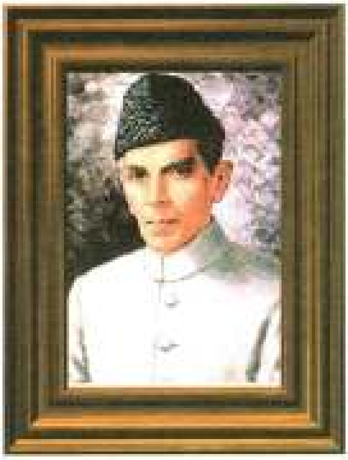
کیمسٹری 9

یہ کتاب حکومتِ پنجاب کی طرف سے تعلیمی سال 2018-19 کیلئے
پنجاب کے سرکاری سکولوں میں تقسیم کی گئی جیکٹ میں شامل ہے۔

ناشر: کاروان بک ہاؤس، لاہور



"تعلیم پاکستان کے لیے زندگی اور موت کا مسئلہ ہے۔ دنیا اتنی تیزی سے ترقی کر رہی ہے کہ تعلیمی میدان میں مطلوبہ پیش رفت کے بغیر ہم نہ صرف اقوام عالم سے پیچھے رہ جائیں گے بلکہ ہو سکتا ہے کہ ہمارا نام و نشان ہی صفحۂ ہستی سے مٹ جائے۔"

قائداعظم محمد علی جناحؒ، بانی پاکستان
(26 ستمبر 1947ء۔ کراچی)

قومی ترانہ

پاک سرزمین شاد باد　　کشورِ حسین شاد باد
تُو نشانِ عزمِ عالی شان　　ارضِ پاکستان
مرکزِ یقین شاد باد
پاک سرزمین کا نظام　　قوتِ اخوتِ عوام
قوم، ملک، سلطنت　　پائندہ تابندہ باد
شاد باد منزلِ مراد
پرچم ستارہ و ہلال　　رہبرِ ترقی و کمال
ترجمانِ ماضی، شانِ حال　　جانِ استقبال
سایۂ خدائے ذوالجلال

عرضِ ناشر

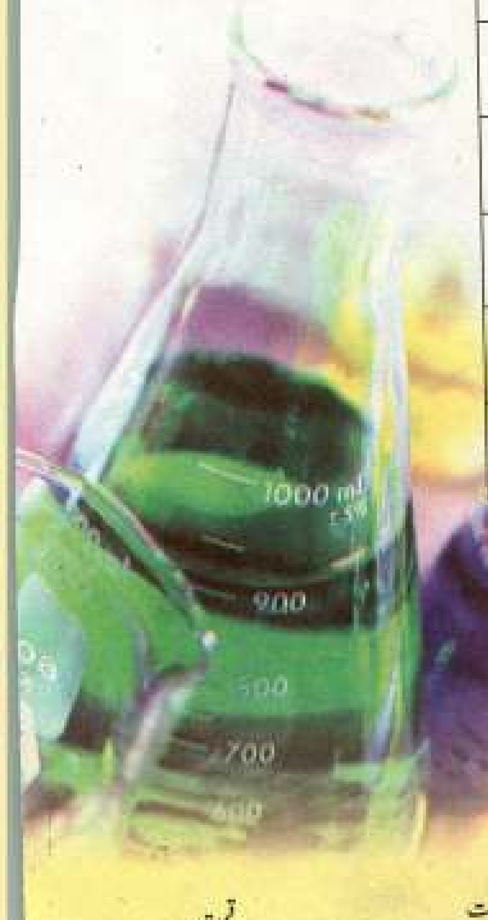
یہ کتاب قومی نصاب ۲۰۰۶ اور نیشنل ٹیکسٹ بک اینڈ لرننگ میٹریلز پالیسی ۲۰۰۷ کے تحت بین الاقوامی معیار پر تیار کی گئی ہے۔ یہ کتاب حکومت پنجاب کی طرف سے تمام سرکاری سکولوں میں بطور واحد ٹیکسٹ بک مہیا کی گئی ہے۔ اگر اس کتاب میں کوئی تصور وضاحت طلب ہو یا متن اور املا وغیرہ میں کوئی غلطی ہو تو اس بارے ادارے کو آگاہ کریں۔ ادارہ آپ کا شکرگزار ہوگا۔

جملہ حقوق (کاپی رائٹ) بحق ناشر محفوظ ہیں۔

منظور کردہ وفاقی وزارتِ تعلیم (شعبہ نصاب سازی) اسلام آباد، پاکستان۔ بمطابق قومی نصاب 2006 اور نیشنل ٹیکسٹ بک اینڈ لرننگ میٹریلز پالیسی 2007 مراسلہ نمبر F.2-2/2010-Chem. مورخہ 2-12-2010 ۔ اس کتاب کو پنجاب کریکولم اینڈ ٹیکسٹ بک بورڈ نے ناشر سے پرنٹ لائسنس حاصل کر کے سرکاری سکولوں میں مفت تقسیم کے لیے بھی طبع کیا ہے۔ ناشر کی تحریری اجازت کے بغیر اس کتاب کا کوئی حصہ کسی امدادی کتاب، خلاصہ، ماڈل پیپر یا گائیڈ وغیرہ میں شامل نہیں کیا جا سکتا۔

فہرست

باب 1	کیمسٹری کے بنیادی اصول	1
باب 2	ایٹم کی ساخت	33
باب 3	پیریاڈک ٹیبل اور خصوصیات کی پیریاڈیسٹی	53
باب 4	مالیکیولز کی ساخت	69
باب 5	مادے کی طبیعی حالتیں	89
باب 6	سلوشنز	112
باب 7	الیکٹروکیمسٹری	131
باب 8	کیمیکل ری ایکٹیوٹی	158



مؤلفین: ◦ ڈاکٹر جلیل طارق
◦ ڈاکٹر ارشاد احمد چٹھہ

تیار کردہ:
کاروان بک ہاؤس کچہری روڈ، لاہور

تاریخ اشاعت	تعداد اشاعت	قیمت
مارچ 2018ء	78,000	84.00

بِسۡمِ اللّٰہِ الرَّحۡمٰنِ الرَّحِیۡمِ ○

ترجمہ: ''شروع اللہ کے نام سے جو بڑا مہربان نہایت رحم والا ہے۔''

کیمسٹری

9

کاروان بک ہاؤس کچہری روڈ، لاہور

باب 1

کیمسٹری کے بنیادی اصول
(Fundamentals of Chemistry)

بنیادی تصورات

1.1 کیمسٹری کی شاخیں

1.2 بنیادی تعریفیں

1.3 کیمیکل انواع

1.4 ایووگیڈروز نمبر اور مول

1.5 کیمیکل کیلکولیشنز

وقت کی تقسیم

تدریسی پیریڈز : 12

تشخیصی پیریڈز : 3

سلیبس میں حصہ : 12%

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- کیمسٹری کی مختلف شاخوں کی پہچان اور مثالیں بیان کر سکیں۔
- کیمسٹری کی مختلف شاخوں میں فرق بیان کر سکیں۔
- مادے اور اشیا میں فرق کر سکیں۔
- آئنز، مالیکیولر آئنز، فارمولا یونٹس اور آزاد ریڈیکلز کی تعریف کر سکیں۔
- اٹامک نمبر، اٹامک ماس اور اٹامک ماس یونٹ کی تعریف کر سکیں۔
- ایلیمنٹس، کمپاؤنڈز اور مکسچرز میں فرق کر سکیں۔
- کاربن-12 کی بنیاد پر ریلیٹو (relative) اٹامک ماس کی تعریف کر سکیں۔
- امپیریکل فارمولا اور مالیکیولر فارمولا میں فرق کر سکیں۔
- ایٹمز اور آئنز میں فرق کر سکیں۔
- مالیکیولز اور مالیکیولر آئنز میں فرق کر سکیں۔
- آئنز اور آزاد ریڈیکل میں فرق کر سکیں۔
- دی گئی اشیا میں موجود کیمیکل کے انواع و اقسام کی درجہ بندی کر سکیں۔

- ایلیمنٹ اور کمپاؤنڈ کے نمائندہ پارٹیکلز کی شناخت کر سکیں۔
- گرام اٹامک ماس، گرام مالیکیولر ماس، گرام فارمولا ماس اور مول میں تعلق جان سکیں۔
- بیان کر سکیں کہ ایووگیڈروز نمبر کسی مادے کے ایک مول سے کس طرح وابستہ ہے۔
- گرام اٹامک ماس، گرام مالیکیولر ماس اور گرام فارمولا ماس کی اصطلاحات میں فرق کر سکیں۔
- اٹامک ماس، مالیکیولر ماس اور فارمولا ماس کو گرام اٹامک ماس، گرام مالیکیولر ماس اور گرام فارمولا ماس میں تبدیل کر سکیں۔

تعارف

وہ علم جو اس دنیا کو سمجھنے کا فہم عطا کرتا ہے سائنس کہلاتا ہے جبکہ کیمسٹری (chemistry) سائنس کی وہ شاخ ہے جو مادے کی ترکیب، ساخت، خواص اور مادوں کے ری ایکشنز سے متعلق ہے۔ کیمسٹری ہماری زندگی کے قریباً ہر پہلو کا احاطہ کرتی ہے۔

سائنس اور ٹیکنالوجی کی ترقی نے ہمیں روزمرہ زندگی میں بے شمار سہولیات فراہم کی ہیں۔ ذرا تصور کریں کہ پیٹروکیمیکل مصنوعات اور ادویات، صابن اور ڈیٹرجنٹ، کاغذ اور پلاسٹک، پینٹ و رنگین مادے اور مختلف اقسام کی کیڑے مار ادویات کا ہماری زندگی میں کتنا اہم مقام ہے۔ یہ تمام سہولیات کیمیادانوں (chemists) کی کاوشوں کا ثمر ہیں۔ بے شک اس سائنسی ترقی کے نقصانات بھی ہیں جیسے کیمیکل انڈسٹری کی ترقی نے زہریلے مادے پیدا کرنے کے علاوہ ہوا اور پانی کو بھی آلودہ کیا ہے۔ جبکہ دوسری جانب کیمسٹری ہماری صحت اور ماحول کو بہتر بنانے، قدرتی وسائل کو تلاش کرنے اور انھیں محفوظ کرنے کا علم اور طریقے بھی فراہم کرتی ہے۔

اس باب میں ہم کیمسٹری کی مختلف شاخوں اور اس کے بنیادی تصورات اور تعریفات کا مطالعہ کریں گے۔

1.1 کیمسٹری کی شاخیں (BRANCHES OF CHEMISTRY)

یہ ایک حقیقت ہے کہ ہم کیمیکلز (chemicals) کی دنیا میں رہتے ہیں۔ ہم سب بعض ایسے زندہ اجسام پر انحصار کرتے ہیں جنہیں اپنی بقا کے لیے پانی، آکسیجن یا کاربن ڈائی آکسائڈ کی ضرورت ہوتی ہے۔ آج کیمسٹری زندگی کے ہر پہلو میں وسیع عمل دخل رکھتی ہے اور دن رات بنی نوع انسان کی خدمت کر رہی ہے۔ کیمسٹری کو مندرجہ ذیل اہم شاخوں میں تقسیم کیا گیا ہے:

فزیکل کیمسٹری، آرگینک کیمسٹری، ان آرگینک کیمسٹری، بائیوکیمسٹری، انڈسٹریل کیمسٹری، نیوکلیئر کیمسٹری انوائرنمنٹل کیمسٹری اور اینالیٹیکل کیمسٹری۔

1.1.1 فزیکل کیمسٹری (Physical Chemistry)

کیمسٹری کی وہ شاخ جو مادے کی ترکیب اور اس کے طبیعی خواص کے مابین تعلق اور ان دونوں میں ہونے والی تبدیلیوں کا مطالعہ کرتی ہے فزیکل کیمسٹری کہلاتی ہے۔ کیمسٹری کی اس شاخ میں ایٹمز کی ساخت، مالیکیولز کی تشکیل کے علاوہ گیس، مائع اور ٹھوس اشیا کے طرزِ عمل، ان پر ٹمپریچر کی تبدیلی اور ریڈی ایشن (radiation) کے اثرات کا مطالعہ بھی کیا جاتا ہے۔

1.1.2 آرگینک کیمسٹری (Organic Chemistry)

آرگینک کیمسٹری کاربن اور ہائیڈروجن کے کوویلنٹ کمپاؤنڈز ہائیڈروکاربنز (hydrocarbons) اور ان سے ماخوذ کمپاؤنڈز کے مطالعے کا نام ہے۔ آرگینک کمپاؤنڈز قدرتی طور پر پائے جانے کے علاوہ لیبارٹری میں بھی تیار کیے جاتے ہیں۔ آرگینک کیمسٹ (organic chemist) قدرتی اور لیبارٹری میں تیار کردہ آرگینک کمپاؤنڈز کی ساخت اور ان کے خواص متعین کرتے ہیں۔ کیمسٹری کی یہ شاخ پٹرولیم اور ادویات کی صنعتوں کا بھی احاطہ کرتی ہے۔

1.1.3 ان آرگینک کیمسٹری (Inorganic Chemistry)

ان آرگینک کیمسٹری کائنات میں موجود تمام ایلیمنٹس اور کمپاؤنڈز کے مطالعے پر مشتمل ہے۔ سوائے ان کمپاؤنڈز کے جو کاربن اور ہائیڈروجن پر مشتمل ہوں یعنی آرگینک کمپاؤنڈز۔ کیمسٹری کی یہ شاخ کیمیکل انڈسٹری کے ہر شعبے مثلاً شیشہ سازی، سیمنٹ، سرامکس اور دھات سازی (metallurgy) وغیرہ میں استعمال ہو رہی ہے۔

1.1.4 بائیوکیمسٹری (Biochemistry)

کیمسٹری کی وہ شاخ جس میں ہم جاندار اجسام کے اندر پائے جانے والے کیمیائی مادوں کی ساخت، ترکیب اور ان کے کیمیائی عمل کا مطالعہ کرتے ہیں بائیوکیمسٹری کہلاتی ہے۔ اس شاخ کے تحت جانداروں کے اندر انجام پانے والے تمام ری ایکشنز کا بھی احاطہ کیا جاتا ہے، مثلاً جانداروں کے جسم میں موجود بائیو مالیکیول، جیسے کاربوہائیڈریٹس، پروٹینز اور چکنائیوں کے سنتھیسز (synthesis) اور ان اشیا میں ہونے والا میٹابولزم (metabolism) کا عمل ہے۔ بائیوکیمسٹری ایک الگ مضمون کے طور پر اس وقت وجود میں آئی جب سائنسدانوں نے اس چیز کا مطالعہ شروع کیا کہ جانداروں کے اجسام خوراک سے توانائی کیسے حاصل کرتے ہیں اور بیماری کے دوران ان میں بنیادی حیاتیاتی تبدیلیاں کس طرح رونما ہوتی ہیں۔ بائیوکیمسٹری کے اطلاق کی مثالیں، طب، خوراک اور زراعت کے میدانوں میں عام ملتی ہیں۔

1.1.5 انڈسٹریل کیمسٹری (Industrial Chemistry)

کیمسٹری کی وہ شاخ جس میں تجارتی پیمانے پر کمپاؤنڈز بنانے کے طریقوں کا مطالعہ کیا جاتا ہے انڈسٹریل کیمسٹری کہلاتی ہے۔ اس کے تحت بعض بنیادی کیمیکلز مثلاً آکسیجن، کلورین، امونیا، کاسٹک سوڈا، شورے یا گندھک کے تیزاب کی صنعتی پیمانے پر پیداوار اور ان کیمیکلز کی دوسری کئی صنعتوں، مثلاً کھاد، صابن، ٹیکسٹائل، زرعی پیداوار، رنگ و روغن اور کاغذ وغیرہ کے لیے بطور خام مال فراہمی وغیرہ شامل ہے۔

1.1.6 نیوکلیئر کیمسٹری (Nuclear Chemistry)

کیمسٹری کی وہ شاخ جو ریڈیو ایکٹیویٹی، نیوکلیئر ری ایکشنز اور نیوکلیئر خواص کے مطالعے سے تعلق رکھتی ہو نیوکلیئر کیمسٹری کہلاتی ہے۔ یہ شاخ بنیادی طور پر ایٹم کی توانائی (انرجی) اور اس کے روزمرہ زندگی میں مفید استعمال سے تعلق رکھتی ہے۔ کیمسٹری کی اس شاخ میں جانوروں، پودوں اور دوسرے مادوں میں ریڈی ایشنز کے جذب ہونے سے پیدا ہونے والی کیمیائی تبدیلیوں کا مطالعہ بھی کیا جاتا ہے۔ کیمسٹری کی یہ شاخ طبی علاج، جیسے ریڈیو تھراپی (radiotherapy)، غذا کو محفوظ کرنے اور نیوکلیئر ری ایکٹرز کے ذریعے الیکٹریسٹی پیدا کرنے کی صنعت میں وسیع استعمال ہوتی ہے۔

1.1.7 انوائرنمنٹل کیمسٹری (Environmental Chemistry)

کیمسٹری کی اس شاخ میں ہم ماحول کے اجزا اور ماحول پر انسانی سرگرمیوں کے اثرات کا مطالعہ کرتے ہیں۔ انوائرنمنٹل کیمسٹری کا دوسرے سائنسی علوم مثلاً بائیولوجی، ارضیات، ماحولیات، مٹی اور پانی کی کیمسٹری، ریاضی اور انجینئرنگ سے بھی تعلق ہے۔ ہمارے گردونواح کے ماحول میں جاری کیمیکل ری ایکشنز کا علم اور اسے بہتر بنانے اور آلودگی سے اس کی حفاظت کرنے کے لیے اس کا مطالعہ بے حد ضروری ہے۔

1.1.8 اینالیٹیکل کیمسٹری (Analytical Chemistry)

کیمسٹری کی وہ شاخ جس میں دیے گئے کیمیائی نمونے کے اجزا کی علیحدگی، ان کا تجزیہ اور پہچان وشناخت کی جاتی ہے اینالیٹیکل کیمسٹری کہلاتی ہے۔ کیمیائی اجزا کی علیحدگی نمونے کی کیفیتی لحاظ سے (qualitative) اور مقداری لحاظ سے (quantitative) تجزیہ کرنے سے پہلے کی جاتی ہے۔ کیفیتی لحاظ سے تجزیہ دیے گئے نمونے کے اجزائے ترکیبی اور کیمیائی انواع کی پہچان کرنے میں مدد دیتا ہے۔ دوسری جانب مقداری لحاظ سے تجزیہ نمونے میں موجود ہر جزو کی مقدار متعین کرنے کے کام آتا ہے۔ چنانچہ کیمسٹری کی اس شاخ میں تجزیے کے عمل میں کام آنے والی مختلف تکنیکوں اور آلات کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ یہ شاخ غذائی، آبی، ماحولیاتی اور ہر طرح کے کلینیکل تجزیات کا احاطہ کرتی ہے۔

i کیمسٹری کی کس شاخ میں گیسز اور مائعات کے طرزِ عمل کا مطالعہ کیا جاتا ہے؟
ii بائیوکیمسٹری کی تعریف کریں۔
iii کیمسٹری کی کون سی شاخ پینٹس اور کاغذ کی تیاری سے متعلق ہے؟
iv کاربوہائیڈریٹس اور پروٹینز کے میٹابولک ری ایکشنز کا مطالعہ کرنے کے لیے کیمسٹری کی کون سی شاخ کا مطالعہ کیا جاتا ہے؟
v کیمسٹری کی کون سی شاخ ایٹمز کی انرجی اور روزمرہ زندگی میں اس کے استعمال پر بحث کرتی ہے؟
vi کیمسٹری کی کون سی شاخ کا تعلق قدرتی طور پر پائے جانے والے مالیکیولز کی ساخت اور ان کے خواص سے متعلق ہے؟

خود تشخیصی سرگرمی 1.1

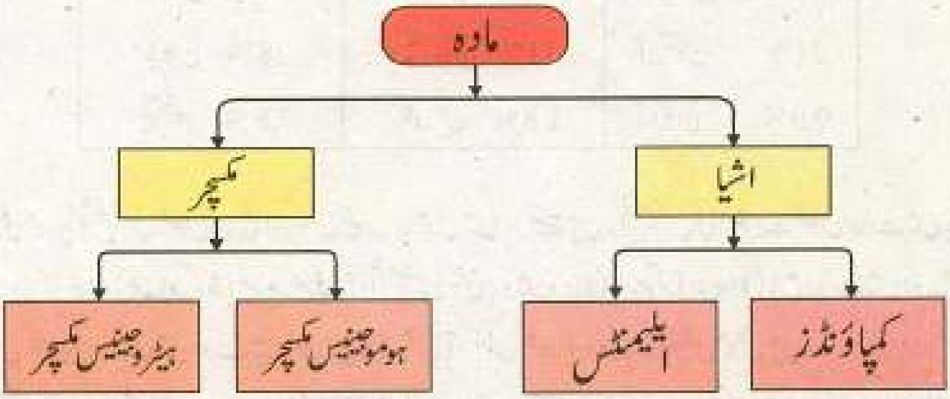
1.2 بنیادی تعریفیں (BASIC DEFINATIONS)

مادہ (matter) ہر اس چیز کو کہتے ہیں جو ماس رکھتی ہے اور جگہ گھیرتی ہے۔ ہمارے جسم اور ہمارے اردگرد پھیلی ہوئی تمام چیزیں مادے کی مثالیں ہیں۔ کیمسٹری میں ہم مادے کی تینوں اقسام یعنی ٹھوس، مائع اور گیس کا مطالعہ کرتے ہیں۔

مادے کا وہ ٹکڑا جو اپنی خالص حالت میں پایا جائے شے (substance) کہلاتا ہے۔ ہر شے کی ایک مخصوص ترکیب اور متعین خواص ہوتے ہیں۔ دوسری جانب ناخالص مادہ مکسچر (mixture) کہلاتا ہے، جو اپنی ترکیب کے لحاظ سے ہوموجینیس (homogeneous) یا پھر ہیٹروجینیس (heterogeneous) ہو سکتا ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ ہر مادے کی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات ہوتی ہیں۔ ایسی خصوصیات جو مادے کی طبیعی حالت (physical state) سے متعلق ہوں، طبیعی خصوصیات (physical properties) کہلاتی ہیں۔ ان خصوصیات میں رنگ، بو، ذائقہ، سخت پن، کرسٹل کی شکل، سالوبیلٹی، میلٹنگ اور بوائلنگ پوائنٹس وغیرہ شامل ہیں۔ مثال کے طور پر جب برف کو گرم کیا جاتا ہے تو پگھل کر پانی میں تبدیل ہو جاتی ہے اور جب پانی کو مزید گرم کیا جاتا ہے تو یہ ابل کر بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ اس سارے عمل میں پانی کی طبیعی حالت تو تبدیل ہوتی ہے لیکن کیمیائی ترکیب وہی رہتی ہے۔

کیمیائی خصوصیات (chemical properties) کا انحصار شے کی ترکیب پر ہوتا ہے۔ جب کسی شے میں کیمیائی تبدیلی واقع ہوتی ہے تو اس کی ترکیب میں بھی تبدیلی آ جاتی ہے اور ایک نئی شے تشکیل پاتی ہے۔ مثال کے طور پر پانی کا اجزا میں تبدیل ہونا (decompositon) ایک کیمیائی تبدیلی ہے کیونکہ اس عمل میں ہائڈروجن اور آکسیجن گیسز پیدا ہوتی ہیں۔ تمام مادے یا تو خالص اشیا (substance) ہوتے ہیں یا پھر مکسچر (mixture)۔ شکل 1.1 میں مادے کی سادہ تقسیم یا گروہ بندی دکھائی گئی ہے۔



شکل نمبر 1.1: مادہ کی سادہ تقسیم

1.2.1 ایلیمنٹس، کمپاؤنڈز اور مکسچرز (ELEMENTS,COMPOUNDS AND MIXTURES)

1.2.1.1 ایلیمنٹس (Elements)

ابتدائی دور میں 9 ایلیمنٹس یعنی کاربن، گولڈ، سلور، ٹن، مرکری، لیڈ، کاپر، آئرن اور سلفر معلوم تھے۔ اس زمانے میں سمجھا جاتا تھا کہ ایلیمنٹس ایسی شے ہیں جنہیں عام کیمیائی عمل کے ذریعے توڑ کر سادہ تر اجزا میں تبدیل نہیں کیا جاسکتا۔ انیسویں صدی کے اختتام تک 63 ایلیمنٹس دریافت کیے جاچکے تھے۔ جبکہ اب دریافت شدہ ایلیمنٹس کی تعداد 118 تک ہے، جن میں سے 92 قدرتی طور پر پائے جانے والے ایلیمنٹس ہیں۔ ایلیمنٹ کی جدید تعریف یہ ہے کہ یہ ایک ایسی شے ہے جو ایک ہی قسم کے ایٹمز پر مشتمل ہوتی ہے جن کا اٹامک نمبر یکساں ہوتا ہے اور اسے کیمیائی طریقوں سے سادہ تر شے میں تبدیل نہیں کیا جاسکتا۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ ہر ایلیمنٹ مخصوص قسم کے ایٹمز سے مل کر بنتا ہے۔

قدرتی طور پر ایلیمنٹس آزاد اور متحد دونوں صورتوں میں پائے جاتے ہیں۔ دنیا میں جتنے بھی ایلیمنٹس ہیں، وہ قشر ارض، سمندروں اور کرہ ہوائی میں مختلف مقداری نسبتوں سے موجود ہیں۔ ٹیبل 1.1 میں ہمارے اردگرد بکثرت پائے جانے والے چند ایلیمنٹس کی قدرتی دستیابی کو وزن کے لحاظ سے فی صد تناسب میں ظاہر کیا گیا ہے۔ اس میں ہمارے گردونواح کے ماحول کے تینوں اہم نظاموں میں پائے جانے والے بنیادی ایلیمنٹس کی ترکیب دکھائی گئی ہے۔

ٹیبل 1.1: چند اہم ایلیمنٹس کی بلحاظ وزن فیصد قدرتی دستیابی

قشر ارض		سمندر		کرہ ہوائی	
آکسیجن	47%	آکسیجن	86%	نائٹروجن	78%
سلیکان	28%	ہائڈروجن	11%	آکسیجن	21%
ایلومینیم	7.8%	کلورین	1.8%	آرگان	0.9%

طبعی طور پر ایلیمنٹس ٹھوس، مائع اور گیس تینوں حالتوں میں ہوسکتے ہیں۔ ایلیمنٹس کی اکثریت ٹھوس حالت میں پائی جاتی ہے۔ مثلاً سوڈیم، کاپر، زنک اور گولڈ وغیرہ۔ صرف دو ایلیمنٹس یعنی برومین (Br) اور مرکری (Hg) مائع حالت میں ہوتے ہیں۔ چند ایلیمنٹس گیس کی حالت میں ہوتے ہیں جن میں نائٹروجن، آکسیجن، کلورین اور ہائڈروجن شامل ہیں۔

ایلیمنٹس کو ان کی بعض خصوصیات کی بنیاد پر میٹلز (metals)، نان میٹلز (nonmetals) اور میٹلائیڈز (metalloids) میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ 80% کے قریب ایلیمنٹس کا شمار میٹلز میں ہوتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

انسانی جسم کا بڑا حصہ یعنی ماس کے لحاظ سے 65% تا 80% پانی پر مشتمل ہوتا ہے۔

انسانی جسم کا 99% حصہ چھ ایلیمنٹس سے مل کر بنتا ہے۔ یعنی آکسیجن 65%، کاربن 18%، ہائیڈروجن 10%، نائٹروجن 3%، کیلشیم 1.5% اور فاسفورس 1.5%

پوٹاشیم، سلفر، میگنیشیم اور سوڈیم ہمارے جسم میں مجموعی طور پر 0.8% ہوتے ہیں۔ جبکہ کاپر، زنک، فلورین، آئرن، کوبالٹ اور مینگانیز ہمارے جسم کے کل ماس کا محض 0.2% ہوتے ہیں۔

کیمسٹری میں ایلیمنٹس کو سمبلز (symbols) سے ظاہر کیا جاتا ہے جو ان ایلیمنٹس کے انگریزی، لاطینی، یونانی یا جرمن ناموں کا مخفف ہوتے ہیں۔ اگر یہ سمبل ایک حرف پر مشتمل ہو تو اسے کیپیٹل حرف سے لکھا جائے گا۔ مثلاً ہائیڈروجن (Hydrogen) کے لیے H، نائٹروجن (Nitrogen) کے لیے N اور کاربن (Carbon) کے لیے C وغیرہ۔ اگر سمبل دو حروف پر مشتمل ہو تو پہلا حرف کیپیٹل اور دوسرا سمال ہوگا جیسے کہ کیلشیم (Calcium) کے لیے Ca، سوڈیم (Natrium) کے لیے Na اور کلورین (Chlorine) کے لیے Cl۔

ایلیمنٹ کی ایک منفرد خاصیت اس کی ویلنسی (Valency) ہے۔ یہ دراصل ایک ایٹم کی دوسرے ایٹموں کے ساتھ ملنے کی استعداد ہوتی ہے۔ اس کا انحصار ایٹم کے آخری شیل میں موجود الیکٹرونز کی تعداد پر ہوتا ہے۔

سادہ کوویلنٹ کمپاؤنڈز (covalent compounds) میں ویلنسی ایلیمنٹ کے ایک ایٹم سے ملاپ کرنے والے ہائیڈروجن ایٹمز کی تعداد یا اس ایلیمنٹ کے ایک ایٹم سے بننے والے بانڈز کی تعداد ہے۔ مثال کے طور پر کلورین، آکسیجن، نائٹروجن اور کاربن کی ویلنسیز بالترتیب 1، 2، 3 اور 4 ہیں۔ ان ایلیمنٹس کے ایک ایٹم کے ساتھ ہائیڈروجن کے ایٹمز مختلف تعداد میں مل کر بالترتیب HCl، H_2O، NH_3 اور CH_4 کمپاؤنڈز بناتے ہیں۔

سادہ آئیونک کمپاؤنڈ (ionic compound) میں ویلنسی سے مراد الیکٹرونز کی وہ تعداد ہے جو کوئی ایٹم اپنے آخری شیل میں آٹھ الیکٹرونز یعنی اوکٹیٹ (Octet) کو مکمل کرنے کے لیے خارج یا حاصل کرتا ہے۔ ایسے ایلیمنٹس جن کے ویلنس شیل میں تین یا اس سے کم الیکٹرونز ہوں، اپنے اوکٹیٹ کو مکمل کرنے کے لیے ان الیکٹرونز کو خارج کرنے کو ترجیح دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر سوڈیم، میگنیشیم اور ایلومینیم کے ویلنس شیلز میں بالترتیب 1، 2 اور 3 الیکٹرونز پائے جاتے ہیں۔ یہ ایٹم ان الیکٹرونز کو خارج کر کے بالترتیب 1، 2 اور 3 ویلنسی کے حامل ہو جاتے ہیں۔ جبکہ دوسری جانب ایسے گروپ جن کے ویلنس شیل میں 4 یا 4 سے زیادہ الیکٹرونز ہوں، وہ اپنا اوکٹیٹ مکمل کرنے کے لیے باہر سے الیکٹرونز حاصل کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر N، O اور Cl کے ویلنس شیل میں بالترتیب 5، 6 اور 7 الیکٹرونز ہیں۔ یہ ایٹم اپنا اوکٹیٹ مکمل کرنے کے لیے بالترتیب 3، 2 اور 1 الیکٹرونز حاصل کرتے ہیں۔ چنانچہ یہ ایٹم بالترتیب 3، 2 اور 1 ویلنسی ظاہر کرتے ہیں۔ ریڈیکل، ایٹمز کے ایسے گروپ کو کہتے ہیں جس پر کوئی چارج ہوتا ہے۔ چند عام ایلیمنٹس اور ریڈیکلز کی ویلنسیاں ٹیبل نمبر 1.2 میں دکھائی گئی ہیں۔

ٹیبل 1.2: چند ایلیمنٹس اور ریڈیکلز کے سمبلز اور ویلنسیز

ایلیمنٹ/ریڈیکل	سمبل/فارمولا	ویلنسی	ایلیمنٹ/ریڈیکل	سمبل/فارمولا	ویلنسی
سوڈیم	Na	1	ہائیڈروجن	H	1
پوٹاشیم	K	1	کلورین	Cl	1
سلور	Ag	1	برومین	Br	1
میگنیشیم	Mg	2	آیوڈین	I	1
کیلشیم	Ca	2	آکسیجن	O	2
بیریم	Ba	2	سلفر	S	2
زنک	Zn	2	نائٹروجن	N	3
کاپر	Cu	1,2	فاسفورس	P	3,5
مرکری	Hg	1,2	بورون	B	3
آئرن	Fe	2,3	آرسینک	As	3
ایلومینیم	Al	3	کاربن	C	4
کرومیم	Cr	3	کاربونیٹ	CO_3^{2-}	2
امونیم	NH_4^+	1	سلفیٹ	SO_4^{2-}	2
ہائیڈرونیم	H_3O^+	1	سلفائٹ	SO_3^{2-}	2
ہائیڈروآکسائڈ	OH^-	1	تھایوسلفیٹ	$S_2O_3^{2-}$	2
سائنائڈ	CN^-	1	نائٹرائڈ	N^{3-}	3
بائی سلفیٹ	HSO_4^-	1	فاسفیٹ	PO_4^{3-}	3
بائی کاربونیٹ	HCO_3^-	1			

کچھ ایلیمنٹس ایک سے زیادہ ویلنسی ظاہر کرتے ہیں یعنی ان کی ویلنسی ویری ایبل (variable valency) ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر فیرس سلفیٹ ($FeSO_4$) میں آئرن کی ویلنسی 2 ہے جبکہ فیرک سلفیٹ $Fe_2(SO_4)_3$ میں آئرن کی ویلنسی 3 ہے۔ عموماً ایلیمنٹ کے لاطینی یا یونانی نام مثلاً Ferrum کو تبدیل کر کے اس کے آخر میں ous لگا کر کم ویلنسی کو ظاہر کیا جاتا ہے جیسے Ferrous اور ic لگا کر زیادہ ویلنسی کو ظاہر کیا جاتا ہے جیسے Ferric ۔

1.2.1.2 کمپاؤنڈز (Compounds)

کمپاؤنڈ ایک ایسی شے (substance) ہے جو دو یا دو سے زیادہ ایلیمنٹس کے کیمیائی طور پر متعین نسبت بلحاظ ماس کے ملنے سے وجود میں آتی ہے۔ اس ری ایکشن کے نتیجے میں ایلیمنٹس کی اپنی خصوصیات کھو جاتی ہیں اور ان سے بننے والے کمپاؤنڈز کی

خصوصیات یکسر مختلف ہوتی ہیں۔ کمپاؤنڈز کو ان کے تشکیل دینے والے ایلیمنٹس میں سادہ طبیعی طریقوں سے نہیں توڑا جا سکتا۔ مثال کے طور پر جب کاربن اور آکسیجن کیمیائی طور پر متعین نسبت بلحاظ ماس 32:12 یا 8:3 سے ملتے ہیں تو کاربن ڈائی آکسائیڈ وجود میں آتی ہے۔ اسی طرح پانی ایک ایسا کمپاؤنڈ ہے جو ہائیڈروجن اور آکسیجن کی ایک متعین نسبت بلحاظ ماس یعنی ماس یعنی 8:1 سے ملنے پر وجود میں آتا ہے۔

کمپاؤنڈز کو بانڈنگ کے لحاظ سے دو اقسام یعنی آئیونک (ionic) اور کوویلنٹ (covalent) کمپاؤنڈز میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ آئیونک کمپاؤنڈز آزاد مالیکیولر حالت میں نہیں پائے جاتے۔ یہ ایک سہ طرفی کرسٹل لیٹس (crystal lattice) بناتے ہیں جس میں ہر آئن مخالف چارج رکھنے والے آئنز کی خاص تعداد کے درمیان گھرا ہوتا ہے۔ مخالف چارج رکھنے والے آئن ایک دوسرے کو بڑی قوت سے اٹریکٹ کرتے ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہے کہ آئیونک کمپاؤنڈز کے میلٹنگ اور بوائلنگ پوائنٹس بہت زیادہ ہوتے ہیں۔ ان کمپاؤنڈز کے کیمیکل فارمولے کو فارمولا یونٹس (formula units) کے طور پر ظاہر کیا جاتا ہے۔ مثلاً NaCl، KBr اور $CuSO_4$ وغیرہ۔

کوویلنٹ کمپاؤنڈز زیادہ تر مالیکیولر شکل میں پائے جاتے ہیں۔ ان کا ایک مالیکول کوویلنٹ کمپاؤنڈ کا حقیقی نمائندہ ہوتا ہے اور اس کا کیمیکل فارمولا مالیکیولر فارمولا (molecular formula) کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر HCl، H_2SO_4، CH_4، H_2O۔

ٹیبل 1.3۔ چند عام کمپاؤنڈز اور ان کے فارمولاز

کمپاؤنڈ	کیمیائی فارمولا
پانی	H_2O
سوڈیم کلورائیڈ (کھانے کا نمک)	NaCl
سلیکان ڈائی آکسائیڈ (ریت)	SiO_2
سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ (کاسٹک سوڈا)	NaOH
سوڈیم کاربونیٹ (دھوبی سوڈا)	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$
کیلسیم آکسائیڈ (کوئک لائم)	CaO
کیلسیم کاربونیٹ (لائم سٹون)	$CaCO_3$
شوگر	$C_{12}H_{22}O_{11}$
سلفیورک ایسڈ	H_2SO_4
امونیا	NH_3

یاد رکھیے

ہمیں ہمیشہ استعمال کرنا چاہیے:

- ایلیمنٹس کے لیے معیاری کیمیائی سمبلز
- کمپاؤنڈز کے لیے کیمیائی فارمولے
- سائنسی اصطلاحات کے لیے موزوں خصوصی تلفظات
- سائنس میں استعمال ہونے والے تمام کونسٹنٹ (constant) کے لیے معیاری ویلیوز اور SI یونٹس۔

1.2.1.3 مکسچرز (Mixtures)

جب دو یا دو سے زیادہ ایلیمنٹس یا کمپاؤنڈز طبیعی طور پر کسی متعین نسبت کے بغیر باہم مل جائیں تو ایک مکسچر وجود میں آتا ہے۔ باہمی ملنے کے اس عمل میں ان اشیا کی کیمیائی ترکیب اور خصوصیات برقرار رہتی ہیں۔ مکسچر کے اجزائے ترکیبی کو طبیعی طریقوں مثلاً ڈسٹیلیشن (distillation)، فلٹریشن (filtration)، اویپوریشن (evaporation)، کرسٹلائزیشن (crystallization)، میگناٹائزیشن (magnetization) کے ذریعے الگ کیا جاسکتا ہے۔ ایسے مکسچر جن میں اجزا کی ترکیب ہر جگہ یکساں ہوتی ہے، ہوموجینیس مکسچر (homogeneous mixture) کہلاتے ہیں؛ جیسے کہ ہوا، گیسولین اور آئس کریم وغیرہ۔ جبکہ دوسری جانب ہیٹروجینیس مکسچر (heterogeneous mixture) ایسے مکسچر کو کہا جاتا ہے جن میں اجزا کی ترکیب ہر جگہ پر ایک جیسی نہ ہو مثلاً مٹی، چٹان اور لکڑی وغیرہ۔

ہوا ایک مکسچر ہے نائٹروجن، آکسیجن، کاربن ڈائی آکسائیڈ، نوبل گیسوں اور نمی کا۔
مٹی مکسچر ہے ریت، چکنی مٹی، معدنی نمکیات، پانی اور ہوا کا۔
دودھ مکسچر ہے پانی، شوگر، چکنائی، پروٹینز، وٹامنز اور معدنی نمکیات کا۔
پیتل مکسچر ہے کاپر اور زنک میٹلز کا۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ٹیبل 1.4: کمپاؤنڈ اور مکسچر میں فرق

	کمپاؤنڈ	مکسچر
-i	یہ ایلیمنٹس کے ایٹمز کے کیمیائی ملاپ سے وجود میں آتا ہے۔	مکسچر مختلف اشیا کے سادہ ملاپ سے بنتا ہے۔
-ii	کمپاؤنڈ کے اجزا اپنی شناخت کھو دیتے ہیں اور ایسی نئی شے وجود میں آتی ہے جس کی خصوصیات بالکل مختلف ہوتی ہیں۔	مکسچر میں اس کے اجزا اپنی اپنی خصوصیات برقرار رکھتے ہیں۔

-iii	کمپاؤنڈ کے اجزا لحاظ ماس ہمیشہ ایک متعین نسبت کے حامل ہوتے ہیں۔	مکسچر کے اجزا کی کم سے کم تعداد اور نسبت متعین نہیں ہوتی۔
-iv	اجزا کو طبیعی طریقوں سے جدا نہیں کیا جا سکتا۔	اجزا کو سادہ طبیعی طریقوں سے جدا کیا جا سکتا ہے۔
-v	ہر کمپاؤنڈ کو ایک کیمیائی فارمولا کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے۔	اس میں دو یا دو سے زیادہ اجزا ہوتے ہیں اور اس کا کوئی کیمیائی فارمولا نہیں ہوتا۔
-vi	کمپاؤنڈز کی ترکیب ہوموجینیس ہوتی ہے۔	ان کی ترکیب ہوموجینیس اور ہیٹروجینیس دونوں صورتوں میں ہو سکتی ہے۔
-vii	کمپاؤنڈ کا میلٹنگ پوائنٹ واضح اور متعین ہوتا ہے۔	مکسچر کا میلٹنگ پوائنٹ واضح اور متعین نہیں ہوتا۔

i- کیا آپ مندرجہ ذیل میں سے مکسچر، ایلیمنٹ اور کمپاؤنڈ کو الگ الگ کر سکتے ہیں؟

کوکا کولا، پیٹرولیم، شوگر، کھانے کا نمک، خون، بارود، بورین، ایلومینیم، سیلیکان، ٹن، آئس کریم۔

ii- آپ اس بات کو کس طرح ثابت کریں گے کہ ہوا ایک ہوموجینیس مکسچر ہے۔ اس میں موجود اشیا کے نام بتائیں۔

iii درج ذیل علامات جن ایلیمنٹس کو ظاہر کرتی ہیں ان کے نام بتائیں۔

Hg, Au, Fe, Ni, Co, W, Sn, Na, Ba, Br, Bi.

iv- روم ٹمپریچر پر ایک ٹھوس، ایک مائع اور ایک گیس کی حالت میں پائے جانے والے ایلیمنٹس کے نام بتائیں۔

v- ان کمپاؤنڈز میں کون کون سے ایلیمنٹ پائے جاتے ہیں؟

شوگر، کھانے کا نمک، چونے کا پانی اور چاک۔

خود تشخیصی سرگرمی 1.2

1.2.1 اٹامک نمبر (Atomic Number) اور ماس نمبر (Mass Number)

کسی ایلیمنٹ کا اٹامک نمبر اس ایلیمنٹ کے ہر ایٹم کے نیوکلیئس میں موجود پروٹونز کی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ اسے "Z" کی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ چونکہ کسی ایک ایلیمنٹ کے تمام ایٹمز میں پروٹونز کی تعداد ہمیشہ ایک جیسی ہوتی ہے، لہٰذا ان کا اٹامک نمبر ایک ہی ہوتا ہے۔ چنانچہ ہر ایلیمنٹ کا ایک مخصوص اٹامک نمبر ہوتا ہے جسے اس کی شناخت بھی کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر

ہائیڈروجن کے ایٹمز میں 1 پروٹون ہوتا ہے، ان کا اٹامک نمبر Z=1 ہے۔

کاربن کے تمام ایٹمز میں 6 پروٹونز ہوتے ہیں ان کا اٹامک نمبر Z=6 ہے۔

اسی طرح آکسیجن میں 8 پروٹونز پائے جاتے ہیں ان کا اٹامک نمبر Z=8 ہے۔

اور سلفر جس میں 16 پروٹونز ہیں، ان کا اٹامک نمبر Z=16 ہے۔

کسی ایلیمنٹ کا ماس نمبر اس کے ایک ایٹم میں موجود پروٹونز اور نیوٹرونز کی مجموعی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ اسے علامت A سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

اسے معلوم کرنے کے لیے $A = Z + n$ کا فارمولا استعمال کیا جاتا ہے

یہاں n، اس ایلیمنٹ کے ایٹمز میں موجود نیوٹرونز کی تعداد ہے۔

ہر پروٹون اور نیوٹرون کا ماس ایک یونٹ اٹامک ماس کے برابر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر ہائیڈروجن کے نیوکلیس میں ایک پروٹون اور کوئی نیوٹرون نہیں ہوتا ہے۔ اس کا اٹامک ماس نمبر $A = 1 + 0 = 1$ ہے۔

کاربن کے ایٹم میں 6 پروٹون اور 6 نیوٹرون ہوتے ہیں۔ لہٰذا اس کا اٹامک ماس نمبر $A = 12$ ہے۔

ٹیبل 1.5 میں چند ایلیمنٹس کے اٹامک نمبر اور ماس نمبر دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 1.5: چند ایلیمنٹ اور ان کے اٹامک اور ماس نمبرز

ایلیمنٹ	پروٹونز کی تعداد	نیوٹرونز کی تعداد	اٹامک نمبر Z	ماس نمبر A
ہائیڈروجن	1	0	1	1
کاربن	6	6	6	12
نائٹروجن	7	7	7	14
آکسیجن	8	8	8	16
فلورین	9	10	9	19
سوڈیم	11	12	11	23
میگنیشیم	12	12	12	24
پوٹاشیم	19	20	19	39
کیلشیم	20	20	20	40

مثال 1.1 ایک ایٹم کا ماس نمبر $A = 238$ اور اٹامک نمبر $Z = 92$ ہو تو اس میں پروٹونز اور نیوٹرونز کی تعداد کیا ہوگی؟

حل: سب سے پہلے مسئلے کی دی گئی سٹیٹمنٹ سے ڈیٹا تیار کیجیے اور پھر اسی ڈیٹا کی مدد سے مسئلے کو حل کیجیے۔

ڈیٹا:

$A = 238$

$Z = 92$

پروٹونز کی تعداد = ?

نیوٹرونز کی تعداد = ?

اب پروٹونز اور نیوٹرونز کی تعداد معلوم کیجیے۔

پروٹونز کی تعداد $= Z = 92$

نیوٹرونز کی تعداد $= n = A - Z$

$= 238 - 92$

$= 146$

1.2.3 ریلیٹو اٹامک ماس اور اٹامک ماس یونٹ (Relative Atomic Mass and Atomic Mass Unit)

ہم جانتے ہیں کہ ایٹم کا ماس اتنا کم ہوتا ہے کہ اسے تجرباتی طور پر معلوم کرنا ممکن نہیں ہے۔ البتہ کچھ آلات ہمیں اس قابل بناتے ہیں کہ ہم مختلف ایلیمنٹس کے اٹامک ماسز کی کاربن-12 کے اٹامک ماس کے ساتھ نسبت معلوم کر سکیں۔ یہ نسبت ایلیمنٹ کا ریلیٹو اٹامک ماس (Relative atomic mass) کہلاتی ہے۔ کسی ایلیمنٹ کا ریلیٹو اٹامک ماس اس ایلیمنٹ کے ایٹمز کے اوسط اٹامک ماس اور کاربن-12 آئسوٹوپ (ایلیمنٹ جس کا ماس نمبر مختلف لیکن اٹامک نمبر ایک جیسا ہو) کے اٹامک ماس کے $\frac{1}{12}$ ویں حصے سے نسبت کے برابر ہوتا ہے۔ کاربن-12 کے معیار کی بنیاد پر کاربن کے ایٹم کا اٹامک ماس 12 ہے جس کا $\frac{1}{12}$ حصہ 1 ہے۔ جب ہم دیگر ایلیمنٹس کے اٹامک ماسز کا موازنہ کاربن-12 کے ایٹموں کے ساتھ کرتے ہیں تو وہ ان ایلیمنٹس کے ریلیٹو اٹامک ماسز کو ظاہر کرتے ہیں۔ ریلیٹو اٹامک ماس کے یونٹ کو اٹامک ماس یونٹ (Atomic mass unit) کہا جاتا ہے جس کا سمبل "amu" ہے۔ ایک اٹامک ماس یونٹ کاربن-12 کے ایک ایٹم کا $\frac{1}{12}$ حصہ ہوتا ہے۔ گرامز میں اٹامک ماس یونٹ اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے:

$$1 amu = 1.66\times10^{-24} g$$

مثال کے طور پر

پروٹون کا ماس $= 1.0073$ amu یا 1.67210^{-24} g

نیوٹرون کا ماس $= 1.0087$ amu یا 1.67410^{-24} g

الیکٹرون کا ماس $= 5.486\times10^{-4}$ amu یا 9.10610^{-28} g

(i) کسی شے کے ایک گرام میں کتنے amu ہوتے ہیں؟
(ii) کیا اٹامک ماس یونٹ کسی اٹامک ماس کا SI یونٹ ہے؟
(iii) اٹامک نمبر اور اٹامک ماس کے درمیان کیا تعلق ہے؟
(iv) ریلیٹو اٹامک ماس کی تعریف کیجیے۔
(v) کسی ایٹم کا ریلیٹو اٹامک ماس اس کے اٹامک ماس کے طور پر کیوں بیان کیا جاتا ہے؟

خود تشخیصی سرگرمی 1.3

1.2.4 کیمیائی فارمولا کیسے لکھا جائے؟ (How to write a Chemical Formula)

جس طرح ایلیمنٹس کو سمبل سے ظاہر کیا جاتا ہے اسی طرح کمپاؤنڈز کیمیائی فارمولاز کے ذریعے ظاہر کیے جاتے ہیں۔ کمپاؤنڈز کے کیمیائی فارمولاز درج ذیل مراحل کو ذہن میں رکھتے ہوئے لکھے جاتے ہیں:

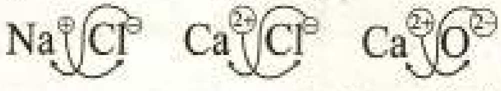
(i) دو ایلیمنٹس کے سمبلز کو اس ترتیب سے ایک دوسرے کے

ساتھ لکھا جاتا ہے کہ پوزیٹیو آئن (positive ion) بائیں جانب اور نیگیٹو آئن (negative ion) دائیں جانب میں آئے۔

(ii) دونوں آئنز کی ویلنسی ان کی علامت کے اوپر دائیں کونے پر لکھ دی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر

Na^+Cl^-, $Ca^{2+}Cl^-$ اور $Ca^{2+}O^{2-}$

(iii) دونوں آئنز کی ویلنسی کو ان دونوں کے نچلے کونے پر دائیں جانب کراس ایکسچینج کے طریقے سے لے جایا جاتا ہے۔



مثال کے طور پر ان کے فارمولا کو اس طرح لکھا جائے گا:

NaCl, $CaCl_2$ اور CaO

(iv) اگر ویلنسیز ایک جیسی ہوں تو انہیں کینسل کر دیا جاتا ہے اور کیمیکل فارمولا میں نہیں لکھا جاتا، لیکن اگر یہ مختلف ہوں تو انہیں اسی طرح اور اسی مقام پر لکھ دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر سوڈیم کلورائڈ (کھانے کا نمک) کی صورت میں دونوں ویلنسیز کینسل کر دی جاتی ہیں اور فارمولا NaCl کے طور پر لکھا جاتا ہے، جبکہ کیلشیم کلورائڈ کا فارمولا $CaCl_2$ کے طور پر لکھا جاتا ہے۔

(v) اگر کوئی آئن جسے ریڈیکل کہتے ہیں دو یا دو سے زیادہ ایٹمز پر مشتمل ہو اور چارج کا حامل ہو، مثلاً SO_4^{2-} (سلفیٹ) اور PO_4^{3-} (فاسفیٹ)، تو ریزلٹنٹ چارج اس ریڈیکل کی ویلنسی کو ظاہر کرتا ہے۔ ایسے کمپاؤنڈز کا کیمیکل فارمولا اسی طرح لکھا جاتا ہے جس طرح (iii) اور (iv) میں بیان کیا گیا ہے، لیکن اس صورت میں نیگیٹو ریڈیکل کو ایک بریکٹ کے اندر لکھ دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ایلومینیم سلفیٹ کا فارمولا $Al_2(SO_4)_3$ اور کیلشیم فاسفیٹ کا فارمولا $Ca_3(PO_4)_2$ لکھا جاتا ہے۔

1.2.4.1 امپیریکل فارمولا (Empirical Formula)

کیمیکل فارمولے (Formulae) دو طرح کے ہوتے ہیں۔ کیمیکل فارمولے کی سادہ ترین شکل امپیریکل فارمولا (Empirical formula) کہلاتی ہے۔ یہ ایک کمپاؤنڈ میں موجود ایٹمز کی سادہ عددی نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔ کسی کمپاؤنڈ کا امپیریکل فارمولا اس کمپاؤنڈ میں موجود ایلیمنٹس کی فی صد مقدار معلوم کر کے متعین کیا جاتا ہے۔ یہاں پر ہم اسے چند مثالوں سے واضح کریں گے۔

سلیکا (ریت) جو ایک کوویلنٹ کمپاؤنڈ (covalent compound) ہے، میں سلیکان اور آکسیجن سادہ نسبت 1:2 میں پائے جاتے ہیں۔ لہٰذا اس کا امپیریکل فارمولا SiO_2 لکھا جاتا ہے۔ اسی طرح گلوکوز میں کاربن، ہائیڈروجن اور آکسیجن کی سادہ ترین نسبت 1:2:1 ہے۔ چنانچہ اس کا امپیریکل فارمولا CH_2O ہے۔

جیسا کہ پہلے بیان کیا گیا ہے، آئیونک کمپاؤنڈز سہ طرفی ڈھانچہ کی صورت میں پائے جاتے ہیں۔ ہر آئن کو مخالف چارج والے آئن اس طرح سے گھیرے ہوتے ہیں کہ مجموعی طور پر اس کمپاؤنڈ پر کوئی چارج نہیں ہوتا یعنی وہ الیکٹریکلی نیوٹرل (electrically neutral) ہوتا ہے۔ لہٰذا ایک آئیونک کمپاؤنڈ کی نمائندگی کرنے والا سادہ ترین یونٹ اس کا

فارمولا یونٹ (formula unit) کہلاتا ہے۔یعنی یہ آئیونک کمپاؤنڈ میں آئنز کی سادہ ترین عددی نسبت ہے۔ دیگر الفاظ میں آئیونک کمپاؤنڈ کے صرف امپیریکل فارمولاے ہی ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر عام نمک کا فارمولا یونٹ ایک Na^+ آئن اور ایک Cl^- آئن پر مشتمل ہوتا ہے اور اس کا امپیریکل فارمولا NaCl ہے۔اسی طرح پوٹاشیم برومائڈ کا فارمولا یونٹ KBr ہے اور یہی اس کا امپیریکل فارمولا ہے۔

1.2.4.2 مالیکیولر فارمولا (Molecular Formula)

چونکہ مالیکیول، ایٹمز کے ری ایکشن سے وجود میں آتے ہیں۔اس لیے ان کو مالیکیولر فارمولا (molecular formula) کی مدد سے ظاہر کیا جاتا ہے جو اس کمپاؤنڈ کے ایک مالیکیول میں موجود تمام ایلیمنٹس کی حقیقی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ مالیکیولر فارمولا، امپیریکل فارمولا سے درج ذیل تعلق کے ذریعے اخذ کیا جاتا ہے۔

مالیکیولر فارمولا = n(امپیریکل فارمولا)

جبکہ n کی قیمت 1،2،3......اور اس سے آگے اعداد پر مشتمل ہو سکتی ہے۔

کسی کمپاؤنڈ کا مالیکیولر فارمولا اس کے امپیریکل فارمولے کے برابر یا اس سے چند گنا زیادہ بھی ہو سکتا ہے۔مثال کے طور پر بینزین کا مالیکیولر فارمولا C_6H_6 ہے جو اس کے امپیریکل فارمولا CH سے اخذ کیا گیا ہے۔ یہاں n کی قیمت 6 ہے۔ٹیبل 1.6 میں مختلف امپیریکل اور مالیکیولر فارمولے رکھنے والے چند کمپاؤنڈز دکھائے گئے ہیں۔

ٹیبل 1.6: کمپاؤنڈز کے امپیریکل اور مالیکیولر فارمولاے

کمپاؤنڈ	امپیریکل فارمولا	مالیکیولر فارمولا
ہائڈروجن پرآکسائڈ	HO	H_2O_2
بینزین	CH	C_6H_6
گلوکوز	CH_2O	$C_6H_{12}O_6$

جیسے پہلے بیان کیا گیا ہے کچھ کمپاؤنڈز کے امپیریکل اور مالیکیولر فارمولے ایک جیسے ہوتے ہیں مثلاً پانی (H_2O) اور ہائڈروکلورک ایسڈ (HCl) وغیرہ۔

1.2.5 مالیکیولر ماس اور فارمولا ماس (Molecular Mass and Formula Mass)

ایک مالیکیول میں موجود تمام ایٹموں کے اٹامک ماسز کا مجموعہ اس مالیکیول کا مالیکیولر ماس (molecular mass) کہلاتا ہے۔ مثلاً پانی (H_2O) کا مالیکیولر ماس 18 *amu* جبکہ کاربن ڈائی آکسائڈ (CO_2) کا مالیکیولر ماس 44 *amu* ہے۔

مثال:1

نائٹرک ایسڈ (HNO_3) کا مالیکیولر ماس معلوم کریں۔

حل

H کا اٹامک ماس = 1 amu

N کا اٹامک ماس = 14 amu

O کا اٹامک ماس = 16 amu

مالیکیولر فارمولا = HNO_3

مالیکیولر ماس = (H کا اٹامک ماس) + (N کا اٹامک ماس) + 3(O کا اٹامک ماس)

= 1 + 14 + 3(16)

= 63 amu

آئیونک کمپاؤنڈز سہ رخی ٹھوس کرسٹلز بناتے ہیں اور فارمولا یونٹس سے ظاہر کیے جاتے ہیں۔ اس صورت میں ایک شے کے ایک فارمولا یونٹ میں موجود تمام ایلیمنٹس کے اٹامک ماسز کے مجموعے کو فارمولا ماس (formula mass) کہتے ہیں۔

مثال کے طور پر سوڈیم کلورائڈ ($NaCl$) کا فارمولا ماس 58.5 amu اور کیلشیم کاربونیٹ ($CaCO_3$) کا 100 amu ہے۔

مثال 1.3

پوٹاشیم سلفیٹ (K_2SO_4) کا فارمولا ماس معلوم کریں۔

حل

K کا اٹامک ماس = 39 amu

S کا اٹامک ماس = 32 amu

O کا اٹامک ماس = 16 amu

فارمولا یونٹ = K_2SO_4

فارمولا ماس = 2(K کا اٹامک ماس) + (سلفر کا اٹامک ماس) + 4(O کا اٹامک ماس)

فارمولا ماس = 2(39) + (32) + 4(16)

= 78 + 32 + 64

= 174 amu

خود تشخیصی سرگرمی 1.4

(i) امپیریکل فارمولا اور فارمولا یونٹ کے درمیان کیا تعلق ہے؟

(ii) آپ مالیکیولر فارمولا اور امپیریکل فارمولا میں کس طرح فرق کریں گے؟

(iii) مندرجہ ذیل فارمولاز میں سے فارمولا یونٹس اور مالیکیولر فارمولا کی شناخت کریں۔

H_2O_2, CH_4, $C_6H_{12}O_6$, $C_{12}H_{22}O_{11}$, $BaCO_3$, KBr

(iv) ایسیٹک ایسڈ (CH_3COOH) کا امپیریکل فارمولا کیا ہے؟ اس کا مالیکیولر ماس معلوم کریں۔

(v) درج ذیل کے فارمولا ماسز معلوم کریں۔

Na_2SO_4, $ZnSO_4$ and $CuCO_3$

1.3 کیمیکل انواع (CHEMICAL SPECIES)

1.3.1 آئنز (کیٹائنز اور اینائنز)، مالیکولر آئنز اور فری ریڈیکلز (Ions, Cations and Anions, Molecular Ions and Free Radicals)

ایٹم یا ایٹمز کا ایسا مجموعہ جس پر پوزیٹو یا نیگیٹو چارج ہو' آئن (ion) کہلاتا ہے۔ اس لحاظ سے آئنز کی دو قسمیں ہیں۔ ایٹم یا ایٹموں کا ایسا مجموعہ جس پر پوزیٹو چارج ہو' کیٹائن (cation) کہلاتا ہے۔ کیٹائنز اس وقت بنتے ہیں جب کسی ایٹم کے سب سے بیرونی شیل میں سے کچھ الیکٹرونز نکل جائیں۔ مثال کے طور پر Na^+ اور K^+ بالترتیب سوڈیم اور پوٹاشیم کے کیٹائنز ہیں یعنی یہ سوڈیم اور پوٹاشیم کے ایٹمز کے بیرونی شیل میں سے ایک ایک الیکٹرون کے نکلنے سے وجود میں آتے ہیں۔ ذیل کی مساواتوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ کس طرح ایٹمز سے ان کے کیٹائنز بنتے ہیں۔

ایٹمز		کیٹائنز
H	$\longrightarrow$	$H^+ + 1e^-$
Na	$\longrightarrow$	$Na^+ + 1e^-$
Ca	$\longrightarrow$	$Ca^{2+} + 2e^-$

ایک ایٹم یا ایٹمز کا ایسا مجموعہ جس پر نیگیٹو چارج ہو' اینائن (anion) کہلاتا ہے۔ اینائن اس وقت وجود میں آتا ہے جب کسی ایٹم کے بیرونی شیل میں ایک یا ایک سے زیادہ الیکٹرونز شامل ہو جائیں۔ مثال کے طور پر Cl^- اور O^{2-} دو اینائنز ہیں جو کہ کلورین کے ایٹم میں ایک الیکٹرون کے اضافے سے اور آکسیجن کے ایٹم میں 2 الیکٹرونز کے اضافے سے وجود میں آتے ہیں۔ ذیل کی مساواتوں سے واضح ہوتا ہے کہ کس طرح کسی ایٹم میں الیکٹرونز کا اضافہ ہو تو وہ اینائن بن جاتا ہے۔

ایٹمز				اینائنز
Cl	+	$1e^-$	$\longrightarrow$	Cl^-
O	+	$2e^-$	$\longrightarrow$	O^{2-}

ٹیبل 1.7: ایٹمز اور آئنز کے درمیان فرق

	ایٹم	آئن
-i	یہ کسی ایلیمنٹ کا سب سے چھوٹا پارٹیکل ہے۔	یہ کسی آئیونک کمپاؤنڈ کا سب سے چھوٹا یونٹ ہے۔
-ii	ایٹم آزادانہ وجود برقرار رکھتا بھی ہے اور بعض صورتوں میں نہیں رکھتا۔ تاہم یہ پارٹیکل کیمیکل ری ایکشنز میں حصہ لے سکتا ہے۔	یہ آزادانہ وجود برقرار نہیں رکھ سکتا اور اس کے مخالف چارج کے حامل آئنز اس کو گھیرے ہوتے ہیں۔
-iii	ایٹم پر مجموعی طور پر کوئی چارج نہیں ہوتا یعنی یہ الیکٹریکلی نیوٹرل ہوتا ہے۔	پوزیٹو یا نیگیٹو چارج کے حامل ہوتے ہیں۔

1.3.1.1 مالیکیولر آئن (Molecular Ion)

جب کسی مالیکیول میں سے ایک یا زیادہ الیکٹرونز نکل جائیں یا اس میں داخل ہوجائیں تو یہ مالیکیولر آئن (molecular ion) بن جاتا ہے۔ اس آئن کو ریڈیکل (radical) بھی کہتے ہیں۔ یوں اس پر چارج پوزیٹیو بھی ہوسکتا ہے اور نیگیٹیو بھی۔ اگر اس پر پوزیٹیو چارج ہو تو یہ کیٹائنک مالیکیولر آئن (cationic molecular ion) کہلائے گا اور اگر اس پر نیگیٹیو چارج ہو تو یہ اینائنک مالیکیولر آئن (anionic molecular ion) کہلائے گا۔

کیٹائنک مالیکیولر آئنز اپنے مدمقابل اینائنک مالیکیولر آئنز کی نسبت کثرت سے پائے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر N_2^+, He^+, CH_4^+ کیٹائنک مالیکیولر آئنز ہیں۔ جب ڈسچارج ٹیوب میں موجود گیسوں پر ہائی انرجی الیکٹرونز کی بمباری کی جائے تو یہ مالیکیولر آئنز کی شکل اختیار کرلیتی ہیں۔ ٹیبل 1.8 میں مالیکیول اور مالیکیولر آئن میں چند فرق بتائے گئے ہیں۔

ٹیبل 1.8: مالیکیول اور مالیکیولر آئن میں فرق

	مالیکیول	مالیکیولر آئن
i-	یہ کسی ایلیمنٹ کا سب سے چھوٹا پارٹیکل ہے جو آزادانہ وجود برقرار رکھ سکتا ہے اور اس میں اس ایلیمنٹ کی تمام تر خصوصیات موجود ہوتی ہیں۔	یہ کسی مالیکیول سے ایک یا زائد الیکٹرونز کے اخراج یا حصول سے وجود میں آتا ہے۔
ii-	یہ ہمیشہ نیوٹرل ہوتا ہے۔	اس پر پوزیٹیو یا نیگیٹیو چارج ہوتا ہے۔
iii-	یہ ایٹمز کے ملنے سے وجود میں آتا ہے۔	یہ مالیکیولز کی آیونائزیشن سے وجود میں آتا ہے۔
iv-	یہ قیام پذیر یونٹ ہے۔	یہ کیمیائی طور پر ری ایکٹو ہیں۔

1.3.1.2 فری ریڈیکل (Free Radical)

فری ریڈیکلز ایسے ایٹم یا ایٹمز کے مجموعے ہیں جن پر طاق (odd) الیکٹرونز موجود ہوتے ہیں۔ اس کو ظاہر کرنے کے لیے متعلقہ ایلیمنٹ کے سمبل پر ایک نقطہ (•) ڈال دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر $Cl^•$, $H^•$ اور $H_3C^•$ فری ریڈیکلز ہیں۔ فری ریڈیکل پیدا کرنے کے لیے دو ایٹمز کے درمیان موجود الیکٹرونز کی مساویانہ (homolytic) تقسیم کی جاتی ہے اور یہ اس وقت ہوتا ہے جب یہ ایٹم انرجی یا لائیٹ جذب کریں۔ آزاد ریڈیکل انتہائی ری ایکٹو ہوتا ہے کیونکہ اس میں اپنے بیرونی شیل کے الیکٹرون پورے کرنے کا بہت زیادہ رجحان پایا جاتا ہے۔ ٹیبل 1.9 میں آئنز اور فری ریڈیکلز کے درمیان کچھ فرق بیان کیے گئے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

کائنات کا بہت سا حصہ پلازما کی شکل میں پایا جاتا ہے جو مادے کی چوتھی حالت ہے۔
اس میں دونوں اقسام کے آئن یعنی کیٹائنک اور اینائنک مالیکیولر آئنز پائے جاتے ہیں۔

مالیکیولز		فری ریڈیکلز
Cl_2	$\xrightarrow{\text{سورج کی روشنی}}$	$2Cl^{\bullet}$
CH_4	$\xrightarrow{\text{سورج کی روشنی}}$	$H_3C^{\bullet} + H^{\bullet}$

ٹیبل 1.9- آئنز اور فری ریڈیکلز کے درمیان فرق

	آئن	فری ریڈیکل
-i	آئنز ایسے ایٹمز ہیں جن پر چارج ہوتا ہے۔	فری ریڈیکلز ایسے ایٹمز یا ایٹموں کے مجموعہ ہوتے ہیں جن کے الیکٹرونز طاق تعداد میں ہوتے ہیں۔ اور ان پر کوئی چارج نہیں ہوتا۔
-ii	یہ سلوشن یا کرسٹل لیٹس میں رہ سکتے ہیں	یہ سلوشن میں اور ہوا میں بھی رہ سکتے ہیں۔
-iii	روشنی کی موجودگی ان کے بننے پر کوئی اثر نہیں رکھتی۔	یہ روشنی کی موجودگی میں بن سکتے ہیں۔

1.3.2 مالیکیولز کی اقسام (Types of Molecules)

ایک مالیکیول ایٹمز کے کیمیائی ری ایکشن سے وجود میں آتا ہے۔ یہ کسی مادے کا سب سے چھوٹا یونٹ ہے۔ اس میں اس مادے کی تمام تر خصوصیات موجود ہوتی ہے اور یہ آزادانہ طور پر اپنا وجود برقرار رکھتا ہے۔ باہم ملنے والے ایٹمز کی تعداد اور اقسام کے پیش نظر مالیکیولز کی بہت سی مختلف اقسام ہیں۔ یہاں صرف چند اقسام کا ذکر کیا جائے گا۔ صرف ایک ایٹم پر مشتمل مالیکیول کو مونو اٹامک (monoatomic) مالیکیول کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر نوبل گیسیں، جیسے ہیلیم، نی اون اور آرگون یہ تمام اٹامک شکل میں اپنا آزادانہ وجود برقرار رکھتی ہیں۔ اس لیے ان کے ایٹمز کو مونو اٹامک مالیکیولز کہا جاتا ہے۔

اگر کوئی مالیکیول دو ایٹمز پر مشتمل ہو تو وہ ڈائی اٹامک (diatomic) مالیکیول کہلاتا ہے۔ مثال کے طور ہائیڈروجن گیس (H_2)، آکسیجن گیس (O_2) اور کلورین گیس (Cl_2) اور ہائڈروکلورک ایسڈ (HCl)۔

اگر کسی مالیکیول میں تین ایٹم ہوں تو اسے ٹرائی اٹامک (triatomic) مالیکیول کہا جائے گا۔ مثال کے طور پر پانی (H_2O)، کاربن ڈائی آکسائڈ (CO_2)۔

اگر کسی مالیکیول میں بہت سے ایٹمز ہوں تو اسے پولی اٹامک (Polyatomic) مالیکیول کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر میتھین (CH_4)، سلفیورک ایسڈ (H_2SO_4)، اور گلوکوز ($C_6H_{12}O_6$)۔

ایسے مالیکیولز جن میں موجود تمام ایٹمز ایک ہی ایلیمنٹ کے ہوں، انہیں ہومواٹامک مالیکیولز (homoatomic molecules) کہا جاتا ہے۔ جیسے ہائڈروجن (H_2) اوزون (O_3)، سلفر (S_8) اور فاسفورس (P_4) ایسے مالیکیولز کی مثالیں ہیں جو ایک ہی قسم کے ایٹمز سے بنتے ہیں۔ جب کسی مالیکیول میں مختلف ایلیمنٹس کے ایٹمز ہوں تو اسے ہیٹرو اٹامک مالیکیول

(heteroatomic molecule) کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر CO_2 ، H_2O ، NH_3۔

i- مندرجہ ذیل میں سے ڈائی اٹامک، ٹرائی اٹامک اور پولی اٹامک مالیکیولز الگ الگ کریں۔

H_2SO_4, H_2, CO_2, HCl, CO, C_6H_6, H_2O

ii- مندرجہ ذیل میں سے کیٹائن، اینائن، فری ریڈیکل، مالیکیولر آئن یا مالیکیول الگ الگ کریں۔

Na^+, $Br^\bullet$, N_2^+, N_2, Cl_2, CO_3^{2-}, H^-, O_2, O^{2-}

خود تشخیصی سرگرمی 1.5

1.4 گرام اٹامک ماس، گرام مالیکیولر ماس اور گرام فارمولا ماس
(GRAM ATOMIC MASS, GRAM MOLECULAR MASS AND GRAM FORMULA MASS)

ہم جانتے ہیں کہ تمام اشیا ایٹمز، مالیکیولز یا فارمولا یونٹس سے بنتی ہیں۔ ان کے ماسز کو بالترتیب اٹامک ماس، مالیکیولر ماس اور فارمولا ماس کہا جاتا ہے اور یہ amu سے ظاہر کیے جاتے ہیں۔ لیکن ان ماسز کو دوسرے یونٹس سے بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ چنانچہ جب ان ماسز کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو انہیں مندرجہ ذیل نام دیے جاتے ہیں:

i) گرام اٹامک ماس (gram atomic mass)

ii) گرام مالیکیولر ماس (gram molecular mass)

iii) گرام فارمولا ماس (gram formula mass)

1.4.1 گرام اٹامک ماس (Gram atomic mass)

جب کسی ایلیمنٹ کا اٹامک ماس گرامز میں ظاہر کیا جائے تو یہ گرام اٹامک ماس یا گرام ایٹم (gram atom) کہلاتا ہے۔ اس کو ایک مول (mole) بھی کہا جاتا ہے۔ اس کو مزید اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے:

1.008 g = ہائڈروجن کا ایک گرام ایٹم = ہائڈروجن کا ایک مول

12.0 g = کاربن کا ایک گرام ایٹم = کاربن کا ایک مول

اس طرح واضح ہوا کہ مختلف ایلیمنٹس کے ایک گرام ایٹم کا ماس مختلف ہوتا ہے۔

1.4.2 گرام مالیکیولر ماس (Gram molecular mass)

جب کسی ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ کے مالیکیولر ماس کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو اسے گرام مالیکیولر ماس یا گرام مالیکیول (gram molecule) کہا جاتا ہے۔ اسی کو مول بھی کہا جاتا ہے۔

2.0 g = ہائڈروجن کا ایک گرام مالیکیول = ہائڈروجن کا ایک مول

18.0 g = پانی کا ایک گرام مالیکیول = پانی کا ایک مول

98.0 g = سلفیورک ایسڈ کا ایک گرام مالیکیول = سلفیورک ایسڈ (H_2SO_4) کا ایک مول

1.4.3 گرام فارمولا ماس (Gram formula mass)

جب کسی آئیونک کمپاؤنڈ کے فارمولا ماس کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو اسے گرام فارمولا ماس یا گرام فارمولا (gram formula) کہا جاتا ہے۔ اسے ایک مول بھی کہا جاتا ہے۔

سوڈیم کلورائڈ کا ایک مول = (سوڈیم کلورائڈ) کا ایک گرام فارمولا $NaCl = 58.5\ g$

کیلسیم کاربونیٹ کا ایک مول = (کیلسیم کاربونیٹ) کا ایک گرام فارمولا $CaCO_3 = 100\ g$

1.5 ایووگیڈروز نمبر اور مول (AVOGADRO'S NUMBER AND MOLE)

1.5.1 ایووگیڈروز نمبر (Avogadro's Number)

امیڈیو ایووگیڈرو (1776-1856) اٹلی کا سائنسدان تھا [illegible] مالیکیولز تھیوری کی [illegible] ایووگیڈرو کے قانون کے طور پر جانی جاتی ہے۔ [illegible] 6.02×10^{23} [illegible] کانسٹنٹ کہا جاتا ہے۔

کیمسٹری میں ہمارا واسطہ جن اشیا سے پڑتا ہے، وہ پارٹیکلز یعنی ایٹمز، مالیکیولز یا فارمولا یونٹس پر مشتمل ہوتی ہیں۔ لیبارٹری میں کیمیادانوں کے لیے ان پارٹیکلز کی گنتی ممکن نہیں ہوتی۔ ایووگیڈرو کے نمبر کے نظریے نے کسی شے کی دی گئی مقدار میں پارٹیکلز کی تعداد کے شمار کو آسان بنا دیا۔ ایووگیڈروز نمبر سے مراد 6.02×10^{23} پارٹیکلز کا مجموعہ ہے۔ اسے سمبل "N_A" سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ چنانچہ ایووگیڈروز نمبر سے مراد پارٹیکلز یعنی ایٹمز، مالیکیولز یا فارمولا یونٹس کی عددی تعداد 6.02×10^{23} ہے جو کسی شے کے ایک مول میں موجود ہوتے ہیں۔ سادہ الفاظ میں 6.02×10^{23} پارٹیکلز کا مجموعہ ایک مول کے برابر ہوتا ہے۔ بالکل اسی طرح جس طرح 12 انڈے ایک درجن کے برابر ہوتے ہیں۔ ایووگیڈروز نمبر اور مول کے درمیان تعلق کو سمجھنے کے لیے ذیل کی چند مثالوں پر غور کیجیے۔

(i) کاربن کے 6.02×10^{23} ایٹمز کا مجموعہ = کاربن کا ایک مول

(ii) پانی کے 6.02×10^{23} مالیکیولز کا مجموعہ = پانی کا ایک مول

(iii) سوڈیم کلورائڈ کے 6.02×10^{23} فارمولا یونٹس کا مجموعہ = سوڈیم کلورائڈ کا ایک مول

اس کا مطلب یہ ہوا کہ ایلیمنٹس کے 6.02×10^{23} ایٹمز یا مالیکیولز، ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ کے 6.02×10^{23} مالیکیولز یا آئیونک کمپاؤنڈ کے 6.02×10^{23} فارمولا یونٹس ایک مول کے برابر ہوتے ہیں۔

