

# DST : Physique-Chimie



NOM : .....

PRENOM : .....




Terminale : .....

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure et 30 minutes. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 2 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 5 pages numérotées de 1 à 5, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases!*

- I. L'eau distillée et son pH
- II. Analyse de la salinité de l'eau d'un delta

Compétences				
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

Extraits du programme (B.O. 2019)	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Transformations acido-basiques Couples acido-basiques Constante d'acidité $K_a$ Produit ionique de l'eau $K_e$ Conductivité et loi de Kohlrausch Dosage par titrage conductimétrique	Associer $K_a$ et $K_e$ aux réactions correspondantes  Justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe Exploiter un titrage pour déterminer une concentration

## Exercice 1 L'eau distillée et son pH

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Le but de cet exercice est de comprendre pourquoi le pH d'une eau distillée laissée à l'air libre diminue.

### I- pH de l'eau pure à 25 °C

- 1/ Dans toute solution aqueuse se produit la réaction d'autoprotolyse de l'eau. Écrire l'équation de cette réaction.
- 2/ Exprimer la constante d'équilibre  $K_e$  associée à l'équation précédente. Quel nom donne-t-on à cette constante  $K_e$  ?
- 3/ À 25°C, des mesures de conductivité électrique montrent que pour de l'eau pure :  $[H_3O^+] = [HO^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ .

3.1/ Calculer la valeur de  $K_e$  à 25 °C.

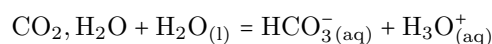
3.2/ Calculer la valeur du pH de l'eau pure à 25 °C.

### II- Eau distillée laissée à l'air libre

De l'eau fraîchement distillée et laissée quelque temps à l'air libre dans un bécher, à 25 °C, voit son pH diminuer progressivement puis se stabiliser à la valeur de 5,7. La dissolution lente et progressive dans l'eau distillée du dioxyde de carbone présent dans l'air permet d'expliquer cette diminution du pH. Un équilibre s'établit entre le dioxyde de carbone présent dans l'air et celui qui est dissous dans l'eau distillée noté  $CO_2, H_2O$ .

Dans la suite de l'exercice on ne tiendra pas compte de la réaction entre les ions hydrogénocarbonate  $HCO_3^-$  et l'eau. Le couple dioxyde de carbone dissous / ion hydrogénocarbonate est  $CO_2, H_2O / HCO_3^-(aq)$ .

- 4/ L'équation de la réaction entre le dioxyde de carbone dissous et l'eau s'écrit :



Écrire les couples acido-basiques mis en jeu dans cette équation.

- 5/ Exprimer la constante d'acidité  $K_A$  associée à l'équation précédente.

- 6/ Montrer qu'à partir de l'expression de  $K_A$  on peut écrire :

$$pH = pK_A + \log \frac{[HCO_3^-]}{[CO_2, H_2O]} \quad \text{relation (1)}$$

7/ Sachant que  $pK_A = 6,4$  et en utilisant la relation (1), calculer la valeur du quotient  $[\text{HCO}_3^-]/[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]$  pour de l'eau distillée de  $\text{pH} = 5,7$ . Parmi les espèces  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{HCO}_3^-$ , quelle est celle qui prédomine dans de l'eau distillée de  $\text{pH} = 5,7$ ? Justifier.

8/ Tracer le diagramme de prédominance des espèces  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{HCO}_3^-$ .

9/ Tableau d'avancement

9.1/ Compléter littéralement le tableau d'avancement molaire donné en fonction de  $V$  (volume considéré d'eau distillée) et de  $c$  (concentration molaire apportée en dioxyde de carbone de l'eau distillée).

Équation de la réaction		$\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} (\ell) = \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+$			
État du système chimique	Avancement (mol)				
État initial (mol)	0		solvant	0	0
État intermédiaire (mol)	x		solvant		
État final (à l'équilibre) (mol)	$x_{\text{éq}}$		solvant		

9.2/ Quelle est la relation entre  $[\text{HCO}_3^-]$  et  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ? En déduire la valeur de  $[\text{HCO}_3^-]$ .

9.3/ Déterminer la valeur de  $[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]$  en utilisant l'expression de la constante d'acidité établie à la question 5.

9.4/ En déduire la valeur de  $c$ .

## Exercice 2 Analyse de la salinité de l'eau d'un delta

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Les tilapias sont produits dans de nombreux pays comme la Chine et l'Égypte (3,7 millions de tonnes en 2014 source FAO fish stat). C'est un poisson d'eau douce qui supporte mal un taux de salinité supérieur à  $5 \text{ g.L}^{-1}$ .

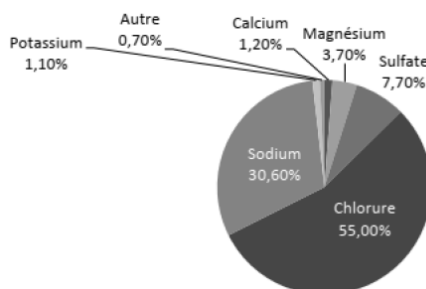
L'objectif de cet exercice est de savoir si l'augmentation de la salinité dans le delta d'un fleuve, due à l'élévation du niveau de la mer, permet encore l'élevage de ces poissons.

### Données :

- masse molaire atomique du chlore  $M = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$
- conductivité molaire ionique de quelques ions :

Ions	Argent $\text{Ag}^+$	Chlorure $\text{Cl}^-$	Nitrate $\text{NO}_3^-$	Sodium $\text{Na}^+$
Conductivité molaire ionique $\lambda \text{ (S.m}^2\text{.mol}^{-1}\text{)}$	$6,1 \times 10^{-3}$	$7,6 \times 10^{-3}$	$7,1 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$

- composition en ions de l'eau de mer

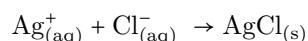


- la salinité  $S$  de l'eau de mer est la masse des ions dissous dans un litre d'eau de mer ;
- les proportions relatives des principaux ions sont pratiquement constantes dans l'eau des mers et des océans. Par conséquent, le titrage de l'un d'eux donne la teneur des autres et permet ainsi de déterminer la salinité. D'après la loi de Dittmar, la salinité  $S$  est proportionnelle à la concentration massique en solution des ions chlorure  $C_m$  : elle est donnée par l'expression

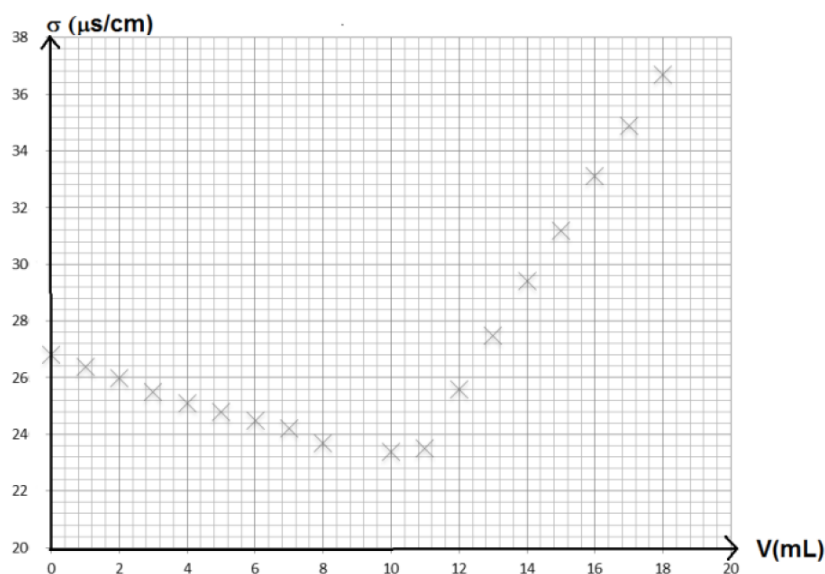
$$S = 1,80 \times C_m$$

Pour déterminer la concentration molaire en ions chlorure de l'eau du delta, on réalise un titrage suivi par conductimétrie. On dilue 10 fois l'eau de mer. La solution obtenue est notée  $S_0$ . On dose un volume  $V_0 = 20,0 \text{ mL}$  de la solution  $S_0$  placé dans un erlenmeyer. On ajoute 180 mL d'eau distillée. On titre par une solution aqueuse de nitrate d'argent ( $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$ ) de concentration molaire  $C = 8,6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

La réaction support de titrage est la suivante :



On suppose qu'aucun autre ion présent dans l'eau de mer ne réagit avec les ions  $\text{Ag}^+$ . On obtient la courbe représentative de la conductivité en fonction du volume  $V$  de la solution aqueuse de nitrate d'argent versé représentée en figure 1.





- 1/ Faire un schéma légendé du dispositif expérimental permettant de réaliser le titrage.
- 2/ Expliquer le fait que la conductivité de la solution  $S_0$  avant le titrage n'est pas nulle.
- 3/ En explicitant votre démarche, indiquer qualitativement comment évoluent les quantités de matière en ions argent  $\text{Ag}^+$ , en ions nitrate  $\text{NO}_3^-$ , en ions chlorure  $\text{Cl}^-$  et en ions sodium  $\text{Na}^+$  dans l'erlenmeyer, avant et après l'équivalence. En considérant la variation de volume dans l'erlenmeyer négligeable au cours du titrage, expliquer l'allure de la courbe.
- 4/ Citer trois caractéristiques nécessaires pour la réaction support de titrage.
- 5/ Définir l'équivalence.
- 6/ En utilisant la relation à l'équivalence et en tenant compte de la dilution par 10, montrer que la concentration massique en ions chlorure dans l'eau de mer vaut

$$C_m = 10 \times \frac{C \times V_E}{V_0} \times M(\text{Cl}^-)$$

- 7/ Peut-on continuer l'élevage des tilipias dans les eaux de ce delta ?

— Fin —

# DST : Physique-Chimie



NOM : .....

PRENOM : .....

Terminale : .....

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure et 50 minutes. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 2 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 5 pages numérotées de 1 à 5, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases!*

- I. Le trébuchet
- II. Etude de la vitamine C

Compétences		😊	😐	😞
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

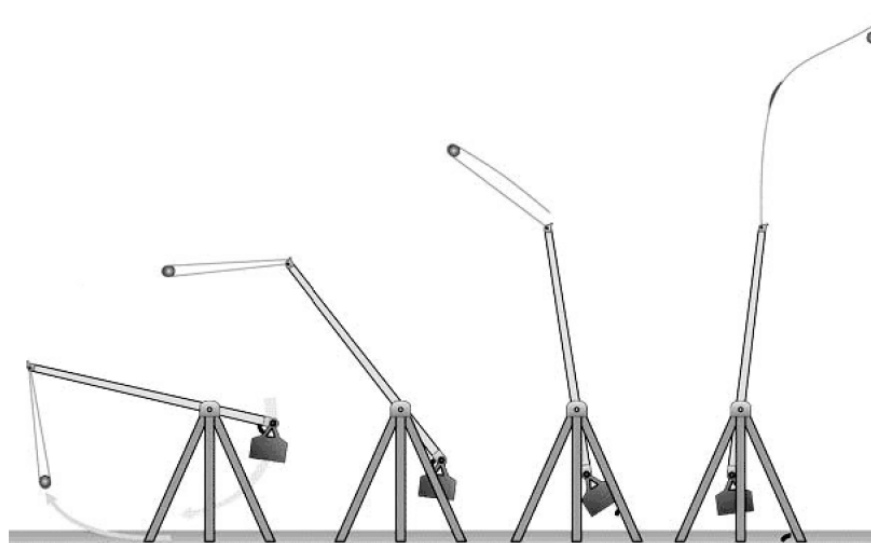
## Extraits du programme (B.O. 2019)

Notions et contenus	Compétences exigibles
2ème loi de Newton Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme Titration avec dosage pH-métrique	Exploiter les équations horaires d'un mouvement Exploiter un titrage pour déterminer une concentration.

