

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2003

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

L'usage de la calculatrice électronique est autorisé.

SPECIALITE

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 qui sont indépendants les uns des autres :

- I – Etude d'une estérification.
- II – Mise en orbite d'un satellite artificiel par la fusée Ariane.
- III – Le télescope de Newton.

III. - Le Télescope de Newton (4 points)

Les constructions géométriques sont à faire sur la feuille en **annexe 2** (à rendre avec la copie).

1) Images d'un objet réel AB dans un miroir plan et un miroir sphérique

- a) Construire géométriquement l'image A'B' de la flèche AB dans le miroir plan de la figure 1.
Que vaut le grandissement γ ?
- b) On considère le miroir sphérique de foyer F (figure 2).
- Où se trouve l'image de l'objet AB si ce dernier est placé à une très grande distance (éloigné à l'infini) sur l'axe optique, à gauche du miroir sphérique ?
- Construire géométriquement l'image de la flèche AB telle qu'elle est placée sur la figure pour le miroir sphérique.

2) Etude du télescope

Un télescope de NEWTON est essentiellement constitué d'un miroir sphérique concave, optique Δ , de sommet S, de foyer F_1 et de distance focale $f_1 = SF_1$.

On souhaite observer un objet éloigné à l'infini (étoile, planète, Lune, ...) dans la direction de l'axe optique Δ du miroir.

Le télescope est équipé d'un oculaire assimilable à une lentille mince convergente de distance focale f'_2 ($f'_2 > 0$) et de foyers F_2 et F'_2 .

On souhaite que l'observation se fasse selon un axe Δ' perpendiculaire à l'axe Δ .

C'est pourquoi on place un miroir plan incliné à 45° par rapport à Δ , de centre I situé sur cet axe entre le foyer F_1 et le sommet S du miroir sphérique.

- a) - Sur la figure 3, indiquer la position de l'image F'_1 de F_1 dans le miroir plan.
- L'axe Δ' de l'oculaire est perpendiculaire en I à Δ .
Le réglage du télescope est afocal : dans ces conditions, F'_1 et F_2 sont confondus.
Placer l'oculaire sur la figure 3. On ne tiendra pas compte sur le dessin des valeurs relatives de f_1 et f'_2 données ultérieurement.
Si l'objet observé est à l'infini sur Δ , où se trouve son image finale ?
- b) L'astronome désire observer la Lune (considérée comme infiniment éloignée et de centre situé sur Δ).
Le rayon lumineux issu du bord supérieur de la Lune A_∞ arrive en S en faisant l'angle α supposé faible avec Δ (voir figure ci-dessous).

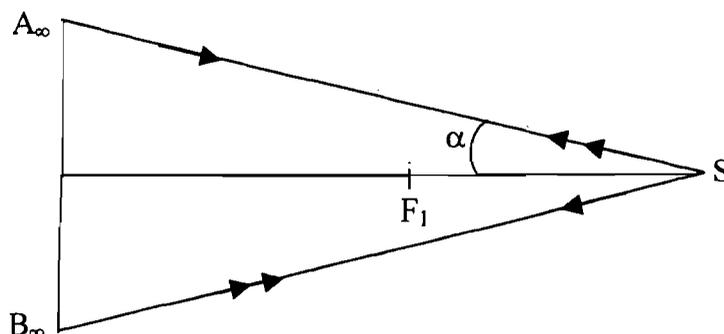


Figure.

Justifier que $\theta = 2\alpha$ est le diamètre apparent de la Lune observée à l'œil nu.

Où se trouve l'image A_1 de A_∞ pour le miroir sphérique ?

Soit B_1 l'image de B_∞ , bord inférieur de la Lune.

Quelle relation existe-t-il entre A_1B_1 , f_1 et θ ? On suppose θ petit : $\tan \theta \approx \theta$.

Que vaut A_2B_2 , image de la Lune dans le miroir plan ?

Calculer numériquement A_2B_2 si $f_1 = SF_1 = 1,20 \text{ m}$; $\theta = 2\alpha = 30' \text{ d'arc} = 0,00872 \text{ rad}$.

c) Le télescope étant afocal, l'astronome observe la Lune dans l'oculaire.

Sur la feuille annexe 2 (à rendre avec la copie), faire un schéma de l'oculaire (axe optique Δ' , foyers F_2 et F'_2) sur lequel on placera A_2B_2 .

Où se trouve l'image de la Lune dans l'oculaire (image finale) ?

Soit α' l'angle d'inclinaison sur Δ' du rayon passant par A_2 et le centre de l'oculaire.

Exprimer α' (supposé petit) en fonction de α , f_1 et f'_2 .

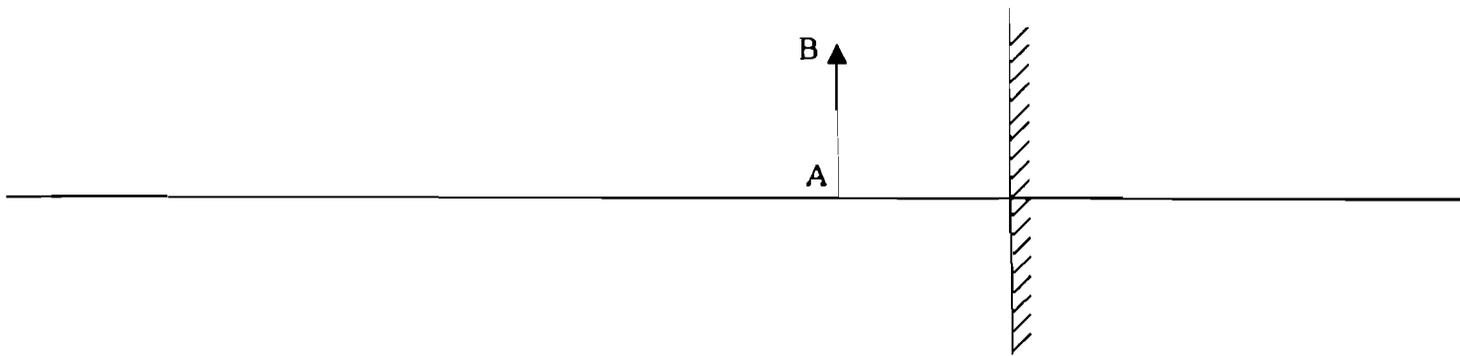
Justifier que $\theta' = 2\alpha'$ est le diamètre apparent de la Lune vue dans le télescope.

d) On donne : $f'_2 = 2,00 \text{ cm}$.

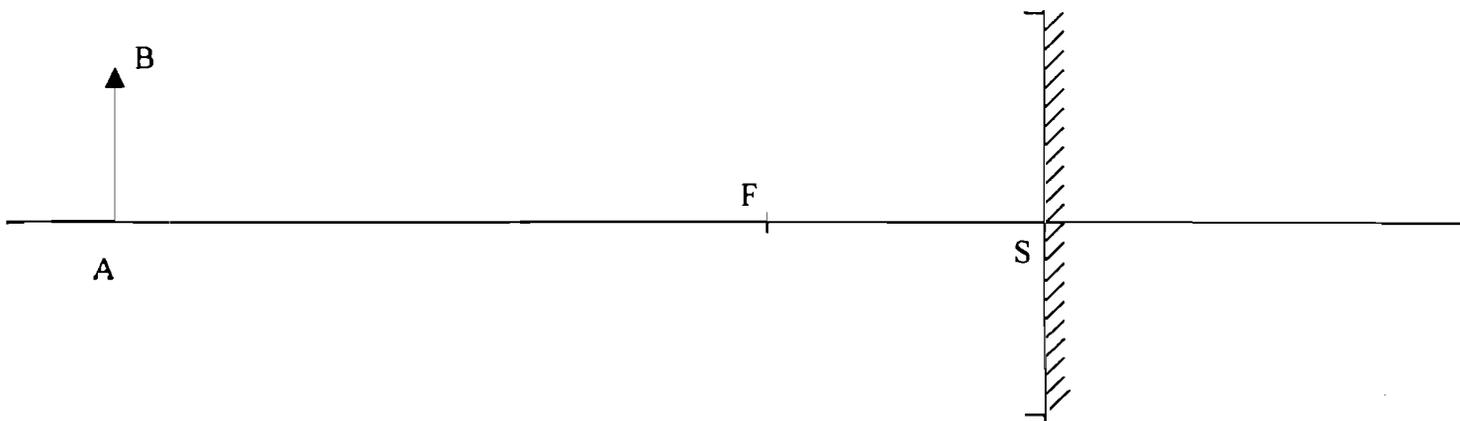
Calculer la valeur numérique du rapport $\frac{\theta'}{\theta} = \frac{\alpha'}{\alpha}$.

Comment appelle-t-on ce quotient ? Justifier ce nom.

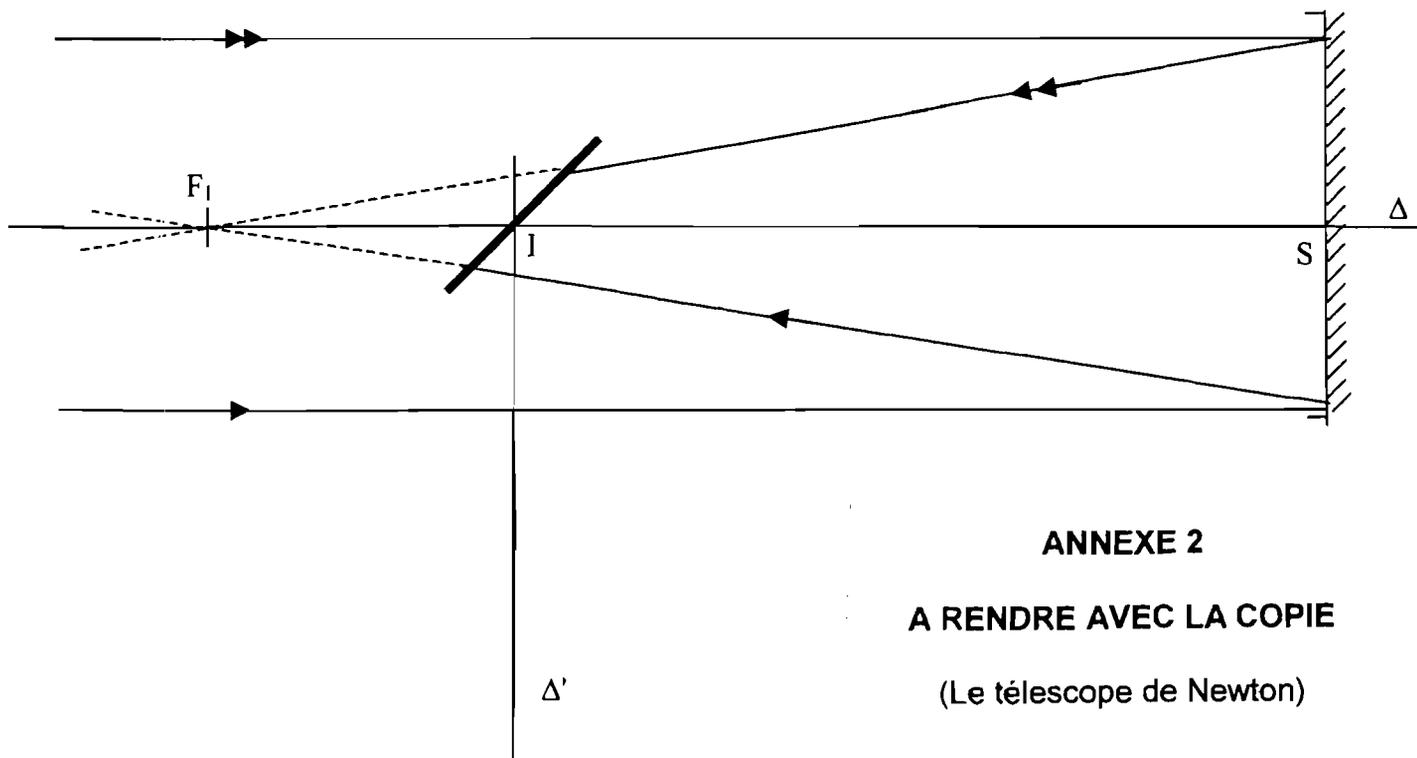
le miroir plan : figure 1



le miroir sphérique : figure 2



le télescope : figure 3



ANNEXE 2

A RENDRE AVEC LA COPIE

(Le télescope de Newton)

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2003

ÉPREUVE : **PHYSIQUE-CHIMIE** – Série S

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

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISÉ

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

Les annexes pages 10 et 11 sont à rendre avec la copie.

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

- | | |
|---|--------------|
| I. Quelques propriétés de l'acide salicylique | (6,5 points) |
| II. Chute d'une balle de ping-pong | (5,5 points) |
| III. Modélisation du principe du microscope | (4 points) |

III - MODÉLISATION DU PRINCIPE DU MICROSCOPE (4 points)

Au cours d'une séance de travaux pratiques les élèves doivent modéliser un microscope en utilisant le banc d'optique.

Pour cela, ils disposent du matériel suivant :

- un banc d'optique ;
- un objet lumineux AB de hauteur 0,5 cm ;
- un écran ;
- une lentille mince convergente L_1 de distance focale $f_1' = 5$ cm pour l'objectif ;
- une lentille mince convergente L_2 de distance focale $f_2' = 20$ cm pour l'oculaire.

I - Etude de l'objectif

La consigne reçue par les élèves est la suivante : *"Placer l'objet lumineux à 6 cm devant la lentille L_1 et observer l'image nette sur l'écran. Noter la position de l'image, sa taille et calculer le grandissement de l'objectif"*.

1. Compléter le *schéma n°1* (annexe page 11 à rendre avec la copie) (échelle 1/2 suivant l'axe optique et échelle 1 suivant la perpendiculaire à l'axe optique) en plaçant les foyers de la lentille et en traçant l'image A_1B_1 donnée par L_1 .
2. En utilisant la relation de conjugaison et celle du grandissement, calculer la position et la taille de l'image ainsi que le grandissement γ_1 de l'objectif.
3. Après avoir réalisé l'expérience, un élève trouve une image A_1B_1 de hauteur 2,7 cm et située à 31 cm derrière la lentille. Ces mesures sont-elles compatibles avec les valeurs calculées ? Commenter.
4. Un élève, n'ayant pas respecté la consigne, a placé l'objet à 4 cm devant la lentille. Pourquoi ne peut-il pas obtenir d'image sur un écran ?

II - Etude de l'oculaire

A_1B_1 joue maintenant le rôle d'objet pour l'oculaire.

La consigne reçue par les élèves est la suivante : *"Enlever l'écran et placer la lentille L_2 de telle façon que l'image A_2B_2 donnée par L_2 soit à l'infini"*.

1. Où doit-on placer la lentille L_2 pour que la consigne soit respectée ? Justifier.
2. Compléter le *schéma n°2* (annexe page 11 à rendre avec la copie) (échelle 1/2 suivant l'axe optique et l'échelle 1 suivant la perpendiculaire à l'axe optique) en plaçant la lentille L_2 , ses foyers et en traçant la marche de deux rayons lumineux.

III - Grossissement du microscope

Dans cette partie, on pourra utiliser l'approximation $\tan \alpha \approx \alpha$ dans laquelle l'angle est exprimé en radians.

