

DST : Physique-Chimie



NOM :

PRENOM :

Terminale :

DUREE DE L'EPREUVE : **3 heures** — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 4 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 6 pages numérotées de 1 à 6, 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. Les couleurs des hortensias
- II. Titration de l'acide ascorbique
- III. L'uréase dans le milieu stomacale
- IV. Spectres infrarouges

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 Dosage par titrage pH-métrique Dosage par titrage conductimétrique	Associer K_a aux réactions correspondantes Justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe Exploiter un titrage pour déterminer une concentration

Exercice 1 Les couleurs des hortensias

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

Les couleurs rouge, mauve, violette et bleue des hortensias sont dues à la présence d'anthocyanes dans les pétales.



La couleur violette est due à une molécule que l'on notera AH par la suite. La molécule A^- est bleue et la molécule AH_2^+ est rouge. La molécule AH appartient à deux couples acido-base :

AH_2^+/AH de $pK_{A1} = 4,3$ et AH/A^- de $pK_{A2} = 7,0$

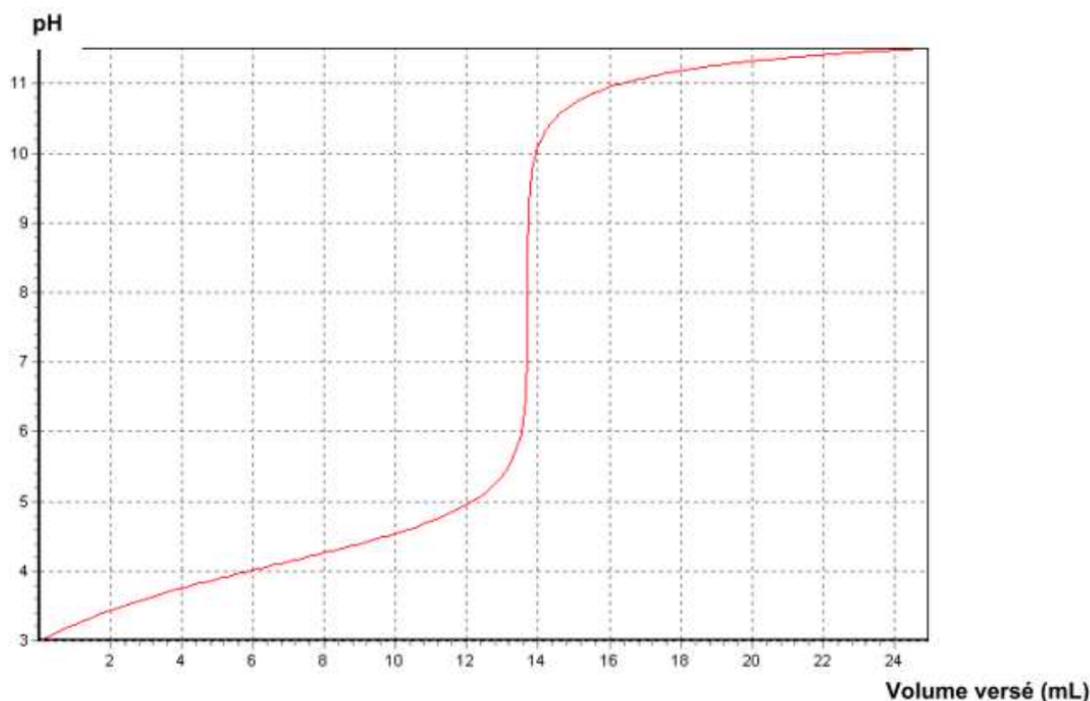
- 1/ Ecrire les équations des réactions des acides AH_2^+ et AH avec l'eau.
- 2/ Ecrire le diagramme de prédominance correspondant.
- 3/ Identifier l'acide le plus fort parmi ces trois dans l'eau.
- 4/ Calculer la constante d'acidité K_{A2} du couple AH/A^- .
- 5/ Une solution S contenant l'espèce AH à un pH égal 10,0. Exprimer puis calculer la valeur du rapport $\frac{[A^-]}{[AH]}$
- 6/ En déduire la couleur de la solution S.
- 7/ Le pH dans les cellules des pétales varie en sens inverse du pH du sol. Expliquer pourquoi et comment il est possible de faire passer de rose à bleu les fleurs d'hortensia.

Exercice 2 Titrage de l'acide ascorbique

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

I- Titrage de l'acide ascorbique par suivi pH-métrique

On souhaite vérifier l'indication figurant sur une boîte de comprimés de vitamine C vendue en pharmacie : le fabricant annonce que la masse d'acide ascorbique est de 500 mg par comprimé. Un comprimé de vitamine C est écrasé dans un mortier. La poudre est ensuite dissoute dans une fiole jaugée de 200,0 mL que l'on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge en homogénéisant le mélange. On obtient la solution S. On prélève 10,0 mL de cette solution que l'on titre avec une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) de concentration molaire $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. On suit le titrage par pH-métrie. Le graphique représentant l'évolution du pH en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium versé est représenté ci-après.



L'acide ascorbique sera noté AH dans la suite de l'exercice.

- 1/ L'ion hydroxyde est une base forte en solution aqueuse. Déterminer le pH de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour le titrage. En déduire les précautions qu'il convient d'adopter pour utiliser cette solution.
- 2/ Réaliser un schéma annoté du montage expérimental nécessaire à la mise en œuvre du titrage.
- 3/ Écrire l'équation de la réaction support du titrage.
- 4/ À partir du protocole mis en œuvre et des résultats obtenus, déterminer la masse d'acide ascorbique contenue dans le comprimé en détaillant le raisonnement.
- 5/ D'après les résultats obtenus, peut-on savoir si l'acide ascorbique est un acide fort ou un acide faible ? Justifier la réponse à l'aide d'un calcul.

II- Utilisation d'un indicateur coloré

Parmi les indicateurs colorés proposés, lequel utiliseriez-vous pour le titrage de l'acide ascorbique par la solution d'hydroxyde de sodium effectué dans la partie 2 ? Justifier la réponse et préciser comment l'équivalence est repérée.

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Hélianthine	Rouge	3,1 – 4,4	Jaune
Vert de bromocrésol	Jaune	3,8 – 5,4	Bleu
Bleu de bromothymol	Jaune	6,0 – 7,6	Bleu
Rouge de crésol	Jaune	7,2 – 8,8	Rouge
Phénolphtaléine	Incolore	8,2 – 10,0	Rose
Rouge d'alizarine	Violet	10,0 – 12,0	Jaune
Carmin d'indigo	Bleu	11,6 – 14,0	Jaune

III- Titrage conductimétrique

On envisage d'effectuer le titrage conductimétrique d'une solution S' d'acide ascorbique dont la concentration molaire est de l'ordre de $6,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c'_B = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. On dispose de pipettes jaugées de 10,0 mL, 20,0 mL et 25,0 mL ainsi que de fioles jaugées de 50,0 mL, 100 mL, 200,0 mL et 250,0 mL.

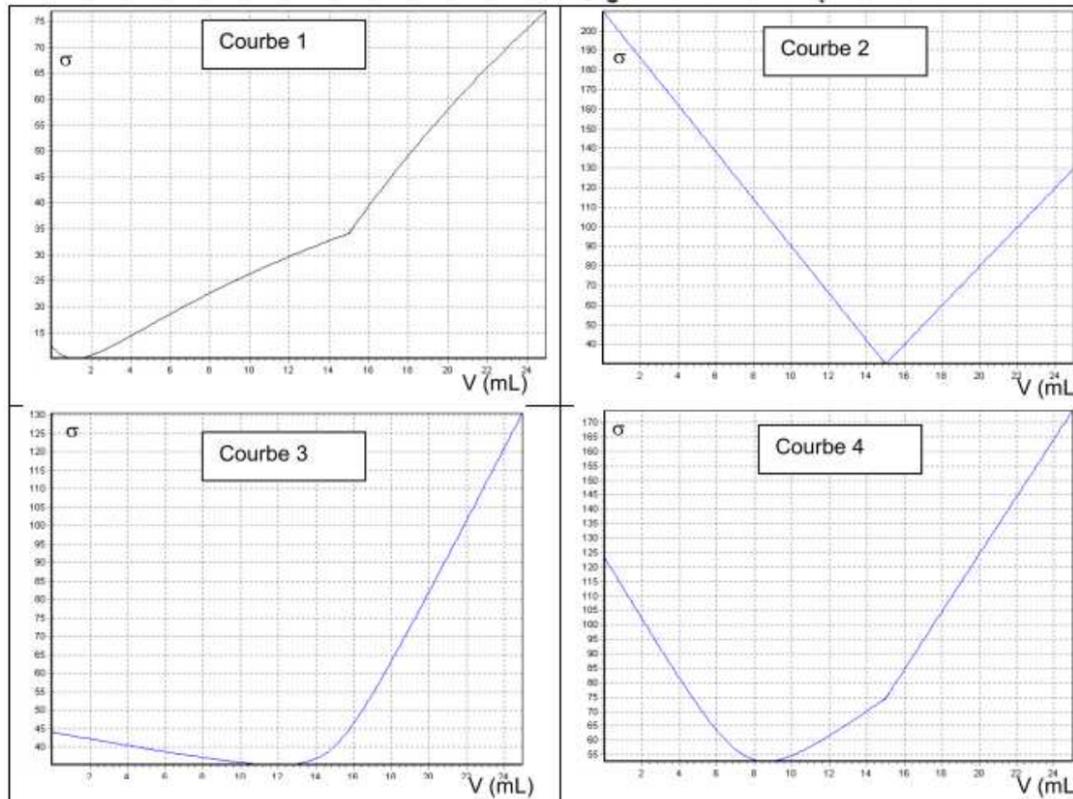
6/ Expliquer pourquoi il n'est pas pertinent de titrer la solution d'acide ascorbique S' par la solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C'_B .

7/ À partir des réactifs proposés, établir un protocole expérimental permettant d'effectuer le titrage conductimétrique en précisant :

- les éventuelles adaptations effectués au niveau des concentrations ;
- le volume de solution d'acide ascorbique prélevé.

8/ Plusieurs allures de courbes modélisant ce titrage sont proposées ci-dessous. En argumentant, identifier la courbe qui peut correspondre au titrage conductimétrique de l'acide ascorbique par la solution d'hydroxyde de sodium.

Allures de courbes de titrages conductimétriques.



Données :

- $pK_e = 14,0$ à $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Masses molaires atomiques : $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

- Conductivités molaires ioniques à $25 \text{ }^\circ\text{C}$: $\lambda(\text{HO}^-) = 19,8 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{Na}^+) = 5,01 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{ion ascorbate } \text{A}^-) = 2,5 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$.

Exercice 3 L'uréase dans le milieu stomacale

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

La bactérie *Helicobacter pylori* est responsable de la plupart des ulcères de l'estomac.

On souhaite savoir comment elle réussit à survivre dans un milieu très acide, comme les sucs gastriques de l'estomac, avant de rejoindre la muqueuse stomacale où elle pourra se développer.

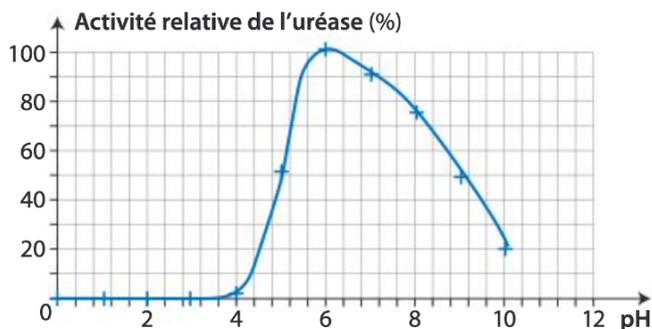


I- L'uréase

L'uréase est une enzyme qui joue un rôle important de catalyseur au sein des organismes vivants. Elle accélère considérablement la décomposition d'une molécule organique, l'urée $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}_{(\text{aq})}$, qui réagit avec l'eau pour former de l'ammoniac NH_3 et du dioxyde de carbone CO_2 . Sans elle, la décomposition de l'urée durerait plusieurs années.

On trouve l'uréase dans des bactéries pathogènes telles que *Helicobacter pylori*.

