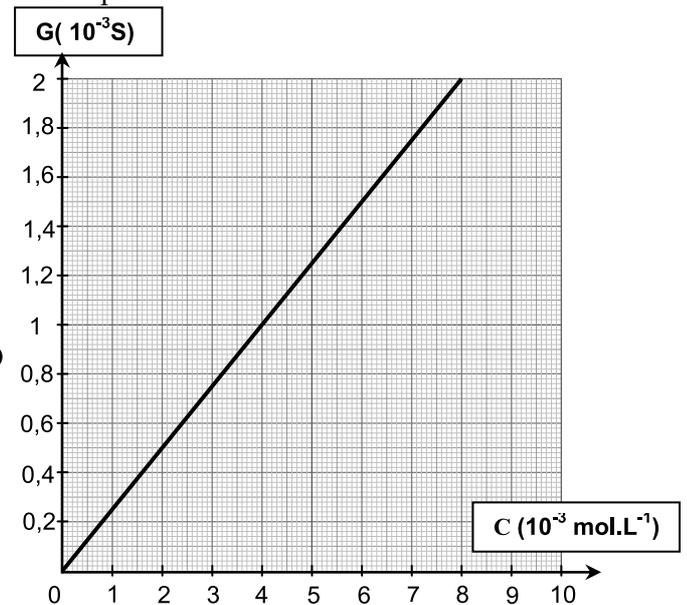


Chimie : (9 points)

**EXERCICE N° 1 : (3,25 pts)**

On souhaite déterminer par conductimétrie la concentration molaire d'une solution (S) de nitrate de potassium  $\text{KNO}_3$ . Pour cela, on étalonne une cellule conductimétrique (deux électrodes planes) avec des solutions titrées. La tension efficace  $U$ , appliquée entre la cellule est maintenue constante est égale à 2V. On détermine pour chaque solution titrée la conductance  $G$ . Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe ci-dessous.

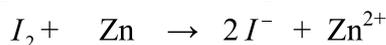
- 1) Faire le schéma du montage électrique qui permet de déterminer la conductance d'une solution. (A<sub>2</sub> ; 0,5pt)
- 2) a- interpréter la courbe obtenue. (A<sub>2</sub> ; 0,25pt)  
b- Ecrire la loi de variation  $G = f(C)$ . (A<sub>2</sub> ; 0,5pt)
- 3) Cette cellule est plongée dans une solution (S) de nitrate de potassium dont on souhaite déterminer la concentration molaire. On trouve  $I = 28,6 \text{ mA}$ .  
a- Déterminer la conductance  $G$  de la solution (S). (A<sub>2</sub> ; 0,5)  
b- Dire, en le justifiant si l'on peut déterminer directement à l'aide de la courbe d'étalonnage la concentration  $C$  de la solution (S). (A<sub>2</sub> ; 0,5pt)
- 4) a- On dilue 20 fois la solution (S) pour obtenir une solution (S'). La mesure de la conductance  $G'$  de la solution (S') donne la valeur  $G' = 0,88 \text{ mS}$ .  
En déduire à partir de la courbe d'étalonnage la valeur de la concentration  $C'$  de la solution diluée (S'). (A<sub>2</sub> ; 0,25pt)  
b- Déterminer la valeur de la concentration  $C$  de la solution (S). (A<sub>2</sub> ; 0,25pt)  
c- Calculer la masse  $m$  de nitrate de potassium  $\text{KNO}_3$  qu'on doit dissoudre dans l'eau pure pour préparer la solution (S) de volume  $V = 200 \text{ mL}$ . (A<sub>2</sub> ; 0,5pt)



**On donne :** Masses molaire atomique en  $\text{g mol}^{-1}$  :  $M(\text{K})=39$  ;  $M(\text{N})=14$  ;  $M(\text{O})=16$

**EXERCICE N° 2 : (5,75 pts)**

On se propose d'étudier à température constante l'évolution de la réaction d'équation suivante :



