

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 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. Le LASER au quotidien (8 points)
- II. L'acoustique des théâtres antiques (12 points)

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	
Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Ondes progressives périodiques sinusoïdales. Ondes sonores et ultrasonores</p> <p>Retard.</p> <p>Diffraction.</p>	<p>Définir une onde progressive.</p> <p>Connaître et exploiter la relation entre la fréquence, la longueur d'onde et la célérité.</p> <p>Connaître et exploiter la relation $\theta = \frac{\lambda}{a}$.</p> <p>Identifier les situations physiques où le phénomène de diffraction a lieu.</p>

Exercice 1 Le LASER au quotidien (8 points)

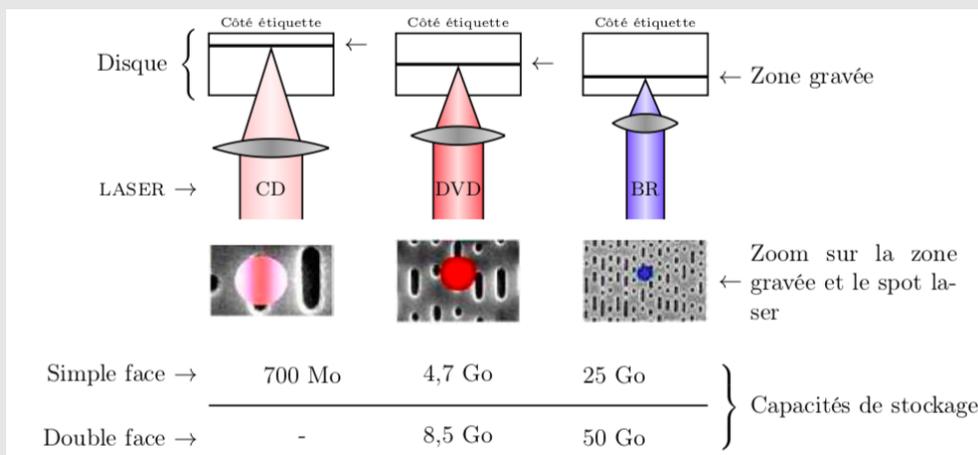
Compétences : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Document

La nouvelle génération de lecteurs comporte un laser bleu (le blu-ray) dont la technologie utilise une diode laser fonctionnant à une longueur d'onde $\lambda_B = 405 \text{ nm}$ d'une couleur bleue (en fait violacée) pour lire et écrire les données. Les CD et les DVD conventionnels utilisent respectivement des lasers infrarouges et rouges. Les disques Blu-ray fonctionnent d'une manière similaire à celle des CD et des DVD.

Le laser d'un lecteur blu-ray émet une lumière de longueur d'onde différente de celles des systèmes CD ou DVD, ce qui permet de stocker plus de données sur un disque de même taille (12 cm de diamètre), la taille minimale du point sur lequel le laser grave l'information étant limitée par la diffraction.

Pour stocker davantage d'informations sur un disque, les scientifiques travaillent sur la mise au point d'un laser ultra violet.

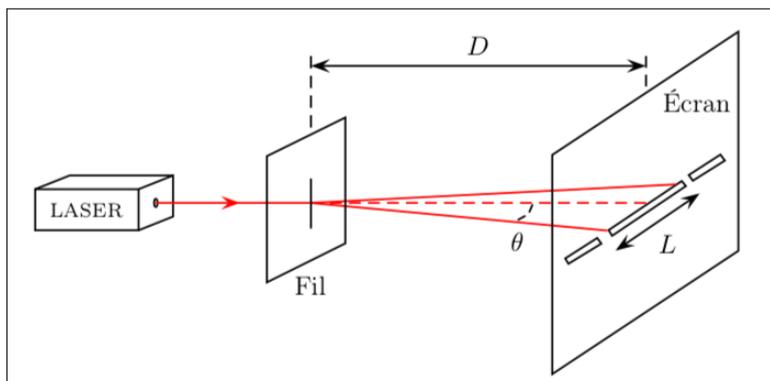


I- A propos du document :

- 1/ Quel est le nom du phénomène physique responsable de l'irisation d'un CD ou d'un DVD éclairé en lumière blanche ?
- 2/ Calculer la valeur de la fréquence ν_B de la radiation utilisée dans la technologie blu-ray.
- 3/ Comparer la longueur d'onde du laser blu-ray à celle des systèmes CD ou DVD.

II- Diffraction :

On veut retrouver expérimentalement la longueur d'onde λ_D de la radiation monochromatique d'un lecteur DVD.
On utilise pour cela le montage de la figure ci-dessous, a étant le diamètre du fil, θ le demi-écart angulaire.



4/ Etablir la relation entre θ , L (largeur de la tache centrale de diffraction) et D (distance entre le fil et l'écran).
On supposera θ suffisamment petit pour considérer $\tan \theta \approx \theta$ avec θ en radian.

5/ Donner la relation entre θ , λ_D et a , en indiquant l'unité de chaque grandeur.

6/ En déduire la relation :

$$\lambda_D = \frac{La}{2D}$$

7/ Détermination de la longueur d'onde λ_D de la radiation d'un laser de lecteur DVD.

Pour la figure de diffraction obtenue avec un laser « DVD », on mesure $L = 4,8$ cm.

On remplace alors le laser « DVD » par le laser utilisé dans le lecteur blu-ray, sans modifier le reste du montage.

On obtient une tache de diffraction de largeur $L' = 3,0$ cm.

A partir de ces deux expériences, calculer la valeur de la longueur d'onde λ_D de la radiation monochromatique d'un lecteur DVD, et comparer au résultat de la question 3.

III- Dispersion :

Un CD est constitué de polycarbonate de qualité optique dont l'indice de réfraction est $n = 1,55$ pour la radiation lumineuse utilisée dans le lecteur CD.

8/ Soit v la vitesse de la radiation dans le polycarbonate, donner la relation entre les grandeurs physiques n , c et v sachant que n est sans unité et supérieur à 1.

9/ Quelle grandeur caractéristique de la radiation du laser n'est pas modifiée lorsque son rayon passe de l'air dans le disque ?

10/ Détermination de la longueur d'onde λ_C d'un laser CD.

10.1/ Le laser utilisé pour lire les CD a une longueur d'onde $\lambda_{CD} = 780$ nm dans le vide. Montrer que la longueur d'onde λ_C du laser CD dans le polycarbonate vérifie :

$$\lambda_C = \frac{\lambda_{CD}}{n}$$

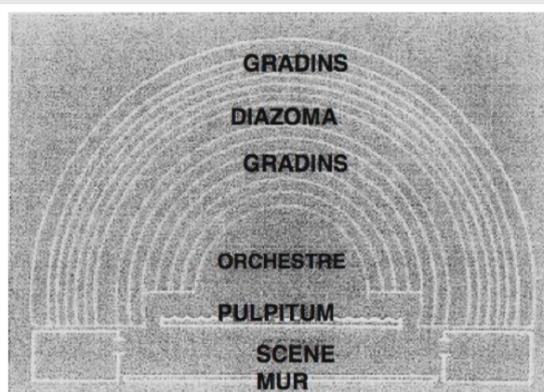
10.2/ Calculer λ_C .

Exercice 2 L'acoustique des théâtres antiques (12 points)

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

Document

Le théâtre antique d'Aspendos (50 km d'Antalya, en Turquie) est le mieux conservé de toute l'Asie Mineure. Construit au II^{ème} siècle après J.C., sa célébrité est due à son excellent état de conservation, mais aussi à son acoustique remarquable qui, comme l'ensemble des théâtres antiques, révèle la réussite de son architecte. Les spectateurs assis au dernier rang de ce théâtre, doté d'une capacité d'accueil de 15 000 personnes, peuvent en effet entendre très distinctement les paroles d'un acteur situé sur la scène à une distance de plusieurs dizaines de mètres !



I- Généralités :

- 1/ Le son est une onde mécanique progressive. Définir le terme souligné.
- 2/ Dans un espace à combien de dimensions se propage une onde sonore ?

II- Utilisation d'un émetteur ultrasonore :

Un émetteur ultrasonore est utilisé pour réaliser cette simulation. On rappelle les informations suivantes :

- les sons audibles par l'oreille ont une fréquence f comprise entre 20 Hz et 20 kHz ;
- lorsque la fréquence f est supérieure à 20 kHz, on parle d'ultrasons ;
- ordre de grandeur de la célérité des sons émis par la voix et des ultrasons dans l'air dans les conditions habituelles :
 $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

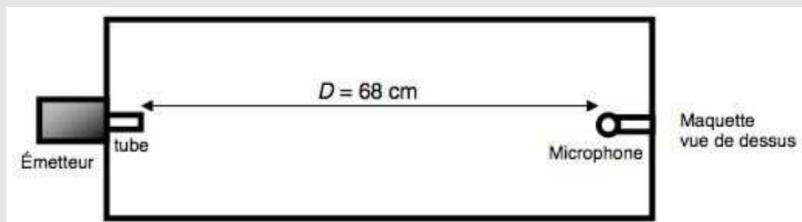
- 3/ Définir en une phrase ce qu'est la longueur d'onde λ .
- 4/ Donner la relation existant entre la longueur d'onde λ , la célérité v et la fréquence f d'une onde.
- 5/ Dédire, de ce qui précède, que la longueur d'onde des ultrasons est inférieure à celle des sons moyens de la voix. Justifier précisément la réponse.
- 6/ Justifier alors l'intérêt d'utiliser ce type d'ondes dans le cadre d'une simulation avec une maquette.
- 7/ L'air est-il un milieu dispersif pour les ondes sonores et ultrasonores ? Justifier la réponse.

III- Influence du plafond :

Document

Les salles de concert couvertes n'ont pas la même acoustique que les théâtres en plein air. On se propose dans cette partie d'étudier l'impact d'un plafond recouvrant totalement la salle de concert sur l'acoustique de cette salle. Pour cela on utilise une maquette rectangulaire dont le couvercle est amovible.

Une des parois latérales est traversée par un tube, relié comme précédemment à un émetteur ultrasonore. La longueur d'onde du son émis est là encore réduite dans le rapport indiqué par l'échelle de la maquette. Sur la paroi opposée est disposé un microphone :

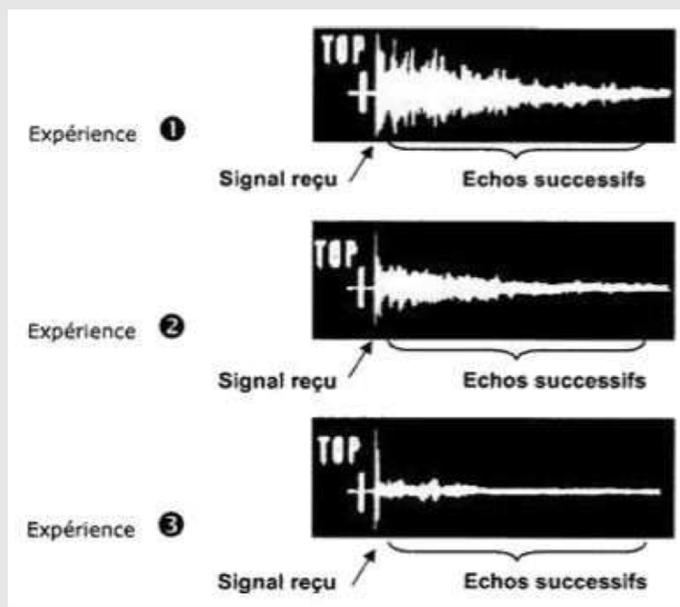


L'expérience consiste à envoyer pendant un temps très court (1 ms), un top d'émission (au niveau de l'extrémité du tube). Un microphone est situé à une distance D du tube.

Un oscilloscope permet de recevoir d'abord l'émission arrivant directement, puis tous les échos successifs. Le TOP est reçu avec un retard τ par rapport au TOP émis.

On a réalisé trois expériences :

- **Expérience 1** : avec le couvercle ;
- **Expérience 2** : avec un couvercle recouvert de moquette ;
- **Expérience 3** : sans couvercle.



8/ A l'aide des données de l'énoncé (la célérité v des ultrasons dans l'air n'ayant pas changé), évaluer le retard τ entre l'émission et la réception du top par le microphone.

9/ Comparer les résultats des trois expériences en termes d'amortissement de l'écho.

10/ Parmi les trois expériences, quelle est la situation la plus intéressante d'un point de vue acoustique ? Justifier la réponse.

11/ Justifier alors que le plafond des salles de concert est toujours recouvert de dalles alvéolées constituées d'un matériau très absorbant.

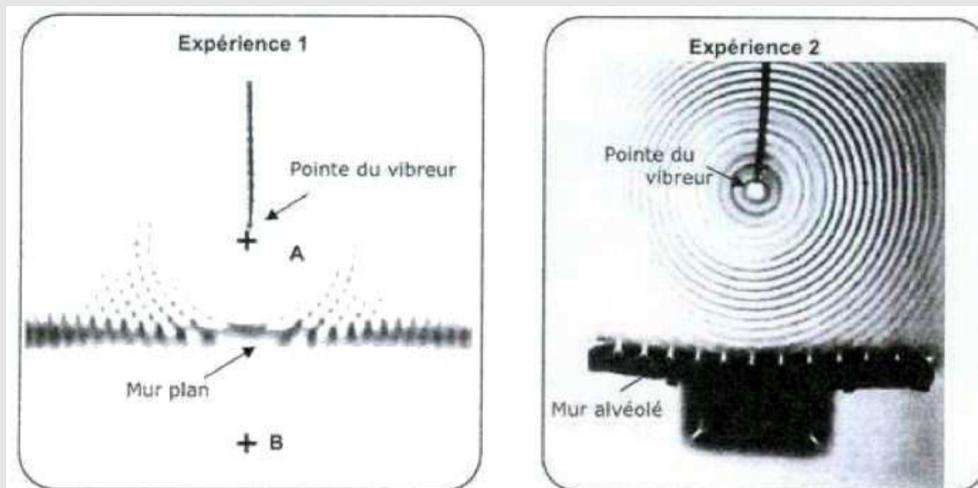
IV- Rôle du mur : simulation à l'aide d'une cuve à ondes :

Document

La propagation des ondes et leur comportement quand elles rencontrent une surface réfléchissante peuvent être assez bien matérialisés au moyen d'une cuve à ondes.

Un vibreur muni d'une pointe, frappe verticalement, avec une fréquence connue, la surface de l'eau contenue dans une cuve à ondes.

