4. مادّے کی پیمائش

- کیمیائی امتزاج کے قوانین
- جوہر - جسامت، کمیت، گرفت
- سالمی کمیت اور مول کا تصوّر
- اصلیے

ذرا یاد کیجیے۔

1. ڈالٹن کا جوہری نظریہ کیا ہے؟
2. مرکبات کس طرح بنتے ہیں؟
3. نمک، چونے کی کلی، پانی، چونا، چن کھڑی کے سالمی ضابطے کیا ہیں؟

آپ نے گزشتہ جماعت میں پڑھا ہے کہ عناصر کے درمیان کیمیائی تعاملات کے نتیجے میں مرکّبات تیار ہوتے ہیں۔ آپ نے یہ بھی سیکھا ہے کہ ڈالٹن کے جوہری نظریے کا ایک اہم جز یعنی مختلف عناصر کے جوہر ایک دوسرے سے جڑ کر مرکّبات کے سالمے تیار ہوتے ہیں۔

کیمیائی امتزاج کے قوانین (Laws of Chemical Combination)

کیمیائی تعاملات کے دوران اشیا کے مادّوں کی ترتیب میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ اس ضمن میں اٹھارہویں اور اُنیسویں صدی کے سائنس دانوں نے بنیادی تجربات کیے۔ تجربات کے لیے استعمال شدہ اشیا اور حاصل شدہ اشیا کی بےنقص پیمائش کی۔ ڈالٹن، تھامسن اور رودرفورڈ جیسے سائنس دانوں نے مادّوں اور جوہروں کی ترتیب کا مطالعہ کر کے کیمیائی تعاملات کے اُصول تلاش کیے۔ ڈالٹن کے جوہری نظریے اور کیمیائی تعاملات کے اُصولوں کی بنیاد پر سائنس دانوں نے مختلف مرکبات کے سالمی ضابطے لکھے۔ یہاں ہم معلوم سالمی ضابطوں کے ذریعے کیمیائی تعامل کے اُصول کی جانچ کریں گے۔

عمل کیجیے۔

آلات : مخروطی صراحی، امتحانی نلیاں، ترازو وغیرہ۔ **کیمیائی اشیا :** کیلشیم کلورائیڈ $(CaCl_2)$ ، سوڈیم سلفیٹ (Na_2SO_4) ، کیلشیم آکسائیڈ (CaO) ، پانی (H_2O)۔ (شکل 4.1 دیکھیے)

عمل 1

- ایک بڑی مخروطی صراحی میں 56 گرام کیلشیم آکسائیڈ لیجیے اور اس میں 18 گرام پانی ڈالیے۔
- کیا ہوتا ہے دیکھیے۔
- تیار شدہ نئی شے کی کمیت معلوم کیجیے۔
- کیا یکسانیت نظر آتی ہے؟ نتیجہ اخذ کیجیے۔

....

....

....

عمل 2

- کیلشیم کلورائیڈ کا محلول مخروطی صراحی میں لیجیے اور سوڈیم سلفیٹ کا محلول امتحانی نلی میں لیجیے۔
- امتحانی نلی کو دھاگے سے باندھ کر احتیاط کے ساتھ صراحی میں رکھیے۔
- ربر کارک کی مدد سے مخروطی صراحی کو ہوا بند کیجیے۔
- مخروطی صراحی کا ترازو کی مدد سے کمیت معلوم کیجیے۔
- اب مخروطی صراحی کو ترچھا کر کے امتحانی نلی کا محلول مخروطی صراحی کے محلول میں اُنڈیلیے۔
- اب دوبارہ مخروطی صراحی کی کمیت معلوم کیجیے۔

آپ کو کون سی تبدیلی نظر آئی؟ کیا کمیت میں کچھ تبدیلی دِکھائی دی؟

4.1 کیمیائی تعاملات کے اُصولوں کی جانچ

مادّے کی بقا کا قانون (Law of Conservation of Matter)

درج بالا سرگرمی میں بنیادی مادّے کی کمیت اور کیمیائی تعاملات کے نتیجے میں تیار شدہ مادّے کی کمیت یکساں ہی ہے۔ 1785 میں فرانسیسی سائنس داں آنتائین لیواژیے (Antoine Lavoisier) نے اپنی تحقیق سے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ 'کیمیائی تعاملات کے دوران مادّے کی کمیت میں اضافہ یا کمی واقع نہیں ہوتی'۔ کیمیائی تعاملات میں حصہ **لینے والی عامل اشیا** (Reactants) اور کیمیائی تعاملات کے نتیجے میں تیار ہونے والی **حاصل اشیا** (Products) کی جملہ کمیت مساوی ہوتی ہے۔ اسے **مادّے کی بقا کا قانون** کہتے ہیں۔

مستقل تناسب کا قانون (Law of Constant Proportion)

فرانسیسی سائنس داں جے۔ ایل پروسٹ (J. L. Proust) نے 1794 میں مستقل تناسب کے قانون کی بنیاد رکھی۔ ''مرکبات کے مختلف نمونوں کے بنیادی اجزا کی کمیت کا تناسب ہمیشہ مستقل رہتا ہے۔'' مثلاً کسی بھی ذرائع سے حاصل کردہ پانی کے اجزا ہائیڈروجن اور آکسیجن کی کمیت کا تناسب 8 : 1 ہوتا ہے یعنی 1 گرام ہائیڈروجن اور 8 گرام آکسیجن کے کیمیائی تعامل سے 9 گرام پانی تیار ہوتا ہے۔ اسی طرح کسی بھی ذرائع سے حاصل کردہ کاربن ڈائی آکسائیڈ میں کاربن اور آکسیجن کی کمیت کا تناسب 8 : 3 یعنی 44 گرام کاربن ڈائی آکسائیڈ میں 12 گرام کاربن اور 32 گرام آکسیجن ہوتا ہے۔

سائنس دانوں کا تعارف

آنتائین لیواژیے (1743 تا 1794)

یہ ایک فرانسیسی سائنس داں تھے۔ انھیں جدید کیمیا کا موجد کہتے ہیں۔ انھوں نے علم کیمیا کے ساتھ ساتھ علم حیاتیات اور علم معاشیات کے شعبوں میں بھی بھرپور کام کیا ہے۔

