

Questions de cours: Radioactivité, énergie nucléaire (fusion, fission)

- Aléatoire - il est impossible de prévoir l'instant de désintégration, inéluctable - un noyau instable se désintégrera tôt ou tard, spontanée - la désintégration se déclenche sans aucune intervention extérieure. 3 pt.
 - On appelle les isotopes les noyaux d'un élément chimique qui ont le même nombre de charge Z mais des nombres de nucléons A différents. Isotopes d'hydrogène qui existent sont: hydrogène ${}^1_1\text{H}$, deutérium ${}^2_1\text{H}$ et tritium ${}^3_1\text{H}$. 2,5 pt.
- $N = 18$, $Z = \frac{27,24 \cdot 10^{-19}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 17$, $A = Z + N = 17 + 18 = 35$ Donc le symbole de ce noyau est ${}^{35}_{17}\text{Cl}$. 1,5 pt.
- ${}^{131}_{53}\text{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\text{Xe} + {}^0_{-1}\text{e}$ 1,5 pt.
- La désintégration des noyaux radioactifs est aléatoire au niveau microscopique mais au niveau macroscopique le nombre moyen N de noyaux restant dans l'échantillon diminue de façon exponentielle. $N(t) = N_0 \exp(-\lambda t)$. 1,5 pt.
- $t = 14 \text{ jours} = \frac{1}{2} t_{1/2}$ Au bout de la durée $nt_{1/2}$ la valeur du nombre de noyaux présents à l'échantillon est égale à $\frac{N_0}{2^n}$. Donc $N(t) = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{t_{1/2}}}} = \frac{5,9 \cdot 10^{12}}{2^{\frac{14}{7}}} \doteq 4,17 \cdot 10^{12}$ 2 pt.
- Le défaut de masse est égal à la différence entre la somme des masses des nucléons qui constituent le noyau pris séparément au repos et la masse du noyau. $\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{noyau}}$ 1,5 pt.
- L'énergie de liaison $E_l = |\Delta m| c^2$ est l'énergie que le milieu extérieur doit fournir pour briser un noyau au repos en ses nucléons libres et au repos.
Pour le noyau de l'hélium-4 on a $\Delta m = 2m_p + 2m_n - 2m_{\text{He}}$, $E_l = |2m_p + 2m_n - 2m_{\text{He}}| c^2$. 1,5 pt.
- Les noyaux stables sont dans la partie basse de la courbe.

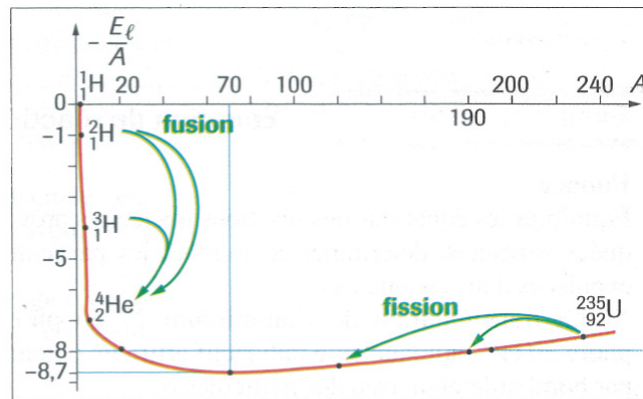


Fig. 6 Les noyaux instables vont évoluer soit par fission (pour les noyaux lourds) soit par fusion (pour les noyaux légers).

- 4 pt.
- Les neutrons ne portent pas de charge électrique, ils peuvent donc s'approcher du noyau d'uranium sans vaincre la répulsion électrique qui existe entre les noyaux chargés positivement. La fusion n'est possible que à la température très élevée qui existe dans les étoiles. 1 pt.

Exercice à caractère expérimental: Gaz parfait

1. Le tableau 1 complété:

V (en ml)	19,0	15,0	12,0	9,0	7,0	5,0
p (en kPa)	52	69	84	111	142	200
pV (en kPa · mL)	988	1035	1008	999	994	1000

Moyenne arithmétique: $p\bar{V} = \frac{988+1035+1008+999+994+1000}{6} = \frac{6024}{6} = 1004 \text{ ml} \cdot \text{kPa}$

3 pt.

