UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
OFFICE DU BACCALAUREAT
E.mail : office@ucad.edu.sn
site web : officedubac.sn

2026GS18NA0123
Durée: 4 heures
Séries : S1-S1A-S3-coef 8

Epreuve du 1er groupe

SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1 Les acides α aminés (03 points)

Données : Masses molaires en g.mol^{-1} : M(H) = 1,0 ; M(C)= 12 ; M(N) = 14 ; M(O) = 16 ; pKa$_1$ = 2,3 ; pKa$_2$ = 9,7.

1.1. Détermination de la structure d'un acide α aminé

Dans le cadre d'une campagne de sensibilisation sur la nutrition et la santé au Sénégal, des élèves de Terminale du lycée scientifique de Diourbel, participent à une étude sur l'importance des protéines dans l'alimentation humaine.

Les médecins du centre de santé local constatent que certaines personnes souffrent de fatigue chronique, de retard de croissance et de faibles défenses immunitaires à cause d'une alimentation pauvre en protéines. Afin de comprendre ce phénomène, les élèves s'intéressent au rôle des acides aminés, constituants de base des protéines, dans le fonctionnement de l'organisme humain.

Un acide α-aminé naturel A est constitué d'une chaîne carbonée saturée et ramifiée**.** Par décarboxylation de A, on obtient un composé organique B de formule $R\text{-}CH_2\text{-}NH_2$. Il faut exactement une masse m = 1,46 g de B pour doser un volume V_a = 20,0 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique C_a =1,00 mol. L^{-1}.

1.1.1- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de décarboxylation de A. **(0,25pt)**

1.1.2- Montrer que la formule brute de l'acide α-aminé A est **$C_5H_{11}O_2N$** et donner sa formule semi-développée. **(0,5pt)**

1.1.3- Donner le nom du composé A dans la nomenclature officielle. **(0,25pt)**

1.1.4- Ecrire les deux représentations de Fischer (L et D) de A. **(0,25pt)**

1.1.5- Donner alors la formule semi développée de B ainsi que son nom dans la nomenclature officielle. **(0,5pt)**

1.2- Etude du comportement acido-basique des acides α -aminés

On trouve dans les tables pour un grand nombre d'acides α−aminés deux valeurs de pK$_a$.

1.2.1- Donner les deux couples acide /base associés à l'acide α−aminé A, puis attribuer la valeur du pK$_a$ relatif à chaque couple. **(0,5 pt)**

1.2.2- Donner le diagramme de prédominance relatif aux formes de A en solution aqueuse. **(0,25 pt)**

1.2.3- Le pH isoélectrique noté pH$_i$ correspond à une valeur particulière du pH d'une solution aqueuse d'acide α−aminé.
Établir l'expression de pH$_i$ en fonction de pKa$_1$ et de pKa$_2$, puis déterminer sa valeur pour un acide $\alpha -$ aminé de concentration C_0 =1,00.10^{-1} mol. L^{-1}. **(0,5 pt)**

EXERCICE 2 dosage de l'acide méthanoïque (03 points)

Données : Masses molaires en g.mol^{-1} : M(H) = 1,0 ; M(C)= 12 ; M(O) = 16.

Couple acide-base : HCOOH/HCOO$^-$: pKa = 3,75 à 25°C; Produit ionique de l'eau : K$_E$ = 1,0×10^{-14} à 25°C.

Dans la zone de la Petite Côte au Sénégal, une conserverie de poissons rejette ses eaux de traitement dans un estuaire côtier (bras de mer). Ces eaux résiduelles contiennent essentiellement de l'acide méthanoïque (HCOOH), utilisé comme agent conservateur.

L'acide méthanoïque présente une toxicité chronique pour les poissons dans l'intervalle de concentration massique allant de 46 mg·L^{-1} à 100 mg·L^{-1}.

Le laboratoire régional de contrôle environnemental souhaite caractériser précisément l'acidité résiduelle de cette eau à l'aide de deux méthodes indépendantes : une mesure directe du pH et un dosage acido -basique.

2.1- Détermination de la concentration massique C_{m1} de l'acide méthanoïque dans le rejet liquide à partir du pH initial.

Le pH de l'échantillon d'eau prélevé et mesuré à l'aide d'un pH-mètre étalonné est de 3,5.

