

Grandeurs physiques liées à la quantité de matière

Grandeurs physiques liées à la quantité de matière

I- Quantité de matière (Rappel):

1) La mole:

La mole est la quantité de matière d'un système qui contient un nombre d'entités élémentaires (atomes, molécules, ions, ...) égale à $6,02 \cdot 10^{23}$ d'entités.

⇒ Ce nombre est aussi appelé le nombre d'Avogadro et on définit la constante d'Avogadro que l'on note N_A par : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

2) Quantité de matière et le nombre d'entités :

La quantité de matière n contenant dans un échantillon X contenant N particules élémentaires est donnée par la relation :

$$(1) \quad n(X) = \frac{N}{N_A} \quad (\text{mol})$$

II- Quantité de matière pour les corps solide et liquides:

1) La masse molaire atomique (Rappel):

La masse molaire "atomique" $M(X)$ de l'élément chimique X est la masse d'une mole d'atome de cet élément X . elle s'exprime en gramme par mole ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

Remarque:

Chaque élément X à une masse molaire qui le caractérise, et cette masse est la valeur indiquée par la lettre A dans le symbole ${}^A_Z X$ d'un noyau atomique (voir tableau périodique des éléments page : 137)

Exemples:

- La masse molaire de l'hydrogène est : $M(\text{H}) = 1 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- La masse molaire du carbone 12 est : $M(\text{C}) = 12 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$,
- La masse molaire de l'oxygène est : $M(\text{O}) = 16 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$,

2) La masse molaire moléculaire (Rappel):

La masse molaire moléculaire d'une molécule est égale à la somme des masses molaires atomiques de tous les atomes constituant la molécule.

Exemples:

- La masse molaire moléculaire de la molécule de l'eau H_2O :
 $M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times M(\text{H}) + M(\text{O}) = 2 \times 1 + 16 = 18 \text{g} / \text{mol}$
- La masse molaire moléculaire de l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$:
 $M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 2 \times M(\text{C}) + 6 \times M(\text{H}) + M(\text{O}) = 2 \times 12 + 6 \times 1 + 16 = 46 \text{g} / \text{mol}$

Grandeurs physiques liées à la quantité de matière

4) Quantité de matière d'un échantillon à partir de son volume :

a- Masse volumique ρ :

La masse volumique ρ d'un corps est égale au quotient de la masse m du corps par son volume V :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}) \quad (\text{cm}^3 \equiv \text{mL})$$

b- Densité d :

La densité d d'un corps par rapport à un corps de référence est égale au quotient de la masse volumique ρ de ce corps par la masse volumique ρ_0 du corps de référence.

$$d = \frac{\rho}{\rho_0}$$

Pour les corps solides et liquides, on prend généralement l'eau comme référence :

$$\rho_0 = 1 \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

c- Volume et quantité de matière :

La quantité de matière n d'une espèce chimique X de masse volumique ρ et de densité d et de volume de volume V est donnée:

$$(3) \quad n(X) = \frac{\rho \cdot V}{M(X)} = \frac{d \cdot \rho_0 \cdot V}{M(X)} \quad (\text{mol})$$

Application n°(2):

1- L'alcool utilisé comme antiseptique local peut être considéré comme de l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ pur de masse molaire $M = 46,0 \text{g/mol}$ et de masse volumique $\rho = 0,780 \text{g/mL}$. Quelle quantité d'éthanol contient un flacon d'alcool pharmaceutique de volume = 250mL.

2- L'éther éthylique de formule C_4H_{10} était jadis utilisé comme anesthésique. Sa masse molaire

vaut $M = 74,0 \text{g/mol}$ et sa densité est égale à $d = 0,71$. On souhaite disposer d'une quantité $n = 0,20 \text{mol}$. Quel volume faut-il prélever ?

Donnée : masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{g/mL}$

Grandeurs physiques liées à la quantité de matière

Réponse :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

III- Quantité de matière pour les corps gazeux :

1) Loi d'Avogadro-Ampère :

« A température et pression données, le volume occupé par une mole de gaz est indépendant de la nature du gaz ».

Ce volume est appelé : **volume molaire**. On le note V_m , il s'exprime en $L \cdot mol^{-1}$.

