Durée : 4 heures

OFFICE DU BACCALAUREAT

Séries : S1-S3 – Coef. 8

Téléfax (221) 824 65 81 - Tél. : 824 95 92 - 824 65 81

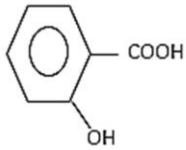
Epreuve du 1er groupe

SCIENCES PHYSIQUES

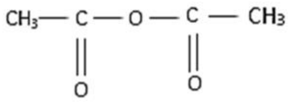
Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1

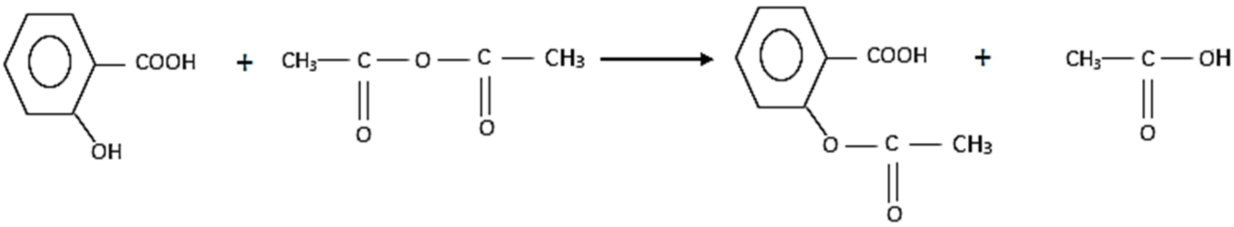
1.1.1 Formules semi-développées :



Acide salicyclique



Anhydride éthanoïque



1.1.2 Equation bilan de la réaction :

1.1.3 La réaction est rapide, totale et exothermique : c'est une réaction d'estérification indirecte.

1.2.1 Quantités de matière des réactifs :

$$n_{acide} = \frac{3}{18} = 2{,}2.10^{-2} mol \;\; et \; n_{anhydre} = \frac{7.1{,}08}{102} = 7{,}4.10^{-2} mol.$$

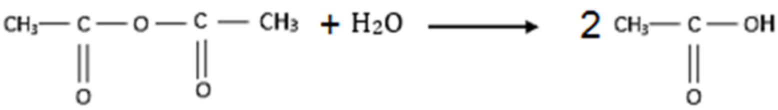
L'anhydride est en excès.

1.2.2 Calcul du rendement de la réaction : $\eta = \frac{3{,}8.100}{180.2{,}2.10^{-2}} = 96\ \%$.

Commentaire : la réaction étant totale, le rendement serait sensiblement proche de 100%. La légère différence pourrait relever de la pureté des réactifs utilisés.

1.2.3 Equation de la réaction parasite :

Si l'erlenmeyer n'était pas sec, l'anhydride réagirait rapidement avec l'eau suivant la réaction d'équation bilan :



EXERCICE 2

2.1.1 Equation de la réaction : $\boldsymbol{AH + OH^- \rightarrow A^- + H_2O}$

2.1.2 Equivalence acido-basique : lorsque l'acide et les ions hydroxyde sont mélangés dans les proportions stœchiométriques ($n_{AH} = n_{OH^-}$).

2.2.1 Etablir la relation :

Nombre de mol d'acide présent dans le mélange : $n_{AH(total)} = C_b V_{bE}$.

Nombre de mol d'acide ayant réagi avec la base : $n_{AH(réagi)} = C_b V_b$.

Nombre de mol d'acide restant dans le mélange : $n_A = n_{AH(total)} - n_{AH(réagi)}$.

On tire que $n_A = C_b.V_{bE} - C_b.V_b \Rightarrow \boldsymbol{n_A = C_b(V_{bE} - V_b)}$.

