GOVERNMENT OF TAMIL NADU

ہائرسکنڈری-سالِ دوّم

HIGHER SECONDARY SECOND YEAR

# کیمیاء

# CHEMISTRY

## (URDU MEDIUM)

جلد - I

VOLUME - I

Department of School Education

**Untouchability is Inhuman and a Crime**

**Government of Tamil Nadu**

First Edition - 2021

Revised Edition - 2022, 2023

Reprint - 2024

(Published under New Syllabus)

**Content Creation**

State Council of Educational
Research and Training
© SCERT 2021
**Printing & Publishing**

Tamil NaduTextbook and Educational
Services Corporation

www.textbooksonline.tn.nic.in

# 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 | |
| | **QR 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 | |

## VARIOUS RESEARCH INSTITUTES IN INDIA, RESEARCH AREAS AND WEBSITES ARE SUMMARIZED BELOW.

| INSTITUTE | RESEARCH AREAS | WEBSITE |
|---|---|---|
| **Indian institute of Science (IISC)**<br>*Bengaluru, Karnataka* | ❖ Peptides and peptidomimetics: Sugar amino acids<br>❖ Delivery of therapeutic oligonucleotides<br>❖ Carbohydrate-protein interactions<br>❖ Functional soft and hybrid materials<br>❖ Studies of dendrimers and liquid crystals<br>❖ Inorganicand organic semiconductors | www.iisc.ac.in |
| **Indian Institute of Technology (IITM)**<br>*Chennai, Tamilnadu* | ❖ Statistical Correlations and Information Processing<br>❖ Ionic liquid-templated ordered mesoporous aluminosilicates<br>❖ Energy and fuel research<br>❖ Molecular engineering of materials<br>❖ Environmental science and engineering<br>❖ Catalysis and soft matter<br>❖ System engineering and data science | www.iitm.ac.in |
| **National Chemical Laboratory(NCL)**<br>*Pune, Maharashtra* | ❖ Chemical Science<br>❖ Chemical Engineering<br>❖ Catalytic materials<br>❖ Nano materials<br>❖ Chemical looping combustion(CLC) | www.ncl-india.org |
| **Indian Institute of Chemical Technology (IICT)**<br>*Hyderabad, Telangana* | ❖ Pharmaceutics & Drugs<br>❖ Energy (Solar Coal)<br>❖ Polymer & Functional Technology<br>❖ Chemical Engineering<br>❖ Membrane Technology | www.iictindia.org |
| **Central Electrochemical Research Institute (CECRI)**<br>*Karaikudi, Tamil Nadu.* | ❖ Li Batteries<br>❖ Corrosion<br>❖ Bio-Sensors<br>❖ Materials Electrochemistry<br>❖ Electro catalysis and Fuel Cells | www.cecri.res.in |

| INSTITUTE | RESEARCH AREAS | WEBSITE |
|---|---|---|
| **Central Drug research institute (CDRI)**<br>*Lucknow,Uttar Pradesh.* | ❖ Drug design<br>❖ Pharmaceuticals and Biomedical Research | www.cdri.res.in |
| **Central Salt & Marine Chemicals Research Institute**<br>*Bhavnagar, Gujarat* | ❖ Salt and Marine Chemicals<br>❖ Inorganic Materials and Catalysis<br>❖ Electro Membrane Processes<br>❖ Reverse Osmosis | www.csmcri.org |
| **National Institute of Pharmaceutical Education and Research (NIPER)**<br>*Mohali, Punjab.* | ❖ Development of oral anti diabetic drugs<br>❖ Nano crystalline solid<br>❖ Xanthine oxidase inhibitors<br>❖ Microbial and marine origin for therapeutic purposes<br>❖ Standardization and quality control of herbal drugs and products<br>❖ Development of chemical process technologies for important natural products involving isolation | www.niper.gov.in |
| **Institute of Nano Science and Technology(INST)**<br>*Mohali, Punjab* | ❖ Bio-inspired soft nanostructures<br>❖ Bio-sensors and online diagnostics<br>❖ Bio-targeting and therapeutics<br>❖ Microfluidicsbaseddevices<br>❖ Materials and devices for energy storage and harvesting<br>❖ Nanotechnology in Agriculture and Rural Development<br>❖ Nano toxicology | www.inst.ac.in |
| **Laboratory of Advanced Research in Polymeric Materials (LARPM)**<br>*Bhubaneswar, disha.* | ❖ Biopolymer<br>❖ Fuel Cells<br>❖ Polymer Nano composite<br>❖ Carbon Nanotubes<br>❖ Polymer Blends & Alloys<br>❖ E Waste Recycling | www.larpm.gov.in |
| **Tata institute of fundamental research (TIFR)**<br>*Mumbai, Maharashtra* | ❖ Molecular biophysics and imaging<br>❖ Chemical biology and synthetic chemistry<br>❖ Bioinorganic and biomimetic chemistry<br>❖ Nano science and catalysis<br>❖ Chemical physics and dynamics | www.tifr.res.in |

# LIST OF ENTRANCE EXAMINATIONS AFTER HSC

| NAME OF THE EXAM | MODE OF SELECTION | COURSE | WEBSITE |
|---|---|---|---|
| **NEET** (National Eligibility cum Entrance test | Written test | MBBS., BDS., | www.cbscneet.nic.in |
| **AIIMS** (All India Institute of Medical Sciences) | Written test | MBBS., | www.aiimsexams.org |
| **JIPMER** (Jawaharlal Institute Of Postgraduate Medical Education & Research) | Computer based test | MBBS., | www.jipmer.edu.in |
| **AFMC** (Armed Forces Medical College Entrance Exam | Written test | M.B.B.S., (Should Serve 7 Years in Armed Forces) | www.afmc.nic.in |
| **IIT – JEE** (IIT- Joint Entrance Exam) | Written test | B.E., B.Tech., B.Arch., | www.jeemain.nic.in |
| **CUCET** (Central Universities Common Entrance Test) | Written test | Integrated M.Tech., B.Tech., Integrated B.Sc., B.Ed., Integrated M.Sc., Integrated M.A., B.Des., (craft and design) | www.cucet.co.in |
| **NISER** (National Institute of Science Education and Research | Written test | Integrated M Sc., (Biology, Chemistry, Mathematics and Physics) | www.niser.ac.in |
| **IISC** (Indian Institute of Science Bangalore) | Written test | B.Sc., (4 years) | www.iisc.ernet.in |

| NAME OF THE EXAM | MODE OF SELECTION | COURSE | WEBSITE |
|---|---|---|---|
| **IISER**<br>(Indian Institutes of Science Education and Research ) | Written test | 5-year BS-MS dual degree<br>(Biology, Chemistry, Mathematics and Physics)<br>**IISER Kolkata offers major in Earth Sciences | www.iiserpune.ac.in |
| **NATA**<br>(National Aptitude Test in Architecture) | Computer Based Test | B.Arch., | www.nata.in |
| **NIFT**<br>(national institute of fashion technology) | Written test | B.Des.,<br>BFTech., | www.nift.ac.in |
| **IIFT**<br>(indian institute of fashion technology) | Written test | B.Sc.,<br>(in fashion & apparel design) | www.iiftbangalore.com |
| **NID NEED**<br>(National Entrance Exam for Design | Written test | B.Des., (4 years) | www.nid.edu |
| **IIST**<br>(Indian Institute of Space Technology) | Written test | B.Tech.,<br>(Avionics/ Aerospace Engineering/ Physical Science) | www.iist.ac.in |
| **CLAT**<br>(Common Law Admission Test) | Written test | Integrated LLB ( 5 years) | www.cbscneet.nic.in |
| **NCHMCT**<br>(National Council for Hotel Management Catering Technology Joint Entrance Exam) | Written test | B.Sc.,<br>(Hospitality and Hotel Administration) | www.nchm.nic.in |
| **NDA and NA**<br>(National Defence Academy and Naval Academy) | Written Exam | 3 Years Training for entry into ARMY/ NAVY/AIRFORCE | www.nda.nic.in |
| **AIMNET**<br>(All India Merchant Navy Entrance Test) | Written Exam | B.Tech., Marine Engineering<br>B.Sc., Nautical Science<br>B.Tech.,Navel Architecture and Ship Building | www.aim.net.co.in |

# VARIOUS SCHOLARSHIP SCHEME OFFERED AFTER HSC

| CENTRAL GOVERNMENT SCHOLARSHIPS OFFERED | OFFERED BY | APPLICATION PERIOD |
| --- | --- | --- |
| **Central Sector Scheme of Scholarship for College and University Students** | Ministry of Human Resource Development, Government of India | July to October |
| **Kishore Vaigyanik Protsahan Yojana (KVPY)** | Department of Science and Technology (DST), Government of India | June to August |
| **Inspire Scholarship** | Department of Science and Technology (DST), Government of India | October to December |
| **ONGC scholarship ( Applicable for SC/ST Students)** | Oil and Natural Gas Corporation Limited | January to March |
| **National Fellowship and Scholarship for Higher Education of ST Students** | Ministry of Tribal Affairs, Government of India | July to October |
| **MOMA scholarship (applicable only for Minority students)** | Ministry of Minority Affairs, Government of India | July to September |
| **Scholarships for Top Class Education for Students with Disabilities** | Ministry of Social Justice and Empowerment, Government of India | July to October |
| **Saksham Scholarship (Applicable for Disable students)** | AICTE | September to November |
| **AICTE Pragati scholarship for Girls** | AICTE | September to November |

# CONTENTS مضامین

## CHEMISTRY کیمیاء


| مہینہ | صفحہ نمبر | Topic | عنوان | نمبر |
|---|---|---|---|---|
| جون | 01 | Metallurgy | دھات سازی | I |
| جون | 26 | p-Block Elements-I | p- بلاک عناصر - I | 2 |
| جولائی | 56 | p-Block Elements - II | p- بلاک عناصر - II | 3 |
| اگست | 100 | Transition and Inner Transition Elements | مروری (عبوری) اور اندرونی مروری (عبوری) عناصر | 4 |
| اکتوبر | 130 | Coordination Chemistry | کوآرڈی نیشن کیمیاء | 5 |
| جون | 176 | Solid State | ٹھوس حالت | 6 |
| جولائی | 204 | Chemical Kinetics | کیمیائی حرکیات | 7 |
| | 234 | Answers | جوابات | |
| | 256 | Practicals | عملی مشق (پریکٹکلس) | |
| | 280 | Glossary | اصطلاحات | |


E-book

Assessment

اکائی 1

# دھات سازی

# (METALLURGY)

**Harold Johann Thomas Ellingham**
**(1897–1975)**

## ہیرالڈ جوہان تھامس ایلنگھم

ایلنگھم ایک انگریزی طبیعیاتی کیمیاء دان اپنے ایلنگھم کے نقشوں کے لئے پہچانے جاتے ہیں۔ دھاتوں کے ایلنگھم کے نقشے بہت زیادہ اطلاعات فراہم کرتے ہیں۔ یہ نقشے مناسب حرحرکی حالت پیش کرتے ہیں، جس سے ایک دھات تحویل پاتی ہے۔ ایلنگھم نے مختلف دھاتی آکسائڈوں کی تپش کا استحکام کا موازنہ کیا۔ ایلنگھم کے دور سے پہلے سے بھی کاربن یا کاربن مونا کسائڈ کی مدد سے دھاتی آکسائڈ سے دھاتوں کی تحویل کا عمل چلا آرہا ہے۔ مگر ایلنگھم نے اسے سائنسی طریقہ سے ثابت کیا۔

## سیکھنے کے مقاصد

اس سبق کو پڑھنے کے بعد طلباء یہ جان چکے ہوں گے۔

- کچھ دھاتوں کی ارتکاز کے مختلف طریقوں کی وضاحت کریں گے۔
- خام دھاتوں کی تخلیص کے مختلف طریقوں کی وضاحت کریں گے۔
- دھات سازی کے عمل میں مختلف حرحرکی اصولوں کا اطلاق کریں گے۔
- ایلنگھم نقشوں کے ذریعہ تحویل کے عمل کے لئے مناسب حالت کا اندازہ لگائیں گے۔
- دھات سازی کے عمل میں برق کیمیائی اصولوں کی وضاحت کریں گے۔
- دھات سازی کے حصول میں برقیمیائی اصولوں کو عمل میں لائیں گے۔
- برقی تخلیص کے لئے برقیروں کے تعامل کی وضاحت کریں گے۔
- Al, Sn, Fe, Cu , Au کے استعمالات کی فہرست بنائیں گے۔

## تعارف (Introduction )

دھات سازی، دھاتوں سے متعلق سائنس اور ٹکنالوجی پیش کرتے ہیں۔قدرت میں صرف بعض دھاتیں فطری طور پر پائے جاتے ہیں۔ اکثر دھاتیں اُن کے آکسائڈ،سلیکیٹ یا سلفائڈ وغیرہ کے طور پر پائے جاتے ہیں۔ انسان، قدیم تہذیب کے دور ہی سے دھات سازی کے عمل سے واقف ہے۔ قدیم زمانے کے لوگ آس پاس موجود دھاتوں کو آگ میں پگھلا کر استعمال کرنے کے عمل سے واقف تھے۔ وہ زمین کے اوپر موجود کچ دھاتوں کو پگھلا کر استعمال کرتے تھے۔ موجودہ دور میں ہم جس دھات سازی کے طریقے کو استعمال کر رہے ہیں، وہ بھی قدیم زمانے کی دھات سازی کی جدید قسم ہے۔ بھرتوں کے خواص کے مطابق ان کا حصول ہماری ضرورت بن گیا ہے۔ دھات سازی کے لئے ایسے مناسب طریقے تلاش کئے جائیں جو ماحول دوست ہوں اور کم سے کم فضلات ماحول میں خارج کریں اور توانائی کو کارکردگی سے استعمال کریں۔

اقتصادی اور تکنیکی ترقی کے لئے ایسے ہی جدید طریقے درکار ہیں جن سے دھات سازی کا عمل آسانی سے ساتھ ہو۔

اس اکائی میں ہم دھات سازی کے مختلف مرحلوں اور اس میں کونسا اصول استعمال ہوتا ہے، اس سلسلے میں جانکاری حاصل کریں گے۔

### 1.1 دھاتوں کا پایا جانا (Occurence of metals)

عام طور پر خالص دھاتیں چمک دار، متوتر اور متورق ہوتے ہیں، جب کہ قدرت میں اکثر یہ ان کے مرکبات کے طور پر پائے جاتے ہیں، جن کے کیمیائی خواص مختلف ہوتے ہیں۔ دھاتیں جن کی متعاملیت بالکل کم ہوتی ہے، وہ قدرتی طور پر اصلی حالت میں پائے جاتے ہیں۔ تانبا، چاندی، سونا، اور پلاٹینم جیسی دھاتوں کا شمار ان میں ہوتا ہے۔ زیادہ تعامل پذیر دھاتیں، جیسے قلوی دھاتیں، مخلوط حالت میں پائی جاتی ہیں۔ ان کو بعض مخصوص دھات سازی کے عمل کے ذریعہ حاصل کیا جاتا ہے۔

### 1.1.1 معدنیات اور کچ دھاتیں (Minerals and ore)

قدرتی طور پر موجود شئے جو آکسائڈ یا سلفائڈ کی شکل میں ہے، اس میں کوئی نہ کوئی دھات پائی جاتی ہے **معدنیات(Mineral)** کہلاتی ہے۔ اکثر معدنیات میں مطلوبہ دھاتوں کی مقدار کم ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر تقریباً 800 معدنیات ہی میں کچ دھات پائے جاتے ہیں۔ تاہم لوہے کے حصول کے لئے ہیماٹائٹ اور میگناٹائٹ استعمال کئے جاتے ہیں۔ ان میں لوہے کی زیادہ مقدار پائی جاتی ہے۔ ایسی معدنیات جن میں دھات کا فی صد زیادہ ہوتا ہے، اور جن کا حصول آسانی کے ساتھ ہوسکتا ہے، وہ **کچ دھات (Ore)** کہلاتی ہیں۔

لہٰذا تمام کچ دھاتیں معدنیات ہیں، جب کہ تمام معدنیات کچ دھات نہیں ہوتیں۔

ایک اور مثال پر غور کیجیے۔ باکسائٹ اور چینی چکنی مٹی (China clay) $(Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O)$ دونوں الومنیم کی معدنیات ہیں۔ باکسائٹ سے الومنیم آسانی سے حاصل کیا جاسکتا ہے، جبکہ چینی چکنی مٹی سے نہیں۔

چنانچہ باکسائٹ ایک کچ دھات ہے اور چکنی مٹی کچ دھات نہیں۔

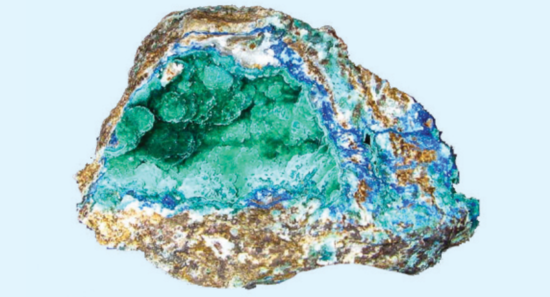
کسی کچ دھات سے مطلوبہ دھات کو حاصل کرنے کے درج ذیل مرحلے ہیں۔

i) کچ دھات کا ارتکاز

ii) خام دھات کا حصول

iii) خام دھات کی تخلیص

میلا چائٹ -تانبے کا معدن



Malachite – copper mineral

جدول 1.1 بعض دھاتوں کی فہرست اوران کی عام کچ دھاتیں اوران کے کیمیائی ضابطے

| Metal دھات | Ore کچ دھات | Composition ترکیب | دھات | Ore کچ دھات | ترکیب |
|---|---|---|---|---|---|
| Aluminum الومینیم | Bauxite | $Al_2O_3.nH_2O$ | Zinc | Zinc blende or Sphalerite | $ZnS$ |
| | Diaspore | $Al_2O_3.H_2O$ | | Calamine | $ZnCO_3$ |
| | Kaolinite | $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ | | Zincite | $ZnO$ |
| Iron لوہا | Haematite | $Fe_2O_3$ | Lead | Galena | $PbS$ |
| | Magnetite | $Fe_3O_4$ | | Anglesite | $PbSO_4$ |
| | Siderite | $FeCO_3$ | | Cerrusite | $PbCO_3$ |
| | Iron pyrite | $FeS_2$ | Tin | Cassiterite (Tin stone) | $SnO_2$ |
| | Limonite | $Fe_2O_3.3H_2O$ | Silver | Silver glance (Argentite) | $Ag_2S$ |
| Copper تانبا | Copper pyrite | $CuFeS_2$ | | Pyrargyrite (Ruby silver) | $Ag_3SbS_3$ |
| | Copper glance | $Cu_2S$ | | Chlorargyrite (Horn Silver) | $AgCl$ |
| | Cuprite | $Cu_2O$ | | Stefinite | $Ag_5SbS_4$ |
| | Malachite | $CuCO_3.Cu(OH)_2$ | | Proustite | $Ag_3AsS_3$ |
| | Azurite | $2CuCO_3.Cu(OH)_2$ | | | |

## 1.2 کچ دھاتوں کا ارتکاز (Concentration of ores)

عام طور پر دھاتوں میں غیر دھاتی لوث، چٹانی اشیاء اور سلیکائی اشیاء پائی جاتی ہیں۔ جنہیں مجموعی طور پر گل معدن کہا جاتا ہے۔ دھات سازی کا اولین مرحلہ ان لوگوں کو الگ کرنا ہے۔ الگ کرنے کے مرحلے کو ارتکاز کہتے۔ یہ مطلوبہ دھات کے ارتکاز کو بڑھاتا ہے۔ کچ دھات کی فطرت، لوث کی قسم اور ماحول، عوامل کی مناسبت سے ارتکاز کے لئے مختلف طریقے استعمال ہوتے ہیں۔بعض عام طریقے یہاں زیر بحث ہیں۔

### 1.2.1 تجاذبی طریقہ یا ماقوائی دھلائی (Gravity separation or Hydraulic wash)

اس طریقے میں زیادہ کثافت اضافی والی کچ دھات سے کم کثاف اضافی والی گل معدن کو دوڑتے ہوئے پانی میں بہا کر الگ کیا جاتا ہے۔ کچ دھات کو پیس کر نفیس ذرات بنائے جاتے ہیں۔ ان کو دوڑتے پانی میں بہایا جاتا ہے۔ ہلکے لوث بہتے پانی میں بہہ جاتے ہیں جب کہ وزنی کچ دھات نیچے جمع ہوجاتی ہے۔ اس طریقہ سے عام طور پر سونا، ہیماٹائٹ (Fe2O3) اور ٹن اسٹون (SnO2) وغیرہ کو ارتکاز کیا جاتا ہے۔

## 1.2.2 جھاگ کے تیراؤ کا طریقہ : (Froth Floatation)

اس طریقہ سے عام طور پر سلفائڈ کی کچ دھات جیسے PbS، سیسہ کی کچ دھات (Zns) کا ارتکاز کیا جاتا ہے۔ اس طریقہ میں کچ دھات کے دھاتی ذرات جو تیل میں بھیگ جاتے ہیں، گل معدن سے جدا ہو کر انہیں الگ کر لیا جاتا ہے۔

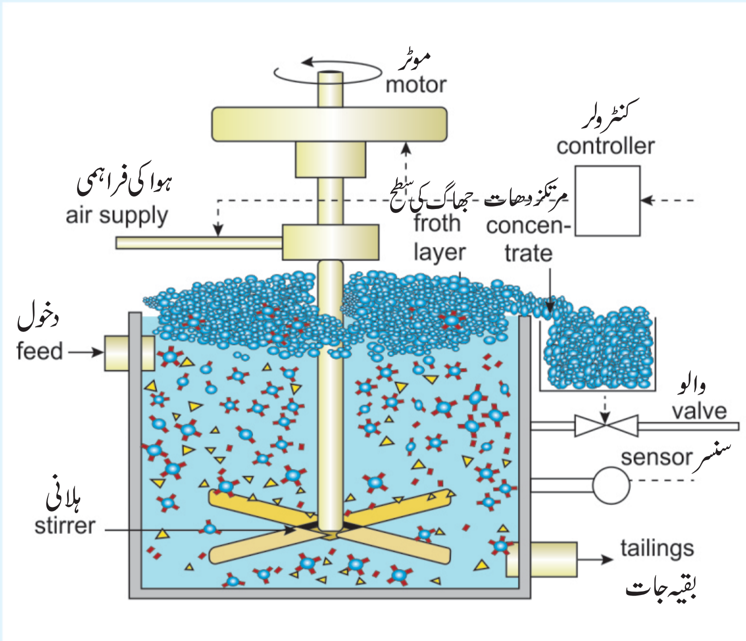



Figure 1.1 Froth Flotation

خاکہ 1.1 جھاگ کا تیراؤ

اس طریقہ میں کچ دھات کو یوکلپٹس کے تیل یا پائن کے تیل سے ملے ہوئے پانی میں ایک بڑی ٹنکی میں معلق کیا جاتا ہے۔ تھوڑی مقدار کا سوڈیم زینتھیٹ، بطور محلل بھی شامل کیا جاتا ہے۔ اس آمیزہ میں جھاگ پیدا کرنے کے لئے ہوا پھونکی جاتی ہے۔ کچ دھات کے ذرات اور محلل کے سالمے چمٹ جاتے ہیں اور پانی سے الگ ہو کر ایک گہرا جھاگ بناتے ہیں۔ جھاگ کو اوپر سے نکال کر سکھا کر مرتکز کچ دھات کو الگ کیا جاتا ہے۔ گل معدن جو پانی سے بھگویا ہوا ہوتا ہے، تہہ نشین ہو جاتا ہے۔ کسی سلفائڈ کی کچ دھات میں دیگر دھاتی سلفائڈ موجود ہوں تو ایسی لوث کو الگ کرنے کے لئے سوڈیم سیانائڈ یا سوڈیم کاربونیٹ بطور پست گر عوامل کے شامل کیا جاتا ہے۔ اس سے دیگر کچ دھات میں مطلوبہ کچ دھات کی جھاگ نہ مل جائے۔ مثال کے طور پر PbS کی کچ دھات میں ZnS جیسی لوث شامل ہو تو، ZnS کو جھاگ بننے سے روکنے کے لئے سوڈیم سیانائڈ شامل کیا جاتا ہے۔ اس سے $Na_2[Zn(CN)_4]$ نامی پیچیدہ مرکب بن جاتا ہے جو ZnS کی سطح پر ایک تہہ بنا لیتا ہے۔

## 1.2.3 دھلائی یا ترویق (Leaching)

آبی محلول میں ایک مناسب محلل کے ذریعہ کچ دھات کو حاصل کرنے کا طریقہ دھلائی کہلاتا ہے۔ اس طریقہ میں پسی ہوئی کچ دھات کو ایک مناسب میں حل کیا جاتا ہے اور جو کچ دھات اس میں پائی جاتی ہے، اسے اس کے حل پذیر نمک یا پیچیدہ (Complex) میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ جب کہ ناحل پذیر گل معدن الگ ہو جاتا ہے۔ درج ذیل مثالیں دھلائی کے عمل کی وضاحت کرتا ہے۔

### سیانائڈ کی دھلائی : (Cyanide leaching)

فرض کریں کہ سونا کی کچ دھات کا ارتکاز کیا جا رہا ہے۔ سونے کی کچ دھات کو پیس کر سوڈیم سیانائڈ کے ہلکائے ہوئے ہوائی محلول سے دھوئیں۔ سونا، حل پذیر سیانائڈ پیچیدہ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ الومینوسلیکیٹ بطور گل معدن ناحل پذیر رہتا ہے۔

$$4Au(s) + 8CN^-(aq) + O_2(g) + 2H_2O(l) \longrightarrow 4[Au(CN)_2]^-(aq) + 4OH^-(aq)$$

## تحویل کے عمل سے مطلوبہ دھات کو اس کے پیچیدہ سے حاصل کرنا

بغیر آکسیجن کے دھلائی کے محلول کے ساتھ Zn کو تعامل کر کے سونے کو حاصل کیا جاتا ہے۔ اس عمل میں سونے کو اس کی عنصری حالت (صفر تکسیدی حالت) (Zero Oxidation state) میں تحویل کیا جاتا ہے۔ اس عمل کو جوڑنے کا عمل Cementation کہا جاتا ہے۔

$$Zn\ (s) + 2[Au(CN)_2]^-\ (aq) \longrightarrow [Zn(CN)_4]^-\ (aq) + 2Au\ (s)$$

### امونیا دھلائی (Ammonia leaching)

نکل، تانبا اور کوبالٹ کی پسی ہوئی کچ دھات کو مناسب دباؤ پر مائع شدہ امونیا کے ساتھ تعامل کیا جائے تو تمام دھاتیں اپنے مناسب حل پذیر پیچیدہ (Complex) بناتے ہیں اور گل معدن کو تہہ نشین کر دیتے ہیں۔ یہ گل معدن لوہا (III) آکسائڈ یا ہائڈراکسائڈ اور الومینوسلیکیٹ کی شکل میں موجود رہتا ہے۔

### قلوی (القلی) کی دھلائی (Alkali leaching)

اس طریقے میں کچ دھات آبی قلوی محلول کے ساتھ تعامل کی جاتی ہے، جس سے وہ حل پذیر پیچیدہ بن جاتا ہے۔ مثال کے طور پر باکسائٹ جو الومینیم کی ایک اہم کچ دھات ہے، اسے سوڈیم ہائڈراکسائڈ یا سوڈیم کاربونیٹ کے ساتھ 470-520 K تپش اور 35 فضائی دباؤ پر گرم کیا جاتا ہے تو حل پذیر سوڈیم میٹا الومینیٹ بنتا ہے، اور لوثیں ائرن آکسائڈ اور ٹیٹانیم آکسائڈ کی صورت میں الگ ہو جاتی ہیں۔

$$Al_2O_3\ (s) + 2NaOH\ (aq) + 3H_2O\ (l) \longrightarrow 2Na[Al(OH)_4]\ (aq)$$

اس گرم محلول کو دھلا کر ٹھنڈا کر کے ہلکایا جاتا ہے۔ اس محلول میں $CO_2$ گیس گزار کر ہائڈریٹ $Al_2O_3$ کا رسوب بننے دیا جاتا ہے۔

$$2Na[Al(OH)_4]\ (aq) + 2CO_2\ (g) \longrightarrow Al_2O_3.3H_2O\ (s) + 2NaHCO_3\ (aq)$$

اس رسوب کو تقطیر کر کے 1670 K تپش پر گرم کر کے خالص $Al_2O_3$ حاصل کیا جاتا ہے۔

### ترشوی دھلائی (Acid leaching)

ZnS, PbS جیسی سلفائڈ کی کچ دھاتیں کی دھلائی کے لئے گرم آبی سلفیورک ترشہ کی دھلائی کی جاتی ہے۔

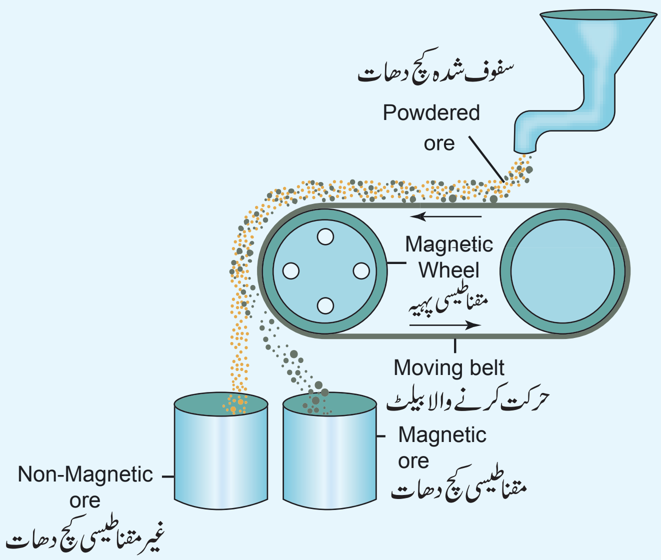
$$2ZnS\ (s) + 2H_2SO_4\ (aq) + O_2(g) \longrightarrow 2ZnSO_4\ (aq) + 2S\ (s) + 2\ H_2O$$

اس عمل میں ناحل پذیر سلفائڈ کی کچ دھات حل پذیر سلفیٹ اور عنصری سلفر میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

**خود کا محاسبہ 1**

1۔ سوڈیم سلفائڈ کی دھلائی کے طریقہ سے چاندی کے حصول کے لئے مساوات لکھئے۔
بتائیے کہ دھلائی کا یہ عمل ایک تکسیلی (Redox) تعامل ہے۔

### 1.2.4 مقناطیسی علٰحدگی (Magnetic Separation)



خاکہ 1.2 مقناطیسی علٰحدگی

مقناطیسی خصوصیت پائی جانے والی اشیاء کو ان کے لوثوں سے الگ کرنے کے لئے یہ طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر Tinstone کو اس کے Wulframite کی لوث سے الگ کیا جاتا ہے۔ کیونکہ اس میں مقناطیسی خواص پائے جاتے ہیں۔

اسی طرح کرومائٹ، پیرولوسائٹ، جن میں مقناطیسی خواص پائے جاتے ہیں، ان کو اُن کے غیر مقناطیسی سلیکائی لوث سے الگ کیا جاتا ہے۔ پسی ہوئی کچ دھات کو ایک بیلٹ سے گزارا جاتا ہے، جو دو مقناطیسی پہیوں کے درمیان سے گزرتا ہے۔ مقناطیسی کچ دھات کا ڈھیر ایک طرف جمع ہوجاتا ہے جب کہ غیر مقناطیسی لوث کا ڈھیر الگ ہوجاتا ہے، جیسا کہ خاکہ 1.2 میں دکھایا گیا ہے۔

## 1.3 خام دھات کا حصول (Extraction of crude metal)

خام دھات کے حصول کے دو مرحلے ہیں۔ (i) آکسائڈ والی کچ دھات کو مطلوبہ دھات میں تبدیلی (ii) دھاتی آکسائڈ کی دھات میں تحویل مرتکز کچ دھات میں دھات مثبت تکسیدی حالت (positive oxidation state) میں پائی جاتی ہے۔لہٰذا اس کو بھی اس کی عنصری حالت میں تحویل کیا جاسکتا ہے۔ حرحرکیات کے اصول سے ہم یہ نتیجہ اخذ کرسکتے ہیں کہ دیگر مرکبات کی بہ نسبت کچ دھات کے آکسائڈ کی تحویل آسان ہے۔ لہٰذا تحویل سے پہلے کچ دھات کو اس کے آکسائڈ کی شکل میں تبدیل کرلیا جاتا ہے۔

کچ دھاتوں کو ان کے دھاتی آکسائڈ میں تبدیل کرنے کے بعض عام طریقوں آیئے تبادلہ خیال کریں گے۔

### 1.3.1 کچ دھاتوں کو ان کے آکسائڈ میں تبدیل کرنا (Conversion of ores into oxides)

#### بھوننا (Roasting)

عام طور پر سلفائڈ کی کچ دھات کو آکسائڈ میں تبدیل کرنے کے لئے یہ طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔اس طریقہ میں مرتکز کچ دھات کو افزود آکسیجن کے ساتھ ایک مناسب بھٹی میں اس کے نقطہ پگھلاؤ سے کم تپش پر گرم کیا جاتا ہے۔

$$2PbS + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2PbO + 2SO_2$$

$$2ZnS + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2ZnO + 2SO_2$$

$$2Cu_2S + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Cu_2O + 2SO_2$$

بھوننے کے عمل سے ارسنک، سلفر، فاسفورس جیسے لوث ان کے طیران پذیر (Volatile) آکسائڈ میں تبدیل ہو کر الگ ہو جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر

$$4As + 3O_2 \longrightarrow 2As_2O_3 \uparrow$$

$$S_8 + 8O_2 \longrightarrow 8SO_2 \uparrow$$

$$P_4 + 5O_2 \longrightarrow P_4O_{10} \uparrow$$

**کیا تم جانتے ہو؟**

بھوننے کے دوران خارج ہونے والی $SO_2$ گیس ماحول کے لئے بہت ہی مضر ہے۔ جدید دھات سازی کی صنعتوں میں $SO_2$ کو حاصل کر کے $H_2SO_4$ تیار کیا جاتا ہے تا کہ ہوائی آلودگی نہ ہو۔

## تکلیس کاری (Calcination)

ہوا کی غیر موجودگی میں مرتکز شدہ کچ دھات کو اچھی طرح گرم کرنے کا عمل تکلیس کہلاتا ہے۔ اس عمل کے دوران آبیدہ آکسائڈ میں موجود قلماؤ کا پانی، بخارات کی شکل میں اُڑ جاتا ہے۔ اگر کوئی نامیاتی مادہ ہو تو وہ بھی مسام دار کچ دھات کو چھوڑ کر الگ ہو جاتا ہے۔ اس طریقہ کو کم ہوا داخل کر کے بھی کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر تکلیس کے دوران کاربونیٹ کی کچ دھات سے $CO_2$ گیس خارج ہوتی ہے۔

$$PbCO_3 \xrightarrow{\Delta} PbO + CO_2 \uparrow$$

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2 \uparrow$$

$$ZnCO_3 \xrightarrow{\Delta} ZnO + CO_2 \uparrow$$

$$MgCO_3.CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} MgO + CaO + 2CO_2 \uparrow$$

آبیدہ کچ دھات میں، آبیدہ پانی، بخارات کی شکل میں اُڑ جاتا ہے۔

$$Fe_2O_3.3H_2O \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_3\,(s) + 3H_2O\,(g)\uparrow$$

$$Al_2O_3.2H_2O \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3\,(s) + 2H_2O\,(g)\uparrow$$

**خودکامحاسبہ 2**

2۔ میگنا سائٹ (Magnesium Carbonate) کی تکلیس سے میگنیشیا حاصل کیا جاتا ہے، جس کو آگ مزاحم اینٹیں بنانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ تحلیلی تعامل کی مساوات لکھئے۔

## 1.3.2 دھاتی آکسائڈس کی تحلیل (Reduction of metal Oxides)

کاربن، کاربن مونا کسائڈ، ہائڈروجن، الومینیم اور دیگر متعامل دھاتیں جیسے سوڈیم وغیرہ تحویلی عامل ہیں۔ان کے استعمال سے دھاتی آکسائڈ کو خام دھات میں تحویل کیا جاتا ہے۔ تحویلی عامل کا اختیار اس دھات کی خصوصیت پر منحصر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر سوڈیم، پوٹاشیم، الومینیم وغیرہ جیسی متعامل دھاتوں کو حاصل کرنے کے لئے کاربن کو استعمال نہیں کیا جاسکتا۔ اسی طرح $ZnO, Al_2O_3$ جیسے آکسائڈ کی تحویل کے لئے CO کو استعمال نہیں کیا جاسکتا۔ الِنگھم کے نقشے کے استعمال سے دھاتوں کی تحویل کے لئے مناسب تحویلی عامل تجویز کیا جاسکتا ہے۔

### پگھلانا (Smelting)

اس طریقہ میں ایک مناسب گدازندہ (Flux) (ایک کیمیائی شئے جو کاربن، کاربن مونا کسائڈ یا الومینیم جیسے تحویلی عامل کے ساتھ مل کر آسانی سے پگھلنے والا دھاتی میل بن جائے) کو کچ دھات کے ساتھ شامل کیا جاتا ہے اور اس آمیزہ کو ایک بھٹی میں دھات کے نقطہ پگھلاؤ سے زیادہ تپش پر گرم کیا جاتا ہے۔مثال کے طور پر کاربن مونا کسائڈ کے استعمال سے لوہے کے آکسائڈ کی کچ دھات کی تحویل اس طرح سے کی جاتی ہے۔

$$Fe_2O_3\,(s) + 3CO\,(g) \longrightarrow 2Fe\,(s) + 3CO_2\,(g)\uparrow$$

حصول کے دوران، چونے کے پتھر (CaO) کو بنیادی گدازندہ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ چونکہ کچ دھات میں موجود سلیکا کے گل معدن کی خاصیت ترشوی ہے، یہ چونے کے پتھر کے ساتھ مل کر کیلشیم سلیکیٹ نامی دھاتی میل (Slag) بن جاتا ہے۔

$$\underset{\text{گدازندہ}}{CaO\,(s)} + \underset{\text{گل معدن}}{SiO_2\,(s)} \longrightarrow \underset{\text{دھاتی میل}}{CaSiO_3}$$

کاپر پیرٹیس سے تانبے کے حصول کے دوران، مرتکز شدہ کچ دھات کو انعکاسی بھٹی (reverberatory furnace) میں گرم کرتے وقت سلیکا شامل کیا جاتا ہے جس کی نوعیت ترشوی ہے۔ فیرس آکسائڈ کچ دھات کی نوعیت اساسی ہے۔ یہ سلیکا کے ساتھ تعامل پا کر فیرس سلیکیٹ (دھاتی میل) بناتا ہے۔ باقی دھاتی سلفائڈ جیسے $Cu_2S$ جو حل پذیر ہیں، حل ہو کر تانبے کا میل matte بناتے ہیں۔

$$2CuFeS_2\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow 2FeS\,(l) + Cu_2S\,(l) + SO_2\,(g)$$

$$2FeS\,(l) + 3O_2\,(g) \longrightarrow 2FeO\,(l) + 2SO_2\,(g)$$

$$\underset{\text{گدازندہ}}{FeO\,(s)} + \underset{\text{گل معدن}}{SiO_2\,(s)} \longrightarrow \underset{\text{دھاتی میل}}{FeSiO_4\,(s)}$$

تانبے کے میل (matte) کو دھاتی میل سے الگ کیا جاتا ہے اور مبدل بھٹی میں داخل کیا جاتا ہے۔ تبدیلی کے دوران تانبے کے میل میں موجود FeS کی تکسید سے FeO میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ اس کو سلیکا کے ساتھ تعامل کر کے دھاتی میل کی طرح جدا کیا جاتا ہے۔ باقی تانبے کے سلفائڈ کی مزید تکسید سے اس کا آکسائڈ حاصل کیا جاتا ہے، جس کو درج ذیل طریقے سے دھاتی تانبے میں تبدیل کیا جاتا ہے۔

$$2Cu_2S\ (l,s) + 3O_2\ (g) \longrightarrow 2Cu_2O\ (l,s) + 2SO_2\ (g)$$

$$2Cu_2O\ (l) + Cu_2S\ (l) \longrightarrow 6Cu\ (l) + SO_2\ (g)$$

$SO_2$ گیس کے خارج ہونے سے دھاتی تانبے میں آبلہ نما داغ پائے جاتے ہیں جس کو دوبارہ ٹھوس شکل میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ اس طرح کے تانبے کو آبلہ دار تانبا (blistered copper) کہا جاتا ہے۔

### کاربن کے ذریعہ تحویل: (Reduction by Carbon)

اس طریقہ میں دھاتی آکسائڈ کی کچ دھات کو کوئلہ (کوک) کے ساتھ ایک بھٹی (جھکڑ بھٹی) کے ذریعہ گرم کیا جاتا ہے۔ یہ طریقہ ایسی دھاتوں کے ساتھ عمل میں لایا جاتا ہے، جو تحویلی تپش میں کاربن کے ساتھ تعامل پا کر کاربائڈ نہ بنے۔

مثالیں:

$$ZnO\ (s) + C\ (s) \longrightarrow Zn\ (s) + CO\ (g)\uparrow$$

$$Mn_3O_4\ (s) + 4C\ (s) \longrightarrow 3Mn\ (s) + 4CO\ (g)\uparrow$$

$$Cr_2O_3\ (s) + 3C\ (s) \longrightarrow 2Cr\ (s) + 3CO\ (g)\uparrow$$

### ہائڈروجن کے ذریعہ تحویل: (Reduction by Hydrogen)

اس طریقہ کو ایسی دھاتی آکسائڈ (Fe, Pb, Cu) کے ساتھ عمل میں لایا جاتا ہے، جن کی برق مثبت خاصیت (Electropositive charge) ہائڈروجن سے کم ہو۔

$$Ag_2O\ (s) + H_2\ (g) \longrightarrow 2Ag\ (s) + H_2O\ (l)$$

$$Fe_3O_4\ (s) + 4H_2\ (g) \longrightarrow 3Fe\ (s) + 4H_2O\ (l)$$

ہائڈروجن اور کاربن مونا کسائڈ (آبی گیس) کے آمیزہ کو استعمال کر کے نکل آکسائڈ کو تحویل کر کے نکل حاصل کیا جاتا ہے۔

$$2NiO\ (s) + CO\ (g) + H_2\ (g) \longrightarrow 2Ni\ (s) + CO_2\ (g) + H_2O\ (l)$$

### دھاتوں کے ذریعہ تحویل: (Reduction by metals)

الومینوتھرمک روش کے ذریعہ $Cr_2O_3$ جیسی دھاتی آکسائڈ کی تحویل کی جا سکتی ہے۔ اس عمل کے دوران دھاتی آکسائڈ کے ساتھ الومینیم کے سفوف کو شامل کیا جاتا ہے اور اسے آگ مزاحم مٹی کے کٹورے میں رکھا جاتا ہے۔ تحویلی عمل کو شروع کرنے کے لئے احتراقی آمیزہ (عام طور پر میگنیشیم اور بیریم پر آکسائڈ) کو استعمال کیا جاتا ہے۔

$$BaO_2 + Mg \longrightarrow BaO + MgO$$

اوپر کے تعامل کے دوران کثیر مقدار میں تپش کا اخراج ہوتا ہے (**2400°C** تک تپش اور تعامل کی حرحرکی توانائی **[Enthalpy]** **852 KJ mol⁻¹**)۔ اس سے الومینیم کے سفوف کے ذریعہ **$Cr_2O_3$** کی تحویل کا عمل شروع ہو جاتا ہے۔

$$Cr_2O_3 + 2Al \xrightarrow{\Delta} 2Cr + Al_2O_3$$

دھاتی آکسائڈ کی تحویل کے لئے اعلیٰ تعامل والی دھاتیں جیسے سوڈیم، پوٹاشیم اور کیلشیم کو بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔

$$B_2O_3 + 6Na \longrightarrow 2B + 3Na_2O$$

$$Rb_2O_3 + 3Mg \longrightarrow 2Rb + 3MgO$$

$$TiO_2 + 2Mg \longrightarrow Ti + 2MgO$$

$$ThO_2 + 2Ca \xrightarrow{1250\ K} \quad + 2CaO$$

### خودکار تحویل (Auto-reduction)

بعض کچ دھاتوں کو محض بھوننے سے خام دھاتیں حاصل ہوجاتی ہیں۔ ایسی صورت میں تحویلی عامل کی ضرورت نہیں پڑتی۔ مثال کے طور پر پارہ کی کچ دھات **(HgS)** سِنابار کو بھون کر پارہ حاصل کیا جاتا ہے۔

$$HgS\ (s) + O_2\ (g) \longrightarrow Hg\ (l) + SO_2$$

## 1.4 دھات سازی میں حرحرکیاتی اصول (Thermodynamic principle of Metallurgy)

جیسا کہ ہم پڑھ چکے ہیں، کسی بھی دھات کو اس کے دھاتی آکسائڈ کی تحویل سے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر ایک دھاتی آکسائڈ **$M_xO_y$** کی تحویل کو فرض کریں۔

$$\tfrac{2}{y}M_xO_y\ (s) \longrightarrow \tfrac{2x}{y}M\ (s) + O_2\ (g) \text{ ------ } (1)$$

اوپر کے تعامل کو کاربن کے بغیر بھی تحویل کرسکتے ہیں۔ ایسی صورت میں تحویلی عامل کاربن کو تکسید کر کے **CO** یا **$CO_2$** بنایا جاسکتا ہے۔

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2\ (g) \text{ ------ } (2)$$

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO\ (g) \text{ ------ } (3)$$

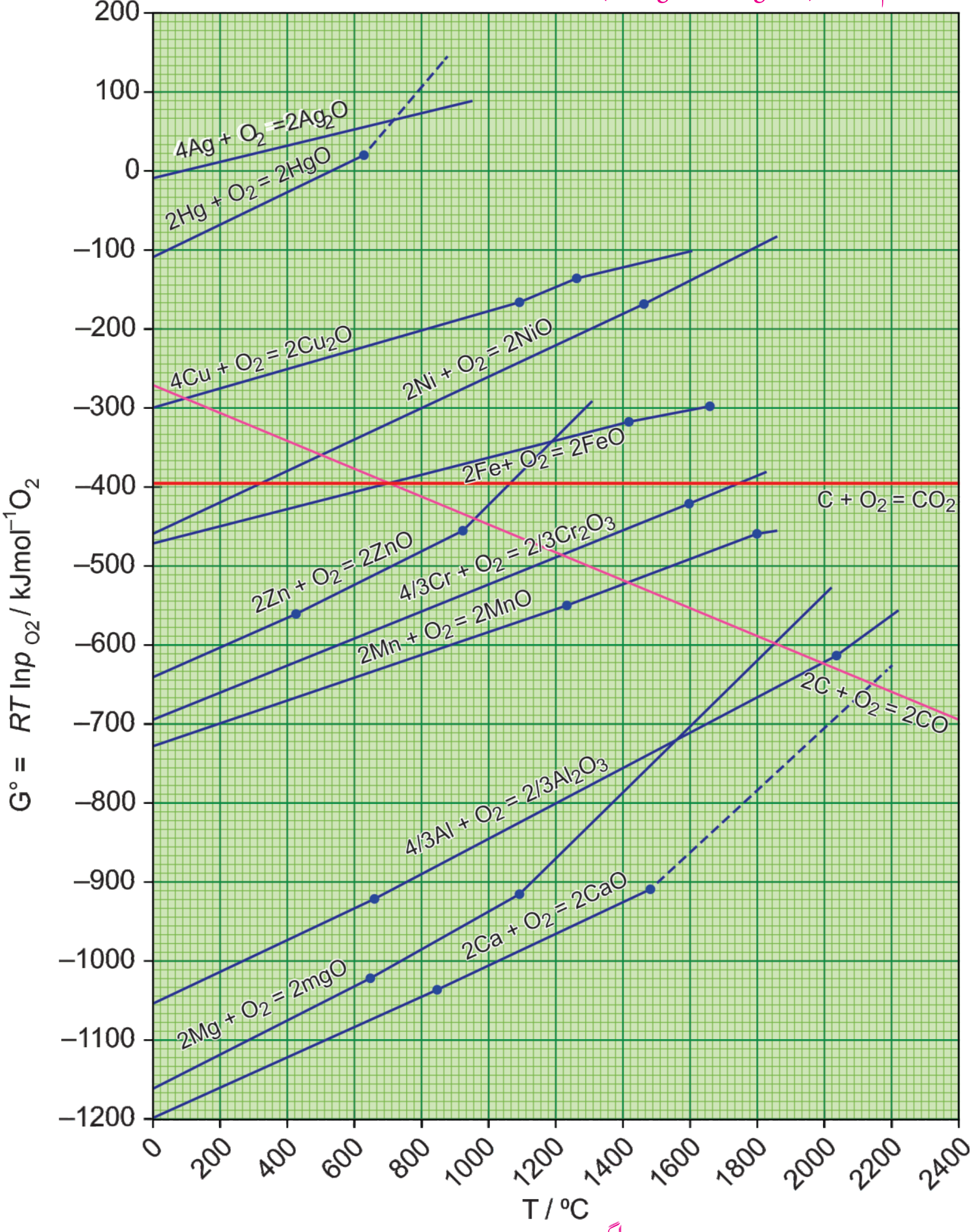
اگر کاربن مونا کسائڈ کو بطور تحویلی عامل استعمال کیا جاتو، وہ تکسید پا کر **$CO_2$** بن جاتی ہے، اس کی وضاحت اس طرح سے ہے۔

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2\ (g) \text{ ------ } (4)$$

حرحرکیات کی سفارشات کے مطابق ایک مناسب تحویلی عامل کا انتخاب کیا جاتا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ ایک فوری تعامل میں آزاد توانائی **(ΔG)** **(Free energy)** منفی ہونی چاہئے۔ چنانچہ حرحرکیاتی طور پر، ایک تحویلی عامل [مساوات (4),(3),(2) کے استعمال سے کسی دھاتی آکسائڈ

[مساوات (1)] کی تحویل اُسی وقت ہوگی، جب اس کے تعامل کی آزاد توانائی منفی ہو۔ [مساوات (1) اور (2)، (1) اور (3)، یا (1) اور (4)]۔
لہٰذا تحویلی عامل کا انتخاب اس طرح سے کیا جاتا ہے وہ تعامل میں $\Delta G$ کی زیادہ منفی قیمت رکھتا ہو۔

### 1.4.1 ایلنگھم کا نقشہ (Ellingham diagram)




1.4 ایلنگھم کا نقشہ (Ellingham diagram)

ایک تعامل میں گبس فری انرجی (گبس کی آزاد توانائی) $(\Delta G)$ کو اس جملے کی طرح پیش کیا جاتا ہے۔

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \text{ ------ } (1)$$

جس میں $\Delta H$ انتھالپی کی تبدیلی ہے، $T$ کلون اسکیل میں تپش اور $\Delta S$ انٹروپی کی تبدیلی ہے۔ ایک متوازن عمل میں متوازن کا مستقلہ کے استعمال سے $DG^{o}$ کو اس طرح محسوب کیا جاسکتا ہے۔

$$\Delta G^{0} = -RT \ln K_{p}$$

ہیرالڈ ایلنگھم نے اوپر کے اس تعلق کو استعمال کر کے دھاتی آکسائڈ مختلف تپشوں پر تحویل کے لئے $\Delta G^{o}$ کی قیمتیں محسوب کیں اور وہ ایک متوازن عمل کے طور پر لیا گیا۔

انہوں نے تپش کو x-محور پر اور دھاتی آکسائڈ کے بننے کے لئے معیاری فری انرجی کو y-محور میں مرتسم کیا۔ اس کے نتیجے میں ایک خط مستقیم حاصل ہوا، جس میں $\Delta S$ بطور میلان اور $\Delta H$ y-مقطوعہ حاصل ہوا۔ مختلف دھاتی آکسائڈوں کے بننے کے لئے معیاری گبس فری انرجی کی تبدیلی کا ترسیمی اظہار ایلنگھم نقشہ کہلاتا ہے۔

### ایلنگھم نقشوں سے مشاہدہ (Observations from the Ellingham diagram)

1۔ اکثر دھاتی آکسائڈ کے بننے کے لئے میلان مثبت ہوتا ہے۔ اس کی وضاحت اس طرح کی جاسکتی ہے۔ دھاتی آکسائڈوں کے بننے کے لئے آکسیجن استعمال ہوتی ہے، جس کے نتیجے میں بے ترتیبی کم ہوتی ہے۔ لہٰذا $\Delta S$ مثبت ہوجاتی ہے اور اس سے یہ اصطلاح حاصل ہوتی ہے کہ خط مستقیم کی مساوات میں $T.\Delta S$ مثبت ہوتا ہے۔

2۔ کاربن مونا کسائڈ کے بننے کے دوران کی ترسیم ایک خط مستقیم ہے، جس کا میلان منفی ہوتا ہے۔ ایسی صورت میں $\Delta S$ مثبت ہوتا ہے، کیوں کہ ایک مول آکسیجن کے استعمال کے دوران دو مول $CO$ گیس بنتی ہے۔ اس سے یہ اشارہ ملتا ہے کہ اعلیٰ تپش پر $CO$ زیادہ مستحکم ہے۔

3۔ جیسے جیسے تپش میں اضافہ ہوتا ہے، دھاتی آکسائڈ کے بننے کے دوران $\Delta G$ کی قیمت کم ہوتی جاتی ہے اور ایک مخصوص تپش پر صفر ہوجاتی ہے۔ اس تپش میں $\Delta G$ منفی ہوجاتی ہے اور آکسائڈ مستحکم ہوجاتا ہے۔ لہٰذا عام طور پر یہ کہا جاتا ہے اعلیٰ تپش پر دھاتی آکسائڈ کم مستحکم ہوتے ہیں۔ اس کی وجہ سے تحلیل کا عمل آسان ہوجاتا ہے۔

4۔ $MgO, HgO$ جیسی دھاتی آکسائڈوں کے لئے ایک مخصوص تپش پر میلان میں فوری تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ یہ حالت کی تبدیلی کی وجہ سے ہے۔ (پگھلاؤ یا تبخیر)

### 1.4.2 ایلنگھم نقشوں کے استعمالات (Applications of the Ellingham diagram)

دھاتوں کے حصول میں ایک مناسب تحویلی عامل اور تحویل کے لئے مناسب تپش معلوم کرنے کے لئے ایلنگھم نقشے استعمال ہوتے ہیں۔ دھاتی آکسائڈ کا دھات میں تحویل کے عمل کو، وہ عنصر جو تحویل پاتا ہے اور جو دھات آکسیجن کے ساتھ شامل ہوکر تحویل کا عمل لاتی ہے، ان دونوں کے درمیان ایک مقابلہ کہا جائے گا۔ اگر دھاتی آکسائڈ زیادہ مستحکم ہو تو آکسیجن، دھات کے ساتھ موجود رہے گی اور اگر عنصر کا آکسائڈ جو تحویل کے عمل میں استعمال ہوتی ہے، وہ زیادہ مستحکم ہو تو دھاتی آکسائڈ میں موجود آکسیجن، عنصر کے ساتھ شامل ہوجاتی ہے۔ ایلنگھم نقشوں سے ہم دی گئی تپش پر مختلف دھاتی آکسائڈوں کی اضافی استحکامیت معلوم کرسکتے ہیں۔

1۔ $Ag_2O$ اور $HgO$ کے بننے کے لئے درکار ایلنگھم نقشہ، ترسیم کے اوپر موجود ہے اور ان کی تحلیلی تپش بالترتیب 600 اور 700 کیلون ہے۔ اس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ یہ آکسائڈ اوسط تپش پر غیر مستحکم (غیر قیام پذیر) ہیں اور یہ ایک تحویلی عامل کے بغیر بھی تحلیل پا سکتے ہیں۔

2۔ ایک دھاتی آکسائڈ کا دوسرے دھات سے تحویل کے لئے حرحرکی کیفیت (ممکن صورت) کا پتہ لگانے میں ایلنگھم نقشے مددگار ہیں۔ ایک دھات، دوسرے دھاتی آکسائڈ کی تحویل کرے گی یا نہیں وہ، نقشے کے اوپر ظاہر ہوگی۔ مثال کے طور پر $Cr_2O_3$ کے لئے درکار تحویلی عامل اس کے نیچے الومینیم کی صورت میں موجود ہے۔ اس کا یہ مطلب ہوا کہ $Cr_2O_3$ کی بہ نسبت $Al_2O_3$ زیادہ مستحکم ہے۔ چنانچہ $Cr_2O_3$ کی تحویل میں $Al$ کو بطور تحویلی عامل کے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ جب کہ $Al_2O_3$ کو میگنیشیم اور کیلشیم کے آکسائڈوں کی تحویل کے لئے استعمال نہیں کیا جاسکتا، کیوں کہ یہ نقشے میں $Al_2O_3$ سے بہت نیچے موجود ہیں۔

3۔ کاربن کی خط کئی دھاتی آکسائڈوں کے خطوط کو کاٹتی ہے۔ لہٰذا یہ اعلیٰ تپش پر ان تمام دھاتی آکسائڈوں کی تحویل کرسکتی ہے۔ آیئے حرحرکیات کی مدد سے یہ جانچ کریں کہ لوہے کے آکسائڈ کی تحویل کے لئے کاربن کے استعمال کی درکار شرائط کیا ہیں۔ ایلنگھم نقشے میں FeO اور CO کے بننے کے لئے کاٹنے والی خط تقریباً 1000 K پر ہے۔ اس تپش کے نیچے کاربن کا خط، لوہے کے خط کے اوپر موجود ہے، اس سے یہ معلوم ہوا کہ CO کی بہ نسبت FeO زیادہ مستحکم ہے۔ لہٰذا حرحرکی طور پر یہ زیادہ ممکن نہیں ہے۔ جب کہ 1000 K سے اوپر کاربن کا خط، لوہے کے خط کے نیچے موجود ہے۔ چنانچہ اس سے اعلیٰ تپش پر ہم کوک کو بطور تحویلی عامل استعمال کرتے ہیں۔ درج ذیل فری انرجی (آزاد توانائی) کے حسابات بھی یہ بتاتے ہیں کہ تحویل کا عمل حرحرکی طور پر ممکن ہے۔

ایلنگھم نقشے کے مطابق 1500K پر

$$2Fe\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow 2FeO\,(g) \quad \Delta G_1 = -350\ kJ\ mol^{-1} \text{ ------ } (1)$$

$$2C\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow 2CO\,(g) \quad \Delta G_2 = -480\ kJ\ mol^{-1} \text{ ------ } (2)$$

تعامل (1) کو اُلٹنے پر

$$2FeO\,(s) \longrightarrow 2Fe\,(s) + O_2\,(g) \quad -\Delta G_1 = +350\ kJ\ mol^{-1} \text{ ------ } (3)$$

تعامل (2) اور (3) کو جوڑنے پر

$$2FeO\,(s) + 2C \longrightarrow 2Fe\,(l,s) + 2CO\,(g) \quad \Delta G_3 = -130\ kJ\ mol^{-1} \text{ ------ } (4)$$

ایک مول FeO کی تحویل کے عمل کے لئے درکار معیاری آزاد توانائی (Standard free energy)

$DG_3/2 = -65\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔

## ایلنگھم نقشوں کی حدبندیاں (خامیاں) (Limitations of Ellingham diagram)

1۔ ایلنگھم کے نقشے صرف حرحرکی اصولوں ہی پر تیار کئے گئے ہیں۔ یہ ایک تعامل کے حرحرکی ممکنات سے متعلق معلومات فراہم کرتے ہیں۔ یہ شرح تعامل سے متعلق کوئی معلومات فراہم نہیں کرتے۔ یہ وہ معلومات بھی فراہم نہیں کرتے جس میں تحویل کے دوران دیگر تعاملات واقع ہوتے ہیں۔

2۔ DG کی پیشین گوئی اس طرح سے کی گئی ہے کہ متعاملات اور حاصلات دونوں توازنی حالت میں ہیں۔ حالانکہ ہمیشہ ایسا نہیں ہوتا۔

**خود کا محاسبہ 3**

3۔ ایلنگھم نقشہ (خاکہ 1.4) کے استعمال سے کم سے کم تپش کی نشان دہی کیجئے، جس سے کاربن کی مدد سے ZnO تحویل پاکر Zn بنتا ہے۔ اس تپش پر مکمل تحویلی مساوات لکھئے۔

## 1.5 دھات سازی کا برقیمیائی اصول (Electrochemical principle of metallurgy)

حرحر کی اصولوں ہی کی طرح، دھات سازی میں برقیمیائی اصول بھی استعمال ہوتے ہیں۔ تعامل پذیر دھاتیں جیسے سوڈیم، پوٹاشیم وغیرہ کے آکسائڈ کی تحویل، کاربن کے ذریعہ حرحر کی طور پر ممکن نہیں ہیں۔ ایسی دھاتوں کو ان کی کچ دھاتوں سے برقیمیائی طریقے سے حاصل کیا جاتا ہے۔ اس عمل میں دھاتی نمکوں کو ان کی پگھلی ہوئی یا محلول کی شکل میں لیا جاتا ہے۔ بعض مناسب تحویلی عاملوں یا برق پاشیدگی کے ذریعہ کچ دھات میں موجود دھاتی رِوانوں کی تحویل کی جاتی ہے۔

ایک برقیمیائی تعامل میں گبس فری انرجی (Gibb's free energy) (گبس کی آزاد توانائی) $(\Delta G)$ کو اس جملے کی طرح پیش کیا جاتا ہے۔

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$$

جس میں تحویل کے دوران استعمال شدہ n الکٹرانوں کی تعداد ہے۔ F فیراڈے اور $E^\circ$، تکسیلی جوڑی (Redox couple) کے برقیرے کی برقی قوت (Electrode potential) ہے۔

اگر $E^\circ$ مثبت ہو تو DG منفی ہوگا اور تحویلی عمل فوراً واقع ہوگا۔ چنانچہ تکسیلی تعامل کی اس طرح منصوبہ بندی کی جائے کہ جملہ تکسیلی تعامل کی محرکہ برق مثبت ہو۔ جب ایک کم متعامل والی دھاتی رِوانوں کے محلول میں زیادہ متعامل والی دھات کو شامل کیا جائے تو زیادہ متعاملیت والی دھات محلول میں چلے جائے گی (حل ہو جائے گی)۔ مثال کے طور پر

$$Cu(s) + 2Ag^{+}(aq) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

$$Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \longrightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$$

### 1.5.1 برقیمیائی طریقے سے الومینیم کا حصول - ہال-ہیرولٹ کا طریقہ :

**(Electrochemical extraction of Aluminium - Hall-Heroult process)**

اس طریقے میں ایک لوہے کے ٹینک، جس پر کاربن کی استر کاری کی گئی ہو، اس میں برق پاشیدگی کا عمل واقع ہوتا ہے۔ کاربن کی استر کاری کیتھوڈ (منفیرہ) کے طور پر کام کرتا ہے۔ برق پاشیدہ میں ڈوبے ہوئے کاربن کی سلاخیں اینوڈ (مثبیرہ) کے طور پر کام کرتا ہے۔ باکسائٹ کی کچ دھات سے حاصل کردہ الومینا کے 20% محلول کے ساتھ پگھلی ہوئی کریولائٹ کو ایک برق پاشیدہ خانہ میں لیا جاتا ہے۔ اس محلول میں 10% کیلشیم کلورائڈ شامل کیا جاتا ہے۔ اس آمیزہ کے نقطہ پگھلاؤ کو کم کرنے میں کیلشیم کلورائڈ استعمال ہوتا ہے۔ پگھلے ہوئے اس آمیزہ کی تپش 1270 K سے زیادہ برقرار کی جاتی ہے۔ اس عمل میں واقع ہونے والا کیمیائی تعامل اس طرح سے ہے۔

الومینا کی رواں سازی $\quad Al_2O_3 \longrightarrow 2Al^{3+} + 3O^{2-}$

کیتھوڈ پر تعامل $\quad 2Al^{3+} + 6e^{-} \longrightarrow 2Al(l)$ (پگھلاؤ)

اینوڈ پر تعامل $\quad 6O^{2-} \longrightarrow 3O_2 + 12e^{-}$ (پگھلاؤ)

چونکہ کاربن بطور اینوڈ استعمال ہوتا ہے، درج ذیل تعامل بھی اس کے ساتھ واقع ہوتا ہے۔

$$C(s) + O^{2-}(melt) \longrightarrow CO + 2e^-$$ (پگھلاؤ)

(پگھلاؤ) $$C(s) + 2O^{2-}(melt) \longrightarrow CO_2 + 4e^-$$

اوپر کے دو تعاملات کی وجہ سے برق پاشیدگی کے دوران اینوڈ آہستہ سے استعمال ہوتے ہیں۔ کیتھوڈ پر خالص الومنیم حاصل ہوکر تہہ نشین ہوجاتا ہے۔ جملہ برق پاشیدگی کی تعامل کو اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$$4Al^{3+}(melt) + 6O^{2-}(melt) + 3C(s) \longrightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$$

**خود کا محاسبہ 4**

4۔ نمکاب ( آبیدہ NaCl ) کی برق پاشیدگی سے دھاتی سوڈیم حاصل کیا جاتا ہے۔ برق پاشیدگی کے بعد برق پاشیدہ محلول کی نوعیت اساسی ہوجاتی ہے۔ ممکن برقیرہ کے تعامل کو لکھئے۔

## 1.6 تخلیص (Refining)

کچ دھات سے حاصل ہونے والی دھات میں عام طور پر لوثیں جیسے غیر تعامل پذیر آکسائڈ کی کچ دھات، دیگر دھاتیں، ادھاتیں وغیرہ پائی جاتی ہیں۔ خام دھات میں موجود ایسی لوثوں کو الگ کرنے کا عمل تخلیص (Refining) کہلاتا ہے۔ اس باب میں آیئے بعض عام تلخیص کے طریقوں کے بارے میں تبادلہ خیال کریں گے۔

### 1.6.1 تقطیر (Distillation)

یہ طریقہ طیران پذیر دھاتیں جیسے جست (نقطہ جوش 1180 K)اور پارہ (630 K) وغیرہ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس طریقہ میں خام دھات (غیر خالص) کو بخارات بننے تک گرم کیا جاتا اور اس کے بخارات کی تکثیف سے خالص دھات حاصل ہوتی ہے۔

### 1.6.2 سیال بنانا (Liquation)

اس طریقہ میں ایسی دھاتوں کی تخلیص کی جاتی ہے، جن کے لوث کا نقطہ پگھلاؤ زیادہ ہوتا ہے بہ نسبت اس دھات کے،

جیسا کہ سیسہ (Sn: mp= 904 K)، جست (Pb : mp = 600 K)، پارہ (Hg: mp = 234K) اور بسمتھ (Bi:mp=545 K)

اس عمل کے دوران خام دھات کو پگھلا کر مائع بنایا جاتا ہے اور اس مائع کو ایک مائل سطح پر انڈیلا جاتا ہے۔ غیر خالص دھات کو انعکاسی بھٹی میں اس کے نقطہ پگھلاؤ سے تھوڑی زیادہ تپش پر آکسیجن کی غیر موجودگی میں گرم کیا جاتا ہے۔ خالص دھات پگھل کر نیچے اترنے لگتی ہے جب کہ لوثیں الگ ہوجاتی ہیں۔ پگھلی ہوئی دھات کو جمع کرکے ٹھوس بنالیا جاتا ہے۔

### 1.6.3 برقیمیائی تخلیص (Electrolytic refining)

خام دھات کو برق پاشیدگی کے ذریعہ تخلیص کی جاتی ہے۔ یہ عمل ایک بڑے برقیمیائی خانے میں کیا جاتا ہے جس میں مطلوبہ دھات کے آبی نمک کے محلول موجود ہوتے ہیں۔ خام دھات کی سلاخوں کو اینوڈ (مثبیر ہ) کے طور پر اور خالص دھات کی باریک پٹری کو کیتھوڈ (منفیر ہ) کے طور پر استعمال کی جاتا ہے۔ مطلوبہ دھات اینوڈ سے حل ہوکر محلول میں داخل ہوجاتی ہے اور محلول سے اسی مقدار کے دھاتی رواں کیتھوڈ (منفیر ہ) کی سطح پر جمع ہونے لگتے ہیں۔ برق پاشیدگی کے دوران کم برقی مثبت لوثیں اینوڈ کے قریب تہہ نشین ہوجاتے ہیں اور یہ اینوڈ کے کیچڑ (Anode mud) کی طرح نکال لئے جاتے ہیں۔

مثال کے طور پر چاندی کی برق پاشیدہ تخلیص کے عمل کو فرض کرتے ہوئے اس عمل کو سمجھنے کی کوشش کریں۔

کیتھوڈ : خالص چاندی                    اینوڈ : خام چاندی کی سلاخیں

برق پاشیدہ محلول : سِلور نائٹریٹ کا ترشوی آبی محلول

جب برقیروں کے ذریعہ برقی رو گزاری جاتی ہے تو درج ذیل تعامل واقع ہوتا ہے۔

اینوڈ میں تعامل $$Ag (s) \longrightarrow Ag^{+} (aq) + 1e^{-}$$

کیتھوڈ پر تعامل $$Ag^{+} (aq) + 1e^{-} \longrightarrow Ag (s)$$

برق پاشیدگی کے دوران اینوڈ میں چاندی کے جوہر الکٹران کو کھو کر محلول میں داخل ہوتے ہیں۔ مثبت باروالے چاندی کے مثبر واں کیتھوڈ کی طرف الکٹران حاصل کر کے بے بار ہو کر کیتھوڈ پر جمع ہونے لگتے ہیں۔ دیگر دھاتیں جیسے تانبا، جست، وغیرہ کو بھی اسی طرح کے عمل سے تلخیص کیا جاسکتا ہے۔

### 1.6.4 منطقہ وار تخلیص (Zone refining)

اس میں کسری قلماؤ (جزوی قلماؤ) (Fractional crystallisation) کا اصول استعمال ہوتا ہے۔ جب ایک غیر خالص دھات کو پگھلا کر اسے ٹھوس بنایا جاتا ہے تو اس کے لوث اس کے پگھلے ہوئے علاقے میں موجود ہوں گے۔ یعنی ٹھوس دھات کی بہ نسبت پگھلی ہوئی حالت میں لوثیں زیادہ حل پذیر ہوں گی۔ اس عمل میں غیر خالص دھات کو ایک سلاخ کی شکل میں لیا جاتا ہے۔ سلاخ کے ایک کنارے کو موبائل انڈکشن ہیٹر کے ذریعے گرم کیا جاتا ہے، جس کی وجہ سے اس کنارے کی دھات پگھلنے لگتی ہے۔ ہیٹر کو آہستہ سے سلاخ کے دوسرے کنارے تک ہٹایا جائے تو پہلے کے کنارے کی پگھلی ہوئی دھات ٹھوس بننے لگتی ہے جب کہ لوثیں دوسرے منطقہ کی جانب ہٹتی چلی جاتی ہیں۔ جیسے جیسے ہیٹر آگے بڑھتا ہے، لوثیں بھی اسی کے ساتھ ہٹتی چلی جاتی ہیں۔ ہیٹر کو سلاخ کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک کئی دفعہ ہٹا کر اس عمل کو دہرایا جاتا ہے تا کہ مطلوبہ خالص پن حاصل ہو۔ دھاتوں کو تکسید کے عمل سے بچانے کے لئے اس عمل کو جامد گیسوں کے کمرے میں کیا جاتا ہے۔ اس طرح سے جرمانیم (Ge)، سلیکان (Si)، گیلیم (Ga)، جنہیں نیم موصل کی طرح استعمال کیا جاتا ہے، ان دھاتوں کی تخلیص کی جاتی ہے۔

### 1.6.5 بخاراتی حالت کا طریقہ : (Vapour phase method)

اس طریقہ میں دھات کو ایک مناسب متعامل کے ساتھ شامل کیا جاتا ہے جو دھات کے ساتھ مل کر ایک طیران پذیر مرکب بناتا ہے۔ اس کے بعد اس طیران پذیر مرکب کو تحلیل کر کے خالص دھات حاصل کی جاتی ہے۔ درج ذیل عمل کے ذریعہ ہم اس طریقہ کو سمجھ سکتے ہیں۔

#### مونڈ کے عمل سے نِکل کی تخلیص (Mond process for refining Nickel)

اس طریقہ میں نِکل کو کاربن مونا کسائڈ کے ساتھ 350K تپش پر گرم کیا جاتا ہے۔ نِکل، CO کے ساتھ تعامل پا کر اعلیٰ طیران پذیر نِکل ٹٹرا کاربونیل کا پیچیدہ (Complex) بن جاتا ہے۔ ٹھوس لوثیں نیچے رُک جاتی ہیں۔

$$Ni (s) + 4 CO (g) \longrightarrow [Ni(CO)_4] (g)$$

نِکل کاربونیل کو 460 K پر گرم کرنے پر کامپلکس تحلیل پا کر خالص دھات بنتا ہے۔

$$[Ni(CO)_4] (g) \longrightarrow Ni (s) + 4 CO (g)$$

### زِرکونیم / ٹائٹانیم کی تخلیص کے لئے وین آرکل کا طریقہ (Van-Arkel method for refining Zirconium/Titanium)

یہ طریقہ دھاتی مرکبات کی حرارتی تحلیل کی بنیاد پر ہے، جس کی وجہ سے خالص دھاتیں حاصل ہوتی ہیں۔ ٹائٹانیم اور زِرکونیم کو اس طریقہ سے خالص کیا جا سکتا ہے۔ مثال کے طور غیر خالص ٹائٹانیم دھات کو ایک خلا کار برتن میں ایوڈین کے ساتھ 550K تپش پر گرم کیا جاتا ہے۔ اس سے طیران پذیر ٹائٹانیم ٹٹرا-ایوڈائڈ (TiI4) حاصل ہوتا ہے۔ لوثیں تہہ نشین ہو جاتی ہیں، کیوں کہ یہ ایوڈین کے ساتھ تعامل نہیں کرتیں۔

$$Ti\,(s) + 2I_2\,(s) \xrightarrow[\Delta]{550K} TiI_4\,(vapour)$$

طیران پذیر ٹائٹانیم ٹٹرا-ایوڈائڈ کے بخارات کو 1800K تپش پر ٹنگسٹن کی بتی سے گزارا جاتا ہے۔ ٹائٹانیم ٹٹرا ایوڈائڈ تحلیل پا کر خالص ٹائٹانیم بتی کی سطح پر جمع ہو جاتا ہے۔ ایوڈین کو دوبارہ استعمال کیا جاتا ہے۔

$$\underset{(\text{بخارات})}{TiI_4\,(vapour)} \xrightarrow[\Delta]{1800\,K} Ti\,(s) + 2I_2\,(s)$$

## 1.7 دھاتوں کے استعمالات (Applications of metals)

### 1.7.1 Al کے استعمالات (Applications of Al)

الومینیم سب سے زیادہ حاصل ہونے والی دھات ہے۔ یہ حرارت اور برق کی اچھی موصل ہے۔ یہ تاکل مزاحم بھی ہے۔ اس کے استعمالات درج ذیل ہیں۔

- ❖ کئی حرارتی متبادلات (Heat exchangers) اور جاذب (Sinks) اور روزمرہ کے استعمال کے برتن الومینیم سے تیار کئے جاتے ہیں۔
- ❖ الومینیم کے ورق کو غذائی اشیاء اور دیگر پیکنگ کی اشیاء میں استعمال کیا جاتا ہے۔
- ❖ الومینیم اتنی سخت اور مضبوط دھات نہیں ہے۔ تاہم یہ تانبا، مینگنیز، میگنیشیم اور سلیکون کے ساتھ بھرت بنا کر ہلکی اور مضبوط بن جاتی ہیں اور ان کو ہوائی جہاز کے جسم کی تیاری اور دیگر نقل و حمل کے اشیاء کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔
- ❖ چونکہ الومینیم تاکل کی بہترین مزاحم ہے، اس کو کیمیائی تعامل گروں، ادویاتی آلوں، فرِج کے اسپیر اور گیس کی پائپ لائنوں میں استعمال کیا جاتا ہے۔
- ❖ الومینیم برق کی ایک اچھی موصل اور سستی ہے۔ لہٰذا مضبوطی کے لئے اس کے ساتھ فولاد کے قالب بنا کر اوپر سے لے جانے والے برقی کیبل بنائے جاتے ہیں۔

### 1.7.2 Zn (جست) کے استعمالات (Applications of Zn)

- ❖ دھاتی جست کو لوہے اور فولاد اور فولاد کی ساختوں کی جست کاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ اُنہیں تاکل اور زنگ لگنے سے بچاتے ہیں۔
- ❖ جست کو موٹر کار، برقی اور ہارڈویر کی صنعتوں میں ڈھال بنانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
- ❖ رنگ وروغن، ربڑ، بناؤ سنگھار، ادویات، پلاسٹک، اِنک، بیٹری، ملبوسات اور برقی اشیاء بنانے کے لئے زِنک آکسائڈ استعمال ہوتا ہے۔
- ❖ چمکیلے پینٹ، فلوریت والے بلب اور x-ray کے اسکرین بنانے کے لئے زِنک سلفائڈ استعمال ہوتا ہے۔

- پیتل بھی جست ہی کی ایک بھرت ہے۔ چونکہ یہ تاکل کی زیادہ مزاحم ہے،اس لئے اس کو پانی کے صمّام Valve بنانے، ٹیلی فون اور وائرلیس کی اشیاء بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔

### 1.7.3 Fe کے استعمالات (Applications of Fe)

- لوہا بہت ہی استعمال میں آنے والی دھات ہے اور اس کی بھرتیں ہر جگہ استعمال ہوتی ہیں۔ پُل، برقی کھمبے، سائیکل کی زنجیریں، کاٹنے کے آلے اور بندوق کی نالیاں سب لوہے سے بنائی جاتی ہیں۔
- ڈھلوان لوہا (Cast iron) کو پائپ، صمام اور پمپ بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔
- لوہے کی بھرتوں اور مرکبات سے مقناطیس بنائے جاتے ہیں۔
- بے داغ فولاد، لوہے کی ایک اہم بھرت ہے۔ اور یہ بہترین تاکل مزاحم بھرت ہے۔ اس کو عمارتیں، بیرنگ، گھریلو اشیاء، جراحی کے آلے وغیرہ بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔ نِکل اسٹیل کو کیبل، آٹوموبائل، ہوائی جہاز کے پُرزے بنانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔ کروم اسٹیل کو کاٹنے اور کوٹنے والے آلے بنانے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔

### 1.7.4 Cu کے استعمالات (Applications of Cu)

- انسان کی سب سے پہلی استعمال کردہ دھات تانبا ہے۔ اس کی بھرت،کانسی نے نئے دور کو جنم دیا جسے کانسی کا دور کہتے ہیں۔
- تانبے کو سکے اور سونے کے ساتھ ملا کر زیورات بنانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
- تانبے کو برقی تاریں، پانی کی نالیاں اور دیگر برقی پرزے بنانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

### 1.7.5 Au (سونے) کے استعمالات (Applications of Cu)

- سونا ایک قیمتی اور بیش بہا دھات ہے۔ اس کو سکے بنانے اور بعض ممالک میں زر کا نظام (Monetary system) میں استعمال کیا جاتا ہے۔
- تانبے کے ساتھ بھرت بنا کر اسے زیورات بنانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ سونے کو برقی ملمع کاری میں بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ کلائی کی گھڑیوں، مصنوعی اعضاء، سستے زیورات، دانتوں میں بھرنے کے لئے اور برقی آلوں میں اس کی ایک باریک پرت چڑھائی جاتی ہے۔
- شمسی خانوں میں کارکردگی کو بڑھانے کے لئے سونے کے نینو ذرات (nano particles) کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اسے بطور تماسی عامل (Catalyst) کے بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

کیا تم جانتے ہو؟

## لوہے کا ستون - دہلی (The Iron Pillar - Delhi)

دہلی میں واقع لوہے کا ستون، جسے اشوک کی لاٹ بھی کہتے ہیں، اس کی اونچائی 23 فٹ 8 انچ اور اس کی چوڑائی 16 انچ ہے۔ اس کا وزن 6000 کلوگرام سے بھی زیادہ ہے۔

اس کی عمر کا اندازہ 1600 سال لگایا گیا ہے۔ اتنے سالوں میں یہ زنگ آلود ہو کر کبھی ختم ہو چکا ہوگا، مگر ایسا نہیں ہوا۔ آج تک یہ زنگ آلود ہوئے بغیر اپنی جگہ ساکن کھڑا ہے۔ یہ قدیم ہندوستانیوں کی دھات سازی کے فن کی ایک عظیم مثال ہے۔

ماحول کے تھپیڑوں اور دیگر عوامل نے اس ستون کے اطراف misawite کی ایک قدرتی پرت چڑھا دی ہے۔ misawite لوہا، آکسیجن اور ہائڈروجن کا ایک مرکب ہے، جس کو زنگ نہیں لگتا اور یہ تاکل کا مزاحم ہے۔

## خلاصہ

- دھات سازی کا تعلق دھاتوں کے حصول کی سائنس اور ٹکنالوجی ہے۔
- قدرتی طور پر موجود ایک شئے جو کان کنی سے حاصل ہوتی ہے اور جس میں دھات آزادانہ حالت میں یا اس کی آکسائڈ یا سلفائڈ کی شکل میں ہوتی ہے، معدن کہلاتی ہے۔
- وہ معدنیات جس میں دھاتوں کا فی صد زیادہ ہوتا ہے، اور ان سے آسانی کے ساتھ دھاتوں کا حصول کیا جا سکتا ہے، کچ دھاتیں کہلاتی ہیں۔
- درج ذیل طریقوں سے مطلوبہ دھات کو اس کی کچ دھاتوں سے حاصل کیا جا سکتا ہے۔
  (i) کچ دھاتوں کا ارتکاز
  (ii) خام دھاتوں کا حصول
  (iii) خام دھاتوں کی تخلیص
- مرتکز کچ دھاتوں سے خام دھاتوں کا حصول دو مرحلوں میں کیا جاتا ہے۔ (i) کچ دھات کو مطلوبہ دھات کے آکسائڈ میں تبدیل کرنا اور (ii) دھاتی آکسائڈوں کی تحویل سے عنصری دھات کو حاصل کرنا۔
- مختلف تپشوں پر دھاتی آکسائڈوں کو حاصل کرتے وقت کسی تعامل کی معیاری گبس کی آزادانہ توانائی کی تبدیلی کا اظہار ایک ترسیم سے کیا جاتا ہے، جسے ایلنگھم نقشے کہتے ہیں۔
- تحویل کے عمل کے لئے مناسب تحویلی عامل اور تپش معلوم کرنے کے لئے ایلنگھم کے نقشے استعمال ہوتے ہیں۔

- حرحرکی اصول ہی کی طرح، برقیمیائی اصول بھی دھاتوں کے حصول میں استعمال ہوتے ہیں۔
- اگر En مثبت ہو تو DG منفی ہوگا اور تحویلی عمل فوری طور پر واقع ہوگا۔ لہٰذا ایک تکسیلی تعامل کی منصوبہ بندی اس طرح کی جاتی ہے کہ جملہ تکسیلی تعامل کی برق محرکہ قوت مثبت ہو۔ جب ایک زیادہ متعاملیت والی دھات کو ایسے محلول میں شامل کیا جائے جس میں کم متعاملیت والے دھاتی رواں ہوں، تو زیادہ متعاملیت والی دھات محلول میں حل ہو جائے گی۔
- عام طور پر دھات کے حصول کے دوران دھات میں بعض لوث پائے جاتے ہیں، جیسا کہ آکسائڈ کی کچ دھات، دیگر دھاتیں، ادھاتیں وغیرہ۔ ان لوثوں سے خالص دھات کو الگ کرنے کا عمل تخلیص کہلاتا ہے۔

## محاسبہ

### صحیح جواب منتخب کیجئے :

1۔ باکسائٹ کی ترکیب اس طرح ہے۔

a) $Al_2O_3$ b) $Al_2O_3.nH_2O$ c) $Fe_2O_3.2H_2O$ d) اس میں سے کوئی بھی نہیں

2۔ سلفائڈ کی کچ دھات کو بھوننے پر (A) نامی گیس خارج ہوتی ہے۔ (A) ایک بے رنگ گیس ہے۔ (A) کا آبی محلول ترشی ہوتا ہے۔ گیس (A) یہ ہے۔

a) $CO_2$ b) $SO_3$ c) $SO_2$ d) $H_2S$

3۔ درج ذیل میں سے کونسا تعامل تکلیس کو ظاہر کرتا ہے؟

a) $2Zn + O_2 \longrightarrow 2ZnO$
b) $2ZnS + 3O_2 \longrightarrow 2ZnO + 2SO_2$
c) $MgCO_3 \longrightarrow MgO + CO_2$
d) (a) اور (c) دونوں

4۔ کاربن کے ذریعہ تحویل نہ ہونے والا دھاتی آکسائڈ

a) PbO b) $Al_2O_3$ c) ZnO d) FeO

5۔ درج ذیل میں سے کونسی دھات ہال-ہیرولٹ کے عمل سے حاصل کیا جاتا ہے؟

a) Al b) Ni c) Cu d) Zn

6۔ تحویل کے عمل سے پہلے سلفائڈ کی کچ دھات کو بھوننے کے کیا فائدے ہیں۔ اس سے متعلق ان میں سے کونسا جملہ درست نہیں ہے؟

a) $CS_2$ اور $H_2S$ سے زیادہ سلفائڈ کا $DG_f^0$ ہونا چاہئے۔

b) آکسائڈ کی بہ نسبت سلفائڈ کا $DG_r^0$ کی قیمت منفی ہونی چاہئے۔

c) حرحرکی طور پر آکسائڈ کی بہ نسبت سلفائڈ کی کچ دھات کو بھوننا آسان ہے۔

d) دھاتی سلفائڈ کے لئے کاربن اور ہائڈروجن مناسب تحویلی عامل ہیں۔

7۔ کالم-I میں موجود کو کالم -II کے ساتھ جوڑئے اور صحیح کوڈ دیجئے۔

| | Column-I | | Column-II |
|---|---|---|---|
| A | سیانائڈ کا عمل | (i) | خالص ترین Ge |
| B | جھاگ کے تیراؤ کا عمل | (ii) | ZnS کی تیاری |
| C | برق پاشیدہ تحویل | (iii) | Al کا حصول |
| D | منطقہ کی تخلیص | (iv) | Au کا حصول |
| | | (v) | Ni کی تخلیص |

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| (a) | (i) | (ii) | (iii) | (iv) |
| (b) | (iii) | (iv) | (v) | (i) |
| (c) | (iv) | (ii) | (iii) | (i) |
| (d) | (ii) | (iii) | (i) | (v) |

8۔ ولفرامائٹ کو ٹن اسٹون سے جدا کرنے کا عمل

a) پگھلاؤ  b) تکلیس  c) بھوننا  d) مقناطیسی علٰحدگی

9۔ درج ذیل میں سے کونسا تعامل بن سکتا ہے۔

a) $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$

b) $Cu(s) + Zn^{2+}(aq) \longrightarrow Zn(s) + Cu^{2+}(aq)$

c) $Cu(s) + 2Ag^{+}(aq) \longrightarrow 2Ag(s) + Cu^{2+}(aq)$

d) $Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Cu(s) + Fe^{2+}(aq)$

10۔ برقیمیائی عمل کے ذریعہ اس کو حاصل کیا جاتا ہے۔

a) لوہا  b) جست  c) سوڈیم  d) چاندی

11۔ گداز ندہ ایک شئے ہے جو ذیل کو تبدیل کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

a) معدن سے سلیکیٹ میں  b) بغیر پگھلے لوثوں سے حل پذیر لوث میں

c) حل پذیر لوثوں سے بغیر پگھلے ہوئے لوث میں  d) یہ تمام کے تمام

12۔ درج ذیل میں سے کونسی دھات کا ارتکاز جھاگ کے تیراؤ کے طریقہ سے بہتر طریقہ سے کیا جا سکتا ہے؟

a) میگنا ٹائٹ  b) ہیما ٹائٹ  c) گیلینا  d) کیسی ٹرائٹ

13۔ الومینا کی برق پاشیدگی سے الومنیم کی دھات کے حصول کے دوران کریولائٹ اس لئے شامل کیا جاتا ہے۔

a) الومینا کے نقطہ پگھلاؤ کو کم کرنے کے لئے　　b) الومینا سے لوثوں کو جدا کرنے کے لئے

c) برقی ایصالیت کو کم کرنے کے لئے　　d) تحویل کی شرح کو بڑھانے کے لئے

14۔ ZnO سے Zn کو اس طریقہ سے حاصل کیا جاتا ہے۔

a) کاربن کے ذریعہ تحویل　　b) چاندی کے ذریعہ تحویل　　c) برقیمیائی طریقہ　　d) ترشہ کی دھلائی

15۔ سونے اور چاندی کے حصول کے لئے سیانائڈ کے روانوں کے ساتھ دھلائی کی جاتی ہے۔اس کے بعد چاندی کو اس طرح حاصل کیا جاتا ہے۔ (NEET -2017)

a) تقطیر　　b) منطقہ وار تخلیص　　c) جست سے ہٹاؤ　　d) سیّال بنانا

16۔ ایلنگھم کے نقشے کو مدنظر رکھتے ہوئے، درج ذیل میں سے کونسی دھات کو الومینا کی تحویل کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے؟ (NEET-2018)

a) Fe　　b) Cu　　c) Mg　　d) Zn

17۔ درج ذیل تعاملات کی جوڑی کو زِرکونیم کی تخلیص کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

$$Zr\ (impure) + 2I_2 \xrightarrow{523\ K} ZrI_4$$

$$ZrI_4 \xrightarrow{1800K} Zr\ (pure) + 2I_2$$

اس طریقہ کو یہ کہا جاتا ہے۔

a) سیّال بنانا　　b) وین-آرکل کا طریقہ　　c) منطقہ وار تخلیص　　d) مونڈ کا طریقہ

18۔ درج ذیل میں سے کونسا طریقہ کچ دھاتوں کو ارتکاز کرنے میں استعمال ہوتا ہے؟

a) دھلائی　　b) بھوننا　　c) جھاگ کے تیراؤ کا طریقہ　　d) (a) اور (c) دونوں

19۔ ذیل میں سے کونسا جملہ غلط ہے۔

a) مونڈ کے طریقہ سے نِکل کی تخلیص کی جاتی ہے۔　　b) وین آرکل کے طریقہ سے ٹائٹانیم کی تخلیص کی جاتی ہے۔

c) جھاگ کے تیراؤ کے طریقہ سے زِنک بلنڈ کا ارتکاز کیا جاتا ہے۔

d) سونے کی دھات سازی کے دوران دھات کو ہلکائے ہوئے سوڈیم کلورائڈ کے محلول کے ساتھ دھلائی کی جاتی ہے۔

20۔ تانبے کی برق پاشیدگی کی تخلیص کے دوران، درج ذیل میں سے کونسا اینوڈ (مثیرہ) کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

a) خالص تانبا　　b) غیر خالص تانبا　　c) کاربن کی سلاخ　　d) پلاٹینم کی سلاخ

21۔ درج ذیل میں سے کونسی ترسیم ایلنگھم کے نقشے فراہم کرتے ہیں۔

a) $\Delta S$ Vs T
b) $\Delta G^0$ Vs T
c) $\Delta G^0$ Vs $\frac{1}{T}$
d) $\Delta G^0$ Vs $T^2$

22۔ ایلنگھم کے نقشوں میں، کاربن مونا کسائڈ کی تشکیل کے لئے شرط

a) $\left(\frac{\Delta S^0}{\Delta T}\right)$ منفی ہو
b) $\left(\frac{\Delta G^0}{\Delta T}\right)$ مثبت ہو
c) $\left(\frac{\Delta G^0}{\Delta T}\right)$ منفی ہو
d) ابتدا میں $\left(\frac{\Delta T}{\Delta G^0}\right)$ 700°C کے بعد $\left(\frac{\Delta G^0}{\Delta T}\right)$ منفی ہو

23۔ درج ذیل میں سے کونسا تعامل حرحرکی طور پر نہیں بن سکتا۔

a) $Cr_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Cr$
b) $Al_2O_3 + 2Cr \rightarrow Cr_2O_3 + 2Al$
c) $3TiO_2 + 4Al \rightarrow 2Al_2O_3 + 3Ti$
d) اس میں سے کوئی بھی نہیں

24۔ ایلنگھم نقشوں سے متعلق کونسا بیان درست نہیں ہے؟

a) آزاد توانائی کی تبدیلیاں خط مستقیم دیتی ہیں۔ اگر حالت میں تبدیلی ہو تو اس میں انحراف ہوتا ہے۔
b) $CO_2$ کی تشکیل کی ترسیم ایک خط مستقیم ہے، جو آزاد توانائی کے محور سے تقریباً متوازی ہے۔
c) CO کی منفی میلان کا مطلب، تپش کے اضافہ کے ساتھ یہ زیادہ مستحکم ہوجاتا ہے۔
d) دھاتی آکسائڈوں کا مثبت میلان یہ ظاہر کرتا ہے کہ ان کا استحکام تپش کے اضافہ کے ساتھ کم ہوتا ہے۔

## درج ذیل سوالوں کے جواب دیجئے۔

1۔ معدنیات اور کچ دھاتوں میں کیا فرق ہے؟
2۔ خالص دھاتوں کو ان کے کچ دھاتوں سے حصول کے لئے کونسے مختلف مرحلے اپنائے جاتے ہیں؟
3۔ کچ دھات $Fe_2O_3$ سے لوہے کے حصول کے دوران چونے کے پتھر کا کیا رول ہے؟
4۔ جھاگ کے تیراؤ کے طریقہ سے کونسی کچ دھات کا ارتکاز کیا جاتا ہے؟ دو کچ دھاتوں کی مثالیں دیجئے۔
5۔ نکل کی تخلیص کے طریقہ کی وضاحت کیجئے۔
6۔ ایک مثال کے ساتھ منطقہ وار تخلیص کی وضاحت کیجئے۔

7۔ ایلنگھم کے نقشے کو استعمال کرتے ہوئے

A) شرط پیش کیجئے جس میں (i) میگنیشیا کو الومینیم کے ذریعہ تحویل کیا جاسکتا ہے۔ (ii) الومینا کی تحویل میگنیشیم سے کی جاسکتی ہے۔

(B $Fe_2O_3$ کو 1200K تپش پر کوک کے ذریعہ تحویل ممکن ہے؟

8۔ زِنک (جست) کے استعمالات بیان کیجئے۔

9۔ الومینیم کی برقی دھات سازی کے عمل کی وضاحت کیجئے۔

10۔ مثالوں کے ساتھ درج ذیل اصطلاحات کی وضاحت کیجئے۔

(i) گل معدن (gangue) (ii) دھاتی میل (slag)

11۔ بخاراتی حالت کے طریقہ سے تخلیص کے لئے بنیادی ضروریات یا شرائط بتایئے۔

12۔ درج ذیل طریقوں کے دوران ان کا کیا رول ہے؟

(i) تانبے کے حصول کے دوران سیلیکا کا رول

(ii) الومینیم کے حصول کے دوران کریولائٹ کا رول

(iii) زِرکونیم کی تخلیص کے دوران ایوڈین کا رول

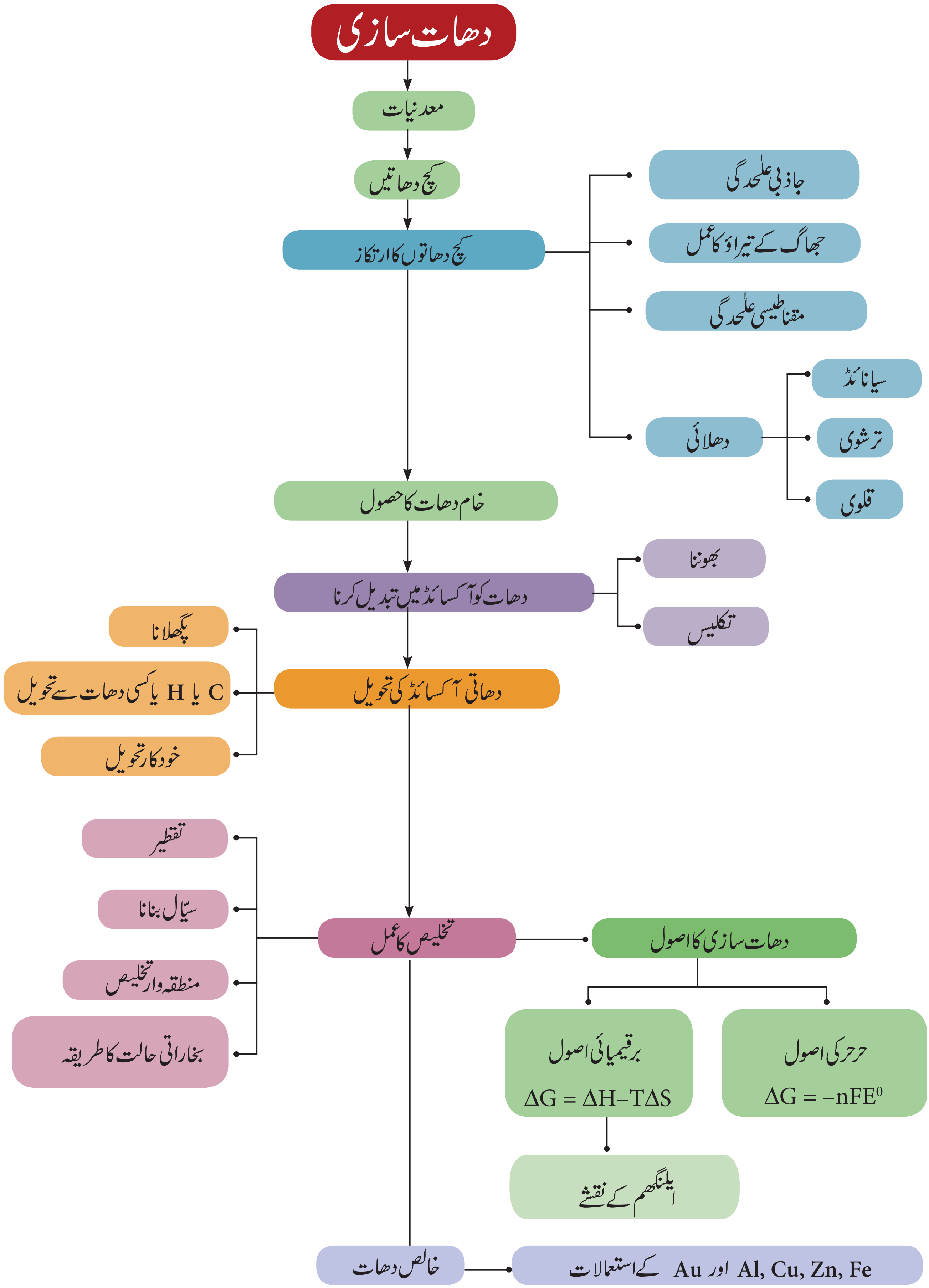
(iv) جھاگ کے تیراؤ کے عمل کے دوران سوڈیم سیانائڈ کا رول

13۔ ایک مثال کے ساتھ برق پاشیدگی کے ذریعہ تخلیص کے اصول کی وضاحت کیجئے۔

14۔ تحویلی عامل کا انتخاب کرنا، حرحرکی عوامل کی بنیاد پر ہے۔ ایک مثال کے ساتھ اس کی وضاحت کیجئے۔

15۔ ایلنگھم نقشوں کی خامیاں بیان کیجئے۔

16۔ دھات سازی کے دوران برقیمیائی اصولوں سے متعلق ایک مختصر نوٹ لکھئے۔


دھات سازی
معدنیات
کچ دھاتیں
کچ دھاتوں کا ارتکاز
جاذبی علحدگی
جھاگ کے تیراؤ کا عمل
مقناطیسی علحدگی
دھلائی
سیانائڈ
ترشوی
قلوی
خام دھات کا حصول
دھات کو آکسائڈ میں تبدیل کرنا
بھوننا
تکلیس
دھاتی آکسائڈ کی تحویل
پگھلانا
C یا H یا کسی دھات سے تحویل
خودکار تحویل
تخلیص کا عمل
تقطیر
سیّال بنانا
منطقہ وار تخلیص
بخاراتی حالت کا طریقہ
دھات سازی کا اصول
برقیمیائی اصول
ΔG = ΔH−TΔS
حرحرکی اصول
ΔG = −nFE⁰
ایلنگھم کے نقشے
خالص دھات
Al, Cu, Zn, Fe اور Au کے استعمالات

اکائی 2

# p بلاک عناصر-I
# (p-BLOCK ELEMENTS-I)

78ITH

## سیکھنے کے مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے۔

- p- بلاک کے عناصر کا کیمیائی رجحان اور خصوصیات کو بیان کر سکیں گے۔
- p- بلاک کے عناصروں کی anomolous غیر مربوط خاصیت کو سیکھ سکیں گے۔
- بوران کے استعمالات۔خواص اور تیاری کے بارے میں تبادلہ خیال کر سکیں گے۔
- بوران اور الومینیم کے اہم مرکبات کی تیاری پر تبادلہ خیال کر سکیں گے۔
- کاربن اور سیلیکان کے اہم مرکبات کی تیاری اور خاصیتوں پر تبادلہ خیال کر سکیں گے۔

**Kenneth wade کینتھ ویڈ**
**(1932–2014)**

کینتھ ویڈ ایک انگریز کیمیا دان اور دُرہام یونیورسٹی کے پروفیسر تھے۔انہوں نے بورین کی گچھا دار شکلوں کو حاصل کرنے کے طریقوں کی پیشین گوئی کی۔انہوں نے گچھا دار بندشوں (Cluster bonding) میں موجود الکٹرانوں کی جوڑیوں کے ڈھانچوں (Skeletal electron pair) SEP کی جملہ تعداد کو محسوب کرنے کے لئے ویڈ کے اصول بنائے۔

ان کے اس کارنامے کی وجہ سے 1989 میں رائل سوسائٹی لندن کی جانب سے انہیں FRS کے اعزاز سے نوازا۔

1999 میں ان کو جدید کیمیائی تحقیق کے لئے شاہی کیمیائی سوسائٹی والوں نے Tilden انعام سے نوازا گیا۔

## تعارف (Introduction)

پچھلی جماعت میں ہم نے عناصروں کی جماعت بندی یعنی s- بلاک، p- بلاک، d-بلاک اور f -بلاک سے متعلق پڑھ چکے ہیں۔ اس کے ساتھ ساتھ گیارھویں جماعت میں ہم s- بلاک کے عناصر اوراس کے اہم مرکبات کا مطالعہ بھی کر چکے ہیں۔اس سال ہم بقیہ عناصر کی جماعت بندی p-بلاک سے شروع کرتے ہیں۔

عناصر جن کا آخری الکٹران p مداریہ میں داخل ہوتا ہوتو، وہ p-بلاک عناصر کہلاتے ہیں۔ انہیں جدید دوری جدول کے 13 سے 18 ویں گروپ میں رکھا گیا ہے۔ اس گروپ کے پہلے ممبر B,C,N,O,F, He ہیں۔ ان عناصر کے خواص مختلف ہیں اوراس بلاک میں دھاتیں، ادھاتیں اور دھتونت (metalloids) شامل ہیں۔ اس بلاک کے عناصر ہماری روزمرہ زندگی میں اہم رول ادا کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر سالماتی آکسیجن کے بغیر جانداروں کی زندگی ناممکن ہے۔سب سے زیادہ حاصل ہونے والی دھات الومنیم اوراس کی بھرتوں کے بے حساب استعمالات ہیں،جس میں گھریلو برتن سے ہوائی جہاز کے حصے تک شامل ہیں۔ سیلکان اور جرمنیم جیسے عناصر کی نیم دھاتی خاصیت نے جدید الکٹرانکس میں ایک انقلاب برپا کردیا ہے۔ اس اکائی میں ہم p-بلاک کے پہلے تین گروپ (گروپ 13-15) کے عناصر یعنی بوران، کاربن اور نائٹروجن کے خاندان اوران کے اہم مرکبات کا مطالعہ کریں گے۔

## 2.1 p-بلاک عناصر کے عام رجحانی خواص (General trends in the properties of p- block elements)

پچھلے اسباق میں ہم جان چکے ہیں کہ عناصر کی خصوصیت زیادہ طور پر ان کے الکٹرانی تشکیل، جسامت، رواں سازی، انتھالپی اور برقی منفیت وغیرہ پر منحصر ہے۔ چلئے اب یہاں پر طرح طرح کے p-بلاک عناصر کی عام رجحانیت پر بحث کریں گے۔

### 2.1.1 الکٹرانی تشکیل اور تکسیدی حالت (Electronic Configuration and Oxidation state)

p- بلاک عناصر کی عام الکٹرانی تشکیل $ns^2, np^{1-6}$ ہے۔ اس گروپ کے ہر عنصر کی بیرونی خول کی الکٹرانی تشکیل میں مشابہت پائی جاتی ہے اور صرف n پرنسپل قدریہ عدد (Principal quantum number) کی قیمت میں فرق پایا جاتا ہے۔ گروپ 18 (جامد گیس) کے عناصر کے p-مدار مکمل طور پر بھرے ہوئے ہوتے ہیں۔لہذا یہ زیادہ مستحکم (Stable) اور کم تعامل پذیر ہیں۔اس بلاک کے تمام عناصر اپنی اعلیٰ ترین تکسیدی حالت (group oxidation state) میں متغیر تکسیدی حالت میں پائے جاتے ہیں۔ یہ ان کے گرفتی الکٹرانوں کی تعداد کے مساوی ہے۔

p-بلاک کے عناصر منفی تکسیدی حالت بتاتے ہیں۔اس کے برخلاف جب کہ s-بلاک کے عناصر صرف مثبت تکسیدی حالت کو ظاہر کرتے ہیں۔ لونجن کے پاس الکٹران کو اپنے پاس کھینچ کر بیرون ترین مدار کو مکمل طور پر بھر کر ہیلائڈ کے رواں بنانے کا زیادہ رجحان پایا جاتا ہے۔ چنانچہ لونجن میں 1- تکسیدی حالت بہت عام ہے۔ اسی طرح دوسرے عناصر جو Pnictogen اور چیلکوجن (Chalcogen) سے تعلق رکھتے ہیں، منفی تکسیدی حالت ظاہر کرتے ہیں۔

خود کی جانچ

گروپ 18 کے تمام عناصر کو کیوں نوبل گیس (جامد گیسیں) کہا جاتا ہے۔گروپ 18 کے تمام عناصر کی الکٹرانی تشکیل لکھئے۔

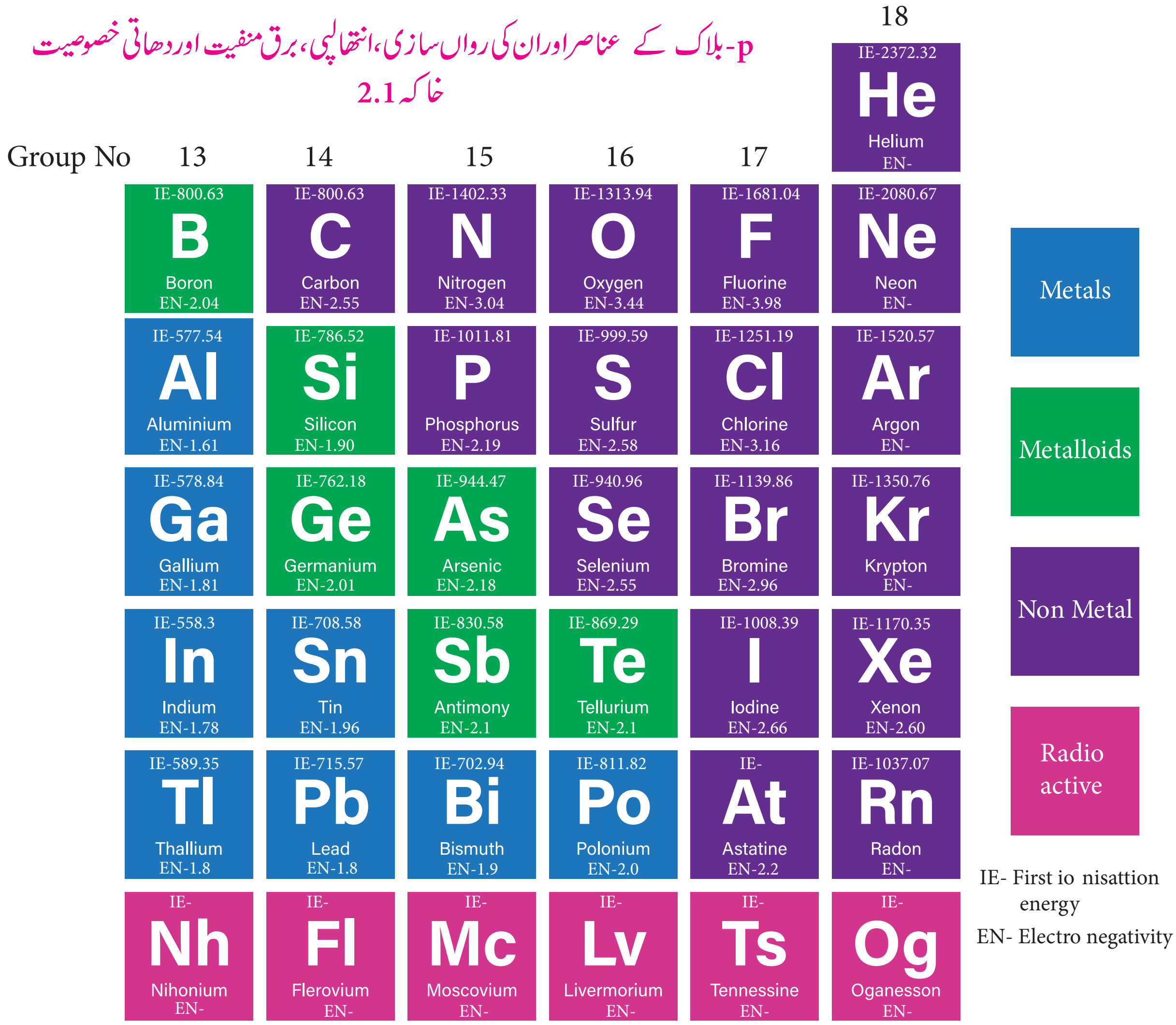
جدول 2.1 P بلاک عناصر کی عام الکٹرانی تشکیل اور تکسیدی حالت

| Group No. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| گروپ کا نام | Icosagens | Tetragens | Pnictogens | Chalcogens | Halogens | Inert gases |
| عام بیرونی الکٹرانی تشکیل | $ns^2\ np^1$ | $ns^2\ np^2$ | $ns^2\ np^3$ | $ns^2\ np^4$ | $ns^2\ np^5$ | $ns^2\ np^6$ |
| اعلیٰ ترین تکسیدی حالت (گروپ کی تکسیدی حالت) | +3 | +4 | +5 | +6 | +7 | +8 |
| دیگر مشاہدہ کردہ تکسیدی حالتیں | +1 | +2, -4 | +3, -3 | +4, +2, -2 | +5, +3, +1, -1 | +6. +4, +2 |

## 2.1.2 دھاتی خاصیت (Metallic Nature)

وہ عناصر جو اپنے الکٹران کو کھو کر منفرواں cation بنانے کی قابلیت رکھتے ہیں، برقی مثبت (Electropositive) یا دھاتی خاصیت والے کہلاتے ہیں۔ یہ خاصیت رواں توانائی (ionisation energy) پر منحصر ہے۔ عام طور پر گروپ میں اوپر سے نیچے اترتے وقت رواں توانائی گھٹتی ہے اور دھاتی خاصیت میں اضافہ ہوتا ہے۔

p-بلاک کے عناصر اوران کی رواں سازی، انتھالپی، برق منفیت اور دھاتی خصوصیت
خاکہ 2.1



p-بلاک میں نیچے بائیں جانب کے عناصر دھاتیں ہیں جب کہ اوپر دائیں کی جانب موجود عناصر ادھات ہیں۔ گروپ 13 کے تمام عناصر دھاتی خاصیت رکھتے ہیں سوائے بوران کے جو ایک دھتونت metalloid ہے، اور دھات اور ادھات دونوں کی درمیانی خاصیت رکھتا ہے۔ بوران کا جوہری نصف قطر (Atomic radius) بہت چھوٹا ہے اور اسی طرح اس کا نیوکلیائی بار (high nuclear charge) زیادہ ہے۔ لہٰذا ان خاصیتوں کی وجہ سے یہ ادھات قرار دیا گیا ہے۔ اس کے نیچے کے گروپ میں ادھاتی خاصیت بڑھتی جاتی ہے۔ گروپ 14 میں کاربن ادھات ہے، جب کہ سلیکان اور جرمانیم دونوں دھتونت ہیں۔ گروپ 15 میں نائٹروجن اور فاسفورس دونوں ادھات ہیں جب کہ آرسنک arsenic اور اینٹی مونی antimony دھتونت ہیں۔ گروپ 16 میں آکسیجن، سلفر اور سلینیم Selenium ادھات ہیں جب کہ Tellurium دھتونت ہے۔ گروپ 17 اور 18 کے تمام عناصر ادھات ہیں۔

### 2.1.3 روانی انتھالپی (Ionisation enthalpy)

ہم نے پہلے پڑھا ہے کہ جب ہم گروپ میں اوپر سے نیچے آتے ہیں تو جوہری نصف قطر کے بڑھنے کی وجہ سے عناصر کی روانی انتھالپی بتدریج گھٹتی جاتی ہے۔ p- بلاک عناصر میں اس رجحان میں تھوڑا انحراف پایا جاتا ہے۔ گروپ 13 میں بوران سے الومینیم تک روانی انتھالپی بتدریج گھٹتی ہے، جیسا کہ توقع کی گئی ہے۔ مگر الومینیم سے تھالیم تک صرف تھوڑا فرق پایا جاتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ s اور p کی بہ نسبت ان میں اندرونی d اور f الکٹران پائے جاتے ہیں، جس کی وجہ سے کمزور ڈھال کی قوت (Shielding effect) پائی جاتی ہے۔ (الکٹران ایک ڈھال کی طرح کام کرتے ہیں)۔ اس کے نتیجہ میں گرفتی الکٹرانوں کی جملہ نیوکلیائی بار بڑھ جاتا ہے۔ 14 ویں گروپ میں بھی اسی طرح کا رجحان پایا گیا ہے۔ باقی کے گروپ (15 سے 18) تک عام رجحان رکھتے ہیں۔ ان گروپوں میں جب ہم اوپر سے نیچے کی طرف اترتے ہیں تو روانی انتھالپی بڑھتی ہے۔ یہاں پر کمزور ڈھال کی قوتوں پر اضافی p- الکٹران غالب آجاتے ہیں۔ اس کے بعد کے گروپوں میں عناصر کی روانی توانائی پہلے کے گروپوں سے زیادہ ہوتی جاتی ہے۔

### 2.1.4 برق منفیت (Electronegativity)

جب ہم 13 ویں گروپ میں اوپر سے نیچے اترتے ہیں تو بوران سے الومینیم تک برق منفیت کم ہوتی ہے، اس کے بعد گیلیم میں تھوڑی زیادہ ہوتی ہے۔ اس کے بعد کوئی تبدیلی نہیں دکھائی دیتی۔ اسی طرح کا رجحان 14 ویں گروپ میں بھی پایا جاتا ہے۔ دیگر گروپوں میں جب ہم گروپ میں اوپر سے نیچے اترتے ہیں تو برق منفیت کم ہوتی جاتی ہے۔ مشاہدہ کردہ اس رجحان کو اس کے جوہری نصف قطر کے ساتھ موازنہ کیا جاسکتا ہے۔

### 2.1.5 پہلے عناصر کی غیر مربوط خصوصیات:(Anomalous properties of the first elements)

p- بلاک عناصر میں ہر گروپ کا پہلا عنصر اس کے بعد کے گروپ کے پہلے عنصر سے بالکل مختلف ہوتا ہے۔ اس غیر مربوط خصوصیت کے لئے ذیل کے عوامل ذمہ دار ہیں۔

1۔ پہلے عنصر کی چھوٹی جسامت
2۔ اعلیٰ روانی انتھالپی اور زیادہ برقی منفیت
3۔ گرفتی خول میں d مداریوں کی غیر موجودگی

گروپ 13 کا پہلا ممبر بوران ایک دھتونت ہے، جب کہ دیگر متعاملیت والی دھاتیں ہیں۔ مزید یہ کہ بوران، گروپ 14 کے ممبروں کے ساتھ وتر (Diagonally) میں سلیکان کے ساتھ تعلق رکھتا ہے۔ بوران اور سلیکان کے آکسائڈوں کی ترشوی نوعیت مشابہ ہوتی ہے۔ بوران اور سلیکان دونوں ہم گرفتہ ہائڈرائٹ بناتے ہیں، جنہیں ہائیڈ ولائس (Hydrolyse) کیا جاسکتا ہے۔ اسی طرح سوائے بوران ٹرائی فلورائڈ کے، دونوں عناصر کے ہیلائڈ آسانی کے ساتھ ہائڈ رولائس ہوجاتے ہیں۔

گروپ 14 کا پہلا عنصر کاربن صحیح معنوں میں ایک ادھات ہے، جب کہ دیگر عناصر دھتونت (سیلکان اور جرمینیم) یا دھاتیں (جست اور قلعی) ہیں۔ اس گروپ کے دیگر ممبروں کی بہ نسبت کاربن کثیر بندشیں بناتا ہے جیسا کہ C=C, C=O وغیرہ۔ کاربن میں خود اپنے ساتھ یا دیگر جوہروں کے ساتھ بندشوں کی ایک طویل زنجیر بنانے کا رجحان پایا جاتا ہے جسے زنجیری ترتیب (Catenation) کہتے ہیں۔ گروپ میں اوپر سے نیچے اترنے پر یہ رجحان کم ہوتا جاتا ہے۔ (C>>Si>Ge=Sn>Pb)

گروپ 15 کا پہلا عنصر نائٹروجن بھی اپنے دیگر عناصر کی بہ نسبت اپنے خواص میں جدا ہے۔ کاربن ہی کی طرح نائٹروجن بھی کثیر بندشیں بناتا ہے۔ (N=N, C=N, N=O) وغیرہ۔ دیگر ممبروں کی بہ نسبت نائٹروجن ایک دوجوہری گیس ہے۔ اسی طرح گروپ 16 کا پہلا عنصر آکسیجن بھی ایک دوجوہری گیس ہے۔ اس کی اعلیٰ برق منفیت کی وجہ سے یہ ہائڈروجن بندش بناتا ہے۔

گروپ 17 کا پہلا عنصر فلورین اعلیٰ ترین برق منفیت رکھتا ہے۔ یہ گروپ کے دیگر ممبروں سے مختلف ہے۔ آکسیجن ہی کی طرح یہ ہائڈروجن بندش بناتا ہے۔ یہ صرف 1- تکسیدی حالت رکھتا ہے جب کہ دیگر ہیلوجنوں میں 1- کے علاوہ +7, +5,+3,+1 تکسیدی حالت پائی جاتی ہے۔ فلورین ایک طاقتور تکسیدی عامل ہے اور ہیلوجنوں میں سب سے زیادہ متعاملیت رکھنے والا عنصر ہے۔

### 2.1.6۔ جامد جوڑی کا اثر (Inert pair effect)

اس سے پہلے ہم پڑھ چکے ہیں کہ قلوی اور قلوی خاکی دھاتوں (Alkali and alkaline earth metals) کی تکسیدی حالت ان میں موجود جملہ الکٹرانوں کی تعداد کے مطابق بالترتیب 1 + اور 2 + ہے۔ اسی طرح p- بلاک عناصر میں موجود زیادہ سے زیادہ گرفتی الکٹرانوں کی تعداد کے مطابق وہ زیادہ سے زیادہ تکسیدی حالت (oxidation state) ظاہر کرتے ہیں۔ اس کے علاوہ وہ متغیر تکسیدی حالت (Variable oxidation state) کو بھی ظاہر کرتے ہیں۔ بعد کے مروری وزنی عناصر جو 13 سے 16 ویں گروپ میں پائے جاتے ہیں، ان میں اکثر کی متحکم تکسیدی حالت (Stable oxidation state) ان کے گروپ کی تکسیدی حالت سے 2 کم ہوتی ہے۔ اور ان میں تکسیدی حالت کے پائے جانے کا رجحان ہوتا ہے۔ 13 ویں گروپ کے عناصر کو فرض کیجئے۔ جب ہم بوران سے وزنی عناصر کی طرف بڑھتے ہیں تو گروپ کی تکسیدی حالت کی بہ نسبت 1+ تکسیدی حالت زیادہ پائی جاتی ہے جو 3+ ہے۔ مثال کے طور پر $Al^{+1}$ کی بہ نسبت $Al^{+3}$ زیادہ متحکم (قیام پذیر)(Stable) ہے۔ جب کہ $Tl^{+3}$ کی بہ نسبت $Tl^{+1}$ زیادہ متحکم ہے۔ الومینیم (III) کلورائڈ متحکم ہے جب کہ، تھالیم (I) کلورائڈ اور کلورین گیس کی بہ نسبت تھالیم (III) کلورائڈ بہت ہی غیر متحکم (Highly unstable) ہے۔ اس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ادنیٰ تکسیدی حالت میں تھالیم کا استحکام np الکٹرانوں کے نقصان کی وجہ سے ہوتا ہے، نہ کہ ns الکٹرانوں کی وجہ سے۔ غرض بعد کے اعلیٰ (وزنی) مروری عناصر میں، بیرونی s الکٹرانوں میں (ns) میں جامد (inert) رہنے کا رجحان پایا جاتا ہے، جو اسے بندش بننے سے روکے رکھتا ہے۔ اس کو جامد جوڑی کا اثر (inert pair effect) کہتے ہیں۔ اسی قسم کا اثر 16,15,14 گروپوں میں بھی پایا جاتا ہے۔

### 2.1.7 p- بلاک عناصر میں بہروپیت Allotropism in p-block elements

چند ایسے عناصر ہیں، جو اپنی طبعی حالت میں ایک سے زیادہ قلمی یا سالمی شکلوں میں پائے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر کاربن، ہیرا (ڈائی منڈ) اور گرافائٹ کی شکل میں دکھائی دیتے ہیں۔ اس اثر کو بہروپیت (Allotropism) کہتے ہیں۔ یونانی زبان میں allos کے معنی علاحدہ اور trope کے معنی تبدیلی ہے۔ عناصر کی مختلف شکلیں جو بنتی ہیں بہروپ کہلاتی ہیں۔ کئی p- بلاک کے عناصر بہروپیت ظاہر کرتے ہیں۔ چند عام بہروپیوں کو جدول میں بتلایا گیا ہے۔

جدول 2.2    p-بلاک عناصر کے بعض عام بہروپ

| Element | Most common allotropes |
|---|---|
| Boron | Amorphous boron, α-rhombohedral boron, β-rhombohedral boron, γ-orthorhombic boron, α-tetragonal boron, β-tetragonal boron |
| Carbon | Diamond, Graphite, Graphene, Fullerenes, Carbon nanotubes |
| Silicon | Amorphous silicon, crystalline silicon |
| Germanium | α-germanium, β-germanium |
| Tin | Grey tin, white tin, rhombic tin, sigma tin |
| Phosphorus | White phosphorus, Red phosphorus, Scarlet phosphorus, Violet phosphorus, Black phosphorus. |
| Arsenic | Yellow arsenic, gray arsenic & Black arsenic |
| Anitimony | Blue-white antimony, Yellow, Black |
| Oxygen | Dioxygen, ozone |
| Sulphur | Rhombus sulphur, monoclinic sulphur |
| Selenium | Red selenium, Gray selenium, Black selenium, Monoclinic selenium, |
| Tellurium | Amorphous & Crystalline |

## 2.2 گروپ 13 (بوران گروپ) کے عناصر (Group 13(Boron group) elements)

### 2.2.1۔ پایا جانا (Occurance)

بوران زیادہ تر بورائیٹ کی شکل میں حاصل ہوتا ہے۔ اس کی اہم کچ دھاتیں یہ ہیں۔ بوریکس $Na_2[B_4O_5(OH)_4].8H_2O$ اور کرنائٹ $Na_2[B_4O_5(OH)_4].2H_2O$۔ کثیر مقدار میں حاصل ہونے والی دھات الومینیم ہے جو الومینوسلیکیٹ کے پتھروں میں آکسائڈ کی شکل میں پائی جاتی ہے۔ تجارتی طور پر اسے اس کی اہم کچ دھات باکسائٹ $(Al_2O_3.2H_2O)$ سے حاصل کیا جاتا ہے۔اس گروپ کے دیگر عناصر بہت ہی کم مقدار میں پائے جاتے ہیں۔ دیگر عناصر یعنی In, Ga اور Tl ان کے سلفائڈ کی شکل میں پائے جاتے ہیں۔

### 2.2.2 طبیعی خصوصیات (Physical properties)

گروپ 13 کے عناصر کی چند طبیعی خاصیتوں کو جدول میں بتلایا گیا ہے۔

جدول 2.3 گروپ 13 کے عناصر کے طبیعی خواص

| خصوصیت | بوران | الومینیم | گیلیم | انڈیم | تھالیم |
|---|---|---|---|---|---|
| 293K پر طبیعی حالت | ٹھوس Solid | ٹھوس Solid | ٹھوس Solid | ٹھوس Solid | ٹھوس Solid |
| جوہری عدد | 5 | 13 | 31 | 49 | 81 |
| ہم جا (Isotopes) | $^{11}B$ | $^{27}Al$ | $^{69}Ga$ | $^{115}In$ | $^{205}Tl$ |

| Property | Boron | Aluminum | Gallium | Indium | Thallium |
|---|---|---|---|---|---|
| جوہری کمیت (293K میں $g.mol^{-1}$) | 10.81 | 26.98 | 69.72 | 114.81 | 204.38 |
| الکٹرانی تشکیل | $[He]2s^2\ 2p^1$ | $[Ne]3s^2\ 3p^1$ | $[Ar]3d^{10}\ 4s^2\ 4p^1$ | $[Kr]4d^{10}\ 5s^2\ 5p^1$ | $[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^1$ |
| جوہری نصف قطر | 1.92 | 1.84 | 1.87 | 1.93 | 1.96 |
| کثافت | 2.34 | 2.70 | 5.91 | 7.31 | 11.80 |
| نقطہ پگھلاؤ | 2350 | 933 | 302.76 | 429 | 577 |
| نقطہ جوش | 4273 | 2792 | 2502 | 2300 | 1746 |

### 2.2.3 بوران کے کیمیائی خواص (Chemical properties of Boron)

اس گروپ میں صرف بوران ہی ادھات ہے اور کم متعاملیت رکھتا ہے۔ اعلیٰ تپش پر یہ تعامل پاتے ہیں۔ اس کے اکثر مرکبات میں الکٹران کی کمی ہوتی ہے اور ان میں ہم گرفتہ بندش غیر معمولی ہوتی ہے۔ اس کی وجہ اس کی چھوٹی جسامت، زیادہ روانی توانائی اور برق منفیت میں کاربن اور ہائیڈروجن کے ساتھ مشابہت ہے۔

#### دھاتی بورائیڈس کا بننا (Formation of metal borides)

قلوی دھاتوں کے سوا اکثر دھاتیں بورائیڈس بناتے ہیں جن کا عام ضابطہ $M_xB_y$ ہے( $x$ کا درجہ 11 تک اور $y$ کا درجہ 66 تک یا اس سے زیادہ ہے)

#### بوران کے ساتھ دھات کا براہِ راست امتزاج (تعامل) (Direct combination of metals with Boron)

$$Cr + nB \xrightarrow{1500\ K} CrB_n$$

#### بوران ٹرائی ہیلائڈ کی تحویل (Reduction of borontrihalides)

ڈائی ہائیڈروجن، جس کے ساتھ ایک دھات شامل ہوئی ہو، وہ بوران ٹرائی کلورائیڈ کے ساتھ تحویل پا کر دھاتی بورائڈ **Metal borides** دیتے ہیں۔

$$2BCl_3 + 2W \xrightarrow[H_2]{1500\ K} 2WB + 2Cl_2 + 2HCl$$

#### ہائڈرائڈس کا بننا (Formation of Hydrides)

بوران آسانی کے ساتھ ہائیڈروجن کے ساتھ تعامل نہیں پاتا۔ اس کے باوجود یہ مختلف قسم کے **hydrides** بناتے ہیں جن کو **boranes** کہتے ہیں۔ ان میں سادہ ترین **borane** ڈئی بورین $B_2H_6$ ہے۔ اسی طرح ڈئی بورین سے اعلیٰ بورین تیار کر سکتے ہیں۔ گیسی حالت کے بوران ٹرائی فلورائڈ کو سوڈیم ہائڈرائڈ کے ساتھ 450 K کی تپش پر تعامل کیا جائے تو ڈئی بورین حاصل ہوتا ہے۔ مسلسل تخریب کے عمل (pyrolysis) کو روکنے کے لئے حاصل شدہ ڈئی بورین کو فوری طور پر باہر نکال لیا جاتا ہے۔

$$2BF_3 + 6NaH \xrightarrow{450\ K} B_2H_6 + 6NaF$$

#### بوران ٹرائی ہیلائڈ کی تیاری (Formation of boron trihalides)

بوران بلند تپش پر لوجن کے ساتھ شامل ہوتے ہیں تو **Boron trihalides** بنتے ہیں۔

$$2B + 3X_2 \xrightarrow{\Delta} 2BX_3$$

### بوران نائٹرائڈس کی تیاری (Formation of boron nitride)

بوران بلند تپش پر ڈائی نائٹروجن dinitrogen کے ساتھ جلتا ہے تو Boron intride حاصل ہوتا ہے۔

$$2B + N_2 \xrightarrow{\Delta} 2BN$$

### آکسائیڈس کا بننا (Formation of Oxides)

جب بوران کو آکسیجن کے ساتھ تقریباً 900K تپش پر گرم کیا جاتا ہے تو اس کے Oxide بنتے ہیں۔

$$4B + 3O_2 \xrightarrow{900\ K} 2B_2O_3$$

### ترشے اور اساس کے ساتھ ردعمل (تعامل) (Reaction with acids and alkali)

بوران کے ساتھ Halo acids ردعمل نہیں کرتے۔ جب کہ بوران تکسیدی ترشے جیسے کہ سلفیورک ترشہ اور نائٹرک ترشہ کے ساتھ تعامل پا کر بورک ترشہ بناتا ہے۔

$$2B + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2H_3BO_3 + 3SO_2$$

$$B + 3HNO_3 \longrightarrow H_3BO_3 + 3NO_2$$

بوران پگھلے ہوئے سوڈیم ہائڈرا کسائڈ کے ساتھ بوران تعامل پا کر سوڈیم بوریٹ بناتا ہے۔

$$2B + 6NaOH \longrightarrow 2Na_3BO_3 + 3H_2$$

### بوران کے استعمالات: (Uses of Boron)

1۔ بوران میں نیوٹران کو جذب کرنے کی گنجائش ہوتی ہے۔ لہٰذا اس کا ایسوٹوپ $^{10}B_5$ کو نیوکلیائی تعاملات میں بطورِ معادل گر (moderator) استعمال کرتے ہیں۔

