

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2008

PHYSIQUE - CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 h 30 – Coefficient : 8

L'usage de la calculatrice électronique est autorisé

Ce sujet nécessite une feuille de papier millimétré

SPÉCIALITÉ

Ce sujet comporte un exercice de **CHIMIE** et deux exercices de **PHYSIQUE** présentés sur 8 pages numérotées de 1 à 8, y compris celle-ci.

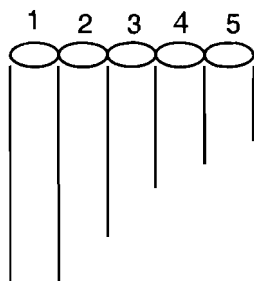
Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres :

- I – Propriétés des solutions d'ammoniac
- II – Quelques propriétés du plutonium 241
- III – Quelques propriétés de la flûte de Pan

Exercice 3 : Quelques propriétés de la flûte de Pan (4 points)

La flûte de Pan est très certainement un des instruments les plus faciles à fabriquer. Il suffit de quelques bouts de roseau bien évidés, d'un peu de bougie et d'un bon couteau !

Cette flûte consiste en une série de tuyaux de longueurs différentes qui sont maintenus ensemble par des ligatures (voir figure ci-dessous). Une extrémité de chaque tuyau est à l'air libre, l'autre (le fond) est fermée.



Une fois construite, cette flûte doit jouer les notes do_3 , mi_3 , sol_3 , do_4 et mi_4 .

Les deux dernières notes sont à l'octave respectivement des notes do_3 et mi_3 , c'est-à-dire qu'il y a une octave entre do_3 et do_4 (idem pour mi_3 et mi_4), la note do_4 étant plus aiguë que do_3 (idem pour mi_4 plus aiguë que mi_3).

Une recherche documentaire a permis de connaître les fréquences des trois premières notes :

notes	do_3	mi_3	sol_3
Fréquence en Hz	262	328	393

3.1 Rappeler la définition de deux sons à l'octave et déterminer les fréquences des deux notes do_4 et mi_4 .

On rappelle que :

- les sons sont produits par les vibrations des colonnes d'air contenues dans les tuyaux ;
- la vitesse de propagation (célérité) des sons dans l'air est $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

Une étude plus fine montre qu'il y a toujours un nœud de vibration à une extrémité fermée d'un tuyau et un ventre de vibration à une extrémité ouverte.

3.2.a Définir ce qu'on appelle nœud de vibration et ventre de vibration.

3.2.b Dans quel type d'ondes peut-on observer des nœuds et des ventres de vibration ?

3.3 On note λ la longueur d'onde du son de fréquence f .

On rappelle qu'un nœud et un ventre consécutifs sont distants de $\frac{\lambda}{4}$.

3.3.a Exprimer λ en fonction de f et des données du problème.

3.3.b Montrer que le tuyau de la flûte de longueur L est accordé sur le son de longueur d'onde λ si $L = n\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$, n étant un nombre entier positif ou nul.

- 3.3.c. On appelle mode chaque valeur de n .
Qu'appelle-t-on mode fondamental ? Que vaut L dans ce cas ?
- 3.3.d Déterminer la longueur de chacun des 5 tuyaux de la flûte de Pan dont le fondamental est accordé sur chacune des 5 notes do_3 , mi_3 , sol_3 , do_4 et mi_4 .
- 3.4 On dit parfois que les seuls sons possibles pour une flûte de Pan sont les harmoniques impairs. Justifier cette affirmation.
- 3.5 Un microphone enregistre le son produit par le tuyau n°3. La tension-image de ce son est ensuite analysée par un ordinateur.
Représenter ce que donnerait une analyse fréquentielle (ou spectre fréquentiel) du son produit par le tuyau n°3 : en abscisses les fréquences des modes et en ordonnées les amplitudes (arbitraires). Votre schéma devra comporter au moins 4 harmoniques.
- 3.6 La célérité du son dans l'air augmente (faiblement) avec la température.
Prévoir qualitativement si les notes jouées vont être toutes légèrement plus aiguës ou plus graves quand la température augmente. On ne raisonnera que sur le mode fondamental de vibration et on négligera la dilatation des tuyaux.

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2008

PHYSIQUE - CHIMIE

Série S

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 8

L'usage des calculatrices EST autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10

La feuille d'annexe (page 10/10) EST À RENDRE AGRAFÉE À LA COPIE.

EXERCICE III : TUYAUX SONORES. (4 POINTS)
--

Données :

La célérité du son dans l'air est $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$ à $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

1. Ondes sonores

1.1. Une source sonore émet en continu un son dans l'air.

Caractériser l'onde sonore qui se propage dans l'air en utilisant tout ou partie du vocabulaire suivant :

progressive, électromagnétique, transversale, mécanique, longitudinale, stationnaire.

1.2. Un auditeur peut déterminer la direction dans laquelle est située une source sonore S , sans la voir, quand le retard entre les vibrations reçues par ses deux oreilles D (droite) et G (gauche) est au moins égal à $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

L'auditeur pourra-t-il définir la direction de la source sonore S si celle-ci est située à $7,20 \text{ m}$ de son oreille droite et à $7,10 \text{ m}$ de son oreille gauche, la température étant de $15 \text{ }^\circ\text{C}$?

2. Tuyaux sonores à embouchure de flûte

Les tuyaux sonores à embouchure de flûte équipent en partie les tuyaux d'orgues.

Un tuyau sonore à embouchure de flûte, comprend un biseau ; l'air vient frapper ce biseau, il en découle une mise en oscillation de la colonne d'air à l'intérieur du tuyau. Ces tuyaux sont considérés comme des tuyaux ouverts au niveau de l'embouchure. L'autre extrémité du tuyau peut être :

- soit ouverte, le tuyau sonore est alors un tuyau ouvert aux deux extrémités.
- soit fermée, le tuyau est alors ouvert à une extrémité, fermé à l'autre.

**À une extrémité ouverte, est toujours situé un ventre de vibration noté V .
À une extrémité fermée, est toujours situé un nœud de vibration noté N .**

2.1. Tuyau sonore ouvert aux deux extrémités

Un tuyau sonore de longueur L ouvert aux deux extrémités émet à $\theta = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ un son de fréquence $f = 262 \text{ Hz}$. L'état vibratoire du mode fondamental du tuyau peut être représenté de la manière suivante :

V	N	V
-----	-----	-----

2.1.1. A quel type d'ondes appartient le mode de vibration de la colonne d'air ?

2.1.2. Parmi les caractéristiques suivantes d'un son : intensité, hauteur, timbre, quelle est celle qui correspond à la fréquence du son ?

- 2.1.3. Dans le cas d'une corde tendue entre deux points fixes, donner la relation entre la distance qui sépare deux ventres ou deux nœuds successifs en fonction de la longueur d'onde.
Sachant qu'elle reste valable dans le cas du tuyau sonore, en déduire la relation entre L , v , et f .
- 2.1.4. Justifier l'affirmation suivante d'un élève : « À un tuyau sonore long correspond un son grave ».
- 2.1.5. Exprimer, en fonction de f , la longueur L_2 du tuyau qui émettrait un son dont le fondamental correspondrait à l'harmonique de rang 2 du tuyau de longueur L .
En déduire la relation entre L_2 et L .

2.2. Tuyau sonore fermé à une extrémité

Soit un tuyau à embouchure de flûte de longueur L_0 , mais fermé à l'autre extrémité.

Ce tuyau est représenté ci-dessous dans le mode fondamental :



- 2.2.1. Par analogie avec une corde tendue entre deux points fixes, exprimer la fréquence f_0 du mode fondamental émis par ce tuyau en fonction de v et L_0 .
- 2.2.2. Un élève affirme : « Un tuyau ouvert aux deux extrémités sonne avec une fréquence double de celle d'un tuyau de même longueur, fermé à une extrémité ». Est-ce vrai ou faux ? Justifier la réponse.

2.3. Influence de la température sur la fréquence du son émis

Données : La vitesse du son dans l'air est proportionnelle à \sqrt{T} .

T est la température absolue, exprimée en Kelvin (K) ; elle est reliée à θ , température exprimée en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$) par la relation : $T = 273,15 + \theta$

Expérience : Le tuyau sonore est celui de longueur L étudié en 2.1.

On rappelle que lorsque la température θ était égale à 15°C , la célérité du son dans l'air était v et le son émis avait une fréquence f égale à 262 Hz .

On réalise une nouvelle expérience au cours de laquelle la température de l'air a augmenté de 7°C ; la vitesse du son est devenue v' et la fréquence du son alors émis est f' .

Questions :

- 2.3.1. Exprimer la célérité v du son dans l'air à la température absolue T .
Exprimer la célérité v' du son dans l'air à la température absolue T' .
En déduire l'expression de v' en fonction de T , T' et v .

2.3.2. Montrer que la nouvelle fréquence f' du son à la température T' est donnée par la relation $f' = \sqrt{\frac{T'}{T}} \cdot f$.

2.3.3. Une oreille moyenne distingue deux sons de fréquence f et f' si le rapport $\log \frac{f'}{f}$ est supérieur à $5 \cdot 10^{-3}$.

L'oreille moyenne pourra-t-elle distinguer les deux sons émis avec un écart de température de 7°C ?

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2008

PHYSIQUE - CHIMIE

Série S

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 8

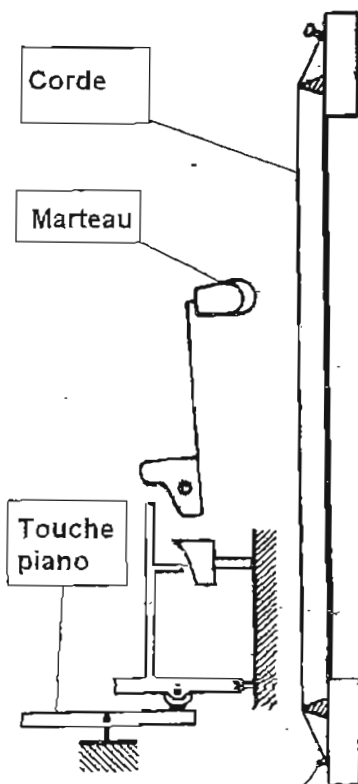
L'usage des calculatrices EST autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

La feuille d'annexe (page 10/10) EST À RENDRE AGRAFÉE À LA COPIE.

Exercice III : Étude d'un piano (4 points)



Mécanisme piano
(coupe schématique)

Le piano est un instrument dont les cordes, de longueur L , sont mises en vibration par le choc de marteaux. Chaque marteau est actionné en appuyant sur une touche du piano.

Pour le piano étudié, la tension des différentes cordes est à peu près la même pour toutes.

Chaque corde est frappée au septième ou au neuvième de sa longueur de façon à éliminer les harmoniques 7 ou 9 les plus défavorables à la qualité du son émis.

On donne l'expression de la célérité dans une corde

$$\text{tendue : } v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

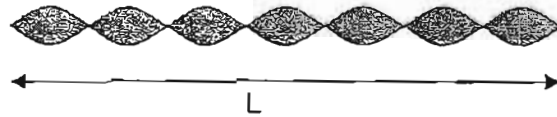
v : célérité en $m.s^{-1}$.

F : tension de la corde en N .

μ : masse linéique de la corde en $kg.m^{-1}$.

1. Représenter sur un schéma une corde de longueur L , fixée à ses deux extrémités, vibrant dans le mode fondamental. Préciser sur le schéma la position des nœuds et des ventres de vibration.
2. Donner la relation entre la longueur L de la corde et la longueur d'onde λ pour le mode fondamental. En déduire l'expression littérale de la fréquence fondamentale f_1 en fonction de la célérité et de la longueur de la corde.
3. La corde du piano correspondant au la_3 émet un son complexe de fréquence égale à 440 Hz.
 - 3.1. À quelle caractéristique d'un son est associée la fréquence d'une note ?
 - 3.2. Quelle est la fréquence associée au mode fondamental de vibration de la corde ?

3.3. On donne ci-dessous le schéma d'une corde vibrant dans le mode 7.



- 3.3.1. Donner la fréquence de l'harmonique de rang 7.
- 3.3.2. Pourquoi un marteau frappant au septième de la longueur de la corde élimine-t-il l'harmonique 7 du son émis par l'instrument ?
- 3.3.3. Quelle caractéristique du son émis par l'instrument est modifiée par la suppression de l'harmonique 7 ?
4. On considère un clavier de piano comportant sept octaves. Si toutes les cordes avaient même masse linéique et étaient soumises à la même tension, leur longueur devrait être comprise entre six centimètres et huit mètres. La corde de huit mètres de longueur correspondrait-elle à la note la plus grave ou la plus aiguë ? Justifier.
5. Pour éviter des longueurs aussi importantes, on utilise des cordes filées. Autour d'un fil d'acier, toujours soumis à la même tension, on enroule en spires serrées un fil de cuivre soudé aux deux extrémités du fil d'acier. Les différentes cordes filées, toutes de même longueur, peuvent atteindre un diamètre de l'ordre du centimètre.
- 5.1. Quelle caractéristique de la corde vibrante est modifiée par l'enroulement du fil de cuivre sur le fil d'acier ?
- 5.2. La note de fréquence $f = 27,5$ Hz est obtenue à partir d'une corde filée. La longueur de celle-ci est $L = 0,50$ m. La tension F à laquelle la corde est soumise, est égale à 400 N. Calculer la masse de la corde.

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2008

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30 COEFFICIENT : 8

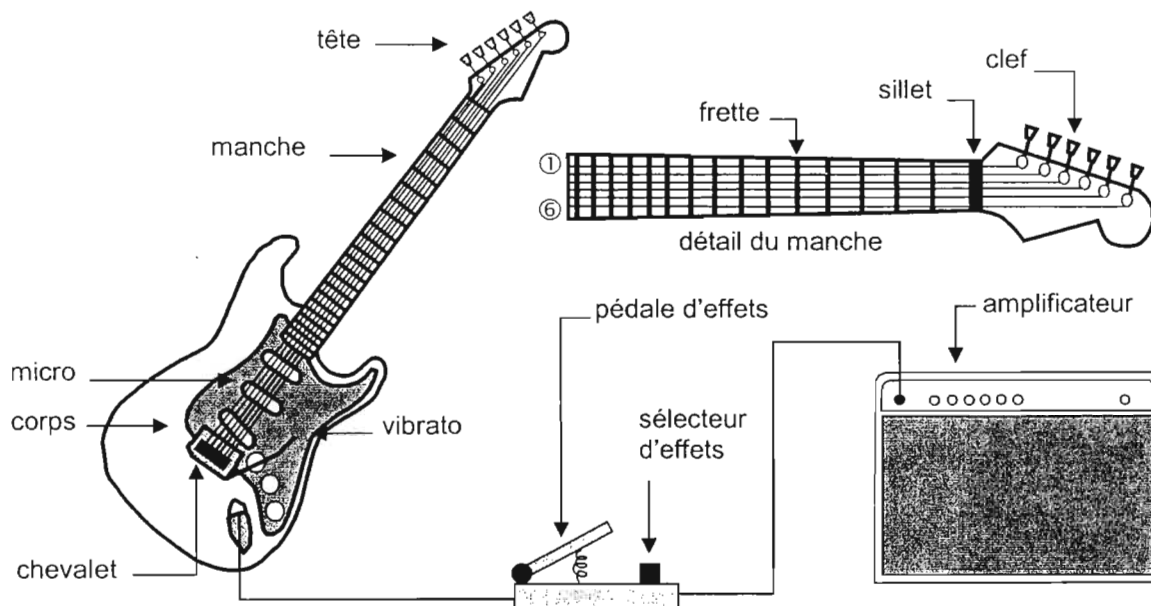
L'usage des calculatrices EST autorisé.**Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.***Les données sont en italique.*

Ce sujet comporte un exercice de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE présentés sur 13 pages numérotées de 1 à 13.

