

EXERCICE II : PANACÉES ? (7 points)

Partie A : Une potion radioactive

1. Le radium 226 et le mésothorium

1.1. Deux noyaux sont isotopes s'ils possèdent le même numéro atomique mais un nombre de nucléons différent, ce qui est le cas du radium 228 et du radium 226.

1.2. Au cours d'une réaction nucléaire, il y a conservation :

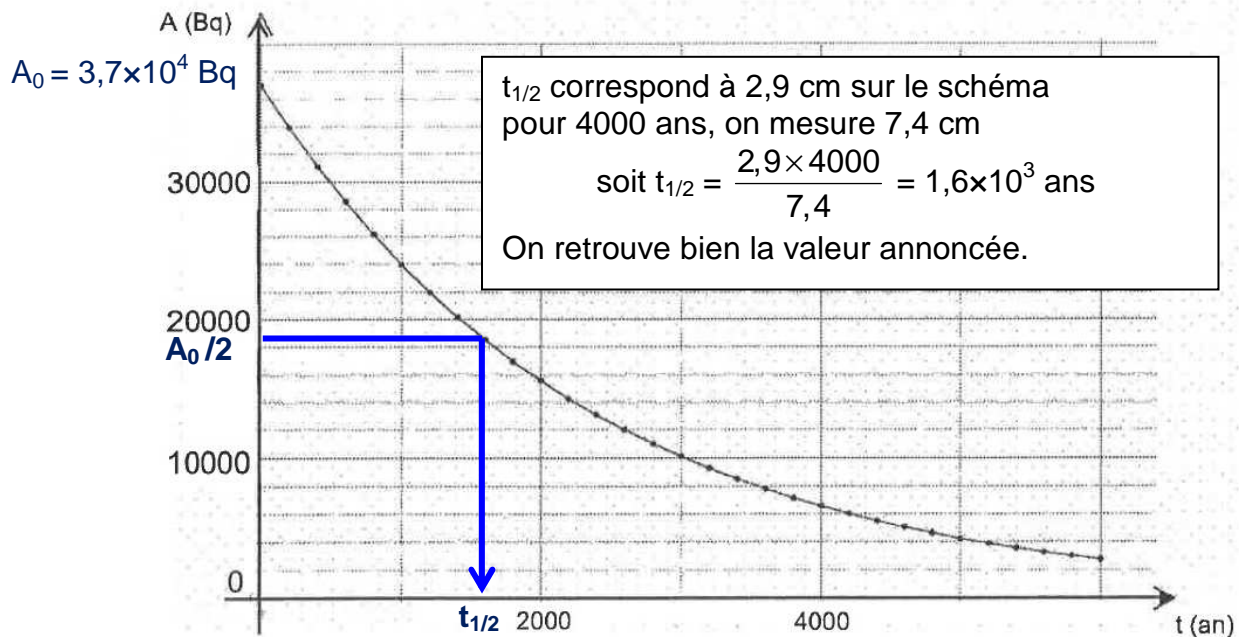
$$\text{du nombre de charges : } Z + 89 = 88 \quad \text{donc } Z = -1$$

$$\text{du nombre de nucléons : } A + 228 = 228 \quad \text{donc } A = 0$$

X est donc un électron ${}^0_{-1}e$ et il s'agit d'une radioactivité β^- .

2. Constante radioactive du radium 226

2.1. La demi-vie $t_{1/2}$ d'un échantillon est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initialement présents se sont désintégrés. L'activité initiale A_0 est aussi divisée par deux.



$$2.2. \quad A(t_{1/2}) = A_0/2 = A_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t_{1/2})$$

$$\frac{1}{2} = \exp(-\lambda \cdot t_{1/2})$$

$$\ln(1/2) = -\ln 2 = -\lambda \cdot t_{1/2} \quad \text{ainsi } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{1,60 \times 10^3 \times 365,25 \times 24 \times 3600} = 1,37 \times 10^{-11} \text{ s}^{-1}$$

3. Masse de radium 226

3.1. L'activité est proportionnelle au nombre de noyaux : $A(t) = \lambda \cdot N(t)$

$$3.2. \quad N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$$

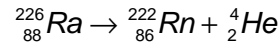
Or d'après le graphique précédent $A_0 = 3,7 \times 10^4$ Bq (et d'après le texte d'introduction).

