

# Baccalauréat

Sciences physiques session normale 2014

## Exercice 1

Une amine a pour formule brute  $C_nH_{2n+3}N$ .

1 On considère une amine dont la composition centésimale en masse montre qu'elle contient 31,11% d'azote.

1.1 Calculer la masse molaire moléculaire et déterminer la formule brute de cette amine.

1.2 Donner les différents isomères correspondant à cette formule brute. Préciser leurs classes et leurs noms.

2 A 25°C, on considère une solution S de concentration C d'un isomère de cette amine correspondant à une amine primaire de formule  $R-NH_2$ . Cette solution S est préparée par dilution d'un volume  $V_0 = 10 \text{ mL}$  d'une solution  $S_0$  de concentration  $C_0$  en lui ajoutant un volume

$V_e = 90 \text{ mL}$  d'eau pure.

2.1 Etablir la relation entre C,  $C_0$ ,  $V_0$  et  $V_e$ .

2.2 Quelle est l'équation-bilan de la réaction de cette amine avec l'eau ?

2.3 Sachant que  $\frac{[RNH_2]}{[RNH_3^+]} = \frac{C}{[OH^-]}$  montrer que  $pK_a = 2pH - 14 - \log C$

2.4 En présence du Vert de Bromocrésol, on verse progressivement une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $C_a = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  sur un volume  $V_b = 5 \text{ mL}$  de la solution S. On suit l'évolution du pH du mélange au cours de l'addition de l'acide.

Une brutale chute du pH et un changement de la couleur correspondant à l'équivalence sont observés lorsqu'on verse un volume  $V_a = 20 \text{ mL}$ .

2.4.1 Quel est le pH de la solution acide.

2.4.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction du dosage. Calculer la concentration molaire C de la solution S et en déduire la valeur de  $C_0$ .

2.4.3 Qu'est ce qu'un indicateur coloré convenable ? Sachant que le domaine de virage du Vert de Bromocrésol est [3,8 ; 5,4], que peut-on dire du pH à l'équivalence ?

3 On recommence l'expérience avec un volume de l'amine double du premier volume  $V_b$ , sur lequel on verse le même volume  $V_a$  d'acide. On obtient ainsi un mélange S' dont la mesure du pH donne 10,8.

3.1 Calculer les quantités initiales  $n_a$  d'acide et  $n_b$  d'amine dans le mélange S'? Les comparer.

3.2 Quelle solution particulière constitue alors S'?

3.3 En déduire la valeur du  $pK_a$  du couple correspondant à l'amine  $R-NH_2$ .

On donne:  $M(N)=14\text{g/mol}$ ;  $M(C)=12\text{g/mol}$ ;  $M(H)=1\text{g/mol}$

## Exercice 2 (4pt)

Dans un ballon de verre on introduit 9,2g d'acide méthanoïque et 12g de propan-2-ol.

On ferme le ballon et on le porte à une température de 373° C.

1 Calculer les quantités de matière initiales de l'acide et de l'alcool.

2 La réaction entre l'acide méthanoïque et le propan-2-ol conduit à un équilibre chimique.

2.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit et nommer le produit organique obtenu.

2.2 L'augmentation de température favorise-t-elle l'estérification ? Justifier.

3 A l'équilibre, la masse d'acide présent dans le mélange est de 3,68g. Déterminer :

3.1 La composition molaire du mélange à l'équilibre.

3.2 La constante d'équilibre K.

4 On ajoute au mélange précédent, en état d'équilibre, 4,6g d'acide méthanoïque et 6g de propan-2-ol.

4.1 Dans quel sens se déplace l'équilibre?

4.2 Déterminer la nouvelle composition du mélange à l'équilibre.

4.3 Quel est l'intérêt de remplacer l'acide méthanoïque par l'anhydride de méthanoyle pour réaliser cette réaction ?

5 On donne la courbe d'estérification ci-contre représentant en moles la quantité d'ester formé en fonction du temps.

5.1 Définir la vitesse instantanée de formation de l'ester et déterminer sa valeur à  $t=20$  min.

5.2 Définir la vitesse moyenne de formation de l'ester et déterminer sa valeur entre les instants  $t_1 = 10$  min et  $t_2 = 40$  min. On donne:  $M(O) = 16\text{ g/mol}$ ;  $M(C) = 12\text{ g/mol}$ ;  $M(H) = 1\text{ g/mol}$

### Exercice 3

*On néglige les forces de frottement et le champ magnétique terrestre. L'induction électromagnétique est également négligée sauf dans la question 3.3.*

Deux rails conducteurs sont disposés parallèlement suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle  $\theta$  sur l'horizontale. Ils sont distants de l; leurs extrémités supérieures sont reliées entre elles par un générateur G, un rhéostat Rh et un interrupteur K. Une barre MN conductrice est posée perpendiculairement sur les deux rails précédents. Le contact électrique se fait en M et N. On crée dans la région où se trouvent les rails et la barre MN un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  qui reste toujours perpendiculaire au plan des rails (fig1).

