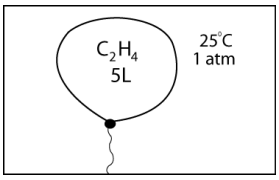
ষষ্ঠ অধ্যায়

মোলের ধারণা ও রাসায়নিক গণনা

Concept of Mole and Chemical

গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন –১ ▸ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর ও প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. মোলার আয়তন কাকে বলে? ১

খ. 60g $CaCO_3$ এর মোল সংখ্যা কত? ২

গ. চিত্রের বেলুনটি কত গ্রাম C_2H_4 ধারণ করে? ৩

ঘ. "উদ্দীপকের যৌগটি পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ"–উক্তিটি বিশ্লেষণ কর। ৪

◂ ১নং প্রশ্নের উত্তর ▸

ক. এক মোল পরিমাণ পদার্থের আয়তনকে মোলার আয়তন বলে।

খ. $CaCO_3$ এর আণবিক ভর $= 40 \times 1+12 \times 1+16 \times 3$

$= 40 + 12 + 48$

$= 100$

$\therefore$ 1 mole $CaCO_3 = 100gm$

অর্থাৎ, 100gm $CaCO_3$ এর মোল সংখ্যা 1

$\therefore$ 1gm $CaCO_3$ এর মোল সংখ্যা $= \frac{1}{100}$

$\therefore$ 60gm $CaCO_3$ এর মোল সংখ্যা $= \frac{60}{100} = 0.6$

সুতরাং, 60gm $CaCO_3$ এর মোল সংখ্যা 0.6।

গ. চিত্রের বেলুনে বিদ্যমান C_2H_4 গ্যাসের আয়তন 5L। এখানে তাপমাত্রা 25^0C ও চাপ 1 atm। আমরা জানি, রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে 25^0C তাপমাত্রা এবং 1 atm বায়ুমণ্ডলীয় চাপকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ বলে।

C_2H_4 গ্যাসের আণবিক ভর $= 12 \times 2 + 1 \times 4$

$= 24 + 4$

$= 28$

$\therefore$ 1 mole $C_2H_4 = 28$ গ্রাম।

আমরা জানি, এক মোল পরিমাণ পদার্থের আয়তনকে মোলার আয়তন বলে। প্রমাণ অবস্থায় যে কোনো গ্যাসীয় পদার্থের মোলার আয়তন 22.4 লিটার।

অর্থাৎ, উদ্দীপকের বেলুনের C_2H_4 গ্যাসটির ক্ষেত্রে,

22.4 লিটার আয়তন গ্যাসের ভর = 28 গ্রাম।

$\therefore$ 1 লিটার আয়তন গ্যাসের ভর $= \frac{28}{22.4}$ গ্রাম

$\therefore$ 5 লিটার আয়তন গ্যাসের ভর $= \frac{28 \times 5}{22.4}$ গ্রাম

$= 6.25$ গ্রাম

অতএব, চিত্রের বেলুনে 6.25 গ্রাম C_2H_4 ধারণ করে।

ঘ. উদ্দীপকে প্রদত্ত যৌগটি হলো C_2H_4 বা ইথিন। এ যৌগটি পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ। এটি একটি জৈব যৌগ যা অ্যালকিন সমগোত্রীয় শ্রেণির সদস্য।

অ্যালকিন দাহ্য পদার্থ। এর অণুতে কার্বন–কার্বন দ্বিবন্ধন (>C=C<) থাকায় এটি রাসায়নিকভাবে অত্যন্ত সক্রিয়। কারণ দ্বিবন্ধনের প্রথম বন্ধনটি শক্তিশালী হলেও দ্বিতীয় বন্ধনটি তুলনামূলক দুর্বল। এর ফলে দহন অ্যালকিনের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া।

অ্যালকিন অতিরিক্ত অক্সিজেন বা বায়ুর সাথে বিক্রিয়া করে CO_2 ও H_2O উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ায় পর্যাপ্ত পরিমাণ তাপশক্তি উৎপন্ন হয়। অ্যালকিন কম দাহ্য। কারণ, অ্যালকিনে কার্বনের শতকরা পরিমাণ অ্যালকেনের তুলনায় কম।

$C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g) +$ তাপশক্তি

দেখা যাচ্ছে যে, C_2H_4 (ইথিন) গ্যাসটি দহনের পর পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর গ্যাস কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) ও প্রচুর পরিমাণে তাপশক্তি উৎপন্ন হয়। এই তাপ পৃথিবীতে থেকে যায় এবং ভূপৃষ্ঠ ও বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এই বর্ধিত তাপই পৃথিবীর জন্য প্রাণনাশক প্রক্রিয়া বৈশ্বিক উষ্ণায়নের জন্য দায়ী। তাছাড়া এই CO_2 গ্যাস বাতাসের সাথে মিশে বাতাসকে দূষিত

করছে। উদ্দিদ ও প্রাণিকুল ধ্বংসের মুখে পড়ছে। উপরন্তু CO_2 বাতাসে উপস্থিত পানির সাথে বিক্রিয়া করে এসিড উৎপন্ন করে।

$$CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2CO_3(aq)$$

(কার্বনিক এসিড)

এই এসিড অন্যান্য এসিডের সাথে মিলে বায়ুমণ্ডলে অবস্থান করে এবং বৃষ্টির পানির সাথে ভূপৃষ্ঠে পতিত হয়। একে এসিডবৃষ্টি বলে। এসিডবৃষ্টির ফলে বিভিন্ন জলাশয়ের পানি ও ভূপৃষ্ঠের মাটি অম্লীয় হয়ে যায়। এতে জীববৈচিত্র্যের ব্যাপক ক্ষতি হয়। বহু জীব বিলুপ্ত হয়ে যায়।

C_2H_4 এসব ক্ষতিকর প্রক্রিয়ার অন্যতম উপাদান। এই যৌগটির দহন তথা ব্যবহার পরিবেশে মারাত্মক প্রভাব ফেলে।

সুতরাং, এ কথা অনস্বীকার্য যে, উদ্দীপকের যৌগটি (C_2H_4) পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ।

প্রশ্ন –২ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

5.84gm সোদক $CuSO_4$ কে পানিশূন্য করে দেখা গেল পানিশূন্য $CuSO_4$ এর ভর 3.59gm. [Cu = 63.5]

ক. 1 মোল পরমাণু কাকে বলে? ১

খ. 0.1M $CuSO_4$ এর ভর কত? ২

গ. উল্লিখিত ধাতুটির ইলেকট্রন বিন্যাস করে পর্যায় সারণিতে এর অবস্থান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. 1 মোল $CuSO_4$ এ কত মোল পানি বিদ্যমান নির্ণয় কর। ৪

◂ ২নং প্রশ্নের উত্তর ▸

ক. কোনো মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক সংখ্যাকে গ্রামে প্রকাশ করলে যে পরিমাণ হয়, তার পরমাণু সংখ্যাকে 1 মোল পরমাণু বলে।

খ. $CuSO_4$ এর আণবিক ভর = $(63.5 \times 1) + (32 \times 1) + (16 \times 4)$

$= 63.5 + 32 + 64$

$= 159.5$

1 mole $CuSO_4$ = 159.5gm

$\therefore$ 0.1 mole $CuSO_4 = (159.5 \times 0.1)$ gm

$= 15.95$gm

সুতরাং, 0.1M $CuSO_4$ এর ভর 15.95gm

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ধাতুটি হলো Cu (কপার)। এর পারমাণবিক সংখ্যা 29 এবং ইলেকট্রন বিন্যাস

$Cu(29) \rightarrow 2, 8, 18, 1$

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

আমরা জানি, কোনো মৌলের যতটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত থাকে, শক্তিস্তরের সেই সংখ্যাই হলো ওই মৌলের পর্যায় সংখ্যা। Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, এর ইলেকট্রনগুলো 4টি শক্তিস্তরে বিন্যস্ত থাকে। অর্থাৎ, Cu এর পর্যায় সংখ্যা 4।

আবার, পর্যায় 4 থেকে পর্যায় 7 পর্যন্ত যে সকল মৌলের ইলেকট্রন d উপস্তরে প্রবেশ করে তাদের ক্ষেত্রে d উপস্তরে প্রবেশকৃত ইলেকট্রন এবং সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যার সমষ্টি তার গ্রুপ নির্দেশ করে। যেহেতু, Cu পর্যায় 4 এর মৌল এবং এর ইলেকট্রন d উপস্তরে প্রবেশ করেছে। অতএব, d উপস্তরে প্রবেশকৃত ইলেকট্রন 9টি ও সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন 2 টি এর সমষ্টি = 9 + 2=11, যা তার গ্রুপ 11 নির্দেশ করছে।

সুতরাং, ইলেকট্রন বিন্যাস অনুযায়ী Cu পর্যায় সারণিতে 4র্থ পর্যায়ের 11 গ্রুপে অবস্থানকারী মৌল।

ঘ. 'খ' থেকে পাওয়া যায়,

1 mole $CuSO_4$ = 159.5 গ্রাম।

এটি শুষ্ক $CuSO_4$ এর ক্ষেত্রে। কিন্তু পানিযুক্ত কপার সালফেটে 5 অণু পানি যুক্ত থাকে। অর্থাৎ, সোদক কপার সালফেট = $CuSO_4.5H_2O$

এর আণবিক ভর = $159.5 + 5(1 \times 2+16)$

$= 159.5 + (5 \times 18)$

$= 159.5 + 90$

$= 249.5$

1 mole $CuSO_4.\ 5H_2O$ = 249.5gm দেখা যাচ্ছে যে,

1 মোল কপার সালফেটে পানি আছে 90 গ্রাম।

18 gm H_2O = 1 mole

$\therefore$ 1 gm $H_2O = \frac{1}{18}$ mole

$\therefore$ 90 gm $H_2O = \frac{90\times1}{18}$ mole

$= 5$ mole

সুতরাং, 1 mole $CuSO_4$ এ 5 mole পানি বিদ্যমান।

প্রশ্ন –৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি যৌগ A এর 6.75 গ্রাম বিশ্লেষণ করে নিম্নোক্ত মৌলগুলো পাওয়া গেল।

মৌল	পরিমাণ
H	0.45 MÖvg
C	2.7 MÖvg
O	3.6 MÖvg

ক. এক মোল কার্বন ডাইঅক্সাইডের আয়তন কত? ১

খ. $K_2Cr_2O_7$ যৌগের কেন্দ্রীয় পরমাণু Cr এর জারণ সংখ্যা নির্ণয় কর। ২

গ. 'A' যৌগের শতকরা সংযুতি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. যৌগটির আণবিক ভর 180 হলে 'গ' এর শতকরা সংযুতি ব্যবহার করে A যৌগটির নামকরণ নিশ্চিত কর। ৪

▶◀ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. এক মোল কার্বন ডাইঅক্সাইডের আয়তন 22.4 লিটার।

খ. $K_2Cr_2O_7$ যৌগটিতে K এর জারণ সংখ্যা +1 ও O এর জারণ সংখ্যা −2। কেন্দ্রীয় মৌল Cr বিভিন্ন জারণ মান প্রদর্শন করে বলে এই যৌগে তার জারণ মান নির্দিষ্ট নয়।
ধরি, এই যৌগে Cr এর জারণ সংখ্যা n।
আমরা জানি, কোনো যৌগের মোট জারণ মান 0।
$\therefore$ $K_2Cr_2O_7$ যৌগের ক্ষেত্রে,
$(+1) \times 2 + n \times 2 + (-2) \times 7 = 0$
বা, $2 + 2n - 14 = 0$
বা, $2n - 12 = 0$
বা, $2n = 12$
বা, $n = \frac{12}{2}$
$\therefore$ $n = +6$
অতএব, $K_2Cr_2O_7$ যৌগের কেন্দ্রীয় পরমাণু Cr এর জারণ সংখ্যা + 6।

গ. A যৌগের মোট ভর = 6.75 গ্রাম। উদ্দীপকে প্রদত্ত ছকে দেখা যায়, এতে বিদ্যমান H, C ও O মৌলগুলোর পরিমাণ যথাক্রমে 0.45 গ্রাম, 2.7 গ্রাম ও 3.6 গ্রাম।

$\therefore$ H এর শতকরা সংযুতি $= \frac{0.45}{6.75} \times 100$

$= 6.67\%$

C এর শতকরা সংযুতি $= \frac{2.7}{6.75} \times 100$

$= 40\%$

O এর শতকরা সংযুতি $= \frac{3.6}{6.75} \times 100$

$= 53.33\%$

ঘ. 'গ' থেকে পাই A যৌগের উপাদান মৌলসমূহের শতকরা সংযুতি, H = 6.67%, C = 40% এবং O = 53.33%

বিষয়	H	C	O	যৌগের স্থূল সংকেত
মৌলের শতকরা সংযুতি	6.67	40	53.33	CH_2O
$\frac{\text{মৌলের শতকরা সংযুতি}}{\text{আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর}}$	$\frac{6.67}{1} = 6.67$	$\frac{40}{12} = 3.33$	$\frac{53.33}{16} = 3.33$	
যৌগে H, C ও O পরমাণু সংখ্যার অনুপাত	6.67 ঃ 3.33 ঃ 3.33=2 ঃ 1 ঃ 1 (পূর্ণ সংখ্যার অনুপাতের জন্য 3.33 দ্বারা ভাগ করে)।			

যৌগটির স্থূল সংকেত CH_2O।

আমরা জানি, যৌগের আণবিক সংকেত তার স্থূল সংকেতের সরল গুণিতক।

সুতরাং, CH_2O স্থূল সংকেত বিশিষ্ট যৌগের আণবিক সংকেত $(CH_2O)_n$ দেয়া আছে। যৌগটির আণবিক ভর 180।