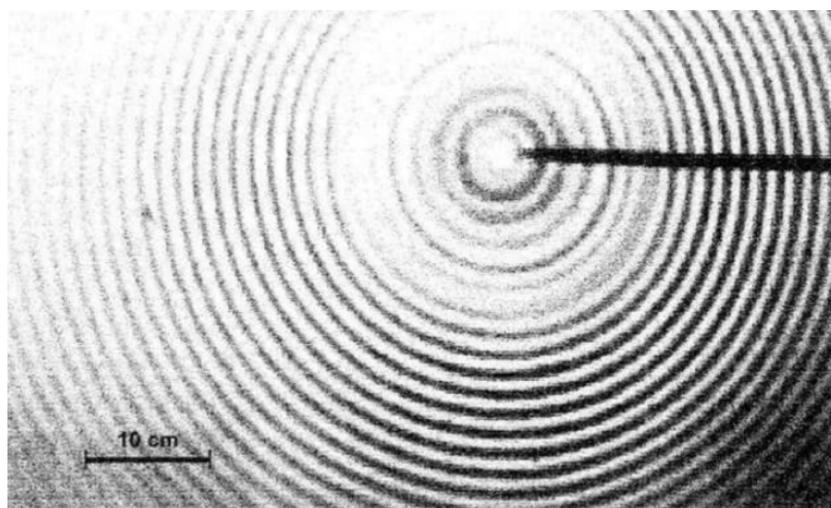
- **Expérience 1** : On réalise l'expérience en plaçant un mur plan. On constate la présence d'échos. Tout se passe comme s'il y avait une deuxième source.
- **Expérience 2** : On utilise cette fois-ci un mur alvéolé.



12/ Les ondes créées par le vibreur à la surface de l'eau sont-elles longitudinales ou bien transversales ? Justifier.

13/ Dans le cas de l'expérience 1, l'onde émise au point A rencontre le mur plan ce qui génère une onde réfléchi qui semble provenir de B, symétrique de A par rapport au plan formé par le mur. Celle-ci se superpose alors à l'onde incidente issue de A. En comparant les images de deux expériences, expliquez en quoi un mur plan est gênant pour la réception sonore dans les gradins.

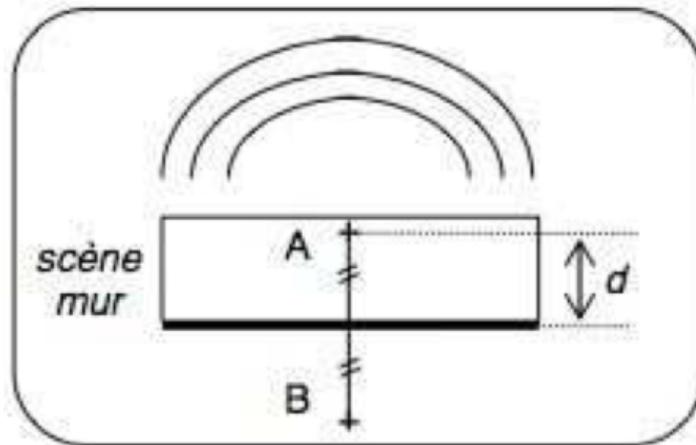
14/ A l'aide du cliché et en tenant compte de l'échelle du document, déterminer, le plus précisément possible, la valeur de la longueur d'onde λ en expliquant brièvement la méthode employée.



15/ En analysant les expériences 1 et 2, justifier la forme du pupitum (voir schéma du premier document) ainsi que la présence de niches et de colonnes dans le mur des théâtres antiques.

16/ Les ondes réfléchies par le mur ne pouvant être totalement évitées, l'essentiel est que tous ces échos n'arrivent pas avec un trop grand retard. En effet, ce sont les consonnes qui forment l'armature de la parole. Leur durée d'émission est très courte de l'ordre de $1/25^e$ de seconde. Pour qu'elles ne se juxtaposent pas, il faut que leur écho arrive avant la fin de leur émission. Si l'orateur est placé en A, à une distance d du mur formant le fond de la scène, exprimer la distance AB en

fonction de d . En déduire l'expression en fonction de d et de v du retard Δt entre l'onde sonore émise par l'orateur au point A et l'onde réfléchie par le mur, qui semble issue du point B.



17/ Déterminer la profondeur maximale d_{\max} de la scène qui permet à la parole de rester nettement compréhensible. Pour faciliter le calcul numérique, on considérera une célérité des ondes sonores égale à $350 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

— 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 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. Emballages alimentaires (8 points)
- II. Spectroscopie RMN (10 points)
- III. L'effet Doppler en astrophysique (5 points)

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	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Effet Doppler Spectres IR Spectres RMN Déplacement chimique. Intégration. Multiplicité	Effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique Détermination de groupes caractéristiques Relier un spectre RMN à une molécule

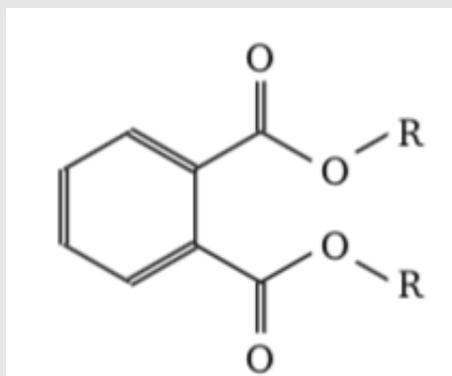
Exercice 1 Emballages alimentaires (8 points)

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

Document n° 1 : Les phtalates

Pour assouplir les matières plastiques et les mettre en forme, les industriels leur ajoutent des plastifiants, comme les phtalates (formule générale ci-contre).

Dans cette formule générale, les groupements R sont deux chaînes hydrogénocarbonées identiques. Le cycle à six atomes de carbone et trois liaisons doubles est appelé cycle aromatique.



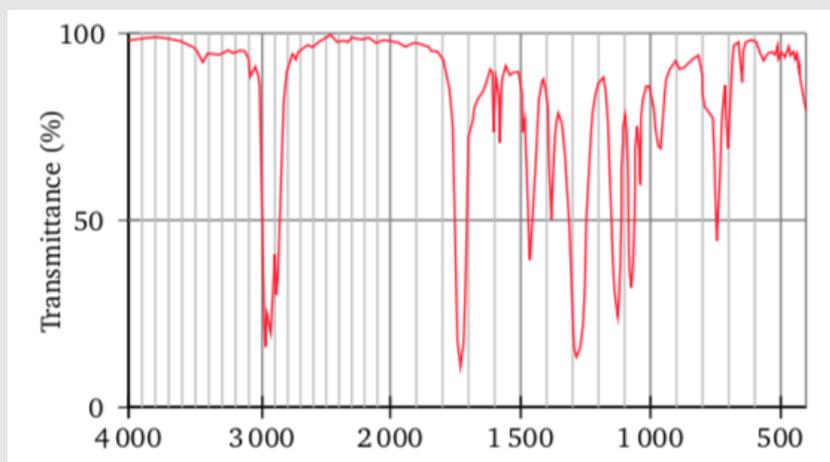
Document n° 2 : Les emballages alimentaires

Les industriels de l'emballage alimentaire ont limité l'utilisation des phtalates dans la composition des plastiques : la teneur en phtalates ne doit pas dépasser 0,1 % en masse.

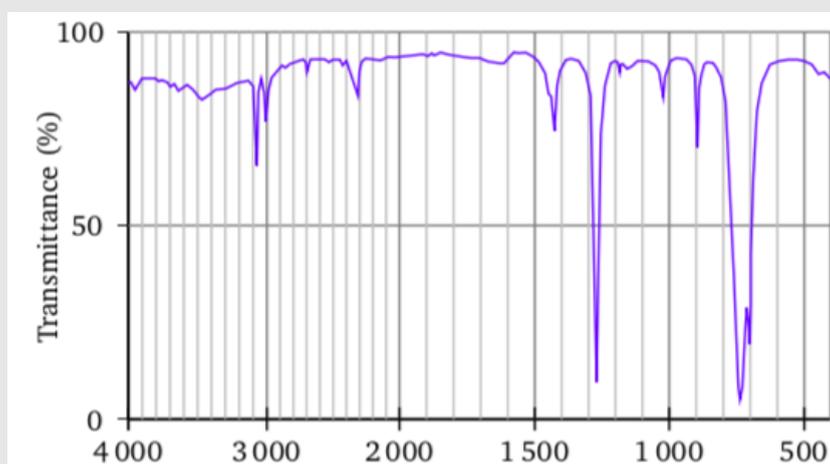
Toutefois, certains industriels continuent à utiliser ce plastifiant peu coûteux et très efficace. Des contrôles quantitatifs peuvent être effectués par spectroscopie infrarouge. Cette méthode nécessite d'effectuer une gamme d'étalonnage à partir du produit commercial.

Document n° 3 : Analyses par spectroscopie infrarouge

Spectre IR du diisononyle phtalate (DINP), un plastifiant utilisé pour la confection des emballages alimentaires.

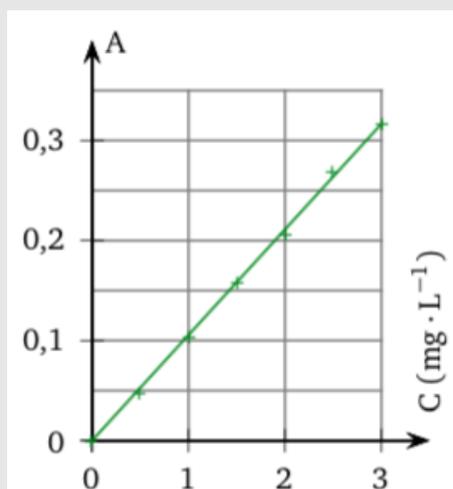


Spectre IR du dichlorométhane.

**Document n° 4 : Mode opératoire pour obtenir des données quantitatives**

Le diisononyle phtalate commercial est dissous dans du dichlorométhane et analysé par spectroscopie infrarouge. L'absorbance a été mesurée pour la bande d'absorption du diisononyle phtalate se situant à 1550 cm^{-1} . La droite d'étalonnage (absorbance en fonction de la concentration) d'équation $y = 0,1062 \times x$ avec $R^2 = 0,9995$ est tracée ci-dessous.

Droite d'étalonnage du dosage par IR du diisononyle phtalate commercial.



Document n° 5 : Bandes d'absorption en spectroscopie infrarouge

Liaison	Gamme de nombre d'onde σ cm^{-1}	Type de bande
O-H alcool libre	3 590-3 650	Intense et fine
O-H alcool lié	3 200-3 600	Moyenne et large
C-H alcane	2 850-2 970	Moyenne
C-H aldéhyde	2 700-2 900	Moyenne
O-H acide carboxylique	2 500-3 200	Intense et large
C=O ester	1 735-1 750	Intense
C=O aldéhyde et cétone	1 700-1 725	Intense
C=O acide carboxylique	1 700-1 725	Intense
C=C alcène	1 620-1 690	Moyenne
C-H alcane	1 400-1 500	Moyenne
C-O-C ester	1 050-1 300	Intense

1/ Redessiner la molécule du document 1, puis entourer et nommer les groupes caractéristiques.

2/ Le diisononyle phtalate (DINP) est un plastifiant très utilisé pour la confection des emballages alimentaires. A l'aide du spectre du DINP donné dans le document 3 et du tableau donné dans le document 5, répondre aux questions suivantes :

2.1/ Quel type de liaison du DINP est à l'origine de la bande d'absorption à $1\,740\text{ cm}^{-1}$?

2.2/ Interpréter la présence des bandes d'absorption situées vers $1\,620 - 1\,650\text{ cm}^{-1}$ et $2\,900 - 3\,000\text{ cm}^{-1}$?

3/ La méthode quantitative par infrarouge utilise la loi de Beer-Lambert, appliquée à la spectroscopie IR.

3.1/ Expliquer le choix du nombre d'onde pour l'étalonnage de l'appareil de mesure.

3.2/ Le phtalate est dilué dans un solvant dont les bandes d'absorption ne doivent pas modifier les résultats de l'analyse. A l'aide du spectre du dichlorométhane du document 3 et du tableau du document 5, justifier le choix du solvant.

4/ Un prélèvement de 100 mg est effectué sur un emballage alimentaire. Il est dissous dans 100 mL de dichlorométhane. L'analyse par spectroscopie infrarouge donne, pour la bande à $1\,550\text{ cm}^{-1}$, une absorbance de 0,223.

4.1/ En s'appuyant du document 4, quelle est la concentration en phtalate dans l'échantillon analysé ?

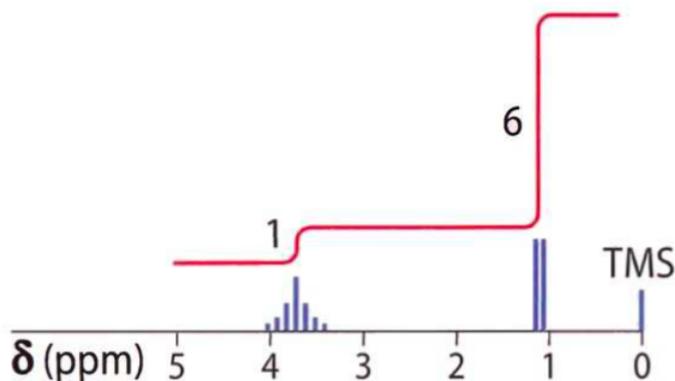
4.2/ Quel est le pourcentage en masse de phtalate dans l'emballage ?

5/ L'échantillon peut-il être mis sur le marché ? Justifiez.

Exercice 2 Spectroscopie RMN (10 points)

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

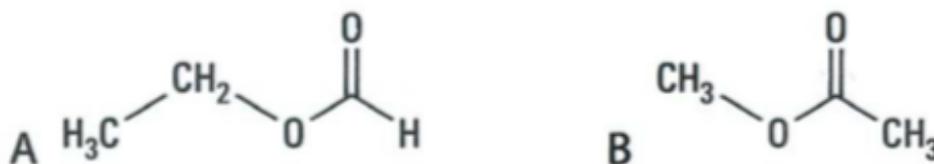
On donne ci-dessous le spectre RMN d'une molécule, ainsi que le signal d'intégration associé.



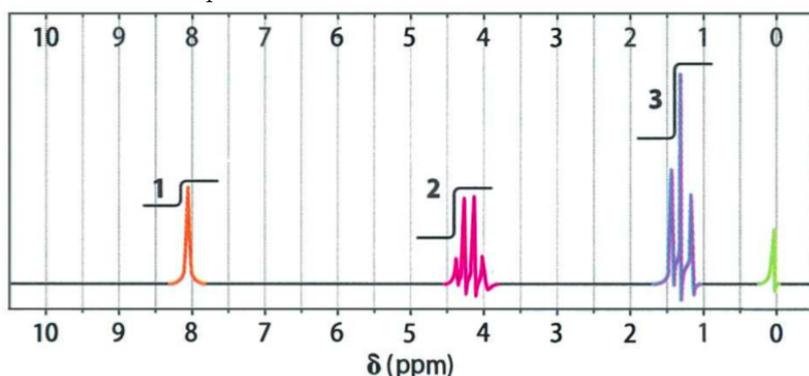
Ce spectre est celui d'une des deux molécules (a) et (b) dont les formules sont données ci-dessous.