On ferme l'interrupteur K, un courant d'intensité I circule alors dans le montage.

1 Représenter les forces exercées sur la barre MN pour qu'elle soit en équilibre (On utilisera la vue de droite). Déduire le sens de  $\vec{B}$ .

2 La barre MN a une masse  $m = 20\text{ g}$  et pour qu'elle soit en équilibre il faut que l'intensité du courant soit égale à  $I_1 = 10\text{ A}$ . Exprimer la norme de  $\vec{B}$  en fonction de  $I_1$ ,  $l$ ,  $m$ ,  $g$  et  $\theta$  pour que la barre reste en équilibre. Calculer B. On donne :  $\theta = 30^\circ$ ;  $g = 10\text{ N/kg}$  et  $l = 0,05\text{ m}$ .

2 Les deux rails sont maintenant dans un plan horizontal. La barre est reliée à un ressort (R) de constante de raideur K (voir figure2). Pour la même intensité B précédente, on fait varier l'intensité I du courant en utilisant le rhéostat et on mesure l'allongement x du ressort à l'équilibre. On trace alors la courbe  $x = f(I)$ . (Voir la courbe).

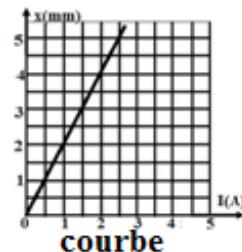
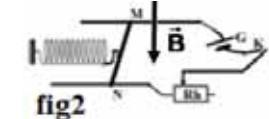
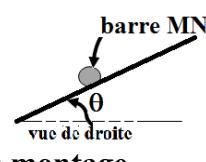
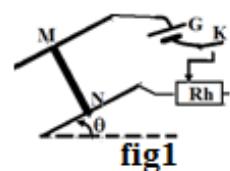
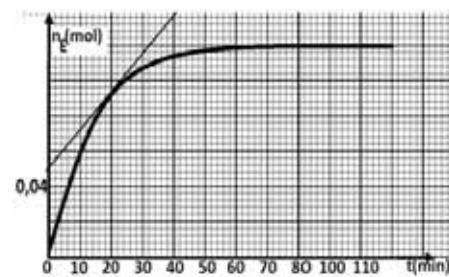
3.1 Déterminer l'équation de la droite  $x = f(I)$ .

3.2 Etablir l'expression de x en fonction de K, l, I et B. Déduire la valeur de la constante de raideur K.

3.3. On remplace dans la figure 2 le générateur par un conducteur ohmique et on supprime le ressort et le rhéostat. Le dispositif est totalement plongé dans le champ magnétique dont le vecteur reste perpendiculaire aux rails. On déplace la tige de la gauche vers la droite sur les rails avec une vitesse constante  $V = 5\text{ m/s}$  tout en restant perpendiculaire aux rails.

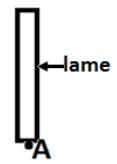
3.3.1 Indiquer sur un schéma, en le justifiant, le sens du courant induit qui traverse la tige et calculer sa valeur si la résistance totale du circuit est  $R = 0,2\text{ }\Omega$ .

3.3.2 Déterminer les caractéristiques de la force électromagnétique qui s'exerce sur la tige.



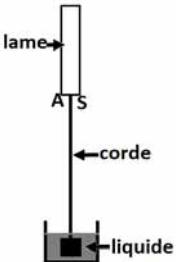
## Exercice 4

Une lame d'acier est au repos en position verticale. Ses vibrations sont entretenues par un électroaimant alimenté en courant alternatif sinusoïdal de pulsation  $\omega = 200\pi \text{ rad/s}$ . Son extrémité libre A décrit pratiquement un segment de droite horizontal de longueur  $2a = 4\text{cm}$ .



1 Déterminer l'équation horaire du mouvement de A, sachant qu'à  $t=0$ , A passe par sa position maximale ( $y_A=a$ ).

2 Une corde élastique simple et fine est placée verticalement et son extrémité S est reliée en A à la lame. L'extrémité inférieure de la corde supporte une masse que l'on plonge dans un liquide. (Voir fig).



2.1 Quel est le rôle du liquide?

2.2 La corde éclairée par un stroboscope de même fréquence que la lame  $N=100\text{Hz}$  a l'aspect d'une sinusoïde de période spatiale  $\lambda=10\text{cm}$ .

En déduire la célérité des ondes qui se propagent le long de la corde.

