



REPUBLIQUE DU SENEGAL  
Un Peuple – Un But – Une Foi  
Ministère De l'Education Nationale  
OOOOO



**INSPECTION D'ACADEMIE DE DIOURBEL**  
BP : 74 - Tel : 33 971-17-35 – Fax : 33 971-41 -24  
E-mail : iadiour-[me@sentoo.sn](mailto:me@sentoo.sn)

**COMPOSITION STANDARDISEE DU SECOND SEMESTRE**

**EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES**

**DUREE : 4h**

**2024/2025**

**NIVEAU : TS2**

**Exercice 1 : (03,5 points)**

Pour se défendre, les fourmis utilisent deux moyens : leurs mandibules et la sécrétion d'acide formique.

Les mandibules servent à immobiliser l'ennemi tandis que l'acide formique brûle la victime.

L'acide formique ou acide méthanoïque soluble dans l'eau a pour formule HCOOH.

On se propose d'étudier quelques propriétés d'une solution aqueuse de cet acide.

**1.1** Rappeler, au sens de Brönsted, la définition d'un acide. Quand dit-on qu'un acide est fort et quand dit-on qu'un acide est faible ? **(0,75pt)**

**1.2** Une solution A d'acide méthanoïque a une concentration molaire  $C_a = 2.10^{-3} mol.L^{-1}$  et un  $pH = 3,25$ .

**1.2.1** Peut-on qualifier l'acide méthanoïque d'acide faible ? Justifier par un calcul. **(0,5pt)**

**1.2.2** Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau. **(0,25pt)**

**1.3** On verse dans un bécher un volume  $V_a = 20mL$  de la solution A, on y ajoute progressivement un volume  $V_b$  d'une solution aqueuse B d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_b = 2,5.10^{-3} mol.L^{-1}$ .

Ecrire l'équation bilan de la réaction entre les solutions A et B. **(0,25pt)**

**1.4** On note  $V_{bE}$  le volume de la solution B qu'il faut verser dans le volume  $V_a$  de la solution A pour atteindre l'équivalence acido-basique. On verse un volume  $V_b = \frac{1}{2} V_{bE}$  dans le volume  $V_a$  de la solution A. Le mélange ainsi obtenu a un  $pH = 3,80$ .

**1.4.1** Préciser en justifiant, la nature du mélange ainsi obtenu. **(0,5pt)**

**1.4.2** Donner, justification à l'appui, la valeur du  $pKa$  du couple acide/base associé à l'acide méthanoïque. **(0,5pt)**

**1.5** On se propose de réaliser un mélange de même nature que celui obtenu à la question **1.4** à l'aide d'une solution  $S_1$  d'acide méthanoïque de concentration  $C_1 = 2.10^{-3} mol.L^{-1}$  et d'une solution  $S_2$  de méthanoate de sodium de concentration  $C_1 = 3.10^{-3} mol.L^{-1}$ .

**1.5.1** Calculer les volumes  $V_1$  de  $S_1$  et  $V_2$  de  $S_2$  nécessaires à la réalisation d'un mélange de volume  $V = 100mL$  et de  $pH = 3,80$ . **(0,5pt)**

**1.5.2** Rappeler une propriété caractéristique du mélange. **(0,25pt)**

**EXERCICE 2 : (04,5 points)**

*Les esters qui ont souvent une odeur fruitée sont fréquemment utilisés dans l'industrie alimentaire et en parfumerie.*

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction de préparation d'un ester très fruité, mais aussi constituant actif de la phéromone d'alarme de l'abeille : **l'éthanoate de 3-méthylbutyle**.

**I) Préparation de l'éthanoate de 3-méthylbutyle par estérification directe**

**2.1** Ecrire la formule semi développée de **l'éthanoate de 3-méthylbutyle**. **(0,25pt)**

**2.2** L'éthanoate de 3-méthylbutyle est obtenu en faisant réagir deux composés organiques A et B.

Le réactif B peut subir une réaction d'oxydation ménagée pour donner un composé C qui réagit avec la DNPH et rosit le réactif de Schiff.