2.2.2 Expression du rapport $\frac{[AH]}{[A^-]}$:

$$\frac{[\mathrm{AH}]}{[\mathrm{A}^-]} = \frac{\frac{n_{AH}}{V}}{\frac{n_{A^-}}{V}} = \frac{C_b(V_{bE}-V_b)}{C_b.V_b} \Rightarrow \qquad \boldsymbol{\frac{[\mathrm{AH}]}{[\mathrm{A}^-]} = \frac{V_{bE}}{V_b} - 1}$$

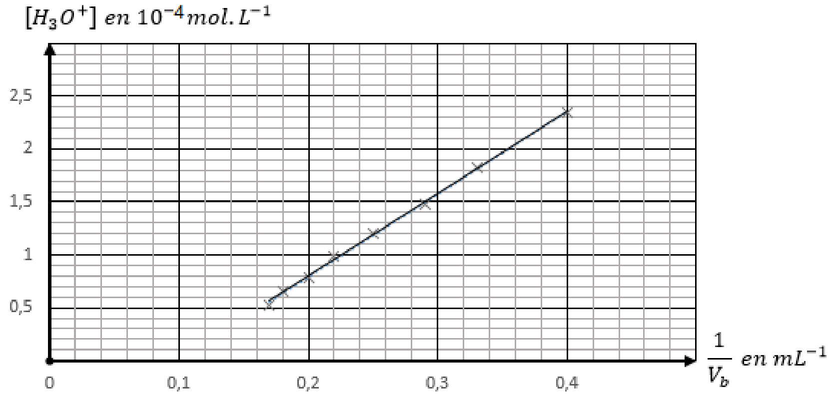
2.2.3 Expression de $[H_3O^+]$:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[AH]} \Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]}{\frac{V_{bE}}{V_b}-1} \Rightarrow \boldsymbol{[H_3O^+] = K_a(\frac{V_{bE}}{V_b} - 1)}.$$

2.3.1 Tableau de valeur :

V_b (mL)	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
pH	3,63	3,74	3,83	3,92	4,01	4,1	4,19
$[H_3O^+]$ en 10^{-4} mol.L^{-1}	2,34	1,82	1,48	1,2	0,98	0,79	0,65
$\frac{1}{V_b}$ en mL^{-1}	0,4	0,33	0,29	0,25	0,22	0,2	0,18

2.3.2 Courbe $[H_3O^+] = f(\frac{1}{V_b})$



2.3.3 Valeurs du pKa et de V_{Be} :

Exploitation du graphe donne : $[H_3O^+] = 7{,}7.10^{-4}.\frac{1}{V_b} - 0{,}73.10^{-4}$.

De la question 2.2.3 on tire la relation théorique : $[H_3O^+] = K_a.V_{bE}\,\frac{1}{V_b} - K_a$

Par identification on tire :

K_a= 0,73.10^{-4} $\Rightarrow$ $\boldsymbol{pKa = 4,1}$. $K_a.V_{bE}$=$7{,}7.10^{-4}$ $\Rightarrow$ $\boldsymbol{V_{bE} \approx 10,5\ mL}$.

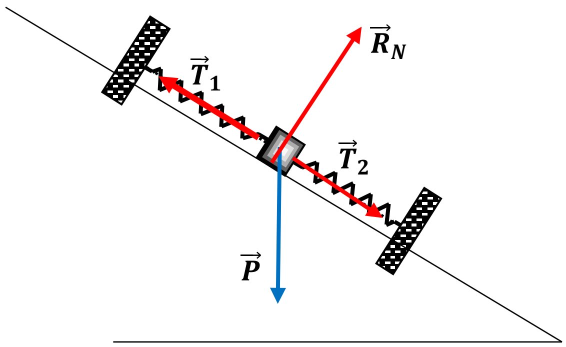
2.4 Masse d'acide dans un comprimé :

m_{AH}(total)= n_{AH}(total).M = C_bV_{bE}.M=5.10^{-2}.10,5.10^{-3}.5.176 = 0,462 g m_{AH}(total)=462 mg.

Aux erreurs de mesures près l'indication sur la boîte est proche de la valeur expérimentale donc l'appellation semble correcte.

