République du Sénégal
Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère de l'Education nationale

INSPECTION D'ACADEMIE DE PIKINE-GUEDIAWAYE

COMPOSITION DU SECOND SEMESTRE DE SCIENCES PHYSIQUES

NIVEAU : TERMINALE S1 **DUREE : 04 HEURES**

Exercice 1 : **(03 points)**

1.1. Donner la formule semi-développée de l'acide 2-aminopropanoïque ou alanine. **(0,25 pt)**

1.2. Dans une solution aqueuse d'alanine apparaissent deux couples acide-base. Lesquels ? Quel est l'Amphion, le cation, l'anion ? **(0,75 pt)**

1.3. Les pk_a de ces deux couples sont notés pk_1 et pk_2. On donne : $pk_1 = 2,3$; $pk_2 = 9,9$.
attribuer à chacun des couples acide-base correspondant à l'Amphion la valeur qui lui correspond. ***(0,5pt)***

1.4. Lorsque les concentrations (molarités) de l'acide conjugué de l'Amphion et de la base conjuguée de l'Amphion sont égales, on dit qu'on est au point isoélectrique.

1.4.1. Montrer qu'à ce point, le pH s'écrit : $pH = (1/2)(pka_1 + pka_2)$. ***(0,75pt)***

1.4.2. Calculer le pH du point isoélectrique de la solution. ***(0,25pt)***

EXERCICE 2 : **(03 points)**

Toutes les solutions sont à 25°C et le produit ionique de l'eau est $Ke = 10^{-14}$.
Un groupe d'élèves de Terminale S_2 désire préparer puis doser une solution d'acide éthanoïque

2.1. Préparation de la solution d'acide éthanoïque

Le groupe d'élèves dispose d'une solution mère (S_1) d'acide éthanoïque de concentration $C_1 = 0,1$ mol . L^{-1} et d'eau distillée. À partir de cette solution, le groupe souhaite préparer un volume $V_2 = 100$ mL d'une solution (S_2) de cet acide de concentration $C_2 = 10^{-2}$ mol. L^{-1}. Pour cela il dispose de deux pipettes (10 mL et 5 mL), d'une fiole jaugée de 100 mL, d'un bécher, d'une pissette contenant de l'eau distillée.

2.1.1. Déterminer le volume V_1 de la solution (S_1) à utiliser. **(0,25 pt)**

2.1.2. Décrire le mode opératoire de la préparation de la solution en précisant la verrerie (S_2). **(0,25 pt)**

2.2. Détermination de la concentration molaire C_2 à partir du pH

Partant du fait que l'acide éthanoïque est un acide faible, le groupe d'élèves décide de retrouver la valeur de la concentration C_2 de la solution (S_2) en mesurant son pH. Il trouve pH = 3,4.

2.2.1. Écrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau. **(0,25 pt)**

2.2.2. Le pKa du couple acide éthanoïque/ion éthanoate est égal à 4,8. Déterminer la concentration molaire volumique de chaque espèce chimique présente dans la solution (S_2). **(01 pt)**

2.2.3. Calculer la concentration molaire C_2 de la solution (S_2). **(0,25 pt)**

2.3. Dosage de la solution (S_2) d'acide éthanoïque

Le groupe dose un volume $V_a = 20$ mL de solution (S_2) par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $Cb = 10^{-2}$ mol. L^{-1}. Le pH du mélange est mesuré au fur et à mesure que l'on verse la solution de soude. Le graphe $pH = f(V_b)$ est donné sur la dernière page de l'épreuve.

