

EXERCICE 1(3,5pts)

Un ester E a pour formule $C_4H_8O_2$.

- Ecrire la formule semi-développée de chacun des esters isomères de E. (1pt)
- L'hydrolyse de chacun de ces esters donne un acide et un alcool. Donner à chaque fois le nom et la formule semi-développée de l'acide et de l'alcool ainsi formés. (1pt)
- On fait agir 1,8g d'eau sur 8,8g de cet ester. Lorsque l'équilibre chimique est atteint, on constate que 5,28g d'ester n'ont pas été hydrolysés.
- Quelle est alors parmi les formules semi-développées écrites au 1^{er} celle qui correspond à l'ester utilisé ? (0,5pt)
- Ecrire l'équation chimique de cette réaction. (0,25pt)
- Calculer les masses des différents corps présents à l'équilibre. (0,5pt)
- Rappeler les caractéristiques de cette réaction. (0,25pt)

On donne: C: 12g/mol; O: 16g/mol; H: 1g/mol.

EXERCICE 2(3,5pts)

Toutes les solutions sont à la température de 25°C ; K_a (acide éthanoïque/base conjuguée) = $1,58 \cdot 10^{-5}$

- Donner la formule et le nom de la base conjuguée de l'acide éthanoïque. (0,5pt)
- Une solution aqueuse A d'acide éthanoïque a une concentration $C_a = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et un pH=3,1.
 - Faire le bilan qualitatif et quantitatif des espèces chimiques dans la solution A. (1pt)
 - Définir le coefficient d'ionisation α de l'acide éthanoïque en solution. Calculer sa valeur dans la solution considérée. (0,5pt)
 - Peut-on qualifier l'acide éthanoïque de faible ou de fort ? Justifier. (0,25 pt)
- On verse dans un bêcher un volume $V_a = 20 \text{ mL}$ de la solution A. On y ajoute progressivement un volume V_b d'une solution aqueuse B d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.
Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les solutions A et B. (0,25 pt)
- On note V_{BE} le volume de la solution B qu'il faut verser dans le volume V_a de la solution A pour atteindre l'équivalence acido-basique. On verse un volume $V_b = \frac{1}{2} V_{BE}$ dans le volume V_a de la solution A. Le mélange ainsi obtenu a un pH = 4,8.
Préciser, en justifiant, la nature du mélange ainsi obtenu. Rappeler une propriété caractéristique du mélange. (0,5pt)
- On se propose de préparer un mélange de même nature que celui obtenu en 4 à l'aide d'une solution S_1 d'acide méthanoïque de concentration $C_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et d'une solution S_2 de méthanoate de sodium de concentration $C_2 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Calculer les volumes V_1 de S_1 et V_2 de S_2 nécessaires à la préparation d'un mélange de volume $V = 100 \text{ mL}$. (0,5pt)

EXERCICE 3(4,75pts)

On donne : $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2\text{kg}^{-2}$; la période de révolution de la terre autour d'elle-même $T=86400 \text{ s}$; Rayon de la terre $R=6380 \text{ km}$.

- Un satellite artificiel S de masse m tourne autour de la terre sur une orbite circulaire à l'altitude Z.
 - Donner les caractéristiques de la force gravitationnelle \bar{F} exercée par la terre sur S. Exprimer l'intensité F de la force \bar{F} en fonction de Z, m, G, R et M (masse de la terre). (1pt)
 - Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. Exprimer sa vitesse V sur son orbite. (1pt)
 - Donner l'expression de la période T de révolution de S autour de la terre en fonction de G, M et r (rayon de l'orbite du satellite). Montrer que $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante pour tous les satellites de la terre. (1pt)
- La lune tourne au tour de la terre sur une orbite circulaire de rayon $r=385000 \text{ km}$, sa période est de 27,3 jours. Calculer la masse de la terre. (0,75pt)
- On considère maintenant un satellite géostationnaire.
 - Quelle est la particularité de ce satellite. (0,5 pt)
 - Exprimer l'altitude Z à laquelle évolue un tel satellite puis la calculer. (0,5pt)

219

1/2

EXERCICE 4(4,25pts)

Une barre conductrice PQ de masse m de longueur l peut glisser sans frottement sur deux rails métalliques parallèles R R' et T T'. Les deux rails forment avec la barre PQ un circuit électrique comme l'indique la figure 1.

