

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Série : Sciences et Technologies de Laboratoire

**Spécialité : Sciences Physiques et Chimiques en
Laboratoire**

SESSION 2013

**Sous-épreuve écrite de sciences physiques et
chimiques en laboratoire**

Coefficient de la sous-épreuve : 4

Ce sujet est prévu pour être traité en deux heures.

Ce sujet sera traité par les candidats
ayant présenté les épreuves terminales du baccalauréat
lors d'une session précédente (programme limitatif).

**Les sujets de CBSV et de sciences physiques et chimiques en
laboratoire seront traités sur des copies séparées.**

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte **9** pages.

La page 9 est **à rendre avec la copie.**

Une histoire de cailloux

PARTIE 1 : Le microscope

PARTIE 2 : Comment éliminer les calculs rénaux ?

- A. Dissolution chimique
- B. Échographie pour la fragmentation par onde de choc
- C. Conclusion

PARTIE 3 : L'aspirine

Les documents sont réunis en fin d'énoncé

A la suite de douleurs très violentes dans le ventre, un homme est transporté aux urgences. A son arrivée, une prise de sang et une analyse d'urine sont réalisées pour vérifier son état de santé général. Son sang est analysé à l'aide d'un microscope. Les résultats d'analyse d'urine montrent la présence de résidus de calculs rénaux dans la vessie.

Une échographie confirme la présence de calculs rénaux dans les reins et la vessie. Ainsi localisés, les calculs seront détruits par une méthode adaptée.

Pour soulager ses douleurs, un antidouleur lui est également prescrit par son médecin traitant.

PARTIE 1 : Le microscope. Document réponse et document 1.

Un laborantin effectue un frottis sanguin qui sera observé à l'aide d'un microscope.

1.1 Afin d'expliquer le principe du microscope, le technicien de laboratoire a commencé par représenter une modélisation du microscope sur le document réponse, à rendre avec la copie.

1.1.1. Justifier le fait qu'il ait placé l'image intermédiaire A_1B_1 dans le plan focal objet de l'oculaire.

1.1.2. Il vous demande de tracer, sur le document réponse, la marche de deux rayons lumineux à travers le microscope issus de l'objet AB, et placer l'image finale A'B'.

1.2 Pour l'observation des globules rouges, la lame est placée à 4,10 mm de l'objectif x 40.

En vous aidant du **document 1** :

1.2.1 Déterminer, par calcul, la position de l'image intermédiaire donnée par l'objectif.

1.2.2 Calculer la valeur du grossissement commercial du microscope.

1.2.3 Que doit faire le laborantin s'il veut observer les globules rouges sous un diamètre apparent plus grand ?

PARTIE 2 : Comment éliminer les calculs rénaux ? Documents 2, 3, 4, 5 et 6

Les calculs rénaux sont de l'oxalate de calcium solide. Deux hypothèses peuvent être formulées pour les détruire :

- La dissolution chimique
- La lithotripsie : méthode de fragmentation des calculs par une onde de choc

A. Dissolution chimique

2.1. Écrire l'équilibre de dissolution de l'oxalate de calcium dans l'eau pure.

2.2. Donner l'expression de la constante d'équilibre K° de cette réaction.

2.3. Quel volume d'eau pure devrait ingérer le patient pour dissoudre un calcul rénal de 0,80 g, en supposant que le calcul est composé uniquement d'oxalate de calcium ?

B. Échographie pour la fragmentation par onde de choc

Pour fragmenter les calculs, ils doivent être localisés avec précision, par échographie. Avant l'intervention, le médecin applique sur la peau du patient un gel à base d'eau. L'élément de base de l'échographie est une céramique piézoélectrique, située dans la sonde. Soumise à des impulsions électriques, elle vibre longitudinalement en générant des ultrasons. Les échos sont captés par cette même céramique, qui joue alors le rôle de récepteur. La sonde est un transducteur ultrasonore.

