## ପାରମାଣବିକ ଭରତ୍ୱ (Atomic Mass)

ଉକ୍ତି No. 6

ଭରତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା (Mass Number)

$^{19}_{9}F$ : ଭରତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା = 19

ପାରମାଣବିକ ଭରତ୍ୱ = 18.996

ପାରମାଣବିକ ଭରତ୍ୱ ≃ ଭରତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା

(ନିକଟ ସମାନ ନୁହେଁ)

- ଆଜି ଭରତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ଓ ପାରମାଣବିକ ଭରତ୍ୱ ପୃଥକକୁ ଅଧିକ ଗୁରୁତ୍ୱ କରି ବ୍ୟବହାର କରିଥାଉ ।
- ପାରମାଣବିକ ଭରତ୍ୱ ଏକ ଆପେକ୍ଷିକ (relative) ଭରତ୍ୱ । ଭରତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି ପ୍ରୋଟନ ଓ ନିଉଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟାର ସମଷ୍ଟି
- ମୌଳିକର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ଯଦି H ପରମାଣୁ ଠାରୁ ଅଧିକ ଭାରୀ ହୁଏ, ତେବେ ଏକ O-ପରମାଣୁର $\frac{1}{16}$ ଭାଗରୁ ଅଧିକ ଭାରୀ ହୁଏ ତେବେ ଗୋଟିଏ C-ପରମାଣୁର $\frac{1}{12}$ ଭାଗ O ଠାରୁ ଅଧିକ ଭାରୀ ହୁଏ ତାହାକୁ ପାରମାଣବିକ ଭରତ୍ୱ କୁହାଯାଏ ।

## H- ମାନ (H-standard)

ପାରମାଣବିକ ଭରତ୍ୱ (Atomic Mass) (ପା.ଭ)

$$= \frac{\text{ମୌଳିକର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ଭରତ୍ୱ}}{\text{ଗୋଟିଏ H-ପରମାଣୁର ଭରତ୍ୱ}}$$

H = 1.00 amu (atomic mass unit)

(ପାରମାଣବିକ ଭରତ୍ୱ ଏକକ)

C = 12.02 amu , O = 15.87 amu

≃12 ≃16

H ଛଡ଼ାଇ ଅନ୍ୟମାନଙ୍କର ପା.ଭ ପୂର୍ଣ୍ଣ ସଂଖ୍ୟା ନୁହେଁ ।

ପା. ଭର ନିକଟତମ ପୂର୍ଣ୍ଣ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି ଭରତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା

## O – ମାନ (O-standard) 1850

$$\text{ପା. ଭ (AM)} = \frac{\text{ମୌଳିକର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ଭରତ୍ୱ}}{\text{ଗୋଟିଏ O-ପରମାଣୁର } \frac{1}{16} \text{ ଭାଗର ଭରତ୍ୱ}}$$

O = 16.00 amu H = 1.008 amu ≃ 1

O – ଛଡ଼ାଇ ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ମୌଳିକ ମାନଙ୍କର ପା.ଭ ଏକ ଏକ ଭଗ୍ନାଂଶ ସଂଖ୍ୟା ।

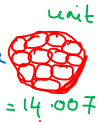
## C – ମାନ (C-standard) 1961 (ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ)

$$\text{ପା. ଭ} = \frac{\text{ମୌଳିକର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ଭରତ୍ୱ}}{\text{ଗୋଟିଏ C-ପରମାଣୁର } \frac{1}{12} \text{ ଭାଗର ଭରତ୍ୱ}}$$

C = 12.00 amu / cu / u / Da (Dalton)

↑ Carbon unit ↑ unified atomic mass unit

C-ପରମାଣୁର $\frac{1}{12}$ ଭାଗ = 1 amu/cu



H = 1.0078 cu (≃1) , O = 15.96 cu (≃16) , N = 14.007 cu (≃14)

F = 18.996 cu ≃ 19 , Na = 22.990 ≃ 23

- C-ପରମାଣୁ ଛଡ଼ାଇ ଅନ୍ୟ ମୌଳିକ ମାନଙ୍କର ପା. ଭ ଏକ ଏକ ଭଗ୍ନାଂଶ ସଂଖ୍ୟା ।
- H ଓ O- ମାନର ଆଜି ପ୍ରଚଳନ ନାହିଁ । 1961 ବର୍ଷରୁ ବୁଝାଯାଇ ଆସୁଛି C- ମାନରେ ପା.ଭ ନିରୂପଣ ହେଉଛି ।
- ତେବେ କାହିଁକି ମାନ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଲା ? କାରଣ କଣ ଥିଲା ?