L'ensemble est placé dans un champ magnétique \vec{B} perpendiculaire au plan des rails.

- Déterminer la direction et le sens de la force de Laplace agissant sur la barre pour qu'elle reste en équilibre. En déduire le sens de \vec{B} . (1pt)

- Déterminer la valeur du champ magnétique.

On donne : $m=250g$; $l=12,5cm$; $g=10m/s^2$; $\alpha=14^\circ$ et $I=4,8A$.

- Cette fois le champ magnétique est vertical et son intensité $B=1,5T$, l'intensité du courant $I=4,8A$.

Calculer la nouvelle valeur à donner à l'angle α pour réaliser l'équilibre de la barre et préciser le sens de \vec{B} . (0,75pt)

- La barre PQ est susceptible de tourner autour d'un axe horizontal passant par le point P (voir figure2).

Dans sa position d'équilibre la barre fait un angle α avec la verticale. Elle est alors parcourue par un courant d'intensité I . La portion de la barre soumise au champ magnétique est symétrique par rapport au centre d'inertie G du conducteur.

- Exprimer l'intensité de la force de Laplace agissant sur la barre en G en fonction de α , I , h et B . (0,75pt)

- Représenter, sur un schéma, les forces agissant sur la barre. (0,75pt)

- Trouver l'expression de l'intensité I du courant en fonction de m , g , α , h et B . Calculer I . (0,5pt)

On donne : $m=250g$; $h=2,5cm$; $g=10m/s^2$; $\alpha=10^\circ$ et $B=1,5T$.

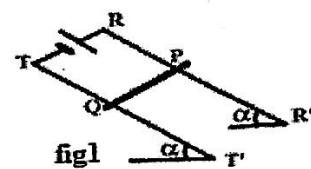


fig1

(1pt)

(0,75pt)

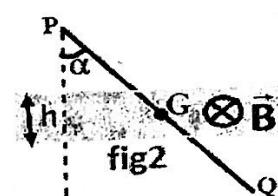


fig2

(0,75pt)

(0,75pt)

(0,5pt)

EXERCICE 5(4pts)

L'extrémité S d'une corde élastique, tendue horizontalement, est mise en mouvement vibratoire vertical et sinusoïdal à l'aide d'un vibreur. La corde est alors le siège d'une onde progressive sinusoïdale.

Le mouvement de l'extrémité S débute à l'origine du temps ($t = 0s$) et est caractérisé par une fréquence N et une amplitude a . On suppose absent tout phénomène d'amortissement ou de réflexion des ondes.

L'analyse du mouvement d'un point A de la corde, situé à la distance $x_A=3cm$ de la source d'onde S, a fourni le diagramme de la figure 1.

- Déterminer, en se référant à la figure 1 :

- La période temporelle T et la fréquence N de l'onde progressive se propageant le long de la corde. (0,5pt)

- La date θ à laquelle le point A a commencé son mouvement vibratoire et son amplitude a . (0,5pt)

- La vitesse V de propagation de l'onde. En déduire sa longueur d'onde λ . (1pt)

- On éclaire la corde avec un stroboscope de fréquence réglable N_e . Qu'observe-t-on pour $N_e=49\text{ Hz}$; $N_e=100\text{ Hz}$? (0,5pt)

- On relie le vibreur précédent à une fourche ayant deux pointes S_1 et S_2 distantes de $d=3,5\text{cm}$.