**Exercice 1** Le trébuchet

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Le trébuchet est une machine de guerre utilisée au Moyen Âge au cours des sièges de châteaux forts. Le projectile pouvait faire des brèches dans les murailles des châteaux forts situés à plus de 200 m du trébuchet. Son principe de fonctionnement est le suivant : un contrepoids relié à un levier est maintenu à une certaine hauteur par des cordages. Il est brusquement libéré. Au cours de sa chute, il agit sur un levier au bout duquel se trouve une poche en cuir dans laquelle est placé le projectile. Lors de sa libération, le projectile de la poche se trouve à une hauteur  $H = 10$  m et est projeté avec une vitesse  $\vec{V}_0$  faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale. Les mouvements du contrepoids et du projectile s'effectuent dans un champ de pesanteur uniforme.

**Données :**

- Masse du projectile  $m = 130$  kg.
- Intensité du champ de pesanteur  $g = 10$  m.s<sup>-2</sup>.
- Hauteur du projectile au moment du lancer :  $H = 10$  m.
- Masse volumique de l'air  $\rho_{air} = 1,3$  kg.m<sup>-3</sup>.
- Volume du projectile  $V = 50$  L

1/ Donner les caractéristiques (sens, direction et valeur) du poids  $\vec{P}$  et de la poussée d'Archimède  $\vec{\Pi}$  qui s'exercent sur le projectile.

2/ Est-il judicieux de négliger par la suite la poussée d'Archimède ?

- 3/ En appliquant la 2ème loi de Newton, déterminer les coordonnées  $a_x$  et  $a_z$  du vecteur accélération du centre d'inertie du projectile dans le repère indiqué.
- 4/ Donner l'expression des coordonnées du vecteur vitesse initiale, notées  $v_{0x}$  et  $v_{0z}$ , en fonction de  $v_0$  et  $\alpha$ .
- 5/ On appelle composante horizontale de la vitesse la coordonnée  $v_x(t)$  du vecteur  $\vec{v}$  et la composante verticale la coordonnée  $v_z(t)$ . Déterminer l'expression des composantes horizontale et verticale  $v_x(t)$  et  $v_z(t)$  du vecteur vitesse du système au cours de son mouvement.
- 6/ En déduire la nature du mouvement du projectile en projection sur l'axe horizontal. Justifier.
- 7/ Déterminer l'expression des équations horaires du mouvement du projectile :  $x(t)$  et  $z(t)$ .
- 8/ Montrer que l'équation de la trajectoire du projectile est la suivante :

$$z = -\frac{1}{2}g \frac{x^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha + H$$

- 9/ Quelle est la nature de la trajectoire du projectile? Représenter qualitativement l'allure de la trajectoire sur la figure 1.



**Figure 1.**  
**Tir a trébuchet**

- 10/ En utilisant l'expression de l'équation de la trajectoire obtenue à la question 8., indiquer les paramètres de lancement qui jouent un rôle dans le mouvement du projectile.
- 11/ Dans le cas où le projectile est lancé avec une vitesse initiale horizontale, déterminer l'abscisse du point de chute en fonction du temps.
- 12/ Avec quelle vitesse initiale  $v_0$  horizontale, le projectile doit-il être lancé pour atteindre la base du mur du château situé à une distance  $x = 100$  m ?

## Exercice 2 Etude de la vitamine C

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

L'acide ascorbique, couramment dénommé vitamine C, est un réducteur naturel que l'on qualifie usuellement d'antioxydant. On le trouve dans de nombreux fruits et légumes. Une carence prolongée en vitamine C favorise le scorbut. On a montré que la vitamine C peut prévenir des petits maux quotidiens tels que le rhume ainsi qu'aider dans le traitement de certains cancers. En pharmacie il est possible de trouver l'acide ascorbique, par exemple sous forme de comprimés « de vitamine C 500 ».

### I- Étude de la réaction entre une solution aqueuse d'acide ascorbique et une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (ou soude)

Pour simplifier, l'acide ascorbique, de formule brute  $C_6H_8O_6$ , sera désigné par AH dans la suite de l'exercice. Dans cette étude, on envisage la réaction très rapide entre une solution aqueuse d'acide ascorbique de concentration molaire en soluté apporté  $C_A = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire en soluté apporté  $C_B = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le volume initial de la solution aqueuse d'acide ascorbique est  $V_A = 20,0 \text{ mL}$  et on note  $V_B$  le volume de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versée.

1/ Ecrire l'équation traduisant cette réaction.

2/ On étudie le mélange, à  $25^\circ\text{C}$ , lorsque l'on a versé  $V_B = 5,0 \text{ mL}$  de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

2.1/ Le pH du mélange est alors égal à 4,0. En déduire la concentration en ions oxonium  $H_3O^+$  dans ce mélange.

2.2/ Calculer la concentration en ions hydroxyde dans ce mélange. En déduire la quantité  $n_f(HO^-)$  d'ions hydroxyde présents à l'état final dans ce mélange. On donne le produit ionique de l'eau à  $25^\circ\text{C}$ ;  $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$ .

2.3/ Compléter le tableau descriptif de la réaction chimique entre l'acide ascorbique et les ions hydroxyde. En déduire la valeur numérique de l'avancement final  $x_f$ .

équation de la réaction		HA	+	.....	=	.....	+	.....
état du système	avancement en mol	quantité de matière en mol						
état initial	0	$n_0(\text{HA}) =$						
état final	$x_f$	$n_f(\text{HA}) =$						

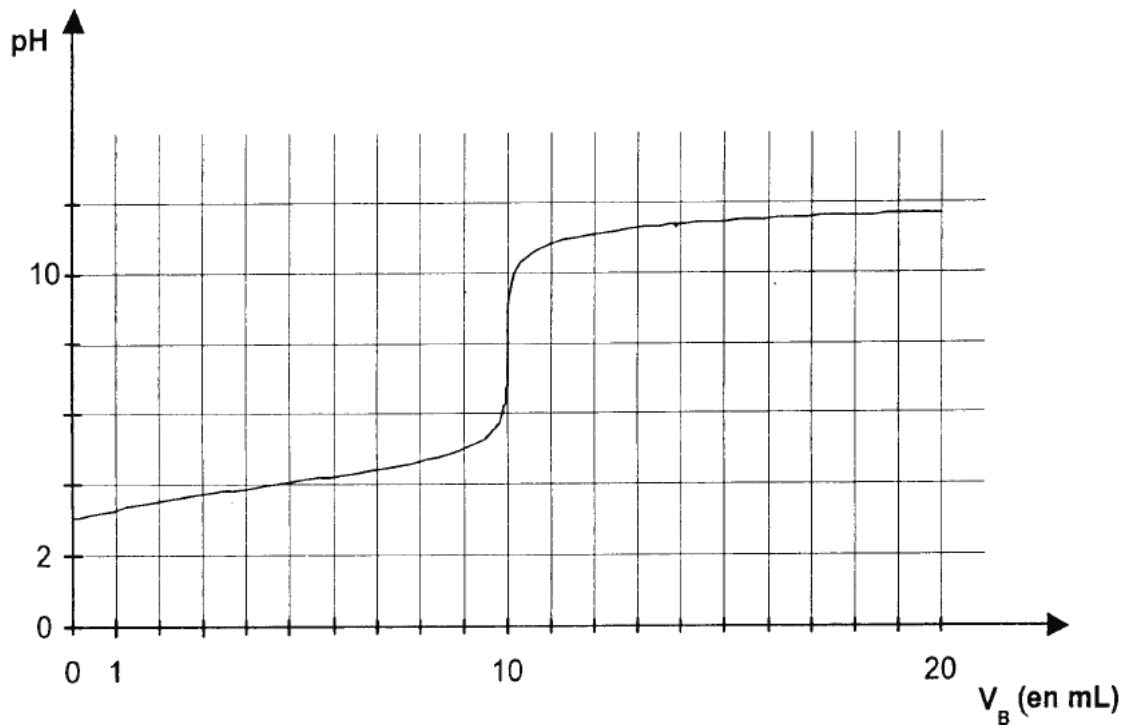
2.4/ A l'aide du taux d'avancement  $\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$ , la réaction est-elle totale ? La réaction associée à cette transformation peut-elle servir de support au dosage d'une solution aqueuse d'acide ascorbique par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ?

### II- Dosage colorimétrique d'un comprimé de vitamine C

On écrase un comprimé de « vitamine C 500 » dans un mortier. On dissout la poudre dans un peu d'eau distillée et l'on introduit l'ensemble dans une fiole jaugée de  $100,0 \text{ mL}$ ; on complète avec de l'eau distillée. Après homogénéisation, on obtient la solution S. On prélève un volume  $V_A = 10,0 \text{ mL}$  de la solution S que l'on dose avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire en soluté apporté  $C_B = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  en présence d'un indicateur coloré convenablement choisi. L'équivalence est obtenue pour un volume de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium  $V_{BE} = 14,4 \text{ mL}$ .

3/ Représenter un schéma annoté du dispositif pour réaliser ce titrage.

4/ Quel indicateur coloré doit-on choisir parmi les trois proposés ci-après ? On pourra s'aider de la courbe  $pH = f(V_B)$  donnée sur la figure pour justifier la réponse à cette question.



Cette courbe a été obtenue à partir d'un logiciel de simulation, indépendamment des quantités dosées dans l'exercice. On donne la zone de virage de quelques indicateurs colorés :

<i>indicateur coloré</i>	<i>zone de virage</i>
<i>rouge de méthyle</i>	<i>4,2 - 6,2</i>
<i>bleu de bromophénol</i>	<i>3,0 - 4,6</i>
<i>rouge de crésol</i>	<i>7,2 - 8,8</i>

5/ Définir l'équivalence.

6/ Calculer la quantité d'acide ascorbique dans les 10,0 mL de solution titrée.

7/ En déduire la masse  $m$ , en mg, d'acide ascorbique contenu dans un comprimé. Expliquer l'indication du fabricant « vitamine C 500 ». On donne les masses molaires atomiques en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  :  $M(\text{C}) = 12,0$  ;  $M(\text{H}) = 1,0$  ;  $M(\text{O}) = 16,0$ .

— Fin —

# DST : Physique-Chimie



NOM : .....

PRENOM : .....

Terminale : .....