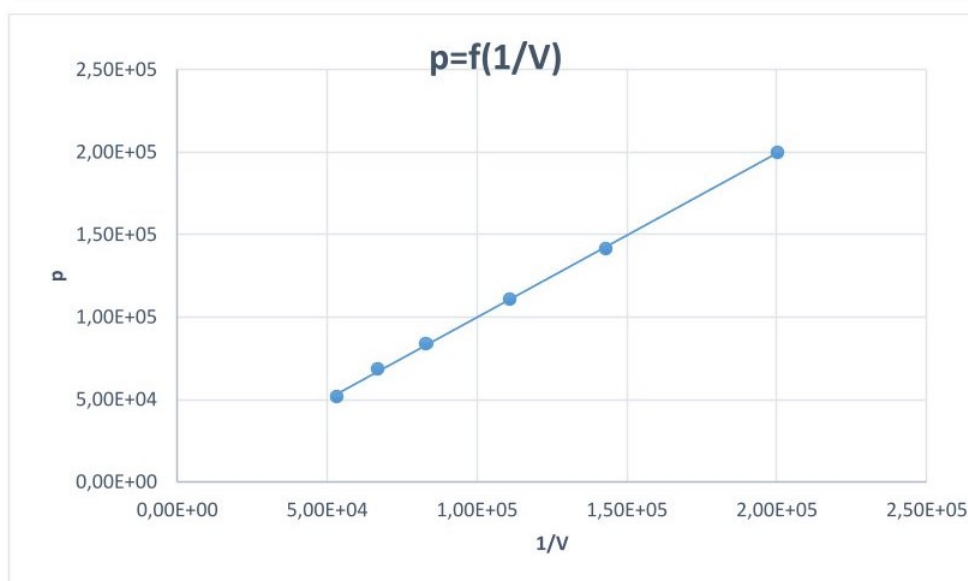
2. D'après la question 1., la température et la quantité de matière sont pendant expérience constantes et on voit dans le tableau 1 que les valeurs du produit pV sont presque constantes, donc on peut conclure que la loi Boyle - Mariotte $pV = \text{const.}$ est vérifiée.

2 pt.

3. Tableau 2 complété:

V (en m ³)	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$9,0 \cdot 10^{-6}$	$7,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$
p (en Pa)	$0,52 \cdot 10^5$	$0,69 \cdot 10^5$	$0,84 \cdot 10^5$	$1,11 \cdot 10^5$	$1,42 \cdot 10^5$	$2,00 \cdot 10^5$
$\frac{1}{V}$ (en m ⁻³)	$0,53 \cdot 10^5$	$0,67 \cdot 10^5$	$0,83 \cdot 10^5$	$1,11 \cdot 10^5$	$1,43 \cdot 10^5$	$2,00 \cdot 10^5$

courbe représentative de p en fonction de $\frac{1}{V}$:



6 pt.

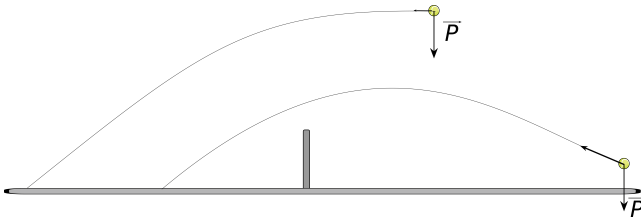
4. La courbe $p = f\left(\frac{1}{V}\right)$ est une droite $p = k \cdot \frac{1}{V}$. Son coefficient directeur $k = \frac{y_1}{x_1} = 1,0 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$

2 pt.

5. D'après la question 4. $p = k \cdot \frac{1}{V} \Rightarrow k = pV$. D'après l'équation d'état du gaz parfait $pV = nRT$. Alors $k = nRT$. 2 pt.
6. $R_{exp} = \frac{k}{nT} = \frac{1,0}{4,0 \cdot 10^{-4} \cdot 293} \doteq 8,5 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 2,5 pt.
7. $R_{exp} - R_{th} = 8,5 - 8,31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 0,2 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ Le biais de mesure est valable à un chiffre significatif, le résultat à deux chiffres significatifs. Pour évaluer la qualité de ce résultat, il faudrait déterminer l'incertitude élargie de sa valeur, respectivement l'intervalle de confiance de cette valeur. Vu que le dernier chiffre significatif est d'ordre de dixième de l'unité utilisée, on ne peut pas conclure sans évaluation des incertitudes si la valeur expérimentale est identique aux incertitudes près avec la valeur théorique ou en diffère significativement. 2,5 pt.

1. Poids - force verticale, vers le bas, valeur est $m.g$.

1,5 pt.



2. $\sum \vec{F} = \vec{P} = m\vec{g} = m\vec{a}$

$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = (0, -g)$; accélération est verticale

$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = (v_A, -gt)$; $\vec{s} = (x_A + v_A t, h_A - \frac{gt^2}{2})$

4 pt.

