

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 1h32

EXERCICE II : 7 points

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui

Ancienne annale adaptée au nouveau programme. La numérotation des questions du sujet d'origine a été conservée.

EXERCICE 1 Panacées

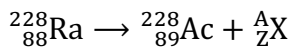
Partie A : une potion radioactive

1. Le radium 226 et le mésothorium

1.1.

Les noyaux de radium 228 ${}^{228}_{88}\text{Ra}$ et de radium 226 ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ ont le même nombre de proton et un nombre de neutron différent : ce sont des isotopes.

1.2.



Trouvons A et Z avec les lois de conservations du nombre de charge et du nombre de masse :

$$228 = 228 + A$$

$$A = 0$$

$$88 = 89 + Z$$

$$89 + Z = 88$$

$$Z = 88 - 89$$

$$Z = -1$$

$${}^A_Z\text{X} = {}^{-1}_1\text{e}$$

${}^A_Z\text{X}$ est un électron ${}^{-1}_1\text{e}$: c'est une désintégration β^- .

2. Constante radioactive du radium 226

2.1.

$t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle le nombre de noyau radioactif (ou l'activité) a été divisée par 2.

Graphiquement : $A_0 = 37\,000$ Bq

$$A(t_{1/2}) = \frac{A_0}{2} = \frac{37\,000}{2} = 18\,500 \text{ Bq}$$

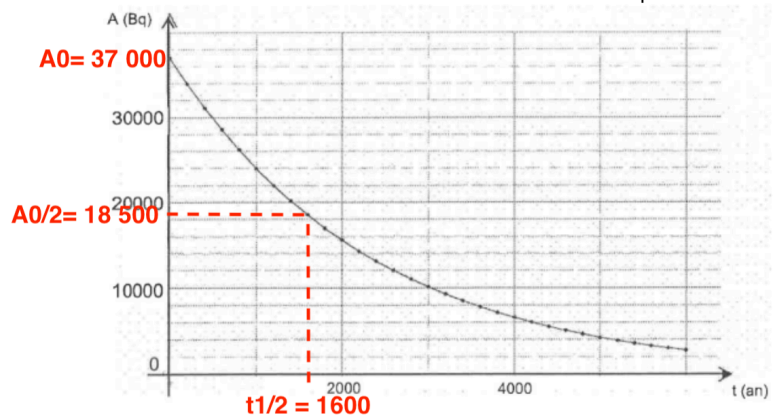
$$t_{1/2} = 1600 \text{ an}$$

$$t_{1/2} = 1,60 \times 10^3 \text{ an}$$

Ainsi, la demi-vie du radium 226 est égale à $1,60 \times 10^3$ ans.

Partie A, question 2.1 :

Document 1 : activité d'un échantillon de radium 226 en fonction du temps



2.2.

$$A(t_{1/2}) = \frac{A_0}{2}$$

Or

$$A(t_{1/2}) = A_0 \times e^{-\lambda t_{1/2}}$$

Ainsi

$$A_0 \times e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{A_0}{2}$$

$$e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2}$$

$$\ln(e^{-\lambda t_{1/2}}) = \ln\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$-\lambda t_{1/2} = -\ln(2)$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

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

3. Masse de radium 226

3.1.

$$A(t) = \lambda \times N(t)$$

3.2.

$$A(t) = \lambda \times N(t)$$

$$\lambda \times N(t) = A(t)$$

$$N(t) = \frac{A(t)}{\lambda}$$

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$$

Graphiquement : $A_0 = 37\,000 \text{ Bq}$

$$N_0 = \frac{37\,000}{1,37 \times 10^{-11}}$$

$$N_0 = 2,70 \times 10^{15}$$

Il y a $N_0 = 2,70 \times 10^{15}$ noyaux de radium 226 initialement présents dans le flacon de Radithor.

3.3.

Méthode 1 :

$$n_0 = \frac{m_0}{M}$$

$$\frac{m_0}{M} = n_0$$

$$m_0 = n_0 \times M$$

Or

$$n_0 = \frac{N_0}{N_A}$$

$$m_0 = \frac{N_0}{N_A} \times M$$

$$m_0 = \frac{2,70 \times 10^{15}}{6,02 \times 10^{23}} \times 226$$

$$m_0 = 1,01 \times 10^{-6} \text{ g}$$

$$m_0 = 1,01 \text{ } \mu\text{g}$$

Le flacon contenait bien une masse $m_0 = 1,0 \text{ } \mu\text{g}$ de radium 226.