1. Calculer, en radians, la valeur de l'angle α' sous lequel l'œil voit l'image A_2B_2 , dans le cas où $A_1B_1 = 2,5$ cm.
2. Calculer l'angle α sous lequel l'objet est vu, à l'œil nu, à une distance $d = 25$ cm.
3. En déduire la valeur du grossissement $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ dans ces conditions.
4. Pour un microscope, le grossissement commercial est donné par la relation $G_c = C_2 \cdot |y_1| \cdot d$, C_2 étant la vergence de l'oculaire. Montrer que le grossissement G calculé à la question 3 correspond au grossissement commercial.

EXERCICE III : ANNEXE à rendre avec la copie

Les schémas sont faits à l'échelle 1/2 suivant l'axe optique et à l'échelle 1 dans la direction perpendiculaire à l'axe.

Schéma n° 1 : l'objectif

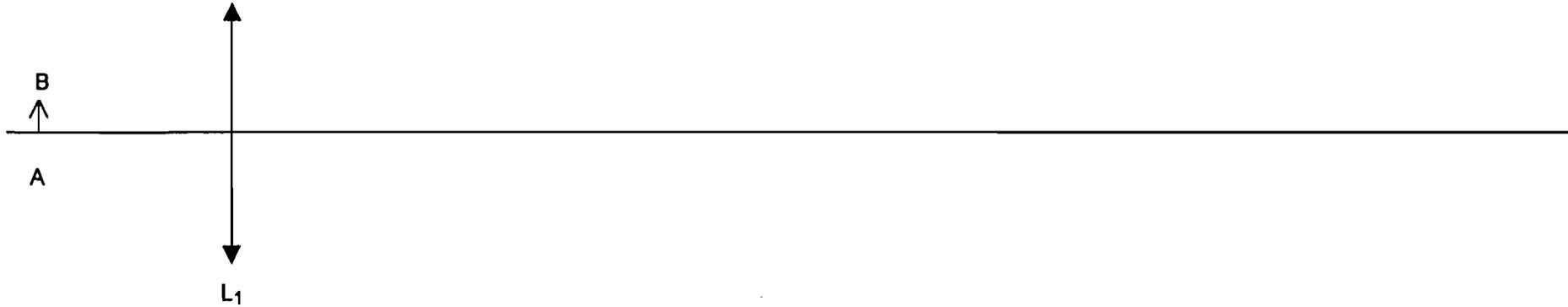


Schéma n° 2 : l'oculaire



BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2003

ÉPREUVE : **PHYSIQUE-CHIMIE** – Série S

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

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISÉ

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

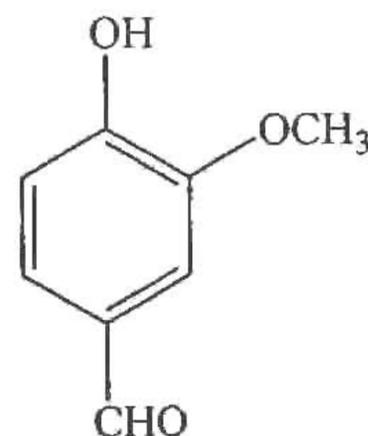
L'annexe page 9 est à rendre avec la copie.

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

- | | | |
|------|---|------------|
| I. | Évolution temporelle de deux oscillateurs | (9 points) |
| II. | Pile cuivre-argent | (3 points) |
| III. | Synthèse de la vanilline | (4 points) |

III – SYNTHÈSE D'UN AROME: LA VANILLINE (4 points)

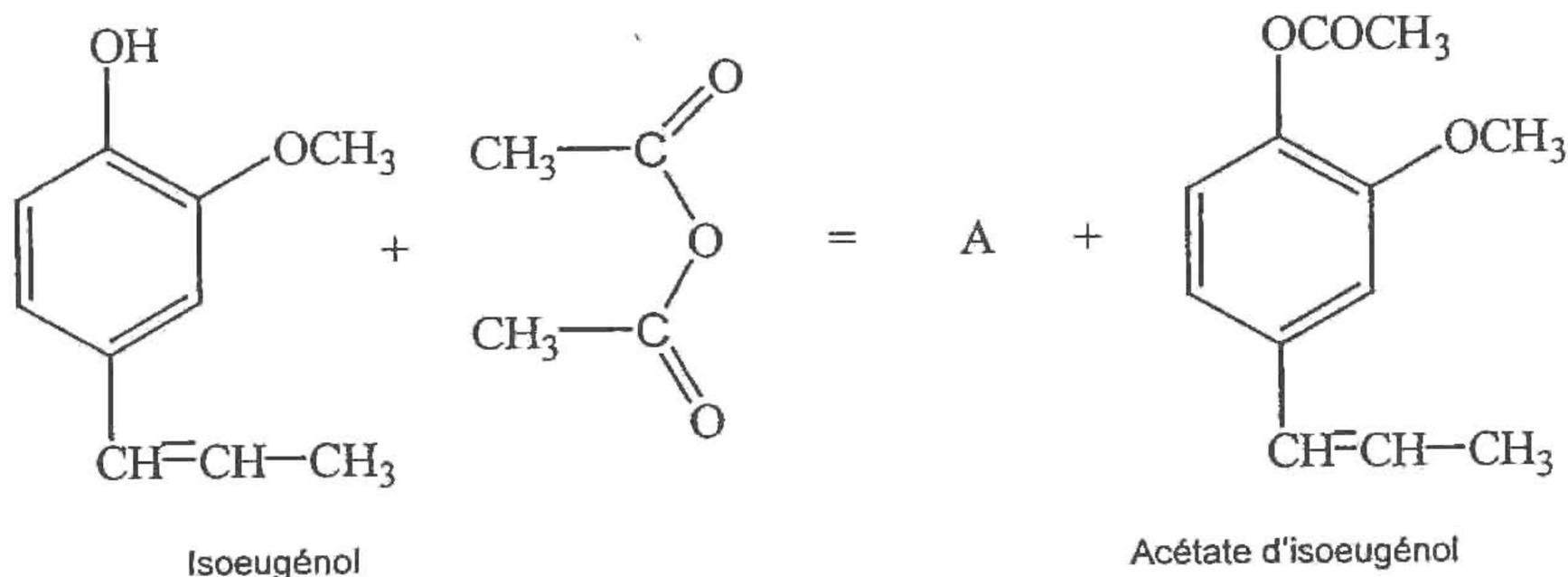
La vanille contient de nombreux composés aromatiques. La note dominante de son parfum est due à la molécule de vanilline (4-hydroxy-3-méthoxybenzaldéhyde) représentée ci-contre. Depuis plus d'un siècle, la vanilline est essentiellement produite artificiellement. Elle est très utilisée en parfumerie.



La synthèse de la vanilline se fait en trois étapes.

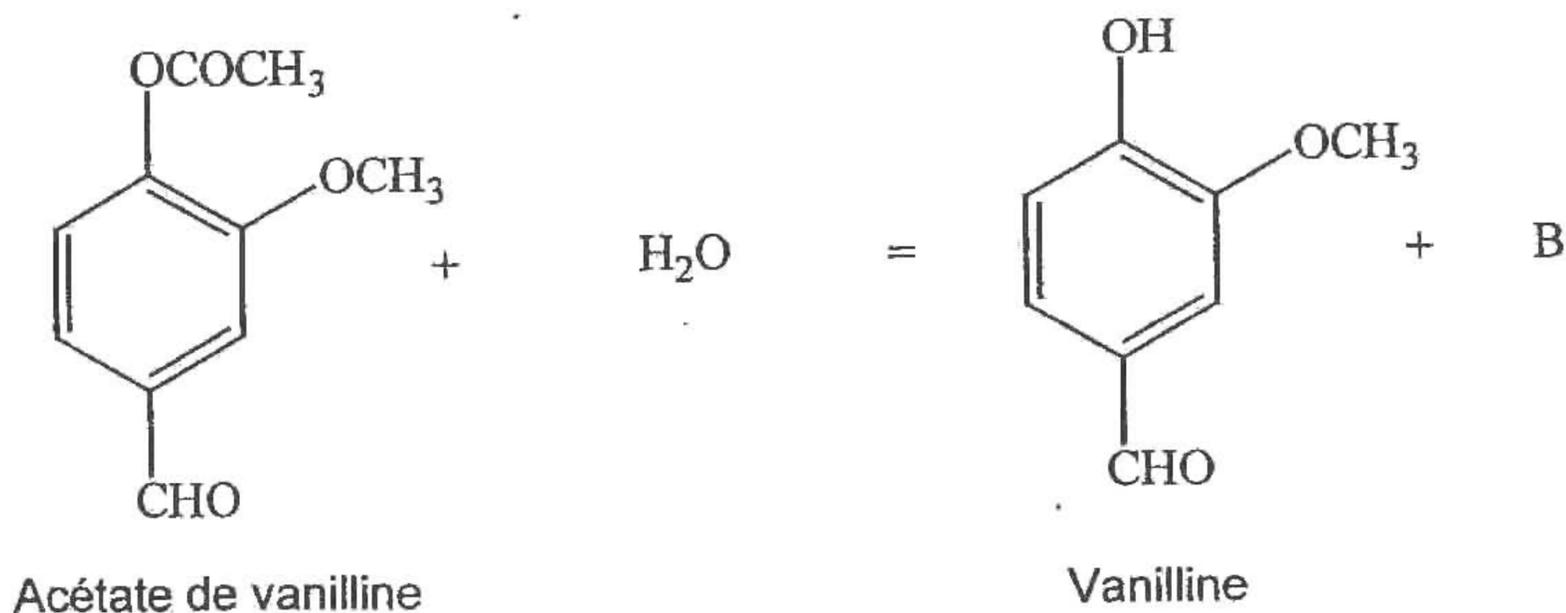
Première étape : synthèse de l'acétate d'isoeugénol à partir de l'isoeugénol.

La réaction est représentée par l'équation suivante :



Deuxième étape : transformation de l'acétate d'isoeugénol en acétate de vanilline.

Troisième étape : obtention de la vanilline par action de l'eau sur l'acétate de vanilline, selon une réaction schématisée ci-dessous :



On se propose d'étudier la première et la dernière étape de ce procédé chimique conduisant à la synthèse de la vanilline. Les parties A et B sont indépendantes.

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.
Acétate d'isoeugénol	205	T _{fusion} = 80°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.

Partie A : Première étape : Synthèse de l'acétate d'isoeugénol

Mode opératoire :

- Dans un ballon de 250 mL, introduire 10,0 g d'isoeugénol, 20,0 mL d'anhydride acétique (anhydride éthanoïque) et quelques gouttes d'acide orthophosphorique.
- Chauffer en utilisant un montage à reflux et maintenir une ébullition douce pendant 30 minutes.
- Refroidir jusqu'à température ambiante.
- Verser le contenu du ballon dans un becher contenant 30 mL d'eau glacée, tout en agitant.
- Filtrer sur büchner et laver les cristaux formés avec de l'eau glacée.

1. Quel est le rôle du montage à reflux ?
2. a) Quelles précautions faut-il prendre pour manipuler l'anhydride éthanoïque ?
b) Pourquoi utilise-t-on l'anhydride éthanoïque à la place de l'acide éthanoïque ?
3. L'acide orthophosphorique est un catalyseur de la synthèse. Quel est son rôle ?
4. Quelle est la formule semi-développée et le nom de l'espèce A qui se forme au cours de la réaction de synthèse étudiée ?
5. Pourquoi verse-t-on le contenu du ballon dans l'eau glacée ?
6. a) Calculer la quantité de matière initiale de chacun des réactifs.
b) L'expérimentateur a obtenu 11,3 g de cristaux d'acétate d'isoeugénol. Calculer le rendement de la synthèse.

Partie B : troisième étape : synthèse de la vanilline

1. Donner le nom et la formule semi-développée de l'espèce chimique B.
2. Quel est le nom donné à cette réaction ?
3. Comment peut-on déplacer l'état d'équilibre du système dans le sens favorable à la synthèse de la vanilline ?

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2003

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 trois exercices présentés sur 7 pages numérotées de 1 à 7, y compris celle-ci. **Le feuillet des annexes** (pages A1, A2, A3 et A4), inséré au milieu de ce sujet, **EST À RENDRE AVEC LA COPIE**.

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

- I. Étude d'un médicament (4 points) (spécialité)
- II. Charge d'un condensateur à l'aide d'une pile (7 points)
- III. Autour du radium (5 points)

EXERCICE I. ÉTUDE D'UN MÉDICAMENT (4 POINTS)

Le fer est un élément vital...et toxique pour la santé. Il intervient dans de nombreuses réactions biochimiques et permet, notamment, le transport de l'oxygène par l'hémoglobine des globules rouges.

Cet exercice concerne l'étude d'un médicament qui contient l'élément fer sous forme d'ions fer (II) : Fe^{2+} . Il se présente sous forme de comprimés, dont l'enrobage contient un colorant alimentaire (code E 127) de couleur rose. La notice de ce médicament mentionne la composition quantitative d'un comprimé : « sulfate ferreux sesquihydraté: 256,30 mg soit 80 mg en ions Fe^{2+} ». Nous proposons de vérifier la teneur en élément fer dans ce comprimé.

1. Principe

On effectue un dosage spectrophotométrique des ions $Fe_{(aq)}^{2+}$ contenus dans un comprimé dissous dans l'eau.

En présence d'o-phénanthroline, les ions $Fe_{(aq)}^{2+}$ réagissent avec apparition d'une coloration rouge. La concentration des ions $Fe_{(aq)}^{2+}$ de cette solution peut alors être déterminée par la mesure de son absorbance à une certaine longueur d'onde (ici 500 nm). Il faut préalablement réaliser une échelle de teintes.

Les ions $Fe_{(aq)}^{2+}$ sont facilement oxydés à l'état d'ions fer (III) : $Fe_{(aq)}^{3+}$. Afin d'éviter cette oxydation, on ajoute, dans la solution d'ions $Fe_{(aq)}^{2+}$, un réducteur approprié en excès, l'hydroquinone. L'hydroquinone restante n'absorbe pas à la longueur d'onde de 500 nm et la forme oxydée de l'hydroquinone non plus.

Écrire la demi-équation de réduction de l'ion $Fe_{(aq)}^{3+}$ en ion $Fe_{(aq)}^{2+}$.

2. Préparation de l'échelle de teintes

À partir d'une solution S contenant 20,0 mg d'ions $Fe_{(aq)}^{2+}$ par litre (soit une concentration massique $t = 20,0 \times 10^{-3} \text{ g.L}^{-1}$), on réalise les mélanges présentés dans le tableau, on les complète à 50,0 mL avec de l'eau distillée puis on mesure l'absorbance A de chaque solution obtenue.

mélange n°	1	2	3	4	5	6
volume de solution S (en mL)	25,0	22,5	20,0	17,5	15,0	12,5
volume de solution d'o-phénanthroline (en mL)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
volume d'hydroquinone (en mL)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
volume total (en mL)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
absorbance	1,80	1,60	1,45	1,25	1,05	0,90

Pour réaliser les différents mélanges, on dispose :

- d'une solution d'o-phénanthroline à $0,015 \text{ mol.L}^{-1}$
- d'une solution d'hydroquinone à 1%
- de la verrerie suivante :
 - pipettes jaugées de 1,00 et 2,00 mL ;
 - burette graduée de 25,0 mL ;
 - éprouvettes graduées de 25 et 50 mL ;
 - bechers de 25 ; 50 et 100 mL ;
 - fioles jaugées de 50,0 et 100,0 mL.

