

Branche 3 : CHIMIE

Préface

Les exercices illustrent différentes notions de base indispensables à la compréhension de la chimie générale.

Ils sont de difficulté croissante.

1^{ère} Partie : Enoncés des exercices

1. MASSE VOLUMIQUE

1.1 Un bloc de fer (structure cristalline cubique) de volume égal à 450 cm^3 , a une masse de 3,54 kg. Quelle est la masse volumique du fer (réponse en g.cm^{-3}).

1.2 Quel est le volume V (m^3) occupé par 40 t de n-heptane à 20°C ?
($\rho_{\text{n-heptane}} = 0,684 \text{ kg.dm}^{-3}$)

2. THEORIE ATOMIQUE

2.1 Déterminez les nombres de protons (p^+), d'électrons (e^-) et de neutrons (n^0) dans les nucléides et les ions suivants :

- nucléides : $^{16}_8\text{O}$; $^{40}_{18}\text{Ar}$; $^{235}_{92}\text{U}$
- ions monoatomiques : $^{40}_{20}\text{Cu}^{++}$; $^{19}_9\text{F}^-$

2.2 Que vaut la masse m d'un atome de chrome ?

2.3 Calculez le nombre de moles n contenues dans les deux échantillons suivants :

1. 558,5 g de fer
2. 29,42 g d' H_2SO_4

2.4 Quel est le nombre de molécules contenues dans 20 g d'alumine pure (Al_2O_3) ?

2.5 Déterminez la masse correspondant à chacun des nombres de moles suivants :

1. 3 mol de titane
2. 15 mol de sulfate de cuivre pentahydraté ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

2.6 Calculez la masse de chacun des éléments contenus dans 2,5 moles de $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ et le pourcentage de chaque élément dans ce composé.

3. EXPRESSION DE LA COMPOSITION DES SYSTEMES CHIMIQUES

- 3.1 Calculez les fractions massiques et molaires de chaque constituant des systèmes suivants :
1. un laiton : 1,53 mol de Zn + 2,36 mol de Cu
 2. un verre inorganique : 3,97 kg de Na₂O + 1,79 kg de CaO + 9,61 kg de SiO₂
- 3.2 Une eau provenant d'un procédé industriel contient 20% en masse de soude caustique (NaOH). Quelle quantité (en masse) d'eau doit-on traiter pour récupérer 30 kg de soude ?
- 3.3 Déterminez la molarité de 300,0 cm³ d'une solution aqueuse contenant 2,942 g d'acide sulfurique.
- 3.4 Calculez la concentration C_{HNO_3} massique et la molarité [HNO₃] du réactif commercial suivant : acide nitrique à 33% en masse et de masse volumique $\rho = 1,20 \text{ kg}\cdot\text{dm}^{-3}$.
- 3.5 Quelle masse m de soluté faut-il utiliser pour préparer chacune des solutions suivantes ?
1. 4,0 dm³ d'une solution de sulfate de cuivre pentahydraté de molarité 0,100 mol.dm⁻³
 2. 5,0 m³ de solution de chlorure de sodium 0,01% (on considère que la solution a une masse volumique pratiquement égale à celle de l'eau).
- 3.6 Une solution contient 21,23 g de phosphate de potassium par litre. On prélève 150,0 cm³ de cette solution que l'on transfère dans un ballon jaugé. On porte par addition d'eau le volume final à 2,00 litres exactement. Quelle est la molarité et la concentration massique volumique (en g.dm⁻³) de la solution ainsi obtenue ?
- 3.7 Une étudiante dispose de deux solutions de fluorure d'hydrogène : A₁ : 1,0 M et A₂ : 0,4 M. Quels volumes V_{A_1} et V_{A_2} de ces deux solutions doit-elle mélanger pour obtenir 4 L d'une solution A_f 0,6 M ?

4. PROPRIETES DES GAZ PARFAITS

- 4.1 Calculez le volume molaire, dans les conditions normales ($\theta = 0^\circ\text{C}$ et $P = 1,013 \text{ bar}$), d'un gaz parfait.
- 4.2 Que vaut la masse volumique ρ du dichlore Cl₂ dans les conditions suivantes : $\theta = 200^\circ\text{C}$ et $P = 50,65 \text{ bar}$?

