

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

## 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 deux exercices de **PHYSIQUE** et un exercice de **CHIMIE** présentés sur 11 pages numérotées de 1 à 11, y compris celle-ci.

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

I – Chute libre et parachutisme

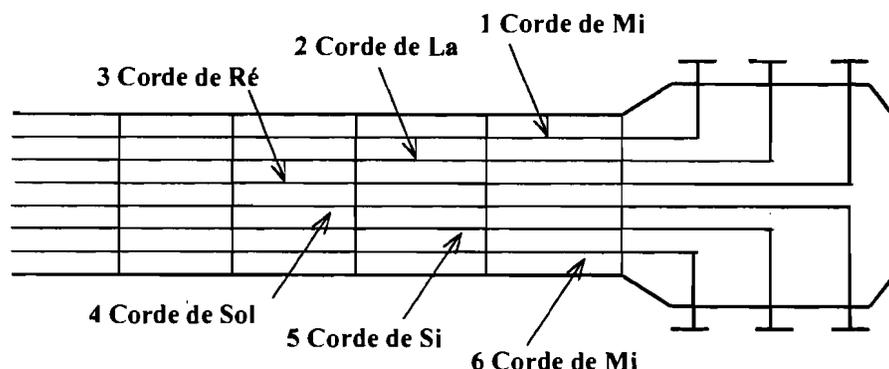
II – Fabrication puis titrage de l'aspirine

III – Guitare et physique

### EXERCICE III. GUITARE ET PHYSIQUE (4 points)

Un élève musicien se propose de réaliser quelques expériences avec sa guitare (parfaitement accordée). La guitare possède 6 cordes numérotées de 1 à 6, de longueur  $L = 642 \text{ mm}$ . Le joueur a la possibilité de réduire la longueur de la corde en appuyant sur des cases situées sur le manche de la guitare.

**Schéma du manche de la guitare**



La fréquence de vibration et la note émise par chaque corde à vide, de longueur  $L = 642 \text{ mm}$ , sont indiquées dans le tableau suivant :

Corde	1	2	3	4	5	6
$f \text{ (Hz)}$	82,4	110,0	146,8	196,0	246,9	329,5
Note	Mi	La	Ré	Sol	Si	Mi

#### 1 - Expérience 1

L'élève réalise un montage consistant à placer la corde n°1 (métallique) au voisinage d'un aimant et d'y imposer le passage d'un courant électrique alternatif de fréquence réglable. La corde vibre alors à la même fréquence que celle du courant.

Il constate que le mouvement de la corde a une faible amplitude sauf pour certaines valeurs de la fréquence:  $f_1 = 82,4 \text{ Hz}$   $f_2 = 2 \times f_1$   $f_3 = 3 \times f_1$   $f_4 = 4 \times f_1 \dots$

Ces fréquences particulières permettent d'obtenir un système d'ondes stationnaires : suivant le cas, il observe un ou plusieurs fuseaux.

1.1 - Quel est le nom du mode de vibration correspondant à  $f_1$  ?

Quel aspect présente la corde lorsqu'on lui impose cette fréquence de vibration ? Faire un schéma.

1.2 - Quelle relation lie la longueur  $L$  de la corde à la fréquence  $f_1$  et à la célérité  $v$  des ondes mécaniques le long de cette corde ? Déterminer la célérité  $v$ .

1.3 - Quel est le nom des autres modes de vibration ?

Quel aspect présente la corde lorsqu'on lui impose la fréquence  $f_3$  ? Faire un schéma.