ଆଣବିକ ଘଡ଼ି ଓ ଜୈବିକ ମାନଙ୍କର ମହତ୍ତ୍ୱ

## ଗ୍ରାମ୍ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Gram Atomic Mass)

ପା. ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଗ୍ରାମ୍ ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥିବା ଗ୍ରାମ୍ ପା. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ।

- Na = 23 g (ଏକ ଗ୍ରାମ୍ ପା. ବସ୍ତୁତ୍ୱ)
  C = 12 g ( " )
  H = 1 g ( " )
  Ag = 108 g ( " )

- ଏକ ଗ୍ରାମ୍ ପା. ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ ଆଭୋଗାଡ୍ରୋ ସଂଖ୍ୟା (Avogadro's Number) ସଂଖ୍ୟକ ପରମାଣୁ ଥାଆନ୍ତି ।

ଆଭୋଗାଡ୍ରୋ ସଂଖ୍ୟା ($N_A$) = $6.023 \times 10^{23}$

1 g H = $6.023 \times 10^{23}$ ଟି H ପରମାଣୁ
23 g Na = " ଟି Na "
108 g Ag = " ଟି Ag "

## ଆଇସୋଟୋପ (ସମସ୍ଥାନିକ) / Isotopes

- ରାସାୟନିକ ମୌଳିକ (ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ) ଏକାଧିକ ପା. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ଦେଖାଇ କହିପାରନ୍ତି ।
- ଏକ ମୌଳିକର ଏକାଧିକ ପା. ବ (ବ.ସଂ) ଦେଖାଇଥିବା ପରମାଣୁମାନଙ୍କୁ ମୌଳିକର ଆଇସୋଟୋପ କୁହାଯାଏ ।
- ଆଇସୋଟୋପ ମାନଙ୍କର ନିଉଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା ଭିନ୍ନ ଥାଏ ।

$^{35}_{17}Cl$ (ପା. ବ = 34.96885 u) ନିଉଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା = 18

$^{37}_{17}Cl$ (ପା. ବ = 36.96590 u) ନିଉଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା = 20

- ଗଣିତରେ ପା. ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଆଇସୋଟୋପୀୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Isotopic mass) କୁହାଯାଏ ।
- ଏକାଧିକ ଆଇସୋଟୋପ ଥିବା ହେତୁ ରାସାୟନିକ ଦୃଷ୍ଟିରେ ମୌଳିକର ହାରାହାରି ପା. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିରୂପଣ କରାଯାଏ ।
- ଗଣିତରେ ଆଇସୋଟୋପ ମାନଙ୍କର ବହୁଳତା (relative abundance) ଅନୁସାରେ ଉକ୍ତ ହାରାହାରି ପା. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିରୂପଣ କରାଯାଏ ।

$^{35}_{17}Cl : ^{37}_{17}Cl = 3 : 1$ (75 : 25)

$^{35}_{17}Cl : ^{37}_{17}Cl = 3 : 1$ (75 : 25)

Cl ର ହାରାହାରି ପା. ବସ୍ତୁତ୍ୱ

$$= \frac{3 \times 35 + 1 \times 37}{3+1} = 35.45 \simeq 35.5$$

$$= \frac{75 \times 35 + 25 \times 37}{100} \simeq 35.5$$

$^{79}_{35}Br : ^{81}_{35}Br = 1 : 1$ (50 : 50)

Br ର ହା. ପା. ବସ୍ତୁତ୍ୱ $= \frac{1 \times 79 + 1 \times 81}{2} = 80$

**H** $^{1}_{1}H : ^{2}_{1}H (^{2}_{1}D) : ^{3}_{1}H (^{3}_{1}T)$ ← ତେଜସ୍କ୍ରିୟ
Protium Deuterium Tritium

= 99.9855 : 0.0145 : ନଗଣ୍ୟ ($10^{-15}$)

ସର୍ବାଧିକ ବହୁଳ ଆଇସୋଟୋପ (most abundant isotope)