2.3.1. Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence E. **(0,25 pt)**

2.3.2. Donner la nature (acide ou basique) du mélange obtenu à l'équivalence. Justifier la réponse. **(0,25pt)**

2.3.3. Trouver la valeur de la concentration molaire C_2. **(0,25 pt)**

2.3.4. Retrouver graphiquement la valeur du pKa. **(0,25 pt)**

2.3.5. Choisir parmi les indicateurs colorés ci-dessous celui qui convient à ce dosage. Justifier la réponse. **(0,25 pt)**

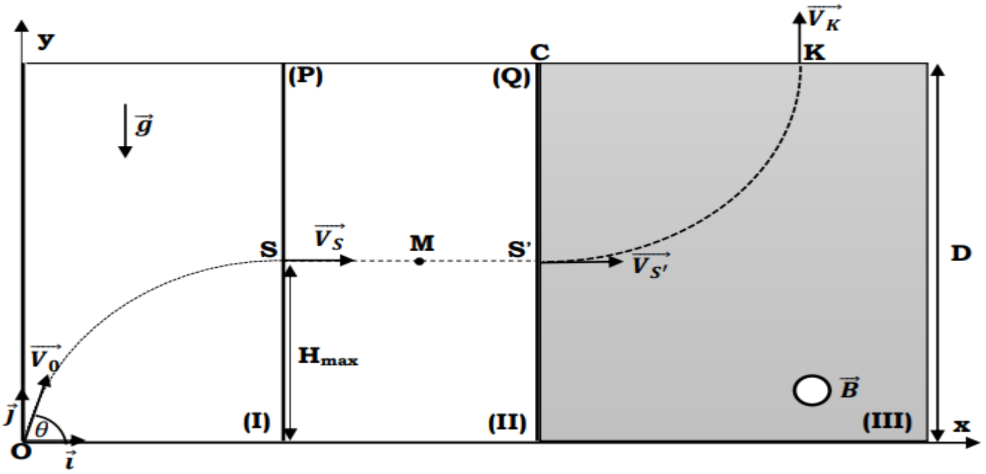
Indicateurs colorés	Hélianthine	Bleu de bromothymol (BBT)	Phénolphtaléine
Zone de virage	3,1 – 4,4	6,0 – 7,6	8,2 – 10

2.4. Préparation d'une solution tampon

2.4.1. Définir une solution tampon. **(0,25 pt)**

2.4.2. Déterminer les volumes V_a de la solution (S_2) et V_b de la solution d'hydroxyde de sodium qu'il faut mélanger pour préparer 150 mL une solution tampon de pH = 5. **(0,25 pt)**

EXERCICE 3 : **(04 points)**



3.1. Etude dans le champ de pesanteur $\vec{g}$

Une particule chargée de masse m et de charge q positive est lancé avec une vitesse initiale $\vec{v_0}$ faisant un angle θ avec l'horizontale à partir d'un point O. Le mouvement de la particule est étudié dans le repère (OX,OY) de plan vertical, d'origine O et de vecteurs unitaires $\vec{\imath}$ et $\vec{\jmath}$.

3.1.1. En utilisant le théorème du centre d'inertie, déterminer les composantes du vecteur vitesse $\vec{v}$, celles du vecteur position $\overrightarrow{OM}$ puis en déduire l'équation de la trajectoire. **(0,75pt)**

3.1.2. La particule passe au point S sommet de sa trajectoire. Montrer que la hauteur maximale H_{max} est donnée par : $H_{max} = \frac{v_0^2 . sin^2\theta}{2g}$ .Calculer H_{max} . **(0,5pt)**

3.2. Etude dans le champ électrique $\vec{E}$

La particule chargée arrive en S avec une vitesse V_S et entre dans une région (II) .Dans cette région, la particule est accélérée par une différence de potentiel $|U_{PQ}| = U_0$ appliquées entre deux plaques P et Q planes et verticales séparées par une distance d .La particule arrive en S' avec une vitesse $\vec{V_{S'}}$ de norme $V_{S'}$.

3.2.1. Quel doit être le signe de U_0 ? **(0,25pt)**

3.2.2. Représenter en M , la force électrique qui s'exerce sur la particule, puis utiliser le théorème du centre d'inertie pour exprimer l'accélération a_1 subie par la particule entre P et Q en fonction de q, m, d et U_0.En déduire l'expression de $V_{S'}$. **(0,5pt)**

3.3. Etude dans le champ magnétique $\vec{B}$

En S', la particule entre dans le domaine (III) où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure de valeur B et y décrit un quart de cercle de centre C et de rayon R.