مالیکیولر کمپاؤنڈز میں ایٹمز کی تعداد یا آیونک کمپاؤنڈز میں آئنز کی تعداد کے بارے میں مزید وضاحت کے لیے ذیل کی دو مثالوں پر غور کیجیے۔

i) پانی کے ایک مالیکیول میں دو ایٹمز ہائیڈروجن کے اور ایک ایٹم آکسیجن کا ہوتا ہے۔ چنانچہ ہائیڈروجن کے $2\times6.02\times10^{23}$ ایٹمز اور آکسیجن کے 6.02×10^{23} ایٹمز سے پانی کا ایک مول بنتا ہے۔

ii) سوڈیم کلورائڈ کے ایک فارمولا یونٹ میں ایک آئن سوڈیم اور ایک آئن کلورین کا ہوتا ہے۔ چنانچہ سوڈیم کلورائڈ کے ایک مول میں سوڈیم کے آئنز (Na^+) کی تعداد 6.02×10^{23} ہے اور اسی طرح کلورائڈ آئنز (Cl^-) کی تعداد بھی 6.02×10^{23} ہے۔ یوں سوڈیم کلورائڈ کے ایک مول میں آئنز کی کل تعداد $(6.02\times10^{23}) + (6.02\times10^{23}) = 1.204\times10^{24}$ ہے۔

1.5.2 مول (کیمسٹ کا خفیہ یونٹ) Mole (Secret Unit of Chemist)

اوپر بیان کیے گئے طریقے سے واضح کیا گیا ہے کہ کس طرح ایٹم، مالیکیول یا فارمولا یونٹ کے ماسز کا انکی عددی تعداد سے تعلق بنتا ہے۔ ہم ایک مول کی تعریف یوں بھی کر سکتے ہیں کہ یہ کسی شے کی وہ مقدار ہے جس میں اس شے کے 6.02×10^{23} پارٹیکلز (ایٹمز، مالیکیولز یا فارمولا یونٹس) ہوتے ہیں۔ یوں مول دراصل کسی شے کے ماس اور پارٹیکلز کی تعداد کے درمیان تعلق کو واضح کرتا ہے۔ اس نظریہ کی مزید وضاحت آگے بیان کیے گئے موضوع مولر کیلکولیشن (molar calculations) کے دوران ہو جائے گی۔ انگریزی میں مول کو مختصراً mol لکھا جاتا ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ اشیا ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ ہوتی ہے۔ یوں کسی شے کے ماس سے مراد اٹامک ماس، مالیکیولر ماس یا فارمولا ماس ہے۔ ان تمام اقسام کے ماسز کو اٹامک ماس یونٹس (amu) میں ظاہر کیا جاتا ہے، لیکن جب ان ماسز کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو انہیں مولر ماس (molar mass) کہا جاتا ہے۔

سائنسدان اس امر پر متفق ہیں کہ کسی شے کے ایک مولر ماس میں موجود پارٹیکلز کی تعداد ایووگیڈروز نمبر کے برابر ہوتی ہے۔ اس لحاظ سے مول کی مقداری تعریف یہ ہوگی کہ جب کسی شے کے اٹامک ماس، مالیکیولر ماس یا فارمولا ماس کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو یہ اس شے کا ایک مول ہوگا۔

مثال کے طور پر:

کاربن کے اٹامک ماس 12 amu کو گرامز میں ظاہر کریں یعنی کاربن کے 12 گرام = کاربن کا ایک مول۔

پانی کے مالیکیولر ماس 18 amu کو گرامز میں ظاہر کریں یعنی پانی کے 18 گرام = پانی کا ایک مول۔

سلفیورک ایسڈ (H_2SO_4) کے مالیکیولر ماس 98 amu کو گرامز میں ظاہر کریں یعنی H_2SO_4 کے 98 گرام = H_2SO_4 کا ایک مول۔

سوڈیم کلورائڈ (NaCl) کے فارمولا ماس 58.5amu کو گرامز میں ظاہر کریں یعنی NaCl کے 58.5 گرام = NaCl کا ایک مول۔

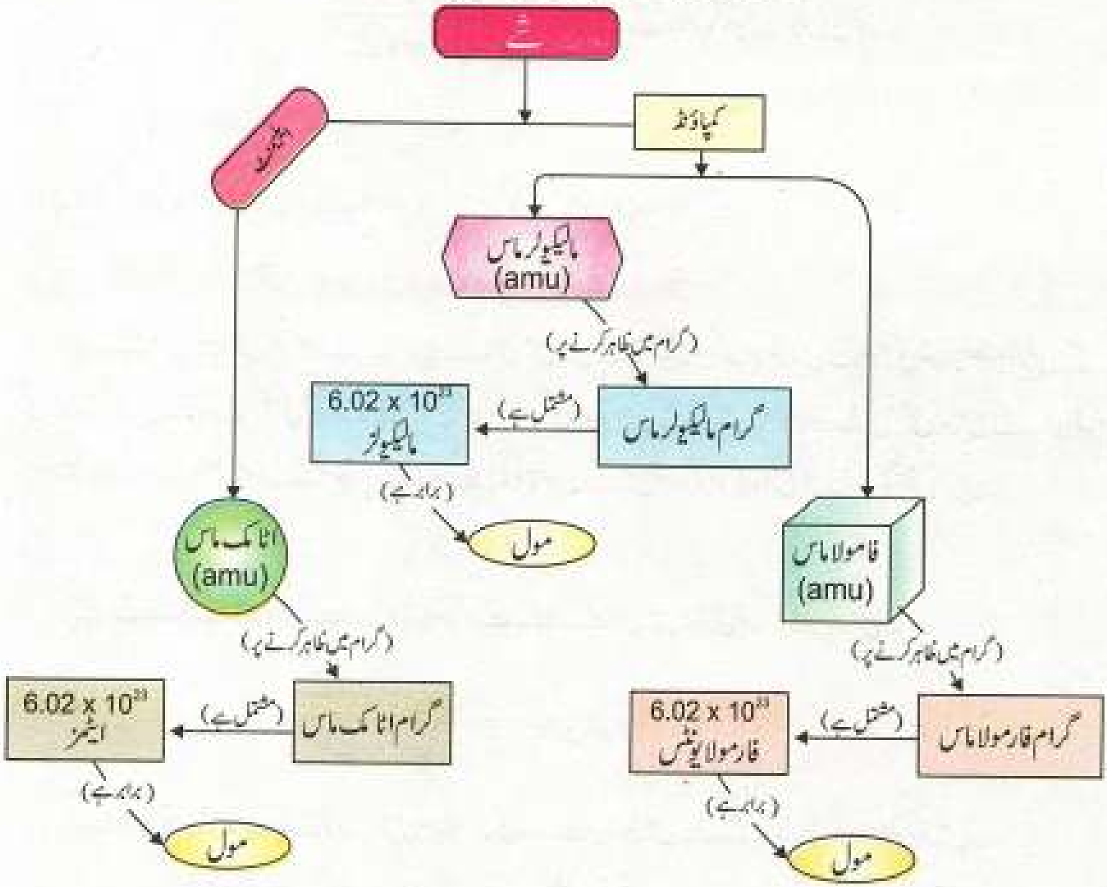
چنانچہ مول اور ماس کے درمیان تعلق کو ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جا سکتا ہے۔

$$\text{مولز کی تعداد} = \frac{\text{شے کا دیا گیا ماس}}{\text{اس شے کا مولر ماس}}$$

$$\text{یا} \quad \text{مولر ماس} \times \text{مولز کی تعداد} = \text{شے کا ماس (گرامز میں)}$$

کسی شے اور اس کے مول کے درمیان مولر ماس اور پارٹیکلز کی تعداد کے حوالے سے تفصیلی تعلق مندرجہ ذیل خاکہ سے واضح کیا گیا ہے:

شے اور مول کے درمیان تعلق ظاہر کرنے کا خاکہ



خود تشخیصی سرگرمی 1.6

(i) کسی شے کے 1 مول مالیکیولز کو ظاہر کرنے کے لیے کون سا لفظ استعمال ہوتا ہے؟
(ii) کسی شے کے ایک گرام اٹامک ماس میں کتنے ایٹم ہوتے ہیں؟
(iii) کسی شے کے ماس اور مول کے درمیان تعلق کو واضح کریں۔
(iv) آکسیجن ایٹمز کے 3 مولز کا ماس معلوم کریں۔
(v) پانی کے نصف مول میں پانی کے کتنے مالیکیولز ہوں گے؟

مثال 1.4

40 گرام فاسفورک ایسڈ (H_3PO_4) میں اس کے گرام مالیکیولز یا مولز کی تعداد کیا ہو گی؟

حل

H_3PO_4 کا دیا گیا ماس = 40 گرام

H_3PO_4 کا مالیکیولر ماس = $98\ gmol^{-1}$

ان معلومات کو ذیل کی مساوات میں درج کریں۔

$$\text{کسی شے کے گرام مالیکیولز (مولز) کی تعداد} = \frac{\text{شے کا دیا گیا ماس}}{\text{شے کا مولر ماس}}$$

$$= \frac{40}{98} = 0.408$$

چنانچہ 40 گرام H_3PO_4 میں اس کے 0.408 گرام مالیکیولز یا مولز موجود ہوں گے۔

1.6 کیمیکل کیلکولیشنز (CHEMICAL CALCULATIONS)

باب کے اس حصے میں ہم کسی شے کے دیے گئے ماس میں اس کے پارٹیکلز کی تعداد اور اس کے مولز کی تعداد معلوم کریں گے۔ اسی طرح اگر کسی شے کے مولز کی تعداد یا پارٹیکلز کی تعداد دی گئی ہو تو اس شے کا ماس معلوم کرنے کی مشق کریں گے۔ ان تمام کیلکولیشنز کا انحصار دراصل مول کے تصور پر ہے۔ آیئے چند مثالوں سے اس تصور کو مزید واضح کرنے کی کوشش کریں۔

شے کے دیے گئے ماس سے اس میں مولز اور پارٹیکلز کی تعداد معلوم کرنا

پہلے شے کے دیے گئے ماس سے درج ذیل مساوات کے ذریعے اس میں مولز کی تعداد معلوم کریں۔

$$\text{مولز کی تعداد} = \frac{\text{شے کا دیا گیا ماس}}{\text{شے کا مولر ماس}}$$

جب مولز کی تعداد معلوم ہو جائے تو درج ذیل مساوات کی مدد سے ان مولز میں شے کے پارٹیکلز کی تعداد معلوم کر لیں۔

$$\text{پارٹیکلز کی تعداد} = 6.02 \times 10^{23} \times \text{مولز کی تعداد}$$

1.6.1 مول۔ماس کیلکولیشنز (Mole-Mass Calculations)

ان کیلکولیشنز میں ہم 1.5.2 میں دی گئی مساوات کے ذریعے کسی شے کے دیے گئے ماس میں مولز کی تعداد معلوم کرتے ہیں۔

$$\text{مولز کی تعداد} = \frac{\text{شے کا دیا گیا ماس}}{\text{شے کا مولر ماس}}$$

جب ہم شے کے مولز کی دی گئی تعداد سے اس کا ماس معلوم کرنا چاہیں تو درج بالا مساوات کو دوبارہ ترتیب دے کر ایک اور مساوات حاصل کریں گے جو یہ ہوگی۔

$$\text{شے کا ماس (گرامز میں)} = \text{مولر ماس} \times \text{مولز کی تعداد}$$

مثال 1.5 آپ کے پاس کوئلے (کاربن) کا ایک ٹکڑا ہے جس کا وزن 9.0 گرام ہے۔ اس کوئلے کے ٹکڑے میں موجود کاربن کے مولز کی تعداد معلوم کریں۔

حل

کوئلے کے ماس کو اس کے مولز میں تبدیل کرنے کے لیے ذیل کی مساوات استعمال کی جاتی ہے۔

$$\text{مولز کی تعداد} = \frac{\text{شے کا دیا گیا ماس}}{\text{شے کا مولر ماس}}$$

$$= \frac{9.0}{12} = 0.75$$

چنانچہ 9.0 گرام کوئلے کے ٹکڑے میں کاربن کے 0.75 مولز ہیں۔

1.6.2 مول۔ پارٹیکل کیلکولیشنز (Mole-Particle Calculations)

ان کیلکولیشنز میں ہم کسی شے کے دیے گئے پارٹیکلز کی تعداد سے اس کے مولز کی تعداد معلوم کر سکتے ہیں اسی طرح سے مولز کی تعداد سے اس میں موجود پارٹیکلز کی تعداد بتا سکتے ہیں۔ یہاں پارٹیکلز سے مراد ایٹمز، مالیکیولز یا فارمولا یونٹس ہیں۔ اس مقصد کے لیے درج ذیل مساوات استعمال ہوگی۔

$$\text{کسی شے کی معین تعداد میں مولز کی تعداد} = \frac{\text{پارٹیکلز کی دی گئی تعداد}}{6.02 \times 10^{23}}$$

اسی مساوات کو دوبارہ ترتیب دیں تو یہ مساوات حاصل ہوگی۔

$$\text{پارٹیکلز کی تعداد} = 6.02 \times 10^{23} \times \text{مولز کی دی گئی تعداد}$$

مولر کیلکولیشنز کا خلاصہ

یاد رکھیے

1- کسی شے کے دیے گئے ماس سے براہ راست پارٹیکلز کی تعداد یا پارٹیکلز کی تعداد سے براہ راست ماس معلوم کرنے کی کوشش نہ کریں۔ ہمیشہ ایسی کیلکولیشنز مولز کے ذریعے کریں۔

2- مالیکیولر کمپاؤنڈز میں ایٹمز کی تعداد یا آئیونک کمپاؤنڈز میں آئنز کی تعداد معلوم کرنے کے لیے پہلے ان میں مالیکیولز یا فارمولا یونٹس کی تعداد معلوم کریں اور پھر ایٹمز یا آئنز کی تعداد معلوم کریں۔

مثال 1.6

6 گرام پانی میں مولز، مالیکیولز اور ایٹمز کی تعداد معلوم کریں۔

حل

پانی کا دیا گیا ماس = 6 گرام

پانی کا مولر ماس = 18 گرام

$$\text{پانی کے مولز کی تعداد} = \frac{\text{پانی کا ماس}}{\text{پانی کا مولر ماس}} = \frac{6}{18} = 0.33 \text{ مول}$$

$$\text{پانی کے مالیکیولز کی تعداد} = \text{پانی کے مولز کی تعداد} \times 6.02\times10^{23}$$

$$= 6.02\times10^{23}\times0.33$$

$$= 1.98\times10^{23} \text{ مالیکیولز}$$

چنانچہ 6 گرام پانی میں پانی کے مالیکیولز کی تعداد 1.98×10^{23} ہوگی۔

ہمیں یہ تو معلوم ہے کہ پانی کے ایک مالیکیول میں تین ایٹمز ہوتے ہیں۔ اس طرح ان تمام مالیکیولز میں ایٹمز کی تعداد یہ ہوگی۔

$$\text{ایٹمز کی تعداد} = 3\times1.98\times10^{23}$$

$$= 5.94\times10^{23}$$

6 گرام پانی میں موجود کل ایٹموں کی تعداد 5.94×10^{23} ہے۔

مثال 1.7

ایک برتن میں کاربن ڈائی آکسائڈ (CO_2) کے مالیکیولز کی تعداد 3.01×10^{23} ہے۔
اس کے مولز کی تعداد اور ان کا ماس معلوم کریں۔

حل

ہم اس تعداد کے مالیکیولز سے CO_2 کے مولز کی تعداد معلوم کرنے کے لیے درج ذیل مساوات استعمال کریں گے۔

$$\text{مولز کی تعداد} = \frac{\text{مالیکیولز کی تعداد}}{\text{ایووگیڈرو نمبر}}$$

$$= \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} = 0.5 \text{ مولز}$$

اب ہم اس کاربن ڈائی آکسائڈ کا ماس معلوم کرنے کے لیے یہ مساوات استعمال کریں گے۔

شے کے مولز کی تعداد × شے کا مولر ماس = شے کا ماس

CO_2 کا ماس $= 44 \times 0.5 = 22$ گرامز

اس طرح CO_2 کے دیے گئے مالیکیولز کی تعداد کا ماس 22 گرامز ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 1.7

i- سوڈیم کے 3 مول میں سوڈیم کے کتنے ایٹمز ہوں گے اور ان کا ماس کیا ہوگا؟

ii- ایک اٹامک ماس یونٹ میں ہائڈروجن کے کتنے ایٹمز ہوں گے؟

iii- 16 گرام آکسیجن (O) اور 8 گرام سلفر (S) میں کتنے کتنے ایٹمز ہوں گے؟

iv- کیا 1 مول آکسیجن (O) اور 1 مول سلفر (S) کا ماس برابر ہوگا؟

v- کاربن (C) کے ایک ایٹم اور ایک گرام ایٹم کا کیا مطلب ہے؟

vi- اگر 16 گرام آکسیجن میں آکسیجن کے ایک مول ایٹمز ہوں تو آکسیجن کے ایک ایٹم کا ماس گرامز میں معلوم کریں۔

vii- آکسیجن ایٹم کا ایک مول ہائڈروجن ایٹم کے ایک مول سے کتنے گنا زیادہ وزنی ہوگا؟

viii- 10 گرام نائٹروجن گیس میں موجود مالیکیولز کی تعداد، 10 گرام کاربن مونو آکسائیڈ میں موجود مالیکیولز کی تعداد کے برابر کیوں ہوتی ہے؟

طبیعی دنیا کی مالیکیولیریٹی

انسان نے اپنے حواس کی مدد سے طبیعی دنیا کی نوعیت معلوم کرنے کی بہت سعی کی ہے۔ بیسویں صدی میں سب سے بڑا سبق جو ہمیں ملا ہے وہ یہ ہے کہ کیمسٹری کا علم تمام علوم میں مرکزی حیثیت اختیار کر گیا ہے۔ اس سے ہمیں معلوم ہوا ہے کہ کسی بھی جاندار یا بے جان شے میں جو بھی کیمیکل ری ایکشن ہوتا ہے، وہ "مالیکیولز" کی بنیاد پر ہوتا ہے۔ کیمیکل ری ایکشن، خواہ چھوٹے سے چھوٹے جاندار میں ہو یا انسان کی طرح کے کسی اعلیٰ جاندار میں ہو، ہمیشہ مالیکیول کی تشکیل کے عمل کے ذریعے ہوتا ہے۔ اس سے طبیعی دنیا کی "مالیکیولیریٹی" کی بنیاد کا پتہ چلتا ہے۔

مادے کی ذراتی (Corpuscular) نوعیت:

1924ء میں ڈی براگلی (de Broglie) نے مادے کی دوہری نوعیت (dual nature) کا نظریہ پیش کیا۔ جس کے مطابق مادہ پارٹیکلز نیچر (particle nature) اور ویو نیچر (wave natare) دونوں خصوصیات کا حامل ہے۔ اس نے ان دونوں تصورات کے پس منظر کو بھی واضح کیا۔ اس نے دلائل سے یہ ثابت کرنے کی کوشش کی کہ یہ دونوں نظام ایک دوسرے سے الگ نہیں رہ سکتے۔ اس نے ریاضیاتی فارمولوں کی مدد سے یہ ثابت کیا کہ ہر متحرک جسم اپنی ویوز

سے منسلک ہے اور ہر ویو ذراتی نوعیت کی حامل بھی ہوتی ہے۔ اس سے مادے اور ویوز سے ذراتی نوعیت کو سمجھنے کی بنیاد بھی حاصل ہوئی۔

کچھ سائنسدانوں کے کام سے سائنس کو ترقی ملی اور کچھ سے رکاوٹ ہوئی۔

انسانی تاریخ میں لوگوں نے طبیعی، حیاتیاتی، نفسیاتی اور معاشرتی دنیاؤں کے بارے میں بہت سے باہم مربوط اور معقول نظریات پیش کیے۔ ان نظریات نے آنے والی نسلوں کو اس قابل کر دیا کہ وہ مختلف جغرافیائی خطوں کے لوگوں اور ان کے ماحول کے بارے میں ایک جامع اور قابل اعتماد فہم حاصل کر سکیں۔ ان نظریات کی تشکیل کے لیے جو طریقہ اختیار کیا گیا وہ مشاہدے، تفکر، تجربے اور معقولیت پر مبنی ایک قطعی طریق کار تھا۔ سائنسی تحقیق کا یہ طریق کار سائنسی علوم کی ترویج کے ایک بنیادی پہلو کو ظاہر کرتا ہے اور اس امر کی عکاسی کرتا ہے کہ سائنس کس طرح دیگر علوم سے مختلف ہے۔ سائنس، ریاضی اور ٹیکنالوجی کے باہم ملنے سے ہی سائنسی انقلاب ممکن ہو سکا اور اس متحدہ جدوجہد کے نتیجے میں ہی اسے عظیم کامیابی حاصل ہوئی۔ اگرچہ ان انسانی مہمات میں سے ہر ایک کا اپنا کردار اور اپنی تاریخ ہے، اس کے باوجود ان میں ہر ایک دوسرے پر انحصار کرتی ہیں اور ایک دوسرے کو تقویت دیتی ہیں۔

مول۔ ایک ناقابل یقین مقدار

* ایک کمپیوٹر جو ایک سیکنڈ میں 10 ملین تک گنتی کر سکے، وہ ایٹمز کے ایک مول کی گنتی کرنے میں 2 بلین سال لگا دے گا۔
* اگر ایک مول کانچ کی گولیاں زمین کی سطح پر پھیلائی جائیں تو یہ پوری زمین کے گرد تین میل موٹی تہ بنا دیں گی۔
* پانی کے ایک گلاس میں تقریباً 10 مول پانی ہوتا ہے۔ اس میں پانی کے مالیکیولز کی تعداد صحرائے صحارا میں موجود ریت کے پارٹیکلز سے زیادہ ہوگی۔

اہم نکات

- کیمسٹری مادے کی ترکیب اور خصوصیات کے مطالعے کا نام ہے۔ اس کی مختلف شاخیں ہیں۔
- شے کی دو قسمیں ہیں۔ ایلیمنٹس اور کمپاؤنڈز۔
- ایلیمنٹس شے کی وہ قسم ہے جس میں تمام ایٹمز ایک جیسے ہوتے ہیں۔
- کمپاؤنڈز ایسی اشیا ہیں جو مختلف ایلیمنٹس کے ایٹمز کے ایک مقررہ نسبت میں باہم ملنے سے بنتے ہیں۔
- ایلیمنٹس یا کمپاؤنڈز کے کسی غیر متعین نسبت میں باہم ملنے سے مکسچر بنتے ہیں۔ ان کی اقسام ہوموجینیس مکسچرز اور ہیٹروجینیس مکسچرز ہیں۔
- ایک ایلیمنٹ کے ہر ایٹم کا ایک مخصوص اٹامک نمبر (Z) اور مخصوص ماس نمبر یا اٹامک ماس (A) ہوتا ہے۔
- ایک ایٹم کا اٹامک ماس C-12 کے سٹینڈرڈ ماس کی نسبت سے ناپا جاتا ہے۔
- ایک ایلیمنٹ کا ریلیٹو اٹامک ماس اس ایلیمنٹ کا وہ ماس ہے جو کاربن-12 آئسوٹوپ کے ایک ایٹم کے ماس کے $\frac{1}{12}$ حصے کے موازنے سے بنتا ہے۔
- اٹامک ماس یونٹ (amu) کاربن-12 کے ایک ایٹم کے ماس کے $\frac{1}{12}$ کے برابر ہوتا ہے اور ایک amu برابر ہوتا ہے 1.66×10^{-24} گرامز کے۔

- امپیریکل فارمولا کیمیکل فارمولا کی سادہ ترین شکل ہے جو صرف یہ بتاتا ہے کہ کمپاؤنڈ میں موجود ہر ایلیمنٹ کے ایٹمز کا سادہ ترین باہمی تناسب کیا ہے۔
- مالیکیولر فارمولا ایک مالیکیول میں موجود ہر ایلیمنٹ کے ایٹمز کی حقیقی تعداد بتاتا ہے۔
- فارمولا ماس کسی شے کے ایک فارمولا یونٹ میں موجود تمام ایٹمز کے اٹامک نمبرز کے مجموعے سے حاصل ہوتا ہے۔
- ایک ایٹم یا ایٹمز کا ایسا مجموعہ جن پر کوئی چارج ہو' آئن کہلاتا ہے۔ اگر اس پر پوزیٹو چارج ہوتو اسے کیٹائن کہا جاتا ہے۔ اور اگر اس پر نیگیٹو چارج ہو تو یہ اینائن کہلاتا ہے۔
- مالیکیول کی مختلف اقسام ہیں۔ مثلاً مونو اٹامک' ڈائی اٹامک' ٹرائی اٹامک' پولی اٹامک' ہومو اٹامک اور ہیٹرو اٹامک وغیرہ۔
- کسی شے کے ایک مول میں موجود پارٹیکلز کی تعداد ایووگیڈروز نمبر کہلاتی ہے۔ یہ تعداد 6.02×10^{23} ہے۔ اسے سمبل N_A سے ظاہر کیا جاتا ہے۔
- کسی شے کی وہ مقدار جس میں پارٹیکلز کی تعداد 6.02×10^{23} ہو' ایک مول کہلاتی ہے۔ مول کی مقداری تعریف یہ ہے کہ اٹامک ماس' مالیکیولر ماس یا فارمولا ماس کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو یہ مقدار ایک مول ہوتی ہے۔

مشق

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر ✓ کا نشان لگائیں۔

1. انڈسٹریل کیمسٹری کا تعلق کمپاؤنڈز کی ایسی تیاری سے ہے جو:

(a) لیبارٹری میں ہو (b) مائیکروسکیل پر ہو (c) تجارتی پیمانے پر ہو (d) معاشیاتی پیمانے پر ہو

2. درج ذیل میں سے کس کے اجزا کو طبیعی طریقوں سے الگ الگ کیا جا سکتا ہے؟

(a) مکسچرز (b) ایلیمنٹس (c) کمپاؤنڈز (d) ریڈیکلز

3. سمندر میں پائے جانے والے ایلیمنٹس میں سب سے زیادہ کونسا ایلیمنٹ ہے؟

(a) آکسیجن (b) ہائڈروجن (c) نائٹروجن (d) سلیکان

4. درج ذیل میں سے کون سا ایلیمنٹ قشرِ ارض میں سب سے زیادہ پایا جاتا ہے۔

(a) آکسیجن (b) ایلومینیم (c) سلیکان (d) آرگون

5- زمین کی فضا میں کثرت کے لحاظ سے تیسرے نمبر پر کون سی گیس پائی جاتی ہے؟

(a) کاربن مونو آکسائڈ (b) آکسیجن (c) نائٹروجن (d) آرگون

6- ایک amu (اٹامک ماس یونٹ) کس کے برابر ہے؟

(a) 1.66×10^{-24} ملی گرام (b) 1.66×10^{-24} گرام

(c) 1.66×10^{-24} کلوگرام (d) 1.66×10^{-23} گرام

7- درج ذیل میں کونسا ٹرائی اٹامک مالیکیول نہیں ہے۔

(a) H_2 (b) O_3 (c) H_2O (d) CO_2

8- پانی کے ایک مالیکیول کا ماس کتنا ہے؟

(a) 18 amu (b) 18 گرام (c) 18 ملی گرام (d) 18 کلوگرام

9- H_2SO_4 کا مولر ماس ہے:

(a) 98 گرام (b) 98 amu (c) 9.8 گرام (d) 9.8 amu

10- درج ذیل میں سے O_2 کا مولر ماس amu میں کون سا ہے؟

(a) 32 amu (b) 53.12×10^{-24}amu

(c) 1.92×10^{-25}amu (d) 192×10^{-25}amu

11- CO_2 کے 8 گرام اس کے کتنے مولز کے برابر ہیں؟

(a) 0.15 (b) 0.18 (c) 0.21 (d) 0.24

12- درج ذیل میں سے کس جوڑے کے ارکان میں آئنز کی تعداد برابر ہے؟

(a) 1mol $MgCl_2$ اور 1mol NaCl. (b) $\frac{1}{2}$ mol $MgCl_2$ اور $\frac{1}{2}$ mol NaCl.

(c) $\frac{1}{3}$ mol $MgCl_2$ اور $\frac{1}{2}$ mol NaCl. (d) $\frac{1}{2}$ mol $MgCl_2$ اور $\frac{1}{3}$ mol NaCl.

13- درج ذیل میں سے کس جوڑے کے ارکان کا ماس برابر ہے؟

(a) 1mol CO اور 1mol N_2. (b) 1mol CO اور 1mol CO_2.

(c) 1mol O_2 اور 1mol N_2. (d) 1mol CO_2 اور 1mol O_2.

مختصر سوالات

1- انڈسٹریل کیمسٹری اور اینالیٹیکل کیمسٹری کی تعریف کریں۔

2- آرگینک کیمسٹری اور ان آرگینک کیمسٹری میں فرق کو آپ کیسے بیان کریں گے؟

3- بائیوکیمسٹری کا سکوپ بتائیں۔

4- ہوموجینئس مکسچر اور ہیٹروجینئس مکسچر کیسے ایک دوسرے سے مختلف ہیں؟

5- ریلیٹو اٹامک ماس سے کیا مراد ہے؟ گرام سے اس کا تعلق کیسے جوڑا جاتا ہے؟

6- امپیریکل فارمولا کی تعریف مثال کے ساتھ کریں۔

7- آپ یہ کیوں کہتے ہیں کہ ہوا مکسچر ہے اور پانی کمپاؤنڈ؟ کم از کم تین وجوہات بیان کریں۔

8- ہائڈروجن اور آکسیجن کو ایلیمنٹس اور پانی کو کمپاؤنڈ کیوں کہا جاتا ہے؟ وضاحت کریں۔

9- ایلیمنٹ کو سمبل سے لکھنے کا کیا فائدہ ہے؟

10- سوفٹ ڈرنک (soft drink) مکسچر ہے جبکہ پانی کمپاؤنڈ ہے، وجہ بیان کریں۔

11- درج ذیل میں سے ہر ایک کے بارے میں بتائیں کہ یہ ایلیمنٹ، مکسچر یا کمپاؤنڈ ہے؟

(i He اور H_2 (ii) CO اور Co (iii) پانی اور دودھ (iv) گولڈ اور براس (v) آئرن اور سٹیل

12- اٹامک ماس یونٹ کی تعریف کریں۔ اس کی ضرورت کیوں پیش آئی؟

13- درج ذیل میں ہر گروپ کے اجزا کو باہم ملانے سے بننے والی شے کی نوعیت اور نام بتائیں۔

(a) زنک + کاپر (b) پانی + شوگر (c) ایلومینیم + سلفر (d) آئرن + کرومیم + نکل

14- مالیکیولر ماس اور فارمولا ماس میں فرق واضح کریں۔ درج ذیل میں سے کون کون سے مالیکیولر فارمولا ہیں؟

H_2O, NaCl, KI, H_2SO_4

15- 10 گرام ایلومینیم (Al) میں زیادہ ایٹمز ہوں گے یا 10 گرام آئرن (Fe) میں؟

16- 9 گرام پانی میں زیادہ مالیکیولز ہوں گے یا 9 گرام شوگر ($C_{12}H_{22}O_{11}$) میں؟

17- 1 گرام NaCl میں زیادہ فارمولا یونٹس ہوں گے یا 1 گرام KCl میں؟

18- ہوموا ٹامک اور ہیٹروا ٹامک مالیکیولز میں مثالوں سے فرق واضح کریں۔

19- 2 مول HCl میں ہائڈروجن کے ایٹم زیادہ ہوں گے یا 1 مول NH_3 میں۔

(اشارہ: کسی شے کے 1 مول میں کسی خاص ایلیمنٹ کے ایٹوں کے مولز کی تعداد اتنی ہوگی جتنی اس شے کے ایک مالیکیول میں اس ایلیمنٹ کے ایٹمز کی تعداد ہے)۔

انشائیہ سوالات

-1 ایلیمنٹ کی تعریف کریں اور ایلیمنٹس کی اقسام مثالوں سے بیان کریں۔؟

-2 پانچ ایسی خصوصیات بیان کریں جن کی بنیاد پر ہم کمپاؤنڈز اور مکسچرز میں تمیز کر سکیں۔

-3 درج ذیل کے درمیان مثالوں سے فرق واضح کریں۔؟

(a) ایٹم اور گرام ایٹم (b) مالیکیول اور گرام مالیکیول

(c) کیمیکل فارمولا اور گرام فارمولا (d) مالیکیولر ماس اور مولر ماس

-4 مول کسی شے کی مقدار بتانے کے لیے SI یونٹ ہے۔ اس کی تعریف مثالوں سے کریں۔

مشقی سوالات

-1 سلفیورک ایسڈ کیمیکلز کا بادشاہ ہے۔ اگر کسی ری ایکشن کے لیے آپ کو 5 مول سلفیورک ایسڈ درکار ہوں تو بتائیں کہ اس کا ماس کتنے گرام ہوگا۔

-2 کیلشیم کاربونیٹ پانی میں ناحل پذیر ہے۔ اگر آپ کے پاس 40 گرام کیلشیم کاربونیٹ ہو تو بتائیں کہ اس میں Ca^{2+} اور CO_3^{2-} کے کتنے کتنے آئن موجود ہوں گے؟

-3 اگر آپ کے پاس ایلومینیم کے آئنز کی تعداد 6.02×10^{23} ہو تو بتائیں کہ $Al_2(SO_4)_3$ تیار کرنے کے لیے آپ کو کتنے سلفیٹ آئنز درکار ہوں گے۔

-4 درج ذیل کمپاؤنڈز کی بتائی گئی مقدار میں ان کمپاؤنڈز کے مالیکیولز کی تعداد معلوم کریں۔

(a) 16 گرام H_2CO_3 (b) 20 گرام HNO_3 (c) 30 گرام $C_6H_{12}O_6$۔

-5 درج ذیل آئیونک کمپاؤنڈز کی بتائی گئی مقدار میں ان کے آئنز کی تعداد معلوم کریں۔

(a)10 گرام $AlCl_3$ (b)30 گرام $BaCl_2$ (c)58 گرام H_2SO_4۔

-6 سلفیورک ایسڈ کے $2.05\text{x}10^{16}$ مالیکیولز کا ماس کیا ہوگا؟

-7 60 گرام HNO_3 تیار کرنے کے لیے کل کتنے ایٹمز درکار ہوں گے؟

-8 30 گرام $NaCl$ میں Na^+ اور Cl^- کے کتنے آئنز ہوں گے؟

-9 10 گرام HCl بنانے کے لیے HCl کے کتنے مالیکیولز درکار ہوں گے؟

-10 6 گرام کاربن (C) میں جتنے ایٹمز ہیں، اتنے ایٹمز اگر میگنیشیم (Mg) کے ہوں تو ان کا ماس کتنے گرام ہوگا؟

ایٹم کی ساخت

(Structure of Atom)

وقت کی تقسیم	
تدریسی پیریڈز:	16
تشخیصی پیریڈز:	03
سلیبس میں حصہ:	10%

بنیادی تصورات

2.1 ایٹم کی ساخت سے متعلقہ تھیوری اور تجربات

2.1 الیکٹرونک کنفگریشن

2.3 آئسوٹوپس

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- اٹامک تھیوری کو متعین کرنے میں ردرفورڈ (Rutherford) کی معاونت کو بیان کرسکیں۔
- بوہر (Bohr) کی اٹامک تھیوری کے فرق کی وضاحت کرسکیں۔
- ایٹم کی ساخت بیان کرتے ہوئے پروٹون، الیکٹرون اور نیوٹرون کے مقام کو بھی واضح کرسکیں۔
- آئسوٹوپس کی تعریف بیان کرسکیں۔
- ایک ایٹم کے آئسوٹوپس کا موازنہ کرسکیں۔
- H، C، Cl اور U کے آئسوٹوپس کی خصوصیات پر بحث کرسکیں۔
- اٹامک نمبر (Atomic number) اور ماس نمبر (Mass number) کی بنیاد پر مختلف آئسوٹوپس کی ساختوں کی شکل بناسکیں۔
- روزمرہ زندگی کے مختلف شعبوں میں آئسوٹوپس کے استعمال اور اہمیت کو بیان کرسکیں۔
- شیل (Shell) میں موجود سب شیل (Subshell) کو بیان کرسکیں۔
- شیلز اور سب شیلز کے درمیان فرق واضح کرسکیں۔
- پیریاڈک ٹیبل (Periodic Table) میں موجود ابتدائی 18 عناصر کی الیکٹرونک کنفگریشن (Electronic Configuration) لکھ سکیں۔

تعارف

قدیم یونانی فلاسفر ڈیموکریٹس (Democritus) نے تجویز کیا کہ مادہ چھوٹے چھوٹے ناقابل تقسیم پارٹیکلز جنہیں ایٹمز کہتے

ہیں سے بنا ہوا ہے۔ ایٹم کا نام لاطینی لفظ "atomos" سے ماخوذ ہے۔ جس کا مطلب ہے "ناقابل تقسیم"۔ انیسویں صدی کے شروع میں جان ڈالٹن نے اٹامک تھیوری پیش کی جس کے مطابق تمام مادہ چھوٹے چھوٹے ناقابل تقسیم پارٹیکلز، جنھیں ایٹمز کہتے ہیں، سے بنا ہوا ہے۔ انیسویں صدی کے آخر تک یہی سمجھا جاتا رہا کہ ایٹم ناقابل تقسیم ہے۔ تاہم بیسویں صدی کے آغاز میں گولڈ سٹین، جے۔ جے تھامسن، بوہر، ردرفورڈ اور دوسرے سائنسدانوں نے بہت سے تجربات کر کے انکشاف کیا کہ ایٹم سب اٹامک پارٹیکلز، الیکٹرون، پروٹون اور نیوٹرون سے بنا ہوا ہے۔ ان سب اٹامک پارٹیکلز کی خصوصیات اس باب میں بیان کی گئی ہیں۔

2.1 ایٹم کی ساخت سے متعلق تھیوریز اور تجربات
(THEORIES AND EXPERIMENTS RELATED TO STRUCTURE OF ATOM)

جے۔ جے۔ تھامسن (1856 - 1940) ایک برطانوی طبیعیات دان تھا۔ اسے 1906ء میں طبیعیات کے شعبے میں نوبل پرائز سے نوازا گیا۔ اسے یہ انعام الیکٹرون کی دریافت اور گیسز میں کنڈکشن آف الیکٹرسٹی پر کام کرنے پر دیا گیا۔

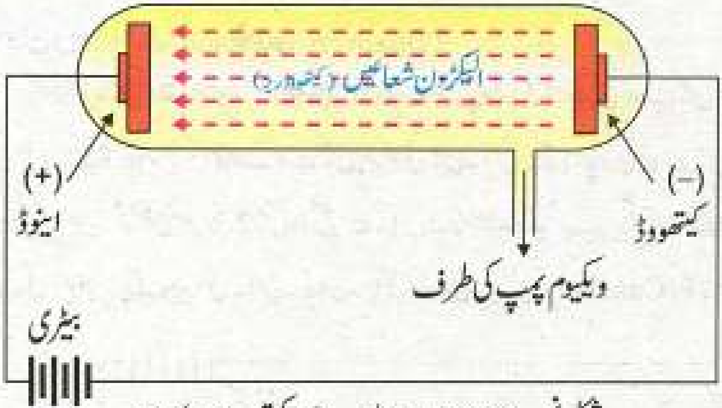
ڈالٹن کے مطابق، ایٹم ناقابل تقسیم، سخت اور کثیف پارٹیکل ہے۔ کسی ایک ایلیمنٹ کے تمام ایٹمز ایک جیسے ہوتے ہیں۔ یہ کمپاؤنڈ بنانے کے لیے مختلف طریقوں سے ملاپ کرتے ہیں۔ ڈالٹن کی اٹامک تھیوری کی روشنی میں سائنسدانوں نے تجربات کا ایک سلسلہ شروع کیا۔ انیسویں صدی کے اختتام تک سائنسدان نئے سب اٹامک (subatomic) پارٹیکلز کا دریافت کر چکے تھے۔

1886ء میں گولڈ سٹائن (Goldstein) نے پوزیٹو چارج والے پارٹیکلز دریافت کیے جو پروٹونز (Protons) کہلاتے ہیں۔ اسی طرح 1897ء میں جے۔ جے۔ تھامسن (J. J. Thomson) نے الیکٹرونز (Electrons) دریافت کیے جو نیگیٹو چارج والے پارٹیکلز تھے۔ لہٰذا یہ بات تسلیم کر لی گئی کہ الیکٹرونز اور پروٹونز مادے کے بنیادی ذرات ہیں۔ ان مشاہدات کی بنیاد پر تھامسن نے "پلم پڈنگ (Plum pudding)" تھیوری پیش کی۔ اس تھیوری کے مطابق ایٹم پوزیٹو چارج والی ایسی ٹھوس ساختیں ہیں جن کے اندر ننھے ننھے نیگیٹو پارٹیکلز چپکے ہوئے ہیں۔ ان کی شکل پڈنگ میں جمے ہوئے کشمش کے دانوں سے مشابہ ہے۔

سر ولیم کروکس (1832 - 1919) ایک برطانوی کیمیا دان اور طبیعیات دان تھا۔ یہ وہ پہلا شخص تھا جس نے ویکیوم ٹیوبز (Vacuum tubes) بنائیں۔ یہ سپیکٹروسکوپی (Spectroscopy) پر کام کرتا تھا۔

کیتھوڈ ریز اور الیکٹرون کی دریافت
(Cathode Rays and Discovery of Electrons)

1879ء میں سر ولیم کروکس (Sir William Crooks) نے بہت کم پریشر پر گیسز میں سے کرنٹ گزار کر تجربات کیے۔ اس نے شیشے کی ایک ٹیوب



شکل نمبر 2.1: ڈسچارج ٹیوب میں کیتھوڈ ریز کا بننا۔

لی جس میں میٹلز کے دو الیکٹروڈز جڑے ہوئے تھے ان الیکٹروڈز کو ایک بہت زیادہ وولٹیج کی بیٹری سے جوڑا گیا۔ ڈسچارج ٹیوب میں جب گیس کا پریشر 10^{-4}atm رکھ کر گیس میں سے بہت زیادہ وولٹیج کا کرنٹ گزارا گیا تو کیتھوڈ سے اینوڈ کی سمت جاتی ہوئی ریز خارج ہوئیں جیسا کہ شکل نمبر 2.1 سے ظاہر ہے۔ ان ریز کو کیتھوڈ ریز کا نام دیا گیا۔ کیونکہ یہ کیتھوڈ سے پیدا ہوئیں تھیں۔

کیتھوڈ ریز کے تفصیلی مطالعہ سے ان ریز کی خصوصیات معلوم کی گئیں جن کی تفصیل ذیل میں دی گئی ہے۔

(i) یہ ریز کیتھوڈ کی سطح سے عموداً خطِ مستقیم میں سفر کرتی ہیں۔

(ii) ان کے راستے میں اگر کوئی غیر شفاف ٹھوس چیز رکھ دی جائے تو اُس کا سایہ بناتی ہیں۔

(iii) الیکٹرک فیلڈ میں ان ریز کا جھکاؤ پوزیٹو پلیٹ کی جانب ہوتا ہے جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ان پر نیگیٹو چارج ہے۔

(iv) یہ ریز جس جسم پر بھی پڑیں اُس کا درجہ حرارت بڑھ جاتا ہے۔

(v) جے جے تھامسن نے ان کی چارج ماس (e/m) کی نسبت دریافت کی۔

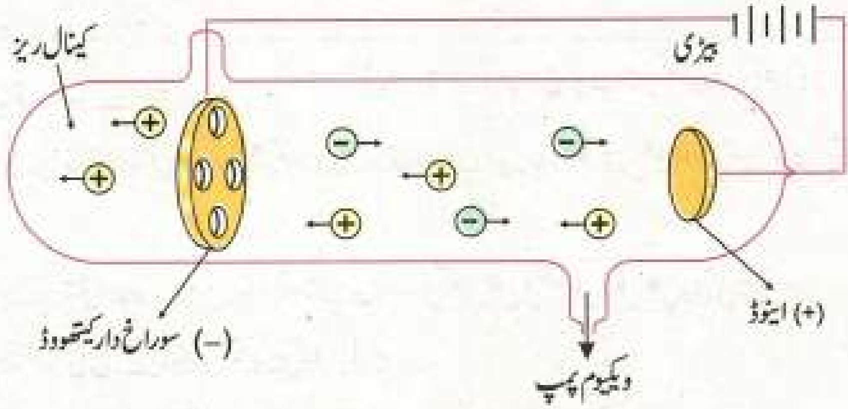
(vi) یہ ریز جب ڈسچارج ٹیوب کی دیواروں سے ٹکراتی ہیں تو اس سے روشنی پیدا ہوتی ہے۔

(vii) یہ بھی دیکھا گیا ہے کہ ڈسچارج ٹیوب سے خارج ہونے والی ریز ہمیشہ ایک جیسی خصوصیات کی حامل ہوتی ہیں چاہے کوئی بھی گیس یا کسی بھی دھات کا کیتھوڈ استعمال ہوا ہو۔

ان سب خصوصیات سے واضح ہے کہ کیتھوڈ ریز کی نیچر (nature) ڈسچارج ٹیوب میں موجود گیس یا کیتھوڈ کے میٹریل پر منحصر نہیں۔ ان ریز کے راستے میں پڑی غیر شفاف ٹھوس چیز کا سایہ بننا بھی اس حقیقت کو ثابت کرتا ہے کہ یہ صرف ریز نہیں ہیں بلکہ تیز رفتار پارٹیکلز ہیں؛ جنھیں بعد میں الیکٹرونز (electrons) کا نام دیا گیا۔ چونکہ ڈسچارج ٹیوب میں سب مادے (materials) ایک ہی قسم کے پارٹیکلز پیدا (produce) کرتے ہیں، اس کا مطلب ہے کہ ہر مادے میں الیکٹرونز پائے جاتے ہیں۔ جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ اشیا ایٹمز سے مل کر بنتی ہیں اس سے یہی نتیجہ اخذ کیا گیا کہ الیکٹرونز ایٹمز کے بنیادی پارٹیکلز ہیں۔

پروٹون کی دریافت (Discovery of Proton)

1886ء میں گولڈسٹائن (Goldstein) نے مشاہدہ کیا کہ ڈسچارج ٹیوب میں کیتھوڈ ریز کے علاوہ بھی دیگر قسم کی ریز پائی جاتی ہیں۔ جو کیتھوڈ ریز کی مخالف سمت میں سفر کرتی ہیں۔ اس نے ڈسچارج ٹیوب میں سوراخ دار (perforated) کیتھوڈ کو استعمال کیا جیسا کہ شکل نمبر 2.2 میں واضح ہے۔ اس نے مشاہدہ کیا کہ یہ ریز کیتھوڈ کے سوراخوں میں سے گزر گئیں اور انھوں نے ٹیوب کی دیوار پر چمک پیدا کی۔ اس نے ان ریز کو "کینال ریز" (Canal rays) کا نام دیا۔



شکل نمبر 2.2: ڈسچارج ٹیوب میں کینال ریز کا بننا۔

کینال ریز کی خصوصیات

(i) یہ ریز بھی خطِ مستقیم میں لیکن کیتھوڈ ریز کے مخالف سمت میں سفر کرتی ہیں اور اپنے راستہ میں آنے والے ٹھوس جسم کا سایہ بناتی ہیں۔

(ii) الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈ میں ان کا جھکاؤ ثابت کرتا ہے کہ یہ پوزیٹو چارج کی حامل ہیں۔

(iii) کینال ریز کی ماہیت ڈسچارج ٹیوب میں موجود گیس کی ماہیت پر منحصر ہوتی ہے۔

(iv) ان ریز کا اخراج ڈسچارج ٹیوب میں موجود اینوڈ (anode) سے نہیں ہوتا۔ بلکہ یہ ریز اس وقت پیدا ہوتی ہیں جب کیتھوڈ ریز یا الیکٹرونز ڈسچارج ٹیوب میں موجود بقیہ (residual) گیس کے مالیکیولز سے ٹکراتے ہیں اس طرح وہ گیس کے مالیکیولز کو درج ذیل طریقے سے آئنز میں تبدیل یعنی آئیونائز (ionize) کرتے ہیں:

$$M + e \rightarrow M^{+} + 2e$$

(v) ان پارٹیکلز کا ماس (mass) پروٹون یا اس کے سادہ حاصل ضرب (simple multiple) کے برابر ہوتا ہے۔ پروٹون کا ماس ایک الیکٹرون سے 1840 گنا زیادہ ہوتا ہے۔ پس یہ ریز پوزیٹو چارج رکھنے والے پارٹیکلز سے بنتی ہیں۔ ان ریز کا ماس اور چارج ڈسچارج ٹیوب میں موجود گیس کی ماہیت پر منحصر ہوتا ہے۔ اسلیے مختلف گیسز مختلف قسم کی پازیٹو ریز جن کا ماس اور چارج

بھی مختلف ہوتا ہے پیدا کرتی ہیں۔ یاد رکھیں کہ ایک گیس سے پیدا ہونے والے پارٹیکلز ایک ہی قسم کے ہوتے ہیں جیسے کہ سب سے ہلکی گیس ہائڈروجن سے پیدا ہونے والے پازیٹو پارٹیکلز پروٹونز ہوتے ہیں۔

نیوٹرون کی دریافت (Discovery of Neutron)

رودرفورڈ نے مشاہدہ کیا کہ کسی ایلیمنٹ کا اٹامک ماس، صرف الیکٹرون اور پروٹون کے ماس کی بنیاد پر واضح نہیں کیا جاسکتا۔ 1920ء میں اس نے پیش گوئی کی کہ کسی ایک ایٹم میں پروٹون کے ماس کے مساوی کچھ دیگر پارٹیکلز بھی پائے جاتے ہیں جن پر کوئی چارج نہیں ہوتا۔ پس سائنسدانوں نے ان نیوٹرل پارٹیکلز کی تلاش شروع کر دی۔ آخر کار 1932ء میں ایک سائنسدان چیڈوک (Chadwick) نے نیوٹرون (neutron) دریافت کر لیا۔ یہ پارٹیکلز اس وقت دریافت ہوئے جب اس نے عنصر بیریلیم (beryllium) پر الفا (Alpha) پارٹیکلز کی بوچھاڑ کی۔ اُس نے مشاہدہ کیا کہ اس عمل سے خاصی زیادہ سرائیت کرنے والی ریڈی ایشنز (radiations) پیدا ہوئیں۔ ان ریڈی ایشنز کو نیوٹرون کا نام دیا گیا۔ اس عمل کو مساوات کی شکل میں اسطرح ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$^{9}_{4}\text{Be} + {}^{4}_{2}\text{He} \longrightarrow {}^{12}_{6}\text{C} + {}^{1}_{0}n$$

نیوٹرون پارٹیکلز کی خصوصیات ذیل میں دی گئی ہیں :

(i) نیوٹرون پر کوئی چارج نہیں ہوتا۔ اسی لیے یہ الیکٹریکلی نیوٹرل ہوتے ہیں۔

(ii) یہ پارٹیکلز مادے میں بہت اندر تک سرائیت یا نفوذ پذیر ہوتے ہیں۔

(iii) ان پارٹیکلز کا ماس پروٹون کے ماس کے تقریباً برابر ہوتا ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 2.1

(i) کیا آپ کسی ایسے ایلیمنٹ کو جانتے ہیں جس کے ایٹمز میں کوئی نیوٹرونز نہیں ہوتے؟

(ii) الیکٹرون، پروٹون اور نیوٹرون کی دریافت کس نے کی؟

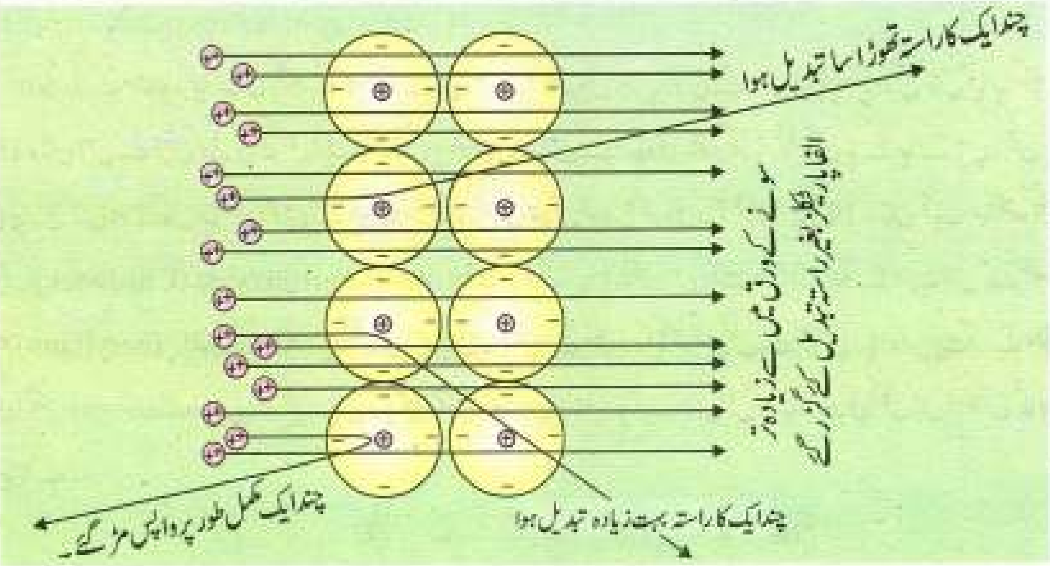
(iii) الیکٹرون، نیوٹرون سے کیسے مختلف ہوتے ہیں؟

(iv) وضاحت کریں کہ ڈسچارج ٹیوب میں موجود گیس سے کینال ریز کیسے بنائی جاتی ہیں؟

2.1.1 رودرفورڈ کا اٹامک ماڈل (Rutherford's Atomic Model)

رودرفورڈ نے یہ جاننے کے لیے کہ پوزیٹو اور نیگیٹو چارجز کیسے ایک ایٹم میں اکٹھے موجود ہوتے ہیں، سونے کے باریک ورق (Gold foil) پر تجربہ کیا۔ اس نے سونے کے 0.00004 cm باریک ورق پر الفا پارٹیکلز ($\alpha - particles$) کی بوچھاڑ کی۔ الفا پارٹیکلز ریڈیم اور پلونیم جیسے ریڈیو ایکٹو ایلیمنٹس سے حاصل کیے گئے۔ اصل میں یہ ہیلیم گیس کے نیوکلیائی (He^{2+}) تھے اور کافی حد تک مادہ کے اندر سرائیت کر سکتے تھے۔ سونے کے ورق کے پیچھے اس نے فوٹوگرافک پلیٹ یا زنک سلفائڈ سے پینٹ کی

ہوئی سکرین رکھی۔ اس پلیٹ یا سکرین پر سونے کے ورق سے ٹکرانے کے بعد الفا پارٹیکلز پر کے اثرات کا مشاہدہ کیا۔ ردرفورڈ کے تجربہ کو شکل نمبر 2.3 میں دکھایا گیا ہے۔ اس نے ثابت کیا کہ ایٹم کا پلم پڈنگ ماڈل درست نہیں تھا۔



شکل نمبر 2.3: الفا پارٹیکلز کا سونے کے ورق سے ٹکراؤ کے بعد بکھرنے کا عمل

ردرفورڈ نے اپنے تجربے میں مندرجہ ذیل مشاہدات کیے:

(i) تقریباً تمام الفا پارٹیکلز سونے کے ورق میں سے بغیر راستہ تبدیل کیے سیدھے گزر گئے۔

(ii) تقریباً 20,000 الفا پارٹیکلز میں سے صرف چند کا جھکاؤ بہت بڑے زاویے پر ہوا اور بہت کم پارٹیکلز سونے کے ورق سے ٹکرا کر واپس آ گئے۔

تجربے کے نتائج

ردرفورڈ نے اوپر دیے گئے تجربے کو ذہن میں رکھتے ہوئے ایٹم کے لیے نظام شمسی (planetary model) تجویز کیا اور اس سے مندرجہ ذیل نتائج اخذ کیے:

(i) چونکہ بہت سے الفا پارٹیکلز سونے کے ورق میں سے بغیر کسی جھکاؤ کے گزر گئے، اس لیے ایٹم کا زیادہ تر والیم خالی ہے۔

(ii) چند الفا پارٹیکلز کا جھکاؤ یہ ثابت کرتا ہے کہ ایٹم کے مرکز میں پوزیٹو چارج موجود ہے، جسے ایٹم کا نیوکلیس کہا گیا۔

(iii) چند الفا پارٹیکلز کا مکمل طور پر واپس مڑنا یہ ظاہر کرتا تھا کہ نیوکلیس بہت ہی کثیف (dense) اور سخت ہے۔

(iv) چونکہ صرف چند الفا پارٹیکلز ہی واپس مڑے تھے جس سے ظاہر ہوتا تھا کہ ایٹم کے کل والیم کی نسبت نیوکلیس کا سائز بہت چھوٹا ہے۔

(v) الیکٹرونز نیوکلیس کے گرد گردش کرتے ہیں۔

(vi) چونکہ ایٹم مجموعی طور پر نیوٹرل ہوتا ہے۔ اس لیے ایٹم میں موجود الیکٹرونز کی تعداد پروٹونز کی تعداد کے برابر ہوتی ہے۔

(vii) الیکٹرونز کے علاوہ باقی تمام بنیادی پارٹیکلز جو نیوکلیس کے اندر پائے جاتے ہیں نیوکلی اونز (Nucleons) کہلاتے ہیں۔

رورفورڈ برطانوی، نیوزی لینڈ کا کیمیادان تھا۔ اس نے الفا پارٹیکلز کو استعمال کرتے ہوئے بہت سے تجربات کیے۔ اس نے 1908ء میں کیمسٹری میں نوبل پرائز حاصل کیا۔ 1911ء میں اس نے ایٹم کا نیوکلیئر ماڈل پیش کیا اور ایٹم کو توڑنے کا پہلا تجربہ کیا۔ اس میدان میں اس کی تحقیق کا بہت زیادہ حصہ ہے اس کی وجہ سے اسے نیوکلیئر سائنس کا باپ بھی کہا جاتا ہے۔

رورفورڈ کے ماڈل کے نقائص

اگر چہ رورفورڈ کے ماڈل نے یہ ثابت کر دیا تھا کہ ایٹم کا پلم پڈنگ ماڈل درست نہیں ہے۔ لیکن اس کے اپنے ماڈل میں بھی درج ذیل نقائص موجود تھے :

(i) ریڈی ایشن کی کلاسیکل تھیوری کے مطابق، الیکٹرونز چونکہ چارج رکھتے ہیں، اس لیے انہیں مسلسل انرجی خارج کرنا چاہیے اور آخر کار ان کو نیوکلیس میں گر جانا چاہیے۔

(ii) اگر الیکٹرونز مسلسل انرجی خارج کرتے ہیں تو انہیں روشنی کا مسلسل سپیکٹرم (Continuous spectrum) بنانا چاہیے۔ لیکن حقیقت میں ایٹم صرف لائن سپیکٹرم (Line spectrum) ہی بناتا ہے۔

اگر چہ رورفورڈ کے پیش کیے گئے اٹامک ماڈل پر سائنسدانوں کو بہت سے اعتراضات تھے لیکن اسکے تجربات نے ان کی تحقیقات اور خیالات کو ایک نئی جہت دی تھی۔ انہوں نے درج ذیل سوالات کے جوابات تلاش کرنے کی سعی شروع کر دی :

(i) انرجی کے مسلسل اخراج کی وجہ سے ایٹم غیر قیام پذیر کیوں نہیں ہے۔

(ii) ایٹم لائن سپیکٹرم کیوں بناتا ہے؟

(iii) سائنسدانوں نے سوچا کہ کیا ایٹم کا کوئی اور ماڈل ہونا چاہیے۔

ان سوالات نے رورفورڈ کے ماڈل کو ناقص قرار دیا۔

2.1.2 بوہر کی اٹامک تھیوری (Bohr's Atomic Theory)

رورفورڈ کے اٹامک ماڈل کے نقائص کو مدنظر رکھتے ہوئے نیلز بوہر (Neils Bohr) نے 1913ء میں ایٹم کا ایک اور ماڈل پیش کیا۔ میکس پلانک (Max Planck) کی کوانٹم تھیوری (Quantum Theory) کو اس نے اٹامک ماڈل کی بنیاد بنایا۔ بوہر کے اٹامک ماڈل کے مطابق ایک ایٹم میں حرکت کرتے ہوئے الیکٹرونز نہ تو انرجی جذب کرتے ہیں اور نہ خارج کرتے ہیں۔ چونکہ الیکٹرونز مخصوص انرجی کے مدار یا آربٹ (orbit) میں گردش کرتے ہیں جو انرجی لیولز کہلاتے ہیں، اس لیے کسی آربٹ

نیلز بوہر ڈنمارک کا ماہر طبیعیات دان تھا۔ جو 1912ء میں ردرفورڈ کی تحقیق میں اس کے ساتھ شریک ہوا۔ 1913ء میں بوہر نے کوانٹم تھیوری پر مبنی اپنا اٹامک ماڈل پیش کیا۔ 1922ء میں اس نے "ایٹم کی ساخت" پر اپنے کام کی وجہ سے فزکس میں نوبل پرائز حاصل کیا۔

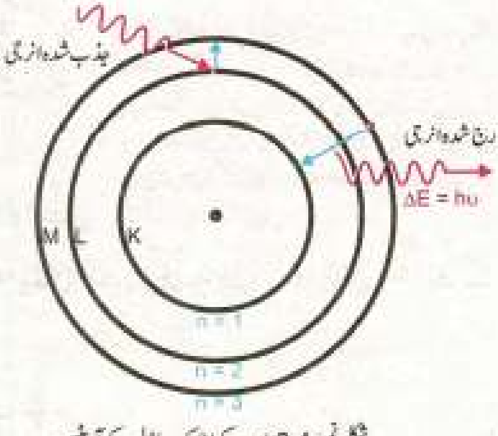
میں گردش کرتے ہوئے الیکٹرون کی انرجی کی مقدار متعین یا 'کوانٹائزڈ (quantized)' ہوتی ہے۔ بوہر کا اٹامک ماڈل شکل 2.4 میں دکھایا گیا ہے۔

بوہر کا اٹامک ماڈل مندرجہ ذیل مفروضوں پر مبنی تھا۔

1- ہائڈروجن ایٹم ایک چھوٹے سے نیوکلیئس پر مشتمل ہے۔ اس میں الیکٹرون نیوکلیئس کے گرد ریڈیس "r" کے کسی ایک گول آربٹ میں گردش کرتے ہیں۔

2- ہر آربٹ کی ایک مخصوص انرجی ہے جو کہ کوانٹائزڈ ہے۔

3- جب تک ایک الیکٹرون کسی مخصوص آربٹ میں رہتا ہے، یہ انرجی خارج یا جذب نہیں کرتا۔ انرجی جذب یا خارج صرف اس وقت ہوتی ہے جب الیکٹرون ایک آربٹ سے دوسرے آربٹ میں جاتا ہے۔



شکل نمبر 2.4: بوہر کے اٹامک ماڈل کے آربٹس

4- جب الیکٹرون کم انرجی والے آربٹ سے زیادہ انرجی والے آربٹ میں منتقل ہوتا ہے تو یہ انرجی جذب کرتا ہے۔ اسی طرح جب الیکٹران زیادہ انرجی والے آربٹ سے کم انرجی والے آربٹ میں واپس آتا ہے تو انرجی خارج کرتا ہے۔ انرجی میں اس تبدیلی $\triangle E$ کو پلانکس (Planck's) کی اس مساوات سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔

$$\triangle E = E_2 - E_1 = h\nu$$

یہاں 'h' پلانکس کونسٹنٹ ہے جس کی قیمت 6.63×10^{-34} Js اور 'ν' روشنی کی فریکوئنسی ہے۔

5- الیکٹرون صرف ان آربٹس میں حرکت کر سکتے ہیں جن کا اینگولر مومینٹم (angular momentum)

$$mvr = n\frac{h}{2\pi}$$

ہوتا ہے۔ n ایک عدد ہے جسے کوانٹم نمبر یا آربٹ نمبر کہتے ہیں۔ انکی قیمت 1، 2، 3 ...... تک ہوسکتی ہے۔ یہ نمبر الیکٹران کے آربٹ کو ظاہر کرتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

کوانٹم کا مطلب مخصوص انرجی ہے یہ انرجی کی سب سے کم مقدار ہے جو الیکٹرومیگنیٹک ریڈی ایشن کی صورت میں خارج یا جذب ہو سکتی ہے۔ کوانٹم کی جمع کوانٹا ہے۔ جرمنی کے طبیعیات دان میکس پلانک (1858-1947) کو کوانٹم تھیوری پر کام کی وجہ سے 1918ء میں فزکس میں نوبل پرائز سے نوازا گیا۔

دونوں اٹامک تھیوریز کے درمیان موازنے کا خلاصہ

	ردرفورڈ کی اٹامک تھیوری	نیل بوہر کی اٹامک تھیوری
1	اس کی بنیاد کلاسیکل تھیوری پر تھی	اس کی بنیاد کوانٹم تھیوری پر تھی
2	الیکٹرونز نیوکلیس کے گرد گردش کرتے ہیں	الیکٹرونز نیوکلیس کے گرد مخصوص انرجی کے آربٹس میں گردش کرتے ہیں
3	آربٹس کے متعلق کوئی تصور پیش نہ کیا گیا۔	آربٹس اینگولر مومینٹم رکھتے ہیں۔
4	ایٹمز کو مسلسل سپیکٹرم ظاہر کرنا چاہیے۔	ایٹمز کو لائن سپیکٹرم ظاہر کرنا چاہیے۔
5	ایٹمز کو فنا ہو جانا چاہیے۔	ایٹمز کو اپنا وجود برقرار رکھنا چاہیے۔

خود تشخیصی سرگرمی 2.2

1- یہ کیسے ثابت ہوا کہ ایٹم کا سارا ماس اس کے مرکز میں ہوتا ہے؟
2- یہ کیسے دکھایا گیا کہ ایٹم کے نیوکلیائی پر پوزیٹو چارج ہوتا ہے؟
3- ایٹم کا ماس ظاہر کرنے والے پارٹیکلز کے نام بتائیں۔
4- ریڈی ایشن کی کلاسیکل تھیوری کیا ہے؟ یہ کوانٹم تھیوری سے کیسے مختلف ہے؟
5- آپ کیسے یہ ثابت کر سکتے ہیں کہ اینگولر مومینٹم کوانٹائزڈ ہوتا ہے؟

اشارہ: فرض کیا

پہلے آربٹ کا اینگولر مومینٹم ہے $= mvr = nh/2\pi$

h اور π کی قیمتیں درج کرنے سے

$$mvr = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{2 \times 3.14} = 1.0 \times 10^{-34}\ kg\ m^2\ s^{-1}$$

2.2 الیکٹرونک کنفگریشن (Electronic Configuration)

الیکٹرونک کنفگریشن کے بارے میں بات کرنے سے پہلے آیئے شیلز اور سب شیلز کے تصور کو سمجھیں۔

ہم نے ایٹم کی ساخت کے متعلق جانا ہے کہ یہ ایک نیوکلیس پر مشتمل ہوتا ہے جو کہ ایٹم کے مرکز میں واقع ہے اور نیوکلیس

کے گرد الیکٹرونز گردش کرتے ہیں۔اب ہم اس پر بات کریں گے کہ کیسے الیکٹرونز نیوکلیس کے گرد گردش کرتے ہیں۔ الیکٹرونز نیوکلیس کے گرد مختلف انرجی لیولز یا شیلز میں اپنی پوٹینشل انرجی (potential energy) کے مطابق گردش کرتے ہیں۔ الیکٹرون کی پوٹینشل انرجی کے تصور کو اگلی کلاسوں میں واضح کیا جائے گا۔

انرجی لیولز کو 'n' کی ویلیوز سے ظاہر کیا جاتا ہے جو کہ 1,2,3,4.... ہو سکتی ہیں۔شیلز کو انگریزی حروف سے ظاہر کیا جاتا ہے جو کہ ....K,L,M وغیرہ ہیں۔ نیوکلیس کے قریب شیل کی انرجی انتہائی کم ہوتی ہے۔ چونکہ K شیل نیوکلیس کے قریب ترین ہے اسلیے اس کی انرجی سب سے کم ہے۔K شیل کے بعد شیلز کی انرجی بتدریج بڑھتی ہے۔جیسا کہ:

پہلا انرجی لیول K شیل ہے:اس کی انرجی سب سے کم ہوتی ہے۔

دوسرا انرجی لیول L شیل ہے:اس کی انرجی K شیل سے زیادہ ہوتی ہے۔

تیسرا انرجی لیول M شیل ہے:اس کی انرجی K اور L شیل سے زیادہ ہوتی ہے۔

چوتھا انرجی لیول N شیل ہے:اس کی انرجی L ،K اور M شیل سے زیادہ ہوتی ہے۔

سادہ الفاظ میں اٹامک شیلز مخصوص انرجی لیولز ہیں جن پر الیکٹرونز متحرک رہتے ہیں۔شیلز کو نیوکلیس کے گرد دائروں سے ظاہر کیا جاتا ہے۔انھیں مرکز سے باہر کی جانب گنا جاتا ہے جیسا کہ شکل 2.5 میں دکھایا گیا ہے۔

شکل نمبر 2.5: مختلف انرجی لیولز یا شیلز

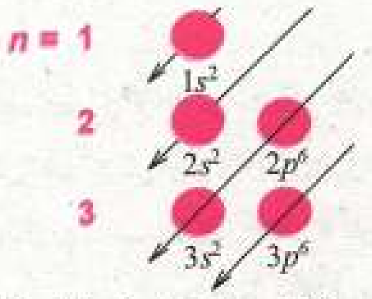
ایٹم کا ایک شیل مختلف سب شیلز (subshells) پر مشتمل ہوتا ہے۔ ہر سب شیل کو انگریزی کے چھوٹے حروف ....s,p,d,f وغیرہ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ کسی شیل میں سب شیلز کی تعداد 'n' کی ویلیو کے برابر ہوتی ہے۔

'n' کی قیمت	شیل	سب شیل
1	K	صرف s
2	L	s,p
3	M	s,p,d
4	N	s,p,d,f

پہلے انرجی لیول یا K شیل میں صرف ایک سب شیل ہوتا ہے جسے s- سب شیل کہتے ہیں۔ دوسرے انرجی لیول یا L شیل میں دو سب شیلز s اور p ہوتے ہیں۔ تیسرے انرجی لیول یا M شیل میں تین سب شیل p ، s

اور d ہوتے ہیں۔ چوتھے انرجی لیول یا N شیل میں چار سب شیل s، p، d اور f ہوتے ہیں۔

2.2.1 پہلے اٹھارہ عناصر کی الیکٹرونک کنفگریشن



شکل نمبر 2.6: انرجی لیولز کے مطابق سب شیلز میں الیکٹران بھرنے کا انداز

نیوکلیس کے گرد مختلف شیلز اور سب شیلز میں ان کی بڑھتی ہوئی انرجی کے مطابق الیکٹرونز کی تقسیم کو ''الیکٹرونک کنفگریشن'' (electronic configuration) کہتے ہیں۔ کسی ایٹم کی سب سے زیادہ مستحکم یا گراؤنڈ سٹیٹ الیکٹرونک کنفگریشن وہ ہے جس میں الیکٹرونز سب سے کم انرجی والے لیول میں موجود ہوتے ہیں۔ الیکٹرونز شیلز کو ان کی بڑھتی ہوئی انرجی کے مطابق مکمل کرتے ہیں۔ جیسا کہ کم انرجی والا شیل سب سے پہلے، اس کے بعد زیادہ انرجی والا اور پھر اس سے زیادہ انرجی والا شیل مکمل ہوتا ہے۔ اس سلسلے میں ایک آسان فارمولہ $2n^2$ ہے۔ جس میں 'n' کی شیل کا نمبر ہے۔ اس فارمولے کے مطابق کسی بھی شیل میں الیکٹرونز کی زیادہ سے زیادہ تعداد یہ ہے:

K شیل میں 2 الیکٹرونز سما سکتے ہیں۔

L شیل میں 8 الیکٹرونز سما سکتے ہیں۔

M شیل میں 18 الیکٹرونز سما سکتے ہیں۔

N شیل میں 32 الیکٹرونز سما سکتے ہیں۔

ایک شیل میں موجود سب شیلز کی انرجی میں تھوڑا سا فرق ہوتا ہے اس لیے کسی شیل کے سب شیلز میں الیکٹرونز کے پُر کرنے کی ترتیب اس طرح ہوتی ہے کہ سب سے پہلے 's' سب شیل مکمل ہوتا ہے اور پھر 'p' سب شیل اور پھر دوسرے سب شیل مکمل ہوتے ہیں۔ سب شیلز میں الیکٹرونز کی تعداد کی گنجائش یہ ہوتی ہے:

's' سب شیل میں 2 الیکٹرونز موجود ہوتے ہیں۔

'p' سب شیل میں 6 الیکٹرونز موجود ہوتے ہیں۔

آیئے کچھ مثالوں کی مدد سے عناصر اور ان کے آئنز کی الیکٹرونک کنفگریشن لکھتے ہیں۔

یاد رکھیے، ہمیں تین باتوں کا علم ہونا چاہیے:

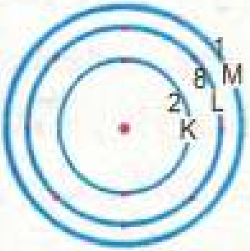
-1 ایٹم میں الیکٹرونز کی تعداد۔

-2 انرجی لیولز کے مطابق شیلز اور سب شیلز کی ترتیب۔

-3 الیکٹرونز کی تعداد کی زیادہ سے زیادہ گنجائش جو مختلف شیلز اور سب شیلز میں رکھی جا سکے۔

مثال 2.1 ایسے ایلیمنٹ کی الیکٹرونک کنفگریشن لکھیے جس میں گیارہ الیکٹرونز موجود ہوں۔

حل



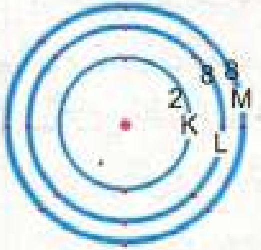
یاد رکھیے کہ کسی بھی ایٹم میں موجود تمام الیکٹرونز کی انرجی ایک جیسی نہیں ہوتی۔ اس لیے انہیں مختلف شیلز میں ان کی بڑھتی ہوتی انرجی اور شیل کی گنجائش کے حساب سے جگہ دی جاتی ہے۔ سب سے پہلے الیکٹرونز K شیل میں جائیں گے جس کی انرجی سب سے کم ہے، اس میں دو الیکٹرونز کی گنجائش ہوتی ہے۔ اس کے بعد الیکٹرونز L شیل میں جائیں گے جہاں 8 الیکٹرونز کی گنجائش ہوتی ہے۔ اس طرح K اور L شیل میں مجموعی طور پر 10 الیکٹرونز کی گنجائش ہوتی ہے۔ باقی 1 الیکٹرون M شیل میں جائے گا، جو کہ سب سے بیرونی شیل ہے اور اس کی انرجی سب سے زیادہ ہوتی ہے۔ الیکٹرونز کی ترتیب اس طرح لکھی جائے گی۔

K L M
2, 8, 1

لیکن ضروری نہیں کہ سب شیلز کو بھی لکھا جائے۔ اس لیے انہیں صرف 2، 8 اور 1 لکھا جاتا ہے۔ تفصیل میں لکھنے کے لیے سب شیلز میں الیکٹرونز کی تقسیم اس طرح ہوگی: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$

مثال 2.2 (Cl^-) کلورائڈ آئن کی الیکٹرونک کنفگریشن لکھیے۔

حل



ہم جانتے ہیں کہ کلورین میں 17 الیکٹرون ہوتے ہیں اور کلورائڈ آئن (Cl^-) میں $17 + 1 = 18$ الیکٹرونز ہوتے ہیں۔ اس کی الیکٹرونک کنفگریشن 2, 8, 8 ہوگی جو کہ شکل میں ظاہر کی گئی ہے۔ مزید سب شیلز میں الیکٹرونک کنفگریشن اس طرح ہوگی۔ $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$ -

مثال 2.3 ایک ایلیمنٹ کے M شیل میں 5 الیکٹرون موجود ہیں۔ اس کا اٹامک نمبر معلوم کریں؟

حل

جب M شیل میں 5 الیکٹرون موجود ہوں گے تو اس کا مطلب ہے کہ K اور L شیل مکمل ہیں۔

اس لیے اس ایلیمنٹ کی الیکٹرونک کنفگریشن یہ ہوگی۔

K L M
2, 8, 5

جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ ایٹم میں موجود الیکٹرونز کی تعداد اس ایلیمنٹ کے اٹامک نمبر کے برابر ہوتی ہے۔ اس لیے اس عنصر کا اٹامک نمبر 15 ہوگا۔

2.2.2 پہلے اٹھارہ (18) ایلیمنٹس کی الیکٹرونک کنفگریشن:
(The Electronic Configuration of First 18 Elements)

ایٹم کے مختلف سب شیلز میں الیکٹرونک کنفگریشن یہ ہوتی ہے:

$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$ ......