$\therefore$ যৌগটির আণবিক ভর $= (12 \times 1 + 1 \times 2 + 16 \times 1)n$

বা 180 $= (12 + 2 + 16)n$

বা 180 $= 30n$

বা n $= \frac{180}{30}$

$\therefore$ $= 6$

সুতরাং, প্রদত্ত A যৌগটির আণবিক সংকেত $(CH_2O)_6$

$= C_6H_{12}O_6$।

অতএব, প্রদত্ত যৌগটির নাম গ্লুকোজ।

প্রশ্ন –৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

180 ভরবিশিষ্ট যৌগ M এর 6.75g বিশ্লেষণ করে 0·45g হাইড্রোজেন, 2·7g কার্বন এবং 3·6g অক্সিজেন পাওয়া গেল।

ক. আণবিক সংকেত কাকে বলে? ১

খ. স্থূলসংকেত ও আণবিক সংকেতের মধ্যে দুইটি পার্থক্য লেখ। ২

গ. যৌগটির শতকরা সংযুতি নিণয় কর। ৩

ঘ. উক্ত ভরসমূহ ব্যবহার করে M যৌগটির আণবিক সংকেত নির্ণয় করা সম্ভব–গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

◀ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. কোনো যৌগের অণুতে বিদ্যমান পরমাণুসমূহের প্রকৃত সংখ্যা প্রকাশকারী সংকেতকে আণবিক সংকেত বলে।

খ. স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেতের মধ্যে দুইটি পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হলো–

স্থূল সংকেত	আণবিক সংকেত
(i) যৌগের স্থূল সংকেত নির্ণয়ে এর সংযুতি জানা প্রয়োজন, কিন্তু আণবিক ভর	(i) যৌগের আনবিক সংকেত নির্ণয় করতে সংযুতির সাথে সাথে আণবিক ভর জানতে হয়।

জানার প্রয়োজন হয় না।	
(ii) যৌগের স্থূল সংকেত কোনো কোনো ক্ষেত্রে আণবিক সংকেতের সমান হয়।	(ii) যৌগের আণবিক সংকেত হয় এর স্থূল সংকেতের সমান অথবা কোনো সরল গুণিতকের সমান হয়।

গ. উদ্দীপকের বিশ্লেষণ কার্যে ব্যবহৃত যৌগ M-এর পরিমাণ = 6·75g

$\therefore$ হাইড্রোজেনের সংযুতি = $\frac{0\cdot45}{6\cdot75} \times 100 = 6\cdot67\%$

$\therefore$ কার্বনের সংযুতি = $\frac{2\cdot7}{6\cdot75} \times 100 = 40\%$

$\therefore$ অক্সিজেনের সংযুতি = $\frac{3\cdot6}{6\cdot75} \times 100 = 53\cdot33\%$

ঘ. উক্ত ভরসমূহ ব্যবহার করে M যৌগটির স্থূল সংকেত নির্ণয় করা যায়।
উদ্দীপকের M যৌগের স্থূল সংকেত নির্ণয়ে নিচের ছকটি ব্যবহার করা হয়।

বিষয়	হাইড্রোজেন (H)	কার্বন (C)	অক্সিজেন (O)	যৌগের স্থূল সংকেত
মৌলের শতকরা সংযুতি	6·67	40	53·33	CH_2O
মৌলের শতকরা সংযুতি	$\frac{6\cdot67}{1}$	$\frac{40}{12}$	$\frac{53\cdot33}{16}$	
আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর	= 6·67	= 3·33	= 3·33	
যৌগে C ও H পরমাণু	(6·67 : 3·33 : 3·33) = 1 : 2 : 1 (পূর্ণ সংখ্যার			

সংখ্যার অনুপাত	অনুপাতের জন্য 3·33 দ্বারা ভাগ করে)	

অর্থাৎ M যৌগের স্থূল সংকেত = CH_2O

আমরা জানি, কোনো যৌগের আণবিক সংকেত তার স্থূল সংকেতের যেকোনো সরল গুণিতক।

$\therefore$ M যৌগের আণবিক সংকেত = $(CH_2O)_n$

$\therefore$ M যৌগের আণবিক ভর = $(12 + 2 + 16) \times n$

$= 30n$

সুতরাং, $30n = 180$ [$\because$ M যৌগটির আণবিক ভর = 180]

বা, $n = \frac{180}{30}$

$\therefore n = 6$

$\therefore$ যৌগটির আণবিক সংকেত = $(CH_2O)_6$

$= C_6H_{12}O_6$

অতএব, প্রদত্ত গাণিতিক ব্যাখ্যা থেকে দেখা যায় যে, প্রদত্ত ভরসমূহ ব্যবহার করে M যৌগটির আণবিক সংকেত নির্ণয় করা সম্ভব।

প্রশ্ন –৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

10gm ম্যাগনেসিয়ামকে 5gm অক্সিজেনের সাথে মিশিয়ে উত্তপ্ত করা হলো। এতে প্রত্যাশিত উৎপাদ (15gm) পাওয়া গেল না।

ক. ব্লিচিং পাউডারের সংকেত লেখ। ১

খ. মৃৎক্ষার ধাতু বলতে কী বোঝায়? ২

গ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত অক্সিজেনের অণু সংখ্যা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় প্রত্যাশিত উৎপাদ তৈরি না হওয়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. ব্লিচিং পাউডারের সংকেত $Ca(OCl)Cl$।

খ. পর্যায় সারণির গ্রুপ –2 এ অবস্থিত Be থেকে শুরু করে Ra পর্যন্ত মৌলসমূহকে মৃৎক্ষার ধাতু (alkaline earth metal) বলা হয়। এদের ধর্ম অনেকটা ক্ষার ধাতুর ন্যায়।

মৃৎক্ষার ধাতুসমূহ সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ২টি ইলেকট্রন অধাতুকে প্রদান করে আয়নিক যৌগ তৈরি করে। এদের অক্সাইডসমূহ পানিতে ক্ষারীয় দ্রবণ তৈরি করে। এই মৌলসমূহ বিভিন্ন যৌগ হিসেবে মাটিতে থাকে। এদের ধর্ম অনেকটা ক্ষার ধাতুর ন্যায়।

গ. উদ্দীপকে 5 গ্রাম অক্সিজেন ব্যবহৃত হয়েছে।

আমরা জানি, অক্সিজেনের আণবিক ভর = 32gm

$\therefore$ 1 mole O_2 = 32gm

আমরা জানি, কোনো পদার্থের এক মোলে $6{\cdot}02 \times 10^{23}$ টি অণু বা পরমাণু থাকে।

32gm অক্সিজেনের অণুর সংখ্যা $6{\cdot}02 \times 10^{23}$ টি

$\therefore$ 5gm " " " $\frac{6{\cdot}02 \times 10^{23} \times 5}{32}$ টি

$= 9{\cdot}41 \times 10^{22}$ টি

$\therefore$ উদ্দীপকে ব্যবহৃত অক্সিজেনের অণুর সংখ্যা $9{\cdot}41 \times 10^{22}$ টি।

ঘ. উদ্দীপকে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াটি হলো–

$2M_{g(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2M_gO_{(s)}$

1mol ম্যাগনেসিয়াম = 24gm ম্যাগনেসিয়াম

$\therefore$ 10gm ম্যাগনেসিয়াম = $\frac{1 \times 10}{24}$ = 0·42 mol ম্যাগনেসিয়াম

আবার, 1mol অক্সিজেন = 32gm অক্সিজেন

$\therefore$ 5gm অক্সিজেন = $\frac{1 \times 5}{32}$ = 0·156mol অক্সিজেন

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে 1mol অক্সিজেনের সাথে 2molM_gO করে।

$\therefore$ 0·42mol ম্যাগনেসিয়ামের জন্য (0·42 ÷ 2) = 0·21mol অক্সিজেন প্রয়োজন। কিন্তু এখানে মোট অক্সিজেনের পরিমাণ 0·156mol। অক্সিজেন তাই এখানে লিমিটিং বিক্রিয়ক। যেহেতু , বিক্রিয়ানুসারে 1 মোল অক্সিজেন থেকে 2 মোল ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। তাই অক্সিজেন এর মোলের দ্বিগুণ MgO-এর মোল হবে।

$\therefore$ M_gO–এর মোলসংখ্যা = 0·312 মোল = (2 × 0·156) মোল

আমরা জানি, M_gO-এর এক মোল = 40gm

$\therefore$ M_gO–এর 0·42 মোলের ভর = (40 × 0·312) gm

= 12·48gm

এজন্য, প্রত্যাশিত 15gm M_gO-এর স্থলে 12·48gm MgO উৎপন্ন হবে।

অতএব, অক্সিজেন লিমিটিং বিক্রিয়ক হওয়ায় বিক্রিয়ায় প্রত্যাশিত উৎপাদ তৈরি হয় না।

প্রশ্ন –৫ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

দশম শ্রেণির ছাত্র রাফিদ ল্যাবরেটরিতে উপযুক্ত পরিবেশে 30 গ্রাম নাইট্রোজেন গ্যাসের সাথে 20 গ্রাম অক্সিজেন গ্যাস মেশালো। বিক্রিয়ার ফলে পাত্রে NO গ্যাস উৎপন্ন হলো।

ক. ধাতব বন্ধন কী? ১

খ. "উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি সংশ্লেষণ বিক্রিয়া"– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উৎপন্ন গ্যাসটির 10 গ্রামে মোট কতটি অণু বিদ্যমান? নির্ণয় কর। ৩

ঘ. রাফিদের নেয়া গ্যাস দুটির বিক্রিয়ার পর কোন বিক্রিয়ক কী পরিমাণে অবশিষ্ট থাকবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. ধাতব পরমাণুসমূহ যে আকর্ষণ বল দ্বারা পরস্পরের সাথে আবদ্ধ থাকে, তাকে ধাতব বন্ধন বলে।

খ. যে বিক্রিয়ায় কোনো যৌগ তার উপাদান মৌলসমূহের প্রত্যক্ষ সংযোগে উৎপন্ন হয়, তাকে সংশ্লেষণ বিক্রিয়া বলা হয়।

উদ্দীপকে নাইট্রোজেন (N_2) গ্যাস ও অক্সিজেন (O_2) গ্যাসের সংযোগে নাইট্রোজেন মনোক্সাইড (NO) গ্যাস উৎপন্ন হয় সংশ্লেষণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে। সকল সংশ্লেষণ বিক্রিয়া সংযোজন বিক্রিয়া। সুতরাং, উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি সংশ্লেষণ বিক্রিয়া।

গ. উদ্দীপকে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াটি হলো–

$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$

উদ্দীপকে উৎপন্ন NO গ্যাসের আণবিক ভর = (14 + 16) = 30

$\therefore$ 1 mol NO গ্যাস = 30 gm

$\therefore$ উদ্দীপকে উৎপন্ন গ্যাসের পরিমাণ = 60 gm = 2 mol

আমরা জানি, যেকোনো গ্যাসের এক মোলে $6{\cdot}02 \times 10^{23}$ টি অণু বিদ্যমান।

60gm NO গ্যাসে অণুর সংখ্যা $(2 \times 6{\cdot}02 \times 10^{23})$ টি

$\therefore$ 1 gm NO " " " $\left(\frac{2 \times 6{\cdot}02 \times 10^{23}}{60}\right)$ টি

$\therefore$ 10 gm NO " " " $\left(\frac{2 \times 6{\cdot}02 \times 10^{23} \times 10}{60}\right)$ টি

$= 2{\cdot}01 \times 10^{23}$ টি

$\therefore$ উৎপন্ন গ্যাসের 10 গ্রামে অণুর সংখ্যা $2{\cdot}01 \times 10^{23}$ টি।

ঘ. উদ্দীপকে রাফিদদের ল্যাবরেটরিতে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$

28gm 32gm 60gm

আমরা জানি, 1 mol N_2 = 28 gm

$$\therefore 30 \text{ gm } N_2 = \frac{30}{28} \text{ mol}$$

$$= 0{\cdot}63 \text{ mol}$$

বিক্রিয়াটি হতে দেখা যায় যে, 1 mol নাইট্রোজেন, 1 mol O_2 এর সাথে বিক্রিয়া করে। সুতরাং, 1·07 mol নাইট্রোজেন, 0·63 mol অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে। অর্থাৎ এরপর আর অক্সিজেন অবশিষ্ট থাকে না। তাই, অবশিষ্ট নাইট্রোজেনের মোল সংখ্যা = (1·07 – 0·63) mol = 0·44 mol.

