REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE
Ministère de l'Education Nationale
Direction des Examens et des Concours

Baccalauréat

Sciences physiques session normale 2018

Honneur Fraternité Justice
Série : Sciences de la nature
Durée : 4H Coefficient : 7

EXERCICE 1(4,25pts)

Un ester E a pour formule $C_4H_8O_2$.

1. Ecrire la formule semi-développée de chacun des esters isomères de E. (1pt)

2. 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)

3. 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.

3.1. Quelle est alors parmi les formules semi-développées écrites au 1er celle qui correspond à l'ester utilisé ? (0,5pt)

3.2. Ecrire l'équation chimique de cette réaction. (0,25pt)

3.3. Calculer les masses des différents corps présents à l'équilibre. (1pt)

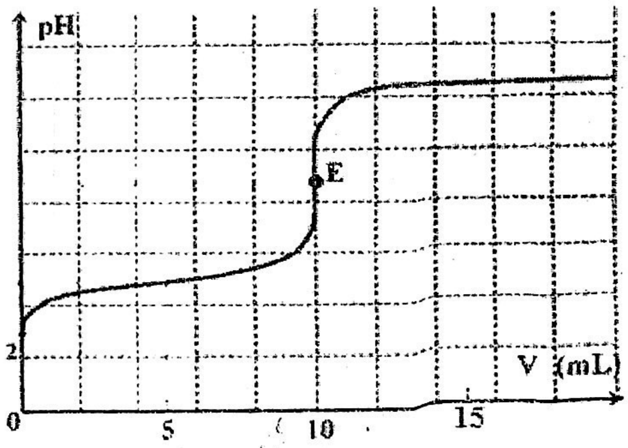
3.4. Rappeler les caractéristiques de cette réaction. (0,5pt)

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

EXERCICE 2(4,75pts)

La température est supposée constante et égale à 25°C.

1. On dissout une certaine masse d'un acide carboxylique noté RCOOH dans de l'eau distillée pour obtenir une solution S_A de volume V_A= 20 mL que l'on dose à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium S_B à 2.10^{-1} mol.L^{-1}. Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange en fonction du volume V_B de la solution d'hydroxyde de sodium versé dans la solution S_A. On obtient la courbe ci-contre.



1.1. Déterminer les coordonnées du point d'équivalence (Il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la copie). (0,75pt)

1.2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction du dosage. (0,5pt)

1.3. Déterminer la concentration molaire volumique de la solution S_A. (0,5pt)

1.4. On veut déterminer le pK_A du couple $RCOOH/RCOO^-$ de deux manières différentes.

1.4.1. <u>*D'abord on étudie la composition de la solution obtenue à la demi-équivalence.*</u>
On en déduit une relation simple entre le pH et le pK_A et on détermine alors le pK_A par méthode graphique.

1.4.1.1. Etablir la relation entre le pK_A et le pH de la solution à la demi-équivalence. V_A (0,5pt)

1.4.1.2. Trouver la valeur du pK_A. (0,5pt)

1.4.2. <u>*En suite on étudie la composition de la solution obtenue à l'équivalence.*</u>
Pour expliquer le caractère basique de cette solution on considère la réaction entre l'ion carboxylate et l'eau.

1.4.2.1. Ecrire l'équation de la réaction entre l'ion carboxylate et l'eau. (0,5 pt)

1.4.2.2. On montre alors que la constante d'acidité peut s'écrire sous la forme: $K_A = \frac{C_A V_A Ke}{[OH^-]^2 (V_A + V_E)}$, pour cela on néglige la concentration de l'acide formé par cette réaction devant celle de l'ion carboxylate ; V_E le volume de la solution d'hydroxyde de sodium à l'équivalence et Ke le produit ionique de l'eau pure. Etablir l'expression précédente de K_A. En déduire la valeur du pK_A. Comparer avec la valeur déjà trouvée ; Conclure. (0,75pt)

2. Dans une deuxième expérience, on répète le dosage précédent après avoir ajouté un volume d'eau pure au volume V_A=20 mL de la solution S_A à doser.

