{23}$$

16. $\overset{+3}{S_2}O_4^{2-} < \overset{+4}{S}O_3^{2-} < \overset{+5}{S_2}O_6^{2-} < \overset{+6}{S}O_4^{2-}$

17. $\overset{2+}{Fe}\ \overset{3+}{C_2}O_4 \xrightarrow{\text{Oxidising agent}} \overset{3+}{Fe} + \overset{+4}{CO_2}$

$n = 1 + 2(1) = 3$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:01 PM

18. The mass of one mole of carbon

19. No, of moles of oxygen = 8 g/32 g

= 0.25 moles of oxygen

No. of moles of sulphur dioxide = 8 g / 64 g

= 0.125 moles of sulphur dioxide

Ratio between the no. of molecules = 0.25: 0.125

= 2:1

20. $AgNO_3 + KCl \rightarrow KNO_3 + AgCl$

50 mL of 8.5 % solution contains 4.25 g of $AgNO_3$

No. of moles of AgNO3 present in 50 mL of 8.5 % $AgNO_3$ solution

= Mass / Molar mass

= 4.25 / 170

= 0.025 moles

Similarly, No of moles of KCl present in 100 mL of 1.865 % KCl solution

= 1.865 / 74.5

= 0.025 moles

So total amount of AgCl formed is 0.025 moles (based on the stoichiometry)

Amount of AgCl present in 0.025 moles of AgCl

= no. of moles x molar mass

= **0.025 x 143.5 = 3.59 g**

21. No. of moles of a gas that occupies a volume of 612.5 mL at room temperature and pressure (25 ^{0} C and 1 atm pressure)

= 612.5×10^{-3} L / 24.5 Lmol $^{-1}$

= 0.025 moles

We know that,

Molar mass = Mass / no. of moles

= **1.1 g /0.025 mol = 44 g mol^{-1}**

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:01 PM

22. No. of moles of carbon present in 6 g of C-12 = Mass / Molar mass

= 6/12 = 0.5 moles = $0.5 \times 6.022 \times 10^{23}$ carbon atoms.

No. of moles in 8 g of methane = 8 / 16 = 0.5 moles

= $0.5 \times 6.022 \times 10^{23}$ carbon atoms.

No. of moles in 7.5 g of ethane = 7.5 / 30 = 0.25 moles

= $2 \times 0.25 \times 6.022 \times 10^{23}$ carbon atoms.

23. Percentage of carbon in ethylene $(C_2H_4) = \frac{\text{mass of carbon}}{\text{Molar mass}} \times 100$

$$= \frac{24}{28} \times 100 = 85.71\,\%$$

Percentage of carbon in propene $(C_3H_6) = \frac{36}{42} \times 100 = 85.71\%$

24. (a) relative atomic mass of C-12 is 12 u

25. ${}_6C^{12}$

II Key to brief answer questions:

32. Given :

The density of CO_2 at 273 K and 1 atm pressure = 1.965 kgm^{-3}

Molar mass of CO_2 = ?

At 273 K and 1 atm pressure, 1 mole of CO_2 occupies a volume of 22.4 L

Mass of 1 mole of $CO_2 = \frac{1.965\ \text{Kg}}{1\text{m}^3} \times 22.4\ \text{L}$

$$= \frac{1.965 \times 10^3\ \text{g} \times 22.4 \times 10^{-3}\ \cancel{\text{m}^3}}{1\ \cancel{\text{m}^3}}$$

$$= 44.01\ \text{g}$$

Molar mass of CO_2 = 44 $gmol^{-1}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:01 PM

33.

Compound		Given no. of moles	No. of oxygen atoms
Ethanol	- C_2H_5OH	1	$1 \times 6.022 \times 10^{23}$
Formic acid	- HCOOH	1	$2 \times 6.022 \times 10^{23}$
Water	- H_2O	1	$1 \times 6.022 \times 10^{23}$
Answer : Formic acid			

34. Average atomic mass $= \frac{(78.99 \times 23.99) + (10 \times 24.99) + (11.01 \times 25.98)}{100}$

$= \frac{2430.9}{100}$

$= 24.31u$

35. Reaction : $x + y + z_2 \rightarrow xyz_2$

Question	Number of moles of reactants allowed to react			Number of moles of reactants consumed during reaction			Limiting reagent
	x	y	z_2	x	y	z_2	
(a)	200 atoms	200 atoms	50 molecules	50 atoms	50 atoms	50 molecules	z_2
(b)	1 mol	1mol	3 mol	1 mol	1 mol	1 mol	x and y
(c)	50 atom	25 atom	50 molecules	25 atom	25 atom	25 molecules	y
(d)	2.5 mol	5 mol	5 mol	2.5 mol	2.5 mol	2.5 mol	x

36. Given: mass of one atom $= 6.645 \times 10^{-23}$ g

$\therefore$ mass of 1 mole of atom $= 6.645 \times 10^{-23}$ g $\times 6.022 \times 10^{23}$

$= 40$ g

$\therefore$ number of moles of element in 0.320 kg $= \frac{1 \text{ mole}}{40 \text{ g}} \times 0.320 \text{ kg}$

$= \frac{1 \text{ mol} \times 320 \text{ g}}{40 \text{ g}}$

$= 8$ mol.

38.

Compound	Molecular formula	Empirical formula
Fructose	$C_6H_{12}O_6$	CH_2O
Caffeine	$C_8H_{10}N_4O_2$	$C_4H_5N_2O$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:02 PM

39. Given $2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

	Reactants		Products	
	Al	**Fe_2O_3**	**Al_2O_3**	**Fe**
Amount of reactant allowed to react	324 g	1.12 kg	-	-
Number of moles allowed to react	$\frac{324}{27} = 12$ mol	$\frac{1.12 \times 10^3}{160} = 7$ mol	-	-
Stoichiometric Co-efficient	2	1	1	2
Number of moles consumed during reaction	12 mol	6 mol	-	-
Number of moles of reactant unreacted and number of moles of product formed	-	1 mol	6 mol	12 mol

Molar mass of Al_2O_3 formed

$= 6 \text{ mol} \times 102 \text{ g mol}^{-1} \left[\begin{array}{l} Al_2O_3 \\ (2 \times 27) + 3 (\times 16) \\ 54 + 48 = 102 \end{array} \right] = 612 \text{ g}$

Excess reagent = Fe_2O_3

Amount of excess reagent left at the end of the reaction = 1 mol × 160 g mol^{-1}

$= 160 \text{ g} \left[\begin{array}{l} Fe_2O_3 \\ (2 \times 56) + (3 \times 16) \\ 112 + 48 = 160 \end{array} \right] = 160 \text{ g}$

40. Balanced equation for the combustion of ethane

$$C_2H_6 + \tfrac{7}{2} O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

$$\Rightarrow \quad 2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6 H_2O$$

To produce 4 moles of CO_2, 2 moles of ethane is required

$\therefore$ To produce 1 mole (44 g) of CO_2 required

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:02 PM

number of moles of ethane $= \frac{2 \text{ mol ethane}}{4 \text{ mol } CO_2} \times 1 \text{ mol } CO_2$

$= \frac{1}{2}$ mole of ethane

= 0.5 mole of ethane

41.

$$\overset{-1}{H_2O_2} + Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + \overset{-2}{H_2O}$$

$(1e^- \times 2)$ $1e^-$

$$1\ H_2O_2 + 2Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + H_2O$$

$$\Rightarrow \quad H_2O_2 + 2Fe^{2+} + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2H_2O$$

42.

Element	Percentage	Atomic mass	Relative number of atoms	Simple ratio	Whole no.
C	76.6	12	$\frac{76.6}{12} = 6.38$	$\frac{6.38}{1.06} = 6$	6
H	6.38	1	$\frac{6.38}{1} = 6.38$	$\frac{6.38}{1.06} = 6$	6
O	17.02	16	$\frac{17.02}{16} = 1.06$	$\frac{1.06}{1.06} = 1$	1

Empirical formula = C_6H_6O

$$n = \frac{\text{Molar mass}}{\text{Calculated empirical formula mass}}$$

$$= \frac{2 \times \text{vapour density}}{94} = \frac{2 \times 47}{94} = 1$$

$\therefore$ molecular formula $(C_6H_6O) \times 1 = C_6H_6O$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:02 PM

43.

Element	%	Relative no. of atoms	Simple ratio
Na	14.31	$\frac{14.31}{23} = 0.62$	$\frac{0.62}{0.31} = 2$
S	9.97	$\frac{9.97}{32} = 0.31$	$\frac{0.31}{0.31} = 1$
H	6.22	$\frac{6.22}{1} = 6.22$	$\frac{6.22}{0.31} = 20$
O	69.5	$\frac{69.5}{16} = 4.34$	$\frac{4.34}{0.31} = 14$

$\therefore$ Empirical formula = $Na_2\,S\,H_{20}\,O_{14}$

$$n = \frac{\text{molar mass}}{\text{calculated empirical formula mass}} = \frac{322}{322} = 1$$

$$\begin{aligned} &Na_2\,S\,H_{20}\,O_{14} \\ &= (2\times 23) + (1\times 32) + (20\times 1) + 14\,(16) \\ &= 46 + 32 + 20 + 224 \\ &= 322 \end{aligned}$$

Molecular formula = $Na_2\,S\,H_{20}\,O_{14}$

Since all the hydrogen in the compound present as water

$\therefore$ Molecular formula is $Na_2\,SO_4 \cdot 10H_2O$

44. (i)

$$\overset{+6}{K_2Cr_2}O_7 + K\overset{-1}{I} + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + \overset{0}{I_2} + H_2O$$

$2 \times 3e^-$ $\quad$ $1e^-$

$$\mathbf{K_2Cr_2O_7} + \mathbf{6KI} + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2\,(SO_4)_3 + I_2 + H_2O$$

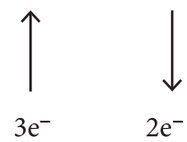
$$K_2Cr_2O_7 + 6KI + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + \mathbf{Cr_2(SO_4)_3} + \mathbf{3I_2} + H_2O$$

$$K_2Cr_2O_7 + 6KI + \mathbf{7H_2SO_4} \rightarrow \mathbf{4K_2SO_4} + Cr_2\,(SO_4)_3 + 3I_2 + \mathbf{7H_2O}$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:02 PM

(ii)

$$\overset{+7}{K}\overset{+7}{M}nO_4 + Na_2\overset{+4}{S}O_3 \longrightarrow \overset{+4}{M}nO_2 + Na_2\overset{+6}{S}O_4 + KOH$$



$3e^-$ $2e^-$

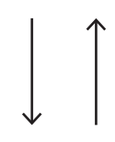
$\Rightarrow$ $\mathbf{2KMnO_4 + 3Na_2SO_3} \longrightarrow MnO_2 + Na_2SO_4 + KOH$

$\Rightarrow$ $2KMnO_4 + 3Na_2SO_3 \longrightarrow \mathbf{2MnO_2 + 3Na_2SO_4} + KOH$

$\Rightarrow$ $2KMnO_4 + 3Na_2SO_3 + \mathbf{H_2O} \longrightarrow 2MnO_2 + 3Na_2SO_4 + \mathbf{2KOH}$

(iii)

$$\overset{0}{C}u + H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow \overset{+2}{C}u(NO_3)_2 + \overset{+4}{N}o_2 + H_2O$$



$2e^-$ $1e^-$

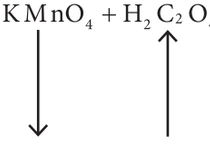
$\mathbf{Cu + 2HNO_3} \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$

$Cu + 2HNO_3 + \mathbf{2HNO_3} \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + \mathbf{2NO_2} + 2H_2O$

$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

(iv)

$$\overset{+7}{K}\overset{+7}{M}nO_4 + H_2\overset{+3}{C}_2O_4 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + \overset{+2}{M}nSO_4 + \overset{+4}{C}O_2 + H_2O$$



$5e^-$ $1e^- \times 2$

$\mathbf{2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4} + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + CO_2 + H_2O$

$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + \mathbf{2MnSO_4 + 10CO_2} + H_2O$

$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:02 PM

45. (i) Half reaction are

$$\overset{+7}{M}nO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} \quad \text{..... (1)}$$

and $\quad Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} \quad \text{..... (2)}$

(1) $\Rightarrow$ $\quad MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

(2) $\Rightarrow$ $\quad Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2e^-$

(1) $\times$ 2 $\Rightarrow$ $\quad 2MnO_4^- + 16H^+ + \cancel{10e^-} \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$

(2) $\times$ 5 $\Rightarrow$ $\quad 5\,Sn^{2+} \longrightarrow 5Sn^{4+} + \cancel{10e^-}$

$$\Rightarrow \quad 2MnO_4^- + 5Sn^{2+} + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5Sn^{4+} + 8H_2O$$

(ii)

$$\overset{+3}{C}_2O_4^{2-} \longrightarrow \overset{+4}{C}O_2 \quad \text{..... (1)}$$

$$\overset{+6}{Cr}_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+} \quad \text{..... (2)}$$

(1) $\Rightarrow$ $\quad C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2\,CO_2 + 2\,e^- \quad \text{..... (3)}$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O \quad \text{..... (4)}$$

(3) $\times$ 3 $\Rightarrow$ $\quad 3\,C_2O_4^{2-} \longrightarrow 6\,CO_2 + \cancel{6\,e^-} \quad \text{..... (5)}$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H^2O \quad \text{..... (4)}$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 3\,C_2O_4^{2-} + 14\,H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 6\,CO_2 + 7\,H_2O$$

(iii)

$$S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} \quad \text{..... (1)}$$

half reaction $\Rightarrow$ $\quad I_2 \longrightarrow I^- \quad \text{..... (2)}$

(1) $\Rightarrow$ $\quad 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + \cancel{2e^-} \quad \text{..... (3)}$

(2) $\Rightarrow$ $\quad I_2 + \cancel{2e^-} \longrightarrow 2I^- \quad \text{..... (4)}$

(3) + (4) $\Rightarrow$ $\quad 2S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$

(iv) Half reactions are

$$\overset{0}{Z}n \longrightarrow Zn^{2+} \quad \text{..... (1)}$$

$$\overset{+5}{N}O_3^- \longrightarrow \overset{+2}{N}O \quad \text{..... (2)}$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:02 PM

(1) $\Rightarrow$ $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ ..... (3)

(2) $\Rightarrow$ $NO_3^- + 3e^- + 4H^+ \longrightarrow NO + 2H_2O$ ..... (4)

(3) $\times 3$ $\Rightarrow$ $3Zn \longrightarrow 3Zn^{2+} + \cancel{6e^-}$ ..... (5)

(4) $\times 2$ $\Rightarrow$ $2NO_3^- + \cancel{6e^-} + 8H^+ \longrightarrow 2NO + 4H_2O$ ..... (6)

$$3Zn + 2NO_3^- + 8H^+ \longrightarrow 3Zn^{2+} + 2NO + 4H_2O$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:02 PM

Evaluate yourself:

1) Given: accelerated potential = 1 keV

The kinetic energy of the electron =

the energy due to accelerating potential.

