ଷ୍ଟୋଇକିଓମେଟ୍ରୀର ପ୍ରୟୋଗ : ଭାଗ -3
(ରସସମୀକରଣମିତିର ପ୍ରୟୋଗ)

ନମୁନାର ଶୁଦ୍ଧତା %, ସୀମାନ୍ତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତତ୍ତ୍ୱ, କ୍ରମିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା, ମିଶ୍ରଣ ବିଶ୍ଳେଷଣ

(purity % of a sample, Limiting Reactant concept, successive Reactions, Mixture Analysis)

Stoichiometry - lecture - 3

ଓଡ଼ିଆ ଭିଡିଓ ନମ୍ବର - 18

ନମୁନାର ଶୁଦ୍ଧତା ଭିତ୍ତିକ ଗଣନା (ଶୁଦ୍ଧତା %)
(Calculation based on Purity of a Sample).

$$\text{ଶୁଦ୍ଧତା } \% = \frac{\text{ଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ଅଶୁଦ୍ଧ ନମୁନାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}} \times 100$$

$$\% \text{ Purity} = \frac{\text{mass of pure substance}}{\text{mass of impure sample}} \times 100$$

ଉଦାହରଣ : 2.5 g ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଅଶୁଦ୍ଧ $CaCO_3$ ([illegible] ଚୂନ ପଥର ବା Lime stone)ର ଏକ ନମୁନାକୁ ଅଧିକ ମାତ୍ରାର ଲଘୁ HCl ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରାଗଲାରୁ, ସେଥିରୁ 0.88 g CO_2 ସୃଷ୍ଟି ହେଲା। ତେବେ ଉକ୍ତ ନମୁନାର ଶୁଦ୍ଧତା ପ୍ରତିଶତ (ବସ୍ତୁତ୍ୱ/ବସ୍ତୁତ୍ୱ %) କେତେ? (ଅବଶିଷ୍ଟ ଅଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥ HCl ରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି CO_2 ଦିଏ ନାହିଁ)

$$\underset{100\,g}{CaCO_3} + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + \underset{44\,g}{CO_2} + H_2O$$

44 g CO_2 ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ 100 g $CaCO_3$ ଦ୍ୱାରା

$\therefore$ 0.88 " " $\frac{100}{44} \times 0.88 = 2g.\ CaCO_3$

% of Purity (ଶୁଦ୍ଧତା %) $= \frac{2}{2.5} \times 100 = 80\%$

ସତର୍କ

- ଅଶୁଦ୍ଧ ନମୁନାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟାକୁ ପ୍ରଥମେ କଦାପି ବ୍ୟବହାର କରିବ ନାହିଁ।
- ଏହି ସଂଖ୍ୟାକୁ ସର୍ବଶେଷରେ ଶୁଦ୍ଧତା % ନିରୂପଣ ପାଇଁ କେବଳ ବ୍ୟବହାର କରିବ।
- ଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନ୍ୟ ତଥ୍ୟରୁ ହିସାବ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବ।

ଗ୍ୟାସର ଆୟତନ STP ରୁ ଅନ୍ୟ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାକୁ କିପରି ରୂପାନ୍ତରଣ କରିବ?

How to convert gas volume from STP to any other temperature and pressure or vice versa.

ସାମୁହିକ ଗ୍ୟାସ ନିୟମ (Combined Gas equation)

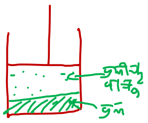
$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

P_1, V_1, T_1 = ଯଥାକ୍ରମେ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଚାପ, ଆୟତନ ଓ ତାପମାତ୍ରା। (Initial P, V, T)

P_2, V_2, T_2 = ଯଥାକ୍ରମେ ଅନ୍ତିମ ଚାପ, ଆୟତନ ଓ ତାପମାତ୍ରା। (Final P, V, T)

ଜଳୀୟ ଚାପ / ଆକ୍ୱିୟସ ଟେନସନ (f)
(ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ) (Aqueous Tension)

ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳ ଉପରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଚାପ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ । ତାହାକୁ ଆକ୍ୱିୟସ ଟେନସନ କୁହାଯାଏ



