

## Exercice de révision Physique-Chimie Passage en 1ère générale

### Exercice 1 – L'atome d'indium

L'indium est un métal gris brillant résistant à la corrosion atmosphérique, présentant une réactivité chimique assez similaire à celles de l'aluminium. Son symbole chimique est  $\text{In}$ .

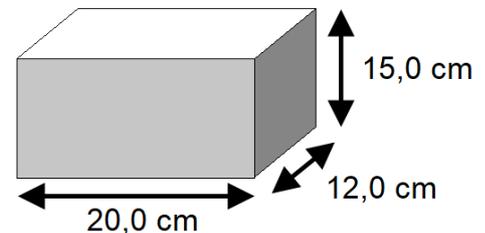
- Données :**
- Masse d'un proton :  $m_P = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
  - Masse d'un neutron :  $m_N = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
  - Masse d'un électron :  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

- 1.1) Les noyaux d'indium les plus courants dans la nature ont pour symbole  ${}^{115}_{49}\text{In}$ . Déterminez la composition des atomes d'indium les plus fréquemment rencontrés (nombres de protons, des neutrons et d'électrons).
- 1.2) Comparez la masse d'un nucléon à celle d'un électron. Expliquez ce qu'on peut en déduire quant à la masse d'un atome par rapport à celle de son noyau.
- 1.3) Déduisez de vos réponses précédentes la masse  $m_{\text{atome}}$  d'un atome d'indium.
- 1.4) Déduisez de votre réponse précédente le nombre d'atomes d'indium dans 500 g d'indium.
- 1.5) Il existe également des atomes d'indium dont le symbole est  ${}^{113}_{49}\text{In}$ . Nommez la relation existant entre l'indium 115 et l'indium 113.

### Exercice 2 – Détermination d'une masse volumique

On dispose d'un bloc de métal que l'on souhaite identifier grâce à sa masse volumique  $\rho_{\text{métal}}$ .

Les dimensions du bloc sont 20,0 cm x 12,0 cm x 15,0 cm comme représenté sur le schéma ci-contre.



- 2.1) Calculez en mètres cubes ( $\text{m}^3$ ) le volume du bloc de métal.
- 2.2) On mesure la masse du bloc de métal. Le résultat lu sur la balance est  $m_{\text{bloc}} = 25,74 \text{ kg}$ . Déterminez la nature du métal constituant le bloc : S'agit-il d'aluminium, de chrome ou de nickel ?

- Données :**
- Masse volumique de l'aluminium :  $\rho_{\text{aluminium}} = 2,699 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
  - Masse volumique du chrome :  $\rho_{\text{chrome}} = 7,150 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
  - Masse volumique du nickel :  $\rho_{\text{nickel}} = 8,902 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

### Exercice 3 – Concentration des solutions aqueuses

Le permanganate de potassium, de formule  $\text{KMnO}_4$ , est un oxydant puissant, très utilisé en Chimie. Cette espèce chimique se présente sous forme d'une poudre gris foncé.

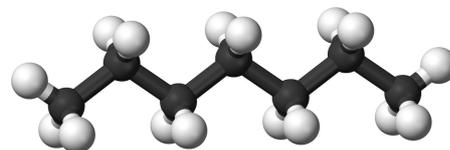
- 3.1) Pour préparer une solution de permanganate de potassium, on introduit une masse  $m_1 = 25,0 \text{ g}$  de cette espèce dans une fiole de 200 mL. Déterminez la valeur de la concentration en masse  $C_{m1}$  en permanganate de potassium de la solution obtenue une fois la dissolution réalisée. Exprimez le résultat en grammes par litre ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ).
- 3.2) On cherche à obtenir 150 mL d'une solution de permanganate de potassium à la concentration  $C_{m2} = 50 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Déterminez la masse  $m_2$  de permanganate de potassium qu'il faut utiliser pour réaliser cette solution.

3.3) On dispose d'une solution de permanganate de potassium à la concentration  $C_{m3} = 60 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . On cherche à obtenir, par dilution de cette solution mère, 100 mL d'une solution fille à la concentration  $C_{m4} = 15 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Calculez le volume de solution mère à utiliser pour réaliser la solution fille.