1. آکسیجن اور ہائیڈروجن گیسوں کو انھوں نے نام دیا۔
2. شے کے جلنے کے دوران مادّے کا آکسیجن کے ساتھ تعامل ہوتا ہے، اس بات کو ثابت کیا۔ (1772)
3. کیمیائی تجربات کے دوران عامل اشیا اور حاصل اشیا کی کمیت معلوم کرنے کے طریقے کا سب سے پہلے استعمال کیا۔
4. انھوں نے دریافت کیا کہ پانی ہائیڈروجن اور آکسیجن سے مل کر بنتا ہے۔
5. کیمیائی تعاملات کے دوران کمیت مستقل رہتی ہے۔ اس اُصول پر پہلی بار انھوں نے ہی لکھا۔
6. مرکبات کو مناسب طریقے سے نام دیا۔ مثلاً سلفیورک ایسڈ، کاپر سلفیٹ وغیرہ۔
7. 1789 میں جدید علم کیمیا کی پہلی کتاب لکھی جس کا نام تھا Elementary Treatise on Chemistry

مستقل تناسب کے قانون کی جانچ

کئی مرکبات مختلف طریقوں سے بنائے جاسکتے ہیں مثلاً کاپر کاربونیٹ $CuCO_3$ کے تجزیے اور کاپر نائٹریٹ $Cu(NO_3)_2$ کے تجزیے کے نتیجے میں کاپر آکسائیڈ CuO اس مرکب کے دونمونے حاصل ہوئے۔ان دونوں نمونوں میں ہر ایک سے 8 گرام کاپر آکسائیڈ لیا گیا اور علیحدہ طور پر ہائیڈروجن گیس کے ساتھ تعامل کیا گیا۔دونوں میں ہر ایک سے 6.4 گرام تانبا اور 1.8 گرام پانی حاصل ہوا۔آیئے دیکھیں کہ اس مثال سے مستقل تناسب کا قانون کس طرح ثابت ہوتا ہے۔

کاپر آکسائیڈ کا ہائیڈروجن کے ساتھ تعامل ہوکر پانی جیسے مرکب اور عنصر تانبا ایسے دو معلوم مادّے تیار ہوئے۔ہمیں معلوم ہے کہ ان میں پانی H_2O اس مرکب میں H اور O عناصر 8 : 1 اس کمیت کے تناسب میں ہوتے ہیں۔یعنی 9 گرام پانی میں 8 گرام آکسیجن عنصر ہوتا ہے۔اس لیے 1.8 گرام پانی میں $1.8 \times \frac{8}{9} = 1.6$ گرام آکسیجن ہوتا ہے۔یہ آکسیجن 8 گرام کاپر آکسائیڈ سے حاصل ہوا ہے۔اس کا مطلب ہوا کہ کاپر آکسائیڈ کے دونوں نمونوں میں ہر ایک 8 گرام مقدار میں 6.4 گرام تانبا اور 1.6 گرام آکسیجن موجود ہے۔اور اس میں کاپر اور آکسیجن کی کمیت کے تناسب 1.6 : 6.4 یعنی 1 : 4 ہے۔اسی لیے مادّے کے دو مختلف نمونوں کے اجزا کی کمیت کا تناسب مستقل ہوتا ہے۔یہ اس تجربے سے واضح ہوتا ہے۔

اب کاپر آکسائیڈ CuO کے سالمی ضابطے کے ذریعے بنیادی اجزا کی متوقع کمیت کا تناسب کتنا ہوگا دیکھتے ہیں۔اس کے لیے عناصر کے معلوم جوہری وزن کا استعمال کرنا ہوگا۔Cu اور O کی جوہری کمیت بالترتیب 63.5 اور 16 ہے۔یعنی CuO سالمے میں Cu اور O ان بنیادی عناصر کا جوہری کمیتی تناسب 16 : 63.5 یعنی 1 : 3.968 جو اندازاً 1 : 4 ہے۔

تجربے سے حاصل شدہ بنیادی اجزا کا کمیتی تناسب سالمی وزن کے ذریعے معلوم کیے گئے تناسب کے مساوی دکھائی دیتا ہے یعنی مستقل تناسب کے قانون کی جانچ کی گئی۔

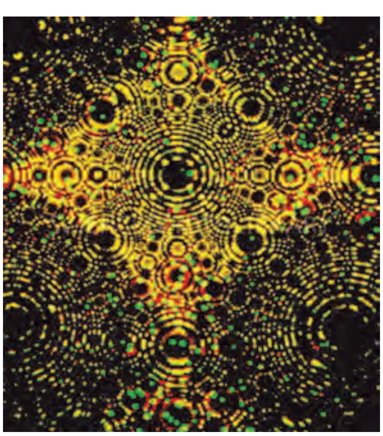
جوہر (Atom) : جسامت، کمیت، گرفت (Size, Mass and Valency)

ذرا یاد کیجیے۔

1. جوہر کی اندرونی ساخت ہوتی ہے۔یہ کون سے تجربے سے ظاہر ہوا؟ کب؟
2. جوہر کے کون سے دو حصے ہوتے ہیں؟ وہ کس شے سے بنے ہوئے ہوتے ہیں؟

آپ نے پچھلی جماعت میں دیکھا ہے کہ جوہر کے درمیانی حصے میں مرکزہ پایا جاتا ہے اور مرکزے کے بیرونی حصے میں الیکٹرون گردش کرتے یہ منفی باردار ذرّات ہوتے ہیں۔مرکزے میں مثبت باردار پروٹون اور غیر باردار نیوٹرون بنیادی ذرّات ہوتے ہیں۔بازو میں دی گئی شکل میں فیلڈ آین خُردبین کی مدد سے حاصل کی گئی جوہر کی تصویر دیکھیے۔

جوہر کی جسامت اس کے نصف قطر کے مطابق ہوتی ہے۔علیحدہ جوہر میں جوہر کا نصف قطر جوہر کے مرکزے اور انتہائی بیرونی مدار کے درمیان کا فاصلہ ہوتا ہے۔جوہر کے نصف قطر کی پیمائش نینومیٹر میں (ظاہر) کی جاتی ہے۔



4.2 اِیریڈیم کے جوہر کا عکس

جوہر کی اندازاً جسامت

مثالیں	جوہر کا نصف قطر (میٹر میں)
ہائیڈروجن کا جوہر	10^{-10}
پانی کا سالمہ	10^{-9}
ہیموگلوبن کا سالمہ	10^{-8}

$\frac{1}{10^9}$ m = 1nm

1m = 10^9 nm.