- 1/ Que représente la lettre δ sur un spectre RMN du proton ? Quelle est la signification de la notation ppm ?
- 2/ A quoi correspond le pic associé au TMS sur le spectre ?
- 3/ Dessinez les formules développées des molécules (a) et (b). Décomptez les protons équivalents sur chacune des deux molécules. On pourra utiliser une couleur différente pour chaque groupe de protons équivalents afin de les mettre en évidence sur les formules développées précédentes.
- 4/ Identifier la molécule correspondant au spectre RMN. Bien expliquer la démarche.
- 5/ On dispose d'un échantillon d'un des isomères ci-dessous :



Par spectroscopie IR, on a trouvé une bande intense à 1740 cm^{-1} , caractéristique de la vibration de la double liaison C=O. Le spectre RMN est donné ci-dessous.



Type de proton	δ ppm
H-C-C-	0,5-1,5 ppm
H-C-CO-O-	2-2,3 ppm
H-C-O-CO-	3,7-4,8 ppm
H-CO-O-	8,0-9,0 ppm

En utilisant l'extrait des tables de δ ci-dessus, détailler le raisonnement suivi pour déterminer quel est l'isomère contenu dans l'échantillon.

Exercice 3 L'effet Doppler en astrophysique (5 points)

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

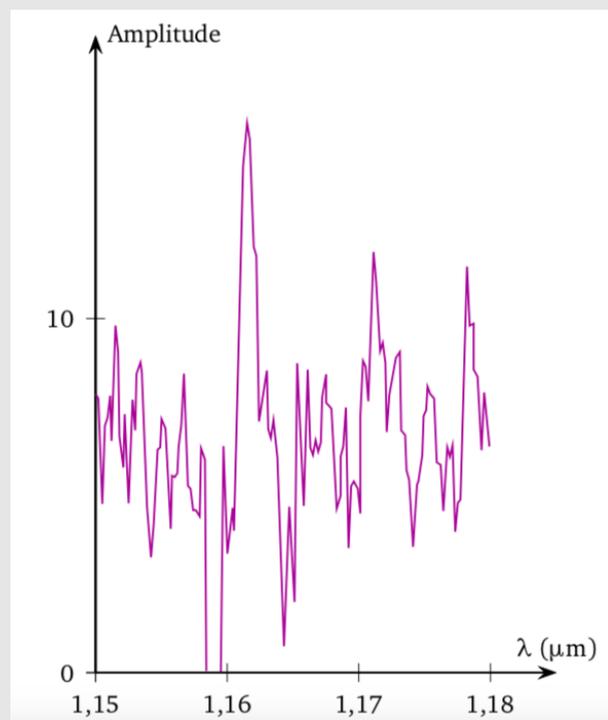
- 1/ En exploitant les documents, montrer que le décalage spectral de UDFy-38135539 correspond bien à la valeur indiquée.
- 2/ Que montre le décalage vers l'infrarouge d'une raie qui se situe dans l'ultraviolet ?
- 3/ Calculer la vitesse radiale de cette galaxie par rapport à la Terre.
- 4/ Justifier que d'après la loi de Hubble, plus les galaxies sont éloignées, plus elles sont rapides.
- 5/ Déduire de la loi de Hubble et de la réponse à la question 5.3 la distance en années-lumières (al) qui sépare la galaxie UDFy-38135539 de la Terre. Conclure.

Document n° 1 : Détection d'une galaxie

Après avoir observé une galaxie pendant seize heures et analysé les données pendant deux mois grâce à des logiciels d'analyse qu'ils avaient développés, des chercheurs ont constaté qu'ils avaient détecté la lueur très faible de la raie principale de l'hydrogène, avec un décalage vers le rouge de 8,6. Cette valeur fait de cette galaxie, nommée UDFy-38135539, l'objet le plus éloigné jamais détecté par spectroscopie.

Document n° 2 : Spectre de UDFy-38135539

Voici le signal de la raie d'hydrogène Ly-alpha, détectée grâce au télescope VLT (Very Large Telescope) après seize heures de pose. Cette raie a été émise dans l'ultraviolet à 121,6 nm.



Document n° 3 : Données d'astrophysique

En astronomie, le décalage spectral est défini comme :

$$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$$

Les astronomes calculent la vitesse radiale d'éloignement v à l'aide de la relation de Doppler-Fizeau, valable pour toutes les vitesses y compris les vitesses relativistes (c'est-à-dire proches de la vitesse de la lumière c) :

$$v = c \cdot \frac{(z + 1)^2 - 1}{(z + 1)^2 + 1}$$

Document n° 4 : La loi de Hubble

La loi de Hubble relie la distance D qui nous sépare d'une galaxie très éloignée à sa vitesse v :

$$D = \frac{v}{H_0}$$

H_0 est la constante de Hubble :

$$H_0 = 70 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$$

1 Mpc : 1 mégaparsec, avec 1 parsec :

$$1 \text{ pc} = 3,26 \text{ al}$$

1 année-lumière : 1 al = $9,5 \cdot 10^{12}$ km.

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 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. La chute des boulets (14 points)
- II. La cire d'abeille (6 points)

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	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Description du mouvement d'un point au cours du temps Lois de Newton Principe d'inertie, $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$, actions réciproques	Choisir un référentiel d'étude Connaître et exploiter les lois de Newton Mouvement dans un champ de pesanteur

Exercice 1 La chute des boulets (14 points)

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

Documents

Selon la légende, GALILÉE (1564-1642) aurait étudié la chute des corps en lâchant divers objets du sommet de la tour de PISE (Italie), sa ville de naissance. Il y fait référence dans deux ouvrages : *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* et *Discours concernant deux sciences nouvelles* dans lesquels il remet notamment en question les idées d'ARISTOTE.

Extrait n° 1 :

« Avant tout, il faut considérer que le mouvement des corps lourds n'est pas uniforme : partant du repos, ils accélèrent continuellement (...). Si on définit des temps égaux quelconques, aussi nombreux qu'on veut, et si on suppose que, dans le premier temps, le mobile, partant du repos, a parcouru tel espace, par exemple une aune(*), pendant le second temps, il en parcourra trois, puis cinq pendant le troisième (...) et ainsi de suite, selon la suite des nombres impairs. »

(*) Une aune = 1,14 m.

Extrait n° 2 :

« Cherchons à savoir combien de temps un boulet, de fer par exemple, met pour arriver sur la Terre d'une hauteur de cent coudées(*).

ARISTOTE dit qu'une « boule de fer de cent livres(**), tombant de cent coudées, touche terre avant qu'une boule d'une livre ait parcouru une seule coudée », et je vous dis, moi, qu'elles arrivent en même temps.

Des expériences répétées montrent qu'un boulet de cent livres met cinq secondes pour descendre de cent coudées »

(*) Une coudée correspond à une distance de 57 cm ;

(**) Une livre est une unité de masse.

Extrait n° 3 :

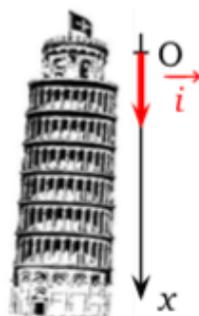
En 1592, GALILÉE quitte PISE pour l'Université de PADOUE, dépendant de VENISE. Cette dernière ville possède un arsenal tout-à-fait considérable, et la légende raconte qu'il était inutile de chercher GALILÉE dans les salles de l'Université, que l'on avait plus de chance de le trouver sur les chantiers navals, dont il appréciait l'ambiance, et où il a pu faire preuve de son incroyable ingéniosité. GALILÉE a notamment le premier indiqué qu'il faut pointer les feux de canon à un angle de 45° afin de permettre la distance de tir la plus grande possible.

Dans les navires de guerre de l'époque, de lourds canons sont fixés au pont, et projettent des boulets de 200 livres (environ 100 kg) portant jusqu'à 1 200 toises (environ 2 400 m). La structure d'un navire est très robuste pour résister à la réaction considérable du boulet et leur échantillon(*) est ordinairement très fort.

(*) Echantillon : dimension et épaisseur des pièces utilisées en construction navale.

Etude des hauteurs de chute

Dans cette partie, on présente trois courts extraits de ces deux livres. Il s'agit de retrouver certains résultats avancés par GALILÉE concernant la chute verticale dans l'air d'un boulet sphérique en fer, lâché sans vitesse initiale. Pour cette étude, on choisit le référentiel terrestre, supposé galiléen, auquel on adjoint un repère d'espace (Ox) vertical orienté vers le bas.



Donnée : Intensité du champ de pesanteur, supposé uniforme : $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Le boulet est lâché au point O, d'abscisse $x_0 = 0$ à la date $t_0 = 0$. On suppose l'action de l'air négligeable ; dans ce cas, l'équation horaire du mouvement du centre d'inertie G du boulet est : $x = \frac{1}{2}gt^2$.

- 1/ Soient x_1 la distance parcourue au bout de la durée τ , x_2 la distance parcourue au bout de la durée 2τ et ainsi de suite, exprimer x_1, x_2, x_3 en fonction de g et de τ .
- 2/ Exprimer la différence $h_1 = x_1 - x_0$ en fonction de g et de τ puis les différences $h_2 = x_2 - x_1$ et $h_3 = x_3 - x_2$ en fonction de h_1 .
- 3/ Retrouve-t-on la suite des hauteurs de chute annoncée par GALILÉE dans l'extrait n°1 ? Justifier.

Etude de la durée de la chute

Les points de vue d'ARISTOTE et de GALILÉE, au sujet de l'influence de la masse m du boulet sur la durée totale Δt de sa chute, différent.

- 4/ Parmi les propositions ci-dessous, attribuer celle qui correspond à la théorie d'ARISTOTE et celle qui correspond à la théorie de GALILÉE :
 - La durée de chute augmente quand la masse du boulet augmente ;
 - La durée de chute diminue quand la masse du boulet augmente ;
 - La durée de chute est indépendante de la masse.
- 5/ En utilisant l'expression $x = \frac{1}{2}gt^2$, calculer la durée Δt de la chute d'un boulet qui tombe d'une hauteur totale $H = 57 \text{ m}$ (100 coudées).
Ce résultat est différent de la valeur annoncée dans l'extrait n°2. Proposer une explication à l'écart constaté.

Galilée à Venise

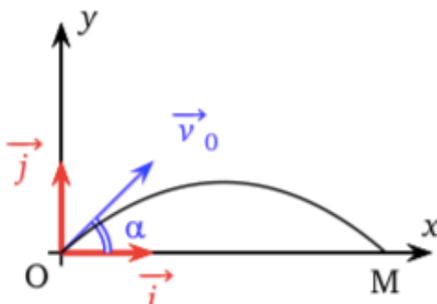
6/ Action de la poudre de canon sur le boulet

L'éjection du boulet est provoquée par la combustion de la poudre. Une force de poussée est donc exercée sur le boulet par l'ensemble {navire + canon + gaz}.

Justifier l'expression soulignée dans le texte encadré ci-dessus, à l'aide d'une des trois lois de NEWTON. Énoncer cette loi (on pourra s'aider d'un schéma).

7/ La trajectoire du boulet

On souhaite étudier la trajectoire du centre d'inertie G du boulet de masse m . L'étude est faite dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. Le repère d'étude est (O, \vec{i}, \vec{j}) et l'origine des dates est choisie à l'instant où le boulet part du point O.



Le vecteur vitesse initiale \vec{v}_0 du point G est incliné d'un angle α (appelé angle de tir) par rapport à l'horizontale. Une fois le boulet lancé, la force de poussée de la partie précédente n'intervient plus.

Données : Boulet utilisé : volume $V = 12,7 \text{ dm}^3 = 12,7 \text{ L}$ et masse $m = 100 \text{ kg}$.

La masse volumique du fer est $\rho_{\text{fer}} = 7,87 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

La masse volumique de l'air est $\rho_{\text{air}} = 1,29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

7.1/ Calculer la valeur de la poussée d'Archimède. Grand prince, je vous donne gracieusement son expression littérale $F_A = \rho_{\text{air}} g V$.

7.2/ Calculer la valeur P du poids du boulet après avoir précisé son expression littérale.

7.3/ Dans cet exercice, on pourra négliger la poussée d'ARCHIMÈDE devant le poids si la valeur de ce dernier est au moins cent fois plus grande que celle de la poussée d'ARCHIMÈDE.

Montrer que l'on est dans cette situation.

7.4/ Pendant le vol, compte tenu de la masse, de la vitesse et de la forme du boulet, on fait l'hypothèse que les forces de frottement dans l'air sont négligeables devant le poids.

En tenant compte de la remarque et des résultats précédents, établir le bilan des forces exercées sur le système {boulet} pendant le vol.

Equation de la trajectoire

Dans toute cette partie, on négligera la poussée d'ARCHIMÈDE et on ne tiendra pas compte des forces de frottement dues à l'air.

8/ En appliquant la deuxième loi de NEWTON, montrer que les équations horaires du mouvement du point G s'écrivent :

$$\begin{cases} x = (v_0 \cos \alpha) t \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin \alpha) t \end{cases}$$

9/ Montrer que l'équation de la trajectoire peut se mettre sous la forme $y = Ax^2 + B$. On donnera les expressions littérales de A et B et on précisera leurs unités respectives.

Exercice 2 La cire d'abeille (6 points)

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

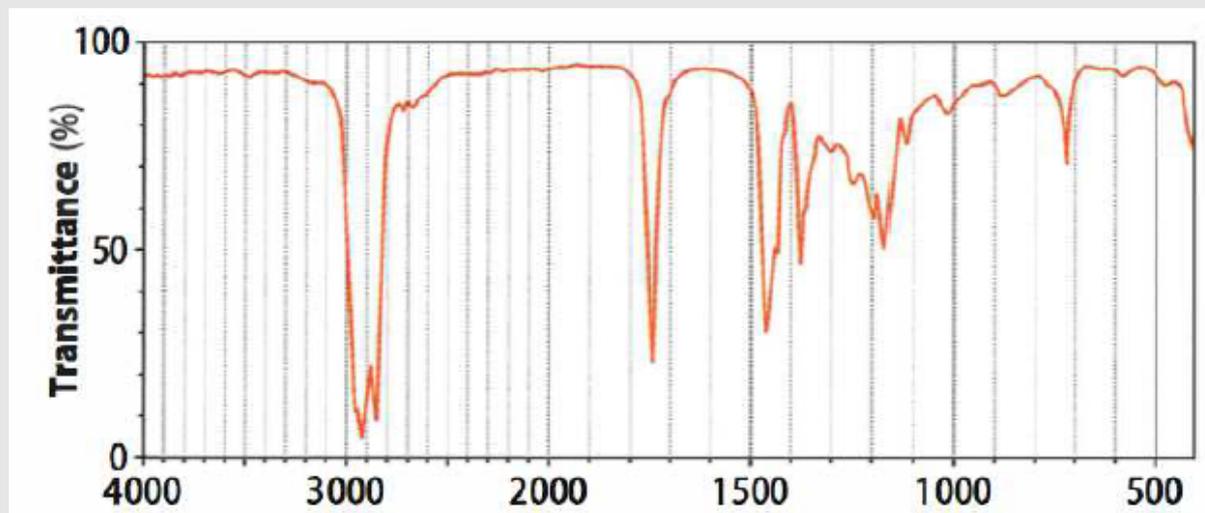
Document n° 1 :



Document n° 2 :

La cire d'abeille est essentiellement composée d'esters dérivés de l'acide palmitique. En présence d'eau, les esters s'hydrolysent en alcool et en acide palmitique. Lors des fouilles archéologiques il est fréquent de trouver des outils ou des poteries présentant des traces de cire d'abeille. Lorsque celle-ci a été conservée en milieu humide, dans ce qui fut un lac par exemple, elle présente des traces d'alcool et d'acide palmitique. Les archéochimistes ont alors recours à la spectroscopie infrarouge.