$$N_0 = \frac{3,7 \times 10^4}{1,37 \times 10^{-11}} = 2,7 \times 10^{15} \text{ noyaux}$$

$$3.3. \quad m_0 = n_0 \cdot M = \frac{N_0}{N_A} \cdot M$$

$$m_0 = \frac{2,7 \times 10^{15}}{6,02 \times 10^{23}} \times 226 = 1,0 \times 10^{-6} \text{ g} = 1,0 \text{ } \mu\text{g}$$

4. Énergie libérée par le radium 226



$$4.1. \sum \text{masses finales} - \sum \text{masses initiales} = m_{\text{He}} + m_{\text{Rn}} - m_{\text{Ra}}$$

$$\sum \text{masses finales} - \sum \text{masses initiales} = 4,001\,5 + 221,970\,3 - 225,977\,0 = -0,005\,2\,u$$

$$\sum \text{masses finales} - \sum \text{masses initiales} = -0,005\,2 \times 1,660\,54 \times 10^{-27} = -8,6 \times 10^{-30}\, \text{kg}$$

$$4.2. E = (\sum \text{masses finales} - \sum \text{masses initiales}) \cdot c^2$$

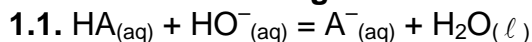
$$E = -8,6 \times 10^{-30} \times (3,00 \times 10^8)^2 = -7,8 \times 10^{-13}\, \text{J} \text{ Le milieu extérieur reçoit } 7,8 \times 10^{-13}\, \text{J.}$$

$$4.3. E_{\text{totale}} = N_0 \cdot E$$

$$E_{\text{totale}} = 2,7 \times 10^{15} \times (-7,8 \times 10^{-13}) = -2,1\, \text{kJ}$$

Partie B : La vitamine C

1. Réaction de dosage



Les ions Na^+ sont spectateurs.

$$1.2. K = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}} \cdot [\text{HO}^-]_{\text{éq}}}$$

$$K = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}} \cdot [\text{HO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}} = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}} \cdot [\text{HO}^-]_{\text{éq}}} \cdot \frac{1}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}} = \frac{K_A}{K_e}$$

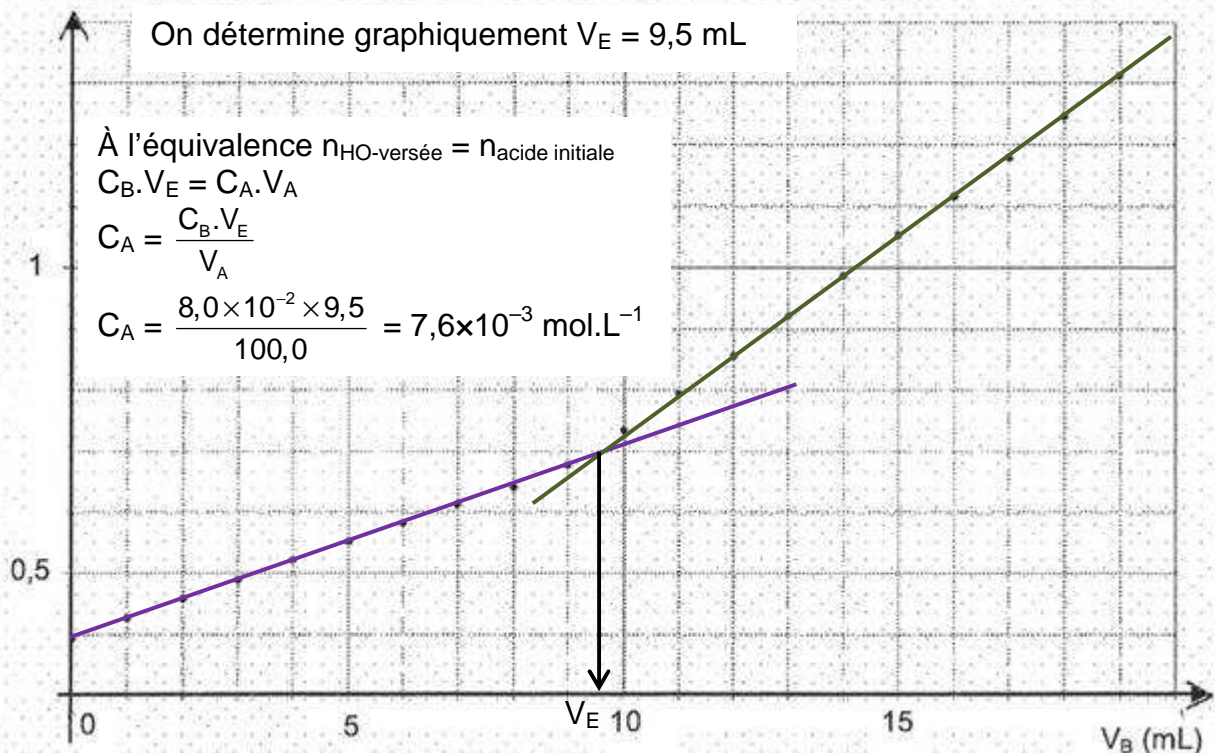
$$K = \frac{10^{-\text{p}K_A}}{K_e} \quad K = \frac{10^{-4,1}}{1,0 \times 10^{-14}} = 10^{9,9} = 7,9 \times 10^9$$