جوہر انتہائی مہین ہوتے ہیں۔ الیکٹرونی خردبین، فیلڈ آین خردبین، اسکینگ ٹنیلنگ خردبین جیسے جدید ترین آلات میں جوہر کی بڑی تصویر دِکھانے کی طاقت ہوتی ہے۔ شکل 4.2 میں فیلڈ آین خردبین کے ذریعے حاصل کردہ جوہر کا عکس بتایا گیا ہے۔

جوہر کی جسامت کا انحصار اس میں موجود الیکٹرون کے مداروں کی تعداد پر ہوتا ہے۔ مدار کی تعداد جتنی زیادہ ہوگی جسامت اُتنی زیادہ ہوگی۔ مثال : Na کے جوہر کے مقابلے میں K کا جوہر بڑا ہوتا ہے۔ اگر دو جوہروں کے انتہائی بیرونی مداروں کی تعداد یکساں ہو تب جس جوہر کے انتہائی بیرونی مدار میں زیادہ الیکٹرون ہوتے ہیں اس کی جسامت انتہائی بیرونی مدار میں کم الیکٹرون پائے جانے والے جوہروں کے مقابل چھوٹی ہوتی ہے۔ مثال : Na کے جوہر کے مقابل Mg کا جوہر چھوٹا ہوتا ہے۔

جوہر کی کمیت (Mass of Atom)

جوہر کی کمیت اس کے مرکزے میں مرکوز ہوتی ہے جو اس میں موجود پروٹون (p) اور نیوٹرون (n) کی وجہ سے ہوتی ہے۔ جوہر کے مرکزے میں پائے جانے والے پروٹون اور نیوٹرون کی کل تعداد کو جوہری کمیتی عدد (Atomic Mass Number) ، A کہا جاتا ہے۔ پروٹون اور نیوٹرون کو مجموعی طور پر مرکزے کے بنیادی ذرّات (Nucleons) کہا جاتا ہے۔

جوہر انتہائی مہین ذرّہ ہوتا ہے۔ تب اس کی کمیت کس طرح معلوم کی جائے؟ یہ سوال سائنس دانوں کے سامنے بھی تھا۔ اُنیسویں صدی کے سائنس دانوں کے لیے جوہر کی کمیت صحیح طور پر معلوم کرنا ممکن نہ ہونے کی وجہ سے 'جوہر کی نسبتی کمیت' کا تصوّر سامنے آیا۔ جوہر کی نسبتی کمیت کی پیائش کے لیے ایک نمونہ جوہر کی ضرورت تھی۔ ہائیڈروجن کا جوہر سب سے ہلکا ہونے کی وجہ سے ابتدائی زمانے میں ہائیڈروجن کے جوہر کا نمونہ جوہر کے طور پر انتخاب ہوا جس کے مرکزے میں صرف ایک پروٹون ہے۔ ایسے ہائیڈروجن کے جوہر کی موازناتی کمیت ایک (1) اس طرح قبول کیا گیا۔ اس لیے نسبتی جوہر کی جوہری کمیت کی قیمت جوہری کمیت ، A کے برابر ہوئی۔

ہائیڈروجن کے نسبتی جوہر کی کمیت ایک (1) رکھنے پر نائٹروجن کے جوہر کی کمیت کس طرح طے کی جائے گی؟

نائٹروجن کے ایک جوہر کی کمیت ہائیڈروجن کے ایک جوہر کے چودہ (14) گنا ہوتی ہے۔ اس لیے نائٹروجن جوہر کی نسبتی کمیت 14 ہے۔ اس کے مطابق مختلف عناصر کی نسبتی جوہری کمیت طے کی گئی ہے۔ اس پیائشی طریقے میں کئی عناصر کی نسبتی جوہری کمیتیں عشری اعداد میں طے کی گئیں۔ اس لیے وقت کے ساتھ ساتھ دیگر کئی جوہروں کا نمونہ جوہر کے طور پر انتخاب ہوا۔ بالآخر 1961 میں کاربن کے جوہر کو نمونہ جوہر کے طور پر منتخب کیا گیا۔ اس طریقے میں کاربن کے ایک جوہر کی نسبتی جوہری کمیت 12 تسلیم کی گئی۔ کاربن کے جوہر کے مقابلے ہائیڈروجن کے ایک جوہر کی نسبتی جوہری کمیت $\frac{1}{12} \times 12$ یعنی 1 ہوتی ہے۔ جوہروں کی نسبتی جوہری کمیت کی پٹی پر ایک پروٹون اور ایک نیوٹرون کی کمیت اندازاً ایک (1) ہوتی ہے۔

چند عناصر اور ان کی نسبتی جوہری کمیت درج ذیل جدول میں دی گئی ہے جبکہ چند عناصر کی جوہری کمیت آپ معلوم کیجیے۔

تلاش کیجیے۔

عناصر	جوہری کمیت	عناصر	جوہری کمیت	عناصر	جوہری کمیت	عناصر	جوہری کمیت
ہائیڈروجن	1	کاربن	12	سوڈیم		سلفر (گندھک)	32
ہیلیم	4	نائٹروجن	14	میگنیشیم	24	کلورین	35.5
لیتھیم	7	آکسیجن		ایلومینیم		آرگان	
بیریلیم	9	فلورین	19	سلیکان	28	پوٹاشیم	
بوران	11	نیان	20	فاسفورس		کیلشیم	40

آج کے زمانے میں جوہر کی کمیت کی راست پیمائش کرنے کے بے نقص طریقے ایجاد ہو چکے ہیں۔ اس لیے جوہر کی کمیت کے لیے نسبتی کمیت کے علاوہ **متحدہ کمیت** (Unified Mass) اکائی کو قبول کیا گیا ہے۔ اس اکائی کو 'ڈالٹن' کہتے ہیں۔ اس کے لیے u علامت کا استعمال کیا جاتا ہے۔ $1u = 1.66053904 \times 10^{-27}$ kg

عناصر کی کیمیائی علامتیں (Chemical Symbols of Elements)

بتائیے تو بھلا!