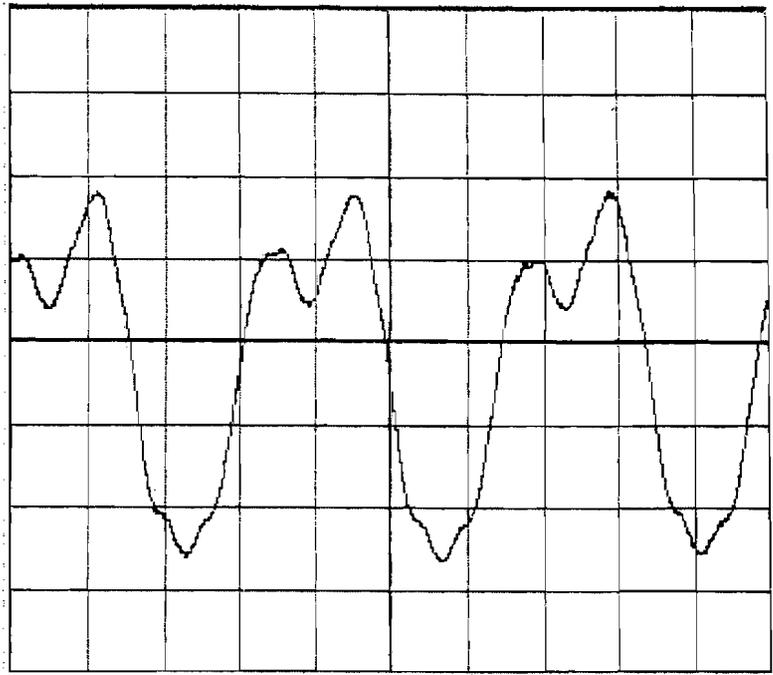
#### 2 - Expérience 2

L'élève pince la corde n°3 et visualise, à l'aide d'un microphone et d'un oscilloscope à mémoire, une tension électrique de même fréquence de vibration que celle de la corde.

Les réglages de l'oscilloscope sont :  
 - base de temps  $2 \text{ ms/div}$   
 - sensibilité verticale  $200 \text{ mV/div}$ .

L'oscillogramme obtenu est représenté ci-contre.

Oscillogramme "corde n°3"



2.1 - Expliquer la nécessité d'utiliser un oscilloscope à mémoire.

2.2 - Déterminer la période de vibration.

2.3 - Vérifier qu'elle correspond à un bon accord de la corde.

### 3 - Expérience 3

*La corde 2 émet un La (voir tableau page précédente). Il en est de même de la corde 6 lorsqu'on appuie sur la 5<sup>ème</sup> case (La de fréquence 440 Hz).*

3.1 - Les deux notes sont séparées de 2 octaves. Définir l'octave.

3.2 - L'élève dispose par ailleurs d'un diapason émetteur d'un son pur de fréquence 440 Hz.

Il réalise les spectres en fréquence, représentés en **annexe 4**, des sons émis par ces trois émetteurs :

son 1 (corde 2)

son 2 (corde 6 de longueur réduite par appui sur la case 5)

son 3 (diapason).

3.2.1 - Attribuer, en le justifiant, à chaque émetteur le spectre en fréquence du son correspondant.

3.2.2 - Les trois sons correspondent à des La, mais sont néanmoins différents.

Quelles sont les trois principales caractéristiques d'un son ?

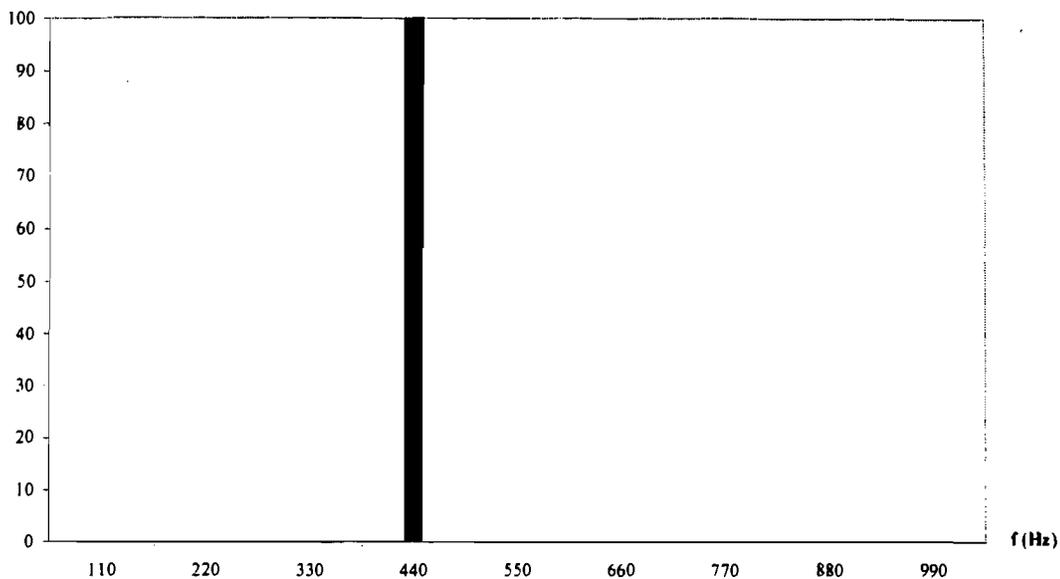
Quelle caractéristique distingue les sons 1 et 2 ?