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV$$

$$mv^2 = 2eV$$

$$m^2v^2 = 2meV \Rightarrow (mv)^2 = 2meV$$

$$\Rightarrow mv = \sqrt{2meV}$$

de Broglie wavelength $\lambda = \frac{h}{mv}$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$

m = mass of the electron = 9.1×10^{-31} kg

h = Planck constant = 6.626×10^{-34} Js

1 eV = 1.6×10^{-19} J

$$\lambda = \frac{6.626\times10^{-34}\,Js}{\sqrt{2\times9.1\times10^{-31}\,kg\times1keV}}$$

$$\lambda = \frac{6.626\times10^{-34}\,JS}{\sqrt{2\times9.1\times10^{-31}\times1\times10^{3}\times1.6\times10^{-19}\,kgJ}}$$

$$\lambda = 3.88\times10^{-11}\,m$$

$$\left[\because \frac{Js}{\sqrt{J\,kg}} = J^{1/2}kg^{-1/2}.s = (kgm^2s^{-2})^{1/2}.kg^{-1/2}s = m\right]$$

2. Given

$\Delta v = 5.7 \times 10^5 ms^{-1}$ Δx = ?

According to Heisenberg's uncertainty principle, $\Delta x \,.\, \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$

$$\frac{h}{4\pi} = \frac{6.626\times10^{-34}}{4\times3.14}\,kgm^2s^{-1}$$

$$\frac{h}{4\pi} = 5.28\times10^{-35}$$

$$\Delta x\,.\,\Delta p \geq 5.28\times10^{-35}$$

$$\Delta x\,.\,m.\Delta v \geq 5.28\times10^{-35}$$

$$\Rightarrow \Delta x \geq \frac{5.28\times10^{-35}\,kgm^2s^{-1}}{9.1\times10^{-31}\,kg\times5.7\times10^{5}\,ms^{-1}}$$

$$\Rightarrow \Delta x \geq 1.017\times10^{-10}\,m$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:02 PM

3. n = 4

l = 0, 1, 2, 3

$\therefore$ 4 sub shells s, p, d & f.

$l = 0$ $m_l = 0 \Rightarrow$ one 4s orbital.

$l = 1$ $m_l = -1, 0, +1 \Rightarrow$ three 4p orbitals.

$l = 2$ $m_l = -2, -1, 0, +1, +2 \Rightarrow$ five 4d orbitals.

$l = 3$ $m_l = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3 \Rightarrow$ seven 4f orbitals.

Over all 16 orbitals are possible.

4.

Orbital	**n**	***l***	**Radial node n – *l* – 1**	**Angular node *l***	**Total node n – 1**
3d	3	2	0	2	2
4f	4	3	0	3	3

5. $E_n = \frac{-13.6}{n^2}$ eV

Second excited state

$n = 3 \quad \therefore E_3 = \frac{-13.6}{9}$ eV

$E_3 = -1.51$eV

6. Electronic configuration of Fe^{3+} is $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^0\ 3d^5$

Five unpaired electrons.

1	1	1	1	1

$3d^5$

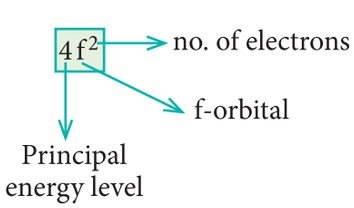
Electronic configuration of Mn^{2+} is $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^0\ 3d^5$

$\therefore$ **Five unpaired electrons.**

Electronic configuration of Ar: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

no unpaired electrons.

7.



11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:02 PM

n = 4 ; f orbital $l = 3 \Rightarrow m_l = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$

Out of two electrons, one electron occupies 4f orbital with $m_l = -3$ and another electron occupies 4f orbital with $m_l = -2$.

∴ All the four quantum numbers for the two electrons are

Electron	n	l	m_l	m_s
$1e^-$	4	3	−3	+1/2
$2e^-$	4	3	−2	+1/2

8.

Electronic configuration of Fe^{3+} : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^0\ 3d^5$

Electronic configuration of Ni^{2+} : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^0\ 3d^8$

Fe^{3+} has stable $3d^5$ half filled configuration.

மதிப்பீடு EVALUATION

I Choose the best answer:

1. (c) 30
2. (c) 4.42×10^{-18} J
3. (b) $\lambda_1 = 2\lambda_2$
4. (d) Stark effect
5. (b)
6. (d) n=6 to n=5
7. (a)
8. (c) d_{z2}, $d_{x^2-y^2}$
9. (b) Spin quantum number
10. (b) $[Xe]4f^7\ 6s^2$; $[Xe]4f^7\ 5d^1\ 6s^2$; $[Xe]4f^9\ 6s^2$
11. (c) 4l+2
12. (d) $\sqrt{6}\ h/2\pi$
13. (c) 2
14. (c)
15. (a) 9
16. (a) ns→(n-2)f→(n-1)d→np
17. (b) (ii),(iv) & (v)
18. (b) 17
19. (a) Zero
20. (c) $1/2m\ \sqrt{h}/\pi$
21. (c) 6.6×10^{-31} cm
22. (d) 0.4
23. (d) -9E
24. (a) $\hat{H}\psi = E\psi$
25. (d) $\Delta E.\Delta X \geq h/4\pi$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:02 PM

Key to multiple choice questions:

1.

M^{2+} : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$

M : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^8$

Atomic number = 26

Mass number =56

No. of neutrons = 56 -26 = 30

2. $E = h\nu = hc/\lambda$

$$= \frac{6.626\times10^{-34}\ \text{J s}\times3\times10^{8}\ \text{m s}^{-1}}{45\times10^{-9}\ \text{m}}$$

$$= 4.42\times10^{-18}\ \text{J}$$

3.

$$\frac{E1}{E2} = \frac{25\ \text{eV}}{50\ \text{eV}} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{hc}{\lambda_1}\times\frac{\lambda_2}{hc} = \frac{1}{2}$$

$$2\lambda_2 = \lambda_1$$

4. Spliting of spectral lines in magnetic field is called Zeeman effect and spliting of spectral lines in electric field, is called Stark effect.

5. **Correct statement:** For n=1, the electron has more negative energy than it does for n=6 which means that the electron is **strongly** bound in the smallest allowed orbit.

6. n = 6 to n=5

$E_6 = -13.6 / 6^2$; $E_5 = -13.6 / 5^2$

$E_6 - E_5 = (-13.6/6^2) - (-13.6/5^2)$

$= 0.166$ eV atom^{-1}

$E_5 - E_4 = (-13.6/5^2) - (-13.6/4^2)$

$= 0.306$ eV atom^{-1}

9. Spin quantum number

For the first electron $m_s = +½$

For the second electron $m_s = -½$

10. Eu : [Xe] $4f^7, 5d^0, 6s^2$

Gd : [Xe] $4f^7, 5d^1, 6s^2$

Tb: [Xe] $4f^9, 5d^0, 6s^2$

11 $2(2l+1) = 4l+2$

12. Orbital angular momentum = $\sqrt{(l(l+1)}\ h/2\pi$ For d orbital = $\sqrt{(2 \times 3)}\ h/2\pi = \sqrt{6}\ h/2\pi$

13 n = 3; l=1; m = -1

either $3p_x$ or $3p_y$

i.e., Maximum two electrons can be accomodated either in $3p_x$ or in $3p_y$

14 No. of radial node = n-l-1

No. of angular node = l

for 3p orbital

No. of angular node = l = 1

No. of radial node = n-l-1 = 3-1-1 = 1

15. n = 3; l = 0; m_l = 0 - one s orbital

n = 3; l = 1; m_l = -1, 0, 1 - three p orbitals

n = 3; l = 2; m_l = -2, -1, 0, 1, 2 - five d Orbitals

Overall nine orbitals are possible.

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:03 PM

16. n = 6

According Aufbau principle,

6s →4f →5d →6p

ns → (n-2)f →(n-1)d → np

17 (ii) l can have the values from 0 to n-1

n=2; possible 'l' values are 0, 1 hence l = 2 is not possible.

(iv) for l=0; m=-1 not possible

(v) for n=3 l = 4 and m = 3 not possible

18. n+l = 8

Electronic configuration of atom with atomic number 105 is [Rn] $5f^{14} 6d^3 7s^2$

Orbital	(n+l)	No. of electrons
5f	5+3 = 8	14
6d	6+2 = 8	3
7s	7+0 = 7	2
No of electrons = 14 + 3 = 17		

19. Option (a) - Zero **(Refer to Figure 2.9)**

20.

$$\Delta x.\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta p.\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta p^2 \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$m^2(\Delta v)^2 \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$(\Delta v) \geq \sqrt{\frac{h}{4\pi m^2}}$$

$$\Delta v \geq \frac{1}{2m}\sqrt{\frac{h}{\pi}}$$

21.

m = 100 g = 100 x 10^{-3} kg

v = 100 cm s^{-1} = 100 x 10^{-2} m s^{-1}

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$= \frac{6.626\times10^{34}\,Js^{-1}}{100\times10^{-3}\,kg\times100\times10^{-2}\,ms^{-1}}$$

$$= 6.626\times10^{-33}\,ms^{-1}$$

$$= 6.626\times10^{-31}\,cms^{-1}$$

23.

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2}\,eV\ atom^{-1}$$

$$E_1 = \frac{-13.6}{(1)^2} = -13.6$$

$$E_3 = \frac{-13.6}{(3)^2} = -\frac{13.6}{9}$$

Givethat

$$E_3 = -E$$

$$-\frac{13.6}{9} = -E$$

$$-13.6 = -9E$$

$$\Rightarrow E_1 = -9E$$

II Key to brief answer question:

27. n = 4 l = 0, 1, 2, 3

four sub-shells ⇒ s, p, d, f

l = 0 m_l = 0 ; one 4s orbital.

l = 1 m_l = −1, 0, +1 ; three 4p orbitals.

l = 2 m_l = −2, −1, 0, +1, +2 ; five 4d orbitals.

l = 3 m_l = -3, −2, −1, 0, +1, +2 , +3; seven 4f orbitals

Over all Sixteen orbitals.

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:03 PM

28.

Orbital	n	l	Radial node $n - l - 1$	Angular node l
2s	2	0	1	0
4p	4	1	2	1
5d	5	2	2	2
4f	4	3	0	3

30. i) ground state

1	1	1	1	1

ii) maximum exchange energy

1	1	1	1	1

32.

Orbital	n	l
$3p_x$	3	1
$4d_{x^2-y^2}$	4	2

34.

$$\Delta x.\ \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta x p \Delta \geq 5.28\times10^{-35}\ Kgm^2s^{-1}$$

$$\Delta x.\ (m\Delta v) \geq 5.28\times10^{-35}\ Kgm^2s^{-1}$$

Given $\Delta v = 0.1\%$

$v = 2.2 \times 10^{6}\ ms^{-1}$

$m = 9.1 \times 10^{-31}\ Kg$

$$\Delta v = \frac{0.1}{100}\times2.2\times10^{6}\ ms^{-1}$$

$$= 2.2\times10^{3}\ ms^{-1}$$

$$\therefore \Delta x \geq \frac{5.28\times10^{-35}\ Kgm^2s^{-1}}{9.1\times10^{-31}\ Kg\times\ 2\ 2\times10^{3}\ ms^{-1}}$$

$$\Delta x \geq 2.64\times10^{-8}\ m$$

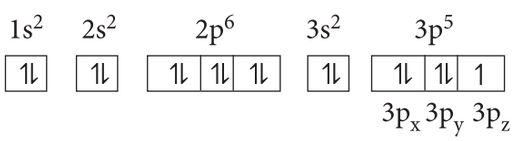
35. Electronic configuration of oxygen

$= 1s^2\ \ 2s^2\ \ 2p^4$

$\therefore$ 8th electron present in $2p_x$ orbital and the quantum numbers are

$n = 2,\ l = 1,\ m_l$ = either +1 or -1 and $s = -1/2$

Electronic configuration of chlorine =



15th electron present in $3P_Z$ orbital and the quantum numbers are n = 3, l = 1, m_l =either +1 or -1 and m_s = +1/2

36.

