

Baccalauréat

Sciences physiques session complémentaire 2013

Exercice 1

1 Dans un laboratoire, l'étiquette d'une bouteille porte les indications suivantes :

- Acide chlorhydrique
- 35 % en masse
- masse volumique $\rho = 1,19 \text{ g/cm}^3$
- $M = 36,5 \text{ g/mol}$.

On extrait de cette bouteille 9 cm^3 d'acide, que l'on complète à 1 litre avec l'eau distillée. Déterminer la concentration C_a de cette solution d'acide obtenu.

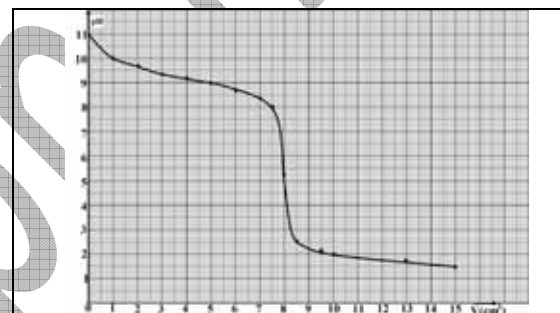
2 Afin de vérifier la valeur de cette concentration molaire, on réalise le dosage d'une solution d'ammoniac de concentration $C_b = 8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ par la solution d'acide chlorhydrique. Dans 10 cm^3 de la solution d'ammoniac, on verse progressivement la solution d'acide chlorhydrique précédemment préparée. La courbe $\text{pH} = f(V_a)$ est donnée par la fig

2.1 Définir la base forte et la base faible.

2.2 Déterminer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution d'ammoniac avant le dosage.

3 Écrire l'équation chimique qui a lieu au moment du dosage.

4 À partir de la courbe, déterminer le volume d'acide versé au point d'équivalence et la valeur du pK_a du couple $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$.



En déduire la concentration de la solution d'acide utilisée. Cette concentration est-elle effectivement égale à celle déterminée en 1.

5 Pour préparer un volume $V = 70 \text{ mL}$ d'une solution tampon S de $\text{pH} = 9,2$, on mélange un volume V_a de la solution acide et un volume V_b de la solution basique.

5.1 Calculer les volumes V_a et V_b .

5.2 Calculer les concentrations de toutes les espèces présentes dans cette solution S.

En déduire le pK_a du couple.

Exercice 2

Soit un monoacide carboxylique A saturé à chaîne linéaire de masse molaire 88 g/mol .

1 Quelle est la formule brute de l'acide A ?

2 Donner les formules semi développées et les noms de tous les acides carboxyliques répondant à la même formule brute.

3 L'acide A réagit avec un alcool B saturé et non cyclique, l'ester obtenu E a pour masse molaire moléculaire 130 g/mol .

Déterminer la formule brute de l'alcool B. Donner la formule semi développée, le nom et la classe de chacun des alcools correspondant à cette formule brute.

4 On prépare un amide monosubstituée de formule brute $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{ON}$ en faisant réagir le composé A avec une amine D.

4.1 Déduire la formule brute et la classe de l'amine D.

4.2 Écrire à l'aide des formules semi-développées l'équation de la réaction entre D et A sachant que tous les composés sont à chaînes linéaires. Nommer l'amide.

4.3 Donner les formules semi-développées, les noms et les classes des amines ayant la même formule brute que D.

Exercice 3

Les frottements sont négligeables.

On étudie le mouvement d'un solide S de masse m initialement au repos en A. On le lance sur la piste ABE représentée par la figure, en faisant agir sur lui, le long de la partie AB de la trajectoire une force \vec{F} horizontale d'intensité constante.

La portion AC de la trajectoire est horizontale et la portion CE est un demi cercle de centre O et de rayon r.

Ces deux portions sont dans un plan vertical.

1 Déterminer en fonction de F, l et m l'expression de la vitesse

V_B en B sachant que $AB=l$.

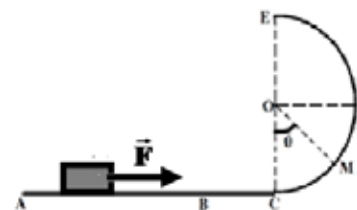
2 On considère le point M défini par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OC}; \overrightarrow{OM})$, déterminer en fonction de F, l, m, r, g et θ l'expression de :

2.1 La vitesse V de S en M.

2.2 La réaction R de la piste en M.

3 Exprimer en fonction de m, g, r et l la valeur minimale F_0 de F qui permet à S de rester en contact avec la piste jusqu'au point E. Calculer F_0 sachant que $m=500g$; $r=1m$; $l=1,5m$ et $g=9,8m/s^2$.

4 Calculer la variation de l'énergie potentielle du système (solide+terre) quand le solide passe du point C au point G milieu de l'arc \widehat{CE} .



Exercice 4

Un réacteur de centrale nucléaire fonctionne à l'uranium enrichi (3% d'uranium 235 fissile et 97% d'uranium 238 non fissile).

1 On considère le noyau d'uranium 235

Donner la composition du noyau d'uranium $^{235}_{92}\text{U}$.