Quelle caractéristique distingue les sons 2 et 3 ?

# ANNEXE 4

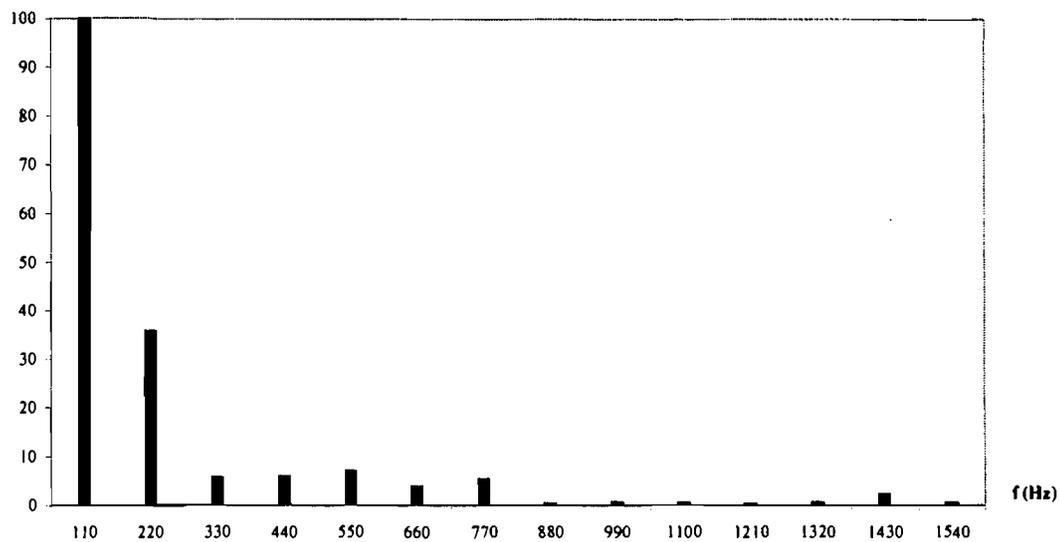
## Spectre A

amplitude relative (%)