Remarque :

- A la température $t = 0^\circ C$ et à la pression $P = 1atm$: $V_m = 22,4L \cdot mol^{-1}$.
- A la température $t = 20^\circ C$ et à la pression $P = 1atm$: $V_m = 24L \cdot mol^{-1}$

2) Quantité de matière et volume d'un gaz :

La quantité de matière n d'un échantillon X de volume $V(X)$ dans des conditions de température et de pression données est obtenue par la relation :

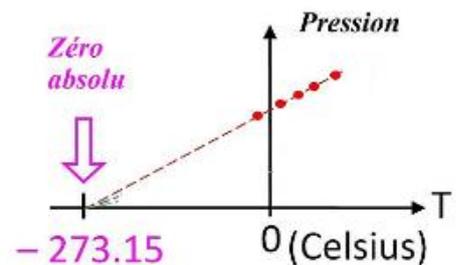
$$n(X) = \frac{V(X)}{V_m} \quad (mol)$$

3) Loi de BOYLE-MARIOTTE

Enoncé de la loi : A température constante, le produit $P \cdot V$ de la pression P et du volume V d'une certaine quantité de gaz est constant : $P \cdot V = Cte$

4) L'échelle absolue de la température:

Pour un gaz de volume et de quantité de matière constante (gaz dans un ballon fermé), le tracé de la courbe de variation de la pression P en fonction de la température donne la figure ci-contre :



Grandeurs physiques liées à la quantité de matière

En prolongeant la courbe jusqu'à ce qu'elle se coupe avec l'axe de la température centésimale, on constate que la pression s'annule (théoriquement) lorsque la température est -273°C .

La température -273°C correspond à l'origine de l'échelle de température absolue c'est-à-dire : zéro kelvin.

La relation entre la température absolue et la température :

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$$

5) Equation d'état d'un gaz parfait :

L'état d'un gaz est parfaitement déterminé par les quatre variables d'état suivantes :

La pression P ; le volume V ; la température T ; et la quantité de matière n .

Pour un gaz parfait, les quatre variables d'état reliées par l'équation d'état des gaz parfaits :

$$PV = nRT$$

Avec :

P : la pression du gaz en (Pa) ;

V : le volume du gaz en (m^3) ;

N : la quantité de matière du gaz en (mol) ;

T : la température absolue du gaz en (K) ;

R : la constante des gaz parfait $R = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Remarque :

Dans les conditions courantes de température et de pression, tous les gaz peuvent être assimilés à des gaz parfaits, sauf si leur température est trop basse ou leur pression trop forte.

Application n°(3):

À température $t = 20^{\circ}\text{C}$ et sous une pression $P = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ un hydrocarbure gazeux de formule $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ a une densité par rapport à l'air $d = 2,00$

1- Calculer le volume molaire des gaz dans les conditions étudiées.

2- Déterminer la masse molaire de l'hydrocarbure.

3- En déduire sa formule brute.

La masse volumique de l'air dans les conditions de l'étude $\rho_{\text{air}} = 1,21 \text{ g}/\ell$

Grandeurs physiques liées à la quantité de matière

Réponse :

| | |
|-------|-------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Application n°(4):

À 20°C et sous 101,3KPa l'éthoxyéthane, de formule $C_4H_{10}O$, plus couramment appelé éther, est un liquide ; sa masse volumique vaut alors 0,71g/ml .

1- Quel est le volume molaire de l'éther liquide ?

2- L'éther est un liquide volatil : sa température d'ébullition est de 34°C sous cette pression .

Quel est le volume molaire de l'éther gazeux dans ces conditions ?

3- Calculer alors la masse volumique de l'éther gazeux .

Réponse :

| | |
|-------|-------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Grandeurs physiques liées à la quantité de matière

IV- Quantité de matière et concentration d'une solution:

1) Concentration molaire :

La concentration molaire C d'une solution non saturée est égale au rapport de la quantité de matière $n(X)$ de soluté X dissoute sur le volume V de la solution.

$$C = \frac{n(X)}{V} \quad (\text{mol/L})$$

2) Concentration massique :

La concentration massique C_m d'une solution non saturée est égale au rapport de la masse $m(X)$ de soluté X dissoute sur le volume V de la solution.

$$C_m = \frac{m(X)}{V}$$

Remarque : Relation entre C et C_m :

$$C_m = C \cdot M(X)$$

V- Dilution d'une solution: (Rappel)

1) Définition:

La dilution est un procédé consistant à obtenir une solution finale de concentration inférieure à celle de départ, soit par ajout de solvant, soit par prélèvement d'une partie de la solution et en complétant avec du solvant.

Remarque :

Lors d'une dilution le volume de la solution augmente et sa concentration diminue mais la quantité de matière reste inchangée.

2) Relation de dilution :

Lorsqu'on rajoute un volume de solvant à une solution mère de concentration C et de volume V , nous obtenons une solution fille de concentration C' et de volume V' .

Comme la quantité de matière reste inchangée, alors : $n = n'$

avec : $n = C \cdot V$ et $n' = C' \cdot V'$

D'où la relation dite relation de dilution :

$$C \cdot V = C' \cdot V'$$

3) Facteur de dilution :

A partir de la relation de dilution, on peut écrire : $\frac{C}{C'} = \frac{V'}{V} = \alpha$

α est appelé : facteur de dilution (sans unité).

