

# মৌলের ধারণা ও রাসায়নিক গণনা

## Concept of Mole and Chemical Calculations

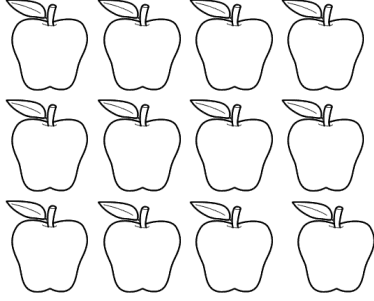
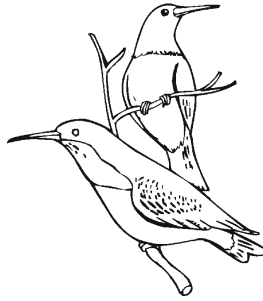

ইউনিট  
৬



### ভূমিকা (Introduction)

মোল হলো পদার্থের পরিমাপের SI একক। কোনো পদার্থের এক মোল বলতে সেই পরিমাণ পদার্থকে বোঝায় যার মধ্যে ঐ পদার্থের উপাদান কণিকার সংখ্যা  $6.023 \times 10^{23}$ । পদার্থের উপাদান কণিকা যাই হোকনা কেন, সব ক্ষেত্রেই এক মোল পরিমাণ পদার্থের মধ্যে সমান সংখ্যক কণিকা বর্তমান থাকে। কোনো মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের এক মোল অণু বলতে  $6.023 \times 10^{23}$  টি অণুকে বোঝায়। একইভাবে কোনো মৌলিক পদার্থের 1(one) মোল পরমাণু বলতে  $6.023 \times 10^{23}$  টি পরমাণু বোঝায়।

কোনো যৌগ উপস্থিত বিভিন্ন উপাদান মৌলের শতকরা পরিমাণকে ওই যৌগের শতকরা সংযুক্তি বলে। যৌগটির 100 ভাগ ওজনে উপস্থিত উপাদান মৌলগুলোর পরিমাণকে প্রকাশ করা হয়। যৌগে উপস্থিত কোনো মৌলের শতকরা সংযুক্তি যৌগের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে। যৌগের একটি অণুতে উপস্থিত বিভিন্ন মৌলের পরমাণুগুলোর পারমাণবিক ভরের সমষ্টি যৌগের আণবিক ভর। যৌগের আণবিক ভরের সাপেক্ষে প্রতিটি মৌলের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। আবার যৌগের মধ্যে মৌলের শতকরা পরিমাণ থেকে স্থূল সংকেত এবং স্থূল সংকেত ও আণবিক ভরের সাপেক্ষে যৌগের আণবিক সংকেত নির্ধারণ করা যায়।

		
১ ডজন আপেল = ১২টি	১ জোড়া পাখি = ২টি	১ মোল সোডিয়াম কার্বনেট = ১০৬ গ্রাম



ইউনিট সমাপ্তির সময়

ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ৩ সপ্তাহ

এই ইউনিটের পাঠসমূহ

পাঠ - ৬.১ : মোল ও এর গণনা

পাঠ - ৬.২ : প্রতীক, সংকেত, যোজনী ও যৌগমূলক

পাঠ - ৬.৩ : মোলার দ্রবণ, যৌগে মৌলের শতকরা সংযুক্তি

পাঠ - ৬.৪ : যৌগের স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয়

পাঠ - ৬.৫ : রাসায়নিক সমীকরণ ও এর সমতাকরণ

পাঠ - ৬.৬ : উৎপাদের শতকরা পরিমাণ

## পাঠ-৬.১

## মোল ও এর গণনা



## উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থী-

- মোলের ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- মোলের সাথে অণু, পরমাণু ও আয়নের সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- মোলের আয়তন ও মোলের সাথে সম্পর্ক বর্ণনা করতে পারবেন।



## মুখ্য শব্দ

মোল, আণবিক ভর, পারমাণবিক ভর, মোলার আয়তন অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা, এক গ্রাম অণু।



## মোল (Mole)

বাজারে চাল, ডাল, আটা, ময়দা, আলু, পটল, রসুন, পেঁয়াজ, ইত্যাদি পরিমাপ করা হয় কেজি হিসেবে। এসব উপাদানগুলোর ভৌত অবস্থা কঠিন। তরল হিসেবে দুধ, সরিষার তেল, সয়াবিন তেল, কেরোসিন তেল, ডিজেল এ সবকে পরিমাপ করা হয় লিটার এককে। আবার ডিম, চাল, সুপারি গণনা করা হয় হালি বা ডজন এককে। আধুনিক কালে রসায়নে যে কোনো উপাদানকে পরিমাপ করা হয় মোল এককে। পদার্থের ভৌত অবস্থা কঠিন হোক, তরল হোক বা গ্যাসীয় যে অবস্থাই হোক না কেন তা প্রকাশের একক হল মোল। পদার্থের পারমাণবিক ভর অথবা আণবিক ভরকে গ্রাম এককে প্রকাশ করলে যে সংখ্যা মান পাওয়া যায় তার মধ্যে অ্যাভোগেড্রো সংখ্যক পরমাণু বা অণু বর্তমান থাকে। অ্যাভোগেড্রোর এ সংখ্যার মান  $6.023 \times 10^{23}$  অর্থাৎ যে কোনো মোলের পারমাণবিক ভরের মধ্যে  $6.023 \times 10^{23}$  টি পরমাণু থাকে। মৌল বা যৌগের আণবিক ভরের মধ্যে  $6.023 \times 10^{23}$  টি অণু বর্তমান থাকে। কোনো উপাদানের যে পরিমাণের মধ্যে অ্যাভোগেড্রো সংখ্যক অণু, পরমাণু বা আয়ন থাকে, সেই পরিমাণকে পদার্থের মোল বলে।

হিসাব করে উত্তর লিখুন:

- ১। 5 গ্রাম পানির মধ্যে উহার মোল সংখ্যা .....টি ও অণুর সংখ্যা.....টি
- ২। 7 গ্রাম নাইট্রোজেন মধ্যে উহার মোল সংখ্যা .....টি ও অণুর সংখ্যা .....টি
- ৩। 2 গ্রাম কার্বনের মধ্যে উহার মোল সংখ্যা .....টি ও পরমাণুর সংখ্যা .....টি
- ৪। 5.5 গ্রাম কার্বন ডাই অক্সাইডের মধ্যে উহার মোল সংখ্যা ও অণুর সংখ্যা .....ও.....টি
- ৫। 5 গ্রাম চূনাপাথর ( $\text{CaCO}_3$ ) এর মধ্যে উহার মোল সংখ্যা ও অণুর সংখ্যা .....ও.....টি
- ৬। একটি পানির অণুর ভর ..... গ্রাম।
- ৭। একটি অক্সিজেন অণুর ভর ..... গ্রাম।
- ৮। একটি কার্বন পরমাণুর ভর ..... গ্রাম।
- ৯। একটি অক্সিজেন পরমাণুর ভর ..... গ্রাম।
- ১০। একটি কার্বন ডাই অক্সাইড অণুর ভর ..... গ্রাম।

চিন্তা করে উত্তর দিন :

- ১। একটি হাইড্রোজেন অণুর ভর একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ভরের..... গুণ।
- ২। একটি অক্সিজেন অণুর ভর একটি অক্সিজেন পরমাণুর ভরের.....গুণ।

1 গ্রাম হাইড্রোজেন, 12 গ্রাম কার্বন, 16 গ্রাম অক্সিজেন প্রতিটি ক্ষেত্রে স্ব স্ব পরমাণুর সংখ্যা  $6.023 \times 10^{23}$  টি। সুতরাং 1 মোল হাইড্রোজেন পরমাণু=1 গ্রাম হাইড্রোজেন =  $6.023 \times 10^{23}$  টি হাইড্রোজেন পরমাণু। 1 মোল কার্বন পরমাণু = 12 গ্রাম কার্বন =  $6.023 \times 10^{23}$  টি কার্বন পরমাণু। 1 মোল অক্সিজেন পরমাণু = 16 গ্রাম অক্সিজেন =  $6.023 \times 10^{23}$  টি অক্সিজেন পরমাণু। একইভাবে 2 গ্রাম হাইড্রোজেন, 32 গ্রাম অক্সিজেন, 18 গ্রাম পানি, 44 গ্রাম কার্বন ডাইঅক্সাইড-প্রতিটি ক্ষেত্রে স্ব স্ব অণুর সংখ্যা  $6.023 \times 10^{23}$  টি। সুতরাং 1 মোল হাইড্রোজেন অণু = 2 গ্রাম হাইড্রোজেন =  $6.023 \times 10^{23}$  টি হাইড্রোজেন অণু।

1 মোল অক্সিজেন অণু = 32 গ্রাম অক্সিজেন =  $6.023 \times 10^{23}$  টি অক্সিজেন অণু।

1 মোল পানি = 18 গ্রাম পানি =  $6.023 \times 10^{23}$  টি পানির অণু।

1 মোল কার্বন ডাইঅক্সাইড = 44 গ্রাম কার্বন ডাইঅক্সাইড =  $6.023 \times 10^{23}$  টি কার্বন ডাইঅক্সাইডের অণু।

### মোলার আয়তন:

যে কোনো উপাদানের এক মোল পরিমাণ পদার্থের আয়তনকে মোলার আয়তন বলে। পদার্থের ভৌত অবস্থা ভেদে মোলার আয়তন ভিন্ন ভিন্ন। কঠিন ও তরল উপাদানের ক্ষেত্রে বিভিন্ন পদার্থের মোলার আয়তন বিভিন্ন হয়। তবে গ্যাসের ক্ষেত্রে একই তাপমাত্রা ও চাপে সকল গ্যাসের এক মোলার আয়তন একই হয়। প্রমাণ অবস্থায় এক মোল যে কোনো গ্যাসের আয়তন 22.4 লিটার।  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রাকে প্রমাণ তাপমাত্রা এবং 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপকে প্রমাণ চাপ বলে। তাপমাত্রার বৃদ্ধি ঘটালে গ্যাসের আয়তনের বৃদ্ধি এবং তাপমাত্রার হ্রাস ঘটালে গ্যাসের আয়তনের হ্রাস ঘটে। আবার গ্যাসের উপর আরোপিত চাপের বৃদ্ধি ঘটালে আয়তনের হ্রাস ঘটে। আরোপিত চাপের হ্রাস ঘটালে আয়তনের বৃদ্ধি ঘটে।

আমরা মোলার ধারণা থেকে পূর্বেই জেনেছি এক মোল অণু = গ্রাম আণবিক ভর =  $6.023 \times 10^{23}$  টি অণু। আর প্রতিটির সম্পর্ক হলো যে কোনো গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন প্রমাণ অবস্থায় 22.4 লিটার।

অর্থাৎ

এক মোল অণু হাইড্রোজেন = 2 গ্রাম হাইড্রোজেন = প্রমাণ অবস্থায় আয়তন 22.4 লিটার।

এক মোল অণু অক্সিজেন = 32 গ্রাম অক্সিজেন = প্রমাণ অবস্থায় আয়তন 22.4 লিটার।

এক মোল অ্যামোনিয়া ( $\text{NH}_3$ ) = 17 গ্রাম অ্যামোনিয়া = প্রমাণ অবস্থায় আয়তন 22.4 লিটার।

এক মোল কার্বন ডাইঅক্সাইড = 44 গ্রাম কার্বন ডাইঅক্সাইড = প্রমাণ অবস্থায় আয়তন 22.4 লিটার।



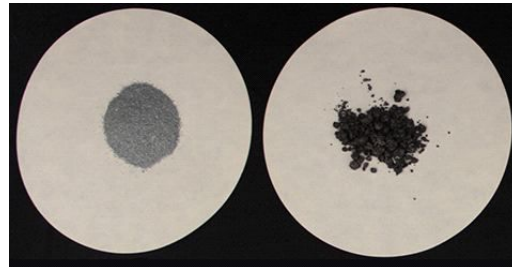
18g পানি ( $\text{H}_2\text{O}$ )



56g ক্যালসিয়াম অক্সাইড ( $\text{CaO}$ )



32.066g সালফার 24.305g ম্যাগনেসিয়াম



65.4 g জিংক 12.0 g কার্বন

চিত্র ১ : এক মোল পরিমাণ বিভিন্ন পদার্থের আয়তন।

### চিন্তা করে উত্তর দিন :

- 1। এক মোল অণু নাইট্রোজেনের ভর কত গ্রাম এবং প্রমাণ অবস্থায় এর আয়তন কত?
- 2। এক মোল সালফার ডাইঅক্সাইড ( $\text{SO}_2$ ) গ্যাস এর ভর কত এবং প্রমাণ অবস্থায় এর আয়তন কত?
- 3। দুই মোল কার্বন মনো-অক্সাইড ( $\text{CO}$ ), 0.5 মোল হাইড্রোজেন সালফাইড ( $\text{H}_2\text{S}$ ) গ্যাসের ক্ষেত্রে প্রমাণ অবস্থায় মোলার আয়তন নির্ণয় করুন।

**হিসাব করে উত্তর লিখুন :**

- ১। প্রমাণ অবস্থায় 5 লিটার কার্বন ডাইঅক্সাইড = ..... মোল কার্বন ডাইঅক্সাইড।
- ২। প্রমাণ অবস্থায় 5 লিটার অক্সিজেন = ..... গ্রাম অক্সিজেন।
- ৩। প্রমাণ অবস্থায় 5 লিটার হাইড্রোজেন = ..... টি অণু হাইড্রোজেন
- ৪। এক গ্রাম কার্বন ডাইঅক্সাইডের প্রমাণ অবস্থায় আয়তন = .....লিটার
- ৫। এক গ্রাম অক্সিজেনের প্রমাণ অবস্থায় আয়তন = .....লিটার