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure et 50 minutes. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 3 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 4 pages numérotées de 1 à 4, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases !*

- I. Ephémérides
- II. Diffraction
- III. Décomposition de pentaoxyde de diazote

Compétences		😊	😐	😞
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

## Extraits du programme (B.O. 2019)

Notions et contenus	Compétences exigibles
Mouvements des planètes et des satellites	Déterminer les caractéristiques des vecteurs vitesse et accélération d'un système en mouvement circulaire
Troisième loi de Kepler	Etablir et exploiter la troisième loi de Kepler dans le cas du mouvement circulaire
Période de révolution	
Diffraction d'une onde par une ouverture	Exploiter la relation exprimant l'angle caractéristique de diffraction . en fonction de la longueur d'onde et de la taille de l'ouverture.
Loi de vitesse d'ordre 1	

**Exercice 1** Ephémérides

**Compétences** : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Autour de la planète Jupiter gravitent des satellites naturels. Les quatre plus gros sont Io, Europe, Ganymède et Callisto. On considère que chaque satellite de masse  $m$  n'est soumis qu'à la seule force gravitationnelle de la part de Jupiter de masse  $M$  et que les astres ont une répartition de masse à symétrie sphérique. Ces satellites ont une trajectoire circulaire et sont étudiés dans un référentiel centré sur Jupiter et considéré galiléen (référentiel "jupiterocentrique").

On note  $r$  le rayon de la trajectoire circulaire décrite par les satellites autour de Jupiter :  $r$  représente la distance entre le centre de Jupiter et le centre du satellite étudié.

1/ Donner l'expression vectorielle de la force de gravitation  $\vec{F}_{J/S}$  exercée par Jupiter sur un satellite. Représenter cette force sur un schéma.

2/ On suppose que l'orbite du satellite est circulaire uniforme. Donner l'expression littérale de sa vitesse (démonstration exigée).

3/ Choisir parmi les quatre propositions ci-dessous celle(s) qui correspond(ent) au satellite le plus rapide. Justifier.

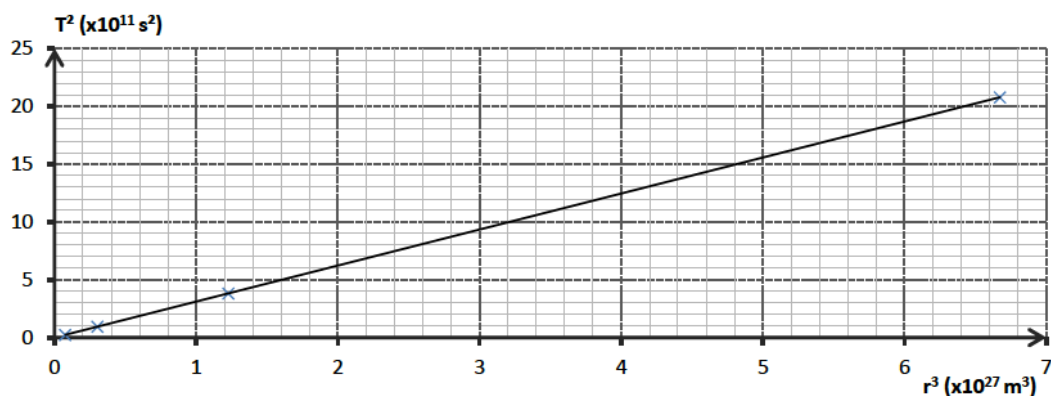
- le plus proche de Jupiter,
- le plus loin de Jupiter,
- le plus léger,
- le plus lourd.

4/ À partir de l'expression de la vitesse, établir l'expression de la période de révolution  $T$  d'un satellite autour de Jupiter en fonction de  $r$  et des grandeurs de l'exercice.

5/ Établir la troisième loi de Kepler.

6/ L'étude des mouvements des satellites de Jupiter permet de déterminer la période et le rayon de l'orbite de chaque satellite. Sur le graphe ci-dessous, on a représenté pour chaque satellite, les valeurs des couples  $(r^3, T^2)$ .





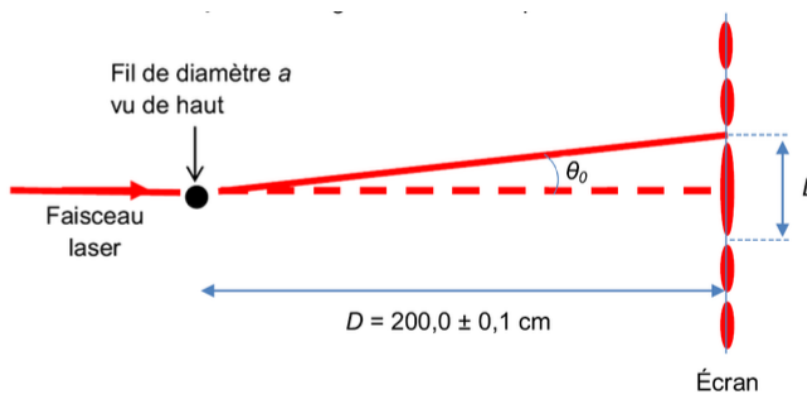
6.1/ En observant ce graphe, pourquoi peut-on dire que la troisième loi de Kepler est vérifiée ?

6.2/ La droite passant par les points obtenus a pour équation :  $T^2 = k.r^3$  avec :  $k = 3,13.10^{-16} \text{ s}^2.\text{m}^{-3}$ . En déduire la masse de Jupiter. Donnée :  $G = 6,67.10^{-11} \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}.\text{s}^{-2}$

## Exercice 2 Diffraction

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'appropriier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

L'objectif de cet exercice est de vérifier la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  d'une des diodes laser utilisées dans l'appareil de granulométrie. Sur le trajet du faisceau laser, on intercale des fils de différents diamètres. Sur un écran placé à une distance  $D$ , on observe une figure de diffraction.  $L$  représente la largeur de la tache centrale et  $\theta_0$  le demi-angle au sommet exprimé en radian.



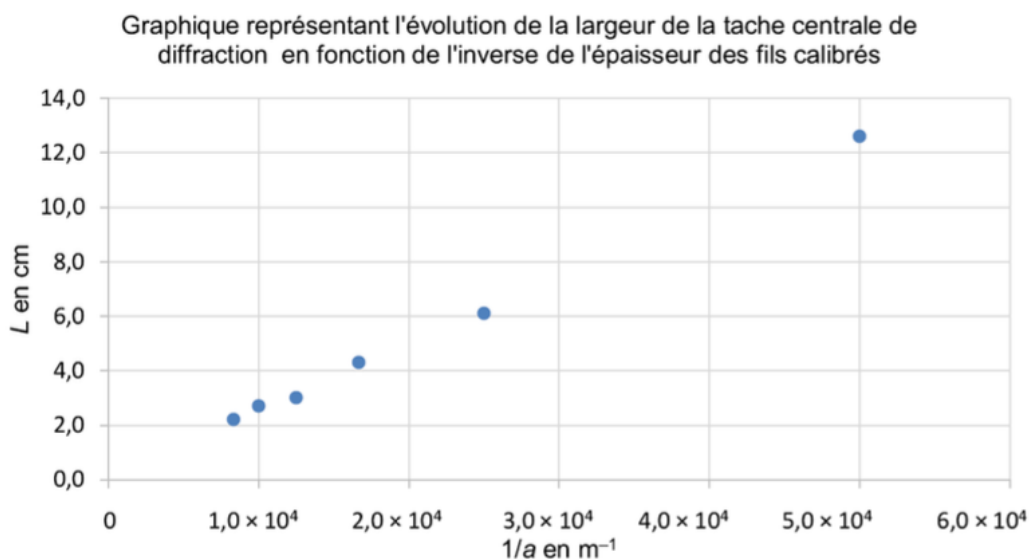
1/ Pour une longueur d'onde donnée, décrire l'évolution du demi-angle  $\theta_0$  en fonction du diamètre  $a$  du fil. Donner la relation qui lie  $\lambda$ ,  $\theta_0$  et  $a$ .

2/ On fait l'hypothèse que l'angle  $\theta_0$  est petit. Dans ce cas, on peut écrire  $\tan \theta_0 \approx \theta_0$  avec  $\theta_0$  en radian. À l'aide du schéma, démontrer que la largeur de la tache centrale est donnée par l'expression :

$$L = k \times \frac{1}{a}$$

en donnant la valeur de  $k$

3/ Expérimentalement, on mesure la largeur de la tache centrale  $L$  pour des fils calibrés de différentes valeurs de diamètre  $a$ . on porte les valeurs obtenues sur le graphique ci-dessous. À partir du graphique, déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de la diode laser utilisée.



4/ L'incertitude absolue sur la longueur d'onde  $\lambda$ , notée  $U(\lambda)$ , peut être déterminée à partir de la relation suivante :

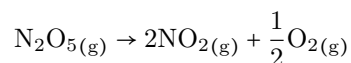
$$U(\lambda) = \lambda \sqrt{\left(\frac{U(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{U(k)}{k}\right)^2}$$

L'incertitude absolue sur la valeur du coefficient directeur est  $k = 1,2 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ . Exprimer la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  avec son incertitude.

### Exercice 3 Décomposition de pentaoxyde de diazote

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

On considère la réaction de décomposition de  $N_2O_5$  :



Cette réaction admet un ordre partiel de 1 par rapport à  $N_2O_5$  :

$$v = k \cdot [N_2O_5]$$

- 1/ Quelles l'unité de  $k$  ?
- 2/ Exprimer la vitesse volumique de réaction en fonction de  $[N_2O_5]$  puis en fonction de  $[NO_2]$
- 3/ Donner la solution de cette équation différentielle.
- 4/ Représenter l'évolution de  $[N_2O_5]$  au cours du temps.
- 5/ Exprimer le temps de demi-réaction en fonction de  $k$ .

— Fin —

# DST : Physique-Chimie



NOM : .....

PRENOM : .....




Terminale : .....

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure et 50 minutes. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 3 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 5 pages numérotées de 1 à 5, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases !*

- I. Etude d'un produit ménager
- II. Interférences
- III. Le tennis, c'est ... physique

Compétences				
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

Extraits du programme (B.O. 2019)	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Interférences de deux ondes lumineuses Conditions d'interférences constructives ou destructives Relation du pH, Réactions acido-basiques Constante d'acidité, Taux d'avancement Dosage pH-métrique, Equivalence Deuxième loi de Newton Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme	Prévoir les lieux d'interférences constructives et destructives Chemin optique, interférence  Établir et exploiter les équations horaires du mouvement. Établir l'équation de la trajectoire.

## Exercice 1 Etude d'un produit ménager

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

L'ammoniac,  $\text{NH}_3$ , est un gaz qui, dissous dans l'eau, donne une solution basique d'ammoniaque.

Des solutions d'ammoniaque sont vendues dans le commerce.

Ces solutions, après dilution, sont utilisées comme produit nettoyant et détachant.

On se propose d'étudier quelques propriétés de l'ammoniac dissous puis de déterminer sa concentration dans un de ces produits.

Données relatives à l'exercice :

Masse molaire de l'ammoniac :  $M = 17 \text{ g.mol}^{-1}$

Constante d'acidité du couple ion ammonium/ammoniac à  $25^\circ\text{C}$  :  $K_{A1} = 6,3 \times 10^{-10}$ ,

Constante d'acidité du couple  $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$  à  $25^\circ\text{C}$  :  $K_{A2} = 1,0 \times 10^{-14}$ .