2.1. Indiquer la verrerie qu'il faut utiliser pour préparer le mélange n°1.

2.2. Calculer la concentration massique t_1 en ion $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}$ introduit dans le mélange n°1.

2.3. On veut disposer d'une échelle de teintes indicatrice de la concentration en ions $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}$ de chaque mélange.

Pourquoi la solution incolore d'o-phénanthroline ne doit-elle pas être introduite en défaut ?

2.4. Le graphe donnant l'évolution de l'absorbance A en fonction de la concentration massique t en ions $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}$ est représentée **SUR LA FIGURE 1 DE L'ANNEXE EN PAGE A3 À RENDRE AVEC LA COPIE.**

En exploitant ce graphe, donner la relation numérique qui existe entre les grandeurs A et t , en précisant les unités.

3. Détermination expérimentale de la teneur en élément fer

On lave rapidement à l'eau distillée un comprimé de façon à retirer la totalité du colorant. On écrase ensuite ce comprimé dans un mortier. La totalité du comprimé écrasé est introduite dans une fiole jaugée de 1000,0 mL. On complète avec de l'eau distillée et on agite longuement la solution. Soit S_0 la solution incolore obtenue. On réalise ensuite le mélange suivant puis on mesure son absorbance A à 500 nm :

volume de solution S_0 (en mL)	5,00
volume de solution d'o-phénanthroline (en mL)	2,00
volume d'hydroquinone (en mL)	1,00
volume total (en mL)	50,0
absorbance	1,35

3.1. Pourquoi retire-t-on la totalité du colorant avant d'écraser le comprimé ?

3.2. En utilisant le graphe ou la relation établie à la question 2.4., déterminer la concentration massique t'_0 en ion $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}$ dans le mélange.

En déduire la valeur t_0 de la concentration massique en ion $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}$ dans la solution S_0 .

3.3. Calculer la masse d'ions $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}$ contenue dans un comprimé. Calculer l'écart relatif entre le résultat expérimental et l'indication du fabricant.

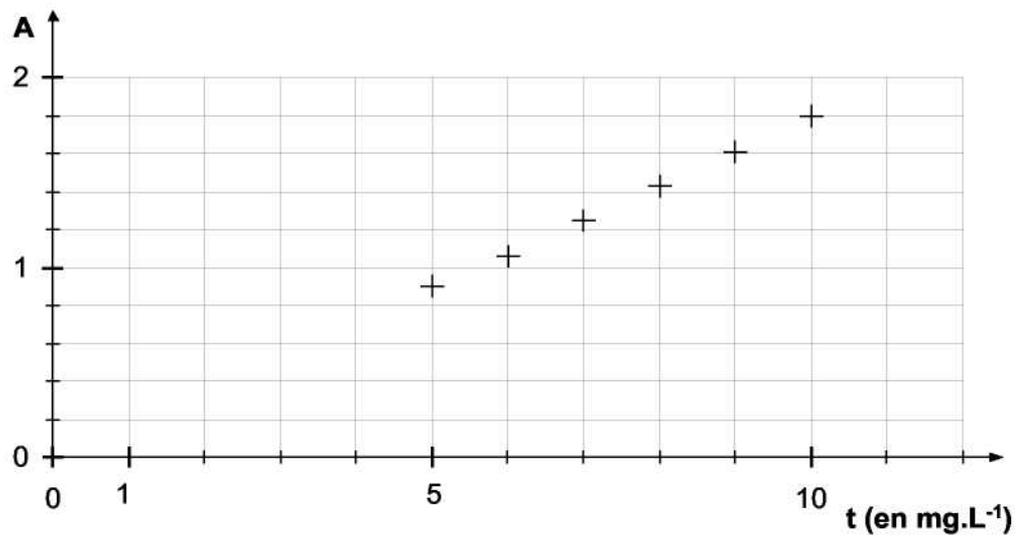
On précise que l'écart relatif = $\frac{\text{valeur indiquée} - \text{valeur expérimentale}}{\text{valeur indiquée}}$

3.4. D'après la notice, la masse de « sulfate ferreux sesquihydraté » dans un comprimé est de 256,30 mg alors que la masse d'ions Fe^{2+} est de 80 mg. En notant $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ la formule du sulfate ferreux sesquihydraté, montrer que $x = 1,5$.

Données :

masse molaire en g.mol^{-1} : $M(\text{Fe}) = 55,8$; $M(\text{S}) = 32,1$; $M(\text{O}) = 16,0$; $M(\text{H}) = 1,0$

FIGURE 1



BACCALAUREAT GENERAL

SESSION 2003

ÉPREUVE : **PHYSIQUE-CHIMIE – Série S**

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

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISÉ

Ce sujet comporte un exercice de PHYSIQUE et deux exercices de CHIMIE présentés sur 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10, y compris celle-ci.

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

- | | |
|---|--------------|
| I. Des oscillations électriques à la cuve à onde. | (9,5 points) |
| II. Étude cinétique par suivi spectrophotométrique. | (2,5 points) |
| III. Dosage de l'étain dans le fer blanc | (4 points) |

III - DOSAGE DE L'ETAIN DANS LE FER BLANC (4 points)

Document :

Le fer blanc est un produit laminé plat recouvert d'une fine couche d'étain. Grâce à ses nombreuses qualités physiques (légèreté, résistance aux contraintes mécaniques et aux conditions de stérilisation), il est utilisé pour la fabrication d'emballages et de boîtes, en particulier, les boîtes de conserve. Il présente aussi des qualités chimiques non dénuées d'intérêt, résistance à la corrosion en particulier. De plus, ses propriétés magnétiques permettent de le récupérer dans les ordures ménagères. Il est ensuite utilisé comme matière première. Ainsi, on remarque, en Europe, une suprématie du fer blanc sur l'aluminium pour la fabrication des boîtes de boissons. En effet, l'aluminium est plus coûteux : il faut 3,5 fois plus d'énergie pour fabriquer une boîte en aluminium qu'une boîte en fer blanc.

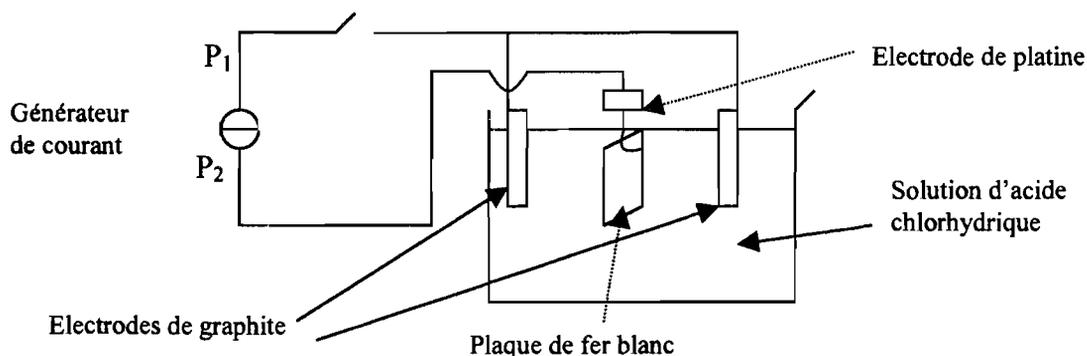
D'après « Chimie tout » (S.Haurat, E.Lecorgne, O. Leduc). Cultures et techniques.

Le but de l'exercice est la détermination de la masse d'étain présente sur une plaque de fer blanc découpée sur une boîte de conserve.

On considérera que la plaque est constituée de métal fer (Fe) recouvert d'une fine couche d'étain (Sn).

I. Electrolyse.

La première partie du dosage consiste à réaliser une électrolyse dans un bain d'acide chlorhydrique. La plaque de fer blanc est suspendue à une électrode de platine. On plonge l'ensemble, ainsi que deux électrodes en graphite, dans un becher rempli d'acide chlorhydrique.

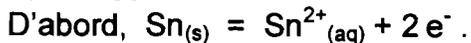


Remarque : Ce montage contient deux électrodes de graphite afin que l'attaque du fer blanc puisse se faire des deux côtés de la plaque, en face de chaque électrode de graphite.

On déclenche l'électrolyse lors de la fermeture de l'interrupteur. Le générateur délivre alors un courant d'intensité constante I.

réduction qui s'y produit est la suivante : $2 \text{H}^+_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- = \text{H}_{2(\text{g})}$.

- **Au niveau de la plaque de fer blanc**, se produisent successivement les oxydations suivantes :



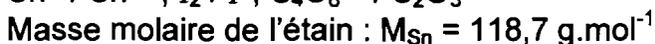
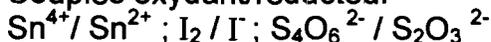
Il y a donc formation d'ions $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$. Pour caractériser leur apparition, on ajoute quelques cristaux d'orthophénantroline, composé formant un complexe rouge avec les ions $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$. On arrête l'électrolyse dès l'apparition de la coloration rouge.

Questions :

1. La plaque de fer blanc constitue-t-elle l'anode ou la cathode pour cette électrolyse ? Justifier. P_2 est-elle la borne positive ou négative de l'alimentation ?
2. Pourquoi arrête-t-on l'électrolyse dès l'apparition de la coloration rouge ?
3. Quelle est la relation entre n_{Sn} , quantité de matière d'étain sur la plaque de fer blanc, et $n_{\text{Sn}^{2+}}$, quantité de matière d'ions étain formée lors de cette électrolyse ?

II. Dosage indirect de l'étain électrolysé

Données : Couples oxydant/réducteur

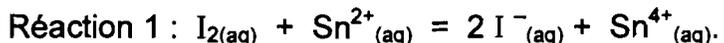


Etape 1 :

On sort les électrodes et la plaque du becher contenant l'acide, on les rince à l'eau distillée en récupérant l'eau de rinçage dans ce becher.

On ajoute peu à peu un volume $V = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution jaune-orangée de diiode $\text{I}_{2(\text{aq})}$ de concentration $c = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Au début la coloration de la solution de $\text{I}_{2(\text{aq})}$ disparaît au contact de la solution d'ions $\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})}$. A la fin de l'ajout des $10,0 \text{ mL}$, le mélange garde une coloration jaune-orangée : $\text{I}_{2(\text{aq})}$ a été introduit en excès.

La transformation réalisée est modélisée par la réaction suivante :

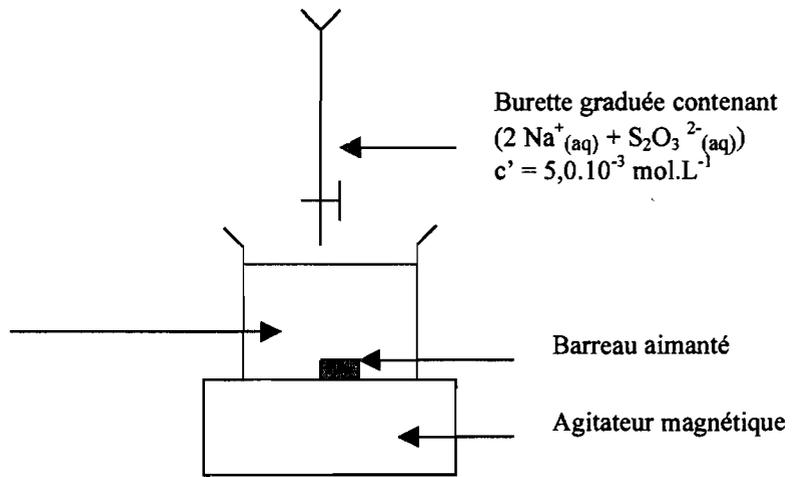


Etape 2 :

Afin de doser le diiode qui n'a pas réagi par la réaction 1, on verse progressivement dans le becher, à l'aide d'une burette, une solution aqueuse de thiosulfate de sodium ($2 \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}$) de concentration $c' = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Quand la coloration commence à pâlir, on ajoute, au contenu du becher, quelques gouttes d'empois d'amidon; la solution devient violette, car l'empois d'amidon sert à mettre en évidence $\text{I}_{2(\text{aq})}$ même en très faible quantité.

On continue à verser la solution aqueuse de thiosulfate de sodium jusqu'à disparition de la coloration violette du mélange contenu dans le becher. Le volume de la solution aqueuse de thiosulfate de sodium versée est alors $V' = 9,7 \text{ mL}$.

Mélange en fin d'étape 1
+ empois d'amidon

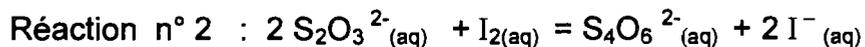


Questions :

1. Ecrire les demi-équations électroniques correspondant aux couples mis en jeu au cours de la transformation modélisée par la réaction 1.

2. Calculs :

- Calculer la quantité de matière de diiode n introduite dans le bécher au début de l'expérience.
- Le dosage du diiode par la solution de thiosulfate de sodium est modélisé par l'équation de la réaction suivante :



Calculer la quantité de matière n_2 de diiode ayant réagi avec les ions thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}$.

- En déduire la quantité de matière $n_{\text{Sn}^{2+}}$ d'ions $\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})}$ présente dans le becher après l'électrolyse.
- Déduire, à l'aide de la question 1.3., la quantité de matière d'étain n_{Sn} sur la plaque de fer blanc puis m_{Sn} , la masse d'étain correspondante.

MODÉLISATION D'UN MICROSCOPE SUR BANC D'OPTIQUE

"

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un élève modélise un microscope à l'aide de deux lentilles convergentes qui sont décrites ci-dessous :

- Pour l'objectif: une lentille L_1 , de centre optique O_1 , de vergence $C_1 = 10 \delta$ et de diamètre 4 cm.
- Pour l'oculaire : Une lentille L_2 , de centre optique O_2 , de vergence $C_2 = 5 \delta$ et de diamètre 4 cm.
- Les centres optiques des deux lentilles sont distants de 50 cm.

L'élève utilise comme objet AB un quadrillage millimétrique éclairé, perpendiculairement à l'axe optique. Le point A est considéré sur l'axe. La hauteur de l'objet AB est de 5,0 mm. Cet objet est placé devant l'objectif à 15 cm du centre optique O_1 .

A - Calcul préalable :

Déterminer les distances focales des deux lentilles.

B - Étude de l'image donnée par l'objectif :

A l'aide d'un écran, l'élève recherche la position de l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB donnée par la lentille L_1 .

B - 1 Calculer, en utilisant la relation de conjugaison, la position de l'image intermédiaire A_1B_1 formée sur l'écran.

B - 2 Calculer le grandissement de l'objectif.

En déduire la taille de l'image intermédiaire A_1B_1

C - Étude de l'image donnée par l'oculaire :

C - 1 L'élève observe l'image définitive $A'B'$ en regardant à travers l'oculaire, son œil n'accommode pas.

Que peut-on dire de la position de l'image définitive $A'B'$ ainsi observée ?

Quelle doit être la position particulière de l'image intermédiaire A_1B_1 ?

C - 2 Expliquer pourquoi la qualité de l'image $A'B'$ est améliorée lorsque l'élève ajoute un diaphragme de faible diamètre (15 mm) contre l'objectif.

