

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
**se présentant pour la première fois aux épreuves terminales
du baccalauréat.**

**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 **10** pages.

La page **10** 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. En utilisant le **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.

2.6.

2.6.1. 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 » ?

2.6.2. 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.

2.6.3. En déduire l'intérêt du gel à base d'eau, sans faire de calcul.

2.7. Le caillou à fragmenter se trouve à une distance L de 4,04 cm de la surface de la peau. Il doit être localisé précisément pour que l'onde de choc soit envoyée sur le caillou et fragmenté efficacement. On cherche à évaluer l'incertitude absolue U_L sur la position L de ce caillou.

La vitesse de propagation notée v , des ultrasons dans l'organisme est donnée avec un intervalle de confiance de 95 % : $v_{95\%} = (1540 \pm 1) \text{ m.s}^{-1}$.

La durée nécessaire aux ultrasons pour effectuer l'aller-retour est de $t = 0,052 \text{ ms}$. Par ailleurs, le constructeur de la sonde précise que l'incertitude sur cette durée vaut $U_t = 0,001 \text{ ms}$ pour un intervalle de confiance de 95 %.

L'incertitude élargie (ou absolue) U_L est donnée par la relation :

$$U_L = L \times \sqrt{4,22 \cdot 10^{-7} \times U_v^2 + 3,70 \cdot 10^8 \times U_t^2} \text{ avec } U_t \text{ en s et } U_v \text{ en m.s}^{-1}.$$

2.7.1. Calculer l'incertitude U_L .

2.7.2. Exprimer le résultat de la profondeur L avec un niveau de confiance de 95 %.

2.7.3. Calculer l'incertitude relative $\frac{U_L}{L}$. Est-ce que cette mesure est de bonne qualité ?

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

C. Conclusion

2.8. 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. A partir des documents, établir un compte-rendu d'expérience dans lequel apparaît :

- un protocole à mettre en œuvre pour **initier** la synthèse de l'aspirine,
- une discussion qui prouve que le produit synthétisé est l'aspirine,
- la présentation détaillée du 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_{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 : $\Delta = \overline{F'_{obj}F'_{oc}} = 160 \text{ mm}$

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

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.

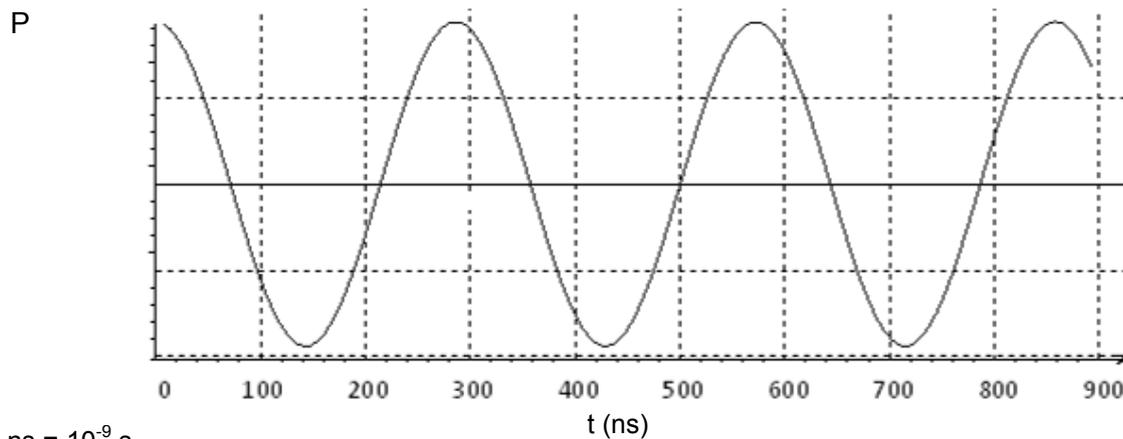
Document 2 : Oxalate de calcium

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



1 ns = 10^{-9} s

Document 4 : Qu'est-ce qu'une impédance acoustique Z ?

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 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

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.

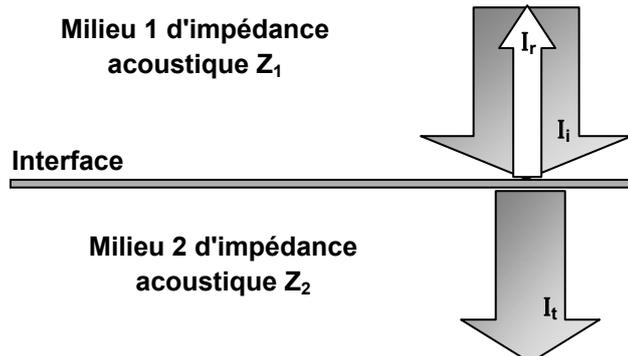
D'après <http://science-for-everyone.over-blog.com>

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

Milieu	Masse volumique (kg/m^3)	Impédance acoustique Z ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
Air	1,2	$4,00\cdot 10^2$
Eau	1000	$1,48\cdot 10^6$
Tissus mous	1050	$1,63\cdot 10^6$
Os	1912	$7,80\cdot 10^6$

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 $1540 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Document 6 : Comportement des ultrasons à une interface



Coefficient de réflexion :

$$R = \frac{I_r}{I_i} = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right)^2$$

Coefficient de transmission :

$$T = \frac{I_t}{I_i} = \frac{4Z_1Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2}$$

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

Document 7 : Synthèse de l'aspirine en laboratoire

Schéma de synthèse :



