

Exercice III-1 : Ordres de grandeurs et conversion d'unités.***Énoncé***

- 1- La masse atomique du plomb (Pb) est 207,19 g. Combien d'atomes de plomb sont restés sur le papier si votre signature, écrite avec un crayon à mine de plomb laisse 10^{-3} g de plomb sur le papier ?
- 2- Calculer la valeur en g de l'unité de masse atomique (u.m.a) définie comme la 12^{ème} partie de la masse d'un atome de l'isotope ^{12}C du carbone. On rappelle que la masse d'une mole de ^{12}C est par convention égale à 12 g.
- 3- Calculer la masse d'un proton en unité de masse atomique (u.m.a) sachant que la masse molaire de la molécule de dihydrogène (constituée uniquement de l'isotope ^1H) est 2,016746 g et que la masse de l'électron au repos est $0,9109 \cdot 10^{-27}$ g. Que vaut le rapport : masse du proton/masse de l'électron ?
- 4- Comparer la masse du deutéron (noyau du deutérium ^2D , soit 2,0140 u.m.a), à la somme des masses des particules qui le composent. D'où vient la différence observée ?

Données : masse du neutron = 1,008665 u.m.a

- 5- L'une des idées maîtresse de la théorie quantique est le concept de photon. Rechercher l'énergie transportée par un photon de différente longueur d'onde :

$$\lambda = 589,7 \text{ nm (jaune orangé) ;}$$

$$\lambda = 200 \text{ nm (ultra-violet) ;}$$

$$\lambda = 1 \text{ cm (micro-onde).}$$

- 6- Sachant que l'œil humain accoutumé à l'obscurité perçoit la lumière jaune d'une longueur d'onde de 589,7 nm à partir d'un seuil d'intensité de 500 photons/s, calculer la puissance correspondant à ce seuil.

Correction :

1- Le nombre d'atomes de plomb se déduit de la masse de plomb et de sa masse molaire (c'est le rapport des deux) :

$$n = \frac{m}{M_{\text{Pb}}} = \frac{10^{-3}}{207,19} = 4,83 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

soit $2,9065 \cdot 10^{18}$ atomes.

2- 1 g/mol correspond à $1,66 \cdot 10^{-24}$ g/atome. L'u.m.a. correspond donc à $1,66056 \cdot 10^{-24}$ g.

3- masse de l'électron : $0,9109 \cdot 10^{-27}$ g soit $5,49 \cdot 10^{-4}$ u.m.a ; or

$$M_{\text{H}_2} = 2M_{\text{proton}} + 2m_{e^-}$$

donc masse du proton : $1,67356 \cdot 10^{-24}$ g soit 1,008 u.m.a.

4- Le deutéron est constitué d'un proton et d'un neutron ; donc :

$$M_{\text{Deutéron}} = M_{\text{proton}} + M_{\text{neutron}} = 2,0159 \text{ u.m.a.}$$

Cette masse est supérieure à la masse du deutéron (2,0140) : la différence de masse est due à l'énergie libérée lors de la formation de la liaison proton-neutron ("défaut de masse") :

$$\Delta m = -0,0019 \text{ u. m. a.}$$

$$\text{soit } \Delta E = \Delta m c^2 = -2,8356 \cdot 10^{-13} \text{ Joule}$$

$$\text{d'où } |\Delta E| = 1,77 \text{ MeV ;}$$

C'est l'énergie libérée par le système proton + neutron à l'infini pour former le noyau du deutérium (énergie perdue pour le système donc négative). Le deutéron est plus stable que le proton + neutron séparés.

5- $E_{\lambda=589,7\text{nm}} = 2,10 \text{ eV ;}$

$$E_{\lambda=200\text{nm}} = 6,2 \text{ eV ;}$$

$$E_{\lambda=1\text{cm}} = 1,24 \cdot 10^{-4} \text{ eV ;}$$

6- $500 \text{ photons / s} \Rightarrow 1050 \text{ eV / s} = 1,68 \cdot 10^{-16} \text{ w}$