### I- L'ammoniac

1/ L'ammoniac est une base en solution aqueuse.

1.1/ Donner la définition d'une base selon Brönsted.

1.2/ Ecrire l'équation de réaction entre l'ammoniac et l'eau.

1.3/ Exprimer et calculer la constante d'équilibre de cette réaction.

2/ On dissout dans un volume d'eau  $V$  égal à 250 ml une quantité de matière  $n$  d'ammoniac égale à  $2,5 \times 10^{-3}$  mol. Le pH de la solution S obtenue vaut 10,6.

2.1/ Calculer la concentration  $c$  en soluté ammoniac apporté.

2.2/ Calculer la concentration en ion oxonium,  $\text{H}_3\text{O}^+$ , dans la solution.

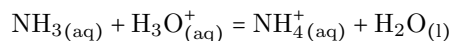
2.3/ En déduire la concentration en ion hydroxyde,  $\text{HO}^-$ , dans la solution.

2.4/ Montrer que le taux d'avancement final peut s'écrire  $\tau = \frac{[\text{HO}^-]_f}{c}$  puis le calculer. (On pourra utiliser un tableau descriptif de l'évolution du système).

3/ Que peut-on dire de la transformation ?

## II- Titrage acido-basique de la solution diluée

On réalise un titrage pH-métrique de  $V_1 = 20,0$  mL de solution diluée  $S_1$  par une solution d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ) de concentration  $c_A = 1,50 \times 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>. L'équation support du titrage est :



Pour obtenir l'équivalence il a fallu verser un volume  $V_{AE} = 14,3$  mL d'acide chlorhydrique. On note que le pH à l'équivalence vaut 5,7.

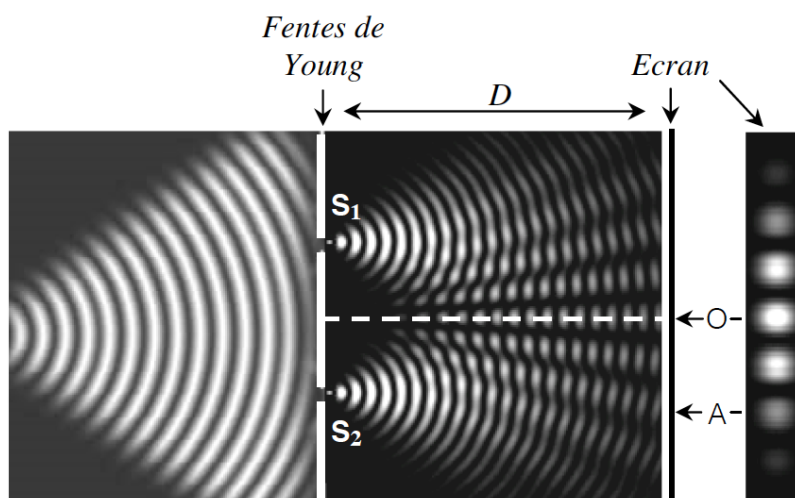
4/ Établir la relation à l'équivalence entre  $c_1$ ,  $c_A$ ,  $V_1$ ,  $V_{AE}$  où  $V_{AE}$  est le volume de solution acide versé à l'équivalence.

5/ En déduire  $c_1$ .

## Exercice 2 Interférences

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 438,7$  nm  $\pm$  0,2 nm pénètre dans un système de fentes de Young dont les fentes sont espacées d'une distance  $b = S_1S_2 = 0,200$  mm  $\pm$  0,005 mm. La droite en pointillés représente la médiatrice du segment  $[S_1S_2]$ .



1/ Le point O sur l'écran est-il sombre ou lumineux ? Justifier.

2/ À l'aide du schéma ci-contre, donner l'expression exacte de la valeur absolue de la différence de marche  $\delta$  au point A en fonction de  $\lambda$ .

3/ La mesure de l'interfrange dans de telles conditions donne  $i = 2,23$  mm  $\pm$  10  $\mu$ m. Calculer la distance  $D$  entre les fentes et l'écran et donner un encadrement de cette valeur.

4/ On mesure l'interfrange  $i$  pour plusieurs distances  $b$  entre les deux sources, la distance  $D$  entre les fentes et l'écran restant constante. Le résultat de ces mesures est donné dans le tableau ci-dessous :

$i$ (mm)	2,23	0,92	0,49	0,30	0,24	0,15
$b$ (mm)	0,200	0,500	1,00	1,50	2,00	3,00
$1/b$ (mm <sup>-1</sup> )						

4.1/ Compléter la dernière ligne du tableau.

4.2/ Tracer le graphe  $i = f(1/b)$ .

4.3/ Déterminer graphiquement l'équation de la fonction  $f$  qui lie  $i$  et  $1/b$ .

4.4/ En déduire la valeur de la distance  $D$  entre les fentes et l'écran.

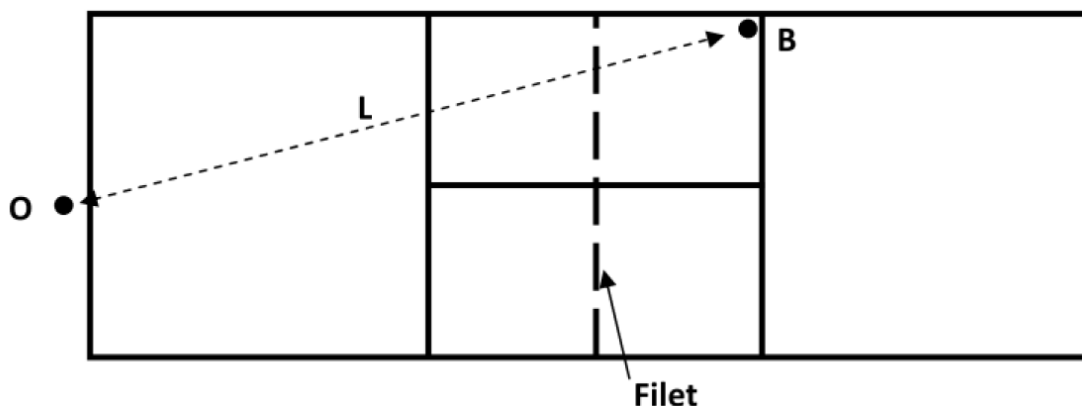
### Exercice 3 Le tennis, c'est ... physique

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Raisonner sur des notions connues, Calculer

Un terrain de tennis est un rectangle de longueur 23,8 m et de largeur 8,23 m. Il est séparé en deux dans le sens de la largeur par un filet dont la hauteur est  $h = 0,920$  m.

Lorsqu'un joueur effectue un service, il doit envoyer la balle dans une zone comprise entre le filet et une ligne située à 6,40 m du filet.

On étudie un service du joueur placé au point O.



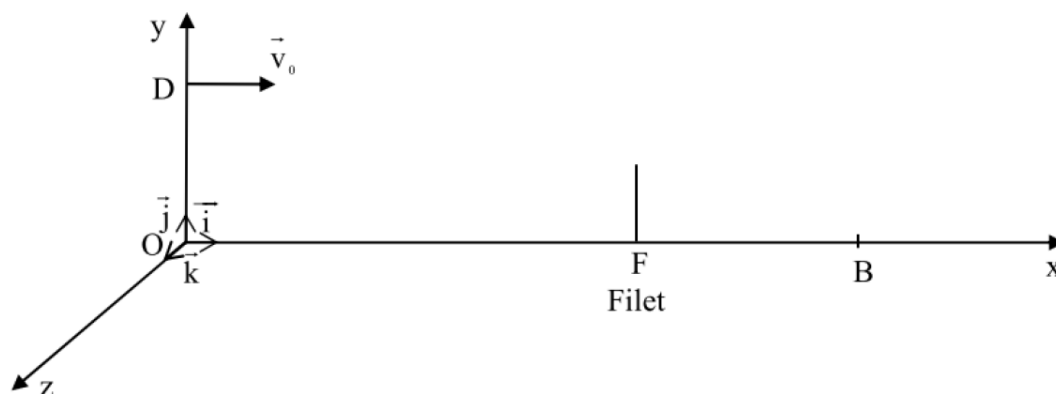
Ce joueur souhaite que la balle frappe le sol en B tel que  $OB = 18,7$  m.

Pour cela, il lance la balle verticalement et la frappe avec sa raquette en un point D situé sur la verticale de O à la hauteur  $H = 2,20$  m.

La balle part alors de D avec une vitesse de valeur  $v_0 = 126 \text{ km.h}^{-1}$ , horizontale comme le montre le schéma ci-dessous.

La balle de masse  $m = 58,0$  g sera considérée comme ponctuelle et on considérera que l'action de l'air est négligeable.

L'étude du mouvement sera faite dans le référentiel terrestre, galiléen, dans lequel on choisit un repère Oxyz, comme l'indique le schéma ci-dessous :



#### I- Equations horaires paramétriques et trajectoire

1/ Qu'implique la phrase « l'action de l'air est négligeable » pour le bilan des forces ?

2/ Établir l'expression du vecteur accélération de la balle au cours de son mouvement.

3/ Montrer que les équations horaires paramétriques du mouvement de la balle sont :

$$x(t) = v_0 t$$

$$y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + H$$

$$z(t) = 0$$

4/ Montrer que le mouvement de la balle a lieu dans un plan.

5/ Montrer que l'équation littérale de la trajectoire de la balle est

$$y(t) = -\frac{1}{2} \frac{g}{v_0^2} x^2 + H$$

## II- Qualité du service

6/ Sachant que la distance  $OF = 12,2$  m, la balle, supposée ponctuelle, passe-t-elle au-dessus du filet ?

7/ Montrer que le service sera considéré comme mauvais, c'est-à-dire que la balle frappera le sol en un point  $B'$  tel que  $OB'$  soit supérieur à  $OB$ .

8/ En réalité, la balle tombe en B. Quel est le paramètre, non pris en compte dans ce problème, qui peut expliquer cette différence ?

————— Fin —————

# DST : Physique-Chimie



NOM : .....

PRENOM : .....

Terminale : .....