3.3.1. Quel doit être le sens de $\vec{B}$.Représenter $\vec{B}$ sur la figure. **(0,5pt)**

3.3.2. Montrer que dans le domaine (III), le mouvement de la particule est uniforme et exprimer le rayon R de sa trajectoire en fonction de m, q, B et $V_{S'}$. **(0,5pt)**

3.3.3. Calculer le rayon R puis identifier la particule. **(0,5pt)**

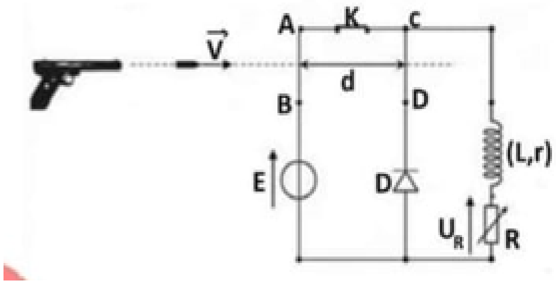
3.3.4. Montrer que la durée Δt de la traversée du champ magnétique $\vec{B}$ est indépendante de la vitesse de la particule. Calculer Δt. **(0,5pt)**

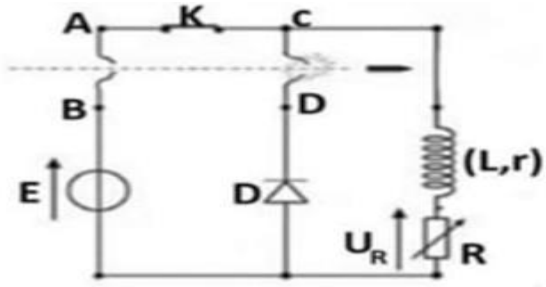
Données : g = 10m.s^{-2} ; $v_0 = 4m.s^{-1}$; D = 83.7cm ; B = 0,1T ; $\theta = 60°$; $V_{S'}$ = 2,52.10^{5}m.s^{-1} ; e = 1,6.10^{-19}C

Particule	H^+	K^+	Al^{3+}	Mg^{2+}
Masse (kg)	1,67.10^{-27}	65,13.10^{-27}	45,09.10^{-27}	40,08.10^{-27}

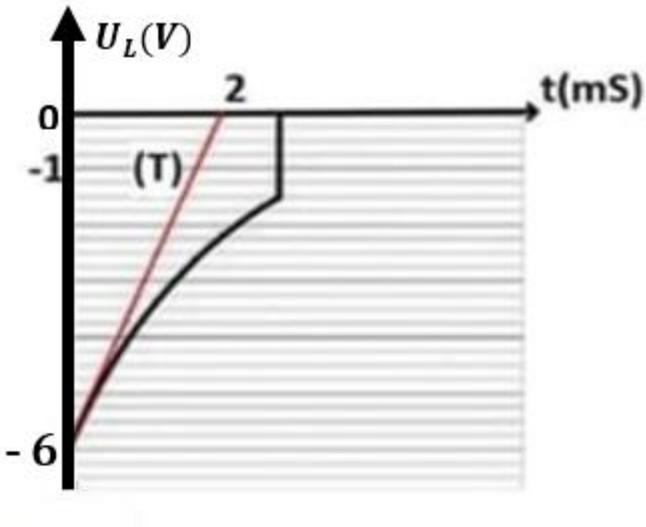
EXERCICE 4 : vitesse d'une balle de pistolet à l'aide d'un dipôle RL. (05 points)

Pour déterminer la vitesse d'une balle on utilise un montage électrique à base de l'établissement et la rupture de courant dans un dipôle RL. Le montage ci-dessous, comportant un générateur idéal de tension de f.e.m E = 7,5 V, une diode idéale D, une bobine d'inductance L et de résistance interne r, un conducteur ohmique de résistance réglable R et un interrupteur K, représente le principe de la méthode utilisée pour le calcul de la vitesse de la balle après sa sortie du pistolet