II- Influence du pH sur l'activité enzymatique



1/ Le contenu de l'estomac est un milieu très acide qui peut être considéré comme une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de $\text{pH} = 2,0$. Préciser les formules des espèces contenues dans la solution aqueuse d'acide chlorhydrique et calculer la concentration des ions oxonium H_3O^+ .

2/ L'uréase de la bactérie *Helicobacter pylori* permet d'augmenter vitesse de réaction de l'urée avec l'eau et ainsi de sécréter de l'ammoniac NH_3 dans son environnement proche. Dans l'estomac, l'ammoniac réagit avec les ions H_3O^+ . Justifier le caractère basique de l'ammoniac et écrire le couple acide-base auquel il appartient.

3/ Ecrire les schémas de Lewis de l'ammoniac NH_3 et de son acide conjugué l'ion ammonium .

4/ Ecrire l'équation d'hydrolyse (avec l'eau) de l'urée sachant que la transformation est non totale.

5/ Ecrire l'équation de la réaction acido-basique entre l'ammoniac et les ions oxonium. La transformation est totale.

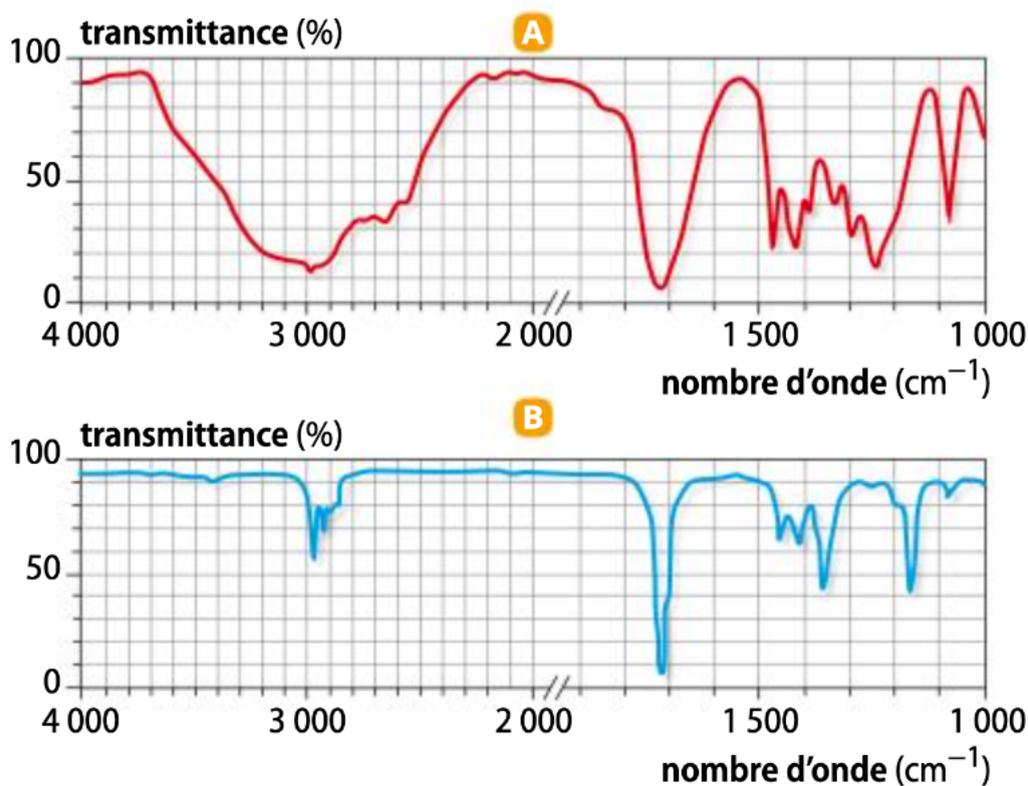
6/ Quel est l'effet de la libération de l'ammoniac par la bactérie sur le pH de la solution qui l'entoure ?

7/ L'enzyme sécrétée par la bactérie *Helicobacter pylori* est en réalité une association de l'uréase avec d'autres entités chimiques. En quoi le graphique précédent illustre-t-il le fait que l'uréase seule ne peut pas agir dans l'estomac ?

Exercice 4 Spectres infrarouges

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

On donne ci-dessous les spectres infrarouges de l'acide butanoïque et du butanal.



1/ Ecrire les formules développées de chaque molécule.

2/ Rechercher les nombres d'onde des bandes caractéristiques pour ces molécules à l'aide de la table ci-dessous.

Famille	Liaison	Nombre d'onde (en cm^{-1})	Largeur/Intensité du pic d'absorption
Alcools	O—H	3 200 - 3 700	large/forte
Cétones	C=O	1 705 - 1 725	fine/forte
Aldéhydes	C—H	2 650 - 2 830	moyenne/moyenne
	C=O	1 680 - 1 740	fine/forte
Acides carboxyliques	O—H	2 500 - 3 200	large/moyenne
	C=O	1 740 - 1 800	fine/forte

3/ Identifier le spectre des molécules étudiées.

— 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 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 7 pages numérotées de 1 à 7, 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. Un écran de smartphone
- II. Vérification de la valeur de la longueur d'onde de la diode laser
- III. Titrage d'un comprimé d'ibuprofène
- IV. Lunette astronomique
- V. Protection contre le bruit

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)

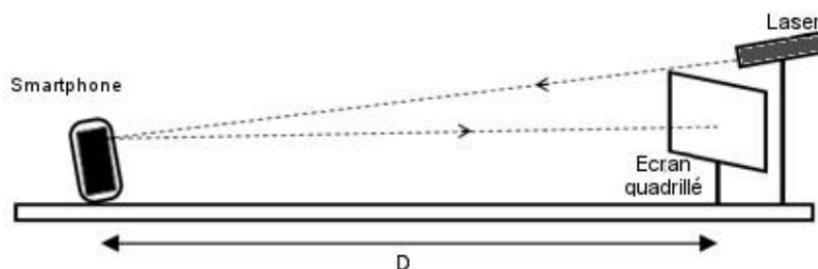
Notions et contenus	Compétences exigibles
Interférences de deux ondes lumineuses Conditions d'interférences constructives ou destructives Diffraction d'une onde par une ouverture	Prévoir les lieux d'interférences constructives et destructives Chemin optique, interfrange Exploiter la relation exprimant l'angle caractéristique de diffraction . en fonction de la longueur d'onde et de la taille de l'ouverture.
Relation du pH, Réactions acido-basiques Dosage pH-métrique, Equivalence Lunette astronomique Grossissement Intensité sonore, intensité sonore de référence, niveau d'intensité sonore. Atténuation (en dB). Titration avec dosage pH-métrique	Représenter le schéma d'une lunette afocale Etablir l'expression du grossissement d'une lunette afocale Exploiter l'expression donnant le niveau d'intensité sonore d'un signal. Exploiter un titrage pour déterminer une concentration.

Exercice 1 Un écran de smartphone

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

On considère maintenant l'écran d'un smartphone. Il est constitué d'un quadrillage de pixels très petits, que l'on peut considérer comme autant de carrés réfléchissants accolés.

On réalise le dispositif expérimental schématisé sur la figure ci-dessous et on observe la figure obtenue sur l'écran quadrillé lorsqu'on envoie un faisceau laser sur l'écran du smartphone. La figure obtenue est reproduite ci-dessous.



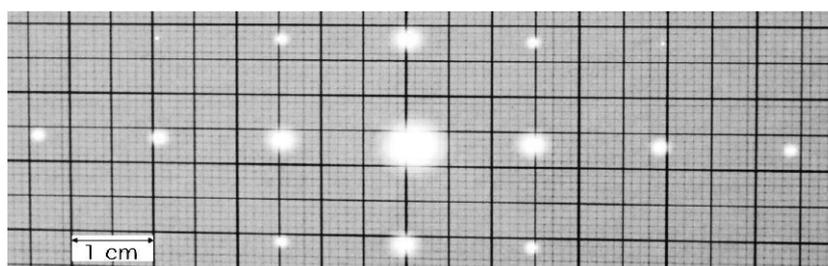
Données :

$D = 1,74 \text{ m}$: distance entre l'écran du smartphone et l'écran quadrillé.

$\lambda = 632,8 \text{ nm}$: longueur d'onde de la lumière laser utilisée.

Incertitudes absolues : $U(D) = 0,03 \text{ m}$; $U(\lambda)$ négligeable devant les autres incertitudes.

La figure ci-dessous permet de déterminer la largeur d'un pixel. En effet, on peut relier la distance i entre deux points lumineux présents sur l'écran quadrillé à la distance a séparant les centres de deux pixels accolés de l'écran du smartphone par la relation : $i = \frac{\lambda D}{a}$.



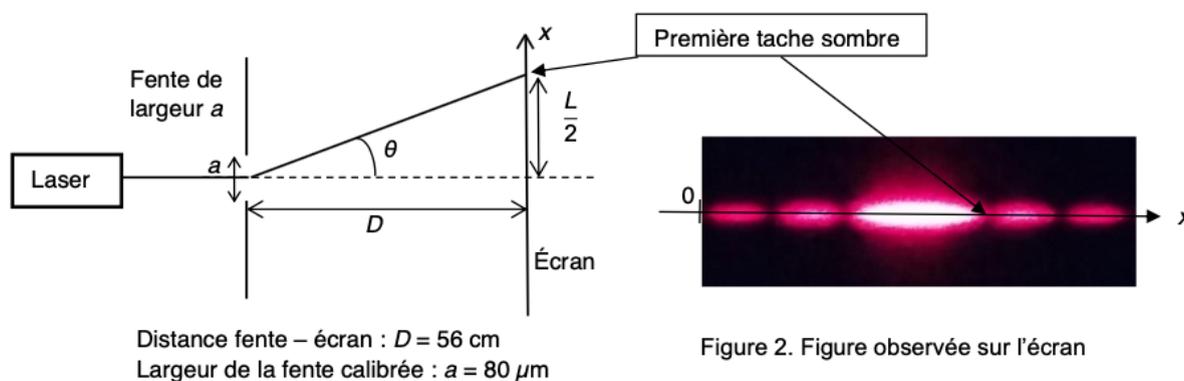
- 1/ Quel est le nom donné à la distance i en rappelant sa définition ?
- 2/ Déterminer le plus précisément possible la distance i entre deux points lumineux.
- 3/ Calculer la valeur de la largeur a (en μm) d'un pixel.
- 4/ L'incertitude absolue $U(i)$ sera donnée en fonction de la mesure faite à 0,1 cm près lors de la détermination de la distance i à la question 2. Donner l'incertitude absolue $U(a)$ de la largeur a d'un pixel sachant que l'incertitude relative sur la largeur a est donnée par la relation :

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

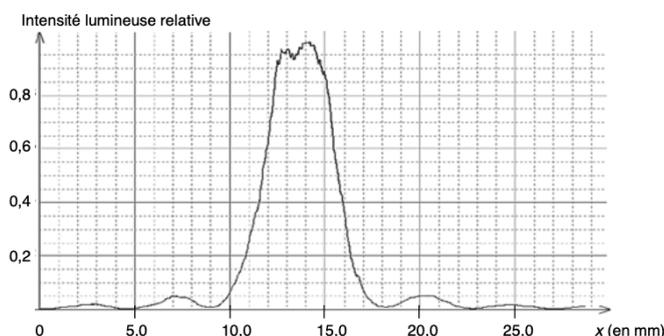
Exercice 2 Vérification de la valeur de la longueur d'onde de la diode laser

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

Pour vérifier la valeur de la longueur d'onde de la diode laser annoncée par le constructeur, on réalise une expérience dont le schéma est donné ci-dessous



- 1/ Nommer le phénomène physique responsable des taches lumineuses observées sur l'écran. Discuter qualitativement de l'influence de la largeur de la fente et de la longueur d'onde de l'onde incidente sur le phénomène observé.
- 2/ On rappelle que l'angle θ est donné par la relation $\theta = \frac{\lambda}{a}$ et on considère que $\tan \theta \approx \theta$ pour les petits angles ($\theta \ll 1 \text{ rad}$). Déterminer l'expression de l'angle θ en fonction de la largeur L de la tache centrale et de D . En déduire l'expression de la longueur d'onde λ en fonction de L , a et D .
- 3/ Pour faire une mesure précise, on remplace l'écran par une caméra qui permet d'obtenir l'intensité lumineuse relative en fonction de la position x , repérée selon l'axe indiqué sur la photo. L'origine $x = 0 \text{ m}$ est prise sur le bord du capteur de la caméra. On obtient alors la figure suivante. Déterminer la valeur de la longueur d'onde de la diode laser utilisée en exploitant la courbe obtenue sur la figure.