D - Construction de la marche de rayons lumineux à travers le microscope :

D - 1 Faire un schéma du dispositif à l'échelle 1/5 horizontalement et 1/1 verticalement sur le papier millimétré joint (à remettre avec la copie)

D - 2 Placer les foyers F_1, F'_1, F_2, F'_2 des lentilles L_1 et L_2 et également l'objet AB (représenté par une flèche de hauteur 5 mm)

D - 3 Construire l'image intermédiaire A_1B_1 et l'image définitive $A'B'$.

E - Détermination du grossissement du microscope :

Ce grossissement est donné par le rapport $G = \frac{\theta'}{\theta}$

- θ correspond au diamètre apparent de l'objet AB , c'est à dire l'angle sous lequel l'œil voit l'objet, sans microscope, à une distance $d_m = 0,25$ m.

- θ' est l'angle sous lequel l'œil, placé au foyer image F'_2 de l'oculaire, voit l'image définitive $A'B'$.

Remarque . les angles utilisés étant petits, on pourra utiliser l'approximation suivante :

$$\tan \theta \approx \theta \quad \tan \theta' \approx \theta'$$

θ et θ' en rad

E - 1 Représenter θ' sur le schéma.

E - 2 Calculer le grossissement G .

LE TÉLESCOPE DE NEWTON.

Un télescope de Newton est constitué de trois éléments optiques principaux :

- l'objectif (miroir concave convergent noté M_1)
- le miroir secondaire (miroir plan noté M)
- l'oculaire (lentille convergente notée L)

Le télescope amateur, dont le principe et la fiche technique figurent ci-dessous, est utilisé par un élève pour observer la planète Mars sous son diamètre apparent α . Le télescope sera considéré comme afocal.

Notice du constructeur :

Caractéristiques :

- Objectif (miroir concave à courbure parabolique).
- Focale : 800 mm
- Diamètre : 130 mm
- Pouvoir séparateur : 0,89"
- Magnitude limite : 12,4
- Clarté : 469x
- Grossissement maxi théorique : 325

Compléter et rendre les 4 figures en annexe avec la copie

1. Miroir sphérique.

Envisageons le miroir sphérique M_1 de ce télescope.

- 1.1 Définir la distance focale d'un miroir concave.
- 1.2 Sur la figure 1, positionner le sommet (S), le centre (C), le foyer (F_1) en respectant l'échelle 10 mm sur la figure correspondent à 100 mm pour le télescope, sachant que la distance $SC = 1600$ mm.
- 1.3 Construire sur la figure 1 l'image A_1B_1 de la planète Mars située à l'infini.

2. Miroir secondaire.

On considère maintenant le miroir plan (M) associé au miroir concave (M_1) comme indiqué sur la figure 2. L'image A_2B_2 donnée par ce miroir plan est notée sur le schéma de cette figure 2.

- 2.1 À partir de A_2B_2 replacer par construction l'image intermédiaire A_1B_1 de Mars sur la figure 2.
- 2.2 Quel rôle joue l'image intermédiaire A_1B_1 pour le système miroir plan (M) et l'oculaire (L) ?

3. L'oculaire.

Aux deux éléments d'optiques précédents, on associe une lentille convergente (L) qui constitue l'oculaire comme indiqué sur la figure 3.

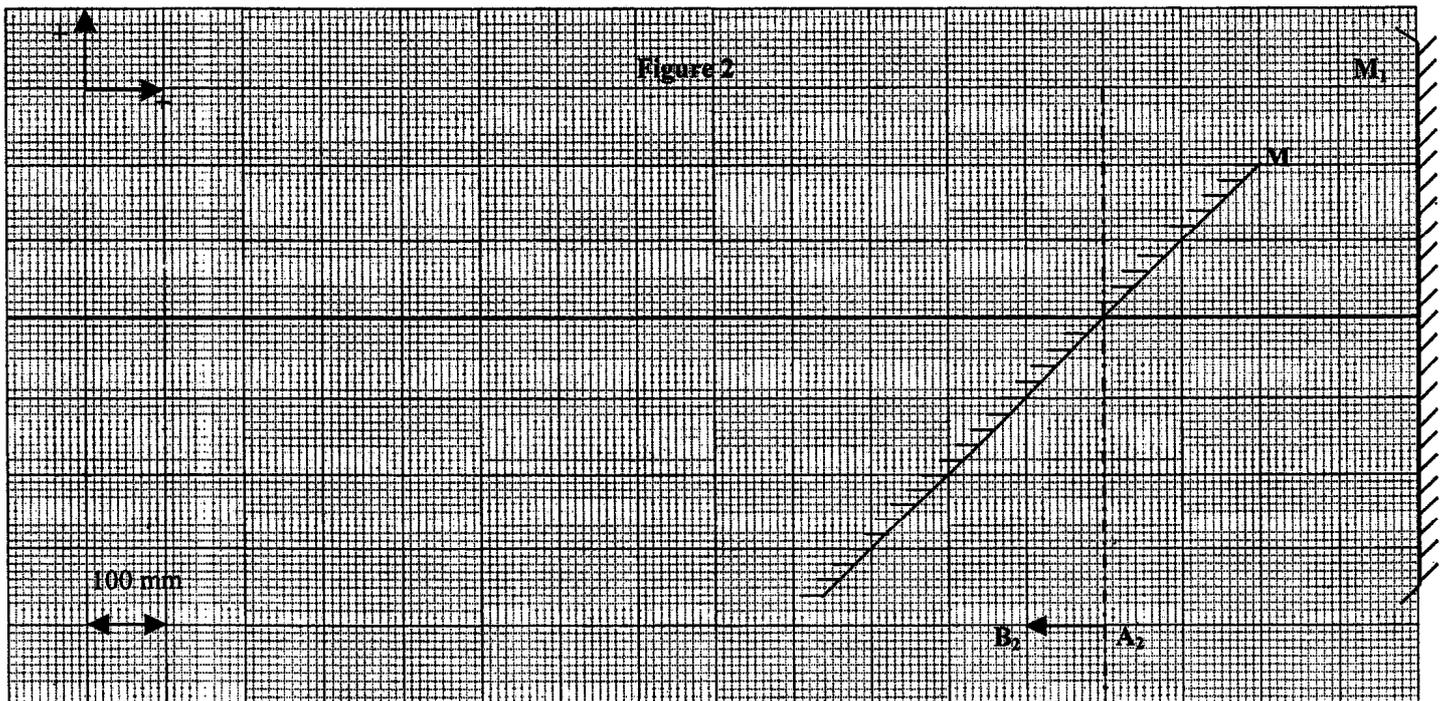
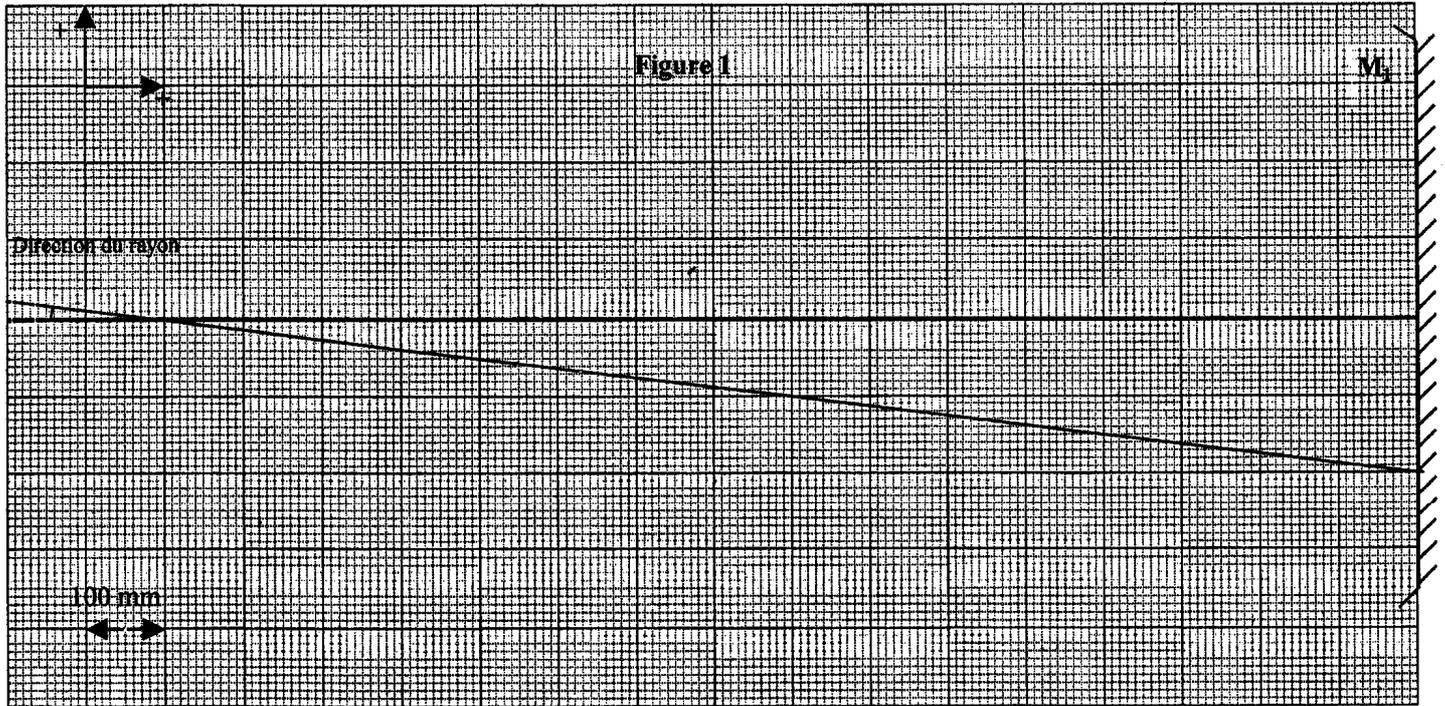
- 3.1 Placer le foyer objet F_2 de la lentille.
- 3.2 Où se situe l'image définitive de la planète Mars observée à l'aide de ce télescope ?
- 3.3 Justifier la réponse précédente en traçant, sur la figure 3, la marche de deux rayons caractéristiques, à partir du point B_2 , passant la lentille (L).

4. Le grossissement.

- 4.1 Le grossissement maximum du télescope, noté G , correspond au quotient de la distance focale de l'objectif f'_1 par la distance focale de l'oculaire f'_2 soit $G = \frac{f'_1}{f'_2}$.

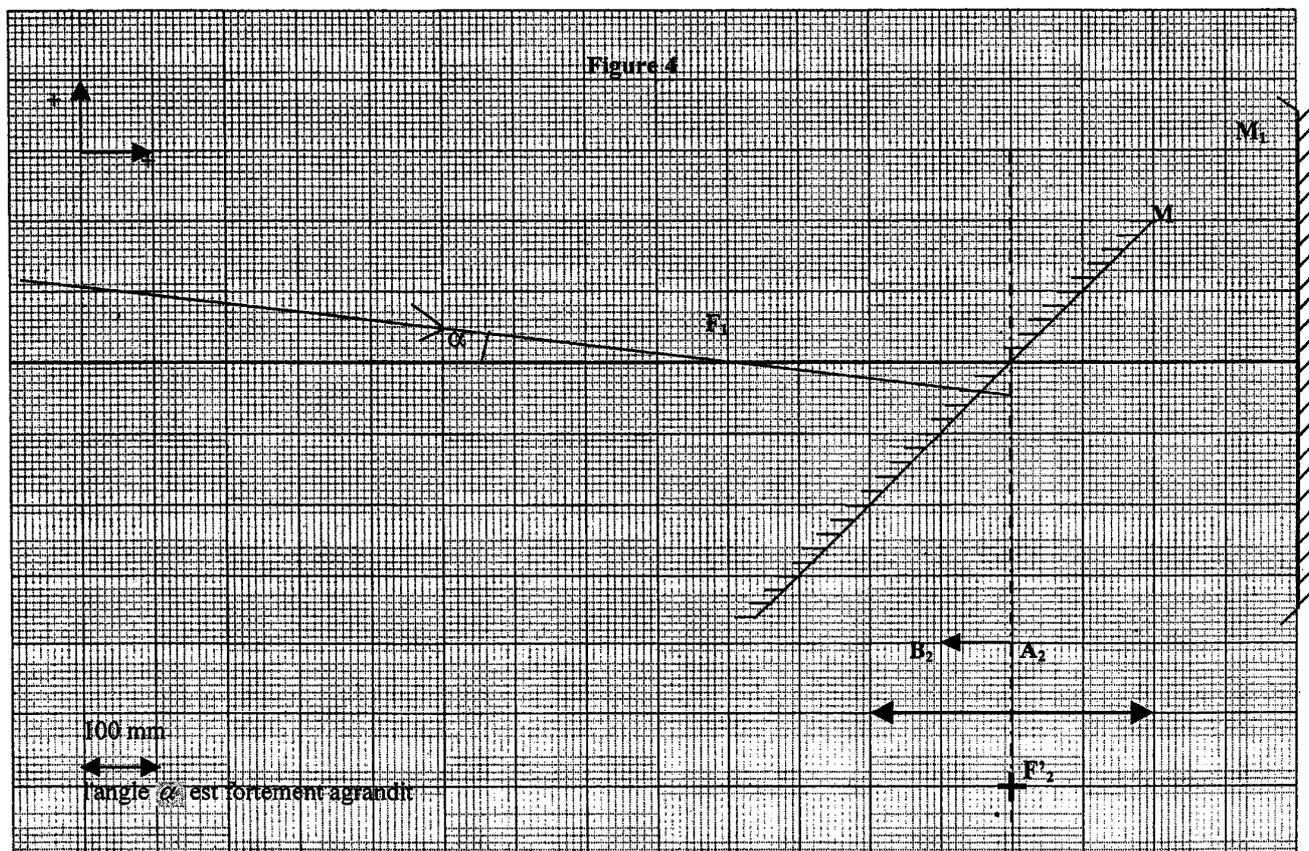
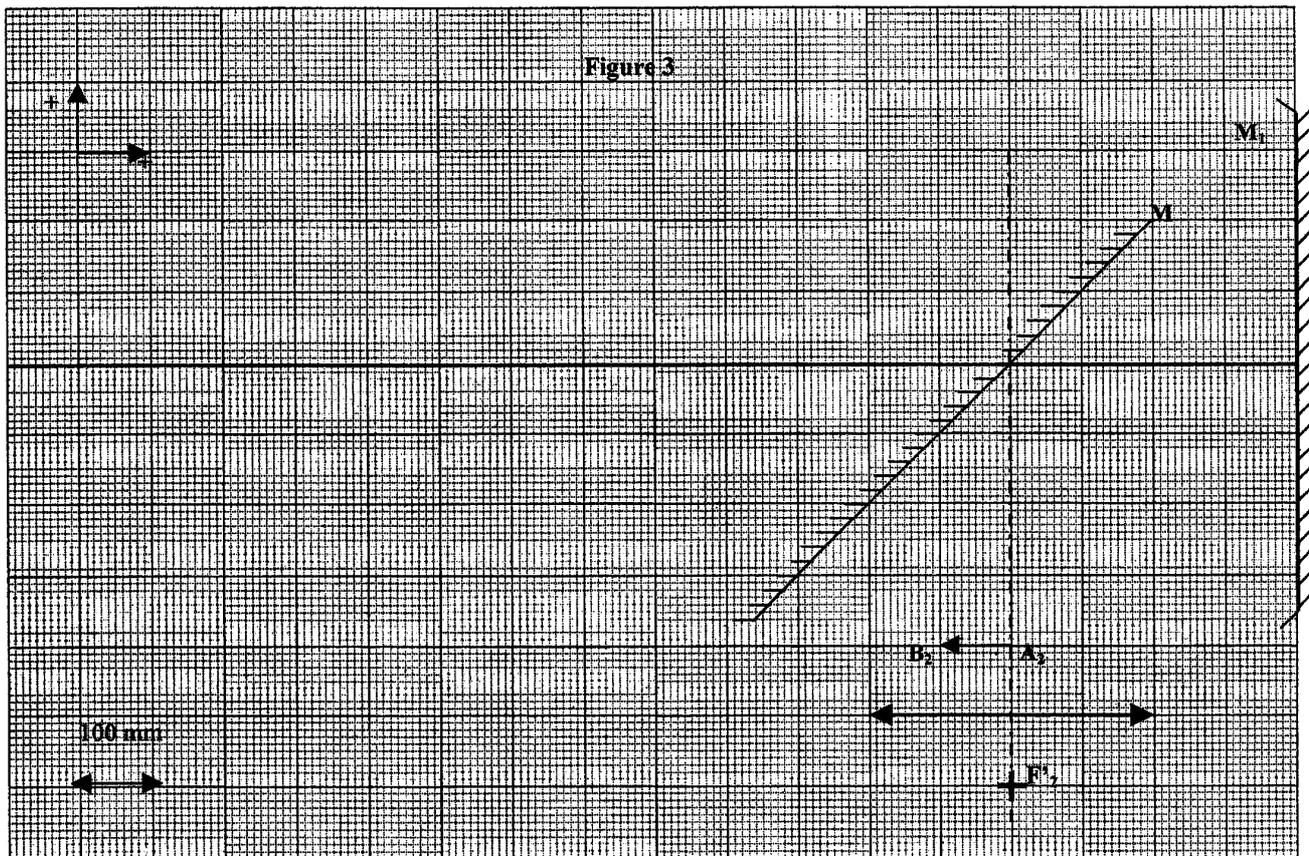
À partir des données de la fiche technique du télescope, calculer la distance focale f'_2 de l'oculaire.

