

Devoir sur table N°1

N. Bancel

2 Décembre 2024

Durée du devoir : 1 heure**La calculatrice EST autorisée. Total des points : 20 points**

Note importante

Toutes les réponses doivent être justifiées : une réponse sans justification est considérée comme fausse.

Il est permis d'admettre le résultat de certaines questions pour ne pas rester bloqué, en prenant soin d'indiquer sur la copie les résultats admis.

Des points bonus seront attribués si les résultats sont écrits en notation scientifique (type $a \times 10^n$), ou si la rédaction est particulièrement soignée.

Barème des points (les exercices peuvent être traités dans le désordre)

- Exercice 1 : 2.5 points
- Exercice 2 : 5 points
- Exercice 3 : 4 points
- Exercice 4 : 3 points
- Exercice 5 : 5.5 points

Exercice 1 - Les soldats (2.5 points)

Le prix du plomb ayant fortement augmenté ces dernières années, des escrocs remplacent le plomb utilisé pour fabriquer des figurines par de l'acier (composé majoritairement de fer, moins cher). Les soldats ci-contre sont-ils en plomb ou en acier ?

Document 1 - Caractéristiques d'un lot de 25 soldats de plomb

- Masse totale : **1.4 kg**
- Volume de métal utilisé par soldat : **5 cm³**

	Plomb	Fer
Masse volumique ρ (en g/cm ³)	11,3	7,7

Document 2 - Masse volumique du plomb et du fer

1. (1 point) Estimer en grammes la masse d'un soldat de plomb.

On commence par calculer la masse d'un soldat en utilisant la masse totale pour 25 soldats.

Formule utilisée :

$$m_{\text{soldat}} = \frac{m_{\text{total}}}{N_{\text{soldats}}}$$

où

N_{soldats} représente le nombre de soldats

m_{total} représente la masse totale des soldats

m_{soldat} représente la masse d'un soldat

On va vouloir exprimer la masse d'un soldat en grammes, donc on fait d'emblée la conversion nécessaire : $m_{\text{total}} = 1.4 \text{ kg} = 1400 \text{ g}$

Application numérique

$$m_{\text{soldat}} = \frac{1400}{25}$$

$$m_{\text{soldat}} = 56$$

La masse d'un soldat est donc de 56 g.

2. (1 point) Calculer la masse volumique du matériau composant les soldats.

La masse volumique ρ est définie par la formule suivante :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Pour un soldat, la masse est 56 g et le volume est 5 cm^3 . Il suffit d'appliquer la formule du dessus pour déterminer la masse volumique du matériau qui le compose.

Application numérique

$$\rho = \frac{56}{5}$$

$$\rho = 11.2$$

La masse volumique des soldats est donc de 11.2 g/cm^3

3. (0.5 points) En déduire le matériau utilisé pour fabriquer les soldats.

- La masse volumique du plomb est 11.3 g/cm^3 .
- La masse volumique du fer est 7.7 g/cm^3 .

La masse volumique mesurée (11.2 g/cm^3) est très proche de celle du plomb (11.3 g/cm^3). On peut donc en conclure que les soldats sont donc fabriqués en plomb.

Exercice 2 - L'atome - 5 points

1. (2 points) Donner les relations et formules importantes qui font le lien entre le nombre de protons, le nombre d'électrons, le nombre de neutrons, et le nombre de nucléons d'un atome.

Les relations fondamentales sont :

- Le **nombre de protons** (Z) correspond au **numéro atomique** de l'élément.
- Le **nombre de nucléons** (A) correspond à la somme du nombre de protons et du nombre de neutrons (que l'on notera N) :

$$A = Z + N$$

- Le **nombre de neutrons** (N) peut donc être déduit par la formule :

$$N = A - Z$$

- Dans un atome, le **nombre d'électrons** (que l'on peut noter N_{e^-}) est **égal au nombre de protons** : $N_{e^-} = Z$.

Ces relations permettent de comprendre la composition d'un atome.

2. (1 point) Expliquer pourquoi l'atome est électriquement neutre.


Un atome est électriquement neutre car :

- Le **nombre d'électrons** (e^-) qui sont chargés **négativement** est **égal au nombre de protons** (Z) qui sont chargés **positivement**.
- Ainsi, les charges positives des protons compensent exactement les charges négatives des électrons.

Conséquence : La charge totale de l'atome est nulle (elle vaut 0).