1. علم کیمیا میں کسی عنصر کو کس طرح ظاہر کرتے ہیں؟
2. آپ کو معلوم چند عناصر کی علامتیں لکھیے۔
3. اینٹی منی، لوہا، سونا، چاندی، پارہ، سیسہ، سوڈیم کی علامتیں لکھیے۔

ڈالٹن نے عناصر کو علامتیں دینے کے لیے مخصوص نشانیوں کا استعمال کیا تھا جیسے ہائیڈروجن کے لیے ⊙ جبکہ تانبا عنصر کے لیے ©۔ آج ہم IUPAC یعنی (International Union of Pure and Applied Chemistry) کی طے کردہ علامتیں استعمال کرتے ہیں۔ یہ منظور شدہ نام اور علامتیں ہیں جو دنیا بھر میں استعمال کی جاتی ہیں۔ موجودہ کیمیائی علامتوں کا طریقہ برزیلئس کے دریافت کردہ طریقے پر منحصر ہے۔ اس کے مطابق عنصر کی علامت اُس کے نام کے پہلے حرف اور پہلے یا دوسرے یا دیگر مخصوص حروف ہوتے ہیں۔ دو حروف میں سے پہلا حرف انگریزی کا کیپٹل اور دوسرا حرف انگریزی کے چھوٹے حرف میں لکھا جاتا ہے۔

عناصر اور مرکبات کے سالمات (Molecules of Elements and Compounds)

بعض عناصر کے جوہر آزاد وجود رکھتے ہیں مثلاً ہیلیم، نیون۔ یعنی یہ عناصر یک جوہری سالمے کی شکل میں ہوتے ہیں۔ بعض اوقات عناصر کے دو یا زیادہ جوہروں کے تعامل سے ان عناصر کے سالمے تیار ہوتے ہیں۔ ایسے عناصر کثیر جوہری سالمے کی شکل میں ہوتے ہیں۔ مثلاً آکسیجن، نائٹروجن یہ عناصر دو جوہری سالمی حالت میں O_2 ، N_2 اس طرح ہوتے ہیں۔ جب مختلف عناصر کے جوہر ایک دوسرے سے تعامل کرتے ہیں تب مرکبات کے سالمے تیار ہوتے ہیں۔ یعنی عناصر میں کیمیائی کشش کی وجہ سے مرکبات بنتے ہیں۔

فہرست بنائیے اور گفتگو کیجیے۔ یک جوہری اور دو جوہری سالمی حالت میں پائے جانے والے عناصر کی فہرست بنائیے۔

سالمی کمیت اور مول کا تصوّر (Molecular Mass and Mole Concept)

سالمی کمیت

کسی مادّے کی سالمی کمیت یعنی اس مادّے کے ایک سالمے میں موجود تمام جوہروں کی جوہری کمیتوں کا مجموعہ ہوتی ہے۔ (جوہری کمیت کی طرح سالمی کمیت کو بھی ڈالٹن (u) اکائی سے ظاہر کرتے ہیں۔)

H_2O کی سالمی کمیت کس طرح معلوم کی جاسکتی ہے؟

سالمہ	بنیادی عناصر	جوہری کمیت u	سالمے میں جوہروں کی تعداد	جوہری کمیت × جوہروں کی تعداد	اجزا کی کمیت u
H_2O	ہائیڈروجن	1	2	1 × 2	2
	آکسیجن	16	1	16 × 1	16
اجزا کے جوہری کمیت کا مجموعہ = سالمی کمیت 1 × (O کی جوہری کمیت) + 2 × (H کی جوہری کمیت) = H_2O کی سالمی کمیت →					سالمی کمیت 18

آیئے، دماغ پرزور دیں۔ ذیل میں چند عناصر کی جوہری کمیتیں ڈالٹن اکائی میں دی ہوئی ہیں اور چند مرکبات کے سالمی ضابطے دیے ہوئے ہیں۔ ان مرکبات کی سالمی کمیت معلوم کیجیے۔

جوہری کمیت ← H (1)، O (16)، N (14)، C (12)، K (39)، S (32)، Ca (40)، Na (23)، Cl (35.5)، Mg (24)، Al (27)

سالمی ضابطے ← $NaCl$، $MgCl_2$، KNO_3، H_2O_2، $AlCl_3$، $Ca(OH)_2$، MgO، H_2SO_4، HNO_3، $NaOH$

مول (Mole)

عمل کیجیے۔

1. ترازو میں توردال، مسوردال، چنادال میں ہر ایک کے ایک دانے کی کمیت معلوم کیجیے۔ آپ کو کیا تجربہ ہوا؟
2. توردال، مسوردال، چنادال کے ہر ایک کے 10 گرام کی کمیت اور ان دانوں کی تعداد معلوم کیجیے۔ ہر ایک کی تعداد ایک جیسی ہے یا مختلف؟
3. کاغذ پر ایک خاکہ بنایئے۔ اسے رنگ دینے کے لیے ہر لکیر پر سلسلہ وار تور، مسور اور چنا دال گن کر چسپاں کیجیے۔ تصویر مکمل کر کے تور دال، مسوردال اور چنادال کتنے گرام استعمال ہوئی ہے، معلوم کیجیے۔ دال کے دانوں کی تعداد درجن میں معلوم کیجیے۔
4. مساوی تعداد کی دالوں کی کمیت اور مساوی کمیت کی دالوں کے دانوں کی تعداد سے متعلق آپ نے کیا نتیجہ اخذ کیا؟

غور کیجیے۔ ایک ایکڑ زمین میں بوائی کے لیے گیہوں، جوار اور باجرہ کے کتنے بیج درکار ہوں گے؟ اس لحاظ سے اس کمیت کا ہر اناج کے دانوں کی تعداد میں کیا تعلق ہوسکتا ہے؟

بتایئے تو بھلا!