#### Exercice 4 – Quantité de matière et équation de réaction

L'heptane est un hydrocarbure de formule brute  $\text{C}_7\text{H}_{16}$ . À pression et température ambiantes, il se présente sous forme d'un liquide volatil et inflammable.

On cherche à déterminer la masse de dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$  produite lors de la combustion d'un kilogramme d'heptane.



Représentation 3D de la molécule d'heptane

4.1) À l'aide des données disponibles en fin d'exercice, déterminez la masse  $m(\text{C}_7\text{H}_{16})$  d'une molécule d'heptane.

4.2) À l'aide de votre réponse précédente, déterminez le nombre  $N(\text{C}_7\text{H}_{16})$  de molécules d'heptane présentes dans un kilogramme de cette espèce chimique. Déterminez ensuite la quantité de matière  $n(\text{C}_7\text{H}_{16})$  constituant cet échantillon.

4.3) Sachant que la combustion de l'heptane avec le dioxygène produit du dioxyde de carbone et de l'eau, établissez l'équation de cette réaction.

4.4) À partir de vos réponses précédentes, déduisez le nombre  $N(\text{CO}_2)$  de molécules de dioxyde de carbone produites lors de la combustion d'un kilogramme d'heptane. Déduisez-en la masse  $m(\text{dioxyde de carbone})$  de dioxyde de carbone produit.

#### Données

##### ► Masses de différents atomes

• Hydrogène :  $m_{\text{H}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

• Carbone :  $m_{\text{C}} = 2,00 \times 10^{-26} \text{ kg}$

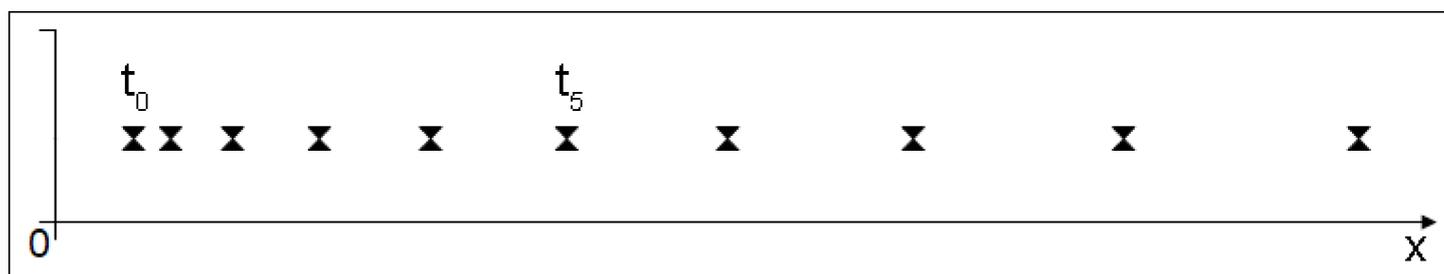
► Masse d'une molécule de dioxyde de carbone :  $m(\text{CO}_2) = 7,34 \times 10^{-26} \text{ kg}$

##### ► Constante d'Avogadro

La constante d'Avogadro a pour valeur  $\mathcal{N}_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

#### Exercice 5 – Description d'un mouvement

Lors d'un essai automobile, un véhicule roule en ligne droite. L'axe qu'il suit est nommé (Ox) et on suit la position du véhicule au cours du temps grâce à un capteur. Le graphique ci-dessous représente les positions successives du capteur. L'intervalle de temps  $\tau$  entre deux positions successives est constant.



Les positions successives du véhicule ainsi que les dates associées sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Date $t$ en secondes	0,00	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20
Position sur l'axe (Ox) en mètres	1,33	1,87	2,58	3,47	4,53	5,77	7,19	8,78	10,55

5.1) À l'aide du graphique, déterminez si le mouvement est ralenti ou accéléré.

5.2) Grâce au tableau, déterminez la valeur de l'intervalle de temps  $\tau$  entre deux positions successives du système.

5.3) Déterminez la vitesse du système aux dates respectives  $t = 0,30$  s et  $t = 0,75$  s. Indiquez si ces résultats sont en accord avec votre réponse à la première question.