Exercice 3 Titrage d'un comprimé d'ibuprofène

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

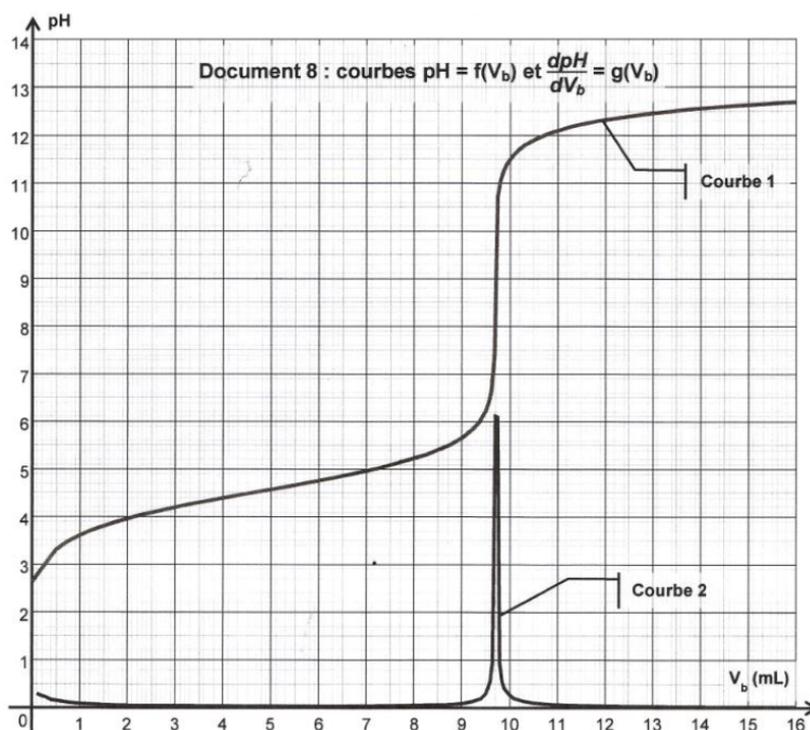
Afin de réaliser le titrage de l'ibuprofène contenu dans un comprimé d'«ibuprofène 400 mg»

- on réduit en poudre le comprimé dans un mortier à l'aide d'un pilon ;
- on sépare la molécule active des excipients par dissolution dans l'éthanol que l'on évapore ensuite (les excipients sont insolubles dans l'éthanol) ;
- on introduit la poudre obtenue dans un becher et on ajoute environ 40 mL d'eau distillée ;
- le titrage est effectué à l'aide d'une burette graduée contenant une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}_{(\text{aq})}^+ + \text{HO}_{(\text{aq})}^-$) de concentration molaire apportée $c_b = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$. Le titrage est suivi par pH-métrie (les courbes obtenues sont tracées dans le document ci-après).

1/ Réaliser un schéma du montage permettant d'effectuer le titrage.

2/ Définir l'équivalence d'un titrage.

3/ On rentre dans un tableur-grapheur les différentes valeurs du pH mesurées en fonction du volume V_b de solution d'hydroxyde de sodium ajoutée. On utilise les fonctionnalités du tableur-grapheur pour dériver le pH par rapport à V_b , la grandeur obtenue est notée $\frac{dpH}{dV_b}$. Les courbes tracées suite au titrage pH-métrique sont $pH = f(V_b)$ et $\frac{dpH}{dV_b} = g(V_b)$.



3.1/ Parmi les courbes 1 et 2, quelle est celle qui représente $pH = f(V_b)$ et celle qui représente $\frac{dpH}{dV_b}$? Justifier.

3.2/ Déterminer la valeur du volume équivalent V_E par une méthode de votre choix. On note, à présent, l'ibuprofène R-COOH.

4/ À quel couple acide/base appartient l'ion hydroxyde HO^- ?

5/ Écrire l'équation de la réaction support de titrage.

6/ Quelles caractéristiques doit posséder une réaction chimique pour être utilisée lors d'un titrage ?

7/ Déterminer la quantité de matière d'ions hydroxyde $n_E(\text{HO}^-)$ versée à l'équivalence et en déduire la quantité de matière $n_i(\text{ibu})$ d'ibuprofène titré.

8/ Déduire des résultats précédents la masse m d'ibuprofène titré et comparer cette dernière à la valeur attendue.

9/ Parmi les indicateurs colorés acido-basiques proposés dans le tableau ci-après, quel est celui qui est le mieux adapté au titrage précédent ? Justifier.

Indicateur coloré	Couleur acide	Zone de virage	Couleur basique
Vert de bromocrésol	jaune	3,8 – 5,4	bleu
Phénolphtaléine	incoloré	8,2 – 10	rose
Jaune d'alizarine	jaune	10,1 – 12,0	rouge-orangé

Donnée :

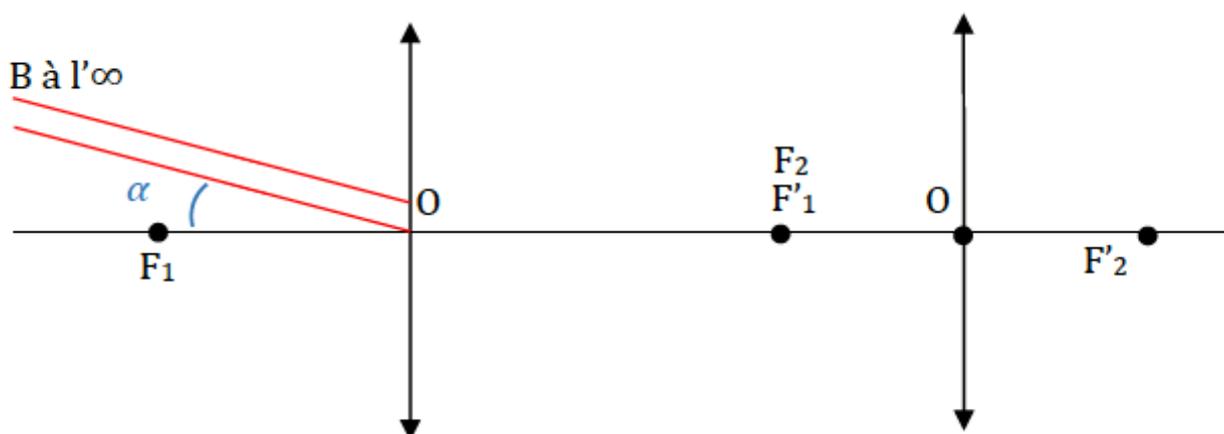
Masse molaire de l'ibuprofène : $M(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 206 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Exercice 4 Lunette astronomique

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

Une lunette astronomique est constituée de deux lentilles convergentes. Une première, notée L_1 , de grande distance focale f'_1 et une deuxième, notée L_2 , de distance focale 2 beaucoup plus courte que L_1 .

Le foyer image F'_1 de L_1 coïncide avec le foyer objet F_2 de L_2 .



1/ Tracer de manière propre et rigoureuse le cheminement de deux rayons issus d'un point B à l'infini à travers la lunette astronomique.

2/ Après avoir défini ce que le grossissement d'une lunette astronomique, démontrer que :

$$G = \frac{f'_1}{f'_2}$$

3/ L'image intermédiaire formée par l'objectif est-elle réelle ou virtuelle ? Justifier.

4/ Pourquoi qualifie-t-on la lunette astronomique d'instrument afocal ?

5/ Quel est l'intérêt de former l'image à l'infini ?

Exercice 5 Protection contre le bruit

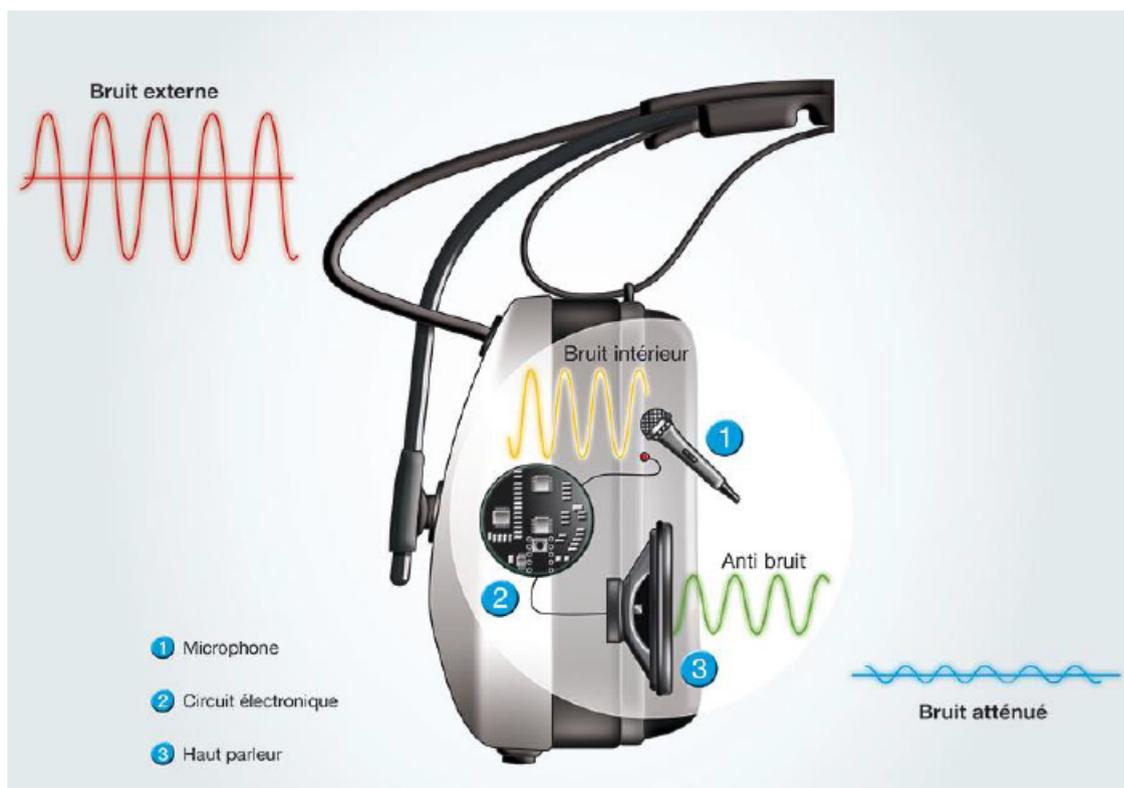
Compétences : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Casque actif anti bruit

La société TechnoFirst a développé la gamme de casques NoiseMaster équipés de la technologie ANR (Active Noise Reduction).

La technologie ANR repose sur un système électronique miniaturisé (2) placé à l'intérieur de la coquille du casque. Ce système est connecté d'une part à un petit microphone (1) qui capte le bruit ambiant et d'autre part à un petit haut-parleur (3) qui génère le « contre bruit » à proximité de l'oreille de façon à atténuer considérablement le bruit qui arrive au tympan.

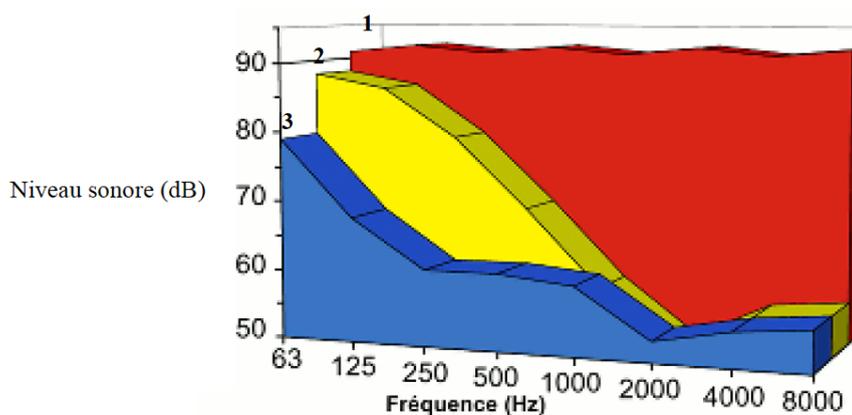
Ce casque nécessite l'utilisation de piles électriques.