Le spectre infrarouge suivant a été effectué sur un résidu se trouvant sur le manche d'une hache de pierre taillée provenant du site archéologique de l'île d'Ouessant en Bretagne.



1/ Représenter la formule générale d'un ester.

En déduire les bandes d'absorption devant apparaître sur un spectre infrarouge.

2/ Reprendre la question 1 pour un acide carboxylique et un alcool.

3/ Après analyse du spectre du prélèvement, expliquer pourquoi les archéochimistes pensent que la hache a été conservée en milieu sec.

Données : bandes d'absorption en spectroscopie infrarouge (« lié » en présence de liaisons hydrogènes, « libre » en l'absence de liaisons hydrogènes).

Liaison	Gamme de nombre d'onde σ (cm^{-1})	Type de bande
O-H alcool libre	3 590-3 650	Intense et fine
O-H alcool lié	3 200-3 600	Moyenne et large
C-H alcane	2 850-2 970	Moyenne
C-H aldéhyde	2 700-2 900	Moyenne
O-H acide carboxylique	2 500-3 200	Intense et large
C=O ester	1 735-1 750	Intense
C=O aldéhyde et cétone	1 700-1 725	Intense
C=O acide carboxylique	1 700-1 725	Intense
C=C alcène	1 620-1 690	Moyenne
C-H alcane	1 400-1 500	Moyenne
C-O-C ester	1 050-1 300	Intense

— 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 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. Lancement d'un satellite météorologique (15 points)
- II. La cire d'abeille (6 points)

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	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Description du mouvement d'un point au cours du temps Lois de Newton Principe d'inertie, $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$, actions réciproques Mouvement d'un satellite Lois de Kepler Déplacement chimique. Intégration. Multiplicité	Choisir un référentiel d'étude Connaître et exploiter les lois de Newton Mouvement dans un champ de pesanteur Etablir l'expression de sa vitesse et de sa période Analyser un spectre RMN

Exercice 1 Lancement d'un satellite météorologique (15 points)

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

Document n° 1 :

Le centre spatial de Kourou a lancé le 21 décembre 2005, avec une fusée Ariane 5, un satellite de météorologie de seconde génération baptisé MSG-2. Tout comme ses prédécesseurs, il est placé sur une orbite géostationnaire à 36 000 km d'altitude. Opérationnel depuis juillet 2006, il porte maintenant le nom de Météosat 9. Les satellites de seconde génération sont actuellement les plus performants au monde dans le domaine de l'imagerie météorologique. Ils assureront jusqu'en 2018 la fourniture de données météorologiques, climatiques et environnementales.



L'objectif de cet exercice est d'étudier plusieurs étapes de la mise en orbite de ce satellite. Les parties 1, 2 et 3 de cet exercice sont indépendantes.

I - Décollage de la fusée Ariane 5

Pour ce lancement, la fusée Ariane 5 a une masse totale M . Sa propulsion est assurée par un ensemble de dispositifs fournissant une force de poussée verticale constante \vec{F} . Tout au long du décollage, on admet que la valeur du champ g de pesanteur est également constante.

On étudie le mouvement du système {fusée} dans le référentiel terrestre supposé galiléen, et on choisit un repère $(O \vec{j})$ dans lequel \vec{j} est un vecteur unitaire vertical dirigé vers le haut est porté par l'axe (Oy) .

A l'instant $t_0 = 0$ s, Ariane 5 est immobile et son centre d'inertie G est confondu avec l'origine O .

Données :

- Masse totale de la fusée $M = 7,3 \cdot 10^5$ kg
- Force de poussée $F = 1,16 \cdot 10^7$ N
- Intensité de la pesanteur $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1/ Cas idéal

Dans ce cas, on supposera que seul le poids \vec{P} et la force de poussée \vec{F} agissent sur la fusée. Pendant la durée de fonctionnement, on admettra que la masse de la fusée reste constante.

1.1/ Sans faire de calcul, représenter ces forces sur un schéma pendant le décollage.

1.2/ En appliquant une loi de Newton au système {fusée}, trouver l'expression littérale de la valeur a de l'accélération dès que la fusée a quitté le sol.

1.3/ Calculer la valeur de cette accélération a .

1.4/ Pendant le lancement, on suppose que la valeur de l'accélération reste constante. Déterminer l'équation horaire de la valeur $v(t)$ de la vitesse.

1.5/ En déduire l'équation horaire de la valeur $y(t)$ de la position.

1.6/ La trajectoire ascensionnelle de la fusée reste verticale jusqu'à la date $t_1 = 6,0$ s. Quelle distance la fusée a-t-elle parcourue depuis son décollage?

2/ Cas réel

Au cours de ce lancement, Ariane 5 a en fait parcouru un peu moins de 90 m pendant les 6 premières secondes. Citer un phénomène permettant d'interpréter cette donnée.

II - Mise en orbite basse du satellite

Dans la suite de l'exercice, on suppose que la Terre est une sphère de centre T, de masse M_T , de rayon R_T et qu'elle présente une répartition de masse à symétrie sphérique. On assimile par ailleurs le satellite à son centre d'inertie S. L'étude de son mouvement se fait dans un référentiel géocentrique supposé galiléen.

Données :

- Masse de la Terre $M_T = 6,0 \times 10^{24}$ kg
- Rayon de la Terre $R_T = 6,4 \times 10^3$ km
- Constante de gravitation universelle $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$.

La mise en orbite complète du satellite MSG-2 de masse $m = 2,0 \cdot 10^3$ kg s'accomplit en deux étapes. Dans un premier temps, il est placé sur une orbite circulaire à vitesse constante v_S à basse altitude $h = 6,0 \cdot 10^2$ km autour de la Terre et il n'est soumis qu'à la force gravitationnelle exercée par la Terre.

On choisit un repère (S, \vec{t}, \vec{n}) dans lequel \vec{t} est un vecteur unitaire tangent à la trajectoire dans le sens du mouvement et \vec{n} un vecteur unitaire perpendiculaire à la trajectoire orienté vers le centre de la Terre.

3/ Donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle \vec{F}_{TS} exercée par la Terre sur le satellite, en fonction des données.

4/ En appliquant une loi de Newton, trouver l'expression du vecteur accélération \vec{a}_S du centre d'inertie du satellite.

5/ Sans souci d'échelle, représenter sur un schéma, à un instant de date t quelconque, la Terre, le satellite, le repère (S, \vec{t}, \vec{n}) ainsi que le vecteur accélération \vec{a}_S .

6/ Déterminer l'expression de la vitesse v_S du centre d'inertie du satellite. Vérifier que sa valeur est de l'ordre de $7,6 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sur son orbite basse.

7/ On note T le temps mis par le satellite pour faire un tour de la Terre. Comment appelle-t-on cette grandeur? Montrer qu'elle vérifie la relation :

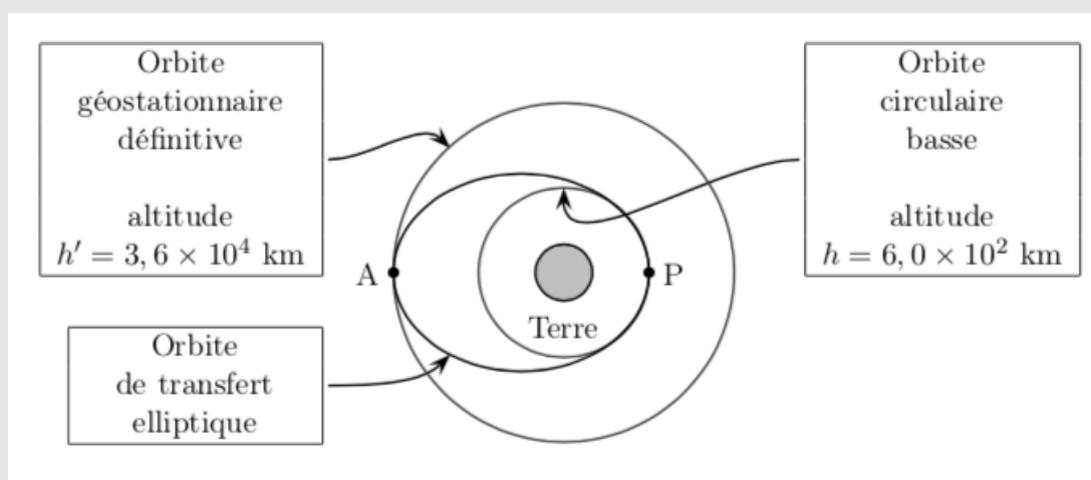
$$T^2 = \frac{4\pi^2 (R_T + h)^3}{GM_T}$$

III - Transfert du satellite en géostationnaire

Document n° 2 :

Une fois le satellite MSG-2 placé sur son orbite circulaire basse, on le fait passer sur une orbite géostationnaire à l'altitude $h' = 3,64$ km. Ce transit s'opère sur une orbite de transfert qui est elliptique. Le schéma de principe est représenté sur la figure ci-dessous.

Le périhélie P est sur l'orbite circulaire basse et l'apogée A est sur l'orbite définitive géostationnaire. A un moment convenu, lorsque le satellite est au point P de son orbite circulaire basse, on augmente sa vitesse de façon bien précise : il décrit ainsi une orbite elliptique de transfert afin que l'apogée A de l'ellipse soit sur l'orbite géostationnaire définitive. On utilise pour cela un petit réacteur qui émet en P, pendant un très court instant, un jet de gaz donnant au satellite l'impulsion nécessaire.



8/ Énoncer la deuxième loi de Képler ou loi des aires.

9/ Montrer, en s'aidant d'un schéma, que la vitesse du satellite MSG-2 n'est pas constante sur son orbite de transfert. Préciser en quels points (P ou A) de son orbite de transfert sa vitesse est :

- maximale ;
- minimale.

10/ Le satellite étant arrivé au point A, on augmente à nouveau sa vitesse pour qu'il décrive ensuite son orbite géostationnaire définitive. Le lancement complet du satellite est alors achevé et le processus permettant de le rendre opérationnel peut débuter. Donner trois conditions que doit satisfaire un satellite pour être géostationnaire.

Exercice 2 Identifier une molécule (5 points)

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

Une molécule organique, notée A, a pour formule brute C_4H_8O . On sait qu'il ne s'agit pas d'une molécule cyclique.

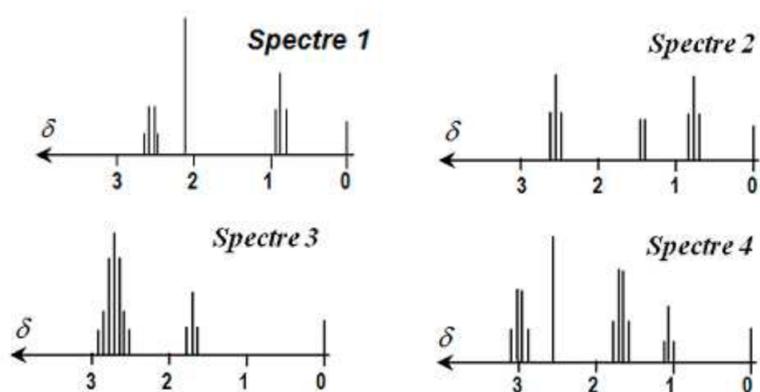
1/ Quels sont les groupes caractéristiques connus qui sont compatibles avec la présence d'un seul atome d'oxygène dans la molécule A ?

2/ Donner la formule semi-développée des deux isomères possibles du butanol.

3/ Par comparaison de la formule brute de la molécule A, avec la formule brute du butanol, confirmer la présence d'une liaison double au sein de la molécule A, soit entre deux atomes de carbone, soit entre un atome de carbone et un atome d'oxygène.

4/ Supposons que la molécule A est le butanone. Ecrire la formule développée de la molécule A. Y faire apparaître les protons équivalents pour un spectre RMN

5/ Parmi les spectres RMN donnés ensuite indiquer en le justifiant celui qui correspond à la molécule A.



— 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 3 pages numérotées de 1 à 3, 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. Cinétique de la décomposition de l'eau oxygénée (12 points)
- II. Golden eye (8 points)

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			

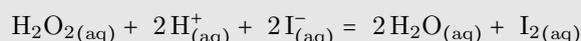
Extraits du programme	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Réactions lentes, rapides ; durée d'une réaction Facteurs cinétiques. Evolution d'une quantité de matière au cours du temps Temps de demi-réaction Travail d'une force, force conservative, énergie potentielle	Déterminer un temps de demi-réaction

Exercice 1 Cinétique de la décomposition de l'eau oxygénée (12 points)

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

Document n° 1 :

On étudie la cinétique de la réaction de décomposition de l'eau oxygénée par les ions iodure, en présence d'acide sulfurique, à 25 °C. L'équation de la réaction est :



On suit cette réaction par spectrophotométrie. L'absorbance A est liée à la concentration en diiode, seule espèce colorée du milieu réactionnel, par une relation que l'on établira.



1/ On mesure, à la même longueur d'onde, l'absorbance A pour des solutions de diiode de concentrations connues. On obtient les mesures présentées dans le tableau ci-dessous.

$[\text{I}_2]$ (mol.L ⁻¹)	0	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	14,0
A	0	0,135	0,203	0,494	0,715	1,033	1,345	1,885

1.1/ Tracer sur papier millimétré le graphique représentant l'évolution de l'absorbance A en fonction de la concentration en diiode.

1.2/ Par une méthode graphique, exprimer la relation liant l'absorbance A à la concentration en diiode. Le calcul effectué sera détaillé.