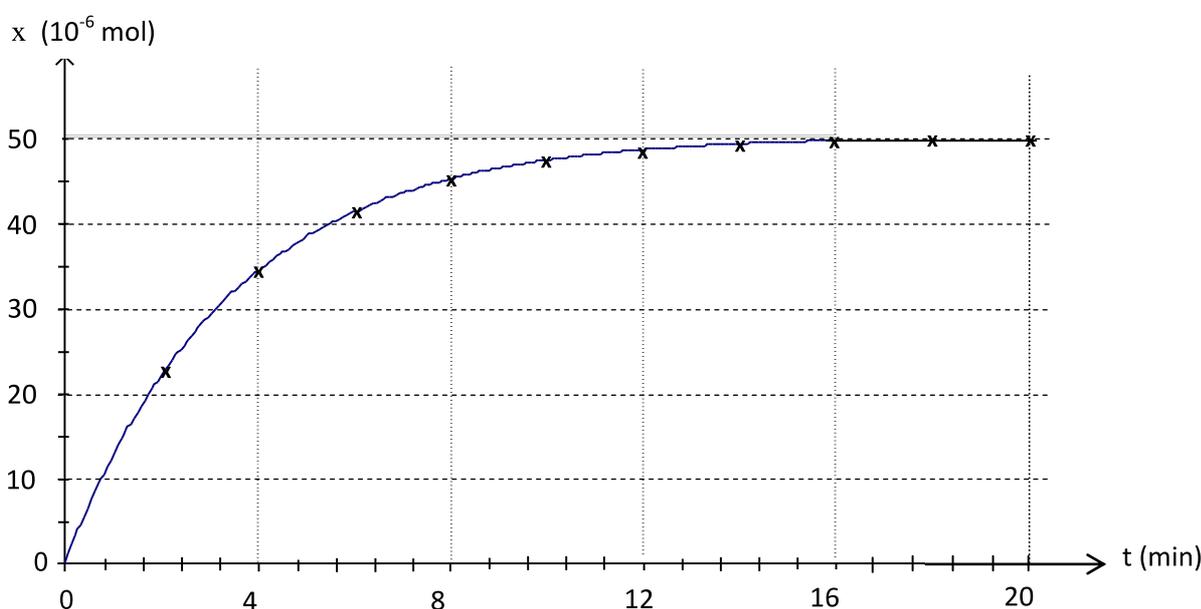
Cette réaction est lente à température ordinaire aussi se propose-t-on de suivre son évolution au cours du temps en déterminant la quantité de diiode  $\text{I}_2$  restant à la date  $t$  par dosage .

On considère dix erlenmeyers numérotés 1,2,3...10 renfermant chacun un mélange d'une solution aqueuse de diiode  $\text{I}_2$  de volume  $V = 10 \text{ mL}$  de concentration molaire  $C = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  et de zinc en grenaille de masse  $m = 1,962 \text{ g}$ .

Ces erlenmeyers sont tous préparés à l'instant  $t = 0 \text{ s}$ . On dose chaque deux minutes le diiode restant dans le mélange avec une solution de thiosulfate de sodium ( $2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ) de concentration molaire  $C_0 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  après avoir ajouter quelques millilitre d'empois d'amidon et de l'eau glacée pour le refroidir.

L'équation chimique du dosage est :  $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

- 1) Quel sera le changement de couleur observé dans la solution à l'équivalence ? (A<sub>2</sub> ; 0,25pt)
- 2) Montrer à l'équivalence et à une date t, la quantité de diiode présente est  $n_t(I_2) = \frac{C_0 \cdot V_E}{2}$ .  
 $V_E$  étant le volume de la solution de thiosulfate de sodium ajouté à l'équivalence. (A<sub>2</sub> ; 0,5pt)
- 3) Déterminer les quantités de matière initiales de diiode  $n_i(I_2)$  et de zinc  $n_i(Zn)$  présentes dans un volume  $V=10$  mL du mélange réactionnel. (A<sub>2</sub> ; 0,5pt)
- On donne** masse molaire de zinc  $M(Zn) = 65,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- 4) Définir l'avancement d'une réaction chimique. (A<sub>1</sub> ; 0,25pt)
- 5) a- Exprimer la quantité de matière en diiode restant  $n_t(I_2)$  à la date t, en fonction de  $n_i(I_2)$  et de l'avancement x. (A<sub>2</sub> ; 0,5pt)  
 b- Dresser le tableau d'avancement de la réaction de diiode avec le zinc. (A<sub>2</sub> ; 1pt)  
 c- Déterminer la valeur de l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$  de la réaction. (A<sub>2</sub> ; 0,25pt)
- 6) a- Calculer la valeur de l'avancement  $x_1$  à la date  $t_1$  où  $V_E = 15,3$  mL. (A<sub>2</sub> ; 0,5pt)  
 b- Déterminer à cette date les quantités de matière des constituants du système chimique. (A<sub>2</sub> ; 1pt)
- 7) Le suivi de la réaction de diiode  $I_2$  en solution avec le zinc a permis de tracer la courbe  $x = f(t)$  ci-dessous représentant l'évolution de l'avancement x au cours de temps :