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure et 50 minutes. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 3 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 4 pages numérotées de 1 à 4, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases !*

- I. Lunette astronomique
- II. Constitution et étude d'une pile
- III. Hydrolyse du 2-bromo-2-méthylpropane



Compétences		😊	😐	😞
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

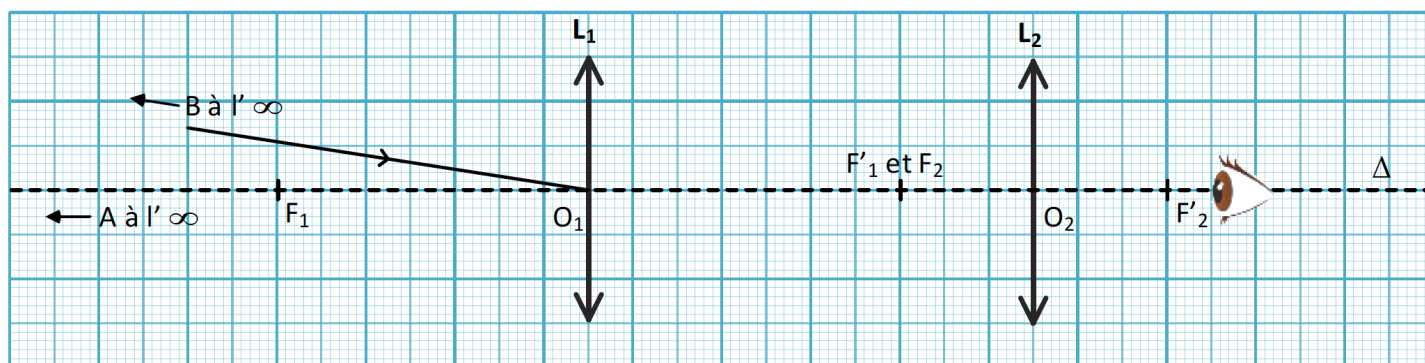
## Extraits du programme (B.O. 2019)

Notions et contenus	Compétences exigibles
Lunette astronomique	Représenter le schéma d'une lunette afocale
Grossissement	Etablir l'expression du grossissement d'une lunette afocale
Pile, demi-piles, pont salin	
Fonctionnement d'une pile	Modéliser et schématiser une pile
Réactions électrochimiques aux électrodes	
Usure, capacité d'une pile	Calculer la capacité d'une pile à partir de sa constitution initiale
Facteurs cinétiques	Citer les facteurs à partir des données expérimentales
Vitesse volumique de réaction	
Temps de demi-réaction	
Loi de vitesse d'ordre 1	Identifier une loi de vitesse d'ordre 1 à partir des données expérimentales

**Exercice 1** Lunette astronomique

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

La Lune est le satellite naturel de la Terre. Depuis le sol terrestre, on peut même deviner les cratères présents à sa surface. Grâce à une lunette astronomique afocale possédant un objectif  $L_1$  de 900 mm de distance focale et un oculaire  $L_2$  de 10 mm de distance focale, le sol lunaire peut être observé en détails. Le schéma ci-dessous n'est pas à l'échelle.



1/ Pourquoi dit-on que cette lunette astronomique est afocale ?

2/ Compléter le schéma pour faire apparaître l'image intermédiaire  $A_1B_1$  de la Lune  $AB$  par l'objectif et l'image définitive  $A'B'$  à travers l'oculaire. Indiquer les angles  $\theta$  et  $\theta'$  ( $\theta'$  est l'angle sous lequel l'image de la Lune est vue à travers la lunette).

3/ Établir l'expression du grossissement  $G$  de la lunette afocale en fonction des distances focales de l'objectif et de l'oculaire. Calculer sa valeur.

## Exercice 2 Constitution et étude d'une pile

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

### Données :

Couples oxydant / réducteur :  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  et  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$

Constante de Faraday :  $F = N_A \cdot e = 96,5 \cdot 10^3 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

Masses molaires du cuivre et de l'argent :  $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M(\text{Ag}) = 107,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

On dispose du matériel suivant :

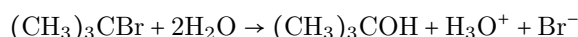
- un petit bécher contenant un volume  $V_1 = 20 \text{ mL}$  de solution de nitrate d'argent de concentration  $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,
- un petit bécher contenant un volume  $V_2 = 20 \text{ mL}$  de solution de nitrate de cuivre de concentration  $C_2 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,
- un fil de cuivre, de masse  $m = 1,0 \text{ g}$  et un fil d'argent de même masse, bien décapés et équipés d'un dispositif de connexion électrique,
- un pont salin contenant une solution ionique saturée de nitrate de potassium.

- 1/ Faire un schéma légendé de la pile qu'il est possible de constituer à partir du matériel disponible.
- 2/ Un ampèremètre en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R = 100 \Omega$  est placé entre les bornes de la pile. Le conducteur ohmique est parcouru par un courant de très faible intensité dans le sens de l'électrode d'argent vers celle de cuivre.
  - 2.1/ En déduire le sens de circulation des électrons dans le conducteur ohmique.
  - 2.2/ Interpréter alors le fonctionnement de la pile en écrivant les deux demi-équations aux électrodes.
  - 2.3/ Quel(s) rôle(s) joue(nt) le pont salin ? Indiquer sur votre schéma le mouvement des porteurs de charge dans le pont.
- 3/ On laisse fonctionner le système pendant une durée suffisamment longue pour que la pile ne débite plus.
  - 3.1/ Construire le tableau d'avancement de la transformation considérée totale.
  - 3.2/ Quel est le réactif limitant ?
  - 3.3/ Quelle est la concentration en ion cuivre (II)  $\text{Cu}^{2+}$  en fin de réaction ?
  - 3.4/ Déterminer la quantité d'électricité qui a traversé la résistance depuis l'instant où la pile a commencé à débiter jusqu'à l'instant où la pile s'arrête de fonctionner.
  - 3.5/ Cette pile débite un courant de 200 mA. Combien de temps a-t-elle fonctionné ?

## Exercice 3 Hydrolyse du 2-bromo-2-méthylpropane

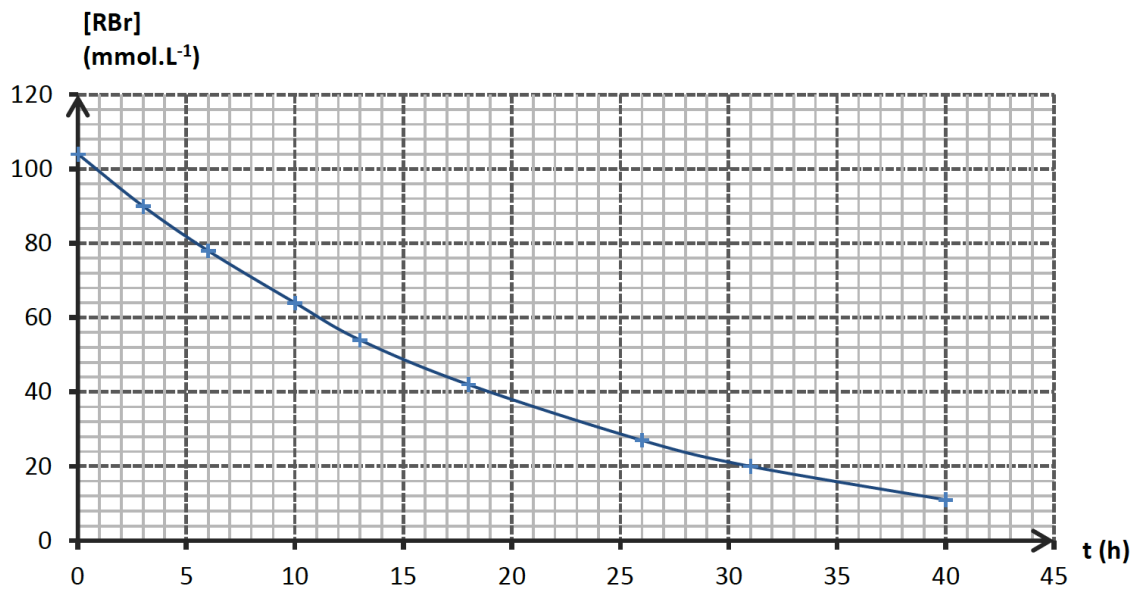
**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

L'hydrolyse d'une molécule est une réaction entre l'eau et cette molécule. On étudie la réaction entre l'eau et le 2-bromo-2-méthylpropane en solution à  $20^\circ\text{C}$  dans un mélange eau-acétone :

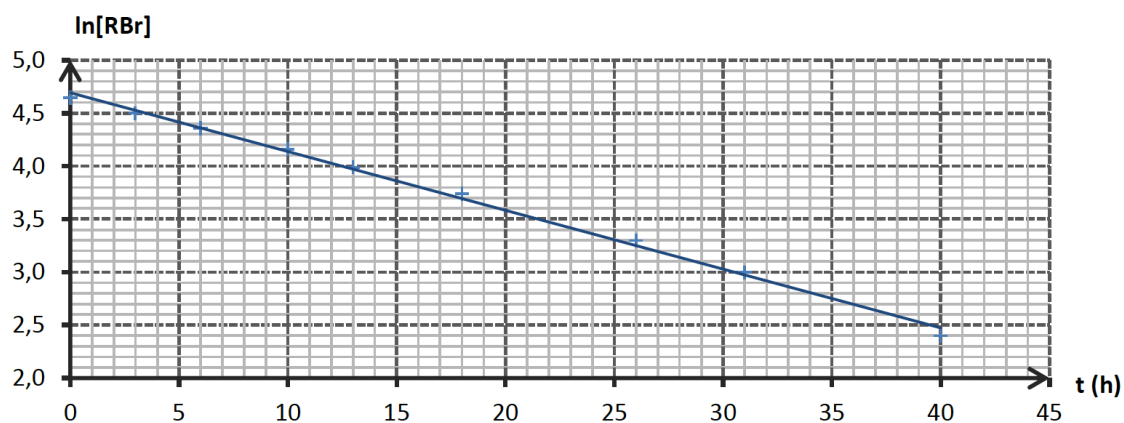


Le 2-bromo-2-méthylpropane est noté ici RBr. On prélève une petite quantité du mélange réactionnel à différentes dates  $t$ , on réalise une trempe et on dose le RBr. On en déduit le tableau suivant.

<b>t (h)</b>	0	3	6	10	13	18	26	31	40
<b>[RBr] (mmol.L<sup>-1</sup>)</b>	104	90	78	64	54	42	27	21	11



- 1/ Déterminer la vitesse volumique de disparition de RBr à  $t = 0$  h puis à  $t = 15$  h. Comparer ces deux vitesses. Quel est le facteur cinétique ainsi mis en évidence ?
- 2/ Déterminer le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ .
- 3/ On fait l'hypothèse d'une réaction d'ordre 1 par rapport à RBr. Exprimer la vitesse en fonction de la constante de vitesse  $k$  et de la concentration  $[RBr]$ .
- 4/ En déduire l'équation différentielle vérifiée par  $[RBr]$ .
- 5/ Quelle est la solution de cette équation différentielle ?
- 6/ Le tracé de  $\ln([RBr])$  en fonction de  $t$  est donné ci-dessous. En déduire que la réaction est bien d'ordre 1 en justifiant votre réponse.
- 7/ Calculer la constante de vitesse  $k$  en  $\text{h}^{-1}$ .
- 8/ Retrouver la valeur de  $t_{1/2}$  à partir de la valeur de la constante de vitesse. Démontrer la relation utilisée.



— Fin —

# DST : Physique-Chimie



NOM : .....

PRENOM : .....

Terminale : .....