2.1.1- Montrer que pour un acide faible AH, la concentration molaire volumique des ions hydroniums vérifie la relation :
$[H_3O^+]^2 + K_a[H_3O^+] - K_aC_a = 0$, C_a étant la concentration molaire volumique de l'acide faible et K_a la constante d'acidité du couple AH/A$^-$. **(0,25 pt)**

2.1.2- En déduire l'expression de la concentration molaire des ions hydronium H_3O^+ en fonction de C_a et de la constante K_a. **(0,5 pt)**

2.1.3- Calculer la concentration molaire volumique C_a, puis la concentration massique C_{m1} en acide méthanoïque. **(0,5 pt)**

2.2- Dosage de l'échantillon d'eau

Le laborantin utilise une solution d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ (une dibase forte) de concentration molaire volumique C_b = 2,25.10^{-3} mol.L^{-1} pour le dosage d'un échantillon de cette eau de volume V = 50 mL.

2.2.1- Écrire l'équation-bilan de la réaction support du dosage. **(0,25 pt)**

2.2.2- Calculer sa constante de réaction K_r. Conclure sur le caractère total ou partiel de la réaction. **(0,5pt)**

2.2.3- Établir la relation entre la concentration massique C_{m2} de l'échantillon d'eau, C_b, V, du volume équivalent V_{eq} et de la masse molaire M de l'acide. **(0,5pt)**

2.3- Les résultats du dosage obtenus ont permis de tracer la courbe pH=f(V_b). (Figure 1) en annexe.
2.3.1- Déterminer la valeur du volume V_{eq} puis calculer C_{m2}..
2.3.2- L'échantillon dosé présente-t-il une toxicité chronique ? justifier **(0,25pt)**
2.2.3- Déterminer l'écart relatif $E_R = \left|\frac{C_{m2} - C_{m1}}{C_{m1}}\right|$ puis conclure. **(0,25 pt)**

EXERCICE 3 les oscillations mécaniques (04,75 Point)

Dans le cadre d'un projet de recherche en balistique appliquée, des élèves de Terminale du lycée Thierno Seydou Nourou Tall (Dakar), visitent un laboratoire de la police technique et scientifique à Dakar. Les techniciens leur expliquent que, pour garantir la sécurité et améliorer la précision des armes de chasse ou de sport, il est nécessaire de déterminer certaines caractéristiques des projectiles, notamment leur masse et leur vitesse d'éjection.
Pour réaliser ces mesures sans utiliser directement des appareils électroniques sophistiqués, les ingénieurs utilisent des systèmes mécaniques faisant intervenir des ressorts, des oscillations et les lois de conservation de la mécanique.
Les élèves sont alors invités à exploiter leurs connaissances sur l'équilibre des forces, les oscillations mécaniques et les chocs pour analyser le fonctionnement de ces dispositifs expérimentaux.

Dans cet exercice on s'intéresse à la détermination de la masse m d'une balle de fusil et de sa vitesse d'éjection V_e.
La balle de fusil sera assimilée à un solide (B) de masse m. **On pendra g = 10 m.s^{-2}.**

Partie A Détermination de la masse de la balle de fusil.

On considère le dispositif représenté à **la figure 2** :
Le solide (A) de masse m_1 = 30 g glisse sans frottement sur un plan incliné d'un angle α = 30° par rapport à l'horizontale. Il est relié au solide (B) de masse m par l'intermédiaire d'un fil inextensible, de masse négligeable passant sur la gorge d'une poulie (P), de masse négligeable, mobile sans frottement autour d'un axe horizontal. Un ressort (R) à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur k = 60 N.m^{-1} fixé en E est lié au solide (A).