2 Les produits de fission de l'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ sont radioactifs et se transmutent en d'autres produits, eux-mêmes radioactifs. Parmi ces déchets, on trouve le césium 137, radioactif β^-

2.1 Écrire l'équation de la désintégration d'un noyau de césium 137, le noyau fils étant formé dans un état excité.

2.2 Calculer l'énergie libérée au cours de cette désintégration en joule et en MeV.

2.3 Quelle est la nature du rayonnement émis lors de la désexcitation du noyau fils ?

3

La demi-vie du césium 137 est $T = 30$ ans.

3.1 Définir la demi-vie d'un noyau radioactif.

3.2 À un instant choisi comme origine des dates, on dispose d'un échantillon de césium 137 de masse m_0 . Donner l'expression littérale de la masse m de césium 137 restant à l'instant de date t en fonction de m_0 et de T.

3.3 Montrer qu'à la date $t = nT$, la masse restante vaut : $m = m_0 \times \frac{1}{2^n}$.

En déduire la durée approximative au bout de laquelle la masse restante de césium 137 est égale à 0,1% de sa masse initiale.

Eléments	iode I	xénon Xe	césium Cs	baryum Ba	lanthane La	Uranium U
N^0 atomique Z	53	54	55	56	57	92

masse $m(\text{Cs}) = 136,90709u$; masse $m(\text{U}) = 236,75378u$; masse $m(\text{Ba}) = 136,87511u$; $m(\beta^-) = 0,00055 u$; $1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$; $1MeV = 10^6 eV$; $1u = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$ et $C = 3 \cdot 10^8 m/s$.

Solution

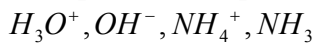
Exercice 1 :

$$1- c_0 v_0 = c_a v_s \Rightarrow c_a = \frac{c_0 v_0}{v_s} \text{ or } c_0 = \frac{\rho \cdot \%P}{M_a} \text{ AN : } c_0 = \frac{1,19,35}{100,36,5} = 11,4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\text{donc } c_a = \frac{11,4 \cdot 9 \cdot 10^{-3}}{1} = 1,02 \cdot 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$$

2-1 Une base forte est toute espèce chimique qui réagit totalement avec l'eau en donnant OH^- .
Une base faible est toute espèce chimique qui ne réagit pas totalement avec l'eau en donnant OH^-

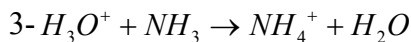
2-2 Espèces chimiques :



Calcul des concentrations :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}; [\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}; \text{EEN : } [\text{NH}_4^+] \approx [\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{NH}_4^+] = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\text{CM : } [\text{NH}_3] = c_b - [\text{NH}_4^+] \text{ AN : } [\text{NH}_3] = 8 \cdot 10^{-2} - 10^{-3} = 7,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$



4- $v_{\text{aeq}} = 8 \text{ cm}^3$; Le pka est égale au pH de la demi-équivalence soit $pka = 9,2$

A l'équivalence : $c_a v_{\text{aeq}} = c_b v_b \Rightarrow c_a = \frac{c_b v_b}{v_{\text{aeq}}} = \frac{8 \cdot 10^{-2} \cdot 10}{8} = 0,1 \text{ mol.l}^{-1}$; La concentration est la même que celle calculée en (1).

$$\text{Solution tampon : } n_a = \frac{n_b}{2} \Rightarrow c_a v_a = \frac{c_b v_b}{2} \text{ or } v = v_a + v_b \Rightarrow v_a = v - v_b$$

$$c_a (v - v_b) = \frac{c_b v_b}{2} \text{ donc : } c_a v = (c_a + \frac{c_b}{2}) v_b \Rightarrow v_b = \frac{c_a v}{c_a + \frac{c_b}{2}} \text{ AN : } v_b = \frac{0,1}{0,1 + 4 \cdot 10^{-2}} = 50 \text{ ml et}$$

$$v_a = 20 \text{ ml}.$$

5-2 Espèces chimiques : $\text{H}_3\text{O}^+, \text{OH}^-, \text{NH}_4^+, \text{Cl}^-, \text{NH}_3$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9,2} = 6,3 \cdot 10^{-10} \text{ mol.l}^{-1}; [\text{OH}^-] = 10^{(9,2-14)} = 1,58 \cdot 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{c_a v_a}{v_s} = \frac{0,1 \cdot 20}{70} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\text{EEN : } [\text{NH}_4^+] \approx [\text{Cl}^-] = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\text{CM : } [\text{NH}_3] = \frac{c_b v_b}{v_s} - [\text{NH}_4^+] \text{ donc : AN : } [\text{NH}_3] = \frac{8 \cdot 10^{-2} \cdot 50}{70} - 2,8 \cdot 10^{-2} = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$pka = pH - \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} \text{ AN : } pka = pH = 9,2$$

Exercice2 :

$$1\text{-FG d'un acide carboxylique est } C_n H_{2n} O_2 \text{ donc } M = 12n + 2n + 32 = 88 \Rightarrow n = \frac{88-32}{14} = 4$$

