

Baccalauréat

Sciences physiques session normale 2009

Exercice 1

L'acide acétylsalicylique couramment appelé l'aspirine est un antiseptique très utilisé.
 Pour simplifier, l'acide acétylsalicylique de formule brute $C_9H_7O_4H$ sera désigné par AH.

1 Cet acide est obtenu par l'action du chlorure d'acétyle sur l'acide salicylique.

On suit l'évolution de cette réaction totale permettant d'obtenir l'aspirine en fonction du temps et on obtient la courbe ci-contre :

1.1 Donner la définition de la vitesse instantanée de formation de l'aspirine et calculer sa valeur lorsque $t=150\text{min}$.

1.2 Définir le temps de la demi réaction et déterminer sa valeur.

2 La réaction de l'acide acétylsalicylique AH avec l'eau est une réaction limitée conduisant à un équilibre chimique.

2.1 Cet acide est-il fort ou faible ? Ecrire l'équation de sa réaction avec l'eau.

2.2 Donner l'expression de la constante d'acidité K_a du couple AH/A^- .

Calculer le rapport $\frac{[A^-]}{[AH]}$. On donne $pH=2,5$ et $K_a=3,2 \cdot 10^{-4}$.

3 On écrase un comprimé d'«Aspirine 500» puis on dissout la poudre obtenue dans de l'eau distillée pour obtenir une solution S de volume $V_S=100\text{mL}$.

On prélève un volume $V_A=10\text{mL}$ de la solution S que l'on dose avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B=2 \cdot 10^{-2}\text{mol/L}$ en présence d'indicateur coloré convenablement choisi. L'équivalence acido-basique est obtenue pour un volume $V_{BE}=13,9\text{mL}$ d'hydroxyde de sodium.

3.1 Comment peut-on reconnaître l'équivalence en utilisant l'indicateur coloré ?

3.2 Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

3.3 Calculer la concentration molaire C_A de la solution S d'acide. En déduire la masse d'acide acétylsalicylique dans chaque comprimé.

Exercice 2

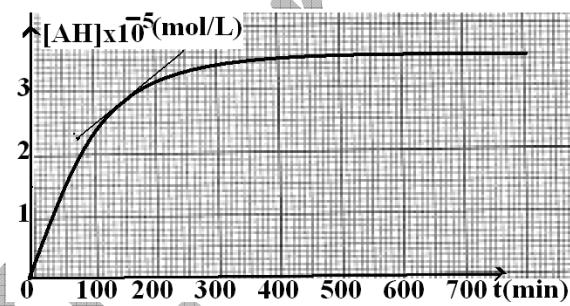
Le chlorure d'acide résulte de la substitution d'un atome de chlore au radical hydroxyle dans le groupe carboxyle -COOH.

1 Ecrire les formules semi développées des chlorures d'acide provenant des acides éthanoïque, butanoïque et benzoïque (C_6H_5-COOH). Donner la formule générale du chlorure d'acide. (2pt)

2 On prépare le chlorure d'éthanoyle par l'action du pentachlorure de phosphore (PCl_5) sur l'acide éthanoïque. Ecrire l'équation de la réaction sachant qu'elle donne en plus du chlorure d'éthanoyle l'oxychlorure ($POCl_3$) et le chlorure d'hydrogène (HCl).

3 Comme l'anhydride, le chlorure d'acide est employé pour la préparation des esters.

Ecrire l'équation de la réaction d'estérification d'un alcool par le chlorure d'acide en utilisant les formules générales. Quel est l'avantage de l'utilisation du chlorure d'acide à la place de l'acide ?

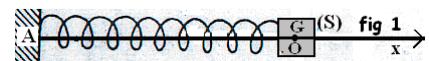


4 On fait réagir du chlorure d'éthanoyle sur le propan-2-ol. Ecrire l'équation de la réaction en utilisant les formules semi développées et nommer l'ester formé.