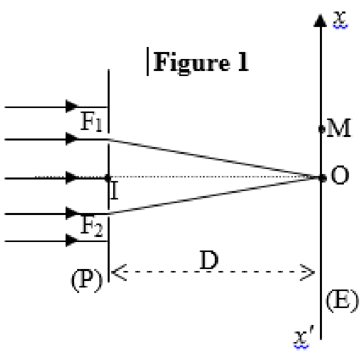
4.1. On ferme K et on laisse une durée suffisante pour que le régime permanent soit établi.
4.1.1. Représenter le schéma du circuit en indiquant les branchements de l'oscilloscope pour visualiser la tension aux bornes de la bobine. **(0,5pt)**
4.1.2. Comment se comporte la bobine en régime permanent ? Donner l'expression de l'intensité I_p du courant en régime permanent. **(0,5pt)**
4.2. Lorsque le régime permanent est atteint, on lance la balle perpendiculairement sur le fil AB. On considère t_0 = 0s l'instant où le fil AB est coupé (instant correspondant au début de l'annulation du courant). On donne **I_P = 0,15 A.**
4.2.1. Etablir l'équation différentielle que vérifie la tension $U_L(t)$ aux borne de la bobine. **(0,75pt)**
4.2.2. Lors de cette phase, l'expression de l'intensité du courant est $\boldsymbol{i(t) = I_P . e^{-\frac{t}{\tau}}}$ avec $\boldsymbol{\tau = \frac{L}{R+r}}$. En déduire l'expression de $U_L(0)$ à $t_0 = 0\ s$ de la tension aux bornes de la bobine en fonction de $r, I_P\ et\ E$. **(0,5pt)**
4.2.3. Montrer que la solution de l'équation différentielle est $\boldsymbol{U_L(t) = (r.I_P - E)e^{-\frac{t}{\tau}}}$. **(0,5pt)**
4.3. La balle continue son mouvement avec la même vitesse V et coupe le fil CD à l'instant t_1. Les deux fils AB et CD sont très fins, parallèles et séparés d'une distance **d = 1,35 m**. Pendant la durée **$\Delta t = t_1 - t_0$**, on enregistre les variations de la tension **U_L** et on obtient la courbe représentée sur la figure ci-contre.
(T) représente la droite tangente à la courbe à l'instant t_0 = 0 s.



4.3.1. En exploitant la courbe de $U_L(t)$ vérifier que **R = 40 Ω** et **L = 0,1 H**. **(0,75pt)**
4.3.2. Déterminer, graphiquement la valeur de la tension **$U_L(t_1)$** à la date **t_1.** **(0,5pt)**
4.3.3. Montrer que l'expression de la vitesse de la balle est $\boldsymbol{V = \frac{1}{\ln\left[\frac{r.I_P - E}{U_L(t_1)}\right]^{\frac{\tau}{d}}}}$. Puis calculer sa valeur. **(0,5pt)**
4.3.4. Pour que la mesure de la vitesse V de la balle soit précise, il faut que la résistance R soit inférieure à une valeur limite R_{max} $(t_1 < 5\tau)$. Déterminer l'expression de R_{max} en fonction de L, r, V et d puis calculer sa valeur. **(0,5pt)**

<u>EXERCICE 5 :</u> **(05 points)**

L'indice de réfraction de l'air pur est supposé égal à 1. L'air atmosphérique n'est pas pur, mais pollué ; il contient surtout du dioxyde de carbone. L'indice de réfraction **n** de l'air ainsi pollué est donné par **$n = 1 + 1{,}55 \times 10^{-6}\, y$ où y %** représente le pourcentage du dioxyde de carbone. Dans le but de déterminer la valeur de y, on réalise le phénomène d'interférences lumineuses à l'aide du dispositif des fentes de Young en éclairant les deux fentes F_1 et F_2 distantes de **a = 1 mm**, par un faisceau laser de longueur d'onde dans l'air pur **λ = 0,633 µm**. Le faisceau tombe normalement au plan (P) qui contient les fentes.
On observe des franges sur un écran (E) parallèle à (P) et situé à la distance **D = 2m** de ce plan. Le point O est la projection orthogonale du point I milieu de F_1F_2 sur le plan (E) (figure 1).