2. Équivalence du dosage

2.1. À l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

2.2. Conductivité ($\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$)

2.3.



$$2.4. m_A = n_A \cdot M(\text{acide ascorbique}) = C_A \cdot V_T \cdot M(\text{acide ascorbique})$$

Il faut prendre en compte le volume total dans lequel le comprimé a été dissous, soit 200 mL.

$m_A = 7,6 \times 10^{-3} \times 0,200 \times 176 = 0,27\, \text{g}$, cette masse est proche des 250 mg (= 0,25 g) annoncés sur l'étiquette.

3. Explication de l'allure de la courbe

Avant l'équivalence, soit pour $V_B < V_E$, la conductivité augmente.

On verse de l'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) dans la solution de AH : les ions Na^+ sont spectateurs et s'accumulent en solution. Les ions hydroxyde HO^- sont consommés par AH, ils ne sont pas responsables de l'augmentation de conductivité. Il se forme des anions A^- .

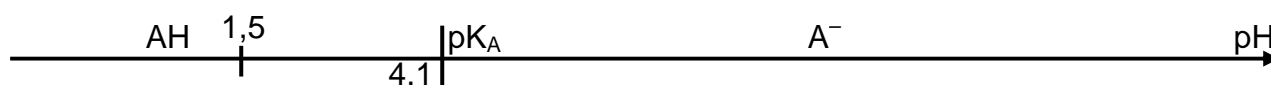
L'augmentation de $[\text{Na}^+]$ et de $[\text{A}^-]$ est responsable de l'augmentation de la conductivité.

4.1. L'étiquette indique une masse de 285 mg d'ascorbate de sodium.

$$n_{\text{NaA}} = \frac{m}{M(\text{ascorbate de sodium})}$$

$$n_{\text{NaA}} = \frac{0,285}{198} = 1,44 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

4.2. Pour $\text{pH} < \text{pK}_A$, l'acide prédomine sur la base conjuguée.



4.3. Une mole d'ascorbate de sodium, introduite dans l'estomac, conduit à la formation d'une mole d'acide ascorbique.

$$n_{\text{NaA}} = n_{\text{AH}}$$

Déterminons la masse d'acide ascorbique ainsi formée :

$$\frac{m}{M(\text{ascorbate de sodium})} = \frac{m_{\text{AH}}}{M_{\text{AH}}}$$

$$m_{\text{AH}} = \frac{m}{M(\text{ascorbate de sodium})} \cdot M_{\text{AH}}$$

$$m_{\text{AH}} = \frac{0,285}{198} \times 176 = 0,253 \text{ g} = 253 \text{ mg}$$

En additionnant les 253 mg d'acide ascorbique issus de l'ascorbate de sodium, aux 250 mg déjà présents, on obtient environ 500 mg d'acide ascorbique dans le comprimé.

En cas de remarque, merci de nous contacter par email labolycee@labolycee.org