Y a-t-il variation des valeurs du:

- pH initial de la solution acide.
- pH à la demi-équivalence.
- volume V_E de base versée à l'équivalence. (0,75pt)

EXERCICE 3(6pts)

On donne : G=6,67 10^{-11} S.I ; la période de révolution de la terre autour d'elle-même T=86400 s *; Rayon de la terre R=6380 km.*

1. Un satellite artificiel S de masse m tourne autour de la terre sur une orbite circulaire à l'altitude Z.

1.1.Donner les caractéristiques de la force gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par la terre sur S. Exprimer l'intensité F de la force $\vec{F}$ en fonction de Z, m, G, R et M (masse de la terre). (1pt)

1.2. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. Exprimer sa vitesse V sur son orbite. (1,5pt)

1.3.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)

2. La lune tourne au tour de la terre sur une orbite circulaire de rayon r= 385000km, sa période est de 27,3 jours. Calculer la masse de la terre. (0,75pt)

3. On considère maintenant un satellite géostationnaire.

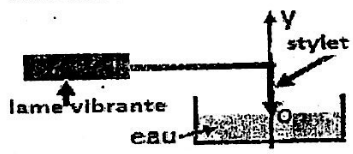
3.1. Quelle est la particularité de ce satellite. (0,75 pt)

3.2. Exprimer l'altitude Z à la quelle évolue un tel satellite puis la calculer. (1pt)

EXERCICE 4(5pts)

L'extrémité d'une lame vibrante horizontale est munie d'un stylet dont la pointe est animée d'un mouvement vertical rectiligne sinusoïdal d'amplitude a=2mm et de fréquence 50Hz.

Lorsque la lame est au repos la pointe du stylet affleure en un point O la surface libre de l'eau contenue dans une cuve de grande dimension. Quand la pointe du stylet vibre des ondes transversales sinusoïdales se propagent à partir de O dans toutes les directions avec une célérité C=50cm/s.



1.1. Etablir l'équation horaire y=f(t) du mouvement du point O. On prendra pour axe Oy l'axe orientée positivement vers le haut et pour origine des dates l'instant où débute le mouvement de la pointe du stylet en se déplaçant vers le haut. (1pt)

1.2. Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la surface de l'eau situé à une distance x de O ; le point M sera considéré assez proche de O pour que l'amortissement de l'amplitude en ce point soit négligeable.

Que peut-on dire du mouvement de M par rapport à celui de O dans le cas où x=2,25cm. (1pt)

1.3. Représenter la coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par O, à l'instant de date t=5.10^{-2}s. (1pt)

2. On remplace le stylet précédent par une fourche à deux pointes S_1 et S_2 distantes de d=3,5cm. Lorsque la lame vibre, les deux pointes S_1 et S_2 provoquent en deux points O_1 et O_2 de la surface de l'eau des vibrations en phase de fréquence f=50Hz et d'amplitude a=2mm. On donne $y_{O1}=y_{O2}=a\cos\omega t$

2.1. 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)

2.2. Déterminer le nombre de points de la surface de l'eau qui se trouvent sur le segment $[O_1O_2]$ et qui vibrent avec une amplitude maximale. (1pt)

Corrigé de l'exercice1

1. Les formules semi développées des esters de formule : $C_4H_8O_2$ sont :

① $H\text{-}COOCH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ ② $CH_3\text{-}COOCH_2\text{-}CH_3$ ③ $H\text{-}COOCH(CH_3)\text{-}CH_3$ ④ $CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOCH_3$ (0.25×4)

2. Noms et f.s.d des acides et des alcools

① $H\text{-}COOCH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ donne $H\text{-}COOH$ (ac. méthanoïque) et $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH$ (propan-1-ol) (0.25)

② $CH_3\text{-}COOCH_2\text{-}CH_3$ donne $CH_3\text{-}COOH$ (ac. éthanoïque) et $CH_3\text{-}CH_2OH$ (éthanol) (0.25)

