

I. PHYSIQUE : Utilisation de sondes radioactives et fluorescentes

1. Etude d'une sonde radioactive

1.1. Composition du noyau de soufre 35.

Le noyau de soufre 35 est composé de 16 protons, 35 nucléons et 19 neutrons.

1.2. Nom de la particule émise lors de la désintégration du soufre 35.

La particule émise lors de la désintégration du soufre 35 est un électron.

1.3. Type de radioactivité du soufre 35.

Il s'agit d'une radioactivité de type β^- .

1.4. Valeurs de A et de Z du noyau fils en précisant pour chaque valeur la loi utilisée.

A = 35 loi de conservation du nombre de masse

Z = 17 loi de conservation du nombre de charge

1.5 Identification de l'élément X et symbole

Le noyau fils est : $^{35}_{17}Cl$

1.6

1.6.1 Calcul en unité de masse atomique la variation de masse Δm accompagnant la réaction de désintégration du soufre 35.

On a la relation :

$$\Delta m = m(^{35}_{16}S) - m(^A_Z Y) - m(^0_{-1}e)$$

$$\Delta m = 34,96027 - 34,95954 - 5,48560 \times 10^{-4} = 1,81440 \times 10^{-4} u$$

1.6.2 Calcul de l'énergie E libérée au cours de la désintégration du soufre 35.

On a la relation :

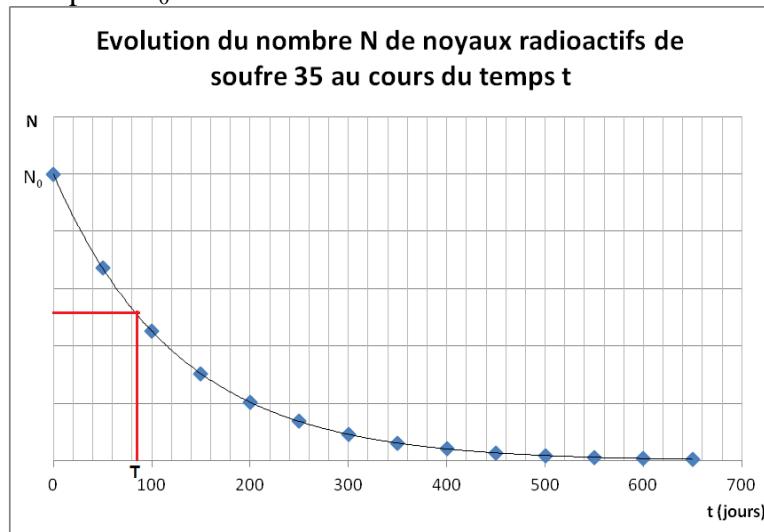
$$E = \Delta m \times c^2 = 1,81440 \times 10^{-4} \times (3,0 \times 10^8)^2 = 2,7 \times 10^{-14} J$$

$$E = 169,5 \text{ keV}$$

Cette valeur est bien en accord avec les données de la fiche de l'INRS qui est de 169 keV.

1.7 Le soufre 35 est un déchet à vie très courte (VTC).

D'après le document en annexe 1 page 6, $T = 88$ j donc le soufre 35 est bien un déchet à vie très courte car $T < 100$ j. On détermine la valeur de la période T à partir du graphique en déterminant graphiquement la valeur de t pour $N_0/2$.



1.8. L'activité initiale du soufre 35 est de 259 MBq.

1.8.1 Définition de l'activité d'une source radioactive.

L'activité d'une source radioactive est le nombre de désintégration par unité de temps.

1.8.2 Calcul de l'activité A du soufre 35 au bout de ce temps de 10 périodes.

On a la relation :

$$A = \frac{A_0}{2^{10}} = \frac{259}{2^{10}} = 0,253 \text{ MBq}$$

L'activité a été approximativement divisée par 1000. L'activité n'est pas encore négligeable.

2. Etude d'une sonde fluorescente

2.1. Calcul de l'énergie E correspondant à la longueur d'onde d'émission.

La longueur d'onde d'émission de la fluorescéine est $\lambda_{\text{émission}} = 521 \text{ nm}$. On a la relation :

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{521 \times 10^{-9}} = 3,81 \times 10^{-19} \text{ J} = 2,39 \text{ eV}$$

2.2 Estimation de la valeur du déplacement de Stokes.

Déplacement de Stokes : $\Delta\lambda = 521 - 490 = 31 \text{ nm}$

Ce déplacement est supérieur à 20 nm donc on peut séparer les longueurs d'onde de la forte lumière incidente et de la faible fluorescence émise. C'est-à-dire de séparer les longueurs d'excitation et d'émission.