2۔ راکٹ کے ایندھن کو جلانے کے لئے بوران کے سفوف کو استعمال کرتے ہیں۔

3۔ پودوں کی خلوی دیوار کے لئے بوران بہت مفید اور کارآمد ہے۔

4۔ بوران مرکبات کے کئی استعمالات ہیں۔ مثلاً آنکھوں میں ڈالنے والے قطرے۔ ضد حیاتیات، دھونے والا سفوف، وغیرہ۔ جن میں بورک ترشہ اور بوراکس شامل ہیں۔ Pyrex glass کی تیاری میں بھی boric ترشہ کو استعمال کرتے ہیں۔

## 22.4 بوریکس Borax [$Na_2B_4O_7.10H_2O$]

### تیاری (Preparation)

بوریکس، سوڈیم نمک کا ٹیٹرا بورک ترشہ Sodium salt of Tetraboric acid ہے۔ جب سوڈیم کاربونیٹ کے ساتھ کولمانائٹ کے محلول کو جوش دیا جاتا ہے تو یہ حاصل ہوتا ہے۔

$$2Ca_2B_6O_{11} + 3Na_2CO_3 + H_2O \xrightarrow{\Delta} 3Na_2B_4O_7 + 3CaCO_3 + Ca(OH)_2$$

عمومی طور پر بوراکس کا فارمولا $Na_2B_4O_7.10H_2O$ ہے۔مگر اس میں Tetranuclear اکائیاں $[B_4O_5.(OH)_4]^{2-}$ شامل ہیں۔ اس کی اس شکل کو منشوری شکل (Prismatic form) کہتے ہیں۔ اس کے علاوہ بوراکس دوسری قسم میں بھی واقع ہوتے ہیں ۔ ان کے نام Octahedral borax $[Na_2B_4O_7.5H_2O]$ اور borax glass($Na_2B_4O_7$) ہیں۔

**خواص : (Properties)**

بوراکس قدرتی طور پر اساسی نوعیت رکھتا ہے۔ یہ گرم پانی کے محلول میں قلوی ہوتے ہیں، جب کہ یہ بورک ترشے اور sodium hydroxide میں تحلیل پاتے ہیں۔

$$Na_2B_4O_7 + 7H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3 + 2NaOH$$

جب ان کو گرم کیا جاتا ہے تو یہ شفاف بوراکس کے موتی (borax beads) دیتے ہیں۔

$$Na_2B_4O_7.10H_2O \xrightarrow[-10H_2O]{\Delta} Na_2B_4O_7 \longrightarrow 2NaBO_2 + B_2O_3$$

بوراکس ترشوں کے ساتھ ردعمل پاتا ہے تو ناحل پذیر بورک ترشہ بناتا ہے۔

$$Na_2B_4O_7 + 2HCl + 5H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3 + 2NaCl$$

$$Na_2B_4O_7 + H_2SO_4 + 5H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3 + Na_2SO_4$$

امونیم کلورائیڈ کے ساتھ تعامل پاتا ہے تو بوران نائٹرائڈ بنتا ہے۔

$$Na_2B_4O_7 + 2NH_4Cl \longrightarrow 2NaCl + 2BN + B_2O_3 + 4H_2O$$

**بوراکس کے استعمالات (Uses of Borax)**

1۔ بوراکس کو رنگین دھاتی روانوں کی شناخت (جانچ) کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
2۔ اس کو بصری اور borosilicate glass، وارنش چینی کے برتن میں چمک پیدا کرنے اور بنانے کی تیاری میں استعمال کرتے ہیں۔
3۔ دھات سازی میں تلچھٹ کے جیسا اور محافظ کے طور پر بھی استعمال ہوتا ہے۔

## 2.2.5 بورک ایسڈ Boric Acid [$H_3BO_3$ یا $B(OH)_3$]

**تیاری (Preparation) :** بورک ایسڈ کو اس کی کچھ دھات بوراکس اور colemanite سے حاصل کرتے ہیں۔

$$Na_2B_4O_7 + H_2SO_4 + 5H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3 + Na_2SO_4$$

$$Ca_2B_6O_{11} + 11H_2O + 4SO_2 \longrightarrow 2Ca(HSO_3)_2 + 6H_3BO_3$$

**خواص (Properties)**

بورک ترشہ ایک بے رنگ شفاف سفوف ہے۔ یہ بہت کمزور ا کہرا اساسی ترشہ ہے اور یہ پروٹان کو دینے کے بجائے ہائڈراکسل رواں حاصل کرتا ہے۔

$$B(OH)_3 + 2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + [B(OH)_4]^-$$

Sodium Hydroxide کے ساتھ تعامل پاکر Sodium meta borate اور Sodium tetra borate دیتے ہیں۔

$$H_3BO_3 + NaOH \longrightarrow NaBO_2 + 2H_2O$$

$$4H_3BO_3 + 2NaOH \longrightarrow Na_2B_4O_7 + 7H_2O$$

**حرارت کا اثر (Action of Heat) :** 373K کی تپش پر بورک ترشہ کو گرم کیا جاتا ہے تو meta boric ترشہ حاصل ہوتا ہے اور 413K کی تپش پر یہ ٹٹرا بورک ترشہ دیتا ہے۔ گرم سرخ ہونے پر red hot یہ Boric anhydride دیتا ہے، جو ایک شیشہ جیسا شئے ہوتی ہے۔

$$4H_3BO_3 \xrightarrow{373K} 4HBO_2 + 4H_2O$$

$$4HBO_2 \xrightarrow{413\ K} H_2B_4O_7 + H_2O$$

$$H_2B_4O_7 \xrightarrow{\text{گرم سرخ}} 2B_2O_3 + H_2O$$

### امونیا کے ساتھ تعامل (Action of Ammonia)

بورک ایسڈ کو امونیا کے ماحول میں 800-1200 K کی تپش پر یوریا کے ساتھ پگھلایا جاتا ہے تو یہ بوران نائٹرائڈ دیتا ہے۔

$$B(OH)_3 + NH_3 \xrightarrow{\Delta} BN + 3H_2O$$

### ایتھیل بوریٹ کی جانچ (Ethyl borate test)

جب بورک ترشہ یا بوریٹ کے نمک کو مرتکز سلفیورک ترشہ کی موجودگی میں ایتھیل الکحل کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے تو ٹرئی ایتھیل بوریٹ نامی اسٹر بنتا ہے۔ اس ester کے آبی بخارات کو جلایا جاتا ہے تو یہ سبز کنارے والے شعلہ کے ساتھ جلتے ہیں۔ اس تعامل کو Borate کی موجودگی کی جانچ کرنے کے لئے استعمال کرتے ہیں۔

$$H_3BO_3 + 3C_2H_5OH \xrightarrow{\text{مرتکز سلفیورک ترشہ}} B(OC_2H_5)_3 + 3H_2O$$

**نوٹ :** سوڈیم ہائڈرائٹ میں ٹٹراہائڈروفیوران کے ساتھ ٹرئی آلکئیل بوریٹ تعامل پاتا ہے تو ایک کوآرڈی نیشن کا مرکب Na[BH(OR)3] جو ایک طاقتور تکسیدی عامل ہے۔

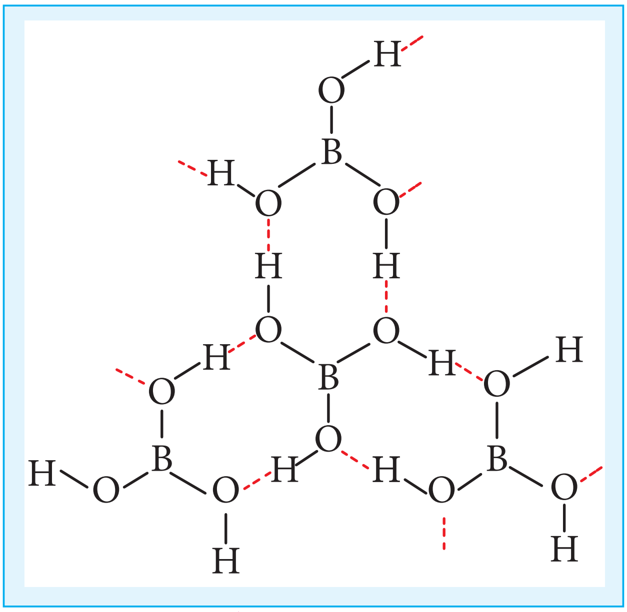
### بوران ٹرئی فلورائڈ کا بننا (Formation of Boron trifluoride)

مرتکز سلفیورک ترشہ کی موجودگی میں بورک ترشہ Calcium Fluoride کے ساتھ مل کر تعامل پاتا ہے تو Boron trifluoride بنتا ہے۔

$$3CaF_2 + 3H_2SO_4 + 2B(OH)_3 \longrightarrow 3CaSO_4 + 2BF_3 + 6H_2O$$

بورک ترشہ کو سوڈے کی راکھ (سوڈیم کاربونیٹ) کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے تو یہ بوراکس دیتے ہیں۔

$$Na_2CO_3 + 4B(OH)_3 \longrightarrow Na_2B_4O_7 + CO_2 + 6H_2O$$



خاکہ 2.2 بورک ترشہ کی ساخت

### بورک ترشہ کی ساخت (Structure of Boric acid)

بورک ترشہ دوابعادی سطحی ساخت رکھتا ہے۔ یہ $(BO_3)^{3-}$ اکائیوں سے بنا ہوا ہے اور یہ ایک دوسرے کے ساتھ hydrogen بندشوں سے جڑا ہوا ہے، جیسا کہ خاکہ 2.2 میں بتایا گیا ہے۔

### بورک ترشے کے استعمالات: (Uses of Boric Acid)

1۔ بورک ترشہ کو چینی کی برتن سازی، وارنش اور رنگین مادّوں کی تیاری میں استعمال کرتے ہیں۔

2۔ ضدحیاتیات (antiseptic) کے طور پر اور آنکھ میں ڈالنے کے قطروں میں اس کو استعمال کرتے ہیں۔

3۔ غذائی اشیاء کو محفوظ کرنے کے لئے بھی اس کو استعمال کرتے ہیں۔

### 2.2.6 ڈائی بورین (Diborane)

**تیاری : (Preparation)**

پچھلے اسباق میں ہم بحث کر چکے ہیں کہ بوران کے ساتھ metal hydride کے حرارتی اثر سے diborane بنتے ہیں۔ اس طریقہ سے صنعتی پیمانے میں تیاری کی جاتی ہے۔

کم مقدار میں بھی اس کو حاصل کرنے کے لئے Diglyme کے ساتھ ایوڈین ملا کر اس کے ساتھ Sodium boro hydride تعاملات اثر پذیر ہیں۔

$$2NaBH_4 + I_2 \longrightarrow B_2H_6 + 2NaI + H_2$$

HCl ترشے کے ساتھ Magenisum boride کو گرم کیا جاتا ہے تو boranes کے آبی محلول کا آمیزہ حاصل ہوتا ہے۔

$$2Mg_3B_2 + 12HCl \longrightarrow 6MgCl_2 + B_4H_{10} + H_2$$

$$B_4H_{10} + H_2 \longrightarrow 2B_2H_6$$

**خواص (Properties)**

بورین بے رنگ، دوہری مقناطیسی والا مرکب، کم حرارتی طور پر کم مستحکم (قیام پذیر) مرکب ہے۔ کمرے کی تپش پر یہ گیس کی حالت میں ہوتی ہے۔ اس میں میٹھی بو ہوتی ہے اور یہ نہایت ہی زہریلا ہے۔ اس کے علاوہ یہ زیادہ تر تعاملات پاتے ہیں۔ بلند تپش پر یہ ہائڈروجن کو خارج کرتے ہوئے اعلیٰ درجہ کے بورین Boranes بناتے ہیں۔

$$5B_2H_6 \xrightarrow{388\ K} 2B_5H_{11} + 4H_2$$

$$2B_2H_6 \xrightarrow{198 - 373\ K} B_4H_{10} + H_2$$

$$5B_2H_6 \xrightarrow[\text{sealed tube}]{373\ K} B_{10}H_{14} + 8H_2$$

$$5B_2H_6 \xrightarrow{473 - 523\ K} 2B_5H_9 + 6H_2$$

$$10B_2H_6 \xrightarrow{523\ K} 2B_5H_9 + 2B_5H_{10} + 11H_2$$

$$B_2H_6 \longrightarrow 2B + 3H_2$$

ڈائی بورین، پانی اور alkali کے ساتھ تعامل پا کر بورک ترشہ اور بالترتیب Metaborate دیتے ہیں۔

$$B_2H_6 + 6H_2O \longrightarrow 2H_3BO_3 + 6H_2$$

$$B_2H_6 + 2NaOH + 2H_2O \longrightarrow 2NaBO_2 + 6H_2$$

**ہوا کے ساتھ تعامل: (Action of air)**

کمرے کی تپش پر خالص بورین ہوا اور آکسیجن کے ساتھ تعامل نہیں پاتے، مگر غیر خالص بورین زیادہ مقدار میں حرارت خارج کرتے ہوئے $B_2O_3$ دیتے ہیں۔

$$B_2H_6 + 3O_2 \longrightarrow B_2O + 3H_2O \quad \Delta H = -2165\ Kj\ mol^{-1}$$

Methyl alcohol کے ساتھ تعامل diborane تعامل پا کر Trimethyl borate دیتے ہیں۔

$$B_2H_6 + 6CH_3OH \longrightarrow 2B(OCH_3)_3 + 6H_2$$

### ہائڈروبوریشن (Hydroboration)

کمرے کی تپش پر ایتھر کے محلل میں alkene اور alkyne کے ساتھ diborane کو جمع کرلیا جاتا ہے۔ لہذا اس قسم کے تعاملات hydroboration تعاملات کہلاتے ہیں۔ نامیاتی کیمیائی صنعت گاہوں میں یہ کثیر مقدار میں استعمال ہوتے ہیں۔
خاص کر Anti Markovnikov addition بھی اس کو استعمال کرلیا جاتا ہے۔

$$B_2H_6 + 6RCH{=}CHR \longrightarrow 2(RCH_2\text{-}CHR)_3B$$

### روانی hydrides کے ساتھ تعامل

metal hydrides کے ساتھ تعامل کرنے پر یہ metal borohydrides بناتا ہے۔

$$B_2H_6 + 2LiH \xrightarrow{\text{Ether}} 2LiBH_4$$
$$B_2H_6 + 2NaH \xrightarrow{\text{Diglyme}} 2NaBH_4$$

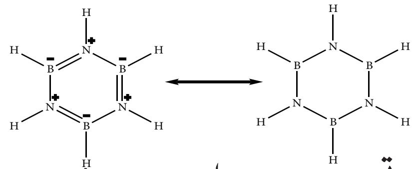
### امونیا کے ساتھ ردعمل (Reaction with Ammonia)

جب افزود امونیا کے ساتھ کم تپش پر diborane کے ساتھ تعامل پاتا ہے تو diboranediamonate بناتا ہے۔ اعلیٰ تپش پر گرم کرنے پر یہ borazole بناتا ہے۔

$$3B_2H_6 + 6NH_3 \xrightarrow{-153\ K} 3(B_2H_6.2NH_3\ (or)\ 3[BH_2(NH_3)_2]^+[BH_4]^-$$

$$3B_2H_6 + 2NH_3 \xrightarrow[\text{Closed vessel}]{\text{High temp}}$$

اعلیٰ تپش — High temp / Closssed vessel — بندمرتبان



$+12H_2$

$2B_3N_3H_6$ (بورازول یا بورازین غیرنامیاتی بنزین)

### diborane کی ساخت (structure of Diborane)

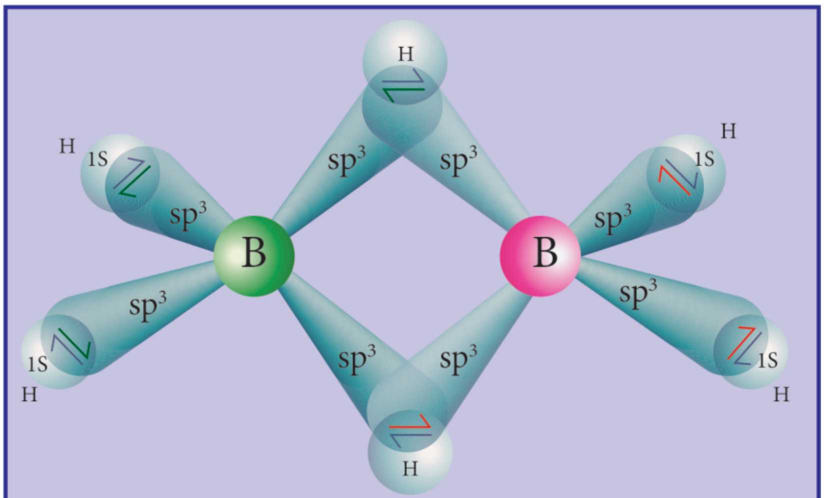



Figure 2.3 Structure of diborane.

diborance میں دو BH2 اکائیاں دو bridged hydrogen کے ساتھ جڑے ہوئے ہیں۔ چنانچہ اس میں آٹھ B-H بندشیں ہیں۔ تاہم diborane میں صرف 12 گرفتی الکٹران پائے جاتے ہیں، جو عام ہم گرفتہ الکٹران بنانے کے قابل نہیں ہیں۔ چار انتہائی B-H بندشیں، عام ہم گرفتہ ہیں۔ (دو درمیانی، دوالکٹران بندشی یا 2c-2e بندشیں) ہیں۔ باقی کے چار الکٹرانوں کو bridged bonds کے لئے استعمال کرلیا جاتا ہے۔ یعنی دوعدد تین مرکزی B-H-B بندشیں، ہر ایک دوالکٹرانوں کو استعمال کرتے ہیں۔ لہٰذا یہ بندشیں تین مرکزی-دوالکٹرانی بندشیں (3c-2e) ہوتی ہیں۔ ہائڈروجن کے bridging جو ہر ایک سطح پر اس طرح ہوتے ہیں، جیسا کہ خاکہ 2.3 میں دکھایا گیا ہے۔

Diborane میں بوران $sp^1$ قسم سے مخلوط (Hybridise) ہوتا ہے۔ چار sp3 مخلوط مداریوں میں سے تین میں ایک الکٹران پایا جاتا ہے اور چوتھا مداریہ خالی ہوتا ہے۔ بوران کے ہر مخلوط شدہ نصف بھرے ہوئے دو مداریے، ہائڈروجن کے دو جوہروں کے 1s مداریے پر منطبق (overlap) ہوکر چار انتہائی 2c-2e بندشیں (terminal bonds) بناتے ہیں۔اس کی وجہ سے بوران کے ہر جوہر میں ایک خالی اور ایک نصف بھرا ہوا مخلوط مداریہ باقی رہتا ہے۔ بوران کے ایک نصف مخلوط مداریہ میں، تین مرکزی-دوالکٹرانی بندشیں ( B-H-B بندشیں ) بنتے ہیں۔ بوران کے دوسرے خالی مخلوط مداریے میں ہائڈروجن کا نصف بھرا ہوا 1s مداریہ مخلوط ہوتا ہے۔

### diborane کے استعمالات:

1۔ Diborane کو propellent میں اعلیٰ توانائی والے ایندھن کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔

2۔ نامیاتی کیمیاء میں تکسیدی عامل کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔

3۔ اسے بطورِ Welding torches کی طرح دھاتوں کو جوڑنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

## 2.2.7 بوران ٹرائی فلورائڈ Boron Trifluoride

### Preparation: تیاری

مرتکز سلفیورک ترشہ کی موجودگی میں کیلشیم فلورائیڈ کے ساتھ Boron trioxide تعامل پاکر Boron trifluoride بناتا ہے۔

$$B_2O_3 + 3CaF_2 + 3H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} 2BF_3 + 3CaSO_4 + 3H_2O$$

اس کے علاوہ اس کو Borontrioxide کے ساتھ کاربن اور فلورین تعامل پاتا ہے تو بھی Boron trifluoride حاصل ہوتا ہے۔

$$B_2O_3 + 3C + 3F_2 \longrightarrow 2BF_3 + 3CO$$

تجربہ خانہ میں benzene diazonium tetrafluoro borate کی حرارتی تحلیل سے خالص BF3 حاصل ہوتا ہے۔

$$C_6H_5N_2BF_4 \xrightarrow{\Delta} BF_3 + C_6H_5F + N_2$$

### (Properties) خواص

BF3 کی شکل مستوی (Planar) ہے۔ اس مرکب میں الکٹران کی کمی ہونے کی وجہ سے یہ جوڑی دار الکٹران کو حاصل ( قبول ) کرکے co-ordinate covalent bond بناتا ہے۔ یہ کامپلکس کی ایک قسم (BX4) بناتے ہیں۔

$$BF_3 + NH_3 \longrightarrow F_3B \leftarrow NH_3$$

$$BF_3 + H_2O \longrightarrow F_3B \leftarrow OH_2$$

اس کی آب پاشیدگی سے boric ترشے حاصل ہوتے ہیں۔اس کے بعد یہ Hydofluoboric acid میں تبدیل ہوجاتا ہے۔

$$4BF_3 + 12H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3 + 12HF$$

$$3H_3BO_3 + 12HF \longrightarrow 3H^+ + 3[BF_4]^- + 9H_2O$$

$$4BF_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3BO_3 + 3H^+ + 3[BF_4]^-$$

### BF3 کے استعمالات

1۔ BF3 کو HBF4 کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ نامیاتی کیمیاء میں ایک تماسی عامل (Catalyst) کی طرح استعمال ہوتا ہے۔

2۔ اس کو Fluorinating reagent کی طرح بھی استعمال ہوتا ہے۔

### 2.2.8 الومینم کلورائڈ (Aluminium chloride)

#### تیاری (Preparation)

ہائڈروکلورک ترشہ کے ساتھ جب دھاتی الومینیم یا الومینیم ہائڈرا کسائڈ تعامل پاتا ہے تو Aluminium trichloroide حاصل ہوتا ہے۔ تعامل کے اس آمیزہ کی تبخیر سے آبیدہ الومینیم کلورائیڈ حاصل ہوتا ہے۔

$$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$

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

#### McAfee کا طریقہ (McAfeeprocess)

الومینا اور کوک (کوئلہ) کے آمیزہ کو کلورین کی رو میں گرم کیا جائے تو الومنیم کلورائڈ حاصل ہوتا ہے۔

$$2Al_2O_3 + 3C + 6Cl_2 \longrightarrow 4AlCl_3 + 3CO_2$$

صنعتی پیمانہ میں تقریباً 1000 k پر الومینیم کو Chlorinate کر کے الومینیم کلورائڈ کو حاصل کیا جاتا ہے۔

$$2Al + 3Cl_2 \xrightarrow{1000\ K} 2AlCl_3$$

#### خواص: (Properties)

نابیدہ الومینیم کلورائیڈ بے رنگ، رطوبت حاصل کرنے والی شئے ہے۔ الومنیم کلورائیڈ کا آبی محلول ترشوی نوعیت رکھتا ہے۔ رطوبی ہوا میں یہ Hydrogen Chloride کا بخاراتی دھواں (fumes) دیتا ہے۔

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

Ammonium hydroxide کے ساتھ یہ aluminium hydroxide دیتے ہیں۔

$$AlCl_3 + 3NH_4OH \longrightarrow Al(OH)_3 + 3NH_4Cl$$

افزود sodium hydroxide کے ساتھ یہ دھاتی Metal aluminate دیتے ہیں۔

$$AlCl_3 + 4NaOH \longrightarrow NaAlO_2 + 2H_2O + 3NaCl$$

یہ Lewis acid لیوس ترشوں کی طرح برتاؤ کرتے ہیں، اور امونیا، فاسفین اور کاربونیل کلورائڈ کے ساتھ یہ اضافی مرکبات (Addition compounds) دیتے ہیں۔ مثال $AlCl_3.6NH_3$

#### الومینم کلورائیڈ کے استعمالات

1۔ فریڈل کرافٹ تعاملات میں نابیدہ الومینیم کلورائڈ کو بطور تماسی عامل (Catalyst) استعمال کرتے ہیں۔

2۔ معدنیاتی تیل کے تڑخاؤ کے عمل سے پٹرول بنانے کی تیاری میں اس کو استعمال کرتے ہیں۔

3۔ رنگین مادّے، ادویات اور خوشبودار اشیاء کی تیاری میں بطور تماسی عامل استعمال ہوتا ہے۔

### 2.2.9 پھٹکریاں (Alums)

Potassium aluminium sulphate $[K_2SO_4.\ Al_2(SO_4)_3.24H_2O]$ کے دوہرے نمک کو پھٹکری (Alum) نام دیا گیا ہے۔ آج کل اس کو تمام دوہرے نمکوں کے لئے استعمال کیا جاتا ہے جس کا عام ضابطہ یہ ہے۔

$M'_2SO_4.M''_2(SO_4)_3.24H_2O$، جس میں M' ایک گرفتی دھاتی رواں یا $[NH_4]^+$ اور M'' تین گرفت والا دھاتی رواں ہوتا ہے۔

مثالیں:

Potash alum [$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24.H_2O$]; Sodium alum [$Na_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24.H_2O$] , Ammonium alum [$(NH_4)_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24.H_2O$], Chrome alum [$K_2SO_4.Cr_2(SO_4)_3.24.H_2O$].

ٹھنڈے پانی کی بہ نسبت گرم پانی میں Alum زیادہ حل پذیر ہیں۔ محلول میں یہ اپنے ترکیبی روانوں کے خواص کو ظاہر کرتے ہیں۔

## تیاری (Preparation)

قدرتی طور پر دستیاب ہونے والا پھٹکری کا پتھر alunite stone ہے۔ اس کا ضابطہ K2SO4. Al2(SO4)3.4Al(OH)3 ہے۔ جب پھٹکری کے پتھر کو افزود سلفیورک ترشہ کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے تو اس میں موجود الومینیم ہائڈراکسائڈ، الومینیم سلفیٹ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ اس میں ایک محسوب کردہ مقدار میں پوٹاشیم سلفیٹ شامل کیا جاتا ہے اور اس محلول کو قلمایا جاتا ہے تو potash alum حاصل ہوتا ہے۔ اس کو باز قلماؤ (recrystallisation) کے ذریعہ مزید خالص بنایا جاتا ہے۔

$$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.4Al(OH)_3 + 6H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 3Al_2(SO_4)_3 + 12\,H_2O$$

$$K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24\,H_2O \longrightarrow K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24\,H_2O$$

## خواص (Properties)

potash alum پھٹکری سفید رنگ کا ایک ٹھوس قلم ہے۔ یہ پانی میں حل پذیر ہے اور الکحل میں ناحل پذیر ہے۔ الومینیم سلفیٹ کے آب پاشیدگی کی وجہ سے اس کا آبی محلول ترشی خاصیت رکھتا ہے۔ الومینیم سلفیٹ کو 365 K کی تپش پر گرم کرنے سے یہ پگھلتا ہے۔ 475 K کی تپش پر یہ قلماؤ کے پانی کو کھو کر پھول جاتے ہیں۔ پھولے ہوئے اس مادّہ کو Burnt Alum کہتے ہیں۔ سرخ گرم کرنے پر یہ Potassium Sulphate, alumina اور Sulphur trioxide میں تحلیل ہو جاتے ہیں۔

$$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24\,H_2O \xrightarrow{500\,K} K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3 + 24\,H_2O$$

$$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{\text{Red hot}} K_2SO_4 + Al_2O_3 + 3SO_3$$

Potash alum کے ساتھ ammonium hydroxide تعامل پاتا ہے تو Aluminium Hydroxide بنتا ہے۔

$$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24\,H_2O + 6NH_4OH \longrightarrow K_2SO_4 + 3(NH_4)_2SO_4 + 24\,H_2O + 2Al(OH)_3$$

## پھٹکری کے استعمالات: (Uses of Alum)

1۔ پانی کو پاک وصاف کرنے کے لئے استعمال کرتے ہیں۔
2۔ اس کو water proofing کرنے اور پارچہ بافی (textiles) میں استعمال کرتے ہیں۔
3۔ رنگ سازی میں، کاغذ اور چمڑے کی دباغی صنعتوں میں اس کو استعمال کرتے ہیں۔
4۔ خون کے جاری ہونے کو بند کرنے کے لئے قابض دوا (Styptic agent) کی طرح استعمال کرتے ہیں۔

## 2.3 گروپ 14 (کاربن گروپ) کے عناصر: (Group 14 (Carbon group) elements)

### 2.3.1 پایا جانا (Occurence)

کاربن قدرتی طور پر گرافائیٹ کی شکل میں پایا جاتا ہے۔ کوئلہ، خام تیل اور کاربونیٹ کی چٹانیں جیسے calcite، Magnesite وغیرہ، جس میں کثیر مقدار میں کاربن، دیگر عناصر کے ساتھ موجود رہتا ہے۔ سیلیکا (ریت اور کوارٹز کے قلموں) کی شکل میں سیلکان پایا جاتا ہے۔ سلیکیٹ کے معدن اور چکنی مٹی، سیلیکان کے دیگر اہم ذرائع ہیں۔

### طبیعی خواص : (Physical Properties)

گروپ 14 کے عناصر کی چند طبیعی خصوصیات کو ذیل کی جدول میں بتلایا گیا ہے۔

جدول 2.4 گروپ 14 کے عناصر کی طبیعی خصوصیات

| خاصیت | کاربن | سیلیکان | جرمینیم | قلعی | سیسہ |
|---|---|---|---|---|---|
| Physical state at 293 K | ٹھوس Solid | ٹھوس Solid | ٹھوس Solid | ٹھوس Solid | ٹھوس Solid |
| Atomic Number | 6 | 14 | 32 | 50 | 82 |
| Isotopes | $^{12}C$, $^{13}C$, $^{14}C$ | $^{28}Si$, $^{30}Si$ | $^{73}Ge$, $^{74}Ge$ | $^{120}Sn$ | $^{208}Pb$ |
| Atomic Mass (g.mol$^{-1}$ at 293 K) | 12.01 | 28.09 | 72.63 | 118.71 | 207.2 |
| Electronic configuration | [He]$2s^2$ $2p^2$ | [Ne]$3s^2$ $3p^2$ | [Ar]$3d^{10}$ $4s^2$ $4p^2$ | [Kr]$4d^{10}$ $5s^2$ $5p^2$ | [Xe] $4f^{14}$ $5d^{10}$ $6s^2$ $6p^2$ |
| Atomic radius (Å) | 1.70 | 2.10 | 2.11 | 2.17 | 2.02 |
| Density (g.cm$^{-3}$ at 293 K) | 3.51 | 2.33 | 5.32 | 7.29 | 11.30 |
| Melting point (K) | Sublimes at 4098 | 1687 | 1211 | 505 | 601 |
| Boiling point (K) | | 3538 | 3106 | 2859 | 2022 |

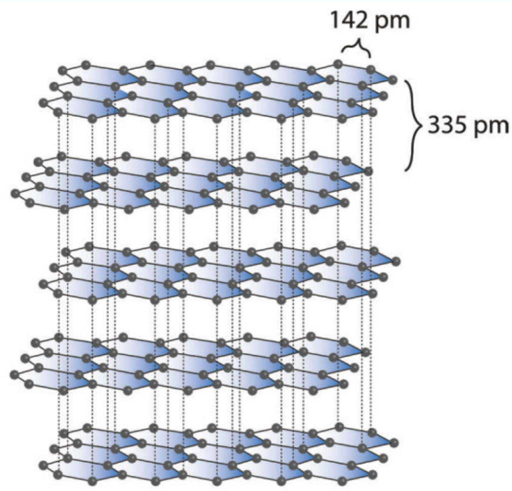
### 2.3.3 زنجیری یا حلقوی مرکبات بننے کا رجحان (Tendency for catenation)

ایک عنصر کا جوہروں کے ساتھ مل کر طویل زنجیر یا حلقے بنانے کی قابلیت Catenation کہلاتی ہے۔ Catenation کے لئے درج ذیل شرائط ضروری ہیں۔ (i) عنصر کی گرفت دو یا دو سے زیادہ ہونی چاہئے۔ (ii) عنصر کے اندر وہ خاصیت ہونی چاہئے کہ وہ خود سے اپنے سے اندر بندسازی قائم کرے۔ (iii) اپنے جوہروں کے ساتھ بندش بھی اتنی مضبوط ہونی چاہئے جتنا کہ دوسرے جوہروں کے ساتھ۔ (iv) دیگر سالموں کی بہ نسبت زنجیری مرکبات کی kinetic inertness ہونی چاہئے۔

اوپر بتائے گئے خواص کی وجہ سے کاربن خود اپنے ساتھ اور دیگر جوہر جیسے H,O,N,S کے ساتھ بھی بے شمار مرکبات بناتے ہیں۔

### 2.3.4 کاربن کے بہروپ (Allotropes of carbon)

کاربن مختلف بہروپی شکلوں میں دکھائی دیتے ہیں۔ گرافائیٹ اور ڈائمنڈ (ہیرا) اس کی دو اہم بہروپی شکلیں ہیں۔ دوسرے اہم بہروپ گرافین، فلّرین اور کاربن کی nanotubes ہیں۔

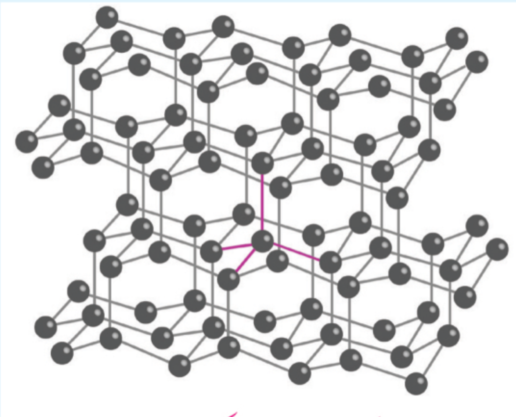


خاکہ 2.4 گرافائٹ کی ساخت

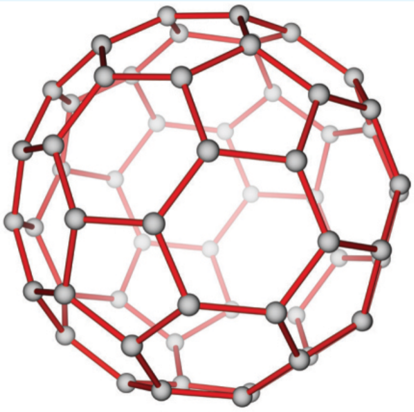
کاربن سے بنا ہوا گرافائی عام تپش اور دباؤ پر اہم متحکم (قیام پذیر) بہروپ ہے۔ یہ نرم ہے اور برق کا اچھا موصل ہے۔ یہ کاربن کے دو ابعادی مستوی سطحوں (Sheet) سے بنا ہوا ہے۔ ہر سطح میں کاربن کے جوہر اپنے پڑوسی کاربن کے جوہروں کے ساتھ $sp^2$ مخلوط ہے۔ جس میں C-C کی بندشیں پائی جاتی ہیں۔ ان کے بندش کا فاصلہ 1.41 A° ہے، جو بنزین کے C-C بندشوں کے فاصلے (1.40 A°) سے قریب ہے۔ کاربن کا ہر جوہر تین کاربن کے گرفتی الکٹرانوں کو استعمال کرتے ہوئے پڑوسی تین کاربن کے

جوہر کے ساتھ مل کر تین سیگما σ bond بناتے ہیں اور چوتھا الکٹران جو غیر مخلوط p مدرایہ میں ہوتا ہے، π بندش (π bond) بناتا ہے۔ یہ π الکٹران مکمل طور پر سطحوں (تہہ پر) (sheet) پر گھومتے ہیں اور برقی ایصال کے ذمہ دار ہوتے ہیں۔ پے در پے جڑے ہوئے کاربن کی تہیں کمزور وانڈ والس کی قوتوں سے جکڑی ہوئی ہوتی ہیں۔ پے در پے والی ان سطحوں کا درمیانی فاصلہ 3.40 A° ہے۔ یہ مدہن lubricant کی طرح یا گرافائٹ آئل کی طرح استعمال کرتے ہیں۔

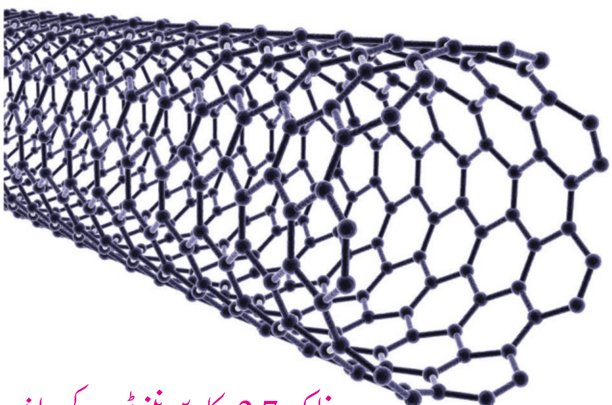
گرافائٹ کے برخلاف گرافائٹ کا دوسرا بہروپ ہیرا (diamond) نہایت ہی سخت ترین ہے۔ ہیرے میں کاربن کے جوہر اپنے پڑوسی کاربن کے جوہروں کے ساتھ $sp^3$ طور پر مخلوط ہے جس میں C–C کی بندشوں کا فاصلہ 1.54 A° ہے۔ اس کی وجہ سے یہ چہار سطحی (Tetrahedral) طور پر مکمل جالی (lattice) میں ترتیب پایا ہوا ہے، جیسا کہ خاکہ 2.5 میں بتایا گیا ہے۔ چونکہ کاربن کے تمام گرفتی الکٹران بندش میں ہیں، اس میں برقی ایصال کے لئے آزاد الکٹران موجود نہیں ہیں۔ سخت ترین ہونے کی وجہ سے اسے سخت آلوں کو تیز کرنے، شیشہ کو کاٹنے، بور اور پتھروں میں سوراخ کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔


خاکہ 2.5 ہیرے کی ساخت

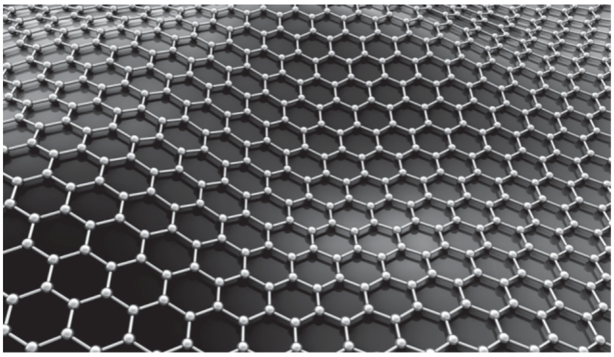
کاربن کا نیا تیار کردہ بہروپ فلّرین ہے۔ گرافائٹ اور ہیرے کے برخلاف، یہ بہروپ سب سے الگ سالمے ہیں، جیسا کہ $C_{32}$، $C_{50}$، $C_{70}$، $C_{76}$، وغیرہ۔ ان سالموں میں پنجرہ جیسی ساخت پائی جاتی ہے جیسا کہ خاکہ 2.6 میں بتایا گیا ہے۔ اس کاربن کے بہروپ کی شکل ایک ساکر بال (Soccer ball) کی طرح ہوتی ہے اور اسے بل منسٹر فلرین یا بکی بال کہتے ہیں۔ اس میں ایک پگھلی ہوئی ساخت ہے جس میں 6 ممبر والے 20 حلقے، اور 5 ممبر والے 12 حلقے پائے جاتے ہیں۔ کاربن کا ہر جوہر $sp^2$ کی طرح مخلوط ہے اور پڑوسی تین کاربن کے جوہر کے ساتھ مل کر تین سیگما σ bond بناتے ہیں اور چوتھا الکٹران جو غیر مخلوط p مدرایہ میں ہوتا ہے، π بندش (π bond) بناتا ہے۔ یہ π الکٹران مکمل طور پر سطحوں (تہہ پر) (sheet) پر گھومتے ہیں اور یہ اس کے عطری خاصیت (Aromatic character) کے ذمہ دار ہیں۔ ان کا C–C بندشی فاصلہ 1.44 A° اور C=C بندشی فاصلہ 1.38 A° ہے۔


خاکہ 2.6 فلّرین کی ساخت

کاربن کا ایک اور نیا تیار کردہ بہروپ کاربن نینو ٹیوب ہے، جس میں گرافائٹ جیسا ٹیوب، مگر فلّرین جیسے کنارے ہیں۔ محور پر یہ نینو ٹیوب فولاد سے مضبوط ہیں اور برقی رو کو ایصال کرتے ہیں۔ نینو اسکیل الکٹرانکس، Catalysis، پالیمر اور ادویات میں ان کا استعمال ہوتا ہے۔


خاکہ 2.7 کاربن نینو ٹیوب کی ساخت

کاربن کی ایک اور بہروپی شکل گرافین ہے۔ اس میں کاربن کے جوہروں کی $sp^2$ مخلوط شدہ اکہری مستوی سطح پائی جاتی ہے، جو ایک شہد کی مکھی کے چھتہ نما قلمی جالی میں پیک کردہ ہیں۔



خاکہ 2.8 گرافین کی ساخت

## 2.3.5 کاربن مونا کسائڈ (Carbon monoxide)(CO)

### تیاری (Preparation)

کاربن کو آکسیجن کی کم مقدار کے ساتھ تعامل کر کے کاربن مونا کسائڈ تیار کیا جاتا ہے۔

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO$$

صنعتی پیمانے میں تیاری کے لئے کاربن کو ہوا کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے۔ جو کاربن مونا کسائڈ حاصل ہوتا ہے، اس میں نائٹروجن گیس بھی پائی جاتی ہے۔ حاصل ہونے والے نائیٹروجن گیس کا آمیزہ اور کاربن مونو آکسائیڈ کے آمیزہ کو تیار کردہ گیس (producer gas) کہتے ہیں۔

$$2C + O_2/N_2\ (air) \longrightarrow \underset{\text{Producers Gas}}{2CO + N_2}$$

تیار کردہ گیس کو copper (I) chloride کے محلول سے گزارا جاتا ہے، جس سے CuCl(CO).2H2O بنتا ہے۔ کم دباؤ پر یہ محلول خالص CO خارج کرتا ہے۔

methanoic acid کو سلفیورک ترشہ کے ساتھ گرم کرنے سے خالص کاربن مونا کسائڈ گیس تیار ہوتی ہے جو ایک نابیدہ عامل (Dehydrating agent) کی طرح کام کرتی ہے۔

$$HCOOH + H_2SO_4 \longrightarrow CO + H_2SO_4 \cdot H_2O$$

### خواص (Properties)

یہ بے رنگ، بے بو اور زہریلی گیس ہے اور یہ پانی میں کم حل پذیر ہے۔

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$

یہ ہوا میں نیلے رنگ کے شعلے کے ساتھ جلتے ہوئے کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس خارج کرتے ہیں۔

لکڑی کے کوئلے کی موجودگی میں کاربن مونو آکسائید کے ساتھ کلورین تعامل پاتے ہیں تو زہریلی گیس کاربونیل کلورائیڈ خارج ہوتی ہے جس کو Phosgene بھی کہتے ہیں۔ اس کو isocyanate کی تیاری میں استعمال کرتے ہیں۔

$$CO + Cl_2 \longrightarrow COCl_2$$

کاربن مونو آکسائیڈ طاقتور تکسیدی عامل کی حیثیت رکھتی ہے۔

$$3CO + Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$$

زیادہ دباؤ اور تپش میں کاربن مونا کسائیڈ اور ہائیڈروجن (مصنوعی گیس یا Syn gas) Methanol دیتے ہیں۔

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

oxo طریقے میں ethene کے ساتھ کاربن مونا کسائڈ اور hydrogen gas کے ساتھ شامل کیا جاتا ہے تو propanal حاصل ہوتا ہے۔

$$CO + C_2H_4 + H_2 \longrightarrow CH_3CH_2CHO$$

### فشر ٹراپوش کی ترکیب Fischer Tropsch Synthesis

50 atm سے کم دباؤ اور 700-500 K تپش پر دھاتی تماسی عامل کے ساتھ کاربن مونو آکسائیڈ اور ہائیڈروجن ردعمل کر کے سیر شدہ اور غیر سیر شدہ ہائیڈرو کاربن بناتے ہیں۔

$$nCO + (2n+1)H_2 \longrightarrow C_nH_{(2n+2)} + nH_2O$$

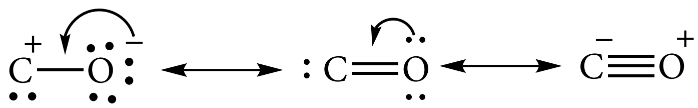
$$nCO + 2nH_2 \longrightarrow C_nH_{2n} + nH_2O$$

مروری عناصر کے ساتھ کاربن مونو آکسائیڈ تعامل پا کر لاتعداد پیچیدہ مرکبات بناتا ہے۔ جس میں ان مروری عناصر کی تکسیدی حالت صفر ہوتی ہے۔ یہ مرکبات دھات کے ساتھ کاربن مونو آکسائیڈ کو گرم کر کے حاصل کئے جاتے ہیں۔

مثالیں: Nickel tetracarbonyl $[Ni(CO)_4]$, Iron pentacarbonyl $[Fe(CO)_5]$, Chromium hexacarbonyl $[Cr(CO)_6]$.

### ساخت (Structure)

اس کی ساخت خطی ہے۔ کاربن مونو آکسائیڈ میں تین الکٹران کی مشترکہ جوڑی کاربن اور آکسیجن کے درمیان ہوتی ہے۔ گیارھویں جماعت میں سالمیاتی مداروں کے نظریہ (MOT) کی درجہ بندی سے متعلق ہم پڑھ چکے ہیں۔ اس میں C-O کا بندشی فاصلہ فاصلہ 1.128 A° ہے۔ اس کی ساخت کو دو ساختوں کے مرکب resonane hybrid کی طرح دو معیاری شکلوں (canonical forms) میں بتایا گیا ہے۔



خاکہ 2.9 کاربن مونا کسائڈ کی ساخت

### کاربن مونو آکسائیڈ کے استعمالات:

1۔ مساوی مول کے ہائیڈروجن اور کاربن مونو آکسائیڈ کا مرکب سے آبی گیس (water gas) تیاری کی جاتی ہے۔
کاربن مونو آکسائیڈ اور نائٹروجن کے مرکب سے پیداواری گیس (Producer gas) تیار کی جاتی ہے، جو اہم صنعتی ایندھن ہیں۔

2۔ کاربن مونو آکسائیڈ ایک بہترین تحویلی عامل ہے اور یہ بہت سارے دھاتی آکسائیڈ کو دھات میں تحویل کر سکتی ہے۔

3۔ کاربن مونو آکسائیڈ ایک اہم لیگنڈ (ligand) ہے۔ یہ مروری عناصر کے ساتھ مل کر کاربونیل مرکبات بناتے ہیں۔

## 2.3.6 کاربن ڈائی آکسائیڈ (Carbon dioxide)

کاربن ڈائی آکسائیڈ فطرت میں آزاد حالت کے ساتھ ساتھ مشترکہ حالت میں بھی پائی جاتی ہے۔ ہوا کے اجزاء میں یہ 0.03% ہوتی ہے۔ یہ چٹانوں میں Calcium carbonate اور Magenisum carbonate کے طور پر بھی پائی جاتی ہے۔

### تیاری (Production)

صنعتی پیمانے پر زائد ہوا میں لکڑی کے کوئلہ کو جلا کر اسے تیار کیا جاتا ہے۔

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \Delta H = -394\ kJ\ mol^{-1}$$

چونے کی تکلیس (Calcination) کے دوران یہ ایک ضمنی حاصل (By product) کی طرح حاصل ہوتی ہے۔

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

تجربہ خانہ میں اسے ہلکائے ہوئے HCl ترشے اور دھاتی کاربونیٹ کے تعامل کر کے تیار کیا جاتا ہے۔

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

### خواص (Properties)

1۔ یہ ایک بے رنگ، بے احتراق (nonflammable) گیس ہے۔ ہوا سے زیادہ وزن دار ہے۔ اس کی فاصل تپش (Critical temperature) 31°C ہے اور یہ آسانی سے مائع بن سکتی ہے۔

کاربن ڈائی آکسائیڈ ایک مستحکم مرکب ہے یہاں تک کہ یہ 3100 K کی تپش میں بھی صرف 76 % تحلیل پا کر کاربن مونو آکسائید اور آکسیجن بناتی ہے۔ اور بھی اعلیٰ تپش پر یہ کاربن اور آکسیجن میں تحلیل پاتا ہے۔

$$CO_2 \xrightleftharpoons{3100\ K} CO + \tfrac{1}{2}O_2$$

$$CO_2 \xrightleftharpoons{\text{اعلیٰ تپش}} C + O_2$$

### تکسیدی عمل (Oxidising behaviour)

بلند درجۂ حرارت پر یہ ایک طاقتور تکسیدی عامل کے طور پر کام کرتا ہے۔ مثال کے طور پر

$$CO_2 + 2Mg \longrightarrow 2MgO + C$$

### پانی گیس کا توازن (Water gas equilibrium)

کاربن ڈائی آکسائیڈ اور ہائیڈروجن کے درمیان توازنی ردعمل کی وجہ سے اس کے کئی صنعتی اطلاقات ہیں۔ اسے پانی گیس توازن Water gas کہا جاتا ہے۔

$$CO_2 + H_2 \rightleftharpoons CO + H_2O$$

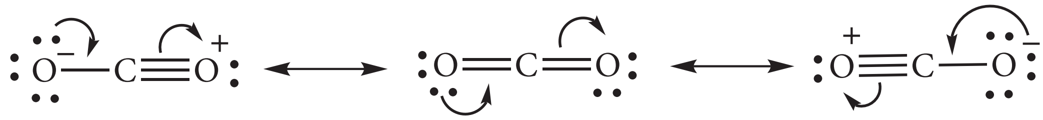
### ترشوی نوعیت (Acidic behaviour)

کاربن ڈائی آکسائیڈ کا آبی محلول ہلکا تیزابی ہوتا ہے، کیوں کہ یہ کاربونک ترشہ بن جاتا ہے۔

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

### کاربن ڈائی آکسائیڈ کی ساخت (Structure of Carbon dioxide)

کاربن ڈائی آکسائیڈ خطی ساخت رکھتا ہے جس میں دونوں C-O کی بندشیں مساوی بندشی فاصلہ (Bond distance) رکھتی ہیں۔ اس سالمہ میں دو C-O سِگما بندشیں ہیں۔ اس کے علاوہ اس میں 3c-4e بندش بھی پائی جاتی ہے جو تینوں جوہروں کا احاطہ کئے ہوئے ہے۔



خاکہ 2.10 کاربن ڈئی آکسائڈ کی ساخت

### کاربن ڈائی آکسائیڈ کے استعمالات:

1۔ کیمیائی تیاریوں کے دوران ایک جامد فضا (inert atmosphere) پیدا کرنے کے لئے کاربن ڈئی آکسائڈ استعمال کیا جاتا ہے۔

2۔ حیاتیات میں یہ شعاعی ترکیب کے لئے بہت ضروری ہے۔

3۔ یہ آگ بجھانے کے لئے استعمال ہوتی ہے۔ یہ راکٹ کے انجنوں میں دھکیل پیدا کرنے والی گیس ہے۔
4۔ یہ کاربونیٹڈ مشروبات کی تیاری میں اور جھاگ کی تیاری میں استعمال ہوتا ہے۔

## 2.3.7 سیلکان ٹیٹرا کلورائیڈ (Silicon tetrachloride)

### تیاری (Preparation)

خشک کلورین گیس کو سیلیکا اور کاربن کے آمیزہ کے ساتھ 1675 K تپش پر چینی کی نالی میں گرم کرنے سے silicon tetrachloride حاصل ہوتا ہے۔

$$SiO_2 + 2C + 2Cl_2 \longrightarrow SiCl_4 + 2CO$$

تجارتی پیمانے پر ہائیڈروجن کلورائیڈ گیس کے ساتھ سیلکان کو 600 K تپش پر گرم کرنے سے یہ حاصل ہوتا ہے۔

$$Si + 4HCL \longrightarrow SiCl_4 + 2H_2$$

### خواص (Properties)

Silicon tetrachloride ایک بخاراتی دھواں دار (fuming) مائع ہے۔ یہ $-70°C$ تپش پر منجمد freeze ہوتا ہے۔
مرطوب ہوا میں کاربن ٹیٹرا کلورائیڈ کے آب پاشیدگی کے عمل سے سیلکا اور ہائیڈروکلورک ترشہ بنتا ہے۔

$$SiCl_4 + 2H_2O \longrightarrow 4HCl + SiO_2$$

جب silicon tetrachloride نم ایتھر کے ساتھ آب پاشیدگی کا اثر ہوتا ہے تو خطی perchloro siloxanes بنتے ہیں، $[Cl-(SiCl_2O)_nSiCl_3]$ جس میں n کی تعداد 1 تا 6 ہے۔

### الکوحلیت: (Alcoholysis)

مناسب متعامل گر (reagent) کو استعمال کر کے Silicon tetrechloride کے کلورائیڈ رواں کو OH، OR جیسے Nucleophile سے تبدیل کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر الکحل کے ساتھ یہ Silicic esters بناتے ہیں۔

$$SiCl_4 + 4C_2H_5OH \longrightarrow \underset{\text{Tetraethoxy silane}}{Si(OC_2H_5)_4} + 4HCl$$

### امونیالیسس (Ammonialysis)

اس طرح سیلکان ٹیٹرا کلورائیڈ، امونیالیسس کے عمل سے Chlorosilazanes دیتے ہیں۔

$$2SiCl_4 + NH_3 \xrightarrow[\text{Ether ایتھر}]{330\ K} Cl_3Si\text{-}NH\text{-}SiCl_3 + 2HCl$$

### استعمالات:

1۔ Silicon tetrachloride نیم موصل سیلکان کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔
2۔ یہ سیلیکا جل۔ سلیک پٹر کے لئے ایک binder کی ترکیب میں شروعاتی مادے کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

## 2.3.8 سیلیکون (Silicones)

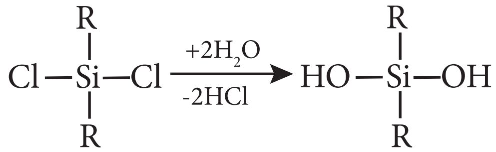
Silicone یا poly siloxanes، یہ Organo silicon کثیر ترکیبے ہیں۔ ان کا عام ضابطہ $(R_2SiO)$ ہے۔ چونکہ ان کا عام ضابطہ Ketone $(R_2CO)$ ہی کی طرح ہے، انہیں سیلیکون نام دیا گیا ہے۔ یہ silicones خطی یا آڑے ترچھے طور پر جڑے ہوئے ہیں۔ ان کا اعلیٰ تپش کے استحکام (مزاحمت) کی وجہ سے انہیں high temperature polymers کہتے ہیں۔

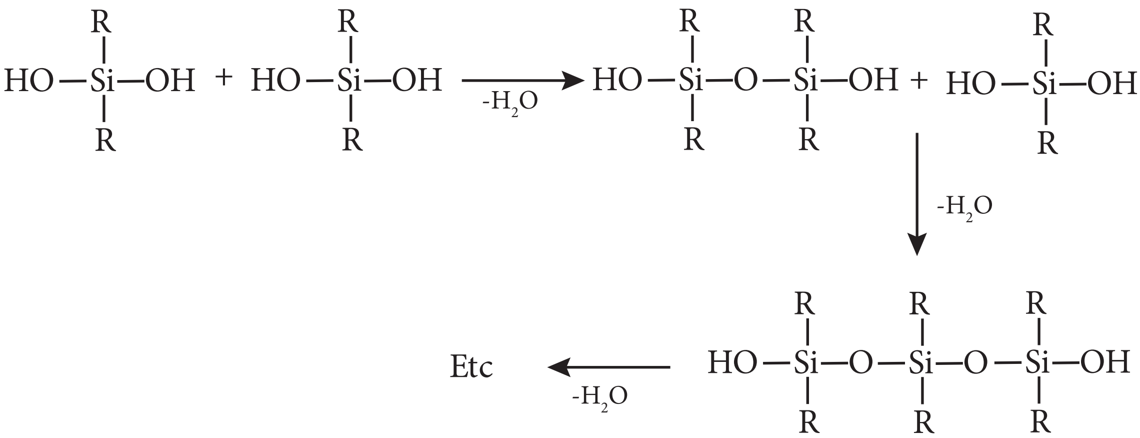
## تیاری (Preparation)

عام طور پر dialkyl dichloro silianes ($R_2SiCl_2$) یا diaryldichlorosilanes ($Ar_2SiCl_2$) کی آب پاشیدگی سے سیلیکون تیار کئے جاتے ہیں۔ تانبے کو بطور تماسی عامل استعمال کر کے RCl یا ArCl کے بخارات کو 570 K کی تپش پر سیلیکان سے گذار کر انہیں تیار کیا جاتا ہے۔

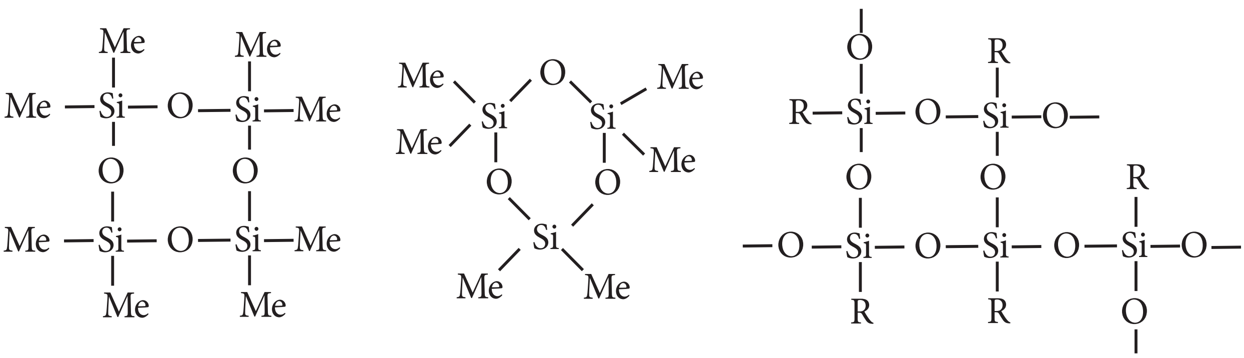
$$2RCl + Si \xrightarrow{Cu\ /\ 570\ K} R_2SiCl_2$$

Dialkylchloro silanes $R_2SiCl_2$ کی آب پاشیدگی (Hydrolysis) سے ایک خطی زنجیری کثیر ترکیبہ (Polymer) حاصل ہوتا ہے جو دونوں جانب بڑھتا ہے۔





Monoalkylchloro silanes $RSiCl_3$ کی آب پاشیدگی سے ایک نہایت ہی پیچیدہ آڑا ترچھا کثیر ترکیبہ حاصل ہوتا ہے۔ اگر خطی سلیکون کے آخری OH- گروپ کو خارج کر دیا جائے پانی کا سالمہ نکل جاتا ہے اور یہ دائری یا حلقوی سلیکون میں تبدیل ہو جاتا ہے۔



### سلیکون کی قسمیں (Types of silicones)

#### (i) خطی سلیکون (Linear Silicones)

dialkyl (or) diaryl silicon chloride کی آب پاشیدگی (Hydrolysis) اور فوراً تکثیف (Condensation) کے بعد انہیں حاصل کیا جاتا ہے۔

a) سلیکون ربڑ (Silicone rubbers) : سلیکون کو میتھیلین یا اسی طرح کے گروپ کے ساتھ جوڑنے سے سلیکون ربڑ حاصل ہوتے ہیں۔

b) سلیکون گوند (Silicone resins) : اکریلک اسٹر (Acrylic ester) جیسے نامیاتی گوند کے ساتھ سلیکون کو پیسا جاتا ہے تو سلیکون گوند حاصل ہوتے ہیں۔

### (ii) دائری سلیکون (Cyclic silicone) :

$R_2SiCl_2$ کی آب پاشیدگی سے یہ حاصل ہوتے ہیں۔

### (iii) آڑے ترچھے جڑے ہوئے سلیکون (Cross linked silicone) $RSiCl_3$ کی آب پاشیدگی سے یہ حاصل ہوتے ہیں۔

## خواص (Properties)

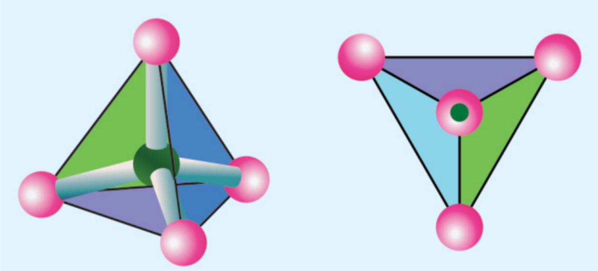
سلیکون کے کثیر ترکیبہ (Polymer) کی نوعیت Alkyl group کے آڑے ترچھے جڑنے اور حد پر منحصر ہے۔ وہ تیل نما مائع سے ربڑ جیسے ٹھوس شکلوں میں پائے جاتے ہیں۔ تمام سلیکون پانی کے مزاحم (Water repellent)۔ organic side group کا silicone کے اطراف گھیرے رہنے کی وجہ سے یہ ایک alkane کی طرح دکھائی دیتا ہے۔ اسی وجہ سے اس میں پانی سے مزاحمت کی خاصیت پائی جاتی ہے۔ یہ حرارت اور برق کے غیر موصل ہیں۔ کیمیائی طور پر یہ غیر تعامل پذیر ہیں۔ ہلکے سلیکون تیل نما مائع ہیں، جب کہ اعلیٰ سلیکون طویل زنجیری ساختیں ہیں اور یہ موم نما ٹھوس ہیں۔ سلیکون کے تیل کی لزوجیت (Viscosity) ہمیشہ مستقل رہتی ہے اور اس پر تپش کا کوئی اثر نہیں پڑتا۔ سردیوں میں یہ منجمد نہیں ہوتے اور نہ ہی ان کی لزوجیت بڑھتی ہے (گاڑھے ہوتے ہیں)۔

## استعمالات :

1۔ سلیکان کو کم تپش والے خلا کار پمپ میں بطور مدہن، اور اعلیٰ تپش والے oil bath میں استعمال ہوتا ہے۔
2۔ آب مزاحم کپڑوں (Water proofing clothes) کی تیاری میں یہ استعمال ہوتا ہے۔
3۔ برقی موٹر اور دیگر آلوں میں بطور مجوزی شئے (Insulating material) (غیر موصل) کے طور پر انہیں استعمال کیا جاتا ہے۔
4۔ دھوپ، نمی اور کیمیائی اشیاء میں اعلیٰ تپش کی مزاحمت کے لئے انہیں پینٹ کے ساتھ ملایا جاتا ہے۔

## 2.3.9 سلیکیٹ (Silicates)

وہ معدنیات جس میں Silicon اور Oxygen، چار سطحی شکل (Tetrahedral)-$[SiO_4]^{4-}$ کی اکائیاں آڑے ترچھے طور پر مختلف نمونوں میں جڑے ہوئے ہیں، سلیکیٹ کہلاتے ہیں۔ زمینی قشر تقریباً 95% ، silicate معدنیات اور Silica پر مشتمل ہے۔ Glass اور ceramics کی صنعتیں، سلیکیٹس کی کیمیاء پر مبنی ہیں۔



خاکہ 2.11 آرتھو سلیکیٹس کی ساخت

### سلیکیٹس کی قسمیں Types of Silicates

چار سطحی شکل (Tetrahedral)-$[SiO_4]^{4-}$ کی اکائیاں مختلف نمونوں میں جڑے ہوئے ہیں، ان کی بنیاد پر سیلیکیٹ کو مختلف حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔

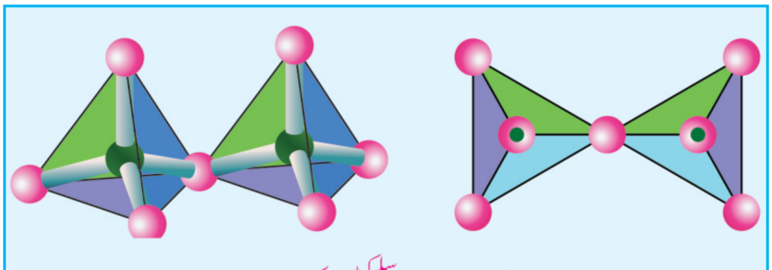
**آرتھو سلیکیٹ Ortho silicate (Neso silicates)**

سادہ ترین silicate وہ ہیں جو $[SiO_4]^{4-}$ کے چار سطحی شکل کے الگ الگ اکائیوں پر مبنی ہیں۔ ortho سلیکیٹ یا neso سلیکیٹ کہلاتے ہیں۔

مثالیں : Phenacite - $Be_2SiO_4$ ($Be^{2+}$ کے رواں $O^{2-}$ کے اطراف چار سطحی طور پر گھرے ہوئے ہیں)، Olivine
$(Fe/Mg)_2SiO_4$ ($Fe^{2+}$ اور $Mg^{2+}$ کے مثبر واں کے اطراف آٹھ سطحی طور پر $O^{2-}$ گھرے ہوئے ہیں)۔

Pyro silicate (یا) Soro silicates :

سلیکیٹ جس میں $[Si_2O_7]^{6-}$ کے رواں پائے جاتے ہیں، پیروسلیکیٹ کہلاتے ہیں۔ دو $[SiO_4]^{4-}$ کی چار سطحی اکائیاں ایک آکسیجن کے جوہر کے ایک کونے میں جڑا ہوا ہے۔ (جوڑتے وقت آکسیجن کا ایک جوہر خارج کر دیا جاتا ہے)۔

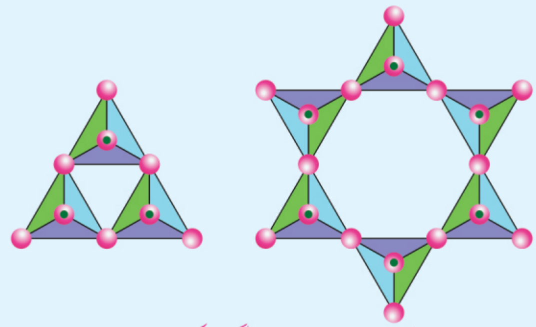


خاکہ 2.12 پیروسلیکیٹس کی ساخت

مثال : Thortveitite - $Sc_2Si_2O_7$

## دائری سلیکیٹس (یا حلقوی سلیکیٹس) (Cyclic or ring silicates)

سلیکیٹ جس میں $(SiO_3)_n^{6-}$ کے رواں پائے جاتے ہیں، جو تین یا اس سے زیادہ $[SiO_4]^{4-}$ کی چار سطحی اکائیاں حلقوی یا دائری طور پر جڑے ہوئے ہیں، دائری یا حلقوی سلیکیٹ کہلاتے ہیں۔ ہر سلیکیٹ کی اکائی اپنے دو آکسیجن کے جوہروں کو دوسری اکائیوں کے ساتھ جوڑتی ہے۔

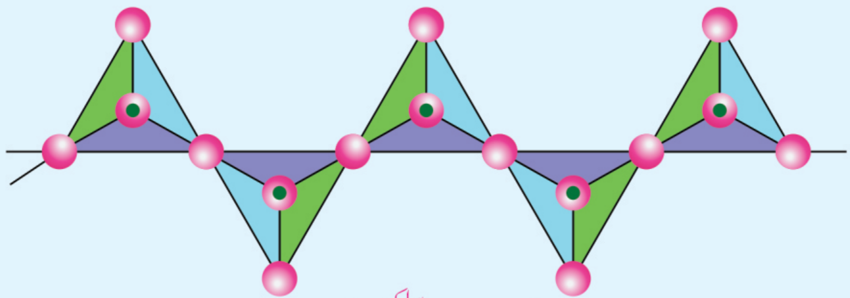


خاکہ 2.13 دائری سلیکیٹ کی ساخت

مثال : Beryl $[Be_3Al_2(SiO_3)_6]$ ایک الومینوسلیکیٹ ہے، جو آٹھ سطحی طور پر آکسیجن کے 6 جوہروں کے ساتھ گھرا ہوا ہے۔

## اینوسلیکیٹس (Inosilicates)

سلیکیٹ جن میں n تعداد کے سلیکیٹ کی اکائیاں دو یا دو سے زیادہ آکسیجن کے جوہر کو جوڑتے ہیں، تو انہیں اینوسلیکیٹس کہا جاتا ہے۔ انہیں مزید زنجیری سلیکیٹ (Chain silicate) اور دوہری زنجیر سلیکیٹ (Double chain silicates) میں درجہ بندی کی گئی ہے۔

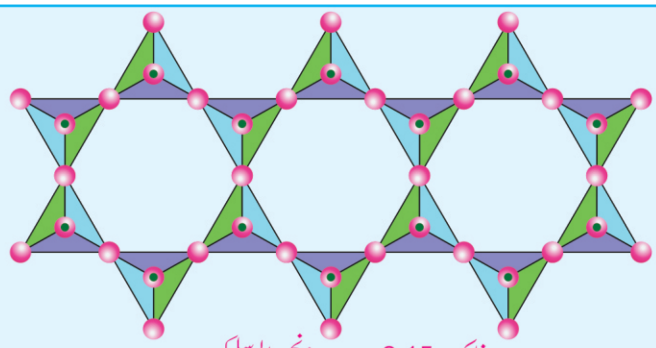


خاکہ 2.12 پیروسلیکیٹس کی ساخت

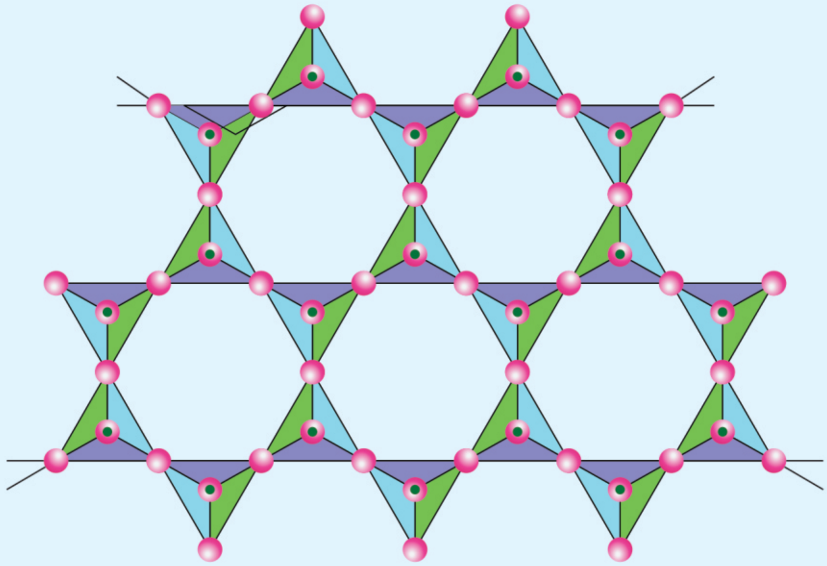
**زنجیری سلیکیٹ (Chain silicates) :** سلیکیٹ جس میں $(SiO_3)_n^{2n-}$ کے رواں پائے جاتے ہیں، اور جس میں n تعداد کے $[SiO_4]^{4-}$ کی چار سطحی اکائیاں خطی طور پر جڑے ہوئے ہیں، زنجیری سلیکیٹ کہلاتے ہیں۔ ہر سلیکیٹ کی اکائی اپنے دو آکسیجن کے جوہروں کو دوسری اکائیوں کے ساتھ جوڑتی ہے۔ مثال: spodumene $LiAl(SiO_3)_2$

**دوہری زنجیر والی سلیکیٹ (یا) (Amphiboles) :** اس سلیکیٹ میں $[Si_4O_{11}]_n^{6n-}$ کے رواں پائے جاتے ہیں۔ ان سلیکیٹ میں دو مختلف قسم کے چار سطحیاں پائی جاتی ہیں۔ (i) تین راسوں کو چھونے والے (ii) دو راسوں کو چھونے والے۔

مثالیں : اسبتوس (Asbestos) ۔ اس میں ریشوی اور غیر احتراقی سلیکیٹ پائے جاتے ہیں۔ چنانچہ اسے حرارتی مجوز (thermal insulation) ، بریک کی لائننگ، تعمیراتی اشیاء اور فلٹر کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ اسبتوس، چونکہ کینسر زا (Carcinogen) ہیں، اس لئے ان کے استعمال میں احتیاط برتا جاتا ہے۔



خاکہ 2.15 دوہرے زنجیر والی سلیکیٹ



خاکہ 2.16 phyllo silicate یا تختی دار سلیکیٹ

### تختی دار یا Phyllo silicates

سلیکیٹ جن میں $(Si_2O_5)_n^{2n-}$ پائے جاتے ہیں، وہ phyllo silicates کہلاتے ہیں۔ ان میں ہر $[SiO_4]^{4-}$ کی چار سطحی اپنے تین آکسیجن کے جوہروں کو دوسری اکائیوں کے ساتھ جوڑتی ہے۔ جس سے دو ابعادی تختی (Sheet) بن جاتی ہے۔ ان Sheet silicates کی ساخت ایک کے اوپر ایک سطح میں ترتیب پاتی ہیں۔ ان سطحوں کے درمیان قوتِ کشش بہت ہی کم ہوتی ہے، لہٰذا ان کو گرافائٹ کی طرح آسانی سے دو حصوں میں بانٹا جا سکتا ہے۔ مثال : Talc, mica

### سہ ابعادی سلیکیٹ (یا) Tecto silicates

سلیکیٹ جن میں $[SiO_4]^{4-}$ کی اکائیاں چار سطحی طور پر جڑے ہوئے ہیں اور ان کے تمام آکسیجن جوہر جڑ کر ایک سہ ابعادی جال بناتے ہیں، وہ tecto silicates کہلاتے ہیں۔ ان کا عام ضابطہ $(SiO_2)_n$ ہے۔ مثال : کوارٹز

Tecto silicates کو سہ ابعادی Aluminosilicates میں تبدیل کرنے کے لئے $[SiO_4]^{4-}$ اکائی کی جگہ $[AlO_4]^{5-}$ اکائی تبدیل کی جاتی ہے۔ مثال : فلسپار (Felspar)، Zeolite.

## 2.3.10 زیولائٹ (Zeolites)

زیولاٹ سہ ابعادی قلم نما ٹھوس اشیاء ہیں، جس میں المونیم، سیلکان اور آکسیجن ان کے سہ ابعادی جال میں پائے جاتے ہیں۔ یہ آبیدہ سوڈیم الومینوسلیکیٹ ہیں، جن کا عام ضابطہ $Na_2O(Al_2O_3).x(SiO_2).yH_2O$ ہے (جس میں $x$ کی قیمت 2 سے 10 تک اور $y$ کی قیمت 2 سے 6 تک ہے)

زیولائٹ کی ساخت مسام دار ہے جس میں اکہری گرفت والے سوڈیم کے رواں اور پانی کے سالمے ڈھیلے ڈھالے (loosely) طور پر جڑے ہوئے ہیں۔ Si اور Al کے جوہر چار سطحی طور پر ایک دوسرے کے ساتھ اور آکسیجن کے ساتھ ہم ربط ہیں۔ زیولائٹ، چکنی مٹی کے معدن کی مشابہت رکھتے ہیں، مگر ان کی قلمی ساخت مختلف ہے۔

زیولائٹ کی سہ ابعادی ساخت، شہد کی مکھی کے چھتہ کی طرح ہوتی ہے، جس میں غار اور پنجرہ نما ساختوں کے جال ایک دوسرے سے جڑے ہوئے ہیں۔ ہے۔ پانی کے سالمے اس کے مساموں سے اندر باہر آزادی کے ساتھ آتے جاتے رہتے ہیں، اس کے باوجود، اس کا جال سخت رہتا ہے۔ اس ساخت کی ایک اور خصوصیت یہ ہے کہ اس کے مساموں کی جسامت یکساں ہوتی ہے، جس سے یہ سالمی چھلنی کی طرح عمل کرتے ہیں۔ ہم نے اس سے متعلق گیارھویں جماعت میں پڑھا ہے۔ پانی کی سختی کو دور کرنے کے لئے زیولائٹ کا استعمال کیا جاتا ہے۔

کیا تم جانتے ہو؟

### بوران نیوٹران کھینچنے کا معالجہ (Boron Neutron Capture Therapy)

بوران-10 کی نیوٹران اُلفت (neutron affinity) تکنیک، ہی BNCT کی بنیاد ہے۔

اس سے ان مریضوں کا علاج کیا جاتا ہے جن کے دماغ میں رسولیاں ہوتی ہیں۔

جب بوران-10 کو کم توانائی والے حرارتی نیوٹرانوں کے ساتھ اشعاعیت (Irradiated) کی جاتی ہے تو زیادہ خطی توانائی والے $\alpha$ ذرات اور Li کا ایک ذرہ حاصل ہوتا ہے۔

دماغ میں رسولی والے مریض کو بوران کے مرکبات داخل کئے جاتے ہیں اور ان مرکبات کو رسولی حاصل کرتی ہے۔ اس کے بعد اس حصہ کو حرارتی نیوٹرانوں (Thermal neutrons) سے اشعاعیت کی جاتی ہے۔ اس سے خارج ہونے والے آلفا شعاعیں رسولی میں موجود خلیوں کو برباد کر دیتی ہیں۔ ہر وقت بوران-10 کا ایک جوہر ایک نیوٹران جذب کرتا ہے۔ اس سے دماغ کی بافتوں کو کم نقصان پہنچتا ہے۔

BNCT کو سر، گردن، پستان، پروسٹیٹ، مثانہ اور جگر کی رسولیوں کے علاج میں بھی استعمال کرنے کی کوشش جاری ہے۔

## خلاصہ

- وہ عناصر جن کا آخری الکٹران p مداریہ میں داخل ہوتا ہے، p-بلاک عناصر کہلاتے ہیں۔
- p- بلاک عناصر کی عام الکٹرانی تشکیل $ns^2, np^{1-6}$ ہے۔ اس گروپ کے ہر عنصر کی بیرونی خول کی الکٹرانی تشکیل میں مشابہت پائی جاتی ہے اور صرف n پرنسپل قدریہ عدد (Principal quantum number) کی قیمت میں فرق پایا جاتا ہے۔
- عام طور پر گروپ میں اوپر سے نیچے اترتے وقت روانی توانائی گھٹتی ہے اور دھاتی خاصیت میں اضافہ ہوتا ہے۔
- ان گروپوں میں جب ہم اوپر سے نیچے کی طرف اترتے ہیں تو روانی انتھالپی بڑھتی ہے۔ اس کے بعد کے گروپوں میں عناصر کی روانی توانائی پہلے کے گروپوں سے زیادہ ہوتی جاتی ہے۔
- جب ہم 13 ویں گروپ میں اوپر سے نیچے اترتے ہیں تو بوران سے الومینیم تک برق منفیت کم ہوتی ہے، اس کے بعد گیلیم میں تھوڑی زیادہ ہوتی ہے۔

- p-بلاک عناصر میں ہر گروپ کا پہلا عنصر اس کے بعد کے گروپ کے پہلے عنصر سے بالکل مختلف ہوتا ہے۔
- بعد کے اعلیٰ (وزنی) مروری عناصر میں، بیرونی s الکٹرانوں میں (ns) میں جامد (inert) رہنے کا رجحان پایا جاتا ہے، جو اسے بندش بننے سے روکے رکھتا ہے۔ اس کو جامد جوڑی کا اثر (inert pair effect) کہتے ہیں۔
- چند ایسے عناصر ہیں، جو اپنی طبعی حالت میں ایک سے زیادہ قلمی یا سالمی شکلوں میں پائے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر کاربن، ہیرا (ڈائی منڈ) اور گرافائٹ کی شکل میں دکھائی دیتے ہیں۔ اس اثر کو بہروپیت (Allotropism) کہتے ہیں۔
- کاربن قدرتی طور پر گرافائیٹ کی شکل میں پایا جاتا ہے۔
- بوریکس، سوڈیم نمک کا ٹٹرابورک ترشہ Sodium salt of Tetraboric acid ہے۔ جب سوڈیم کاربونیٹ کے ساتھ کولمانائٹ کے محلول کو جوش دیا جاتا ہے تو یہ حاصل ہوتا ہے۔
- بورک ایسڈ کو اس کی کچ دھات بوراکس اور colemanite سے حاصل کرتے ہیں۔
- بورک ترشہ دوابعادی سطحی ساخت رکھتا ہے۔
- ایک عنصر کا جوہروں کے ساتھ مل کر طویل زنجیر یا حلقہ بنانے کی قابلیت Catenation کہلاتی ہے۔
- کاربن کا ایک اور نیا تیار کردہ بہروپ کاربن نینوٹیوب ہے، جس میں گرافائٹ جیسا ٹیوب، مگر فلّرین جیسے کنارے ہیں۔ محور پر یہ نینوٹیوب فولاد سے مضبوط ہیں اور برقی رو کو ایصال کرتے ہیں۔
- Potassium aluminium sulphate $[K_2SO_4.\ Al_2(SO_4)_3.24H_2O]$ کے دوہرے نمک کو پھٹکری (Alum) نام دیا گیا ہے۔
- سیلکان قدرت میں سیلکا (ریت اور کواٹر کے قلم) کی طرح پایا جاتا ہے۔ سلیکیٹ کے معدن اور چکنی مٹی بھی سیلکان کے دیگر اہم ذرائع ہیں۔
- Silicone یا poly siloxanes، یہ Organo silicon کثیر ترکیبے ہیں۔ ان کا عام ضابطہ $(R_2SiO)$ ہے۔ چونکہ ان کا عام ضابطہ Ketone $(R_2CO)$ ہی کی طرح ہے، انہیں سیلیکون نام دیا گیا ہے۔
- وہ معدنیات جس میں Silicon اور Oxygen، چار سطحی شکل (Tetrahedral) $[SiO_4]^{4-}$ کی اکائیاں آڑے ترچھے طور پر مختلف نمونوں میں جڑے ہوئے ہیں، سلیکیٹ کہلاتے ہیں۔
- سلیکیٹس کی قسمیں :
  - آرتھو سلیکیٹس (Neso silicates)، Pyro silicate یا solo silicate، دائری سلیکیٹ یا حلقوی سلیکیٹ
  - اینوسلیکیٹ : زنجیری سلیکیٹ یا Pyroxenes، دوہری زنجیر والے سلیکیٹ یا amphiboles
  - پترے نما سلیکیٹ یا phyllo silicates
  - سہ ابعادی سلیکیٹس (یا) ٹکٹو سلیکیٹس
- زیولاٹ سہ ابعادی قلم نما ٹھوس اشیاء ہیں، جس میں المونیم، سیلکان اور آکسیجن ان کے سہ ابعادی جال میں پائے جاتے ہیں۔
- پانی کی سختی کو دور کرنے کے لئے زیولائٹس، سالماتی چھلنی کی طرح کام کرتے ہیں۔

## 1۔ صحیح جواب منتخب کیجئے۔

1۔ بوراکس کا آبیدہ محلول اس نوعیت کا ہے۔

(a) تعدیلی (b) ترشوی (c) اساسی (d) دونوں خواص رکھنے والے

2۔ بورک ترشہ ایک ترشہ ہے، کیونکہ اس کے سالمے میں (NEET)

(a) قابل بدل $H^+$ رواں پائے جاتے ہیں۔

(b) پروٹان خارج کرتے ہیں۔

(c) پروٹان کے ساتھ مل کر پانی کے سالمے بناتے ہیں۔

(d) پانی سے $OH^-$ اپنا کر پروٹان خارج کرتے ہیں۔

3۔ ذیل میں سے کونسا بورین نہیں ہے۔

(a) $B_2H_6$ (b) $B_2H_5$ (c) $B_4H_{10}$ (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

4۔ زمین کے قشر میں سے سب سے زیادہ حاصل ہونے والی دھات کونسی ہے؟

(a) الومینیم (b) کیلشیم (c) میگنیشیم (d) سوڈیم

5۔ diborane میں الکٹرانوں کی تعداد جو کیلانما بندش (banana bond) کے ذمہ دار ہیں۔

(a) چھ (b) دو (c) چار (d) تین

6۔ P بلاک عناصروں کا وہ عنصر جو زنجیری سلسلہ (Catenation) نہیں بناتا، وہ یہ ہے۔

(a) کاربن (b) سلیکان (c) سیسہ (Lead) (d) جرمینیم

7۔ $C_{60}$ ضابطہ والے فلّرین fullerene میں کاربن کے جوہر اس طرح مخلوط ہیں۔

(a) $sp^3$ (b) $sp$ (c) $sp^2$ (d) جزوی $sp^2$ اور جزوی $sp^3$

8۔ کاربن کے ہائڈرائڈس میں کاربن کی تکسیدی حالت

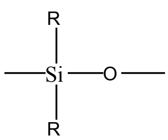
(a) +4 (b) −4 (c) +3 (d) −3

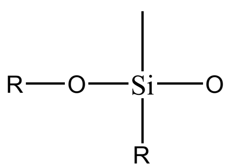
9۔ Silicate کے بنیادی ساخت کی اکائی ہے۔ (NEET)

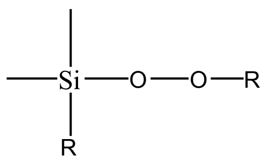
(a) $(SiO_3)^{2-}$ (b) $(SiO_4)^{2-}$ (c) $(SiO)^-$ (d) $(SiO_4)^{4-}$

10۔ سلیکیٹ میں دہرانے والی اکائی یہ ہے۔

(a) $SiO_2$

(b) b) 

(c) 

(d) 

11۔ ان یک ترکیبہ (monomer) میں سے کونسا اعلیٰ سالماتی کمیت والا سلیکون کثیر ترکیبہ (polymer) نہیں ہے؟

(a) $Me_3SiCl$ (b) $PhSiCl_3$ (c) $MeSiCl_3$ (d) $Me_2SiCl_2$

12۔ ان میں سے کون سا $sp^2$ مخلوط نہیں ہے ؟

(a) گرافائٹ (b) گرافین (c) فلرین (d) خشک برف

13۔ ہیرے میں ہر ایک کاربن کے جوہروں کی بندشوں سے بننے والی شکل

(a) چار سطحی (Tetrahedral) (b) مسدسی (Hexagonal)

(c) آٹھ سطحی (Octahedral) (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

14۔ ان میں سے کونسا بیان درست نہیں ہے ؟

(a) Beryl ایک دائری سلیکیٹ ہے۔ (b) $Mg_2SiO_3$ ایک آرتھوسلکیٹ ہے۔

(c) سلیکیٹ کی بنیادی ساختی اکائی $SiO_4^{4-}$ ہے۔ (d) Feldspar، الومینوسلکیٹ نہیں ہے۔

15۔ کالم -I کے ساتھ کالم -II کو جوڑیے اور صحیح کوڈ تفویض کیجیے۔

| Column-I | | Column-II | |
|---|---|---|---|
| A | Borazole | 1 | $B(OH)_3$ |
| B | Boric acid | 2 | $B_3N_3H_6$ |
| C | Quartz | 3 | $Na_2[B_4O_5(OH)_4]\ 8H_2O$ |
| D | Borax | 4 | $SiO_2$ |

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| (a) | 2 | 1 | 4 | 3 |
| (b) | 1 | 2 | 4 | 3 |
| (c) | 1 | 2 | 4 | 3 |
| (d) | ان میں سے کوئی بھی نہیں | | | |

16۔ Duralumin اس کی بھرت ہے۔

(a Cu, Mn (b Cu,Al,Mg (c Al,Mn (d Al,Cu,Mn,Mg

17۔ جوہری تعامل گر میں حفاظتی ڈھال اور قابو کرنے والی سلاخوں کے طور پر استعمال ہونے والا مرکب یہ ہے۔

(a) دھاتی بورائڈ (b) دھاتی آکسائیڈ (c) دھاتی کاربونیٹ (d) دھاتی کاربائڈ

18۔ +1 تکسیدی حالت کا استحکام (قیام پذیری) اس سلسلہ میں بڑھتی ہے۔

(a) $Al < Ga < In < Tl$ (b) $Tl < In < Ga < Al$

(c) $In < Tl < Ga < Al$ (d) $Ga < In < Al < Tl$

## درج ذیل سوالوں کے جواب دیجیے۔

1۔ p-بلاک عناصر کے پہلے عنصر کے غیر مربوط خواص (anamolous properties) پر مختصر نوٹس لکھئے۔

2۔ کاربن کو مدنظر رکھتے ہوئے p- بلاک عناصر میں بہروپیت کی مختصر وضاحت کیجیے۔

3۔ بوراکس کے استعمالات بتایئے۔

4۔ زنجیری یا حلقوی مرکبات بننا (Catenation) کیا ہے؟ کاربن کا زنجیری یا حلقوی مرکبات بننے کے خصوصیات کی وضاحت کیجیے۔

5۔ فشر ٹروپش ترکیب (Fisher tropsch synthesis) پر مختصر نوٹ لکھئے۔

6۔ CO اور $CO_2$ کی ساخت بتائیے۔

7۔ سلیکون کے استعمالات بیان کریں۔

8۔ Diborane کے ساخت کی وضاحت کریں۔

9۔ hydroboration پر ایک مختصر نوٹ لکھئے۔

10۔ مندرجۂ ذیل کی ایک ایک مثالیں لکھیں۔

(i) icosogen (ii) tetragen (iii) prictogen (iv) چالکوجن Chalcogen

11۔ P۔بلاک عناصر کی دھاتی خصوصیت پر مختصر نوٹ لکھیں۔

12۔ درج ذیل کے تعاملات کو مکمل کریں۔

a. $B(OH)_3 + NH_3 \longrightarrow$

b. $Na_2B_4O_7 + H_2SO_4 + H_2O \longrightarrow$

c. $B_2H_6 + 2NaOH + 2H_2O \longrightarrow$

d. $B_2H_6 + CH_3OH \longrightarrow$

e. $BF_3 + 9\,H_2O \longrightarrow$

f. $HCOOH + H_2SO_4 \longrightarrow$

g. $SiCl_4 + NH_3 \longrightarrow$

h. $SiCl_4 + C_2H_5OH \longrightarrow$

i. $B + NaOH \longrightarrow$

j. $H_2B_4O_7 \xrightarrow{\text{Red hot}}$

13۔ آپ بوریٹ radical کی شناخت کس طرح سے کریں گے ؟

14۔ Zeolites پر مختصر نوٹس لکھئے۔

15۔ بورک ترشہ کو boron trinitride میں آپ کس طرح تبدیل کریں گے؟

16۔ 2nd گروپ کی ایک قلوی دھات (A) کا بوران کے ایک مرکب (B) کے ساتھ تعامل کرنے پر ایک تحویلی عامل (C) حاصل ہوتا ہے۔ B, A اور C کی شناخت کیجئے۔

17۔ ایک دوہرا نمک جس میں چوتھے دور (period) کی قلوی دھات (A) شامل ہے، اس کو 500 K تپش پر گرم کرنے پر (B) دیتا ہے۔ B کا آبی محلول $BaCl_2$ کے ساتھ ایک سفید رسوب دیتا ہے اور Alizarin کے ساتھ سرخ رنگ دیتا ہے۔ A اور B کی شناخت کیجئے۔

18۔ CO ایک تحویلی عامل ہے۔ مثالوں کے ساتھ ثابت کریں۔

اکائی
3

# p - بلاک عناصر - II
# (p-BLOCK ELEMENTS - II)

## سیکھنے کے مقاصد:

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد طلباء اس قابل ہو جائیں گے

- نائٹروجن اور فاسفورس کی تیاری، خصوصیات اور استعمالات کے ساتھ ان کے اہم مرکبات کے بارے میں جان سکیں گے۔
- آکسیجن اور سلفر کی تیاری خصوصیت اور اس کے اہم مرکبات کو بیان کرسکیں گے۔
- ہیلوجن اور ہائیڈروجن ہیلائڈ کی تیاری اور خصوصیات کو بیان کرسکیں گے۔
- انٹرہیلوجن کے مرکبات کے کیمیاء کی وضاحت کرسکیں گے۔
- نوبل گیس (Noble gases) یعنی جامد گیس کی موجودگی، ان کی خصوصیات اور استعمالات کو بیان کرسکیں گے۔
- ہماری روزمرہ زندگی میں p- بلاک عناصر اور ان کے مرکبات کی اہمیت کو بیان کرسکیں گے۔

سر ولیم رامسے (Sir william Ramsay)
(1852 - 1916)

سر ولیم رامسے، سکاٹش (Scottish) کے کیمیاء دان تھے، جنہوں نے 1885-1890 کے دوران نائٹروجن کے آکسائیڈس پر اہم مقالات شائع کئے۔ اگسٹ 1894 میں رامسے نے ہوا کا ایک نیا بھاری عنصر الگ کیا اور انہوں نے اس کا نام، ارگان (Argon) رکھا۔ یونانی زبان میں اس کا مطلب 'سست' (Lazy) ہے۔ اس کے بعد کے سالوں میں انہوں نے مورس ٹریورس کے (Morris Travers) کے ساتھ تحقیقی کام کیا اور نیان، کرپٹان اور زینان جیسی جامد گیسوں کو دریافت کیا۔ 1910ء میں انہوں نے ریڈان (Radan) کا انکشاف کیا۔ اسی طرح انہوں نے ریڈان (Rad an) کی کھوج کی۔ ان کی اس خدمات کے اعتراف میں 1904ء میں ان کو کیمسٹری کے نوبل خطاب سے نوازا گیا۔ غیر فعال گیس یعنی نوبل گیس کی دریافت کے بعد جدید دوری جدول میں ایک نئے گروپ کی ترقی ہوئی۔

## تعارف

پچھلی اکائی میں ہم نے p-بلاک عناصر کے پہلے دو گروپ کے عام خصوصیات، یعنی 13 گروپ یعنی بوران گروپ (Icosagens) اور کاربن گروپ (Tetragens) کا مطالعہ کیا تھا۔ اس حصے میں بقیہ p-بلاک عناصر، چالکوجن، ہیلوجن اور جامد گیسوں (Noble gas) کے بارے میں پڑھیں گے۔

## 3.1 گروپ-15 (نائٹروجن گروپ) کے عناصر

### 3.1.1 پایا جانا (Occurence)

کرہ ارض کا 78% حصہ ڈائی نائٹروجن $(N_2)$ (Dinitrogen) پر مشتمل ہے۔ قشر ارض میں یہ سوڈیم نائٹریٹ $NaNO_3$ (Chile saltpetre) اور پوٹاشیم نائٹریٹ (Indian saltpetre) کی شکل میں بھی پایا جاتا ہے۔ زمین میں 11 واں سب سے زیادہ پایا جانے والا عنصر فاسفورس ہے، جو فاسفورس یا فاسفیٹ (فلوراپیٹائٹ، کلوراپیٹائٹ اور ہائیڈراکسی پیٹائٹ) کی شکل میں پایا جاتا ہے۔ اس کے علاوہ آرسنک، اینٹی منی اور بسمتھ وغیرہ خاص طور پر سلفائیڈ کے معدنیات کی شکل میں کم مقدار میں پائے جاتے ہیں۔

### 3.1.2 طبیعی خواص (Physical properties)

گروپ 15 کے عناصر کی بعض طبیعی خواص جدول میں دی گئی ہیں۔

جدول 3.1 گروپ 15 عناصر کے طبیعی خواص:

| خواص | Nitrogen | Phosphorus | Arsenic | Antimony | Bismuth |
|---|---|---|---|---|---|
| طبیعی حالت 293K پر | Gas | Solid | Solid | Solid | Solid |
| جوہری عدد | 7 | 15 | 33 | 51 | 83 |
| ہم جا | $^{14}N$, $^{15}N$ | $^{31}P$ | $^{75}As$ | $^{121}Sb$ | $^{209}Bi$ |
| جوہری کمیت $(g.mol^{-1}$ at 293 K) | 14 | 30.97 | 74.92 | 121.76 | 209.98 |
| الکٹرانی تشکیل | $[He]2s^2 2p^3$ | $[Ne]3s^2 3p^3$ | $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^3$ | $[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^3$ | $[Xe] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^3$ |
| جوہری نصف قطر (Å) | 1.55 | 1.80 | 1.85 | 2.06 | 2.07 |
| کثافت $(g.cm^{-3}$ at 293 K) | $1.14 \times 10^{-3}$ | 1.82 (white phosphorus) | 5.75 | 6.68 | 9.79 |
| نقطہ پگھلاؤ (K) | 63 | 317 | Sublimes at 889 | 904 | 544 |
| نقطہ جوش (K) | 77 | 554 | | 1860 | 1837 |

### 3.1.3 نائٹروجن (Nitrogen)

#### تیاری (Preparation)

نائٹروجن کرہ فضا کی ایک اہم گیس ہے جو (78% حجم) صنعتی طور پر مائع ہوا کی کسری کشید سے تیار کی جاتی ہے۔

575 K پر Sodium Azide کی حرارتی تحلیل سے خالص نائٹروجن حاصل کیا جاتا ہے۔

$$2NaN_3 \longrightarrow 2\,Na + 3N_2$$

برومین پانی سے امونیا کی تکسید سے بھی نائٹروجن کو تیار کیا جاسکتا ہے۔

$$8NH_3 + 3Br_2 \longrightarrow 6NH_4Br + N_2$$

## خواص (Properties)

نائٹروجن ایک غیر فعال گیس ہے۔ زمین میں (مٹی) نائٹروجن میں N-14 کا 14% اور N-15 کا 0.4% پایا جاتا ہے۔ N-15 ہم جا کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ نائٹروجن کی غیر فعالیت کی وجہ اس کی اعلیٰ بندشی توانائی ہے، یعنی $225\ cal\ mol^{-1}$ ($946\ kJ\ mol^{-1}$) ہے۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ اس میں موجود سہ رخی بندش (Triple bond) اس کی غیر فعالی کردار کا اہم سبب ہے، جب کہ دوسرے یکساں برقیاتی سہ رخی بندشی عناصر میں دیکھا گیا ہے۔ جیسا کہ -C≡C- , X-N≡C , X-C≡N , C≡O , -C≡C- اور -C≡N . یہ تمام گروپ عطیہ کر سکتے ہیں، جب کہ ڈائی نائٹروجن عطیہ نہیں کر سکتے۔ مگر یہ دھاتوں کے ساتھ مل کر کثیر سالمے بناتے ہیں (M ← N≡N) کس حد تک CO کی طرح کم تعامل پذیر ہیں۔

کمرے کی تپش پر، نائٹروجن کا واحد ردعمل لیتھیم کے ساتھ $Li_3N$ بنتا ہے، جب کہ دوسرے عناصر نائٹروجن کے ساتھ صرف اعلیٰ درجہ حرارت پر تعامل کر سکتے ہیں۔ گروپ 2 کی دھاتیں روانی نائٹرائڈس بناتے ہیں۔

$$6Li + N_2 \longrightarrow 2Li_3N$$

$$3Ca + N_2 \xrightarrow[\text{red hot}]{\text{گرم سرخ}} Ca_3N_2$$

$$2B + N_2 \xrightarrow[\text{bright red hot}]{\text{روشن گرم سرخ}} 2BN$$

نائٹروجن کا براہ راست، ہائیڈروجن کے ساتھ تعامل پانے سے امونیا بنا تا ہے۔ اس تعامل کو اعلیٰ دباؤ اور اعلیٰ تپش کے ساتھ لوہے کے تماسی عامل کی موجودگی میں فوری تعامل پاتے ہیں۔ اسی کیمیائی تعامل کی بنیاد پر ہیبر کے طریقے (Haber's Process) سے امونیا تیار کیا جاتا ہے۔

$$\frac{1}{2}N_2 + \frac{3}{2}H_2 \rightleftharpoons NH_3 \quad \Delta H_f = -46.2\ kJ\ mol^{-1}$$

اعلیٰ تپش پر نائٹروجن، آکسیجن کے ساتھ تعامل پا کر نائٹرس آکسائیڈ بنا تا ہے۔ یہاں تک کہ 3473 K پر نائٹروجن صرف 4.4% حاصل ہوتا ہے۔

$$2N_2 + O_2 \longrightarrow 2N_2O$$

## نائٹروجن کے استعمالات (Uses of Nitrogen)

1۔ امونیا، نائٹرک ترشہ اور کیلشیم سیانائڈ وغیرہ کی تیاری میں نائٹروجن استعمال ہوتا ہے۔

2۔ مائع نائٹروجن کم درجہ حرارت پیدا کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے جو کر یوسرجری کے لئے ضروری ہے، اور یہ حیاتیاتی محافظ کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

## 3.1.4 امونیا ($NH_3$)

### تیاری

امونیا کو یوریا کی آبی پاشیدگی (Hydrolysis) سے تیار کیا جاتا ہے۔

$$NH_2CONH_2 + H_2O \longrightarrow 2NH_3 + CO_2$$

تجربہ گاہ میں امونیم نمک کو اساس کے ساتھ گرم کر کے امونیا کو تیار کیا جاتا ہے۔

$$2NH_4^+ + OH^- \longrightarrow 2NH_3 + H_2O$$

$$2NH_4Cl + CaO \longrightarrow CaCl_2 + 2NH_3 + H_2O$$

امونیا کو میگنیشیم نائٹرائڈ جیسے دھاتی نائٹرائڈس کو پانی سے گرم کرنے کے بھی تیار کیا جاسکتا ہے۔

$$Mg_3N_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$$

موزوں حالت میں نائٹروجن اور ہائیڈروجن کے تعامل سے امونیا گیس کی تیاری کی جاتی ہے۔ یہ تعامل بروں حراری اور رجعی ہے۔

یہ تعامل 750K اور 200 فضائی دباؤ پر عمل کرایا جاتا ہے۔ تعامل کی رفتار کو بڑھانے کے لئے لوہا بطور تماسی عامل (Catalyst) استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کے ساتھ ہی بہت ہی کم مقدار میں $K_2O$ اور $Al_2O_3$ استعمال کر کے کیمیائی تعامل کی شرح کو توازن میں لایا جاتا ہے۔ اس عمل میں ہائیڈروجن اور آکسیجن کو مائع ہوا کے جزوی کشیدگی سے حاصل کیا جاتا ہے۔

## خواص (Properties)

امونیا ایک بے رنگ گیس ہے جس میں ایک خاص چبھتی تیز بو ہوتی ہے اور یہ ہوا سے ہلکی گیس ہے۔ امونیا کو 9 فضائی دباؤ پر مائع حالت میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ مائع امونیا کا نقطہ جوش $-38.4°C$ (198.4 K) اور نقطہ انجماد $-77°C$ ہے۔ طبیعی طور پر یہ پانی سے مشابہت رکھتا ہے۔ ٹھوس حالت میں یہ ہائیڈروجن بندش سے منسلک ہوتو یہ پانی سے مشابہت رکھتا ہے۔ $20°C$ تپش اور 760mm دباؤ پر (ایک حجم پانی میں 702 حجم امونیا) امونیا گیس پانی میں بہت ہی اچھی طرح حل پذیر ہے۔

کم درجہ حرارت پر دو حل پذیر ہائیڈریٹ $NH_3.H_2O$ اور $2NH_3.H_2O$ کو الگ کیا جاتا ہے۔ ان سالموں میں امونیا اور پانی کے سالمے ہائیڈروجن کے بندش سے جڑے ہوئے ہیں۔ اسی طرح آبی محلول میں امونیا $NH_3.H_2O$ کی طرح آب پاشیدہ ہوتا ہے۔

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

امونیا کا دوہری برقیاتی مستقلہ (Dielectric constant) کافی زیادہ ہے، جس کی وجہ سے یہ پانی کی طرح ایک اچھا روانی محلول بناتا ہے۔

$$2NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + NH_2^-$$

$$K_{-50^0C} = [NH_4^+][NH_2^-] = 10^{-30}$$

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

$$K_{25^0C} = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

## کیمیائی خواص (Chemical properties)

حرارت کا اثر : $500°C$ سے اوپر گرم کرنے پر امونیا اس کے اجزاء میں تحلیل پاتا ہے۔ تحلیل میں نکل اور لوہا بطور تماسی عامل استعمال ہوتے ہیں۔ مسلسل چنگاریوں (continuous sparking) سے یہ مکمل طور پر تحلیل پاتا ہے۔

$$2NH_3 \xrightarrow{>500^0C} N_2 + 3H_2$$

ہوا / آکسیجن کے ساتھ ردعمل : امونیا ہوا میں نہیں جلتا ہے لیکن آکسیجن کے ساتھ آزادانہ طور پر جلتا ہے اور زرد شعلہ کے ساتھ نائٹروجن اور بھاپ خارج کرتا ہے۔

$$4NH_3 + 3O_2 \rightleftharpoons N_2 + 6H_2O$$

پلاٹینم جیسے تماسی عامل کی موجودگی میں یہ جل کر نائٹرک آکسائیڈ دیتا ہے۔ اس عمل کو نائٹرک ترشے کی صنعتی تیاری میں استعمال ہوتا ہے۔ اس کو Ostwald's process کہا جاتا ہے۔

$$4NH_3 + 5O_2 \rightleftharpoons 4NO + 6H_2O$$

## تحویلی عامل : (Reducing Property)

امونیا ایک اچھا تحویلی عامل ہے۔ جب اس کو گرم دھاتی آکسائیڈ پر گذارا جاتا ہے تو یہ دھاتی آکسائیڈ کو دھات میں تحویل کرتا ہے۔

$$3PbO + 2NH_3 \longrightarrow 3Pb + N_2 + 3H_2O$$

**ترشوں کے ساتھ تعامل (Reaction with acids)** : ترشوں کے ساتھ تعامل پا کر امونیا سے امونیم کے نمک بنتے ہیں۔اس کیمیائی تعامل میں یہ ظاہر ہوتا ہے کہ کم پروٹان کے لئے امونیا کی affinity (پسند) پانی کے مقابلے میں زیادہ ہے۔

**کلورین اور کلورائیڈ کے ساتھ ردعمل:** کلورین اور کلورائیڈس کے ساتھ تعامل پا کر امونیا، امونیم کلورائیڈ دیتا ہے۔ اس تعامل میں حاصلات کا حصول امونیا کی مقدار پر منحصر ہے۔

امونیا کے ساتھ HCl کا تعامل

**زیادہ (excess) امونیا کے ساتھ :**

$$2NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow N_2 + 6HCl$$

$$6HCl + 6NH_3 \longrightarrow 6NH_4Cl$$

**زیادہ (excess) مقدار میں کلورین کے ساتھ** امونیا تعامل پا کر ایک دھماکہ خیز مادّہ نائٹروجن ٹرائی کلورائڈ بناتا ہے۔

$$2NH_3 + 6Cl_2 \longrightarrow 2NCl_3 + 6HCl$$

$$2NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(s)$$

**امئیڈس اور نائٹرائڈس کی تشکیل** : سوڈیم جیسے برق مثبت دھاتوں کے ساتھ امونیا تعامل کر کے امئیڈس (amides) بناتا ہے۔جب کہ دھاتیں جیسے میگنیشیم کے ساتھ نائٹرائڈ بناتا ہے۔

$$2Na + 2NH_3 \longrightarrow 2NaNH_2 + H_2$$

$$3Mg + 2NH_3 \longrightarrow Mg_3N_2 + 3H_2$$

**دھاتی نمکوں کے ساتھ ردعمل** : امونیا دھاتی نمک کے ساتھ تعامل کر کے (Fe کے ساتھ) دھاتی ہائیڈر آکسائیڈس بناتا ہے، یا (Cu کے ساتھ) تعامل کر کے کامپلکس بناتا ہے۔

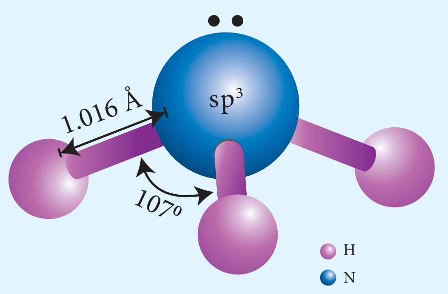
$$Fe^{3+} + 3NH_4^+ \xrightarrow{3\,OH^-} Fe(OH)_3 + 3NH_4^+$$

$$Cu^{2+} + 4NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+}$$

Tetraamminecopper(II)ion
(a coordination complex)

**امینوں (Amines) کی تشکیل** : امونیا دوقطبی رواں کشش (ion dipole attraction) کے ذریعے امونیائی مرکبات بناتے ہیں۔ مثال کے طور پر $[CaCl_2.8NH_3]$۔ اس میں امونیا دوقطبی کے منفی سرے $Ca^{2+}$ رواں کی طرف کشش پاتے ہیں۔

یہ ایک لگینڈ (ligand) کی طرح عمل کر کے کوآرڈی نیشن مرکبات بناتے ہیں جیسے $[Co(NH_3)_6]^{3+}$، $[Ag(NH_3)_2]^+$۔مثال کے طور پر جب کاپر سلفیٹ کے آبی محلول میں امونیا کو ملایا جاتا ہے تو گہرا نیلے رنگ کا ایک مرکب $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ بنتا ہے۔




خاکہ 3.1 امونیا کی ساخت

**امونیا کی ساخت (Structure of Ammonia)**

امونیا کا سالمہ ایک اہرامی (pyramidal) ساخت رکھتا ہے،جس میں N–H بند کا فاصلہ 1.016A° اور H–H بند کا فاصلہ 1.645A° اور بندش کا زاویہ 107° ہے۔ امونیا کے سالمے کی ساخت ایک سہ پہلوی اہرامی شکل

(Tetrahedral) جیسی ہے، جس میں الکٹرانوں کی تنہا جوڑی (lone pair) سہ پہلوی اہرامی شکل کے ایک کنارے پر موجود ہے، جیسا کہ شکل میں دکھائی دیتا ہے، اور یہ اہرامی شکل میں دکھائی دیتا ہے۔

### 3.1.5 نائٹرک ترشہ (Nitric acid)

**تیاری :**

تجربہ گاہ میں نائٹرک ترشہ کو مساوی مقدار میں پوٹاشیم یا سوڈیم نائٹریٹ کو سلفیورک ترشے کے ساتھ گرم کرکے بنایا جاتا ہے۔

$$KNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow KHSO_4 + HNO_3$$

نائٹرک ترشہ کی تحلیل کو روکنے کے لئے تپش کو جتنا ہو سکے اتنا کم رکھا جاتا ہے۔ ترشہ تکثیف پاکر بخاراتی مائع کی طرح حاصل ہوتا ہے، تھوڑی مقدار کی نائٹروجن کی موجودگی کی وجہ سے اس کا رنگ ہلکا بھورا ہوتا ہے۔ نائٹرک ترشہ کے تحلیل کی وجہ سے یہ نائٹروجن گیس بنتی ہے۔

$$4HNO_3 \longrightarrow 4NO_2 + 2H_2O + O_2$$

**تجارتی (صنعتی) طریقے سے نائٹرک ترشے کی تیاری: (Commercial method of preparation)**

بڑے پیمانے پر نائٹرک ترشہ کو اوسٹوالڈ کے طریقے سے کیا جاتا ہے۔ اس طریقے میں امونیا کو دس گنا ہوا کے ساتھ ملایا جاتا ہے۔ اس آمیزے کو گرم کرکے تماسی خانے میں داخل کیا جاتا ہے۔ جہاں وہ پلاٹینم کی جالی (gauze) کے ساتھ تماس کرتا ہے۔ درجہ حرارت کو تقریباً 1275K تک بڑھایا جاتا ہے۔ دھاتی Gauze امونیا کے ساتھ تیزی سے تکسید پاکر NO بناتا ہے جو دوبارہ تکسید پاکر نائٹروجن ڈائی آکسائیڈ بن جاتا ہے۔

$$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O + 120\ kJ$$

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

نائٹروجن ڈائی آکسائیڈ کو جذب کرنے والے میناروں کے ایک سلسلہ سے گذارا جاتا ہے۔ یہ پانی کے ساتھ تعامل پاکر نائٹرک ترشہ HNO3 بناتا ہے۔ اس نائٹرک آکسائیڈ میں ہوا پھونک کر اس کو رنگ کٹ Bleach کیا جاتا ہے۔

$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$$

**خواص (Properties)**

خالص نائٹرک ترشہ ایک بے رنگ رقیق (مائع) ہے۔ اس کا نقطہ جوش 86° C ہے۔ یہ پانی میں مکمل طور پر حل ہوکر ایک مستقل جوش کھانے والا آمیزہ بناتا ہے (B.P. 120.5 °C , 98% HNO3)۔ بخاراتی (fuming) نائٹرک ترشہ میں نائٹروجن کے اکسائیڈس ہوتے ہیں۔ جو سورج کی روشنی پڑنے پر یا گرم کرنے پر تحلیل پاکر نائٹروجن ڈائی آکسائیڈ پانی اور آکسیجن بناتے ہیں۔

$$4HNO_3 \longrightarrow 4NO_2 + 2H_2O + O_2$$

اس ردعمل کی وجہ سے خالص ترشہ یا اس کا مرتکز محلول تھوڑی دیر رکھنے پر زرد مائل ہو جاتا ہے۔

زیادہ تر ردعمل میں نائٹرک ترشہ تکسیدی عامل کی طرح کام کرتا ہے۔ لہٰذا تکسیدی حالت +5 سے کم ہوتی جاتی ہے۔ یہ دھاتوں کے ساتھ ردعمل کرکے ہائیڈروجن گیس خارج نہیں کرتے۔ نائٹرک ترشہ بطور ترشہ، تکسیدی عامل اور نائٹریٹنگ عامل کے طور پر بھی استعمال ہوتا ہے۔

**بطورِ ترشہ :** دوسرے ترشوں کی طرح اساس اور اساسی آکسائیڈ کے ساتھ ردعمل کرکے نمک اور پانی بناتا ہے۔

$$ZnO + 2HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2O$$

$$3FeO + 10HNO_3 \longrightarrow 3Fe(NO_3)_3 + NO + 5\,H_2O$$

**بطورِتکسیدی عامل:** کاربن، سلفر، فاسفورس اور ایوڈین جیسے ادھاتیں نائٹرک ترشہ سے تکسید پاتی ہیں۔

$$C + 4HNO_3 \longrightarrow 2H_2O + 4NO_2 + CO_2$$

$$S + 2HNO_3 \longrightarrow H_2SO_4 + 2NO$$

$$P_4 + 20HNO_3 \longrightarrow 4H_3PO_4 + 4H_2O + 20NO_2$$

$$3I_2 + 10HNO_3 \longrightarrow 6HIO_3 + 10NO + 2H_2O$$

$$HNO_3 + F_2 \longrightarrow HF + NO_3F$$

$$3H_2S + 2HNO_3 \longrightarrow 3S + 2NO + 4H_2O$$

**بطورِنائٹریٹنگ عامل (As an nitrating agent):** نامیاتی مرکبات میں $-NO_2$ سے $-H$ کے جوہر کے تبادلہ کا عمل نائٹریشن (Nitration) کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر

$$C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5NO_2 + H_2O$$

یہ تعامل نائٹرونیم رواں (nitronium ion) کے بننے سے نائٹریشن کا عمل واقع ہوتا ہے۔

$$HNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow NO_2^+ + H_2O + HSO_4^-$$

## دھاتوں پر نائٹرک ترشے کا ردعمل (Action of nitric acid on metals)

تمام دھاتیں (سوائے سونا، پلاٹینم، سوڈیم، ریڈیم اور ٹینٹلم کے) نائٹرک ترشے کے ساتھ تعامل پاتے ہیں۔ دھاتوں کو نائٹرک ترشہ تکسید کردیتا ہے۔ کچھ دھاتیں مثلاً الومینیم، کرومیم، نکل، کوبالٹ، وغیرہ مرتکز نائٹرک ترشے کے ساتھ تعامل نہیں کرتے، کیونکہ ان کی سطح پر آکسائیڈ کی ایک غیر فعال پرت بن جاتی ہے۔ جو نائٹرک ترشہ کو دھات کے ساتھ تعامل کرنے سے روکتی ہے۔

کمزور برق مثبت دھاتیں جیسے ٹن، ارسنک، اینٹی منی، ٹنگسٹن اور مالبڈنیم کے ساتھ نائٹرک ترشہ تعامل پا کر دھاتی آکسائیڈ بناتے ہیں، ان میں دھات اعلیٰ تکسیدی حالت میں پائی جاتی ہے اور ترشہ ادنی تکسیدی حالت میں پائی جاتی ہے۔ جب نائٹرک ترشہ، دھاتوں کے ساتھ تعامل پاتا ہے تو عام طور پر $NO_2$، $NO$ اور $H_2O$ جیسے حاصلات حاصل ہوتے ہیں۔ کبھی کبھار $N_2$، $NH_2OH$ اور $NH_3$ بھی حاصل ہوتے ہیں۔

$$\overset{+5}{HNO_3} \quad \overset{+4}{NO_2} \quad \overset{+3}{HNO_2} \quad \overset{+2}{NO} \quad \overset{+1}{N_2O} \quad \overset{0}{N_2} \quad \overset{-3}{NH_3}$$

دھاتوں کے ساتھ نائٹرک ترشے کے ردعمل کو تین مرحلوں میں اس طرح بیان کیا جاتا ہے۔

**ابتدائی تعامل:** نائٹرک ترشہ، دھات کے ساتھ تعامل پا کر دھاتی نائٹریٹ اور نوزائیدہ ہائیڈروجن خارج کرتا ہے۔

$$M + HNO_3 \longrightarrow MNO_3 + (H)$$

**ثانوی تعامل:** اس تعامل میں نوزائیدہ ہائیڈروجن نائٹرک ترشے کی تحویلی حاصلات یا مصنوعات تیار کرتا ہے۔

$$HNO_3 + 2H \longrightarrow \underset{\text{Nitrous acid}}{HNO_2} + H_2O$$

$$HNO_3 + 6H \longrightarrow \underset{\text{Hydroxylamine}}{NH_2OH} + 2H_2O$$

$$HNO_3 + 8H \longrightarrow \underset{\text{Ammonia}}{NH_3} + 3H_2O$$

$$2HNO_3 + 8H \longrightarrow \underset{\text{Hypo nitrous acid}}{H_2N_2O_2} + 4H_2O$$

**ثلاثی تعامل** : ثانوی تعاملات کے حاصلات تحلیل پا کر اختتامی حاصلات دیتے ہیں۔

**ثانوی کی تحلیل پذیری :**

$$\underset{\text{Nitrous acid}}{3\,HNO_2} \longrightarrow \underset{\text{Nitric acid}}{HNO_3} + 2\underset{\text{Nitric oxide}}{NO} + H_2O$$

$$\underset{\text{Nitrous acid}}{2\,HNO_2} \longrightarrow \underset{\text{Dinitrogentrioxide}}{N_2O_3} + H_2O$$

$$\underset{\text{Hypo nitrous acid}}{H_2N_2O_2} \longrightarrow \underset{\text{Nitrous oxide}}{N_2O} + H_2O$$

**ثانوی حاصلات کے کیمیائی تعاملات:**

$$HNO_2 + NH_3 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$$

$$HNO_2 + NH_2OH \longrightarrow N_2O + 2H_2O$$

$$HNO_2 + HNO_3 \longrightarrow 2NO_2 + H_2O$$

**مثالیں:** نائٹرک ترشے کے ساتھ تانبا مندرجۂ ذیل طریقے سے تعامل پاتا ہے۔

$$3Cu + 6HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 6(H)$$

$$6(H) + 3HNO_3 \longrightarrow 3HNO_2 + 3H_2O$$

$$3HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + 2NO + H_2O$$

overall reation

$$\boxed{3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O}$$

مرتکز نائٹرک ترشہ کے ساتھ تانبا، نائٹروجن ڈائی آکسائیڈ بنانے کی صلاحیت رکھتا ہے۔

$$\boxed{Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O}$$

نائٹرک ترشے کے ساتھ میگنیشیم اس طرح تعامل پاتا ہے۔

$$4Mg + 8HNO_3 \longrightarrow 4Mg(NO_3)_2 + 8[H]$$

$$HNO_3 + 8H \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$$

$$HNO_3 + NH_3 \longrightarrow NH_4NO_3$$

overall reaction

$$\boxed{4Mg + 10HNO_3 \longrightarrow 4Mg(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O}$$

اگر ترشہ ہلکایا ہوا ہو تو ہمیں $N_2O$ حاصل ہوتا ہے۔

$$\boxed{4Mg + 10HNO_3 \longrightarrow 4Mg(NO_3)_2 + N_2O + 5H_2O}$$

## نائٹرک ترشے کے استعمالات:(Uses of Nitric acid)

1۔ ماءالملوک(aquaregia) کی تیاری میں نائٹرک ترشہ بطور تکسیدی عامل استعمال ہوتا ہے

2۔ نائٹرک ترشے کے نمکوں (AgNO3) کو فوٹوگرافی، بارود اور آتش بازی والے ہتھیاروں $(NaNO_3)$ میں استعمال ہوتا ہے۔

**خود کی تشخیص :**

جست کے ساتھ مرتکز اور ہلکائے ہوئے نائٹرک ترشہ کا کیمیائی تعامل اور اس سے حاصل ہونے والے حاصلات لکھئے۔

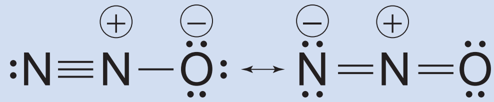
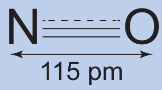
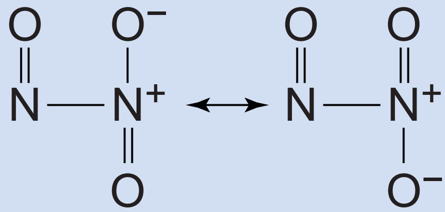
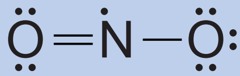
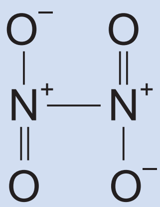
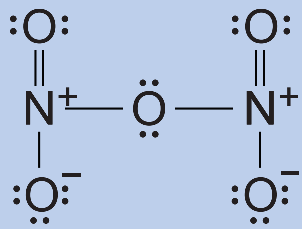
## 3.1.6 Oxides and oxoacids of nitrogen

## 3.1.6۔ نائٹروجن کے آکسائڈس اور آکسوایسڈس

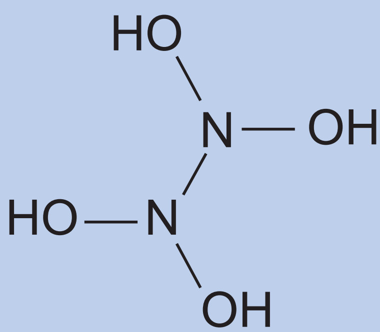
| نام<br>Name | ضابطہ<br>Formula | تکسیدی حالت<br>Oxidation state | طبعی خواص<br>Physical properties | تیاری<br>Preparation |
|---|---|---|---|---|
| Nitrous oxide | $N_2O$ | +1 | بے رنگ گیس اور تعدیلی | $NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2O$ |
| Nitric oxide | **NO** | +2 | بے رنگ گیس اور تعدیلی | $2NaNO_2 + 2FeSO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2NaHSO_4 + 2H_2O + 2NO$ |
| Dinitrogen trioxide (or) Nitrogen sesquoxide | $N_2O_3$ | +3 | نیلا ٹھوس اور ترشوی | $2NO + N_2O_4 \rightarrow 2N_2O_3$ |
| Nitrogen dioxide | $NO_2$ | +4 | بھوری گیس اور ترشوی | $2Pb(NO_3)_2 \rightarrow 4NO_2 + 2PbO + O_2$ |
| Nitrogen tetraoxide | $N_2O_4$ | +4 | بے رنگ ٹھوس اور ترشوی | $2NO_2 \rightarrow N_2O_4$ |
| Nitrogen pentoxide | $N_2O_5$ | +5 | بے رنگ ٹھوس اور ترشوی | $2HNO_3 + P_2O_5 \rightarrow N_2O_5 + 2HPO_3$ |

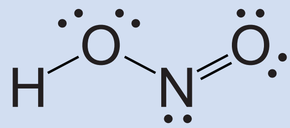
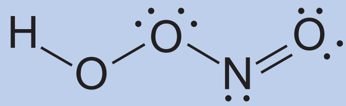
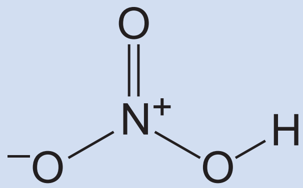
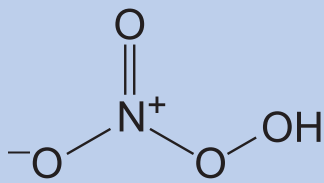
**Preparation of nitrogen oxides** نائٹروجن کے آکسائڈوں کی تیاری

### نائٹروجن کے آکسائڈوں کی ساخت

| نام | ضابطہ | ساخت |
|---|---|---|
| Nitrous oxide | $N_2O$ |  |
| Nitric oxide | **NO** |   |
| Dinitrogen trioxide (or) Nitrogen sesquoxide | $N_2O_3$ |  |
| Nitrogen dioxide | $NO_2$ |  |
| Nitrogen tetraoxide | $N_2O_4$ |  |
| Nitrogen pentoxide | $N_2O_5$ |  |

### نائٹروجن کے آکسوآکسائڈوں کی ساخت

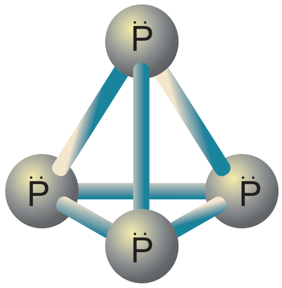
| نام | ضابطہ | ساخت |
|---|---|---|
| Hyponitrous acid | $H_2N_2O_2$ | HO—N=N—OH |
| Hydronitrous acid | $H_4N_2O_4$ |  |

| | | |
|---|---|---|
| **Nitrous acid** | **$HNO_2$** |  |
| **Pernitrous acid** | **HOONO** |  |
| **Nitric acid** | **$HNO_3$** |  |
| **Pernitric acid** | **$HNO_4$** |  |

نائٹروجن کے آکسی آکسائیڈوں کی ساخت

| نام<br>**Name** | ضابطہ<br>**Formula** | تکسیدی حالت<br>**Oxidation state** | **Preparation** تیاری |
|---|---|---|---|
| Hyponitrous acid | $H_2N_2O_2$ | +1 | $Ag_2N_2O_2 + 2HCl \longrightarrow 2AgCl + H_2N_2O_2$ |
| Nitrous acid | $HNO_2$ | +3 | $Ba(NO)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HNO_2 + BaSO_4$ |
| Pernitrous acid | HOONO | +3 | $H_2O_2 + ON(OH) \longrightarrow ON(OOH) + H_2O$ |
| Nitric acid | $HNO_3$ | +5 | $4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$<br>$2NO + O_2 \longrightarrow NO_2$<br>$2NO_2 \longrightarrow N_2O_4$<br>$2N_2O_4 + 2H_2O + O_2 \longrightarrow 4HNO_3$ |
| Pernitric acid | $HNO_4$ | +5 | $H_2O_2 + N_2O_5 \longrightarrow NO_2OOH + HNO_3$ |

### 3.1.7 فاسفورس کے بہروپ (Allotropic forms of phosphorus)



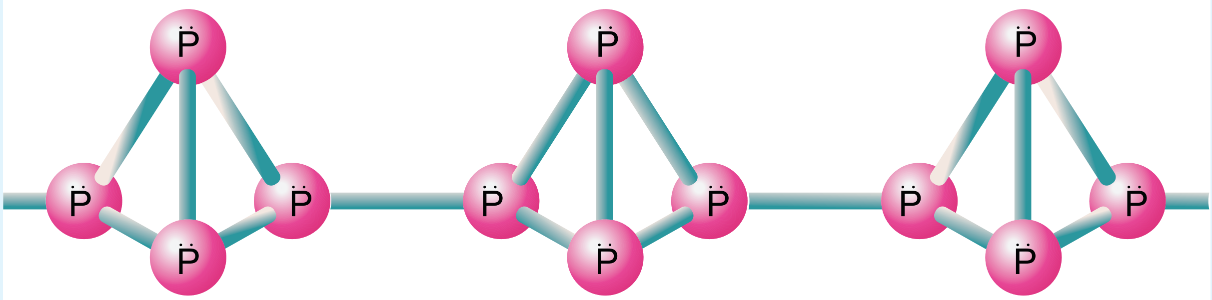
خاکہ 3.2 سفید فاسفورس کی ساخت

فاسفورس کئی بہروپی شکلوں میں پایا جاتا ہے۔ان میں سفید، سرخ اور سیاہ بہروپی شکلیں عام ہیں۔خالص تیار کردہ سفید فاسفورس بے رنگ ہوتا ہے۔

