1

ମୋଲ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଧାରଣା

ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ, ପରମାଣୁ ଓ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଏତେ ଛୋଟ ଯେ, ଆମେ ସେମାନଙ୍କୁ ଖାଲି ଆଖିରେ କିମ୍ବା ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର ସାହାଯ୍ୟରେ ମଧ ଦେଖି ପାରିବା ନାହିଁ । ବସ୍ତୁର ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଅଂଶ ନେଇ ପରୀକ୍ଷା କଲେ ଆମେ ଦେଖିପାରିବା ଯେ, ଏଥିରେ ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ ଓ ପରମାଣୁ ରହିଛନ୍ତି । ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପରମାଣୁ କିମ୍ବା ଅଣୁ ଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅନୁପାତରେ ମିଶନ୍ତି ।

ଆମେ ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଏକକ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଉ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଆମେ କଦଳୀ ବା ଅଣ୍ଡାର ସଂଖ୍ୟାକୁ ଡ଼ଜନର ସାହାଯ୍ୟରେ ପରିପ୍ରକାଶ କରୁ । ଏହି ଡ଼ଜନ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସଂଖ୍ୟା 12କୁ ସୂଚାଇଥାଏ । ସେହିପରି ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନରେ ଆମେ ମୋଲକୁ ଏକକ ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରୁ ଯାହା ଏକ ଦୀର୍ଘ ସଂଖ୍ୟାକୁ ବୁଝାଏ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟଟି ପାଠକରିବା ପରେ ତୁମେ :

- SI ଏକକର ଆବଶ୍ୟକତା ଜାଣିପାରିବ;
- SI ଏକକ ଗୁଡ଼ିକର ଚିଠା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିପାରିବ ।
- ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ କଣିକାର ସଂଖ୍ୟା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମ୍ପର୍କକୁ ବୁଝିପାରିବ;
- ଏଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଓ ଏହାର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ବୁଝିପାରିବ;
- ବିଭିନ୍ନ ମୌଳିକ ଓ ଯୌଗିକର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ହିସାବ କରି ପାରିବ ଓ
- STP ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ୟାସର ମୋଲାର ଆୟତନକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ ।

1.1 S.I ଏକକ

ଜୀବନର ପ୍ରତି ପଦକ୍ଷେପ ରେ ମାପର ଆବଶ୍ୟକତା ଅଛି । ଏହାମଧ ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ମାପ ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଏକକ ବା ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ମାନକର (reference standard) ଆବଶ୍ୟକତା ଅଛି । ବିଭିନ୍ନ ଦେଶମାନଙ୍କରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଏକକ ଧୀରେଧୀରେ ବ୍ୟବହାର ହେଲା । ଏଥିପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଦେଶର ଲୋକ ଅନ୍ୟଦେଶର ଲୋକମାନଙ୍କ ସହ କାରବାର କଲାବେଳେ ବହୁ ଅସୁବିଧାର ସମ୍ମୁଖୀନ ହେଲେ । ଏପରିକି ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ମଧ ବେଳେବେଳେ ନିଜେ ଅନ୍ୟର ରାଶି ବ୍ୟବହାର କରିବାରେ ଅସୁବିଧାରେ ପଡ଼ିଲେ । ତେଣୁ ପ୍ରକୃତ ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ଯେ କୌଣସି ରାଶିକୁ ପ୍ରଥମେ ସ୍ଥାନୀୟ ଏକକକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇ ତା ପରେ ବ୍ୟବହାର କରାଗଲା ।

1060 ରେ 'General conference of weights and measures' (ଏକକର ଏକ ଅନ୍ତରାଷ୍ଟ୍ରିୟ ସମିତି) ମେଟ୍ରିକ୍ ପ୍ରଣାଳୀ ଉପରେ ଆଧାରିତ ଏକ ନୂଆ ପ୍ରଣାଳୀ ବିଷୟରେ ପରିକଳ୍ପନା କଲେ । ଏହାକୁ 'International system of

units' କୁହାଗଲା । ଏହାକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ SI ଏକକ ବୋଲି ଲେଖାଗଲା ଯାହା ଏହାର ଫରାସୀ ନାମ Le System Internationaled Unites ରୁ ଆସିଅଛି । ଏହି SI ଏକକ ବିଷୟରେ ତୁମେ ତୁମ ପୂର୍ବ ଶ୍ରେଣୀରେ ପଢ଼ିଛ ଏବଂ ଜାଣିଛ ଯେ, ଏହା ସାତଟି ମୌଳିକ ଏକକ ଉପରେ ଆଧାରିତ, ଯାହା ସାତଗୋଟି ମୌଳିକ ଭୌତିକ ରାଶି ସହ ସମ୍ପର୍କିତ । ବିଭିନ୍ନ ଭୌତିକ ରାଶି ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ଏକକ ଏହି ମୂଳ SI ଏକକ ମାନଙ୍କରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇ ପାରିବ । ଏହି ସାତଗୋଟି ମୂଳ SI ଏକକ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସାରଣୀ 1.1 ରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି ।

ସାରଣୀ 1.1 SI ଭିତ୍ତିକ ଏକକ

ଭୌତିକ ରାଶି	SI ଏକକର ନାମ	SI ଏକକର ପ୍ରତୀକ
ଦୈର୍ଘ୍ୟ	ମିଟର	m
ବସ୍ତୁତ୍ୱ	କିଲୋଗ୍ରାମ	kg
ସମୟ	ସେକେଣ୍ଡ	s
ବିଦ୍ୟୁତସ୍ରୋତ	ଆମ୍ପିୟର	A
ତାପ	କେଲ୍‌ଭିନ୍	K
ଦ୍ରବ୍ୟର ପରିମାଣ	ମୋଲ	mol
ଜ୍ୟୋତି ତୀବ୍ରତା	କାଣ୍ଡେଲା	cd

ବହୁତ ବଡ଼ ବା ବହୁତ ଛୋଟ ପରିମାଣକୁ ମାପିବାକୁ ହେଲେ ଏହି ଏକରର ଗୁଣିତକ ବା ଅବଗୁଣିତକ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ ଆମେ ବହୁତ ଦୂରତାକୁ ମାପିମା ପାଇଁ କିଲୋମିଟର ଏକକ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଉ । ଯାହାକି, ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମାପର ମୌଳିକ ଏକକ ମିଟରର ଗୁଣିତକ ଅଟେ । 10^3 କିଲୋମିଟରର ପ୍ରତୀକ km ଅଟେ ।

1km = 10^3 m = 1000m

ସେହିପରି ଖୁବ୍ କମ୍ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମାପିବା ପାଇଁ ଆମେ ସେଣ୍ଟିମିଟର (cm) ଓ ମିଲିମିଟର (mm) ର ବ୍ୟବହାର କରିଥାଉ ।

1 cm = 1.0 x 10^{-2}m = 0.01m

1 m.m = 1.0 x 10^{-3}m = 0.001m

SI ଏକକର ବ୍ୟବହୃତ କେତେକ ଉପସର୍ଗ ସାରଣୀ 1.2 ରେ ଦିଆଗଲା ।

ସାରଣୀ 1.2 : SI ଏକକରେ ବ୍ୟବହୃତ କେତେକ ଉପସର୍ଗ ।

ଉପସର୍ଗ	ପ୍ରତୀକ	ଅର୍ଥ	ଉଦାହରଣ
ଟେରା	T	10^{12}	1 ଟେରାମିଟର (Tm)=1.0x 10^{12}m
ଗିଗା	G	10^{9}	1 ଗିଗାମିଟର (Gm)=1.0x 10^{9}m
ମେଗା	M	10^{6}	1 ମେଗାମିଟର (Mm)=1.0x 10^{6}m
କିଲୋ	K	10^{3}	1 କିଲୋମିଟର (Km)=1.0x 10^{3}m
ହେକ୍ଟା	H	10^{2}	1 ହେକ୍ଟାମିଟର (hm)=1.0x 10^{2}m
ଡ଼େକା	da	10^{1}	1 ଡ଼େକାମିଟର (dam)=10x 10^{1}m
ଡ଼େସି	d	10^{-1}	1 ଡ଼େସିମିଟର (dm)=1.0x 10^{-1}m
ସେଣ୍ଟି	c	10^{-2}	1 ସେଣ୍ଟିମିଟର (cm)=1.0x 10^{-2}m
ମିଲ୍ଲି	m	10^{-3}	1 ମିଲ୍ଲିମିଟର (mm)=1.0x 10^{-3}m
ମାଇକ୍ରୋ	μ	10^{-6}	1 ମାଇକ୍ରୋମିଟର (μm)=1.0x 10^{-6}m
ନାନୋ	n	10^{-9}	1 ନାନୋମିଟର (nm)=1.0x 10^{-9}m
ପିକୋ	p	10^{-12}	1 ପିକୋମିଟର (pm)=1.0x 10^{-12}m

ଆଗକୁ ଆଗେଇବା ପୂର୍ବରୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ଦେବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକର ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 1.1

1. ବସ୍ତୁତ୍ୱର SI ଏକକର ନାମ କୁହ ?

