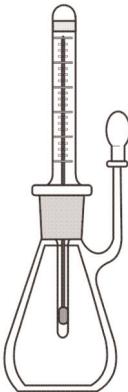
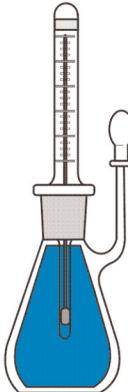
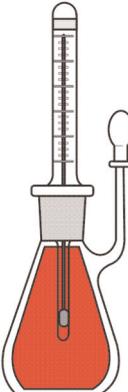


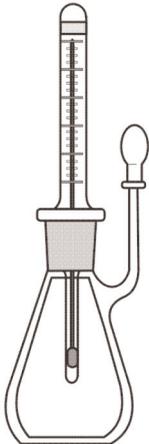
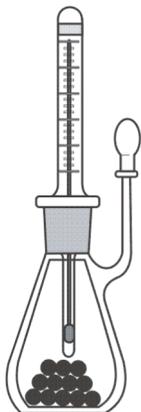
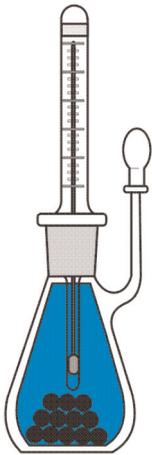
Table des matières

Chapitre 1	Bases de mathématiques	7
Chapitre 2	Expression des résultats de mesures	27
Chapitre 3	Grandeurs fondamentales et unités	35
Chapitre 4	Masse volumique	47
Chapitre 5	Fraction massique, composition centésimale et formule brute	59
Chapitre 6	Quantités et concentrations	73
Chapitre 7	Mélanges et dilutions	93
Chapitre 8	Stoechiométrie	129
Chapitre 9	Lois des gaz	155
Chapitre 10	Analyse volumétrique	167
Chapitre 11	Gravimétrie	195
Chapitre 12	Spectroscopie	201
Chapitre 13	Chromatographie	211
Chapitre 14	Eléments de calcul statistique	229
Chapitre 15	Les doses	253
Chapitre 16	Mesures cinétiques	259
Chapitre 17	Résultats des exercices	271
Annexes		293
Formulaire		
Nomenclature des exercices		

4.2.1 Détermination de la masse volumique d'un fluide

Pesée		Opérations	Résultats
 <p>Pycnomètre vide</p>	m_1 [g]		
 <p>Pycnomètre plein d'eau</p>	m_2 [g]	$m_2 - m_1 = m_{\text{eau}}$ $\frac{m_{\text{eau}} \text{ [g]}}{\rho_{\text{eau}} \text{ [g/ml]}} = V_{\text{eau}}$	$m_{\text{eau}} \text{ [g]}$ $V_{\text{eau}} = V_{\text{pycno}}$
 <p>Pycnomètre plein de fluide</p>	m_3 [g]	$m_3 - m_1 = m_{\text{fluide}}$ $\frac{m_{\text{fluide}} \text{ [g]}}{V_{\text{pycno}} \text{ [ml]}} = \rho_{\text{fluide}}$	$m_{\text{fluide}} \text{ [g]}$ $\rho_{\text{fluide}} \text{ [g/ml]}$

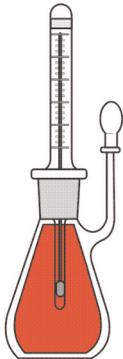
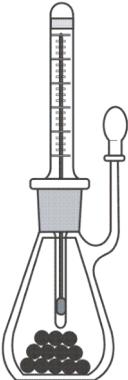
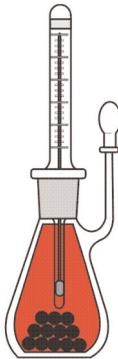
4.2.2 Détermination de la masse volumique d'un solide plus dense que l'eau et insoluble dans l'eau.

Pesée		Opérations	Résultats
 <p>Pycnomètre vide</p>	m_1 [g]		
Pycnomètre plein d'eau	m_2 [g]	Cas précédent	V_{pycno} [ml]
 <p>Pycnomètre + solide</p>	m_3 [g]	$m_3 - m_1 = m_{\text{solide}}$	m_{solide} [g]
 <p>Pycnomètre + solide + eau</p>	m_4 [g]	$m_4 - m_3 = m'_{\text{eau}}$ $\frac{m'_{\text{eau}} \text{ [g]}}{\rho_{\text{eau}} \text{ [g/ml]}} = V'_{\text{eau}}$ $V_{\text{pycno}} - V'_{\text{eau}} = V_{\text{solide}}$ $\frac{m_{\text{solide}} \text{ [g]}}{V_{\text{solide}} \text{ [ml]}} = \rho_{\text{solide}}$	m'_{eau} [g] V'_{eau} [ml] V_{solide} [ml] ρ_{solide} [g/ml]

4.2.3 Détermination de la masse volumique d'un solide moins dense que l'eau ou soluble dans l'eau

Dans ce cas, on utilisera un solvant de masse volumique inférieure à celle du solide et ne dissolvant pas ce dernier.