**2.2.1** Ecrire les formules semi-développées puis donner les noms des réactifs A et B. **(0,5pt)**

**2.2.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les composés A et B. **(0,25pt)**.



**2.2.3** Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'éthanoate de 3-méthylbutyle et une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ). Quelle est le nom de cette réaction ? Donner ses caractéristiques. **(0,75pt)**

## II) Etude cinétique de la réaction chimique d'estérification

Dans un ballon on place **50mL** d'une solution contenant un mélange équimolaire de A et B et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Le contenu du ballon est maintenu à la température constante de  $100^\circ\text{C}$ . Par dosage acido-basique, on détermine les quantités d'ester formées  $n_e$  au cours du temps.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

t (min)	0	2	4	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
$n_e (10^{-3}\text{mol})$	0	5	7,5	10	14	17,5	20,5	23	25	26,5	27,5	28,5	29,5	29,5
$[\text{Ester}](\text{mol.L}^{-1})$														

**2.1** Montrer que la concentration de l'ester est donnée par la relation:  $[\text{ester}] = 20 \cdot n_e$  **(0,25pt)**

**2.2** Recopie puis compléter le tableau ci-dessus. **(0,5pt)**

**2.3** Trouver dans le protocole expérimental les moyens utilisés pour augmenter la vitesse de la réaction. **(0,25pt)**

**2.4** Tracer la courbe donnant la concentration molaire  $[\text{ester}]$  d'ester formée en fonction du temps. **(0,5pt)**.

**Echelle :** **1cm pour  $0,1\text{mol.L}^{-1}$  ; 1cm pour 5min**

**2.5** Définir puis déterminer graphiquement la vitesse instantanée volumique de formation de l'ester à  $t_1 = 4$  min puis à  $t_2 = 40$  min. Comment évolue la vitesse au cours du temps ? Pourquoi ? **(1pt)**.

**2.6** Déterminer la vitesse moyenne de formation de l'ester entre les dates  $t_1 = 4$  min et  $t_2 = 40$  min. **(0,25pt)**

### EXERCICE 3 : **(04,25 points)**

Au cours d'une kermesse dans un lycée de **Diourbel** les élèves d'une classe de Terminale S participent à un jeu dénommé « **le plus adroit** ».

Ce jeu consiste à atteindre une cible par un projectile. Pour cela, ils disposent d'une piste de lancement **A, B, O** composé de deux parties.

- ❖ **AB** est une portion rectiligne horizontale de longueur **L** munie d'un repère **(A,  $\vec{u}$ )**,  $\vec{u}$  vecteur unitaire.
- ❖ **BO** est une portion circulaire centrée en C, de rayon **r** et d'angle au sommet  $\alpha$ . CB est perpendiculaire à AB.

Le projectile assimilable à un point matériel part de A **sans vitesse initiale**, à l'instant  $t = 0\text{s}$  sous l'action d'une force  $\vec{F}$ . Cette force exercée par un concurrent entre A et B est horizontale. Avec la vitesse  $\vec{V}_B$  acquise en B le projectile aborde la portion BO.

A partir de **O**, le projectile animé d'une vitesse  $\vec{v}_0$  incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontal effectue une chute dans le champ de pesanteur uniforme  $\vec{g}$ . La cible à atteindre est fixée en un point **E** de coordonnées  $x_E$  et  $y_E$  dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ . **(voir figure)**

Le vainqueur de cette compétition est celui dont le projectile atteint la cible au **sommet** de la trajectoire.

**Dans tout l'exercice les forces de frottements sont négligeables.**

**On donne :**  $L = 5\text{m}$  ;  $m = 1\text{kg}$  ;  $\alpha = 60^\circ$  ;  $r = 1\text{m}$  ;  $x_E = 0,69\text{m}$  ;  $y_E = 0,59\text{m}$  ;  $g = 10\text{m.s}^{-2}$

### 3.1 Etude du mouvement du projectile sur les parcours AB et BO

**3.1.1** Exprimer la vitesse  $v_B$  en B en fonction de F, L et m en appliquant le théorème de l'énergie cinétique. Faire l'application numérique pour  $F = 2,5\text{N}$ . **(0,5pt)**