**মোল এবং আণবিক সংকেত:**

কোনো মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের একটি অণুকে প্রতীকের সাহায্যে সংক্ষেপে প্রকাশ করলে যে সংকেত পাওয়া যায় তাকে ঐ মৌল বা যৌগের আণবিক সংকেত বলে। উদাহরণ স্বরূপ, অক্সিজেনের আণবিক সংকেত  $O_2$ , হাইড্রোজেনের আণবিক সংকেত  $H_2$ , কার্বন ডাইঅক্সাইডের আণবিক সংকেত  $CO_2$ , পানির আণবিক সংকেত  $H_2O$ , ক্যালসিয়াম কার্বনেটের আণবিক সংকেত  $CaCO_3$  ইত্যাদি।

অক্সিজেনের আণবিক সংকেতকে  $O_2$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে কারণ অক্সিজেনের একটি অণু দুটি অক্সিজেন পরমাণুর দ্বারা গঠিত। একইভাবে হাইড্রোজেনের দুটি পরমাণু দ্বারা হাইড্রোজেনের একটি অণু গঠিত। কিন্তু হিলিয়াম, নিয়ন, আর্গন ইত্যাদি নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ক্ষেত্রে একটি পরমাণুই স্ব স্ব মৌলের একটি অণুর সৃষ্টি করে। এ কারণে He দ্বারা হিলিয়ামের একটি অণু যাহাতে হিলিয়ামের একটি মাত্র পরমাণু বর্তমান তা বুঝায়। কোনো মৌলের একটি অণু একাধিক পরমাণু দ্বারা গঠিত হলে ঐ মৌলের পরমাণুর সংখ্যাকে মৌলটির প্রতীকের ডান পার্শ্বে নিচের দিকে লেখা হয়। যেমন- ওজোনের একটি অণু তিনটি অক্সিজেন পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত তাই ওজোনের আণবিক সংকেত  $O_3$ ।

**চিন্তা করে উত্তর দিন :**

- ১। ফসফরাস (P) এর একটি অণুতে চারটি ফসফরাস পরমাণু বর্তমান, ফসফরাস অণুর আণবিক সংকেত.....।
- ২। সালফার অণুর আণবিক সংকেত  $S_8$  হলে সালফার অণুর মধ্যে পরমাণুর সংখ্যা .....টি।
- ৩। নাইট্রোজেনের একটি অণুতে দুটি নাইট্রোজেন পরমাণু বর্তমান, নাইট্রোজেন অণুর আণবিক সংকেত .....।

যৌগিক অণুর আণবিক সংকেত লেখার ক্ষেত্রে অণুতে বর্তমান মৌল সমূহের প্রতীককে পাশাপাশি লেখা হয়। প্রতীক সমূহকে পাশাপাশি লেখার ক্ষেত্রে ধাতু বা তড়িৎ ঋণাত্মক মৌলকে শেষে লেখা হয়। মৌলের পরমাণুর সংখ্যাকে স্ব স্ব মৌলের নিচে ডান দিকে লেখা হয়। তবে মৌলের একটি পরমাণু থাকলে তা লেখার প্রয়োজন পড়ে না।

যেমন  $H_2O$  অণু হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত। হাইড্রোজেনের দুটি পরমাণু ও অক্সিজেনের একটি পরমাণু মিলিত হয়ে  $H_2O$  অণু গঠন করেছে। মোলার হিসেবে দুই মোল হাইড্রোজেন পরমাণু এক মোল অক্সিজেন পরমাণুর সাথে মিলিত হয়ে এক মোল  $H_2O$  অণু গঠন করেছে।  $CH_4$  অণু কার্বন ও হাইড্রোজেন মৌলের পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত। কার্বনের একটি পরমাণু হাইড্রোজেনের চারটি পরমাণুর সাথে মিলিত হয়ে  $CH_4$  অণু গঠন করেছে। মোলার হিসেবে, এক মোল কার্বন পরমাণু চার মোল হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে এক মোল  $CH_4$  অণু গঠন করেছে।

**চিন্তা করে উত্তর দিন :**

- ১। এক মোল  $CO_2$  এর মধ্যে .....মোল কার্বন পরমাণু ও ..... মোল অক্সিজেন পরমাণু বর্তমান।
- ২। এক মোল  $NH_3$  এর মধ্যে .....মোল নাইট্রোজেন পরমাণু ও .....মোল হাইড্রোজেন পরমাণু বর্তমান।

মোলার ধারণা কাজে লাগিয়ে যৌগের আণবিক সংকেত থেকে কোনো মৌলের নির্দিষ্ট পরিমানের সাথে অপর মৌলের কী পরিমাণ যুক্ত হয় তা জানা যায়।  $H_2O$  অণুতে দুই মোল হাইড্রোজেন পরমাণু এক মোল অক্সিজেন পরমাণু সাথে যুক্ত হয়। অর্থাৎ 2 গ্রাম হাইড্রোজেন 16 গ্রাম অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়। অথবা 1 গ্রাম হাইড্রোজেন যুক্ত হয় 8 গ্রাম অক্সিজেনের সাথে। সব সময় 1 গ্রাম হাইড্রোজেনের সাথে সর্বোচ্চ 8 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয়ে  $H_2O$  অণু উৎপন্ন করবে। হাইড্রোজেন

ক্লোরাইড  $\text{HCl(g)}$  অণুতে এক মোল হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত হয় এক মোল ক্লোরিন পরমাণুর সাথে। অর্থাৎ 1 গ্রাম হাইড্রোজেন যুক্ত হয় 35.5 গ্রাম ক্লোরিনের সাথে। সংযোগের ক্ষেত্রে সবক্ষেত্রে H ও Cl এর মধ্যে এ অণুপাত স্থির থাকবে। যদি কোনো আবদ্ধ পাত্রে 2 গ্রাম হাইড্রোজেন ও 75 গ্রাম ক্লোরিন রেখে প্রয়োজনীয় শর্ত আরোপ করা হয় তবে সেক্ষেত্রে 2 গ্রাম হাইড্রোজেনের সাথে 71 গ্রাম ক্লোরিন বিক্রিয়া করে 73 গ্রাম হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করবে। বিক্রিয়া শেষে পাত্রের মধ্যে,  $(75-71)$  গ্রাম = 4 গ্রাম ক্লোরিন অবিকৃতভাবে থেকে যাবে।

### চিন্তা করে উত্তর দিন :

একটি আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে 15 গ্রাম কার্বন ও 32 গ্রাম অক্সিজেন রেখে পাত্রটিকে উত্তপ্ত করা হলো। কোন উপাদান কী পরিমাণে বর্তমান থাকবে?

মৌলের ভরের মধ্যে প্রকৃত পক্ষে মোল সংখ্যা নিহিত থাকে। কোনো উপাদানে বর্তমান মৌলের ভর থেকে ঐ মৌলের মোল সংখ্যা হিসেব করে আণবিক সংকেত নির্ণয় করা যায়। যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয়ের ক্ষেত্রে নিম্নের নিয়মকে অণুসরণ করা হয়।


- ১। যৌগের মধ্যে প্রতিটি মৌলের পরমাণুর ভরকে স্ব স্ব পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করা হয়। প্রাপ্ত ভাগফল স্ব স্ব মৌলের মোল সংখ্যা।
- ২। ক্ষুদ্রতম মোল সংখ্যা দ্বারা প্রতি মোল সংখ্যা কে পুনরায় ভাগ করা হয়। এ ভাগফল পূর্ণ সংখ্যা হলে এটি যৌগের অণুতে স্ব মৌলের মোল সংখ্যার অণুপাত।
- ৩। যদি এ ভাগফল ভগ্নাংশ হয় তবে কোনো (সুবিধা জনক) সাধারণ সংখ্যা দ্বারা সকল ভাগফলকে গুণ করে পূর্ণ সংখ্যায় নেয়া হয়। এ পূর্ণ সংখ্যার মান যৌগের অণুতে স্ব স্ব মৌলের মোল সংখ্যার অণুপাত।

### উদাহরণ:

একটি পরীক্ষায় দেখা গেল, 3 গ্রাম হাইড্রোজেন, 24 গ্রাম অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে পানি উৎপন্ন করে। এ পরীক্ষা থেকে পানির আণবিক সংকেত নির্ণয় করা যাক।

বিষয়ের নাম	হাইড্রোজেন	অক্সিজেন	আণবিক সংকেত
মৌলের পরমাণুর ভর	3 গ্রাম	24 গ্রাম	H <sub>2</sub> O
মোল সংখ্যা = পরমাণুর ভর / গ্রাম পারমাণবিক ভর	$\frac{3}{1} = 3$	$\frac{24}{16} = 1.5$	
মোল সংখ্যার অনুপাত (পূর্ণ সংখ্যায়)	$\frac{3}{1.5} = 2$	$\frac{1.5}{1.5} = 1$	

ছক ১: মৌলের পরিমাণ থেকে আণবিক সংকেত নির্ণয়

 শিক্ষার্থীর কাজ	<p>১। একটি পরীক্ষায় দেখা গেল, 1.5 গ্রাম কার্বন 4 গ্রাম অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন করে। এ পরীক্ষায় ফলাফল থেকে কার্বন ডাই অক্সাইড অণুর আণবিক সংকেত নির্ণয় করুন।</p> <p>২। একটি পরীক্ষায় দেখা গেল, 4.5 গ্রাম কার্বন 1.5 গ্রাম হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে মিথেন গ্যাস উৎপন্ন করে। এ পরীক্ষার ফলাফল থেকে মিথেন অণুর আণবিক সংকেত নির্ণয় করুন।</p>
---	--



## সারসংক্ষেপ :

- যে পদার্থগুলোকে ভাঙলে বা বিশ্লেষণ করলে ঐ পদার্থ ছাড়া অন্য কোন ধর্ম বিশিষ্ট পদার্থ পাওয়া যায় না তাদেরকে মৌলিক পদার্থ বা সংক্ষেপে মৌল বলে।
- কোন পদার্থের এক মোল বলতে ওই পরিমাণ পদার্থকে বোঝার যার মধ্যে ওই পদার্থের উপাদান কণিকার সংখ্যা  $6.023 \times 10^{23}$  টি
- পদার্থের উপাদান কনিকা যাই হোক না কেন, সব ক্ষেত্রেই এক মোল পরিমাণ পদার্থের মধ্যে সমান সংখ্যক কনিকা বর্তমান এবং এ সংখ্যা হল  $6.023 \times 10^{23}$  টি।
- কোনো মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের এক মোল অণু বলতে  $6.023 \times 10^{23}$  টি অণুকে বোঝায়।
- কোনো মৌলিক পদার্থের এক মোল পরমাণু বলতে  $6.023 \times 10^{23}$  টি পরমাণুকে বোঝায়।



## পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

- ১। রাসায়নিক পদার্থ পরিমাপের একক কোনটি?  
 (ক) গ্রাম (খ) কিলোগ্রাম  
 (গ) লিটার (গ) মোল
- ২।  $1 \text{ mol H}_2\text{O} =$  কত গ্রাম?  
 (ক) 16g (খ) 18g  
 (গ) 20g (ঘ) 24g
- ৩। নিচের কোনটি অ্যাভোগেড্রোর সংখ্যা?  
 (ক)  $6.023 \times 10^{13}$  (খ)  $6.023 \times 10^{11}$   
 (গ)  $6.023 \times 10^{23}$  (ঘ)  $6.023 \times 10^{22}$

## পাঠ-৬.২

## প্রতীক, সংকেত, যোজনী ও যৌগমূলক



## উদ্দেশ্য

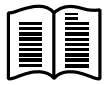
এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থী-

- অণুর মধ্যে মৌলের পরমাণুর সংখ্যা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- যৌগের আণবিক সংকেত নির্ধারণ মৌলের প্রতীকের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- মৌলের পরিমাণ থেকে যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয় করতে পারবেন।
- অতি প্রাচীনকাল মৌলের ব্যবহৃত প্রতীক প্রকাশ করতে পারবেন।
- মৌলের যোজ্যতা ও পরিবর্তনশীল যোজ্যতা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



## মুখ্য শব্দ

প্রতীক, সংকেত, যোজ্যতা, যোজনী, যৌগমূলক, বিজোড় ইলেকট্রন।



## মৌলের প্রতীক (Symbol of Elements) :

রসায়নে প্রতিটি মৌলের পরমাণুকে একটি প্রতীকের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। ভিন্ন ভিন্ন পরমাণুর প্রতীক ভিন্ন ভিন্ন হয়। যে কোনো মৌলের পরমাণুর পূর্ণ নামের সংক্ষিপ্ত রূপকে প্রতীক বলে।

অতি প্রাচীনকালে গ্রীক দেশের বিজ্ঞানীগণ বিশেষ কয়েকটি মৌল বিশেষ কয়েকটি প্রতীকের মাধ্যমে প্রকাশ করতেন। যেমন,

			h	ω	
স্বর্ণ	রৌপ্য	কপার	লেড	সালফার	আর্সেনিক

পরবর্তী কালে আলকেমিগণ বিভিন্ন জ্যোতিষ্কের সাথে সামঞ্জস্য রেখে ভিন্ন ভিন্ন মৌলের প্রতীক নির্ধারণ করেন।

			h				
স্বর্ণ	রৌপ্য	কপার	লেড	আর্সেনিক	আয়রন	টিন	অ্যান্টিমনি

1808 সালে বিজ্ঞানী জন ডাল্টন মৌলগুলোকে নিম্নের প্রতীকের মাধ্যমে প্রকাশ করেন।

স্বর্ণ	কার্বন	নাইট্রোজেন	অক্সিজেন	ফসফরাস	সালফার	কপার	লেড	স্বর্ণ

১৮১১ সালে বিজ্ঞানী বার্জেলিয়াস সর্ব প্রথম মৌলের নামের সাথে সামঞ্জস্য রেখে মৌলের প্রতীক লেখার পদ্ধতি প্রবর্তন করেন। বর্তমানে এ পদ্ধতিই অনুসরণ করা হয়।

১। মৌলের প্রতীককে ইংরেজি বর্ণমালার একটি বা দুটি বা তিনটি বর্ণের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়।

২। সাধারণ মৌল সমূহের ক্ষেত্রে ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষরকে বড় অক্ষরে লিখে মৌলের প্রতীক হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

