



الامتحان التجريبي  
السنة الثانية بكالوريا  
AKADIMIA & VISA SCHOOL  
Un meilleur accompagnement vers le supérieur



7	: المعامل	دورة ماي 2018 الموضوع	المادة :	الفيزياء و الكيمياء
4 ساعات	: مدة الإنجاز		الشعبة أو المسلك :	
1/8	: الصفحة		العلوم رياضية (أ) و (ب) - خيار فرنسية	

L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé.  
Établir l'expression littérale avant l'application numérique.  
Aucune application numérique n'est acceptée sans unité appropriée.

Le sujet comporte 4 exercices

Exercice de chimie ( 7 points )

Partie I : Etude d'une solution d'acide benzoïque .....(3 points)

Partie II : Étamage du cuivre par électrolyse ..... (4 points)

Exercices de physique (13 points )

Physique 1 : Physique nucléaire La tomographie par émission de positrons .....(3 points)

Physique 2 : Décharge d'un condensateur dans une bobine .....(4,5 points).

Physique 3 :

Partie I : Le mouvement parabolique et vertical dans le champ  
de pesanteur uniforme .....(3,5 points)

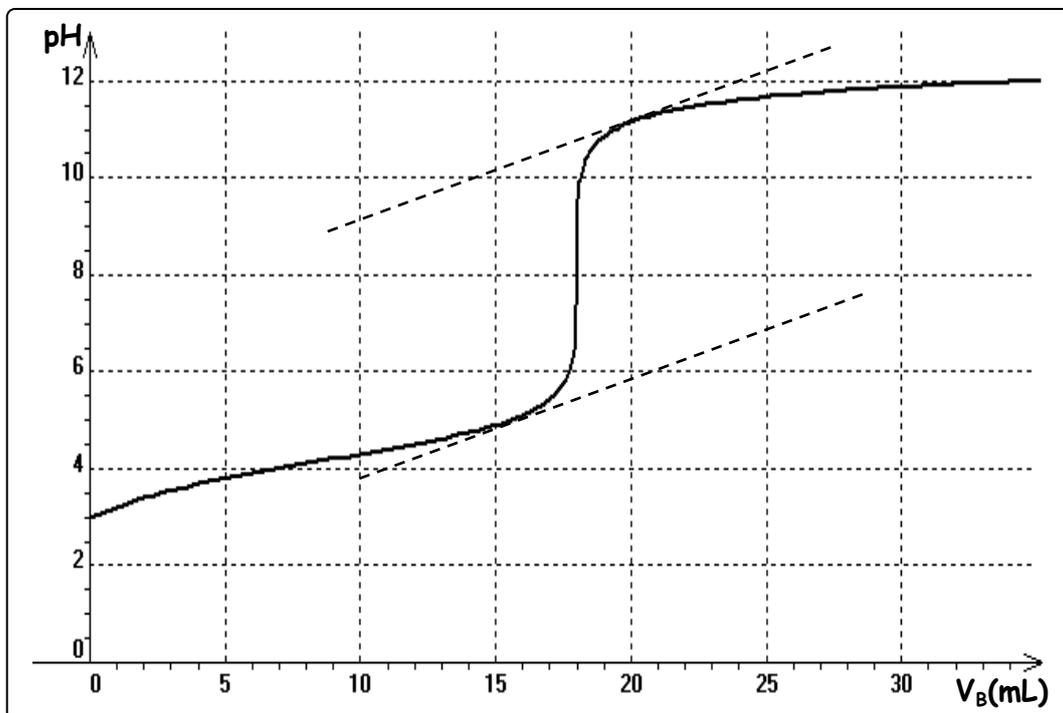
Partie II : Le mouvement d'une particule chargée dans le champ  
magnétique uniforme .....(2 points)