   ....

2. 1.0×10^{-6}g କାହାର ପ୍ରତୀକକୁ ପରିପ୍ରକାଶ କର ?

   ....

3. (i) 10^{2} ଏବଂ (ii) 10^{-9} ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ଉପସର୍ଗର ନାମ କ'ଣ ।

   ....

4. ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରତୀକ କ'ଣ ସୂଚାଏ ?

   (i) Ms (ii) ms

   (i) ....

   (ii) ....

1.2 ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ କଣିକା ସଂଖ୍ୟା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମ୍ପର୍କ

ମନେକର ତୁମେ 500 ସ୍କ୍ରୁ କିଣିବ । ଏହି ପରିମାଣ ସ୍କ୍ରୁ ଦୋକାନୀ ତୁମକୁ କିପରି ଦେବ ବୋଲି ଚିନ୍ତା କରିବ ? କ'ଣ ଗୋଟିଗୋଟି କରି ଗଣିବ ? ନା ସେ ତୁମକୁ ଓଜନ କରି ଦେବ, କାରଣ ଗୋଟିଗୋଟି ଗଣିବାକୁ ତାକୁ ବହୁତ ସମୟ ଲାଗିବ । ଯଦି ଗୋଟିଏ ସ୍କ୍ରୁ 0.8 g. ହୁଏ ତାହେଲେ ସେ ତୁମକୁ 400 ଗ୍ରାମ ସ୍କ୍ରୁ ଦେବ । କାରଣ ଏହା 500 ସ୍କ୍ରୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଟେ (0.8 g. $\times$ $500 = 400$ g.) । ତୁମେ ମଧ୍ୟ ଜାଣି ଆଶ୍ଚର୍ଯ୍ୟ ହେବ ଯେ, ରିଜର୍ଭ ବ୍ୟାଙ୍କ ଅଫ୍ ଇଣ୍ଡିଆ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ମୁଦ୍ରାକୁ ଓଜନ କରି ଦିଏ, ଗଣି କରି ନୁହେଁ । ଏହି ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା ଆମର ପରିଶ୍ରମ ମଧ୍ୟ କମ୍ ହୁଏ । ଆମେ ଏହାର ବିପରୀତ ପଦ୍ଧତି ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟି ଦେବା । ମନେକର ଆମେ 5 ହଜାରର ଛୋଟ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ ଯାହା ଘଣ୍ଟାରେ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ ନେବା ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ଓଜନ କରିବା । ଯଦି ଏହି ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ୍‌ମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 1.5 ଗ୍ରାମ ହୁଏ, ଆମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେବା ଯେ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ୍‌ର ବସ୍ତତ୍ୱ $1.5 \div 5000 = 3\times10^{-4}$ ଗ୍ରାମ

ତେଣୁ ଆମେ ଦେଖିଲୁ ଯେ, ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ସଂଖ୍ୟା ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ରହିଛି । ଯେହେତୁ ପରମାଣୁ ଓ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଖୁବ୍ କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକା ଏହାକୁ ଓଜନ କରିବା ବା ଗଣିବା ଅସମ୍ଭବ ଅଟେ । ତେଣୁ ଏହି ଅଣୁ ଓ ପରମାଣୁ କଣିକାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ସଂଖ୍ୟା ମଧ୍ୟରେ ଏକ ସମ୍ପର୍କ ଆବଶ୍ୟକ । ଏହି ସମ୍ପର୍କକୁ 'ମୋଲ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଧାରଣା' କୁହାଯାଏ ।

1.3 ମୋଲ୍- ସଂଖ୍ୟାର ଏକ ଏକକ

ପରମାଣୁ ବା ଅଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକ ମୁଖ୍ୟ ଧର୍ମ । ମାତ୍ରାତ୍ମକ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କଲାବେଳେ ଆମେ ଦେଖୁ ଯେ, ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରୁଥିବା ଅଣୁ ଓ ପରମାଣୁ ମାନଙ୍କର ସଂଖ୍ୟାର ଗୁରୁତ୍ୱ ସେମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତୁଳନାରେ ଅଧିକ ମହତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ଏହା ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉଦାହରଣରୁ ଭଲ ଭାବରେ ବୁଝିହେବ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ 1.1

ଲକ୍ଷ୍ୟ : ଆମେ ଜାଣିବା ଯେ, ଗୋଟିଏ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମୟରେ ପ୍ରତିକାରକ ଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହ ସେମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସରଳ ଅନୁପାତରେ କିପରି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରନ୍ତି ।

ଆବଶ୍ୟକ ଉପକରଣ :

ଚିନାମାଟିର ପାତ୍ର, ସଲଫର ଗୁଣ୍ଡ, ଲୁହାଗୁଣ୍ଡ, ଚୁମ୍ବକ ଓ ଏକ ଅଭିବର୍ଦ୍ଧକ କାଚ

କ'ଣ କରିବ ?

ଲୁହାଗୁଣ୍ଡ ଓ ସଲଫର ଗୁଣ୍ଡ ପ୍ରତ୍ୟେକରୁ ଏକଗ୍ରାମ ଲେଖାଏଁ ନେଇ ଚିନାମାଟି ପାତ୍ରରେ ମିଶାଯାଇ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଶେଷ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗରମ କରାଯାଉ । ଏହାପରେ ଏହି ମିଶ୍ରଣ ଏକ କଠିନ ପଦାର୍ଥରେ ପରିଣତ ହେବ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହାକୁ ଛୋଟଛୋଟ ଖଣ୍ଡରେ ଭାଙ୍ଗିଦିଅ । ଏହି ପ୍ରଣାଳୀକୁ 2 ଗ୍ରାମ ଲୁଣ୍ଡାଗୁଣ୍ଡ ଓ 1 ଗ୍ରାମ ସଲଫର ଗୁଣ୍ଡ ସହ ମିଶାଇ ପୁନରାବୃତ୍ତି କର ।

କ'ଣ ଦେଖିବ ?

