ରସସମୀକରଣମିତୀୟ ଗଣନା (ଭାଗ-୧)

Stoichiometric Calculations (Part-1)

ଓଡ଼ିଆ ଭିଡିଓ ନମ୍ବର -15

ଯୌଗିକ ଅଣୁର ସଂକେତ (formula) ଓ ଏକ ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ସମସ୍ତ ଗାଣିତିକ ହିସାବକୁ ରସସମୀକରଣମିତି ବା ଷ୍ଟୋଇକିଓମେଟ୍ରି କୁହାଯାଏ ।

- ସଂଯୁତି ଷ୍ଟୋଇକିଓମେଟ୍ରି (Compositional stoichiometry)
- ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଷ୍ଟୋଇକିଓମେଟ୍ରି (Reaction stoichiometry)

ସାଧାରଣତଃ ଷ୍ଟୋଇକିଓମେଟ୍ରି କହିଲେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଷ୍ଟୋଇକିଓମେଟ୍ରିକୁ ବୁଝାଏ ।

ସଂଜ୍ଞା (Definition) Reaction stoichiometry

ସନ୍ତୁଳିତ (ସମତୁଲିତ) ସମୀକରଣ ଭିତ୍ତିକ ହିସାବକୁ ରାସାୟନିକ ଷ୍ଟୋଇକିଓମେଟ୍ରି କୁହାଯାଏ ।

Calculations based on balanced chemical equation are commonly called stoichiometric calculation. (Reaction stoichiometry)

- କୌଣସି ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରତିକାରକ (reactants) ର ପରିମାଣ ସହିତ ଉତ୍ପାଦ (products) ର ପରିମାଣର ସମ୍ପର୍କ ସ୍ଥାପନ, ତାହାର ସନ୍ତୁଳିତ ସମୀକରଣ (balanced equation) ଦ୍ୱାରା କରାଯାଇଥାଏ
- ସମତୁଲିତ ସମୀକରଣ ବ୍ୟବହାର କରି ପ୍ରତିକାରକ ଓ ଉତ୍ପାଦ ମାନଙ୍କର ପରିମାଣର ସମ୍ପର୍କର ହିସାବକୁ ରସସମୀକରଣମିତି କୁହାଯାଏ । (stoichiometry)
- Calculations based on balanced equation are called stoichiometric calculations.

Reaction Stoichiometry

(1) ମୋଲ୍ - ମୋଲ୍ ସମ୍ପର୍କ (mole-mole Relationship)

(୨) ମୋଲ୍ - ବସ୍ତୁତ୍ୱ " (mole-mass ")

(3) ମୋଲ୍ - ଆୟତନ " (mole-volume ")

(4) ବସ୍ତୁତ୍ୱ - ବସ୍ତୁତ୍ୱ " (mass-mass ")

(5) ବସ୍ତୁତ୍ୱ - ଆୟତନ " (mass-volume ")

(6) ଆୟତନ - ଆୟତନ " (volume-volume ")

ମୋଲ୍ - ମୋଲ୍ ସମ୍ପର୍କ

(Mole-Mole Relationship)

ଉଦାହରଣ-୧/ mole-mole ଓ mass-mole ଓ mass-mass

$2Na$	+ Cl_2	→ $2NaCl$
2 ପରମାଣୁ	1 ଅଣୁ	2 ଅଣୁ (ସୂତ୍ର ଏକକ)
$2\times N_A$ ପରମାଣୁ	$1\times N_A$ ଅଣୁ	$2\times N_A$ ଅଣୁ
2 ମୋଲ ପରମାଣୁ	1 ମୋଲ ଅଣୁ	2 ମୋଲ ଅଣୁ
2 ମୋଲର ବସ୍ତୁ	1 ମୋଲର ବସ୍ତୁ	2 ମୋଲର ବସ୍ତୁ
2 ଗ୍ରାମ ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁ	1 ଗ୍ରାମ ଆଣବିକ ବସ୍ତୁ	2 ଗ୍ରାମ ଆଣବିକ ବସ୍ତୁ
2×23 g	1×71 g	2×58.5 g

ଉଦାହରଣ-୨/

$2NaHCO_3$	$\xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3$	+ CO_2	+ H_2O
2 ଅଣୁ	1 ଅଣୁ	1 ଅଣୁ	1 ଅଣୁ
$2\times N_A$ ଅଣୁ	$1\times N_A$ "	$1\times N_A$ "	$1\times N_A$ "
⇒ 2 ମୋଲ	1 ମୋଲ	1 ମୋଲ	1 ମୋଲ
⇒ 2 ମୋଲର ବସ୍ତୁ	1 ମୋଲର ବସ୍ତୁ	1 ମୋଲର ବସ୍ତୁ	1 ମୋଲର ବସ୍ତୁ
⇒ 2×84 g	106 g	44g	[illegible]