Les différents types de casques antibruit

Il existe deux types de casques antibruit : les casques passifs et les casques actifs.

Le graphe ci-dessous donne les atténuations des niveaux sonores apportés par ces deux types de casques. Pour un niveau sonore de bruit donné (courbe 1), la courbe 2 donne le niveau sonore après atténuation apportée par un casque passif et la courbe 3 celle apportée par un casque actif.



Données :

- La surface S d'une sphère de rayon R est définie par : $S = 4\pi R^2$.
- L'intensité sonore I à une distance R d'une source émettant dans toutes les directions est reliée à la puissance sonore P de cette source par la relation $I = \frac{P}{S}$ où S est la surface de la sphère de rayon R .
- Relation entre le niveau sonore $L(\text{dB})$ et intensité sonore I ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$) : $L = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$ avec $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, intensité sonore de référence.
- Echelle de niveaux sonores :

Niveau sonore (dB)	0	60	85	90	120
Effet sur l'auditeur	Limite d'audibilité	Bruit gênant	Seuil de risque	Seuil de danger	Seuil de douleur

- 1/ Nommer le phénomène ondulatoire utilisé par la technologie « ANR » pour réduire le bruit reçu.
- 2/ Expliquer théoriquement et à l'aide de schémas simples comment ce phénomène peut annuler la perception d'une onde progressive sinusoïdale.
- 3/ On considère un bruit extérieur, reçu par une personne sur un chantier, caractérisé par une intensité sonore $I_1 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ à la fréquence de 500 Hz. Calculer le niveau sonore L_1 du son reçu par cette personne (sans casque).
- 4/ En déduire le niveau sonore L_2 du son à travers un casque de protection « NoiseMaster », puis calculer l'intensité sonore I_2 correspondante.
- 5/ Sur un chantier de travaux publics, un ouvrier (sans casque) est placé à une distance $R = 1,0 \text{ m}$ d'un engin émettant un bruit de fréquence moyenne 125 Hz avec une puissance sonore $P = 15 \text{ mW}$. Déterminer, en justifiant, si le bruit perçu par cet ouvrier présente un danger pour son système auditif.
- 6/ L'ouvrier met son casque avec protection « NoiseMaster ». Quel est alors le niveau sonore ressenti ? Le danger persiste-t-il ?
- 7/ L'ouvrier retire son casque et s'éloigne pour se positionner à 10 m de l'engin. Cette opération est-elle plus efficace que celle décrite en en termes de protection contre le bruit ?

— Fin —

DST : Physique-Chimie



NOM :

PRENOM :

Terminale :

DUREE DE L'EPREUVE : 2 heure et 50 minutes. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 4 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. Trombone de Koenig
- II. Hydrolyse du saccharose
- III. Etude du vinaigre
- IV. Tir dans un champ de pesanteur

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			

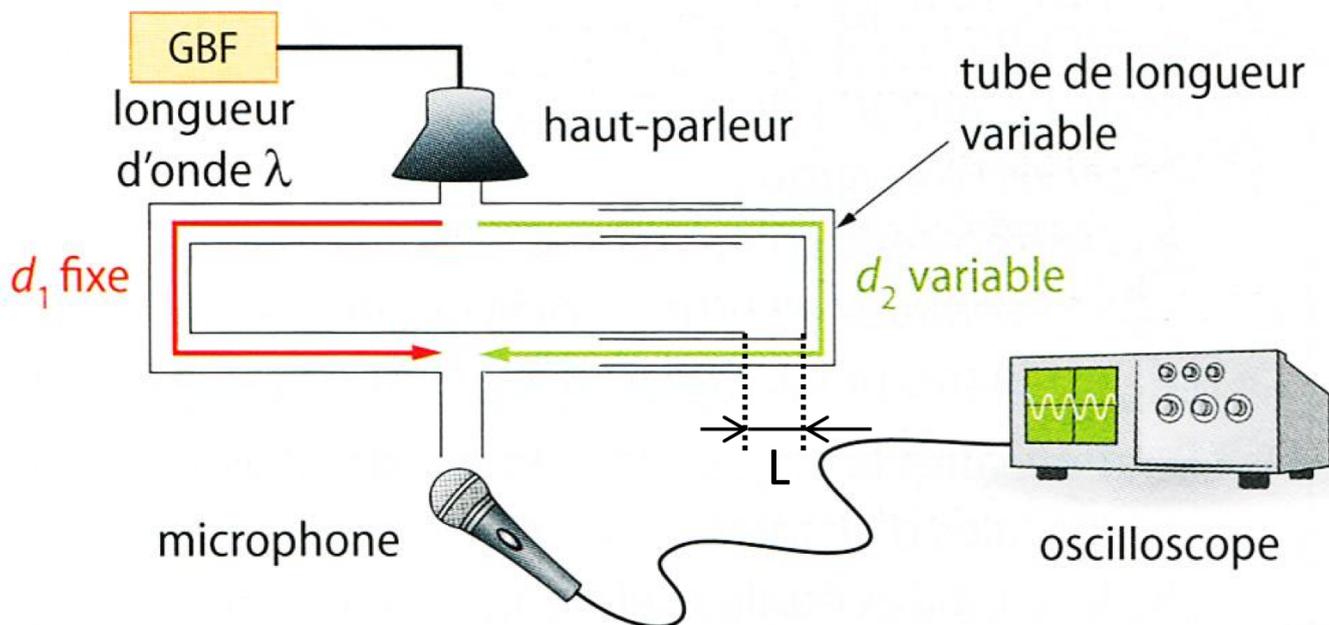
Extraits du programme (B.O. 2019)	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Interférences de deux ondes lumineuses Conditions d'interférences constructives ou destructives Relation du pH, Réactions acido-basiques Constante d'acidité, Taux d'avancement Dosage pH-métrique, Equivalence Cinétique chimique. Loi de vitesse d'ordre 1	Prévoir les lieux d'interférences constructives et destructives Chemin optique, interférence

Exercice 1 Trombone de Koenig

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

Un trombone de Koenig est formé de deux tubes coudés, dont l'un est fixe et muni de deux ouvertures, et l'autre coulisse. Une source sonore, constituée par un haut-parleur alimenté par un GBF, est placée devant une ouverture, et un microphone relié à un oscilloscope (ou une interface d'acquisition informatisée) devant l'autre. L'onde sonore émise par le haut-parleur se propage dans les deux tubes. Le déplacement L du tube coulissant est mesuré avec une règle graduée.

Donnée : fréquence du GBF : $f = 1,00 \text{ kHz}$



1/ Pourquoi l'expérience conduit-elle à des interférences au niveau du microphone ?

2/ Les deux parcours d_1 et d_2 sont exactement de même longueur lorsque $L = 0$. Exprimer, en fonction de L , la différence de marche $\delta = d_2 - d_1$ entre les deux ondes reçues par le microphone pour une valeur de L quelconque.

3/ Rappeler pour quelles valeurs de δ les interférences sont constructives ou destructives. Pour $L = 0$, l'amplitude observée sur l'écran est-elle maximale ou minimale ?

4/ On augmente progressivement le déplacement du tube coulissant depuis $L = 0$ jusqu'à retrouver à nouveau une amplitude maximale. On mesure alors $L = 17,0$ cm. En déduire la longueur d'onde λ de la source sonore puis la vitesse de propagation du son dans l'air.

5/ Comment améliorer la précision de la mesure de λ ?

Exercice 2 Hydrolyse du saccharose

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

Le saccharose s'hydrolyse dans l'eau en glucose et fructose selon la réaction d'équation :



On suit l'évolution temporelle de la concentration C en saccharose.

t_i (min)	0	200	400	600	800	1000	2000
C_i (mol.L ⁻¹)	200	100	50	25	12,5	6,3	3,1

Cette réaction admet un ordre partiel de 1 par rapport à $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$:

$$v = k \cdot [\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}] = k \cdot C$$

1/ Quelles l'unité de k ?

2/ A partir de sa définition, exprimer la vitesse volumique de réaction en fonction de $[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}]$ puis en fonction de $[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]$.

3/ Etablir une équation différentielle vérifiée par $[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}](t) = C(t)$.

4/ Donner la solution $C(t)$ de cette équation différentielle sans démonstration. On appellera C_0 la concentration initiale à $t = 0$.

5/ Représenter l'évolution de $C(t)$ au cours du temps à partir du tableau de valeurs.

6/ Exprimer le temps de demi-réaction en fonction de k .

7/ En utilisant le fait que la vitesse volumique de disparition est égale à l'opposé de la pente de la tangente à la courbe au point considéré, tracer la vitesse $v_i(t)$ au cours du temps à partir du tableau de valeurs. L'ordre de la réaction est-il bien vérifiée ?

Exercice 3 Etude d'un vinaigre

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

Connu depuis l'Antiquité, le vinaigre (de « vin » et « aigre ») résulte de la fermentation du vin ou d'un autre liquide alcoolisé : c'est une solution aqueuse acide car riche en acide éthanoïque.

L'acide éthanoïque est également un réactif de nombreuses synthèses organiques.

On prépare un volume $V = 1,00$ L d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration molaire en soluté apporté $C = 0,100$ mol.L⁻¹. Son pH est égal à 2,9.

Données :

Acide éthanoïque $\text{CH}_3 - \text{COOH}$;

Masse molaire moléculaire : 60,0 g.mol⁻¹ ;

$\text{p}K_a$ du couple (acide éthanoïque/ion éthanoate) : 4,8.

Le titre (ou l'acidité) d'un vinaigre est donné en degré (°) : 1,00° correspond à 1,00 g d'acide éthanoïque pur pour 100 g de vinaigre.

La masse volumique du vinaigre sera prise égale à celle de l'eau.

I- La solution d'acide éthanoïque

- 1/ Écrire l'équation de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau.
- 2/ Prouver que l'acide éthanoïque est un acide faible à partir de la mesure du pH.
- 3/ Tracer le diagramme de prédominance du couple acide éthanoïque/ion éthanoate. Quelle espèce prédomine dans la solution ?
- 4/ Compléter le tableau d'avancement pour la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau.

équation-bilan →		+	⇌	+
Etat initial	$x = 0$							
en cours	x							
Etat final	$x = x_f$							

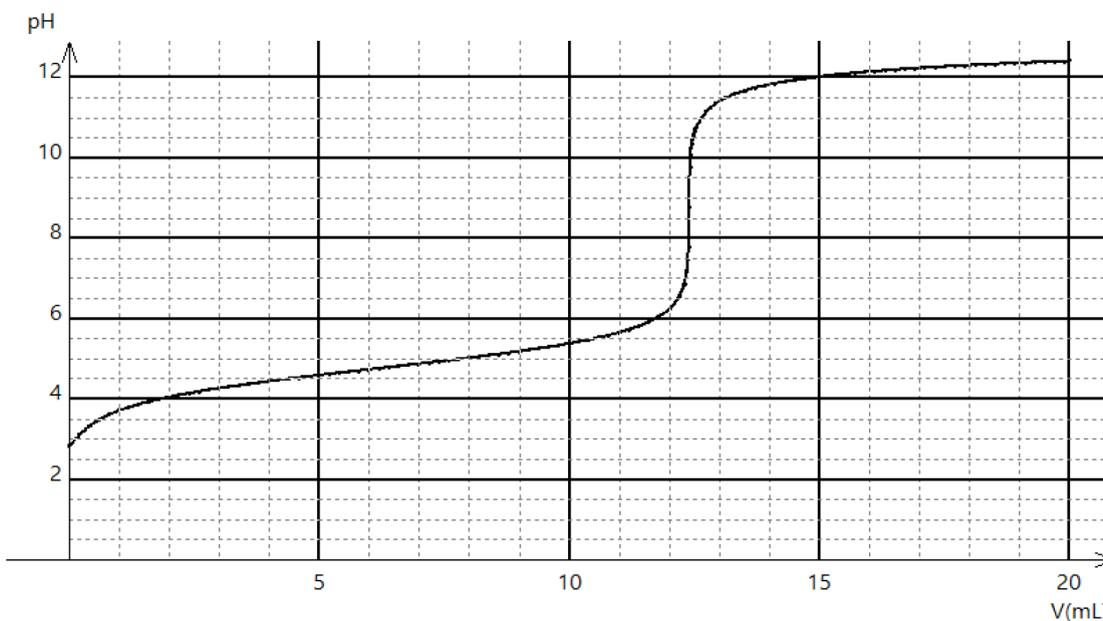
- 5/ Démontrer que x_f s'exprime en fonction du pH, V et C^o par la relation : $x_f = C^o \times V \times 10^{-pH}$
- 6/ Calculer le taux d'avancement final $\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$. La transformation est-elle totale ?