- 4.2 Le grossissement G est aussi égal au quotient du diamètre apparent α' sous lequel est vu l'astre à travers le télescope par le diamètre apparent α sous lequel est vu l'astre à l'œil nu soit $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$.
La planète Mars est observée sous le diamètre apparent $\alpha = 14''$ soit $3,88 \cdot 10^{-3}$ degré.
 - 4.2.1 Définir le diamètre apparent α .
 - 4.2.2 Calculer le diamètre apparent α' (en degré).
 - 4.2.3 Tracer la marche d'un rayon issu de Mars et passant par le foyer F_1 sur la figure 4.
Pour faciliter la construction, l'angle α représenté sur la figure 4 est plus grand que la réalité.
 - 4.2.4 En respectant l'augmentation d'angle α faire figurer le diamètre apparent α' sur la figure 4.



**TOUTES LES ANNEXES, COMPLETEES OU NON DOIVENT ETRE
REMISES ET AGRAFEES AVEC LA COPIE D'EXAMEN**

TOUTES LES ANNEXES, COMPLETEES OU NON DOIVENT ETRE REMISES ET AGRAFEES AVEC LA COPIE D'EXAMEN



Spécialité

SESSION 2003

PHYSIQUE – CHIMIE

Série S

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

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte 1 exercice de PHYSIQUE et 2 exercices de CHIMIE présentés sur 14 pages numérotées de 1 à 14, y compris celle-ci.

Ce sujet comporte trois annexes.

Le candidat doit traiter les 3 exercices, qui sont indépendants les uns des autres :

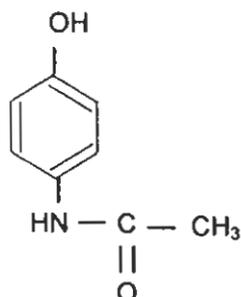
- I. Les ondes sismiques
- II. La pile à combustibles. (Annexe à rendre avec la copie)
- III. Synthèse du paracétamol (Annexes à rendre avec la copie)

Exercice n° 3 (Spécialité) (4 points)

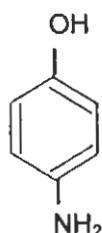
SYNTHÈSE DU PARACÉTAMOL

Le paracétamol est un médicament qui se rapproche de l'aspirine par ses propriétés analgésiques et antipyrétiques.

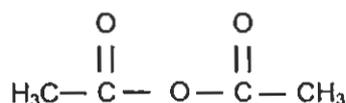
Il est dépourvu d'action anti-inflammatoire, mais ne présente pas les contre-indications de l'aspirine. On l'obtient par réaction entre le para-aminophénol et l'anhydride éthanoïque en milieu aqueux.



Paracétamol



Para-aminophénol



Anhydride éthanoïque

Données :

Para-aminophénol :	$M(\text{para-aminophénol}) = 109 \text{ g.mol}^{-1}$ $T_{fus} = 187 \text{ }^\circ\text{C}$ solubilités dans l'eau : 0,8 g dans 100 g à 20 °C 8,5 g dans 100 g à 100 °C
Paracétamol :	$M(\text{paracétamol}) = 151 \text{ g.mol}^{-1}$ $T_{fus} = 170^\circ\text{C}$ solubilités dans l'eau : 1 g dans 100 g à 20 °C 25 g dans 100 g à 100 °C
Anhydride éthanoïque :	$M(\text{anhydride éthanoïque}) = 102 \text{ g.mol}^{-1}$ $T_{fus} = -73 \text{ }^\circ\text{C}$ masse volumique : 1,082 g.mL ⁻¹

1. Synthèse du produit brut.

Dans un ballon à trois cols (ou tricol), muni d'une agitation mécanique, d'un réfrigérant à reflux et d'une ampoule de coulée, introduire 10,0 g de para-aminophénol.

Sous vive agitation, introduire rapidement 30 mL d'eau puis un peu plus lentement 12,0 mL d'anhydride éthanoïque.

Porter l'ensemble à reflux pendant environ 20 minutes.

Refroidir puis transvaser dans un bécher.

Refroidir alors dans un bain de glace : le paracétamol précipite.

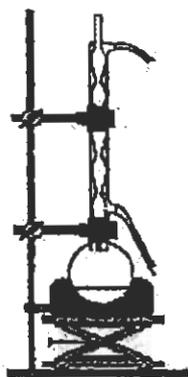
Filtrer sous vide et laver à l'eau glacée.

Essorer et sécher sur papier filtre.

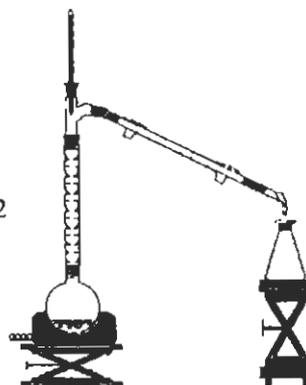
Placer le produit brut humide obtenu à l'étuve à 80 °C : on obtient alors une masse de produit brut sec P :
 $m_p = 10,8 \text{ g}$.

- 1.1 Réécrire la formule semi-développée de l'anhydride éthanóique et entourer le groupe anhydride.
- 1.2 Réécrire la formule semi-développée du paracétamol et entourer le groupe amide.
- 1.3 Lequel des deux montages suivants est un montage à reflux ? Comment se nomme l'autre montage ?

Montage 1



Montage 2



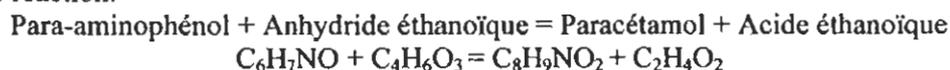
- 1.4 À partir des données physico-chimiques :

1.4.1. Justifier l'état physique du para-aminophénol avant d'être versé dans le ballon à trois cols (ou tricol).

1.4.2. Justifier l'apparition du précipité de paracétamol lors du refroidissement dans le bain de glace.

- 1.5 Légender le schéma de l'ensemble de filtration sous vide représenté en **Annexe 2**.

- 1.6 Suivi de réaction.



- 1.6.1. Montrer que les quantités initiales de réactifs sont :

$$n_{\text{anhydride éthanóique}} = 1,27 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \quad \text{et} \quad n_{\text{para-aminophénol}} = 9,17 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

- 1.6.2. Compléter alors le tableau descriptif de la réaction en **Annexe 3**.

- 1.6.3. En utilisant ce tableau, préciser quel est le réactif limitant. **Justifier**.

- 1.6.4. A partir de ce tableau, déduire la quantité de matière théorique n_{th} de paracétamol susceptible d'être obtenue.

- 1.7 Calcul du rendement de la synthèse.

- 1.7.1 Calculer la quantité de matière n_p de paracétamol réellement obtenue.

- 1.7.2 En déduire le rendement η de cette synthèse.

2. Purification du paracétamol :

À partir du produit brut sec P, on réalise deux parts P_1 et P_2 de masse identique.

On souhaite recristalliser la part P_2 .

- 2.1 Décrire le protocole permettant de réaliser cette recristallisation dans l'eau ?

2.2 Après avoir recristallisé cette part P_2 , on la place à l'étuve à $80\text{ }^\circ\text{C}$ et on obtient une masse : $m_{P_2} = 4,2\text{ g}$.

2.2.1. Calculer le nouveau rendement η' de cette synthèse, après cette purification.

2.2.2. Comparer η' et η .

2.2.3. Quel est le vrai rendement en paracétamol ? Justifier votre réponse.

3. Analyse par chromatographie sur couche mince des produits obtenus.

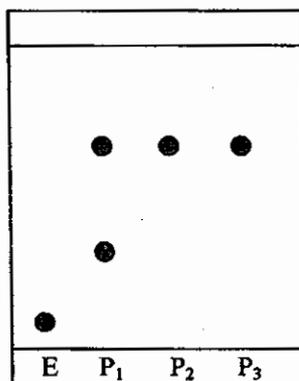
Mode opératoire :

Sur une plaque de silice sensible aux UV, on effectue les dépôts suivants :

- paraminophénol (E) en solution dans l'éthanol ;
- paracétamol brut (P_1) en solution dans l'éthanol ;
- paracétamol purifié (P_2) en solution dans l'éthanol ;
- paracétamol issu d'un comprimé pharmaceutique (P_3) en solution dans l'éthanol ;

L'éluant est un mélange organique complexe.

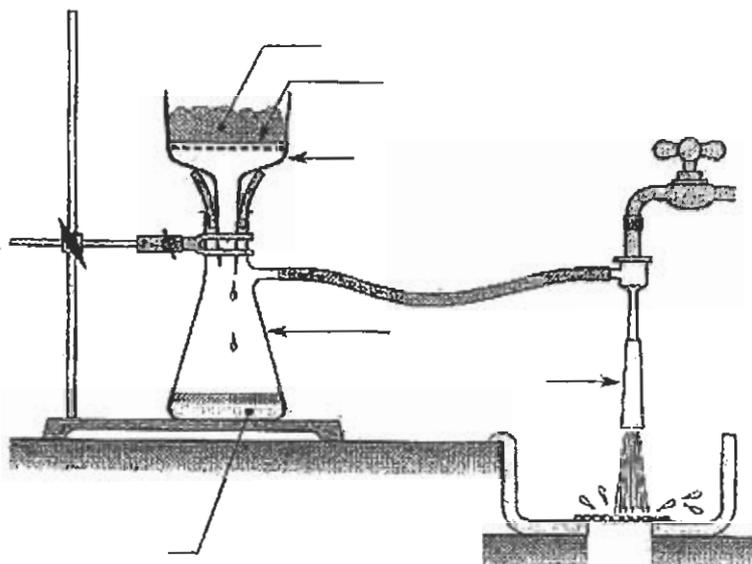
Après révélation, on obtient le chromatogramme suivant :



3.1 Interpréter le chromatogramme ci-dessus.

3.2 Peut-on utiliser la chromatographie sur couche mince pour vérifier la pureté du paracétamol ?

Annexe 2 : À rendre avec la copie



Annexe 3 : À rendre avec la copie

	Para-aminophénol C_6H_7NO	+	Anhydride éthanoïque $C_4H_6O_3$	=	Paracétamol $C_8H_9NO_2$	+	Acide éthanoïque $C_2H_4O_2$
État initial (valeurs en mol)	$9,17 \cdot 10^{-2}$		$1,27 \cdot 10^{-1}$				
État intermédiaire (en fonction de x)							
État final (en fonction de x_{max})							
État final (valeurs en mol)							

Charles Guillaume Scheele, pharmacien suédois, découvrit le dichlore au XVIII^{ème} siècle.

Ce gaz intervient dans la fabrication de l'eau de Javel; celle-ci doit son nom à un ancien village qui est aujourd'hui un quartier de Paris. C'est à Javel que Claude Louis Berthollet, directeur à la manufacture des Gobelins, fabriqua ce produit décolorant et désinfectant et l'employa en 1785 au blanchiment des toiles textiles.

L'eau de Javel est obtenue par action du dichlore $Cl_{2(g)}$ sur l'hydroxyde de sodium ou soude et contient des ions $Cl^-_{(aq)}$, $ClO^-_{(aq)}$, $Na^+_{(aq)}$ ainsi que $H_2O_{(l)}$.

C'est donc une solution aqueuse constituée entre autres d'ions chlorure $Cl^-_{(aq)}$ et d'ions hypochlorite $ClO^-_{(aq)}$.

En milieu acide, l'eau de Javel subit une transformation complète représentée par la réaction d'équation :



Cette transformation permet de définir le degré chlorométrique. Celui-ci est égal au volume, exprimé en litres, de dichlore produit par un litre d'eau de Javel. Ce volume est mesuré à une température de 0°C sous une pression de 1,013 bar.

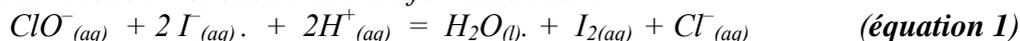
Pour vérifier l'indication portée sur une bouteille commerciale d'eau de Javel, 12° chl (12 degrés chlorométriques), on réalise un titrage.

Principe de la manipulation

On ajoute un excès d'ions iodure à un volume connu de solution d'eau de Javel.

Les ions hypochlorite $ClO^-_{(aq)}$ oxydent en milieu acide les ions iodure $I^-_{(aq)}$.

L'équation de la réaction modélisant la transformation est :



On considérera cette réaction comme totale.

Le diode formé appartenant au couple $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$ est titré par les ions thiosulfate, réducteurs du couple $S_4O_6^{2-}_{(aq)} / S_2O_3^{2-}_{(aq)}$. On en déduit alors la quantité d'ions hypochlorite, puis le degré chlorométrique.

1. Mode opératoire

1.1. L'eau de Javel commerciale étant trop concentrée, il faut d'abord effectuer une dilution au dixième pour obtenir 50,0 mL de solution diluée S. Décrire une méthode qui permet d'effectuer cette dilution. On précisera la verrerie nécessaire (noms et volumes).

1.2. Dans un erlenmeyer, on introduit dans cet ordre :

V = 10,0 mL de solution S;

V' = 20 mL de la solution d'iodure de potassium ($K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}$)

Quelle verrerie faut-il utiliser pour prélever les volumes :

-V = 10,0 mL de solution S ?