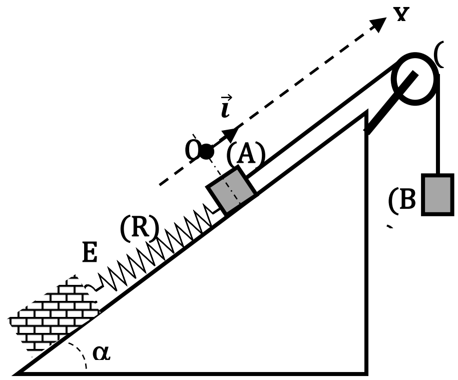


Figure 2

3.1- On considère que le dispositif est en équilibre et que le ressort est allongé de x_0.
3.1.1- Faire le bilan des forces extérieures qui s'exercent sur le solide (A) puis les représenter. **(0,5pt)**
3.1.2-En utilisant la condition d'équilibre pour les solides (A) et (B), donner l'expression de la masse du solide (B) en fonction de la masse m_1, de la constante de raideur du ressort k, de l'allongement x_o de l'intensité de la pesanteur g et de l'angle α. **(0,5pt)**
3.2- Le système étant en équilibre, on déplace (B) vers le bas d'une longueur d < x_0 puis on l'abandonne sans vitesse à la date t_0 = 0 s.
3.2.1- Par une étude dynamique, montrer que l'équation différentielle régissant le mouvement du centre d'inertie du solide (A) est de la forme : $\ddot{x} + \frac{k}{m_1 + m}\, x = 0.$ **(0,5pt)**
3.2.2- La solution de cette équation différentielle est de la forme $x(t) = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$.
3.2.2.1- Exprimer la pulsation propre ω_0 du mouvement en fonction de k, m_1 et m. En déduire l'expression de la période propre T_0 des oscillations. **(0,5pt)**
3.2.2.2- Expérimentalement la mesure de la durée de quinze oscillations est $\Delta t = 2{,}72$ s. Trouver la valeur de la masse m de la balle de fusil. **(0,5 pt)**

Partie B : Mesure de la vitesse Ve d'éjection d'une balle de fusil

Pour mesurer la vitesse V_e d'éjection de la balle de fusil on l'envoie heurter un piston (P) de masse M = 1,00 kg, pouvant coulisser sans frottement dans un cylindre ouvert à ses extrémités (**figure 3**). La balle quasi ponctuelle de masse m = 20 g animée d'un mouvement rectiligne uniforme suivant l'horizontale avec la vitesse V_e, vient s'incruster dans le piston (P) au repos. Le piston est relié à un ressort de masse négligeable et de raideur k' = 2 000 N.m^{-1}.

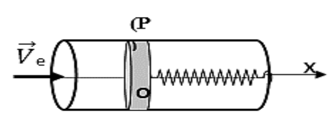


Figure 3

Après le choc considéré comme mou, l'ensemble {Piston-balle} effectuent des oscillations libres non amorties. La vitesse de l'ensemble {Piston-balle} tout juste après le choc sera notée V_s.

On prendra l'axe (Ox) confondu avec l'axe du ressort et pour origine du repère la position du piston à l'équilibre.

3.3- On considère l'ensemble {Piston-balle} comme un système pseudo-isolé.

3.3.1- Etablir la relation vectorielle entre $\vec{V}_e, \vec{V}_s$, m et M puis exprimer V_e en fonction de m, M et V_s. **(0,5 pt)**

3.3.2- Etablir l'équation différentielle relative à l'abscisse x du centre d'inertie G de l'ensemble {Piston-balle}. **(0,5 pt)**
En déduire l'expression de la période T' des oscillations en fonction de k', m et M. **(0,25 pt)**

3.3.3- Trouver la relation entre V_s, la période T' des oscillations et l'amplitude X_m des oscillations. **(0,5pt)**

3.3.4- Lors de ces oscillations la longueur du segment décrit par le centre d'inertie G de l'ensemble {Piston-balle} est L = 52 cm. Déterminer la valeur de la vitesse V_s. En déduire la vitesse V_e de la balle. **(0,5pt)**

EXERCICE 4 Régimes transitoires et Circuit (R,L,C) (04,75 points)

Dans le cadre d'un projet de modernisation des équipements d'un laboratoire de physique appliquée situé à Dakar, des ingénieurs travaillent sur l'optimisation des circuits électriques utilisés dans les dispositifs de mesure et de commande automatique. Ces circuits, composés de résistances, bobines et condensateurs, sont utilisés dans des systèmes tels que les filtres électroniques, les oscillateurs et les capteurs industriels. Afin de former de futurs techniciens, le laboratoire organise une séance de travaux pratiques pour des élèves de Terminale scientifique du lycée Malick SY de Thies, sur l'étude des régimes transitoires et des régimes sinusoïdaux dans les circuits RLC.