যেমন,

ইংরেজি	মৌলের প্রতীক
Hydrogen (হাইড্রোজেন)	H
Boron (বোরন)	B
Carbon (কার্বন)	C
Nitrogen (নাইট্রোজেন)	N
Oxygen (অক্সিজেন)	O
Fluorine (ফ্লোরিন)	F
Sulfur (সালফার)	S

৩। দুই বা ততোধিক মৌলের ইংরেজী নাম একই বর্ণ দ্বারা শুরু হলে সেক্ষেত্রে নামের প্রথম বর্ণের সাথে অন্য একটি বর্ণ যুক্ত করা হয়। অন্য বর্ণটি এমন হবে যাতে মৌলের নাম উচ্চারণের সময় ঐ বর্ণটি সুস্পষ্ট উচ্চারিত হয়। তবে এ ক্ষেত্রেও যে কোনো একটি মৌলের জন্য উহার ইংরেজী বর্ণমালার প্রথম বর্ণ ব্যবহার করা হয়।

যেমন:

ইংরেজী নাম	মৌলের প্রতীক
Carbon (কার্বন)	C
Chlorine (ক্লোরিন)	Cl
Calcium (ক্যালসিয়াম)	Ca
Chromium (ক্রোমিয়াম)	Cr
Cobalt (কোবাল্ট)	Co
Cesium (সিজিয়াম)	Cs
Cerium (সিরিয়াম)	Ce

৪। কোনো কোনো মৌলের পরমাণুর প্রতীক তার ইংরেজি নাম থেকে না লিখে ল্যাটিন নাম থেকে লেখা হয়। যেমন:

ইংরেজি নাম	ল্যাটিন নাম	প্রতীক
Sodium (সোডিয়াম)	Natrium (ন্যাট্রিয়াম)	Na
Potassium (পটাসিয়াম)	Kalium (ক্যালিয়াম)	K
Copper (কপার)	Cuprum (কাপারাম)	Cu
Iron (আয়রন)	Ferrum (ফেরাম)	Fe
Silver (সিলভার)	Argentum (আরজেন্টাম)	Ag
Gold (গোল্ড)	Aurum (আরাম)	Au
Lead (লেড)	Plumbum (প্লম্বাম)	Pb
Mercury (মারকারী)	Hydrargyrum (হাইড্রোরজিরাম)	Hg
Tin (টিন)	Stannum (স্ট্যানাম)	Sn
Antimony (অ্যান্টিমনি)	Stibium (স্টিবিয়াম)	Sb

### সংকেত (Formula)

দুই বা ততোধিক মৌলের নির্দিষ্ট সংখ্যক পরমাণু রাসায়নিকভাবে সংযুক্ত হয়ে যৌগিক অণু গঠন করে। যৌগের অণুর মধ্যে বিভিন্ন মৌলের প্রতীক ও তাদের পরমাণু সংখ্যার সাহায্যে যৌগের সংক্ষিপ্ত প্রকাশকেই যৌগের সংকেত বলা হয়। উদাহরণ স্বরূপ: পানির একটি অণুর ক্ষেত্রে দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু ও একটি অক্সিজেন পরমাণু মিলিত হয়ে একটি পানির অণু গঠন করে। সুতরাং পানির সংকেত  $H_2O$ ।



রসায়নে অনেক ধরনের সংকেতের ব্যবহার আছে।

- রাসায়নিক সংকেত (Chemical Formula)
- আণবিক সংকেত (Molecular Formula)
- স্থূল সংকেত (Empirical Formula)
- গাঠনিক সংকেত (Structural Formula)

**(i) রাসায়নিক সংকেত:**

যৌগিক অণুর ক্ষেত্রে দেখা যায় দুই বা ততোধিক মৌল বা মূলক ওদের যোজ্যতার বিপরীত অণুপাতে যুক্ত হয়ে অণুগঠন করে। উদাহরণ স্বরূপ: Al মৌলটির যোজ্যতা 3 এবং O মৌলটির যোজ্যতা 2, সুতরাং Al এর 2টি পরমাণু O এর 3 তিনটি পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করবে। অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের রাসায়নিক সংকেত  $Al_2O_3$ । যৌগের অণুতে মৌল ও যৌগমূলকের যোজ্যতাভিত্তিক সংকেতকে রাসায়নিক সংকেত বলা হয়।

নিচের ছকের যৌগগুলোর রাসায়নিক সংকেত লিখুন:

যৌগের নাম	যৌগ গঠনকারী মৌল ও মূলকের নাম	ঘাতসহ সংকেত	যৌগের সংকেত
সোডিয়াম ক্লোরাইড	সোডিয়াম ও ক্লোরিন	$Na^1$ $Cl^1$	
ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড	ক্যালসিয়াম ও ক্লোরিন	$Ca^2$ $Cl$	
জিংক নাইট্রেট	জিংক ও নাইট্রেট	$Zn^2$ $(NO_3)^1$	
ক্যালসিয়াম ফসফেট	ক্যালসিয়াম ও ফসফেট	$Ca^2$ $(PO_4)^3$	
অ্যালুমিনিয়াম সালফেট	অ্যামোনিয়াম ও সালফেট	$(NH_4)^1$ $(SO_4)^2$	
অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রেট	অ্যালুমিনিয়াম ও নাইট্রেট	$Al^3$ $(NO_3)^1$	

**(ii) আণবিক সংকেত:**

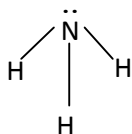
কোনো অণুর মধ্যে বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সঠিক সংখ্যা প্রকাশের মাধ্যমে যে সংকেত প্রকাশ করা হয় তাকে আণবিক সংকেত বলা হয়। যেমন- অক্সিজেনের আণবিক সংকেত  $O_2$  পানির আণবিক সংকেত  $H_2O$ , গ্লুকোজের আণবিক সংকেত  $C_6H_{12}O_6$ ।

**iii) স্থূল সংকেত:**

কোনো যৌগের অণুতে বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর প্রকৃত সংখ্যাকে প্রকাশ না করে কেবল ওদের ক্ষুদ্রতম অণুপাতকে প্রকাশ করা হয়, তখন ওই সংকেতকে ওই যৌগের স্থূল সংকেত বলা হয়। উদাহরণ স্বরূপ: গ্লুকোজ এর আণবিক সংকেত  $C_6H_{12}O_6$ । C, H ও O পরমাণুর প্রকৃত সংখ্যার অণুপাত 6; 12; 6 হলেও ক্ষুদ্রতম অণুপাত 1:2:1 সুতরাং গ্লুকোজের স্থূল সংকেত  $CH_2O$ । একইভাবে বেনজিন অণুর আণবিক সংকেত  $C_6H_6$ । সুতরাং এর স্থূল সংকেত CH। একাধিক যৌগকে একই স্থূল সংকেতের মাধ্যমে প্রকাশ করা যায়। যেমন-গ্লুকোজ ( $C_6H_{12}O_6$ ) ও মিথান্যাল (H-CHO) এ দুটি যৌগের একই স্থূল সংকেত  $CH_2O$ ।

**(iv) গাঠনিক সংকেত:**

মৌলিক ও যৌগিক পদার্থের অণুর মধ্যে বিভিন্ন পরমাণু পরস্পরের সাথে যেভাবে সংযুক্ত থাকে তা যে সংকেত এর মাধ্যমে দেখানো হয় তাকে ওই অণুর গাঠনিক সংকেত বলা হয়। যেমন- পানি ( $H_2O$ ) অণুর গাঠনিক সংকেত H-O-H, হাইড্রোজেন ( $H_2$ ) অণুর গাঠনিক সংকেত H-H, কার্বন ডাই অক্সাইড ( $CO_2$ ) অণুর গাঠনিক সংকেত  $O=C=O$ , অ্যামোনিয়া ( $NH_3$ ) অণুর গাঠনিক সংকেত



**নিজে করুন :**

ছকের অণুগুলোর গাঠনিক সংকেত লিখুন।

অণুর নাম	আণবিক সংকেত	গাঠনিক সংকেত
নাইট্রোজেন	$N_2$	
আয়রন (II) অক্সাইড	$FeO$	
আয়রন (III) অক্সাইড	$Fe_2O_3$	
ওজোন	$O_3$	
মিথেন	$CH_4$	

**নিজে করুন :**

পর্যায় সারণি থেকে মৌলের প্রতীক লেখার বিভিন্ন পদ্ধতি অণুসরণ করে মৌলের প্রতীকের তালিকা তৈরি করুন। কমপক্ষে দশটি মৌলের প্রতীক লিখুন।

মৌলের নাম	মৌলের প্রতীক

**যোজনী বা যোজ্যতা (Valency):**

একটি মৌলের পরমাণু অপর একটি মৌলের পরমাণুর সাথে যুক্ত হওয়ার সামর্থ্য বা ক্ষমতাকে ঐ মৌলের পরমাণুর যোজ্যতা বলে। সাধারণভাবে কোনো একটি মৌলের একটি পরমাণুর সাথে যে কয়টি হাইড্রোজেন বা ক্লোরিন পরমাণু যুক্ত হয় অথবা কোনো যৌগ হতে যে কয়টি হাইড্রোজেন বা ক্লোরিন পরমাণুকে অপসারিত করে সে সংখ্যাটি ঐ মৌলের পরমাণুর যোজ্যতা নির্দেশ করে। উদাহরণ স্বরূপ: মিথেন ( $CH_4$ ) অণুর ক্ষেত্রে কার্বনের একটি পরমাণুর সাথে হাইড্রোজেনের চারটি পরমাণু যুক্ত হয়েছে। সুতরাং কার্বন পরমাণুর যোজ্যতা 4।

পানির ( $H_2O$ ) অণুতে একটি অক্সিজেন পরমাণুর সাথে হাইড্রোজেনের দুটি পরমাণু যুক্ত হয়েছে। সুতরাং অক্সিজেন পরমাণুর যোজ্যতা 2।

ফেরিক ক্লোরাইড ( $FeCl_3$ ) অণুর ক্ষেত্রে আয়রনের একটি পরমাণুর সাথে ক্লোরিনের তিনটি পরমাণু যুক্ত হয়েছে। সুতরাং আয়রন পরমাণুর যোজ্যতা 3।

মনে রাখবেন : একমাত্র হাইড্রোজেনিক এসিড,  $HN_3$  এর ক্ষেত্রে এ নিয়ম প্রযোজ্য হয় না।

যোজ্যতার আধুনিক মতবাদ বা ইলেকট্রনীয় মতবাদ অনুসারে মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস করার পর মৌলের সর্বশেষ কক্ষ পথে যত সংখ্যক ইলেকট্রন থাকে তাকে যোজ্যতা ইলেকট্রন এবং মৌলের বিশেষ অবস্থায় যে কয়টি ইলেকট্রন বেজোড় বা অযুগ্ম অবস্থায় থাকে ঐ মৌলের পরমাণুর যোজ্যতা ঠিক তত। মৌলের পরমাণু সক্রিয় অবস্থায় সর্বশেষ শক্তিস্তরের পুনর্বিন্যাসের কারণে বেজোড় বা অযুগ্ম ইলেকট্রন সংখ্যার পরিবর্তন ঘটে। এ কারণে কোনো কোনো মৌলের পরমাণু পরিবর্তনশীল যোজ্যতা প্রদর্শন করে।


নিম্নে ছকের মাধ্যমে কতকগুলো মৌলের যোজ্যতা উল্লেখ করা হল:

মৌলের পরমাণুর প্রতীক	মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস	সর্বশেষ কক্ষপথে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা	সর্বশেষ কক্ষে মোট বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা	যোজ্যতা	
H	H(1) = $1s^1$	1	1	1	....
He	He(2) = $1s^2$	2	0	0	....
Li	Li(3) = $1s^2 2s^1$	1	1	1	....
Be	Be(4) = $1s^2 2s^2$	2	0	0	....
Be	Be*(4) = $1s^2 2s^1 2p_x^1$	2	2	2	..... ...
B	B(5) = $1s^2 2s^2 2p_x^1$	3	1	1	....
B	B*(5) = $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1$	3	3	3	.....
C	C(6) = $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$	4	2	2	....
C	C*(6) = $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$	4	4	4	.....
N	N(7) = $1s^2 2s^2 2p^3$	5	3	3	....
N	N*(7) = $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$	5	3	3	.....
O	O(8) = $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1$	6	2	2	....
O	O*(8) = $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1$	6	2	2	.....
Ne	Ne(10) = $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^2$	8	0	0	.....
Na	Na*(11) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	1	1	1	.....
P	P(15) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$	5	3	3	
P	P*(15) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 3d_{xy}^1$	5	5	5	
S	S(16) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^1 3p_z^1$	6	2	2	
S	S*(16) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 3d_{xy}^1$	6	4	4	
S	S*(16) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 3d_{xy}^1 3d_{yz}^1$	6	6	6	

\* চিহ্ন দ্বারা মৌলের পরমাণুর সক্রিয় অবস্থা প্রকাশ করা হয়েছে।

মনে রাখবেন :

মৌলের পরমাণুর সর্বশেষ শক্তিস্তরে যদি জোড় ইলেকট্রন বর্তমান থাকে এবং ঐ একইস্তরে অন্য অরবিটাল বর্তমান থাকে তবে পরমাণুর সক্রিয় অবস্থায় জোড় ইলেকট্রন বেজোড় হয়ে সমশক্তি সম্পন্ন অন্য অরবিটালে প্রবেশ করবে।

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস করে যোজ্যতা নির্ণয় করুন। F(9), Mg(12), Si(14), Cl(17), Ar(18)
---	------------------------	---

## চিন্তা করে উত্তর দিন :

- ১। পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌল  $F(9)$ , এর যোজ্যতা স্থির কিন্তু  $Cl(17)$ ; এর যোজ্যতা পরিবর্তনশীল কেন?
- ২।  $N(7)$  মৌলের পরমাণু গুণু  $NCl_3$  গঠন করে কিন্তু  $P(15)$  মৌল পরমাণু  $PCl_3$  ও  $PCl_5$  উভয় যৌগই গঠন করে থাকে কেন?