**3.1.2** Enoncer le théorème du centre d'inertie (deuxième loi de Newton). **(0,25pt)**

**3.1.3** Déterminer en appliquant ce théorème l'accélération  $a_u$  sur la partie AB. **(0,25pt)**



**3.1.4** En déduire l'équation horaire et la durée du parcours. **(0,5pt)**

**3.1.5** Etablir l'expression de la vitesse  $v_O$  au point O en fonction de  $v_B$ ,  $g$ ,  $r$  et  $\alpha$ . Faire l'application numérique. **(0,5pt)**

**3.2 Etude du mouvement au-delà du point O**

Pour la suite, on prendra  $v_0 = 4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

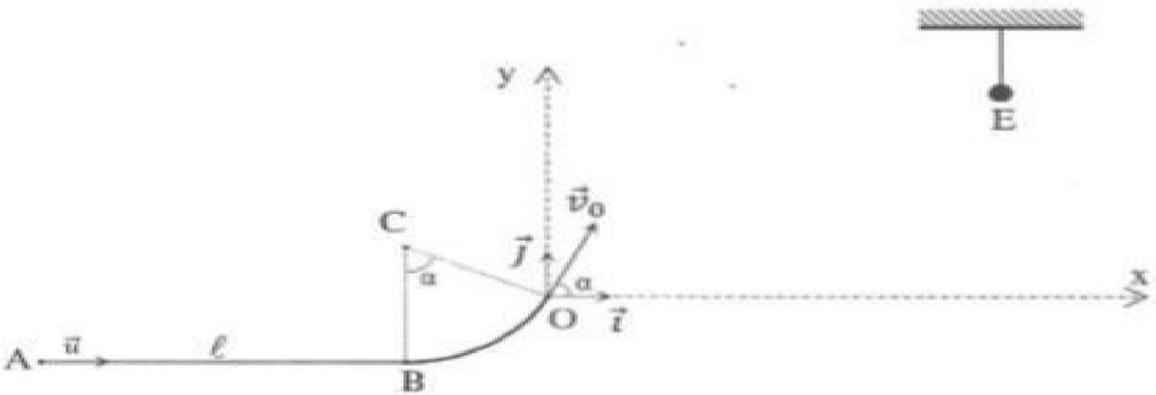
**3.2.1** Etablir les équations horaires du mouvement dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ . On prend  $t = 0\text{s}$  l'instant où le mobile se situe en O. **(0,5pt)**

**3.2.2** En déduire l'équation cartésienne du mouvement. **(0,25pt)**

**3.2.3** Montrer que  $y = -1,25x^2 + 1,73x$ . **(0,25pt)**

**3.2.4** Déterminer les coordonnées de la flèche et de la portée. **(1pt)**

**3.2.5** Ce concurrent est-il le gagnant de la compétition ? justifier. **(0,25pt)**



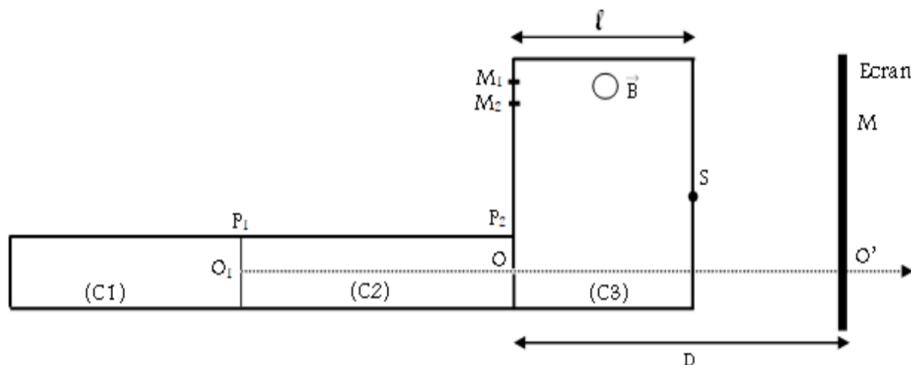
**Exercice 4 : (03,75 points)**

**Données :**  $B = 1\text{T}$  ; l'unité de masse atomique :  $1\text{u} = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$  ; masse d'un atome :  $m = \text{Au}$ .