- a- Déterminer l'avancement final  $x_f$  de cette réaction. (A<sub>2</sub> ; 0,25pt)  
 b- Calculer la valeur de taux d'avancement final  $\tau_f$  de cette réaction. (A<sub>2</sub> ; 0,25pt)  
 c- Dédire en justifiant si cette réaction est totale ou limitée. (A<sub>2</sub> ; 0,5pt)

Physique : (11 points)

### EXERCICE N° 1 : (5, 25pts)

Afin de déterminer si un patient a consommé de la codéine, de l'héroïne ou de la morphine, des échantillons moléculaires, prélevés sur ce patient, sont confiés pour analyse à un laboratoire spécialisé. Pour mesurer avec une très grande précision, la masse des particules, le laboratoire utilise le spectrographe de masse constitué de deux dispositifs basés sur l'étude des mouvements de particules chargées soumises à des forces électriques et (ou) magnétiques, dans un vide très poussé. Dans tout l'exercice on négligera le poids des particules devant les autres forces qui interviennent. On considère le référentiel d'étude comme galiléen.



Détecteur

toutes les matières, tous les niveaux

Devoir.tn



Dans la chambre I, les molécules X à analyser vont être ionisées par bombardement électronique et donner des ions  $X^+$  de charge  $q = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

Dans la chambre II, entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$  planes et parallèles, on applique une tension accélératrice  $|U_{P_1 P_2}| = U = 8000 \text{ V}$  permettant de donner aux ions  $X^+$  une vitesse  $v$ .

1) a- Préciser le sens de vecteur champ électrique  $\vec{E}$  pour que des ions positifs, sortant de la chambre d'ionisation en  $O_1$  avec une vitesse nulle, aient, dans la chambre d'accélération, un mouvement rectiligne uniformément accéléré suivant la direction  $O_1 O_2$ ? Justifier la réponse. (A<sub>2</sub>; 0,5pt)

b- Déduire, en justifiant, le signe de  $U_{P_1 P_2}$ . (A<sub>2</sub>; 0,25pt)

c- Représenter sur la figure 1 de l'annexe, le vecteur la force électrique  $\vec{F}_e$  au point  $O_1$  et le vecteur champ électrique  $\vec{E}$ . (A<sub>2</sub>; 0,25pt)

d- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à l'ion  $X^+$ , déterminer son énergie cinétique  $E_c(O_2)$  lorsqu'il pénètre en  $O_2$  dans la chambre de déviation. (A<sub>2</sub>; 0,5pt)

e- Montrer que la vitesse de passage de l'ion en  $O_2$  a pour expression  $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$ . (A<sub>2</sub>; 0,5pt)

2) Enfin dans la chambre III il existe un champ magnétique de direction orthogonale au plan de figure et de norme  $\|\vec{B}\| = 1,8 \text{ T}$ . L'ion  $X^+$ , animé de la vitesse  $v$  pénètre en  $O_2$  dans cette zone suivant l'axe  $O_2 x$ .

a- Rappeler l'expression de la valeur de la force de Lorentz  $\vec{F}_m$  s'exerçant sur l'ion  $X^+$ . (A<sub>2</sub>; 0,5pt)

b- Représenter sur la figure 1 de l'annexe, le vecteur  $\vec{F}_m$  au point  $O_2$  pour que la déviation à partir de  $O_2$  se fasse du côté positif de l'axe  $O_2 y$ . En déduire le sens du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  et la représenter sur la même figure. (A<sub>2</sub>; 0,5pt)

c- Démontrer que le mouvement de l'ion  $X^+$  dans la chambre III est uniforme. (A<sub>2</sub>; 0,5pt)

d- Montrer que l'ion  $X^+$  décrit dans cette zone un arc de cercle de rayon

$$R = \frac{m \|\vec{v}\|}{e \|\vec{B}\|}. \quad (\text{A}_2; 0,5\text{pt})$$

3) Exprimer le rayon du cercle trajectoire en fonction de  $U$ ,  $m$ ,  $e$  et  $\|\vec{B}\|$ . (A<sub>2</sub>; 0,5pt)