## যৌগমূলক (Radical)

ভিন্ন ভিন্ন মৌলের পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত পরমাণুগুচ্ছে যখন বৈদ্যুতিক আধান যুক্ত হয় এবং রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় একটি পরমাণুর আয়নের ন্যায় আচরণ করে তাকে যৌগমূলক বলে। যৌগমূলক দুই প্রকারের হয়। ধনাত্মক যৌগ মূলক ও ঋণাত্মক যৌগ মূলক। ধনাত্মক যৌগমূলক: এক্ষেত্রে মূলকটি ধনাত্মক আধান যুক্ত হয়। যেমন, অ্যামোনিয়াম মূলক ( $NH_4^+$ ), ফসফোনিয়াম মূলক ( $PH_4^+$ ) হাইড্রোনিয়াম মূলক ( $H_3O^+$ ) ইত্যাদি।

ঋণাত্মক যৌগ মূলক : এক্ষেত্রে মূলকটি ঋণাত্মক আধানযুক্ত হয়। যেমন নাইট্রেট ( $NO_3^-$ ), সালফেট ( $SO_4^{2-}$ ), কার্বোনেট ( $CO_3^{2-}$ ), ফসফেট ( $PO_4^{3-}$ ), ইত্যাদি।

যৌগ মূলকের আধানই ঐ মূলকের যোজ্যতা নির্দেশ করে।

যৌগমূলকের নাম	যৌগমূলকের সংকেত	আধান	যোজ্যতা
অ্যামোনিয়াম মূলক	$NH_4^+$	1+	1
ফসফোনিয়াম মূলক	$PH_4^+$	1+	1
সালফেট মূলক	$SO_4^{2-}$	2-	2
হাইড্রোজেন সালফেট মূলক	$HSO_4^-$	1-	1
হাইড্রোজেন ফসফেট মূলক	$HPO_4^{2-}$	2-	2
সালফাইট মূলক	$SO_3^{2-}$	2-	2
কার্বোনেট মূলক	$CO_3^{2-}$	2-	2
হাইড্রোজেন কার্বোনেট মূলক	$HCO_3^-$	1-	1
নাইট্রেট মূলক	$NO_3^-$	1-	1
নাইট্রাইট মূলক	$NO_2^-$	1-	1
ফসফেট মূলক	$PO_4^{3-}$	3-	3
সায়ানাইড মূলক	$CN^-$	1-	1
ফসফাইট মূলক	$PO_3^{3-}$	3-	3
হাইড্রোক্লোরাইট মূলক	$ClO^-$	1-	1
বোরেট মূলক	$BO_3^{3-}$	3-	3

	শিক্ষার্থীর কাজ	A1(13) Cl(17) মৌল দুটির পরিবর্তনশীল যোজ্যতার ব্যাখ্যা দিন।
---	-----------------	--



## সারসংক্ষেপ :

- প্রতীক: কোনো মৌলের পরমাণুর পূর্ণ নামের সংক্ষিপ্ত রূপকে প্রতীক বলা হয়।
- সংকেত : যৌগের অণুর মধ্যে বর্তমান বিভিন্ন মৌলের প্রতীক ও ঐ মৌলের পরমাণুর সংখ্যার সাহায্যে যৌগের সংক্ষিপ্ত প্রকাশকেই যৌগের সংকেত বলা হয়।
- রাসায়নিক সংকেত: যৌগের অণুতে মৌল বা যৌগমূলকের যোজ্যতাভিত্তিক সংকেতকে রাসায়নিক সংকেত বলা হয়।
- আণবিক সংকেত: কোনো মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের অণুর মধ্যে বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সঠিক সংখ্যা প্রকাশের মাধ্যমে যে সংকেত প্রকাশ করা হয় তাকে আণবিক সংকেত বলা হয়।
- যোজ্যতা: একটি মৌলের পরমাণু অপর একটি মৌলের পরমাণুর সাথে যুক্ত হওয়ার সামর্থ্য বা ক্ষমতাকে ঐ মৌলের পরমাণুর যোজ্যতা বলে।
- যৌগ মূলক: ভিন্ন ভিন্ন মৌলের পরমাণুর সমন্বয় গঠিত পরমাণুগুচ্ছ যখন বৈদ্যুতিক আধান যুক্ত হয় এবং রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় একটি পরমাণুর আয়নের ন্যায় আচরণ করে তাকে যৌগ মূলক বলে।



## পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.২

- ১। গোল্ডের প্রতীক কোনটি-  
(ক) Hg, (খ) Ag, (গ) Ac, (ঘ) Au,
- ২। গ্লুকোজ আণবিক সংকেত  $C_6H_{12}O_6$  হলে এর স্থূল সংকেত-  
(ক)  $C_6H_{12}O_6$ , (খ)  $C_{12}H_{24}O_{12}$ , (গ)  $C_2H_4O_2$ , (ঘ)  $CH_2O$ .
- ৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ্য কর-  
(i) স্থূল সংকেত অণুতে পরমাণু সমূহের ক্ষুদ্রতম সংখ্যার অনুপাত।  
(ii) মৌলের পরমাণুর যোজ্যতা পরিবর্তনশীল  
(iii) মূলক ঋণাত্মক আধান যুক্ত হয়।
- নিচের কোনটি সঠিক ?  
(ক) i (খ) i ও ii (গ) i ও iii (ঘ) i ii ও iii

## পাঠ-৬.৩

## মোলার দ্রবণ, যৌগে মৌলের শতকরা সংযুক্তি



## উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- মোলার দ্রবণের ব্যাখ্যা দিতে পারবেন।
- মোলার দ্রবণ প্রস্তুত করতে পারবেন।



## মুখ্য শব্দ

দ্রবণ, দ্রাবক, দ্রব, মোলার দ্রবণ, গ্রাম-অণু, গ্রাম-তুল্য ভর

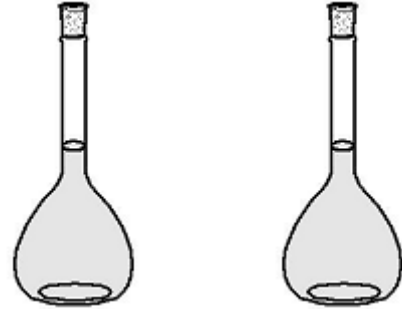


## মোলার দ্রবণ :

দুই বা ততোধিক কঠিন তরল বা গ্যাসীয় পদার্থের সমস্বল্প মিশ্রনকে দ্রবণ বলে। দ্রবণের দুটি অংশ-একটি দ্রাবক ও অপরটি দ্রব। অর্থাৎ দ্রবণ = (দ্রাবক + দ্রব)

দ্রবণে যে উপাদান অপর উপাদানকে দ্রবীভূত করে তাকে দ্রাবক বলে। দ্রাবক হিসেবে পানি, অ্যালকোহল, কেরোসিন তেল, এসিড প্রভৃতিকে ব্যবহার করা গেলেও এ অধ্যায়ে পানিকে দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করব। পানিকে দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করে প্রস্তুতকৃত দ্রবণকে জলীয় দ্রবণ বলে। সাধারণত দ্রবণের ভৌত অবস্থা নির্ধারিত হয় দ্রাবকের ভৌত অবস্থার উপর। দ্রবণে যে উপাদানটির আপেক্ষিক পরিমাণ কম থাকে তাকে দ্রব বলে। দ্রব, দ্রাবকের মধ্যে দ্রবীভূত হয়। সাধারণভাবে দ্রবণের ঘনমাত্রা বলতে দ্রবণের একটি নির্দিষ্ট আয়তনে কী পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত আছে তা বোঝা যায়। প্রতি একক আয়তন দ্রবণে একই দ্রবের বিভিন্ন পরিমাণ দ্রবীভূত থাকলে দ্রবণের ঘনমাত্রা বিভিন্ন হয়। দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের পরিমাণকে বিভিন্ন এককে প্রকাশ করা হয়। যেমন- গ্রাম, মোল, গ্রাম-অণু, গ্রাম-তুল্যভর ইত্যাদি। প্রকৃত পক্ষে ল্যাবরেটরিতে প্রস্তুতকৃত দ্রবণের ঘনমাত্রা প্রকাশের বিভিন্ন পদ্ধতি থাকলেও মোলারিটি দ্রবনের ঘনমাত্রার প্রকাশের একটি আদর্শ পদ্ধতি।

নির্দিষ্ট তাপমাত্রার দ্রবণের প্রতি লিটার আয়তনের মধ্যে কোনো দ্রবের এক মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবণকে ঐ দ্রবের মোলার দ্রবণ বলে। প্রকৃতপক্ষে দ্রবণের প্রতি লিটারে মধ্যে যত মোল দ্রব দ্রবীভূত থাকে দ্রবনের মাত্রা তত মোলার। একে M দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



চিত্র ১ : আয়তন মিত্র ফ্লাস্ক

প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের পরিমাণ	দ্রবণের মোলারিটি	দ্রবণের মাত্রা	দ্রবণের নাম
1 মোল	1	1 M	মোলার দ্রবণ
0.5 মোল	0.5	0.5 M	সেমি মোল
0.1 মোল	0.1	0.1 M	ডেসি মোল
0.01 মোল	0.01	0.01 M	সেন্টি মোল
0.001 মোল	0.001	0.001 M	মিলি মোল

সুতরাং নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত মোল সংখ্যাকে দ্রবণের মোলারিটি বলে। ল্যাবরেটরিতে বিভিন্ন ধরনের পরীক্ষা ক্ষেত্রে মোলার দ্রবণকে ব্যবহার করা হয়।

### মোলার দ্রবণ প্রস্তুতি (Preparation of Molar solution)

**মূলনীতি:** নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 1L বা 1000 mL দ্রবণে কোন দ্রবের এক মোল বা গ্রাম আণবিক ভর পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবণের মাত্রা 1M.

**যন্ত্রপাতি:** 1000 mL আয়তনের আয়তন মিতিক বোতল, ওয়াস বোতল ও 4 ডিজিট ডিজিটাল ব্যালেন্স।

**রাসায়নিক উপাদান:** যে উপাদানের মোলার দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে ঐ উপাদান ও পাতিত পানি।

**কাজের ধারা:** মনে করেন আপনি ল্যাবরেটরিতে 1M ঘন মাত্রার 100 mL আয়তনের মোলার দ্রবণ প্রস্তুত করবেন। একটি পরিষ্কার 100 mL আয়তনের আয়তন মিতিক বোতল নেই। বোতলটিকে পাতিত পানি দ্বারা ওয়াস করে নেই। একটি ফানেল পরিষ্কার করে বোতলের উপর রেখে বোতলের মধ্যে সামান্য কিছু পানি নেই। এবার 4 ডিজিট ব্যালেন্সের সাহায্যে 10.6 g পরিমাণ অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) কে মেপে নেই। ফানেলের সাহায্যে সোডিয়াম কার্বনেটকে বোতলের মধ্যে নেই। ওয়াস বোতলের সাহায্যে পাতিত পানি ফানেলের গায়ে যোগ করে সম্পূর্ণ সোডিয়াম কার্বনেট আয়তন মিতিক বোতলের মধ্যে নিয়ে নেই। বোতলের মুখের ফানেল সরিয়ে রাখি। প্রয়োজনীয় অতিরিক্ত পাতিত পানি যোগ করে দ্রবণের আয়তন 100 mL পূর্ণ করি।

**সাবধানতা:** অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেটের ওজন করার সময় অবশ্যই সঠিকভাবে পরিমাণ করতে হবে। পানি যোগ করার সময় আয়তন মিতিক ফ্লাস্কের লেবেল দাগ পর্যন্ত সঠিক ভাবে নিতে হবে।

### যৌগে মৌলের শতকরা সংযুক্তি (Percentage Composition of an element in a compound):

একাধিক মৌলের সমন্বয়ে গঠিত যৌগের অণুতে বিভিন্ন মৌল তাদের নিজ নিজ সংযুক্তি অনুযায়ী বর্তমান থাকে। যৌগে মৌল সমূহের শতকরা সংযুক্তির সমষ্টি সব সময় একশত (100) হয়। যৌগটিতে 100 ভাগ ভরের মধ্যে উপাদান মৌলগুলোর কতভাগ ভর বর্তমান সেই সংখ্যা মানই মৌলের শতকরা পরিমাণ। সূত্রমতে যৌগের আণবিক সংকেত জানা থাকলে এর থেকে আণবিক ভর নির্ণয় করা যায়। আণবিক ভরের মধ্যে উপাদান মৌলগুলোর সঠিক পরিমাণের ভিত্তিতে সহজেই মৌলের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

### নিয়ম:

- ১। প্রথমে শুদ্ধ করে যৌগটির আণবিক সংকেত লেখা হয়।
- ২। উপাদান মৌলের পারমাণবিক ভর হতে যৌগটির আণবিক ভর নির্ণয় করা হয়।
- ৩। যৌগটির আণবিক ভরের মধ্যে উপাদান মৌল সমূহের পরিমাণ হতে শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

**উদাহরণ:** পানির অণু হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত।

পানির আণবিক সংকেত  $\text{H}_2\text{O}$

$$\therefore \text{পানির আণবিক ভর} = 1 \times 2 + 16 = 18$$

$$\therefore \text{পানির অণুতে হাইড্রোজেনের শতকরা পরিমাণ} = \frac{2 \times 100}{18} = 11.11$$

$$\text{এবং পানির অণুতে অক্সিজেনের শতকরা পরিমাণ} = \frac{2 \times 100}{18} = 88.88$$

সুতরাং পানির অণুতে 11.11% হাইড্রোজেন ও 88.88 অক্সিজেন বর্তমান।

### নিজে করুন :

- ১। সালফিউরিক এসিডের আণবিক সংকেত  $\text{H}_2\text{SO}_4$  উহার অণুতে হাইড্রোজেন, সালফার ও অক্সিজেনের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করুন।