### Chimie : Les parties I et II sont indépendantes

#### Partie I : Etude d'une solution d'acide benzoïque

L'acide benzoïque, de formule semi-développée  $C_6H_5COOH$ , est utilisé comme conservateur dans l'industrie alimentaire. On peut déterminer la concentration d'une solution (S) d'acide benzoïque en menant un dosage acide-base par une solution d'hydroxyde de sodium  $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$  (Soude) fraîchement préparée, de concentration connue :  $C_B = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ . Pour ce faire, on prélève à l'aide d'une pipette graduée un volume  $V_A = 50 \text{ mL}$  d'une solution d'acide benzoïque, que l'on verse dans un bécher. Après avoir équipé ce dernier d'un système d'agitation et d'un pH-mètre, on introduit progressivement la solution de soude à l'aide d'une burette graduée et on porte la valeur indiquée par le pH-mètre en fonction du volume  $V_B$  de soude ajouté.

Donnée : Le produit ionique de l'eau à  $25^\circ C$  :  $K_e = 10^{-14}$ .



- 1- Calculer le pH de la solution titrante de soude.
- 2- Ecrire l'équation de la réaction modélisant la réaction du dosage.
- 3- Déterminer le volume  $V_{BE}$  de la solution de soude versé à l'équivalence.  
En déduire la valeur de la concentration  $C_A$  en acide benzoïque de la solution (S).

4- Montrer que, pour le volume  $V_B = \frac{V_{BE}}{2}$  :  $[AH] = [A^-] = \frac{C_A \cdot C_B}{2 \cdot C_B + C_A}$ .

En déduire graphiquement la valeur du  $pK_A$  du couple  $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$ .

- 5- Parmi les indicateurs colorés indiqués dans le tableau ci-dessous, choisir celui qui conviendra le mieux à ce dosage.

L'indicateur coloré	Zone de virage
Phénolphtaléine	8,2 - 10
Bleu de bromothymol	6 - 7,6
Rouge de d'alizarine	10 - 12

## Partie II : Étamage du cuivre par électrolyse :

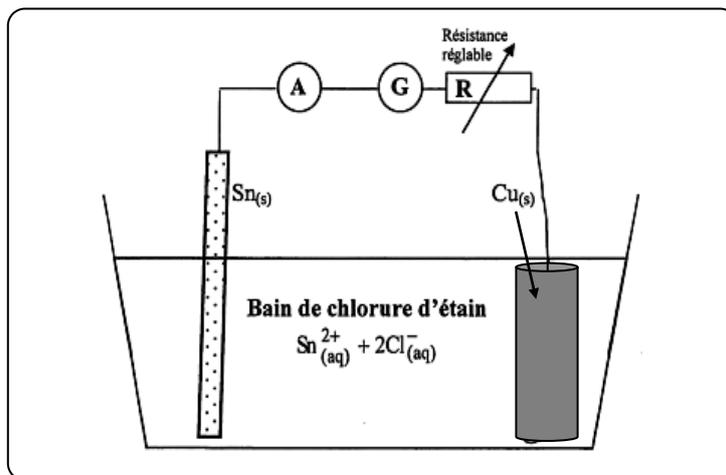
Dans l'industrie, l'étamage consiste à recouvrir un solide d'une mince couche d'étain métallique  $\text{Sn}_{(s)}$  par la technique de l'électrolyse. Il est principalement utilisé dans le domaine électrique et électronique car le dépôt d'étain permet d'assurer une protection contre la corrosion de la pièce (notamment en cuivre), d'offrir une bonne conductibilité électrique et d'améliorer la soudabilité de la pièce. Dans le domaine alimentaire, divers ustensiles, comme les casseroles en cuivre, sont étamés afin d'éviter que le cuivre ne se mélange aux aliments cuisinés.

On va dans cet exercice travailler sur l'utilisation de l'étain dans l'étamage d'un fil de cuivre.