5.1. Interférences dans l'air pur
On rappelle qu'au point M de l'écran tel que OM = x, la différence de marche optique **δ = MF2- MF₁** est donnée par la relation $\boldsymbol{\delta = \frac{a.x}{D}}$

5.1.1. O est le centre de la frange brillante centrale. Pourquoi ? **(0,25pt)**

5.1.2. M est le centre de la frange brillante d'ordre k.

5.1.2.1. Donner l'expression de δ en fonction de k et λ. **(0,5pt)**

5.1.2.2. Déduire l'expression de l'interfrange i en fonction de λ, D et a. **(0,5pt)**

5.1.2.3. M est le point tel que **$MF_2 - MF_1 = 1,266\ \mu m$**. Préciser, en le justifiant, la nature et l'ordre de la frange dont le centre est en M. **(0,5pt)**

5.1.3 Le dispositif est maintenant éclairé par une source bichromatique qui émet des radiations de longueur d'onde $\lambda = 0,633\ \mu m\ et\ \lambda'$. On observe une coïncidence de ranges sombres entre la **4^{ième} frange** de la radiation de longueur d'onde $\boldsymbol{\lambda}$ et la **5^{ième} frange** de la radiation de longueur d'onde $\boldsymbol{\lambda'}$. Calculer λ'. **(0,5pt)**

5.1.4. On remplace la source bichromatique par une source de lumière blanche dont les longueurs d'onde sont comprises entre **400 nm** et **800 nm**.

5.1.4.1. Décrire sommairement l'aspect de l'écran. **(0,5pt)**

5.1.4.2. Déterminer le nombre de radiations manquantes au point de l'écran (E) d'abscisse $\boldsymbol{x = 12,66\ mm}$ du champ d'interférence. **(0,75pt)**

5.2. Interférences dans l'air pollué

On veut mesurer l'indice de réfraction n de l'air pollué de dioxyde de carbone. Dans le dispositif des fentes de Young utilisé, on considère que le faisceau issu de F_2 se propage dans l'air pur tandis que celui issu de F_1 se propage le long de **$\boldsymbol{\ell}$ = 50 cm dans l'air pollué** et le reste du trajet dans l'air pur **(figure 2).**

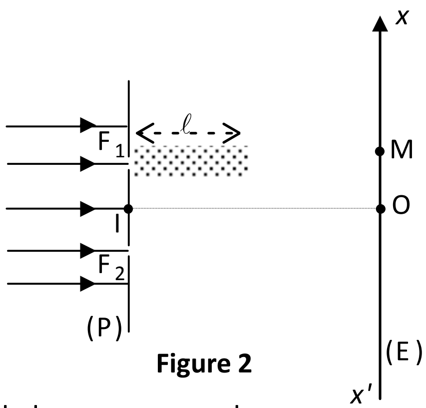


Figure 2

On constate, dans ce cas, que le système des franges d'interférences se déplace vers le haut. La nouvelle expression de la différence de marche optique est alors $\boldsymbol{\delta' = MF_2 - MF_1 = \frac{a.x}{D} - \ell(n-1)}$

5.2.1. Sachant que le centre de la frange brillante centrale se déplace vers le haut et occupe la position qu'occupait la frange brillante d'ordre 2, l'interfrange restant le même.

5.2.1.1. Déterminer l'expression donnant **n** en fonction de ℓ et $\boldsymbol{\lambda}$. **(0,75pt)**

5.2.1.2. Montrer que **n** vaut **1,0000025**. **(0,25pt)**

5.2.2. L'indice de l'air pollué est donné par **$n = 1 + 1,55 \times 10^{-6}\ y$**. L'air pollué en dioxyde de carbone devient nocif lorsque **$y \geq 0,5$**. Cet air pollué est –il nocif ? Pourquoi ? **(0,5pt)**