

Barème

**Problème de chimie : 10 points**

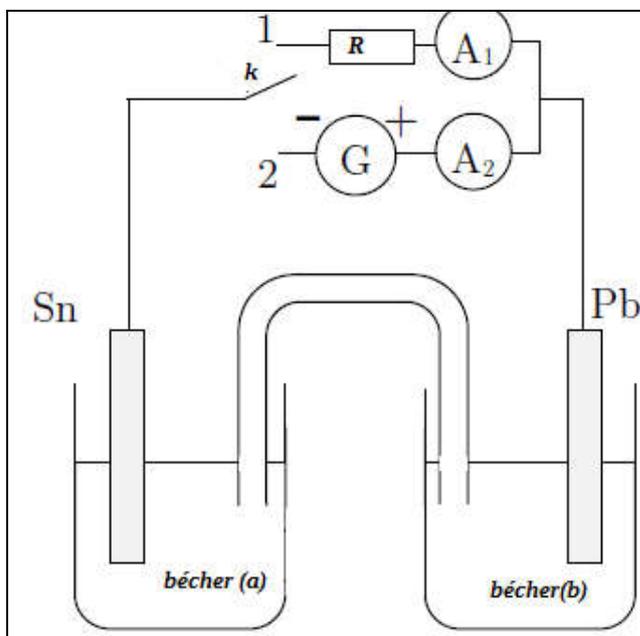
Le plomb Pb est un métal malléable et gris bleuâtre, il blanchit lentement en s'oxydant. Rare à l'état natif les chimistes utilisent des procédés pour l'extraire de certains minerais comme la galène (PbS) qui en contient 86,6 % en masse.

L'étain Sn est un métal connu depuis l'antiquité, utilisé pour protéger la vaisselle de l'oxydation et pour préparer le bronze.

Un professeur propose à ses élèves deux expériences mettant en jeu ces deux métaux ; pour cela il utilise :

- ➡ Un bécher (a) contenant une solution aqueuse de nitrate d'étain ( $\text{Sn}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$ ) de volume  $V$  tel que  $[\text{Sn}^{2+}]_0 = 20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ , dans lequel il a trempé une plaque d'étain
- ➡ Un bécher (b) contenant une solution aqueuse de nitrate de plomb ( $\text{Pb}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$ ) de volume  $V$  tel que  $[\text{Pb}^{2+}]_0 = 10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ , dans lequel il a trempé une plaque de plomb.
- ➡ Un pont salin contenant une solution gélifiée de nitrate de potassium qui relie les deux béchers

Il réalise ainsi le montage ci-dessous



$R$  : un conducteur ohmique

$G$  : un générateur

$K$  : un commutateur

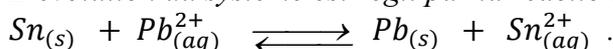
$A_1$  et  $A_2$  : deux ampèremètres

$V = 100 \text{ mL}$

$F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

$M(\text{Pb}) = 207,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

L'évolution du système est régit par la réaction d'équation :



la constante associée à cette équation est  $K = 1,47$ .

1,00

1- Calculer la valeur du quotient de réaction  $Q_{r_i}$  à l'état initial. en déduire le sens de l'évolution spontanée du système chimique.

2- On met le commutateur  $k$  dans la position 1 à l'instant  $t = 0$ , l'ampèremètre  $A_1$  indique  $I_1 = 450 \text{ mA}$ .

1,50

2-1 Ecrire la demi-équation de la réaction qui a eu lieu dans chaque bécher ; indiquer l'électrode qui joue le rôle de l'anode ainsi que celle qui joue le rôle de la cathode

1,00

2-2 Dresser le tableau d'avancement de la réaction bilan ayant lieu

2-3 On laisse la pile débiter jusqu'à ce qu'elle soit usée

2-3-1 Montrer que la concentration finale des ion stanneux s'écrit :

1,50

$$[\text{Sn}^{2+}]_f = \frac{K}{1+K} ([\text{Sn}^{2+}]_0 + [\text{Pb}^{2+}]_0) \text{ puis calculer sa valeur.}$$

1,00

2-3-2 en déduire la valeur de la concentration  $[\text{Pb}^{2+}]_f$

2-3-3 sachant que l'intensité du courant reste constante durant le fonctionnement de la pile

1,00

Calculer la valeur de la durée nécessaire pour que la pile soit consommée :  $\Delta t_{max}$   
3- Au moment auquel la pile est usée on bascule le commutateur  $k$  à la position 2 et on constate ainsi que l'ampèremètre  $A_2$  indique l'intensité  $I_2=0,1 A$  pendant une durée  $\Delta t=20min$

1,00

3-1 Ecrire les demi-équations de la réaction qui ont eu lieu dans chaque bécher .préciser l'anode et la cathode .