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2}\ eV\ \ atom^{-1}$$

$$n = 3\ \ E_3 = \frac{-13.6}{3^2} = \frac{-13.6}{9} = -1.51\ eV\ atom^{-1}$$

$$n = 4\ \ E_4 = \frac{-13.6}{4^2} = \frac{-13.6}{16} = -0.85\ eV\ atom^{-1}$$

$\Delta E = (E_4 - E_3) = (-0.85) - (-1.51)$ eV atom $^{-1}$

$= (-0.85 + 1.51)$

$= 0.66$ eV atom $^{-1}$

$(1eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J)$

$\Delta E = 0.66 \times 1.6 \times 10^{-19}\ J$

$\Delta E = 1.06 \times 10^{-19}\ J$

$hv = 1.06 \times 10^{-19}\ J$

$$\frac{hc}{\lambda} = 1.06\times10^{-19}\ J$$

$$\therefore \lambda = \frac{hc}{1.06\times10^{-19}\ J}$$

$$= \frac{6.626\times10^{-34}\ JS\times3\times10^{8}\ ms^{-1}}{1.06\times10^{-19}\ J}$$

$$\lambda = 1.875\times10^{-6}\ m$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:03 PM

37. Given : de Broglie wavelength of the tennis ball equal to 5400 Å.

m = 54 g

v = ?

$$\lambda = \frac{h}{mV}$$

$$V = \frac{h}{m\lambda}$$

$$V = \frac{6.626 \times 10^{-34}\,JS}{54 \times 10^{-3}\,Kg \times 5400 \times 10^{-10}\,m}$$

$$V = 2.27 \times 10^{-26}\,ms^{-1}$$

38.

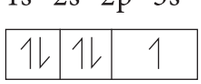
n	l	Sub Enery levels	m_l values	Number of orbitals
4	2	4d	−2, −1, 0, +1, +2	five 4d orbitals
5	3	5f	−3, −2, −1, 0, +1, +2, +3	seven 5f orbitals
7	0	7s	0	one 7s orbitals

41. no. of electrons : 35 (given)

no. of protons : 35

Electronic configuration

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^5$



$4P_x\quad 4P_y\quad 4P_z$

last electron present in $4P_y$ orbital

n = 4 l = 1 m_l = either +1 or -1 and s = −1/2

43. $He^+ \rightarrow He^{2+} + e^-$

$$E_n = \frac{-13.6z^2}{n^2}$$

$$E_1 = \frac{-13.6\,(2)^2}{(1)^2} = -54.4$$

$$E_\infty = \frac{-13.6(2)^2}{(\infty)^2} = 0$$

∴ Required Energy for the given process = $E_\infty - E_1 = 0 - (-54.4) = 54.4$ ev

44.

	Atom	Uni-negative ion
number of electron	x − 1	x
number of protons	x − 1	x −1
number of neutrons	y	y

Given that, y = x + 11.1% of x

$$= \left(x + \frac{11.1}{100}x\right) = x + 0.111x$$

$$y = 1.111x$$

mass number = 37

number of protons + number of neutrons = 37

(x − 1) + 1.111x = 37

x + 1.111x = 38

2.111x = 38

$$x = \frac{38}{2.11}$$

x = 18.009 x = 18 (whole number)

∴ Atomic number = x − 1

= 18 −1 = 17

Mass number = 37

Symbol of the ion $^{37}_{17}Cl^-$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:03 PM

45)

$r_n = \frac{(0.529)n^2}{z}$ Å $\quad E_n = \frac{-13.6\,(z^2)}{n^2}$ ev atom^{-1}

for Li^{2+} z = 3

Bohr raduis for the third orbit (r_3)

$= \frac{(0.529)\,(3)^2}{3}$

$= 0.529 \times 3$

= 1.587 Å

Energy of an electron in the fourth orbit (E_4) $= \frac{-13.6\,(3)^2}{(4)^2}$

= – 7.65 eV atom^{-1}

46) Given

$v = 2.85 \times 10^{8}\ ms^{-1}$

$m_p = 1.673 \times 10^{-27}$ Kg

$\lambda = \frac{h}{mv}$

$= \frac{6.626\times10^{-34}\,kgm^2s^{-1}}{1.673\times10^{-27}\,kg\times2.85\times10^{8}\,ms^{-1}}$

$\lambda = 1.389\times10^{-15} \Rightarrow \lambda = 1.389\times10^{-5}$ Å

$[\because 1Å = 10^{-10}\,m]$

47) m = 160 g = 160×10^{-3} kg

$v = 140\ km\ hr^{-1} = \frac{140\times10^3}{60\times60}\,ms^{-1}$

$v = 38.88\ ms^{-1}$

$\lambda = \frac{h}{mv}$

$\lambda = \frac{6.626\times10^{-34}\,Kgm^2s^{-1}}{160\times10^{-3}\,Kg\times38.88\ ms^{-1}}$

$\lambda = 1.065\times10^{-34}\,m$

48) $\Delta x = 0.6$ Å $= 0.6 \times 10^{-10}$ m

$\Delta p = ?$

$\Delta x\ .\ \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$

$\Delta xp\ \Delta \geq 5.28\times10^{-35}\,kgm^2s^{-1}$

$(0.6\times10^{-10})\Delta p \geq 5.28\times10^{-35}$

$\Rightarrow \Delta p \geq \frac{5.28\times10^{-35}\,kgm^2s^{-1}}{0.6\times10^{-10}\,m}$

$\Delta p \geq 8.8\times10^{-25}\ kgms^{-1}$

49)

$\Delta x\ .\ \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$

$\lambda.(m\Delta v) \geq \frac{h}{4\pi}$

$\Delta v \geq \frac{h}{4\pi(m\lambda)}$

$\Delta v \geq \frac{h}{4\pi\times m\times\frac{h}{mv}} \qquad \left[\because \lambda = \frac{h}{mv}\right]$

$\Delta v \geq \frac{v}{4\pi}$

Therefore,

$\text{minimum uncertainity in velocity} = \frac{v}{4\pi}$

50) Potential difference = 100V

$= 100 \times 1.6 \times 10^{-19}$J

$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mev}}$

$= \frac{6.626\times10^{-34}\,Kgm^2s^{-1}}{\sqrt{2\times9.1\times10^{-31}\,Kg\times100\times1.6\times10^{-19}\,J}}$

$\lambda = 1.22\times10^{-10}\,m$

51)

n	l	m_l	sub energy level
4	**2**	0	4d
3	1	0	**3p**
5	**1**	**any one value –1, 0, +1**	5p
3	**2**	–2	3d

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:03 PM

Evaluate yourself

2. Atomic number : 120

IUPAC temporary symbol : Unbinilium

IUPAC temporary symbol : Ubn

Possible electronic configuration :[Og] $8s^2$

3. Electronic Configuration : $(n-1)d^2 ns^2$

for n = 5, the electronic configuration is,

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 4d^2\ 5s^2$ Atomic number : 40

4^{th} group 5^{th} period (d block element) = Zirconium

4. Electronic Configuration of Aluminium

$_{13}Al\ \underbrace{1s^2}_{(n-2)}\ \underbrace{2s^2\ \ 2p^6}_{(n-1)}\ \underbrace{3s^2\ \ 3p^1}_{n}$

Group	no. of electrons	Contribution of each electron to 'S' value	Contribution of a particular group
n	2	0.35	0.70
(n – 1)	8	0.85	6.80
(n – 2)	2	1	2.00
			9.50

∴ Effective nuclear charge = Z – S

= 13 – 9.5

$(Z_{eff})_{Al}$ = 3.5

Electronic Configuration of chlorine

$\underbrace{1s^2}_{n-2}\ \underbrace{2s^2\ \ 2p^6}_{n-1}\ \underbrace{3s^2\ \ 3p^5}_{n}$

Group	no. of electrons	Contribution of each electron to 'S' value	Contribution of a particular group
n	6	0.35	2.1
(n – 1)	8	0.85	6.8
(n –2)	2	1	2
		S =	10.9

∴ Effective nuclear charge = Z – S

= 17 – 10.9

$(Z_{eff})_{cl}$ = 6.1

$(Z_{eff})_{cl} > (Z_{eff})_{Al}$ and. Hence $r_{cl} < r_{Al}$.

5.

X^{3+}, Y^{2+}, Z^- are isoelectronic.

∴ Effective nuclear charge is in the order $(Z_{eff})_{Z^-} < (Z_{eff})_{Y^{2+}} < (Z_{eff})_{X^{3+}}$ and

Hence, ionic radii should be in the order

$r_{Z^-} > r_{Y^{2+}} > r_{X^{3+}}$

∴ The correct values are,

Species	Ionic radii
Z^-	136
Y^{2+}	64
X^{3+}	49

6. **Noble gases :** Ioniation energy ranging from 2372 KJmol $^{-1}$ to 1037 kJ mol^{-1}.

For element X, the IE_1, value is in the

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:03 PM

range of noble gas, moreover for this element both IE_1 and IE_2 are higher and hence X is the noble gas.

For Y, the first ionisat ion energy is low and second ionisation energy is very high and hence Y is most reactive metal.

For Z, both IE_1 and IE_2 are higher and hence it is least reactive.

7. $Cl(g) + e^- \rightarrow Cl^-(g)$ $\Delta H = 348$ kJ mol^{-1}

For one mole (35.5g) 348 kJ is released.

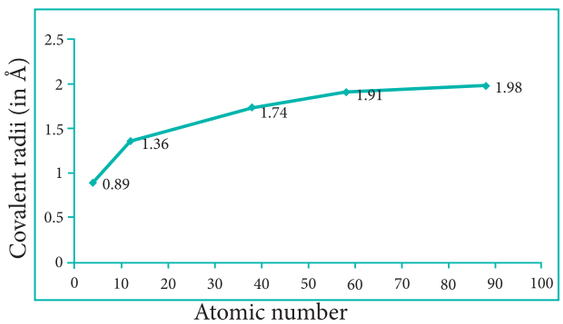
$\therefore$ For 17.75g chlorine, $\frac{348 \text{ kJ}}{35.5 \cancel{g}} \times 17.75 \cancel{g}$ energy leased.

$\therefore$ The amount of energy released $= \frac{348}{2}$

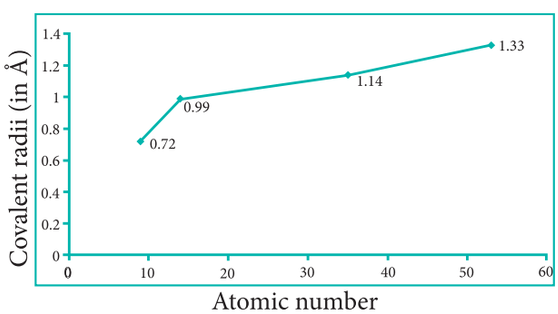
$= 174$ kJ

Activitiy : 3.1

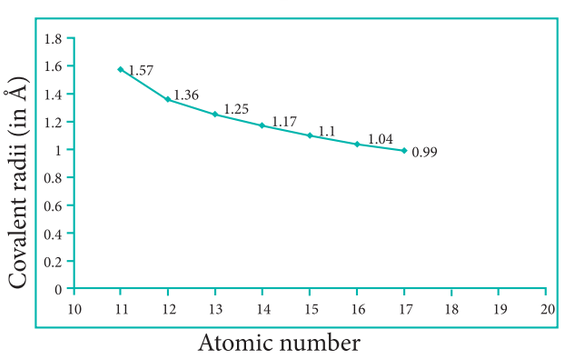
Covalent radii - 2nd group elements



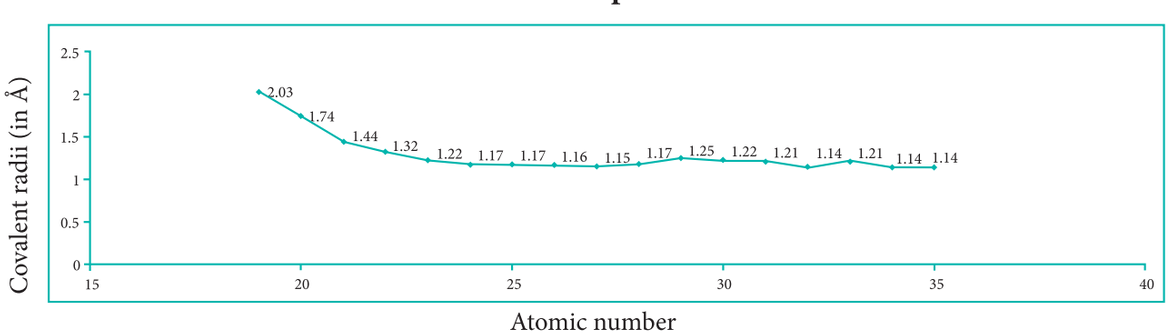
Covalent radii - 17th group elements



Covalent radii - 3rd period elements



Covalent radii - 4th period elements



11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:03 PM

I Choose the best answer:

1. (d) bibibium
2. (b) AB_2
3. (d) f-block elements
4. (a) I < Br < Cl < F (increasing electron gain enthalpy)
5. (d) fluorine
6. (c) Aluminium
7. (b) Na < Al < Mg < Si < P
8. (a)
9. (d) Ca < Al < C < O < F
10. (c) Cl > F > Br > I
11. (d) Hydrogen
12. (c) Argon
13. (a) Y > Z > X > A
14. (c)
15. (a) $1s^2$, $2s^2$, $2p^6$, $3s^1$
16. (c) Oxygen
17. (c) +527 kcal mol^{-1}
18. (a) s > p > d > f
19. (d) None of these
20. (b) 575 kJ mol^{-1}
21. (a)
22. (a) Generally increases
23. (d) Be and Al

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:03 PM

Unit - 4 Hydrogen ہائڈروجن 4 - اکائی

EVALUATION محاسبہ

I Choose the best answer:

1. (c)
2. (c) $CO + H_2$
3. (b)
4. (d) group one elements
5. (c) 1p+2n
6. (a) Palladium, Vanadium
7. (a)
8. (a) 1.2 g
9. (d) EDTA
10. (c) $CaCl_2$
11. (a) sodium aluminium silicate
12. (a)
13. (c) $CrO(O_2)_2$
14. (c) 5/2
15. (d) 8.4
16. (d) sp^3 and sp^3
17. (c) monobasic acid
18. (a) tetrahedrally by 4-H atoms
19. (b) intra-molecular hydrogen bonding and inter molecular hydrogen bonding
20. (c) both (a) & (b)
21) (c) amphoteric oxide

Key for multiple choice questions:

1) Option (c)

Correct statement : Hydrogen has three isotopes of which **protium** is the most common.