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure et 50 minutes. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 3 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 5 pages numérotées de 1 à 5, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases !*

- I. Circuit RC soumis à un échelon de tension
- II. Diagnostic de performance énergétique (DPE) de la maison
- II. Traitement électrolytique des objets ferreux

Compétences		😊	😐	😞
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

## Extraits du programme (B.O. 2019)

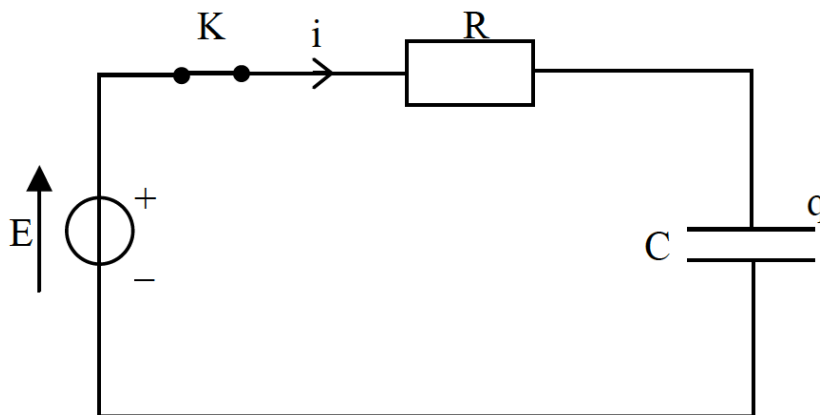
Notions et contenus	Compétences exigibles
Modèle du circuit RC série, temps caractéristique.	Établir et résoudre l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes d'un condensateur dans le cas de sa charge par une source idéale de tension et dans le cas de sa décharge
Modes de transfert thermique Flux thermique. Résistance thermique.	Exploiter la relation entre flux thermique, résistance thermique et écart de température, l'expression de la résistance thermique étant donnée.
Passage forcé du courant pour réaliser une transformation chimique Constitution et fonctionnement d'un électrolyseur	Modéliser et schématiser les transferts d'électrons résistance thermique étant donnée. Déterminer les variations de quantité de matière à partir de la durée de l'électrolyse et de la valeur de l'intensité du courant

**Exercice 1** Circuit RC soumis à un échelon de tension

**Compétences** : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Le montage du circuit électrique schématisé ci-dessous comporte :

- un générateur idéal de tension de force électromotrice  $E = 12,0 \text{ V}$  ;
- un conducteur ohmique de résistance  $R$  inconnue ;
- un condensateur de capacité  $C = 120 \mu\text{F}$  ;
- un interrupteur  $K$ .



Le condensateur est initialement déchargé. À la date  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$ .

Sur le schéma du circuit, une flèche représente le sens de circulation du courant d'intensité  $i$  dans le circuit. Ce sens sera considéré comme le sens positif. Par ailleurs, on note  $q$  la charge de l'armature du condensateur qui se chargera positivement.

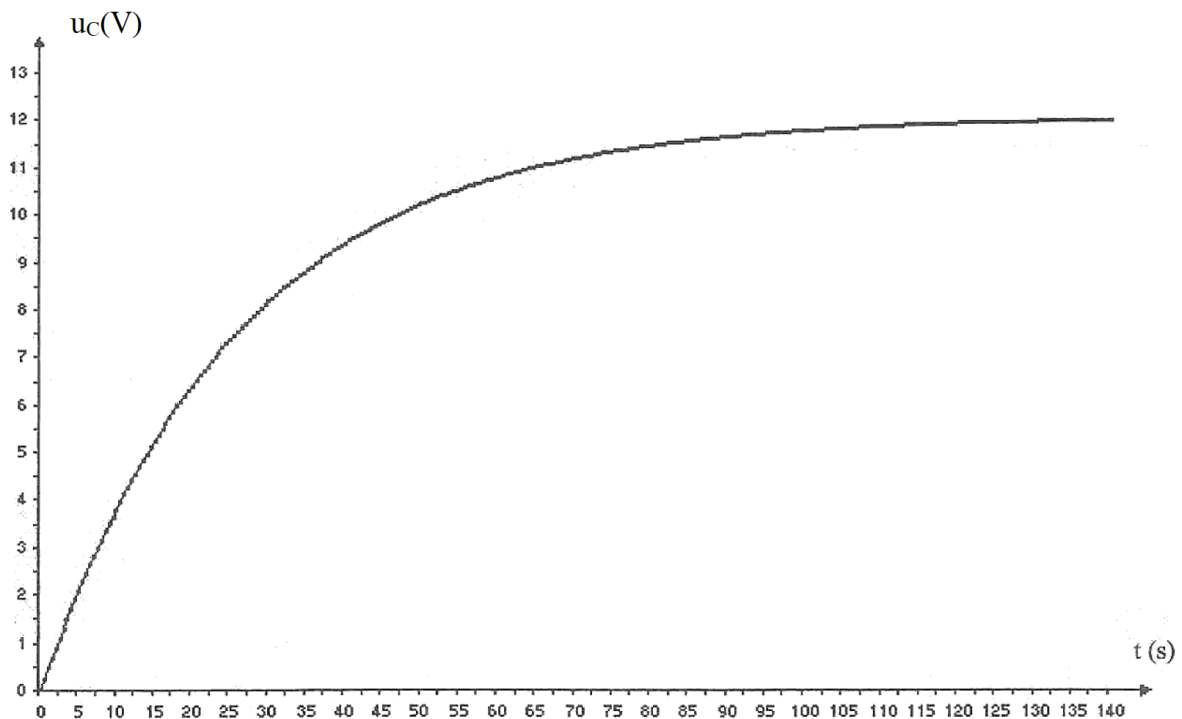
1/ En utilisant la convention récepteur, représenter par des flèches sur le schéma les tensions  $u_C$  aux bornes du condensateur et  $u_R$  aux bornes du conducteur ohmique.

2/ Donner l'expression de  $u_R$  en fonction de  $i$ .

- 3/ Donner l'expression de  $i$  en fonction de la charge  $q$  du condensateur.
- 4/ Donner la relation liant  $q$  et  $u_C$ .
- 5/ En déduire l'expression de  $i$  en fonction de la capacité  $C$  et de la tension  $u_C$ .
- 6/ En appliquant la loi des mailles, établir une relation entre  $E$ ,  $u_R$  et  $u_C$ .
- 7/ Établir l'équation différentielle à laquelle obéit  $u_C$ .
- 8/ Résoudre cette équation différentielle en temps compte de la condition initiale  $u_C(t = 0) = 0$  V.
- 9/ On s'intéresse à la constante de temps du dipôle RC :  $\tau = RC$ .

9.1/ Par une analyse dimensionnelle, vérifier que le produit  $\tau = RC$  est bien homogène à une durée.

9.2/ A l'aide de la courbe  $u_C = f(t)$  donnée, déterminer graphiquement la valeur de  $\tau$  par la méthode de votre choix. La construction qui permet la détermination de  $\tau$  doit figurer sur la courbe  $u_C = f(t)$ .



9.3/ En déduire la valeur de la résistance  $R$ . Cette valeur sera donnée avec deux chiffres significatifs.

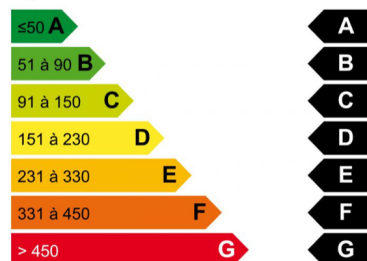
## Exercice 2 Diagnostic de performance énergétique (DPE) de la maison

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Obligatoire depuis l'année 2006 lors de la vente d'un logement et depuis 2007 lors de la location d'un logement, le diagnostic de performance énergétique renseigne sur la performance énergétique d'un logement ou d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie totale annuelle (chauffage, eau chaude, électroménager). La lecture du DPE est facilitée par une étiquette énergie comportant 7 classes de A à G (A correspondant à la meilleure performance, G à la plus mauvaise).

### Consommations énergétiques

Logement économe



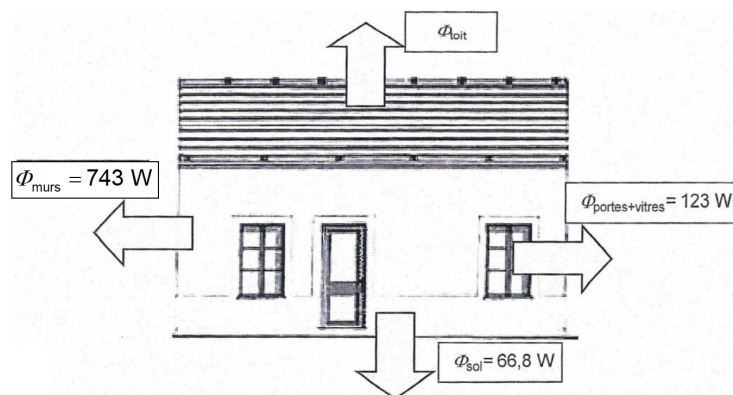
Logement énergivore

**Unité :** kWh/an et par m<sup>2</sup>

Le couple souhaite connaître le DPE d'une maison sans étage de **surface habitable**  $S = 100 \text{ m}^2$ . La maison est construite dans une région où la température de l'air extérieur durant la période de chauffage vaut en moyenne  $T_e = 4,0^\circ\text{C}$ . Pendant la période de chauffage, l'intérieur de la maison est maintenu à une température constante  $T_i = 19^\circ\text{C}$  grâce au système de chauffage. On estime la **durée annuelle de chauffage** à  $\Delta t = 120$  jours.

### Caractéristiques thermiques de la maison

	Surface (m <sup>2</sup> )	Matériau	Épaisseur e (mm)	Conductivité thermique $\lambda$ (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )	Résistance thermique $R_{th}$ (K.W <sup>-1</sup> )
Toiture	115	Laine de chanvre	100	0,042	$R_{th}(\text{toit})$
		Terre cuite (tuile)	40	0,60	
Murs	91	Plâtre	13	0,46	0,020
		Polystyrène	50	0,036	
		Brique pleine	210	0,50	



**Valeurs des flux thermiques moyens lorsque  $T_e = 4,0^\circ\text{C}$  et  $T_i = 19^\circ\text{C}$**

- 1/ Quels sont les trois modes de transfert thermiques possibles ? Donner leurs caractéristiques.
- 2/ Calculer la résistance thermique de la toiture notée  $R_{th}(\text{toit})$  et en déduire que le flux thermique moyen à travers le toit en hiver est égal à  $\Phi_{\text{toit}} = 7,1 \times 10^2 \text{ W}$ .
- 3/ Afin de conserver une température constante dans la maison, la puissance moyenne du système de chauffage doit être égale au flux thermique moyen sortant de la maison. En estimant que le chauffage représente 60 % de la consommation d'énergie annuelle, déterminer la classe énergétique de cette maison. Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

### Exercice 3 Traitement électrolytique des objets ferreux

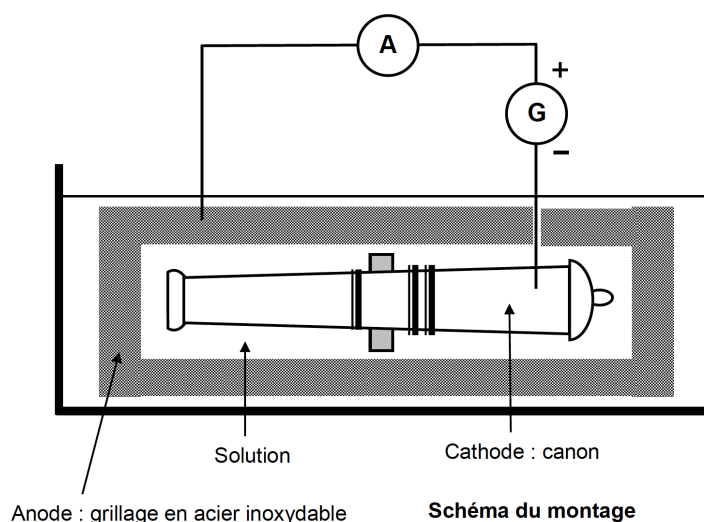
**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Charlotte et Guillaume visitent avec leur professeur de sciences physiques l'atelier de conservation-restauration Arc-antique qui est une structure scientifique et technique ayant pour vocation la restauration et la conservation des objets archéologiques. Le laboratoire Arc-antique s'est spécialisé dans les travaux de restauration d'objets issus de fouilles sous-marines.