Le candidat doit traiter les trois exercices dans l'ordre qu'il souhaite, ceux-ci étant indépendants les uns des autres.

EXERCICE III . VOUS AVEZ DIT « WHA-WHA » ? (4 points)

La guitare électrique est pourvue d'un corps le plus souvent plein, autorisant les luthiers à lui conférer des formes originales. Elle produit des sons grâce à des micros captant et transformant les vibrations des cordes en signal électrique. Ce signal peut ensuite être modifié électroniquement par divers accessoires comme des pédales d'effets, puis amplifié (voir figure ci-dessous).



La guitare électrique est composée de six cordes métalliques de longueur utile entre le sillet et le chevalet 63,0 cm. L'accord traditionnel à vide est, de la note la plus grave à la plus aiguë : mi_1 , la_1 , $ré_2$, sol_2 , si_2 , mi_3 , le chiffre en indice indiquant le numéro de l'octave. Une corde est dite « à vide » lorsqu'elle vibre sur toute sa longueur. Les fréquences des notes produites à vide par les cordes pincées de la guitare sont données dans le tableau suivant :

n° de corde	1	2	3	4	5	6
note	mi_1	la_1	$ré_2$	sol_2	si_2	mi_3
fréquence (Hz)	82,4	110,0	146,8	196,0	246,9	329,6

Une guitare basse électrique fonctionne sur le même principe avec des notes plus graves. La diversité des effets possibles avec une guitare électrique en fait un instrument polyvalent et riche musicalement. Parmi la multitude d'effets accessibles grâce à une pédale d'effets on peut citer l'effet « wha-wha » popularisé par le célèbre guitariste Jimi Hendrix.

Aucune connaissance musicale préalable n'est nécessaire pour traiter cet exercice.

1. Analyse temporelle d'une note de musique.

Un système d'acquisition informatisé permet l'enregistrement et la visualisation des tensions électriques associées aux différentes notes que peut produire une guitare électrique. Les figures 9 et 10 se trouvant à la page 12 présentent les signaux enregistrés pour la même note de musique jouée par une guitare électrique (figure 9) et par une guitare basse (figure 10).

- 1.1 Quelle est la qualité physiologique commune des deux sons enregistrés ? Nommer la grandeur physique associée à cette qualité physiologique.
- 1.2 Mesurer cette grandeur physique en précisant la méthode utilisée. En tenant compte de l'imprécision de la mesure, en déduire la note de musique jouée par les deux instruments.
- 1.3 Quelle qualité physiologique permet de distinguer ces deux sons ?

2. Modes propres de vibration de la corde 6.

L'analyse spectrale est un précieux outil pour les ingénieurs du son. Elle permet après une acquisition informatisée et un traitement numérique de révéler la « signature acoustique » d'un son en faisant apparaître les composantes de basses fréquences (80 Hz - 900 Hz) et de fréquences élevées (900 Hz - 16 kHz) qui le caractérisent.

La figure 11 de la page 13 correspond au spectre en fréquence du son produit par la corde n° 6 d'une guitare électrique jouée à vide.

2.1. Déterminer la valeur approchée de la fréquence notée f_1 du fondamental de ce son à partir de la figure 11. Vérifier que cette valeur est cohérente avec la donnée du texte.

2.2. Déterminer les valeurs approchées des fréquences, notées f_2 et f_3 , des harmoniques immédiatement supérieurs au fondamental.

2.3. Le sillet et le chevalet de la guitare sont séparés par une distance $L = 63,0$ cm. La condition entre λ et L traduisant la condition d'existence d'une onde stationnaire entre ces deux points fixes est :

$$2L = k \lambda \quad \text{où } k \text{ est un entier positif}$$

En déduire l'expression de la longueur d'onde λ du mode fondamental. Calculer cette longueur d'onde.

2.4. Écrire la relation entre la longueur d'onde λ , la célérité v et la fréquence f d'une onde sinusoïdale.

2.5. En déduire la célérité des ondes dans cette corde.

2.6. En jouant, le guitariste bloque la corde sur l'une des barrettes placées sur le manche, appelées frettes, afin d'obtenir la note désirée. Quel est l'effet produit sur le son ? Justifier.

On admet que la célérité des ondes le long de la corde est constante.

3. L'effet « wha-wha ».

Les figures 12 et 13 de la page 13 représentent les spectres en fréquence du son de la figure 11 sur lequel on a appliqué l'effet pour deux positions extrêmes de la pédale d'effets.

En comparant ces trois spectres, préciser quels sont les effets de la pédale wha-wha sur les propriétés physiologiques du son produit dans les mêmes conditions d'attaque de la corde.

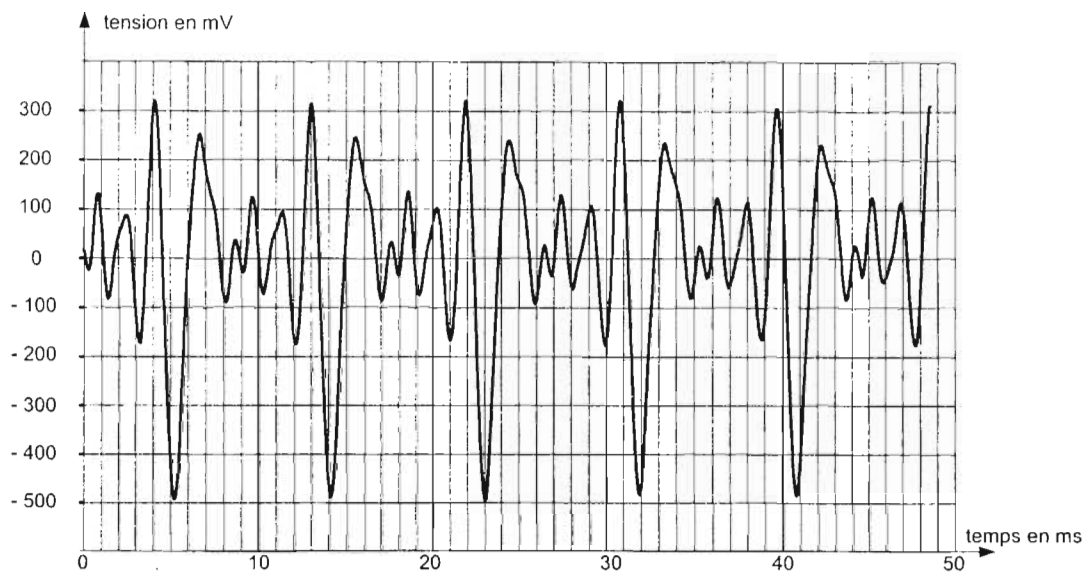


Figure 9 : oscillogramme du son émis par la guitare électrique

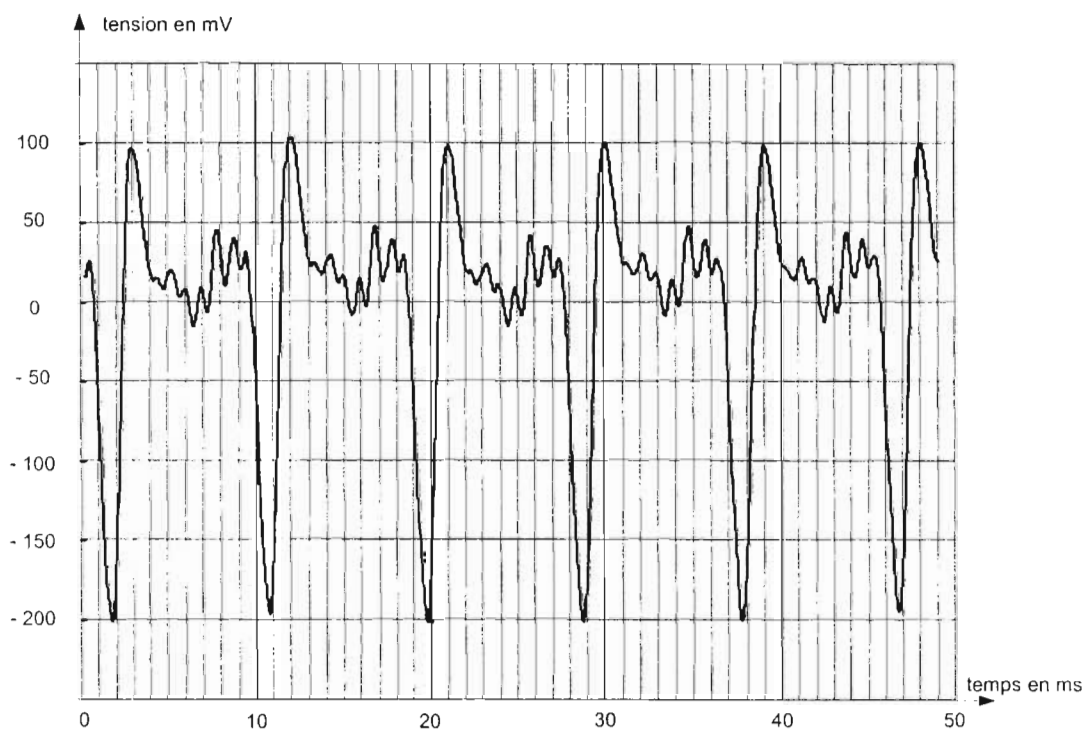
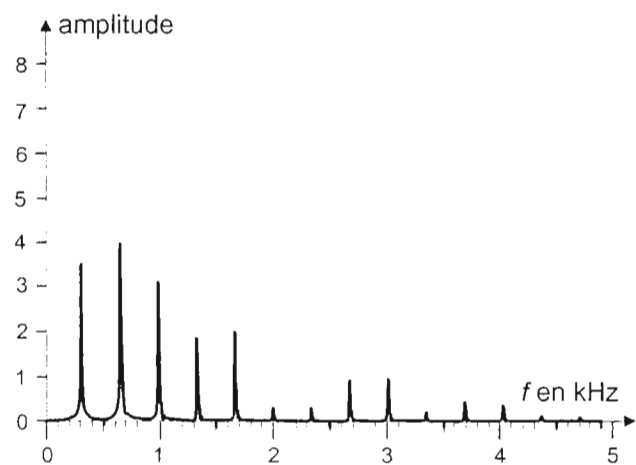
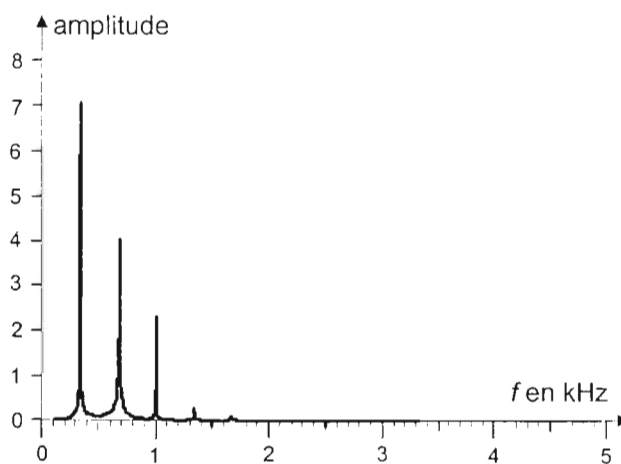
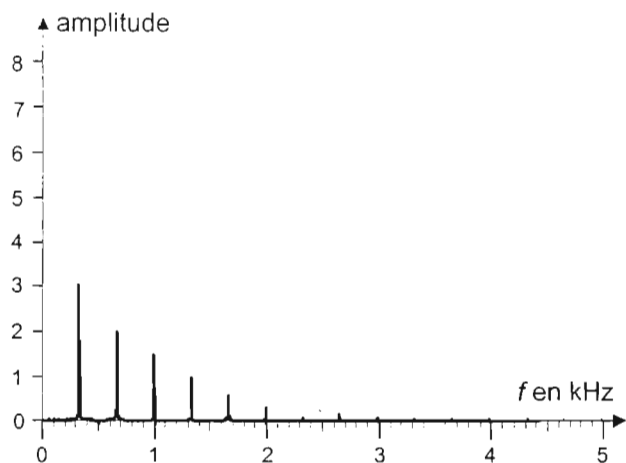


Figure 10 : oscillogramme du son émis par la guitare basse

Spectres en fréquence du son à vide de la corde 6



BACCALAURÉAT GÉNÉRAL**SESSION 2008****PHYSIQUE - CHIMIE****Série S****ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ****Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 8***L'usage des calculatrices EST autorisé.***Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.****Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10****La feuille d'annexe (page 10/10) EST À RENDRE AGRAFÉE À LA COPIE.**

EXERCICE III - LUNETTE ASTRONOMIQUE D'AMATEUR (4 points)

Quel astronome amateur n'a pas été émerveillé de voir la première fois Saturne et ses anneaux dans sa lunette astronomique qu'il venait de construire avec simplement deux lentilles et deux tubes en carton ?

Cet exercice traite d'une lunette astronomique construite avec deux lentilles dont les caractéristiques indiquées par le constructeur sont les suivantes :

- Objectif L_1 : Diamètre : $D_1 = 40 \text{ mm}$
Distance focale : $f'_1 = 1,15 \text{ m}$
- Oculaire L_2 : Diamètre : $D_2 = 15 \text{ mm}$
Distance focale : $f'_2 = 25 \text{ mm}$

On rappelle la relation de conjugaison appliquée à une lentille mince de centre optique O, de distance focale f' , donnant d'un point A situé sur l'axe optique une image A' :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

1. Vérification des distances focales

L'astronome amateur veut d'abord vérifier les valeurs des distances focales indiquées par le constructeur.

1.1. Avec l'objectif, il cherche l'image du Soleil sur un écran. Quand il obtient une image nette, petite et très lumineuse, il mesure la distance séparant l'objectif de l'écran. Quelle doit être normalement cette valeur ? Justifier.

1.2. La méthode précédente ne lui semble pas suffisamment précise pour vérifier la valeur très petite de f'_2 , aussi préfère-t-il utiliser une autre méthode, dite de Silbermann, dans son laboratoire. Il place un objet AB au zéro d'un banc d'optique et perpendiculaire à celui-ci. Il déplace l'oculaire et un écran de manière à obtenir une image A'B' renversée et de même grandeur que l'objet AB. Les points A et A' sont sur l'axe optique de l'oculaire. Il mesure une distance $AA' = 10,0 \text{ cm}$.

1.2.1. Faire la construction graphique correspondant à l'expérience. Tracer deux rayons remarquables issus de B permettant d'obtenir l'image B' et placer les foyers F_2 et F'_2 de l'oculaire.

1.2.2. À partir de ce schéma, trouver la relation entre f'_2 et la distance AA' (aucune démonstration n'est demandée). La valeur de f'_2 trouvée est-elle conforme à l'indication du constructeur ?