## Corrigé

### Exercice 1 – L'atome d'indium

1.1) D'après la notation symbolique, un noyau d'indium est constitué de  $A = 115$  nucléons, dont  $Z = 49$  protons et donc  $N = A - Z = 115 - 49 = 66$  neutrons.

Un atome étant électriquement neutre, il comporte autant de charges négatives que de charges positives, c'est-à-dire autant d'électrons que de protons. L'atome d'indium comporte donc  $Z = 49$  électrons.

$$1.2) \frac{m_{\text{nucléon}}}{m_e} = \frac{1,67 \times 10^{-27}}{9,11 \times 10^{-31}} = 1,8 \times 10^3$$

Un nucléon (proton ou neutron) a donc une masse environ 1 800 fois plus grande que celle d'un électron. De ce fait, la masse des électrons est négligeable devant celle du noyau. On peut donc considérer que la masse d'un atome est égale à celle de son noyau.

$$1.3) m_{\text{atome}} \approx m_{\text{noyau}} = A \times m_{\text{nucléon}}$$

$$\text{AN : } m_{\text{atome}} = 115 \times 1,67 \times 10^{-27} = 1,92 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

La masse d'un atome d'indium vaut  $1,92 \times 10^{-25}$  kg.

$$1.4) m_{\text{atome}} = 1,92 \times 10^{-25} \text{ kg} = 1,92 \times 10^{-22} \text{ g}$$

$$\frac{m_{\text{échantillon}}}{m_{\text{atome}}} = \frac{500}{1,92 \times 10^{-22}} = 2,60 \times 10^{24}$$

Un échantillon de 500 g d'indium contient  $2,60 \times 10^{24}$  atomes.

1.5) L'indium 115 et l'indium 113 appartiennent au même élément, et présentent donc le même nombre de protons. Mais ces noyaux présentent des nombres de nucléons, donc de neutrons différents. Il s'agit d'isotopes.

### Exercice 2 – Détermination d'une masse volumique

Les dimensions du bloc sont 20,0 cm x 12,0 cm x 15,0 cm comme représenté sur le schéma ci-contre.

2.1) Le volume du bloc correspond au produit de ses différentes dimensions. Pour ne pas avoir à convertir le volume en mètres cubes a posteriori, on peut préalablement convertir les dimensions en mètres.

$$V_{\text{bloc}} = (20,0 \times 10^{-2} \text{ m}) \times (12,0 \times 10^{-2} \text{ m}) \times (15,0 \times 10^{-2} \text{ m}) = 3,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Le volume du bloc vaut  $3,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ .

$$2.2) \rho_{\text{métal}} = \frac{m_{\text{bloc}}}{V_{\text{bloc}}}$$

$$\text{AN : } \rho_{\text{métal}} = \frac{25,74}{3,6 \times 10^{-3}} = 7,15 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

La masse volumique trouvée correspond à celle du chrome. Le bloc est donc constitué de ce métal.

### Exercice 3 – Concentration des solutions aqueuses

$$3.1) C_{m1} = \frac{m_1}{V_1}$$

$$200 \text{ mL} = 0,200 \text{ L}$$

$$\text{AN : } C_{m1} = \frac{25,0}{0,200} = 125 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

La concentration de la solution préparée vaut  $125 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

$$3.2) C_{m2} = \frac{m_2}{V_2} \text{ donc } m_2 = C_{m2} \times V_2$$

$$\text{AN : } m_2 = 50 \times 0,150 = 7,5 \text{ g}$$

Il faut utiliser 7,5 g de permanganate de potassium afin de réaliser la solution voulue.

$$3.3) \text{ On sait que lors d'une dilution, } C_{\text{mère}} \times V_{\text{mère}} = C_{\text{fille}} \times V_{\text{fille}}$$

$$\text{Ici, } C_{\text{mère}} = C_{m3} \text{ et } C_{\text{fille}} = C_{m4} \text{ donc } C_{m3} \times V_3 = C_{m4} \times V_4 \text{ . D'où } V_3 = \frac{C_{m4} \times V_4}{C_{m3}}$$

$$\text{AN : } C_{m3} = \frac{15 \times 0,100}{60} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ L} = 25 \text{ mL}$$

Il faut prélever 25 mL de solution mère pour préparer la solution fille.