Données:

- Masse molaire atomique:  $M(\text{Sn})=118,7\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Masse molaire du chlorure d'étain dihydraté:  $M(\text{SnCl}_2,2\cdot\text{H}_2\text{O})=225,7\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Valeur de la constante de Faraday:  $F = 9,65\cdot 10^4 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Masse volumique de l'étain  $\text{Sn}$  :  $\rho_{\text{Sn}} = 7,29\cdot 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

- 1- On veut préparer un volume  $V=400\text{mL}$  d'une solution aqueuse  $S$  de chlorure d'étain à partir du produit commercial, solide ionique dihydraté ( $\text{SnCl}_2,2\cdot\text{H}_2\text{O}$ ); dans cette solution, les ions étain  $\text{Sn}^{2+}_{(aq)}$  doivent avoir une concentration molaire effective  $C=0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Calculer la masse de solide  $m_s$  à peser.
- 2- On utilise cette solution pour réaliser un dépôt d'étain de protection sur une bobine de fil de cuivre. Le fil, de forme cylindrique, a un rayon  $r=1\text{cm}$  et une longueur  $L=4\text{cm}$  est plongé dans un bain de solution  $S_1$ . On ajoute la plaque d'étain dans le bain et on relie le fil de cuivre et la lame d'étain aux bornes d'un générateur  $G$ . La tension aux bornes du générateur  $G$  est  $U=6\text{V}$ . Un ampèremètre permet de contrôler l'intensité du courant électrique et une résistance réglable permet de la maintenir constante et égale à  $I_0=0,75\text{A}$ .  
Le dispositif est représenté sur le schéma ci-contre :



2.1-La réaction d'électrolyse est-elle une réaction spontanée ou forcée ? Justifier.

2.2-On veut réaliser un dépôt d'étain d'épaisseur  $e=30\mu\text{m}$  sur le fil de cuivre.

2.2.1-Montrer que l'expression littérale du volume d'étain à déposer sur le fil de cuivre est :  $V = 2\cdot\pi\cdot e\cdot r\cdot(L + r)$ .

(On considère que  $(e^2)$  le carré de l'épaisseur est négligeable devant les autres termes).

2.2.2-En déduire l'expression littérale de la masse  $m_{Sn}$  puis de la quantité de matière  $n_{Sn}$  d'étain à déposer en fonction des caractéristiques du système chimique (rayon  $r$  et longueur  $L$  du fil de cuivre, masse volumique de l'étain  $\rho_{Sn}$  épaisseur du dépôt  $e$ , masse molaire  $M(Sn)$  ).

Calculer la valeur de la quantité de matière  $n_{Sn}$  à déposer.

2.2.3-Calculer la durée  $\Delta t$  nécessaire de réaliser cette électrolyse.

### Physique 1 :

La TEP tomographie par émission de positrons est une technologie de médecine nucléaire qui utilise des molécules marquées avec un isotope émetteur de positons pour imager le fonctionnement ou le dysfonctionnement d'organismes vivants. On utilise principalement le fluorodesoxyglucose FDG marqué au fluor 18 pour ce type d'examen.

Données : Masse de positron  $m(e^+)=0,00055u$  ,  $m({}^{18}_8O)=17,994u$

$m({}^{18}_9F)=17,996u$  ,  $1u=931,5MeV.C^{-2}$

1- Production du radio-isotope émetteur de positon :

Le  ${}^{18}_9F$  ou fluor 18 est produit dans un cyclotron en bombardant par des protons de haute énergie une cible contenant du  ${}^{18}_8O$  , un isotope de l'oxygène. Le fluor 18 se désintègre par émission  $\beta^+$  , produisant de l'oxygène dans son état fondamental.

1.1- Ecrire la réaction nucléaire correspondant à la formation de  ${}^{18}_9F$  et nommer les produits de la réaction.

1.2- Donner la composition du noyau de fluor 18.

1.3- Ecrire la réaction nucléaire de désintégration  $\beta^+$  du  ${}^{18}_9F$  et nommer les produits de cette réaction.

1.4- Le fluor 18 a une demi-vie  $t_{1/2}$  de 110 minutes. Calculer sa constante radioactive  $\lambda$ .