2) Option (c)

$CO + H_2$ - Water gas

3) Option (b)

Correct statement : Ortho isomer - one nuclear spin

Para isomer - zero nuclear spin

4) Option (d)

eg : Sodium hydride ($Na^+ H^-$)

5) Option (c)

$_1T^3$ ($1e^-$, 1p, 2n)

7) Option (a)

$Ca^{2+} + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + 2Na^+$

8) mass of deuterium = 2 × mass of protium

If all the 1.2 g hydrogen is replaced with deuterium, the weight will become 2.4g. Hence the increase in body weight is (2.4 – 1.2 = 1.2 g)

Option (a)

9) EDTA (option (d))

10) Permanent hardness if water is due to the presence of the chlorides, nitrates and sulphates of Ca^{2+} and Mg^{2+} ions.

Option (c) $CaCl_2$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:04 PM

11) Zeolite is sodium aluminium silicate.

$(NaAlSi_2O_6 \cdot H_2O)$

Option (a)

12) (a) 1 mL of H_2O_2 will give 100ml O_2 at STP.

13) $Cr_2O_7^{2-} + 2H^+ + 4H_2O_2 \rightarrow 2CrO(O_2)_2 + 5H_2O$

Option (c)

14) $2MnO_4^- + 5H_2O_2(aq) + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5O_2 + 8H_2O$

Option (c) 5/2 moles

15) Volume strength of hydrogen peroxide = Normality of hydrogen peroxide × 5.6

$= 1.5 \times 5.6$

$= 8.4$

Option (d)

$$\underset{(2\times 34g)}{2H_2O_2} \rightarrow 2H_2O + \underset{(22.4\ litres)}{O_2}\uparrow$$

Volume strength of Hydrogen peroxide

$$= \frac{\text{Normality} \times \text{Equivalent weight of } H_2O_2 \times 22.4}{68}$$

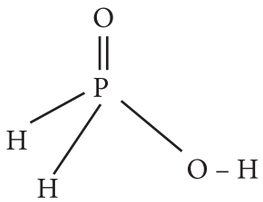
$$= \text{Normality} \times \left(\frac{17\times 22.4}{68}\right)$$

Volume strength of hydrogen peroxide
= Normality × 5.6

16) sp^3 and sp^3

Option (d)

17) Hypophosphorus acid on reaction with D_2O, only one hydrogen is replaced by deuterium and hence it is mono basic

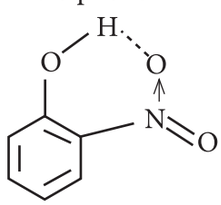


Option (c) monobasic acid

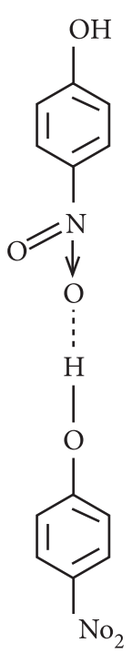
18) (a) tetrahedrally surrounded by 4 hydrogen atoms (refer 4.6 (a) Structure of ice)

19)

o-nitro phenol



p - nitro phenol



20) Option (c)

Heavy water is used as moderator as well as coolant in nuclear reactions.

21) Water is a amphoteric oxide.

Option (c)

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:04 PM

EVALUATION محاسبہ

I Choose the best answer.

1. (c) Density: Li < K < Na < Rb < C
2. (a) Li^+ has minimum degree of hydration among alkali metal cations
3. (d) none of these
4. (b) Li
5. (c) kerosene
6. (a) superoxide and paramagnetic
7. (c) Potassium carbonate can be prepared by solvay process
8. (b) Magnesium
9. (b) MI < MBr < MCl < MF
10. (a) Castners process
11. (c) $Ca(CN)_2$
12. (a) $MgCl_2$
13. (a) p-2, q-1, r-4, s-5, t-6, u-3
14. (d) both assertion and reason are false
15. (a)
16. (b) $MgCO_3 > CaCO_3 > SrCO_3 > BaCO_3$
17. (c) Its salts are rarely hydrolysed
18. (c) milk of lime
19. (b) $NaHCO_3$
20. (b) $Ca(OH)_2$
21. (a) Ca^{2+} ions are not important in maintaining the regular beating of the heart.
22. (b) CaF_2
23. (a) $CaSO_4.2H_2O$
24. (b) CaNCN
25. (d) Li_2CO_3

Keys to multiple choice questions:

1) Option (c)

Potassium is lighter than sodium

(Refer table 5.3)

The correct order of density is

Li < K < Na < Rb < Cs

0.54 < 0.86 < 0.97< 1.53< 1.90(in g cm^{-3})

2) Option (a)

Li^+ has maximum degree of hydration among alkali metal cations.

$Li^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$

3) All these compounds reacts with alkali metals to evolve hydrogen gas.

(d) none of these.

4) hydration energy of Li^+ is more and hence Li^+ is stabilized in aqueous medium.

(b) Li

5) (c) Kerosene

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:04 PM

6) RbO_2 is a super oxide which contains Rb+ and O_2^- ions. O_2^- contains one unpaired electron and hence it is paramagnetic.

Option (a)

7) Potassium carbonate cannot be prepared by solvay process. Potassium bicarbonate is fairly soluble in water and does not precipitate out.

Option (c)

8) Li → Mg | Be → Al | B → Si

Option (b)

9) ionic character (difference in electronegativity)

MI < MBr < MCl < MF

Option (b)

10) Castner's process

$NaOH \rightleftharpoons Na^+ + OH^-$

Cathode : $Na^+ + e^- \rightarrow Na$

Anode : $2OH^- \rightarrow H_2O + 1/2O_2 + 2e^-$

Option (a)

11) $CaC_2 + N_2 \xrightarrow{300-350^oC} \underset{\text{Calciumcyanide}}{Ca(CN)_2}$

Option (c)

12) (a) $MgCl_2$

The order of hydration energy of alkaline earth metal is

$Be^{2+} > Mg^{2+} > Ca^{2+} > Sr^{2+} > Ba^{2+}$

13. (p) sodium –yellow (2)

(q) Calcium – Brick red (1)

(r) Barium – apple green (4)

(s) Strontium – Crimson red (5)

(t) Cesium – blue (6)

(u) Potassium – Violet (3)

Option (a)

14. (d)

Among alkali and alkaline earth metals,

K, Rb and Cs alone forms superoxides.

Superoxide O_2^- has 3 electron bond.

15. (a)

both are true and reason is the correct explanation of assertion.

16. Solubility of carbonates decreases down the group and hence the correct order of solubility is,

(b) $MgCO_3 > CaCO_3 > SrCO_3 > BaCO_3$

17) **Correct Statement:** Beryllium salts are easily hydrolysed

option (c)

18) Slaked lime $Ca(OH)_2$

The suspension is called milk of lime and the clear solution is called lime water.

Option (c)

19)

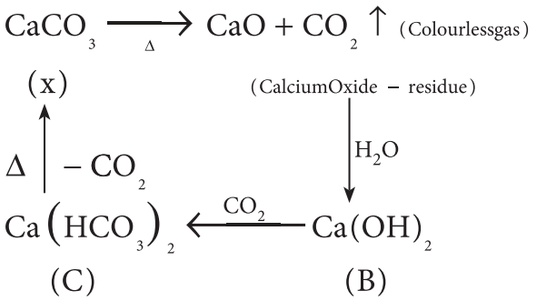
$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

Na_2CO_3 (Soluble in water) $\xrightarrow{2HCl}$ $2NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$

Correct option (b)

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:04 PM

20)



21) Ca^{2+} ion plays an important role in maintaining regular heart beat.

Option (a)

22) 'Blue john' – CaF_2

(A variety of fluorite)

$\therefore$ Option (b)

23) $CaSO_4 . 2H_2O$ $\therefore$ Option (a)

24) $CaC_2 + N_2 \xrightarrow[1\ atm]{} CaNCN$

nitrolium
(or)
Calcium cyanamide

$\therefore$ Option (b)

25) Li_2CO_3 is least stable.

Option (d)

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:04 PM

Evaluate yourself:

1. Volume of freon (V_1) = 1.5 dm^3

Pressure (P_1) = 0.3 atm

'T' isconstant

P_2 = 1.2 atm

V_2 = ?

$\therefore P_1V_1 = P_2V_2$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2}$$

$$= \frac{0.3\ \cancel{atm} \times 1.5\ dm^3}{1.2\ \cancel{atm}}$$

$$= 0.375\ dm^3$$

$\therefore$ Volume decreased from 1.5 dm^3 to 0.375 dm^3

2. V_1 = 0.375 dm^3 V_2 = 0.125

P_1 = 1.05 atm P_2 = ?

'T' - Constant

$P_1V_1 = P_2V_2$

$$\therefore P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2} = \frac{1.05 \times 0.375}{0.125}$$

$$= 3.15\ atm$$

3. V_1 = 3.8 dm^3 $T_2 = 0^0C = 273$ K

T_1 = ? V_2 = 2.27 dm^3

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad T_1 = \left(\frac{T_2}{V_2}\right) \times V_1$$

$$= \frac{273\ K}{2.27\ \cancel{dm^3}} \times 3.8\ \cancel{dm^3}$$

$$T_1 = 457\ K$$

4. V_1 = 7.05 dm^3 V_2 = 2.35 dm^3

η_1 = 0.312 mol η_2 = ?

'P' and 'T' are constant

$$\therefore \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

$$\Rightarrow n_2 = \left(\frac{n_1}{V_1}\right) \times V_2$$

$$n_2 = \frac{0.312\ mol}{7.05\ \cancel{dm^3}} \times 2.35\ \cancel{dm^3}$$

$$n_2 = 0.104\ mol$$

Number of moles exhaled =

0.312 - 0.104 = 0.208 moles

5) $T_1 = 8\ ^0C = 8 + 273 = 281$ K

P_1 = 6.4 atm V_1 = 2.1 ml

$T_2 = 25^0\ C = 25 + 273 = 298$ K

P_2 = 1 atm V_2 = ?

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \left(\frac{P_1V_1}{T_1}\right) \times \frac{T_2}{P_2}$$

$$= \frac{6.4\ \cancel{atm} \times 2.1\ ml}{281\ \cancel{K}} \times \frac{298\ \cancel{K}}{1\ \cancel{atm}}$$

$$V_2 = 14.25\ ml$$

6(a)

$Vo_2 = 12\ dm^3$ P = 1 atm

$V_{He} = 46\ dm^3$

$V_{total} = 5\ dm^3$

$$P_{O_2} = x_{O_2} \times P_{total}$$

$$x_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{He}}$$

$$= \frac{0.54}{0.54 + 2.05}$$

$$= \frac{0.54}{2.59} = 0.21$$

$$n_{O_2} = \frac{1\ mol}{22.4\ \cancel{L}} \times 12\ \cancel{L}$$

$$n_{O_2} = 0.54\ mol$$

$$n_{H_e} = \frac{1\ mol}{22.4\ \cancel{L}} \times 46\ \cancel{L}$$

$$n_{H_e} = 2.05\ mol$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:04 PM

$$P_{total} \times V_{total} = 1 \text{ atm} \times 22.4\ l$$

$$\therefore P_{total} = \frac{1 \text{ atm} \times 22.4 \cancel{l}}{5 \cancel{l}}$$

$$P_{total} = 4.48 \text{ atm}$$

$$\therefore P_{O_2} = 0.21 \times 4.48 \text{ atm}$$

$$= 0.94 \text{ atm}$$

$$P_{He} = x_{He} \times P_{total}$$

$$x_{He} = \frac{n_{He}}{n_{O_2} + n_{He}}$$

$$= \frac{2.05}{0.54 + 2.05}$$

$$x_{He} = \frac{2.05}{2.59} = 0.79$$

$$\therefore P_{He} = 0.79 \times 4.48 \text{ atm}$$

$$P_{He} = 3.54 \text{ atm}$$

6 (b) $2KClO_{3\,(s)} \longrightarrow 2KCl_{(s)} + 3O_{2\,(g)}$

$P_{total} = 772$ mm Hg

$P_{H_2O} = 26.7$ mm Hg

$$P_{total} = P_{O_2} + P_{H_2O}$$

$$\therefore P_{O_2} = P_{total} - P_{H_2O}$$

$P_1 = 26.7$ mm Hg $\quad T_2 = 295$ K

$T_1 = 300$ K $\quad P_2 = ?$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow P_2 = \left(\frac{P_1}{T_1}\right) T_2 = \frac{26.7 \text{ mm Hg}}{300 \cancel{K}} \times 295 \cancel{K}$$

$$P_2 = 26.26 \text{ mm Hg}$$

$$\therefore P_{O_2} = 772 - 26.26$$

$$= 745.74 \text{ mm Hg}$$

7) $t_1 = 1.5$ minutes $\quad (gas)_{\text{hydro carbon}}$

$t_2 = 4.73$ minutes $\quad (gas)_{\text{Bromine}}$

$$\frac{\gamma_{Hydrocarbon}}{\gamma_{Bromine}} = \frac{t_{Bromine}}{t_{Hydrocarbon}}$$

($\because$ Volume is constant)

$$= \frac{4.73 \text{ minutes}}{1.5 \text{ minutes}}$$

$$= 3.15$$

$$\frac{\gamma_{Hydrocarbon}}{\gamma_{Bromine}} = \sqrt{\frac{M_{Bromine}}{M_{hydrocarbon}}}$$

$$3.15 = \sqrt{\frac{159.8 \text{ gmol}^{-1}}{M_{hydro\ carbon}}}$$

Squaring on both sides and rearranging,

$$M_{hydro\ carbon} = \frac{159.8 \text{ g mol}^{-1}}{(3.15)^2}$$

$M_{hydro\ carbon} = 16.1$ g mol $^{-1}$

$n(12) + (2n+2)\ 1 = 16$ $\quad$ [$\because$ general formula for hydrocarbon C_nH_{2n+2} (alkane)]

$12n + 2n + 2 = 16$

$14n = 16 - 2$

$14n = 14$

$n = 1$

$\therefore$ The hydro carbon is $C_1H_{2(1)+2} = CH_4$

8) Critical temperature of a gas is defined as the temperature above which it cannot be liquified even at high pressures.