Il s'agira tout d'abord de déterminer la masse volumique de ce solvant.

Pesée		Opérations	Résultats
Pycnomètre vide	m_1 [g]		
Pycnomètre plein d'eau	m_2 [g]	Cas précédent	V_{pycno} [ml]
 Pycnomètre + solvant	m_3 [g]	$m_3 - m_1 = m_{\text{solvant}}$ $\frac{m_{\text{solvant}} \text{ [g]}}{V_{\text{pycno}} \text{ [ml]}} = \rho_{\text{solvant}}$	m_{solvant} [g] ρ_{solvant} [g/ml]
 Pycnomètre + solide	m_4 [g]	$m_4 - m_1 = m_{\text{solide}}$	m_{solide} [g]
 Pycnomètre + solide + solvant	m_5 [g]	$m_5 - m_4 = m'_{\text{solvant}}$ $\frac{m'_{\text{solvant}} \text{ [g]}}{\rho_{\text{solvant}} \text{ [g/ml]}} = V'_{\text{solvant}}$ $V_{\text{pycno}} - V'_{\text{solvant}} = V_{\text{solide}}$ $\frac{m_{\text{solide}} \text{ [g]}}{V_{\text{solide}} \text{ [ml]}} = \rho_{\text{solide}}$	m'_{solvant} [g] V'_{solvant} [ml] V_{solide} [ml] ρ_{solide} [g/ml]

Exercices

Toutes les pesées ont été effectuées à 20,00 °C. La poussée dans l'air est considérée comme négligeable.

4.1 Une cuve cylindrique qui a un diamètre intérieur de 1,380 m est remplie jusqu'à une hauteur de 2,160 m d'une solution de soude caustique dont $\rho = 1,310 \text{ g/ml}$. Calculer la masse de la cuve pleine sachant qu'à vide elle pèse 224 kg.

4.2 La masse d'eau qui s'écoule d'une pipette jaugée de 25 ml est de 24,981 g à 20,00 °C. Calculer l'écart, en μl , entre le volume nominal et le volume réel sachant que la masse volumique de l'eau à 20,00 °C est de $\rho = 0,9982 \text{ g/ml}$.

4.3 On doit préparer un mélange de solvants ayant une masse volumique de 1,000 g/ml à partir de toluène ($\rho = 0,866 \text{ g/ml}$) et de 1,1,1-trichloroéthane ($\rho = 1,336 \text{ g/ml}$). Quelle masse de toluène doit-on prendre pour préparer 1000 ml de mélange ? (La contraction de volume est négligeable).

4.4 Calculer la masse volumique à 20,00 °C d'un mélange de gaz d'après les valeurs suivantes :

Récipient sous vide :	123,0673 g
Récipient + eau :	246,5598 g
Récipient + mélange de gaz :	123,2081 g
Masse volumique de l'eau à 20,00 °C :	0,9982 g/ml

4.5 Un pycnomètre contient 49,9075 g d'eau à 20,00 °C, ou 41,0553 g d'un certain solvant organique, toujours à 20,00 °C. Calculer la masse volumique du solvant organique en question à 20,00 °C, sachant que la masse volumique de l'eau à cette température est de 0,9982 g/ml.

4.6 Un pycnomètre qui, vide, pèse 31,4334 g, pèse 56,3987 g lorsqu'il est rempli d'eau à 20,00 °C et 54,0579 g lorsqu'il est rempli d'un certain solvant organique. La masse volumique de l'eau à 20,00 °C $\rho = 0,9982 \text{ g/ml}$. Calculer la masse volumique du solvant en question à 20,00 °C.