H ର ହା. ପା. ବସ୍ତୁତ୍ୱ $= \frac{99.9855 \times 1 + 0.0145 \times 2}{100} \simeq 1$

**C** $^{12}_{6}C : ^{13}_{6}C : ^{14}_{6}C$ = 98.88 : 1.12 : ନଗଣ୍ୟ
ତେଜସ୍କ୍ରିୟ

C ର ହା. ପା. ବ ≃ 12

**O** $^{16}_{8}O : ^{17}_{8}O : ^{18}_{8}O$ = 99.78 : 0.02 : 0.2

O ର ହା. ପା. ବ ≃ 16

## ଆଇସୋଟୋପୀୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (ଆ. ବସ୍ତୁତ୍ୱ)

$$= \frac{\text{ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୌଳିକ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ C-12 ଆଇସୋଟୋପ ପରମାଣୁର } \frac{1}{12} \text{ ଭାଗର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}$$

(ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆଇସୋଟୋପ)

$^{12}_{6}C = 12.00$ : C-ର ମାନ (standard)

- Sn = 10 ଟି ଆଇସୋଟୋପ
  Xe = 9 ଟି ଆଇସୋଟୋପ
  Hg = 7 ଟି ଆଇସୋଟୋପ
  Fe = 4 ଟି ଆଇସୋଟୋପ
  } ସ୍ଥାୟୀ
  C = 2 ଟି ସ୍ଥାୟୀ ଓ 1 ଟି ଦେଖିବାକୁ ଆଇସୋଟୋପ
  H = 2 ଟି ସ୍ଥାୟୀ ଓ 1 ଟି " "

ଇତ୍ୟାଦି.....

## ଏକ ଆଇସୋଟୋପୀୟ ମୌଳିକ (Monoisotopic Elements)

(19 ଟି)

ସାଧାରଣ : $^{9}_{4}Be$, $^{19}_{9}F$, $^{23}_{11}Na$, $^{27}_{13}Al$, $^{31}_{15}P$, $^{55}_{25}Mn$, $^{59}_{27}Co$, $^{75}_{33}As$, $^{127}_{53}I$, $^{133}_{55}Cs$, $^{197}_{79}Au$ = 11

ବିରଳ : $^{45}_{21}Sc$, $^{89}_{39}Y$, $^{93}_{41}Nb$, $^{103}_{45}Rh$, $^{141}_{59}Pr$, $^{159}_{65}Tb$, $^{165}_{67}Ho$, $^{169}_{69}Tm$ = 8

- ଏହି 19ଟି ମୌଳିକର କେବଳ ଗୋଟିଏ ଆ. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଛି ।
  ସେମାନଙ୍କର ଆଇସୋଟୋପୀୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = ଆ. ବ
- ଅନ୍ୟ ମୌଳିକ ମାନଙ୍କର କେବଳେ ଆ. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଛି ।

ଆଇସୋଟୋପୀୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଯେଉଁ ଯନ୍ତ୍ର ସାହାଯ୍ୟରେ ନିରୂପଣ କରାଯାଏ, ତାର ନାମ ହେଉ।

Mass spectrometer
(ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରୋମିଟର)

ଆଇସୋଟୋପୀୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ≃ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା

Isotopic mass ≃ mass Number

## Q/A

(1) Si ର ତିନିଟି ଆଇସୋଟୋପର ଆଇସୋଟୋପୀୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଯଥାକ୍ରମେ 27.97693, 28.97650, 29.97377 ।
Si ର ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟା (Z) = 14 ହେଉଛି ଆଇସୋଟୋପ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା କେତେ ? ଏହାକୁ $^{A}_{Z}X$ ସଙ୍କେତ ସାହାଯ୍ୟରେ ପ୍ରକାଶ କର ।

$^{28}_{14}Si$, $^{29}_{14}Si$, $^{30}_{14}Si$

## Q/A

(2) S-ର ଦୁଇଟି ଆଇସୋଟୋପମାନଙ୍କର ବହୁଳତାର ଅନୁପାତ : $^{32}_{16}S : ^{34}_{16}S = 95.6 : 4.4$
ତେବେ S-ର ଗୋଟାଏ ଆ. ବ କେତେ ?

$$\text{ଗୋ. ଆ. ବ. (S)} = \frac{95.6 \times 32 + 4.4 \times 34}{100}$$
$$= 32.088$$
$$\simeq 32$$