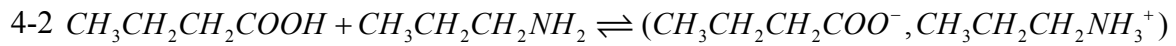
D'où la FB brute de l'acide est : $C_4 H_8 O_2$

2- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$: *a-butan oïque* et $\text{CH}_3(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COOH}$: *a-2-méthylpropanoïque*

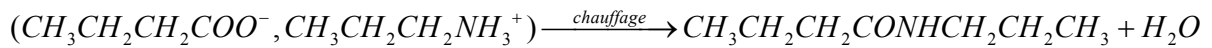
$$3\text{-FG d'un ester : } C_n H_{2n} O_2 \text{ donc : } M = 12n + 2n + 32 = 130 \Rightarrow n = \frac{130-32}{14} = 7$$

D'où la FB de l'ester : $C_7 H_{14} O_2$ et la formule brute de l'alcool B est : $C_3 H_8 O$ FSD correspondantes à B : $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$: *propan-1-ol (I)* et $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$: *propan-2-ol (II)*

4-1 FB de l'amine D est C_3H_7N . L'amide est monosubstituée donc l'amine D est (I)



Suivi de :



4-3

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CONHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$: *N* - propylbutanamide

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$: propan-1-amine

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NH}_2$: propan-2-amine

$\text{CH}_3\text{NHCH}_2\text{CH}_3$: *N* - méthyléthylamine

Exercice 3 :

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = F \cdot \ell \Rightarrow v_B = \sqrt{\frac{2F \cdot \ell}{m}}$$

$$\frac{1}{2}mv_M^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = -mgh \Rightarrow v_M^2 - v_B^2 = -2gh \text{ donc : } v_M = \sqrt{v_B^2 - 2gh} \text{ et } h = r(1 - \cos \theta)$$

$$\Rightarrow v_M = \sqrt{\frac{2F \cdot \ell}{m} - 2gr(1 - \cos \theta)}$$

$$\sum \vec{F}_{app} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R}_M = m\vec{a} \quad (1)$$

$$\text{①} \text{ / } \vec{n} : -mg \cos \theta + R_M = \frac{mv^2}{r}$$

$$\Rightarrow R_M = m(3g \cos \theta + \frac{2F \cdot \ell}{mr} - 2g)$$

$$R_E \geq 0 \text{ au point E : } \theta = \pi \Rightarrow R_E = m(-5g + \frac{2F \cdot \ell}{mr}) \geq 0$$

$$\text{donc : } \frac{2F \cdot \ell}{mr} \geq 5g \Rightarrow F \geq \frac{5mgr}{2\ell} \text{ d'où : } F_0 = \frac{5mgr}{2\ell} \text{ AN : } F_0 = \frac{5 \cdot 0,59 \cdot 8,1}{2 \cdot 1,5} = 8,2N$$

$$\Delta Ep = E_{pG} - E_{pC} \Rightarrow \Delta Ep = E_{pG} = mgh' \text{ avec } h' = r(1 - \cos \theta') \text{ et } \theta' = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \Delta Ep = mgr(1 - \frac{\sqrt{2}}{2})$$

$$\text{AN : } \Delta Ep = 0,59 \cdot 8,1(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}) = 1,4J$$

Exercice 4 :

$$1- \text{}^{235}_{92}\text{U} \begin{cases} 92 \text{ protons} \\ 143 \text{ neutrons} \end{cases}$$

$$2-1 \text{}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow \beta^- + \text{}^{137}_{56}\text{Ba}$$

2-2 Le défaut de masse de la réaction nucléaire est égal à :

$$\Delta m = m(\beta^-) + m(\text{Xe}) - m(\text{Cs})$$

$$\text{AN : } \Delta m = 0,00055 + 136,87511 - 136,90709 = -0,03143\mu$$

Ce défaut de masse correspond à une énergie :

$$E = \Delta mc^2 = -0,03143 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \Rightarrow E = -4,7 \cdot 10^{-12} J = -29,4 \text{ MeV}$$

2-3 C'est le rayonnement électromagnétique γ

3-1 C'est le temps T au bout duquel la moitié des noyaux initiaux N_0 s'est désintégrée.

$$3-2 m = m_0 e^{-\lambda t} \text{ et } T = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T} \text{ d'où : } m = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$$

$$3-3 t = nT \Rightarrow m = m_0 e^{-(\ln 2 \cdot n)} = m_0 e^{-(\ln 2^n)} \text{ d'où : } m = \frac{m_0}{e^{(\ln 2^n)}} \text{ donc : } m = m_0 \cdot \frac{1}{2^n}$$

$$\frac{0,1}{100} m_0 = m_0 \cdot \frac{1}{2^n} \Rightarrow 2^n = 1000 \quad n \ln 2 = \ln 1000 \Rightarrow n = \frac{\ln 1000}{\ln 2} \text{ donc } n \approx 10 \Rightarrow t = 10 \cdot 30 = 300 \text{ ans}$$