Exercice 3

On considère un solide supposé ponctuel de masse m fixé à l'une des extrémités d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur

$K=40\text{N/m}$, qui est enfilé sur une tige ; l'autre extrémité du ressort étant soudée en un point A. (fig 1)



1 On écarte le solide S de sa position d'équilibre d'une distance de 4cm et on l'abandonne sans vitesse initiale à un instant que l'on prendra pour origine des temps. Le mouvement de S sera étudié dans le repère d'axe Ox dont l'origine O coïncide avec la position du centre d'inertie G du solide à l'équilibre.

1.1 Etudier le mouvement du solide S et en déduire son équation différentielle.

1.2 L'expression de l'accélération a du solide est donnée en fonction de l'abscisse x à un instant t par la relation:

$$a + 400x = 0.$$

1.2.1 Déduire la valeur de la pulsation du mouvement.

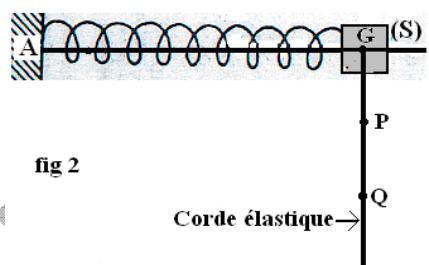
1.2.2 Calculer la masse m du solide.

1.3 Déterminer l'équation horaire du mouvement du solide S.

1.4 Calculer l'énergie cinétique maximale du solide S.

2 On attache le solide S à une longue corde élastique qui pend librement. Lorsque le solide S est animé du même mouvement rectiligne sinusoïdal précédent, une onde transversale supposée sans amortissement ni réflexion se propage le long de la corde

avec une célérité $c = \frac{\pi}{2} \text{ m/s}$. (fig2)



On considère les points P et Q de la corde situés respectivement à 12,5 cm et 37,5 cm du centre d'inertie G (source des ondes).

2.1 Calculer la longueur d'onde λ du mouvement vibratoire de la corde. (Prendre $\pi^2=10$)

2.2 Comparer les mouvements de P et de Q entre eux puis avec celui de G.

2.3 Déterminer les équations horaires des mouvements des points P et Q.

Exercice 4

Un cadre carré ABCD de côté 20cm est constitué d'un fil conducteur. Il est suspendu à un dynamomètre D comme l'indique la figure.

1 Le côté CD du cadre est plongé dans un champ magnétique \vec{B} uniforme perpendiculaire au plan.

1.1 Le dynamomètre D indique 2,5N lorsque le cadre n'est pas traversé par un courant. A quoi correspond cette valeur ?

1.2 On fait passer maintenant dans le cadre un courant d'intensité constante $I=10\text{A}$, le dynamomètre D indique alors 3,5N.

1.2.1 Faire un schéma sur lequel on représentera la force électromagnétique appliquée au côté CD et on indiquera le sens du courant qui traverse CD.

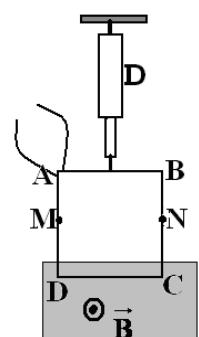
1.2.2 Calculer l'intensité du champ magnétique \vec{B} .

2 On plonge le cadre qui est parcouru par l'intensité $I=10\text{A}$, dans le champ magnétique jusqu'aux points M et N. Montrer que l'indication du dynamomètre ne change pas.

3 On inverse le sens du courant sans changer sa valeur ni celle du champ magnétique.

3.1 Quelle est la nouvelle indication du dynamomètre ?

3.2 Quelle sera l'indication du dynamomètre si le champ magnétique s'annule ?



Solution

Exercice 1

1.1 Définition de la vitesse de formation de AH

C'est la dérivée de la concentration C par rapport au temps

$V(AH) = \frac{dC}{dt}$ ce qui correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse t;

$$V_{t=150\text{min}} = \frac{C_B - C_A}{t_B - t_A}$$

$$\text{soit } V_{t=150\text{min}} = \frac{(3,7 - 1,7) \cdot 10^{-5}}{250} = 8 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L/min}$$

1.2 $t_{1/2} = 70 \text{ mn}$ d'après la courbe.