2.4. Les ultrasons sont-ils des ondes longitudinales ou transversales ? Justifier.

2.5. A l'aide du **document 3**, retrouver que le signal émis par la cellule piézoélectrique appartient au domaine des ultrasons. On rappelle que ce domaine commence pour des fréquences de 20 kHz.

On supposera dans la suite de l'exercice que la fréquence des ultrasons émis est de 3,5 MHz.

2.6. On estime qu'on ne peut pas observer d'objet de taille inférieure à la longueur d'ondes des ondes ultrasonores.

Calculer la longueur d'onde de l'onde ultrasonore dans les tissus mous. En déduire la limite de résolution de cet appareil d'échographie dans les tissus mous.

2.7.

2.7.1 Dans le **document 4**, il est dit qu'une partie des ultrasons « rebondissent » lorsque l'impédance acoustique change. Par quel terme plus rigoureux faudrait-il remplacer le verbe « rebondir » ?

2.7.2 En utilisant les **documents 5 et 6**, en considérant l'interface air / tissus mous, et en calculant les coefficients adéquats, montrer qu'il est nécessaire d'éviter la présence d'air entre la sonde et le corps du patient.

2.7.3 En déduire l'intérêt du gel à base d'eau, sans calcul.

2.8. Le caillou à fragmenter se trouve à environ 4 cm de la surface de la peau. Il doit être localisé précisément pour que l'onde de choc soit envoyée sur le caillou pour le fragmenter efficacement. Citer une erreur possible sur la localisation du caillou.

Ainsi localisés, les cailloux sont détruits en envoyant une onde de choc.

C. Conclusion

2.9. En utilisant les résultats des parties A et B, entre la dissolution chimique et la lithotripsie, quelle méthode semble la plus judicieuse pour soigner le patient ? Justifier.

PARTIE 3 : L'aspirine

En attendant d'être traité, un antidouleur, l'aspirine, permet de soulager les douleurs du patient.

3.1. Pour l'étape du mécanisme proposée sur le document réponse, dire s'il s'agit d'une réaction d'addition, de substitution, d'élimination, ou d'une réaction acide-base, sans justification.

3.2. Sur le document réponse :

3.2.1 Identifier le site nucléophile et le site électrophile impliqués dans l'étape proposée du mécanisme. Les valeurs d'électronégativité sont les suivantes :

- pour C : 2,5 - pour H : 2,1 - pour O : 3,4

3.2.2 Représenter les transferts électroniques à l'aide du formalisme des flèches courbes.

3.3. Interpréter les informations données par la spectroscopie IR et RMN¹H du **document 8** pour montrer qu'il s'agit de l'aspirine.

3.4. Détailler le calcul du rendement noté r , de la synthèse. On rappelle que $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g.mL}^{-1}$.

Document 1 : Caractéristiques du microscope

| Objectif achromatique | Grandissement | Distance focale | Ouverture numérique |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| | $ \gamma_{\text{obj}} $ | f'_{obj} | O.N. = $n \cdot \sin u$ |
| | x 4 | 40,0 mm | 0,15 |
| | x 10 | 16,0 mm | 0,25 |
| | x 40 | 4,00 mm | 0,65 |
| | x 100 | 1,60 mm | 1,25 |
| | | | |
| Oculaire | Grossissement | Distance focale | |
| | G_{oc} | f'_{oc} | |
| | x 10 | 25 mm | |

Intervalle optique : $\Delta = \overline{F'_{\text{obj}}} \overline{F_{\text{oc}}} = 160 \text{ mm}$

Grossissement commercial : $G = |\gamma_{\text{obj}}| \times G_{\text{oc}}$

Relations de conjugaison de Descartes :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad \gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

Diamètre d'un globule rouge : $7 \mu\text{m}$

On supposera que l'observateur est emmétrope c'est-à-dire que l'observateur voit l'image à l'infini sans avoir à accommoder.