EXERCICE 3

3.1.1 Les forces extérieures qui s'appliquent sur S à l'équilibre :



3.1.2 Les allongements x_1 et x_2 à l'équilibre :

$L = (L_0 + x_2) + (L_0 + x_1) \Rightarrow x_1 + x_2 = L - 2L_0$

T.C.I : $\vec{P} + \vec{R}_N + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$

$-\text{mgsin}\alpha - T_2 + T_1 = 0 \Rightarrow -\text{mgsin}\alpha - kx_2 + kx_1 = 0$

$\Rightarrow x_1 - x_2 = \frac{mgsin\alpha}{k}$

$x_1 = \frac{1}{2}(L - 2L_0 + \frac{mgsin\alpha}{k})$ et $x_2 = \frac{1}{2}(L - 2L_0 - \frac{mgsin\alpha}{k})$

A.N : $\boldsymbol{x_1 = 6,25\ cm\ et\ x_2 = 3,75\ cm}$

3.2.1 Equation différentielle du mouvement :
$TCI \Rightarrow \vec{P} + \vec{R}_N + \vec{T}'_1 + \vec{T}'_2 = m\vec{a}$ ⇒ En projetant sur l'axe xx' parallèle au plan et orienté vers le haut on obtient : $k(x_1 - x) - k(x_2 + x) + \text{mgsin}\alpha = m\ddot{x}$
or $\text{mgsin}\alpha + kx_2 - kx_1 = 0$ *on tire* $\boldsymbol{\ddot{x} + \frac{2k}{m}x = 0}$

3.2.2 Nature du mouvement : l'équation différentielle montre que le système étudié un oscillateur harmonique : le mouvement est rectiligne sinusoïdal.

Expression de T_0 : $\boldsymbol{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}}$

3.3 Montrons que :
Système conservatif, l'énergie mécanique est constante. $\frac{dE_m}{dt} = 0$

$E_m = E_c + E_p$ $E_C = \frac{1}{2}m\dot{x}^2$ $E_p = \frac{1}{2}k(x_2 + x)^2 + \frac{1}{2}k(x_1 - x)^2 + \text{mgxsin}\alpha$

$$E_m = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}k(x_2 + x)^2 + \frac{1}{2}k(x_1 - x)^2 + \text{mgxsin}\alpha$$

$\frac{dE_m}{dt} = m\dot{x}\ddot{x} + k\dot{x}(x_2 + x) - k\dot{x}(x_1 - x) + mg\dot{x}sin\alpha \Rightarrow \dot{x}[k(x_2 - x_1 + 2x) + mgsin\alpha + m\ddot{x}]=0$

or $\text{mgsin}\alpha + kx_2 - kx_1 = 0$ *on tire* $\boldsymbol{\ddot{x} + \frac{2k}{m}x = 0}$

3.4.1 Identification
Au passage par x=0 la vitesse est maximale donc l'énergie cinétique est maximale :
C_1 correspond à E_c.
Au passage par x=0 l'énergie potentielle est nulle : **C_2 correspond à E_P.**
L'élongation étant la seule grandeur algébrique parmi les trois donc **C_3 correspond à x.**

3.4.2 Valeurs des périodes :
Période pour **E_p ou E_C : T = 47*3= 141 ms.**
Période pour x : **T_0 = 47*6= 282 ms.**
Comparaison : **$T_0 = 2T$**

3.5 Valeur de chaque division :

$$E_p = \frac{1}{2}k(x_1^2 + x_2^2) = \frac{1}{2}.20.(6{,}25^2 + 3{,}75^2).10^{-4} = 53{,}125.10^{-3}J$$

$\Rightarrow \text{E}_\text{p}/\text{division} = \frac{\text{E}_\text{p}}{3} = \mathbf{17{,}7\ mJ\ par\ division.}$

Déduction de la vitesse maximale :

$$E_{C\,max} = \frac{1}{2}mV_{max}^2 \Rightarrow V_{max} = \sqrt{\frac{2.E_{C\,max}}{m}} \qquad graphe\ \ E_{C\,max} = 3divisions = 53{,}125.10^{-3}J$$

$$V_{max} = \sqrt{\frac{2*53{,}125.10^{-3}}{0{,}1}} = \mathbf{1{,}0\ m/s}.$$

EXERCICE 4

4.1.1 Expression de la vitesse :

T.E.C entre P_1 et P_2 : $\frac{1}{2}mV^2 - 0 = W_{P_1 \to P_2}^{\vec{F}} = qU \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2.qU}{m}}$

4.1.2 Nature de la portion du trajet (E,S) :

$\vec{F}_m = m.\vec{a} \quad \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}.\vec{V} \wedge \vec{B} \quad \Rightarrow \quad \vec{a} \perp \vec{V} \quad \Rightarrow a_t = 0 \Rightarrow \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow V = cste$.