2. Grossissement de la lunette

L'astronome amateur utilise sa lunette dans les meilleures conditions d'observations. Le foyer image de l'objectif et le foyer objet de l'oculaire sont alors confondus : la lunette est afocale. Il observe un objet AB considéré à l'infini et perpendiculaire à l'axe optique en A. Le diamètre apparent de l'objet est noté α . Le schéma en annexe (à rendre avec la copie) reproduit la situation sans souci d'échelle.

2.1. Construire sur l'annexe l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB donnée par l'objectif L_1 .

2.2. Où se forme l'image définitive $A'B'$ donnée par la lunette ? Justifier la réponse.

2.3. Tracer le rayon émergent de l'oculaire correspondant au rayon incident issu de B et passant par le centre optique O_1 de l'objectif en laissant la construction apparente.

2.4. Le grossissement de la lunette est donné par l'expression :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

α' étant l'angle sous lequel on voit l'image $A'B'$ dans l'instrument.

Les angles α et α' étant petits et exprimés en radians, on pourra écrire : $\tan \alpha = \alpha$ et $\tan \alpha' = \alpha'$.

Indiquer α' sur le schéma en annexe et trouver, par des considérations géométriques, le grossissement G en fonction des distances focales f_1 et f_2 , puis calculer sa valeur numérique.

2.5. Le grossissement précédent est bien adapté à l'observation de la Lune ou des anneaux de Saturne. Pour observer le ciel profond (galaxies, nébuleuses...), l'astronome utilise un grossissement inférieur. Pour cela, sans changer d'objectif, utilise-t-il un oculaire de distance focale supérieure ou inférieure à 25 mm ? Justifier la réponse.

3. Cercle oculaire

3.1. Donner la définition du cercle oculaire.

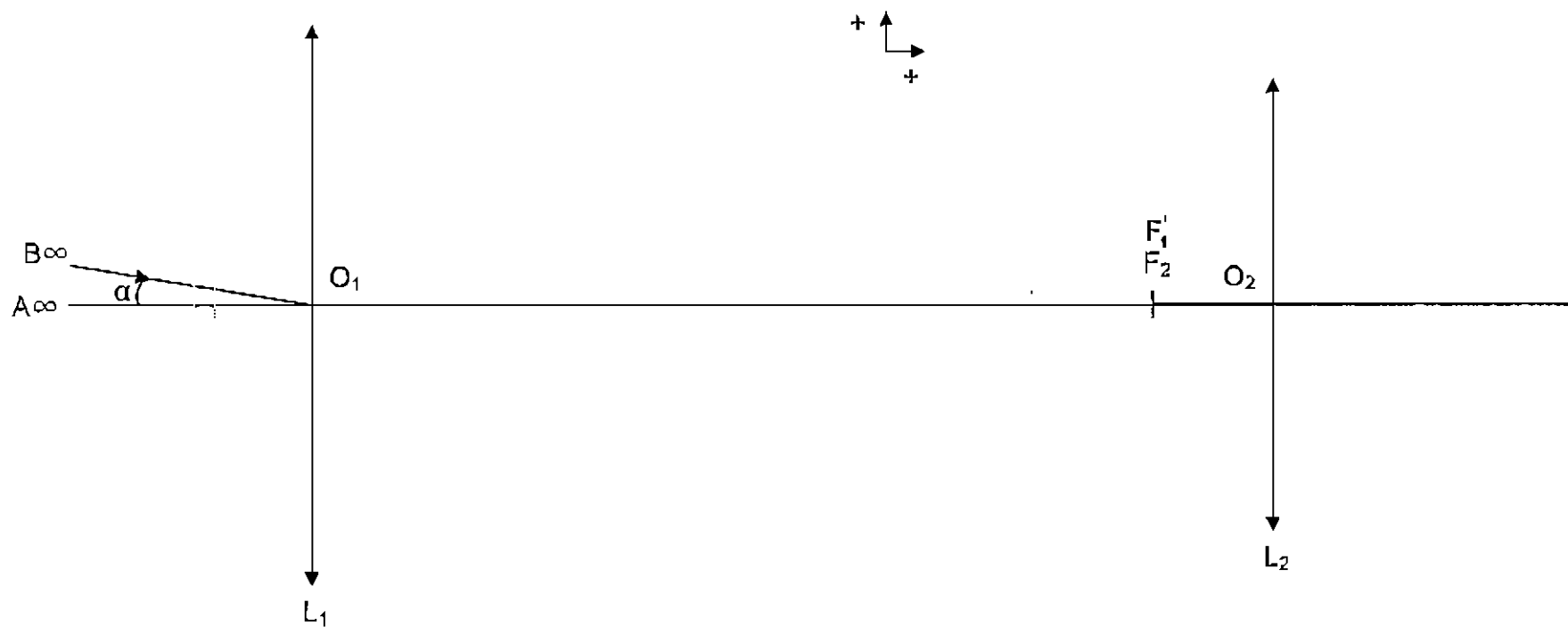
3.2. On se place toujours dans le cas d'une lunette afocale. Construire le cercle oculaire sur le schéma donné en annexe (à rendre avec la copie).

3.3. Calculer la valeur d du diamètre du cercle oculaire.

3.4. Où l'astronome doit-il placer son œil et quel doit être le diamètre de sa pupille pour recevoir le maximum de lumière ?

EXERCICE III. LUNETTE ASTRONOMIQUE D'AMATEUR

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE



EXERCICE 3 : EXTRACTION DU LIMONÈNE ET DU CITRAL DANS L'ÉCORCE D'ORANGE 20

(4 points)

Les parties 1,2 et 3 sont indépendantes.

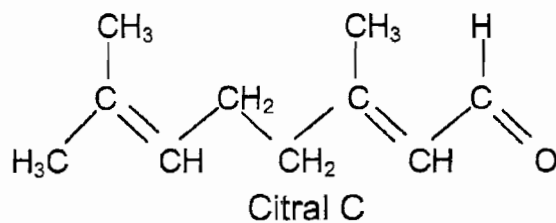
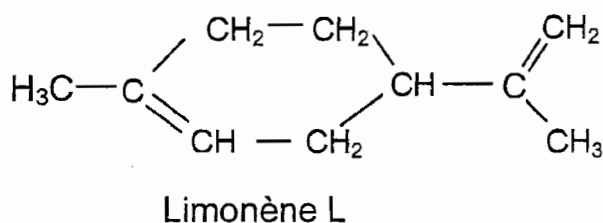
Les huiles essentielles sont des mélanges de composés organiques peu solubles dans l'eau qui confèrent aux plantes et aux fruits leur odeur.

L'écorce de nombreux agrumes contient du limonène L et du citral C.

L'huile essentielle est extraite par hydrodistillation. Elle est ensuite isolée par une technique appropriée. Le composé principal de l'huile est identifié par chromatographie.

1. Formules et groupes caractéristiques

Les formules semi-développées de ces deux composés sont :



1.1. L'eau de brome est décolorée en présence de limonène. Recopier la formule de la molécule sur la copie, et entourer la (ou les) partie(s) responsable(s) de la décoloration.

1.2. Le test à la liqueur de Fehling est positif en présence de citral. Quel groupe caractéristique du citral est ainsi mis en évidence ?

2. Protocole expérimental

On se propose d'analyser le protocole suivant :

* Étape 1 :

- Prélever le zeste de deux oranges, les mixer et les introduire dans un ballon avec de l'eau distillée.
- Réaliser le montage d'hydrodistillation et porter à ébullition.
- Recueillir le distillat dans une éprouvette graduée.

* Étape 2 :

- Verser le distillat dans un verre à pied.
- Ajouter un peu d'une solution saturée de chlorure de sodium et agiter.

* Étape 3 :

- Verser dans une ampoule à décanter.
- Introduire quelques millilitres de dichlorométhane dans l'ampoule, agiter en purgeant régulièrement.
- Laisser décanter et récupérer la phase organique.
- Introduire dans la phase organique une spatule de sulfate de magnésium anhydre.

Le tableau ci-dessous donne, entre autres informations, la solubilité des produits utilisés :

tps : très peu soluble

i : insoluble,

∞ : soluble en toutes proportions

Nom courant	M (g·mol ⁻¹)	d	$\theta_{vap.}$ (°C) sous 1,013 bar	Solubilité (g pour 100 mL)				
				Dans l'eau	Dans l'eau salée	Dans l'éther	Dans le cyclohexane	Dans le dichlorométhane
Limonène	136,2	0,842	177	tps	i	∞	∞	∞
Citral	152,2	0,888	220-5	tps	i	∞	∞	∞
Eau salée		1,1						
Dichlorométhane	85	1,30	40					

2.1. Donner le nom et l'utilité des trois montages proposés en **annexe 3 page 11/11 à remettre avec la copie.**

En déduire celui qui est adapté à la manipulation décrite dans l'étape 1.

2.2. Indiquer le sens de circulation de l'eau dans le réfrigérant sur le montage qui a été choisi.

2.3. Dans le protocole expérimental, quel est le nom donné à l'étape 2 ? Préciser son intérêt.

2.4. Pour l'étape 3, représenter l'ampoule à décanter en justifiant les positions respectives des deux phases. Préciser, en le justifiant, la phase dans laquelle se trouve majoritairement l'huile essentielle.

2.5. Quel est le rôle du sulfate de magnésium anhydre ?

3. Identification

Afin d'identifier les constituants de l'huile extraite, on réalise une chromatographie sur couche mince (CCM). L'éluant est un mélange de cyclohexane et d'éther.

On dépose 3 échantillons : limonène L, huile essentielle H et citral C.

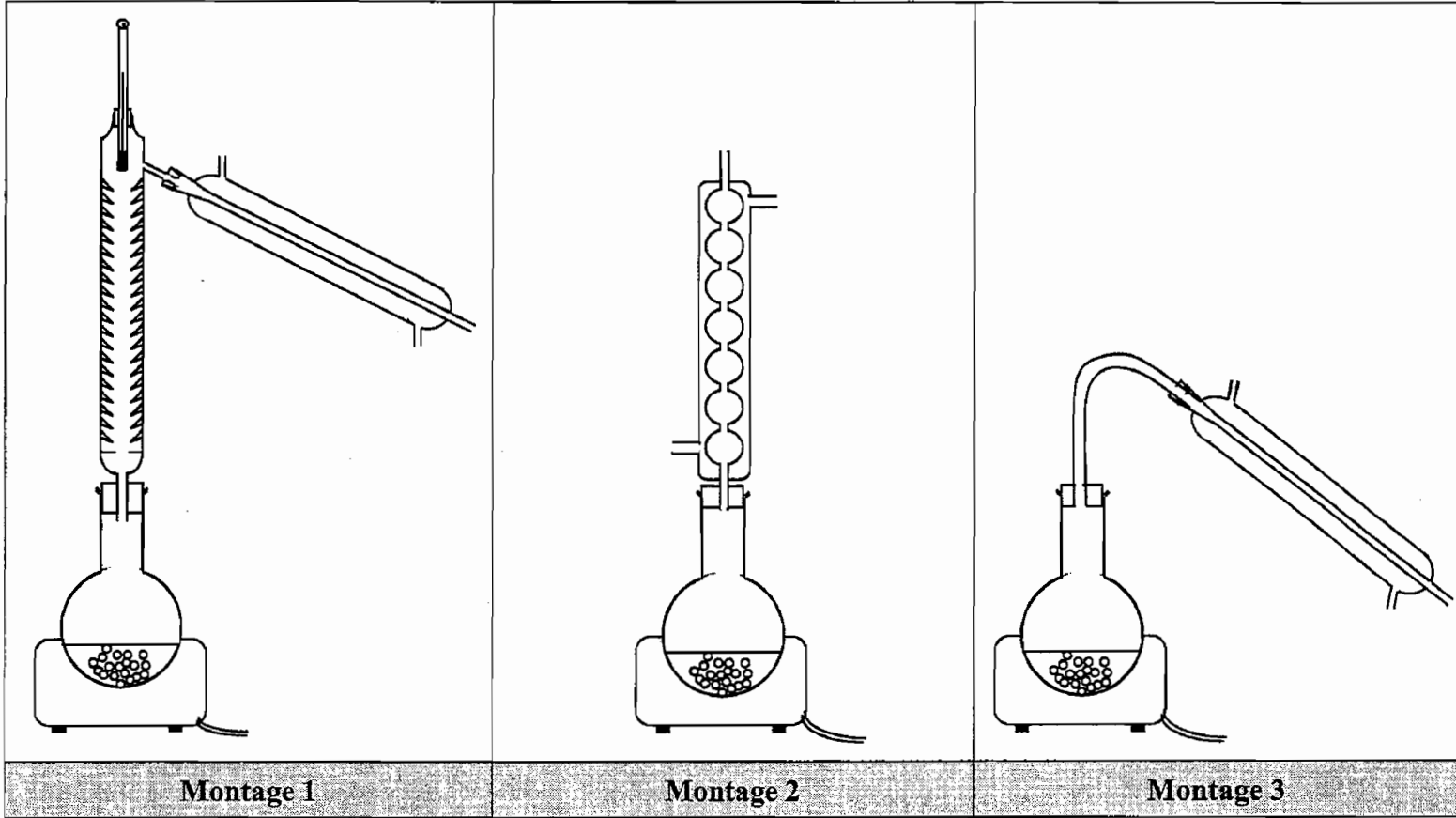
Le chromatogramme obtenu est représenté **annexe 3 page 11/11**.

3.1. Que matérialisent les deux traits situés en haut et en bas du chromatogramme et repérés par les lettres A et B ?

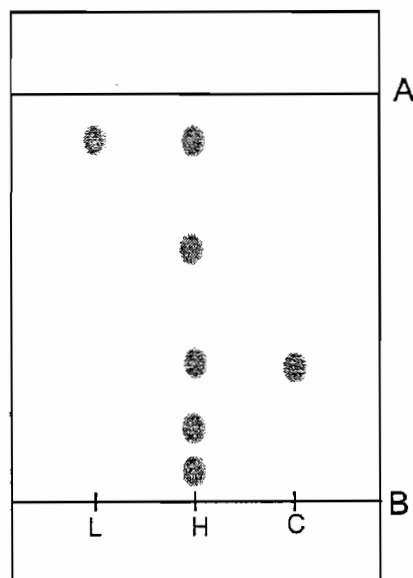
3.2. Décrire le protocole qui a permis d'obtenir ce chromatogramme. On pourra s'aider de schémas.

3.3. Interpréter ce chromatogramme.

Exercice 3 : Extraction du limonène et du citral dans l'écorce d'orange



Chromatogramme :



BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2008

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVÉ : 3 h COEFFICIENT : 8

L'usage des calculatrices EST autorisé**Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré**

Ce sujet comporte un exercice de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE présentés sur 11 pages numérotées de 1 à 11, y compris celle-ci et les annexes.

Les feuilles d'annexes (pages 10 et 11) SONT À RENDRE AVEC LA COPIE même si elles n'ont pas été complétées.