سفید فاسفورس کو تھوڑی دیر یونہی رکھنے پر سرخ فاسفورس کی پتلی تہہ جمع ہوتی ہے۔اس کو زرد فاسفورس کہتے ہیں۔ یہ زہریلا ہوتا ہے اور لہسن کی بو رکھتا ہے۔ یہ اندھیرے میں چمکتا ہے۔ اس کی وجہ تکسید کا عمل ہے۔ اس کو Phosphorescence کہتے ہیں۔سفید فاسفورس کم مستحکم ہے۔یہ ہوا میں تیزی سے آگ پکڑ لیتا ہے اور $P_2O_5$ کا سفید دھواں پیدا کرتا ہے۔

سفید فاسفورس کو روشنی اور ہوا کی غیر موجودگی میں 420° C پر گرم کرنے پر سرخ فاسفورس میں تبدیل ہوجاتا ہے۔ سرخ فاسفورس، سفید فاسفورس کی طرح زہریلا نہیں ہے۔ اس میں اندھیرے میں چمکنے کی خاصیت بھی نہیں ہے۔ سرخ فاسفورس، کیمیائی اعتبار سے سفید فاسفورس کے مقابلے میں کم تعامل پذیر ہے۔یہ کم درجہ حرارت پر بھی نہیں جلتا۔سرخ فاسفورس کو غیر فعالیت میں ابال کے گرم کر کے بخارات کو منجمد کرنے پر فاسفورس حاصل ہوتا ہے۔

فاسفورس کہ تہہ دار ساخت ہوتی ہے جو ایک نیم موصل (semi conductor) کا کام کرتا ہے۔اس میں چار فاسفورس کے جوہر زنجیر کی شکل میں $P_4$ آپس میں جڑ کر سہ پہلوی اہرامی (tetrahedron) ساخت کا ایک پالیمر کا ڈھانچہ بناتے ہیں۔نائٹروجن کی طرح فاسفورس کی ساخت میں P≡P کی تہری بندش اتنی مستحکم نہیں ہے، جتنا P–P مستحکم ہے۔علاوہ اس کے اور دو فاسفورس کے بہروپ ہیں، جن کو scarlet اور Violet فاسفورس کہتے ہیں۔



خاکہ 3.3 سرخ فاسفورس کی ساخت

### 3.1.8 فاسفورس کے خواص (Properties of phosphorus)

فاسفورس انتہائی اعلیٰ تعامل کا حامل ہے۔اس میں درج ذیل کیمیائی خصوصیات موجود ہیں۔

آکسیجن کے ساتھ تعامل : زرد فاسفورس آسانی سے جل سکتا ہے اور سفید دھواں پیدا کرتا ہے۔سرخ فاسفورس بھی آکسیجن کے ساتھ جل کر فاسفورس ٹرائی آکسائیڈ اور فاسفورس پنٹا کسائیڈ بناتے ہیں۔

$$P_4 + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Phosphoroustrioxide}}{P_4O_6}$$

$$P_4 + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Phosphorouspentoxide}}{P_4O_{10}}$$

**کلورین کے ساتھ تعامل :** کلورین کے ساتھ فاسفورس تعامل پا کر فاسفورس ٹرائی کلورائڈ اور فاسفورس پنٹا کلورائیڈ دیتا ہے۔ کمرے کی تپش پر زرد فاسفورس، ہوا کے ساتھ تیزی سے تعامل کرتا ہے، جب کہ سرخ فاسفورس گرم کرنے پر تعامل کرتا ہے۔

$$P_4 + 6Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{Phosphorous tri chloride}}{4PCl_3}$$

$$P_4 + 10Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{Phosphorous penta chloride}}{4PCl_5}$$

**قلیوں (Alkali) کے ساتھ تعامل :** زرد فاسفورس، جوش کھاتے ہوئے قلی (alkali) کے ساتھ، ایک غیر فعال فضا میں فاسفین خارج کرتا ہے۔ اس تعامل میں فاسفورس ایک تحویلی عامل کی طرح کام کرتا ہے۔

$$P_4 + 3NaOH + 3H_2O \longrightarrow \underset{\text{sodium hypo phosphite}}{3NaH_2PO_2} + \underset{\text{Phosphine}}{PH_3\uparrow}$$

**نائٹرک ترشے کے ساتھ تعامل :** جب فاسفورس کو مرتکز نائٹرک ترشے کے ساتھ تکسیدی تعامل کرنے پر فاسفورک ترشہ بنتا ہے۔ اس تعامل میں قلمی ایوڈین بطورِ تماسی عامل استعمال ہوتا ہے۔

$$P_4 + 20HNO_3 \longrightarrow \underset{\text{Ortho phosphoric acid}}{4H_3PO_4} + 20NO_2 + 4H_2O$$

**دھاتوں کے ساتھ ردعمل :** کیلشیم اور میگنیشیم جیسی دھاتوں کے ساتھ فاسفورس تعامل پا کر فاسفائڈ بناتا ہے۔ سوڈیم اور پوٹاشیم جیسی دھاتیں، فاسفورس کے ساتھ فعال ہوتے ہیں۔

$$P_4 + 6Mg \longrightarrow \underset{\text{Magnesium phosphide}}{2Mg_3P_2}$$

$$P_4 + 6Ca \longrightarrow \underset{\text{Calcium phosphide}}{2Ca_3P_2}$$

$$P_4 + 12Na \longrightarrow \underset{\text{Sodium phosphide}}{4Na_3P}$$

**فاسفورس کے استعمالات:**

1۔ سرخ فاسفورس کو دیاسلائی Match Box میں استعمال کرتے ہیں۔

2۔ یہ بعض بھرتوں کو بنانے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ مثال: فاسفور برانز

## 3.1.9 فاسفین ($PH_3$) (Phosphine)

فاسفورس کا ایک اہم ہائڈرائڈ فاسفین ہے۔

**تیاری :**

سفید فاسفورس کو مرتکز NaOH محلول کے ساتھ، کاربن ڈائی آکسائیڈ یا ہائڈروجن کے غیر فعال فضا میں گرم کرکے حاصل کیا جاتا ہے۔

$$P_4 + 3NaOH + 3H_2O \longrightarrow \underset{\text{sodium hypo phosphite}}{3NaH_2PO_2} + \underset{\text{Phosphine}}{PH_3\uparrow}$$

حاصل کردہ فاسفین سے فاسفین ڈائی ہائڈرائڈ $P_2H_4$ کو انجمادی آمیزہ (freezing mixture) سے گزارنے پر فاسفین حاصل ہوتا ہے۔ ڈائی ہائڈرائڈ تکثیف پاتا ہے، جب کہ فاسفین تکثیف نہیں پاتا۔

فاسفین کو دھاتی فاسفائڈ کو پانی یا معدنی ترشے کے ساتھ آب پاشیدگی سے بھی تیار کیا جاتا ہے۔

$$Ca_3P_2 + 6H_2O \longrightarrow \underset{\text{Phosphine}}{2PH_3} \uparrow + 3Ca(OH)_2$$

$$AlP + 3HCl \longrightarrow \underset{\text{Phosphine}}{PH_3} \uparrow + AlCl_3$$

فاسفورس ترشے کو گرم کر کے فاسفین کو اس کی خالص حالت میں حاصل کیا جاتا ہے۔

$$\underset{\text{Phosphorous acid}}{4H_3PO_3} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Ortho phosphoric acid}}{3H_3PO_4} + \underset{\text{Phosphine}}{PH_3} \uparrow$$

فاسفونیم ایوڈائڈ کو کاسٹک سوڈا کے ساتھ گرم کر کے فاسفین کے خالص نمونہ کو حاصل کیا جاتا ہے۔

$$PH_4I + NaOH \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Phosphine}}{PH_3} \uparrow + NaI + H_2O$$

## فاسفین کی طبعی خصوصیت (Physical properties)

یہ ایک بے رنگ گیس ہے جس میں سڑی ہوئی مچھلی کی بو آتی ہے اور نہایت زہریلی ہے۔ یہ پانی میں کم حل پذیر ہے۔ لٹمس کاغذ کے ساتھ اس کا ردعمل تعدیلی ہے۔ 188K پر یہ ایک بے رنگ مائع بن کر تکثیف پاتا ہے اور 139.5 K پر منجمد ہو کر ٹھوس شکل اختیار کر لیتے ہیں۔

## فاسفین کی کیمیائی خصوصیات (Chemical properties)

**حرارتی استحکام (Thermal Stability) :** فاسفین کو ہوا کی غیر موجودگی میں 317K پر گرم کر کے یا برقی رو گذارنے پر یہ تحلیل پا کر اس کے اجزا، عناصر میں تشکیل پاتے ہیں۔

$$4PH_3 \xrightarrow{317K} P_4 + 6H_2$$

**احتراق پذیری (Combustion) :** فاسفین کو ہوا یا آکسیجن کے ساتھ گرم کیا جائے تو یہ جل کر میٹا فاسفورک ترشہ بنتا ہے۔

$$4PH_3 + 8O_2 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Phosphorous pentoxide}}{P_4O_{10}} + 6H_2O$$

$$P_4O_{10} + 6H_2O \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Meta phosphoric acid}}{4HPO_3} + 4H_2O$$

**اساسی نوعیت (Basic Nature) :** فاسفورس ایک کمزور اساس ہے۔ یہ ہیلوجن کے ترشوں کے ساتھ تعامل پا کر فاسفونیم نمک بناتے ہیں۔

$$PH_3 + HI \longrightarrow PH_4I$$

$$PH_4I + H_2O \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Phosphine}}{PH_3} + H_3O^+ + I^-$$

فاسفین ہیلوجن کے ساتھ تعامل پا کر فاسفورس پنٹا ہیلائڈ بناتے ہیں۔

$$PH_3 + 4Cl_2 \longrightarrow PCl_5 + 3HCl$$

**تحویلی خاصیت (Reducing property) :** فاسفین اپنے دھاتی نمکوں سے دھاتی رسوب بناتے ہیں۔

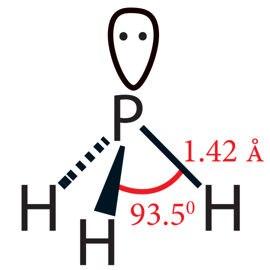
$$3AgNO_3 + PH_3 \longrightarrow Ag_3P + 3HNO_3$$

یہ boron trichloride جیسے لیوس ترشے کے ساتھ کوآرڈی نیشن مرکبات بناتے ہیں۔

$$BCl_3 + PH_3 \longrightarrow \underset{\text{Coordination compound}}{[Cl_3B \leftarrow : PH_3]}$$

### فاسفین کی ساخت (Structure)

فاسفین میں فاسفورس $sp^3$ مخلوط Hybdidisation رکھتا ہے۔ تین مدارے بندشی جوڑی پر اور چوتھے کونہ پر الکٹرانوں کی تنہا جوڑی موجود ہے۔ لہذا زاویہ کم ہوکر 93.5° ہوجاتا ہے۔ فاسفین کی ساخت اہرامی شکل کی ہے۔




خاکہ 3.4 فاسفین کی ساخت

### فاسفین کے استعمالات (Uses of phosphine)

چونکہ فاسفین بہت زیادہ دھواں خارج کرتا ہے، اس لئے اسے دھویں کا پردہ (Smoke screen) بنانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ جہازوں میں کسی مسئلہ کے دوران، کیلشیم کاربائڈ اور کیلشیم فاسفائڈ کے آمیزے کو ایک سوراخ کردہ برتن میں رکھ کر، جہاز سے سمندر کے پانی میں پھینکا جاتا ہے۔ اس سے فاسفین اور اسیٹی لین گیس خارج ہوتی ہے۔ خارج ہونے والی فاسفین گیس، اسیٹی لین کو جلا دیتی ہے۔ یہ گیسیں جل کر قریب سے گزرنے والے جہازوں کو اشارہ کا کام کرتی ہیں۔ اس کو Holmes signal کہا جاتا ہے۔

## 3.1.10 فاسفورس ٹرائی کلورائیڈ اور پنٹا کلورائڈ

### فاسفورس ٹرائی کلورائڈ

**تیاری:** جب کلورین آہستہ سے، سفید فاسفورس سے گذارا جاتا ہے تو فاسفورس ٹرائی کلورائڈ حاصل ہوتا ہے۔ فاسفورس ٹرائی کلورائڈ کو سفید فاسفورس اور تھیونائل کلورائڈ کے تعامل سے بھی حاصل کیا جاسکتا ہے۔

$$P_4 + 8SOCl_2 \longrightarrow 4PCl_3 + 4SO_2 + 2S_2Cl_2$$

### خصوصیات (Properties)

جب فاسفورس ٹرائی کلورائڈ کو ٹھنڈے پانی کے ساتھ آب پاشیدگی کی جاتی ہے تو وہ فاسفورس ترشہ بناتے ہیں۔

$$PCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HCl$$

اس کیمیائی تعامل میں پانی کے سالمے کی ہم گرفتہ ہم ربط (coordination) فاسفورس میں موجود خالی 3d مدارے کو استعمال کرتے ہیں، جس سے HCl خارج ہوتا ہے، جو $SiCl_4$ کی آب پاشیدگی کے مشابہ ہے۔

$$PCl_3 + H_2O \longrightarrow PCl_3.H_2O \longrightarrow P(OH)Cl_2 + HCl$$

یہ تعامل مزید دو مرحلوں سے گزر کر $P(OH)_3$ یا $H_3PO_3$ بناتا ہے۔

$$HPOCl_2 + H_2O \longrightarrow H_2PO_2Cl + HCl$$

$$H_2PO_2Cl + H_2O \longrightarrow H_2PHO_3 + HCl$$

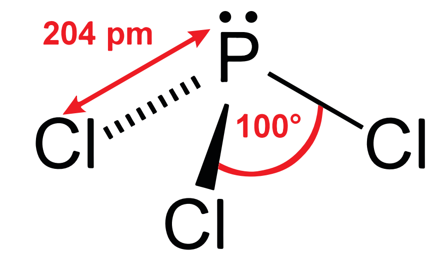
اسی طرح کے تعاملات الکحل اور کاربا کسلک ترشوں کے سالموں کے ساتھ بھی ہوتے ہیں۔

$$3C_2H_5OH + PCl_3 \longrightarrow 3C_2H_5Cl + H_3PO_3$$

$$3C_2H_5COOH + PCl_3 \longrightarrow 3C_2H_5COCl + H_3PO_3$$

## فاسفورس ٹرائی کلورائڈ کے استعمالات:

$H_3PO_3$ کی تیاری کے دوران فاسفورس ٹرائی کلورائڈ chlorinating agent کی طرح کام کرتا ہے۔




خاکہ 3.5 فاسفورس ٹرائی کلورائڈ کی ساخت

## فاسفورس پنٹا کلورائڈ (Phosphorus pentachloride):

### تیاری :

جب $PCl_3$ کو افزود مقدار میں کلورین کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے تو فاسفورس پنٹا کلورائڈ حاصل ہوتا ہے۔

$$PCl_3 + Cl_2 \longrightarrow PCl_5$$

### کیمیائی خصوصیات (Chemical properties)

$PCl_5$ گرم کرنے پر فاسفورس ٹرائی کلورائڈ اور کلورین میں تحلیل پاتا ہے۔

$$PCl_5(g) \longrightarrow PCl_3\ (g) + \underset{(Excess)}{Cl_2(g)}.$$

فاسفورس پنٹا کلورائڈ پانی کے ساتھ ردعمل کرکے فاسفوریل کلورائیڈ اور آرتھو فاسفورک ترشہ بناتا ہے۔

$$PCl_5 + H_2O \longrightarrow POCl_3 + 2HCl$$

$$POCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 3HCl$$

Overall reaction

$$PCl_5 + 4H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 5HCl$$

فاسفورس پنٹا کلورائڈ دھات کے ساتھ تعامل پاکر دھاتی کلورائڈ بناتے ہیں۔ یہ فاسفورس پنٹا کلورائڈ ہی کی طرح نامیاتی مرکبات کو کلورِناتے (Chlorinate) ہیں۔

$$2Ag + PCl_5 \longrightarrow 2AgCl + PCl_3$$

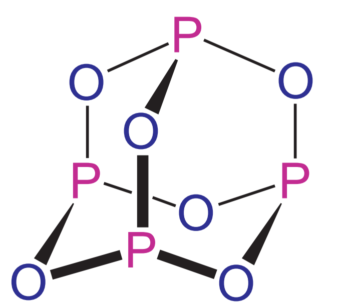
$$Sn + 2PCl_5 \longrightarrow SnCl_4 + 2PCl_3$$

$$C_2H_5OH + PCl_5 \longrightarrow C_2H_5Cl + HCl + POCl_3$$

$$C_2H_5COOH + PCl_5 \longrightarrow C_2H_5COCl + HCl + POCl_3$$

## فاسفورس پنٹا کلورائڈ کے استعمالات:

فاسفورس پنٹا کلورائڈ ایک chlorinating agent ہے، اور یہ OH گروپ کو Cl کے جوہر سے بدلنے میں استعمال ہوتا ہے۔




خاکہ 3.4 $P_4O_6$ کی ساخت

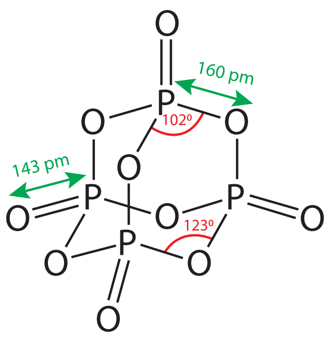
## 3.1.11 فاسفورس کے آکسائڈس اور آکسوایسڈ (Oxoacid) کی ساخت:

فاسفورس متعدد آکسائیڈس جیسے فاسفورس ٹرائی آکسائیڈ، فاسفورس ٹیٹرا آکسائیڈ اور فاسفورس پنٹا آکسائیڈس بناتا ہے۔

فاسفورس ٹرائی آکسائیڈ میں چار فاسفورس کے جوہر ٹیٹرا ہائیڈرن یعنی چار سطحی کے کونوں پر اور چھ آکسیجن کناروں پر جڑے ہوتے ہیں۔ P–O کا بندشی فاصلہ

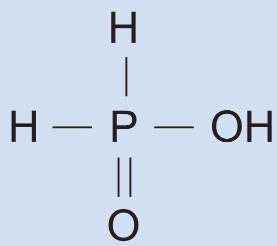
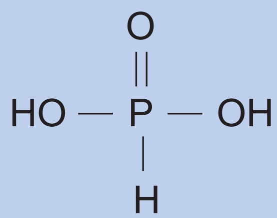
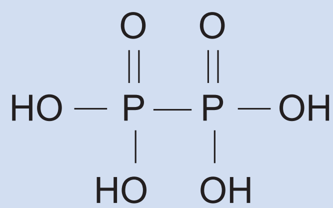
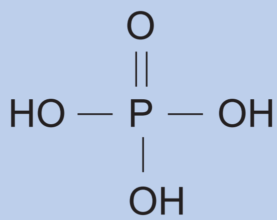
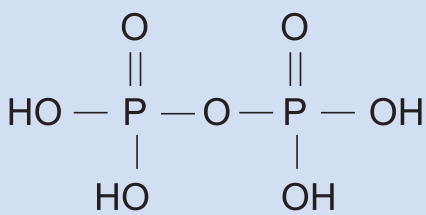
165.6 pm ہے۔ جوتنہا P–O کے بندشی فاصلہ (184pm) سے کم ہے۔ اس کی وجہ pπ-dπ کی بندش ہے جو دوہری بندش کی خصوصیات ظاہر کرتا ہے۔ $P_4O_{10}$ میں P کا ہرایک جوہر آکسیجن کے ساتھ تین بندشیں بناتا ہے۔اس کے علاوہ آکسیجن کے ساتھ مزید ایک ہم ربط بندش بھی بناتا ہے۔

اس کے آخری سرے پر P–O بندش کی لمبائی 143Pm جو متوقع اکہری بندش کے فاصلہ سے کم ہے۔اس کی وجہ آکسیجن کے جوہر کے p مداریے پر فاسفورس کے خالی d مداریہ کا جانبی انطباق (overlap) ہے۔




خاکہ 3.7 $P_4O_{10}$ کی ساخت

## فاسفورس کے آکسوایسڈ کی ساخت (Oxoacids of Phosphorous structure)

| نام | ضابطہ | ساخت |
|---|---|---|
| Hypophosphorous acid | $H_3PO_2$ |  |
| Orthophosphrous acid | $H_3PO_3$ |  |
| Hypophosphoric acid | $H_4P_2O_6$ |  |
| Orthophosphoric acid | $H_3PO_4$ |  |
| Pyrophosphoric acid | $H_4P_2O_7$ |  |

## فاسفورس کے آکسوایسڈ (Oxoacids of Phosphorus)

| نام Name | ضابطہ Formula | تکسیدی حالت Oxidation state | تیاری Preparation |
|---|---|---|---|
| Hypophosphorous acid | $H_3PO_2$ | +1 | $P_4 + 6H_2O \longrightarrow 3H_3PO_2 + PH_3$ |
| Orthophosphrous acid | $H_3PO_3$ | +3 | $P_4O_6 + 6H_2O \longrightarrow 4H_3PO_3$ |
| Hypophosphoric acid | $H_4P_2O_6$ | +4 | $2P + 2O_2 + 2H_2O \longrightarrow H_4P_2O_6$ |
| Orthophosphoric acid | $H_3PO_4$ | +5 | $P_4O_{10} + 6H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4$ |
| Pyrophosphoric acid | $H_4P_2O_7$ | +5 | $2H_3PO_4 \longrightarrow H_4P_2O_7 + H_2O$ |

## گروپ-16 (آکسیجن گروپ) کے عناصر (Group-16 (Oxygen Group) Elements)

### وقوع پذیری

گروپ 16 کے عناصر کو چیلکوجن یا (Ore forming elements) کہتے ہیں، کیونکہ کچھ دھات اکثر آکسائیڈس یا سلفائڈس کی شکل میں پائے جاتے ہیں۔ ان کا پہلا ممبر آکسیجن ہے، جو بہت ہی کثیر مقدار میں پایا جاتا ہے۔ ہوا میں یہ ڈئی آکسیجن کی شکل میں(20% وزن اور حجم دونوں میں )اور آکسائڈ کی شکل میں بھی پایا جاتا ہے۔ آکسیجن اور سلفر دونوں مل کر کمیت کے اعتبار سے زمین کی قشر کا46.6% اور وزن کے اعتبار سے 0.034 حصہ موجود ہیں۔ سلفر، سلفیٹ (جپسم،اپسم،....) اور سلفائڈ (گیلینا،زنک بلنڈ، ....) کی شکل میں پایا جاتا ہے۔ یہ آتش فشاں کے راکھ میں بھی پایا جاتا ہے۔اس گروپ کے دیگر عناصر بہت ہی کم دستیاب ہیں اور سلفائڈ کی کچھ دھات کے دھات اکثر selenides، tellurides وغیرہ کی شکل میں پائے جاتے ہیں۔

**طبیعی خواص (Physical properties)** گروپ-16 کے عناصر کے عام طبیعی خواص درج ذیل جدول میں دیے گئے ہیں۔

جدول 3.2 گروپ-16 کے عناصر کے عام طبیعی خواص

| خصوصیت | Oxygen | Sulphur | Selenium | Tellurium | Polonium |
|---|---|---|---|---|---|
| 293 K پر طبیعی حالت | گیس | ٹھوس | ٹھوس | ٹھوس | ٹھوس |
| جوہری عدد | 8 | 16 | 34 | 52 | 84 |
| ہم جا (ایسوٹوپ) | $^{16}O$ | $^{32}S$ | $^{80}Se$ | $^{130}Te$ | $^{209}Po$, $^{210}Po$ |
| جوہری کمیت | 15.99 | 32.06 | 78.97 | 127.60 | 209 |
| برقیاتی تشکیل (الکٹرانی تشکیل) | $[He]2s^2 2p^4$ | $[Ne]3s^2 3p^4$ | $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^4$ | $[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^4$ | $[Xe] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^4$ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| جوہری نصف قطر (Å) | 1.52 | 1.80 | 1.90 | 2.06 | 1.97 |
| کثافت (g.cm$^{-3}$ at 293 K) | 1.3 x 10$^{-3}$ | 2.07 | 4.81 | 6.23 | 9.20 |
| نقطہ پگھلاؤ (K) | 54 | 388 | 494 | 723 | 527 |
| نقطہ جوش (K) | 90 | 718 | 958 | 1261 | 1235 |

## 3.2 آکسیجن (Oxygen)

**تیاری :** کرہ فضا میں 23% اور پانی میں 83% آکسیجن پایا جاتا ہے۔ دنیا کے زیادہ تر چٹانوں میں آکسیجن مشترکہ طور پر پائی جاتی ہے۔ صنعتی طور پر آکسیجن کی تیاری مائع ہوا کی کسری کشید کے ذریعے کی جاتی ہے۔

تجربہ گاہ میں ہائیڈروجن پرآکسائیڈ کی تحلیل سے، جس میں $MnO_2$ کو بطور تماسی عامل استعمال کیا جاتا ہے، آکسیجن تیار کی جاتی ہے۔

$$2H_2O_2 \rightleftharpoons 2H_2O + O_2$$

$$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ \; 5 \longrightarrow O_2 + 8H_2O + 2Mn^{2+}$$

بعض دھاتی آکسائیڈ (یا) آکسواینیان (Oxoanions) کی حرارتی تحلیل سے آکسیجن تیار کی جاتی ہے۔

$$2HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2$$

$$2BaO_2 \xrightarrow{\Delta} 2BaO + O_2$$

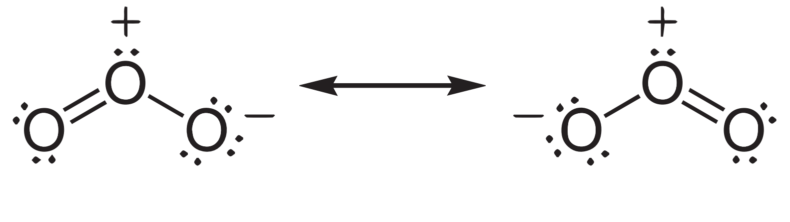
$$2KClO_3 \xrightarrow[MnO_2]{\Delta} 2KCl + 3O_2$$

$$2KNO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KNO_2 + O_2$$

**خواص :**

عام حالت میں آکسیجن دوجوہری گیس کی حیثیت سے پائی جاتی ہے۔ آکسیجن کی خاصیت یک مقناطیسی (paramagnetic) ہے۔ نائٹروجن کی اور فلورین کی طرح آکسیجن ہائیڈروجن کے ساتھ مضبوط کیمیائی بندش بناتا ہے۔ آکسیجن کی دو شکلیں ڈائی آکسیجن ($O_2$) اور اوزون ($O_3$) ہیں۔ اوزون کی کچھ مقدار سمندر کی سطح پر بالا بنفشی شعاعوں کے گرنے سے بنتا ہے۔

تجربہ گاہ میں آکسیجن پر 20,000V تفاوت بالقوہ کو بے بار کرنے پر اوزون گیس تیار ہوتی ہے، جس میں تقریباً 10% آکسیجن، اوزون میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ اس آمیزے کو ozonised oxygen کہتے ہیں۔ مائع شدہ ozonised oxygen کی کسری کشید سے خالص اوزون حاصل ہوتی ہے، جس کا رنگ ہلکا نیلا ہوتا ہے۔



خاکہ 3.8 اوزون کی ساخت

$$\underset{\text{Oxygen}}{O_2} \rightleftharpoons \underset{\text{atomic oxygen}}{2(O)}$$

$$O_2 + (O) \rightleftharpoons \underset{\text{Ozone}}{O_3}$$

اوزون کے سالمے کی ساخت خم دار ہے اور یہ آکسیجن کے جوہروں کے ساتھ delocalised بندش رکھتی ہے۔

## کیمیائی خواص (Chemical properties)

آکسیجن اور اوزون کے کیمیائی خصوصیات میں کافی فرق پایا جاتا ہے۔دھاتیں اور ادھاتیں، آکسیجن کے ساتھ تعامل پا کر آکسائڈ بناتے ہیں۔ کمرے کی تپش پر آکسیجن، s-بلاک عناصر کے ساتھ تعامل کرتی ہے۔ کم تعامل پذیر دھاتوں کو سفوف کی شکل میں آکسیجن کے ساتھ کمرے کی تپش پر بروں حراری تعامل پاتے ہیں، مگر ٹھوس حالت میں تعامل نہیں کرتے۔ باریک سفوف کردہ (تقسیم کردہ) دھاتیں Pyrophoric کہلاتی ہیں۔ جب یہ ذرات کو جلایا جاتا ہے تو تعامل کے دوران حرارت خارج ہوتی ہے۔

دوسری طرف اوزون ایک طاقتور تکسیدی عامل ہے۔ یہ بہت ساری اشیاء کے ساتھ مناسب حالات میں ردعمل کرتا ہے جب کہ آکسیجن تعامل نہیں کرتا۔ مثال کے طور پر پوٹاشیم ایوڈائڈ KI کو ایوڈن میں تکسید کرتی ہے۔ یہ کیمیائی تعامل مقداری ہے اور اوزون کی مقدار معلوم کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔

$$O_3 + 2KI + H_2O \longrightarrow 2KOH + O_2 + I_2$$

اوزون عام طور پر نامیاتی مرکبات کی تکسید کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ترشوی محلول میں اوزون فلورین اور آکسیجن کی تکسیدی طاقت کو بڑھا دیتا ہے۔ اوزون کی تحلیلی شرح قلوی محلول میں تیزی سے گھٹتی ہے۔

**استعمالات:**

1۔ زندہ عضویوں کی بقا کے لئے آکسیجن ایک ضروری جزء ہے۔
2۔ ویلڈنگ میں اس کا استعمال (آکسی اسی ٹی لین) ہوتا ہے۔
3۔ مائع آکسیجن کو راکٹوں میں بطور ایندھن استعمال کرتے ہیں۔

### 3.2.1 گندھک کی بہروپی شکلیں (Allotropic forms of sulphur)

گندھک (سلفر) دو شکلوں میں پایا جاتا ہے۔ قلمی (Crystalline) اور نقلمی (Amorphous)۔ قلمی سلفر میں معین نما سلفر (Rhombic sulphur) (α Sulphur)، یک مائلی سلفر (Monoclinic Sulphur) (β Sulphur) شامل ہیں۔ نقلمی سلفر میں پلاسٹک سلفر (Plastic sulphur) (γ sulphur)، سلفر کا دودھ (Milk of sulphur) اور معلق سلفر (Colloid sulphur) شامل ہیں۔

#### معین نما سلفر (Rhombic sulphur)

معین نما سلفر کو α سلفر بھی کہتے ہیں۔ عام تپش اور دباؤ میں معین نما سلفر ہی حرحرکی (Thermodynamically) طور پر قیام پذیر بہروپ ہے۔ قلمی سلفر زرد رنگ کا ہوتا ہے، جو $S_8$ سالمے سے بنا ہوا ہے۔ جب معین نما سلفر کو 96° C سے زیادہ تپش پر آہستہ گرم کرنے پر وہ یک مائلی β سلفر میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ دوبارہ 96° C سے کم تپش پر ٹھنڈا کرنے پر β شکل کا سلفر α کی شکل میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ یک مائلی سلفر بھی $S_8$ سالمے سے بنا ہوا ہوتا ہے اور تھوڑی مقدار میں $S_6$ سالمے بھی رکھتا ہے۔ اس کی شکل ایک سوئی نما منشور کی طرح ہوتی ہے۔ اس وجہ سے یہ منشور نما سلفر بھی کہلاتا ہے۔ یہ 96°C - 119°C تک قیام پذیر یا مستحکم ہے اور آہستہ آہستہ معین نما سلفر میں تبدیل ہونے لگتا ہے۔

جب پگھلے ہوئے سلفر کو ٹھنڈے پانی میں ڈالا جائے تو یہ جم ہو کر ربڑ کے ربن (فیتہ) کی شکل میں پلاسٹک سلفر بن جاتا ہے۔ یہ بہت ہی نرم اور پھیلنے کے قابل بن جاتا ہے۔ تھوڑی دیر ٹھنڈا کرنے پر سخت معین نما سلفر میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

سلفر مائع اور گیس دونوں حالتوں میں پایا جاتا ہے۔ درجہ حرارت 140°C کے قریب یک مائلی سلفر پگھل کر زردی مائل مائع λ سلفر بنتا ہے۔

مائع سلفر کے بخارات میں 90% $S_8$ , $S_7$ اور $S_6$ سلفر اور بہت کم مقدار میں $S_2$, $S_3$, $S_4$ اور $S_5$ کا آمیزہ پایا جاتا ہے۔

### 3.2.2 سلفرڈائی آکسائیڈ (Sulphur dioxide)

**تیاری :** سلفر کو ہوا میں جلا کر سلفر ڈائی آکسائڈ کو وسیع پیمانے پر حاصل کیا جاتا ہے۔ تقریباً 6.8% سلفر تکسید پا کر $SO_3$ بنتا ہے۔

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$
$$2S + 3O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

**سلفائڈ سے تیاری (From sulphides) :** گلینا (PbS)، زنک بلنڈ (ZnS) جیسی سلفائڈ کی کچ دھاتوں کو ہوا میں بھونا جاتا ہے تو سلفرڈائی آکسائیڈ گیس خارج ہوتی ہے۔ سلفرڈائی آکسائیڈ کو وسیع پیمانے پر سلفیورک ترشہ بنانے کے لئے تیار کیا جاتا ہے اور دیگر صنعتی ضروریات کے لئے بھی تیار کیا جاتا ہے۔

$$2ZnS + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2ZnO + 2SO_2$$
$$4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

**تجربہ گاہ میں تیاری:** تجربہ گاہ میں سلفرڈائی آکسائیڈ کو دھات یا دھاتی سلفائیڈ کو سلفیورک ترشے کے ساتھ تعامل سے تیار کیا جاتا ہے۔

$$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$
$$SO_3^{2-} + 2H^+ \longrightarrow H_2O + SO_2$$

**خواص :**

سلفرڈائی آکسائیڈ گیس آتش فشانوں کے پھٹنے کے دوران پائی جاتی ہے۔ کرہ فضا میں زیادہ مقدار میں سلفرڈائی آکسائیڈ بجلی کے طاقت گھروں سے خارج ہوتی ہے، جہاں پر کوئلہ، تیل اور تانبے سے پگھلنے کی وجہ سے یہ ماحول میں پھیلنے لگتی ہے۔ یہ ایک بے رنگ گیس ہے جس میں دم گھٹنے والی بو پائی جاتی ہے۔ یہ پانی میں بہت اچھی طرح حل پذیر ہے۔ یہ ہوا سے 2.2 گنا وزنی ہے۔ سلفرڈائی آکسائیڈ کو 2.5 فضائی دباؤ اور 288°C پر مائع حالت میں تبدیل کیا جاسکتا ہے (نقطہ جوش 263 K)۔

**کیمیائی خواص (Chemical properties)**

سلفرڈائی آکسائیڈ ایک ترشوی آکسائیڈ ہے۔ یہ پانی میں حل ہو کر سلفیورک ترشہ دیتی ہے۔

$$SO_2 + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{Sulphurous acid}}{H_2SO_3}$$

$$H_2SO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_3^{2-}$$

**سوڈیم ہائیڈرا آکسائیڈ اور سوڈیم کاربونیٹ کے ساتھ تعامل:**

سلفرڈائی آکسائیڈ کو جب سوڈیم ہائیڈرا آکسائیڈ اور سوڈیم کاربونیٹ کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے تو سوڈیم بائی سلفائٹ اور سوڈیم سلفائٹ حاصل ہوتا ہے۔

$$SO_2 + NaOH \longrightarrow \underset{\text{Sodium bisulphite}}{NaHSO_3}$$

$$2SO_2 + Na_2CO_3 + H_2O \longrightarrow 2NaHSO_3 + CO_2$$

$$2\,NaHSO_3 \longrightarrow \underset{\text{Sodium sulphite}}{Na_2SO_3} + H_2O + SO_2$$

**تکسیدی خصوصیت: (Oxidising property)**

سلفرڈائی آکسائیڈ، ہائیڈروجن سلفائڈ کو تکسید کر کے سلفر میں تبدیل کرتی ہے اور میگنیشیم کو میگنیشم ڈائی آکسائیڈ میں تبدیل کر دیتی ہے۔

$$2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S + 2H_2O$$
$$2Mg + SO_2 \longrightarrow 2MgO + S$$

### تحویلی خاصیت (Reducing property)

چونکہ سلفرڈائی آکسائیڈ فوری طور پر تکسید پاتی ہے، یہ ایک تحویلی عامل کرکے طور پر کام کرتی ہے۔ یہ کلورین کو ہائیڈروکلورک ترشے میں تبدیل کرتی ہے۔

$$SO_2 + 2H_2O + Cl_2 \longrightarrow H_2SO_4 + 2HCl$$

یہ پوٹاشیم پرمانگنیٹ کو $Mn^{2+}$ اور ڈائی کرومیٹ کو $Cr^{3+}$ میں تبدیل کرتی ہے۔

$$2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$

$$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

### آکسیجن کے ساتھ تعامل:

سلفرڈائی آکسائیڈ کو آکسیجن کے ساتھ اعلیٰ تپش پر گرم کرنے سے یہ تکسید پاکر سلفرٹرائی آکسائیڈ بناتی ہے۔ تماس کے طریقے سے سلفیورک ترشے کی تیاری میں یہ طریقہ استعمال ہوتا ہے۔

$$2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow[450^0C]{V_2O_5} 2SO_3(g)$$

### سلفرڈئی آکسائڈ کے رنگ کٹ کا عمل (Bleaching action)

پانی کی موجودگی میں سلفرڈائی آکسائڈ اون، ریشم، اسفنج اور گھاس کے رنگ کٹائی کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ یہ اس کی تحویلی خاصیت کی وجہ سے ہے۔

$$SO_2 + 2H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2(H)$$

$$\underset{\text{Coloured}}{X} + 2(H) \longrightarrow \underset{\text{Colourless}}{XH_2}$$

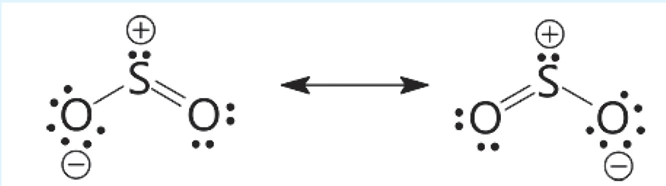
تاہم سلفرڈائی آکسائیڈ کا رنگ کٹائی کا عمل مستقل نہیں ہوتا، کیونکہ آہستہ آہستہ آکسیجن کے ساتھ یہ تکسید پاکر کچھ وقفہ بعد، وہ اس کے اصلی حالت پر یعنی اس کا رنگ بحال ہوجاتا ہے۔ یعنی یہ ایک عارضی عمل ہے۔

### سلفرڈئی آکسائیڈ کے استعمالات:

1۔ سلفرڈائی آکسائیڈ کو اون، بال، ریشم وغیرہ کی رنگ کٹائی کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

2۔ سلفرڈائی آکسائیڈ کو زراعت میں بطورِ جراثیم کش اور حشرات کش استعمال کیا جاتا ہے۔

### سلفرڈئی آکسائیڈ کی ساخت (Structure of sulphur dioxide)



خاکہ 3.9 سلفرڈئی آکسائڈ کی ساخت

سلفرڈئی آکسائیڈ میں سلفر کے جوہر sp2 مخلوط Hybridization ہے۔ S اور O درمیان دوہری بندش کی وجہ pπ-dπ کے درمیان انطباق (overlapping) ہے۔

### 3.2.3 سلفیورک ترشہ: Sulphuric acid ($H_2SO_4$)

تیاری:

سلفیورک ترشے کی تیاری Lead Chamber Process لیڈ چیمبر طریقہ اور Cascade (or) Contact تماسی طریقہ یہاں پر ہم تماسی طریقہ (Contact Process) کے متعلق جانیں گے۔

### تماسی طریقہ سے سلفیورک ترشے کی تیاری: (Manufacture of sulphuric acid by contant process)

تماسی طریقے سے سلفیورک ترشے کی تیاری میں تین اہم مرحلے پائے جاتے ہیں۔

i۔ پہلے گندھک یا Iron pyrites کو آکسیجن یا ہوا میں جلاکر سلفرڈائی آکسائیڈ تیار کی جاتی ہے۔

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$
$$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

ii۔ حاصل شدہ سلفر ڈائی آکسائیڈ کو $V_2O_5$ یا planitised asbestos جیسے تماسی عامل کی موجودگی میں ہوا کے ساتھ تکسید کرنے پر ایک گیس بناتی ہے، جو سلفر ٹرائی آکسائیڈ کہلاتی ہے۔

iii۔ سلفر ٹرائی آکسائیڈ کو مرتکز سلفیورک ترشہ میں حل کیا جاتا ہے تو ایک گاڑھا مائع حاصل ہوتا ہے جو اولیم $H_2S_2O_7$(Oleum) کہلاتا ہے۔ اولیم کو احتیاط کے ساتھ پانی میں ہلکا یا جاتا ہے تو مرتکز سلفیورک ترشہ حاصل ہوتا ہے۔

$$SO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow H_2S_2O_7 \xrightarrow{H_2O} 2H_2SO_4$$

زیادہ مقدار میں حاصل کرنے کے لئے پلانٹ کو 2 فضائی دباؤ اور 720K درجہ حرارت پر چلایا جاتا ہے۔ اس طرح حاصل ہونے والا سلفیورک ترشہ 96% خالص ہوتا ہے۔

### طبیعی خواص (Physical properties)

خالص سلفیورک ترشہ بے رنگ، بے بو اور لزوجی (Viscous) مائع ہے، جس کی کثافت 298K پر 1.84 g/mL ہے۔ اس کا نقطہ جوش اور لزوجیت بہت زیادہ ہوتا ہے کیونکہ اس کے سالمے ہائیڈروجن بندش سے جڑے ہوئے ہیں۔

اس کا نقطہ انجماد 283.4 K اور نقطہ جوش 590 k ہے۔ یہ پانی میں اچھی طرح حل پذیر ہے۔ اس کو بطور نابیدہ عامل (dehydrating agent) استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کو پانی میں ملانے پر مونو ہائیڈریٹس ($H_2SO_4.H_2O$) اور ڈائی ہائیڈریٹ ($H_2SO_4.2H_2O$) بنتے ہیں۔ یہ تعامل بروں حراری ہے اور اس میں حرارت خارج ہوتی ہے۔

سلفیورک ترشہ ایک نابیدہ عامل ہے جو بہت سے اشیاء جیسے شکر، آکسلک ترشہ اور فارمک ترشہ جیسے نامیاتی مرکبات کے ساتھ ردعمل کر کے پانی خارج کرتا ہے۔

$$\underset{\text{Sucrose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2SO_4 \longrightarrow 12C + H_2SO_4.11H_2O$$
$$\underset{\text{Formic acid}}{HCOOH} + H_2SO_4 \longrightarrow CO + H_2SO_4.H_2O$$
$$\underset{\text{Oxalic acid}}{(COOH)_2} + H_2SO_4 \longrightarrow CO + CO_2 + H_2SO_4.H_2O$$

### کیمیائی خواص (Chemical properties)

سلفیورک ترشہ بہت ہی تعامل پذیر شئے ہے۔ سلفیورک ترشہ ایک طاقتور تکسیدی عامل کے طور پر عمل کرتا ہے۔

**تحلیل پذیری (Decomposition):** سلفیورک ترشہ ایک مستحکم ترشہ ہے۔ اعلیٰ تپش پر یہ تحلیل پا کر $SO_3$ میں تحویل ہوجاتا ہے۔

$$H_2SO_4 \longrightarrow H_2O + SO_3$$

### ترشوی نوعیت (Acidic nature)

یہ ایک طاقتور دوہری اساسی ترشہ ہے . یہ سلفیٹ اور بائی سلفیٹ نامی دو قسم کے نمک بناتا ہے۔

$$H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow \underset{\text{sodium bisulphate}}{NaHSO_4} + H_2O$$
$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{sodium sulphate}}{Na_2SO_4} + 2H_2O$$
$$H_2SO_4 + 2NH_3 \longrightarrow \underset{\text{Ammonium sulphate}}{(NH_4)_2SO_4}$$

**تکسیدی خاصیت (Oxidising property):** سلفیورک ترشہ ایک طاقتور تکسیدی عامل ہے۔ یہ نوزائیدہ آکسیجن تیار کرتا ہے جیسے نیچے بتایا گیا ہے

$$H_2SO_4 \longrightarrow H_2O + SO_2 + \underset{\text{nascent oxygen}}{(O)}$$

عناصر جیسے کاربن، سلفر اور فاسفورس کی تکسید سلفیورک ترشہ کرتا ہے اور یہ برومائڈ اور ایوڈائڈ سے برومین اور ایوڈین کی تکسید کرتا ہے۔

$$C + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2SO_2 + 2H_2O + CO_2$$
$$S + 2H_2SO_4 \longrightarrow 3SO_2 + 2H_2O$$
$$P_4 + 10H_2SO_4 \longrightarrow 4H_3PO_4 + 10SO_2 + 4H_2O$$
$$H_2S + H_2SO_4 \longrightarrow SO_2 + 2H_2O + S$$
$$H_2SO_4 + 2HI \longrightarrow SO_2 + 2H_2O + I_2$$
$$H_2SO_4 + 2HBr \longrightarrow SO_2 + 2H_2O + Br_2$$

### دھاتوں کے ساتھ تعامل (Reaction with metals) :

سلفیورک ترشہ دھاتوں کے ساتھ تعامل پا کر متعلقہ حاصلات دیتا ہے جو متعاملات کی نوعیت اور تعاملات کی شرائط پر منحصر ہے۔

ہلکایا ہوا سلفیورک ترشہ دھاتیں جیسے، قلعی، الومینیم، جست وغیرہ کے ساتھ تعامل پا کر متعلقہ سلفیٹ دیتا ہے۔

$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$$
$$2Al + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2 \uparrow$$

مرتکز سلفیورک ترشہ، تانبا اور جست کے ساتھ تعامل پا کر ان کے متعلقہ سلفیٹس دیتا ہے۔

$$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2 \uparrow$$
$$Pb + 2H_2SO_4 \longrightarrow PbSO_4 + 2H_2O + SO_2 \uparrow$$

سلفیورک ترشہ شریف دھاتیں جیسے سونا، چاندی اور پلاٹینم کے ساتھ تعامل نہیں کرتا۔

### نمکوں کے ساتھ ردعمل:

یہ مختلف دھاتی نمکوں کے ساتھ تعامل پا کر دھاتی سلفیٹس اور بائی سلفیٹس بناتا ہے۔

$$KCl + H_2SO_4 \longrightarrow KHSO_4 + HCl$$
$$KNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow KHSO_4 + HNO_3$$
$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$
$$2NaBr + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2NaHSO_4 + 2H_2O + Br_2 + SO_2$$

### نامیاتی مرکبات کے ساتھ ردعمل:

یہ نامیاتی مرکبات جیسے بنزین کے ساتھ تعامل پا کر سلفونک ترشہ بناتا ہے۔

$$\underset{\text{Benzene}}{C_6H_6} + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{Benzene sulphonic acid}}{C_6H_5SO_3H} + H_2O$$

### سلفیورک ترشے کے استعمالات:

1۔ سلفیورک ترشہ کو کھادوں جیسے امونیم سلفیٹ، سوپر فاسفیٹ کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔ ترشے جیسے HCl ہائیڈروکلوک ترشہ، نائٹرک ترشہ وغیرہ کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔

2۔ اسے گیسوں کو خشک کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کے علاوہ رنگوں اور دواؤں میں دھماکہ خیز اشیاء کی تیاری میں استعمال کیا جاتا ہے۔

## سلفیٹ / سلفیورک ترشے کی جانچ:

ہلکائے ہوئے سلفیورک ترشے کے ساتھ بیریم کلورائیڈ ملانے پر بیریم سلفیٹ کا سفید رسوب حاصل ہوتا ہے۔اس کی ایک اور جانچ یہ ہے کہ اسے لیڈ اسٹیٹ کے محلول میں ملانے سے لیڈ سلفیٹ کا سفید رسوب حاصل ہوتا ہے۔

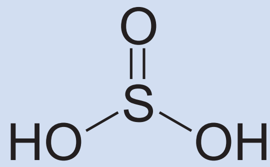
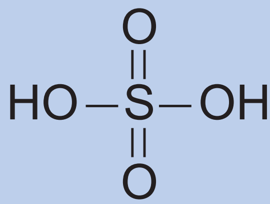
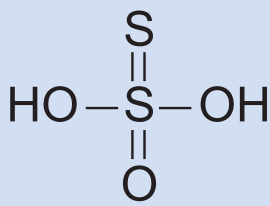
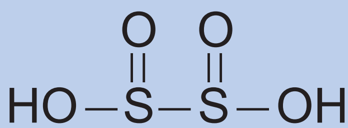
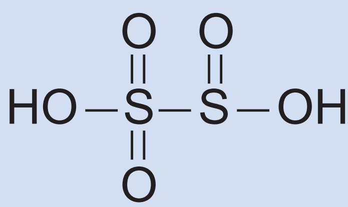
$$BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{Barium sulphate (White precipitate)}}{BaSO_4\downarrow} + 2HCl$$

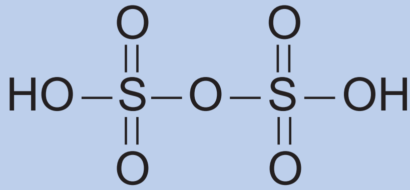
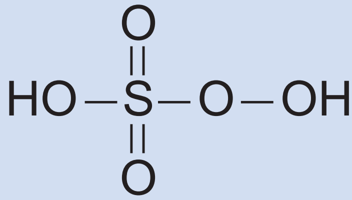
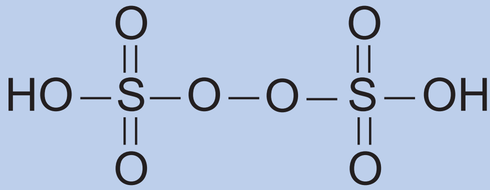
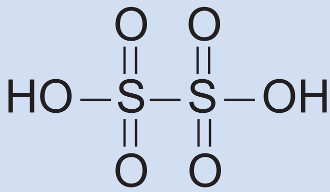
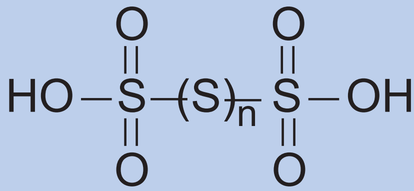
$$(CH_3COO)_2Pb + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{Lead sulphate (White precipitate)}}{PbSO_4\downarrow} + 2CH_3COOH$$

## سلفر کے آکسی ایسڈ کی ساخت:

سلفر کئی آکسی ایسڈ بناتا ہے۔ان میں سب سے اہم سلفیورک ترشہ ہے۔اس کے علاوہ سلفورس اور ڈائی تھیونک ترشے ہیں، جو اِن سے بننے والے نمک سے جانے جاتے ہیں۔ چونکہ یہ آزادانہ طور پر غیر قیام پذیر ہیں، لہٰذا یہ الگ نہیں کئے جا سکتے۔

مندرجۂ ذیل جدول میں سلفر کے مختلف آکسی ایسڈ اور ان کی ساختیں دی گئی ہیں۔

| نام | سالمی ضابطہ | ساخت |
|---|---|---|
| Sulphurous acid | $H_2SO_3$ |  |
| Sulphuric acid | $H_2SO_4$ |  |
| Thiosulphuric acid | $H_2S_2O_3$ |  |
| Dithionous acid | $H_2S_2O_4$ |  |
| Disulphurous acid or Pyrosulphurous acid | $H_2S_2O_5$ |  |

| نام | سالمی ضابطہ | ساخت |
|---|---|---|
| Disulphuric acid or pyrosulphuric acid | $H_2S_2O_7$ |  |
| Peroxymono sulphuric acid (Caro's acid) | $H_2SO_5$ |  |
| Peroxodisulphuric acid. Marshall's acid | $H_2S_2O_8$ |  |
| Dithionic acid | $H_2S_2O_6$ |  |
| Polythionic acid | $H_2S_{n+2}O_6$ |  |

## 3.3 گروپ 17۔(ہیلوجن گروپ) کے عناصر: (Group 17 (Halogen group) elements)

### 3.3.1 کلورین

**وقوع پذیری:**

فلورین،کلورین، برومین، ایوڈین، اسٹاٹائن اسٹیائن گروپ 17 کے عناصر ہیں۔ان تمام کو مجموعی طور پر ہیلوجن کہا جاتا ہے۔ ہیلوجن امتزاجی حالت میں پائے جاتے ہیں، کیونکہ وہ بہت زیادہ تعامل پذیر ہیں۔ان میں ذرائع کو دیکھا جائے تو فلورین کے لئے فلورسپار یا فلورائٹ ہے۔ فلورین کی ایک اور کچ دھات کریولائٹ اور فلوروپیٹائٹ ہیں۔کلورین کا اہم ذریعہ سوڈیم کلورائیڈ ہے، جو سمندر کے پانی میں موجود ہے۔ برومائڈ اور ایوڈائڈ بھی سمندر کے پانی میں پائے جاتے ہیں۔

**طبیعی خواص:**

گروپ 17 عناصر کے عام طبیعی خصوصیات کو جدول 3.3 میں بتایا گیا ہے۔

جدول 3.3 گروپ 17 کے عناصر کے طبیعی خواص

| خصوصیت | Fluorine | Chlorine | Bromine | Iodine | Astatine |
|---|---|---|---|---|---|
| طبیعی حالت 293K پر | گیس | گیس | مائع | ٹھوس | ٹھوس |
| جوہری عدد | 9 | 17 | 35 | 53 | 85 |
| ہم جا | $^{19}F$ | $^{35}Cl$, $^{37}Cl$ | $^{79}Br$ | $^{127}I$ | $^{210}At$, $^{211}At$ |
| جوہری کمیت (g.mol$^{-1}$ at 293 K) | 18.99 | 35.45 | 79.9 | 126.9 | 210 |
| الکٹرانی تشکیل | [He]$2s^2\ 2p^5$ | [Ne]$3s^2\ 3p^5$ | [Ar]$3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$ | [Kr]$4d^{10}\ 5s^2\ 5p^5$ | [Xe] $4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^5$ |
| جوہری نصف قطر (Å) | 1.47 | 1.75 | 1.85 | 1.98 | 2.02 |
| کثافت (g.cm$^{-3}$ at 293 K) | $1.55 \times 10^{-3}$ | $2.89 \times 10^{-3}$ | 3.10 | 4.93 | - |
| نقطہ پگھلاو (K) | 53 | 171 | 266 | 387 | 573 |
| نقطہ جوش (K) | 85 | 239 | 332 | 457 | 623 |

## خواص:

کلورین بہت ہی زیادہ تعامل پذیر ہے، لہذا یہ آزادانہ طور پر نہیں پایا جاتا، بلکہ مختلف دھاتی کلورائیڈ کی شکل میں پایا جاتا ہے، سب سے اہم کلورائیڈ، سوڈیم کلورائیڈ ہے جو سمندر کے پانی میں پایا جاتا ہے۔

## کلورین کی تیاری:

مینگنیز ڈائی آکسائیڈ کی موجودگی میں سلفیورک ترشہ اور کلورائیڈ کے کیمیائی تعامل سے کلورین تیار کیا جاتا ہے۔

$$4NaCl + MnO_2 + 4H_2SO_4 \longrightarrow Cl_2 + MnCl_2 + 4NaHSO_4 + 2H_2O$$

اس کو دوسرے طریقوں سے حاصل کرنے کے لئے، ہائیڈروکلورک ترشے کو مختلف تکسیدی عاملوں جیسے مینگنیز ڈائی آکسائڈ، لیڈ ڈائی آکسائڈ، پوٹاشیم پرمنگنیٹ یا پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ وغیرہ سے تکسید کی جاتی ہے۔

$$PbO_2 + 4HCl \longrightarrow PbCl_2 + 2H_2O + Cl_2$$
$$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$$
$$2KMnO_4 + 16HCl \longrightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2$$
$$K_2Cr_2O_7 + 14HCl \longrightarrow 2KCl + 2CrCl_3 + 7H_2O + 3Cl_2$$

جب رنگ کٹ سفوف کے ساتھ معدنیاتی ترشے کا تعامل کیا جاتا ہے تو کلورین گیس خارج ہوتی ہے۔

$$CaOCl_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + Cl_2$$
$$CaOCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2O + Cl_2$$

### 3.3.1 کلورین کی صنعتی تیاری:

کلورین کو سمندری پانی کی برق پاشیدگی سے یا ہوا میں HCl کی تکسید سے Deacon's process تیار کیا جاتا ہے۔

1۔ برق پاشیدگی کا عمل (Electrolytic Process) : جس میں برائن (neel) کی برق پاشیدگی ہوتی ہے

| | منفیرہ پر | مثبیرہ پر |
|---|---|---|
| $NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$ | | |
| $H_2O \longrightarrow H^+ + OH^-$ | $H^+ + e^- \longrightarrow H$ | $Cl^- \longrightarrow Cl + e^-$ |
| $Na^+ + OH^- \longrightarrow NaOH$ | $H + H \longrightarrow H_2$ | $Cl + Cl \longrightarrow Cl_2$ |

2۔ ڈیکن طریقہ (Deacon's Process) : جس میں ہائیڈروجن کلورائیڈ کی تکسید ہوتی ہے۔

برق پاشیدگی کا طریقہ (Electrolytic Process) :

کلورین کو برائن (مرتکز NaCl) محلول میں برق پاشیدگی کے ذریعے بنایا جاتا ہے۔اس طرح $Na^+$ اور $Cl^-$ رواں بنتے ہیں۔ $Na^+$ رواں $OH^-$ کے ساتھ تعامل پاتا ہے اور NaOH سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ بنتا ہے اور ہائیڈروجن اور کلورین گیس خارج ہوتے ہیں۔

ڈیکن طریقہ (Deacon's process) : اس طریقے میں ہوا اور ہائیڈروکلورک ترشے کے آمیزے کو بہت سارے خانوں والے چیمبر Chamber سے گزارا جاتا ہے اور اس میں Pumice stone کو کیوپرس کلورائیڈ میں بھگو کر رکھ دیا جاتا ہے اور گرم گیس کو 723K پر ایک جیکٹ کے ذریعے چیمبر کے چاروں طرف گذاری جاتی ہے۔ $4HCl + O_2 \xrightarrow[Cu_2Cl_2]{400^0C} 2H_2O + 2Cl_2 \uparrow$

اس طرح جو کلورین گیس حاصل ہوتی ہے، وہ بہت ہلکائی ہوئی ہوتی ہے، اور اسے رنگ کٹ سفوف بنانے میں استعمال ہوتا ہے۔

$$2Cu_2Cl_2 + O_2 \longrightarrow \underset{\text{Cuprous oxy chloride}}{2Cu_2OCl_2}$$

$$Cu_2OCl_2 + 2HCl \longrightarrow \underset{\text{Cupric chloride}}{2CuCl_2} + H_2O$$

$$2CuCl_2 \longrightarrow \underset{\text{Cuprous chloride}}{Cu_2Cl_2} + Cl_2$$

#### طبیعی خواص:

کلورین ایک سبز مائل زرد گیس ہے، جو تیکھی بو رکھتی ہے اس کو تھوڑا سا سونگھنے پر سر درد آنے لگتا ہے۔اگر زیادہ مقدار میں سانس لے تو یہ مہلک بھی ہوسکتی ہے۔یہ ہوا سے 2.5 گُنا وزنی ہے۔

کلورین پانی میں حل پذیر ہے۔اس محلول کو کلورین کا پانی بھی کہا جاتا ہے۔اس میں سبز مائل زرد قلمی طور پر کلورین ہائیڈریٹ ($Cl_2.8H_2O$) جمع ہوتا ہے۔اس کو مائع میں (نقطہ جوش −34.6°C) اور زرد قلمی ٹھوس (نقطہ پگھلاؤ −102°C) میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

#### کیمیائی خواص:

دھاتوں اور ادھاتوں کے ساتھ تعامل :

یہ دھاتوں اور ادھاتوں کے ساتھ تعامل پا کر متعلق کلورائیڈس بناتے ہیں۔

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$

$$2Fe + 3Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$$

$$2Al + 3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3$$

$$Cu + Cl_2 \longrightarrow CuCl_2$$

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl \quad ; \quad \Delta H = -44kCal$$

$$2B + 3Cl_2 \longrightarrow 2BCl_3$$

$$2S + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{disulphur dichloride}}{S_2Cl_2}$$

$$P_4 + 6Cl_2 \longrightarrow 4PCl_3$$

$$2As + 3Cl_2 \longrightarrow 2AsCl_3$$

$$2Sb + 3Cl_2 \longrightarrow 2SbCl_3$$

### ہائیڈروجن کے ساتھ اُلف (Affinity for Hydrogen)

کلورین کوٹرپنٹائن کے ساتھ گرم کیا جائے تو یہ کاربن اور ہائیڈروکلورک ترشہ بناتے ہیں۔

$$C_{10}H_{16} + 8Cl_2 \longrightarrow 10C + 16HCl$$

یہ سورج کی روشنی کی موجودگی میں پانی کے ساتھ تعامل پا کر ڈائی آکسیجن بناتا ہے۔ جب کلورین کو سورج کی روشنی میں رکھا جاتا ہے تو یہ اپنا رنگ اور بو کھو دیتی ہے اور ہائیڈروکلورک ترشہ میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

$$2Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow O_2 + 4HCl$$

کلورین امونیا کے ساتھ تعامل پا کر امونیم کلورائڈ اور مناسب حاصلات دیتی ہے، جیسا کہ نیچے بتایا گیا ہے۔

افزود امونیا کے ساتھ۔

$$2NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow N_2 + 6HCl$$

$$6HCl + 6NH_3 \longrightarrow 6NH_4Cl$$

مجملہ تعامل

$$8NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow N_2 + 6NH_4Cl$$

افزود کلورین کے ساتھ

$$NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow NCl_3 + 3HCl$$

$$3HCl + 3NH_3 \longrightarrow 3NH_4Cl$$

مجملہ تعامل

$$4NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow NCl_3 + 3NH_4Cl$$

کلورین ہائیڈروجن سلفائڈ کو سلفر میں تکسید کرتی ہے۔ یہ برومائڈ اور ایوڈائڈ کے ساتھ تکسید پا کر برومین اور ایوڈین کو خارج کرتی ہے۔ مگر یہ فلورائڈس کو تکسید نہیں کرتی۔

$$H_2S + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + S$$

$$Cl_2 + 2KBr \longrightarrow 2KCl + Br_2$$

$$Cl_2 + 2KI \longrightarrow 2KCl + I_2$$

**قلیوں کے ساتھ تعامل (Reaction with alkali):** کلورین ہلکائے ہوئے ٹھنڈے قلیوں کے ساتھ ردعمل کر کے کلورئیڈ اور ہائپوکلورائیٹ بناتے ہیں اور گرم مرتکز قلی کے ساتھ کلورائڈس اور کلوریٹ بناتے ہیں۔

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$HOCl + NaOH \longrightarrow NaOCl + H_2O$$

مجملہ تعامل

$$Cl_2 + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{sodium hypo chlorite}}{NaOCl} + NaCl + H_2O$$

$$(Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl) \times 3$$
$$(HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O) \times 3$$
$$(HOCl + NaOH \longrightarrow NaOCl + H_2O) \times 3$$
$$3NaOCl \longrightarrow NaClO_3 + 2NaCl$$

overall reaction

$$\boxed{3Cl_2 + 6NaOH \longrightarrow \underset{\text{sodium chlorate}}{NaClO_3} + 5NaCl + 3H_2O}$$

### تکسیدی اور رنگ کٹ تعامل (Oxidising and bleaching Action)

کلورین ایک اچھا تکسیدی اور رنگ کٹ عامل ہے۔ یہ نوزائیدہ آکسیجن کی وجہ سے ہے۔

$$H_2O + Cl_2 \longrightarrow HCl + \underset{\text{Hypo chlorous acid}}{HOCl}$$
$$HOCl \longrightarrow HCl + (O)$$

بے رنگ تکسیدی حاصل ← نوزائیدہ آکسیجن + رنگین مادّے

کلورین کا رنگ کٹ عمل مستقل ہے۔ یہ فیرس کے نمکوں کو فیرک میں، سلفائٹ کو سلفیٹ میں اور ہائڈروجن سلفائڈ کو سلفر میں تبدیل کر دیتا ہے۔

$$2FeCl_2 + Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$$
$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$
$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + HOCl \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + HCl + H_2O$$

مجملہ تعامل

$$\boxed{2FeSO_4 + H_2SO_4 + Cl_2 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2HCl}$$

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$
$$Na_2SO_3 + HOCl \longrightarrow Na_2SO_4 + HCl$$

مجملہ تعامل

$$\boxed{Na_2SO_3 + H_2O + Cl_2 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl}$$

$$Cl_2 + H_2S \longrightarrow 2HCl + S$$

### رنگ کٹ سفوف کی تیاری (Preparation of bleaching powder)

کلورین گیس کو خشک کیلشیم ہائیڈرا کسائڈ (Slaked lime) پر گذار کر رنگ کٹ سفوف (Bleaching powder) تیار کیا جاتا ہے۔

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \longrightarrow CaOCl_2 + H_2O$$

### ہٹاؤ تکسیلی تعاملات (Displacement redox reactions)

کلورین برومائڈس اور ایوڈائڈ نمکوں کے ساتھ ہٹاؤ تعامل سے برومین اور ایوڈین بناتے ہیں۔

$$Cl_2 + 2KBr \longrightarrow 2KCl + Br_2$$
$$Cl_2 + 2KI \longrightarrow 2KCl + I_2$$

### اضافی مرکبات کا بننا (Formation of Addition Compound)

سلفر ڈائی آکسائیڈ، کاربن مونو آکسائیڈ اور ایتھیلین کے ساتھ کلورین تعامل کر کے اضافی مرکبات بناتے ہیں اور alkanes/arenes کے ساتھ تعامل کر کے تبادلی حاصلات بناتے ہیں۔

$$SO_2 + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{Sulphuryl chloride}}{SO_2Cl_2}$$
$$CO + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{Carbonyl chloride}}{COCl_2}$$

$$C_2H_4 + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{ethylene dichloride}}{C_2H_4Cl_2}$$

$$CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + HCl$$

$$C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow{FeCl_3} C_6H_5Cl + HCl$$

### کلورین کے استعمالات:

1۔ یہ پینے کے پانی کی تقطیر یعنی Purification کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔

2۔ یہ کپاس، پارچہ بافی، کاغذ اور rayon کے لئے رنگ کٹ عامل کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

3۔ سونا اور پلاٹینم کی دھات سازی میں استعمال ہوتا ہے۔

## 3.3.2 ہائیڈروکلورک ترشہ (Hydrochloric acid)

### تجربہ گاہ میں تیاری

ہائڈروکلورک ترشہ کو تجربہ گاہ میں سوڈیم کلورائیڈ کو مرتکز سلفیورک ترشے کے ساتھ گرم کر کے بنایا جاتا ہے۔

$$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HCl$$

$$NaHSO_4 + NaCl \longrightarrow Na_2SO_4 + HCl$$

خشک کلورین گیس کو مرتکز سلفیورک ترشے سے گذار کر خشک ہائیڈروکلورک ترشہ حاصل کیا جاتا ہے۔

### خواص:

یہ ایک بے رنگ اور تیکھی بو والی گیس ہے۔ اسے آسانی سے مائع (نقطہ جوش 189K) اور سفید قلمی ٹھوس (نقطہ انجماد 159K) میں منجمد کیا جاسکتا ہے۔ یہ پانی میں اچھی طرح حل پذیر ہے۔

$$HCl\,(g) + H_2O\,(l) \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

### کیمیائی خواص:

تمام ترشوں کی طرح یہ بھی دھات سے ہائڈروجن گیس اور کاربن ڈائی آکسائیڈ کے ساتھ تعامل پا کر کاربونیٹ اور بئی کاربونیٹ کے نمک دیتا ہے۔

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

$$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$$

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2$$

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2$$

$$NaHCO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

یہ سوڈیم سلفائٹ (Sodium sulphite) کے ساتھ تعامل پا کر سلفر ڈائی آکسائیڈ خارج کرتی ہے۔

$$Na_2SO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2$$

جب تین حصے مرتکز HCl اور ایک حصہ مرتکز $HNO_3$ کو (3:1) ملایا جاتا ہے تو یہ تو ماء الملوک حاصل ہوتا ہے جس کا استعمال سونا، پلیٹینیم جیسی شریف دھاتوں کو حل کرنے میں کیا جاتا ہے۔

$$Au + 4H^+ + NO_3^- + 4Cl^- \longrightarrow AuCl_4^- + NO + 2H_2O$$

$$3Pt + 16H^+ + 4NO_3^- + 18Cl^- \longrightarrow 3[PtCl_6]^{2-} + 4NO + 8H_2O$$

**ہائیڈروکلورک ترشے کے استعمالات (Uses of Hydrochloric acid)**

1۔ ہائیڈروکلورک ترشہ کو کلورین، امونیم کلورائیڈ اور مکئی کے نشاستہ سے گلوکوز تیار کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

2 یہ ہڈیوں سے گلو (Glue) حاصل کرنے اور بون بلیک کی تخلیص میں استعمال کیا جاتا ہے۔

### 3.3.3۔ ہائیڈروجن کے ہیلائڈس کی طبعی اور کیمیائی خصوصیات میں رجحانات:

### (Trends in physical and chemical properties of hydrogen halides)

**تیاری:**

ہائیڈروجن اور ہیلوجن کا براہِ راست امتزاج ہی ہائیڈروجن کلورائیڈ تیار کرنے کا ایک اہم ذریعہ ہے۔ یہ تعامل ہائیڈروجن اور فلورین کے درمیان بہت ہی شدید ہوتا ہے، جب کہ ہائیڈروجن اور برومین کے درمیان اور ہائیڈروجن اور ایوڈین کے درمیان تعامل رجعی ہوتا ہے اور اس سے خالص حاصلات پیدا نہیں ہوتے۔

**ہٹاؤ تعاملات: (Displacement reactions)**

مرتکز سلفیورک ترشہ ، روانی کلورائیڈ کے ساتھ تعامل پا کر ہائیڈروجن کلورائیڈ بناتے ہیں۔ زیادہ تپش پر ہائیڈروجن سلفیٹ بنتا ہے، جو مزید روانی کلورائڈ کے ساتھ تعامل کرتا ہے۔ ہٹاؤ تعامل میں روانی فلورائڈس سے ہائیڈروجن فلورائڈس بناتے ہیں، مگر ہائیڈروجن برومائڈ اور ہائیڈروجن ایوڈائڈ اس طریقے سے تعامل نہیں کرتے، بلکہ ان کو تکسید کرنے کے لئے مرتکز سلیفورک ترشہ استعمال کیا جاتا ہے۔

**فاسفورس ٹرائی ہیلائڈ کی آب پاشیدگی (Hydrolysis of phosphorus trihalides)**

گیسی ہائیڈروجن ہیلائڈس تیار کرنے کے لئے پانی کے قطروں کو فاسفورس ٹرائی ہیلائڈس میں ملایا جاتا ہے، سوائے فاسفورس ٹرئی فلورائڈ کے۔

$$PX_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HX$$

ہائیڈروجن برومائڈ کو تیار کرنے کے لئے برومین کو قطرہ بہ قطرہ، فاسفورس اور پانی کی لئی پر گرایا جاتا ہے اور اسی طرح ہائیڈروجن ایوڈائڈ کو آسانی کے ساتھ پانی کے قطروں کو سرخ فاسفورس اور ایوڈین کے آمیزے میں گرا کر حاصل کیا جاتا ہے۔

$$2P + 3X_2 \longrightarrow 2PX_3$$

$$2PX_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HX$$

(where X=Br or I)

اگر اس میں ہیلوجن کے بخارات ہوں تو اس کو ایک نم سرخ فاسفورس کے ستون سے گذار کر انہیں خارج کر دیا جاتا ہے۔

**ہم گرفتہ ہائیڈرائڈس سے: (From covalent hydrides)**

ہائیڈروجن سلفائیڈ، ہیلوجن کو ہائیڈروجن کے ہیلائڈس میں تحویل کرتا ہے۔

$$H_2S + X_2 \longrightarrow 2HX + S$$

ہیلوجن کے ہائیڈروکاربنوں کے درمیان تعامل کے دوران ہائیڈروجن کلورائیڈ، بطورِ ضمنی حاصل (by-product)، حاصل ہوتا ہے۔

جدول 3.4 عام خواص

| | HF | HCl | HBr | HI |
|---|---|---|---|---|
| بندش کے توڑنے کی توانائی (KJmol[-1]) | +562 | +431 | +366 | +299 |
| روانی خصوصیت کا فی صد | 43 | 17 | 13 | 7 |

ہائڈروجن کے ہیلائڈوں میں گھٹتی ہوئی بندشی تحلیلی انتھالپی کی کمی کے ساتھ حرارتی قیام پذیری فلورائڈ سے ایوڈائڈ تک گھٹتی ہے۔

مثال کے طور پر ہائڈروجن ایوڈائڈ 400°C پر تحلیل پاتا ہے جب کہ ہائیڈروجن فلورائیڈ اور ہائڈروجن کلورائڈ اس تپش پر قیام پذیر ہیں۔

کمرے کی درجہ حرارت پر ہائیڈروجن کے ہیلائڈ کی نوعیت گیس ہے، جب کہ ہائیڈروجن فلورائڈ کو مائع کیا جا سکتا ہے۔ یہ گیسیں بے رنگ ہیں۔ مگر نم ہوا یعنی رطوبت کے ساتھ ردعمل کر کے سفید دھواں خارج کرتی ہیں، جو ہائیڈروہالک ترشہ کی بوندوں کے پیدا ہونے کی وجہ سے ہیں۔ HF میں طاقت ور ہائیڈروجن کی بندش پائی جاتی ہے۔ اسی وجہ سے اس کا نقطہ جوش اور نقطہ پگھلاؤ بہت زیادہ ہے۔ یہ اثر دیگر ہائیڈروجن ہیلائڈون میں موجود نہیں ہے۔

## تیزابی خواص: (Acidic Properties)

روانی سازی کی وجہ ہائڈروجن کے ہیلائڈ پانی میں پوری طرح حل پذیر ہیں۔

$$HX + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + X^-$$

(X – F, Cl, Br, or I)

لہذا ہائیڈروجن کے ہیلائڈس کا محلول ترشوی نوعیت رکھتا ہے۔ اس کو ہائیڈروہالک ترشہ (Hydrohalic acid) کہتے ہیں۔ (HI اور HBr) ہائیڈرو ایوڈک ترشہ اور ہائیڈروبرومک ترشہ پانی میں مکمل روانیت پاتے ہیں۔ لہذا یہ طاقتور ترشے ہیں۔ مگر HF کمزور ترشہ ہے، کیونکہ 0.1mM کا محلول میں صرف 10% رواں بناتا ہے۔ مگر HF کا 5M اور 15M کا محلول توازن کی وجہ سے طاقت ور ترشہ ہے۔

$$HF + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-$$

$$HF + F^- \rightleftharpoons HF_2^-$$

اعلیٰ ارتکاز میں توازنی حالت میں، فلورائڈ کے رواں کا اخراج بہت ضروری ہے۔ کیونکہ یہ ہائیڈروجن فلورائیڈ کی تحلیل کو متاثر کرتا ہے اور ہائیڈروجن کے رواں کے ارتکاز کو بڑھاتا ہے۔ بہت سے نمک جیسے $NaHF_2$، $KHF_2$، اور $NH_4HF_2$ ہیں، جو مستحکم (قیام پذیر) جانے جاتے ہیں۔ باقی کے ہائیڈروجن ہیلائڈس، ہائیڈروجن ڈائی ہیلائڈ نہیں بناتے۔

Hydrohalic acids خاص ترشوی خواص رکھتے ہیں۔ یہ ترشے کے ساتھ تعامل پا کر نمک بناتے ہیں اور دھات کے ساتھ تعامل پا کر اساس بناتے ہیں اور ہائیڈروجن گیس خارج کرتے ہیں۔ نم ہائیڈروفلورک ترشہ (خشک نہیں) تیزی کے ساتھ سلیکا اور شیشہ کے ساتھ تعامل کرتا ہے۔

$$SiO_2 + 4HF \longrightarrow SiF_4 + 2H_2O$$

$$Na_2SiO_3 + 6HF \longrightarrow Na_2SiF_6 + 3H_2O$$

**تکسید (Oxidation)** ہائیڈروجن ایوڈائڈ تکسید پا کر ایوڈین کی تشکیل کرتا ہے، اس لئے یہ ایک اچھا تحویلی عامل ہے۔

$$2HI \rightleftharpoons 2H^+ + I_2 + 2e^-$$

ایوڈائڈ کے ترشوی محلول فوری تکسید پاتے ہیں۔ مثبت نتیجے کے طور پر ایوڈین خارج ہوتا ہے۔ یہ نشاستہ کے ساتھ تعامل پا کر نیلا۔ سیاہ رنگ دیتا ہے۔

HI کی بہ نسبت ہائیڈروجن برومائڈ بہت مشکل سے تکسید پاتا ہے۔ $H_2SO_4$ کو HBr، آہستہ سے تحویل کرکے $SO_2$ بناتا ہے۔

$$2HBr + H_2SO_4 \longrightarrow 2H_2O + Br_2 + SO_2$$

مگر ہائیڈروجن ایوڈائڈ اور روانی ایوڈائڈ فوری طور پر $H_2SO_4$ کو $H_2S$ میں تحویل کرتے ہیں، نہ کہ $SO_2$ میں۔

$$8HI + H_2SO_4 \longrightarrow 4H_2O + 4I_2 + H_2S$$

ہائیڈروجن ایوڈائڈ کی تحویلی خصوصیت کو، اس کا الکوحل کے ساتھ تعامل پاکر ایتھین میں تبدیل پانے سے سمجھایا جاسکتا ہے۔ یہ نائٹرک ترشہ کو نائٹرس ترشہ اور ڈائی نائٹروجن ڈائی آکسائیڈ کو امونیم میں تبدیل کرتا ہے۔

ہائیڈروجن کلورائیڈ، مرتکز سلفیورک ترشے کے ساتھ تعامل نہیں کرتا۔ مگر $MnO_2$ ، پوٹاشیم پرمنگنیٹ یا پوٹاشیم ایوڈائڈ جیسے طاقتور تکسیدی عاملوں کے ساتھ یہ تعامل پاتا ہے۔

جدول 3.5

| خصوصیت | درجہ (ترتیب) |
|---|---|
| ہائڈروجن کے ساتھ تعامل | فلورین سے ایوڈین تک گھٹتی ہے۔ |
| قیام پزیری | HF سے HI تک گھٹتی ہے۔ |
| ہائڈرائڈوں کی طیران پذیری | HF < HI < HBr < HCl |
| حرارتی قیام پذیری | HF > HCl > HBr > HI |
| نقطہ جوش | HCl < HBr < HI |
| ترشہ کی طاقت | HF سے HI تک گھٹتی ہے |

### 3.3.4 بین ہیلوجنی مرکبات: (Inter halogen compounds)

ہر ایک ہیلوجن دوسرے ہیلوجن کے ساتھ تعامل کرتا ہے اور بین ہیلوجنی مرکبات کا ایک سلسلہ بناتا ہے۔ مندرجۂ ذیل کے جدول میں بین ہیلوجنی مرکبات A اور B دیا گیا ہے۔ اس میں A کی برق منفیت (electronegative) B سے کم ہے۔

جدول 3.6

| AB | $AB_3$ | $AB_5$ | $AB_7$ |
|---|---|---|---|
| ClF | $ClF_3$ | $IF_5$ | $IF_7$ |
| BrF | $BrF_3$ | $BrF_5$ | |
| IF | $IF_3$ | | |
| BrCl | $ICl_3$ | | |
| ICl | | | |
| IBr | | | |

#### بین ہیلوجنی مرکبات کے خواص: (Properties of Inter Halogen compounds)

(i) مرکزی جوہر کی جسامت زیادہ ہوگی۔

(ii) یہ تعامل صرف دو ہیلوجنوں کے درمیان ہوگا، اور دو سے زیادہ ہیلوجنوں کے درمیان نہیں ہوگا۔

(iii) فلورین مرکزی دھاتی عنصر نہیں بن سکتا، کیونکہ اس کی جسامت بہت چھوٹی ہوتی ہے۔

(iv) فلورین کی برقی منفیت زیادہ اور جسامت بھی بہت چھوٹی ہے۔اس لئے یہ مرکزی جوہر کے ساتھ زیادہ کوآرڈی نیشن عدد زیادہ رکھتا ہے۔

(v) یہ خودکار روانیت دیتے ہیں۔

$$2\,ICl \rightleftharpoons I^{+} + ICl_2^{-}$$

$$2\,ICl_3 \rightleftharpoons ICl_2^{+} + ICl_4^{-}$$

(vi) یہ ایک طاقتور تکسیدی عامل ہیں۔

### قلیوں کے ساتھ تعامل :

جب قلیوں کے ساتھ گرم کرنے پر، بڑے ہیلوجن آکسی ہیلوجن اور چھوٹے ہیلوجن ہیلائڈ بناتے ہیں۔

$$BrF_5 \xrightarrow{OH^-} 5F^- + BrO_3^-$$

Bromate ion

$$ICl \xrightarrow{OH^-} Cl^- + OI^-$$

Hypo iodite ion

### بین ہیلوجنی مرکبات کی ساخت:

ان کی سالماتی ساخت بہت دلچسپ ہے، جن کی وضاحت VSEPR نظریہ کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔اس کی تفصیلات جدول میں دی گئی ہے۔

جدول 3.7

| قسم | ساخت | مخلوطیت | بندشی جوڑی/تنہا جوڑی |
|---|---|---|---|
| AX | خطی | $sp^3$ | 1 / 3 |
| $AX_3$ | T نما | $sp^3d$ | 3 / 2 |
| $AX_5$ | مربع اہرامی | $sp^3d^2$ | 5 / 1 |
| $AX_7$ | پانچ سطحی دواہرامی | $sp^3d^3$ | 7 / 0 |

### 3.3.5 ہیلوجن کے آکسائیڈس (Oxides of Halogens)

فلورین آسانی سے آکسیجن کے ساتھ تعامل کر کے ڈائی فلورین آکسائیڈ ($F_2O$) اور ڈائی فلورین ڈائی آکسائیڈ ($F_2O_2$) بناتے ہیں۔اس کی تکسیدی حالت (1-) ہے۔دوسرے ہیلوجن آکسیجن کے ساتھ تعامل نہیں، مگر مندرجۂ ذیل آکسائیڈ کو کچھ بلاراست طریقوں سے تیار کیا جاسکتا ہے۔ سوائے فلورین کے، تمام ہیلوجن کی تکسیدی حالت مثبت ہوتی ہے

جدول 3.8

| قسم | $X_2O$ | $XO_2$ | $X_2O_5$ | $X_2O_6$ | $X_2O_7$ | دیگر |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تکسیدی حالت | +1 | +4 | +5 | +6 | +7 | - |
| F | - | - | - | - | - | $OF_2$ (-1)<br>$O_2F_2$ (-1)<br>$O_4F_2$ (-1) |
| Cl | $Cl_2O$ | $ClO_2$ | - | $Cl_2O_6$ | $Cl_2O_7$ | $Cl_2O_4$ (+4) |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Br | $Br_2O$ | $BrO_2$ | - | - | - | - |
| I | - | - | $I_2O_5$ | - | - | $I_4O_9$<br>$I_2O_4$ (+4) |

### 3.3.6 ہیلوجن کے آکسوایسڈ (Oxoacids of Halogens)

کلورین چار قسم کے اکسوایسڈ بناتے ہیں۔ وہ ہئی پوکلورس ترشہ،کلورس ترشہ،کلورک اور پرکلورک ترشہ ہیں۔ برومین اور ایوڈین اسی طرح کے ترشے بناتے ہیں سوائے ہیلس ترشہ کے، جب کہ فلورین ہئی پوفلورک ترشہ بناتا ہے۔آکسوایسڈوں کی تکسیدی قوت کی ترتیب اس طرح ہے۔

$$HOX > HXO_2 > HXO_3 > HXO_4$$

جدول 3.9

| قسم | HOX | $HXO_2$ | $HXO_3$ | $HXO_4$ |
|---|---|---|---|---|
| | X = Cl, Br and I | | | |
| عام نام | Hypohalous acid | Halous acid | Halic acid | Perhalic acid |
| تکسیدی حالت | +1 | +3 | +5 | +7 |
| F | HOF | - | - | - |
| Cl | HOCl | $HClO_2$ | $HClO_3$ | $HClO_4$ |
| Br | HOBr | | $HBrO_3$ | $HBrO_4$ |
| I | HOI | | $HIO_3$ | $HIO_4$ |

## 3.4 گروپ 18 (جامد گیس) کے عناصر

### 3.4.1 وقوع پذیری

یہ تمام گیسیں کرہ فضا میں پائی جاتی ہیں۔

**طبیعی خواص :**

اگر ان عناصر کے خصوصیات کو گروپ میں اوپر سے (ہیلیم سے ریڈان) کا مطالعہ کیا جائے تو ان کے جوہری نصف قطر اور نقطہ جوش میں بتدریج اضافہ ہوتا ہے۔ان کی پہلی روانی توانائی ہیلیم سے ریڈان کی طرف گھٹتی ہے۔دوسرے عناصر کے مقابلے میں جامد گیسوں میں زیادہ روانی توانائی ہوتی ہے، کیونکہ ان یک بیرون ترین خول مکمل ہوتے ہیں۔ وہ انتہائی مستحکم ہیں اور الکٹران کو کھونے یا حاصل کرنے کا رجحان بہت کم رکھتے ہیں۔گروپ 18 کے عام طبیعی خواص کو ذیل کی جدول میں دیا گیا ہے۔

| خواص | Neon | Argon | Krypton | Xenon | Radon |
|---|---|---|---|---|---|
| 293K پر طبیعی حالت | گیس | گیس | گیس | گیس | گیس |
| جوہری عدد | 10 | 18 | 36 | 54 | 86 |

| ہم جا | $^{20}Ne$ | $^{40}Ar$ | $^{84}Kr$ | $^{132}Xe$ | $^{211}Rn$, $^{220}Rn$, $^{222}Rn$ |
|---|---|---|---|---|---|
| جوہری عدد ($g.mol^{-1}$ at 293 K) | 20.18 | 39.95 | 77.92 | 131.29 | [222] |
| الکٹرانی تشکیل | $[He]2s^2 2p^6$ | $[Ne]3s^2 3p^6$ | $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^6$ | $[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^6$ | $[Xe] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^6$ |
| جوہری نصف قطر (Å) | 1.54 | 1.88 | 2.02 | 2.16 | 2.20 |
| کثافت ($g.cm^{-3}$ at 293 K) | $8.25 \times 10^{-4}$ | $1.63 \times 10^{-3}$ | $3.42 \times 10^{-3}$ | $5.37 \times 10^{-3}$ | $9.07 \times 10^{-3}$ |
| نقطہ پگھلاؤ (K) | 24.56 | 83.81 | 115.78 | 161.4 | 202 |
| نقطہ جوش (K) | 27.104 | 87.30 | 119.74 | 165.05 | 211.5 |

جدول 3.10 گروپ 18 عناصر کے عام طبیعی خواص

## جامد گیسوں کے طبیعی خواص (Properties of inert gases)

### طبیعی خواص

سبھی نوبل گیسیں ایک جوہری ہوتے ہیں۔ یہ بے بو، بے رنگ، بغیر ذائقے اور غیر احتراق پذیر گیسیں ہوتی ہیں۔ عام طور پر نوبل گیسیں غیر تعامل پذیر ہیں اور یہ ادھات کے خواص رکھتے ہیں۔

### کیمیائی خواص

صرف زینان اور کرپٹان کیمیائی تعاملات میں حصہ لیتے ہیں۔ زینان اور فلورین براہِ راست تعامل پا کر مناسب تجرباتی حالت کے تحت زینان فلورائڈ بناتے ہیں۔

$$Xe + F_2 \xrightarrow[400^0C]{Ni} XeF_2$$

$$Xe + 2F_2 \xrightarrow[400^0C]{Ni/acetone} XeF_4$$

$$Xe + 3F_2 \xrightarrow[400^0C]{Ni/200\ atm} XeF_6$$

جب $XeF_6$ کو 50°C تک مہر بند کوارٹز کے برتن میں گرم کیا جاتا ہے تو $XeOF_4$ بنتا ہے۔

$$2XeF_6 + SiO_2 \xrightarrow{50^0C} 2XeOF_4 + SiF_4$$

جب کیمیائی تعاملات کو مزید آگے بڑھایا جاتا ہے تو درج ذیل تعامل ہوتا ہے۔

$$2XeOF_4 + SiO_2 \longrightarrow 2XeO_2F_2 + SiF_4$$

$$2XeO_2F_2 + SiO_2 \longrightarrow 2XeO_3 + SiF_4$$

آبی بخارات کے ساتھ $XeF_6$ کی آب پاشیدگی سے $XeO_3$ حاصل ہوتا ہے۔

$$XeF_6 + 3H_2O \longrightarrow XeO_3 + 6HF$$

جب $XeF_6$ کو 2.5M NaOH کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے تو سوڈیم پرزینیٹ $Na_4XeO_6$ حاصل ہوتا ہے۔

$$2XeF_6 + 16NaOH \longrightarrow Na_4XeO_6 + Xe + O_2 + 12NaF + 8H_2O$$

سوڈیم پرزینیٹ ایک طاقت ور تکسیدی عامل ہے۔ مثال کے طور پر میگنیز (II) رواں تکسید پا کر پرمنگنیٹ کے رواں بناتے ہیں۔ بغیر کسی تماسی عامل کے یہ ردعمل ہوتا ہے۔

$$5XeO_6^{4-} + 2Mn^{2+} + 14H^+ \longrightarrow 2MnO_4^- + 5XeO_3 + 7H_2O$$

زینان $PtF_6$ کے ساتھ تعامل پا کر زرد مائل ٹھوس [$XePtF_6$] بناتے ہیں، جو $CCl_4$ کے محلول میں غیر حل پذیر ہیں۔

زینون ڈائی فلورائڈ اضافی مرکبات $XeF_2.2SbF_5$ اور $XeF_2.2TaF_5$ بناتا ہے۔ زینون ہکسا فلورائڈس، بوران اور قلوی دھاتوں کے ساتھ مرکبات بناتے ہیں۔ مثال: $XeF_6$ $BF_3$، $XeF_6$ $MF_6$۔ اس میں M قلوی دھاتیں ہیں۔

اسی طرح $XeCl_2$ زینان ڈائی کلورائیڈ کی موجودگی کا ثبوت بھی ملتا ہے۔

جب کرپٹان اور فلورین کو 183°C پر برقی رو کو گزارا جاتا ہے تو کرپٹان ڈئی فلورائڈ بنتا ہے۔ اگر ان گیسوں کو $SbF_5$ کے ساتھ اشعایا (irradiated) جاتا ہے تو یہ $KrF_2.2SbF_3$ بنتا ہے۔

جدول 3.11 زینان کے مرکب کی ساخت

| مرکبات | مخلوطیت | ساخت |
|---|---|---|
| XeF | $sp^3d$ | خطی |
| $XeF_4$ | $sp^3d^2$ | مربع سطحی |
| $XeF_6$ | $sp^3d^3$ | بے شکل آٹھ سطحی |
| $XeOF_2$ | $sp^3d$ | T نما |
| $XeOF_4$ | $sp^3d^2$ | مربع اہرامی |
| $XeO_3$ | $sp^3$ | اہرامی |

## جامد گیسوں کے استعمالات: (Uses of Nobel Gases)

نوبل گیسوں کی غیر فعالیت (جامد خاصیت) ہی ان کے عملی استعمالات کی اہم خصوصیات ہے۔

### ہیلیم (Helium)

1۔ ہیلیم اور آکسیجن کے آمیزہ کو غوطہ خور، ہوا- آکسیجن کے آمیزے کی جگہ استعمال کرتے ہیں، جو تکلیف، درد خطرناک حالت جس کو موڑ (bends) کہتے ہیں۔ ان تمام سے بچاتا ہے۔

2۔ ہیلیم کو دھاتوں کے برقی چنکاری اور دھاتی ویلڈنگ کے دوران غیر فعال ماحول کو مہیا کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

3۔ ہیلیم کا نقطہ جوش بہت کم ہوتا ہے۔لہذا اس کو کریوجنکس (بہت کم تپش کی سائنس) میں استعمال کیا جاتا ہے۔

4۔ یہ ہوا سے کم کثافت والی گیس ہے۔اس لئے اس کو غباروں میں بھرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

### نیان (Neon)

نیان کا استعمال اشتہارات کے فلوریت والے بلبوں اور سرخ بلبوں میں، شاندار سرخ چمک حاصل کرنے کے لئے شیشہ کی نالیوں میں کم دباؤ پر نیان گیس بھر کر ان کے اندر برقی روگذاری جاتی ہے۔

### آرگان (Argon)

ارگان کا استعمال بجلی کے بلبوں کی بتیوں (Filament) کی کارکردگی کو زیادہ کرتا ہے اور گرم ہو کر تکسید پانے سے بچاتا ہے۔

### کرپٹان (Krypton)

کرپٹان کا استعمال فلوریت والے بلبوں میں اور Flash بلبوں میں ہوتا ہے۔

کرپیٹان گیس بھرے لیمپ ایرپورٹ میں استعمال ہوتے ہیں کیونکہ ان کی روشنی گہرے کہر اور دھند سے بھی گزر جاتی ہے، جس سے ہوائی جہازوں کو رن وے پر اترنے میں آسانی ہوتی ہے۔

### زینان:(Xenon)

زینان کا استعمال فلوریت والے بلب، فلیش Flash بلب اور Laser لائٹ میں ہوتا ہے۔ زینان فوری طور پر تیز روشنی خارج کرتا ہے۔ اسی وجہ سے اس کا استعمال فوٹو گرافی کے بلبوں میں ہوتا ہے۔

### ریڈان(Radon)

ریڈان ایک تابکار عنصر ہے۔ اس لئے یہ گاما شعاعیں بنانے کا ایک اچھا ذریعہ ہے۔ ریڈان گیس کو چھوٹے چھوٹے کیپسول کی طرح مہر بند کر دیا جاتا ہے اور malignant یعنی سرطان کے خلیوں کو تباہ کرنے کے لئے جسم کے اندر استعمال کیا جاتا ہے۔

## خلاصہ

- وقوع پذیری: کرۂ فضا کے تقریباً 78% حصہ میں نائٹروجن گیس موجود ہے۔ یہ زمین کے قشر میں سوڈیم نائٹریٹ (چلی سالٹ پیٹر) اور پوٹاشیم نائٹریٹ (ہندوستانی نمک) کے طور پر موجود ہے۔
- نائٹروجن: نائٹروجن ماحول میں پائے جانے والی اہم گیس ہے۔ حجم کے لحاظ سے 78% ہے۔ اس کو صنعتی طور پر نائٹروجن کو مائع ہوا کے کسری کشید کے طریقے سے الگ کیا جاتا ہے۔
- یوریا کی آب پاشیدگی سے امونیا تشکیل پاتا ہے۔
- مساوی مقدار میں پوٹاشیم یا سوڈیم نائٹریٹ کو مرتکز سلفیورک ترشے کے ساتھ گرم کر کے نائٹرک ترشہ تیار کیا جاتا ہے۔
- زیادہ تر تعاملات میں نائٹرک ترشہ ہم تکسیدی عامل کے طور پر کام کرتا ہے۔ لہذا اس کی تکسیدی حالت 5+ سے نچلے حصے میں پہنچ جاتی ہے۔ یہ دھاتوں کے ساتھ تعامل پا کر ہائیڈروجن گیس خارج نہیں کرتا۔
- نائٹرک ترشے کا دھاتوں کے ساتھ ردعمل کی وضاحت تین مراحل میں مندرجۂ ذیل ہے۔
  - ابتدائی ردعمل : دھاتی نائٹریٹ بنتا ہے اور نوزائیدہ ہائیڈروجن کو خارج کرتا ہے۔
  - ثانوی ردعمل : نوزائیدہ ہائیڈروجن، نائٹرک ترشہ کے تحویلی حاصلات تیار کرتا ہے۔
  - ثلاثی ردعمل : ثانوی ردعمل سے حاصل شدہ حاصلات تحلیل پاتے ہیں یا تو کیمیائی تعامل پا کر نئے حاصلات بنتے ہیں۔
- فاسفورس کئی بہروپی شکلوں میں پایا جاتا ہے۔ ان میں سفید، سرخ اور سیاہ فاسفورس سب سے عام ہیں۔
- زرد فاسفورس کی نوعیت زہریلی ہے۔ اس میں لہسن جیسی مخصوص بو پائی جاتی ہے۔ یہ اندھیرے میں تکسید پا کر چمکتا ہے۔ جسے فاسفوریت Phosphorescence کہتے ہیں۔
- زرد فاسفورس احتراق پذیر ہے۔ ہوا میں یہ فوری طور پر جل کر فاسفورس پنٹا آکسائیڈ کا سفید دھواں خارج کرتا ہے۔
- سوڈیم ہائڈرآکسائیڈ اور سفید فاسفورس کے تعامل سے فاسفین تیار ہوتی ہے۔ اس دوران کاربن ڈائی آکسائیڈ یا ہائیڈروجن کا غیر فعال ماحول بنایا جاتا ہے۔

- فاسفین زیادہ مقدار میں دھواں خارج کرتا ہے اس لئے اس کو دھویں کا اسکرین (Smoke screen) بنانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
- کلورین کو جب سفید فاسفورس سے آہستہ سے گذارا جاتا ہے تو فاسفورس ٹرائی کلورائڈ بنتا ہے۔
- فاسفورس ٹرائی کلورائڈ اور فاسفورس پنٹا کلورائیڈ کو بطور کلورنیٹنگ ایجنٹ (عامل) استعمال کیا جاتا ہے۔
- آکسیجن ایک مقناطیسی خاصیت (Paramagnetic) رکھتا ہے اور دو بہروپی شکلوں ($O_2$) ڈائی آکسیجن اور ($O_3$) ٹرائی آکسیجن یعنی اوزون کی شکل میں موجود ہے۔
- اوزون کو عام طور پر نامیاتی مرکبات کی تکسید کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
- گندھک (سلفر) قلمی اور نقلمی بہروپ کی شکلوں میں موجود ہے۔ قلمی سلفر میں معین نما سلفر (α-sulphur) اور مونوکلینک سلفر (β-sulphur) شامل ہیں۔ نقلمی بہروپی سلفر میں پلاسٹک سلفر (γ-sulphur) ، سلفر کا دودھ اور معلق سلفر شامل ہیں۔
- سلفیورک ترشے کی تیاری دو طریقوں سے ہوتی ہے۔

  (i) تماسی طریقہ (Contact process) اور (ii) سیسہ کے خانہ کا طریقہ (Lead chamber process)
- جب $SO_3$ کو پانی میں حل کیا جاتا ہے تو مونو ہائیڈریٹ ($H_2SO_4.H_2O$) اور ڈائی ہائیڈریٹس ($H_2SO_4.2H_2O$) بناتا ہے۔ اور یہ تعامل بروں حراری ہے۔
- ہیلوجن ہمیشہ مشترکہ یا امتزاجی شکل میں ہوتے ہیں، کیونکہ وہ انتہائی ردعمل رکھتے ہیں۔
- کلورین کی صنعتی تیاری کے لئے نمک کا پانی (brine) کی برق پاشیدگی کا طریقہ استعمال ہوتا ہے جس میں Brine ایک برق پاشیدہ محلول ہے۔ اس عمل میں HCl کو ہوا کی موجودگی میں تکسید کیا جاتا ہے۔ اس کو Deacon's Process ڈیکن کا عمل کہتے ہیں۔
- کلورین، نوزائیدہ آکسیجن کی وجہ سے ایک طاقت ور تکسیدی عامل اور بطور رنگ کٹ عامل استعمال ہوتا ہے۔
- جب مرتکز ہائیڈروکلورک ترشہ کا 3 حصہ اور مرتکز نائٹرک ترشہ کا ایک حصہ ملایا جاتا ہے تو Aqua regia (ماءالملوک) حاصل ہوتا ہے۔ یہ سونا اور پلاٹینیم کو حل کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔
- ہائیڈروجن کے ہیلائڈ پانی میں انتہائی حل پذیر ہیں، کیونکہ اس میں اعلیٰ روانیت سازی ہوتی ہے۔
- ہر ایک ہیلوجن، دوسرے ہیلوجن کے ساتھ مل کر مرکبات کا ایک سلسلہ بناتے ہیں۔ اس کو بین ہیلوجنی مرکبات کہتے ہیں۔
- فلورین آسانی سے آکسیجن کے ساتھ ردعمل کر کے ڈائی فلورین آکسائیڈ اور ڈائی فلورین ڈائی آکسائیڈ بناتے ہیں اور تکسیدی حالت (1-) ہے۔
- تمام جامد گیسیں کرہ فضا میں پائی جاتی ہیں۔
- یہ انتہائی مستحکم (قیام پذیر) ہیں۔ یہ الیکٹرانوں کو حاصل کرنے یا کھونے کا رجحان بہت کم رکھتے ہیں۔
- سوڈیم پرزینیٹ طاقت ور تکسیدی خاصیت رکھتا ہے۔
- جامد گیس کی غیر محرک یا غیر فعالیت ان کے عملی استعمال کی اہم خصوصیت ہے۔

## I۔ صحیح جواب منتخب کیجئے:

1۔ مندرجۂ ذیل میں کس میں $NH_3$ استعمال نہیں کیا جاتا؟

(a) Nessler's Reagent

(b) گروپ (iv) کے بنیادی عناصر کی تشخیص کے لئے عامل

(c) گروپ (iii) کے بنیادی عناصر کی تشخیص کے لئے عامل

(d) Tollen's Reagent

2۔ ان میں کون سا بیان نائٹروجن کے بارے میں صحیح ہے؟

(a) کم ترین برقی منفیت والا عنصر

(b) آکسیجن کے مقابلے میں کم روانی انتھالپی رکھتا ہے۔

(c) d-مدار رکھتا ہے۔

(d) خود سے $p\pi$-$p\pi$ بندش بنانے کی قابلیت رکھتے ہیں۔

3۔ ایک عنصر جو دوری جدول کے گروپ 15 اور تیسرے دور سے تعلق رکھتا ہے، اس کی برقیاتی تشکیل (الکٹرانی تشکیل) اس طرح ہوگی۔

a) $1s^2 2s^2 2p^4$ b) $1s^2 2s^2 2p^3$

c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

4۔ ایک ٹھوس (A) جب NaOH کے آبی محلول کے ساتھ تعامل پاتا ہے تو ایک بدبودار گیس (B) خارج ہوتی ہے جو فوری طور پر ہوا میں جلتی ہے۔
A اور B یہ ہیں۔

a) $P_4$(red) and $PH_3$ b) $P_4$(white) and $PH_3$

c) $S_8$ and $H_2S$ d) $P_4$(white) and $H_2S$

5۔ $PCl_5$ کی آب پاشیدگی Hydrolysis سے یہ حاصل ہوتا ہے۔

a) $H_3PO_3$ b) $PH_3$

c) $H_3PO_4$ d) $POCl_3$

6۔ ٹھنڈے پانی کے ساتھ $P_4O_6$ تعامل پاکر یہ دیتا ہے۔

a) $H_3PO_3$ b) $H_4P_2O_7$

c) $HPO_3$ d) $H_3PO_4$

7۔ پائروفاسفورس ترشے $(H_4P_2O_5)$ کی اساسیت یہ ہے۔

a) 4 b) 2

c) 3 d) 5

8۔ دیئے گئے ارتھوفاسفورک ترشے کی سالمیت (molarity) 2M ہے۔ اس کی نارملٹی (Normality) یہ ہوگی۔

a) 6N b) 4N

c) 2N d) none of these

9۔ توثیق: فلورین گیس کی بہ نسبت، کلورین کی بندش کے توڑنے کی توانائی (bond dissociation energy) زیادہ ہے۔

سبب: فلورین کی بہ نسبت کلورین میں الکٹرانوں کی دفع (repulsion) زیادہ ہے۔

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

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

(c) توثیق صحیح ہے، مگر سبب غلط ہے۔

(d) توثیق اور سبب دونوں غلط ہیں۔

10۔ مندرجۂ ذیل میں کون سا طاقتور تکسیدی عامل ہے۔

a) $Cl_2$ b) $F_2$

c) $Br_2$ d) $I_2$

11۔ ہائیڈروجن کے ہیلائڈ کی حرارتی استحکام کی صحیح ترتیب اس طرح ہے۔

a) HI > HBr > HCl > HF b) HF > HCl > HBr > HI

c) HCl > HF > HBr > HI d) HI > HCl > HF > HBr

12۔ مندرجۂ ذیل مرکبات میں سے کون سا مرکب تشکیل نہیں پاتا؟

a) $XeOF_4$ b) $XeO_3$

c) $XeF_2$ d) $NeF_2$

13۔ آسانی سے مائع حالت میں تبدیل ہونے والی گیس یہ ہے۔

a) Ar b) Ne

c) He d) Kr

14۔ $XeF_4$ کی مکمل آب پاشیدگی سے یہ حاصل ہوتا ہے۔

a) $XeOF_4$ b) $XeO_2F_2$

c) $XeO_3$ d) $XeO_2$

15۔ ذیل میں کون سا سب سے طاقتور ترشہ ہے۔

a) HI b) HF

c) HBr d) HCl

16۔ بندش کے توڑنے کی توانائی (bond dissociation energy) سے متعلق مندرجہ ذیل میں ہیلوجن کی کونسی ترتیب درست ہے؟ (NEET)

a) $Br_2 > I_2 > F_2 > Cl_2$ b) $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

c) $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$ d) $Cl_2 > Br_2 > F_2 > I_2$

17۔ مندرجہ ذیل میں ترشویت کی صحیح ترتیب یہ ہے۔ (NEET)

a) $HClO_2 < HClO < HClO_3 < HClO_4$ b) $HClO_4 < HClO_2 < HClO < HClO_3$

c) $HClO_3 < HClO_4 < HClO_2 < HClO$ d) $HClO < HClO_2 < HClO_3 < HClO_4$

18۔ جب تانبے کو مرتکز HNO3 کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے تو یہ حاصل ہوتا ہے۔

a) $Cu(NO_3)_2$ , NO and $NO_2$ b) $Cu(NO_3)_2$ and $N_2O$

c) $Cu(NO_3)_2$ and $NO_2$ d) $Cu(NO_3)_2$ and NO

## درج ذیل سوالات کے جوابات دیجئے۔

1۔ جامد جوڑی (Inter pair) کا اثر کیا ہے؟

2۔ چالکوجن گروپ کا تعلق p-بلاک سے ہے۔ سبب بتائیے۔

3۔ فلورین کی تکسیدی حالت ہمیشہ 1- ہوتی ہے، اس کی وضاحت کریں۔

4۔ مندرجہ ذیل میں ہیلوجن کی تکسیدی حالت لکھئے۔

a) $OF_2$ b) $O_2F_2$ c) $Cl_2O_3$ d) $I_2O_4$

5۔ بین ہیلوجنی مرکبات کیا ہیں؟ مثالیں دیجئے۔

6۔ دوسرے ہیلوجنوں کے مقابلے میں فلورین زیادہ تعامل پذیر ہیں۔ اس کی وجہ بتائیے۔

7۔ ہیلیم کے استعمالات بتائیے۔

8۔ IF7 میں ایوڈین کی مخلوطیت (Hybridisation) کیا ہے؟ اس کی ساخت بتائیے۔

9۔ کلورین کے ساتھ ٹھنڈے اور گرم NaOH کے درمیان تعامل کے لئے متوازن کیمیائی مساوات لکھئے۔

10۔ تجربہ گاہ میں کلورین کس طرح تیار کی جاتی ہے ؟

11۔ سلفیورک ترشے کے استعمالات لکھئے۔

12۔ ایک سبب کے ساتھ یہ بتائیے کہ سلفیورک ترشہ ایک نابیدہ عامل ہے۔

13۔ نائٹروجن کے خاص طرز عمل کی وجہ بیان کیجئے۔

14۔ مندرجہ ذیل کے سالماتی اور ساختی ضابطے لکھئے۔

(a) نائٹرک ترشہ (b) ڈائی نائٹروجن پنٹا کسائڈ

(c) فاسفورک ایسڈ (d) فاسفین

15۔ آرگان کے استعمالات لکھئے۔

16۔ گروپ 15 کے عناصر کی گرفتی خول کی الکٹرانی تشکیل لکھئے۔

17۔ فاسفین کے کیمیائی نوعیت کو ظاہر کرتے ہوئے کوئی دو مساوات لکھئے۔

18۔ نائٹرک ترشہ اور ایک اساسی آکسائیڈ کے درمیان ایک کیمیائی تعامل لکھئے۔

19۔ جب $PCl_5$ کو گرم کیا جائے تو کیا ہوگا؟

20۔ وجہ بتائیں کہ HF کیوں ایک کمزور ترشہ ہے جب کہ دیگر تمام ہیلوجن کے دوہری ترشے، طاقتور ترشے ہیں۔

21۔ (HOF) ہائپوفلورس ترشے میں آکسیجن کا تکسیدی عدد حاصل کیجئے۔

22۔ ان میں کس قسم کی مخلوطیت (hybridisation) ہوتی ہے ؟

(a) $BrF_5$ (b) $BrF_3$

23۔ مندرجۂ ذیل تعاملات کو مکمل کیجئے۔

1. $NaCl + MnO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow$

2. $NaNO_2 + HCl \longrightarrow$

3. $P_4 + NaOH + H_2O \longrightarrow$

4. $AgNO_3 + PH_3 \longrightarrow$

5. $Mg + HNO_3 \longrightarrow$

6. $KClO_3 \xrightarrow{\Delta}$

7. $Cu + \overset{\text{Hot conc}}{H_2SO_4} \longrightarrow$

8. $Sb + Cl_2 \longrightarrow$

9. $HBr + H_2SO_4 \longrightarrow$

10. $XeF_6 + H_2O \longrightarrow$

11. $XeO_6^{4-} + Mn^{2+} + H^+ \longrightarrow$

12. $XeOF_4 + SiO_2 \longrightarrow$

13. $Xe + F_2 \xrightarrow[400^0C]{Ni / 200\ atm}$

# اکائی 4

# مروری (عبوری) اور اندرونی مروری (عبوری) عناصر
# (TRANSITION AND INNER TRANSITION ELEMENTS)

RMW3V

Martin Heinrich Klaproth,
(1743— 1817)

### مارٹن ہینرچ لاپ روتھ

مارٹن ہینرچ لاپ روتھ، ایک جرمن کیمیاء دان ہیں، جنھوں کی یورینیم، زِرکونیم اور سیریم کی دریافت کی۔ حالانکہ انہوں نے ان کو ان کی دھاتی حالت میں حاصل نہیں کیا، انہوں نے انہیں جداگانہ عناصر (distinct elements) کہا۔ انہوں نے Titanium، Tellurium اور Strontium کے دریافت ہونے کی تصدیق کی۔ تجزیاتی کیمیاء (Analytical chemistry) اور علوم معدنیات (Mineralogy) کی ترتیب میں ان کا بہت ہی اہم رول رہا ہے۔

## سیکھنے کے مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہوجائیں گے کہ

- دوری جدول میں d اور f عناصر کے مقام کے بارے میں سیکھ سکیں گے۔
- 3d سلسلہ میں موجود عناصر کے خواص اور رجحانات سے متعلق وضاحت کرسکیں گے۔
- Standard Electrode Potential $M^{n+}/M$ کے رجحانات سے متعلق وضاحت کرسکیں گے۔
- E° کی قیمتوں کو مدِ نظر رکھتے ہوئے تکسیدی اور تحویلی خصوصیت کو پیشین گوئی کرسکیں گے۔
- d بلاک کے عناصر کا بھرت، کامپلکس اور بین خلوی مرکبات بننے کے رجحانات سے متعلق وضاحت کرسکیں گے۔
- Potassium dichromate اور Potassium Permanganate کی تیاری اور خواص کو بیان کرسکیں گے۔
- f بلاک کے عناصر کے خواص کی وضاحت کرسکیں گے۔
- lanthanides اور Actinides کے خواص کا موازنہ کرسکیں گے۔

## تعارف Introduction

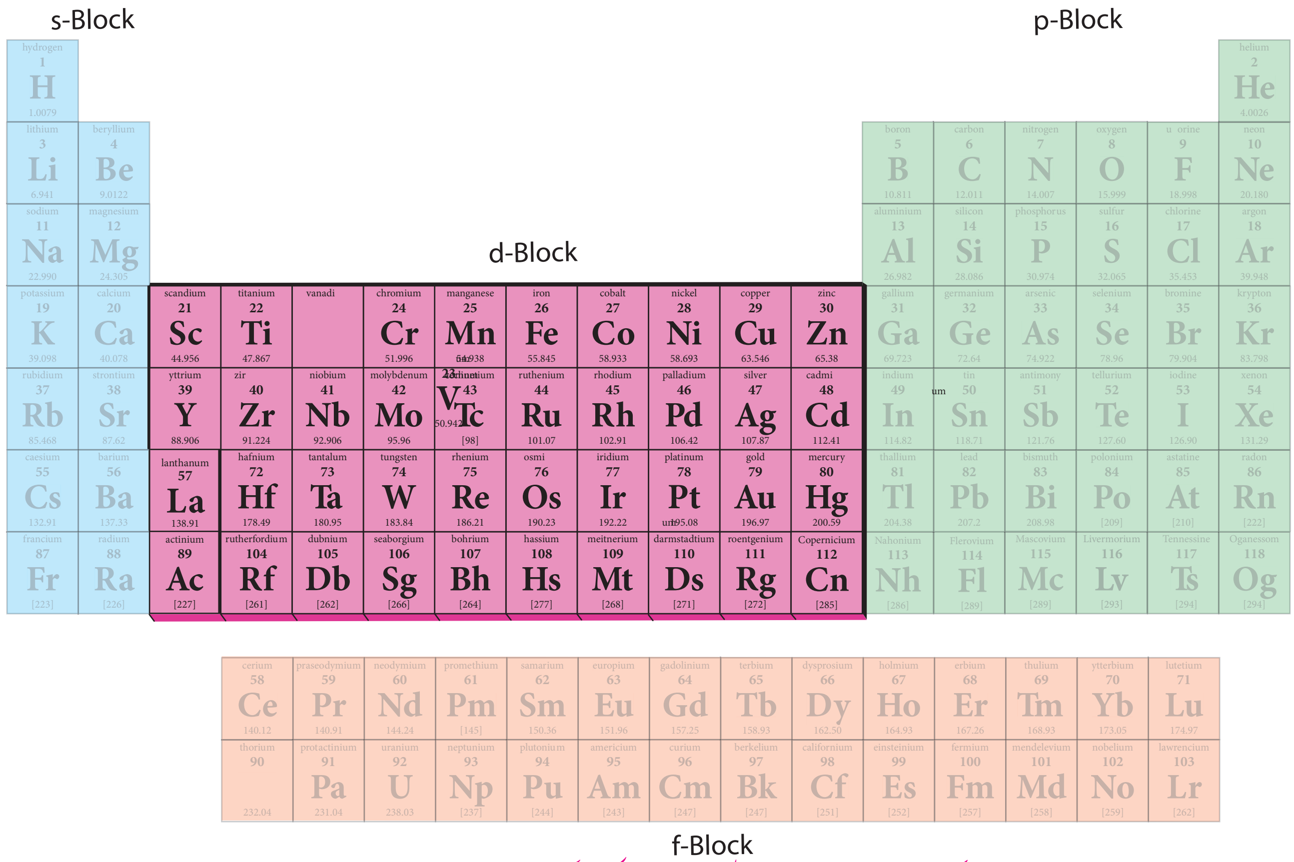
عام طور پر دھاتی عناصر جن کے d یا f مداریے (Sub shell) میں بھرے ہوئے الکٹران نامکمل ہوں اور ان کی تعدیلی اور مشبر وانی حالت کو عبوری یا مروری دھاتیں کہتے ہیں ۔ اس میں Lanthanides اور actinides بھی شامل ہیں ۔ IUPAC کے مطابق عبوری (مروری) عناصر وہ ہیں جن کے d اور f مدرایوں میں نامکمل الکٹران پائے جاتے ہوں یا وہ اپنے الکٹرانوں کو کھو کر مشبر واں (Cation) دیتے ہیں۔ دوری جدول کی مرکزی مقام پر قائم ہیں۔ s بلاک کے عناصر جو بہت ہی تعامل پذیر دھاتیں ہیں اور p بلاک کے عناصر، جن میں سے اکثر ادھات ہیں، ان دونوں کے درمیان میں ان کا مقام پایا جاتا ہے۔سوائے گروپ 11 کے، تمام مروری عناصر بہت سخت ہیں اور ان کا نقطۂ پگھلاؤ بہت بلند ہوتا ہے۔

مروری دھاتیں لوہا اور تانبا انسانی تہذیب میں اہم کردار ادا کرتے ہیں ۔ اس کے علاوہ دوسرے عناصر بھی، مثلاً بلب کی بتیوں میں Tungsten، مصنوعی جوڑ (انسانی ہڈیوں کے ) بنانے میں Titanium اور مصنوعی جوڑ لگانے میں Molybdenum ، جوش دان (Boiler) بنانے میں Molybdenum، تماسی عمل (Catalysis) میں Platinum وغیرہ استعمال ہوتے ہیں۔ یہ جاندار عضویوں میں بھی استعمال ہوتے ہیں۔ خون میں لوہا (Iron) اور وٹامن B12 میں کوبالٹ (Cobalt) استعمال ہوتا ہے۔

اس اکائی میں d بلاک عناصر جس میں خاص کر 3d سلسلہ والے عناصر کے خواص، ان کے کیمیائی تعاملات، اور بعض اہم مرکبات جیسے $KMnO_4$ اور $K_2Cr_2O_7$ کے عام رجحان کا مطالعہ کریں گے۔

### 4.1 دوری جدول میں d بلاک عناصر کا مقام (Position of d-block elements in the periodic table)

گیارھویں جماعت میں ہم نے دوری جدول کی جماعت بندی سے متعلق معلومات حاصل کی ہیں۔ جدید دوری جدول میں عبوری (مروری) عناصر، گروپ - 3 سے لے کر گروپ -21 تک کے مرکز میں قائم ہیں۔




خاکہ 4.1 جدید دوری جدول میں d- بلاک کے عناصر کا مقام

d بلاک عناصر میں 3d سلسلہ (چوتھے دور) Scandium سے Zinc تک (10 عناصر)، 4d سلسلہ (پانچویں دور Yttrium) سے Cadmium تک (10 عناصر)، 5d سلسلہ (چھٹویں دور) Haffnium,Lanthanum سے Mercury تک۔ ہمیں معلوم ہے کہ گروپ 12 کے عناصر Zinc, Cadmium اور Mercury میں عناصر کی حالت میں ہوں یا تکسیدی حالت میں، ان کے d مدارے مکمل ہیں ۔ اس کے باوجود انہیں مروری عناصر تصور کیا جاتا ہے، کیوں کہ ان کے خواص ان کے بالترتیب مروری عناصر کے خواص کے مشابہ ہیں۔ IUPAC کی وضاحت کے مطابق ساتویں دور کے عناصر جو Ac ، Rf سے Cn تک بھی مروری عناصر میں شامل ہیں۔ سوائے Actinium کے تمام تابکار عناصر (Radioactive elements) مصنوعی طور پر تیار کئے گئے ہیں اور ان کی نصف مدت حیات (Half life period) بہت ہی کم ہے۔

## 4.2 الکٹرانی تشکیل (Electronic configuration)

گیارھویں جماعت میں ہم نے ہنڈس کا قانون (Hund's rule)، آفبا کے اصول (Aufbau principle) کے مطابق عناصر کی برقیاتی تشکیل کو لکھنا سیکھا تھا۔ آفبا کے اصول کے مطابق الکٹرانوں کو 3d مدارے میں پہلے 4s مدارے میں بھرنا چاہئے۔ چنانچہ 3d مداریوں کی بھرتی Scandium سے شروع ہوتی ہے، اس کی الکٹرانی تشکیل $[Ar]3d^1 4s^2$ اور اس کے بعد کے عناصر سلسلہ وار 3d کی بھرتی شروع ہوتی ہے اور Zn میں ختم ہوتی ہے، جس کی الکٹرانی تشکیل $[Ar]3d^{10}4s^2$ ہے۔ 3d مداریوں کے بھرتی کرنے کی ترتیب میں دو طرح کی چھوٹ دی گئی ہے۔ اگر 3d مداریوں کو مکمل طور پر بھرتی یا نصف بھرتی کیا جائے تو ترجیح اس طرح دی جائے گی، کیوں کہ یہ مستحکم تشکیل (Stable configuration) میں ہیں۔ مثال کے طور پر Cr اور Cu

Cr اور Cu کی الکٹرانی تشکیل بالترتیب $[Ar]3d^5 4s^1$ اور $[Ar]3d^{10}4s^1$ ہے۔ نصف بھرتی اور مکمل طور پر بھرتی d مداریوں کے اس افزود استحکام کو اس سے پہلے گیارھویں جماعت ہی میں سمجھایا گیا ہے۔ اس کی وجہ الکٹرانوں کی تشاکلی تقسیم اور توانائی کا تبادلہ ہے۔

> **غور کریں :** الکٹرانوں کی تشاکلی تقسیم اور توانائی کی تبادلہ کو اس طرح سمجھا جاسکتا ہے۔ جب d مداریوں کو ایک ساتھ فرض کیا جاتا ہے تو وہ ایک کرّہ کی طرح بن جائیں گے۔ چنانچہ نصف بھرتی شدہ اور مکمل بھرتی شدہ تشکیل کی وجہ سے الکٹرانوں کی کثافت مکمل طور پر تشاکلی طور پر تقسیم ہوجاتی ہے۔ دوسری طرف جزوی طور پر بھری ہوئی الکٹرانی تشکیل میں ایک غیر تشاکلی الکٹرانوں کی کثافت پائی جاتی ہے، جس کی وجہ سے تفاوت کا فرق (potential difference) پیدا ہوتا ہے۔ اس کو کم کرنے کے لئے توانائی کو کم کرنے سکون کی حالت لائی جاتی ہے۔
> لہٰذا ایک تشاکلی تقسیم کو ترجیح دیا جاتا ہے۔

ان دو چھوٹوں کی بنا پر بعض انفرادی صورتوں میں d بلاک عناصر کی عام الکٹرانی تشکیل اس طرح لکھی جاسکتی ہے۔

$[Noble\ gas](n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$۔ یہاں پر n کی قیمت 4 سے 7 تک ہے۔

چھٹویں اور ساتویں دور میں (سوائے La اور Ac کے) الکٹرانی تشکیل اس طرح لکھی جاسکتی ہے۔

$$(n-2)\ f\ orbital\ ;\ [Noble\ gas](n-2)\ f^{14}\ (n-1)d^{1-10}\ ns^{1-2}$$

## 4.3 خصوصیات میں عمومی رجحان (General trend in properties)

**4.3.1 دھاتی خواص :** تمام مروری عناصر دھاتیں ہیں۔ تمام دھاتوں کی طرح مروری دھاتیں بھی حرارت اور بجلی کے اچھے موصل ہیں۔ گروپ 1 اور گروپ 2 کے سوا اور گروپ نمبر 11 کے سوا تمام دھاتیں سخت ہیں۔ تمام دریافت کردہ عناصر میں کمرے کی تپش پر چاندی سب سے زیادہ برقی ایصال رکھتی ہے۔

اکثر مروری (عبوری) عناصر مسدی طور پر قریب ترین جڑے ہوئے(hcp)، مکعبی قریب ترین(ccp) یا جسم مرکزی مکعبی(bcc) طور پر جڑے ہوئے ہیں ۔

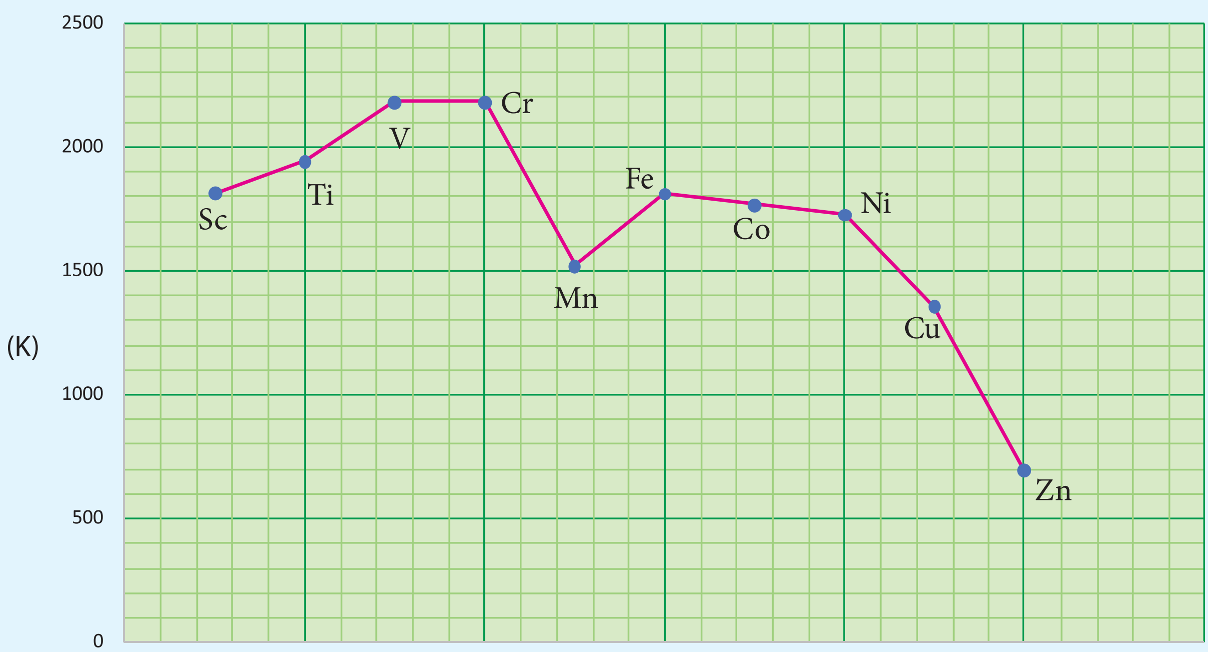
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21<br>Sc<br>HCP | 22<br>Ti<br>HCP | 23<br>V<br>BCC | 24<br>Cr<br>BCC | 25<br>Mn<br>BCC | 26<br>Fe<br>BCC | 27<br>Co<br>HCP | 28<br>Ni<br>FCC | 29<br>Cu<br>FCC | 30<br>Zn<br>HCP |
| 39<br>Y<br>HCP | 40<br>Zr<br>HCP | 41<br>Nb<br>BCC | 42<br>Mo<br>BCC | 43<br>Tc<br>HCP | 44<br>Ru<br>HCP | 45<br>Rh<br>FCC | 46<br>Pd<br>FCC | 47<br>Ag<br>FCC | 48<br>Cd<br>HCP |
| 57*<br>La<br>DHCP | 72<br>Hf<br>HCP | 73<br>Ta<br>BCC/<br>TETR | 74<br>W<br>BCC | 75<br>Re<br>HCP | 76<br>Os<br>HCP | 77<br>Ir<br>FCC | 78<br>Pt<br>FCC | 79<br>Au<br>FCC | 80<br>Hg<br>RHO |
| 89*<br>Ac<br>FCC | 104<br>Rf<br>[HCP] | 105<br>Db<br>[BCC] | 106<br>Sg<br>[BCC] | 107<br>Bh<br>[HCP] | 108<br>Hs<br>[HCP] | 109<br>Mt<br>[FCC] | 110<br>Ds<br>[BCC] | 111<br>Rg<br>[BCC] | 112<br>Cn<br>[BCC] |

*

خاکہ 4.2 4d, 3d اور 5d مروری دھاتوں کے جالیوں کی ساخت

جب ہم مروری سلسلہ میں بائیں سے دائیں کی طرف گزرتے ہیں تو چونکہ دھاتی بندش کے لئے غیر جوڑی دار d الکٹرانوں کی تعداد بڑھتی ہے، اس لئے نقطہ پگھلاؤ پہلے بڑھتا ہے، اپنی انتہائی قیمت تک پہنچتا ہے اور اس کے بعد کم ہوتا ہے۔ کیوں کہ یہاں پر d الکٹران جوڑی دار ہوتے ہیں اور بندش کے لئے کم دستیاب ہوتے ہیں۔