③ $H\text{-}COOCH(CH_3)\text{-}CH_3$ donne $HCOOH$ (ac. méthanoïque) et $CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$ (propan-2-ol) (0.25)

④ $CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOCH_3$ donne $CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH$ (ac. propanoïque) et CH_3OH (méthanol) (0.25)

3.1. La formule de l'ester utilisé

$$(n_E)_0 = \frac{m_E}{M_E} = 0,1\text{mol}; (n_E)_r = \frac{m_r}{M_E} = 0,06\text{mol}; (n_E)_d = (n_E)_0 - (n_E)_r = 0,04\text{mol}$$

Le rendement de la réaction $\rho = \frac{(n_{al})_f}{(n_E)_0} = \frac{(n_E)_d}{(n_E)_0} = 0,4 = 40\%$ (0.5)

Donc l'alcool obtenu est un alcool II ; l'ester est le $H\text{-}COOCH(CH_3)\text{-}CH_3$ (méthanoate de méthyléthyle).

3.2. L'équation de la réaction :

$H\text{-}COOCH(CH_3)\text{-}CH_3 + H_2O \leftrightarrows HCOOH + CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$ (0.25)

3.3. Calcul des masses des composes à l'équilibre: (0.25×4)

$$(n_E)_0 = \frac{m_E}{M_E} = 0,1\text{mol}; (n_{eau})_0 = \frac{m_{eau}}{M_{eau}} = 0,1\text{mol}$$

$$(n_E)_r = \frac{m_r}{M_E} = 0,06\text{mol} (n_{eau})_r = \frac{m_{eau}}{M_{eau}} = 0,06\text{mol}$$

$$\frac{(n_{ac})_f}{1} = \frac{(n_{al})_f}{1} = \frac{(n_E)_d}{1} \Leftrightarrow (n_{ac})_f = (n_{al})_f = (n_E)_d = (n_E)_0 - (n_E)_r = 0,04\text{mol}$$

$$(m_E)_r = 5,28\text{g}; \quad (m_{eau})_r = (n_{eau})_r x M_{eau} = 0,06x18 = 1,08\text{g};$$

$$(m_{ac})_f = (n_{ac})_r x M_{ac} = 0,04x46 = 1,84\text{g}; \quad (m_{al})_f = (n_{al})_r x M_{al} = 0,04x60 = 2,4\text{g}$$

❖ Autre manière : tableau d'avancement

	Avancement	Quantité de matière			
		$H\text{-}COOCH(CH_3)\text{-}CH_3$	$+ H_2O$	$\leftrightarrows$ $HCOOH$ +	$CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$
Etat initial	0	0,1	0,1	0	0
Etat intermediaire	x	0,1 -- x	0,1 -- x	x	x
Etat final	x_f	0,1 -- x_f=0,06	0,1 -- x_f=0,06	x_f=0,04	x_f=0,04
m=nxM		5,28	1,08	1,84	2,4

3.4. Les caractéristiques de la réaction:

La réaction est lente, limitée et athermique.

(0.5)

Corrigé de l'exercice2

1.1 Les cordonnées de E : $\left(V_{BE} = 10\text{mL}; pH_E = 8,9\right)$ (0.75)

1.2. L'équation de la réaction du dosage

$AH + OH^- \rightarrow H_2O + A^-$ (0.5)

1.3 Calcul de la concentration C_a de la solution S_A

$n_a = n_b \Leftrightarrow C_A V_A = C_B V_{BE} \Rightarrow C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A}$ soit $C_A = \frac{2.10^{-1} x10}{20} = 10^{-1}\text{mol/L}$ (0.25×2)

1.4.1.1. Relation entre pH et pKa

A la demi-équivalence on a $[AH] = [A^-]$

Car la moitié de la quantité de matière de AH s'est transformé en A^-

D'après Henderson : $pH = pKa + \log\frac{[A^-]}{[AH]}$ Donc pH= pKa (0.5)