2/ On introduit dans la cuve placée dans le spectrophotomètre un volume $V_1 = 1,0$ mL de solution d'eau oxygénée de concentration $c_1 = 8,0 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹. A l'instant $t = 0$ s, on ajoute un volume $V_2 = 1,0$ mL de solution acidifiée d'iodure de potassium de concentration $c_2 = 6,0 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹. Dans ce mélange réactionnel, les ions oxonium H_3O^+ sont en large excès.

2.1/ Calculer les quantités initiales d'eau oxygénée et d'ions iodure.

2.2/ Ecrire littéralement le tableau d'avancement de cette réaction.

	Avancement	
Etat initial	$x = 0$	
En cours de transformation	x	
Etat final	$x_{max} =$	

2.3/ Calculer l'avancement maximal. Quel est le réactif limitant ?

3/ Etude cinétique : on mesure l'absorbance en fonction du temps.

3.1/ Quelle est la relation qui relie la quantité de matière de diiode formé à l'instant t et l'avancement x à cet instant ?

3.2/ En déduire la relation entre l'avancement x de la réaction à l'instant t et l'absorbance A .

3.3/ Donner l'expression de la vitesse volumique de réaction en fonction de l'avancement x et du volume V de solution.

3.4/ Définir puis déterminer graphiquement le temps de demi-réaction.

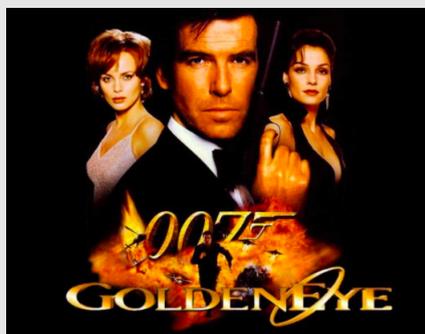
3.5/ Si la réaction s'effectue à une température supérieure à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, que se passe-t-il ? Tracer l'allure des courbes à cette température et à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Exercice 2 Golden eye (8 points)

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

Document n° 2 :

GoldenEye est un film d'espionnage américano-britannique réalisé par Martin Campbell et sorti en 1995. C'est le 17^e opus de la saga James Bond d'EON Productions et le premier où Pierce Brosnan tient le rôle du célèbre agent fictif du MI6. À la différence des films précédents de la série, le scénario n'est pas une reprise des travaux du romancier Ian Fleming, bien que le titre GoldenEye soit inspiré de celui de son domaine à la Jamaïque. Le scénario original, conçu par Michael France, est écrit avec la collaboration postérieure de plusieurs autres auteurs. Le film raconte la lutte du MI6 contre un syndicat du crime désirent utiliser le satellite GoldenEye contre Londres afin de causer une crise financière globale.



1/ En partant de la définition du travail d'une force, démontrer l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur.

2/ Dans le film « Golden Eye », James Bond fait un saut d'une hauteur de 220 m du barrage de Verzasca. En supposant que les frottements sont nuls, déterminer la vitesse atteinte par James Bond après 220 m de chute.

3/ Le véhicule de James Bond de masse 1000 kg roule en translation à une vitesse de 83,5 km/h sur une route horizontale. Sous l'action exclusive de son système de freinage, le véhicule ralentit.

3.1/ James bond freine jusqu'à l'arrêt complet du véhicule. Calculer la variation d'énergie cinétique ΔE_c pendant le freinage.

3.2/ Le véhicule s'arrête sur une distance de 50 m. Calculer la valeur de la force de freinage F appliquée au véhicule pendant le freinage (pensez à définir le système, les forces appliquées). On négligera les forces de frottements de l'air.

———— 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 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 !*

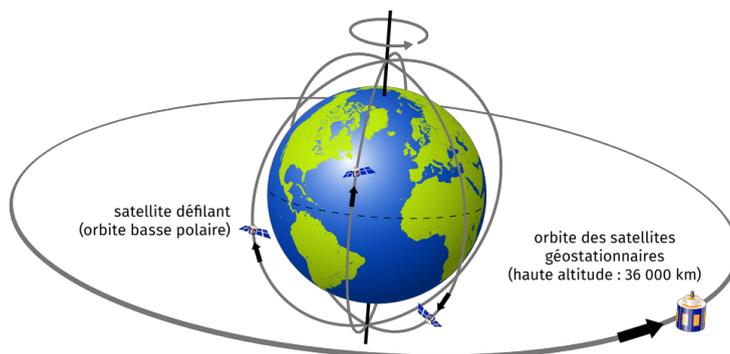
- I. Différents types de satellites (10 points)
- II. Titrage de l'aspirine (10 points)

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	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Mouvement d'un satellite. Révolution autour de la Terre Lois de Kepler Dosage par titrage pH-métrique, Réaction support de titrage Equivalence dans un titrage, repérage de l'équivalence Indicateur coloré	Démontrer que, dans l'approximation des trajectoires circulaires, le mouvement d'un satellite est uniforme Exploiter la troisième loi dans le cas des mouvements circulaires

Exercice 1 Différents types de satellites (10 points)

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



Le tableau ci-dessous comporte des données relatives à deux types de satellites artificiels de la Terre, tous deux en mouvement circulaire et uniforme dans le référentiel géocentrique.

Satellites	Météosat	Spot
Altitudes h (km)	35 800	832
Périodes T (min)	1 436	102
Zone d'observation au sol	Presque la moitié de la surface terrestre	Un carré de 60 km de côté

Données :

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.kg}^{-2}.\text{m}^2$$

$$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$R_T = 6380 \text{ km}$$

1/ L'un de ces satellites est géostationnaire. Indiquer lequel, après avoir rappelé la définition de ce terme.

2/ L'autre satellite est appelé « à défilement ». Il évolue dans un plan contenant l'axe des pôles. Expliquer le terme « défilement ».

3/ Connaissant l'altitude h de chacun des satellites, on se propose de vérifier leur période de révolution.

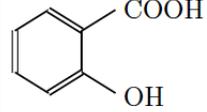
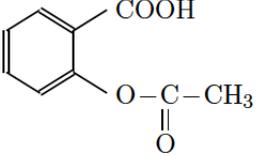
3.1/ En appliquant la deuxième loi de Newton, exprimer puis calculer la vitesse de chacun des satellites.

3.2/ Exprimer les périodes de révolution en fonction des vitesses des satellites, puis déterminer leurs valeurs.

3.3/ Les mouvements de ces satellites artificiels vérifient-ils la troisième loi de Képler ?

Exercice 2 Titrage de l'aspirine (10 points)

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

	Acide salicylique	Acide acétylsalicylique ou aspirine
Formule semi-développée		
Masse molaire ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	138	180
$\text{p}K_A$	3,0	3,5

1/ Etude de l'acide salicylique

La reine des prés (*Filipendula Ulmaria* ou spirée) est une plante vivace des zones humides. Sa tige, haute de 50 cm à 1,50 m, est surmontée d'une grappe de fleurs, de couleur crème, au parfum doux. Les fleurs contiennent de l'acide salicylique ou acide spirique (acide 2-hydroxybenzoïque) connu pour ses propriétés inflammatoires et son action apaisante lors de douleurs articulaires.

On prépare un volume V d'une solution aqueuse d'acide salicylique de concentration molaire en soluté apporté $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On mesure le pH de la solution à 25°C : $\text{pH} = 2,5$.

1.1/ Définir un acide au sens de Brönsted.

1.2/ Ecrire l'équation chimique de la réaction de l'acide salicylique avec l'eau en utilisant les formules semi développées.

1.3/ Dresser le tableau d'avancement de la réaction. On pourra utiliser la notation AH/A^- pour l'acide salicylique.

On désire vérifier par titrage la composition d'une solution d'acide salicylique achetée en pharmacie aux propriétés verrucides par application locale. L'étiquette indique : 10 g d'acide salicylique pour 100 mL de solution. On dilue 10 fois la solution pharmaceutique puis on prélève 20,0 mL de cette solution diluée que l'on dose par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) de concentration molaire en soluté apporté $C_b = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On note le pH du mélange réactionnel après chaque ajout de solution d'hydroxyde de sodium, ce qui permet de tracer la courbe $\text{pH} = f(V_b)$ et d'en déduire la courbe dérivée $\frac{d\text{pH}}{dV_b} = g(V_b)$ (courbe en annexe).

1.4/ Ecrire l'équation chimique de la réaction entre la solution d'acide salicylique et la solution d'hydroxyde de sodium.

1.5/ Utiliser les courbes de l'annexe pour déterminer l'équivalence acido-basique.

1.6/ Définir l'équivalence acido-basique et en déduire la concentration molaire en acide salicylique de la solution diluée puis de la solution pharmaceutique.

1.7/ Le titrage peut être réalisé plus rapidement en utilisant un indicateur coloré. Choisir, dans la liste proposée ci-dessous, un indicateur convenable, en justifiant la réponse.

Indicateur	Zone de virage
Hélianthine	3,1 à 4,4
Rouge de bromophénol	4,8 à 6,4
Bleu de bromothymol	6,0 à 7,6
Rouge de crésol	7,2 à 8,8
Phénolphtaléine	8,2 à 10,0

2/ De l'acide salicylique à l'aspirine

En 1853, le français Charles-Frédéric Gerhardt réalisa l'acétylation de l'acide salicylique en créant l'acide acétylsalicylique plus connu sous le nom commercial aspirine, mais ses travaux tombèrent dans l'oubli.

Commercialisée en 1899 par les laboratoires allemands Bayer, à la suite de la découverte par l'allemand Félix Hoffman des propriétés du composé, l'aspirine a depuis de nombreuses indications. Environ 40 000 tonnes de comprimés, cachets, gélules, suppositoires sont consommés chaque année.

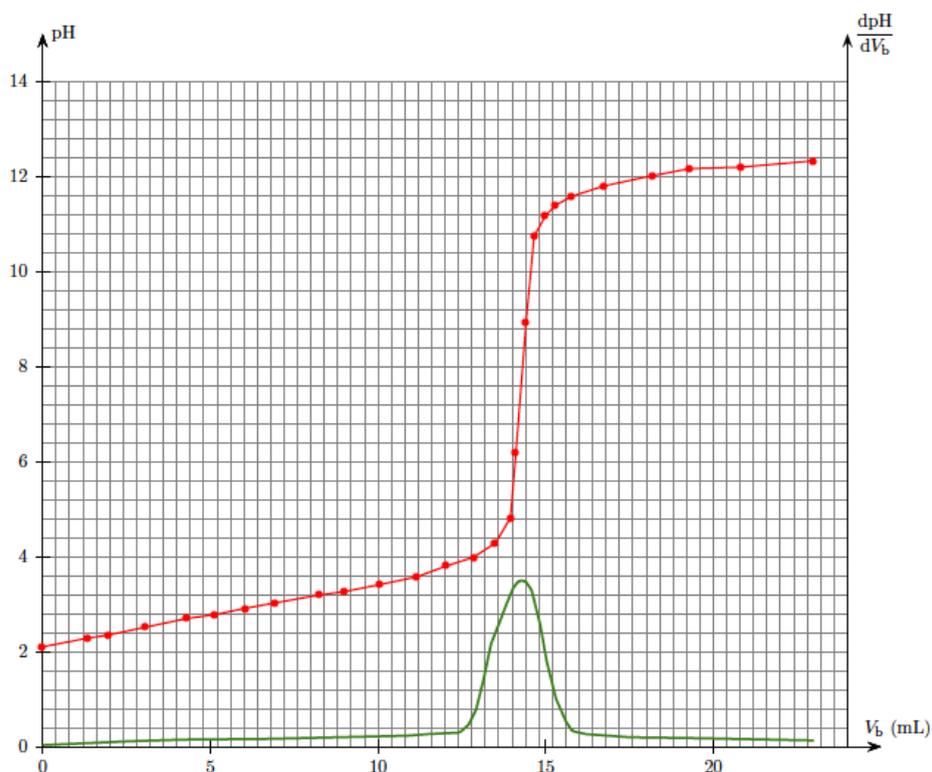
2.1/ Recopier la formule de l'acide acétylsalicylique donnée par précédente, entourer et nommer les groupes caractéristiques présents dans cette molécule.

2.2/ Ecrire l'équation chimique de la réaction de synthèse de l'acide acétylsalicylique à partir de l'acide salicylique et de l'acide carboxylique convenable. Nommer l'acide carboxylique utilisé. Le groupe hydroxyle OH de l'acide salicylique constitue une fonction phénol mais réagit comme un alcool.

2.3/ Les différents protocoles expérimentaux proposent de chauffer pendant une durée adaptée un mélange non stœchiométrique de réactifs en présence d'ions oxonium H_3O^+ .

- Quel est le rôle des ions oxonium ? Donner la définition d'une telle espèce.
- Quel est l'intérêt d'utiliser un réactif en excès ?

Annexe :



— 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 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. Bâtiment basse consommation (12 points)
- II. Contraction des longueurs (8 points)

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	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Transfert thermiques : conduction, convection, rayonnement Flux thermique, résistance thermique Invariance de la vitesse de la lumière Postulat d'Einstein. Notion d'événement. Temps propre	Exploiter la relation entre le flux thermique à travers une paroi plane et l'écart de température entre ses deux faces Définir la notion de temps propre Exploiter la relation entre durée propre et durée mesurée

Exercice 1 Bâtiment basse consommation (12 points)

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

Document n° 1 :

Beaucoup de constructions récentes sont dites BBC (bâtiment basse consommation). Elles sont construites avec des matériaux limitant les pertes énergétiques, en particulier l'hiver, afin de réduire l'émission de gaz à effet de serre et le coût du chauffage. Pour réduire l'empreinte écologique d'un bâtiment, des matériaux d'isolation dits durables sont utilisés.



L'isolation en paille d'une maison s'obtient en insérant dans l'ossature des murs des bottes parallélépipédiques en paille. Compressée, celle-ci est un excellent isolant thermique dont la résistance au feu est supérieure à celle du bois. Afin que la paille ne pourrisse pas au contact du sol, il est nécessaire de surélever les fondations en bâton. L'objectif de la réglementation thermique 2012 (RT 2012) est d'imposer aux nouveaux logements une consommation maximale de 50 kW.h par an et par mètre carré habitable. Cette norme impose en particulier des valeurs minimales pour les résistances thermiques des parois en contact avec des zones froides (extérieur de la maison, combles, garage, etc.).