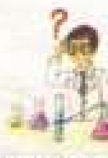
یہاں کوایفی شینٹ (co-efficent) یعنی سب شیل سے پہلے آنے والا ہندسہ اس شیل کے نمبر کو ظاہر کرتا ہے، جبکہ حروف (s اور p) سب شیلز کو ظاہر کرتے ہیں۔ سپر سکرپٹ (superscript) سب شیلز میں الیکٹرونز کی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ سپر سکرپٹس کا مجموعہ کسی ایٹم میں موجود الیکٹرونز کی کل تعداد کے برابر ہوتا ہے جو کہ کسی ایلیمنٹ کا اٹامک نمبر ہوتا ہے۔

پہلے اٹھارہ (18) ایلیمنٹس کی الیکٹرونک کنفگریشن ٹیبل 2.1 میں دکھائی گئی ہے۔

(ٹیبل) 2.1: پہلے اٹھارہ (18) ایلیمنٹس کی الیکٹرونک کنفگریشن

الیکٹرونک کنفگریشن	اٹامک نمبر	سمبل	ایلیمنٹ
$1s^1$	1	H	ہائڈروجن
$1s^2$	2	He	ہیلیم
$1s^2, 2s^1$	3	Li	لیتھیم
$1s^2, 2s^2$	4	Be	بیریلیم
$1s^2, 2s^2, 2p^1$	5	B	بورون
$1s^2, 2s^2, 2p^2$	6	C	کاربن
$1s^2, 2s^2, 2p^3$	7	N	نائٹروجن
$1s^2, 2s^2, 2p^4$	8	O	آکسیجن

$1s^2, 2s^2, 2p^5$	9	F	فلورین
$1s^2, 2s^2, 2p^6$	10	Ne	نی اون
$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$	11	Na	سوڈیم
$1s^2, 2s^2, 2P^6, 3s^2$	12	Mg	میگنیشیم
$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^1$	13	Al	ایلومینیم
$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^2$	14	Si	سلیکان
$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^3$	15	P	فاسفورس
$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^4$	16	S	سلفر
$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5$	17	Cl	کلورین
$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$	18	Ar	آرگون


خود تشخیصی سرگرمی 2.3

(i) سب شیل p میں زیادہ سے زیادہ کتنے الیکٹرونز سما سکتے ہیں؟
(ii) دوسرے شیل میں کتنے سب شیلز ہوتے ہیں؟
(iii) ایک الیکٹرون پہلے 2p سب شیل اور پھر 3s سب شیل کیوں پُر کرتا ہے؟
(iv) اگر کسی ایٹم کے K اور L دونوں شیلز مکمل طور پر پُر ہو جائیں تو ان میں موجود الیکٹرونز کی کل تعداد کتنی ہے؟
(v) M- شیل میں کتنے الیکٹرونز سما سکتے ہیں؟
(vi) ہائیڈروجن ایٹم کی الیکٹرونک کنفگریشن کیا ہے؟
(vii) فاسفورس کا اٹامک نمبر کیا ہے؟ اس کی الیکٹرونک کنفگریشن لکھیں۔
(viii) اگر ایک ایلیمنٹ کا اٹامک نمبر 13 اور اٹامک ماس 27 ہو تو ایلیمنٹ کے ہر ایٹم میں کتنے الیکٹرونز ہیں۔
(ix) اٹامک نمبر 15 والے ایٹم کے M- شیل میں کتنے الیکٹرونز ہوں گے۔
(x) ایک شیل کی زیادہ سے زیادہ گنجائش کیا ہے؟

2.3 آئسوٹوپس (Isotopes)

2.3.1 تعریف

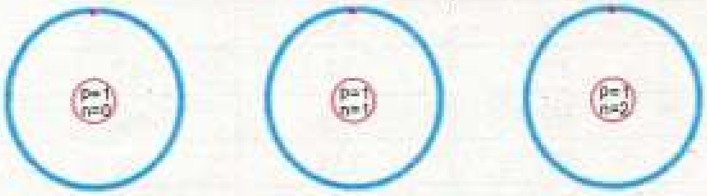
"کسی ایلیمنٹ کے ایٹمز جن کا اٹامک نمبر یکساں لیکن ماس نمبر مختلف ہو آئسوٹوپس کہلاتے ہیں۔" ان کی الیکٹرونک کنفگریشن اور پروٹونز کی تعداد ایک جیسی جبکہ نیوٹرونز کی تعداد مختلف ہوتی ہے۔ ایلیمنٹ کے کیمیائی خواص جو کہ الیکٹرونک کنفگریشن پر انحصار کرتے ہیں، یکساں ہوتے ہیں۔ لیکن ان کے طبیعی خواص جو کہ ماس نمبر پر انحصار کرتے ہیں مختلف ہوتے ہیں۔ کائنات میں موجود زیادہ تر ایلیمنٹس کے آئسوٹوپس ہیں۔ یہاں پر ہم صرف ہائیڈروجن، کاربن، کلورین اور یورینیم کے آئسوٹوپس پر بات کریں گے۔

2.3.2 مثالیں

(i) ہائڈروجن کے آئسوٹوپس

قدرت میں پائی جانے والی ہائڈروجن مختلف مقداروں میں تین آئسوٹوپس کا مجموعہ ہے۔ ہائڈروجن کے تین آئسوٹوپس ہیں پروٹیم ($^{1}_{1}H$)، ڈیوٹیریم ($^{2}_{1}H$ یا D) اور ٹریٹیم ($^{3}_{1}H$ یا T)۔ ان تینوں میں ہر ایک میں ایک پروٹون اور ایک الیکٹرون موجود ہے لیکن نیوٹرونز کی تعداد مختلف ہے جیسا کہ ٹیبل 2.2 میں دکھایا گیا ہے۔

ان آئسوٹوپس کو اس طرح سے ظاہر کیا جاتا ہے۔



ٹریٹیم ($^{3}_{1}H$)　　ڈیوٹیریم ($^{2}_{1}H$)　　پروٹیم ($^{1}_{1}H$)

(ii) کاربن کے آئسوٹوپس

کاربن کے دو آئسوٹوپس C^{12} اور C^{13} قیام پذیر ہیں جبکہ ایک ریڈیو ایکٹو آئسوٹوپ C^{14} ہے۔ قدرت میں پائی جانے والی کاربن میں آئسوٹوپ ^{12}C کی مقدار 98.9% ہے جبکہ ^{13}C اور ^{14}C دونوں کی مجموعی مقدار صرف 1.1% ہے۔ ان سب کے پروٹونز اور الیکٹرونز کی تعداد یکساں لیکن نیوٹرونز کی تعداد مختلف ہے۔ ان کو یوں ظاہر کیا جاتا ہے۔

کاربن ($^{14}_{6}C$)　　کاربن ($^{13}_{6}C$)　　کاربن ($^{12}_{6}C$)

(iii) کلورین کے آئسوٹوپس

کلورین کے دو آئسوٹوپس $^{35}_{17}Cl$ اور $^{37}_{17}Cl$ ہیں۔

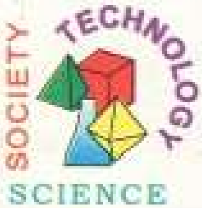
(iv) یورینیم کے آئسوٹوپس

یورینیم کے تین آئسوٹوپس یعنی $^{234}_{92}U$ ، $^{235}_{92}U$ اور $^{238}_{92}U$ ہیں۔ قدرتی طور پر ان آئسوٹوپس میں یورینیم کا آئسوٹوپ $^{238}_{92}U$ کی مقدار تقریباً 99% ہے۔

ان ایلیمنٹس کے مختلف آئسوٹوپس میں الیکٹرونز، پروٹونز اور نیوٹرونز کا فرق ٹیبل میں 2.2 دکھایا گیا ہے۔

ٹیبل 2.2 : H، C، Cl اور U کے اٹامک نمبر، ماس نمبر، پروٹونز اور نیوٹرونز کی تعداد

سمبل	اٹامک نمبر	ماس نمبر	پروٹونز کی تعداد	نیوٹرونز کی تعداد
^{1}H	1	1	1	0
^{2}H	1	2	1	1
^{3}H	1	3	1	2
^{12}C	6	12	6	6
^{13}C	6	13	6	7
^{14}C	6	14	6	8
^{35}Cl	17	35	17	18
^{37}Cl	17	37	17	20
^{234}U	92	234	92	142
^{235}U	92	235	92	143
^{238}U	92	238	92	146



آئسوٹوپس ایلیمنٹس کے ایسے ایٹم ہیں جن کا اٹامک نمبر یکساں لیکن ماس نمبر مختلف ہوتا ہے۔ پیریاڈک ٹیبل میں کسی ایلیمنٹ کے تمام آئسوٹوپس کی پوزیشن (مقام) یکساں ہوتی ہے۔ سائنس اور ٹیکنالوجی کے بہت سے شعبوں میں آئسوٹوپس کا استعمال وسیع پیمانے پر ہو رہا ہے۔ اس کا سب سے زیادہ استعمال میڈیسن کے شعبے میں ہے۔ انہیں کینسر جیسی بہت سی بیماریوں کی تشخیص، ریڈیوتھراپی اور علاج کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

2.3.3 آئسوٹوپس کے استعمال

سائنسی علوم کی ترقی کے ساتھ، ہماری زندگیوں میں آئسوٹوپس کا استعمال بہت زیادہ ہو گیا ہے۔ بڑے بڑے شعبے جن میں آئسوٹوپس کا وسیع استعمال ہو رہا ہے، درج ذیل ہیں:

i ریڈیوتھراپی (کینسر کا علاج) (Radiotherapy)

سکن کینسر کے علاج کے لیے مختلف ایلیمنٹس کے آئسوٹوپس جیسا کہ P-32 اور Sr-90 استعمال کیے جاتے ہیں کیونکہ وہ کم سرائیت کرنے والی بیٹا (β) ریڈی ایشنز خارج کرتے ہیں۔ جسم کے اندر موجود کینسر پر اثر انداز ہونے کے لیے Co-60 آئسوٹوپ استعمال کیا جاتا ہے کیونکہ وہ بہت زیادہ سرائیت کرنے والی گیما (γ) ریڈی ایشنز خارج کرتا ہے۔

ii تشخیص اور دوا کے لیے ٹریسر (Tracer)

میڈیسن کے شعبے میں انسانی جسم میں ٹیومر کی موجودگی کی تشخیص کے لیے ریڈیو ایکٹو آئسوٹوپس ٹریسر کے طور پر استعمال کیے جاتے ہیں۔ تھائی رائیڈ گلینڈز میں گوئٹر (goiter) کی تشخیص کے لیے آیوڈین (I-131) کے آئسوٹوپس استعمال کیے جاتے ہیں۔ اسی طرح ہڈی کی نشوونما کا معائنہ کرنے کے لیے ٹیکنیشیم (technetium) استعمال کیا جاتا ہے۔

iii آثار یاتی (Archaeological) اور ارضیاتی (Geological) استعمال

فوسلز یعنی قدیم زمانے کے مردہ پودوں، جانوروں اور پتھروں وغیرہ کی عمر کا اندازہ لگانے کے لیے ریڈیو ایکٹو آئسوٹوپس استعمال کیے جاتے ہیں۔ ریڈیو ایکٹو آئسوٹوپس کی ہاف لائف کی بنیاد پر بہت پرانے اجسام کی عمر معلوم کرنے کا طریقہ ریڈیو ایکٹو آئسوٹوپ ڈیٹنگ (radioactive isotope dating) کہلاتا ہے۔ کاربن پر مشتمل پرانے اجسام (فوسلز) کی عمر معلوم کرنے کا ایک اہم طریقہ ریڈیو کاربن ڈیٹنگ (radio carbon dating) یا کاربن ڈیٹنگ کہلاتا ہے جو کہ ان فوسلز میں C-14 کی ریڈیو ایکٹیویٹی کی پیمائش پر منحصر ہے۔

iv کیمیکل ری ایکشن اور ساخت معلوم کرنا:

کیمیکل ری ایکشن میں ری ایکشن کے دوران ریڈیو ایکٹو ایلیمنٹ کا تعاقب کرنے کے لیے اور اس ری ایکشن کے نتیجے میں بننے والے کمپاؤنڈ کی ساخت معلوم کرنے کے لیے ریڈیو آئسوٹوپس استعمال کیے جاتے ہیں۔ مثلاً CO_2 کو لیبل کرنے کے لیے C-14 استعمال کیا جاتا ہے۔ جیسا کہ فوٹو سنتھیسز کے عمل میں گلوکوز بنانے کے لیے پودے CO_2 استعمال کرتے ہیں۔ گلوکوز بننے کے عمل تک C-14 کی پوزیشن کو چیک کیا جاتا ہے۔

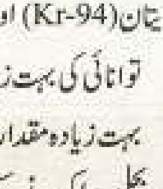
v. پاور جنریشن میں استعمال

نیوکلیئر ری ایکٹر میں کنٹرولڈ نیوکلیئر فشن ری ایکشن کے ذریعے بجلی پیدا کرنے کے لیے ریڈیو ایکٹو آئسوٹوپس استعمال کیے جاتے ہیں۔ مثلاً جب U-235 پر سست رفتار نیوٹرونز کی بوچھاڑ کی جاتی ہے تو یورینیم کا نیوکلیس ٹوٹ کر بیریم (Ba-139)، کرپٹان (Kr-94) اور 3 نیوٹرونز میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ اس سے توانائی کی بہت بڑی مقدار خارج ہوتی ہے۔

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{139}_{56}Ba + ^{94}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n + \text{توانائی کی بہت زیادہ مقدار}$$

بہت زیادہ مقدار میں خارج ہونے والی توانائی بوائلر میں پانی کو بھاپ میں تبدیل کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ پھر بھاپ بجلی پیدا کرنے کے لیے ٹربائنوں کو چلاتی ہے۔ کسی قوم کی ترقی کے لیے توانائی کا یہ پُرامن استعمال ہے۔

i- ایک ایلیمنٹ کے آئسوٹوپس کا ماس نمبر مختلف کیوں ہوتا ہے؟
ii- C-12 اور C-13 میں کتنے نیوٹرونز ہیں؟
iii- ہائیڈروجن کے کس آئسوٹوپ میں نیوٹرونز کی تعداد زیادہ ہے؟
iv- میڈیسن اور ریڈیو تھراپی میں ریڈیو ایکٹو آئسوٹوپ کے استعمال کی ایک ایک مثال دیں۔
v- تھائی رائیڈ گلینڈ میں کینسر کا پتہ کیسے لگایا جاتا ہے؟
vi- نیوکلیئر فشن ری ایکشن کی تعریف کریں۔
vii- جب U-235 ٹوٹتا ہے تو بہت زیادہ مقدار میں توانائی خارج ہوتی ہے۔ یہ توانائی کیسے استعمال کی جاتی ہے؟
viii- U-235 کے فشن ری ایکشن میں کتنے نیوٹرونز پیدا ہوتے ہیں؟
ix- U-235 کے فشن سے کون سے دو ایٹم پیدا ہوتے ہیں؟



خود تشخیصی سرگرمی 2.4

مروجہ تھیوریز کو ٹیسٹ کرنا ان میں تبدیلی لاتا ہے۔

سائنس علم بڑھانے کا ایک عمل ہے۔ اس عمل کا انحصار مظاہر کے محتاط مشاہدات اور ان مشاہدات کے ذریعے تھیوریز کی اختراع پر ہے۔ علم میں تبدیلی ناگزیر ہے کیونکہ نئے مشاہدات رائج تھیوریز کو چیلنج کر سکتے ہیں۔ سائنس میں تھیوریز کو خواہ وہ نئی ہوں یا پرانی، ٹیسٹ کرنا اور بہتر بنانا اور رد کرنا وقت کے ساتھ ساتھ چلتا رہتا ہے۔ سائنس دان یہ فرض کرتے ہیں کہ اگرچہ مکمل اور حتمی سچائی جاننے کا کوئی طریقہ نہیں ہے تب بھی دنیا کے فائدے کے لیے زیادہ سے زیادہ درست مشاہدات کرنے چاہیے۔

اہم نکات

- کیتھوڈ ریز انیسویں صدی کے آخری عشرے میں دریافت کی گئی تھیں۔ کیتھوڈ ریز کے خواص معلوم کیے گئے اور اس سے الیکٹرونز کی دریافت میں رہنمائی ملی۔
- 1886ء میں گولڈ سٹائن نے کینال ریز دریافت کیں۔ کینال ریز کے خواص کے نتیجے میں پروٹون کی دریافت ہوئی۔
- سب سے پہلے 1911ء میں روزرفورڈ نے ایٹم کی ساخت پیش کی۔ اس نے یہ نظریہ پیش کیا کہ ایٹم کے مرکز میں نیوکلیس ہوتا ہے اور الیکٹرونز اس نیوکلیس کے گرد گردش کرتے ہیں۔
- بوہر نے چار مفروضوں کی بنیاد پر 1913ء میں ایک بہتر ایٹمی ماڈل پیش کیا۔ اس نے سرکلر آربٹس (Orbits) کا تصور متعارف کرایا جن میں الیکٹرونز گردش کرتے ہیں۔ جب تک الیکٹرون ایک مخصوص آربٹ میں رہتا ہے، یہ کوئی انرجی خارج نہیں کرتا۔ توانائی کا اخراج اور حصول آربٹ کی تبدیلی کی وجہ سے ہوتا ہے۔
- ایک شیل ایک یا زیادہ سب شیلز پر مشتمل ہوتا ہے۔
- آئسوٹوپس سے مراد ایلیمنٹس کے ایسے ایٹمز ہیں جن کا اٹامک نمبر یکساں لیکن ماس نمبر مختلف ہوتا ہے۔
- ہائیڈروجن، کاربن اور یورینیم میں سے ہر ایک کے تین آئسوٹوپس ہیں جبکہ کلورین کے دو آئسوٹوپس ہیں۔

مشق

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر ✓ کا نشان لگائیں۔

1- ان میں سے کس کے نتیجے میں پروٹون کی دریافت ہوئی

(a) کیتھوڈ ریز (b) کینال ریز (c) ایکس ریز (d) الفا ریز

2- ان میں سے کون سے پارٹیکلز مادے میں سب سے زیادہ سرائیت کرنے والے ہیں:

(a) پروٹونز (b) الیکٹرونز (c) نیوٹرونز (d) الفا پارٹیکلز

3- ایٹم کے آربٹ کا تصور کس نے پیش کیا:

(a) جے۔ جے تھامسن (b) روزرفورڈ (c) بوہر (d) پلانکس

-4 ان میں سے کون سا شیل تین سب شیلز پر مشتمل ہے:

(a) O شیل (b) N شیل (c) L شیل (d) M شیل

-5 کون سا ریڈیو آئسوٹوپ جسم میں ٹیومر کی تشخیص کے لیے استعمال کیا جاتا ہے؟

(a) کوبالٹ-60 (b) آیوڈین-131 (c) سٹرونشیم-90 (d) فاسفورس-30

-6 جب یورینیم-235 ٹوٹتا ہے تو اس سے پیدا ہوتے ہیں:

(a) الیکٹرونز (b) نیوٹرونز (c) پروٹونز (d) کچھ بھی نہیں

-7 p سب شیل مشتمل ہے:

(a) ایک آربٹیل پر (b) دو آربٹلز پر (c) تین آربٹلز پر (d) چار آربٹلز پر

-8 ڈیوٹریم ان میں سے کیا بنانے کے لیے استعمال ہوتا ہے؟

(a) لائٹ واٹر (b) ہیوی واٹر (c) سوفٹ واٹر (d) ہارڈ واٹر

-9 آئسوٹوپ C-12 کتنی مقدار میں پایا جاتا ہے؟

(a) 96.9% (b) 97.6% (c) 98.9% (d) 99.7%

-10 درج ذیل سائنسدانوں میں سے کس نے پروٹون دریافت کیا؟

(a) گولڈن سٹین (b) جے۔جے تھامس (c) نیلز بوہر (d) رودرفورڈ

مختصر سوالات

-1 کیتھوڈ ریز پر چارج کی نوعیت کیا ہے؟۔

-2 کیتھوڈ ریز کے پانچ خواص بیان کریں۔

-3 فاسفورس آئن کا اٹامک سمبل $^{31}_{15}P^{3-}$ ہے اس کے:

(a) آئن میں کتنے پروٹونز، الیکٹرونز اور نیوٹرونز ہیں؟

(b) آئن کا نام کیا ہے؟

(c) آئن کی الیکٹرونک کنفگریشن کی ڈایاگرام بنائیے۔

(d) اس نوبل گیس کا نام بتائیے جس کی الیکٹرونک کنفگریشن فاسفورس آئن جیسی ہو۔

-4 شیل اور سب شیل میں فرق بیان کریں۔ ہر ایک کی مثالیں دیں۔

-5 ایک ایلیمنٹ کا اٹامک نمبر 15 ہے۔ ایٹم کے K، L اور M شیل میں کتنے کتنے الیکٹرونز موجود ہیں؟

-6 Al^{3+} کی الیکٹرونک کنفگریشن لکھیں۔ اس کے سب سے بیرونی شیل میں کتنے الیکٹرونز ہیں؟

-7 میگنیشیم کی الیکٹرونک کنفگریشن 2 ، 8 ، 2 ہے۔

(a) اسکے سب سے بیرونی شیل میں کتنے الیکٹرونز ہیں؟

(b) اسکے سب سے بیرونی شیل کے کس سب شیل میں کتنے الیکٹرونز موجود ہیں؟

(c) میگنیشیم کیوں الیکٹرون دینے کی صلاحیت رکھتا ہے۔

-8 جب کوئی ایٹم الیکٹرون خارج کرتا ہے یا حاصل کرتا ہے تو اس ایٹم پر چارج کی نوعیت کیا ہوتی ہے؟

-9 235-یورینیم کس مقصد کے لیے استعمال کیا جاتا ہے؟

-10 ایک مریض کو گوئٹر ہے۔ اس کی تشخیص کیسے کریں گے؟

-11 پوزیٹو ریز کی تین خصوصیات بیان کریں۔

-12 رودرفورڈ کے اٹامک ماڈل کے نقائص کیا ہیں؟

-13 جب تک الیکٹرون ایک آربٹ میں رہتا ہے وہ کوئی توانائی خارج یا جذب نہیں کرتا۔ وہ کب توانائی خارج یا جذب کرتا ہے؟

انشائیہ سوالات

-1 کیتھوڈ ریز کیسے پیدا کی جاتی ہیں؟ اس کے پانچ خواص کیا ہیں؟

-2 یہ کب ثابت ہوا کہ الیکٹرونز ایٹم کے بنیادی پارٹیکلز ہیں؟

-3 ڈسچارج ٹیوب میں پروٹونز کی موجودگی ظاہر کرنے کے لیے لیبل شدہ ڈایاگرام بنائیں اور وضاحت کریں کہ کینال ریز کس طرح پیدا کی گئی تھیں؟

-4 رودرفورڈ نے کیسے دریافت کیا کہ ایٹم کے مرکز میں نیوکلیس واقع ہے؟

-5 بوہر کے اٹامک ماڈل کا ایک مفروضہ یہ ہے کہ متحرک الیکٹران کا اینگولر مومینٹم کوانٹائزڈ ہوتا ہے۔ اس کا مفہوم واضح کریں؟ اور تیسرے آربٹ کا اینگولر مومینٹم معلوم کریں؟

-6 بوہر نے کیسے ثابت کیا کہ ایٹم قیام پذیر ہے؟

-7 الیکٹرونک کنفگریشن سے کیا مراد ہے؟ کسی ایٹم کی الیکٹرونک کنفگریشن لکھتے ہوئے کون سی بنیادی باتیں مطلوب ہیں۔

-8 Na^{+} ، Mg^{2+} اور Al^{3+} آئنز کی الیکٹرونک کنفگریشن بیان کریں۔ کیا ان کے سب سے بیرونی شیل میں الیکٹرونز کی تعداد یکساں ہے؟

-9 ریڈیو تھراپی اور میڈیسن کے شعبوں میں آئسوٹوپس کے استعمال بیان کریں۔

-10 آئسوٹوپ کیا ہے؟ ڈایاگرام کے ذریعے ہائیڈروجن کے آئسوٹوپس بیان کریں۔

باب 3

پیریاڈک ٹیبل اور خصوصیات کی پیریاڈیسٹی

(Periodic Table and Periodicity of Properties)

وقت کی تقسیم	
تدریسی پیریڈز	12
تشخیصی پیریڈز	02
سلیبس میں حصہ	10%

بنیادی تصورات

3.1 پیریاڈک ٹیبل

3.2 پیریاڈک خصوصیات

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- پیریاڈک ٹیبل میں پیریڈ اور گروپ میں فرق کر سکیں۔
- پیریاڈک لاء کی وضاحت کر سکیں۔
- ایلیمنٹس کی ان کے آخری شیل کے الیکٹرونز کی کنفگریشن کے مطابق گروپس اور پیریڈز میں جماعت بندی کر سکیں۔
- پیریاڈک ٹیبل کی s-بلاک اور p-بلاک میں گروپ بندی معلوم کر سکیں۔
- پیریاڈک ٹیبل کی شکل کی وضاحت کر سکیں۔
- پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کی فیملیز کا متعین مقام معلوم کر سکیں۔
- ایلیمنٹس کی ایک ہی فیملی میں ان کی طبعی اور کیمیائی خصوصیات میں مماثلت جان سکیں۔
- پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کی الیکٹرونک کنفگریشن اور پوزیشن کے درمیان تعلق کی شناخت کر سکیں۔
- پیریاڈک رجحانات پر شیلڈنگ ایفیکٹ (shielding effect) کے اثرات کی وضاحت کر سکیں۔
- پیریاڈک ٹیبل میں ہر گروپ اور ہر پیریڈ کے اندر الیکٹرونیگیٹیویٹیز (electronegativities) کی تبدیلی کی وضاحت کر سکیں۔

تعارف (Introduction)

انیسویں صدی میں ماہر کیمیادانوں نے ایلیمنٹس کو ایک باقاعدہ نظام کے تحت ترتیب دینے کے لیے بہت کاوشیں کیں۔ ان کوششوں کے نتیجے میں پیریاڈک لاء (Periodic law) دریافت ہوا۔ اس لاء کی بنیاد پر، اس وقت تک دریافت شدہ ایلیمنٹس کو ایک ٹیبل میں ترتیب دیا گیا جو پیریاڈک ٹیبل (Periodic Table) کے نام سے جانا جاتا ہے۔ اس ٹیبل کی اہم خصوصیات میں

سے ایک یہ تھی کہ یہ ان ایلیمنٹس کی پیش گوئی کرتا تھا جو اس وقت تک دریافت بھی نہیں ہوئے تھے۔ پیریاڈک ٹیبل کے عمودی کالمز (columns) گروپس (groups) اور افقی قطاریں پیریڈز (periods) کہلاتی ہیں۔ ایلیمنٹس کی یہ ترتیب عام طور پر ان کے بڑھتے ہوئے اٹامک نمبر کے حساب سے کی گئی ہے۔ پیریاڈک ٹیبل میں سائنسدانوں کے لیے بے پناہ معلومات ہیں۔

3.1 پیریاڈک ٹیبل (Periodic Table)

پیریاڈک ٹیبل کی دریافت کی وجہ سے اس وقت تک پائے جانے والے تمام ایلیمنٹس کی انفرادی خصوصیات کا مطالعہ چند گروپس تک محدود ہو گیا۔ ایلیمنٹس کو ایک پیریاڈک ٹیبل کی شکل دینے کے لیے جو مختلف کوششیں کی گئیں، ذیل میں ہم ان کی ترتیب وار وضاحت کریں گے۔

ڈوبرائنر کے ٹرائی ایڈز (Dobereiner's Triads)

ایک جرمن کیمیادان ڈوبرائنر نے تین تین ایلیمنٹس (جنہیں ٹرائی ایڈز (triads) کہتے ہیں) پر مشتمل چند گروپس کے اٹامک ماسز کے درمیان تعلق کا مشاہدہ کیا۔ ان گروپس میں سے مرکزی یا درمیانی ایلیمنٹ باقی دو ایلیمنٹس کا اوسط اٹامک ماس رکھتا تھا۔ مثال کے طور پر ٹرائی ایڈ کا ایک گروپ کیلشیم (40)، سٹرونشیم (88) اور بیریم (137) ہے۔ سٹرونشیم کا اٹامک ماس کیلشیم اور بیریم کے اٹامک ماسز کے اوسط کے برابر ہے۔ چونکہ اس طریقے سے صرف چند ایلیمنٹس ہی کو ترتیب دیا جا سکا اس لیے ایلیمنٹس کے اس طریقہ گروپ بندی کو زیادہ مقبولیت حاصل نہ ہوئی۔

نیولینڈز کے آکٹیوز (Newlands Octaves)

1860ء میں کینی زارو (Cannizzaro) کی ایلیمنٹس کے صحیح اٹامک ماس کی کامیاب تشخیص کے بعد ایلیمنٹس کو دوبارہ ترتیب دینے کے لیے کوششیں شروع ہوئیں۔ 1864ء میں برطانیہ کے کیمیادان نیولینڈز نے "آکٹیو لاء" (Law of octave) کی صورت میں اپنے مشاہدات پیش کیے۔ اس نے مشاہدہ کیا کہ اگر ایلیمنٹس کو ان کے بڑھتے ہوئے اٹامک ماس کے حساب سے ترتیب دیا جائے تو آکیٹو کے آٹھویں ایلیمنٹ کی کیمیائی خصوصیات اس آکیٹو کے پہلے ایلیمنٹ کے ساتھ ملتی ہیں۔ اس نے ان کا موازنہ موسیقی کے سُروں سے کیا۔ نیولینڈز کے اس کام کو کوئی خاص پذیرائی نہ ملی کیونکہ اس میں دریافت نہ ہونے والے ایلیمنٹس کے لیے کوئی جگہ نہیں تھی۔ اس وقت تک نوبل گیسز بھی دریافت نہیں ہوئی تھیں۔

مینڈلیف کا پیریاڈک ٹیبل (Mendeleev's Periodic Table)

روس کے کیمیادان مینڈلیف نے اس وقت تک معلوم شدہ صرف 63 ایلیمنٹس کو افقی قطاروں میں بڑھتے ہوئے اٹامک ماسز کے لحاظ سے ترتیب دیا۔ اس طرح ایک جیسی خصوصیات رکھنے والے ایلیمنٹس ایک ہی عمودی کالم میں آ گئے۔ ایلیمنٹس

مینڈلیف (1834ء – 1907ء) ایک روسی کیمیادان اور موجد تھا۔ اس نے ایلیمنٹس کے پیریاڈک ٹیبل کی پہلی شکل تخلیق کی۔ اس ٹیبل کی مدد سے اس نے ان ایلیمنٹس کی بھی پیش گوئی کی جو ابھی دریافت نہیں ہوئے تھے۔

کی اس ترتیب کو پیریاڈک ٹیبل کا نام دیا گیا۔ اس نے اپنے کام کے نتائج کو پیریاڈک لاء کی شکل میں اس طرح بیان کیا کہ "ایلیمنٹس کی خصوصیات ان کے اٹامک ماسز کے پیریاڈک فنکشنز (periodic functions) ہیں"۔ اگرچہ مینڈلیف کا پیریاڈک ٹیبل ایلیمنٹس کو ترتیب دینے کی پہلی کامیاب کوشش تھی، مگر اس میں بھی کچھ نقائص موجود تھے۔

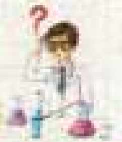
مینڈلیف کے اپنے پیریاڈک ٹیبل میں آئسوٹوپس کی پوزیشن کے بارے میں وضاحت نہ کر سکنے اور بعض ایلیمنٹس کی بلحاظ اٹامک ماسز غلط ترتیب کی وجہ سے یہ تجویز کیا گیا کہ ایلیمنٹس کو بلحاظ اٹامک ماسز ترتیب نہیں دیا جا سکتا۔

پیریاڈک لاء (Periodic Law)

1913ء میں ایچ۔ موزلے (H. Moseley) نے ایلیمنٹس کی ایک نئی خصوصیت اٹامک نمبر کو دریافت کیا۔ اس نے مشاہدہ کیا کہ اٹامک ماس کی بجائے اٹامک نمبر سے ایلیمنٹس کو پیریاڈک ٹیبل میں ترتیب دیا جا سکتا ہے۔ اس نئی دریافت کی بنا پر پیریاڈک لاء کی یوں اصلاح کی گئی کہ "ایلیمنٹس کی خصوصیات اُن کے اٹامک نمبرز کا پیریاڈک فنکشن ہیں"۔ کسی ایلیمنٹ کا اٹامک نمبر اس کے نیوٹرل ایٹم میں موجود الیکٹرونز کی تعداد کے برابر ہوتا ہے۔ یہی اٹامک نمبر الیکٹرونک کنفگریشن (electronic configuration) کی بنیاد بھی فراہم کرتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

اٹامک ماس کی بجائے اٹامک نمبر کسی ایلیمنٹ کی بنیادی خصوصیت ہے کیونکہ اٹامک نمبر ہر ایلیمنٹ کے لیے مقرر ہوتا ہے۔ ایک ایلیمنٹ سے دوسرے ایلیمنٹ تک اس میں بتدریج 1 نمبر کا اضافہ ہوتا ہے۔ کسی بھی دو ایلیمنٹس کا ایک ہی اٹامک نمبر نہیں ہو سکتا۔



خود تشخیصی سرگرمی 3.1

i- ایلیمنٹس کی گروپ بندی میں ڈوبرائنر کا کیا کردار تھا؟
ii- نیولینڈز نے ایلیمنٹس کو کیسے ترتیب دیا؟
iii- پیریاڈک ٹیبل کو کس نے متعارف کروایا؟
iv- مینڈلیف کے پیریاڈک ٹیبل کی اصلاح کیوں کی گئی؟
v- مینڈلیف کے پیریاڈک لاء کو بیان کریں؟
vi- ایلیمنٹس کو کسی پیریڈ میں کیوں اور کیسے ترتیب دیا جاتا ہے؟

جدید پیریاڈک ٹیبل (Modern Periodic Table)

کسی ایلیمنٹ کا اٹامک نمبر اس کے اٹامک ماس کے مقابلے میں دو لحاظ سے زیادہ بنیادی خصوصیت رکھتا ہے۔

(a) یہ بالترتیب ایک ایلیمنٹ سے دوسرے ایلیمنٹ تک بتدریج بڑھتا ہے۔ (b) یہ ہر ایلیمنٹ کے لیے متعین ہوتا ہے۔

چنانچہ 1913ء میں اٹامک نمبر کی دریافت سے مینڈلیف کے پیریاڈک لاء، جو کہ اٹامک ماس کی بنا پر تھا، میں بہت سی اصلاحات کی گئیں۔

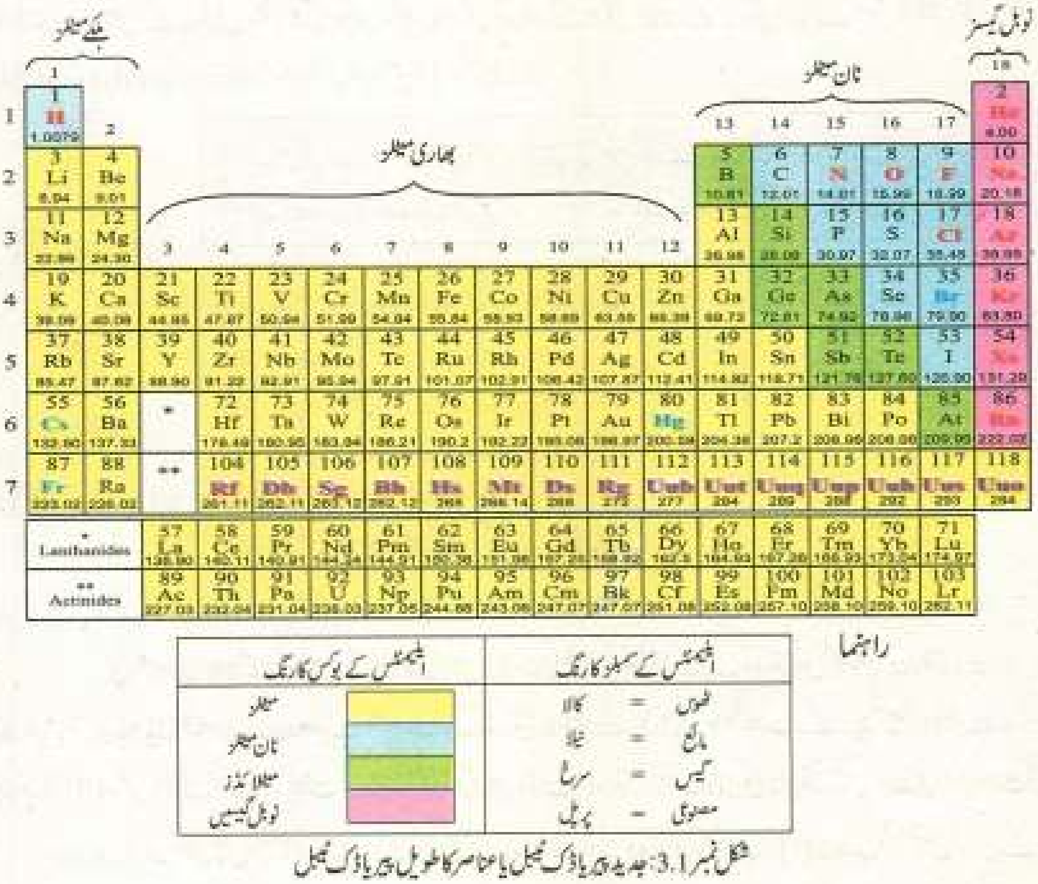
جدید پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کو ان کے بڑھتے ہوئے اٹامک نمبرز کی بنیاد پر ترتیب دیا گیا۔ جب ایلیمنٹس کو ان کے بڑھتے

ہوئے نمبرز کے مطابق بائیں سے دائیں جانب افقی قطاروں میں ترتیب دیا گیا تو دیکھا گیا کہ ایک جیسے وقفوں کے بعد ایلیمنٹس کی خصوصیات دہرائی جا رہی ہیں۔ اس طرح ایک جیسی خصوصیات اور ایک جیسی الیکٹرونک کنفگریشن رکھنے والے ایلیمنٹس کو ایک ہی گروپ میں رکھا گیا۔

یہ مشاہدہ کیا گیا کہ ہر آٹھ ایلیمنٹس کے بعد نویں ایلیمنٹ کی خصوصیات پہلے ایلیمنٹ سے مماثلت رکھتی تھیں۔ مثال کے طور پر سوڈیم (Z=11) کی خصوصیات لیتھیم (Z=3) کے مماثل تھیں۔ اٹامک نمبر 18 کے بعد ہر انیسویں ایلیمنٹ میں یکساں خصوصیات پائی جاتی تھیں۔ چنانچہ ایلیمنٹس کی لمبی قطاروں کو آٹھ اور اٹھارہ ایلیمنٹس کی قطاروں میں تقسیم کر دیا گیا اور ایک دوسرے کے اوپر اس طرح رکھا گیا کہ عمودی اور افقی قطاروں کا حامل ایک ٹیبل تیار ہو گیا۔

لونگ فارم آف پیریاڈک ٹیبل (Long form of Periodic Table)

پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کی ترتیب میں اٹامک نمبر کی اہمیت کا اندازہ اس بات سے ہوتا ہے کہ الیکٹرونک کنفگریشن کی بنیاد اٹامک نمبر پر ہے۔ چنانچہ ایلیمنٹس کے اٹامک نمبر میں اضافے کی بنیاد پر ترتیب ایلیمنٹس کی الیکٹرونک کنفگریشن میں پیریاڈیسٹی (باقاعدہ وقفوں کے بعد خصوصیات کا دہراؤ) کو ظاہر کرتی ہے، جو کہ ان کی خصوصیات میں پیریاڈیسٹی کی طرف رہنمائی کرتی ہے۔ اس لیے الیکٹرونک کنفگریشن کی بنیاد پر ایلیمنٹس کی ترتیب نے موجودہ لونگ فارم آف پیریاڈک ٹیبل کی تخلیق کی جیسا کہ شکل نمبر 3.1 سے ظاہر کیا گیا ہے۔



شکل نمبر 3.1: جدید پیریاڈک ٹیبل یا عناصر کا طویل پیریاڈک ٹیبل

پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کی افقی قطاریں پیریڈز (periods) کہلاتی ہیں۔ پیریڈ میں موجود ایلیمنٹس کا اٹامک نمبر مسلسل بڑھتا ہے، جس کا مطلب ہے کہ پیریڈ میں الیکٹرونک کنفگریشن مسلسل تبدیل ہوتی ہے۔ نتیجے کے طور پر پیریڈ میں موجود ایلیمنٹس کی خصوصیات مسلسل تبدیل ہوتی ہیں۔ کسی ایلیمنٹ میں موجود ویلنس الیکٹرونز (valence electrons) کی تعداد پیریڈ میں ایلیمنٹ کے مقام کا تعین کرتی ہے۔ مثال کے طور پر ایسے ایلیمنٹس جن کے ویلنس شیل میں ایک الیکٹرون ہوتا ہے جیسے کہ الکلی میٹلز (alkali metals) یہ پیریڈ کے انتہائی بائیں جانب شروع میں پائے جاتے ہیں۔ اسی طرح ایسے ایلیمنٹس جن کے ویلنس شیل میں 8 الیکٹرونز ہوتے ہیں، جیسا کہ نوبل گیسز (noble gases)، یہ ہمیشہ پیریڈ میں انتہائی دائیں جانب پائے جاتے ہیں۔

پیریاڈک ٹیبل میں عمودی کالم گروپس (groups) کہلاتے ہیں۔ ان گروپس کو بائیں سے دائیں جانب 1 سے لے کر 18 تک نمبر دیئے گئے ہیں۔ گروپ کے ایلیمنٹس کے اٹامک نمبرز میں مسلسل اضافہ نہیں ہوتا۔ بلکہ ان کے اٹامک نمبرز بے قاعدہ وقفوں سے بڑھتے ہیں۔

بہر حال کسی بھی گروپ کے اندر موجود تمام ایلیمنٹس کی الیکٹرونک کنفگریشن ایک جیسی ہوتی ہے۔ جس کا مطلب ہے کہ ان کے بیرونی شیل میں الیکٹرونز کی تعداد ایک جیسی ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر پہلے گروپ کے ایلیمنٹس کے آخری شیل میں ایک الیکٹرون موجود ہوتا ہے۔ اس طرح دوسرے گروپ کے ایلیمنٹس کے آخری شیل میں دو الیکٹرونز موجود ہوتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ کسی بھی گروپ میں موجود ایلیمنٹس کی کیمیائی (کیمیکل) خصوصیات کافی حد تک ایک جیسی ہوتی ہیں۔

لونگ فارم آف پیریاڈک ٹیبل کی اہم خصوصیات
(Important Features of Long form of Periodic Table)

i- یہ ٹیبل سات افقی قطاروں پر مشتمل ہے جو پیریڈز کہلاتی ہیں۔

ii- پہلا پیریڈ صرف دو ایلیمنٹس پر مشتمل ہے۔ دوسرا اور تیسرا پیریڈ آٹھ آٹھ ایلیمنٹس پر مشتمل ہے۔ چوتھا اور پانچواں پیریڈ اٹھارہ اٹھارہ ایلیمنٹس پر مشتمل ہے۔ چھٹے پیریڈ میں بتیس (32) جبکہ ساتویں پیریڈ میں بھی بتیس (32) ایلیمنٹس موجود ہیں۔

iii- ہر پیریڈ کے ایلیمنٹس مختلف خصوصیات ظاہر کرتے ہیں۔

iv- پیریاڈک ٹیبل میں اٹھارہ عمودی کالمز ہیں جنہیں 1 سے 18 تک بائیں سے دائیں جانب نمبر دیے گئے ہیں جو کہ گروپس کہلاتے ہیں۔

v- کسی بھی گروپ کے ایلیمنٹس ایک جیسی کیمیائی (کیمیکل) خصوصیات ظاہر کرتے ہیں۔

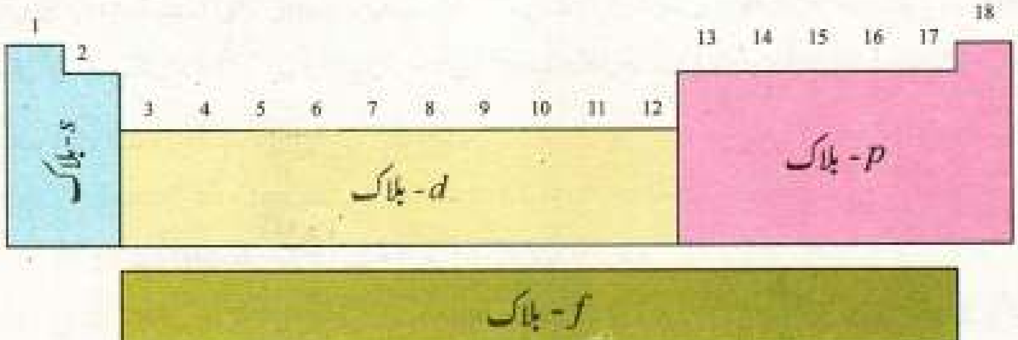
vi- ایلیمنٹس کے ویلنس شیل کے جس سب شیل میں آخری الیکٹران داخل ہوتا ہے۔ اس کی بنیاد پر ان کو چار بلاکس میں تقسیم

کیا گیا ہے۔

کسی مخصوص سب شیل کے مکمل ہونے کی بنا پر ایسے ایلیمنٹس جن کے سب شیلز کی الیکٹرونک کنفگریشن ایک جیسی ہو، ان کو ایک بلاک کا نام دیا گیا۔ پیریاڈک ٹیبل میں کل چار بلاکس ہیں جن کے نام الیکٹرونز سے مکمل ہونے کے مراحل میں موجود سب شیلز کے نام کی بنیاد پر رکھے گئے ہیں۔ یہ d ، p ، s اور f بلاکس کہلاتے ہیں۔ جیسا کہ شکل 3.2 میں دکھایا گیا ہے۔ مثال کے طور پر پہلے اور دوسرے گروپ کے ایلیمنٹس کے ویلنس الیکٹرونز 's' سب شیل میں ہوتے ہیں اس لیے یہ s- بلاک کے ایلیمنٹس کہلاتے ہیں جیسا کہ شکل 3.2 میں دکھایا گیا ہے۔

گروپ 13 سے 18 تک کے ایلیمنٹس کے ویلنس الیکٹرونز 'p' سب شیل میں پائے جاتے ہیں۔ اس لیے ان گروپس میں موجود ایلیمنٹس کو p- بلاک ایلیمنٹس کا نام دیا گیا ہے۔ d- بلاک کے ایلیمنٹس s اور p بلاکس کے درمیان میں واقع ہیں۔ جبکہ f- بلاک آخر میں سب سے الگ جگہ پر ہے۔

d- بلاک چوتھے، پانچویں اور چھٹے پیریڈ پر مشتمل ہے۔ اس بلاک میں ہر پیریڈ دس گروپس پر مشتمل ہوتا ہے جو کہ تیسرے گروپ سے شروع ہو کر بارہویں گروپ تک ہیں۔ اس گروپ کے ایلیمنٹس ٹرانزیشن میٹلز (transition metals) کہلاتے ہیں۔



شکل 3.2 : جدید پیریاڈک ٹیبل میں موجود چار بلاکس

کیمیا گری: صدیوں تک کیمیا گری سائنسدانوں کے لیے دلچسپی کا باعث رہی۔ وہ عام میٹلز کو سونے میں بدلنے اور بیماریوں کا علاج ڈھونڈ کر لوگوں کو دائمی زندگی دینے جیسے اہم مقاصد کے حصول کے لیے کام کرتے رہے۔ ان کا خیال تھا کہ مادے کی تمام اقسام چار بنیادی ایلیمنٹس کے ملنے سے بنی ہیں اور یہ کہ اشیا ایک دوسرے سے اس لیے مختلف ہوتی ہیں کہ یا ایلیمنٹس کے مختلف طریقوں سے ملنے سے بنتی ہیں اور یہ کہ کسی ایک ایلیمنٹ کی ترتیب یا نسبت کو بدل کر نئی شے بنائی جا سکتی ہے۔ تاہم یہ کیمیا گر سلور اور لیڈ کو گولڈ میں تبدیل کرنے کا طریقہ تو معلوم نہ کر سکے اور نہ ہی وہ دائمی زندگی کا کوئی راز دریافت کر سکے تاہم ان کے ایجاد کردہ بہت سے طریقے آج بھی کیمسٹری میں استعمال کیے جاتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

3.1.1 پیریڈز (Periods)

پہلا پیریڈ شارٹ پیریڈ (short period) کہلاتا ہے۔ یہ صرف دو ایلیمنٹس ہائڈروجن اور ہیلیم پر مشتمل ہے۔ دوسرا اور تیسرا پیریڈ نارمل پیریڈز (normal periods) کہلاتے ہیں۔ ان میں سے ہر ایک میں آٹھ ایلیمنٹس پائے جاتے ہیں۔ دوسرا پیریڈ لیتھیم، بیریلیم، بورون، کاربن، نائٹروجن، آکسیجن، فلورین اور آخر میں ایک نوبل گیس نی اون پر مشتمل ہے۔ چوتھا اور پانچواں پیریڈ لونگ پیریڈز (long periods) کہلاتے ہیں۔ ان میں سے ہر ایک اٹھارہ ایلیمنٹس پر مشتمل ہے۔

جبکہ چھٹا اور ساتواں پیریڈ ویری لونگ پیریڈز (very long periods) کہلاتے ہیں۔ ان پیریڈز میں اٹامک نمبر 57 اور 89 کے بعد 14 ایلیمنٹس پر مشتمل دو سیریز (series) بنائی گئی ہیں اسکا مقصد پیریاڈک ٹیبل کو بے جا طوالت سے بچانا ہے اسلئے ان دونوں سیریز کو پیریاڈک ٹیبل کے نیچے الگ رکھا گیا تاکہ پیریاڈک ٹیبل کی خوبصورتی کو برقرار رکھا جا سکے۔ چونکہ دونوں سیریز لینتھینیم (Z=57) اور ایکٹینیم (Z=89) کے بعد شروع ہوتی تھیں اس لیے ان دونوں سیریز کو بالترتیب لینتھانائڈز (lanthanides) اور ایکٹینائڈز (actinides) کا نام دیا گیا۔ ٹیبل 3.1 ایلیمنٹس کی پیریڈز میں تقسیم کو ظاہر کرتا ہے۔

ماسوائے پہلے پیریڈ کے باقی تمام پیریڈز الکلی میٹلز سے شروع ہوتے ہیں اور نوبل گیسز پر ختم ہوتے ہیں۔ یہ مشاہدہ کیا جاسکتا ہے کہ ہر پیریڈ میں ایلیمنٹس کی تعداد مقرر ہے اس کی وجہ الیکٹرونز کی زیادہ سے زیادہ تعداد ہے جنہیں ایلیمنٹس کے مخصوص ویلنس شیل میں رکھا جاسکتا ہے۔

ٹیبل 3.1 : پیریاڈک ٹیبل کے مختلف پیریڈز

پیریڈ نمبر	پیریڈ کا نام	ایلیمنٹس کی تعداد	اٹامک نمبرز کی حد
پہلا	شارٹ پیریڈ	2	1 سے 2
دوسرا	نارمل پیریڈ	8	3 سے 10
تیسرا		8	11 سے 18
چوتھا	لونگ پیریڈ	18	19 سے 36
پانچواں		18	37 سے 54
چھٹا	ویری لانگ پیریڈ	32	55 سے 86
ساتواں		32	87 سے 118

3.1.2 گروپس (Groups)

پیریاڈک ٹیبل کا پہلا گروپ ہائڈروجن، لیتھیم، سوڈیم، پوٹاشیم، روبیڈیم، سیزیم اور فرانسیم پر مشتمل ہے۔ اگرچہ اس گروپ کے ایلیمنٹس کے اٹامک نمبر میں مسلسل اضافہ نہیں ہوتا لیکن ان کے ویلنس شیلز کی الیکٹرونک کنفگریشن ایک جیسی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ ایک گروپ کے ایلیمنٹس کو فیملی بھی کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر پہلے گروپ کے تمام ایلیمنٹس کے ویلنس شیل میں ایک الیکٹرون موجود ہوتا ہے۔ اس لیے انہیں ایک فیملی 'الکلی میٹلز' (alkali metals) کا نام دیا گیا ہے۔

پہلا، دوسرا اور تیرہ سے سترہ تک کے گروپس نارمل ایلیمنٹس پر مشتمل ہیں۔ نارمل ایلیمنٹس میں تمام اندرونی شیل مکمل طور پر الیکٹرونز سے بھرے ہوتے ہیں صرف ویلنس شیلز نامکمل ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر گروپ سترہ کے ایلیمنٹس (ہیلوجنز) کے ویلنس شیل میں 7 الیکٹرونز موجود ہوتے ہیں۔

تین سے بارہ تک کے گروپس کے ایلیمنٹس ٹرانزیشن ایلیمنٹس (transition elements) کہلاتے ہیں۔ ان ایلیمنٹس میں 'd' سب شیل مکمل ہونے کے مراحل میں ہوتا ہے۔ ٹیبل 3.2 میں گروپس میں ایلیمنٹس کی تقسیم ظاہر کی گئی ہے۔

ٹیبل 3.2 پیریاڈک ٹیبل کے مختلف گروپس

ویلنس الیکٹرونز	گروپ نمبر	فیملی کا نام	عمومی الیکٹرونک کنفگریشن
1 الیکٹرون	1	الکلی میٹلز	ns^1
2 الیکٹرونز	2	الکلائن ارتھ میٹلز	ns^2
3 الیکٹرونز	13	بورون فیملی	$ns^2\ np^1$
4 الیکٹرونز	14	کاربن فیملی	$ns^2\ np^2$
5 الیکٹرونز	15	نائٹروجن فیملی	$ns^2\ np^3$
6 الیکٹرونز	16	آکسیجن فیملی	$ns^2\ np^4$
7 الیکٹرونز	17	ہیلوجن فیملی	$ns^2\ np^5$
8 الیکٹرونز	18	نوبل گیسز	$ns^2\ np^6$

کیا آپ جانتے ہیں؟

آتش بازی

مختلف تقریبات جیسے یوم پاکستان اور شادی بیاہ پر خوبصورت آتش بازی کا مظاہرہ عام ہے۔ چائنا کی ایجاد کردہ اس ٹیکنالوجی کو پوری دنیا میں استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ اگرچہ خطرناک ہے لیکن مختلف ایلیمنٹس اور خاص ٹیبل سالٹس کی مختلف ترتیب کو احتیاط سے استعمال کر کے آتش بازی کو خوبصورت اور رنگین بنایا جا سکتا ہے۔ میگنیشیم اور ایلومینیم جیسے ایلیمنٹس کو پاؤڈر کی شکل میں استعمال کیا جاتا ہے۔ سوڈیم کے سالٹس پیلا رنگ، کیلشیم سرخ؛ سٹرونشیم قرمزی؛ بیریم سبز اور کاپر سبزی مائل نیلا رنگ دیتے ہیں۔ آتش بازی میں عام طور پر نائٹریٹس اور کلوریٹس کا استعمال کیا جاتا ہے۔ جبکہ چمک اور مختلف شیڈز دینے کے لیے دوسرے کیمیکلز بھی شامل کیے جاتے ہیں۔ آگ لگنے کے اندیشے اور جان و مال کے خطرے کے پیش نظر صرف ماہر کاریگر ہی اسے استعمال کرتے ہیں۔

خود تشخیصی سرگرمی 3.2

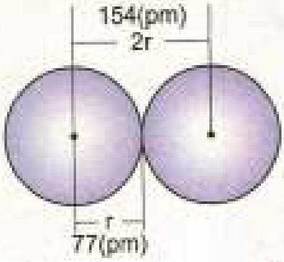
- i- ایلیمنٹس کی خصوصیات باقاعدہ وقفوں سے کیسے دہرائی جاتی ہیں؟
- ii- جدید پیریاڈک ٹیبل کو کس شکل میں ترتیب دیا گیا ہے؟
- iii- پہلے پیریڈ میں کتنے ایلیمنٹس پائے جاتے ہیں اور ان کے نام اور سمبلز کیا ہیں؟
- iv- چوتھے پیریڈ میں کتنے ایلیمنٹس کو رکھا گیا ہے؟
- v- لینتھانائیڈ سیریز کس ایلیمنٹ سے شروع ہوتی ہے؟
- vi- ایکٹینائیڈز سیریز کس پیریڈ سے شروع ہوتی ہے؟
- vii- تیسرے پیریڈ میں کتنے ایلیمنٹس ہیں، ان کے نام اور سمبلز لکھیں؟
- viii- کتنے پیریڈز کو نارمل پیریڈز سمجھا جاتا ہے؟
- ix- پیریاڈک ٹیبل میں گروپ سے کیا مراد ہے؟
- x- ایلیمنٹس کو گروپ میں ترتیب دینے کی کیا وجہ ہے؟
- xi- پیریاڈک فنکشن سے کیا مراد ہے؟
- xii- ایلیمنٹس کو s اور p بلاک ایلیمنٹس کیوں کہا جاتا ہے؟
- xiii- پہلے گروپ کے ایلیمنٹس کے نام ان کے سمبلز کے ساتھ لکھیں؟
- xiv- گروپ 17 میں کتنے ایلیمنٹس ہیں، ان میں سے کوئی مائع ہے تو اس کا نام کیا ہے؟

3.2 : خصوصیات کی پیریاڈیسٹی (Periodicity of Properties)

3.2.1: اٹامک سائز اور اٹامک ریڈیئس (Atomic size and Atomic Radius)

جیسا کہ ہم جانتے ہیں ایٹمز بہت چھوٹے ہوتے ہیں اس لیے ان کی کوئی بیرونی حد نہیں ہوتی جس بنا پر ان کا سائز مقرر کیا جا سکے۔ اس وجہ سے کسی ایٹم کا سائز ناپنا بہت مشکل ہے۔ عام طور پر ایٹم کا سائز معلوم کرنے کے لیے یہ تصور کیا جاتا ہے کہ ایٹمز دائرے کی شکل کے ہوتے ہیں۔ جب یہ ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں تو ان کے بیرونی حصے ایک دوسرے کو چھو رہے ہوتے ہیں۔

''دو جڑے ہوئے ایٹمز کے نیوکلیائی کے درمیان فاصلے کے نصف کو اس ایٹم کا اٹامک ریڈیس (atomic radius) کہا جاتا ہے''۔ مثال کے طور پر ایلیمنٹ کی حالت میں کاربن کے دو ایٹمز کے نیوکلیائی کے درمیان 154 پیکومیٹر (pm) فاصلہ ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے اس کا نصف 77 pm کاربن ایٹم کا اٹامک ریڈیس ہے۔ جیسا کہ شکل 3.3 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 3.3: کاربن ایٹم کا ریڈیس

پیریڈ میں بائیں سے دائیں جانب اٹامک نمبر میں اضافہ ہوتا ہے لیکن ایٹم کا سائز بتدریج کم ہوتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ اٹامک نمبر میں اضافے کے ساتھ نیوکلیس میں پروٹونز کی تعداد بڑھنے کی وجہ سے نیوکلیئر چارج میں بتدریج اضافہ ہوتا ہے۔ لیکن دوسری طرف کیونکہ شیلز کی تعداد میں اضافہ نہیں ہوتا اسلئے الیکٹرونز اسی ویلنس شیل میں داخل ہوتے جاتے ہیں پس پروٹونز کی تعداد میں اضافے کی وجہ سے اضافی نیوکلیئر چارج کی قوت ویلنس شیل کو نیوکلیس کی طرف اٹریکٹ کرتی ہے۔ مثال کے طور پر، دوسرے پیریڈ میں اٹامک سائز Li (152 pm) سے Ne (69 pm) تک کم ہوتا ہے۔

دوسرے پیریڈ کے ایلیمنٹس	^{3}Li	^{4}Be	^{5}B	^{6}C	^{7}N	^{8}O	^{9}F	^{10}Ne
اٹامک ریڈیس (pm)	152	113	88	77	75	73	71	69

پیریڈ میں اٹامک ریڈیس میں کمی

پہلے گروپ کے ایلیمنٹس	ایٹمی ریڈیس (pm)
^{3}Li	152
^{11}Na	186
^{19}K	227
^{37}Rb	248
^{55}Cs	265

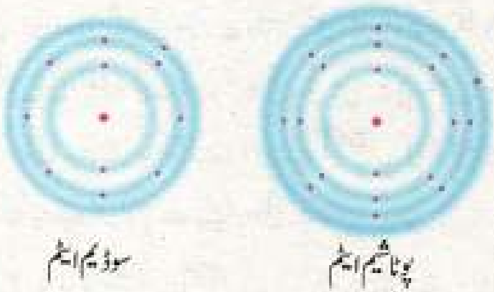
گروپ میں ایٹمی ریڈیس میں اضافہ

ایک ہی گروپ میں ایٹم کا سائز یا ریڈیس اوپر سے نیچے بتدریج بڑھتا ہے۔ اس کی وجہ نچلے یا اگلے (successive) پیریڈ میں الیکٹرونز کے نئے شیل کا اضافہ ہے۔ جس کی وجہ سے موثر نیوکلیئر چارج میں کمی ہوتی ہے۔ جب ہم پیریڈ میں ٹرانزیشن ایلیمنٹس کے اٹامک ریڈیس کا مطالعہ کرتے ہیں تو اس ترتیب میں تھوڑی سی تبدیلی پائی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر جب ہم چوتھے پیریڈ میں بائیں سے دائیں جانب جاتے ہیں تو شروع میں ایلیمنٹس کا ایٹمی سائز کم ہوتا ہے یا ایٹم سکڑتا ہے اور پھر اس میں اضافہ ہوتا ہے۔ شروع میں ایلیمنٹس کا ایٹمی سائز کم ہوتا ہے یا ایٹم سکڑتا ہے اور پھر جب ہم چوتھے پیریڈ میں بائیں سے دائیں جانب جاتے ہیں تو اس میں اضافہ ہوتا ہے۔

3.2.2 شیلڈنگ ایفیکٹ (Shielding Effect)

کسی ایٹم کے نیوکلیس اور ویلنس شیل کے درمیان موجود الیکٹرونز، ویلنس شیل میں موجود الیکٹرونز پر نیوکلیئر چارج (nuclear charge) کی اٹریکشن کو کم کر دیتے ہیں۔ اندرونی شیلز میں موجود الیکٹرونز کی وجہ سے نیوکلیس کی ویلنس الیکٹرونز پر اٹریکشن کم ہو جاتی ہے۔ اس کے نتیجے میں بیرونی الیکٹرونز اصل نیوکلیئر چارج سے کم نیوکلیئر چارج محسوس کرتے ہیں جسے مؤثر نیوکلیئر چارج (effective nuclear charge) یا زیڈ ایفیکٹ (Z-effect) کہا جاتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اندرونی شیلز میں موجود الیکٹرونز، ویلنس شیل کے الیکٹرونز پر نیوکلیس کی اٹریکشن کی قوت کو کم کرتے ہیں۔ یہ شیلڈنگ ایفیکٹ (shielding effect) کہلاتا ہے۔ اٹامک نمبر میں اضافے سے ایٹم میں الیکٹرونز کی تعداد میں بھی اضافہ ہوتا ہے، اس کے نتیجے میں شیلڈنگ ایفیکٹ بھی بڑھتا ہے۔

پیریاڈک ٹیبل میں شیلڈنگ ایفیکٹ گروپ میں نیچے کی طرف بڑھتا ہے جیسا کہ شکل 3.4 میں دکھایا گیا ہے۔ اسی وجہ سے سوڈیم (Z=11) کی نسبت پوٹاشیم (Z=19) میں سے الیکٹرون نکالنا آسان ہے۔ اس کے برعکس جب ہم پیریڈ میں بائیں سے دائیں جانب جاتے ہیں تو شیلڈنگ ایفیکٹ میں کمی ہوتی ہے۔



شکل 3.4: پوٹاشیم ایٹم میں سوڈیم ایٹم کی نسبت شیلڈنگ ایفیکٹ زیادہ ہے۔

3.2.3 آئیونائزیشن انرجی (Ionization Energy)

کسی گیسی حالت میں آزاد ایٹم کے ویلنس شیل میں سے سب سے کم اٹریکشن والے الیکٹرون کو خارج کرنے کے لیے درکار انرجی آئیونائزیشن انرجی (ionization enerygy) کہلاتی ہے۔ ایٹم میں موجود باقی الیکٹرونز کو خارج کرنے کے لیے انرجی کی زیادہ مقدار کی ضرورت ہوتی ہے۔ اگر ویلنس شیل میں صرف ایک الیکٹرون موجود ہو تو اس کو خارج کرنے کے لیے درکار انرجی پہلی آئیونائزیشن انرجی (first ionization energy) کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر سوڈیم ایٹم کی پہلی آئیونائزیشن انرجی $+496\ kJmol^{-1}$ ہے۔

$$Na \longrightarrow Na^{+} + e^{-} \qquad \Delta H = +496\ kJmol^{-1}$$

لیکن جب بیرونی شیل میں ایک سے زیادہ الیکٹرونز موجود ہوں تو انہیں زیادہ سے زیادہ انرجی فراہم کر کے ایک ایک کر کے خارج کیا جا سکتا ہے۔ جیسا کہ دوسرے اور تیسرے گروپ کے ایلیمنٹس کے شیلز میں ایک سے زیادہ الیکٹرونز موجود ہوتے ہیں۔ اس لیے ان کی آئیونائزیشن انرجی کی ویلیوز ایک سے زیادہ ہوں گی۔

پیریڈ میں بائیں سے دائیں جانب آئیونائزیشن انرجی کی ویلیو بڑھتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ایٹم کا سائز کم ہوتا جاتا ہے اور بیرونی الیکٹرونز پر نیوکلیس کی الیکٹروسٹیٹک فورس (electrostatic force) زیادہ ہوتی جاتی ہے۔ اس لیے پیریاڈک ٹیبل میں دائیں جانب کے ایلیمنٹس کی نسبت بائیں جانب کے ایلیمنٹس کی آئیونائزیشن انرجی کم ہوتی ہے جیسا کہ دوسرے پیریڈ کے ایلیمنٹس کے لیے ٹیبل میں دکھایا گیا ہے۔

دوسرے پیریڈ کے ایلیمنٹس	^{3}Li	^{4}Be	^{5}B	^{6}C	^{7}N	^{8}O	^{9}F	^{10}Ne
آئیونائزیشن انرجی $kJmol^{-1}$	520	899	801	1086	1402	1314	1681	2081

پیریڈ میں آئیونائزیشن انرجی میں اضافہ

پہلے گروپ کے ایلیمنٹس	آئیونائزیشن انرجی $kJmol^{-1}$
^{3}Li	520
^{11}Na	496
^{19}K	419
^{37}Rb	403
^{55}Cs	377

گروپ میں آئیونائزیشن انرجی میں کمی

جیسے جیسے گروپ میں نیچے کی طرف جاتے ہیں تو ایٹم کے ویلنس شیل اور نیوکلیس کے درمیان زیادہ سے زیادہ شیلز پائے جاتے ہیں، ان اضافی شیلز کی وجہ سے ویلنس شیل میں موجود الیکٹرونز پر نیوکلیس کی الیکٹروسٹیٹک فورسز کم ہوتی جاتی ہیں۔ نتیجتاً ویلنس الیکٹرونز کو آسانی سے نکالا جاسکتا ہے۔ اسی لیے ایلیمنٹس کی آئیونائزیشن انرجی گروپ میں اوپر سے نیچے کم ہوتی ہے۔

3.2.4 الیکٹرون افینٹی (Electron Affinity)

کسی ایلیمنٹ کے آزاد گیسی ایٹم کے ویلنس شیل میں ایک الیکٹرون داخل ہونے کے سبب خارج ہونے والی انرجی کو الیکٹرون افینٹی (electron affinity) کہتے ہیں۔

$$F + e^{-} \longrightarrow F^{-} \quad \Delta H = -328\ kJmol^{-1}$$

چونکہ افینٹی سے مُراد اٹریکشن ہوتی ہے۔ اس لیے الیکٹرون افینٹی سے مراد کسی ایٹم کا الیکٹرون قبول کرنے اور آئن بنانے کا رجحان ہے۔ مثال کے طور پر فلورین کی الیکٹرون افینٹی $-328\ kJmol^{-1}$ ہے۔ جس کا مطلب یہ ہے کہ ایک مول فلورین ایٹمز ایک مول فلورائڈ آئنز بنانے کے لیے 328 kJ انرجی خارج کرتے ہیں۔

اب ہم پیریاڈک ٹیبل میں الیکٹرون افینٹی کے رجحان کی وضاحت کرتے ہیں۔ الیکٹرون افینٹی کی ویلیوز پیریڈ میں بائیں سے دائیں جانب بڑھتی ہیں۔

دوسرے پیریڈ کے ایلیمنٹس	^{3}Li	^{4}Be	^{5}B	^{6}C	^{7}N	^{8}O	^{9}F	^{10}Ne
الیکٹرون افینٹی ($kJmol^{-1}$)	-60	>0	-29	-122	0	-141	-328	0

پیریڈ میں الیکٹرون افینٹی میں اضافہ

اس کی وجہ یہ ہے کہ پیریڈ میں جب ایٹم کا سائز کم ہوتا ہے تو آنے والے الیکٹرون کے لیے نیوکلیس کی اٹریکشن بڑھ جاتی ہے، جس کا مطلب ہے کہ الیکٹرون کے لیے جتنی زیادہ اٹریکشن ہوگی اتنی ہی زیادہ انرجی خارج ہوگی۔

گروپ 17th کے ایلیمنٹس	الیکٹرون افینٹی $kJmol^{-1}$
^{9}F	-328
^{17}Cl	-349
^{35}Br	-325
^{53}I	-295

ایک گروپ میں الیکٹرون افینٹی کی ویلیوز اوپر سے نیچے کم ہوتی ہیں کیونکہ گروپ میں ایٹم کا سائز بڑھتا ہے۔ ایٹم کے سائز میں اضافے سے شیلڈنگ ایفیکٹ بڑھتا ہے جس کے نتیجے میں آنے والے الیکٹرون کے لیے اٹریکشن کم ہو جاتی ہے جس وجہ سے کم انرجی خارج ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر آیوڈین ایٹم کا سائز کلورین سے بڑا ہے، پس آیوڈین کی الیکٹرون افینٹی کلورین سے کم ہے۔ جیسا کہ ٹیبل میں دکھایا گیا ہے۔

3.2.5 الیکٹرونیگیٹیویٹی (Electronegativity)

کسی ایٹم کی، مالیکیول میں موجود اشتراک شدہ الیکٹرون پیئر (shared pair of electrons) کو اپنی طرف کھینچنے کی صلاحیت کو الیکٹرونیگیٹیویٹی کہتے ہیں۔ خاص طور پر جب ایلیمنٹس میں کوویلنٹ بانڈنگ (covalent bonding) ہو تو یہ خصوصیات اہمیت اختیار کر جاتی ہے۔

الیکٹرونیگیٹیویٹی کا رجحان بھی آیونائزیشن انرجی اور الیکٹرون افینٹی جیسا ہی ہے۔ یہ پیریڈ میں بائیں سے دائیں جانب بڑھتی ہے کیونکہ موثر نیوکلیئر چارج جتنا زیادہ ہوگا نیوکلیس اور اشتراک شدہ الیکٹرون پیئر کا فاصلہ اتنا ہی کم ہوگا۔ نتیجتاً اشتراک شدہ الیکٹرون پیئرز کو اپنی طرف کھینچنے کی قوت اتنی ہی بڑھتی ہے۔ مثال کے طور پر دوسرے پیریڈ کی الیکٹرونیگیٹیویٹی کی ویلیوز ذیل میں دی گئی ہیں۔

دوسرے پیریڈ کے ایلیمنٹس	^{3}Li	^{4}Be	^{5}B	^{6}C	^{7}N	^{8}O	^{9}F
الیکٹرونیگیٹیویٹی	1.0	1.6	2.0	2.6	3.0	3.4	4.0

گروپ 17th کے ایلیمنٹس	الیکٹرونیگیٹیویٹی
^{9}F	4.0
^{17}Cl	3.2
^{35}Br	3.0
^{53}I	2.7

یہ عام طور پر گروپ میں نیچے کی طرف کم ہوتی ہے کیونکہ ایٹم کا سائز بڑھتا ہے۔ پس الیکٹرونز کے اشتراک شدہ جوڑے کے لیے اٹریکشن کمزور ہوتی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر گروپ 17 (ہیلوجنز) کی الیکٹرونیگیٹیویٹی کی ویلیوز یہاں ظاہر کی گئی ہیں۔

خود تشخیصی سرگرمی 3.3

- i- اٹامک ریڈیس سے کیا مراد ہے؟
- ii- اٹامک ریڈیس کے SI یونٹس کیا ہیں؟
- iii- پیریڈ میں ایٹم کا سائز کم کیوں ہوتا ہے؟
- iv- آئیونائزیشن انرجی کی تعریف کریں۔
- v- کسی ایلیمنٹ کی دوسری آئیونائزیشن انرجی پہلی سے زیادہ کیوں ہوتی ہے؟
- vi- گروپ میں آئیونائزیشن انرجی کا رحجان کیا ہے؟
- vii- سوڈیم کی آئیونائزیشن انرجی میگنیشیم سے کم کیوں ہے؟
- viii- ہیلوجنز میں سے الیکٹرون کو نکالنا مشکل کیوں ہے؟
- ix- شیلڈنگ ایفیکٹ کیا ہے؟
- x- شیلڈنگ ایفیکٹ کیسے نیوکلیس اور بیرونی شیل کے درمیان موجود الیکٹروسٹیٹک فورسز کو کم کرتا ہے؟
- xi- بڑے سائز کے ایٹمز میں شیلڈنگ ایفیکٹ زیادہ کیوں ہوتا ہے؟
- xii- پیریڈ میں الیکٹرون افینٹی اور الیکٹرونیگیٹیویٹی کا رحجان ایک جیسا کیوں ہے؟
- xiii- کس ایلیمنٹ کی الیکٹرونیگیٹیویٹی سب سے زیادہ ہے؟

اہم نکات

- انیسویں صدی میں ایلیمنٹس کو خاص نظام کے تحت ترتیب دینے کے لیے کوششیں کی گئیں۔
- ڈوبرائنر نے ایلیمنٹس کو تین کے گروپ کی شکل میں ترتیب دیا جنہیں ٹرائی ایڈز کا نام دیا گیا۔
- نیولینڈز نے ایلیمنٹس کو موسیقی کے سُروں کی طرح آٹھ کے گروپس میں ترتیب دیا۔
- مینڈلیف نے پیریڈز اور کالمز پر مشتمل پیریاڈک ٹیبل تیار کیا، جس میں ایلیمنٹس کو ان کے اٹامک ماس میں اضافے کی بنیاد پر ترتیب دیا گیا بعد میں اس کی اصلاح کر دی گئی۔
- جدید پیریاڈک ٹیبل میں کل اٹھارہ گروپس اور سات پیریڈز ہیں۔
- ویلنس الیکٹرونز اور الیکٹرونک کنفگریشن کی بناء پر ایلیمنٹس کی پیریاڈک ٹیبل میں s، p، d اور f بلاکس میں گروپ بندی کی گئی ہے۔
- اٹامک سائز گروپ میں نیچے کی طرف بڑھتا ہے جبکہ پیریڈ میں بتدریج کم ہوتا ہے۔
- آئیونائزیشن انرجی میں گروپ میں نیچے کی طرف کمی ہوتی ہے۔ جبکہ پیریڈ میں بتدریج اضافہ ہوتا ہے۔
- زیادہ الیکٹرونز والے ایٹمز کا شیلڈنگ ایفیکٹ بھی زیادہ ہوتا ہے۔
- پیریڈ میں الیکٹرونیگیٹیویٹی بڑھتی جبکہ گروپ میں نیچے کی طرف کم ہوتی ہے۔

مشق

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر ✓ کا نشان لگائیں۔

1- پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کا اٹامک ریڈیس:

(a) پیریڈ میں بائیں سے دائیں بڑھتا ہے۔
(b) گروپ میں اوپر سے نیچے بڑھتا ہے۔
(c) گروپ میں اوپر سے نیچے کم ہوتا ہے۔
(d) پیریڈ میں بائیں سے دائیں تبدیل نہیں ہوتا۔

2- جب ایٹم میں ایک الیکٹرون جمع کیا جاتا ہے تو انرجی کی جو مقدار خارج ہوتی ہے، کہلاتی ہے:

(a) لیٹس انرجی (lattice energy)
(b) آئیونائزیشن انرجی (ionization energy)
(c) الیکٹرونیگیٹیویٹی (electronegativity)
(d) الیکٹرون افینٹی (electron affinity)

3- مینڈلیف کے اصل پیریاڈک ٹیبل کی بنیاد تھی:

(a) الیکٹرونک کنفگریشن (b) اٹامک ماس (c) اٹامک نمبر (d) سب شیل کا مکمل ہونا

4- لونگ فارم آف پیریاڈک ٹیبل کی بنیاد ہے:

(a) مینڈلیف کا اصول (b) اٹامک نمبر (c) اٹامک ماس (d) ماس نمبر

5- لونگ فارم آف پیریاڈک ٹیبل کی موجودہ شکل میں چوتھا اور پانچواں پیریڈ کہلاتے ہیں:

(a) شارٹ پیریڈز (b) نارمل پیریڈز (c) لونگ پیریڈز (d) ویری لونگ پیریڈز

6- مندرجہ ذیل میں سے کس ہیلوجن کی الیکٹرونیگیٹیویٹی سب سے کم ہے؟

(a) فلورین (b) کلورین (c) برومین (d) آئیوڈین

7- ایک پیریڈ میں ان میں سے کون سی چیز کم ہوتی جاتی ہے؟

(a) اٹامک ریڈیس (b) آئیونائزیشن انرجی (c) الیکٹرون افینٹی (d) الیکٹرونیگیٹیویٹی

8- ٹرانزیشن ایلیمنٹس ہوتے ہیں:

(a) تمام گیسز (b) تمام میٹلز (c) تمام نان میٹلز (d) تمام میٹلائیڈز

9- آئیونائزیشن انرجی کے متعلق غلط بیان کی نشاندہی کریں:

(a) اس کی پیمائش $kJmol^{-1}$ میں کی جاتی ہے۔
(b) یہ انرجی کا جذب ہوتا ہے۔
(c) یہ پیریڈ میں بتدریج کم ہوتی ہے۔
(d) یہ گروپ میں بتدریج کم ہوتی ہے۔

10- الیکٹرون افینٹی کے متعلق غلط بیان کی نشاندہی کریں:

(a) اس کی پیمائش $kJmol^{-1}$ میں کی جاتی ہے۔ (b) اس میں انرجی کا اخراج ہوتا ہے۔
(c) یہ پیریڈ میں بتدریج کم ہوتی ہے۔ (d) یہ گروپ میں بتدریج کم ہوتی ہے۔

مختصر سوالات

1- نوبل گیسز کیوں ری ایکٹو نہیں ہوتیں؟

2- سیزیم (Cs) کو، جس کا اٹامک نمبر 55 ہے، اپنے ویلنس شیل میں سے 1 الیکٹرون خارج کرنے کے لیے کیوں بہت تھوڑی

3- خصوصیات کی پیریاڈیسٹی کسی ایٹم میں موجود پروٹونز کی تعداد پر کیسے منحصر ہے؟

4- الیکٹرون کا شیلڈنگ ایفیکٹ، کیٹائن (cation) کے بننے کے عمل کو کیوں آسان بناتا ہے؟

5- مینڈلیف کے پیریاڈک لاء اور جدید پیریاڈک لاء میں کیا فرق ہے؟

6- پیریاڈک ٹیبل میں گروپس اور پیریڈز سے کیا مُراد ہے؟

7- ایلیمنٹس کو چوتھے پیریڈ میں کیوں اور کیسے ترتیب دیا گیا؟

8- ایک پیریڈ میں ایٹم کا سائز باقاعدگی سے کم کیوں نہیں ہوتا؟

9- پیریڈ میں آئیونائزیشن انرجی کا رجحان کیا ہے؟

انشائیہ سوالات

1- پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کی ترتیب میں مینڈلیف کے کردار کی وضاحت کریں؟

2- وضاحت کریں کہ کیوں کسی پیریڈ میں بائیں سے دائیں ایٹم کا سائز کم ہوتا ہے؟

3- پیریڈ اور گروپ میں الیکٹرونیگیٹیویٹی کے رجحان کی وضاحت کریں؟

4- جدید پیریاڈک ٹیبل کی اہم خصوصیات بیان کریں؟

5- پیریاڈک ٹیبل میں بلاکس سے کیا مراد ہے اور ایلیمنٹس کو بلاکس میں کیوں رکھا گیا؟

6- پیریڈ کیا ہے، پیریاڈک ٹیبل میں موجود تمام پیریڈز کی وضاحت کریں؟

7- پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کو کیوں اور کیسے ترتیب دیا گیا؟

8- آئیونائزیشن انرجی کیا ہے؟ پیریاڈک ٹیبل میں اس کے رجحان کی وضاحت کریں؟

9- الیکٹرون افینٹی کی تعریف کریں۔ پیریاڈک ٹیبل میں یہ کیوں پیریڈ میں بڑھتی اور گروپ میں کم ہوتی ہے؟

10- مندرجہ ذیل بیان کا جواز پیش کریں۔

"بڑے سائز کے ایٹمز کی آئیونائزیشن انرجی کم ہوتی ہے اور ان کا شیلڈنگ ایفیکٹ زیادہ ہوتا ہے"

مالیکیولز کی ساخت

(Structure of Molecules)

وقت کی تقسیم	
تدریسی پیریڈ	16
تشخیصی پیریڈ	04
سلیبس میں حصہ	16%

بنیادی تصورات

4.1 ایٹم کیمیکل ری ایکشنز کیوں کرتے ہیں؟
4.2 کیمیکل بانڈ
4.3 بانڈز کی اقسام
4.4 انٹر مالیکیولر فورسز
4.5 بانڈنگ کی نوعیت اور خصوصیات

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- پیریاڈک ٹیبل کی مدد سے کسی ایٹم کے ویلنس الیکٹرونز کی تعداد معلوم کر سکیں۔
- نوبل گیسز کی الیکٹرونک کنفگریشن کی اہمیت بیان کر سکیں۔
- اوکٹیٹ اور ڈپلیٹ رول بیان کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ ایلیمنٹس میں استحکام کیوں کر آتا ہے۔
- وہ طریقے بیان کر سکیں جن سے بانڈ بنتے ہیں۔
- آئن بننے کے عمل میں الیکٹرونک کنفگریشن کی اہمیت بیان کر سکیں۔
- کسی میٹیلک ایلیمنٹ کے ایٹم سے کیٹائن بننے کے عمل کو بیان کر سکیں۔
- کسی نان میٹیلک ایلیمنٹ کے ایٹم سے اینائن بننے کے عمل کو بیان کر سکیں۔
- آئیونک بانڈ کے خواص بیان کر سکیں۔
- کسی کمپاؤنڈ میں آئیونک بانڈز کی شناخت کر سکیں۔
- آئیونک بانڈز کے خواص کی پہچان کر سکیں۔

- دونان میٹیلک کمپاؤنڈ کے درمیان کوویلنٹ بانڈ بننے کے عمل کو بیان کر سکیں۔
- مثالوں کے ذریعے سنگل' ڈبل اور ٹرپل کوویلنٹ بانڈز کی وضاحت کر سکیں۔
- سادہ کوویلنٹ مالیکیولز جن میں سنگل، ڈبل اور ٹرپل بانڈ موجود ہوں ان کے الیکٹرون سٹرکچر کراس اور ڈاٹ کے ذریعہ بنا سکیں۔

تعارف

ہمارے اردگرد کی اشیا مادے سے بنی ہوئی ہیں۔ یہ سب اشیا مادے کے بنیادی یونٹس یعنی ایٹمز سے مل کر بنتی ہیں۔ جس کی پہلے وضاحت کی جا چکی ہے۔ یہ ایٹمز باہم مل کر مالیکیول بناتے ہیں جو ہمارے اردگرد مادے کی مختلف حالتوں میں پائے جاتے ہیں۔ وہ فورسز جو مختلف ایٹمز کو ایک مالیکیول میں جوڑے رکھتی ہیں کیمیکل فورسز (chemical forces) کہلاتی ہیں۔ اس باب میں ایٹمز کو باہم جوڑنے والی ان قوتوں پر بحث کی جائے گی۔

4.1 ایٹمز کیمیکل بانڈ کیوں بناتے ہیں؟ (Why Atoms Form Chemical Bond)

یہ ایک یونیورسل اصول ہے کہ ہر چیز زیادہ سے زیادہ مستحکم (stable) ہونے پر مائل ہوتی ہے۔ ایٹمز یہ استحکام نوبل گیسوں جیسی الیکٹرانک کنفگریشن ($ns^2 p^6$) اختیار کر کے حاصل کرتے ہیں۔ کسی ایٹم کے ویلنس شیل میں 2 یا 8 الیکٹرونز کی موجودگی استحکام کی علامت ہے۔ ویلنس شیل میں 2 الیکٹران حاصل کرنے کو ڈوپلیٹ رُول (Duplet Rule) کہتے ہیں۔ جبکہ ویلنس شیل میں آٹھ الیکٹرون حاصل کرنے کو اوکٹیٹ رُول (Octet Rule) کہا جاتا ہے۔

نوبل گیسز کے ویلنس شیل میں 2 یا 8 الیکٹرونز ہی ہوتے ہیں۔ اس کا مطلب ہے کہ تمام نوبل گیسز کے ویلنس شیل مکمل ہوتے ہیں۔ ان کے ایٹمز میں مزید الیکٹرونز کے سمانے کے لیے خالی جگہ نہیں ہوتی۔ اس بنا پر نوبل گیسز نہ تو الیکٹرون حاصل کرتی ہیں نہ الیکٹرون خارج کرتی ہیں اور نہ ہی الیکٹرونز کی شراکت کرتی ہیں۔ اسی لیے یہ نان ری ایکٹو (non-reactive) ہوتی ہیں۔

نوبل گیس الیکٹرونک کنفگریشن کی اہمیت اس حقیقت سے عیاں ہے کہ دیگر تمام ایٹمز کی ہر ممکن کوشش ہوتی ہے کہ وہ قریب ترین نوبل گیسز کی الیکٹرونک کنفگریشن حاصل کر لیں۔ اس مقصد کے لیے ایٹم ایک دوسرے کے ساتھ جڑ جاتے ہیں جسے کیمیکل بانڈنگ کہا جاتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں ایٹم مستحکم ہونے کے لیے نوبل گیس الیکٹرونک کنفگریشن حاصل کر کے کیمیکل بانڈ بناتے ہیں۔ ایک ایٹم اپنے ویلنس شیل میں تین مختلف طریقوں سے 8 الیکٹرونز رکھ سکتا ہے۔

(i) دوسرے ایٹمز کو اپنے ویلنس شیل کے الیکٹرونز دے (donate) کر (جب وہ تین یا تین سے کم ہوں)۔

(ii) دوسرے ایٹمز سے الیکٹرونز حاصل (gain) کر کے (اگر ویلنس شیل میں پانچ یا پانچ سے زائد الیکٹرون ہوں)۔

(iii) دوسرے ایٹمز کے ساتھ ویلنس الیکٹرونز شیئر (share) کر کے۔

اس کا مطلب ہے کہ ہر ایٹم اپنے ویلنس شیل میں 2 یا 8 الیکٹرونز حاصل کرنے کا قدرتی رجحان رکھتا ہے۔ وہ ایٹم جن

کے ویلنس شیل میں 2 یا 8 سے کم الیکٹرونز ہوں، غیر مستحکم (unstable) ہوتے ہیں۔

اب سوال پیدا ہوتا ہے کہ ہمیں کس طرح یہ پتہ چل سکتا ہے کہ کوئی ایٹم کس طرح سے ری ایکٹ کرے گا۔ پیریاڈک ٹیبل میں کسی ایٹم کی پوزیشن سے اس کے گروپ نمبر کی نشان دہی ہوتی ہے۔ جیسا کہ ہم باب نمبر 3 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ گروپ نمبر ویلنس شیل میں موجود الیکٹرونز کی تعداد کی بنیاد پر دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر گروپ نمبر 1 کے ویلنس شیل میں صرف ایک الیکٹرون ہوتا ہے اور گروپ نمبر 17 کے ویلنس شیل میں 7 الیکٹرون ہوتے ہیں۔ کسی ایٹم کے ری ایکشن کے طریقے کا انحصار اس کے ویلنس شیل میں موجود الیکٹرونز کی تعداد پر ہوتا ہے۔ اس بات پر تفصیلی بحث آگے چل کر کی جائے گی۔

4.2 کیمیکل بانڈ (Chemical Bond)

کیمیکل بانڈ ایٹمز کے درمیان عمل کرنے والی ایسی فورس ہے جو انہیں ایک مالیکیول میں جوڑے رکھتی ہے۔ دوسرے الفاظ میں بانڈ کی تشکیل کے دوران کوئی ایسی فورس عمل میں آتی ہے جو ایٹمز کو ایک دوسرے سے جوڑے رکھتی ہے۔

آخری شیل میں الیکٹرونز کے اشتراک یا اخراج یا حصول کے ذریعے آٹھ الیکٹرونز پورے کرنے کا یہ عمل اوکٹیٹ رول کہلاتا ہے۔ اوکٹیٹ رول محض اس بات کی علامت ہے کہ جب بھی ایٹم کیمیکلی ری ایکٹ کریں یا باہم ملیں تو انہیں نوبل گیسوں کی کنفگریشن حاصل کرنا ہوگی۔ ہائڈروجن اور ہیلیم جیسے ایلیمنٹس جن کے ایٹمز میں صرف 's' سب شیل پایا جاتا ہے، یہ ڈوپلیٹ رول بن جاتا ہے۔ یہ ایٹمز کے درمیان کیمیکل بانڈ بننے کے عمل کو سمجھنے میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔

اگر بانڈ کی تشکیل آئنز کے درمیان ہو تو یہ ان آئنز کے درمیان الیکٹروسٹیٹک فورس (electrostatic force) کی بدولت ہوتی ہے۔ لیکن اگر بانڈ کی تشکیل ایک جیسے ایٹمز کے درمیان ہو یا ایسے ایٹمز کے درمیان جن کی الیکٹرونیگیٹیویٹی (electronegativity) کی مقداریں قریب قریب ہوں، تو پھر کیمیکل بانڈ کی تشکیل الیکٹرونز کی شراکت کے ذریعے ہوتی ہے۔ الیکٹرونز کی یہ شراکت باہمی بھی ہو سکتی ہے اور یک طرفہ بھی۔

جب دو ایٹم ایک دوسرے کے نزدیک ہوتے ہیں، تو ان پر بیک وقت اٹریکٹو فورسز (attractive forces) اور ریپلسو فورسز (repulsive forces) عمل کرتی ہیں۔ کیمیکل بانڈ کی تشکیل باہم اٹریکٹو فورسز کے غالب آنے کا نتیجہ ہوتی ہے۔ اس سے سسٹم کی انرجی کم ہو جاتی ہے اور ایک مالیکیول تشکیل پاتا ہے۔ بصورت دیگر اگر ریپلسو فورسز حاوی ہو جائیں تو کوئی کیمیکل بانڈ نہیں بنتا۔ اس صورت میں ریپلسو فورسز کے پیدا ہونے کی بدولت سسٹم کی انرجی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔

4.3 کیمیکل بانڈز کی اقسام (Types of Chemical Bonds)

کیمیکل بانڈنگ میں حصہ لینے والے ویلنس الیکٹرونز کو بانڈنگ (bonding) الیکٹرونز بھی کہا جاتا ہے۔ یہ الیکٹرونز ایٹم کے سب سے بیرونی نامکمل شیل میں ہوتے ہیں۔ یہ ویلنس الیکٹرونز چار مختلف اقسام کے بانڈز بناتے ہیں۔

- آئیونک بانڈ (Ionic Bond)
- کوویلنٹ بانڈ (Covalent Bond)
- ڈیٹو کوویلنٹ یا کوآرڈینیٹ کوویلنٹ بانڈ (Dative Covalent or Coordinate Covalent Bond)
- میٹلک بانڈ (Metallic Bond)

4.3.1 آئیونک بانڈ (Ionic Bond)

گروپ 1 اور گروپ 2 کے ایلیمنٹس جو کہ میٹلز پر مشتمل ہیں' الیکٹرونز دینے کا رجحان رکھتے ہیں۔ جس سے پوزیٹو چارج والے آئنز وجود میں آتے ہیں۔ جبکہ گروپ 15 سے گروپ 17 تک کے ایلیمنٹس جو کہ نان میٹلز ہیں الیکٹرونز کو قبول کرنے کی صلاحیت رکھتے ہیں۔ یہ الیکٹرونیگیٹو ایلیمنٹس ہیں اور ان کی الیکٹرون افینٹی بہت زیادہ ہوتی ہے۔ اگر ان دو مختلف گروپوں کے ایٹمز یعنی میٹلز اور نان میٹلز کو آپس میں ری ایکٹ کرنے دیا جائے تو کیمیکل بانڈ وجود میں آتا ہے۔ اس قسم کا کیمیکل بانڈ' جو ایک ایٹم سے دوسرے ایٹم میں الیکٹرون کی مکمل منتقلی کے نتیجے میں بنتا ہے، آئیونک بانڈ کہلاتا ہے۔

سوڈیم کلورائڈ (NaCl) کا بننا' اس قسم کی بانڈنگ کی ایک اچھی مثال ہے۔

$$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2NaCl_{(s)}$$

سوڈیم کلورائڈ، سوڈیم (Z=11) اور کلورین (Z=17) کے ری ایکشن سے وجود میں آنے والا ایک سادہ کمپاؤنڈ ہے۔
ان ایلیمنٹس کی گراؤنڈ سٹیٹ (ground state) الیکٹرونک کنفگریشن درج ذیل ہے۔

$$_{11}Na = 1s^2, 2s^2\ 2p^6, \boxed{3s^1} \quad \text{یا} \quad Na^{\bullet}$$

$$_{17}Cl = 1s^2, 2s^2\ 2p^6, \boxed{3s^2\ 3p^5} \quad \text{یا} \quad \overset{\times\times}{\underset{\times\times}{{}^{\times}_{\times}Cl^{\times}}}$$

فریم ان عناصر کے ویلنس شیل کے الیکٹرونز کو ظاہر کرتے ہیں، سوڈیم کے ویلنس شیل میں صرف ایک جبکہ کلورین کے ویلنس شیل میں سات الیکٹرون ہیں۔ سوڈیم ایک الیکٹروپوزیٹو ایلیمنٹ ہے اس میں الیکٹرونز دینے کی صلاحیت ہوتی ہے کلورین جو ایک الیکٹرونیگیٹو ایلیمنٹ ہے الیکٹرانز قبول کرنے کا رجحان رکھتی ہے۔ لہٰذا یہ دونوں ایلیمنٹس بالترتیب الیکٹرانز کے اخراج سے پازیٹو آئن اور حصول سے نیگیٹو آئن بناتے ہیں۔ اس طرح یہ دونوں اپنے قریبی نوبل گیس کے ایٹم کی الیکٹرانک کنفگریشن حاصل کر لیتے ہیں۔

$$Na^{\bullet} \longrightarrow Na^+ + e^-$$

کیٹائن (سوڈیم پوزیٹو آئن)

$$1s^2, 2s^2, 2p^6 (Ne)$$

$$\overset{\times\times}{\underset{\times\times}{{}^{\times}_{\times}Cl^{\times}}} + e^- \longrightarrow \left[:\ddot{\underset{..}{Cl}}:\right]^- \quad or \quad Cl^-$$

اینائن (کلورائڈ نیگیٹو آئن)

$$1s^2, 2s^2, 3p^6, 3s^2, 3p^6 (Ar)$$

سوڈیم اپنے ویلنس شیل سے ایک الیکٹرون دے کر Na^+ بن جاتا ہے۔ اس کے آخری سے پہلے شیل میں آٹھ الیکٹرونز

رہ جاتے ہیں۔ کلورین بھی ایک الیکٹرون حاصل کر کے اپنے بیرونی شیل میں آٹھ الیکٹرونز کی تعداد مکمل کر لیتا ہے اور Cl^- آئن میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ یہ دونوں ایٹم اب مخالف چارج رکھنے والے آئنز بن جاتے ہیں۔ یہ دونوں آئنز الیکٹروسٹیٹک فورس کی اٹریکشن کے سبب اور انرجی کی نچلی سطح حاصل کر کے باہم مل کر خود کو مستحکم بنا لیتے ہیں۔

$$Na^+ \quad + \quad Cl^- \longrightarrow \quad NaCl$$

یہ بات قابل غور ہے کہ اس قسم کی بانڈنگ میں صرف ویلنس شیل سے تعلق رکھنے والے الیکٹرونز ہی حصہ لیتے ہیں۔ بقیہ الیکٹرونز حصہ نہیں لیتے۔ اس قسم کے ری ایکشن میں عموماً حرارت کا اخراج ہوتا ہے۔ اس قسم کی بانڈنگ سے وجود میں آنے والے کمپاؤنڈز آئیونک کمپاؤنڈز (ionic compounds) کہلاتے ہیں۔

(i) سوڈیم کلورین کے ساتھ کیمیکل بانڈ کیوں بناتا ہے؟
(ii) سوڈیم ایک الیکٹرون خارج کر کے 1+ چارج کیوں حاصل کرتا ہے؟
(iii) ایٹم کس طرح اوکٹیٹ رول پر عمل کرتے ہیں؟
(iv) کیمیکل بانڈنگ میں کون سے الیکٹرون حصہ لیتے ہیں؟
(v) گروپ 1 کے ایلیمنٹس گروپ 17 کے ایلیمنٹس کے ساتھ ملنے کو کیوں ترجیح دیتے ہیں؟
(vi) کلورین صرف 1 الیکٹرون قبول کرنے کا پابند کیوں ہے؟

خود تشخیصی سرگرمی 4.1

4.3.2 کوویلنٹ بانڈ (Covalent Bond)

گروپ 14 تا گروپ 17 کے ایلیمنٹس کو جب ری ایکٹ کرنے کا موقع ملتا ہے تو یہ ایلیمنٹس ویلنس الیکٹرونز کا باہمی اشتراک کر کے کیمیکل بانڈز بناتے ہیں۔ اس قسم کا بانڈ جو الیکٹرونز کے باہمی اشتراک سے وجود میں آتا ہے، کوویلنٹ بانڈ (bond covalent) کہلاتا ہے۔

کوویلنٹ بانڈ کی تشکیل کے دوران آنے والی توانائی کی تبدیلیاں بے حد اہمیت کی حامل ہیں۔ جب دو ایٹم ایک دوسرے کے نزدیک آتے ہیں تو ایک کے الیکٹرونز اور دوسرے کے نیوکلئس کے درمیان اٹریکٹو فورسز پیدا ہو جاتی ہیں۔ اس کے ساتھ ہی دونوں نیوکلیائی (nuclei) کے درمیان ریپلسو فورسز بھی وجود میں آ جاتی ہیں۔ جب ان دونوں ایٹمز کے درمیان فاصلہ کم ہونے پر اٹریکٹو فورسز ریپلسو فورسز پر غالب آ جاتی ہیں تو ان دونوں ایٹمز کے درمیان کیمیکل بانڈ وجود میں آ جاتا ہے۔ ہائیڈروجن، کلورین، نائٹروجن اور آکسیجن گیسز کے مالیکیولز کا بننا اس قسم کی بانڈنگ کی چند مثالیں ہیں۔

کوویلنٹ بانڈز کی اقسام (Types of Covalent Bonds)

جیسا کہ اوپر بیان ہوا کہ کوویلنٹ بانڈ دو ایٹمز کے درمیان الیکٹرونز کے باہمی شیئرنگ (mutual sharing) سے وجود میں آتا ہے۔ ایسے الیکٹرونز جو کیمیکل بانڈ بنانے کے لیے باہم جوڑے بناتے ہیں، بانڈ پیئر (bond pair) الیکٹرونز کہلاتے ہیں۔ بانڈ پیئرز کی تعداد کے لحاظ سے کوویلنٹ بانڈز کی تین اقسام ہیں۔ جن کی تفصیل آگے آ رہی ہے۔

سنگل کوویلنٹ بانڈ (—)

جب کوویلنٹ بانڈ بنانے والا ہر ایٹم ایک ایک الیکٹرون فراہم کرتا ہے تو ایک بانڈ پیئر وجود میں آتا ہے۔ اسے سنگل کوویلنٹ بانڈ (single covalent bond) کہتے ہیں۔ اس قسم کے مالیکیولز کا سٹرکچر بناتے وقت ان دونوں ایٹمز کے درمیان سنگل بانڈ پیئر کو ایک لائن سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ سنگل کوویلنٹ بانڈ پر مشتمل مالیکیولز کی چند مثالیں ہائیڈروجن (H_2)، کلورین (Cl_2)، ہائیڈروجن کلورائیڈ گیس (HCl) اور میتھین (CH_4) ہیں۔

$$H\bullet + \times H \longrightarrow H\bullet\times H \quad or \quad H—H \;;\; H_2$$

سنگل کوویلنٹ بانڈ

ڈبل کوویلنٹ بانڈ (=)

جب ہر بانڈ بنانے والا ایٹم دو دو الیکٹرونز فراہم کرتا ہے تو دو عدد بانڈ پیئرز کی شراکت بنتی ہے اور ایک ڈبل کوویلنٹ بانڈ (double covalent bond) وجود میں آتا ہے۔ ان مالیکیولز کے سٹرکچر میں ایسے بانڈ کو ڈبل لائن (=) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ آکسیجن گیس (O_2) اور ایتھین (C_2H_4) میں اس طرح کے ڈبل کوویلنٹ بانڈ نظر آتے ہیں۔

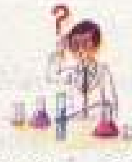
ڈبل کوویلنٹ بانڈ

ٹرپل کوویلنٹ بانڈ (≡)

جب بانڈز بنانے والا ہر ایٹم تین تین الیکٹرونز فراہم کرتا ہے تو بانڈز بننے کے عمل میں تین بانڈ پیئرز حصہ لیتے ہیں۔ اس قسم کے بانڈز کو ٹرپل کوویلنٹ بانڈ (triple covalent bond) کہتے ہیں۔ الیکٹرونز کے ان تین جوڑوں کو ظاہر کرنے کے لیے تین چھوٹی لائنیں (≡) استعمال کی جاتی ہیں۔ ٹرپل کوویلنٹ بانڈ رکھنے والے مالیکیولز کی مثالیں نائٹروجن (N_2) اور ایتھائن (C_2H_2) ہیں۔

ٹرپل کوویلنٹ بانڈ

ویلنس شیل الیکٹرونز کے اس باہمی اشتراک سے ہر ایٹم اوکٹیٹ یعنی قریب ترین نوبل گیس کی کنفگریشن حاصل کر لیتا ہے۔



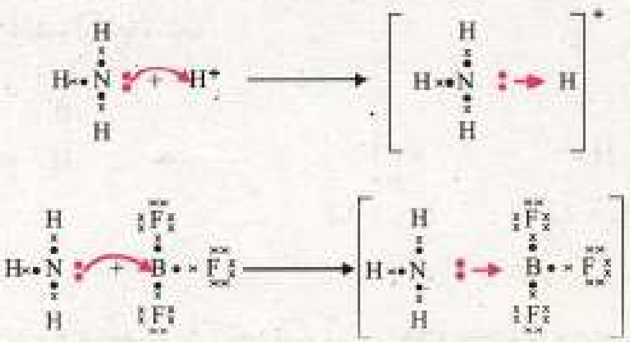
کیا آپ جانتے ہیں؟

ایٹمز کے ویلنس شیل کی الیکٹرونک کنفگریشن اس ایلیمنٹ کی سمبل کے گرد چھوٹے چھوٹے ڈاٹ یا کراس کی صورت میں ظاہر کی جاتی ہے۔ ہر ڈاٹ یا کراس ایک ایک الیکٹرون کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ کسی ایٹم کے ویلنس شیل کی الیکٹرونک کنفگریشن ظاہر کرنے کے لیے لیوس (Lewis) کا سٹینڈرڈ طریقہ ہے۔ اسے لیوس سٹرکچر ڈایاگرام کہتے ہیں۔

4.3.3 ڈیٹو کوویلنٹ یا کوآرڈینیٹ کوویلنٹ بانڈ
(Dative Covalent or Coordinate Covalent Bond)

کوآرڈینیٹ کوویلنٹ یا ڈیٹو کوویلنٹ بانڈنگ ایک ایسی کوویلنٹ بانڈنگ ہے جس میں الیکٹرونز کا بانڈ پیئر صرف ایک ایٹم دیتا ہے۔ وہ ایٹم جو بانڈ پیئر فراہم کرتا ہے' ڈونر (donor) کہلاتا ہے اور جو ایٹم اس پیئر کو حاصل کرتا ہے' وہ ایکسپٹر (acceptor) کہلاتا ہے۔ اس طرح کے الیکٹرون پیئر کو ظاہر کرنے کے لیے عموماً ایک تیر (→) استعمال کیا جاتا ہے۔ اس تیر کا ہیڈ (head) ایکسپٹر ایٹم کی جانب ہوتا ہے۔

نان بانڈڈ الیکٹرون پیئر جو ایک ایٹم پر موجود ہوتا ہے لون پیئر (lone pair) کہلاتا ہے۔ جب ایک پروٹون (H^+) کسی ایسے مالیکیول کے نزدیک پہنچتا ہے جو الیکٹرونز کے لون پیئر کا حامل ہو تو یہ لون پیئر H^+ کو دے دیتا ہے اور ایک کوآرڈینیٹ کوویلنٹ بانڈ وجود میں آتا ہے۔ مثال کے طور پر امونیم ریڈیکل (NH_4^+) کی تشکیل۔



شکل نمبر 4.1: کوآرڈینیٹ کوویلنٹ بانڈ (سرخ تیر)

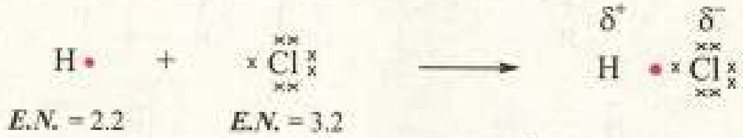
بورون ٹرائی فلورائڈ (BF_3) کے بننے کے عمل میں بورون ایٹم (Z=5) کے تین ویلنس الیکٹرونز اور فلورین کے تینوں ایٹمز کے ساتھ ایک ایک الیکٹرون شیئر کر کے بانڈ بنا لیتے ہیں۔ بانڈ پیئر الیکٹرونز کی اس شیئرنگ (کوویلنٹ بانڈ کی تشکیل) کے بعد بھی بورون کے ایٹم کو اپنے بیرونی شیل میں دو الیکٹرونز کی کمی کا سامنا رہتا ہے۔ جب کوئی مالیکیول جو لون پیئر کا حامل ہو، بورون ٹرائی فلورائڈ کے نزدیک پہنچتا ہے' تو یہ اس ڈونر مالیکیول سے لون پیئر حاصل کرتے ہوئے کوآرڈینیٹ کوویلنٹ بانڈ بنا لیتا ہے۔ امونیا کے مالیکیول میں نائٹروجن پر واقع لون پیئر اسے کوآرڈینیٹ کوویلنٹ بانڈ بنانے کے لیے ایک اچھا ڈونر مالیکیول بناتا ہے۔ جیسا کہ شکل 4.1 میں دکھایا گیا ہے۔

4.3.4 پولر اور نان پولر کوویلنٹ بانڈز (Polar and Nonpolar Covalent Bonds)

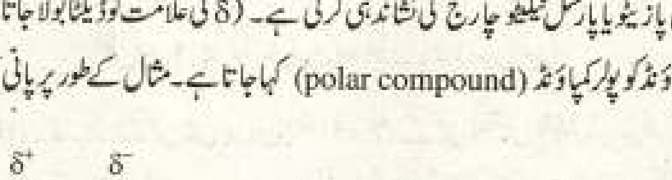
اگر کوویلنٹ بانڈ دو ایک جیسے ایٹمز (homoatoms) کے درمیان تشکیل پائے تو بانڈ پیئر الیکٹرونز کا جوڑا دونوں ایٹمز کی جانب یکساں طور پر اٹریکٹ ہوتا ہے۔ اس قسم کے بانڈ کو نان پولر کوویلنٹ بانڈ (nonpolar covalent bond) کہتے ہیں۔ یہ بانڈ الیکٹرون پیئر کے مساوی شیئرنگ کی صورت میں تشکیل پاتا ہے۔ یہ خالص کوویلنٹ بانڈ بھی کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر H – H اور Cl – Cl کے بانڈ کا بننا۔

اگر کوویلنٹ بانڈ دو مختلف قسم کے ایٹمز (heteroatoms) کے درمیان بنے تو بانڈ پیئر الیکٹرونز پر دونوں ایٹموں کی اٹریکشن کی فورس برابر نہیں ہوگی۔ ان میں سے ایک ایٹم دوسرے کی نسبت بانڈ ڈ پیئر کو اپنی جانب زیادہ اٹریکٹ کرے گا۔ اس ایٹم (ایلیمنٹ) کو زیادہ الیکٹرونیگیٹو کہا جائے گا۔

جب دو کوویلنٹ بانڈ بنانے والے ایٹمز کی الیکٹرونیگیٹیویٹی میں فرق ہو تو ان ایٹمز کے درمیان بانڈ پیئر کی اٹریکشن غیر مساوی ہوگی۔ اس کے نتیجے میں پولر کوویلنٹ بانڈ تشکیل پاتا ہے۔ ہائیڈروجن اور کلورین کی الیکٹرونیگیٹیویٹی کا فرق 1.0 ہے۔ چونکہ کلورین کی الیکٹرونیگیٹیویٹی ہائیڈروجن سے زیادہ ہے، اس لیے یہ مشترکہ الیکٹرون پیئر کو زیادہ فورس سے اپنی طرف کھینچتا ہے۔ چنانچہ الیکٹرونیگیٹیویٹی کے اس فرق کی وجہ سے کلورین پر پارشل نیگیٹو چارج (partial negative charge) اور ہائیڈروجن پر پارشل پوزیٹو چارج (partial positive charge) پیدا ہو جاتا ہے۔ اس سے بانڈ میں پولیریٹی (polarity) پیدا ہو جاتی ہے جس کی وجہ سے اسے پولر کوویلنٹ بانڈ کہا جاتا ہے۔



δ^{+} یا δ^{-} کی علامت پارشل پازیٹو یا پارشل نیگیٹو چارج کی نشاندہی کرتی ہے۔ (δ کی علامت کو ڈیلٹا بولا جاتا ہے) پولر کوویلنٹ بانڈز کے نتیجے میں بننے والے کمپاؤنڈ کو پولر کمپاؤنڈ (polar compound) کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر پانی، ہائیڈروجن کلورائڈ اور ہائیڈروجن فلورائڈ۔



الیکٹرونیگیٹیویٹی کی ویلیو سے بتایا جاسکتا ہے کہ آیا کوئی کیمیکل بانڈ آئیونک ہوگا یا کوویلنٹ۔ زیادہ الیکٹرونیگیٹیویٹی رکھنے والے ایلیمنٹس جیسے (ہیلائڈ گروپ) اور کم الیکٹرونیگیٹیویٹی رکھنے والے ایلیمنٹس جیسے (الکلی میٹلز) کے درمیان بننے والا بانڈ آئیونک

ہوگا کیونکہ ان کے الیکٹرون مکمل طور پر ایک ایٹم سے دوسرے ایٹم میں منتقل ہو جاتے ہیں۔ قریب قریب الیکٹرونیگیٹیویٹی رکھنے والے ایلیمنٹس کے درمیان کوویلنٹ بانڈ بنے گا جس طرح میتھین میں کاربن اور ہائیڈروجن کا بانڈ اور امونیا میں نائٹروجن اور ہائیڈروجن کا بانڈ۔ اگر دو ایلیمنٹس کی الیکٹرونیگیٹیویٹی کا فرق 1.7 سے زیادہ ہو تو ان کے درمیان بننے والا بانڈ بالعموم آئیونک بانڈ ہوگا اور اگر یہ 1.7 سے کم تر ہو تو بالعموم کوویلنٹ بانڈ بنے گا۔

خود تشخیصی سرگرمی 4.2

i- کاربن ایٹم کی الیکٹرونک کنفگریشن بیان کریں۔

ii- کس قسم کے ایلیمنٹس میں الیکٹرونز کے شیئرنگ کا رجحان پایا جاتا ہے؟

iii- اگر ریپلسو فورسز، اٹریکٹو فورسز پر حاوی ہوں تو کیا کوویلنٹ بانڈ بن سکتا ہے؟

iv- نائٹروجن ایٹم کی الیکٹرونک کنفگریشن کو مدنظر رکھتے ہوئے بتائیے کہ بانڈ کی تشکیل میں کتنے الیکٹرون حصہ لیتے ہیں اور کس قسم کا کوویلنٹ بانڈ وجود میں آتا ہے؟

v- درج ذیل مالیکیولز میں کوویلنٹ بانڈ کی قسم بتائیے۔

O_2 اور N_2 ، H_2 ، C_2H_4 ، CH_4

vi- لون پیئر کسے کہتے ہیں؟ امونیا میں نائٹروجن پر کتنے لون پیئر پائے جاتے ہیں؟

vii- BF_3 میں الیکٹرونز کی کمی کی کیا وجہ ہے؟

viii- کس قسم کے الیکٹرون پیئر کسی مالیکیول کو ایک اچھا ڈونر بناتے ہیں؟

ix- بانڈڈ اور لون پیئر الیکٹرون میں کیا فرق ہے؟

x- NH_3 کے مالیکیول میں الیکٹرونز کے کتنے بانڈ ڈ پیئرز پائے جاتے ہیں؟

xi- ڈیلٹا کی علامت سے آپ کیا مراد لیتے ہیں اور یہ کیوں بنایا جاتا ہے؟

xii- آکسیجن کے مالیکیول میں پولر کوویلنٹ بانڈ کیوں نہیں بنتا؟

xiii- پانی میں پولر کوویلنٹ بانڈ کیوں پایا جاتا ہے؟

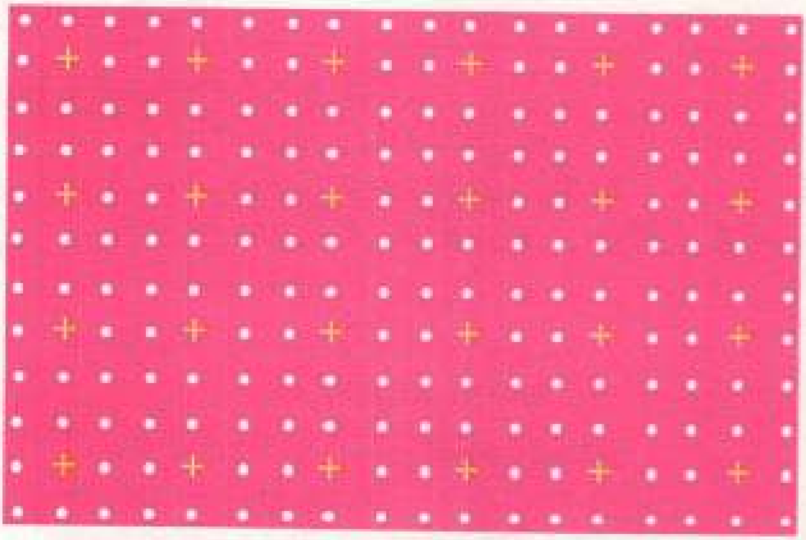
4.3.5 میٹلک بانڈ (Metallic Bond)

میٹلک بانڈ کی تعریف یہ ہے کہ یہ ایک ایسا بانڈ ہے جو میٹلک ایٹمز (پازیٹو چارج والے آئنز) کے درمیان موبائل یا فری الیکٹرونز کی وجہ سے تشکیل پاتا ہے۔

میٹلز کی منفرد خصوصیات، مثلاً زیادہ میلٹنگ پوائنٹ اور بوائلنگ پوائنٹ، حرارت اور بجلی کی عمدہ کنڈکشن اور سخت اور وزنی نوعیت ہونے سے اس نظریہ کو تقویت ملتی ہے کہ میٹلک ایٹمز کے درمیان کیمیکل بانڈ بھی مختلف قسم کا ہونا چاہیے۔

میٹلز میں نیوکلیئس کا بیرونی الیکٹرونز پر اثر بہت کمزور ہوتا ہے۔ کیونکہ ان ایٹمز کا سائز بڑا ہوتا ہے اور نیوکلیئس اور ویلنس الیکٹرونز کے درمیان کئی شیلز پائے جاتے ہیں۔ مزید برآں کم آئیونائزیشن پوٹینشلز کی بدولت، میٹلز میں بیرونی الیکٹرونز کو باآسانی خارج کرنے کا رجحان پایا جاتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ میٹلز میں ایٹمز کے درمیان خالی جگہوں میں موبائل الیکٹرونز آزادانہ گھومتے پھرتے ہیں۔ ان الیکٹرونز میں سے کوئی بھی کسی ایک ایٹم کے ساتھ آزادانہ طور پر نہیں جڑا ہوتا۔ یا تو یہ الیکٹرونز ایٹم کے

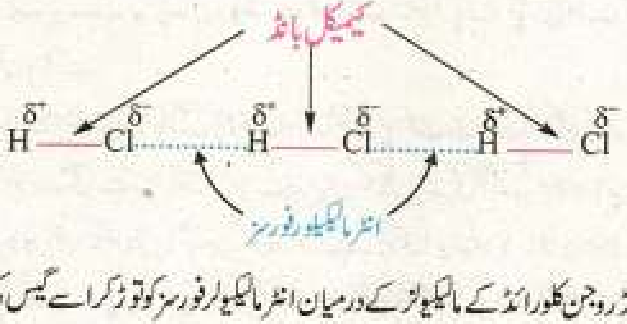
کامن پول (common pool) سے تعلق رکھتے ہیں یا پھر اس میٹل کے تمام ایٹمز سے مشترکہ طور پر منسلک ہوتے ہیں۔ میٹلک ایٹمز کے نیوکلیائی ان آزاد اور موبائل الیکٹرونز کے سمندر میں ڈوبے ہوئے محسوس ہوتے ہیں۔ یہ موبائل الیکٹرون میٹلک ایٹمز کے درمیان میٹلک بانڈ بنا کر انہیں باہم جوڑے رکھنے کے ذمہ دار ہوتے ہیں۔ شکل 4.2 میں ایک سادہ میٹلک بانڈ دکھایا گیا ہے۔



شکل 4.2 میٹلک بانڈ کی علامتی ڈایاگرام جس میں اس کے پوزیٹو نیوکلیائی (+) آزاد الیکٹرونز (•) کے سمندر میں ڈوبے نظر آ رہے ہیں۔

4.4 انٹر مالیکیولر فورسز (Intermolecular Forces)

جیسا کہ پہلے ذکر کیا گیا ہے کہ ایک کمپاؤنڈ میں ایٹمز کو اکٹھا رکھنے والی فورسز کو بانڈ کہا جاتا ہے۔ بانڈ بنانے والی ان طاقتور فورسز کے ساتھ ساتھ مالیکیولز کے درمیان نسبتاً کمزور فورسز بھی پائی جاتی ہیں جو انٹر مالیکیولر فورسز کہلاتی ہیں۔ ہائیڈروکلورک ایسڈ کی بانڈنگ اور انٹر مالیکیولر فورسز ذیل میں دکھائی گئی ہیں۔



ایک مول مائع ہائیڈروجن کلورائڈ کے مالیکیولز کے درمیان انٹر مالیکیولر فورسز کو توڑ کر اسے گیس کی حالت میں تبدیل کرنے کے لیے 17 kJ انرجی درکار ہوتی ہے۔ جبکہ ایک مول ہائیڈروجن کلورائڈ میں ہائیڈروجن اور کلورین کے مابین کیمیکل بانڈ کو توڑنے کے لیے 430 kJ انرجی درکار ہوتی ہے۔

4.4.1 ڈائی پول۔ڈائی پول انٹریکشن (Dipole-Dipole Interaction)

تمام انٹر مالیکیولر فورسز، جو مجموعی طور پر وان ڈر والز (van der Waals) فورسز کہلاتی ہیں، فطری طور پر الیکٹریکل ہوتی ہیں۔ یہ مخالف چارجز کی اٹریکشن کے نتیجے میں پیدا ہوتی ہیں جو عارضی بھی ہو سکتی ہے اور مستقل بھی۔ دو مختلف قسم کے ایٹمز کے درمیان الیکٹرونز کے غیر مساویانہ اشتراک کے سبب مالیکیول کا ایک سرا ہلکا پوزیٹو اور دوسرا ہلکا نیگیٹو ہو جاتا ہے۔ چونکہ الیکٹرونز کا اشتراک شدہ جوڑ زیادہ الیکٹرونیگیٹو ایٹم کی طرف زیادہ جھکاؤ رکھتا ہے۔ اس پر پارشل نیگیٹو چارج پیدا ہو جاتا ہے۔ مثلاً ہائیڈروجن کلورائڈ میں کلورین پارشل نیگیٹو چارج کا حامل ہو جاتا ہے۔ جبکہ مالیکیول کا دوسرا سرا پارشل پوزیٹو چارج کا حامل ہو جاتا ہے۔

$$\overset{\delta^+}{H}-\overset{\delta^-}{Cl}$$

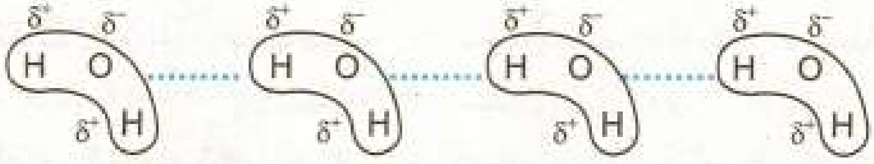
جب ایک مالیکیول کے مختلف حصوں میں پارشل پوزیٹو اور پارشل نیگیٹو چارج پیدا ہو جاتا ہے تو اس سے گردونواح کے مالیکیول اپنی پوزیشن میں اس طرح سے تبدیلی پیدا کر لیتے ہیں کہ ان کا ایک نیگیٹو چارج والا حصہ دوسرے مالیکیول کے پازیٹو چارج والے حصے کے قریب ہو جائے۔ اس کے نتیجے میں متصل مالیکیولز کے مخالف چارج بردار حصوں کے درمیان اٹریکشن کی ایک فورس پیدا ہو جاتی ہے۔ ان فورسز کو ڈائی پول ڈائی پول انٹریکشن کہا جاتا ہے جیسا کہ ذیل میں دی گئی HCl ڈایا گرام سے ظاہر ہے۔

$$\overset{\delta^+}{H}-\overset{\delta^-}{Cl}\cdots\cdots\overset{\delta^+}{H}-\overset{\delta^-}{Cl}\cdots\cdots\overset{\delta^+}{H}-\overset{\delta^-}{Cl}$$

4.4.2 ہائیڈروجن بانڈنگ (Hydrogen Bonding)

ہائیڈروجن بانڈنگ ایک خاص انٹر مالیکیولر فورس ہے جو مستقل پولر مالیکیولز میں پائی جاتی ہے۔ اس بانڈنگ کو ایک منفرد ڈائی پول ڈائی پول انٹریکشن کہا جا سکتا ہے۔ اٹریکشن کی یہ فورس ایسے مالیکیولز کے درمیان پیدا ہوتی ہے جن میں ہائیڈروجن ایٹم کا بانڈ ایک چھوٹے لیکن زیادہ الیکٹرونیگیٹیویٹی رکھنے والے ایٹمز مثلاً نائٹروجن، آکسیجن اور فلورین کے ساتھ بنا ہوتا ہے، جن میں الیکٹرونز کے لون پیئر (lone pairs) پائے جاتے ہیں۔ ہائیڈروجن کے ایٹم اور دوسرے ایٹم کے درمیان موجود کوویلنٹ بانڈ اس قدر پولر بن جاتا ہے کہ ہائیڈروجن ایٹم پر پارشل پوزیٹو اور دوسرے ایٹم پر پارشل نیگیٹو چارج پیدا ہو جاتا ہے۔ ہائیڈروجن کا ایٹم اپنے مختصر سائز اور زیادہ پارشل پوزیٹو چارج کی بدولت اس قابل ہوتا ہے کہ دوسرے مالیکیول کے ایٹمز نائٹروجن، آکسیجن یا فلورین کو اٹریکٹ کر سکے۔

اس طرح ایک مالیکیول کا پارشلی پوزیٹولی چارجڈ ہائیڈروجن ایٹم دوسرے مالیکیول کے پارشلی نیگیٹولی چارجڈ ایٹم کو اٹریکٹ کرتے ہوئے اس سے بانڈ بناتا ہے۔ اسے ہائیڈروجن بانڈنگ کہتے ہیں۔ اٹریکشن کی یہ فورس مالیکیولز کے درمیان نقطہ دار خط (dotted line) کی صورت میں ظاہر کی جاتی ہے، جیسا کہ اگلے صفحے پر دکھایا گیا ہے۔



ہائڈروجن بانڈنگ مالیکیول کی طبیعی خصوصیات پر اثر انداز ہوتی ہے۔ اس کی وجہ سے کمپاؤنڈ کے بوائلنگ پوائنٹ پر بہت زیادہ اثر پڑتا ہے۔ مثال کے طور پر پانی کا بوائلنگ پوائنٹ (100 °C) الکحل کے بوائلنگ پوائنٹ (78 °C) سے زیادہ ہے کیونکہ پانی میں ہائڈروجن بانڈنگ الکحل کی نسبت زیادہ طاقتور ہوتی ہے۔

برف کا پانی کے اوپر تیرنا بھی ہائڈروجن بانڈنگ کی بدولت ہے۔ 0 °C پر برف کی ڈینسٹی ($0.917\ gcm^{-3}$) 0 °C پر مائع پانی کی ڈینسٹی ($1.00\ gcm^{-3}$) کی نسبت کم ہے۔ مائع حالت میں پانی کے مالیکیول بے ترتیبی سے حرکت کرتے ہیں۔ لیکن جب پانی جمتا ہے تو اس کے مالیکیول ایک ترتیب کی صورت اختیار کر لیتے ہیں۔ اس سے انہیں ایک کھلی ساخت (open structure) مل جاتی ہے۔ اس عمل میں مالیکیولز کا درمیانی فاصلہ بڑھ جاتا ہے جس کے نتیجے میں برف کی ڈینسٹی پانی کی نسبت کم ہو جاتی ہے۔

i- کس قسم کے ایلیمنٹس میٹلک بانڈ بناتے ہیں؟
ii- میٹلز میں نیوکلیئس کی گرفت بیرونی الیکٹرونز پر کیوں کمزور ہوتی ہے؟
iii- میٹلز میں الیکٹرون آزادانہ حرکت کیوں کرتے ہیں؟
iv- میٹلز میں کس قسم کے الیکٹرون ایٹمز کو یکجا رکھتے ہیں؟
v- انٹر مالیکیولر فورسز کی تعریف کریں۔ HCl کے مالیکیول میں ان فورسز کی نشاندہی کریں۔
vi- ایک مالیکیول میں ڈائی پول کیوں وجود میں آتے ہیں؟
vii- ہیلوجن گروپ کے مالیکیولز میں کشش کی ڈائی پول فورسز کیوں نہیں پائی جاتیں؟
viii- HCl کے مالیکیولز کے درمیان کشش کی کونسی فورسز پائی جاتی ہیں؟

خود تشخیصی سرگرمی 4.3

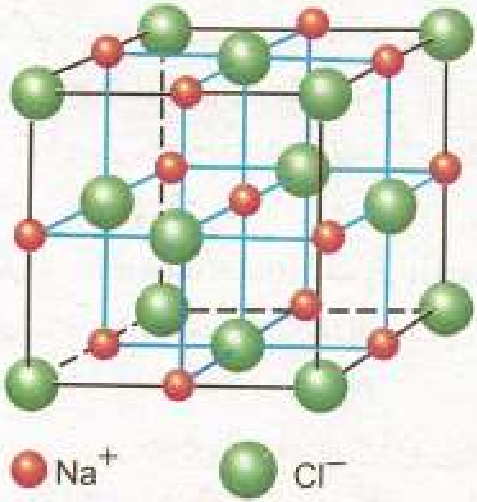
4.5 بانڈنگ کی نوعیت اور خصوصیات (NATURE OF BONDING AND PROPERTIES)

کمپاؤنڈز کی خصوصیات ان کے اندر موجود بانڈنگ کی نوعیت پر منحصر ہیں۔ آیئے ہم کمپاؤنڈز کی خصوصیات پر بانڈنگ کی نوعیت کے اثرات کا جائزہ لیتے ہیں۔

4.5.1 آئیونک کمپاؤنڈز (Ionic Compounds)

آئیونک کمپاؤنڈز پازیٹو اور نیگیٹو چارج والے آئنز سے مل کر بنتے ہیں۔ لہٰذا یہ کمپاؤنڈز مالیکیولز کی بجائے آئنز پر مشتمل ہوتے ہیں۔ پازیٹو اور نیگیٹو چارج کے حامل یہ آئن طاقت ور الیکٹروسٹیٹک فورس کے ذریعے ٹھوس یا کرسٹل کی شکل میں باہم جڑے رہتے ہیں۔

درج ذیل شکل 4.3 میں سوڈیم کلورائڈ کی کرسٹلز میں Na^+ اور Cl^- آئنز کی ترتیب ظاہر کی گئی ہے۔



شکل 4.3: Na Cl کے ٹھوس کرسٹل میں Na^+ اور Cl^- آئنوں کی عمومی ترتیب

آئیونک کمپاؤنڈز کی درج ذیل خصوصیات ہوتی ہیں۔

i- آئیونک کمپاؤنڈز زیادہ تر کرسٹلائن (crystalline) ٹھوس ہوتے ہیں۔

ii- ٹھوس حالت میں آئیونک کمپاؤنڈز کی الیکٹریکل کنڈکٹنس (electrical conductance) نہ ہونے کے برابر ہوتی ہے لیکن سلوشن کی شکل میں یا پگھلی ہوئی حالت میں یہ بھی الیکٹریسٹی کے اچھے کنڈکٹر ہوتے ہیں۔ اس کی وجہ ان کے اندر آزاد آئنز کی موجودگی ہے۔

iii- آئیونک کمپاؤنڈز کے میلٹنگ پوائنٹ اور بوائلنگ پوائنٹ زیادہ ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر سوڈیم کلورائڈ کا میلٹنگ پوائنٹ 800 °C اور بوائلنگ پوائنٹ 1413 °C ہے۔ چونکہ آئیونک کمپاؤنڈز پوزیٹو اور نیگیٹو آئنز سے مل کر بنتے ہیں۔ لہٰذا مخالف چارج رکھنے والے آئنز کے درمیان اٹریکشن کی طاقتور الیکٹروسٹیٹک فورسز موجود ہوتی ہیں۔ اور اس لیے ان فورسز کو ختم کرنے کے لیے بڑی مقدار میں انرجی درکار ہوتی ہے۔

4.5.2 کوویلنٹ کمپاؤنڈز (Covalent Compounds)

کوویلنٹ کمپاؤنڈز ایٹمز کے درمیان الیکٹرونز کے اشتراک یعنی کوویلنٹ بانڈ سے بننے والے مالیکیولز پر مشتمل ہوتے ہیں۔ کوویلنٹ کمپاؤنڈز کو عام طور پر آئیونک بانڈ کی نسبت کمزور سمجھا جاتا ہے۔ کوویلنٹ کمپاؤنڈز دو یا دو سے زیادہ نان میٹلک ایلیمنٹس سے مل کر بنتے ہیں۔ مثلاً H_2, CH_4, CO_2, H_2SO_4, $C_6H_{12}O_6$۔ کم مالیکیولر ماس رکھنے والے کوویلنٹ

کمپاؤنڈز یا تو گیسز کی صورت میں ہوتے ہیں یا جلدی بوائل ہو جانے والے مائعات کی صورت میں۔ اس کے برعکس زیادہ مالیکیولر ماس رکھنے والے کوویلنٹ کمپاؤنڈز ٹھوس صورت میں پائے جاتے ہیں۔ کوویلنٹ کمپاؤنڈز کی دیگر خصوصیات درج ذیل ہیں۔

-i ان کے میلٹنگ اور بوائلنگ پوائنٹس عموماً کم ہوتے ہیں۔

-ii یہ عام طور پر الیکٹریسٹی کے ناقص کنڈکٹر ہوتے ہیں۔ ایسے کمپاؤنڈز جن کے بانڈز پولر ہوتے ہیں، الیکٹریسٹی کے کنڈکٹر ہوتے ہیں اور یہ پولر سولوینٹس (solvents) ہی میں حل ہوتے ہیں۔

-iii یہ عموماً پانی میں حل نہیں ہوتے لیکن پانی کے علاوہ دیگر نان ایکوس سولوینٹس (non-aqueous solvents) مثلاً بینزین، ایتھر، الکحل اور ایسیٹون میں حل ہو جاتے ہیں۔

-iv بڑے مالیکیول جن میں سہ رخی (three dimensional) بانڈنگ پائی جاتی ہے' کوویلنٹ کرسٹلز بناتے ہیں جو انتہائی مضبوط اور سخت ہوتی ہیں۔ ان کے میلٹنگ اور بوائلنگ پوائنٹس بہت زیادہ ہوتے ہیں۔

پولر اور نان پولر کمپاؤنڈز (Polar and Non-Polar Compounds)

جیسا کہ پہلے بیان کیا گیا ہے کہ بانڈنگ ایٹمز میں الیکٹرونیگیٹیویٹی کے فرق سے کیمیکل بانڈ میں پولیریٹی پیدا ہوتی ہے۔ پالنگ (Pauling) سکیل پر فلورین کو 4.0 الیکٹرونیگیٹیویٹی دی گئی ہے۔ دوسرے ایلیمنٹس کی ویلیوز اس کی نسبت سے معلوم کی جاتی ہیں۔

نان پولر اور پولر کوویلنٹ کمپاؤنڈز کی خصوصیات میں معمولی فرق پایا جاتا ہے۔ نان پولر کمپاؤنڈز عموماً پانی میں حل نہیں ہوتے جبکہ پولر کوویلنٹ کمپاؤنڈز بالعموم پانی میں حل ہو جاتے ہیں۔ اسی طرح نان پولر کمپاؤنڈز بھی الیکٹریسٹی کنڈکٹر نہیں ہوتے لیکن پولر کمپاؤنڈز کا پانی میں سلوشن عموماً الیکٹریسٹی کا کنڈکٹر ہوتا ہے۔ کیونکہ پانی کے ساتھ ری ایکشن کے نتیجے میں ان کے آئنز بن جاتے ہیں۔

4.5.3 کوآرڈینیٹ کوویلنٹ کمپاؤنڈز (Coordinate Covalent Compounds)

ان کی بیشتر خصوصیات کوویلنٹ کمپاؤنڈز کی خصوصیات سے ملتی جلتی ہی ہیں۔ چونکہ ان کے نیوکلیائی مشترک الیکٹرونز کی بدولت آپس میں جڑے ہوتے ہیں لہٰذا یہ پانی میں آئنز نہیں بناتے۔ اپنی کوویلنٹ فطرت کی بدولت یہ آرگینک سولوینٹس (organic solvents) میں حل ہو جاتے ہیں اور پانی میں بہت کم حل ہوتے ہیں۔

4.5.4 میٹلز

میٹلز کی ایک مشترک خصوصیت حرارت اور الیکٹریسٹی کی کنڈکٹنس ہے۔ اس کی وجہ سے میٹلز کئی انڈسٹریز میں اہم کردار ادا کرتی ہیں۔ میٹلز کی نمایاں خصوصیات درج ذیل ہیں۔

-i ان میں میٹلک چمک (luster) پائی جاتی ہے۔

-ii یہ عموماً میلیبل (malleable) اور ڈکٹائل (ductile) ہوتی ہیں۔ ''میلیبلیٹی'' میٹلز کی وہ خاصیت ہے کہ جس کے سبب انہیں کوٹ کوٹ کر شیٹس (sheets) کی صورت میں پھیلایا جا سکتا ہے جبکہ ڈکٹائلیٹی سے مراد ان کی وہ خاصیت ہے جس کے تحت انہیں کھینچ کر تاروں کی شکل دی جا سکتی ہے۔

iii- ان کے میلٹنگ اور بوائلنگ پوائنٹس عموماً بہت زیادہ ہوتے ہیں۔

iv- ان کے ایٹمز کا سائز بڑا ہوتا ہے۔ اس لیے ان کی آئیونائزیشن انرجی کم ہوتی ہے۔ اور یہ بڑی آسانی سے کیٹائن (M^+) بناتی ہیں۔

v- یہ موبائل الیکٹرونز رکھنے کی وجہ سے ٹھوس یا مائع حالت میں الیکٹریسٹی اور حرارت کی بہت اچھی کنڈکٹرز ہیں۔

خود تشخیصی سرگرمی 4.4

i- آئیونک کمپاؤنڈز کا میلٹنگ اور بوائلنگ پوائنٹ زیادہ کیوں ہوتا ہے؟

ii- میلیبلٹی (malleability) سے آپ کیا مراد لیتے ہیں؟

iii- آئیونک کمپاؤنڈز پانی میں آسانی سے حل پذیر کیوں ہوتے ہیں؟

iv- آئیونک کمپاؤنڈز میں کس قسم کا بانڈ پایا جاتا ہے؟

v- بڑے سائز کے مالیکیولز پر مشتمل کوویلنٹ کمپاؤنڈز کے میلٹنگ پوائنٹس زیادہ کیوں ہوتے ہیں؟

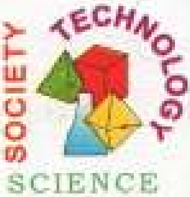
vi- درج ذیل ایلیمنٹس کے جوڑوں کے درمیان الیکٹرونیگیٹیویٹی کا کتنا فرق پایا جاتا ہے؟ ان کے درمیان بننے والے بانڈ کی قسم کا اندازہ لگائیں۔

(a) H اور Cl　　(b) H اور Na

(c) Na اور I　　(d) K اور Cl

vii- ان جوڑوں کے کمپاؤنڈز کو ان کی الیکٹرونیگیٹیویٹی کے فرق کے لحاظ سے بڑھتی ہوئی آئیونک طاقت کے مطابق ترتیب دیں۔

سنتھیٹک ایڈھیسوز (Synthetic Adhesives)



اگرچہ قدرتی ایڈھیسوز سستے ہوتے ہیں، لیکن آج کل استعمال ہونے والے اہم ترین ایڈھیسوز سنتھیٹک ہیں۔ ایسے ایڈھیسوز جو سنتھیٹک ریزن (resin) اور ربڑ سے بنائے جاتے ہیں، مختلف النوع اور زیادہ کارگر ہوتے ہیں۔ یکساں خصوصیات کے حامل سنتھیٹک ایڈھیسوز تسلسل سے پیدا کیے جا سکتے ہیں اور ان میں طرح طرح کی تبدیلیاں بھی کی جا سکتی ہیں۔

سنتھیٹک ایڈھیسوز میں استعمال ہونے والے پولیمر (polymer) یا ریزن کی عام طور پر دو قسمیں ہیں: تھرموپلاسٹکس (thermoplastics) اور تھرموسیٹس (thermosets)۔ صنعتی پیمانے پر استعمال ہونے والا ایک پولیمر ایپوکسی (epoxy) ایڈھیسو کہلاتا ہے۔

ہوائی جہاز، گاڑیاں، ٹرک اور کشتیاں جزوی طور پر ایپوکسی ایڈھیسوز سے جڑے ہوتے ہیں۔ ایپوکسی ایک ایسا پولیمر ہے جو مختلف کیمیکلز سے بنایا جاتا ہے۔ جنھیں ریزن اور ہارڈنرز (hardener) کہتے ہیں۔ ایپوکسی ایڈھیسوز کو سٹرکچرل ایڈھیسوز بھی کہا جاتا ہے۔ اعلیٰ کارکردگی دکھانے والے ایڈھیسوز ہوائی جہاز، گاڑیوں، سائیکلوں، کشتیوں، گولف کھیلنے والی سٹکس میں استعمال کیے جاتے ہیں، جہاں انتہائی طاقتور بانڈ درکار ہوتے ہیں۔ ایپوکسی ایڈھیسوز کو تقریباً ہر طرح کے استعمال کی ضروریات کے مطابق تیار کیا جا سکتا ہے۔ انھیں لچکدار، سخت، شفاف، دھندلا، رنگین، جلد خشک ہونے والا اور دیر میں جمنے والا بھی بنایا جا سکتا ہے۔ ایپوکسی ایڈھیسوز حرارت اور کیمیکل ری ایکشن کے لیے اچھی مزاحمت رکھتے ہیں۔ $177\,°C$ ٹمپریچر تک یہ قیام پذیر ہیں۔ ان خصوصیات کی بنا پر یہ انجینئرنگ ایڈھیسوز کہلاتے ہیں۔

اہم نکات

- مختلف ایلیمنٹس کے ایٹمز آپس میں ری ایکٹ کر کے نوبل گیس کی الیکٹرانک کنفگریشن حاصل کرتے ہیں جو مستحکم ہوتی ہے۔
- کیمیکل بانڈ الیکٹرونز کی مکمل منتقلی کے نتیجے میں (آئیونک بانڈ)، باہمی اشتراک کے نتیجے میں (کوویلنٹ بانڈ) یا پھر ایک ایٹم کی طرف سے الیکٹران کا پیئر دینے کے نتیجے میں (کوآرڈینیٹ یا ڈیٹو بانڈ) بنتے ہیں۔
- میٹلز میں الیکٹرونز کو آسانی خارج کرنے کا رجحان پایا جاتا ہے جس سے کیٹائن وجود میں آتے ہیں۔
- نان میٹلز میں الیکٹرونز کو حاصل کر کے اینائن بنانے کا رجحان پایا جاتا ہے۔
- آئیونک بانڈنگ میں طاقتور الیکٹروسٹیٹک فورسز آئنز کو باہم جوڑے رکھتی ہیں۔
- نان میٹلز میں بننے والے کوویلنٹ بانڈ آئیونک بانڈ کی نسبت کمزور ہوتے ہیں۔
- آئیونک بانڈ غیر سمتی (non-directional) ہوتے ہیں لیکن کوویلنٹ بانڈ ایک مخصوص سمت میں بنتے ہیں۔
- ایک جیسے ایٹمز کے درمیان بننے والے کوویلنٹ بانڈ نان پولر ہوتے ہیں جبکہ مختلف قسم کے ایٹمز کے درمیان بننے والے کوویلنٹ بانڈ پولر ہوتے ہیں۔
- کوویلنٹ بانڈنگ میں سنگل، ڈبل یا ٹرپل کوویلنٹ بانڈ ایک، دو یا تین الیکٹرونز پیئر کے اشتراک سے وجود میں آتے ہیں۔
- کوآرڈینیٹ کوویلنٹ بانڈ الیکٹرون کا پیئر دینے والے اور الیکٹران کا پیئر قبول کرنے والے ایٹمز کے درمیان بنتا ہے۔
- میٹلز میں آزاد الیکٹرونز کی موجودگی کے باعث میٹیلک بانڈ وجود میں آتا ہے۔
- پولر مالیکیولز کے درمیان کیمیکل بانڈ کے علاوہ انٹر مالیکیولر فورسز بھی موجود ہوتی ہیں۔
- ہائیڈروجن بانڈنگ ایک مالیکیول کے ہائیڈروجن ایٹم اور دوسرے مالیکیول کے بہت زیادہ الیکٹرونیگیٹو ایٹم کے درمیان وجود میں آتی ہے۔
- ہائیڈروجن بانڈ کمپاؤنڈز کی طبعی خصوصیات پر اثر انداز ہوتے ہیں۔
- کسی کمپاؤنڈ کی خصوصیات اس کمپاؤنڈ کے اندر موجود بانڈنگ کی نوعیت پر منحصر ہوتی ہیں۔
- آئیونک کمپاؤنڈز کرسٹلائن ساخت رکھنے والے ٹھوس ہیں۔ جن کے میلٹنگ اور بوائلنگ پوائنٹس زیادہ ہوتے ہیں۔
- کوویلنٹ کمپاؤنڈز مالیکیولر شکل میں تینوں طبعی حالتوں میں پائے جاتے ہیں۔
- پولر اور نان پولر کوویلنٹ کمپاؤنڈز کی خصوصیات مختلف ہوتی ہیں۔
- میٹلز کی سطح چمکدار ہوتی ہے۔ یہ الیکٹریسٹی کی اچھی کنڈکٹر ہوتی ہیں۔ یہ میلیبل اور ڈکٹائل ہوتی ہیں۔

مشق

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر ✓ کا نشان لگائیں۔

-1 ایٹمز ایک دوسرے کے ساتھ ری ایکٹ کرتے ہیں کیونکہ:

(a) یہ ایک دوسرے کو اٹریکٹ کرتے ہیں (b) ان میں الیکٹرونز کی کمی ہوتی ہے

(c) وہ مستحکم ہونا چاہتے ہیں (d) وہ بکھرنا چاہتے ہیں

-2 ویلنس شیل میں 6 الیکٹرون رکھنے والا ایٹم نوبل گیس الیکٹرونک کنفگریشن حاصل کرے گا:

(a) ایک الیکٹرون حاصل کر کے (b) تمام الیکٹرون خارج کر کے

(c) دو الیکٹرون حاصل کر کے (d) دو الیکٹرون خارج کر کے

-3 ایٹمز کی الیکٹرونک کنفگریشن کو مدنظر رکھتے ہوئے ذیل میں دیے گئے اٹامک نمبرز والے ایٹمز میں سے کون سا ایٹم سب سے زیادہ مستحکم ہوگا؟

(a) 6 (b) 8 (c) 10 (d) 12

-4 اوکٹیٹ رول ہے:

(a) آٹھ الیکٹرونز کی وضاحت (b) الیکٹرونک کنفگریشن کی شکل

(c) الیکٹرونک کنفگریشن کا انداز (d) آٹھ الیکٹرونز کا حصول

-5 ایٹمز کے درمیان الیکٹرونز کی منتقلی کا نتیجہ نکلتا ہے:

(a) میٹلک بانڈنگ کی صورت میں (b) آئیونک بانڈنگ کی شکل میں

(c) کوویلنٹ بانڈنگ کے طور پر (d) کوآرڈینیٹ کوویلنٹ بانڈنگ کی صورت میں

-6 جب ایک الیکٹرونیگیٹو ایلیمنٹ کسی الیکٹروپازیٹو ایلیمنٹ کے ساتھ ملتا ہے تو ان کے درمیان بانڈنگ کی قسم ہوتی ہے:

(a) کوویلنٹ (b) آئیونک (c) پولر کوویلنٹ (d) کوآرڈینیٹ کوویلنٹ

-7 دو نان میٹلز کے درمیان بننے والا بانڈ ممکنہ طور پر ہوگا:

(a) کوویلنٹ (b) آئیونک (c) کوآرڈینیٹ کوویلنٹ (d) میٹلک

-8 کوویلنٹ مالیکیولز میں موجود بانڈ پیئر عموماً رکھتا ہے:

(a) ایک الیکٹرون (b) دو الیکٹرونز (c) تین الیکٹرونز (d) چار الیکٹرونز

-9 درج ذیل میں سے کون سا کمپاؤنڈ بانڈنگ کے لحاظ سے غیر سمتی ہے؟

(a) CH_4 (b) KBr (c) CO_2 (d) H_2O

-10 برف پانی کے اوپر کیوں تیرتی ہے؟

(a) برف پانی سے کثیف ہے۔ (b) برف کی ساخت کرسٹلائن ہوتی ہے۔

(c) پانی برف سے کثیف ہے۔ (d) پانی کے مالیکیول بے ترتیبی سے حرکت کرتے ہیں۔

-11 کوویلنٹ بانڈ نتیجہ ہے:

(a) الیکٹرونز کے عطیہ کا (b) الیکٹرونز کی ایکسیپٹنس کا

(c) الیکٹرونز کے شیئرنگ کا (d) الیکٹرونز میں ریپلسو فورس کا

-12 C_2H_2 کا مالیکیول کتنے بانڈز پر مشتمل ہوتا ہے؟

(a) دو (b) تین (c) چار (d) پانچ

-13 ٹرپل کوویلنٹ بانڈ میں کتنے الیکٹرون حصہ لیتے ہیں؟

(a) آٹھ (b) چھ (c) چار (d) صرف تین

-14 درج ذیل میں مالیکیولز کا کون سا جوڑا ایک جیسے کوویلنٹ بانڈ پر مشتمل ہے؟

(a) HCl اور O_2 (b) N_2 اور O_2 (c) C_2H_4 اور O_2 (d) C_2H_2 اور O_2

-15 درج ذیل میں سے کون سا کمپاؤنڈ پانی میں حل پذیر نہیں ہے؟

(a) C_6H_6 (b) NaCl (c) KBr (d) $MgCl_2$

-16 درج ذیل میں سے کس مالیکیول میں الیکٹرونز کی کمی پائی جاتی ہے؟

(a) NH_3 (b) BF_3 (c) N_2 (d) O_2

-17 درج ذیل میں کون سا پیئر پولر کوویلنٹ بانڈ رکھتا ہے؟

(a) Cl_2 اور O_2 (b) N_2 اور H_2O (c) C_2H_2 اور H_2O (d) HCl اور H_2O

-18 درج ذیل میں سے ایٹمز کے درمیان پائی جانے والی کمزور ترین فورس کون سی ہے؟

(a) آئیونک فورس (b) میٹلک فورس (c) انٹر مالیکیولر فورس (d) کوویلنٹ فورس

مختصر سوالات

1- ایٹمز آپس میں کیوں ری ایکٹ کرتے ہیں؟

2- ایک الیکٹرونیگیٹو اور ایک الیکٹروپازیٹو ایٹم کے درمیان بننے والا بانڈ آئیونک کیوں ہوتا ہے؟

3- آئیونک کمپاؤنڈز ٹھوس ہوتے ہیں۔ وضاحت کریں۔

4- زیادہ الیکٹرونیگیٹو ایلیمنٹس آپس میں بانڈ بنا سکتے ہیں۔ وضاحت کریں۔

5- میٹلز الیکٹریسٹی کے اچھے کنڈکٹر ہوتے ہیں۔ کیوں؟

6- آئیونک کمپاؤنڈز سلوشن یا پگھلی ہوئی شکل میں الیکٹریسٹی کے کنڈکٹر ہوتے ہیں۔ کیوں؟

7- نائٹروجن کے مالیکیول میں کس قسم کا کوویلنٹ بانڈ بنتا ہے؟

8- الیکٹرونز کے لون پیئر اور بانڈ پیئر میں فرق بیان کریں۔

9- کوویلنٹ بانڈ بننے کے لیے درکار کم از کم دو ضروری شرائط بیان کریں۔

10- HCl کے اندر ڈائی پول ڈائی پول فورسز کیوں پائی جاتی ہیں؟

11- ٹرپل کوویلنٹ بانڈ کیا ہوتا ہے؟ مثال سے وضاحت کریں۔

12- پولر اور نان پولر کوویلنٹ بانڈ کے درمیان کیا فرق ہے؟ دونوں کی وضاحت کے لیے ایک ایک مثال دیں۔

13- ایک کوویلنٹ بانڈ پولر کیوں بن جاتا ہے؟

14- الیکٹرونیگیٹیویٹی اور پولیریٹی میں کیا تعلق ہے؟

15- برف پانی پر کیوں تیرتی ہے؟

16- آئیونک کمپاؤنڈز کی خصوصیات بیان کریں۔

17- کوویلنٹ کمپاؤنڈز میں کون سی خصوصیات پائی جاتی ہیں؟

انشائیہ سوالات

1- آئیونک بانڈ کیا ہے؟ سوڈیم اور کلورین کے درمیان آئیونک بانڈ بننے کے عمل کی وضاحت کریں۔

2- آپ اس بات کی کیا وضاحت کریں گے کہ پولر کوویلنٹ بانڈ کی طاقت (strength) آئیونک بانڈ کے قریب قریب ہوتی ہے۔

3- ہائیڈروجن، آکسیجن اور نائٹروجن کے ایٹمز کے درمیان کس قسم کے بانڈ تشکیل پاتے ہیں؟ ان کی بانڈنگ کو ڈاٹ اور کراس ماڈل کی مدد سے واضح کریں۔

4- ایک کوویلنٹ بانڈ کے اندر آئیونک خصوصیات کیسے پیدا ہو جاتی ہیں؟ وضاحت کریں۔

5- کوویلنٹ بانڈ کی اقسام کی وضاحت کریں اور ہر قسم کے لیے کم از کم ایک مثال دیں۔

6- کوآرڈینیٹ کوویلنٹ بانڈ کیسے بنتا ہے؟ مثالوں سے وضاحت کریں۔

7- میٹیلک بانڈ کیا ہوتے ہیں؟

8- ہائیڈروجن بانڈنگ کی تعریف کریں۔ اس بات کی وضاحت کریں کہ یہ فورسز کمپاؤنڈز کی طبعی خصوصیات پر کیوں کر اثر انداز ہوتی ہیں؟

9- انٹر مالیکیولر فورسز کیا ہیں؟ HCl مالیکیول کے حوالے سے ان فورسز کا موازنہ کیمیکل بانڈ کی فورسز سے کریں۔

10- کیمیکل بانڈ کیا ہے؟ ایٹمز کیمیکل بانڈ کیوں بناتے ہیں؟

11- اوکٹیٹ رول کیا ہے؟ ایٹمز ہمیشہ اس کوشش میں کیوں رہتے ہیں کہ قریب ترین نوبل گیس کی الیکٹرونک کنفگریشن حاصل کر لیں؟

مادے کی طبیعی حالتیں
(Physical States of Matter)

وقت کی تقسیم

تدریسی پیریڈز : 10

تشخیصی پیریڈز : 3

سلیبس میں حصہ: 10%

بنیادی تصورات

گیسی حالت:

5.1 اہم خصوصیات

5.2 گیسز کے متعلق قوانین

مائع حالت:

5.3 اہم خصوصیات

ٹھوس حالت:

5.4 اہم خصوصیات

5.5 ٹھوس کی اقسام

5.6 ایلوٹروپی

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- a پریشر اور b ٹمپریچر میں تبدیلی سے گیس کے والیم پر اثرات بیان کرسکیں۔
- مادے کی طبیعی حالتوں کا اس میں موجود انٹر مالیکیولر فورسز کی بنا پر موازنہ کرسکیں۔
- بوائل کا قانون استعمال کرتے ہوئے گیس کے پریشر اور والیم میں تبدیلی کی کیفیت بیان کرسکیں۔
- چارلس کا قانون استعمال کرتے ہوئے گیس کے ٹمپریچر اور والیم میں تبدیلی کی کیفیت بیان کرسکیں۔
- گیسز کی خصوصیات (ڈیفیوژن، افیوژن اور پریشر) کی وضاحت کرسکیں۔
- مائع کی خصوصیات جیسے ایویپوریشن، ویپر پریشر اور بوائلنگ پوائنٹ کی وضاحت کرسکیں۔
- ویپر پریشر اور بوائلنگ پوائنٹ پر ٹمپریچر اور بیرونی پریشر کے اثر کی وضاحت کرسکیں۔
- ٹھوس اجسام کی طبیعی خصوصیات (میلٹنگ پوائنٹ اور بوائلنگ پوائنٹ) کی وضاحت کرسکیں۔

- ایمورفس (amorphous) اور کرسٹلائن ٹھوس اجسام میں فرق کر سکیں۔
- ٹھوس اجسام کی ایلوٹروپک اشکال کی وضاحت کر سکیں۔