II- Étude d'un vinaigre

Un vinaigre titrant 7,5° et un vinaigre 6,0° ont été versés dans deux flacons non étiquetés. On cherche à les identifier par des mesures pH-métriques.

On choisit de réaliser un titrage pH-métrique de l'un des deux vinaigres par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) de concentration $C_B = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$. On a prélevé initialement un volume $V_A = 10,0 \text{ mL}$ de vinaigre.

- 7/ Ecrire l'équation de titrage.
- 8/ Pourquoi rajoute-t-on de l'eau distillée ? Cet ajout modifie-t-il le volume V_E versé à l'équivalence ?
- 9/ Déterminer le volume V_E (à 0,1 mL près) à l'équivalence en utilisant le graphique.



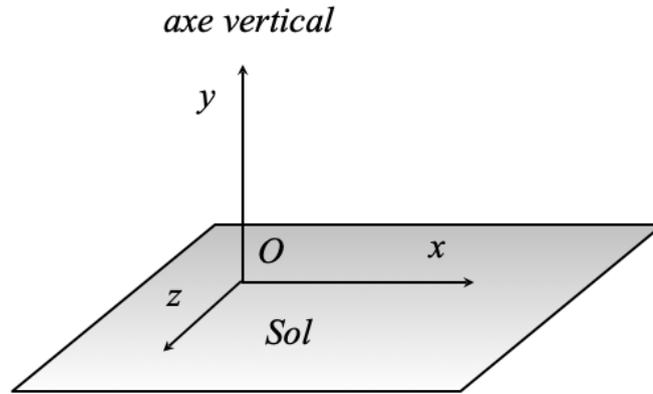
- 10/ En déduire le titre de ce vinaigre. Conclure sur la nature du vinaigre. Tout début de raisonnement sera valorisé.

Exercice 4 Tir dans un champ de pesanteur

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

On négligera toutes les forces dues à l'air dans cet exercice. Un mobile ponctuel M a été lancé en l'air de sorte que sa position par rapport à l'origine O d'un repère $(O; x, y, z)$ est donnée au cours du temps par le vecteur position suivant :

$$\overrightarrow{OM}(t) \begin{cases} x(t) = -3.t + 5 \\ y(t) = -0,8.t^2 + 10.t \\ z(t) = 2,5 \end{cases}$$



- 1/ Le mouvement du mobile est-il plan ? Justifier.
- 2/ Déterminer la position de ce mobile à l'origine du temps.
- 3/ Rechercher la date t_P à laquelle le point M retombe au sol.
- 4/ Donner l'expression des composantes du vecteur vitesse en fonction du temps.
- 5/ Calculer la valeur de la norme de la vitesse du mobile à la date $t = 2,0$ s.
- 6/ Calculer la valeur de la norme de l'accélération que subit ce mobile.
- 7/ Cette accélération est-elle constante ? Justifier.
- 8/ Pourquoi peut-on affirmer que ce lancer n'a pas été fait sur la Terre ?

— 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 7 pages numérotées de 1 à 7, 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. Vol d'une balle de golf
- II. Additif alimentaire pour les agneaux
- III. Observer les cratères lunaires Messier

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 Dosage par titrage conductimétrique	Exploiter les équations horaires d'un mouvement Justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe Exploiter un titrage pour déterminer une concentration
Lunette astronomique Grossissement	Représenter le schéma d'une lunette afocale Etablir l'expression du grossissement d'une lunette afocale

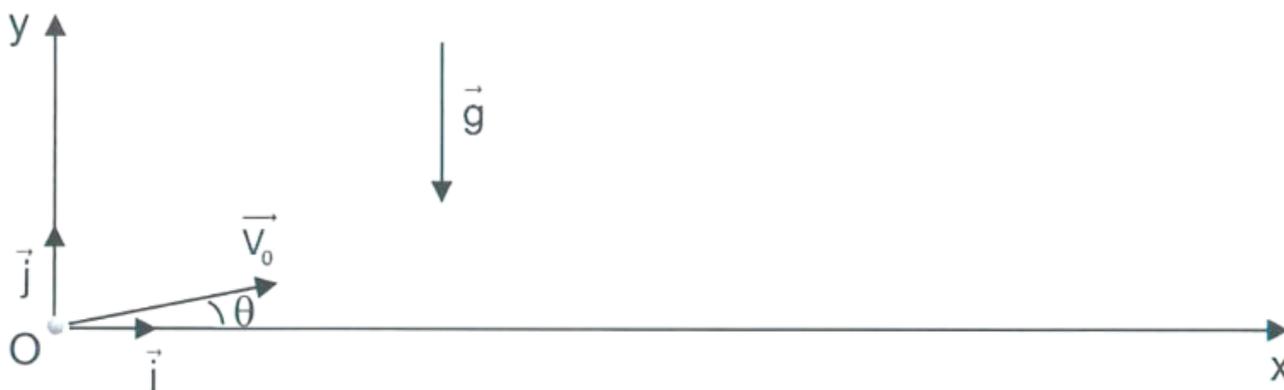
Exercice 1 Vol d'une balle de golf

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

Le swing d'un joueur de golf professionnel permet d'envoyer la balle à une distance (appelée « portée ») d'environ 250 mètres, distance mesurée horizontalement par rapport à l'impact initial entre le club et la balle de golf. Le but de cet exercice est de confronter cette valeur de 250 mètres avec l'hypothèse d'un mouvement parabolique et de comprendre le décalage observé en considérant les conditions réelles du mouvement de la balle.

A- Mouvement de la balle modélisée par un point matériel

La balle de golf est modélisée par un point matériel de masse $m = 46$ g évoluant dans un champ de pesanteur terrestre g . Dans ce modèle, la résistance de l'air n'est pas à prendre en compte. Le mouvement de la balle est étudié dans le système d'axes (Oxy). À la date $t = 0$ s, elle est placée à l'origine du repère O.



1/ À partir d'une loi dont on donnera le nom, montrer que les composantes du vecteur accélération \vec{a} s'écrivent :

$$\vec{a} = \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

2/ Déterminer les équations horaires du mouvement.

3/ Montrer que la portée x_{max} de la balle de golf s'écrit :

$$x_{max} = 2 \cdot \frac{V_0^2 \cdot \cos \theta \sin \theta}{g}$$

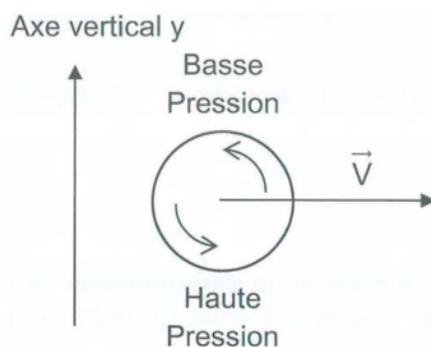
4/ En considérant comme conditions expérimentales : $\theta = 11,0^\circ$, $V_0 = 75,0 \text{ ms}^{-1}$, $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$, déterminer la valeur de x_{max} .

5/ Comparer cette valeur calculée de la portée avec celle annoncée en introduction (les conditions initiales du mouvement restant identiques), et indiquer en quoi la valeur réelle de la portée dans l'air peut sembler surprenante.

B- De l'importance de l'air dans le vol d'une balle de golf

Dans cette partie, la balle n'est plus modélisée par un point matériel. Lorsque le golfeur frappe la balle à l'instant $t = 0$, il utilise un club qui la propulse avec un angle d'une dizaine de degrés par rapport au sol. L'impact du club avec la balle a également pour conséquence de mettre celle-ci en rotation sur elle-même (phénomène de « backspin »). Ces rotations peuvent atteindre la fréquence de 2700 tours par minute.

L'effet Magnus est un phénomène qui se manifeste lorsque la balle possède un mouvement de rotation dans l'air. Lorsque le golfeur imprime à la balle un mouvement de rotation arrière, appelé « backspin », la balle tourne dans le sens indiqué sur le schéma ci-contre. L'air qui passe au-dessus de la balle est alors entraîné par la rotation de celle-ci, sa vitesse augmente et sa pression diminue. Inversement, l'air qui passe au-dessous de la balle verra sa vitesse diminuer et sa pression augmenter.



Cette différence de pression est à l'origine d'une force supplémentaire \vec{F} verticale, dirigée vers le haut, supposée appliquée au centre de la balle et constante tout au long du mouvement. On néglige, dans ce modèle, les autres effets dus à l'air.

6/ Représenter sur votre copie copie les forces modélisant les actions mécaniques s'exerçant sur la balle.

7/ En déduire l'expression de la nouvelle composante a_y de l'accélération verticale en fonction de m , g et F .

8/ Estimer la valeur de la valeur de la force \vec{F} pour retrouver la portée effectivement observée.

Exercice 2 Additif alimentaire pour les agneaux

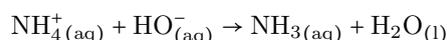
Compétences : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Dans les élevages ovins, les agneaux consomment des céréales et des protéagineux riches en phosphore qui favorisent la formation de minuscules cristaux dans l'urine de ces animaux. Ces cristaux sont à l'origine d'une maladie appelée lithiase urinaire ou gravelle. D'après le site des partenaires de la production ovine en France (inn-ovin.fr), l'ajout quotidien de chlorure d'ammonium à l'alimentation des agneaux, à raison d'environ 300 mg (à 10 % près) par kilogramme de masse corporelle, est une solution efficace pour prévenir cette maladie. Le chlorure d'ammonium est en effet un acide qui permet d'abaisser le pH des urines pour le bien-être des animaux. Un éleveur administre chaque jour, à un agneau de 24 kg, un litre d'une solution de chlorure d'ammonium ($\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$) qu'il a préparée lui-même. On souhaite vérifier que la préparation de l'éleveur est conforme à la préconisation du site des partenaires de la production ovine en France.

Donnée : masse molaire du chlorure d'ammonium solide $\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{s})}$: $M = 53,5 \text{ g mol}^{-1}$

A- Réalisation du titrage

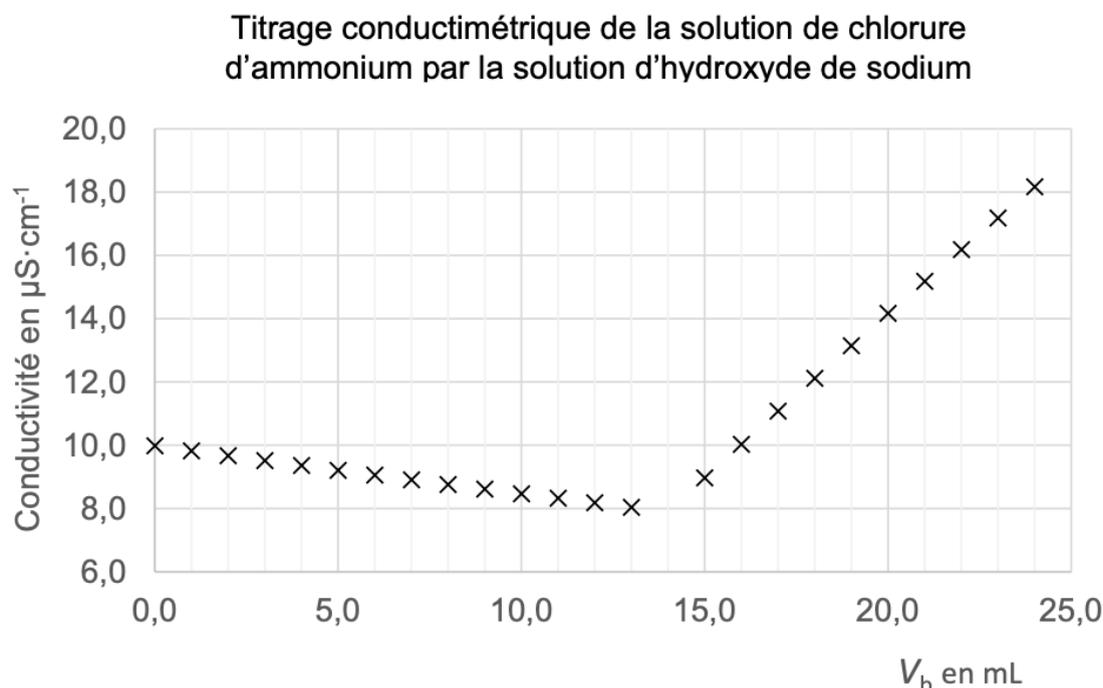
On réalise le titrage conductimétrique d'un volume $V_A = 10,00 \text{ mL}$ de la solution préparée par l'éleveur, diluée avec $V_{\text{eau}} = 200 \text{ mL}$ d'eau distillée, par une solution titrante d'hydroxyde de sodium de concentration apportée en quantité de matière $C_B = (0,100 \pm 0,002) \text{ mol.L}^{-1}$. L'équation de la réaction modélisant la transformation chimique mise en jeu lors du titrage est la suivante :



1/ Indiquer, en justifiant, si la transformation chimique mise en jeu lors du titrage est une réaction acido-basique ou d'oxydoréduction en faisant apparaître les couples mis en jeu.