Document n° 2 : Données

- **Capacité thermique massique de l'eau** : $c_{\text{eau}} = 4,18.10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$;
- **Masse volumique de l'eau** : $\rho_0 = 1,00 \text{ kg.L}^{-1}$;
- Le **flux thermique**, en watts, est égal à l'énergie Q transférée par la paroi, en joules, divisée par la durée du transfert τ , en secondes :

$$\Phi = \frac{Q}{\tau}$$

- La **résistance thermique** R_{th} d'une paroi est définie par

$$R_{th} = \frac{T_1 - T_2}{\Phi}$$

où $T_1 - T_2$ est l'écart de température entre la face la plus chaude de la paroi et sa face la plus froide en kelvins ou degrés Celsius, et le flux thermique à travers la paroi en watts ;

- Pour une paroi de superficie S , la **relation entre la résistance thermique R_{th} de la paroi et la résistance thermique surfacique r du matériau** utilisé est

$$R_{th} = \frac{r}{S} \text{ et } r = \frac{e}{\lambda}$$

où e est l'épaisseur de la paroi en m, λ la conductivité thermique du matériau utilisé en $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et S la surface de la paroi en m^2 ;

- **Valeurs minimales des résistances thermiques surfaciques pour les parois d'habitations à moins de 800 m d'altitude**

type de paroi	mur extérieur	combles	garage
r	2,3	2,5	2,0
matériaux	paille	bois de chêne	brique
λ	0,040	0,16	0,84

1/ Approche globale des échanges énergétiques dans une maison

1.1/ Organiser les encadrés de la figure ci-dessous pour décrire les échanges d'énergie d'une maison en les reliant par des flèches représentant le sens des échanges.

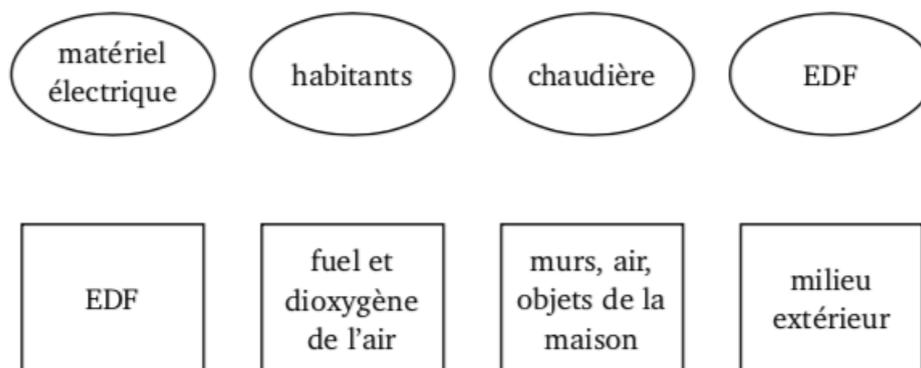


FIGURE 1 – Graphe à compléter

1.2/ Sur quel transfert d'énergie, cité dans la chaîne énergétique construite à la question précédente, le fait de construire la maison avec une isolation en paille a-t-il une influence ?

1.3/ La surface totale des murs est $S_{murs} = 120 \text{ m}^2$ et $e_{paille} = 30 \text{ cm}$. Calculer la résistance thermique de la paille de l'isolation en paille de cette maison.

1.4/ Quelle épaisseur de briques faut-il pour obtenir la même résistance thermique surfacique qu'un mur en paille de 30 cm d'épaisseur ? Même question pour un mur en bois de chêne.

2/ Cas d'un chauffage électrique

La maison utilise un chauffage à électrique.

On s'intéresse à une chambre de superficie au sol $S_1 = 12 \text{ m}^2$. Cette pièce est chauffée par un radiateur électrique de puissance $P_{\text{rad}} = 1000 \text{ W}$. Avant le début du chauffage, la température de la pièce est $T_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.1/ Quelle est l'énergie fournie à la pièce par ces radiateurs s'ils fonctionnent pendant 2 h 30 ?

2.2/ Par quel mode de transfert l'énergie est-elle reçue par les radiateurs ?

2.3/ Par quel mode de transfert est-elle transmise à l'air de la pièce ?

2.4/ Les radiateurs sont programmés pour s'arrêter au bout de 2 h 30. La température de la pièce est alors $T_2 = 19 \text{ }^\circ\text{C}$. La température baisse et atteint $15 \text{ }^\circ\text{C}$ au bout de 5 h.

Qu'est devenue l'énergie fournie par ces radiateurs ?

2.5/ Cette maison respecte-t-elle la réglementation thermique 2012 (voir Doc.1) sur la durée étudiée ici ? Justifier en détaillant raisonnements et calculs.

2.6/ Pourrait-elle la respecter sur une année entière ? Justifier.

3/ Etude quantitative des transferts thermiques au niveau de la chaudière

En sortie de chaudière, l'eau a une température de $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Lorsqu'elle a parcouru tout le réseau de chauffage de la maison et revient dans la chaudière, elle est à $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.1/ Quelle est l'énergie reçue par 1,0 L d'eau de la chaudière ?

3.2/ Le chauffage central est alimenté par une chaudière à gaz dont le constructeur affirme que le rendement vaut 93%. Calculer l'énergie consommée par la chaudière pour chauffer 1,0 L de cette eau.

Exercice 2 Contraction des longueurs (8 points)

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

Des électrons, préalablement accélérés, pénètrent dans un long tube qu'ils parcourent à vitesse constante. À la sortie du tube, ils entrent en collision avec d'autres particules. Dans le référentiel du laboratoire, la durée nécessaire pour qu'un électron traverse le tube est $T = 1,0 \times 10^{-5} \text{ s}$.

1/ Préciser les événements permettant de mesurer cette durée dans le référentiel du laboratoire.

2/ Dans quel référentiel (autre que celui du laboratoire) ces événements ont-ils lieu au même endroit ?

3/ Définir la notion de temps propre T_0 .

4/ Rappeler la relation traduisant la dilatation des durées en précisant chaque terme.

5/ Sachant que la durée propre de traversée du canon est de $T_0 = 1,0 \times 10^{-10} \text{ s}$, déterminer la vitesse des électrons dans le référentiel du laboratoire et commenter ce résultat.

6/ Soit L une longueur dans le référentiel de l'électron, exprimer simplement L en fonction de T à l'aide de la célérité de la lumière, de même pour L_0 et T_0 .

7/ En reliant les deux relations précédentes, exprimer la longueur du tube L en fonction de la longueur L_0 « vue » par l'électron en fonction de la célérité de la lumière ?

8/ Expliquer pourquoi il est possible de dire que pour l'électron, le tube paraît moins long qu'en réalité.

———— 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. Microscope électronique (15 points)
- II. Détermination du relief des fonds marins (5 points)

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			

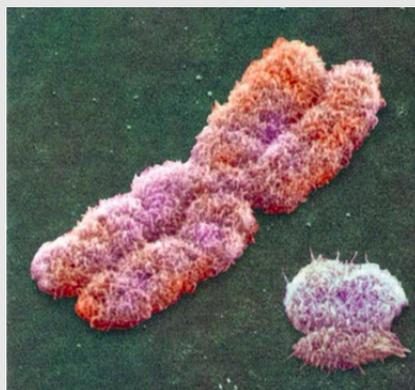
Extraits du programme	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Dualité onde-particule. Relation de Broglie Ondes progressives périodiques, sinusoidales	Connaître et utiliser la relation $\lambda = \frac{h}{p}$ Définir la période, la fréquence et la longueur d'onde Connaître et exploiter la relation entre la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité

Exercice 1 Microscope électronique (15 points)

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

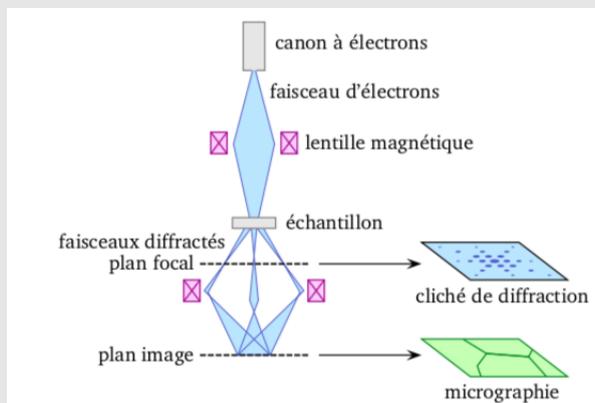
Document n° 1 :

Rendue possible par la découverte de la nature ondulatoire de la matière par Louis de Broglie en 1924, la microscopie électronique a été inventée en 1931 et sans cesse développée depuis. Alors que les microscopes optiques classiques permettent de voir des détails allant jusqu'au dixième de micromètre, la résolution des meilleurs microscopes électroniques actuels est inférieure au dixième de nanomètre. Un exemple d'image est donné sur la figure.



Document n° 2 :

Le principe général de fonctionnement d'un microscope électronique est le même que celui d'un microscope optique : l'objet à analyser est éclairé et des lentilles permettent de grossir son image. Mais au lieu d'éclairer avec de la lumière, le microscope électronique utilise un faisceau d'électrons produit par un canon à électrons. Au lieu de grossir l'image à l'aide de lentilles en verre, il emploie des lentilles magnétiques, comme le montre la figure suivante.



Données

- masse d'un électron : $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg ;
- charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C ;
- constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s ;
- conversion d'énergie : $eV = 1,6 \times 10^{-19}$ J.

1/ Etude du canon à électrons

Le canon à électrons comporte une électrode chauffée de laquelle des électrons sont arrachés avec une vitesse initiale nulle, dans une enceinte où règne un vide poussé. Ils sont ensuite accélérés par un champ électrique uniforme régnant entre deux armatures A et B .

1.1/ Donner l'expression de l'énergie acquise à la sortie du canon en fonction de e et de la tension U_{AB} régnant entre les armatures.

1.2/ En déduire que l'énergie cinétique d'un électron à la sortie du canon est $E_c = eU_{AB}$.

1.3/ Si l'électron n'est pas relativiste, cette énergie cinétique peut se mettre sous la forme $E_c = \frac{p^2}{2m_e}$, où p est la valeur de la quantité de mouvement de l'électron. En déduire l'expression de p en fonction de e , m_e et U_{AB}

2/ Résolution du microscope

La taille du plus petit détail observable par un microscope optique est proportionnelle à la longueur d'onde de la lumière utilisée. De même, la résolution d'un microscope électronique dépend de la longueur d'onde des électrons envoyés sur l'objet à observer.

2.1/ Donner les valeurs des longueurs d'onde limites du domaine visible.

2.2/ Expliquer alors l'intérêt d'utiliser des électrons plutôt que de la lumière visible pour effectuer de la microscopie.

2.3/ Rappeler l'expression de la longueur d'onde λ d'un électron en fonction de h et de la valeur p de la quantité de mouvement de l'électron.

2.4/ En utilisant la réponse à la question **1.3.**, en déduire que

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_e e U_{AB}}}.$$

2.5/ Calculer λ lorsque $U_{AB} = 1,00$ kV.

3/ Différents types d'observations

Il existe plusieurs types de microscopes électroniques. Si les objets à analyser ne sont pas trop épais, il est possible de faire de la microscopie électronique en transmission. Deux modes d'observation sont alors possibles : soit la figure de diffraction est observée, soit le faisceau transmis en ligne droite est projeté.

3.1/ Lequel de ces deux modes d'observation est analogue à l'observation classique dans un microscope optique ?

3.2/ Lequel de ces deux modes d'observation relève du caractère ondulatoire de l'électron ?

3.3/ Lors de la traversée de l'échantillon, quel type d'interaction peut survenir entre l'électron et la matière ? Montrer qu'un autre type d'observation est alors possible.

4/ Vitesse des électrons

L'un des avantages de la microscopie électronique est que la vitesse des électrons, donc leur longueur d'onde, est facilement ajustable.

4.1/ Faut-il augmenter ou diminuer U_{AB} pour diminuer λ ? Justifier.

4.2/ Un électron est accéléré par une tension $U_{AB} = 400$ kV. En utilisant la relation donnée à la question 2.4., déterminer sa longueur d'onde λ .

4.3/ Déterminer également la valeur p de sa quantité de mouvement, puis la valeur v de sa vitesse.

4.4/ Ce dernier résultat vous paraît-il admissible? Quelle hypothèse faite est ici remise en question?

Exercice 2 Détermination du relief des fonds marins (5 points)

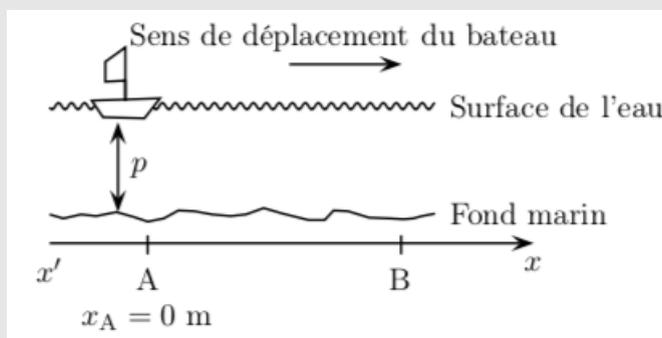
Compétences : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues, Calculer

Document n° 1 :

Un sondeur acoustique classique est composé d'une sonde comportant un émetteur et un récepteur d'onde ultrasonore de fréquence $f = 200$ kHz et d'un boîtier de contrôle ayant un écran qui visualise le relief des fonds sous-marins.

La sonde envoie des salves d'ultrasons verticalement en direction du fond à des intervalles de temps réguliers; cette onde ultrasonore se déplace dans l'eau à une vitesse constante $v_{\text{eau}} = 1,50 \times 10^3$ m.s⁻¹. Quand elle rencontre un obstacle, une partie de l'onde est réfléchiée et renvoyée vers la source. La détermination du retard entre l'émission et la réception du signal permet de calculer la profondeur p .

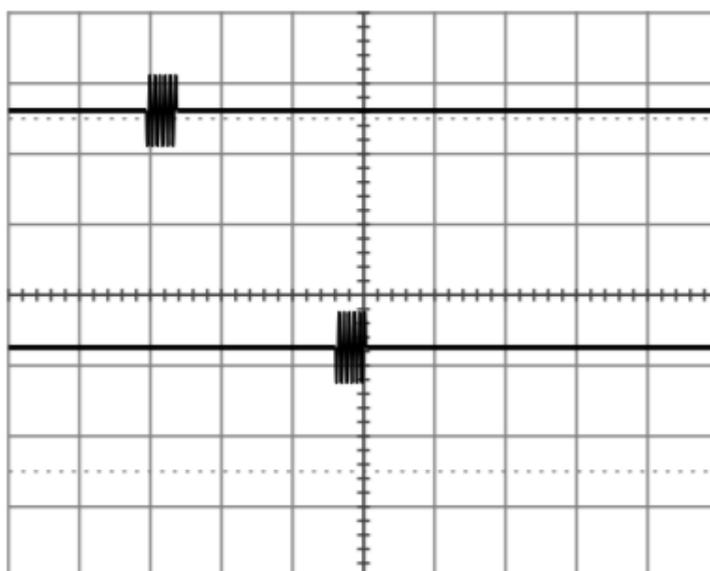
Un bateau se déplace en ligne droite suivant un axe $x'x$ en explorant le fond depuis le point A d'abscisse $x_A = 0$ m, jusqu'au point B d'abscisse $x_B = 50$ m :



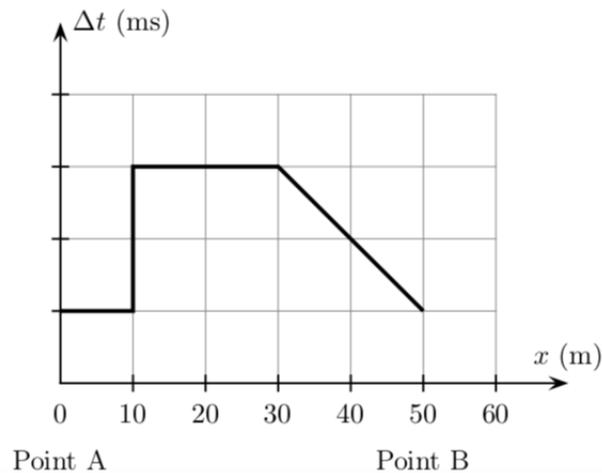
Le sondeur émet des salves d'ultrasons à intervalles de temps égaux, on mesure à l'aide d'un oscilloscope la durée Δt séparant l'émission de la salve de la réception de son écho.