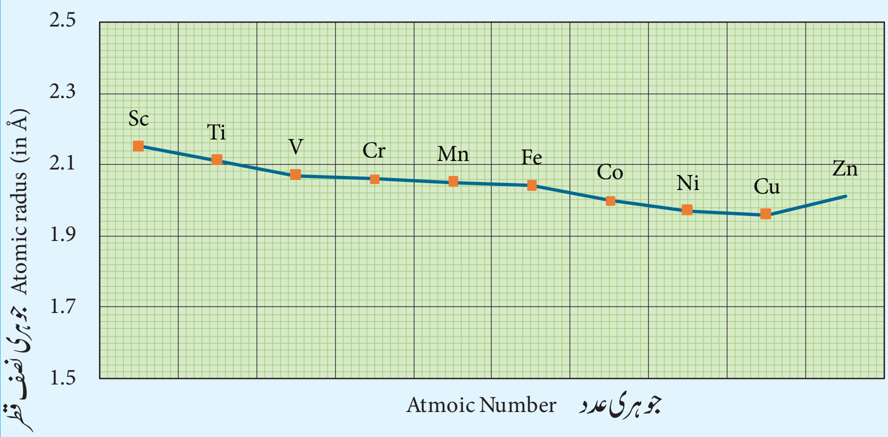
مثال کے طور پر، پہلے سلسلہ میں نقطہ پگھلاؤ Scandium (نقطہ پگھلاؤ 1814 K) سے بڑھتا ہے اور Vanadium میں یہ انتہائی تک پہنچتا ہے (نقطہ پگھلاؤ 2183 K) اور Chromium (نقطہ پگھلاؤ 2800 K) تک رہتا ہے۔ جب کہ 3d سلسلہ کے Manganese اور 4d سلسلہ کے Technicium تک نقطہ پگھلاؤ کم رہتا ہے۔ مروری (عبوری) سلسلہ کے درمیان تک اعلیٰ نقطہ پگھلاؤ ہوتا ہے، اس سے یہ پتہ چلتا ہے کہ d5 تشکیل مضبوط بین جوہری کشش کے لئے موزوں ہے۔ درج ذیل خاکہ مروری عناصر کے نقطہ پگھلاؤ کے رجحان کو ظاہر کرتا ہے۔



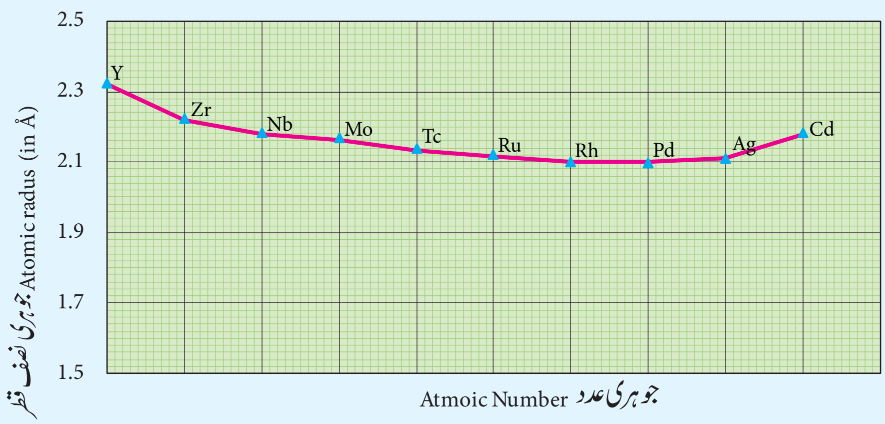

خاکہ 4.3 3d سلسلہ کے عناصر کے نقطہ پگھلاؤ کا رجحان

## 4.3.2 جوہری اور روانی جسامت میں تبدیلی (Variation of atomic and ionic size)

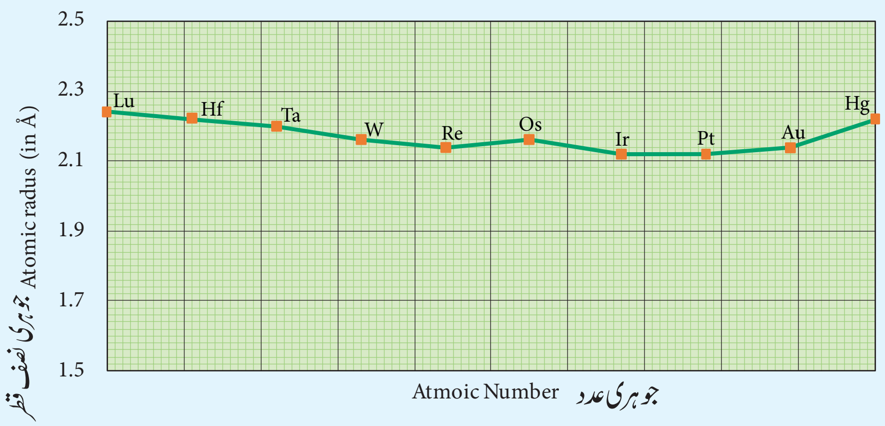
عام طور پر یہ توقع کی جاتی ہے کہ ایک دور میں جوہری نصف قطر بتدریج کم ہوتا ہے۔ کیونکہ مرکزی بار بڑھتا ہے اور اسی مداریہ میں مزید الکٹرانوں کا اضافہ ہوتا ہے۔ مگر 3d مروری عناصر میں Sc سے V تک جوہری نصف قطر کم ہوتا جاتا ہے اور اوراس کے بعد Cu تک جوہری نصف قطر یکساں رہتا ہے۔ جب ہم 3d سلسلہ میں Sc سے Zn، تک پہنچتے ہیں تو مزید الکٹران 3d مداریوں میں شامل ہوتے ہیں۔ شامل شدہ الکٹران جزوی طور پر مرکزائی بار کو روکتے ہیں (Shielding) اور Effective nuclear charge میں تھوڑا اضافہ ہوتا ہے۔ تاہم 3d میں شامل شدہ مزید الکٹران 4s میں موجود الکٹرانوں کو دفع کرتے ہیں اور یہ دونوں قوتیں مخالف سمتوں میں عمل کرتی ہیں، کیونکہ یہ ایک دوسرے کو توازن کرنا چاہتی ہیں، اس کی وجہ سے جوہری نصف قطر میں مستقلیت (Constancy) برقرار رہتی ہے۔




خاکہ 4.4 (a) 3d عناصر کا جوہری نصف قطر




خاکہ 4.4 (b) 4d عناصر کا جوہری نصف قطر




خاکہ 4.4 (c) 5d عناصر کا جوہری نصف قطر

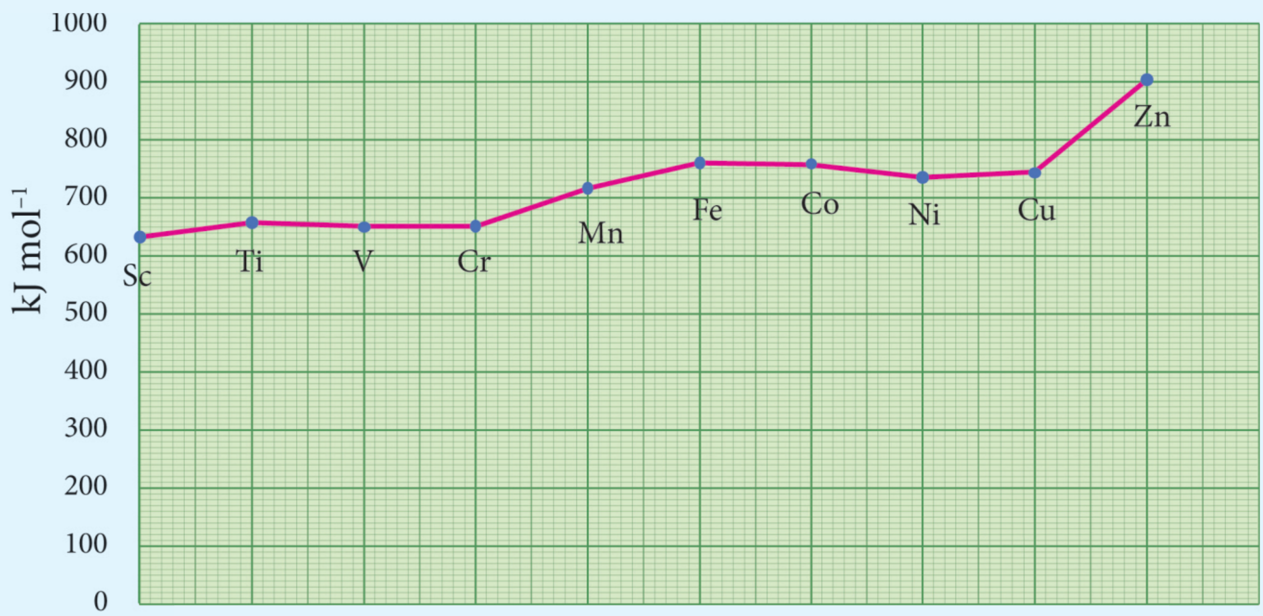
سلسلہ کے آخر میں Zinc کے d مداریوں میں 10 الکٹران پائے جاتے ہیں، جس میں الکٹرانوں کے درمیان دفع کی قوت، Effective nuclear charge سے زیادہ ہوتی ہے، لہٰذا مداریے تھوڑے پھیلتے ہیں اور جوہری نصف قطر بڑھتا ہے۔

عام طور پر جب ہم ایک گروپ میں اوپر سے نیچے آتے ہیں تو جوہری نصف قطر بڑھنے لگتا ہے۔ اسی طرح کے رجحان کی توقع d بلاک کے عناصر میں بھی ہے۔ جب الکٹرانوں کو 4d مداریوں میں شامل کیا جاتا ہے تو 4d کے الکٹرانوں کا نصف قطر، 3d سلسلہ کے عناصر کے نصف قطر سے زیادہ ہوتا ہے۔ مگر یہاں 5d کے عناصر کے جوہری نصف قطر،

4d عناصر کے نصف قطر کے تقریباً مساوی ہیں۔ اس کی وجہ Lanthanide contraction لینتھانائڈ کا سکیڑ ہے، جس کے بارے میں ہم اس سبق میں اندرونی مروری عناصر میں مطالعہ کریں گے۔

### 4.3.3 روانی توانائی (Ionisation energy)

مروری (عبوری) عناصر کی روانی توانائی کی قیمت s اور p بلاک عناصر کے درمیان میں پائی جاتی ہے۔ جب ہم مروری دھاتی سلسلہ میں بائیں سے دائیں کی طرف آتے ہیں تو روانی انتھالپی بڑھتی ہے، جیسا کہ توقع کیا گیا۔ اس کی وجہ الکٹرانوں کے بھرتی ہونے سے مرکزائی بار میں تبدیلی ہے۔ درج ذیل خاکہ مروری عناصر میں روانی انتھالپی کے رجحان کو ظاہر کرتا ہے۔




خاکہ 4.5 3d سلسلہ کے مروری عناصر میں روانی توانائی میں تبدیلی

ایک مخصوص سلسلہ میں جوہری عدد کے اضافہ کے ساتھ پہلی روانی توانائی بتدریج نہیں بڑھتی۔ (n–1)d مداریوں کے اضافی الکٹران اور اندرونی الکٹران، ڈھال (Shield) کی طرح عمل کرتے ہیں اور ns کے گرفتی الکٹرانوں کے مرکزائی بار کے اثر کو کم کر دیتے ہیں۔ اس کی وجہ سے روانی توانائی کی قیمتوں میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔

روانی توانائی کی قیمتیں، ان کے حرحرکی استحکام (Thermodynamic stability) کی پیشین گوئی کرنے میں مدد کرتے ہیں۔ آیئے $Ni^{2+}$ اور $Pt^{2+}$ روانوں کے بننے کے لئے درکار روانی توانائیوں کا موازنہ کرتے ہیں۔

نکل کے لئے $IE_1 + IE_2 = (737 + 1753)$
$= 2490\ kJmol^{-1}$

پلاٹینم کے لئے $IE_1 + IE_2 = (864 + 1791)$
$= 2655\ kJ\,mol^{-1}$

چونکہ $Pt^{2+}$ کی بہ نسبت $Ni^{2+}$ کے رواں بننے کے لئے توانائی کم درکار ہے، اس لئے Ni(II) کے مرکبات، Pt(II) کے مرکبات کے بدلے میں زیادہ حرحرکی مستحکم (Thermodynamic stable) ہوتے ہیں۔

خود کا محاسبہ

$Ni^{4+}$ اور $Pt^{4+}$ کے روانائی انتھالپی کی قیمتوں سے ان کے استحکام کا موازنہ کیجئے۔

| IE | Ni | Pt |
|---|---|---|
| I | 737 | 864 |
| II | 1753 | 1791 |
| III | 3395 | 2800 |
| IV | 5297 | 4150 |

## 4.3.4 تکسیدی حالت (Oxidation state)

پہلا مروری عنصر Scandium صرف +3 تکسیدی حالت ظاہر کرتا ہے، مگر دیگر (n−1)d مداریہ کے تمام مروری عناصر متغیر تکسیدی حالت کو ظاہر کرتے ہیں۔ یہ (n−1)d اور ns مداریوں میں الکٹرانوں کے ڈھیلے (loose) ہونے کی وجہ سے ہے اور ان کے درمیان توانائی کا فرق بہت کم ہے۔ 3d سلسلہ کو فرض کیجئے۔ درج ذیل جدول 3d سلسلہ کے عناصر کی تکسیدی حالت کا خلاصہ ہے۔

| Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | +7 | | | | |
| | | | +6 | +6 | +6 | | | |
| | | +5 | +5 | +5 | | | | |
| | +4 | +4 | +4 | +4 | +4 | +4 | +4 | |
| +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | |
| | +2 | +2 | +2 | +2 | +2 | +2 | +2 | +2 |
| | | | | | | | | +1 |

سلسلہ کے شروع میں، +3 تکسیدی حالت متحکم ہے، مگر آخر میں +2 تکسیدی حالت متحکم ہوتی جاتی ہے۔
الکٹرانوں کے حاصل ہونے کی تعداد کے مطابق، تکسیدی حالت کا عدد بھی بڑھتا ہے اور جوڑی دار الکٹرانوں کے حاصل ہونے کے مطابق تکسیدی حالت کا عدد کم ہوتا ہے۔ لہٰذا پہلے اور آخری عناصر کم تکسیدی حالت کو ظاہر کرتے ہیں اور درمیان کے عناصر زیادہ تعداد میں تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔

مثال کے طور پر پہلے عنصر Sc میں صرف ایک تکسیدی حالت ہے یعنی +3، درمیانی عنصر Mn میں +2 سے +7 تک 6 مختلف تکسیدی حالتیں ہیں، آخری عنصر Cu میں صرف دو تکسیدی حالتیں +2 اور +1 ہیں۔

3d دھاتوں کی مختلف تکسیدی حالتوں میں اضافی استحکام (relative stability) کو، نیم بھرتی اور مکمل طور پر بھرتی شدہ الکٹرانی تشکیل کی وجہ سے مزید استحکام کے ساتھ، موازنہ کیا جاسکتا ہے۔ مثال : $Mn^{4+}(3d^5)$ کی بہ نسبت $Mn^{2+}(3d^5)$ زیادہ متحکم (قیام پذیر) (Stable) ہے۔

4d اور 5d دھاتوں کی تکسیدی حالتیں Y اور La کے لئے +3 اور Ru اور Os کے لئے +8 تک بدلتی ہیں۔ 4d اور 5d عناصر کی سب سے زیادہ تکسیدی حالت، ان کے زیادہ برق منفیت رکھنے والے عناصر کے ساتھ بننے والے مرکبات میں دیکھی گئی ہے۔ جیسے F, O اور Cl میں۔ مثال کے طور پر $RuO_4$، $OsO_4$ اور $WCl_6$۔ عام طور پر ایک گروپ میں اوپر سے نیچے اترتے وقت زیادہ تکسیدی حالت رکھنے والوں کا استحکام بڑھتا ہے، جب کہ کم تکسیدی حالت والے عناصر کا کم ہوتا ہے۔ فراسٹ کے نقشہ (Frost diagram) کے مطالعہ سے ہم اس کو سمجھ سکتے ہیں۔ (DG° vs Oxidation number) جیسا کہ خاکہ 4.6 میں دیکھا جا سکتا ہے۔ Vanadium, Titanium اور

Chromium کے لئے سب سے زیادہ حرحری کی مستحکم تکسیدی حالت +3 ہے۔ Iron کے لئے +3 اور +2 حالتیں دونوں برابر مستحکم ہیں۔
3d سلسلہ میں Copper کے لئے +1 تکسیدی حالت مستحکم ہے۔ +2 اور 0 تکسیدی حالتوں کے لئے یہ نا مناسب ہے۔

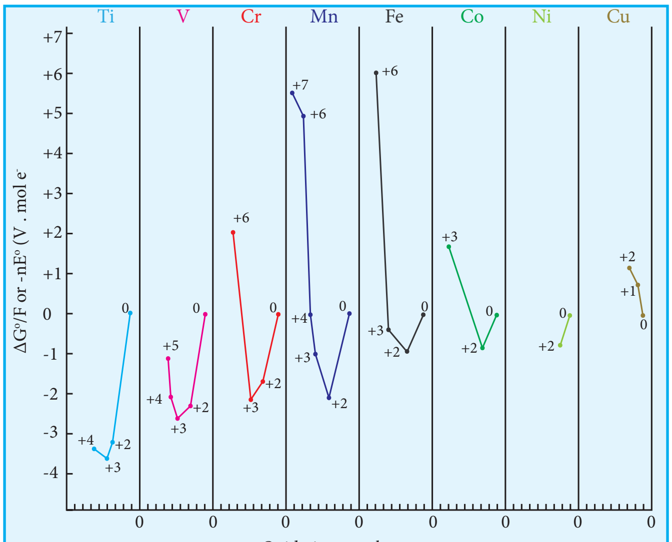


Figure 4.6 Frost diagram

**خود کا محاسبہ**

Iron میں تکسیدی حالت +2 کی بہ نسبت +3 زیادہ مستحکم ہے، اور Manganese میں اس کا الٹا صحیح ہے؟

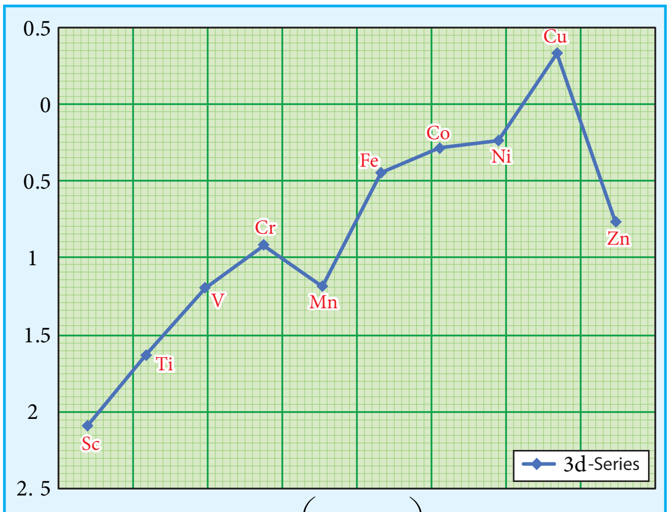
## 4.3.5 مروری دھاتوں میں معیاری برقیرہ کی تفاوۃ (Standard Electrode Potential)(E°)

(SEP) ایک متعامل سے دوسرے متعامل میں الکٹرانوں کا تبادلہ تکسیلی تعاملات (Redox reactions) کہلاتا ہے۔ ایسے تعاملات ہمیشہ جوڑی دار ہوتے ہیں (Coupled)، یعنی جب ایک شئے تکسید پاتی ہے تو دوسری شئے تحویل پاتی ہے۔ جو شئے تکسید پاتی ہے، وہ تحویلی عامل کہلاتی ہے اور جو تحویل ہوتی ہے، وہ تکسیدی عامل کہلاتی ہے۔ ایک عنصر کی تکسیدی اور تحویلی طاقت کو Standard electrode potential میں پیمائش کی جاتی ہے۔

یہ ایک خانہ (cell) کی برق محرکہ قوت (emf) کی قیمت ہے، جس میں معیاری دباؤ (1 atm) اور تپش (273 K) پر تکسید پا کر برقیرہ پر پروٹان محلول سازی (Solvation) کرتے ہیں۔

اگر ایک دھات کا Standard Electrode Potential (E°) زیادہ اور منفی ہو تو، وہ دھات ایک طاقتور تحویلی عامل ہوگی، کیوں کہ یہ آسانی کے ساتھ الکٹرانوں کو کھوتی ہے۔ ذیل کی جدول میں بعض پہلے مروری دھاتوں کی Standard Electrode Potential، تحویلی تفاوۃ (Reduction potential) دی گئی ہے۔

| Reaction | Standard reduction potential ( V ) |
|---|---|
| $Ti^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ti$ | 1.63 |
| $V^{2+} + 2e^- \longrightarrow V$ | −1.19 |
| $Cr^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cr$ | −0.91 |
| $Mn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mn$ | −1.18 |
| $Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$ | −0.44 |
| $Co^{2+} + 2e^- \longrightarrow Co$ | −0.28 |
| $Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$ | −0.23 |
| $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ | +0.34 |
| $Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$ | −0.76 |



4.7 (a) خاکہ $\left(E^0_{M^{2+}/M}\right)$ -3d series

3d سلسلہ میں جب ہم Ti سے Zn کی طرف چلتے ہیں تو Standard Electrode Potential $\left(E^0_{M^{2+}/M}\right)$ کی قیمت کم منفی ہوتی جاتی ہے اور تانبا میں مثبت reduction potential پایا جاتا ہے۔ یعنی $Cu^{2+}$ کی بہ نسبت عنصری تانبا زیادہ مستحکم ہے۔ یہاں پر دو

انحرافات (Deviations) ہیں۔ عام رجحان میں خاکہ 4.7(a) سے پتہ چلتا ہے کہ Mn اور Zn کی $\left(E^{0}_{M^{2+}/M}\right)$ قیمتیں عام دھاتوں کی بہ نسبت زیادہ منفی ہیں۔ اس کی وجہ $Mn^{2+}$ میں $d^5$ مداریوں کا نصف بھرا ہوا ہونا اور $Zn^{2+}$ میں $d^{10}$ مداریوں کا مکمل بھرا ہوا ہونا ہے۔

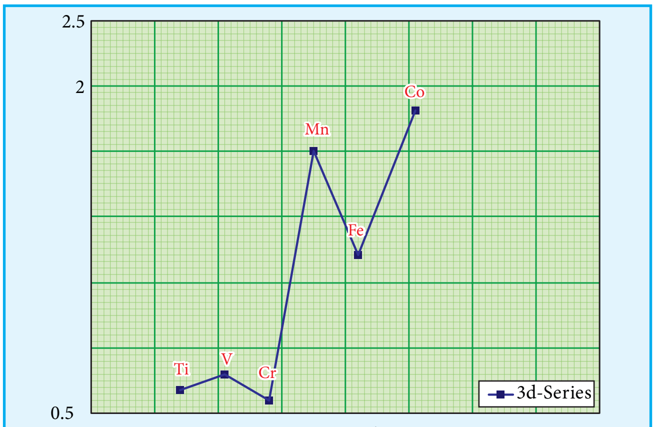
اعلیٰ تکسیدی حالت میں مروری دھاتوں کا رجحان تکسیدی ہے۔ مثال کے طور پر $Fe^{3+}$ ایک طاقتور تکسیدی عامل ہے اور یہ Cu کو $Cu^{2+}$ میں تکسید کرتا ہے۔ تعامل کا ممکن ہونا درج ذیل Standard Electrode Potential کی قیمتوں سے اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔

$$Fe^{3+}(aq) + e \rightleftharpoons Fe^{2+} \quad E^0 = 0.77V$$

$$Cu^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Cu(s) \quad E^0 = +0.34\ V$$

$M^{3+}/M^{2+}$ نصف خانوں (Half cells) کی Standard Electrode Potential، $M^{3+}/M^{2+}$ کے درمیان اضافی استحکام (relative stability) کو ظاہر کرتی ہے۔ جدول میں reduction potential کی قیمتیں نیچے دی گئی ہیں۔

| Reaction | Standard reduction potential ( V ) |
|---|---|
| $Ti^{3+} + e^{-} \longrightarrow Ti^{2+}$ | −0.37 |
| $V^{3+} + e^{-} \longrightarrow V^{2+}$ | −0.26 |
| $Cr^{3+} + e^{-} \longrightarrow Cr^{2+}$ | −0.41 |
| $Mn^{3+} + e^{-} \longrightarrow Mn^{2+}$ | +1.51 |
| $Fe^{3+} + e^{-} \longrightarrow Fe^{2+}$ | +0.77 |
| $Co^{3+} + e^{-} \longrightarrow Co^{2+}$ | +1.81 |




4.7(b) خاکہ $M^{3+}/M^{2+}$ سلسلہ -3d

Titanium, Vanadium اور Chromium کی منفی قیمتیں اس بات کا اشارہ کرتی ہیں کہ اعلیٰ تکسیدی حالت زیادہ بہتر ہے۔ اگر ہم ایک مستحکم $Cr^{3+}$ کی تکسید کرنا چاہیں تو ایک طاقتور تحویلی عامل کی ضرورت ہے، جس کی منفی قیمت اتنی کم ہو کہ جیسا کہ دھاتی جست (Zinc)، $(E^{\circ} = -0.76\ V)$۔

$Mn^{3+}/Mn^{2+}$ کی اعلیٰ تحویلی تفاوۃ (high reduction potential) اس بات کا اشارہ کرتی ہیں کہ $Mn^{3+}$ کی بہ نسبت $Mn^{2+}$ زیادہ مستحکم ہے۔ $Fe^{3+}/Fe^{2+}$ کے لئے تحویلی تفاوۃ 0.77 V ہے اور یہ ادنیٰ (کم) قیمت اس بات کا اشارہ کرتی ہے کہ عام حالات میں دونوں مستحکم ہیں۔ Mn سے Fe میں قیمت کے کمی کی وجہ روانوں کی الکٹرانی ساخت ہے۔ $Mn^{3+}$ کی تشکیل $3d^4$ ہے، جب کہ $Mn^{2+}$ کی تشکیل $3d^3$ ہے۔ نصف بھرتی کردہ d مداریہ کی وجہ سے $Mn^{3+}$ کی تحویل ممکن ہوسکتی ہے۔ $(E^{\circ} = +1.51V)$

### 4.3.6 مقناطیسی خواص (Magnetic Properties)

مروری (عبوری) عناصر کے اکثر مرکبات اکہری مقناطیسیت (paramagnetic) والے ہوتے ہیں۔ مقناطیسی خواص کا تعلق جوہروں کی الکٹرانی تشکیل سے ہے۔ ہم نے گیارھویں جماعت میں سیکھا ہے کہ الکٹران، مرکز کے اطراف مداری گردش کے علاوہ اپنے محور پر بھی گردش کررہے

ہیں۔ ان حرکتوں کی وجہ سے ایک ہلکا سا مقناطیسی میدان تیار ہوتا ہے،اوراس کی پیائش مقناطیسی معیارِاثر (magnetic moment) سے کی جاتی ہے۔ مقناطیسی خواص کی بنیاد پر، اشیاء کو وسیع طور پر (i) اکہرے (یک قطبی) مقناطیس والے (paramagnetic) اور (ii) دوہرے مقناطیسی (دوقطبی) (diamagnetic) ، اس کے علاوہ فیرومقناطیسی (ferromagnetic) اور ضد فیرومقناطیسی (antimagnetic) اشیاء میں درجہ بندی کی گئی ہے۔

اشیاءجس میں بنیادی مقناطیسی قطبین نہیں ہوتے،وہ diamagntic کہلاتے ہیں، بہ الفاظ دیگر،اشیاء کی ایسی نوع جس میں تمام جوڑی دار الکٹران پائے جاتے ہیں،وہ diamagnetic خواص ظاہر کرتے ہیں۔ یہ اشیاء مقناطیس سے دفع کرتے ہیں،کیوں کہ بیرونی مقناطیسی میدان کی موجودگی میں اس شئے میں مقناطیسی امالیت پیدا ہوتی ہے،جو ایک کمزور مقناطیسی میدان پیدا کرتی ہے۔ یہ مقناطیسی میدان، بیرونی مقناطیسی میدان کے خلاف ہوتا ہے،جس کی وجہ سے وہ دفع کرتے ہیں۔

اکہرے مقناطیسی ٹھوس جس میں غیر جوڑی دار الکٹران پائے جاتے ہیں، ان میں مقناطیسی قطبین (دوہرا) پائے جاتے ہیں جو ایک دوسرے سے جدا ہوتے ہیں۔ بیرونی مقناطیسی میدان کی غیر موجودگی میں، وہ قطبین بے ترتیب ہوتے ہیں،اس کی وجہ سے ٹھوس میں مقناطیسیت ظاہر نہیں ہوتی۔ مگر مقناطیسی میدان کی موجودگی میں قطبین، مقناطیسی میدان کی سمت میں متوازی طور پر ترتیب پاتے ہیں، چنانچہ،وہ بیرونی مقناطیسی میدان سے جذب ہوجاتے ہیں۔

فیرومقناطیسی اشیاء میں غیر مخلوط مقناطیسی علاقہ (Domain structure) پایا جاتا ہے۔ ہر علاقہ میں مقناطیسی قطبین ترتیب پائے ہوئے ہوتے ہیں۔ مگر قریبی علاقوں کی گردشی قطبین (Spin dipoles) غیر ترتیب پائے ہوتے ہیں۔ بعض مروری عناصر یا رواں جس میں غیر جوڑی دار d الکٹران فیرومقناطیسیت ظاہر کرتے ہیں۔

اکہری مقناطیسی ٹھوس کے 3d مروری دھاتی روانوں میں اکثر مقناطیسی قطبین کا معیاراثر (magnetic dipole moment) پایا جاتا ہے، یہ الکٹران کی محوری گردش پر منحصر ہے۔ مداریہ کی معیارحرکت L اس سے کم ہوجاتی ہے۔ چنانچہ رواں کا مقناطیسی معیارِاثر اس طرح دیا گیا ہے۔

$$\mu = g\sqrt{S(S+1)}\ \mu_B$$

جس میں S ، غیر جوڑی دار الکٹرانوں کا جملہ قدر یہ عدد (quantum number) ہے اور $\mu_B$، Bohr Magneton ہے

n غیر جوڑی دار الکٹرانوں کے ایک رواں کے لئے $S = n/2$ ہے اور ایک الکٹران کے لئے $g = 2$ ہے۔

چنانچہ صرف محوری گردشی مقناطیسی معیارِاثر، اس طرح حاصل کیا جاسکتا ہے۔

$$\mu = 2\sqrt{\left(\frac{n}{2}\right)\left(\frac{n}{2}+1\right)}\ \mu_B$$

$$\mu = 2\sqrt{\left(\frac{n(n+2)}{4}\right)}\ \mu_B$$

$$\mu = \sqrt{n(n+2)}\ \mu_B$$

اوپر دی گئی مساوات کے ذریعہ مقناطیسی معیارِاثر کو محسوب کیا جاسکتا ہے، اس کو تجرباتی قیمتوں کے ساتھ موازنہ کیا جاسکتا ہے،جو جدول میں دئے گئے ہیں۔ اکثر صورتوں میں، موازنہ ٹھیک ثابت ہوا ہے۔

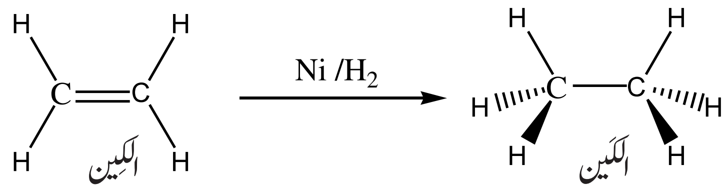
| Ion روان | Configuration تشکیل | n | $\mu = \sqrt{n(n+2)}\ \mu_B$ | $\mu$ (observed) |
|---|---|---|---|---|
| $Sc^{3+}$ ,$Ti^{4+}$ ,$V^{5+}$ | $d^0$ | 0 | $\mu = \sqrt{0(0+2)} = 0\ \mu_B$ | diamagnetic |
| $Ti^{3+}$, $V^{4+}$ | $d^1$ | 1 | $\mu = \sqrt{1(1+2)} = \sqrt{3} = 1.73\ \mu_B$ | 1.75 |
| $Ti^{2+}$, $V^{3+}$ | $d^2$ | 2 | $\mu = \sqrt{2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.83\ \mu_B$ | 2.76 |
| $Cr^{3+}$, $Mn^{4+}$, $V^{2+}$ | $d^3$ | 3 | $\mu = \sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87\ \mu_B$ | 3.86 |
| $Cr^{2+}$, $Mn^{3+}$ | $d^4$ | 4 | $\mu = \sqrt{4(4+2)} = \sqrt{24} = 4.89\ \mu_B$ | 4.80 |
| $Mn^{2+}$, $Fe^{3+}$ | $d^5$ | 5 | $\mu = \sqrt{5(5+2)} = \sqrt{35} = 5.91\ \mu_B$ | 5.96 |
| $Co^{3+}$, $Fe^{2+}$ | $d^6$ | 4 | $\mu = \sqrt{4(4+2)} = \sqrt{24} = 4.89\ \mu_B$ | 5.3-5.5 |
| $Co^{2+}$ | $d^7$ | 3 | $\mu = \sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87\ \mu_B$ | 4.4-5.2 |
| $Ni^{2+}$ | $d^8$ | 2 | $\mu = \sqrt{2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.83\ \mu_B$ | 2.9-3.4 |
| $Cu^{2+}$ | $d^9$ | 1 | $\mu = \sqrt{1(1+2)} = \sqrt{3} = 1.732\ \mu_B$ | 1.8-2.2 |
| $Cu^{+}$ , $Zn^{2+}$ | $d^{10}$ | 0 | $\mu = \sqrt{0(0+2)} = 0\ \mu_B$ | diamagnetic |

### 4.3.7 تماسی خواص (Catalytic properties)

کیمیائی صنعتیں کئی قسم کے حاصلات تیار کرتے ہیں، جیسے کثیر ترکیبے (polymers)، خوشبودار اشیاء، ادویات وغیرہ۔ تیاری کے دوران اکثر ایسے حالات پیدا ہوتے ہیں، جس کا الٹا اثر ماحول پر پڑتا ہے۔ اس لئے تیاری کے دوران ایسے طریقوں کو اپنانا چاہئے جو ماحول دوست ہوں۔ اس پس منظر میں تماسی عامل (Catalyst) کی بنیاد پر تیاری کے طریقے اپنائے جاتے ہیں، جو کم توانائی حاصل کرتے ہیں، کم فضول اشیاء خارج کرتے ہیں اور متعاملات سے حاصلات کو فوری تبدیل کرتے ہیں۔

اکثر کیمیائی طریقے مروری (عبوری) عناصر یا ان کے مرکبات کو تماسی عامل کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔ مروری عناصر میں توانائی والے d مدارےیے پائے جاتے ہیں، جو متعاملات کے سالموں سے الکٹران حاصل کرتے ہیں یا، دھات کے ساتھ بندش بناتے ہیں۔ یہ d مدارےیے کے الکٹران ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایک الکِین کی تماسی ہائڈروجنانا (Catalytic hydrogenation) کے دوران تماسی عامل کے خالی d مداریوں کے ساتھ الکِین اپنے $\pi$ الکٹرانوں کے ساتھ فعال مقام پر بندش بناتا ہے۔

ہائڈروجن کے سالمے کی $\sigma$ بندش ٹوٹتی ہے، اور ہر ایک ہائڈروجن، تماسی عامل کے ایک جوہر کے d الکٹران کے ساتھ ایک بندش بناتا ہے۔ ہائڈروجن کے دو جوہر اس کے بعد جزوی طور پر الکِین (alkene) کے ٹوٹے ہوئے $\pi$ بندش کے ساتھ مل کر الکَین (alkane) بناتے ہیں۔



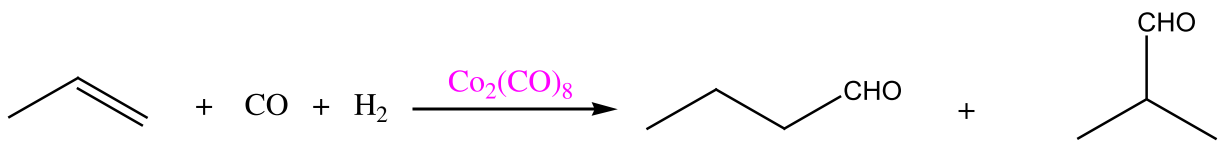

Alkene                                        Alkane

بعض تماسی کارروائیوں میں، مروری دھاتوں کی متغیر تکسیدی حالتیں، استعمال ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر $SO_3$ سے سلفیورک ترشہ کی تیاری کے دوران، Vanadium Pentoxide ($V_2O_5$) کو $SO_2$ کی تکسید کے لئے بطورِ تماسی عامل استعمال ہوتا ہے۔ اس تعامل کے دوران

$V_2O_5$ تحویل پاکر Vanadium (IV) Oxide ($VO_2$) بن جاتا ہے۔

بعض مزید مثالیں درج ذیل ہیں۔

**(i) olefins کا hydroformulation ہونا**



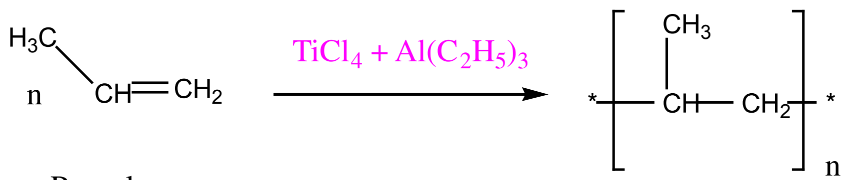

Propene                Butan-1-al                2-methylpropan-1-al

**(ii) Acetaldehyde سے Acetic acid کی تیاری**

$$\underset{\text{Acetaldehyde}}{CH_3\text{-}CHO} + CO \xrightarrow{\text{Rh / Ir complex}} \underset{\text{Acetic acid}}{CH_3\text{-}COOH}$$

**(iii) Ziegler-Natta تماسی عامل**

یہ TiCl4 اور Trialkyl aluminium کا آمیزہ ہے اور اسے کثیر ترکیبی عمل (polymerisation) میں استعمال کیا جاتا ہے۔




Propylene                poly propylene

## 4.3.8 بھرت کا بننا (Alloy formation)

ایک یا اس سے زیادہ عناصر کو پگھلانے سے بھرت بنتے ہیں۔ یہ عناصر دھات یا ادھات یا دونوں ہو سکتے ہیں۔ زیادہ مقدار کی دھات محلل (Solvent) کہلاتی ہے اور کم مقدار میں استعمال ہونے والی منحل (Solute) کہلاتی ہے۔ Hume-Rothery rule کے مطابق ایک بھرت کے لئے محلل اور منحل کے جوہری نصف قطروں کا فرق 15% سے کم ہو۔ محلل اور منحل کے قلموں کی جسامت یکساں ہو اور برق منفیت کا فرق صفر کے قریب ہو۔ مروری دھاتیں جو ان شرائط کو پوری کرتے ہوں، اپنے اندر کئی بھرتیں بناتے ہیں۔ چونکہ ان کے جوہری جسامت مشابہ ہیں اور ایک دھاتی جو ہر آسانی کے ساتھ دوسری دھات کے جوہر کی قلمی جالی میں تبادلہ کر کے بھرت بناتے ہیں۔ ایسے بننے والی بھرتیں سخت ہوتی ہیں اور ان کا نقطہ پگھلاؤ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ مثالیں : فیرس کی بھرتیں، سونے-تانبے، کروم کی دھاتیں وغیرہ۔

## 4.3.9 بین خلوی مرکبات کا بننا (Formation of interstitial compounds)

جب ہائڈروجن، بوران، کاربن یا نائٹروجن جیسے چھوٹے جوہر، دھاتی جالی کے بین خلوی سوراخوں (interstitial holes) میں قائم ہوتے ہیں تو ایک بین خلوی مرکب یا دھات بنتی ہے۔ عام طور پر یہ غیر تناسب پیمائی (non-stoichiometric) کے مرکبات ہوتے ہیں۔ مروری دھاتیں بے حساب بین خلوی مرکبات بناتے ہیں۔ جیسے TiC ، $ZrH_{1.92}$ ، $Mn_4N$، وغیرہ۔ وہ عناصر جو دھاتی جالی پر قائم ہوتے ہیں، نئے خواص دیتے ہیں۔

(i) وہ سخت ہوتے ہیں اور ان میں برقی اور حرارتی ایصال پایا جاتا ہے۔

(ii) ان کا نقطہ پگھلاؤ، ان کے خالص دھاتوں سے زیادہ ہوتا ہے۔

(iii) مروری دھاتوں کے ہائڈرائڈ طاقتور تحویلی عامل کے طور پر استعمال کئے جاتے ہیں۔
(iv) دھاتی کاربائڈ کیمیائی طور پر جامد (inert) ہوتے ہیں۔

### 4.3.10 کامپلکسوں کا بننا (Formation of complexes)

مروری عناصر میں کوآرڈی نیشن کے مرکبات بننے کا رجحان پایا جاتا ہے، جس میں ایسی نوع پائی جاتی ہے جو الکٹرانوں کی ایک جوڑی عطا کر کے ہم ربط بندش (coordinate covalent compound) بنا سکتا ہے۔ مروری دھاتی رواں چھوٹے اور اعلیٰ بار بردار ہوتے ہیں اور ان کے نچلے توانائی کے مداریے خالی ہوتے ہیں تا کہ دیگر گروپ کے عطا کردہ الکٹرانوں کی جوڑی حاصل کر سکے۔ ان خواص کی وجہ سے مروری دھاتیں، کئی کامپلکس بناتے ہیں۔ مثالیں: $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ , $[Fe(CN)_6]^{4-}$ وغیرہ۔

## 4.4 مروری عناصر کے اہم مرکبات (Important compounds of transition elements)

### دھاتوں کے Oxides اور Oxianions

عام طور پر مروری دھاتیں، سالماتی آکسیجن کے ساتھ اعلیٰ تپش پر تعامل کر کے دھاتی آکسائڈ بناتے ہیں۔ سوائے 3d سلسلہ کے پہلے ممبر Scandium کے تمام دیگر مروری عناصر روانی دھاتی آکسائڈ بناتے ہیں۔ دھاتی آکسائڈ میں دھاتوں کا تکسیدی عدد +2 سے +7 تک ہوتا ہے۔ جیسے جیسے کسی دھات کا تکسیدی عدد بڑھتا ہے، اس کی روانی خاصیت کم ہوتے جاتی ہے۔ مثال کے طور پر $Mn_2O_7$ ہم گرفتہ (Covalent) ہے۔ اکثر اعلیٰ اکسائڈ اپنی نوعیت میں ترشوی ہیں۔ $Mn_2O_7$ پانی میں حل ہو کر permanganic acid ($HMnO_4$) دیتا ہے۔ اسی طرح $CrO_3$ ، کرومک ترشہ ($H_2CrO_4$) اور ڈائی کرومک ترشہ ($H_2Cr_2O_7$) دیتا ہے۔ عام طور پر ادنیٰ آکسائڈ، دوہری نوعیت والے (amphoteric) یا اساسی ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر کرومیم (III) اکسائڈ $Cr_2O_3$ کی نوعیت دوہری ہے اور کرومیم (II) کی نوعیت اساسی ہے۔

### پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ $K_2Cr_2O_7$ Potassium dichromate

#### تیاری Preparation

کرومیٹ کی کچ دھات سے پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ تیار کیا جاتا ہے۔ تجاذبی علٰحدگی (gravity separation) سے کچ دھات کا ارتکاز کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد اسے افزود (excess) سوڈیم کاربونیٹ اور چونے کے ساتھ شامل کر کے reverboratory furnace میں بھونا جاتا ہے۔

$$4\,FeCr_2O_4 + 8\,Na_2CO_3 + 7\,O_2 \xrightarrow{900-1000^0C} 8\,Na_2CrO_4 + 2\,Fe_2O_3 + 8\,CO_2\uparrow$$

بھونی ہوئی کچ دھات کو پانی میں حل کرنے سے ناحل پذیر iron oxide الگ ہو جاتا ہے اور حل پذیر sodium chromate الگ ہو جاتا ہے۔ سوڈیم کرومیٹ کے زرد محلول کو مرتکز سلفیورک ترشہ کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے جو سوڈیم کرومیٹ کو سوڈیم ڈائی کرومیٹ میں تبدیل کر دیتا ہے۔

$$\underset{\text{sodium chromate (yellow)}}{2\,Na_2CrO_4} + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{sodium dichromate (orange red)}}{Na_2Cr_2O_7} + Na_2SO_4 + H_2O$$

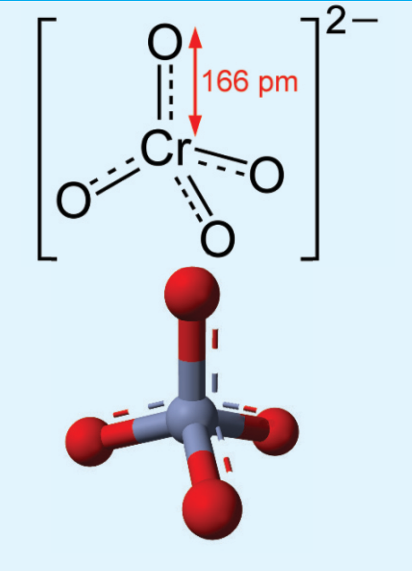
حاصل کردہ محلول کو مرتکز کر کے کم حل پذیر سوڈیم سلفیٹ کو الگ کر لیا جاتا ہے۔ حاصل ہونے والے محلول کی تقطیر کی جاتی ہے اور مزید مرتکز کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد ٹھنڈا کرنے سے $Na_2SO_4.2H_2O$ کی قلمیں جدا ہوتی ہیں۔
سوڈیم ڈائی کرومیٹ کے سیر شدہ (saturated) آبیدہ محلول میں KCl شامل کیا جاتا ہے اور مزید مرتکز کر کے NaCl کی قلمیں حاصل کی جاتی ہیں۔ اسے تقطیر کیا جاتا ہے اور گرم محلول (مقطر) کو ٹھنڈا کرنے سے $K_2Cr_2O_7$ کی قلمیں حاصل ہوتی ہیں۔

$$\underset{\text{sodium dichromate (orange red)}}{Na_2Cr_2O_7} + 2KCl \longrightarrow \underset{\text{potassium dichromate (orange red)}}{K_2Cr_2O_7} + 2NaCl$$

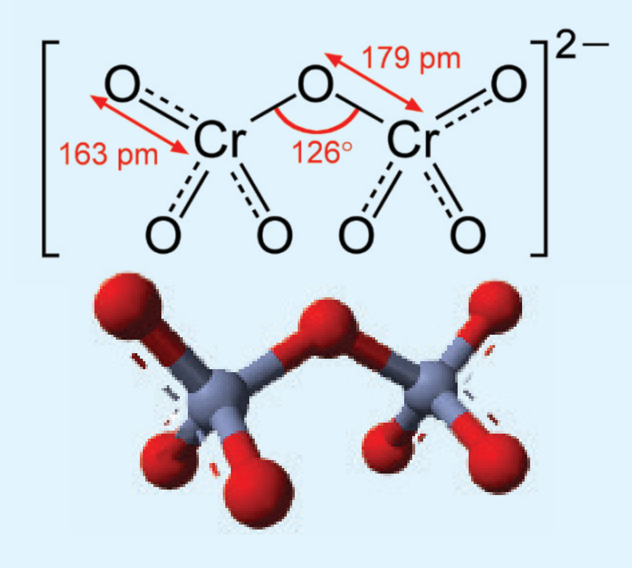
## طبیعی خواص (Physical properties)

Potassium dichromate ایک نارنجی سرخ قلمی ٹھوس ہے، جو 671 K پر پگھلتا ہے اور یہ ٹھنڈے پانی میں کم حل پذیر ہے۔ مگر یہ گرم پانی میں اعلیٰ حل پذیر ہے۔ گرم کرنے سے یہ تحلیل پا کر $Cr_2O_3$ اور سالماتی آکسیجن بن جاتا ہے۔ چونکہ گرم کرنے پر یہ کرومیم کے زہریلے بخارات خارج کرتا ہے، اس کے بجائے سوڈیم ڈائی کرومیٹ استعمال کیا جاتا ہے۔

$$4\underset{\text{potassium dichromate}}{K_2Cr_2O_7} \xrightarrow{\triangle} 4\underset{\text{potassium chromate}}{K_2CrO_4} + 2\underset{\text{chromium(III) oxide}}{Cr_2O_3} + 3O_2\uparrow$$




خاکہ 4.8(a) کرومیٹ کے رواں کی ساخت




خاکہ 4.8 (b) ڈائی کرومیٹ کے رواں کی ساخت

کرومیٹ اور ڈائی کرومیٹ دونوں رواں کرومیم کے oxo ions (آکسو رواں) ہیں اور وہ طاقتور تکسیدی عامل ہیں۔ ان روانوں میں کرومیم کی تکسیدی حالت +6 ہے۔ آبی محلول میں کرومیٹ اور ڈائی کرومیٹ رواں رد و بدل ہو سکتے ہیں اور قلوی محلول میں کرومیٹ کے رواں پہلے تکسید پاتے ہیں، جب کہ ترشوی محلول میں ڈائی کرومیٹ کے رواں پہلے تکسید پاتے ہیں۔ ان روانوں کی ساختیں درج ذیل خاکہ میں بتائی گئی ہیں۔

## کیمیائی خواص (Chemical properties)

### 1۔ تکسید (Oxidation)

ترشوی حالت میں potassium dichromate ایک طاقتور تکسیدی عامل ہے۔ $H^+$ روانوں کی موجودگی میں اس کا تکسیدی عمل نیچے دیا گیا ہے۔ تم یہ غور کرو گے کہ کرومیم کی تکسیدی حالت $Cr^{6+}$ سے $Cr^{3+}$ ہو جاتی ہے۔ اس کا تکسیدی عمل درج ذیل ہے۔

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

درج ذیل مثالوں میں پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ (ڈائی کرومیٹ کے رواں) کی تکسیدی نوعیت کی وضاحت کی گئی ہے۔

(i) یہ فیرس کے نمکوں کو تکسید کر کے فیرک کے نمکوں میں تبدیل کرتا ہے۔

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

(ii) یہ ایوڈائڈ کے روانوں کو تکسید کر کے ایوڈین میں تبدیل کرتا ہے۔

$$Cr_2O_7^{2-} + 6I^{-} + 14H^{+} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3I_2 + 7H_2O$$

(iii) یہ سلفائڈ کے روانوں کو تکسید کر کے سلفر میں تبدیل کرتا ہے۔

$$Cr_2O_7^{2-} + 3S + 14H^{+} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3S + 7H_2O$$

(iv) یہ سلفر ڈئی آکسائڈ کے روانوں کو تکسید کر کے سلفیٹ کے روانوں میں تبدیل کرتا ہے۔

$$Cr_2O_7^{2-} + 3SO + 2H^{+} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + H_2O$$

(v) یہ اسٹانس کے نمکوں کو تکسید کر کے اسٹانک کے نمکوں میں تبدیل کرتا ہے۔

$$Cr_2O_7^{2-} + 3Sn^{2+} + 14H^{+} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3Sn^{4+} + 7H_2O$$

(vi) یہ الکحل کو ترشوں میں تکسید کرتے ہیں۔

$$2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 + 3CH_3CH_2OH \longrightarrow 2K_2SO_4 + 2Cr_2(SO_4)_3 + 3CH_3COOH + 11H_2O$$

## 2۔ کرومئل کلورائڈ کی جانچ (Chromyl chloride test)

جب potassium dichromate کو مرتکز H2SO4 کی موجودگی میں کسی بھی کلورائڈ کے نمک کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے تو کرومئل کلورائڈ (CrO2Cl2) کے نارنجی بخارات خارج ہوتے ہیں۔ اس تعامل کو کلورائڈ رواں کی موجودگی کا پتہ لگانے کے لئے inorganic qualitative analysis میں استعمال کیا جاتا ہے۔

$$K_2Cr_2O_7 + 4NaCl + 6H_2SO_4 \longrightarrow 2KHSO_4 + 4NaHSO_4 + \underset{\text{Chromyl chloride}}{2CrO_2Cl_2} \uparrow + 3H_2O$$

کرومئل کلورائڈ کے بخارات کو سوڈیم ہائڈرا کسائڈ کے محلول میں حل کیا جاتا ہے اور اسیٹک ترشہ کے ساتھ ترشایا جاتا ہے۔ اس کے بعد اس میں لیڈ اسیٹیٹ شامل کیا جاتا ہے تو Lead chromate کا ایک زرد رسوب (precipitate) حاصل ہوگا۔

$$CrO_2Cl_2 + 4NaOH \longrightarrow Na_2CrO_4 + 2NaCl + 2H_2O$$

$$Na_2CrO_4 + (CH_3COO)_2Pb \longrightarrow \underset{\substack{\text{Leadchromate} \\ \text{(Yellowprecipitate )}}}{PbCrO_4} \downarrow + 2CH_3COONa$$

**پوٹاشیم ڈئی کرومیٹ کے استعمالات:** پوٹاشیم ڈئی کرومیٹ کے بعض اہم استعمالات درج ذیل ہیں۔

1۔ اسے طاقتور تکسیدی عامل کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔

2۔ اس کو رنگ کاری (dyeing) اور پرنٹنگ میں استعمال کیا جاتا ہے۔

3۔ اس کو چمڑے کی دباغت میں (Chrome tanning) میں استعمال کیا جاتا ہے۔

4۔ اس کو quantitative analysis میں لوہے کے مرکبات اور ایوڈائڈ کی جانچ میں استعمال کیا جاتا ہے۔

## پوٹاشیم پر مانگنیٹ $KMnO_4$ (Potassium permanganate)

### تیاری (Preparation)

پئرولوسائٹ $(MnO_2)$ کچ دھات سے پوٹاشیم پر مانگنیٹ تیار کیا جاتا ہے۔ درج ذیل مرحلوں میں اس کی تیاری کی جاتی ہے۔

(i) $MnO_2$ سے پوٹاشیم مانگنیٹ میں تبدیلی

کچ دھات کے سفوف کو ہوا یا $KNO_3$ یا $KClO_3$ جیسے تکسیدی عوامل کی موجودگی میں KOH کے ساتھ پگھلایا جاتا ہے۔ سبز رنگ کا پوٹاشیم مینگنیٹ حاصل ہوتا ہے۔

$$2MnO_2 + 4KOH + O_2 \longrightarrow \underset{\substack{\textit{potassium manganate} \\ \textit{(Green)}}}{2K_2MnO_4} + 2H_2O$$

(ii) پوٹاشیم مینگنیٹ کی تکسید سے پوٹاشیم پر مینگنیٹ حاصل کرنا

اوپر کے تعامل سے حاصل ہونے والے پوٹاشیم مینگنیٹ کو دو طریقوں سے تکسید کی جاسکتی ہے۔ کیمیائی تکسید یا برق پاشیدہ تکسید۔

$$2MnO_4^{2-} + O_3 + H_2O \longrightarrow 2MnO_4^- + 2OH^- + O_2$$

$$2MnO_4^{2-} + Cl_2 \longrightarrow 2MnO_4^- + 2Cl^-$$

### برق پاشیدہ تکسید (electrolytic oxidation)

اس طریقہ میں تھوڑے مقدار کے قلی (alkali) کی موجودگی میں پوٹاشیم مینگنیٹ کے آبی محلول کی برق پاشیدگی کی جاتی ہے۔

$$K_2MnO_4 \rightleftharpoons 2K^+ + MnO_4^{2-}$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

مثبیرہ (اینوڈ) (Anode) پر مینگنیٹ کے رواں، پرمینگنیٹ میں تبدیل ہوجاتے ہیں۔

$$\underset{\textit{Green}}{2MnO_4^{2-}} \rightleftharpoons \underset{\textit{purple}}{2MnO_4^-} + 2e^-$$

منفیرہ (کیتھوڈ) (cathode) پر ہائڈروجن خارج ہوتی ہے۔

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \uparrow$$

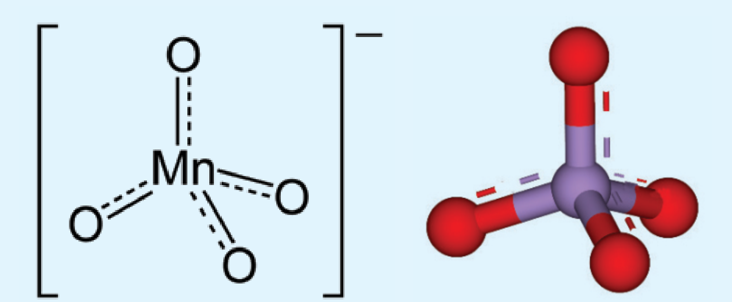
قرمزی (purple) رنگ کے محلول کی تبخیر سے مرتکز کرکے ٹھنڈا کرنے پر پوٹاشیم پر مانگنیٹ کی قلمیں حاصل ہوتی ہیں۔

### طبیعی خواص (Physical properties)

Potassium permanganate، گہرے قرمزی رنگ (dark Purple) کی قلمیں ہیں، جو 513 K پر پگھلتی ہیں۔ یہ ٹھنڈے پانی میں کم حل پذیر ہے، اور گرم پانی میں ایک حد تک حل پذیر ہے۔

## permangante ion کی ساخت

پرمینگنیٹ کے رواں کی ساخت چار سطحی (tetrahedral) ہے، جس میں مرکزی $Mn^{7+}$ ، $sp^3$ قسم میں مخلوط ہے۔



خاکہ 4.9 پرمینگنیٹ کے رواں کی ساخت

## کیمیائی خواص : (Chemical properties)

### 1۔ گرم کرنا (action of heat)

جب پوٹاشیم پرمینگنیٹ کو گرم کیا جاتا ہے تو یہ تحلیل پا کر پوٹاشیم مینگنیٹ اور Manganese dioxide میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

$$2KMnO_4 \longrightarrow 2K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$$

### 2۔ مرتکز H2SO4 کے ساتھ تعامل

ٹھنڈے مرتکز H2SO4 کے ساتھ یہ تحلیل پا کر manganese heptoxide بن جاتا ہے۔ یہ تحلیل دھماکہ خیز ہوتی ہے۔

$$\underset{(cold)}{2KMnO_4 + 2H_2SO_4} \longrightarrow Mn_2O_7 + 2KHSO_4 + H_2O$$

$$2Mn_2O_7 \xrightarrow{\triangle} 4MnO_2 + 3O_2$$

مگر گرم مرتکز H2SO4 کے ساتھ پوٹاشیم پرمنگنیٹ، MnSO4 دیتا ہے۔

$$\underset{(hot)}{4KMnO_4 + 6H_2SO_4} \longrightarrow 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 6H_2O + 5O_2$$

### 3۔ تکسیدی خاصیت (Oxidising property)

potassium permanganate ایک طاقتور تکسیدی عامل ہے۔ اس کا تکسیدی عمل، مختلف نوعیت میں مختلف ہوتا ہے۔

#### a) تعدیلی نوعیت (واسطہ) میں (In neutral medium)

تعدیلی نوعیت (واسطہ) میں یہ تحویل پا کر MnO2 بن جاتا ہے۔

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

(i) یہ H2S کو Sulphur میں تکسید کرتا ہے۔

$$2MnO_4^- + 3H_2S \longrightarrow 2MnO_2 + 3S + 2OH^- + 2H_2O$$

(ii) یہ thiosulphate کو sulphate میں تکسید کرتا ہے۔

$$8MnO_4^- + 3S_2O_3^{2-} + H_2O \longrightarrow 6SO_4^{2-} + 8MnO_2 + 2OH^-$$

## (b قلوی نوعیت (واسطہ) میں

قلوی دھاتی ہائڈراکسائڈ کی موجودگی میں، permanganate ion کو manganate میں تبدیل کرتا ہے۔

$$MnO_4^- + e^- \longrightarrow MnO_4^{2-}$$

اس manganate کو بعض تحویلی عاملوں کے استعمال سے MnO2 میں مزید تحویل کیا جاتا ہے۔

$$MnO_4^{2-} + H_2O \longrightarrow MnO_2 + 2OH^- + [O]$$

چنانچہ جملہ تعامل کو اس طرح لکھا جا سکتا ہے

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

یہ تعامل تعدیلی واسطہ کے مشابہ ہے۔

### Baeyer کا تعامل گر (Baeyer's reagent):

ٹھنڈا ہلکایا ہوا قلوی KMnO4 (Cold dilute alkaline) بیئر کا تعامل گر کہلاتا ہے۔ Alkenes کی تکسید سے diols بنانے کے لئے یہ استعمال ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر Ethylene کو ethylene glycol میں تبدیل کیا جاسکتا ہے اور اس تعامل کو غیر سیر شدہ (unsaturation) کی جانچ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

## (c ترشوی واسطہ میں (in acidic medium)

ہلکائے ہوئے سلفیورک ترشہ کی موجودگی میں پوٹاشیم پرمنگنیٹ ، ایک طاقتور تکسیدی عامل کے طور پر عمل کرتا ہے۔ پرمنگنیٹ کا رواں، $Mn^{2+}$ میں تبدیل ہوجاتا ہے۔

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

ترشوی واسطہ میں پوٹاشیم پرمنگنیٹ کی تکسیدی نوعیت کی وضاحت درج ذیل مثالوں کے ساتھ دی جاتی ہے۔

(i) یہ فیرس کے نمکوں کو تکسید کرکے فیرک کے نمکوں میں تبدیل کرتا ہے۔

$$2MnO_4^- + 10Fe^{2+} + 16H \longrightarrow 2Mn^{2+} + 10Fe^{3+} + 8H_2O$$

(ii) یہ ایوڈائڈ کے روانوں کو تکسید کرکے ایوڈین میں تبدیل کرتا ہے۔

$$2MnO_4^- + 10I^- + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5I_2 + 8H_2O$$

(iii) یہ آکسالک ترشہ کو CO2 میں تبدیل کرتا ہے۔

$$2MnO_4^- + 5(COO)_2^{2-} + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

(iv) یہ سلفائڈ کے روانوں کو تکسید کرکے سلفر میں تبدیل کرتا ہے۔

$$2MnO_4^- + 5S^{2-} + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5S + 8H_2O$$

(v) یہ Nitrites کو Nitrates میں تکسید کرتا ہے۔

$$2MnO_4^- + 5NO_2^- + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5NO_3^- + 3H_2O$$

(vi) یہ الکحل کو الڈی ہائڈ میں تکسید کرتا ہے

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5CH_3CH_2OH \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5CH_3CHO + 8H_2O$$

(vii) یہ Sulphite کو sulphate میں تکسید کرتا ہے۔

$$2MnO_4^- + 5SO_3^{2-} + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 3H_2O$$

### پوٹاشیم پرمنگنیٹ کے استعمالات :

پوٹاشیم پرمنگنیٹ کے بعض اہم استعمال یہاں دئے گئے ہیں۔ 1۔ اس کو ایک طاقتور تحویلی عامل کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

2۔ جلد کے مختلف تعفن (infection) میں اور پیروں کے فنجی کے تعفن (fungal infection) کے علاج میں استعمال کیا جاتا ہے۔

3۔ کنویں کے پانی میں موجود لوہا اور ہائڈروجن سلفائڈ کو خارج کرنے کے لئے اسے پانی صاف کرنے کی صنعت میں استعمال کیا جاتا ہے۔

4۔ نامیاتی مرکبات میں غیر سیر شدہ (unsaturation) کی جانچ کے لئے اسے بطور Bayer's reagent استعمال کیا جاتا ہے۔

5۔ Quantitative analysis کے دوران Ferrous salts, oxalates, hydrogen peroxide اور iodides کے estimation میں استعمال کیا جاتا ہے۔

**غور کیجئے :** ترشوی واسطہ تیار کرنے کے لئے HCl کو استعمال نہیں کیا جاسکتا، کیوں کہ KMnO4 کے ساتھ HCl اس طرح تعامل کرتا ہے۔

$$2MnO_4^- + 10\,Cl^- + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5Cl_2 + 8H_2O$$

اسی طرح HNO3 بھی استعمال نہیں کیا جاسکتا ہے، یہ ایک بہترین تکسیدی عامل ہے اور تعامل کے دوران تحویلی عامل کے ساتھ عمل کرتا ہے۔
اس لئے H2SO4 کو بہتر طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے، چونکہ یہ پوٹاشیم پرمنگنیٹ کے ساتھ تعامل نہیں کرتا۔

**غور کیجئے:**

ترشوی واسطہ میں KMNO4 کا معادل وزن = KMnO4 کا سالمی وزن / الکٹران کے تبادلہ کے مول کی تعداد = $\frac{158}{5}$ = 31.6

اساسی واسطہ میں KMNO4 کا معادل وزن = KMnO4 کا سالمی وزن / الکٹران کے تبادلہ کے مول کی تعداد = $\frac{158}{1}$ = 158

تعدیلی واسطہ میں KMNO4 کا معادل وزن = KMnO4 کا سالمی وزن / الکٹران کے تبادلہ کے مول کی تعداد = $\frac{158}{3}$ = 52.67

## f- بلاک عناصر - اندرونی مروری (عبوری) عناصر

اندرونی مروری عناصر میں، عناصر کے دو سلسلے پائے جاتے ہیں۔

1) Lanthanoids (پہلے Lanthanides کہلاتے تھے)

2) Actinoids (پہلے Actinides کہلاتے تھے)

Lanthanoid کے سلسلہ میں Lanthanum (57La) کے بعد Cerium (58Ce) سے Letutium(71Lu) تک 14 عناصر پائے جاتے ہیں۔ ان عناصر کے 4f مدارے ترجیحی طور پر بھرے ہوئے ہیں۔ اسی طرح Actinoid کے سلسلہ میں Actinium (89Ac) کے بعد Thorium (90Th) سے Lawrencium(103Lr) تک 14 عناصر پائے جاتے ہیں۔ ان عناصر کے 5f مدارے ترجیحی طور پر بھرے ہوئے ہیں۔

### دوری جدول میں Lanthanoids کا مقام

دوری جدول میں Lanthanoids کا اصلی مقام گروپ نمبر 3 اور دَور نمبر 6 ہے۔ جب کہ 6 ویں دَور میں Lanthanum کے بعد

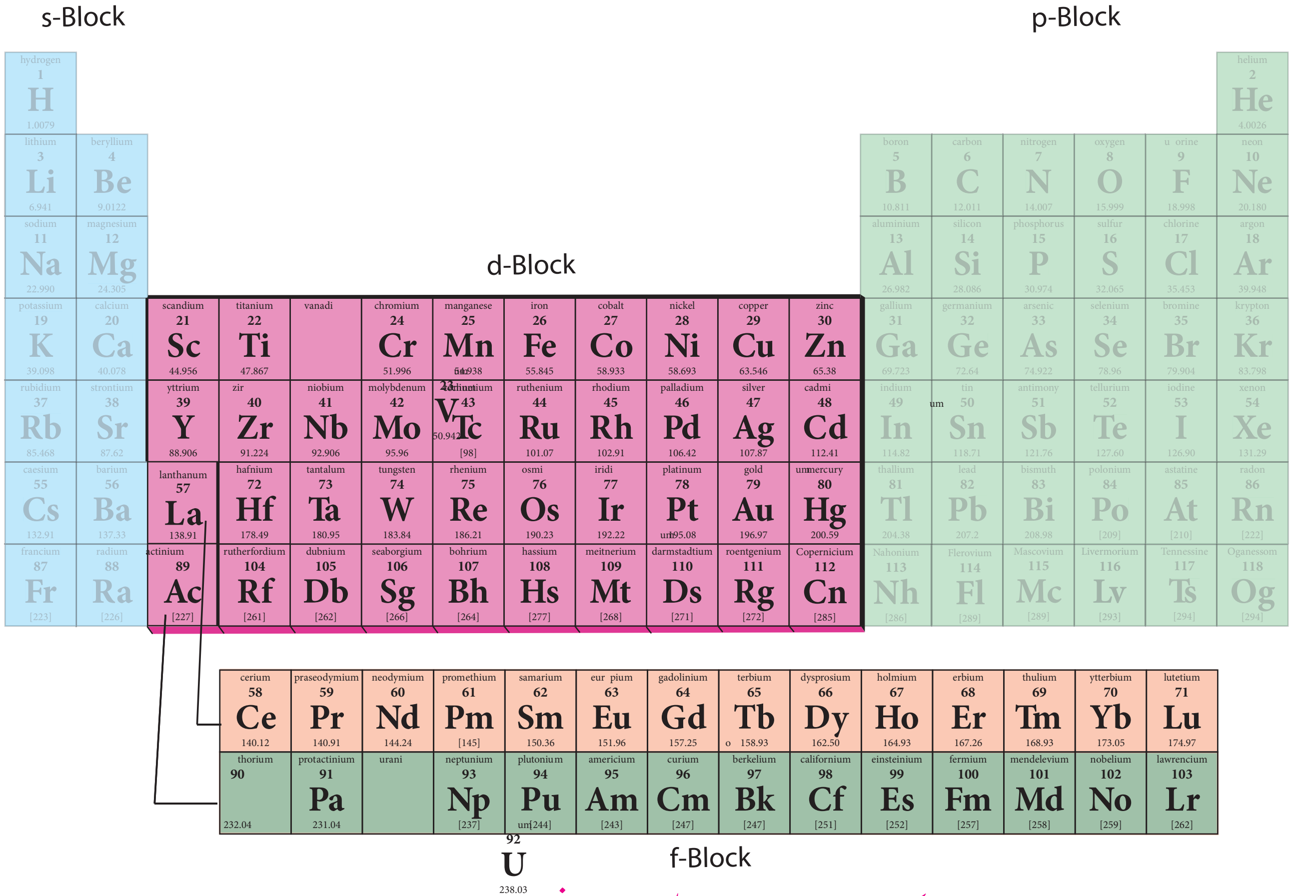
الکٹران ترجیحی طور پر 4f مداریوں میں بھرنے لگتے ہیں اور Lanthanum کے بعد کے یہ 14 عناصر مشابہ کیمیائی خواص ظاہر کرتے ہیں۔ چنانچہ ان عناصر کی ایک جگہ گروہ بندی کی گئی اور دَوری جدول کے نیچے انہیں جگہ دی گئی۔ ان کے مقام کا جواز اس طرح پیش کیا جاسکتا ہے۔

1۔ Lanthanoids کی عام الکٹرانی تشکیل $[Xe]\ 4f^{1-14}\ 5d^{0-1}\ 6s^2$ ہے۔

2۔ Lanthanoids کی عام تکسیدی حالت +3 ہے۔

3۔ ان تمام عناصر کے طبیعی اور کیمیائی خواص مشابہ ہیں۔

اسی طرح actinium کے بعد کے 14 عناصر مشابہ طبیعی اور کیمیائی خواص ظاہر کرتے ہیں۔ اگر ہم Lanthanum کے بعد 4d سلسلہ کے نیچے ان عناصر کو ترتیب دے کر ایک گروہ بنایا جائے تو یہ مختلف ہوگا اور دَوری جدول کی مناسب ساخت پر اثر ڈالے گا۔ چنانچہ ان اندرونی مروری عناصر کے لئے ایک الگ جگہ مقرر کی گئی جیسا کہ خاکہ میں دیکھا جاسکتا ہے۔




خاکہ 4.10 جدید دوری جدول میں اندرونی مروری عناصر کا مقام

## Lanthanoids کی الکٹرانی تشکیل

ہم جانتے ہیں کہ الکٹران مختلف مداریوں میں آفبا کے اصول کے مطابق بڑھتی ہوئی ترتیب میں بھرے جاتے ہیں۔ اس کے اصول کے مطابق Lanthanum سے 6s, 5p, 5s اور 4f کے مداریے بھرنا شروع ہوتے ہیں۔ چنانچہ Lanthanum(La) کی متوقع الکٹرانی تشکیل $[Xe]\ 4f^1\ 5d^0\ 6s^2$ ہے۔ مگر حقیقت میں Lanthanum کی الکٹرانی تشکیل اس طرح $[Xe]\ 4f^0\ 5d^1\ 6s^2$ ہے۔ 4f مداریوں کا

بھرتی ہونا Cerium (Ce) سے شروع ہوتا ہے اور اس کی برقیاتی تشکیل $[Xe]\ 4f^1\ 5d^1\ 6s^2$ ہے۔
جب ہم Cerium سے بعد کے عناصر کی طرف چلتے ہیں تو اس کے بعد کے الکٹران 4f میں بھرنا شروع ہو جاتے ہیں جیسا کہ جدول میں دکھایا گیا ہے۔

جدول : Lanthanum اور Lanthanoids کی الکٹرانی تشکیل

| عنصر کا نام | جوہری عدد | علامت | الکٹرانی تشکیل |
|---|---|---|---|
| Lanthanum | 57 | La | $[Xe]\ 4f^0\ 5d^1\ 6s^2$ |
| Cerium | 58 | Ce | $[Xe]\ 4f^1\ 5d^1\ 6s^2$ |
| Praseodymium | 59 | Pr | $[Xe]\ 4f^3\ 5d^0\ 6s^2$ |
| Neodymium | 60 | Nd | $[Xe]\ 4f^4\ 5d^0\ 6s^2$ |
| Promethium | 61 | Pm | $[Xe]\ 4f^5\ 5d^0\ 6s^2$ |
| Samarium | 62 | Sm | $[Xe]\ 4f^6\ 5d^0\ 6s^2$ |
| Europium | 63 | Eu | $[Xe]\ 4f^7\ 5d^0\ 6s^2$ |
| Gadolinium | 64 | Gd | $[Xe]\ 4f^7\ 5d^1\ 6s^2$ |
| Terbium | 65 | Tb | $[Xe]\ 4f^9\ 5d^0\ 6s^2$ |
| Dysprosium | 66 | Dy | $[Xe]\ 4f^{10}\ 5d^0\ 6s^2$ |
| Holmium | 67 | Ho | $[Xe]\ 4f^{11}\ 5d^0\ 6s^2$ |
| Erbium | 68 | Er | $[Xe]\ 4f^{12}\ 5d^0\ 6s^2$ |
| Thulium | 69 | Tm | $[Xe]\ 4f^{13}\ 5d^0\ 6s^2$ |
| Ytterbium | 70 | Yb | $[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^0\ 6s^2$ |
| Lutetium | 71 | Lu | $[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^1\ 6s^2$ |

(Gd) Gadolinium میں 4f مدارے نصف بھرتی شدہ اور Lutetium (Lu) میں مکمل طور پر بھرے ہوئے ہیں۔ لہٰذا 4f سلسلہ کی عام الکٹرانی تشکیل کو اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔ $[Xe]\ 4f^{1-14} 5d^{0-1} 6s^2$

## Lanthanoids کی تکسیدی حالت

Lanthanoids کی عام تکسیدی حالت +3 ہے۔ اس کے ساتھ بعض Lanthanoids میں +2 یا +3 تکسیدی حالتیں پائی جاتی ہیں۔ $Gd^{3+}$ اور $Lu^{3+}$ کے روانوں میں زیادہ استحکام (stability) پایا گیا ہے۔ یہ اس وجہ سے کہ ان کے مدارے بالترتیب ٹھیک نصف بھرے ہوئے اور مکمل طور پر بھرے ہوئے ہیں۔ ان کی الکٹرانی تشکیل اس طرح سے ہے۔

$$Gd^{3+} : [Xe] 4f^7$$
$$Lu^{3+} : [Xe] 4f^{14}$$

اسی طرح +4 تکسیدی حالت میں Cerium (Ce) اور Terbium ، $4f^0$ اور $4f^7$ کی تشکیل پاتے ہیں۔

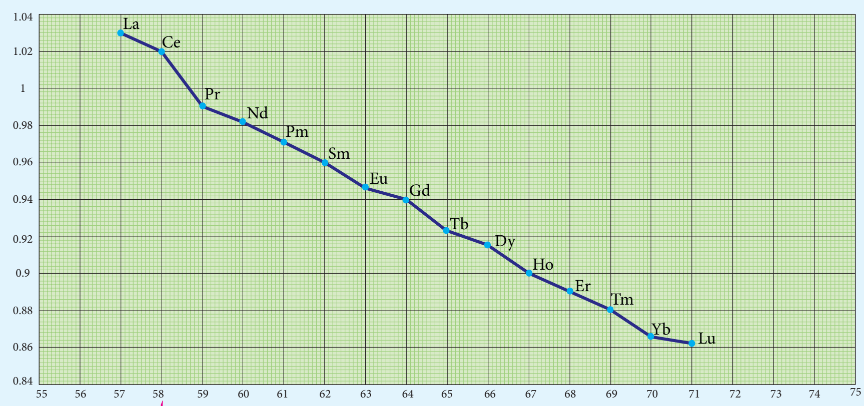
$Eu^{3+}$ اور $Yb^{3+}$ کے رواں بھی بالترتیب ٹھیک نصف بھرے ہوئے اور مکمل طور پر بھرے ہوئے ہیں۔

مختلف تکسیدی حالتوں میں استحکام (Stability) کا اثر ان عناصر کے کیمیائی خواص پر پڑتا ہے۔ درج ذیل جدول Lanthanoids کی مختلف تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتی ہے۔

| Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | +2 | | +2 | +2 | | | | | | +2 | +2 | |
| +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 |
| +4 | +4 | +4 | | | | | +4 | +4 | | | | | |

## جوہری اور روانی نصف قطریں :

جب ہم 4f سلسلے سے گزرتے ہیں تو جوہری عدد کے اضافہ کے ساتھ Lanthanoids کے جوہری اور روانی نصف قطریں ، آہستہ سے گھٹتے جاتے ہیں۔ روانی جسامت کے اس گھٹنے Lanthanoid contraction کو لینتھانائڈ کا سکیڑ کہتے ہیں۔




خاکہ 4.11 Lanthanoids کے جوہری نصف قطروں میں تبدیلی

## Lanthanoid contraction کا سبب

جب ہم 4f سلسلے میں ایک عنصر سے دوسرے عنصر کی طرف (Ce سے Lu) چلتے ہیں تو اسی اندرونی 4f مداریہ میں ایک الکٹران کے اضافہ کے ساتھ ساتھ، اس کے مرکزائی بار(nuclear charge) میں ایک اکائی کا اضافہ ہوتا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ 4f مداریہ ایک الجھی ہوئی ساخت رکھتا ہے۔اس لئے 4f الکٹرانوں میں ڈھال نما اثر Shielding effect کمزور ہوتا ہے۔ لہٰذا مرکزائی بار کے بڑھنے سے گرفتی مداریہ مرکزہ کی طرف کھنچا چلا آتا ہے۔ اس کے نتیجے میں 4f الکٹرانوں کا جملہ مرکزائی بار بڑھتا ہے اور Ln3+ روانوں کی جسامت کم ہونے لگتی ہے۔ مختلف Lanthanoids کے سکیڑ کو درج ذیل ترسیم میں بتایا گیا ہے۔

## Lanthnoid contraction کا نتیجہ

### 1۔ اساسیت میں فرق (Basicity differences):

جب ہم Ce سے Lu کی طرف چلتے ہیں تو $Ln^{3+}$ روانوں کی اساسی خاصیت کم ہوتی جاتی ہے۔ $Ln^{3+}$ روانوں کے جسامت کی کمی کی وجہ سے Ln-OH بندش کی روانی خصوصیت کم ہوجاتی ہے۔ (ہم گرفتہ خاصیت بڑھ جاتی ہے)۔ اس کی وجہ سے اساسیت میں کمی آتی ہے۔

### 2۔ Lanthanoids میں مشابہت

پورے f سلسلے میں جوہری نصف قطر میں صرف 10 pm کی کمی اور روانی نصف قطر میں 20 pm کم کمی کا مشاہدہ کیا گیا۔ Lanthanoids کے نصف قطروں کی اس چھوٹی سی تبدیلی کی وجہ سے، ان کے کیمیائی خواص تقریباً مشابہ ہیں۔

تیسرے اور چوتھے مروری سلسلہ کے کیمیائی خواص، پہلے اور دوسرے مروری سلسلے کے مقابلے میں زیادہ مشابہت رکھتے ہیں۔ مثال کے طور پر

| سلسلہ | عنصر | جوہری نصف قطر |
|---|---|---|
| 3d Series | Ti | 132 pm |
| 4d Series | Zr | 145 pm |
| 5d Series | Hf | 144 pm |

## Actinoids

Actinium کے بعد کے 14 عناصر، یعنی thorium (Th) سے Lawrencium (Lr) تک Actinoids کہلاتے ہیں۔ Lanthanoids کے مقابلے میں تمام Actinoids تابکار (radioactive) ہیں اور ان میں سے اکثر کی نصف مدت حیات بہت کم ہے۔ صرف Thorium (Th) اور Uranium (U) قدرت میں کچھ مقدار میں پائے جاتے ہیں۔ یورینیم کی کچ دھات میں بالکل ہی کم مقدار میں Plutonium(Pu) پائی جاتی ہے۔ Neptunium (Np) اور اس کے بعد کے عناصر مرکزائی تعاملات کے دوران قدرتی طور پر حاصل ہونے والے عناصر کے مصنوعی تقلب (artificial transformation) کے ذریعہ مصنوعی طور پر تیار کیے جاتے ہیں۔

Lanthanoids ہی کی طرح Actinoids بھی دوری جدول میں نیچے کی جانب رکھے گئے ہیں۔

### الکٹرانی تشکیل (Electronic configuration)

Actinoids کی الکٹرانی تشکیل واضح نہیں ہے۔ 5f کے عناصر کی عام گرفتی خول کی الکٹرانی تشکیل $[Rn]\ 5f^{0-14} 6d^{0-1} 7s^2$ ہے۔ درج ذیل جدول Actinoids کی الکٹرانی تشکیل کو ظاہر کرتی ہے۔

جدول: Actinoids کی الکٹرانی تشکیل

| عنصر کا نام | جوہری عدد | علامت | الکٹرانی تشکیل |
|---|---|---|---|
| Actinium | 89 | Ac | $[Rn]\ 5f^0\ 6d^1\ 7s^2$ |
| Thorium | 90 | Th | $[Rn]\ 5f^0\ 6d^2\ 7s^2$ |
| Protactinium | 91 | Pa | $[Rn]\ 5f^2\ 6d^1\ 7s^2$ |
| Uranium | 92 | U | $[Rn]\ 5f^3\ 6d^1\ 7s^2$ |
| Neptunium | 93 | Np | $[Rn]\ 5f^4\ 6d^1\ 7s^2$ |
| Plutonium | 94 | Pu | $[Rn]\ 5f^6\ 6d^0\ 7s^2$ |
| Americium | 95 | Am | $[Rn]\ 5f^7\ 6d^0\ 7s^2$ |
| Curium | 96 | Cm | $[Rn]\ 5f^7\ 6d^1\ 7s^2$ |
| Berkelium | 97 | Bk | $[Rn]\ 5f^9\ 6d^0\ 7s^2$ |
| Californium | 98 | Cf | $[Rn]\ 5f^{10}\ 6d^0\ 7s^2$ |

| عنصر کا نام Name of the element | جوہری عدد Atomic number | علامت Symbol | الیکٹرانی تشکیل Electronic configuration |
|---|---|---|---|
| Einstenium | 99 | Es | $[Rn]\ 5f^{11}\ 6d^{0}\ 7s^{2}$ |
| Fermium | 100 | Fm | $[Rn]\ 5f^{12}\ 6d^{0}\ 7s^{2}$ |
| Mendelevium | 101 | Md | $[Rn]\ 5f^{13}\ 6d^{0}\ 7s^{2}$ |
| Nobelium | 102 | No | $[Rn]\ 5f^{14}\ 6d^{0}\ 7s^{2}$ |
| Lawrentium | 103 | Lr | $[Rn]\ 5f^{14}\ 6d^{1}\ 7s^{2}$ |

## Actinoids کی تکسیدی حالت

Lanthanoids ہی کی طرح اکثر Actinoids کی عام تکسیدی +3 ہے۔ ان کے علاوہ، Actinoids متغیر تکسیدی حالتیں رکھتے ہیں۔ +2, +3, +4, +5, +6 اور +7۔

Americium (Am) اور Thorium (Th) ان کے بعض مرکبات میں +2 تکسیدی حالت رکھتے ہیں۔ مثال کے طور پر Thorium Iodide ($ThI_2$) ۔ Pu, Np, U, Pa, Th اور Am عناصر +5 تکسیدی حالت رکھتے ہیں، Np اور Pu +7 تکسیدی حالت رکھتے ہیں۔

| Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| +2 | | | | | +2 | | | | | | | | |
| +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 | +3 |
| +4 | +4 | +4 | +4 | +4 | +4 | +4 | +4 | | | | | | |
| +5 | +5 | +5 | +5 | +5 | +5 | | | | | | | | |
| | | +6 | +6 | +6 | +6 | | | | | | | | |
| | | | +7 | +7 | +7 | | | | | | | | |

## Lanthanoids اور Actinoids کے درمیان فرق

| شمار عدد | لینتھانائڈس | آکٹی نائڈس |
|---|---|---|
| 1 | الیکٹران 4f مدارے میں داخل ہوتے ہیں۔ | الیکٹران 5f مدارے میں داخل ہوتے ہیں۔ |
| 2 | 4f مداریوں کی بندشی توانائی زیادہ ہوتی ہے۔ | 5f مداریوں میں بندشی توانائی کم ہوتی ہے۔ |
| 3 | ان میں کامپلکس بننے کا رجحان کم پایا جاتا ہے۔ | ان میں کامپلکس بننے کا رجحان زیادہ پایا جاتا ہے۔ |
| 4 | اکثر Lanthanoids بے رنگ ہوتے ہیں۔ | اکثر Actinoids رنگین ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر $U^{3+}$ (سرخ)، $U^{4+}$ (سبز)، $UO_2^{2+}$ (زرد) |

| | | |
|---|---|---|
| 5 | یہ oxo cations نہیں بناتے۔ | یہ $UO_2^{2+}$ ، $NpO_2^{2+}$ جیسے Oxo cations بناتے ہیں۔ |
| 6 | +3 تکسیدی حالت کے علاوہ Lanthanoids، +2 اور +4 تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ | بعض جگہ +3 تکسیدی حالت کے علاوہ Actinoids،بعض جگہ +4 ، +5 ، +6 اور +7 جیسی اعلیٰ تکسیدی حالتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ |

## خلاصہ

- IUPAC کے مطابق عبوری (مروری) عناصر وہ ہیں جن کے d اور f مدراریوں میں نامکمل الکٹران پائے جاتے ہوں یا وہ اپنے الکٹرانوں کو کھو کر مثبر واں (Cation) دیتے ہیں۔ دوری جدول کی مرکزی مقام پر قائم ہیں۔
- d بلاک عناصر میں 3d سلسلہ (چوتھے دور) Scandium سے Zinc تک (10 عناصر)، 4d سلسلہ (پانچویں دور) Yttrium سے Cadmium تک (10 عناصر)، 5d سلسلہ (چھٹویں دور) Lanthanum, Haffnium سے Mercury تک۔
- d بلاک عناصر کی عام الکٹرانی تشکیل اس طرح لکھی جاسکتی ہے۔ $[\text{Noble gas}](n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$۔
  یہاں پر n کی قیمت 4 سے 7 تک ہے۔
  چھٹویں اور ساتویں دور میں (سوائے La اور Ac کے ) الکٹرانی تشکیل اس طرح لکھی جاسکتی ہے۔
  $(n-2)$ f orbital ; $[\text{Noble gas}](n-2)f^{14}(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$
- تمام مروری عناصر دھاتیں ہیں۔ تمام دھاتوں کی طرح مروری دھاتیں بھی حرارت اور بجلی کے اچھے موصل ہیں۔
- گروپ 1 اور گروپ 2 کے سوا اور گروپ نمبر 11 کے سوا تمام دھاتیں سخت ہیں۔
- جب ہم مروری سلسلہ میں بائیں سے دائیں کی طرف گزرتے ہیں تو چونکہ دھاتی بندش کے لئے غیر جوڑی دار d الکٹرانوں کی تعداد بڑھتی ہے، اس لئے نقطہ پگھلاؤ پہلے بڑھتا ہے، اپنی انتہائی قیمت تک پہنچتا ہے اور اس کے بعد کم ہوتا ہے۔ کیوں کہ یہاں پر d الکٹران جوڑی دار ہوتے ہیں اور بندش کے لئے کم دستیاب ہوتے ہیں۔
- مروری (عبوری) عناصر کی روانی توانائی کی قیمت s اور p بلاک عناصر کے درمیان میں پائی جاتی ہے۔
  جب ہم مروری دھاتی سلسلہ میں بائیں سے دائیں کی طرف آتے ہیں تو روانی انتھالپی بڑھتی ہے، جیسا کہ توقع کیا گیا۔
- 3d سلسلہ میں جب ہم Ti سے Zn کی طرف چلتے ہیں تو Standard Electrode Potential $\left(E^0_{M^{2+}/M}\right)$ کی قیمت کم منفی ہوتی جاتی ہے اور تانبا میں مثبت reduction potential پایا جاتا ہے۔
  یعنی $Cu^{2+}$ کی بہ نسبت عنصری تانبا زیادہ مستحکم ہے۔

- مروری (عبوری) عناصر کے اکثر مرکبات اکہری مقناطیسیت (paramagnetic) والے ہوتے ہیں۔ مقناطیسی خواص کا تعلق جوہروں کی الکٹرانی تشکیل سے ہے۔
- اکثر کیمیائی طریقے مروری (عبوری) عناصر یا ان کے مرکبات کو تماسی عامل کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔ مروری عناصر میں توانائی والے d مداریے پائے جاتے ہیں، جو متعاملات کے سالموں سے الکٹران حاصل کرتے ہیں یا، دھات کے ساتھ بندش بناتے ہیں۔ یہ d مداریے کے الکٹران ہوتے ہیں۔
- مروری عناصر میں کوآرڈی نیشن کے مرکبات بننے کا رجحان پایا جاتا ہے، جس میں ایسی نوع پائی جاتی ہے جو الکٹرانوں کی ایک جوڑی عطا کر کے ہم ربط بندش (coordinate covalent compound) بنا سکتا ہے۔
- اندرونی مروری عناصر میں، عناصر کے دو سلسلے پائے جاتے ہیں۔ 1) Lanthanoids (پہلے Lanthanides کہلاتے تھے) 2) Actinoids (پہلے Actinides کہلاتے تھے)
- Lanthanoids کی عام الکٹرانی تشکیل $[Xe]\ 4f^{1-14}5d^{0-1}6s^2$ ہے۔
- Lanthanoids کی عام تکسیدی حالت +3 ہے۔
- جب ہم 4f سلسلے سے گزرتے ہیں تو جوہری عدد کے اضافہ کے ساتھ Lanthanoids کے جوہری اور روانی نصف قطریں، آہستہ سے گھٹتے جاتے ہیں۔ روانی جسامت کے اس گھٹنے کو Lanthanoid contraction لینتھانائڈ کا سکیڑ کہتے ہیں۔
- Actinoids کی الکٹرانی تشکیل واضح نہیں ہے۔ 5f کے عناصر کی عام گرفتی خول کی الکٹرانی تشکیل $[Rn]\ 5f^{0-14}6d^{0-2}7s^2$ ہے۔ Lanthanoids ہی کی طرح اکثر Actinoids کی عام تکسیدی +3 ہے۔ ان کے علاوہ، Actinoids متغیر تکسیدی حالتیں رکھتے ہیں۔ +2, +3, +4, +5, +6 اور +7۔

## محاسبہ

### صحیح جواب منتخب کیجئے :

1۔ Sc(z=21) ایک مروری عنصر ہے، مگر Zinc (z=30) نہیں، کیوں کہ

a) $Sc^{3+}$ اور $Zn^{2+}$ دونوں رواں بے رنگ ہیں اور سفید مرکبات بناتے ہیں

b) Sc میں 3d مداریہ جزوی طور پر بھرا ہوا ہے، مگر Zn میں یہ مکمل بھرا ہوا ہے

c) Zn میں یہ مانا گیا ہے کہ آخری الکٹران 4s کی سطح میں شامل کیا گیا ہے۔

d) Sc اور Zn دونوں متغیر تکسیدی حالت نہیں رکھتے۔

2۔ درج ذیل d بلاک عناصر میں سے کس میں نصف بھرا ہوا آخری d مداریہ اور نصف بھرا ہوا گرفتی مداریہ ہے۔

a) Cr  b) Pd  c) Pt  d) ان میں سے کوئی بھی نہیں۔

3۔ 3d سلسلہ کے مروری دھاتوں میں سب سے زیادہ منفی $(M^{2+}/M)$ Standard electrode potential کی قیمت رکھتا ہے۔

a) Ti  b) Cu  c) Mn  d) Zn

4۔ $V^{3+}$ کی طرح درج ذیل میں سے کس کے رواں میں اسی تعداد کے غیر جوڑی دار الکٹران پائے جاتے ہیں۔

a) $Ti^{3+}$  b) $Fe^{3+}$  c) $Ni^{2+}$  d) $Cr^{3+}$

5۔ $Mn^{2+}$ رواں کا مقناطیسی معیارِ اثر یہ ہے۔

a) 5.92 BM  b) 2.80 BM  c) 8.95 BM  d) 3.90 BM

6۔ مروری دھاتوں اور اس کے مرکبات کی تماسی عاملیت کا رجحان اس کی وجہ سے ہے۔

a) ان کی مقناطیسی رجحان سے
b) ان کے غیر بھرتی کردہ d مداریوں سے
c) متغیر تکسیدی حالتوں کے حاصل کرنے کی صلاحیت سے
d) ان کے کیمیائی تعامل کی وجہ سے

7۔ اس سلسلہ میں تکسیدی طاقت کے بڑھنے کا درجہ اس طرح سے ہے

a) $VO_2^+ < Cr_2O_7 < MnO_4^-$
b) $Cr_2O_7 < VO_2^+ < MnO_4^-$
c) $Cr_2O_7 < MnO_4^- < VO_2^+$
d) $MnO_4^- < Cr_2O_7 < VO_2^+$

8۔ ترشوی واسطے میں، پوٹاشیم پرمنگنیٹ آکسالک ترشہ کو اس میں تبدیل کرتا ہے۔

a) Oxalate
b) Carbon di Oxide
c) Acetate
d) Acetic Acid

9۔ ذیل میں سے کونسا بیان صحیح نہیں ہے۔

a) ترشوی $K_2Cr_2O_7$ محلول میں $H_2S$ گزارنے سے ایک دودھیا سفید رنگ کا مشاہدہ کیا گیا ہے۔
b) Volumetric analysis حجمی تجزیہ کے دوران $K_2Cr_2O_7$ کی جگہ $Na_2Cr_2O_7$ کو ترجیح دی جاتی ہے۔
c) ترشوی واسطے میں $K_2Cr_2O_7$ کا رنگ نارنجی ہے۔
d) pH کی قیمت 7 سے بڑھنے پر $K_2Cr_2O_7$ کا رنگ زرد ہو جاتا ہے۔

10۔ ترشوی واسطہ میں پرمنگنیٹ کا رواں اس میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

a) $MnO_4^{2-}$
b) $Mn^{2+}$
c) $Mn^{3+}$
d) $MnO_2$

11۔ جب 1 مول پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ، پوٹاشیم ایوڈائڈ کے ساتھ تعامل پاتا ہے تو $I_2$ کے کتنے مول خارج ہوں گے؟

a) 1　　b) 2　　c) 3　　d) 4

12۔ ایک مول فیرس آکسالیٹ $(FeC_2O_4)$ کی تکسید کے لئے درکار ترشوی $KMnO_4$ کے مول کی تعداد یہ ہے۔

a) 5　　b) 3　　c) 0.6　　d) 1.5

13۔ Lanthanoids سے متعلق کونسا بیان صحیح نہیں ہے۔

a) Europium کی تکسیدی حالت +2 ہے۔

b) Pr سے Lu کی طرف گزرتے وقت، اساسیت کم ہوتی ہے، کیوں کہ روانی نصف قطر کم ہوتا جاتا ہے۔

c) Aluminium کی بہ نسبت تمام Lanthanoids بہت زیادہ تعامل پذیر ہیں۔

d) $Ce^{4+}$ کے محلول حجمی تجزیہ (Volumetric analysis) میں بطورِ تکسیدی عامل استعمال کئے جاتے ہیں۔

14۔ درج ذیل میں سے کونسے Lanthanoid کے رواں دوہرے متفناطیسی (diamagnetic) ہے۔

a) $Eu^{2+}$　　b) $Yb^{2+}$

c) $Ce^{2+}$　　d) $Sm^{2+}$

15۔ درج ذیل lanthanoids میں سے کونسی تکسیدی حالت سب سے عام ہے؟

a) 4　　b) 2　　c) 5　　d) 3

16۔ توثیق (A) : حجمی تجزیہ (volumetric analysis) میں $Ce^{4+}$ ایک تکسیدی عامل کی طرح استعمال ہوتا ہے۔

سبب (R) : $Ce^{3+}$ میں +3 تکسیدی حالت بننے کا رجحان پایا جاتا ہے۔

a) توثیق (A) اور سبب (R) دونوں صحیح ہیں اور توثیق کی صحیح وضاحت سبب کرتا ہے۔

b) توثیق (A) اور سبب (R) دونوں صحیح ہیں اور توثیق کی صحیح وضاحت سبب نہیں کرتا ہے۔

c) توثیق (A) صحیح ہے مگر سبب غلط ہے۔

d) توثیق (A) اور سبب (R) دونوں غلط ہیں۔

17۔ actinoids کی سب سے عام تکسیدی حالت یہ ہے۔

a) +2　　b) +3　　c) +4　　d) +6

18۔ actinoids جو +7 کی اعلیٰ تکسیدی حالت ظاہر کرتے ہیں، وہ یہ ہیں۔

a) Np, Pu, Am　　b) U, Fm, Th

c) U, Th, Md　　d) Es, No, Lr

19۔ ان میں سے کونسا بیان درست نہیں ہے۔

a) $Lu(OH)_3$ کی بہ نسبت $La(OH)_3$ کم اساسیت رکھتا ہے۔

b) Lanthanoids کے سلسلہ میں $Ln^{3+}$ کے روانوں کا نصف قطر کم ہوتا ہے۔

c) La حقیقت میں مروری دھاتی سلسلہ کا ایک عنصر ہے، نہ کہ Lanthanoid سلسلہ کا۔

d) Lanthanoid کے سکیڑ کی وجہ سے Zr اور Hf کے جوہری نصف قطریں یکساں ہیں۔

## درج ذیل سوالوں کے جواب دیجئے۔

1۔ مروری دھاتیں کیا ہیں؟ چار مثالیں دیجئے۔

2۔ 4d سلسلے کے عناصر کی تکسیدی حالتوں کی وضاحت کیجئے۔

3۔ اندرونی مروری عناصر کیا ہیں؟

4۔ دوری جدول میں Lanthanoids اور Actinoids کے مقام کے لئے جواز پیش کیجئے۔

5۔ Actinoids کیا ہیں؟ تین مثالیں پیش کیجئے۔

6۔ Potassium dichromate کی تیاری کی وضاحت کیجئے۔

7۔ Lanthanoid contraction کیا ہے اور اس کے اثرات کیا ہیں؟

8۔ درج ذیل کو مکمل کیجئے۔

a. $MnO_4^{2-} + H^+ \longrightarrow$ ?

b. $C_6H_5CH_3 \xrightarrow[KMnO_4]{acidified}$ ?

c. $MnO_4^- + Fe^{2+} \longrightarrow$ ?

d. $KMnO_4 \xrightarrow[\text{Red hot}]{\triangle}$ ?

e. $Cr_2O_7^{2-} + I^- + H^+$ ?

f. $Na_2Cr_2O_7 + KCl \longrightarrow$ ?

9۔ بین خلوی مرکبات کیا ہیں؟

10۔ $Ti^{3+}$ اور $Mn^{2+}$ میں موجود غیر جوڑی دار الکٹرانوں کی تعداد محسوب کیجئے اور محوری گردش کا مقناطیسی معیارِ اثر (spin only magnetic moment) محسوب کیجئے۔

11۔ $Ce^{4+}$ اور $Co^{2+}$ کی الکٹرانی تشکیل لکھئے۔

12۔ جوہری عدد کے بڑھنے سے کس طرح مروری عناصر کی پہلی صف کے پہلے نصف عناصر کی +2 تکسیدی حالت زیادہ سے زیادہ مستحکم ہوتی جاتی ہے۔ اس کی مختصر وضاحت کیجئے۔

13۔ ان میں سے کونسا زیادہ مستحکم ہے؟ $Fe^{3+}$ or $Fe^{2+}$ واضح کیجئے۔

14۔ 3d series $E^\circ_{M^{3+}/M^{2+}}$ میں تغیر (تبدیلی) کی وضاحت کیجئے۔

15۔ Lanthanoids اور actinoids کا موازنہ کیجیے۔

16۔ واضح کیجیے کہ کیوں $Cr^{2+}$ ایک طاقتور تحویلی عامل ہے، جب کہ $Mn^{3+}$ ایک طاقتور تکسیدی عامل؟

17۔ مروری عناصر کے پہلے سلسلہ کے روانی انتھالپی کا موازنہ کیجیے۔

18۔ Lanthanoid contraction کی بہ نسبت actinoid contraction, ایک عنصر سے دوسرے عنصر میں زیادہ ہے۔
ایسا کیوں ہے؟

19۔ $Lu(OH)_3$ اور $La(OH)_3$ میں کونسا زیادہ اساسی نوعیت رکھتا ہے اور کیوں؟

20۔ Cerium(II) کی بہ نسبت europium (II) کیوں زیادہ مستحکم (Stable) ہے؟

21۔ Zirconium اور Hafnium کیوں مشابہ خواص ظاہر کرتے ہیں؟

22۔ ان میں سے زیادہ طاقتور تحویلی عامل کونسا ہے $Cr^{2+}$ یا $Fe^{2+}$ ؟

23۔ تانبے Cu میں $E^\circ_{M^{2+}/M}$ کی قیمت مثبت ہے۔ اس کی ممکن وجہ بتائیے۔

24۔ 3d سلسلے کے عناصر کی متغیر تکسیدی حالت کے بارے میں وضاحت کیجیے۔

25۔ 3d سلسلہ کی کونسی دھات اکثر اور زیادہ تر +1 تکسیدی حالت کو ظاہر کرتی ہے اور کیوں؟

26۔ zinc کی بہ نسبت chromium میں پہلی روانی انتھالپی کیوں کم ہے؟

27۔ مروری عناصر اعلیٰ نقطہ پگھلاؤ ظاہر کرتے ہیں۔ ایسا کیوں ہے؟

# اکائی 5

# کوآرڈی نیشن کیمیاء (ہم ربطی کیمیاء)
# (COORDINATION CHEMISTRY)

## سیکھنے کے مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

ورنر کے کوآرڈی نیشن کے نظریہ کو سمجھ سکیں گے۔

- کوآرڈی نیشن کیمیاء کے اہم اصطلاحات کی وضاحت کرسکیں گے
- IUPAC کے رہنمائی خطوط کے مطابق کوآرڈی نیشن کے مرکبات کو نام دیں گے۔
- کوآرڈی نیشن مرکبات میں مختلف قسم کے ہم ترکیبوں کی وضاحت کرسکیں گے۔
- ورنر کے کوآرڈی نیشن مرکبات کے نظریے کے مفروضات سے متعلق تبادلہ خیال کرسکیں گے۔
- ویلنس بانڈ تھیوری کو استعمال کرتے ہوئے کوآرڈی نیشن مرکبات کے ساخت کی پیشن گوئی کرسکیں گے۔
- کرسٹل فیلڈ تھیوری کو مدنظر رکھتے ہوئے کوآرڈی نیشن مرکبات کے رنگ اور مقناطیسی خواص کو بیان کرسکیں گے۔
- اعلیٰ گردش اور ادنیٰ گردش والے کوآرڈی نیشن مرکبات میں فرق کرسکیں گے۔
- قیام پذیری (استحکام) کے مستقلہ کے لحاظ سے کوآرڈی نیشن مرکبات میں قیام پذیری (استحکام) کی وضاحت کرسکیں گے۔
- روزمرہ کی زندگی میں کوآرڈی نیشن مرکبات کے اطلاقات کی وضاحت کرسکیں گے۔

## آلفرڈ ورنر (1866-1919)

آلفرڈ ورنر، سوئٹزرلینڈ کے کیمیاء دان تھے، جنہوں نے کوآرڈی نیشن کامپلکسوں میں بندشوں کی وضاحت کی۔ 1893ء میں انہوں نے اپنے کوآرڈی نیشن کے نظریہ کو پیش کیا۔ یہ بات قابل ذکر ہے کہ اس خیالی نظریہ کو انہوں نے الکٹران کی دریافت سے پہلے پیش کیا تھا۔ الکٹران کی دریافت 1896 میں جے.جے. تھامسن نے کی تھی۔ ورنر کے پاس کوئی جدید آلاتی تکنیک موجود نہیں تھی۔ ان کے تمام مطالعے چھوٹے چھوٹے کیمیائی تجربوں کی بنیاد پر تھیں۔ بندشوں یا ساختوں کے علم کے بغیر کامپلکسوں کا مطالعہ ایک الجھن ہی کی طرح تھا۔ اپنے اس نظریہ کی بنا پر 20 سال کے بعد 1913 میں انہیں کیمیاء کے میدان میں نوبل انعام سے نوازا گیا۔ یہی وہ پہلے غیر نامیاتی کیمیاء دان تھے، جن کو نوبل انعام سے نوازا گیا تھا۔

## تعارف

گذشتہ اکائی میں ہم نے یہ سیکھا ہے کہ مروری/عبوری دھاتیں بڑی تعداد میں کامپلکس مرکبات کی تشکیل کرتے ہیں۔ لاطینی زبان میں اصطلاح *'complexus'* کا مطلب پکڑنا اور *'coordinate'* کا مطلب ترتیب دینا ہے۔ مروری/عبوری دھاتوں کے کامپلکسوں میں دلچسپ خواص پائے جاتے ہیں اور سادہ روانی اور ہم گرفتی مرکبات سے مختلف ہیں۔ مثال کے طور پر **Chromium(III)chloride hexahydrate,** $CrCl_3.6H_2O$ بیگنی رنگ، ہلکا سبز اور گہرا سبز رنگ کے مرکب کی طرح موجود ہے۔ دھاتوں کے علاوہ بعض ادھاتیں بھی کوآرڈی نیشن مرکبات بناتے ہیں، مگر d بلاک عناصر کی بہ نسبت بہت ہی کم ہیں۔ حیاتیاتی افعال میں کوآرڈی نیشن کے مرکبات بہت ہی اہم رول ادا کرتے ہیں۔ کیمیائی صنعتوں میں کوآرڈی نیشن مرکبات کے بطور تماسی عامل کئی اطلاقات ہیں۔ مثال کے طور پر ہیموگلوبن جو خون میں آکسیجن لے جاتا ہے، یہ بھی لوہے کا ایک کوآرڈی نیشن مرکب ہی ہے۔ **Cobalamine**، ایک ضروری وٹامن ہے، یہ بھی کوبالٹ کا ایک کوآرڈی نیشن مرکب ہی ہے۔ پودوں میں موجود ہرا لون کلوروفل، جو شعاعی ترکیب کا ذمہ دار ہے، یہ بھی میگنیشیم کا ایک کوآرڈی نیشن مرکب ہے۔ **Wilkinson's compound**، **Ziegler Natta compound** وغیرہ صنعتوں میں بطور تماسی عامل استعمال ہوتے ہیں، یہ بھی کوآرڈی نیشن مرکبات ہی ہیں۔ لہٰذا یہ ضروری ہو گیا ہے کہ ہم کوآرڈی نیشن کے مرکبات کی کیمیاء کا مطالعہ کریں۔ اس اکائی میں ہم ان کوآرڈی نیشن مرکبات کی نوعیت، بندش، نام، ہم ترکیبیت اور اطلاقات سے متعلق معلومات حاصل کریں گے۔

### 5.1 کوآرڈی نیشن مرکبات اور دوہرے نمک (Co-ordination compounds and double salts)

جب دو یا دو سے زیادہ قیام پذیر مرکبات کا محلول بنایا جاتا ہے اور تبخیر کیا جاتا ہے تو ایسی صورت میں دوہرے نمک یا کوآرڈی نیشن کے مرکبات بننے کے مواقع بنتے ہیں۔ مثال کے طور پر جب فیرس سلفیٹ اور امونیم سلفیٹ کے مساوی مولار **(equimolar)** محلول کو قلمایا جاتا ہے تو **Mohr's salt** نامی ایک دوہرا نمک $FeSO_4.(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ **(Ferrous Ammonium Sulphate (FAS)** حاصل ہوتا ہے۔ غیر نامیاتی معیاری تجزیہ میں فیرک کے رواں کی شناخت کے دوران حاصل ہونے والا خون کا رنگ، فیرک کلورائڈ اور پوٹاشیم تھیوسیانیٹ کے کوآرڈی نیشن کے مرکب $K_3[Fe(SCN)_6]$ پوٹاشیم فیری تھیوسیانیٹ کی وجہ سے ہے۔ اگر ہم **Mohr's salt (FAS)** کی جانچ کریں گے تو وہ $Fe^{3+}$، $NH_4^+$ اور $SO_4^{2-}$ کے روانوں کی موجودگی دکھلائے گا، جب کہ **potassium ferrithiocyanate**، $Fe^{3+}$ اور $SCN^-$ کی موجودگی نہیں دکھلائے گا۔ اس سے ہم یہ نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ دوہرے نمک اپنی شناخت کھو دیتے ہیں اور محلول میں اپنے سادہ روانوں کی طرح حل پذیر ہو جاتے ہیں، جب کہ کوآرڈی نیشن مرکب کے کامپلکس مرکب، اپنی شناخت کو نہیں کھوتے اور کبھی بھی سادہ روانوں کی طرح حل پذیر نہیں ہوتے۔

### 5.2۔ ورنر کا کوآرڈی نیشن کے مرکبات کا نظریہ (Werner's theory of coordination compounds)

ورنر، جو سوئٹزر لینڈ کے ایک کیمیاء داں ہیں، انہوں نے سب سے پہلے کوآرڈی نیشن کے مرکبات کے مطالعہ سے ایک نظریہ پیش کیا۔ کوبالٹ (III) کلورائڈ اور امونیا کے تعامل سے بننے والے مختلف رنگین کامپلکسوں کو فرض کریں، جیسا کہ نیچے دیا گیا ہے۔

| کامپلکس | رنگ | ایک مول کامپلکس کے ساتھ افزود $Ag^+$ کے تعامل سے<br>رسوب شدہ AgCl کے مول کی تعداد |
|---|---|---|
| $CoCl_3.6NH_3$ | Yellow | 3 |
| $CoCl_3.5NH_3$ | Purple | 2 |
| trans - $CoCl_3.4NH_3$ | Green | 1 |
| cis - $CoCl_3.4NH_3$ | Violet | 1 |

اس صورت میں متعامل ہونے والے سالمے کوبالٹ(III) کلورائڈ اور امونیا میں موجود جوہروں کی گرفتیں مکمل طور پر مطمئن کرتی ہیں، اس کے باوجود یہ تعامل پا کر اوپر بتائے گئے مطابق کامپلکس مرکبات بناتے ہیں۔

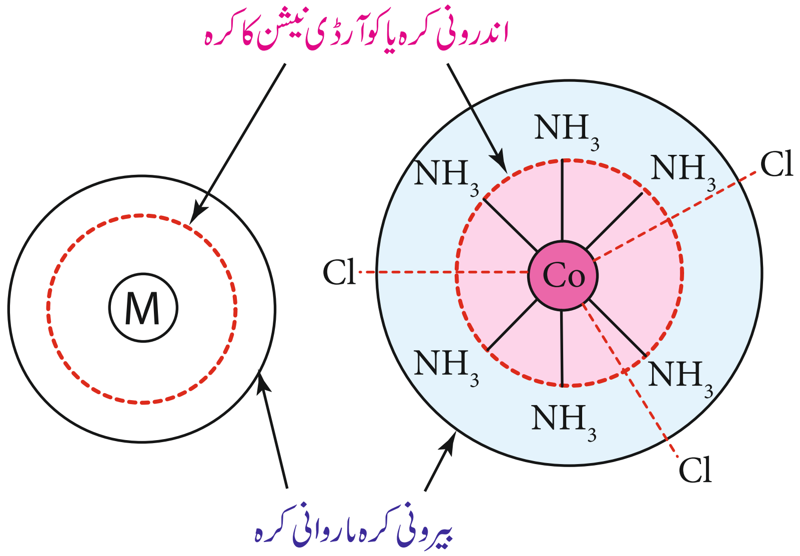
ان طرزِ عمل کی وضاحت کے لئے ورنر نے بعض مفروضات پیش کئے، جو اس طرح سے ہیں۔

1۔ اکثر عناصر دو قسم کی گرفتوں کو ظاہر کرتے ہیں، ابتدائی گرفت اور ثانوی گرفت، اور یہ دونوں گرفتوں کو مطمئن کرتی ہیں۔ جدید اصطلاح میں ابتدائی گرفت (Primary valency) کو دھاتی جوہر کی تکسیدی حالت (Oxidation state) اور ثانوی گرفت (Secondary valency) کو کوآرڈی نیشن عدد (Coordination number) کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر ورنر کے مطابق کوبالٹ کی ابتدائی اور ثانوی گرفت بالترتیب 3 اور 6 ہے۔

2۔ دھاتی رواں کی ابتدائی گرفت اکثر صورتوں میں مثبت اور بعض صورتوں میں صفر ہوتی ہے۔ وہ اکثر منفی روانوں سے مطمئن ہو جاتے ہیں (گرفت پوری کر لیتے ہیں)۔ مثال کے طور پر $CoCl_3.6NH_3$ میں Co کی ابتدائی گرفت +3 ہے، جو $3\ Cl^-$ روانوں سے مطمئن ہو جاتی ہے۔

3۔ ثانوی گرفت منفی، تعدیلی، مثبت اور بعض صورتوں میں ان سب کے مجموعہ سے مطمئن ہو جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر $CoCl_3.6NH_3$ میں Co کی ثانوی گرفت کو امونیا کے 6 سالمے پورا کرتے ہیں، جب کہ $CoCl_3.5NH_3$ میں Co کی ثانوی گرفت کو امونیا کے 5 سالمے اور $Cl^-$ کا ایک سالمہ پورا کرتے ہیں۔

4۔ ورنر کے مطابق، ایک کامپلکس میں مرکزی دھاتی جوہر یا رواں کے اطراف کشش کے دو کرے ہوتے ہیں۔ اندرونی کرہ کو کوآرڈی نیشن کا کرہ کہتے ہیں اور یہاں موجود گروپ، مرکزی دھاتی جوہر کے ساتھ مضبوطی کے ساتھ جڑے رہتے ہیں۔ بیرونی کرہ کو روانی کرہ (ionisation sphere) کہا جاتا ہے۔ یہاں موجود گروپ، مرکزی دھاتی جوہر کے ساتھ ہلکے سے جڑے ہوئے ہوتے ہیں اور ان کو کسی مناسب محلل میں حل کرنے سے یہ روانوں کی طرح جدا ہو جاتے ہیں۔




خاکہ 5.1 کوآرڈی نیشن مرکبات میں اندرونی اور بیرونی کشش والے کرے

1. ابتدائی گرفت سمتی نہیں ہیں، جب کہ ثانوی گرفتیں سمتی ہیں۔ کامپلکس کی شکل، اس خالی جگہ میں موجود گروپ کی ترتیب پر منحصر ہے، جو ثانوی گرفت کو مطمئن کرتی ہے۔ مثال کے طور پر اگر ایک دھاتی رواں کی ثانوی گرفت 6 ہے تو اس کی شکل آٹھ سطحی ہوگی۔ اگر ثانوی گرفت 4 ہو تو یہ یا تو سہ پہلو اہرامی (Tetrahedral) یا چہار سطحی (Square planar) ہوگا۔

درج ذیل جدول، ورنر کے مفروضات کی عکاسی کرتی ہے۔

| کامپلکس | گروپ جو ثانوی گرفت کو مطمئن کرتے ہیں (غیر روانی، اندرونی کوآرڈی نیشن کا کرہ) | کامپلکس میں موجود روانی $Cl^-$ روانوں کی تعداد (بیرونی کوآرڈی نیشن کا کرہ) | بننے والے AgCl کے مول کی تعداد - رواں ہونے والے $Cl^-$ مول کی تعداد |
|---|---|---|---|
| $CoCl_3.6NH_3$ | 6 $NH_3$ | 3 $Cl^-$ | 3 AgCl |
| $CoCl_3.5NH_3$ | 5 $NH_3$ & 1 $Cl^-$ | 2 $Cl^-$ | 2 AgCl |
| $CoCl_3.4NH_3$ | 4 $NH_3$ & 2 $Cl^-$ | 1 $Cl^-$ | 1 AgCl |
| $CoCl_3.4NH_3$ | 4 $NH_3$ & 2 $Cl^-$ | 1 $Cl^-$ | 1 AgCl |

### 5.2.1 ورنر کے نظریہ کی حد بندیاں (Limitations of Werner's theory)

حالانکہ ورنر کا نظریہ کئی کوآرڈی نیشن کے مرکبات کی وضاحت کرتا ہے، مگر وہ ان کے رنگوں اور مقناطیسی خواص کے بارے میں وضاحت نہیں کرتا۔

**خود کا محاسبہ-1**

جب ایک کوآرڈی نیشن مرکب $CrCl_3.4H_2O$ کو Silver Nitrate کے محلول کے ساتھ شامل کیا جاتا ہے تو فی مول کے مرکب میں سے ایک مول Silver chloride ، رسوب بنتا ہے۔ اس مرکب میں کوئی بھی آزاد محلل کے سالمے موجود نہیں ہیں۔ دھات کو ثانوی گرفت دیں اور اس مرکب کا ساختی ضابطہ لکھئے۔

## 5.3 کوآرڈی نیشن مرکبات سے متعلق اہم اصطلاحات کی وضاحت

### 5.3.1۔ کوآرڈی نیشن کا انفرادی حصہ (Co-ordination entity)

کوآرڈی نیشن کا انفرادی حصہ ایک رواں یا ایک تعدیلی سالمہ ہے جس میں ایک مرکزی جوہر عام طور پر ایک دھات ہوتی ہے اور بعض جوہروں یا جوہروں کے گروپ (لگینڈ) ہوتے ہیں جو مرکزی جوہر سے بندھے ہوئے ہوتے ہیں۔ ضابطہ میں انفرادی حصہ کو مربع قوسین میں لکھا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر پوٹاشیم فیروسیانائڈ $K_4[Fe(CN)_6]$ میں کوآرڈی نیشن کا انفرادی حصہ $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ہے۔

Nickel Tetracarbonyl میں کوآرڈی نیشن کا انفرادی حصہ $[Ni(CO)_4]$ ہے۔

### 5.3.2 مرکزی جوہر / رواں

مرکزی جوہر یا رواں وہ ہے جو ایک کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ میں مرکزی مقام پر قائم ہوتا ہے۔ یہ دیگر جوہروں یا جوہروں کے گروپوں (لگینڈ) کو اپنے ساتھ ہم گرفتہ ہم ربط بندش (Coordinate covalent bond) کے ذریعہ جوڑ کر رکھتا ہے۔

مثال کے طور پر $K_4[Fe(CN)_6]$ میں مرکزی دھاتی رواں $Fe^{2+}$ ہے۔ کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ میں $Fe^{2+}$، ہر لگینڈ سے ایک الکٹران کی جوڑی حاصل کرتا ہے، $CN^-$ اور چھ Coordinate covalent bonds بناتا ہے۔ چونکہ مرکزی دھاتی روانوں میں الکٹرانوں کی جوڑی کو حاصل کرنے کی صلاحیت پائی جاتی ہے، اس کو Lewis acid کہا جاتا ہے۔

### 5.3.3 لگینڈ (Ligand)

لگینڈ جوہروں یا جوہروں کے گروپ ہیں جو مرکزی جوہر یا روانوں کے ساتھ بندھے ہوئے ہوتے ہیں۔لگینڈ میں موجود جوہر جو مرکزی دھاتی جوہر کے ساتھ براہِ راست بندھا رہتا ہے، یہ donor کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر $K_4[Fe(CN)_6]$ میں لگینڈ $CN^-$ رواں ہے،مگر اس میں donor جوہر کاربن ہے اور $[CO(NH_3)_6]Cl_3$ میں لگینڈ $NH_3$ کا سالمہ ہے اور نائٹروجن کا جوہر donor ہے۔

#### کوآرڈی نیشن کا کرہ (Coordination sphere)

کوآرڈی نیشن کے مرکب کے کامپلکس کا رواں، جس میں مرکزی دھاتی جوہر یا رواں اور لگینڈ بندھے ہوئے ہیں، ان کو منجملہ کوآرڈی نیشن کا کرہ کہا جاتا ہے اور عام طور پر اسے مربع قوسین کے اندر ان کے بار charge کے ساتھ لکھا جاتا ہے۔ دیگر رواں ہونے والے روانوں کو قوسین کے باہر لکھا جاتا ہے، انہیں counter ions کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر $K_4[Fe(CN)_6]$ میں کامپلکس کا رواں $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ہے اور اس کو کوآرڈی نیشن کا کرہ کہا جاتا ہے۔ $K^+$ کے دیگر منسلک روانوں کو counter ions کہا جاتا ہے۔

#### کوآرڈی نیشن کثیر ضلعی (Coordination poly hedron)

وہ سہ ابعادی ترتیب جس میں لگینڈ کے جوہر یا رواں مرکزی جوہر کے ساتھ بندھے ہوئے ہوتے ہیں، ان کی ترتیب کوآرڈی نیشن کثیر ضلعی یا polygon کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر $K_4[Fe(CN)_6]$ میں، کوآرڈی نیشن کثیر ضلعی، آٹھ ضلعی (Octahedral) ہے۔ $[Ni(CO)_4]$ کا کوآرڈی نیشن کثیر ضلعی سہ پہلوی اہرامی (tetrahedral) ہے۔

**مثال کے طور پر**

i۔ $K_4[Fe(CN)_6]$ میں $Fe^{2+}$ کا کوآرڈی نیشن عدد 6 ہے۔

ii۔ $[Ni(en)_3]Cl_2$ میں $Ni^{2+}$ کا کوآرڈی نیشن عدد بھی 6 ہے۔ یہاں پر لگینڈ 'en' کا مطلب $(NH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2)$ ethane-1,2-diamine ہے اور اس میں دو donor جوہر (نائٹروجن) ہوتے ہیں۔ ہر لگینڈ نکل کے ساتھ دو کوآرڈی نیشن بندش (ہم ربط بندش) بناتا ہے۔ چنانچہ ان کے درمیان جملہ 6 ہم ربط بندشیں پائی جاتی ہیں۔

#### تکسیدی حالت (عدد) (Oxidation state (number))

ایک کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ (entity) کے مرکزی دھات کے جوہر کی تکسیدی حالت کی وضاحت اس طرح کی جاسکتی ہے کہ جب مرکزی دھات کے جوہر سے تمام لگینڈوں کو ان کی الکٹرانوں کی جوڑیوں کے ساتھ خارج کر دیا جائے تو اس دھات میں باقی رہنے والا برقی بار ہی اس دھات کی تکسیدی حالت یا تکسیدی عدد ہے۔ ایک کامپلکس کو نام رکھنے کے دوران اس کو رومن ہندسے میں لکھا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر $[Fe(CN)_6]^{4-}$ کے انفرادی حصہ میں Fe کی تکسیدی حالت کو (II) کی طرح اظہار کیا جاتا ہے۔ کامپلکس رواں میں موجود کل بار، مرکزی دھات کی تکسیدی حالت اور اس کے ساتھ بندھے ہوئے لگینڈوں کے بار کے حاصل جمع کے برابر ہوگا۔ اس تعلق کو مدنظر رکھتے ہوئے تکسیدی حالت کو اس طرح محسوب کیا جاسکتا ہے۔

[(لگینڈ کا بار)×(لگینڈوں کی تعداد)+(مرکزی دھات کی تکسیدی حالت)] = کل بار

**مثال 1 :**

$[Fe(CN)_6]^{4-}$ میں فرض کیجئے کہ Fe کا تکسیدی عدد x ہے۔

کل بار : $-4 = x + 6(-1) \Rightarrow x = +2$

**مثال 2 :**

$[Co(NH_3)_5Cl]^{2+}$ میں فرض کیجئے کہ Fe کا تکسیدی عدد x ہے۔

کل بار : $+2 = x + 5(0) + 1(-1) \Rightarrow x = +3$

**خود کی جانچ 2 :**

2۔ کامپلکس $[Pt(NO_2)(H_2O)(NH_3)_2]Br$ میں درج ذیل کی شناخت کیجئے۔

i۔ مرکزی دھاتی جوہر / رواں

ii۔ لگینڈ اور ان کی قسمیں

iii۔ کوآرڈی نیشن کا انفرادی حصہ

iv۔ مرکزی دھاتی رواں کا تکسیدی عدد

v۔ کوآرڈی نیشن عدد

## کامپلکس کی قسمیں :

کوآرڈی نیشن مرکبات کو ان کی بنیاد پر ذیل کی قسموں میں درجہ بند کیا گیا ہے۔ (i) کامپلکس رواں کے جملہ بار (ii) کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ میں موجود لگینڈ کی قسم۔

### کامپلکس رواں کے جملہ بار کی بنیاد پر درجہ بندی

ایک کوآرڈی نیشن مرکب جس میں کامپلکس کا رواں

i۔ جملہ مثبت بار رکھتا ہے تو یہ **cationic complex** منفرونی کامپلکس کہلائے گا۔ مثالیں : $[Ag(NH_3)_2]^+$, $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ , $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$

ii۔ جملہ منفی بار رکھتا ہے تو یہ **anionic complex** مثبر وانی کامپلکس کہلائے گا۔ مثالیں : $[Ag(CN)_2]^-$, $[Co(CN)_6]^{3-}$ , $[Fe(CN)_6]^{4-}$

iii۔ جملہ بار نہیں رکھتا ہو تو یہ تعدیلی کامپلکس **Neutral complex** کہلائے گا۔ مثالیں: $[Ni(CO)_4]$, $[Fe(CO)_5]$, $[Co(NH_3)_3(Cl)_3]$

### لگینڈ کی قسموں کی بنیاد پر درجہ بندی

ایک کوآرڈی نیشن مرکب جس میں i۔ مرکزی دھاتی رواں / جوہر صرف ایک ہی قسم کے لگینڈ کے ساتھ بندھا ہوا ہے، **homoleptic** کامپلکس کہلاتا ہے۔ مثالیں : $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ , $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$

ii۔ مرکزی دھاتی رواں/ جوہر جس میں ایک سے زیادہ (مختلف) قسم کے لگینڈ پائے جاتے ہوں، heteroleptic کامپلکس کہلاتا ہے۔ مثال: $[Co(NH_3)_5Cl]^{2+}$, $[Pt(NH_3)_2Cl_2)]$

## 5.4 کوآرڈی نیشن کے مرکبات کا تسمیہ (نام رکھنا) (Nomenclature of coordination compounds)

پہلے پہل مرکبات کو ان کے موجدوں کے نام دیۓ جاتے تھے۔ مثال کے طور پر $K[PtCl_3(C_2H_4)]$ کو Zeise's salt کہا گیا اور $[Pt(NH_3)_4][PtCl_4]$ کو Magnu's green salt کہا گیا۔ اس طرح کے کئی مرکبات ہیں، جن کو تیار کیا گیا اور ان کی خصوصیات کا مطالعہ کیا گیا۔ International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) نے منظّم طور پر ان کو نام دینے کے لئے ایک طریقہ بتایا۔ کوآرڈی نیشن مرکبات کو نام رکھنے کے رہنما خطوط (IUPAC) نے دئے ہیں جو اس طرح سے ہیں (2005)۔

1۔ منفرواں (Cation) کو پہلے نام دیا جاتا ہے۔ اس کے بعد مثبر واں (anion) کو نام دیا جاتا ہے، چاہے وہ رواں سادہ ہو یا کامپلکس ہو۔ مثال کے طور پر

- $K_4[Fe(CN)_6]$ میں $K^+$ کو پہلے نام دیا جاتا ہے، اس کے بعد $[Fe(CN)_6]^{4-}$ کو۔
- $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ میں کامپلکس منفرواں $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ کو پہلے نام دیا جاتا ہے، اس کے بعد مثبر واں $Cl^-$ کو
- $[Pt(NH_3)_4][PtCl_4]$ میں کامپلکس منفرواں $[Pt(NH_3)_4]^{2+}$ کو پہلے نام دیا جاتا ہے، اس کے بعد کامپلکس مثبر واں $[PtCl_4]^{2-}$ کو

2۔ دیگر روانی مرکبات کی طرح سادہ روانوں کو نام دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر :

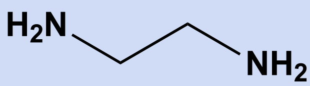
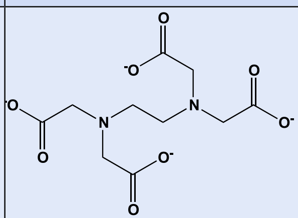
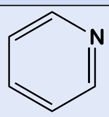
| علامت | سادہ مثبر واں | علامت | سادہ منفرواں |
|---|---|---|---|
| $Cl^-$ | Chloride | $Na^+$ | Sodium |
| $NO_3^-$ | Nitrate | $K^+$ | Potassium |
| $SO_4^{2-}$ | Sulphate | $Cu^{2+}$ | Copper |

3۔ ایک کامپلکس رواں کو نام دینے کے لئے لگینڈوں کو پہلے نام دیا جاتا ہے، اس کے بعد مرکزی دھاتی جوہر/ رواں کو۔ جب ایک کامپلکس رواں جس میں ایک قسم سے زیادہ لگینڈ ہوں تو ان کو انگریزی حروف تہجّی کی ترتیب (alphabetical order) سے نام دیا جاتا ہے۔