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres :

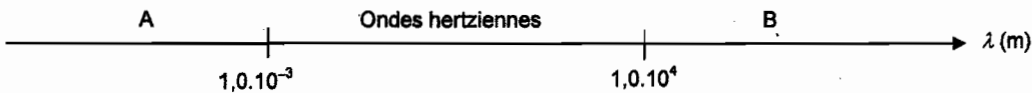
- I. Chute d'une bille dans la glycérine (5,5 points)
- II. L'eau de Javel (6,5 points)
- III. Transmission d'ondes hertziennes (4 points)

EXERCICE III. TRANSMISSION D'ONDES HERTZIENNES (4 POINTS)

Cet exercice a pour but d'étudier la chaîne complète de télécommunication permettant l'émission puis la réception d'une onde radio. Il fera référence à quelques faits historiques relatifs aux avancées technologiques de la fin du XIX^e siècle à propos de la transmission d'ondes hertziennes.

1. Etude préliminaire : l'onde radio

1.1. Nous rappelons ici que les ondes hertziennes font partie des ondes électromagnétiques dont une partie du spectre est donné ci-dessous :



La lumière visible fait partie des ondes électromagnétiques.
Dans quel domaine (A ou B) peut-on la situer ? Justifier la réponse.

1.2. En 1888, Hertz réalisa un oscillateur qui permettait de générer des ondes électromagnétiques à travers son laboratoire. La célérité de la lumière valant $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$, il mesura une longueur d'onde $\lambda = 9,0 \text{ m}$.
Calculer la fréquence des ondes qu'il réussit à émettre.

2. L'émission de l'onde radio

2.1. Deux physiciens veulent reconstituer une expérience similaire à l'expérience historique, réalisée en 1898, qui permit à Ernest Roger et Eugène Ducretet de transmettre des ondes de la tour Eiffel au Panthéon distant de 4 km.
Au laboratoire, une partie du montage appelée "modulateur", permettant de générer un signal qui sera à l'origine de l'onde radio, peut être schématisé sur la figure 4 ci-dessous :

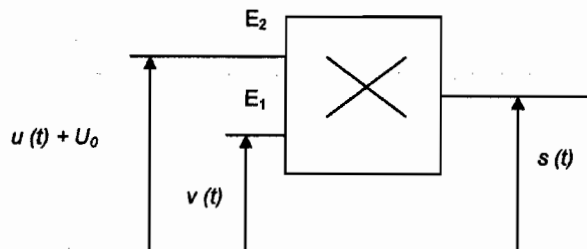


Figure 4

2.1.1. On applique aux entrées E_1 et E_2 les tensions $v(t) = V_m \cos 2\pi Ft$ et $u(t) = U_m \cos 2\pi ft$ telles que $F \gg f$.

Nommer les tensions $v(t)$ et $u(t)$.

Que représente la grandeur V_m ?

2.1.2. À la tension $u(t)$ on ajoute une tension continue U_0 . Nommer cette tension.

2.2. La FIGURE 5 DE L'ANNEXE PAGE 11 représente la tension modulée $s(t)$ obtenue par acquisition et traitement informatisés.

2.2.1. Tracer sur la FIGURE 5 DE L'ANNEXE PAGE 11 le signal modulant.

2.2.2. A l'aide de la FIGURE 5 DE L'ANNEXE PAGE 11, calculer la période du signal modulé et en déduire sa fréquence.

2.2.3. La modulation est caractérisée par son taux m donné par la relation :

$$m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}}$$

Calculer sa valeur en utilisant la **FIGURE 5 DE L'ANNEXE PAGE 11**.

2.2.4. La modulation est-elle satisfaisante ? Justifier la réponse.

2.3. L'antenne émettrice doit respecter certains critères de longueur. En effet, une antenne est accordée sur une fréquence si sa longueur est égale à la moitié de la longueur d'onde correspondante (au quart de la longueur d'onde si l'antenne est verticale et reliée au sol car dans ce cas, le sol joue le rôle de réflecteur) ; c'est pour respecter ces contraintes que l'on installe, en 1898, une antenne émettrice au sommet de la tour Eiffel. Cette antenne est reliée au sol.

Sachant que la hauteur de cette antenne est de 324 m, quelle est la longueur d'onde maximale de l'onde radio que l'on peut émettre ?

Les ondes hertziennes kilométriques, appelées "grandes ondes" ont pour domaine $1052 \text{ m} \leq \lambda \leq 2000 \text{ m}$; était-il possible d'émettre toute la gamme de ces ondes hertziennes depuis la tour Eiffel ? Justifier.

3. La réception de l'onde radio

3.1. L'émetteur, au laboratoire des deux expérimentateurs, étant opérationnel, ils décident de mettre en place le récepteur. Ils réalisent la chaîne de réception schématisée sur la figure 6 ci-dessous :

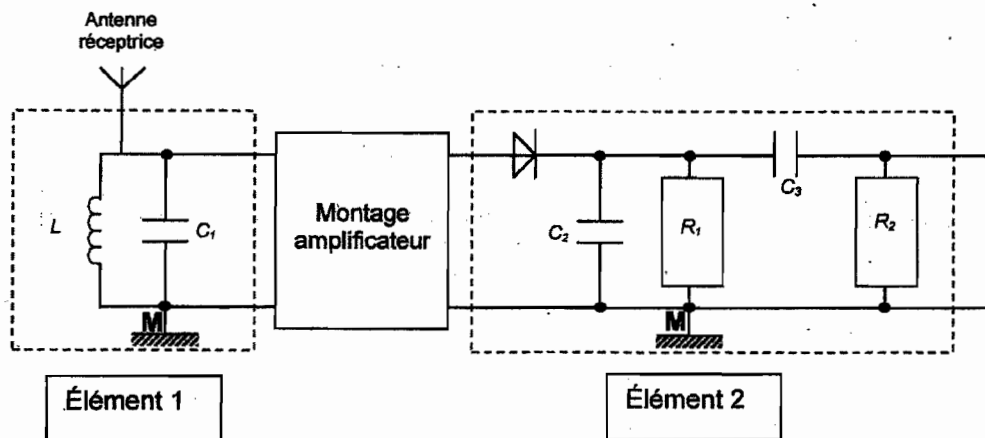


Figure 6

3.1.1. Quel est le rôle de l'élément 1 ? Comment l'appelle-t-on ?

3.1.2. Quel est le rôle de l'élément 2 ? Détailler le rôle de la diode de l'élément 2.

3.2. Ils mettent en place le dispositif et ils désirent obtenir sur l'écran de leur oscilloscope les tensions U_{AM} , U_{BM} et U_{CM} schématisées sur la figure 7 ci-dessous :

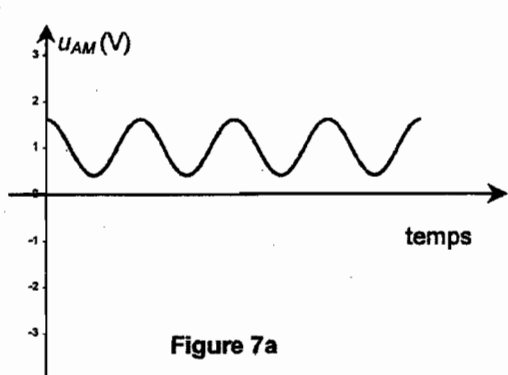


Figure 7a

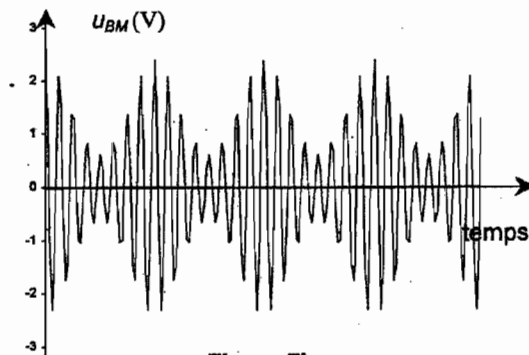


Figure 7b

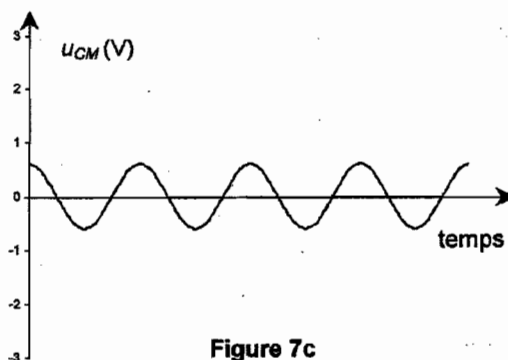


Figure 7c

Figure 7

Placer sur le schéma de la **FIGURE 8 DE L'ANNEXE PAGE 11**, les points A, B et C permettant l'obtention de ces tensions.

4. La chaîne complète

L'essai étant concluant avec un signal électrique sinusoïdal, les deux physiciens décident de transmettre un son capté par un microphone. Lorsque l'un d'eux parle, l'autre écoute attentivement près du haut parleur appartenant au récepteur et observe l'oscilloscope relié au récepteur.

4.1. Ils constatent que l'oscillogramme obtenu n'est pas sinusoïdal. Que peuvent-ils en conclure quant à la nature du son émis ?

4.2. L'utilisation d'un analyseur de spectre pourrait-elle donner d'autres informations ? Lesquelles ?

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE DE L'EXERCICE III

Question 2.2.

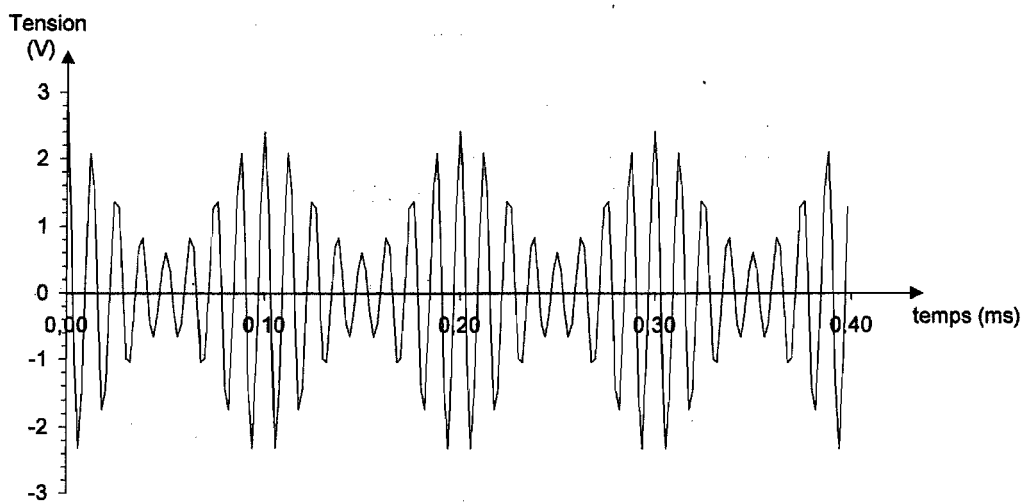


Figure 5

Question 3.2

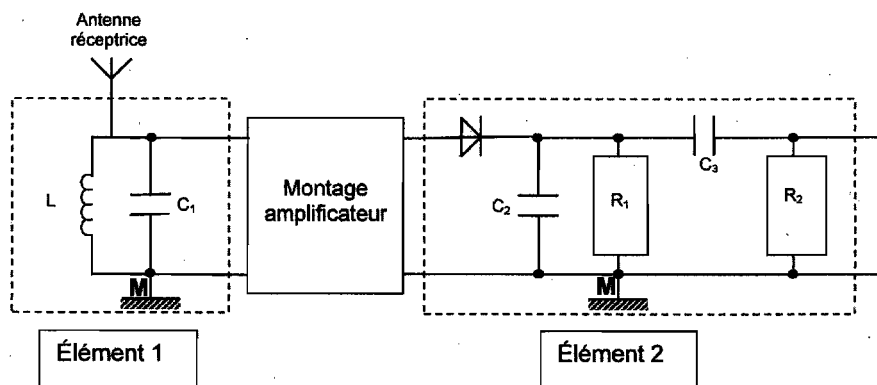


Figure 8

EXERCICE III. DE L'EUGÉNOL À LA VANILLINE (4 points)

Le giroflier est un arbuste cultivé à Madagascar, en Afrique et en Indonésie. Les clous de girofle sont les bourgeons séchés, non éclos, du giroflier et sont parmi les plus anciennes épices et drogues décrites dans l'histoire. L'huile essentielle des clous de girofle contient principalement de l'eugénol, de 75 à 80%, de l'éthanoate d'eugényle, de 4 à 10%, du β -caryophyllène, de 7 à 10% et de faibles quantités d'autres produits. En dehors des usages pharmaceutiques de l'essence de girofle, l'eugénol est utilisé dans l'hémisynthèse industrielle de la vanilline.

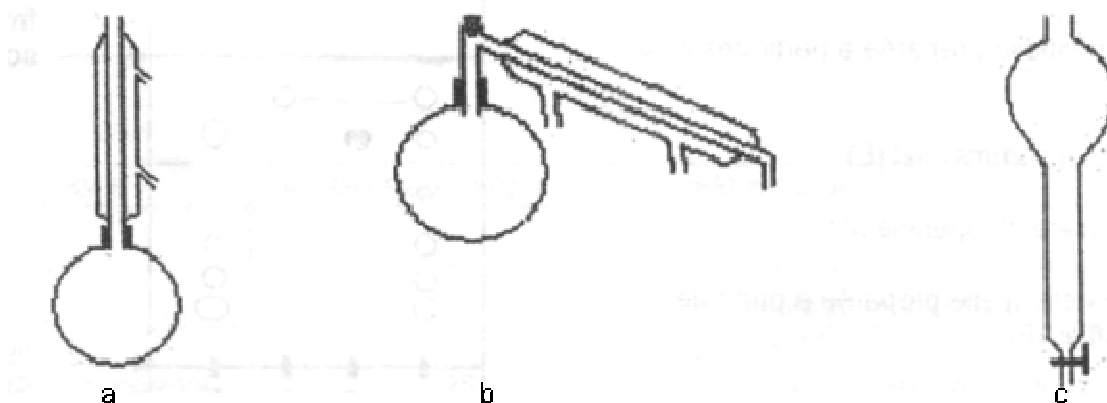
La vanille est l'épice la plus utilisée au monde. La vanilline est l'arôme principal des gousses de vanillier. Les gousses contiennent peu de vanilline : 1 kg de gousses de vanille donnent 25 g de vanilline. Compte-tenu du prix de revient élevé de la vanille, la vanilline naturelle est très souvent remplacée par la vanilline de synthèse (dont le prix de revient est environ 300 fois moins élevé). La synthèse de la vanilline se fait en trois étapes dont seulement deux seront présentées dans le problème.

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

1. Extraction de l'huile essentielle du clou de girofle

1.1. Pour extraire l'huile essentielle des clous de girofle, dont le principal constituant est l'eugénol, on introduit dans un ballon 100 mL d'eau distillée, 5 g de clous de girofle en poudre et quelques morceaux de pierre-ponce. On met en place le montage d'hydrodistillation, on porte à ébullition et on fait fonctionner jusqu'à recueillir 30 à 40 mL de distillat dans un erlenmeyer.

Parmi les montages de verrerie ci-dessous, identifier celui à utiliser.



1.2. On transvase le contenu de l'erlenmeyer dans une ampoule à décanter. Sous hotte, on ajoute 10 mL de dichlorométhane. On agite vigoureusement l'ampoule en dégazant régulièrement. Pour faciliter l'extraction de l'eugénol, on ajoute environ 50 g de chlorure de sodium au distillat. On agite jusqu'à dissolution. Après agitation, on enlève le bouchon de l'ampoule et on laisse décanter son contenu.

