

*** Composition n°2 de Physique / Chimie – 2^{de} – 2h – 2024/2025 – Sujet A ***

Exercice 01 : « Structure lacunaire de l'atome »

Le rayon d'un atome d'argent de nombre de masse $A = 107$ est de 160 pm ($1 \text{ p} = 10^{-12}$).

Le volume d'un noyau atomique peut se calculer à partir de la formule $V = A \times V_0$, avec V_0 le volume d'un noyau d'hydrogène ($Z = 1$).

Le noyau d'hydrogène est assimilé à une sphère de rayon $R_0 = 1,2 \times 10^{-15} \text{ m} = 1,2 \text{ fm}$.

Le volume d'une sphère de rayon R est donné par la formule :

$$V = \frac{4 \times \pi \times R^3}{3}$$



1. Calculer le volume du noyau atomique de l'argent.
2. Calculer le volume de l'atome d'argent.
3. Comparer les deux volumes.
4. Montrer qu'un atome d'argent a une structure lacunaire.

Remarque : Une structure est lacunaire lorsqu'elle est majoritairement composée de vide.

Exercice 02 : « Taux de fer dans le sang » (04 points)

Après un examen, Elise lit que le taux de fer présent dans 1 L de sang doit être compris entre 12 et 30 mmol .

1. Calculer le nombre minimal d'atomes de fer qui doit être présent dans 1 L de sang pour être en forme.
2. À quelle masse de fer minimale cela correspond-il ?

Données. Constante d'Avogadro $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Masse de l'atome de fer $m_{\text{Fe}} = 9,27 \times 10^{-26} \text{ kg}$.



Exercice 03 : « L'aluminium » (04 points)

L'aluminium Al(s) réagit avec le dichlore $\text{Cl}_2(\text{g})$ pour donner du chlorure d'aluminium $\text{AlCl}_3(\text{s})$. On réalise la transformation à partir de $0,04 \text{ mol}$ de poudre d'aluminium et de 39 mmol de dichlore.

1. Écrire l'équation chimique correspondante.
2. Déterminer le réactif limitant.
3. Indiquer la quantité de matière restante pour le réactif en excès.



Exercice 04 : « La fission dans une centrale nucléaire » (04 points)

Parmi les nombreuses réactions de fission se produisant dans un réacteur d'une centrale nucléaire, on envisage la réaction suivante : ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{140}_{55}\text{Cs} + {}^{93}_x\text{Rb} + y {}^1_0\text{n}$

L'énergie libérée lors de la fission d'un noyau d'uranium 235 est $E = 2,8 \times 10^{-11} \text{ J}$.

Donnée. Masse d'un nucléon $m = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

1. Déterminer x et y dans l'équation de la réaction.
2. Calculer la masse d'un noyau d'uranium 235.
3. Montrer que l'énergie libérée par la fission de **1,0 g** d'uranium 235 selon l'équation de la réaction donnée, est égale à **$7,1 \times 10^{10} \text{ J}$** .

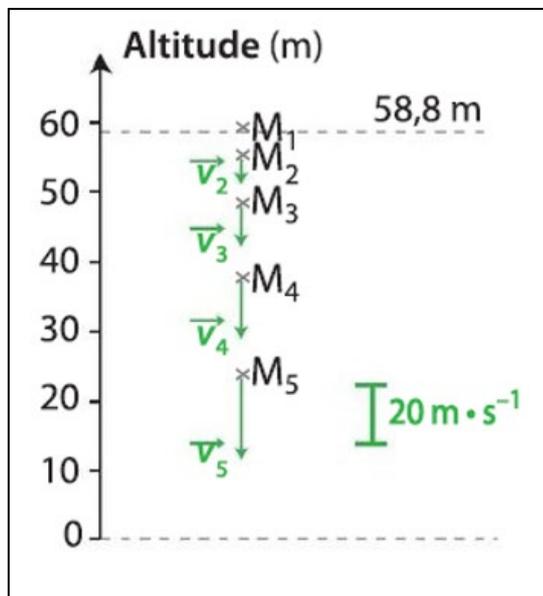


Exercice 05 : « Un saut record » (04 points)

Le 4 août 2015, Laso Schaller a établi un nouveau record du monde de plongeur de haut vol. Le sportif suisse s'est élancé d'une plate-forme à **58,80 mètres** de hauteur au-dessus d'une cascade, la Cascata del Salto, pour plonger dans le petit bassin de celle-ci [...]. Un exploit qui l'a vu entrer dans l'eau à la vitesse de **122 km/h** après presque **4 secondes** de chute.