4) L'ion  $X^+$  est recueilli au point A tel que :  $O_2 A = 0,242 \text{ m}$ . Déterminer la masse  $m$  de l'ion  $X^+$  et identifier la substance X. (A<sub>2</sub>; 0,5pt)

**On donne :** Nombre d'Avogadro :  $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

Masses molaires moléculaires en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  : morphine : 285 ; codéine : 299 ; héroïne : 369

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

**EXERCICE N° 2 : Les deux parties I et II sont indépendantes. (5,75pts)**

## I. Texte scientifique. Modélisation d'un microscope :(2, 5pts)

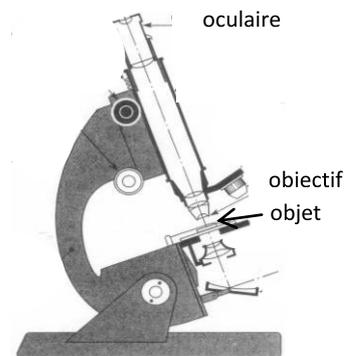
Le texte ci-dessous, extrait d'un ouvrage de vulgarisation scientifique, donne une description sommaire du microscope.

"La partie optique du microscope se compose d'un oculaire et d'un objectif. L'oculaire est une lentille près de laquelle on applique l'œil; l'objectif se trouve très près de l'objet. On place l'objet à une distance légèrement supérieure à la distance focale de l'objectif. Dans l'espace compris entre l'oculaire et l'objectif se forme une image renversée et grossie de l'objet. Il faut que cette image se situe entre l'oculaire et son foyer, car l'oculaire joue le rôle de loupe à travers laquelle on examine l'objet. On démontre que le grossissement du microscope est égal au produit des grossissements de l'oculaire et de l'objectif, pris séparément (...) Le microscope ne permet pas de discerner les détails d'un objet inférieurs au micromètre. Les détails de l'ordre du millimètre sont discernables à l'œil nu.

D'après: *La physique à la portée de tous*, de Alexandre Kitaïgorodski (professeur et docteur ès sciences et mathématiques).

### QUESTIONS

- 1) Est-il possible d'observer à l'œil nu des cellules d'épiderme d'oignon dont les dimensions sont de quelques dizaines de micromètres?  
La réponse sera justifiée. (A<sub>2</sub>; 0,5pt)
- 2) Faire un schéma, sans souci d'échelle, du microscope décrit dans le texte. Aucune construction de rayons lumineux n'est demandée. Sur ce schéma, figureront en particulier: l'objectif (L<sub>1</sub>), l'oculaire (L<sub>2</sub>), les centres optiques O<sub>1</sub> et O<sub>2</sub> respectivement des lentilles convergentes (L<sub>1</sub>) et (L<sub>2</sub>), les foyers objet et image de chacune d'elles, un objet (AB), A étant sur l'axe optique, l'image intermédiaire (A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>) de cet objet et l'œil  (A<sub>2</sub>; 1,5pt)



- 3) Dans le texte, l'auteur mentionne le terme "image intermédiaire".  
Pour quelle lentille joue-t-elle le rôle d'objet? Pour quelle lentille joue-t-elle le rôle d'image? (A<sub>2</sub>; 0,5pt)

## II : L'appareil photographique. (3,25pt)

Un appareil photographique comporte deux éléments essentiels : l'objectif et la pellicule

On modélise :

- l'objectif par une lentille mince convergente (L) de centre optique O. On appelle F et F' les foyers objet et image de cette lentille dont la distance focale est  $f = 4$  cm.

- La pellicule par un écran (E) où se forme l'image de l'objet photographié.

L'objectif est conçu pour pouvoir déplacer la lentille par rapport à la pellicule.

- 1) Déterminer la vergence C de la lentille utilisée. (A<sub>2</sub>; 0,5pt)
- 2) Rappeler les relations de conjugaison et de grandissement.  
(objet AB avec A situé sur l'axe optique - image A'B' avec A' situé sur l'axe optique) (A<sub>2</sub>; 0,5pt)
- 3) Un objet est situé à l'infini.

Quelle doit-être la position de l'écran pour obtenir une image nette de cet objet ?