Le vibreur provoque en deux points O_1 et O_2 de la surface de l'eau des vibrations en phase de fréquence $f=50\text{Hz}$ et d'amplitude $a=2\text{mm}$. On donne $y_{O_1}=y_{O_2}=\text{acos}\omega t$

- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la surface de l'eau situé au voisinage de O_1 et O_2 et se trouvant respectivement à des distances d_1 et d_2 de ces deux points. (1pt)

- Déterminer le nombre de points de la surface de l'eau qui se trouvent sur le segment $[O_1, O_2]$ et qui vibrent avec une amplitude maximale. (0,5pt)

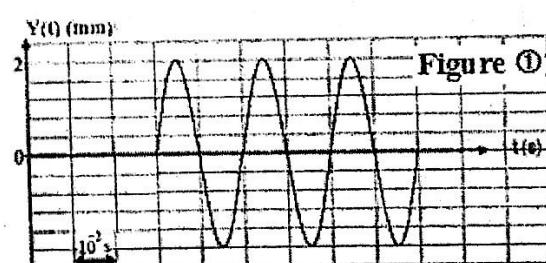


Figure ①

220

2/2

Exercice(1) : 3,5pts

1) formule semi-développée et nom de l'ester 2) formule semi-développée et nom de l'acide et de l'alcool

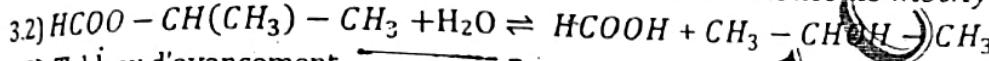
ester	acide	alcool
$\begin{cases} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COO} - \text{CH}_3 \\ \text{Propanoate de méthyle} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH} \\ \text{acide Propanoïque} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{CH}_3\text{OH} \\ \text{methanol} \end{cases}$
$\begin{cases} \text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \text{éthanoate d'éthyle} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{CH}_3 - \text{COOH} \\ \text{acide éthanoïque} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 \text{OH} \\ \text{éthanol} \end{cases}$
$\begin{cases} \text{HCOO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \text{méthanoate de propyle} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{HCOOH} \\ \text{acide méthanoïque} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH} \\ \text{propan-1-ol} \end{cases}$
$\begin{cases} \text{HCOO} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3 \\ \text{méthanoate de méthylethyle} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{HCOOH} \\ \text{acide méthanoïque} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3 \\ \text{propan-2-ol} \end{cases}$

$$3.1) m_0(\text{H}_2\text{O}) = 1.8\text{g} \Rightarrow n_0(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1.8}{18} = 0.1\text{mol} ;$$

$$m_0(\text{ester}) = 8.8\text{g} \Rightarrow n_0(\text{ester}) = \frac{8.8}{88} = 0.1\text{mol} ;$$

$$n_r(\text{ester}) = \frac{5.28}{88} = 0.06\text{mol} \Rightarrow x_{\max} = 0.1 - 0.06 = 0.04\text{mol} \Rightarrow \eta = \frac{n_f}{n_0} = \frac{0.04}{0.1} = 40\%$$

Alors l'alcool formé est secondaire donc l'ester : $\begin{cases} \text{HCOO} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3 \\ \text{méthanoate de méthylethyle} \end{cases}$



3.3) Tableau d'avancement

	Avancement	ester :	eau	Acide carboxyllique	alcool
n_0	0	0.1	0.1	0	0
n_i	X	0.1-X	0.1-X	X	X
n_f	$x_{\max} = 0.04$	0.06	0.06	0.04	0.04
M(g/mol)	.	88	18	46	60
m(g)		5.28	1.08	1.84	2.4

3.4) caractéristiques : lente-limitée-attemptive.

Exercice(2) : 3,5pts

1) base conjuguée : $\text{CH}_3 - \text{COO}^-$ ion éthanoate2.1) Bilan qualitatif : $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- + \text{CH}_3 - \text{COO}^- \text{ et } \text{CH}_3 - \text{COOH}$ Bilan quantitatif : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3.1} = 8 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$; $[\text{OH}^-] = 10^{3.1} - 14 = 2.5 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ ELN : $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{CH}_3 - \text{COO}^-]$; $[\text{OH}^-] \ll [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow [\text{CH}_3 - \text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 8 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ CM : $[\text{CH}_3 - \text{COOH}] = [\text{CH}_3 - \text{COO}^-] = 4 \times 10^{-2} - 8 \times 10^{-4} \Rightarrow [\text{CH}_3 - \text{COOH}] = 3.92 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