(a) ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପରେ ଆମେ ଯେଉଁ ମିଶ୍ରଣ ପାଇଥିଲୁ ସେଥିରେ ଲୁହା ଓ ସଲଫର ଗୁଣ୍ଡ 1:1 (ପ୍ରତ୍ୟେକ 1 ଗ୍ରାମ) ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁପାତରେ ଥିଲା । ଏହାକୁ ଏକ ଅଭିବର୍ଦ୍ଧକ କାଚ ସାହାଯ୍ୟରେ ଦେଖିଲେ ଆମେ କେତେକ ହଳଦିଆ ସଲଫର କଣିକା ଦେଖିପାରିବା । ଏହା ନିକଟକୁ ଏକ ଚୁମ୍ବକ ଦେଖାଇଲେ ଏହା ଚୁମ୍ବକ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷିତ ହେବ ନାହିଁ । ତେଣୁ ଏହା ଦର୍ଶାଇବ ଯେ, ଏଠାରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ନଥିବା ଲୌହ କଣିକା ନାହିଁ ।

(b) ଯେଉଁ ଖଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକ ଲୁହା ଓ ସଲଫର ଗୁଣ୍ଡର 2:1 ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁପାତ (2 ଗ୍ରାମ ଲୁହା ଓ 1 ଗ୍ରାମ ସଲଫର) ଅନୁଯାୟୀ ମିଶାଇବା ପରେ ମିଳେ, ସେଥିରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିନଥିବା ହଳଦିଆ ସଲଫର କଣିକାର ଉପସ୍ଥିତି ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ ନାହିଁ, କିନ୍ତୁ ଏହି ମିଶ୍ରଣ ନିକଟକୁ ଚୁମ୍ବକ ନେଲେ ଏହା କିଛି ଲୁହାଗୁଣ୍ଡକୁ ଆକର୍ଷଣ କରିବ । ଏଥିରୁ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ, ଏହି ମିଶ୍ରଣରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ନକରି କିଛି ଲୁହାଗୁଣ୍ଡ ରହିଛି ।

ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ଆମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲୁ ଯେ, ଲୁହା ଓ ସଲଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ ଏକ ସରଳ ଅନୁପାତରେ ପରସ୍ପର ସହ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରନ୍ତି ନାହିଁ । ଯେତେବେଳେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଅନୁପାତ 1:1 (Fe : S) ସେଥିରେ ଦେଖିଲେ ଯେ, କିଛି ଗନ୍ଧକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ନକରି ରହିଯାଇଛି, କିନ୍ତୁ 2:1 ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁପାତ (Fe : S) ରେ କିଛି ଲୁହା ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ନକରି ରହିଯାଇଛି ।

ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ ହେଲା

$$Fe + S \longrightarrow FeS$$

ଉପରୋକ୍ତ ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ, ଲୁହାର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ସଲଫରର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ସହ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ଆଇରନ୍ (II) ସଲଫାଇଡ୍ (FeS) ର ଏକ ଅଣୁ ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଲା ଯେ, ଆମେ ସମାନ ସଂଖ୍ୟକ ଲୁହା ଓ ସଲଫରର ପରମାଣୁ ନେଲେ ସେମାନେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିବେ । ଏହିପରି ଭାବେ ଆମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲୁ ଯେ, ପଦାର୍ଥ ଗୁଡ଼ିକ ଅଣୁ ବା ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା ଅନୁଯାୟୀ ଏକ ସରଳ ଅନୁପାତରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରନ୍ତି ।

ଉପରୋକ୍ତ ଆଲୋଚନାରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ, ଅଣୁ ଓ ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ଏକ ସଂଖ୍ୟାକୁ ବର୍ଣ୍ଣନା କରବାକୁ ଆମେ ସଂଖ୍ୟାର ଏକକ ଆବଶ୍ୟକ କରୁ । ସାଧାରଣଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ସଂଖ୍ୟାର ଏକ ଏକକ ହେଉଛି ଡ଼ଜନ, ଯାହା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସଂଖ୍ୟା 12 କୁ ସୁଚାଏ । ଆଉ ଏକ ସଂଖ୍ୟା ଏକକ, ସ୍କୋର (20) ଓ ଅନ୍ୟ ଏକ ଏକକ ଗ୍ରସ (144 କିମ୍ବା 12 ଡ଼ଜନ)ର ବ୍ୟବହାର ମଧ୍ୟ ଅଛି । ଅଳ୍ପ ସଂଖ୍ୟକ ଗଣନାପାଇଁ ମୁଖ୍ୟତଃ ଏପରି ଏକକକୁ ଆମେ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଉ । ଅଣୁ ଓ ପରମାଣୁମାନେ ଏତେ କ୍ଷୁଦ୍ର ଯେ ଏକ ପଦାର୍ଥର କ୍ଷୁଦ୍ର ଅଂଶରେ ମଧ୍ୟ ଏମାନେ ଅସଂଖ୍ୟ ସଂଖ୍ୟାରେ ଥାଆନ୍ତି । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଧୂଳିକଣାରେ ପ୍ରାୟ 10^{16} ଟି ଅଣୁ ରହିଥାଏ । ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନରେ ଏହି ବଡ଼ ସଂଖ୍ୟାକୁ ଆମେ ମୋଲ ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରିଥାଉ । ଏହାର ପ୍ରତୀକ ହେଉଛି "ମୋଲ" ।

ମୋଲ ହେଉଛି ଏକ ପଦାର୍ଥର ପରିମାଣ ଯେଉଁଥିରେ ଯେତେସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ, ପରମାଣୁ କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ କଣିକା ଥାଏ ଯାହା 12g C^{12}, ସମସ୍ଥାନିକରେ ଥିବା ପରମାଣୁ ସହ ସମାନ ।

ମୋଲ ଶବ୍ଦଟି ଏକ ଲାଟିନ୍ ଶବ୍ଦ 'ମୋଲ୍ସ'ରୁ ଆସିଛି । ଯାହର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଗଦାଏ ବା ବହୁତ । ଶହେ ବର୍ଷରୁ ଅଧିକ ବର୍ଷ ପୂର୍ବେ ଏହା ପ୍ରଥମେ ପ୍ରସିଦ୍ଧ ରସାୟନବିତ୍ ଉଇଲ୍‌ହେଲମ୍ ଅଷ୍ଟୱାଲଡ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିଲା ।

ଏଠାରେ ତୁମେ ମନେରଖ ଯେ, ଏକ ମୋଲ୍ ପଦାର୍ଥରେ ସର୍ବଦା ସମାନ ସଂଖ୍ୟକ କଣିକା ଥାଏ, ତାହା ଯେକୌଣସି ପଦାର୍ଥ ହୋଇଥାଉ । ଏହିପରି ଭାବେ ମୋଲ ହେଉଛି ଅଣୁ, ପରମାଣୁ ବା କଣିକା ସଂଖ୍ୟା ଗଣନର ଏକକ, ଯେପରିକି କଦଳୀ, କମଳା ଗଣିବା ପାଇଁ ଆମେ ଡ଼ଜନକୁ ଏକକ ରୂପେ ନେଇଥାଉ । ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମୟରେ ତୁମେ ଏହା ସମ୍ପର୍କରେ ଆହୁରି ଅଧିକ ଜାଣିବ ।

1.4 ଆଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କ

ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ବିଭାଗରେ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ, ମୋଲ ହେଉଛି ଏକ ପଦାର୍ଥର ପରିମାଣ ଯେଉଁଥିରେ ଥିବା ଅଣୁ ବା ପରମାଣୁ 12 ଗ୍ରାମ C-12 ସମସ୍ଥାନିକ ପରମାଣୁରେ ଥିବା ପରମାଣୁ ସହ ସମାନ । ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରଶ୍ନ ଉଠେ ଯେ, 12 ଗ୍ରାମ କାର୍ବନ-12 ରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଭାବେ କେତେ ପରିମାଣର ପରମାଣୁ ଅଛି । ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଏହି ସଂଖ୍ୟା ସ୍ଥିର ହେଲା, ଯାହା ହେଉଛି 6.022045×10^{23} । ଏହିପରି ଭାବେ ଏକ ମୋଲ = 6.022045×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ, ପରମାଣୁ, ଆୟନ ବା କଣିକା ହୋଇପାରେ ।

ସାଧାରଣତଃ ଏହି ସଂଖ୍ୟାକୁ 6.023×10^{23} ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

ଏହି ସଂଖ୍ୟା ବିଷୟରେ ମୂଳ ଧାରଣାକୁ ପ୍ରଥମେ ଇଟାଲୀର ବୈଜ୍ଞାନିକ ଆଭୋଗାଡ୍ରୋ ଦେଇଥିଲେ କିନ୍ତୁ ପ୍ରକୃତ ସଂଖ୍ୟା ସ୍ଥିର କରିନଥିଲେ । ପରେ ଏହି ସଂଖ୍ୟା ସ୍ଥିର ହେଲା ଏବଂ ଏହା ଆଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଅନୁଯାୟୀ ନାମିତ ହେଲା ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହି ସଂଖ୍ୟାକୁ ଆଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା ବୋଲି କୁହାଯାଉଛି । ଆଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସଂଖ୍ୟାର କୌଣସି ଏକକ ନାହିଁ । କିନ୍ତୁ ଆଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କର ଏକକ ହେଲା ମୋଲ$^{-1}$