-V' = 20 mL de la solution d'iodure de potassium ?

2. Titrage

À l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium de formule $(2 \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})})$ de concentration molaire apportée $c_1 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$, on titre le diode formé.

On ajoute une pointe de spatule de thiodène afin de mieux repérer l'équivalence. Le volume équivalent est $V_{\text{IE}} = 10,0 \text{ mL}$.

2.1. Écrire l'équation de la réaction de titrage, qui sera notée (2), entre le diode et les ions thiosulfate.

2.2. Dédire des résultats du titrage la quantité de matière de diiode présente dans le mélange réactionnel. Cette quantité de matière correspond aussi à la quantité produite lors de la réaction (1).

2.3. Calculer la quantité de matière d'ions hypochlorite initialement présents dans le prélèvement de volume V.

2.4. Déterminer la concentration en ions hypochlorite de la solution S, puis de la solution commerciale.

2.5.

2.5.1. En utilisant l'équation de la réaction chimique donnée dans le texte encadré, calculer la quantité de matière de dichlore produite par un litre d'eau de Javel.

2.5.2. Le volume molaire d'un gaz parfait, dans les conditions de température et de pression citées dans le texte, vaut $22,4 \text{ L.mol}^{-1}$.

En déduire le degré chlorométrique de l'eau de Javel commerciale utilisée.

Commenter le résultat.

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2003

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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



L'épreuve a été conçue pour être traitée SANS calculatrice

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

Le feuillet de l'annexe A (pages A1, A2, A3 et A4), inséré au milieu de ce sujet, EST À RENDRE AVEC LA COPIE.

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

- I. Le microscope optique (4 points) (spécialité)
- II. L'arôme de banane (6,5 points)
- III. Temps caractéristiques de quelques systèmes (5,5 points)

EXERCICE I. LE MICROSCOPE OPTIQUE (4 points)

Le texte ci-dessous, extrait d'un ouvrage de vulgarisation scientifique, donne une description sommaire du microscope.

« La partie optique du microscope se compose d'un oculaire et d'un objectif. L'oculaire est une lentille près de laquelle on applique l'œil ; l'objectif se trouve très près de l'objet. On place l'objet à une distance légèrement supérieure à la distance focale de l'objectif. Dans l'espace compris entre l'oculaire et l'objectif se forme une image renversée et grossie de l'objet. Il faut que cette image se situe entre l'oculaire et son foyer, car l'oculaire joue le rôle de loupe à travers laquelle on examine l'objet. On démontre que le grossissement du microscope est égal au produit des grossissements de l'oculaire et de l'objectif, pris séparément (...) Le microscope ne permet pas de discerner les détails d'un objet inférieurs au micromètre. Les détails de l'ordre du millimètre sont discernables à l'œil nu.

D'après : *La physique à la portée de tous*, de Alexandre Kitaïgorodski (professeur et docteur ès sciences et mathématiques).

1. QUESTIONS À PROPOS DU TEXTE

- 1.1. Est-il possible d'observer à l'œil nu des cellules d'épiderme d'oignon dont les dimensions sont de quelques dizaines de micromètres ? La réponse sera justifiée.
- 1.2. Faire un schéma, sans souci d'échelle, du microscope décrit dans le texte. Aucune construction de rayons lumineux n'est demandée. Sur ce schéma, figureront en particulier : l'objectif (L_1), l'oculaire (L_2), les centres optiques O_1 et O_2 respectivement des lentilles (L_1) et (L_2), les foyers objet et image de chacune d'elles, un objet (AB), A étant sur l'axe optique, l'image intermédiaire (A_1B_1) de cet objet et l'œil.
- 1.3. Dans le texte, l'auteur mentionne le terme « image intermédiaire ». Pour quelle lentille joue-t-elle le rôle d'objet ? Pour quelle lentille joue-t-elle le rôle d'image ?

2. MODÉLISATION D'UN MICROSCOPE

On modélise un microscope à l'aide de deux lentilles minces convergentes :

- l'objectif (L_1) de centre optique O_1 , de foyer objet F_1 et de foyer image F'_1 , de distance focale $f'_1 = 2,0$ cm ;
- l'oculaire (L_2) de centre optique O_2 , de foyer objet F_2 et de foyer image F'_2 , de distance focale $f'_2 = 4,0$ cm.

Les deux lentilles ont même axe optique et $O_1O_2 = 14,0$ cm.

Un objet plan (AB) perpendiculaire à l'axe optique est placé en avant de la lentille (L_1).

Le point A de l'objet appartient à l'axe optique. La lentille (L_1) donne de l'objet (AB) une image (A_1B_1).

La lentille (L_2) permet d'obtenir l'image définitive (A_2B_2).

Pour ne pas fatiguer l'œil, l'image définitive doit se former à l'infini. Les lentilles (L_1) et (L_2) étant fixes l'une par rapport à l'autre, il est donc nécessaire de trouver la position de l'objet permettant de faire une observation dans ces conditions.

2.1. Rôle de l'oculaire

2.1.1 Justifier à partir d'une relation de conjugaison, le fait que l'image intermédiaire se forme nécessairement au niveau du foyer objet de l'oculaire. On appellera (A_2B_2) l'image définitive.

2.1.2 Sur la figure 1 donnée à l'annexe page A4 **À RENDRE AVEC LA COPIE**, sont représentés l'oculaire, ainsi que l'image intermédiaire (A_1B_1) . La figure est réalisée à l'échelle 1/1 sauf pour (A_1B_1) qui est représentée sans souci d'échelle.

- Placer les foyers F_2 et F'_2 ;
- construire la marche du faisceau lumineux délimité par les deux rayons lumineux représentés sur la figure 1 de l'annexe page A4 **À RENDRE AVEC LA COPIE** ;
- en déduire où se trouve l'image définitive (A_2B_2) .

2.2. Rôle de l'objectif

Sur la figure 2 donnée à l'annexe page A4 **À RENDRE AVEC LA COPIE**, sont représentés l'objectif avec ses foyers objet et image, ainsi que l'image intermédiaire (A_1B_1) . La figure est réalisée à l'échelle 1/1 sauf pour (A_1B_1) qui est représentée sans souci d'échelle.

2.2.1 Construire l'objet (AB).

2.2.2 Définir le grandissement γ_{ob} de l'objectif. Montrer, en utilisant la construction graphique, qu'il est de l'ordre de : - 4.

2.3. Grossissement du microscope

Le grossissement G du microscope peut être calculé à partir du grandissement γ_{ob} de l'objectif et du grossissement G_{oc} de l'oculaire par la relation : $G = |\gamma_{ob}| \cdot G_{oc}$

2.3.1. Dans le texte donné en début d'exercice, il est fait référence au grossissement du microscope. En tenant compte de la définition donnée ci-dessus, indiquer quel abus de langage fréquent figure dans le texte.

2.3.2. On se propose d'utiliser le microscope modélisé pour observer des cellules d'épiderme d'oignon de dimension $80 \mu\text{m}$.

Le grossissement du microscope modélisé vaut $G = 25$.

Ce grossissement est donné par la relation $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ où :

- α désigne le diamètre apparent de l'objet observé à l'œil nu, à 25 cm de cet objet ;
- α' désigne le diamètre apparent de l'image définitive (A_2B_2) formée à l'infini.

Dans le cas d'une cellule d'épiderme d'oignon, $\alpha = 3,2 \times 10^{-4}$ rad.

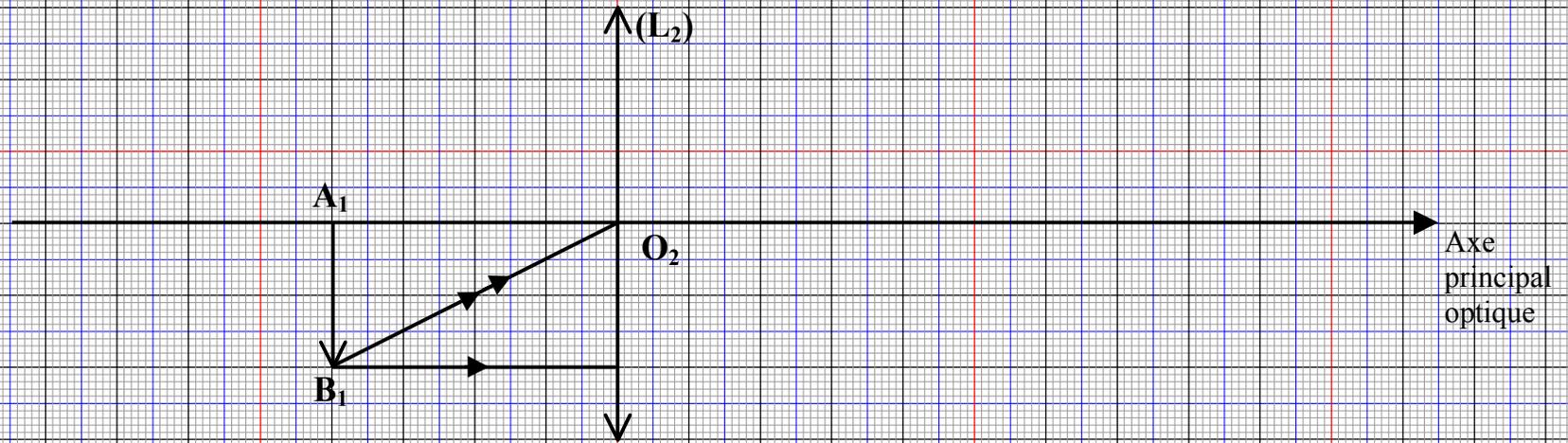
Calculer la valeur du diamètre apparent α' pour une cellule d'épiderme d'oignon observée à travers le microscope modélisé.

2.3.3. On considère que deux points d'un objet sont aisément discernables à l'œil nu, s'ils sont observés sous un diamètre apparent supérieur ou égal à 4×10^{-3} rad.

Le microscope modélisé permet-il d'observer une cellule d'épiderme d'oignon ? Justifier.

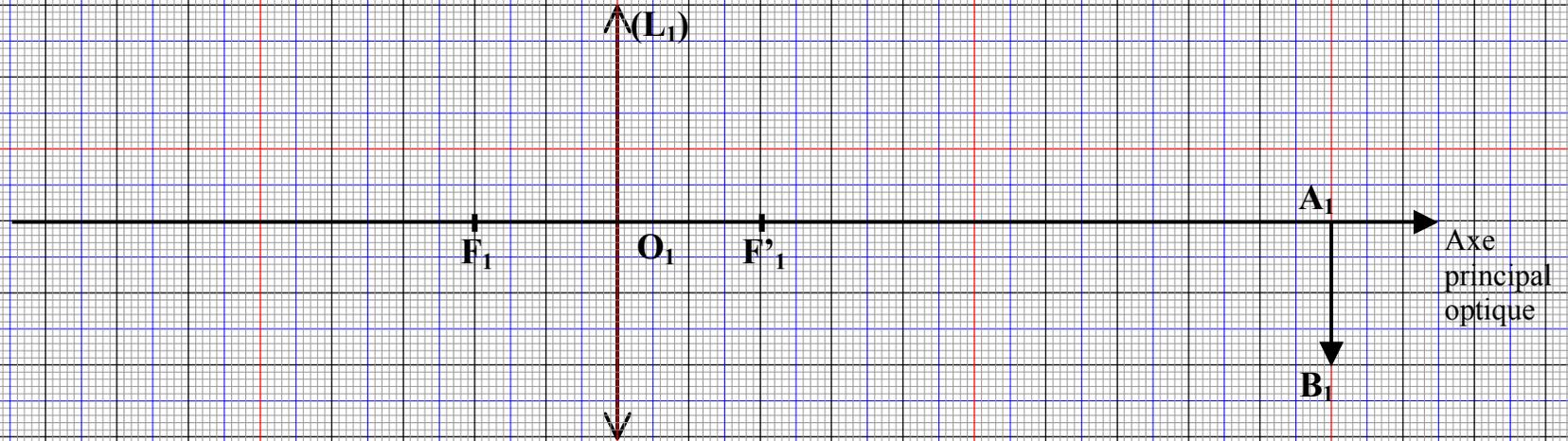
Sens de propagation de la lumière

Échelle horizontale : 1,0 cm pour 1,0 cm



Sens de propagation de la lumière

Échelle horizontale : 1,0 cm pour 1,0 cm



ANTILLES 09/2003 ÉMISSION ET RÉCEPTION D'UNE ONDE MODULEE EN AMPLITUDE

4 points

On s'intéressera aux stations de la bande des grandes ondes pour lesquelles toutes les porteuses sont modulées en amplitude par des signaux audio-fréquences (ondes dont la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz).

1. Émission d'une onde modulée en amplitude

1.1. Étude l'onde porteuse

Pour simuler l'onde porteuse, on utilise un GBF délivrant une tension sinusoïdale $p(t)$ d'amplitude P_m et de fréquence f_p . Cette tension a pour expression : $p(t) = P_m \times \cos(2\pi \times f_p \times t)$

On visualise cette tension à l'aide d'un oscilloscope. L'oscillogramme obtenu est le suivant.

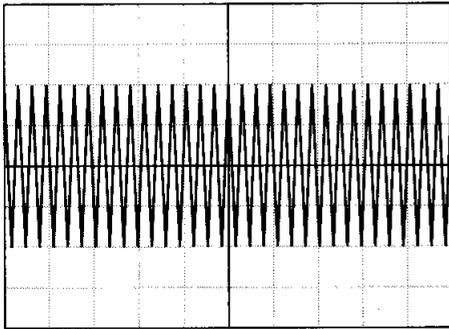


Figure 1 : oscillogramme 1.

Coefficient de balayage : $20 \mu\text{s} / \text{div}$.
Sensibilité verticale : $1 \text{ V} / \text{div}$
Couplage : DC

En l'absence de tension, le spot occupe la ligne médiane de l'écran.

1.1.1. D'après l'oscillogramme 1, déterminer l'amplitude P_m de la tension sinusoïdale $p(t)$ représentée.

1.1.2. D'après l'oscillogramme 1, déterminer la période T_p de la tension $p(t)$; comment peut-on obtenir la meilleure précision sur la détermination de la période en maintenant le coefficient de balayage constant ?

1.1.3. En déduire la fréquence de la tension $p(t)$.

1.1.4. Déterminer la longueur d'onde λ d'une onde porteuse ayant la même fréquence que la tension sinusoïdale $p(t)$.

Donnée : la célérité des ondes électromagnétiques dans l'air $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

1.2. Étude du signal modulant

Pour simuler le signal modulant, on utilise un GBF délivrant une tension sinusoïdale $s(t)$ d'amplitude S_m et de fréquence $f_s = 10 \text{ kHz}$. Cette tension a pour expression : $s(t) = S_m \times \cos(2\pi \times f_s \times t)$

À l'aide du réglage du décalage du signal de sortie du générateur, on superpose à la tension sinusoïdale $s(t)$ une tension constante positive, de valeur U_0 .

On visualise la tension $s(t) + U_0$ à l'aide d'un oscilloscope.