3. (2 points) (Extrait du brevet 2023) L'eau de mer contient, au moins en petites quantités, de nombreux éléments chimiques. Parmi ceux-ci, le sodium est présent sous forme d'ion dans le chlorure de sodium. On donne ci-dessous un extrait de la classification périodique des éléments chimiques qui les regroupe par ordre croissant de numéro atomique (nombre de protons dans le noyau de l'élément considéré).

Extrait de la classification périodique des éléments

Hydrogène ${}^1_1\text{H}$		Nombre de nucléons $\rightarrow A$ Numéro atomique $\rightarrow Z$						Hélium ${}^4_2\text{He}$	
									
Lithium ${}^7_3\text{Li}$	Béryllium ${}^9_4\text{Be}$	Bore ${}^{11}_5\text{B}$	Carbone ${}^{12}_6\text{C}$	Azote ${}^{14}_7\text{N}$	Oxygène ${}^{16}_8\text{O}$	Fluor ${}^{19}_9\text{F}$	Néon ${}^{20}_{10}\text{Ne}$		
Sodium ${}^{23}_{11}\text{Na}$	Magnésium ${}^{24}_{12}\text{Mg}$	Aluminium ${}^{27}_{13}\text{Al}$	Silicium ${}^{28}_{14}\text{Si}$	Phosphore ${}^{31}_{15}\text{P}$	Soufre ${}^{32}_{16}\text{S}$	Chlore ${}^{35}_{17}\text{Cl}$	Argon ${}^{40}_{18}\text{Ar}$		

Document 3 - Tableau périodique

- (a) (0.5 points) Donner le symbole de l'élément sodium

Le symbole du sodium est Na.

Il ne faut pas écrire ${}^{23}_{11}\text{Na}$, ça ne correspondrait pas au SYMBOLE de l'atome Sodium. Ce serait juste retranscrire toutes les informations concernant cet atome (son numéro atomique et son nombre de nucléons). Ici, on ne demande que son symbole.

- (b) (0.5 points) Donner le nombre de protons contenus dans le noyau d'un atome de sodium.

**Le nombre de protons est égal au numéro atomique (Z). Pour le sodium (Na), $Z = 11$.
Un atome de sodium contient **11 protons**.**

- (c) (1 point) Indiquer le nombre de neutrons contenus dans le noyau d'un atome de sodium. Expliquer la démarche

Formule utilisée :

$$N = A - Z$$

où N représente le nombre de neutrons, A le nombre de masse (nombre de nucléons) et Z le numéro atomique (nombre de protons)

- **Nombre de nucléons (A)** pour le sodium : $A = 23$ (donné dans le tableau).
- **Numéro atomique (Z)** : $Z = 11$.

Application numérique :

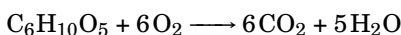
$$N = 23 - 11$$

$$N = 12$$

Le noyau d'un atome de sodium contient **12 neutrons**

Exercice 3 - Les incendies - 4 points

Lors d'un incendie de forêt, les arbres subissent une réaction de combustion. Le bois, assimilé à de la cellulose de formule chimique simplifiée $C_6H_{10}O_5$, réagit avec le dioxygène et produit du dioxyde de carbone et de l'eau à l'état gazeux. L'équation de la réaction est :



1. (1.5 points) L'équation de réaction ci-dessus est-elle équilibrée ? Justifier.

Pour vérifier si une équation est équilibrée, il faut que le nombre d'atomes de chaque élément soit identique de part et d'autre de l'équation.

Étape 1 : Comptons les atomes pour les réactifs (gauche) :

- **Carbone (C)** : 6 atomes dans $C_6H_{10}O_5$.
- **Hydrogène (H)** : 10 atomes dans $C_6H_{10}O_5$.
- **Oxygène (O)** :
 - 5 dans $C_6H_{10}O_5$,
 - 6 dans les 6 molécules de O_2 .
 - **Total O réactifs** : $5 + 12 = 17$.

Étape 2 : Comptons les atomes pour les produits (droite) :

- **Carbone (C)** : 6 dans les 6 molécules de CO_2 .
- **Hydrogène (H)** : 10 dans les 5 molécules de H_2O .
- **Oxygène (O)** :
 - 12 dans CO_2 (6x2),
 - 5 dans H_2O .

– **Total O produits** : $12 + 5 = 17$.

Conclusion : Le nombre d'atomes est identique à gauche et à droite pour chaque élément. L'équation est donc bien équilibrée.