4.7 Calculer la masse volumique d'une solution de soude à partir des valeurs suivantes, mesurées à 20,00 °C :

Pycnomètre vide :	12,1741 g
Pycnomètre + eau :	37,2256 g
Pycnomètre + soude :	41,9183 g
Masse volumique de l'eau à 20,00 °C :	0,9982 g/ml

4.8 Calculer la masse volumique du marbre à partir des valeurs suivantes, obtenues à 20,00 °C :

Pycnomètre vide :	13,6590 g
Pycnomètre + eau :	63,7025 g
Pycnomètre + marbre :	18,6830 g
Pycnomètre + marbre + eau :	66,8658 g
Masse volumique de l'eau à 20,00 °C :	0,9982 g/ml

5 Fraction massique, composition centésimale et formule brute

5.1 Fraction massique

On appelle fraction massique $w(A)$ la part (en gramme) d'un composant A par gramme de mélange, autrement dit

$$w(A) = \frac{m(A)}{m_{\text{mélange}}}$$

La masse totale étant ramenée à 1 g, $w(A)$ est forcément compris entre 0 et 1.

$$0 \leq w(A) \leq 1$$

Cas particuliers :

- Si $w(A) = 0$, le composant A n'est pas présent dans le mélange.
- Si $w(A) = 1$, le composant A est pur.

NB: On a l'habitude de parler en % (A), c'est-à-dire en parts de A pour 100 parts de mélange. Donc, le pourcentage vaut 100 fois la fraction massique.

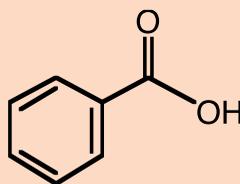
Dans un composé chimique pur, chaque élément représente une certaine proportion de la masse totale, qui en l'occurrence est la masse molaire du composé. On peut donc définir pour chaque élément sa fraction massique ou son pourcentage. L'ensemble des pourcentages représente la **composition centésimale** de la molécule.

Exemple

L'acide benzoïque

Formule brute : $C_7H_6O_2$

Masse molaire totale = 122,12 g/mol



Carbone

Nombre d'atomes de carbone dans la molécule = 7

Masse du carbone contenu dans une mole d'acide benzoïque = $7 \cdot 12,01 = 84,07$ g

$$w(C)_{\text{ac. benzoïque}} = \frac{84,07 \text{ g}}{122,12 \text{ g}} = 0,68842 \text{ ou, exprimé en pourcents : } 68,842 \%$$

Hydrogène

Nombre d'atomes d'hydrogène dans la molécule = 6

Masse d'hydrogène contenu dans une mole d'acide benzoïque = $6 \cdot 1,008 = 6,048$ g

$$w(H)_{\text{ac. benzoïque}} = \frac{6,048 \text{ g}}{122,12 \text{ g}} = 0,04953 \text{ ou, exprimé en pourcents : } 4,953 \%$$

Oxygène

Nombre d'atomes d'oxygène dans la molécule = 2

Masse de l'oxygène contenu dans une mole d'acide benzoïque = $2 \cdot 16,00 = 32,00 \text{ g}$

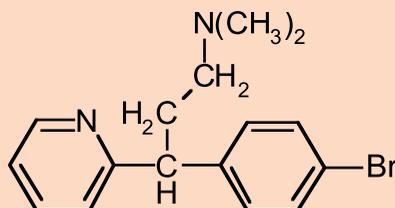
$$w(\text{O})_{\text{ac. benzoïque}} = \frac{32,00 \text{ g}}{122,12 \text{ g}} = 0,2620 \text{ ou, exprimé en pourcents : } 26,20 \%$$

5.2 Composition centésimale d'une molécule connue

Soit une molécule connue, dont on aimerait connaître la composition centésimale, c'est-à-dire la fraction massique et le pourcentage de chaque élément présent. Pour cela, il faut tout d'abord déterminer sa formule brute et sa masse molaire. A partir de ces deux données, on pourra calculer la teneur en chaque élément de cette molécule.

Exemple

Soit la molécule suivante :



Formule brute : $\text{C}_{16}\text{H}_{19}\text{BrN}_2$

Masse molaire : $319,232 \text{ g/mol}$

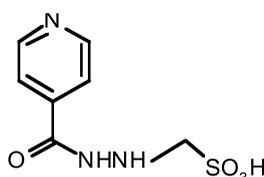
$$w(\text{C}) = \frac{16 \cdot 12,01 \text{ g}}{319,232 \text{ g}} = 0,6019 \approx 60,19\% \quad w(\text{H}) = \frac{19 \cdot 1,008 \text{ g}}{319,232 \text{ g}} = 0,05999 \approx 5,999\%$$

$$w(\text{Br}) = \frac{79,90 \text{ g}}{319,232 \text{ g}} = 0,2503 \approx 25,03\% \quad w(\text{N}) = \frac{2 \cdot 14,01 \text{ g}}{319,232 \text{ g}} = 0,08777 \approx 8,777\%$$

Exercices

Calculer la composition centésimale des molécules suivantes

5.1



Formule brute :

masse molaire :

Fractions massiques :