2- Préparation du FDG marqué au fluor 18 et injection au patient :

Un automate permet de remplacer un groupement OH du glucose par du fluor 18, la molécule marquée obtenue a des propriétés analogues au glucose normal que l'on injecte au patient. Un tissu organique anormal (par exemple une tumeur cancéreuse) consomme plus de glucose qu'un tissu sain et concentre donc la radioactivité.

2.1- On injecte à un patient à 10 h une dose de solution glucosée présentant une activité de 300 MBq . Calculer le nombre  $N_0$  de noyaux de fluor 18 qu'il reçoit.

2.2 - On ne laisse sortir le patient que lorsque son activité n'est plus que 1% de sa valeur initiale. A quelle heure pourra-t-il quitter la salle d'examen ?

2.3- Calculer en MeV, l'énergie  $|\Delta E|$  libérée par le réaction de désintégration de fluor 18.

2.4- Montrer que l'énergie  $E_T$  libérée par la dose injectée à la date  $t=n.t_{1/2}$  avec  $n \in \mathbb{N}^*$  ,

est donnée par la relation suivante :  $E_T = |\Delta E| \cdot N_0 \cdot (1 - \frac{1}{2^n})$ .

Calculer  $E_T$  pour  $n=3$ .

## Physique 2 :

Le condensateur, le conducteur ohmique et la bobine sont des dipôles utilisés dans les circuits de divers appareils électriques tels les amplificateurs, les postes radio et téléviseurs ...

### 1- Décharge d'un condensateur dans une bobine à résistance négligeable :

On monte en série à un instant de date  $t=0$  un condensateur de capacité  $C=0,1\mu\text{F}$  totalement chargé sous une tension  $U_0=10\text{V}$ , avec une bobine (b) d'inductance  $L$  et de résistance négligeable. (Figure 1)

#### 1.1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ .

En déduire l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant  $i(t)$ .

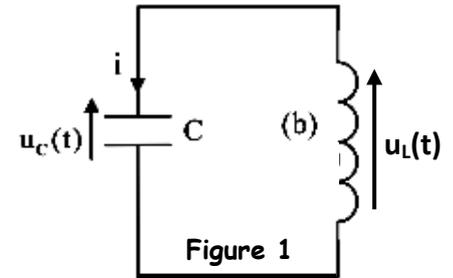
#### 1.2- La solution de ces deux équations différentielles s'écrit sous la forme :

$$u_C(t) = 10 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t\right) \text{ en (V) et } i(t) = -10 \cdot \pi \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t\right) \text{ en (mA)}$$

Montrer que la valeur de la période propre du circuit ( $L, C$ ) est  $T_0=0,2\text{ms}$  et en déduire la valeur de l'inductance  $L$ .