$\therefore$ When cooling starts from 700 K, H_2O will liquify first, then followed by ammonia and finally carbondioxide will liquify.

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:04 PM

I Choose the correct answer:

1. (d) at high pressure the intermolecular interactions become significant
2. (d) inversely proportional to the square root of its molecular weight
3. (c) $\left(P+\frac{an^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT$
4. (b) exert no attractive forces on each other
5. (a) 1/3
6. (b) Boyle temperature
7. (c) diffusion
8. (b) near the hydrogen chloride bottle
9. (d) units of pressure and volume
10. (c) 8.3 J mol $^{-1}$ K^{-1}
11. (a) Boyle's Law
12. (c) NH_3
13. (d) I, II and III
14. (c) 0.41 dm ^{3}
15. (c) P
16. (b) 4
17. (c) 1/8
18. (b) 1/T
19. (a) P
20. (b) NH_3
21. (c) mol^{-1} L and L^2 atm mol^{-2}
22. (d) both assertion and reasons are false
23. (c) 3.41 g L^{-1}
24. (c)
25. (d) HI

Keys to multiple choice questions:

5. mass of methane
= mass of oxygen = a

number of moles of methane = $\frac{a}{16}$

number of moles of Oxygen = $\frac{a}{32}$

mole fraction of Oxygen = $\frac{\frac{a}{32}}{\frac{a}{16}+\frac{a}{32}}$

$=\frac{\frac{a}{32}}{\frac{3a}{32}}$

$=\frac{1}{3}$

Partial pressure of oxygen
= mole fraction × Total Pressure

$=\frac{1}{3}P$

6. The temperature at which real gases obey the ideal gas laws over a wide range of pressure is called Boyle temperature

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:05 PM

8. Rate of diffusion $\alpha\ 1/\sqrt{M}$

$M_{NH_3} = 17$; $M_{HCl} = 36.5$

$\gamma_{NH_3} > \gamma_{HCl}$

Hence white fumes first formed near hydrogen chloride

12. Higher the value of 'a', greater the intermolecular force of attraction, easier the liquefaction.

option (c) is correct

14.

$$\text{Compressibility factor (z)} = \frac{PV}{nRT}$$

$$V = \frac{z \times nRT}{P}$$

$$= \frac{0.8697 \times 1 \times 8.314 \times 10^{-2}\ \text{bar dm}^3\ \text{K}^{-1}\ \text{mol}^{-1} \times 400\ \text{K}}{71\ \text{bar}}$$

$$V = 0.41\ \text{dm}^3$$

15. T_1 $T_2 = 2T_1$

V_1 $V_2 = 2V_1$

P_1 $P_2 = ?$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{P_1V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{V_2} = \frac{P_1V_1}{T_1} \times \frac{2T_1}{2V_1}$$

$$P_2 = P_1$$

Option (c)

16.

$$\frac{\gamma_{H_2}}{\gamma_{C_nH_{2n+2}}} = \sqrt{\frac{M_{C_nH_{2n+2}}}{M_{H_2}}}$$

$$3\sqrt{3} = \sqrt{\frac{M_{C_nH_{2n+2}}}{2}}$$

Squaring on both sides and rearranging

$27 \times 2 = M_{C_nH_{2n-2}}$

$54 = n(12) + (2n-2)(1)$

$54 = 12n + 2n - 2$

$54 = 14n - 2$

$n = (54+2)/14 = 56/14 = 4$

17.

$$\frac{\gamma_{O_2}}{\gamma_{H_2}} = \sqrt{\frac{M_{H_2}}{M_{O_2}}} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \frac{1}{4}$$

$$\gamma_{O_2} = \frac{1}{4}\gamma_{H_2}$$

The fraction of oxygen that escapes in the time required for one half of the hydrogen to escape is 1/8

18.

$$\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \quad [\text{For an ideal gas } PV = nRT]$$

$$= \frac{1}{V}\left(\frac{\partial\left(\frac{nRT}{P}\right)}{\partial T}\right)_P$$

$$= \frac{nR}{PV}\left(\frac{\partial T}{\partial T}\right) = \frac{nR}{nRT} = \frac{1}{T}$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:05 PM

19. Greater the 'a' value, easier the liquefaction

21.

$an^2/V^2 = atm$

$a = atm\ L^2/mol^2 = L^2\ mol^{-2}\ atm$

$nb = L$

$b = L/mol = L\ mol^{-1}$

22. **Correct Statement:** Critical temperature of CO_2 is 304 K. It means that CO_2 cannot be liquefied above 304 K, whatever the pressure may applied.

Pressure is inversely proportional to volume

23.

$$\text{Density} = \frac{\text{Mass}}{\text{Volume}}$$

$$= \frac{m}{\left(\frac{nRT}{P}\right)} = \left(\frac{m}{n}\right)\frac{P}{RT}$$

$$= \text{Molar mass} \times \frac{P}{RT}$$

$$= \frac{28\ g\ mol^{-1} \times 5\ atm}{0.082\ L\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1} \times 500\ K}$$

$$= 3.41 g\ L^{-1}$$

24. For a fixed mass of an ideal gas $V \alpha T$

$P \alpha 1/V$

and $PV = Constant$

25. At a given temperature and pressure

Volume α no. of moles

Volume α Mass / Molar mass

Volume α 28 / Molar mass

i.e. if molar mass is more, volume is less. Hence HI has the least volume

II Key to short answer questions:

46. $T_1 = 15^0\ C + 273$ $T_2 = 38 + 273$

$T_1 = 288\ K$ $T_2 = 311\ K$

$V_1 = 2.58\ dm^3$ $V_2 = ?$

(P = 1 atom constant)

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \left(\frac{V_1}{T_1}\right) \times T_2$$

$$= \frac{2.58\ dm^3}{288\ \cancel{K}} \times 311\ \cancel{K}$$

$V_2 = 2.78\ dm^3$ i.e. volume increased from 2.58 dm^3 to 2.78 dm^3

47. $V_1 = 8.5\ dm^3$ $V_2 = 6.37\ dm^3$

$T_1 = ?$ $T_2 = 0^0\ C = 273\ K$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_1 \times \left(\frac{T_2}{V_2}\right) = T_1$$

$$T_1 = 8.5\ \cancel{dm^3} \times \frac{273\ K}{6.37\ \cancel{dm^3}}$$

$T_1 = 364.28 K$

48. $n_A = 1.5\ mol$ $n_B = ?$

$V_A = 37.6\ dm^3$ $V_B = 16.5\ dm^3$

(T = 298 K constant)

$$\frac{V_A}{n_A} = \frac{V_B}{n_B}$$

$$n_A = \left(\frac{n_A}{V_A}\right) V_B$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:05 PM

$$= \frac{1.5\ \text{mol}}{37.6\ \cancel{\text{dm}^3}} \times 16.5\ \cancel{\text{dm}^3}$$

$$= 0.66\ \text{mol}$$

49. n = 1.82 mole

V = 5.43 dm ^{3}

T = 69.5 + 273 = 342.5

P = ?

PV = nRT

$$P = \frac{nRT}{V}$$

$$1.82\ \text{mol} \times$$

$$0.0821\ \cancel{\text{dm}^3}\ \text{atm mol}^{-1}\ \text{K}^{-1}$$

$$P = \frac{\times\ 342.5\ \text{K}}{5.43\ \cancel{\text{dm}^3}}$$

$$P = 9.425\ \text{atm}$$

50.

P_1 = 1.2 atm

T_1 = 18^0 C + 273 = 291 K

T_2 = 85^0 C + 273 = 358 K

P_2 = ?

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$P_2 = \left(\frac{P_1}{T_1}\right) \times T_2$$

$$= \frac{1.2\ \text{atm}}{291\ \cancel{\text{K}}} \times 358\ \cancel{\text{K}}$$

$$P_2 = 1.48\ \text{atm}$$

51. T_1 = 6 ^{0}C + 273 = 279 K

P_1 = 4 atm V_1 = 1.5 ml

T_2 = 25^0 C + 273 = 298 K

P_2 = 1 atm V_2 = ?

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{P_2}$$

$$= \frac{4\ \cancel{\text{atm}} \times 1.5\ \text{ml} \times 298\ \cancel{\text{K}}}{279\ \cancel{\text{K}} \times 1\ \cancel{\text{atm}}}$$

V_2 = 6.41 ml

52. Given,

V = 154.4 x 10 $^{-3}$ dm^3,

P = 742 mm of Hg

T = 298 K m = ?

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{742\ \text{mm Hg} \times 154.4 \times 10^{-3}\ \text{L}}{62\ \text{mm Hg L K}^{-1}\text{mol}^{-1} \times 298\ \text{K}}$$

$$= 0.006\ \text{mol}$$

$$n = \frac{\text{Mass}}{\text{Molar mass}}$$

$$\text{Mass} = n \times \text{Molar mass}$$

$$= 0.006 \times 2.016$$

$$= 0.0121\ \text{g} = 12.1\ \text{mg}$$

53.

$$\frac{\gamma_{\text{unknown}}}{\gamma_{N_2}} = \frac{t_{N_2}}{t_{\text{unknown}}} = \sqrt{\frac{M_{N_2}}{M_{\text{unknown}}}}$$

$$\frac{84\ \text{sec}}{192\ \text{sec}} = \sqrt{\frac{28\ \text{g mol}^{-1}}{M_{\text{unknown}}}}$$

On squaring both sides and rearranging

$$\left(\frac{84\ \text{sec}}{192\ \text{sec}}\right)^2 = \frac{28\ \text{g mol}^{-1}}{M_{\text{unknown}}}$$

$$M_{\text{unknown}} = 28\ \text{g mol}^{-1} \times \left(\frac{192\ \text{sec}}{84\ \text{sec}}\right)^2$$

$$M_{\text{unknown}} = 146\ \text{g mol}^{-1}$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:05 PM

54. $m_{O_2} = 52.5\ g$ $P_{O_2} = ?$

$m_{CO_2} = 65.1\ g$ $P_{CO_2} = ?$

$T = 300\ K$ $P = 9.21\ atm$

$P_{O_2} = X_{O_2}$ x Total Pressure

$$X_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{CO_2}}$$

$$n_{O_2} = \frac{\text{Mass of } O_2}{\text{Molar mass of } O_2}$$

$$= \frac{52.5\ g}{32\ g\ mol^{-1}} = 1.64\ mol$$

$$n_{CO_2} = \frac{\text{Mass of } CO_2}{\text{Molar mass of } CO_2}$$

$$= \frac{65.1\ g}{44\ g\ mol^{-1}} = 1.48\ mol$$

$$X_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{CO_2}} = \frac{1.64}{3.12} = 0.53$$

$$X_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_{O_2} + n_{CO_2}} = \frac{1.48}{3.12} = 0.47$$

$$P_{O_2} = X_{O_2} \times \text{Total pressure}$$

$$= 0.53 \times 9.21\ atm = 4.88\ atm$$

$$P_{CO_2} = X_{CO_2} \times \text{Total pressure}$$

$$= 0.47 \times 9.21\ atm = 4.33\ atm$$

55. Pressure of the gas in the tank at its melting point

$T_1 = 298\ K; P_1 = 2.98\ atom; T_2 = 1100\ K; P_2 = ?$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \quad P_2 = \frac{P_1}{T_1} \times T_2$$

$$= \frac{2.98\ atm}{298\ K} \times 1100\ K = 11\ atm$$

At 1100 K the pressure of the gas inside the tank will become 11 atm. Given that tank can withstand a maximum pressure of 12 atm, the tank will start melting first.

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:05 PM

Evaluation Yourself

1.