Méthode 2 :

$$m_0 = N_0 \times m_{\text{atome}}$$

$$m_0 = 2,70 \times 10^{15} \times 225,977 \text{ 0} \times 1,660 \text{ 54} \times 10^{-27}$$

$$m_0 = 1,01 \times 10^{-9} \text{ kg}$$

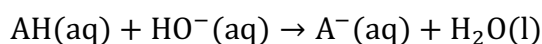
$$m_0 = 1,01 \times 10^{-6} \text{ g}$$

Partie B : La vitamine C

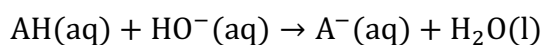
1. Réaction de dosage

1.1.

Équation de la réaction support du titrage :



1.2.



$$K = Q_{r,\text{eq}} = \frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}} \times c^0}{[\text{AH}]_{\text{eq}} \times [\text{HO}^-]_{\text{eq}}}$$

Point méthode : Pour faire apparaître K_A il faut faire multiplier le numérateur et le dénominateur par $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$ et c^0 .

$$K = \frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}} \times c^0}{[\text{AH}]_{\text{eq}} \times [\text{HO}^-]_{\text{eq}}} \times \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}} \times \frac{c^0}{c^0}$$

$$K = \frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{AH}]_{\text{eq}} \times c^0} \times \frac{c^0 \times c^0}{[\text{HO}^-]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}$$

Or

$$K_A = \frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{AH}]_{\text{eq}} \times c^0}$$

$$K_e = \frac{[\text{HO}^-]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{(c^0)^2}$$

$$\frac{1}{K_e} = \frac{(c^0)^2}{[\text{HO}^-]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}$$

Ainsi :

$$K = K_A \times \frac{1}{K_e}$$

$$K = \frac{K_A}{K_e}$$

$$K_A = c^0 \times 10^{-pK_A}$$

$$K = \frac{c^0 \times 10^{-pK_A}}{K_e}$$

$$K = \frac{1,0 \times 10^{-4,1}}{1,0 \times 10^{-14}}$$

$$K = 7,9 \times 10^9$$

2. Équivalence du dosage

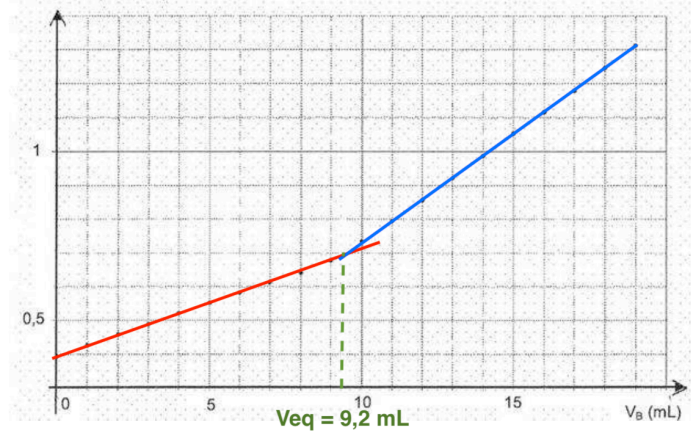
2.1.

L'équivalence est atteinte lorsque les réactifs sont introduits dans des proportions stœchiométriques.

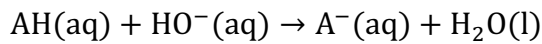
2.2.

Graphiquement : $V_{Eq} = 9,2 \text{ mL}$

Partie B, question 2.2
Document 2 : suivi de la conductivité au cours du dosage de la vitamine C
Conductivité ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$)



2.3.



A l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{AH}}^i}{1} = \frac{n_{\text{HO}^-}^{\text{eq}}}{1}$$

$$C_A \times V_A = C_B \times V_{Eq}$$

$$C_A = \frac{C_B \times V_{Eq}}{V_A}$$

$$C_A = \frac{8,0 \times 10^{-2} \times 9,2 \times 10^{-3}}{100,0 \times 10^{-3}}$$

$$C_A = 7,4 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

2.4.

$$n_A = \frac{m_A}{M_A}$$

$$\frac{m_A}{M_A} = n_A$$

$$m_A = n_A \times M_A$$

Or

$$C_A = \frac{n_A}{V}$$

$$\frac{n_A}{V} = C_A$$

$$n_A = C_A \times V$$

$$m_A = C_A \times V \times M_A$$

$$m_A = 7,4 \times 10^{-3} \times 200,0 \times 10^{-3} \times 176$$

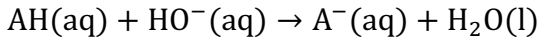
$$m_A = 0,26 \text{ g}$$

$$m_A = 260 \text{ mg}$$

D'après l'emballage Acide ascorbique : 250 mg

La valeur trouvée expérimentalement est proche de la valeur indiquée par le fabricant.