#### 1.3- Calculer la valeur de l'intensité du courant $i$ et la tension $u_L$ aux bornes de la bobine

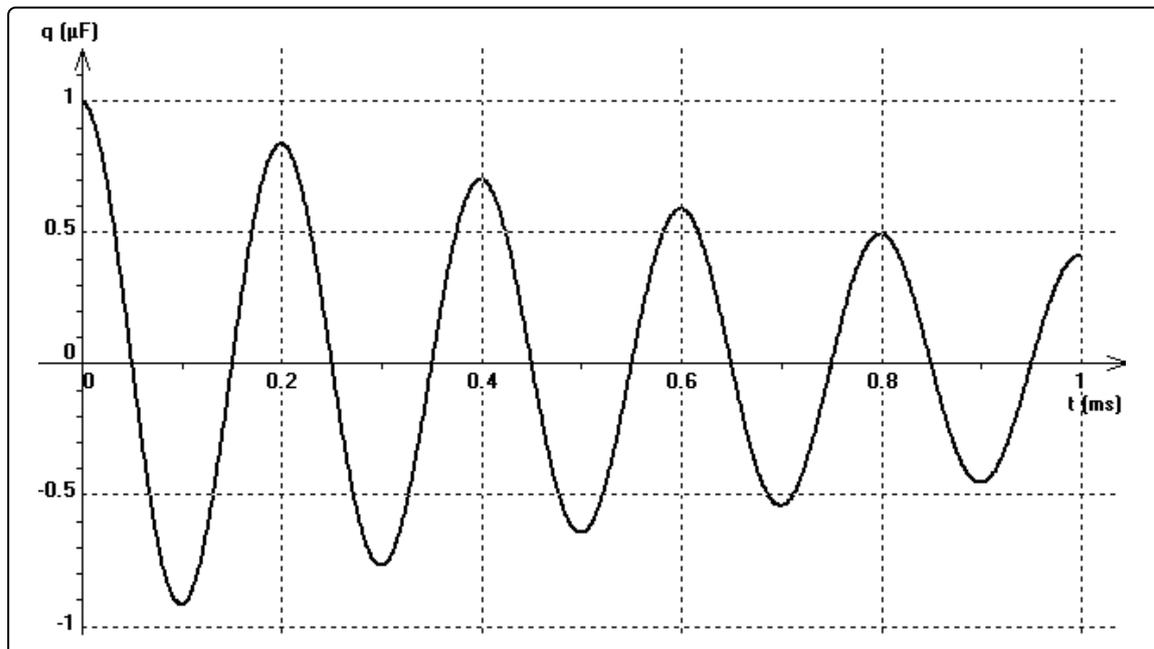
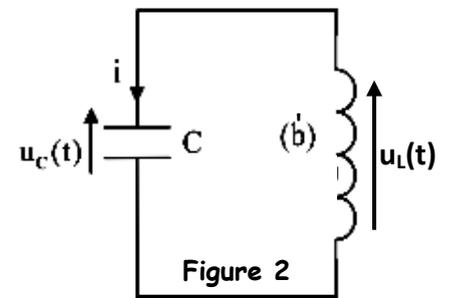
à la date  $t = \frac{3 \cdot T_0}{4}$ .



### 2- Décharge d'un condensateur dans une bobine à résistance non négligeable :

On monte en série à un instant de date  $t=0$ , le même condensateur précédent totalement chargé sous la même tension  $U_0=10\text{V}$ , avec une bobine (b') de même inductance  $L$  mais de résistance non négligeable  $r$ . (Figure 2)

Un système d'acquisition informatisé adéquat permet de tracer la courbe représentant la charge  $q$  en fonction du temps  $t$ .



2.1- Nommer le régime d'oscillations que montre le graphe.

2.2- L'étude montre que l'énergie totale  $E_T$  du circuit électrique étudié est non conservative

et elle vérifie la relation suivante :  $\frac{dE_T}{dt} = -r \cdot [i(t)]^2$ .

En utilisant l'étude énergétique, établir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge  $q$  du condensateur.

2.3- Calculer l'énergie dissipée par effet Joule pendant les 4 premières pseudo-périodes.

2.4- Sachant que la solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme :

$$q(t) = Q_m \cdot e^{-\frac{r}{2L} \cdot t} \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$$

Montrer que la résistance  $r$  de la bobine ( $b'$ ) s'écrit :  $r = \frac{2 \cdot n \cdot L}{T} \cdot \ln\left[\frac{q(0)}{q(n \cdot T)}\right]$ .

Avec  $T$  la pseudo-période des oscillations et  $n \in \mathbb{N}$ .

Calculer la valeur de  $r$ .

### Physique 3 : Les parties I et II sont indépendantes

#### Partie I : Le mouvement parabolique et vertical dans le champ de pesanteur uniforme

Les mouvements des solides dépendent des types de forces qui leurs sont appliquées et des conditions initiales.