1,00

3-2 calculer la valeur de la variation de la masse de la plaque de plomb :  $\Delta m(Pb)$

1,00

3-3 Evaluer le quotient de réaction après 20min de fonctionnement. conclure

### Problème de la physique : 20 points

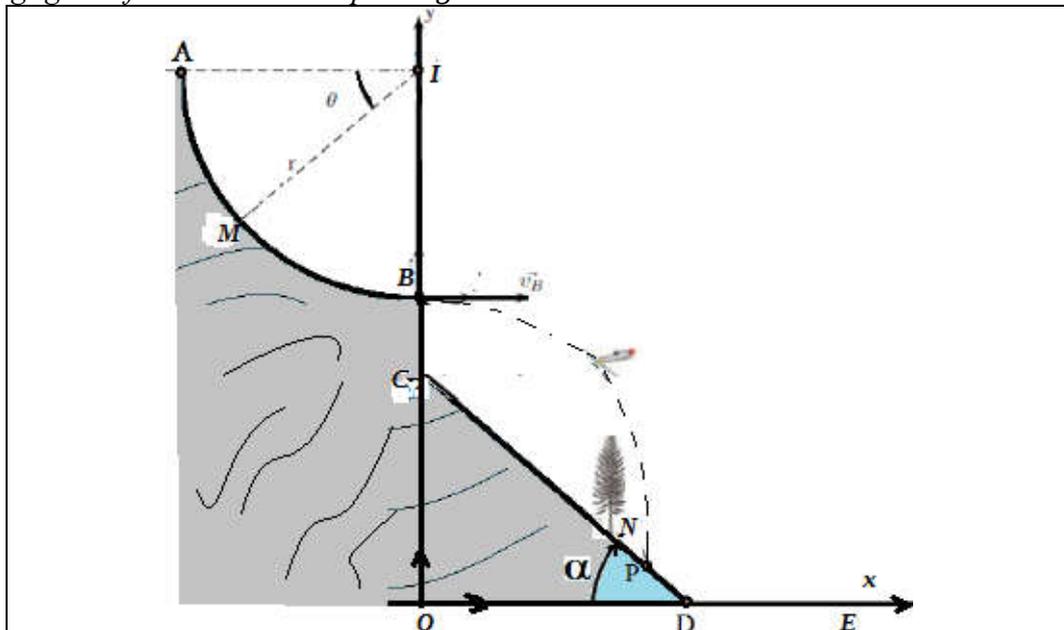
#### I- Mouvement d'un skieur

Pour étudier le mouvement d'un skieur lors d'un entrainement on modélise la piste comme étant constituée de trois parties :

- Une partie AB sous forme d'un arc de cercle de rayon  $r = 1,25 m$  et de centre I.
- Une partie CD rectiligne ( $CD=L=5,0 m$ ), inclinée par rapport à l'horizontale d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  et dénivelée par rapport au niveau du point B par la distance  $BC= 1 m$
- Une partie DE rectiligne horizontale

Le skieur et ses accessoires de masse  $m = 80 kg$  part de A sans vitesse initiale et arrive en B avec une vitesse de vecteur  $\vec{V}_B = 5.\vec{i}$  la valeur de la vitesse est en  $(m.s^{-1})$

On néglige les frottements et on prend  $g = 10 m.s^{-2}$



#### 1- Mouvement du skieur sur la piste AB

1- En appliquant la deuxième loi de Newton .

1,00

1-1 Déterminer l'expression de l'intensité R de la force exercée par la piste sur le skieur en un point M du parcours en fonction de  $g; r; m; \theta$  ; et  $V_M$  vitesse du skieur au point M

0,50

1-2 Calculer en B la valeur de R

1,00

1-3 déterminer en B la valeur de l'accélération a du skieur .

#### 2- La chute libre du skieur

A une date prise comme origine ( $t = 0$ ) le skieur quitte B à la vitesse  $\vec{V}_B$  pour arriver en p. On considère que la chute du skieur est libre et que le repère  $(O; \vec{i}; \vec{j})$  est orthonormé .

1,00

2-1 déterminer les expressions des deux équations horaires  $(t)$  et  $y(t)$  .