« D'après France soir, édition du 20 août 2015 ».

1. Commenter l'évolution des vecteurs vitesses entre la position M_2 et la position M_5 .
2. Donner la nature du mouvement du sauteur entre ces deux positions.
3. Comparer la valeur de la vitesse en M_5 et celle au moment de l'entrée dans l'eau. Les résultats sont-ils cohérents ?



Corrigé de la composition 02 -2024/2025 – 2^{de} Sujet A

Exercice 01 : « Structure lacunaire de l'atome » (04 points)

1. Le volume V_{Noyau} du noyau de l'atome d'argent se calcule à partir de l'expression :

$$V_{\text{Noyau}} = A \times V_0 = 107 \times V_0 = 7,7 \times 10^{-43} \text{ m}^3.$$

2. Le volume de l'atome vaut : $V_{\text{Atome}} = 1,72 \times 10^{-29} \text{ m}^3$.

3. Le volume du noyau est négligeable par rapport au volume de l'atome.

4. Pour comparer les deux volumes, on calcule le rapport :

$$\frac{1,72 \times 10^{-29}}{7,7 \times 10^{-43}} = 2,2 \times 10^{13}$$

L'atome est essentiellement fait de vide car sa masse est concentrée dans le noyau qui a une taille négligeable par rapport à celle de l'atome.

Exercice 02 : « Taux de fer dans le sang » (04 points)

1. Pour être en forme, il faut au minimum 12 mmol de fer, soit $N(\text{Fe}) = n \times 6,02 \times 10^{23} = 7,2 \times 10^{21}$ atomes.

2. Cette quantité correspond à une masse égale à $m(\text{Fe}) = N(\text{Fe}) \times m_{\text{Fe}} = 6,7 \times 10^{-1} \text{ g}$ dans 1 L de sang.

Exercice 03 : « L'aluminium » (04 points)

1. L'équation chimique est : $2 \text{ Al}(s) + 3 \text{ Cl}_2(g) \rightarrow 2 \text{ AlCl}_3(s)$.

2. $n_1(\text{Al}) = 0,04 \text{ mol}$, $n_1(\text{Cl}_2) = 39 \text{ mmol} = 0,039 \text{ mol}$.

$$\frac{n(\text{Al})}{2} = \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ mol} = n_1$$

$$\frac{n(\text{Cl}_2)}{3} = \frac{0,039}{3} = 0,013 \text{ mol} = n_2$$

On remarque que $n_2 < n_1$ donc le réactif limitant est le dichlore (Cl_2).

3. La quantité de matière d'Aluminium qui reste est : $n = 0,04 - 2 \times 0,013 = 0,014 \text{ mol}$.

Exercice 04 : « La fission dans une centrale nucléaire » (04 points)

1. Conservation du nombre de masse : $235 + 1 = 140 + 93 + y$, donc $y = 3$

Conservation de la charge : $92 + 0 = 55 + x + 0$, d'où $x = 92 - 55 = 37$.

2. $m_{\text{noyau}} = A \times m_{\text{nucléon}}$; $m_{\text{noyau}} = 235 \times 1,67 \times 10^{-27} = 3,92 \times 10^{-25} \text{ kg} = 3,92 \times 10^{-22} \text{ g}$.

3. $E_{\text{massique, fission}} = \frac{E_{\text{noyau}}}{m_{\text{noyau}}} = \frac{2,8 \times 10^{-11}}{3,91 \times 10^{-22}} = 7,2 \times 10^{10} \text{ J}$.

Exercice 05 : « Un saut record » (04 points)

1. Les vecteurs vitesse $\vec{v}_2, \vec{v}_3, \dots, \vec{v}_5$ conservent la même direction et le même sens, mais leur valeur augmente.

2. Le mouvement du sauteur est rectiligne accéléré entre les positions M_2 et M_5 .

3. Comme le mouvement est accéléré, la valeur de la vitesse à l'entrée dans l'eau sera supérieure à v_5 .

Graphiquement, en utilisant l'échelle fournie, on mesure environ $v_5 = 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, soit environ $v_5 = 30 \times 3,6 = 108 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$; ce résultat est cohérent avec la valeur du texte de $122 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.