1. کیا ترازو کی مدد سے کسی بھی مادّے کے ایک سالمے کی کمیت معلوم کرنا ممکن ہے؟
2. کیا مختلف مادّوں کے یکساں کمیت والی مقدار میں ان مادّوں کے سالموں کی تعداد یکساں ہوگی؟
3. مختلف مادّوں کے سالمے یکساں مقدار میں لینا ہو تو ان مادّوں کے یکساں کمیت کی مقدار لینے سے کام بن سکتا ہے؟

عناصر اور مرکبات جب کیمیائی تعاملات میں حصہ لیتے ہیں تب ان کے جوہر اور سالموں کے درمیان تعامل ہوتا ہے۔ اس لیے ان کے جوہر اور سالموں کی تعداد معلوم ہونی چاہیے۔ لیکن کیمیائی تعاملات کرتے وقت جوہر اور سالموں کی پیمائش کی بجائے آسانی سے پیمائش کی جاسکے ایسی مقدار گن کر لینا آسان ہوتا ہے۔ اس کے لیے مول تصور کا استعمال ہوتا ہے۔

مول مادّہ کی ایسی مقدار ہوتی ہے جس میں مادّہ کی گرام میں کمیت اس مادّے کے سالمی کمیت کی ڈالٹن قیمت کے مساوی ہوتی ہے۔ جس طرح آکسیجن کی سالمی کمیت 32 ہے۔ 32 گرام آکسیجن یعنی 1 مول آکسیجن ہوتی ہے۔ پانی کی سالمی کمیت 18 ہے اس لیے 18 گرام پانی یعنی 1 مول پانی ہوتا ہے۔

مرکب کا ایک مول یعنی مرکب کے سالمی کمیت کے برابر قیمت والی گرام میں کمیت ہوتی ہے۔
مول (mol) یہ SI اکائی ہے۔

$$\text{مادّے کے مول کی تعداد } (n) = \frac{\text{مادّے کی گرام میں کمیت}}{\text{مادّے کی سالمی کمیت}}$$

ایواگیڈروکاعدد (Avagadro's Number)

کسی بھی مادّے کی ایک مول مقدار میں سالموں کی تعداد محدود ہوتی ہے۔اٹلی کے سائنس داں ایواگیڈرو نے اس ضمن میں بنیادی تحقیق کی ہے۔اس لیے اس تعداد کو'ایواگیڈروعدد' کہتے ہیں اوراسے N_A اس علامت سے ظاہر کرتے ہیں۔آگے چل کر سائنس دانوں نے مختلف تجربات کی روشنی میں ایواگیڈروعدد کی قیمت 6.022×10^{23} معلوم کی۔کسی بھی مادّے کا ایک مول یعنی 6.022×10^{23} سالمے۔جس طرح 1 درجن یعنی 12 ،ایک صدی یعنی 100 ،ایک گراس یعنی 144 اسی طرح 1 مول یعنی 6.022×10^{23} ۔ مثلاً 1 مول پانی یعنی 18 گرام پانی تب اس میں پانی کے 6.022×10^{23} سالمے ہوتے ہیں۔

66 گرام CO_2 میں کتنے سالمے ہوں گے؟

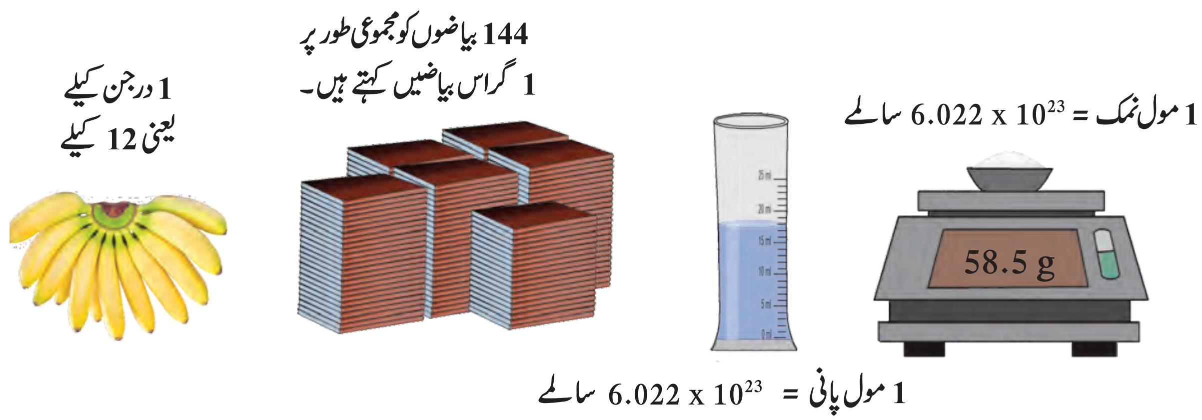
حل: کاربن ڈائی آکسائیڈ (CO_2) کی سالمی کمیت 44 ہے۔

CO_2 میں مول کی تعداد (n) = CO_2 کی گرام میں کمیت / CO_2 کی سالمی کمیت = $\frac{66}{44}$

$\therefore$ n = 1.5 (مول)(mol)

$\therefore$ 1 مول CO_2 میں 6.022×10^{23} سالمے ہوتے ہیں۔

$\therefore$ 1.5 مول CO_2 میں $1.5 \times 6.022 \times 10^{23}$ سالمے = 9.033×10^{23} سالمے ہوتے ہیں۔



4.3 : ایک (1) مول (ایواگیڈروعدد)

اسے ہمیشہ ذہن میں رکھیں۔

1. کسی مادّے کی دی ہوئی مقدار میں سالموں کی تعداد اس مادّے کی سالمی کمیت سے طے کی جاتی ہے۔
2. مختلف مادّوں کے یکساں کمیت کی مقدار میں سالموں کی تعداد مختلف ہوتی ہے۔
3. مختلف مادّوں کے 1 مول مقدار کی گرام میں کمیت مختلف ہوتی ہے۔

آئیے، دماغ پر زور دیں۔

1. 36 گرام پانی میں پانی کے کتنے سالمے ہوں گے؟
2. 49 گرام سلفیورک ایسڈ H_2SO_4 میں H_2SO_4 کے کتنے سالمے ہوں گے؟

گرفت (Valency)

ذرا یاد کیجیے۔

1. H_2، HCl، H_2O اور NaCl ان سالمی ضابطوں پر سے H، Cl، O اور Na اِن عناصر کی گرفت طے کیجیے۔
2. NaCl، $MgCl_2$ ان مرکبات میں کس قسم کی کیمیائی بندش ہے؟

عناصر کی مرکبات بنانے کی استعداد کو گرفت کہتے ہیں۔ عناصر کی گرفت کو مخصوص عدد سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یہ عدد اُس عنصر کے ایک جوہر نے دیگر جوہروں کے ساتھ بنائی ہوئی کیمیائی بندشوں کی تعداد ہوتی ہے۔ 18 ویں اور 19 ویں صدی میں عناصر کی گرفت سمجھنے کے لیے کیمیائی مرکبات کے اُصولوں کا استعمال ہوتا تھا۔ بیسویں صدی میں عناصر کی گرفت کا اس کے الیکٹرونی تشکیل کے ساتھ تعلق سامنے آیا۔