### a۔ لگینڈوں کو نام دینا

i۔ مثبر وانی لگینڈ کو لاحقہ حرف 'o' اور منفروانی لگینڈ کو لاحقہ 'ium' نام دیا جاۓ۔ تعدیلی لگینڈ کو ان کے سالمی نام دۓ جائیں، سواۓ بعض کے، جیسے $H_2O$ کو aqua، CO کو Carbonyl، $NH_3$ کو ammine اور NO کو nitrosyl نام دیں۔

ii۔ ambidendate لگینڈ کے لئے اصطلاح k استعمال کی جاتی ہے، جس میں ایک سے زیادہ ہم ربط بندشیں پائی جاتی ہیں۔ مثال کے طور پر: thiocyanate لگینڈ، مرکزی جوہر/ رواں کے ساتھ سلفر کے ساتھ یا نائٹروجن کے ساتھ بندش بناتے ہیں۔ اس لگینڈ میں اگر سلفر ہم ربط بندش بناتا ہے تو اسے thiocyanato-kS کہیں گے اور اگر نائٹروجن کے ساتھ لگینڈ بندش بناتا ہے تو thiocyanato-kN کہیں گے۔

| عام نام | ضابطہ | IUPAC لگینڈ کے نام |
|---|---|---|
| Bromide | $Br^-$ | bromido |
| Chloride | $Cl^-$ | chlorido |
| Fluoride | $F^-$ | fluorido |
| Cyanide | $CN^-$ | cyanido |
| Hydroxide | $OH^-$ | hydroxido |
| Carbonate | $CO_3^{2-}$ | carbonato |
| Nitrate | $NO_3^-$ | nitrato |
| Nitrite | $NO_2^-$ | $\leftarrow NO_2^-$ ; nitrito-κN<br>$\leftarrow ONO^-$ ; nitrito-κO |
| Sulphate | $SO_4^{2-}$ | sulphato |
| Sulphide | $S^{2-}$ | sulphido |
| Oxalate (ox) | $C_2O_4^{2-}$ | oxalato |
| Ethylenediamine (en) |  | ethane-1,2-diamine |
| Ethylenediaminetetraacetate (EDTA) |  | 2,2',2'',2'''-(ethane-1,2-diyldinitrilo)tetraacetato |
| Triphenylphosphine | $P(Ph)_3$ | triphenylphosphane |
| Pyridine (py) |  | pyridine |

iii۔ اگر کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ (entity) میں ایک سے زیادہ ایک خاص قسم کے لگینڈ پائے جاتے ہوں تو، لگینڈ کے ضعف (2,3,4,...) کو اظہار کرنے کے لئے مناسب یونانی سابقے جیسے (di, tri, tetra, ...) وغیرہ استعمال کئے جاتے ہیں۔ اگر لگینڈ کے نام میں خود یونانی سابقہ موجود ہو، جیسا کہ ethylenediamine میں، تو ان لگینڈوں کے ضعف کے اظہار کے لئے ایک متبادل سابقہ جیسے (bis, tris, tetrakis, ...) وغیرہ استعمال کیا جائے۔ ان عددی سابقوں کو لگینڈوں کی حروف تہجی کی ترتیب کے لئے استعمال نہ کیا جائے۔

### b۔ مرکزی دھات کو نام دینا:(Naming the central metal)

منفروانی/تعدیلی کامپلکسوں میں، عنصر کا نام ہی مرکزی دھاتی جوہر/رواں کے نام کی طرح استعمال کیا جاتا ہے، جب کہ مثبر وانی مرکبات میں دھاتی جوہروں کے نام لیتے وقت لاحقہ 'ate' استعمال کیا جاتا ہے۔ دھات کی تکسیدی حالت کو دھات کے نام کے فوراً بعد قوسین میں رومی ہندسوں میں لکھا جاتا ہے۔

| عنصر | دھاتوں کے نام | |
|---|---|---|
| | منفرواں کا مپلکس | مثبرواں کا مپلکس |
| Cr | Chromium | Chromate |
| Zn | Zinc | Zincate |
| Al | Aluminum | Aluminate |
| Fe | Iron | Ferrate |
| Cu | Copper | Cuprate |
| Co | Cobalt | Cobaltate |
| Pb | Lead | Plumbate |
| Ag | Silver | Argentate |
| Sn | Tin | Stannate |
| Au | Gold | Aurate |
| Pt | Platinum | Platinate |

**IUPAC** کے رہنمائی خطوط کے مطابق کوآرڈی نیشن کے مرکبات کو نام دینا۔

مثال **1** :

| کوآرڈی نیشن مرکب : $K_4[Fe(CN)_6]$ | | |
|---|---|---|
| منفرواں (سادہ)<br>Cation (Simple) | $K^+$ | Potassium |
| مثبرواں (کا مپلکس)<br>Anion (complex) | $[Fe(CN)6]^{4-}$ | |
| لگینڈ<br>Ligands | $CN^-$ | |
| لگینڈ کا نام سابقہ کے ساتھ | 6 لگینڈ - سابقہ **Hexa**<br>مثبرواں لگینڈ cyanido-kC<br>($CN^-$ میں ہم ربطی جوہر، کاربن ہے) | hexacyanido-κC |
| مرکزی دھات | Fe (مثبرواں کا مپلکس میں) | ferrate |
| مرکزی دھات (x) میں تکسیدی حالت | x + 6 (-1)= -4<br>x = -4 + 6 = +2 | (II) |
| Potassium hexacyanido-κC ferrate(II) : نام **IUPAC** | | |

| مثال 2 :کوآرڈی نیشن مرکب : $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$ | | |
|---|---|---|
| منفرواں (کامپلکس) | $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$ | |
| لگینڈ | $NH_3$ and $Cl^-$ | |
| لگینڈ کا نام سابقہ کے ساتھ (NH3) | 4 لگینڈ- سابقہ tetra<br>تعدیلی لگینڈ - ammine | انگریزی حروف تہجی کے حساب سے chlorido سے پہلے ammine آتا ہے |
| | 2 لگینڈ - سابقہ di<br>مثبر وانی لگینڈ - chlorido | |
| مرکزی دھات | Co - (منفروانی مرکب میں) | cobalt |
| مرکزی دھات (x) کی تکسیدی حالت | $x + 4 (0) + 2 (-1)= +1$<br>$x = 1 + 2 = +3$ | (III) |
| مثبر واں (سادہ) | $Cl^-$ | chloride |
| IUPAC نام : Tetraamminedichloridocobalt(III) chloride | | |

| مثال 3 : کوآرڈی نیشن مرکب : $[Cr(en)_3][CrF_6]$ | | |
|---|---|---|
| منفرواں (کامپلکس) | $[Cr(en)_3]^{3+}$ | |
| لگینڈ | en - (ethylenediamine) | |
| لگینڈ کا نام سابقہ کے ساتھ<br>(لگینڈ ہی میں ایک یونانی سابقہ di موجود ہے<br>کوئی اور سابقہ استعمال کریں۔ | 3 لگینڈ - سابقہ tris<br>تعدیلی لگینڈ<br>ethane-1,2-diamine | tris(ethane-1,2-diamine) |
| مرکزی دھات | Cr (منفروانی کامپلکس میں) | chromium |
| مرکزی دھات میں تکسیدی حالت (x) | $x + 3 (0) = +3$<br>$x = +3$ | (III) |
| مثبر واں (کامپلکس) | $[CrF_6]^{3-}$ | |
| لگینڈ | $6 F^-$ | |
| لگینڈ کا نام سابقہ کے ساتھ | 6 لگینڈ- سابقہ hexa<br>مثبر وانی لگینڈ : Fluorido | hexafluorido |
| مرکزی دھات | Cr (مثبر وانی کامپلکس میں) | chromate |
| مرکزی دھات (x) کی تکسیدی حالت | $x + 6 (-1)= - 3$<br>$x = -3 + 6 = +3$ | (III) |
| IUPAC نام : Tris(ethane-1,2-diamine)chromium(III) hexafluoridochromate(III) | | |

IUPAC کے تسمیہ (نام دینے) کو بہتر طریقے سے سمجھنے کے لئے نیچے مزید مثالیں دی گئی ہیں۔

| | | |
|---|---|---|
| i. | $[Ag(NH_3)_2]Cl$ | Diamminesilver(I) chloride |
| ii. | $[Co(en)_2Cl_2]Cl$ | Dichloridobis(ethane-1,2-diamine)cobalt(III) chloride |
| iii. | $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ | Tetraamminecopper(II) sulphate |
| iv. | $[Co(CO_3)(NH_3)_4]Cl$ | Tetraamminecarbonatocobalt(III) chloride |
| v. | $[Cr(NH_3)_3(H_2O)_3]Cl_3$ | Triamminetriaquachromium(III) chloride |
| vi. | $K_3[Fe(CN)_5\ NO]$ | Potassiumpentacyanidonitrosylferrate(II) |
| vii. | $Na_2[Ni(EDTA)]$ | Sodium 2,2',2'',2'''-(ethane-1,2-diyldinitrilo) tetraacetatonickelate(II) |
| viii. | $[PdI_2(ONO)_2(H_2O)_2]$ | Diaquadiiododinitrito-κO palladium(IV) |
| ix. | $[Cr(PPh_3)(CO)_5]$ | Pentacarbonyltriphenylphosphanechromium(0) |
| x. | $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$ | Triamminetrinirito-κNcobalt(III) |
| xi. | $[Co(NH_3)_5CN][Co(NH_3)(CN)_5]$ | Pentaamminecyanido-κCcobalt(III) amminepentacyanido-κCcobaltate(III) |
| xii. | $[Pt(py)_4][PtCl_4]$ | Tetrapyridineplatinum(II) tetrachloridoplatinate(II) |
| xiii. | $[Co(NH_3)_4Cl_2]_3\ [Cr(CN)_6]$ | Tetraamminedichloridocobalt(III) hexacyanido-κCchromate(III) |
| xiv. | $[Ag(NH_3)_2]^+$ | diamminesilver(I) ion |
| xv. | $[Co(NH_3)_5\ Cl]^{2+}$ | pentaamminechloridocobalt(III) ion |
| xvi. | $[FeF_6]^{4-}$ | Hexafluoridoferrate(II)ion |

**خودکا محاسبہ 3 :**

14۔ درج ذیل مرکبات کے لئے IUPAC نام لکھئے۔

(i) $K_2[Fe(CN)_3(Cl)_2(NH_3)]$

(ii) $[Cr(CN)_2(H_2O)_4][Co(ox)_2(en)]$

(iii) $[Cu(NH_3)_2Cl_2]$

(iv) $[Cr(NH_3)_3(NC)_2(H_2O)]^+$

(v) $[Fe(CN)_6]^{4-}$

15۔ درج ذیل مرکبات کی ساخت بتائیے۔

(i) diamminesilver(I) dicyanidoargentate(I)

(ii) Pentaammine nitrito-κNcobalt (III) ion

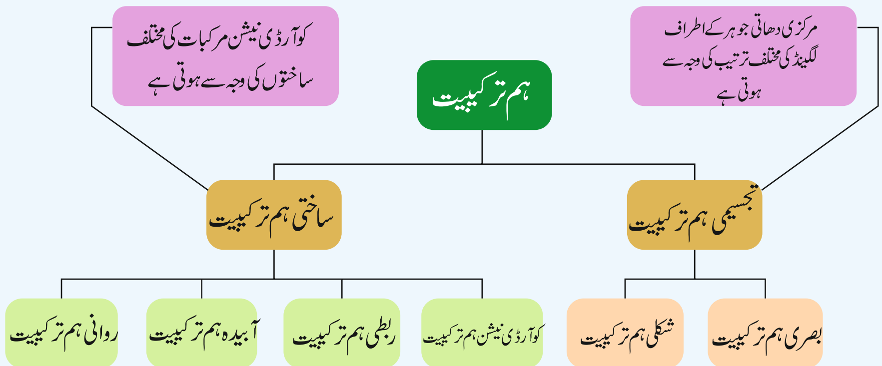
(iii) hexafluorido cobaltate (III) ion

(iv) dichloridobis(ethylenediamine) Cobalt (IV) sulphate

(v) Tetracarbonylnickel (0)

## 5.5 کوآرڈی نیشن مرکبات میں ہم ترکیبیت (Isomerism in coordination compounds)

گذشتہ سال کیمیاء کی جماعت میں ہم نے نامیاتی مرکبات کے پس منظر میں ہم ترکیبیت سے متعلق جانکاری حاصل کی تھی۔ اسی طرح کوآرڈی نیشن کے مرکبات بھی ہم ترکیبیت کو ظاہر کرتے ہیں۔ ہم ترکیبیت ایک ایسا مظہر ہے جس میں کوآرڈی نیشن کے مرکبات جن کا سالمی ضابطہ ایک ہوتا ہے، مگر اس کے طبعی اور کیمیائی خواص مختلف ہوتے ہیں، اس کی وجہ مرکزی دھاتی جوہر کے اطراف لگینڈ کی مختلف ترتیب ہے۔ درج ذیل فلو چارٹ کو آرڈی نیشن مرکبات میں مشاہدہ کردہ عام قسم کی ہم ترکیبیت کو ظاہر کرتی ہے۔



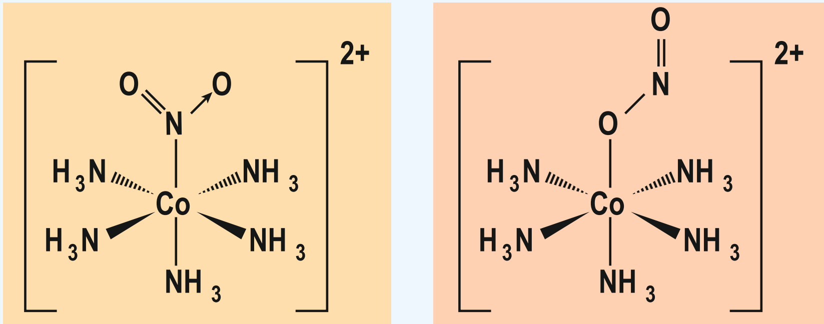

خاکہ 5.2 کوآرڈی نیشن مرکبات میں ہم ترکیبیت

### 5.5.1۔ ساختی ہم ترکیبے (Structural isomers)

وہ کوآرڈی نیشن مرکبات، جن کا ضابطہ ایک ہی ہو، مگر ان سے متعلقہ جوہروں کا رابطہ مختلف ہو، یہ ساختی ہم ترکیبے یا constitutional isomers کہلاتے ہیں۔ ساختی ہم ترکیبے کی چار عام قسمیں ہیں، جن کے بارے میں نیچے تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔

## ربطی ہم ترکیبے (Linkage isomers)

اس قسم کے ہم ترکیبے اس وقت بنتے ہیں، جب ایک ambidentate لگینڈ کو اپنے مختلف donor جوہروں کے ذریعے مرکزی دھات جوہر/رواں کے ساتھ بندھا گیا ہے۔ نیچے دی گئی مثالوں میں nitrite کا رواں مرکزی دھاتی رواں ایک کامپلکس میں $Co^{3+}$ کو ایک نائٹروجن جوہر کے ساتھ اور دوسرے کامپلکس میں آکسیجن کے جوہر کے ساتھ باندھا گیا ہے۔




خاکہ 5.3 ربطی ہم ترکیبے

## کوآرڈی نیشن ہم ترکیبے (Coordination isomers)

کوآرڈی نیشن کے مرکبات میں اس قسم کے ہم ترکیبے واقع ہوتے ہیں، جس میں منفرواں اور مثبر واں دونوں کامپلکس روانوں کی طرح موجود ہیں۔ منفروانی اور مثبر وانی کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ میں ایک یا ایک سے زیادہ لگینڈ وں کے تبادلہ سے مختلف ہم ترکیبے بنتے ہیں۔

مثال کے طور پر، $[Co(NH_3)_6][Cr(CN)_6]$ کوآرڈی نیشن مرکب میں امونیا اور سیانائڈ کے لگینڈ بالترتیب کوبالٹ اور کرومیم کے ساتھ بندھے ہوئے ہیں، جب کہ اس کے کوآرڈی نیشن کے ہم ترکیبے $[Cr(NH_3)_6][Co(CN)_6]$ میں ان کی ترتیب الٹی ہے۔

### کوآرڈی نیشن کے ہم ترکیبے کی بعض مزید مثالیں :

1- $[Cr(NH_3)_5CN][Co(NH_3)(CN)_5]$ and $[Co(NH_3)_5CN][Cr(NH_3)(CN)_5]$

2- $[Pt(NH_3)_4][Pd(Cl)_4]$ and $[Pd(NH_3)_4][Pt(Cl)_4]$

## روانی ہم ترکیبے (Ionisation isomerism)

جب ایک رواں ہونے والا، مخالف سادہ رواں خود ایک لگینڈ کی طرح عمل کرتا ہے تو اس قسم کے ہم ترکیبے حاصل ہوتے ہیں۔ کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ (entity) میں ایک یا ایک سے زیادہ لگینڈ وں کے ساتھ اس طرح کے مخالف روانوں کے تبادلے سے روانی ہم ترکیبے بنتے ہیں۔ یہ ہم ترکیبے محلول میں مختلف روانوں کو دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر، مرکب $[Pt(en)_2Cl_2]Br_2$ کو فرض کیجیے۔ اس مرکب میں، $Br^-$ اور $Cl^-$ دونوں میں لگینڈ بننے کی صلاحیت موجود ہے اور ان روانوں کے تبادلہ سے مختلف ہم ترکیبے $[Pt(en)_2Br_2]Cl_2$ بنتے ہیں۔ محلول میں پہلا مرکب $Br^-$ دیتا ہے، جب کہ دوسرا $Cl^-$ رواں دیتا ہے۔ لہٰذا یہ مرکبات روانی ہم ترکیبے کہلاتے ہیں۔

### روانی ہم ترکیبوں کی بعض مزید مثالیں :

1- $[Cr(NH_3)_4ClBr]NO_2$ and $[Cr(NH_3)_4Cl\ NO_2]Br$

2- $[Co(NH_3)_4Br_2]Cl$ and $[Co(NH_3)_4Cl\ Br]Br$

**خود کا محاسبہ 4 :**

3۔ $[Co(NH_3)_4I_2]Cl$ کے محلول کو جب $AgNO_3$ کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے تو یہ ایک سفید رسوب دیتا ہے۔ جب حل شدہ کامپلکس $AgNO_3$ کے ساتھ زرد رسوب دیتا ہے تو ہم ترکیبے کا ضابطہ کیا ہوگا؟ ان ہم ترکیبوں کو کیا نام دیا جائے گا؟

### محلول سازی کی ہم ترکیبیت (Solvate isomerism)

کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ (entity) کی قلمی جالی میں، پانی، امونیا، الکحل جیسے آزاد محلل کے سالموں کا تبادلہ، مختلف ہم ترکیبے دیتا ہے۔ اس قسم کے ترکیبے کو محلول سازی کی ہم ترکیبیت کہتے ہیں۔ اگر محلل کے سالمے پانی کے ہوں تو، ہم ترکیبے کو آبیدہ ہم ترکیبے (hydrate isomers) کہا جائے گا۔ مثال کے طور پر، کامپلکس جس کا کیمیائی ضابطہ $CrCl_3.6H_2O$ ہو، اس کے تین آبیدہ ہم ترکیبے ہیں، جیسا کہ نیچے بتایا گیا ہے۔

| | |
|---|---|
| $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ | ایک بنفشی رنگ کا مرکب جو محلول میں کلورائڈ کے تین رواں دیتا ہے۔ |
| $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$ | ایک ہلکا سبز رنگ کا مرکب، جو محلول میں کلورائڈ کے دو رواں دیتا ہے۔ |
| $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$ | گہرے سبز رنگ کا مرکب، جو محلول میں کلورائڈ کے ایک رواں دیتا ہے۔ |

## 5.5.2۔ تجسیمی ہم ترکیبے (Stereo isomers)

نامیاتی مرکبات ہی کی طرح، کوآرڈی نیشن مرکبات بھی تجسیمی ہم ترکیبے ظاہر کرتے ہیں۔ ایک کوآرڈی نیشن کے مرکب میں ایک ہی کیمیائی ضابطہ ہے اور مرکزی دھاتی جوہر اور لگینڈ کے درمیان ایک ہی قسم کا ربط ہے۔ مگر وہ سہ ابعادی خالی جگہ میں لگینڈ کی ترتیب میں مختلف ہیں۔ ان کو مزید شکلی ہم ترکیبیت (geometrical isomerism) اور بصری ہم ترکیبیت (optical isomerism) میں درجہ بند کیا جاسکتا ہے۔

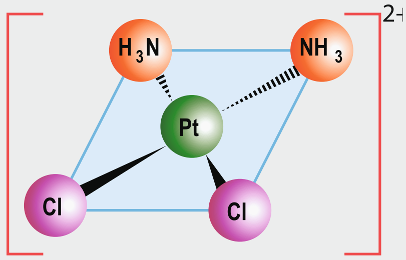
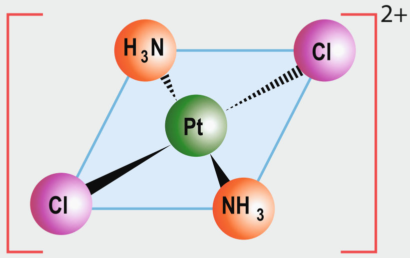
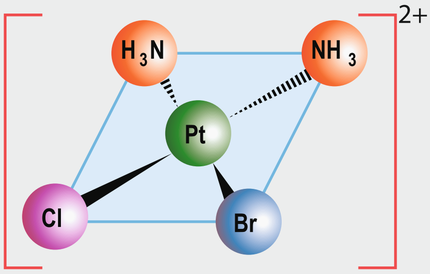
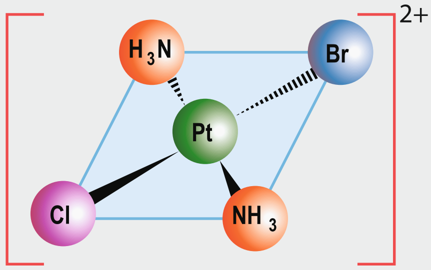
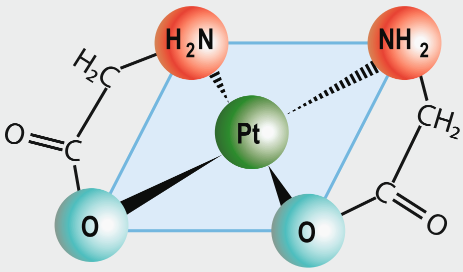
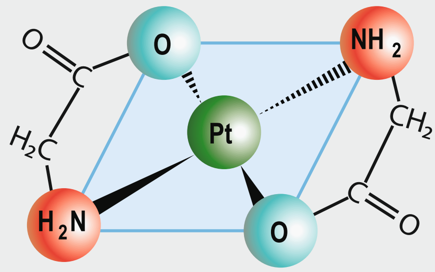
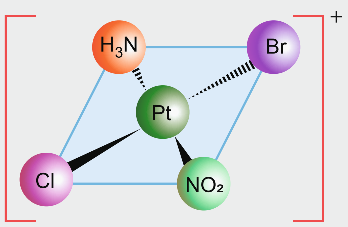
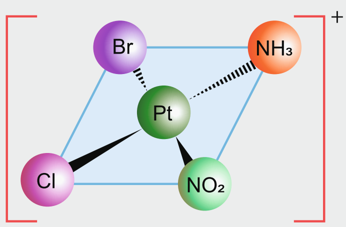
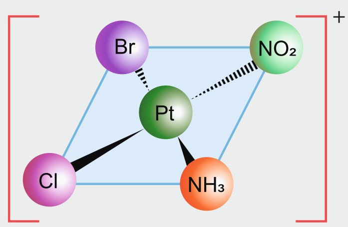
### شکلی ہم ترکیبیت (Geometrical isomers)

مختلف قسم کے لگینڈ رکھنے والے کامپلکسوں (heteroleptic) کے مرکزی دھاتی جوہر کے اطراف کی خالی جگہ میں لگینڈوں کی مختلف ممکنہ سہ ابعادی ترتیب کی وجہ سے شکلی ہم ترکیبیت ظاہر ہوتی ہے۔

مربع سطحی (square planar) کامپلکس جو $[MA_2B_2]^{n\pm}$ اور $[MA_2BC]^{n\pm}$ کی شکل میں ہوں (جس میں A، B اور C، یک دندانہ لگینڈ (monodentate ligand) اور M، مرکزی دھاتی رواں/جوہر ہے)، مماثل گروپ (A یا B) جو مرکزی دھاتی جوہر (M) کے ایک ہی جانب یا مخالف جانب میں ہوں، یہ ترتیب دو مختلف شکلی ہم ترکیبے دیتی ہے۔ ان دونوں کو *cis* (یک جانبی) اور *trans* (مخالف جانبی) ہم ترکیبے کہتے ہیں۔

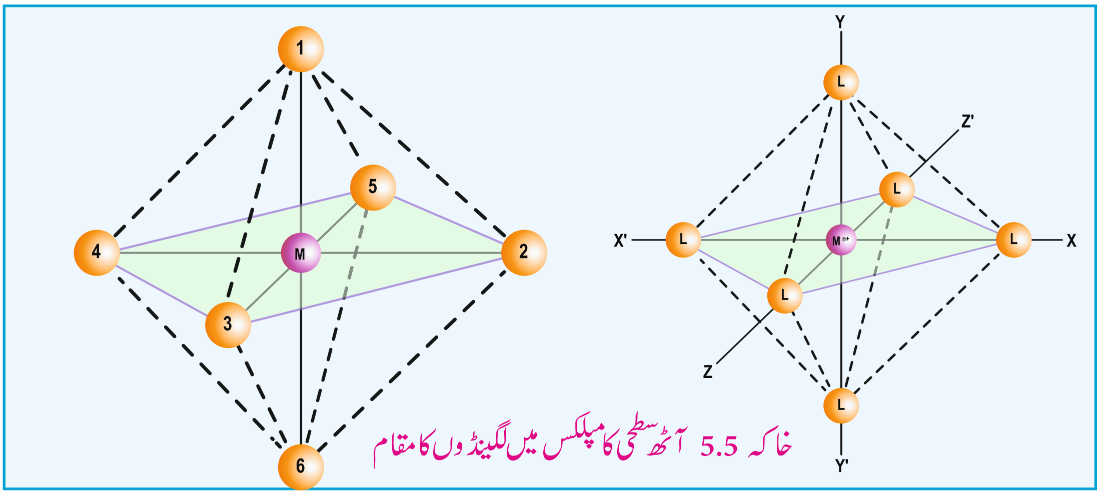
مربع سطحی (square planar) کامپلکس جو $[M(xy)_2]^{n\pm}$ جس میں x اور y ، ایک دو دندانہ لگینڈ (bidentate ligand) ہے، جس میں دو مختلف ہم ربطی جوہر بھی cis-trans isomerism کو ظاہر کرتے ہیں۔ مربع سطحی (square planar) کامپلکس جو $[MABCD]^{n\pm}$ بھی شکلی ہم ترکیبیت کو ظاہر کرتے ہیں۔ ایسی صورت میں کسی ایک لگینڈ کو مدنظر رکھتے ہوئے (A,B,C یا D) دیگر تین لگینڈوں کو تین مختلف طریقوں سے ترتیب دینے پر تین شکلی ہم ترکیبے حاصل ہوتے ہیں۔

## خاکہ 5.4 $MA_2B_2$, $MA_2BC$, $M(xy)_2$, MABCD کے ہم ترکیبے

| قسم | مثال | |
|---|---|---|
| | ہم جانبی ہم ترکیبہ (Cis isomer) | مخالف جانبی ہم ترکیبہ (Trans isomer) |
| $MA_2B_2$ |   |   |
| $MA_2BC$ |   |   |
| $M(xy)_2$ |   |   |
| MABCD |       | |

## آٹھ سطحی کامپلکس (Octahedral complexes)

آٹھ سطحی کامپلکس جو $[MA_2B_4]^{n\pm}$ اور $[M(xx)_2B_2]^{n\pm}$ کی شکل میں ہوں، cis-trans isomerism کو ظاہر کرتے ہیں۔ یہاں پر A اور B یک دندانہ لگینڈ ہیں اور xx دو دندانہ لگینڈ ہیں جس میں دو یکساں قسم کے donor جوہر ہیں۔ آٹھ سطحی کامپلکس میں لگینڈوں کا مقام، درج ذیل عددی طریقے سے کیا جائے گا۔

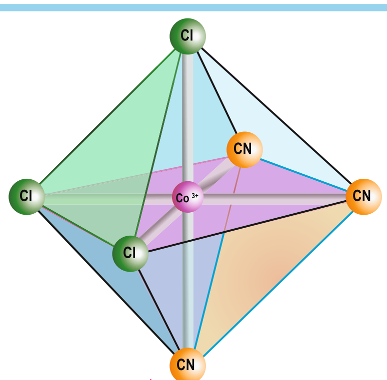



خاکہ 5.5 آٹھ سطحی کامپلکس میں لگینڈوں کا مقام

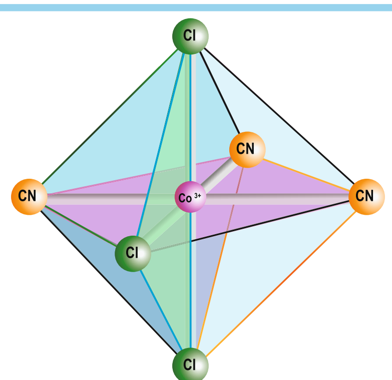
اوپر کی ترتیب میں مقامات (1,2)، (1,3)، (1,4)، (1,5)، (2,3)، (2,5)، (2,6)، (3,4)، (3,6)، (4,5)، (4,6) اور (5,6) مشابہ (Identical) ہیں، اور اگر دو مماثل (similar) گروپ ان میں سے کسی ایک مقام میں موجود ہوں تو اس ہم ترکیبے کو *cis* isomer (ہم جانبی) کہا جائے گا۔ اسی طرح مقامات (1,6)، (2,4) اور (3,5) بھی مشابہ ہیں اور اگر مماثل لگینڈ ان مقامات پر موجود ہوں تو اس ہم ترکیبے کو *trans* isomer (مخالف جانبی) کہا جائے گا۔

آٹھ سطحی (square planar) کامپلکس جو $[MA_3B_3]^{n\pm}$ کی شکل میں ہوں، وہ شکلی ہم ترکیبیت کو ظاہر کرتے ہیں۔ اگر تین مماثل لگینڈ (A) ایک آٹھ سطحی کے ایک مثلثی رُخ پر موجود ہوں اور دیگر 3 لگینڈ (B) آٹھ سطحی کے مخالف مثلثی رُخ پر موجود ہیں تو، اس ہم ترکیبے کو رُخی ہم ترکیبیہ (facial isomer) (*fac*-isomer) کہا جائے گا۔ خاکہ 5.6 (a)

اگر تین مماثل لگینڈ نصف النہار (مرکزی خط) (meridian) کے اطراف موجود ہوں، جو ایک آٹھ سطحی کے ایک (apex) سے مخالف (apex) تک ایک فرضی نصف دائرہ بناتا ہے، جیسا کہ خاکہ 5.6(b) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ ہم ترکیبیہ نصف النہاری ہم ترکیبیہ (meridional isomer) (*mer* isomer) کہلاتا ہے۔ یہ نصف النہار اس لئے کہلاتا ہے کہ لگینڈ کا ہر ایک سیٹ آٹھ سطحی کے نصف النہار پر قائم ہونا فرض کیا جاتا ہے۔




خاکہ 5.6(a) رُخی ہم ترکیبیہ




خاکہ 5.6(b) نصف النہاری ہم ترکیبیہ

جیسے جیسے مختلف لگینڈوں کی تعداد بڑھتی جاتی ہے، ممکنہ ہم ترکیبوں کی تعداد بھی بڑھتی جاتی ہے۔ $[MABCDEF]^{n\pm}$ کی قسم کے آٹھ سطحی کامپلکس کے لئے جس میں E,D,C,B,A اور F یک دندانی لگینڈ ہیں، 15 قسم کے مختلف ترتیبیں ممکن ہیں، جس سے 15 ہم ترکیبے حاصل ہوتے ہیں، تمام ممکن ہم ترکیبے حاصل کرنا بہت مشکل ہے۔

خود کا محاسبہ :5

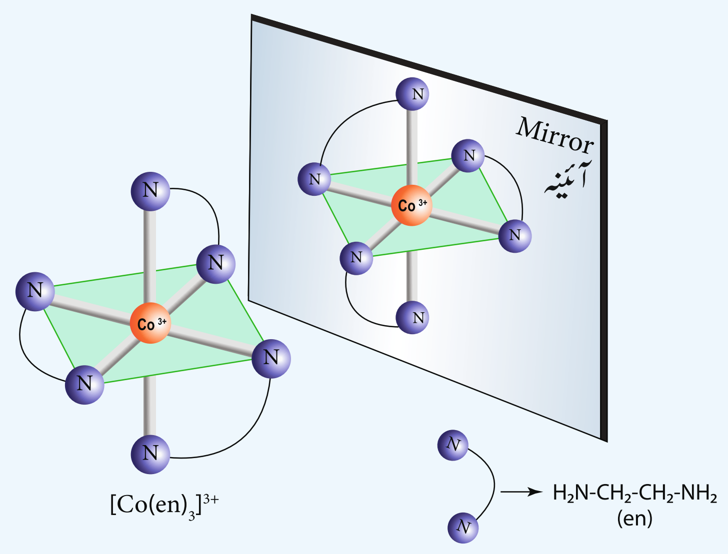
5۔ B,A اور C نامی تین مرکبات، جن کا عام ضابطہ $CrCl_3.6H_2O$ ہے، انہیں ایک مرتبان میں رکھا گیا ہے، جس میں ایک نابیدہ عامل موجود ہے اور وہ مرکبات اپنے پانی کے سالمے کو کھو کر اپنا مستقل وزن بنا چکے ہیں، جیسا کہ نیچے بتایا گیا ہے۔ مرکب کے سالمی ضابطہ کی شناخت کیجئے۔

| مرکب | مرکب کا ابتدائی وزن ( g میں) | نابیدگی کے بعد مرکب کا مستقل وزن ( g میں) |
|---|---|---|
| A | 4 | 3.46 |
| B | 0.5 | 0.466 |
| C | 3 | 3 |

6۔ درج ذیل کامپلکسوں کے لئے ممکن قسم کے ہم ترکیبے بتایئے اور ان ہم ترکیبوں کی ساخت کو چھڑایئے۔

(i) $[Co(en)_3][Cr(CN)_6]$ (ii) $[Co(NH_3)_5(NO_2)]^{2+}$ (iii) $[Pt(NH_3)_3(NO_2)]Cl$

### 5.5.3 بصری ہم ترکیبیت (Optical isomerism)



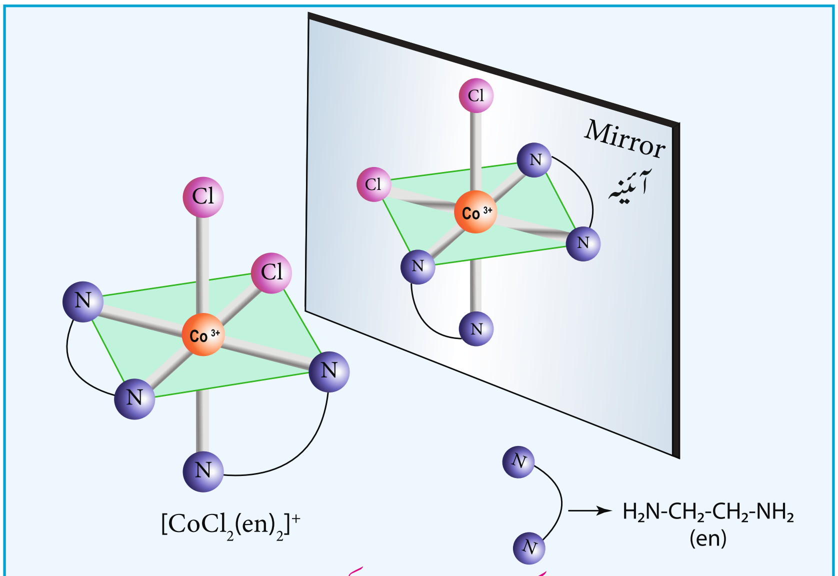
خاکہ 5.7 بصری ہم ترکیبیہ

نامیاتی مرکبات ہی کی طرح کو آرڈی نیشن کے مرکبات جو chairality (جو لگینڈ کو اپنی گرفت میں رکھتے ہیں) رکھتے ہیں، یہ بصری ترکیبیت ظاہر کرتے ہیں۔ دو بصری ہم ترکیبوں کی جوڑی جو ایک دوسرے کے آئینہ کے خیالات کی طرح ہیں، انہیں عکاس ہم ترکیبے (enantiomers) کہا جاتا ہے۔ ان کے محلول سادہ تقطیبی روشنی (plane polarised light) کو ساعت وار یا غیر ساعت وار گھماتے ہیں اور ان کے نظیری ہم ترکیبے 'd' (Dextro rotatory) اور 'l' (Levo rotatory) بنتے ہیں۔ $[M(xx)_3]^{n\pm}$, $[M(xx)_2AB]^{n\pm}$, اور $[M(xx)_2B_2]^{n\pm}$ قسم کے آٹھ سطحی کامپلکس بصری ہم ترکیبیت کو ظاہر کرتے ہیں۔

**مثالیں :**

$[Co(en)_3]^{3+}$ کے بصری ہم ترکیبوں کو خاکہ 5.7 میں بتایا گیا ہے۔

کوآرڈی نیشن کامپلکس $[CoCl_2(en)_2]^{3+}$ کے تین ہم ترکیبے ہیں، وہ بصری طور پر حساس cis یک جانبی شکل کے ہیں اور ایک بصری طور پر غیر حساس Trans مخالف جانبی شکل کے ہیں۔ اس کی ساختیں یہاں دکھائی گئی ہیں۔




خاکہ 5.8 بصری ہم ترکیبے

**خود کا محاسبہ 6 :**

10۔ کامپلکس $Ca[Co(NH_3)Cl(Ox)_2]$ کے تمام ممکن جسیمی ہم ترکیبوں (stereo isomers) کو چھڑائیے۔

## 5.6 کوآرڈی نیشن مرکبات کے نظریے (Theories of coordination compound)

الفرڈ ورنر نے کوآرڈی نیشن مرکبات کی بندشوں کو ایک لیوس ترشہ اور ایک لیوس اساس کے درمیان بندش کہا۔ کوآرڈی نیشن کے مرکبات کے مشاہدہ کردہ خواص کی وضاحت کرنے میں ان کا نظریہ بہت ہی اہمیت کا حامل ہے۔ جب کہ خواص جیسا کہ رنگ، مقناطیسی خواص وغیرہ سے متعلق ان کا نظریہ وضاحت نہیں کرتا۔ ورنر کے بعد Linus pauling نے Valence bond theory (VBT) (گرفتی بندش کا نظریہ) کو پیش کیا، جس میں یہ بتایا گیا ہے کہ دھاتی جوہر اور لگینڈ کے درمیان بننے والی بندش خالص ہم گرفتہ ہے۔ Bethe اور Van vleck نے دھاتی جوہر اور لگینڈ کے درمیان بننے والی بندش کو برق سکونی کہا ہے اور کوآرڈی نیشن مرکبات کے خواص کی وضاحت کرنے کے لئے Crystal Field theory (CFT) کے نظریے کو پیش کیا۔ مزید یہ کہ Ligand Field theory اور Molecular Orbital Theory کے نظریوں کی مزید ترقی نے کوآرڈی نیشن کے مرکبات کے درمیان بندشوں کی نوعیت کی مزید وضاحت کی۔ اس حصہ میں ہم سادہ کوآرڈی نیشن کے مرکبات کی وضاحت VBT اور CFT سے کریں گے۔

### 5.6.1۔ گرفتی بندش کا نظریہ (Valence Bond Theory) (VBT)

اس نظریہ کے مطابق، مرکزی دھاتی جوہر اور لگینڈ کے درمیان بندش کی وجہ، مداریے بھرے ہوئے لگینڈ جس میں الکٹرانوں کی تنہا جوڑی ہو، اس کے ساتھ مرکزی دھاتی جوہر کے خالی مخلوط مداریوں کا انطباق (overlap) ہے۔

**VBT کے اہم مفروضات**

1۔ ایک کوآرڈی نیشن کامپلکس میں لگینڈ ← دھات کی نوعیت ہم گرفتہ ہے۔ مرکزی دھاتی جوہر اور لگینڈ کے درمیان الکٹرانوں (لگینڈ کی طرف سے دیئے گئے) کی ساجھے داری (sharing) سے یہ بندش بنتی ہے۔

2۔ ہر لگینڈ میں کم سے کم ایک بھرتی مداریہ ہو جس میں الکٹرانوں کی ایک تنہا جوڑی موجود ہو۔

3۔ لگینڈ کی طرف سے عطا کردہ الکٹرانوں کی جوڑی کو بھرنے کے لئے، مرکزی دھاتی جوہر کے رواں مناسب تعداد کے (کوآرڈی نیشن عدد) کے خالی مداریے رکھنے ہوں گے۔

4۔ مرکزی دھاتی جوہر کے رواں کے یہ خالی مداریے اختلاط (hybridisation) پاتے ہیں، وہ عمل جس میں موزوں توانائی والے جوہری مداریے مساوی تعداد کے نئے مداریے بناتے ہیں، جن کو مخلوط مداریے کہا جاتا ہے۔ یہ مخلوط مداریے اتنی ہی توانائی رکھتے ہیں۔

5۔ مرکزی دھاتی رواں کے خالی مخلوط مداریے، خطی طور پر لگینڈ کے بھرتی شدہ مداریوں کے ساتھ انطباق (overlap) پاتے ہیں، دھات اور لگینڈ کے درمیان ہم ربط ہم گرفتہ سگما بندش (coordinate covalent sigma bond) بناتے ہیں۔

6۔ مخلوط مداریے سمتی ہیں اور خلا میں ان کی ترتیب کامپلکس رواں کو ایک خاص شکل دیتے ہیں۔

| کوآرڈی نیشن عدد | اختلاط | شکل | مثالیں |
|---|---|---|---|
| 2 | sp | خطی | $[CuCl_2]^-$, $[Ag(CN)_2]^-$ |
| 3 | $sp^2$ | تین سطحی خطی | $[HgI_3]^-$ |
| 4 | $sp^3$ | تین سطحی اہرامی | $[Ni(CO)_4]$, $[NiCl_4]^{2-}$ |
| 4 | $dsp^2$ | چہار سطحی مربع سطحی | $[Ni(CN)_4]^{2-}$, $[Pt(NH_3)_4]^{2+}$ |
| 5 | $dsp^3$ *($d_{x^2-y^2}$ orbital is involved)* | تین سطحی دو اہرامی | $Fe(CO)_5$ |
| 6 | $d^2sp^3$ *($d_{z^2}$ and $d_{x^2-y^2}$* اندرونی مداریوں کا کامپلکس حصہ لیتے ہیں | آٹھ سطحی | $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$, $[Fe(CN)_6]^{2-}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ *(Inner orbital complexes)* اندرونی مداریوں کا کامپلکس |
| 6 | $sp^3d^2$ *($d_{z^2}$ and $d_{x^2-y^2}$* بیرونی مداریوں کا کامپلکس حصہ لیتے ہیں | آٹھ سطحی | $[FeF_6]^{4-}$,$[CoF_6]^{4-}$, $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ *(Outer orbital complexes)* بیرونی مداریوں کا کامپلکس |

7۔ آٹھ سطحی کامپلکسوں میں اگر (n–1)d مداریے اختلاط میں حصے لیتے ہیں تو ان کو اندرونی مداریوں کا کامپلکس (inner orbital complex) یا کم گردشی کامپلکس (low spin complex) یا گردشی جوڑی کا کامپلکس (spin paired complex) کہا جاتا ہے۔ اگر nd مداریے اختلاط میں حصہ لیتے ہیں تو اس طرح کے کامپلکس کو بیرونی مداریوں کا کامپلکس (outer orbital complex) یا ادنیٰ گردشی کامپلکس (high spin complex) یا آزاد گردشی کامپلکس (spin paired complex) کہا جاتا ہے۔ یہاں n بیرون ترین خول کے principal quantum number کو ظاہر کرتا ہے۔

8۔ ان کامپلکسوں میں غیر جوڑی دار الکٹران والا ایک دھاتی جوہر موجود ہوتا ہے۔ اگر الکٹران جوڑی کی شکل میں موجود ہوں تو کامپلکس دوہرے مقناطیس (diamagnetic) والا ہوگا۔

9۔ CO ، $CN^-$ ، en اور $NH_3$ ، جیسےلگینڈ ، اگرایک کامپلکس میں موجود ہوں اور اگر وہ الکٹرانوں کی جوڑی رکھتے ہوں تو ان کو طاقتور میدان والےلگینڈ (Strong field ligands) کہا جاتا ہے۔

10۔ لگینڈ کے مدار یے اور مخلوط دھاتی مداریوں کے درمیان انطباق (overlap) زیادہ ہو تو بندشی طاقت (bond strength) بھی زیادہ ہوتا ہے۔

درج ذیل مثالوں کی مدد سے آیئے ہم VBT کی وضاحت کریں گے۔

**وضاحت 1**

| کامپلکس | $[Ni(CO)_4]$ |
|---|---|
| مرکزی دھاتی جوہراوراس کی بیرونی الکٹرانی تشکیل | Ni: $3d^8, 4s^2$ |
| دھاتی جوہر/رواں کا بیرونی مداریہ | 3d⁸: ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ↿ ↿ ; 4s²: ↿⇂ ; 4p: (خالی) |
| لگینڈ کی نوعیت | CO<br>طاقتورمیدان والےلگینڈ 4s الکٹرانوں کے ساتھ<br>دھات کے 3d الکٹرانوں کے ساتھ جوڑی بناتے ہیں۔ |
| لگینڈ کی موجودگی میں دھاتی جوہر/رواں کا بیرونی مداریہ | $3d^{10}$: ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ; $4s^0$ ; $4p^0$ |
| اختلاط (Hybridisation) | کوآرڈی نیشن عدد-4<br>اختلاط $sp^3$ |
| کامپلکس کے دھاتی جوہر کے مخلوط مداریے | $3d^{10}$: ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ; $sp^3$ مخلوط مداریے: ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ |
| شکل (geometry) | چہار سطحی |
| مقناطیسی خواص | غیر جوڑی دار الکٹرانوں کی تعداد = 0<br>چنانچہ یہ دوہری مقناطیسیت (diamagnetic) ہے۔ |
| مقناطیسی معیار حرکت (صرف گردش کا ضابطہ استعمال کرتے ہوئے) | $\propto_s = \sqrt{n(n+2)} = 0$ |

## وضاحت 2

| کامپلکس | $[Ni(CN)_4]^{4-}$ |
|---|---|
| مرکزی دھاتی جوہر/رواں اور اس کی بیرونی الکٹرانی تشکیل | $Ni^{2+}$: $3d^8$, $4s^0$ |
| مرکزی دھاتی جوہر/رواں کے بیرونی مدارہے | [↑↓][↑↓][↑↓][↑][↑] $3d^8$ — [ ] $4s^2$ — [ ][ ][ ] $4p$ |
| لگینڈ کی نوعیت | $CN^-$<br>طاقتور میدان والے لگینڈ دھات کے 3d الکٹرانوں کی جوڑی مہیا کرتے ہیں |
| لگینڈ کی موجودگی میں دھاتی جوہر/رواں کا بیرونی مداریہ | [↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][ ] $3d^8$ — [ ] $4s^0$ — [ ][ ][ ] $4p^0$ |
| اختلاط (Hybridisation) | کوآرڈی نیشن عدد-4<br>اختلاط $dsp^2$ |
| کامپلکس کے دھاتی جوہر کے مخلوط مدارہے | [↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] $3d^8$ — [↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] $dsp^2$ مخلوط مدارہے — [ ] $4p_z^0$ |
| شکل(geometry) | مربع سطحی |
| مقناطیسی خواص | غیر جوڑی دار الکٹرانوں کی تعداد = 0<br>چنانچہ یہ دوہری مقناطیسیت (diamagnetic) ہے۔ |
| مقناطیسی معیار حرکت (صرف گردش کا ضابطہ استعمال کرتے ہوئے) | $\propto_s = \sqrt{n(n+2)} = 0$ |

## وضاحت 3

| کامپلکس | $[Fe(CN)_6]^{3-}$ |
|---|---|
| مرکزی دھاتی جوہر/رواں اور اس کی بیرونی الکٹرانی تشکیل | $Fe^{3+}$: $3d^5$, $4s^0$ |
| مرکزی دھاتی جوہر/رواں کے بیرونی مدارہے | [↑][↑][↑][↑][↑] $3d^5$ — [ ] $4s^0$ — [ ][ ][ ] $4p^0$ |
| لگینڈ کی نوعیت | $CN^-$<br>طاقتور میدان والے لگینڈ دھات کے 3d الکٹرانوں کی جوڑی مہیا کرتے ہیں |

| کامپلکس | $[Fe(CN)_6]^{3-}$ |
|---|---|
| لگینڈ کی موجودگی میں دھاتی جوہر/رواں کا بیرونی مداریہ | $3d^5$: ↑↓ ↑↓ ↑ _ _    $4s^0$: _    $4p^0$: _ _ _ |
| اختلاط (Hybridisation) | کوآرڈی نیشن عدد-6<br>اختلاط $d^2sp^3$ |
| کامپلکس کے دھاتی جوہر کے مخلوط مدار یے | $3d^5$: ↑↓ ↑↓ ↑    $d^2sp^3$ مخلوط مدار یے: ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ |
| شکل(geometry) | آٹھ سطحی<br>اس کامپلکس میں اندرونی d مداریہ، اختلاط میں حصہ لیتا ہے،<br>لہٰذا یہ کامپلکس اندرونی مداریہ کا کامپلکس کہلاتا ہے۔ |
| مقناطیسی خواص | غیر جوڑی دار الکٹرانوں کی تعداد = 1<br>چنانچہ یہ اکہری مقناطیسی خاصیت رکھتا (paramagnetic) ہے۔ |
| مقناطیسی معیار حرکت (صرف گردش کا ضابطہ استعمال کرتے ہوئے) | $\propto_s = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{1(1+2)} = 1.732$ BM |

## وضاحت 4

| کامپلکس | $[CoF_6]^{3-}$ |
|---|---|
| مرکزی دھاتی جوہر/رواں اور اس کی بیرونی الکٹرانی تشکیل | $Co^{3+}$: $3d^6$, $4s^0$ |
| مرکزی دھاتی جوہر/رواں کے بیرونی مدار یے | $3d^6$: ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑    $4s^0$: _    $4p$: _ _ _ |
| لگینڈ کی نوعیت | $F^-$<br>کمزور میدان والے لگینڈ دھات کے 3d الکٹرانوں کی جوڑی نہیں بنتی |
| لگینڈ کی موجودگی میں دھاتی جوہر/رواں کا بیرونی مداریہ | $3d^6$: ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑    $4s^0$: _    $4p^0$: _ _ _    $4d^0$: _ _ _ _ _ |
| اختلاط (Hybridisation) | کوآرڈی نیشن عدد-6<br>اختلاط $sp^3d^2$ |

| کامپلکس | $[CoF_6]^{3-}$ |
| --- | --- |
| کامپلکس کے دھاتی جوہر کے مخلوط مداریے | $3d^6$: ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑ ; $sp^3d^2$ مخلوط مداریے: ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ; $4d^0$ |
| شکل (geometry) | آٹھ سطحی<br>اس کامپلکس میں بیرونی d مداریہ اختلاط میں حصہ لیتا ہے،<br>لہٰذا اس کامپلکس کو بیرونی مداریہ کامپلکس کہتے ہیں۔ |
| مقناطیسی خواص | غیر جوڑی دار الکٹرانوں کی تعداد = 4<br>چنانچہ یہ اکہری مقناطیسی خاصیت (diamagnetic) رکھتا ہے۔ |
| مقناطیسی معیار حرکت (صرف گردش کا ضابطہ استعمال کرتے ہوئے) | $\propto_s = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{4(4+2)} = 4.899$ BM |

## VBT کی حد بندیاں

حالانکہ VBT، کامپلکسوں کے کئی مشاہدہ کردہ خواص کی وضاحت کرتے ہیں، اس کے باوجود اس کی کئی حد بندیاں ہیں۔

1۔ یہ کامپلکسوں کے رنگوں کے بارے میں وضاحت نہیں کرتا۔

2۔ یہ صرف مقناطیسی معیار حرکت کی صرف گردش کے بارے میں بحث کرتا ہے، اور دیگر مقناطیسی معیار حرکت کے بارے میں وضاحت نہیں کرتا۔

3۔ یہ اس بات کی مقداری وضاحت نہیں کرتا کہ کیوں ایک ہی دھات کے بعض کامپلکس اندرونی مداریوں والے اور بعض بیرونی مداریوں والے ہیں۔ مثال کے طور پر $[Fe(CN)_6]^{4-}$ دوہری مقناطیسی (کم گردش والا) جب کہ $[FeF_6]^{4-}$ اکہری مقناطیسی (اعلیٰ گردش والا) ہے۔

**خود کا محاسبہ 7 :**

7۔ Tetrachloridomanganate(II)ion کی صرف گردش والی معیار حرکت 5.9 BM ہے۔ VBT کی بنیاد پر، اس مرکب کے اختلاط کی قسم اور شکل کی پیشین گوئی کیجیے۔

8۔ VBT کی بنیاد پر $[CoCl_4]^{2-}$ میں غیر جوڑی دار الکٹرانوں کے تعداد کی پیشین گوئی کیجیے۔

9۔ ایک دھاتی کامپلکس جس کی ترکیب $Co(en)_2Cl_2Br$ ہے، اس کو دو قسموں A اور B کی طرح جدا کیا گیا ہے۔ Silver Nitrate کے ساتھ B تعامل پا کر ایک سفید رسوب دیتا ہے جو امونیم ہائڈرا کسائڈ میں فوری طور پر حل ہوتا ہے۔ جب کہ A ایک ہلکا زرد رسوب دیتا ہے A اور B کا ضابطہ لکھئے۔ ہر ایک میں Co کی مخلوطیت بیان کیجیے اور ان کی صرف گردشی مقناطیسی معیار حرکت بیان کیجیے۔

### 5.6.2 کرسٹل فیلڈ کا نظریہ (Crystal field theory) (CFT)

کامپلکسوں میں بندش کے طریقہ کی وضاحت VBT نے کی ہے، تاہم اس میں بھی بعض حد بندیاں ہیں۔ لہٰذا CFT نے ان میں سے بعض خواص جیسے رنگ، مقناطیسی طرز عمل وغیرہ کی وضاحت کی ہے۔ اس نظریے کو ابتدا میں روانی قلموں میں بندش کے نوعیت کی وضاحت کے لئے استعمال کیا گیا تھا۔ اس کے بعد اسے مروری/عبوری عناصر اور ان کے کامپلکسوں کے خواص کی وضاحت کے لئے استعمال کیا گیا۔ اس کے اہم خواص اس طرح ہیں۔

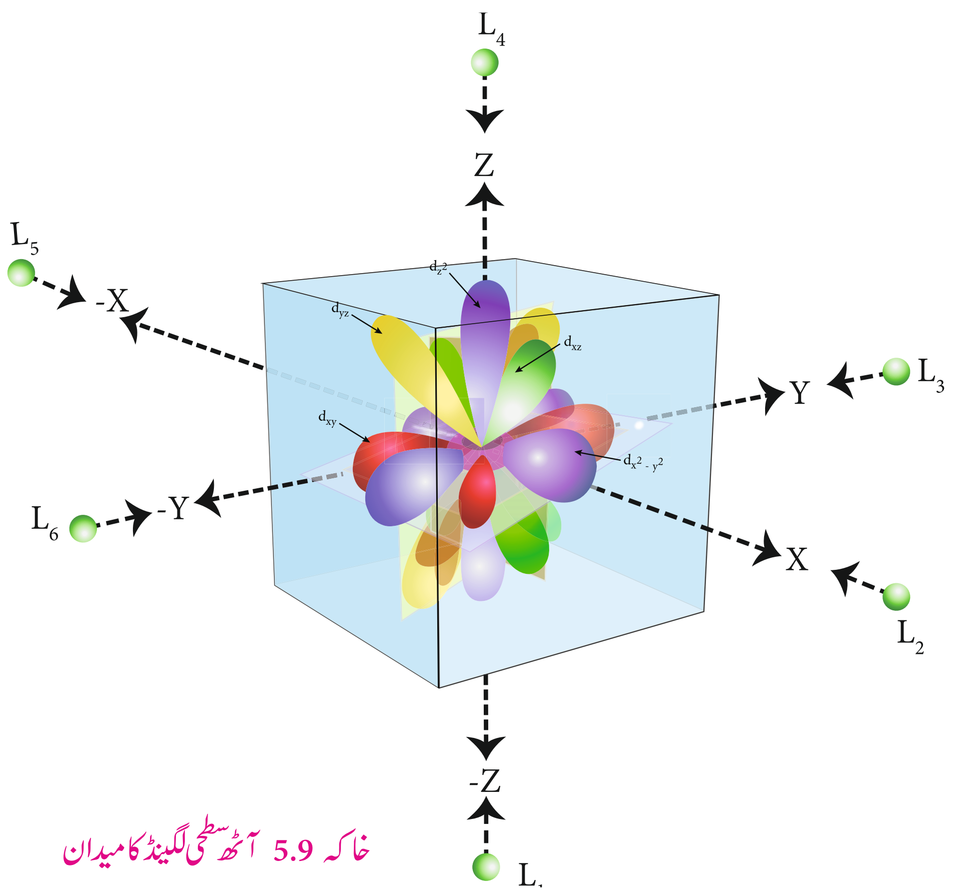
1۔ CFT یہ فرض کرتی ہے کہ لگینڈ اور مرکزی دھاتی رواں کے درمیانی بندش خالص روانی ہے۔ یعنی الکٹران سے بھرپور لگینڈ اور الکٹران کی کمی والے دھات کے درمیان برق سکونی کشش کی وجہ سے بندش بنتی ہے۔

2۔ کوآرڈی نیشن کے مرکبات میں مرکزی دھاتی جوہر/رواں اور لگینڈ کو نقطہ نما بار (point charges) (بار بردار دھاتی رواں یا لگینڈ کی صورت میں) یا برقی قطبین (electric dipoles) (دھاتی جوہر یا تعدیلی لگینڈ کی صورت میں) فرض کیا گیا ہے۔

3۔ CFT کے مطابق کامپلکس کے بننے کی وضاحت درج ذیل فرضی مرحلوں کے سلسلے سے کی گئی ہے۔

**مرحلہ 1** : ایک علٰحدہ گیسی حالت میں مرکزی دھاتی جوہر کے رواں کے تمام 5d مدارے زوال پذیر (degenerate) ہیں۔ابتدا میں لگینڈ، دھات کے اطراف منفی بار کا ایک دائرہ نما میدان بناتے ہیں۔ دھات اور لگینڈ کے درمیان قوت دفع کی وجہ سے اس میدان میں تمام 5d کے مدرایوں کی توانائی بڑھ جاتی ہے۔

**مرحلہ 2** : دھاتی جوہر کی طرف لگینڈ حقیقی بندش بننے کی جگہ پر متوجہ ہونے لگتے ہیں۔ اس کو سمجھنے کے لئے ایک آٹھ سطحی میدان کو فرض کیجیے، جس میں مرکزی دھاتی رواں مبدا پر ہے اور یہ چھ لگینڈ +z, −y, +y, −x, +x اور −z کی سمتوں (محوروں) سے مبدا کی طرف بڑھ رہے ہیں۔



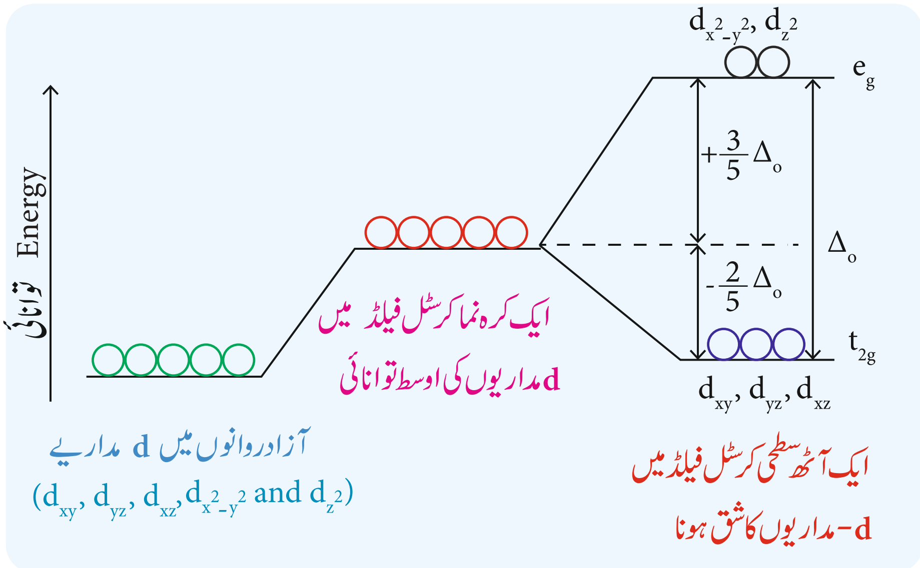

خاکہ 5.9 آٹھ سطحی لگینڈ کا میدان

جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے، $dx^2-y^2$ اور $dz^2$ محوروں میں پائے جانے والے مداریے زیادہ قوت دفع محسوس کرتے ہیں اور اپنی توانائی dxy، dyz اور dzx کی بہ نسبت زیادہ رکھتے ہیں۔ لہٰذا زوال پذیر d مداریہ اب شق ہوکر دو حصوں میں بٹ جاتا ہے اور اس عمل کو کرسٹل فیلڈ شق (Crystal field splitting) کہا جاتا ہے۔

**مرحلہ 3:** اس مرحلہ تک کامپلکس بننے کا عمل مکمل نہیں ہوتا۔ تاہم جب لگینڈ مزید قریب آتا ہے تو منفی بار بردار الکٹرانوں اور دھات کے مثبت روانوں کے درمیان قوت کشش پیدا ہوتی ہے، جس کی وجہ سے جملہ توانائی میں کمی واقع ہوتی ہے۔ توانائی کی یہ کمی کی وجہ سے کامپلکس بننے کی قوت پیدا ہوتی ہے۔

## آٹھ سطحی کامپلکسوں میں کرسٹل فیلڈ کی شق (Crystal field splitting in octahedral complexes)

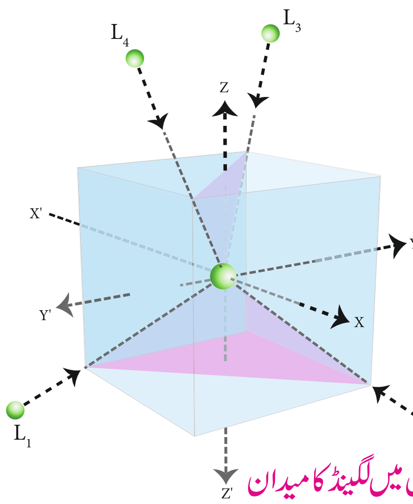
ایک آٹھ سطحی میدان میں، کرسٹل فیلڈ کے شق کے دوران، مداریوں میں اوسط توانائی کو برقرار رکھنے (bary centre) یعنی مستقل رکھنے کے لئے $dx^2-y^2$ اور $dz^2$ (انہیں $e_g$ مداریوں کی طرح نمائندگی کی جاتی ہے) مداریوں کی توانائی میں $3/5\Delta o$ کا اضافہ ہوتا ہے، جب کہ دیگر تین مداریوں یعنی dxy، dyz اور dzx (انہیں $t_{2g}$ مداریوں کی طرح نمائندگی کی جاتی ہے) میں $2/5\Delta o$ کی کمی واقع ہوتی ہے۔ یہاں پر $\Delta o$، آٹھ سطحی میدان میں crystal field splitting energy کی نمائندگی کرتی ہے۔




خاکہ 5.10 ایک آٹھ سطحی کے میدان میں کرسٹل فیلڈ کا شق ہونا

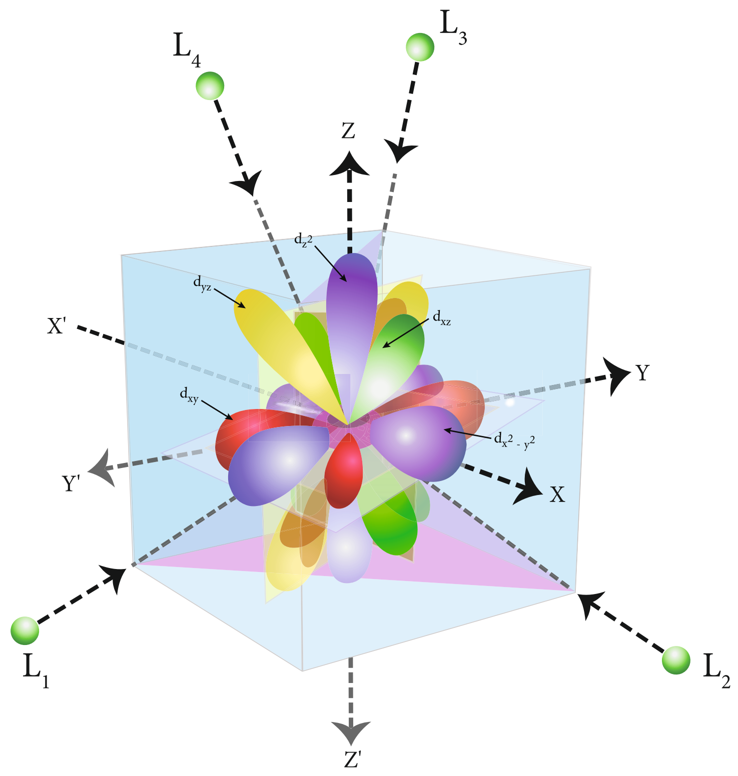
## سہ پہلو اہرامی (چار سطحی) کامپلکسوں میں کرسٹل فیلڈ کا شق ہونا (Crystal field splitting in tetrahedral complexes)

ایک سہ پہلو اہرامی (tetrahedon) کے میدان میں لگینڈ وں کے قریب آنے کی منظر کشی اس طرح کی جاسکتی ہے۔ فرض کیجیے کہ ایک مکعب جس میں مرکزی دھاتی جوہر کو اس کے مرکز (یعنی محددوں کے مبدا میں رکھا گیا ہے، جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے) میں رکھا گیا ہے۔ چار لگینڈ مرکزی دھاتی جوہر کی طرف اس کے اہم وتروں کی سمت میں بڑھتے ہیں، جو مکعب میں ایک کے بعد (alternate) موجود ہیں۔



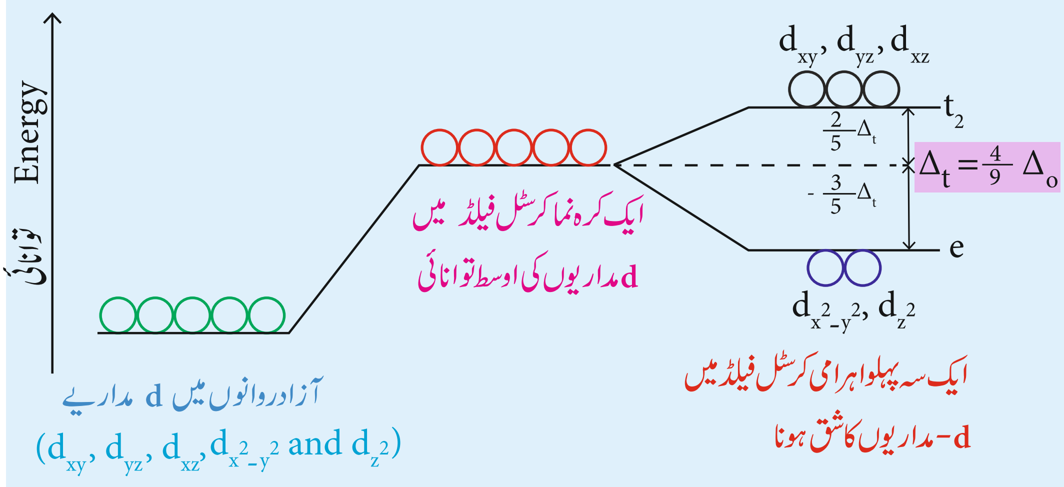

خاکہ 5.11 سہ پہلو اہرامی شکل میں لگینڈ کا میدان

اس میدان میں،کوئی بھی d مداریہ، لگینڈ کی طرف براہ راست اشارہ نہیں کر رہا ہے، تاہم t2 مداریے e مداریوں کی بہ نسبت ($dx^2-y^2$ اور $dz^2$) اس سمت کی طرف اشارہ کر رہے ہیں، جدھر سے لگینڈ قریب آ رہے ہیں، یعنی (dxy، dyz اور dxz) کی طرف۔




خاکہ 5.12 سہ پہلو اہرامی شکل کے لگینڈ کا میدان میں d-مداریے

اس کے نتیجے میں t2 مداریوں کی توانائی 2/5Δtt سے بڑھتی ہے اور e مداریوں کی توانائی 3/5Δt سے کم ہوتی ہے، جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ جب آٹھ سطحی کا موازنہ کیا جائے تو یہ شق (splitting) الٹ ترتیب میں ہے اور شق ہونے کی توانائی کم ہے۔ آٹھ سطحی اور سہ پہلو اہرامی کے لگینڈ کے میدان کے درمیان CFSE کرسٹل فیلڈ شق ہونے کی توانائی کے تعلق کا اظہار اس طرح کیا گیا ہے۔ $\Delta t = 4/9\ \Delta o$




خاکہ 5.13 ایک سہ پہلو اہرامی شکل کے میدان میں کرسٹل فیلڈ کا شق ہونا

## کرسٹل فیلڈ کے شق ہونے کی توانائی اور لگینڈ کی نوعیت

کرسٹل فیلڈ کے شق ہونے کی توانائی کی قدر، نہ صرف لگینڈ کے میدان پر منحصر ہے، بلکہ لگینڈ کی نوعیت، مرکزی دھاتی جوہر/رواں اور اس کے بار پر بھی منحصر ہے۔ titanium (III) کے آٹھ سطحی کامپلکس کے ساتھ مختلف لگینڈ جیسے فلورائڈ، برومائڈ، اور پانی کے ساتھ، ان کے جذب کردہ طیفی معطیات (absorption spectral data) کی مدد سے کرسٹل فیلڈ کے شق ہونے کی توانائی محسوب کی جا سکتا ہے۔ اس کی مدد سے لگینڈ کی نوعیت کا کرسٹل فیلڈ کے شق ہونے کے اثر کو سمجھ سکتے ہیں۔

کامپلکس $[TiBr_6]^{3-}$، $[TiF_6]^{3-}$ اور $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ کے جذب شدہ موجی اعداد بالترتیب 12500، 19000 اور 20000 $cm^{-1}$ ہیں۔ روشنی کی جذب شدہ موجی اعداد سے متعلق توانائی، اور کرسٹل فیلڈ شق توانائی ($\Delta$) کا تعلق اس جملہ سے دیا گیا ہے۔

$$\Delta = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = hc\bar{\nu}$$

جس میں h، پلانک کا مستقلہ؛ c روشنی کی رفتار اور $\upsilon$ زیادہ سے زیادہ جذب شدہ کا موجی عدد ہے، جو $1/\lambda$ کے برابر ہے۔

| $[TiBr_6]^{3-}$ | $[TiF_6]^{3-}$ | $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ |
|---|---|---|
| $\Delta = hc\bar{\nu}$ | $\Delta = hc\bar{\nu}$ | $\Delta = hc\bar{\nu}$ |
| $= (6.626 \times 10^{-34}\ Js) \times (3 \times 10^8\ ms^{-1}) \times (12500 \times 10^2\ m^{-1})$ | $= (6.626 \times 10^{-34}\ Js) \times (3 \times 10^8\ ms^{-1}) \times (19000 \times 10^2\ m^{-1})$ | $= (6.626 \times 10^{-34}\ Js) \times (3 \times 10^8\ ms^{-1}) \times (20000 \times 10^2\ m^{-1})$ |
| $= 248475 \times 10^{-24}\ J$ | $= 377682 \times 10^{-24}\ J$ | $= 397560 \times 10^{-24}\ J$ |
| $= 2.48 \times 10^{-22}\ kJ$ | $= 3.78 \times 10^{-22}\ kJ$ | $= 3.98 \times 10^{-22}\ kJ$ |
| فی مول کی بنیاد پر $\Delta$ کو ظاہر کرنے کے لئے اس کو اووگاڈ رو عدد کے ساتھ ضرب کریں۔ | فی مول کی بنیاد پر $\Delta$ کو ظاہر کرنے کے لئے اس کو اووگاڈ رو عدد کے ساتھ ضرب کریں۔ | فی مول کی بنیاد پر $\Delta$ کو ظاہر کرنے کے لئے اس کو اووگاڈ رو عدد کے ساتھ ضرب کریں۔ |
| $= (2.48 \times 10^{-22}\ kJ) \times (6.023 \times 10^{23} mol^{-1})$ | $= (3.78 \times 10^{-22}\ kJ) \times (6.023 \times 10^{23} mol^{-1})$ | $= (3.98 \times 10^{-22}\ kJ) \times (6.023 \times 10^{23} mol^{-1})$ |
| $= 149.4\ kJ\ mol^{-1}$ | $= 227.7\ kJ\ mol^{-1}$ | $= 239.7\ kJ\ mol^{-1}$ |

اوپر کے حسابات سے یہ واضح ہوا کہ $Ti^{3+}$ کا مپلکسوں کے لگینڈوں میں CFSE کی ترتیب اس طرح ہے۔ $Br^- < F^- < H_2O$
اسی طرح طیف کی معطیات (spectral data) سے یہ معلوم کیا گیا ہے کہ دھاتی روانوں میں کرسٹل فیلڈ کے شق ہونے کی طاقت اس ترتیب میں ہے۔

$$I^- < Br^- < SCN^- < Cl^- < S^{2-} < F^- < OH^- \approx urea < ox^{2-} < H_2O < NCS^- < EDTA^{4-} < NH_3 < en < NO_2^- < CN^- < CO$$

اوپر کا سلسلہ spectrochemical series کہلاتا ہے۔ دائیں ہاتھ کے جانب موجود

## آٹھ سطحی کامپلکس میں الکٹرانوں کی تقسیم (Distribution of electrons in octabhedral complexes)

لگینڈ کی موجودگی میں d مداریے میں الکٹرانوں کی بھرتی، ہنڈس کے اصول (Hund's rule) کے مطابق ہوتی ہے۔آٹھ سطحی کامپلکس جس میں $d^2$ اور $d^3$ الکٹرانی تشکیل پائی جاتی ہے، وہ مختلف $t_{2g}$ کے زوالی مداریے (degenerate orbitals) رکھتے ہیں اور وہ غیر جوڑی دار ہی رہتے ہیں۔ $d^4$ کی تشکیل میں دو ممکن ترتیب ہوسکتے ہیں۔ چوتھا الکٹران $e_g$ مداریے میں اعلیٰ توانائی تک پہنچتا ہے یا یہ $t_{2g}$ کے کسی ایک الکٹران کے ساتھ جوڑی بنا سکتا ہے۔ ایسی صورت میں تشکیل کے لئے تشکیل اسے دی جائے گی جس میں کم توانائی پائی جاتی ہو۔

اگر آٹھ سطحی کرسٹل فیلڈ شق کی توانائی ($\Delta o$) ، جوڑی بننے کی توانائی (P) سے زیادہ ہو تو، یہ ضروری ہوجاتا ہے کہ ایک مداریے میں الکٹرانوں کی جوڑی بنے، تو چوتھا الکٹران $t_{2g}$ کے ایک الکٹران کے ساتھ جوڑی بنائے گا۔ اس کے برخلاف اگر $\Delta 0$، P سے کم ہو تو چوتھا الکٹران اعلیٰ توانائی والے زوالی مداریے $e_g$ کو پُر کرے گا۔

مثال کے طور پر فرض کیجئے کہ دو مختلف Iron (III) کے کامپلکس $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ ( کمزور میدان والا کامپلکس، $\Delta 0$ سے متعلق موجی عدد $14000\ cm^{-1}$ ہے ) اور $[Fe(CN)_6]^{3-}$ (طاقتور میدان والا کامپلکس، $\Delta 0$ سے متعلق موجی عدد $35000\ cm^{-1}$ ہے )۔ جوڑی بننے کے لئے $Fe^{3+}$ کی توانائی $30000\ cm^{-1}$ ہے۔ دونوں کامپلکسوں میں $Fe^{3+}$ میں $d_5$ الکٹرانی تشکیل ہے۔ اکوا کامپلکس میں $\Delta o<P$ ہے۔ چنانچہ چوتھے اور پانچویں الکٹران $e_g$ مداریے میں داخل ہوتے ہیں اور ان کی تشکیل $t_{2g}^3, e_g^2$ ہے۔ Cyanido کامپلکس میں $\Delta o>P$ ہے ، اس لئے چوتھے اور پانچویں الکٹران $t_{2g}$ کے الکٹرانوں کے ساتھ جوڑی بناتے ہیں اور ان کی الکٹرانی تشکیل $t_{2g}^3, e_g^2$ ہے۔

الکٹرانوں کی حقیقی تقسیم کی یقین دہانی کے لئے کرسٹل فیلڈ کی استحکامی توانائی (Crystal field stabilisation energy) (CFSE) محسوب کی جاتی ہے۔ CFSE کی وضاحت اس طرح سے کی جاسکتی ہے کہ لگینڈ کے میدان ($E_{LF}$) اور ہم رُخی میدان (Isotropic field) ($E_{iso}$) کے درمیان الکٹرانی تشکیل میں توانائی کا فرق ہے۔

$$CFSE\ (\Delta E_o) = \{E_{LF}\} - \{E_{iso}\}$$

$$= \{[n_{t_{2g}}(-0.4)+n_{e_g}(0.6)]\ \Delta_o + n_p P\} - \{n'_p\ P\}$$

یہاں پر $n_{t2g}$ کا مطلب $t_{2g}$ مداریوں میں الکٹرانوں کی تعداد، $n_{eg}$ کا مطلب $e_g$ مداریوں میں الکٹرانوں کی تعداد، $n_p$ کا مطلب لگینڈ کے میدان میں الکٹران کے جوڑیوں کی تعداد ہے اور $n'_p$ کا مطلب ہم رُخی میدان (isotropic field/barycentre) میں الکٹران کے جوڑیوں کی تعداد ہے۔

### Iron کے کامپلکس کے لئے CFSE محسوب کرنا

### $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ کامپلکس

| کم گردش والے کامپلکس | اعلیٰ گردش والے کامپلکس |
|---|---|
| ہم رُخی میدان (Isotropic field) میں الکٹرانی تشکیل : $d^5$ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ | |
| جوڑی دار الکٹرانوں کی تعداد $(n'p)=0$ ہے، چنانچہ $E_{iso} = 0$ ہے۔ | |

| High Spin Complex اعلیٰ گردش والے کامپلکس | Low spin complex کم گردش والے کامپلکس |
|---|---|
| الکٹرانی تشکیل (اعلیٰ گردش والے کامپلکسوں کے لئے) : $t^3_{2g}\, e^2_g$<br>$CFSE = \{[3(-0.4)+2\,(0.6)]\,\Delta_o + 0 \times P\} - \{0\}$<br>$= 0$ | الکٹرانی تشکیل (کم گردش والے کامپلکسوں کے لئے) : $t^5_{2g}\, e^0_g$<br>$CFSE = \{[5(-0.4)+0\,(0.6)]\,\Delta_o + 2 \times P\} - \{0\}$<br>$= -2\,\Delta_o + 2P$<br>$= (-2 \times 14000) + (2\times 30000)$<br>$= 32000\ cm^{-1}$<br>اعلیٰ مثبت CFSE کی قیمت یہ بتاتی ہے کہ<br>کم گردش والے کامپلکس موزوں نہیں ہے۔ |
| $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ کی حقیقی نوعیت | اعلیٰ گردش (گردش سے آزاد) |
| مرکزی دھاتی رواں کی الکٹرانی تشکیل | $t^3_{2g}\, e^2_g$ |
| مقناطیسی خواص | غیر جوڑی دار الکٹرانوں کی تعداد = 5<br>لہٰذا یہ اکہرے مقناطیسیت رکھتے ہیں۔ |
| مقناطیسی معیار حرکت<br>(صرف گردش کے ضابطہ کو استعمال کرتے ہوئے) | $\propto_s = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{5(5+2)} = 5.916$ BM |

### $[Fe(CN)_6]^{3-}$ کا مپلکس

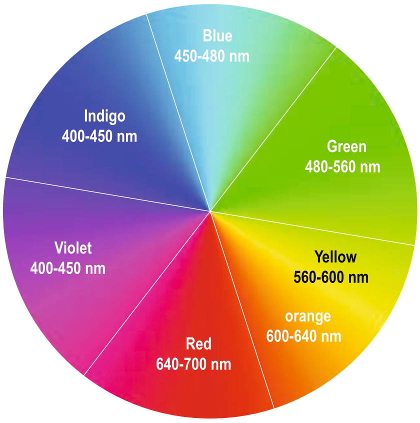
| اعلیٰ گردش والے کامپلکس | کم گردش والے کامپلکس |
|---|---|
| ہم رُخی میدان (Isotropic field) میں الکٹرانی تشکیل : $d^5$ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑<br>جوڑی دار الکٹرانوں کی تعداد (n'p)=0 ہے، چنانچہ $E_{iso} = 0$ ہے۔ | |
| لگینڈ کا میدان<br>الکٹرانی تشکیل : $t^3_{2g}\, e^2_g$<br>$CFSE = \{[3(-0.4)+2\,(0.6)]\,\Delta_o + 0 \times P\} - \{0\}$<br>$= 0$ | لگینڈ کا میدان الکٹرانی تشکیل : $t^5_{2g}\, e^0_g$<br>$CFSE = \{[5(-0.4)+0\,(0.6)]\,\Delta_o + 2 \times P\} - \{0\}$<br>$= -2\,\Delta_o + 2P$<br>$= (-2 \times 35000) + (2\times 30000)$<br>$= -10000\ cm^{-1}$<br>منفی CFSE کی قیمت یہ بتاتی ہے کہ<br>کم گردش والے کامپلکس موزوں ہیں۔ |

| کم گردش (جوڑی دار گردش) | کامپلیکس کی نوعیت |
|---|---|
| $t^5_{2g}\ e^0_g$ | مرکزی دھاتی رواں کی الکٹرانی تشکیل |
| 1 = غیر جوڑی دار الکٹرانوں کی تعداد<br>لہٰذا یہ اکہرے مقناطیسیت رکھتے ہیں۔ | مقناطیسی خواص |
| $\propto_s = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{1(1+2)} = 1.732$ BM | مقناطیسی معیار حرکت<br>(صرف گردش کے ضابطہ کو استعمال کرتے ہوئے) |

## کامپلکس کا رنگ اور کرسٹل فیلڈ شق ہونے کی توانائی

**(Colour of the complex and crystal field splitting energy)**

اکثر مروری/عبوری دھاتوں کے کامپلکس رنگین ہیں۔ ایک شئے اُسی وقت رنگین ہوسکتی ہے، جب وہ کسی مخصوص مرئی علاقے میں موجی طول کی روشنی کو جذب کرتی ہے۔ جب یہ منعکس روشنی ہماری آنکھ میں داخل ہوتی ہے تو ہمارا دماغ اس رنگ کی شناخت کرتا ہے۔ منعکس شدہ روشنی، جذب شدہ روشنی کا تکمیلی رنگ (complementary colour) ہے۔ مثال کے طور پر، آبیدہ کاپر (II) کا رواں نیلے رنگ کا ہوتا ہے، کیوں کہ یہ نارنجی رنگ کو جذب کرتا ہے اور اپنے تکمیلی نیلے رنگ کو منعکس کرتا ہے۔ درج ذیل جدول میں جذب شدہ موجی طور اور ان کے تکمیلی رنگوں کو دیا گیا ہے۔

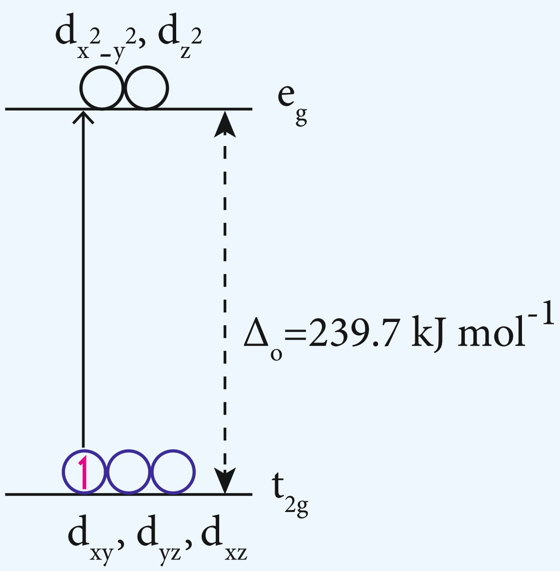



خاکہ 5.15 رنگین پہیہ
مخالف جانب تکمیلی رنگ بتائے گئے ہیں

| مشاہدہ کردہ رنگ | جذب شدہ روشنی کا رنگ | جذب شدہ روشنی کا موجی عدد $(cm^{-1})$ $(\upsilon)$ | جذب شدہ روشنی کا موجی طول $(A^\circ)(\lambda)$ |
|---|---|---|---|
| زرد | بنفشی | 25000 | 4000 |
| نارنجی | نیلا | 21053 | 4750 |
| سرخ | سبز | 19608 | 5100 |
| بنفشی | زرد | 17544 | 5700 |
| نیلا | نارنجی | 16949 | 5900 |
| سبز | سرخ | 15385 | 6500 |

کرسٹل فیلڈ کے نظریہ کی مدد سے کوآرڈی نیشن کے مرکبات کے مشاہدہ کردہ رنگوں کی وضاحت کی جا سکتی ہے۔ ہم نے جانا کہ لگینڈ کا میدان، مرکزی دھاتی جوہر کے d مداریوں کو دو حصوں میں ($t_{2g}$ اور $e_g$) شق کرتا ہے۔ جب روشنی کامپلکس کے رواں پر گرتی ہے تو مرکزی دھاتی رواں، اس کی بالترتیب کرسٹل فیلڈ شق کی توانائی کے مطابق مرئی روشنی کو جذب کرتا ہے اور باقی روشنی کو منعکس کر دیتا ہے، جو اس کامپلکس کے رنگ کی وجہ ہے۔

یہ جذب کاری مرکزی دھاتی رواں کے d الکٹرانوں کو کم توانائی کی سطح $t_{2g}$ سے اعلیٰ توانائی کی سطح $e_g$ تک مشتعل کرتی ہے، جس کو d-d transition (تبدیلی) کہا جاتا ہے۔




خاکہ 5.16 d-d تبدیلی

آیئے $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ کو بطور مثال لیتے ہوئے d-d تبدیلی کو سمجھنے کی کوشش کریں گے۔ اس کامپلکس میں مرکزی دھاتی رواں $Ti^{3+}$ ہے، جس کی الکٹرانی تشکیل $d_1$ ہے۔ یہ واحد الکٹران اکوا (aqua) لگینڈ کے میدان کے آٹھ سطحی میں $t_{2g}$ کے ایک مداریے میں قائم ہوجاتا ہے۔ جب روشنی اس کامپلکس پر گرتی ہے تو d الکٹران روشنی کو جذب کرکے eg سطح پر لے جاتا ہے۔ طیفی معطیات بتاتے ہیں کہ 20000 $cm^{-1}$ پر زیادہ سے زیادہ جذب کاری ہوتی ہے، کرسٹل فیلڈ شق توانائی (Δo) کے لحاظ سے جو 239.7 kJ $mol^{-1}$ ہے۔ اس جذب کاری میں منعکس شدہ رنگ بنفشی ہے، لہٰذا اس کامپلکس کا رنگ بنفشی ہے۔

دیگر لگینڈ جیسے برومائڈ اور فلورائڈ کے ساتھ آٹھ سطحی titanium(III) کے کامپلکسوں میں مختلف رنگ دیتے ہیں۔ یہ لگینڈ کی مختلف کرسٹل فیلڈ شق کی توانائی کے قدر کے فرق کی وجہ سے ہے۔ (صفحہ 156 ملاحظہ ہو)۔ تاہم $Sc^{3+}, Ti^{4+}, Cu^{+}, Zn^{2+}$, ... جیسے مرکزی دھاتی جوہر کے کامپلکس بے رنگ ہوتے ہیں۔ یہ اس لئے کہ $d_0$ یا $d_{10}$ الکٹرانی تشکیل والے مرکزی دھاتوں کے کامپلکسوں میں d-d تبدیلی ممکن نہیں ہے۔

**خودکا محاسبہ 8 :**

11۔ $[Mn(CN)_6]^{3-}$ کی اوسط جوڑی بننے کی توانائی (pairing energy) اور آٹھ سطحی شق توانائی بالترتیب 28800 $cm^{-1}$ اور 38500 $cm^{-1}$ ہے۔ معلوم کیجئے کہ یہ کامپلکس کم گردش میں یا اعلیٰ گردش میں مستحکم (قیام پذیر) ہے؟

12۔ کامپلکس $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ کے لئے توانائی کی سطح کا خاکہ بنایئے اور ہر سطح میں موجود الکٹرانوں کی تعداد بتایئے۔ معلوم کیجئے کہ یہ کامپلکس اکہری مقناطیسیت رکھتا ہے یا دوہری مقناطیسیت ؟

13۔ $[CoF_6]^{3-}$ رواں کے لئے اوسط جوڑی بننے کی توانائی 21000 $cm^{-1}$ پائی گئی ہے۔ Δ0 کی قدر 13000 $cm^{-1}$ ہے۔ اس کامپلکس کے لئے کم گردش اور اعلیٰ گردش کے لحاظ سے CFSE محسوب کیجئے۔

## دھاتی کاربونیل (Metallic carbonyls)

کاربن مونا کسائڈ کے مروری/عبوری دھاتی کامپلکس دھاتی کاربونیل کہلاتے ہیں، جن میں دھات-کاربن بندش ہوتی ہے۔ ان کامپلکسوں میں CO کا سالمہ ایک تعدیلی لگینڈ کی طرح کام کرتا ہے۔ ایک ہی قسم کے لگینڈ والے کاربونیل (homoleptic carbonyl) $[Ni(CO)_4]$ کو سب سے پہلے 1890 میں Mond نے رپورٹ کیا۔ صنعتی اہمیت، تماسی خواص اور کاربن ڈائی آکسائڈ کے خارج کرنے کی خصوصیت کی وجہ سے دھاتی کاربونیل کا بہت وسیع مطالعہ کیا گیا۔

## درجہ بندی :

عام طور پر کاربونیل کو دو مختلف طریقوں سے درجہ بندی کی گئی ہے، جیسا کہ نیچے بتایا گیا ہے۔

### (i) دھاتی جوہروں کے تعداد کی موجودگی کی بنیاد پر درجہ بندی

دیئے گئے دھاتی کاربونیل میں دھاتی جوہروں کے تعداد کی موجودگی کی بنیاد پر انہیں اس طرح درجہ بند کیا گیا ہے۔

**a۔ یک مرکزی کاربونیل (mononuclear carbonyls)**

ان مرکبات میں صرف ایک ہی دھاتی جوہر ہوتا ہے اور ان کی ساخت سادہ ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر

$[Ni(CO)_4]$ Nickel tetracarbonyl سہ پہلوا ہرامی، $[Fe(CO)_5]$ Iron pentacarbonyl سہ پہلوی دو اہرامی اور $[Cr(CO)_6]$ Chromium hexacarbonyl آٹھ سطحی ہے۔

**b۔ کثیر مرکزی کاربونیل (poly nuclear carbonyls)**

دھاتی کاربونیل جن میں دو یا دو سے زیادہ دھاتی جوہر موجود ہوں، ان کو کثیر جوہری کاربونیل کہا جاتا ہے۔

کثیر جوہری کاربونیل یا تو ہم مرکزی (homonuclear) ( $[Co_2(CO)_8]$, $[Mn_2(CO)_{10}]$, $[Fe(CO)]_{12}$ ) یا دگر مرکزی (hetero nuclear) ( $[MnCo(CO)_9]$, $[MnRe(CO)_{10}]$ ) وغیرہ ہیں۔

### (ii) ساخت کی بنیاد پر درجہ بندی (Classification based on the structure)

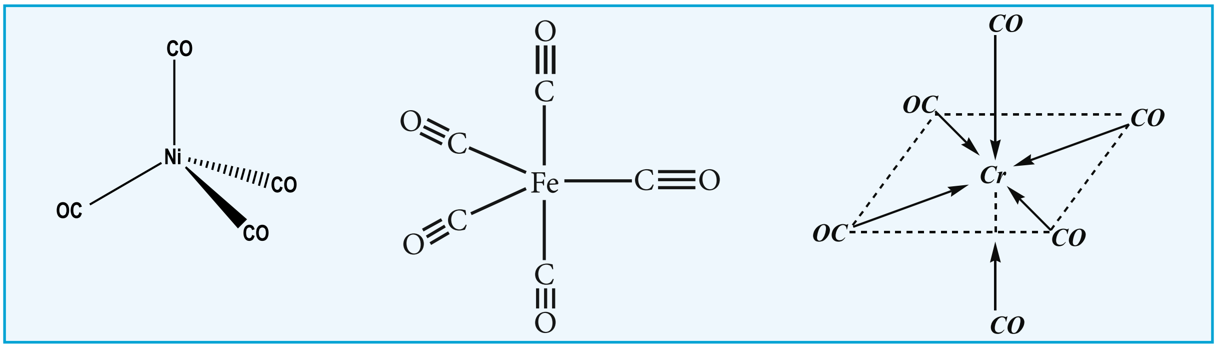
دو مرکزی دھاتی کاربونیل کی ساخت یا تو دھات-دھات کے ساتھ بندش یا CO کے ساتھ بندھی ہوتی ہے یا دونوں قسم سے ہوتی ہے۔ وہ کاربویل کے لگینڈ جو صرف ایک دھاتی جوہر کے ساتھ بندھے ہوئے ہوتے ہیں، انہیں اخروی (terminal) کاربونیل گروپ کہا جاتا ہے، جبکہ وہ جو دو دھاتی جوہروں کے ساتھ ایک ساتھ جڑے ہوئے ہوتے ہیں، ان کو پُل شدہ کاربونیل (bridging carbonyls) کہتے ہیں۔ ساخت کی بنیاد پر دھاتی کاربونیل کو اس طرح درجہ بند کیا گیا ہے۔

**a۔ غیر پُل شدہ دھاتی کاربونیل (non-bridged metal carbonyls)**

یہ دھاتی کاربونیل میں کوئی پُل شدہ کاربونیل لگینڈ نہیں ہوتا۔ یہ دو قسم کے ہوسکتے ہیں۔

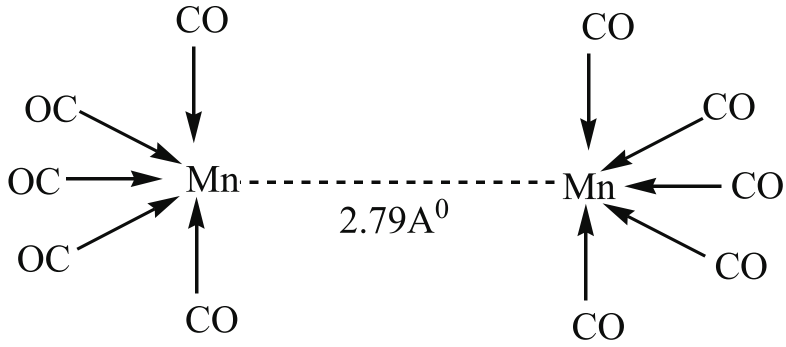
(i) غیر پُل شدہ (non-bridged) دھاتی کاربونیل جس میں صرف اخروی کاربونیل (terminal carbonyl) ہوتے ہیں۔ مثال:

$[Ni(CO)_4]$ ، $[Fe(CO)_5]$، اور $[Cr(CO)_6]$




(ii) غیر پُل شدہ دھاتی کاربونیل جس میں اخروی کاربونیل کے ساتھ دھات-دھات بندش موجود ہو۔ مثال کے طور پر، $[Mn_2(CO)_{10}]$ کی ساخت میں حقیقت میں صرف ایک دھات-دھات بندش ہے۔ لہٰذا ضابطہ کو زیادہ درست طور پر اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$(CO)_5Mn{-}Mn(CO)_5$

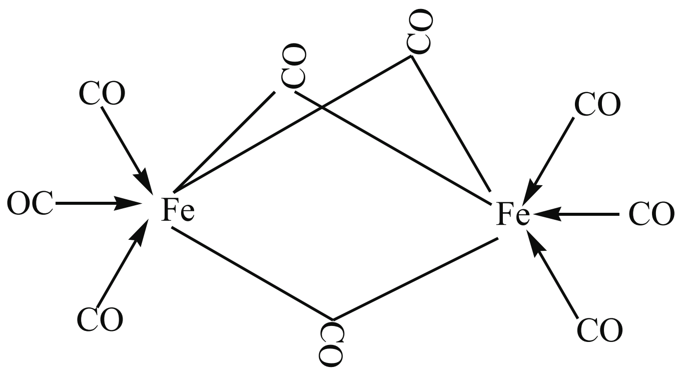



اس قسم کی دیگر مثالیں $Tc_2(CO)_{10}$ اور $Re_2(CO)_{10}$ ہیں۔

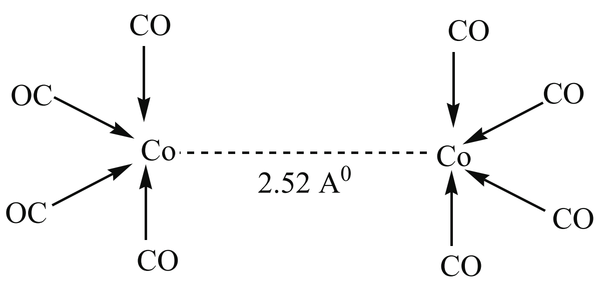
### b۔ پُل شدہ کاربونیل (bridged carbonyls)

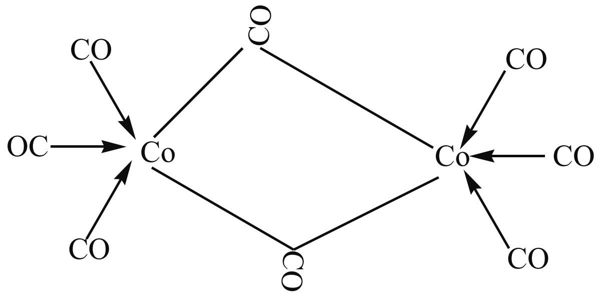
ان دھاتی کاربونیل میں ایک یا ایک سے زیادہ پل شدہ کاربونیل لگینڈ پائے جاتے ہیں، جن میں اخروی کاربونیل لگینڈ اور ایک یا ایک سے زیادہ دھات-دھات بندش پائی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر :

(i) di-iron nona carbonyl $Fe_2(C))_9$ سالمہ کی ساخت میں تین پل شدہ CO لگینڈ اور چھ اُخروی CO گروپ موجود ہیں۔




(ii) dicobaltoctacarbonyl $Co_2(CO)_8$ میں دو ہم ترکیبے ممکن ہیں۔ ایک میں دو کوبالٹ کے جوہروں کے درمیان دھات-دھات لگینڈ اور دیگر میں دو پُل شدہ CO کے لگینڈ پائے جاتے ہیں۔

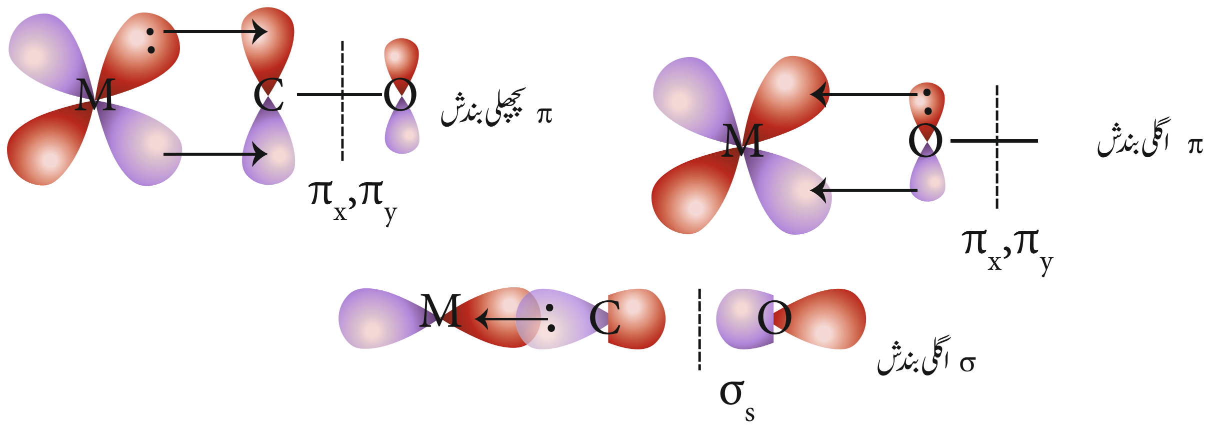



### دھاتی کاربونیل میں بندش (Bonding in metal carbonyls)

دھاتی کاربونیل میں دھاتی جوہر اور کاربونیل لگینڈ کے درمیان بندش کے دو حصے ہیں۔ پہلا حصہ کاربونیل کے لگینڈ کے کاربن کے جوہر سے کاربن کی ایک جوڑی کا مرکزی دھاتی جوہر کے خالی d مداریہ کو عطا کرنا ہے۔ الکٹران کی اس جوڑی کا عطا کرنا $M \xleftarrow{\text{سگما بندش}} CO$ سگما بندش بناتا ہے۔ سگما بندش بننے سے دھات کے d مداریے میں الکٹران کی کثافت بڑھتی ہے اور دھات میں الکٹران زیادہ ہوجاتے ہیں۔ الکٹران کی اس کثافت کو متوازن کرنے کے لئے، دھات کا ایک بھرتی شدہ d مداریہ کاربونیل لگینڈ کے خالی $\pi^*$ کے مداریے کے ساتھ تعامل کرتا ہے اور الکٹران کی

اس کثافت کوواپس لگینڈ کی طرف لے جاتا ہے۔یہ دوسرا حصہ π-back bonding (پچھلی بندش) کہلاتا ہے۔ چنانچہ دھاتی کاربونیل میں الکٹران کی کثافت لگینڈ سے دھات کی طرف سگما بندش کے ذریعہ حرکت کرتی ہے اور دھات سے لگینڈ کی طرف pi بندش سے ہوتی ہے۔ دونوں کا یہ باہمی اثر (synergic effect) کہلاتا ہے۔ یہی دھاتی کاربونیل میں طاقتور CO ⟵ M بندش کا ذمہ دار ہے۔ اس اثر کو تصویری طور پر اس طرح پیش کیا گیا ہے۔




## 5.7 دھاتی کامپلکس کا استحکام (قیام پذیری) (Stability of metal complexes)

کوآرڈی نیشن کے کامپلکسوں کی قیام پذیری (استحکام) کو دو مختلف طریقوں سے تشریح کی جاسکتی ہے۔ پہلی حرحراتی قیام پذیری اور دوسری حرکی (فعلی) قیام پذیری ہے۔ ایک کوآرڈی نیشن کامپلکس کی حرحراتی قیام پذیری، ایک کامپلکس کے بننے کے تعامل کے آزاد توانائی کی تبدیلی (ΔG) کو ظاہر کرتا ہے۔ایک کوآرڈی نیشن کامپلکس کی فعلی استحکام (قیام پذیری) لگینڈ کے تبادلہ کو ظاہر کرتا ہے۔ بعض صورتوں میں کامپلکس، فوری لگینڈ کا تبادلہ ہوتا ہے۔ ایسے کامپلکسوں کو نا مستحکم کامپلکس labile complexes کہا جاتا ہے۔تاہم بعض کامپلکس لگینڈ کا تبادلہ آہستہ سے کرتے ہیں (یا بعض اوقات تبادلہ ہی نہیں ہوتا)، ایسے کامپلکس جامد (غیر تعامل پذیر) کامپلکس کہلاتے ہیں۔

### استحکام کا مستقلہ (β) (stability complex)

ایک لگینڈ کے دوسرے لگینڈ کے تبادلہ کے دوران، ایک مزاحمت کی پیائش ہی ایک کوآرڈی نیشن کامپلکس کی قیام پذیری (استحکام) کہلاتی ہے۔ توازن کے دوران دو انواع کے شمولیت کے درجہ کو کامپلکس کی قیام پذیری کہتے ہیں۔ آیئے درج ذیل کامپلکس کی تشکیل کے تعامل کو فرض کریں۔

$$Cu^{2+} + 4NH_3 \rightleftharpoons \left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]^{2+}$$

$$\beta = \frac{\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]^{2+}}{\left[Cu^{2+}\right]\left[NH_3\right]^4} \qquad \text{---------(1)}$$

لہٰذا $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ کا ارتکاز، کامپلکس کے قیام پذیری کی قیمت بڑھتی ہے، چنانچہ قیام پذیری کے مستقلہ کی قیمت زیادہ ہونے پر کامپلکس کی قیام پذیری بھی بڑھتی ہے۔

عام طور پر کوآرڈی نیشن کامپلکس اپنے محلولوں میں قیام پذیر ہیں۔تاہم کامپلکس کا رواں بہت ہی کم تحلیل پاتا ہے۔ تحلیل کی شرح دھات-لگینڈ بندش کی طاقت پر منحصر ہے۔ L ⟵ M کی طاقت زیادہ ہوتو، تحلیل کم ہی ہوگی۔

آبی محلولوں میں جب کامپلکس کے رواں تحلیل پاتے ہیں تو غیر تحلیل پذیر کامپلکس اور تحلیل پذیر روانوں کے درمیان توازن پایا جاتا ہے۔ لہٰذا دھاتی کامپلکسوں کی قیام پذیری کو تحلیل کا توازنی مستقلہ (dissociation equilibrium constant) یا غیر قیام پذیری کا مستقلہ (instability constant) (α) کہا جائے گا۔ مثال کے طور پر آبی محلول میں $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ کی تحلیل پذیری کو فرض کریں۔

$$\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]^{2+} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 4NH_3$$

تحلیل کا توازنی مستقلہ یا غیر قیام پذیری کا مستقلہ (α) کی نمائندگی اس طرح کی جاتی ہے۔

$$\alpha = \frac{\left[Cu^{2+}\right]\left[NH_3\right]^4}{\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]^{2+}} \quad \text{---------} \quad (2)$$

(1) اور (2) سے ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ تحلیل کا توازنی مستقلہ کو تشکیل کا توازنی مستقلہ یا قیام پذیری کا مستقلہ (β) کہتے ہیں۔

$$\beta = \left(\frac{1}{\alpha}\right)$$

## قیام پذیری کے مستقلوں کی اہمیت (Significance of stability constants)

کوآرڈی نیشن کے کامپلکس کی قیام پذیری (استحکام) کی پیائش اس کے قیام پذیری کے مستقلہ (β) سے کی جاتی ہے۔ ایک کامپلکس کے رواں کے قیام پذیری کے مستقلہ کی قیمت زیادہ ہو تو، کامپلکس کے رواں کی قیام پذیری بھی زیادہ ہوگی۔ بعض اہم کامپلکسوں کے قیام پذیری کی قیمتیں، جدول میں دی گئی ہیں۔

| کامپلکس کا رواں | غیر قیام پذیری کا مستقلہ (α) | قیام پذیری کا مستقلہ (β) |
|---|---|---|
| $\left[Fe(SCN)\right]^{2+}$ | $1.0 \times 10^{-3}$ | $1.0 \times 10^{3}$ |
| $\left[Cu(NH_3)_4\right]^{2+}$ | $1.0 \times 10^{-12}$ | $1.0 \times 10^{12}$ |
| $\left[Ag(CN)_2\right]^{-}$ | $1.8 \times 10^{-19}$ | $5.4 \times 10^{18}$ |
| $\left[Co(NH_3)_6\right]^{3+}$ | $6.2 \times 10^{-36}$ | $1.6 \times 10^{35}$ |
| $\left[Hg(CN)_4\right]^{2-}$ | $4.0 \times 10^{-42}$ | $2.5 \times 10^{41}$ |

اوپر کی جدول میں قیام پذیری کے مستقلہ کا موازنہ کرنے پر ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ اوپر کے درج کردہ پانچ کامپلکسوں میں، $[Hg(CN)_4]^{2-}$ سب سے زیادہ قیام پذیر کامپلکس رواں اور $[Fe(SCN)]^{2+}$ سب سے کم ترین قیام پذیر رواں ہے۔

## 5.7.1 مرحلہ وار تشکیل کے مستقلے اور مجملہ تشکیل کے مستقلے (Stepwise formation constants and overall formation constants)

آبی واسطہ میں جب ایک آزاد دھاتی رواں پایا جاتا ہے تو اس کے اطراف (ہم ربط گرفتہ ہو کر) پانی کے سالمے موجود رہتے ہیں۔ اس کو $[MS_6]$ کی طرح نمائندگی کی جاتی ہے۔ اگر پانی سے طاقتور لگینڈ وں کو اس دھاتی نمک کے محلول میں شامل کیا جائے تو پانی کے سالمے کی جگہ طاقتور لگینڈ وں کا تبادلہ ہو جاتا ہے۔

آبی محلول میں ایک دھاتی کامپلکس ML6 کی تشکیل کو فرض کیجئے۔(دھاتی رواں کے بار کو نظرانداز کیا جاتا ہے)۔کامپلکس کے بننے کا عمل ایک ہی مرحلہ میں یا مرحلہ وار ہوتا ہے۔

اگر لگینڈ کو ایک ہی مرحلہ میں دھاتی رواں کے ساتھ شامل کیا جاتا ہے تو،

$$[MS_6] + 6L \rightleftharpoons [ML_6] + 6S$$

$$\beta_{overall} = \frac{[ML_6]\ [S]^6}{[MS_6]\ [L]^6}$$

$\beta$ مجملہ کو مجملہ قیام پذیری کا مستقلہ کہا جاتا ہے۔ چونکہ محلل کی مقدار بہت زیادہ ہے، اوپر کی مساوات میں اس کے ارتکاز کو نظرانداز کیا جاسکتا ہے

$$\therefore\ \beta_{overall} = \frac{[ML_6]}{[MS_6]\ [L]^6}$$

اگر ان چھ لگینڈ وں کو ایک کے بعد دیگر شامل کیا جاتا ہے تو، کامپلکس [ML6] کی تشکیل چھ مختلف مرحلوں میں ہو جیسا کہ نیچے بتایا گیا ہے۔
عام طور پر مرحلہ وار قیام پذیری کے مستقلوں کی نمائندگی کی علامت k سے کی جاتی ہے۔

$$[MS_6] + L \rightleftharpoons [MS_5L] + S \qquad k_1 = \frac{[MS_5L]}{[MS_6][L]}$$

$$[MS_5L] + L \rightleftharpoons [MS_4L_2] + S \qquad k_2 = \frac{[MS_4L_2]}{[MS_5L][L]}$$

$$[MS_4L_2] + L \rightleftharpoons [MS_3L_3] + S \qquad k_3 = \frac{[MS_3L_3]}{[MS_4L_2][L]}$$

$$[MS_3L_3] + L \rightleftharpoons [MS_2L_4] + S \qquad k_4 = \frac{[MS_2L_4]}{[MS_3L_3][L]}$$

$$[MS_2L_4] + L \rightleftharpoons [MSL_5] + S \qquad k_5 = \frac{[MSL_5]}{[MS_2L_4][L]}$$

$$[MSL_5] + L \rightleftharpoons [ML_6] + S \qquad k_6 = \frac{[ML_6]}{[MSL_5]\ [L]}$$

اوپر کے توازن میں k1, k2, k3, k4, k5 اور k6 کی قیمتوں کو مرحلہ وار قیام پذیری کے مستقلے کہا جاتا ہے۔ ایک چھوٹے حسابی طریقہ کو استعمال کر کے (manipulate) کر کے ہم یہ بتا سکتے ہیں کہ مجملہ قیام پذیری کا مستقلہ $\beta$ ، مرحلہ وار قیام پذیری کے مستقلوں k1, k2, k3, k4, k5 اور k6 کا حاصل جمع ہے۔

$$\beta = k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5 \times k_6$$

دونوں جانب logarithm استعمال کرتے ہوئے۔

$$\log(\beta) = \log(k_1) + \log(k_2) + \log(k_3) + \log(k_4) + \log(k_5) + \log(k_6)$$

## 5.8 کوآرڈی نیشن کامپلکسوں کی اہمیت اور اطلاقات (Importance and applications of coordination complexes)

کوآرڈی نیشن کامپلکس بہت ہی اہمیت کے حامل ہیں۔ یہ مرکبات کئی پودوں، جانوروں اور معدنیات میں پائے جاتے ہین۔ کوآرڈی نیشن کامپلکسوں کے بعض اطلاقات نیچے دئے گئے ہیں۔

1۔ Cu(II) - phthalo blue کے رواں کا ایک گہرے نیلے رنگ کا رنگین مادّہ، جس کو چھپائی کی انک اور پیکنگ کی صنعت میں استعمال کیا جاتا ہے۔

2۔ نکل کی تخلیص میں Mond's process میں $[Ni(CO)_4]$ بنتا ہے، جو تحلیل پاکر 99.5% خالص نِکل دھات دیتا ہے۔

3۔ لینتھا نائڈ کو جدا کرنے کے لئے EDTA کو بطور خلبی لگینڈ (chelating ligand) ، سخت پانی کو نرم کرنے اور جست (lead) کے زہریلے پن کو دور کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

4۔ چاندی اور سونے کو ان کی کچ دھاتوں سے حاصل کرنے کے لئے حل پذیر سیانو کامپلکس بنایا جاتا ہے۔ ان سیانو کامپلکسوں کو Zinc کے ساتھ تحویل کرکے دھات حاصل کی جاتی ہے۔ اس عمل کو Mac-Arthul-Forrest cyanide process کہا جاتا ہے۔

5۔ بعض دھاتی روانوں کو بالکل درست طور پر تخمینہ لگانے (estimate) کے لئے بعض دھاتی رواں استعمال ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر نکل کلورائڈ کے محلول میں $Ni^{2+}$ روانوں کو غیر حل پذیر کامپلکس $[Ni(DMG)_2]$ میں تبدیل کرکے تخمینہ لگایا جاسکتا ہے۔

6۔ نامیاتی اور غیر نامیاتی تعاملات میں کئی کامپلکسوں کو تماسی عاملات کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

(i) Wilkinson's catalyst - $[(PPh_3)_3RhCl]$ کو الکینیوں کے ہائڈروجنانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

(ii) Zeigler-Natta Catalyst - $[TiCl_4] + Al(C_2H_5)_3$ کو اِتھین کے کثیر ترکیبہ (polymerisation) کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

7۔ دھاتوں پر شریف دھاتوں (Ag, Au, Pt, ...) وغیرہ کی نفیس اور ہموار سطح حاصل کرنے کے لئے $[Ag(CN)_2]^-$ اور $[Au(CN)_2]^-$ جیسے کوآرڈی نیشن کامپلکس استعمال کئے جاتے ہیں۔ ان کامپلکسوں کو برق پاشیدگی کے برتن میں استعمال کیا جاتا ہے۔

8۔ مختلف بیماریوں کے لئے کئی کامپلکسوں کو دوا کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر :

(i) Ca-EDTA chelate کو جست (lead) اور تابکار کے زہر کو دور کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ جسم سے جست اور تابکار دھاتوں کے زہر کو نکالنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

(ii) cis-platin کو کینسر کے علاج میں بطور ضدرسولی (antitumor) استعمال کیا جاتا ہے۔

9۔ فوٹوگرافی میں جب ایک فلم کو sodium thio sulphate (Hypo) محلول سے ڈیولپ کیا جاتا ہے تو فلم ثبت (fix) ہوجاتی ہے۔ غیر تحلیل شدہ AgBr ، sodiumdithiosulphateoargentate(I) کا حل پذیر کامپلکس بناتا ہے، جس کو پانی سے دھوکر آسانی سے نکالا جاسکتا ہے۔

$$AgBr + 2\,Na_2S_2O_3 \longrightarrow Na_3\left[Ag\left(S_2O_3\right)_2\right] + 2\,NaBr$$

10۔ کئی حیاتیاتی نظاموں میں دھاتی کامپلکس پائے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر

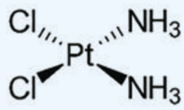
(i) خون کے سرخ خلیوں (RBC) میں heme group موجود ہے، جو $Fe^{2+}$-Porphyrin کا مپلکس ہے۔ یہ آکسیجن کو پھیپھڑوں سے بافتوں تک اور کاربن ڈئی آکسائڈ کو بافتوں سے پھیپھڑوں تک پہنچانے میں اہم رول ادا کرتا ہے۔

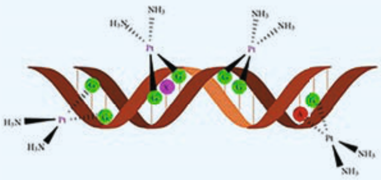
(ii) پودوں اورالجی میں موجودسبز رنگین مادّہ کلوروفل میں، $Mg^{2+}$ کوبطورمرکزی دھات کے ایک ترمیم شدہ Porphyrin لگینڈ پایا جاتا ہے، جسے corrin کا حلقہ کہتے ہیں۔ یہ شعاعی ترکیب میں ایک اہم رول ادا کرتا ہے۔ جس میں پودے $CO_2$ اور پانی کو کاربوہائڈریٹ اور آکسیجن میں تبدیل کرتے ہیں۔

(iii) Vitamin $B_{12}$ (Cyanocobalamine)، صرف ایک وٹامن ہے جس میں دھاتی رواں پایا جاتا ہے۔ یہ ایک کوآرڈی نیشن کامپلکس ہے،جس میں مرکزی رواں $Co^{+}$ کے اطراف Porphyrin جیسا لگینڈ گھیرے ہوئے ہے۔

(iv) کئی خامرے،دھاتی کامپلکس کہلاتے ہیں۔ وہ حیاتیاتی افعال کوقابو میں رکھتے ہیں۔ مثال کے طور پر Carboxypeptidase ایک protease enzyme ہے، یہ خامرہ ہاضمہ میں اہم رول ادا کرتا ہے، جس میں Zinc کا ایک رواں پروٹین کے ساتھ ہم ربط ہوا ہے۔

**Cisplatin**



Cisplatin ایک مربع سطحی کوآرڈی نیشن کامپلکس (cis-[Pt(NH3)2Cl2]) ہے،جس میں دومماثل لگینڈ متصل مقامات پر پائے جاتے ہیں۔
یہ ایک platinum کی دھات والا ضد کینسر کی دوا ہے۔
یہ دوا آب پاشیدہ ہوکر DNA کے ساتھ مختلف crosslinks بناتے ہیں۔ یہ crosslinks، DNA کی دوہرانے اور نقل ثانی کے عمل کو روکتا ہے، جس کے نتیجے میں خلوی نشوونما کوروکتا ہے اور بالآخر خلیہ مرجاتا ہے۔
یہ خلوی پروٹین کے ساتھ بھی cross link کرتا ہے اور خلوی تقسیم mitosis کوروکتا ہے۔

## خلاصہ :

- جب دو یادو سے زیادہ قیام پذیر مرکبات کا محلول بنایا جاتا ہے اور تبخیر کیا جاتا ہے تو ایسی صورت میں دوہرے نمک یا کوآرڈی نیشن کے مرکبات بننے کے مواقع بنتے ہیں۔ دوہرے نمک اپنی شناخت کھودیتے ہیں اور محلول میں اپنے سادہ روانوں کی طرح حل پذیر ہوجاتے ہیں، جب کہ کوآرڈی نیشن مرکب کے کامپلکس مرکب، اپنی شناخت کونہیں کھوتے اور کبھی بھی سادہ روانوں کی طرح حل پذیر نہیں ہوتے۔
- ورنر کے مطابق، اکثر عناصر دوقسم کی گرفتوں کوظاہر کرتے ہیں، ابتدائی گرفت اور ثانوی گرفت،اور یہ دونوں گرفتوں کو مطمئن کرتی ہیں۔ جدید اصطلاح میں ابتدائی گرفت (Primary valency) کودھاتی جوہر کی تکسیدی حالت (Oxidation state) اور ثانوی گرفت(Secondary valency) کو کوآرڈی نیشن عدد (Coordination number) کہتے ہیں۔
- کوآرڈی نیشن کا انفرادی حصہ ایک رواں یا ایک تعدیلی سالمہ ہے جس میں ایک مرکزی جوہر عام طور پر ایک دھات ہوتی ہے اور بعض جوہروں یا جوہروں کے گروپ (لگینڈ) ہوتے ہیں جو مرکزی جوہر سے بندھے ہوئے ہوتے ہیں۔
- مرکزی جوہر یا رواں وہ ہے جو ایک کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ میں مرکزی مقام پر قائم ہوتا ہے۔ یہ دیگر جوہروں یا جوہروں کے گروپوں (لگینڈ) کو اپنے ساتھ ہم گرفتہ ہم ربط بندش (Coordinate covalent bond) کے ذریعہ جوڑ کر رکھتا ہے۔
- لگینڈ جوہروں یا جوہروں کے گروپ ہیں جو مرکزی جوہر یا روانوں کے ساتھ بندھے ہوئے ہوتے ہیں۔لگینڈ میں موجود جوہر جو مرکزی دھاتی جوہر کے ساتھ براہِ راست بندھا رہتا ہے، یہ donor کہلاتا ہے۔

- کوآرڈی نیشن کے مرکب کے کامپلکس کا رواں، جس میں مرکزی دھاتی جوہر یا رواں اور لگینڈ بندھے ہوئے ہیں، ان کو مجملہ کوآرڈی نیشن کا کرہ کہا جاتا ہے اور عام طور پر اسے مربع قوسین کے اندر ان کے بار charge کے ساتھ لکھا جاتا ہے۔
- وہ سہ ابعادی ترتیب جس میں لگینڈ کے جوہر یا رواں مرکزی جوہر کے ساتھ بندھے ہوئے ہوتے ہیں، ان کی ترتیب کو آرڈی نیشن کثیر ضلعی یا polygon کہا جاتا ہے۔
- ایک کامپلکس میں مرکزی دھاتی رواں کے جملہ لگینڈ کے donor جوہروں کی تعداد کو اس دھات کا کوآرڈی نیشن عدد کہا جاتا ہے۔
- ایک کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ (entity) کے مرکزی دھات کے جوہر کی تکسیدی حالت کی وضاحت اس طرح کی جا سکتی ہے کہ جب مرکزی دھات کے جوہر سے تمام لگینڈوں کو ان کی الکٹرانوں کی جوڑیوں کے ساتھ خارج کر دیا جائے تو اس دھات میں باقی رہنے والا برقی بار ہی اس دھات کی تکسیدی حالت یا تکسیدی عدد ہے۔
- اس قسم کے ہم ترکیبے اس وقت بنتے ہیں، جب ایک ambidentate لگینڈ کو اپنے مختلف donor جوہروں کے ذریعے مرکزی دھات جوہر/رواں کے ساتھ بندھا گیا ہے۔
- کوآرڈی نیشن کے مرکبات میں اس قسم کے ہم ترکیبے واقع ہوتے ہیں، جس میں منفرواں اور مثبر واں دونوں کامپلکس روانوں کی طرح موجود ہیں۔ منفروانی اور مثبر وانی کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ میں ایک یا ایک سے زیادہ لگینڈوں کے تبادلہ سے مختلف ہم ترکیبے بنتے ہیں۔
- جب ایک رواں ہونے والا، مخالف سادہ رواں خود ایک لگینڈ کی طرح عمل کرتا ہے تو اس قسم کے ہم ترکیبے حاصل ہوتے ہیں۔ کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ (entity) میں ایک یا ایک سے زیادہ لگینڈوں کے ساتھ اس طرح کے مخالف روانوں کے تبادلے سے روانی ہم ترکیبے بنتے ہیں۔
- نامیاتی مرکبات ہی کی طرح، کوآرڈی نیشن مرکبات بھی تجسیمی ہم ترکیبے ظاہر کرتے ہیں۔ ایک کوآرڈی نیشن کے مرکب میں ایک ہی کیمیائی ضابطہ ہے اور مرکزی دھاتی جوہر اور لگینڈ کے درمیان ایک ہی قسم کا ربط ہے۔
- مختلف قسم کے لگینڈ رکھنے والے کامپلکسوں (heteroleptic) کے مرکزی دھاتی جوہر کے اطراف کی خالی جگہ میں لگینڈوں کی مختلف ممکنہ سہ ابعادی ترتیب کی وجہ سے شکلی ہم ترکیبیت ظاہر ہوتی ہے۔ مربع سطحی (square planar) اور آٹھ سطحی کامپلکس شکلی ہم ترکیبیت کو ظاہر کرتے ہیں۔
- نامیاتی مرکبات ہی کی طرح کوآرڈی نیشن کے مرکبات جو chairality (جو لگینڈ کو اپنی گرفت میں رکھتے ہیں) رکھتے ہیں، یہ بصری ترکیبیت ظاہر کرتے ہیں۔ دو بصری ہم ترکیبوں کی جوڑی جو ایک دوسرے کے آئینہ کے خیالات کی طرح ہیں، انہیں عکاس ہم ترکیبے (enantiomers) کہا جاتا ہے۔
- Linus pauling نے Valence bond theory (VBT) (گرفتی بندش کا نظریہ) کو پیش کیا، جس میں یہ بتایا گیا ہے کہ دھاتی جوہر اور لگینڈ کے درمیان بننے والی بندش خالص ہم گرفتہ ہے۔ Bethe اور Van vleck نے دھاتی جوہر اور لگینڈ کے درمیان بننے والی بندش کو برق سکونی کہا ہے اور کوآرڈی نیشن مرکبات کے خواص کی وضاحت کرنے کے لئے (CFT)Crystal Field theory کے نظریے کو پیش کیا۔ مزید یہ کہ Ligand Field theory اور Molecular Orbital Theory کے نظریوں کی مزید ترقی نے کوآرڈی نیشن کے مرکبات کے درمیان بندشوں کی نوعیت کی مزید وضاحت کی۔ اس حصہ میں ہم سادہ کوآرڈی نیشن کے مرکبات کی وضاحت VBT اور CFT سے کریں گے۔

## صحیح جواب منتخب کیجئے۔

1۔ کامپلکس $[M(en)_2(Ox)]Cl$ میں دھات M کی ابتدائی گرفت اور ثانوی گرفت کا حاصل جمع یہ ہے۔

(a 3 (b 6 (c −3 (d 9

2۔ 100 ml pentaaquachloridochromium(III)chloride کے 0.01M محلول میں، افزود مقدار میں Silver Nitrate کا محلول شامل کیا جاتا ہے ۔ رسوب شدہ AgCl کے مول کی تعداد یہ ہوگی۔

(a 0.02 (b 0.002 (c 0.01 (d 0.2

3۔ ایک کامپلکس کا سالمی ضابطہ $MSO_4Cl.6H_2O$ ہے۔ اس کا آبی محلول بیریم کلورائڈ کے ساتھ ایک سفید رسوب دیتا ہے۔ اور جب اس کو سلور نائٹریٹ کے محلول سے گزارا جاتا ہے تو کوئی رسوب نہیں دیتا۔ اگر دھات کی ثانوی گرفت 6 ہے تو ان میں سے کونسا اس کامپلکس کی صحیح نمائندگی کرتا ہے۔

a) $\left[M(H_2O)_4Cl\right]SO_4.2H_2O$

b) $\left[M(H_2O)_6\right]SO_4$

c) $\left[M(H_2O)_5Cl\right]SO_4.H_2O$

d) $\left[M(H_2O)_3Cl\right]SO_4.3H_2O$

4۔ $[Fe(H_2O)_5NO]SO_4$ میں لوہے کی تکسیدی حالت اور لگینڈ NO کا بار بالترتیب یہ ہوں گے۔

(a +2 اور 0 (b +3 اور 0 (c +3 اور −1 (d +1 اور +1

5۔ IUPAC کے رہنمائی خطوط کے تحت، کامپلکس $[Co(en)_2(ONO)Cl]Cl$ کا نام یہ ہے۔

a) chlorobisethylenediaminenitritocobalt(III) chloride

b) chloridobis(ethane-1,2-diamine)nitro κ-Ocobaltate(III) chloride

c) chloridobis(ethane-1,2-diammine)nitrito κ-Ocobalt(II) chloride

d) chloridobis(ethane-1,2-diammine)nitrito κ-Ocobalt(III)chloride

6۔ کامپلکس $K_3[Al(C_2O_4)_3]$ کا IUPAC نام یہ ہے۔

a) potassiumtrioxalatoaluminium(III)

b) potassiumtrioxalatoaluminate(II)

c) potassiumtrisoxalatoaluminate(III)

d) potassiumtrioxalatoaluminate(III)