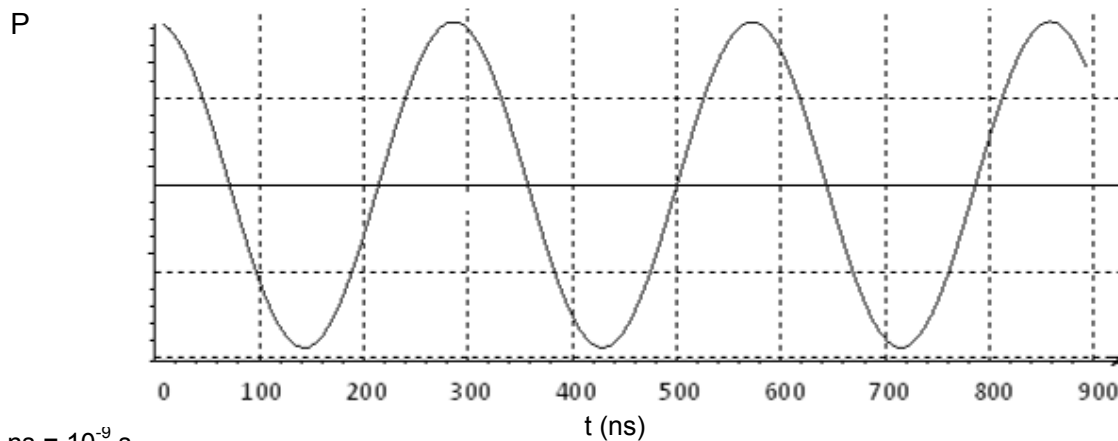
Document 2 : Oxalate de calcium

L'oxalate de calcium est un composé ionique de formule CaC_2O_4 . Sa solubilité dans l'eau pure à 37°C (température du corps humain) est $s = 6,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Masse molaire de l'ion calcium Ca^{2+} : $M = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Masse molaire de l'ion oxalate $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$: $M' = 88 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Document 3 : Variations de pression acoustique des ondes ultrasonores émises en fonction du temps par le capteur piezoélectrique



Document 4 : Comportement des ultrasons à une interface

Les ultrasons pénètrent plus ou moins bien dans les différents milieux qu'ils traversent. La résistance à la propagation d'une onde acoustique s'appelle **impédance acoustique Z**, et se mesure en kilogramme par mètre carré par seconde (kg.m⁻².s⁻¹).

Une partie des ondes sonores (et donc les ultrasons) **rebondissent** lorsque l'impédance acoustique change, c'est-à-dire aux **interfaces** entre les différents milieux.

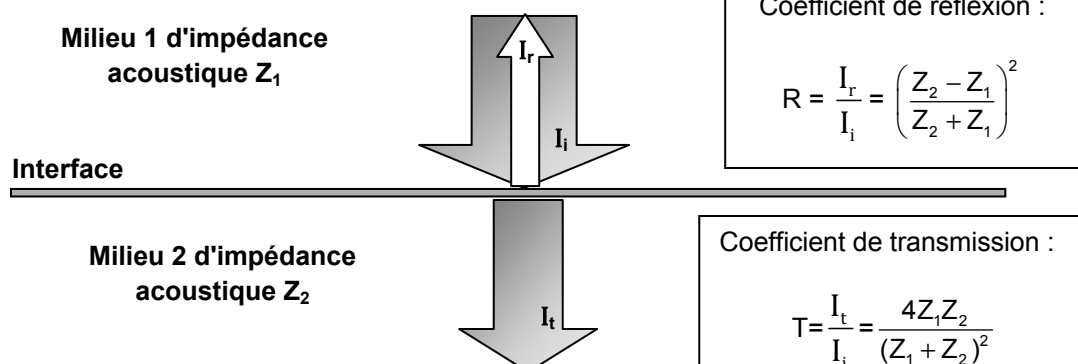
D'après <http://science-for-everyone.over-blog.com>