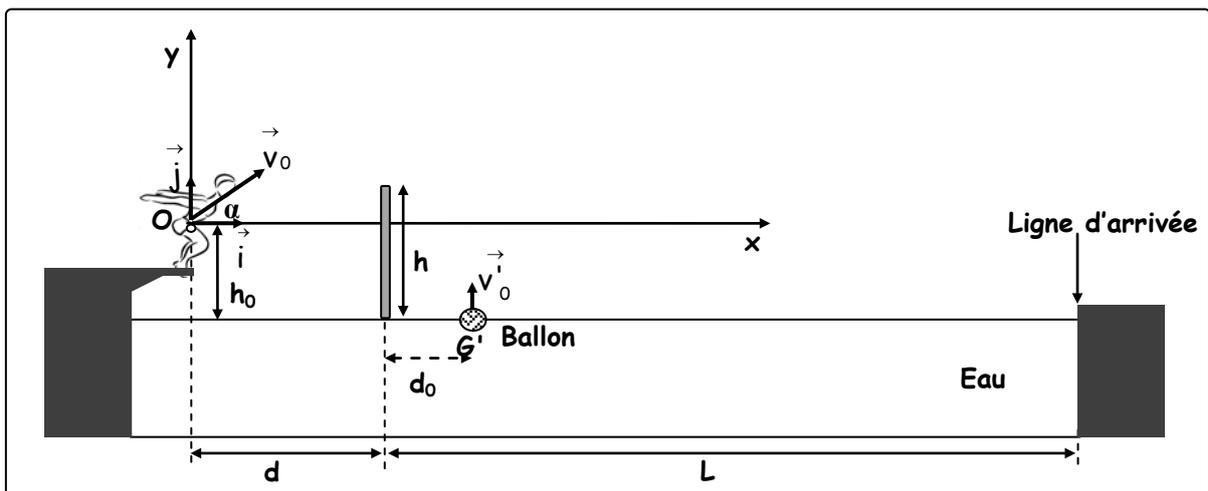
Le but de cet exercice est l'étude du mouvement du centre d'inertie  $G$  d'un plongeur et du centre d'inertie  $G'$  d'un ballon dans le champ de pesanteur uniforme, avec détermination de certains paramètres qui caractérisent chaque mouvement.

On néglige les dimensions des deux systèmes mécaniques.

Un plongeur se fixe comme objectif d'appliquer ses connaissances de nage au « jeu de plongeon ».

Ce jeu, réalisé à la piscine, consiste à passer au dessus d'une corde puis atteindre la surface de l'eau en un point le plus éloigné possible du point de départ avant de commencer la nage.

Le bassin d'eau a pour longueur  $L=20m$  et il est suffisamment profond. Le plongeur doit quitter un tremplin; à ce moment son centre d'inertie  $G$  est à une hauteur  $h_0=1,5m$  au dessus de la surface de l'eau. La corde, tendue horizontalement, est attachée à une distance  $d=1m$  du tremplin et elle est à une hauteur  $h=2m$  du niveau de l'eau (voir figure).



Le mouvement du solide est étudié dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ . Le point  $O$  est le point d'intersection entre la verticale passant par la position initiale de  $G$  et l'axe des abscisses  $x$ . La direction

de l'axe  $\vec{i}$  est perpendiculaire au plan vertical contenant la corde, comme indiqué sur la figure. On néglige les frottements et on prendra  $g=10\text{m.s}^{-2}$ .

On considère l'instant de lancé du plongeur comme origine des dates  $t=0$ .

1- Lors d'un premier essai, le centre d'inertie  $G$  est lancé du point  $O$ , avec une vitesse  $\vec{v}_0$  faisant un angle  $\alpha=45^\circ$  avec l'horizontale, de valeur  $v_0=8\text{m.s}^{-1}$  et appartenant au plan vertical défini par  $(\vec{i}, \vec{j})$ .

1.1- Etablir les équations paramétriques du mouvement du centre d'inertie  $G$ .

En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire.

1.2- Le centre d'inertie  $G$  passe-t-il au dessus de la corde ? Justifier la réponse.

1.3- Au cas où le centre d'inertie  $G$  passe au-dessus de la corde, quelle distance le sépare-t-il de la ligne d'arrivée lorsqu'il touche l'eau ?

1.4- Calculer la norme du vecteur vitesse et l'angle  $\beta$  que ce vecteur forme avec la verticale descendante lorsque le centre d'inertie  $G$  touche l'eau.