الیکٹرونی تشکیل → سوڈیم جوہر (Na) (2, 8, 1) $\xrightarrow{-1e^-}$ Na^+ سوڈیم آین (2, 8)

الیکٹرونی تشکیل کلورین جوہر (Cl) (2, 8, 7) $\xrightarrow{+1e^-}$ Cl^- کلورائیڈ آین (2, 8, 8)

$Na^+ + Cl^- \longrightarrow$ NaCl (سوڈیم کلورائیڈ)

سوڈیم کا ایک جوہر ایک الیکٹرون کلورین کے جوہر کو دیتا ہے تو سوڈیم کا مثبت آین تیار ہوتا ہے۔ اس لیے سوڈیم کی گرفت 1 ہے۔ کلورین کا جوہر ایک الیکٹرون حاصل کرتا ہے تو کلورین کا منفی آین (کلورائیڈ) تیار ہوتا ہے۔ اس لیے کلورین کی گرفت 1 ہے۔ آین میں ہر ایک پر ایک ایک مخالف برقی بار کے درمیان کشش کی وجہ سے Na^+ اور Cl^- میں ایک کیمیائی بندش بن کر NaCl تیار ہوتا ہے۔

اس طرح سوڈیم جوہر کی استعداد ایک الیکٹرون دینے کی اور کلورین جوہر کی استعداد ایک الیکٹرون حاصل کرنے کی ہے۔ یعنی سوڈیم اور کلورین دونوں عناصر کی گرفت 1 ہے۔

آینی بندش بنتے وقت عنصر کا جوہر جتنے الیکٹرون کھوتا ہے یا حاصل کرتا ہے وہ تعداد اس عنصر کی گرفت ہوتی ہے۔

سائنسی شیشی :
مثبت بار والے آین کو کیٹائن (مثبت آین) اور منفی بار والے آین کو اینائن (منفی آین) کہتے ہیں۔ مثال : $MgCl_2$ میں Mg^{++}، Cl^- اس طرح مثبت اور منفی آین ہوتے ہیں۔
عناصر کے انتہائی بیرونی مدار میں پائے جانے والے الیکٹرون کو گرفتی الیکٹرون کہتے ہیں۔

آئیے، دماغ پر زور دیں۔

$MgCl_2$ اور CaO یہ مرکبات عناصر کے ذریعے کس طرح تیار ہوں گے؟

اداروں کے کام : قومی کیمیائی تجربہ گاہ، پونہ (National Chemical Laboratory, Pune)
علم کیمیا کے مختلف شعبوں میں تحقیق کرنا، تجارت کو فروغ دینا اور ملک کے قدرتی وسائل کے فائدہ مند استعمال کی غرض سے نئی تکنیک کو ترقی دینا ان مقاصد کو مدنظر رکھتے ہوئے CSIR کے ایک شعبے کے طور پر اس تجربہ گاہ کا قیام 1950 میں ہوا۔ حیاتی ٹکنالوجی، نینوٹکنالوجی، تماسی عمل (Catalysis)، ادویات، آلات، زراعتی کیمیائی مادّے، نباتی بافتوں کا تحفظ اور پالیمر سائنس (Polymer Science) جیسے مختلف ضمنی شعبوں میں تحقیقی سرگرمیاں اس تجربہ گاہ کے ذریعے عمل میں لائی جاتی ہیں۔

دیے جانے والے یا حاصل کیے جانے والے الیکٹرون کی تعداد ہمیشہ مکمل عدد ہوتی ہے۔ اس لیے گرفت ہمیشہ مکمل عدد ہی ہوتی ہے۔

ذیل کی جدول کو مکمل کیجیے۔

عناصر	جوہری عدد	الیکٹرونی تشکیل	گرفتی الیکٹرون	گرفت
ہائیڈروجن	1	1	1	1
ہیلیم	2	2	2	0
لیتھیم		(2, 1)		
بیریلیم	4			2
بورون	5	(2, 3)		
کاربن		(2, 4)	4	
نائٹروجن	7			3
آکسیجن		(2, 6)	6	
فلورین	9		7	
نیون	10			
سوڈیم		(2, 8, 1)	1	1
میگنیشیم	12		2	
ایلومینیم	13	(2, 8, 3)		
سلیکان	14		4	

ایک سے زائد گرفت ظاہر کرنے والے چند عناصر

عناصر	علامت	گرفتیں	آئن	نام
تانبا	Cu	1 اور 2	Cu^{+} Cu^{2+}	کیوپرس کیوپرک
پارہ	Hg	1 اور 2	Hg^{+} Hg^{2+}	مرکیورس مرکیورک
لوہا	Fe	2 اور 3	Fe^{2+} Fe^{3+}	فیرس فیرک

ایک سے زائد گرفت

مختلف حالات میں بعض عناصر کے جوہر مختلف تعداد میں الیکٹرون کھوتے ہیں یا حاصل کرتے ہیں۔ ایسے وقت وہ عناصر ایک سے زائد گرفت ظاہر کرتے ہیں۔

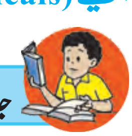
اسے ہمیشہ ذہن میں رکھیں۔

لوہا (آئرن) 2 اور 3 مختلف گرفتیں ظاہر کرتا ہے۔ اس لیے کلورین کے ساتھ $FeCl_2$ اور $FeCl_3$ جیسے دو مرکبات تیار ہوتے ہیں۔

تلاش کیجیے۔

1. ایک سے زائد گرفتیں رکھنے والے چند عناصر معلوم کیجیے۔
2. اوپر کے لحاظ سے ایک سے زائد گرفتیں رکھنے والے عناصر کے مرکبات معلوم کیجیے۔

اصلیے (Radicals)



جدول مکمل کیجیے۔

ذیل کی جدول میں مرکبات سے حاصل ہونے والے کیٹائن اور اینائن لکھیے۔

اساس	کیٹائن	اینائن	تیزاب	کیٹائن	اینائن
NaOH			HCl		
KOH			HBr		
$Ca(OH)_2$			HNO_3		