Le poids d'un ion est négligeable devant la force électrique et la force magnétique et les vitesses sont faibles devant la célérité de la lumière.

On se propose d'identifier les deux types d'ions du fer ( $^{56}\text{Fe}^{\alpha+}$  et  $^{54}\text{Fe}^{\beta+}$ ), de masses respectives  $m_1$  et  $m_2$  par deux méthodes.

Ces deux ions sont produits simultanément dans une chambre d'ionisation (C1) d'un spectrographe de masse. Ces ions pénètrent, avec une vitesse initiale négligeable, par un point  $O_1$  dans une chambre (C2) délimitée par deux plaques métalliques  $P_1$  et  $P_2$  verticales et parallèles où ils sont accélérés par une tension  $U_0 = V_{P1} - V_{P2}$  réglable. Au-delà du point O, ces ions sont déviés dans une chambre (C3) large d'une distance  $l$  où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$ .



**Première méthode**

On fixe dans toute cette partie la valeur de la tension  $U_0 = 100 \text{ V}$ .

**4.1 Dans la chambre (C2) d'accélération**

**4.1.1** En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer :

**4.1.1.1** L'intensité  $v_1$  de la vitesse  $\vec{v}_1$  de l'ion  $^{56}\text{Fe}^{\alpha+}$  à la sortie de (C2) au point O, en fonction de sa masse  $m_1$ , de  $\alpha$ , de la charge élémentaire  $e$  et de la tension  $U_0$ . **(0,25pt)**

**4.1.1.2** L'intensité  $v_2$  de la vitesse  $\vec{v}_2$  de l'ion  $^{54}\text{Fe}^{\beta+}$  à la sortie de (C2) au point O, en fonction de sa masse  $m_2$ , de  $\beta$ , de la charge élémentaire  $e$  et de la tension  $U_0$ . **(0,25pt)**

**4.1.2** Etablir une relation entre  $v_1, v_2, m_1, m_2, \beta$  et  $\alpha$ . **(0,25pt)**

**4.2 Dans la chambre (C3) de déviation :**

**4.2.1** Montrer que le mouvement d'un ion s'effectue dans un plan que l'on précisera puis montrer que ce mouvement est circulaire uniforme. **(0,75pt)**

**4.2.2** Sachant que la largeur  $\ell$  du champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  est supérieure aux rayons de courbures des ions et que ces derniers rencontrent la plaque défectrice aux points  $M_1$  et  $M_2$  tel que la distance  $M_1M_2 = d = 3\text{mm}$  :

**4.2.2.1** Préciser le sens de  $\vec{B}$ . **(0,25pt)**

**4.2.2.** Déterminer les entiers  $\alpha$  et  $\beta$  sachant que  $\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{9}{14}$ . **(0,5pt)**

**Deuxième méthode**

**4.3** Dans cette partie, on admettra que la largeur  $\ell$  du champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  est :

- inférieure aux rayons de courbures des ions ;
- négligeable devant D (distance entre O et l'écran).

**On donne :  $D = 1 \text{ m}$  ;  $\ell = 10 \text{ cm}$**

**4.3.1** Quel dispositif faudrait-il placer entre la chambre (C2) d'accélération et la chambre (C3) de déviation pour que seul l'ion  $^{56}\text{Fe}^{\alpha+}$  sorte par le point S et vienne heurter l'écran en un point M ? **(0,25pt)**

**4.3.2** Exprimer la déflexion magnétique  $O'M = Y$  en fonction de D,  $\ell$ , B, e,  $U_0$ , u et  $\alpha$ . **(0,5pt)**

**On supposera petit l'angle que fait la vitesse de l'ion à la sortie avec l'axe O.**

**4.3.3** Pour déterminer l'entier  $\alpha$  de l'ion  $^{56}\text{Fe}^{\alpha+}$ , on fait varier la tension accélératrice  $U_0$  entre 1000V et 5000V. Pour chaque valeur de  $U_0$ , on repère l'ordonnée du point d'impact de l'ion sur l'écran. On obtient les résultats suivants :