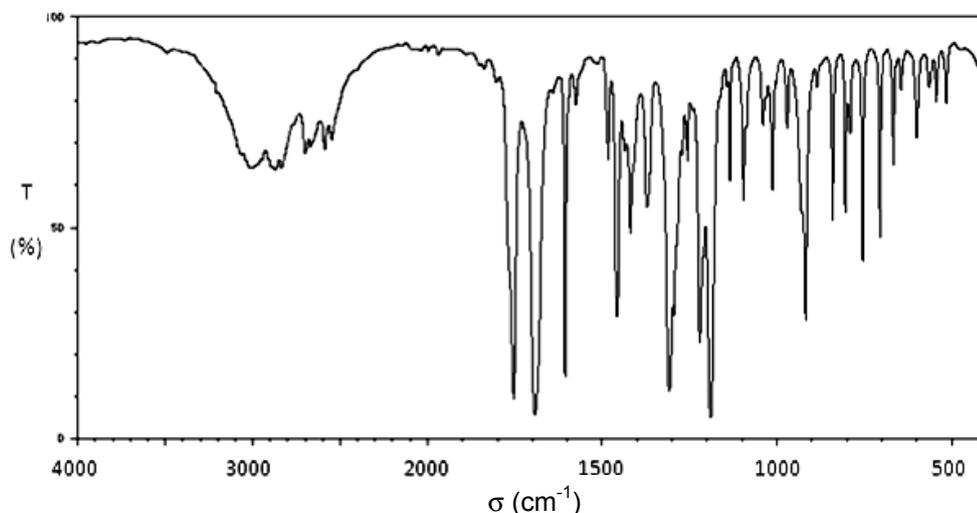
Équation de la réaction et données physico-chimiques:



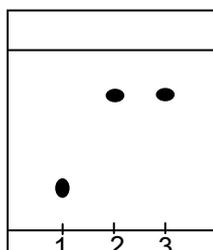
	M (en g.mol ⁻¹)	d (densité)	Θ _{ébullition} (en °C)
Anhydride éthanoïque	102	1,08	139
Acide salicylique	138		211
Aspirine	180		

Document 8 : Analyses réalisées sur le produit de la synthèse

Spectre IR :



Chromatogramme CCM obtenu :



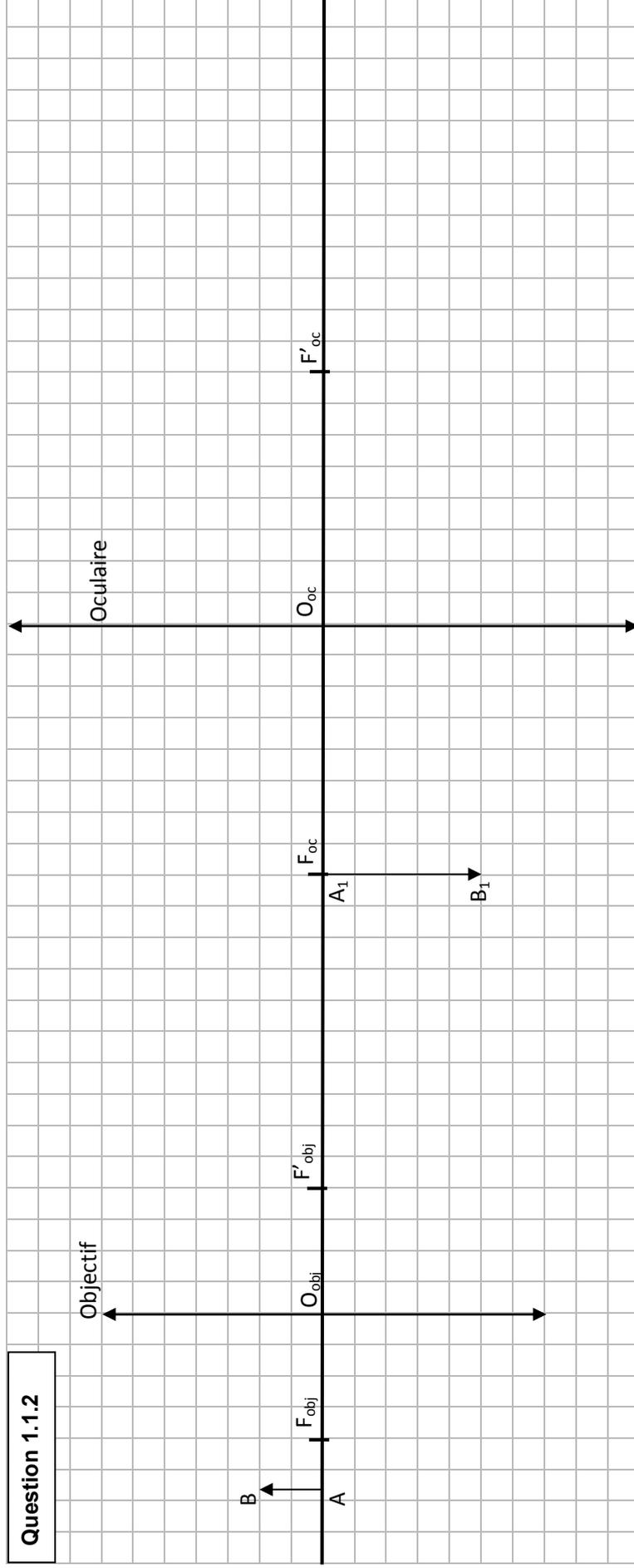
- 1 : acide salicylique de référence
- 2 : aspirine de référence
- 3 : produit obtenu

Eluant : 80 % cyclohexane et 20% acétate d'éthyle. Phase stationnaire : silice

Document 9 : Table spectroscopie 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
C-H	Aldéhyde	Valence	2700-2900	m (2 bandes)
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

Question 1.1.2



Question 3.2

Une étape du mécanisme :