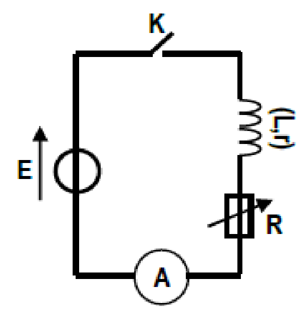
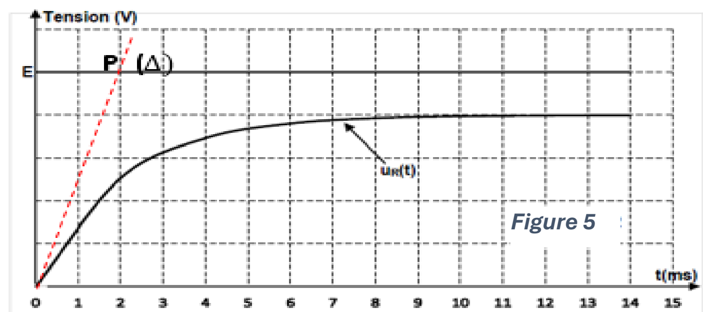


Figure 4

Les élèves réalisent le circuit de la figure 4 comprenant montés en série :
- un générateur de tension supposé idéal de f.é.m. E,
- un conducteur ohmique de résistance R réglable,
- une bobine (B) d'inductance L réglable et de résistance r,
- un ampèremètre (A) et un interrupteur K.

4.1- A l'instant t = 0, on règle la résistance R à la valeur $R_0 = 4,0\ \Omega$ et on ferme l'interrupteur K.

A l'aide d'un oscilloscope à mémoire numérique, on visualise la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique et u celle aux bornes du générateur.
On obtient les courbes de la figure 5.
La droite (Δ) représente la tangente à la courbe représentant u_R(t) à l'instant t = 0.



4.1.1-Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de la tension u_R(t) peut s'écrire sous la forme :

$\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}u_R(t) = \frac{R_0}{L}E$ avec $\tau = \frac{L}{r + R_0}$ est la constante de temps du circuit. **(0,5pt)**

4.1.2-La solution de l'équation différentielle de l'équation précédente s'écrit sous la forme : $u_R(t) = U_0\left(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}\right)$.
Exprimer U_0 en fonction de E , r et R_0. **(0,5 pt)**

4.1.3- Déterminer graphiquement la valeur de τ. Donner sa signification physique. **(0,5 pt)**

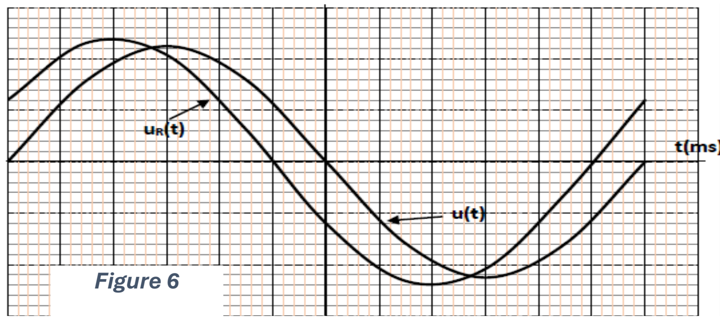
4.1.4-L'abscisse du point P de concours entre la tangente à l'origine de la droite d'équation u = E est $t_p = 1{,}25\tau$.

4.1.4.1-Montrer que $r = \left(\frac{t_p}{\tau} - 1\right)R_0$. **(0,5 pt)**

4.1.4.2-Calculer la valeur de r. En déduire celle de l'inductance L de la bobine. **(0,5 pt)**

4.1.5-Lorsque le régime permanent est établi, l'ampèremètre (A) indique la valeur I_0 = 1 A. En déduire la valeur de la f.é.m E. **(0,25 pt)**

4-2- Maintenant, on insère en série dans le circuit de la figure 4, un condensateur de capacité C.



On fixe la valeur de l'inductance de la bobine à L = 0,01 H et on remplace le générateur de f.é.m E par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi N t)$ et de fréquence N réglable. L'intensité du courant est sous la forme : $i(t) = I_m \sin(2\pi N t + \varphi_i)$.
On règle la résistance R du conducteur ohmique à une valeur R_1 et on ferme l'interrupteur K.