2. (1 point) Lister, **en Français (et non pas avec la formule scientifique / chimique)**, les réactifs et les produits de cette équation

Réactifs :

- Cellulose (bois).
- Dioxygène.

Produits :

- Dioxyde de carbone.
- Eau.

3. (1 point) On fait réagir du $C_6H_{10}O_5$ et de l' O_2 comme dans la réaction ci-dessus. La masse totale des réactifs est de 39.3 kg. Si 10 kg de H_2O sont générés, quelle est la masse de CO_2 produite ? Justifier.

Principe de conservation de la masse : La masse totale des réactifs est égale à la masse totale des produits :

$$m_{\text{réactifs}} = m_{\text{produits}}$$

On sait aussi que

$$m_{\text{réactifs}} = m_{C_6H_{10}O_5} + m_{O_2}$$

$$m_{\text{produits}} = m_{CO_2} + m_{H_2O}$$

On peut donc en déduire que

$$m_{CO_2} = m_{\text{réactifs}} - m_{H_2O}$$

Données :

- $m_{\text{réactifs}} = 39.3 \text{ kg}$.
- Masse d'eau produite : $m_{H_2O} = 10 \text{ kg}$.

Application numérique :

- Masse totale des produits : $m_{\text{produits}} = m_{CO_2} + m_{H_2O}$.
- Application numérique :

$$39.3 = m_{CO_2} + 10$$

$$m_{CO_2} = 39.3 - 10$$

$$m_{CO_2} = 29.3$$

La masse de CO_2 produite est donc de 29.3 kg.

4. (0.5 points) (Bonus) A partir de l'équation de réaction, justifier que les incendies produisent des gaz à effet de serre.

Analyse de l'équation :

- Lors de la combustion de la cellulose, il y a production de **dioxyde de carbone** CO₂.
- Le CO₂ est un **gaz à effet de serre** car il participe au réchauffement climatique en retenant la chaleur dans l'atmosphère.

Conclusion : Les incendies de forêt libèrent des gaz à effet de serre, contribuant au réchauffement climatique.

Exercice 4 - Dédution de formules (3 points)

Document 4 - La vitesse

Contexte : La vitesse d'un objet peut se calculer en mesurant la distance, et en déterminant le temps qu'il a fallu à cet objet pour parcourir cette distance. Sa formule s'écrit

$$v = \frac{d}{t}$$

où

v : représente la vitesse de l'objet

d : représente la distance parcourue

t : représente le temps écoulé pour que l'objet parcourt la distance

1. (1.5 points) Si dans un problème, je connais la valeur de la vitesse d'un véhicule, et je sais combien de temps il a roulé, comment puis-je déduire la distance qu'il a parcourue ? **Une réponse sans justification vaudra 0 point**

Partons de la formule de base :

$$v = \frac{d}{t} \quad (1)$$

Pour isoler d , il suffit de multiplier chaque côté de l'équation par t (ce qui revient à se débarrasser de la division par t dans le membre de droite, et donc d'isoler d) :

$$\begin{aligned} v \cdot t &= \frac{d}{t} \cdot t \\ v \cdot t &= d \end{aligned}$$

Ainsi, on obtient la formule :

$$d = v \cdot t \quad (2)$$

Conclusion : Si la vitesse (v) et la durée (t) sont connues, on multiplie simplement v par t pour trouver la distance parcourue (d).

ASTUCE : Faites vous un exemple dans votre tête. Vous imaginez que vous connaissez la vitesse de votre voiture : 130 km/h. Et vous connaissez la durée de votre trajet : vous avez décidé de rouler pendant 2 heures avant de faire une pause. Si je vous demande combien de distance vous aurez parcouru : vous répondrez naturellement 260 km. Vous venez de faire l'opération 130×2 et donc de multiplier v par t pour obtenir d

2. (1.5 points) Si dans un problème, je connais la valeur de la vitesse d'un véhicule, et je sais quelle distance il a parcouru, comment puis-je déduire le temps / la durée pendant laquelle il a roulé ? **Une réponse sans justification vaudra 0 point**

Reprenons encore la formule de base :

$$v = \frac{d}{t}. \quad (3)$$

Cette fois, pour isoler t , nous devons d'abord inverser la division par t . Cela se fait en multipliant chaque côté de l'équation par t :

$$v \cdot t = \frac{d \cdot t}{\cancel{t}}, \quad (4)$$

$$v \cdot t = d. \quad (5)$$

Ensuite, pour isoler t , il suffit de diviser chaque côté de l'équation par v :

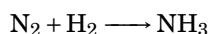
$$\frac{\cancel{v} \cdot t}{\cancel{v}} = \frac{d}{v}, \quad (6)$$

$$t = \frac{d}{v}. \quad (7)$$

Conclusion : Si la distance (d) et la vitesse (v) sont connues, on divise d par v pour trouver la durée (t).