- 4.3 Un dérivé organique gazeux a une masse volumique de $11,68 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ à 30°C et sous $5,065 \text{ bar}$. Sa molécule renferme $82,66\%$ de C et $17,34\%$ d'H. Déterminez la masse molaire M et la formule moléculaire brute (f.m.b.) C_xH_y de cette substance.
- 4.4 Un réservoir fermé d'un volume $V = 10 \text{ m}^3$ contient un mélange de benzène, de toluène et de xylène. Le mélange gazeux a la composition suivante :

| | NOM DU GAZ | f.m.b. | MASSE (kg) |
|---|------------|---------------------------|------------|
| 1 | benzène | C_6H_6 | 300 |
| 2 | toluène | C_7H_8 | 120 |
| 3 | xylène | C_8H_{10} | 30 |

Déterminez :

- les fractions molaires y_i de chacun des constituants du mélange
- la pression totale P , exprimée en bar à l'intérieur du réservoir, à la température de 300°C .
- les pressions partielles p_i de chacun des gaz.

5. STOECHIMETRIE DES REACTIONS

Pour les exercices 5.1 et 5.2, on demande :

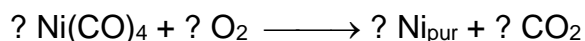
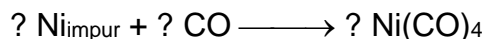
- d'équilibrer les équations chimiques
- de calculer les quantités stoechiométriques de chaque réactif à engager pour obtenir la quantité demandée de produit.

- 5.1 L'obtention du silicium très pur, utilisé en électronique pour la fabrication des « puces », s'effectue par la réaction suivante :



Production demandée : 250 kg de Si.

- 5.2 Le nickel est un métal utilisé en alliage avec le fer et donnant des matériaux très résistants à la température et à la corrosion. Le nickel impur, obtenu préalablement par réduction de sulfure, est purifié par les deux réactions suivantes :

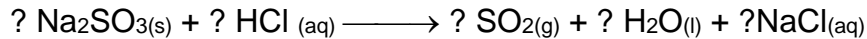


On demande la masse de CO à utiliser pour réaliser une production de 500 kg de Ni pur.

5.3 Une eau polluée (solution A) contient du carbonate de sodium à la concentration de 5 g.dm^{-3} . Quel volume V_B de solution B d'acide chlorhydrique dont la concentration $C_B = 100 \text{ g.dm}^{-3}$ faut-il utiliser pour neutraliser 10 m^3 d'eau polluée ?

5.4 Préparation du dioxyde de soufre au laboratoire.

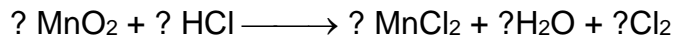
Calculez les masses de sulfite de sodium (Na_2SO_3) et d'acide chlorhydrique pur à mettre en œuvre pour obtenir 150 g de dioxyde de soufre par la réaction suivante :



En pratique, HCl est fourni sous forme d'une solution à 30% en masse ($\rho = 1,15 \text{ kg dm}^{-3}$). Quel volume de cette solution doit-on utiliser ?

Quel est le volume V_{SO_2} ($\rho = 1,013 \text{ bar}$, $\theta = 30^\circ\text{C}$) occupé par le SO_2 formé, ce gaz très irritant et polluant, étant considéré comme parfait ?

5.5 Le dichlore est préparé, au laboratoire, par réaction de l'acide chlorhydrique avec l'oxyde de manganèse (II), selon la réaction suivante :



Calculez les masses de chaque réactif, supposé pur, à engager pour obtenir 20 dm^3 de dichlore (Cl_2) sous $P = 1,013 \text{ bar}$ et $\theta = 0^\circ\text{C}$.

L'HCl provient d'une solution à 37% en masse ($\rho = 1,19 \text{ kg.dm}^{-3}$). Quel est le volume de cette solution qui doit être engagé pour respecter les quantités stoechiométriques ?

Quelle masse de MnO_2 , impur à 85%, doit-on engager ?