Données :

Tableau n°1 : Densité et miscibilité à l'eau de quelques solvants organiques

À 25°C	Cyclohexane	Dichlorométhane	Éthanol
Densité par rapport à l'eau	0,89	1,34	0,78
Miscibilité à l'eau	faible	faible	très grande

Tableau n°2: Solubilité de l'eugénole dans différents solvants.

Solvant	Eau	Eau salée	Cyclohexane	Éthanol	Dichlorométhane
Solubilité	faible	Très faible	grande	grande	grande

1.2.1. Justifier à l'aide des tableaux de données qu'il y a deux phases, l'une que l'on nommera phase organique et l'autre phase aqueuse.

1.2.2. La phase inférieure dans l'ampoule est-elle la phase aqueuse ou la phase organique ? Justifier à l'aide des tableaux de données.

1.2.3. Après agitation, dans quelle phase se trouve l'eugénole ? Justifier à l'aide des tableaux de données.

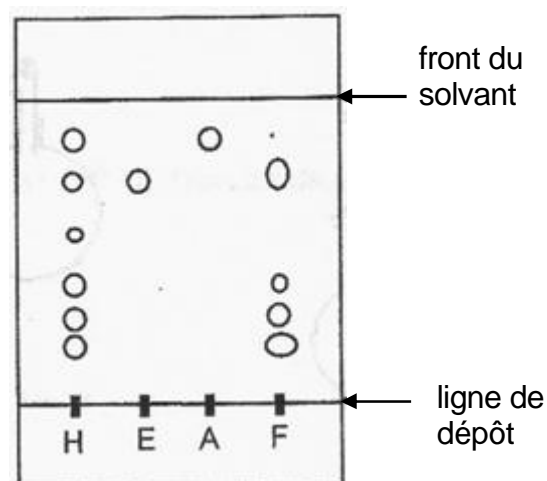
1.2.4. Pourquoi a-t-on ajouté du chlorure de sodium dans l'ampoule à décanter ? Justifier à l'aide des tableaux de données.

1.2.5. Les deux autres solvants proposés dans les tableaux sont-ils utilisables pour réaliser l'extraction ? Justifier à l'aide des tableaux de données.

1.3. On réalise une chromatographie sur couche mince de l'huile essentielle extraite des clous de girofle. On dépose sur la plaque, en solution dans le dichlorométhane :

- l'huile essentielle préparée à partir des clous de girofle (H)
- de l'eugénole commerciale (E)
- de l'éthanoate d'eugényle (A)
- de l'huile essentielle préparée à partir de feuilles de giroflier (F).

L'éluant est un mélange de toluène et d'éthanol.



1.3.1. L'huile essentielle extraite des feuilles de giroflier contient-elle de l'éthanoate d'eugényle ? Justifier.

1.3.2. Quelles sont les espèces chimiques pures identifiables contenues dans l'huile essentielle de clous de girofle ?

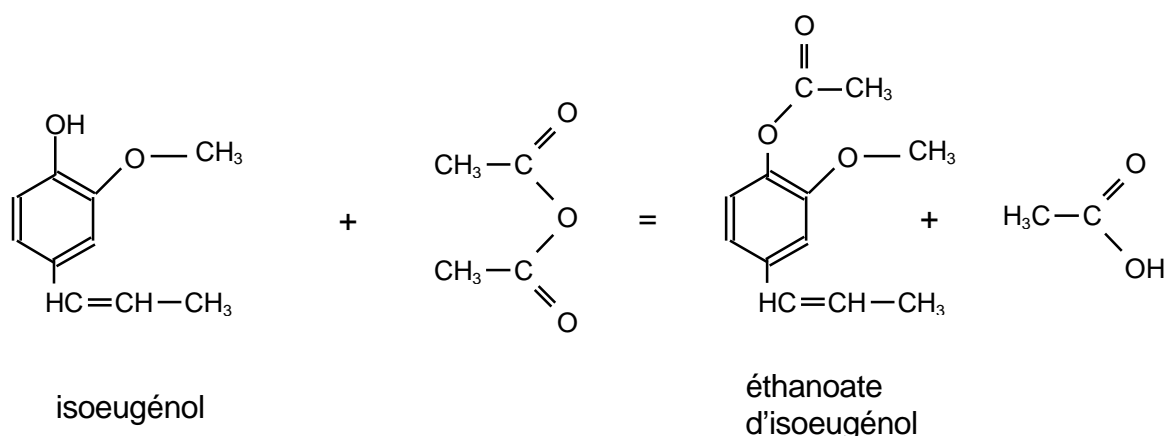
2. Sur le chemin de la vanilline

2.1. 1^{ère} étape : synthèse de l'éthanoate d'isoeugénol.

Le mode opératoire est le suivant :

- introduire dans un ballon 5,0 g d'isoeugénol, 10 mL d'anhydride éthanoïque et quelques grains de pierre ponce ;
- réaliser le montage pour un chauffage à reflux ; amener le mélange au reflux et le maintenir pendant 40 min ;
- refroidir dans un bain de glace 10 min ;
- verser le contenu du ballon dans 30 mL d'eau glacée et laisser cristalliser l'éthanoate d'isoeugénol ;
- filtrer le solide sur Büchner.

La réaction est représentée par l'équation suivante :



Données :

Espèce chimique	Masse molaire (g.mol ⁻¹)	Quelques propriétés
Isoeugénol	164	$d = 1,08$ Nocif en cas d'ingestion et irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau.
Éthanoate d'isoeugénol	205	$T_{\text{fusion}} = 80^{\circ}\text{C}$ Soluble dans la plupart des solvants organiques et insoluble dans l'eau glacée.
Anhydride éthanoïque	102	$d = 1,08$ Corrosif, inflammable, provoque des brûlures. Réagit avec l'eau.
Éthanoate de vanilline	193	Soluble dans le dichlorométhane et insoluble dans l'eau.
Dichlorométhane	84,9	$d = 1,34$; non miscible à l'eau. Ne pas respirer les vapeurs, éviter le contact avec la peau et les yeux.

2.1.1. Quel est le rôle du chauffage à reflux ?

2.1.2. Pourquoi utilise-t-on un anhydride d'acide plutôt qu'un acide carboxylique pour effectuer cette réaction ?

2.1.3. Pourquoi verse-t-on le contenu du ballon dans de l'eau glacée ?

2.1.4. Calculer la quantité de matière initiale de chacun des réactifs.

2.1.5. Calculer la masse maximale d'éthanoate d'isoeugénol que l'on pourrait obtenir par cette synthèse.

2.1.6. L'expérimentateur a obtenu 5,6 g de cristaux d'éthanoate d'isoeugénol. Le rendement de cette synthèse est défini comme étant le rapport de la masse de produit obtenu expérimentalement sur la masse de produit qui serait obtenu dans l'hypothèse d'une réaction totale. Calculer le rendement de cette synthèse.

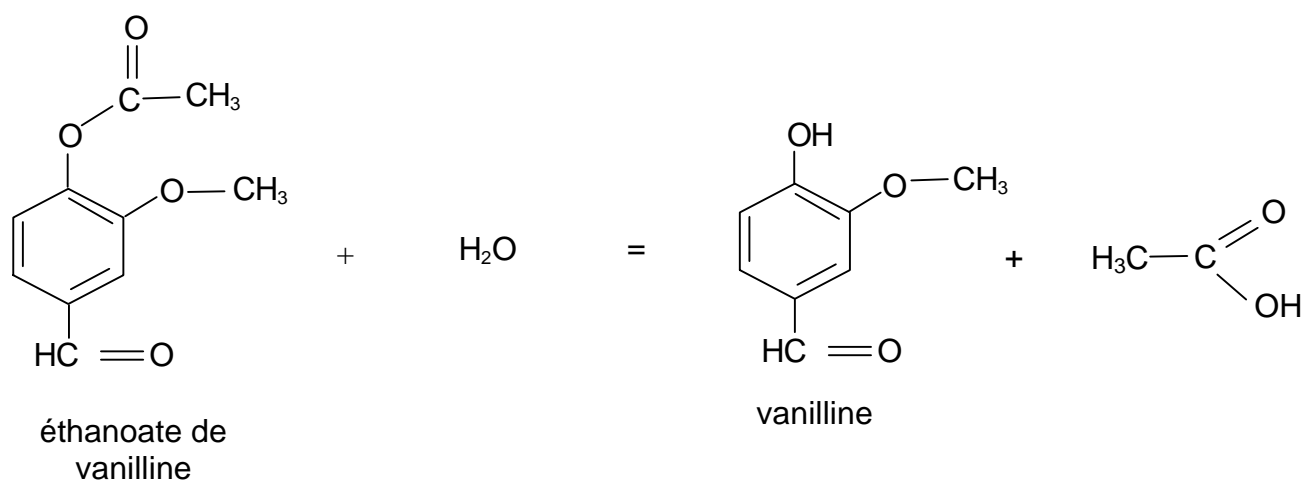
2.2. 2^{ème} étape et 3^{ème} étape : synthèse de l'éthanoate de vanilline et obtention de la vanilline

Le mode opératoire relatif à la synthèse de l'éthanoate de vanilline à partir de l'éthanoate d'isoeugénol (2^{ème} étape) ne sera pas explicité.

La dernière étape consiste tout d'abord à dissoudre les cristaux d'éthanoate de vanilline dans un ballon contenant 10 mL d'éthanol et d'ajouter de l'acide chlorhydrique concentré. Après 30 minutes de chauffage à reflux, on refroidit le ballon dans un bain d'eau glacée puis on sépare les phases aqueuse et organique.

La phase organique est séchée, le solvant est évaporé et on récupère un solide sentant la vanille.

La réaction de synthèse de la vanilline est représentée par l'équation suivante. Il s'agit de l'hydrolyse d'un ester.



2.2.1. Donner deux caractéristiques de cette réaction.

2.2.2. L'acide chlorhydrique concentré est un catalyseur de la réaction de synthèse de la vanilline.

Qu'appelle-t-on un catalyseur en chimie ?

EXERCICE I. SYNTHÈSE D'UN FÉBRIFUGE : L'ACÉTANILIDE (4 points)

L'acétanilide $C_6H_5 - NH - CO - CH_3$ fut l'un des premiers fébrifuges (médicaments combattant la fièvre) synthétisé par l'industrie chimique à partir de l'aniline et du vinaigre (solution aqueuse d'acide éthanóique). C'est un solide blanc.

Dans la synthèse décrite dans la suite, on remplacera l'acide éthanóique par un dérivé de cet acide : l'anhydride éthanóique.

Au lycée, on prépare l'acétanilide en suivant le protocole suivant.

Étape 1 : synthèse de l'acétanilide.

- dans un ballon rodé propre et sec, introduire $V_1 = 15 \text{ mL}$ d'acide éthanóique qui joue ici le rôle de solvant, $V_2 = 15,0 \text{ mL}$ d'anhydride éthanóique, $V_3 = 10,0 \text{ mL}$ d'aniline, et quelques grains de pierre ponce ;
- adapter sur le ballon rodé un réfrigérant à boules ; chauffer le ballon au bain-marie à 80°C pendant environ 20 minutes ;
- retirer le ballon du bain-marie et verser immédiatement par le sommet du réfrigérant 10 mL d'eau sans attendre le refroidissement en faisant attention aux vapeurs chaudes et acides ;
- lorsque l'ébullition cesse, ajouter 50 mL d'eau froide et agiter à température ambiante jusqu'à apparition des cristaux ;
- lorsque les premiers cristaux blancs apparaissent, ajouter 50 mL d'eau glacée et refroidir le ballon dans la glace jusqu'à cristallisation complète ;
- effectuer une filtration sous vide en rinçant à l'eau distillée froide.

Étape 2 : purification du produit obtenu.

- dans un bécher, faire chauffer environ 50 mL d'eau ; y dissoudre la totalité du produit obtenu lors de l'étape 1 ;
- après dissolution, attendre la cristallisation ;
- effectuer une filtration sous vide ;
- placer le solide obtenu dans une coupelle préalablement pesée ;
- sécher à l'étuve à 90°C ;
- la masse du produit obtenu est $m = 11,6 \text{ g}$.

1. Questions à propos du mode opératoire.

1.1. À propos de l'étape 1.

1.1.1. Faire un schéma annoté du montage à reflux. Préciser le sens de circulation de l'eau dans le réfrigérant.

1.1.2. Pourquoi chauffer ? Pourquoi à reflux ?

1.1.3. En utilisant les données de la fin de l'exercice, justifier l'apparition des cristaux blancs après refroidissement.

1.1.4. Quel est l'intérêt d'effectuer une filtration sous vide ?

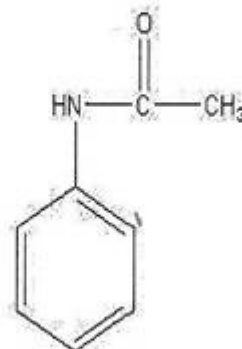
1.2. À propos de l'étape 2.

Comment appelle-t-on la technique de purification utilisée dans cette étape ?

2. À propos de l'acétanilide.

La formule de l'acétanilide, aussi appelée N- phényléthanamide, est donnée ci-contre.

Recopier cette formule et entourer le groupe caractéristique amide.



3. Rendement de la synthèse.

L'équation de la réaction entre l'aniline et l'anhydride éthanoïque est :



Dans cette équation, tous les nombres stœchiométriques sont égaux à 1.

La quantité de matière initiale d'aniline est 0,110 mol.

- 3.1. Quel est le nom du composé A de l'équation de la réaction ?
- 3.2. Calculer la quantité de matière initiale d'anhydride éthanoïque.
- 3.3. Quel est le réactif limitant ? On pourra s'aider d'un tableau descriptif de l'évolution du système chimique.
- 3.4. Quelle masse maximale d'acétanilide peut-on espérer obtenir ?
- 3.5. Définir et calculer le rendement de cette synthèse.

Données :

	formule brute	masse volumique en g. mL^{-1}	masse molaire en g. mol^{-1}	solubilité dans l'eau chaude	solubilité dans l'eau froide
<i>aniline</i>	$\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$	1,02	93	soluble	soluble
<i>anhydride éthanoïque</i>	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$	1,08	102	*	*
<i>acétanilide</i>	$\text{C}_8\text{H}_9\text{ON}$	solide	135	soluble	très peu soluble
<i>acide éthanoïque</i>	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	1,05	60	très soluble	très soluble

* L'anhydride éthanoïque réagit violemment avec l'eau à chaud et à froid.

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2008

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30 – COEFFICIENT : 8

L'usage des calculatrices N'EST PAS autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Les données sont en italique

Ce sujet comporte un exercice de PHYSIQUE-CHIMIE, un exercice de PHYSIQUE et un exercice de CHIMIE présentés sur 12 pages numérotées de 1 à 12, y compris celle-ci et les annexes.

Les pages d'annexes (pages 11 et 12) SONT À RENDRE AGRAFÉES À LA COPIE même si elles n'ont pas été complétées.

Le candidat doit traiter les trois exercices dans l'ordre qu'il souhaite, ceux-ci étant indépendants les uns des autres.