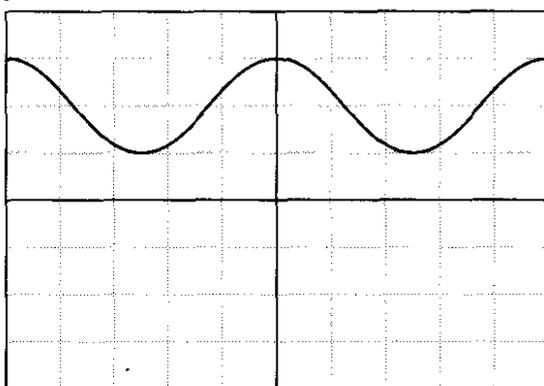


Figure 2 : oscillogramme 2.

Coefficient de balayage : $20 \mu\text{s} / \text{div}$
Sensibilité verticale : $1 \text{ V} / \text{div}$
Couplage : DC

En l'absence de tension, le spot occupe la ligne médiane de l'écran

1.2.1. L'oscillogramme obtenu est représenté sur la figure 2. Déterminer l'amplitude de la tension modulante S_m .

1.2.2. Sur l'oscillogramme 2, déterminer la tension de décalage U_0 .

1.3. Étude de la réalisation d'une onde modulée en amplitude

La modulation en amplitude est réalisée à l'aide d'un multiplieur. Son rôle est ainsi défini:

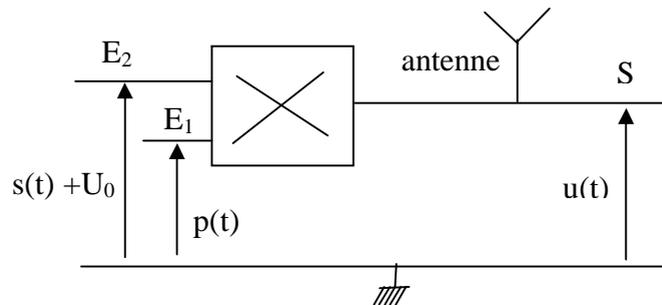
On applique entre la masse et chacune des deux entrées E_1 et E_2 du multiplieur une tension électrique:

- la tension sinusoïdale $p(t)$ sur E_1 qui correspond à la porteuse.
- la tension sinusoïdale $s(t) + U_0$ sur E_2 qui correspond au signal modulant à transmettre.

Le multiplieur donne en sortie une tension $u(t)$ qui correspond au signal modulé.

Cette tension a pour expression : $u(t) = k \times p(t) \times (s(t) + U_0)$, avec $p(t) = P_m \times \cos(2\pi \times f_p \times t)$
 $s(t) = S_m \times \cos(2\pi \times f_s \times t)$

et k constante caractéristique du multiplieur.



En S , on place une antenne qui émet l'onde modulée en amplitude.

On visualise la tension $u(t)$ à l'aide d'un oscilloscope. L'oscillogramme obtenu est représenté sur la figure 3

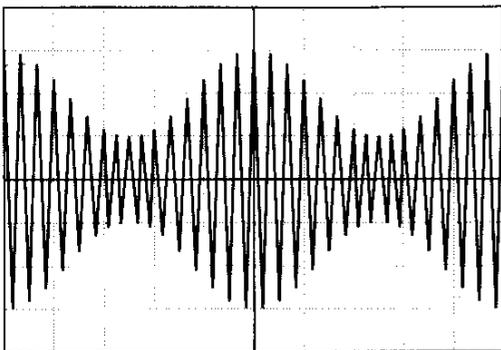


Figure 3 : oscillogramme 3.

Coefficient de balayage : $20 \mu s / div$

Sensibilité verticale : $1 V / div$

Couplage : DC

En l'absence de tension, le spot occupe la ligne médiane de l'écran.

1.3.1. En introduisant le taux de modulation $m = \frac{S_m}{U_0}$ et en posant $A = k \times P_m \times U_0$, montrer que la tension modulée en amplitude peut se mettre sous la forme :

$$u(t) = A \times [m \times \cos(2\pi \times f_s \times t) + 1] \times \cos(2\pi \times f_p \times t)$$

1.3.2. Une tension modulée en amplitude peut également se mettre sous la forme :

$$u(t) = U_m(t) \times \cos(2\pi \times f_p \times t) \text{ avec } U_m(t) = A \times [m \times \cos(2\pi \times f_s \times t) + 1]$$

L'amplitude de la tension modulée $U_m(f)$ varie entre deux valeurs extrêmes, notées U_{\min} et U_{\max} ,

- Déterminer les expressions littérales de U_{\min} et U_{\max} en fonction de A et m .
- En déduire que l'expression littérale du taux de modulation peut se mettre sous la

$$\text{forme : } m = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}}.$$

1.3.3. Sur l'oscillogramme de la figure 3, déterminer les valeurs de U_{\max} et U_{\min} et calculer la valeur du taux de modulation m .

La comparer avec la valeur trouvée en utilisant l'expression $m = \frac{S_m}{U_0}$.

1.3.4 Citer la condition pour éviter la surmodulation.

Les résultats précédents permettent-ils d'affirmer que cette condition est vérifiée ?

2. Réception de l'onde modulée

Pour capter l'onde électromagnétique émise par l'antenne placée en S, on utilise le dispositif représenté ci-dessous (figure 4) où on considère que la diode D est idéale. Il s'agit d'un récepteur d'ondes hertziennes, qui constitue une chaîne électronique dont on va étudier certains étages.

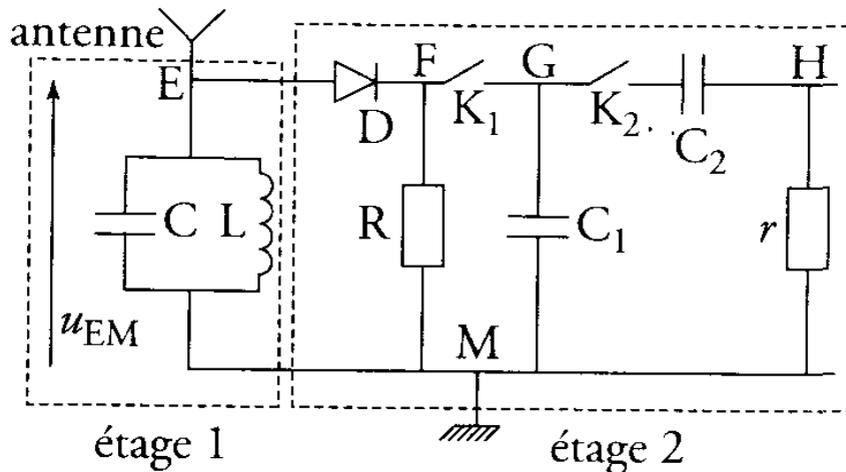


Figure 4

2.1. L'étage 1 étudié est un circuit constitué par une association condensateur - bobine en parallèle.

2.1.1. Quel est le rôle du dipôle LC parallèle utilisé ici comme filtre passe-bande pour la tension ?

2.1.2. La théorie montre que l'amplitude de la tension u_{EM} est maximale pour une fréquence de l'onde captée f_0 telle que $4 \cdot \pi^2 \times f_0^2 \times L \times C = 1$. Sachant que la valeur de la capacité C est 0,47 nF, déterminer la valeur à donner à l'inductance L de la bobine pour capter France Inter grandes ondes (fréquence de la station : 160 kHz). La réception de l'onde émise sera alors optimale.

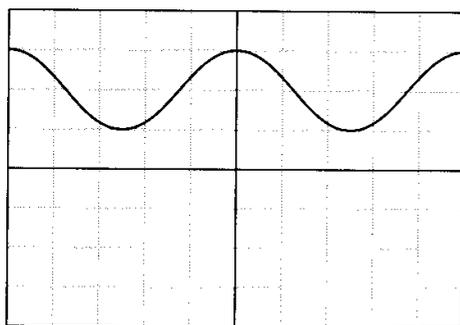
2.2. Après réception du signal modulé, il faut le démoduler.

Cette démodulation est réalisée par l'étage 2.

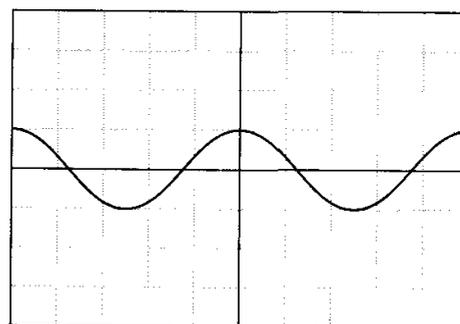
Pour comprendre les rôles de chaque partie de cet étage, on va les étudier à l'oscilloscope. On relie donc successivement l'entrée de l'oscilloscope aux bornes E, G et H du montage ci-dessus.

On visualise successivement les trois tensions u_{EM} , u_{GM} et u_{HM} sur un oscilloscope, M étant la masse du circuit. Les oscillogrammes des trois tensions sont obtenus en utilisant le mode DC de l'oscilloscope.

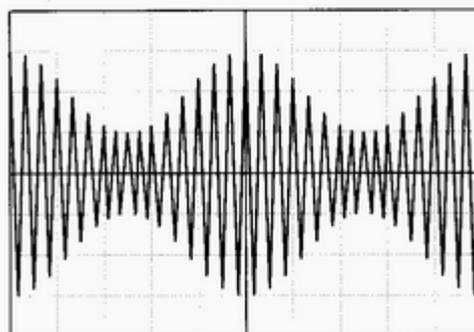
Oscillogramme A



Oscillogramme B



Oscillogramme C



En l'absence de signal appliqué aux voies, les traces obtenues sur l'écran coïncident avec la ligne horizontale médiane.

2.2.1. Les deux interrupteurs K_1 et K_2 étant ouverts, identifier u_{EM} en indiquant l'oscillogramme A, B ou C correspondant. Justifier.

2.2.2. K_1 étant fermé et K_2 étant ouvert, identifier u_{GM} en indiquant l'oscillogramme A, B ou C correspondant. Quel est le rôle de l'ensemble diode D et circuit RC_1 parallèle ?

2.2.3. Les deux interrupteurs K_1 et K_2 étant fermés, identifier u_{HM} en indiquant l'oscillogramme A, B ou C correspondant. Quel est le rôle du dipôle $r C_2$ série utilisé ici comme filtre passe-haut ?

2.2.4. *On souhaite obtenir une démodulation de bonne qualité en choisissant la valeur de la capacité C_1 adaptée. La constante de temps RC_1 doit alors satisfaire aux conditions suivantes :*
 $RC_1 < T_s$ avec T_s période du signal modulant.

$RC_1 > T_P$ avec T_P période de la porteuse.

Application : la période T_s du signal sonore à transporter est égale à $100 \mu s$, et la période T_P de la porteuse est égale à $6,25 \mu s$. Le conducteur ohmique a une résistance $R = 10 k\Omega$.

Déterminer alors, dans la liste suivante, la valeur de la capacité C_1 permettant d'obtenir la meilleure démodulation possible.

Liste des valeurs des capacités disponibles : $220 pF$ - $2,2 nF$ - $22 nF$ - $220 nF$.

SESSION 2003

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

L'épreuve a été conçue pour être traitée AVEC calculatrice

L'usage des calculatrices EST autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de papier millimétré.

Les données sont en italique.

Ce sujet comporte deux exercices de PHYSIQUE et un exercice de CHIMIE présentés sur 9 pages numérotées de 1 à 9, y compris celle-ci. Les annexes page 8 et page 9 sont à rendre avec la copie.

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

- I. Lunette ou télescope ? (4 points)
- II. Le grand saut : une chute libre ? (5,5 points)
- III. Hémisynthèse de l'aspirine au laboratoire (6,5 points)

I. LUNETTE OU TÉLESCOPE ? (4 points)

Douceur des nuits et clarté du ciel font de l'été la saison idéale pour s'initier à l'astronomie. Mais, quand on est totalement débutant dans ce genre d'exercice, quel matériel choisir ?

Si on exclut les paires de jumelles, il existe deux grandes familles d'instruments pour l'observation du ciel : les lunettes et les télescopes. Leur différence de conception tient essentiellement au trajet emprunté par la lumière dans l'appareil.

Les lunettes se résument à un tube portant une lentille (ou un groupe de lentilles) à chaque extrémité. La plus grosse, tournée vers le ciel, est l'objectif : elle capte la lumière et concentre les rayons pour former une image à l'intérieur de l'instrument. La deuxième lentille, l'oculaire, permet d'observer cette image.

Le grossissement d'une lunette est égal à la distance focale de l'objectif divisée par celle de l'oculaire...

Dans un télescope, le trajet optique de la lumière est fondamentalement différent de celui d'une lunette. Son principe de fonctionnement repose sur un jeu de miroirs. Le plus important, dit miroir primaire, capte la lumière et la dirige vers un second miroir, le miroir secondaire qui, à son tour, la réfléchit vers l'oculaire.

Le grossissement d'un télescope se calcule de la même manière que pour une lunette. Le miroir primaire, sphérique convergent, possède aussi une distance focale. On la divise par la distance focale de l'oculaire pour déterminer le grossissement.

d'après l'article "Lunette ou télescope" de Henri-Pierre PENEL, *Sciences et Vie*, août 2001.

L'objectif de cet exercice est de schématiser les trajets suivis par la lumière dans une lunette astronomique et dans un télescope.

1. Une lunette astronomique.

On observe la Lune à l'aide d'une lunette astronomique dont l'objectif est une lentille convergente de distance focale $f_1 = 100$ cm.

Vue depuis la Terre, la Lune a un diamètre apparent $\alpha = 9,3 \times 10^{-3}$ rad.

1.1.1. Rappeler la définition du diamètre apparent (on pourra répondre par un schéma clairement annoté).

1.1.2. Calculer le diamètre réel de la Lune sachant qu'elle est située à $3,8 \times 10^5$ km de la Terre.

1.2. On appelle AB le diamètre de la Lune situé dans le plan vertical contenant l'axe de la lunette, le point A étant situé sur l'axe optique principal (voir figure 1 de l'annexe, page 8). La Lune étant très éloignée de la Terre, dans toute la suite de l'énoncé, on la supposera à l'infini.

1.2.1. Sur la figure 1 de la feuille annexe, page 8, à rendre avec la copie, construire l'image A_1B_1 , donnée par l'objectif (lentille L_1), de l'objet AB .

1.2.2. Calculer la grandeur de cette image. L'angle α étant petit, on pourra utiliser l'approximation $\tan \alpha \approx \alpha$, α étant exprimé en radian.

1.3. L'image A_1B_1 sert d'objet pour l'oculaire (lentille L_2) qui en donne une image $A'B'$.

1.3.1. Quelle position particulière doit occuper A_1B_1 pour que $A'B'$ soit rejetée à l'infini (vision sans fatigue) pour un œil normal ?

1.3.2. En déduire la position des foyers de la lentille L_2 et les marquer sur la figure 1 de la feuille annexe, en fin d'exercice, page 4.

1.3.3. Construire l'image $A'B'$ sur la figure 1.

1.4. On appelle grossissement de la lunette le rapport $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$, α étant le diamètre apparent et α' l'angle sous lequel on voit l'image $A'B'$.

1.4.1. Calculer l'angle α' sachant que l'oculaire a une distance focale $f_2 = 10,0$ cm. L'angle α' étant petit, on pourra utiliser l'approximation $\tan \alpha' \approx \alpha'$, α' étant exprimé en radian.

