



Chimie ou Biologie... Des considérations dimensionnelles pour distinguer ces 2 sciences – Corrigé

Rayon d'un atome

- Peser la masse de l'échantillon de cuivre à l'aide d'une balance : $m_{éch} = 25,0 \text{ g} = 2,50 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$
- Mesurer le volume de l'échantillon de cuivre par déplacement d'eau, à l'aide d'une éprouvette graduée. $V_{éch} = 2,8 \text{ mL} = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
- En comparant la masse d'un atome de cuivre à celle de l'échantillon, en déduire le nombre d'atomes de cuivre le constituant : $N_{Cu} = \frac{m_{éch}}{m_{Cu}} = \frac{2,50 \cdot 10^{-2}}{1,1 \cdot 10^{-25}} = 2,3 \cdot 10^{23}$ atomes.
- En déduire alors une estimation du volume d'un atome de cuivre, puis de son rayon :

$$V_{Cu} = \frac{V_{éch}}{N_{Cu}} = \frac{2,8 \cdot 10^{-6}}{2,3 \cdot 10^{23}} = 1,2 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow R_{Cu} = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi} V_{Cu}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi} \times 1,2 \cdot 10^{-29}} = 1,4 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,14 \text{ nm}$$

Rq : La valeur admise du rayon atomique du cuivre est $R_{Cu,th} = 128 \text{ pm} = 1,28 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
L'ordre de grandeur de la valeur obtenue expérimentalement est correct.

Par ailleurs, on peut calculer l'écart relatif entre les 2 valeurs :

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{|R_{Cu,th} - R_{Cu}|}{R_{Cu,th}} = \frac{|1,28 \cdot 10^{-10} - 1,4 \cdot 10^{-10}|}{1,28 \cdot 10^{-10}} = 0,094 = 9,4 \%$$

Longueur d'une molécule

$1 \text{ tsp} = 4,93 \text{ mL} = 4,93 \cdot 10^{-3} \text{ L}$. Or $1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L} \Rightarrow 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3 \Rightarrow 1 \text{ tsp} = 4,93 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Le volume d'huile contenu dans la cuillère est donc $V_h = 4,93 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

$1 \text{ ft} = 30,48 \text{ cm} = 0,3048 \text{ m} \Rightarrow 1 \text{ ft}^2 = 1 \text{ ft} \times 1 \text{ ft} = 0,3048 \times 0,3048 = 9,290 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

$\Rightarrow 1 \text{ ac} = 43560 \text{ ft}^2 = 43560 \times 9,290 \cdot 10^{-2} = 4047 \text{ m}^2 \Rightarrow 1 \text{ ac} = \frac{1}{2} \text{ ac} = \frac{4047}{2} = 2023 \text{ m}^2$

La surface recouverte par l'huile est donc $S_h = 2023 \text{ m}^2$

L'épaisseur de la couche d'huile, que l'on suppose monomoléculaire (1 seule molécule) est donc :

$$h_h = \frac{V_h}{S_h} = \frac{4,93 \cdot 10^{-6}}{2023} = 2,38 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 2,38 \text{ nm}$$

La longueur d'une molécule d'oléine est donc $l_{ol} = 2,38 \text{ nm} = 2,38 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

Rayon d'une cellule



On considère l'hématie comme une sphère. On peut mesurer son diamètre et en déduire son rayon :

$$\phi_{hé} = 0,7 \text{ UA} = 0,7 \times 10 = 7 \text{ } \mu\text{m} \Rightarrow R_{hé} = \frac{\phi_{hé}}{2} = \frac{0,7}{2} = 0,3 \text{ } \mu\text{m} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$



Conclusion

En comparant les dimensions d'un atome, d'une molécule et d'une cellule, on a les proportions suivantes : $l_{\text{molécule}} \approx 10 R_{\text{atome}}$ et $R_{\text{cellule}} \approx 100 l_{\text{molécule}}$

Or on considère qu'un nombre est négligeable devant un autre lorsqu'il y a un facteur 10^2 entre les 2.

On peut en déduire que si un atome est plus petit qu'une molécule, il n'est pas négligeable par rapport à celle-ci. Par contre, une molécule (et donc un atome) peut être considérée comme négligeable devant une cellule : Si une molécule peut être considérée comme un assemblage d'atomes, une cellule est beaucoup plus qu'un simple assemblage de molécules.

Atome et molécule, structures élémentaires de la matière, seront donc étudiés par le chimiste, et la cellule, structure élémentaire de la matière vivante, sera étudiée par le biologiste.

Rq : Ces distinctions restent bien entendu perméables. Un biologiste peut étudier le comportement de molécules en relation avec des cellules. Il fait alors de la biochimie