Document 5 : Quelques caractéristiques de milieux vis-à-vis des ultrasons

| Milieu | Masse volumique (kg/m ³) | Impédance acoustique Z (kg.m ⁻² .s ⁻¹) |
|-------------|--------------------------------------|---|
| Air | 1,2 | 4,00.10 ² |
| Eau | 1000 | 1,48.10 ⁶ |
| Tissus mous | 1050 | 1,63.10 ⁶ |
| Os | 1912 | 7,80.10 ⁶ |

Par tissus mous, on entend : muscle, graisse, foie..... Les vitesses des ultrasons dans ces milieux sont très proches, ainsi que leurs impédances acoustiques. La valeur de la vitesse est de 1540 m.s⁻¹.

Document 6 : Comportement des ultrasons à une interface



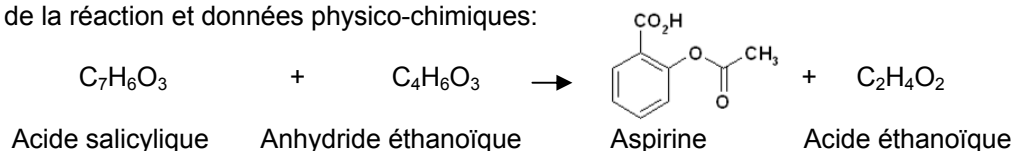
Conservation de l'énergie : $I_i = I_r + I_t$ (avec I : intensité acoustique)

Document 7 : Synthèse de l'aspirine en laboratoire

Protocole opératoire

Introduire dans un erlenmeyer de 250 mL, 10,0 g d'acide salicylique, puis 14,0 mL d'anhydride éthanoïque, 5 gouttes d'acide sulfurique concentré, et un barreau aimanté. Placer sur l'erlenmeyer un réfrigérant à air. Chauffer à reflux pendant 30 minutes sous agitation. Laisser refroidir jusqu'à précipitation, filtrer puis recristalliser le produit obtenu. Un solide blanc de masse $m = 11,0$ g est obtenu. Le rendement de la synthèse est 84%.

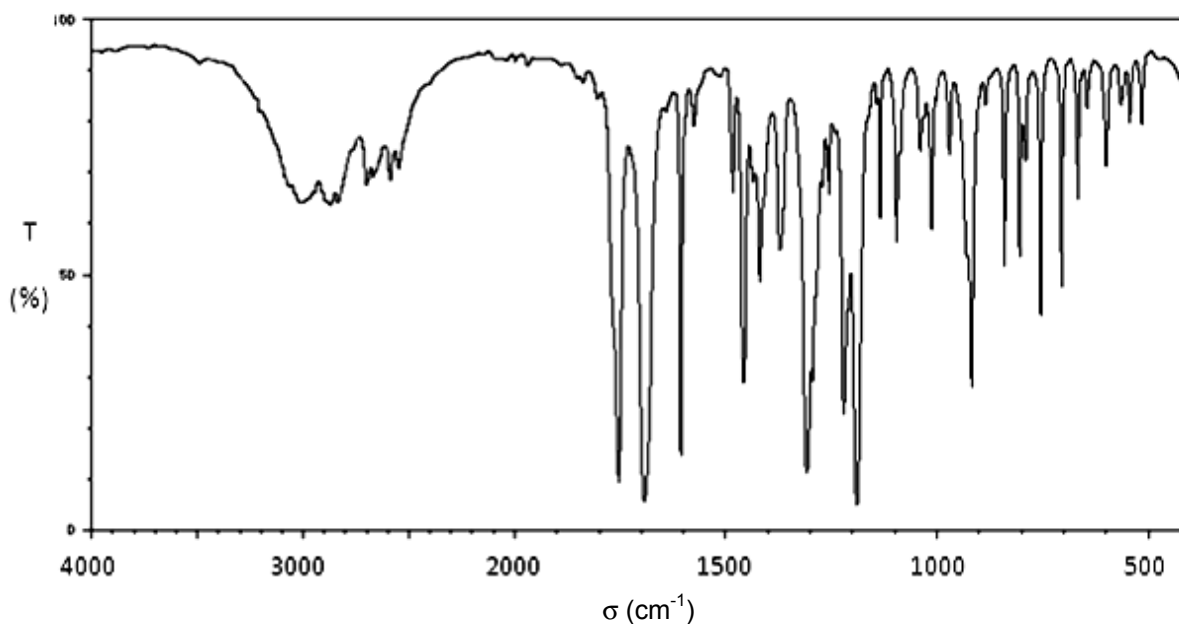
Équation de la réaction et données physico-chimiques:



| | M (en g.mol ⁻¹) | d (densité) | Θ _{ébullition} (en °C) |
|----------------------|-----------------------------|-------------|---------------------------------|
| Anhydride éthanoïque | 102 | 1,08 | 139 |
| Acide salicylique | 138 | | 211 |
| Aspirine | 180 | | |

Document 8 : Analyses réalisées sur le produit de la synthèse

Spectre IR :



Le spectre de RMN ¹H présente les signaux suivants :

- un singulet à 2,2 ppm intégrant pour 3H
- un singulet à 10,1 ppm intégrant pour 1H
- un multiplet aux alentours de 7,5 ppm intégrant pour 4H

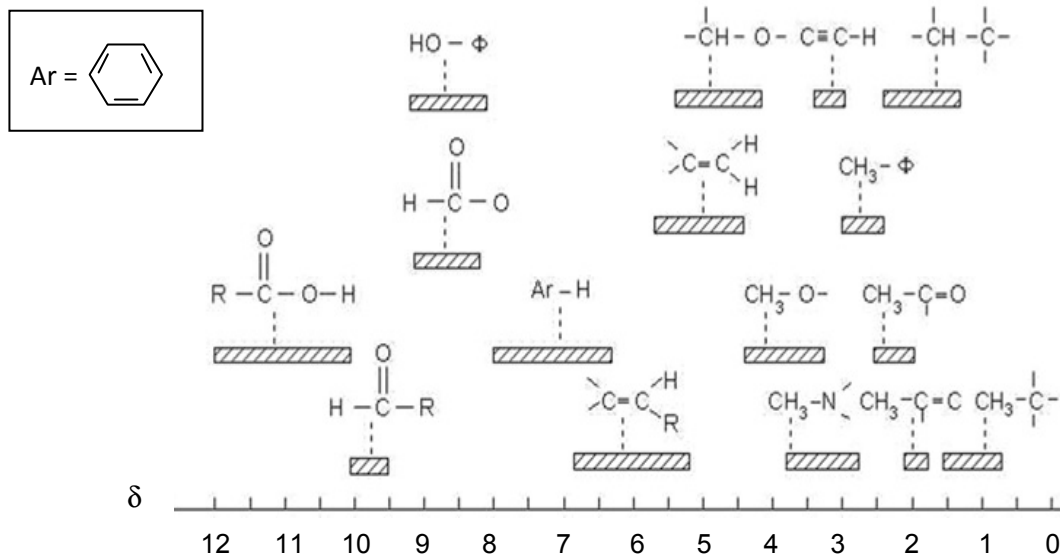
Document 9 : tables spectroscopiques

Table spectroscopique IR

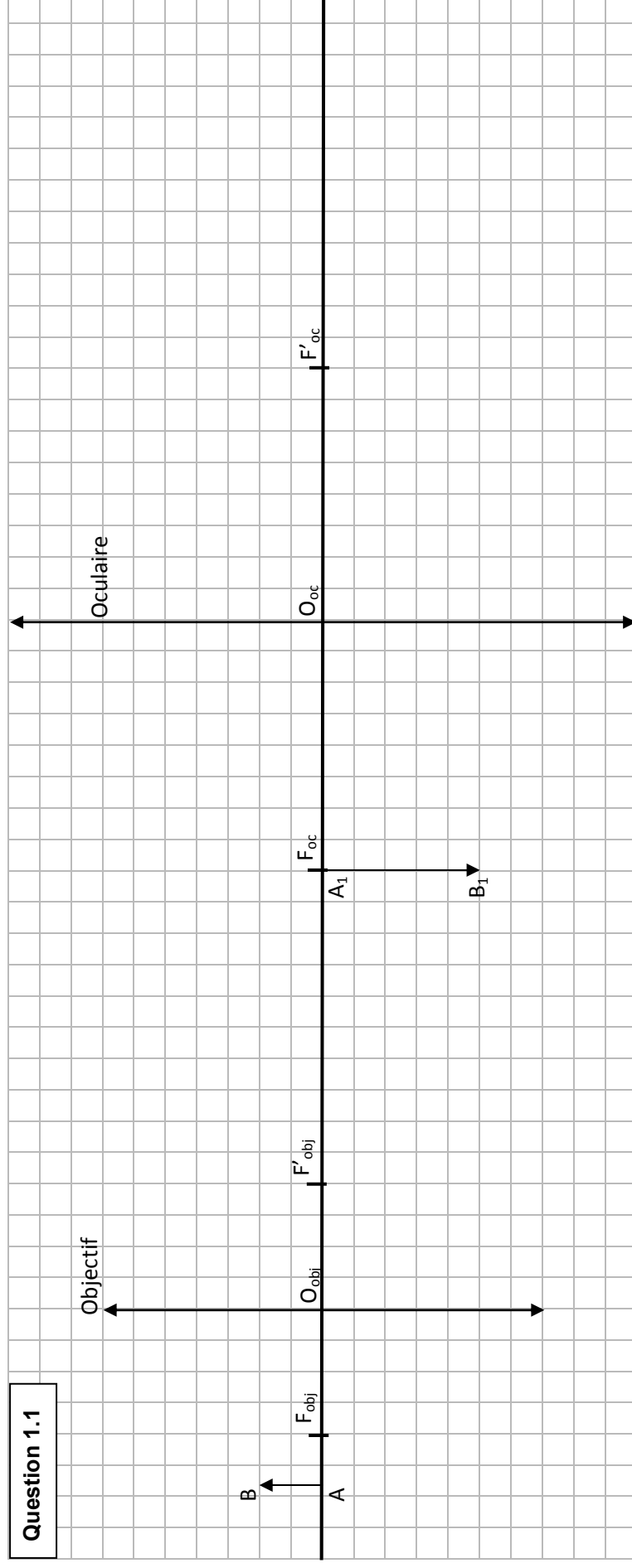
| Liaison | Espèce | Nature des liaisons | Nombre d'onde cm^{-1} | Intensité F : fort ; m : moyen ; f : faible |
|---------|--------------------|---------------------|--------------------------------|--|
| O-H | Alcool libre | Valence | 3590-3650 | F (fine) |
| O-H | Alcool lié | Valence | 3200-3600 | F (large) |
| C-H | Alcène | Valence | 3030-3100 | m |
| C-H | Aromatique | Valence | 3000-3100 | m |
| C-H | Alcane | Valence | 2850-3000 | F |
| O-H | Acide carboxylique | Valence | 2500-3200 | F à m (large) |
| C=O | Aldéhyde et cétone | Valence | 1650-1730 | F |
| C=O | Acide carboxylique | Valence | 1700-1725 | F |
| C=O | Ester | Valence | 1735-1750 | F |
| C=C | Alcène | Valence | 1620-1690 | m |
| C=C | Aromatique | Valence | 1450-1600 | Variable (3 ou 4 bandes) |
| C-H | Alcane | Déformation | 1430-1480 | F |

Document 9 : suite

Table spectroscopique RMN ^1H



Question 1.1



Question 3.2

Une étape du mécanisme :