II. CHIMIE ORGANIQUE : Etude de la cystéine

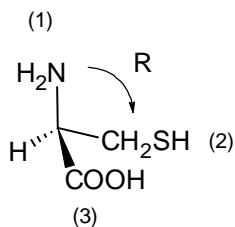
1. Structure de la cystéine.

1.1 Noms des trois fonctions organiques présentes dans la molécule de cystéine.

- SH : fonction thiol ; -NH₂ : fonction amine ; -COOH : fonction acide carboxylique.

1.2. La molécule de cystéine est chirale car elle possède un carbone asymétrique. Le carbone 2 est relié à quatre groupements différents.

1.3. Représentation l'énanthiomère R (en représentation de Cram) de la molécule de cystéine.



D'après les règles CIP : NH₂ > CH₂SH > COOH > H

Pour représenter l'énanthiomère R, on doit passer des groupements (1), (2) et (3) dans le sens des aiguilles d'une montre, ce qui est le cas dans la représentation ci-dessus.

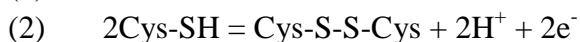
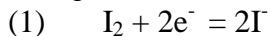
1.4. Groupement fonctionnel dont ces deux bandes révèlent la présence.

- 1580 cm⁻¹ : groupement amino NH₂ (amine)

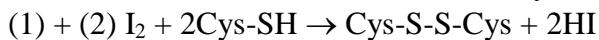
- 2500-3200 cm⁻¹ : groupement carboxyl -OH (acide carboxylique)

2. Oxydation de la cystéine

2.1. Demi-équations relatives aux deux couples d'oxydoréduction



2.2 Equation de la réaction entre le diiode et la cystéine.



2.3. Nom de la liaison formée au cours de cette réaction.

La liaison formée au cours de la réaction est un pont disulfure $-\text{S-S}-$

3. Etude de la fonction $-\text{NH}_2$ de la cystéine.

Il s'agit d'une fonction amide qui s'est formée au cours de cette réaction.

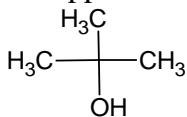
4. Etude de la fonction $-\text{COOH}$ de la cystéine.

4.1. Nom de la liaison formée au cours de cette réaction.

Il s'agit d'une liaison peptidique qui s'est formée entre deux acides aminés.

4.2.

4.2.1 Formule semi-développée de la molécule de 2-méthylpropan-2-ol.



4.2.2 Le 2-méthylpropan-2-ol est un alcool tertiaire donc il ne sera pas sensible à l'oxydation.

4.2.3 Le singulet correspond aux 9 hydrogènes des groupements CH_3 . Ces 9 hydrogènes sont équivalents car ils ont le même environnement chimique. Il n'y aura donc qu'un seul signal. De plus, ils ne sont pas couplés avec d'autres H d'où le singulet.

4.2.4 Nom de la fonction organique formée au cours de la réaction entre la cystéine et le 2-méthylpropan-2-ol.

Il se forme une fonction ester.

4.2.5 Donner deux caractéristiques de cette réaction.

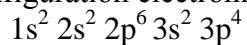
C'est une réaction lente et limitée. (athermique)

III. CHIMIE GENERALE : Le soufre et ses composés

1. Structure du soufre et de ses composés.

1.1. Configuration électronique de l'atome de soufre dans son état fondamental.

La configuration électronique de l'atome de soufre dans son état fondamental est :



1.2. L'oxygène a la même structure électronique externe ($ns^2 np^4$) donc ils se trouvent dans la même colonne de la classification périodique.

1.3. Géométrie de la molécule de dioxyde de soufre.

La molécule de dioxyde de soufre est de type AX_2E donc il s'agit d'une géométrie triangulaire coudée.