### Exercice 4 – Quantité de matière et équation de réaction

$$4.1) m(C_7H_{16}) = 7 \times m_C + 16 \times m_H$$

$$\text{AN : } m(C_7H_{16}) = 7 \times 2,00 \times 10^{-26} + 16 \times 1,67 \times 10^{-27} = 1,67 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

La masse d'une molécule d'heptane vaut  $1,67 \times 10^{-25} \text{ kg}$ .

$$4.2) \bullet N(C_7H_{16}) = \frac{m_{\text{échantillon}}}{m(C_7H_{16})}$$

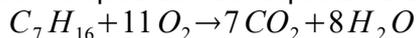
$$\text{AN : } N(C_7H_{16}) = \frac{1}{1,67 \times 10^{-25}} = 5,99 \times 10^{24} \text{ molécules}$$

$$\bullet n(C_7H_{16}) = \frac{N(C_7H_{16})}{N_A}$$

$$\text{AN : } n(C_7H_{16}) = \frac{5,99 \times 10^{24}}{6,02 \times 10^{23}} = 9,95 \text{ mol}$$

4.3) Les réactifs mis en jeu sont l'heptane  $C_7H_{16}$  et le dioxygène  $O_2$ . Les produits de la réaction sont le dioxyde de carbone  $CO_2$  et l'eau  $H_2O$ .

En ajustant les coefficients stœchiométriques afin de respecter la conservation de la matière, on obtient :



4.4) • D'après les coefficients stœchiométriques de l'équation établie précédemment, pour chaque mole d'heptane consommée il se forme 7 mol de dioxyde de carbone.

$$\text{On a donc } n(CO_2) = 7 \times n(C_7H_{16}) = 7 \times 9,95 = 69,7 \text{ mol}.$$

$$\text{D'où } N(CO_2) = n(CO_2) \times N_A = 69,7 \times 6,02 \times 10^{23} = 4,20 \times 10^{25} \text{ molécules}.$$

**Remarque :** La relation énoncée pour les quantités de matière est également vraie pour le nombre de molécules, à un facteur  $N_A$  près.

On aurait donc pu utiliser  $N(CO_2) = 7 \times N(C_7H_{16}) = 7 \times 5,99 \times 10^{24} = 4,19 \times 10^{25} \text{ molécules}$ . Cette réponse diffère légèrement de la précédente, avec un écart de 0,24%, à cause des arrondis effectués.

$$\bullet m(\text{dioxyde de carbone}) = N(CO_2) \times m(CO_2)$$

$$\text{AN : } m(\text{dioxyde de carbone}) = 4,20 \times 10^{25} \times 7,34 \times 10^{-26} = 3,08 \text{ kg}$$

La combustion d'un kilogramme d'heptane entraîne la formation de 3,08 kg de dioxyde de carbone.

### Exercice 5 – Description d'un mouvement

5.1) Les points sont de plus en plus espacés au cours de l'expérience. Cela signifie que le système parcourt une distance de plus en plus grande en un intervalle de temps donné. Le mouvement est donc accéléré.

5.2) Dans la première ligne du tableau, on constate que chaque valeur diffère de la suivante d'une valeur 0,15 s. Cette valeur correspond à la valeur de l'intervalle  $\tau$ . Par exemple, on peut calculer  $\tau = t_1 - t_0 = 0,15 - 0,00 = 0,15 \text{ s}$ .

$$5.3) v(t_i) = \frac{x(t_{i+1}) - x(t_i)}{\tau}$$

$$\bullet \text{AN : } v(t = 0,30 \text{ s}) = \frac{3,47 - 2,58}{0,15} = 5,93 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\bullet \text{AN : } v(t = 0,75 \text{ s}) = \frac{7,19 - 5,77}{0,15} = 9,47 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

La vitesse du système augmente entre  $t = 0,30 \text{ s}$  et  $t = 0,75 \text{ s}$ . Ces résultats sont en accord avec la réponse à la première question, puisqu'une accélération implique que la vitesse augmente au cours du temps.