Exercice 5 - Conversions et autres petits exercices (5.5 points)

1. (2 points) L'équation suivante est-elle équilibrée ? Justifier. Si elle ne l'est pas, l'équilibrer.



Pour vérifier si une équation est équilibrée, il faut compter le nombre d'atomes de chaque élément de part et d'autre de l'équation.

À gauche :

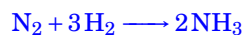
- **Azote (N) :** 2 atomes dans N_2 .
- **Hydrogène (H) :** 2 atomes dans H_2 .

À droite :

- **Azote (N) :** 1 atome dans NH_3 .
- **Hydrogène (H) :** 3 atomes dans NH_3 .

Conclusion : L'équation n'est pas équilibrée car le nombre d'atomes n'est pas identique à gauche et à droite.

Équilibrage : Ajoutons les coefficients nécessaires :



Vérification après équilibrage :

- **Azote (N) :** 2 à gauche (N_2), 2 à droite ($2 \times \text{NH}_3$).
- **Hydrogène (H) :** 6 à gauche ($3 \times \text{H}_2$), 6 à droite (2×3 dans NH_3).

L'équation est maintenant équilibrée.

2. (1 point) Effectuer la conversion suivante : 0,0024 km à convertir en **cm**. Justifier.

Formule utilisée : Pour convertir des kilomètres (km) en centimètres (cm), on utilise les facteurs de conversion suivants :

- 1 km = 1000 m
- 1 m = 100 cm

Étapes de conversion :

$$\begin{aligned}0,0024 \text{ km} &= 0,0024 \times 1000 \text{ m} \\ &= 2,4 \text{ m} \\ &= 2,4 \times 100 \text{ cm} \\ &= 240 \text{ cm}.\end{aligned}$$

Résultat final : 0,0024 km = 240 cm.

3. (2.5 points) Un homme pèse 84 kg et porte une valise de 21 kg. De combien de fois l'homme est-il plus lourd que sa valise ? Justifier (à l'aide d'une formule). A partir des données ci-dessous, déterminer de combien de fois la masse d'un nucléon est plus grande (ou plus petite ?) que celle d'un électron. Pourquoi peut-on dire que la masse d'un atome est pratiquement égale à celle de son noyau.

Constituant	Masse (en kg)
Electron	9.1×10^{-31}
Nucléon (Proton et Neutron)	1.7×10^{-27}

1. Comparaison de la masse de l'homme et de la valise :

- **Formule utilisée :** Rapport = $\frac{\text{masse de l'homme}}{\text{masse de la valise}}$
- **Application numérique :**

$$\begin{aligned}\text{Rapport} &= \frac{84}{21} \\ &= 4.\end{aligned}$$

Conclusion : L'homme est **4 fois plus lourd** que sa valise. L'idée de cette première partie d'exercice est d'illustrer que ce n'est pas plus compliqué que ça de calculer un rapport de masse ou un rapport de volume. En revanche, je veux que vous POSIEZ L'EQUATION. Cela vous permet de mettre en lumière le fait que l'on pose une division, et permet de généraliser la formule.

2. Comparaison de la masse d'un nucléon et de celle d'un électron :

- **Formule utilisée :** Rapport = $\frac{\text{masse d'un nucléon}}{\text{masse d'un électron}}$
- **Application numérique :**

$$\begin{aligned}\text{Rapport} &= \frac{1,7 \times 10^{-27}}{9,1 \times 10^{-31}} \\ &= \frac{1,7}{9,1} \times 10^4 \\ &= 1,87 \times 10^3.\end{aligned}$$

Conclusion : La masse d'un nucléon est **environ 1870 fois plus grande** que celle d'un électron.

3. Pourquoi la masse d'un atome est pratiquement égale à celle de son noyau ?

- La masse d'un électron est très faible par rapport à celle d'un nucléon (environ 1870 fois plus petite).
- La masse d'un atome est donc concentrée dans son noyau, qui contient les protons et les neutrons (nucléons).

Conclusion : La masse d'un atome est pratiquement égale à celle de son noyau.