2/ Réaliser un schéma légendé du dispositif de titrage conductimétrique, en nommant la verrerie et les solutions.

3/ On obtient la courbe suivante :



Exprimer, en fonction des données, la concentration C_A en quantité de matière apportée de chlorure d'ammonium de la solution préparée par l'éleveur, puis calculer sa valeur.

4/ L'incertitude-type sur la valeur de la concentration obtenue satisfait à la relation :

$$U(C_A) = C_A \sqrt{\left(\frac{U(C_B)}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{eq})}{V_{eq}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_A)}{V_A}\right)^2}$$

L'incertitude-type sur le volume à l'équivalence est estimée à $U(V_{eq}) = 0,1$ mL.

Les incertitudes notées sur la verrerie sont :

- burette de 25 mL : 0,05 mL
- pipette jaugée de 10 mL : 0,02 mL
- éprouvette graduée de 250 mL : 1 mL

Proposer un encadrement de la concentration de la solution préparée par l'éleveur.

5/ Déterminer la masse de chlorure d'ammonium apportée par l'éleveur quotidiennement à l'agneau et comparer ce résultat à la valeur préconisée par le site des partenaires de la production ovine en France.

B- Simulation d'un dosage

Pour simuler l'évolution des quantités de matière de cinq espèces chimiques présentes en solution lors du titrage précédent : NH_4^+ , HO^- , Cl^- , Na^+ et NH_3 on utilise un programme en langage python. Dans ce programme, les quantités de matière sont notées nA, nB, nC, nS_A et nS_B.

```

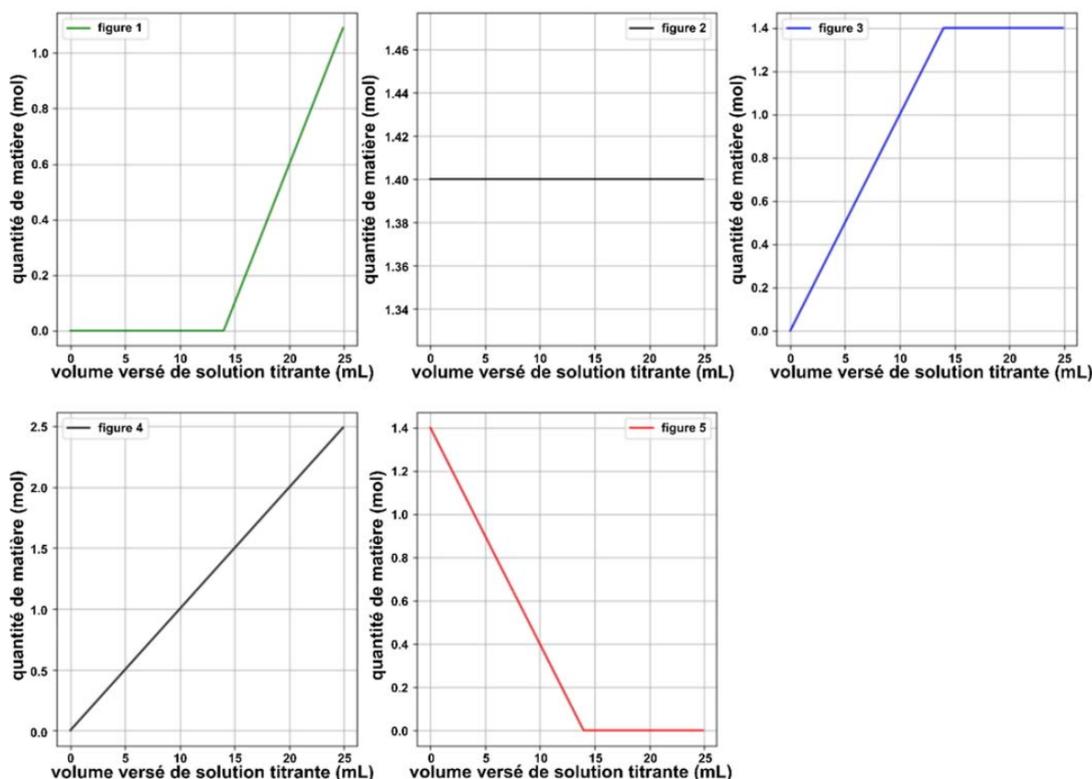
1 # Simulation du titrage dont la réaction support est de la forme
2 # a A + b B -> c C + H2O
3 # a, b, c et d sont les coefficients stoechiométriques
4 from matplotlib import pyplot as plt
5
6 a=      # nombre stoechiométrique de l'espèce à titrer A COMPLETE
7 b=      # nombre stoechiométrique de l'espèce titrante A COMPLETE
8 c=      # nombre stoechiométrique du produit de la réaction A COM
9 Ca=0.14 # concentration de la solution à titrer (mol/L)
10 Va=10.0 # volume de la solution à titrer (mL)
11 Cb=0.10 # concentration de la solution titrante (mol/L)
12 Veq=    # Calcul du volume à l'équivalence (mL) A COMPLETER
13 pasVb=0.1
14 nA,nB,nC,nS_A,nS_B=[],[],[],[],[]
15 v=[i/10 for i in range(250)]
16 for Vb in v:
17     if Vb<Veq:
18         nA.append(Ca*Va-Cb*Vb*a/b)
19         # A COMPLETER AVEC LE CALCUL DE nB
20         nC.append(c/b*Cb*Vb)
21         nS_A.append(Ca*Va)
22         nS_B.append(Cb*Vb)
23     else:
24         nA.append(0)
25         nB.append(Cb*Vb-Cb*Veq)
26         nC.append(c/b*Cb*Veq)
27         nS_A.append(Ca*Va)
28         nS_B.append(Cb*Vb)

```

6/ Compléter le code à écrire aux lignes 6, 7 et 8.

7/ Identifier les deux espèces chimiques qui correspondent aux variables nS_A et nS_B.

8/ Chacun des cinq graphiques suivants, obtenus à l'aide du programme en langage python, représente l'évolution de la quantité de matière d'une des espèces chimiques en fonction du volume versé de solution titrante.



8.1/ En justifiant explicitement le raisonnement, indiquer pour chaque graphe l'espèce chimique correspondante.

8.2/ Compléter le code des lignes 12 et 19.

Exercice 3 Observer les cratères lunaires Messier

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

Messier et Messier A sont deux cratères lunaires relativement récents localisés dans la mer de la Fécondité. Le cratère Messier se caractérise par sa forme allongée et juste à côté, on trouve Messier A, un autre cratère de forme et de taille similaire.

Messier et Messier A ont été photographiés par la mission Apollo 11 en 1969.

L'objectif de cet exercice consiste à déterminer la caractéristique d'un oculaire d'une lunette astronomique permettant d'observer ces cratères depuis la Terre.

Données :

- Distance Terre - Lune $D = 3,84 \times 10^5$ km.
- Largeur du cratère Messier $d = 11,0$ km.
- Fiche technique d'une lunette astronomique d'amateur :

Distance focale de l'objectif	300 mm
Diamètre de l'objectif	70 mm
Masse de la lunette	1,95 kg
Hauteur réglable du trépied	65 à 114 cm
Distance focale des oculaires fournis	35 mm, 20 mm et 10 mm
Prix	59,99 euros

- Pouvoir séparateur de l'œil : angle minimal ϵ sous lequel deux points lumineux A et B peuvent être vus séparément. Pour l'œil humain, $\epsilon = 3,0 \times 10^{-4}$ rad. A et B ne peuvent donc pas être distingués à l'œil nu sous un angle inférieur à ϵ .



A- Étude de la lunette astronomique

Dans le commerce, on trouve des lunettes astronomiques compactes pour astronomes amateurs débutants. Leurs dimensions permettent de les transporter facilement vers des zones où la pollution lumineuse est faible pour faciliter l'observation du ciel nocturne.

- 1/ Expliquer pourquoi la lunette décrite ci-dessus est commercialisée comme une lunette « 70/300 ».
- 2/ La lunette est modélisée par l'association de deux lentilles minces convergentes. Le foyer image F'_{obj} de l'objectif coïncide avec le foyer objet de l'oculaire F_{ocu} . Compléter l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE, en indiquant la marche du rayon lumineux issu du point B' considéré à l'infini au travers de la lunette afocale. Mettre en évidence l'image intermédiaire A_1B_1 ainsi que l'angle θ' sous lequel est vu l'image A'B' de $A_\infty B_\infty$ à travers la lunette.
- 3/ Après avoir défini le terme « afocal », expliquer l'intérêt de disposer d'une lunette afocale.
- 4/ On suppose que, pour les petits angles exprimés en radian, $\tan \theta \approx \theta$. Définir le grossissement de la lunette. Montrer, à partir de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE, que le grossissement de la lunette a pour expression :

$$G = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}}$$

où f'_{obj} et f'_{ocu} désignent respectivement les distances focales des lentilles de l'objectif et de l'oculaire.

B- Observation du cratère lunaire Messier

- 5/ Montrer que l'angle θ sous lequel est vu le cratère Messier depuis la Terre a, sous certaines hypothèses à préciser à l'aide d'un schéma, pour valeur $\theta = 2,86 \times 10^{-5}$ rad.
- 6/ L'observation du cratère lunaire Messier est-elle possible à l'œil nu ?
- 7/ Dans ces conditions, calculer la taille de l'image intermédiaire A_1B_1 du cratère Messier à travers l'objectif de la lunette.
- 8/ Déterminer le ou les oculaires, parmi les trois fournis dans les données, qu'un astronome amateur doit utiliser pour pouvoir espérer observer le cratère Messier.

■■■■ Fin ■■■■

DST : Physique-Chimie



NOM :

PRENOM :

Terminale :

DUREE DE L'EPREUVE : **3 heures**. — 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. Pile électrochimique
- II. Le supercondensateur prêt à sortir de l'ombre
- III. 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			

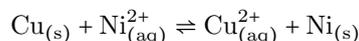
Extraits du programme (B.O. 2019)

Notions et contenus	Compétences exigibles
Pile, demi-piles, pont salin. Fonctionnement d'une pile Réactions électrochimiques aux électrodes. Usure, capacité d'une pile Modèle du circuit RC série, temps caractéristique. Loi phénoménologique de Newton. Modélisation de l'évolution de la température d'un système au contact d'un thermostat	Modéliser et schématiser une pile. Calculer la capacité d'une pile à partir de sa constitution initiale. 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. 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 Pile électrochimique

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

On relie par un pont ionique les solutions des deux demi-piles suivantes : Cu^{2+}/Cu et Ni^{2+}/Ni . On considère l'équation :



de constante d'équilibre : $K = 2.10^{19}$. Les solutions utilisées ont toutes les deux une concentration $C = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ en ions Cu^{2+} et Ni^{2+} et un volume $V = 200 \text{ mL}$.