3 On considère le point M de la corde situé à  $12,5\text{cm}$  de la source S.

3.1 Calculer le temps mis par l'onde pour atteindre le point M.

3.2 Déterminer l'équation du mouvement du point M.

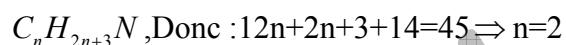
3.3 Représenter dans le même repère les diagrammes de temps respectifs des points S et M.

En déduire comment ils vibrent l'un par rapport à l'autre.

## Solution

### Exercice :1

$$1-1) \frac{14}{\%N} = \frac{M}{100} \Rightarrow M = \frac{1400}{31,11} = 45 \text{ g.mol}^{-1}; \text{ Formule générale de l'amine :}$$



$$2-1) n_0 = n \Rightarrow C_0 V_0 = C(V_0 + V_e)$$



$$2-3) pH = pKa + \log \frac{[RNH_2]}{[RNH_3^+]} \Rightarrow pH = pKa + \log \frac{C}{[OH^-]}$$

$$pH = pKa + \log C - \log [OH^-] \Rightarrow pH = pKa + \log C - \log \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]}$$

$$pH = pKa + \log C + 14 + \log [H_3O^+] \Rightarrow pH = pKa + \log C + 14 - pH$$

$$\text{D'où : } pKa = 2pH - 14 - \log C$$

$$2-4-1) pH = -\log C_a = -\log 2 \cdot 10^{-2} \approx 1,7$$

2-4-2)  $H_3O^+ + RNH_2 \rightleftharpoons RNH_3^+ + H_2O$  A l'équivalence :

$$C_a V_a = CV_b \Rightarrow C = \frac{C_a V_a}{V_b} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 20}{5} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\text{Or : } C_o = \frac{C(V_o + V_e)}{V_o} = \frac{8 \cdot 10^{-2} \cdot (10 + 90)}{10} = 8 \cdot 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$$

2-4-3) Un indicateur est convenable si sa zone de virage renferme le  $pH_e$ .

On peut dire que :  $3,8 \leq pH_e \leq 5,4$

$$3-1) n_a = C_a V_a = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol et } n_b = C V_b = 8 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

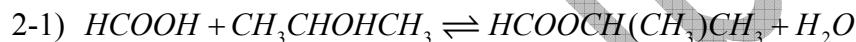
$$\text{Donc : } n_a = \frac{n_b}{2}$$

3-2) La solution S'est tampon.

$$3-3) pH = pK_a = 10,8$$

## Exercice 2

$$1-1) n_{ac}^0 = \frac{m_{ac}}{M_{ac}} = \frac{9,2}{46} = 0,2 \text{ mol et } n_{al}^0 = \frac{m_{al}}{M_{al}} = \frac{12}{60} = 0,2 \text{ mol}$$



$HCOOCH(CH_3)CH_3$  : méthanoate de méthyléthyle

2-2) L'augmentation de la température ne favorise pas l'estérification car la réaction est athermique.

3-1) Composition du mélange à l'équilibre :

$$\begin{cases} n_{ac}^{eq} = \frac{m_{ac}}{M_{ac}} = \frac{3,68}{46} = 0,08 \text{ mol} \\ n_{est}^{eq} = 0,12 \text{ mol} \\ n_{eau}^{eq} = 0,12 \text{ mol} \\ n_{al}^{eq} = 0,08 \text{ mol} \end{cases}$$

$$3-2) K = \frac{n_{est}^{eq} \cdot n_{eau}^{eq}}{n_{ac}^{eq} \cdot n_{al}^{eq}} = \frac{(0,12)^2}{(0,08)^2} = 2,25$$

4-1)  $HCOOH + CH_3CHOHCH_3 \xrightleftharpoons[(2)]{} HCOOCH(CH_3)CH_3 + H_2O$  : L'équilibre se déplace dans le sens(1).

4-2)

	<i>ac</i>	+	<i>al</i>	$\rightleftharpoons$	<i>est</i>	+	<i>eau</i>
t=0	0,18mol		0,18 mol		0,12 mol		0,12mol
t(éq )	0,18-x		0,18- x		0,12+ x		0,12+ x

$K = \frac{(0,12+x)^2}{(0,18-x)^2}$  avec  $K = 2,25$  : Ce qui conduit à l'équation :  $1,25x^2 - 1,05x + 0,0585 = 0$  qui admet comme solution :

$$x_1 = \frac{1,05 + 0,9}{2.(1,25)} = 0,78\text{mol} \text{ (à rejeter)}$$

$$x_2 = \frac{1,05 - 0,9}{2.(1,25)} = 0,06\text{mol}$$

D'où la composition finale du mélange :

$$\begin{cases} n_{ac}^{eq} = 0,12\text{mol} \\ n_{est}^{eq} = 0,18\text{mol} \\ n_{eau}^{eq} = 0,18\text{mol} \\ n_{al}^{eq} = 0,12\text{mol} \end{cases}$$

4-3) L'intérêt est de rendre la réaction totale et plus rapide.