ମୋଲ-ମୋଲ ସମ୍ପର୍କ

Q: 0.1 ମୋଲ ସୋଡିୟମ ବାଇକାର୍ବୋନେଟ ର ତାପଜ ବିଘଟନରୁ କେତେ ମୋଲ CO_2 ବାୟୁମଣ୍ଡଳକୁ ବାହାରିଥାଏ । ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ କେତେ ମୋଲ Na_2CO_3 ଅବଶେଷ ରହିଥାଏ ଓ କେତେ ମୋଲ ଜଳ, ବାଷ୍ପ ହୋଇ ବାହାରିଯାଇଥାଏ ? ($NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$)

A: ପ୍ରଥମ ସମୀକରଣକୁ ସନ୍ତୁଳିତ କର

$2NaHCO_3(s)$	→ $Na_2CO_3(s)$	+ $CO_2\uparrow$	+ $H_2O\uparrow$
2 ମୋଲ	1 ମୋଲ	1 ମୋଲ	1 ମୋଲ
ତେବେ 0.1 ମୋଲ	$\frac{1}{2}\times 0.1$ = 0.05 ମୋଲ	$\frac{1}{2}\times 0.1$ = 0.05 ମୋଲ	$\frac{1}{2}\times 0.1$ = 0.05 ମୋଲ

- ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ମୋଟ ମୋଲ ସଂଖ୍ୟାର ସଂରକ୍ଷଣ ଜରୁରି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ହୋଇ ନଥାଏ ।
- କିନ୍ତୁ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସର୍ବଦା ସଂରକ୍ଷଣ ହୋଇଥାଏ । (Conservation of mass)
- 2 ମୋଲ $NaHCO_3$ ସମୁଦାୟ 3 ମୋଲ ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି କରୁଛି । ତେଣୁ 0.1 ମୋଲ ପ୍ରତିକାରକ ମୋଟ 0.15 ମୋଲ ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି କରୁଛି ।

ମୋଲ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟାର ସଂରକ୍ଷଣ ଅନେକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ହୋଇନଥାଏ ।

$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
ମୋଲ 1 1 2

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$
ମୋଲ 1 3 2

$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2\uparrow$
ମୋଲ 1 1 1

$2Na_3PO_4 + 3BaCl_2 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaCl$
ମୋଲ 2 3 1 6

$C + O_2 \rightarrow CO_2$
ମୋଲ 1 1 1

ମାତ୍ର ସମସ୍ତ ମୌଳିକର ପରମାଣୁ ମୋଲ ସଂଖ୍ୟା ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ ଏବଂ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସଂରକ୍ଷଣ ହୋଇଥାଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନ: 1 ମୋଲ $(NH_4)_2Cr_2O_7$ ରେ କେତେ ମୋଲ N, H, Cr, O ପରମାଣୁ ରହିଥାନ୍ତି ?

ଉତ୍ତର:
N = 2 mol atoms
H = 8 " atoms
Cr = 2 " "
O = 7 " "

ପ୍ର: 2 ମୋଲ ଓଜୋନ (O_3) ରେ କେତେ ମୋଲ ଅକ୍ସିଜେନ ପରମାଣୁ ରହିଥାଏ ?
$2O_3$ ∴ 6 ମୋଲ 'O' atoms

ପ୍ରଶ୍ନ : $O_3 \rightarrow O_2$

ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ମୋଲ୍ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା ଓ ମୋଲ୍ ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟାର କଣ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ ।

ଉତ୍ତର : $2O_3 \rightarrow 3O_2$

	$2O_3$	$3O_2$
ମୋଲ୍ ଅଣୁ	2	3
ମୋଲ୍ ପରମାଣୁ	6	6
	96 g	96 g

Q : କେତେ ମୋଲ୍ $NaHCO_3$ ର ତାପାୟନ ଫଳରେ 0.5 ମୋଲ୍ Na_2CO_3 ମିଳିବ ? ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ କେତେ ମୋଲ୍ CO_2 ଓ H_2O ସୃଷ୍ଟି ହେବ ?