2.1 L'équivalence correspond au changement de couleur de l'indicateur coloré.

2.2 L'équation de la réaction du dosage : $AH + OH^- \rightarrow A^- + H_2O$

2.3 Calcul de C_a :

$$n_a = n_b \Leftrightarrow C_a V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V}$$

$$\text{soit } C_a = \frac{2 \cdot 10^{-2} \times 13,9}{10} = 27,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

La masse d'acide dans chaque comprimé :

$$C_a = \frac{n}{V_S} = \frac{m}{V_S M} \Rightarrow m = C_a V_S M$$

$$m = 27,8 \cdot 10^{-3} \times 10^{-1} \times 180 = 500,4 \text{ mg}$$

Exercice 2

1-Les formules semi-développées des chlorures d'acide provenant de :



La formule générale du chlorure d'acide : $R-COCl$

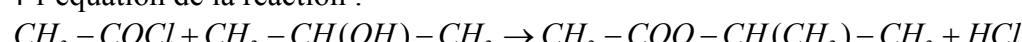


3-Equation de la réaction d'estérification d'un alcool par un chlorure d'acide :



L'avantage de l'utilisation de chlorure d'acide est l'obtention d'une réaction totale afin de trouver une importante quantité d'ester.

4-l'équation de la réaction :



Le nom de l'ester : L'éthanoate de méthyle-éthyle.

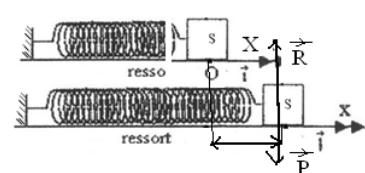
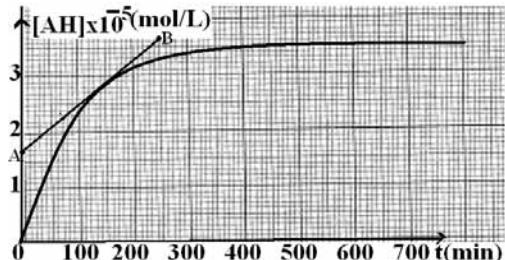
Exercice 3

1.1 Nature du mouvement.

$$\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = m\vec{a}$$

En projetant suivant l'axe Ax :

$$-T = ma \Leftrightarrow -Kx = ma \Rightarrow a + \frac{K}{m}x = 0 \quad \text{c'est l'équation différentielle}$$



caractérisant un mouvement rectiligne sinusoïdal de pulsation $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$

1.2.1 La valeur de la pulsation : Par identification entre l'équation différentielle et l'équation donnée, on obtient $\omega^2 = 400 \Rightarrow \omega = 20 \text{ rad.s}^{-1}$

1.2.2 Calcul de la masse du solide : $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} \Rightarrow m = \frac{K}{\omega^2}$ soit $m = 0,1 \text{ Kg}$.

1.3 L'équation horaire du mouvement : $x = X_m \cos(\omega t + \varphi)$

La pulsation $\omega = 20 \text{ rad/s}$ et l'amplitude $X_m = 4 \text{ cm}$.

-Calcul de la phase initiale φ : $\cos \varphi = \frac{x_0}{X_m} \Rightarrow \varphi = 0$.

D'où l'équation horaire : $x = 4 \cdot 10^{-2} \cos(20t)$

1.3 L'énergie cinétique maximale :

$$E_{C\max} = \frac{1}{2} m V_m^2 \text{ avec } V_{\max} = X_m \omega$$

$$E_{C\max} = \frac{1}{2} m \omega^2 X_m^2 = \frac{1}{2} K X_m^2 = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

2.1 Calcul de la longueur d'onde λ : $\lambda = CT = \frac{2\pi C}{\omega} = 0,5 \text{ m}$

2.2 Comparaison des mouvements :

. Comparaison des mouvements de P et Q entre eux : $\frac{PQ}{\lambda} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5 \Rightarrow PQ = \frac{\lambda}{2}$

Les points P et Q vibrent en opposition de phase.