7۔ درج ذیل میں سے ایک کی مقناطیسی معیار حرکت 1.73 BM ہوگی۔ (NEET)

a) $TiCl_4$　　b) $[CoCl_6]^{4-}$

c) $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$　　d) $[Ni(CN)_4]^{2-}$

8۔ اعلیٰ گردش والے $d^3$ آٹھ سطحی کامپلکس کے لئے کرسٹل فیلڈ قیام پذیری کی توانائی CFSE یہ ہوگی۔

a) $-0.6\Delta_0$　　b) 0

c) $2(P-\Delta_0)$　　d) $2(P+\Delta_0)$

9۔ ان میں سے کون سے کوآرڈی نیشن کے انفرادی حصہ میں $\Delta_0$ کی قدر زیادہ ہوگی۔

a) $[Co(CN)_6]^{3-}$　　b) $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$

c) $[Co(H_2O)_6]^{3+}$　　d) $[Co(NH_3)_6]^{3+}$

10۔ ان میں سے کونسا آئینہ کے عکس (enantiomorphs) کی ایک جوڑی کو ظاہر کرتا ہے۔

a) $[Cr(NH_3)_6][Co(CN)_6]$　　b) $[Co(en)_2Cl_2]Cl$

c) $[Pt(NH_3)_4][PtCl]_4$　　d) $[Co(NH_3)_4Cl_2]NO_2$

11۔ $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ کس قسم کے ہم ترکیبہ کو ظاہر کرتا ہے؟

a) کوآرڈی نیشن ہم ترکیبہ　　b) ہم ربطی ترکیبہ

c) بصری ہم ترکیبہ　　d) شکلی ہم ترکیبہ

12۔ $[Pt(Py)(NH_3)(Br)(Cl)]$ سے کتنے شکلی ہم ترکیبے ممکن ہیں؟

a) 3　　b) 4　　c) 0　　d) 15

13۔ ان میں سے کونسی جوڑی ربطی ہم ترکیبہ (linkage isomerism) کو ظاہر کرتی ہے ؟

a) $[Cu(NH_3)_4][PtCl_4]$ and $[Pt(NH_3)_4][CuCl_4]$

b) $[Co(NH_3)_5(NO_3)]SO_4$ and $[Co(NH_3)_5(ONO)]$

c) $[Co(NH_3)_4(NCS)_2]Cl$ and $[Co(NH_3)_4(SCN)_2]Cl$

d) (b) اور (c) دونوں۔

14۔ کامپلکس $[Co(NH_3)_4Br_2]Cl$ میں کس قسم کی ہم ترکیبیت ممکن ہے؟

a) شکلی اور روانی　　b) شکلی اور بصری

c) بصری اور روانی　　d) صرف شکلی

15۔ ان میں سے کونسے کامپلکسوں سے ہم ترکیبے کی توقع نہیں رکھ سکتے۔ (ہم ترکیبے نہیں بنا سکتے)؟

a) $[Ni(NH_3)_4(H_2O)_2]^{2+}$　　b) $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$

c) $[Co(NH_3)_5SO_4]Cl$　　d) $[FeCl_6]^{3-}$

16۔ ایک کامپلکس جس میں دھات کا تکسیدی عدد صفر ہے، وہ یہ ہے۔

a) $K_4[Fe(CN)_6]$ b) $[Fe(CN)_3(NH_3)_3]$

c) $[Fe(CO)_5]$ d) both (b) and (c)

17۔ **tris(ethane-1,2-diamine)iron(II)phosphate** کا ضابطہ یہ ہے۔

a) $[Fe(CH_3-CH(NH_2)_2)_3](PO_4)_3$ b) $[Fe(H_2N-CH_2-CH_2-NH_2)_3](PO_4)$

c) $[Fe(H_2N-CH_2-CH_2-NH_2)_3](PO_4)_2$ d) $[Fe(H_2N-CH_2-CH_2-NH_2)_3]_3(PO_4)_2$

18۔ ان میں سے کونسے کامپلکس کی نوعیت اکہرا مقناطیس **(paramagnetic)** ہے؟

a) $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ b) $[Co(NH_3)_6]^{3+}$

c) $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ d) $[Ni(CN)_4]^{2-}$

19۔ یہ **Fac-mer** ہم ترکیبیہ کو ظاہر کرتا ہے۔

a) $[Co(en)_3]^{3+}$ b) $[Co(NH_3)_4(Cl)_2]^{+}$

c) $[Co(NH_3)_3(Cl)_3]$ d) $[Co(NH_3)_5Cl]SO_4$

20۔ صحیح بیان کا انتخاب کیجئے۔

(a آٹھ سطحی کامپلکس کی بہ نسبت مربع سطحی کامپلکس زیادہ قیام پذیر (مستحکم) ہیں۔

(b $[Cu(Cl)_4]^{2-}$ کی صرف گردشی مقناطیسی معیار حرکت **1.732 BM** ہے اور اس کی ساخت مربع سطحی ہے۔

(c $[Fe(CN)_6]^{4-}$ کی بہ نسبت $[FeF_6]^{4-}$ کی کرسٹل فیلڈ کے شق کی توانائی **(Crystal field splitting energy)** $(\Delta_0)$ زیادہ ہے۔

(d $[Ti(H_2O)_6]^{2+}$ کے CFSE کی بہ نسبت $[V(H_2O)_6]^{2+}$ کے CFSE کی توانائی زیادہ ہے۔

## درج ذیل سوالوں کے جواب دیجئے۔

1۔ درج ذیل کامپلکسوں کے لئے **IUPAC** نام لکھئے۔

i) $Na_2[Ni(EDTA)]$

ii) $[Ag(CN)_2]^-$

iii) $[Co(en)_3]_2(SO_4)_3$

iv) $[Co(ONO)(NH_3)_5]^{2+}$

v) $[Pt(NH_3)_2Cl(NO_2)]$

2۔ درج ذیل کوآرڈی نیشن مرکبات کے لئے ضابطہ لکھئے۔

a) potassiumhexacyanidoferrate(II)

b) pentacarbonyliron(0)

c) pentaamminenitrito -κ–N -cobalt(III)ion

d) hexaamminecobalt(III)sulphate

e) sodiumtetrafluoridodihydroxidochromate(III)

3۔ ان کو مولار ایصالیت (molar conductivity) کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھئے۔

i) $Mg[Cr(NH_3)(Cl)_5]$ ii) $[Cr(NH_3)_5Cl]_3[CoF_6]_2$

iii) $[Cr(NH_3)_3Cl_3]$

4۔ دوا کے طور پر استعمال ہونے والے ایک کوآرڈی نیشن مرکب کی ایک مثال اور اہم حیاتیاتی مرکبات کی طرح استعمال ہونے والے کوآرڈی نیشن کے مرکبات کی دو مثالیں دیجئے۔

5۔ گرفتی بندش کے نظریے (VBT) کی بنیاد پر وضاحت کیجئے کہ $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ کیوں اکہرے مقناطیسیت والا (paramagnetic) ہے، جب کہ $[Ni(CN)_4]^{2-}$ دوہرے مقناطیسیت والا (diamagnetic) ہے۔

6۔ کامپلکس $[Co(en)_2Cl_2]^+$ کو تمام ممکن شکلی ہم ترکیبے چھڑائیے اور ان میں سے بصری حساس ہم ترکیبے کی شناخت کیجئے۔

7۔ $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ رنگین ہے، جب کہ $[Sc(H_2O)_6]^{3+}$ بے رنگ ہے۔ وضاحت کیجئے۔

8۔ کامپلکس $[Ma_2b_2c_2]$ کے قسم کی ایک مثال دیجئے، جس میں b, a اور c یک دندانیت والے لگینڈ ہیں اور ان کے ممکن ہم ترکیبے بھی بتائیے۔

9۔ $[Co(NH_3)_5Cl]SO_4$ اور $[Co(NH_3)_5SO_4]Cl$ کو فرق کرنے کے لئے ایک جانچ بتائیے۔

10۔ ایک آٹھ سطحی کرسٹل فیلڈ میں d مداریوں کے شق ہونے کا خاکہ بنائیے۔

11۔ ربطی ہم ترکیبیت (linkage isomerism) کیا ہے؟ ایک مثال کے ساتھ وضاحت کیجئے۔

12۔ donor عطا کنندہ جوہروں کے تعداد کی بنیاد پر درج ذیل لگینڈوں کی درجہ بندی کیجئے۔

a) $NH_3$ b) en c) $ox^2$ d) pyridine

13۔ دوہرے نمک اور ایک کوآرڈی نیشن کے مرکب کے درمیان فرق بتائیے۔

14۔ ورنر کے نظریے کے مفروضات بیان کیجئے۔

15۔ سہ پہلوا ہرامی (tetrahedral) کامپلکس کیوں شکلی ہم ترکیبیت کو ظاہر نہیں کرتے؟

16۔ ایک مثال کے ساتھ کوآرڈی نیشن کے مرکبات میں بصری ہم ترکیبیت کی وضاحت کیجئے۔

17۔ آبیدگی کی ہم ترکیبیت (Hydrate isomerism) کیا ہے؟ ایک مثال کے ساتھ سمجھائیے۔

18۔ کرسٹل فیلڈ شق ہونے کی توانائی (Crystal field splitting energy) کیا ہے؟

19۔ کرسٹل فیلڈ کے قیام پذیری (استحکام) کی توانائی (Crystal field stabilization energy) (CFSE) کیا ہے؟

20۔ $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ محلول کا رنگ سبز ہے، جب کہ $[Ni(CN)_4]^{2+}$ محلول بے رنگ ہے۔ وضاحت کیجیے۔

21۔ دھاتی کاربونیل میں بندشوں کی نوعیت سے متعلق مختصر طور پر وضاحت کیجیے۔

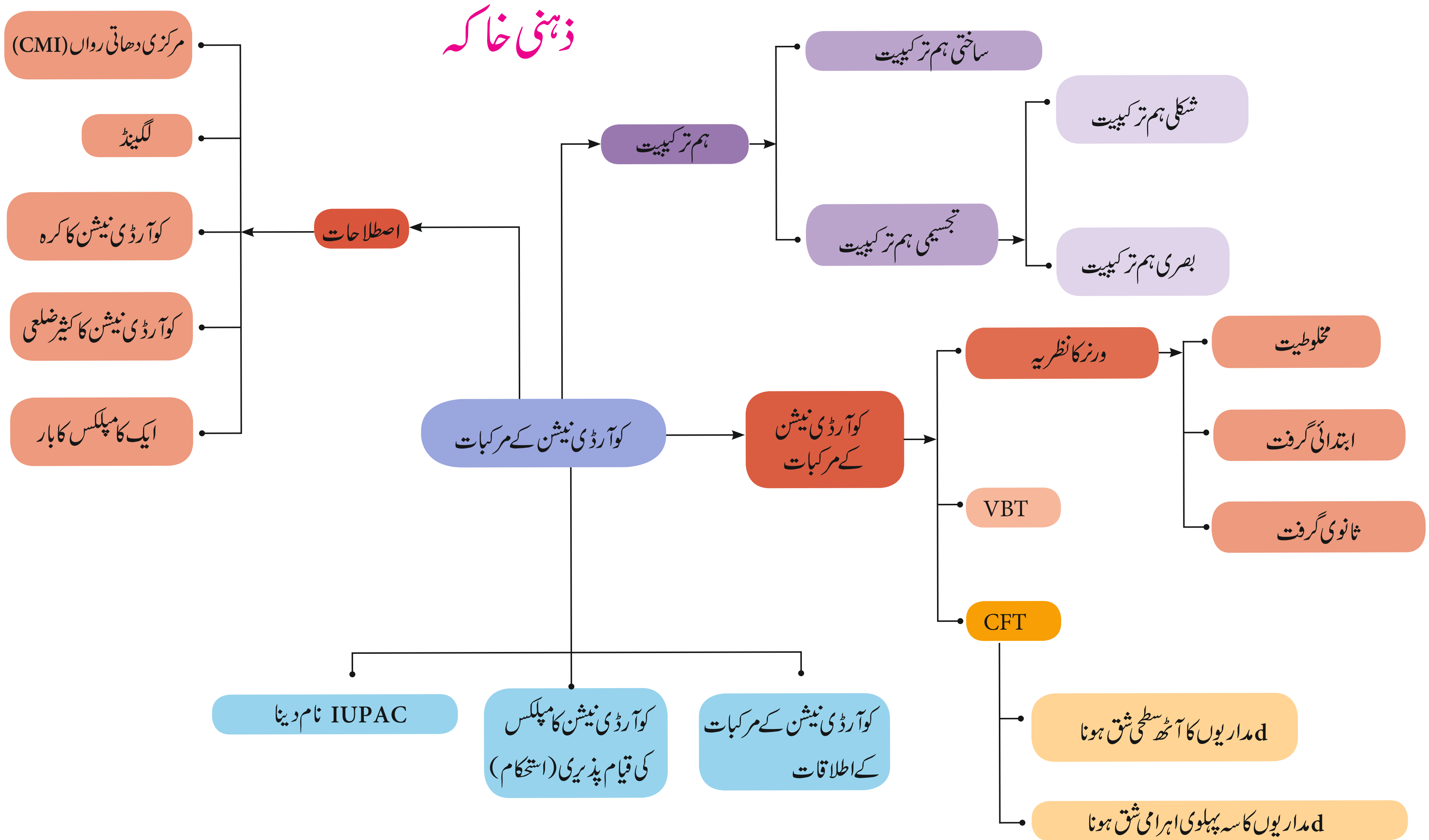
22۔ کاپر سلفیٹ کے محلول میں افزود مقدار کا مائع امونیا شامل کیا جاتا ہے تو کس قسم کا کوآرڈی نیشن کا انفرادی حصہ (entity) بنتا ہے ؟

23۔ VBT کی بنیاد پر $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ میں بندش کی نوعیت کی وضاحت کیجیے۔

24۔ VBT کی حد بندیاں کیا ہیں ؟

25۔ آٹھ سطحی کرسٹل کے میدان میں کامپلکس $K_4[Mn(CN)_6]$ کا تکسیدی عدد، کوآرڈی نیشن عدد، لگینڈ کی نوعیت، مقناطیسی خصوصیت اور الکٹرانی تشکیل لکھیے۔

# ذہنی خاکہ


کوآرڈی نیشن کے مرکبات
اصطلاحات
مرکزی دھاتی رواں (CMI)
لگینڈ
کوآرڈی نیشن کا کرہ
کوآرڈی نیشن کا کثیر ضلعی
ایک کامپلکس کا بار
ہم ترکیبیت
ساختی ہم ترکیبیت
تجسیمی ہم ترکیبیت
شکلی ہم ترکیبیت
بصری ہم ترکیبیت
کوآرڈی نیشن کے مرکبات
ورنر کا نظریہ
مخلوطیت
ابتدائی گرفت
ثانوی گرفت
VBT
CFT
d مداریوں کا آٹھ سطحی شق ہونا
d مداریوں کا سہ پہلوی اہرامی شق ہونا
IUPAC نام دینا
کوآرڈی نیشن کامپلکس کی قیام پذیری (استحکام)
کوآرڈی نیشن کے مرکبات کے اطلاقات

# کرسٹل فیلڈ کا نظریہ

## CRYSTAL FIELD THEORY

اس آلہ کو استعمال کرکے آٹھ سطحی اور سہ پہلو اہرامی مرکبات کے مختلف دھاتی روانوں کے، کرسٹل فیلڈ کے شق ہونے کے بارے میں جانکاری حاصل کرسکیں گے۔ ساتھ ہی کرسٹل فیلڈ کے نظریہ کو استعمال کرکے CFSE محسوب کی جاسکتی ہے۔

URL کو جائیے

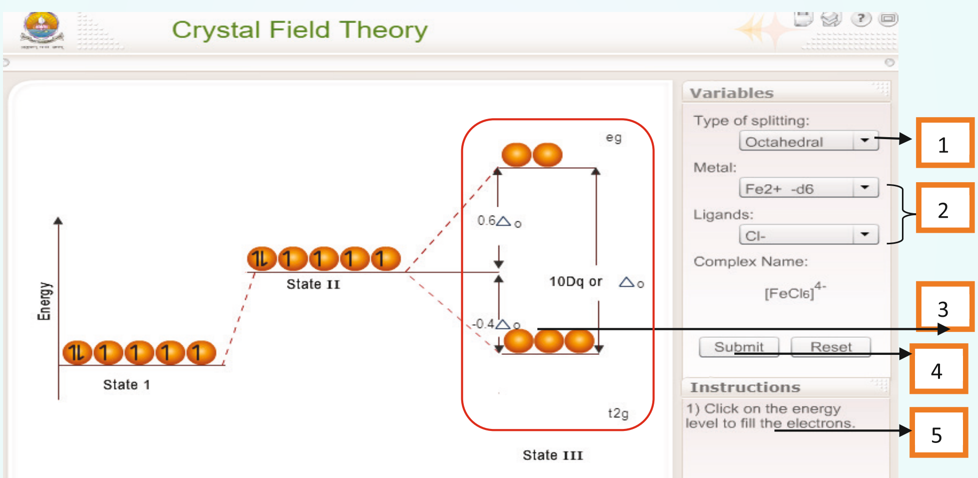
http://vlab.amrita.edu/index.php?sub=2&brch=193&sim=610&cnt=4

دائیں جانب کے QR کوڈ کو اسکین کیجیے۔

NQ2U6

مرحلے :

- براوزر کھولئے، اور URL ٹائپ کیجیے یا دئے گئے QR کوڈ کو اسکین کیجیے۔ ایک ویب پیج کھلے گا، جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔
نوٹ : اس وب پیج کو کھولنے کے ایک وقت کا signup کی ضرورت ہے، user name اور password کو استعمال کرکے login کیجیے اور simulation tab کو لاگ کیجیے۔
- drop down menu (box 1) کو استعمال کرکے مناسب ligang field splitting کا انتخاب کیجیے، اپنی پسند کے دھات کا انتخاب کیجیے اور drop down menu (box 2) سے مناسب لگینڈ کا انتخاب کیجیے۔ اب منتخب کردہ کامپلکس کے لئے کرسٹل فیلڈ کا شق ہونا اسکرین پر دکھائی دے گا۔
- انتخاب کردہ کامپلکس کے لئے کرسٹل فیلڈ کے نظریے کو استعمال کیجیے اور $t_{2g}$ اور $e_g$ مداریوں میں الکٹرانوں کو بھرتی کیجیے۔ الکٹرانوں کو خارج کرنے کے لئے مداریوں کو تین مرتبہ کلک کیجیے۔ مکمل ہونے کے بعد submit button (box 4) کلک کیجیے۔ اب تم الکٹران کی تقسیم کی جانچ کرسکتے ہو۔ اگر غلط ہو تو دوبارہ کوشش کیجیے۔
- ورک شیٹ کے t2g اور eg مداریوں میں الکٹرانوں کی تعداد کو بھریئے۔ (box 6) ۔ محسوب کردہ CFSE ڈسپلے ہوگا۔



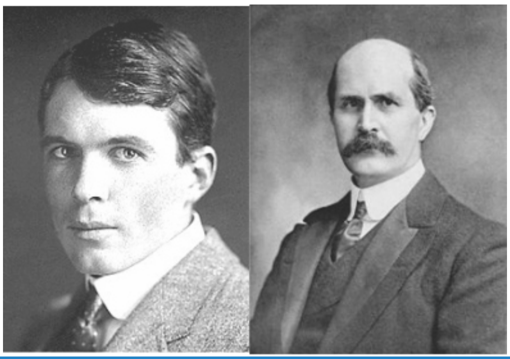

| Octahedral | Tetrahedral | $n_{(t2g)}$ | $n_{(eg)}$ | CFSE |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 4 | 2 | -0.4 Δo |

6

# اکائی 6

# ٹھوس حالت

# (SOLID STATE)



| Sir Lawrence Bragg (1890 –1971) | Sir William Henry Bragg (1862 –1942) |
|---|---|
| سر لارنس بریگ | سر ولیم ہنری بریگ |

سر ولیم ہنری بریگ ایک انگریز ماہر طبیعیات، کیمیا دان اور ریاضی دان تھے۔ سر ولیم ہنری بریگ اور ان کے فرزند لارنس بریگ نے بڑی کامیابی کے ساتھ X-ray کے ساتھ کام کیا ہے۔ انہوں نے X-ray spectrometer کی ایجاد کی اور X-ray crystallography کی جدید سائنس کو پیش کیا۔ X-ray diffraction کی مدد سے قلموں کی ساخت کا تجزیہ کیا۔ ایک شعاع کی مدد سے قلموں کی ساخت کا تجزیہ کرنے کے عوض 1915 میں باپ اور بیٹے دونوں کو متحدہ طور پر نوبل انعام حاصل کیا۔ اس تحقیق کی بدولت ایک معدن ''براگائٹ'' (Braggite) (نکل، پلیڈیم اور پلاٹینم کے سلفائڈ کی کچھ دھات) کو ان کے نام سے موسوم کیا گیا ہے۔

## سیکھنے کے مقاصد

اس اکائی کو پڑھنے کے بعد طلباء یہ جان چکے ہوں گے۔

- ٹھوس اشیاء کے عام خصوصیات کی وضاحت کر سکیں گے۔
- قلمی اور نقلمی ٹھوس اشیاء کے فرق کو سمجھ سکیں گے۔
- ایک اکائی خانہ کی وضاحت کر سکیں گے۔
- مختلف خالی جگہوں (voids) اور بند ساختوں کی وضاحت کر سکیں گے۔
- مختلف مکعبی اکائی خانوں کے Packing کی کارکردگی کو محسوب کر سکیں گے۔
- اکائی خانوں کے ابعاد سے متعلق عددی حسابات کو حل کر سکیں گے۔
- ٹھوس اشیاء میں موجود نقطوں کے نقائص (point defects) کے بارے میں وضاحت کر سکیں گے۔

## تعارف (Introduction)

مادّہ تین مختلف حالتوں میں یعنی ٹھوس، مائع اور گیس کی طرح پایا جاتا ہے۔ اگر تم اپنے اطراف و اکناف کی اشیاء کو دیکھو گے تو گیس اور مائع کی بہ نسبت ٹھوس ہی زیادہ دکھائیں گے۔ گیس اور مائع ٹھوس سے اس لئے مختلف ہیں کہ ٹھوس کا حجم اور شکل معین ہے۔ ٹھوس میں جوہر اور سالمے یا رواں بالکل قریب تر، ترتیب وار جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ ہیرا، دھاتیں، پلاسٹک وغیرہ اور اکثر ایسی چیزیں ہیں، جنہیں ہم روزمرہ استعمال کرتے ہیں، ٹھوس حالت میں پائی جاتی ہیں۔ ہمیں بعض مخصوص کاموں کے لئے ٹھوس اشیاء کی ضرورت پڑتی ہے۔ ٹھوس اشیاء کی ساخت اور خواص کو سمجھتے ہوئے ہمیں یہ ضروری ہو جاتا ہے کہ ایسی نئی ٹھوس اشیاء کو بنایا جائے جن کے خواص مختلف اور ضرورت کے مطابق ہوں۔

اس باب میں ہم ٹھوس اشیاء کے خواص، درجہ بندی، ساخت اور ان کی اہمیت کے بارے میں مطالعہ کریں گے۔

## 6.1 ٹھوس اشیاء کے عام خواص
## (General Characteristics of solids)

ہم گیارھویں جماعت میں پڑھ چکے ہیں کہ گیس کے سالمے بے ترتیبی کے ساتھ بغیر کسی مناسب قوتوں کے آزادانہ طور پر حرکت کرنے لگتے ہیں۔ اس کے برخلاف ٹھوس اشیاء کے جوہر، رواں اور سالمے بہت زیادہ قوت کشش کے ساتھ سختی کے ساتھ جڑے ہوئے ہیں۔

ٹھوس کے عام خواص یہ ہیں۔

(i) ٹھوس اشیاء کی ایک متعین حجم اور شکل ہوتی ہے۔

(ii) ٹھوس اشیاء بہت ہی سخت ہوتے ہیں اور دابے نہیں جا سکتے۔

(iii) ٹھوس اشیاء میں مضبوط بندشی قوت ہوتی ہے۔

(iv) ٹھوس اشیاء میں بہت کم بین جوہری، روانی یا سالماتی فاصلہ پایا جاتا ہے۔

(v) ان کے اجزاء (جوہر، رواں یا سالمے) کا مقام متعین ہوتا ہے اور وہ اپنے اوسط مقام پر اہتزاز (oscillate) کرتے رہتے ہیں۔

## 6.2 ٹھوس اشیاء کی درجہ بندی
## (Classification of solids)

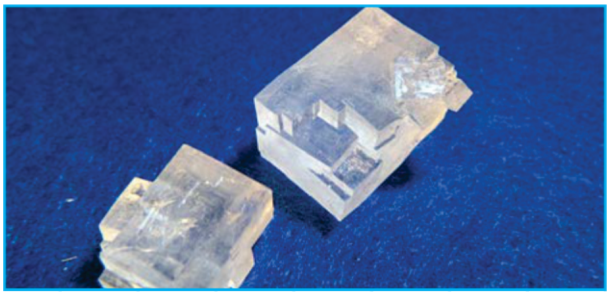
ٹھوس اشیاء کی درجہ بندی

- قلمی ٹھوس اشیاء
  - روانی قلمیں مثال : NaCl, KCl
  - ہم گرفتہ قلمیں مثال : ہیرا، SiO2
  - سالماتی قلمیں مثال : نافتھلین، اینتھراسین، گلوکوز
  - دھاتی قلمیں مثال : تمام دھاتی عناصر Na, Mg, Cu, Au, Ag وغیرہ
  - جوہری ٹھوس مثال : 18 ویں گروپ کے منجمد (frozen) عناصر
- نقلمی ٹھوس اشیاء (مثال: شیشہ، ربڑ، وغیرہ)

ترتیب اور ترکیب کی بنیاد پر ہم نے ٹھوس اشیاء کو دو اہم حصوں میں درجہ بندی کی ہے۔

(i) قلمی ٹھوس اشیاء (ii) نقلمی ٹھوس اشیاء

اصطلاح Crystal ''قلم'' یونانی لفظ "Krystallos" سے لیا گیا ہے، جس کا مطلب شفاف برف ہے۔ اس اصطلاح کو سب سے پہلے کوارٹز کے پتھر وغیرہ کے لئے استعمال کیا گیا۔ اس کے بعد اسے ایسی ٹھوس اشیاء کے لئے لیا گیا، جن کی کئی چپٹی اور ترتیب وار سطحیں پائی جاتی ہوں۔



قلمی ٹھوس (Crystalline solid) وہ اشیاء ہیں، جن کے اجزاء (جوہر، رواں یا سالمے) طویل حد تک ایک منظّم ترتیب میں جڑے ہوں۔ ٹھوس قلمی اشیاء میں ان اجزاء کی ترتیب اس طرح ہوگی کہ ان کی توانائی بالقوہ بالکل کم ہو۔ اس کے برخلاف نقلمی ٹھوس اشیاء (amorphous کے معنی no form بغیر شکل کے) کے اجزاء بے ترتیبی سے جڑے ہوئے ہوں گے۔

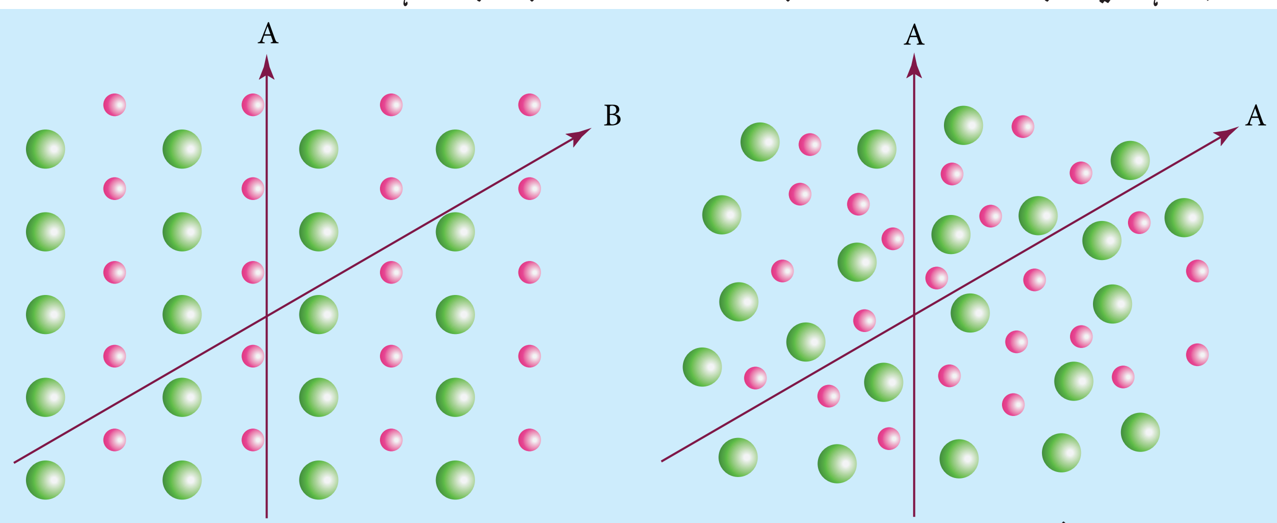
درج ذیل جدول، قلمی اور نقلمی ٹھوس اشیاء کا فرق بتاتی ہے۔

| S.no | قلمی ٹھوس اشیاء | نقلمی ٹھوس اشیاء |
|---|---|---|
| 1 | طویل حد تک منظّم، ترتیب وار اجزاء | کم حد والے بے ترتیب اجزاء |
| 2 | متعین شکل ہوتی ہے | غیر متعین شکل ہوتی ہے |
| 3 | عام طور پر ٹھوس اشیاء غیر ہم رُخی (anisotropic) ہوتے ہیں۔ | وہ ہم رُخی (isotropic) مائع کی طرح ہوتے ہیں۔ |
| 4 | وہ حقیقی طور پر ٹھوس ہوتے ہیں۔ | وہ کاذب ٹھوس یا اعلیٰ ٹھنڈے مائع کہلاتے ہیں۔ |
| 5 | ان کے پگھلاؤ کی حرارت متعین ہے۔ | ان کے پگھلاؤ کی حرارت غیر متعین ہے۔ |
| 6 | ان کا نقطہ پگھلاؤ معین ہوتا ہے۔ | مختلف تپشوں پر وہ پگھلتے ہیں، تا کہ وہ ڈھالے جائیں۔ |
| 7 | مثالیں : NaCl، ہیرا وغیرہ | مثالیں : ربڑ، پلاسٹک، شیشہ وغیرہ |

جدول 6.1 قلمی اور نقلمی ٹھوس اشیاء کے درمیان فرق

### ہم رُخیت (Isotropy)

ہم رُخیت کے معنی تمام سمتوں میں یکسانیت ہے۔ ٹھوس حالت میں ہم رُخیت کا مطلب عام طبیعی خواص جیسے انعطاف نما، برقی ایصال کی قیمتیں یکساں طور پر تمام سمتوں میں پائے جاتے ہوں۔ جب کہ غیر ہم رُخیت (anisotropy) میں خواص جس سمت میں پیائش کی جاتی ہوں، اُس پر منحصر ہے۔ ٹھوس اشیاء غیر ہم رُخی ہیں اور پیائش کے وقت وہ مختلف سمتوں میں مختلف طبیعی خواص ظاہر کرتے ہیں۔ درج ذیل خاکہ قلموں میں غیر ہم رُخیت کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ اس وجہ سے کہ اس کے اجزاء کی ترتیب مختلف سمتوں میں مختلف ترتیب کی وجہ سے ہے۔



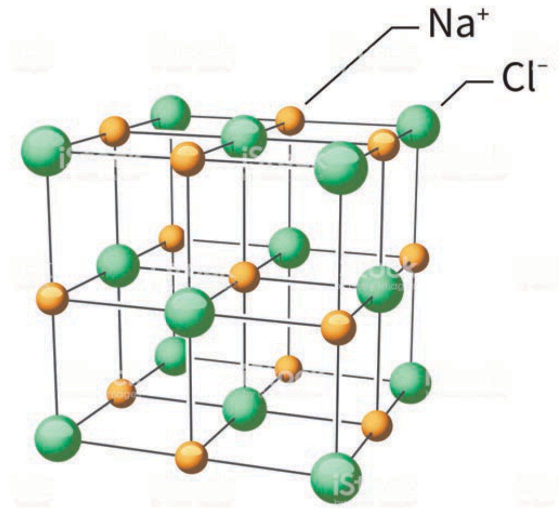

قلموں میں غیر ہم رُخیت

نقلمی ٹھوس اشیاء میں ہم رُخیت

## 6.3 قلمی ٹھوس اشیاء کی درجہ بندی
## (Classification of crystalline solids)

### 6.3.1 روانی ٹھوس اشیاء (Ionic solids)

ایک روانی قلمی اشیاء کی بنیادی اکائیاں مثبرواں (Cations) اورمنفرواں (anions) ہیں۔ وہ آپس میں مضبوطی کے ساتھ قوت کشش کے ساتھ جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ مثبرواں جتنا ہوسکے، اتنے منفروانوں کے اطراف گھرے ہوئے ہوتے ہیں اور اسی طرح منفرواں جتنا ہوسکے، اتنے مثبروانوں کے اطراف گھرے ہوئے ہوتے ہیں۔ اس سے ان کی آپسی قوت کشش میں اضافہ ہوتا ہے۔ روانی قلمیں متعین قلمی ساخت رکھتے ہیں۔ کئی ٹھوس اشیاء، مکعبی طور پر قریب سے جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ مثال : NaCl کے قلم میں Na+ اور Cl– کی ترتیب۔




**خواص : (Characteristics)**

1۔ روانی ٹھوس اشیاء کا نقطہ پگھلاؤ زیادہ ہوتا ہے۔

2۔ یہ ٹھوس اشیاء برقی ایصال نہیں کرتے، کیوں کہ ان کے رواں جالی (lattice) کے مقامات پر ثبت ہوئے ہوتے ہیں۔

3۔ یہ پگھلی ہوئی حالت میں یا پانی میں حل ہونے پر برقی ایصال کرتے ہیں، کیوں کہ پگھلی ہوئی حالت یا محلول میں روانوں میں حرکت پائی جاتی ہے۔

4۔ وہ سخت ہوتے ہیں۔ لٰہذا مضبوط اور طاقتور بیرونی قوتیں، ان روانوں کے مقام میں تبدیلی لا سکتے ہیں۔

### 6.3.2 ہم گرفتہ ٹھوس اشیاء : (Covalent solids)

ہم گرفتہ ٹھوس اشیاء میں اس کے اجزاء (جوہر) ہم گرفتہ بندشوں کے ذریعہ ایک سہ ابعادی جالی (Lattice) بناتے ہیں۔ مثال : ہیرا، سلیکان کاربائڈ، وغیرہ۔ ایسی ہم گرفتہ جالی دار قلمیں بہت ہی سخت ترین ہوتے ہیں اور ان کا نقطہ پگھلاؤ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ وہ عام طور پر حرارت اور برق کے غیر موصل ہیں۔

### 6.3.3 سالماتی ٹھوس اشیاء : (Molecular solids)

سالمی ٹھوس اشیاء کے اجزاء تعدیلی سالمے ہوتے ہیں۔ وہ کمزور وانڈر وال کی قوتوں کے ساتھ جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ وہ نرم ہوتے ہیں اور برقی ایصال نہیں کرتے۔ ایسی سالمی ٹھوس اشیاء کو مزید تین قسموں میں درجہ بند کیا گیا ہے۔

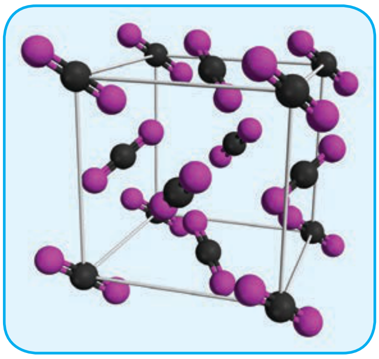
> **کیا تم جانتے ہو ؟**
>
> گرافائٹ کو پنسل کی نوک میں استعمال کیا جاتا ہے۔ وہ کاغذ پر آسانی کے ساتھ پھسلتا ہے اور ایک سیاہ نشان چھوڑ جاتا ہے۔ کئی مدہنوں (Lubricants) میں گرافائٹ ایک اہم جز ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر سائیکل کی زنجیر کے تیل میں، کیوں کہ یہ پھسلنے والا ہوتا ہے۔

#### (i) غیر قطبی سالماتی ٹھوس اشیاء
#### (Non-polar molecular solids)

غیر قطبی سالمی ٹھوس اشیاء میں اس کے سالمی اجزاء کمزور انتشاری قوتوں (weak dispersion forces) یا لنڈن قوتوں (London forces) کے ساتھ جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔

ان کا نقطہ پگھلاؤ کم ہوتا ہے اور وہ کمرے کی تپش پر مائع یا گیس کی حالت میں پائے جاتے ہیں۔ مثال : نافتھلین، اینتھرسین، وغیرہ

### (ii) قطبی سالمی ٹھوس اشیاء (Polar molecular solids)



اس کے اجزاء ایسے سالمے ہیں، جو قطبی ہم گرفتہ بندشوں سے بنے ہوئے ہیں۔ یہ آپس میں مضبوط دوقطبی-دوقطبی (Dipole-Dipole) تعلق سے جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔

غیرقطبی سالمی ٹھوس اشیاء کی بہ نسبت ان کا نقطہ پگھلاؤ زیادہ ہوتا ہے۔

مثال: ٹھوس $CO_2$، ٹھوس $NH_3$ وغیرہ۔

### (iii) ہائڈروجن کی بندش والے سالمی ٹھوس اشیاء : (Hydrogen bonded molecular solids)

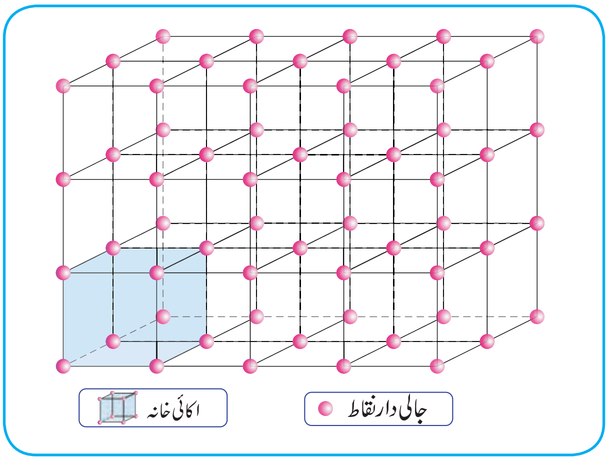
ان کے اجزاء ہائڈروجن کی بندشوں سے جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ یہ عام طور پر کمرے کی تپش پر ٹھوس حالت میں ہوتے ہیں۔ مثالیں : ٹھوس برف ($H_2O$)، گلوکوز، یوریا وغیرہ۔

### 6.3.4 دھاتی ٹھوس اشیاء: (Metallic solids)

تم نے گیارھویں جماعت میں دھاتی بندشوں سے متعلق پڑھا ہوگا۔ دھات کی ٹھوس اشیاء میں جالی کے نقاط (lattice points) پر مثبت دھاتی رواں پائے جاتے ہیں اور اطراف کی خالی جگہ میں الکٹرانوں کے بادل پائے جاتے ہیں۔ یہ سخت ہوتے ہیں ان کا نقطہ پگھلاؤ زیادہ ہوتا ہے۔ دھاتی ٹھوس اشیاء برق اور حرارت کے بہترین موصل ہیں۔ ان میں دھاتی چمک پائی جاتی ہے۔ مثالیں: دھات اور دھات کی بھرتیں، اس قسم کے ٹھوس اشیاء میں شامل ہیں۔ مثال کے طور پر Cu, Fe, Zn, Ag, Au, وغیرہ۔

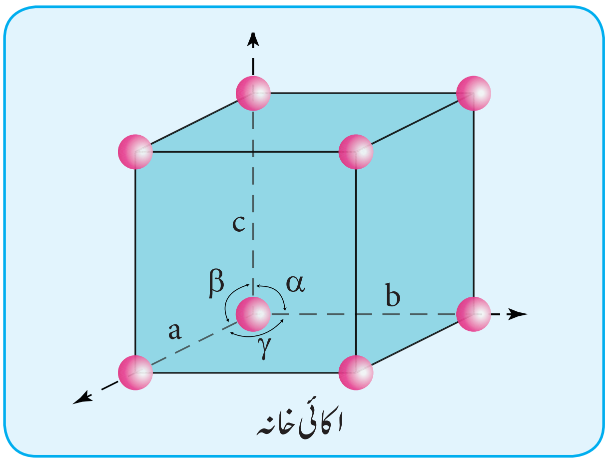
## 6.4 قلمی جالی اور اکائی خانہ (Crystal lattice and unit cell)

قلمی ٹھوس اشیاء میں جوہروں، روانوں یا سالموں کا ایک متعین رویہ (Orientation) پایا جاتا ہے، جو ایک دوسرے کے ساتھ ایک سہ ابعادی نمونے کے طور پر سموئے ہوئے ہوتے ہیں۔ ایک قلم میں ان انواع کی منظّم ترتیب قلمی جالی (Crystal lattice) کہلاتی ہے۔ ایک ٹھوس قلم کی مکرر ساختی اکائی اکائی خانہ (Unit cell) کہلاتی ہے۔ درج ذیل خاکہ جالی دار نقطہ اور اکائی خانہ کو ظاہر کرتا ہے۔



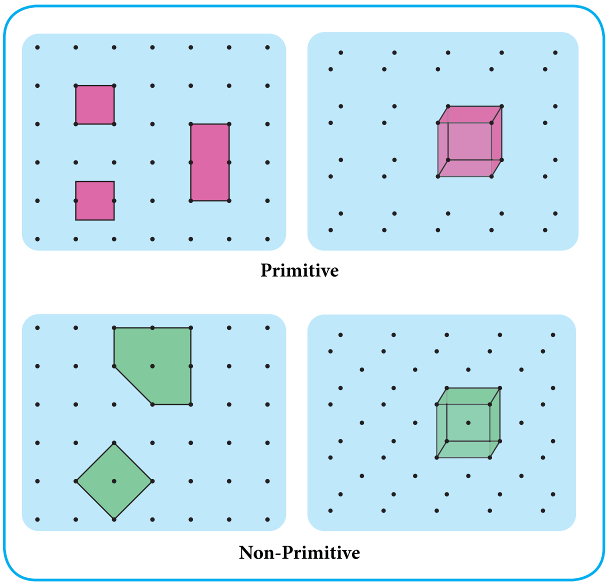

ایک قلم کو اس طرح فرض کیا جا سکتا ہے کہ اس میں متعدد اکائی خانے موجود ہوتے ہیں۔ ان میں سے ہر ایک اپنے پڑوسی اکائی خانہ کے ساتھ خلاء میں مشابہت کے ساتھ ترتیب پائے ہوئے ہیں جو ایک قلم کے ذرہ کے اطراف گھرے ہوتے ہیں۔ ذرات کے تعداد اس کے کوآرڈی نیشن عدد (Co-ordination number) کو ظاہر کرتا ہے۔

ایک اکائی خانہ میں تین طول کے کنارے یا جالی کے مستقل a، b اور c ہوتے ہیں اور ان کناروں کا درمیانی زاویہ α، β اور γ ہوتا ہے۔



## 6.5 ابتدائی اور غیر ابتدائی اکائی خانے

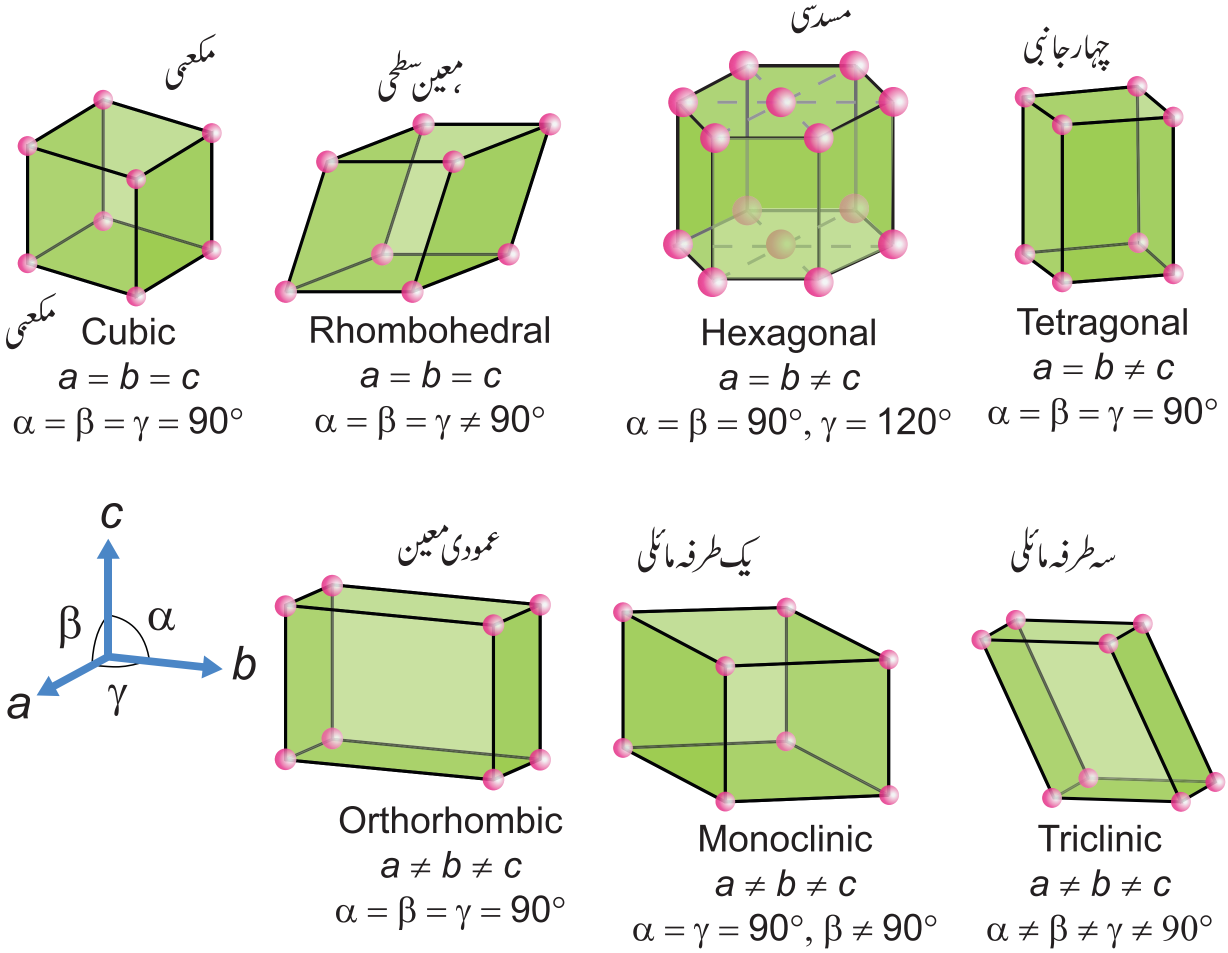
**(Primitive and non-primitive unit cell)**

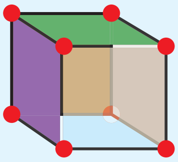
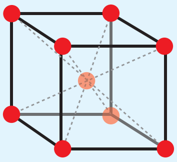
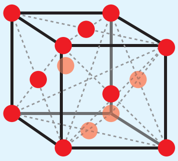
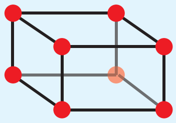
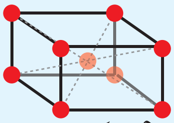
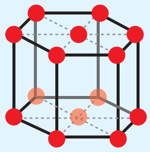
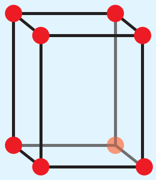
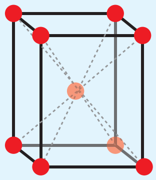
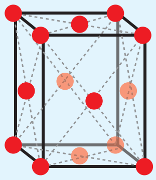
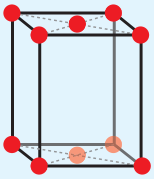
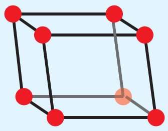
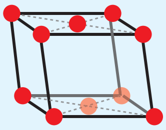
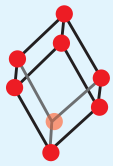
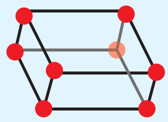



اکائی خانوں کی دو قسمیں ہیں۔ ابتدائی (Primitive) اور غیر ابتدائی (non-primitive) : ایک اکائی خانہ جس کے ہر کنارے پر ایک ہی قسم کے جالی دار نقاط پائے جاتے ہیں اور یہ ابتدائی اکائی خانہ (Primitive unit cell) کہلاتا ہے۔

غیر ابتدائی اکائی خانہ (Non-primitive unit cell) میں اضافی جالی دار نقطہ ہوتے ہیں۔ وہ اکائی نقطہ کے چہرہ (رُخ) (face) کی طرف یا اکائی خانہ کے اندر ہی پائے جاتے ہیں۔

سات ابتدائی قلمی نظام پائے جاتے ہیں۔ مکعبی (Cubic)، معین سطحی (Rhombohedral)، مسدسی (Hexagonal)، چہار جانبی (Tetragonal)، عمودی معین (orthorhombic)، یک طرفہ مائلی (Monoclinic)، سہ طرفہ مائلی (Triclinic) جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔

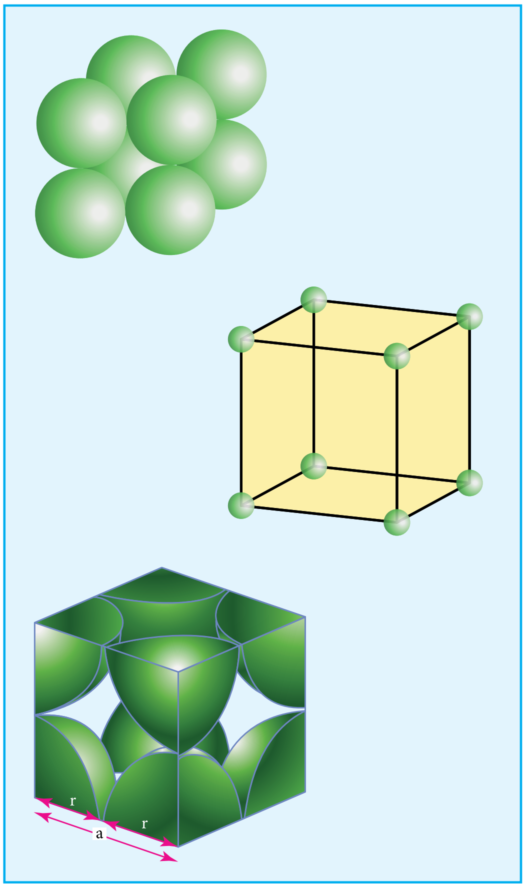


| | | | |
|---|---|---|---|
| مکعبی<br>cubic | <br>ابتدائی | <br>جسم مرکزی | <br>رُخ مرکزی |
| چہارزاویہ والا<br>tetragonal | <br>ابتدائی | <br>جسم مرکزی | |
| مسدسی<br>hexagonal |  | | |
| عمودی معین<br>orthorhombic | <br>ابتدائی | <br>جسم مرکزی | <br>رُخ مرکزی<br><br>بنیادی رُخ مرکزی |
| یک طرفہ مائل<br>monoclinic | <br>ابتدائی | | <br>بنیادی رُخ مرکزی |
| سہ پہلوی<br>trigonal |  | | |
| سہ طرفہ مائل<br>triclinic |  | | |

جدول 6.2 بریویس کی 14 جالیاں

## ایک مکعبی اکائی خانہ میں جوہروں کی تعداد

### 6.5.1 ابتدائی یا سادہ مکعبی خانہ (sc)



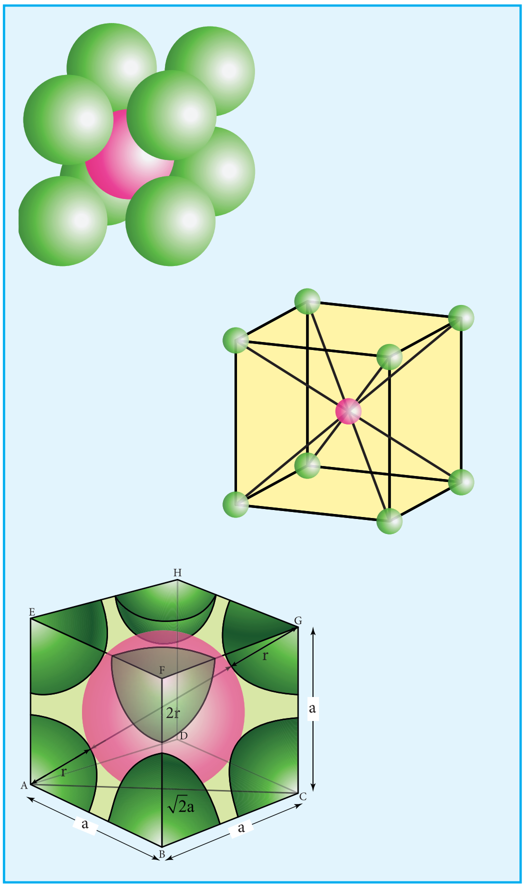

ایک سادہ مکعبی اکائی خانہ کے ہرکونہ میں ایک مماثل جوہر یا رواں یا سالمہ موجود ہوتا ہے اور وہ مکعب کے کنارے کو چھوتے ہیں، وہ وتر کو نہیں چھوتے۔ ہر جوہر کا کوآرڈی نیشن عدد 6 ہوتا ہے۔

ایک مکعب اکائی خانہ کے کونے کا ہر جوہر، 8 پڑوسی اکائی خانوں کے ساتھ ساجھے دار ہے۔ چنانچہ ہر اکائی خانہ N/8 کے مساوی ہوتا ہے، جس میں Nc، کونوں کے جوہروں کی تعداد ہے۔

ایک sc اکائی خانہ میں موجود جوہروں کی تعداد ∴

$$= \left(\frac{Nc}{8}\right)$$
$$= \left(\frac{8}{8}\right) = 1$$

### 6.5.2 جسم مرکزی مکعبی اکائی خانہ (bcc)

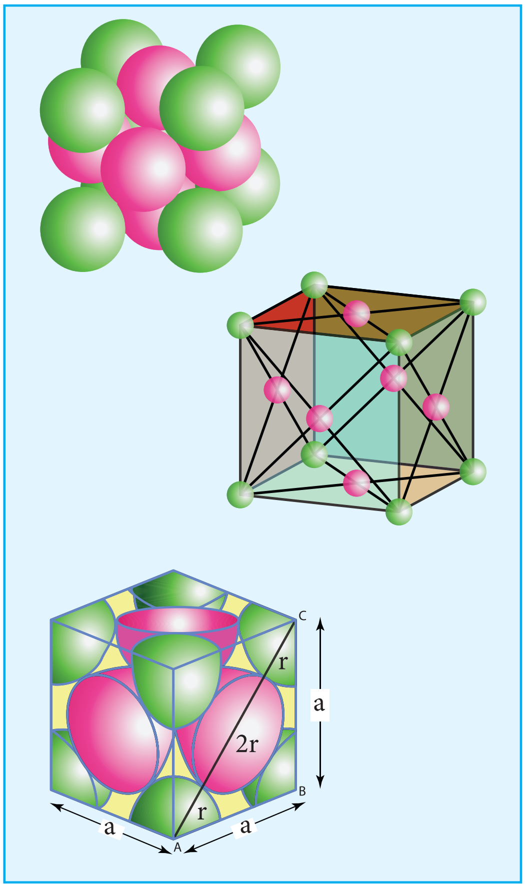



ایک جسم مرکزی مکعبی اکائی خانہ کے ہرکونہ میں ایک مماثل ذرہ کے ساتھ ایک جوہر جسم کے مرکز میں پایا جاتا ہے۔ جوہر ہرکونہ میں ہوتے ہیں اور وہ ایک دوسرے کو نہیں چھوتے، جب کہ وہ تمام مرکز پر موجود جوہر کو چھوتے ہیں۔ چنانچہ ہر جوہر اپنے قریب میں موجود 8 خانوں سے گھرا ہوا ہے اور اس کا کوآرڈی نیشن عدد 8 ہے۔ bcc میں موجود ایک جوہر صرف ایک مخصوص اکائی خانہ کے لئے ہوتا ہے، جو دیگر اکائی خانوں کے ساتھ ساجھے داری (شیئر) نہیں کرتے۔

ایک bcc اکائی خانہ میں موجود جوہروں کی تعداد ∴

$$= \left(\frac{Nc}{8}\right) + \left(\frac{N_b}{1}\right)$$
$$= \left(\frac{8}{8} + \frac{1}{1}\right)$$
$$= (1+1)$$
$$= 2$$

### 6.5.3 رُخ مرکزی مکعبی اکائی خانہ (fcc)




ایک رُخ مرکزی مکعبی اکائی خانہ میں مماثل جوہر، ہر کونے اور ہر رُخ کے مرکز میں پائے جاتے ہیں۔ کونہ میں موجود جوہر، جو سطح پر رُخ کئے ہوئے ہوتے ہیں، وہ ایک دوسرے کو نہیں چھوتے۔ رُخ مرکز میں موجود جوہر دو اکائی خانوں کے ساتھ ساجھے داری (شیئر) کرتا ہے۔ ہر رُخ مرکز کا ہر جوہر فی اکائی خانہ میں (½) حصہ داری کرتا ہے۔

ایک fcc اکائی خانہ میں موجود جوہروں کی تعداد ∴

$$= \left(\frac{N_c}{8}\right) + \left(\frac{N_f}{2}\right)$$

$$= \left(\frac{8}{8} + \frac{6}{2}\right)$$

$$= (1 + 3)$$

$$= 4$$

کاغذ پر قلموں کی جالی کا خاکہ بنانا اتنا آسان نہیں ہے۔ ایک اکائی خانہ میں موجود اجزاء ایک دوسرے کو چھو کر ایک سہ ابعادی جالی بناتے ہیں۔ آسانی کے لئے چھوٹے چھوٹے دائرے (کرّے) بنا کر بالترتیب ذرات بنا کر انہیں ان کے قریبی ذرات کے ساتھ چھو کر ایک سیدھی لکیر کھینچیں جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔

### 6.5.4 اکائی خانہ کے ابعاد سے متعلق حسابات

(Calculations involving unit cell dimensions)

x-ray کے انکسار کا تجزیہ (X-ray diffraction analysis)) قلموں کی ساخت کے مطالعہ کے لئے بہترین آلہ ہے۔ اس کی مدد سے دو متصل جوہروں کے سطحوں کے درمیان بین سطحی فاصلہ (inter planar distance) (d) کو درج ذیل مساوات کے ذریعہ معلوم کیا جا سکتا ہے۔

$$2d \sin\theta = n\lambda$$

اوپر کی اس مساوات کو بریگ کی مساوات کہا جاتا ہے، جس میں $\lambda$ ، استعمال کردہ x-ray کا موجی طول،

$\theta$ زاویہ انکسار (Angle of diffraction) اور

n انکسار کا درجہ (Order of diffraction) ہے۔

$\lambda$ , $\theta$ اور n کی قیمتیں معلوم کرکے ہم d کی قیمت معلوم کر سکتے ہیں۔

$$d = \frac{n\lambda}{2\sin\theta}$$

ان قیمتوں کو استعمال کرکے ہم ایک اکائی خانہ کے کنارے کی لمبائی معلوم کر سکتے ہیں۔

### 6.5.5 کثافت محسوب کرنا (Calculation of density)

ایک اکائی خانہ کے کنارے کی لمبائی محسوب کرنے کے بعد قلموں کی کثافت (d) معلوم کر سکتے ہیں۔

$$\text{اکائی خانہ کی کثافت} \quad \rho = \frac{\text{اکائی خانہ کی کمیت}}{\text{اکائی خانہ کا حجم}} \quad ...(1)$$

$$\text{اکائی خانہ کی کمیت} = \left\{ \begin{array}{c} \text{اکائی خانہ میں موجود} \\ \text{جملہ جوہروں کی تعداد} \end{array} \right\} \times \left\{ \text{ایک جوہر کی کمیت} \right\} \quad ...(2)$$

$$\text{ایک جوہر کی کمیت} = \frac{\text{مولار کمیت} \ (g\,mol^{-1})}{\text{اووگیڈرو عدد} \ (mol^{-1})}$$

$$m = \frac{M}{N_A} \quad ...(3)$$

(3) کو (2) میں بھرتی کرنے پر

$$\text{اکائی خانہ کی کمیت} = n \times \frac{M}{N_A} \quad ...(4)$$

ایک مکعبی اکائی خانہ میں، تمام کناروں کی لمبائی مساوی ہوتی ہے، یعنی $a = b = c$

$$\text{ایک اکائی خانہ کا حجم} = a \times a \times a = a^3 \quad ...(5)$$

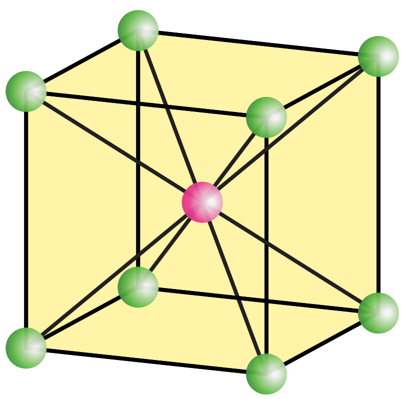
$$\therefore \ \text{اکائی خانوں کی کثافت} \ \rho = \frac{n\,M}{a^3 N_A} \quad ...(6)$$

مساوات (6) میں چار متغیرات $\rho, n, M$ اور $a$ موجود ہیں۔ اگر کوئی بھی تین متغیرات معلوم ہوں تو چوتھا متغیر معلوم کرسکتے ہیں۔

## مثال 2

بیریم میں bcc اکائی خانہ ہے، جس کا طول ایک کنارے پر 508 pm ہے۔ بیریم کی کثافت $g\,cm^{-1}$ میں کیا ہوگی؟

## حل :



$$\rho = \frac{n\,M}{a^3 N_A}$$

ایسی صورت میں

$n=2$ ; $M=137.3\ g\,mol^{-1}$ ; $a = 508pm = 5.08 \times 10^{-8} cm$

$$\rho = \frac{2 \text{ atoms} \times 137.3 \text{ g mol}^{-1}}{(5.08 \times 10^{-8}) \text{cm}^3 (6.023 \times 10^{23}) \text{atoms mol}^{-1}}$$

$$\rho = \frac{2 \times 137.3}{(5.08)^3 \times 10^{-24} \times 6.023 \times 10^{23}} \text{ g cm}^{-3}$$

$$\rho = 3.5 \text{ g cm}^{-3}$$

**خود کا محاسبہ - 1**

1- ایک عنصر میں fcc اکائی خانہ ہے، جس کے کنارے کی لمبائی 352.4 pm ہے۔ اس عنصر کی کثافت $8.9\ g\ cm^{-1}$ ہے۔ 100 گرام عنصر میں موجود جوہروں کی تعداد معلوم کیجئے۔

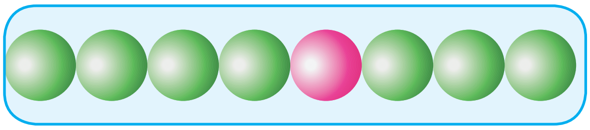
2- CsCl کی کثافت معلوم کیجئے، جو bcc قسم کے قلم کی ساخت رکھتا ہے اور اس کے کنارے کی لمبائی 412.1 pm ہے۔

3- ایک ٹھوس عنصر جس کی شکل fcc ہے (جوہری عدد 60)۔ اس کے مکعب کے کنارے کی لمبائی 4 A° ہے۔ اس کی کثافت معلوم کیجئے۔

## 6.6 قلموں میں پیکنگ (Packing in crystals)

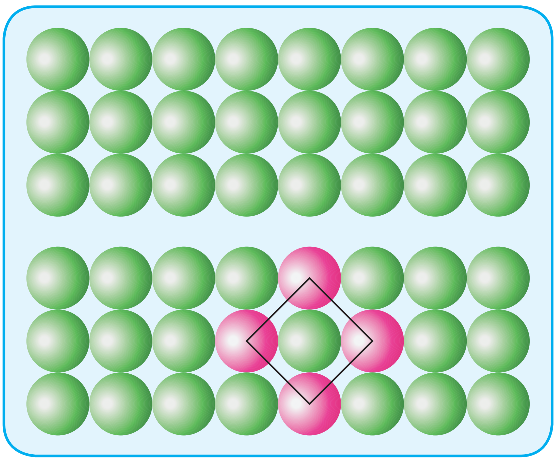
آیئے ہم ایک پھلوں کی دوکان میں پھلوں کی ترتیب کو فرض کرتے ہیں۔ وہ قریب ترین ترتیب میں جوڑے گئے ہیں جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ ہم اس نظریہ کو قلموں میں موجود اجزاء (جوہر/رواں/سالموں) کو ٹھوس کروں کی طرح فرض کرتے ہیں۔ زیادہ سے زیادہ آپسی قوت کشش کے لئے جتنا زیادہ ہو سکے، اتنا قریب سے قریب پیک کرنا چاہئے۔ اس حصے میں ہم یہ دیکھیں گے کہ مکعبی اور مسدسی اکائی خانوں میں مشابہ کروں کو پیک کیا جاتا ہے۔ سہ ابعادی ترتیب کا مطالعہ کرنے سے پہلے آیئے کرّوں کی دو ابعادی ترتیب کو سمجھنے کی کوشش کریں۔

### 6.6.1 ایک سمت میں کرّوں کی خطی ترتیب (Linear arrangement of spheres in one direction)



ایک مخصوص سمت میں کرّوں کو ترتیب دینے کی صرف ایک ہی ترتیب ہے، جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ اس ترتیب میں ہر کرّہ پڑوسی دو کرّوں کو چھوتا ہے۔

### 6.6.2 دو ابعادی قریبی پیکنگ (Two dimensional close packing)

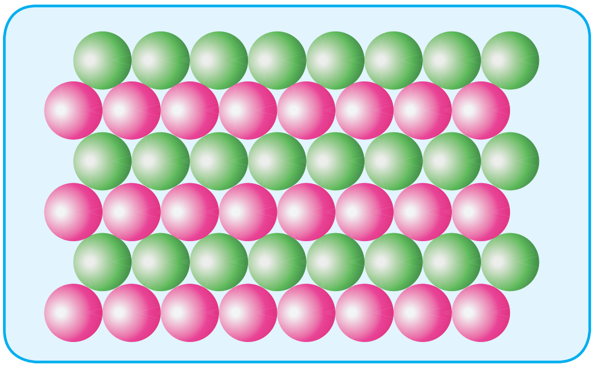


دو ابعادی سطحی پیکنگ دو طریقوں سے کی جاسکتی ہے۔

**(i) AAA ... قسم: (AAA ... type)**

ایک سمت میں دو ابعادوں میں کرّوں کی خطی ترتیب اس طرح کی گئی ہے، یعنی زیادہ صفوں کو ایک ابعادی ترتیب میں لائیں۔ اس میں ہمیں عمودی اور اُفقی دونوں طرف صف حاصل ہوں گے، جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔ اگر ہم پہلی صف کو A قسم کی ترتیب کو ظاہر کریں تو اس طرح کی پیکنگ AAA قسم کہلاتی ہے، کیونکہ تمام صفیں پہلی صف ہی کی طرح مشابہ ہیں۔ اس ترتیب میں ہر کرّہ اپنے اطراف کے چار پڑوسیوں کو چھوتا ہے۔

### ABAB...(ii) قسم : (ABAB... type)

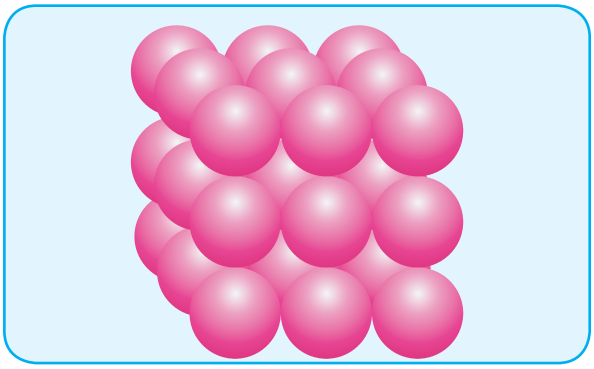


اس قسم میں دوسری صف کے کرّے اس طرح ترتیب پائے ہوئے ہیں کہ وہ پہلی صف کے گڑھوں میں پیک ہوتے ہیں، جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ دوسری صف کو B قسم کہا جاتا ہے۔ تیسری صف، پہلی صف ہی کی طرح پاتی ہے اور چوتھی صف دوسری صف کی طرح ترتیب پاتی ہے۔ یعنی نمونہ کی ترتیب ABAB ایسے جڑے ہوئے ہیں کہ ہر کرّہ اپنے اطراف 6 پڑوسیوں کو چھوتا ہے۔

ان دو ترتیبوں کا موازنہ( ... AAAA قسم اور ... ABAB قسم) کرنے پر ہم دیکھتے ہیں کہ قریبی ترتیب ABAB ہے۔

## 6.6.3 سادہ مکعبی ترتیب

(Simple cubic arrangement)



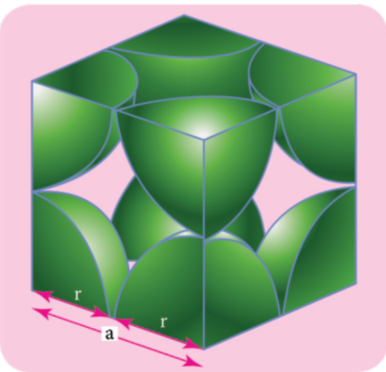
Simple Cubic (SC)

اس ترتیب میں AAAA قسم کے دو ابعاد کو تین ابعاد میں دوہرایا جاتا ہے۔ یعنی پہلی صف کے کرّے، اس کے بعد کی صف میں اس طرح ترتیب پاتے ہیں کہ تمام صفیں مشابہ دکھائی دیتے ہیں۔ قلم کے مختلف سطحوں کے تمام کرّے منظّم طور پر عمودی اور اُفقی طور پر جڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ اس سے ایک سادہ مکعبی ساخت ترتیب پاتی ہے، جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔

ایک سادہ مکعبی پیکنگ میں ہر کرّہ اپنے اطراف کے 6 پڑوسیوں کو چھوتا ہے۔ 4 اپنی ہی سطح میں، ایک اوپر کی سطح میں اور ایک نیچے کی سطح میں۔ لہٰذا سادہ مکعبی ترتیب میں کرّہ کا کوآرڈی نیشن عدد 6 ہے۔

### پیکنگ کی کارکردگی (Packing efficiency)

ایک سطح اور اس سے متصل سطحوں کے درمیان بعض خالی جگہیں پائی جاتی ہیں۔ ان کرّوں کا جملہ حجم میں پائے جانے کافی صد، ایک ترتیب کے پیکنگ کی کارکردگی کہا جاتا ہے۔ آیئے ایک سادہ مکعبی ترتیب میں پیکنگ کی کارکردگی محسوب کریں گے۔




$$\text{پیکنگ کسر/کارکردگی} = \frac{\text{ایک اکائی خانہ میں موجود کرّوں کا جملہ حجم}}{\text{ایک اکائی خلیہ کا حجم}} \times 100$$

فرض کریں کہ ایک مکعب جس کے کنارے کی لمبائی a اکائیاں ہیں جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔

کنارے کی لمبائی a والے مکعب کا حجم $= a \times a \times a = a^3$

فرض کیجئے کہ کرہ کا نصف قطر r ہے۔ خاکہ کی مدد سے $a = 2r \Rightarrow r = \frac{a}{2}$

∴ چنانچہ r نصف قطر والے کرّہ کا حجم

$$= \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$= \frac{4}{3}\pi\left(\frac{a}{2}\right)^3$$

$$= \frac{4}{3}\pi\left(\frac{a^3}{8}\right)$$

$$= \frac{\pi a^3}{6} \qquad \ldots (1)$$

ایک سادہ مکعی ترتیب میں، ایک اکائی خانہ میں موجود کرّوں کی تعداد ایک 1 کے مساوی ہے۔

∴ ایک sc اکائی خانہ میں موجود جملہ کرّوں کا حجم $= 1\times\left(\frac{\pi a^3}{6}\right) \qquad \ldots (2)$

(2) کو (3) سے تقسیم کرنے پر

پیکنگ کی کسر (Packing fraction) $= \frac{\left(\frac{\pi a^3}{6}\right)}{\left(a^3\right)}\times 100 = \frac{100\,\pi}{6}$

$=52.38\%$

یعنی ایک سادہ مکعب کی پیکنگ میں ایک مکمل مکعب میں موجود حجم کا صرف 52.38% حصہ ہی کرّوں نے استعمال کیا ہے۔ اس سے جتنا ہو سکے، اتنی جگہ گھیرا ہے، جس سے قوت کشش بہت کم ہو جاتی ہے۔

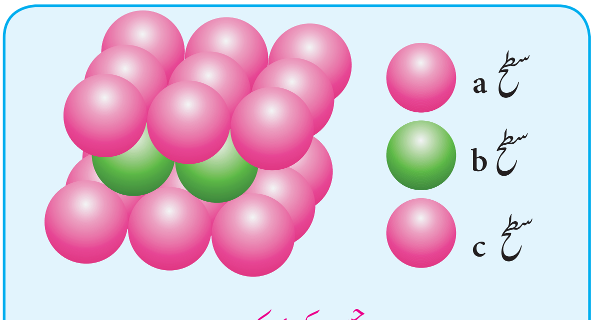
**مزید جانکاری کے لئے :** دَوری جدول کے تمام جوہروں میں سے صرف پولونیم کی دھات ہی سادہ مکعی sc نمونے میں پائی جاتی ہے۔

## 6.6.4 جسم مرکزی مکعی ترتیب bcc

**(Body centred cubic arrangement)**

اس ترتیب میں پہلی سطح (A قسم) کو تھوڑا الگ کیا جاتا ہے اور سطح A کے گڑھوں میں دوسری سطح کے کرے ترتیب دئے جاتے ہیں جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔ تیسری طرح، پہلی سطح کی تکرار ہے یعنی دوبارہ ایسے ہی ترتیب دئے جاتے ہیں۔ یہ نمونہ ABABAB مکمل قلم میں دوہرایا جاتا ہے۔

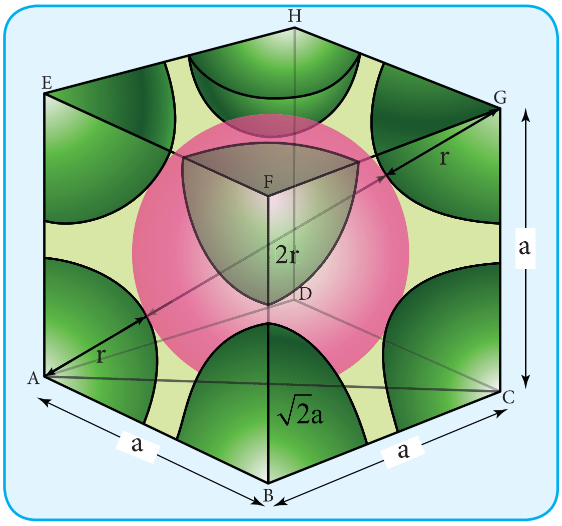
اس ترتیب میں ہر کرّہ کا کوآرڈی نیشن عدد 8 ہوتا ہے۔ نیچے کی سطح میں 4 اور اوپر کی سطح میں 4 ۔




جسم مرکزی مکعب bcc

## پیکنگ کی کارکردگی (Packing efficiency)

یہاں پر کرّے اہم وتروں کو چھوتے ہیں جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔




In ΔABC

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2}$$

$$AC = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2a^2} = \sqrt{2}\, a$$

In ΔACG

$$AG^2 = AC^2 + CG^2$$

$$AG = \sqrt{AC^2 + CG^2}$$

$$AG = \sqrt{\left(\sqrt{2}a\right)^2 + a^2}$$

$$AG = \sqrt{2a^2 + a^2} = \sqrt{3a^2}$$

$$AG = \sqrt{3}\, a$$

i.e., $\sqrt{3}a = 4r$

$$r = \frac{\sqrt{3}}{4}a$$

چنانچہ نصف قطر r والے کرّے کا حجم

$$= \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$= \frac{4}{3}\pi\left(\frac{\sqrt{3}}{4}a\right)^3$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{16}\pi a^3 \quad ...(1)$$

ایک bcc ترتیب میں اکائی خانہ میں موجود کرّوں کی تعداد 2 ہے۔ لہٰذا یہ تمام کرّوں کا جملہ حجم ہوگا۔

$$= 2 \times \left(\frac{\sqrt{3}\,\pi\, a^3}{16}\right) = \frac{\sqrt{3}\,\pi\, a^3}{8}$$

(2) کو (3) سے تقسیم کرنے پر

پیکنگ کی کسر (Packing fraction)
$$= \frac{\left(\frac{\sqrt{3}\,\pi\, a^3}{8}\right)}{(a^3)} \times 100$$

$$= \frac{\sqrt{3}\,\pi}{8} \times 100$$

$$= \sqrt{3}\,\pi \times 12.5$$

$$= 1.732 \times 3.14 \times 12.5$$

$$= 68\ \%$$

یعنی ایک bcc کی پیکنگ میں ایک مکمل مکعب میں موجود حجم کا صرف 68% حصہ ہی کرّوں نے استعمال کیا ہے۔ سادہ مکعبی sc پیکنگ کی بہ نسبت bcc میں کارکردگی زیادہ ہے۔

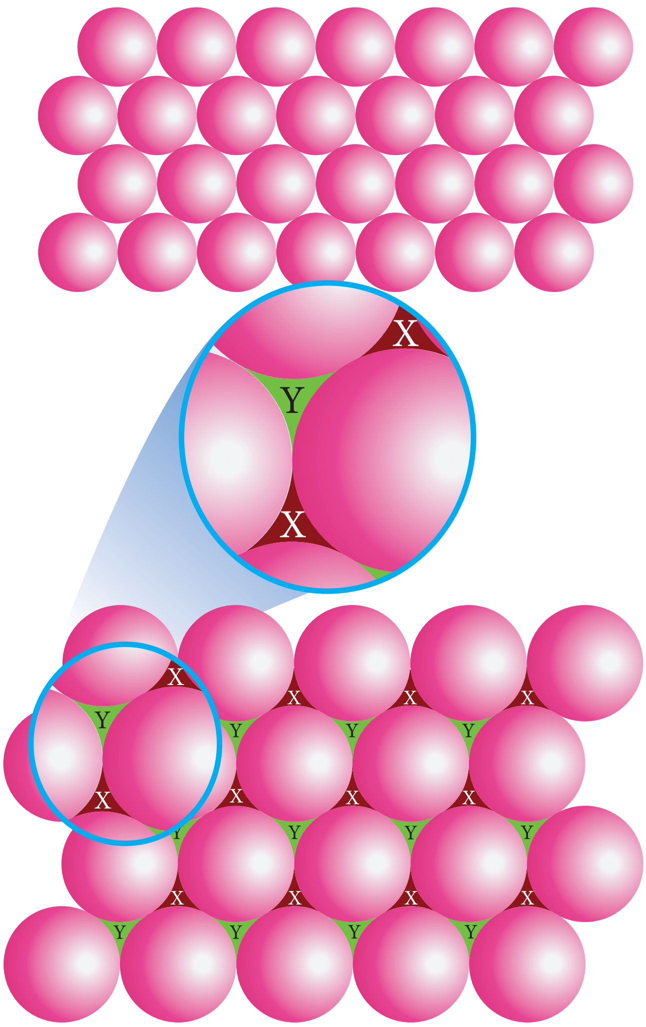
## 6.6.5 مسدسی اور رُخ مرکزی مکعبی ترتیب
(The Hexagonal and face centred cubic arrangement)

### پہلی سطح کی تشکیل (Formation of first layer):

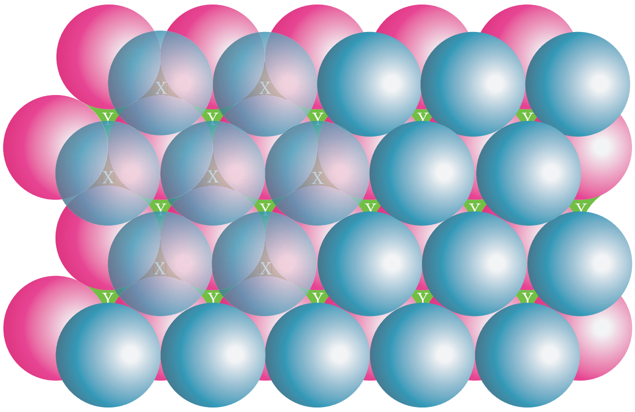
دوابعادی ترتیب سے جس طرح ABAB ترتیب میں پہلی سطح بنائی گئی، اسی طرح پہلی سطح بنائی جاتی ہے یعنی دوسری صف کے کرّے، پہلی صف کے گڑھوں (depressions) میں بیٹھ جاتی ہے۔ اب اس سطح کو a نام دیں۔ پہلی سطح کے گڑھوں میں اس کے بعد کی سطح، بنائی جاتی ہے۔ اب دوسری سطح کو b نام دیں۔

### دوسری سطح کی تشکیل (Formation of second layer):

(a) پہلی سطح میں دو طرح کی خالی جگہیں (voids or holes) پائی جاتی ہیں۔ اور ان کو x اور y نام دیا جاتا ہے۔ دوسری سطح کے کرّوں کو x یا y (Voids or holes) کے گڑھوں میں دوسری سطح b بنائی جاتی ہے۔ آیئے x کے گڑھوں میں کرّوں کو رکھ کر دوسری سطح بنانے کے بارے میں فرض کریں۔



جہاں کہیں بھی دوسری سطح (b) ، پہلی سطح (a) کے اوپر کی خالی جگہ (x) پر رکھی جاتی ہے، تو ایک سہ پہلو اہرامی شکل (چار سطحی) (Tetrahedral) کی خالی جگہ بنتی ہے۔اس میں چار کرے ہوتے ہیں۔ تین نچلی سطح a اور ایک اوپری سطح b میں۔ جب ان چار کروں کے مرکزوں کو جوڑا جاتا ہے تو ایک سہ پہلوی اہرامی شکل بنتی ہے۔




اس کے ساتھ ساتھ پہلی سطح (a) کی خالی جگہ (y) جزوی طور پر سطح (b) پر چھا (cover) جاتی ہے۔ (a) کی خالی جگہ کو آٹھ سطحی خالی جگہ (octahedral void) کہتے ہیں۔ اس میں 6 کرّے ہوتے ہیں، تین سطح (a) کے نیچے اور تین سطح (b) کے اوپر۔ جب ان چھ کرّوں کے مرکزوں کو جوڑا جاتا ہے تو ایک آٹھ سطحی (Octahedron) بنتا ہے۔ اسی طرح پہلی سطح (a) اور دوسری سطح (b) کے تین کرّوں سے نئے آٹھ سطحی خالی جگہیں یا holes بنتے ہیں۔

خالی جگہوں کی تعداد قریب ترین پیک شدہ کروں کی تعداد پر منحصر ہے۔اگر قریب ترین پیک شدہ کروں کی تعداد 'n' ہو تو آٹھ سطحی خالی جگہوں (Octahedral voids) کی تیار شدہ تعداد n کے مساوی ہوگی اور چار سطحی خالی جگہوں (Tetrahedral voids) کی تیار شدہ تعداد 2n کے مساوی ہوگی۔

## تیسری سطح کا بننا (Formation of third layer)

قریب ترین پیکنگ حاصل کرنے کے لئے کرّوں کی تیسری سطح کو دو طریقوں سے ترتیب دیا جاسکتا ہے

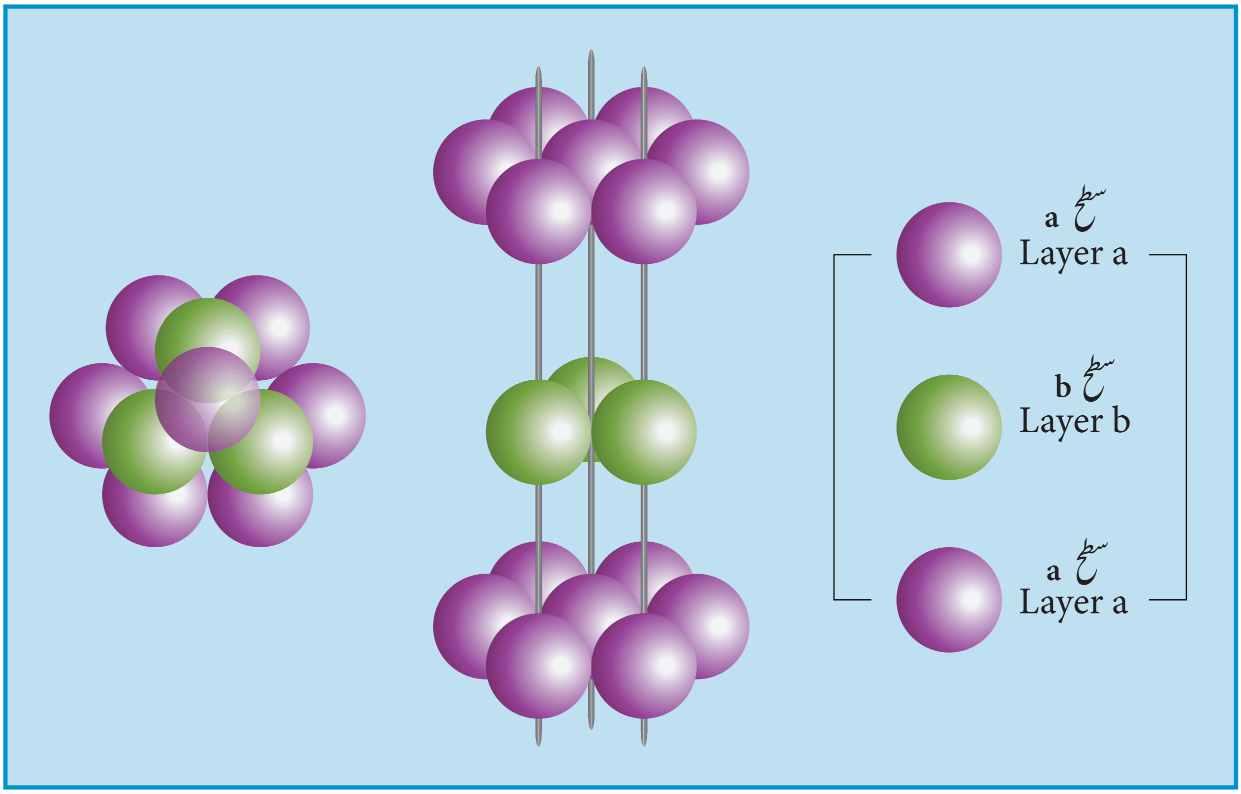
(i) aba ترتیب - hcp ساخت

(ii) abc ترتیب - ccp ساخت

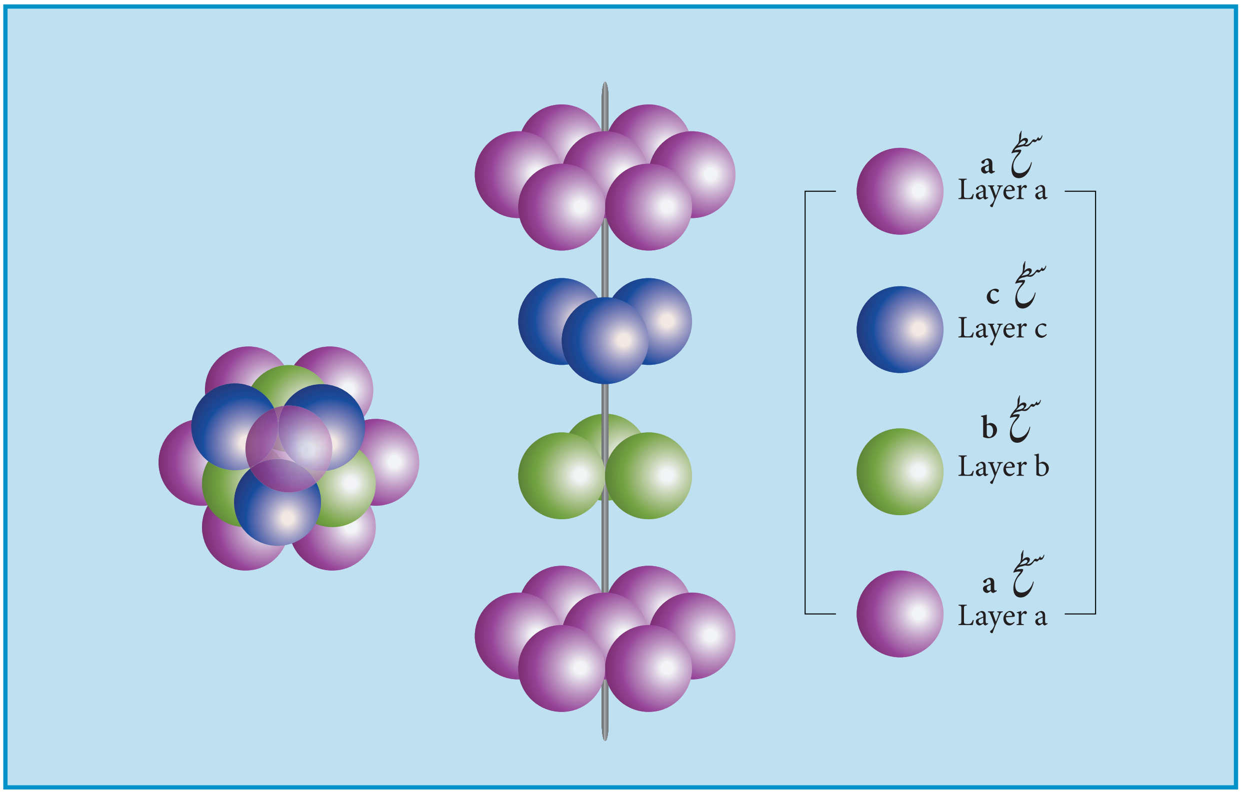
کروں کو گڑھوں میں اس طرح سے ترتیب دیا جاتا ہے کہ تیسری سطح براہِ راست اوپر کی سطح پر ترتیب پاتی ہے، جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔اس abc ترتیب کو hexagonal close pack (hcp) (مسدسی قریب ترین پیک) کہتے ہیں۔ اس ترتیب میں دوسری سطح کے سہ پہلو اہرامی خالی جگہوں پر تیسری سطح کے کرّے چھا جاتے ہیں۔ (Cover)

متبادل طور پر دوسری سطح پر تیسری سطح کو اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ تیسری سطح کے آٹھ سطحی خالی جگہوں میں برابر فٹ ہو جاتے ہیں۔ تیسری سطح کی ترتیب (a) اور (b) دونوں سے مختلف ہے، لہٰذا تیسری سطح کو (c) نام دیا جاتا ہے۔ اگر اسی طرح...abcabcabc سطحیں بنتی جاتی ہیں تو اس طرح کی ترتیب کو مکعبی قریب ترین پیکنگ (cubic close pack) ccp ساخت کہتے ہیں۔

hcp اور ccp دونوں ترتیبوں میں ہر کرّہ کا کوآرڈی نیشن عدد 12 ہوتا ہے۔ 6 اپنے ہی پڑوسی کرّوں کے ساتھ، 3 اوپر کی سطح سے اور 3 نیچے کی سطح سے۔ یہی سب سے کارکردہ پیکنگ (most efficient packing) ہے۔



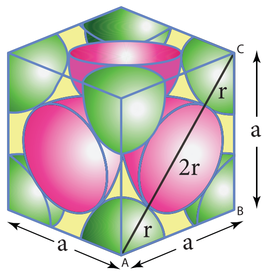

ساخت hcp - ترتیب aba
aba arrangement - hcp structure




ساخت ccp - ترتیب abc
abc arrangement – ccp structure

fcc کی بنیاد پر ccp بنتی ہے۔ آیئے ہم fcc اکائی خانہ کی پیکنگ کی کارکردگی محسوب کریں

خاکہ کی مدد سے




$AC = 4r$

$4r = a\sqrt{2}$

$$r = \frac{a\sqrt{2}}{4}$$

In $\Delta ABC$

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2}$$

$$AC = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2a^2} = \sqrt{2}\ a$$

نصف قطر r کے ساتھ کرّہ کا حجم

$$= \frac{4}{3}\pi\left(\frac{\sqrt{2}a}{4}\right)^3$$

$$= \frac{4}{3}\pi\left(\frac{2\sqrt{2}a^3}{64}\right)$$

$$= \frac{\sqrt{2}\ \pi a^3}{24}$$

ایک اکہرے fcc اکائی خانے میں موجود کرّوں کی تعداد 4 ہے۔

چنانچہ ایک fcc اکائی خانے میں موجود تمام کروں کی تعداد

$$= 4 \times \left(\frac{\sqrt{2}\ \pi a^3}{24}\right)$$

$$= \left(\frac{\sqrt{2}\ \pi a^3}{6}\right)$$

پیکنگ کی کارکردگی

$$= \frac{\left(\frac{\sqrt{2}\ \pi\ a^3}{6}\right)}{(a^3)} \times 100$$

$$= \frac{\sqrt{2}\ \pi}{6} \times 100$$

$$= \frac{1.414 \times 3.14 \times 100}{6}$$

$$= 74\%$$

## نصف قطر کی نسبت (Radius ratio)

روانی مرکبات کی ساخت ان کے روانوں کی کیمیائی مقدار (Stoichiometry) اور ساخت پر منحصر ہے۔ عام طور پر قریب ترین پیک کردہ ترتیبوں میں بڑے منفرواں ترتیب پائے ہوئے ہوتے ہیں اور مثبر واں خالی جگہوں (Voids) میں ہوتے ہیں۔ مثبر واں اور منفرواں کے نصف قطر کی نسبت $\left(\frac{r_{C^+}}{r_{A^-}}\right)$ ساخت کو متعین کرنے میں اہم رول انجام دیتے ہیں۔ درج ذیل جدول روانی ٹھوس اشیاء میں نصف قطر کی نسبت اور ساختی ترتیب کے تعلق کو ظاہر کرتی ہے۔

| $\left(\frac{r_{C^+}}{r_{A^-}}\right)$ | کوآرڈی نیشن عدد Coordination number | ساخت Structure | مثالیں Example |
|---|---|---|---|
| 0.155 – 0.225 | 3 | مثلثی مسطح | $B_2O_3$ |
| 0.225 – 0.414 | 4 | سہ پہلو اہرامی | ZnS |
| 0.414 – 0.732 | 6 | آٹھ سطحی | NaCl |
| 0.732 – 1.0 | 8 | مکعبی | CsCl |

جدول 6.3 نصف قطر کی نسبت

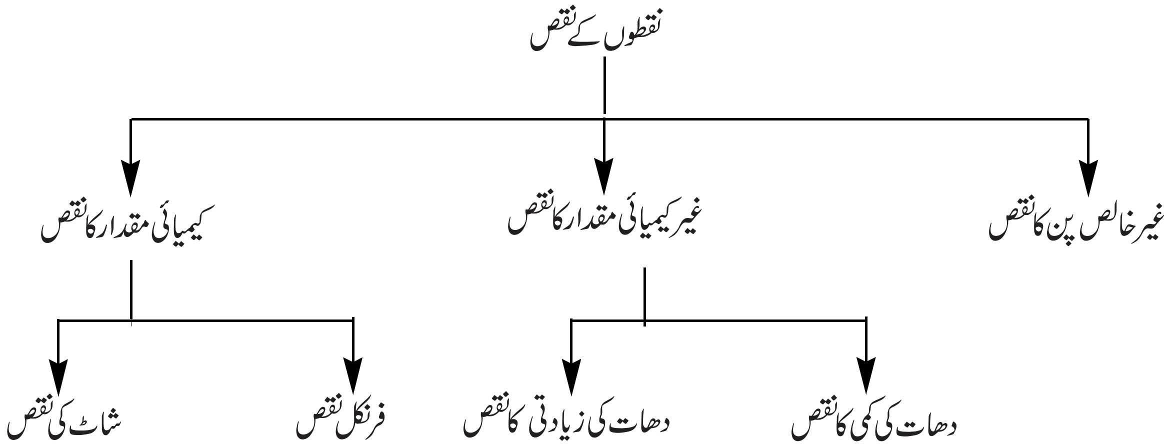
## 6.7 ٹھوس میں نقص (Imperfection in solids)

قدرت کے اصول کے مطابق کوئی بھی چیز بے نقص نہیں ہے اور اسی طرح قلمیں بھی بے نقص نہیں ہیں۔ ان کے ذرات کی ترتیب میں ہمیشہ کوئی نہ کوئی نقص پایا جاتا ہے۔ یہ نقص ان کی طبعی اور کیمیائی خواص پر اثر کرتے ہیں اور مختلف عمل پر اثر کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایک عمل جسے نشہ آور کرنا (Doping) کہتے ہیں،

وہ قلموں کی بے نقصی کو ظاہر کرتا ہے اور یہ سیلیکان جیسے نیم موصل اشیاء کی برقی ایصالیت کو بڑھاتی ہے۔
لوہا، نکل جیسے فیرو مقناطیسی اشیاء کو مقنانے اور غیر مقنانے کا عمل بھی انہی نقائص کی وجہ سے ہے۔
قلموں کے نقائص کی درجہ بندی اس طرح کی گئی ہے۔

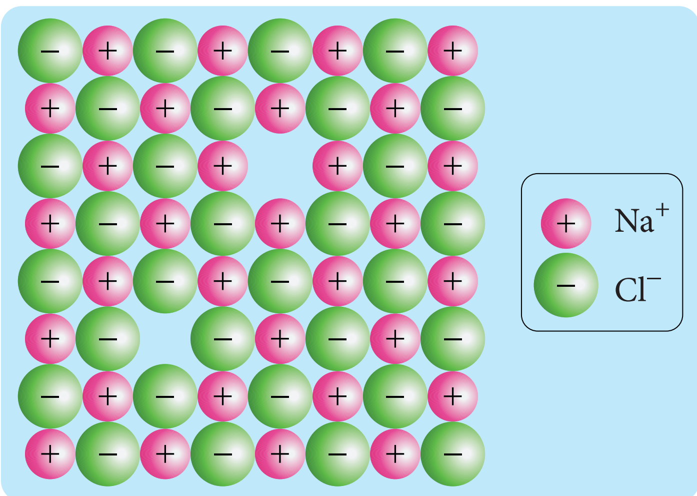
1) نقطوں کا نقص (Point defects)
2) خطی نقص (Line defects)
3) بین خلوی نقص (Intrinsic defects)
4) حجمی نقص (Volume defects)

اس باب میں ہم نقطوں کے نقص، وہ بھی خصوصی طور پر ٹھوس روانی اشیاء میں ان نقائص کا مطالعہ کریں گے۔
نقطوں کے نقائص کو مزید اس طرح سے درجہ بند کیا گیا ہے۔




## روانی ٹھوس اشیاء میں کیمیائی مقدار کا نقص (Stoichiometric defects in ionic solids)

اس نقص کو حرحرکی نقص (Thermodynamic defect) یا بین خلوی نقص (Intrinsic defect) بھی کہا جاتا ہے۔ روانی قلموں میں ایک رواں کی جگہ خالی ہوتی ہے، جو مخالف بار بردار رواں کی غیر موجودگی یا خالی جگہوں میں یکساں بار بردار رواں کی وجہ سے ہوتی ہے۔ اس سے برقی تعدیلیت برقرار رہتی ہے۔

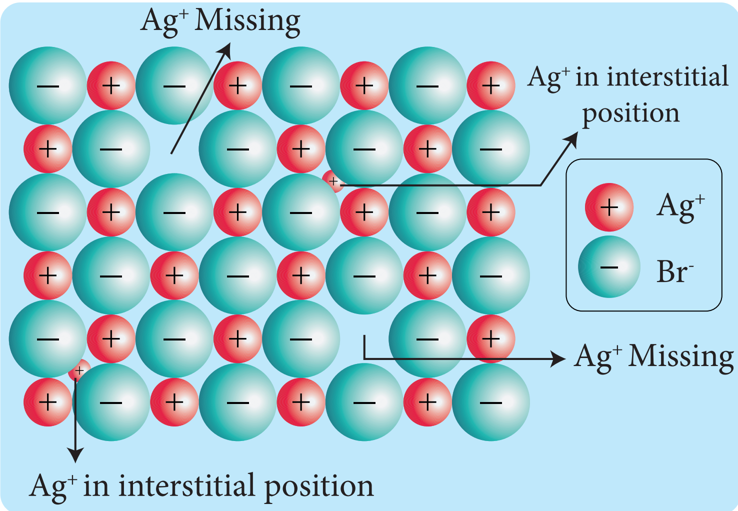



شاٹ کی کا نقص

### 6.7.1 شاٹ کی نقص (Shottky defect)

یہ نقص مساوی تعداد کے مثبر واں اور منفر واں کے غائب ہونے (missing) سے پیدا ہوتا ہے۔ اس سے قلم کی کیمیائی مقدار (stoichiometry) میں کوئی تبدیلی پیدا نہیں ہوتی۔
روانی ٹھوس اشیاء جس میں مثبر واں اور منفر واں دونوں کی جسامت مشابہ ہوتی ہے، اس سے شاٹ کی اثر واقع ہوتا ہے۔
مثال NaCl۔
زیادہ تعداد میں شاٹ کی کے نقص سے اس کی کثافت کم ہوجاتی ہے۔

مثال کے طور پر وینیڈیم مونا کسائڈ (VO) کی طبعی کثافت $6.5\ g\ cm^{-3}$ ہے۔ مگر تجرباتی کثافت $5.6\ g\ cm^{-3}$ ہے۔ اس سے یہ پتہ چلتا ہے کہ VO کی قلموں میں تقریباً 14% شاٹ کی نقص پایا جاتا ہے۔ شاٹ کی نقص کی موجودگی سے ایک قلم کے جوہر یا رواں قلموں کے اندر آسانی کے ساتھ حرکت کرتے ہیں۔



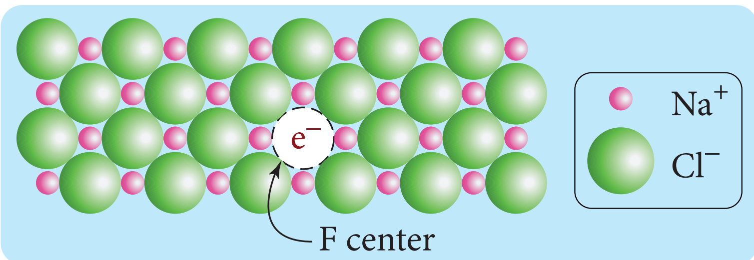

فرنکل نقص

### 6.7.2 فرنکل نقص (Frenkel Defect)

روانوں کی جالی میں سے رواں کا اس کے مقام سے ہٹنے سے فرنکل نقص واقع ہوتا ہے۔ جالی سے نکلا ہوا رواں بین خلوی مقام پر قائم ہوجاتا ہے۔ یہ ایسے روانی ٹھوس اشیاء میں ہوتا ہے جس میں مثبر واں اور منفر وانوں کی جسامت مختلف ہوتی ہے۔

شاٹ کی نقص کی طرح فرنکل نقص ٹھوس کی کثافت پر اثر نہیں ہوتا۔ مثال کے طور پر AgBr میں $Ag^+$ کا رواں اپنے مقام سے ہٹ جاتا ہے۔ اور درمیانی جگہ میں قائم ہوجاتا ہے، جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔

### 6.7.3 اضافی دھات کا نقص
(Metal Excess defect)




اضافی دھات کا نقص

منفر وانوں کی بہ نسبت دھاتی روانوں کی تعداد زیادہ ہوتو اضافی دھات کا نقص پیدا ہوتا ہے۔ قلوی دھاتی ہیلائڈ (Alkali metal halides) جیسے NaCl, KCl وغیرہ اس طرح کے نقص کو ظاہر کرتے ہیں۔ منفر واں کی خالی جگہوں کے ساتھ مساوی دھاتی روانوں کو رکھ کر یا درمیانی جگہیں اضافی مثبر واں اور الکٹرانوں کو رکھ کر اس میں برقی تعدیلیت کو برقرار رکھا جاتا ہے۔

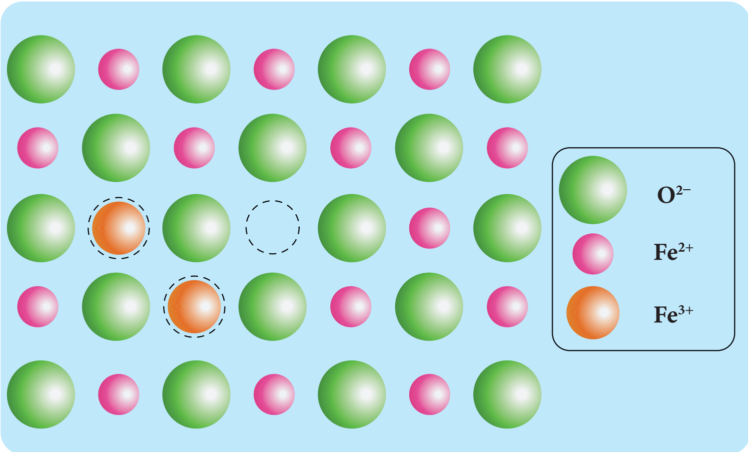
مثال کے طور پر جب NaCl کی قلموں کو سوڈیم کے بخارات کی موجودگی میں گرم کیا جاتا ہے تو $Na^+$ کے رواں قلموں کی سطح پر جمع ہوجاتے ہیں۔ کلورائڈ کے رواں $Cl^-$ قلموں کی جالیوں میں سے نفوذ کر جاتے ہیں اور $Na^+$ روانوں کے ساتھ شامل ہوجاتے ہیں۔ سوڈیم کے بخارات سے کھونے والے الکٹران قلموں کی جالی سے نفوذ پا کر $Cl^-$ کی طرف سے خالی کردہ جگہوں (بین خلوی جگہوں) پر قائم ہوجاتے ہیں۔

ایسی منفر واں کی خالی جگہیں جس میں غیر جوڑی دار الکٹران (Unpaired electron) قائم ہوتے ہیں، F مرکز کہلاتے ہیں۔ لہٰذا وہ NaCl کی قلم جس میں $Na^+$ کے رواں پائے جاتے ہیں۔ ان کا ضابطہ اس طرح لکھا جاسکتا ہے۔ $Na_{1+x}Cl$

کمرے کی تپش پر ZnO بے رنگ ہوتا ہے۔ جب اسے گرم کیا جاتا ہے تو یہ زرد ہو جاتا ہے۔ گرم کرنے پر وہ آکسیجن کھوتا ہے، جس سے $Zn^{2+}$ کے رواں آزاد ہوتے ہیں۔ $Zn^{2+}$ کے اضافی رواں اندرونی بین خلوی جگہوں میں داخل ہوتے ہیں اور الکٹران بھی بین خلوی جگہوں میں داخل ہو جاتے ہیں۔

### 6.7.4 دھات کی کمی کا نقص
**(Metal deficiency defect)**

منفرروانوں کی بہ نسبت مثبرروانوں کی تعداد کم ہو تو دھات کی کمی کا نقص واقع ہوتا ہے۔ قلمیں جس میں مثبرروانوں کی تکسیدی حالت (Oxidation state) متغیر ہو تو اس قسم کا نقص واقع ہوتا ہے۔




دھات کی کمی کا نقص

مثال کے طور پر FeO کی قلموں میں $Fe^{2+}$ کے بعض رواں قلموں کی جالی سے غائب ہوتے ہیں۔ برقی تعدیلیت (Neutrality) کو برقرار رکھنے کے لئے قلم کے $Fe^{2+}$ روانوں کی دوہری تعداد کے رواں تکسید پا کر $Fe^{3+}$ رواں بن جاتے ہیں۔ ایسی صورت میں $O^{2-}$ روانوں کی بہ نسبت $Fe^{2+}$ اور $Fe^{3+}$ کے جملہ روانوں کی تعداد کم ہوتی ہے۔ تجرباتی طور پر یہ دیکھا گیا ہے کہ فیرس آکسائڈ کا عام ضابطہ $Fe_xO$ ہے۔جس میں $x$ کی قیمت 0.93 سے 0.98 ہے۔

### 6.7.5 لوٹ (غیر خالص پن) کا نقص (Impurity defect)

روانی ٹھوس اشیاء میں نقص کو داخل کرنے کا ایک عام طریقہ لوٹ (غیر خالص) روانوں کو شامل کرنا ہے۔ اگر غیر خالص روانوں کی گرفتی حالت (Valence State) میزبان رواں سے کم ہو تو میزبان قلم کی جالی میں خالی جگہیں (Vacancies) پیدا ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر $CdCl_2$ کے ساتھ AgCl شامل کرنے پر ٹھوس محلول حاصل ہوتا ہے جس میں دو گرفتہ $Ag^{2+}$ کی جگہ میں دو گرفتہ $Cd^{2+}$ بیٹھ جاتے ہیں۔ اس سے قلم کی برقی تعدیلیت پر اثر انداز ہوتا ہے۔اس کو برقرار رکھنے کے لئے مناسب تعداد کے $Ag^{+}$ رواں جالی سے ہٹ جاتے ہیں، جس کی وجہ سے جالی میں مثبر واں کی خالی جگہ (Vacancy) پیدا ہو جاتی ہے۔ اس طرح کے قلمی نقص کو لوٹ یا غیر خالص پن کا نقص کہتے ہیں۔

کیا تم جانتے ہو؟

**پیزو ایلیکٹرک قلموں سے توانائی حاصل کرنا (Energy harvesting by piezoelectric crystals)**

پیزو برقی رو، (پیزو برقی اثر) (Piezoelectric effect) کا مطلب یہ ہے کہ جب ایک قلم کو میکانیکی طور پر زور یا دباؤ ڈالا جاتا ہے تو اس سے برقی تفاوت پیدا ہوتی ہے۔ پیزو الکٹریسٹی کا مطلب دباؤ اور مخفی حرارت سے برقی رو حاصل کرنا ہے۔ اس کا برعکس بھی ممکن ہے جسے معکوس پیزو الکٹرک اثر کہتے ہیں۔

ایک قلم پر دباؤ یا زور دے کر ایک چھوٹی مقدار میں برقی رو حاصل کر سکتے ہیں۔کئی قلموں کو زور دینے پر کچھ مقدار میں برقی حاصل ہو سکتی ہے۔ جب پیزو الکٹرک قلموں کو سڑکوں پر بچھا کر اس سے گزرنے والی گاڑیوں کے وزن پڑنے پر توانائی حاصل ہو سکتی ہے۔

اس طریقہ نے کئی لوگوں میں دلچسپی پیدا کر دی ہے۔ حالانکہ زیادہ مقدار میں برقی رو حاصل کرنا مشکل ہے۔ مگر کم از کم اسے موبائل چارجنگ کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ ایسے جوتے تیار کئے جاسکتے ہیں جن کے تلوؤں پر پیزو الکٹرک کی قلمیں نصب کی جاسکتی ہیں۔ چہل قدمی کے دوران اتنی مقدار میں برقی رو حاصل ہو جاتی ہے کہ اس سے بیٹری اور USB چارج کئے جاسکتے ہیں۔

## خلاصہ

❖ ٹھوس اشیاء کی معین حجم اور شکل ہوتی ہے۔

❖ ترتیب اور ترکیب کی بنیاد پر ہم نے ٹھوس اشیاء کو دو اہم حصوں میں درجہ بندی کی ہے۔ (i) قلمی ٹھوس اشیاء (ii) نقلمی ٹھوس اشیاء

❖ قلمی ٹھوس وہ اشیاء ہیں، جن کے اجزاء (جوہر، رواں یا سالمے) طویل حد تک ایک منظّم ترتیب میں جڑے ہوتے ہیں۔

❖ قلمی ٹھوس اشیاء (amorphous کے معنی no form بغیر شکل کے) کے اجزاء بے ترتیبی سے جڑے ہوتے ہیں۔

❖ قلمی ٹھوس اشیاء میں جوہروں، روانوں یا سالموں کا ایک متعین رویہ (Orientation) پایا جاتا ہے، جو ایک دوسرے کے ساتھ ایک سہ ابعادی نمونے کے طور پر سموئے ہوئے ہوتے ہیں۔ ایک قلم میں ان انواع کی منظّم ترتیب قلمی جالی (Crystal lattice) کہلاتی ہے۔

❖ ایک ٹھوس قلم کی مکرر ساختی اکائی اکائی خانہ (Unit cell) کہلاتی ہے۔ درج ذیل خاکہ جالی دار نقطہ اور اکائی خانہ کو ظاہر کرتا ہے۔

❖ ایک قلم کو اس طرح فرض کیا جاسکتا ہے کہ اس میں متعدد اکائی خانے موجود ہوتے ہیں۔ ان میں سے ہر ایک اپنے پڑوسی اکائی خانہ کے ساتھ خلاء میں مشابہت کے ساتھ ترتیب پائے ہوئے ہیں جو ایک قلم کے ذرہ کے اطراف گھرے ہوتے ہیں۔

❖ سات ابتدائی قلمی نظام پائے جاتے ہیں۔ مکعبی (Cubic)، (Rhombohedral) ، مسدسی (Hexagonal)، چہار زاویہ والا (Tetragonal)، عمودی معین (orthorhombic)، یک طرفہ مائلی (Monoclinic)، سہ طرفہ مائلی (Triclinic) جیسا کہ خاکہ میں بتایا گیا ہے۔

❖ ایک سادہ مکعبی اکائی خانہ (sc) کے ہر کونہ میں ایک مماثل جوہر یا رواں یا سالمہ موجود ہوتا ہے اور وہ مکعب کے کنارے کو چھوتے ہیں، وہ وتر کو نہیں چھوتے۔ ہر جوہر کا کوآرڈی نیشن عدد 6 ہوتا ہے۔

❖ ایک جسم مرکزی مکعبی اکائی خانہ (bcc) کے ہر کونہ میں ایک مماثل ذرہ کے ساتھ ایک جوہر جسم کے مرکز میں پایا جاتا ہے۔ جوہر ہر کونہ میں ہوتے ہیں اور وہ ایک دوسرے کو نہیں چھوتے، جب کہ وہ تمام مرکز پر موجود جوہر کو چھوتے ہیں۔ چنانچہ ہر جوہر اپنے قریب میں موجود 8 خانوں سے گھرا ہوا ہے اور اس کا کوآرڈی نیشن عدد 8 ہے۔

❖ ایک رُخ مرکزی مکعبی اکائی خانہ (fcc) میں مماثل جوہر، ہر کونے اور ہر رُخ کے مرکز میں پائے جاتے ہیں۔ کونہ میں موجود جوہر، جو سطح پر رُخ کئے ہوئے ہوتے ہیں، وہ ایک دوسرے کو نہیں چھوتے۔ رُخ مرکز میں موجود جوہر دو اکائی خانوں کے ساتھ ساجھے داری (شیئر) کرتا ہے۔ ہر رُخ مرکز کا ہر جوہر فی اکائی خانہ میں (½) حصہ داری کرتا ہے۔

- ❖ x-ray کے انکسار کا تجزیہ ((X-ray diffraction analysis) قلموں کی ساخت کے مطالعہ کے لئے بہترین آلہ ہے۔ اس کی مدد سے دو متصل جوہروں کے سطحوں کے درمیان بین سطحی فاصلہ (inter planar distance) (d) کو درج ذیل مساوات کے ذریعہ معلوم کیا جا سکتا ہے۔ $2d \sin\theta = n\lambda$

- ❖ روانی مرکبات کی ساخت ان کے روانوں کی کیمیائی مقدار (Stoichiometry) اور ساخت پر منحصر ہے۔ عام طور پر قریب ترین پیک کردہ ترتیبوں میں بڑے منفرواں ترتیب پائے ہوئے ہوتے ہیں اور مثبر واں خالی جگہوں (Voids) میں ہوتے ہیں۔ مثبر واں اور منفرواں کے نصف قطر کی نسبت $(r_C/r_A)$ ساخت کو متعین کرنے میں اہم رول انجام دیتے ہیں۔

- ❖ ذراتی اجزاء کے ترتیب کی بنیاد پر قلموں میں ہمیشہ بعض نقص پائے جاتے ہیں۔

- ❖ شاٹ کی نقص مساوی تعداد کے مثبر واں اور منفرواں کے غائب ہونے (missing) سے پیدا ہوتا ہے۔

- ❖ روانوں کی جالی میں سے رواں کا اس کے مقام سے ہٹنے سے فرنکل نقص واقع ہوتا ہے۔

- ❖ منفروانوں کی بہ نسبت دھاتی روانوں کی تعداد زیادہ ہو تو اضافی دھات کا نقص پیدا ہوتا ہے۔

- ❖ منفروانوں کی بہ نسبت مثبر وانوں کی تعداد کم ہو تو دھات کی کمی کا نقص واقع ہوتا ہے۔

## محاسبہ

### صحیح جواب منتخب کیجئے۔

1۔ گرافائٹ اور ہیرا یہ ہیں۔

a) ہم گرفتہ اور سالمی قلمیں b) روانی اور ہم گرفتہ قلمیں

c) دونوں ہم گرفتہ قلمیں d) دونوں سالمی قلمیں

2۔ ایک روانی مرکب جس کا ضابطہ AxBy ہے، وہ fcc قسم میں قلمی شکل اختیار کرتا ہے جس میں B رواں مکعب کے ہر رُخ کے درمیان میں ہوتے ہیں اور A رواں مکعب کے کونوں پر واقع ہوتے ہیں۔ AxBy کا صحیح ضابطہ ہے۔

a) $AB$ b) $AB_3$

c) $A_3B$ d) $A_8B_6$

3۔ ایک مکعبی پیکنگ میں قریب ترین پیک شدہ جوہر اور چار سطحی خالی جگہ (tetrahedral) کی نسبت ہے۔

a) 1:1 b) 1:d

c) 2:1 d) 1:4

4۔ ٹھوس $CO_2$ اس کی ایک مثال ہے۔

a) ہم گرفتہ ٹھوس　　b) دھاتی ٹھوس

c) سالمی ٹھوس　　d) روانی ٹھوس

5۔ توثیق (A) : یک طرفہ مائل (Monoclinic) قلمی نظام کی ایک مثال یک طرفہ مائل سلفر ہے۔

سبب (R) : یک طرفہ مائل نظام میں $a \neq b \neq c$ اور $\alpha = \gamma = 90°, \beta \neq 90°$

a) توثیق (A) اور سبب (R) دونوں صحیح ہیں اور توثیق کی صحیح وضاحت سبب کرتا ہے۔

b) توثیق (A) اور سبب (R) دونوں صحیح ہیں اور توثیق کی صحیح وضاحت سبب نہیں کرتا ہے۔

c) توثیق (A) صحیح ہے مگر سبب غلط ہے۔

d) توثیق (A) اور سبب (R) دونوں غلط ہیں۔

6۔ کیلشیم فلورائڈ، جس کی ساخت فلورائٹ نمو ہوتی ہے، اس میں $Ca^{2+}$ اور $F^-$ رواں کے کوآرڈی نیشن اعداد ہیں۔ (NEET)

a) 4 اور 2　　b) 6 اور 6

c) 8 اور 4　　d) 4 اور 8

7۔ 8 گرام کا ایک عنصر (جوہری عدد 40) جو bcc نمونہ میں قلم بنتا ہے، اس موجود اکائی خانوں کی تعداد (NA اووگیڈرو عدد ہے)

a) $6.023\times10^{23}$　　b) $6.023\times10^{22}$

c) $60.23\times10^{23}$　　d) $\left(\dfrac{6.023\times10^{23}}{8\times40}\right)$

8۔ ایک ٹھوس شئے میں جوہر M ، ccp جالی کی ساخت رکھتا ہے اور چہار سطحی کے گڑھوں (Tetrahedral voids) کے $\left(\dfrac{1}{3}\right)$ حصوں میں N جوہر موجود ہیں۔ M اور N سے بننے والے ٹھوس کا ضابطہ بتائیے۔

a) MN　　b) $M_3N$　　c) $MN_3$　　d) $M_3N_2$

9۔ A+ اور B– کے جوہری نصف قطریں $0.98\times10^{-10}m$ اور $1.81\times10^{-10}m$ ہیں۔ AB کے ہر رواں کا کوآرڈی نیشن عدد ہے

a) 8　　b) 2　　c) 6　　d) 4

10۔ CsCl میں bcc ترتیب پائی جاتی ہے۔ اس کے اکائی خانہ کے کنارے کی لمبائی 400 pm ہے۔ اس کا بین جوہری فاصلہ ہے

a) 400 pm　　b) 800 pm　　c) $\sqrt{3}\times100pm$　　d) $\left(\dfrac{\sqrt{3}}{2}\right)\times400pm$

11۔ XY قسم کا ایک ٹھوس مرکب NaCl کی ساخت رکھتا ہے۔ اگر مثبر واں کا نصف قطر 100 pm ہو تو منفر واں کا نصف قطر ہوگا۔

a) $\left(\dfrac{100}{0.414}\right)$　　b) $\left(\dfrac{0.732}{100}\right)$　　c) $100\times0.414$　　d) $\left(\dfrac{0.414}{100}\right)$

12۔ bcc جالی کے خانوں میں خالی جگہ ہوتی ہے۔

a) 48%　　b) 23%　　c) 32%　　d) 26%

13۔ ایک جوہر کا نصف قطر 300 pm ہے۔ اگر یہ fcc مکعبی جالی کی طرح قلم بنتا ہے تو اکائی خانہ کے کنارے کی لمبائی ہے۔

a) 488.5 pm　　b) 848.5 pm　　c) 884.5 pm　　d) 484.5 pm

14۔ ایک سادہ مکعب میں جوہروں کے پیکنگ کے جملہ حجم کا کسر

a) $\left(\frac{\pi}{4\sqrt{2}}\right)$　　b) $\left(\frac{\pi}{6}\right)$　　c) $\left(\frac{\pi}{4}\right)$　　d) $\left(\frac{\pi}{3\sqrt{2}}\right)$

15۔ NaCl کے قلم میں زرد رنگ کی وجہ ہے۔

a) F مرکزوں میں الکٹرانوں کا مشتعل ہونا (Excited)

b) سطح پر -Cl رواں سے روشنی کا منعکس ہونا

c) +Na رواں سے روشنی کا انحراف ہونا

d) اوپر کے تمام

16۔ مکعبی نظام sc, bcc اور fcc میں اگر a ان کے کناروں کی لمبائی کو ظاہر کرتا ہے تو، ان نظاموں کے کرّ وں کے نصف قطروں بالترتیب یہ ہوگی۔

a) $\left(\frac{1}{2}a : \frac{\sqrt{3}}{2}a : \frac{\sqrt{2}}{2}a\right)$　　b) $\left(\sqrt{1}a : \sqrt{3}a\right) : \sqrt{2}a$

c) $\left(\frac{1}{2}a : \frac{\sqrt{3}}{4}a : \frac{1}{2\sqrt{2}}a\right)$　　d) $\left(\frac{1}{2}a : \sqrt{3}a : \frac{1}{\sqrt{2}}a\right)$

17۔ اگر ایک مکعب کے ضلع کی لمبائی a ہو تو، مکعب کے جسم کے مرکز سے ایک کونہ کا درمیانی فاصلہ یہ ہوگا۔

a) $\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)a$　　b) $\left(\frac{\sqrt{3}}{4}\right)a$

c) $\left(\frac{4}{\sqrt{3}}\right)a$　　d) $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)a$

18۔ پوٹاشیم میں bcc ساخت ہے جس کے قریبی جوہر کا فاصلہ 4.52 A° ہے۔ اس کا جوہری عدد 39 ہے۔ اس کی کثافت یہ ہو

a) 915 kg m$^{-3}$　　b) 2142 kg m$^{-3}$　　c) 452 kg m$^{-3}$　　d) 390 kg m$^{-3}$

19۔ ایک قلم میں شاٹ کی نقص واقع ہوگا جب

a) قلمی جالی سے غیر مساوی تعداد کے مثبر واں اور منفر واں غائب ہوں۔

b) قلمی جالی سے مساوی تعداد کے مثبر واں اور منفر واں غائب ہوں۔

c) ایک رواں اپنے مقام سے ہٹ کر بین خلوی جگہ پر قائم ہو جائے۔

d) قلمی جالی سے کوئی بھی رواں غائب نہ ہو۔

20۔ ایک قلم میں مثبر واں اپنے مقام سے ہٹ جاتا ہے اور کسی بین خلوی مقام پر قائم ہوجاتا ہے۔ قلم میں اس قسم کے نقص کو یہ کہتے ہیں۔

a) شاٹ کی نقص　　　b) F مرکز

c) فرنکل نقص　　　d) غیر کیمیائی مقدار کا اثر (Non-stoichiometric defect)

12۔ توثیق (A) : فرنکل نقص کی وجہ سے قلمی ٹھوس کی کثافت کم ہوجاتی ہے۔

سبب (R) : فرنکل نقص مثبر واں اور منفر واں قلم سے باہر نکل جاتے ہیں۔

a) توثیق (A) اور سبب (R) دونوں صحیح ہیں اور توثیق کی صحیح وضاحت سبب کرتا ہے۔

b) توثیق (A) اور سبب (R) دونوں صحیح ہیں اور توثیق کی صحیح وضاحت سبب نہیں کرتا ہے۔

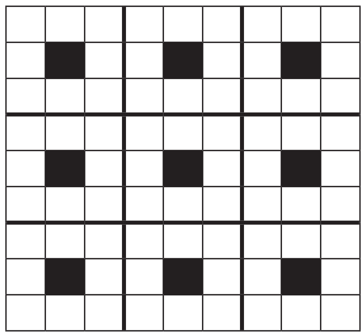
c) توثیق (A) صحیح ہے مگر سبب غلط ہے۔

d) توثیق (A) اور سبب (R) دونوں غلط ہیں۔

22۔ دھات کی کمی کا نقص والے قلم کی مثال ہے

a) NaCl　　b) FeO　　c) ZnO　　d) KCl

23۔ X اور Y نامی دو مختلف جوہروں سے ایک دو ابعادی ٹھوس نمونہ بنتا ہے جیسا کہ خاکہ میں بتلایا گیا ہے۔ سیاہ اور سفید خانے بالترتیب X اور Y کو ظاہر کرتے ہیں۔ نمونہ سے اکائی خانہ کی بنیاد پر مرکب کا سادہ ترین ضابطہ یہ ہے۔



a) $XY_8$　　b) $X_4Y_9$　　c) $XY_2$　　d) $XY_4$

## درج ذیل سوالوں کے جواب دیجیے۔

1۔ اکائی خانہ کی وضاحت کیجیے۔

2۔ روانی قلموں کی کوئی تین خصوصیات بتائیے۔

3۔ قلمی ٹھوس اشیاء اور نقلمی ٹھوس اشیاء میں فرق کیجیے۔

4۔ درج ذیل ٹھوس اشیاء کی درجہ بندی کیجیے۔

a) $P_4$　　b) پیتل　　c) ہیرا　　d) NaCl　　e) ایوڈین

5۔ سات قسم کے اکائی خانوں کی مختصر وضاحت کیجیے۔

6۔ مسدسی قریب ترین پیکنگ اور مکعبی قریب ترین پیکنگ میں فرق کیجیے۔

7۔ چارسطحی (Tetrahedral) اور آٹھ سطحی (Octahedral) جگہوں (Voids) میں فرق کیجئے۔

8۔ نقطہ کے نقائص کیا ہیں؟

9۔ شاٹ کی نقص کی وضاحت کیجئے۔

10۔ دھات کے اضافہ کا نقص اور دھات کی کمی کے نقص کے بارے میں مثال کے ساتھ ایک مختصر نوٹ لکھئے۔

11۔ ایک fcc اکائی خانہ میں جوہروں کی تعداد محسوب کیجئے۔

12۔ ایک صاف نقشہ کے ذریعہ AAAA اور ABABA اور ABCABC قسم کے سہ ابعادی پیکنگ کی وضاحت کیجئے۔

13۔ روانی قلمیں، کیوں سخت اور پھوٹک ہوتے ہیں؟

14۔ ایک bcc قلم میں پیکنگ کی کارکردگی کا فی صد محسوب کیجئے۔

15۔ ایک مربعی قریب پیکنگ کی سطح والے ایک سالمہ میں دو ابعادی کو آرڈی نیشن عدد کیا ہوگا؟

16۔ اصطلاح ''کو آرڈی نیشن عدد'' سے کیا مراد ہے؟ ایک bcc ساخت میں جوہروں کا کو آرڈی نیشن عدد کیا ہے؟

17۔ bcc ساخت والے ایک عنصر کے کنارے کی لمبائی 288 pm ہے۔ اس عنصر کی کثافت $7.2\ gcm^{-3}$ ہے۔ 208 g عنصر میں موجود جوہروں کی تعداد کتنی ہے؟

18۔ المونیم ایک مکعبی قریب ترین پیکنگ ساخت میں قلم بنتا ہے۔ اس کا دھاتی نصف قطر 125 pm ہے۔ اس کے اکائی خانہ کے کنارے کی لمبائی محسوب کیجئے۔

19۔ اگر NaCl میں $10^{-2}$ فی صد اسٹرانشیم کلورائڈ کے ساتھ نشہ آور (dope) کیا جائے، مثبر واں کے خالی جگہ (vacancy) کا ارتکاز کیا ہوگا ؟

20۔ سوڈیم کلورائڈ ہی کی طرح KF بھی fcc ساخت میں قلم بنتا ہے۔ KF میں $K^+$ اور $Cl^-$ کا درمیانی فاصلہ محسوب کرو۔
(دیا گیا ہے : KF کی کثافت $2.48\ g\ cm^{-3}$ ہے)۔