0,50

2-2 En déduire l'expression de la trajectoire du skieur dans le repère  $(O; \vec{i}; \vec{j})$

1,50

2-3 Au point N de la partie CD tel que  $CN = 3 m$  , se trouve un arbre (arbuste) de hauteur  $(h=1m)$  . Montrer que cet arbre ne peut pas entraver le mouvement du skieur .

1,50

2-4 déterminer la distance  $d= Cp$  qui sépare le point C du point d'arrivé p

0,50

2-5 En déduire la durée de la chute du skieur

1,50

2-6 déterminer l'expression puis la valeur de la vitesse minimale  $V_{B(\min)}$  que doit avoir le skieur au point B pour atteindre la partie horizontale DE

II- Comparaison du mouvement de chute verticale de deux balles et détermination du  $C_x$  de la balle de tennis .

Le  $C_x$  est un coefficients aérodynamiques ; un nombre sans dimension lié à la distribution de pression et au frottement que subit un objet mobile dans un fluide .

On considère une balle de tennis notée ( $b_1$ ) de masse  $m_1 = 58,0g$  et de rayon  $r_1 = 3,35.10^{-2} m$  et de volume  $V_0$  et une balle notée ( $b_2$ ) de même rayon que la première mais de masse  $m_2$  ( $m_2 > m_1$ ) On lâche d'une hauteur  $H=50 m$  à  $t = 0$  , sans vitesse initiale ,les deux balles et on filme leurs mouvements. On donne : le volume d'une sphère  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$  et  $g = 10 m. s^2$ .

la masse volumique de l'air  $\rho = 1,3 kg. m^{-3}$

1- Etude du mouvement de la balle ( $b_2$ )

Sachant que la balle ne subit que l'action de son poids

1-1 déterminer l'équation différentielle vérifiée par la vitesse  $v_2$  de la balle .

1-2 déterminer la distance  $d_2$  parcourue par la balle à l'instant  $t = 2 s$

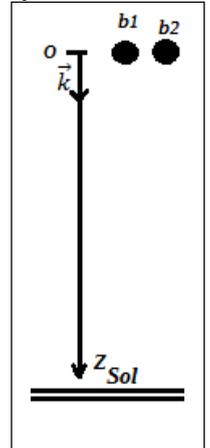
0,50

0,50

2- détermination du  $C_x$  de la balle ( $b_1$ )

Au cours de son mouvement la balle de tennis est soumise à :

- son poids  $\vec{P}_1$
- la force de frottement fluide  $\vec{f} = -\frac{\pi}{2} C_x \rho r^2 . v . \vec{v}$   
 $\rho$  la masse volumique de l'air –  $v$  vitesse de la balle
- l'effet de la poussée d'Archimède est négligeable