EXERCICE III. SIROP DE MENTHE (4 points)

Sur l'étiquette d'une bouteille de sirop de menthe, on peut lire les indications suivantes :

Sucre, eau, sirop de glucose-fructose, arôme naturel de menthe, colorants : E102- E131.

L'objectif de cet exercice est d'étudier une méthode d'extraction d'un arôme naturel de menthe puis d'analyser les colorants contenus de ce sirop.

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

1. Extraction de l'arôme naturel de menthe

L'arôme naturel de menthe est principalement dû à deux molécules : le menthol et la menthone que l'on trouve dans l'huile essentielle de menthe. Cette dernière est extraite à partir des feuilles de menthe.

On donne quelques caractéristiques physiques :

	Huile essentielle de menthe	Dichlorométhane	Eau salée saturée
Densité par rapport à l'eau	0,9	1,3	1,1
Solubilité dans l'eau	faible	quasi nulle	-
Solubilité dans l'eau salée	très faible	quasi nulle	-
Solubilité dans le dichlorométhane	importante	-	quasi nulle

	menthol	dichlorométhane	menthone
Température d'ébullition	212 °C	40 °C	207 °C

1.1. Pour extraire l'arôme naturel de menthe au laboratoire, on utilise le montage schématisé ci-dessous (figure 7).

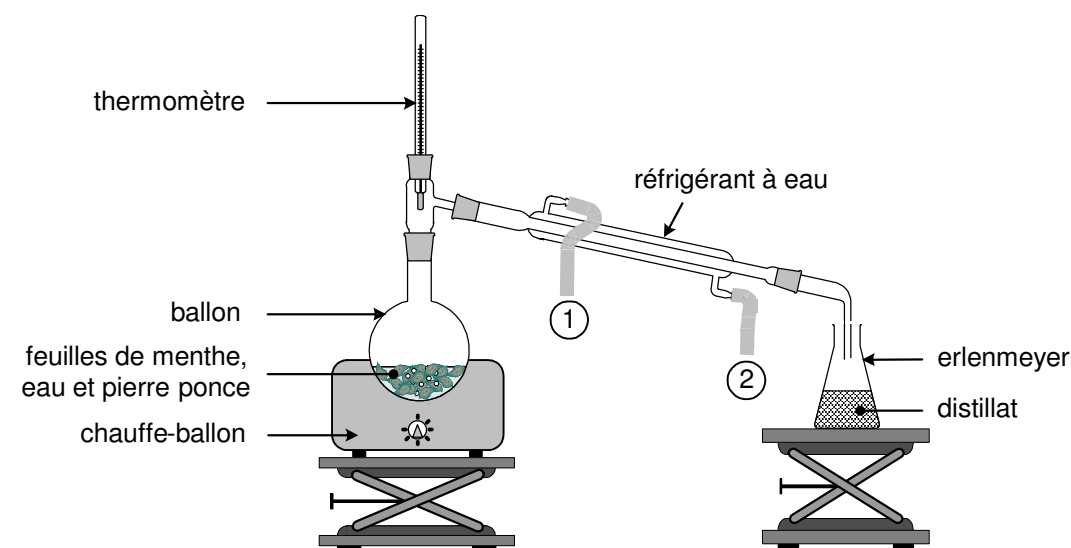


Figure 7

1.1.1. Quel est le nom du procédé d'extraction correspondant à ce montage ?

1.1.2. Sur la figure 7, la légende ① correspond-elle à l'entrée ou à la sortie de l'eau ? Préciser le rôle du réfrigérant.

1.2. Le distillat obtenu est trouble car il contient deux phases mal séparées : l'huile essentielle de menthe et l'eau. Afin de faciliter leur séparation, on ajoute une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium dans le distillat recueilli. On place ensuite le contenu de l'erenmeyer dans une ampoule à décanter. On verse du dichlorométhane dans l'ampoule puis après agitation et décantation, on recueille la phase organique. On ajoute du sulfate de magnésium anhydre à la phase organique afin de la sécher. Après filtration, on procède à l'évaporation du solvant à l'aide d'un évaporateur rotatif afin d'isoler l'huile essentielle de menthe.

1.2.1. À l'aide du tableau des caractéristiques physiques, justifier l'ajout de chlorure de sodium dans le distillat.

1.2.2. Citer deux raisons qui justifient le choix du dichlorométhane comme solvant extracteur.

1.2.3. Faire un schéma de l'ampoule à décanter en indiquant la position des phases aqueuse et organique obtenues. Justifier.

2. Analyses qualitative et quantitative des colorants contenus dans le sirop

2.1. Chromatographie des colorants

On ne peut pas réaliser directement la chromatographie du sirop de menthe à cause de la présence des sucres. On procède alors en deux étapes.

Étape 1 : extraction des colorants.

Des brins de laine écrue (c'est-à-dire non teintée) sont trempés dans une solution d'ammoniac pendant quelques minutes puis ils sont rincés et séchés. Ils sont ensuite placés dans un bécher contenant du sirop de menthe. Les colorants contenus dans le sirop se fixent, à chaud et en présence d'acide éthanoïque, sur les brins de laine. Après rinçage et essorage, les brins de laine teints en vert sont placés dans une solution d'ammoniac où ils se décolorent. La solution verte obtenue est portée à ébullition afin de la concentrer par évaporation d'eau. Cette solution est ensuite analysée par chromatographie.

Étape 2 : chromatographie.

Sur un papier filtre, on réalise les trois dépôts suivants :

- colorant alimentaire E102 (tartrazine)
- colorant alimentaire E131 (bleu patenté V)
- solution verte obtenue S

L'éluant utilisé est une solution de chlorure de sodium de concentration égale à 20 g.L^{-1} .

Le chromatogramme obtenu est schématisé ci-contre (figure 8).

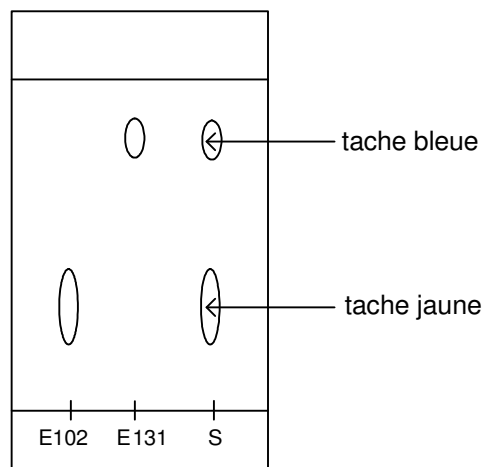


Figure 8

Données :

	E102	E131
Solubilité dans une solution de chlorure de sodium	faible	importante

2.1.1. Une révélation du chromatogramme est-elle nécessaire ? Pourquoi ?

2.1.2. Le chromatogramme est-il en accord avec les indications portées sur la bouteille de sirop ? Justifier la réponse.

2.1.3. À partir des données, proposer une interprétation de la disposition relative des taches sur le chromatogramme.

2.2. Détermination de la concentration de chaque colorant dans le sirop par spectrophotométrie

Pour déterminer la concentration en colorant jaune et en colorant bleu dans le sirop, on réalise les expériences suivantes à partir du sirop de menthe dilué dix fois, d'une solution de tartrazine à $2,00 \times 10^{-2} \text{ g.L}^{-1}$ et d'une solution de bleu patenté V à $1,00 \times 10^{-2} \text{ g.L}^{-1}$.

À l'aide d'un spectrophotomètre, on obtient les courbes donnant l'absorbance A en fonction de la longueur d'onde λ pour les trois solutions. Les courbes obtenues pour les colorants sont représentées sur la figure 9 ci-dessous et celle obtenue pour le sirop de menthe dilué est représentée sur la figure 10 DE L'ANNEXE PAGE 12.

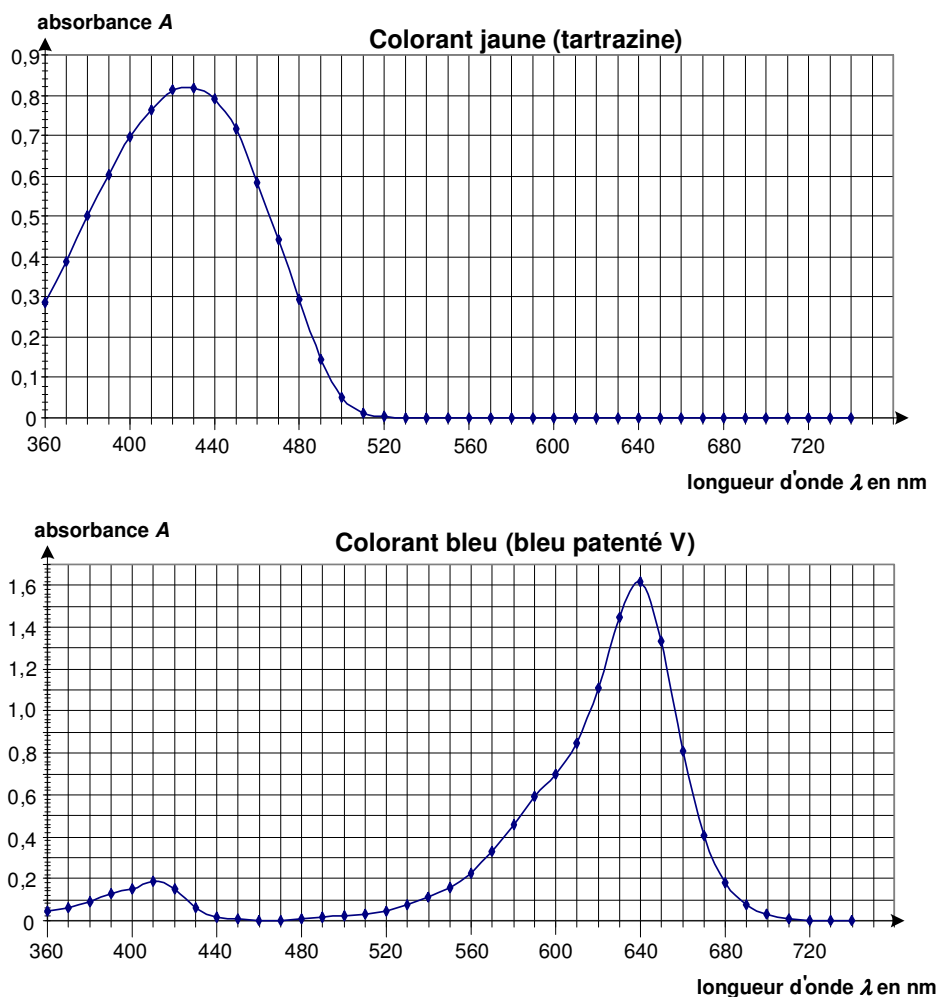


Figure 9

On réalise ensuite une échelle de teintes à partir des solutions de colorants. On mesure l'absorbance de chaque solution à l'aide du spectrophotomètre en se plaçant à la longueur d'onde $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$ pour la tartrazine et à la longueur d'onde $\lambda_2 = 640 \text{ nm}$ pour le bleu patenté V.

On obtient (figure 11 DE L'ANNEXE PAGE 12) les graphiques $A = f(c)$ pour chaque colorant alimentaire, c étant exprimée en mg.L^{-1}

2.2.1. Pourquoi choisit-on de se placer à la longueur d'onde $\lambda = 450 \text{ nm}$ plutôt que 420 nm pour réaliser le dosage par étalonnage de la tartrazine dans le mélange?

2.2.2. À partir des figures 10 et 11, déterminer graphiquement la concentration massique en colorants jaune et bleu dans le sirop dilué. On fera apparaître clairement les constructions sur les figures 10 et 11 DE L'ANNEXE PAGE 12.

2.2.3. En déduire les concentrations massiques en colorant tartrazine c_{mT} et en colorant bleu patenté c_{mB} dans le sirop.

ANNEXE À RENDRE AGRAFÉE AVEC LA COPIE

ANNEXE EXERCICE III

Question 2.2.2.

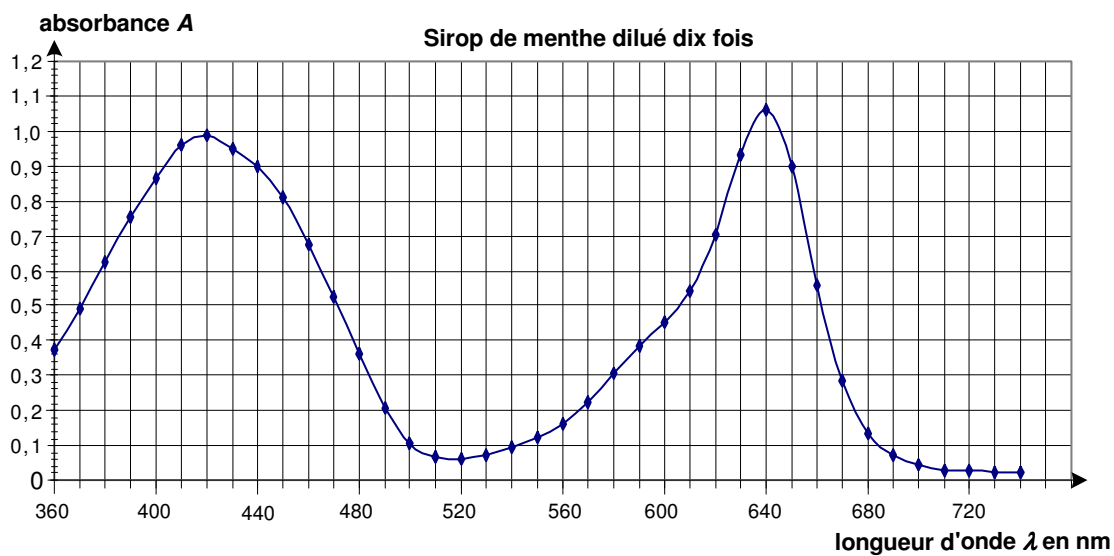


Figure 10

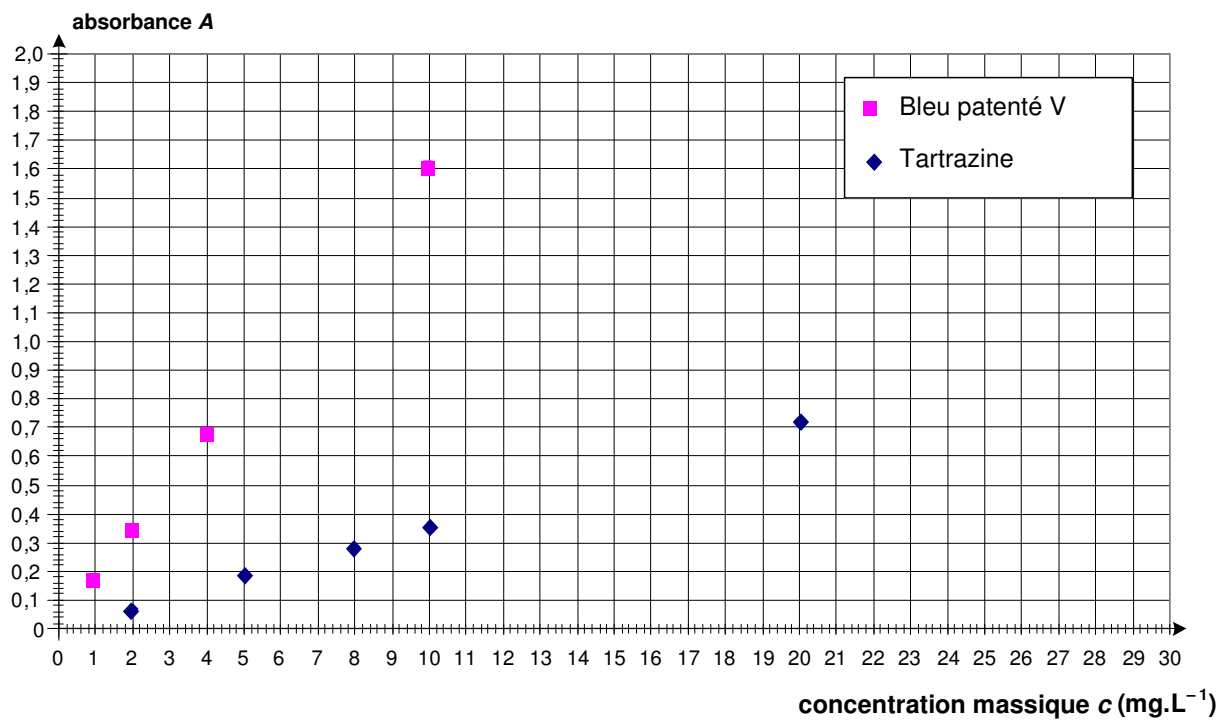


Figure 11

EXERCICE III. ÉLABORATION INDUSTRIELLE DU ZINC (4 points)

Dans la nature, le zinc (Zn) se rencontre dans la blende, minéral constitué essentiellement de sulfure de zinc solide ZnS(s) . Pour récupérer le métal zinc Zn(s) , dont la principale utilisation est l'élaboration de l'acier zingué, la blende subit des transformations physico-chimiques.