آینی بندش والے مرکبات کے دو حصے ہوتے ہیں؛ کیٹا ین (مثبت باردار آین) اور اینا ین (منفی باردار آین)۔ دونوں آین آزادانہ طور پر کیمیائی تعاملات میں حصہ لیتے ہیں۔ اس لیے انھیں اصلیے کہتے ہیں۔ کیٹا ین اصلیے کی جوڑی ہائیڈروآکسائیڈ اس اینا ین اصلیے کے ساتھ بننے پر مختلف اساس تیار ہوتے ہیں جیسے NaOH، KOH ۔ اس لیے کیٹا ین اصلیوں کو اساسی اصلیے کہتے ہیں۔ مختلف اساسوں کے درمیان کا فرق ان اساسی اصلیوں کی وجہ سے واضح ہوتا ہے۔ اس کے برعکس اینا ین اصلیے کی جوڑی ہائیڈروجن آین اس کیٹا ین اصلیے کے ساتھ بننے پر مختلف تیزاب تیار ہوتے ہیں، جیسے HCl، HBr ۔ اس لیے اینا ین اصلیوں کو تیزابی اصلیے کہتے ہیں۔ مختلف تیزابوں کے درمیان کا فرق ان تیزابی اصلیوں کی وجہ سے واضح وہتا ہے۔

بتائیے تو بھلا!

ذیل کے اصلیوں میں تیزابی اور اساسی اصلیے کون کون سے ہیں؟

Ag^+, Cu^{2+}, Cl^-, I^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+}, Ca^{2+}, NO_3^-, S^{2-}, NH_4^+, K^+, MnO_4^-, Na^+

عام طور پر اساسی اصلیے دھاتوں کے جوہر میں سے الیکٹرون علیحدہ کرنے پر تیار ہوتے ہیں۔ جیسے Na^+ ، Cu^{2+} لیکن اس میں کچھ استثناءات ہوتے ہیں مثلاً NH_4^+، اسی طرح تیزابی اصلیے عام طور پر ادھاتوں کے جوہر میں الیکٹرون کا اضافہ کرنے پر تیار ہوتے ہیں جیسے S^{2-}، Cl^-۔ لیکن اس میں کچھ استثناءات ہوتے ہیں مثلاً : MnO_4^-۔

آئیے، دماغ پر زور دیں۔

ذیل کے اصلیوں کے دو گروہ میں جماعت بندی کیجیے۔ جماعت بندی کرتے وقت ان پر موجود برقی بار کی علامت کے علاوہ دیگر پیمانے کا استعمال کیجیے۔

Ag^+, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{2+}, ClO_3^-, NH_4^+, Br^-, NO_3^-

ایک ہی جوہر رکھنے والے اصلیے سادہ اصلیے کہلاتے ہیں۔ مثلاً Na^+، Cu^+، Cl^-۔

جب کوئی اصیلہ باردار جوہروں کا مجموعہ ہوتا ہے تب اسے مرکب اصیلہ کہتے ہیں، مثلاً SO_4^{2-}، NH_4^+ اصلیوں پر موجود برقی بار کی تعداد اُس اصلیے کی گرفت ہوتی ہے۔

مرکبات کے کیمیائی ضابطے - ایک جائزہ

آینی بندش سے تیار ہونے والے مرکبات کی یہ خصوصیت ہوتی ہے کہ ان کے سالمے میں کیٹا ین اور اینا ین دو حصے ہوتے ہیں۔ یعنی اساسی اور تیزابی اصلیے ۔ دونوں حصے مختلف برقی باردار ہوتے ہیں۔ ان کے درمیان کی قوتِ کشش دراصل آینی بندش ہوتی ہے۔ آینی مرکبات کے نام میں دو لفظ ہوتے ہیں۔ پہلا لفظ کیٹا ین کا نام ہوتا ہے جبکہ دوسرا لفظ اینا ین کا نام ہوتا ہے۔ مثلاً سوڈیم کلورائیڈ جیسے مرکب کا کیمیائی ضابطہ لکھتے وقت کیٹا ین کی علامت بائیں جانب اور اس سے منسلک دائیں جانب اینا ین کی علامت لکھی جاتی ہے۔ سالمی ضابطہ لکھتے وقت آینوں پر برقی بار ظاہر نہیں کیا جاتا۔ لیکن اُن آینوں کی تعداد علامتوں کے دائیں جانب قاعدے میں لکھی جاتی ہے۔ مرکب اصلیے کی تعداد 2 یا زیادہ رہنے پر اصلیے کی علامت قوس میں لکھ کر تعداد قوس کے باہر لکھی جاتی ہے۔ گرفتوں کی ترچھی ضرب کے طریقے میں یہ تعداد حاصل کرنا آسان ہوتا ہے۔ مثلاً سوڈیم سلفیٹ اس مرکب کا کیمیائی ضابطہ لکھنے کے مرحلے اگلے صفحے پر ہیں۔

اطلاعاتی مواصلاتی تکنالوجی سے تعلق

مادّے کی پیمائش اور دیگر معلومات کے مطالعے کے لیے بازو دیے گئے ویب سائٹس کی مدد لیجیے۔

عناصر کی جوہری کمیت، الیکٹرونی تشکیل اور گرفتوں سے متعلق اسپریڈ شیٹ تیار کیجیے۔

ویب سائٹس

www.organic.chemistry.org
www.masterorganicchemistry.com
www.rsc.org.learnchemistry

مرحلہ 1 : اصلیوں کی علامت لکھنا (اساسی اصلیہ بائیں جانب)

Na SO$_4$

مرحلہ 2 : علامتوں کے نیچے ان کی گرفت لکھیے۔

Na SO$_4$

1 2

مرحلہ 3 : اصلیوں کی تعداد حاصل کرنے کے لیے تیر کے نشان کے مطابق ترچھی ضرب کیجیے۔

Na ↖ ↗ SO$_4$

1 ↗ ↖ 2

مرحلہ 4 : مرکب کا سالمی ضابطہ لکھنا۔

Na_2SO_4

مختلف مرکبات کے کیمیائی ضابطے لکھنے کے لیے ان کے اصلیوں کی علامت معلوم ہونا ضروری ہے۔ ذیل کی جدول میں ہمیشہ استعمال ہونے والے اصلیے، ان کی علامتیں برقی بار کے ساتھ دی ہوئی ہیں۔