1.4.2. En déduire le grossissement de la lunette.

1.4.3. Vérifier que la relation indiquée dans le texte pour calculer le grossissement donne le même résultat.

2. Un télescope.

On utilise maintenant un télescope de Newton pour observer la Lune. Le miroir principal, de sommet S , a une distance focale $f_1 = 100$ cm.

2.1.1. Quel est, d'après le texte, le rôle du miroir secondaire ?

2.1.2. Pourquoi ce miroir est-il indispensable dans un télescope ?

2.2. Sur la figure 2 de la feuille annexe (à rendre avec la copie) on a représenté l'image A_1B_1 donnée par le miroir primaire. Cette image sert d'objet pour le miroir plan qui en donne une image A_2B_2 .

2.2.1. Construire l'image A_2B_2 puis l'image définitive $A'B'$ donnée par l'oculaire.

2.2.2. Compléter sur la figure 2 de la feuille annexe, le trajet dans le télescope du rayon issu de B qui frappe le miroir principal en I (faire un tracé en couleur bien visible).



FEUILLE ANNEXE RELATIVE À L'EXERCICE I

LUNETTE OU TÉLESCOPE ?

À RENDRE AVEC LA COPIE

Figure 1

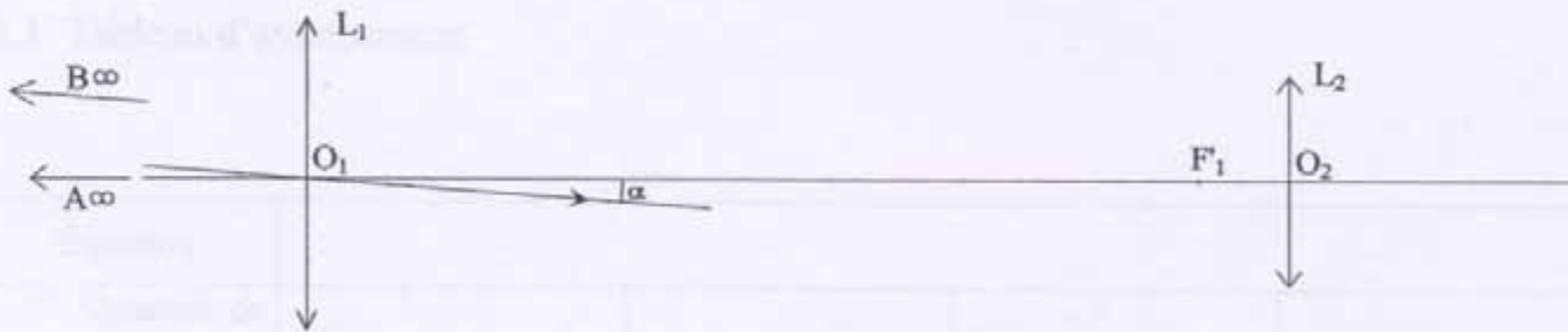
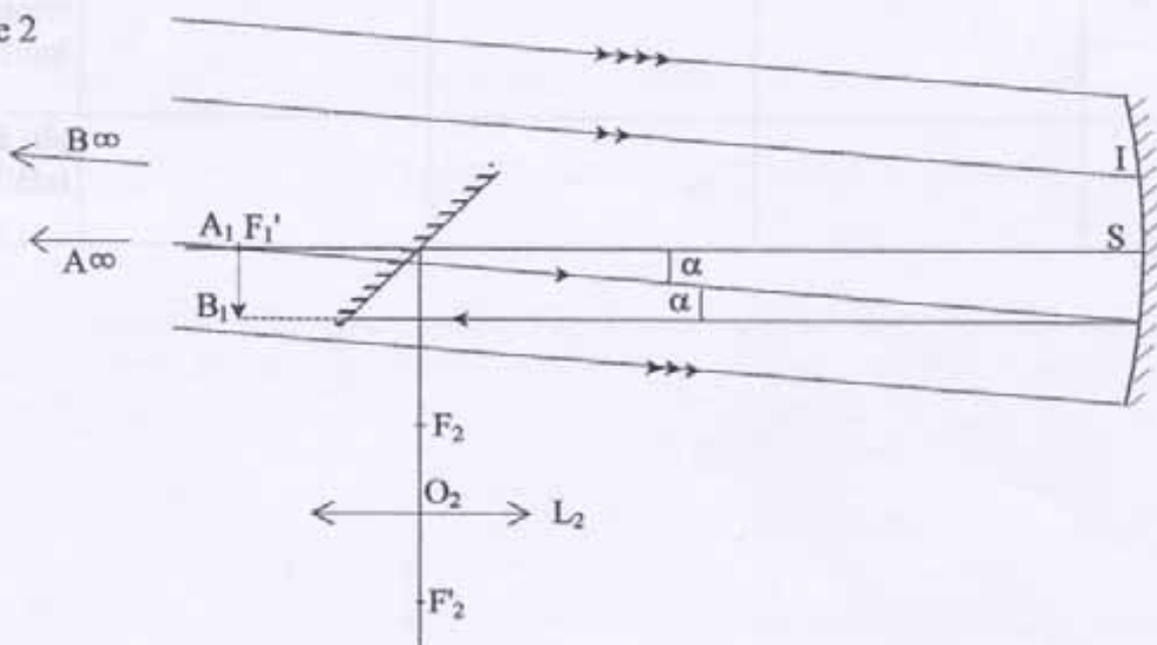


Figure 2



EXERCICE I. DOSAGE DE LA CAFÉINE (4pts)

Selon la légende, le café fut remarqué pour la première fois quelques 850 ans avant notre ère : un berger du Yémen nota que ses brebis étaient dans un état d'excitation inhabituel lorsqu'elles consommaient les baies d'un arbre des montagnes... On considère que c'est la caféine contenue dans les grains de café de ces baies qui était l'espèce responsable de cette excitation.

Plus la teneur en caféine d'une tasse de café est importante, plus l'excitation du consommateur sera grande.

Le but de l'exercice est de déterminer la concentration en caféine dans deux tasses de café de provenances différentes, (notées boisson 1 et boisson 2) pour déterminer celui qui est le plus excitant. (question 3.2)

On extrait la caféine des feuilles de thé et, avec la caféine purifiée, on prépare des solutions de caféine de différentes concentrations.

À l'aide d'un spectrophotomètre, on mesure ensuite l'absorbance A de ces solutions de caféine.

1. Extraction de la caféine

Le thé contient environ 5 % de caféine, mais il contient aussi d'autres substances comme des sucres, des pigments, des graisses,

Données :

	Dans le dichlorométhane	Dans l'eau à 25°C	Dans l'eau à 65°C
Solubilité de la caféine	importante	faible	très importante

- Le dichlorométhane a pour densité 1,30 et se trouve à l'état liquide dans les conditions de l'expérience.

- Le dichlorométhane n'est pas miscible à l'eau.

L'extraction de la caféine se fait en quatre étapes :

Étape 1 :

- dans un ballon surmonté d'un réfrigérant, on introduit des feuilles de thé et de l'eau distillée. Le chauffage et l'agitation durent 2 heures.

Étape 2 :

- la phase aqueuse précédente est refroidie et mélangée à du dichlorométhane. Seule la phase organique est recueillie.

Étape 3 :

- la phase organique est mélangée à du sulfate de magnésium anhydre puis filtrée.

Étape 4 :

- après évaporation du solvant, on obtient une poudre blanche qui contient principalement de la caféine.

1.1. Dans l'étape 1, quel est le rôle du réfrigérant ? Le schématiser surmontant le ballon sans oublier la circulation d'eau.

1.2. En utilisant les données, justifier le chauffage dans cette première étape.

1.3. Pour l'étape 2, dessiner le dispositif permettant de recueillir la phase organique et indiquer la position des phases aqueuse et organique. Dans quelle phase se trouve la quasi-totalité de la caféine extraite (justifier) ?

- 1.4. Dans l'étape 2, quelle technique est mise en œuvre ?
1.5. Quel est le rôle du sulfate de magnésium anhydre ?
1.6. Il est possible de purifier un solide tel que la caféine extraite. Nommer une technique de purification d'un solide.

2. Préparation de solutions de caféine de différentes concentrations

Avec la caféine extraite que l'on a purifiée, on fabrique une solution de caféine dans le dichlorométhane de concentration 32 mg.L^{-1} .

On désire préparer des solutions de concentrations 4 mg.L^{-1} , 8 mg.L^{-1} , 12 mg.L^{-1} et 16 mg.L^{-1} .

Parmi le matériel suivant, indiquer celui utilisé pour préparer la solution de caféine de concentration 16 mg.L^{-1} . Justifier votre choix.

Matériel à disposition :

- bechers de 100 mL et 200 mL
- fioles jaugées de 5,0 mL ; 10,0 mL et 50,0 mL
- pipettes jaugées de 2,0 mL et 5,0 mL
- éprouvette graduée de 5 mL.

3. Mesure d'absorbance

On a tracé ci dessous (figure n°1) le spectre d'absorption de la caféine entre 220 nm et 320 nm pour une des solutions de caféine.

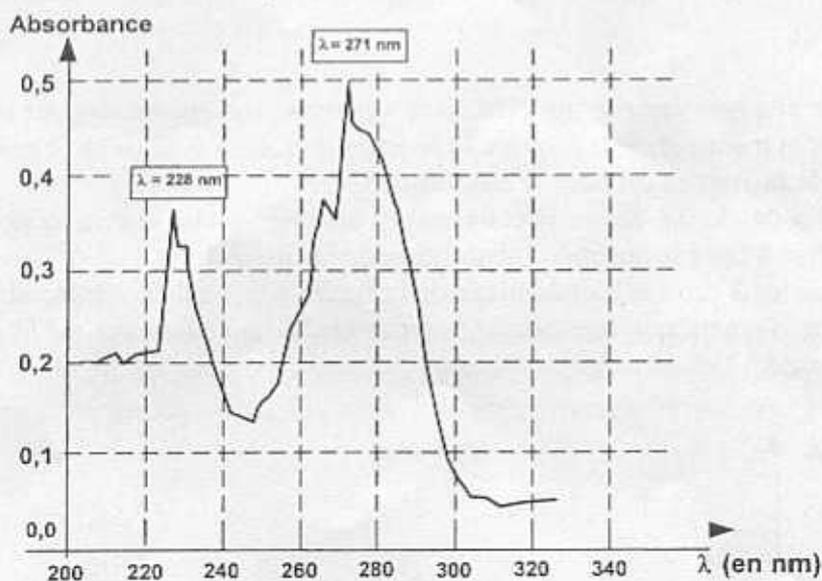


figure 1

3.1 À quel domaine appartient ces longueurs d'onde ?

On veut tracer la courbe d'étalonnage $A = f(c)$ de la caféine à l'aide des différentes solutions précédemment préparées.

Pour cela, il faut régler le spectrophotomètre sur une longueur d'onde correspondant à un maximum d'absorption de la caféine.

On choisit de se placer à une longueur d'onde de 271 nm et l'on mesure les absorbances des 5 solutions de caféine. À l'aide de ces mesures, on obtient la courbe $A = f(c)$ ci-dessous (figure 2).

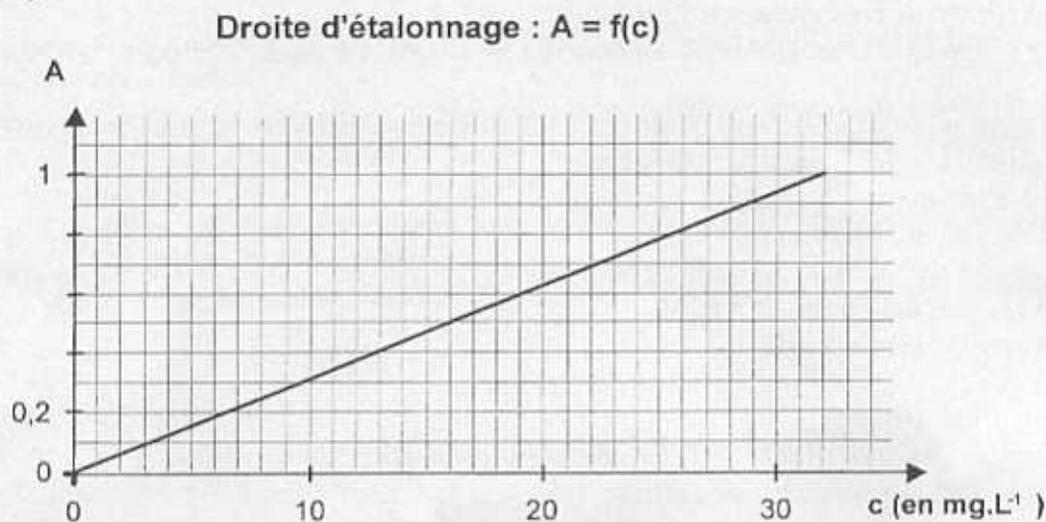


figure 2

3.2. Sans changer les réglages du spectrophotomètre, on mesure les absorbances des boissons 1 et 2. On trouve $A_1 = 0,17$ pour la boisson 1 et $A_2 = 0,53$ pour la boisson 2. Quel est le café le plus excitant pour le consommateur?

3.3. À l'aide de la droite d'étalonnage, trouver quelle est la concentration de la solution qui a servi à faire le spectre d'absorption de la figure 1.

3.4. Parmi les 3 droites d'étalonnage de la figure n°3, l'une correspond à l'étalonnage effectué à 228nm. Sachant que la droite n°2 correspond à un étalonnage à 271 nm, en déduire celle qui correspond à l'étalonnage à 228 nm.

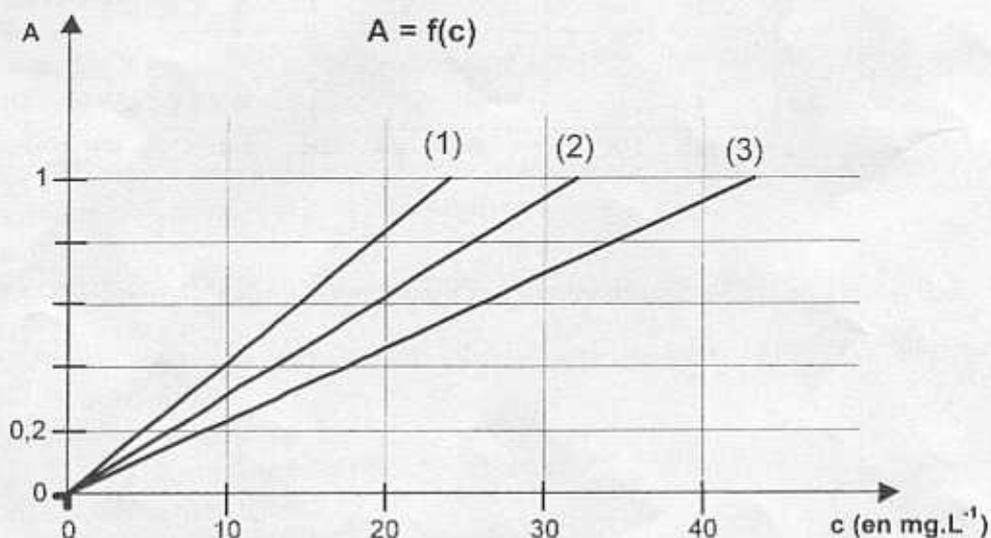


figure 3