1.4.1.2. Graphiquement pKa= 4,9. pKa $\in [4.5 - 5]$

1.4.2.1. Equation de la réaction (0.5)

$RCOO^- + H_2O \rightleftarrows RCOOH + OH^-$

1.4.2.2. Expression de Ka (0.5)

$$Ka = \frac{[H_3O^+][RCOO^-]}{[RCOOH]}$$

D'après l'équation de la réaction

$[RCOOH] = [OH^-]$

D'après la conservation de la matière :

$$[RCOO^-] + [RCOOH] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_E} \Leftrightarrow [RCOO^-] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_E}$$

En remplaçant [RCOOH] et [RCOO⁻] dans Ka, il vient :

$$Ka = \frac{[H_3O^+] C_A V_A}{[OH^-](V_A + V_E)}$$ (0.75)

- Soit on multiplie le numérateur et le dénominateur par $[OH^-]$ et on obtient:

$$Ka = \frac{[H_3O^+][OH^-] C_A V_A}{[OH^-]^2 (V_A + V_E)} = \frac{Ke C_A V_A}{[OH^-]^2 (V_A + V_E)}$$

- Soit on remplace $[H_3O^+]$ par $Ke/[OH^-]$ dans Ka et on obtient :

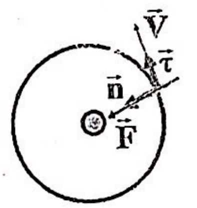
$$Ka = \frac{Ke C_A V_A}{[OH^-]^2 (V_A + V_E)} \qquad Ka = 10^{-5} \text{ d'où } pKa = 5$$

Conclusion: les deux méthodes donnent les mêmes valeurs aux erreurs près.

2. si on dilue la solution à doser :
   - Le pH initial de la solution augmente (0.25)
   - Le pH à la demi-équivalence ne varie pas (0.25)
   - Le volume V_E à l'équivalence ne varie pas (0.25)

Corrigé de l'exercice3

1.1. Les caractéristiques de $\vec{F}$ (1pt)



- Direction : la normale
- Sens : centripète
- Origine : le point considéré S
- Intensité : $F = \frac{GmM}{(R+Z)^2}$

1.2. Montrons que V = cte

$$\sum \vec{F}_{app} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{F} = m\vec{a}$$

Par projection sur la tangente :

$$0 = ma_t \Leftrightarrow a_t = 0 \text{ donc : } v = \text{cste(mu)}$$

Expression de la vitesse V :

Par projection sur la normale :

$$F = ma_n \Leftrightarrow \frac{GmM}{r^2} = \frac{mV^2}{r}$$

$$\text{donc : } V = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{GM}{(R+Z)}}$$

1.3. Expression de T

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ avec } \omega = \frac{V}{r}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM}}$$

Montrons le rapport : $\frac{T^2}{r^3} = cte$

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

2. Calcul de M :

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \Rightarrow M = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2 G} \quad \text{A.N} : M = 6,06.10^{24} Kg \quad \text{ou } M = 6,15.10^{24} Kg \text{ si } \pi^2 = 10$$ (0.75)

3.1. Un satellite géostationnaire est un satellite qui apparait immobile pour un observateur terrestre. (0.75)

3.2. Expression de l'altitude Z : (0.75 + 0.25)

$$\frac{T^2}{r^3}=\frac{4\pi^2}{GM}\Rightarrow r^3=\frac{T^2GM}{4\pi^2}\Rightarrow r=\sqrt[3]{\frac{T^2GM}{4\pi^2}}\Leftrightarrow Z=\sqrt[3]{\frac{T^2GM}{4\pi^2}}-R$$

A.N : Z ≈ ~~35932km~~ 36000 km

Corrigé de l'exercice 4

1.1. L'équation horaire du mouvement de la source O:

Le mouvement étant sinusoïdal son équation serait de la forme $y_O = a\cos(\omega t+\varphi)$ (0.25)