Solution :

Given

$\Delta H_f^0\ CO_2 = -393.5\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta H_f^0\ CO = -111.31\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta H_f^0\ (H_2O) = -242\ kJ\ mol^{-1}$

$CO_2(g) + H_2(g) \rightarrow CO(g) + H_2O(g)$

$\Delta H_r^0 = ?$

$\Delta H_r^0 = \Sigma\ (\Delta H_f^0)_{products} - \Sigma\ (\Delta H_f^0)_{reactants}$

$\Delta H_r^0 = [\Delta H_f^0\ (CO) + \Delta H_f^0\ (H_2O)] - [\Delta H_f^0\ (CO_2) + \Delta H_f^0\ (H_2)]$

$\Delta H_r^0 = [-111.31 + (-242)] - [-393.5 + (0)]$

$\Delta H_r^0 = [-353.31] + 393.5$

$\Delta H_r^0 = 40.19$

$\Delta H_r^0 = +40.19\ kJ\ mol^{-1}$

2.

Solution :

Given :

number of moles of water n

$= \frac{180\ g}{18\ g\ mol^{-1}} = 10\ mol$

molar heat capacity of water

$C_p = 75.3\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$

$T_2 = 100^0\ C = 373\ K$

$T_1 = 25^0\ C = 298\ K$

$\Delta H = ?$

$\Delta H = nC_p\ (T_2 - T_1)$

$\Delta H = 10\ mol \times 75.3\ J\ mol^{-1}\ K^{-1} \times (373 - 298)\ K$

$\Delta H = 56475\ J$

$\Delta H = 56.475\ kJ$

3.

$$C_6H_6\ (l) + \frac{7}{2} O_2(g) \rightarrow 6\ CO_2\ (g) + 3\ H_2O\ (l)$$

Δ U at 25^0 C = –3268.12 kJ

Solution :

Given

$T = 25^0\ C = 298\ K$;

$\Delta U = -3268.12\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta H = ?$

$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$

$\Delta H = \Delta U + (n_p - n_r)\ RT$

$$\Delta H = -3268.12 + \left(6 - \frac{15}{2}\right) \times 8.314 \times 10^{-3}\ x\ 298$$

$\Delta H = -3268.12 - (1.5 \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298)$

$\Delta H = -3268.12 - 3.72$

$\Delta H = -3271.84\ kJ\ mol^{-1}$

4.

Solution :

Given :

$Mg(S) + Br_2(1) \rightarrow$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:05 PM

$MgBr_2(S)\ \Delta H_f^0 = -524\ KJ\ mol^{-1}$

Sublimation :

$Mg(S) \rightarrow Mg(g)$

$\Delta H_1^0 = +148\ KJ\ mol^{-1}$

Ionisation :

$Mg(g) \rightarrow Mg^{2+}(g) + 2e^-$

$\Delta H_2^0 = 2188\ KJ\ mol^{-1}$

Vapourisation :

$Br_2(1) \rightarrow Br_2(g)$

$\Delta H_3^0 = +31\ KJ\ mol^{-1}$

Dissociation :

$Br_2(g) \rightarrow 2Br(g)$

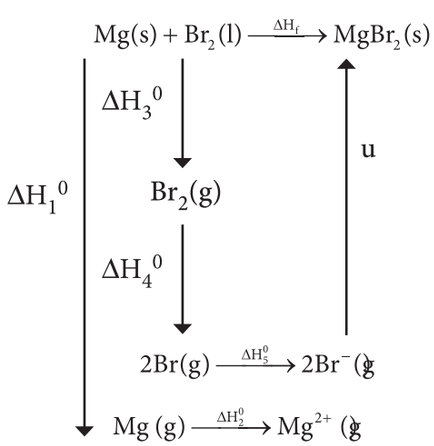
$\Delta H_4^0 = +193\ KJ\ mol^{-1}$

Electron affinity :

$Br(g) + e^- \rightarrow Br^-(g)$

$\Delta H_5^0 = -324.5\ KJ\ mol^{-1}$

Solution :



$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + 2\Delta H_5 + u$

$-524 = 148 + 2188 + 31 + 193 + (2 \times -324.5) + u$

$-524 = 1911 + u$

$u = -524 - 1911$

$u = -2435\ kJ\ mol^{-1}$

5.

Solution:

Given

$T_h = 127^0\ C = 127 + 273 = 400\ K$

$T_C = 47^0\ C = 47 + 273 = 320\ K$

% efficiency η = ?

$$\eta = \left[\frac{T_h - T_C}{T_h}\right] \times 100$$

$$\eta = \left[\frac{400-320}{400}\right] \times 100$$

$$\eta = \left[\frac{80}{400}\right] \times 100$$

$\eta = 20\%$

6.

Solution:

Given:

S^0 (urea) = 173.8 J mol^{-1} K^{-1}

S^0 (H_2O) = 70 J mol^{-1} K^{-1}

S^0 (CO_2) = 213.5 J mol^{-1} K^{-1}

S^0 (NH_3) = 192.5 J mol^{-1} K^{-1}

$NH_2 - CO - NH_2 + H_2O \rightarrow 2NH_3 + CO_2$

$\Delta S_r^0 = \Sigma (S^0)_{products} - \Sigma (S^0)_{reactants}$

$\Delta S_r^0 = [2\ S^0 (NH_3) + S^0 (CO_2)]$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:05 PM

$$- [S^0 (urea) + S^0 (H_2O)]$$

$$\Delta S_r^0 = [2 \times 192.5 + 213.5]$$

$$- [173.8 + 70]$$

$$\Delta S_r^0 = [598.5] - [243.8]$$

$$\Delta S_r^0 = 354.7 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

7.

Solution:

Given:

$$T_b = 351 \text{ K}$$

$$\Delta H_{vap} = 39840 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Delta S_v = ?$$

$$\Delta S_v = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$\Delta S_v = \frac{39840}{351}$$

$$\Delta S_v = 113.5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

8.

Solution:

Given:

$$\Delta H = -10 \text{ kJ mol}^{-1} = -10000 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Delta S = -20 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$\Delta G = ?$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = -10 \text{ kJ mol}^{-1} - 300 \text{ K} \times (-20\text{x}10^{-3}) \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta G = (-10+6) \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G = -4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

At 600 K

$$\Delta G = -10 \text{ kJ mol}^{-1} - 600 \text{ K} \times (-20\text{x}10^{-3}) \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta G = (-10 + 12) \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G = +2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

The value of ΔG is negative at 300K and the reaction is spontaneous, but at 600K the value ΔG becomes positive and the reaction is non spontaneous.

محاسبہ EVALUATION

I Choose the best answer:

1. (b) ΔH
2. (d) decrease in free energy
3. (b) q = 0
4. (d) = 0
5. (a) w = – ΔU
6. (d) $\frac{\text{mass}}{\text{volume}}$
7. (a) – 900 J
8. (b) negative
9. (b) – 67.6 kcal
10. (a) graphite is more stable than diamond
11. (d) – 462 kJ
12. (d) frictional energy
13. (d) ΔH < ΔU
14. (c) + 3 kJ
15. (a) – 2.48 kJ
16. (b) – 500 R
17. (d) $\frac{b-2a}{2}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:05 PM

18. (d) – 635.66 kJ

19. (c) 80 kJ mol^{-1}

20. (a) $\Delta H < 0$ and $\Delta S > 0$

21. (c) adiabatic expansion

22. (d) (–, –, +)

23. (b) 27 ^{0}C

24. (d) $CaCO_3(S) \rightarrow CaO(S) + CO_2(g)$

25. (a) 300K

Keys to multiple choice questions:

7.

$w = - P \Delta V$

$w = - (1 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2})$

$(1 \times 10^{-2} \text{ m}^3 - 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3)$

$w = -10^5 (10^{-2} - 10^{-3})$ Nm

$w = - 10^5 (10 - 1) 10^{-3})$ J

$w = - 10^5 (9 \times 10^{-3})$ J

$w = -9 \times 10^2$ J

$w = -900$ J

9.

$$CO(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

$\Delta H_C^0 (CO) = \Delta H_f (CO_2) - \Delta H_f(CO) + \Delta H_f (O_2)]$

$\Delta \quad H_C^0 (CO) = - 94 \text{ KCal} - [- 26.4 \text{ KCal} + 0]$

$\Delta H_C^0 (CO) = - 94 \text{ KCal} + 26.4 \text{ KCal}$

$\Delta H_C^0 (CO) = - 67.6 \text{ KCal}$

11.

$2Al + Cr_2O_3 \rightarrow 2Cr + Al_2O_3$

$\Delta H_r^0 = [2\Delta H_f (Cr) + \Delta H_f (Al_2O_3])$

$- [2\Delta H_f (Al) + \Delta H_f (Cr_2O_3)]$

$\Delta \quad H_r^0 = [0 + (- 1596 \text{ kJ})]$

$- [0 + (- 1134)]$

$\Delta \quad H_r^0 = - 1596 \text{ kJ} + 1134 \text{ kJ}$

$\Delta \quad H_r^0 = - 462$ kJ

14.

$\Delta \quad U = q + w$

$\Delta U = - 1 \text{ kJ} + 4 \text{ kJ}$

$\Delta U = + 3$kJ

15.

$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$

1 mole of Iron liberates 1 mole of Hydrogen gas

55.85 g Iron = 1 mole Iron

$\therefore \quad n = 1$

$T = 25^0$ C = 298 K

$w = - P \Delta V$

$$w = - P \left(\frac{nRT}{P} \right)$$

$w = - nRT$

$w = -1 \times 8.314 \times 298$ J

$w = - 2477.57$ J

$w = - 2.48$ kJ

16.

$T_i = 125^0$ C = 398 K

$T_f = 25^0$ C = 298 K

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:05 PM

$\Delta H = nC_p (T_f - T_i)$

$\Delta H = 2 \times \frac{5}{2} R (298 - 398)$

$\Delta H = -500 R$

17.

$C + O_2 \rightarrow CO_2$ $\quad \Delta H^0 = -a$ KJ ..... (i)

$2CO + O_2\ 2CO_2$ $\quad \Delta H^0 = -b$ kJ ..... (ii)

$C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO\ \Delta H^0 = ?$

(i) × 2

$2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2$ $\quad \Delta H^0 = -2a$ kJ ..... (iii)

Reverse of equation (ii) will be

$2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2$ $\quad \Delta H^0 = +b$ kJ ..... (iv)

(iii) + (iv)

$2C + O_2 \rightarrow 2CO\ \Delta H^0 = b - 2a$ kJ ..... (v)

(v) ÷ 2

$C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO\ \Delta H^0 = \frac{(b-2a)}{2}$ kJ

18.

Given :

$\Delta \quad H_C (CH_4) = -890$ kJ mol^{-1}

$\Delta \quad H_C (C_3H_8) = -2220$ kJ mol^{-1}

Let the mixture contain lit of and lit of propane.

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

x $\quad$ 2x

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

(15.68 – x) $\quad$ 5 (15.68 – x)

Volume of oxygen consumed = 2x + 5 (15.68 – x) = 32 lit

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:05 PM

$2x + 78.4 - 5x = 32$ l

$78.4 - 3x = 32$

$3x = 46.4$ l

$x = 15.47$ l

Given mixture contains 15.47 lit of methane and 0.213 lit of propane, hence

$$\Delta H_C = \left[\left(\frac{\Delta H_C\ (CH_4)}{22.4 \text{ lit}}\right) x \text{ lit}\right] + \left[\left(\frac{\Delta H_C\ (C_3H_8)}{22.4 \text{ lit}}\right)(15.68 - x) \text{ lit}\right]$$

$$\Delta H_C = \left[\left(\frac{-890 \text{ kJ mol}^{-1}}{22.4 \text{ lit}}\right) 15.47 \quad \text{lit}\right] + \left[\left(\frac{-2220}{22.4 \text{ lit}}\right) 0.21 \quad \text{lit}\right]$$

$$\Delta H_C = \left[-611.87 \quad \text{kJ mol}^{-1}\right] + \left[-20.81 \quad \text{kJ mol}^{-1}\right]$$

$$\Delta H_C = -632.68 \text{ KJ mol}^{-1}$$

19.

$4E_{C-H} = 360 \text{ kJ mol}^{-1}$

$E_{C-H} = 90 \text{ kJ mol}^{-1}$

$E_{C-C} + 6\,E_{C-H} = 620 \text{ kJ mol}^{-1}$

$E_{C-C} + 6 \times 90 = 620 \text{ kJ mol}^{-1}$

$E_{C-C} + 540 = 620 \text{ kJ mol}^{-1}$

$E_{C-C} = 80 \text{ kJ mol}^{-1}$

22. During compression, energy of the system increases, in isothermal condition, to maintain temperature constant, heat is liberated from the system. Hence q is negative.

During compression entropy decreases.

During compression work is done on the system, hence w is positive

23.

$$\Delta S_V = \frac{\Delta H_V}{T_b}$$

$$T_b = \frac{\Delta H_V}{\Delta S_V} = \frac{4800 \text{ J mol}^{-1}}{16 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}} = 300 \text{ K} = 27^0 \text{C}$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:06 PM

24. In $CaCO_3(S) \rightarrow CaO(S) + CO_2(g)$, entropy change is positive. **in option d, A solid reactant gives a gaseous product. Hence the entropy change is expected to be maximum for this process.**

25.

$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$

At 300K

$\Delta G = 30000 \text{ J mol}^{-1} - 300 \text{ K}$

$\times 100 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$\Delta G = 0$

above 300 K ; ΔG will be negative and reaction becomes spontaneous.

I Keys to the short answer questions:

53.