ଏହିପରି ଭାବେ ଆଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କ (N) = 6.023×10^{23} mol^{-1}

ଏଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ

ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ, 12 ଗ୍ରାମ କାର୍ବନ-12 ରେ ଏକ ମୋଲ କାର୍ବନ ପରମାଣୁ ଅଛି । ଏକ ମୋଲ କହିଲେ ତାହା କୌଣସି ପଦାର୍ଥରେ ଥିବା 6.023×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ, ପରମାଣୁ ବା ଆୟନକୁ ବୁଝାଇଥାଏ । ଏକ ମୋଲ କାର୍ବନ -12 ର ଅର୍ଥ କାର୍ବନ -12 ର 6.023×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ପରମାଣୁ, ଯାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି ଠିକ୍ 12 ଗ୍ରାମ । ଏହାକୁ କାର୍ବନ-12 ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କହିଲେ ଏକ ମୋଲ୍ ପାଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ହିଁ (ଗ୍ରାମରେ) ବୁଝାଇଥାଏ । ଯେ କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ଏକ ମୋଲରେ 6.023×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ କଣିକା ଥାଏ । ମୌଳିକ ସତ୍ତାର ପ୍ରକୃତି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ, ଯାହା ନିମ୍ନରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ହେଲା ।

କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟା	ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକାର	ମୌଳିକ ସତ୍ତା
1	ସୋଡ଼ିୟମ, ପୋଟାସିୟମ, କପର ପରି ପଦାର୍ଥ ଯାହାକି ପରମାଣୁ ରୂପରେ ଥାଏ ।	ପରମାଣୁ
2	ଅମ୍ଳଜାନ, ଉଦ୍‌ଯାନ, ଯବକ୍ଷାରଯାନ ଯାହାକି ଅଣୁ ରୂପରେ ଥାଏ ଉଦାହରଣ: (O_2, H_2, N_2)	ଅଣୁ
3	ଆମୋନିଆ (NH_3), ଜଳ (H_2O), CH_4	ଅଣୁ
4	Na^+, Cu^{2+}, Ag^+, Cl^-, O^{2-}	ଆୟନ
5	ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ (NaCl) ସୋଡ଼ିୟମ ନାଇଟ୍ରେଟ୍ ($NaNO_3$) ପୋଟାସିୟମ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ (K_2SO_4) ପରି ଆୟନୀୟ ପଦାର୍ଥ ।	ସଂକେତ ଏକକ

ଗୋଟିଏ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥକୁ ରାସାୟନିକ ସଂକେତ ଆକାରରେ ଲେଖିଲାବେଳେ ଏଥିରେ ଥିବା ପରମାଣୁ ବା ଅଣୁର ସଂଖ୍ୟା ସୂଚିତ ହୋଇଥାଏ ।

ସଂକେତ	ସଂକେତ ଏକକରେ ଥିବା ଆୟନ ଓ ପରମାଣୁ
ଜଳ (H_2O)	ଦୁଇଟି ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁ ଓ ଗୋଟିଏ ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁ
ଆମୋନିଆ (NH_3)	ଗୋଟିଏ ଯବକ୍ଷାରଯାନ ଓ ତିନୋଟି ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁ
ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ (NaCl)	ଗୋଟିଏ ସୋଡ଼ିୟମ ଆୟନ ଓ ଗୋଟିଏ କ୍ଲୋରିନ୍ ଆୟନ୍
ସୋଡ଼ିୟମ ନାଇଟ୍ରେଡ୍ ($NaNO_3$)	ଗୋଟିଏ ସୋଡ଼ିୟମ ଆୟନ ଓ ଗୋଟିଏ ନାଇଟ୍ରେଟ୍ ଆୟନ୍
ପୋଟାସିୟମ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ (K_2SO_4)	ଦୁଇଟି ପୋଟାସିୟମ ଆୟନ ଓ ଗୋଟିଏ ସଲ୍‌ଫେଟ ଆୟନ୍

ବର୍ତ୍ତମାନ, ଆମେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପଦାର୍ଥର ଉଦାହରଣ ନେବା ଏବଂ ଏଥିସହ ସେଥିରେ ଥିବା ମୌଳିକ ସତ୍ତା (ଅଣୁ, ପରମାଣୁ, ଆୟନ)ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ।

ଏକ ମୋଲ କାର୍ବନ (C) $= 6.023 \times 10^{23}$ କାର୍ବନ ପରମାଣୁ

ଏକ ମୋଲ ଅମ୍ଳଜାନ (O_2) $= 6.023 \times 10^{23}$ ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁ

ଏକ ମୋଲ ଜଳ (H_2O) $= 6.023 \times 10^{23}$ ଜଳ ଅଣୁ

ଏକ ମୋଲ ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ (NaCl) $= 6.023 \times 10^{23}$ ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ର ସଂକେତ ଏକକ

ଏକ ମୋଲ ବେରିୟମ ଆୟନ (Ba^{2+}) $= 6.023 \times 10^{23}$ ବେରିୟମ ଆୟନ

ଏକ ମୋଲ ବ୍ୟତୀତ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ପଦାର୍ଥ ନେଇ ସେଥିରେ ଥିବା କଣିକାର ସଂଖ୍ୟାକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସମ୍ବନ୍ଧ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିହେବ । ମୌଳିକ ସତ୍ତା ମାନଙ୍କର ସଂଖ୍ୟା = ମୋଲ ସଂଖ୍ୟା x ଆଭୋଗାଡ୍ରୋ ସ୍ଥିରାଙ୍କ

ଏକ ମୋଲ ଅମ୍ଳଜାନ (O_2) $= 1 \times (6.022 \times 10^{23})$ $= 6.023 \times 10^{23}$ ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁ

(0.5) ମୋଲ୍ ଅମ୍ଳଜାନ (O_2) $= (0.5) \times (6.022 \times 10^{23})$ $= 3.011 \times 10^{23}$ ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁ

0.1 ମୋଲ ଅମ୍ଳଜାନ (O_2) $= 0.1 \times (6.022 \times 10^{23})$ $= 6.022 \times 10^{22}$ ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁ

ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 1.2

1. ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ଯବକ୍ଷାରଜାନ ଗ୍ୟାସ୍‌ରେ 4.22×10^{23} ପରିମାଣରେ ଅଣୁ ଅଛି । ସେଥିରେ କେତେ ମୋଲ ପରିମାଣର ଯବକ୍ଷାରଜାନ ଗ୍ୟାସ ଅଛି ?

....

2. ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମର ଏକ ଧାତବ ଖଣ୍ଡରେ 8.46×10^{24} ପରମାଣୁଅଛି । ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ୍‌ର ପରିମାଣକୁମୋଲରେ ହିସାବ କର ।

....

3. 0.25 ମୋଲ୍‌ର କ୍ଳୋରିନ୍ ଗ୍ୟାସ୍‌ରେ କେତେ ପରିମାଣର (Cl_2 ଅଣୁ ଓ Cl ପରମାଣୁ ଅଛି ହିସାବ କର ।

....

....