∴ নাইট্রোজেন অবশিষ্ট থাকে = 0·44 mol

= (0·44 × 28) gm

= 12·32 gm

অতএব, রাফিদদের নেয়া গ্যাস দুটির বিক্রিয়ার পর নাইট্রোজেন বিক্রিয়কের 12·32 gm অবশিষ্ট থাকবে।

প্রশ্ন –৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

$Zn(NO_3)_2 \xrightarrow{\triangle} A(s) + B(g) + C(g)$ (B যৌগিক গ্যাস)

ক. জীববিজ্ঞানে মোল শব্দ দ্বারা কী বুঝানো হয়? ১

খ. বিক্রিয়াটি পূর্ণ করে সমতা বিধান কর। ২

গ. B এর 10টি অণুর ভর নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বিক্রিয়ায় উৎপন্ন গ্যাস দুটির মোলার আয়তন একই হবে কি? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

◀ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ◀

ক. জীববিজ্ঞানে মোল শব্দ দ্বারা লোমবিশিষ্ট ক্ষুদ্র প্রাণ–কে বোঝায়।

খ. $Zn(NO_3)_2$ (জিংক নাইট্রেট) কে উত্তপ্ত করলে জিংক অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড ও অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$Zn(NO_3)_2 \xrightarrow{\triangle} ZnO(s) + NO_2(g) + O_2(g)$

বিক্রিয়ার সমীকরণে নাইট্রোজেন পরমাণুর সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ NO_2–এর সাথে 2 দ্বারা এবং অক্সিজেন পরমাণুর সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ O_2–এর সাথে $\frac{1}{2}$ দ্বারা গুণন করা হয়। বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$Zn(NO_3)_2(s) \xrightarrow{\triangle} ZnO(s) + 2NO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

গ. 'খ' থেকে দেখা যায় B গ্যাসটি হলো নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO_2)। এর আণবিক ভর $=14 \times 1 + 16 \times 2$

$= 14 + 32$

$= 46$

সুতরাং, NO_2 এর 1 mole = 46 gm

আমরা জানি, সকল গ্যাসের 1 mole–এ অ্যাভোগেড্রো সংখ্যার সমান সংখ্যক অর্থাৎ, 6.02×10^{23} টি অণু থাকে।

অতএব, NO_2 এর 6.02×10^{23} টি অণুর ভর 46 গ্রাম

$\therefore$ NO_2 এর 1 টি অণুর ভর $= \frac{46}{6.02 \times 10^{23}}$ গ্রাম

$\therefore$ 10 টি অণুর ভর $= \frac{46 \times 10}{6.02 \times 10^{23}}$ গ্রাম

$= 7.64 \times 10^{-22}$ গ্রাম

সুতরাং, B এর 10টি অণুর ভর হলো 7.64×10^{-22} গ্রাম।

ঘ. বিক্রিয়ায় উৎপন্ন গ্যাস দুটির মোলার আয়তন একই হবে। 'খ' থেকে দেখা যায়, প্রদত্ত বিক্রিয়ায় NO_2 (নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড) ও O_2 (অক্সিজেন) দুটি গ্যাস উৎপন্ন হয়। এর মধ্যে B হলো NO_2 যা একটি যৌগিক গ্যাস ও C হলো O_2 যা একটি মৌলিক গ্যাস।

'গ' থেকে NO_2 এর আণবিক ভর পাওয়া যায় 46

$\therefore$ NO_2 এর 1 mole = 46gm

O_2 এর আণবিক ভর $= 16 \times 2 = 32$

$\therefore$ O_2 এর 1 mole = 32 gm

আমরা জানি, এক মোল পরিমাণ পদার্থের আয়তনকে মোলার আয়তন বলে এবং প্রমাণ অবস্থায় যেকোনো গ্যাসীয় পদার্থের মোলার আয়তন 22.4 লিটার।

অর্থাৎ, 1 mole NO_2 এর আয়তন 22.4 লিটার। আবার, 1 mole O_2 এর আয়তনও 22.4 লিটার।

সুতরাং, প্রদত্ত বিক্রিয়ায় উৎপন্ন গ্যাস দুটির মোলার আয়তন একই হবে।

প্রশ্ন –৭ ▶ নিম্নে একটি যৌগের শতকরা সংযুতি দেয়া হলো :

C = 40%, H = 6.67%, O = 53.33% এবং আণবিক ভর = 180

ক. সংযুতি কাকে বলে? ১

খ. মৌলের যোজ্যতা বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকের উল্লিখিত মৌলগুলোর শতকরা সংযুতি থেকে যৌগটির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের উল্লিখিত যৌগের শতকরা সংযুতি থেকে স্থূল সংকেত নির্ণয়ের নিয়মগুলো বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যৌগের মোট ভরের মধ্যে কোনো নির্দিষ্ট মৌলের শতকরা ভরকে তার সংযুতি বলে।

খ. কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ কক্ষপথে যত সংখ্যক ইলেকট্রন থাকে অথবা যত সংখ্যক বেজোড় ইলেকট্রন থাকে তাকে মৌলের যোজনী বা যোজ্যতা বলে। ধাতব মৌলের ক্ষেত্রে সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যা এবং অধাতব মৌলের ক্ষেত্রে সর্বশেষ কক্ষপথের বেজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা মৌলের যোজ্যতা নির্দেশ করে।

অর্থাৎ যোজ্যতা মূলত কোনো মৌলের অন্য মৌলের সাথে যুক্ত হওয়ার সামর্থ্য বা ক্ষমতা।

গ. C, H ও O এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 12, 1 ও 16 সুতরাং C পরমাণুর মোল সংখ্যা = $\frac{40}{12} = 3.33$

H পরমাণুর মোল সংখ্যা = $\frac{6.67}{1} = 6.67$

O পরমাণুর মোল সংখ্যা = $\frac{53.33}{16} = 3.33$

প্রাপ্ত ভাগফলগুলোকে এদের ক্ষুদ্রতম সংখ্যা অর্থাৎ 3.33 দ্বারা ভাগ করে–

$C = \frac{3.33}{3.33} = 1$, $H = \frac{6.67}{3.33} = 2$, $O = \frac{3.33}{3.33} = 1$

সুতরাং গ্লুকোজ C, H এবং O পরমাণুর সংখ্যার অনুপাত

= 1 ঃ 2 ঃ 1

অতএব, গ্লুকোজের স্থূল সংকেত বা সরল সংকেত = $C_1H_2O_1$

= CH_2O

গ্লুকোজের আণবিক সংকেত $(CH_2O)_n$ হবে। যদি গ্লুকোজের আণবিক ভর 180 হয়, তবে

$(CH_2O$ এর আণবিক ভর$)_n = 180$

বা, $(12 + 1 \times 2 + 16)_n = 180$

বা, $n = 6$

সুতরাং, গ্লুকোজের আণবিক সংকেত = $(CH_2O)_6 = C_6H_{12}O_6$

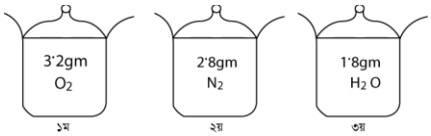
ঘ. উদ্দীপকের উল্লিখিত যৌগের শতকরা সংযুতি থেকে স্থূল সংকেত নির্ণয়ের নিয়মগুলো হলো :

১. মৌলসমূহের শতকরা পরিমাণকে নিজ নিজ পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করে যৌগের অণুতে বিদ্যমান মৌলসমূহের মোল সংখ্যার অনুপাত বের করা হয়।

২. এ ভাগফলসমূহ যদি সরল ও পূর্ণ সংখ্যার না হয় তবে তাদেরকে তাদের মধ্যস্থিত ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা ভাগ করে মৌলসমূহের পরমাণু সংখ্যার অনুপাত বের করা হয়।

৩. দ্বিতীয় ভাগফলগুলো যদি পূর্ণসংখ্যা না হয়, তবে সুবিধাজনক ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা এদের প্রত্যেককে গুণ করে পূর্ণসংখ্যায় রূপান্তরিত করতে হবে। যদি কোনো ভাগফল বা গুণফল পূর্ণসংখ্যার কাছাকাছি হয়, তবে তার নিকটতম পূর্ণসংখ্যাকে গ্রহণ করতে হবে। এ পূর্ণসংখ্যাসমূহ হচ্ছে যৌগের স্থূলসংকেতে বিদ্যমান মৌলসমূহের স্ব স্ব পরমাণু সংখ্যার অনুপাত।

প্রশ্ন –৮ ▶ নিচের চিত্রটি দেখে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা কী? ১

খ. অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা কিসের ওপর নির্ভর করে না? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ৩য় পাত্রে H পরমাণু এবং O পরমাণুর সংখ্যা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে ১ম ও ২য় পাত্রের গ্যাসের আয়তন একই না ভিন্ন? তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও। ৪

◀ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. কোনো বস্তুর 1 মোলে যত সংখ্যক অণু থাকে সেই সংখ্যাকে অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা বলে।

খ. অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা তাপমাত্রা ও চাপের ওপর নির্ভর করে না।

তাপমাত্রা ও চাপের পরিবর্তনের সঙ্গে গ্যাসের আয়তনের পরিবর্তন হয় কিন্তু ভর এবং অণু সংখ্যার কোনো পরিবর্তন হয় না।

গ. চিত্রের ৩য় পাত্রে রয়েছে H_2O (পানি) যার ভর $1\cdot8$ গ্রাম। আমরা জানি, পানির আণবিক ভর = 18

$\therefore$ 1 মোল পানি = 18 গ্রাম পানি

18 গ্রাম পানির মধ্যে অণুর সংখ্যা 6.02×10^{23} টি

$\therefore$ 1.8 গ্রাম পানির মধ্যে অণুর সংখ্যা = $\frac{6.02 \times 10^{23} \times 1.8}{18}$ টি

$= 6.02 \times 10^{22}$ টি

পানির একটি অণুর মধ্যে 2টি H পরমাণু থাকে।

$\therefore$ 6.02×10^{22} সংখ্যক H_2O এর অণুতে H পরমাণুর সংখ্যা $= 6.02 \times 10^{22} \times 2 = 12.04 \times 10^{22}$ টি

আবার, 1টি H_2O-এর অণুতে 1টি O পরমাণু আছে।

অতএব 6.02×10^{22} সংখ্যক H_2O অণুর মধ্যে O পরমাণুর সংখ্যা = 6.02×10^{22}।

ঘ. দেয়া আছে,

১ম পাত্রে 3·2 গ্রাম অক্সিজেন (O_2)

এবং ২য় পাত্রে 2·8 গ্রাম নাইট্রোজেন (N_2)।

আমরা জানি,

O_2 এর আণবিক ভর = $16 \times 2 = 32$

$\therefore$ O_2 এর 1 mole = 32gm

N_2 এর আণবিক ভর = $14 \times 2 = 28$

N_2 এর 1 mole = 28gm

আবার, সকল গ্যাসের মোলার আয়তন সমান এবং প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে তা হলো 22·4 Litre.

অর্থাৎ,

32 গ্রাম O_2 এর আয়তন = 22·4 Litre.

$\therefore$ 1 গ্রাম O_2 এর আয়তন = $\frac{22{\cdot}4}{32}$ Litre.

$\therefore$ 3˙2 গ্রাম O_2 এর আয়তন = $\frac{22{\cdot}4 \times 3{\cdot}2}{32}$ Litre.

$= 2{\cdot}24$ Litre.

এবং

28 গ্রাম N_2 এর আয়তন = 22·4 Litre.

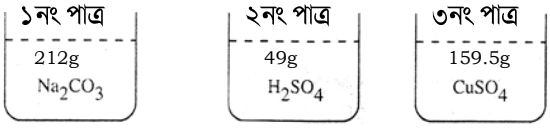
$\therefore$ 1 গ্রাম N_2 এর আয়তন = $\frac{22{\cdot}4}{28}$ Litre.

$\therefore$ 2·8 গ্রাম N_2 এর আয়তন = $\frac{22{\cdot}4 \times 2{\cdot}8}{28}$ Litre.

= 2·24 Litre.

দেখা যাচ্ছে যে, প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে ১ম ও ২য় গ্যাসের আয়তন একই, ভিন্ন নয়।

প্রশ্ন –৯ ▶ নিচের চিত্রগুলো লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. মোলার দ্রবণ কী? ১

খ. ঘনমাত্রার সাথে মোলারিটি কীভাবে সম্পর্কিত? ২

গ. (১) নং পাত্রের যৌগটির মোলার দ্রবণ তৈরিতে প্রয়োজনীয় দ্রাবকের আয়তন বের কর। ৩

ঘ. "(৩) নং পাত্রের অণুর সংখ্যা (২) নং পাত্রের অণুর সংখ্যার দ্বিগুণ"– প্রতিপাদন কর। ৪

▶◀ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. প্রতি লিটার দ্রবণে বা প্রতি ডে.মি.^{৩} দ্রবণে 1 মোল দ্রব দ্রবীভূত থাকলে সেই দ্রবণকে ওই দ্রবের মোলার দ্রবণ বলে।

খ. মোলারিটি হচ্ছে দ্রবণের ঘনমাত্রা প্রকাশের একটি রীতি।

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের মোল সংখ্যাকে দ্রবণের মোলারিটি বলে। অন্যদিকে, কোনো দ্রবণের একক আয়তনে কী পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকে, তা দ্বারা ঐ দ্রবণের ঘনমাত্রা পরিমাপ করা হয়। অর্থাৎ, দ্রবণের ঘনমাত্রা পরিমাপ ও প্রকাশের সাথে মোলারিটি সম্পর্কিত।

গ. প্রতি লিটার দ্রবণে প্রদত্ত Na_2CO_3 এর এক মোল দ্রব থাকলে তবে এর মোলার দ্রবণ পাওয়া যাবে। দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় বিভিন্ন ধরনের তরল পদার্থ যেমন– পানি, অ্যালকোহল, এসিড প্রভৃতি ব্যবহার করা হয়। এগুলোকে দ্রাবক বলে।

(১) নং পাত্রে, 212g Na_2CO_3 নেওয়া হচ্ছে।

Na_2CO_3 এর আণবিক ভর $= (23 \times 2 + 12 + 16 \times 3)$

$= 106$

সুতরাং 106 গ্রাম Na_2CO_3 = 1 মোল Na_2CO_3

ফলে, 212 গ্রাম $Na_2CO_3 = \frac{1 \times 212}{106}$ মোল Na_2CO_3

$= 2$ মোল Na_2CO_3

যেকোনো যৌগের মোলার দ্রবণ তৈরি করার জন্য ওই যৌগের 1 মোল পরিমাণকে 1 লিটার বা 1000 মি.লি. দ্রবণে দ্রবীভূত করতে হয়।