$U_0(V)$	1000	2000	3000	4000	5000
$Y^2(m^2)$	17,1	8,6	5,7	4,3	3,4

**3.3.3.1** Tracer le graphe  $Y^2 = f(\frac{1}{U_0})$  en choisissant convenablement une échelle. **(0,5pt)**

**3.3.3.2** En utilisant le graphe et ce qui précède, déterminer l'entier  $\alpha$  de l'ion  $^{56}\text{Fe}^{\alpha+}$ . **(0,25pt)**

**EXERCICE 5 : (Au choix) (04 points)**

Avec un générateur idéal de tension de f.é.m.  $E = 10\text{V}$ , un conducteur ohmique de résistance R, une bobine d'inductance L et de résistance  $r = \frac{R}{9}$ , un interrupteur K et un ampèremètre, on réalise le circuit représenté par la **figure 01**. Un branchement convenable à l'oscilloscope permet de visualiser deux tensions sur les voies  $Y_1$  et  $Y_2$

**5.1** Donner les grandeurs physiques observées sur la voie  $Y_1$  et sur la voie  $Y_2$ . **(0,5pt)**

**5.2** A l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur K, un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur a permis de tracer la courbe d'évolution au cours du temps de la tension  $u_R$  aux bornes du conducteur ohmique (**Figure 02**).



**5.2.1** Indiquer le phénomène physique responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit. Donner une explication. **(0,5pt)**

**5.2.2** Montrer que l'équation différentielle vérifiée par  $u_R$  pendant l'établissement du courant est donnée par :

$$\frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L} u_R = \frac{RE}{L} \quad \text{(0,75pt)}$$

**5.2.3** Vérifier que  $u_R = U_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  est solution de cette équation différentielle, pour une valeur de  $U_0$  et  $\tau$  qu'on exprimera en fonction de  $E$ ,  $R$ ,  $r$  et  $L$ . **(0,5pt)**

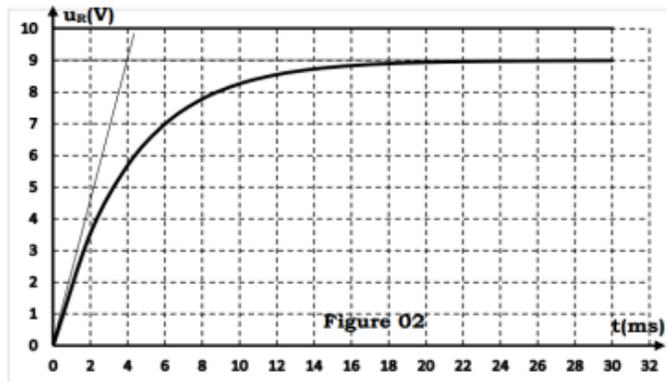
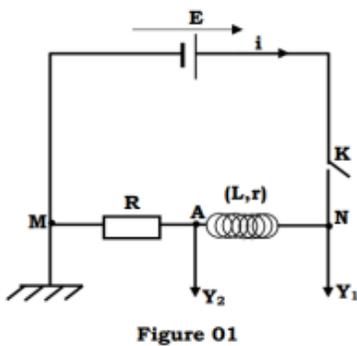
**5.3** A un instant  $t_1$ , on constate que  $u_R = u_b$  ( $u_R$  tension aux bornes de  $R$  et  $u_b$  tension aux bornes de la bobine) et  $i = I_1 = \frac{1}{18} A$ . Une étude théorique montre qu'à l'instant  $t = t_1$ :  $u_R = U_0 \left( 1 - \left( \frac{4}{9} \right)^{\frac{t}{t_1}} \right)$

**5.3.1** Montrer que  $R = 90 \Omega$  et en déduire la valeur de  $r$ . **(0,5pt)**

**5.3.2** En utilisant la figure 02, déterminer la valeur de  $t_1$  ainsi que la constante de temps  $\tau$ . **(0,5pt)**

**5.3.3** En déduire la valeur de l'inductance  $L$ . **(0,25pt)**

**5.3.4** Déterminer l'instant  $t$ , pour lequel la tension aux bornes du conducteur ohmique de résistance  $R$  est égale à 90% de  $U_0$ . **(0,5pt)**