تعارف (Introduction)

مادہ تین طبیعی حالتوں ٹھوس، مائع اور گیس میں پایا جاتا ہے۔ مادہ کی سادہ ترین حالت گیس ہے۔ مائع کم پائے جاتے ہیں اور زیادہ تر مادہ ٹھوس حالت میں پایا جاتا ہے۔ گیسی حالت میں مادہ کی کوئی خاص شکل اور والیم نہیں ہوتا۔ اسی لیے گیسز تمام دستیاب جگہ گھیر لیتی ہیں۔ ان کے درمیان انٹر مالیکیولر فورسز بہت کمزور ہوتی ہیں۔ گیسز کی ایک اہم خصوصیت پریشر ہے۔ گیس کے والیم پر پریشر اور ٹمپریچر کے اثرات کا بہت تفصیلی مطالعہ کیا گیا ہے۔

مائع حالت میں انٹر مالیکیولر فورسز طاقتور ہوتی ہیں اسی لیے ان کا مخصوص والیم ہوتا ہے لیکن ان کی کوئی مخصوص شکل نہیں ہوتی۔ انہیں جس برتن میں ڈالا جائے یہ اسی کی شکل اپنا لیتے ہیں۔ مائع ایویپوریٹ ہوتے ہیں اور پریشر ڈالتے ہیں۔ جب کسی مائع کا ویپر پریشر بیرونی پریشر کے برابر ہو جائے تو یہ بوائل ہونا شروع ہو جاتا ہے۔ گیسز کی نسبت مائع کم حرکت پذیر ہوتے ہیں اسی لیے یہ بہت آہستہ ڈفیوژ کرتے ہیں۔

ٹھوس حالت میں مادہ کی مخصوص شکل اور والیم ہوتا ہے۔ یہ گیسز اور مائع کی نسبت سخت اور وزنی ہوتے ہیں۔ یہ ایمورفس یا کرسٹلائن اشکال میں پائے جاتے ہیں۔

گیسی حالت (Gaseous State)

5.1 خاص خصوصیات (Typical Properties)

گیسز کی طبیعی خصوصیات ایک جیسی ہوتی ہیں۔ کچھ خاص خصوصیات مندرجہ ذیل ہیں۔

5.1.1 ڈفیوژن (Diffusion)

گیسز بہت تیزی کے ساتھ ڈفیوژ کرتی ہیں۔ وہ عمل جس میں گیسز بے ترتیبی حرکت (رینڈم موشن) اور ٹکراؤ سے ہوموجینیس مکسچر (homogeneous mixture) بناتی ہیں ڈفیوژن کا عمل کہلاتا ہے۔ ڈفیوژن کی رفتار کا انحصار گیسز کے مالیکیولر ماس پر ہوتا ہے۔ ہلکی گیسز بھاری گیسز کی نسبت تیزی کے ساتھ ڈفیوژ کرتی ہیں مثال کے طور پر H_2 گیس کی ڈفیوژن کی رفتار O_2 گیس سے 4 گنا تیز ہوتی ہے۔

5.1.2 ایفیوژن (Effusion)

گیس مالیکیولز کا ایک باریک سوراخ سے کم پریشر والی جگہ کی طرف اخراج ایفیوژن (effusion) کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر جب ایک ٹائر پنکچر ہو جاتا ہے تو اس میں سے ساری ہوا ایفیوز ہو جاتی ہے۔ ایفیوژن کا انحصار مالیکیولر ماس پر ہوتا ہے، ہلکی گیسز میں ایفیوژن کا عمل بھاری گیسز کی نسبت تیز ہوتا ہے۔

5.1.3 پریشر (Pressure)

گیس کے مالیکیولز ہمیشہ حرکت کرتے رہتے ہیں۔ اس لیے جب مالیکیولز برتن کی دیواروں یا کسی سطح سے ٹکراتے ہیں تو پریشر ڈالتے ہیں۔ پریشر سے مُرادفی مربع میٹر ایریا (A) پر لگائی جانے والی فورس (F) ہے۔ وہ فورس جو ایک گیس کسی اکائی ایریا (unit area)A پر ڈالتی ہے اسکا پریشر کہلاتا ہے۔ پریشر کو (P) سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$P = F / A$$

فورس کا SI یونٹ نیوٹن (Newton) ہے اور ایریا کا یونٹ m^2 ہے۔ اس لیے پریشر کا SI یونٹ Nm^{-2} ہے۔ اسے پاسکل (Pascal) بھی کہتے ہیں۔ اسے Pa سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{Nm}^{-2}$$

ایٹموسفیرک پریشر (Atmospheric pressure) کو معلوم کرنے کے لیے بیرومیٹر (Barometer) اور لیبارٹری میں پریشر معلوم کرنے کے لیے مانومیٹر (Manometer) استعمال کیا جاتا ہے۔

سٹینڈرڈ ایٹموسفیرک پریشر (Standard Atmospheric Pressure)

ایٹموسفیرک پریشر سطح سمندر پر پڑنے والا ہوا کا پریشر ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاسکتی ہے۔

وہ پریشر جو سطح سمندر پر مرکری کے 760 mm بلند کالم سے پڑے سٹینڈرڈ ایٹموسفیرک پریشر کہلاتا ہے۔ یہ پریشر سطح سمندر پر مرکری کے 760 mm بلند کالم کو سہارا دینے کے لیے کافی ہوتا ہے۔

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm of Hg} = 760 \text{ torr} \quad (1 \text{ mm of Hg} = \text{one torr})$$
$$= 101325 \text{ Nm}^{-2} = 101325 \text{ Pa}$$

5.1.4 کمپریسیبلٹی (Compressibility)

مالیکیولز کے درمیان موجود خالی جگہوں کی وجہ سے گیسز انتہائی کمپریسیبل ہوتی ہیں۔ جب گیسز کو دبایا جاتا ہے تو مالیکیولز ایک دوسرے کے قریب آجاتے ہیں اور یہ پھیلی ہوئی گیس کی نسبت کم والیم گھیرتی ہیں۔

5.1.5 موبیلیٹی (Mobility)

گیس کے مالیکیول ہمیشہ حرکت کرتے رہتے ہیں۔ یہ ایک جگہ سے دوسری جگہ حرکت کر سکتے ہیں کیونکہ ان کی کائی نیٹک انرجی (kinetic energy) بہت زیادہ ہوتی ہے۔ آزادانہ طور پر حرکت کرنے کے لیے یہ مالیکیولز کے درمیان موجود خالی جگہوں کو استعمال کرتے ہیں۔ اس بے ترتیب حرکت (رینڈم موشن) کے نتیجے میں گیسز کے مالیکیولز کے مکمل مل جانے سے ہوموجینیس مکسچر بن جاتا ہے۔

5.1.6 گیسز کی ڈینسٹی (Density of Gases)

گیسز کی ڈینسٹی مائع اور ٹھوس اجسام سے کم ہوتی ہے۔ اس کی وجہ مالیکیولز کا ہلکا ماس اور گیس کا زیادہ والیم ہے۔ گیس

کی ڈینسٹی $g\,dm^{-3}$ میں ظاہر کی جاتی ہے۔ جبکہ، مائع اور ٹھوس کی ڈینسٹی $g\,cm^{-3}$ میں ظاہر کی جاتی ہے جس کا مطلب یہ ہے کہ مائع اور ٹھوس گیس سے 1000 گنا زیادہ وزنی ہوتے ہیں۔ گیسز کو ٹھنڈا کرنے سے ان کا والیم کم ہوتا ہے جسکی وجہ سے ان کی ڈینسٹی بڑھتی ہے۔ مثال کے طور پر، نارمل ایٹموسفیرک پریشر پر آکسیجن گیس کی ڈینسٹی 20 °C پر $1.4\,g\,dm^{-3}$ ہوتی ہے جبکہ 0 °C پر $1.5\,g\,dm^{-3}$ ہوتی ہے۔

i- گیسز میں ڈفیوژن مائع کی نسبت کیوں زیادہ ہوتا ہے؟

ii- گیسز کو کیوں دبایا جاسکتا ہے؟

iii- پاسکل سے کیا مراد ہے؟ 1atm کتنے پاسکلز کے برابر ہوتا ہے؟

iv- ٹھنڈا ہونے پر گیسز کی ڈینسٹی کم کیوں ہوتی ہے؟

v- گیس کی ڈینسٹی کو $g\,dm^{-3}$ میں اور مائع کی ڈینسٹی کو $g\,cm^{-3}$ میں کیوں ظاہر کیا جاتا ہے؟

vi- مندرجہ ذیل کو تبدیل کریں۔

(a) 70 cm Hg کو atm میں

(b) 3.5 atm کو torr میں

(c) 1.5 atm کو Pa میں

خود تشخیصی سرگرمی 5.1

5.2 گیسز کے متعلق قوانین (LAWS RELATED TO GASES)

5.2.1 بوائل کا قانون (Boyle's Law)

1662ء میں رابرٹ بوائل نے کونسٹنٹ ٹمپریچر پر گیس کے والیم اور پریشر میں تعلق کا مطالعہ کیا۔ اس نے مشاہدہ کیا کہ اگر ٹمپریچر کو کونسٹنٹ رکھا جائے تو گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم اس کے پریشر کے انورسلی پروپورشنل (inversely proportional) ہوتا ہے۔

رابرٹ بوائل (1627-1691) ایک فطری فلاسفر، ماہر کیمیا دان، طبیعیات دان اور موجد تھا۔ وہ گیسوں کے "بوائل کا قانون" کی وجہ سے مشہور ہے۔

اس قانون کے مطابق گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم کم کرنے سے اس کا پریشر (P) بڑھتا ہے اور اسی طرح پریشر کم کرنے سے والیم بڑھتا ہے۔ اسے حسابی طریقہ سے یوں لکھا جاسکتا ہے۔

$$V \propto \frac{1}{P}$$ یا $$\text{والیم} \propto \frac{1}{\text{پریشر}}$$

$$VP = k$$ یا $$V = \frac{k}{P}$$ یا

یہاں 'k' پروپورشنیلیٹی کونسٹنٹ ہے۔ k کی ویلیو گیس کی ایک ہی مقدار کے لیے ایک ہی ہوگی۔ اس لیے بوائل کے قانون کو اس طرح بھی بیان کیا جا سکتا ہے۔

"کونسٹنٹ ٹمپریچر پر کسی گیس کے مقررہ ماس کے پریشر اور والیم کا حاصل ضرب ہمیشہ کونسٹنٹ ہوتا ہے۔"

اگر $P_1V_1 = k$ ہو تو $P_2V_2 = k$ ہوگا۔

یہاں P_1 = ابتدائی پریشر P_2 = آخری پریشر

V_1 = ابتدائی والیم V_2 = آخری والیم ہے

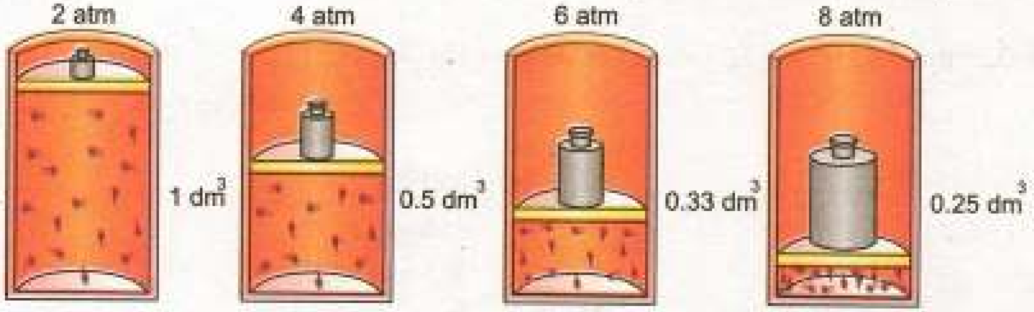
جب دونوں مساواتوں کے کونسٹنٹ ایک جیسے ہوں تو ان کے ویری ایبلز (variables) بھی ایک دوسرے کے برابر ہوں گے۔

اسلیے $P_1V_1 = P_2V_2$

یہ مساوات گیس کے پریشر اور والیم کے درمیان تعلق کو ظاہر کرتی ہے۔

بوائل کے قانون کی تجرباتی تصدیق (Experimental Verification of Boyle's Law)

گیس کے والیم اور پریشر میں تعلق کی تصدیق مندرجہ ذیل تجربات سے کی جا سکتی ہے۔ آیئے کچھ ایسے سلنڈروں میں جن کے پسٹن حرکت کر سکتے ہوں، گیس کا کچھ ماس لیتے ہیں اور اس کے والیم پر بڑھتے ہوئے پریشر کے اثرات کا مشاہدہ کرتے ہیں۔ جب گیس پر 2 atm پریشر ڈالا جاتا ہے تو اس کا والیم $1 dm^3$ ہوتا ہے۔ جب پریشر کو 4 atm تک بڑھایا جاتا ہے تو اس کا والیم $0.5 dm^3$ ہو جاتا ہے۔ جب اس پر پریشر 6 atm کیا جاتا ہے تو اس کا والیم $0.33 dm^3$ ہو جاتا ہے۔ پریشر 8 atm کرنے پر گیس کا والیم $0.25 dm^3$ ہو جاتا ہے۔



شکل 5.1 پریشر میں اضافے سے والیم میں کمی

جب ان تجربات سے حاصل کردہ والیم اور پریشر کا حاصل ضرب لیا گیا تو وہ ان تمام تجربات کے لیے کونسٹنٹ تھا یعنی $2\ atm\ dm^3$ یہ بوائل کے قانون کو ثابت کرتا ہے۔

$$P_1V_1 = 2\,atm \times 1\,dm^3 = 2\,atm\,dm^3$$
$$P_2V_2 = 4\,atm \times 0.5\,dm^3 = 2\,atm\,dm^3$$
$$P_3V_3 = 6\,atm \times 0.33\,dm^3 = 2\,atm\,dm^3$$
$$P_4V_4 = 8\,atm \times 0.25\,dm^3 = 2\,atm\,dm^3$$

خود تشخیصی سرگرمی 5.2

i- کیا بوائل کا قانون مائع کے لیے بھی موزوں ہے؟
ii- کیا بوائل کا قانون بہت زیادہ ٹمپریچر پر بھی کارگر ہے؟
iii- اگر کسی گیس کا پریشر تین گنا تک بڑھا دیا جائے اور ٹمپریچر کو کونسٹنٹ رکھا جائے تو کیا ہوگا؟

کیا آپ جانتے ہیں؟

بلڈ پریشر کی پیمائش کن یونٹس میں کی جاتی ہے؟

بلڈ پریشر کی پیمائش پریشر گیج کے استعمال سے کی جاتی ہے۔ یہ مرکری کا مانومیٹر یا کوئی بھی اور آلہ ہوسکتا ہے۔ بلڈ پریشر میں دو ویلیوز دی جاتی ہیں جیسا کہ $\frac{120}{80}$ جو کہ نارمل بلڈ پریشر ہے۔ جب دل پمپ کر رہا ہو تو بلڈ پریشر کی جو ویلیو اس پریشر کو ظاہر کرتی ہے اسے سسٹولک پریشر (Systolic pressure) کہتے ہیں مثلاً 120۔ جب خون واپس دل میں داخل ہو رہا ہو تو پریشر کم ہوتا ہے اور یہ دوسری ویلیو 80 ہے۔ جسے ڈایاسٹولک (diastolic) کہتے ہیں۔ ان دونوں پریشرز کو torr یونٹ میں ناپا جاتا ہے۔ روزمرہ زندگی میں ٹینشن اور پریشانیوں کی وجہ سے بلڈ پریشر ہائی ہو جاتا ہے۔ اسے ہائپرٹینشن (hypertension) کہتے ہیں۔ ہائپرٹینشن میں بلڈ پریشر کی ویلیو 140/90 سے زیادہ ہوتی ہے۔ ہائپرٹینشن سے دل اور خون کی نالیوں پر دباؤ بڑھتا ہے۔ دل پر دباؤ کی وجہ سے ہارٹ اٹیک اور ہارٹ اسٹروک کے امکانات بڑھ جاتے ہیں۔

مثال 5.1

ایک گیس کا والیم $350\ cm^3$ اور پریشر 650 mm of Hg ہے۔ اگر اس کا پریشر 325 mm of Hg تک کم کر دیا جائے تو اس گیس کا نیا والیم معلوم کریں؟

دیا

$$V_1 = 350\ cm^3$$
$$P_1 = 650\ mm\ of\ Hg$$
$$P_2 = 325\ mm\ of\ Hg$$
$$V_2 = ?$$

حل

بوائل کے قانون کی رُو سے

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

یا

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$V_2 = \frac{650 \times 350}{325}$$
$$= 700\ cm^3$$

پس گیس کا پریشر آدھا کرنے سے اس کا والیم دوگنا ہو جاتا ہے۔

مثال 5.2

$785\ cm^3$ والیم کی ایک گیس 600 mm of Hg پریشر پر ایک برتن میں بند ہے۔ اگر والیم $350\ cm^3$ تک کم کر دیا جائے تو اس کا پریشر کیا ہوگا؟

ڈیٹا

$$V_1 = 785\ cm^3$$
$$P_1 = 600\ mm\ of\ Hg$$
$$V_2 = 350\ cm^3$$
$$P_2 = ?$$

حل

بوائل کے قانون کی رو سے

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

یا

$$P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$P_2 = \frac{785 \times 600}{350} = 1345.7\ mm\ of\ Hg$$

یا

$$P_2 = \frac{1345.7}{760} = 1.77\ atm$$

پس والیم کم کرنے سے پریشر بڑھتا ہے۔

ایبسولیوٹ ٹمپریچر سکیل (Absolute Temprature Scale)

لارڈ کیلون (Lord Kelvin) نے ایبسولیوٹ ٹمپریچر سکیل یا کیلون (Kelvin) سکیل کو متعارف کروایا۔ ٹمپریچر کا یہ سکیل صفر K یا ‎−273.15°C سے شروع ہوتا ہے، جسے ایبسولیوٹ زیرو (absolute zero) کا نام دیا گیا۔ یہ وہ ٹمپریچر ہے جس پر آئیڈیل گیس کا والیم زیرو ہوگا۔

جیسا کہ دونوں سکیلز میں ایک جیسی ڈگریاں ہیں۔ اس لیے، جب 0 K، ‎−273 °C کے برابر ہوگا تب 273 K، 0 °C کے برابر ہوگا جیسا کہ سکیلز میں دکھایا گیا ہے۔

کیلون ٹمپریچر کی سیلسیس ٹمپریچر میں اور سیلسیس ٹمپریچر کی کیلون ٹمپریچر میں تبدیلی مندرجہ ذیل فارمولا سے کی جا سکتی ہے۔

$$(T)\ K = (T)\ °C + 273$$
$$(T)\ °C = (T)\ K - 273$$

5.2.2 چارلس کا قانون (Charles's Law)

پریشر کو کونسٹنٹ رکھتے ہوئے گیس کے والیم اور ٹمپریچر کے درمیان تعلق کا بھی مطالعہ کیا گیا۔ 1787ء میں فرانس کے سائنسدان جے۔ چارلس (J.Charles) نے اپنا قانون پیش کیا جس کے مطابق "اگر پریشر کو کونسٹنٹ رکھا جائے تو گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم اور ٹمپریچر ایک دوسرے کے ڈائریکٹلی پروپورشنل (directly proportional) ہوتے ہیں۔ جب پریشر P کونسٹنٹ ہوتا ہے تو گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم V ابسولیوٹ ٹمپریچر (absolute temperature) کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتا ہے۔ حسابی طریقے میں اسے یوں لکھا جا سکتا ہے:

والیم $\propto$ ٹمپریچر یا $V \propto T$

$V = kT$ یا $\frac{V}{T} = k$

یہاں k پروپورشنیلیٹی کونسٹنٹ ہے۔ اگر گیس کا ٹمپریچر بڑھایا جائے تو اس کا والیم بھی بڑھے گا۔ جب ٹمپریچر T_1 سے T_2 تک تبدیل ہوتا ہے تو اس کا والیم V_1 سے V_2 ہو جائے گا۔ چارلس کے قانون کی مساوات یہ ہوگی۔

اگر $V_1 / T_1 = k$ ہو تو $V_2 / T_2 = k$ ہوگا۔

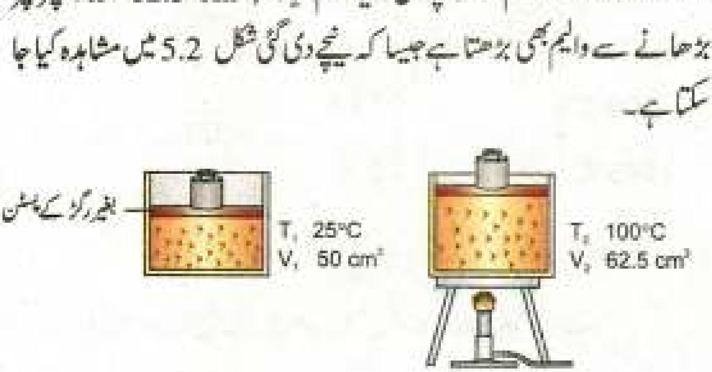
جیسا کہ دونوں مساواتوں کے کونسٹنٹ برابر ہیں اس لیے ان کے ویری ایبلز بھی برابر ہوں گے۔

اس لیے $$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

چارلس کے قانون کی تجرباتی تصدیق (Experimental Verification of Charles' Law)

آیئے ایک ایسے سلنڈر میں جس کا پسٹن حرکت کر سکے گیس کی کچھ مقدار لیتے ہیں۔ اگر گیس کا ابتدائی والیم V_1, $50\ cm^3$ اور ابتدائی ٹمپریچر T_1, $25\,^{\circ}C$ ہو تو $100\,^{\circ}C$ تک گرم کرنے پر اس کا نیا والیم V_2, $62.5\ cm^3$ ہوگا۔ ٹمپریچر بڑھانے سے والیم بھی بڑھتا ہے جیسا کہ نیچے دی گئی شکل 5.2 میں مشاہدہ کیا جا سکتا ہے۔

جے۔ چارلس (1746-1823) ایک فرانسیسی موجد، سائنسدان اور ریاضی دان تھا۔ اس نے 1802ء میں وضاحت کی کہ کیسے گرم کرنے پر گیسز پھیلتی ہیں۔



شکل 5.2 ٹمپریچر میں اضافے سے والیم میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔

یاد رکھیے:
ہمیشہ سوال حل کرتے ہوئے ٹمپریچر کو سینٹی گریڈ °C سے کیلون K سکیل میں ضرور تبدیل کریں۔ K=273+°C

مثال 5.3

آکسیجن گیس کا والیم 30° C- ٹمپریچر پر $250\ cm^3$ ہے۔ اگر گیس کو $700\ cm^3$ تک پھیلنے کی اجازت دی جائے تو اس کا فائنل ٹمپریچر معلوم کریں جبکہ پریشر کو کونسٹنٹ رکھا جائے؟

ڈیٹا

$$V_1 = 250\ cm^3$$
$$T_1 = -30\ °C = (-30+273) = 243\ K$$
$$V_2 = 700\ cm^3$$
$$T_2 = ?$$

حل

مساوات استعمال کرنے سے

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

یا

$$T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1}$$

مساوات میں قیمتیں درج کرنے سے

$$T_2 = \frac{700 \times 243}{250} = 680.4\ K$$

پس ٹمپریچر میں اضافے سے گیس پھیلتی ہے۔

مثال 5.4

ہائیڈروجن گیس کا والیم 30 °C ٹمپریچر پر $160\ cm^3$ ہے اگر اس کا ٹمپریچر 100 °C تک بڑھا دیا جائے تو اس کا والیم کیا ہوگا جبکہ پریشر کو کونسٹنٹ رکھا جائے؟

ڈیٹا

$$V_1 = 160\ cm^3$$
$$T_1 = 30\ °C = 303\ K \quad (\text{as } 0\ °C = 273\ K)$$
$$T_2 = 100\ °C = 373\ K$$
$$V_2 = ?$$

حل چارلس کے قانون کی رو سے

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

یا

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$V_2 = \frac{160 \times 373}{303} = 196.9\ cm^3$$

پس ٹمپریچر میں اضافے سے گیس کے والیم میں بھی اضافہ ہوگا۔

یاد رکھیے:
ڈگری کا نشان (°) سیلسیس سکیل کے ساتھ لگایا جاتا ہے کیلون سکیل کے ساتھ نہیں۔

خود تشخیصی سرگرمی 5.3

i- چارلس کے قانون میں کس فیکٹر (factor) کو کونسٹنٹ رکھا گیا؟
ii- پریشر میں اضافے سے گیس کا والیم کم کیوں ہوتا ہے؟
iii- ایبسولیوٹ زیرو (Absolute zero) کیا ہے؟
iv- کیا کیلون سکیل منفی ٹمپریچر ظاہر کرتا ہے؟
v- جب گیس کو پھیلنے دیا جائے تو اس کے ٹمپریچر پر کیا اثر پڑتا ہے؟
vi- کیا آپ کسی گیس کا والیم بڑھا کر اسے ٹھنڈا کر سکتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

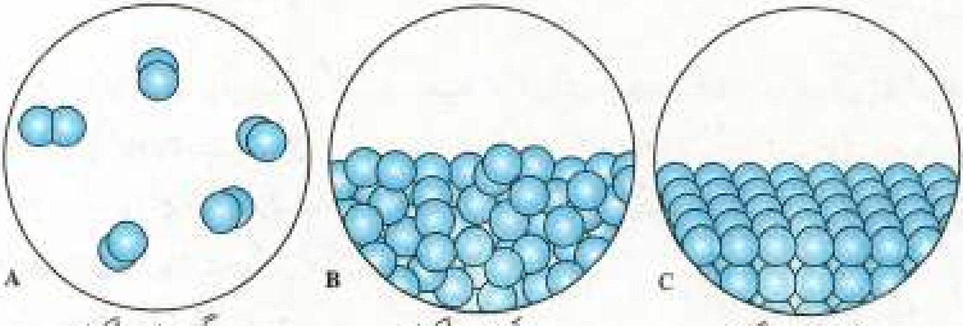
جسم کے ٹمپریچر کی پیمائش کن یونٹس میں کی جاتی ہے؟
جسم کے ٹمپریچر کو فارن ہائیٹ سکیل میں ناپا جاتا ہے۔ عام طور پر جسم کا ٹمپریچر 98.6 °F ہوتا ہے جو کہ 37 °C کے برابر ہے۔ یہ ٹمپریچر عام اوسط ایٹموسفیرک ٹمپریچر کے قریب ہے۔ سردیوں میں ایٹموسفیرک ٹمپریچر جسم کے ٹمپریچر سے کم ہو جاتا ہے۔ ڈفیوژن کے قانون کے مطابق حرارت ہمارے جسم سے باہر بہہ جاتی ہے اور ہمیں ٹھنڈک محسوس ہوتی ہے۔ اس بہاؤ کو قابو کرنے کے لیے ہم کالے اور گرم کپڑے پہنتے ہیں۔ جسم کا ٹمپریچر برقرار رکھنے کے لیے ہم خشک پھل، چائے، کافی اور گوشت وغیرہ کا استعمال کرتے ہیں۔

5.3 مادہ کی طبیعی حالتیں اور انٹرمالیکیولر فورسز کا کردار
(Physical States of Matter and the Role of Intermolecular Forces)

جیسا کہ آپ جانتے ہیں کہ مادہ تین طبیعی حالتوں ٹھوس، مائع اور گیس میں پایا جاتا ہے۔ گیسی حالت میں مالیکیولز ایک دوسرے سے بہت دور ہوتے ہیں۔ اس لیے ان میں انٹرمالیکیولر فورسز بہت کمزور ہوتی ہیں۔ لیکن مائع اور ٹھوس حالت میں انٹرمالیکیولر فورسز ان کی خصوصیات میں اہم کردار ادا کرتی ہیں۔

مائع حالت میں مالیکیولز گیسز کے مقابلے میں زیادہ قریب ہوتے ہیں۔ جیسا کہ شکل 5.3 میں دکھایا گیا ہے۔ نتیجے کے طور پر مائع کے مالیکیولز کے درمیان مضبوط انٹرمالیکیولر فورسز پیدا ہو جاتی ہیں جو ان کی طبیعی خصوصیات مثلاً ڈفیوژن، ایویپوریشن،

ویپر پریشر اور بوائلنگ پوائنٹ پر اثر انداز ہوتی ہیں۔ ایسے کمپاؤنڈز جن میں مضبوط انٹر مالیکیولر فورسز ہوتی ہیں، ان کے بوائلنگ پوائنٹ زیادہ ہوتے ہیں۔ جیسا کہ آپ سیکشن 5.3.3 میں دیکھیں گے۔



شکل 5.3: مادہ کی تین حالتوں میں انٹر مالیکیولر فورسز کا اظہار

ٹھوس حالت میں انٹر مالیکیولر فورسز اتنی زیادہ ہو جاتی ہیں کہ مالیکیولز حرکت بھی نہیں کر سکتے۔ وہ ایک باقاعدہ طریقے سے جڑ جاتے ہیں۔ اس لیے یہ مائع کی نسبت بھاری ہوتے ہیں۔

مائع حالت (Liquid State)

مائع کا خاص والیم ہوتا ہے۔ لیکن ان کی کوئی خاص شکل نہیں ہوتی۔ مائع کو جس برتن میں ڈالا جاتا ہے یہ اسی کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ مائع کی چند اہم خصوصیات نیچے بیان کی گئی ہیں۔

5.3: اہم خصوصیات (Typical Properties)

5.3.1 ایویپوریشن (Evaporation)

کسی مائع کے ویپرز میں تبدیل ہونے کے عمل کو ایویپوریشن (evaporation) کہتے ہیں۔ اس کا الٹ کنڈنسیشن (condensation) ہے جس میں ایک گیس مائع میں تبدیل ہوتی ہے۔ ایویپوریشن ایک اینڈوتھرمک (endothermic) عمل ہے جس کا مطلب ہے کہ اس عمل میں حرارت جذب ہوتی ہے۔ جب پانی کے 1 مول کو مائع حالت سے ویپرز میں تبدیل کیا جاتا ہے تو 40.7kJ انرجی جذب ہوتی ہے۔

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H^\circ_{vap} = 40.7kJ\ mol^{-1}$$

مائع حالت میں مالیکیولز مسلسل حرکت کی حالت میں ہوتے ہیں۔ ان میں کائی نیٹک انرجی ہوتی ہے لیکن تمام مالیکیولز کی انرجی ایک جیسی نہیں ہوتی۔ زیادہ تر مالیکیولز اوسط کائی نیٹک انرجی رکھتے ہیں جبکہ چند مالیکیولز کی انرجی اوسط سے زیادہ ہوتی ہے۔ ایسے مالیکیولز جن کی اوسط کائی نیٹک انرجی زیادہ ہوتی ہے وہ مالیکیولز کے درمیان موجود فورسز پر غالب آ جاتے ہیں اور مائع کی سطح سے

باہر نکل جاتے ہیں۔ اس عمل کو ایوپوریشن کہتے ہیں۔

ایوپوریشن ایک مسلسل عمل ہے جو تمام ٹمپریچرز پر ہوتا رہتا ہے۔ ایوپوریشن کی رفتار اور ٹمپریچر ایک دوسرے کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتے ہیں۔ مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی بڑھنے کی وجہ سے ٹمپریچر میں اضافہ ہوتا ہے جس سے ایوپوریشن میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔

ایوپوریشن ٹھنڈک پیدا کرنے والا عمل ہے۔ جب زیادہ کائی نیٹک انرجی والے مالیکیولز ویپرز بن کے نکل جاتے ہیں تو باقی مالیکیولز کا ٹمپریچر کم ہو جاتا ہے۔ انرجی کی اس کمی کو پورا کرنے کے لیے مائع کے مالیکیولز گرد و نواح سے انرجی جذب کرتے ہیں۔ نتیجے کے طور پر گرد و نواح کا ٹمپریچر کم ہو جاتا ہے اور ہم ٹھنڈک محسوس کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر جب ہم ہتھیلی پر پٹرول کا قطرہ ڈالتے ہیں تو پٹرول ویپرز بن کر اُڑ جاتا ہے اور ہمیں ٹھنڈک کا احساس ہوتا ہے۔

ایوپوریشن کا انحصار مندرجہ ذیل فیکٹرز پر ہے۔

i **سطحی رقبہ (surface area):** ایوپوریشن ایک سطحی عمل ہے۔ جتنا سطحی رقبہ زیادہ ہوگا ایوپوریشن کا عمل اتنا ہی زیادہ تیز ہوگا۔ مثال کے طور پر اکثر چائے کو جلدی ٹھنڈا کرنے کے لیے پرچ (saucer) استعمال کی جاتی ہے۔ یہ اس لیے ہوتا ہے کہ کپ کے چھوٹے سطحی رقبے کی نسبت پرچ کے بڑے سطحی رقبے میں زیادہ ویپرز بنتے ہیں۔

ii **ٹمپریچر (Temperature):** زیادہ ٹمپریچر پر ایوپوریشن کی شرح تیز ہوتی ہے۔ کیونکہ زیادہ ٹمپریچر پر مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی اس قدر بڑھ جاتی ہے کہ وہ انٹرمالیکیولر فورسز پر غالب آ جاتے ہیں اور تیزی سے ویپرز بن جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر گرم پانی والے برتن میں پانی کی سطح جلدی کم ہو جاتی ہے بہ نسبت ٹھنڈے پانی والے برتن کے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ گرم پانی ٹھنڈے پانی کی نسبت جلدی ویپرز میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

iii **انٹرمالیکیولر فورسز (Intermolecular forces):** اگر انٹرمالیکیولر فورسز زیادہ ہوں گی تو مائع کے مالیکیولز کو ویپرز میں تبدیل ہونے میں دشواری ہوگی۔ مثال کے طور پر پانی میں انٹرمالیکیولر فورسز پٹرول کی نسبت زیادہ ہوتی ہیں۔ اس لیے پٹرول پانی کی نسبت تیزی سے ویپرز میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

5.3.2 ویپر پریشر (Vapour Pressure)

ایک خاص ٹمپریچر پر مائع کے ویپرز کا مائع کے ساتھ ایکوی لبریم (equilibrium) کی حالت میں پڑنے والا پریشر اس مائع کا ویپر پریشر (vapour pressure) کہلاتا ہے۔

ایکوی لبریم وہ حالت ہے جب ویپرز کے بننے اور کنڈنس (condense) ہونے کی شرح ایک دوسرے کے برابر مگر مخالف سمت میں ہو جائے۔

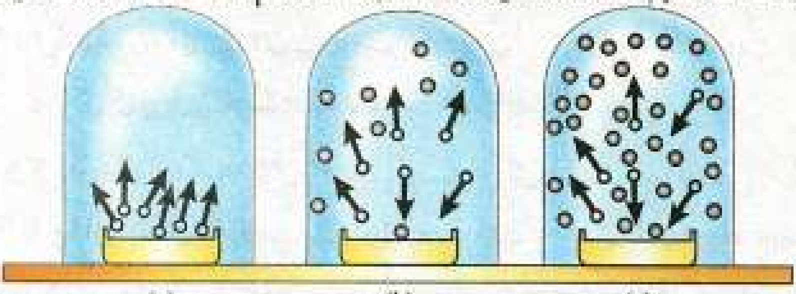
ویپرز بننا

مائع ⇌ ویپرز

کنڈنس

مائع کی کھلی سطح سے مالیکیولز ویپرز میں تبدیل ہوتے ہیں اور ہوا میں شامل ہو جاتے ہیں لیکن جب ہم کسی سسٹم کو بند کر دیں تو

ویپرز کے مالیکیولز مائع کی سطح پر اکٹھے ہونا شروع ہو جاتے ہیں۔ شروع میں ویپرز کا مائع میں تبدیل ہونے کا عمل آہستہ آہستہ ہوتا ہے۔ کچھ دیر بعد کنڈنسیشن کا عمل تیز ہو جاتا ہے اور ایک ایسا وقت آتا ہے جب ویپرز بننے اور کنڈنس ہونے کی رفتار ایک جیسی ہو جاتی ہے۔ اس وقت ویپرز بننے والے اور دوبارہ ٹھنڈا ہو کر مائع میں تبدیل ہونے والے مالیکیولز کی تعداد برابر ہو جاتی ہے۔ یہ حالت ڈائنامک ایکوی لبریم (dynamic equilibrium) کہلاتی ہے جیسا کہ شکل 5.4 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 5.4: مائع اور اس کے ویپرز کے درمیان ڈائنامک ایکوی لبریم کی حالت

کسی مائع کے ویپر پریشر کا انحصار مندرجہ ذیل فیکٹرز پر ہے

i- **مائع کی نوعیت (Nature of liquid)**: ویپر پریشر کا انحصار مائع کی نوعیت پر ہے۔ ایک ہی ٹمپریچر پر پولر مائع کا ویپر پریشر نان پولر مائع کے ویپر پریشر سے کم ہوتا ہے۔ اس کی وجہ مائع کے پولر مالیکیولز کے درمیان پائی جانے والی مضبوط انٹر مالیکیولر فورسز ہیں۔ مثال کے طور پر ایک ہی ٹمپریچر پر پانی کا ویپر پریشر پٹرول کی نسبت کم ہوتا ہے۔

ii- **مالیکیولز کا سائز (Size of molecules)**: چھوٹے سائز کے مالیکیولز بڑے سائز کے مالیکیولز کی نسبت جلدی ویپرز میں تبدیل ہو جاتے ہیں، اسی لیے چھوٹے سائز کے مالیکیولز زیادہ ویپر پریشر ڈالتے ہیں۔ مثال کے طور پر ہیگزین (hexane) C_6H_{14} ، ڈیکین (decane) $C_{10}H_{22}$ کی نسبت چھوٹا مالیکیول ہے۔ C_6H_{14} تیزی سے ویپرز میں تبدیل ہوتا ہے اور $C_{10}H_{22}$ سے زیادہ ویپر پریشر ڈالتا ہے۔

iii- **ٹمپریچر (Temperature)**: کم ٹمپریچر کی نسبت زیادہ ٹمپریچر پر ویپرز کا پریشر زیادہ ہوتا ہے۔ زیادہ ٹمپریچر پر مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی کافی بڑھ جاتی ہے اور وہ انہیں ویپرز بننے اور زیادہ ویپر پریشر ڈالنے کے قابل بناتی ہے۔

مثال کے طور پر مختلف ٹمپریچرز پر پانی کا ویپر پریشر ٹیبل 5.1 میں دیا گیا ہے۔

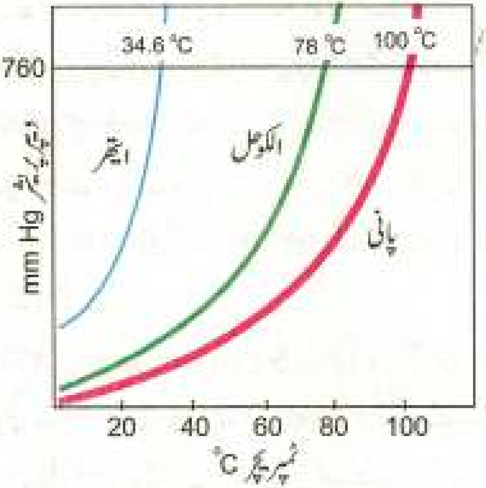
ٹیبل 5.1: پانی کے ویپر پریشر اور ٹمپریچر کے درمیان تعلق

ٹمپریچر °C	ویپر پریشر mmHg	ٹمپریچر °C	ویپر پریشر mmHg
0	4.58	60	149.4
20	17.5	80	355.1
40	55.3	100	760.0

5.3.3 بوائلنگ پوائنٹ (Boiling Point)

جب مائع کو گرم کیا جاتا ہے تو اس کے مالیکیولز انرجی حاصل کرتے ہیں۔ اس طرح مالیکیولز کی اوسط کائی نیٹک انرجی بڑھ جاتی ہے۔ زیادہ انرجی رکھنے کی وجہ سے یہ مالیکیولز آپس میں انٹر مالیکیولر فورسز کو ختم کر دیتے ہیں۔ جسکے نتیجہ میں ایویپوریشن کی شرح بڑھ جاتی ہے اور ویپر پریشر بڑھتا جاتا ہے اور اس حد تک پہنچ جاتا ہے کہ مائع کا ویپر پریشر ایٹموسفیرک پریشر کے برابر ہو جاتا ہے۔ اور مائع بوائل کرنا شروع کر دیتا ہے۔ اس لیے بوائلنگ پوائنٹ کو اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے "وہ ٹمپریچر جس پر مائع کا ویپر پریشر ایٹموسفیرک پریشر یا کسی بھی بیرونی پریشر کے برابر ہو جاتا ہے بوائلنگ پوائنٹ کہلاتا ہے"۔

شکل 5.5 ڈائی ایتھائل ایتھر، ایتھائل الکحل اور پانی کے ٹمپریچر میں اضافے کے ساتھ ویپر پریشر میں اضافے کو ظاہر کرتی ہے۔ 0 °C پر ڈائی ایتھائل ایتھر کا ویپر پریشر 200 mm Hg، ایتھائل الکحل کا 25 mm Hg جبکہ پانی کا تقریباً 5 mm Hg ہے۔ جب انہیں گرم کیا جاتا ہے تو ڈائی ایتھائل ایتھر کا ویپر پریشر تیزی سے بڑھتا ہے اور 34.6 °C پر ایٹموسفیرک پریشر کے برابر ہو جاتا ہے، جبکہ پانی کا ویپر پریشر آہستگی سے بڑھتا ہے کیونکہ پانی میں موجود انٹر مالیکیولر فورسز بہت مضبوط ہوتی ہیں۔ شکل ظاہر کرتی ہے کہ جب مائع بوائلنگ پوائنٹ کے نزدیک ہوتے ہیں تو ویپر پریشر تیزی سے بڑھتا ہے۔



شکل 5.5: ایتھر، الکحل اور پانی کا بوائلنگ پوائنٹ

مائع کے بوائلنگ پوائنٹ کا انحصار مندرجہ ذیل فیکٹرز پر ہوتا ہے:

i- **مائع کی نوعیت (Nature of liquid)** چونکہ پولر مائع کو ویپرز میں تبدیل کرنے میں مشکل ہوتی ہے۔ اس لیے پولر مائع کے بوائلنگ پوائنٹ نان پولر مائع سے زیادہ ہوتے ہیں۔ چند مائعات کے بوائلنگ پوائنٹ ٹیبل 5.2 میں دیے گئے ہیں۔

ii- **انٹر مالیکیولر فورسز (Intermolecular forces)**: مائع کے بوائلنگ پوائنٹ میں انٹر مالیکیولر فورسز اہم کردار ادا کرتی

ہیں۔ مضبوط انٹر مالیکیولر فورسز رکھنے والے مائعات کے بوائلنگ پوائنٹ بہت زیادہ ہوتے ہیں کیونکہ ان کے ویپر پریشر بہت زیادہ ٹمپریچر پر ایٹموسفیرک پریشر کے برابر ہوتے ہیں۔ یہ شکل 5.5 میں دکھایا گیا ہے۔

iii- **بیرونی پریشر (External pressure):** مائع کے بوائلنگ پوائنٹ کا انحصار بیرونی پریشر پر بھی ہوتا ہے۔ ایک مائع کے بوائلنگ پوائنٹ کو بیرونی پریشر بڑھا کر بڑھایا جاسکتا ہے اور اسی طرح اس کا اُلٹ بھی کیا جاسکتا ہے۔ پریشر ککر اسی اصول پر کام کرتا ہے۔

5.3.4: فریزنگ پوائنٹ (Freezing Point)

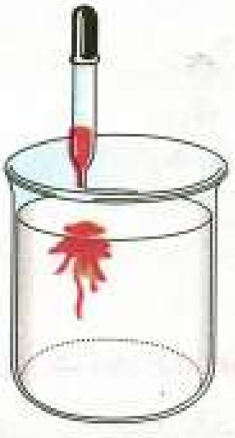
جب مائع کو ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو ان کا ویپر پریشر کم ہوتا ہے اور ایک وقت آتا ہے جب مائع حالت کا ویپر پریشر ٹھوس حالت کے ویپر پریشر کے برابر ہو جاتا ہے۔ اس ٹمپریچر پر مائع اور ٹھوس ایک دوسرے کے ساتھ ڈائنامک ایکوی لبریم میں پائے جاتے ہیں اور یہ مائع کا فریزنگ پوائنٹ (freezing point) کہلاتا ہے۔ ٹیبل 5.2 میں چند مائعات کے بوائلنگ پوائنٹ اور فریزنگ پوائنٹ بھی دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 5.2: عام مائع کے فریزنگ پوائنٹ اور بوائلنگ پوائنٹ

سیریل نمبر	مائع	فریزنگ پوائنٹ °C	بوائلنگ پوائنٹ °C
1	ڈائی ایتھائل ایتھر	-116	34.6
2	ایتھائل الکحل	-115	78
3	پانی	0.0	100
4	این۔ اوکٹین	-57	126
5	ایسیٹک ایسڈ	16.6	118

5.3.5 ڈفیوژن (Diffusion)

مائع کے مالیکیولز مسلسل حرکت کی حالت میں ہوتے ہیں۔ یہ زیادہ کنسنٹریشن (concentration) سے کم کنسنٹریشن کی جانب حرکت کرتے ہیں۔ یہ دوسرے مائع کے مالیکیولز کے ساتھ اس طرح ملتے ہیں کہ ایک ہوموجینئس مکسچر بنا دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر جب پانی کے ایک بیکر میں روشنائی (ink) کے چند قطرے شامل کیے جاتے ہیں تو روشنائی کے مالیکیولز ادھر اُدھر حرکت کرتے ہیں اور کچھ دیر بعد پورے بیکر میں پھیل جاتے ہیں۔ مائع میں ڈفیوژن کا عمل بھی گیسز کی طرح ہوتا ہے لیکن ڈفیوژن کی شرح بہت سست ہوتی ہے۔



شکل نمبر 5.6: مائع میں ڈفیوژن

مائع کے ڈیفیوژن کا انحصار مندرجہ ذیل فیکٹرز پر ہوتا ہے:

i- **انٹر مالیکیولر فورسز (Intermolecular forces)**: ایسے مائعات جن میں کمزور انٹر مالیکیولر فورسز ہوتی ہیں ان میں ڈیفیوژن کا عمل مضبوط انٹر مالیکیولر فورسز والے مائع کی نسبت تیز ہوتا ہے۔

ii- **مالیکیولز کا سائز (Size of molecules)**: بڑے سائز کے مالیکیولز میں ڈیفیوژن کا عمل سُست ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر شہد کا پانی میں ڈیفیوژن کا عمل الکحل کا پانی میں ڈیفیوژن کے عمل سے سُست ہوتا ہے۔

iii- **مالیکیولز کی اشکال (Shapes of molecules)**: باقاعدہ شکل کے مالیکیولز چونکہ آسانی سے پھیل اور تیزی سے حرکت کر سکتے ہیں اس لیے ان میں ڈیفیوژن کا عمل بے قاعدہ شکل کے مالیکیولز سے تیز ہوتا ہے۔

iv- **ٹمپریچر (Temperature)**: ٹمپریچر بڑھانے سے ڈیفیوژن کا عمل بھی بڑھتا ہے کیونکہ زیادہ ٹمپریچر پر انٹر مالیکیولر فورسز کمزور ہوتی ہیں۔

5.3.6 ڈینسٹی (Density)

مائع کی ڈینسٹی کا انحصار اس کے ماس پر یونٹ (per unit) والیم پر ہوتا ہے۔ مائع گیسز کی نسبت بھاری ہوتے ہیں، کیونکہ مائع کے مالیکیولز ایک دوسرے کے بہت قریب ہوتے ہیں اور ان کے درمیان جگہ نہ ہونے کے برابر ہوتی ہے۔ جیسا کہ مائع کے مالیکیولز کے درمیان مضبوط انٹر مالیکیولر فورسز ہوتی ہیں اس لیے یہ آزادانہ طور پر پھیل نہیں سکتے اور ان کا مخصوص والیم ہوتا ہے۔ گیسز کی طرح یہ برتن میں موجود تمام جگہ نہیں گھیرتے۔ اس وجہ سے مائع کی ڈینسٹی زیادہ ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر پانی کی ڈینسٹی $1.0\ gcm^{-3}$ ہے جبکہ ہوا کی ڈینسٹی $0.001 gcm^{-3}$ ہے۔ یہی وجہ ہے کہ بارش کے قطرے نیچے کی طرف گرتے ہیں۔ مختلف مائعات کی ڈینسٹی مختلف ہوتی ہے۔ آپ مشاہدہ کر سکتے ہیں کہ کیروسین آئل (kerosene oil) پانی پر تیرتا ہے جبکہ شہد پانی میں نیچے بیٹھ جاتا ہے۔

i- ٹمپریچر میں اضافے سے ایویپوریشن میں اضافہ کیوں ہوتا ہے؟
ii- کنڈینسیشن سے کیا مراد ہے؟
iii- زیادہ ٹمپریچر پر ویپر پریشر زیادہ کیوں ہوتا ہے؟
iv- پانی کا بوائلنگ پوائنٹ الکحل سے زیادہ کیوں ہے؟
v- ڈائنامک ایکوی لبریم سے کیا مراد ہے؟
vi- گیسز کی نسبت مائع میں ڈیفیوژن کا عمل سُست کیوں ہوتا ہے؟
vii- ٹمپریچر میں اضافے سے ڈیفیوژن میں کیوں اضافہ ہوتا ہے؟
viii- مائع موبائل (mobile) کیوں ہوتے ہیں؟

خود تشخیصی سرگرمی 5.4

ٹھوس حالت (Solid State)

یہ مادہ کی تیسری حالت ہے جس کی مخصوص شکل اور والیم ہوتا ہے۔ ٹھوس حالت میں مالیکیولز ایک دوسرے کے بہت قریب اور آپس میں مضبوطی سے جکڑے ہوتے ہیں۔ انٹر مالیکیولر فورسز اس قدر مضبوط ہوتی ہیں کہ پارٹیکلز تقریباً حرکت نہیں

کر پاتے اس لیے ان میں ڈفیوژن کا عمل بھی نہیں ہوتا۔ ٹھوس پارٹیکلز میں صرف وائبریشنل موشن (vibrational motion) ہوتی ہے۔

5.4 اہم خصوصیات (Typical properties)

ٹھوس اشیا کچھ اہم خصوصیات رکھتے ہیں جن میں سے چند مندرجہ ذیل ہیں۔

5.4.1 میلٹنگ پوائنٹ (Melting Point)

ٹھوس پارٹیکلز صرف وائبریشنل کائی نیٹک انرجی رکھتے ہیں۔ جب ٹھوس کو گرم کیا جاتا ہے تو مالیکیولز کی وائبریشنل انرجی بڑھتی ہے اور پارٹیکلز اپنی مخصوص جگہ پر تیزی سے وائبریٹ کرتے ہیں۔ اگر مسلسل حرارت فراہم کی جائے تو ایک وقت ایسا آتا ہے جب پارٹیکلز اپنی مخصوص جگہ کو چھوڑ دیتے ہیں اور پھر موبائل ہو جاتے ہیں۔ اس ٹمپریچر پر ٹھوس پگھلتے ہیں۔ وہ ٹمپریچر جس پر ایک ٹھوس پگھلنا شروع ہوتا ہے اور مائع حالت کے ساتھ ڈائنامک ایکوی لبریم میں ہوتا ہے، میلٹنگ پوائنٹ کہلاتا ہے۔ تمام آئیونک اور کوویلنٹ ٹھوس کمپاؤنڈز کے میلٹنگ پوائنٹ بہت زیادہ ہوتے ہیں۔

ٹھوس ⇌ مائع

5.4.2 رجیڈیٹی (Rigidity)

ٹھوس کے پارٹیکلز موبائل نہیں ہوتے۔ ان کی مخصوص جگہ ہوتی ہے۔ اس لیے ساخت کے لحاظ سے ٹھوس سخت (rigid) ہوتے ہیں۔

5.4.3 ڈینسٹی (Density)

ٹھوس اشیا مائع اور گیسز کی نسبت بھاری ہوتی ہیں کیونکہ ٹھوس کے پارٹیکلز آپس میں مضبوطی سے جکڑے ہوئے ہوتے ہیں اور ان پارٹیکلز کے درمیان خالی جگہیں نہیں ہوتیں۔ اس لیے یہ مادہ کی تینوں حالتوں میں سے سب سے زیادہ ڈینسٹی رکھتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایلومینیم کی ڈینسٹی $2.70\ g\ cm^{-3}$، لوہے کی $7.86\ g\ cm^{-3}$ اور سونے کی $19.3\ g\ cm^{-3}$ ہے۔

5.5 ٹھوس کی اقسام (Types of Solids)

عام ظاہری حالت کی بنا پر ٹھوس اشیا کی دو اقسام ایمورفس (amorphous) اور کرسٹلائن (crystalline) ہوتی ہیں۔

5.5.1 ایمورفس ٹھوس (Amorphous Solids)

ایمورفس کا مطلب ہے بے شکل۔ ایسے ٹھوس جن میں پارٹیکلز کی ترتیب باقاعدہ نہیں ہوتی یا جن کی باقاعدہ شکلیں نہیں ہوتی انہیں ایمورفس ٹھوس اشیا کہتے ہیں۔ ان کے میلٹنگ پوائنٹ مقرر یا مخصوص نہیں ہوتے۔ پلاسٹک، ربڑ اور حتیٰ کہ شیشہ بھی

ایمورفس ٹھوس ہے اور یہ زیادہ میلٹنگ پوائنٹ نہیں رکھتے۔

5.5.2 کرسٹلائن ٹھوس (Crystalline Solids)

ایسے ٹھوس جن میں پارٹیکلز مخصوص سہ رخی انداز (pattern) سے ترتیب دیے گئے ہوتے ہیں، کرسٹلائن ٹھوس اشیا کہلاتے ہیں۔ ان کی واضح سطحیں اور کنارے ہوتے ہیں۔ ہر کنارا دوسرے کے ساتھ مخصوص زاویہ بناتا ہے۔ ان کے میلٹنگ پوائنٹ مخصوص اور زیادہ ہوتے ہیں۔ کرسٹلائن ٹھوس کی اقسام ہیرا، سوڈیم کلورائڈ وغیرہ ہیں۔

5.6 ایلوٹروپی (Allotropy)

کسی ایلیمنٹ کا ایک ہی طبیعی حالت میں مختلف اشکال میں پایا جانا ایلوٹروپی (allotropy) کہلاتا ہے۔ ایلوٹروپی کی وجوہات یہ ہیں:

i- کسی ایلیمنٹ کی دو یا دو سے زیادہ اقسام میں موجودگی جن میں ایٹمز کی تعداد مختلف ہو، جیسا کہ آکسیجن کے ایلوٹروپ آکسیجن (O_2) اور اوزون (O_3) ہیں۔

ii- ایلیمنٹ کی کرسٹل میں دو یا دو سے زیادہ ایٹمز یا مالیکیولز کی مختلف ترتیب کی وجہ سے، جیسا کہ سلفر کرسٹل (S_8) مالیکیولز کی مختلف ترتیب کی وجہ سے ایلوٹروپی کا مظاہرہ کرتی ہے۔

ایلوٹروپس ہمیشہ مختلف طبیعی خصوصیات ظاہر کرتے ہیں لیکن ان کی کیمیائی خصوصیات ایک جیسی یا مختلف ہو سکتی ہیں۔

ٹھوس کے ایلوٹروپس دیے ہوئے ٹمپریچر پر ایٹمز کی مختلف ترتیب رکھتے ہیں۔ ٹمپریچر میں تبدیلی سے ایٹمز کی ترتیب بھی بدلتی ہے اور ایک نئی ایلوٹروپک شکل بن جاتی ہے۔ وہ ٹمپریچر جس پر ایک ایلوٹروپ دوسرے میں تبدیل ہوتا ہے اسے ٹرانزیشن ٹمپریچر (transition temperature) کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر سلفر کا ٹرانزیشن ٹمپریچر 96 °C ہے۔ اس سے کم ٹمپریچر پر یہ رومبک (rhombic) شکل میں پایا جاتا ہے۔ اگر رومبک شکل کو 96 °C تک گرم کیا جائے تو اس کے مالیکیولز اپنے آپ کو دوبارہ ترتیب دے کر مونوکلینک (monoclinic) شکل بناتے ہیں۔

$$S_8\,(\text{rhombic}) \underset{}{\overset{96\,°C}{\rightleftharpoons}} S_8\,(\text{monoclinic})$$

دوسری مثالوں میں فاسفورس اور ٹن (tin) شامل ہیں۔

$$P_4\,(\text{سفید}) \overset{250\,°C}{\rightleftharpoons} (P_4)_n\,(\text{سرخ})$$

$$Sn\ \text{سرمئی}\ (\text{cubic}) \overset{13.2°\,C}{\rightleftharpoons} Sn\ \text{سفید}\ (\text{tetragonal})$$

سفید فاسفورس ایک بہت ہی زیادہ ری ایکٹو، زہریلا اور نرم موم ٹھوس ہے۔ یہ ٹیٹرا اٹامک مالیکیولز (tetra atomic molecules) کی شکل میں موجود ہوتا ہے۔ جبکہ سرخ فاسفورس کم ری ایکٹو، غیر زہریلا اور بھربھرا پاؤڈر ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 5.5

i- سلفر روم ٹمپریچر پر کس حالت میں پایا جاتا ہے؟
ii- روم ٹمپریچر پر سلفیڈشن کیوں دستیاب ہوتا ہے؟
iii- ٹھوس کا میلٹنگ پوائنٹ اس کا شناختی وصف کیوں تصور کیا جاتا ہے؟
iv- کیوں ایمورفس ٹھوس زیادہ میلٹنگ پوائنٹ نہیں رکھتے جبکہ کرسٹلائن ٹھوس رکھتے ہیں؟
v- ایلومینیم یا سونے میں سے کونسی میٹل ہلکی ہے؟
vi- سلفر مالیکیول کا مالیکیولر فارمولا لکھیں۔
vii- سلفر کی کونسی ایلوٹروپک شکل روم ٹمپریچر ($25\ ^\circ C$) پر پائی جاتی ہے؟
viii- ایلوٹروپی کا مظاہرہ ایلیمنٹ کرتے ہیں یا کمپاؤنڈ یا دونوں؟

گوشت کو محفوظ کرنے کے لیے نمک کا استعمال (Curing with salt to preserve meat)

خوردنی نمک گوشت کو محفوظ کرنے کا ایک اہم جز ہے اور بہت بڑی مقدار میں استعمال کیا جاتا ہے۔ نمک گوشت میں سے پانی کو خشک کر کے بہت سے بیکٹیریا کو مارتا اور ان کی نشوونما کو روکتا ہے۔ ناپسندیدہ بیکٹیریا کی زیادہ تر انواع (species) کو مارنے کے لیے 20% تک کنسنٹریٹڈ (concentrated) نمک کی ضرورت ہوتی ہے۔ اگر گوشت میں نمک کی مقدار مناسب ہو تو یہ گوشت کو نقصان دہ مائیکروبز (microbes) سے محفوظ رکھتا ہے۔

سائنس کی ترقی کے ساتھ آلات میں تبدیلی (Change of Instrumentation as the Science Progresses)

آلات کے کام کرنے کے متعلق بہت سے پہلو قابلِ غور ہیں۔ سائنسی مشاہدات کو انسانی حسی نظام کے ذریعے معلوم کیا جاتا ہے۔ یہ عام طور پر ان آلات پر منحصر ہے جو دنیا اور حواسوں کے درمیان واسطے کے طور پر کام کرتے ہیں۔ آلات کو حواسوں کی مدد کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ مشاہدہ کرنے کی قوت کو بڑھانے کے عمل کو آسان بنانے کے لیے بہت زیادہ وسعت فراہم کرتے ہیں۔ مزید برآں، سائنسی آلات پہلے سے بنائی گئی تھیوریز کو چیک کرنے، رد کرنے اور تبدیل کرنے میں ایک بنیادی کردار ادا کرتے ۔

اہم نکات

- گیسز میں ڈفیوژن کا عمل تیزی سے ہوتا ہے۔ ڈفیوژن سے مُراد گیس کا دوسری گیسز کے ساتھ مکسنگ ہے۔
- ایک چھوٹے سوراخ سے گیس کے مالیکیولز کا نکلنا ایفیوژن (Effusion) کہلاتا ہے۔
- گیسز پریشر رکھتی ہیں۔ پریشر کا SI یونٹ Nm^{-2} ہے جسے پاسکل (Pa) بھی کہتے ہیں۔
- سٹینڈرڈ ایٹموسفیرک پریشر وہ پریشر ہے جو سطح سمندر پر 760 mm of Hg بلند کالم ڈالتا ہے، یہ 1atm کے برابر ہوتا ہے۔
- گیسز بہت زیادہ موبائل ہوتی ہیں اور انہیں دبایا جاسکتا ہے۔
- گیسز مائع اور ٹھوس کی نسبت 1000 گنا ہلکی ہوتی ہیں۔ اس لیے ان کی ڈینسٹی کو $g\ dm^{-3}$ میں ناپا جاتا ہے۔

- بوائل کے قانون کے مطابق کسی گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم اور پریشر کونسٹنٹ ٹمپریچر پر ایک دوسرے کے انورسلی پروپورشنل ہوتے ہیں۔
- چارلس کے قانون کے مطابق کسی گیس کے دیے ہوئے ماس کا والیم اور ٹمپریچر کونسٹنٹ پریشر پر ایک دوسرے کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتے ہیں۔
- ایبسولیوٹ ٹمپریچر وہ ٹمپریچر ہے جس پر کسی آئیڈیل گیس کا والیم زیرو ہوگا۔ اس کی ویلیو -273.15°C ہے۔
- تمام ٹمپریچرز پر مائع کا ویپرز میں تبدیل ہونے کا عمل ایویپوریشن کہلاتا ہے۔ یہ ایک ٹھنڈک پیدا کرنے والا عمل ہے۔
- ایویپوریشن کا انحصار سطحی رقبہ، ٹمپریچر اور انٹرمالیکیولر فورسز پر ہوتا ہے۔
- جب مائع اور ویپرز ایک دوسرے کے ساتھ ڈائنامک ایکوی لبریم میں ہوتے ہیں تو ویپرز کی وجہ سے لگایا جانے والا پریشر ویپر پریشر کہلاتا ہے۔
- بوائلنگ پوائنٹ وہ ٹمپریچر ہے جس پر مائع کا ویپر پریشر، ایٹموسفیرک پریشر یا کسی بھی بیرونی پریشر کے برابر ہو جاتا ہے۔
- بوائلنگ پوائنٹ کا انحصار مائع کی نوعیت، انٹرمالیکیولر فورسز اور بیرونی پریشر پر ہوتا ہے۔
- فریزنگ پوائنٹ سے مُراد وہ ٹمپریچر ہے جس پر مائع اور ٹھوس حالت کا ویپر پریشر ایک دوسرے کے برابر ہو جاتا ہے۔ اس ٹمپریچر پر مائع اور ٹھوس ایک دوسرے کے ساتھ ڈائنامک ایکوی لبریم میں پائے جاتے ہیں۔
- کسی ٹھوس کا میلٹنگ پوائنٹ وہ ٹمپریچر ہے جس پر جب ٹھوس کو گرم کیا جاتا ہے تو یہ پگھلتا ہے اور مائع کے ساتھ ڈائنامک ایکوی لبریم میں پایا جاتا ہے۔
- ٹھوس مائع کی نسبت سخت اور بھاری ہوتے ہیں۔
- ٹھوس کی دو اقسام ایمورفس اور کرسٹلائن ٹھوس ہیں۔
- ایمورفس ٹھوس اشیا کی کوئی خاص شکل نہیں ہوتی اور ان کا میلٹنگ پوائنٹ مخصوص نہیں ہوتا۔
- کرسٹلائن ٹھوس اجسام میں پارٹیکلز مخصوص سہ رخی ترتیب سے جڑے ہوتے ہیں۔ ان کے میلٹنگ پوائنٹ زیادہ اور مخصوص ہوتے ہیں
- ایلیمنٹ کا مختلف طبیعی حالتوں میں پایا جانا ایلوٹروپی کہلاتا ہے۔

مشق

کثیرالانتخابی سوالات

درست جواب پر ✓ کا نشان لگائیں۔

1- مائع گیسز سے کتنے گنا زیادہ بھاری ہوتے ہیں؟

(a) 100 گنا (b) 1000 گنا (c) 10,000 گنا (d) 100,000 گنا

-2 گیسز مادہ کی ہلکی ترین حالت ہیں۔ ان کی ڈینسٹیز کو کن یونٹس میں ظاہر کیا جاتا ہے؟

(a) $mg\ cm^{-3}$ (b) $g\ cm^{-3}$ (c) $kg\ dm^{-3}$ (d) $g\ dm^{-3}$

-3 فریزنگ پوائنٹ پر ان میں سے کون سے ڈائنامک ایکوی لبریم میں ہوتے ہیں؟

(a) گیس اور ٹھوس (b) مائع اور گیس (c) مائع اور ٹھوس (d) یہ تمام

-4 ٹھوس پارٹیکلز میں ان میں سے کون سی موشن پائی جاتی ہے؟

(a) روٹیشنل موشن (b) وائبریشنل موشن (c) ٹرانسلیشنل موشن (d) دونوں ٹرانسلیشنل اور وائبریشنل موشن

-5 ان میں سے کون سا ایمورفس ٹھوس نہیں ہے؟

(a) ربڑ (b) پلاسٹک (c) شیشہ (d) گلوکوز

-6 1atm پریشر کتنے پاسکلز کے برابر ہوتا ہے؟

(a) 101325 (b) 10325 (c) 106075 (d) 10523

-7 ایویپوریشن میں جو مالیکیولز مائع کی سطح کو چھوڑتے ہیں ان میں ہوتی ہے:

(a) بہت کم انرجی (b) درمیانی انرجی (c) بہت زیادہ انرجی (d) ان میں سے کوئی نہیں

-8 ان میں سے کون سی گیس تیزی سے ڈفیوژ کرتی ہے؟

(a) ہائیڈروجن (b) ہیلیم (c) کلورین (d) فلورین

-9 ان میں سے کون سی چیز بوائلنگ پوائنٹ پر اثر انداز نہیں ہوتی؟

(a) انٹرمالیکیولر فورسز (b) بیرونی پریشر (c) مائع کی نوعیت (d) مائع کا ابتدائی ٹمپریچر

-10 گیس کی ڈینسٹی بڑھتی ہے جب اس کا:

(a) ٹمپریچر بڑھتا ہے (b) پریشر بڑھتا ہے

(c) والیم کونسٹنٹ رکھا جاتا ہے (d) ان میں سے کوئی نہیں

-11 مائع کا ویپر پریشر کب بڑھتا ہے؟

(a) پریشر میں اضافے سے (b) ٹمپریچر میں اضافے سے

(c) انٹرمالیکیولر فورسز میں اضافے سے (d) مالیکیولز کی پولیریٹی میں اضافے سے

مختصر سوالات

-1 ڈفیوژن کیا ہے، ایک مثال دے کر وضاحت کریں۔

-2 سٹینڈرڈ ایٹموسفیرک پریشر کی تعریف کریں۔ اس کے یونٹ کیا ہیں؟ اسے پاسکل میں کیسے تبدیل کیا جاسکتا ہے؟

-3 مائع کی نسبت گیسز کی ڈینسٹیز کم کیوں ہوتی ہیں؟

4- ایویپوریشن سے کیا مُراد ہے۔ سطحی رقبہ کا اس پر کیا اثر ہوتا ہے؟

5- ایلوٹروپی کو مثالیں دے کر بیان کریں۔

6- 100°C پر سلفر کس حالت میں پایا جاتا ہے؟

7- کسی مائع کے بوائلنگ پوائنٹ اور ایویپوریشن کے درمیان کیا تعلق ہے؟

انشائیہ سوالات

1- بوائل کے قانون کی تعریف کریں اور ایک مثال دے کر وضاحت کریں۔

2- چارلس کے گیسز کے قانون کی تعریف اور وضاحت کریں۔

3- ویپر پریشر کیا ہے اور انٹر مالیکیولر فورسز اس پر کیسے اثر انداز ہوتی ہیں؟

4- بوائلنگ پوائنٹ کی تعریف کریں اور یہ بھی وضاحت کریں کہ کیسے مختلف فیکٹرز اس پر اثر انداز ہوتے ہیں؟

5- مائع میں ڈیفیوژن اور اس پر اثر انداز ہونے والے فیکٹرز کی وضاحت کریں۔

6- کرسٹلائن اور ایمورفس ٹھوس اجسام میں فرق واضح کریں۔

مشقی سوالات

1- مندرجہ ذیل یونٹس کو تبدیل کریں:

(a) 850 mm Hg کو atm میں (b) 205000 Pa کو atm میں

(c) 560 torr کو cm Hg میں (d) 1.25 atm کو Pa میں

2- مندرجہ ذیل یونٹس کو تبدیل کریں:

(a) 750 °C کو K میں (b) 150 °C کو K میں

(c) 100 K کو °C میں (d) 172 K کو °C میں

3- ایک گیس کا پریشر 912 mm Hg اور والیم $450\ cm^3$ ہے۔ 0.4 atm پر پریشر پر اس کا والیم کیا ہوگا؟

4- ایک گیس کا پریشر 1 atm اور والیوم $800\ cm^3$ ہے، جب اسے $1200\ cm^3$ تک پھیلنے دیا جائے تو اس کا mm Hg میں پریشر کتنا ہوگا؟

5- ایک مخصوص ماس کی گیس کا والیم $87.5\ cm^3$ سے $118\ cm^3$ تک بڑھ جاتا ہے جبکہ پریشر کونسٹنٹ ہو۔ اگر اس کا ابتدائی ٹمپریچر 23 °C ہو تو اس کا آخری ٹمپریچر کیا ہوگا؟

-6 ایک گیس کو کونسٹنٹ پریشر پر 30 °C سے 10 °C تک ٹھنڈا کیا گیا ہے۔ بتایئے

(a) کیا گیس کا والیم اس کے اصل والیم سے 1/3 کم ہو جائے گا؟

(b) اگر نہیں، تو پھر والیم کس نسبت سے کم ہوگا؟

-7 ایک غبارہ جو سٹینڈرڈ ٹمپریچر (0 °C) اور پریشر (1atm) پر $1.6\ dm^3$ ہوا سے بھرا ہوا ہے، کو پانی کی گہرائی میں لے جایا گیا جہاں اس کا پریشر 3.0 atm بڑھ گیا۔ فرض کریں کہ ٹمپریچر تبدیل نہیں ہوا، تو غبارے کا نیا والیم کیا ہوگا۔ کیا یہ سکڑے گا یا پھیلے گا؟

-8 نی اون گیس بہت کم پریشر یعنی 0.4 atm پر $75.0\ cm^3$ جگہ گھیرتی ہے۔ فرض کیا اگر ٹمپریچر کونسٹنٹ ہو تو 1.0 atm پریشر پر اس کا والیم کیا ہوگا؟

-9 17 °C ٹمپریچر پر ایک گیس کا والیم $35.0\ dm^3$ ہے اگر کونسٹنٹ پریشر پر گیس کے ٹمپریچر کو 34 °C تک بڑھایا جائے تو کیا آپ توقع رکھتے ہیں کہ والیم دوگنا ہوگا؟ اگر نہیں تو نیا والیم معلوم کریں؟

-10 سیٹرن (Saturn) کا سب سے بڑا چاند ٹائٹن (Titan) ہے جس کا ایٹموسفیرک پریشر 1.6×10^5 Pa ہے۔ atm میں اس کا ایٹموسفیرک پریشر کیا ہوگا؟ کیا یہ زمین کے ایٹموسفیرک پریشر سے زیادہ ہے؟

سلوشنز

(Solutions)

وقت کی تقسیم
تدریسی پیریڈز : 16
تشخیصی پیریڈز : 02
سلیبس میں حصہ : 14%

بنیادی تصورات

6.1 سلوشن، ایکوئس سلوشن، سولیوٹ اور سولوینٹ

6.2 سیچوریٹڈ، ان سیچوریٹڈ، سپر سیچوریٹڈ سلوشنز اور سلوشن کی ڈائیلیوشن

6.3 سلوشنز کی اقسام

6.4 کنسنٹریشن یونٹس

6.5 سلوشنز کا موازنہ، سسپنشنز اور کولائیڈز

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- سلوشن، ایکوئس سلوشن، سولیوٹ اور سولوینٹ کی تعریف کر سکیں اور ان کی ایک ایک مثال دے سکیں۔
- سیچوریٹڈ، ان سیچوریٹڈ اور سپر سیچوریٹڈ سلوشنز کے درمیان فرق کی وضاحت کر سکیں۔
- گیسوں میں گیسوں کے، مائع میں گیسوں کے اور ٹھوس میں گیسوں کے ملنے سے بننے والے سلوشنز کی بناوٹ کی وضاحت کر سکیں اور ہر ایک کی مثال دے سکیں۔
- مائع کے گیسوں میں، مائع کے مائع میں اور مائع کے ٹھوس میں بننے والے سلوشنز کی بناوٹ کی وضاحت کر سکیں اور ہر ایک کی مثال دے سکیں۔
- ٹھوس کے گیسوں میں، ٹھوس کے مائع میں اور ٹھوس کے ٹھوس میں ملنے سے بننے والے سلوشنز کی بناوٹ کی وضاحت کر سکیں اور ہر ایک کی مثال دے سکیں۔
- یہ وضاحت کر سکیں کہ سلوشنز کی کنسنٹریشن کا کیا مطلب ہے؟
- مولیریٹی کی تعریف کر سکیں۔
- پرسنٹیج سلوشن کی تعریف کر سکیں۔
- سلوشن کی مولیریٹی سے متعلق پرابلمز حل کر سکیں۔

- معلوم مولیریٹی کے کنسنٹریٹڈ سلوشنز سے ڈائلیوٹ سلوشنز تیار کرنے کا عمل بیان کر سکیں۔
- کسی سلوشن کی مولیریٹی اور اس کی g/dm^3 کنسنٹریشن کے درمیان تبادلہ کر سکیں۔
- ایک شے کی دوسرے شے میں سولوبیلٹی کی پیشگوئی کے لیے "Like dissolves like" کے اصول کو استعمال کر سکیں۔

تعارف

سلوشنز دراصل دو یا دو سے زیادہ اجزا کے ہوموجینیئس مکسچر ہوتے ہیں۔ عموماً سلوشنز تین طبیعی حالتوں میں پائے جاتے ہیں' جس کا انحصار سولوینٹ (solvent) کی طبیعی حالت پر ہوتا ہے۔ مثلاً الائے (alloy) ٹھوس سلوشن ہے۔ سمندر کا پانی مائع سلوشن ہے اور ہوا گیسی سلوشن ہے۔ اس طرح سے سلوشن کی نو اقسام بنتی ہیں۔ سب سے پہلے گیس میں گیس کا سلوشن آتا ہے' جس کی مثال ہوا ہے جس میں ہم سانس لیتے ہیں۔ آخر میں ٹھوس میں ٹھوس کا سلوشن آتا ہے جس کی مثال ڈینٹل املغم ہے جو دانتوں کے سوراخوں میں بھرا جاتا ہے۔ مائع سلوشنز سب سے عام سلوشنز ہیں کیونکہ پانی سب سے عام سولوینٹ (solvent) ہے۔ اسی لیے مائع سلوشنز کی بہت سی اقسام ہیں جو بارش کے ایک قطرے سے لے کر سمندر تک محیط ہیں۔ سمندر کا پانی قدرتی طور پر پائے جانے والے 92 ایلیمینٹس کا ماخذ تسلیم کیا جاتا ہے۔

6.1 سلوشنز (Solutions)

دو یا دو سے زیادہ اشیا کا ہوموجینیئس مکسچر سلوشن کہلاتا ہے۔ سلوشن میں اس کے اجزا کے مابین حدود کی شناخت نہیں کی جا سکتی۔ یعنی سلوشن ایک فیز (one phase) کے طور پر موجود ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر ہوا' جس میں ہم سانس لیتے ہیں بہت سی گیسوں کا سلوشن ہے۔ اسی طرح پیتل زنک (Zn) اور کاپر (Cu) کا ایک ٹھوس سلوشن ہے۔ پانی میں حل شدہ شوگر مائع سلوشن کی ایک مثال ہے۔

سلوشن اور خالص مائع کے درمیان فرق جاننے کا سادہ ترین طریقہ ایویپوریشن ہے۔ جب کوئی مائع مکمل طور پر بخارات بن کر اُڑ جائے اور برتن میں کچھ بھی باقی نہ بچے تو سمجھ لیں کہ یہ ایک خالص کمپاؤنڈ ہے۔ اس کے برعکس جب کسی مائع کے ایویپوریٹ ہونے پر کچھ اجزا خشک حالت میں باقی بچ جائے تو سمجھ لیں کہ یہ ایک سلوشن ہے۔ میٹلز کے الائے جیسے براس یا برونز بھی ہوموجینیئس مکسچر ہیں۔ اگرچہ ان کے اجزا کو طبیعی طریقوں سے الگ الگ نہیں کیا جا سکتا۔ اس کے باوجود انہیں مکسچر ہی شمار کیا جاتا ہے کیونکہ:

(i) اس میں ان کے اجزا کی خصوصیات ظاہر ہوتی ہیں۔

(ii) ان کی کمپوزیشن ویری ایبل (variable) ہوتی ہے۔

6.1.1 ایکوئس سلوشنز (Aqueous Solutions)