সুতরাং, Na_2CO_3 এর মোলার দ্রবণ তৈরি করতে–

1 মোল দ্রব বা Na_2CO_3 এর জন্য দ্রাবক দরকার 1 লিটার

$\therefore$ 2 ” ” ” ” ” ” ” 1×2 ”

$= 2$ লিটার।

সুতরাং, (১) নং পাত্রের যৌগ তথা 212 গ্রাম Na_2CO_3 এর মোলার দ্রবণ তৈরি করতে হলে 2 লিটার দ্রাবক দরকার হবে।

ঘ. মোল হিসাব করে তাতে অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা অনুসারে অণুসংখ্যা নির্ণয় করা যায়। (২) ও (৩) নং পাত্রে যথাক্রমে 49 গ্রাম H_2SO_4 এবং 159.5 গ্রাম $CuSO_4$ নেওয়া হয়েছে।

এখন, H_2SO_4 এর আণবিক ভর হচ্ছে $= (1 \times 2 + 32 + 16 \times 4)$

$= 98$

$\therefore$ 98 গ্রাম H_2SO_4 = 1 মোল H_2SO_4

$\therefore$ 49 ” ” $= \frac{1 \times 49}{98}$ মোল H_2SO_4

$= 0.5$ মোল

আবার, $CuSO_4$ এর আণবিক ভর $= (63.5 + 32 + 16 \times 4)$

$= 159.5$

$\therefore$ 159.5 গ্রাম $CuSO_4$ = 1 মোল $CuSO_4$

সুতরাং, (২) নং পাত্রে 0.5 মোল (বা আধামোল) H_2SO_4 এবং (৩) নং পাত্রে, 1 মোল $CuSO_4$ রয়েছে। আমরা জানি, যেকোনো পদার্থের এক মোলে অ্যাভোগেড্রো সংখ্যক (6.02×10^{23}) অণু থাকে।

সুতরাং (২) নং পাত্রে,

H_2SO_4 এর অণুর সংখ্যা $= 0.5 \times N_A = \frac{N_A}{2}$

এবং (৩) নং পাত্রে $CuSO_4$ এর অণুর সংখ্যা $= 1 \times N_A = N_A$

এখানে, N_A দ্বারা অ্যাভোগেড্রোর সংখ্যাকে বোঝানো হয়েছে।

সুতরাং, বলা যায় (৩) নং পাত্রে অণুর সংখ্যা (২) নং পাত্রের অণুর সংখ্যার দ্বিগুণ।

প্রশ্ন –১০ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

2 লিটার 0.1 মোলার কপার সালফেট ($CuSO_4.\ 5H_2O$) এর দ্রবণ প্রস্তুত করা হলো।

ক. দ্রব কী? ১

খ. প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার Cl_2 গ্যাসের ভর নির্ণয় কর। ২

গ. উদ্দীপকের দ্রবণ প্রস্তুত করতে কত গ্রাম তুঁতে দরকার হবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের দ্রবণ এবং 49.9g H_2SO_4 যুক্ত সম আয়তন দ্রবণের ঘনমাত্রা সমান হবে কিনা গাণিতিক যুক্তি দেখাও। ৪

▶◀ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. দ্রাবকের মধ্যে যে পদার্থ দ্রবীভূত করে দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়, তাকে দ্রব বলে।

খ. Cl এর পারমাণবিক ভর = 35.5

Cl_2 এর আণবিক ভর = 35.5×2।

$\therefore$ এক মোল Cl_2 = 71 গ্রাম

আমরা জানি, প্রমাণ অবস্থায় যেকোনো গ্যাসীয় পদার্থের এক মোলের আয়তন সমান এবং এই মান 22.4 লিটার।

অর্থাৎ, 22.4 লিটার Cl_2 গ্যাসের ভর 71 গ্রাম

$\therefore$ 1 লিটার Cl_2 গ্যাসের ভর = $\frac{71}{22.4}$ গ্রাম

= 3.17 গ্রাম

সুতরাং, প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার Cl_2 গ্যাসের ভর 3.17 গ্রাম।

গ. তুঁতে বা কপার সালফেট ($CuSO_4.\ 5H_2O$) এর আণবিক ভর

$= (63.5 \times 1 + 32 \times 1 + 16 \times 4) + 5(1 \times 2 + 16 \times 1)$

$= (63.5 + 32 + 64) + 5(2 + 16)$

$= 159.5 + (5 \times 18)$

$= 249.5$

সুতরাং 1 mole $CuSO_4.\ 5H_2O$ = 249.5gm

$\therefore$ 0.1 mole $CuSO_4.\ 5H_2O$ $= 249.5 \times 0.1$gm

$= 24.95gm$

1 লিটার 0.1M দ্রবণ প্রস্তুত করতে 24.95gm তুঁতে দরকার

$\therefore$ 2 লিটার 0.1M দ্রবণ প্রস্তুত করতে $= 24.95 \times 2gm$ তুঁতে দরকার

$= 49.9gm$

অতএব, উদ্দীপকের দ্রবণ প্রস্তুত করতে 49.9gm তুঁতে দরকার হবে।

ঘ. উদ্দীপকের দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় :

'গ' থেকে পাই

$249.5gm = 1 \text{ mole } CuSO_4.5H_2O$

$\therefore 24.95gm = \frac{1 \times 24.95}{249.5} \text{ mole } CuSO_4.5H_2O$

$= 0.1 \text{ mole}$

অর্থাৎ,

2 লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত মোলসংখ্যা 0.1 mole

$\therefore$ 1 লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত মোলসংখ্যা $\frac{0.1}{2}$ mole

$= 0.05 \text{ mole}$

সুতরাং, উদ্দীপকের দ্রবণের ঘনমাত্রা = 0.05 M

আবার, 49.9gm H_2SO_4 যুক্ত সমআয়তন দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় :

H_2SO_4 এর আণবিক ভর $= 1 \times 2 + 32 \times 1 + 16 \times 4$

$= 2 + 32 + 64$

$= 98$

$\therefore 98gm\ H_2SO_4 = 1 \text{ mole } H_2SO_4$

$\therefore 49.9gm\ H_2SO_4 = \frac{49.9}{98} \text{ mole}$

$= 0.509 \text{ mole}$

অর্থাৎ,

2 লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের মোলসংখ্যা 0.509 mole

$\therefore$ 1 লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের মোলসংখ্যা $\frac{0.509}{2}$ mole

$= 0.25 \text{ mole}$

সুতরাং, 49.9g H_2SO_4 যুক্ত দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.25M

অতএব, দেখা যাচ্ছে যে, উদ্দীপকের দ্রবণ এবং 49.9g H_2SO_4 যুক্ত দ্রবণের ঘনমাত্রা সমান হবে না।

প্রশ্ন –১১ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শাওন ও রিমি একত্রে পরীক্ষাগারে 2 লিটার 0.1 মোলার (M) তুঁতে প্রস্তুত করল। তারা H_2SO_4 এর একটি 2 লিটারের প্রস্তুতকৃত দ্রবণ দেখতে পেল। সুমাইয়া ভর মেপে দেখল উক্ত H_2SO_4 এর ভর 49.9g।

ক. সেমিমোলার দ্রবণ কাকে বলে? ১

খ. কেলাস পানি বলতে কী বোঝায়? ২

গ. শাওন ও রিমি কত গ্রাম তুঁতে প্রস্তুত করেছিল? ৩

ঘ. উদ্দীপকের দ্রবণ দুটির ঘনমাত্রা সমান হবে কিনা তার গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৪

▸◂ ১১নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. প্রতি লিটারে 0.5 মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে তাকে সেমিমোলার দ্রবণ বলে।

খ. যে পানি কোনো একটি যৌগের নির্দিষ্ট কেলাস গঠনের জন্য অপরিহার্য, কিন্তু যৌগের সংকেত গঠনের জন্য অপরিহার্য নয় তাকে কেলাস পানি বলে। যেমন, তুঁতের কেলাস গঠনের জন্য 5 অণু পানি অপরিহার্য। এজন্য, তুঁতের সংকেত $CuSO_4. 5H_2O$.

গ. শাওন ও রিমি যে তুঁতে প্রস্তুত করেছিল তার আয়তন 2 লিটার। কিন্তু ভর নির্ণয় করতে হলে প্রয়োজন দ্রবণের মোলারিটি।

আমরা জনি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে কোনো দ্রবের যত মোল দ্রবীভূত থাকে তাকে ঐ দ্রবণের মোলারিটি বলে। একে M দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এক লিটার দ্রবণে বা এক মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে সে দ্রবণকে এক মোলার (1M) দ্রবণ বলে।

সুতরাং, 1 লিটার আয়তনের 1M দ্রবণের জন্য দ্রব প্রয়োজন 1 মোল

শাওন ও রিমির প্রস্তুতকৃত দ্রবণের ক্ষেত্রে,

2 লিটার আয়তনের 0.1M দ্রবণের জন্য দ্রব প্রয়োজন (2×0.1) মোল = 0.2 মোল

তুঁতে ($Cu SO_4. 5H_2O$)−এর আণবিক ভর

$= \{63.5 + 32 + (16 \times 9) + (1 \times 10)\}$

$= 249.5$

∴ 1 mole তুঁতে = 249.5g তুঁতে

∴ 0.2 mole তুঁতে = (249.5×0.2)g তুঁতে

= 49.9g তুঁতে

অর্থাৎ, তারা 49.9g তুঁতে প্রস্তুত করেছিল।

ঘ. 'গ' থেকে উদ্দীপকের প্রথম দ্রবণ তুঁতের ঘনমাত্রা নির্ণীত হয়েছে 0.2 মোল।

দ্বিতীয় দ্রবণ H_2SO_4-এর আপেক্ষিক আণবিক ভর = $(1 \times 2) + 32 + (16 \times 4) = 98$

$\therefore$ 98g H_2SO_4 = 1 mole H_2SO_4

$\therefore$ 49.9g $H_2SO_4 = \frac{49.9}{98}$ mole H_2SO_4

= 0.509 mole H_2SO_4

সংজ্ঞানুসারে,

প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের মোল সংখ্যাকে মোলারিটি বলে।

$\therefore$ 2 লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত H_2SO_4 = 0.509 মোল

$\therefore$ 1 লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত $H_2SO_4 = \frac{0.509}{2}$ মোল

= 0.254 মোল

দেখা যাচ্ছে যে, তুঁতে দ্রবণের ঘনমাত্রার চেয়ে H_2SO_4 এর ঘনমাত্রা বেশি। সুতরাং, তুঁতে ও H_2SO_4 এর ঘনমাত্রা একই হবে না।

প্রশ্ন –১২ ▶ নিচের সমীকরণ দুটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

(i) $H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

(ii) $CaCO_3 \xrightarrow{\triangle} CaO + CO_2$

ক. অ্যাভোগেড্রো সংখ্যার মান কত? ১

খ. 1 গ্রাম কার্বনে কতটি কার্বন পরমাণু আছে? ২

গ. (i) নং বিক্রিয়ায় 54 গ্রাম H_2O উৎপন্ন করতে কত গ্রাম অক্সিজেনের প্রয়োজন হবে? ৩

ঘ. "উদ্দীপকের (ii) নং বিক্রিয়ায় 80 গ্রাম চুনাপাথরকে উত্তপ্ত করে 39 গ্রাম CaO পাওয়া গেল"। উৎপাদের শতকরা পরিমাণ হিসাব কর। ৪

◀ ১২নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. অ্যাভোগেড্রো সংখ্যার মান হলো 6.02×10^{23}।

খ. আমরা জানি, কোনো পদার্থের এক মোলে অ্যাভোগেড্রো সংখ্যার সমসংখ্যক অণু, পরমাণু বা আয়ন থাকে।

কার্বনের এক মোলের ভর = 12g

সুতরাং 12g কার্বনে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা = 6.02×10^{23} টি

$\therefore$ 1g কার্বনে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা = $\frac{6.02 \times 10^{23}}{12}$ টি

$= 5.0167 \times 10^{22}$ টি

সুতরাং 1 গ্রাম কার্বনে 5.0167×10^{22} টি কার্বন পরমাণু বিদ্যমান।

গ. O এর পারমাণবিক ভর 16।

সুতরাং O_2 এর আণবিক ভর = $16 \times 2 = 32$

এবং H_2O এর আণবিক ভর = $(1 \times 2 + 16) = 2 + 16 = 18$.