(3) ନିମ୍ନରୁ କେଉଁଟି ଏକ ଆଇସୋଟୋପୀୟ (monoisotopic)
K, Na, O, S, Al, F, C, Fe, Au

## ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Molecular Mass)

C-ମାନ

$$\text{ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ} = \frac{\text{ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ C-12 ପରମାଣୁର } \frac{1}{12} \text{ ଭାଗର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}$$

ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = ସମସ୍ତ ପରମାଣୁମାନଙ୍କର ଆ. ବ ର ସମଷ୍ଟି

$O_2$ : MM (ଆ ବ) = 2 × 16 = 32 amu (u)

$CO_2$ : MM = 12 + 2 × 16 = 44 u

$H_2$ : MM = 2 × 1 = 2 u

$H_2SO_4$ : MM = 2 × 1 + 32 + 4 × 16 = 98 u

## ଗ୍ରାମ୍ ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Gram Molecular mass)

ଆ.ବ କୁ ଗ୍ରାମ୍ ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରିଲେ ତାହା ହେବ ଗ୍ରାମ୍ ଆ.ବ ।

ଏକ ଗ୍ରାମ୍ ଆ.ବ ରେ ଆଭୋଗାଡ୍ରୋ ସଂଖ୍ୟା ($6.023 \times 10^{23}$) ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ ଥାଏ ।

$O_2$ : 32g = $6.023 \times 10^{23}$ ଅଣୁ

$CO_2$ : 44g = " "

$H_2SO_4$ : 98g = " "

$H_2$ : 2g = " "

## ଆୟନିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Ionic mass) :

$NO_3^-$ : 14 + 48 = 62

$SO_4^{2-}$ : 32 + 64 = 96

ଏକ ଗ୍ରାମ୍ ଆୟନିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ ଆ. ସଂ ($6.023 \times 10^{23}$) ସଂଖ୍ୟକ ଆୟନ ଥାଏ ।

$NO_3^-$ : 62g = $6.023 \times 10^{23}$ ଆୟନ

$SO_4^{2-}$ : 96g = " "

## Q/A : ଆଣବିକ ଓ ଆୟନିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିରୂପଣ କର ।

(i) $O_3$ (ii) $PO_4^{3-}$ (iii) $C_6H_{12}O_6$ (glucose)

[O = 16, P = 31, C = 12, H = 1]

$O_3 = 16 \times 3 = 48$ amu (Ca)

$PO_4^{3-} = 31 + 4 \times 16 = 31 + 64 = 95$ amu

$C_6H_{12}O_6 = 6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180$ amu

## ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. C-ପ୍ରକାର ଅଣୁଗୁଡିକର ଆପେକ୍ଷିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ସଂଖ୍ୟା ? ଏହି ଆପେକ୍ଷିକ ଆପେକ୍ଷିକ ସାରିଣୀର ଆ. ବ କ ସଂଖ୍ୟା ?
2. Na ର ପୂରାଣି ଏବଂ ନୂତନ ବିଧାନରେ । 23, 22.990 କେଉଁଟି କାହାକୁ ସମ୍ବନ୍ଧିତ ଥାଏ ?
3. ଏ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ବହୁ ଆପେକ୍ଷିକ ? F, Cl, Br, I, K, Na, Ca, Al, Fe, Co, Mn
4. Cl ର ହାରାହାରି ବସ୍ତୁତ୍ୱ 35.5 । Cl ର ଯୌଗିକ ମଧ୍ୟରେ ଆ. ବ 35.5 କି ? ଯଦି ନୁହେଁ କେଉଁ ଅଟେ ?
5. ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ ମୋଲିକ୍ସ ଅଛେନି ପରମାଣୁ କେ, (i) 0.5g H (ii) 2.3g Na (iii) 0.027g Al
6. ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ କେତେଟି ଅଣୁ ଓ ଆୟନ ଥାଏନି ?

(i) 0.44g $CO_2$ (ii) 6.2g $NO_3^-$

(iii) 4.9 kg $H_2SO_4$ (iv) 8g $H_2$

(v) 1.6g $O_2$. (vi) 0.95g $PO_4^{3-}$

## ପରବର୍ତ୍ତୀ ଚିନ୍ତା

ବସ୍ତୁର ଭାବସ୍ଥା (ଅବସ୍ଥା)

(States of Matter)