SOLUTION :

Given :

$n = 2$ moles

$V_i = 500 \text{ ml} = 0.5 \text{ lit}$

$V_f = 2 \text{ lit}$

$T = 25^0C = 298 \text{ K}$

$w = -2.303 \text{ nRTlog} \left(\frac{V_f}{V_i}\right)$

$w = -2.303 \times 2 \times 8.314 \times 298$

$\times \log \left(\frac{2}{0.5}\right)$

$w = -2.303 \times 2 \times 8.314$

$\times 298 \times \log(4)$

$w = -2.303 \times 2 \times 8.314$

$\times 298 \times 0.6021$

$w = -6871 \text{ J}$

$w = -6.871 \text{ kJ}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:06 PM

54.

SOLUTION :

Given :

$T_i = 298$ K

$T_f = 298.45$ K

$k = 2.5$ kJ K^{-1}

$m = 3.5$g

$M_m = 28$

heat evolved = $k \Delta T$

$= k (T_f - T_i)$

$= 2.5$ kJ K^{-1} (298.45–298)K

$= 1.125$kJ

$\Delta H_c = \frac{1.125}{3.5} \times 28$ kJ mol^{-1}

$\Delta H_c = 9$ kJ mol^{-1}

55.

SOLUTION :

Given :

$T_{sys} = 77^0C = (77 + 273) = 350$ K

$T_{surr} = 33^0$ C = (33 + 273) = 306 K

$q = 245$ J

$\Delta S_{sys} = \frac{q}{T_{sys}} = \frac{-245}{350} = -0.7$ JK^{-1}

$\Delta S_{surr} = \frac{q}{T_{sys}} = \frac{+245}{306} = +0.8$ JK^{-1}

$\Delta S_{univ} = \Delta S_{sys} + \Delta S_{surr}$

$\Delta S_{univ} = -0.7$ $JK^{-1} + 0.8$ JK^{-1}

$\Delta S_{univ} = 0.1$ JK^{-1}

56.

SOLUTION :

Given :

$n = 1$mole

$P = 4.1$ atm

$V = 2$ Lit

$T = ?$

$q = 3710$ J

$\Delta S = \frac{q}{T}$

$\Delta S = \frac{q}{\left(\frac{PV}{nR}\right)}$

$\Delta S = \frac{nRq}{PV}$

$\Delta S = \frac{1 \times 0.082 \text{ lit atm } K^{-1} \times 3710 \text{ J}}{4.1 \text{ atm} \times 2 \text{ lit}}$

$\Delta S = \frac{1 \times 0.082 \text{ lit atm } K^{-1} \times 3710 \text{ J}}{4.1 \text{ atm} \times 2 \text{ lit}}$

$\Delta S = 37.10$ JK^{-1}

57.

SOLUTION:

Given :

ΔH_f (NaCl) = 30.4 kJ = 30400 J mol^{-1}

ΔS_f(NaCl) = 28.4 JK^{-1} mol^{-1}

T_f ? =

$\Delta S_f = \frac{\Delta H_f}{T_f}$

$T_f = \frac{\Delta H_f}{\Delta S_f}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:06 PM

$$T_f = \frac{30400 \text{ J mol}^{-1}}{28.4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}}$$

$$T_f = 1070.4 \text{ K}$$

58.

SOLUTION :

Given

$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

$$\Delta H_C^0 = -2220.2 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ -----(1)}$$

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

$$\Delta H_f^0 = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ -----(2)}$$

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$$

$$\Delta H_f^0 = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ ----- (3)}$$

$$3C + 4H_2 \rightarrow C_3H_8$$

$$\Delta H_C^0 = ?$$

$$(2) \times 3 \Rightarrow 3C + 3O_2 \rightarrow 3CO_2$$

$$\Delta H_f^0 = -1180.5 \text{ kJ} \quad \text{-----(4)}$$

$$(3) \times 4 \Rightarrow 4H_2 + 2O_2 \rightarrow 4H_2O$$

$$\Delta H_f^0 = -1143.2 \text{ kJ -----(5)}$$

$$(4) + (5) - (1) \Rightarrow 3C + 3O_2 + 4H_2 + 2O_2 + 3CO_2 + 4H_2O \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O + C_3H_8 + 5O_2$$

$$\Delta H_f^0 = -1180.5 - 1143.2 - (-2220.2) \text{ kJ}$$

$$3C + 4H_2 \rightarrow C_3H_8$$

$$\Delta H_f^0 = -103.5 \text{ kJ}$$

Standard heat of formation of propane is $\Delta H_f^0 (C_3H_8) = -103.5$ kJ

59.

S. No	Liquid	Boiling points (^{0}C)	ΔH (kJ mol^{-1})
1.	Ethanol	78.4	+ 42.4
2.	Toluene	110.6	+ 35.2

SOLUTION :

For ethanol :

Given :

$$T_b = 78.4^0 \text{ C} = (78.4 + 273)$$

$$= 351.4 \text{ K}$$

$$\Delta H_V(\text{ethanol}) = + 42.4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta S_V = \frac{\Delta H_V}{T_b}$$

$$\Delta S_V = \frac{+ 42.4 \text{ kJ mol}^{-1}}{351.4 \text{ K}}$$

$$\Delta S_V = \frac{+ 42400 \text{ J mol}^{-1}}{351.4 \text{ K}}$$

$$\Delta S_V = +120.66 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

For Toluene :

Given :

$$T_b = 110.6^0 \text{ C} = (110.6+273)$$

$$= 383.6 \text{ K}$$

$$\Delta H_V \text{ (toluene)} = + 35.2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta S_V = \frac{\Delta H_V}{T_b}$$

$$\Delta S_V = \frac{+ 35.2 \text{ kJ mol}^{-1}}{383.6 \text{ K}}$$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:06 PM

$$\Delta S_V = \frac{+\,35200\ J\ mol^{-1}}{383.6\ K}$$

$$\Delta S_V = +\,91.76\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

60.

Solution :

Given :

$\Delta H = 30.56\ kJ\ mol^{-1}$

$= 30560\ J\ mol^{-1}$

$\Delta S = 6.66 \times 10^{-3}\ kJK^{-1}mol^{-1}$

T = ? at which $\Delta G = 0$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$0 = \Delta H - T\Delta S$

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

$$T = \frac{30.56\,kJ\,mol^{-1}}{6.66 \times 10^{-3}\,kJK^{-1}\,mol^{-1}}$$

T = 4589 K

(i) At 4589K ; $\Delta G = 0$ the reaction is in equilibrium.

(ii) at temperature below 4598 K , $\Delta H > T\Delta S$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S > 0$, the reaction in the forward direction, is non spontaneous. In other words the reaction occurs in the backward direction.

61.

Solution :

Given

$T = 400K ; \Delta H^0 = 77.2\,kJ\,mol^{-1} = 77200$

$J\ mol^{-1} ; \Delta S^0 = 122\ JK^{-1}\ mol^{-1}$

$\Delta G^0 = -2.303\ RT \log K_{eq}$

$$\log K_{eq} = \frac{-\Delta G^0}{2.303\ RT}$$

$$\log K_{eq} = -\frac{\left(\Delta H^0 - T\Delta S^0\right)}{2.303\ RT}$$

$$\log K_{eq} = -\left(\frac{77200 - 400 \times 122}{2.303 \times 8.314 \times 400}\right)$$

$$\log K_{eq} = -\left(\frac{28400}{7659}\right)$$

$\log K_{eq} = -\,3.7080$

$K_{eq} = \text{antilog}\ (-3.7080)$

$K_{eq} = 1.95 \times 10^{-4}$

62.

Solution :

Given

$T = 298K ; \Delta U = -\,742.4\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta H = ?$

$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$

$\Delta H = \Delta U + (n_p - n_r)\ RT$

$$\Delta H = -\,742.4 + \left(2 - \frac{3}{2}\right) \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298$$

$= -\,742.4 + (0.5 \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298)$

$= -\,742.4 + 1.24$

$= -\,741.16\ kJ\ mol^{-1}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:06 PM

63.

Solution :

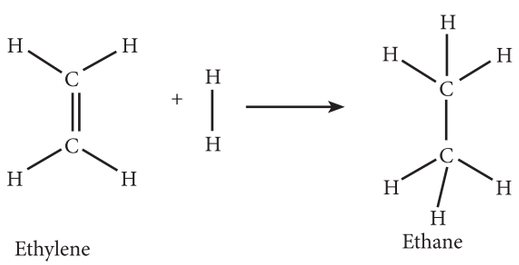
Given :

$E_{C-H} = 414 \text{ kJ mol}^{-1}$

$E_{C-C} = 347 \text{ kJ mol}^{-1}$

$E_{C=C} = 618 \text{ kJ mol}^{-1}$

$E_{H-H} = 435 \text{ kJ mol}^{-1}$



Ethylene Ethane

$\Delta H_r = \Sigma \text{ (Bond energy) }_r - \Sigma \text{ (Bond energy)}_p$

$\Delta H_r = (E_{C=C} + 4E_{C-H} + E_{H-H}) - (E_{C-C} + 6E_{C-H})$

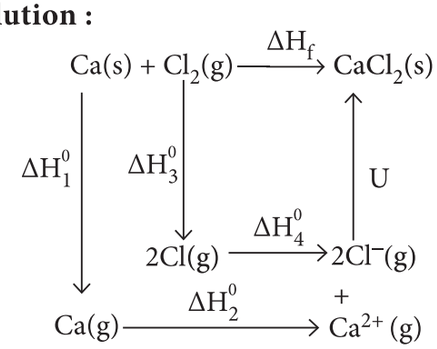
$\Delta H_r = (618 + (4 \times 414) + 435) - (347 + (6 \times 414))$

$\Delta H_r = 2709 - 2831$

$\Delta H_r = -122 \text{ kJ mol}^{-1}$

64.

Solution :



$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + 2\Delta H_4 + u$

$-795 = 121 + 2422 + 242.8 + (2 \times -355) + u$

$-795 = 2785.8 - 710 + u$

$-795 = 2075.8 + u$

$u = -795 - 2075.8$

$u = -2870.8 \text{ kJ mol}^{-1}$

65.

Solution :

Given :

$\Delta H_f (Fe_2O_3) = -741 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_f (CO) = -137 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_f (CO_2) = -394.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

$\Delta Hr = ?$

$\Delta Hr = \Sigma(\Delta H_f)_{products} - \Sigma (\Delta H_f)_{reactants}$

$\Delta Hr = [2 \Delta H_f (Fe) + 3\Delta H_f (CO_2)] - [\Delta H_f (Fe_2O_3) + 3\Delta H_f (CO)]$

$\Delta Hr = [0 + 3 (-394.5)] - [-741 + 3 (-137)]$

$\Delta Hr = [-1183.5] - [-1152]$

$\Delta Hr = -1183.5 + 1152$

$\Delta Hr = -31.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:06 PM

66.

Solution:

Given :

$T = 175^0 C = 175 + 273 = 448K$

Concentration of 1-pentyne

[A] = 1.3%

Concentration of 2-pentyne
[B] = 95.2%

Concentration of 1, 2-pentadiene
[C] = 3.5%

At equilibrium

$B \rightleftharpoons A$

95.2% 1.3% $\Rightarrow$

$K_1 = \frac{1.3}{95.2} = 0.0136$

$B \rightleftharpoons C$

95.2% 3.5% $\Rightarrow$

$K_2 = \frac{3.5}{95.2} = 0.0367$

$\Rightarrow \quad \Delta G_1^0 = -2.303\ RT \log K_1$

$\Delta G_1^0 = -2.303 \times 8.314 \times 448 \times \log 0.0136$

$\Delta G_1^0 = +16010\ J$

$\Delta G_1^0 = +16\ kJ$

$\Rightarrow \quad \Delta G_2^0 = -2.303\ RT \log K_2$

$\Delta G_2^0 = -2.303 \times 8.314 \times 448 \times \log 0.0367$

$\Delta G_2^0 = +12312\ J$

$\Delta G_2^0 = +12.312\ kJ$

67.

Solution:

Given :

$T = 33K$

$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

	N_2O_4	$\rightleftharpoons$	$2NO_2$
Initial no of moles	100		0
Number of moles dissociated	50		-
No of moles remaining	50		100
Total no of moles	150 moles		
$P_{N_2O_4} = \frac{n_{N_2O_4}}{n_{N_2O_4} + n_{NO_2}} . P$ $P_{N_2O_4} = \frac{50\ mol}{150\ mol} .1\ atm$ $P_{N_2O_4} = 0.333\ atm$ $P_{NO_2} = \frac{n_{NO_2}}{n_{N_2O_4} + n_{NO_2}} . P$ $P_{NO_2} = \frac{100\ mol}{150\ mol} .1\ atm$ $P_{NO_2} = 0.667\ atm$	$K_P = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}}$ $K_P = \frac{(0.667)^2\ atm^2}{0.333\ atm}$ $K_P = 1.336\ atm$ $\Delta G^0 = -2.303\ RT \log K_P$ $\Delta G^0 = -2.303\ X\ 8.314\ X\ 33\ X\ \log 1.336$ $\Delta G^0 = -79.49\ J\ mol^{-1}$		

68.

Solution :

Given :

$\Delta H_f^0\ (SO_2) = -297\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta H_f^0\ (SO_3) = -396\ kJ\ mol^{-1}$

$SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow SO_3 \quad \Delta H_r^0\ ? =$

$\Delta H_r^0 = (\Delta H_f^0)_{compound} - \Sigma (\Delta H_f)_{elements}$

$\Delta H_r^0 = \Delta H_f^0 (SO_3) - \left(\Delta H_f^0 (SO_2) + \frac{1}{2} \Delta H_f^0 (O_2) \right)$

$\Delta H_r^0 = -396\ kJ\ mol^{-1} - (-297\ kJ\ mol^{-1} + 0)$

$\Delta H_r^0 = -396\ kJ\ mol^{-1} + 297$

$\Delta H_r^0 = -99\ kJ\ mol^{-1}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:06 PM

69.