আমরা জানি, পারমাণবিক ভর বা আণবিক ভরকে গ্রাম এককে প্রকাশ করলে তাকে এক মোল বলে।

সুতরাং উদ্দীপকের (i) নং বিক্রিয়ায়–

$H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$

2 মোল + 1 মোল 2 মোল

32 গ্রাম (2×18) গ্রাম = 36 গ্রাম

36 গ্রাম পানি প্রস্তুত করতে অক্সিজেন প্রয়োজন 32 গ্রাম

$\therefore$ 1 গ্রাম পানি প্রস্তুত করতে অক্সিজেন প্রয়োজন = $\frac{32}{36}$ গ্রাম

$\therefore$ 54 গ্রাম পানি প্রস্তুত করতে অক্সিজেন প্রয়োজন = $\frac{32 \times 54}{36}$ গ্রাম

= 48 গ্রাম

সুতরাং 54 গ্রাম পানি প্রস্তুত করতে 48 গ্রাম অক্সিজেন প্রয়োজন।

ঘ. $CaCO_3$ এর আণবিক ভর = $40 + 12 + (16 \times 3)$

$= 52 + 48$

$= 100$

$\therefore$ 1 mole $CaCO_3$ = 100 gm

CaO এর আণবিক ভর = 40 + 16 = 56

$\therefore$ 1 mole CaO = 56gm

সুতরাং উদ্দীপকের (ii) নং বিক্রিয়ায়,

$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

100g 56g

100g চুনাপাথর থেকে পাওয়া যায় = 56g CaO

1g চুনাপাথর থেকে পাওয়া যায় = $\frac{56}{100}$ g CaO

$\therefore$ 80g চুনাপাথর থেকে পাওয়া যায় = $\frac{56\times80}{100}$g CaO

= 44.8g CaO

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

= $\frac{39 \times 100}{44.8}$

= 87.05%

প্রশ্ন –১৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি খনি থেকে 150g চুনাপাথর খনিজ সংগ্রহ করা হলো। এ খনিজ থেকে প্রাপ্ত গ্যাসের আয়তন মাপা হলো। তাতে HCl যোগ করা হলে আরেকটি লবণ, CO_2 ও পানি উৎপন্ন হয়।

ক. প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ কত? ১

খ. প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 1 গ্রাম O_2 এর আয়তন কত? ২

গ. সংগ্রহকৃত খনিজে HCl যোগ করলে কী বিক্রিয়া ঘটবে, সমীকরণসহ উল্লেখ কর। ৩

ঘ. (গ) তে উল্লিখিত বিক্রিয়ায় প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে কত লিটার গ্যাস উৎপন্ন হয়? ৪

▶◀ ১৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. 25^0C তাপমাত্রা ও 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপ হলো প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ।

খ. প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে যে কোনো গ্যাসের মোলার আয়তন 22.4 লিটার।
এক মোল O_2 এর ভর = 32 গ্রাম।
প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 32 গ্রাম O_2 এর আয়তন = 22.4 লিটার

$\therefore$ প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 1 গ্রাম O_2 এর আয়তন $= \frac{22.4}{32}$ লিটার

$= 0.7$ লিটার

সুতরাং প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 1 গ্রাম O_2 এর আয়তন 0.7 লিটার।

গ. সংগ্রহকৃত খনিজটি হলো চুনাপাথর। চুনাপাথরের রাসায়নিক নাম ক্যালসিয়াম কার্বনেট এবং সংকেত $CaCO_3$।

$CaCO_3$-এ HCl যোগ করলে সংঘটিত বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + CO_{2(g)} + H_2O(l)$$

অর্থাৎ, কঠিন ক্যালসিয়াম কার্বনেট হাইড্রোক্লোরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ, কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস এবং পানি উৎপন্ন করে।

ঘ. 'গ' তে উল্লিখিত বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + CO_{2(g)} + H_2O(l)$$

$CaCO_3$ এর আণবিক ভর $= (40 + 12 + 16 \times 3)$

$= 100$

$\therefore CaCO_3$ এর 1 mole $= 100$ গ্রাম

আমরা জানি,

প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে কোনো গ্যাসের এক মোলের আয়তন 22.4 লিটার।

উপরের বিক্রিয়া থেকে দেখা যায় যে, 1 মোল $CaCO_3$ থেকে 1 মোল কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস পাওয়া যায়।

100 গ্রাম চুনাপাথর থেকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে CO_2 পাওয়া যায় 22.4 লিটার

$\therefore$ 1 গ্রাম চুনাপাথর থেকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে CO_2 পাওয়া যায় $= \frac{22.4}{100}$ লিটার

$\therefore$ 150 গ্রাম চুনাপাথর থেকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে CO_2 পাওয়া যায় $= \frac{22.4 \times 150}{100}$ লিটার

$= 33.6$ লিটার

সুতরাং প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে উক্ত বিক্রিয়ায় 33.6 লিটার গ্যাস পাওয়া যায়।

প্রশ্ন – ১৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

আবদুল্লাহ 1.5g কার্বনকে বাতাসে (অক্সিজেনে) দহন করে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে x লিটার CO_2 উৎপন্ন করল। অপরদিকে বাবলু 1kg চুনাপাথর ($CaCO_3$) কে উত্তপ্ত করে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে y লিটার CO_2 উৎপন্ন করল।

? ক. মৌলের সংযুতি নির্ণয়ের সূত্রটি কী? ১

খ. সমীকরণটি সমতা কর : Al_2O_3 (s) + HCl (aq) $\longrightarrow$ $AlCl_3$(s) + H_2O(l) ২

গ. x ও y এর মান বের কর। ৩

ঘ. 1.5g কার্বন ও 1.5g অক্সিজেন থেকে কত লিটার CO_2 উৎপন্ন হবে? ৪

▶◀ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. মৌলের সংযুতি নির্ণয়ের সূত্রটি হলো $n \times A \times 100/M\%$; এখানে n = যৌগের আণবিক সংকেতে মৌলের পরমাণুর সংখ্যা, A = মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর এবং M = যৌগের আপেক্ষিক আণবিক ভর।

খ. অ্যালুমিনিয়ামের পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ $AlCl_3$ এর সাথে 2 দ্বারা, ক্লোরিনের পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক HCl এর সাথে 6 দ্বারা এবং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ H_2O এর সাথে 3 দ্বারা গুণন করা হয়। বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$Al_2O_3(s) + 6HCl(aq) \longrightarrow 2AlCl_3(s) + 3H_2O(l)$$

গ. আবদুল্লাহর করা বিক্রিয়ায়,

$$C + O_2 \xrightarrow{\triangle} CO_2$$

1 mole 1 mole

12g 22.4L (প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে)

12g কার্বন থেকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 22.4L CO_2 উৎপন্ন হয়।

$\therefore$ 1.5g কার্বন থেকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে = $\frac{22.4 \times 1.5}{12}$L CO_2 উৎপন্ন হয়।

$\therefore$ x = 2.8 লিটার

বাবলুর করা বিক্রিয়ায়,

$$CaCO_3 + O_2 \xrightarrow{\triangle} CaO + CO_2$$

1 mole 1 mole

100g 22.4L (প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে)

100g $CaCO_3$ থেকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 22.4 লিটার CO_2 উৎপন্ন হয়।

$\therefore$ 1000g $CaCO_3$ থেকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে $\frac{22.4 \times 1000}{100}$ লিটার = 224 লিটার CO_2 উৎপন্ন হয়

$\therefore$ y = 224 লিটার

ঘ. ‘গ’ থেকে দেখা যায়,

$C + O_2 = CO_2$

এখানে, 1 mole C ও 1 mole O_2 বিক্রিয়া করে 1 mole CO_2 উৎপন্ন করে।

C এর আণবিক ভর = 12

$\therefore$ 12 gm C = 1 mole C

$\therefore$ 1.5 gm C = $\frac{1.5}{12}$ mole C

= 0.125 mole C

O_2 এর আণবিক ভর $16 \times 2 = 32$

$\therefore$ 32 gm O_2 = 1 mole

$\therefore$ 1.5 gm O_2 = $\frac{1.5}{32}$ mole

= 0.046875 mole O_2

প্রদত্ত শর্তমতে, 0.046875 mole O_2 0.125 mole C এর সাথে বিক্রিয়া করতে হবে।

এক্ষেত্রে O_2 এর মোলসংখ্যা কম বলে এটি আগে শেষ হবে। সুতরাং অক্সিজেন হবে লিমিটিং বিক্রিয়ক। কাজেই উৎপাদ CO_2 উৎপন্ন হবে O_2 এর মোলের সমপরিমাণ।

যেহেতু,

1 mole O_2 থেকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে CO_2 উৎপন্ন হয় 22.4 লিটার।

$\therefore$ 0.046875 mole O_2 থেকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে CO_2 উৎপন্ন হয় (22.4×0.046875) লিটার = 1.05 লিটার।

অতএব, 1.05 লিটার CO_2 উৎপন্ন হবে।

প্রশ্ন – ১৫ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রায়হান পরীক্ষাগারে তুঁতে ও Na_2CO_3 নিয়ে কাজ করছিল। সে দুটি যৌগের নির্দিষ্ট পরিমাণ নিয়ে পরীক্ষা শুরু করল।

ক. কেলাস পানি কোন ক্ষেত্রে অপরিহার্য নয়? ১

খ. কোনো যৌগের আণবিক সংকেত কীভাবে নির্ণয় করা যায়? ২

গ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় যৌগের 1 লিটার 0.1 মোলার দ্রবণে কী পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকে? ৩

ঘ. রায়হান কীভাবে 2 লিটার 0.1 মোলার তুঁতের দ্রবণ প্রস্তুত করবে? ৪

▶◀ ১৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কেলাস পানি কেলাস গঠনের জন্য অপরিহার্য কিন্তু সংকেতের জন্য অপরিহার্য নয়।

খ. কোনো পদার্থে যুক্ত মৌলের ভর থেকে মোল সংখ্যা হিসাব করে আণবিক সংকেত নির্ণয় করা যায়।

বিভিন্ন মৌলের শতকরা সংযুতিকে নিজ নিজ মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করলে অণুতে পরমাণুর সংখ্যা পাওয়া যায়। আণবিক ভর জানা থাকলে পরমাণুর সংখ্যার অনুপাত ব্যবহার করে আণবিক সংকেত নির্ণয় করা যায়।

গ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় যৌগটি হলো Na_2CO_3।

Na_2CO_3 এর এক মোল = $(23 \times 2 + 12 + 16 \times 3)$ গ্রাম = 106 গ্রাম

আমরা জানি,

কোনো পদার্থের 1 লিটার 1 মোলার দ্রবণে মোলার ভরের সমান দ্রব উপস্থিত থাকে।

সুতরাং, 1 লিটার 1 মোলার Na_2CO_3 এর ভর = 106 গ্রাম

$\therefore$ 1 লিটার 0.1 মোলার Na_2CO_3 এর ভর = (106×0.1) গ্রাম = 10.6 গ্রাম

তাই 1 লিটার 0.1 মোলার Na_2CO_3 দ্রবণে 10.6 গ্রাম Na_2CO_3 দ্রবীভূত থাকে।

ঘ. তুঁতের আণবিক সংকেত = $CuSO_4.5H_2O$

তুঁতের এক মোলের ভর = $(63.5 + 32 + 16 \times 9 + 1 \times 10)$ গ্রাম

= 249.5 গ্রাম

আমরা জানি,

কোনো পদার্থের 1 লিটার 1 মোলার দ্রবণে মোলার ভরের সমান দ্রব উপস্থিত থাকে।

সুতরাং, 1 লিটার 1 মোলার তুঁতে দ্রবণ প্রস্তুত করতে তুঁতে প্রয়োজন 249.5 গ্রাম

$\therefore$ 2 লিটার 0.1 মোলার তুঁতে দ্রবণ প্রস্তুত করতে তুঁতে প্রয়োজন $(249.5 \times 2 \times 0.1)$ গ্রাম = 49.9 গ্রাম

সুতরাং, প্রথমে 49.9 গ্রাম তুঁতে নিয়ে তাতে পানি মিশ্রিত করে দ্রবণের আয়তন 2 লিটার করলে 2 লিটার 0.1 মোলার তুঁতে দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

প্রশ্ন –১৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি যৌগের শতকরা সংযুতি হচ্ছে Na = 14.31%, S = 9.97%, H = 6.25%, O = 69.47%। যৌগটির স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত একই।

ক. প্রমাণ অবস্থা কী? ১

খ. যৌগের স্থূল সংকেত কোন কোন ক্ষেত্রে আণবিক সংকেতের সমান হয় ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের যৌগটির স্থূল সংকেত নির্ণয় কর। ৩

ঘ. যদি উদ্দীপকের যৌগটির সকল হাইড্রোজেন পরমাণু অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে কেলাস পানি গঠন করে তবে যৌগটির নাম কী হবে? ৪

▶◀ ১৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. গ্যাসীয় অবস্থার ক্ষেত্রে $0°C$ তাপমাত্রা এবং এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপকে প্রমাণ অবস্থা বলে।

খ. যখন যৌগের অণুতে বিদ্যমান পরমাণুসমূহের সংখ্যা পরস্পর অবিভাজ্য হয় বা পরমাণুসমূহের সংখ্যার অনুপাত ক্ষুদ্রতর করা যায় না, তখন যৌগের স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত একই হবে। যেমন : H_2O, NH_3 ও CH_4 যৌগসমূহের স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত একই। কারণ এই যৌগসমূহে পরমাণু সংখ্যাসমূহের গ.সা.গু. = 1।

গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত Na, S, H ও O এর সর্বমোট শতকরা পরিমাণ
$= (14.31 + 9.97 + 6.25 + 69.47)\% = 100\%$
অর্থাৎ যৌগটিতে অন্য কোনো মৌল নেই। এদের পারমাণবিক ভর যথাক্রমে 23, 32, 1 ও 16.