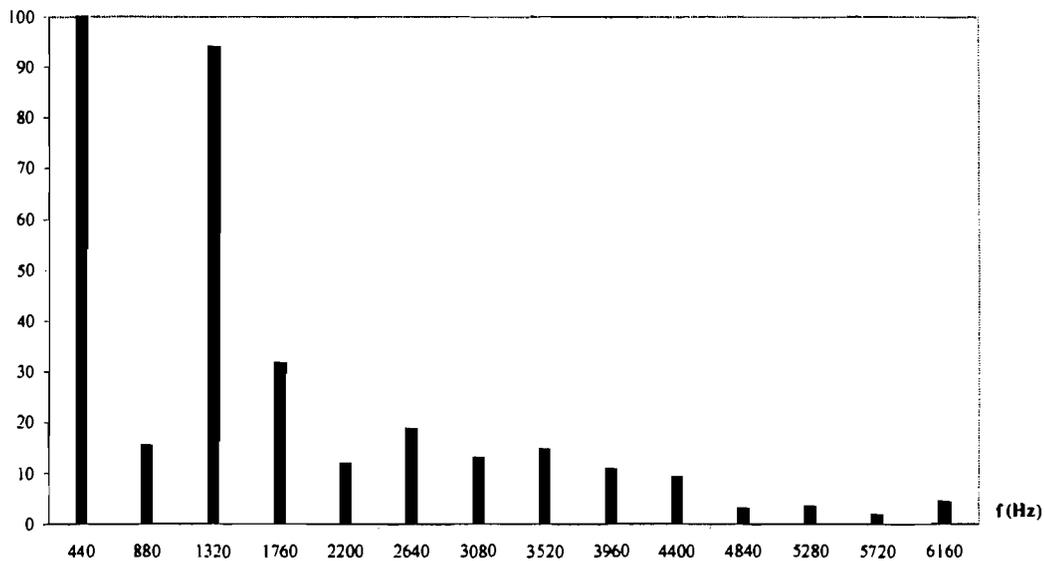
## Spectre B

amplitude relative (%)



## Spectre C

amplitude relative (%)



# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

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 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12, y compris celle-ci.

**Les pages 10, 11 et 12 sont à rendre avec la copie après avoir été complétées.**

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

- |   |            |
|---|------------|
| I. La physique sur un plan d'eau                      | (9 points) |
| II. Communication entre les insectes : les phéromones | (3 points) |
| III. Ions chlorure dans l'eau de mer                  | (4 points) |

### EXERCICE III - IONS CHLORURE DANS L'EAU DE MER (4 points)

*L'Artémia est le nom scientifique d'un petit crustacé qui possède la particularité de pouvoir vivre dans des milieux très salés tels que certains lacs et marais salants. Pour se développer les Artémia ont besoin de vivre dans un milieu marin dont la teneur (ou concentration massique) moyenne en ions chlorure  $\text{Cl}^-$  est supérieure à  $30 \text{ g.L}^{-1}$ . Dans ces conditions, leur développement n'est pas compromis car les prédateurs aquatiques ne supportent pas des conditions salines aussi élevées.*

*Avant d'implanter un élevage d'Artémia dans des marais salants du Sud de la France, on se propose de déterminer la concentration en ions chlorure d'un prélèvement d'eau d'un marais de la zone choisie. Cette eau contient exclusivement des ions sodium et des ions chlorure.*

La méthode utilisée permet de doser les ions chlorure par précipitation avec les ions argent  $\text{Ag}^+$ . La réaction de précipitation  $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})} = \text{AgCl}_{(\text{s})}$  peut être considérée comme totale (taux d'avancement  $\tau$  quasiment égal à 1). Le chlorure d'argent formé est un solide blanc.

L'équivalence du dosage sera déterminée de deux manières :

- en utilisant un indicateur coloré,
- en mesurant la conductivité lors du dosage.

#### Partie A : dosage colorimétrique

L'indicateur coloré de fin de réaction est préparé en dissolvant quelques grains de dichlorofluorescéine dans un mélange eau-éthanol (méthode de Fajans). La solution obtenue a une couleur jaune. La présence d'ions sodium  $\text{Na}^+$ , chlorure  $\text{Cl}^-$  ou nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) ne modifie pas la couleur de la dichlorofluorescéine. Par contre, en présence d'ions  $\text{Ag}^+$ , la solution de dichlorofluorescéine prend une couleur rose-rouge.

#### 1. Illustration du fonctionnement de l'indicateur coloré

On prépare deux tubes à essai, numérotés 1 et 2. Dans chaque tube, on mélange 2,0 mL de solution de chlorure de sodium ( $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ) de concentration  $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  et quelques gouttes de solution de l'indicateur coloré préparé avec la dichlorofluorescéine.

- Dans le tube n° 1, on ajoute 0,5 mL de solution de nitrate d'argent ( $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$ ) de concentration  $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- Dans le tube n° 2, on ajoute 2,2 mL de solution de nitrate d'argent de concentration  $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .
  - a) Quel est le réactif en excès dans chacun des tubes ? Justifier.
  - b) Quel est l'aspect et la coloration du contenu de chaque tube ?

## 2. Principe du dosage

On veut doser un volume  $V_1$  d'une solution  $S_1$  d'ions chlorure par une solution  $S_2$  de nitrate d'argent de concentration  $C_2$ .