- ২। গ্লুকোজ অণুর আণবিক সংকেত  $C_6H_{12}O_6$  উহার অণুতে কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করুন।
- ৩। চূনাপাথরের আণবিক সংকেত  $CaCO_3$  উহার অণুতে ক্যালসিয়াম, কার্বন ও অক্সিজেনের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করুন।

যৌগের অণুতে কোনো নির্দিষ্ট মৌলের পরিবর্তে একটি নির্দিষ্ট অংশের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

#### উদাহরণ:

কাপড় কাঁচা সোডার আণবিক সংকেত  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ । এর অণুতে পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।


কাপড় কাঁচা সোডার আণবিক ভর =  $23 \times 2 + 12 + 16 \times 3 + 10 \times 18 = 286$


$$\therefore \text{কাপড় কাঁচা সোডার অণুতে পানির শতকরা পরিমাণ} = \frac{180 \times 100}{286} = 62.937$$

সুতরাং কাপড় কাঁচা সোডার অণুতে 62.937% পানি বর্তমান

#### নিজে করুন :

- ১। Bluevitriol বা তুঁতের আণবিক সংকেত  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ , উক্ত অণুতে পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করুন।  
(Cu=63.5, S= 32, H=1)
- ২। গ্রীন ভেট্রিওলের আণবিক সংকেত  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , উক্ত অণুতে পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করুন।  
(Fe = 55.85, S= 32, O= 16, H= 1)
- ৩। সাদা ভেট্রিওলের আণবিক সংকেত  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ , উক্ত অণুতে পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করুন।  
(Zn = 65.4, S = 32, O = 16, H=1)

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	সোডিয়াম কার্বনেট ( $Na_2CO_3$ ) এর 0.1 M ঘনমাত্রার দ্রবণ প্রস্তুত করুন।
---	------------------------	--

	<b>সারসংক্ষেপ :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● মোলার দ্রবণ: নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দ্রবণের প্রতিলিটার আয়তনের মধ্যে কোনো দ্রবের এক মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবণকে ঐ দ্রবের মোলার দ্রবণ বলে।</li> <li>● ডেসি মোলার দ্রবণ: নির্দিষ্ট তাপমাত্রার দ্রবণের প্রতিলিটার আয়তনের মধ্যে কোনো দ্রবের এক মোল এর এক দশমাংশ পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবণকে ঐ দ্রবের ডেসি মোলার দ্রবণ বলে।</li> <li>● সেমি মোলার দ্রবণ: নির্দিষ্ট তাপমাত্রার দ্রবণের প্রতি লিটার আয়তনের মধ্যে কোনো দ্রবের এক মোল এর অর্ধেক পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবণকে ঐ দ্রবের সেমি মোলার দ্রবণ বলে।</li> </ul>	

	<b>পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.৩</b>
---	-------------------------------

- ১। ডেসিমোলার দ্রবণের ক্ষেত্রে প্রতিলিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের পরিমাণ কত ?  
(ক) 1 মোল                      (খ) 0.1 মোল                      (গ) 0.01 মোল                      (ঘ) 0.001 মোল
- ২। ব্লুভেট্রিওল অণুতে পানির শতকরা পরিমাণ কত?  
(ক) 26.06                      (খ) 36.07                      (গ) 56.43                      (ঘ) 90.00
- ৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ কর-  
(i) মোলার দ্রবণ তাপমাত্রা নির্ভর।  
(ii) দ্রাবকের প্রকৃতিই দ্রবণের প্রকৃতি।



(iii) আণবিক সংকেত থেকে আণবিক ভর নির্ণয় করা যায়।

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

## পাঠ-৬.৪

## যৌগের স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয়



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থী-

- অণুর মধ্যে মৌলের পরমাণুর সংখ্যা গণনা করতে পারবেন।
- যৌগের স্থূল সংকেত নির্ণয় করতে পারবেন।
- যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয় করতে পারবেন।



মুখ্য শব্দ

সংকেত, স্থূল সংকেত, আণবিক সংকেত, শতকরা পরিমাণ।



### যৌগের সংকেত

কোনো যৌগিক পদার্থের একটি অণুকে সংশ্লিষ্ট মৌলের বা মূলক প্রতীকের সাহায্যে সংক্ষেপে প্রকাশ করাকে যৌগের সংকেত বলে। প্রত্যেকটি যৌগের পৃথক পৃথক সংকেত থাকে। তবে সমাণুক যৌগের ক্ষেত্রে ভিন্ন ভিন্ন যৌগের একই সংকেত হয়, যেমন-  $C_2H_6O$  সংকেত দ্বারা দুটি সমাণুক যৌগ হয়। একটি  $CH_3-CH_2-OH$  (ইথানল) এবং অপরটি  $CH_3-O-CH_3$  (মিথোক্সি মিথেন)। অপর পক্ষে সংকেত দ্বারা যৌগের অণুতে পরমাণু বা আয়নের সংখ্যা প্রকাশ করে। যৌগের অণু গঠিত হয় আধান নিরপেক্ষ পরমাণু, আধান যুক্ত আয়ন বা আধান যুক্ত মূলকের সমন্বয়ে। যৌগের অণু যেভাবেই সৃষ্টি হোকনা কেন মোট আধান শূন্য হয়।

যৌগের সংকেত দুই প্রকার-একটি স্থূল সংকেত অপরটি আণবিক সংকেত।

### স্থূল সংকেত (Empirical Formula):

কোনো যৌগের স্থূল সংকেত এমন একটি সংকেত যা দ্বারা উক্ত যৌগের অণুতে পরমাণু সমূহের সংকেত আপেক্ষিক অনুপাতকে প্রকাশ করা হয়। যদি বলা হয় কোনো একটি যৌগের স্থূল সংকেত  $A_2B_3$  তবে জানবে ঐ যৌগের অণুতে A ও B মৌল দ্বয়ের সংখ্যার অণুপাত 2 : 3। আর যদি যৌগের স্থূল সংকেত  $A_3B_2$  হয় তবে বুঝবে ঐ যৌগের অণুতে A ও B মৌল দ্বয়ের সংখ্যার অণুপাত 3:2।

যৌগের স্থূল সংকেত থেকে জানা যায় যৌগটিতে কি কি মৌল বর্তমান। যেমন বেনজিনের স্থূল সংকেত CH থেকে বুঝতে পারি বেনজিন অণুতে কার্বন ও হাইড্রোজেন পরমাণু বর্তমান আবার কোনো যৌগের স্থূল সংকেত থেকে যৌগটির অণুত উপস্থিত মৌলসমূহের পরমাণুর সংখ্যার সরলতম অণু জানা যায়। যেমন বেনজিনের স্থূল সংকেত CH থেকে আমরা বুঝতে পারি বেনজিন অণুতে কার্বন ও হাইড্রোজেন সংখ্যার অণুপাত 1:1। আবার স্থূল সংকেত থেকে ঐ অণুতে উপস্থিত মৌলগুলোর ভরের আপেক্ষিক অনুপাতও জানা যায়। যেমন বেনজিনের স্থূল সংকেত CH থেকে আমরা বুঝতে পারি, বেনজিন অণুতে কার্বন ও হাইড্রোজেনের ভরের আপেক্ষিক অনুপাত 12:1। যৌগের স্থূল সংকেত থেকে অনুতে উপস্থিত উপাদান মৌলগুলোর শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। যেমন বেনজিনের স্থূল সংকেত CH এর ভর  $(12+1) = 13$ ।

$$\therefore \text{বেনজিনে কার্বনের শতকরা পরিমাণ} = \frac{12 \times 100}{13} = 92.30$$

$$\text{এবং হাইড্রোজেনের শতকরা পরিমাণ} = \frac{1 \times 100}{13} = 7.692$$

যৌগের স্থূল সংকেতের ক্ষেত্রে কিছু সীমাবদ্ধতাও আছে।

- ১। যৌগের স্থূলে সংকেত থেকে বোঝা যায় না প্রকৃত যৌগ আসলে কী?
- ২। যৌগের অণুতে উপস্থিত মৌলগুলোর প্রকৃত পরিমাণ তথা যৌগের আণবিক ভর কত।
- ৩। যৌগের অণুতে পরমাণুগুলো পরস্পর কীভাবে সংযুক্ত সে সম্পর্কে কোনো ধারণা প্রদান করে না।
- ৪। যৌগটির ভৌত অবস্থা যেমন কঠিন, তরল অথবা গ্যাসীয় এর কোনো কিছুই জানা যায় না।
- ৫। যৌগটির ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলী সম্পর্কে কোনো ধারণা প্রদান করে না।

### আণবিক সংকেত (Molecular Formula):

যৌগের অণুস্থিত পরমাণু সমূহের পূর্ণ সংখ্যার প্রকৃত প্রকাশ যে সংকেতের দ্বারা প্রকাশ করা হয় তাকে যৌগের আণবিক সংকেত বলে। যৌগের আণবিক সংকেত লেখার সময় উহাতে উপস্থিত মৌলসমূহের প্রতীককে পাশাপাশি লেখা হয়। প্রতিটি মৌলের পরমাণুর সংখ্যা দেখানোর জন্য প্রতীকের ডান পার্শ্বে নিচে পরমাণুর সংখ্যাটি লেখা হয়। প্রতীক সমূহকে পাশাপাশি লেখার ক্ষেত্রে তড়িৎ ধনাত্মক মৌলকে প্রথমে এবং এ ধর্মের হ্রাস অনুসারে অন্যান্য মৌলের প্রতীককে সাজানো হয়। যেমন বেনজিনের আণবিক সংকেত  $C_6H_6$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। উহার অণুতে ৬টি কার্বন ও ৬টি হাইড্রোজেন পরমাণু বিদ্যমান। কোনো যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয়ের জন্য উহার স্থূল সংকেত ও আণবিক ভর জানার প্রয়োজন হয়। যে কোনো যৌগের আণবিক সংকেত থেকে আণবিক ভর নির্ণয় করা যায়। আণবিক ভর পরিমাণ উপাদান 1 মোল এর সমান। অর্থাৎ

আণবিক ভর = 1 মোল = এক গ্রাম অণু =  $6.023 \times 10^{23}$  টি অণু

### শতকরা সংযুক্তি থেকে যৌগের স্থূল সংকেত নির্ণয় :

একটি যৌগে মৌলের শতকরা সংযুক্তি বলতে তার শত ভাগ ভরের মধ্যে প্রতিটি উপাদান মৌলের আপেক্ষিক ভর বুঝায়।

যৌগে মৌলের শতকরা সংযুক্তি থেকে স্থূল সংকেত নির্ণয় করা যায়।

স্থূল সংকেত নির্ণয়ের জন্য শতকরা পরিমাণকে নিজ নিজ পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করি।

$$H = \frac{4}{1} = 4, \quad C = \frac{32}{12} = 2.667, \quad O = \frac{64}{16} = 4$$

ক্ষুদ্রতম ভাগফল 2.667 দ্বারা প্রতিটি ভাগফলকে পুনরায় ভাগ করে পাই

$$H = \frac{4}{2.667} = 1.5, \quad C = \frac{2.667}{2.667} = 1, \quad O = \frac{4}{2.667} = 1.5,$$

পূর্ণ সংখ্যায় পরিবর্তন করার জন্য সুবিধা জনক সংখ্যা 2 দ্বারা প্রতিটি ভাগফলকে গুণ করি।

$$H = 1.5 \times 2 = 3, \quad C = 1 \times 2 = 2, \quad O = 1.5 \times 2 = 3,$$

$$\therefore \text{যৌগের স্থূল সংকেত } C_2H_3O_3$$

শিক্ষার্থীর কাজ	নিজে করুন:
	১। একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করে C= 54.54%, ও H =9.00% পাওয়া গেল। যৌগটির স্থূল সংকেত নির্ণয় করুন।
	২। একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করে 40% কার্বন, 6.6% হাইড্রোজেন ও 53.4% অক্সিজেন পাওয়া গেল। যৌগটির স্থূল সংকেত নির্ধারণ করুন।
	৩। একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করে 92.4% কার্বন ও 7.6% হাইড্রোজেন পাওয়া গেল। যৌগটির স্থূল সংকেত নির্ধারণ করুন।
	৪। একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করে 1.6% হাইড্রোজেন, 22.23% নাইট্রোজেন ও 76.16% অক্সিজেন পাওয়া গেল। যৌগটির স্থূল সংকেত নির্ধারণ করুন।
	৫। একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করে 2.439% হাইড্রোজেন, 39.02% সালফার ও

	58.536% অক্সিজেন পাওয়া গেল। যৌগটির স্থূল সংকেত নির্ধারণ করুন।
--	--

শতকরা সংযুক্তি থেকে যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয় :

যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয় করতে হলে প্রথমেই ঐ যৌগের আণবিক ভর জানতে হবে।

১। শতকরা সংযুক্তি থেকে আণবিক ভর নির্ণয় পদ্ধতি:

প্রতিটি মৌলের শতকরা পরিমাণকে যোগ করুন। যোগফল 100 অপেক্ষা যথেষ্ট কম হলে এবং শতকরা পরিমাণে অক্সিজেনের উল্লেখ না থাকলে বাকী শতকরা পরিমাণকে অক্সিজেনের পরিমাণ হিসেবে ধরে নিতে হবে।

**উদাহরণ:**

একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করে 40% কার্বন ও 6.6% হাইড্রোজেন পাওয়া গেল। যৌগটির আণবিক ভর 180 হলে এর আণবিক সংকেত নির্ণয় করুন।

যৌগের মধ্যে মৌলের শতকরা পরিমাণের যোগফল  $(40+6.6) = 46.6$

∴ যৌগের মধ্যে অক্সিজেনের শতকরা পরিমাণ  $(100-46.6) = 53.4$

২। মৌলের শতকরা সংযুক্তির সাপেক্ষে আণবিক ভরের মধ্যে মৌলের পরিমাণ নির্ধারণ করতে হবে।

৩। মৌলের এ পরিমাণকে স্ব স্ব মৌলের পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করুন। এ ভাগফল যৌগের অণুর মধ্যে মৌলের পরমাণুর মোল সংখ্যা নির্দেশ করে।