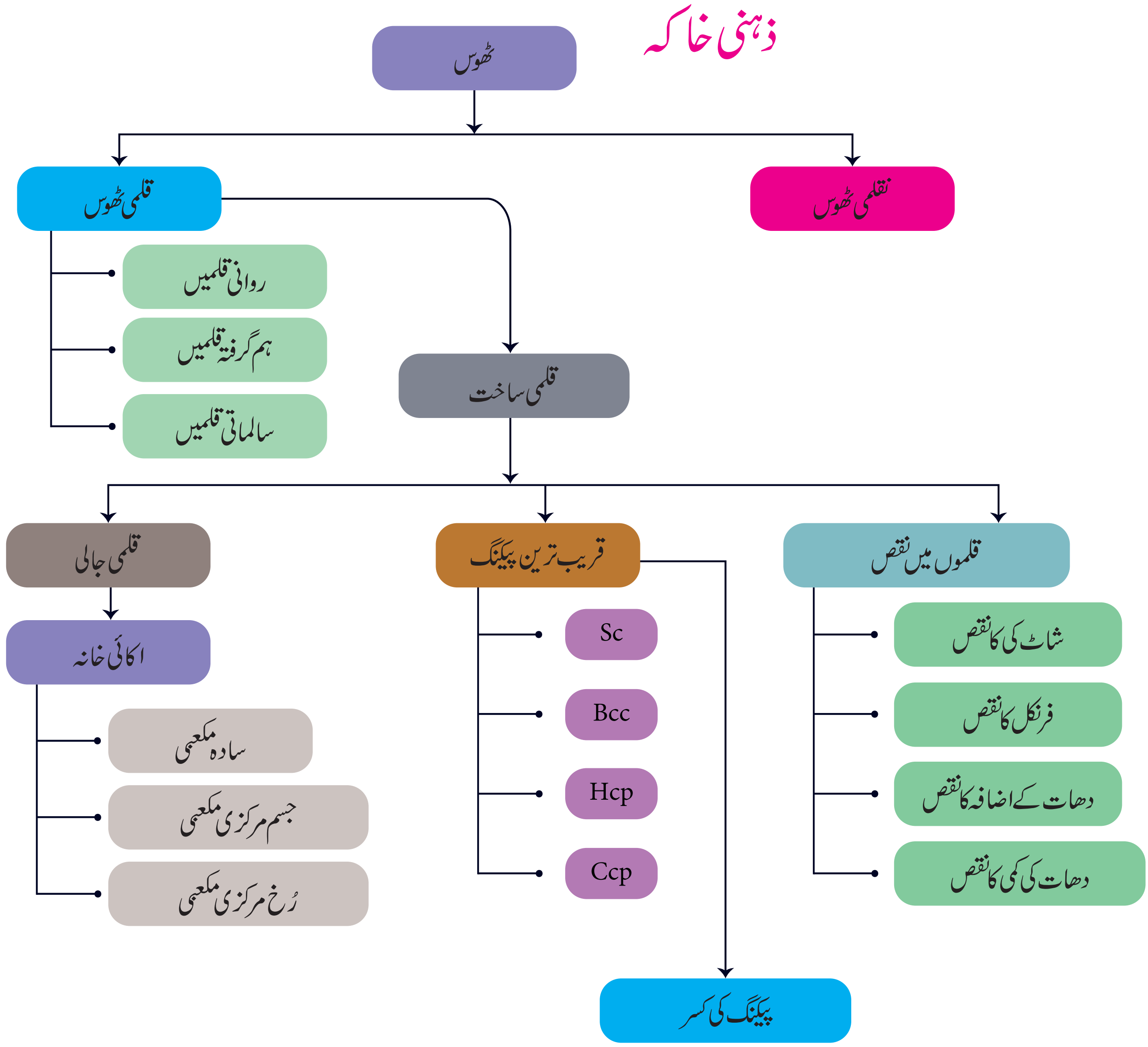
21۔ ایک جوہر bcc قلمی جالی کی ساخت میں قلم بنتا ہے۔ اس کی کثافت $10\ g\ cm^{-3}$ ہے اور اکائی خانہ کی لمبائی 100 pm ہے۔ ایک گرام کے قلم میں موجود جوہروں کی تعداد محسوب کیجئے۔

22۔ X اور Y نامی دو جوہر bcc قلمی ساخت رکھتے ہیں۔ جوہر X مکعب کے کونے میں موجود ہے، اور Y مکعب کے مرکز میں موجود ہے۔ اس مرکب کا ضابطہ کیا ہے؟

23۔ سوڈیم کی دھات bcc قلمی ساخت رکھتی ہے۔ اس کے کنارے کی لمبائی $4.3 \times 10-8$ ہے۔ سوڈیم کے رواں کا نصف قطر محسوب کیجئے۔

24۔ فرنکل نقص پر ایک نوٹ لکھئے۔

## ذہنی خاکہ


ٹھوس
قلمی ٹھوس
نقلمی ٹھوس
روانی قلمیں
ہم گرفتہ قلمیں
سالماتی قلمیں
قلمی ساخت
قلمی جالی
قریب ترین پیکنگ
قلموں میں نقص
اکائی خانہ
سادہ مکعبی
جسم مرکزی مکعبی
رُخ مرکزی مکعبی
Sc
Bcc
Hcp
Ccp
شاٹ کی کا نقص
فرنکل کا نقص
دھات کے اضافہ کا نقص
دھات کی کمی کا نقص
پیکنگ کی کسر

# ICT Corner

## قلمی نظام CRYSTAL SYSTEMS

اس آلہ کو استعمال کرکے تم مختلف قلموں کے نظاموں کے بارے میں اور ان کے اکائی خانوں کے بارے میں معلومات حاصل کریں گے۔

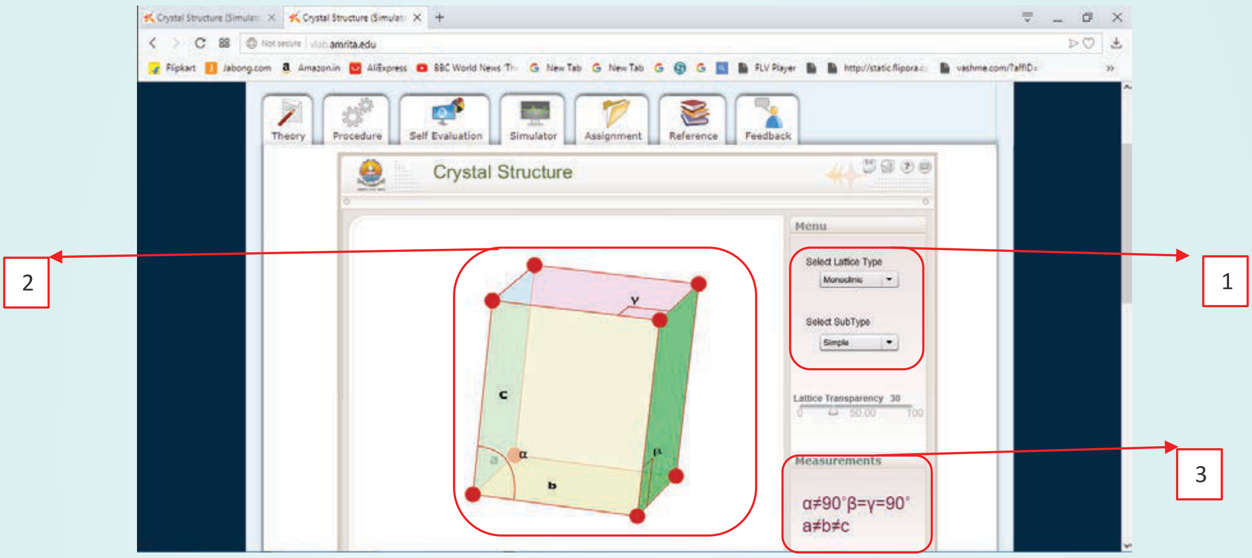
اس URL میں جایئے
http://vlab.amrita.edu
(یا) دائیں جانب دیئے گئے
QR کوڈ کو اسکین کیجئے۔

**مرحلے :**

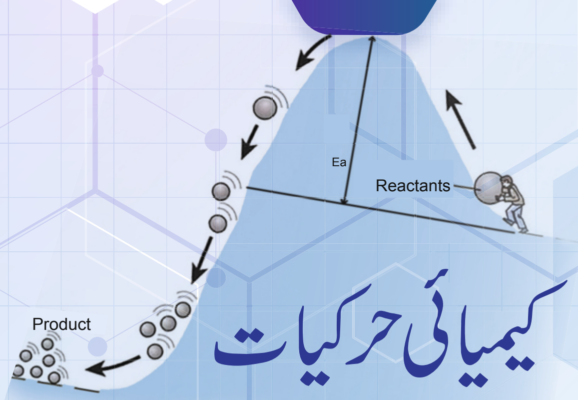
■ دیئے گئے URL کو ٹائپ کیجئے یا QR کوڈ کو اسکین کیجئے۔ ویب پیج میں physical science tab پر کلک کیجئے، اس کے بعد solid state virtual lab پر کلک کیجئے۔ اس کے بعد crystal structure پر کلک کرکے simulator پر کلک کیجئے۔

نوٹ : اس ویب پیج میں جانے کے لئے ایک مرتبہ sign up کی ضرورت ہے۔ اپنے User name اور password کو استعمال کرتے ہوئے login کیجئے۔ login کے بعد simulator ٹیب پر کلک کیجئے۔

■ اب مینو (box 1) کو استعمال کرکے سات کرسٹل کے نظاموں اور جالی کی قسموں میں سے کسی ایک پر کلک کیجئے۔ اب اکائی خانہ کا انتخاب کرنے سے اسکرین پر جالی کا نظام ظاہر ہوگا (box 2)۔ measurement tab (box 3) میں اکائی خانہ کی پیمائشیں بھی اسکرین پر ظاہر ہوں گی۔




EJFQ8




# کیمیائی حرکیات
# CHEMICAL KINETICS

UNIT 7

Svante August Arrhenius
(1859 –1927)

## سیکھنے کے مقاصد

اس سبق کے اختتام پر طلباء اس قابل ہو سکتے ہیں کہ

- تعامل کی ترتیب (order) اور شرح کی تعریف کر سکیں گے۔
- صفر اور پہلی ترتیب تعامل کے لئے مربوط شرح مساوات (integrated rate equation) کا اظہار کر سکیں گے۔
- نصف حیاتی مدت Half- life Period کی تشریح کر سکیں گے۔
- تصادم کے نظریہ کی تشریح کر سکیں گے۔
- کسی تعامل کی شرح کے درجۂ حرارت پر انحصار تبادلہ خیال کر سکیں گے اور
- تعامل کی شرح پر متاثر کرنے والے مختلف عوامل کی وضاحت کر سکیں گے۔

### Svante August Arrhenius

سوانت آگسٹ ارہینیس سویڈن کے سائنسدان تھے۔ ارہینیس (Arrheanius) سائنس کے طبیع کیمیاء کے بانیوں میں سے ا یک تھے۔ انہوں نے برقیروں (electrolytes) کے ایصالیت (Conductivities) پر اپنی توجہ مرکوز کی۔ انہوں نے یہ تجویز پیش کی کہ جب نمک کی قلموں کو پانی میں حل کیا جاتا ہے تو وہ تحلیل پا کر جوڑی دار بار بردار رواں فراہم کرتے ہیں۔ ان کے اس کارنامے کی وجہ سے 1903 میں کیمیاء میں انہیں نوبل انعام ملا۔ انہوں نے ترشے اور اساس کی تعریف کی بھی تجویز پیش کی اور انہوں نے متحرک توانائی کا نظریہ بھی تیار کیا تھا۔

## تمہید

ہم پہلے ہی گیارھویں جماعت میں تھرموڈائنمکس (حرحرکیات) (Thermo dynamics) کا اصول کا استعمال کرتے ہوئے دئے گئے شرائط پر کیمیائی تعاملات کے کارآمد ہونے کی پیشن گوئی کو سیکھ چکے ہیں ۔تاہم تھرموڈینامکس رحرحرکیات پر اہم سوالات کا جواب نہیں فراہم کرتا ہے کہ کیمیائی ردعمل کتنی تیزی سے ہوتا ہے؟ ہم عملی تجربہ سے یہ جانتے ہیں کہ تمام کیمیائی تعاملات کے مکمل ہونے میں کچھ وقت لگتا ہے۔ردعمل کی رفتار انتہائی تیز (فمٹوسکنڈ (Femto Second سے لے کر انتہائی سست (سالوں میں تک واقع ہوتا ہے۔مثال، جب حاصلات $BaCl_2$ محلول اور ہلکائے ہوئے سلفیورک $H_2SO_4$ کو ملایا جاتا ہے تو فوری طور پر $BaSO_4$ کا سفید رسوب حاصل ہوتا ہے ۔دوسری طرف تعامل جیسے لوہے کے زنگ آلودہ ہونے کے لئے کئی سال لگ جاتے ہیں ۔ان سوالوں کے جوابات جیسے (1) کیمیائی تبدیلی کتنی تیزی سے واقع ہوسکتی ہے؟ (2) کیمیائی حرکیات کے فراہم کردہ ابتدائی مرحلے اورآخری مرحلے کے درمیانی مدت کے دوران کیمیائی ردعمل میں کیا ہوتا ہے۔حروف/اصطلاح Kinetics لاطینی حرف "Kinetics لاطینی حرف "Kinesis" سے لیا گیا ہے جس کےمعنی حرکت Movement کے ہیں۔

کیمیائی حرکیات، کیمیائی تعاملات کی شرح اور طریقہ کار (میکانزم) کا مطالعہ ہے۔دباؤ، ارتکاز، درجہ حرارت، وغیرہ کے دئے گئے شرائط کے تحت آگے بڑھتا ہے۔

کیمیائی حرکیات کا مطالعہ نہ صرف کیمیائی تعامل کی شرح کا تعین کرنے میں ہماری مدد کرتا ہے، بلکہ صنعتی تیاری کے عمل نامیاتی اور غیر نامیاتی کی تیاری وغیرہ کے صورت حال کو بہتر بنانے میں بھی مفید ہے۔

اس باب میں ہم کیمیائی تعامل کی شرح اور اس پر اثر کرنے والے عوامل کا تذکرہ کریں گے۔اس کے علاوہ کیمیائی ردعمل نظریہ پر بھی بحث کریں گے۔

## 7.1۔ کیمیائی تعامل کی شرح:
### (Rate of a Chemical reaction)

فی اکائی وقت میں ایک خاص متغیر میں تبدیلی شرح کہلاتی ہے۔ آپ طبعیات (Physics) میں پہلے ہی پڑھ چکے ہیں کہ فی اکائی وقت میں شئے کے ہٹاؤ میں تبدیلی، سمتی رفتار (Velocity) کہلاتی ہے۔اسی طرح کیمیائی تعامل میں، کیمیائی تعامل میں فی اکائی وقت میں شامل نوعیت کے ارتکاز میں تبدیلی ایک تعامل کی شرح دیتی ہے۔

ایک سادہ عام تعامل پر غور کریں۔

$$A \longrightarrow B$$

متعاملات کے ارتکاز [A] کو مختلف وقت کے موقف سے پیائش کی جاسکتی ہے۔فرض کریں A کا ارتکاز دو مختلف وقتوں میں t1 اور t2 ہے۔ بالترتیب $(t_1>t_2)$ ,$[A_1]$ اور $[A_2]$ تعامل کی شرح کو اس طرح ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$\text{شرح} = \frac{-[\text{متعاملات کے ارتکاز میں تبدیلی}]}{(\text{وقت میں تبدیلی})}$$

جیسے

$$\text{شرح} = \frac{-([A_2]-[A_1])}{(t_2-t_1)} = -\left(\frac{\Delta[A]}{\Delta t}\right) \quad ...(7.1)$$

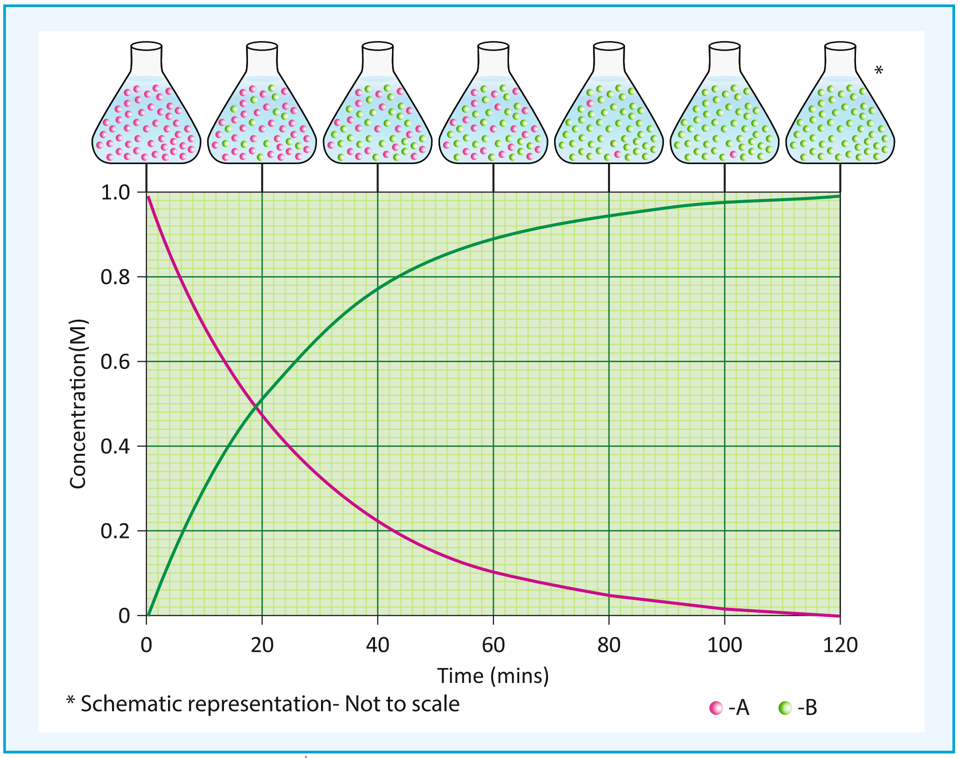
تعامل کے دوران، متعاملات کا ارتکاز گھٹتا ہے۔یعنی $[A_2]<[A_1]$، لہذا ارتکاز میں تبدیلی $[A_2]-[A_1]$ منفی قیمت دیتی ہے۔مجموعی طور پر تعامل کی شرح مثبت ہوتی ہے۔چنانچہ شرح کے اظہار کے لئے منفی علامت سے متعارف کیا جاتا ہے۔

(مساوات:7.1)

اگر حاصلات کے ارتکاز کی پیائش سے تعامل ظاہر ہوتا ہے، شرح اس طرح دیتا ہے۔ $\left(\frac{\Delta[B]}{\Delta t}\right)$

کیونکہ $[B_2]<[B_1]$

یہاں منفی نشان کی ضرورت نہیں ہے۔




خاکہ 7.1۔ تعامل کے لئے A اور B کے ارتکاز میں تبدیلی $A \longrightarrow B$

## شرح تعامل کی اکائی (Unit of rate of a reaction)

$$\text{شرح کی اکائی} = \frac{\text{ارتکاز کی اکائی}}{\text{وقت کی اکائی}}$$

ہمیشہ ارتکاز کو مول فی لیٹر کی تعداد اور وقت کو سکنڈ میں ظاہر کیا جاتا ہے۔لہٰذا تعامل کی شرح کی اکائی $mol\ L^{-1}s^{-1}$ ہے۔ تعامل کے فطرت کی بنیاد پر منٹ، گھنٹہ، سال وغیرہ کو بھی استعمال کر سکتے ہیں۔

گیسی ہیئتی تعامل کے لئے (Gas Phase reaction)

گیسی نوعیت کے ارتکاز کو ہمیشہ ان کے جزوی دباؤ (partial pressure) کے اعداد سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ایسی حالت میں شرح تعامل کی اکائی $atm\ s^{-1}$ ہے۔

### 7.1.1۔ کیمیائی مقادیر کی پیائش اور تعامل کی شرح: (Stoichiometry and rate of a reaction)

تعامل A  B میں متعاملات اور حاصلات دونوں کی کیمیائی مقادیر پیائش (Stoichiometry) مساوی ہے۔ لہٰذا متعاملات کے غائب ہونے کی شرح (A) اور حاصلات کے نموداری کی شرح (B) مساوی ہے۔

آیئے اب ہم مختلف تعامل پر غور کریں گے۔

$$A \longrightarrow 2B$$

ایسی حالت میں A کے ہر مول غائب ہو کر B کے دو مول نمودار ہوتے ہیں۔ یعنی B کی تشکیل کی شرح A کے غائب ہونے کی شرح سے دو گنا تیز ہے۔ لہٰذا تعامل کی شرح کو اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\text{شرح} = \frac{+d[B]}{dt} = 2\left(\frac{-d[A]}{dt}\right)$$

بہ الفاظ دیگر

$$\text{شرح} = \frac{-d[A]}{dt} = \frac{1}{2}\frac{d[B]}{dt}$$

عام تعامل کے لئے، ایک توازنی مساوات میں، تعامل کی شرح (یا حاصلات کے بننے کی) اس کے (Co-efficient) ضریب کے ذریعہ تقسیم شدہ ایک حاصلات کے استعمال شدہ شرح کے برابر ہے۔

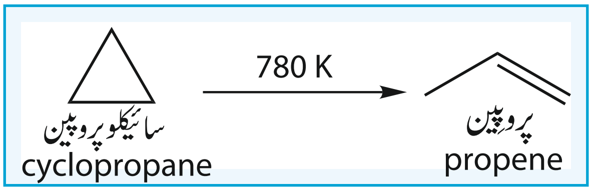
$$xA + yB \longrightarrow lC + mD$$

$$\text{Rate} = \frac{-1}{x}\frac{d[A]}{dt} = \frac{-1}{y}\frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{l}\frac{d[C]}{dt} = \frac{1}{m}\frac{d[D]}{dt}$$

## 7.12۔ اوسط اور فوری شرح

**(Average and Instantaneous rate)**

سائیکلو پروپین Cyclopropane کی ہم ترکیبیت (Isomerisation) کو مدنظر رکھتے ہوئے اوسط اور فوری شرح کو سمجھیں گے۔




حرکیات کا مندرجۂ بالا تعامل سائیکلو پروپین کے ارتکاز کو با قاعدہ وقفوں اور مشاہدے پر پیمائش کو ظاہر کرتا ہے۔جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے۔(جدول:7.1)

**جدول 7.1 980K پر مختلف وقتوں میں سائیکلو پروپین کا ارتکاز اس کے ہم ترکیبی جسم (isomerisation) کے دوران مختلف وقتوں میں دیا گیا ہے۔**

| وقت (منٹ) | سائیکلوپروپین ($mol\ L^{-1}$) |
|---|---|
| 0 | 2.00 |
| 5 | 1.67 |
| 10 | 1.40 |
| 15 | 1.17 |
| 20 | 0.98 |
| 25 | 0.82 |
| 30 | 0.69 |

$$\text{تعامل کی شرح} = \frac{-\Delta(\text{سائیکلوپروپین})}{\Delta t}$$

$$\text{پورے 30 منٹ میں شرح} = \frac{-(0.69-2)\ molL^{-1}}{(30-0)\ min}$$

$$= \frac{1.31}{30} = 4.36 \times 10^{-2}\ molL^{-1}min^{-1}$$

اس کا مطلب یہ ہوا کہ تعامل کے پہلے 30 منٹوں کے دوران، ہر منٹ میں $4.36\times10^{-2}\ mol\ L^{-1}$ اوسط میں متعاملات (سائیکلوپروپین) کا ارتکاز گھٹتا ہے۔

آیئے ایک ابتدائی اور آخری مرحلہ کے لئے اوسط شرح مختصر عرصہ میں محسوب کریں گے۔

$$\text{ابتدائی مرحلہ (شرح)} = \frac{-(1.4-2)}{(10-0)}$$

$$= \frac{0.6}{10} = 6 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}\ min^{-1}$$

$$\text{شرح (آخری مرحلہ)} = \frac{-(0.69-0.98)}{(30-20)}$$

$$= \frac{0.29}{10} = 2.9 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}min^{-1}$$

مذکورہ بالا محاسبات سے ہمیں یہ معلوم ہوتا ہے کہ تعامل کے آگے بڑھنے سے وقت کے ساتھ شرح بھی کم ہوتی جاتی ہے۔

تعامل کی شرح کا اندازہ لگانے کے لئے کسی بھی وقفہ پر اوسط شرح کا استعمال نہیں کیا جاسکتا ہے۔تعامل کے دوران کسی خاص وقت پر تعامل کی شرح کو فوری شرح (Instantaneous rate) کہا جاتا ہے۔ہم جب مختصر ترین مدت کا انتخاب کرتے ہیں تو ہم فوری شرح کے قریب پہنچ جاتے ہیں۔

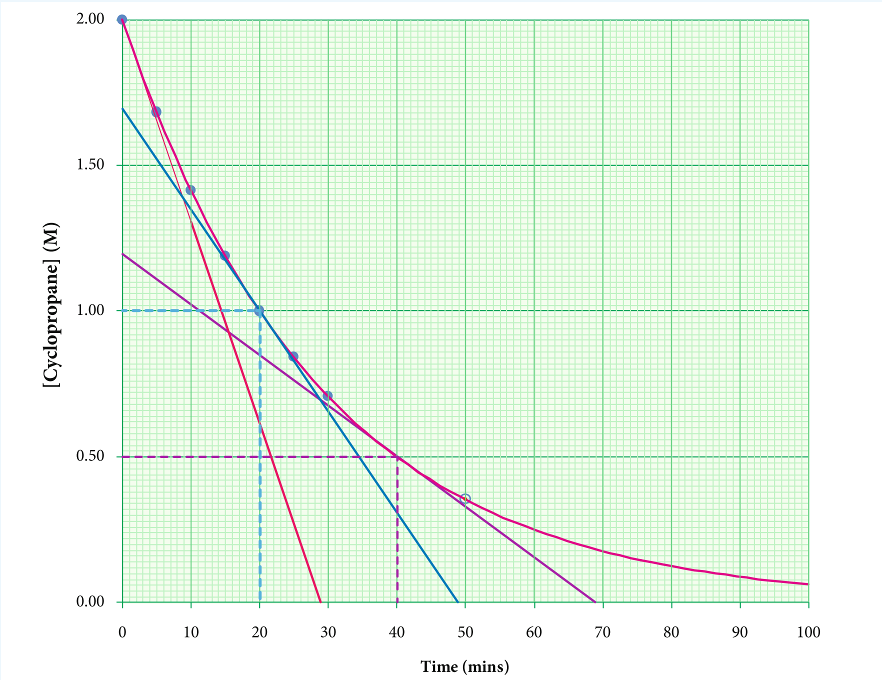
As $\Delta t \rightarrow 0$;

$$\frac{-\Delta[\text{cyclopropane}]}{\Delta t} = \frac{-d[\text{cyclopropane}]}{dt}$$

(سائیکلوپروپین) (سائیکلوپروپین)

[سائیکلوپروپین] بمقابلہ (وقت) کو مرتسم کرنے پر ایک منحنی خط دیتا ہے، جسے 7.2 خاکہ میں بتایا گیا ہے۔کسی مخصوص وقفہ 't' پر فوری شرح سائیکلوپروپین $\frac{-d[\text{cyclopropane}]}{dt}$ اس لمحے میں منحنی خطوط پر کھینچی جانے والی کسی مماس کے ڈھلوان کا حساب لگاتے ہوئے حاصل کی جاتی ہے۔

عام طور پر متعاملات کے اختلاط کے ایک لمحے میں فوری تعامل کی شرح منحنی خطوط کی طرف کھینچی جانے والی تماس کا ڈھلوان $(t = 0)$ محسوب کیا جاتا ہے۔ اس طریقہ سے محسوب کی گئی شرح کو **تعامل کی ابتدائی شرح** کہتے ہیں۔




خاکہ 7.2۔ وقت بمقابلہ سائیکلو پروپین کا ارتکاز کی ترسیم

آیئے ہم سائیکلو پروپین کی ہم ترکیبیت کا مختلف ارتکاز پر 2M، 1M، 0.5M پر خاکہ 7.2 میں بتائے گئے ترسیم کی مدد سے محسوب کریں گے۔ حاصل ہونے والے نتائج کی جدول بندی نیچے دی گئی ہے۔

| [cyclopropane] $mol\ L^{-1}$ | Rate $mol\ L^{-1}min^{-1}$ |
|---|---|
| 2 | $6.92 \times 10^{-2}$ |
| 1 | $3.46 \times 10^{-2}$ |
| 0.5 | $1.73 \times 10^{-2}$ |

جدول 7.2 ہم ترکیبیت کی شرح

## 7.3۔ شرح کا کلیہ اور شرح کا مستقلہ
## (Rate law and rate Constant)

ہم نے ابھی یہ سیکھا ہے کہ تعامل کی شرح متعاملات کے ارتکاز پر منحصر ہوتی ہے۔ آیئے اب ہم یہ سمجھیں گے کہ مندرجۂ ذیل عام مساوات پر غور کرکے تعامل کی شرح کا ارتکاز کے ساتھ کس طرح کا تعلق ہے۔

$$xA + yB \longrightarrow \text{products}$$

مندرجۂ بالا تعامل کے لئے شرح کلیہ کو عام طور پر یوں ظاہر کیا جاسکتا ہے

شرح $= k\,[A]^m[B]^n$

یہاں k تناسبیت کا مستقلہ ہے، جسے شرح کا مستقلہ کہا جاتا ہے۔ m اور n کی قیمت بالترتیب A اور B کے سلسلے میں تعامل کے ترتیب کی نمائندگی کرتا ہے۔ تعامل کی کل مجموعی ترتیب کو (m+n) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ شرح کے کلیہ میں قوت نما (exponent) کی قیمت (m اور n) کو تجربے کے ذریعہ تعین کرنا چاہیے۔ کیمیائی مقادیر پیمائش (Stoichiometry) سے نتیجہ حاصل نہیں کرسکتے۔ مثال کے طور پر سائیکلو پروپین کی ہم ترکیبیت پر غور کریں، جس کا پہلے ہی تذکرہ کرچکے ہیں۔

جدول 7.2 میں دکھائے گئے نتیجہ سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ اگر سائیکلو پروپین کے ارتکاز کو آدھا کردیا جائے، تو شرح بھی کم ہوکر نصف ہوجائے گی۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ شرح پہلی قوت تک اٹھائے جانے والے (سائیکلوپروپین) پر منحصر ہے۔

یعنی شرح = K (سائیکلوپروپین)

⇒ شرح / [سائیکلوپروپین] = k

## جدول 7.3۔ ہم ترکیبیت کے لئے مستقلہ
**(Rate Constant for isomerisation)**

| شرح Rate mol $L^{-1}min^{-1}$ | سائیکلوپروپین [cyclopropane] mol $L^{-1}$ | $k = \frac{\text{Rate}}{[\text{cyclopropane}]}$ شرح / سائیکلوپروپین |
|---|---|---|
| $6.92 \times 10^{-2}$ | 2 | $3.46 \times 10^{-2}$ |
| $3.46 \times 10^{-2}$ | 1 | $3.46 \times 10^{-2}$ |
| $1.73 \times 10^{-2}$ | 0.5 | $3.46 \times 10^{-2}$ |

تجربات کے سلسلے کی کارروائیاں ایک عاملات کے ارتکاز کو مستقل رکھ کر اور دوسرے عاملات کے ارتکاز کو تبدیل کر کے کی جاتی ہے۔

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

| تجربہ Experiment | [NO] X $10^{-2}$ (mol $L^{-1}$) | $[O_2]$ X $10^{-2}$ (mol $L^{-1}$) | Initial rate x $10^{-2}$ (mol $L^{-1}min^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1.3 | 1.1 | 19.26 |
| 2 | 1.3 | 2.2 | 38.40 |
| 3 | 2.6 | 1.1 | 76.80 |

$$\text{شرح} = k\,[NO]^m[O_2]^n$$

تجربہ (1) کے لئے شرح کا کلیہ اس طرح ہے۔

$$\text{شرح}_1 = k\,[NO]^m[O_2]^n$$

$$19.26\ X10^{-2} = k\,[1.3]^m[1.1]^n \quad ...(1)$$

اسی طرح تجربہ 2 کے لئے

$$\text{شرح}_2 = k\,[NO]^m[O_2]^n$$

$$38.40\ X10^{-2} = k\,[1.3]^m[2.2]^n \quad ...(2)$$

تجربہ 3 کے لئے

$$\text{شرح}_3 = k\,[NO]^m[O_2]^n$$

$$76.8 \times 10^{-2} = k\,[2.6]^m[1.1]^n \quad ...(3)$$

$$\frac{(2)}{(1)} \Rightarrow \frac{38.40 \text{ x } 10^{-2}}{19.26 \text{ x } 10^{-2}} = \frac{k\,[1.3]^m[2.2]^n}{k\,[1.3]^m[1.1]^n}$$

$$2 = \left(\frac{2.2}{1.1}\right)^n$$

$2=2^n$ i.e., $n=1$

لہذا آکسیجن کے لحاظ سے پہلے درجہ کا تعامل **(First Order)** اس طرح ہے۔ $O_2$

$$\frac{(3)}{(1)} \Rightarrow \frac{76.8 \text{ x } 10^{-2}}{19.26 \text{ x } 10^{-2}} = \frac{k\,[2.6]^m[1.1]^n}{k\,[1.3]^m[1.1]^n}$$

$$4 = \left(\frac{2.6}{13}\right)^m$$

$4=2^m$ i.e., $m=2$

لہذا NO کے لحاظ سے دوسرے درجہ کا تعامل **(Second Order)** اس طرح ہے۔

شرح کا کلیہ اس طرح ہے۔

$$\text{شرح}_1 = k\,[NO]^2[O_2]^1$$

تعامل کی مجموعی ترتیب اس طرح ہے = (2+1)=3

### تعامل کی شرح اور شرح کا مستقلہ کے درمیان موازنہ

| s.no | تعامل کی شرح Rate of a reaction | تعامل کی شرح کا مستقلہ Rate constant of a reaction |
|---|---|---|
| 1 | یہ رفتار کی نمائندگی کرتا ہے جس میں کسی بھی وقت متعاملات، حاصلات میں تبدیل ہو سکتے ہیں | یہ تناسبیت کا مستقلہ ہے۔ |

| s.no | تعامل کی شرح | تعامل کی شرح کا مستقلہ |
|---|---|---|
| 2 | تعامل کی شرح کے مساوی ہے، جب ہر ایک عاملات کا ارتکاز (Unity) اکائی ہے۔ | متعاملات کے ارتکاز میں گھٹوتی یا حاصلات کے ارتکاز میں اضافے سے اس کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔ |
| 3 | متعاملات کے ابتدائی ارتکاز پر منحصر نہیں ہے۔ | متعاملات کے ابتدائی ارتکاز پر منحصر ہے۔ |

## 7.4۔ سالمیت (Molecularity)

حرکیات نہ صرف تعامل کی شرح کی پیمائش کرتا ہے، بلکہ یہ مناسب تعامل کے میکانزم کی تجویز کرتا ہے۔تعامل کے میکانزم میں ہر ایک مرحلہ کو ابتدائی تعامل (elementary reaction) کہا جاتا ہے۔

ابتدائی مرحلہ کی تصویر کشی اس کی سا لمیت سے کی جاتی ہے۔

ابتدائی مرحلہ میں مشتمل جملہ تعداد کے عاملات کی نوعیت کو اسی مخصوص مرحلے کی سا لمیت کہا جاتا ہے ۔ آیئے ہم گیارھویں جماعت میں پڑھے گئے (t-Butyl Bromide) کی آب پاشیدگی کا اعادہ کریں گے۔ لہذا شرح کی تعین کا ابتدائی مرحلہ t-بیوٹیل برومائڈ پر مشتمل ہوتا ہے۔اس تعامل کو ایک سالماتی

نیوکلیوفیلک تبادلہ تعامل ($SN^1$)

(Unimolecular Nucleophilic Substitution reaction)

آیئے ہم $I^-$ کی تماسی عامل انگیزی میں ہائیڈروجن پر آکسائیڈ کی تحلیلی تعامل کو مدنظر رکھتے ہوئے ابتدائی تعامل کو سمجھیں گے۔

$$H_2O_2\,(aq) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2$$ (گیس)

تجربہ سے معلوم ہوا کہ H2O2 اور $I^-$ دونوں کے لحاظ سے یہ تعامل پہلے درجہ (First Order) کا ہے۔جو یہ ظاہر کرتا ہے کہ تعامل میں $I^-$ بھی مشتمل ہے۔مندرجۂ ذیل مرحلے پر یہ میکانزم مشتمل ہے۔

مرحلہ 1 :

$$H_2O_2(aq) + I^-(aq) \longrightarrow H_2O(l) + OI^-(aq)$$

مرحلہ 2 :

$$H_2O_2(aq) + OI^-(aq) \rightarrow H_2O(l) + I^-(aq) + O_2(g$$

مجموعی تعامل اس طرح ہے

(گیس)

$$2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$

یہ دونوں تعاملات ابتدائی تعاملات ہیں۔مساوات (1) اور (2) مجموعی تعاملات دیتا ہے۔مرحلہ 1 شرح تعین مرحلہ ہے۔لہذا H2O2 اور $I^-$ دونوں پر مشتمل ہے۔مجموعی تعامل دو سالماتی ہے۔

### درجہ (order) اور سالمیت کے درمیان موازنہ

| s.no | تعامل کا درجہ Order of a reaction | تعامل کی سالمیت Molecularity of a reaction |
|---|---|---|
| 1 | یہ تجرباتی طور پر طے شدہ شرح کے کلیہ میں مشتمل ارتکاز کے رقم کا حاصل جمع ہے۔ | ابتدائی مرحلے میں مشتمل حاصلات کے نوعیت کی طاقت کا مجموعہ ہے۔ |
| 2 | یہ صفر (Zero) یا کسر (Fractional) یا سالم عدد (integer) ہوسکتا ہے۔ | یہ ہمیشہ صحیح عدد (Whole Number) ہے ،صفر یا کسری عدد نہیں ہوسکتا۔ |
| 3 | یہ مجموعی تعامل کے لئے تفویض / مقرر کیا گیا ہے۔ | ہر ابتدائی مرحلے کے میکانزم عمل کے لئے تفویض رمقرر کیا گیا ہے۔ |

## مثال 1-

نائٹرک آکسائیڈ کی تکسید (oxidation) سے NO2 بننے پر غور کیجئے۔

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

(a) NO، O2 اور NO2 کے ارتکاز میں تبدیلی کے لحاظ سے تعامل کی شرح کا اظہار کریں۔

(b) کسی مخصوص وقفہ پر جب آکسیجن [O2]، $0.2\ mol\ L^{-1}s^{-1}$ کی شرح سے کم ہو رہا ہے تو [NO2] کس شرح سے بڑھ رہا ہے؟

حل:

$$a)\ Rate = \frac{-1}{2}\frac{d[NO]}{dt} = \frac{-d[O_2]}{dt} = \frac{1}{2}\frac{d[NO_2]}{dt}$$

$$b)\ \frac{-d[O_2]}{dt} = \frac{1}{2}\frac{d[NO_2]}{dt}$$

$$\frac{d[NO_2]}{dt} = 2x\left(\frac{-d[O_2]}{dt}\right) = 2\ x 0.2\ mol\ L^{-1}s^{-1}$$

$$= 0.4\ mol\ L^{-1}s^{-1}$$

## خود جانچیے - 1

1۔ مندرجۂ ذیل تعامل کو ابتدائی تعامل فرض کرتے ہوئے شرح کا اظہار لکھئے۔

i) $3A + 5B_2 \longrightarrow 4CD$

ii) $X_2 + Y_2 \longrightarrow 2XY$

2۔ N2O5(g) کی تحلیل سے (گیس) NO2 اور O2 بننے پر غور کیجئے۔ ایک مخصوص وقفہ پر N2O5(g)، $2.5\times10^{-2}\ mol\ dm^{-3}s^{-1}$ کی شرح سے غائب ہو جاتا ہے۔ NO2 اور O2 کس شرح پر بنتے ہیں؟ تعامل کی شرح کیا ہے؟

## مثال 2

1۔ مندرجۂ ذیل تعامل کے لئے مجموعی ترتیب اور ہر متعاملات کے لحاظ سے ترتیب کیا ہے؟

(a). $5Br^-(aq) + BrO_3^-(aq) + 6H^+(aq)$

$$\longrightarrow 3Br_2(l) + 3H_2O(l)$$

تجرباتی شرح کا کلیہ

$$Rate = k[Br^-][BrO_3^-][H^+]^2$$

(b). $CH_3CHO(g) \xrightarrow{\Delta} CH_4(g) + CO(g)$

تجرباتی شرح کا کلیہ

شرح $Rate = k[CH_3CHO]^{\frac{3}{2}}$

حل:

(a) $Br^-$ کے لحاظ سے پہلا درجہ (First Order)، $BrO_3^-$ کے لحاظ سے پہلا درجہ (First Order)، $H^+$ کے لحاظ سے دوسرا درجہ (Second Order)، لہٰذا تعامل کی مجموعی ترتیب مساوی ہے۔

$$1+1+2=4$$

(b) Acetaldehyde کے لحاظ سے تعامل کا درجہ $\frac{3}{2}$ ہے اور مجموعی درجہ بھی $\frac{3}{2}$ ہے۔

## مثال 3

2۔ تعامل، حاصل $\rightarrow x + 2y$ کی شرح $4\times10^{-3}\ mol\ L^{-1}s^{-1}$ ہے۔ اگر $[x]=[y]=0.2\ M$ اور 400K پر شرح کا مستقل $2\times10^{-2}\ s^{-1}$ ہے تو تعامل کا مجموعی درجہ کیا ہے؟

حل:

$$\text{شرح} = k[x]^n[y]^m$$

$$4\ x\ 10^{-3}\ mol\ L^{-1}s^{-1} = 2\ x\ 10^{-2}s^{-1}(0.2mol\ L^{-1})^n(0.2mol\ L^{-1})^m$$

$$\frac{4\ x\ 10^{-3}\ mol\ L^{-1}s^{-1}}{2\ x\ 10^{-2}s^{-1}} = (0.2)^{n+m}\left(mol\ L^{-1}\right)^{n+m}$$

$$0.2\left(mol\ L^{-1}\right) = (0.2)^{n+m}\left(mol\ L^{-1}\right)^{n+m}$$

دونوں جانب قوتوں کا موازنہ کرنے پر

تعامل کا مجموعی درجہ $n+m=1$

## خود جانچیے۔2

(1) تعامل، حاصل $\rightarrow x + y$ کے لئے، [x] کو چوگنا کرنے پر شرح میں 8 کا اضافہ ہوتا ہے۔ [x] اور d[y] دونوں کو چوگنا کرنے پر شرح میں 16 کا اضافہ ہوتا ہے۔

x اور y کے لحاظ سے تعامل کی ترتیب محسوب کیجیے۔ تعامل کی مجموعی ترتیب کیا ہے؟

(2) مندرجۂ ذیل تعامل میں دیے گئے معطیات (data) کو استعمال کر کے انفرادی اور مجموعی درجہ محسوب کیجیے۔

$$2NO(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NOCl(g)$$

| تجرباتی عدد Experiment number | ابتدائی ارتکاز Initial concentration | | ابتدائی شرح Initial rate |
|---|---|---|---|
| | NO | $Cl_2$ | NOCl mol $L^{-1}s^{-1}$ |
| 1 | 0.1 | 0.1 | $7.8 \times 10^{-5}$ |
| 2 | 0.2 | 0.1 | $3.12 \times 10^{-4}$ |
| 3 | 0.2 | 0.3 | $9.36 \times 10^{-4}$ |

## 7.5۔ مربوط شرح مساوات:

**(The Integrated rate equation)**

ہم نے ابھی سیکھا ہے کہ متعاملات کے ارتکاز میں تبدیلی کی شرح براہ راست متعاملات کے ارتکاز کی شرح کے تناسب میں ہے۔

ایک عام تعامل کے لئے

$$A \longrightarrow \text{حاصل}$$

شرح کا کلیہ اس طرح ہے

$$\text{شرح} = \frac{-d[A]}{dt} = k\,[A]^x$$

یہاں k شرح کا مستقل اور x تعامل کا درجہ (order) ہے۔

مذکورہ بالا مساوات تفرقی مساوات $\frac{-d[A]}{dt}$ ہے۔ اس لئے یہ کسی بھی وقفہ میں شرح دیتا ہے۔ البتہ مذکورہ بالا اظہار کا استعمال کر کے ہم سوال کا جواب نہیں دے سکتے جیسے تعامل میں استعمال ہونے والے A کا مخصوص ارتکاز میں کتنا وقت لگے گا؟ وقت 't' کے بعد متعامل کا ارتکاز کیا ہوگا؟

ایسے سوالات کے جوابات کے لئے ہمیں مذکورہ بالا شرح کے کلیہ کی مربوط حالت کی ضرورت ہے، جس میں وقت، متغیر کی طرح ہوتا ہے۔

### 7.5.1۔ پہلے درجہ کے تعامل کے لئے مربوط کلیہ شرح:

**(Integrated rate law for a first order reaction)**

ایک ایسا تعامل جس کی شرح پہلی طاقت تک بڑھنے والی متعاملات کے ارتکاز پر منحصر ہوتی ہے۔ اسے پہلے درجہ کا تعامل (First order reaction) کہا جاتا ہے۔

$$A \longrightarrow \text{حاصل}$$

شرح کے کلیہ کا اظہار یوں کیا جاسکتا ہے۔

$$\text{شرح} = k\,[A]^1$$

یہاں k پہلے درجہ (First order) کی شرح کا مستقل ہے۔

$$\frac{-d[A]}{dt} = k\,[A]^1$$

$$\Rightarrow \frac{-d[A]}{[A]} = k\,dt \qquad ...(1)$$

مندرجۂ بالا مساوات کو وقت کی حد $t = 0$ اور وقت مساوی ہے t کے، ان درمیان انٹگریٹ (Integrate) کریں۔ جب کہ ارتکاز ابتدائی ارتکاز [A0] سے [A] تک مختلف ہوتا ہے۔

$$\int_{[A_0]}^{[A]} \frac{-d[A]}{[A]} = k\int_0^t dt$$

$$\left(-\ln[A]\right)_{[A_0]}^{[A]} = k\left(t\right)_0^t$$

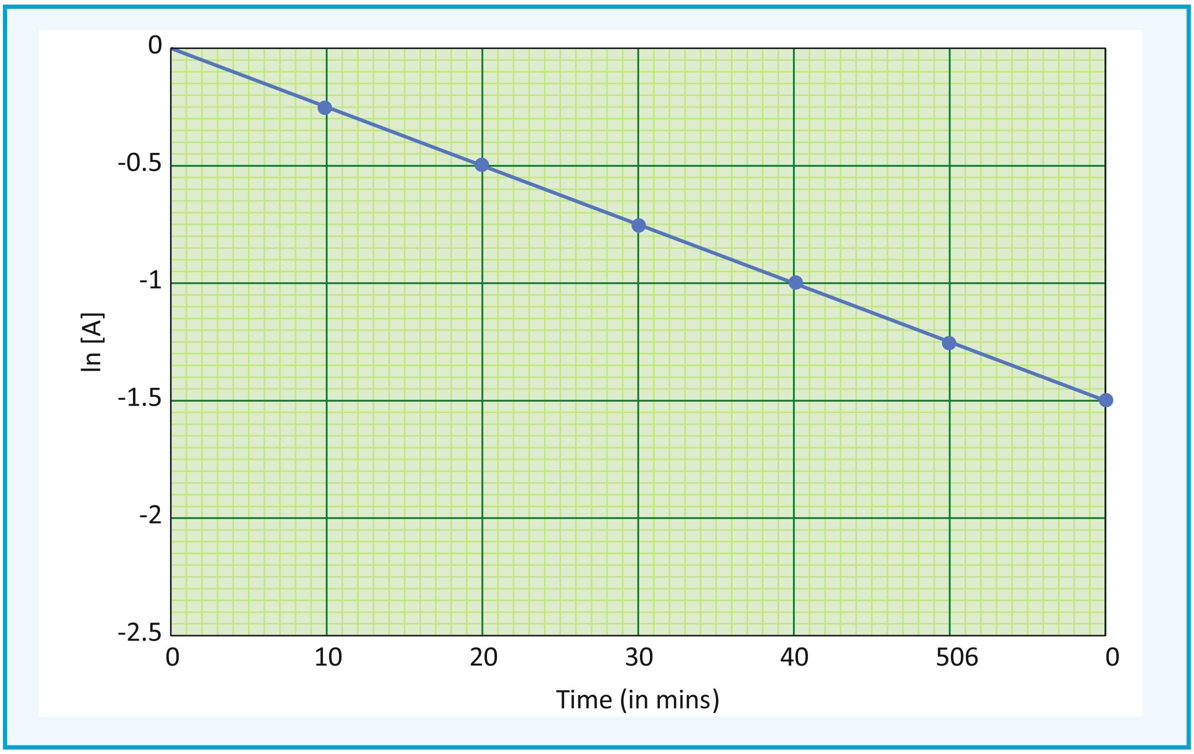
$$-\ln[A] - \left(-\ln[A_0]\right) = k\,(t-0)$$

$$-\ln[A] + \ln[A_0] = kt$$

$$\ln\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right) = kt \qquad ...(2)$$

یہ مساوات طبیعی لوگارتمی (natural logarithm) ہے۔ قاعدہ 10 کے معمولی لوگارتم میں تبدیل کرنے کے لئے ہمیں رقم کو 2.303 سے ضرب کرنا ہے۔

$$2.303\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right) = kt$$




خاکہ 7.3 پہلے درجہ کے تعامل، حاصل $A \longrightarrow$ کے لئے ln[A] Vs t کی ترسیم،
$k=2.5\times10^{-2}\ min^{-1}$ اور $[A]=1.00\ M$ کا ابتدائی ارتکاز

$$k = \frac{2.303}{t}\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right) \text{ ----- (3)}$$

مساوات(2) ذیل کی شکل $y=mx+c$ میں لکھی جاسکتی ہے۔

$$\ln[A_0]-\ln[A]= kt$$

$$\ln[A]= \ln[A_0]-kt$$

$$\Rightarrow y = c + mx$$

اگر ہم باقاعدہ وقت کے وقفے پر متعاملات کے ارتکاز کی پیائش کرکے تعامل کی پیروی کرتے ہیں، 't' کے خلاف ln[A] کی ترسیم منفی میلان کے ساتھ ایک خطِ مستقیم دیتی ہے۔ اس سے شرح کا مستقل محسوب کیا جاتا ہے۔

پہلے درجہ کے تعامل ( First order reaction) کے لئے مثالیں :

(i) ڈائی نائٹروجن پنٹا آکسائیڈ کی تحلیل

$$N_2O_5(g) \longrightarrow 2NO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

(ii) سلفیوریل کلورائیڈ کی تحلیل

$$SO_2Cl_2(l) \longrightarrow SO_2(g) + Cl_2(g)$$

(iii) آبی محلول میں H2O2 کی تحلیل $H_2O_2(aq) \longrightarrow H_2O(l) + \frac{1}{2}O_2(g)$

(iv) سائیکلو پروپین سے پروپین کی ہم ترکیبیت

## کاذب پہلے درجہ کا تعامل: (Pseudo First Order reaction)

اعلیٰ درجہ کے تعامل کا حرکی مطالعہ کرنا مشکل ہے۔ مثال کے طور پر دومختلف متعاملات والے دودرجی تعامل (Second order reaction) کے مطالعہ میں بیک وقت دونوں متعاملات کے ارتکاز میں تبدیلی کی پیائش کرنا بہت مشکل ہے۔اس طرح کی مشکلات پر قابو پانے کے لئے ایک متعامل کو زیادہ مقدار میں لے کر دوسرے درجہ کے تعامل کو پہلی تعامل میں بدلا یا جاسکتا ہے۔ایسے تعامل کو کاذب پہلے درجہ کا تعامل (Pseudo First Order reaction) کہا جاتا ہے۔آیئے (ایسٹر) Ester کے ترشہ آب پاشیدگی پر غور کریں گے۔

$$CH_3COOCH_3\ (aq) + H_2O\ (l) \xrightarrow{H^+} CH_3COOH\ (aq) + CH_3OH\ (aq)$$

$$\text{شرح} = k\ [CH_3COOCH_3]\ [H_2O]$$

اگر تعامل پانی کی زائد مقدار کے ساتھ عمل پذیر ہوتا ہے۔آب پاشیدگی کے دوران پانی کے ارتکاز میں کوئی خاص تبدیلی نہیں ہوتی، یعنی پانی کا ارتکاز تقریباً مستقل رہتا ہے۔

اب ہم $k[H_2O] = k^1$ کی وضاحت کرسکتے ہیں۔ لہٰذا مذکورہ بالا شرح مساوات اس طرح بن سکتی ہے۔

$$\text{شرح} = k'\ [CH_3COOCH_3]$$

لہٰذا یہ پہلی درجہ والی حرکیات First order Kinetics کی پیروی کرتا ہے۔

### 7.5.2۔ صفر درجہ والے تعامل کے لئے مربوط شرح کا کلیہ (Integrated rate law for a zero order reaction)

وہ تعامل جس میں شرح، وسیع ارتکاز پر، متعاملات کے ارتکاز پر منحصر نہیں ہوتا، ایسا تعامل صفر درجہ والا تعامل (Zero Order reaction) کہلاتا ہے۔ ایسے تعاملات کبھی کبھار واقع ہوتے ہیں۔ آیئے مندرجۂ ذیل قیاسی صفر درجہ والے تعامل پر غور کریں گے۔

$$A \longrightarrow \text{حاصل}$$

شرح کے کلیہ کو یوں لکھ سکتے ہیں۔

$$\text{شرح} = k\,[A]^0$$

$$\frac{-d[A]}{dt} = k\,(1) \qquad (\because [A]^0 = 1)$$

$$\Rightarrow\ -d\ [A] = k\ dt$$

مندرجۂ بالا مساوات کو صفر وقت پر [A0] اور [A] کے حدود کے درمیان اور بعد میں کچھ وقت t کے سات انٹگریٹ کریں۔

$$-\int_{[A_0]}^{[A]} d[A] = k\int_0^t dt$$

$$-\left([A]\right)_{[A_0]}^{[A]} = k\,(t)_0^t$$

$$[A_0] - [A] = kt$$

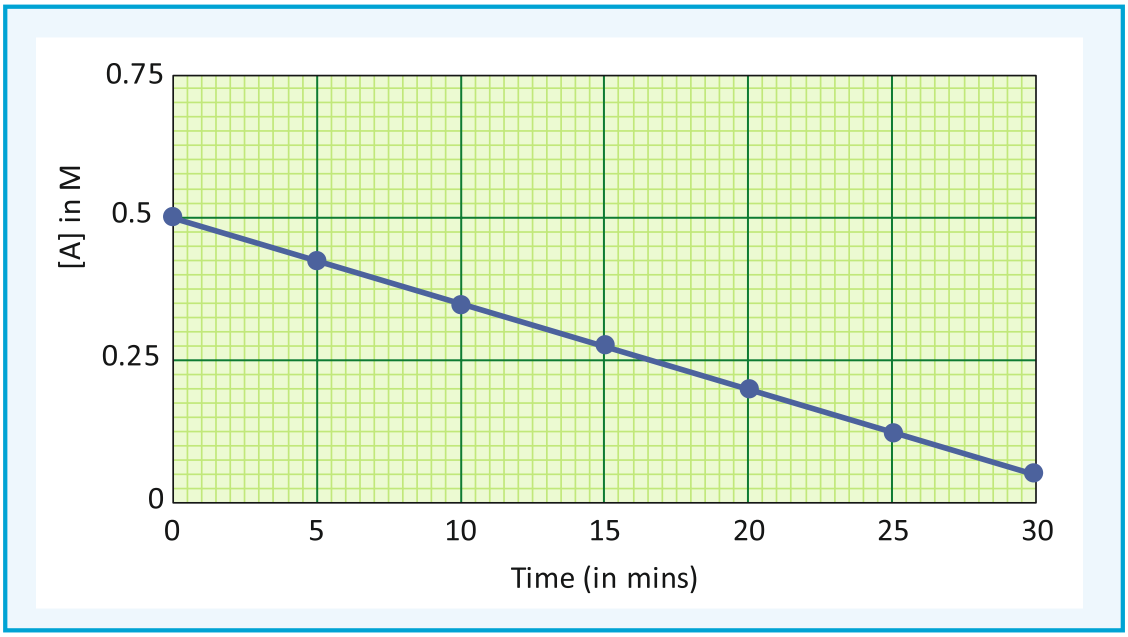
$$k = \frac{[A_0] - [A]}{t}$$

مساوات (2) خط مستقیم کی مساوات $y = mx + c$ کی شکل میں ہے۔

$$\text{یعنی Ie., } [A] = -kt + [A_0]$$

$$\Rightarrow y = c + mx$$

وقت بمقابلہ [A] کو مرتسم کرنے پر خط مستقیم حاصل ہوتی ہے، جس کا میلان k- اور y مقطوعہ [A0] ہے۔




خاکہ 7.4 صفر درجہ کے تعامل، حاصل $\longrightarrow$ A کے لئے ترسیم، [A]=0.5 M اور $k=1.5\times10^{-2}\ min^{-1}$ کا ابتدائی ارتکاز

### صفر درجہ کے تعامل کے لئے مثالیں :

(1) H2 اور I2 کے درمیان شعاعی کیمیائی تعامل

$$H_2(g)+Cl_2(g)\xrightarrow{h\nu}2HCl(g)$$

(2) گرم پلاٹینم سطح پر N2O کی تحلیل

$$N_2O(g) \rightleftharpoons N_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)$$

(3) تیزابی واسطہ میں اسیٹون کی ایوڈین کاری ایوڈین کے لحاظ سے درجہ صفر ہے۔

$$CH_3COCH_3 + I_2 \xrightarrow{H^+} ICH_2COCH_3 + HI$$

شرح $= k\,[CH_3COCH_3]\,[H^+]$

ایک متعامل [A] پر مشتمل n ویں درجہ کے تعامل کے لئے عام شرح کی مساوات حاصلات $\longrightarrow$ A

شرح کا کلیہ $\dfrac{-d[A]}{dt}=k[A]^n$

ایسی صورت حال پر غور کریں جس میں $n\neq1$ ہے۔

$t=t$ اور $t=o$ پر [A0] اور [A] کے درمیان مندرجۂ بالا مساوات کو Integrate کرنے پر حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{1}{[A]^{n-1}}-\frac{1}{[A_0]^{n-1}}=(n-1)kt$$

## 7.6۔ تعامل کی نصف حیاتی مدت:

**(Half life Period of a reaction)**

تعامل کی نصف حیاتی مدت کی تعریف یوں کی جاسکتی ہے کہ حاصلات کے ارتکاز کو اپنی ابتدائی قیمت کے نصف تک پہنچنے کے لئے درکار وقت، پہلے درجہ کے تعامل (First oder reaction) کے لئے درکار وقت، پہلے درجہ کے تعامل (First order reaction) کے لئے نصف حیاتی مدت مستقل ہے، جیسے یہ ابتدائی ارتکاز پر منحصر نہیں ہوتا۔

پہلے درجہ کے تعامل کے لئے شرح مستقل اس طرح دیا گیا ہے

$$k=\frac{2.303}{t}\log\frac{[A_0]}{[A]}$$

$$\text{at } t=t_{1/2};\ [A]=[A_0]/2$$

$$k=\frac{2.303}{t_{1/2}}\log\frac{[A_0]}{[A_0]/2}$$

$$k=\frac{2.303}{t_{1/2}}\log 2$$

$$k=\frac{2.303\text{x}0.3010}{t_{1/2}}=\frac{0.6932}{t_{1/2}}$$

$$t_{1/2}=\frac{0.6932}{k}$$

آیئے صفر درجہ کے تعامل کے لئے نصف حیاتی مدت کا حساب لگائیں۔

$$k = \frac{[A_0]-[A]}{t}$$ شرح کا مستقل

$$\text{at } t = t_{1/2} \; ; \; [A] = [A_0]/2$$

$$k = \frac{[A_0] - [A_0]/2}{t_{1/2}}$$

$$k = \frac{[A_0]}{2t_{1/2}}$$

$$t_{1/2} = \frac{[A_0]}{2k}$$

لہٰذا پہلے درجہ کے تعامل (First order reaction) کی نصف مدت کے برعکس، صفر درجہ کے تعامل کی نصف مدت حیات، متعاملات کے ابتدائی ارتکاز کے راست تناسب میں ہے۔

**مزید جانکاری کے لئے**

$n \neq 1$ اور A متعاملات پر مشتمل n ویں درجہ کے تعامل کے لئے نصف مدت حیات

$$t_{1/2} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)k\,[A_0]^{n-1}}$$

## مثال 4

(i) پہلے درجہ کے تعامل کو 90% تکمیل پانے کے لئے 8 گھنٹے لگتے ہیں۔ 80% تکمیل پانے کے لئے درکار وقت محسوب کیجئے۔

(log 5 = 0.6989 ; log10 = 1)

**حل :**

پہلے درجہ کے تعامل کے لئے

$$k = \frac{2.303}{t}\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right) \quad ....(1)$$

فرض کریں کہ $[A_0] = 100M$

جب

$t = t_{90\%}$ ; $[A]=10M$ (given that $t_{90\%}$ =8hours)

$t = t_{80\%}$ ; $[A]=20M$

$$k = \frac{2.303}{t_{80\%}}\log\left(\frac{100}{20}\right)$$

$$t_{80\%} = \frac{2.303}{k}\log(5) \quad ——(2)$$

دیئے گئے معطیات کا استعمال کرکے k کی قیمت محسوب کیجئے

$$k = \frac{2.303}{t_{90\%}}\log\left(\frac{100}{10}\right)$$

$$k = \frac{2.303}{8 \text{ hours}}\log 10$$

$$k = \frac{2.303}{8 \text{ hours}}(1)$$

مساوات (2) میں k کی قیمت درج کریں۔

$$t_{80\%} = \frac{2.303}{2.303/8 \text{ hours}}\log(5)$$

$$t_{80\%} = 8\text{hours} \times 0.6989$$

$$t_{80\%} = 5.59\text{hours}$$

## مثال 5

(ii) 500K پر ایک پہلے درجہ کے تعامل، حاصلات ⟶ x کے لئے نصف مدت حیات $6.932\times10^4$ s ہے۔ 500K پر 100 منٹ کے لئے گرم کرنے پر x کا کتنا فیصد تحلیل ہوگا؟

($e^{0.06} = 1.06$)

**حل:**

دیا گیا ہے

حل کرنا ہے: جب t = 100 منٹ ہو

$$\frac{[A_0]-[A]}{[A_0]} \times 100 = ?$$

ہم جانتے ہیں کہ

پہلے درجہ کے تعامل کے لئے $t_{1/2} = \frac{0.6932}{k}$

$$k = \frac{0.6932}{6.932 \times 10^4}$$

$$k = 10^{-5}\,s^{-1}$$

$$k = \left(\frac{1}{t}\right) \ln\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$10^{-5}s^{-1}\ \text{x}\ 100\ \text{x}\ 60\ s = \ln\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$0.06 = \ln\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$\frac{[A_0]}{[A]} = e^{0.06}$$

$$\frac{[A_0]}{[A]} = 1.06$$

$$\therefore\ \frac{[A_0]-[A]}{[A_0]} \times 100\ \%$$

$$= \left(1-\frac{[A]}{[A_0]}\right) \times 100\ \%$$

$$= \left(1-\frac{1}{1.06}\right) \times 100\ \%$$

$$= 5.6\ \%$$

### مثال 6

یہ ظاہر کریں کہ پہلے درجہ کے تعامل کی صورت حال میں 99.9% تکمیل کے لئے درکار وقت کا تقریباً دس گنا تعامل کی نصف تکمیل کے لئے درکار ہے۔

فرض کریں

جب $[A_0] = 100;$

when $t = t_{99.9\%};\ [A] = (100-99.9) = 0.1$

$$k = \frac{2.303}{t}\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$t_{99.9\%} = \frac{2.303}{k}\log\left(\frac{100}{0.1}\right)$$

$$t_{99.9\%} = \frac{2.303}{k}\log 1000$$

$$t_{99.9\%} = \frac{2.303}{k}(3)$$

$$t_{99.9\%} = \frac{6.909}{k}$$

$$t_{99.9\%} \simeq 10\ \text{x}\ \frac{0.69}{k}$$

$$t_{99.9\%} \simeq 10\ t_{1/2}$$

**خود جانچیے:**

(1) پہلے درجہ کے تعامل، $A \longrightarrow$ حاصلات میں دیے گئے نمونہ A کا 60% چالیس منٹ میں تحلیل پاتا ہے۔ تعامل کا نصف حیات کیا ہوگا؟

(2) پہلے درجہ کے تعامل کے لئے شرح کا مستقل $2.3 \times 10^{-4}s^{-1}$ ہے۔ اگر متعاملات کا ابتدائی ارتکاز 0.01M ہو تو 1 گھنٹے کے بعد ارتکاز کیا ہوگا؟

(3) آبی محلول میں اسٹر (ester) کی آب پاشیدگی کا مطالعہ کیا گیا، جس میں سوڈیم ہائڈرآکسائیڈ محلول کے خلاف آزادشدہ کاربوکسلک ترشہ کو Titrate کیا گیا۔ مختلف وقفوں میں اسٹر کے ارتکاز کو نیچے دیا گیا ہے۔

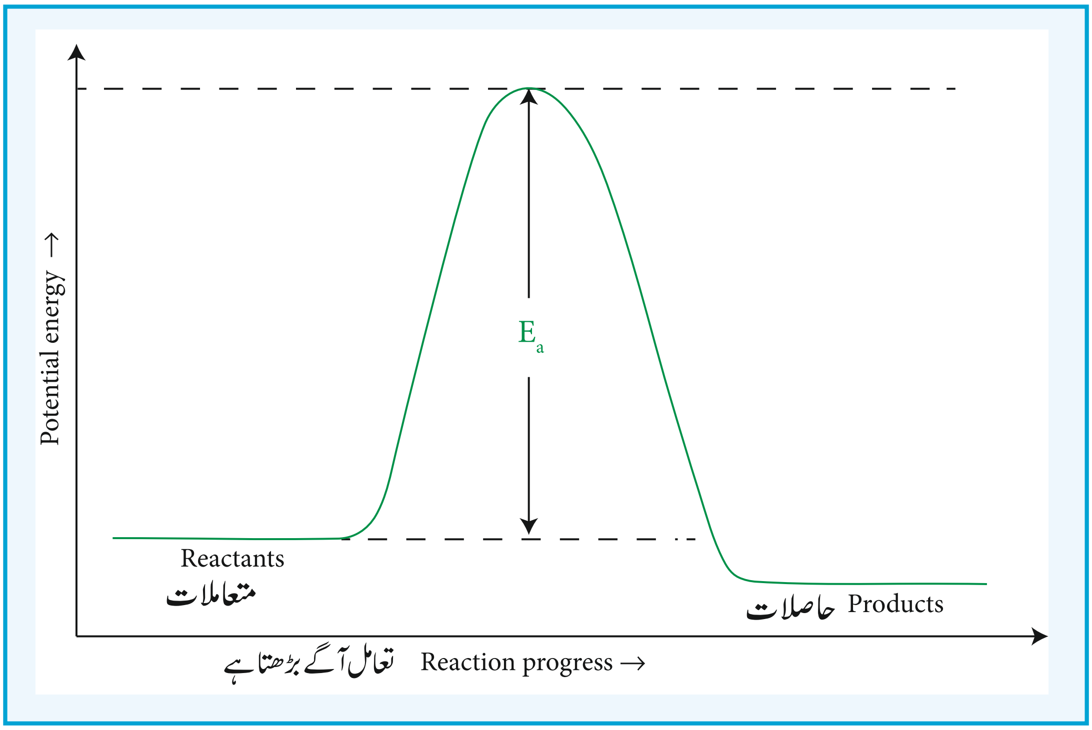
| Time (min) | 0 | 30 | 60 | 90 |
|---|---|---|---|---|
| Ester concentration mol $L^{-1}$ | 0.85 | 0.80 | 0.754 | 0.71 |

اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ تعامل پہلے درجہ کے حرکیات (Kinetics) کی پیروی کرتا ہے۔

## 7.7۔ تصادم کا نظریہ (Collision theory)

تصادم کے نظریہ کو 1916 میں میکس ٹراؤس (Max Trautz) اور 1918 میں ولیم لیوس نے آزادانہ طور پر پیش کیا تھا۔ یہ نظریہ گیسوں کے فعلی نظریہ (Kinetic theory) پر مبنی ہے۔ اس نظریہ کے مطابق متعاملات کے سالموں کے درمیان تصادم کے نتیجہ میں ایک کیمیائی تعامل واقع ہوتا ہے۔ آیئے مندرجۂ ذیل تعامل پر غور کرکے اس نظریہ کو سمجھیں گے۔

$$A_2(g) + B_2(g) \longrightarrow 2AB(g)$$




خاکہ 7.5۔ تعامل کا آگے بڑھنا

اگر ہم $A_2$ اور $B_2$ کے درمیان تعامل کو فرض کریں تو ان کے درمیان تصادم کے ذریعہ تعامل آگے بڑھتا ہے،تب یہ شرح فی سکنڈ میں ہونے والے تصادم کی تعداد کے تناسب میں ہوگی۔

فی سکنڈ میں فی لیٹر میں تصادم کرنے والے سالموں کی تعداد ∝ شرح (تصادم کی شرح)

تصادم کی تعداد $A_2$ اور $B_2$ ، دونوں کے ارتکاز کے راست تناسب میں ہوگی۔

$$\text{تصادم کی شرح} \propto [A_2][B_2]$$

$$\text{تصادم کی شرح} = Z[A_2][B_2]$$

یہاں Z مستقل ہے۔

گیسوں میں تصادم کی شرح گیسوں کے فعلی (متحرک) نظریہ سے محسوب کی جاسکتی ہے ۔ گیسوں کے لئے کمرے کی تپش (298K) اور 1atm دباؤ پر، ہر سالمہ فی سکنڈ میں تقریباً $10^9$ تصادموں سے گذرتا ہے ۔ یعنی $10^{-9}$ سکنڈ میں ایک تصادم۔ لہٰذا اگر ہر تصادم کے نتیجہ میں تعامل ہوتا ہے تو $10^{-9}$ سکنڈ میں تعامل مکمل ہوگا۔حقیقت میں عملی طور پر ایسا نہیں ہوتا۔اس کا مطلب یہ ہے کہ تمام تصادم تعامل پانے کے لئے اثر انداز نہیں ہوتے ہیں۔اس کا مطلب یہ ہے کہ تمام تصادم تعامل پانے کے لئے اثر نداز نہیں ہوتے ہیں ۔ تعامل پانے کے لئے تصادمی سالموں کے پاس کم از کم توانائی ہونا ضروری ہے جسے فعال توانائی (activation energy) کہا جاتا ہے۔

فعال توانائی سے کم توانائی کے ساتھ تصادم پانے والے سالمے برقرار رہیں گے اور کوئی تعامل واقع نہیں ہوگا۔

مؤثر تصادم (f) کی کسر کو مندرجہ ذیل اظہار سے دیا گیا ہے۔

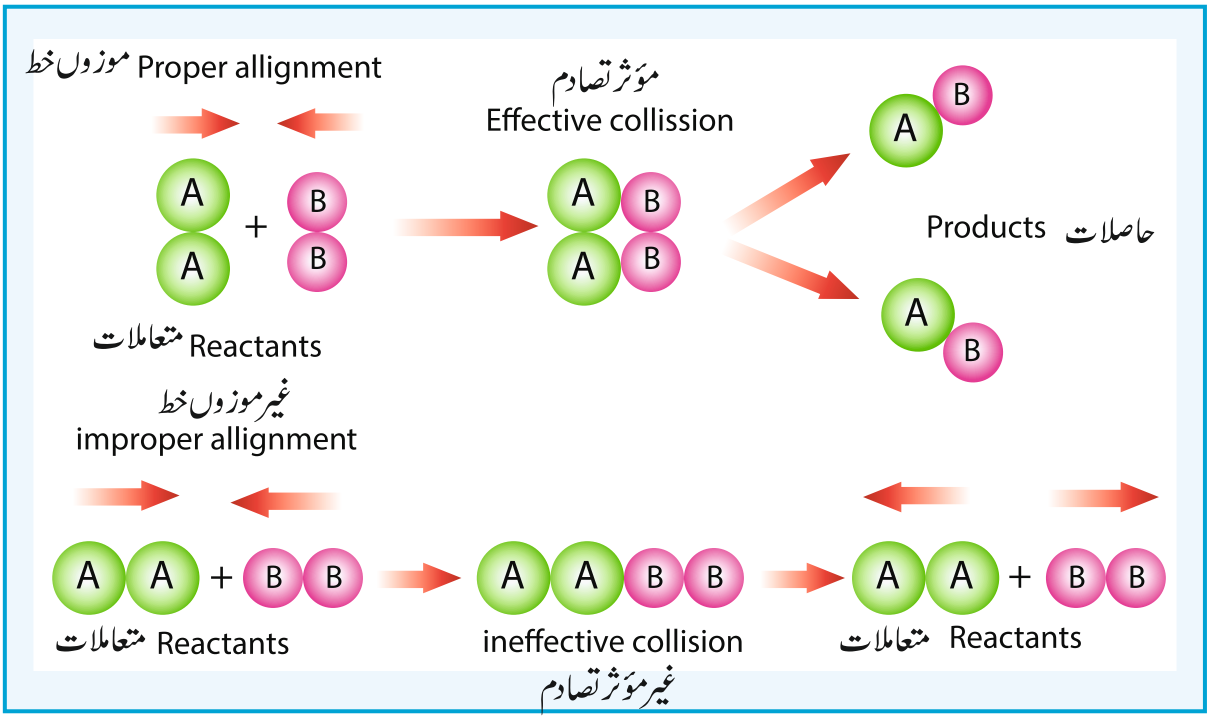
$$f = e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

تصادم کے جز (f) کی قدر کو سمجھنے کے لئے، آیئے ہم 300K پر 100 kJ mol−1 فعال توانائی رکھنے والے تعامل کے تصادم کے عامل (collision factor) کو محسوب کریں گے۔

$$f = e^{-\left(\frac{100\times10^{3}\,\text{J mol}^{-1}}{8.314\text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}\ \times\ 300K}\right)}$$

$$f = e^{-40} \approx 4 \text{ x } 10^{-18}$$

لہٰذا $10^{18}$ تصادموں میں سے صرف 4 تصادم ہی متعاملات کو حاصلات میں تبدیل کرنے کے لئے کافی توانائی بخش ہیں ۔ تصادم کی یہ کسر، تشریقی کسر (Orientation Factor) کی وجہ سے مزید کم ہوجاتی ہے۔یہاں تک کہ اگر متعاملات کافی توانائی




خاکہ 7.6 متعاملات کی تشریق - خاکہ کے ذریعہ وضاحت

سے تصادم پائے۔ وہ تعامل نہیں کر سکتے جب تک کہ متعاملی سالموں کی تشریق / تعین رخ (orientation)، منتقلی حالت کے بننے کے لئے موزوں ہو۔

خاکہ 7.6 تعامل پانے والے سالموں کی مناسب صف بندی کے اہمیت کی وضاحت کرتا ہے۔

موزوں صف بندی رکھنے والے مؤثر تصادم (f) کی کسر کو (وضعی عامل) Steric Factor سے دیا گیا ہے۔

$$\Rightarrow \text{شرح} = p \times f \times \text{تصادم کی شرح}$$

$$\text{یعنی،، شرح} = p \times e^{\frac{-E_a}{RT}} \times Z [A_2][B_2] \quad ...(1)$$

شرح کے کلیہ کے تحت

$$\text{شرح} = k[A_2][B_2] \quad ...(2)$$

جہاں k شرح کا مستقل ہے۔

مساوات (1) اور (2) کا موازنہ کرنے پر، شرح کا مستقل k یہ ہے۔

$$k = p Z e^{\frac{-Ea}{RT}}$$

## 7.8۔ ارہینیس کی مساوات۔ شرح تعامل پر تپش کا اثر

عام طور پر، تپش کے اضافے سے تعامل کی شرح میں اضافہ ہوتا ہے۔ تاہم اس میں بہت کچھ رعایتیں ہیں۔ شرح میں اس اضافے کی شدت مختلف تعامل کے لئے مختلف ہے۔ کسی نہ کسی اصول کے تحت کمرے کی تپش کے قریب بہت سے تعاملات کے لئے، جب تپش میں 10°C کا اضافہ ہو تو تعامل کی شرح دگنی ہو جاتی ہے۔

**کارروائی:**

اس کارروائی سے ہم تعامل کی شرح پر تپش کے اثر کو سمجھیں گے۔

i۔ دو امتحانی نالیاں لیں۔ ان کو A اور B نشان کریں۔

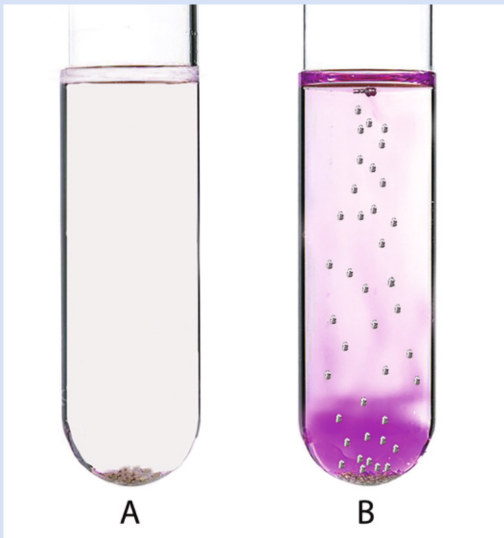
ii۔ امتحانی نالی A میں 5ml ٹھنڈا پانی لیں۔ نمائندہ فینا فتھلین کا ایک قطرہ شامل کریں اور بعد میں میگنیشیم کے دانے ملائیں۔

iii۔ امتحانی نالی B میں 5ml گرم پانی لے کر اوپر کی کارروائی کو دوہرائیں۔

iv۔ دونوں بیکروں کا مشاہدہ کریں۔

v۔ اس مشاہدہ سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ امتحانی نالی B میں گلابی رنگ کی تبدیلی ہوئی اور امتحانی نالی A میں اسے کوئی تبدیلی نہیں ہوئی۔ جیسے مندرجۂ بالا تعاملات کے تحت میگنیشیم گرم پانی کے ساتھ تعامل پاتا ہے اور ٹھنڈے پانی کے ساتھ کوئی تعامل نہیں ہوتا۔

$$Mg + 2H_2O \longrightarrow Mg^{2+} + 2OH^- + H_2 \uparrow$$




vi۔ حاصل ہونے والے محلول کی نوعیت اساسی ہے، اور اس کی نمائندگی فینافتھلین سے کی جاتی ہے۔

ہمیں بے شمار تعاملات معلوم ہیں جو کمرے کی تپش پر واقع نہیں ہوتے، مگر اعلیٰ تپش پر واقع ہوتے ہیں۔ مثال: پانی کی تشکیل کے لئے ہائیڈروجن اور آکسیجن کے درمیان اسی وقت عمل ہوتا ہے جب بجلی کی چنگاری (Electric Spark) اس میں گذاری جائے۔

(Arrhenius) ارہنیس نے مشورہ دیا کہ زیادہ تر تعامل کی شرح، تپش کے ساتھ اس طرح مختلف ہوتی ہے کہ شرح کا مستقل $e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$ کے راست تناسب میں ہوگا اور انہوں نے شرح کے مستقل اور تپش کے درمیان تعلق کو پیش کیا۔

$$k=Ae^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)} \qquad ....(1)$$

یہاں A تعددی عامل ہے اور R گیس کا مستقلہ ہے۔

$E_a$، تعامل کی فعال توانائی اور T مطلق تپش (K میں) ہے۔

تعددی عامل (A)(Frequency Factor) متعاملات کے سالموں کے درمیان تصادم کے تعدد (فی سکنڈ میں تصادم کی تعداد) کے تعلق کو ظاہر کرتا ہے۔ تپش کے ساتھ عامل A نمایاں طور پر تبدیل نہیں ہوتا، لہٰذا اسے مستقل کے طور پر لیا جا سکتا ہے۔

$E_a$ تعامل کی فعال توانائی ہے جب کہ ارہینیس (Arrhenius) نے اسے سالموں کے تعامل پانے کے لئے کم از کم توانائی بتایا ہے۔

مساوات (1) کے دونوں جانب لوگارتم کو لگانے پر

$$\ln k = \ln A + \ln e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

$$\ln k = \ln A - \left(\frac{E_a}{RT}\right) \qquad (\therefore \ln e = 1)$$

$$\ln k = \ln A - \left(\frac{E_a}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right) \qquad ....(2)$$

$$y = c + m x$$

مندرجۂ بالا مساوات خط مستقیم کی مساوات کی شکل میں ہے۔

ln k بمقابلہ $^1/_T$ کو مرتسم کرنے پر ایک خط مستقیم حاصل ہوتی ہے، جس کا منفی میلان $-\frac{E_a}{R}$ ہے۔ اگر تعامل کی شرح مستقل دو مختلف تپش کے لئے معلوم ہو تو ہم ذیل سے فعال توانائی محسوب کر سکتے ہیں۔

تپش T پر $= T_1$ ؛ شرح کا مستقل $k = k_1$

$$\ln k_1 = \ln A - \left(\frac{E_a}{RT_1}\right) \qquad ....(3)$$

تپش $T_2 = T$ پر ؛ شرح کا مستقل $k = k_2$

$$\ln k_2 = \ln A - \left(\frac{E_a}{RT_2}\right) \quad ....(4)$$

(4) −(3)

$$\ln k_2 - \ln k_1 = -\left(\frac{E_a}{RT_2}\right) + \left(\frac{E_a}{RT_1}\right)$$

$$\ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

$$2.303\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}\right)$$

$$\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}\right)$$

$$\ln k_2 - \ln k_1 = -\left(\frac{E_a}{RT_2}\right) + \left(\frac{E_a}{RT_1}\right)$$

$T_1$ اور $T_2$ تپشوں پر $k_1$ اور $k_2$ شرح مستقلوں سے $E_a$ محسوب کرنے کے لئے اس مساوات کو استعمال کیا جاسکتا ہے۔

## مثال 7

200K اور 400K پر تعامل کے لئے شرح مستقل بالترتیب 0.04 اور $0.02\ s^{-1}$ ہے۔ فعال توانائی کی قیمت محسوب کیجئے۔

حل:

ارہینیس (Arrhenius) کی مساوات کے مطابق

$$\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}\right)$$

$T_2 = 400K$ ; $k_2 = 0.04\ s^{-1}$

$T_1 = 200K$ ; $k_1 = 0.02\ s^{-1}$

$$\log\left(\frac{0.04\ s^{-1}}{0.02\ s^{-1}}\right) = \frac{E_a}{2.303 \times 8.314\ JK^{-1}mol^{-1}}\left(\frac{400K - 200K}{200K \times 400K}\right)$$

$$\log(2) = \frac{E_a}{2.303 \times 8.314\ JK^{-1}mol^{-1}}\left(\frac{1}{400K}\right)$$

$$E_a = \log(2) \times 2.303 \times 8.314\ JK^{-1}mol^{-1} \times 400K$$

$$E_a = 2305\ J\ mol^{-1}$$

## مثال 8

مندرجۂ ذیل ارہینیس مساوات کے مطابق تپش کے ساتھ تعامل کی شرح کا مستقل k مختلف ہوتا ہے۔

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{1}{T}\right)$$

یہاں $E_a$ فعال توانائی ہے۔ جب log k بمقابلہ $\frac{1}{T}$ کے لئے ترسیم مرتسم کرتے ہیں تو 4000K- کے میلان کے ساتھ ایک خط مستقیم حاصل ہوتا ہے۔ فعال توانائی (Activation energy) محسوب کیجئے۔

حل:

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{1}{T}\right)$$

$$y = c + mx$$

$$m = -\frac{E_a}{2.303R}$$

$$E_a = -2.303\ R\ m$$

$$E_a = -2.303 \times 8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1} \times (-4000K)$$

$$E_a = 76{,}589 J\ mol^{-1}$$

$$E_a = 76.589\ kJ\ mol^{-1}$$

**خود جانچیے:**

پہلے درجہ کے تعامل (First order reaction) کے لئے 500K پر شرح کا مستقل $8\times10^{-4}\ s^{-1}$ ہے۔ تعدد کا عامل (Frequency Factor) محسوب کیجئے، اگر تعامل کے لئے فعال توانائی $190\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔

## 7.9۔ تعامل کی شرح پراثر کرنے والے عوامل:

تعامل کی شرح پر مندرجہ ذیل عوامل اثر کرتے ہیں۔

1۔ متعاملات (reactant ) کی حالت اورنوعیت

2۔ متعاملات کاارتکاز (Concentration)

3۔ متعاملات کا سطحی رقبہ (Surface area)

4۔ تماسی عامل کی موجودگی (Catalyst)

5۔ تعامل کادرجہ حرارت (Temperature)

### 7.9.1۔ متعاملات کی حالت اورنوعیت:

ہم جانتے ہیں کہ کیمیائی تعامل میں متعاملات کے کچھ موجودہ بندشیں ٹوٹ کرنئی بندشیں تشکیل پاتی ہیں،جس سے نئے حاصلات بنتے ہیں۔اس عمل میں شامل کل توانائی متعاملات کی نوعیت پر منحصر ہے، لہذا مختلف حاصلات کے لئے شرح مختلف ہوتی ہے۔

آیئے مندرجۂ ذیل حجمی تجزیہ (Volumetric analysis) میں کئے گئے دوتعاملات کا موازنہ کریں گے۔

(1) $KMnO_4$ ( پوٹاشیم پرمنگنیٹ ) اور فیرس امونیم سلفیٹ FAS کےدرمیان تکسیلی تعامل (Redox reaction)

(2) آکسالک ترشہ اور $KMnO_4$ کےدرمیان تکسیلی تعامل (redox reaction) (redox reaction)

$KMnO_4$ اور Oxalate کے رواں کے درمیان ہونے والے تعامل کے مقابلے میں $KMnO_4$ اور $Fe^{2+}$ رواں کی تکسید بہت سست ہے۔

درحقیقت Oxalate ion اور $KMnO_4$ کے مابین تعامل کے لئے تپش ضروری ہےاور یہ تقریباً 60°C پر ہوتا ہے۔

تعاملات کی شرح کو متاثر کرنے میں متعاملات کی طبیع حالت اہم رول ادا کرتی ہے۔ٹھوس یا مائع متعاملات پر مشتمل تعاملات کے مقابلے میں گیسی ہیئت تعامل تیز (Faster) ہے۔

مثال: ٹھوس سوڈیم اورٹھوس ایوڈین کے درمیاتعامل سے بخاراتی ایوڈین کےساتھ دھاتی سوڈیم کاتعامل تیز ہوتا ہے۔

آیئے ہم جست نمک (Lead Salts) کےغیر نامیاتی معیاری تجزیہ میں Qualitative analysis کئے گئے دوسری مثال پرغورکریں گے۔

اگر ہم بےرنگ لیڈ نائٹریٹ کےآبی محلول کےساتھ بےرنگ پوٹاشیم ایوڈائیڈ کوشامل کرتے ہیں تو فوراً لیڈ ایوڈائیڈ کا ایک زرد رنگ کا رسوب بنتا ہے، جب کہ ٹھوس لیڈ نائٹریٹ کے ساتھ ٹھوس پوٹاشیم ایوڈائیڈ کوشامل کرنے پرآہستہ سےزرد رنگ نمودار ہوگا۔

### 7.9.2 متعاملات کاارتکاز
(Concentration of the reactants)

متعاملات کے ارتکاز میں اضافہ سے تعامل کی شرح میں اضافہ ہوتا ہے۔تصادم کےنظریہ کی تعاملی شرح کی بنیاد پرارتکاز کےاثر کی وضاحت کرسکتے ہیں۔اس نظریے کےمطابق تعامل کی شرح ،متعاملات کے سالموں کے درمیان تصادم کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے۔ارتکاز اعلٰی ہوتو تعامل کی شرح اورتصادم کے امکانات بھی زیادہ ہوتے ہیں۔

## کارروائی

1۔ تین مخروطی صراحیاں لیں اوران کو A,B,C نام دیں۔

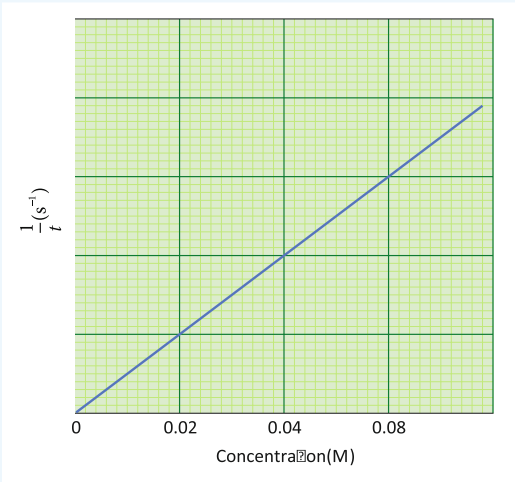
2۔ ظرف (Burette) استعمال کر کے صراحی (Flask) میں 0.1M سوڈیم تھیوسلفیٹ محلول کو بالترتیب 10,20,40ml شامل کریں۔ بعد میں فلاسک میں 40,30,10ml کا مقطر پانی اس طرح شامل کریں کہ ہر صراحی میں محلول کا حجم 50ml ہوجائے۔

3۔ A مخروطی صراحی میں 10 ملی لیٹر 1M کا HCl محلول شامل کریں۔ HCl کا آدھا محلول شامل کرنے پر روک گھڑی چالو کریں۔ موادکو احتیاط سے ہلائیں اور ٹائل (Tile) پر ترچھا نشان کے ساتھ رکھیں جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔ اوپر سے مخروط صراحی کا مشاہدہ کریں جیسا کہ خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔ اوپر سے مخروطی صراحی کا مشاہدہ کریں جب ترچھا نشان (Cross mark) پوشیدہ ہوجائے تو روک گھڑی (Stop Watch) کو روک لیں۔ وقت کو نوٹ کریں۔

4۔ B اور C مواد کے ساتھ تجربہ کو دہرائیں اور مشاہدہ کو درج کریں۔

| فلاسک کا حجم | Volume of $Na_2S_2O_3$ | پانی کا حجم | $Na_2S_2O_3$ کا ارتکاز | لیا گیا وقت (t) |
|---|---|---|---|---|
| A | 10 | 40 | 0.02 | |
| B | 20 | 30 | 0.04 | |
| C | 40 | 10 | 0.08 | |

$\frac{1}{t}$ کے مقابلہ میں سوڈیم تھیوسلفیٹ کے ارتکاز کے درمیان ترسیم کھینچیے۔ مندرجہ ذیل کی طرح ترسیم حاصل ہوگی۔




شرح تعامل کی براہ راست پیمائش $\frac{1}{t}$ دیتا ہے۔ چنانچہ متعامل یعنی Na2S2O3 کے ارتکاز میں اضافہ کے ساتھ اس کی شرح میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔

### 7.9.3۔ حاصلات کے سطحی رقبہ کا اثر: (Effect of Surface area of the reactant)

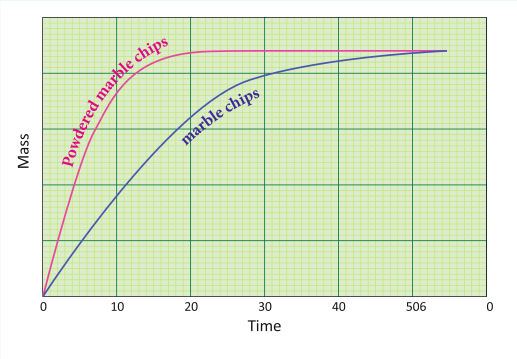
غیر متجانس تعاملات میں ٹھوس متعاملات کا سطحی رقبہ شرح کو طے کرنے میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ دیئے گئے متعاملات کی کمیت کے لئے جب ذرات کی جسامت میں کمی ہو تو سطحی رقبہ میں اضافہ ہوتا ہے۔ متعاملات کے سطحی رقبہ میں اضافے سے فی سکنڈ فی لیٹر میں زیادہ تصادم ہوتا ہے۔ لہذا تعامل کی شرح میں اضافہ ہوتا ہے۔ مثال سنگ مرمر کے ٹکڑوں کے ساتھ dil HCl کے مقابلے میں اسی کمیت کے سنگ مرمر کا سفوف بہت تیزی سے تعامل پاتا ہے۔

## کارروائی

ایک معلوم شدہ کمیت کے سنگ مرمر کی کنکریوں کو ایک صراحی میں لیں۔ معلوم شدہ dil HCl کے حجم کو صراحی میں شامل کریں۔ جب HCl کا آدھا حجم شامل کیا جاتا ہے تو روک گھڑی (Stop watch) چالو کریں اور روک گھڑی تعامل مکمل ہونے تک باقاعدہ وقفوں میں کمیت نوٹ کرتے رہیں۔ اسی کمیت کے سنگ مرمر کے سفوف کے ساتھ اسی تجربہ کو دہرائیں اور مشاہدہ کو درج کریں۔

تعامل

$$CaCO_3(s) + 2HCl\,(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O\,(l) + CO_2(g)$$

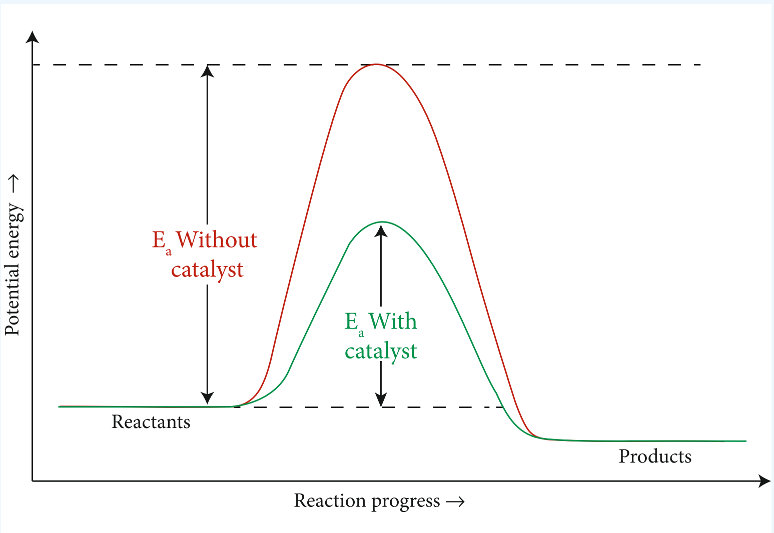



لہذا تعامل کے دوران $CO_2$ خارج ہوجاتی ہے، تعامل کے شروع ہوتے ہی صراحی کی کمیت ہلکی ہوجاتی ہے۔ اس لئے صراحی کی پیائش کرکے تعامل کی شرح کا مشاہدہ کرسکتے ہیں۔ وقت کے مقابلہ میں کمیت میں کمی کی ترسیم کھینچی جائے اور ترسیم ایسے دکھائی دیتی ہے، جیسا کہ خاکہ میں بتائی گئی ہے۔

سنگ مرمر کے سفوف کے لئے تعامل کم وقت میں گراف مکمل ہوتا ہے۔ یعنی جیسے جب ٹھوس متعاملات کے سطحی رقبہ میں اضافہ ہوتا ہے تو تعامل کی حاصلات کے سطحی رقبہ درجۂ حرارت اور شرح میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔

### 7.9.4۔ تماسی عامل کی موجودگی کا اثر (Effect of Presence of Catalyst)

اب تک ہم نے سیکھا کہ ارتکاز میں اضافے سے تعامل کی شرح میں کچھ حد تک اضافہ ہوتا ہے۔ تاہم کسی مادے کو شامل کرکے تعامل میں نمایاں تبدیلی لائی جاسکتی ہے جسے تماسی عامل (Catalyst) کہا جاتا ہے۔ تماسی عامل انگیز وہ مادے ہیں جو خود کوئی مستقل کیمیائی تبدیلی لائے بغیر تعامل کی شرح میں اضافہ کرتے ہیں۔ وہ تعامل میں حصہ لیتے ہیں مگر تعامل کے اختتام پر دوبارہ پیدا (regenerate) ہوتے ہیں۔ تماسی عامل کی موجودگی میں فعال توانائی کم ہوجاتی ہے۔ کئی تعداد کے سالمے توانائی کی رکاوٹ کو پار کرتے ہیں ۔ لہذا تعامل کی شرح میں اضافہ کرکے حاصلات (Products) میں تبدیل ہوجاتے ہیں۔



## کارروائی

دو امتحانی نالیاں لیں۔ان کو A اور B نام دیں۔دونوں امتحانی نالیوں میں 7ml کا ہلکایا ہوا 0.1N آکسالک ترشہ کا محلول، 5ml 0.1N $KMnO_4$ اور 5ml ہلکایا ہوا 2N سلفیورک ترشہ ($H_2SO_4$) شامل کریں۔دونوں امتحانی نالیوں میں محلول کا رنگ گلابی (Pink) ہے۔

اب امتحانی نالی A کے مواد میں مینگنیز سلفیٹ کی چند قلمیں شامل کریں۔گلابی رنگ پھیکا پڑ کر غائب ہوجاتا ہے۔اس تعامل میں $MnSO_4$ تماسی عامل کی طرح عمل کرتا ہے اور $MnO_4^-$ سے $C_2O_4^{2-}$ کی تکسید کی شرح میں اضافہ ہوتا ہے۔

### ادویات سازی میں کیمیائی حرکیات

ادویات کے میدان میں کیمیائی حرکیات کے بہت سے اطلاقات ہیں۔جسم کے اندر زندگی بھر ادویات کی حیاتی دستیابی کے مطالعہ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔سائنس کی اس شاخ کو Pharma Cokinetics کہا جاتا ہے۔اس سے طبیب عموماً دوائی کو دن کے مختلف وقتوں میں لینے کی تجویز کرتے ہیں، جیسے کچھ دوائیوں کو دن میں دو مرتبہ لیا جاتا ہے جب کہ دوسری دوائیوں کو تین مرتبہ یا صرف ایک مرتبہ لیا جاتا ہے۔ Pharmacokinetics کا مطالعہ دستورالعمل (Dosage & Frequency) کے لئے استعمال ہوتا ہے۔مثال۔پیراسیٹامول ایک معروف بخار اور درد کی دوا ہے جو بخار اور جسمانی درد کی صورت میں تجویز کی جاتی ہے۔دوا سازی کے مطالعہ سے یہ ظاہر ہوتا ہے پیراسیٹومول کی نصف حیات جسم کے اندر 2.5 گھنٹے ہے۔ جیسے دوائی کے پلازما کا ارتکاز 2.5 گھنٹوں کے بعد آدھا ہوجاتا ہے۔10 گھنٹوں کے بعد (4-نصف مدت) صرف 6.25% دوا باقی رہتی ہے۔اس طرح کے مطالعات کی بنیاد پر مقدار دوا اور تعدد کا فیصلہ لیا جاتا ہے۔پیراسٹیامول کی صورت میں عام طور پر شرط کے مطابق 6 گھنٹے میں ایک بار لینے کا مشورہ دیا جاتا ہے۔

### خلاصہ

- کیمیائی حرکیات ارتکاز، دباؤ، تپش کی دی گئی شرائط کے تحت کیمیائی تعامل کا میکانزم اور شرح کا مطالعہ ہے۔
- فی اکائی وقت کے کیمیائی تعامل پر مشتمل نوعیت کے ارتکاز میں تبدیلی تعامل کی شرح دیتی ہے۔
- تعامل کے دوران کسی خاص وقفے پر تعامل کی شرح کو فوری شرح کہا جاتا ہے۔ہم جس قدر کم وقت کا انتخاب کرتے ہیں۔ اس وقت ہم فوری شرح کے قریب پہنچ جاتے ہیں۔
- شرح اس رفتار کی نمائندگی کرتی ہے جس پر متعاملات کسی بھی وقت حاصلات میں تبدیل ہوجاتے ہیں۔
- شرح مستقل متناسبی مستقلہ ہے اور یہ تعامل کی شرح کے مساوی ہوتا ہے۔جب متعاملات میں سے ہر ایک کا ارتکاز ایک ہوتا ہے۔
- تعامل کی سالمیت (Molecularity) ابتدائی مرحلہ میں مشتمل متعاملات کی جملہ تعداد کی نوعیت ہے۔
- ایک تعامل کی نصف حیاتی مدت کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ متعاملات کے ارتکاز کو اپنی ابتدائی قیمت سے نصف حصے تک پہنچنے کے لئے درکار وقت ہے۔پہلے درجہ کے تعامل (First order reaction) کے لئے نصف حیاتی مدت مستقل ہے۔یعنی یہ ابتدائی ارتکاز پر منحصر نہیں ہوتا۔

- تصادم کے نظریئے کے مطابق، ایک کیمیائی تعامل، متعاملات کے سالموں کے مابین تصادم کے نتیجہ میں واقع ہوتا ہے۔
- عموماً، تپش میں اضافہ سے تعامل کی شرح میں اضافہ ہوتا ہے تاہم اس میں کچھ رعایت ہے۔ شرح میں اضافے کی شدت مختلف تعامل کے لئے مختلف ہوتی ہے۔ ایک خام اصول کے تحت، جب کمرے کی تپش میں 10°C کا اضافہ ہوجائے تو کئی متعاملات کی شرح دگنی ہوجاتی ہے۔
- ارہینیس کے مطابق، تعامل کی فعاک توانائی وہ کم ازکم توانائی ہے، جو سالموں کو تعامل کرنے کے لئے ضروری ہے۔
- تعامل کی شرح مندرجۂ ذیل عوامل کو متاثر کرتی ہے۔

1۔ متعاملات کی نوعیت اور حالت     2۔ متعاملات کا ارتکاز

3۔ متعاملات کا سطحی رقبہ     4۔ متعاملات کی تپش

5۔ تماسی عامل کی موجودگی

## محاسبہ

1۔ پہلے درجہ کے تعامل $A \longrightarrow B$ کے لئے شرح کا مستقل $x\ min^{-1}$ ہے۔ اگر A کا ابتدائی ارتکاز 0.01M ہوتو، ایک گھنٹے کے بعد A کے ارتکاز کو ذیل کے اظہار سے دیا گیا ہے۔

(a) $0.01\ e^{-x}$    (b) $1\times10^{-2}\left(1-e^{-60x}\right)$

(c) $\left(1\times10^{-2}\right)e^{-60x}$    (d) ان میں سے کوئی نہیں

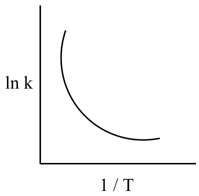
2۔ صفر درجہ کے تعامل، $X \longrightarrow$ حاصلات، میں ابتدائی ارتکاز 0.02 M کے ساتھ نصف مدت حیات 10 منٹ ہے۔ اگر ایک 0.04M ارتکاز کے ساتھ شروع ہوجائے، تو نصف مدت حیات یہ ہوگی۔

(a) 10 s    (b) 5 منٹ    (c) 20 منٹ

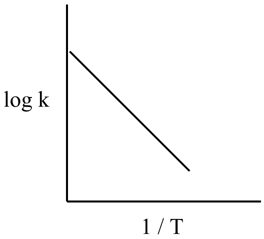
(d) دی گئی معلومات استعمال کرتے ہوئے پیش گوئی نہیں کی جاسکتی۔

3۔ مندرجۂ ذیل ترسیم میں تعامل کی تپش (T) کے ساتھ شرح کے مستقل کی تغیر کو ظاہر کرتی ہے۔ پورے تپش کی حد میں ارہینیس کے طرزِ عمل کی نمائش کو یہ ظاہر کرتا ہے۔

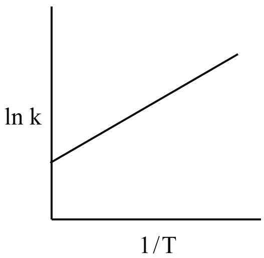
a)




b)




c)




(d) b اور c دونوں

4۔ پہلے درجہ کے تعامل، $A \longrightarrow$ حاصل کے لئے ابتدائی ارتکاز $x\ mol\ L^{-1}$ ہے اور نصف مدت حیات 2.5 گھنٹے ہے۔ اسی تعامل کے ابتدائی ارتکاز $\left(\frac{x}{2}\right) mol\ L^{-1}$ کے لئے نصف مدت حیات یہ ہوگی۔

a) $(2.5 \times)2$ گھنٹے

b) $\left(\frac{2.5}{2}\right)$ گھنٹے

c) 2.5 گھنٹے

(d) شرح کا مستقل معلوم کئے بغیر دیئے گئے معطیات (data) سے $t_{1/2}$ معلوم نہیں کر سکتے۔

5۔ تعامل $2NH_3 \longrightarrow N_2 + 3H_2$ کے لئے، اگر

$$\text{if } \frac{-d[NH_3]}{dt} = k_1[NH_3],$$

$$\frac{d[N_2]}{dt} = k_2[NH_3], \quad \frac{d[H_2]}{dt} = k_3[NH_3]$$

ہوتو $k_1$، $k_2$ اور $k_3$ کے درمیان تعلق یہ ہے۔

a) $k_1 = k_2 = k_3$

b) $k_1 = 3\,k_2 = 2\,k_3$

c) $1.5\,k_1 = 3\,k_2 = k_3$

d) $2k_1 = k_2 = 3\,k_3$

6۔ کم دباؤ پر ٹنگسٹن پر $(PH_3)$ فاسفین کی تحلیل پہلے درجہ کا تعامل ہے، کیونکہ اس کی (NEET)

(a) شرح گھیری ہوئی سطح کے تناسب میں ہوتی ہے۔

(b) شرح گھیری ہوئی سطح کے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

(c) شرح گھیری ہوئی سطح پر منحصر نہیں ہے۔

(d) تحلیل کی شرح سست ہے۔

7۔ تعامل کی شرح $k[\text{Acetone}]^{3/2}$ کے لئے، تب شرح کا مستقل اور تعامل کی شرح بالترتیب یہ ہے۔

a) $(mol\,L^{-1}s^{-1}), (mol^{-1/2}\,L^{1/2}\,s^{-1})$

b) $(mol^{-1/2}\,L^{1/2}\,s^{-1}), (mol\,L^{-1}s^{-1})$

c) $(mol^{1/2}\,L^{1/2}\,s^{-1}), (mol\,L^{-1}s^{-1})$

d) $(mol\,L\,s^{-1}), (mol^{1/2}\,L^{1/2}\,s)$

8۔ کیمیائی تعامل کے دوران تماسی عامل کے شامل کرنے پر مندرجۂ ذیل کی کون سی مقدار بدلے گی؟ (NEET)

(a) انتھالپی (Enthalpy)

(b) فعال توانائی (Activation energy)

(c) انٹروپی (Entropy)

(d) اندرونی توانائی (internal energy)

9۔ مندرجۂ ذیل کے بیانات پر غور کیجئے۔

(i) متعاملات کے ارتکاز میں اضافے سے صفر درجہ کے تعامل کی شرح میں اضافہ ہوتا ہے۔

(ii) شرح کا مستقل k، تصادم کے تعدد A کے مساوی ہوتا ہے۔ اگر $E_a=0$ ہو۔

(iii) شرح کا مستقل k، تصادم کے تعدد A کے مساوی ہوتا ہے اگر $E_a = \infty$ ہو۔

(iv) $\ln(k)$ بمقابلہ T کی ترسیم ایک خط مستقیم ہے۔

(v) $\ln(k)$ بمقابلہ $\left(\frac{1}{T}\right)$ کی ترسیم مثبت میلان والی ایک خط مستقیم ہے۔

صحیح بیانات یہ ہیں۔

(a) صرف (ii)　　(b) (ii) اور (iv)

(c) (ii) اور (v)　　(d) (i)، (ii) اور (v)

10۔ ایک رجعی تعامل میں، انتھالپی کی تبدیلی اور فعال توانائی آگے کی سمت میں بالترتیب $-x\ kJ\ mol^{-1}$ اور $y\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔ لہذا پیچھے کی سمت میں فعال توانائی یہ ہے۔

a) $(y-x)\,kJ\,mol^{-1}$

b) $(x+y)\,J\,mol^{-1}$

c) $(x-y)\,kJ\,mol^{-1}$

d) $(x+y)\times 10^3\ J\,mol^{-1}$

11۔تعامل کے لئے متحرک توانائی کیا ہے اگر ایک تعامل کی شرح دگنی ہوجائے اور تپش کو 200K سے 400K تک بڑھادی جائے تو اس تعامل کی فعال توانائی کیا ہوگی؟

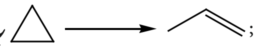
$(R=8.314\ JK^{-1}mol^{-1})$

a) $234.65\ kJ\ mol^{-1}$

b) $434.65\ kJ\ mol^{-1}$

c) $2.305\ kJ\ mol^{-1}$

d) $334.65\ J\ mol^{-1}$

12۔  یہ تعامل حرکیات کے پہلے درجہ (First order Kinetics) کی پیروی کرتا ہے۔ایک مخصوص تپش پر شرح کا مستقل $2.303\times10^{-2}\ hour^{-1}$ ہے۔ سائیکلو پروپین کا ابتدائی ارتکاز 0.25M ہے۔ 1806 منٹوں کے بعد سائیکلو پروپین کا ارتکاز کیا ہوگا؟ (log 2 = 0.3010)

(a) 0.125M　　(b) 0.215M

(c) 0.25×2.303M　　(d) 0.05M

13۔ پہلے درجہ کے تعامل کے لئے شرح کا مستقل $6.909\ min^{-1}$ ہے۔ 75% تبدیلی کے لئے لیا گیا وقت منٹوں میں یہ ہے۔

a) $\left(\frac{3}{2}\right)\log 2$　　b) $\left(\frac{2}{3}\right)\log 2$

c) $\left(\frac{3}{2}\right)\log\left(\frac{3}{4}\right)$　　d) $\left(\frac{2}{3}\right)\log\left(\frac{4}{3}\right)$

14۔ پہلے درجہ کے تعامل $x \longrightarrow y$ میں، اگر k شرح کا مستقل ہے اور متعامل $x$ کا ابتدائی ارتکاز 0.1M ہے، تو اس کی نصف مدت حیات یہ ہوگی۔

a) $\left(\frac{\log 2}{k}\right)$　　b) $\left(\frac{0.693}{(0.1)\ k}\right)$

(c) $\left(\frac{\ln 2}{k}\right)$　　(d) ان میں کوئی نہیں

15۔مندرجہ ذیل میں دیے گئے معطیات (data) کی بنیاد پر درج ذیل تعامل کے لئے شرح کے کلیہ کی پیشن گوئی کریں۔

$$2A + B \longrightarrow C + 3D$$

| تعامل کی تعداد | [A] (min) | [B] (min) | ابتدائی شرح Initial rate $(M\ s^{-1})$ |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.1 | 0.1 | $x$ |
| 2 | 0.2 | 0.1 | $2x$ |
| 3 | 0.1 | 0.2 | $4x$ |
| 4 | 0.2 | 0.2 | $8x$ |

a) $rate = k[A]^2[B]$　　b) $rate = k[A][B]^2$

c) $rate = k[A][B]$　　d) $rate = k[A]^{1/2}[B]^{3/2}$

16۔ توثیق: اگر پہلے درجہ کے تعامل میں متعامل کا ارتکاز دگنا ہوتو تعامل کی شرح بھی دگنی ہوگی۔

سبب: شرح کا مستقل بھی دگنا ہوگا۔

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

(b) توثیق اور سبب دونوں صحیح ہیں مگر سبب توثیق کی صحیح وضاحت نہیں کرتا۔

(c) توثیق صحیح ہے مگر سبب غلط ہے۔

(d) توثیق اور سبب دونوں غلط ہیں۔

17۔ ایک تعامل کی شرح کا مستقل 5.8×10−2 s−1 ہے۔ اس تعامل کا درجہ یہ ہوگا۔

(a) پہلے درجہ کا (First order)

(b) صفر درجہ کا (Zero order)

(c) دوسرے درجہ کا (Second order)

(d) تیسرے درجہ کا (Third order)

18۔ $N_2O_5(g) \longrightarrow 2NO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$

اس تعامل کے لئے $N_2O_5$ کے غائب ہونے (گمشدگی) (disappearance) کی شرح کی قیمت $6.5\times10^{-2}\ mol\ L^{-1}\ s^{-1}$ دی گئی ہے۔ $NO_2$ اور $O_2$ کی تشکیل کی شرح بالترتیب اس طرح ہوگی۔

a) $(3.25 \times 10^{-2})\,mol\,L^{-1}s^{-1}$ اور $(1.3 \times 10^{-2})\,mol\,L^{-1}s^{-1}$

b) $(1.3 \times 10^{-2})\,mol\,L^{-1}s^{-1}$ اور $(3.25 \times 10^{-2})\,mol\,L^{-1}s^{-1}$

c) $(1.3 \times 10^{-1})\,mol\,L^{-1}s^{-1}$ اور $(3.25 \times 10^{-2})\,mol\,L^{-1}s^{-1}$

(d) ان میں سے کوئی نہیں

19۔ $H_2O_2$ کی تحلیل کے دوران ڈائی آکسیجن (dioxygen) دیتا ہے۔ایک خاص وقت پر فی منٹ میں 48g آکسیجن دیتا ہے۔ اسی نقطہ پر پانی کے تشکیل کی شرح یہ ہوگی۔

a) $0.75\ mol\ min^{-1}$

b) $1.5\ mol\ min^{-1}$

c) $2.25\ mol\ min^{-1}$

d) $3.0\ mol\ min^{-1}$

20۔ اگر متعاملات کے ابتدائی ارتکاز کو دگنا کردیا جائے تو نصف تعاملات (half- reaction) کا وقت بھی دگنا ہوجاتا ہے، تب تعامل کا درجہ یہ ہوگا۔

(a) صفر　　(b) ایک

(c) کسر (Fraction)　　(d) کوئی نہیں

21۔ ایک ہم متجانس تعامل $A \longrightarrow B+C+D$ میں، ابتدائی دباؤ $P_0$ تھا۔ t لمحہ کے بعد وہ P ہوگیا۔ P0، P اور t کے لئے شرح کے مستقل کا اظہار اس طرح ہوگا۔

a) $k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{2P_0}{3P_0 - P}\right)$

b) $k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{2P_0}{P_0 - P}\right)$

c) $k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{3P_0 - P}{2P_0}\right)$

d) $k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{2P_0}{3P_0 - 2P}\right)$

22۔اگر پہلے درجہ کے تعامل (First order reaction) کا 75% حصہ 60 منٹوں میں مکمل ہوتا ہے تو اسی تعامل کو انہیں شرائط پر 50% مکمل ہونے کے لئے لیا گیا وقت یہ ہوگا۔

(a) 20منٹ　　(b) 30منٹ

(c) 35منٹ　　(d) 75منٹ

23۔ ایک تابکار عنصر کی نصف مدت حیات 140 دن ہے۔ 560 دنوں کے بعد، 1g وزن والا عنصر کم ہوکر اتنا ہوجائے گا۔

a) $\left(\frac{1}{2}\right)g$　　b) $\left(\frac{1}{4}\right)g$

c) $\left(\frac{1}{8}\right)g$　　d) $\left(\frac{1}{16}\right)g$

24۔ پہلے درجہ کے تعامل اور دوسرے درجہ کے تعامل کے درمیان صحیح فرق یہ ہے۔ (NEET)

(a) پہلے درجہ کے تعامل کو تماسی عامل انگیزی کیا جاسکتا ہے، دوسرے درجہ کے تعامل کو تماسی عامل انگیزی نہیں کیا جاسکتا۔

(b) پہلے درجہ کے تعامل کے لئے نصف مدت حیات (half - life) $[A_0]$ پر منحصر نہیں ہوتی، دوسرے درجہ کے تعامل کے لئے نصف مدت حیات $[A_0]$ پر منحصر ہوتی ہے۔

(c) پہلے درجہ کے تعامل کی شرح متعامل کے ارتکاز پر منحصر نہیں ہوتی۔ دوسرے درجہ کے تعامل کی شرح متعامل کے ارتکاز پر منحصر ہوتی ہے۔

(d) پہلے درجہ کے تعامل کی شرح متعامل کے ارتکاز پر منحصر ہوتی ہے۔ دوسرے درجہ کے تعامل کی شرح متعامل کے ارتکاز پر منحصر نہیں ہوتی۔

25۔ ایک تابکار مادّہ دو گھنٹوں کے بعد اس کی اصلی مقدار میں سے $\left(\frac{1}{16}\right)^{th}$ ہوجاتا ہے۔

تب اس کی نصف مدت حیات (منٹوں میں) یہ ہے۔

(a) 60 منٹ (b) 120 منٹ

(c) 30 منٹ (d) 15 منٹ

## مندرجۂ ذیل سوالات کے جوابات دیں:

1۔ اوسط شرح (Average rate) اور فوری شرح کی تعریف کیجئے۔

2۔ شرح کا کلیہ اور شرح کے مستقل کی تعریف کیجئے۔

3۔ صفر درجہ کے تعامل، حاصلات $\longrightarrow$ A کے لئے مربوط شرح کے کلیہ کو اخذ کیجئے۔

4۔ ایک تعامل کے لئے نصف مدت حیات (Half life) کی تعریف کیجئے۔ یہ ظاہر کریں کہ پہلے درجہ کے تعامل کے لئے نصف مدت حیات، ابتدائی ارتکاز پر منحصر نہیں ہے۔

5۔ ابتدائی تعامل (Elementary reation) کیا ہے؟ ایک تعامل کی ترتیب اور سالمیت کے درمیان فرق بتائیے۔

6۔ شرح کو تعین کرنے کے مرحلہ کو مثال کے ساتھ واضح کیجئے۔

7۔ پہلے درجہ کے تعامل کے لئے ترسیمی نمائندگی کی وضاحت کیجئے

8۔ مندرجۂ ذیل تعامل کے لئے شرح کا کلیہ لکھئے۔

(a) ایک تعامل جس کا درجہ $x$ میں 3/2 ہے اور $y$ میں اس کی ترتیب صفر ہے۔

(b) ایک تعامل جو NO میں دوسرا درجہ رکھتا ہے اور $Br_2$ میں پہلا درجہ رکھتا ہے۔

9۔ تعامل کی شرح پر تماسی عامل کے اثر کو مثال کے ساتھ واضح کیجئے۔

10۔ A اور B اور C تعامل کے لئے شرح کا کلیہ اس طرح پایا گیا۔ شرح $=k[A]^2[B][L]^{3/2}$

تعامل کی شرح کیسے بدلے گی جب

(i) [L] کا ارتکاز چوگنا کر دیا جائے۔

(ii) [A] اور [B] دونوں کے ارتکاز کو دگنا کر دیا جائے۔

(iii) [L] کے ارتکاز کو نصف کر دیا جائے۔

(iv) [A] کے ارتکاز کو $\left(\frac{1}{3}\right)$ تک کم کر دیا جائے اور [L] کے ارتکاز کو چوگنا کر دیا جائے۔

11۔ ایک دوسرے درجہ کے تعامل میں دوتر کیبہ (dimer) (مماثل سالموں کا مرکب) کے بننے کی شرح، ایک سالمہ (مونومر) کے ارتکاز $0.05\ mol\ L^{-1}$ پر $7.5\times10^{-3}\ mol\ L^{-1}\ s^{-1}$ ہے۔ شرح کا مستقل محسوب کیجئے۔

12۔ حاصلات $\longrightarrow$ x+y+z، تعامل کے لئے، شرح کا کلیہ اس طرح دیا گیا ہے۔ شرح $=k[x]^{3/2}[y]^{1/2}$ اس تعامل کے لئے مجموعی ترتیب کیا ہوگی؟ ج کے لحاظ سے تعامل کا درجہ کیا ہوگا؟

13۔ دو سالماتی تعامل (bimolecular) کے لئے تصادم نظریہ کو تفصیل سے بیان کیجئے۔

14۔ ارہینیس کی مساوات لکھئے اور اس میں موجود اصطلاحات کی وضاحت کیجئے۔

15۔ 500K پر $Cl_2O_7$ کی تحلیل گیسی ہیئت (gas phase) سے $Cl_2$ اور $O_2$ کے لئے پہلے درجہ کا تعامل ہے۔ 500K پر ایک منٹ کے بعد $Cl_2O_7$ کا دباؤ 0.08 سے 0.04 atm تک گرتا ہے۔ شرح کے مستقل کو $s^{-1}$ میں محسوب کیجئے۔

16۔ صفر درجہ کے تعامل کے لئے دو مثالیں لکھئے۔

17۔ کاذب پہلے درجہ کے تعامل (Pseudo First order reaction) کو ایک مثال کے ساتھ واضح کیجئے۔

18۔ مندرجۂ ذیل تعاملات کے لئے درجہ کی شناخت کیجئے۔

(i) لوہے کا زنگ آلودہ ہونا۔

(ii) تابکار عناصر $_{92}U^{235}$ کا انتشار (Disintegration)

(iii) حاصلات $\longrightarrow$ 2A + 3B؛ شرح $=K[A]^{1/2}[B]^2$

19۔ گیسی ہیئتی تعامل (Gas Phase reaction) کی فعلی توانائی $200\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔ اگر تعامل کا تعددی جزء (Frequency Factor)، $1.6\times10^{13}\ s^{-1}$ ہو تو 600K پر شرح کا مستقل محسوب کیجئے۔ $\left(e^{-40.09}=3.8\times10^{-18}\right)$

20۔ $L \longrightarrow 2x + y$ تعامل کے لئے مندرجہ ذیل معطیات سے شرح کا کلیہ معلوم کیجئے۔

| [x] (M) | [y] (M) | rate (M $s^{-1}$) |
|---|---|---|
| 0.2 | 0.02 | 0.15 |
| 0.4 | 0.02 | 0.30 |
| 0.4 | 0.08 | 1.20 |

21۔ متعاملات کا ارتکاز، تعامل کی شرح کو کس طرح متاثر کرتی ہے؟

22۔ کس طرح متعاملات کی فطرت تعامل کی شرح کو متاثر کرتی ہے؟

23۔ ایک پہلے درجہ کے تعامل کے لئے شرح کا مستقل $1.54\times10^{-3}\ s^{-1}$ ہے۔ نصف مدت حیات (Half- Life time) محسوب کیجئے۔

24۔ $SO_2Cl_2 \longrightarrow SO_2 + Cl_2$ ہم متجانس گیسی تعامل کی نصف مدت حیات 8.0 منٹ ہے، جو پہلے درجہ کی حرکیات کے تابع ہے۔ $SO_2Cl_2$ کے ارتکاز کو ابتدائی قیمت کے 1% تک کم کرنے میں کتنا وقت لگے گا؟

25۔ کسی مادے A کے پہلے ترتیب تحلیل کے لئے نصف تبدیلی کے لئے 60 سکنڈ ہے۔ شرح مستقل محسوب کیجئے۔ 180 سکنڈ کے بعد A کا کتنا حصہ باقی رہ جائے گا۔

26۔ 20 منٹ میں ایک صفر ترتیب کا تعامل 20% مکمل ہوتا ہے۔ شرح کے مستقل کی قیمت محسوب کیجئے۔ 80% تعامل مکمل ہونے کے لئے اسے کتنا وقت لگے گا؟

27۔ ایک تعامل کی فعال توانائی $22.5\ k\ Cal\ mol^{-1}$ ہے۔ 40°C پر شرح مستقل کی قیمت $1.8\times10^{-5}\ s^{-1}$ ہے۔ تعددی عامل (Frequency Factor) محسوب کیجئے۔

28۔ آبی محلول میں بنزین ڈائی افرونیم کلورائیڈ اس مساوات کے مطابق تحلیل پاتا ہے۔

$$C_6H_5N_2Cl \longrightarrow C_6H_5Cl + N_2 .$$

اس کا ابتدائی ارتکاز $10\ g\ L^{-1}$ ہے۔ 50°C میں حاصل شدہ $N_2$ گیس کا حجم، وقت کے مختلف وقفوں میں اس طرح دیا گیا ہے۔

| t (min): | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | ∞ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vol. of $N_2$ (ml): | 19.3 | 32.6 | 41.3 | 46.5 | 50.4 | 58.3 |

یہ ظاہر کریں کہ مذکورہ بالا تعامل پہلے درجہ کے حرکیات کی پیروی کرتا ہے۔ شرح کے مستقل کی قیمت کیا ہے؟

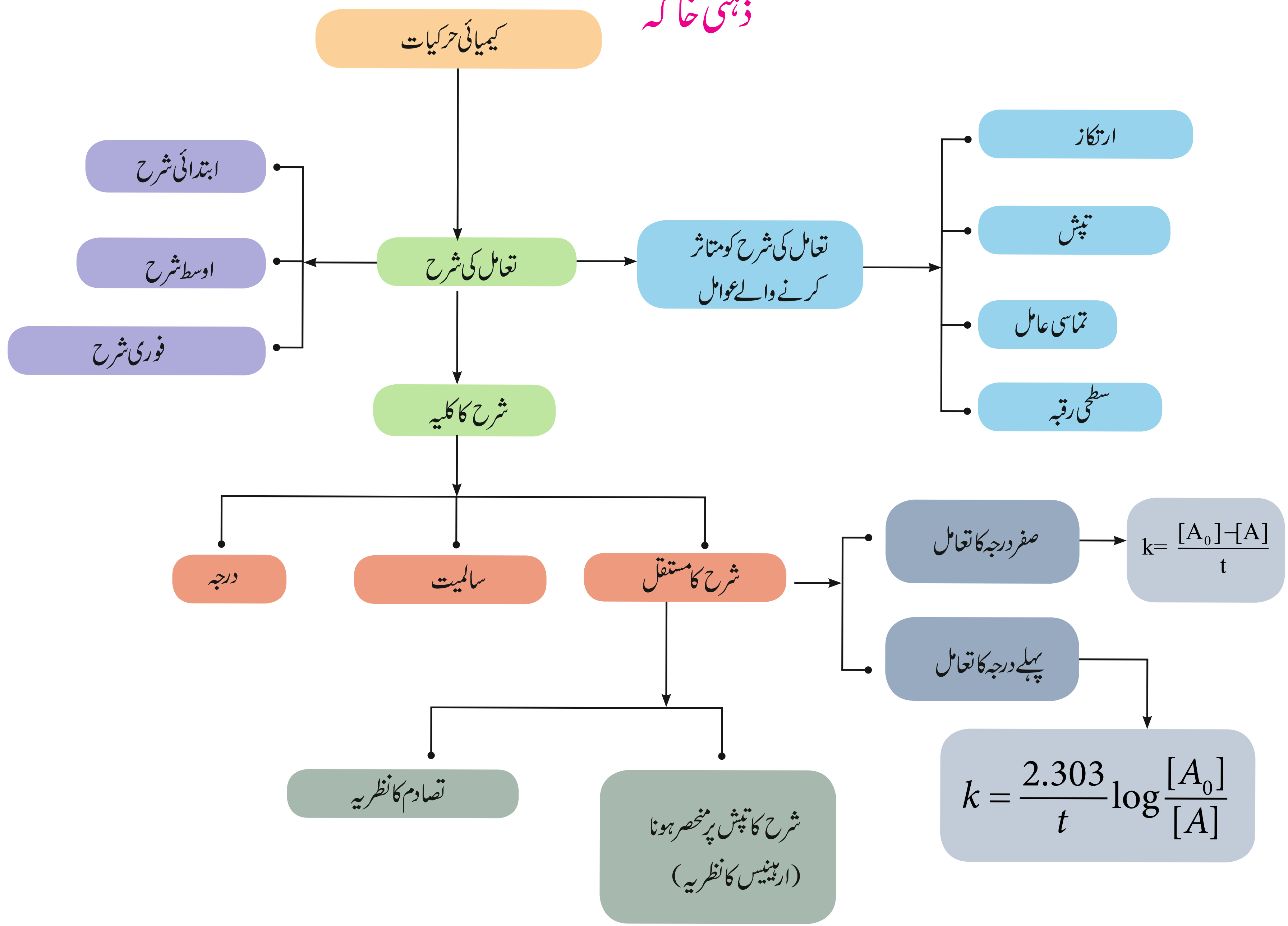
29۔ مندرجہ ذیل معطیات سے یہ ظاہر کریں کہ ہائڈروجن پر آکسائیڈ کی تحلیل پہلے درجہ کا تعامل ہے۔

| t (min) | 0 | 10 | 20 |
|---|---|---|---|
| V (ml) | 46.1 | 29.8 | 19.3 |

جس میں t وقت منٹوں میں V معیاری $KMnO_4$ محلول کا حجم، تعاملی آمیزے (reaction Mixture) کے مساوی حجم کو Titration کرنے کے لئے درکار ہے۔

30۔ ایک پہلے درجہ کا تعامل 50 منٹ میں 40% مکمل ہوتا ہے۔ شرح کے مستقل کی قیمت محسوب کیجئے۔ اسی تعامل کو 80% مکمل ہونے کے لئے کتنا وقت لگے گا؟

# ذہنی خاکہ



کیمیائی حرکیات
تعامل کی شرح
ابتدائی شرح
اوسط شرح
فوری شرح
تعامل کی شرح کو متاثر کرنے والے عوامل
ارتکاز
تپش
تماسی عامل
سطحی رقبہ
شرح کا کلیہ
درجہ
سالمیت
شرح کا مستقل
صفر درجہ کا تعامل
پہلے درجہ کا تعامل
$k = \frac{[A_0]-[A]}{t}$
$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{[A_0]}{[A]}$
تصادم کا نظریہ
شرح کا تپش پر منحصر ہونا
(ارہینیس کا نظریہ)

# کیمیائی حرکیات

## CHEMICAL KINETICS

اس آلہ کی مدد سے ہم تصادم اور فعلی توانائی کو سمجھ سکیں گے۔ تم اس سے مجازی حرکیاتی تجربہ بھی کرسکیں گے جس سے تعامل کی شرح پر تپش کے اثر سے متعلق معلومات حاصل ہوں گی۔

دیے گئے URL کو ٹائپ کیجیے
https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/reactions-and-rates
یا دائیں جانب کے QR کوڈ کو اسکین کیجیے۔