1/ L'oscillogramme ci-dessous montre l'écran d'un oscilloscope lorsque le bateau se trouve en A ($x_A = 0$ m). L'une des voies représente le signal émis, l'autre le signal reçu par le récepteur.

Sur l'oscillogramme, on a décalé la voie 2 vers le bas pour distinguer nettement les deux signaux. La base de temps est réglé sur une sensibilité horizontale de 10 ms/div.



La figure ci-dessous représente $\Delta t = f(x)$ lorsque le bateau se déplace de A vers B.



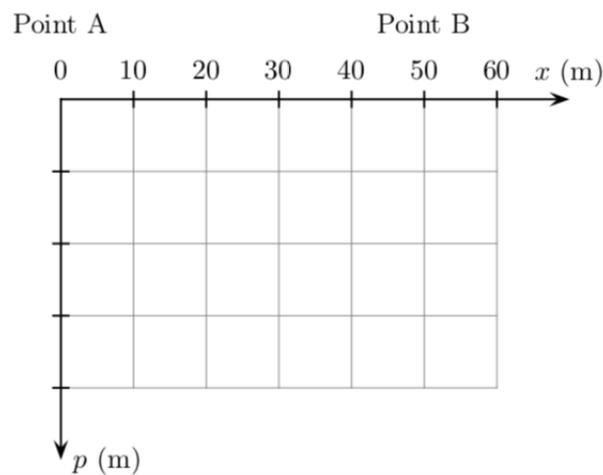
1.1/ Identifier les signaux observés sur chaque voie, en justifiant.

1.2/ A partir de l'oscillogramme, déterminer la durée Δt entre l'émission de la salve et la réception de son écho.

1.3/ En déduire la graduation de l'axe des ordonnées de la figure au dessus représentant la durée Δt en fonction de la position x du bateau.

2/ Déterminer la relation permettant de calculer la profondeur p en fonction de Δt et v_{eau} .

3/ Tracer sur la figure ci-dessous à rendre avec la copie, l'allure du fond marin exploré en précisant la profondeur p en mètres en fonction de la position x du bateau.



— 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. Synthèse d'un amide (7 points)
- II. Comme un poisson dans l'eau (13 points)

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	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Grandes catégories de réaction en chimie organique : Substitution, Addition, Elimination Liaison polarisée, site donneur et accepteur de doublet d'électrons Représentation du mouvement d'un doublet d'électrons par une flèche courbe Dosage pH-métrique Equivalence dans un titrage, repérage de l'équivalence Indicateur coloré	Déterminer la catégorie de réaction Déterminer la polarisation des liaisons Relier par une flèche courbe les sites donneurs et accepteurs

Exercice 1 Synthèse d'un amide (7 points)

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

Utilisé dans la synthèse automatisée des peptides mise au point par Robert Bruce Merrifield, le dicyclohexylcarbodiimide (DCC) est un réactif utile dans la synthèse des amides à partir des acides carboxyliques. Sa structure est représentée sur la figure.

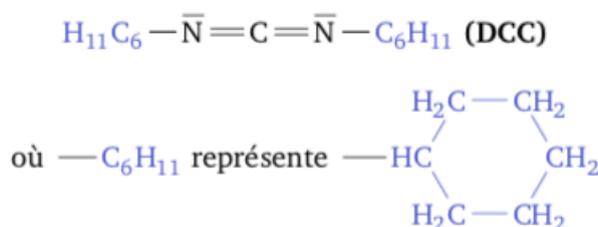


FIGURE 1 – Le dicyclohexylcarbodiimide

1/ En justifiant la réponse, identifier le site accepteur de doublet d'électrons dans le groupe $-\text{N} = \text{C} = \text{N}-$. On étudie la synthèse du *N*-méthyléthanamide à partir de l'acide éthanoïque. La première étape du mécanisme réactionnel est représentée sur la fig2.

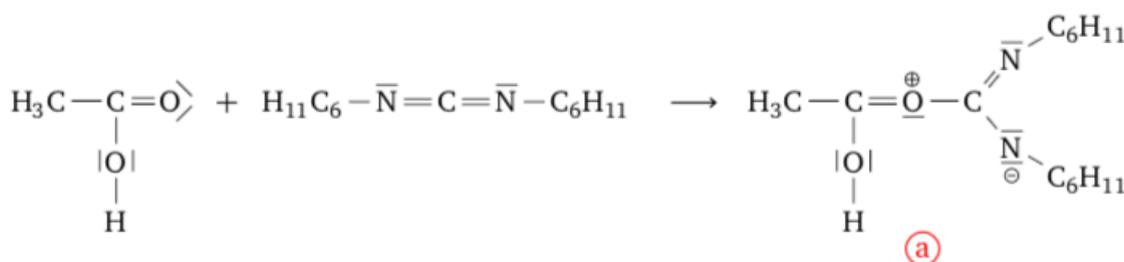


FIGURE 2 – Première étape du mécanisme réactionnel

2/ Recopier cette étape. En justifiant, identifier le site donneur de doublet d'électrons dans l'acide éthanoïque. Le relier par une flèche courbe au site accepteur du DCC, identifié à la question 1., et représenter toute autre flèche courbe qui explique

la formation de l'espèce (a).

3/ Après réarrangement interne de l'espèce (a) en une espèce (b), l'étape suivante passe par la réaction de la méthanimine sur l'espèce (b), représenté sur la fig3.

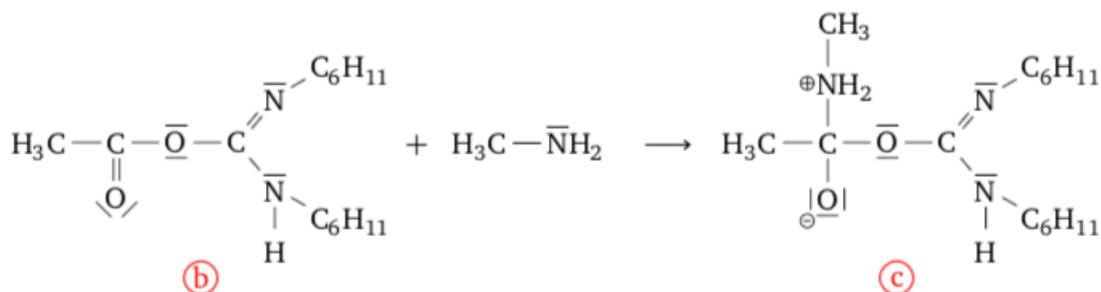


FIGURE 3 – Etape suivante du mécanisme réactionnel

3.1/ En justifiant, identifier le site donneur de doublet d'électrons dans la méthanimine.

3.2/ En justifiant, identifier le site accepteur de doublet d'électrons sur la liaison double C=O de l'espèce (b).

3.3/ Recopier la troisième étape. Relier par une flèche courbe les sites donneur et accepteur identifiés aux questions 3.1. et 3.2. et représenter toute autre flèche courbe qui explique la formation de l'espèce (c).

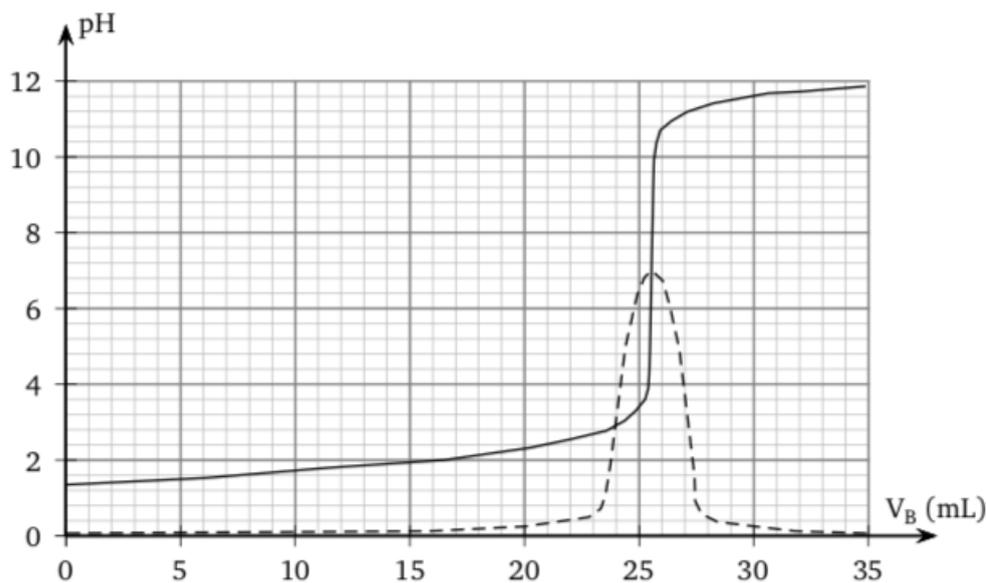
Données Les valeurs de l'électronégativité, dans l'échelle actuelle de Pauling, des éléments carbone, azote et oxygène, sont respectivement égales à 2,6, à 3,0 et à 3,4.

Exercice 2 Comme un poisson dans l'eau (13 points)

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

Etude d'une solution commerciale destinée à diminuer le pH de l'aquarium

Sur l'étiquette du produit on peut lire que la solution commerciale S_0 est constituée d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) mais aucune concentration n'est indiquée. La transformation conduisant à l'acide chlorhydrique étant totale, la concentration c_0 de la solution commerciale est égale à la concentration en ions H_3O^+ . On cherche à déterminer cette concentration en faisant un titrage pH-métrique. Pour cela on dilue 50 fois la solution commerciale et on procède au titrage d'un volume $V_A = 20,0 \text{ mL}$ de la solution diluée S_A à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium S_B ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration molaire en soluté apporté $c_B = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. On obtient la courbe de la figure 1. On a également fait apparaître la courbe représentant la dérivée du pH en fonction du volume de soude versé.



1/ Ecrire l'équation de la réaction support du titrage.

2/ Quelles propriétés doit avoir une réaction de dosage ?

3/ *Etude de l'équivalence*

3.1/ Définir l'équivalence.

3.2/ En déduire la valeur de la concentration des ions oxonium dans la solution diluée S_A .

3.3/ Montrer que dans la solution commerciale, la concentration des ions oxonium $[H_3O^+]$ est voisine de $2,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Cette valeur sera utilisée pour la suite de l'exercice.

3.4/ Parmi les indicateurs suivants, lequel utiliser comme indicateur de fin de réaction du dosage et pourquoi ?

Indicateur coloré	Teinte acide	Teinte basique	
Hélianthine	Jaune orangé	Rouge	3,7
Vert de bromocrésol	Jaune	Bleu	4,7
Bleu de bromothymol	Jaune	Bleu	7,0
Phénolphtaléine	Incolore	Fuschia	9,4

3.5/ Représenter son diagramme de prédominance.

3.6/ Décrire le changement de couleur observé lors de l'équivalence.

4/ On désire diminuer le pH de l'eau de l'aquarium et l'amener à une valeur proche de 6 alors qu'il était initialement égal à 7. Sur le mode d'emploi du fabricant on peut lire qu'il faut verser, en une fois, 20 mL de la solution commerciale dans 100 L d'eau. Pour simplifier le calcul, on considérera que le volume final reste égal à 100 L.

Quelle serait la valeur du pH final de l'eau de l'aquarium s'il n'y avait qu'une simple dilution des ions H_3O^+ ?

Etude de la formation des ions ammonium.

L'urée, de formule $(NH_2)_2CO$, est un polluant de l'aquarium. Elle est contenue dans les déjections de certains poissons et conduit, au cours d'une réaction lente, à la formation d'ions ammonium NH_4^+ et d'ions cyanate OCN^- selon l'équation :



L'étude de la cinétique de cette réaction (1) peut être réalisée par conductimétrie. Pour cela on prépare un volume $V = 100,0 \text{ mL}$ d'une solution d'urée de concentration molaire en soluté apporté égale à $c = 0,020 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et on suit sa décomposition en la maintenant dans un bain marie à $45 \text{ }^\circ\text{C}$. A différentes dates, on mesure la conductivité σ de la solution.

5/ Montrer que la concentration de la solution en ions NH_4^+ peut être déterminée à partir de la mesure de la conductivité σ de la solution, les conductivités molaires ioniques étant connues.

6/ *Evolution du système chimique*

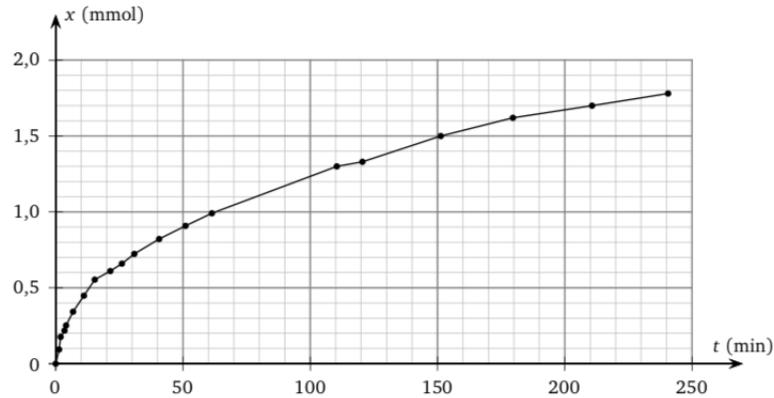
6.1/ Compléter littéralement le tableau descriptif de l'évolution du système.

Equation		$(NH_2)_2CO_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)} + OCN^-_{(aq)}$		
Etat	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)		
Etat initial	$x = 0$			
Etat en cours	x			
Etat final en considérant la réaction totale	$x_{\max} =$			

6.2/ En déduire la relation, à chaque instant, entre la concentration en ions NH_4^+ en solution et l'avancement de la réaction.

6.3/ Calculer l'avancement maximal x_{max} .

