



REPUBLIQUE DU SENEGAL

Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère De l'Éducation Nationale

INSPECTION D'ACADEMIE DE KAOLACK

Cellule mixte n°1 de sciences physiques/TS2

Devoir n°2 du 2nd Semestre/2023-2024 Durée 4H



EXERCICE1 : (4 points)

On étudie dans cet exercice, le couple acide benzoïque/ion benzoate $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

1. On mesure à l'aide d'un pH-mètre le pH d'une solution S_1 de benzoate de sodium de concentration $C_1 = 10^{-2}$ mol/L. On trouve $pH = 8,1$. Le benzoate de sodium (C_6H_5COONa) est un corps pur ionique dont les ions se dispersent totalement en solution.

1.1. Montrer que l'ion benzoate est une base faible dans l'eau. (0,25pt)

Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'ion benzoate avec l'eau. (0,25pt)

1.2. Calculer les concentrations molaires différentes espèces chimiques en solution. (0,75pt)

NB : Présenter les résultats à quatre chiffres après la virgule.

En déduire la constante d'acidité K_a ($C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$) $\approx 6,3 \cdot 10^{-5}$. Calculer son pKa. (0,5pt)

2. On mesure dans un second temps, le pH d'une solution S_2 d'acide benzoïque de concentration C_2 .

On trouve pour valeur $pH = 3,1$.

2.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau. (0,25pt)

2.2. Calculer les concentrations molaires des différentes espèces en solution puis en déduire la valeur de C_2 . (0,5pt)

2.3. Quel est le coefficient d'ionisation α de l'acide benzoïque dans S_2 ? (0,25pt)

3. On ajoute à la solution S_2 quelques gouttes d'une solution de soude. Le pH prend alors la valeur 5,2.

Quelle est l'espèce du couple $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$ qui prédomine dans cette solution. Justifier. (0,25pt)

4. On mélange un volume $V_1 = 20$ mL de S_1 et un volume $V_2 = 20$ mL de S_2 . Le pH du mélange obtenu vaut 4,2.

4.1. Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques en solution puis en conclure. (0,5pt)

4.2. Que peut-on dire de ce mélange ? Quelles sont ses propriétés ? (0,5pt)

EXERCICE2 : (4 points)

On lit sur l'étiquette d'une bouteille contenant une solution commerciale d'ammoniac So les indications : 20% en masse d'ammoniac, densité = 0,918 ; masse molaire $M(NH_3) = 17$ g/mol.

2.1. Calculer la concentration molaire C_o en ammoniac de cette solution commerciale So . (0,5pt)

2.2. On se propose de vérifier par titrage acido-basique la concentration molaire de la solution commerciale So .

Celle-ci étant très concentrée, on en dilue un volume $V_o = 1$ mL pour obtenir une solution S de volume $V = 1$ L.

On dispose de la verrerie suivante : bechers : 50 mL, 100 mL et 250 mL, pipettes : 1 mL, 5 mL, 10 mL et 25 mL
éprouvettes : 10 mL, 25 mL et 50 mL.

Décrire le mode opératoire permettant de réaliser cette dilution, tout en précisant la verrerie utilisée. (0,5pt)

2.3. La solution diluée S est titrée par une solution S_A d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 1,48 \cdot 10^{-2}$ mol/L.

Dans 20,0 mL de solution diluée S , on verse progressivement la solution S_A et on mesure après chaque ajout le pH de la solution. Les résultats sont obtenus :

V_A (mL)	0	2	4	6	8	10	12	14	14,2	14,4
pH	11,1	10,2	9,8	9,6	9,2	9	8,6	7,7	7	6,5
V_A (mL)	14,5	14,8	15	15,2	15,6	16	18	20	30	
pH	6	5	4	3,5	2,8	2,6	2,2	2	1,6	

2.3.1. Faire le schéma annoté du dispositif expérimental permettant de réaliser ce dosage. (0,5pt)

2.3.2. Ecrire l'équation de la réaction acido-basique. (0,5pt)

2.3.3. Représenter le graphe $pH = f(V_A)$. Echelle : 0,5 cm pour 1 mL et 1 cm pour une unité de pH. (0,5pt)

2.3.4. Déduire de la courbe :

- a- les coordonnées du point équivalence. (0,5pt)
- b- La valeur du pka du couple acide/base conjuguée concerné. (0,25pt)
- c- Calculer la concentration de la solution diluée.
 En déduire la concentration Co de la solution commerciale. (0,75pt)
 Comparer avec le résultat trouvé en 2.1°).