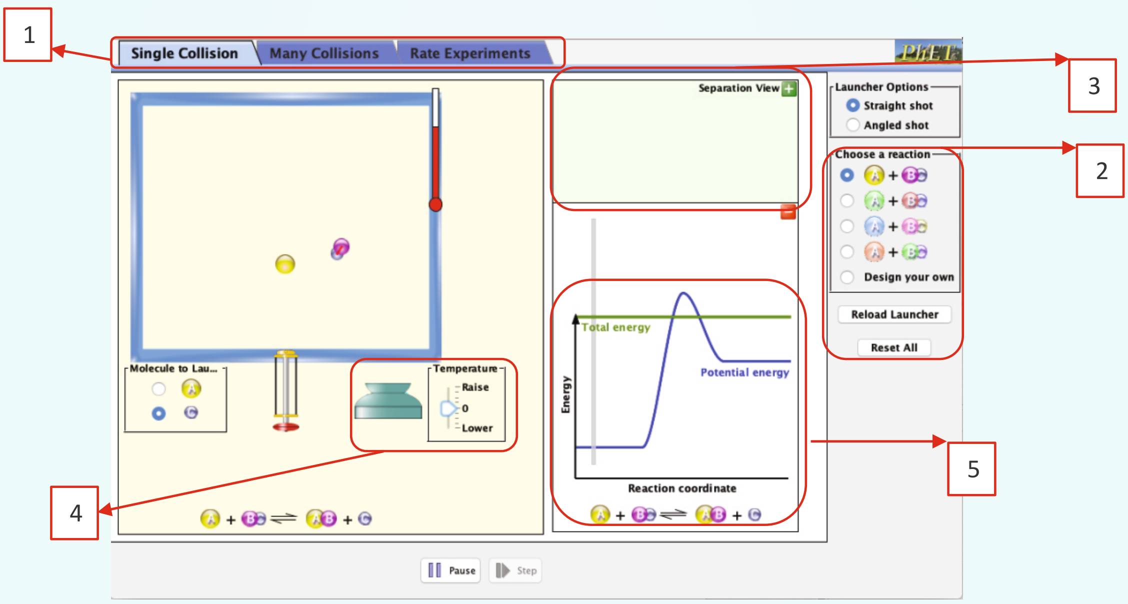
6BKG9

مرحلے :

■ براؤزر کھولئے اور دیے گئے URL کو ٹائپ کیجیے یا QR کوڈ کو اسکین کیجیے۔ ایک ویب پیج کھلے گا، جس میں reactions and rates نامی ایک java applet کھلے گا۔ اس میں کلک کرنے پر ایک window کھلے گا، جیسا کہ خاکے میں دکھایا گیا ہے۔ اس applet میں تین module ہیں، جن کو سلیکٹ کیا جاسکتا ہے۔

■ single collision tab کو سلیکٹ کریں، (tab 1) اس سے دو سالموں کے درمیان تصادم کو دیکھ سکتے ہیں۔ تم اس سے تعامل کے آگے بڑھنے کو (box 5) دیکھ سکتے ہیں۔ سلائڈر (box 2) کی مدد سے تپش میں اضافہ کیا جاسکتا ہے۔ ہم یہ دیکھ سکتے ہیں کہ تپش کے اضافہ سے اس نظام کے توانائی میں اضافہ کو دیکھ سکتے ہو اور متعامل کو توانائی کی رکاوٹ سے گزر کر حاصلات حاصل ہوتے ہیں۔ (box 1) میں کلک کرکے تم ان تجربوں کو مزید سالموں کے ساتھ دوہرا سکتے ہو۔

■ rate experiment mode سے تم مجازی حرکی تجربہ کو کر سکتے ہو۔ تم تعامل کرنے والے سالموں کی قسمیں اور ان کی مقادیر پیمائش کو (box 2) سے انتخاب کرسکتے ہو۔ دیے گئے وقت میں متعامل اور حاصل کے سالموں کی تعداد panel میں دکھائی دے گا (box 3)۔ تعامل کی شرح پر تپش کے اثر کو دیکھنے کے لئے تپش میں اضافہ (box 4) سے کیا جاسکتا ہے۔



# جوابات
# ANSWERS

جلد I

## اکائی - I

صحیح جواب کا انتخاب کیجئے۔

1. b) $Al_2O_3.nH_2O$ 2. c) $SO_2$ 3. c) $MgCO_3 \longrightarrow MgO + CO_2$

4. a) Al 5. b) $Al_2O_3$

6. d) دھاتی سلفائڈوں کے لئے کاربن اور ہائڈروجن مناسب تکسیدی عامل ہیں۔

7. c) A-iv , B-ii , C-iii , D-i

8. d) برمقناطیسی علٰحدگی

9. b) $Cu(s) + Zn^{2+}(aq) \longrightarrow Zn(s) + Cu^{2+}(aq)$

10. c) sodium 11. b) نا پگھلنے والے لوثوں سے حل پذیر لوثوں میں

12. c) Galena 13. a) الومینا کے نقطہ پگھلاؤ کو کم کرتا ہے

14. a) کاربن سے تکسید 15. c) جست کے ساتھ ہٹاؤ

16. c) Mg 17. b) وین آرکل پراسس

18. d) (a) اور (c) دونوں

19. d) سونے کی دھات کاری میں دھات کو ہلکائے ہوئے سوڈیم کلورائڈ کے محلول سے ترویق کی جاتی ہے۔

20. b) غیر خالص تانبا 21. b) $\Delta G^0$ Vs T

22. c) $\left(\frac{\Delta G^0}{\Delta T}\right)$ is negative 23. b) $Al_2O_3 + 2Cr \longrightarrow Cr_2O_3 + 2Al$

24. b) CO2 کی تشکیل کی ترسیم ایک خط مستقیم ہے، جو آزاد توانائی کے محور کے تقریباً متوازی ہے۔

## اکائی - 2

صحیح جواب کا انتخاب کیجئے۔

1. c) اساسی

$$Na_2B_4O_7 + 7H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{Strong base}}{2NaOH} + \underset{\text{Weak acid}}{4H_3BO_3}$$

2. d) پروٹان خارج کر کے پانی سے $OH^-$ حاصل کرتا ہے۔

$$B(OH)_3 + H_2O \rightleftharpoons [B(OH)_4]^- + H^+$$

3. b) $B_3H_6$

nido borane : $B_nH_{4+n}$

aracno borane : $B_nH_{6+n}$

$B_3H_6$ is not a borane

4. a) Aluminium

5. c) four

دو $3c - 2e$ بندشیں ہیں یعنی، پل میں موجود بندشیں 4 الکٹرانوں کے ذمہ دار ہیں۔

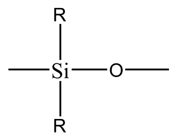
6. c) Lead

7. c) $sp^2$ hybridised

8. a) +4

مثال : $CH_4$، جس میں کاربن کی تکسیدی حالت +4 ہے۔

9. d) $(SiO_4)^{4-}$

10. b) 

11. a) $Me_3SiCl$

12. d) dry ice

خشک برف ٹھوس $CO_2$ ہے، جس میں کاربن sp مخلوط ہے۔

13. a) سہ پہلو اہرامی (Tetrahedral)

14. d) فلسپار ایک سہ ابعادی سلیکیٹ ہے۔

15. a) A-b , B-1 , C-4 , D-3

16. d) Al,Cu,Mn,Mg

Al-95% , Cu-4% , Mn-0.5% , Mg-0.5%

17. a) Metal borides

18. a) Al < Ga < In < Tl

+1 کی تکسیدی حالت، جامد جوڑی کے اثر کی وجہ سے گروپ میں نیچے کی طرف بڑھتی ہے۔

## اکائی 3

### صحیح جواب منتخب کیجئے۔

1. a) Nessler's reagent
2. d) ability to form $p\pi - p\pi$ bonds with itself
3. d) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$
4. b) $P_4$(white) and $PH_3$
5. a) $H_3PO_3$
6. a) $H_3PO_3$
7. b) 2
8. a) 6N
9. d) توثیق اور سبب دونوں غلط ہیں۔ اس کا برعکس صحیح ہے۔
10. b) $F_2$
11. b) HF > HCl > HBr > HI
12. d) $NeF_2$
13. c) He
14. c) $XeO_3$
15. a) HI
16. d) $Cl_2 > Br_2 > F_2 > I_2$
17. d) $HClO < HClO_2 < HClO_3 < HClO_4$
18. c) $Cu(NO_3)_2$ and $NO_2$

# اکائی 4

صحیح جواب منتخب کیجئے۔

1. b) Sc میں 3d مدار جزوی طور پر بھرے ہوئے ہیں، مگر Zn میں یہ مکمل طور پر بھرے ہوئے

2. a) Cr

$Cr \Rightarrow [Ar] 3d^5 4s^1$

3. a) Ti

4. c) $Ni^{2+}$

5. a) 5.92BM

$Mn^{2+} \Rightarrow$ $3d^5$ میں 5 غیر جوڑی دار الکٹران موجود ہیں۔

$n=5 ; .. = \sqrt{n(n+2)}BM$

$.. = \sqrt{5(5+2)} = \sqrt{35} = 5.92BM$

6. c) متغیر تکسیدی حالتوں کو حاصل کرنے کی صلاحیت

7. a) $VO_2^+ < Cr_2O_7^{2-} < MnO_4^-$

$\overset{+5}{V}O_2^+ < \overset{+6}{Cr_2}O_7^{2-} < \overset{+7}{Mn}O_4^-$ تکسیدی حالت کے بڑھنے سے تکسیدی طاقت زیادہ ہوتی ہے

8. b) Carbon dioxide

$$5(COO)_2^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2\uparrow + 8H_2O$$

9. b) حجمی تجزیہ (Volumetric analysis) میں K2Cr2O7 کی بہ نسبت Na2Cr2O7 کو ترجیح دی جاتی ہے۔

10. b) $Mn^{2+}$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

11. c) 3

$$K_2Cr_2O_7 + 6KI + 7H_2SO_4 \longrightarrow 4K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O + 3I_2$$

12. c) 0.6

$$\overset{7+}{Mn}O_4^- + \overset{+2}{Fe}\overset{+3}{C_2}O_4 \longrightarrow Mn^{2+} + Fe^{3+} + 2\overset{+4}{C}O_2$$

$5e^-$ acceptance $\quad 3e^-$ release

5 moles of $FeC_2O_4 \equiv$ 3 moles of $KMnO_4$

1 mole of $FeC_2O_4 \equiv \left(\frac{3}{5}\right)$ moles of $KMnO_4$

1 mole of $FeC_2O_4 \equiv$ 0.6 moles of $KMnO_4$

13. c) الومینیم کی بہ نسبت تمام لینتھانون زیادہ تعامل پذیر ہیں

جب ہم La سے Lu کی طرف چلتے ہیں تو ان کی دھاتی خصوصیت، الومینیم کے تقریباً مشابہ ہے۔

14. b) $Yb^{2+}$

$Yb^{2+}$ - $4f^{14}$ غیر جوڑی دار الکٹران نہیں ہے – دوہری مقناطیسیت

15. d) 3

16. a) توثیق اور سبب دونوں صحیح ہیں اور سبب، توثیق کی صحیح وضاحت کرتا ہے۔

17. b) +3

18. a) Np, Pu ,Am

19. a) $Lu(OH)_3$ کی بہ نسبت $La(OH)_2$ کم اساسیت رکھتا ہے۔

## اکائی - 5

### صحیح جواب کا انتخاب کیجئے۔

1۔ کامپلکس $[M(en)_2(Ox)]Cl$ میں

مرکزی دھاتی رواں $M^{3+}$ کے لئے

ابتدائی گرفت 3+ ہے

ثانوی گرفت 6 ہے۔

ابتدائی گرفت اور ثانوی گرفت کا حاصل جمع 3+6=9 ہے۔

جواب : (d)

2۔ کامپلکس $[M(H_2O)_5Cl]Cl_2$ ہے۔

کامپلکس کے 1M محلول کا 1000 ml ، $Cl^-$ روانوں کے 2 مول دیتا ہے۔

کامپلکس کے 0.01M محلول کا 1000 ml ، اتنے مول دے گا۔

$$Cl^- \text{ روانوں کے } 0.002 \text{ مول} = \frac{100\ ml \times 0.01M \times 2Cl^-}{1000\ ml \times 1M}$$

جواب : (b)

3۔ سالمی ضابطہ $MSO_4Cl.6H_2O$

بیریم کلورائڈ کے ساتھ سفید رسوب کا بننا یہ ظاہر کرتا ہے کہ $SO_4^{2-}$ کے رواں کو آرڈی نیشن کے کرہ کے باہر موجود ہیں۔ اور $AgNO_3$ کے ساتھ رسوب کا نہ بننا یہ ظاہر کرتا ہے کہ $Cl^-$ رواں، کوآرڈی نیشن کے کرہ کے اندر موجود ہیں۔ چونکہ M کا کوآرڈی نیشن عدد 6 ہے، $Cl^-$ اور $5H_2O$ لگینڈ ہیں، باقی $1\ H_2O$ اور $SO_4^{2-}$ ، کوآرڈی نیشن کے کرہ کے باہر موجود ہیں۔

جواب : (c)

4. $\left[\overset{+}{Fe}(H_2O)_5\overset{+}{N}O\right]^{2+} SO_4^{2-}$

+1 and +1 respectively

جواب : (d)

5. جواب : (d)

6. جواب : (d)

7. جواب (c)

$Ti^{4+}\left(d^0 \Rightarrow 0BM\right)$

$Co^{2+}\left(\text{گردش سے آزاد}\ d^7 \Rightarrow t_{2g}{}^5, e_g{}^2\ ;\ n=3\ ;\ \mu = 3.9BM\right)$

$Cu^{2+}\left(\text{کم گردش}\ d^9 \Rightarrow t_{2g}{}^6, e_g{}^3\ ;\ n=1\ ;\ \mu = 1.732BM\right)$

$Ni^{2+}\left(\text{کم گردش}\ d^8 \Rightarrow t_{2g}{}^6, e_g{}^2\ ;\ n=2\ ;\ \mu = 2.44BM\right)$

8. جواب (b)

الکٹرانی تشکیل $t_{2g}{}^3, e_g{}^2$

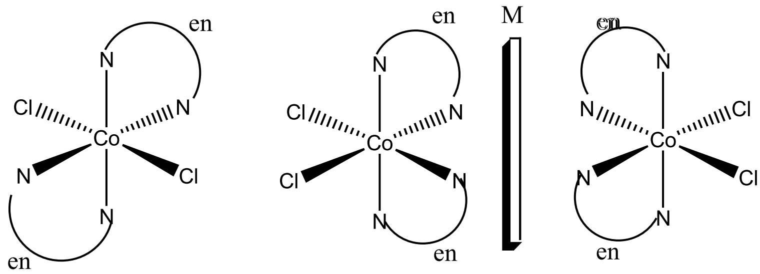
$$\left[3 \times (-0.4) + 2\,(0.6)\right]\Delta_0$$

$$\left[-1.2 + 1.2\right]\Delta_0 = 0$$

9. جواب : (a)

10. جواب (d)

تمام کامپلکسوں میں مرکزی دھاتی رواں $Co^{3+}$ ، دیئے گئے لگینڈ میں $CN^-$ سب سے طاقتور لگینڈ ہے، جس سے زیادہ کرسٹل فیلڈ کے شق کی توانائی زیادہ ہوگی۔ یعنی $\varnothing 0$ ہوگا۔




inactive                Active forms ( enantiomorphs)

(a), (c) اور (d) میں دیئے گئے کامپلکسوں میں تشاکلی عناصر ہیں، لہٰذا وہ بصری طور پر غیر حساس ہیں۔

11. جواب (d)

12۔ تین ہم ترکیبے ہیں۔ اگر ہم کسی ایک لگینڈ کو حوالہ کے طور پر لیں (فرض کریں (py))، تو تین لگینڈوں کی ترتیب ($Br, NH_3$ اور Cl)، (py) کے لحاظ سے تین شکلی ہم ترکیبے بنتے ہیں۔

13۔ جواب (c)

(a) ہم ربطی ترکیبے

(b) ہم ترکیبے نہیں ہیں۔ (مختلف ساختی ضابطہ)

(c) $SCN \leftarrow$ , $NCS \leftarrow$ ہم ربطی جوہر مختلف ہیں۔ ربطی ہم ترکیبیت

14۔ جواب (a)

$[MA_4B_2]^{n+}$ مرکبات کے لئے شکلی ہم ترکیبیت ممکن ہے۔

$$\left.\begin{matrix}[Co(NH_3)_4Br_2]Cl \\ [Co(NH_3)_4BrCl]Br\end{matrix}\right\} \rightarrow$$ روانی ہم ترکیبیت

15۔ جواب (d)

(a) اور (b) کے لئے شکلی ہم ترکیبیت ممکن ہے۔

(c) کے لئے روانی ہم ترکیبیت ممکن ہے۔

(d) کے لئے constitutional isomerism یا تجسیمی ہم ترکیبیت ممکن نہیں ہے۔

16. Answer : option(c)

(a) $Fe^{2+}$ (b) $Fe^{3+}$ (c) $Fe^{0}$

17. Answer : option(d)

$[Fe(en)_3]^{2+}(PO_4^{3-})$

18. Answer : option(c)

(a) $Zn^{2+}$ ($d^{10} \Rightarrow$ دوہری مقناطیسیت والا)

(b) $Co^{3+}$ ($d^6$ Low spin $\Rightarrow t_{2g}^{6}, e_g^{0}$ ; دوہری مقناطیسیت والا)

(c) $Ni^{2+}$ ($d^8$ Low spin $\Rightarrow t_{2g}^{6}, e_g^{2}$ ; اکہری مقناطیسیت)

(d) $[Ni(CN)_4]^{2-}$ ($dsp^2$ ; مربع سطحی، دوہری مقناطیسیت)

19. Answer : option(c)

$[Co(NH_3)_3(Cl)_3]$

20. Answer : option(d)

$V^{2+}\left(t_{2g}^{3}, e_g^{0} \text{ ; CFSE} = 3 \times (-0.4)\Delta_0 = -1.2\Delta_0\right)$

$Ti^{2+}\left(t_{2g}^{2}, e_g^{0} \text{ ; CFSE} = 2 \times (-0.4)\Delta_0 = -0.8\Delta_0\right)$

آپشن (a)، (b) اور (c) میں دئے گئے بیانات غلط ہیں۔

درست بیان اس طرح ہے۔

(a) چونکہ آٹھ سطحی میں crystal field stabilisation زیادہ ہے، مربع سطحی کامپلکسوں کی بہ نسبت آٹھ سطحی کامپلکس زیادہ

(b)

$$[FeF_6]^{4-} - \begin{pmatrix} Fe^{2+} - d^6 \text{High Spin} - t_{2g}^{4}, e_g^{2} \\ \text{CFSE} = 4 \times (-0.4) + (0.6) \times 2 + P \end{pmatrix}$$

$$[Fe(CN)_6]^{4-} - \begin{pmatrix} Fe^{2+} - d^6 \text{ Low Spin} - t_{2g}^{6}, e_g^{0} \\ \text{CFSE} = 6 \times (-0.4) + 3P \end{pmatrix}$$

## صحیح جواب منتخب کیجئے۔

1۔ c) دونوں ہم گرفتہ قلمیں ہیں۔

2۔ b) $AB_3$

$$A \text{ روانوں کی تعداد} = \left(\frac{N_c}{8}\right) = \left(\frac{8}{8}\right) = 1$$

$$B \text{ روانوں کی تعداد} = \left(\frac{N_f}{2}\right) = \left(\frac{6}{2}\right) = 3$$

3۔ b) 1:2

اگر قریبی پیک شدہ جوہروں کی تعداد N ہو تو

ٹٹرا ہیڈرل خالی جگہوں کے بننے کی تعداد 2N ہے۔

آٹھ سطحی خالی جگہوں کے بننے کی تعداد N ہے۔

چنانچہ $N : 2N = 1 : 2$

4۔ c) سالماتی ٹھوس

جالی کے نقاط پر $CO_2$ کے سالمے قائم ہیں۔

5۔ a) توثیق اور سبب دونوں صحیح ہیں، اور توثیق کی صحیح وضاحت سبب دیتا ہے۔

6۔ $CaF_2$ کی ترتیب مکعبی قریب پیک شدہ ہے۔

$Ca^{2+}$ رواں رُخ مرکزی مکعبی ترتیب میں ہیں۔ $Ca^{2+}$ کا ہر رواں $8\ F^-$ کے روانوں سے گھرا ہوا ہے اور ہر ایک

$F^-$ کے روانوں کو $4\ Ca^{2+}$ سے گھرا ہوا ہے۔

چنانچہ $Ca^{2+}$ کا کوآرڈی نیشن عدد 8 اور $F^-$ کا 4 ہے۔

7۔ BCC اکائی خانہ میں

2 جوہر = 1 اکائی خانہ

8g کے عنصر میں جوہروں کی تعداد

$$\text{مول کی تعداد} = \frac{8g}{40\ g\ mol^{-1}} = 0.2\ mol$$

ایک مول میں 6.023×1023 جوہر پائے جاتے ہیں۔

0.2 مول میں 0.2×6.023×1023 جوہر

$$\left(\frac{\text{1 اکائی خانہ}}{\text{2 جوہر}}\right) \times 0.2 \times 6.023 \times 10^{23}$$

$6.023 \times 10^{22}$ اکائی خانے

8. d) $M_3N_2$

اگر M جوہروں کی کل تعداد n ہو تو

ٹیٹراہیڈرل گڑھوں کی تعداد = 2n ہے

دیا گیا ہے $\left(\frac{1}{3}\right)$ ٹیٹراہیڈرل گڑھوں کو

یعنی $\left(\frac{1}{3}\right)\times 2n$ کو N جوہروں پر قائم ہیں۔

$$\therefore M:N \Rightarrow n:\left(\frac{2}{3}\right)n$$

$$1:\left(\frac{2}{3}\right)$$

$$3:2 \Rightarrow M_3N_2$$

9. c) 6

$$\frac{r_{C^+}}{r_{A^-}} = \frac{0.98\times10^{-10}}{1.81\times10^{-10}} = 0.54$$

یہ 0.414 تا 0.732 کی حد میں ہیں۔ لہٰذا ہر رواں کا کوآرڈی نیشن عدد 6 ہے۔

10. d) $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\times 400\text{pm}$

$$\sqrt{3}\,a = r_{Cs^+} + 2r_{Cl^-} + r_{Cs^+}$$

$$\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)a = \left(r_{Cs^+} + r_{Cl^-}\right)$$

$$\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)400 = \text{بین روانی فاصلہ}$$

11. a) $\left(\frac{100}{0.414}\right)$

fcc ساخت کے لئے $\frac{r_{X^+}}{r_{y^-}} = 0.414$

دیا گیا ہے $r_{X^+} = 100\,pm$

$$r_{y^-} = \frac{100\,pm}{0.414}$$

12. c) 32%

پیکنگ کی کارکردگی = 68%

چنانچہ خالی جگہ کا فیصد

(100-68) = 32%

13. b) 848.5pm

فرض کریں کونہ کا فاصلہ =a

$$\sqrt{2}a = 4r$$

$$a = \frac{4\times 300}{\sqrt{2}}$$

$$a = 600\times1.414$$

$$a = 848.4 \text{ pm}$$

14. b) $\left(\frac{\pi}{6}\right)$

$$\left(\frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{a^3}\right) = \left(\frac{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{a}{2}\right)^3}{a^3}\right) = \left(\frac{\pi}{6}\right)$$

15. a) F مرکز میں الکٹرانوں کا مشتعل ہونا

16. c) $\left(\frac{1}{2}a : \frac{\sqrt{3}}{4}a : \frac{1}{2\sqrt{2}}a\right)$

$$sc \Rightarrow 2r = a \Rightarrow r = \frac{a}{2}$$

$$bcc \Rightarrow 4r = \sqrt{3}a \Rightarrow r = \frac{\sqrt{3}a}{4}$$

$$fcc \Rightarrow 4r = \sqrt{2}a \Rightarrow r = \frac{\sqrt{2}a}{4} = \frac{a}{2\sqrt{2}}$$

$$\left(\frac{a}{2}\right):\left(\frac{\sqrt{3}a}{4}\right):\left(\frac{a}{2\sqrt{2}}\right)$$

17. d) $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)a$

اگر ضلع کا فاصلہ a ہو تو، اہم وتر جو جسم مرکزی جوہر سے گزرتا ہے √3a

$$\text{درکار فاصلہ} = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)a$$

18. a) 915 kg m-3

$$\rho = \frac{n \times M}{a^3 N_A}$$

for bcc

$n = 2$

$M = 39$

قریبی فاصلہ $2r = 4.52$

$$a = \frac{4r}{\sqrt{3}} = \frac{2 \times 4.52 \times 10^{-10}}{\sqrt{3}} = 5.21 \times 10^{-10}$$

$$\rho = \frac{2 \times 39}{\left(5.21 \times 10^{-10}\right)^3 \times \left(6.023 \times 10^{23}\right)}$$

$$\rho = 915 \text{ Kg m}^{-3}$$

$N_A$

19. b) جالی سے مساوی تعداد کے مثبر واں اور منفرواں غائب ہیں۔

20. c) فرنکل اثر

21. d) توثیق اور سبب دونوں غلط ہیں۔

22. b) FeO

23. a) $XY_8$

## اکائی - 7

### صحیح جواب کا انتخاب کیجئے۔

1. option (c)

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right) \log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$k = \left(\frac{1}{t}\right) \ln\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$e^{kt} = \left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$[A] = [A_0] e^{-kt}$$

اس صورت حال میں۔

$k = x \text{ min}^{-1}$ and $[A_0] = 0.01M = 1 \times 10^{-2} M$

$t = 1 \text{ hour} = 60 \text{ min}$

$[A] = 1 \times 10^{-2} \left(e^{-60x}\right)$

2. option (c)

for $n \neq 1$ $\quad t_{1/2} = \dfrac{2^{n-1}-1}{(n-1)\,k\,[A_0]^{n-1}}$

for $n = 0$ $\quad t_{1/2} = \dfrac{1}{2\,k\,[A_0]^{-1}}$

$$t_{1/2} = \frac{[A_0]}{2\,k}$$

$$t_{1/2} \,\alpha\, [A_0] \text{———}(1)$$

دیا گیا ہے

$[A_0] = 0.02M$ ; $t_{1/2} = 10\,\text{min}$

$[A_0] = 0.04M$ ; $t_{1/2} = ?$

(1) میں بھرتی کرنے پر

$$10\text{ min } \alpha\ 0.02M \text{———}(2)$$

$$t_{1/2}\ \alpha\ 0.04M \text{———}(3)$$

$$(3)/(2)$$

$$\Rightarrow \frac{t_{1/2}}{10\,\text{min}} = \frac{0.04\text{ M}}{0.02\text{ M}}$$

$$t_{1/2} = 2 \times 10\,\text{min} = 20\,\text{min}$$

3. option (b)

$$k = A\,e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

$$\ln k = \ln A - \left(\frac{E_a}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right)$$

یہ مساوات خطِ مستقیم کی مساوات کی شکل میں ہے۔

$$y = c + m\,x$$

lnk بمقابلہ $\left(\frac{1}{T}\right)$ کی ترسیم ایک خطِ مستقیم ہے جس کا میلان منفی ہے۔

4. option(c)

پہلے درجہ کے تعامل کے لئے

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$$

$t_{1/2}$ ابتدائی ارتکاز پر منحصر نہیں ہوتا اور یہ مستقل رہتا ہے۔(ابتدائی ارتکاز چاہے کتنا بھی ہو)

$$t_{1/2} = 2.5\text{ hrs}$$

option(c) 5.

$$\text{شرح} = \left(\frac{-1}{2}\right)\frac{d[NH_3]}{dt} = \frac{d[N_2]}{dt} = \left(\frac{1}{3}\right)\frac{d[H_2]}{dt}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)k_1[NH_3] = k_2[NH_3] = \left(\frac{1}{3}\right)k_3[NH_3]$$

$$\left(\frac{3}{2}\right)k_1 = 3k_2 = k_3$$

$$1.5\,k_1 = 3k_2 = k_3$$

option(a) 6.

دیا گیا ہے : کم دباؤ پر تعامل پہلے درجہ پر عمل پیرا ہے، چنانچہ

$$\text{شرح} \propto [\text{متعامل}]^1$$

$$\text{شرح} \propto (\text{سطحی رقبہ})$$

اعلیٰ دباؤ پر سطحی رقبہ کے مکمل طور پر چھا جانے کی وجہ سے تعامل صفر درجہ پر عمل پیرا ہے،

$$\text{شرح} \propto [\text{متعامل}]^0$$

چنانچہ شرح، سطحی رقبہ پر غیر منحصر ہے۔

option(b) 7.

شرح $\text{rate} = k[A]^n$

شرح $\text{rate} = \frac{-d[A]}{dt}$

شرح کی اکائی $\text{unit of rate} = \frac{mol\,L^{-1}}{s} = mol\,L^{-1}s^{-1}$

شرح کے مستقل کی اکائی $\text{unit of rate constant} = \frac{(mol\,L^{-1}s^{-1})}{(mol L^{-1})^n} = mol^{1-n}\,L^{n-1}s^{-1}$

اس صورت حال میں

شرح $\text{rate} = k[\text{Acetone}]^{3/2}$

$n = 3/2$

$mol^{1-(3/2)}\,L^{(3/2)-1}s^{-1}$

$mol^{-(1/2)}\,L^{(1/2)}s^{-1}$

option(b) 8.

ایک تماسی عامل ایک تعامل کو کم فعلی توانائی دیتے ہوئے ایک نئی راہ فراہم کرتا ہے۔ یعنی یہ فعلی توانائی کو کم کر دیتا ہے۔

9. option(a)

صفر درجہ کے تعامل میں متعامل کے ارتکاز کو بڑھانے سے اس کی شرح میں کوئی فرق نہیں پڑتا۔ چنانچہ بیان (1) غلط ہے۔

$$k = A\,e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

اگر $E_a = 0$ ہو تو بیان (ii) صحیح ہے، اور بیان (iii) غلط ہے۔

$$k = A\,e^{0}$$

$$k = A$$

$$\ln k = \ln A - \left(\frac{E_a}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right)$$

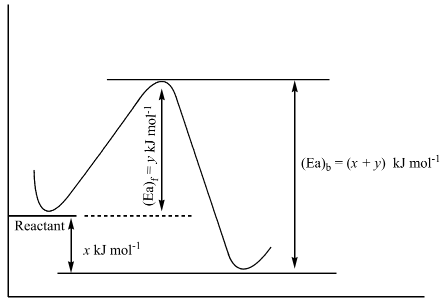
یہ مساوات خط مستقیم کی مساوات کی شکل میں ہے۔

$$y = c + m\,x$$

**lnk** بمقابلہ $\left(\frac{1}{T}\right)$ منفی میلان والی ایک خط مستقیم ہے۔

چنانچہ بیانات (iv) اور (v) غلط ہیں۔

10. option(d)




$$(x + y)\ \text{kJmol}^{-1}$$

$$(x + y) \times 10^{3}\ \text{Jmol}^{-1}$$

11. option(c)

$$T_1 = 200\text{K}\ ;\ k = k_1$$

$$T_2 = 400\text{K}\ ;\ k = k_2 = 2k_1$$

$$\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1\,T_2}\right)$$

$$\log\left(\frac{2\,k_1}{k_1}\right) = \frac{E_a}{2.303 \times 8.314\ \text{J K}^{-1}\text{mol}^{-1}}\left(\frac{400\ \text{K} - 200\text{K}}{200\text{K} \times 400\text{K}}\right)$$

$$E_a = \frac{0.3010 \times 2.303 \times 8.314\ \text{J}\text{K}^{-1}\text{mol}^{-1} \times 200\ \text{K} \times 400\ \text{K}}{200\ \text{K}}$$

$$E_a = 2305\ \text{J mol}^{-1}$$

$$E_a = 2.305\ \text{kJ mol}^{-1}$$

option(a) 12.

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$2.303 \times 10^{-2}\ \text{hour}^{-1} = \left(\frac{2.303}{1806\ \text{min}}\right)\log\left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$\left(\frac{2.303 \times 10^{-2}\ \text{hour}^{-1} \times 1806\ \text{min}}{2.303}\right) = \log\left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$\left(\frac{1806 \times 10^{-2}}{60}\right) = \log\left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$0.301 = \log\left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$\log 2 = \log\left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$2 = \left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$[A] = \left(\frac{0.25}{2}\right) = 0.125\text{M}$$

option(b) 13.

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$[A_0] = 100\ ;\ [A] = 25$$

$$6.909 = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{100}{25}\right)$$

$$t = \left(\frac{2.303}{6.909}\right)\log(4)$$

$$t = \left(\frac{1}{3}\right)\log 2^2$$

$$t = \left(\frac{2}{3}\right)\log 2$$

option(c) 14.

$$k=\left(\frac{1}{t}\right)\ln\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$[A_0]=0.1$ ; $[A]=0.05$

$$k=\left(\frac{1}{t_{1/2}}\right)\ln\left(\frac{0.1}{0.05}\right)$$

$$k=\left(\frac{1}{t_{1/2}}\right)\ln(2)$$

$$t_{1/2}=\frac{\ln(2)}{k}$$

option(b) 15.

$$\text{rate}_1=k[0.1]^n[0.1]^m \text{ ——— (1)}$$

$$\text{rate}_2=k[0.2]^n[0.1]^m \text{ ——— (2)}$$

$$(2)/(1)$$

$$\frac{2x}{x}=\frac{k[0.2]^n[0.1]^m}{k[0.1]^n[0.1]^m}$$

$$\frac{2x}{x}=2^n \quad \therefore\ n=1$$

$$\text{rate}_3=k[0.1]^n[0.2]^m \text{ ——— (3)}$$

$$\text{rate}_4=k[0.2]^n[0.2]^m \text{ ——— (4)}$$

$$(4)/(2)$$

$$\frac{8x}{2x}=\frac{k[0.2]^n[0.2]^m}{k[0.2]^n[0.1]^m}$$

$$\frac{8}{2}=2^m \quad \therefore\ m=2$$

$$\therefore\ \text{rate}=k[A]^1[B]^2$$

option(c) 16.

پہلے درجہ کے تعامل کے لئے اگر متعامل کے ارتکاز کو دوگنا کر دیا جائے تو تعامل کی شرح بھی دوگنی ہو جائے گی۔
شرح کا مستقل، ارتکاز پر غیر منحصر ہے اور مستقل تپش پر یہ مستقل ہوتا ہے۔

option(a) 17.

شرح کے مستقلہ کی اکائی $s^{-1}$ ہے اور اس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ تعامل پہلے درجہ کا ہے۔

option(c) 18.

$$Rate = \frac{d[N_2O_5]}{dt} = \left(\frac{1}{2}\right)\frac{d[NO_2]}{dt} = \frac{2\,d[O_2]}{dt}$$

دیا گیا ہے

$$\frac{d[N_2O_5]}{dt} = 6.5 \times 10^{-2} \text{ mol } L^{-1}s^{-1}$$

$$\frac{d[NO_2]}{dt} = 2\times 6.5 \times 10^{-2} = 1.3 \times 10^{-1} \text{ mol } L^{-1}s^{-1}$$

$$\frac{d[O_2]}{dt} = \frac{6.5\times10^{-2}}{2} = 3.25 \times 10^{-2} \text{ mol } L^{-1}s^{-1}$$

option(d) 19.

$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O + \tfrac{1}{2}O_2$$

شرح $Rate = \frac{-d[H_2O_2]}{dt} = \frac{d[H_2O]}{dt} = \frac{2d[O_2]}{dt}$

آکسیجن کے مول کی تعداد $= \left(\frac{48}{32}\right) = 1.5$ mol

آکسیجن کے بننے کی شرح $\therefore = 1.5$ mol $min^{-1}$

پانی کے بننے کی شرح $\therefore = 2\times1.5 = 3$ mol $min^{-1}$

option(a) 20.

پہلے درجہ کے تعامل کے لئے t½ ابتدائی ارتکاز پر غیر منحصر ہے یعنی ایسی صورت حال کے لئے **$n\neq1$** ،

$$t_{1/2} \ \alpha \ \frac{1}{[A_0]^{n-1}} \quad \text{------- (1)}$$

If $[A_0] = 2[A_0]$ ; then $t_{1/2} = 2t_{1/2}$

$$2\,t_{1/2} \ \alpha \ \frac{1}{[2\,A_0]^{n-1}} \quad \text{------ (2)}$$

$$\frac{(2)}{(1)} \Rightarrow$$

$$2 = \frac{1}{[2A_0]^{n-1}} \times \frac{[A_0]^{n-1}}{1}$$

$$2 = \frac{[A_0]^{n-1}}{[2A_0]^{n-1}}$$

$$2 = \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}$$

$$2 = \left(2^{-1}\right)^{n-1}$$

$$2^{1} = \left(2^{-n+1}\right)$$

$$n = 0$$

Answer : option(a) 21.

| | A | $\longrightarrow$ | B | C | D |
|---|---|---|---|---|---|
| Initial ابتدائی | a | | 0 | 0 | 0 |
| وقت t پر تعامل ہونا<br>Reacted at time t | $x$ | | – | – | – |
| t وقت کے بعد<br>After time t | $(a-x)$ | | $x$ | $x$ | $x$ |
| Total number of moles مول کی جملہ تعداد | | $= (a+2x)$ | | | |

$$a \propto P_0$$

$$(a+2x) \propto P$$

$$\frac{a}{(a+2x)} = \frac{P_0}{P}$$

$$x = \frac{(P-P_0)\,a}{2P_0}$$

$$(a-x) = a - \left(\frac{(P-P_0)\,a}{2P_0}\right)$$

$$(a-x) = a\left\{\frac{3P_0 - P}{2P_0}\right\}$$

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\frac{[A_0]}{[A]}$$

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{a}{a-x}\right)$$

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{a}{a\left\{\frac{3P_0-P}{2P_0}\right\}}\right)$$

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{2P_0}{3P_0-P}\right)$$

Answer : option(b)30min 22.

$$t_{75\%} = 2t_{50\%}$$

$$t_{50\%} = \left(\frac{t_{75\%}}{2}\right) = \left(\frac{60}{2}\right) = 30\,\text{min}$$

Answer : option(d) 23.

140 دنوں میں $\Leftarrow$ ابتدائی ارتکاز گھٹ کر g $\left(\frac{1}{2}\right)$ ہوجائے گا۔

280 دنوں میں $\Leftarrow$ ابتدائی ارتکاز گھٹ کر g $\left(\frac{1}{4}\right)$ ہوجائے گا۔

420 دنوں میں $\Leftarrow$ ابتدائی ارتکاز گھٹ کر g $\left(\frac{1}{8}\right)$ ہوجائے گا۔

560 دنوں میں $\Leftarrow$ ابتدائی ارتکاز گھٹ کر g $\left(\frac{1}{16}\right)$ ہوجائے گا۔

Answer : option(b) 24.

پہلے درجہ کے تعامل کے لئے

$$t_{1/2} = \frac{0.6932}{k}$$

دوسرے درجہ کے تعامل کے لئے

$$t_{1/2} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)\ k\ [A_0]^{n-1}}$$

$$n = 2$$

$$t_{1/2} = \frac{2^{2-1}-1}{(2-1)\ k\ [A_0]^{2-1}}$$

$$t_{1/2} = \frac{1}{k\ [A_0]}$$

Answer : option(c) 25.

$$1 \xrightarrow{t_{1/2}} \left(\frac{1}{2}\right) \xrightarrow{t_{1/2}} \left(\frac{1}{4}\right) \xrightarrow{t_{1/2}} \left(\frac{1}{8}\right) \xrightarrow{t_{1/2}} \left(\frac{1}{16}\right)$$

$$\therefore\ 4\,t_{1/2} = 2\text{ hours}$$

$$t_{1/2} = 30\text{ min}$$

**10۔ حل**

$$\text{شرح} = k[A]^2[B][L]^{3/2} \text{ -----(1)}$$

$(i)$ جب $[L] = [4L]$

$$\text{شرح} = k[A]^2[B][4L]^{3/2}$$

$$\text{شرح} = 8\left(k[A]^2[B][L]^{3/2}\right) \text{ -----(2)}$$

(1) اور (2) کا موازنہ کرنے پر شرح 8 گُنا بڑھ جاتا ہے۔

$(ii)$ جب $[A] = [2A]$ *and* $[B] = [2B]$

$$\text{شرح} = k[2A]^2[2B][L]^{3/2}$$

$$\text{شرح} = 8\left(k[A]^2[B][L]^{3/2}\right) \text{ -----(3)}$$

(1) اور (3) کا موازنہ کرنے پر شرح 8 گُنا بڑھ جاتا ہے۔

$(iii)$ جب $[A] = \left[\frac{A}{2}\right]$

$$\text{شرح} = k\left[\frac{A}{2}\right]^2[B][L]^{3/2}$$

$$\text{شرح} = \left(\frac{1}{4}\right)\left(k[A]^2[B][L]^{3/2}\right) \text{ -----(4)}$$

(1) اور (4) کا موازنہ کرنے پر شرح ¼ گُنا کم ہو جاتا ہے۔

$(iv)$ جب $[A] = \left[\frac{A}{3}\right]$ *and* $[L] = [4L]$

$$\text{شرح} = k\left[\frac{A}{3}\right]^2[B][4L]^{3/2}$$

$$\text{شرح} = \left(\frac{8}{9}\right)\left(k[A]^2[B][L]^{3/2}\right) \text{ -----(5)}$$

(1) اور (5) کا موازنہ کرنے پر شرح 8/9 گُنا کم ہو جاتا ہے۔

**11۔ حل**

فرض کیجئے کہ ایک یک ترکیبہ کا دو ترکیبہ بنتا M ہے۔

$$2M \longrightarrow (M)_2$$

$$\text{شرح} = k[M]^n$$

دیا گیا ہے n=2 اور $[M] = 0.05 \text{ mol L}^{-1}$

$$\text{شرح} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$k = \frac{Rate}{[M]^n}$$

$$k = \frac{7.5\times10^{-3}}{(0.05)^2} = 3\ mol^{-1}Ls^{-1}$$

**12۔** حل

$$\text{شرح} = k[x]^{\left(\frac{3}{2}\right)}[y]^{\left(\frac{1}{2}\right)}$$

$$\text{مجملہ درجہ} = \left(\frac{3}{2}+\frac{1}{2}\right) = 2$$

یعنی دوسرے درجہ کا تعامل

چونکہ شرح کے اظہار میں z کا ارتکاز نہیں ہے، z کے لحاظ سے یہ تعامل صفر درجہ کا ہے۔

**15۔** حل

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{[A_0]}{[A]}$$

$$k = \frac{2.303}{1\,min}\log\frac{[0.08]}{[0.04]}$$

$$k = 2.303\log 2$$

$$k = 2.303\times0.3010$$

$$k = 0.6932\,min^{-1}$$

$$k = \left(\frac{0.6932}{60}\right)s^{-1}$$

$$k = 1.153\times10^{-2}\ s^{-1}$$

**19۔** حل

$$k = A\,e^{\left(-\frac{E_a}{RT}\right)}$$

$$k = 1.6\ \times10^{13}s^{-1}e^{\left(-\frac{200\times103\ J\,mol^{-1}}{8.314\,JK^{-1}mol^{-1}\times600\,K}\right)}$$

$$k = 1.6\ \times10^{13}s^{-1}\ e^{-(40.1)}$$

$$k = 1.6\ \times10^{13}s^{-1}\times3.8\times10^{-18}$$

$$k = 6.21\times10^{-5}s^{-1}$$

ایک درجہ کے تعامل کے لئے

$$t = \frac{2.303}{k} \log \frac{[A_0]}{[A]}$$

$$t = \frac{2.303}{0.087\ min^{-1}} \log\left(\frac{100}{1}\right)$$

$$t = 52.93\, min$$

حل 25

تعامل کا درجہ $= 1; \quad t_{1/2} = 60$ ;

سیکنڈ , $k = ?$

ہم جانتے ہیں کہ $\boldsymbol{k = \frac{0.6932}{t_{1/2}}}$

$$k = \frac{2.303}{60} = 0.01155\ s^{-1}$$

**ii)** $[A_0] = 100\%$ $t = 180$ s , $k = 0.01155$ seconds$^{-1}$, $[A] = ?$

For the first order reaction

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{[A_0]}{[A]}$$

$$0.01155 = \frac{2.303}{180} \log\left(\frac{100}{[A]}\right)$$

$$\frac{0.01155 \times 180}{2.303} = \log\left(\frac{100}{[A]}\right)$$

$$0.9207 = \log 100 - \log[A]$$

$$\log[A] = \log 100 - 0.9207$$

$$\log[A] = 2 - 0.9207$$

$$\log[A] = 1.0973$$

$$[A] = \text{antilog of } (1.097)^{3}$$

$$[A] = 12.5\%$$

حل 26

i) Let A = 100M, $[A_0] - [A] = 20M$,

صفر درجہ کے تعامل کے لئے

$$k = \left(\frac{[A_0] - [A]}{t}\right)$$

**20.** حل

$$rate = k[x]^n [y]^m$$

$$0.15 = k[0.2]^n [0.02]^m \text{ ———— } (1)$$

$$0.30 = k[0.4]^n [0.02]^m \text{ ———— } (2)$$

$$1.20 = k[0.4]^n [0.08]^m \text{ ———— } (3)$$

$$(3)/(2)$$

$$\frac{1.2}{0.3} = \frac{k[0.4]^n [0.08]^m}{k[0.4]^n [0.02]^m}$$

$$4 = \left(\frac{[0.08]}{[0.02]}\right)^m$$

$$4 = (4)^m$$

$$\therefore\ m = 1$$

$$(2)/(1)$$

$$\frac{0.30}{0.15} = \frac{k[0.4]^n [0.02]^m}{k[0.2]^n [0.02]^m}$$

$$2 = \left(\frac{[0.4]}{[0.2]}\right)^n$$

$$2 = (2)^n$$

$$\therefore\ n = 1$$

$$Rate = k[x]^1 [y]^1$$

$$0.15 = k[0.2]^1 [0.02]^1$$

$$\frac{0.15}{[0.2]^1 [0.02]^1} = k$$

$$k = 37.5\ mol^{-1} L\ s^{-1}$$

حل 23

ہم جانتے ہیں کہ, $t_{1/2} = 0.693/k$

$t_{1/2} = 0.693/1.54 \times 10^{-3}\ s^{-1} =$ **450 s**

حل 24.

ہم جانتے ہیں کہ $k = 0.693/t_{1/2}$

$k = 0.693/8.0$ minutes $= 0.087$ minutes$^{-1}$

$$k = \left(\frac{20M}{20min}\right) = 1\,Mmin^{-1}$$

ایک تعامل کے شرح کا مستقل = $1\ M\ min^{-1}$

(ii 80% تعامل کو مکمل کرنے کے لئے وقت کو محسوب کرنا

$k = 1Mmin^{-1}$, $[A_0] = 100M$, $[A_0]-[A] = 80M$, $t = ?$

چنانچہ

$$t = \left(\frac{[A_0]-[A]}{k}\right) = \left(\frac{80M}{1Mmin^{-1}}\right) = 80\,min$$

27۔ حل

یہاں ہمیں یہ دیا گیا ہے۔

$E_a = 22.5\ kcal\ mol^{-1} = 22500\ cal\ mol^{-1}$

$T = 40°C = 40 + 273 = 313\ K$

$k = 1.8 \times 10^{-5}\ sec^{-1}$

مساوات میں قیمتوں کو درج کرنے پر

$$\log A = \log k + \left(\frac{E_a}{2.303RT}\right)$$

$$\log A = \log\left(1.8\times10^{-5}\right) + \left(\frac{22500}{2.303\times1.987\times313}\right)$$

$$\log A = \log\left(1.8\right) - 5 + \left(15.7089\right)$$

$$\log A = 10.9642$$

$$A = \text{antilog}\left(10.9642\right)$$

$$A = 9.208\times10^{10}\text{collisions } s^{-1}$$

28۔ حل

پہلے درجہ کے تعامل کے لئے

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{[A_0]}{[A]}$$

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{V_\infty}{V_\infty - V_t}$$

موجودہ صورت حال میں $V_\infty = 58.3$ ml.

مختلف وقتوں میں $k$ کی مختلف قیمتوں کو اس طرح محسوب کیا جاسکتا ہے۔

| t (*min*) | $V_t$ | $V_\infty - V_t$ | $\frac{2.303}{t}\log\frac{V_\circ}{V_\circ - V_t}$ |
|---|---|---|---|
| 6 | 19.3 | 58.3-19.3 = 39.0 | $k = \frac{2.303}{6}\log\left(\frac{58.3}{39}\right) = 0.0670\ min^{-1}$ |
| 12 | 32.6 | 58.3-32.6 = 25.7 | $k = \frac{2.303}{12}\log\left(\frac{58.3}{25.7}\right) = 0.0683\ min^{-1}$ |
| 18 | 41.3 | 58.3-41.3 = 17.0 | $k = \frac{2.303}{18}\log\left(\frac{58.3}{17}\right) = 0.0685\ min^{-1}$ |
| 24 | 46.5 | 58.3-46.5 = 11.8 | $k = \frac{2.303}{24}\log\left(\frac{58.3}{11.8}\right) = 0.0666\ min^{-1}$ |

لہذا $k$ کی قیمت مستقل کے قریب آجاتی ہے۔دیا گیا تعامل پہلے درجہ کا ہے۔

k کی اوسط قیمت (mean value) **0.0676 min$^{-1}$** ہے۔

**29۔** حل:

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{[A_0]}{[A]}$$

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right) \log \left(\frac{V_0}{V_t}\right)$$

دیئے گئے مرحلے میں **$V_0$= 46.1 ml**

ہر وقفے پر k کی قیمت مندرجۂ ذیل سے محسوب کر سکتے ہیں

| t (*min*) | $V_t$ | $k = \left(\frac{2.303}{t}\right) \log \left(\frac{V_0}{V_t}\right)$ |
|---|---|---|
| 10 | 29.8 | $k = \frac{2.303}{10} \log \left(\frac{46.1}{29.8}\right) = 0.0436 \text{ min}^{-1}$ |
| 20 | 19.3 | $k = \frac{2.303}{20} \log \left(\frac{46.1}{19.3}\right) = 0.0435 \text{ min}^{-1}$ |

چنانچہ k کی قیمت مستقل کے قریب آجاتی ہے۔اس لئے یہ تعامل پہلے درجہ کا ہے۔

**30۔** حل:

i) پہلے درجہ کے تعامل کے لئے = $k = \frac{2.303}{t} \log \frac{[A_0]}{[A]}$

فرض کریں کہ, $[A_0]$ = 100 %, t = 50 minutes

Therefore, [A] = 100 – 40 = 60

k = (2.303 / 50) log (100 / 60)

**k = 0.010216 min$^{-1}$**

اس لئے شرح مستقل کی قیمت **0.010216 min$^{-1}$** ہے۔

(ii ۔ t=? جب تعامل **80%** مکمل ہوتا ہے

[A] = 100 – 80 = 20 %

From above, k = 0.010216 min$^{-1}$

t = (2.303 / 0.010216) log (100 / 20)

**t = 157.58 min**

**80%** تعامل مکمل ہونے کے لئے درکار وقت **157.58** منٹ ہے۔

# عملی مشق (پریکٹکلس)
# PRACTICALS

+2

## I۔ نامیاتی معیاری تجزیہ (Organic Qualitative Analysis)

| عدد | تجربہ (Experiment) | مشاہدہ (Observation) | نتیجہ (Inference) |
|---|---|---|---|
| | ابتدائی جانچ (Preliminary Test) | | |
| 1 | بو: Odour<br>نامیاتی مرکبات کی بو کو پہچاننا | (i) مچھلی کی بو<br>(ii) کڑوے بادام کی بو<br>(iii) فینال کی بو<br>(iv) خوشبودار پھل کی بو | (i) امئین (Amine) ہوسکتا ہے۔<br>(ii) بنزالڈی ہائیڈ ہوسکتا ہے۔<br>(iii) فینال ہوسکتا ہے۔<br>(iv) اسٹر ہوسکتا ہے۔ |
| 2 | لٹمس کاغذ کی جانچ<br>نامیاتی مرکبات کے ساتھ نم لٹمس کاغذ کو مس کرنا | (i) نیلے لٹمس کو سرخ میں تبدیل ہونا<br>(ii) سرخ لٹمس کو نیلے میں تبدیل ہونا<br>(iii) رنگ میں کوئی تبدیلی نہیں ہوئی | (i) کاربا کسلک ترشہ یا فینال ہوسکتا ہے۔<br>(ii) امئین ہوسکتا ہے<br>(iii) کاربا کسلک ترشہ فینال اور امئین کی غیر موجودگی |
| 3 | سوڈیم بائی کاربونیٹ کے ساتھ تعامل:<br>ایک امتحانی نالی میں 2ml سیر شدہ بائی کاربونیٹ کا محلول لیں۔ نامیاتی مرکبات کے دو یا تین قطرے (یا ٹھوس کی چٹکی) شامل کریں | (i) فوری بلبلے<br>(ii) فوری بلبلے نہیں آتے | (i) کاربا کسلک ترشہ کی موجودگی<br>(ii) کابا کسلک ترشہ کی غیر موجودگی |
| 4 | بورش تعامل انگیز کے ساتھ عمل:<br>(Borsche's reagent)<br>ایک امتحانی نالی میں تھوڑی مقدار کا نامیاتی مرکبات لیں۔ 3ml کا بورش تعامل انگیز اور 1ml کا مرتکز HCl شامل کریں۔ اس آمیزہ گرم کر کے ٹھنڈا کریں۔ | زرد یا نارنجی یا سرخ تلچھٹ / رسوب | آلڈیہائڈ یا کیٹون کی موجودگی |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | خشک جلا کر جانچ (Charring Test)<br>ایک خشک امتحانی نالی میں تھوڑی سی مقدار کا نامیاتی مرکب لیں۔ 2ml مرتکز سلفیورک ترشہ شامل کریں اور اس آمیزے کو گرم کریں۔ | جلی ہوئی شکر کی بو کی طرح جلنا۔ | کاربوہائیڈریٹ کی موجودگی |
| الیفیٹک یا ارومیٹک فطرت کی جانچ (Test for Aliphatic or Aromatic Nature) | | | |
| 6 | احتراقی جانچ (Ignition Test)<br>ایک نکل کے چمچے میں نامیاتی مرکبات کی کچھ مقدار لیں اور بنسن شعلہ میں جلائیں۔ | (i) کالک کے ساتھ جلنا۔<br>(ii) کالک کے بغیر جلنا۔ | (i) ارومیٹک مرکبات کی موجودگی<br>(ii) الیفیٹک (Aliphatic) مرکبات کی موجودگی۔ |
| غیر سیر شدہ مرکبات کے لئے جانچ (Test for unsaturation) | | | |
| 7 | برومین کے پانی سے جانچ<br>Bromine water Test<br>ایک امتحانی نالی میں کچھ مقدار کا نامیاتی مرکبات لیں۔ 2ml کی کشید کردہ پانی سے حل کریں۔ اس محلول کے ساتھ برومین پانی کے چند قطرے ملایئے۔ اس آمیزے کو اچھی طرح ہلایئے۔ | (i) برومین پانی کا رنگ نارنجی-زرد سے بے رنگ ہو جاتا ہے۔<br>(ii) رنگ کی کوئی تبدیلی نہیں۔<br>(iii) بے رنگ ہو کر سفید رسوب کا بننا | (i) دیا گیا مادّہ غیر سیر شدہ ہے۔<br>(ii) مادّہ سیر شدہ ہے۔<br>(iii) ارومیٹک امئین یا فینال کی موجودگی |
| 8 | محلول $KMnO_4$ سے جانچ<br>ایک امتحانی نالی میں تھوڑی سی مقدار کا نامیاتی مرکب لیں۔ 2ml کا کشید کردہ پانی سے حل کریں۔ اس محلول کے ساتھ ہلکائے ہوئے قلوی $KMnO_4$ محلول کے چند قطرے شامل کریں اور خوب ہلایئے۔ | (i) گلابی رنگ کا $KMnO_4$ بے رنگ ہو جاتا ہے۔<br>(ii) رنگ میں کوئی تبدیلی نہیں۔ | (i) دیا گیا مادّہ غیر سیر شدہ ہے۔<br>(ii) دیا گیا مادّہ سیر شدہ ہے۔ |
| منتخب شدہ نامیاتی فعلی گروپ کے لئے جانچ (Test for selected organic functional groups) | | | |
| فینال کے لئے جانچ | | | |
| 9 | تعدیلی $FeCl_3$ سے جانچ:<br>ایک خشک امتحانی نالی میں 1 ملی لیٹر کا تعدیلی فیرک کلورائیڈ کا محلول لیں۔ نامیاتی مرکبات کے دو سے تین قطرے (یا ایک چٹکی ٹھوس) نامیاتی مرکبات شامل کریں۔ اگر کوئی رنگ نظر نہ آئے تو الکحل کے تین یا چار قطرے شامل کریں۔ | (i) بنفشی رنگ دکھائی دیتا ہے۔<br>(ii) بنفشی۔ نیلا رنگ دکھائی دیتا ہے۔<br>(iii) سبز رنگ دکھائی دیتا ہے۔ | (i) فینال کی موجودگی<br>(ii) α- نافتھال کی موجودگی<br>(iii) β- نافتھال کی موجودگی |

| | | | |
|---|---|---|---|
| کاربا کسلک ترشہ کی جانچ (Test for Carboxylic Acid) | | | |
| 10 | استر سازی کا تعامل:<br>ایک صاف امتحانی نالی میں 1 ml نامیاتی مرکب یا(ایک ٹھوس چٹکی)لیں۔ 1 ml کا ایتھل الکحل اور چار سے پانچ قطرے مرتکز سلفیورک ترشہ کے شامل کریں۔ اس آمیزے کو پانچ منٹ کے لئے خوب گرم کریں۔ بیکر میں موجود سوڈیم کاربونیٹ محلول میں اس آمیزہ کو ڈالیں۔ بو کو پہچانئے۔ | (i) خوشبودار پھلوں کی بو محسوس کی جاتی ہے۔ | کاربا کسلک گروہ کی موجودگی |
| آلڈی ہائڈ کی جانچ (Test for aldehydes) | | | |
| 11 | ٹالن تعامل انگیز کی جانچ: Tollen's reagent Test<br>ایک خشک صاف امتحانی نالی میں 2ml کا ٹالن تعامل انگیز لیں۔ نامیاتی مرکب کے تین سے چار قطرے (یا) (0.20) ٹھوس شامل کریں۔ پانچ منٹ کے لئے اس آمیزے کو مانی کا برتن (Water bath) میں گرم کریں۔ | ایک چمکدار چاندی کا آئینہ بنتا ہے | الڈی ہائڈ کی موجودگی |
| 12 | فیلنگ جانچ:(Fehling's test)<br>ایک امتحانی نالی میں 1 ملی لیٹر کا فیلنگ محلول A اور B لیں۔ چار سے پانچ قطرے نامیاتی مرکبات یا(0.2g) ٹھوس شامل کریں۔ اس آمیزے کو پانی کے برتن (water bath) میں پانچ منٹ کے لئے گرم کریں۔ | سرخ رسوب بنتا ہے۔ | الڈی ہائڈ کی موجودگی |
| کیٹون کی جانچ: | | | |
| 13 | لیگل کی جانچ (Legal's test)<br>ایک امتحانی نالی میں مادے کی تھوڑی سی مقدار لیں۔<br>1 ملی لیٹر (Sodium Nitro Prusside)<br>سوڈیم ہائیڈرا کسائیڈ کو قطرہ بہ قطرہ شامل کریں۔ | سرخ رنگ کا ظاہر ہونا | کیٹون کی موجوگی |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **امئین کے لئے جانچ (Test for an amine)** | | |
| 14 | **رنگین مادّوں سے جانچ (Dye test)** ایک پاک وصاف امتحانی نالی میں تھوڑی سی مقدار کی نامیاتی مادے لیں۔اس کو 2ml کے HCl سے حل کریں۔ $NaNO_2$ کی چند قلمیں شامل کریں۔ اس آمیزے کو Ice bath میں ٹھنڈا کریں۔اس کے بعد 2ml کا ٹھنڈا NaOH β- Naptholin شامل کریں۔ | Scarlet سرخ رنگین مادے حاصل ہوتے ہیں۔ | اروميٹک مرکب کی موجودگی<br>ابتدائی امئین کی موجودگی |
| | **ڈائی امئڈ کی جانچ (Diamide Test)** | | |
| 15 | **بئی یورٹ کی جانچ (Biuret test)** ایک امتحانی نالی میں تھوڑی سی مقدار نامیاتی مرکب لیں۔ اچھی طرح گرم ہونے کے بعد ٹھنڈا کریں۔2ml کے پانی سے تلچھٹ کو حل کریں۔ 1ml کے ہلکائے ہوئے کاپر سلفیٹ محلول کے ساتھ 10% سوڈیم ہائیڈرآکسائیڈ کے چند قطرے قطرہ بہ قطرہ شامل کریں۔ | بنفشی رنگ کا ظاہر ہونا | (Diamide)<br>ڈائی امئیڈ کی موجودگی |
| | **کاربوہیڈریٹ کی جانچ (Test for Carbohydrates)** | | |
| 16 | **مولیش کی جانچ (Molisch's Test)** ایک امتحانی نالی میں تھوڑی سی مقدار کا نامیاتی مرکب لیں۔ 2ml کے پانی سے حل کریں۔ تین سے چار قطرے آلفا نفتھال شامل کریں۔اس کے بعد مرتکز $H_2SO_4$ کو امتحانی نالی کے کنارے میں احتیاط سے شامل کریں۔ | دو مائعات کے ملنے کی جگہ پر بنفشی یا جامنی رنگ کا حلقہ بنتا ہے۔ | کاربوہائیڈریٹ کی موجودگی |
| 17 | **اوسازون جانچ: (Osazone test)** ایک امتحانی نالی میں نامیاتی مرکب کی تھوڑی مقدار لیں۔ Phenyl hydrazine کا 1 ml شامل کریں۔اس آمیزے کو پانچ منٹ کے لئے ابلتے ہوئے پانی کے برتن (water bath) میں رکھیں۔ | زرد رنگ کی قلمیں حاصل ہوتی ہیں۔ | کاربوہیڈریٹ کی موجودگی |

**نتیجہ (رپورٹ): (Report)**

دیا گیا نامیاتی مرکب ہے۔

(i) اروميٹک / اليفيٹک

(ii) سیر شدہ/غیر سیر شدہ

(iii) .................. فعلی گروہ

## تجزیہ کے لئے نامیاتی مرکبات کی فہرست:

1۔ بنزالڈی ہائڈ
2۔ سنامالڈی ہائڈ
3۔ اسیٹوفینون
4۔ بنزوفینون
5۔ بنزوئک ترشہ
6۔ سنامک ترشہ
7۔ یوریا
8۔ گلوکوز
9۔ انیلین
10۔ سیلی سلک ترشہ

## وجوہات:

**3۔ سوڈیم بائی کاربونیٹ کے ساتھ عمل:**

کاربا کسلک ترشہ، سوڈیم کاربونیٹ کے ساتھ تعامل پاکر $CO_2$ خارج کرتا ہے۔ $CO_2$ کا اخراج فوری بلبلے (Brisk Effervescence) دیتا ہے۔

$$2R\text{-}COOH + 2NaHCO_3 \longrightarrow 2R\text{-}COONa + CO_2\uparrow + H_2O$$

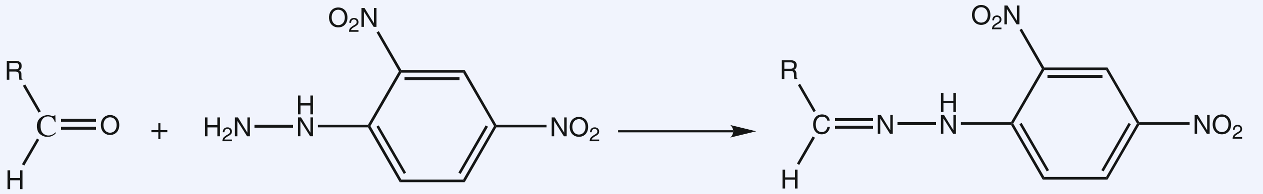
**4۔ بوش تعامل انگیز (Borsche's reagent) کے ساتھ عمل**

میتھانول اور تھوڑا سا سلفیورک ترشہ پر مشتمل محلول میں **2,4-dinitrophenylhydrazine** حل کر کے بوش تعامل انگیز تیار کیا جاتا ہے۔

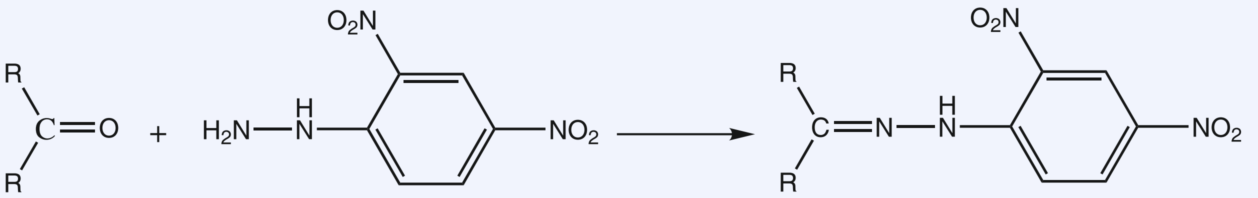
آلڈی ہائڈ اور کیٹون بورش عامل کے ساتھ تعامل پا کر زرد- نارنجی یا سرخ رسوب دیتا ہے۔ **(dinitro phenylhydrazone)**

الیفاٹک کاربونیل کے مرکبات گہرے زرد رنگ کا رسوب دیتے ہیں۔

الڈی ہائڈ یا کیٹون کے کاربونیل گروپ کی معیاری شناخت کے لئے **2,4-dinitrophenyl hydrazine** استعمال کیا جاتا ہے۔ **2,4-dinitrophenyl hydrazone** کا زرد یا نارنجی-سرخ رسوب بننا الڈی ہائڈ یا کیٹون کے مثبت نتیجہ کو ظاہر کرتا ہے۔




Aldehyde — 2,4 dinitrophenylhydrazine — Aldehyde 2,4 dinitrophenylhydrazone (Yellow or orange)




Ketone — 2,4 dinitrophenylhydrazine — Ketone 2,4 dinitrophenylhydrazone (Yellow or orange or red)

5۔ جلانے کی جانچ (Charring test)

جب کاربوہیڈریٹ کو مرتکز سلفیورک ترشہ کے ساتھ تعامل کیا جاتا ہے تو کاربوہیڈریٹ کی نابیدگی کے نتیجہ میں جل جاتا ہے۔

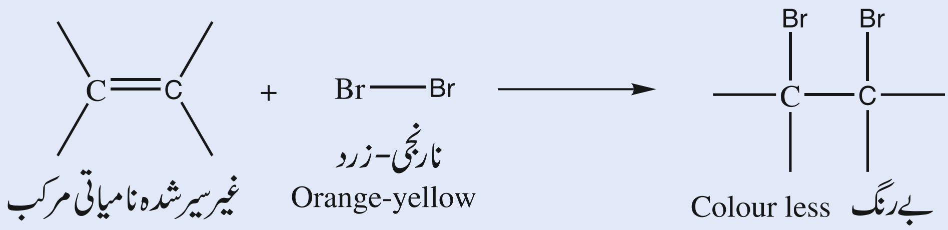
$$C_x(H_2O)_y \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} x\,C + yH_2O$$

6۔ احتراقی آتش گیری کے جانچ (Ignition Test)

ارومیٹک مرکبات تیز سیاہ کالک (Soot) کے ساتھ جلتے ہیں۔ کیونکہ اس میں اعلیٰ کاربن-ہائیڈروجن تناسب پایا جاتا ہے۔ الیفیٹک مرکبات کالک کے بغیر شعلے کے جلتے ہیں۔

7۔ برومین کے پانی کے ساتھ جانچ (Test with bromine water)

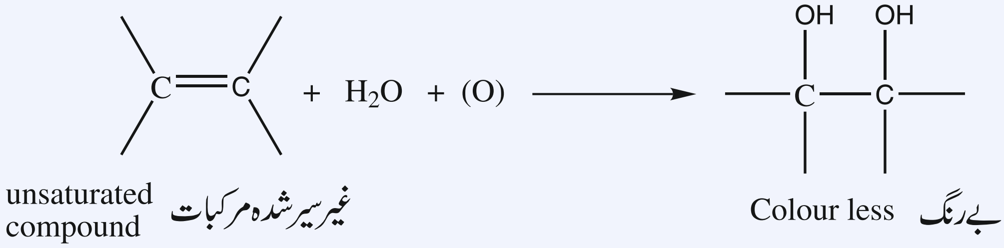
اس جانچ میں غیر سیر شدہ نامیاتی مرکب کے محلول کے ساتھ برومین کا پانی شامل کئے جانے پر اس کا نارنجی-سرخ محلول غائب ہوکر بے رنگ ہوجاتا ہے۔




8۔ $KMnO_4$ سے جانچ (Bayer's Test)

اس جانچ میں جب غیر سیر شدہ ہائیڈروکاربن کے ساتھ قلوی $KMnO_4$ شامل کیا جاتا ہے تو $KMnO_4$ کا رنگ غائب ہوجاتا ہے۔ گلابی رنگ کا غائب ہونا $MnO_2$ کے بھوری (Brown) رسوب کے تشکیل کے ساتھ یا اس کے بغیر ہوسکتا ہے۔

$$2KMnO_4 + H_2O \longrightarrow 2KOH + 2MnO_2 + 3(O)$$



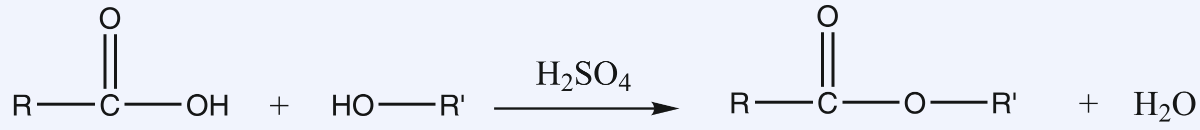

9۔ تعدیلی $FeCl_3$ سے جانچ

فینال فیرک رواں کے ساتھ تعامل پاکر بنفشی رنگ کا کامپلکس بناتا ہے۔

نافتھال کا آبی محلول تعدیلی فیرک کلورائیڈ کے ساتھ کوئی مخصوص رنگ نہیں دیتا۔ لیکن a اور b نافتھال کا الکوحلی محلول، بائی نافتھال binaphthols کے بننے کی وجہ سے بالترتیب نیلا-بنفشی اور سبز رنگ دیتا ہے۔

### 10۔ اسٹرسازی سے جانچ (Esterification - Test)

کاربوکسلک ترشہ الکحل کے ساتھ تعامل پا کر پھلوں کی خوشبو والا مرکب بناتا ہے جسے Ester کہتے ہیں۔
اس اسٹرسازی میں مرتکز سلفیورک ترشہ کو تماسی عامل کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔



کاربا کسلک ترشہ Carboxylic acid — الکحل Alcohol — اسٹر (Ester) (پھلوں کی خوشبو)

### 11۔ ٹالن کے تعامل انگیز سے جانچ (Tollen's reagent test)

آلڈی ہائڈ، ٹالنس تعامل انگیز (Tollen's reagent) ساتھ تعامل پا کر امتحانی نالی کی اندرونی سطح پر عنصری چاندی کی سطح بناتا ہے۔
لہٰذا امتحانی نالی کی اندرونی دیواروں پر چاندی کا آئینہ بنتا ہے۔

$$\underset{\text{الڈی ہائڈ}}{R\text{-}CHO} + 2\underset{\text{ٹالنس تعامل انگیز}}{\left[Ag(NH_3)_2\right]OH} \longrightarrow \underset{\text{دھاتی چاندی (چاندی کا آئینہ)}}{2Ag\downarrow} + R-COONH_4 + H_2O + 3NH_3$$

### ٹالن کے تعامل انگیز کی تیاری (Tollen's reagent preparation)

ٹالنس تعامل انگیز، امونیائی سلور نائٹریٹ (Ammoniacal Silver Nitrate) ہے۔ یہ مندرجۂ ذیل کی طرح تیار کیا جاتا ہے۔
ایک صاف خشک امتحانی نالی میں تقریباً 1 g سلور نائٹریٹ کی قلموں کو کشید کئے ہوئے پانی میں حل کیا جاتا ہے۔ اس سلور نائٹریٹ کے آبی محلول میں 2ml کا ہلکایا ہوا NaoH محلول شامل کیا جاتا ہے۔ سلور آکسائیڈ کا بھورا (Brown) رسوب بنتا ہے۔ ہلکائے ہوئے امونیا کے محلول کو قطرہ بہ قطرہ شامل کر کے اس رسوب کو حل کیا جاتا ہے۔

### 12۔ فہلنگ محلول سے جانچ: (Fehling's Test)

فہلنگ محلول A کاپر سلفیٹ کا آبی محلول ہے۔
فہلنگ محلول B سوڈیم پوٹاشیم ٹارٹریٹ کا صاف محلول (Rochelle Salt) اور طاقت ور قلی (NaOH) ہے۔
فہلنگ محلول A اور B کے مساوی حجم کو شامل کر کے فہلنگ محلول حاصل کیا جاتا ہے، جو گہرے نیلے رنگ کا ہوتا ہے۔ فہلنگ محلول میں کاپر (II) رواں قلوی میں ٹارٹریٹ رواں کے ساتھ کامپلکس بناتا ہے۔ الڈی ہائڈ، فہلنگ محلول میں موجود کاپر (II) کے روانوں کو تحویل کر کے کیپرس آکسائیڈ (کاپر (I) آکسائیڈ) کا سرخ رسوب دیتا ہے۔

$$\underset{\text{الڈی ہائڈ}}{RCHO} + \underset{\text{فہلنگ محلول}}{\underline{2Cu^{2+} + 5OH^-}} \longrightarrow \underset{\text{کیپرس آکسائیڈ (سرخ رنگ)}}{Cu_2O\downarrow} + RCOO^- + 3H_2O$$

نوٹ:
بنزالڈی ہائڈ (Benzaldehyde) یہ جانچ (Test) نہیں دے سکتا۔ اس لئے کہ تعامل بہت سست ہے۔

## (13) Sodium Nitroprusside کی جانچ: (Sodium Nitroprusside Test)

قلوی (alkali) سے بننے والا کیٹون کا مشبر واں، نائٹروپروسائڈ رواں کے ساتھ تعامل پا کر سرخ رنگین کا مپلکس بناتا ہے۔
یہ جانچ الڈی ہائڈ نہیں دے سکتا۔

$$CH_3COCH_3 \xrightarrow{^-OH} CH_3COCH_2^- + H_2O$$

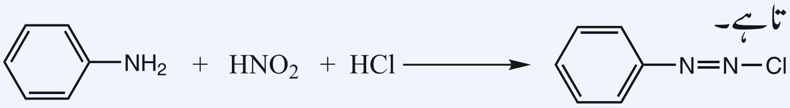
$$[Fe(CN)_5NO]^{2-} + CH_3COCH_2^- \longrightarrow [Fe(CN)_5NO.CH_3COCH_2]^{3-}$$

sodium nitro prusside

(Red coloured complex) سرخ رنگین کامپلکس

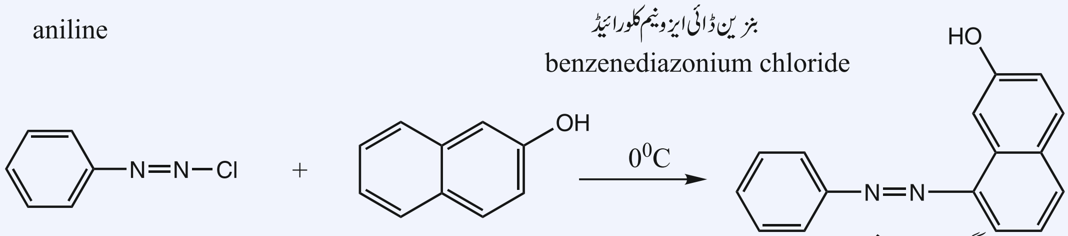
## (14) ایزو۔رنگین مادے کی جانچ (Azo-dye Test)

ارومیٹک پرائمری امیئن یہ ٹسٹ دیتا ہے۔ارومیٹک پرائمری امیئن ، نائٹرس ترشہ کے ساتھ تعامل پا کر ڈائی ازونیم نمک (diazonium salt) بناتا ہے۔ یہ ڈائی ایزونیم نمک ، نافتھال کے ساتھ جمعی تعامل (Coupling reaction) پا کر نارنجی رنگ کا ایزورنگ (Azo dye) بناتا ہے۔



aniline

بنزین ڈائی ایزونیم کلورائیڈ
benzenediazonium chloride



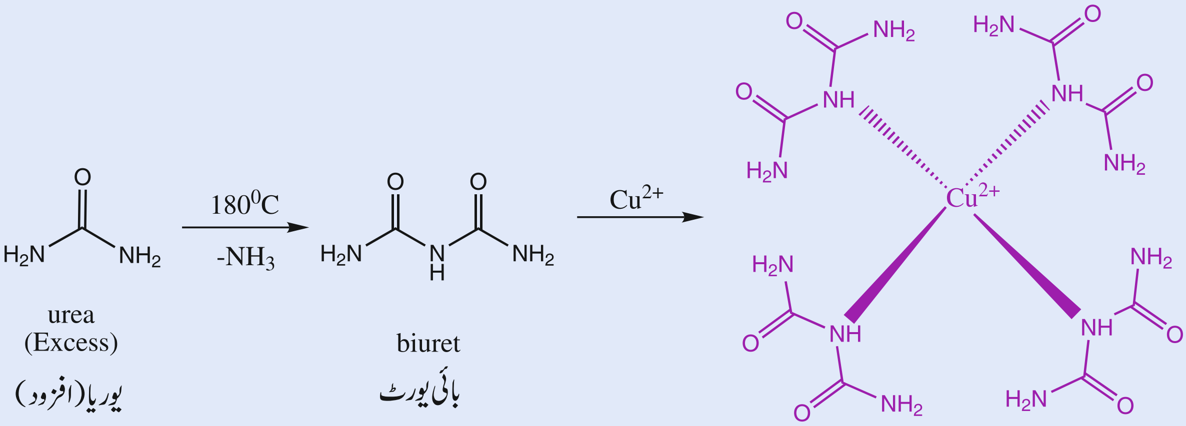
بنزین ڈائی ایزونیم کلورائیڈ
benzenediazonium chloride

β-نافتھال
β-naphthol

ایزورنگین مادے (نارنجی سرخ رنگ)
Azo dye
(Orange red )

## (15) بائی یورٹ جانچ (Biuret Test)

Diamide (جیسے یوریا) کو تیز گرم کرنے پر بائی یوریٹ بناتا ہے، جو کاپر سلفیٹ کے محلول سے $Cu^{2+}$ رواں کے ساتھ کاپر کا مپلکس بناتا ہے۔ یہ کاپر-بائی یوریٹ کا مپلکس گہرا بنفشی رنگین ہوتا ہے۔



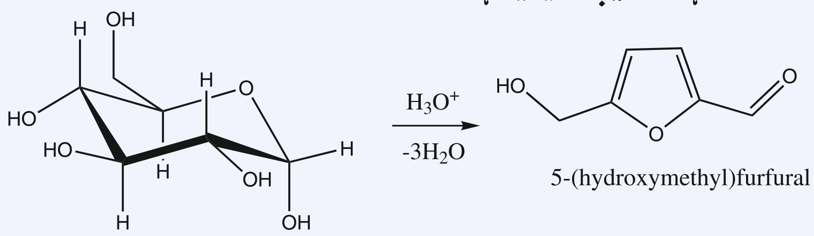
urea
(Excess)
یوریا (افزود)

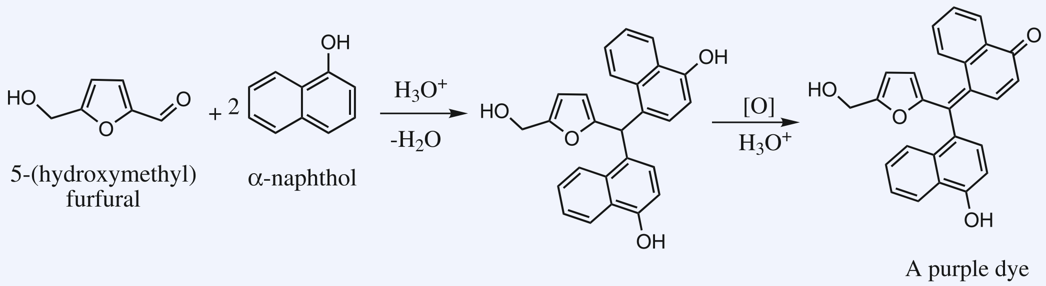
biuret
بائی یورٹ

$[Cu($ بیورٹ $)_4]^{2+}$ کامپلکس
بنفشی رنگ

### (16) مولش کی جانچ: (Molisch's test)

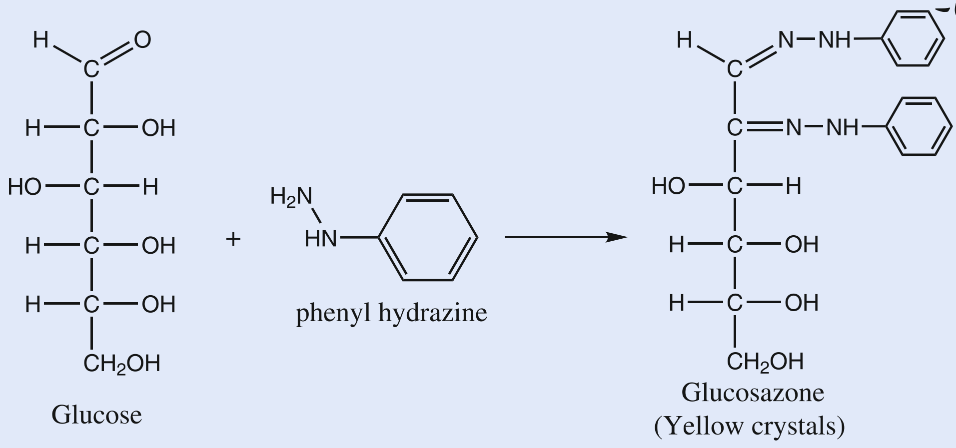
طاقتور معدنیاتی ترشے سے ڈائی سیکرائڈز(Disaccharides)اور پالی سیکرائڈز(Polysaccharides) آبیدگی پا کر مونوسیکرائڈز(monosaccharides)بناتے ہیں ۔پنٹوس نابیدہ ہوکر **Furfural** بناتا ہے۔جب کہ ہکزوس**Hexoses**نابیدہ ہوکر **5-hydroxymethylfurfural** بناتا ہے۔ اس طرح سے بننے والا الڈی ہائڈ، **α-Napthol** کے دو سالموں کے ساتھ تکثیف پا کر بینگنی رنگ کا حاصل بناتا ہے، جسے نیچے دکھایا گیا ہے۔




### (17) اوسازون سے جانچ: (Osazone Test)

اسیٹک ترشہ میں **Phenyl Hydrazine**، کو جب تحویلی شکر کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے تو(**Osazone**)اوسازون بنتا ہے۔ اس تعامل میں کاربن کے پہلے دو جوہر شامل ہوتے ہیں۔ وہ شکر جو اِن کاربنوں کی اپنی تشکیل میں مختلف ہوتے ہیں، وہ ایک ہی قسم کا اوسازون دیتے ہیں۔ لہذا گلوکوز، فرکٹوز اور مینوس(**Gulcose, Fuctose and Mannose**)ایک ہی سوئی کی قسم کے زرد قلمیں دیتے ہیں۔



## II۔ حجمی تجزیے (Volumetric Analysis)

### 1۔ فیرس سلفیٹ کا تخمینہ: (Estimation of Ferrous Sulphate)

مقصد: دیئے گئے نامعلوم 750 ml محلول میں حل شدہ فیرس سلفیٹ $(FeSO_4)$ کی مقدار کا حجمی اندازہ لگائیے۔ اس کے لئے تمہیں 0.1102N ارتکاز (Normality) کا معیاری فیرس امونیم سلفیٹ کا محلول اور لنک محلول کی طرح پوٹاشیم پر منیگنیٹ محلول دیا گیا ہے۔

اصول: اس حجمی تجزیے (Titration) کے دوران، (فیرس نمک سے) $Fe^{2+}$ رواں، $MnO_4^-$ رواں میں تکسید پاتے ہیں اور $MnO_4^-$، $(Mn^{2+})$ سے $Mn^{2+}$ رواں میں تحویل پاتے ہیں۔

تکسید : $5\,Fe^{2+} \longrightarrow 5\,Fe^{3+} + 5e^-$

تحویل : $\underset{\text{Pink}}{MnO_4^-} + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow \underset{\text{colourless}}{Mn^{2+}} + 4H_2O$

(Pink گلابی، colourless بے رنگ)

منجملہ تعامل مختصر طریقہ عمل : $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

| شمار عدد | مواد | حجمی تجزیہ - I | حجمی تجزیہ - II |
|---|---|---|---|
| 1 | شیشے کا ظرف | $KMnO_4$ | $KMnO_4$ |
| 2 | نالیچہ کا محلول | 20ml کا معیاری FAS | 20ml کا نامعلوم $FeSO_4$ |
| 3 | شامل کیا جانے والا ترشہ | 2N کا 20ml سلفیورک ترشہ (تقریباً) | 2N کا 20ml سلفیورک ترشہ (تقریباً) |
| 4 | تپش | تجربہ گاہ کی تپش | تجربہ گاہ کی تپش |
| 5 | نمائندہ | خود نمائندہ $(KMnO_4)$ | خود نمائندہ $(KMnO_4)$ |
| 6 | اختتامی نقطہ | مستقل ہلکے گلابی رنگ کی نموداری | مستقل ہلکے گلابی رنگ کی نموداری |
| 7 | $FeSO_4 = 278$ کا معادل وزن | | |

طریقہ :

معائرہ - I

(لنک $KMnO_4$) بمقابلہ (معیاری FAS)

شیشے کے ظرف (Burette) کو پانی سے دھویا جاتا ہے۔ اس کے بعد اس کو $KMnO_4$ محلول سے کھنگال (rinse) کر اسی $KMnO_4$ محلول سے صفر نشان تک بھر دیا جاتا ہے۔

ٹھیک 20 ملی میٹر کے معیاری FAS محلول کو صاف دھوئی ہوئی مخروطی صراحی میں لیا جاتا ہے۔ اس FAS محلول میں تقریباً 20ml کے 2N سلفیورک ترشہ کو شامل کیا جاتا ہے۔ ظرف سے لنک محلول $KMnO_4$ کے خلاف اس آمیزے کا معائرہ (Titrate) کیا جاتا ہے۔ $KMNO_4$ کو قطرہ بہ قطرہ شامل کیا جائے جب تک کہ مستقل ہلکا گلابی رنگ نمودار ہو۔ ظرف (Burette) کی نگارش کو نوٹ کریں۔ Concordant ہم آہنگی قیمت حاصل کرنے تک اس طریقہ کار کو دہرایا جاتا ہے۔

## معائرہ-I (Titration-I)

(KMnO4لنک) بمقابلہ (معیاریFAS)

| شمارعدد | معیاری FAS کا حجم (ml) | ظرفک ابتدائی نگارش(ml) | ظرفک اختتامی نگارش(ml) | ہم آہنگی قیمت Concordant Value کا KMnO4 (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 | | | |
| 2 | 20 | | | |
| 3 | 20 | | | |

حسابات:

(لنک) KMnO4 محلول کا حجم (V1) = ............... ml

KMnO4 محلول کا ارتکاز (Normality) (N1) = ............... N

معیاری FAS محلول کا ارتکاز (V2) = 20 ml

Normality of standard FAS solution (N2) = 0.1102 N

ارتکاز کے مساوات کے مطابق $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

لنک KMnO4 محلول کا ارتکاز (Normality) $(N_1) = $ ______X______ N

### معائرہ-II (Titration-II)

(نامعلوم FeSO4) مخالف (لنک KMnO4)

ظرفک (Burette) کو پانی سے دھویا جاتا ہے۔ KMnO4 محلول سے کھنگال rinse کر کے اسی KMnO4 کو پیمانے کے صفر نشان تک بھر دیا جاتا ہے۔ 20ml نامعلوم FeSO4 محلول کو نالیچہ سے صاف مخروطی صراحی میں ڈالا جاتا ہے۔ اس FeSO4 محلول میں تقریباً 20ml, 2N سلفیورک ترشہ کا شامل کیا جاتا ہے۔ ظرفک Burette سے لنک محلول KMnO4 کے خلاف اس آمیزے کا معائرہ (titration) کیا جاتا ہے۔ KMnO4 محلول کو قطرہ بہ قطرہ شامل کیا جاتا ہے یہاں تک کہ مستقل ہلکا گلابی رنگ نمودار ہو جائے۔ ظرفک کی نگارش کو نوٹ کر کے اور اس طریقہ کار کو ہم آہنگ (Concordant Value) قیمت حاصل کرنے تک دہرایا جاتا ہے۔

## معائزہ II- (Titration-II)

(لنک $KMnO_4$ ) بمقابلہ (نامعلوم $FeSO_4$ محلول)

| شمارعدد | نامعلوم Feso4 کا (ml) حجم (ml) | شیشے کا درجے دار پیمانہ کی نگارشات ابتدائی (ml) | اختتامی (ml) | ہم آہنگ قیمت $KMnO_4$ کا حجم (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 | | | |
| 2 | 20 | | | |
| 3 | 20 | | | |

**حسابات:**

V1= 20ml نامعلوم $FeSO_4$ محلول کا حجم

N1=?N نامعلوم $FeSO_4$ کا ارتکاز (Normality)

V2=ml لنک $KMnO_4$ محلول کا حجم

N2 = XN لنک $KMnO_4$ محلول کا ارتکاز (Normality)

$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$ : Normality ارتکاز مساوات کے مطابق

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

$N_1$= ________Y________ N

نامعلوم $FeSO_4$ محلول کی نارمالٹی (ارتکاز) (Normality) = ______________ N

**کمیت کے حسابات:**

1 لیٹر کے محلول میں حل پذیر $FeSO_4$ کی مقدار (معادل کمیت) × (ارتکاز)

750 ملی لیٹر کے محلول میں حل پذیر FeSo4 کی مقدار $= \frac{750 \times \text{معادل کمیت} \times \text{ارتکاز}}{1000}$

$$N_1 = \frac{Y \times 278 \times 3}{4}$$

= g

**رپورٹ :**

750 ml کے محلول میں حل پذیر $FeSO_4$ کی مقدار = g

## 2۔ فیرس امونیم سلفیٹ (FAS) کا تخمینہ لگانا (Estimation of Ferrous Ammonium Sulphate (FAS))

**مقصد:**

دیۓ گئے نامعلوم محلول کے حجم کے 1500ml میں حجمی طور پر حل پذیر فیرس امونیم سلفیٹ (FAS) کی مقدار کا تخمینہ لگانا۔اس کے لئے تمہیں KMnO4 محلول لنک محلول کی طرح اور 0.1024N (Normality) ارتکاز کا معیاری فیرس سلفیٹ دیا گیا ہے۔

اصول :

تکسید : $5\ Fe^{2+} \longrightarrow 5\ Fe^{3+} + 5e^{-}$

تحویل : $5Fe^{2+} + MnO_4^{-} + 8H^{+} \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

مجملہ تعامل : $5Fe^{2+} + MnO_4^{-} + 8H^{+} \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

**مختصر طریقہ کار :**

| | شمار عدد مواد۔Content | معائرہ-I Titration I | معائرہ-II Titration-II |
|---|---|---|---|
| 1 | ظرف (Burette) محلول | $KMnO_4$ | $KMnO_4$ |
| 2 | نالیچہ محلول (Pipette) | 20 ملی لیٹر کا معیاری FeSO4 | 20ml کا نامعلوم FAS |
| 3 | شامل کیا جانے والا ترشہ | 2N کا 20 ملی لیٹر H2SO4 (تقریبا) | 2N کا 20 ملی لیٹر H2SO4 (تقریبا) |
| 4 | تپش | تجربہ گاہ کی تپش | تجربہ گاہ کی تپش |
| 5 | نمائندہ | خودکار۔نمائندہ(Self-indicator) | خودکار نمائندہ (Self-indicator) |
| 6 | اختتامی نقطہ | مستقل ہلکے گلابی رنگ کی نموداری | مستقل ہلکے گلابی رنگ کی نموداری |
| 7 | FAS کی معادل کمیت = 392 | | |

**طریقہ کار**

**معائرہ - I Titration - 1**

(لنک KMnO4) بمقابلہ (معیاری FeSO4)

ظرف Burette کو پانی سے دھویا جاتا ہے۔KMnO4 محلول سے کھنگال کر(rinse) اسے صفر نشان تک FeSO4 محلول سے بھرا جاتا ہے۔نالیچہ(Pipette) سے تقریباً 20ml کا معیاری FeSO4 محلول کوصاف پاک مخروطی صراحی میں لیا جاتا ہے۔اس محلول کے ساتھ تقریباً 2N کا 20ml سلفیورک ترشہ شامل کیا جاتا ہے۔

ظرف(Burette ) سے منسلک محلول KMnO4 کے خلاف اس آمیزے کا معائرہ (Titration) کیا جاتا ہے۔مستقل ہلکے گلابی رنگ کے نمودار ہونے تک KMnO4 کو قطرہ بہ قطرہ شامل کیا جاتا ہے۔ ظرف Burette کی نگارش نوٹ کی جاتی ہے۔ہم آہنگ قیمت حاصل کرنے تک اس طریقہ کار کو دوہرایا جاتا ہے۔

معائزہ - I    Titration - 1

(لٹمس $KMnO_4$) بمقابلہ (معیاری $FeSO_4$)

| شمار عدد | معیاری $FeSO_4$ کا حجم (ml) | ظرف کی نگارش | | ہم آہنگ قیمت $KMnO_4$ کا حجم (ml) |
|---|---|---|---|---|
| | | ابتدائی (ml) | اختتامی (ml) | |
| 1 | 20 | | | |
| 2 | 20 | | | |
| 3 | 20 | | | |

حسابات:

(لٹمس) $KMnO_4$ محلول کا حجم    $V_1$ = ml

$KMnO_4$ محلول کی نارملٹی (Normality)    $N_1$ = ?N

معیاری $FeSO_4$ محلول کا حجم    $V_2$ = 20 ml

معیاری $FeSO_4$ محلول کی نارملٹی (Normality)    $N_2$ = 0.1024 N

ارتکاز (Normality) مساوات کے مطابق

مساوات کے مطابق نارملٹی : $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

(لٹمس) $KMnO_4$ محلول کا ارتکاز (Normality)    $(N_1)$ = ______X______ N

معائزہ -II    (Titration-II)

نامعلوم (FAS) بمقابلہ (لٹمس $KMnO_4$)

ظرف کو پانی سے دھویا جاتا ہے۔ اس کو $KMnO_4$ محلول سے کھنگال (rinse) کر اسی $KMnO_4$ محلول سے صفرنشان تک پر کردیا جاتا ہے۔ نالیچہ سے FAS محلول کو پاک صاف مخروطی صراحی میں لیا جاتا ہے۔ FAS محلول کے ساتھ تقریباً 2N کا 20ml سلفیورک ترشہ شامل کیا جاتا ہے۔ مستقل ہلکے گلابی رنگ کے نمودار ہونے تک $KMnO_4$ محلول کو قطرہ بہ قطرہ شامل کیا جاتا ہے۔ ظرف (Burette) کی نگارش کونوٹ کیا جاتا ہے۔ اس طریقہ کار کو ہم آہنگ قیمت کے حاصل کرنے تک دہرایا جاتا ہے۔

## معائرہ -II (Titration-II)

(لنک KMnO4) بمقابلہ (نامعلوم FAS)

| شمارعدد | نامعلوم FAS کا حجم | ظرف کی نگارشات ابتدائی (ml) | اختتامی (ml) | ہم آہنگ قیمت KMnO4 کا حجم (mi) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 | | | |
| 2 | 20 | | | |
| 3 | 20 | | | |

**حسابات:**

$V_1$ = 20ml نامعلوم FAS محلول کا حجم

$N_1$ = ? N نامعلوم FAS محلول کا (Normality)

$V_2$ = ml (لنک) KMnO4 محلول کا حجم

$N_2$ = N لنک KMnO4 محلول کی نارملٹی (Normality)

Normality مساوات کے مطابق $= V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

$N_1$= ________Y________ N

نامعلوم FAS محلول کا ارتکاز = ______Y______ N

**وزن کے حسابات: Weight Calculation**

ایک لیٹر کے محلول میں حل پذیر FAS کی مقدار = (معادل وزن)×نارملٹی(ارتکاز)

$$1500\text{ ml کے محلول میں حل پذیر FAS کی مقدار} = \frac{1500 \times \text{معادل وزن} \times \text{نارملٹی}}{1000}$$

$$= \frac{Y \times 392 \times 1500}{1000}$$

= g

**رپورٹ : (Report)**

1500 ml کے محلول میں حل پذیر FAS کی مقدار = g

## 3۔ آکسالک ترشہ کا تخمینہ لگانا: (Estimation of oxalic acid)

**مقصد :**

دئے گئے محلول کے 500ml میں حل پذیر آکسالک ترشے کی مقدار کا حجمی اندازہ تخمینہ لگایئے۔ اس کے لئے آپ کو لنک محلول کی طرح KMnO4 اور 0.1N نارملٹی کا (FAS) فیرس امونیم سلفیٹ کا معیاری محلول دیا گیا ہے۔

**اصول:**

اس معائرہ (Titration) کے دوران، آکسالک ترشہ CO2 میں تکسید پاتا ہے، اور $MnO_4^-$ (KMnO4 سے) $Mn^{2+}$ کے روانوں میں تحویل پاتے ہیں۔

تکسید : $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ (MnO4⁻ Pink; Mn²⁺ colourless)

تحویل : $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ (MnO4⁻ Pink; Mn²⁺ colourless)

مجموعی تعامل : $5(COOH)_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ \longrightarrow 10CO_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

چونکہ آکسالک ترشہ کے ایک مول سے الیکٹران کے دو مول خارج ہوتے ہیں۔ آکسالک ترشہ کی معادل کمیت $= \frac{106}{2} = 63$

(آکسالک ترشہ دو آبیدہ ہے)

**مختصر طریقہ کار :**

| شمار عدد | مواد Content | معائرہ -I | معائرہ -II |
|---|---|---|---|
| 1 | ظرف فک (Burette) محلول | $KMnO_4$ | $KMnO_4$ |
| 2 | نالیچہ محلول (Pipette) | 20ml کا معیاری FAS | 20ml کا نامعلوم آکسالک ترشہ |
| 3 | شامل کیا گیا ترشہ | 2N کا 20ml تقریباً | 2N کا 20ml (تقریباً) |
| 4 | تپش | تجربہ گاہ کی تپش | 60 -70° C |
| 5 | نمائندہ | خود۔ نمائندہ (KMnO4) | خود۔ نمائندہ (KMnO4) |
| 6 | اختتامی نقطہ | مستقل ہلکے گلابی رنگ کی نموداری | مستقل ہلکے گلابی رنگ کی نموداری۔ |
| 7 | آکسالک ترشے کا معادل وزن = 63 | | |

**طریقہ کار:**

**معائرہ-I (Titration-1)**

(لنک KMnO4) بمقابلہ (معیاری FAS)

ظرف فک (Burette) کو دھویا جاتا ہے۔ محلول KMnO4 سے کھنگال کر اسی KMnO4 محلول کو صفر نشان تک پر کر دیا جاتا ہے۔ نالیچہ (Pipette) سے بالکل 20ml کا معیاری FAS محلول کو پاک دھوئی ہوئی مخروطی صراحی میں لیا جاتا ہے۔ اس FAS محلول کے ساتھ تقریباً 2N کا 20ml سلفیورک ترشہ شامل کیا جاتا ہے۔ ظرف فک (Burette) سے لنک KMnO4 کے خلاف اس آمیزے کا معائرہ (Titration) کیا جاتا ہے۔ مستقل ہلکے گلابی رنگ کے نمودار ہونے تک KMnO4 کو قطرہ بہ قطرہ شامل کیا جاتا ہے۔ ظرف فک (Burette) کی نگارش نوٹ کی جاتی ہے۔ ہم آہنگ قیمت حاصل کرنے تک اس طریقہ کو دہرایا جاتا ہے۔

## معائرہ - I    Titration - 1

(منسلک $KMnO_4$)    (معیاری FAS محلول)

| شمار عدد | معیاری FAS کا حجم (ml) | ظرف کی نگارشات ابتدائی (ml) | ظرف کی نگارشات اختتامی (ml) | ہم آہنگ قیمت $KMnO_4$ کا حجم (mi) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 | | | |
| 2 | 20 | | | |
| 3 | 20 | | | |

حسابات:

لنک محلول $KMnO_4$ کا حجم    $V_1$ = ml

لنک محلول $KMnO_4$ کی نارملٹی    $N_1$ = ? N

معیاری FAS محلول کا حجم    $V_2$ = 20 ml

معیاری FAS محلول کی نارملٹی (Normality)    $N_2$ = 0.1 N

نارملٹی (Normality) مساوات کے مطابق

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1} =$$

$N_1$= N    لنک $KMnO_4$ کی نارملٹی N    $N_1$ = ____________

## معائرہ -II (Titration-II)

(نامعلوم آکسالک ترشہ) بمقابلہ (لنک $KMnO_4$)

ظرف (Burette) کو پانی سے دھویا جاتا ہے۔ $KMnO_4$ محلول سے ظرف کو کھنگال کر اسی محلول سے صفر نشان تک بھرا جاتا ہے۔ 20ml کا نامعلوم آکسالک ترشوی محلول کو نالیچہ (Pipette) سے پاک دھوئی ہوئی مخروطی صراحی میں لیا جاتا ہے۔اسی آکسالک ترشوی محلول کے ساتھ 2N کا تقریباً 20ml سلفیورک ترشہ شامل کیا جاتا ہے۔اس آمیزے کو بنسن برنر (Bunsen Burner) استعمال کرکے 60 - 70° C تک گرم کیا جاتا ہے اور اس گرم محلول کو (Burette) منسلک محلول $KMnO_4$ کے خلاف معائرہ کیا جاتا ہے۔ مستقل ہلکا گلابی رنگ نمودار ہونے تک $KMnO_4$ کو قطرہ بہ قطرہ شامل کیا جاتا ہے۔ظرف کے نگارش کو نوٹ کیا جاتا ہے۔اس طریقہ کو ہم آہنگ قیمت حاصل کرنے تک دوہرایا جاتا ہے۔

## معائرہ -II (Titration-II)

(نامعلوم آکسالک ترشہ) بمقابلہ ( لنک $KMnO_4$)

| شمار عدد | نامعلوم آکسائیڈ کا حجم (ml) | ظرف کی نگارشات | | ہم آہنگ قیمت $KMnO_4$ کا حجم (mi) |
|---|---|---|---|---|
| | | ابتدائی (ml) | اختتامی (ml) | |
| 1 | 20 | | | |
| 2 | 20 | | | |
| 3 | 20 | | | |

**حسابات:**

نامعلوم آکسالک ترشوی محلول کا حجم $V_1 = 20\ ml$

نامعلوم آکسالک ترشوی محلول کی نارملٹی (Normality) $N_1 = ?\ N$

منسلک $KMnO_4$ کا حجم $V_2 = \quad ml$

منسلک $KMnO_4$ محلول کی نارملٹی (Normality) $N_2 = \quad N$

نارملٹی کی مساوات کے مطابق $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

نامعلوم آکسالک ترشوی محلول کی نارملٹی $N_1 = \underline{\quad Y \quad} N$

**وزن کے حسابات محسوب کرنا:**

ایک لیٹر کے محلول میں حل پذیر آکسالک ترشہ کی مقدار = (معادل وزن)×(نارملٹی)

500 ml کے محلول میں حل پذیر آکسالک ترشہ کی مقدار $= \frac{Y \times 63 \times 500}{1000}$

$$= \frac{\quad \times 63 \times 500}{1000}$$

$$= \quad g$$

**رپورٹ :**

دئے گئے 500 ml کے محلول میں حل پذیر آکسالک ترشہ کی مقدار = g

## 4۔ سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ کا تخمینہ لگانا (Estimation of NaOH)

مقصد :

دیے گئے نامعلوم محلول کا 250 ml میں حل پذیر سوڈیم ہائیڈرآکسائیڈ کی مقدار کا حجمی تخمینہ لگایئے۔اس کے لئے تمہیں لنک محلول کی طرح ہائڈروکلورک ترشہ اور 0.0948 N نارملٹی کا معیاری سوڈیم کاربونیٹ کا محلول دیا گیا ہے۔

اصول:

HCl سے سوڈیم کابونیٹ کی تعدیل کو نیچے دیا گیا ہے۔اختتامی نقطہ(End Point) کو ظاہر کرنے کے لئے میتھیل آرنج نمائندہ کی طرح استعمال ہوتا ہے۔

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

HCl سے سوڈیم ہائیڈرآکسائیڈ کی تعدیل کو نیچے دیا گیا ہے۔اختتامی نقطہ کو ظاہر کرنے کے لئے فینا فتھلین نمائندہ کی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

مختصر طریقہ عمل :

| شمارعدد | مواد(Content) | معائرہ-I | معائرہ-II |
|---|---|---|---|
| 1 | ظرف کا محلول | HCl(لنک محلول) | HCl(لنک محلول) |
| 2 | نالیچہ کا محلول | 20ml کا معیاری محلول | 20ml کا نامعلوم NaOH محلول |
| 4 | درجہ حرارت | تجربہ گاہ کی درجہ حرارت | تجربہ گاہ کی درجہ حرارت |
| 5 | نمائندہ | میتھیل آرنج | فینا فتھلین |
| 6 | اختتامی نقطہ | زرد سے ہلکے گلابی رنگ میں تبدیلی | گلابی رنگ کا غائب ہونا |
| 7 | NaOH = 40 کا معادل وزن | | |

طریقہ عمل :

معائرہ - I

(منسلک HCl) بمقابلہ (معیاری $Na_2CO_3$ )

ظرف(Burette) کو پانی سے دھویا جاتا ہے۔ HCl محلول سے کھنگال کر اسی محلول سے صفر نشان تک پر کر دیا جاتا ہے۔ٹھیک 20ml کے معیاری $Na_2CO_3$ محلول کو پاک ،دھوئے ہوئے مخروطی صراحی میں ڈالا جاتا ہے۔نمائندہ میتھل آرنج کے دو تین قطرے اس محلول میں شامل کر کے ظرف (Burette) سے لنک محلول HCl سے معائرہ (Titrate) کیا جاتا ہے۔ ہلکے زرد رنگ سے ہلکے گلابی رنگ کے آنے تک HCl قطرہ بہ قطرہ شامل کیا جاتا ہے۔ ظرف (Burette) کے نگارشات کو نوٹ کیا جاتا ہے۔اس طریقہ کو ہم آہنگ قیمت حاصل کرنے تک دہرایا جاتا ہے۔

### معائرہ -I (Titration-I)

(لنک HCl) بمقابلہ (معیاری $Na_2CO_3$)

| | معیاری $Na_2CO_3$ کا حجم (ml) | ظرف کی نگارشات | | ہم آہنگ قیمت HCl کا حجم (ml) |
|---|---|---|---|---|
| | | ابتدائی (ml) | اختتامی (ml) | |
| 1 | 20 | | | |
| 2 | 20 | | | |
| 3 | 20 | | | |

**حسابات:**

HCl کے محلول (لنک) کا حجم　　$V_1 = \text{ ml}$

(لنک) محلول HCl کی نارملٹی　　$N_1 = ?\ N$

معیاری $Na_2CO_3$ محلول کا حجم　　$V_2 = 20\text{ ml}$

Normality of standard $Na_2CO_3$ solution　　$N_2 = 0.0948\text{ N}$

**نارملٹی (Normality) مساوات کے مطابق**

نارملٹی (Normality) مساوات کے مطابق　$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

لنک محلول کی نارملٹی (Normality)　N ______X______ = $(N_1)$

### معائرہ -II (Titration-II)

**(نامعلوم NaOH) بمقابلہ (لنک HCl)**

ظرف (Burette) کو پانی سے دھویا جاتا ہے۔ HCl محلول سے کھنگال کر کے (rinse) محلول سے صفر نشان تک پر کر دیا جاتا ہے۔ نالیچہ (Pipette) سے ٹھیک 20ml کے نامعلوم NaOH کو پاک صاف مخروطی صراحی میں ڈالا جاتا ہے۔ نمائندہ فینا فتھلین کے دو سے تین قطرے اس محلول میں شامل کئے جاتے ہیں اور ظرف سے لنک HCl محلول کے خلاف معائرہ کیا جاتا ہے۔ گلابی رنگ مکمل غائب ہونے تک HCl قطرہ بہ قطرہ شامل کیا جاتا ہے۔ ظرف کے نگارشات کو نوٹ کیا جاتا ہے۔ ہم آہنگ قیمت حاصل کرنے تک تجربے کو دہرایا جاتا ہے۔

## معائرہ -II (Titration-II)

(لنک HCl) بمقابلہ (نامعلوم NaOH محلول)

| شمار عدد | نامعلوم NaOH کا حجم (ml) | ظرف کی نگارشات | | ہم آہنگ قیمت HCl کا حجم (ml) |
|---|---|---|---|---|
| | | ابتدائی (ml) | اختتامی (ml) | |
| 1 | 20 | | | |
| 2 | 20 | | | |
| 3 | 20 | | | |

**حسابات:**

$V_1$ = 20 ml نامعلوم NaOH محلول کا حجم

$N_1$ = ? N نامعلوم NaOH محلول کی نارملٹی

$V_2$ = ml لنک محلول HCl کا حجم

$N_2$ = N لنک محلول HCl کی نارملٹی (Normality)

نارملٹی کی (Normality) مساوات کے مطابق

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

نامعلوم HCl محلول کی نارملٹی (Normality) N $N_1$ = ______Y______

**وزن کے حسابات:**

(معادل وزن) × (نارملٹی) = ایک لیٹر کے محلول میں حل پذیر NaOH کی مقدار

$$\text{250ml یک لیٹر کے محلول میں حل پذیر NaOH کی مقدار} = \frac{250 \times \text{معادل وزن} \times \text{نارملٹی}}{1000}$$

$$= \frac{Y \times 40 \times 250}{1000}$$

$$= \frac{\quad \times 40 \times 250}{1000} \quad g$$

**رپورٹ:**

750 ml کے محلول میں حل پذیر NaOH کی مقدار = g

## 5۔ آکسالک ترشہ کا تخمینہ لگانا: (Estimation of Oxalic Acid)

**مقصد :**

دیے گئے نامعلوم محلول کے 1250 ml میں حل پذیر آکسالک ترشہ کی مقدار کا حجمی تخمینہ (Estimate) لگائیے۔اس کے لئے تمہیں سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ لنک محلول کی طرح اور 0.1010N نارملٹی (Normality) کا معیاری HCl محلول دیا گیا ہے۔

**اصول:**

HCl سے سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ کی تعدیل کو نیچے بتایا گیا ہے۔اختتامی نقطہ کو ظاہر کرنے کے لئے، نمائندہ کی طرح فینا فتھیلین استعمال کیا جاتا ہے۔

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

آکسالک ترشہ سے سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ کی تعدیل کو نیچے دیا گیا ہے۔اختتامی نقطہ کو ظاہر کرنے کے لئے نمائندہ کی طرح فینا فتھلین استعمال کیا جاتا ہے۔

$$2NaOH + \underset{\substack{\text{Oxalic acid} \\ \text{آکسالک ترشہ}}}{(COOH)_2} \longrightarrow \underset{\substack{\text{Sodium oxalate} \\ \text{سوڈیم آکسالیٹ}}}{(COONa)_2} + 2H_2O$$

**مختصر طریقہ کار:**

| شمار عدد | مواد (Content) | معائرہ-I | معائرہ-II |
|---|---|---|---|
| 1 | ظرف (Burette) کا محلول | HCl (معیاری محلول) | آکسالک ترشہ (نامعلوم محلول) |
| 2 | نالیچہ کا محلول (Pipette) | 20ml کا NaOH (لنک محلول) | 20ml کا NaOH (لنک محلول) |
| 4 | تپش | تجربہ گاہ کی تپش | تجربہ گاہ کی تپش |
| 5 | نمائندہ | فینا فتھیلین | فینا فتھیلین |
| 6 | اختتامی نقطہ | گلابی رنگ کا غائب ہوجانا | گلابی رنگ کا غائب ہوجانا |
| 7 | آکسالک ترشے کا معادل وزن = 63 | | |

**طریقہ کار:**

### معائرہ - I (Titration-I)

**معیاری HCl بمقابلہ (لنک NaOH)**

ظرف (Burette) کو پانی سے دھویا جاتا ہے۔HCl محلول سے کھنگال کر اسی HCl محلول سے صفر نشان تک بھر دیا جاتا ہے۔ ٹھیک 20 ملی میٹر کے NaOH محلول کو نالیچہ سے پاک وصاف مخروطی صراحی میں لیا جاتا ہے۔اس محلول میں نمائندہ فینا فتھلین کے دو سے تین قطرے شامل کئے جاتے ہیں اور ظرف (Burette) سے HCl کے خلاف معائرہ (Titrate) کیا جاتا ہے۔گلابی رنگ کے مکمل غائب ہونے تک HCl کو قطرہ بہ قطرہ شامل کیا جاتا ہے۔ظرف (Burette) کے نگارشات کو نوٹ کیا جاتا ہے۔اور اس طریقہ کو ہم آہنگ قیمت حاصل ہونے تک دہرایا جاتا ہے۔

### معائرہ-I (Titration-1)

(معیاریHCl) بمقابلہ (لنکNaOH)

| شمارعدد | NaOH کا حجم (ml) | ظرف کی نگارشات ابتدائی(ml) | اختتامی(ml) | ہم آہنگ قیمت معیاری HCl کا حجم(ml) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 | | | |
| 2 | 20 | | | |
| 3 | 20 | | | |

حسابات:

$V_1 = 20$ ml NaOH(لنک)محلول کا حجم

$N_1 = ?$ N NaOH(لنک)محلول کی نارملٹی (Normality)

$V_2 =$ ml معیاریHCl محلول کا حجم

$N_2 = 0.1010$ N معیاری HCl محلول کی نارملٹی(Normality)

نارملٹی (Normality) کی مساوات کے مطابق

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$N_1 = \frac{\quad \times 0.1010}{20} =$$

$N_1 =$_____X_____ N NaOH(لنک)محلول کی نارملٹی(Normality)

### معائرہ-II (Titration-II)

(نامعلوم آکسالک ترشہ) بمقابلہ (لنکNaOH)

ظرف (Burette) کو پانی سے دھویا جاتا ہے۔آکسالک ترشہ سے کھنگال کر اسی محلول سے صفر نشان تک پر کردیا جاتا ہے۔ ٹھیک 20ml کے NaOH محلول کو نالیچہ سے صاف مخروطی صراحی میں لیا جاتا ہے۔اس محلول کے ساتھ نمائندہ فینا فتھلین کے دو سے تین قطرے شامل کئے جاتے ہیں اور ظرف(Burette) سے آکسالک ترشہ محلول کے خلاف معائرہ (Titrate) کیا جاتا ہے۔گلابی رنگ مکمل غائب ہونے تک آکسالک ترشہ کو قطرہ بہ قطرہ شامل کیا جاتا ہے۔ ظرف کی نگارشات کی نشاندہی کی جاتی ہے۔ہم آہنگ قیمت حاصل ہونے تک اس طریقہ کو دہرایا جاتا ہے۔

## معائزہ-II (Titration-II)

(لنک NaOH) بمقابلہ (نامعلوم آکسالک ترشہ محلول)

| شمار عدد | NaOH کا حجم (لنک) (ml) | ظرف کی نگارشات | | ہم آہنگ قیمت آکسالک ترشے کا حجم (ml) |
|---|---|---|---|---|
| | | ابتدائی (ml) | اختتامی (ml) | |
| 1 | 20 | | | |
| 2 | 20 | | | |
| 3 | 20 | | | |

حسابات:

ml = $V_1$ نامعلوم آکسالک ترشہ کے محلول کا حجم

? N = $N_1$ نامعلوم آکسالک ترشہ کے محلول کی نارملٹی Normality

20 ml = $V_2$ NaOH محلول کا حجم

N = $N_2$ NaOH محلول کی نارملٹی (Normality)

نارملٹی کی (Normality) مساوات کے مطابق

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

$N_1$ = ______Y______ N نامعلوم آکسالک ترشے کے محلول کی نارملٹی (Normality)

وزن کے حسابات :

(معادل وزن) × (نارملٹی) = ایک لیٹر کے محلول میں حل پذیر آکسالک ترشہ کی مقدار

$$= \frac{1250 \times \text{معادل وزن} \times \text{نارملٹی}}{1000}$$ 1250ml کے محلول میں حل پذیر آکسالک ترشہ کی مقدار

$$= \frac{Y \times 63 \times 1250}{1000}$$

$$= \frac{\quad \times 63 \times 1250}{1000}$$

= g

رپورٹ:

= 1250ml کے محلول میں حل پذیر آکسالک ترشہ کی مقدار

# Glossary - اصطلاحات

| | |
|---|---|
| Acidic oxide | ترشوی آکسائڈ |
| Activated complex | فعال کامپلکس |
| Activation energy | فعال توانائی |
| Ambidentate ligand | دوطرف چھائے ہوئے لگینڈ |
| Amorphous solid | نقلمی ٹھوس |
| Amphoteric oxide | ترشوی اور قلوی خواص رکھنے والے آکسائڈ |
| Anionic complex | مثبر وانی کامپلکس |
| Anisotropy | غیر ہم رخیت |
| Antiferromagnetic | ضد فیر ومقناطیسی |
| Basic oxide | اساسی آکسائڈ |
| Blast furnace | جھکڑ بھٹی |
| Bleaching | رنگ کٹ |
| BM | بور میگنٹان |
| Body cantered cubic unit cell | جسم مرکزی مکعبی اکائی خانہ |
| Brass | پیتل |
| Bronze | کانسی |
| Brown ring test | بھورے حلقے کی جانچ |
| Cast iron | خام لوہا/ ڈھلوان لوہا |
| Catalysts | تماسیت |
| Cationic complex | منفروانی کامپلکس |
| Central metal ion | مرکزی دھاتی رواں |
| CFT | کرسٹل فیلڈ تھیوری |
| Chalcogens | چالکوجن |
| Chelating ligand | خلب سازی کے لگینڈ |
| Chemiluminescence | کیمیائی چمک |
| Chile saltpeter | چلی سالٹ پیٹر |
| Chromatography | کروماٹوگرافی |
| Close packed arrangement | قریب ترین پیک شدہ ترتیب |
| Coinage metals | سکہ سازی کی دھاتیں |
| Collision theory | تصادم کا نظریہ |
| Column chromatography | ستونی کروماٹوگرافی |
| Completely filled | مکمل طور پر بھرے ہوئے |
| Concentration of the ore | کچ دھاتوں کا ارتکاز |

| | |
|---|---|
| Conductivity | ایصالیت |
| Coordination compounds | ہم گرفتہ مرکبات |
| Coordination isomerism | ہم گرفتہ ہم ترکیب |
| Coordination number | کوآرڈی نیشن |
| Coordination sphere | کوآرڈی نیشن کرہ |
| Crystal defect | قلمی ٹھوس |
| Crystal field splitting | کرسٹل فیلڈ کا انتشار |
| Crystalline solid | ٹھوس قلمیں |
| Cupellation | دھاتوں کو صاف کرنے کا ایک طریقہ |
| Decay | گلنا سڑنا |
| Degenerate orbitals | زوال پذیر مدارے |
| Deliquescent | آب گیر شئے |
| Density | کثافت |
| Dibasic acid | دوہرے ترشے |
| Diffraction | انکسار موج |
| Double salts | دوہرے نمک |
| Ductility | تار پذیری |
| Earth's crust | قشر ارض |
| Edge | کنارہ |
| Electro metallurgy | برقی دھات کاری |
| Electrolytic refining | برقی تخلیص |
| Electroplating | برقی ملمع سازی |
| Enameling | مینا کاری |
| Excited state | مشتعل حالت |
| Extraction | حصول |
| Extrinsic semiconductor | بیرونی نیم موصل |
| Face | رخ، چہرہ |
| Face cantered cubic unit cell | رُخ مرکزی مکعبی اکائی خانہ |
| Facial isomer | رُخی ہم ترکیبے |
| Ferromagnetic | فیرومقناطیسی |
| Flash photolysis | چمک سے ضیاپاشیدگی |
| Flints | چقماق |
| Fluorescence | فلوریت |
| Fluorescing surface | فلوریتی سطح |

| | |
|---|---|
| Froth floatation | جھاگ کے تیراؤ کا عمل |
| Galvanizing | جست کاری |
| Gangue | گل معدن |
| Garlic | لہسن |
| Geometrical isomerism | ہندسوی (شکلی) ہم ترکیبے |
| Gravity separation | جاذبی علحدگی |
| Half filled | نیم بھرتی |
| Halogens | ہیلوجن |
| Hardness of water | پانی کی سختی |
| Heteroleptic complex | مختلف قسم کے لگینڈ رکھنے والے کامپلکس |
| High spin complex | اعلیٰ گردش کے مرکبات |
| Hole | سوراخ |
| Homoleptic complex | ایک ہی قسم کے لگینڈ رکھنے والے کامپلکس |
| Hybrid orbitals | مخلوط مدارے |
| Hydration energy | آبیدگی کی توانائی |
| Hydro metallurgy | آبی دھات کاری |
| Hygroscopic | نم گیری |
| Incompressibility | دابنے کی خاصیت نہیں رکھنا |
| Indian saltpeter | پوٹاشیم نائٹریٹ |
| Inert gases | جامد گیسیں |
| Inert pair effect | جامد جوڑی کا اثر |
| Inner d orbital complex | اندرونی d مداریہ کا کامپلکس |
| Inner transition metals | دروں مروری/عبوری عناصر |
| Instantaneous rate of reaction | فوری شرح تعامل |
| Interfacial angle | بین رخی زاویہ |
| Interstitial defect | بین داخلی نقص |
| Interstitial void | بین داخلی گڑھا |
| Intrinsic semiconductor | اندرونی نیم موصل |
| Ionisation enthalpy | روانی انتھالپی |
| Ionisation isomerism | روانی ہم ترکیبیت |
| Isotropy | ہم رُخی |
| Kinetic stability | فعلی قیام پذیری |
| Lanthanide contraction | لینتھانائڈ کا سکیڑ |
| Lattice plane | جالی کی سطح |

| | |
|---|---|
| Leaching | ترویق |
| LFT | LFT |
| Ligands | لگینڈ |
| Linkage isomerism | ربطی ہم ترکیبیت |
| Low spin complex | کم گردشی کامپلکس |
| Luminescence | چمکیلاپن |
| Magnetic resonance imaging | مقناطیسی گمک سے خاکہ نگاری |
| Magnetic separation | مقناطیسی علٰحدگی |
| Malleability | ورق پذیری |
| Meridional isomer | نصف النہاری ہم ترکیبہ |
| Metal deficiency defect | دھات کی کمی کا نقص |
| Metal excess defect | دھات کے اضافہ کا نقص |
| Metallic lustre | دھاتی چمک |
| Metalloids | دھتونت |
| Metallurgy | دھات سازی |
| Minerals | معدنیات |
| Molecularity | سالمیت |
| Molten state | پگھلی ہوئی حالت |
| Monobasic acid | ایک اساسی ترشہ |
| MOT | سالمی مداریوں کا کلیہ |
| Mustard | رائی، سرسوں |
| Negative catalyst | منفی تماسی عامل |
| Nitrogenous fertilizers | نائٹروجنی کھاد |
| Octahedral | آٹھ سطحی |
| Opaque | غیر شفاف |
| Optical isomerism | بصری ہم ترکیبیت |
| Orbital angular momentum | مداری زاویائی معیار حرکت |
| Order of the reaction | شرح تعامل |
| Ores | کچ دھاتیں |
| Outer d orbital complex | بیرونی d مداریہ کا کامپلکس |
| Oxidation number | تکسیدی عدد |
| Oxoanion | آکسو منفی برقیہ |
| Oxocations | آکسو مثبت برقیہ |
| Packing fraction | پیکنگ کی کسر |
| Phosphorescence | فاسفوریت |

| | |
|---|---|
| Photo sensitizer | ضیائی حساس |
| Photochemical reaction | ضیا کیمیائی تعامل |
| Pickling of steel | فولاد کو صاف کرنا |
| Pig iron | ڈھلوان لوہا |
| Planar | سطحی |
| Positive catalyst | مثبت تماسی عامل |
| Preservative | محفوظ گر |
| Primary valency | ابتدائی گرفت |
| Pulverization | کوٹنا/توڑنا/ پیسنا |
| Pyro metallurgy | آتشی/حرارتی دھات سازی |
| Quantum efficiency | کوانٹم کی کارکردگی |
| Radioactive | تابکار |
| Rate constant | شرح کا مستقل |
| Refrigerant | مبرد |
| Rigid | سخت |
| Roasting | بھوننا |
| Rocket fuels | راکٹ کا ایندھن |
| Seaweeds | سمندری الجی |
| Secondary valency | ثانوی گرفت |
| Self-reduction | خود-تحویل |
| Simple cubic unit cell | سادہ معکبی اکائی خانہ |
| Slag | دھاتی میل |
| Smelting | پگھلانا |
| Solvate isomerism | حل کرنے والا ہم ترکیبہ |
| Spectrochemical series | طیفی کیمیائی سلسلہ |
| Square planar | مربع سطحی |
| Stability constant | قیام پذیری کا مستقل |
| Stabilizers | قیام پذیری لانے والے |
| Strong field ligands | طاقتور میدان کے لگینڈ |
| Structural isomerism | ساختی ہم ترکیبیت |
| Successive reaction | سلسلہ وار تعامل |
| Super conducting magnets | اعلیٰ ایصالیت والے مقناطیس |
| Superconductivity | اعلیٰ موصلیت |
| Symmetry | تشاکل |
| Synergic effect | دو اشیاء کا باہمی اثر |

| | |
|---|---|
| Tetrahedral | سہ پہلو اہرامی/ چار سطحی |
| Thermal decomposition | حرارتی تحلیل |
| Thermodynamic stability | حرحراتی قیام پذیری |
| Transition metals | مروری/عبوری عناصر |
| Transition state | مروری حالت |
| Tribasic acid | سہ اساسی ترشہ |
| Trigonal bipyramidal | تین سطحی دو اہرامی |
| Trigonal pyramid | تین سطحی اہرامی |
| Unit cell | اکائی خانہ |
| Unpaired electrons | غیر جوڑی دار الکٹران |
| Unpleasant | ناخوشگوار |
| Vapour phase refining | بخاراتی ہیئت کو صاف کرنا |
| VBT | گرفتی بندش کا کلیہ |
| Void | گڑھا/ خالی جگہ |
| Weak field ligand | کمزور میدان والے لگینڈ |
| Wool | اون |
| Wrought iron | پٹوان لوہا |
| Zone refining | منطقہ تخلیص |

## حوالہ جات:


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, 3rd Edition.

## Chemistry Volume-I - Class XII - Urdu Medium

### List of Translators and Reviewer

**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.

**P.M. Fahmeeda Begum,**
B.T. Asst., Nusrathul Islam GHSS, Pernambut, Vellore Dt.

**S. Tahseen Begum,**
B.T. Asst., Nusrathul Islam GHSS, Pernambut, Vellore Dt.

**Hasan Mohamed Noorullah**
B.T. Asst. Islamiah Boys' HSS, Vaniyambadi, Tirupattur Dt.

**Reviewer**

**Mohamed Jaweed Akram**
P.G. Asst., Islamiah Boys' HSS, Vaniyambadi, Tirupattur Dt.

**Academic Head and Co-ordinator :**

**Dr. Mrs. Shameem,**
Deputy Director, SCERT, Chennai

**Co-ordinators :**

**Dr. R. Anbazhagan,**
Principal, DIET, Ranipet District.

**M. Suresh Kumar,**
Lecturer, DIET, Ranipet,

**A. Siva Kumar,**
Lecturer, DIET, Ranipet

**Mohamed Jaweed Akram**
P.G. Asst., Islamiah Boys' HSS, Vaniyambadi, Tirupattur Dt.

**Urdu DTP and Layout**
TAJ Printers, Vaniyambadi.

This Book has been printed on 80 GSM Elegant Maplitho paper

Printed by Offset at :

## کیمیاء برائے بارھویں جماعت

**مترجمین :**

**مبین تاج**
پی.جی.اسسٹنٹ، گورنمنٹ اردو ہائر سکنڈر اسکول، ہسور، ضلع کرشنگری

**یس۔کے۔شاہدہ بیگم**
بی.ٹی.اسسٹنٹ، اسلامیہ گرلز ہائر سکنڈری اسکول، وانم باڑی، ضلع ترپاتور

**پی.یم.فہمیدہ بیگم**
بی.ٹی.اسسٹنٹ، نصرت الاسلام گرلس ہائر سکنڈری اسکول، پرنام بٹ، ضلع ویلور

**یس.تحسین بیگم**
بی.ٹی.اسسٹنٹ، نصرت الاسلام گرلس ہائر سکنڈری اسکول، پرنام بٹ، ضلع ویلور

**حسن محمد نور اللہ**
بی.ٹی.اسسٹنٹ، اسلامیہ بائز ہائر سکنڈری اسکول، وانم باڑی۔

**نظرِ ثانی**

**محمد جاوید اکرم**
پی.جی.اسسٹنٹ، اسلامیہ بائز ہائر سکنڈری اسکول، وانم باڑی۔

**تعلیمی سربراہ اور معاون**

**ڈاکٹر مسز یس۔شمیم**
ڈپٹی ڈائرکٹر، یس.سی.ای.آر.ٹی، چنئی۔

**معاونین**

**ڈاکٹر آر. انبژگن**
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 ہائر سکنڈری اسکول،
وانم باڑی، ضلع ترپاتور

**ترتیب وتزئین**
تاج پرنٹرس ، وانم باڑی۔