Solution:

Given :

$T = 298\ K$

$\Delta H = 400\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta S = 0.2\ KJ\ K^{-1}\ mol^{-1}$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

if $T = 2000\ K$

$\Delta G = 400 - (0.2 \times 2000) = 0$

$\Delta H = 400\ KJ\ mol^{-1}$ if $T > 2000\ K$

ΔG will be negative.

The reaction would be spontaneous only beyond 2000K

70.

Solution :

Given :

$T = 298K$

$\Delta G_r^0 = -13.6\ kJ\ mol^{-1}$

$= -13600\ J\ mol^{-1}$

$\Delta G^0 = -2.303\ RT \log K_{eq}$

$$\log K_{eq} = \frac{-\Delta G^0}{2.303\ RT} \quad \log K_{eq} = \frac{13.6 kJ\ mol^{-1}}{2.303 \times 8.314 \times 10^{-3} JK^{-1}\ mol^{-1} \times 298\ K}$$

$\log K_{eq} = 2.38$

$K_{eq} = \text{antilog } (2.38)$

$K_{eq} = 239.88$

71.

Solution :

Given :

$\Delta H_C\ (CH_4) = -890\ kJ\ mol^{-1}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:06 PM

$\Delta H_C\,(C_2H_4)$ $= -1423\ kJ\ mol^{-1}$

Let the mixture contain x lit of CH_4 and (3.67 − x) lit of ethylene.

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

x lit x lit

$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

(3.67−x)lit 2 (3.67 − x) lit

Volume of Carbondioxide formed = x + 2 (3.67−x) = 6.11 lit

x + 7.34 − 2x = 6.11

7.34 − x = 6.11

x = 1.23 lit

Given mixture contains 1.23 lit of methane and 2.44 lit of ethylene, hence

$$\Delta H_C = \left[\frac{\Delta H_C\,(CH_4)}{22.4\ lit} \times (x)\ lit\right]$$

$$+\left[\frac{\Delta H_C\,(C_2H_4)}{22.4\ lit} \times (3.67 - x)\ lit\right]$$

$$\Delta H_C = \left[\frac{-890\ kJ\ mol^{-1}}{22.4\ lit} \times 1.23\ lit\right]$$

$$+\left[\frac{-1423}{22.4\ lit} \times (3.67 - 1.23)\ lit\right]$$

$\Delta H_C = [-48.87\ kJ\ mol^{-1}]$

$+ [-155 kJ\ mol^{-1}]$

$\Delta H_C = -203.87\ kJ\ mol^{-1}$

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:06 PM

Books for Reference

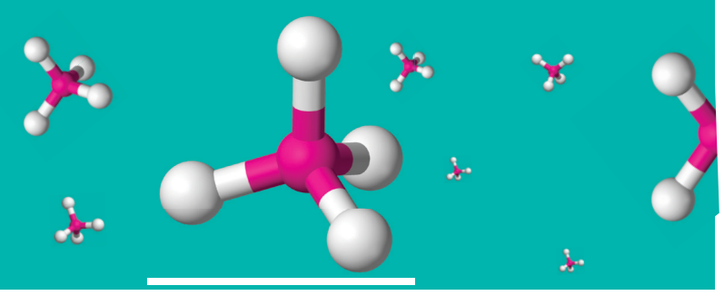
حوالہ جات کی فہرست

1. Basic concept of chemistry, L. J. Malone, T. O. Dolter, 8th Edition.
2. Chemistry in your life, Colin Baird, 2nd Edition.
3. Chemistry structure and properties, N. J. Tro, 2nd Edition.
4. General chemistry, R. Chang, 5th Edition.
5. Introductory chemistry for today, S. L. Seagal, M. R. Slabaugh, 8th Edition.
6. Basic Inorganic Chemistry, F. A. cotton, G. Wilkinson and P. L. Gaus, 3rd Edition.
7. Inorganic chemistry principles structure and reactivity, O. K. Medhi, E. A. Keiter, J. E. Huheey, R. L. Keiter, 4th Edition.
8. Inorganic chemistry, A. K. De.
9. Inorganic chemistry, Holleman-wiberg, 1st Edition.
10. Elements of physical chemistry, P. Atkins, 7th Edition.
11. Physical chemistry, I. Levine, 6th Edition..
12. Physical chemistry, G. Mortimer, 2nd Edition.
13. Advanced organic chemistry, Reactions, Mechanism and structure, J. March, 4th Edition.
14. Advanced organic chemistry, A. Bahl.
15. Introduction to organic chemistry, J. McMurry, 7th Edition.
16. Organic Chemistry, I.L Finar, 5th Edition.
17. Organic chemistry, R. T. Morrison, R. N. Boyd, 7th Edition.
18. Organic chemistry, L. G. Wade, 8th Edition.
19. Organic chemistry, J. McMurry, 9th Edition.
20. Organic chemistry, F. A.Carey, 10th Edition.
21. Environmental chemistry, R. P. Schwarzenbach, P. M. Gschwend, D. M. Imboden, 3rd Edition.

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:06 PM

GLOSSARY | لغت اصطلاحات

A-Z



Absolute zero	مطلق صفر
Absorption spectra	جذب شدہ طیف
Adiabatic process	حربند عمل
Alkali metals	قلوی دھاتیں
Alkaline earth metals	قلوی خاکی دھاتیں
Allotropes	بہروپ
Amphoteric	دورُخا
amu	جوہری کمیتی اکائی
Anion	منفرواں
Anode ray	اینوڈ شعاعیں (مثبت شعاعیں)
Anomalous	خلاف معمول
Aqueous solution	آبی محلول
Armor plates	زرہ کی پترے
Artificial silk	مصنوعی ریشم
Baking soda	پکوان کا سوڈا
Boundary	حد
Bunsen flame	بنسن کا شعلہ
Catalyst	تماسی عامل
Cathode ray	کیتھوڈ شعاعیں (منفی شعاعیں)
Cation	مثبر واں
Caustic soda	کاسٹک سوڈا
Combustion	احتراق
Compression	داب
Concept	نظریہ
Covalent radius	ہم گرفتہ نصف قطر
Critical constants	فاصل مستقلہ
Decomposition	تحلیل
Diagonal relation	وتری تعلق
Diffusion	نفوذ پذیری
Dipole moment	دو قطبی حرکت

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:07 PM

Direct proportion	راست تناسب
Discharge tube	اخراجی نالی
Disproportionation	غیر تناسبیت
Dual behavior	دوہرا برتاؤ
Efficiency	کارکردگی
Electron affinity	الکٹرانی الف
Electronegativity	برق منفیت
Electrostatic attraction	سکوں برقی کشش
Emission spectra	اخراجی طیف
Empirical formula	تجربی ضابطہ
Equivalent mass	معادل کمیت
Excited state	مشتعل حالت
Expansion	پھیلاؤ
Fertilizers	کیمیائی کھاد
Formation	تشکیل
Gaseous state	گیسی حالت
Ground state	ارضی حالت
Hard water	سخت پانی
Hardness	سختی
Heat capacity	حرارتی گنجائش
Heavy water	بھاری پانی
Heterogeneous mixture	دگر متجانس آمیزہ
Homogeneous mixture	ہم متجانس آمیزہ
Hydrogen bonding	ہائڈروجن بندش
Ideal gases	مثالی گیسیں
Inter molecular	بین سالمی
Inner transition metals	اندرونی مروری (عبوری) دھاتیں
Insoluble	ناحل پذیر
Internal energy	اندرونی توانائی
Ion exchange	روانی تبادلہ
Ionic radius	روانی نصف قطر
Ionisation energy	روانی توانائی
Irreversible	غیر رجعی
Isobaric process	ہم دباؤ افعال
Isochoric process	ہم حجمی افعال
Isoelectronic species	ہم الکٹرانی نوع
IUPAC	*International Union of Pure and Applied Chemistry*
Lather	جھاگ

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:07 PM

Lattice energy	جالی کی توانائی
Laundering	دھلائی
Lime stone	چونے کا پتھر
Linear	خطی
Lone pair	تنہا جوڑی
Matter	مادّہ
Milk of lime	چونے کا پانی
Milk of magnesia	میگنیشیا کا دودھ
Naphthalene balls	کپڑوں کا کافور
Negligible	نظر انداز کرنے کے قابل
Neutralisation	تعدیلی
nm	نینومیٹر
Non-spontaneous process	غیر بے ساختہ
Octahedron	آٹھ سطحی
Octaves	ہشتیہ
Octet rule	ہشتیہ کا قاعدہ
Operator	کام کرنے والا
Oxidation	تکسید
Oxidation number	تکسیدی عدد
Path function	طریق کار کا تفاعل
Periodic table	دَوری جدول
Photoelectric effect	شعاع برقی اثر
Plaster of Paris	پلاسٹر آف پیرس
pm	پیکومیٹر
Polarisation	قطبیت
Polarisibility	قطبی خاصیت
Polyatomic molecule	کثیر جوہری سالمے
Precipitate	رسوب
Quantity	مقدار
Quick lime	ان بجھا چونا
Radioactive elements	تابکار عنصر
Reagent	تعامل انگیز
Redox	تکسیل
Reduction	تحویل
Relative atomic mass	نسبتی جوہری کمیت
Reversible process	غیر رجعی عمل
Saturated solution	سیر شدہ محلول
Scattering	انتشار

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:07 PM

Shielding effect	ڈھال کا اثر
SI unit	عالمی نظام کی اکائیاں
Slaked lime - $Ca(OH)_2$	بجھا چونا
Soluble	حل پذیر
Sparingly soluble	ناحل پذیر
Spin	گردش
Spontaneous process	بے ساختہ عمل
State function	طریق کار کا تفاعل
Sublimation	تصعید
Surroundings	ماحول
Synthesis	تیار کرنا
Tetrahedron	چار سطحی، چوسطحی
Thermal equilibrium	حرحراری توازن
Trans uranium elements	پار یورینیم عناصر
Transition metals	عبوری دھاتیں
Triads	تہرے
Uncertainty	غیر یقینی
Unified mass	متحد کمیت
Universe	کائنات
Unsaturated compound	غیر سیر شدہ مرکب
Valence electrons	گرفتی الکٹران
Valency	گرفت
Vapour pressure	بخاراتی دباؤ
Vapourisation	تبخیر
Viscosity	لزوجیت
Wave function	موجی تفاعل

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:07 PM

Chemistry Volume-I - Class XI - Urdu Medium

List of Translators and Reviewer

کیمیاء برائے گیارھویں جماعت

Translators :

Mubeen Taj,
P.G. Asst., Govt. Urdu HSS, Hosur, Krishnagiri Dt.

S.K. Shahida Begum,
B.T. Asst., Islamiah Boys' HSS, Vaniyambadi, Tirupattur Dt.

Hasan Mohamed Noorullah
B.T. Asst. Islamiah Boys' HSS, Vaniyambadi, Tirupattur Dt.

Irshad Khan
B.T. Asst. Islamiah Boys' HSS, Vaniyambadi, Tirupattur Dt.

مترجمین :

مبین تاج
پی.جی.اسسٹنٹ، گورنمنٹ اردو ہائرسکنڈراسکول، ہسور، ضلع کرشنگری

ایس۔کے۔شاہدہ بیگم
بی.ٹی.اسسٹنٹ، اسلامیہ گرلز ہائرسکنڈری اسکول، وانم باڑی، ضلع ترپاتور

حسن محمد نوراللہ
بی.ٹی.اسسٹنٹ، اسلامیہ بائز ہائرسکنڈری اسکول، وانم باڑی۔

یم۔ارشادخان
بی۔ٹی۔اسسٹنٹ، اسلامیہ بائس ہائرسکنڈری اسکول، وانم باڑی، ضلع ترپاتور۔

Reviewer

Mohamed Jaweed Akram
P.G. Asst., Islamiah Boys' HSS, Vaniyambadi, Tirupattur Dt.

نظرثانی

محمد جاوید اکرم
پی.جی.اسسٹنٹ، اسلامیہ بائز ہائرسکنڈری اسکول، وانم باڑی۔

Academic Head and Co-ordinator :

Dr. Mrs. Shameem,
Deputy Director, SCERT, Chennai

تعلیمی سربراہ اور معاون

ڈاکٹر مسز یس۔شمیم
ڈپٹی ڈائرکٹر، یس.سی.ای.آر.ٹی، چنئی۔

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.

معاونین

ڈاکٹر آر. انبوگن
پرنسپال، DIET، رانی پیٹ

یم.سریش کمار
اسسٹنٹ پروفیسر، DIET، رانی پیٹ

اے۔ سواکمار
اسسٹنٹ پروفیسر، DIET، رانی پیٹ

محمد جاوید اکرم،
پی.جی.اسسٹنٹ، اسلامیہ بائز ہائرسکنڈری اسکول،
وانم باڑی، ضلع ترپاتور

Co-ordinator
Ramesh Munisamy

Urdu DTP and Layout
TAJ Printers, Vaniyambadi.

ترتیب وتزئین
تاج پرنٹرس ، وانم باڑی۔

This book has been printed on 80 GSM Elegant Maplitho paper

Printed by Offset at :

11 chem vol-1 unit 7
Tuesday, August 30, 2022 7:22:07 PM