যৌগে সোডিয়াম (Na) এর আপেক্ষিক পরিমাণ $= \frac{14.31}{23}$
$= 0.622$

সালফার (S) এর আপেক্ষিক পরিমাণ $= \frac{9.97}{32}$
$= 0.311$

হাইড্রোজেন (H) এর আপেক্ষিক পরিমাণ $= \frac{6.25}{1}$
$= 6.25$

অক্সিজেন (O) এর আপেক্ষিক পরিমাণ $= \frac{69.47}{16}$
$= 4.34$

প্রাপ্ত চারটি সংখ্যার মধ্যে ক্ষুদ্রতম সংখ্যা 0.311 দ্বারা ভাগফলসমূহকে ভাগ করলে মৌলের ক্ষুদ্রতম অনুপাত পাওয়া যায় :

$$Na = \frac{0.622}{0.311} = 2;\ S = \frac{0.311}{0.311} = 1;$$

$$H = \frac{6.25}{0.311} = 20;\ O = \frac{4.34}{0.311} = 13.95 = 14$$

∴ যৌগটির স্থূল সংকেত $Na_2SO_4.\ 10H_2O$

ঘ. আমরা (গ) নং প্রশ্নোত্তর থেকে পাই, যৌগের স্থূল সংকেতে হাইড্রোজেন পরমাণুর সংখ্যা = 20। উদ্দীপকের যৌগটির মধ্যে সব হাইড্রোজেন পরমাণু অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে কেলাস পানি গঠন করলে যৌগটিতে কেলাস পানি যুক্ত হয়।

যেহেতু, সকল হাইড্রোজেন পরমাণু অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে কেলাস পানি তৈরি করে তাই কেলাস পানির অণু সংখ্যা = $10H_2O$ যেখানে H এর পরমাণু সংখ্যা = $10 \times 2 = 20$ এবং O এর পরমাণুর সংখ্যা 10। তাহলে, অবশিষ্ট O অক্সিজেন পরমাণু সংখ্যা = $14 - 10 = 4$

∴ যৌগটির সংকেত $Na_2SO_4.\ 10H_2O$

অতএব, যৌগটির নাম সোডিয়াম থায়োসালফেট।

প্রশ্ন –১৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

পানি ও নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইডের বিক্রিয়ায় নাইট্রিক এসিড ও হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। নাইট্রিক এসিডের আণবিক সংকেতে তার উপাদান মৌলগুলোর শতকরা সংযুতি প্রকাশ পায়। আবার তার উপাদান মৌলগুলোর শতকরা সংযুতি থেকে আণবিক সংকেত বের করা যায়।

ক. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদ কোন সূত্র মেনে চলে? ১

খ. ব্লু ভিট্রিওলকে উত্তপ্ত করে বর্ণহীন করা গেলে তাতে কেলাস পানির শতকরা পরিমাণ হিসাব কর। ২

গ. উদ্দীপকে উৎপাদিত যৌগের শতকরা সংযুতি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিকে রাসায়নিক সমীকরণের মাধ্যমে প্রকাশ কর এবং সমতাকরণের মাধ্যমে রাসায়নিক

সমীকরণ সমতাকরণের কৌশলগুলো বর্ণনা কর। ৪

▶◀ ১৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদ ভরের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।

খ. ব্লু ভিট্রিওলের আণবিক সংকেত $CuSO_4.5H_2O$ এবং এর আণবিক ভর

$= (63.5 + 32 + 16 \times 4) + 5\,(1 \times 2 + 16)$

$= 159.5 + 90$

$= 249.5$

$\therefore$ 249.5 ভাগ ভরের ব্লু ভিট্রিওলে কেলাস পানির পরিমাণ = 90 ভাগ

$\therefore$ 100 ভাগ ভরের ব্লু ভিট্রিওলে কেলাস পানির পরিমাণ

$$= \frac{90 \times 100}{249.5}\ \% = 36.07\%$$

অর্থাৎ, ব্লু ভিট্রিওলে কেলাস পানির পরিমাণ 36.07%।

গ. উদ্দীপকে উৎপাদিত যৌগটি হলো নাইট্রিক এসিড। এর আণবিক সংকেত HNO_3। অর্থাৎ, নাইট্রিক এসিডের অণুতে 1টি হাইড্রোজেন, 1টি নাইট্রোজেন এবং 3টি অক্সিজেন পরমাণু বিদ্যমান। হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের পারমাণবিক ভর হচ্ছে 1, 16 ও 14।

সুতরাং, নাইট্রিক এসিডের আণবিক ভর $= 1 + 14 + 16 \times 3$

$= 63$

HNO_3– তে হাইড্রোজেনের শতকরা পরিমাণ $= (1 \div 63) \times 100$

$= 1.58\%$

HNO_3–তে নাইট্রোজেনের শতকরা পরিমাণ $= (14 \div 63) \times 100$

$= 22.22\%$

HNO_3–তে অক্সিজেনের শতকরা পরিমাণ $= (48 \div 63) \times 100$

$= 76.20\%$

ঘ. উদ্দীপকে পানি ও নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইডের বিক্রিয়ায় নাইট্রিক এসিড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়াটির বিক্রিয়ক পানি (H_2O) ও নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO_2) এবং উৎপাদ নাইট্রিক এসিড (HNO_3) এর সঠিক সংকেত ব্যবহার করে সমীকরণটি নিচে লেখা হলো :

$$H_2O + NO_2 \longrightarrow HNO_3 + H_2$$

(পানি) (নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড) (নাইট্রিক এসিড) (হাইড্রোজেন)

এই সমীকরণটিতে বিক্রিয়ক পদার্থের এবং উৎপন্ন পদার্থের একই মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান নেই। যেমন : বিক্রিয়ক হিসেবে H পরমাণু রয়েছে 2টি কিন্তু উৎপাদে H পরমাণু আছে 3টি। আমরা

জানি, বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের সংকেতের সাথে প্রয়োজনীয় সংখ্যা (2, 3, 4 ইত্যাদি) দ্বারা গুণন করতে হয়। রাসায়নিক সমীকরণকে সমতা করার জন্য নির্দিষ্ট কোনো নিয়ম না থাকলেও কিছু কৌশল অবলম্বন করা হয়। উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিকে এসব কৌশল অবলম্বন করে সমতাসাধন করা হলো।

প্রথমেই H পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ HNO_3 কে 2 দ্বারা ও বিক্রিয়ক H_2O কে 2 দ্বারা গুণন করা হয়। এতে H এর পরমাণু সংখ্যা উভয় দিকেই হয় 4। কিন্তু উৎপাদে N ও O এর পরমাণু সংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ায় বিক্রিয়কে NO_2 কে 2 দ্বারা গুণন করা হয়। ফলে উভয় দিকেই N এর পরমাণু সংখ্যা হয় 2 এবং O এর পরমাণু সংখ্যা হয় 6।

বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$2H_2O + 2NO_2 = 2HNO_3 + H_2$$

প্রশ্ন –১৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

গ্লুকোজের শতকরা সংযুতিতে C = 40% ও H = 6.67% আছে। এর অণুতে কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরমাণু সংখ্যার অনুপাত 1 : 2 : 1। এ থেকে স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় করা যায়।

ক. যৌগের স্থূল সংকেত কী? ১

খ. নর্দমায় জমে থাকা ড্রেনের দূষিত পানির সংযুতি কেমন হবে? ২

গ. উদ্দীপকের পদার্থটির স্থূল সংকেত বা সরল সংকেত বের কর। ৩

ঘ. স্থূল সংকেত শুধু যৌগের ক্ষেত্রে হতে পারে কিন্তু আণবিক সংকেত যৌগ ও মৌল উভয়ের ক্ষেত্রে হতে পারে – উদ্দীপকের আলোকে ব্যাখ্যা কর। ৪

◀ ১৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. যে সংকেত অণুতে বিদ্যমান পরমাণুসমূহের অনুপাত প্রকাশ করে তাকে স্থূল সংকেত বলে।

খ. নর্দমায় জমে থাকা ড্রেনের দূষিত পানির সংযুতি সাধারণ পানির শতকরা সংযুতির অভিন্ন হবে।

যৌগের মোট ভরের মধ্যে কোনো নির্দিষ্ট মৌলের শতকরা ভরকে তার সংযুতি বলে।

এই সংযুতির সামান্যতম তারতম্য বা ভিন্নতা হলে যৌগটি অন্য কোনো পদার্থে পরিণত হবে। কারণ, নির্দিষ্ট যৌগে মৌলের শতকরা সংযুতি নির্দিষ্ট হয়। তাই, বিশ্বের যেকোনো স্থান থেকেই পানি নেওয়া হোক, তাতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের শতকরা সংযুতি অভিন্ন হবে।

গ. আমরা জানি, গ্লুকোজের একটি অণুতে কার্বন (C), হাইড্রোজেন (H) ও অক্সিজেন (O) পরমাণু

আছে। যেহেতু কোনো যৌগে বিদ্যমান মৌলসমূহের শতকরা পরিমাণের যোগফল 100 হতে হবে।

$\therefore$ অক্সিজেনের পরিমাণ $= \{100 - (40 + 6.67)\}\%$

$= 53.33\%$

আমরা জানি, যেকোনো মৌলের পরমাণুর মোলসংখ্যা $= \frac{\text{শতকরা সংযুতি}}{\text{পারমাণবিক ভর}}$

C, H ও O এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 12, 1 ও 16

সুতরাং, C পরমাণুর মোল সংখ্যা $= \frac{40}{12} = 3.33$

H পরমাণুর মোল সংখ্যা $= \frac{6.67}{1} = 6.67$

O পরমাণুর মোল সংখ্যা $= \frac{53.33}{16} = 3.33$

প্রাপ্ত ভাগফলগুলোকে এদের ক্ষুদ্রতম সংখ্যা অর্থাৎ 3.33 দ্বারা ভাগ করে–

$C = \frac{3.33}{3.33} = 1,\ H = \frac{6.67}{3.33} = 2,\ O = \frac{3.33}{3.33} = 1$

সুতরাং, গ্লুকোজে C, H এবং O পরমাণুর সংখ্যার অনুপাত = 1 : 2 :1

অতএব, গ্লুকোজের স্থূল সংকেত বা সরল সংকেত $= C_1H_2O_1$

$= CH_2O$

ঘ. যৌগের অণুতে ভিন্ন প্রকার মৌলের পরমাণুর সংখ্যার মধ্যে ক্ষুদ্রতম অনুপাত সম্ভব বলে তার স্থূল সংকেত প্রকাশ করা সম্ভব হয়। অন্যদিকে মৌল অণুর মধ্যে একই মৌলের পরমাণু থাকায় সেখানে অনুপাত করা সম্ভব হয় না।

যেমন : গ্লুকোজের আণবিক সংকেত $C_6H_{12}O_6$। এ যৌগের একটি অণুতে কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরমাণুর অনুপাত 6 ঃ 12 ঃ 6 এবং ক্ষুদ্রতম অনুপাত 1 ঃ 2 ঃ 1।

সুতরাং যৌগটির স্থূল সংকেত CH_2O। কিন্তু মৌল অণু H_2 এর ক্ষেত্রে 2টি হাইড্রোজেন পরমাণু বিদ্যমান। যেহেতু, একটি সংখ্যা দ্বারা অনুপাত করা যায় না সুতরাং হাইড্রোজেনের ক্ষেত্রে এর স্থূল সংকেত হতে পারে না। অনুরূপ অক্সিজেন ও কার্বনের স্থূল সংকেত হতে পারে না।

আণবিক সংকেত যৌগিক পদার্থের অণুতে বিদ্যমান মৌলের পরমাণুসমূহের প্রকৃত সংখ্যা প্রকাশ করে। যেহেতু যৌগিক পদার্থ ভিন্ন মৌলের এক বা একাধিক পরমাণু থাকে এবং মৌলিক পদার্থে একই মৌলের একাধিক পরমাণু থাকে তাই আণবিক সংকেত উভয়ের ক্ষেত্রে হতে পারে।

অতএব, উদ্দীপকের আলোকে এটা প্রমাণিত যে, স্থূল সংকেত শুধু যৌগের ক্ষেত্রে হতে পারে কিন্তু আণবিক সংকেত যৌগ ও মৌল উভয়ের হতে পারে।

প্রশ্ন –১৯ ▶ নিচের বিক্রিয়াদ্বয় লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

১. $Ca\,CO_3 + HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

২. $Al_2O_3 + HCl \longrightarrow AlCl_3 + H_2O$

ক. বিক্রিয়ক কী? ১

খ. রাসায়নিক সমীকরণ সমতা করার জন্য কী কৌশল অবলম্বন করা হয়? ২

গ. ১নং ও ২নং বিক্রিয়ার সমতা বিধান কর। ৩

ঘ. ১নং সমীকরণ অনুসরণ করে রাসায়নিক সমীকরণ লেখার পদ্ধতি বর্ণনা কর। ৪

▶◀ ১৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. রাসায়নিক বিক্রিয়া যেসব পদার্থ নিয়ে শুরু করা হয় তাদেরকে বিক্রিয়ক বলে।

খ. রাসায়নিক সমীকরণ সমতা করার নিম্নলিখিত কৌশল অবলম্বন করা হয়–

১. বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সঠিক সংকেত ব্যবহার করে বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখা।

২. বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ যৌগিক পদার্থ হলে অর্থাৎ সংকেতে একাধিক মৌলের পরমাণু থাকলে বিক্রিয়ক অথবা উৎপাদ অথবা উভয়ের সাথে বিভিন্ন সংখ্যা গুণন করা।

৩. বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের পরমাণুর সংখ্যা সমান করা।

গ. ১নং বিক্রিয়াটি হলো :

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

বিক্রিয়ায় কঠিন ক্যালসিয়াম কার্বনেট হাইড্রোক্লোরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ, কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস এবং পানি উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ায় পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক HCl কে 2 দ্বারা গুণ করা হয়। বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ হলো :

$CaCO_3\,(s) + 2HCl\,(aq) \longrightarrow CaCl_2\,(aq) + CO_2(g) + H_2O\,(l)$

২নং বিক্রিয়াটি হলো :

$Al_2O_3 + HCl \longrightarrow AlCl_3 + H_2O$

বিক্রিয়ায় কঠিন অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড হাইড্রোক্লোরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে কঠিন অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড এবং পানি উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়ায় অ্যালুমিনিয়ামের পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ $AlCl_3$ এর সাথে 2, ক্লোরিন পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক HCl এর সাথে 6 এবং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ

H_2O এর সাথে 3 দ্বারা গুণন করা হয়। বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ হলো :

$$Al_2O_3(s) + 6HCl\ (aq) \longrightarrow 2AlCl_3(s) + 3\ H_2O\ (l)$$

ঘ. রাসায়নিক সমীকরণ লেখার নিয়মাবলি :

i. রাসায়নিক বিক্রিয়া যেসব পদার্থ নিয়ে শুরু করা হয় তাদেরকে বিক্রিয়ক এবং যেসব পদার্থ উৎপন্ন হয় তাদের উৎপাদ বলে। রাসায়নিক সমীকরণে বিক্রিয়কসমূহকে বামপাশে এবং উৎপাদসমূহকে ডানপাশে লিখে মাঝখানে সমান (=) অথবা তীর ($\rightarrow$) চিহ্ন দেয়া হয়। ১নং বিক্রিয়ায় $CaCO_3$ ও HCl বিক্রিয়ক এবং $CaCl_2$, CO_2 ও H_2O উৎপাদ।

ii. বিক্রিয়ায় একাধিক বিক্রিয়ক এবং একাধিক উৎপাদ থাকলে তাদেরকে যোগ (+) চিহ্ন দিয়ে লেখা হয়। ১নং বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক $CaCO_3$ ও HCl এর মাঝে এবং উৎপাদ $CaCl_2$, CO_2 ও H_2O এর মাঝে যোগ (+) চিহ্ন ব্যবহার হয়েছে।

iii. সমীকরণের বামপাশের বিভিন্ন মৌলের পরমাণু সংখ্যা এবং ডানপাশের একই মৌলের পরমাণু সংখ্যা সমান করা হয়। ১নং বিক্রিয়ায় পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক HCl কে 2 দ্বারা গুণ করা হয়।

iv. বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের ভৌত অবস্থা যৌগের ডানপাশে প্রথম বন্ধনীর মধ্যে লেখা হয়। যৌগের ভৌত অবস্থা কঠিন (Solid) হলে (s), তরল (Liquid) হলে (*l*) এবং গ্যাসীয় (Gaseous) হলে (g) লেখা হয়। বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ হিসেবে কোনো যৌগের জলীয় দ্রবণ (Aqueous solution) থাকলে (aq) লেখা হয়। ১নং বিক্রিয়ায় কঠিন ক্যালসিয়াম কার্বনেট হাইড্রোক্লোরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ, কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস এবং পানি উৎপন্ন করে।

অর্থাৎ, $CaCO_3\ (s) + 2\ HCl\ (aq) \longrightarrow CaCl_2\ (aq) + CO_2\ (g) + H_2O\ (l)$

প্রশ্ন –২০ ▶ নিচের রাসায়নিক সমীকরণ লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

(i) $Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow MgO(s)$

(ii) $H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O(l)$

ক. রাসায়নিক পদার্থের বিশুদ্ধতা কিসের ওপর নির্ভর করে? ১

খ. লিমিটিং বিক্রিয়ক ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের প্রথম বিক্রিয়া থেকে 40g MgO উৎপন্ন করতে প্রয়োজনীয় Mg ও O এর ভর বের কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের "উভয় বিক্রিয়ায় O_2 এর মোল সংখ্যা সমান নয়।" উক্তিটির সপক্ষে যুক্তি উপস্থাপন কর। ৪

▶◀ ২০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. রাসায়নিক পদার্থের বিশুদ্ধতা তার প্রস্তুতি ও বিশুদ্ধকরণ পদ্ধতির ওপর নির্ভর করে।

খ. বিক্রিয়ার সময় একাধিক বিক্রিয়কের মধ্যে যে বিক্রিয়ক অবশিষ্ট থাকে না তাকে লিমিটিং বিক্রিয়ক বলে।

যেমন : $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$

এই বিক্রিয়ায় 2 পরমাণু Mg ধাতুর সাথে বিক্রিয়ার জন্য 1 অণু অক্সিজেন গ্যাস প্রয়োজন। কিন্তু 4 পরমাণু Mg ধাতুর সাথে বিক্রিয়ার জন্য 4 অণু অক্সিজেন গ্যাস সরবরাহ করলে বিক্রিয়ার মাধ্যমে 2 অণু অক্সিজেন গ্যাস অবশিষ্ট থাকবে। এই অবস্থায় Mg ধাতুকে লিমিটিং বিক্রিয়ক বলে।

গ. 40g MgO উৎপন্ন করতে প্রয়োজনীয় Mg ও O_2-এর ভর নির্দিষ্ট এবং তা আমরা উদ্দীপকের প্রথমোক্ত বিক্রিয়া থেকে হিসাব করতে পারি। বিক্রিয়াটি হচ্ছে :

$Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow MgO(s)$

যেহেতু এই বিক্রিয়ায় Mg ও O_2-এর সমন্বয়ে একটি মাত্র যৌগ (MgO) উৎপন্ন হয়। Mg ও O-এর উভয়ের যোজনী 2। সেক্ষেত্রে বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণটি নিম্নরূপে লেখা যেতে পারে–

$2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$

$(2 \times 24)\ (2 \times 16)\quad 2(24 + 16)$

উপরিউক্ত সমীকরণ হতে দেখা যায় যে,

80 গ্রাম MgO তৈরি করতে Mg প্রয়োজন 48 গ্রাম

$\therefore 40$ " MgO " " Mg " $= \frac{48 \times 40}{80}$ গ্রাম

$= 24$ গ্রাম

আবার,

80 গ্রাম MgO তৈরি করতে O_2 প্রয়োজন 32 গ্রাম

$\therefore 40$ " MgO " " O_2 " $= \frac{32 \times 40}{80}$ গ্রাম

$= 16$ গ্রাম

ঘ. দুটি বিক্রিয়ায় উৎপাদ বিবেচনায় বলা যায় কতটুকু O_2 ব্যবহৃত হয়েছে। উদ্দীপকের বিক্রিয়া দুটির সমতাযুক্ত সমীকরণ নিম্নরূপে লেখা যেতে পারে :

$2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$

এবং $H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow H_2O(l)$

$= \frac{1}{2} O_2 = \frac{1}{2} \times 16 \times 2$

$= 16$ গ্রাম

অক্সিজেনের আণবিক ভর = 32

সুতরাং, 1 মোল অক্সিজেন = 32 গ্রাম অক্সিজেন।

১ম বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত অক্সিজেনের মোলসংখ্যা = 32/32 = 1

এবং ২য় বিক্রিয়ায় " " " = 16/32 = 0.5

তাই বলা যায়, উদ্দীপকের বিক্রিয়া দুটিতে অক্সিজেনের মোল সংখ্যা সমান নয়।

প্রশ্ন –২১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

আনোয়ার উপযুক্ত পরিবেশে 5 গ্রাম হাইড্রোজেন ও 100 গ্রাম ক্লোরিনের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটিয়ে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করল। সে লক্ষ করল এতে করে একটি মৌলের কিছু পরিমাণ অবশিষ্ট রয়েছে। এর কারণ সম্পর্কে সে রফিক স্যারের কাছে জানতে চাইল।

ক. অ্যানালার কী? ১

খ. রাসায়নিক গণনায় লিমিটিং বিক্রিয়কের গুরুত্ব উল্লেখ কর। ২

গ. আনোয়ারের উৎপাদিত যৌগের সংযুতি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. রফিক স্যার আনোয়ারকে বিক্রিয়া শেষে কোন উপাদান কী পরিমাণে অবশিষ্ট থাকবে সে বিষয়ে কী বোঝালেন? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

▶◀ ২১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. সবচেয়ে বিশুদ্ধ রাসায়নিক পদার্থকে অ্যানালার বলে।

খ. বিক্রিয়ক থেকে উৎপাদের পরিমাণ হিসাব করার সময় লিমিটিং বিক্রিয়কের পরিমাণ থেকে হিসাব করা হয়।

রাসায়নিক বিক্রিয়ার একাধিক বিক্রিয়ক থাকলে, যে বিক্রিয়কটি বিক্রিয়া শেষে অবশিষ্ট থাকে না অর্থাৎ আগে শেষ হয়ে যায়, তাকে লিমিটিং বিক্রিয়ক বলে। যেহেতু লিমিটিং বিক্রিয়ক শেষ হলে আর উৎপাদ উৎপন্ন হওয়া সম্ভব নয়, তাই লিমিটিং বিক্রিয়কের অনুপাতে উৎপাদ পাওয়া যায়।

অতএব, উৎপাদ নির্ণয়ে লিমিটিং বিক্রিয়কের গুরুত্ব অপরিসীম।

গ. আনোয়ারের উৎপাদিত যৌগ HCl এর আপেক্ষিক আণবিক ভর = (1 + 35.5)
= 36.5
H এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর = 1 এবং
Cl এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর = 35.5

$$\therefore \text{ হাইড্রোজেনের সংযুতি } = \frac{1 \times 100\%}{36.5}$$

$$= 2.74\%$$

$$\therefore \text{ ক্লোরিনের সংযুতি } = \frac{35.5 \times 100\%}{36.5}$$

$$= 97.26\%$$

∴ হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে হাইড্রোজেনের সংযুতি 2.74% ও ক্লোরিনের সংযুতি 97.26%।

ঘ. রফিক স্যার আনোয়ারকে বোঝালেন যে, হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$

H_2 এর আণবিক ভর 2।

∴ H_2 এর 1 মোল = 2 গ্রাম

∴ 5 গ্রাম হাইড্রোজেন = $\frac{5}{2}$ মোল = 2.5 মোল হাইড্রোজেন

∴ Cl_2 এর আণবিক ভর = $35.5 \times 2 = 71$

সুতরাং Cl_2 এর 1 মোল = 71 গ্রাম

100 গ্রাম ক্লোরিন = $\frac{100}{71}$ মোল = 1.4 মোল

বিক্রিয়ায় দেখা যায়, 1 মোল হাইড্রোজেন 1 মোল ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া করে।

সুতরাং, 1.4 মোল ক্লোরিন 2.5 মোল হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়া করার পর আর ক্লোরিন অবশিষ্ট থাকবে না।

তাই অবশিষ্ট হাইড্রোজেনের মোল সংখ্যা = (2.5–1.4) মোল = 1.1 মোল।

∴ অবশিষ্ট হাইড্রোজেনের ভর = $(2 \times 1.1)g = 2.2g.$

অতএব, বিক্রিয়া শেষে 2.2gm ক্লোরিন অবশিষ্ট থাকবে।

প্রশ্ন –২২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

2.02g ক্যালসিয়াম ও 2.02g হাইড্রোজেনের একটি মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড (CaH_2) উৎপন্ন করা হলো। (ক্যালসিয়াম ও হাইড্রোজেনের আণবিক ভর যথাক্রমে 40 ও 2.02)

? ক. ব্লু ভিট্রিওলের সংকেত কী? ১
খ. $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$ বিক্রিয়ায় 10 কেজি চুনাপাথর থেকে কী পরিমাণ চুন পাওয়া যাবে? ২
গ. উদ্দীপকের কোনটি লিমিটিং বিক্রিয়ক? এটার কত মোল অবশিষ্ট থাকে? ৩
ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় সর্বোচ্চ কী পরিমাণ (ভর) CaH_2 উৎপন্ন হয়? ৪

▶◀ ২২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. ব্লু ভিট্রিওলের সংকেত : $CuSO_4.5H_2O$।

খ. $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

বিক্রিয়ায় $CaCO_3$ এর আণবিক ভর $= 40 + 12 + 16 \times 3$
$= 52 + 48 = 100$

CaO এর আণবিক ভর $= 40 + 16 = 56$

অর্থাৎ,

100 গ্রাম $CaCO_3$ থেকে উৎপন্ন হয় 56 গ্রাম চুন

$\therefore$ 10 কেজি $= (10 \times 1000)$ গ্রাম [$\because$ 1 কেজি = 1000 গ্রাম]
$= 10000$ গ্রাম

$\therefore$ 10000 গ্রাম $CaCO_3$ থেকে উৎপন্ন হয় $= \frac{56 \times 10000}{100}$ গ্রাম চুন
$= 5600$ গ্রাম চুন
$= \frac{5600}{1000}$ কেজি
$= 5.6$ কেজি

সুতরাং, 10 কেজি চুনাপাথর থেকে 5.6 কেজি চুন পাওয়া যাবে।

গ. Ca ও H_2 এর আণবিক ভর যথাক্রমে 40 ও 2.02

সুতরাং, 40g Ca = 1 mole

$\therefore$ 2.02g Ca $= \frac{2.02}{40}$ mole = 0.0505 mole

অনুরূপভাবে, 2.02g $H_2 = \frac{2.02}{2.02}$ mole = 1 mole

$Ca + H_2 \longrightarrow CaH_2$

বিক্রিয়ায় দেখা যায়, 1 মোল ক্যালসিয়াম ও 1 মোল হাইড্রোজেন বিক্রিয়া করে 1 মোল ক্যালসিয়াম

হাইড্রাইড উৎপন্ন করে। উদ্দীপকের ক্যালসিয়াম = 0.0505 মোল ও হাইড্রোজেন = 1 মোল। 0.0505 মোল Ca, 1 মোল H_2 এর সাথে বিক্রিয়া করে।