- Faire un schéma annoté du dispositif de titrage.
- Définir l'équivalence et expliquer brièvement comment la déterminer.

## 3. Préparation de la solution à doser

En septembre 2003, après un été caniculaire, on a prélevé un échantillon d'eau dans un marais salant, de la zone prévue pour implanter l'élevage d'Artémia.

On dilue 10 fois cette eau pour obtenir la solution  $S_1$  à doser.

- On souhaite obtenir 50 mL de solution  $S_1$ . Quel volume d'eau doit-on prélever ?
- Désigner et nommer la verrerie à utiliser pour effectuer cette dilution.  
Expliquer brièvement le mode opératoire.

## 4. Exploitation du dosage

On réalise le dosage d'un volume  $V_1 = 10,0$  mL de solution  $S_1$  par une solution  $S_2$  de nitrate d'argent de concentration  $C_2 = 1,00 \times 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup>. Le volume de nitrate d'argent versé à l'équivalence est :  $V_E = 15,2$  mL.

- Déterminer la concentration molaire des ions chlorure dans la solution  $S_1$ .
- En déduire la concentration molaire des ions chlorure dans l'eau du marais.
- Cette eau est-elle favorable au développement des Artémia ?

**Donnée :** masse molaire atomique du chlorure :  $M(\text{Cl}) = 35,5$  g.mol<sup>-1</sup>.

## Partie B : dosage conductimétrique

**Données :**

Conductivité molaire ionique à 25°C :

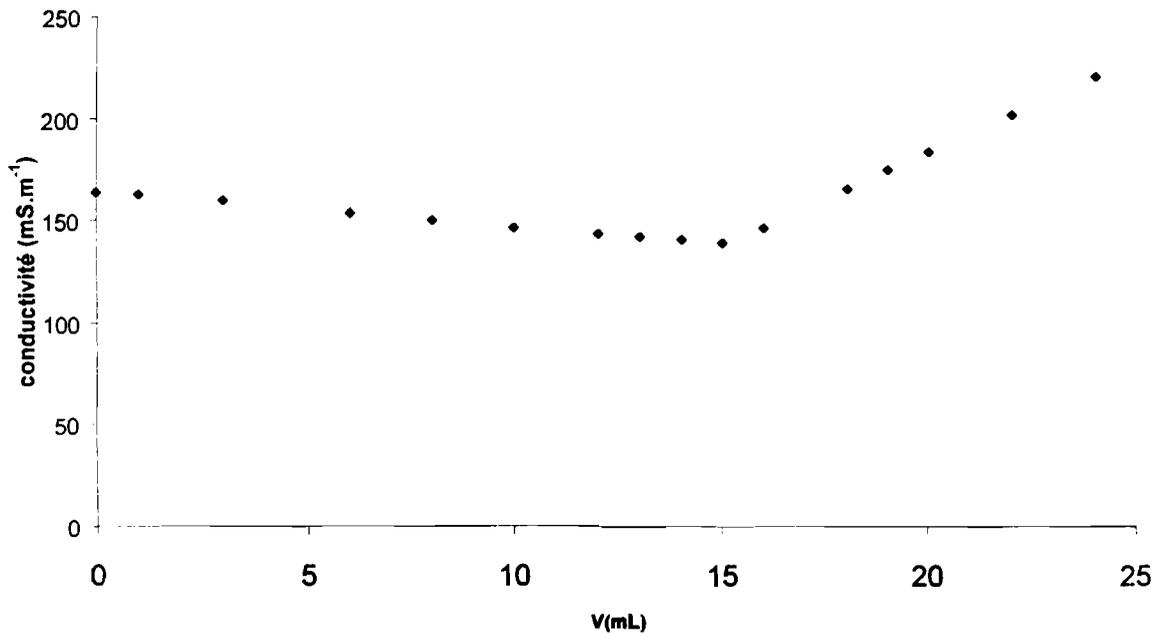
$$\begin{aligned} \lambda(\text{Cl}^-) &= 7,63 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} ; & \lambda(\text{Ag}^+) &= 6,19 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} \\ \lambda(\text{NO}_3^-) &= 7,14 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} ; & \lambda(\text{Na}^+) &= 5,01 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

On a reporté en **annexe page 12 (à rendre avec la copie)**, l'évolution de la conductivité  $\sigma$  au cours du dosage en fonction du volume de nitrate d'argent versé.