1.5 ମୋଲ, ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ସଂଖ୍ୟା ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ

ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ, 1ମୋଲ = (6.023×10^{23}) ମୌଳିକ ସତ୍ତା ଏବଂମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 1 ମୋଲ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = (6.023×10^{23}) ସଂଖ୍ୟକ ମୌଳିକ ସତ୍ତାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ । ପୂର୍ବ ଆଲୋଚନାରୁ ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ, ମୌଳିକ ସତ୍ତା ଏକ ପରମାଣୁ, ଅଣୁ, ଆୟନ ହୋଇପାରେ ।

ମୋଲ୍- ସଂଖ୍ୟା ସମ୍ପର୍କରୁ ଜଣାପଡ଼ିଲା ଯେ, ଯେ କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଏକ ମୋଲ୍‌ରେ 6.023×10^{23} କଣିକା ଥାଏ । ରହିଛି ।

ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଜାଣିବା ପାଇଁ ଅର୍ଥାତ୍ ମୋଲ- ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସମ୍ପର୍କ ପାଇବାକୁ ହେଲେ ଆମକୁ ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସ୍କେଲ ବ୍ୟବହାର କରିବାକୁ ହେବ ।

1.5.1 ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକକ

ଆନ୍ତର୍ଜାତିକସ୍ତରରେ ଆଣବିକ ଓ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପାଇଁ ଏକ ଏକକ ସ୍ଥିର ହୋଇଛି । ଏହି ଏକକ ହେଉଛି ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକକ ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରତୀକ ହେଉଛି amu (atomic mass unit) । କାର୍ବନ- 12 ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 12amu । ଏହାକୁ ମାନକ ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । କାର୍ବନ- 12 ପରମାଣୁ ବସ୍ତୁତ୍ୱର 1/12 ଅଂଶକୁ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏକକ ରୂପେ ଧରାଯାଏ ।

$$1\,\text{amu} = \frac{\text{ଗୋଟିଏ C} - 12\ \text{ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{12}$$

1.5.2 ଆପେକ୍ଷିକ ଆଣବିକ ଓ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ, ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକକରେ କାର୍ବନ-12 କୁ ମାନକ ରୂପେ ନିଆଯାଇଛି । ଯାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି ଠିକ୍ 12 । ଅଣୁ ଓ ପରମାଣୁର ଆପେକ୍ଷିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଣୁ ବା ପରମାଣୁ କାର୍ବନ- 12

ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱର $\frac{1}{12}$ ଅଂଶଠାରୁ କେତେ ଗୁଣ ଭାରୀ । ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ ଆମେ ମୌଳିକ ବା ଯୌଗିକକୁ ସେଥିରେ ଥିବା ମୌଳିକ ମାନଙ୍କର ସମସ୍ଥାନିକ (Isotope) ନେଇ ବିଚାର କରୁ । ତେଣୁ ଅଣୁ ବା ପରମାଣୁର ହାରାହାରି ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ବ୍ୟବହାର କରିବା ପାଇଁ ପସନ୍ଦ କରୁ ।

$$\text{ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ} = \frac{\text{ଯେ କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ହାରାହାରି ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ -12 ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱର 1/12 ଅଂଶ}}$$

$$\text{ଆପେକ୍ଷିକ ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ} = \frac{\text{ଯେ କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ଗୋଟିଏ ଅଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ -12ର ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱର 1/12 ଅଂଶ}}$$

ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରମାଣିତ ହୋଇଛିଯେ, ଗୋଟିଏ ଅମ୍ଳଜାନ-16 ପରମାଣୁ, କାର୍ବନ -12 ପରମାଣୁଠାରୁ 1.333 ଗୁଣ ଭାରି । ତେଣୁ ଅମ୍ଳଜାନ -16 ର ଆପେକ୍ଷିକ ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 1.333 × 12 = 15.996 = 16

ଏହିପରିଭାବେ ସବୁ ପଦାର୍ଥର ଆପକ୍ଷିକ ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ମଧ୍ୟ ସ୍ଥିର କରାଯାଇ ପାରିବ । କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଆଣବିକ ସଂକେତ ଜଣାଥିଲେ ତହିଁରେ ଥିବା ପରମାଣୁ ଗୁଡ଼ିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଯୋଗଫଳ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବାହାର କରାଯାଇପାରେ । ଏବେ ଜଳର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବ କରିବା ।

ଜଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 2x (ଉଦ୍‌ଜାନର ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ) + 1x (ଅମ୍ଳଜାନର ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ) = (2x1) + 16 =2+16=18

ଆପେକ୍ଷିକ ଆଣବିକ ଓ ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଗୁଡ଼ିକ କେବଳ ଏକ ସଂଖ୍ୟା, ଯାହାର କୌଣସି ଏକକ ନାହିଁ ।

1.5.3 ପରମାଣବିକ, ଆଣବିକ ଏବଂ ସଂକେତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ :

ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକକର ସଜ୍ଞାରୁ ଆମେ ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ହିସାବ କରି ପାରିବା । ଚାଲ ଅମ୍ଳଜାନ-16, ଯାହାର ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ 16 ତାହାର ଏକ ଉଦାହରଣ ନେବା । ସଂଜ୍ଞା ଅନୁସାରେ ଅମ୍ଳଜାନ - 16 ର ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 16

$$= \frac{\text{ଗୋଟିଏ ଅମ୍ଳଜାନ -16 ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ -12 ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱର 1/12 ଅଂଶ}}$$

ଯେହେତୁ 1amu = ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ-12 ପରମାଣୁ ବସ୍ତୁତ୍ୱର $\frac{1}{12}$ ଭାଗ

$$16 = \frac{\text{ଗୋଟିଏ ଅମ୍ଳଜାନ -16 ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{1\,\text{amu}}$$

$\therefore$ ଗୋଟିଏ ଅମ୍ଳଜାନ-16 ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 16 amu

କିମ୍ବା ଅମ୍ଳଜାନ-16ରେ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ 16 amu

ଏହି ଉଦାହରଣରୁ ଆମେ ଦେଖିବାକୁ ପାଇଲୁ ଯେ, ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସଂଖ୍ୟାତ୍ମକ ମୂଲ୍ୟ ସମାନେ ଅଟେ । କେବଳ ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏକକ ନାହିଁ ଓ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏକକହେଉଛି amu ।

କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଆଣବିକ ସଂକେତ ଜଣାଥିଲେ ସେଥିରେ ଥିବା ପରମାଣୁ କିମ୍ବା ଆୟନଗୁଡ଼ିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଯୋଗଫଳ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବାହାର କରାଯାଇପାରେ । ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉଦାହରଣରୁ ଆମେ ସେହି ହିସାବକୁ ପାଇପାରିବ ।

ଉଦାହରଣ 1.1 : ଆମୋନିଆର (NH_3) ର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ: ଆମେ ଜାଣୁଯେ, ଗୋଟିଏ ଆମୋନିଆର ଅଣୁରେ ଗୋଟିଏ ଯବକ୍ଷାରଯାନ ପରମାଣୁ ଓ ତିନୋଟି ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁ ରହିଥାଏ ।

ଆମୋନିଆର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = (ଯବକ୍ଷାରଯାନର ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ) + 3 (ଉଦ୍‌ଜାନର ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ)

= [14+(3×1)] amu

= 17 amu

ଉଦାହରଣ 1.2 : ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ (NaCl)ର ସାଂକେତିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ - ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍‌ରେ ଏକ Na+ ଆୟନ ଓ ଏକ Cl^- ଆୟନ ରହିଛି ।

ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍‌ର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = (Na^+ ର ଆୟନୀୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ) + (Cl^- ର ଆୟନୀୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ)

= 23 amu + 35.5amu

= 58.5 amu

ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣରୁ ତୁମେ ଦେଖିଲେଯେ, ସୋଡ଼ିୟମ ଆୟନ (Na^+)ର ଆୟନୀୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 23 amu ଯାହାକି ସୋଡ଼ିୟମ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହ ସମାନ । ତେଣୁ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ, ଅଳ୍ପ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ହରାଇବା ବା ପ୍ରାପ୍ତ ହେବା କେବେହେଲେ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରେନାହିଁ । ତେଣୁ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଆୟନୀୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇ ପାରିବ । ସେହିପରି ଭାବେ ଆମେ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ଆୟନ (Cl^-) ର ଆୟନିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ 35.5 amu ନେଇପାରିବା ଯାହାକି କ୍ଲୋରିନ୍‌ର ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହ ସମାନ ଅଟେ ।

1.5.4. ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ଏକ ମୋଲ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ତାହାର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଯେ କୌଣସି ପଦାର୍ଥର 1 ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ 6.023×10^{23} ମୌଳିକ ସତ୍ତା ରହିଛି ।

1 ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 6.023×10^{23} ମୌଳିକ ସତ୍ତାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

(i) ଗୋଟିଏ ମୌଳିକର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ତୁମେ ଜାଣ ଯେ, କାର୍ବନ-12 ର ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 12 । ଏହାର 12 ଗ୍ରାମରେ 6.022×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ପରମାଣୁ ରହିଛି । ତେଣୁ C-12 ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 12 g. mol^{-1} । ସେହିପରି ଅନ୍ୟ ମୌଳିକର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପାଇଁ ଆମେ ସେମାନଙ୍କର ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସାହାଯ୍ୟ ନେବା ।

