

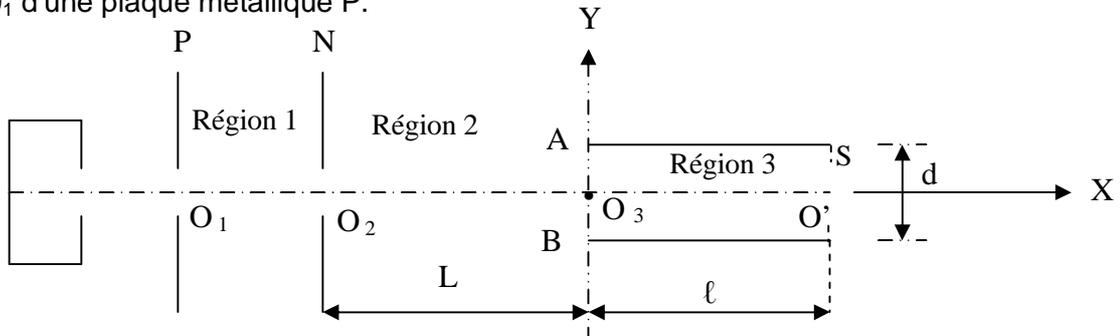
Date : 16 -04-2007  
 Classe : TD6

Durée : 3 heures

**DEVOIR SURVEILLE DE SCIENCES PHYSIQUES**

**EXERCICE 1 (5 points)**

Des hélions ou particules  $\alpha$ ,  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  de masse  $m$ , sont émis avec une vitesse négligeable à travers l'ouverture  $O_1$  d'une plaque métallique P.



Ils traversent successivement trois régions 1, 2,3, d'une enceinte ou on a fait le vide. On négligera à priori l'action de leur poids devant les forces électriques.  
 Les mouvements des ions dans le plan de la figure seront reportés aux repères  $(O_i, x, y)$  ; L'origine  $O_i$  correspondant aux points de passage dans chacune des régions ( $O_i, y$ ) désignant la verticale du lieu de l'expérience.

1- Accélération dans la région 1 où règne un champ électrique

Les plaques P et N planes, parallèles et perpendiculaires au plan de la figure, présentent entre elles une tension  $U_0 = U_{NP} = V_N - V_P$ .

On veut que les hélions arrivent au point  $O_2$  avec une vitesse  $V_0$  de direction  $(O_1O_2)$ .

- 1.1 Préciser et justifier le signe de  $U_0$ .
- 1.2 Déterminer l'expression littérale de  $V_0$  en fonction de  $e$ ,  $m$  et  $U_0$ .
- 1.3 Calculer la valeur numérique de  $V_0$  avec les données suivantes :  
 Charge élémentaire :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  
 Masse d'un hélion :  $m = 6,68 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ .  
 $|U_0| = 2000 \text{ V}$ .



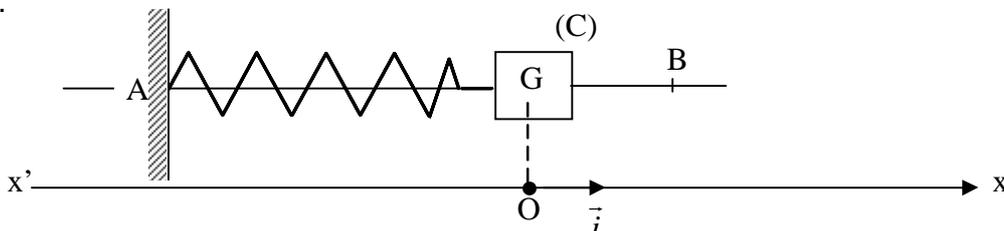
2- Déviations dans la région 3

Les hélions pénètrent en  $O_3$  avec la même vitesse  $\vec{V}_0$  entre les armatures planes A et B perpendiculaires au plan de la figure, distantes de  $d$  et de longueur  $l$ . Une tension  $U_{AB}$  leur est appliquée.  
 On veut que les particules traversent cette région pour sortir au point S tel que  $\overline{O'S} = 5 \text{ mm}$ .  
 On donne  $l = 0,2 \text{ m}$  et  $d = 0,05 \text{ m}$ .

- 2.1 Déterminer le sens du vecteur champ électrique supposé uniforme qui règne entre les armatures A et B. En déduire le signe de la tension  $U_{AB} = V_A - V_B$ .
- 2.2 Etablir l'équation de la trajectoire des hélions dans le repère cartésien  $(O_3, x, y)$ .
- 2.3 En déduire l'expression de  $U_{AB}$  en fonction de  $d$ ,  $U_0$ ,  $l$ , et  $Y_S = \overline{O'S}$  et en déduire sa valeur pour que  $\overline{O'S} = 5 \text{ mm}$ .