آین/اصلیے

اساسی اصلیے				تیزابی اصلیے			
H^+	ہائیڈروجن	Al^{3+}	ایلومینیم	H^-	ہائیڈرائیڈ	MnO_4^-	پرمینگنیٹ
Na^+	سوڈیم	Cr^{3+}	کرومیم	F^-	فلورائیڈ	ClO_3^-	کلوریٹ
K^+	پوٹاشیم	Fe^{3+}	فیرک	Cl^-	کلورائیڈ	BrO_3^-	برومیٹ
Ag^+	چاندی	Au^{3+}	سونا	Br^-	برومائیڈ	IO_3^-	آیوڈیٹ
Cu^+	کیوپرس	Sn^{4+}	اسٹانک	I^-	آیوڈائیڈ	CO_3^{2-}	کاربونیٹ
Hg^+	مرکیورس	NH_4^+	امونیم	O^{2-}	آکسائیڈ	SO_4^{2-}	سلفیٹ
Mg^{2+}	میگنیشیم			S^{2-}	سلفائیڈ	SO_3^{2-}	سلفائٹ
Cu^{2+}	کیوپرک/کاپر			N^{3-}	نائٹرائیڈ	CrO_4^{2-}	کرومیٹ
Ca^{2+}	کیلشیم					$Cr_2O_7^{2-}$	ڈائکرومیٹ
Ni^{2+}	نکل			OH^-	ہائیڈروآکسائڈ	PO_4^{3-}	فاسفیٹ
Co^{2+}	کوبالٹ			NO_3^-	نائٹریٹ		
Hg^{2+}	مرکیورک			NO_2^-	نائٹرائٹ		
Mn^{2+}	مینگنیز			HCO_3^-	بائے کاربونیٹ		
Fe^{2+}	فیرس (آئرن II)			HSO_4^-	بائے سلفیٹ		
Sn^{2+}	اسٹینس			HSO_3^-	بائے سلفائٹ		
Pt^{2+}	پلاٹینم						

کتاب میری دوست : Essentials of Chemistry, The Encyclopedia of Chemistry، سائنس اور ٹیکنالوجی لغت

آئیے، دماغ پر زور دیں۔ آین/ اصلیے اس جدول اور ترچھی ضرب کے طریقے کا استعمال کر کے درج ذیل مرکبات کے کیمیائی ضابطے تیار کیجیے۔

کیلشیم کاربونیٹ، سوڈیم بائے کاربونیٹ، سلور کلورائڈ، میگنیشیم آکسائیڈ، کیلشیم ہائیڈروآکسائڈ، امونیم فاسفیٹ، کیوپرس برومائڈ، کاپرسلفیٹ، پوٹاشیم نائٹریٹ، سوڈیم ڈائکرومیٹ۔

J3LJ5I

مشق

1. **مثالیں لکھیے۔**
   (الف) مثبت آین
   (ب) اساسی اصلیے
   (ج) مرکب اصلیے
   (د) ایک سے زائد گرفت والے دھاتیں
   (ہ) دوگرفتی تیزابی اصلیے
   (و) تین گرفتی اساسی اصلیے

2. **درج ذیل عناصر سے بننے والے اصلیوں کی علامت لکھ کر ان پر برقی بار ظاہر کیجیے۔**
   پارہ، پوٹاشیم، نائٹروجن، تانبا، کاربن، سلفر، کلورین، آکسیجن

3. **درج ذیل مرکبات کے کیمیائی ضابطے لکھنے کے مراحل لکھیے۔**
   سوڈیم سلفیٹ ، پوٹاشیم نائٹریٹ ، فیرک فاسفیٹ ، کیلشیم آکسائیڈ ، ایلومینیم ہائیڈروکسائیڈ

4. **درج ذیل سوالوں کے جواب وضاحت کے ساتھ لکھیے۔**
   (الف) سوڈیم عنصر یک گرفتی کس طرح ہے؟
   (ب) M دوگرفتی دھات ہے۔ سلفیٹ اور فاسفیٹ اصلیوں کے ساتھ تیار ہونے والے مرکبات کے کیمیائی ضابطے تلاش کرنے کے مراحل لکھیے۔
   (ج) جوہری کمیت کے لیے نمونہ جوہر ضرورت کو واضح کیجیے۔ دونمونہ جوہروں کی معلومات دیجیے۔
   (د) جوہری مجموعی کمیت سے کیا مراد ہے؟
   (ہ) مادّے کے مول سے کیا مراد ہے؟ مثال کے ذریعے واضح کیجیے۔

5. **درج ذیل مرکبات کے نام لکھیے اور سالمی کمیت معلوم کیجیے۔**
   Na_2SO_4, K_2CO_3, CO_2, $MgCl_2$, $NaOH$, $AlPO_4$, $NaHCO_3$

6. **دو مختلف طریقوں سے چن کھڑی کے M اور N دو نمونے حاصل ہوئے۔ ان کے اجزا کی تفصیل ذیل کے مطابق ہے۔**
   'نمونہ M' کمیت : 7 گرام
   آکسیجن کی کمیت : 2 گرام
   کیلشیم کی کمیت : 5 گرام
   'نمونہ N' کمیت : 1.4 گرام
   آکسیجن کی کمیت : 0.4 گرام
   کیلشیم کی کمیت : 1 گرام
   اس بنا پر کیمیائی تعاملات کا کون سا قانون ثابت ہوتا ہے، واضح کیجیے۔

7. **درج ذیل مقداروں میں اشیا کے سالموں کی تعداد معلوم کیجیے۔**
   32 گرام آکسیجن، 90 گرام پانی، 8.8 گرام کاربن ڈائی آکسائڈ، 7.1 گرام کلورین

8. **درج ذیل اشیا کے 0.2 مول حاصل کرنے کے لیے ان کی کتنی گرام مقدار درکار ہوگی؟**
   سوڈیم کلورائڈ، میگنیشیم آکسائیڈ، کیلشیم کاربونیٹ

سرگرمی : دفتیاں، چھوٹے مقناطیس کی پٹیاں اور ایرلڈائٹ کا استعمال کر کے مختلف اصلیوں کے ماڈل تیار کیجیے اور ان کے ذریعے مختلف مرکبات کے سالمے بنائیے۔

⊙⊙⊙