3. $x_M = x_A + v_A t_1$; $0 = h_A - \frac{gt_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{x_{AM}}{v_A} \Rightarrow y_A = \frac{gx_{AM}^2}{2v_0^2} \Rightarrow x_{AM} = v_0 \sqrt{\frac{2y_A}{g}} = 17,8 \text{ m}$, oui (résultat accepté dans l'intervalle entre 17,6 m et 18,0 m), parce que la ligne blanche est distante de 18,29 m

4 pt.

Partie B (12,5 point)

1. $\vec{a} = (0, -g)$; $\vec{v} = (v_0 \cos(\alpha), v_0 \sin(\alpha) - gt)$; $\vec{s} = (x_C + v_0 t \cos(\alpha), y_C + v_0 t \sin(\alpha) - \frac{gt^2}{2})$,

2 pt.

2. $x = x_C + v_C t \cos(\alpha)$, $y = y_C - g \frac{t^2}{2} + v_C t \sin(\alpha) \Rightarrow t = \frac{x}{v_C \cos(\alpha)}$, $y = y_C + x \tan(\alpha) - \frac{gx^2}{2v_C^2 \cos^2(\alpha)}$

Parabole

4 pt.

3. $y_C + x_{CD} \tan(\alpha) = \frac{gx_{CD}^2}{2v_C^2 \cos^2(\alpha)} \Rightarrow v_C^2 = \frac{gx_{CD}^2}{2 \cos^2(\alpha)(y_C + x_{CD} \tan(\alpha))} \Rightarrow v_C = \frac{x_{CD}}{\cos(\alpha)} \sqrt{\frac{g}{2(y_C + x_{CD} \tan(\alpha))}} = 16,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 4,5 pt.

Etude des documents: Âge de la Terre

Questions

1. Selon Aristote, d'après le document 1, la Terre est éternelle. 1 pt.
2. Selon Ussher, d'après le document 2, la Terre s'est formée 4000 ans avant J.-C.. Ussher s'est basé sur la Bible pour calculer l'âge de la Terre. Il a utilisé les âges de certains personnages bibliques. 2 pt.
3. D'après le document 3 et le document 4, Buffon a supposé que la Terre a été formée comme la sphère de matériaux liquides qui se refroidit à sa surface à partir de sa formation. Il a pensé que la durée de refroidissement est proportionnelle au diamètre de la boule. Pour vérifier cette hypothèse, Buffon a mesuré la durée de refroidissement des plusieurs boulets de fer des diamètres différents. Il a vérifié que la durée de refroidissement est vraiment proportionnelle au diamètre de la boule donc il a utilisé cette proportionalité pour déterminer l'âge de la Terre (le diamètre de la Terre était connu). 5 pt.
4. D'après la graphique du document 5, on voit que la courbe représentative de la durée t en fonction du diamètre de la boule d est une droite passant par l'origine. Il s'agit donc vraiment de la proportionalité et l'hypothèse de Buffon est donc vérifiée. D'après la graphique du document 5, l'équation de la proportionalité représentant l'évolution de la durée t de refroidissement d'un boulet en fonction de son diamètre d est $t = 100d$. 4 pt.
5. Le rayon de la Terre $R = 6400 \text{ km} = 6,4 \cdot 10^8 \text{ cm} = \frac{6,4 \cdot 10^8}{2,7} \doteq 2,4 \cdot 10^8$ pouces. Diamètre de la Terre est donc $D = 2R \doteq 4,8 \cdot 10^8$ pouces. En utilisant la proportionalité $t = 100d$ on obtient l'âge de la Terre $t = 100D = 100 \cdot 4,8 \cdot 10^8 = 4,8 \cdot 10^{10} \text{ min} = \frac{4,8 \cdot 10^{10}}{60 \cdot 24 \cdot 365} \doteq 9,1 \cdot 10^4 = 91000$ ans. 5 pt.
6. Les prévisions d'Aristote et d'Ussher sont dogmatiques. Elles ne s'appuient pas sur des explications scientifiques, elles n'utilisent pas les hypothèses et leurs vérifications par observations et expériences. Par contre la détermination de l'âge de la Terre de Buffon est scientifique. Elle s'appuie en effet sur une véritable démarche scientifique (énoncer le problème, formuler l'hypothèse, réaliser une expérience avec un protocole expérimental qui permet de tester l'hypothèse, valider ou refuser l'hypothèse et enfin conclure et répondre au problème). 3 pt.