ایسا سلوشن جو کسی شے کو پانی میں حل کرنے سے وجود میں آئے ایکوئس سلوشن (aqueous solution) کہلاتا ہے۔ ایکوئس سلوشنز میں پانی ہمیشہ زیادہ مقدار میں موجود ہوتا ہے اور اسے سولوینٹ (solvent) کہا جاتا ہے۔ پانی میں

شوگر اور پانی میں نمک کا سلوشن ایکوئس سلوشنز کی دو مثالیں ہیں۔ پانی کو یونیورسل سولوینٹ کہا جاتا ہے۔ کیونکہ کرہ ارض میں موجود اکثر کمپاؤنڈز اس میں حل ہو جاتے ہیں۔

6.1.2 سولیوٹ (Solute)

سلوشن کا وہ جز جو مقدار میں کم ہو، سولیوٹ (solute) کہلاتا ہے۔ سولیوٹ جب کسی سولوینٹ میں حل ہو تو سلوشن بن جاتا ہے۔ مثال کے طور پر نمک کا سلوشن نمک کو پانی میں حل کرنے سے بنتا ہے۔ اس مثال میں نمک سولیوٹ ہے اور پانی سولوینٹ ہے۔ بعض اوقات کسی سلوشن میں ایک سے زیادہ سولیوٹ بھی موجود ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر سوفٹ ڈرنکس میں پانی سولوینٹ ہے جبکہ دوسرے اجزا یعنی شوگر سالٹس اور کاربن ڈائی آکسائڈ سولیوٹس ہیں۔

6.1.3 سولوینٹ (Solvent)

سلوشن کا وہ جز جو زیادہ مقدار میں موجود ہو، سولوینٹ (solvent) کہلاتا ہے۔ سولوینٹ ہمیشہ سولیوٹس کو حل کر لیتا ہے۔ کسی سلوشن میں اگر دو سے زیادہ اشیا موجود ہوں تو ایک شے سولوینٹ کے طور پر کام کرتی ہے اور دوسری تمام اشیا سولیوٹس کے طور پر موجود ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر جیسا کہ اوپر سوفٹ ڈرنکس کے حوالے سے بتایا گیا ہے، ان میں پانی سولوینٹ ہے جبکہ دوسری تمام اشیا یعنی شوگر، سالٹس اور CO_2 سولیوٹس ہیں۔

6.2 سیچوریٹڈ سلوشن (Saturated Solution)

جب کسی سولوینٹ میں سولیوٹ کی تھوڑی مقدار حل کی جائے تو یہ سولیوٹ سولوینٹ میں بڑی آسانی سے حل ہو جائے گا۔ اگر اس میں مزید سولیوٹ ڈالا جائے تو یہ بھی حل ہو جائے گا۔ اگر اس میں تھوڑا تھوڑا سولیوٹ اور ڈالتے رہیں اور حل کرتے رہیں تو ایک وقت ایسا آئے گا جب مزید سولیوٹ حل نہیں ہوگا اور وہ برتن کے پیندے میں ناحل پذیر حالت میں بیٹھ جائے گا۔

$$\text{سولیوٹ} + \text{سولوینٹ} \underset{\text{کرسٹلز بن جاتی ہیں}}{\overset{\text{حل ہوتا ہے}}{\rightleftharpoons}} \text{سلوشن}$$

ایسا سلوشن جس میں کسی خاص ٹمپریچر پر سولیوٹ کی زیادہ سے زیادہ مقدار حل ہو سیچوریٹڈ سلوشن کہلاتا ہے۔ پارٹیکل لیول پر سیچوریٹڈ سلوشن وہ ہوتا ہے جس میں ناحل پذیر سولیوٹ حل شدہ سولیوٹ کے ساتھ ایک ایکوی لبریم (equilibrium) میں ہوتا ہے۔ اسے ذیل کی مساوات سے واضح کیا گیا ہے۔

$$\text{(حل شدہ) سولیوٹ} \rightleftharpoons \text{(کرسٹلائزڈ) سولیوٹ}$$

اس مرحلے پر سلوشن میں ایک ڈائنامک ایکوی لبریم (dynamic equilibrium) قائم ہو جاتا ہے۔ اگرچہ اس دیے

گئے ٹمپریچر پر سولیوٹ کے حل ہونے اور اس کے کرسٹل بننے کے عوامل جاری رہتے ہیں۔ لیکن حل شدہ سولیوٹ کی مقدار ہمیشہ یکساں رہتی ہے۔

6.2.1 ان سچوریٹڈ سلوشن (Unsaturated solution)

ان سچوریٹڈ سلوشن وہ ہے جس میں سولیوٹ کی مقدار اُس مقدار سے کم ہو جو مقدار اس سلوشن کو اس خاص درجہ حرارت پر سچوریٹ کرنے کے لیے درکار ہوتی ہے۔ سچوریٹڈ سلوشن بننے تک ان سلوشنز میں مزید سولیوٹ حل کر لینے کی صلاحیت موجود رہتی ہے۔

6.2.2 سپر سچوریٹڈ سلوشن (Supersaturated solution)

جب سچوریٹڈ سلوشنز کو گرم کیا جائے تو اس میں مزید سولیوٹ کو حل کر لینے کی صلاحیت پیدا ہو جاتی ہے۔ ایسے سلوشنز میں سولیوٹ کی حل شدہ مقدار سچوریٹڈ سلوشنز کے لیے درکار مقدار سے زیادہ ہوتی ہے اور یوں یہ زیادہ کنسنٹریٹڈ (concentrated) ہو جاتے ہیں۔ ایسے سلوشنز جو سچوریٹڈ سلوشنز سے زیادہ کنسنٹریٹڈ ہوں، سپر سچوریٹڈ سلوشنز کہلاتے ہیں۔ یہ سلوشنز عام طور پر زیادہ دیر قائم نہیں رہتے۔ اس لیے سپر سچوریٹڈ سلوشن حاصل کرنے کے لیے ایک آسان طریقہ یہ ہے کہ سچوریٹڈ سلوشن کو زیادہ ٹمپریچر پر تیار کیا جائے۔ پھر جب اسے ایک خاص ٹمپریچر تک ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو سولیوٹ کی زائد مقدار کرسٹلائز ہو کر الگ ہو جاتی ہے اور پیچھے پھر ایک سچوریٹڈ سلوشن رہ جاتا ہے۔ مثال کے طور پر 20°C پر سوڈیم تھایوسلفیٹ ($Na_2S_2O_3$) کے سچوریٹڈ سلوشن میں اس کی مقدار ہر $100\ cm^3$ پانی میں 20.9 گرام ہوتی ہے۔ جب ایسے سلوشن میں سولیوٹ کی مقدار اس سے کم ہو تو سلوشن ان سچوریٹڈ سلوشن (unsaturated) کہلاتا ہے اور ایسا سلوشن جس میں 20°C پر $100\ cm^3$ پانی میں سولیوٹ کی مقدار 20.9 گرام سے زیادہ ہو، سپر سچوریٹڈ سلوشن کہلاتا ہے۔

6.2.3 سلوشن کی ڈائلیوشن (Dilution of solution)

سلوشنز میں موجود سولیوٹ کی مقدار کے تناسب کی بنیاد پر ان کو ڈائلیوٹ سلوشنز (dilute solutions) اور کنسنٹریٹڈ سلوشنز (concentrated solutions) میں تقسیم کیا گیا ہے۔ ڈائلیوٹ سلوشنز میں حل شدہ سولیوٹ کی مقدار کم ہوتی ہے۔ کنسنٹریٹڈ سلوشنز میں حل شدہ سولیوٹ کی مقدار نسبتاً زیادہ ہوتی ہے مثال کے طور پر برائن (brine) جو دراصل پانی میں خوردنی نمک کا کنسنٹریٹڈ سلوشن ہے۔ یہ اصطلاحات اصل میں سلوشن کی کنسنٹریشن بیان کرتی ہیں۔ مثال کے طور کسی کنسنٹریٹڈ سلوشن میں سولوینٹ کی مزید مقدار ڈالی جائے تو سلوشن ڈائلیوٹ ہو جائے گا اور اس کی کنسنٹریشن کم ہو جائے گی۔

6.3 سلوشن کی اقسام (TYPES OF SOLUTION)

جیسا کہ بیان کیا گیا کہ ہر سلوشن دو اجزا سولیوٹ اور سولوینٹ پر مشتمل ہوتا ہے۔

سولیوٹ اور سالوینٹ، گیس، مائع اور ٹھوس حالتوں میں سے کسی ایک حالت میں پائے جاتے ہیں: چنانچہ سولیوٹ اور

سولوینٹ کی طبعی حالت کی بنیاد پر سلوشنز کی نو مختلف اقسام ہو سکتی ہیں، جن کی تفصیل ٹیبل 6.1 میں دی گئی ہے۔

ٹیبل 6.1 سلوشنز کی مختلف اقسام اور ان کی مثالیں

نمبر شمار	سولیوٹ	سولوینٹ	سلوشن کی مثال
-1	گیس	گیس	ہوا، موسمی غباروں میں H_2 اور He کا آمیزہ، مصنوعی تنفس کے لیے بنائے گئے سلنڈروں میں N_2 اور O_2 کا آمیزہ
-2	گیس	مائع	پانی میں آکسیجن، پانی میں کاربن ڈائی آکسائڈ
-3	گیس	ٹھوس	پلاڈیم پر جذب شدہ ہائڈروجن
-4	مائع	گیس	دھند، کہر، ہوا میں آلودہ مائع مادے
-5	مائع	مائع	پانی میں الکوحل، بینزین اور ٹولوئین (toluene) کا سلوشن وغیرہ
-6	مائع	ٹھوس	مکھن، پنیر
-7	ٹھوس	گیس	ہوا میں گرد یا دھوئیں کے پارٹیکلز
-8	ٹھوس	مائع	پانی میں شوگر
-9	ٹھوس	ٹھوس	دھاتوں کے الائے مثلاً پیتل، کانسی اور اوپلز (opals)

خود تشخیصی سرگرمی 6.1

-i سلوشن کو مکسچر کیوں سمجھا جاتا ہے؟

-ii درج ذیل جوڑوں کی پہچان کر کے بتائیں کہ ان میں کولائڈ کون سا ہے اور سلوشن کون سا؟

(a) پانی اور نمک کا سلوشن (b) سرکہ اور بینزین (c) کاربونیٹڈ ڈرنکس اور ایسیٹون

-iii سلوشن اور مکسچر کے درمیان سب سے بڑا فرق کیا ہے؟

-iv الائے (alloy) کیا ہے؟

-v بحرِ مردار (Dead sea) سالٹس سے اتنا بھرپور ہے کہ جب سردیوں میں ٹمپریچر کم ہوتا ہے تو یہاں سالٹس کی کرسٹلز بن جاتی ہیں۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ اسے "Dead sea" یعنی بحرِ مردار کا نام کیوں دیا گیا ہے؟

6.4 کنسنٹریشن یونٹس (CONCENTRATION UNITS)

کنسنٹریشن سے مراد سلوشن میں سولیوٹ کا تناسب ہے۔ دوسرے لفظوں میں یہ سولیوٹ کی مقدار کی سلوشن کی مقدار سے یا سولیوٹ کی مقدار کی سولوینٹ کی مقدار سے نسبت ہے۔ یہ بات ذہن میں رہے کہ کنسنٹریشن کا انحصار سلوشن کی کل مقدار یا کل والیم پر نہیں ہوتا۔ مثال کے طور پر سلوشن کی ایک بڑی مقدار میں سے لیے گئے تھوڑے سے سلوشن کی کنسنٹریشن بھی وہی ہوگی جو سارے سلوشن کی ہے۔ سلوشن کی کنسنٹریشن کو ظاہر کرنے کے لیے مختلف اقسام کے یونٹس استعمال ہوتے ہیں۔ ان میں سے چند ایک یونٹس

کی وضاحت یہاں کی گئی ہے۔

6.4.1 پرسنٹیج (Percentage)

کنسنٹریشن کے پرسنٹیج یونٹ کا تعلق کسی سلوشن میں سولیوٹ کی پرسنٹیج مقدار سے ہوتا ہے۔ سولیوٹ کی یہ پرسنٹیج سولیوٹ کے ماس یا اس کے والیم میں ظاہر کی جا سکتی ہے۔ اس لحاظ سے کسی سلوشن کی پرسنٹیج کمپوزیشن ظاہر کرنے کے چار مختلف طریقے ہیں۔

6.4.1.1 پرسنٹیج - ماس/ماس (%m/m)

سولیوٹ کی گرامز میں وہ مقدار جو سلوشن کے 100 گرامز میں حل ہو پرسنٹیج ماس/ماس کہلاتی ہے۔

مثال کے طور پر m/m %10 شوگر سلوشن کا مطلب ہے کہ 10 گرام شوگر 90 گرام پانی میں حل کر کے 100 گرام سلوشن بنایا گیا ہے۔ اس نسبت کی کیلکولیشن درج ذیل فارمولے کی مدد سے کی جاتی ہیں۔

$$\text{پرسنٹیج ماس } (\%m/m) = \frac{\text{سولیوٹ کا ماس } (g)}{\text{سولیوٹ کا ماس } (g) + \text{سولوینٹ کا ماس } (g)} \times 100$$

$$= \frac{\text{سولیوٹ کا ماس } (g)}{\text{سلوشن کا ماس } (g)} \times 100$$

6.4.1.2 پرسنٹیج - ماس/والیم (%m/v)

سولیوٹ کی گرامز میں وہ مقدار جو $100\ cm^3$ سلوشن میں حل ہو پرسنٹیج ماس/والیم کہلاتی ہے۔ مثلاً m/v %10 شوگر کے سلوشن سے مراد ہے 10 گرام شوگر کو پانی میں حل کر کے $100\ cm^3$ سلوشن بنایا گیا ہے۔ اس سلوشن میں سولوینٹ کا اصل والیم معلوم نہیں ہوتا۔

$$\text{پرسنٹیج ماس/والیم } (\%m/v) = \frac{\text{سولیوٹ کا ماس } (g)}{\text{سلوشن کا والیم } (cm^3)} \times 100$$

6.4.1.3 پرسنٹیج - والیم/ماس (%v/m)

سولیوٹ کے والیم کی cm^3 میں وہ مقدار جو سلوشن کے 100 گرامز میں حل ہو پرسنٹیج والیم/ماس کہلاتی ہے۔ مثلاً v/m %10 الکوحل کے سلوشن سے مراد یہ ہے $10\ cm^3$ الکوحل کو پانی میں حل کر کے 100 گرام سلوشن بنایا گیا ہے۔ اس سلوشن میں سلوشن کا ماس مدنظر رکھا جاتا ہے، والیم نہیں۔

$$\text{پرسنٹیج والیم/ماس } (\%v/m) = \frac{\text{سولیوٹ کا والیم } (cm^3)}{\text{سلوشن کا ماس } (g)} \times 100$$

6.4.1.4 پرسنٹیج - والیم/والیم (%v/v)

سولیوٹ کے والیم کی cm^3 میں وہ مقدار جو سلوشن کے $100\ cm^3$ میں حل ہو پرسنٹیج والیم/والیم کہلاتی ہے۔
مثلاً 30% v/v سے مراد ہے کہ سلوشن کے $100\ cm^3$ میں الکوحل کے $30\ cm^3$ حل ہیں۔

$$\text{پرسنٹیج والیم/والیم (\% v/v)} = \frac{\text{سلیوٹ کا والیم}\ (cm^3)}{\text{سلوشن کا والیم}\ (cm^3)} \times 100$$

مثال 6.1

اگر $5\ cm^3$ ایسیٹون پانی میں ملا کر کل $90\ cm^3$ سلوشن تیار کیا گیا ہو تو اس سلوشن کی کنسنٹریشن % v/v معلوم کریں۔

حل

اس حوالے سے جو فارمولا استعمال ہوگا وہ یہ ہے۔

$$\text{سلوشن کی کنسنٹریشن والیم/والیم} = \frac{\text{سولیوٹ کا والیم}}{\text{سلوشن کا والیم}} \times 100$$

$$= \frac{5}{90} \times 100 = 5.5$$

6.4.2 مولیریٹی (Molarity)

مولیریٹی ایک کنسنٹریشن یونٹ ہے جس کی تعریف یہ ہے کہ سولیوٹ کے مولز کی تعداد جو ایک ڈیسی میٹر کیوب (dm^3) سلوشن میں حل کی گئی ہو۔ اس کو M سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ مولیریٹی وہ اکائی ہے جو کیمسٹری اور اس سے متعلقہ علوم میں بکثرت استعمال ہوتی ہے۔ مولر سلوشن کی تیاری کے لیے درج ذیل مساوات استعمال ہوتی ہے۔

$$\text{مولیریٹی (M)} = \frac{\dfrac{\text{سولیوٹ کا ماس}\ (g)}{\text{سولیوٹ کا مولر ماس}\ (g\ mol^{-1})}}{\text{سلوشن کا والیم}\ (dm^3)} = \frac{\text{سولیوٹ کے مولز کی تعداد}}{\text{سلوشن کا والیم}\ (dm^3)}$$

یا

$$\text{مولیریٹی (M)} = \frac{\text{سولیوٹ کا ماس}\ (g)}{\text{سولیوٹ کا مولر ماس}\ (g\ mol^{-1}) \times \text{سلوشن کا والیم}\ (dm^3)} = mol\ dm^{-3}$$

6.4.2.1 مولر سلوشن کی تیاری (Preparation of Molar Solution)

ایک مولر سلوشن تیار کرنے کے لیے 1 مول سولیوٹ کو پانی کی اتنی مقدار میں حل کیا جاتا ہے کہ سلوشن کا والیم $1\ dm^3$ ہو جائے اس سلوشن کو میژرنگ فلاسک (measuring flask) میں بنایا جاتا ہے مثلاً سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ ($NaOH$) کے 1 مولر سلوشن

کی تیاری کے لیے 40 گرام (1 مول) سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ کو اتنے پانی میں حل کیا جاتا ہے کہ سلوشن کا والیم $1dm^3$ ہو جائے۔ اس سلوشن میں جب سولیوٹ کی مقدار بڑھائی جائے تو اس محلول کی کنسنٹریشن یا مولیریٹی بھی بڑھ جاتی ہے، چنانچہ 2.0 M سلوشن 1.0 M سلوشن سے زیادہ کنسنٹریٹڈ ہوتا ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 6.2

- i- کیا پرسنٹیج کیلکولیشنز کے لیے سولیوٹ کا کیمیکل فارمولا بھی جاننا ضروری ہے؟
- ii- سلوشن کی مولیریٹی کی کیلکولیشن کے لیے سولیوٹ کا فارمولا جاننا کیوں ضروری ہے؟
- iii- اگر آپ سے کہا جائے کہ خوردنی نمک 5% m/m سلوشن تیار کریں تو یہ سلوشن تیار کرنے کے لیے پانی کی کتنی مقدار درکار ہوگی؟
- iv- $18\ cm^3$ الکحل میں کتنا پانی شامل کیا جائے کہ الکحل کا 18% v/v سلوشن تیار ہو جائے۔
- v- ایک سلوشن کی کنسنٹریشن % m/m معلوم کریں جس میں 2.5 گرام سالٹ 50 گرام پانی میں حل کیا گیا ہے۔
- vi- ایک مولر سلوشن زیادہ کنسنٹریٹڈ ہے یا تین مولر۔

6.4.3 سلوشن کی مولیریٹی سے متعلق پرابلمز (Problems involving Molarity of a solution)

ذیل میں کچھ مثالیں حل کر کے دکھائی گئی ہیں تاکہ آپ مولر سلوشنز کی تیاری کو سمجھ سکیں۔

مثال 6.2

ایک سلوشن کی مولیریٹی معلوم کریں جس کے $400\ cm^3$ میں 28.4 گرام Na_2SO_4 حل کیا گیا ہو۔

حل

پہلے سولیوٹ کے ماس کو درج ذیل فارمولے کے ذریعے اس کے مولز میں تبدیل کریں۔

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ کے مولز کی تعداد} = \frac{\text{حل شدہ ماس } (g)}{\text{مولر ماس } (g\ mol^{-1})}$$

$$= \frac{28.4\ g}{142\ g\ mol^{-1}} = 0.2\ mol$$

اب سلوشن کے والیم کو dm^3 میں تبدیل کریں۔

$$\text{سلوشن کا والیم} = \frac{400\ cm^3}{1000\ cm^3} \times 1\ dm^3 = 0.4\ dm^3$$

ویلیو درج کرنے سے

$$\text{مولیریٹی} = \frac{\text{مولز کی تعداد}}{\text{سلوشن کا والیم } (dm^3)}$$

$$= \frac{0.2}{0.4} = 0.5\ \text{mol dm}^{-3}$$

مثال 6.3

سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ (NaOH) کا $0.4\ M$ سلوشن $500\ cm^3$ تیار کرنے کے لیے کتنا NaOH درکار ہے۔

حل

$$\text{NaOH مولر ماس} = 40\ \text{g mol}^{-1}$$

$$dm^3 \text{ میں والیم} = \frac{500\ \text{cm}^3}{1000\ \text{cm}^3} \times 1\ dm^3$$

$$= 0.5\ dm^3$$

ویلیو درج کرنے سے

$$\text{مولیریٹی} = \frac{\text{سولیوٹ کا ماس گراموں میں } (g)}{\text{مولر ماس } (g\ mol^{-1}) \times \text{سلوشن کا حجم } (dm^3)}$$

سولیوٹ کا ماس (گرام) = مولیریٹی × سولیوٹ کا مولر ماس × سلوشن کا والیم

$= 0.4 \times 40 \times 0.5$

$= 8\ g$

6.4.3.1 سلوشنز کی ڈائیلیوشن (Dilution of Solutions)

شکل نمبر 6.1: سلوشن ڈائیلیوٹ کرنا

ڈائیلیوٹ سلوشن کسی ایسے کنسنٹریٹڈ سلوشن سے تیار کیا جاتا ہے جس کی مولیریٹی ہمیں معلوم ہوتی ہے۔ ذیل میں اس کی وضاحت دی گئی ہے۔

فرض کریں کہ ہمیں پوٹاشیم پرمینگانیٹ ($KMnO_4$) کے 0.1 مولر سلوشن سے اس کا 0.01 مولیریٹی کا $100\ cm^3$ سلوشن بنانا ہے۔ اس مقصد کے لیے سب سے پہلے ہم پوٹاشیم پرمینگانیٹ کا 0.1 مولر سلوشن بنانے کے لیے 15.8 گرام KM_nO_4 کو پانی میں حل کر کے ایک dm^3 سلوشن بنائیں گے۔ پھر مندرجہ ذیل مساوات کی مدد سے ہم اس کا 0.01 سلوشن بنائیں گے۔

کنسنٹریٹڈ سلوشن　　ڈائیلیوٹ سلوشن

$$\mathbf{M_1V_1} = \mathbf{M_2V_2}$$

$M_1 = 0.1\ M$

$V_1 = ?$

اور

$V_2 = 100\ cm^3$

$M_2 = 0.01\ M$

ان قیمتوں کو مساوات $M_1V_1 = M_2V_2$ میں درج کرنے سے درکار والیم معلوم کر سکتے ہیں

کنسنٹریٹڈ سلوشن　　ڈائیلیوٹ سلوشن

$V_1 \times 0.1 = 0.01 \times 100$

$$V_1 = \frac{0.01 \times 100}{0.1}$$

$= 10\ cm^3$

پوٹاشیم پرمینگانیٹ کے کنسنٹریٹڈ سلوشن کا رنگ گہرا پرپل (purple) ہوتا ہے۔ گریجوایٹڈ پپٹ (graduated pipette) کے ذریعے اس سلوشن کا $10\ cm^3$ لے کر اسے $100\ cm^3$ کی ایک میژرنگ فلاسک

(measuring flask) میں ڈالیں۔ اب اس میں اتنا پانی شامل کریں کہ سلوشن فلاسک کی گردن پر بنے ہوئے نشان تک پہنچ جائے۔ یہ $KMnO_4$ کا 0.01 مولر سلوشن ہے۔

مثال 6.4

پوٹاشیم پرمینگانیٹ کے 0.01 مولر سلوشن کے $10\ cm^3$ کو ڈائلیوٹ کر کے اسے $100\ cm^3$ تک ڈائلیوٹ کیا گیا ہے۔ اس سلوشن کی مولیریٹی معلوم کریں۔

حل

ڈیٹا

M_1	=	$0.01\ M$	M_2	=	?
V_1	=	$10\ cm^3$	V_2	=	$100\ cm^3$

فارمولا کے استعمال سے مولیریٹی نکال سکتے ہیں۔

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$or \quad M_2 = \frac{M_1V_1}{V_2}$$

فارمولا میں مندرجہ بالا ویلیوز (values) کے اندراج سے ہم M_2 کی ویلیو حاصل کر سکتے ہیں۔

$$M_2 = \frac{0.01\times 10}{100} = 0.001\ M$$

6.5 سولوبیلٹی (Solubility)

سولوبیلٹی کسی سولیوٹ کی گرامز میں وہ مقدار ہے جو کسی خاص ٹمپریچر پر 100 گرام سولوینٹ میں حل ہو کر سچوریٹڈ سلوشن بنائے۔ کسی سولیوٹ کی دیے گئے سولوینٹ میں سچوریٹڈ سلوشن کی کنسنٹریشن کو سولوبیلٹی کہا جاتا ہے۔ ذیل میں سولیوٹس کی سولوبیلٹی پر اثر انداز ہونے والے فیکٹرز (factors) بتائے گئے ہیں:

1- سولوبیلٹی کا عمومی اصول یہ ہے کہ "like dissolves like" یعنی سولیوٹ اور سولوینٹ ایک ہی قسم کے ہونے چاہئیں۔

i- پولر اشیا پولر سولوینٹس میں حل ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر آئیونک کمپاؤنڈز اور پولر کوویلنٹ کمپاؤنڈز پانی میں حل ہو جاتے ہیں۔ جیسے کہ KCl ، Na_2CO_3 ، $CuSO_4$ ، شوگر اور الکحل تمام پانی میں حل ہوتے ہیں۔

ii- نان پولر اشیا پولر سولوینٹس میں حل نہیں ہوتیں۔ جیسا کہ نان پولر کوویلنٹ کمپاؤنڈز پانی میں حل نہیں ہوتے۔ اسی بنا پر ایتھر، بینزین اور پٹرول پانی میں حل نہیں ہوتے۔

iii- نان پولر کوویلنٹ اشیا نان پولر سولوینٹس (جو زیادہ تر آرگینک ہوتے ہیں) میں حل ہوتے ہیں۔ مثلاً گریس' پینٹس نفتھلین جیسی اشیا ایتھر یا کاربن ٹیٹرا کلورائنڈ وغیرہ میں حل ہوتے ہیں۔

-2 سولیوٹ سولوینٹ انٹریکشن

-3 ٹمپریچر

6.5.1 سولوبیلٹی اور سولیوٹ۔سولوینٹ انٹریکشن (solubility and solute-solvent Interaction)

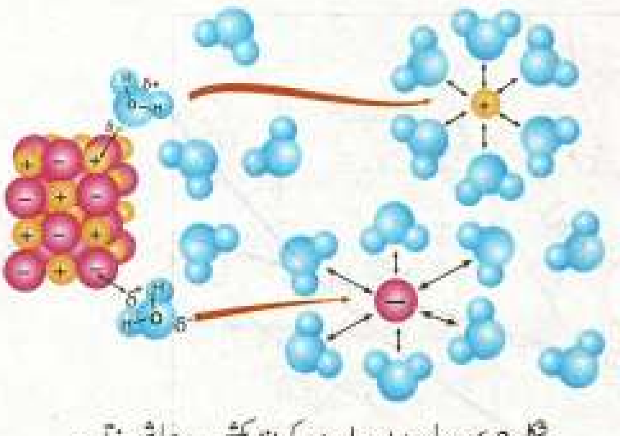
سولیوٹ سولوینٹ انٹریکشن کو ان دونوں کے پارٹیکلز کے درمیان پیدا ہونے والی اٹریکٹو فورسز (attractive forces) کے حوالے سے واضح کیا جاسکتا ہے۔ ایک سولیوٹ کا کسی بھی سولوینٹ میں حل ہونے کے لیے درج ذیل عوامل کا وقوع پذیر ہونا ضروری ہے:

i- سولیوٹ کے پارٹیکلز ایک دوسرے سے الگ الگ ہوں۔

ii- سولوینٹ کے پارٹیکلز ایک دوسرے سے اتنا دور ہٹیں کہ وہ سولیوٹ کے پارٹیکلز کو اپنے اندر داخل ہونے کے لیے جگہ دے سکیں۔

iii- سولیوٹ اور سولوینٹ پارٹیکلز ایک دوسرے کو اٹریکٹ کریں اور باہم مل جائیں۔

سلوشن کے بننے کا انحصار سولیوٹ کے پارٹیکلز کے درمیان موجود اٹریکٹو فورسز، سولوینٹ کے پارٹیکلز کے درمیان موجود اٹریکٹو فورسز اور سولیوٹ اور سولوینٹ کے پارٹیکلز کے درمیان موجود اٹریکٹو فورسز کے باہمی تناسب پر ہے۔ عام طور پر سولیوٹس ٹھوس ہوتے ہیں۔ آئیونک کمپاؤنڈز میں ان کے آئنز ایک ایسے باقاعدہ مخصوص انداز میں مرتب ہوتے ہیں کہ ان کے آئنز کے درمیان اٹریکٹو فورسز بہت زیادہ ہوتی ہیں۔ اب اگر سولیوٹ اور سولوینٹ کے پارٹیکلز کے درمیان پیدا ہونے والی نئی فورسز، سولیوٹ کے پارٹیکلز کے درمیان پہلے سے موجود فورسز پر غالب آجائیں تو سولیوٹ حل ہو جاتا ہے اور سلوشن بن جاتا ہے اور اگر سولیوٹ کے پارٹیکلز کے درمیان موجود طاقتور فورسز سولیوٹ اور سولوینٹ کے پارٹیکلز کے درمیان پیدا ہونے والی فورسز سے زیادہ طاقتور ہوں تو سولیوٹ حل نہیں ہوتا اور سلوشن نہیں بنتا۔ شکل 6.2 سے سولوبیلٹی کے اس عمل کی وضاحت ہوتی ہے۔ اس میں سولوینٹ کے مالیکیولز کی سولیوٹ کے آئنز سے انٹریکشن (interaction) دکھائی گئی ہے۔ سولوینٹ کے مالیکیولز پہلے سولیوٹ کے آئنز کو کھینچ کر الگ کرتے ہیں اور پھر ان کے گرد گھیرا ڈال لیتے ہیں۔ اس طریقے سے سولیوٹ حل ہو جاتا ہے اور سلوشن بن جاتا ہے۔


شکل 6.2: سولیوٹ اور سولوینٹ کی انٹریکشن سے سلوشن بنتا ہے۔

مثال کے طور پر، جب سوڈیم کلورائڈ کو پانی میں ڈالا جاتا ہے تو یہ جلد حل ہو جاتا ہے کیونکہ NaCl کے آئنز اور پانی کے پولر مالیکیولز کے درمیان اٹریکٹو فورسز اتنی زیادہ طاقتور ہوتی ہے کہ یہ ٹھوس NaCl کی کرسٹل میں Na^+ اور Cl^- کے درمیان موجود اٹریکٹو فورسز پر غالب آجاتی ہے۔ اس عمل میں پانی کے ڈائی پول کا پوزیٹو سرا Cl^- آئنز کی جانب رخ کر لیتا ہے اور پانی کے ڈائی پول کا نیگیٹو سرا Na^+ آئنز کی جانب رخ کر لیتا ہے۔ Na^+ آئنز اور پانی کے مالیکیولز کے درمیان اور Cl^- آئنز اور پانی کے مالیکیولز کے درمیان، آئن ڈائی پول کی اٹریکٹو فورسز اتنی طاقتور ہوتی ہیں کہ یہ کرسٹل میں آئنز کو ان کی پوزیشنز سے نکال دیتی ہیں اور یوں NaCl حل ہو جاتا ہے۔ یہ سارا عمل شکل 6.2 میں دکھایا گیا ہے؟

6.5.2 ٹمپریچر کا سولوبیلٹی پر اثر (Effect of Temperature on Solubility)

ٹمپریچر کا بہت سی اشیا کی سولوبیلٹی پر بڑا اثر ہوتا ہے۔ عام طور پر ٹمپریچر کے اضافے سے سولوبیلٹی میں اضافہ ہوتا ہے۔ لیکن یہ صورت ہمیشہ نہیں ہوتی۔ جب سولوینٹ میں کوئی سالٹ ڈال کر سلوشن بنایا جاتا ہے تو سولوبیلٹی پر ٹمپریچر کے اثر کے حوالے سے تین صورتیں ممکن ہوتی ہیں جو شکل 6.3 میں دکھائی گئی ہیں۔ ذیل میں ان ممکنات کا مختصر بیان دیا گیا ہے۔

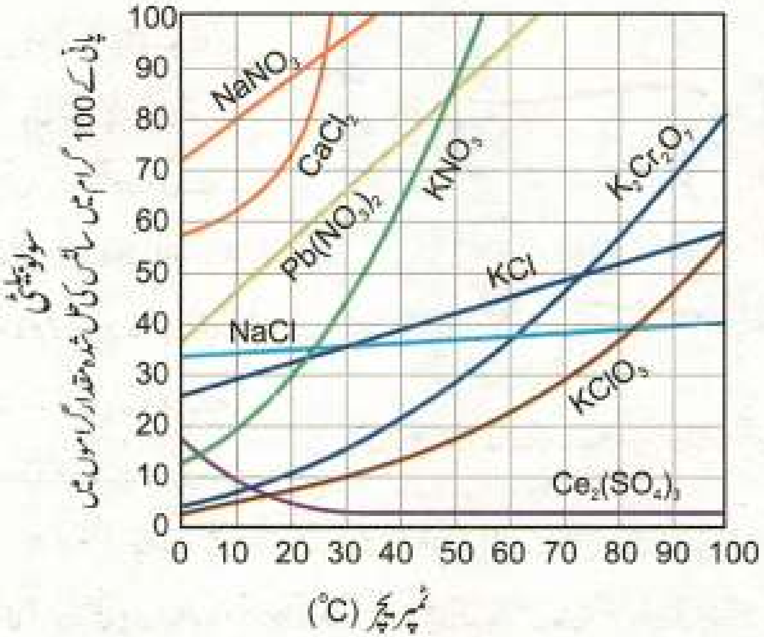
i- حرارت جذب ہوتی ہے

جب KNO_3 ، $NaNO_3$ اور KCl جیسے سالٹس کو پانی میں ڈالا جاتا ہے تو ٹیسٹ ٹیوب ٹھنڈی ہو جاتی ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ ان سالٹس کی تحلیل کے دوران حرارت جذب ہوتی ہے۔ اس طرح کے عمل کو اینڈوتھرمک (endothermic) کہا جاتا ہے۔ درج ذیل مساوات سے اس کی وضاحت ہوتی ہے۔

سولوینٹ + سولیوٹ + حرارت ⟵ سلوشن

ٹمپریچر میں اضافے سے ایسے سلیوٹس کی سولوبیلٹی میں عموماً اضافہ ہوتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ سولیوٹ کے آئنز کے درمیان اٹریکٹو فورسز کو توڑنے کے لیے حرارت درکار ہوتی ہے۔ حرارت کی یہ ضرورت اردگرد کے مالیکیولز سے پوری کی جاتی ہے جس کے

نتیجے میں ٹمپریچر گر جاتا ہے اور ٹیسٹ ٹیوب ٹھنڈی ہو جاتی ہے۔



شکل 6.3 پانی میں مختلف سالٹس کی سولوبلٹی پر ٹمپریچر کا اثر

ii- حرارت خارج ہوتی ہے

اس کے برعکس جب Li_2SO_4 اور $Ce_2(SO_4)_3$ کو پانی میں حل کیا جاتا ہے تو ٹیسٹ ٹیوب گرم ہو جاتی ہے یعنی اس سلوشن کے بننے کے دوران حرارت خارج ہوتی ہے۔ اسے ذیل کی مساوات سے واضح کیا گیا ہے۔

سولیوٹ + سولوینٹ ⟶ سلوشن + حرارت

ایسی صورت میں ٹمپریچر میں اضافے سے سالٹس کی سولوبلٹی کم ہو جاتی ہے۔ اس طرح کی صورتوں میں سولیوٹ کے پارٹیکلز کے درمیان اینٹریکشن فورسز کمزور ہوتی ہیں اور سولیوٹ۔ سولوینٹ انٹریکشنز طاقتور ہوتی ہیں۔ جس کے نتیجے میں توانائی حرارت کی شکل میں خارج ہوتی ہے۔

iii- حرارت میں کوئی تبدیلی نہیں

سالٹس کے سلوشن کے بننے کے عمل کے دوران بعض صورتوں میں حرارت نہ جذب ہوتی ہے اور نہ ہی خارج ہوتی ہے۔ جب NaCl کی طرح کا سالٹ پانی میں ڈالا جاتا ہے تو سلوشن کا ٹمپریچر تقریباً یکساں رہتا ہے۔ ایسی صورت میں ٹمپریچر کا سولوبلٹی پر بہت کم اثر ہوتا ہے۔ شکل 6.3 میں ٹمپریچر کے اضافے سے مختلف سالٹس کی سولوبلٹی پر اثر کے رجحان کا جائزہ لیا گیا ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 6.3

(i) اگر سولیوٹ - سولیوٹ فورسز، سولیوٹ - سولوینٹ فورسز سے زیادہ طاقت ور ہوں تو کیا ہوگا؟

(ii) اگر سولیوٹ - سولیوٹ فورسز، سولیوٹ - سولوینٹ فورسز سے کمزور تر ہوں تو کیا سلوشن بنے گا؟

(iii) آئیوڈین CCl_4 میں سولوبل کیوں ہے اور پانی میں کیوں نہیں ہے؟

(iv) جب KNO_3 کو پانی میں حل کیا جاتا ہے تو ٹیسٹ ٹیوب ٹھنڈی کیوں ہو جاتی ہے؟

6.6 سلوشن، سسپنشن اور کولائڈز کا موازنہ (Comparison of solution, suspension and colloid)

6.6.1 سلوشن (Solution)

سلوشن دو یا دو سے زائد اجزا کے ہوموجینئس مکسچر ہوتے ہیں۔ ہر جز اس طرح سے ملا ہوتا ہے کہ اس کی انفرادی پہچان ممکن نہیں ہوتی۔ اس کی سادہ مثال پانی میں حل شدہ روشنائی کے قطرے کی ہے۔ یہ ایک حقیقی سلوشن کی عمدہ مثال ہے۔

6.6.2 کولائڈ (Colloid)

یہ ایسے سلوشن ہوتے ہیں جن میں سولیوٹ کے پارٹیکلز حقیقی سلوشن میں موجود سولیوٹ کے پارٹیکلز کی نسبت بڑے ہوتے ہیں لیکن اتنے بڑے نہیں کہ خالی آنکھ سے نظر آ سکیں۔ اس قسم کے سسٹم میں پارٹیکلز حل تو ہو جاتے ہیں اور ایک طویل عرصے تک نیچے نہیں بیٹھتے۔ لیکن کولائڈز کے پارٹیکلز اتنے بڑے ہوتے ہیں کہ روشنی کو منتشر کر سکیں۔ اسے ٹنڈل ایفیکٹ (tyndall effect) کہتے ہیں۔ ہم کولائڈل سلوشن کے اندر منتشر روشنی کی شعاعوں کا راستہ دیکھ سکتے ہیں۔ ٹنڈل ایفیکٹ کولائڈز اور سلوشنز میں فرق کرنے والی بنیادی خاصیت ہے۔ اس بنا پر ان سلوشنز کو فالس سلوشنز (false solutions) یا کولائڈل سلوشنز کہا جاتا ہے۔ ان کی مثالوں میں سٹارچ، البیومن اور صابن کے سلوشنز، خون، دودھ، روشنائی، جیلی اور ٹوتھ پیسٹ وغیرہ شامل ہیں۔

شکل 6.4: کولائڈز میں ٹنڈل ایفیکٹ

6.6.3 سسپنشن (Supension)

سسپنشن ایک دیے گئے میڈیم میں غیر حل شدہ پارٹیکلز کا ہیٹروجینئس مکسچر ہے۔ اس میں پارٹیکلز اس قدر بڑے ہوتے ہیں کہ انہیں خالی آنکھ سے دیکھا جا سکتا ہے۔ پانی میں چاک (دودھیا سسپنشن)، پینٹس اور ملک آف میگنیشیا (پانی میں میگنیشیم آکسائڈ کا سسپنشن) اس کی مثالیں ہیں۔

حقیقی سلوشنز، کولائڈز اور سسپنشنز کو بہتر طور پر سمجھنے کے لیے ٹیبل 6.2 میں ان تینوں کی خصوصیات کا موازنہ دیا گیا ہے۔

ٹیبل 6.2 سلوشنز، کولائڈز اور سسپنشنز کی خصوصیات کا موازنہ

سلوشن	کولائڈ	سسپنشن
پارٹیکلز اپنی سادہ ترین شکل میں موجود ہوتے ہیں یعنی مالیکیول یا آئن کی صورت میں۔ ان کا قطر 10^{-8} cm ہوتا ہے۔	پارٹیکلز بڑے ہوتے ہیں جو کئی ایٹمز، مالیکیولز یا آئنز پر مشتمل ہوتے ہیں۔	پارٹیکلز کا سائز بہت بڑا ہوتا ہے۔ ان کا قطر 10^{-5} cm سے زائد ہوتا ہے۔
پارٹیکلز ہر جگہ یکساں طور پر حل ہوتے ہیں اور ایک ہوموجینیس مکسچر بناتے ہیں۔	کولائڈ ہوموجینیس نظر آتا ہے لیکن درحقیقت یہ ہیٹروجینیس مکسچر ہوتا ہے۔ لہٰذا یہ حقیقی سلوشن نہیں ہوتا۔ پارٹیکلز ایک طویل عرصے تک نیچے نہیں بیٹھتے۔ لہٰذا کولائڈ خاصے قیام پذیر ہوتے ہیں۔	پارٹیکلز غیر حل شدہ رہتے ہیں اور ایک ہیٹروجینیس آمیزہ بناتے ہیں۔ کچھ عرصے بعد پارٹیکلز نیچے بیٹھ جاتے ہیں۔
ان میں پارٹیکلز اس قدر چھوٹے ہوتے ہیں کہ ننگی آنکھ سے نہیں دیکھے جاسکتے۔	ان میں پارٹیکلز بڑے ہوتے ہیں لیکن اتنے نہیں کہ ننگی آنکھ سے دیکھے جاسکیں۔	پارٹیکلز اتنے بڑے ہوتے ہیں کہ ننگی آنکھ سے دیکھے جاسکیں۔
سولیوٹ کے پارٹیکلز فلٹر پیپر میں سے بآسانی گزر سکتے ہیں۔	اگرچہ پارٹیکلز بڑے ہوتے ہیں لیکن فلٹر میں سے گزر سکتے ہیں۔	سولیوٹ کے پارٹیکلز فلٹر پیپر میں سے نہیں گزر سکتے ہیں۔
پارٹیکلز اس قدر چھوٹے ہوتے ہیں کہ وہ روشنی کی شعاعوں کو منتشر نہیں کر سکتے، لہٰذا یہ ٹنڈل ایفیکٹ کا مظاہرہ نہیں کرتے۔	پارٹیکلز روشنی کی شعاعوں کے راستے کو منتشر کر کے روشنی کی کرن خارج کرتے ہیں، یعنی ٹنڈل ایفیکٹ کا مظاہرہ کرتے ہیں۔	پارٹیکلز اتنے بڑے ہوتے ہیں کہ روشنی کو روک لیتے ہیں لہٰذا روشنی کا ان میں سے گزرنا بہت مشکل ہوتا ہے۔

i- کولائڈ اور سسپنشن میں کیا فرق ہے؟
ii- کیا کولائڈ کو فلٹریشن کے عمل سے اجزا میں علیحدہ کیا جاسکتا ہے؟ اگر نہیں تو کیوں؟
iii- کولائڈز اس قدر قیام پذیر کیوں ہوتے ہیں؟
iv- کولائڈز ٹنڈل ایفیکٹ کا مظاہرہ کیوں کرتے ہیں؟
v- ٹنڈل ایفیکٹ کیا ہے اور اس کا انحصار کن فیکٹرز پر ہے؟
vi- ان میں سے کولائڈز اور سسپنشنز کو الگ کریں۔ پینٹس، دودھ، ملک آف میگنیشیا، صابن کا سلوشن۔
vii- آپ اس بات کی کس طرح وضاحت کریں گے کہ دودھ ایک کولائڈ ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 6.4

کیمونٹی میں مختلف پراڈکٹس کا سلوشنز کے ساتھ تعلق:

ہمارا جسم ٹشوز سے بنا ہوا ہے۔ ٹشوز ایسے کیمیکلز سے بنتے ہیں جن کا انحصار پانی پر ہوتا ہے۔ پانی ہمارے جسم میں بہترین سولوینٹ ہے۔ ہمیں کیمیکلز کی شکل میں خوراک، وٹامنز، ہارمونز اور انزائمز کی مناسب سپلائی کی ضرورت ہوتی ہے اپنی صحت کا خیال رکھنے کے لیے ہمیں ادویات کی ضرورت ہوتی ہے، ہم یہ دیکھتے ہیں کہ کیمیکلز اور کیمسٹری کا ہماری زندگی کے ہر پہلو میں عمل دخل ہے۔ کاغذ' شوگر' نشاستہ' پکانے کا تیل' گھی' خوشبو' ٹینری (tannery) صابن، کاسمیٹکس، ربڑ، رنگ و روغن، پلاسٹک، پیٹرولیم غرض ہماری روزمرہ زندگی میں استعمال ہونے والی کوئی چیز ایسی نہیں جو کیمیکل نہ ہو۔ کچھ اشیا کو تو ٹھوس یا گیس کی حالت میں استعمال کیا جاتا ہے لیکن اکثریت ایسے کیمیکلز کی ہے جو سلوشن یا سسپنشن کی شکل میں استعمال ہوتے ہیں۔

اہم نکات

- اشیا دو یا دو سے زیادہ مادوں کا ہوموجینیس مکسچر ہے۔
- اشیا کو پانی میں حل کرنے سے ایکوئس سلوشن حاصل ہوتا ہے۔
- جو جز مقدار میں کم ہوتا ہے' سولیوٹ کہلاتا ہے اور جو مقدار میں زیادہ ہوتا ہے سولوینٹ کہلاتا ہے۔
- وہ سلوشن جس میں کسی خاص ٹمپریچر پر مزید سولیوٹ حل ہو سکے' ان سیچوریٹڈ سلوشن کہلاتا ہے۔
- ایسا سلوشن جو کسی خاص ٹمپریچر پر سیچوریٹڈ سلوشن سے زیادہ کنسنٹریٹڈ ہو' سپر سیچوریٹڈ سلوشن کہلاتا ہے۔
- سلوشن کے ڈائیلوٹ یا کنسنٹریٹڈ ہونے کا انحصار سولیوٹ کی حل شدہ مقدار پر ہوتا ہے۔
- سلوشن کی % کنسنٹریشن یوں ظاہر کی جاتی ہے % m/m، %m/v، %v/m اور %v/v
- کنسنٹریشن کا پریکٹیکل یونٹ مولیریٹی ہے۔ یہ کسی سولیوٹ کے مول کی وہ تعداد ہے جو ایک dm^3 سلوشن میں موجود ہو۔
- سولوبیلٹی کسی سولیوٹ کی گرامز میں وہ مقدار ہے جو کسی خاص ٹمپریچر پر سو گرام سولوینٹ میں حل ہو کر سیچوریٹڈ سلوشن بنانے کے لیے درکار ہو۔ اس کا انحصار سولیوٹ۔ سولوینٹ کی انٹریکشن اور ٹمپریچر پر ہے۔
- کولائڈل سلوشن حقیقی سلوشن نہیں ہیں اور اس میں پارٹیکلز حقیقی سلوشن میں موجود پارٹیکلز سے بڑے ہوتے ہیں۔

مشق

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر ✓ کا نشان لگائیں۔

1- دھند کس سلوشن کی مثال ہے؟

(a) گیس میں مائع (b) مائع میں گیس (c) گیس میں ٹھوس (d) ٹھوس میں مائع

-2 ان میں سے کون سا سلوشن ٹھوس میں مائع ہے۔؟

(a) پانی میں شوگر (b) مکھن (c) پانی میں نمک (d) کہر

-3 کنسنٹریشن کس کی نسبت ہے۔؟

(a) سولوینٹ سے سولیوٹ کی (b) سولیوٹ سے سلوشن کی

(c) سولوینٹ سے سلوشن کی (d) دونوں a اور b

-4 ان میں سے کس سلوشن میں پانی زیادہ ہوتا ہے؟

(a) 2 M (b) 1 M (c) 0.5 M (d) 0.25 M

-5 5 % m/m شوگر کے سلوشن سے مراد ہے کہ:

(a) 100 گرام پانی میں 5 گرام شوگر حل کی گئی ہے۔ (b) 90 گرام پانی میں 5 گرام شوگر حل کی گئی ہے۔

(c) 95 گرام پانی میں 5 گرام شوگر حل کی گئی ہے۔ (d) 105 گرام پانی میں 5 گرام شوگر حل کی گئی ہے۔

-6 اگر سولیوٹ۔سولیوٹ فورسز، سولیوٹ۔سولوینٹ فورسز سے زیادہ مضبوط ہوں تو سولیوٹ

(a) بلا تاخیر حل ہو جاتا ہے (b) حل نہیں ہوتا

(c) آہستہ سے حل ہوتا ہے (d) حل ہوتا ہے اور رسوب (precipitates) بنتے ہیں۔

-7 ان میں سے کس کی سولوبیلٹی پر ٹمپریچر کا بہت معمولی اثر ہوگا۔

(a) KCl (b) KNO_3 (c) $NaNO_3$ (d) NaCl

-8 درج ذیل میں سے کونسا ہیٹروجینیس مکسچر ہے؟

(a) ملک (دودھ) (b) روشنائی (c) ملک آف میگنیشیا (d) شوگر کا سلوشن

-9 ٹنڈل ایفیکٹ کا مظاہرہ کرتا ہے:

(a) شوگر کا سلوشن (b) پینٹس (c) جیلی (d) چاک کا سلوشن

-10 ٹنڈل ایفیکٹ کس وجہ سے ہے؟

(a) روشنی کی شعاعوں کے منتشر نہ ہونے کی وجہ سے (b) روشنی کی شعاعوں کے رکنے کی وجہ سے

(c) روشنی کی شعاعوں کے گزرنے کی وجہ سے (d) روشنی کی شعاعوں کے منتشر ہونے کی وجہ سے

-11 اگر 100 گرام پانی میں $10\ cm^3$ الکحل حل کیا جائے تو یہ کہلاتا ہے۔

(a) % m/m (b) % m/v (c) % v/m (d) %v/v

-12 جب ایک سچوریٹڈ سلوشن کو ڈائیلوٹ کیا جاتا ہے تو یہ بن جاتا ہے:

(a) سپر سچوریٹڈ سلوشن (b) ان سچوریٹڈ سلوشن (c) کنسنٹریٹڈ سلوشن (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

-13 مولیریٹی سولیوٹ کے مولز کی وہ تعداد ہے جو حل شدہ ہو:

(a) سلوشن کے 1 کلوگرام میں (b) سولوینٹ کے 100 گرام میں (c) سولوینٹ کے $1dm^3$ میں (d) سلوشن کے $1dm^3$ میں

مختصر سوالات

-1 کولائیڈز ٹنڈل ایفیکٹ کا مظاہرہ کرتے ہیں تو سسپنشنز اور سلوشنز ٹنڈل ایفیکٹ کا مظاہرہ کیوں نہیں کرتے؟

-2 سلوشنز، کولائیڈز اور سسپنشنز میں فرق کی کیا وجہ ہے؟

-3 سسپنشن ہوموجینیس مکسچر کیوں نہیں بناتے؟

-4 آپ کس طرح ثابت کریں گے کہ دیا گیا سلوشن کولائیڈل ہے یا نہیں؟

-5 درج ذیل میں سے حقیقی سلوشن اور کولائیڈ کی درجہ بندی کیجیے۔

خون، نشاستہ کا سلوشن، گلوکوز کا سلوشن، ٹوتھ پیسٹ، کاپر سلفیٹ کا سلوشن اور سلور نائٹریٹ کا سلوشن۔

-6 ہم استعمال سے پہلے پینٹس کو اچھی طرح کیوں ہلاتے ہیں؟

-7 ان میں سے کون سا روشنی کو منتشر کرے گا اور کیوں؟

شوگر کا سلوشن، صابن کا سلوشن اور ملک آف میگنیشیا

-8 like dissolves like کا کیا مطلب ہے؟ مثالوں سے وضاحت کریں۔

-9 سولیوٹ۔ سولیوٹ اور سولوینٹ۔ سولوینٹ کی انٹریکشن فورسز سولوبلیٹی پر کیسے اثر انداز ہوتی ہیں؟

-10 NaCl کا سلوشن تیار کرنے کے لیے آپ سولیوٹ۔ سولوینٹ کی انٹریکشن کی وضاحت کیسے کر سکتے ہیں؟

-11 ایک مثال دے کر ثابت کریں کہ ٹمپریچر میں اضافے سے سالٹ کی سولوبلیٹی بڑھتی ہے۔

-12 %v/v سے کیا مراد ہے؟

انشائیہ سوالات

-1 سچوریٹڈ سلوشن کیا ہے اور یہ کیسے تیار کیا جاتا ہے؟

-2 ایک عام مثال سے ڈائیلوٹ اور کنسنٹریٹڈ سلوشن میں فرق بیان کریں۔

-3 کنسنٹریٹڈ سلوشنز سے ڈائیلوٹ سلوشنز کیسے تیار کیے جاتے ہیں؟ وضاحت کریں۔

-4 مولیریٹی کیا ہے؟ مولر سلوشن تیار کرنے کے لیے اس کا فارمولا بتائیں۔

5- سلوشن کی تیاری کے لیے سولیوٹ۔ سولوینٹ کی انٹر ایکشن کی وضاحت کریں۔

6- سولوبیلیٹی کا عام طور پر اصول کیا ہے؟

7- سولوبیلیٹی پر ٹمپریچر کے اثر پر بحث کریں۔

8- کولائڈز کی پانچ خصوصیات بیان کریں۔

9- سسپنشنز کی کم از کم پانچ خصوصیات بیان کریں۔

مشقی سوالات

1- 50 گرام چینی کو 450 گرام پانی میں حل کر کے سلوشن تیار کیا گیا' اس سلوشن کی کنسنٹریشن کیا ہے؟

2- $60\ cm^3$ الکحل کو $940\ cm^3$ پانی میں حل کیا گیا ہے۔ اس سلوشن کی کنسنٹریشن کیا ہے؟

3- درج ذیل سلوشن تیار کرنے کے لیے سالٹس کی کتنی مقدار درکار ہوگی؟

(اٹامک ماس: K=39 , Na=23 , S=32 , C=16 اور H=1)

a. KOH کا $250\ cm^3$ سلوشن 0.5 M کا

b. $NaNO_3$ کا $600\ cm^3$ سلوشن 0.25 M کا

c. Na_2SO_4 کا $800\ cm^3$ سلوشن 1.0 M کا

4- اگر $400\ cm^3$ سلوشن میں 20 g سوڈیم کلورائڈ حل کیا جائے تو اس کی مولیریٹی کیا ہوگی؟

5- ہم $MgCl_2$ کا 0.4 M والا $100\ cm^3$ سلوشن تیار کرنا چاہتے ہیں تو $MgCl_2$ کی کتنی مقدار درکار ہوگی؟

6- لیبارٹری میں 12 M مولیریٹی کا H_2SO_4 کا سلوشن دستیاب ہے۔ ہمیں صرف 0.1 M والا $500cm^3$ سلوشن درکار ہے۔ یہ کیسے تیار ہوگا؟

الیکٹروکیمسٹری

(Electrochemistry)

وقت کی تقسیم

تدریسی پیریڈز :	18
تشخیصی پیریڈز :	3
سلیبس میں حصہ :	18%

بنیادی تصورات

7.1 آکسیڈیشن (oxidation) اور ریڈکشن (reduction)

7.2 آکسیڈیشن سٹیٹ اور اس کی تفویض کے اصول

7.3 آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس

7.4 آکسیڈیشن۔ ریڈکشن ری ایکشنز

7.5 الیکٹروکیمیکل سیل

7.6 الیکٹروکیمیکل صنعتیں

7.7 کروژن اور اس سے بچاؤ

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- آکسیجن یا ہائیڈروجن کے حصول یا اخراج کے حوالے سے آکسیڈیشن اور ریڈکشن کی تعریف کر سکیں۔
- الیکٹرونز کے حصول یا اخراج کے حوالے سے آکسیڈیشن اور ریڈکشن کی تعریف کر سکیں۔
- ریڈاکس (redox) ری ایکشن میں آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس کی نشاندہی کر سکیں۔
- ریڈاکس ری ایکشن میں آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس کی تعریف کر سکیں۔
- آکسیڈیشن سٹیٹ کی تعریف کر سکیں۔
- آزاد ایلیمنٹس، آئنز، مالیکیولز میں ایٹمز کو آکسیڈیشن نمبر دینے کے قواعد بیان کر سکیں۔
- کسی کمپاؤنڈ میں موجود ایلیمنٹ کے کسی بھی ایٹم کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کر سکیں۔
- الیکٹروکیمیکل عوامل کی اصلیت کو بیان کر سکیں۔
- الیکٹرولیٹک سیل کا خاکہ تیار کر سکیں اور اینوڈ اور کیتھوڈ کو لیبل کر سکیں۔

- کیٹائنز اور اینائنز کی اپنے متعلقہ الیکٹروڈز کی طرف حرکت کی سمت کی نشاندہی کر سکیں۔
- الیکٹرولیٹک سیل کے ممکنہ استعمال کی فہرست بنا سکیں۔
- ڈینیل سیل کا خاکہ تیار کر سکیں، کیتھوڈ اور اینوڈ کی لیبلنگ اور الیکٹرونز کے بہاؤ کی سمت کی نشاندہی کر سکیں۔
- بیٹری سے الیکٹریکل انرجی پیدا ہونے کا طریقہ بیان کر سکیں۔
- ایک دیے گئے وولٹیک سیل میں کس ہاف سیل جس میں آکسیڈیشن کا عمل ہوتا اور اس ہاف سیل کی جس میں ریڈکشن کا عمل ہوتا ہے، کی نشان دہی کر سکیں۔
- الیکٹرولیٹک اور وولٹیک سیلز کے درمیان فرق واضح کر سکیں۔
- الکلی میٹلز کی تیاری کے طریقے بیان کر سکیں۔
- پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ سے سوڈیم میٹل کی تیاری کا طریقہ بیان کر سکیں۔
- پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ سے سوڈیم میٹل کی تیاری کے دوران پیدا ہونے والی بائی پروڈکٹس کی نشاندہی کر سکیں۔
- کچ دھاتوں (ores) سے میٹل کے حصول کا طریقہ بیان کر سکیں۔
- کاپر کی الیکٹرولیٹک ریفائننگ کی وضاحت کر سکیں۔
- کروژن (corrosion) کی تعریف کر سکیں۔
- کروژن کی مثال دینے کے لیے آئرن کی زنگ آلودگی کو بیان کر سکیں۔
- سٹیل پر میٹلز کی الیکٹروپلیٹنگ کی وضاحت (زنک، ٹن اور کرومیم پلیٹنگ کی مثالیں دے کر) کر سکیں۔

تعارف

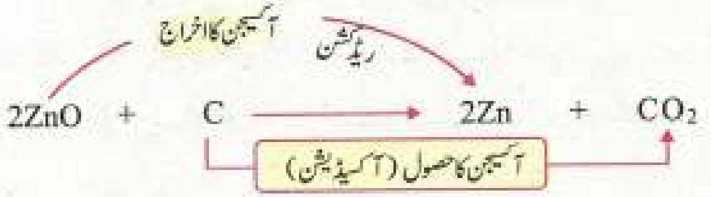
کیمسٹری کی وہ برانچ جو الیکٹریسٹی اور کیمیکل ری ایکشنز کے مابین تعلق کو بیان کرتی ہے الیکٹروکیمسٹری کہلاتی ہے۔ اس میں آکسیڈیشن اور ریڈکشن ری ایکشنز جنہیں مختصراً ریڈاکس ری ایکشنز (redox reactions) کہتے ہیں کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ ریڈاکس ری ایکشنز یا تو خود بخود وقوع پذیر (spontaneous) ہوتے ہیں اور الیکٹریسٹی پیدا کرتے ہیں اور یا پھر خود بخود وقوع پذیر نہ ہونے والے (non-spontaneous) ری ایکشنز کو وقوع پذیر کرنے کے لیے الیکٹریسٹی استعمال کی جاتی ہے۔ سپانٹینیس (spontaneous) ری ایکشنز وہ ری ایکشنز ہیں جو خود بخود بغیر کسی بیرونی ایجنٹ کے وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ نان سپانٹینیس (non-spontaneous) ری ایکشنز وہ ری ایکشنز ہیں جو کسی بیرونی ایجنٹ کی موجودگی میں وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ یہ کیمیکل ری ایکشنز گیلوانک یا الیکٹرولیٹک (electrolytic) سیل میں وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ کی الیکٹرولیسز (electrolysis) سے سوڈیم میٹل پیدا ہوتی ہے جبکہ برائن کے سلوشن سے سوڈیم ہائڈروآکسائڈ پیدا ہوتا ہے۔

7.1 آکسیڈیشن اور ریڈکشن ری ایکشنز
(OXIDATION AND REDUCTION REACTIONS)

کسی کیمیکل ری ایکشن میں آکسیڈیشن اور ریڈکشن کا ایک نظریہ آکسیجن کے حصول یا اخراج یا پھر ہائڈروجن کے حصول یا اخراج پر منحصر ہوتا ہے۔ اس نظریہ کے مطابق ''کسی کیمیکل ری ایکشن کے دوران آکسیجن کے حصول یا ہائڈروجن کے اخراج کے عمل کو آکسیڈیشن (oxidation) کہتے ہیں''۔ جبکہ ''کسی کیمیکل ری ایکشن کے دوران ہائڈروجن کے حصول یا آکسیجن کے اخراج کے عمل کو ریڈکشن (reduction) کہتے ہیں''۔

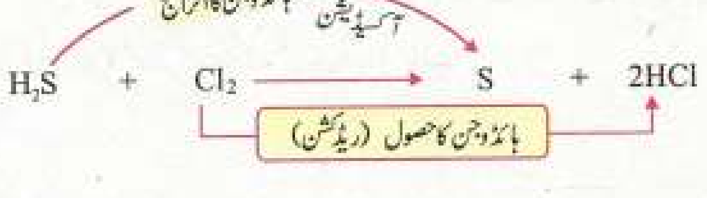
یہ دونوں عمل کیمیکل ری ایکشن کے دوران بیک وقت وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ ہم کہہ سکتے ہیں کہ جہاں آکسیڈیشن ہوگی وہاں ریڈکشن کا عمل بھی ضرور ہوگا۔ آیئے ہم ایک مثال کے ذریعے آکسیجن کے اخراج اور حصول کی بنیاد پر اس تصور کو سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔

زنک آکسائڈ اور کاربن کے درمیان کیمیکل ری ایکشن ہوتا ہے جس میں زنک آکسائڈ سے آکسیجن خارج ہوتی ہے (ریڈکشن) اور کاربن کے ساتھ مل جاتی ہے (آکسیڈیشن) یہ عمل اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔



آیئے ہم دوسری مساوات کا جائزہ لیتے ہیں جس میں ہائڈروجن کے اخراج اور حصول کی بنیاد پر وضاحت کی گئی ہے۔

ہائڈروجن سلفائڈ اور کلورین کے درمیان ہائڈروجن سلفائڈ کی آکسیڈیشن اور کلورین کی ریڈکشن کے ذریعے کیمیکل ری ایکشن ہوتا ہے۔ ہائڈروجن سلفائڈ سے ہائڈروجن خارج ہو کر کلورین کے ساتھ مل جاتی ہے۔ اس عمل کو درج ذیل مساوات میں دکھایا گیا ہے:



ایسا کیمیکل ری ایکشن جس میں آکسیڈیشن اور ریڈکشن کے ری ایکشنز بیک وقت وقوع پذیر ہوں، اسے آکسیڈیشن-ریڈکشن ری ایکشن یا مختصراً ریڈاکس (redox) ری ایکشن کہتے ہیں۔

7.1.1 الیکٹرون کے اخراج اور حصول کے حوالے سے آکسیڈیشن اور ریڈکشن
(Oxidation and Reduction in terms of Loss or Gain of Electron)

کیمسٹری میں کئی ایسے کیمیکل ری ایکشنز وقوع پذیر ہوتے ہیں جن میں آکسیجن یا ہائیڈروجن کا کوئی عمل دخل نہیں ہوتا لیکن پھر بھی ان کو ریڈاکس ری ایکشنز تصور کیا جاتا ہے۔ان ری ایکشنز کے متعلق ایک نیا نظریہ "الیکٹرون کا اخراج یا حصول" استعمال کیا جاتا ہے اور ان کو بھی آکسیڈیشن اور ریڈکشن ری ایکشنز کہا جاتا ہے۔اس نظریہ کے مطابق:

کسی آئن یا ایٹم سے الیکٹرونز کا خارج ہونا آکسیڈیشن کہلاتا ہے۔مثلاً

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$
$$Fe^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + e^-$$

کسی آئن یا ایٹم کا الیکٹرونز حاصل کرنا ریڈکشن کہلاتا ہے جیسے

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$
$$Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)}$$

ریڈاکس ری ایکشن مندرجہ بالا دونوں کیمیکل ری ایکشن کا مجموعہ ہے۔

$$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

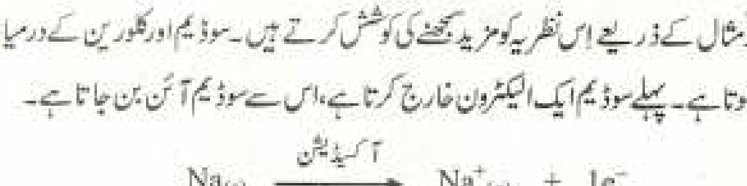
آیئے ایک اور مثال کے ذریعے اس نظریہ کو مزید سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔سوڈیم اور کلورین کے درمیان کیمیکل ری ایکشن تین مراحل میں مکمل ہوتا ہے۔پہلے سوڈیم ایک الیکٹرون خارج کرتا ہے،اس سے سوڈیم آئن بن جاتا ہے۔

$$Na_{(s)} \xrightarrow{\text{آکسیڈیشن}} Na^+_{(g)} + 1e^-$$

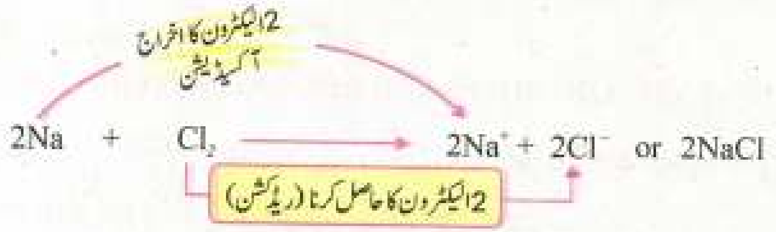
چونکہ کلورین کے ایٹم کو اپنا اوکٹیٹ مکمل کرنے کے لیے ایک الیکٹرون درکار ہوتا ہے، اس لیے کلورین ایٹم ایک الیکٹرون حاصل کر لیتا ہے۔اس کے نتیجے میں کلورائڈ آئن بن جاتا ہے۔

$$Cl_{(g)} + 1e^- \xrightarrow{\text{ریڈکشن}} Cl^-_{(g)}$$

بالآخر یہ دونوں آئن آپس میں الیکٹروسٹیٹک فورس کے ذریعے سوڈیم کلورائڈ بناتے ہیں۔ یہ ایک مکمل ریڈاکس ری ایکشن (آکسیڈیشن اور ریڈکشن ری ایکشنز کا مجموعہ) ہے جو کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے:



یہ ذہن نشین رہے کہ کلورین صرف مالیکیولر شکل Cl_2 میں برقرار رہتی ہے، اس لیے متوازن ری ایکشن درج ذیل ہوگا:



ان تمام تصورات کا خلاصہ یہ ہے:

آکسیڈیشن	ریڈکشن
آکسیجن کا حصول ہائڈروجن کا اخراج الیکٹرونز کا اخراج	آکسیجن کا اخراج ہائیڈروجن کا حصول الیکٹرونز کا حصول

خود تشخیصی سرگرمی 7.1

i- آپ کیسے ثابت کر سکتے ہیں کہ میگنیشیم اور آکسیجن کے درمیان ہونے والا ری ایکشن ریڈاکس ری ایکشن ہے، جبکہ ری ایکشن سے بظاہر لگتا ہے کہ صرف آکسیجن کا حصول ہوا ہے (آکسیڈیشن)

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

ii- کاربن اور آکسیجن کے درمیان ایک ری ایکشن میں صرف آکسیجن کا حصول ہوا ہے (آکسیڈیشن)، لیکن اسے ریڈاکس ری ایکشن کہا جاتا ہے۔ اس پر تبصرہ کریں۔

iii- آکسیڈیشن اور ریڈکشن ری ایکشنز بیک وقت ہوتے ہیں ایک مثال سے وضاحت کریں۔

iv- شناخت کریں کہ مندرجہ ذیل میں سے کون سا آکسیڈیشن ری ایکشن ہے اور کون سا ریڈکشن ری ایکشن ہے۔

a- $K \longrightarrow K^+ + 1e^-$

b- $Br + 1e^- \longrightarrow Br^-$

c- $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

d- $I^- \longrightarrow I + 1e^-$

e- $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + 1e^-$

v- ایک ایلیمنٹ M کسی دوسرے ایلیمنٹ X کے ساتھ MX_2 بنانے کے لیے ری ایکٹ کرتا ہے۔ الیکٹرونز خارج کرنے اور حاصل کرنے کے حوالے سے شناخت کریں کہ کون سا ایلیمنٹ آکسیڈائزڈ (oxidized) ہوگا اور کون سا ریڈیوسڈ (reduced) ہوگا؟

vi- آپ کیسے ثابت کر سکتے ہیں کہ مندرجہ ذیل ری ایکشن صرف آکسیڈیشن ری ایکشن نہیں ہے بلکہ ایک مکمل ریڈاکس ری ایکشن ہے۔

$$FeO + CO \longrightarrow Fe + CO_2$$

vii- الیکٹرونک نظریہ کی بناء پر آکسیڈیشن کی وضاحت ایک مثال سے کریں۔

7.2 آکسیڈیشن سٹیٹ اور اس کی تفویض کے قواعد
(OXIDATION STATE AND RULES FOR ASSIGNING OXIDATION STATE)

آکسیڈیشن سٹیٹ یا آکسیڈیشن نمبر وہ چارج ہوتا ہے جو مالیکیول میں موجود کسی ایلیمنٹ کے ایک ایٹم یا آئن پر موجود ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر HCl میں H کا آکسیڈیشن نمبر 1+ اور Cl کا 1- ہوتا ہے۔

آکسیڈیشن نمبر (O.N) کی تفویض کے قواعد:

(i) آزاد حالت میں تمام ایلیمنٹس کا آکسیڈیشن نمبر زیرو ہوتا ہے۔

(ii) ایسا آئن جو صرف ایک ایلیمنٹ پر مشتمل ہو اس کا آکسیڈیشن نمبر وہی ہوگا جو آئن پر چارج ہوگا۔

(iii) پیریاڈک ٹیبل میں مختلف ایلیمنٹس کے آکسیڈیشن نمبر اس طرح ہوں گے۔
گروپ 1 میں 1+، گروپ 2 میں 2+ گروپ 3 میں 3+، گروپ 15 میں 3-، گروپ 16 میں 2- اور گروپ 17 میں 1-

(iv) ہائیڈروجن کے تمام کمپاؤنڈز میں ہائیڈروجن کا آکسیڈیشن نمبر 1+ ہوتا ہے۔ لیکن میٹل ہائیڈرائیڈز میں ہائیڈروجن کا آکسیڈیشن نمبر 1− ہوتا ہے۔

(v) آکسیجن کے تمام کمپاؤنڈز میں آکسیجن کا آکسیڈیشن نمبر 2− ہوتا ہے۔ لیکن پرآکسائیڈز میں 1− اور OF_2 میں 2+ ہوتا ہے۔

(vi) کسی کمپاؤنڈ میں زیادہ الیکٹرونیگیٹیویٹی والے ایٹم کا آکسیڈیشن نمبر نیگیٹو ہوتا ہے۔

(vii) نیوٹرل مالیکیولز میں تمام ایلیمنٹس کے آکسیڈیشن نمبرز کا مجموعہ زیرو ہوتا ہے۔

(viii) آئنز میں آکسیڈیشن نمبروں کا مجموعہ، آئن پر موجود چارج کے برابر ہوتا ہے۔

> **یاد رکھیے:**
> آکسیڈیشن نمبر لگاتے وقت چارج پہلے لکھا جاتا ہے اور عدد بعد میں جیسے 2+ جبکہ ویلنسی لکھتے وقت جو کہ کسی ایٹم، آئن یا مالیکیول کا ظاہر چارج ہوتا ہے، پہلے عدد پھر چارج لکھا جاتا ہے جیسے 2+۔

مثال 7.1

HNO_3 میں نائٹروجن کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں جبکہ ہائیڈروجن اور آکسیجن کے آکسیڈیشن نمبر درج ذیل ہوں گے:

$$H = +1 \text{ and } O = -2$$

حل

کسی کمپاؤنڈ کے تمام آکسیڈیشن نمبرز کا مجموعہ زیرو ہوتا ہے۔ فارمولے کے ذریعے HNO_3 میں

[H کا آکسیڈیشن نمبر] + [N کا آکسیڈیشن نمبر] 3+ [O کا آکسیڈیشن نمبر] = 0

مندرجہ بالا فارمولا میں قیمتیں درج کرنے سے

[+1] + [N کا آکسیڈیشن نمبر] + 3 [−2] = 0

+1 + {N کا آکسیڈیشن نمبر} + [−6] =0

نائٹروجن کا آکسیڈیشن نمبر = 6 − 1

= + 5

مثال 7.2

H_2SO_4 میں سلفر کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں جبکہ ہائیڈروجن اور آکسیجن کے آکسیڈیشن نمبر درج ذیل ہوں گے۔

H = +1, O = −2

چونکہ کسی کمپاؤنڈ کے تمام ایٹموں کے آکسیڈیشن نمبرز کا مجموعہ 0 ہوتا ہے اس لیے H_2SO_4 کا فارمولا یہ ہوگا۔

حل

2 [H کا آکسیڈیشن نمبر] + [S کا آکسیڈیشن نمبر] + 4 [O کا آکسیڈیشن نمبر] = 0

فارمولے میں دی گئی قیمتیں درج کرنے سے

2[+1] + [S کا آکسیڈیشن نمبر] +4 [−2] = 0

2 + S کا آکسیڈیشن نمبر + [− 8] = 0

S کا آکسیڈیشن نمبر = 8 − 2

= +6

مثال 7.3

$KClO_3$ میں کلورین کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں۔ جبکہ

K کا آکسیڈیشن نمبر = +1, O کا آکسیڈیشن نمبر = − 2

حل

یہ قیمتیں فارمولے میں درج کرنے سے

[K کا آکسیڈیشن نمبر] + [Cl کا آکسیڈیشن نمبر] + 3 [O کا آکسیڈیشن نمبر] = 0

[+1] + [Cl کا آکسیڈیشن نمبر] + 3 [−2] = 0

1 + [Cl کا آکسیڈیشن نمبر] + [−6] = 0

Cl کا آکسیڈیشن نمبر = 6 − 1 = + 5

خود تشخیصی سرگرمی 7.2

i- مندرجہ ذیل فارمولاز میں جن ایلیمنٹس کو بولڈ کر کے لکھا گیا ہے ان کے آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں۔
$Ba_3(PO_4)_2$، $CaSO_4$، $Cu(NO_3)_2$، $Al_2(SO_4)_3$

ii- ایک کمپاؤنڈ MX_3 میں M اور X کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں۔

iii- OF_2 میں آکسیجن کا آکسیڈیشن نمبر 2+ کیوں ہے؟

iv- H_2S، SO_2 اور H_2SO_4 میں سلفر ایٹم کا آکسیڈیشن نمبر ویری ایبل (variable) ہے۔ ہر کمپاؤنڈ میں سلفر کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں۔

v- ایک ایلیمنٹ X کی آکسیڈیشن سٹیٹ زیرو ہے۔ جب یہ تین الیکٹرونز حاصل کرے گا تو اس کی آکسیڈیشن سٹیٹ کیا ہوگی؟

vi- ایک ایلیمنٹ 7+ آکسیڈیشن سٹیٹ سے 2+ آکسیڈیشن سٹیٹ تک ریڈیوس ہونے کے لیے کتنے الیکٹرونز حاصل کرے گا؟

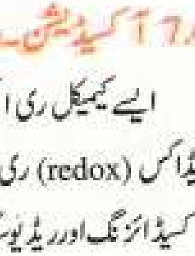
vii- اگر ایک ایلیمنٹ کی آکسیڈیشن سٹیٹ 5+ سے 3- تک تبدیل ہوتی ہے تو کیا یہ ریڈیوسڈ ہوا ہے یا آکسیڈائزڈ؟ اس عمل میں کتنے الیکٹرونز شامل ہوں گے؟