সুতরাং, ক্যালসিয়াম হাইড্রোজেনের আগে শেষ হবে। তাই ক্যালসিয়াম লিমিটিং বিক্রিয়ক।

অবশিষ্ট হাইড্রোজেনের পরিমাণ = (1 – 0.0505) মোল

= 0.9495 মোল

ঘ. $Ca + H_2 \rightarrow CaH_2$

'গ' থেকে আমরা জানি, উদ্দীপকের ক্যালসিয়াম লিমিটিং বিক্রিয়ক। তাই ক্যালসিয়াম শেষ হওয়ার পর আর কোনো ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড উৎপন্ন হবে না।

বিক্রিয়া থেকে,

1 mole Ca থেকে উৎপন্ন হয় 1 mole CaH_2

$\therefore$ 0.0505 mole Ca = 0.0505 mole CaH_2

$\therefore$ CaH_2 এর আণবিক ভর = (40 + 2.02)

= 42.02

CaH_2 এর 1 mole = 42.02g

$\therefore$ CaH_2 0.0505 mole = (42.02 × 0.0505)g

= 2.122g

$\therefore$ সর্বোচ্চ ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড উৎপন্ন হবে 2.122g

প্রশ্ন –২৩ ▶ নিচের সমীকরণ দুটি দেখ এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

(i) $Al_2O_3 + HCl \longrightarrow AlCl_3 + H_2O$

(ii) $2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$

ক. Stoichiometry কী? ১

খ. রাসায়নিক সমীকরণে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ভৌত অবস্থা প্রকাশের রীতি উল্লেখ কর। ২

গ. (ii) নং সমীকরণ অনুসরণে হিসাব করে বের কর 10 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপাদন করতে কত গ্রাম অক্সিজেন প্রয়োজন? ৩

ঘ. (ii) নং সমীকরণ অনুসারে 10 গ্রাম MgO উৎপাদনের উদ্দেশ্যে 4 গ্রাম Mg ধাতু ও 4 গ্রাম অক্সিজেনের মধ্যে বিক্রিয়া

ঘটানো হলে প্রত্যাশিত পরিমাণ উৎপাদ পাওয়া যাবে কি? যৌক্তিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

▶◀ ২৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. রসায়নে অণু, পরমাণু, বিক্রিয়ক, উৎপাদ ইত্যাদি হিসাব–নিকাশ Stoichiometry নামে পরিচিত।

খ. বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের ভৌত অবস্থা যৌগের ডানপাশে প্রথম বন্ধনীর মধ্যে লেখা হয়। যৌগের ভৌত অবস্থা কঠিন হলে (s), তরল হলে (l) এবং গ্যাসীয় হলে (g) লেখা হয়। বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ হিসেবে কোনো যৌগের জলীয় দ্রবণ থাকলে (aq) লেখা হয়।

গ. উদ্দীপকের (ii) নং বিক্রিয়াটি হলো :

$2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$

O_2 এর 1 মোলের ভর = 32 গ্রাম

MgO এর 1 মোলের ভর = (24 + 16) গ্রাম

= 40 গ্রাম

বিক্রিয়া থেকে দেখা যায়, 1 মোল অক্সিজেন থেকে 2 মোল ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। সুতরাং 32 গ্রাম অক্সিজেন থেকে উৎপন্ন হয় $(40 \times 2) = 80$ গ্রাম MgO.

80 গ্রাম MgO উৎপন্ন করতে প্রয়োজন 32 গ্রাম O_2

$\therefore$ 10 গ্রাম MgO উৎপন্ন করতে প্রয়োজন = $\frac{32 \times 10}{80}$ গ্রাম O_2

= 4 গ্রাম O_2

সুতরাং, 10 গ্রাম MgO উৎপন্ন করতে প্রয়োজন 4 গ্রাম O_2

ঘ. $2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$

Mg এর 1 মোল = 24 গ্রাম

$\therefore$ 4 গ্রাম Mg = $\frac{1 \times 4}{24} = 0.1667$ মোল

আবার, O_2 এর 1 মোল = 32 গ্রাম

$\therefore$ 4 গ্রাম O_2 = $\frac{1 \times 4}{32} = 0.125$ মোল

(ii) নং বিক্রিয়ায় 1 মোল অক্সিজেনের সাথে 2 মোল ম্যাগনেসিয়াম বিক্রিয়া করে 2 মোল ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করে।

$\therefore$ 0.125 মোল অক্সিজেনের জন্য $0.125 \times 2 = 0.25$ মোল ম্যাগনেসিয়ামের প্রয়োজন। কিন্তু এখানে মোট ম্যাগনেসিয়ামের পরিমাণ 0.1667 মোল। Mg তাই এখানে লিমিটিং বিক্রিয়ক।

জানা আছে, লিমিটিং বিক্রিয়কের অনুপাতে উৎপাদ উৎপন্ন হয়। যেহেতু বিক্রিয়া অনুসারে, 2 mole Mg থেকে 2 mole MgO উৎপন্ন হয়। তাই Mg এর মোলের সমান MgO এর মোল হবে।

$\therefore$ MgO এর মোল = 0.1667.

MgO এর 1 mole এর ভর = $(1 \times 24 + 16) = 40$ গ্রাম

$\therefore$ MgO এর 0.1667 mole এর ভর = (40×0.1667) গ্রাম = 6.668 গ্রাম।

সুতরাং, MgO এর পরিমাণ 6.668 গ্রাম পাওয়া যাবে। অপরদিকে, 4 গ্রাম অক্সিজেন পর্যাপ্ত পরিমাণ ম্যাগনেসিয়ামের সাথে বিক্রিয়া করলে 10 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। কিন্তু ম্যাগনেসিয়াম বিক্রিয়ায় আগে শেষ হওয়ায়, কিছু মোল অক্সিজেন অব্যবহৃত অবস্থায় থাকে। তাই প্রত্যাশিত 10 গ্রাম MgO এর জায়গায় 6.668 গ্রাম MgO উৎপন্ন হয়।

প্রশ্ন –২৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

তিথি পরীক্ষাগারে 80g চুনাপাথরকে তাপ দিয়ে 39g CaO উৎপন্ন করল। এই ডাটা সে আবেদ ভাইয়াকে দেখাল। আবেদ ভাইয়া বললেন, চুনাপাথর পুরোপুরি বিশুদ্ধ নয়। তিথি ভাইয়ার কাছে এর ব্যাখ্যা জানতে চাইল।

ক. তুঁতের রাসায়নিক নাম কী? ১

খ. সেমিমোলার ফেরাস সালফেট দ্রবণ বলতে কী বুঝ? ২

গ. বিশুদ্ধ 80g চুনাপাথর থেকে সর্বোচ্চ কত গ্রাম CaO পাওয়া সম্ভব? ৩

ঘ. উদ্দীপকের চুনাপাথরে ভেজালের শতকরা পরিমাণ বের কর। ৪

◀ ২৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. তুঁতের রাসায়নিক নাম হাইড্রেটেড কপার সালফেট।

খ. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে 0.5 মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে তাকে সেমি মোলার দ্রবণ বলে। সুতরাং, সংজ্ঞানুসারে, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটারে 0.5 মোল পরিমাণ ফেরাস সালফেট দ্রবীভূত থাকলে সেসব দ্রবণকে ফেরাস সালফেটের সেমিমোলার দ্রবণ বলে।

গ. চুনকে তাপ দিলে CaO ও CO_2 উৎপন্ন হয়।

$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

$40 + 12 + (16 \times 3)$ $(40 + 16)$g

= 100g = 56g

100 গ্রাম চুনাপাথর থেকে CaO পাওয়া যায় 56 গ্রাম

$\therefore$ 80 গ্রাম চুনাপাথর থেকে CaO পাওয়া যায় $\frac{56 \times 80}{100}$ গ্রাম

$= 44.8$ গ্রাম

$\therefore$ CaO এর সর্বোচ্চ পরিমাণ = 44.8 গ্রাম।

ঘ. যদি 80g চুনাপাথর পুরোপুরি বিশুদ্ধ হত, তবে 44.8g CaO পাওয়া যেত। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে 39g CaO পাওয়া গিয়েছিল। তার মানে চুনাপাথরে কিছুটা ভেজাল রয়েছে। নিম্নোক্ত উপায়ে ভেজাল বের করা যায়:

$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

$(40 + 12 + 16 \times 3)g \quad (40+16)g$

$= 100g \qquad = 56g$

56 গ্রাম CaO উৎপন্ন হয় 100 গ্রাম $CaCO_3$ থেকে

$\therefore$ 39 গ্রাম CaO উৎপন্ন হয় $\frac{100 \times 39}{56}$ গ্রাম $CaCO_3$ থেকে

$= 69.64$ গ্রাম $CaCO_3$ থেকে

সুতরাং, ভেজালের পরিমাণ = (80 – 69.64) গ্রাম

$= 10.357$ গ্রাম

$\therefore$ ভেজালের শতকরা পরিমাণ = $\frac{10.357}{80} \times 100\%$

$= 12.946\%$.

প্রশ্ন –২৫ ▶ আমজাদ পরীক্ষাগারে তুঁতে ও $Ca(HCO_3)_2$ নিয়ে কাজ করছিল। সে দুটি যৌগের নির্দিষ্ট পরিমাণ নিয়ে পরীক্ষা শুরু করল।

ক. মোলারিটি বলতে কী বুঝ? ১

খ. রাসায়নিক পদার্থের বিশুদ্ধতা কীসের ওপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. $Ca(HCO_3)_2$ এর সে. মি. মোলার দ্রবণ কীভাবে প্রস্তুত করবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. তুমি কীভাবে ২ লিটার ০.১ মোলার তুঁতের দ্রবণ প্রস্তুত করবে? তুঁত থেকে সম্পূর্ণ পানির অণু অপসারণ পদ্ধতি বর্ণনা কর। ৪

▶◀ ২৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের মোল সংখ্যাকে দ্রবণের মোলারিটি বলে।

খ. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যে সকল বিক্রিয়ক পদার্থ ব্যবহৃহ হয়, তারা 100% বিশুদ্ধ থাকে না।

রাসায়নিক পদার্থের বিশুদ্ধতা তার প্রস্তুতি ও বিশুদ্ধকরণ প্রস্তুতির ওপর নির্ভর করে। সবচেয়ে বিশুদ্ধ রাসায়নিক পদার্থকে অ্যানালার গ্রেড পদার্থ বলে। অ্যানালার গ্রেড পদার্থসমূহ প্রায় 99% বিশুদ্ধ হয়, এদের গবেষণার সময় বিশ্লেষণী কাজে ব্যবহার করা হয়।

গ. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে 0·5 মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে তাকে সেমি মোলার দ্রবণ বলে।

$Ca(HCO_3)_2$ এর আণবিক ভর = $40 + (1 + 12 + 16 \times 3) \times 2 = 162$

1L আয়তনের 1 মোলার দ্রবণ তৈরি করার জন্য দ্রব প্রয়োজন 1 মোল

1 L " 0·5 " " " " " " " = $(1 \times 0{\cdot}5)$ মোল

= 0·5 মোল

এখন,

0·5 মোল $Ca(HCO_3)_2$ = $(0{\cdot}5 \times 162)$g $Ca(HCO_3)_2$ = 81g

প্রথমে 1L আয়তনের একটি পাত্র নিই। হিসাবকৃত দ্রবণের পরিমাণ তথা 81g দ্রবকে নিক্তির সাহায্যে মেপে ফানেলের মাধ্যমে নির্ধারিত পাত্রে নিই। ফানেলের গায়ে লেগে থাকা দ্রবকে পাতিত পানি বা বিশুদ্ধ পানি নিয়ে নির্ধারিত পাত্রে স্থানান্তর করে কিছু পরিমাণ পানি দিয়ে ঝাঁকিয়ে দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। অতঃপর পানি দিয়ে দ্রবণের আয়তন নির্ধারিত মাপ পর্যন্ত পূর্ণ করলে 1 L 0·5 মোলার $Ca(HCO_3)_2$ দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

ঘ. তুঁতের রাসায়নিক সংকেত = $CuSO_4.5H_2O$

∴ তুঁতের আণবিক ভর = 249.5

1 লিটার আয়তনের 1 মোলার দ্রবণের জন্য তুঁতে প্রয়োজন 1 মোল

2 লিটার আয়তনের 0.1M মোলার দ্রবণে তুঁতে প্রয়োজন হয়

$= 2 \times 0{\cdot}1$ মোল

আবার, 1 মোল = 249·5 gm $CuSO_4.5H_2O$

$\therefore\ 2 \times 0{\cdot}1$ মোল = $0{\cdot}1 \times 2 \times 249{\cdot}5$ gm $CuSO_4.5H_2O$ = 49·9 gm $CuSO_4.5H_2O$

পানিযুক্ত কপার সালফেটের বর্ণ নীল। পানিবিহীন কপার সালফেটের বর্ণ সাদা। নীল বর্ণের কপার সালফেটকে উত্তপ্ত করলে পানি বাষ্পীভূত হয় এবং সাদা বর্ণের কপার সালফেটে পরিণত হয়। তাপ দেয়ার পূর্বে ও পরে কপার সালফেটের ভর পরিমাপ করে উত্তাপে হারানো পানির ভর নির্ণয় করে তুঁতের কেলাস পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

$$CuSO_4.5H_2O \xrightarrow[-5H_2O]{\Delta} CuSO_4$$

নীল বর্ণ সাদা বর্ণ

1 মোল = 249·5 গ্রাম 1 মোল = 159·5 গ্রাম

তত্ত্বীয়ভাবে 1 মোল (249·5 গ্রাম) পানিযুক্ত নীল বর্ণের কপার সালফেটকে উত্তপ্ত করলে 90 গ্রাম পানি অপসারিত হয়ে 159.5 গ্রাম পানিবিহীন সাদা বর্ণের কপার সালফেট উৎপন্ন হয়।