$\vec{a} = \frac{q}{m}.\vec{V} \wedge \vec{B} \quad \Rightarrow \quad a_t = 0 \Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_N \qquad a = \frac{|q|.VB}{m} \quad et \quad a_N = \frac{V^2}{\rho} \Rightarrow \rho = \frac{m.V}{|q|.B} = cste$

(ES) est un arc de cercle de rayon $R = \frac{m.V}{|q|.B}$

4.1.3 Expression de la durée τ :

$$\widehat{ES} = R.\beta = \tau.V \Rightarrow \tau = \frac{\beta.R}{V} = \frac{\beta.m.V}{V.q.B} \Rightarrow \boldsymbol{\tau = \frac{m.\beta}{q.B}}.$$

4.2.1 Valeur du rayon de la trajectoire **pour $_1^1H^+$:**

$$R = \frac{m.V}{|q|.B} \text{ or } V = \sqrt{\frac{2.qU}{m}} \Rightarrow R = \frac{1}{B}.\sqrt{\frac{2.m.U}{q}} = \frac{1}{0,5}.\sqrt{\frac{2.10^{-3}.8025}{6,02.10^{23}.1,6.10^{-19}}} = \mathbf{2,58cm} \approx \mathbf{2,6\ cm}.$$

4.2.1 Valeurs des autres nombre de masse :

$$R^2 = \frac{2.m_1.U_1}{q.B^2} = \frac{2.A_1.u.U_1}{q.B^2} \Rightarrow A_1 = \frac{R^2.q.B^2}{2.u.U_1} \qquad A_1 = \frac{0,0258^2.1,6.10^{-19}.(0,5)^2}{2.1,66.10^{-27}.2675} \qquad \boldsymbol{A_1 = 3 \ \ et \ \ A_2 = 2}$$

4.3 Expression de D= FC :

$$sin\frac{\beta}{2} = \frac{R}{OF} = \frac{R}{OC} ; \begin{cases} cos\beta = cos^2\left(\frac{\beta}{2}\right) - sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) \\ 1 = cos^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) \end{cases} \Rightarrow 1 - cos\beta = 2sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right);$$

$$D = OF + OC = 2OF \ \ or \ OF = \frac{R}{sin\frac{\beta}{2}} = \frac{D}{2} \Rightarrow sin\frac{\beta}{2} = \frac{2R}{D} \ \ on\ tire: (sin\frac{\beta}{2})^2 = (\frac{2R}{D})^2$$

$$1 - cos\beta = 2 * \left[\frac{2R}{D}\right]^2 = \frac{8R^2}{D^2} \ \ or\ R = \frac{1}{B}.\sqrt{\frac{2.m.U}{q}} \ on\ tire \qquad \boldsymbol{D = \frac{4}{B}\sqrt{\frac{mU}{q(1-cos\beta)}}}.$$

4.4.1 Valeur de R' : $R' = \frac{m.V_c}{|q|.B} = \frac{1,66.10^{-27} * 1,24.10^6}{1,6.10^{-19} * 0,5} = 2,573cm$.

4.4.2 Expressions des vitesses :
Conservation de la quantité de mouvement :
$m_p\vec{V}_c = m_p\vec{V}_{p'} + m_n\vec{V}_{n'} \Rightarrow m_n\vec{V}_{n'} = m_p(\vec{V}_c - \vec{V}_{p'})$

Conservation énergie cinétique : $\frac{1}{2}mV_c{}^2 = \frac{1}{2}mV_{p'}{}^2 + \frac{1}{2}mV_{n'}{}^2 \Rightarrow \vec{V}_c + \vec{V}_{p'} = \vec{V}_{n'}$