ଯେହେତୁ ଅମ୍ଳଜାନ -16 ର ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ 16 ଗ୍ରାମ ଅଟେ, ଏହାର 16 ଗ୍ରାମ ପରିମାଣରେ 6.002×10^{23} ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁ ରହିଛି । ଏହିପରି ଭାବେ ଅମ୍ଳଜାନ- 16 ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 16 ଗ୍ରାମ mol^{-1} । କିଛି ସାଧାରଣ ମୌଳିକର ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସାରଣୀ 1.3 ରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ 1.3 (କିଛି ମୌଳିକର ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ)

ମୌଳିକ	ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ	ମୌଳିକ	ଅପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ
ଉଦ୍‌ଯାନ, H	1.0	ଫସଫରସ, P	31.0
କାର୍ବନ,C	12.0	ସଲଫର, S	32
ଯବକ୍ଷାରଯାନ, N	14.0	କ୍ଲୋରିନ, Cl	35.5
ଅମ୍ଳଜାନ,O	16.0	ପୋଟାସିୟମ,K	39
ସୋଡ଼ିୟମ, Na	23.0	ଲୌହ, Fe	56

(ii) ଆଣବିକ ବସ୍ତୁର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ଆଣବିକ ବସ୍ତୁକ୍ଷେତ୍ରରେ ମୌଳିକ ସତ୍ତା ହେଉଛି ଅଣୁ । ତେଣୁ ଏହିପରି ବସ୍ତୁର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏହାର 6.022×10^{23} ଅଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହ ସମାନ । ପ୍ରତିମୌଳିକର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ ସେହି ବସ୍ତୁର ଏକ ମୋଲରେ ଥିବା ମୋଲ ସଂଖ୍ୟାକୁ ଗୁଣି ଏବଂ ସେମାନଙ୍କୁ ମିଶାଇଲେ ବସ୍ତୁର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ମିଳିପାରିବ ।

ଜଳର ଉଦାହରଣ ନିଆଯାଉ । ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 18 । ତେଣୁ ଏହାର 18 ଗ୍ରାମରେ 6.022×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁଅଛି । ତେଣୁ ଏହାର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 18 ଗ୍ରାମ୍ ମୋଲ$^{-1}$ । ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାରରେ ମଧ୍ୟ ଏହାକୁ ଆମେ ହିସାବ କରିପାରିବା ।

ଜଳ (H_2O) ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = (2 x H ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ) + (O ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ)

= (2x1 ଗ୍ରାମୋଲ$^{-1}$) + (16 ଗ୍ରାମ ମୋଲ $^{-1}$) = 18 ଗ୍ରାମମୋଲ$^{-1}$

ସାରଣୀ 1.4- ରେ କେତେକ ବସ୍ତୁର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ତାଲିକା ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ 1.4 କେତେକ ବସ୍ତୁର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ମୌଳିକ କିମ୍ବା ଯୌଗିକ	ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ (amu)	ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ (ଗ୍ରାମମୋଲ$^{-1}$)
O_2	32.0	32.0
P_4	124.0	124.0
S_8	256.8	256.8
H_2O	18.0	18.0
NH_3	17.0	17.0
HCl	36.5	36.5
CH_2Cl_2	85.0	85.0

(iii) ଆୟନୀୟ ଯୌଗିକମାନଙ୍କର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ଏକ ଆୟନୀୟ ଯୌଗିକର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 6.022×10^{23} ଫର୍ମୁଲା ଏକକର ବସ୍ତତ୍ୱ ଅଟେ । କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଫର୍ମୁଲା ଏକକରେ ଥିବା ଆୟନମାନଙ୍କର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଯୋଗକରି ଆମେ ଏହାକୁ ପାଇପାରିବା । ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ (NaCl) କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମେ ହିସାବ କରି ଜାଣିପାରିବା ଯେ,

ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍‌ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ= Na^+ ଆୟନର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ + Cl^- ଆୟନ ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

= (23 ଗ୍ରାମ ମୋଲ $^{-1}$) + (35.5 ଗ୍ରାମ୍‌ମୋଲ $^{-1}$)

= 58.5 ଗ୍ରାମମୋଲ $^{-1}$

ଏବେ ଆଉ କେତେକ ଆୟନୀୟ ଯୌଗିକର ଉଦାହରଣ ନେବା ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ମୋଲର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବ କରିବା

ଉଦାହରଣ 1.3:

(i) K_2SO_4 ଓ (ii) $Ba_3(PO_4)_2$ ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବ କର-

ପୋଟାସିୟମ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ (K_2SO_4) ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

= (2×K^+ ଆୟନର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ) + (SO_4^{2-} ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ)

= (2×K^+ ଆୟନର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ) + (S ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ + 4×O ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ)

= { (2×39.1)+ (32 + 4×16)} ଗ୍ରାମମୋଲ $^{-1}$}

= (78.2+ 32+ 64) ଗ୍ରାମମୋଲ $^{-1}$= 174.2 ଗ୍ରାମମୋଲ $^{-1}$

(ii) ବେରିୟମ ଫସଫେଟର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = (3× Ba^{2+} ଆୟନର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ) + 2 (P ରମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ + 4×0 ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ)

= { (3x137.3)+2 (31.0+4x16.0)} ଗ୍ରାମମୋଲ $^{-1}$}

= (411.9+190.0) ଗ୍ରାମମୋଲ $^{-1}$

= 601.0 ଗ୍ରାମମୋଲ $^{-1}$

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ବସ୍ତୁର ମୋଲ୍, ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ସଂଖ୍ୟା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମ୍ପର୍କ ଜାଣିଲୁ । ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉଦାହରଣଗୁଡ଼ିକ ଏହି ସମ୍ପର୍କର ବ୍ୟବହାରିତାକୁ ବୁଝାଇ ପାରିବ ।

ଉଦାହରଣ 1.4: କାର୍ବନ-12 ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିରୂପଣ କର, ଯେଉଁଥିରେ କି 1.0×10^{19} କାର୍ବନ-12 ପରମାଣୁ ଥିବ ।

ସମାଧାନ : 1×10^{19} କାର୍ବନ-12 ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $= \dfrac{12\times1\times10^{19}}{6.022\times10^{23}}$ ଗ୍ରାମ

$= 1.99\times10^{-4}$ ଗ୍ରାମ

ଉଦାହରଣ- 1.5 : 100 ଗ୍ରାମ ଆମୋନିଆ (NH_3) ରେ କେତେ ଅଣୁ ଅଛି ?

ସମାଧାନ : ଆମୋନିଆ (NH_3) ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = (14 +3) ଗ୍ରାମ ମୋଲ $^{-1}$

= 17 ଗ୍ରାମ ମୋଲ $^{-1}$

∴ 17 ଗ୍ରାମ ଆମୋନିଆରେ 6.022×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ ଅଛି ।

ତେଣୁ 100 ଗ୍ରାମ ଆମୋନିଆରେ ଥିବା ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା = $\dfrac{6.002\times10^{23}\text{ ଅଣୁ }\times100\text{ ଗ୍ରାମ}}{17\text{ ଗ୍ରାମ}}$

$= 35.42\times10^{23}$ ଅଣୁ

$= 3.542\times10^{24}$ ଅଣୁ

ଉଦାହରଣ 1.6 : ଅମ୍ଳଜାନ (O) ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 16 ଗ୍ରାମ ମୋଲ $^{-1}$ ଅମ୍ଳଜାନର ଗୋଟିଏ ଅଣୁ ଓ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେତେ ?