EXERCICE3 :(4 points)

On fait enrouler un fil en cuivre sur un cylindre de rayon $R = 2 \text{ cm}$, on obtient un solénoïde (S_1) d'axe ($x'x$) de longueur $L = 25 \text{ cm}$ et constitué de 125 spires. (S_1) est parcouru par un courant d'intensité I_1 . Un deuxième solénoïde (S_2) d'axe ($y'y$) est constitué de 2000 spires par mètre et parcouru par un courant d'intensité $I_2 = 2 \text{ A}$.

On donne : $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7} \text{ S.I}$; Echelle : $10^{-3}\text{T} \rightarrow 2 \text{ cm}$. Le champ magnétique terrestre n'est pas pris en compte.

- 3.1. Déterminer la longueur du fil du solénoïde (S_1). (0,25pt)
- 3.2. Rappeler la définition d'un champ magnétique. (0,25pt)
- 3.3. a. Reprendre la figure 1 et y représenter sur la figure 1 les lignes de champ magnétique. (0,25pt)



Figure 1

- 3.3.b. Déterminer la valeur du champ magnétique B_1 créée par le solénoïde (S_1) en M. (0,25pt)
- 3.3.c. Déterminer la valeur de l'intensité du courant électrique I_1 qui le parcourt. (0,25pt)
- 3.3.d. Indiquer sur la figure 1 le sens du courant électrique I_1 . (0,25pt)
- 3.3.e. Préciser les faces nord et sud du solénoïde (S_1). (0,25pt)
- 3.4. On place un aimant (A) sur l'axe de (S_1) pour annuler le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde, comme l'indique la figure 2.
- 3.4.a. Représenter sur la figure 2 le vecteur champ magnétique créée par l'aimant au point M, en respectant l'échelle. (0,25pt)



Figure 2

- 3.4.b. Déterminer la nature des pôles C et D de l'aimant (A). (0,25pt)
- 3.5. On place, à l'intérieur de (S_1) parcouru par I_1 (figure1), le centre du solénoïde (S_2) de façon que son axe ($y'y$) soit perpendiculaire à l'axe ($x'x$) de S_1 , comme l'indique la figure 4.
- 3.5.a. Déterminer la valeur B_2 du vecteur champ créée par le solénoïde (S_2) en M. (0,5pt)
- 3.6.a. Représenter le vecteur champ magnétique résultant \vec{B}' en respectant l'échelle. (0,5pt)
- 3.6.b. Déterminer l'intensité du vecteur \vec{B}' . (0,25pt)
- 3.6.c. Calculer l'angle d'inclinaison α de l'aiguille aimantée. (0,5pt)

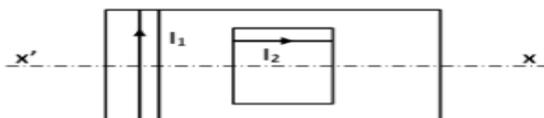


Figure 4

EXERCICE4 : (4 points)

4.1. Pour interpreter les spectres d'émission et d'absorption de l'atome d'hydrogène, Bohr a proposé l'existence dans l'atome d'hydrogène de niveaux d'énergie exprimés par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \text{ où } n \text{ est un entier naturel positif et } E_0 = 13,6\text{eV}.$$

Les radiations émises ou absorbées par l'hydrogène sont dues aux transitions d'un niveau d'énergie à un autre.

4.1.1. Montrer que la longueur d'onde λ d'une radiation correspondant à une transition électronique d'un niveau n à un niveau inférieur p est donnée par la relation : $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ où R_H est une constante dont on précisera l'expression. (0,5pt)

4.1.2. R_H est la constante de Rydberg. Calculer sa valeur dans le système international. (0,5pt)

4.1.3. Calculer la longueur d'onde la plus petite des radiations que peut émettre l'atome d'hydrogène et la fréquence correspondante. (0,5pt)

4.1.4. Calculer en électronvolts, l'énergie d'ionisation d'un atome d'hydrogène dans son état fondamental. (0,5pt)

4.2. Le spectre d'émission d'une lampe à hydrogène présente une série de radiations situées dans le visible et parmi lesquelles les radiations de longueur d'onde $\lambda_1 = 486,1\text{nm}$ et $\lambda_2 = 434,1\text{nm}$.