2.2) Le coefficient d'ionisation est égal le rapport entre la concentration de la forme ionisée et la concentration

$$\text{initial} \Rightarrow \alpha = \frac{[\text{CH}_3 - \text{COO}^-]}{[\text{CH}_3 - \text{COOH}]} = \frac{8 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-2}} = 2\%.$$

2.3) donc l'acide éthanoïque est un acide faible car $\alpha < 1$.3. Equation du dosage : $\text{CH}_3 - \text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3 - \text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$ A l'équivalence : $n_A = n_{BE} \Rightarrow n_A = C_B V_{BE}$ 4) A la demi équivalence : $V_A = \frac{V_{BE}}{2} \Rightarrow V_{BE} = 2V_A$ donc $n_A = 2C_B V_B \Rightarrow n_A (\text{faible}) = 2 n_{BE} (\text{forte})$

Alors la solution obtenue est une solution tampon ; le pH de ce mélange reste constant lors d'une dilution modérée ou lors d'ajout d'une quantité modérée d'un acide fort ou d'une base forte.

$$5) n_A (\text{faible}) = n_B (\text{faible}) \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 2 \times 10^{-3} V_1 = 3 \times 10^{-3} V_2 \Rightarrow \begin{cases} 2V_1 = 3V_2 \leftrightarrow (1) \text{ et } V_1 + V_2 = 100 \leftrightarrow (2) \\ \text{AN : } V_1 = 60\text{mL et } V_2 = 40\text{mL} \end{cases}$$

Exercice(3) : 4,75pts

1.1- Caractéristiques de \vec{F}

- Point d'application: centre du satellite

- Direction: suivant la normale

- Sens: centripète

- Norme: $F = G \frac{mM}{r^2} = G \frac{mM}{(R+Z)^2}$

1.2- RFD: $\sum \vec{F}_{app} = m\vec{a}$

Projetons suivant la tangente:

$$ma_T = 0; m \neq 0 \Rightarrow$$

$a_T = 0 \Rightarrow V = cte$: mouvement uniforme.

Projetons suivant la normale: $ma_n = G \frac{mM}{r^2} \Rightarrow$

$$m \frac{V^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

$$1.3- T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ avec } \omega = \frac{V}{r} \text{ et } V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$



$$\Rightarrow T = \frac{2\pi r}{V} = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM_S}} \Leftrightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_S}}$$

Relation de kepler

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{r^3}{GM} \Rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = \text{cte}$$

$$2- M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} \text{ AN: } M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

3.1- Particularité d'un satellite géostationnaire:
C'est un satellite qui apparaît immobile pour un observateur terrestre.

- Il tourne dans le plan de l'équateur

- Il tourne dans le sens de rotation de la terre

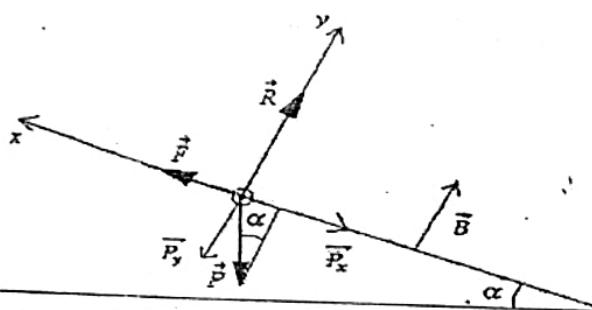
- Sa période de révolution est égale à celle de la terre.

$$3.2- \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \Rightarrow r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$$

$$Z = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R; \text{ AN: } Z = 35932 \text{ Km}$$

Exercice(4) : 4,25pts

$$1- \vec{F} \left\{ \begin{array}{l} \text{Direction: parallèle aux rails} \\ \text{Sens: vers la gauche} (\overrightarrow{T'T}) \end{array} \right.$$



\vec{B} : ascendant (vers le haut)

2- A l'équilibre: $\sum \vec{F}_{app} = \vec{0}$

$$\vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$$

Projetons sur le plan incliné ascendant:

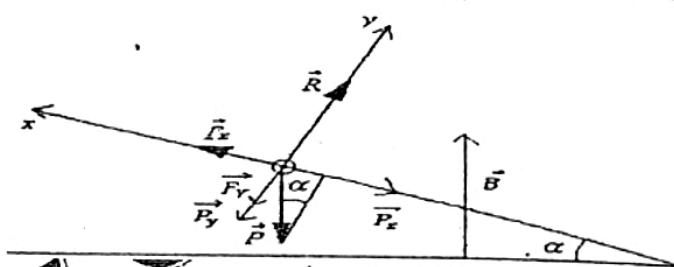
$$F - mg \sin \alpha = 0 \Rightarrow ILB = mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow B = \frac{mg \sin \alpha}{IL}; \text{ AN: } B = 1 \text{ T}$$

3- A l'équilibre: $\sum \vec{F}_{app} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

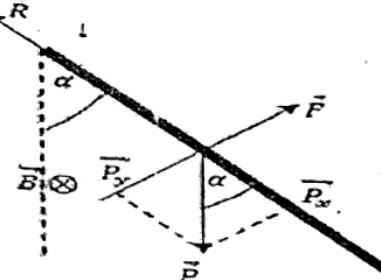
Projetons sur le plan incliné ascendant:

$$Fc \cos \alpha - mg \sin \alpha = 0 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{IB}{mg} \text{ AN: } \alpha = 19,8^\circ$$



$$4.1- F = ILB; \text{ avec } L = \frac{h}{\cos \alpha} \Rightarrow F = \frac{IBh}{\cos \alpha}$$

4.2 voir figure



$$4.3 \quad \sum \vec{M}_F = 0$$

$$\frac{Fl}{2} - \frac{Pl}{2} \sin \alpha = 0$$

et on tire

$$I = 11,4 \text{ A}$$

4.3- A l'équilibre: $\sum \vec{F}_{app} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

$$F - Ps \in \alpha = 0 \Rightarrow \frac{IBh}{\cos \alpha} = mg \sin \alpha \Rightarrow I = \frac{mg \sin \alpha \cos \alpha}{Bh}$$

$$\Rightarrow I = \frac{mg \sin 2\alpha}{2Bh} \text{ AN: } I = 11,4 \text{ A}$$

Exercice(5) : 4pts

$$1.1- \text{La période } T = 2 \times 10^{-2} \text{ s}$$

$$\text{Fréquence: } N = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz}$$

$$1.2- \text{La durée: } \theta = 3 \times 10^{-2} \text{ s}$$

$$\text{L'amplitude: } a = 2 \text{ mm}$$

$$1.3- \text{La vitesse: } V = \frac{x}{\theta} \Rightarrow V = 1 \text{ m/s}$$

$$\text{Longueur d'onde: } \lambda = \frac{v}{N} = 2 \text{ cm}$$

$$2- N = 50 \text{ Hz} \Rightarrow$$

$N_e = 49 \text{ Hz}$ \Leftarrow N mvt relenti apparent direct

$$N_e = 100 \text{ Hz} = 2N: 2 \text{ cordes immobiles}$$

$$3.1- \begin{cases} y_1 = a \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda} \right) \\ y_2 = a \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda} \right) \end{cases}$$

$$y_M = y_1 + y_2$$

$$y_M = a \left\{ \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda} \right) + \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda} \right) \right\}$$

$$\text{On a: } \cos p + \cos q = 2 \cos \frac{p-q}{2} \cos \frac{p+q}{2}$$

$$y_M = 2a \cos \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \cos \left[\omega t - \frac{\pi}{\lambda} (d_2 + d_1) \right]$$

3.2- points max

$$2a \cos \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) = \pm 2a \Rightarrow \cos \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) = \pm 1$$

$$\frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) = K\pi \Rightarrow (d_2 - d_1) = k\lambda$$

$$-d \leq d_2 - d_1 \leq d$$

$$-d \leq k\lambda \leq d \Rightarrow$$

$$-d/\lambda \leq k \leq d/\lambda$$

$$-1,75 \leq k \leq 1,75$$

$$K = \{-1, 0, 1\} \text{ trois points}$$