ସମାଧାନ: ଅମ୍ଳଜାନର ଗୋଟିଏ ମୋଲ୍ କିମ୍ବା 6.022×10^{23} ଅମ୍ଳଜାନର ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 16 ଗ୍ରାମ

$\therefore$ ଅମ୍ଳଜାନ ଏକ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $= \dfrac{16\,g}{6.022 \times 10^{23}} = 2.66 \times 10^{-23}$ ଗ୍ରାମ

ଯେହେତୁ ଅମ୍ଳଜାନର ଗୋଟିଏ ଅଣୁରେ ଏହାର ଦୁଇଟି ପରମାଣୁ ଥାଏ, ତେଣୁ ଗୋଟିଏ ଅଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

$= 2 \times 66 \times 10^{-23}$ ଗ୍ରାମ = 5.32×10^{-23} ଗ୍ରାମ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 1.3

1. ହାଇଡ୍ରୋଜେନ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ (HCl) ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବ କର ।

   ....

2. ଆର୍ଗନ ପରମାଣୁର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବକର, ଯଦି ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 6.634×10^{-26} କିଗ୍ରା ଅଟେ ।

   ....

3. 1.0 ମୋଲ ପୋଟାସିୟମ ନାଇଟ୍ରେଟ୍ (KNO_3) ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବ କର । (ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ : K = 39 amu. N=14 amu, O = 16 amu)

   ....

4. ସୋଡ଼ିୟମ ଫସଫେଟ୍‌ର ସଂକେତ ହେଉଛି Na_3PO_4 । 0.146 ମୋଲ (Na_3PO_4) ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେତେ ? (ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ Na = 23 amu, P= 31amu, 0=16 amu)

   ....

1.6 ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏବଂ ମୋଲ ସଂଖ୍ୟା

କୌଣସି ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏବଂ ମୋଲ ସଂଖ୍ୟା ଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହ ସମ୍ପର୍କିତ ରାଶି । ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ,

ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ (M) = ଏକ ମୋଲ୍ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ଜଳର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 18 ଗ୍ରାମ ମୋଲ $^{-1}$, ଯଦି ଆମ ପାଖରେ 18 ଗ୍ରାମ ଜଳ ଅଛି, ତେବେ ଆମେ ପାଖରେ ଏହାର ଏକ ମୋଲ ଅଛି ।

ମନେକର ଆମପାଖରେ 36 ଗ୍ରାମ ଜଳ ଅଛି, ତେବେ ଆମ ପାଖରେ ଏହାର 2 ମୋଲ୍ ଅଛି । ଆମେ ଏହି ସମ୍ପର୍କକୁ ନିମ୍ନମତେ ଲେଖିପାରିବ ।

କୌଣସି ବସ୍ତୁର ମୋଲ ସଂଖ୍ୟା (ପରିମାଣ) = $\dfrac{\text{ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ବସ୍ତୁର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}$

$$n = \frac{m}{M}$$

କିମ୍ବା, $m = n \times M$ (ଯେଉଁଠାରେ m = ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ M = ବସ୍ତୁର ମୋଲର ବସ୍ତୁତ୍ୱ)

କୌଣସି ବସ୍ତୁର ମୋଲ ସଂଖ୍ୟା ହିସାବ କରିବାରେ ଏହା ଦରକାର ହୁଏ ।

ଉଦାହରଣ 1.7 : କୌଣସି ଏକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଆଲୁମିନିୟମ ର 0.5 ମୋଲ ଦରକାର । ଗ୍ରାମ୍‌ରେ କେତେ ପରିମାଣରେ ଆଲୁମିନିୟମ ଦରକାର ହିସାବ କର । (Alର ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 27 amu)

ସମାଧାନ : ଆଲୁମିନିୟମ୍‌ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 27 ଗ୍ରାମ ମୋଲ$^{-1}$

ଆବଶ୍ୟକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = ମୋଲର ସଂଖ୍ୟା × ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

= (0.5 ମୋଲ) 27 ଗ୍ରାମ ମୋଲ$^{-1}$

= 13.5 ଗ୍ରାମ

1.7 ମୋଲାର ଆୟତନ V_m

ମୋଲାର ଆୟତନ କହିଲେଆମେ କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଏକ ମୋଲର ଆୟତନକୁ ବୁଝାଉ । ଏହା ତାପ ଓ ଚାପ ଉପରେ ନର୍ଭର କରେ । ସାନ୍ଦ୍ରତା ସହ ଏହା ନିମ୍ନମତେ ସମ୍ପର୍କିତ

$$\text{ମୋଲାର ଆୟତନ} = \frac{\text{ବସ୍ତୁର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ସାନ୍ଦ୍ରତା}}$$

ଗ୍ୟାସ୍ ମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ମାନକ ଚାପ ଓ ତାପରେ (STP) ଆମେ ସେମାନଙ୍କର ଆୟତନକୁ ବ୍ୟବହାର କରୁ । ଏଥିପାଇଁ 0°C ବା 273K ତାପମାତ୍ରାକୁ ମାନକ ତାପରୂପେ ଏବଂ 1bar ଚାପକୁ ମାନକଚାପ ରୂପେ ନିଆଯାଏ । ମାନକ ତାପ ବା ଚାପରେ ଏକ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ମୋଲାର ଆୟତନ 22.4Litre । ସବୁ ଗ୍ୟାସ୍ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍ ପରି ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତି ନାହିଁ, ତେଣୁ ସେମାନଙ୍କର ମୋଲାର ଆୟତନ 22.4L ର ପାଖାପାଖି । ବାସ୍ତବକ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମେ ସବୁ ଗ୍ୟାସର ମୋଲାର ଆୟତନ ମାପକ ତାପ ଓ ଚାପରେ 22.4L ମୋଲ$^{-1}$ ବୋଲି ଧରିଥାଉ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 1.4

1. 3.05 ଗ୍ରାମ ତମ୍ବାରେ କେତେ ମୋଲାର ତମ୍ବା ପରମାଣୁ ଅଛି (ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 63.5)

   ....

2. ଖଣ୍ଡେ ସୁନାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 12.6 ଗ୍ରାମ । ଏଥିରେ କେତେ ମୋଲାର ସୁନା ଅଛି ? (ସୁନାର ଆପେକ୍ଷିକ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 197)

   ....

3. ଏକ ଜୈବ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥର ଦହନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ 2.5 ମୋଲାର ଆଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ (CO_2) ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ମାନକ ତାପ ଓ ଚାପରେ (273K,1bar) ଏହାର ଆୟତନ କେତେ ହେବ ?

   ....

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ :

- ମୋଲ ହେଉଛି ଏକ ପଦାର୍ଥର ପରିମାଣ ଯେଉଁଥିରେ ଥିବା ମୌଳିକ ସତ୍ତାର ସଂଖ୍ୟା 12 ଗ୍ରାମ କାର୍ବନ -12 ସମସ୍ଥାନିକରରେ ଥିବା ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା ସହ ସମାନ । ତେଣୁ ମୋଲ ଏକ ସଂଖ୍ୟାକୁ ସୂଚାଏ ।
- କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ଏକ ମୋଲରେ ଥିବା ମୌଳିକ ସତ୍ତାର ପରିମାଣ ହେଉଛି 6.022×10^{23}.
- ଏକ ମୋଲ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କୁହାଯାଏ । ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଆପେକ୍ଷିକ ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କିମ୍ବା ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହ ସମାନ ଯାହାକୁ କି ଗ୍ରାମ/ମୋଲ (ଗ୍ରା.ମୋଲ$^{-1}$) କିମ୍ବା କିଲୋଗ୍ରାମ/ମୋଲ (କି.ଗ୍ରା ମୋଲ$^{-1}$ ରେ) ଆମେ ପ୍ରକାଶ କରିପାରିବା ।
- ଏକ ମୋଲ୍ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥ ଅଧିକାର କରୁଥିବା ଆୟତନକୁ ମୋଲାର ଆୟତନ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଏକ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସର ଆୟତନ ମାନକଚାପ ଓ ଚାପ (273K ଏବଂ 1bar) ରେ 22.4 ଲିଟର ଅଟେ ।
- ଆୟନୀୟ ପଦାର୍ଥର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ଯୌଗିକର ଫର୍ମୁଲା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହ ସମାନ ଯାହାକୁ ଗ୍ରାମରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ ।
- ଯଦି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଜଣାଅଛି, ତାହେଲେ କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ପଦାର୍ଥରେ କେତେ ପରିମାଣର ମୋଲ୍ ଅଛି ତାହା ହିସାବ କରି ହେବ । ଯଦି ମୋଲର ବସ୍ତୁତ୍ୱ M ହୁଏ ତେବେ 'm' ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପଦାର୍ଥରେ ଥିବା ମୋଲ୍‌ର ପରିମାଣ $n = \frac{m}{M}$