On tire : $\begin{cases} V_p' = \left|V_c \ (\frac{m_p - m_n}{m_p + m_n})\right| \\ V_n' = 2V_c \ \frac{m_p}{m_p + m_n} \end{cases}$

4.4.3 Détermination de m_n :

Par exploitation des rayon des trajectoires (R_p=2,5 cm ; R_n '=$\frac{10}{3}$ cm et R_p'= $\frac{5}{6}$ cm)

On trouve m_n= $2m_p$ c'est ${}_1^2H^+$

4.5.1 Equation de la trajectoire : mouvement (voir cours).

4.5.2 Montrer que $\boldsymbol{E = \frac{m_p V_c^2}{18 q R_p'}}$

EXERCICE 5

5.1 Equation de la réaction : ${}_{53}^{131}I \ \rightarrow \ {}_{54}^{131}Xe \ + \ {}_{-1}^{0}e + \ {}_{0}^{0}\bar{\upsilon}$

La radioactivité est de type β^-.

5.2 L'intérêt de la mesure : la prise des comprimés d'iode 127 (non radioactifs), permet une saturation du corps en iode. Cette saturation empêche la fixation de l'iode 131 (radioactif) ce qui procure une protection.

5.3 Définition : l'activité radioactive est le nombre de désintégration par unité de temps.

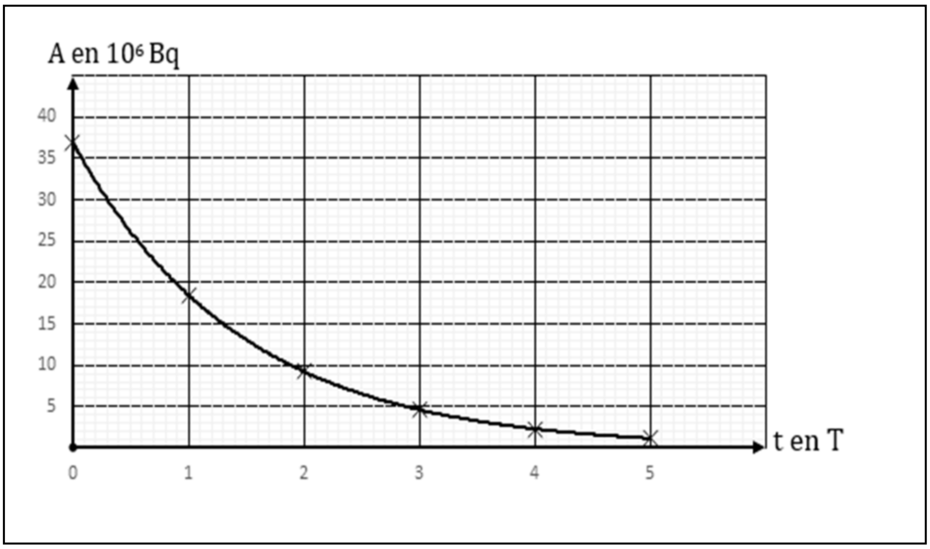
Dans le S.I elle s'exprime en becquerel (Bq).

$A = \lambda . N = \frac{Ln2}{T} . \frac{m}{M} . \mathcal{N} = \frac{0{,}69*1*6{,}02.10^{23}}{8{,}1*24*3600*131} = 4{,}6.10^{15}\ Bq \quad A_0 = 37.10^6\ Bq.$

5.4 Masse m' d'iode à injecter : $\frac{m_0}{m} = \frac{A_0}{A} \quad \Rightarrow \boldsymbol{m_0} = \frac{A_0}{A}.m = \frac{37.10^6*1}{4{,}6.10^{15}} = \boldsymbol{8.10^{-9}\ g}$

5.5 Courbe de décroissance :

t en T	0	1	2	3	4	5
A en 10^6 Bq	37	18,5	9,25	4,63	2,31	1,16



Date à laquelle $A = \frac{A_0}{10}$ $graphe\ donne\ t \approx 3{,}5 * T = 3{,}5 * 8{,}1 = 28\ jours$