La blende est transformée en calcine (constituée principalement de ZnO(s)) au moyen d'une opération appelée grillage. La calcine est alors traitée par hydrométallurgie pour obtenir le métal zinc quasiment pur.

Les différentes parties de cet exercice sont indépendantes.

1. Grillage de la blende

Le principe du grillage consiste à transformer le sulfure de zinc solide ZnS(s) (constituant principal de la blende) en oxyde de zinc solide ZnO(s) (constituant principal de la calcine). Le grillage est effectué en chauffant fortement le sulfure de zinc en présence du dioxygène de l'air. L'équation de la réaction associée à la transformation s'écrit :



Déterminer la masse m_{ZnS} de sulfure de zinc qu'il faut utiliser pour produire une masse $m_{\text{ZnO}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg}$ d'oxyde de zinc. On pourra éventuellement utiliser un tableau descriptif de l'évolution du système chimique.

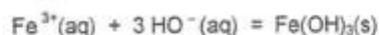
Données : masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $M(\text{O}) = 16,0$; $M(\text{S}) = 32,1$ et $M(\text{Zn}) = 65,4$.

2. Obtention du zinc par hydrométallurgie de la calcine

L'obtention du zinc par hydrométallurgie se déroule en plusieurs étapes : lixiviation, élimination des ions fer (III), cémentation et enfin électrolyse.

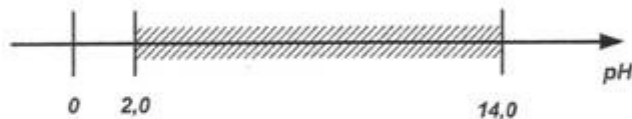
2.1. Lixiviation et élimination des ions fer (III)

Au cours de l'étape appelée lixiviation, la calcine issue du grillage est attaquée par une solution d'acide sulfurique. La solution obtenue contient des ions Zn^{2+} mais également un grand nombre d'impuretés. Parmi ces impuretés figurent les ions fer (III) Fe^{3+} qu'on élimine par précipitation avec les ions hydroxyde HO^- . L'équation de la réaction est :

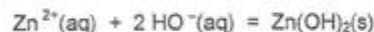


Une décantation permet de séparer la solution des résidus insolubles tel que l'hydroxyde de fer (III) $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$.

L'hydroxyde de fer (III) $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ commence à précipiter dès que le pH est supérieur à 2,0. Le domaine d'existence de l'espèce $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ en fonction du pH est hachuré sur le diagramme ci-dessous :



En présence d'ions hydroxyde, les ions zinc peuvent également précipiter selon l'équation :



La valeur de la constante d'équilibre associée à cette équation est : $K = 10^{17}$ à 25°C .

2.1.1. Donner l'expression littérale de la constante d'équilibre K associée à l'équation précédente.

2.1.2. Pour une concentration molaire effective en ions zinc $[Zn^{2+}(aq)] = 2,3 \text{ mol.L}^{-1}$, calculer la concentration molaire effective en ions hydroxyde $[HO^{-}(aq)]$ lorsque l'hydroxyde de zinc (II) $Zn(OH)_2(s)$ commence à précipiter.

2.1.3. En déduire la valeur du pH pour laquelle l'hydroxyde de zinc (II) commence à précipiter.

Donnée : produit ionique de l'eau à 25°C : $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$

2.1.4. Sur le diagramme fourni en **ANNEXE 2 PAGE 11** indiquer le pH de début de précipitation de l'hydroxyde de zinc (II) et hachurer le domaine d'existence de l'espèce $Zn(OH)_2(s)$.

2.1.5. Dans quel intervalle de pH se place-t-on industriellement pour faire seulement précipiter l'hydroxyde de fer (III) ? Justifier la réponse.

2.2. Cémentation

La cémentation est une opération de purification qui vise à débarrasser la solution contenant les ions Zn^{2+} , destinée à l'électrolyse, de cations métalliques gênants tels que Cu^{2+} . Ces derniers sont réduits à l'aide d'une poudre de zinc métallique. Le métal cuivre ainsi obtenu se dépose sur le zinc.

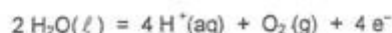
2.2.1. À l'aide du texte ci-dessus, écrire l'équation de la réaction associée à la transformation entre les ions $Cu^{2+}(aq)$ et le métal zinc $Zn(s)$. On précisera les couples oxydant / réducteur mis en jeu.

2.2.2. Nommer une technique de laboratoire simple permettant de séparer la solution destinée à l'électrolyse des impuretés solides.

2.3. Électrolyse

Industriellement, l'électrolyse est réalisée dans de grandes cuves. Le zinc métallique obtenu est très pur. L'intensité du courant électrique dans le circuit atteint $1,0 \times 10^5 \text{ A}$. La solution électrolytique est recyclée lorsque sa teneur en ions Zn^{2+} a atteint le tiers de sa valeur initiale.

Les électrodes en alliage de plomb sont le siège d'une réaction dont l'équation est :



Les électrodes en aluminium sont le siège d'une réaction dont l'équation est :



2.3.1. Le zinc métallique se dépose-t-il aux électrodes appelées anode ou cathode ? Justifier la réponse.

2.3.2. On considère une solution de concentration molaire effective initiale en ions Zn^{2+} $[Zn^{2+}(aq)]_i = 2,3 \text{ mol.L}^{-1}$ et de volume $V = 1,0 \times 10^3 \text{ L}$. Déterminer la durée d'électrolyse Δt nécessaire pour atteindre une concentration molaire effective finale en ions Zn^{2+} telle que $[Zn^{2+}(aq)]_f = 0,76 \text{ mol.L}^{-1}$, sachant que l'intensité I du courant électrique traversant le circuit est supposée constante et égale à $1,0 \times 10^5 \text{ A}$.

Données : Charge élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$;

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;

Constante de Faraday : $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C. mol}^{-1}$.

ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE



BACCALAURÉAT GÉNÉRAL**SESSION 2008****PHYSIQUE - CHIMIE****Série S****ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ****Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 8***L'usage des calculatrices EST autorisé.***Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.****Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.****La feuille d'annexe (page 10/10) EST À RENDRE AGRAFÉE À LA COPIE.**

EXERCICE 3 : Le nylon (4 points)

En 1937, W.H. Carothers, de la société Dupont de Nemours, déposait aux États-unis le brevet du nylon. Le nylon est un polyamide obtenu par une réaction chimique appelée polycondensation. C'est une réaction de polymérisation entre motifs monomères avec élimination de petites molécules. Une application industrielle est le « bas nylon » ou « soie synthétique ». Cette fibre est insoluble dans l'eau et les solvants organiques usuels, elle se dissout dans le phénol et fond à 263°C. Elle présente une meilleure élasticité que les fibres naturelles.

Le Nylon-6,6 est produit par la réaction entre l'hexane-1,6-diamine et l'acide hexanedioïque. Le polymère a pour formule $\text{OH}-[\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}]_n-\text{H}$.

Au laboratoire, on utilise le dichlorure d'hexanedioyle au lieu de l'acide. Dans un bécher, on verse avec précaution 10 mL d'une solution de dichlorure d'hexanedioyle en solution à 5% en masse dans le dichlorométhane. Le long d'un agitateur en verre, on fait couler la solution aqueuse d'hexane-1,6- diamine. Il se forme deux phases. On rajoute quelques gouttes de phénolphtaléine. À l'aide d'un crochet, on tire une fibre que l'on enroule autour d'un agitateur. On obtient un fil nylon rose. On effectue un lavage du fil à l'eau puis on le met à l'étuve.

Données physico-chimiques.

Espèces chimiques	Solubilité dans l'eau	Densité	Sécurité
Dichlorure d'hexanedioyle	Insoluble	1,1	Corrosif
Hexane-1,6- diamine	Soluble	0,9	Corrosif
Dichlorométhane	Insoluble	1,3	Inflammable

Masses molaires en g.mol^{-1} : C = 12 ; H = 1 ; N = 14 ; O = 16

Zone de virage de la phénolphthaléine pH 8,2-10 ; couleur acide incolore ; couleur basique rose.

1. Polymère-monomère.

1.1 Recopier la formule du Nylon-6,6 et entourer le groupe amide.

1.2 Donner la formule semi-développée du monomère hexane-1,6-diamine.

1.3 Dans le texte on lit « avec élimination de petites molécules ».

Quelle petite molécule est éliminée lorsque le Nylon-6,6 est synthétisé à partir du diacide (acide hexanedioïque) ?

1.4 Dans la formule du polymère, n est appelé degré de polymérisation, c'est-à-dire le nombre de fois où le motif se répète dans la macromolécule (n est très grand). Il est possible de déterminer la masse molaire du polymère par chromatographie.

1.4.1 Rappeler le principe de la chromatographie.

1.4.2 Le motif du polymère étant $[-CO-(CH_2)_4-CO-NH-(CH_2)_6-NH-]$, calculer sa masse molaire.

1.4.3 On obtient une masse molaire égale à $1,2 \cdot 10^5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ pour le Nylon-6,6, calculer dans ces conditions le degré n de polymérisation.

2. Synthèse du nylon.

2.1 À l'aide des données physico-chimiques, expliquer pourquoi les deux solutions ne sont pas miscibles.

2.2 Justifier l'ordre dans lequel les solutions sont versées.

2.3 Pourquoi qualifie-t-on cette polycondensation d'interfaciale ?

2.4 Dans quel état physique obtient-on la fibre de nylon ?

2.5 La solution aqueuse est colorée ainsi que la fibre de nylon. La solution d'hexane-1,6-diamine est-elle acide, neutre ou basique ?

2.6 Quel est le rôle du lavage ? Quelle opération effectue-t-on dans l'étuve ?

3. Recyclage et rendement.

« Le procédé d'ammonolyse développé par Dupont permet de traiter des mélanges de polyamide 6,6 et de polyamide 6. Le cœur du procédé repose sur la dépolymérisation... le Nylon® réagit avec un excès d'ammoniaque entre 300 et 350°C, à des pressions comprises entre 35 et 175 bar en présence d'un catalyseur au phosphate. Les produits obtenus correspondent à un mélange de monomères et d'eau. Le rendement en monomère atteint 18% avec le nylon.

Les moquettes ou tapis de sol automobiles récupérés sont triés manuellement afin de conserver uniquement ceux ayant du polyamide et du polypropylène. L'unité de production de l'Ontario devrait traiter 1000 tonnes par an. »

D'après le site : ademe.fr

3.1 Quel est le réactif utilisé par l'ammonolyse ?

3.2 Pourquoi utilise-t-on un catalyseur ?

3.3 Quel est l'intérêt de l'évacuation de l'eau ?

3.4 Quelle masse annuelle de monomère l'unité de l'Ontario va-t-elle produire ?

EXERCICE III. À PROPOS DU SON (4 points)

Cet exercice comporte 14 AFFIRMATIONS indépendantes concernant le son.

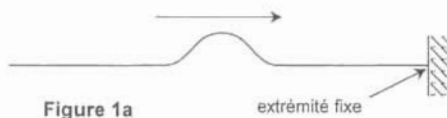
Toute réponse doit être accompagnée de justifications ou de commentaires. À chaque affirmation, répondre par VRAI ou FAUX, en justifiant le choix à l'aide de définitions, de schémas, de calculs...

SI L’AFFIRMATION EST FAUSSE, DONNER LA RÉPONSE JUSTE.

Les réponses fausses ne sont pas pénalisées par un retrait de point.

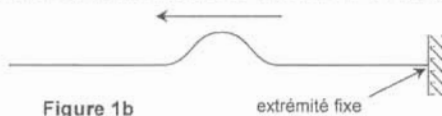
PARTIE A :

Une onde transversale se propage le long d'une corde dont l'extrémité est fixe (figure 1a).



AFFIRMATION 1

Après réflexion sur l'extrémité fixe de la corde, l'onde repart comme l'indique la figure 1b.



PARTIE B :

Une corde métallique est tendue entre deux points fixes A et B distants de $AB = D = 40 \text{ cm}$ (figure 2).

On réalise une excitation sinusoïdale de la corde à l'aide d'un aimant et d'un GBF dont la fréquence est réglée sur 220 Hz.

On rappelle que la célérité d'une onde se propageant le long d'une corde tendue est donnée par la relation : $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{mg}{\mu}}$ dans le cas présent, μ étant la masse linéique de la corde.

AFFIRMATION 2

Dans les conditions de l'expérience décrite sur la figure 2, le son émit par la corde est audible à grande distance.

AFFIRMATION 3

Le mode de vibration observé sur la figure 2 est le mode fondamental.

AFFIRMATION 4

Le point A est un ventre de vibration.

AFFIRMATION 5

Si on diminue la longueur de la corde en remontant le plateau percé B, on observe un seul fuseau d'amplitude plus grande.

AFFIRMATION 6

L'onde stationnaire observée sur la figure 2 a une longueur d'onde $\lambda = 80 \text{ cm}$.

AFFIRMATION 7

Sans changer la masse m , on peut observer deux fuseaux en réglant la fréquence du GBF sur 110 Hz.

AFFIRMATION 8

En réglant à nouveau la fréquence du générateur sur 220 Hz, on peut observer deux fuseaux en remplaçant la masse m par une masse $m' = m/4$.