ପାଠ୍ୟାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନ

1. ଖଣ୍ଡେ ଲୁହା, ଯାହାର କି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 65.0 ଗ୍ରାମ, ସେଥିରେ କେତେ ପରମାଣୁ ଅଛି ।
2. ଖଣ୍ଡେ ଫସଫରସର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 99.2 ଗ୍ରାମ । ସେଥିରେ କେତେ ମୋଲ ଫରଫରସ (P_4) ଅଛି । (P ର ପରମାରବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 31.0 amu)
3. 8. 64x 10^{24} ଫ୍ଲୋରିନ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 99.2 ଗ୍ରାମ । ଫ୍ଲୋରିନର ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବ କର ।
4. ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମର କିଛି ନମୁନାରେ 1.92×10^{23} ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ ପରମାଣୁ ଅଛି । ଗ୍ରାମ୍‌ରେ ଏହି ନମୁନାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେତେ ? (Mg ର ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ 24.3amu)
5. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଯୌଗିକ ମାନଙ୍କର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଗ୍ରାମ ମୋଲ$^{-1}$ ରେ ହିସାବ କର ।

   (i) ସୋଡ଼ିୟମ ହାଇଡ୍ରୋକସାଇଡ୍, NaOH

   (ii) କପର ସଲ୍‌ଫେଟ୍, $CuSO_4$, $5H_2O$

   (iii) ସୋଡ଼ିୟମ କାର୍ବୋନେଟ୍, Na_2CO_3, $10H_2O$
6. ଫସ୍‌ଫରସ୍ ଟ୍ରାଇକ୍ଲୋରାଇଡ୍ (PCl_3) ର 150 ଗ୍ରାମ ନମୁନାରେ ନିମ୍ନ ଲିଖିତ ହିସାବ କର ।

   (i) ଗୋଟିଏ Cl_2 ଅଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ।

   (ii) ନମୁନାରେ ଥିବା PCl_3 ଓ Cl ର ମୋଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ।

ଟିପ୍ପଣୀ

(iii) ସେହି ନମୁନାରେ କ୍ଲୋରିନ (Cl) ପରମାଣୁ ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଗ୍ରାମରେ ।

(iv) ସେହି ନମୁନାରେ PCl_3 ର ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା ।

7. କାର୍ବନ-12 ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର, ଯେଉଁଥିରେ କି 1×10^{19} ସଂଖ୍ୟକ ପରମାଣୁ ରହିଛି ।

8. 100 ଗ୍ରାମ କାର୍ବନ-12 ନମୁନାରେ କେତେ ପରିମାଣର ଅଣୁ ରହିଛି ?

9. କେତେ ମୋଲର $CaCO_3$ ର ଓଜନ 5 ଗ୍ରାମ ହେବ ?

10. $N_2+3H_2 \rightarrow 2NH_3$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ, ଯଦି ତୁମେ, 1.0×10^{23} ଯବକ୍ଷାରଯାନ ପରମାଣୁ ଆବଶ୍ୟକ କର

(i) କେତେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର N_2 (ଗ୍ରାମରେ) ଆବଶ୍ୟକ ?

(ii) ଉପରୋକ୍ତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ 1.0×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ N_2 ଅଣୁରୁକେତେ ମୋଲାର NH_3 ଉତ୍ପନ୍ନ ହେବ ?

(iii) ମାନକ ତାପ ଓ ଚାପରେ ପ୍ରଶ୍ନ (ii) ରୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ NH_3 ର ଆୟତନ କେତେ ହେବ ?

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

1.1

1. କିଲୋଗ୍ରାମ

2. μg

3. (i) h (ii) N

4. (i) ମେଗାସେକେଣ୍ଡ, 10^6 S

   (ii) ମିଲିସେକେଣ୍ଡ, 10^{-3}S.

1.2

1. N_2 ଗ୍ୟାସର ମୋଲ $= \dfrac{4.22 \times 10^{23} \text{ ଅଣୁ}}{6.022 \times 10^{23} \text{ ଅଣୁମୋଲ୍}^{-1}}$ = 0.70 ମୋଲ୍

2. ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ ମୋଲର ପରିମାଣ $= \dfrac{8.46 \times 10^{24} \text{ ପରମାଣୁ}}{6.022 \times 10^{23} \text{ ପରମାଣୁ ମୋଲ୍}^{-1}}$ = 14.05 ମୋଲ

3. 0.25 ମୋଲ୍ Cl_2 ରେ Cl_2 ଅଣୁର ସଂଖ୍ୟା = $0.25 \times 6.02 \times 10^{23}$ ଅଣୁ = 1.5055×10^{23} ଅଣୁ

   ଯେହେତୁ ଗୋଟିଏ Cl_2 ଅଣୁରେ 2Cl ପରମାଣୁ ଅଛି,

   Cl ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା = $2 \times 1.5055 \times 10^{23}$ = 3.011×10^{23} ପରମାଣୁ

1.3

1. ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍‌ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = ଏକ ମୋଲ୍ HCl ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

   = H ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ + Cl ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

   = 1.0 ଗ୍ରାମ ମୋଲ$^{-1}$ + 35.5 ଗ୍ରାମ ମୋଲ$^{-1}$

   = 36.5 ଗ୍ରାମ ମୋଲ$^{-1}$

2. ଆର୍ଗନ ପରମାଣୁର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = ଏକମୋଲ ଆର୍ଗନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

= 6.022×10^{23} ଆର୍ଗନ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

= 6.634×10^{-26} kg × 6.022×10^{23} ମୋଲ$^{-1}$

= 39.95×10^{-23} କେଜି ମୋଲ$^{-1}$

= 39.95 ଗ୍ରାମ ମୋଲ$^{-1}$

3. KNO_3 ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 1ମୋଲ 'K' ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ +1 ମୋଲ 'N' ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ + 3 ମୋଲ 'O' ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ଯେହେତୁ କୌଣସି ମୌଳିକର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏହାର ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସଂଖ୍ୟା ସହ ସମାନ କିନ୍ତୁ ଏହାର ଏକକ amu ପରିବର୍ତ୍ତେ ଗ୍ରାମ ମୋଲ$^{-1}$

KNO_3 ର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 39.1ଗ୍ରାମ+ 14.0 ଗ୍ରା+ 48.0 ଗ୍ରାମ

= 101.1 ଗ୍ରାମ ମୋଲ$^{-୧}$

4. 1 ମୋଲ Na_3PO_4 ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 3x (ଏକ ମୋଲ 'Na'ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ)

+ (ଏକ ମୋଲ 'P' ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ) + 4 (ଏକ ମୋଲ 'O' ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ)

= 3(23.0 ଗ୍ରାମ)+ 31.0 ଗ୍ରାମ +3(16.0 ଗ୍ରାମ)

= 69.0 ଗ୍ରାମ + 31.0 ଗ୍ରାମ +64.0 ଗ୍ରାମ

= 164.0 ଗ୍ରାମ

$\therefore$ 0.146 ମୋଲ Na_3PO_4 ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 0.146x164.0 ଗ୍ରାମ = 23.94 ଗ୍ରାମ

1.4

1. 3.05 ଗ୍ରାମ କପରରେ, Cu ପରମାଣୁର ମୋଲ $= \dfrac{3.05\,g}{63.5\,g\ mol^{-1}} = 0.048\ mol$

2. ସୁନାର (Au) ମୋଲ $= \dfrac{12.6\,g}{197\,g\ mol^{-1}} = 0.064\ mol$

3. ମାନକ ତାପ ଓ ଚାପରେ (298K, 1 bar) ଯେ କୌଣସି ଗ୍ୟାସର ମୋଲର ଆୟତନ = 22.4L

$\therefore$ ମାନକ ତାପ ଓ ଚାପରେ 2.5 ମୋଲ୍ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ (CO_2) ଅଧିକାର କରୁଥିବା ଆୟତନ

= 2.5 × 22.4L= 55.9L