ତାପମାତ୍ରା (°C)	Aqueous Tension (f) (mm of Hg)
10°	9.2
20°	17.5
25°	23.8
50°C	92.5

ଯଦି ଏକ ଗ୍ୟାସ (ଯେପରିକି H_2, CO_2, N_2 ଇତ୍ୟାଦି) ଜଳର ନିମ୍ନମୁଖୀ ଅପସାରଣ ପଦ୍ଧତି (downward displacement of water) ଦ୍ୱାରା ସଂଗୃହୀତ ହୁଏ, ତେବେ ସେହି ଗ୍ୟାସରେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ମିଶି ରହିଥିବ ।

• ଶୁଷ୍କ ଗ୍ୟାସର ଚାପ = ଆର୍ଦ୍ର (moist) ଗ୍ୟାସର ଚାପ (ମୋଟ) − ଜଳୀୟ ଚାପ

$$P_d = P_m - f$$

ଉଦାହରଣ : କୌଣସି ଗ୍ୟାସ, ଜଳର ନିମ୍ନମୁଖୀ ଅପସାରଣ ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା 20°C ରେ ସଂଗୃହୀତ କରାଯାଇଛି ଓ ଏହାର ଚାପ ହେଲା 800 mm (ପାରଦ) । ଏହାର ଆୟତନ ହେଲା 2.0 L । ତେବେ STP ରେ ଏହି ଗ୍ୟାସର ଆୟତନ କେତେ ହେବ ? (Aqueous tension (f) 20°C ରେ = 17.5 mm Hg).

• $P_1 = P - f = 800 - 17.5 = 782.5$ mm

$V_1 = 2.0$ L , $T_1 = 273 + 20 = 293$ K

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{782.5 \times 2}{293} = \frac{760 \times V_2}{273}$$

(STP)

$$\Rightarrow V_2 \text{ (STP)} = 1.918 \text{ L}$$

Q1: (ଶୁଦ୍ଧତା %)

1.0 g ର ଏକ ଅଶୁଦ୍ଧ Zn ଆଉ ଲଘୁ HCl ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି 25°C ଓ 790 mm (ପାରଦ) ଚାପରେ 300 mL H_2 ଗ୍ୟାସ ସୃଷ୍ଟି କଲା । ତେବେ ସେହି ଅଶୁଦ୍ଧ Zn ଧାତୁର ଶୁଦ୍ଧତା % କେତେ । (ଜଳୀୟ ଚାପ 25°C = 23.8 mm) (ଧରାଯାଉ ଅଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥ HCl ରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରୁନାହିଁ) (Zn = 65.5)

A

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

65.5 g ⟵ 22400 mL (STP)

$0.819 = \frac{65.5}{22400} \times 277$ ⟵ 277 mL

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{(790 - 23.8) \times 300}{298} = \frac{760 \times V_2}{273}$$

$$\Rightarrow V_2 = 277.07 = 277 \text{ mL}$$

ଶୁଦ୍ଧତା % $= \frac{0.81}{1.0} \times 100 = 81\%$

Q2: 90% ଶୁଦ୍ଧତା ବିଶିଷ୍ଟ 2.0 kg ଅଶୁଦ୍ଧ $CaCO_3$ (ଦରକାରୀ ଚୂନପଥର)ର ତାପୀୟ ବିଘଟନରୁ କେତେ ପରିମାଣରେ CaO ବାହାରିବ ?

A

ଶୁଦ୍ଧ $CaCO_3$ ପରିମାଣ $= 2.0 \times \frac{90}{100}$

$= 1.8$ kg $CaCO_3$

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2\uparrow$$

100 g ⟶ 56 g

1800 g ⟶ $\frac{56}{100} \times 1800 = 1008$ g

$= 1.008$ kg

Q3) 2.4 g ର ଏକ ଅଶୁଦ୍ଧ $NaHCO_3$ ନମୁନାର ତାପାନ୍ତ ବିଘଟନରୁ 20°C ରେ 300 mL CO_2 ଗ୍ୟାସ ସୃଷ୍ଟି ହେଲା । ଏହି ଗ୍ୟାସକୁ ଜଳର ଉପରିଭାଗରେ ସଂଗ୍ରହଣ ପଦ୍ଧତିରେ ସଂଗ୍ରହ କରାଗଲା । ଓ ଏହାର ଚାପ ଥିଲା 800 mm (Hg) । ତେବେ ନମୁନାର ଶୁଦ୍ଧତା % କେତେ?
[20°C ରେ ଜଳୀୟ ଚାପ = 17.5 mm(Hg)]

$$\frac{(800-17.5)\times 300}{293} = \frac{760\times V_2}{273} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = 287.8\ mL$$