- Déterminer graphiquement sur l'**annexe page 12** le point d'équivalence E du dosage.
- Justifier, sans calculs, la diminution de la conductivité avant l'équivalence.
- Justifier, sans calculs, l'augmentation de la conductivité après l'équivalence.

**EXERCICE III - ANNEXE**  
(à rendre avec la copie)

**Suivi par conductimétrie du dosage des ions chlorure**



# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

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

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

**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ**

**L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISÉ**

**PREVOIR UNE FEUILLE DE PAPIER MILLIMÈTRE POUR L'EXERCICE II**

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.

La page 11 est à rendre avec la copie après avoir été complétée.

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

- |                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| I. Chimie et spéléologie    | (6,5 points) |
| II. Enquête sur un homicide | (5,5 points) |
| III. La radio               | (4 points)   |

## EXERCICE III – EMISSION ET RECEPTION RADIO (4 points)

*Les parties A, B et C sont indépendantes.*

Pour émettre par radio les informations portées par un son quelconque, on les traduit d'abord en signal électrique, puis en onde électromagnétique.

### A - Émission

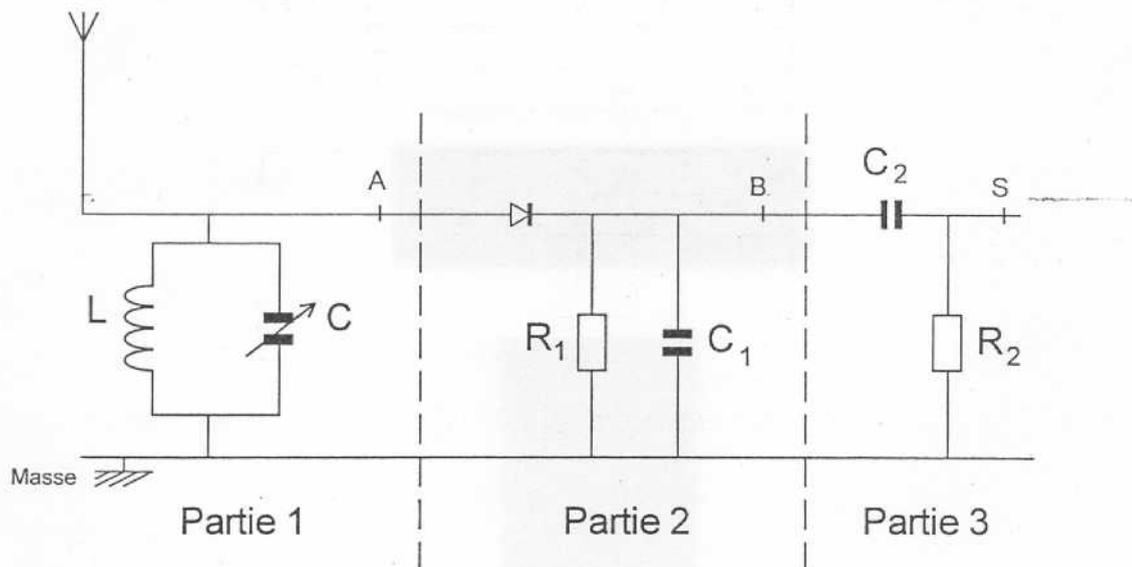
Pour cette étude, l'information est transportée par une modulation en amplitude de l'onde porteuse.

Pour chacune des trois questions suivantes, indiquer sans justification la proposition exacte.

1. Une telle onde modulée est caractérisée, au cours du temps, par :
  - a) Une amplitude constante et une fréquence constante.
  - b) Une amplitude variable, dont les variations dépendent du signal à transmettre, et une fréquence constante.
  - c) Une amplitude variable, dont les variations sont indépendantes du signal à transmettre, et une fréquence constante.
  - d) Une amplitude variable dont les variations dépendent du signal à transmettre et une fréquence variable.
  