. Comparaison des mouvements de P et Q avec celui de O

-Entre P et O : $\frac{PO}{\lambda} = \frac{0,125}{0,5} = 0,25 \Rightarrow PO = \frac{\lambda}{4}$ les points P et O vibrent en quadrature de phase.

-Entre O et Q : $\frac{OQ}{\lambda} = \frac{0,375}{0,5} = 0,75 \Rightarrow OQ = \frac{3\lambda}{4}$

Les points O et Q vibrent en quadrature de phase.

2.3 Les elongations des points P et Q :

. $y_p = y_o(t - \theta_1)$ avec $\theta_1 = \frac{OP}{C}$

$$y_p = 4 \cdot 10^{-2} \cos(20t - \frac{2\pi OP}{\lambda}) \text{ soit } y_p = 4 \cdot 10^{-2} \cos(20t - \frac{\pi}{2})$$

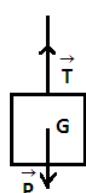
. $y_Q = y_o(t - \theta_2)$ avec $\theta_2 = \frac{OQ}{C}$

$$y_Q = 4 \cdot 10^{-2} \cos(20t - \frac{2\pi OQ}{\lambda}) \text{ soit } y_Q = 4 \cdot 10^{-2} \cos(20t - \frac{3\pi}{2})$$

Exercice 4

1.1 lorsque le courant est nul il n'y a pas force électromagnétique, le dynamomètre indique le poids du cadre car

$$\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{T}_o = \vec{0} \Leftrightarrow P = T_o = 2,5 \text{ N}$$



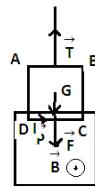
1.2 .1 Comme $T > T_0$ la force électromagnétique a le même sens que le poids. D'après la règle de la main droite le courant I circule de D vers C.

1.2.2 Calcul de l'induction B :

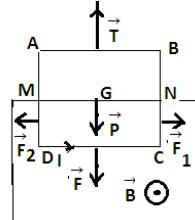
$\sum \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0}$ par projection sur la verticale descendante :

$$P - T + F = 0 \Rightarrow F = T - P = 3,5 - 2,5 = 1N$$

$$\text{or } F = IaB \text{ soit } B = \frac{F}{aI} = \frac{3,5 - 2,5}{0,2 \cdot 10} = 0,5T$$

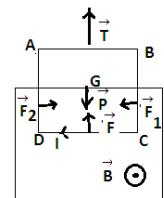


2-Lorsqu'on plonge le cadre jusqu'aux points M et N ; il s'exerce sur les cotés MD et NC deux forces électromagnétiques \vec{F}_1 et \vec{F}_2 . Ces deux forces ont la même intensité, la même direction mais des sens opposés et par conséquent $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$ ce qui montre que l'indication du dynamomètre ne change pas.



$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{T} + \vec{F} + \underbrace{\vec{F}_1 + \vec{F}_2}_{\vec{0}} = \vec{0}$$

par projection sur la verticale descendant : $P - T + F = 0 \Rightarrow T = F + P = 3,5N$



3.1 Lorsqu'on inverse le sens du courant sans changer son intensité, on inverse le sens de la force sans changer son intensité $\sum \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0}$

par projection sur la verticale descendant : $P - T - F = 0 \Rightarrow T = P - F = 2,5 - 1 = 1,5N$

3.2 Lorsque le champ magnétique est supprimé il n'y pas de force électromagnétique, le dynamomètre indique seulement le poids du cadre car $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{T}_0 = \vec{0} \Leftrightarrow P = T_0 = 2,5N$