Vérifier la cohérence de votre réponse avec la formule de conjugaison. (A<sub>2</sub>; 0,5pt)

- 4) On désire maintenant photographier une bougie de hauteur 2cm située à 12 cm de l'objectif

- a) Avec la relation de conjugaison déterminer la position de la pellicule par rapport à la lentille. (A<sub>2</sub>; 0,5pt)
- b) Vérifier la position de l'image par une construction géométrique sur la figure 2 de l'annexe. (A<sub>2</sub>; 0,75pt)
- c) Calculer le grandissement  $\gamma$  de la lentille. Conclure. (A<sub>2</sub>; 0,5pt)

Annexe :(à rendre avec la copie)

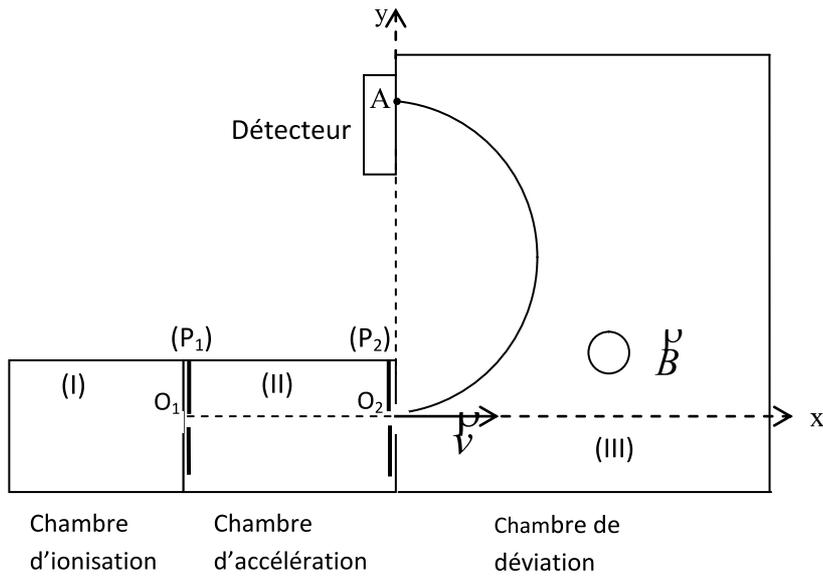


Figure 1

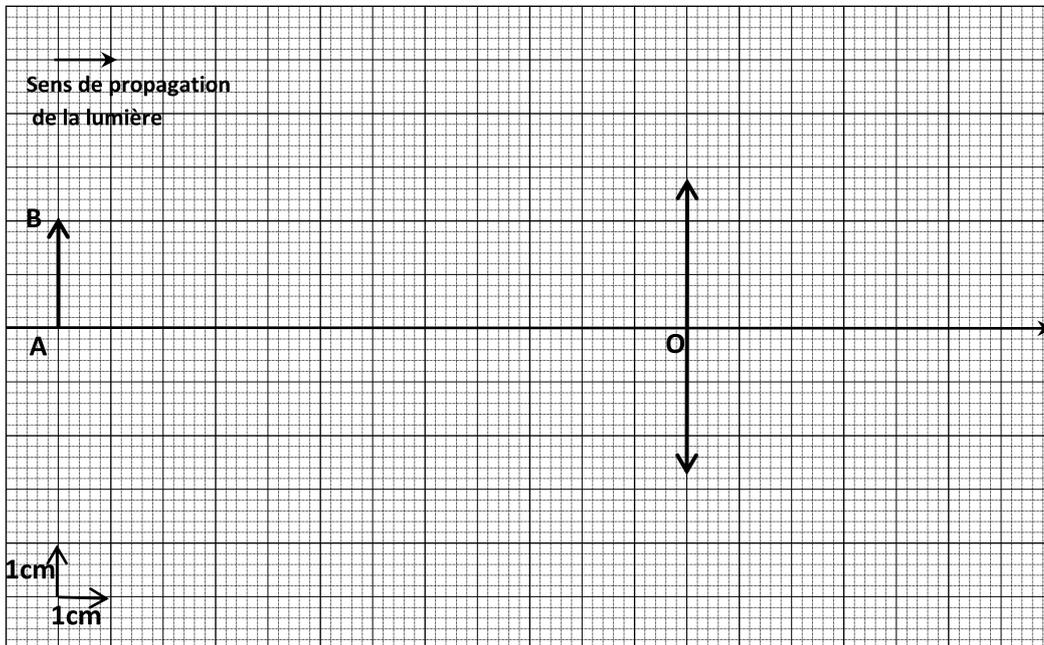


Figure2