7.3 آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس (OXIDIZING AND REDUCING AGENTS)

آکسیڈائزنگ ایجنٹ ایسی نوع (species) ہے جو کسی شے سے الیکٹرونز لے کر اس کی آکسیڈیشن کرتا ہے۔ اس طرح وہ شے (ایٹم یا آئن) جو الیکٹرونز لے کر خود کو ریڈیوس کرے وہ بھی آکسیڈائزنگ ایجنٹ (oxidizing agent) کہلاتا ہے۔ نان میٹلز آکسیڈائزنگ ایجنٹس ہیں کیونکہ یہ زیادہ الیکٹرونیگیٹو ایلیمنٹس ہونے کی وجہ سے الیکٹرون حاصل کر لیتے ہیں۔

ریڈیوسنگ ایجنٹ وہ نوع ہے جو الیکٹرونز دے کر کسی شے کو ریڈیوس کرتا ہے۔ اسطرح وہ شے (ایٹم یا آئن) جو الیکٹرون خارج کر کے خود کو آکسیڈائز کرے وہ بھی ریڈیوسنگ ایجنٹ (reducing agent) کہلاتا ہے۔ تقریباً تمام میٹلز اچھے ریڈیوسنگ ایجنٹس ہوتے ہیں کیونکہ یہ الیکٹرونز خارج کرنے کا رجحان رکھتے ہیں۔

آکسیڈیشن: ''کسی کیمیکل ری ایکشن کے دوران الیکٹرون خارج کرنے کو آکسیڈیشن کا نام دیا جاتا ہے''۔
ریڈکشن: ''کسی کیمیکل ری ایکشن کے دوران الیکٹرون کے حاصل کرنے کو ریڈکشن کہا جاتا ہے۔
ریڈیوسنگ ایجنٹ: ''ایسی شے ہے جو خود کو آکسیڈائز اور دوسروں کو ریڈیوس کرتا ہے''۔
آکسیڈائزنگ ایجنٹ: ''ایسی شے ہے جو خود کو ریڈیوس اور دوسروں کو آکسیڈائز کرتا ہے''۔



7.4 آکسیڈیشن۔ ریڈکشن ری ایکشنز (OXIDATION-REDUCTION REACTIONS):

ایسے کیمیکل ری ایکشنز جن میں کسی ایک یا زیادہ اشیا کی آکسیڈیشن سٹیٹ تبدیل ہو، آکسیڈیشن۔ ریڈکشن یا صرف ریڈاکس (redox) ری ایکشنز کہلاتے ہیں۔ ریڈاکس ری ایکشنز کی مثالیں ذیل میں دی گئی ہیں۔ ہر ری ایکشن سسٹم آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس پر مشتمل ہے۔

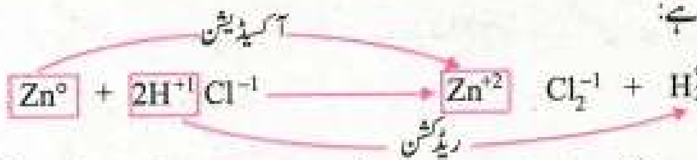
آیئے زنک میٹل کے ہائیڈروکلورک ایسڈ کے ساتھ ری ایکشن کی وضاحت کریں:

$$Zn_{(s)} + 2HCl_{(l)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

اس ری ایکشن میں موجود تمام آئنز اور ایٹمز کے آکسیڈیشن نمبر مندرجہ ذیل مساوات میں ظاہر کیے گئے ہیں۔

$$Zn^{0} + 2H^{+1}Cl^{-1} \longrightarrow Zn^{+2}Cl_2^{-1} + H_2^{0}$$

آئیے ہم معلوم کریں کہ ایٹمز کی آکسیڈیشن یا ریڈکشن سے ان کی آکسیڈیشن سٹیٹ تبدیل ہوتی ہے یا نہیں، اس کو درج ذیل مساوات میں ظاہر کیا گیا ہے:



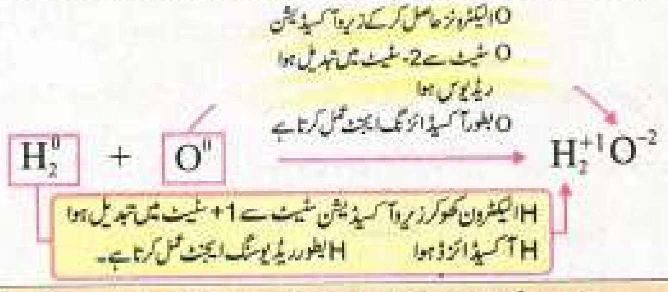
اسی طرح ہائیڈروجن اور آکسیجن کے ملنے سے پانی بننے کے عمل میں درج ذیل ریڈاکس ری ایکشن واقع ہوتا ہے:

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$$

اس ری ایکشن میں تمام ایٹمز اور آئنز کے آکسیڈیشن نمبر اس طرح سے ہیں:

$$2H_2^{0} + O_2^{0} \longrightarrow 2H_2^{+1}O^{-2}$$

آئیے اس ری ایکشن میں آکسیڈائز اور ریڈیوس ہونے والے ایٹمز کو مندرجہ ذیل مساوات سے معلوم کریں۔



خود تشخیصی سرگرمی 7.3

(i) درج ذیل ری ایکشن میں آپ کیسے ثابت کریں گے کہ H_2S کی آکسیڈیشن اور SO_2 کی ریڈکشن ہوئی ہے۔

$2H_2O$ $\qquad SO_2 + 2H_2S \longrightarrow 2H_2O + 3S$

(ii) MnO_2 اور HCl کے درمیان ہونے والا ری ایکشن ریڈاکس ری ایکشن ہے

$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$ معلوم کریں۔

(a) کس شے کی آکسیڈیشن ہوگی؟

(b) کس شے کی ریڈکشن ہوگی؟

(c) کون سی شے بطور آکسیڈائزنگ ایجنٹ کام کرے گی؟

(d) کون سی شے بطور ریڈیوسنگ ایجنٹ کام کرے گی؟

(iii) مندرجہ ذیل ری ایکشنز ریڈاکس ری ایکشنز ہیں۔ ان میں سے وہ ایلیمنٹس معلوم کریں جو ریڈیوس اور جو آکسیڈائز ہوئے ہیں:

(a) $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

(b) $Cu + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$

(c) $H_2S + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + S$

(iv) درج ذیل ری ایکشن ریڈاکس ری ایکشن کیوں نہیں، دلائل سے وضاحت کریں۔

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

7.5 الیکٹروکیمیکل سیل (ELECTROCHEMICAL CELLS)

الیکٹروکیمیکل سیل ایک ایسا سسٹم ہے جس میں دو الیکٹروڈ الیکٹرولائٹ کے سلوشن میں ڈوبے ہوتے ہیں اور دونوں بیٹری سے جڑے ہوتے ہیں۔ الیکٹروکیمیکل سیل توانائی ذخیرہ کرنے کے لیے ایسا آلہ ہے جس میں یا تو الیکٹرک کرنٹ کے ذریعے کیمیکل ری ایکشن (الیکٹرولیسز) واقع ہوتا ہے یا کیمیکل ری ایکشن الیکٹرک کرنٹ (الیکٹرک کنڈکشن) پیدا کرتا ہے۔

الیکٹروکیمیکل سیل دو اقسام کے ہوتے ہیں:

(i) الیکٹرولیٹک سیل (ii) گیلوانک سیل

7.5.1 الیکٹرولائٹس کا تصور (Concept of Electrolytes)

ایسی اشیا جو اپنے ایکوئس سلوشن یا پگھلی ہوئی حالت میں سے الیکٹریسٹی گزرنے دیں، الیکٹرولائٹس (electrolytes) کہلاتے ہیں۔ مثال کے طور پر سالٹس، ایسڈز اور بیسز کے سلوشن اچھے الیکٹرولائٹس ہیں۔ ٹھوس سوڈیم کلورائڈ میں سے الیکٹریسٹی نہیں گزر سکتی لیکن یہ سلوشن اور پگھلی ہوئی حالت میں اچھا الیکٹرولائٹ ہے۔ الیکٹرولائٹس کی درج ذیل دو اقسام ہیں:

7.5.1.1 طاقتور الیکٹرولائٹس (Strong Electrolytes)

ایسے الیکٹرولائٹس جو ایکوئس سلوشن میں مکمل طور پر آئنز میں تبدیل ہو جائیں اور زیادہ آئنز پیدا کریں، طاقتور الیکٹرولائٹس کہلاتے ہیں۔ NaCl ، NaOH اور H_2SO_4 کے پانی میں سلوشنز طاقتور الیکٹرولائٹس کی مثالیں ہیں۔

$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

7.5.1.2 کمزور الیکٹرولائٹس (Weak Electrolytes)

ایسے الیکٹرولائٹس جو ایکوئس سلوشنز میں بہت کم آئنز پیدا کریں کمزور الیکٹرولائٹس کہلاتے ہیں۔ CH_3COOH اور $Ca(OH)_2$ کمزور الیکٹرولائٹس کی مثالیں ہیں۔ کمزور الیکٹرولائٹس مکمل طور پر آئنز میں تبدیل نہیں ہوتے۔ مثال کے طور پر ایسیٹک ایسڈ پانی میں بہت کم آئنز بناتا ہے۔ نتیجتاً کمزور الیکٹرولائٹ الیکٹریسٹی کے ناقص کنڈکٹر ہوتے ہیں۔

$$CH_3COOH_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

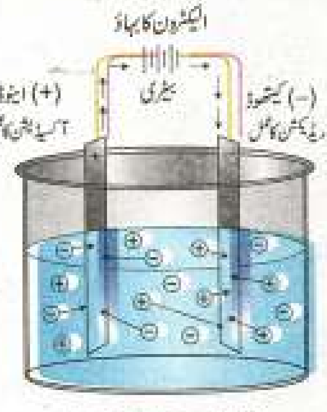
7.5.1.3 نان الیکٹرولائٹس (Non-electrolytes)

ایسی اشیا جو سلوشن میں آئنز میں تبدیل نہیں ہوتیں اور ان کے ایکوئس سلوشن میں سے کرنٹ نہیں گزر سکتا، نان الیکٹرولائٹس کہلاتے ہیں۔ مثال کے طور پر شوگر کا سلوشن اور بینزین وغیرہ۔

7.5.2 الیکٹرولیٹک سیلز (Electrolytic Cells)

الیکٹروکیمیکل سیل کی ایسی قسم جس میں نان سپانٹینیس کیمیکل ری ایکشن اس وقت وقوع پذیر ہوتا ہے جب سلوشن میں

سے کرنٹ گزر رہا ہو، الیکٹرولیٹک سیل کہلاتی ہے۔ اس سیل میں جو ری ایکشن وقوع پذیر ہوتا ہے اسے الیکٹرولیسز (electrolysis) کہتے ہیں۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے



شکل نمبر 7.1: الیکٹرولیٹک سیل

"کسی کمپاؤنڈ کے ایکوئس سلوشن یا اس کی پگھلی ہوئی حالت میں سے کرنٹ گزرنے کے باعث اس کمپاؤنڈ کا کیمیائی طور پر تحلیل ہو کر بنیادی اجزا میں تبدیل ہو جانا الیکٹرولیسز کہلاتا ہے"۔

ڈاؤنز سیل اور نیلسن سیل اس کی مثالیں ہیں۔

7.5.2.1 الیکٹرولیٹک سیل کی تیاری

(Construction of an Electrolytic Cell)

الیکٹرولیٹک سیل الیکٹرولائٹ کے سلوشن اور دو الیکٹروڈز (اینوڈ اور کیتھوڈ) جو سلوشن میں ڈبو کر بیٹری سے جوڑ دیے جاتے ہیں، پر مشتمل ہوتا ہے۔ وہ الیکٹروڈ جو پوزیٹو ٹرمینل سے جڑا ہوتا ہے، اینوڈ (anode) کہلاتا ہے اور جو الیکٹروڈ نیگیٹو ٹرمینل سے جڑا ہوتا ہے کیتھوڈ (cathode) کہلاتا ہے جیسا کہ شکل نمبر 7.1 میں دکھایا گیا ہے۔

7.5.2.2 الیکٹرولیٹک سیل کے کام کا طریقہ کار (Working of an Electrolytic Cell)

جب بیٹری سے الیکٹرک کرنٹ دیا جاتا ہے تو الیکٹرولائٹ کے اندر موجود آئنز اپنے متعلقہ الیکٹروڈ کی طرف حرکت کرتے ہیں۔ اینائنز جو نیگیٹو چارج رکھتے ہیں، اینوڈ کی طرف جاتے ہیں اور اپنے الیکٹرونز وہاں دے دیتے ہیں۔ اس طرح آکسیڈیشن کا عمل وقوع پذیر ہوتا ہے۔ جبکہ کیٹائنز جن پر پوزیٹو چارج ہوتا ہے، کیتھوڈ کی طرف جاتے ہیں۔ کیٹائنز الیکٹروڈ سے الیکٹرونز حاصل کرتے ہیں جس کے نتیجے میں کیتھوڈ پر ریڈکشن کا عمل واقع ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ کی الیکٹرولیسز کے دوران درج ذیل ری ایکشنز ہوتے ہیں:

$$NaCl_{(s)} \longrightarrow Na^{+}_{(l)} + Cl^{-}_{(l)}$$

اینوڈ پر آکسیڈیشن

$$2Cl^{-}_{(l)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^{-}$$

کیتھوڈ پر ریڈکشن

$$2Na^{+}_{(l)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Na_{(l)}$$

مکمل ری ایکشن

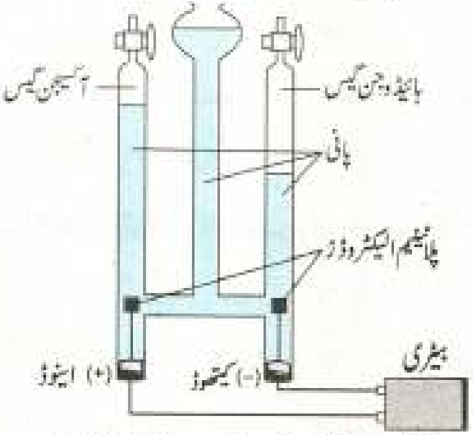
$$2Na^{+}_{(l)} + 2Cl^{-}_{(l)} \longrightarrow 2Na_{(l)} + Cl_{2(g)}$$

7.5.2.3 پانی کی الیکٹرولیسز (Electrolysis of Water)

خالص پانی ایک کمزور الیکٹرولائٹ ہے۔ یہ بہت کم حد تک اپنے آئنز میں تحلیل ہوتا ہے۔ پانی میں موجود ہائڈروجن آئنز (H^+) اور ہائڈروکسل آئنز (OH^-) دونوں کی بالترتیب کنسنٹریشن 10^{-7} mol dm^{-3} ہوتی ہے۔ جب پانی میں ایسڈ کے چند قطرے ڈالے جائیں تو اس کی کنڈکٹیویٹی بہتر ہو جاتی ہے۔

$$4H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{acid}} 4H^+_{(aq)} + 4OH^-_{(aq)}$$

جب ایسڈ ملے پانی میں سے الیکٹرک کرنٹ گزارا جاتا ہے تو OH^- آئنز اینوڈ کی طرف اور H^+ آئنز کیتھوڈ کی طرف حرکت کرنے لگتے ہیں۔ یہ اپنے متعلقہ الیکٹروڈ پر ڈسچارج ہوتے ہیں۔ یہ اینوڈ اور کیتھوڈ پر بالترتیب آکسیجن اور ہائڈروجن پیدا کرتے ہیں جیسا کہ شکل نمبر 7.2 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 7.2 الیکٹرولیٹک سیل میں پانی کا الیکٹرولیسز

ریڈاکس ری ایکشن درج ذیل مساوات میں دکھایا گیا ہے:

اینوڈ پر آکسیڈیشن:

$$4OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)} + 4e^-$$

کیتھوڈ پر ریڈکشن:

$$4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 4H_{(g)}$$

$$4H_{(g)} \longrightarrow 2H_{2(g)}$$

مکمل ری ایکشن:

$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

7.5.3 گیلوانک سیل (Galvanic Cell)

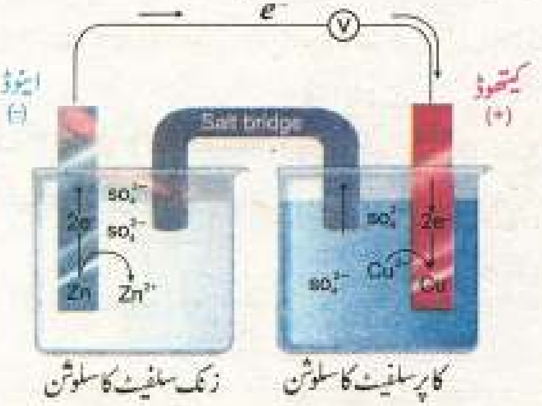
ایسا الیکٹروکیمیکل سیل جس میں سپانٹینیس کیمیکل ری ایکشن واقع ہوتا ہے اور کرنٹ پیدا ہوتا ہے، گیلوانک یا وولٹیک سیل کہلاتا

ہے۔ ڈینیل سیل اس کی ایک مثال ہے۔

اے ولٹا (1745-1827) اٹلی کا رہنے والا ماہر طبیعات تھا جو 1800 میں پہلا الیکٹرک سیل بنانے کی وجہ سے مشہور ہے۔

7.5.3.1 ڈینیل سیل کی تیاری (Construction of a Daniel Cell)

گیلوانک سیل دو سیلز پر مشتمل ہوتا ہے اور ہر ایک سیل ہاف سیل (half-cell) کہلاتا ہے۔ یہ دونوں ہاف سیل ایک ''سالٹ برج (salt bridge)'' کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں۔ ہر ہاف سیل میں ایک الیکٹروڈ اس کے اپنے ہی 1M سلوشن میں ڈبویا جاتا ہے۔ دونوں ہاف سیلز کو ایک تار کے ذریعے بیرونی سرکٹ سے جوڑا جاتا ہے۔ شکل نمبر 7.3 میں ایک گیلوانک سیل دکھایا گیا ہے۔



شکل نمبر 7.3: ڈینیل سیل

اس سیل کا بایاں ہاف سیل زنک کے ایک الیکٹروڈ پر مشتمل ہے جو زنک سلفیٹ کے 1M کنسنٹریشن والے سلوشن میں ڈبویا گیا ہے۔ دایاں ہاف سیل کاپر الیکٹروڈ پر مشتمل ہے جس کو کاپر سلفیٹ کے 1M سلوشن میں ڈبویا گیا ہے۔ سالٹ برج انگریزی حروفِ تہجی 'U' شکل شیشے کی ٹیوب ہے۔ اس میں کسی طاقتور الیکٹرولائٹ کا کنسنٹریٹڈ سلوشن بھرا ہوتا ہے جو ایک جیلی نما مادے سے روکا گیا ہوتا ہے۔ اس U شکل کی ٹیوب کے سرے مسام دار مادے سے بند کر دیے جاتے ہیں۔ اس ''سالٹ برج'' کا بنیادی کام آئنز کو مائگریشن (migration) کے لیے راستہ دے کر دونوں ہاف سیلز کے سلوشنز کو نیوٹرل رکھنا ہوتا ہے۔

7.5.3.2 سیل کا طریقہ کار (Working of the Cell)

زنک میٹل میں کاپر میٹل سے زیادہ تیزی سے الیکٹرون خارج کرنے کا رجحان ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے زنک الیکٹروڈ پر آکسیڈیشن ہوتی ہے۔ اس الیکٹروڈ سے الیکٹرونز بیرونی سرکٹ کے ذریعے کاپر الیکٹروڈ کی طرف جاتے ہیں۔ سلوشن کے کاپر آئنز ان الیکٹرونز کو حاصل کر کے الیکٹروڈ پر جمع ہوتے رہتے ہیں۔ دونوں الیکٹروڈز پر متعلقہ آکسیڈیشن اور ریڈکشن کے مراحل جاری رہتے ہیں۔

اینوڈ پر ہاف سیل ری ایکشن (آکسیڈیشن): $Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

کیتھوڈ پر ہاف سیل ری ایکشن (ریڈکشن): $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$

گیلوانک ری ایکشن ان دونوں ہاف سیلز ری ایکشنز کا مجموعہ ہے۔

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

ریڈاکس (redox) ری ایکشن کے نتیجے میں الیکٹرک کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔ گاڑیاں سٹارٹ کرنے، کیلکولیٹر اور کھلونے چلانے اور بلب روشن کرنے کے لیے استعمال ہونے والی بیٹریاں اسی اصول پر کام کرتی ہیں۔

الیکٹرولیٹک اور گیلوانک سیلز کا موازنہ

الیکٹرولیٹک سیل	گیلوانک سیل
i- یہ ایک مکمل سیل پر مشتمل ہوتا ہے جو بیٹری سے جُڑا ہوتا ہے۔	یہ دو ہاف سیلز پر مشتمل ہوتا ہے جن کو سالٹ برج کے ذریعے جوڑا جاتا ہے۔
ii- اینوڈ پر پوزیٹیو چارج جبکہ کیتھوڈ پر نیگیٹو چارج ہوتا ہے۔	اینوڈ پر نیگیٹو چارج جبکہ کیتھوڈ پر پازیٹو چارج ہوتا ہے۔
iii- الیکٹریکل انرجی کو کیمیکل انرجی میں تبدیل کیا جاتا ہے۔	کیمیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کیا جاتا ہے۔
iv- نان سپانٹینیس کیمیکل ری ایکشن کے لیے کرنٹ استعمال کیا جاتا ہے۔	ریڈاکس ری ایکشن خود بخود واقع ہوتا ہے اور اسکے نتیجے میں کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 7.4

i- طاقتور الیکٹرولائٹس اچھے کنڈکٹرز کیوں تصور کیے جاتے ہیں؟

ii- کیا نان الیکٹرولائٹس سلوشن میں آئنز بناتے ہیں؟

iii- کمزور اور طاقتور الیکٹرولائٹس میں کیا فرق ہے؟

iv- درج ذیل کمپاؤنڈز میں سے طاقتور یا کمزور الیکٹرولائٹ کی نشاندہی کریں:
$CuSO_4$, H_2CO_3, $Ca(OH)_2$, HCl, $AgNO_3$

v- نان سپانٹینیس ری ایکشنز کو کون سی فورس متحرک کرتی ہے؟

vi- الیکٹرولیٹک سیل میں کون سا کیمیکل ری ایکشن ہوتا ہے؟

vii- الیکٹرولیٹک سیل کے اینوڈ پر کس قسم کا کیمیکل ری ایکشن ہوتا ہے؟

viii- الیکٹرولیٹک سیل میں پوزیٹیو چارج والا الیکٹروڈ اینوڈ کیوں کہلاتا ہے؟

ix- پانی کی الیکٹرولیسز میں H^+ آئنز کس ٹرمینل کی طرف جاتے ہیں؟

x- پانی کی الیکٹرولیسز کے دوران آکسیجن کہاں پیدا ہوتی ہے؟

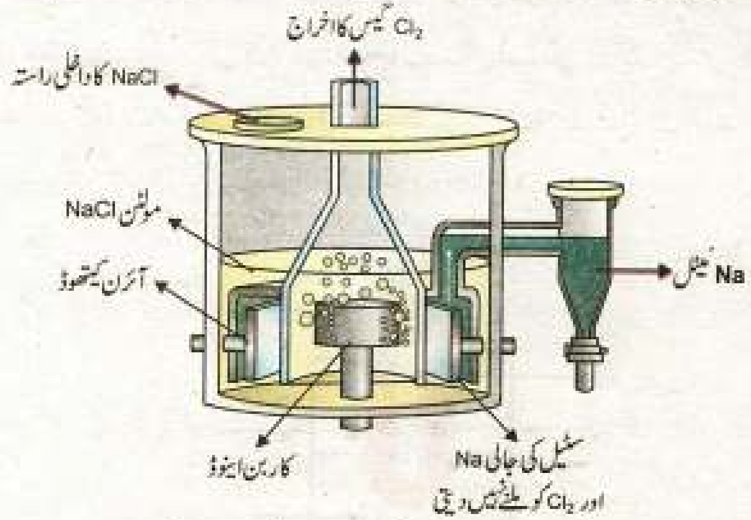
xi- کیٹائنز الیکٹرولیٹک سیل کے کس الیکٹروڈ کی طرف جاتے ہیں؟ اور یہ وہاں کیا کام کرتے ہیں؟

xii- گیلوانک سیل کے ہاف سیلز کو کیسے جوڑا جاتا ہے؟ سالٹ برج کا کیا کام ہوتا ہے۔

7.6 الیکٹروکیمیکل صنعتیں (ELECTROCHEMICAL INDUSTRIES)

7.6.1 پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ سے سوڈیم میٹل کی تیاری (Manufacture of Sodium Metal from Fused NaCl)

صنعتی پیمانے پر سوڈیم میٹل پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ کی ڈاؤنز سیل میں الیکٹرولیسز کے ذریعے تیار کی جاتی ہے۔ یہ الیکٹرولیٹک سیل ایک سرکولر فرنس (circular furnace) کی طرح ہوتا ہے۔ اس کے درمیان گریفائٹ کا ایک بڑا ٹکڑا ہوتا ہے جو اینوڈ کے طور پر کام کرتا ہے جبکہ اس کے اردگرد آئرن کا کیتھوڈ ہوتا ہے جیسا کہ شکل 7.4 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 7.4 سوڈیم میٹل کی تیاری کے لیے ڈاؤنز سیل

7.6.1.1 ڈاؤنز سیل کا طریقہ کار (Working of Downs Cell)

پگھلا ہوا سوڈیم کلورائڈ Na^+ اور Cl^- کے آئنز پیدا کرتا ہے جو کرنٹ گزرنے پر اپنے متعلقہ الیکٹروڈ پر چلے جاتے ہیں۔ ان الیکٹروڈز کو سٹیل کی جالی کے ذریعے الگ رکھا جاتا ہے تاکہ یہ پروڈکٹس آپس میں مل نہ سکیں۔ Cl^- آئنز آکسیڈائزڈ ہو کر اینوڈ پر کلورین بناتا ہے۔ یہ گیس اینوڈ پر مخروطی شکل کے اُلٹے برتن میں جمع ہو جاتی ہے، جبکہ Na^+ ریڈیوسڈ ہو کر سوڈیم میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ پگھلی ہوئی سوڈیم میٹل پگھلے ہوئے نمک کے بھاری مکسچر پر تیرتی رہتی ہے۔ جہاں سے اسے ایک ٹیوب میں اکٹھا کر لیا جاتا ہے۔ پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ کی الیکٹرولیسز کے دوران درج ذیل ری ایکشنز واقع ہوتے ہیں:

پگھلا ہوا NaCl آئنز میں بدل جاتا ہے۔

$$2NaCl_{(s)} \rightleftharpoons 2Na^+_{(l)} + 2Cl^-_{(l)}$$

اینوڈ پر ہاف سیل ری ایکشن (آکسیڈیشن)

$$2Cl^-_{(l)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$$

کیتھوڈ پر ہاف سیل ری ایکشن (ریڈکشن)

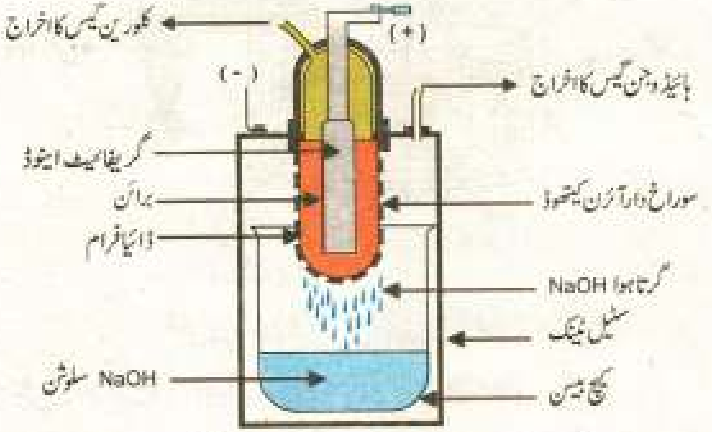
$$2Na^{+}_{(l)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Na_{(l)}$$

مکمل ری ایکشن ان دونوں ہاف سیلز ری ایکشنز کا مجموعہ ہوتا ہے:

$$2NaCl_{(fused)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2Na_{(l)}$$

7.6.2 برائن سے سوڈیم ہائڈروآکسائڈ (NaOH) کی تیاری
(Manufacture of NaOH from Brine)

صنعتی پیمانے پر کاسٹک سوڈا اور سوڈیم ہائڈروآکسائڈ (NaOH) نیلسن سیل میں سوڈیم کلورائڈ کے سلوشن جسے برائن کہتے ہیں، کی الیکٹرولیسز سے تیار کیا جاتا ہے۔ جیسا کہ شکل 7.5 میں دکھایا گیا ہے، یہ سیل ایک سٹیل کے ٹینک پر مشتمل ہوتا ہے، جس میں U شکل کے آئرن کے سوراخ دار کیتھوڈ کے مرکز میں گریفائٹ اینوڈ لٹکا ہوتا ہے۔ آئرن کیتھوڈ کے اندر کی طرف اسبسٹوس (asbestos) ڈایافرام لگا ہوتا ہے۔ برائن الیکٹرولائٹ آئرن کے کیتھوڈ کے اندر موجود ہوتا ہے۔



شکل 7.5 سوڈیم ہائڈروآکسائڈ کی پیداوار کی نیلسن سیل

7.6.2.1 نیلسن سیل کے کام کا طریقہ (Working of Nelson's Cell)

سوڈیم کلورائڈ کے ایکوئیس سلوشن میں Na^{+}، Cl^{-}، H^{+} اور OH^{-} آئنز موجود ہوتے ہیں۔ یہ آئنز اپنے متعلقہ الیکٹروڈ کی طرف حرکت کرتے ہیں اور متعلقہ الیکٹروڈز پر ریڈاکس ری ایکشنز واقع ہوتے ہیں۔ جب الیکٹرولیسز ہوتا ہے تو Cl^{-} اینوڈ پر ڈسچارج ہوتے ہیں اور کلورین گیس سیل کے اوپری حصے میں گنبد (dome) کی طرف بلند ہوتی ہے۔ H^{+} آئنز کیتھوڈ پر ڈسچارج ہوتے ہیں اور ہائڈروجن گیس پائپ کے ذریعے باہر نکل جاتی ہے۔ سوڈیم ہائڈروآکسائڈ آہستہ آہستہ جالی سے چھن کر بیسن میں جمع ہوتا رہتا ہے۔

برائن میں بننے والے آئنز

$$2NaCl_{(aq)} \longrightarrow 2Na^{+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$$

اینوڈ پر آکسیڈیشن:

$$2Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$$

کیتھوڈ پر ریڈکشن:

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$

$$2Na^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2NaOH_{(aq)}$$

مکمل ری ایکشن:

$$2NaCl_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + Cl_{2(g)} + 2NaOH_{(aq)}$$

خود تشخیصی سرگرمی 7.5

i- ڈاؤنز سیل کا اینوڈ جس نان میٹل سے بنا ہوتا ہے، اس کا کیا نام ہے؟ اس اینوڈ کا کیا کام ہوتا ہے؟
ii- ڈاؤنز سیل میں سوڈیم میٹل کہاں جمع ہوتی ہے؟
iii- ڈاؤنز سیل میں پیدا ہونے والے بائی پروڈکٹس کون سے ہیں؟
iv- کیا ڈاؤنز سیل اور نیلسن سیل کے اینوڈ کسی ایلیمنٹ کے بنے ہوتے ہیں؟ اگر ہاں تو اس کا کیا نام ہے؟
v- نیلسن سیل میں کیتھوڈ کی شکل کیسی ہوتی ہے؟
vi- نیلسن سیل میں کیتھوڈ پر کون سے آئنز ڈسچارج ہوتے ہیں اور کیتھوڈ پر کیا پیدا ہوتا ہے؟

7.7 کروژن اور اس سے بچاؤ (CORROSION AND ITS PREVENTION)

کروژن (corrosion) کسی میٹل کا اردگرد کے ماحول کی وجہ سے کروڈ (corrode) ہونے کا نام ہے۔ یہ ریڈاکس ری ایکشن ہے جو میٹلز میں ہوا اور نمی کے ایکشن کے نتیجے میں ہوتا ہے۔ اس کی عام مثال آئرن کو زنگ لگنا ہے۔

7.7.1 لوہے کو زنگ لگنا (Rusting of Iron)

کروژن ایک عام اصطلاح ہے لیکن آئرن کے کروژن کے عمل کو "زنگ لگنا" کہتے ہیں۔ آئرن کو زنگ لگنے کے لیے نمی والی ہوا اہم شرط ہے۔ اب ہم زنگ لگنے کے عمل کا مطالعہ کیمسٹری کی رو سے کرتے ہیں۔

آئرن کی سطح پر دھبے اور خراشیں اس عمل کے وقوع پذیر ہونے کے لیے موقع فراہم کرتے ہیں۔ اسے "اینوڈک ریجن (anodic region)" کہا جاتا ہے، اور یہاں درج ذیل ریڈاکس ری ایکشن ہوتا ہے۔

$$2Fe \longrightarrow 2Fe^{2+} + 4e^-$$

الیکٹرونز خارج ہونے کی وجہ سے اس کو نقصان پہنچتا ہے۔ آزاد الیکٹرونز آئرن شیٹ میں آزادانہ حرکت کرتے ہیں۔ جب وہ اس مقام پر پہنچتے ہیں جہاں پانی میں آکسیجن کی کنسنٹریشن زیادہ ہوتی ہے۔ جیسا کہ شکل (7.6) سے ظاہر ہے۔ یہ مقام بطور کیتھوڈ کام کرتا ہے تو الیکٹرونز H^+ آئن کی موجودگی میں آکسیجن مالیکیولز کو ریڈیوس کرتے ہیں

$$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$$

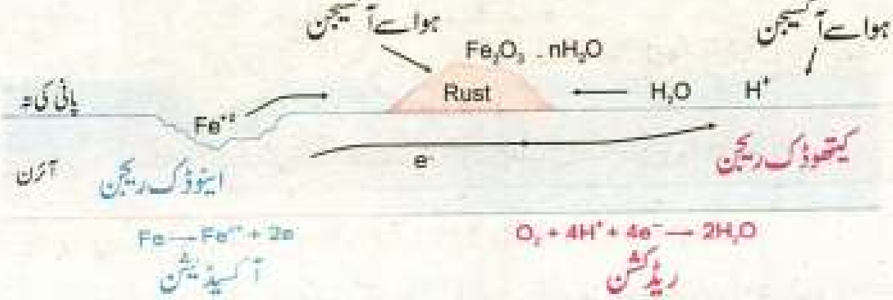
ہائڈروجن آئنز کاربونک ایسڈ پیدا کرتا ہے جو پانی میں کاربن ڈائی آکسائڈ کی موجودگی کی وجہ سے بنتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ تیزابی اشیا زنگ لگنے کے عمل کو تیز کر دیتی ہیں۔ مکمل ریڈاکس کا عمل زنگ پیدا کیے بغیر پورا ہو جاتا ہے۔

$$2Fe_{(s)} + O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Fe^{+2}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

یوں بننے والے Fe^{+2} آئنز پانی میں پھیل جاتے ہیں اور آکسیجن کے ساتھ مل کر $Fe_2O_3.nH_2O$ بناتے ہیں جسے زنگ کہتے ہیں۔ یہ بھی ریڈاکس ری ایکشن ہے۔

$$2Fe^{+2}_{(aq)} + \tfrac{1}{2} O_{2(g)} + (2+n)H_2O_{(l)} \longrightarrow Fe_2O_3 . nH_2O_{(s)} + 4H^+_{(aq)}$$

آئرن کے زنگ کی تہ بھربھری ہوتی ہے اور مزید زنگ لگنے کو نہیں روک سکتی۔ اس طرح زنگ لگنے کا عمل جاری رہتا ہے یہاں تک کہ آئرن کا سارا ٹکڑا زنگ آلود ہو کر گل جاتا ہے۔



شکل 7.6 لوہے (آئرن) کو زنگ لگنا

کیا ایلومینیم کو زنگ لگتا ہے؟

ایلومینیم ٹوٹتا پھوٹتا رہتا ہے لیکن اس کو زنگ نہیں لگتا۔ زنگ صرف آئرن اور سٹیل کو لگتا ہے۔ ایک بہت ہی سخت شے ایلومینیم آکسائڈ، ایلومینیم کو کروژن سے محفوظ رکھتا ہے۔ اس کے مقابلے میں جب آئرن کا کروژن ہوتا ہے تو اس کا رنگ تبدیل ہو جاتا ہے اور بڑی بڑی سرخ رنگ کی زنگ کی تہ اوپر جم جاتی ہے۔ زنگ کا پھیلاؤ اور جمی ہوئی تہ آئرن کو مزید زنگ لگنے کا سبب بنتی ہے۔

7.7.2 کروژن سے بچاؤ (Prevention of Corrosion)

7.7.2.1 دھبوں کا خاتمہ (Removal of stains)

آئرن پر موجود دھبے ہی زنگ لگنے کی اہم جگہ ہیں۔ اگر آئرن کی سطح کو اچھی طرح صاف رکھا جائے اور اس پر دھبوں کو ختم کیا جائے تو اس کو زنگ لگنے سے بچایا جا سکتا ہے۔

7.7.2.2 رنگ اور گریس کا استعمال (Paints and greasing)

آئرن کی سطح پر گریس لگانے یا رنگ کرنے سے اس کو زنگ سے محفوظ رکھا جا سکتا ہے۔ جدید ٹیکنالوجی کے ذریعے ایسے رنگ

تیار کیے گئے ہیں جو مختلف کیمیکلز جنہیں ''سٹیبلائزر'' کہا جاتا ہے، کا مجموعہ ہوتے ہیں۔ یہ آئرن کو توڑ پھوڑ اور زنگ سے بچانے کے علاوہ دیگر موسمی اثرات سے بھی محفوظ رکھتے ہیں۔ آئرن پر گریس کی تہہ جما کر اسے زنگ آلودگی سے بچایا جاسکتا ہے۔

7.7.2.3 الائنگ (Alloying)

الائے کسی میٹل کا دوسری میٹلز یا نان میٹلز کے ساتھ ہوموجینئیس مکسچر ہوتا ہے۔ دوسری میٹلز کے ساتھ آئرن کا الائے بنانا زنگ آلودگی کے خلاف بہت ہی کامیاب تکنیک ثابت ہوئی ہے۔ اس کی بہترین مثال اسٹین لیس سٹیل ہے، جو آئرن، کرومیم اور نکل کا مکسچر ہوتا ہے۔

7.7.2.4 میٹلک کوٹنگ (Metallic coating)

میٹلز کو زنگ سے بچانے کا سب سے بہترین طریقہ ان پر دوسری میٹلز کی کوٹنگ (coating) ہے۔ میٹلز کو زنگ سے بچانے کے لیے ان پر زنک، ٹن اور کرومیم کی کوٹنگ کی جاتی ہے۔ فوڈ انڈسٹری میں یہ تکنیک عام استعمال کی جاتی ہے جہاں خوراک کو ڈبوں میں پیک کیا جاتا ہے۔ آئرن کے ڈبوں کو زیادہ دیر تک محفوظ بنانے کے لیے ان پر ٹن کی تہہ چڑھا دی جاتی ہے۔ میٹلز کی کوٹنگ کے لیے طبیعی اور الیکٹرولیٹک طریقے استعمال کیے جاسکتے ہیں۔

-1 طبیعی طریقے (Physical Methods)

(a) گیلوانائزنگ یا زنک کوٹنگ (Zinc coating or Galvanizing)

آئرن پر زنک کی ایک باریک تہہ جمانے کے عمل کو گیلوانائزنگ (galvanizig) کہا جاتا ہے۔ یہ عمل آئرن کی ایک شیٹ کو زنک کلورائڈ کے باتھ میں ڈبو کر کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد اسے گرم کیا جاتا ہے۔ آئرن کی شیٹ کو نکالنے کے بعد اسے پگھلے ہوئے زنک میں ڈالا جاتا ہے اور پھر اسے ہوا میں ٹھنڈا کر لیا جاتا ہے۔ گیلوانائزنگ کا فائدہ یہ ہے کہ زنک آئرن کی کروژن سے حفاظت کرتا ہے حتیٰ کہ کوٹنگ کی سطح ٹوٹنے کے باوجود بھی زنک کی کوٹنگ موثر رہتی ہے۔

(b) ٹن کوٹنگ (Tin coating)

اس عمل میں آئرن کی صاف شیٹ کو زنک کی بجائے پگھلی ہوئی ٹن میں ڈبو دیا جاتا ہے۔ پھر اسے گرم رولرز میں سے گزارا جاتا ہے۔ یہ شیٹس مشروبات اور خوراک پیک کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ یہ ٹن صرف اس وقت تک آئرن کی حفاظت کرتی ہے جب تک اس کی حفاظتی تہہ صحیح سلامت رہتی ہے۔ جب یہ تہہ ٹوٹ جائے تو آئرن کو ہوا اور نمی کی وجہ سے تیزی سے زنگ لگنا شروع ہو جاتا ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 7.6

i- کروژن اور زنگ لگنے میں کیا فرق ہے؟
ii- زنگ لگنے کے عمل سے آئرن کو کیا ہوتا ہے؟
iii- زنگ لگنے کا عمل کتنے ریڈاکس ری ایکشنز میں مکمل ہوتا ہے؟
iv- زنگ آلودگی کے عمل میں آکسیجن کا کیا کردار ہے؟
v- کروژن سے بچاؤ کا سب سے بہترین طریقہ کون سا ہے؟
vi- "گیلوانائزنگ" سے کیا مراد ہے؟
vii- "گیلوانائزنگ" کا کیا فائدہ ہے؟
viii- جب ٹن کی تہ ٹوٹ جاتی ہے تو آئرن کو زنگ جلدی کیوں لگ جاتا ہے؟
ix- آئرن کو گیلوانائز کرنے کے لیے کون سی میٹل استعمال کی جاتی ہے؟

2- الیکٹرولیٹک طریقہ (الیکٹروپلیٹنگ) Electrolytic Method (Electroplating)

الیکٹرولیسیز کے ذریعے ایک میٹل کے اوپر دوسری میٹل کی تہ جمانے کے عمل کو الیکٹروپلیٹنگ کہا جاتا ہے۔ یہ عمل میٹلز کو زنگ سے محفوظ رکھنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ اس سے ان کی شکل و صورت بھی بہتر ہو جاتی ہے۔ الیکٹروپلیٹنگ کے اصول میں دراصل ایک الیکٹرولیٹک سیل بنانا ہوتا ہے، جس میں اینوڈ اس میٹل کو بنایا جاتا ہے، جس کی تہ جمانا مقصود ہو جبکہ اس میٹل کو کیتھوڈ بنایا جاتا ہے، جس پر میٹل کی تہ جمائی جانی ہو، الیکٹرولائٹ متعلقہ میٹل کے سالٹ کا ایکوئس سلوشن ہوتا ہے۔

الیکٹروپلیٹنگ کا طریقہ کار

اس عمل کے ذریعے جس چیز پر الیکٹروپلیٹنگ کرنی ہو پہلے اسے ریت سے صاف کیا جاتا اور کاسٹک سوڈے کے سلوشن سے گزارنے کے بعد پانی سے دھویا جاتا ہے۔ پھر اینوڈ اس میٹل کا بنایا جاتا ہے، جس کی تہ جمانا مقصود ہو جیسے کرومیم، نکل۔ کیتھوڈ اس چیز کا بنایا جاتا ہے، جس پر الیکٹروپلیٹنگ کرنا مقصود ہو جیسا کہ آئرن کی شیٹ۔ جبکہ میٹل کا کوئی سالٹ ایک الیکٹرولائٹ ہوتا ہے۔ الیکٹرولیٹک ٹینک سیمنٹ، شیشے یا لکڑی کا بنایا جاتا ہے، جس میں اینوڈ اور کیتھوڈ دونوں کو لٹکا دیا جاتا ہے۔ ان الیکٹروڈز کو ایک بیٹری سے جوڑا جاتا ہے۔ جب کرنٹ گزارا جاتا ہے اینوڈ سے میٹل سلوشن میں حل ہوتی جاتی ہے اور میٹلک آئنز کیتھوڈ کی طرف بہنا شروع ہو جاتے ہیں اور کیتھوڈ پر جمع ہو جاتے ہیں۔ اس ڈسچارج کے نتیجے میں کیتھوڈ پر متعلقہ چیز پر میٹل کی ایک باریک تہ جم جاتی ہے۔ بعد میں اس شے کو باہر نکال کر صاف کر لیا جاتا ہے۔ الیکٹروپلیٹنگ کی کچھ مثالیں ذیل میں بیان کی گئی ہیں:

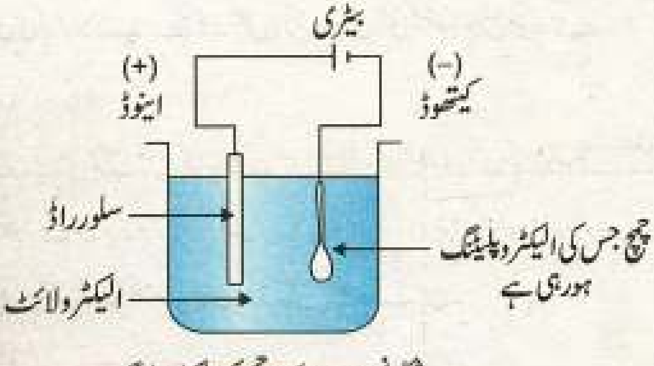
(a) سلور کی الیکٹروپلیٹنگ (Electroplating of Silver)

سلور کی الیکٹروپلیٹنگ ایک الیکٹرولیٹک سیل بنا کر کی جاتی ہے۔ خالص سلور کی پٹی کا ایک ٹکڑا اینوڈ کے طور پر کام کرتا ہے۔ جو سلور نائٹریٹ کے سلوشن میں ڈبویا جاتا ہے۔ کیتھوڈ اس شے کا ہوگا جس پر الیکٹروپلیٹنگ کرنی ہو جیسے چمچ۔ جب سیل میں سے کرنٹ گزرتا ہے تو اینوڈ سے Ag^+ آئنز بن کر الگ ہو جاتے ہیں۔ اور یہ کیتھوڈ کی طرف جانا شروع کر دیتے ہیں اور ڈسچارج ہونے کے

بعد اُس شے جیسے چمچ پر جم جاتے ہیں۔ جیسا کہ شکل نمبر 7.7 میں دیکھایا گیا ہے کیمیائی عمل کو اس طرح ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

اینوڈ پر: $Ag_{(s)} \longrightarrow Ag^{+}_{(aq)} + e^{-}$

کیتھوڈ پر: $Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow Ag_{(s)}$



شکل نمبر 7.7: ایک چمچ کی الیکٹروپلیٹنگ

سلور (چاندی) کی الیکٹروپلیٹنگ عام طور پر کھانا پکانے کے برتن، چھریاں، کانٹے، زیورات اور سٹیل کی چیزوں پر کی جاتی ہے۔

(b) کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ (Electroplating of Chromium)

کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ بھی اسی طریقے سے کی جاتی ہے جیسے سلور کی جاتی ہے۔ جس شے پر تہ جمانا مقصود ہو اسے کرومیم سلوشن یعنی کرومیم سلفیٹ کے سلوشن میں ڈبو دیا جاتا ہے جس میں تھوڑا سا سلفیورک ایسڈ ہوتا ہے جو الیکٹرولائٹ کے طور پر کام کرتا ہے۔ جس چیز پر الیکٹروپلیٹنگ کرنی ہو اُسے کیتھوڈ بنایا جائے گا جبکہ اینوڈ اینٹی مونیل لیڈ (antimonial lead) سے بنایا جاتا ہے۔ الیکٹرولائٹ آئنز میں تبدیل ہو جاتا ہے اور Cr^{+3} آئنز مہیا کرتا ہے جو ریڈیوس ہو کر کیتھوڈ پر جم جاتے ہیں۔

الیکٹرولائٹ درج ذیل آئنز پیدا کرتا ہے:

$$Cr_2(SO_4)_{3(s)} \xrightarrow{water} 2Cr^{3+}_{(aq)} + 3SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

الیکٹروڈ پر درج ذیل ری ایکشنز ہوتے ہیں۔

اینوڈ پر: $4OH^{-}_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)} + 4e^{-}$

کیتھوڈ پر: $Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \longrightarrow Cr_{(s)}$

چونکہ کرومیم براہ راست سٹیل کی سطح پر ٹھیک طرح سے نہیں جم پاتا مزید یہ کہ اس میں سے نمی گزر سکتی ہے جس سے میٹل اُتر سکتی ہے، اس لیے آسانی کی خاطر سٹیل کو پہلے نکل یا کاپر سے پلیٹ (plate) کیا جاتا ہے کیونکہ نکل یا کاپر چپکنے کی زیادہ طاقت رکھتے ہیں۔ اس کے بعد کرومیم کی پلیٹنگ کی جاتی ہے جو نکل یا کاپر کی تہ کے اوپر جم کر زیادہ دیر تک قائم رہ سکتی ہے۔ اس قسم کی الیکٹروپلیٹنگ زنگ کو روکتی ہے اور اُس چیز کو چمک بھی دیتی ہے۔

(c) زنک کی الیکٹروپلیٹنگ (Electroplating of Zinc)

زنک کی الیکٹروپلیٹنگ کے لیے ٹارگٹ میٹل کو پہلے الکائن ڈیٹرجنٹ کے سلوشنز میں صاف کیا جاتا ہے۔ پھر اس کی سطح سے زنگ یا دھبے وغیرہ دور کرنے کے لیے تیزاب استعمال کیا جاتا ہے۔ اب زنک کو میٹل پر جمانے کے لیے اسے زنک سلفیٹ کے محلول والے کیمیکل باتھ میں ڈبویا جاتا ہے۔ ڈی سی کرنٹ دینے سے زنک میٹل ٹارگٹ میٹل یعنی کیتھوڈ پر جمع ہو جاتا ہے۔

(d) ٹن کی الیکٹروپلیٹنگ (Electroplating of Tin)

عام طور پر سٹیل کو ٹن پلیٹنگ کے لیے اس ٹینک میں رکھا جاتا ہے جس میں ٹن کا الیکٹرولائٹ موجود ہوتا ہے۔ سٹیل کو ایک الیکٹریکل سرکٹ کے ساتھ جوڑا جاتا ہے جو کیتھوڈ کے طور پر کام کرتا ہے جبکہ ٹن کا بنا ہوا الیکٹروڈ اینوڈ کے طور پر کام کرتا ہے۔ جب سرکٹ سے کرنٹ گزرتا ہے تو سلوشن میں موجود ٹن میٹل کے آئنز ریڈیوس ہو کر سٹیل پر جم جاتے ہیں۔

(e) کاپر کی الیکٹرولیٹک ریفائننگ (Electrolytic refining of Copper)

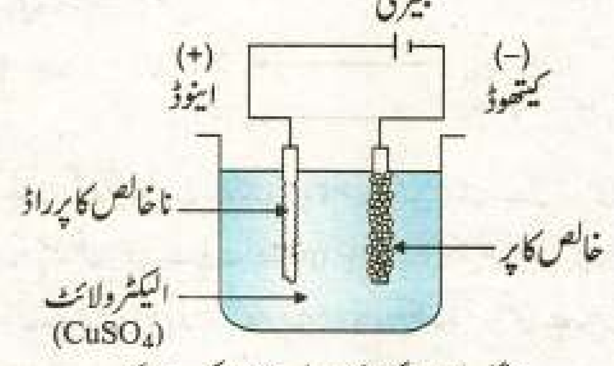
الیکٹرولیٹک سیل میں ناخالص کاپر کی ریفائننگ (refining) الیکٹرولیٹک طریقے سے کی جاتی ہے۔ یہاں ناخالص کاپر اینوڈ کے طور پر اور خالص کاپر بطور کیتھوڈ کام کرتا ہے جیسا کہ شکل 7.8 میں دکھایا گیا ہے۔ کاپر سلفیٹ کا پانی میں سلوشن الیکٹرولائٹ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

اینوڈ پر آکسیڈیشن کا عمل ہوتا ہے۔ ناخالص کاپر راڈ سے کاپر کے ایٹم اینوڈ کو الیکٹرونز دیتے ہیں اور کاپر آئنز کے طور پر ہو جاتے ہیں۔

$$Cu_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

کیتھوڈ پر ریڈکشن کا عمل ہوتا ہے۔ محلول میں موجود کاپر آئنز کیتھوڈ کی طرف کھنچتے ہیں۔ جہاں وہ کیتھوڈ سے الیکٹرون حاصل کر کے نیوٹرل ہو جاتے ہیں اور وہیں پر جمع ہو جاتے ہیں۔ اس عمل کے دوران ناخالص کاپر ختم ہو جاتا ہے جبکہ خالص کاپر کیتھوڈ پر جمع ہو جاتا ہے۔

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$$



شکل 7.8 الیکٹرولیٹک سیل میں کاپر کی ریفائننگ

خود تشخیصی سرگرمی 7.7

i- الیکٹروپلیٹنگ کی تعریف کریں۔
ii- زنک کی الیکٹروپلیٹنگ کیسے کی جاتی ہے؟
iii- الیکٹروپلیٹنگ میں کیتھوڈ بنانے کے لیے کونسی شے استعمال کی جاتی ہے؟
iv- الیکٹروپلیٹنگ کے دوران اینوڈ ایسی میٹل سے کیوں بنایا جاتا ہے جس کو وہاں جمع کرنا ہوتا ہے؟

ایلومینیم اور آئرن میٹلز پر بنانے والے Al_2O_3 اور Fe_2O_3 کے اثرات کا موازنہ

ایلومینیم میں کروژن کا رجحان زیادہ ہے۔ تاہم ایلومینیم کا کروژن سے بننے والا کمپاؤنڈ ایلومینیم آکسائیڈ (Al_2O_3) ہے جو ایک سخت مادہ ہوتا ہے اور ایلومینیم کو مزید کروژن سے محفوظ رکھتا ہے۔ ایلومینیم کا زنگ ایلومینیم جیسا ہی ہوتا ہے اور آئرن کے زنگ کے مقابلے میں زیادہ نقصان دہ نہیں ہوتا۔ اس لیے اس کی زیادہ توجہ نہیں کی جاتی ہے۔ جب آئرن کو زنگ لگتا ہے تو اس کا رنگ بدل جاتا ہے اور کروژن پھیلتا ہے۔ پھیلاؤ اور رنگ میں تبدیلی سے آئرن پر سرخ رنگ کی بڑی بڑی تہ بنتی ہیں جسے ہم زنگ کہتے ہیں۔ ایلومینیم آکسائیڈ کے برعکس آئرن زنگ میں پھیلاؤ اور تہ بننے کے عمل سے آئرن کا نیا حصہ ظاہر ہو جاتا ہے جس سے اس کو بھی زنگ لگ جاتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ آئرن میں زنگ کے عمل کو روکنے کے لیے تدبیر بہت ضروری ہے۔

کیمسٹری کا فوٹوگرافی سے تعلق

انیسویں صدی کی ابتدا میں فوٹوگرافر خام تصویریں ایسے کاغذوں کو استعمال میں لا کر بناتے تھے جو سلور نائٹریٹ یا سلور کلورائڈ میں ڈھانپے ہوئے ہوتے تھے۔ فوٹوگرافک پلیٹ پر روشنی پڑنے سے کیمیکل ری ایکشن شروع ہوتا تھا۔ وہ حصہ جہاں روشنی پڑتی گہرا ہو جاتا لیکن اس کا انحصار روشنی پڑنے کے دورانیے اور مقدار پر ہوتا تھا۔ بعد میں اس پلیٹ کو تصویر ظاہر کرنے کے لیے ڈیولپ کیا جاتا تھا۔ اس وقت کی تصویریں وقت گزرنے کے ساتھ زیادہ گہری ہوتی جاتی تھیں کیونکہ ان پر کیمیکل ری ایکشن جاری رہتا تھا۔ بعد میں بہتر تصویریں بنانے کے لیے مرکری کے بخارات کے استعمال کا طریقہ بھی رائج رہا۔ پھر سوڈیم ہائپوسلفائیٹ $(Na_2S_2O_3)$ میں دھو کر بھی تصویریں تیار کی جاتی رہیں۔ اس سے جہاں روشنی نہیں پڑتی تھی، اس حصے سے سلور آیوڈائڈ اتر جاتا تھا اور یوں مزید ری ایکشن رک جاتا تھا۔ اگرچہ اب زیادہ جدید ٹیکنالوجی آ گئی ہے لیکن اب بھی سلور کی بنیاد پر ہونے والی فوٹوگرافی میں بنیادی طریقے استعمال وہی کیے جاتے ہیں۔

آرائشی اور روزمرہ کی اشیا جن میں سلور موجود ہوتا ہے، اپنی خصوصیات میں اور پائیداری میں کافی مختلف ہوتی ہیں۔ ان کی پائیداری کا انحصار اس پر ہوتا ہے کہ آیا یہ ٹھوس ہیں، سلور کے ساتھ پوری طرح پلیٹ کی گئی ہیں یا کم پلیٹ کی گئی ہیں؟

خالص سلور جسے فائن سلور بھی کہتے ہیں نسبتاً نرم، بہت ہی ملائم اور آسانی سے خراب ہو جاتا ہے۔ اس لیے عام طور پر زیادہ پائیدار اشیا تیار کرنے کے لیے اسے دوسری میٹلز کے ساتھ ملایا جاتا ہے۔ ان بھرتوں میں سٹرلنگ سلور (sterling silver) سب سے زیادہ مقبول ہے۔ یہ 92.5 فی صد سلور اور 7.5 فی صد کاپر پر مشتمل ہوتا ہے۔ اگرچہ سٹرلنگ کا 7.5 فی صد نان سلور حصہ کوئی بھی میٹل بن سکتی ہے مگر صدیوں کے تجربات سے یہ ثابت ہوا ہے کہ کاپر اس کا سب سے بہترین ساتھی ہے کیونکہ یہ سلور کے خوبصورت رنگ کو متاثر کیے بغیر اس کے سخت پن اور پائیداری کو بہتر بناتا ہے۔ سٹرلنگ میں ملائی جانے والی کاپر کی تھوڑی سی مقدار سے اس میٹل کی قدر و قیمت پر بالکل تھوڑا سا فرق پڑتا ہے۔ البتہ اسے بنانے میں درکار محنت، کاریگر کی مہارت اور ڈیزائن کی خوبصورتی سے اس کی قیمت پر خاصا فرق پڑتا ہے۔ ہوا میں سلور کی چمک کو محفوظ رکھنے کے لیے بڑی احتیاط کرنی چاہیے۔ (جب سلور اردگرد کی ہوا میں سلفر اور ہائیڈروجن سلفائیڈ سے کیمیکل ری ایکشن کرتا ہے تو قدرتی طور پر یہ داغدار یا میلا ہو جاتا ہے)۔ اسی طرح ایک میٹل کو دوسری میٹل سے ڈھانپنے کا فن بھی سلور پلیٹنگ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ کسی چیز کی نوعیت کو مدنظر رکھ کر ہی کسی میٹل پر سلور کی موٹی تہ رکھی جاتی ہے۔ یہ پلیٹنگ آرائشی مقاصد کے علاوہ چند صنعتوں میں بھی استعمال ہوتی ہے۔

اہم نکات

- آکسیڈیشن میں آکسیجن کا حصول، ہائیڈروجن کا اخراج یا کسی ایلیمنٹ کے الیکٹرون کا خارج ہونا شامل ہے۔ اس سے آکسیڈیشن نمبر بڑھ جاتا ہے۔
- ریڈکشن کے دوران ہائیڈروجن کا حصول، آکسیجن کا اخراج یا کوئی ایلیمنٹ الیکٹرون حاصل کرتا ہے۔ اس کے نتیجے میں آکسیڈیشن نمبر کم ہوتا ہے۔
- آکسیڈیشن نمبر کسی ایٹم پر موجود چارج ہوتا ہے۔ یہ پوزیٹو یا نیگیٹو ہوتا ہے۔
- آکسیڈائزنگ ایجنٹس ایسی اشیا یا انواع ہوتی ہیں جو دوسرے ایلیمنٹس کی آکسیڈیشن کر کے خود کی ریڈکشن کرتی ہیں۔ نان میٹلز آکسیڈائزنگ ایجنٹس ہیں۔
- ریڈیوسنگ ایجنٹس ایسی انواع ہیں جو دوسرے ایلیمنٹس کی ریڈکشن کر کے خود اپنی آکسیڈیشن کرتی ہیں۔ میٹلز ریڈیوسنگ ایجنٹس ہیں۔
- ایسے کیمیکل ری ایکشنز جن میں انواع کی آکسیڈیشن سٹیٹ تبدیل ہو جائے انہیں ریڈاکس (redox) ری ایکشنز کہتے ہیں۔ ریڈاکس ری ایکشن میں ایک ہی وقت پر آکسیڈیشن اور ریڈکشن دونوں ری ایکشنز وقوع پذیر ہوتے ہیں۔
- وہ عمل جس میں الیکٹریسٹی کسی کمپاؤنڈ کی تحلیل کے لیے استعمال کی جائے، الیکٹرولیسز کہلاتا ہے۔ یہ الیکٹرولیٹک سیل میں ہوتا ہے جیسے ڈاؤنز سیل اور نیلسن سیل وغیرہ۔
-
- نیلسن سیل میں سوڈیم ہائیڈرو آکسائڈ (NaOH) برائن سے تیار کیا جاتا ہے۔
- کروژن ایک سست اور مسلسل ہونے والا عمل ہے جس میں اردگرد کا ماحول میٹل کو آہستہ آہستہ کھا جاتا ہے۔ اس کی سب سے عام مثال لوہے کو زنگ لگنا ہے۔
- زنگ آلودگی کا اصول الیکٹروکیمیکل ریڈاکس ری ایکشن کی طرح ہے جس میں آئرن اینوڈ کا کام دیتا ہے۔ آئرن کو زنگ ($Fe_2O_3 . nH_2O$) میں بدلنے کے لیے آئرن کی آکسیڈیشن ہوتی ہے۔
- کروژن کو کئی طریقوں سے روکا جا سکتا ہے۔ سب سے اہم طریقہ الیکٹروپلیٹنگ ہے۔
- الیکٹروپلیٹنگ کے ذریعے ایک میٹل کو کسی دوسری میٹل کے اوپر تہ کی صورت میں جماتے ہیں۔
- آئرن پر ٹن، زنک، سلور یا کرومیم سے الیکٹروپلیٹنگ کی جا سکتی ہے

مشق

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر ✓ کا نشان لگائیں۔

1- ازخود واقع ہونے والا کیمیکل ری ایکشن کس سیل میں ہوتا ہے؟
(a) الیکٹرولیٹک سیل (b) گیلوانک سیل (c) نیلسن سیل (d) ڈاؤنز سیل

2- ہائڈروجن اور آکسیجن سے پانی کا بننا کونسا کیمیکل ری ایکشن ہے؟
(a) ریڈاکس (Reox) (b) اساس۔تیزاب کاری ایکشن (c) نیوٹرلائزیشن (d) تحلیل

3- درج ذیل میں سے کونسا الیکٹرولیٹک سیل نہیں؟
(a) ڈاؤنز سیل (b) گیلوانک سیل (c) نیلسن سیل (d) a اور c دونوں

4- $K_2Cr_2O_7$ میں کرومیم کا آکسیڈیشن نمبر کیا ہوتا ہے؟
(a) +2 (b) +6 (c) +14 (d) +7

5- درج ذیل میں سے کونسا الیکٹرولائٹ نہیں ہے؟
(a) شوگر کا سلوشن (b) سلفیورک ایسڈ کا سلوشن
(c) چونے کا سلوشن (d) سوڈیم کلورائڈ کا سلوشن

6- کروژن کی سب سے عام مثال کون سی ہے؟
(a) کیمیکل توڑ پھوڑ (b) لوہے کو زنگ لگنا
(c) ایلومینیم کو زنگ لگنا (d) ٹن کو زنگ لگنا

7- نیلسن سیل گیسوں کے ساتھ ساتھ کاسٹک سوڈا تیار کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس میں درج ذیل میں سے کون سی گیس کیتھوڈ پر پیدا ہوتی ہے؟
(a) Cl_2 (b) H_2 (c) O_3 (d) O_2

8- ہائڈروجن اور آکسیجن سے پانی بننے کے عمل کے دوران درج ذیل میں سے کیا واقع نہیں ہوتا؟
(a) ہائڈروجن کی آکسیڈیشن (b) آکسیجن کی ریڈکشن
(c) آکسیجن کا الیکٹرون حاصل کرنا (d) ہائڈروجن کا آکسیڈائزنگ ایجنٹ کے طور پر کام کرنا

9- زنگ کا فارمولا کیا ہے؟
(a) $Fe_2O_3 .nH_2O$ (b) Fe_2O_3 (c) $Fe(OH)_3 .nH_2O$ (d) $Fe(OH)_3$

10- زنک اور ہائیڈروکلورک ایسڈ کے درمیان ریڈاکس (Redox) ری ایکشن کے دوران آکسیڈائزنگ ایجنٹ کون سا ہوتا ہے؟

(a) Zn (b) H^+ (c) Cl^- (d) H_2

مختصر سوالات

1- الیکٹرون کے حوالے سے آکسیڈیشن کی تعریف کریں۔ مثال بھی دیں۔

2- آکسیجن یا ہائیڈروجن کے اخراج یا حصول کے حوالے سے ریڈکشن کی تعریف کریں۔ مثال بھی دیں۔

3- ویلنسی اور آکسیڈیشن سٹیٹ میں کیا فرق ہے؟

4- طاقتور اور کمزور الیکٹرولائٹس میں فرق واضح کریں۔

5- آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس کے درمیان فرق بیان کریں۔

6- سٹیل پرٹن کی الیکٹروپلیٹنگ کیسے کی جاتی ہے؟

7- سٹیل پر کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ سے پہلے نکل کی الیکٹروپلیٹنگ کیوں کی جاتی ہے؟

8- آپ مندرجہ ذیل کیمیکل ری ایکشن میں آکسیڈیشن نمبر میں اضافے کے حوالے سے کیسے بیان کر سکتے ہیں کہ یہ آکسیڈیشن ری ایکشن ہے؟

$$Al^0 \longrightarrow Al^{3+} + 3e^-$$

9- آپ مثال کے ساتھ کیسے ثابت کر سکتے ہیں کہ کسی آئن کی ایٹم میں تبدیلی آکسیڈیشن ری ایکشن ہے؟

10- گیلوانک سیل میں اینوڈ نیگیٹو چارج لیکن الیکٹرولیٹک سیل میں پازیٹو چارج کیوں رکھتا ہے؟ وضاحت کریں۔

11- ڈینیل سیل کے اندر زنک الیکٹروڈ سے الیکٹرون کس طرف جاتے ہیں؟

12- گیلوانک سیل میں "اینوڈ" اور "کیتھوڈ" الیکٹروڈز کو یہ نام کیوں دیے جاتے ہیں؟

13- گیلوانک سیل میں کیتھوڈ پر کیا ہوتا ہے؟

14- نیلسن سیل میں کونسا سلوشن بطور الیکٹرولائٹ استعمال کیا جاتا ہے؟

15- نیلسن سیل میں کونسے بائی پراڈکٹس (by-products) بنتے ہیں؟

16- گیلوانائزنگ کیوں کی جاتی ہے؟

17- آئرن کی جالی کو اکثر رنگ کیوں کیا جاتا ہے؟

18- زنگ لگنے کے عمل کے لیے آکسیجن کیوں ضروری ہے؟

19- کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ میں کونسا سالٹ الیکٹرولائٹ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے؟

20- کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ کے دوران واقع ہونے والا ریڈاکس (redox) ری ایکشن لکھیں؟

21- سلور کی الیکٹروپلیٹنگ کے دوران Ag^+ آئن کہاں سے آتے ہیں اور کہاں جمع ہوتے ہیں؟

22- کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ کے دوران استعمال ہونے والا الیکٹروڈ کیسا ہوتا ہے؟

انشائیہ سوالات

1- آکسیڈیشن سٹیٹ یا آکسیڈیشن نمبر کی تفویض کے لیے قواعد بیان کریں۔

2- درج ذیل کمپاؤنڈز میں سے خط کشیدہ ایلیمنٹس کے آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں۔

a- $Na_2\underline{S}O_4$ b- $Ag\underline{N}O_3$ c- $K\underline{Mn}O_4$ d- $K_2\underline{Cr_2}O_7$ e- $H\underline{N}O_2$

3- الیکٹرولیٹک سیل میں ایک نان سپانٹینیس کیمیکل ری ایکشن کیسے کیا جا سکتا ہے؟ تفصیل سے بیان کریں۔

4- پانی کے الیکٹرولیسز کو تفصیل سے بیان کریں۔

5- الیکٹریسٹی پیدا کرنے کے لیے سیل کی تیاری اور اس کے کام کو بیان کریں۔

6- صنعتی پیمانے پر سوڈیم ہائڈرو آکسائڈ کیسے تیار کیا جا سکتا ہے؟ ڈایاگرام کے ساتھ اس کی کیمسٹری بیان کریں۔

7- زنگ لگنے کے عمل کے دوران ہونے والے ریڈاکس ری ایکشن کو تفصیل سے بیان کریں۔

8- بحث کریں کہ گیلوانائزنگ کو ٹن پلیٹنگ کی نسبت بہتر کیوں تصور کیا جاتا ہے؟

9- الیکٹروپلیٹنگ کیا ہے؟ الیکٹروپلیٹنگ کا طریقہ بیان کریں۔

10- الیکٹروپلیٹنگ کا بنیادی اصول کیا ہے؟ کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ کیسے کی جاتی ہے؟

کیمیکل ری ایکٹویٹی

(Chemical Reactivity)

وقت کی تقسیم

تدریسی پیریڈز : 07

تشخیصی پیریڈز : 02

سلیبس میں حصہ : 10%

بنیادی تصورات

1.1 میٹلز (Metals)

1.2 نان میٹلز (Non-Metals)

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- کیٹائنز اور اینائنز کا میٹلز اور نان میٹلز سے تعلق بیان کر سکیں۔
- الکلی میٹلز کے قدرتی طور پر آزاد حالت میں نہ پائے جانے کی وضاحت کر سکیں۔
- الکلی اور الکلائن ارتھ میٹلز کی آئیونائزیشن انرجی میں فرق بیان کر سکیں۔
- پیریاڈک ٹیبل میں سوڈیم میٹل کی پوزیشن، اس کی عام خصوصیات اور استعمال بیان کر سکیں۔
- پیریاڈک ٹیبل میں کیلسیم اور میگنیشیم کی پوزیشن، ان کی عام خصوصیات اور استعمال بیان کر سکیں۔
- نرم اور سخت میٹلز (آئرن اور سوڈیم) میں فرق بیان کر سکیں۔
- نوبل میٹلز کی انرٹنس (Inertness) بیان کریں۔
- سلور، گولڈ اور پلاٹینم کی کمرشل اہمیت کی شناخت کر سکیں۔
- ہیلوجنز کے اہم ری ایکشنز بتا سکیں۔
- کچھ ایسے ایلیمنٹس کے نام بتا سکیں جو قدرتی طور پر خالص حالت میں پائے جاتے ہیں۔

تعارف

ہمارے اردگرد پائی جانے والی مختلف اشیا کئی شکلوں میں پائی جاتی ہیں۔ جیسے ہوائی جہاز، ریل گاڑیاں، عمارتی فریم، موٹر گاڑیاں حتیٰ کہ مختلف مشینیں اور اوزار بہت سے میٹلز کی مختلف خصوصیات کی وجہ سے ہیں۔ نان میٹلز گیسز، مائع اور ٹھوس حالت میں پائی جاتی ہیں۔ پیریاڈک ٹیبل میں ان کا مقام دائیں جانب اوپر والے حصے میں ہے۔ کاربن، نائٹروجن، فاسفورس، آکسیجن، زیادہ

تر ہیلوجنز اور نوبل گیسز نان میٹلز ہیں۔ یہ کئی اقسام کی کیمیکل ری ایکٹویٹیز (reactivities) کا مظاہرہ کرتے ہیں۔ یہ مختلف اقسام کے آئیونک اور کوویلنٹ کمپاؤنڈز بناتے ہیں، جن میں سے زیادہ تر ٹھوس یا گیسز ہیں۔

8.1 میٹلز (Metals)

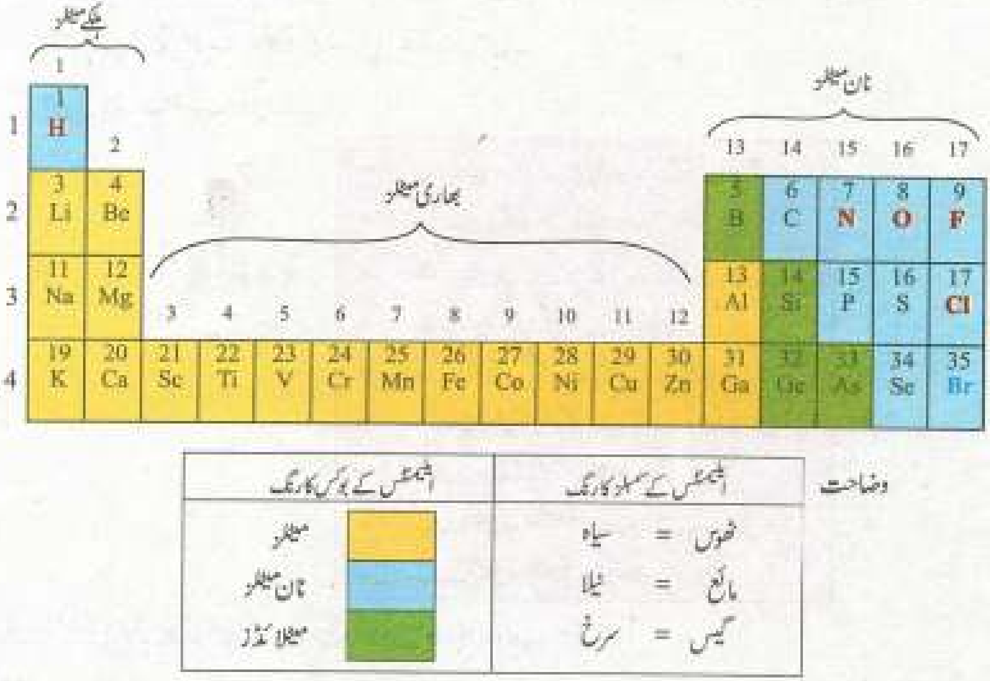
تمام میٹلز الیکٹروپوزیٹو ہوتی ہیں اور الیکٹرونز خارج کر کے کیٹائنز بناتی ہیں۔ میٹلز کی درجہ بندی ایسے کی جاتی ہے۔

a. بہت ری ایکٹو: پوٹاشیم، سوڈیم، کیلشیم، میگنیشیم اور ایلومینیم۔

b. درمیانے درجے کی ری ایکٹو: زنک، آئرن، ٹن اور لیڈ۔

c. سب سے کم ری ایکٹو یا نوبل: کاپر، مرکری، سلور اور گولڈ۔

پیریاڈک ٹیبل میں کچھ عام میٹلز اور نان میٹلز شکل 8.1 میں دکھائی گئی ہیں۔



شکل 8.1 کچھ عام میٹلز اور نان میٹلز

میٹلز کی اہم طبعی خصوصیات نیچے فہرست میں دی گئی ہیں۔

i- تقریباً تمام میٹلز (سوائے مرکری) ٹھوس ہیں۔

ii- ان کے میلٹنگ اور بوائلنگ پوائنٹ بہت زیادہ ہوتے ہیں، سوائے الکلی میٹلز کے۔

iii- ان میں میٹلک چمک ہوتی ہے اور انہیں پالش کیا جاسکتا ہے۔

-iv تمام میٹلز میلیبل (malleable) ہیں یعنی ان کو کوٹ کر ان کی چادریں بنائی جاسکتی ہیں۔ میٹلز ڈکٹائل (ductile) بھی ہیں یعنی ان کو کھینچ کر ان کی تاریں بنائی جاسکتی ہیں نیز ضرب لگانے پر میٹلز سُریلی آواز پیدا کرتی ہیں۔

-v یہ حرارت اور بجلی کی اچھی کنڈکٹر ہوتی ہیں۔

-vi یہ بہت کثیف ہوتی ہیں یعنی ان کی ڈینسٹی (density) زیادہ ہوتی ہے۔

-vii یہ سخت ہوتی ہیں (سوائے سوڈیم اور پوٹاشیم)

میٹلز کی اہم کیمیائی خصوصیات یہ ہیں:

-i یہ آسانی سے الیکٹرونز دے کر پازیٹو آئنز بناتی ہیں۔

-ii آکسیجن سے ری ایکشن کر کے بیسک آکسائڈز بناتی ہیں۔

-iii عام طور پر نان میٹلز کے ساتھ آئیونک کمپاؤنڈز بناتی ہیں۔

-iv ان کی بانڈنگ میٹلک ہوتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

- سب سے زیادہ کثرت سے پائی جانے والی میٹل ایلومینیم ہے۔
- سب سے بیش قیمت میٹل پلاٹینم ہے۔
- سب سے زیادہ استعمال ہونے والی میٹل آئرن ہے۔
- سب سے زیادہ ورکی ایکٹو میٹل سیزیم ہے۔
- سب سے ہلکی میٹل لیتھیم ہے $(d = 0.53 g\ cm^{-3})$
- سب سے بھاری میٹل اوسمیم ہے $(d = 22.5 g\ cm^{-3})$
- حرارت کی سب سے کم تر کنڈکٹر لیڈ ہے۔
- سب سے اچھی کنڈکٹر میٹلز سلور اور گولڈ ہیں۔
- سب سے میلیبل اور ڈکٹائل میٹلز گولڈ اور سلور ہیں۔

