

Date : 19 - 02 - 2007  
 Classe : TD<sub>1</sub>

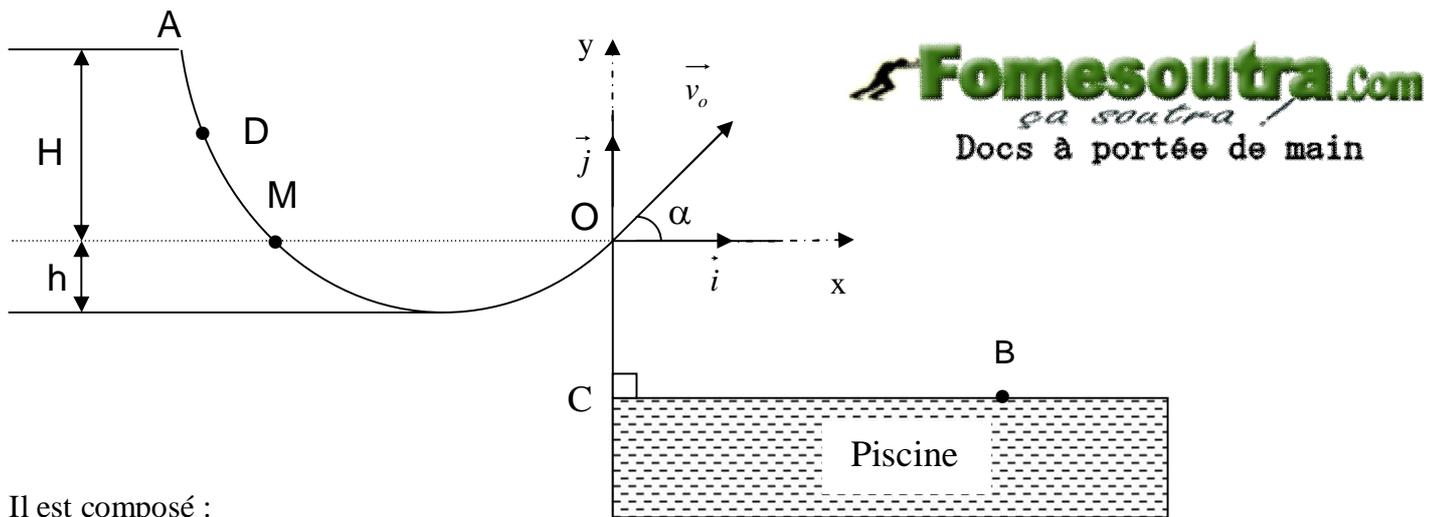
Durée : 3 heures  
 Coefficient : 2

**DEVOIR DE SCIENCES PHYSIQUES**

Cette épreuve comporte 03 pages numérotées 1/3, 2/3 et 3/3

**EXERCICE 1** (5 points)

Dans cet exercice, on néglige les forces de frottement. On considère le schéma ci-dessous:



Il est composé :

- d'une piste AMO, située dans un plan vertical : elle présente entre ses deux extrémités A et O une dénivellation H.
- d'une piscine de réception : la surface de l'eau est au point C au-dessous de O.

Un enfant de masse  $m$  assimilé à un point matériel part de A sans vitesse initiale pour atteindre le point O avec un vecteur vitesse  $\vec{v}_0$ .

1.

- 1.1 Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur l'enfant au point D situé entre A et M.
- 1.2 Représenter sur un schéma les forces qui s'exercent sur l'enfant au point D situé entre A et M. On fera apparaître sur ce schéma la tangente à la piste en ce point.
- 1.3 Etablir la vitesse  $v_M$  de l'enfant au point M en fonction de  $g$  et  $H$  en utilisant le théorème de l'énergie cinétique.
- 1.4 Vérifier que la vitesse de l'enfant en O vaut  $v_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$ .
- 1.5 L'enfant quitte le point O avec la vitesse  $\vec{v}_0$  (voir schéma).

1.5.1 Etablir dans le repère  $(o; \vec{i}; \vec{j})$  les équations horaires du mouvement de l'enfant.

1.5.2 Dédire de la question 1.5.1) l'équation de la trajectoire de l'enfant.

1.5.3 Déterminer la hauteur maximale atteinte par l'enfant au-dessus de l'axe  $(Ox)$ .

2. L'enfant arrive dans la piscine en B.

Déterminer:

- 2.1 La valeur  $v_B$  de la vitesse d'arrivée de l'enfant à la surface de l'eau.
- 2.2 La distance CB.

On donne;  $H = 5 \text{ m}$ ;  $h = 0,80 \text{ m}$ ;  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ ;  $|OC| = 2 \text{ m}$ ;  $\alpha = 33^\circ$ .

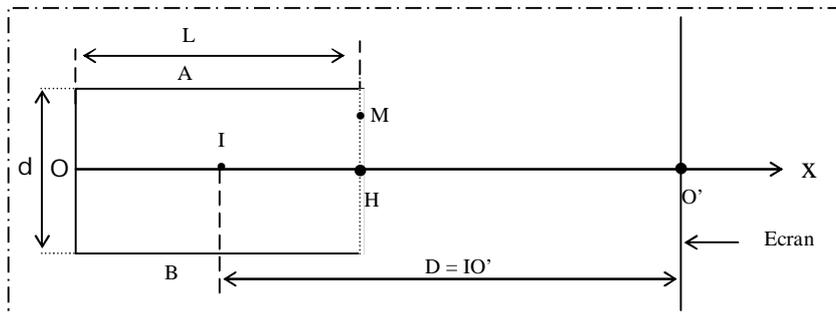
## EXERCICE 2 (5 points)

Deux armatures (A) et (B) d'un condensateur plan sont disposées dans le vide parallèlement à l'axe ( $ox$ ). Leur longueur est  $l = 10$  cm et la distance qui les sépare est  $d = 4$  cm.