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

2×84 g ⟵ 22400 mL (STP)

$\frac{2\times 84}{22400}\times 287.8$ ⟵ 287.8 mL

$= 2.158$ g

$$\%\ \text{Purity} = \frac{2.158}{2.4}\times 100 = 89.93 \simeq 90\%$$

Limiting Reactant Concept

ସୀମାନ୍ତ ପ୍ରତିକାରକ ତତ୍ତ୍ୱ

- ଯଦି ଦୁଇଟି ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ ସମାନ ନ ଥାଏ, ତେବେ ଯେଉଁଟି ଆଗରୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିବ (Limiting Reactant) (ସୀମାନ୍ତ ପ୍ରତିକାରକ) ଓ ଅନ୍ୟଟିକୁ ଅତିରିକ୍ତ ରହିଯିବ (Excessive Reactant)
- ସୀମାନ୍ତ (limiting) ପ୍ରତିକାରକ ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବ ।
- ପ୍ରଥମେ ଦୁଇଟି ପ୍ରତିକାରକ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ସୀମାନ୍ତ, ତାହା ନିରୂପଣ କରିବ ।

ଉଦାହରଣ | 2.3 g Na ଏବଂ 2.3 g Cl_2 ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଲେ ସର୍ବାଧିକ କେତେ ପରିମାଣର NaCl ସୃଷ୍ଟି ହେବ ?

ସୀମାନ୍ତ ପ୍ରତିକାରକ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ

(1) $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$

2×23 g → 71 g

2.3 g → $\frac{71}{2\times 23}\times 2.3$ $= 3.55$ g

- ∴ ସମସ୍ତ (2.3 g) Na ଶେଷ ହେବ ନାହିଁ ।
ତେଣୁ ସୀମାନ୍ତ ପ୍ରତିକାରକ (LR) $= Cl_2$.

ଅଥବା
OR

$$Cl_2 + 2Na \longrightarrow 2NaCl$$

71 g → 2×23 g

2.3 g → $\frac{2\times 23}{71}\times 2.3$ $= 1.49$ g ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ Cl_2 ପାଇଁ ଦରକାର

Na : Excessive ପ୍ରତିକାରକ

∴ ସୀମାନ୍ତ ପ୍ରତିକାରକ $= Cl_2$

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$

71 g → 2×58.5 g

2.3 g → $\frac{2\times 58.5}{71}\times 2.3 = 3.79$ g

Ans (NaCl)

Q4. 6 g C, 20 g O_2 ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରକ୍ରିୟାରୁ ହୋଇ CO_2 ମଧ୍ୟ ସୃଷ୍ଟି କଲା। STP ରେ CO_2 ର ଆୟତନ କେତେ ହେବ ?

A

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

12g 32g

6g 16g

LR = C

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

12g 44g

6g 22g

Q5. 1.5 kg ଆଲୁମିନିୟମ୍ (Al) ସହିତ 2.0 kg Cl_2 ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଲେ ସେଥିରୁ ସର୍ବାଧିକ କେତେ ଗ୍ରାମ $AlCl_3$ ସୃଷ୍ଟି ହେବ ?

$$2Al + 3Cl_2 \rightarrow 2AlCl_3$$

$2\times27g$ $3\times71g$

$1.5g$ $\frac{3\times71\times1.5}{2\times27} = 5.916g$

LR = Cl_2

$$2Al + 3Cl_2 \rightarrow 2AlCl_3$$

$3\times71g \rightarrow 2\times133.5g$

$2000g \rightarrow \frac{2\times133.5}{3\times71}\times2000 = 25070$

2.507 kg Ans