৪। মৌলের পরমাণুর মোল সংখ্যার কোনো একটি যদি ভগ্নাংশ হয়, তবে কোনো সুবিধাজনক সংখ্যা দ্বারা মোল সংখ্যার প্রতিটি মানকে গুণ করে পূর্ণ সংখ্যায় পরিণত করা হয়।

৫। মৌলের পরমাণুর মোল সংখ্যাকে স্ব স্ব মৌলের ডান পার্শ্বে নিচের দিকে বসিয়ে যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয় করা হয়। কারণ মৌলের মোল সংখ্যা মান উহার পরমাণুর সংখ্যা নির্দেশ করে।

∴ যৌগটির 1 মোল বা 180g এর মধ্যে-

$$\text{কার্বন পরমাণুর পরিমাণ} = \frac{40 \times 180}{100} = 72g.$$

$$\text{হাইড্রোজেন পরমাণুর পরিমাণ} = \frac{6.6 \times 180}{100} = 11.88g.$$

$$\text{অক্সিজেন পরমাণুর পরিমাণ} = \frac{53.4 \times 180}{100} = 96.12g.$$

প্রতিটি মৌলের পরমাণুর এ পরিমাণকে স্ব স্ব পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করি এবং মৌলের মোল সংখ্যা নির্ণয় করি।

$$\text{কার্বনের মোল সংখ্যা} = \frac{72g}{12gmol^{-1}} = 6 \text{ mol.}$$

$$\text{হাইড্রোজেনের মোল সংখ্যা} = \frac{11.88g}{1gmol^{-1}} = 11.88 \text{ mol} = 12 \text{ mol}$$


$$\text{অক্সিজেনের মোল সংখ্যা} = \frac{96.12g}{16gmol^{-1}} = 6.0075 \text{ mol} = 6 \text{ mol}$$


∴ যৌগের প্রতিটি অণুতে কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরমাণুর সংখ্যা যথাক্রমে 6, 12 ও 6।

∴ যৌগটির আণবিক সংকেত  $C_6H_{12}O_6$ ।

**নিজে করুন:**

- ১। একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করে 32% কার্বন, 4% হাইড্রোজেন ও 64% অক্সিজেন পাওয়া গেল। যৌগটির আণবিক ভর 150 হলে যৌগটির আণবিক সংকেত নির্ণয় করুন। উত্তর  $C_4H_6O_6$ .
- ২। একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করে 40% কার্বন, 6.667% হাইড্রোজেন, 53.333% অক্সিজেন পাওয়া গেল। যৌগটির আণবিক ভর 30 হলে আণবিক সংকেত নির্ণয় করুন। উত্তর  $CH_2O$ .
- ৩। একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করে 30.434% নাইট্রোজেন ও 69.5% অক্সিজেন পাওয়া গেল। যৌগটির আণবিক ভর 92 হলে আণবিক সংকেত নির্ণয় করুন। উত্তর  $N_2O_4$ .
- ৪। একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করে কার্বন 52.174%, হাইড্রোজেন 13.04% ও অক্সিজেন 34.783% পাওয়া গেল। যৌগটির আণবিক ভর 46 হলে আণবিক সংকেত নির্ণয় করুন। উত্তর  $C_2H_6O$ .
- ৫। একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করে কার্বন 54.54%, হাইড্রোজেন 9.04% ও অক্সিজেন 36.37% পাওয়া গেল। যৌগটির আণবিক ভর 88 হলে আণবিক সংকেত নির্ধারণ করুন। উত্তর  $C_4H_8O_2$ .

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	যৌগের স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত এর মধ্যে পার্থক্য লিখুন।
---	------------------------	--

	<b>সারসংক্ষেপ :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● যে পদার্থগুলোকে ভাঙলে বা বিশ্লেষণ করলে ঐ পদার্থ ছাড়া অন্য কোন ধর্ম বিশিষ্ট পদার্থ পাওয়া যায় না তাদেরকে মৌলিক পদার্থ সংক্ষেপে মৌল বলে।</li> <li>● স্থূল সংকেত: কোনো যৌগের অণুতে বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর প্রকৃত সংখ্যা প্রকাশ না করে কেবল ওদের ক্ষুদ্রতম অণুপাতকে প্রকাশ করে যে সংকেত প্রকাশ হয় তাকে স্থূল সংকেত বলা হয়।</li> <li>● আণবিক সংকেত: কোনো মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের অণুর মধ্যে, বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সঠিক সংখ্যা প্রকাশের মাধ্যমে যে সংকেত প্রকাশ হয় তাকে আণবিক সংকেত বলা হয়।</li> <li>● শতকরা সংযুক্তি: একটি যৌগে মৌলের শতকরা সংযুক্তি বলতে তার শতভাগ ভরের মধ্যে প্রতিটি উপাদান মৌলের আপেক্ষিক ভর বুঝায়।</li> </ul>	

	<b>পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.৪</b>
---	-------------------------------

- ১। স্থূল সংকেতের ক্ষেত্রে কোন উক্তিটি সঠিক?
 

(ক) মৌলের হয়	(খ) যৌগের হয়
(গ) মৌল ও যৌগ উভয়ের হয়	(ঘ) আণবিক সংকেত অপেক্ষা বড়ো।
- ২। গ্লুকোজ ( $C_6H_{12}O_6$ ) ও মিথানাল ( $H-CHO$ ) যৌগ দুটির স্থূল সংকেত কোনটি?
 

(ক) $CH_2O$	(খ) $C_2H_4O_2$	(গ) $C_6H_{12}O_6$	(ঘ) $(CH_2O)_n$
-------------	-----------------	--------------------	-----------------
- ৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ্য করুন-
  - (i) আণবিক সংকেত নির্ণয়ে যৌগের আণবিক ভর জানার প্রয়োজন হয়।
  - (ii) স্থূল সংকেত যৌগের অণুতে পরমাণু সমূহের আপেক্ষিক অনুপাত।
  - (iii) যৌগের আণবিক সংকেত থেকে মৌলের শতকরা পরিমাণ নির্ধারণ করা হয়।
 নিচের কোনটি সঠিক?
 

(ক) i,	(খ) i ও ii	(গ) ii ও iii	(ঘ) i ii ও iii
--------	------------	--------------	----------------

## পাঠ-৬.৫

## রাসায়নিক সমীকরণ ও এর সমতাকরণ



## উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- রাসায়নিক বিক্রিয়া কী তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- রাসায়নিক সমীকরণ লেখার নিয়ম ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- রাসায়নিক সমীকরণ সমতা বিধান করতে পারবেন।



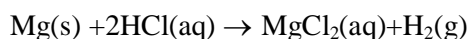
## মুখ্য শব্দ

সমীকরণ, সমতা, বিক্রিয়ক, উৎপাদ, সমান চিহ্ন, সাম্য চিহ্ন।



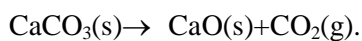
## রাসায়নিক বিক্রিয়া ও রাসায়নিক সমীকরণ :

এক বা একাধিক বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে এক বা একাধিক উৎপাদ উৎপন্ন করে। বিক্রিয়কের এ পরিবর্তন রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়াকে সংক্ষেপে উপস্থানের জন্য ব্যবহার করা হয় রাসায়নিক সমীকরণ। যেমন ম্যাগনেসিয়াম ধাতু হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ ও হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়ার সমীকরণটি :

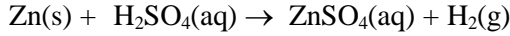



## রাসায়নিক সমীকরণ লেখার নিয়ম :

- ১। যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়াতে যে সব পদার্থে দিয়ে বিক্রিয়া শুরু করা হয় তাদেরকে বিক্রিয়ক বলে। রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে যে পদার্থ উৎপন্ন হয় তাকে উৎপাদ বলে। রাসায়নিক সমীকরণে বিক্রিয়কসমূহকে বামপাশে এবং উৎপাদসমূহ ডানপাশে লিখে মাঝখানে অ্যারো ( $\rightarrow$ ) চিহ্ন লেখা হয়। তবে সাম্য বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সাম্য চিহ্ন ( $\rightleftharpoons$ ) ব্যবহার করা হয়।
- ২। যদি কোনো বিক্রিয়ায় একাধিক বিক্রিয়ক অথবা একাধিক উৎপাদ থাকে তবে তাদেরকে যোগ চিহ্ন দিয়ে প্রকাশ করা হয়।
- ৩। যে কোনো রাসায়নিক সমীকরণে বিক্রিয়কে বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা এবং উৎপাদের মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান হতে হয়। এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক ও উৎপাদ ভিন্ন যৌগ হলেও তা সব সময় অভিন্ন মৌলের পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত হয়।
- ৪। বিক্রিয়ক সমূহের ভৌত অবস্থা এবং উৎপাদ সমূহের ভৌত অবস্থাকে প্রতিটি বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ডানপাশে নিচে প্রথম বন্ধনীর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। যেমন- বিক্রিয়কের ভৌত অবস্থা কঠিন (Solid) হলে (s), তরল (Liquid) হলে (l) এবং গ্যাসীয় (Gaseous) হলে (g) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেমন, চূনাপাথরকে তাপে বিয়োজিত করলে ক্যালসিয়াম অক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়ক চূনাপাথর কঠিন, উৎপাদ ক্যালসিয়াম অক্সাইড কঠিন এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসীয় পদার্থ। সুতরাং বিক্রিয়ার রাসায়নিক সমীকরণটি-



কঠিন জিংক ধাতু সালফিউরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে জিংক সালফেটের জলীয় দ্রবণ ও হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। সূত্রাং বিক্রিয়ার রাসায়নিক সমীকরণটি-



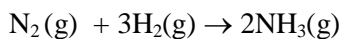
 শিক্ষার্থীর কাজ	নিম্নের রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলোকে রাসায়নিক সমীকরণের মাধ্যমে প্রকাশ করুন
১। কঠিন ক্যালসিয়াম কার্বনেট, হাইড্রোক্লোরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ, কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস ও পানি উৎপন্ন করে।	১। কঠিন ক্যালসিয়াম কার্বনেট, হাইড্রোক্লোরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ, কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস ও পানি উৎপন্ন করে।
২। সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের জলীয় দ্রবণ হাইড্রোক্লোরিক এসিডে জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ ও পানি উৎপন্ন করে।	২। সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের জলীয় দ্রবণ হাইড্রোক্লোরিক এসিডে জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ ও পানি উৎপন্ন করে।
৩। কঠিন জিংক অক্সাইড, হাইড্রোক্লোরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে জিংক ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ ও পানি উৎপন্ন করে।	৩। কঠিন জিংক অক্সাইড, হাইড্রোক্লোরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে জিংক ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ ও পানি উৎপন্ন করে।
৪। কঠিন ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করলে কঠিন ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড গ্যাস ও অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।	৪। কঠিন ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করলে কঠিন ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড গ্যাস ও অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।

#### রাসায়নিক সমীকরণের সমতাকরণ:

যে কোনো রাসায়নিক সমীকরণ যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার সংক্ষিপ্ত রূপ। আমরা পূর্বেই জেনেছি যে, কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদ ভিন্ন যৌগ হলেও তা অভিন্ন মৌলের পরমাণুর সমন্বয় গঠিত হয়। এর ফলে ভরের সংরক্ষণ নীতি প্রতিষ্ঠিত হয়। এ কারণে রাসায়নিক সমীকরণে বিক্রিয়ক পদার্থের বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা এবং উৎপাদের একই মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সব সময় সমান থাকে। সমীকরণে বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান করার উদ্দেশ্যে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সংকেতের সাথে প্রয়োজনীয় পূর্ণ সংখ্যা, যেমন- 2, 3, 4 ইত্যাদি গুণ করার প্রয়োজন হয়। তবে রাসায়নিক সমীকরণকে সমতা করার ক্ষেত্রে কোনো সুনির্দিষ্ট ধরাবাঁধা নিয়ম না থাকলেও কিছু কৌশল অনুসরণ করা হয়।

- ১। সব সময় রাসায়নিক সমীকরণে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সঠিক সংকেত ব্যবহার করে বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখা হয়।
- ২। বিক্রিয়কের কোনো একটি অথবা উৎপাদের কোনো একটি যৌগিক পদার্থ হলে বিক্রিয়ক অথবা উৎপাদ অথবা উভয়ের সাথে বিভিন্ন সংখ্যা গুণ করে সমতা করা হয়।

যেমন- নাইট্রোজেন ( $\text{N}_2$ ) ও হাইড্রোজেন ( $\text{H}_2$ ) এর বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া ( $\text{NH}_3$ ) উৎপন্ন হয়। যৌগিক অণু অ্যামোনিয়া ( $\text{NH}_3$ ) এর প্রতিটি অণুতে একটি নাইট্রোজেন ও তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণু বর্তমান। আবার নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন উভয়েই দ্বিপরমাণুক অণু। সূত্রাং কম পক্ষে অ্যামোনিয়ার দুটি অণু উৎপন্ন হতে হবে যার মধ্যে ৬টি হাইড্রোজেন পরমাণু বর্তমান থাকে। বিক্রিয়ক হাইড্রোজেনের পরমাণুর সংখ্যা ঠিক করার উদ্দেশ্যে 3 দ্বারা গুণ করার প্রয়োজন।

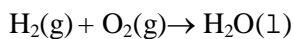


- ৩। মূল সমীকরণে মৌলিক বিক্রিয়ক ও উৎপাদের পরমাণুর সংখ্যা সমান করতে হয়।
- ৪। রাসায়নিক সমীকরণের বিক্রিয়াকে সমতাকরণে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সাথে ভগ্নাংশ সংখ্যা ব্যবহার না করে পূর্ণ সংখ্যা গুণক হিসেবে ব্যবহার করাই উত্তম।

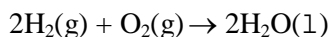
যেমন:  $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g})$  এর পরিবর্তে  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$  লেখা উত্তম।