Données : Constante de Faraday : $F = N_A \cdot e = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

- 1/ Calculer le quotient de réaction initial noté $Q_{r,i}$ du système considéré.
- 2/ En déduire les équations des réactions se produisant aux électrodes lorsqu'on les relie par un conducteur ohmique.
- 3/ On fait débiter, par la pile ainsi obtenue, un courant d'intensité $I = 2,0 \text{ mA}$ pendant $\Delta t = 4,0.10^5 \text{ s}$. Quel est l'avancement maximal x_{max} de la réaction au bout de cette durée ?
- 4/ Exprimer les quantités de matière d'ions cuivre et nickel au bout des $\Delta t = 4,0.10^5 \text{ s}$ en fonction des quantités de matière initiale et de l'avancement de la réaction.
- 5/ En déduire les concentrations $[\text{Cu}^{2+}]_f$ et $[\text{Ni}^{2+}]_f$ dans chaque demi-pile à la fin de l'expérience.
- 6/ Calculer le quotient de réaction Q_r au bout de cette durée de $4,0.10^5 \text{ s}$. Le comparer à $Q_{r,i}$ et K . Justifier en quoi le résultat est cohérent avec les questions précédentes.

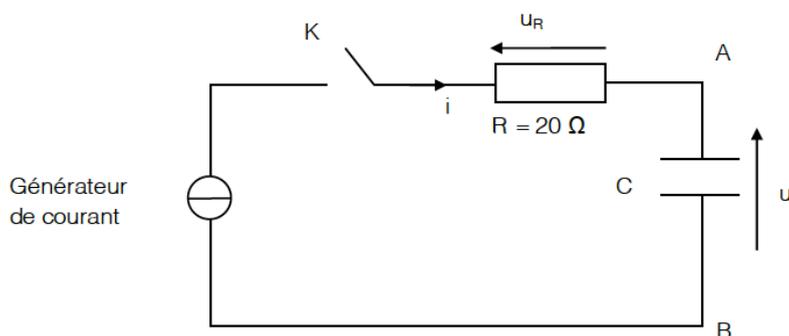
Exercice 2 Le supercondensateur prêt à sortir de l'ombre

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

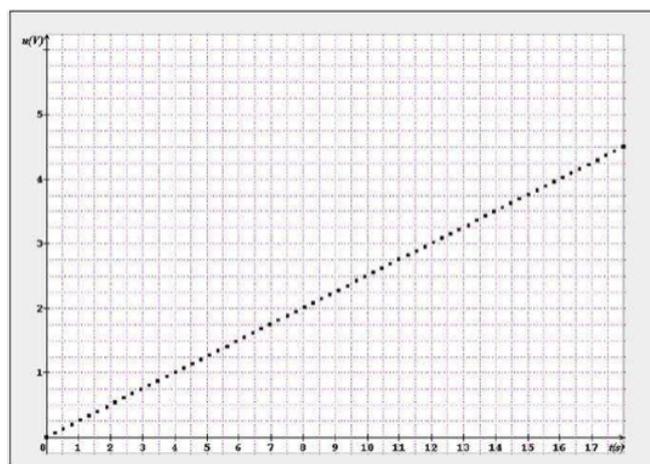
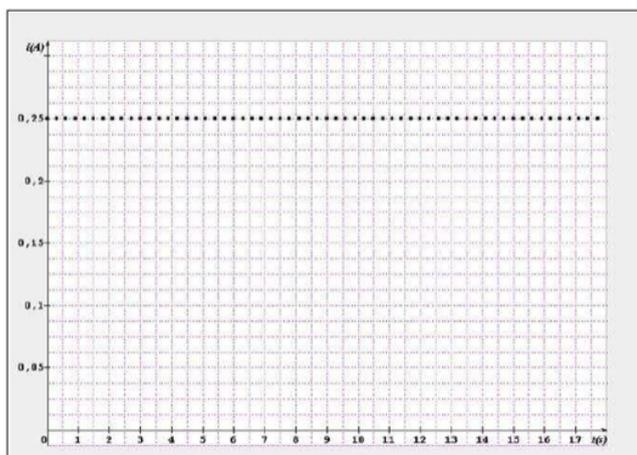
Promis à un grand avenir, les super condensateurs sont des dispositifs de stockage de l'énergie, intermédiaires entre les accumulateurs électrochimiques et les condensateurs traditionnels. Leurs applications, qui n'en sont qu'à leurs débuts, touchent de nombreux domaines tant dans l'électronique de grande diffusion que dans l'électronique de puissance, notamment en ouvrant des perspectives intéressantes dans le domaine des véhicules hybrides.

I- Charge d'un condensateur à courant constant

Une première méthode consiste à charger le condensateur à l'aide d'un générateur délivrant un courant d'intensité I constant, selon le montage suivant.



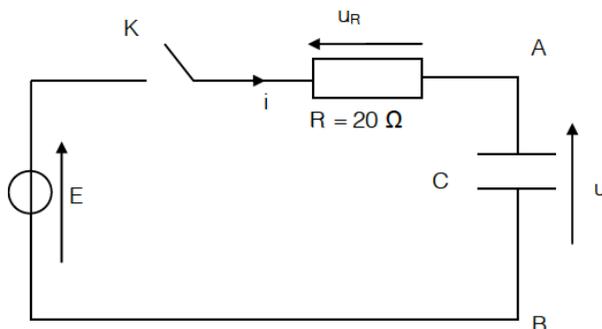
À la date $t = 0$ s, on ferme l'interrupteur K et on enregistre, à l'aide d'un système informatique, les variations au cours du temps de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique de résistance $R = 20 \Omega$ et de la tension u aux bornes du condensateur. Après traitement, on obtient les courbes ci-après :



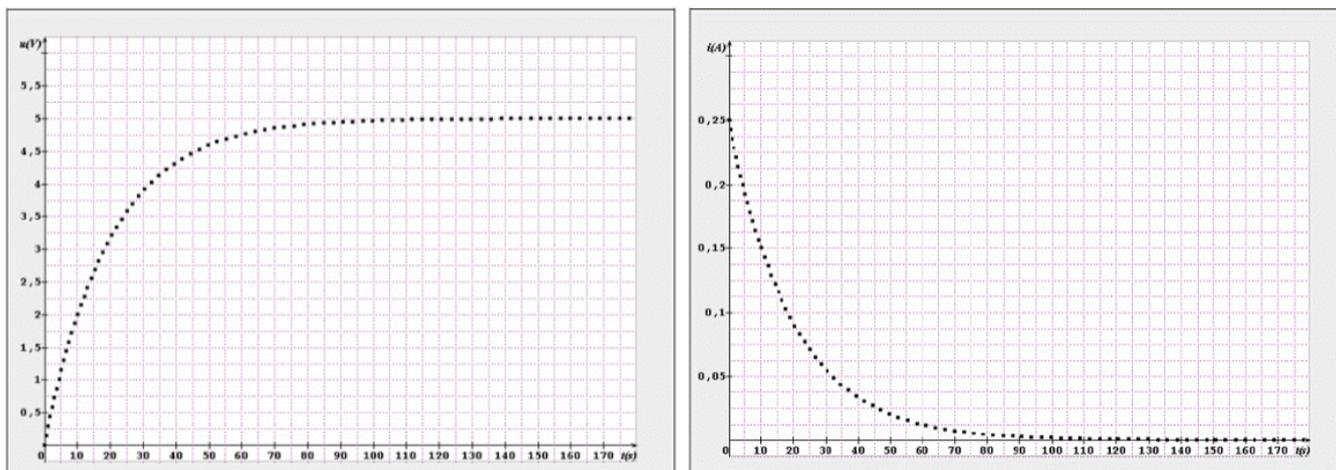
- 1/ Montrer que le graphe $i(t)$ peut être obtenu à partir de la tension $u_R(t)$.
- 2/ Utiliser l'un des graphes pour déterminer la relation numérique entre la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur et le temps. Justifier le calcul.
- 3/ En considérant qu'à $t = 0$ s le condensateur est déchargé, donner l'expression littérale de la charge q_A portée par l'armature A du condensateur en fonction du temps.
- 4/ Calculer le quotient $\frac{q_A}{u}$. Que représente-t-il ?

II- Charge d'un condensateur à tension constante

Une autre manière de déterminer la valeur de la capacité d'un condensateur, consiste à charger ce dernier avec un générateur de tension constante $E = 5,0 \text{ V}$ associé à une résistance $R = 20 \Omega$, en série avec le condensateur selon le schéma suivant :



On ferme l'interrupteur K à $t = 0 \text{ s}$, un dispositif informatique (acquisition et traitement) permet d'obtenir les variations de l'intensité dans le circuit et de la tension aux bornes du condensateur au cours du temps. On obtient les deux courbes ci-dessous :



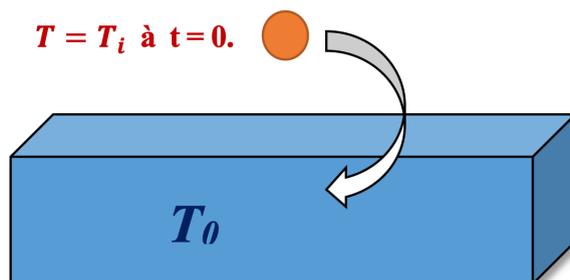
- 5/ D'après les graphes, quelles sont les valeurs de $u(t)$ et $i(t)$ lorsque le condensateur est chargé ?
- 6/ Rappeler l'expression de la constante de temps τ du circuit. La déterminer graphiquement en précisant la méthode.
- 7/ Déterminer la valeur de la capacité du condensateur. Comparer avec la valeur obtenue dans la partie 1, question 4.
- 8/ Etablir l'équation différentielle régissant le circuit.
- 9/ Montrer que la solution de cette équation différentielle est de la forme $u(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ où t est la constante de temps du circuit.
- 10/ Montrer que pour $t = 5\tau$, le condensateur est quasiment chargé. Le vérifier graphiquement.

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 Φ . Donner une expression différentielle reliant la quantité de chaleur échangée δQ et le flux thermique Φ pour une variation infinitésimale de temps dt .

2/ Pour un système incompressible, exprimer la quantité de chaleur échangée δQ 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 Φ ?

4/ Faire un bilan thermique, montrer que l'équation différentielle régissant le phénomène est de la forme

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

5/ Donner l'expression du temps caractéristique τ 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 °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 4 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 d'un réservoir d'eau
- II. Etude de l'effet photoélectrique
- III. L'âge de la Terre
- IV. Production de l'eau de Javel

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			

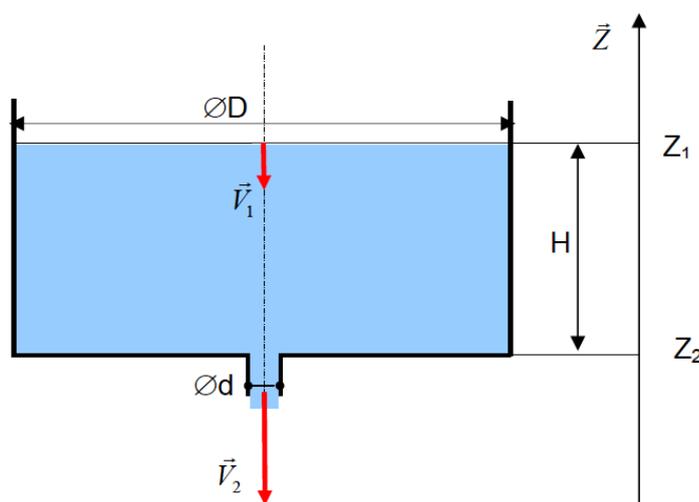
Extraits du programme (B.O. 2019)

Notions et contenus	Compétences exigibles
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
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
Effet photoélectrique	Interpréter qualitativement l'effet photoélectrique à l'aide du modèle particulaire de la lumière
Travail d'extraction	Etablir, par bilan d'énergie, la relation entre l'énergie cinétique des électrons et la fréquence
Radioactivité α et β . Lois de conservation Evolution temporelle de la population de noyaux radioactifs Constante radioactive. Temps de demi-vie. Activité	Utiliser les lois de conservation Etablir l'expression de l'évolution temporelle de la population des noyaux radioactifs

Exercice 1 Débit volumique d'un réservoir d'eau

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

On considère un réservoir cylindrique de diamètre intérieur $D = 2$ m rempli d'eau jusqu'à une hauteur $H = 3$ m. Le fond du réservoir est muni d'un orifice de diamètre $d = 10$ mm permettant de faire évacuer l'eau.