**Exercice 6 : (Au choix) (04 points)**

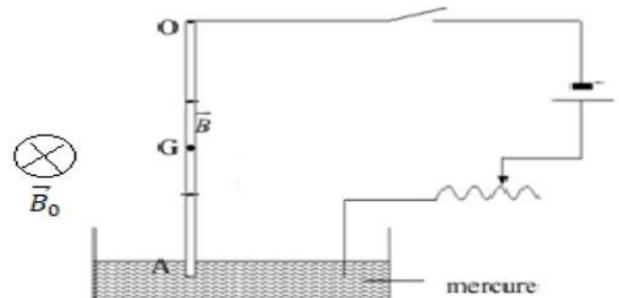
On réalise l'expérience représentée par la figure ci-dessous. La tige  $OA$  est un conducteur électrique rigide, homogène, de masse  $m = 50 \text{ g}$  et de longueur  $OA = \ell = 40 \text{ cm}$ . Elle peut osciller, dans le plan vertical, autour d'un axe horizontal passant par le point  $O$ . L'autre extrémité  $A$  de la tige plonge dans une cuve à mercure qui assure le contact électrique. La tige plonge totalement dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}_0$  d'intensité  $B_0 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$  dont le sens est indiqué sur la figure.

**6.1** On ferme l'interrupteur, un courant d'intensité  $I = 20 \text{ A}$  passe dans le circuit et la tige s'incline d'un angle  $\alpha$  par rapport à la verticale. On néglige les frottements et on prend  $g = 10 \text{ N/kg}$ .

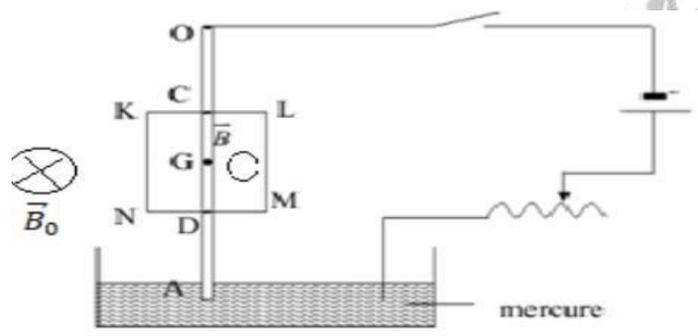
**6.1.1** Nommer la force responsable de l'écartement de la tige. Donner son expression vectorielle. **(0,5pt)**

**6.1.2** Lorsque la tige est en équilibre dans sa position inclinée, représenter la force responsable de l'inclinaison de la tige et calculer sa valeur. **(0,5pt)**

**6.1.3** Déterminer la valeur de l'angle d'inclinaison  $\alpha$ . **(0,75pt)**



**6.2** En plus de la présence du champ  $\vec{B}_0$ , sur une partie CD de cette tige dont le centre d'inertie G de la tige se trouve en son milieu, de longueur  $CD = \ell/2$ , se superpose à  $\vec{B}_0$ , suivant la même direction, un autre champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme créé par un aimant en U. Dans ces conditions, la tige revient dans sa position d'équilibre verticale avec le même courant d'intensité  $I = 20 \text{ A}$ .



**6.2.1** Indiquer le sens du champ magnétique  $\vec{B}$  et calculer son intensité. **(0,75 pt)**

**6.2.2** La tige reste-t-elle toujours en équilibre si on inverse les bornes du générateur ? Justifier avec un schéma à l'appui. **(0,75 pt)**

**6.2.3** Maintenant, on supprime le champ magnétique  $\vec{B}_0$ , la tige est seulement soumise au champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme créé par l'aimant en U d'intensité  $B = 5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$  dans la zone KLMN et de sens sortant. Elle est aussi parcourue par le même courant  $I = 20 \text{ A}$  de A vers O.

Déterminer l'angle de déviation de la tige. **(0,75 pt)**

**NB : L'élève traitera au choix l'exercice 5 ou l'exercice 6.**

**Bonne chance !!!**