Avec $\omega=2\pi N=100\pi Hz$ et $a=2.10^{-3}m$ (0.25)

à t=0 $\cos\varphi=\frac{y_0}{a}=0$ et $V_0\rangle 0 \Leftrightarrow \varphi=-\pi/2$ (0.25)

d'où l'équation $y_A= 2.10^{-3}\cos(100\pi t - \pi/2)$ (0.25)

1.2. L'équation horaire du mouvement d'un point M situé à la distance x de la source O :

$Y_M= 2.10^{-3}\cos(100\pi t - \pi/2 - 2\pi x/\lambda)$ avec $\lambda=10^{-2}m$ (0.5)

Déphasage :

$$\Delta\varphi=\varphi_M-\varphi_O=-\pi+\frac{\pi}{2}=-\frac{\pi}{2}$$ (0.5)

❖ Autre méthode :

$$\frac{\Delta x}{\lambda}=2,25\Rightarrow\Delta x=\frac{9}{4}\lambda$$

M vibre en quadrature de phase par rapport à O

1.3 La représentation de la forme de la corde à l'instant $t=5.10^{-2}$ s (Courbe).

$y = a\cos(100\pi.0,05-\pi/2 - 2\pi x/\lambda)$

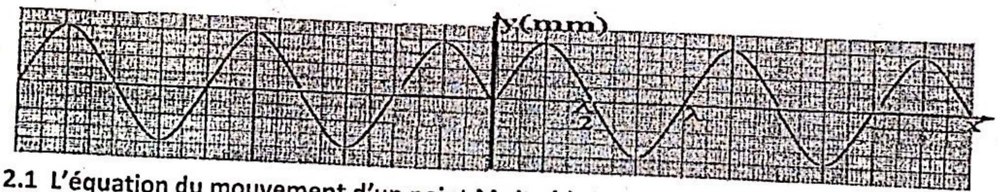
$y = a\cos(-3\pi/2-2\pi x/\lambda)$ (0.25)

x	0	λ/4	λ/2	3λ/4	λ
y	0	a	0	-a	0

La distance parcourue à $t=5.10^{-2}s$

$x=Vt=0,5\times5.10^{-2}=2,5.10^{-2}m$ (0.25)

$x/\lambda=2,5\Rightarrow x=2,5\ \lambda$ (0.25)



2.1 L'équation du mouvement d'un point M situé à d_1 de O_1 et à d_2 de O_2 : (0.25)

- Si la source O_1 agissait seule l'élongation serait $y_{1M}=a.\cos\left[\frac{2\pi t}{T}-\frac{2\pi d_1}{\lambda}\right]$ (0.25)
- Si la source O_2 agissait seule l'élongation serait $y_{2M}=a.\cos\left[\frac{2\pi t}{T}-\frac{2\pi d_2}{\lambda}\right]$ (0.25)
- Comme O_1 et O_2 agissent ensemble l'élongation est :

$y_M=y_{1M}+y_{2M}$

$$y_M=2a.\cos\left[\frac{\pi}{\lambda}(d_2-d_1)\right].\cos\left[\frac{2\pi t}{T}-\frac{\pi}{\lambda}(d_2+d_1)\right]$$ (0.5)

2.2 Les points d'amplitude maximale sont caractérisés par la différence de marche

$$2a.\cos\left[\frac{\pi}{\lambda}(d_2-d_1)\right]=\pm2a\Leftrightarrow\frac{\pi}{\lambda}(d_2-d_1)=k\pi$$ d'où $\delta=d_2-d_1=k\lambda$ (0.5)

Le nombre de ces points :

$-d\le d_2-d_1\le d \Leftrightarrow -d/\lambda\le k\le d/\lambda$

$\Leftrightarrow -3,5\le k\le 3,5 \Rightarrow k=\{-3 ;-2 ;-1 ; 0 ; 1 ; 2 ; 3\}$ alors on a 7 points d'amplitude maximale (0.5)