2. Oxydation du dioxyde de soufre

2.1. Calculer l'enthalpie de réaction, notée Δ_rH° , de la réaction de synthèse du trioxyde soufre gazeux à 298 K

On a la relation :

$$\Delta_rH^\circ = 2\Delta_fH_{SO_3}^0 - \Delta_fH_{O_2}^0 - 2\Delta_fH_{SO_2}^0$$

$$\Delta_rH^\circ = -2 \times 395,7 - 0 + 2 \times 296,8$$

$$\Delta_rH^\circ = -197,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

2.2. L'enthalpie de réaction est négative donc la réaction est exothermique dans le sens (1).

2.3. Calcul de la valeur de la constante d'équilibre K à la température de 298 K.

On a la relation :

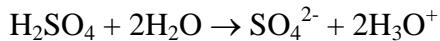
$$K = \exp\left(-\frac{\Delta_rG^\circ}{RT}\right) = \exp\left(\frac{141,7 \times 10^3}{8,31 \times 298}\right) = 7,09 \times 10^{24}$$

2.4 Pour favoriser la réaction d'un point de vue cinétique, on augmente la température dans un premier temps jusqu'à 703 K. Ensuite, la réaction étant exothermique, la température augmente jusqu'à 873 K.

3. Dissolution du trioxyde soufre

3.1. On considère que l'acide sulfurique est un diacide fort.

3.1.1 Equation de la réaction de dissolution de l'acide sulfurique dans l'eau.



3.1.2 Calcul du pH de la solution d'acide sulfurique.

D'après l'équation bilan précédente, on a :

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+} = 2n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{ donc } [\text{H}_3\text{O}^+] = 2[\text{H}_2\text{SO}_4] = 2 \times 1 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 2 \times 10^{-2} = 1,7$$

3.1.3 Valeur du volume V_b à l'équivalence.

Equation du dosage :



A l'équivalence, on a :

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+} = n_{\text{OH}^-} \text{ donc } 2n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{OH}^-}$$

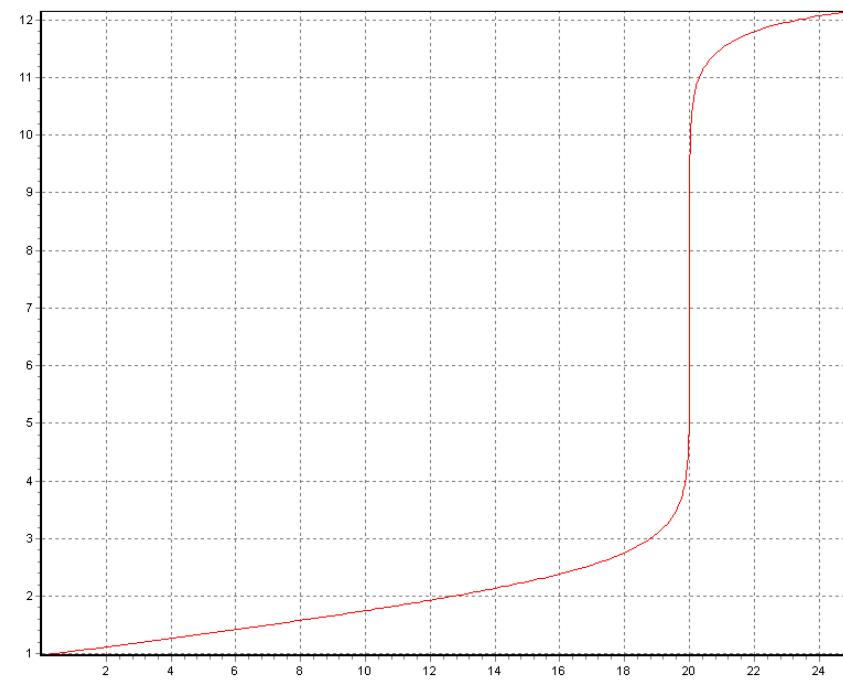
$$C_b V_b = 2C \times V \text{ donc } V_b = \frac{2C \times V}{C_b} = \frac{2 \times 1 \times 10^{-2} \times 10}{1 \times 10^{-2}} = 20 \text{ mL}$$

- Valeur du pH à l'équivalence :

Le pH à l'équivalence sera de 7 car on réalise le dosage d'un acide fort par une base forte.

- Représentation de l'allure du graphe de l'évolution du pH en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé.

Dosage d'un acide fort par une base forte donc la courbe n'a qu'un seul point d'inflexion. Le pH augmente avec le volume de soude versé.



3.2 La valeur mesurée du pH est plus élevée que celle calculée. En effet La deuxième dissociation augmente peu la molarité de H_3O^+ (l'hydrogène n'est pas totalement libéré), et le pH global sera légèrement supérieur à celui qu'on obtiendrait en ne tenant compte que de la première ionisation de l'acide.