#### উদাহরণ:

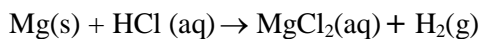
হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় পানি উৎপন্ন হয়।



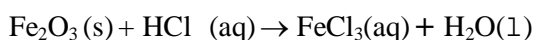
অক্সিজেন দ্বিপরমাণুক অণু হওয়ায় (কম পক্ষে) দুই অণু পানি উৎপন্ন হওয়া প্রয়োজন। পানির প্রতিটি অণুতে দুটি করে হাইড্রোজেন পরমাণু বর্তমান। দুটি পানির অণুতে ৪টি হাইড্রোজেন পরমাণু উপস্থিত থাকবে। বিক্রিয়ক H<sub>2</sub> কে ২ দ্বারা এবং উৎপাদক H<sub>2</sub>O কে ২ দ্বারা গুণ করলেই সমীকরণ সমতা বিধান হয়।



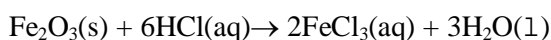
কঠিন ম্যাগনেসিয়াম ধাতু হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।





আয়রণ (III) অক্সাইড (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে আয়রণ (II) ক্লোরাইড ও পানি উৎপন্ন করে।



আয়রণের পরমাণুর সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ FeCl<sub>3</sub> এর সাথে ২ দ্বারা গুণ করা প্রয়োজন। এবার ক্লোরিনের পরমাণুর সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক HCl এর সাথে ৬ দ্বারা এবং সমীকরণে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ H<sub>2</sub>O এর সাথে ৩ দ্বারা গুণ করার প্রয়োজন।



 শিক্ষার্থীর কাজ	উক্তি দুটিকে সমীকরণের মাধ্যমে প্রকাশ করুন:
১। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড কঠিন ক্যালসিয়াম অক্সাইডের সাথে উত্তপ্ত অবস্থায় বিক্রিয়া করে অ্যামোনিয়াম গ্যাস, ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ও পানি উৎপন্ন করে।	
২। সোডিয়াম কার্বনেট হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম ক্লোরাইড, পানি ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে।	

 সারসংক্ষেপ :
<ul style="list-style-type: none"> <li>● রাসায়নিক সমীকরণ: রাসায়নিক বিক্রিয়াকে সংক্ষেপে উৎপাদনের জন্য যে সমীকরণ ব্যবহার করা হয় তাকে রাসায়নিক সমীকরণ বলা হয়।</li> <li>● রাসায়নিক বিক্রিয়া: এক বা একাধিক বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে এক বা একাধিক উৎপাদ উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ার এ পরিবর্তনকে রাসায়নিক বিক্রিয়া বলা হয়।</li> <li>● বিক্রিয়ক: রাসায়নিক বিক্রিয়ার অংশ গ্রহণকারী উপাদানকে বিক্রিয়ক বলে।</li> <li>● উৎপাদ: রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উৎপন্ন উপাদানকে উৎপাদ বলে।</li> </ul>

 পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.৫
--

- Zn(s) + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(aq) → ZnSO<sub>4</sub>(aq) + H<sub>2</sub>(g) এ রাসায়নিক সমীকরণে বিক্রিয়ক হলো-  
(ক) Zn, (খ) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (গ) Zn ও H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ঘ) ZnSO<sub>4</sub> ও H<sub>2</sub>
- CaCO<sub>3</sub>(s) + 2HCl(aq) → CaCl<sub>2</sub>(aq) + CO<sub>2</sub>(g) + H<sub>2</sub>O(l) রাসায়নিক সমীকরণে উৎপাদ হলো-  
(ক) CaCO<sub>3</sub>, (খ) CaCO<sub>3</sub> ও HCl (গ) CaCl<sub>2</sub> ও CO<sub>2</sub> (ঘ) CaCl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O ও CO<sub>2</sub>
- নিচের উক্তিগুলো লক্ষ করুন-  
i. এক বা একাধিক বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে এক বা একাধিক উৎপাদ উৎপন্ন করে।  
ii. সাম্য বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে → চিহ্ন লেখা হয়।

iii. রাসায়নিক সমীকরণে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সঠিক সংকেত লেখা হয়।  
নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i,

(খ) i ও ii

(গ) i ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

## পাঠ-৬.৬

## উৎপাদের শতকরা পরিমাণ



## উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- রাসায়নিক সমীকরণের মোলের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- লিমিটিং বিক্রিয়ক সম্পর্কে ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- উৎপাদের শতকরা পরিমাণ ও কেসাস পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করতে পারবেন।



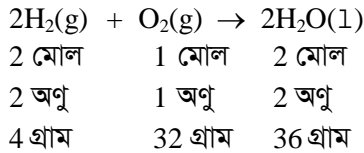
## মুখ্য শব্দ

মোল, অণু, ভর, লিমিটিং বিক্রিয়ক, কেসাস পানি।



## মোল ও রাসায়নিক সমীকরণ:

রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোল সংখ্যার পরিমাণকে পরিমাপের জন্য Stoichiometry একটি গুরুত্বপূর্ণ শাখা। প্রতিটি রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রেই নির্দিষ্ট পরিমাণ বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে নির্দিষ্ট পরিমাণ উৎপাদ উৎপন্ন করে থাকে। বিক্রিয়ার সমতাকৃত পূর্ণ সমীকরণ থেকে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোল সংখ্যা, অণুর সংখ্যা, ভর সংখ্যা এবং গ্যাসীয় উপাদানের ক্ষেত্রে আয়তনকে পরিমাপ করা যায়। উদাহরণ স্বরূপ হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় পানি উৎপাদনের সমীকরণটি -



এ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় 2 মোল হাইড্রোজেন 1 মোল অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে 2 মোল পানি উৎপন্ন করেছে। আবার 2 অণু হাইড্রোজেন 1 অণু অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে 2 অণু পানি উৎপন্ন করেছে। ভরের হিসেবে ব্যাখ্যা করলে 4g ভরের হাইড্রোজেন 32 গ্রাম ভরের অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে 36 গ্রাম ভরের পানি উৎপন্ন করেছে।

চিন্তা করে বলুন : 5 গ্রাম হাইড্রোজেনের সম্পূর্ণভাবে বিক্রিয়া করতে কত গ্রাম অক্সিজেনের প্রয়োজন। এ প্রক্রিয়ায় কত গ্রাম পানি পাওয়া যাবে?

সমাধান : 4 গ্রাম হাইড্রোজেনকে সম্পূর্ণভাবে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করতে প্রয়োজন অক্সিজেনের 32 গ্রাম।

5g গ্রাম হাইড্রোজেনকে সম্পূর্ণভাবে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করতে প্রয়োজন অক্সিজেনের =  $\frac{32 \times 5}{4} = 40$  গ্রাম

প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের ভর 40 গ্রাম।

4 গ্রাম হাইড্রোজেনের সাথে অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পানির পরিমাণ 36 গ্রাম



$$\therefore 5 \text{ গ্রাম হাইড্রোজেনের সাথে অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পানির পরিমাণ} = \frac{36 \times 5}{4} = 45 \text{ গ্রাম}$$

উৎপন্ন পানির পরিমাণ 45 গ্রাম

36 গ্রাম পানি উৎপন্ন করতে প্রয়োজনীয় হাইড্রোজেন 4 গ্রাম

$$5 \text{ গ্রাম পানি উৎপন্ন করতে প্রয়োজনীয় হাইড্রোজেন} = \frac{4 \times 5}{36} = 0.55 \text{ গ্রাম}$$

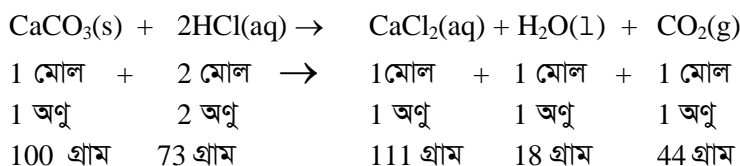
প্রয়োজনীয় হাইড্রোজেনের পরিমাণ 0.55 গ্রাম

6 গ্রাম পানি উৎপন্ন করতে প্রয়োজনীয় অক্সিজেন 32 গ্রাম

$$5 \text{ গ্রামে পানি উৎপন্ন করতে প্রয়োজনীয় অক্সিজেন} = \frac{32 \times 5}{36} = 4.44 \text{ গ্রাম}$$

প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের পরিমাণ 4.44 গ্রাম

কঠিন ক্যালসিয়াম কার্বনেট ও হাইড্রোক্লোরিক এসিডের বিক্রিয়ায় দ্রবণীয় ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। এ রাসায়নিক বিক্রিয়ার সমীকরণটি



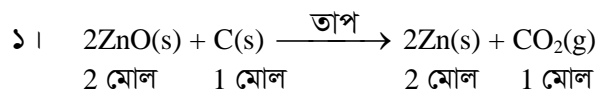
গণনা করে বলুন : (i) 15 গ্রাম ক্যালসিয়াম কার্বনেটের সাথে সম্পূর্ণভাবে বিক্রিয়া করতে প্রয়োজনীয় হাইড্রোক্লোরিক এসিডের পরিমাণ কত? (ii) এ প্রক্রিয়ায় কত গ্রাম  $\text{CO}_2$  উৎপন্ন হবে?

(iii) 10 গ্রাম কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করতে বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণকারী ক্যালসিয়াম কার্বনেটের ভর ও হাইড্রোক্লোরিক এসিডের ভর কত?

উত্তর: (i) 10.95 গ্রাম, (ii) 6.6 গ্রাম, (iii) 22.72 গ্রাম ও 16.59 গ্রাম

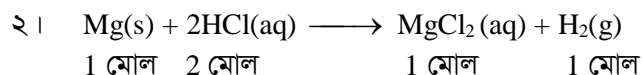
**মনে রাখবেন:** রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পূর্ণ সমীকরণ হতে একটি বিক্রিয়াকের ভর থেকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী অপর বিক্রিয়াকের ভর নির্ণয় করা যায়। একটি বিক্রিয়াকের ভর থেকে বিক্রিয়ায় উৎপন্ন উৎপাদ বা উৎপাদ সমূহের ভর নির্ণয় করা যায়। বিপরীতভাবে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উৎপন্ন উৎপাদের ভর থেকে যে কোনো বিক্রিয়াকের ভর নির্ণয় করা যায়।

**নিজে করুন:**



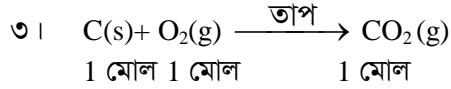
15 গ্রাম জিংক অক্সাইড (ZnO) কে কার্বন বিজারণ করে কত গ্রাম জিংক (Zn) ধাতু পাওয়া যাবে। এ প্রক্রিয়ায় কত গ্রাম কার্বন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করেছিল এবং উৎপন্ন কার্বন ডাইঅক্সাইডের ভর নির্ণয় করুন (Zn= 65.4, C= 12, O=16)।

উত্তর: Zn = 12.0516 গ্রাম, C = 1.1056 গ্রাম,  $\text{CO}_2 = 4.05405$  গ্রাম



5 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ও 10 গ্রাম হাইড্রোক্লোরিক এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের ভর নির্ণয় করুন। এ প্রক্রিয়ায় কত গ্রাম হাইড্রোজেন পাওয়া যাবে? (Mg= 24, Cl= 35.5)

উত্তর: 13.0136 গ্রাম ও 0.2739 গ্রাম।

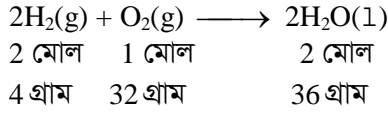


5 গ্রাম কার্বন ও 10 গ্রাম অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের ভর নির্ণয় করুন 22 গ্রাম কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন করতে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী কার্বনের ভর নির্ণয় করুন।  $C = 12, O = 16$

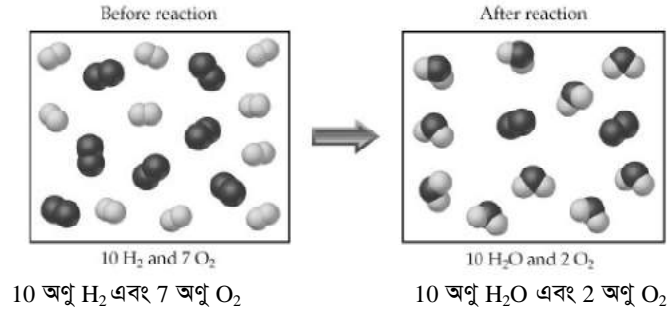
উত্তর: 13.75 গ্রাম ও 6 গ্রাম।

### লিমিটিং বিক্রিয়ক (Limiting Reactant)

যে সব রাসায়নিক বিক্রিয়াতে একের অধিক বিক্রিয়ক থাকে সে সব ক্ষেত্রে, বিক্রিয়কের প্রয়োজন অণুযায়ী ওজন করে সরবরাহ করা সম্ভব হয় না। যেমন- হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় পানি উৎপাদনের ক্ষেত্রে সমীকরণটি-



এ বিক্রিয়াতে 2 মোল হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়ার অংশ গ্রহণ করে 1 মোল অক্সিজেন। অর্থাৎ 4 গ্রাম হাইড্রোজেনের সাথে সম্পূর্ণভাবে বিক্রিয়া করার জন্য প্রয়োজনীয় অক্সিজেন 32 গ্রাম। কিন্তু এমনটি যদি হয়, 4 গ্রাম হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়া করার জন্য বিক্রিয়ক স্থলে অক্সিজেন সরবরাহ করা হয়েছে মাত্র 24 গ্রাম। সেক্ষেত্রে বিক্রিয়ক হাইড্রোজেন সম্পূর্ণভাবে বিক্রিয়া না করে আংশিকভাবে বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করবে কিন্তু অক্সিজেন সম্পূর্ণভাবে বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করবে। বিক্রিয়ার শেষে বিক্রিয়ক হাইড্রোজেন অবশিষ্ট থাকলেও কোন অক্সিজেন অবশিষ্ট থাকবে না। এক্ষেত্রে অক্সিজেন লিমিটিং বিক্রিয়ক। সুতরাং রাসায়নিক বিক্রিয়াতে একাধিক বিক্রিয়াকের মধ্যে যে বিক্রিয়ক বিক্রিয়ার শেষে অবশিষ্ট থাকে না তাকে লিমিটিং বিক্রিয়ক বলে। বিক্রিয়ক থেকে উৎপাদের পরিমাণ হিসাব করার সময় লিমিটিং বিক্রিয়কের পরিমাণ থেকে হিসাব করা হয়।