4.2.1-Ecrire l'équation différentielle relative à l'intensité i(t) du courant électrique circulant dans le circuit. **(0,5pt)**

4.2.2-A l'aide du même oscilloscope, on visualise simultanément la tension u(t) sur la voie X et la tension $u_{R_1}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique sur la voie Y. Pour une valeur N_1 de la fréquence N du GBF, on obtient les oscillogrammes de la figure 6 avec les réglages suivants : - Sensibilité horizontale : 1 ms/div ; - Sensibilité verticale sur les voies X et Y : 2 V/div et 1 V/div respectivement.
En exploitant les oscillogrammes, déterminer les valeurs de U_m , N_1 et φ_1. **(0,75pt)**

4.2.3-On montre que $N_1 = \frac{N_0}{\sqrt{2}}$; N_0 étant la fréquence propre de l'oscillateur électrique. Déterminer alors les valeurs de la capacité C du condensateur et de la résistance R_1 du conducteur ohmique. **(0,75 pt)**

EXERCICE 5 : **Les niveaux d'énergie** **(04,5 points)**

Le radiotélescope SKA a détecté un sursaut radio rapide accompagné d'une raie d'émission à 1,42 GHz provenant d'un nuage d'hydrogène. Cette raie pourrait être une raie de recombinaison de Rydberg, émise lors de la recombinaison d'un proton et d'un électron dans un état hautement excité de l'atome d'hydrogène.
Pour vérifier cette hypothèse, des ingénieurs étudient les transitions de l'atome d'hydrogène depuis des niveaux n très élevés.

Dans la théorie de Niels BOHR, l'électron de l'atome d'hydrogène se déplace sur des orbites circulaires de rayon $r_n = a_0 n^2$. Chaque orbite est dans un état d'énergie $E_n = -K\frac{e^2}{2r_n}$.

Données : Constante de Planck : h = 6,62.10^{-34}J.s ; Célérité de la lumière : c = 3,0.10 ^{8}m. s^{-1} ; constante de Coulomb ; K= 9,0.10^{-9} S.I; Constante de Rydberg R_H = 1,097.10^{7}m^{-1} ; Charge élémentaire : e = 1,6.10^{-19} C ; Rayon de Bohr : a_0 = 5,29.10^{-11} m ; 1 eV = 1,6.10^{-19} J

5.1-La relation de RYDBERG - RITZ

5.1.1-Montrer que l'énergie d'un état de rang n peut s'écrire sous la forme: $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$.
Exprimer E_0 en fonction de K, e, a_0, puis calculer sa valeur en électron volt. **(0,75pt)**

5.1.2-Lorsque l'électron passe d'un état n à un état p, n > p, l'atome émet une radiation de nombre d'onde $\sigma_{np} = \frac{1}{\lambda_{np}}$.
Établir l'expression de σ_{np} en fonction de n, p et des constantes appropriées. **(0,5 pt)**

5.1.3-On considère les transitions aboutissant à l'état p = 2.

5.1.3.1-Vérifier que σ_{np} peut s'écrire sous la forme: $\sigma_{np} = a.\left(\frac{1}{n^2}\right) + b$. **(0,5 pt)**

5.1.3.2-Donner les valeurs a et b en fonction des constantes. **(0,5 pt)**

5.1.3.3-Pour une transition entre deux niveaux consécutifs très élevé (n >>>1), montrer que la longueur $\lambda_{n\to n-1}$de la radiation émise est approximativement : $\lambda_{n\to n-1} \approx \frac{n^3}{2R_H}$ avec $R_H = \frac{E_0}{hC}$. On fera l'approximation $\frac{1}{(x-1)^2} \approx \frac{1}{x^2}\left(1+\frac{2}{x}\right)$ pour x >>>1 **(0,5 pt)**

5.2-La raie de fréquence ν = 1,42 GHz correspond à une transition entre deux niveaux consécutifs très élevés.

5.2.1-Trouver le nombre n_i associé à cette raie. **(0,75pt)**

5.2.2-Supposons que l'électron se recombine initialement sur le niveau n_i, puis se désexcite vers l'état fondamental n=1 par émission d'un photon.

5.2.2.1-Calculer la longueur d'onde λ_i émise. **(0,5pt)**

5.2.2.2-À quel domaine spectral appartient-elle ? Justifier la réponse. **(0,5pt)**

FIN DU SUJET