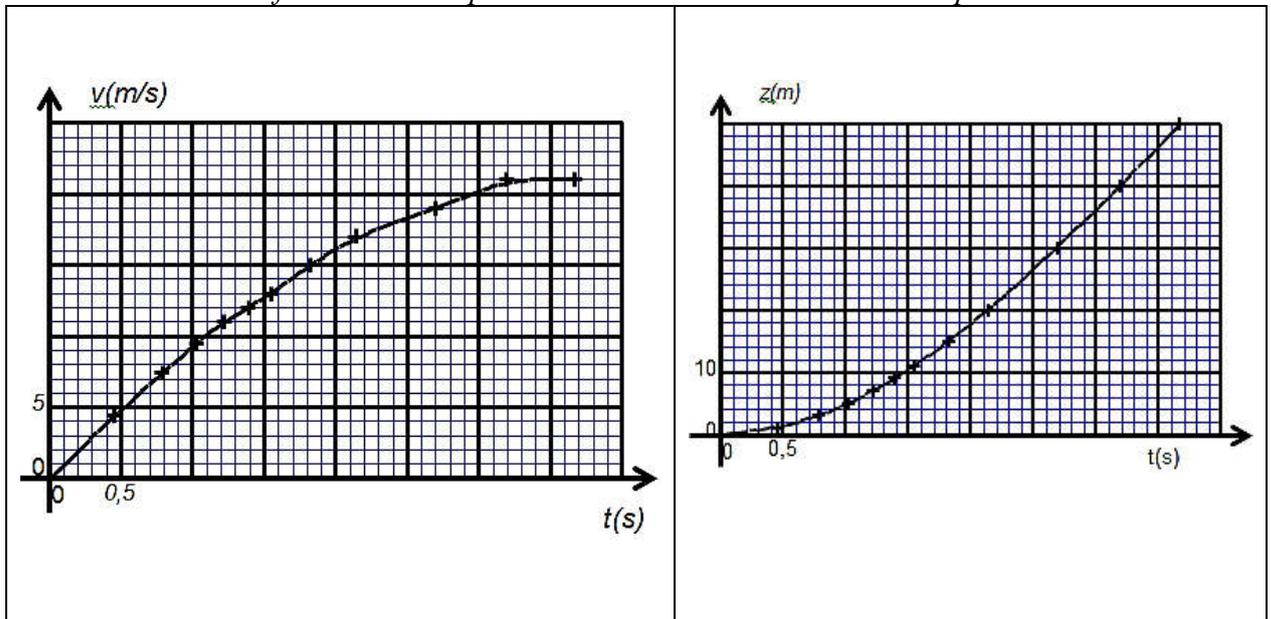
1,00

2-1 Montrer que  $\frac{dv}{dt} = g \left( 1 - \frac{v^2}{\alpha^2} \right)$  en précisant l'expression de  $\alpha$

2-2 déterminer l'expression de la vitesse limite  $v_p$  de la balle ( $b_1$ ) en fonction des paramètres de l'exercice .

0,50

2-3 Le traitement du fichier vidéo a permis de tracer les deux courbes représentatives



1,00

1,00

a) déterminer le temps caractéristique du mouvement de la balle

b) évaluer le  $C_x$  de la balle .

3- Comparaison des mouvements des deux balles

a) Déterminer à l'instant  $t = 2 s$  la distance  $d$  qui sépare les deux balles

1,00

0,50

b) Interpréter ce résultat en précisant par une expression littérale, la grandeur qui en est responsable .

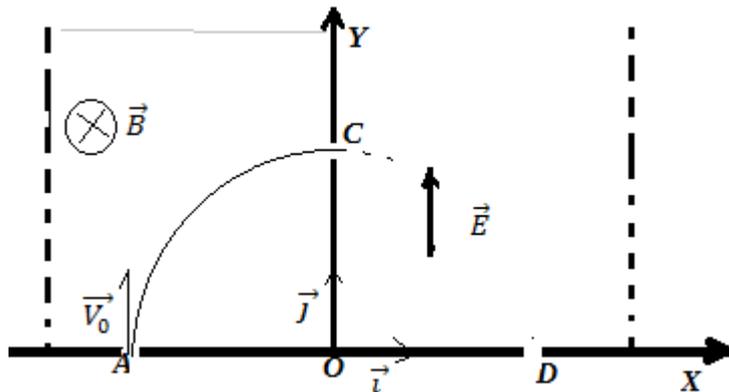
III- Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme et dans un champ électrostatique uniforme

Un faisceau d'électrons émis par une cathode pénètre par le point A de coordonnées  $(x_A = -0,20 \text{ (m)}; y_A = 0)$  avec une vitesse  $\vec{V}_0 = V_0 \vec{j}$  dans une région où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  normal au plan (Oxy) ou s'effectue le mouvement .

L'électron quitte le champ magnétique en C avec une vitesse  $\vec{V}_C$  pour aborder une zone où règne un champ électrostatique uniforme  $\vec{E}$  pour en sortir au point D de coordonnées  $(x_D = +0,20 \text{ (m)}; y_D = 0)$  avec une vitesse  $\vec{V}_D$

**Les données :** on néglige l'effet du champ de pesanteur sur l'électron ; la charge de l'électron  $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $V_0 = 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

la masse de l'électron :  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ; les directions de  $\vec{V}_0$  et celle de  $\vec{V}_C$  font un angle de  $\frac{\pi}{2}$  radian ; le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  est orthonormé



1- Etude du mouvement de l'électron dans le champ  $\vec{B}$

1-1 En appliquant la deuxième loi de Newton montrer que :

- Le mouvement de l'électron est uniforme
- Le mouvement de l'électron est circulaire

1,00

1-2 Donner l'expression du rayon R de la trajectoire de l'électron

0,25

1-3 Calculer la valeur de l'intensité de  $\vec{B}$

0,50

1-4 Déterminer la durée  $\Delta t_1$  du mouvement de l'électron dans cette zone

0,75

2- Etude du mouvement de l'électron dans le champ  $\vec{E}$

On prend comme origine des dates ( $t = 0$ ) l'instant d'arrivée de l'électron au point C

2-1 En appliquant la deuxième loi de Newton :

- Etablir les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  ; du mouvement de l'électron
- En déduire l'équation de la trajectoire dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$

1,50

2-2 Calculer la valeur de l'intensité de  $\vec{E}$

0,50

2-3 Déterminer la durée  $\Delta t_2$  du mouvement de l'électron dans cette zone

0,50

**Bon courage**