2^{ème} Partie : Solutions des exercices

1. MASSE VOLUMIQUE

1.1 $\rho_{\text{Fe}} = 7,87 \text{ g.cm}^{-3}$

1.2 $V = 58,5 \text{ m}^3$

2. THEORIE ATOMIQUE

2.1 O : 8 p⁺, 8 e⁻, 8 n⁰

Ar : 18 p⁺, 18 e⁻, 22 n⁰

U : 92 p⁺, 92 e⁻, 143 n⁰

Cu⁺⁺ : 20 p⁺, 18 e⁻, 20 n⁰

F⁻ : 9 p⁺, 10 e⁻, 10 n⁰

2.2 $m = 8,64 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

2.3 1. $n = 10,0 \text{ mol}$

2. $n = 0,300 \text{ mol}$

2.4 $1,18 \cdot 10^{23}$

2.5 1. $m = 143,6 \text{ g}$

2. $m = 3,746 \text{ kg}$

2.6 m : Mn : 137,35 g , S : 80,15 g , O : 320,0 g , H : 20,16 g

% : Mn : 24,6% , S : 14,4% , O : 57,4% , H : 3,6%

3. EXPRESSION DE LA COMPOSITION DES SYSTEMES CHIMIQUES

3.1

1. $X_{\text{Zn}} = 0,393$, $X_{\text{Cu}} = 0,607$, $W_{\text{Zn}} = 0,400$, $W_{\text{Cu}} = 0,600$

2. $X_{\text{Na}_2\text{O}} = 0,250$, $X_{\text{Cu}} = 0,125$, $X_{\text{SiO}_2} = 0,625$

$X_{\text{Na}_2\text{O}} = 0,258$, $W_{\text{CaO}} = 0,116$, $W_{\text{SiO}_2} = 0,625$

3.2 $m = 150 \text{ kg}$

3.3 $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 0,100 \text{ mol.dm}^{-3}$

3.4 $C_{\text{HNO}_3} = 396 \text{ g.dm}^{-3}$, $[\text{HNO}_3] = 6,28 \text{ mol.dm}^{-3}$

3.5 1. $m = 99,88 \text{ g}$

2. $m = 500 \text{ g}$

3.6 $[\text{K}_3\text{PO}_4] = 0,00750 \text{ mol.dm}^{-3}$, $C_{\text{K}_3\text{PO}_4} = 1,59 \text{ g.dm}^{-3}$

3.7 $V_{A_1} = 1,33 \text{ dm}^3$, $V_{A_2} = 2,67 \text{ dm}^3$

4. PROPRIETES DES GAZ PARFAITS

4.1 $V = 22,4 \text{ dm}^3$

4.2 $\rho_{\text{Cl}_2} = 91,3 \text{ g.dm}^{-3}$

4.3 $M = 58,12 \text{ g.mol}^{-1}$, f.m.b. : C_4H_{10}

4.4

1. $y_{\text{C}_6\text{H}_6} = 0,709$, $y_{\text{C}_7\text{H}_8} = 0,239$, $y_{\text{C}_8\text{H}_{10}} = 0,052$

2. $P = 25,83 \text{ bar}$

3. $P_{\text{C}_6\text{H}_6} = 18,34 \text{ bar}$

$P_{\text{C}_7\text{H}_8} = 6,20 \text{ bar}$

$P_{\text{C}_8\text{H}_{10}} = 1,29 \text{ bar}$

5. STOECHIOMETRIE DES REACTIONS

5.1 $m_{\text{SiCl}_4} = 1512 \text{ kg}$, $m_{\text{Zn}} = 1164 \text{ kg}$

5.2 $m_{\text{CO}} = 954,5 \text{ kg}$

5.3 $V = 344 \text{ dm}^3$

5.4 $m_{\text{Na}_2\text{SO}_3} = 295,1 \text{ g}$

$m_{\text{HCl}} = 170,6 \text{ g}$

$V_{\text{HCl}} = 494,5 \text{ cm}^3$

$V_{\text{SO}_2} = 58,2 \text{ dm}^3$

5.5 $m_{\text{MnO}_2\text{pur}} = 77,56 \text{ g}$

$m_{\text{HClpur}} = 130,09 \text{ g}$

$V_{\text{HCl}} = 295,5 \text{ mL}$

$m_{\text{MnO}_2\text{impur}} = 91,25 \text{ g}$