2- Dans un second essai, le plongeur voudrait que son centre d'inertie  $G$  touche l'eau en un point distant de  $8\text{m}$  de la ligne d'arrivée. Quelle doit être alors la valeur de la vitesse initiale pour  $\alpha=45^\circ$  ?

3 - Dans un troisième essai, à l'instant  $t=0$  où le centre d'inertie  $G$  du plongeur quitte le point  $O$ , on lance verticalement et vers le haut avec une vitesse  $\vec{v}'_0$  de valeur  $v'_0$ , un ballon dont le centre d'inertie est  $G'$ , a partir d'un point  $M$  situé à une distance  $d_0=0,2\text{m}$  par rapport à la corde suivant l'axe  $ox$ .

Pour que les deux centres d'inertie  $G$  et  $G'$  se rencontrent, montrer que la vitesse  $v'_0$

de lancé du ballon s'écrit :  $v'_0 = v_0 \cdot [\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \frac{h_0}{d + d_0}]$ . Calculer la valeur de  $v'_0$ .

**Partie II** : Etude du mouvement d'une particule chargée dans un magnétique uniforme :

Un ion d'hélium  $\text{He}^{2+}$  de masse  $m$  et de charge  $q$  pénètre dans une chambre de déviation où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  perpendiculaire au plan de la figure.

A travers un point  $O$  origine de repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ , l'ion  $\text{He}^{2+}$  entre à la chambre de déviation avec une vitesse initiale dont le vecteur  $\vec{v}_0$  fait un angle  $\alpha=30^\circ$  avec l'axe des abscisses  $ox$ .

(Voir figure)

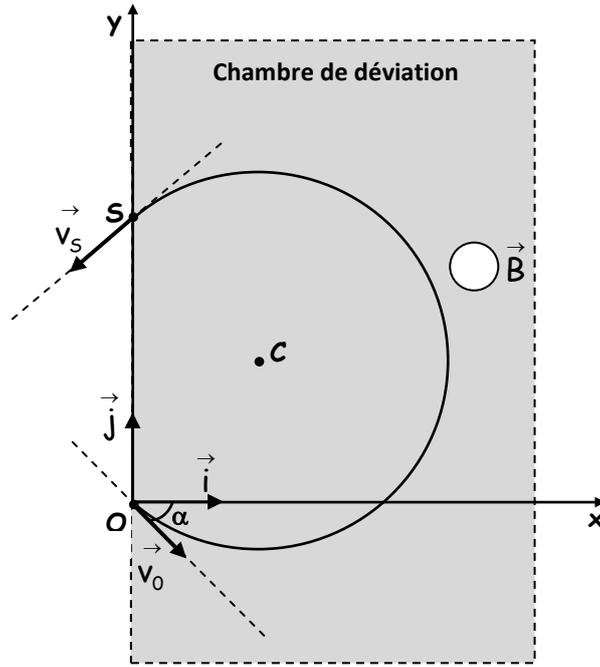
Données : On néglige le poids de l'ion devant la force magnétique

$$e=1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$$

$$v_0 = 4 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$m=6,64 \cdot 10^{-27}\text{kg}$$

$$B=0,01\text{T}$$



- 1- En justifiant votre réponse préciser le sens du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$ .
- 2- En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que le mouvement de l'ion  $\text{He}^{2+}$  est uniforme et de trajectoire circulaire de rayon  $r = \frac{m \cdot v_0}{2 \cdot e \cdot B}$ .
- 3- Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire de l'ion  $\text{He}^{2+}$  dans le champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  s'écrit :  $(x - r \cdot \sin \alpha)^2 + (y - r \cdot \cos \alpha)^2 = r^2$ .
- 4- Calculer la longueur de l'arc  $\widehat{OS}$  décrit par l'ion  $\text{He}^{2+}$  et en déduire le temps mis par l'ion  $\text{He}^{2+}$  pour parcourir cet arc  $\widehat{OS}$ .