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

2 ମୋଲ୍ — 1 ମୋଲ୍ — 1 ମୋଲ୍ — 1 ମୋଲ୍

ଆବଶ୍ୟକ $NaHCO_3$

1 ମୋଲ୍ Na_2CO_3 ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ 2 ମୋଲ୍ $NaHCO_3$ ରୁ

0.5 " " $2 \times 0.5 =$ 1 ମୋଲ୍ "

CO_2

1 ମୋଲ୍ Na_2CO_3 ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ବେଳେ 1 ମୋଲ୍ CO_2 ସୃଷ୍ଟି

0.5 " " " " 0.5 " CO_2

---

2 ମୋଲ୍ $NaHCO_3$ ରୁ ବାହାରିଥାଏ 1 mol CO_2

1 " " " 0.5 ମୋଲ୍ CO_2

H_2O

Short-Cut

$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$

2 mol ← 1 mol ⇐ 1 mol ← 1 mol

$2 \times 0.5 = 1$ mole ← 0.5 mol → 0.5 mol → 0.5 mol

Q : 5 ମୋଲ୍ ଆଲୁମିନିୟମ (ପରମାଣୁ) ସହିତ ଅଧିକ ମାତ୍ରାରେ ଅକ୍ସିଜେନ ଗ୍ୟାସ ସହିତ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କଲେ କେତେ ମୋଲ୍ ଆଲୁମିନିୟମ ଅକ୍ସାଇଡ ସୃଷ୍ଟି ହେବ ? ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ କେତେ ମୋଲ୍ O_2 ଗ୍ୟାସ ବ୍ୟବହୃତ ହେବ ?

$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$

$4Al$	$3O_2$	$2Al_2O_3$
4 mol	3 mol	2 mol
5 mol	$\frac{3}{4} \times 5 = \frac{15}{4} = 3.75$ mol	$\frac{2}{4} \times 5 = 2.5$ mol

---

Q : କେତେ ମୋଲ୍ Na ଧାତୁ ; ଅଧିକ ମାତ୍ରାରେ ଲଘୁ HCl ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି 0.5 ମୋଲ୍ H_2 ଗ୍ୟାସ ସୃଷ୍ଟି କରିବ ? ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ କେତେ ମୋଲ୍ ଲଘୁ HCl ବ୍ୟବହୃତ ହେବ ?

A : $2Na + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2$

$2Na$	$2HCl$	$2NaCl$	H_2
2 mol	2 mol	2 mol	1 mol
1	1	1	0.5

Na

1 ମୋଲ୍ H_2 → 2 ମୋଲ୍ Na

0.5 " → $2 \times 0.5 =$ 1 ମୋଲ୍ Na

HCl

2 ମୋଲ୍ Na → 2 ମୋଲ୍ HCl

1 ମୋଲ୍ Na → 1 ମୋଲ୍ HCl

ମୋଲ୍ – ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସମ୍ପର୍କ

(Mole - Mass Relationship)

ମୋଲ - ଦ୍ରବ୍ୟ ସମ୍ପର୍କ

ପ୍ର 0.2 ମୋଲ $NaHCO_3$ ର ଉତ୍ତାପରୁ ବିଘଟନରୁ କେତେ ଗ୍ରାମ Na_2CO_3 ଅବଶେଷ ସୃଷ୍ଟି ହେବ। ଏବଂ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ କେତେ ଗ୍ରାମ CO_2 ଓ H_2O ସୃଷ୍ଟି ହେବ

A

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

	Na_2CO_3	CO_2	H_2O
2 ମୋଲ	1 ମୋଲ	1 ମୋଲ	1 ମୋଲ
2 ମୋଲ	106 g	44 g	18 g
ତେବେ 0.2 "	$\frac{106}{2} \times 0.2$	$\frac{44}{2} \times 0.2$	$\frac{18}{2} \times 0.2$
	= 10.6 g	= 4.4 g	= 1.8 g

Q : କେତେ ଗ୍ରାମ $NaHCO_3$ ର ଉତ୍ତାପରୁ ବିଘଟନରୁ 0.25 ମୋଲ Na_2CO_3 ଅବଶେଷ ସୃଷ୍ଟି ହେବ ? ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ କେତେ ମୋଲ CO_2 ଓ ଜଳ ସୃଷ୍ଟି ହେବ ?

A

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

$NaHCO_3$		Na_2CO_3	CO_2	H_2O
2 mol	⟵	1 mol	1 mol	1 mol
2×84 g	⟵	0.25 mol	0.25 mol	0.25 mol

$2 \times 84 \times 0.25$

$= \frac{168}{4}$

$= 42\,g$

ଅଥବା

1 ମୋଲ Na_2CO_3 ⟶ 2×84 g $NaHCO_3$

0.25 " ⟶ 2×84×0.25 = 42 g "