À la suite de cette visite, les deux élèves décident, à travers l'atelier scientifique auquel ils participent, de mieux comprendre les phénomènes de corrosion et les techniques de restauration qui leur ont été présentées.

Lors de leur visite au laboratoire, on explique à nos deux élèves qu'après des siècles d'immersion, les objets se recouvrent de concrétions marines protectrices, que l'on appelle « gangue ». Le laboratoire est justement en train de traiter des canons. Pour enlever cette gangue, on réalise une électrolyse. On plonge le canon qui sert de cathode dans un grand bain d'eau. On observe alors à sa surface un dégagement de dihydrogène qui comprime la gangue, la rendant pâteuse et fragile.

L'opération dure 700 h avec un courant électrique constant de 7,50 A.



- 1/ La réaction se produisant à la surface du canon est-elle une oxydation ou une réduction ? Justifier
- 2/ Écrire l'équation de la réaction ayant lieu à l'anode sachant que le couple intervenant est  $\text{Cl}_2(\text{g})/\text{Cl}_{(\text{aq})}^-$ .
- 3/ La réaction ayant lieu à la cathode est :  $2\text{H}_{(\text{aq})}^+ + 2e^- = \text{H}_{2(\text{g})}$

3.1/ En vous aidant éventuellement d'un tableau d'avancement, établir une relation entre la quantité de matière  $n(\text{H}_2)$  de dihydrogène dégagé et la quantité d'électrons échangés  $n(e^-)$ .

3.2/ Quelle relation existe-t-il entre la valeur absolue de la charge électrique totale  $Q$ , l'intensité du courant  $I$  et la durée de l'électrolyse  $\Delta t$  ?

3.3/ Quelle relation existe-t-il entre la valeur absolue de la charge électrique totale et  $Q$ ,  $n(e^-)$  et  $\mathcal{F}$  ?

3.4/ En déduire une relation entre  $n(\text{H}_2)$ ,  $I$ ,  $\Delta t$  et  $\mathcal{F}$ .

3.5/ Calculer la quantité de matière  $n(\text{H}_2)$  produite durant le dégagement.

3.6/ À quel volume de  $\text{H}_2$  cette quantité de matière correspond-elle ?

**Données :** Constante de Faraday :  $\mathcal{F} = 96500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ , volume molaire  $V_m = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

— Fin —



# DST : Physique-Chimie



NOM : .....

PRENOM : .....

Terminale : .....

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure et 50 minutes. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 3 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 4 pages numérotées de 1 à 4, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases !*

- I. Débit volumique dans une conduite d'eau
- II. A la découverte d'un minerai radioactif
- II. Refroidissement d'une bille

Compétences		😊	😐	☹️
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

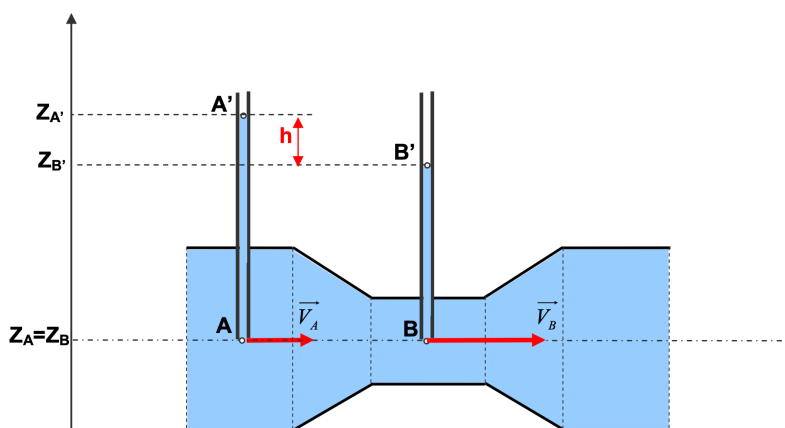
Extraits du programme (B.O. 2019)	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Débit volumique d'un fluide incompressible	Exploiter la conservation du débit volumique pour déterminer la vitesse d'un fluide
Relation de Bernoulli	Exploiter la relation de Bernoulli pour étudier l'écoulement d'un fluide
Radioactivité $\alpha$ et $\beta$ . Lois de conservation	Utiliser les lois de conservation
Evolution temporelle de la population de noyaux radioactifs	Etablir l'expression de l'évolution temporelle de la population des noyaux radioactifs
Constante radioactive. Temps de demi-vie. Activité	
Loi phénoménologique de Newton. Modélisation de l'évolution de la température d'un système au contact d'un thermostat	Effectuer un bilan d'énergie pour un système incompressible échangeant de l'énergie thermique modélisée par la loi de Newton. Etablir l'expression de la température en fonction du temps

## Exercice 1 Débit volumique dans une conduite d'eau

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Une conduite de section principale  $S_A$  et de diamètre  $d$  subit un étranglement en B où sa section est  $S_B$ . On désigne par  $\alpha = \frac{S_A}{S_B}$  le rapport des sections. Un fluide parfait incompressible de masse volumique  $\rho$ , s'écoule à l'intérieur de cette conduite.

Deux tubes plongent dans la conduite ayant des extrémités respectivement A et B. Par lecture directe de la dénivellation  $h$ , les deux tubes permettent de mesurer le débit volumique  $Q_v$  qui traverse la conduite.



- 1/ Ecrire l'équation de conservation du débit volumique. En déduire l'expression de la vitesse  $V_B$  en fonction de  $V_A$  et  $\alpha$ .
- 2/ Ecrire la relation de Bernoulli entre les points A et B. En déduire l'expression de la différence de pression ( $P_A - P_B$ ) en fonction de  $\rho$ ,  $V_A$  et  $\alpha$ .
- 3/ Ecrire la relation fondamentale de l'hydrostatique entre les points A et A'.
- 4/ Ecrire la relation fondamentale de l'hydrostatique entre les points B et B'.
- 5/ En déduire l'expression de la vitesse d'écoulement  $V_A$  en fonction de  $g$ ,  $h$ , et  $\alpha$ .

6/ Donner l'expression du débit volumique  $Q_V$  en fonction de  $d$ ,  $g$ ,  $h$ , et  $\alpha$ .

Faire une application numérique pour :

- un diamètre de la section principale  $d = 50$  mm,
- un rapport de section  $\alpha = 2$ ,
- une accélération de pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ ,
- une dénivellation  $h = 10$  mm.

## Exercice 2 A la découverte d'un minéral radioactif

**Compétences** : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Raisonner sur des notions connues, Calculer

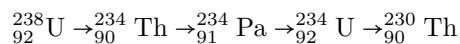
1/ Qu'appelle-t-on noyau radioactif ?

2/ L'uranium présent dans l'Autunite comprend 3 isotopes naturels :  $^{238}\text{U}$ , présent en écrasante majorité,  $^{235}\text{U}$  et  $^{234}\text{U}$ .

2.1/ Rappeler la définition de noyaux isotopes.

2.2/ Comparer la composition des noyaux des atomes d'uranium 235 et 238.

3/ Voici une petite partie de la chaîne de désintégration de l'uranium 238 :



3.1/ Rappeler les lois de conservation dites lois de Soddy, intervenant lors des désintégrations successives.

3.2/ Écrire l'équation de cette désintégration du noyau d'uranium 238 en thorium 234.

3.3/ Quel est le type de radioactivité correspond à cette désintégration ?

3.4/ Le thorium 234 se désintègre lui-même en protactinium  $^{234}\text{Pa}$ . Écrire l'équation de cette deuxième réaction de désintégration. Quelle particule est alors émise ?

4/ L'uranium  $^{238}\text{U}$  présente un temps de demi-vie de  $4,5 \times 10^9$  années.

4.1/ Rappeler la définition du temps de demi-vie noté  $t_{1/2}$ .

4.2/ En utilisant la loi de décroissance radioactive  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ , retrouver la relation entre le temps de demi-vie et la constante radioactive  $\lambda$ .

4.3/ En déduire la valeur de la constante de désintégration radioactive  $\lambda$  en  $\text{an}^{-1}$ , puis en  $\text{s}^{-1}$ .

5/ L'activité  $A_0$  d'une pierre d'Autunite de masse voisine de 100 g, n'est pas négligeable ; elle est voisine de 9000 Bq.

5.1/ Rappeler la définition de l'activité d'une espèce radioactive.

5.2/ Que représente un becquerel (Bq) ?

5.3/ On rappelle que l'activité  $A(t)$  à la date  $t$  et le nombre de noyaux  $N(t)$  présents au même instant sont liés par la relation :  $A(t) = \lambda \cdot N(t)$ .

Calculer le nombre de noyaux  $N_0$  d'uranium présents dans cette pierre à la date  $t = 0$  s et montrer que son ordre de grandeur est de  $10^{21}$ .

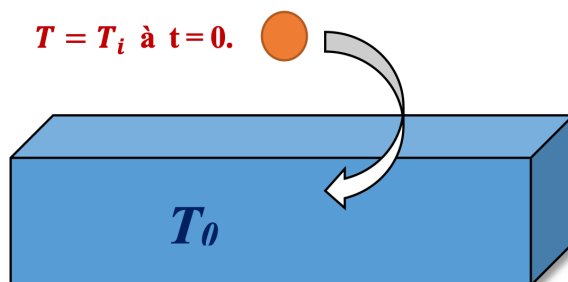
5.4/ L'activité  $A(t)$  de l'échantillon suit la loi de décroissance radioactive :  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$  avec  $A(t)$  l'activité de l'échantillon à la date  $t$  et  $A_0$  l'activité initiale qui vaut 9000 Bq. Que vaut l'activité de la pierre au bout de 10 ans ?

### Exercice 3 Refroidissement d'une bille

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Une bille métallique de masse  $m = 0,5 \text{ kg}$ , de surface  $S = 7,85 \times 10^{-3} \text{ m}^2$  et de capacité thermique massique  $C = 0,46 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , initialement à la température  $T_i = 550 \text{ °C}$  est immergée brutalement dans un bain contenant un fluide à une température  $T_0 = 80 \text{ °C}$  maintenue constante.

Le coefficient de convection  $h$  entre le fluide et la bille est de  $10 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .



- 1/ Rappeler la définition générale du flux thermique  $\Phi$ . Donner une expression différentielle reliant la quantité de chaleur échangée  $\delta Q$  et le flux thermique  $\Phi$  pour une variation infinitésimale de temps  $dt$ .
- 2/ Pour un système incompressible, exprimer la quantité de chaleur échangée  $\delta Q$  en fonction de la masse de la bille  $m$ , de la capacité thermique massique  $C$  et d'une variation infinitésimale de température  $dT$
- 3/ Dans le cas d'un transfert thermique par convection, quelle expression peut-on prendre pour le flux thermique  $\Phi$  ?
- 4/ Faire un bilan thermique, montrer que l'équation différentielle régissant le phénomène est de la forme

$$\frac{dT}{dt} = \frac{T(t) - T_0}{\tau}$$

- 5/ Donner l'expression du temps caractéristique  $\tau$  en fonction des paramètres du problème et calculer sa valeur.
- 6/ En tenant compte des conditions initiales, montrer que la solution de cette équation est

$$T(t) = T_0 + (T_i - T_0)e^{-t/\tau}$$

- 7/ Montrer que l'on peut écrire cette solution sous la forme

$$\theta(t) = \frac{T(t) - T_0}{T_i - T_0} = e^{-t/\tau}$$

- 8/ Tracer l'allure de  $\theta(t)$  en fonction du temps.
- 9/ Au bout de combien de temps, la bille atteint-elle la température de  $100 \text{ °C}$  ?

———— Fin ————

# DST : Physique-Chimie



NOM : .....

PRENOM : .....




Terminale : .....

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure et 50 minutes. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 3 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 5 pages numérotées de 1 à 5, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases !*

- I. Débit volumique dans une conduite d'eau
- II. Synthèse de l'acétate d'éthyle
- III. Cyclotron

Compétences				
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

Extraits du programme (B.O. 2019)	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Effet photoélectrique	Interpréter qualitativement l'effet photoélectrique à l'aide du modèle particulaire de la lumière Etablir, par bilan d'énergie, la relation entre l'énergie cinétique des électrons et la fréquence
Travail d'extraction	
Mécanisme réactionnel. Flèche courbe Intermédiaire réactionnel	
Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme	Ecrire l'équation de la trajectoire

## Exercice 1 Effet photoélectrique

Soient  $W_0$  l'énergie minimale nécessaire pour extraire un électron de la surface d'un métal qui couvre la cathode d'une cellule photoélectrique et  $\nu_0$  la fréquence seuil de ce métal.

1/ Définir la fréquence seuil  $\nu_0$ .

2/ Écrire la relation entre  $W_0$  et  $\nu_0$ .

3/ Pour déterminer  $W_0$  et par suite la nature du métal, on éclaire successivement la cathode de la cellule photoélectrique et à chaque fois séparément avec des radiations de différentes fréquences et on détermine l'énergie cinétique maximale ( $E_{cmax}$ ) des photoélectrons émis pour chaque radiation de fréquence  $\nu$ . On obtient les résultats regroupés dans le tableau 1.

Tableau 1				
$\nu$ ( $\times 10^{14}$ Hz)	5,5	6,2	6,9	7,5
$E_{cmax}$ (eV)	0,20	0,49	0,79	1,03

3.1/ Tracer le graphique représentant les variations de  $E_{cmax}$  en fonction de  $\nu$ .

Echelle : En abscisse : 1 cm =  $10^{14}$  Hz et en ordonnée : 1 cm = 0,20 eV.

3.2/ Le graphique obtenu est conforme à la relation d'Einstein concernant l'effet photoélectrique. Justifier.

3.3/ Nommer la constante physique que représente la pente du graphique.

3.4/ En utilisant le graphique, déterminer la valeur de cette constante physique et la fréquence seuil  $\nu_0$ .

3.5/ Déduire la valeur de  $W_0$ .

3.6/ En se référant au tableau 2, indiquer la nature du métal utilisé.

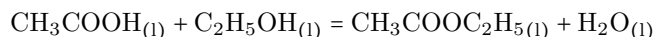
Tableau 2			
metal	cesium	sodium	potassium
$W_0$ (eV)	2,07	2,28	2,30

## Exercice 2 Synthèse de l'acétate d'éthyle

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

L'acétate d'éthyle est un liquide utilisé comme solvant pour les vernis à ongles et certaines colles, en raison de sa faible nocivité et de sa volatilité importante, il est aussi utilisé dans l'industrie agroalimentaire dans certains arômes fruités.

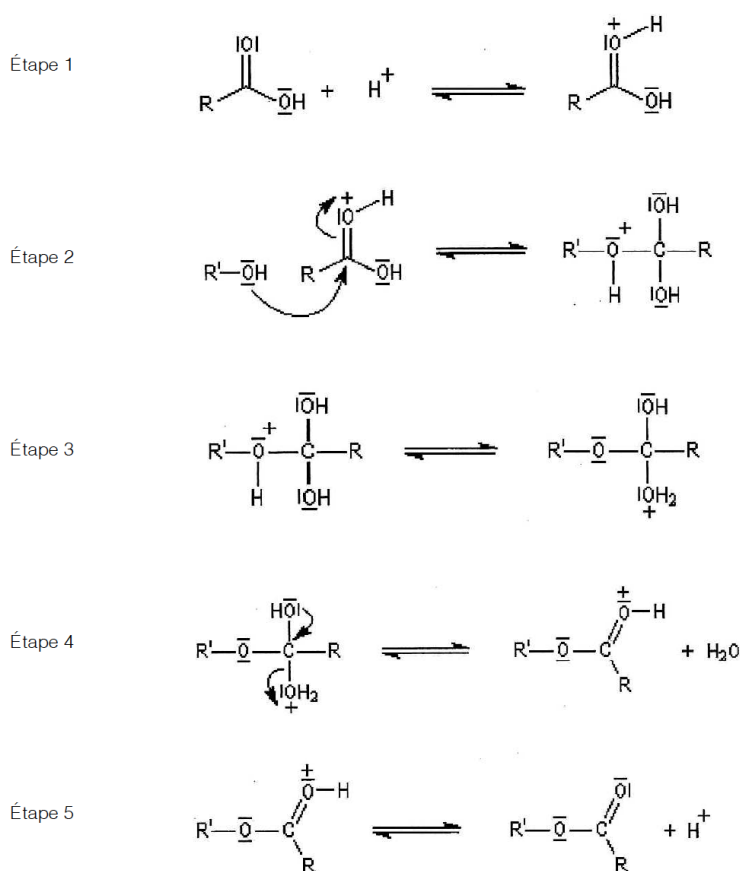
1/ La réaction de synthèse de l'acétate d'éthyle est modélisée par la réaction d'équation :



1.1/ Identifier, en justifiant votre réponse, les fonctions chimiques des molécules organiques intervenant dans la réaction de synthèse.

1.2/ Quel est le nom de l'acétate d'éthyle en nomenclature officielle ?

2/ Le mécanisme réactionnel modélisant la réaction de synthèse de l'acétate d'éthyle à partir de l'acide acétique et l'éthanol comporte cinq étapes représentées ici.



2.1/ Quels groupes d'atomes correspondent respectivement aux lettres R et R' ?

2.2/ Placer les flèches courbes pour les étapes 1 et 3.

2.3/ Donner la catégorie des réactions des étapes 2 et 4, dans le sens direct.

2.4/ D'après le mécanisme proposé, quel est le rôle joué par  $\text{H}^+$  dans la synthèse de l'acétate d'éthyle ? Commenter.

### Exercice 3 Cyclotron

Nous avons vu en cours le principe de fonctionnement des accélérateurs linéaires de particules. Cet exercice a pour objectif de vous faire étudier le principe du cyclotron, qui est un autre type d'accélérateur de particules.

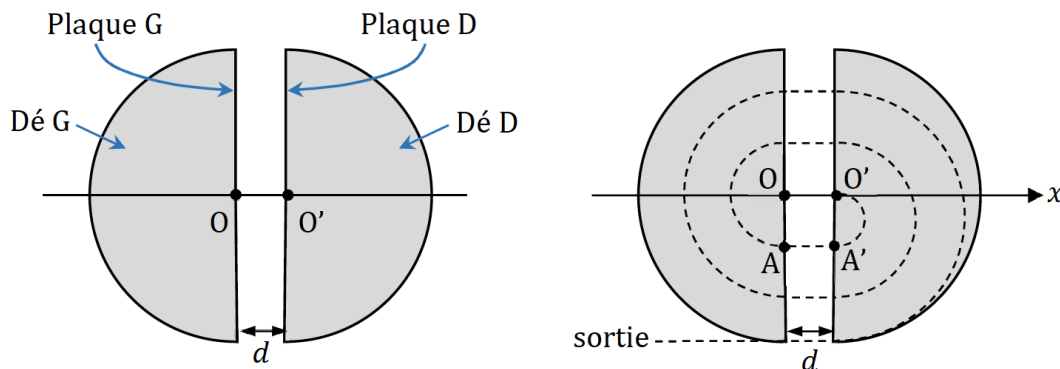


Schéma de principe d'un cyclotron et trajectoire d'un proton

Un cyclotron est un appareil constitué de deux demi-cylindres creux appelés dés. Entre les plaques G et D règne un champ électrique  $\vec{E}$  uniforme perpendiculaire aux plaques, d'intensité :

$$E = \frac{U}{d}$$

$U$  : la tension entre les plaques (30,0 kV)

$d$  : la distance entre les plaques (2,0 mm)

Dans les dés, la particule chargée est soumise à un champ magnétique d'intensité  $B = 1,6$  T dont le rôle est de lui communiquer un mouvement circulaire uniforme.

Un proton est placé sans vitesse initiale au point O à  $t = 0$ . Il est accéléré par le champ électrique jusqu'au point O'. Dans le dé D, il a un mouvement circulaire uniforme qui l'amène au point A'. Le sens du champ électrique est alors inversé. Le proton subit une nouvelle accélération jusqu'au point A. Le processus d'accélération et de demi-tours successifs se répètent un grand nombre de fois jusqu'à ce que le proton sorte de l'accélérateur après une dizaine de microsecondes.

#### Données :

Masse du proton :  $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$  kg

Charge électrique du proton :  $e = 1,60 \times 10^{-19}$  C

Valeur de l'électron-volt :  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19}$  J

#### 1/ Accélération du proton

1.1/ Montrer que le poids du proton est négligeable devant la force électrique  $\vec{F}$  qu'il subit.

1.2/ Indiquer la direction et le sens de  $\vec{F}$  et  $\vec{E}$ .

1.3/ Établir l'expression de l'accélération  $\vec{a}$  entre O et O'.

1.4/ Montrer que l'abscisse  $x$  du proton sur son trajet OO' est donnée par la relation :

$$x(t) = \frac{eU}{2m_p d} t^2$$

1.5/ En déduire la durée  $\Delta t_1$  mise par le proton pour aller de O à O'.

#### 2/ Mouvement du proton dans les dés

2.1/ Entre O' et A', le proton a un mouvement circulaire uniforme. En déduire la relation entre sa vitesse  $v$ , le rayon  $R$



de la trajectoire et la durée  $\Delta t_2$  de ce demi-tour.

**2.2/** Le rayon  $R$  de la trajectoire d'un proton dans un dé est donnée par la relation :

$$R_p = \frac{m_p V}{eB}$$

En déduire que la durée  $\Delta t_2$  peut s'exprimer sous la forme :

$$\Delta t_2 = \frac{\pi m_p}{eB}$$

**2.3/** Que peut-on dire de la durée des demi-tours suivants?

———— Fin ————