চিত্র ১ : লিমিটিং বিক্রিয়কের ধারণা।

### চিন্তা করে উত্তর দিন:

লিমিটিং বিক্রিয়ক নির্ধারণ করুন এবং গণনা করে কারণ ব্যাখ্যা করুন।

১। 3 গ্রাম কার্বন ও 10 গ্রাম অক্সিজেনকে দহন করে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করলে।

উত্তর: কার্বন।

২। 5 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ও 3 গ্রাম অক্সিজেনের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটিয়ে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপাদন করা হলো।

উত্তর: অক্সিজেন।

### উৎপাদের শতকরা পরিমাণ (Percentage of yield) :

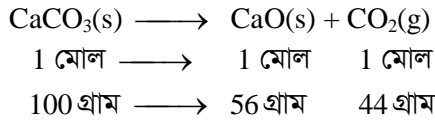
প্রকৃতিগতভাবে অথবা ল্যাবরেটরিতে 100% বিশুদ্ধ উপাদান পাওয়া যায় না। ল্যাবরেটরিতে সাধারণত যে সব বিক্রিয়ক ব্যবহার করা হয় তা বেশির ভাগই অ্যানালার (Analar)। প্রায় 95% বিশুদ্ধ রাসায়নিক উপাদানগুলোকে অ্যানালার বলে। এদেরকে ল্যাবরেটরিতে গবেষণার সময় বিভিন্ন বিশ্লেষণি কাজে ব্যবহার করা হয়। রাসায়নিক উপাদানকে কিভাবে প্রত্যক্ষ

করা হলো এবং বিশুদ্ধকরণ পদ্ধতি কী রূপ তার উপর নির্ভর করে উহার বিশুদ্ধতার পরিমাণ। বিক্রিয়ক ১০০% বিশুদ্ধ না হওয়ায় লিমিটিং বিক্রিয়ক থেকে যে পরিমাণে উৎপাদ উৎপন্ন হওয়া উচিত ঠিক ঐ পরিমাণ উৎপাদ উৎপন্ন হয় না। উৎপাদের পরিমাণ অপেক্ষাকৃত কম হয়। এক্ষেত্রে উৎপাদ কী পরিমাণ কম উৎপন্ন হয় তা উৎপাদের শতকরা পরিমাণের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়।

$$\text{উৎপাদের শতকরা পরিমাণ} = \frac{\text{বিক্রিয় প্রাপ্ত উৎপাদের পরিমাণ} \times 100}{\text{বিক্রিয়া থেকে হিসাবকৃত উৎপাদের পরিমাণ}}$$

**উদাহরণ:** 65 গ্রাম ক্যালসিয়াম কার্বনেট ( $\text{CaCO}_3$ ) কে সম্পূর্ণভাবে তাপে বিয়োজিত করে 35 গ্রাম  $\text{CaO}$  পাওয়া গেলে উৎপাদের শতকরা পরিমাণ হিসেব করুন।

ক্যালসিয়াম কার্বনেটের বিয়োজনের সমীকরণটি হলোঃ



∴ 100 গ্রাম  $\text{CaCO}_3$  থেকে প্রাপ্ত  $\text{CaO}$  56 গ্রাম।

$$65 \text{ গ্রাম } \text{CaCO}_3 \text{ গ্রাম থেকে প্রাপ্ত} = \frac{56 \times 65}{100} = 36.4 \text{ গ্রাম}$$

$$\therefore \text{উৎপাদের শতকরা পরিমাণ} = \frac{35 \times 100}{36.5} = 96.1538 \text{ গ্রাম}$$

∴ উৎপাদের পরিমাণ 96.1538%

**নিজে করুন :**

১। 25 গ্রাম  $\text{CaCO}_3$  কে তাপে বিয়োজিত করে 12.75 গ্রাম  $\text{CaO}$  পাওয়া গেল। উৎপাদের শতকরা পরিমাণ হিসেব করুন।

উত্তর : 91.07%

২। 26.5 গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  এর সাথে হাইড্রোক্লোরিক এসিডের বিক্রিয়ায় 10.5 গ্রাম কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস পাওয়া গেল। উৎপাদে  $\text{CO}_2$  এর শতকরা পরিমাণ হিসেব করুন।

উত্তর : 95.4545%

৩। 25 গ্রাম  $\text{ZnO}$  কে সম্পূর্ণভাবে কার্বন বিজারণ করে 18.5 গ্রাম জিংক ধাতু পাওয়া গেল। উৎপাদে জিংক ধাতুর শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করুন।

উত্তর : 92.104%

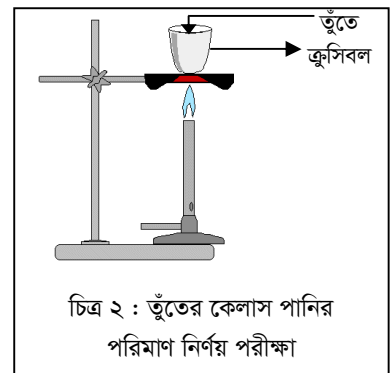
**কেলাস পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয়:**

ব্লু ভিট্রিয়ল বা তুঁতের আণবিক সংকেত  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; পরীক্ষাগারে তুঁতের কেলাসের মধ্যে পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করুন।

**প্রয়োজনীয় উপকরণ:** তুঁতে বা ব্লু ভিট্রিয়ল ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ডিজিটাল ব্যালেন্স, পোর্সেলিন বাটি, ত্রিপদী, তারজালি, ক্রুসিবল, বার্ণার না পাওয়া গেলে স্পিরিট ল্যাম্প।

**কাজেরধারা:** উজ্জ্বল নীল বর্ণের তুঁতের কিছু কেলাসকে সংগ্রহ করুন। পোর্সেলিন ক্রুসিবলকে নিয়ে ব্যালেন্সে ওজন করুন। এ ওজন a গ্রাম। নিজেতে তুঁতের কিছু কেলাস নিয়ে পোর্সেলিন ক্রুসিবলসহ ওজন করুন।

এ ওজন b গ্রাম।



গৃহীত তুঁতের ভর = (b-a) গ্রাম।

এবার পোর্সেলিনের বাটিকে তার জালির উপর বসিয়ে তাপ দিন যতক্ষণ পর্যন্ত তুঁতের বর্ণ সম্পূর্ণভাবে সাদা না হয়। এ অবস্থায় পোর্সেলিন ক্রসিবল সহ প্রাপ্ত  $\text{CuSO}_4$  এর ভর c গ্রাম।


প্রাপ্ত  $\text{CuSO}_4$  এর ভর (c-a) গ্রাম।


∴ তাপ দেওয়ার ফলে অপসারিত পানির ভর = (b-a) - (c-a)  
= (b-c) গ্রাম।

∴ (b-a) গ্রাম  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  এর সাথে যুক্ত কেলাস পানির ভর = (b-c) গ্রাম।

$$100\text{g} = \frac{(b-c) \times 100}{(b-a)}$$

∴ তুঁতের কেলাসে পানির পরিমাণ =  $\frac{(b-c) \times 100}{(b-a)} \%$

 <b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	<p>১। 10g <math>\text{H}_2</math> ও 10g <math>\text{O}_2</math> বিক্রিয়া করে পানি উৎপন্ন করলে উৎপন্ন পানির মোল সংখ্যা নির্ণয় করুন।</p> $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ <p>২। কাপড় কাঁচা সোডা (<math>\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}</math>) এর মধ্যে কেলাস পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করুন।</p> <p>৩। <math>\text{KClO}_3</math> এর বিয়োজনের সমীকরণ <math>\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2</math></p> <p>25g <math>\text{KClO}_3</math> কে বিয়োজিত করে 9.79g <math>\text{O}_2</math> পাওয়া গেল এক মোল <math>\text{KClO}_3</math> থেকে কত গ্রাম অক্সিজেন পাওয়া যাবে নির্ণয় করুন।</p>
--	---

 <b>সারসংক্ষেপ :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>বিক্রিয়ক:</b> কোনো একটি রাসায়নিক বিক্রিয়ার অংশ গ্রহণকারী উপাদানকে বিক্রিয়ক বলা হয়।</li> <li>• <b>উৎপাদ:</b> কোনো একটি রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে যে সব উপাদান উৎপন্ন হয় তাদেরকে উৎপাদ বলা হয়।</li> <li>• <b>লিমিটিং বিক্রিয়ক:</b> রাসায়নিক বিক্রিয়াতে একাধিক বিক্রিয়কের মধ্যে যে বিক্রিয়ক বিক্রিয়ার শেষে অবশিষ্ট থাকে না তাকে লিমিটিং বিক্রিয়ক বলে।</li> <li>• <b>কেলাস পানি:</b> কোনো দানাদার কঠিন পদার্থের প্রতি অণুর সাথে উহার কেলাসের অপরিহার্য অংশ হিসেবে যে নির্দিষ্ট সংখ্যক পানির অণু রাসায়নিকভাবে যুক্ত থাকে, সেই পানির অণুকে ঐ দানাদার পদার্থের কেলাস পানি বলে।</li> </ul>
---	--

 <b>পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.৬</b>
---

১।  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  এ সমীকরণের ক্ষেত্রে সঠিক উক্তি হলো-

- (ক) 2 মোল  $\text{H}_2$  এক অণু  $\text{O}_2$  এর সাথে বিক্রিয়া করে 2 অণু  $\text{H}_2\text{O}$  উৎপন্ন করে।  
(খ) 2 অণু  $\text{H}_2$  এক মোল  $\text{O}_2$  এর সাথে বিক্রিয়া করে 2 মোল  $\text{H}_2\text{O}$  উৎপন্ন করে।  
(গ) 2g  $\text{H}_2$  32g  $\text{O}_2$  এর সাথে বিক্রিয়া করে 36g পানি উৎপন্ন করে।  
(ঘ) 2 মোল  $\text{H}_2$  ও 1 মোল  $\text{O}_2$  বিক্রিয়া করে 2 মোল পানি উৎপন্ন করে।

২। লিমিটিং বিক্রিয়ক-

- (ক) বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে না (খ) বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে  
(গ) বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে শেষ হয়ে যায়। (ঘ) বিক্রিয়ার পর যথেষ্ট পরিমাণে অবশিষ্ট থাকে।

৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ করুন-

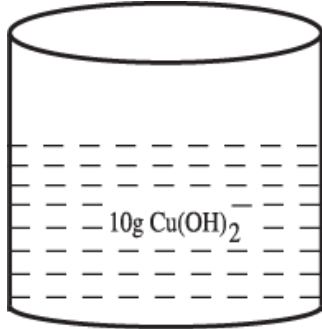
- (i) কেলাস পানি দানাদার উপাদানের সাথে রাসায়নিকভাবে যুক্ত থাকে।  
(ii) ল্যাবরেটরিতে 100% বিশুদ্ধ উপাদান পাওয়া যায় না।  
(iii) তুঁতের আণবিক সংকেত  $\text{CuSO}_4$  উৎপন্ন করে।  
নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i      (খ) i ও ii      (গ) i ও iii      (ঘ) i, ii ও iii

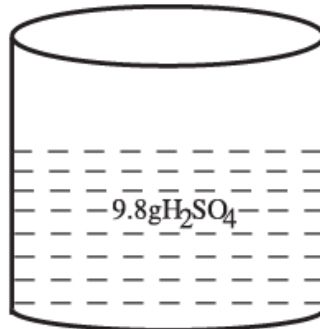


### চূড়ান্ত মূল্যায়ন

১. চিত্রদুটি লক্ষ্য করুন।



ক পাত্র

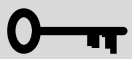


খ পাত্র

- ক) মোল কী? ১  
খ) স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত এর মধ্যে পার্থক্য লিখুন। ২  
গ) উদ্দীপকের দ্রবণ দুটিকে একত্রিত করলে কত গ্রাম ব্লু ভিক্রিওল পাওয়া যাবে গণনা করুন। ৩  
ঘ) উদ্দীপকের দ্রবণ দুটির মধ্যে কোনটি লিমিটিং বিক্রিয়ক বিশ্লেষণ করুন। ৪

২. 2.5g কার্বনকে পর্যাপ্ত অক্সিজেনে দহন করে উৎপন্ন উপাদান 10g ক্যালসিয়াম অক্সাইডের সাথে আবদ্ধ পাত্রে রেখে চূনাপাথর উৎপন্ন করা হলো, কিন্তু পরিমাণ মত উৎপাদ উৎপন্ন হলো না।

- (ক) রাসায়নিক সংকেত কী? ১  
(খ) আণবিক সংকেত মৌল যৌগ উভয়েই হলেও রাসায়নিক সংকেত শুধু যৌগের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য ব্যাখ্যা করুন। ২  
(গ) উদ্দীপকের কার্বনের দহনের ফলে উৎপন্ন উপাদানের মোল সংখ্যা নির্ধারণ করুন। ৩  
(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়ক থেকে প্রত্যাশিত উৎপাদ পাওয়া যাবে কী বিশ্লেষণ করুন। ৪



### উত্তরমালা

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.১	১। ঘ	২। খ	৩। গ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.২	১। ঘ	২। ঘ	৩। খ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.৩	১। খ	২। খ	৩। ঘ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.৪	১। খ	২। ক	৩। ঘ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.৫	১। গ	২। ঘ	৩। গ

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৬.৬      ১। ঘ    ২। গ    ৩। খ