8.1.1: الیکٹروپوزیٹو خاصیت (Electropositive Character)

میٹلز اپنے ویلنس الیکٹرونز خارج کرنے کا رجحان رکھتی ہیں۔ میٹلز کی اس خاصیت کو الیکٹروپوزیٹیویٹی (electropositivity) یا میٹلک کریکٹر کہا جاتا ہے۔ کوئی میٹل جتنی آسانی سے الیکٹرون خارج کرتی ہے وہ اتنی ہی الیکٹروپازیٹو ہوتی ہے۔ کسی میٹل سے خارج ہونے والے الیکٹرونز کی تعداد اس کی ویلنسی (valency) کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر سوڈیم ایٹم ایک پوزیٹو آئن بنانے کے لیے ایک الیکٹرون خارج کرسکتی ہے۔

$$Na_{(s)} \longrightarrow Na^{+}_{(g)} + 1e^{-}$$

لہٰذا سوڈیم کی ویلنسی 1 ہے۔

اسی طرح زنک میٹل اپنے ویلنس شیل سے دو الیکٹرونز خارج کر سکتی ہے۔
اس لیے اس کی ویلنسی 2 ہے۔

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}{}_{(g)} + 2e^-$$

الیکٹروپوزیٹویٹی کے رجحانات

گروپ میں نیچے کی طرف ایٹم کا سائز بڑھنے سے الیکٹروپوزیٹیو خاصیت بڑھتی ہے۔ مثال کے طور پر لیتھیم، سوڈیم سے کم الیکٹروپوزیٹو ہے، جبکہ سوڈیم پوٹاشیم سے کم الیکٹروپوزیٹو ہے۔

پیریاڈک ٹیبل کے پیریڈ میں بائیں سے دائیں جانب نیوکلیئر چارج کے بڑھنے اور ایٹم کا سائز کم ہونے کی وجہ سے الیکٹروپوزیٹو کریکٹر کم ہوتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ پیریڈ کے شروع کے ایلیمنٹس زیادہ میٹلک ہیں۔ یہ خاصیت پیریڈ میں بائیں سے دائیں جانب بالترتیب کم ہوتی جاتی ہے۔

الیکٹروپوزیٹویٹی اور آئیونائزیشن انرجی

الیکٹروپوزیٹو خاصیت کا انحصار آئیونائزیشن انرجی (ionization energy) پر جبکہ آئیونائزیشن انرجی کا انحصار ایٹم کے سائز اور نیوکلیئر چارج پر ہے۔ زیادہ نیوکلیئر چارج رکھنے والے چھوٹے سائز کے ایٹمز کی آئیونائزیشن انرجی زیادہ ہوتی ہے۔ زیادہ آئیونائزیشن انرجی والے ایٹم کم الیکٹروپوزیٹو یا میٹلک ہوتے ہیں۔ اسی وجہ سے اپنے متعلقہ پیریڈز میں الکلی میٹلز کا سائز سب سے بڑا اور آئیونائزیشن انرجی سب سے کم ہوتی ہے۔ اس لیے ان میں میٹلک خاصیت سب سے زیادہ ہوتی ہے۔ مثال کے طور سوڈیم اور میگنیشیم میٹلز کا موازنہ نیچے دیا گیا ہے۔

سوڈیم ایٹم
الیکٹرونک کنفگریشن $3s^1$
اٹامک سائز 186 pm
اور آئیونائزیشن انرجی $496\ kJ\ mol^{-1}$

میگنیشیم ایٹم
الیکٹرونک کنفگریشن $3s^2$
اٹامک سائز 160 pm
اور آئیونائزیشن انرجی $1450\ kJ\ mol^{-1}$

میگنیشیم کی پہلی آئیونائزیشن انرجی سوڈیم کی آئیونائزیشن انرجی سے زیادہ ہوتی ہے اور اسکی دوسری آئیونائزیشن انرجی پہلی سے

بہت زیادہ ہوتی ہے۔ اسلئے کہ میگنیشیم آئن سے دوسرے الیکٹرونز کو نکالنا بہت مشکل ہو جاتا ہے کیونکہ نیوکلیئر چارج باقیہ الیکٹرونز کو بہت زیادہ فورس سے اٹریکٹ کرتا ہے۔ اس اٹریکشن کے نتیجے میں آئنز کا سائز کم ہو جاتا ہے۔ اسی طرح الکلائن ارتھ میٹلز کے تمام ایلیمنٹس کی آئیونائزیشن انرجی الکلی میٹلز کے مقابلے میں زیادہ ہوتی ہے۔ جیسا کہ ٹیبل 8.1 میں دکھایا گیا ہے۔

ٹیبل 8.1: الکلی میٹلز اور الکلائن ارتھ میٹلز کے اٹامک نمبر، الیکٹرونک کنفگریشن اور آئیونائزیشن انرجی (kJ/mol)

الکلائن ارتھ میٹلز					الکلی میٹلز			
دوسری آئیونائزیشن انرجی IE₂	پہلی آئیونائزیشن انرجی IE₁	الیکٹرونک کنفگریشن	اٹامک نمبر	میٹلز	آئیونائزیشن انرجی IE	الیکٹرونک کنفگریشن	اٹامک نمبر	میٹلز
1787	899	[He] $2s^2$	4	Be	520	[He] $2s^1$	3	Li
1450	738	[Ne] $3s^2$	12	Mg	496	[Ne] $3s^1$	11	Na
1145	590	[Ar] $4s^2$	20	Ca	419	[Ar] $4s^1$	19	K
1064	549	[Kr] $5s^2$	38	Sr	403	[Kr] $5s^1$	37	Rb
965	503	[Xe] $6s^2$	56	Ba	377	[Xe] $6s^1$	55	Cs

الکلی میٹلز کی آئیونائزیشن انرجی کا کم ہونا انہیں الکلائن ارتھ میٹلز کی نسبت زیادہ ری ایکٹو بناتا ہے۔

i- کس قسم کے ایلیمنٹس میٹلز ہوتے ہیں۔
ii- کسی ایسی میٹل کا نام بتائیں جو مائع شکل میں موجود ہوتی ہے؟
iii- میٹلک آکسائڈز کی کیا فطرت ہے؟
iv- میٹلز کا کون سا گروپ سب سے زیادہ ری ایکٹو ہے؟
v- سوڈیم میٹل، میگنیشیم میٹل سے زیادہ ری ایکٹو کیوں ہے؟
vi- کسی ایسی میٹل کا نام بتائیں جسے چھری سے کاٹا جا سکتا ہے؟
vii- سب سے زیادہ ڈکٹائل اور میلیبل میٹل کا نام بتائیں۔
viii- ایسی میٹل کا نام بتائیں جو حرارت کی سب سے کم تر کنڈکٹر ہے؟
ix- میلیبل اور ڈکٹائل سے آپ کی کیا مراد ہے؟
x- الکلی میٹلز الکلائن ارتھ میٹلز سے زیادہ ری ایکٹو کیوں ہیں؟
xi- میٹلک خاصیت سے کیا مراد ہے؟
xii- پیریڈ کے ساتھ ساتھ میٹلک خاصیت کم کیوں ہوتی ہے اور گروپ میں کیوں بڑھتی ہے؟

خود تشخیصی سرگرمی 8.1

8.1.2 : الکلی اور الکلائن ارتھ میٹلز کی ری ایکٹویٹیز کا موازنہ
(Comparison of Reactivities of Alkali and Alkaline Earth Metals)

پیریاڈک ٹیبل کے پہلے دو گروپس گروپ 1 اور گروپ 2 کے ایلیمنٹس بالترتیب الکلی اور الکلائن ارتھ میٹلز کہلاتے ہیں۔ الکلی میٹلز اپنے ویلنس شیل کی ns^1 الیکٹرونک کنفگریشن کی وجہ سے بہت زیادہ ری ایکٹو ہیں۔ کیونکہ ان کے ویلنس شیل میں صرف ایک الیکٹرون ہوتا ہے اس لیے یہ آسانی سے نکالا جا سکتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ یہ قدرتی طور پر ہمیشہ 1+ آکسیڈیشن سٹیٹ کے ساتھ کیٹائن کے طور پر پائی جاتی ہیں۔ اسی لیے یہ نان میٹلز کے ساتھ جلدی سالٹس بناتی ہیں۔

الکائن ارتھ میٹلز کے ایٹم نسبتاً چھوٹے اور زیادہ نیوکلیئر چارج کے حامل ہوتے ہیں۔ ان کے ویلنس شیل میں دو الیکٹرون ہوتے ہیں یعنی ان کی الیکٹرونک کنفگریشن ns^2 ۔ یہ بھی ری ایکٹو ہوتے ہیں لیکن الکلی میٹلز سے کم تر۔

الکلی میٹلز اور الکلائن ارتھ میٹلز کے طبیعی خواص کا موازنہ ٹیبل 8.2 میں دیا گیا ہے۔

ٹیبل 8.2 الکلی میٹلز اور الکلائن ارتھ میٹلز کے طبیعی خواص کا موازنہ

خاصیت	سوڈیم	میگنیشیم	کیلشیم
ظاہری صورت	میٹلک چمک کے ساتھ سلوری سفید، بہت نرم اور اسے چھری کے ساتھ کاٹا جا سکتا ہے۔	سلوری سفید اور سخت	سلوری گرے اور مناسب طور پر نسبتاً سخت
آئیونک، اٹامک سائز (pm)	186, 102	160, 72	197, 99
ریلیٹو ڈینسٹی	$0.98\ g\ cm^{-3}$ (پانی پر تیرتی ہے)	$1.74\ g\ cm^{-3}$	$1.55 g\ cm^{-3}$
میلیبلیٹی	بہت میلیبل اور ڈکٹائل	میلیبل اور ڈکٹائل	میلیبل اور ڈکٹائل
کنڈکٹویٹی	حرارت اور بجلی کی اچھی کنڈکٹر	حرارت اور بجلی کی اچھی کنڈکٹر	حرارت اور بجلی کی اچھی کنڈکٹر
میلٹنگ پوائنٹ	97°C	650°C	839 °C
بوائلنگ پوائنٹ	883°C	1090°C	1484°C
آئیونائزیشن انرجی	$496\ kJ\ mol^{-1}$	$738,1450\ kJ\ mol^{-1}$	$590,1145\ kJ\ mol^{-1}$
جلنے پر شعلے کا رنگ	سنہری پیلا	بھڑکیلا سفید	برک ریڈ (Brick red)

الکلی میٹلز اور الکلائن ارتھ میٹلز کے کیمیائی خواص اور ری ایکٹیویٹیز کا موازنہ ٹیبل 8.3 میں دیا گیا ہے۔

ٹیبل 8.3 کیمیائی خواص اور ری ایکٹیویٹیز کا موازنہ

الکلی میٹلز	الکلائن ارتھ میٹلز
1- وقوع پذیری	
یہ بہت ری ایکٹو ہیں اور ہمیشہ کمپاؤنڈ کی شکل میں پائی جاتی ہیں۔	یہ مناسب طور پر ری ایکٹو ہیں اور یہ بھی کمپاؤنڈ کی شکل میں پائی جاتی ہیں۔

2- الیکٹروپوزیٹویٹی	
یہ بہت زیادہ الیکٹروپوزیٹو ہیں۔ ان کی آئیونائزیشن انرجی کی ویلیوز Li کے لیے $520\ kJ\ mol^{-1}$ سے لیکر Cs کے لیے $376\ kJ\ mol^{-1}$ تک ہیں۔	یہ کم الیکٹروپوزیٹو ہیں۔ ان کی آئیونائزیشن انرجی کی ویلیوز Be کے لیے $1757\ kJ\ mol^{-1}$ سے لے کر Ba کے لیے $965\ kJ\ mol^{-1}$ تک ہیں۔
3- پانی کے ساتھ ری ایکشن	
یہ روم ٹمپریچر پر پانی سے بہت تیز رفتاری سے ری ایکٹ کر کے طاقتور الکلائن سلوشن اور ہائیڈروجن گیس بناتی ہیں۔ $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$	یہ پانی کے ساتھ کم تیزی سے ری ایکٹ کرتی ہیں اور گرم کرنے پر کمزور الکلائن سلوشن اور ہائیڈروجن گیس پیدا کرتی ہیں۔ $Mg + H_2O \longrightarrow MgO + H_2$
4- O_2 کے ساتھ ری ایکشن	
یہ ہوا میں آکسائیڈز بناتے ہوئے فوراً دھندلا ہو جاتی ہیں جو پانی کے ساتھ طاقتور الکلی بناتے ہیں۔ $4Na + O_2 \xrightarrow{\text{عام ٹمپریچر}} 2Na_2O$ $Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$	آکسیجن کے ساتھ ان کا ری ایکشن سست ہوتا ہے اور گرم کرنے پر آکسائیڈز بناتی ہیں۔ یہ آکسائیڈز پانی سے عمل کر کے (کمزور الکلی) بناتے ہیں۔ $2Mg + O_2 \xrightarrow{\text{حرارت}} 2MgO$ $MgO + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2$
5- ہائیڈروجن کے ساتھ ری ایکشن	
یہ زیادہ درجہ حرارت پر H_2 کے ساتھ آئیونک ہائیڈرائیڈز بناتی ہیں۔ $2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$	یہ بہت زیادہ درجہ حرارت اور پریشر پر ہائیڈرائیڈز بناتی ہیں۔ $Ca + H_2 \longrightarrow CaH_2$
6- ہیلوجنز کے ساتھ ری ایکشن	
یہ روم ٹمپریچر پر ہیلوجنز کے ساتھ بہت تیزی سے ری ایکٹ کرتی ہیں اور ہیلائیڈ بناتی ہیں۔ $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$	یہ اپنے ہیلائیڈز بناتے ہوئے ہیلوجنز کے ساتھ آہستہ سے ری ایکٹ کرتی ہیں۔ $Ca + Cl_2 \longrightarrow CaCl_2$

7- نائٹروجن کے ساتھ ری ایکشن	
یہ نائٹروجن سے ری ایکٹ کر کے نائٹرائڈ نہیں بناتی ہیں	جب انہیں نائٹروجن کے ساتھ گرم کیا جائے تو یہ مستحکم نائٹرائڈز بناتی ہیں۔ $3Mg + N_2 \longrightarrow Mg_3N_2$
8- کاربن کے ساتھ ری ایکشن	
یہ براہ راست کاربن کے ساتھ ری ایکٹ نہیں کرتیں۔	جب انہیں کاربن کے ساتھ گرم کیا جائے تو یہ کاربائڈز بناتی ہیں۔ $Ca + 2C \longrightarrow CaC_2$

سوڈیم کے استعمال

(i) سوڈیم پوٹاشیم الائے نیوکلیئر ری ایکٹرز میں بطور سرد کا یعنی (coolant) حرارت جذب کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

(ii) سوڈیم ویپر لیمپ میں ییلو (yellow) لائٹ پیدا کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

(iii) کچھ میٹلز مثلاً ٹائٹینیم (Ti) کے حصول میں بطور ریڈیوسنگ ایجنٹ استعمال ہوتا ہے۔

میگنیشیم کے استعمال

(i) میگنیشیم فلیش لائٹ بلبوں (flash light bulbs) اور آتش بازی (fireworks) میں استعمال ہوتی ہے۔

(ii) ہلکے الائے بنانے کے کام آتی ہے۔

(iii) تھرمائیٹ پراسیس میں ایلومینیم پاؤڈر کو جلانے کے کام آتی ہے۔

(iv) کروژن سے بچاؤ میں میگنیشیم بطور اینوڈ استعمال ہوتی ہے۔

کیلشیم کے استعمال

(i) پٹرولیم پروڈکٹس سے سلفر کو دور کرنے کے کام آتی ہے۔

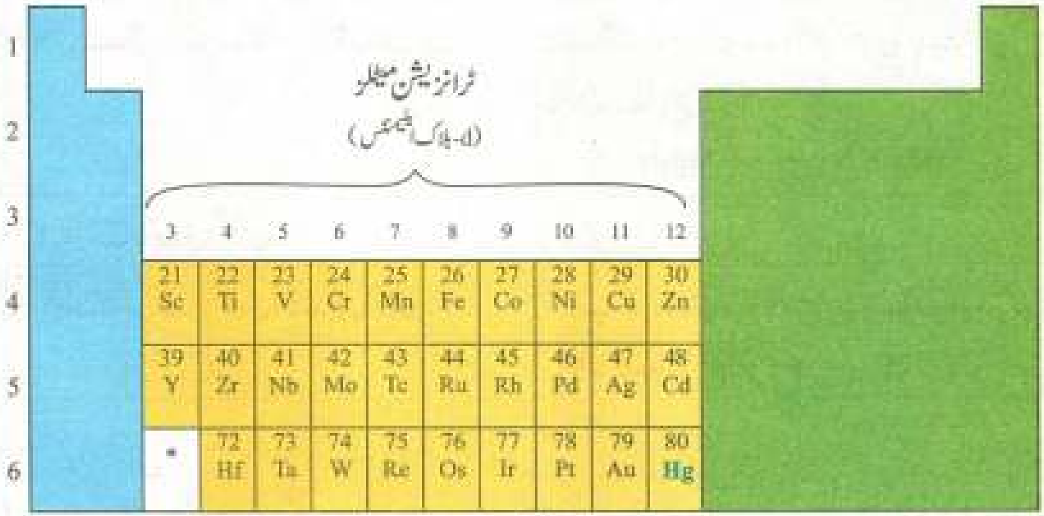
(ii) میٹلز مثلاً U ، Cr اور Zr کے حصول میں ریڈیوسنگ ایجنٹ کے طور پر کام کرتی ہے۔

نوبل میٹلز کی اہمیت

ایسے ایلیمنٹس جن میں d سب شیل تکمیل کے مرحلہ میں ہوں، میٹلز کا ایسا گروپ تشکیل دیتے ہیں جنہیں ٹرانزیشن میٹلز (transition metals) یا d گروپ ایلیمنٹس کہا جاتا ہے۔ یہ ویری ایبل آکسیڈیشن سٹیٹس کا مظاہرہ کرتی ہیں۔

شکل 8.2 میں پیریاڈک ٹیبل کے چوتھے، پانچویں اور چھٹے پیریڈ کے میٹلز جنہیں ٹرانزیشن میٹلز کہا جاتا ہے، دکھائے گئے ہیں۔ ٹرانزیشن

ایلیمنٹس کی تین سیریز ہیں۔ ہر سیریز دس ایلیمنٹس پر مشتمل ہے۔



شکل 8.2 پیریاڈک ٹیبل میں ٹرانزیشن میٹلز

چھٹی ٹرانزیشن سیریز کی کیمیکل ایکٹویٹی ماسوائے کاپر کے ایکٹو میٹلز جیسی ہے۔ گروپ 11 سے تعلق رکھنے والی تین ٹرانزیشن میٹلز کاپر، سلور اور گولڈ ہیں۔ ان میں گولڈ اور سلور نسبتاً کم ایکٹو میٹلز ہیں کیونکہ یہ آسانی سے الیکٹرونز نہیں دیتیں۔

سلور: سلور سفید چمکیلی میٹل ہے۔ یہ حرارت اور بجلی کی زبردست کنڈکٹر ہے۔ یہ بہت زیادہ ڈکٹائل اور میلیبل ہے۔ اس کی پالش شدہ سطحیں روشنی کی اچھی ریفلیکٹرز (reflectors) ہیں۔ اس کی سطح پر آکسائڈ یا سلفائڈ کی باریک تہ بننے سے یہ نسبتاً کم ایکٹو بن جاتی ہے۔ عام فضائی حالات میں سلور پر ہوا اثر انداز نہیں ہوتی۔ یہ سلفر پر مشتمل کمپاؤنڈ مثلاً کہ ہائڈروجن سلفائڈ (H_2S) کی موجودگی میں دھندلا جاتی ہے۔

بہت نرم ہونے کی وجہ سے اسے شاذ و نادر ہی خالص حالت میں استعمال کیا جاتا ہے۔ وسیع پیمانے پر کاپر کے ساتھ سلور کے الائے سکے، سلور کے برتن اور آرائشی چیزیں بنانے کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ سلور کے کمپاؤنڈز وسیع پیمانے پر فوٹوگرافک فلم اور دانتوں کی تیاری میں استعمال کیے جاتے ہیں۔ آئینے کی صنعت میں بھی سلور کا ایک اہم استعمال ہے۔

گولڈ: گولڈ پیلے رنگ کی نرم میٹل ہے۔ یہ میٹلز میں سب سے زیادہ میلیبل اور ڈکٹائل ہے۔ ایک گرام گولڈ کو کھینچ کر ڈیڑھ کلومیٹر تار بنائی جا سکتی ہے۔ گولڈ بہت ہی نان ری ایکٹو میٹل ہے۔ اس پر فضا کا اثر نہیں ہوتا۔ حتیٰ کہ منرل (mineral) ایسڈز یا الکلیز کا بھی اس پر اثر نہیں ہوتا۔

فضا میں اس کی ازنس کی وجہ سے یہ میٹل زیورات میں استعمال ہوتی ہے۔ اسے سکے بنانے کے لیے بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ گولڈ اتنا نرم ہے کہ اسے خالص حالت میں استعمال نہیں کیا جا سکتا۔ کاپر، سلور یا کسی دوسری میٹل کے ساتھ ہمیشہ اس کے الائے بنائے جاتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

گولڈ کا خالص پن قیراط میں ظاہر کیا جاتا ہے، جس سے پتہ چلتا ہے کہ الائے کے 24 حصوں میں وزن کے لحاظ سے گولڈ کے کتنے حصے موجود ہیں۔ 24 قیراط کا گولڈ خالص ہوتا ہے۔ 22 قیراط گولڈ کا مطلب ہے کہ زیادہ تر چیزیں اور جیولری بنانے کے لیے خالص سونے کے 22 حصوں کو یا تو سلور یا پھر کاپر کے 2 حصوں کے ساتھ شامل کیا گیا ہے۔ پلاڈیم ، نکل یا زنک کے ساتھ اس کا بھرت سفید گولڈ ہے۔

پلاٹینم: پلاٹینم کو منفرد خصوصیات جیسا کہ رنگت، خوبصورتی، مضبوطی، لچک اور چمک دمک قائم رکھنے کی وجہ سے جیولری میں استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ڈائمنڈ اور دوسرے جواہر کی آب و تاب میں اضافہ کر کے ان کے لیے ایک مضبوط فریم مہیا کرتی ہے۔

پلاڈیم (Pd) اور روڈیم (Rh) کے ساتھ پلاٹینم کا الائے بطور کیٹالسٹ (catalyst) موٹر گاڑیوں میں کیٹالیٹک کنورٹر (catalytic converter) کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔ یہ گاڑیوں سے خارج ہونے والی زہریلی گیسوں کو کم نقصان دہ کاربن ڈائی آکسائڈ، نائٹروجن اور آبی بخارات میں تبدیل کر دیتا ہے۔

ہارڈ ڈسک ڈرائیو کوٹنگ اور فائبر آپٹک کیبلز کی تیاری میں پلاٹینم استعمال کی جاتی ہے۔ لیکوئیڈ کرسٹل ڈسپلیز (liquid crystal displays) جو ایل سی ڈی (LCD) کے نام سے بھی جانی جاتی ہے۔ شیشے کی تیاری میں پلاٹینم استعمال ہوتی ہے۔ نیز فائبر گلاس سے مضبوط کردہ پلاسٹک کی تیاری میں بھی استعمال ہوتا ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 8.3

i- سلور کے استعمال کیا ہیں؟
ii- سلور کو خالص شکل میں کیوں استعمال نہیں کیا جاتا؟
iii- 24 قیراط سونے کا کیا مطلب ہے؟
vi- جیولری بنانے کے لیے سونا کیوں استعمال کیا جاتا ہے؟
v- جیولری بنانے کے لیے پلاٹینم کیوں استعمال کیا جاتا ہے؟
vi- سٹیل اور سٹین لیس سٹیل میں کیا فرق ہے؟
vii- موٹر گاڑیوں میں کیٹالسٹ کے طور پر پلاٹینم کیسے استعمال کیا جاتا ہے اور اس استعمال کے کیا فوائد ہیں؟

8.2 نان میٹلز (NON-METALS)

نان میٹلز، الیکٹرونز حاصل کر کے آسانی سے نیگٹو آئنز بنالیتی ہیں۔ اس لیے نان میٹلز الیکٹرونیگٹو ہیں اور ایسڈک آکسائڈز بناتی ہیں۔ کچھ نان میٹلز کی ویلنسی کا انحصار ان کے قبول کیے گئے الیکٹرونز کی تعداد پر ہے۔ مثال کے طور پر کلورین ایٹم کی ویلنسی 1 ہے کیونکہ یہ سب سے بیرونی شیل میں صرف ایک الیکٹرون قبول کرتی ہے۔

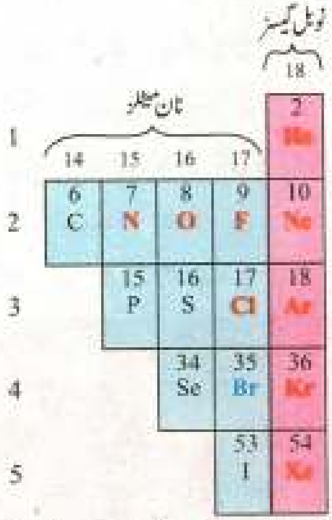
$$Cl + 1e^- \longrightarrow Cl^-$$

اسی طرح آکسیجن ایٹم 2 الیکٹرونز حاصل کرتی ہے۔ اس لیے اس کی ویلنسی 2 ہے۔

$$O + 2e^- \longrightarrow O^{2-}$$

نان میٹلک کے کردار کا انحصار ایٹم کی الیکٹرون افینٹی (electron affinity) اور الیکٹرونیگٹویٹی

(electronegativity) پر ہے۔ قدرتی طور پر زیادہ نیوکلیئر چارج رکھنے والے چھوٹے سائز کے ایلیمنٹس الیکٹرونیگٹو ہیں۔ اور ان کی الیکٹرون افینیٹی بھی زیادہ ہوتی ہے۔ اس لیے وہ نان میٹلک خصوصیت کے حامل ہوتے ہیں۔ اس وجہ سے نان میٹلک کریکٹر گروپ میں نیچے کی طرف کم ہوتا ہے اور پیریڈ میں ہیلوجینز تک بائیں سے دائیں جانب بڑھتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ فلورین سب سے زیادہ نان میٹلک ہے۔ اسی لیے پیریاڈک ٹیبل میں گروپ 14 (کاربن)، گروپ 15 (نائٹروجن اور فاسفورس)، گروپ 16 (آکسیجن، سلفر اور سیلینیم) اور گروپ 17 (فلورین، کلورین، برومین اور آیوڈین) کے ایلیمنٹس نان میٹلز ہیں۔ پیریاڈک ٹیبل میں نان میٹلز کی پوزیشن شکل 8.3 میں دکھائی گئی ہے۔



شکل 8.3 پیریاڈک ٹیبل میں نان میٹلز

نان میٹلز کی اہم طبیعی خصوصیات مندرجہ ذیل ہیں:

نان میٹلز کی طبیعی خصوصیات نان میٹلز کے گروپ میں بتدریج لیکن منفرد طور پر تبدیل ہوتی ہیں۔ نان میٹلز عام طور پر مادے کی تینوں طبیعی حالتوں میں پائی جاتی ہیں۔ گروپ کے اوپری حصہ کی نان میٹلز عام طور پر گیسز ہیں جبکہ بقیہ مائع یا پھر ٹھوس ہیں۔

i- ٹھوس نان میٹل سخت لیکن نازک ہوتی ہیں اور آسانی سے ٹوٹ جاتی ہیں۔

ii- نان میٹلز (سوائے گریفائیٹ) حرارت اور الیکٹریسٹی کی نان کنڈکٹر ہیں۔

iii- نان میٹلز دھاتوں کی طرح چمک دار نہیں ہوتی ہیں سوائے آیوڈین کے (اس کی میٹلز جیسی چمک ہے)۔

iv- یہ عام طور پر نرم ہیں (سوائے ڈائمنڈ کے)۔

v- ان کے میلٹنگ اور بوائلنگ پوائنٹ کم ہوتے ہیں (سوائے سیلیکان، گریفائٹ اور ڈائمنڈ کے)

vi- ان کی ڈینسٹی کم ہوتی ہے۔

نان میٹلز کی اہم کیمیائی خصوصیات مندرجہ ذیل ہیں۔

i- ان کے سب سے بیرونی شیل میں چند الیکٹرونز کی کمی ہوتی ہے۔ اس لیے یہ اپنے ویلنس شیلز مکمل کرنے کے لیے الیکٹرونز قبول کر لیتی ہیں اور مستحکم ہو جاتی ہیں۔

ii- یہ میٹلز کے ساتھ آئیونک کمپاؤنڈز اور دوسری نان میٹلز کے ساتھ کوویلنٹ کمپاؤنڈز بناتی ہیں جیسے CO_2، NO_2 وغیرہ۔

iii- نان میٹلز عام طور پر پانی کے ساتھ ری ایکٹ نہیں کرتیں۔

iv- یہ ڈائیلیوٹ ایسڈز کے ساتھ ری ایکٹ نہیں کرتیں کیونکہ نان میٹلز خود الیکٹرون حاصل کرتی ہیں۔

گروپ 14، 15، 16 اور 17 پہلے پہلے والے ایلیمنٹس کی الیکٹرونیگیٹیویٹی اپنے متعلقہ گروپ کے دوسرے ارکان کے مقابلے میں زیادہ ہوتی ہے۔ الیکٹرونیگیٹیویٹی کے کم ہونے کا یہ رجحان نیچے دکھایا گیا ہے۔

$$F > O > Cl > N > Br > S > C > I > P$$

8.2.1 ہیلوجنز کی ری ایکٹیویٹی کا موازنہ (Comparison of Reactivity of the Halogens)

پیریاڈک ٹیبل کے گروپ 17 کے ایلیمنٹس فلورین، کلورین، برومین، آیوڈین اور ایسٹاٹین پر مشتمل ہیں۔ ان کو مجموعی طور پر ہیلوجنز کہا جاتا ہے۔ روم ٹمپریچر پر فلورین اور کلورین گیسی حالت میں پائی جاتی ہیں۔ دلچسپ طور پر گروپ میں نیچے کی طرف ایٹم کا سائز بڑھنے کی وجہ سے انٹرمالیکیولر فورسز میں اضافہ ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے برومین مائع اور آیوڈین ٹھوس حالت میں پائی جاتی ہے۔ ہیلوجنز کی طبیعی خصوصیات ٹیبل 8.4 میں دکھائی گئی ہیں۔

ٹیبل 8.4 ہیلوجنز کی چند طبیعی خصوصیات

ایلیمنٹ	اٹامک نمبر A	الیکٹرونک کنفگریشن	رنگ	میلٹنگ پوائنٹ (K)	بوائلنگ پوائنٹ (K)	الیکٹرونیگیٹیویٹی
F	9	[He] $2s^2 2p^5$	ہلکا پیلا	53	85	4.0
Cl	17	[Ne] $3s^2 3p^5$	سبزی مائل پیلا	172	238	3.2
Br	35	[Ar] $4s^2 4p^5$	سرخی مائل براؤن	266	332	3.0
I	53	[Kr] $5s^2 5p^5$	جامنی سیاہ	387	457	2.7

عام طور پر ان کے ویلنس شیل کی الیکٹرونک کنفگریشن ns^2np^5 ہے۔ کیونکہ ہیلوجنز کے ویلنس شیل میں صرف ایک الیکٹرون کم ہوتا ہے۔ اس لیے یہ یا تو میٹلز سے ایک الیکٹرون حاصل کرتے ہیں یا پھر دوسری نان میٹلز کے ساتھ ایک الیکٹرون کا اشتراک کرتے ہیں۔ اس طرح ہیلوجنز میٹلز کے ساتھ آئیونک بانڈز اور نان میٹلز کے ساتھ کوویلنٹ بانڈز بناتے ہیں۔

فلورین سب سے طاقتور آکسیڈائزنگ ایلیمنٹ ہے۔ آکسیڈائزنگ ایجنٹ ہونے کا یہ رجحان گروپ میں نیچے کی طرف کم ہوتا ہے۔ یہ تمام ایلیمنٹس روشنی یا کیٹالسٹ کی موجودگی میں ہائیڈرائیڈز بنانے کے لیے ہائیڈروجن گیس کے ساتھ مل جاتے ہیں۔
ان کے ہائیڈرائیڈز کے استحکام کی ترتیب یہ ہے۔ $HF > HCl > HBr > HI$

8.2.2 ہیلوجنز کے کیمیکل ری ایکشنز (Important Reactions of Halogens)

1۔ آکسیڈائزنگ پراپرٹیز

تمام ہیلوجنز آکسیڈائزنگ ایجنٹس ہیں۔ ان میں فلورین سب سے طاقتور آکسیڈائزنگ ایجنٹ ہے جبکہ آیوڈین سب سے کم آکسیڈائزنگ ایجنٹ ہے۔ فلورین (F_2) تمام ہیلائڈ آئنز کو ان کے سلوشنز میں آکسیڈائز کر دیتی ہے اور خود ریڈیوس ہو کر فلورائڈ (F^-) آئن میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ اسی طرح کلورین برومائڈ (Br^-) اور آیوڈائڈ (I^-) آئنز کو ان کے کمپاؤنڈ کے سلوشنز میں سے نکال دیتی ہے اور انہیں آکسیڈائز کر کے برومین (Br_2) اور آیوڈین (I_2) میں تبدیل کر دیتی ہے۔

$$F_2 + 2KCl \longrightarrow 2KF + Cl_2$$

$$F_2 + 2Cl^- \longrightarrow 2F^- + Cl_2$$

اسی طرح $$Cl_2 + 2KBr \longrightarrow 2KCl + Br_2$$

سلوشن بے رنگ سے سرخی مائل براؤن ہو جاتا ہے $$Br_2 + 2KI \longrightarrow 2KBr + I_2$$

2۔ ہائیڈروجن کے ساتھ کیمیکل ری ایکشن

تمام ہیلوجنز (X_2) ہائیڈروجن سے کیمیکل ری ایکشن کر کے ہائیڈروجن ہیلائڈ (HX) بناتے ہیں۔ مگر ان کی ہائیڈروجن کے لیے کیمیکل افینٹی (chemical affinity) گروپ میں اوپر سے نیچے کم ہوتی جاتی ہے۔
فلورین، ہائیڈروجن کے ساتھ اندھیرے میں اور بہت کم ٹمپریچر پر بہت زیادہ تیز کیمیکل ری ایکشن کرتی ہے۔ کلورین (Cl_2) ہائیڈروجن کے ساتھ صرف سورج کی روشنی میں کیمیکل ری ایکشن کرتی ہے۔ برومین (Br_2) اور آیوڈین (I_2) ہائیڈروجن کے ساتھ بہت زیادہ ٹمپریچر پر کیمیکل ری ایکشن کرتی ہیں۔

$$H_2 + X_2 \longrightarrow 2HX$$

$$H_2 + F_2 \xrightarrow{\text{اندھیرے میں اور کم ٹمپریچر}} 2HF$$

$$H_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{سورج کی روشنی}} 2HCl$$

$$H_2 + Br_2 \xrightarrow{\text{حرارت}} 2HBr$$

$$H_2 + I_2 \xrightarrow[\text{کیٹالسٹ}]{\text{حرارت}} 2HI$$

3۔ پانی کے ساتھ کیمیکل ری ایکشن

فلورین (F_2) اندھیرے میں اور بہت کم ٹمپریچر پر پانی کو تحلیل (decompose) کر کے ہائڈروفلورک ایسڈ (HF) اور آکسیجن بناتی ہے۔ کلورین پانی کے ساتھ سورج کی روشنی میں کیمیکل ری ایکشن کرتی ہے۔ برومین (Br_2) پانی کے ساتھ کیمیکل ری ایکشن مخصوص حالات میں کرتی ہے۔ آیوڈین (I_2) پانی کے ساتھ کیمیکل ری ایکشن نہیں کرتی۔

$$2F_2 + 2H_2O \xrightarrow{\text{اندھیرے میں اور کم ٹمپریچر}} 4HF + O_2$$

$$Cl_2 + H_2O \xrightarrow{\text{سورج کی روشنی}} HCl + HOCl$$

$$Br_2 + H_2O \xrightarrow{\text{حرارت}} HBr + HOBr$$

$$I_2 + H_2O \longrightarrow \text{کیمیکل ری ایکشن نہیں ہوتا}$$

4۔ میتھین کے ساتھ کیمیکل ری ایکشن

فلورین (F_2) میتھین کے ساتھ اندھیرے میں دھماکہ خیز کیمیکل ری ایکشن کرتی ہے۔ کلورین میتھین کے ساتھ اندھیرے میں کیمیکل ری ایکشن نہیں کرتی ہے مگر تیز دھوپ میں دھماکہ خیز کیمیکل ری ایکشن ہوتا ہے۔

$$CH_4 + 2Cl_2 \xrightarrow{\text{تیز دھوپ}} C + 4HCl$$

سورج کی مدھم روشنی میں کلورین (Cl_2) کا میتھین کے ساتھ کیمیکل ری ایکشن مدھم رفتار سے واقع ہوتا ہے اور کمپاؤنڈز CH_3Cl، CH_2Cl_2، $CHCl_3$ اور CCl_4 حاصل ہوتے ہیں۔

5۔ سوڈیم ہائڈروآکسائڈ کے ساتھ کیمیکل ری ایکشن

کلورین سوڈیم ہائڈروآکسائڈ کے ٹھنڈے ڈائلیوٹ سلوشن کے ساتھ کیمیکل ری ایکشن کر کے سوڈیم کلورائڈ اور سوڈیم ہائپوکلورائٹ بناتی ہے۔

$$2NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaCl + NaOCl + H_2O$$

کلورین سوڈیم ہائڈروآکسائڈ کے گرم کنسنٹریٹڈ سلوشن کے ساتھ کیمیکل ری ایکشن کر کے سوڈیم کلورائڈ اور سوڈیم کلوریٹ بناتی ہے۔

$$6NaOH + 3Cl_2 \longrightarrow 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$$

اگرچہ نان میٹلز، میٹلز کے مقابلے میں کم پائی جاتی ہیں پھر بھی یہ بہت اہمیت کی حامل ہیں۔ جانوروں اور پودوں کے لیے یہ مساوی طور پر اہم ہیں۔ حقیقت میں زمین پر نان میٹلز کے بغیر زندگی ناممکن ہے۔

i- قشرارض، سمندروں اور فضا کے زیادہ تر اجزا نان میٹلز ہیں (جیسا کہ ٹیبل 1.1 میں دکھایا گیا ہے)۔ زمین کی سطح اور سمندروں میں فی صد کے لحاظ سے آکسیجن کی مقدار سب سے زیادہ ہے جو کہ بالترتیب 47% اور 86% ہے۔ فضا میں یہ نائٹروجن سے دوسرے نمبر پر (21%) ہے۔ اس سے آکسیجن کی قدرتی طور پر اہمیت کا پتہ چلتا ہے۔ قدرت میں نان میٹلز کی مقدار کا توازن برقرار رکھنے کے لیے مختلف سائیکلز (cycles) جیسا کہ پانی کا سائیکل، نائٹروجن سائیکل وغیرہ موجود ہیں۔

ii- نان میٹلز تمام جانداروں کی جسمانی ساخت کا نہایت ضروری حصہ ہیں۔ انسانی جسم تقریباً 28 ایلیمنٹس کا بنا ہوا ہے۔ لیکن انسانی جسم کے ماس کا 96% صرف 4 ایلیمنٹس یعنی آکسیجن 65%، کاربن 18%، ہائڈروجن 10% اور نائٹروجن 3% کا بنا ہوا ہے۔ اسی طرح پودوں کے اجسام سیلولوز کے بنے ہوتے ہیں۔ جو کاربن، ہائڈروجن اور آکسیجن کا کمپاؤنڈ ہے۔

iii- زندگی نان میٹلز کی مرہون منت ہے مثلاً O_2 اور CO_2 کے بغیر زندگی ممکن نہیں کیونکہ یہ دونوں جانوروں اور پودوں کے تنفس کے لیے نہایت ضروری گیسز ہیں۔ حقیقت میں یہ گیسز زندہ رہنے کے لیے نہایت ضروری ہیں۔

iv- تمام غذائیں مثلاً کاربوہائڈریٹس، پروٹینز، فیٹس (چکنائیاں)، وٹامنز، پانی، دودھ وغیرہ جو کہ جسم کی نشو ونما اور بڑھنے کے لیے ضروری ہیں، نان میٹلز کاربن، ہائڈروجن اور آکسیجن سے بنی ہیں۔ اس کا مطلب ہے کہ نان میٹلز زندگی کو قائم رکھنے میں ایک اہم کردار ادا کرتی ہیں۔

v- جانوروں اور پودوں کی زندگی کی بقاء کے لیے نہایت ضروری کمپاؤنڈ پانی ہے جو کہ نان میٹلز کا بنا ہوا ہے۔ پانی نہ صرف ماس کے لحاظ سے پودوں اور جانوروں کے جسم کا بنیادی حصہ ہے بلکہ یہ زندگی کی بقا کے لیے بھی نہایت اہم ہے۔ ہم چند دن تک تو پانی کے بغیر رہ سکتے ہیں لیکن لمبے عرصے کے لیے نہیں۔ اس کی کمی موت کا باعث بن سکتی ہے۔

vi- ایک دوسری اہم نان میٹل نائٹروجن جو فضا میں 78% ہے، زمین پر زندگی کی حفاظت کے لیے ضروری ہے۔ یہ آگ اور جلنے کے عمل کو کنٹرول کرتی ہے۔ یہ اگر ایسی نہ ہوتی تو ہمارے ارد گرد تمام اشیا ایک ہی شعلے سے جل سکتی تھیں۔

vii- نان میٹلز زندگی میں باہمی رابطے کے لیے بھی اہم کردار ادا کرتی ہیں۔ تمام فوسل فیولز جو کہ انرجی کا بنیادی ذریعہ ہیں یعنی کوئلہ، پٹرولیم اور گیس، کاربن اور ہائڈروجن کے بنے ہوئے ہیں۔ حتیٰ کہ فوسل فیولز کے جلنے کا نہایت ضروری جزو آکسیجن بھی نان میٹل ہے۔

viii- ایک طرح سے نان میٹلز ہماری حفاظت بھی کرتی ہیں مثلاً جو کپڑے ہم پہنتے ہیں، سیلولوز (قدرتی فائبر) یا پولیمر (سنتھیٹک فائبر) کے بنے ہوئے ہیں۔

ix- ان کے علاوہ روزمرہ زندگی میں استعمال ہونے والی دیگر اشیا جیسا کہ لکڑی، پلاسٹک کا فرنیچر، پلاسٹک کی چادریں، بیگ، پلاسٹک کے پائپ اور برتن تمام نان میٹلز کے بنے ہوئے ہیں۔ حتیٰ کہ تمام انسیکٹی سائڈز، پیسٹی سائڈز، فنجی سائڈز اور جراثیم کش ادویات کے بنیادی اجزا بھی نان میٹلز پر مشتمل ہیں

خود تشخیصی سرگرمی 8.4

i- کلورین کی ویلنسی 1 کیوں ہے؟
ii- ایلیمنٹس کی نان میٹلک خاصیت کو کونسا فیکٹر (factor) کنٹرول کرتا ہے؟
iii- فلورین، کلورین کی نسبت زیادہ نان میٹلک کیوں ہے؟
iv- آیوڈین ٹھوس حالت میں پائی جاتی ہے۔ کیا ہتھوڑے سے ضرب لگا کر اس کی چادریں بنائی جا سکتی ہیں؟
v- کیا مائع اور گیسز آسانی سے ٹوٹ سکتی ہیں؟
vi- آکسیجن نان میٹل کیوں کہلاتی ہے؟
vii- دو نان میٹلز کے نام بتائیں جو آسانی سے ٹوٹ جاتی ہیں اور نان ڈکٹائل ہیں۔
viii- زمین کے کرسٹ میں سب سے زیادہ کثرت سے پائی جانے والی نان میٹل کا نام بتائیں؟
ix- ہیلوجنز میں نان میٹلک رجحان بتایئے۔
x- نان میٹلز الیکٹرون کیوں حاصل کرتی ہیں؟
xi- نان میٹلز ڈائیلیوٹ تیزابوں کے ساتھ ری ایکٹ کیوں نہیں کرتی جبکہ میٹلز ری ایکٹ کرتے ہیں؟
xii- سادہ کیمیائی طریقوں سے ہم میٹلز کی تمیز نان میٹلز سے کیسے کر سکتے ہیں؟
xiii- تیزاب کی مدد سے ہم میٹلز کی تمیز نان میٹلز سے کیسے کر سکتے ہیں؟
xiv- HF ایک کمزور تیزاب کیوں ہے؟

اہم نکات

- الکلی اور الکلائن ارتھ میٹلز کی تشکیل ان کے الیکٹروپوزیٹو رویے کی وجہ سے ہے۔
- الکلی اور الکلائن ارتھ میٹلز کی کیمیکل ری ایکٹویٹی بالکل مختلف ہے۔
- کیلشیم اور میگنیشیم، سوڈیم کی نسبت کم ری ایکٹو ہیں۔
- ہیلوجنز، الکلی میٹلز کے ساتھ بہت قیام پذیر کمپاؤنڈز بناتی ہیں۔
- قدرتی طور پر مرکری اور گولڈ آزاد ایلیمنٹس کی شکل میں پائے جاتے ہیں۔

مشق

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر ✔ کا نشان لگائیں۔

1- میٹلز کون سے آئن والا چارج بناتے ہیں؟

(a) یونی پوزیٹو (b) ڈائی پوزیٹو (c) ٹرائی پوزیٹو (d) یہ تمام

2- ان میں سے کونسی میٹل ہوا میں گرم ہونے پر سرخی مائل شعلے کے ساتھ جلتی ہے؟

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

3- سوڈیم بہت ری ایکٹو میٹل ہے، لیکن یہ ری ایکٹ نہیں کرتی:

(a) ہائیڈروجن کے ساتھ (b) نائٹروجن کے ساتھ (c) سلفر کے ساتھ (d) فاسفورس کے ساتھ

-4 ان میں سے ہلکا ترین اور پانی پر تیرنے والا کون سا ایلیمنٹ ہے؟

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

-5 خالص الکلی میٹلز کو چاقو سے کاٹا جا سکتا ہے مگر آئرن کو نہیں کاٹا جا سکتا، اس کی وجہ ہے:

(a) طاقتور میٹیلک بانڈنگ (b) کمزور میٹیلک بانڈنگ

(c) نان میٹیلک بانڈنگ (d) معتدل میٹیلک بانڈنگ

-6 درج ذیل میں سے کونسی میٹل کم میلیبل ہے؟

(a) سوڈیم (b) آئرن (c) گولڈ (d) سلور

-7 میٹلز آسانی سے الیکٹرون خارج کرتے ہیں، کیونکہ:

(a) یہ الیکٹرونیگیٹو ہیں (b) ان کی الیکٹرون افینٹی ہوتی ہے

(c) یہ الیکٹروپازیٹو ہیں (d) حرارت کی اچھی کنڈکٹر ہیں

-8 ان میں سے کون سی میٹل آسانی سے ٹوٹ جاتی ہے؟

(a) سوڈیم (b) ایلومینیم (c) سیلینیم (d) میگنیشیم

-9 درج ذیل میں سے کونسا نان میٹل چمکدار ہے؟

(a) سلفر (b) فاسفورس (c) آیوڈین (d) کاربن

-10 نان میٹلز عام طور پر نرم ہیں لیکن ان میں سے کونسا نہایت سخت ہے؟

(a) گریفائیٹ (b) فاسفورس (c) آیوڈین (d) ڈائمنڈ

-11 درج ذیل میں سے کون ہلکے HCl کے ساتھ ری ایکٹ نہیں کرتا؟

(a) سوڈیم (b) پوٹاشیم (c) کیلشیم (d) کاربن

مختصر سوالات

-1 گروپ میں نیچے کی طرف میٹلز کی ری ایکٹویٹی کیوں بڑھتی ہے؟

-2 میٹلز کی طبیعی خصوصیات بیان کریں۔

-3 الکلائن ارتھ میٹلز کے ساتھ نائٹروجن براہ راست کمپاؤنڈز کیوں بناتی ہے؟

-4 میگنیشیم کی دوسری آیونائزیشن انرجی، پہلی سے زیادہ کیوں ہوتی ہے؟

-5 گروپ 2 کی میٹلز سے آکسیجن کیسے ری ایکٹ کرتی ہے؟

-6 الیکٹروپوزیٹویٹی اور آیونائزیشن انرجی میں کیا تعلق ہے؟

7- پیریڈ میں بائیں سے دائیں جانب کیوں الیکٹروپوزیٹویٹی کم ہوتی ہے؟
8- الیکٹروپوزیٹویٹی کا انحصار ایٹم کے سائز اور نیوکلیئر چارج پر کیسے ہے؟
9- الکلائن ارتھ میٹلز کی آئیونائزیشن انرجی الکلی میٹلز سے کیوں زیادہ ہے؟
10- سلور اور گولڈ نہایت کم ری ایکٹو کیوں ہیں؟
11- کیا خالص گولڈ آرائشی اشیا بنانے کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے؟ اگر نہیں تو کیوں؟
12- بجلی کی تاریں بنانے کے لیے کاپر کیوں استعمال کیا جاتا ہے؟
13- الکلی میٹلز کی ڈینسٹیز (densities) میں تبدیلی کا رجحان کیا ہے؟
14- کون سی میٹل میٹل ورک (metal wok) میں استعمال ہوتی ہے؟
15- سوڈیم کی نسبت میگنیشیم کیوں زیادہ سخت ہے؟
16- میگنیشیم کی نسبت کیلسیم کیوں زیادہ الیکٹروپوزیٹو ہے؟
17- میگنیشیم کی نسبت سوڈیم کی آئیونائزیشن انرجی کم کیوں ہے؟
18- سوڈیم کی آئیونائزیشن انرجی پوٹاشیم سے زیادہ کیوں ہے؟

انشائیہ سوالات

1- الکلی اور الکلائن ارتھ میٹلز کے خواص کا موازنہ کریں اور فرق ظاہر کریں۔
2- سلور اور گولڈ کی انرٹ خاصیت پر بحث کریں۔
3- کیٹائنز سائز میں اپنے متعلقہ نیوٹرل ایٹمز سے چھوٹے اور اینائنز بڑے کیوں ہوتے ہیں ؟
4- بحث کریں کہ میٹل کی سختی اور نرمی کا انحصار اس کی میٹلک بانڈنگ پر کیوں ہوتا ہے؟
5- H_2O، O_2، Cl_2 اور H_2 کے ساتھ سوڈیم کا ری ایکشن بیان کریں۔
6- کیلسیم میٹل کی طبیعی خصوصیات کیا ہیں؟ اس کے استعمال بتائیے۔
7- نان میٹلز کے کیمیائی خواص لکھیں۔
8- میٹلز اور نان میٹلز کے طبیعی خواص کا موازنہ کریں۔
9- آپ میٹلز کی نرمی اور سختی کا موازنہ کیسے کر سکتے ہیں؟
10- میگنیشیم کے کیمیائی خواص اور اس کے استعمال بتائیں۔
11- میٹلز کی الیکٹروپوزیٹو خصوصیت پر ایک تفصیلی نوٹ لکھیں۔
12- الکلی اور الکلائن ارتھ میٹلز کی آئیونائزیشن انرجی کا موازنہ کریں۔

جوابات

باب نمبر 1

مشقی سوالات

(1) 490 گرام (2) 2.41×10^{23} Ca^{2+} اور 2.41×10^{23} CO_3^{2-} (3) 9.03×10^{23} آئنز

(4) a- 1.55×10^{23} مالیکیولز b- 1.91×10^{23} مالیکیولز c- 1.00×10^{23} مالیکیولز

(5) a- 1.80×10^{23} آئنز b- 2.60×10^{23} آئنز c- 1.065×10^{23} آئنز

(6) 3.34×10^{-6} گرام (7) 2.87×10^{24} ایٹمز (8) 6.17×10^{23} آئنز

(9) 1.65×10^{23} مالیکیولز (10) 12 گرام

باب نمبر 5

مشقی سوالات

(1) a- 1.12 atm b- 2.02 atm c- 56 cm Hg d- 126656 Pa

(2) a- 1023 K b- 423 K c- 173 °C d- 101 °C

(3) 1350 cm^3 (4) 506 mm of Hg (5) 126 °C (6) تقریباً 1:0.93

(7) 0.53 dm^3، سکڑے گا (8) 30 cm^3 (9) 37.05 dm^3 (10) 1.58 atm، جی ہاں

باب نمبر 6

مشقی سوالات

(1) 10% m/m (2) 6% v/v (3) a- 7.0 g b- 12.75 g c- 113.6 g

(4) 0.85 M (5) 3.8 g (6) 4.16 cm^3

فرہنگ (Glossary)

اٹامک ماس یونٹ (amu): یہ کاربن 12 کے ایک ایٹم کے ماس کا $\frac{1}{12}$ حصہ ہے۔ $1amu = 1.66 \times 10^{-24} g$ ۔

اٹامک نمبر: کسی ایلیمنٹ کے ایٹم کے نیوکلیس میں پروٹونز کی تعداد اٹامک نمبر کہلاتی ہے۔ اسے Z سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

الیکٹرون افینٹی: کسی ایلیمنٹ کے آزاد گیسی ایٹم کے ویلنس شیل میں الیکٹرون حاصل کرنے کے سبب خارج ہونے والی انرجی کو الیکٹرون افینٹی (electron affinity) کہتے ہیں۔

الیکٹروپلیٹنگ: الیکٹرولیسز کے ذریعے ایک میٹل کے اوپر دوسری میٹل کی تہ جمانے کے عمل کو الیکٹروپلیٹنگ کہا جاتا ہے۔

الیکٹروکیمیکل سیل: ایسا سسٹم ہے جس میں دو الیکٹروڈ

الیکٹرولائٹ کے سلوشن میں ڈوبے ہوتے ہیں اور دونوں بیٹری سے جڑے ہوتے ہیں۔ اس سیل میں الیکٹرک کرنٹ نان سپانٹینیس ری ایکشن کو وقوع پذیر کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔

الیکٹرولائٹس: ایسی اشیا جو اپنے سلوشن یا پگھلی ہوئی حالت میں الیکٹریسٹی گزرنے دیں الیکٹرولائٹس (electrolytes) کہلاتے ہیں۔

الیکٹرولیسز: کسی کمپاؤنڈ کے ایکوئس سلوشن یا اس کی پگھلی ہوئی حالت میں سے کرنٹ گزرنے کے باعث اس کمپاؤنڈ کا کیمیائی تحلیل ہو کر بنیادی اجزا میں تبدیل ہو جانا الیکٹرولیسز کہلاتا ہے"۔

الیکٹرونیگیٹیویٹی: کسی ایٹم کا بانڈ میں موجود اشتراک شدہ الیکٹرون پیئر (bonded electron pair) کو اپنی طرف اٹریکٹ کرنے کی صلاحیت کو الیکٹرونیگیٹیویٹی کہتے ہیں۔

امپیریکل فارمولا: کیمیکل فارمولے کی سادہ ترین حالت امپیریکل فارمولا (empirical formula) کہلاتی ہے۔ یہ ایک کمپاؤنڈ میں موجود ایٹمز کی سادہ عددی نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔

ان سیچوریٹڈ سلوشن: وہ سلوشن جس میں سولیوٹ کی مقدار اس مقدار سے کم ہو جو مقدار اس سلوشن کو خاص درجہ حرارت پر سیچوریٹ کرنے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

اوکٹیٹ کا اصول: کسی ایٹم کا ویلنس شیل میں الیکٹرون حاصل یا خارج کر کے آٹھ الیکٹرونز رکھنے کا رجحان اوکٹیٹ کا اصول کہلاتا ہے۔

ایبسولیوٹ زیرو: یہ وہ ٹمپریچر ہے جس پر کسی آئیڈیل (ideal) گیس کا والیم زیرو ہوگا یعنی گیس نہیں رہے گی۔ یہ K سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اور -273.15 °C کے برابر ہوتا ہے۔

افیوژن: گیس مالیکیولز کا باریک سوراخ سے کم پریشر والی جگہ کی طرف اخراج افیوژن کہلاتا ہے۔

ایکوئس سلوشن: ایسا سلوشن جو پانی میں اشیا حل کرنے سے بنے ایکوئس سلوشن کہلاتا ہے۔

اینائن: ایک ایٹم یا ایٹمز کا گروپ جس پر نیگیٹیو چارج ہو اینائن کہلاتا ہے۔

ایلیمنٹ: یہ ایک ایسی شے ہے جو ایک ہی قسم کے ایٹمز پر مشتمل ہوتا ہے اور اسے کیمیائی طریقوں سے سادہ تر شے میں تبدیل نہیں کیا جا سکتا۔

آکسیڈائزنگ ایجنٹ: ایسی نوع (species) ہے جو کسی شے سے الیکٹرون لے کر اس کی آکسیڈیشن کرتا ہے۔

آکسیڈیشن سٹیٹ یا آکسیڈیشن نمبر: وہ چارج ہوتا ہے۔ جو مالیکیول میں موجود کسی ایلیمنٹ کے ایک ایٹم یا آئن پر موجود ہوتا ہے۔

آکسیڈیشن: کسی آئن یا ایٹم سے الیکٹرون کا خارج ہونا آکسیڈیشن کہلاتا ہے۔

آئسوٹوپس: کسی ایلیمنٹ کے ایٹمز جن کا اٹامک نمبر یکساں لیکن ماس نمبر مختلف ہو آئسوٹوپس کہلاتے ہیں۔

آئن: ایٹم یا ایٹمز کا ایسا مجموعہ جس پر پوزیٹیو یا نیگیٹیو چارج ہو، آئن (ion) کہلاتا ہے۔

آئیونائزیشن انرجی: کسی ایٹم کے ویلنس شیل میں سب سے کم اٹریکشن والے الیکٹرون کو خارج کرنے کے لیے درکار

انرجی آئیونائزیشن انرجی کہلاتی ہے۔

آئیونک بانڈ: ایسا بانڈ جو ایک ایٹم سے دوسرے ایٹم میں الیکٹرون کی مکمل منتقلی کے نتیجے میں بنے، آئیونک بانڈ کہلاتا ہے۔

بانڈ پیئر: وہ الیکٹرونز جو بانڈ بنانے کے لیے ملاپ کرتے ہیں بانڈ پیئر کہلاتے ہیں۔

پولی اٹامک مالیکیولز: یہ مالیکیولز بہت سے ایٹمز پر مشتمل ہوتے ہیں۔

پیریاڈک ٹیبل: ایلیمنٹس کو ان کے بڑھتے ہوئے اٹامک نمبرز کی بنیاد پر اسطرح ترتیب دیا جائے کہ ایک جیسی خصوصیات رکھنے والے ایلیمنٹس ایک دوسرے کے ساتھ آئیں تاکہ ایک ٹیبل بن جائے۔

پیریاڈک لاء: ایلیمنٹس کی خصوصیات اُن کے اٹامک نمبرز کا پیریاڈک فنکشن ہیں۔

پیریڈز: پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کی افقی قطاریں پیریڈز (periods) کہلاتی ہیں۔

ڈائیلوٹ سلوشن: وہ سلوشن ہے جس میں حل شدہ سولیوٹ کی مقدار نسبتاً کم ہو۔

ریڈکشن: کسی آئن یا ایٹم میں الیکٹران کا حاصل کرنا ریڈکشن کہلاتا ہے۔

ریڈیس (اٹامک): ایٹمز کے درمیان فاصلہ کا نصف ریڈیس کہلاتا ہے۔

ریڈیوسنگ ایجنٹ: وہ نوع ہے جو الیکٹرونز دے کر کسی شے کو ریڈیوس کرتا ہے۔

ریلیٹو اٹامک ماس: کسی ایلیمنٹ کے ایک ایٹم کا ماس کاربن 12 کے ایٹم کے ماس کے $\frac{1}{12}$ حصہ سے جتنا بھاری ہو اس ایلیمنٹ کا ریلیٹو اٹامک ماس کہلاتا ہے۔

سٹینڈرڈ ایٹموسفیرک پریشر: وہ پریشر جو سطح سمندر پر مرکری کے 760 mm بلند کالم سے پڑے سٹینڈرڈ ایٹموسفیرک پریشر کہلاتا ہے۔

سسپنشن: ایک دیے گئے میڈیم میں غیر حل شدہ پارٹیکلز کا ہیٹروجینیس مکسچر سسپنشن ہے۔ اس میں پارٹیکلز اس قدر بڑے ہوتے ہیں کہ انہیں خالی آنکھ سے دیکھا جاسکتا ہے۔

سبسٹانس: مادہ کا خالص ٹکڑا سبسٹانس کہلاتا ہے۔

سولیوبلٹی: سولیوبلٹی کسی سولیوٹ کی گرامز میں وہ مقدار ہے جو کسی خاص ٹمپریچر پر 100 گرام سولوینٹ میں حل ہو کر سیچوریٹڈ سلوشن بنائے۔

سولوینٹ: سلوشن کا وہ جز جو زیادہ مقدار میں موجود ہو سولوینٹ (solvent) کہلاتا ہے۔

سولیوٹ: سلوشن کا وہ جز جو مقدار میں کم ہو سولیوٹ (solute) کہلاتا ہے۔

سیچوریٹڈ سلوشن: ایسا سلوشن جس میں کسی خاص ٹمپریچر پر سولیوٹ کی زیادہ سے زیادہ مقدار حل ہو سیچوریٹڈ سلوشن کہلاتا ہے۔

شیل: انرجی لیول جس میں الیکٹرونز نیوکلیس کے گرد گھومتے ہیں جیسے K,L,M.....۔

شیلڈنگ ایفیکٹ: اندرونی شیلز میں موجود الیکٹرونز کی وجہ سے نیوکلیس اور ویلنس شیل الیکٹرونز کے درمیان پائی جانے والی اٹریکشن میں کمی کو شیلڈنگ ایفیکٹ کہتے ہیں۔

فارمولا یونٹ: آئیونک کمپاؤنڈ میں موجود آئنز کی سادہ ترین عددی نسبت جس سے کمپاؤنڈ کا فارمولا بنایا جاسکے فارمولا یونٹ

کہلاتا ہے۔

فری ریڈیکلز: ایٹم یا ایٹمز کا گروپ جو ایک طاق (ان پیرڈ) الیکٹران رکھتا ہو فری ریڈیکل کہلاتا ہے۔

فریزنگ پوائنٹ: یہ وہ ٹمپریچر ہے جس پر مائع کا ویپر پریشر ٹھوس کے ویپر پریشر کے برابر ہو جائے اور مائع اور ٹھوس ایک دوسرے کے ساتھ ڈائنامک ایکوی لبریم میں پائے جائیں۔

کمپاؤنڈ: ایک شے ہے جو دو یا زیادہ ایلیمنٹس کے بلحاظ ماس مقررہ نسبت کے کیمیائی ملاپ سے بنتا ہے۔

کنسنٹریٹڈ سلوشن: وہ سلوشن جس میں حل شدہ سولیوٹ کی مقدار نسبتاً زیادہ ہو۔

کولائڈل سلوشن: وہ سلوشن جن میں سولیوٹ پارٹیکلز حقیقی سلوشن میں سولیوٹ پارٹیکلز سے بڑے ہوتے ہیں لیکن یہ اتنے بڑے نہیں ہوتے کہ آنکھ سے دیکھے جاسکیں۔

کوویلنٹ بانڈ: یہ بانڈ کی ایسی قسم ہے جو ایٹمز کے الیکٹرونز کے باہمی اشتراک سے بنتا ہے۔

کیٹائن: ایک ایٹم یا ایٹمز کا گروپ جو پوزیٹو چارج رکھتا ہو کیٹائن کہلاتا ہے۔

کیمسٹری: مادہ کی ساخت اور خصوصیات، مادہ میں تبدیلی اور اس سے متعلقہ انرجی کا مطالعہ کیمسٹری کہلاتی ہے۔

کیمیکل بانڈ: ایٹمز کے درمیان اٹریکشن کی قوت جو ان کو مالیکیول یا کمپاؤنڈ میں جوڑے رکھتی ہے۔

گرام اٹامک ماس: جب کسی ایلیمنٹ کا اٹامک ماس گرامز میں ظاہر کیا جائے۔ تو اسے گرام اٹامک ماس کہتے ہیں۔

گیلوانک سیل: ایسا الیکٹروکیمیکل سیل جس میں سپانٹینیس کیمیکل ری ایکشن واقع ہونے سے کرنٹ پیدا ہو گیلوانک یا وولٹیک سیل کہلاتا ہے۔ ڈینیل سیل اس کی ایک مثال ہے۔

ماس نمبر: کسی ایلیمنٹ کا ماس نمبر اس کے ایک ایٹم میں موجود پروٹونز اور نیوٹرونز کی مجموعی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ اسے علامت A سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

مالیکیول: یہ کسی ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ کا چھوٹا ترین یونٹ ہے جو آزادانہ رہ سکتا ہے۔

مالیکیولر آئن: ایسا مالیکیول جو الیکٹرون خارج یا حاصل کر چکا ہو ... چارج رکھتا ہو۔

مالیکیولر فارمولا: یہ کمپاؤنڈ کے ایک مالیکیول میں موجود تمام ایلیمنٹس کی حقیقی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔

مالیکیولر کمپاؤنڈز: وہ کمپاؤنڈز جو آزادانہ مالیکیولر حالت میں رہ سکتے ہیں۔

مالیکیولر ماس: ایک مالیکیول میں موجود تمام ایٹمز کے اٹامک ماسز کا مجموعہ اس مالیکیول کا مالیکیولر ماس کہلاتا ہے۔

میٹلک بانڈ: ایسا بانڈ جو میٹلک ایٹمز (پازیٹو چارج والے ایٹمز) کے درمیان موبائل یا آزاد الیکٹرونز کی وجہ سے تشکیل پاتا ہے۔

مکسچر: جب دو یا دو سے زیادہ ایلیمنٹس یا کمپاؤنڈز طبعی طور پر بغیر کسی متعین نسبت کے باہم مل جائیں تو ایک مکسچر وجود میں آتا ہے۔

مول: کسی شے کی وہ مقدار جس میں اس شے کے 6.02×10^{23} پارٹیکلز (ایٹمز، مالیکیولز، یا فارمولا یونٹس) ہوتے ہیں۔

مولیریٹی: سولیوٹ کے مولز کی تعداد جو ایک dm^3 سلوشن میں حل کی گئی ہو۔ اس کو M سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

مونواٹامک مالیکیول: ایسا مالیکیول جو صرف ایک ایٹم پر مشتمل ہوتا ہے۔

میٹلائڈز: ایسے ایلیمنٹس جن کی خصوصیات میٹلز اور نان میٹلز کے درمیان ہوں۔

میٹلز: وہ ایلیمنٹس جو فطرتاً الیکٹروپوزیٹو ہوتے ہیں۔

میلٹنگ پوائنٹ: وہ ٹمپریچر جس پر ٹھوس میلٹ ہوتا ہے اور مائع کے ساتھ ڈائنامک ایکوی لبریم میں ہوتا ہے۔

نان میٹلز: جو ایلیمنٹس الیکٹرونیگیٹیو خاصیت رکھتے ہوں۔ نان میٹلز کہلاتے ہیں۔

ویلنس الیکٹرونز: وہ الیکٹرونز جو کسی ایٹم کے سب سے بیرونی شیل میں موجود ہوں۔

ہوموائٹامک مالیکیول: جب کسی مالیکیول میں ایک ہی طرح کے ایٹمز ہوں تو اسے ہوموائٹامک مالیکیول کہتے ہیں۔

ہوموجینئس مکسچر: ایسے مکسچر جن کی ترکیب یکساں ہو۔

ہیٹروائٹامک مالیکیول: جب کسی مالیکیول میں مختلف ایلیمنٹس کے ایٹمز ہوں تو اسے ہیٹروائٹامک مالیکیول کہا جاتا ہے۔

ہیٹروجینئس مکسچر: ایسے مکسچر جن کی ترکیب یکساں نہ ہو۔

انڈیکس

ا

اٹامک ریڈیس 61
اٹامک ماس یونٹ 13
اٹامک نمبر 11
الائنگ 149
الکلائن ارتھ میٹلز 162
الکلی میٹلز 162
الیکٹروپلیٹنگ 150
الیکٹروپوزیٹیویٹی 160
الیکٹروکیمیکل سیل 140
الیکٹروکیمیکل صنعتیں 145
الیکٹرون افینٹی 64
الیکٹرونک کنفگریشن 45
الیکٹرونیگیٹیویٹی 65
الیکٹرون 34،35
امپیریکل فارمولا 14
ان آرگینک کیمسٹری 3
ان سیچوریٹڈ سلوشن 115
انڈسٹریل کیمسٹری 3
انوائرنمنٹل کیمسٹری 4
اوکٹیٹ رول 70
ایبسولیوٹ ٹمپریچر سکیل 97
ایفیوژن 90
ایکوس سلوشن 113
ایلیمنٹس 6
ایلوٹروپی 106
ایمورفس ٹھوس 105
اینالیٹیکل کیمسٹری 4
اینائن 17
ایووگیڈروز نمبر 21
ایویپوریشن 99
آرگینک کیمسٹری 3
آکسیڈائزنگ ایجنٹ 138
آکسیڈیشن سٹیٹ 136
آکسیڈیشن 133
آئسوٹوپس 46

آئن 17
آئیونائزیشن انرجی 63
آئیونک بانڈ 72
آئیونک کمپاؤنڈز 81

ب
بائیوکیمسٹری 3
بوائل کا قانون 92
بوائلنگ پوائنٹ 102
بوہر کی اٹامک تھیوری 39

پ
پاسکل 91
پانگ سکیل 82
پرسنٹیج 117
پروٹون 36
پریشر 91
پولر اور نان پولر کمپاؤنڈز 82
پیریاڈک لاء 55
پیریڈز 59

ٹ
ٹرانزیشن میٹلز 58
ٹن کوٹنگ 149
ٹنڈل ایفیکٹ 125
ٹھوس حالت 104

چ
چارلس کا قانون 95

ڈ
ڈاونیز سیل 145
ڈائلیوشن آف سلوشن 120
ڈائنامک ایکوی لبریم 114
ڈائی پول، ڈائی پول انٹرایکشن 79
ڈوبرائنرز ٹرائی ایڈز 54
ڈیفیوژن 103,90
ڈینسٹی آف گیسز 91
ڈینسٹی 105,104

ر
رورفورڈ اٹامک ماڈل 37
رسٹ (کروژن) 148
رسٹنگ 147
رنڈم موشن 90،91
ریجیڈیٹی 105
ریڈکشن 133
ریڈیوسنگ ایجنٹ 138
ریلیٹیو اٹامک ماس 13

س
سب شیل 42
سپرسیچوریٹڈ سلوشن 115
سٹرونگ الیکٹرولائٹ 140
سٹینڈرڈ ایٹموسفیرک پریشر 91
سسپنشن 125
سلوشن 113
سلوشن کی اقسام 115
سمبلز 7
سولوبلیٹی 121
سولوینٹ 114
سولیوٹ 114
سیچوریٹڈ سلوشن 114

ش
شلز 42
شیلڈنگ ایفیکٹ 63
شے 5

ط
طبعی خصوصیات 5
طبعی کیمسٹری 2

ف
فارمولا ماس 16
فارمولا یونٹ 15
فری ریڈیکل 18

ق

قیراط 167

ک

کاربن ڈیٹنگ 49
کرسٹلائن ٹھوس 106
کروژن 147
کلورین[35] 47
کلورین[37] 47
کمپاؤنڈز 8
کپیسیٹی 91
کنسنٹریشن 116
کوآرڈی نیٹ کوویلنٹ بانڈ 75
کولائڈز 125
کوویلنٹ بانڈ 73
کوویلنٹ کمپاؤنڈز 81
کیتھوڈ ریز 35
کیٹائن 17
کیلون سکیل 96
کیمسٹری 2
کیمیائی خصوصیات 5
کیمیائی فارمولے 13
کیمیکل بانڈ 71
کینال ریز 36

گ

گرام اٹامک ماس 20
گرام فارمولا ماس 21
گرام مالیکیولر ماس 20
گروپس 60
گیسز 90
گیلوانائزنگ 149
گیلوانک سیل 142

ل

لانگ فارم آف پیریاڈک ٹیبل 56
لیوس سٹرکچر ڈایاگرام 75

م

مادہ 5
ماڈرن پیریاڈک ٹیبل 55
ماس نمبر 12
مائع حالت 99
میٹیلک بانڈ 77
میٹیلک کوٹنگ 149
موبیلٹی 91
مولیرٹی 118
مولیکیولر آئن 18
مولیکیولر فارمولا 15
مولیکیولر ماس 15
مولیکیولز کی اقسام 19
مول 22
میٹلز 159
میلٹنگ پوائنٹ 105
مینڈلیف پیریاڈک ٹیبل 54

ن

نان الیکٹرولائٹس 140
نان میٹلز 167
نیلسن سیل 146
نیوٹرون 37
نیوٹن 91
نیولینڈز آکٹیوز 54

و

وائٹ گولڈ 167
ویپر پریشر 100
ویک الیکٹرولائٹ 140
ویلنسی 7

ہ

ہاف سیل 143
ہائڈروجن بانڈنگ 79
ہوموجینیس مکسچر 10
ہیٹروجینیس مکسچر 10

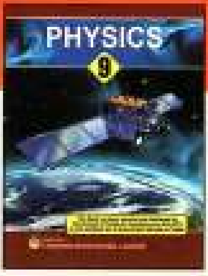
ی

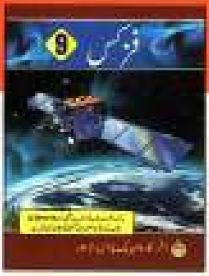
یورینیم[235] 47

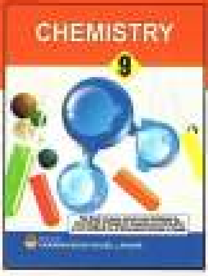
ورزش جسم کے لیے بہت ضروری ہے اس سے انسان سارا دن چست رہتا ہے۔

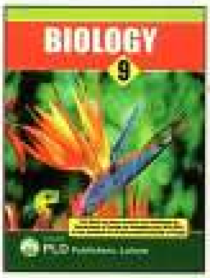
ہاتھوں اور پاؤں کی صفائی کا خاص خیال رکھیں۔ ناخنوں کو وقت پر تراشتے رہنا چاہیے تاکہ ان میں میل جمع نہ ہو۔

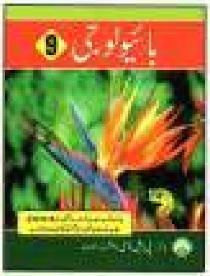
ٹیکسٹ بک ڈویلپرز گروپ، لاہور کے ممبر پبلشرز کی اصل کتب جو پنجاب کریکولم اینڈ ٹیکسٹ بک بورڈ، لاہور/وفاقی وزارت تعلیم (شعبہ نصاب سازی) اسلام آباد
بمطابق قومی نصاب ۲۰۰۶ء اور نیشنل ٹیکسٹ بک اینڈ لرننگ میٹریلز پالیسی ۲۰۰۷ء کے تحت منظور شدہ ہیں اور جن کو این او سی حاصل ہو چکے ہیں۔

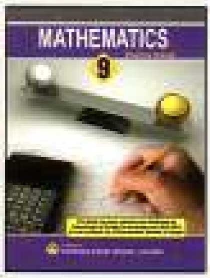


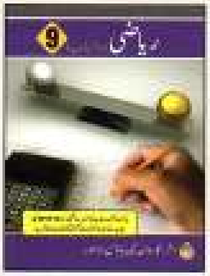


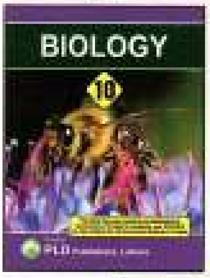


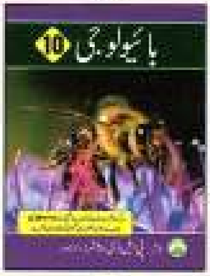


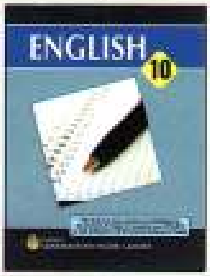


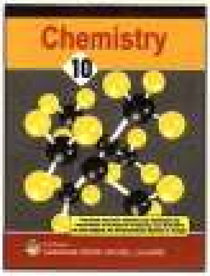


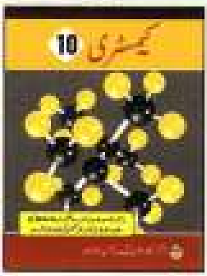












CARAVAN
BOOK HOUSE
2-Kachehri Road, Lahore (Pakistan)
Ph: 042-37122955,-37352296,-37212091
E-mail: caravanbookslhr@gmail.com
cbh.pakistan +92-3374645800 cbhpakistan cbhpakistan
www.caravanbookhouse.com.pk