7/ On peut représenter l'évolution de l'avancement de la réaction en fonction du temps à rendre avec la copie). Par lecture graphique, trouver $x_{110} = x(t=110 \text{ min})$ l'avancement à l'instant de date $t = 110 \text{ min}$ et en déduire le taux d'avancement $\tau = \frac{x_{110}}{x_{\text{max}}}$.



8/ En poursuivant l'expérience pendant une durée suffisante, on obtient une concentration finale : $[\text{NH}_4^+]_f = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Déterminer le taux d'avancement final de cette transformation. Cette transformation est-elle totale ?

9/ Les ions ammonium finissent par se transformer en ions nitrate dont l'accumulation risque de compromettre la vie des poissons. Ces derniers ions constituent un aliment essentiel pour les plantes vertes de l'aquarium. Expliquer pourquoi dans les livres d'aquariophilie, on dit que l'aquarium doit être « bien planté ».

———— 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. Transmission d'information par une fibre optique (5 points)
- II. Etude d'un énergie renouvelable (8 points)
- III. Titrage d'une solution d'éthylamine (7 points)

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	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Propagation guidée par fibre optique. Débit binaire Atténuation Houle Dosage par titrage. Repérage de l'équivalence par pH-métrie Indicateur de fin de réaction	Caractériser une transmission numérique par son débit binaire. Evaluer l'affaiblissement d'un signal à l'aide du coefficient d'atténuation Extraire et exploiter des informations sur les manifestations des ondes mécaniques dans la matière

Exercice 1 Transmission d'information par une fibre optique (5 points)

Compétences : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Calculer, Valider

Les fibres optiques constituent un élément essentiel de la révolution des télécommunications : c'est par ce moyen que circulent plus de 80 % des informations du trafic mondial longue distance.

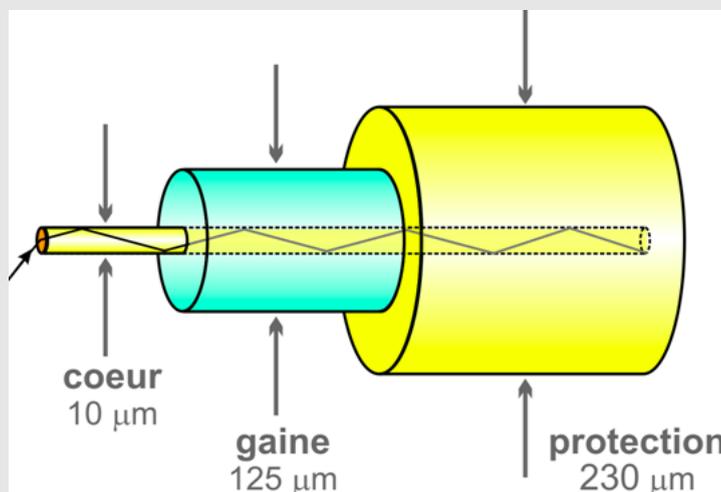
Document n° 1 : Données

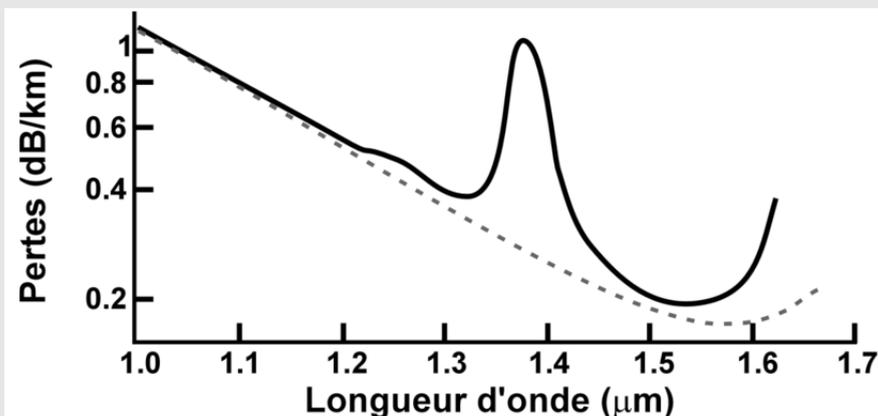
- L'atténuation en décibel d'un signal de puissance P à travers une chaîne de transmission est :

$$A_{dB} = 10 \log \frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}}$$

- Pour une fibre optique de longueur L , on définit le coefficient d'atténuation en dB/km par : $\alpha = \frac{A_{dB}}{L}$.
- 1 Tbit (téraoctet) = 10^{12} bits
- 1 octet = 8 bits ; 1 Mio (mébioctet) = 2^{20} octets.

Document n° 2 : Transmission de la lumière dans une fibre à saut d'indice



Document n° 3 : Coefficient d'atténuation α (dB/km) des fibres en matériau de silice

1/ Rappeler une propriété d'un faisceau laser en montrant que celle-ci justifie l'usage de ce type de rayonnement électromagnétique pour la transmission d'information par fibre optique.

2/ En utilisant le document 3, choisir une longueur d'onde à privilégier pour une bonne transmission du signal.

3/ Le débit disponible pour ce dispositif de transmission a une valeur moyenne de $100 \text{ Mbit}\cdot\text{s}^{-1}$.

3.1/ Évaluer le temps de transfert d'un fichier de 50 Mio.

3.2/ On souhaite recevoir un film vidéo noir et blanc de 25 images par seconde. Ces images sont constituées de 600×450 pixels, le codage de l'image est de 24 bits par pixel. La transmission peut-elle être assurée dans de bonnes conditions ?

3.3/ Un prestataire de service installe un réseau dans une petite ville. Il utilise de la fibre optique en silice. La longueur maximale de fibre qu'il doit utiliser pour desservir tous ses clients a pour valeur $L = 10,0 \text{ km}$. La longueur d'onde du rayonnement émis par le laser utilisé est égale à 850 nm . L'atténuation linéique vaut $\alpha = 2,5 \text{ dB}\cdot\text{m}^{-1}$. On admet que le signal de sortie est exploitable tant que sa puissance P_{sortie} est supérieure à 1 % de la puissance $P_{\text{entrée}}$ du signal entrant. Dire en justifiant si tous les clients bénéficient de signaux satisfaisants sans amplification optique intermédiaire.

Exercice 2 Etude d'un énergie renouvelable (8 points)

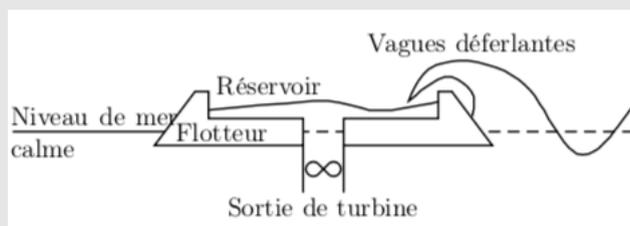
Compétences : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Calculer, Valider

Document n° 1 :

Les énergies renouvelables constituent historiquement les premières sources d'énergies utilisées par les hommes. Au total, on peut compter six types d'énergies renouvelables : l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique, l'énergie géothermale, la biomasse et l'énergie des déchets. On s'intéressera en particulier dans cet exercice à l'énergie hydraulique.

On va étudier un prototype d'usine houlomotrice. Une plate-forme amarrée au fond et pesant 237 tonnes, récupère l'énergie produite par les vagues déferlantes. Elle possède un réservoir central qui se remplit en brisant la houle. Ce réservoir se vide partiellement, à travers une conduite, dans une turbine qui génère de l'électricité. On peut ainsi espérer une puissance d'environ 7 MW.

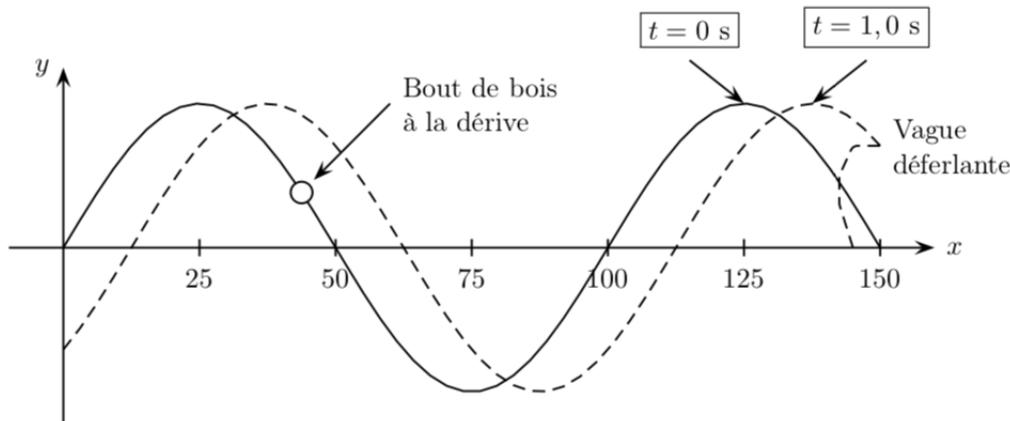
La figure ci-dessous montre un plan en coupe.



On modélise la houle par une onde transversale. Sur la figure suivante, on a représenté à deux instants $t = 0 \text{ s}$ et $t = 1,0 \text{ s}$, cette houle se propageant vers la droite.

1/ Considérations qualitatives.

1.1/ Décrire qualitativement le mouvement du bout de bois représenté sur la figure.



1.2/ Sur la figure ci-dessus, dessiner la position du bout de bois à $t = 1,0$ s.

1.3/ Décrire en quelques lignes le principe de fonctionnement de cette usine houlomotrice. On pourra analyser les différents type d'énergies mis en jeu : énergie potentielle de l'eau stockée en hauteur dans le réservoir, énergie cinétique de l'eau passant à grande vitesse dans la turbine, énergie électrique du courant produit dans les fils.

2/ Considérations quantitatives.

2.1/ A l'aide de la figure précédente, exprimer littéralement puis calculer la célérité v de l'onde.

2.2/ Donner la définition de la longueur d'onde λ de la houle. En déterminer l'expression littérale puis la valeur numérique à l'aide de la figure précédente.

2.3/ Donner la définition de la période T de l'onde. En déterminer l'expression littérale puis la valeur numérique à l'aide de la figure précédente.

3/ Modélisation de mesures réelles

Une série de mesures effectuées au large montre que le carré de la célérité de la houle est proportionnel à la longueur d'onde :

$$v^2 = a \times \lambda$$

3.1/ Déterminer la dimension de a par une analyse dimensionnelle.

3.2/ On propose les deux relations suivantes :

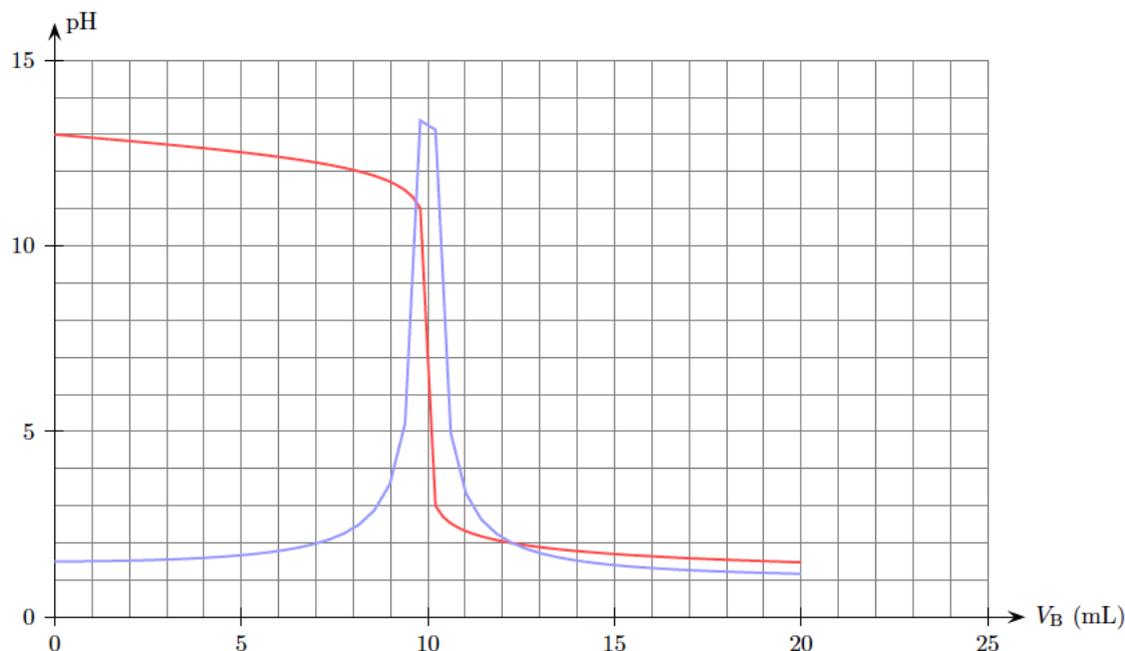
$$v^2 = \frac{g}{2\pi} \times \lambda \quad \text{ou} \quad v^2 = g \times \lambda$$

A l'aide des résultats de la question 2, déterminer la bonne relation entre v^2 et λ en justifiant votre réponse. On prendra $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

Exercice 3 Titrage d'une solution d'éthylamine (7 points)

Compétences : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Calculer, Valider

On dispose d'une solution B d'éthylamine, de concentration en soluté apporté C_B . On réalise le titrage pH-métrique d'un volume $V_B = 20,0$ mL de cette solution B par une solution A d'acide chlorhydrique, de concentration $C_A = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. En suivant l'évolution du pH en fonction du volume V_A d'acide chlorhydrique versé, on obtient la courbe de titrage ainsi que la courbe dérivée du pH en fonction du volume d'acide versé.



1/ Ecrire l'équation de la réaction de titrage. Quelles sont les propriétés d'une réaction de dosage ? Définir l'équivalence.

Donnée : l'éthylamine est la forme basique du couple $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+_{(\text{aq})} / \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2_{(\text{aq})}$.

2/ Réaliser un schéma légendé du montage expérimental utilisé pour réaliser ce titrage.

3/ Dresser littéralement le tableau d'avancement associé à la transformation étudiée en se plaçant à l'équivalence.

4/ Déterminer graphiquement le volume équivalent en explicitant la méthode utilisée. En déduire la valeur de la concentration C_B de la solution d'éthylamine.

5/ On propose une liste des indicateurs suivante :

Indicateur	Couleur acide	Couleur basique	
Hélianthine	Jaune orangé	Rouge	3,7
Rouge de chlorophénol	Jaune	Rouge	6,5
Vert de bromocrésol	Jaune	Bleu	4,7
Bleu de bromothymol	Jaune	Bleu	7,0
Phénolphtaléine	Incolore	Fuschia	9,4

Parmi les indicateurs proposés, lequel aurait pu servir à déterminer l'équivalence du dosage ? Justifier.

— Fin —