Un faisceau d'ions hélium ( ${}^4_2\text{He}^{2+}$ ) pénètre en O équidistants des armatures avec une vitesse  $\vec{v}_0$  parallèlement à l'axe ( $ox$ ) et de valeur  $v_0 = 2,9 \cdot 10^5$  m.s<sup>-1</sup>. Le poids de ces particules n'a aucun effet sur leur mouvement.

Données :

- Masse d'un ion  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  :  $m = 4u$
- Unité de masse atomique :  
 $u = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg
- Charge élémentaire (charge d'un proton) :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C



- 1.1 Donner la direction et le sens du vecteur champ électrique  $\vec{E}$ , pour que ces ions soient déviés vers le haut (point M de la figure)  
1.2 Quelle est alors le signe de la tension  $U_{AB} = V_A - V_B$  établie entre les armatures (A) et (B) ?  
1.3 La trajectoire des ions à l'intérieur du condensateur se trouve dans le plan contenant le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ . Etablir dans ce repère, l'équation de cette trajectoire. Quelle est sa nature ?
2. Quelles sont les valeurs de la tension  $U_0 = |U_{AB}|$  qui permettent la sortie des ions du condensateur ?
3. Un écran fluorescent placé à la distance  $D = 25$  cm du point I (milieu du segment [OH]), perpendiculaire à l'axe ( $ox$ ) reçoit les ions  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  au point P tel que  $O'P = 7$  cm.  
Quelle est la nature du mouvement des ions entre M et P ?  
Montrer que la tension  $U_0$  est proportionnelle à  $O'P$  (c'est à dire  $U_0 = k O'P$ )  
Déterminer le coefficient de proportionnalité  $k$  en V/m puis en V/cm  
(on admettra que la tangente à une parabole de sommet O (0,0) au point d'abscisse  $x$  coupe l'axe des abscisses au point d'abscisse  $\frac{1}{2}x$ )  
En déduire la valeur de la tension  $U_{AB}$ .

**Fomesoutra.com**  
ga soutra /  
Docs à portée de main

## EXERCICE 3 (5 points)

Toutes les solutions sont prises à 25° C et à cette température, le produit ionique de l'eau  $K_e = 10^{-14}$ . On dispose de cinq solutions aqueuses notées A, B, C, D et E de même concentration molaire  $C = 10^{-2}$  mol/L et de pH notés respectivement  $\text{pH}_A$ ,  $\text{pH}_B$ ,  $\text{pH}_C$ ,  $\text{pH}_D$  et  $\text{pH}_E$ .

- A : solution aqueuse de chlorure de sodium (NaCl)
- B : solution aqueuse d'acide éthanoïque ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )
- C : solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH)
- D : solution aqueuse d'acide chlorhydrique (HCl)
- E : solution aqueuse d'éthanoate de sodium ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ )

1. Classer qualitativement ces différents pH par ordre croissant.
2. Donner en justifiant, les valeurs des pH suivants :  $\text{pH}_A$ ,  $\text{pH}_C$  et  $\text{pH}_D$ .
3. On mélange 20 cm<sup>3</sup> de A et 30 cm<sup>3</sup> de D.  
Déterminer les concentrations molaires des espèces chimiques dans ce mélange.  
En déduire le pH du mélange.
4. On mélange 10 cm<sup>3</sup> de B et 90 cm<sup>3</sup> de E ; le pH du mélange est 5,7
  - 4.1 Ecrire les équations bilans des équilibres chimiques dans ce mélange
  - 4.2 Déterminer la concentration molaire des ions  $\text{Na}^+$  ainsi que celles des autres espèces chimiques dans ce mélange.
  - 4.3 En déduire le  $K_a$  du couple  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ .
  - 4.4 On donne le  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ , soit  $\text{pK}_a = 3,75$ .  
Comparer la force des deux acides faibles  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et  $\text{HCOOH}$ .

**EXERCICE 4** (5 points)

1. L'acide méthanoïque (ou formique) est un acide faible.
  - 1.1 Quelle est sa formule ?
  - 1.2. Quelle est sa base conjuguée ?
  - 1.3. Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau.
2. A 25 °C, le pH d'une solution aqueuse de cet acide, de concentration molaire  $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , est de 2,9.
  - 2.1 Quelles sont les différentes espèces chimiques existant dans cette solution ? Déterminer leurs concentrations.
  - 2.2 Préciser les espèces majoritaires, minoritaires et ultra minoritaires.
  - 2.3 En déduire :
    - le coefficient d'ionisation  $\alpha$  de l'acide méthanoïque ; indiquer, sans calcul, quelle serait l'influence sur  $\alpha$  d'une plus grande dilution.
    - le  $pK_a$  du couple d'acide méthanoïque/ion méthanoate.
3. Soient les couples  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+/\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  et  $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$  de  $pK_a$  respectifs 9,2, 4,6 et 3,8.
  - 3.1 Comparer les forces des trois acides  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HCOOH}$  et  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$ .
  - 3.2 On suppose que ses trois couples sont dans une même solution de  $\text{pH} = 4,6$ . Préciser les espèces chimiques qui prédominent.