1/ Ecrire l'équation de conservation du débit volumique. En déduire l'expression de la vitesse V_1 en fonction de la vitesse V_2 , D et d .

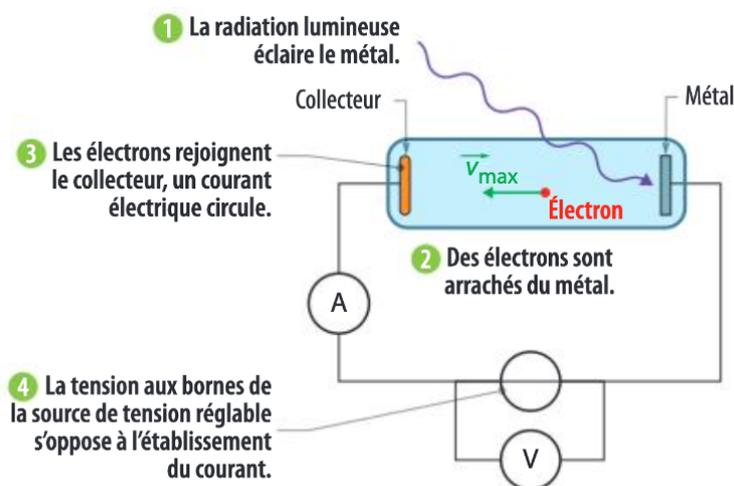
2/ Ecrire la relation de Bernoulli entre les points d'altitude z_1 et z_2 .

- 3/ A partir des réponses aux questions 1) et 2) établir l'expression de la vitesse d'écoulement V_2 en fonction de g , H , D et d .
- 4/ Calculer la vitesse V_2 . On suppose que le diamètre d est négligeable devant D , c'est-à-dire $d \ll D$.
- 5/ En déduire le débit volumique Q_V .

Exercice 2 Etude de l'effet photoélectrique

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

L'effet photoélectrique a été découvert à la fin du XIXe siècle.



- 1/ Une radiation de longueur d'onde $\lambda_1 = 400$ nm permet d'extraire des électrons d'une cathode en potassium. Quelle est l'énergie d'un photon associé à cette radiation ?
- 2/ Une radiation de longueur d'onde $\lambda_2 = 700$ nm ne permet pas d'extraire des électrons, même si on augmente l'intensité lumineuse reçue par la cathode ou la durée de l'éclairement. Comment expliquer cette observation ?
- 3/ Pourquoi l'effet photoélectrique a-t-il remis en cause le modèle ondulatoire de la lumière ?
- 4/ Quelle est la valeur maximale de la vitesse d'un électron arraché à du potassium par une radiation de longueur d'onde $\lambda_1 = 400$ nm ?

Données :

- travail d'extraction du potassium : $W_0 = 2,99$ eV
- 1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J
- constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8$ m.s⁻¹
- masse d'un électron : $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg

Exercice 3 L'âge de la Terre

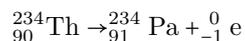
Compétences : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

La détermination de l'âge de la Terre a commencé vers le XVIe siècle, on l'estimait alors autour de 5 000 ans. Au XIXe siècle, des scientifiques admettaient un âge d'environ 100 millions d'années. La découverte de la radioactivité par H. Becquerel en 1896, bouleversa toutes les données connues. La datation l'uranium - plomb permet de déterminer assez précisément l'âge de la Terre. Nous proposons de comprendre cette technique de datation.

I. Etude de la famille uranium 238 - plomb 206

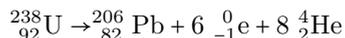
- 1/ Dans la première étape, un noyau d'uranium ${}^{238}_{92}\text{U}$ subit une radioactivité α . Le noyau fils est du thorium (symbole Th).
- 1.1/ Qu'est-ce qu'un noyau radioactif ?
- 1.2/ Ecrire l'équation de la réaction nucléaire en précisant les règles utilisées.

2/ Dans la deuxième étape, le noyau de thorium 234 se transforme en un noyau de protactinium ${}_{91}^{234}\text{Pa}$. L'équation de la réaction nucléaire est :



Préciser, en justifiant, le type de radioactivité correspondant cette transformation.

3/ L'équation globale du processus de transformation d'un noyau d'uranium 238 en un noyau de plomb 206 est :



Déterminer, en justifiant, le nombre de désintégrations α et β^- de ce processus.

II. Géochronologie :

On a constaté d'une part, que les minéraux d'une même couche géologique, donc du même âge, contiennent de l'uranium 238 et du plomb 206 en proportions remarquablement constantes, et d'autre part que la quantité de plomb dans un minéral augmente proportionnellement à son âge relatif. Si on mesure la quantité de plomb 206 dans un échantillon de roche ancienne, en considérant qu'il n'y en avait pas initialement, on peut déterminer l'âge du minéral à partir de la courbe de décroissance radioactive du nombre de noyaux d'uranium 238. Etudions un échantillon de roche ancienne dont l'âge, noté t_{Terre} , correspond à celui de la Terre.

4/ On considère la courbe de décroissance radioactive du nombre $N_U(t)$ de noyaux d'uranium 238 dans un échantillon de roche ancienne (voir graphique à rendre avec la copie).

4.1/ Indiquer la quantité initiale $N_U(0)$ de noyaux d'uranium.

4.2/ Donner l'expression de $N_U(t)$, nombre de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon à la date t , en fonction de $N_U(0)$. Calculer le nombre de noyaux d'uranium 238 qui restent dans la roche à la date $t_1 = 1,5 \cdot 10^9$ années sachant que la constante radioactive vaut $\lambda = 1,5 \times 10^{-10} \text{ ans}^{-1}$. Vérifier graphiquement votre résultat.

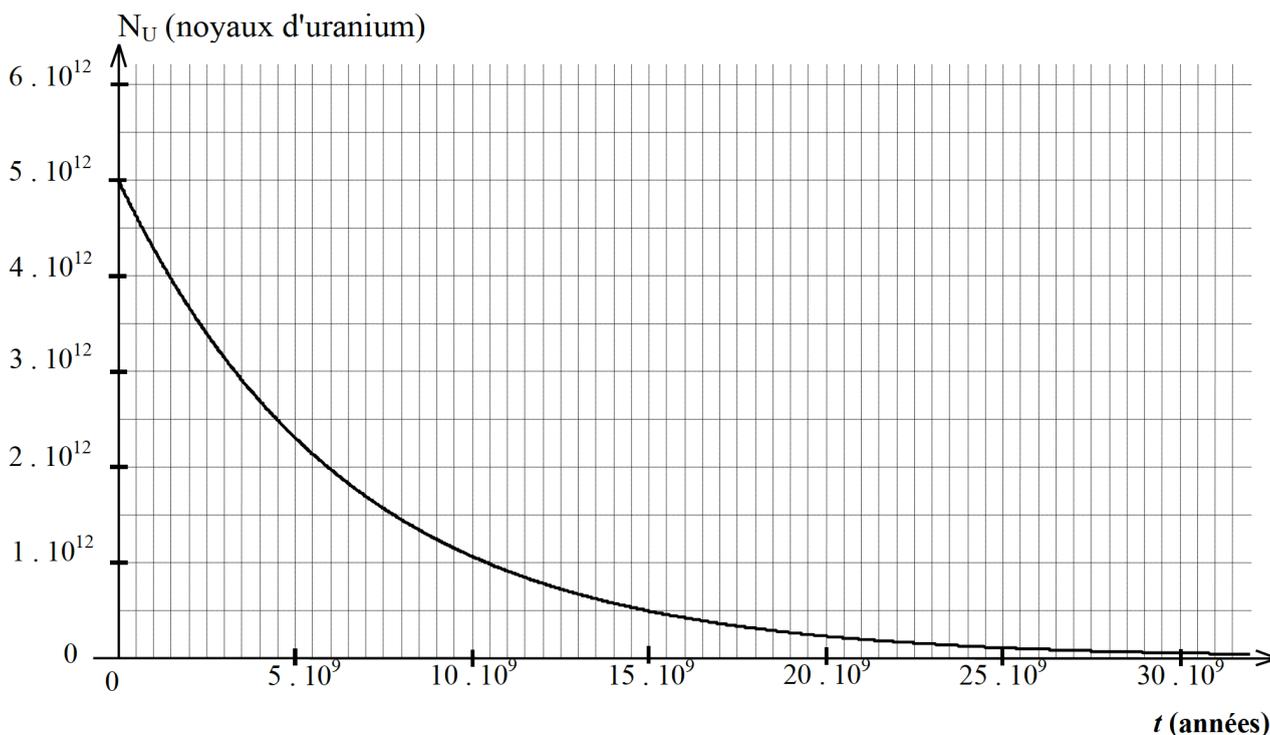
4.3/ Définir et déterminer graphiquement le temps de demi-vie $t_{1/2}$ de l'uranium 238 (représenter la construction sur la courbe de l'annexe).

5/ La quantité de plomb mesurée dans la roche à la date t_{Terre} , notée $N_{\text{pb}}(t_{\text{Terre}})$, est égale à $2,5 \cdot 10^{12}$ atomes.

5.1/ Etablir la relation entre $N_U(t_{\text{Terre}})$, $N_U(0)$ et $N_{\text{pb}}(t_{\text{Terre}})$. Calculer la quantité $N_U(t_{\text{Terre}})$ de noyaux d'uranium.

5.2/ Déterminer l'âge t_{Terre} de la Terre.

Courbe de décroissance radioactive de l'uranium 238



Exercice 4 Production d'eau de javel

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

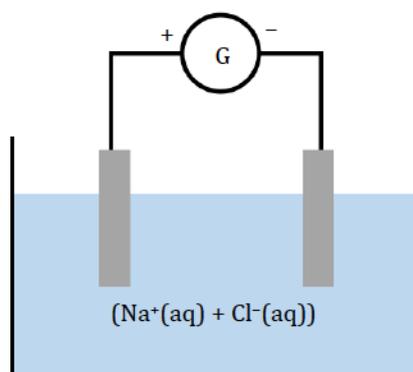
L'ion hypochlorite, désinfectant présent dans l'eau de javel et dans l'eau des piscines, peut être produit par électrolyse d'une solution de chlorure de sodium.

Lors de cette électrolyse, il y a d'abord production de dichlore Cl_2 .

On plonge deux électrodes chimiquement inerte (en titane, par exemple) dans une solution aqueuse de chlorure de sodium. Ces électrodes sont reliées à un générateur de tension continue.

Données : constante de Faraday $\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$.

Les deux couples impliqués sont $\text{Cl}_{2(\text{g})}/\text{Cl}_{(\text{aq})}^-$ et $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}/\text{H}_{2(\text{g})}$ (se mettre en milieu basique pour ce couple).



1/ Donner les demi-équations d'oxydoréduction qui se déroulent à chaque électrode. Indiquer à quel pôle du générateur (+ ou -) l'électrode associée à chaque demi-équation est reliée. On considérera que l'on se trouve en milieu basique.

2/ Dans un deuxième temps, les ions HO^- apparus à cause de l'électrolyse réagissent avec le dichlore produit pour le transformer en ion hypochlorite selon la réaction (supposée totale)



Justifier que, au cours de l'électrolyse, des ions HO^- sont produits en écrivant l'équation globale de l'électrolyse en s'appuyant sur la question précédente.

3/ Le courant qui circule a une intensité de 2,0 A pendant une heure. Calculer la quantité d'électricité Q produite.

4/ En déduire le nombre de moles d'électrons $n(e^-)$ produits.

5/ Calculer la quantité de matière ClO^- produite après une heure d'électrolyse, en supposant que les ions chlorure sont en large excès.

6/ L'eau de javel a une concentration d'environ $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ en ions hypochlorite. Si on réalise l'électrolyse d'un litre de solution de chlorure de sodium à 1 mol.L^{-1} dans ces conditions ($I = 2,0 \text{ A}$), au bout de combien de temps a-t-on transformé cette solution en eau de javel? La concentration initiale en chlorure de sodium est-elle suffisante?

— Fin —