4.2.1. Cette série de radiations correspond à des transitions décroissants arrivant sur le même niveau inférieur $p = 2$.

Déterminer les niveaux d'énergie de départ pour les transitions correspondant respectivement à λ_1 et λ_2 . (0,5pt)

4.2.2. Calculer la longueur d'onde la plus petite pour cette série de radiations. (0,5pt)

4.3. Dans un gaz, les atomes d'hydrogène sont à l'état fondamental.

4.3.1. Parmi les photos de longueurs $\lambda_3 = 102,6\text{nm}$ et $\lambda_4 = 100,9\text{nm}$ lequel est susceptible d'être absorbé par les atomes d'hydrogène ? Justifier la réponse. (0,5pt)

4.3.2. On envoie des photons d'énergie $14,9\text{eV}$. Que va-t-il se produire ? Justifier. (0,5pt)

Données : Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8\text{m/s}$; Charge élémentaire : $e = 1,6.10^{-19}\text{C}$; Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34}\text{J.s}$; $1\text{eV} = 1,6.10^{-19}\text{C}$.

EXERCICE 5 : (4 points)

Il existe différents procédés pour dater des évènements anciens comme la mort d'un organisme, la formation d'une roche, etc. La datation par carbone 14, de période 5 700 ans, n'est valide que pour déterminer des âges absolus de quelques centaines d'années, à environ 50 000 ans au plus.

5.1. Dans la haute atmosphère, des neutrons cosmiques interagissent avec des noyaux d'azote 14 selon la réaction nucléaire dont l'équation est : ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_1\text{P}$

5.1.1. Identifier la particule X en calculant A et Z. (0,5pt)

Données : Extrait du tableau de classification périodique des éléments

Extrait du tableau de classification				
Elément	C	N	O	F
Numéro atomique	6	7	8	9

5.1.2. L'étude de l'évolution de la population moyenne d'un ensemble de noyaux radioactifs, permet d'écrire la relation : $dN = -\lambda N dt$.

En déduire la loi de décroissance radioactive : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ (0,5pt)

Préciser la signification des grandeurs représentées par les lettres $N(t)$, N_0 et λ . (0,75pt)

5.1.3. Rappeler la définition de la période radioactive T, puis établir la relation donnant T en fonction de λ . (0,5pt)

5.1.4. Rappeler la définition de l'activité d'une substance radioactive. (0,25pt)

Etablir la relation $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ donnant l'activité $A(t)$ en fonction de l'activité initiale A_0 et λ . (0,5pt)

5.1.5. On se propose de déterminer l'âge d'une poutre en bois d'une tombe ancienne. Pour cela on mesure l'activité radioactive du carbone 14 présent dans 1 g de ce bois et dans 1 g d'un échantillon de bois fraîchement coupé. On

mesure une activité de 6,68 désintégrations par minute dans le bois ancien et une activité de 13,5 désintégrations par minute dans le bois frais. Déterminer l'âge t_b du bois de la tombe. **(0,5pt)**

5.2. Pour dater des événements plus anciens, il existe d'autres méthodes utilisant des noyaux radioactifs de plus grande période. Le potassium 40, par exemple, de période $T = 1,3 \cdot 10^9$ ans, est utilisé pour dater des minéraux volcaniques vieux de quelques centaines de millions à quelques milliards d'années. Le potassium 40 se désintègre en donnant l'argon 40. Une roche volcanique contient du potassium dont une partie est du potassium 40. Au moment de sa formation la roche ne contenait pas d'argon et le potassium 40 disparaît en même temps que l'argon 40 apparaît. Un géologue analyse un échantillon de la roche et constate que les noyaux d'argon 40 y sont deux fois moins nombreux que les noyaux de potassium 40.

Calculer l'âge t_r de cette roche.

(0,5pt)