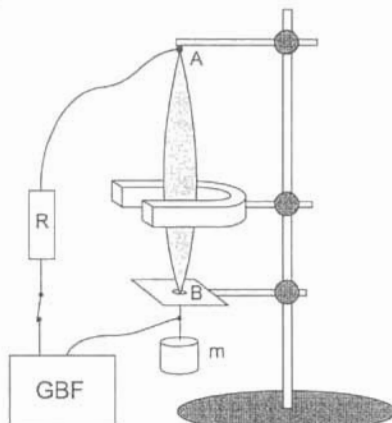


Figure 2

Le niveau sonore L est lié à l'intensité sonore I par la relation $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$ dans laquelle I_0 est une intensité sonore de référence ($I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$).

AFFIRMATION 9

À une intensité sonore $I = 1,0 \times 10^{-7} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ correspond un niveau sonore $L = 60 \text{ dBA}$.

AFFIRMATION 10

Quand l'intensité sonore est doublée, le niveau sonore augmente de 3 dBA.

PARTIE C :

À l'aide d'un microphone et d'un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur, on réalise les enregistrements de notes jouées par divers instruments puis on réalise les spectres de fréquences. Certains de ces enregistrements sont reproduits ci-dessous.

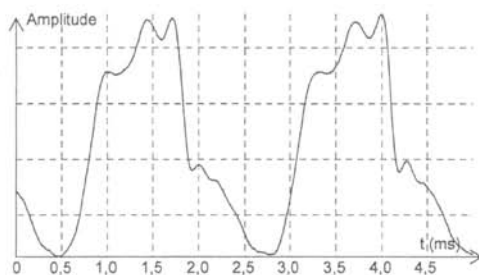


Figure 3

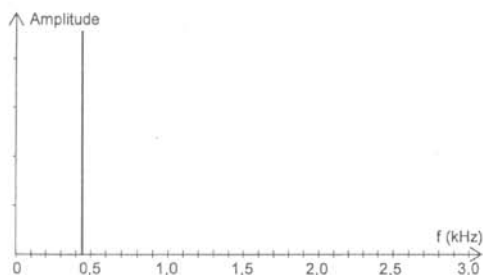


Figure 4

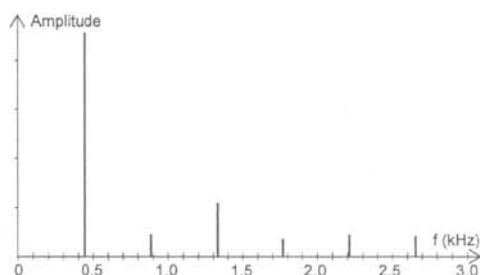


Figure 5

AFFIRMATION 11

Le son enregistré sur la figure 3 a pour fréquence du fondamental $f = 4,4 \times 10^2 \text{ Hz}$.

AFFIRMATION 12

Le spectre de la figure 4 correspond à l'enregistrement de la figure 3.

AFFIRMATION 13

Les spectres des figures 4 et 5 correspondent à des notes de même hauteur.

AFFIRMATION 14

Les spectres des figures 4 et 5 correspondent à des notes jouées par le même instrument.

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2008

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30 – COEFFICIENT : 8

L'usage des calculatrices **EST** autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Les données sont en italique.

Ce sujet comporte un exercice de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE présentés sur 9 pages numérotées de 1 à 9, y compris celle-ci.

Le candidat doit traiter les trois exercices dans l'ordre qu'il souhaite, ceux-ci étant indépendants les uns des autres :

EXERCICE III : VOYAGE D'UNE NOTE (4 points)

On appelle **grandes ondes** (GO) ou **ondes longues** (OL), la bande de radiofréquences qui s'étend de 30 kHz à 300 kHz. (...)

Elles sont utilisées par les stations de radio en modulation d'amplitude, pour les communications à grande distance. Cependant, depuis quelques années, leur utilisation tend à disparaître, au profit de la bande FM. Les récepteurs ne proposent désormais que rarement cette gamme.

Il est encore utile de conserver un récepteur « grandes ondes » qui soit opérationnel aujourd'hui. La station officielle pour obtenir des informations nationales est "France Inter" de fréquence 162 kHz (émetteur d'Allouis).

D'après un site Internet

Données complémentaires :

célérité des ondes électromagnétiques dans l'air : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

célérité du son dans l'air : $v_{\text{son}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$ à la température de 20°C.

intervalle de fréquences des signaux sonores audibles : $20 \text{ Hz} \leq f \leq 20 \text{ kHz}$

note	do ₃	ré ₃	mi ₃	fa ₃	sol ₃	la ₃	si ₃	do ₄
f (Hz)	262	294	330	349	392	440	494	523

On s'intéresse dans cet exercice à la qualité de la transmission et de la réception d'une note émise par un violon lors d'un concert retransmis par France Inter.

1. Station émettrice

1.1. Parmi les termes proposés, choisir ceux qui conviennent pour compléter les phrases suivantes.

1.1.1. « L'onde porteuse utilisée en radio est une onde »
sonore, lumineuse, mécanique, électromagnétique

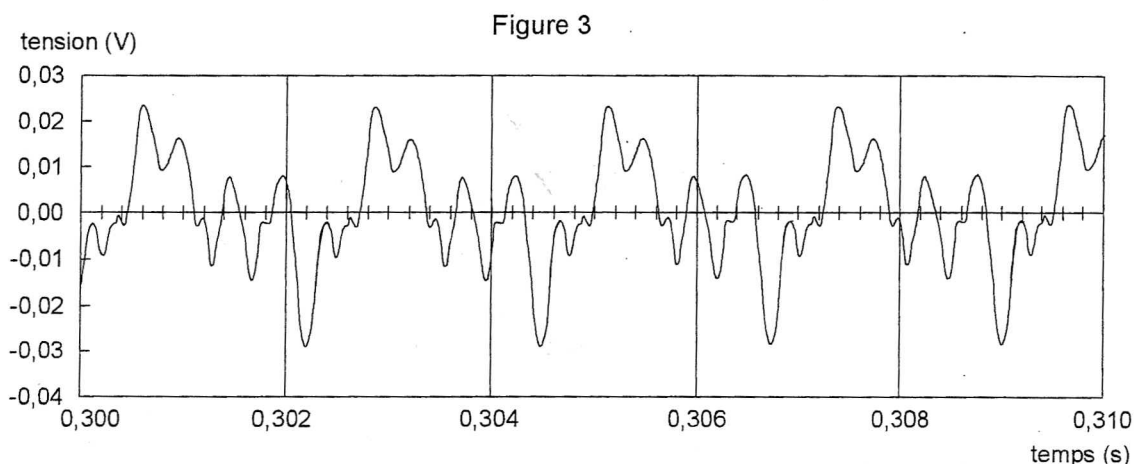
1.1.2. « En modulation d'amplitude, l'amplitude du signal modulé est une fonction de la tension modulante. »
linéaire, exponentielle, constante, affine, sinusoïdale

1.2. On note λ la longueur d'onde de la station émettrice.

Calculer la valeur de λ .

2. Analyse d'une note

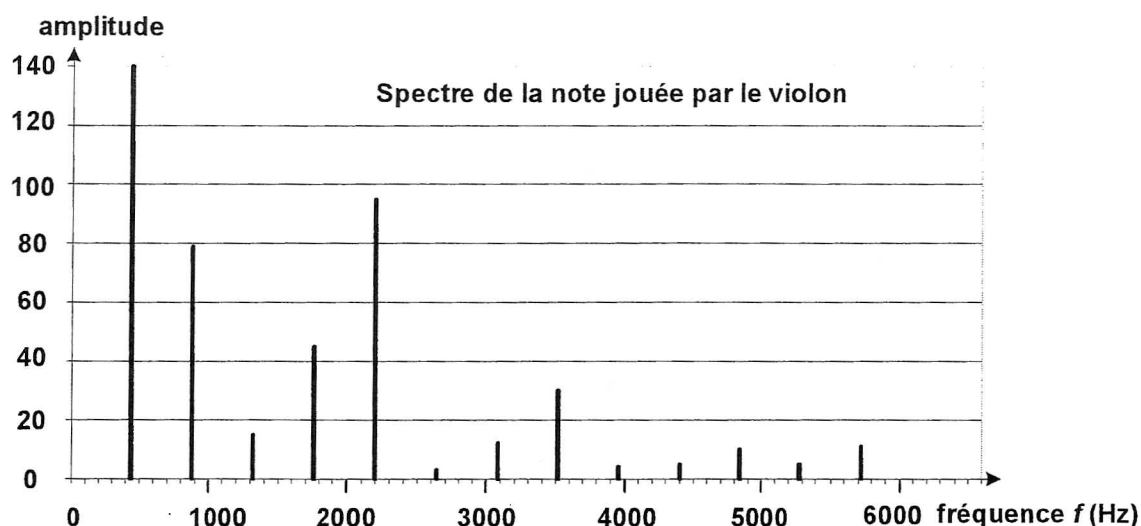
2.1. Lors du concert, un microphone de bonne qualité, placé près d'un violon, est relié à un oscilloscope à mémoire. On capte une note. L'oscillogramme obtenu est reproduit sur la figure 3 ci-dessous.



En déterminant la fréquence fondamentale f_1 de la note captée, montrer que celle-ci est le la₃.

2.2. Le spectre en fréquence de la note captée est reproduit sur la figure 4 ci-dessous :

Figure 4



Calculer les valeurs des fréquences des harmoniques de rang 2 et de rang 13 de cette note.

3. Transmission de la note

3.1. Dans le cas d'un signal modulant sinusoïdal, de fréquence f , d'amplitude U_m et d'expression $u(t) = U_m \cdot \cos(2\pi f \cdot t)$, le signal modulé en amplitude peut se mettre sous la forme :

$$s_1(t) = A \cdot \cos(2\pi F \cdot t) + \frac{A U_m}{2 U_0} \cdot \cos(2\pi (F - f) \cdot t) + \frac{A U_m}{2 U_0} \cdot \cos(2\pi (F + f) \cdot t) \quad \text{en volts}$$

où A et U_0 sont des constantes qui dépendent de l'émetteur radio et F est la fréquence de la porteuse. France Inter étant la station émettrice, calculer les trois fréquences intervenant dans l'expression du signal modulé $s_1(t)$ si le son transmis est celui d'un diapason qui émet un son pur correspondant à la note la_3 .

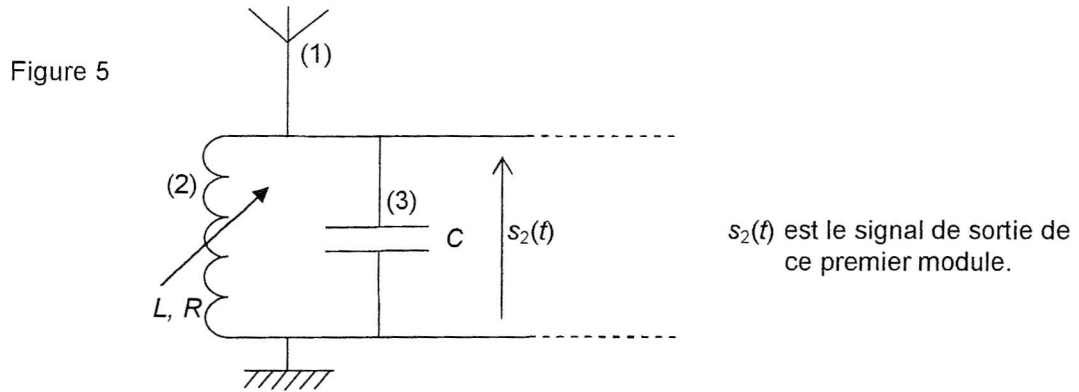
3.2. Chaque station émettrice dispose d'une bande de fréquences (appelée « canal ») de 9 kHz de largeur, centrée sur la fréquence F de sa porteuse. C'est pourquoi la fréquence la plus aiguë qui peut être transmise en Grandes Ondes vaut 4,5 kHz.

Quelle(s) fréquence(s) du spectre de la note jouée par le violon ne peuvent pas être transmises par France Inter ?

4. Réception du signal

L'émission qui retransmet le concert est captée par un récepteur radio formé de plusieurs éléments connectés les uns à la suite des autres : circuit d'accord, démodulateur, amplificateur et haut-parleur.

4.1. Le premier module est le circuit d'accord dont le schéma est reproduit sur la figure 5 ci-dessous :

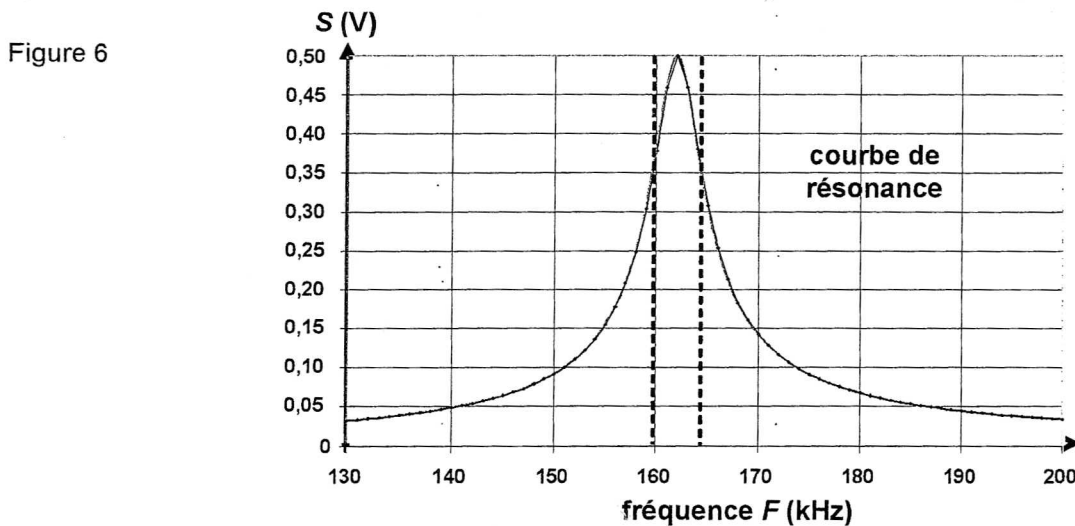


4.1.1. Nommer les composants (1), (2) et (3).

4.1.2. Calculer la valeur de l'inductance L qui permet de capter France Inter si $C = 0,47 \text{ nF}$.

4.2. La qualité de la réception dépend de la valeur de la résistance R du composant (2).
(Le récepteur est d'autant plus sélectif que la valeur de R est plus petite).

La courbe de résonance, donnée sur la figure 6 ci-dessous représente la variation de l'amplitude S du signal $s_2(t)$ en fonction de la fréquence du signal reçu, une fois le récepteur accordé sur France Inter.



Pour qu'un signal soit transmis dans de bonnes conditions par le circuit d'accord à l'élément suivant (démodulateur), son amplitude S doit être suffisante : cette condition se traduit par $S \geq 0,35 \text{ V}$. Ainsi l'intervalle des fréquences transmises au démodulateur est $[160 \text{ kHz} ; 164 \text{ kHz}]$

4.2.1. En supposant que les modules démodulateur, amplificateur et haut-parleur sont parfaits, préciser les fréquences présentes dans le spectre de la note restituée par le haut-parleur. Justifier.

4.2.2. Comparer la hauteur et le timbre de la note restituée par le haut-parleur à la note originale émise par le violon. Justifier la réponse.