**EXERCICE 2 (5 points)**

Dans tout l'exercice on négligera les frottements.  
 On dispose d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur  $k = 10 \text{ N.m}^{-1}$ .



On engage le ressort sur une tige horizontale AB, l'une des extrémités est fixée en A. L'autre est reliée à un cylindre creux (C) de masse  $m = 100$  g qui peut glisser le long de la tige. L'abscisse  $x$  du centre d'inertie G de (C) est repérée par rapport à 0, position de G à l'équilibre. On écarte le cylindre de sa position d'équilibre et on le lâche.

A l'instant  $t_0 = 0$  s, choisi comme origine des dates, son abscisse est  $x_0 = -2,00$  cm et sa vitesse  $v_0 = 0,200$  m.s<sup>-1</sup>.

1. Représenter les forces agissant sur le cylindre à l'instant  $t_0 = 0$  s.
2.
  - 2.1 Etablir l'équation différentielle du mouvement de (C).
  - 2.2 Montrer que  $x = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$  est solution de l'équation différentielle sous une condition que l'on précisera.
  - 2.3 Déterminer les constantes  $X_m$ ,  $\omega_0$  et  $\varphi$  et écrire l'équation horaire du mouvement.
3. En appliquant le principe de la conservation de l'énergie mécanique, calculer la vitesse de (C) au passage par sa position d'équilibre.

### **EXERCICE 3 (5 points)**

1. On dissout dans un volume  $V = 1$  L d'eau, 0,1 mol d'acide méthanoïque (HCOOH). On obtient une solution  $S_1$  de pH = 2,4 à 25°C.
  - 1.1 Calculer la concentration  $C_1$  de la solution  $S_1$ .
  - 1.2 Montrer que  $S_1$  est une solution d'acide faible.
  - 1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.
  - 1.4 Mettre en évidence les deux couples qui entrent en compétition.
  - 1.5 Calculer la concentration des espèces chimiques présentes dans  $S_1$ .
  - 1.6 Déterminer le  $K_a$  et le  $pK_a$  du couple HCOOH/HCOO<sup>-</sup> (noté couple 1).
2. Les deux espèces chimiques de formule CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> et CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub><sup>+</sup> sont deux formes conjuguées d'un même couple acide/base (noté couple 2) dont le  $pK_a = 10,6$ .
  - 2.1 Quelle est la forme acide ? Justifier votre réponse.
  - 2.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction du chlorure de méthylammonium (CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>Cl) avec l'eau qui conduit à la solution aqueuse  $S_2$ .
3. On considère les deux couples ci-dessus. Préciser en justifiant, l'espèce chimique :
  - 3.1 La plus acide ;
  - 3.2 La plus basique.
4. La solution  $S_2$  à une concentration  $C_2 = 0,1$  mol/L, son pH est-il supérieur ou inférieur à celui de la solution  $S_1$  ? Justifier votre réponse.

### **EXERCICE 4 (5 points)**

1. Le pH d'une solution (S) d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a$  est mesuré à l'aide d'un pH-mètre. La valeur trouvée est pH = 2,1.  
Calculer la concentration molaire  $C_a$  de la solution (S).
  2. La solution (S) a été fabriquée en dissolvant 50 mL de chlorure d'hydrogène gazeux dans de l'eau pure. La solution obtenue a un volume égal à 250 mL.  
 $V_{\text{mol}}(\text{gaz}) = 25$  L.mol<sup>-1</sup>.
    - 2.1 Ecrire l'équation-bilan de dissociation de (HCl) dans l'eau.
    - 2.2 Déterminer la concentration molaire de la solution préparée.
    - 2.3 Vérifier que la valeur mesurée au pH-mètre est compatible avec le résultat de ce calcul.
  3. Pour contrôler la concentration de la solution (S), on dose  $V_a = 20$  mL de (S) avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup> ; L'équivalence est obtenue pour  $V_{\text{bE}} = 16,4$  mL de solution d'hydroxyde de sodium versée.
    - 3.1 Faire le schéma annoté du montage expérimental.
    - 3.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu.
    - 3.3 Définir l'équivalence acido-basique.
    - 3.4 Quel est le pH du point d'équivalence ?
    - 3.5 Quel indicateur coloré peut-il convenir pour ce dosage ?
    - 3.6 Calculer la concentration de (S) et comparer le résultat obtenu aux valeurs précédentes.
- On donne :

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

 **Fomesoutra.com**  
*ça soutra !*  
 Docs à portée de main