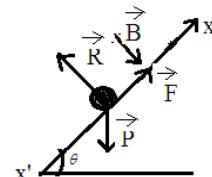
5-1)  $v = \frac{dn_E}{dt}$  : elle correspond à la valeur du coefficient directeur de la tangente à la courbe à l'instant considéré. Soient A(0 ; 0,05) et B(40 ; 1,04)  $\Rightarrow v = \frac{1,04 - 0,05}{40 - 0} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.mn}^{-1}$

5-2)  $v = \frac{\Delta n_E}{\Delta t}$  : elle correspond à la valeur du coefficient directeur de la sécante à la courbe aux instants considérés.  $v = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1} = \frac{1,02 - 0,05}{40 - 10} = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.mn}^{-1}$

### Exercice 3

1-

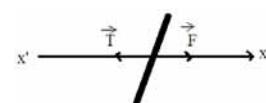
2-à l'équilibre  $\sum \vec{F}_{app} = 0 \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = 0$  (1)



(1)/ $\overrightarrow{x'x}$ :  $mg \sin \theta - F = 0 \Rightarrow mg \sin \theta = I_1 \ell B$  Donc :

$$B = \frac{mg \sin \theta}{I_1 \ell}; AN : B = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot \sin 30}{10 \cdot 0,05} = 0,2T$$

3-1



$$x = aI \text{ avec } a = \frac{(5-0).10^{-3}}{(2,5-0)} = 2.10^{-3} m.A^{-1} \Rightarrow x = 2.10^{-3} I$$

3-2) à l'équilibre :  $\sum \vec{F}_{app} = 0 \Rightarrow \vec{P} + \vec{F} + \vec{T} + \vec{R} = 0 \quad (1)$

$$\stackrel{(1)}{\cancel{x'x}} : -T + F = 0 \Rightarrow -Kx + I\ell B = 0 \text{ Donc } x = \frac{\ell B}{K} I \text{ Or } x = 2I$$

Par identification :  $\frac{\ell B}{K} = a \Rightarrow K = \frac{\ell B}{a}$  AN :  $K = \frac{0,05.0,2}{2.10^{-3}} = 5N/m$  :

3-3-1)  $\varphi \searrow \Rightarrow \vec{B}_i$  et  $\vec{B}$  sont de même sens d'où le sens de  $i$  en appliquant la règle de la main droite (voir schéma)

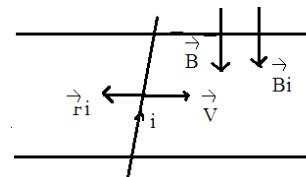
$$i = \frac{Blv}{R} = \frac{0,2.0,05.5}{0,2} = 0,25A$$

3-3-2) Caractéristiques de  $\vec{F}_i$

-origine : milieu de MN

-direction : horizontale -sens : opposé à  $\vec{v}$

-norme :  $F_i = i\ell B = 0,25.0,05.0,2 = 2,5.10^{-3} N$



#### Exercice 4

1-  $y_A = a \cos(\omega t + \varphi)$  avec  $a = 2.10^{-2} m$  et  $a \cos \varphi = a \Rightarrow \cos \varphi = 1$  donc  $\varphi = 0$

$$y_A = 2.10^{-2} \cos(200\pi t)$$

2-1) Le liquide empêche la réflexion des ondes

$$2-2) \lambda = \frac{C}{N} \Rightarrow C = \lambda N = 0,1.100 = 10ms^{-1}$$

$$3-1) \theta = \frac{x}{C} = \frac{1,25.10^{-2}}{10} = 0,0125s = \frac{5T}{4}$$

$$3-2) y_M = a \cos(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}) \Rightarrow y_M = 2.10^{-2} \cos(200\pi t - \frac{2\pi.1,25}{10})$$

$$y_M = 2.10^{-2} \cos(200\pi t - \frac{\pi}{2})$$

$$3-3) y_A = 2.10^{-2} \cos(200\pi t)$$

t	0	T/4	T/2	3T/4	T
Y_A	$2.10^{-2}$	0	$-2.10^{-2}$	0	$2.10^{-2}$

$$y_M = 2 \cdot 10^{-2} \cos(200\pi t - \frac{\pi}{2})$$

t	5T/4	3T/2	7T/4	2T	9T/4
Y <sub>M</sub>	2.10 <sup>-2</sup>	0	-2.10 <sup>-2</sup>	0	2.10 <sup>-2</sup>