3. Explication de l'allure de la courbe



Avant l'équivalence :

- $[\text{A}^-]$ augmente car c'est un produit de la réaction.
- $[\text{HO}^-]$ est nulle car les ions HO^- sont en défaut avant l'équivalence
- $[\text{Na}^+]$ augmente car les ions Na^+ sont spectateurs et ajoutés au cours du titrage.

Ions	Avant l'équivalence
A^-	↗
HO^-	0
Na^+	↗

Après l'équivalence :

- $[\text{A}^-]$ reste car constant. A^- est un produit de la réaction or après l'équivalence, il n'y a plus de réaction entre $\text{AH}(\text{aq})$ et $\text{HO}^-(\text{aq})$ car tous les AH ont été consommés.
- $[\text{HO}^-]$ augmente car les ions HO^- sont en excès après l'équivalence et ils ne réagissent plus
- $[\text{Na}^+]$ augmente car les ions Na^+ sont spectateurs et ajoutés au cours du titrage.

Ions	Après l'équivalence
A^-	=
HO^-	↗
Na^+	↗

Avant l'équivalence, la concentration des ions augmente donc la conductivité augmente.

Après l'équivalence, la concentration des ions augmente donc la conductivité augmente.

Comparons les deux augmentations :

$\lambda_{\text{HO}^-} > \lambda_{\text{A}^-}$ donc l'augmentation de la conductivité est plus importante après l'équivalence.

4.

4.1.

D'après l'emballage Ascorbate de sodium : 285 mg

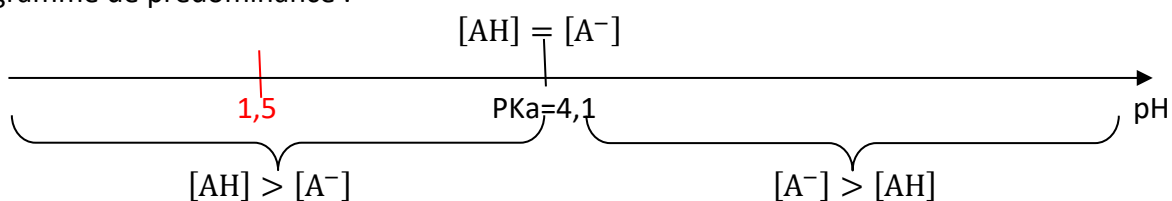
$$n_{\text{NaA}} = \frac{m_{\text{NaA}}}{M_{\text{NaA}}}$$

$$n_{\text{NaA}} = \frac{285 \times 10^{-3}}{198}$$

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

4.2.

Diagramme de prédominance :



Pour $\text{pH} = 1,5$: AH prédomine.

Ainsi, les ions ascorbate, ingérés lors de la prise du comprimé, se transforment alors en acide ascorbique.

4.3.

Calculons la masse d'acide ascorbique apportée par les ions ascorbate.

Les ions ascorbate, ingérés lors de la prise du comprimé, se transforment alors en acide ascorbique :

$$n'_{AH} = n_{A^-}$$

$$n'_{AH} = \frac{m_{AH}}{M_{AH}}$$

$$\frac{m'_{AH}}{M_{AH}} = n'_{AH}$$

$$m'_{AH} = n'_{AH} \times M_{AH}$$

$$m'_{AH} = n_{A^-} \times M_{AH}$$

$$m'_{AH} = 1,44 \times 10^{-3} \times 176$$

$$m'_{AH} = 0,253 \text{ g}$$

Calculons la masse totale d'acide ascorbique contenu dans le comprimé :

$$m_{\text{total}} = m_A + m'_{AH}$$

$$m_{\text{total}} = 0,26 + 0,253$$

$$m_{\text{total}} = 0,513 \text{ g}$$

$$m_{\text{total}} = 513 \text{ mg}$$

Cette valeur expérimentale sur la quantité totale en acide ascorbique est proche de l'indication de l'étiquette : « Quantité correspondante en acide ascorbique : 500 mg ».