2. La fréquence de la porteuse doit être :
  - a) Très inférieure à la fréquence du son à transmettre.
  - b) Légèrement inférieure à la fréquence du son à transmettre.
  - c) Très supérieure à la fréquence du son à transmettre.
  - d) Légèrement supérieure à la fréquence du son à transmettre.
  
3. Un son audible a une fréquence comprise entre :
  - a) 2 Hz et 2 kHz
  - b) 20 Hz et 20 kHz
  - c) 20 kHz et 200 kHz
  - d) 20 MHz et 200 MHz

## B - Réception

Un modèle de récepteur radio est représenté par le schéma simplifié ci-dessous dans lequel on distingue trois parties.



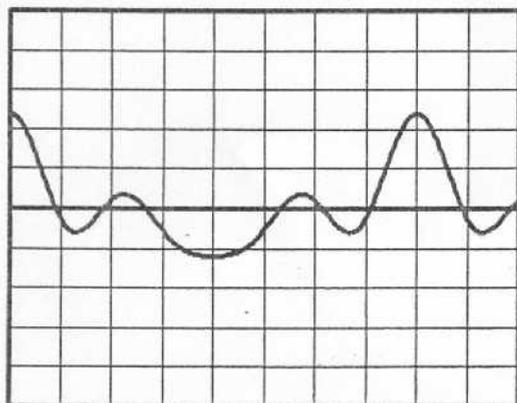
### 1. Étude de la partie 1 du circuit :

- Expliquer brièvement son rôle.
- La bobine a une inductance  $L$  de  $1,0 \text{ mH}$ . Quelles doivent être les limites de la valeur de la capacité  $C$  du condensateur variable si on veut pouvoir capter des porteuses dont la fréquence soit comprise entre  $1,0 \text{ kHz}$  et  $10 \text{ kHz}$  ?

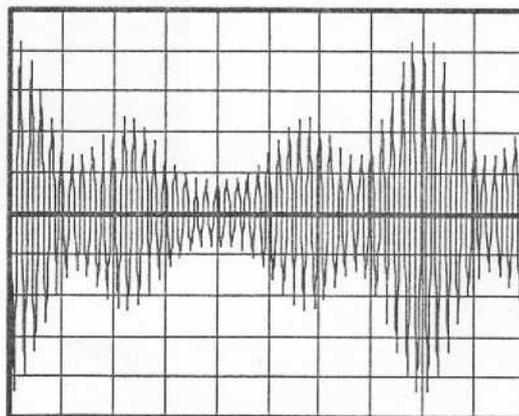
### 2. Étude des parties 2 et 3 du circuit :

- Indiquer brièvement le rôle de chacune de ces deux parties.
- Pour visualiser différentes tensions, on utilise un oscilloscope dont les réglages sont les suivants :
  - Sensibilité verticale :  $5 \text{ V.div}^{-1}$ ;
  - Base de temps :  $1 \text{ ms.div}^{-1}$ ;
  - Trace du spot positionnée au centre de l'écran en l'absence de tension appliquée ;
  - Touche DC active.On obtient les trois oscillogrammes représentés ci-dessous.

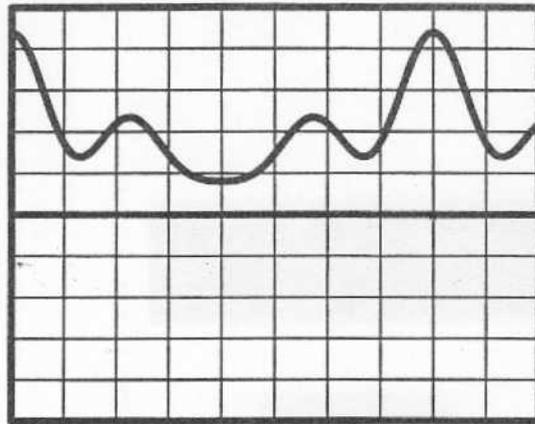
Oscillogramme 1



Oscillogramme 2



Oscillogramme 3



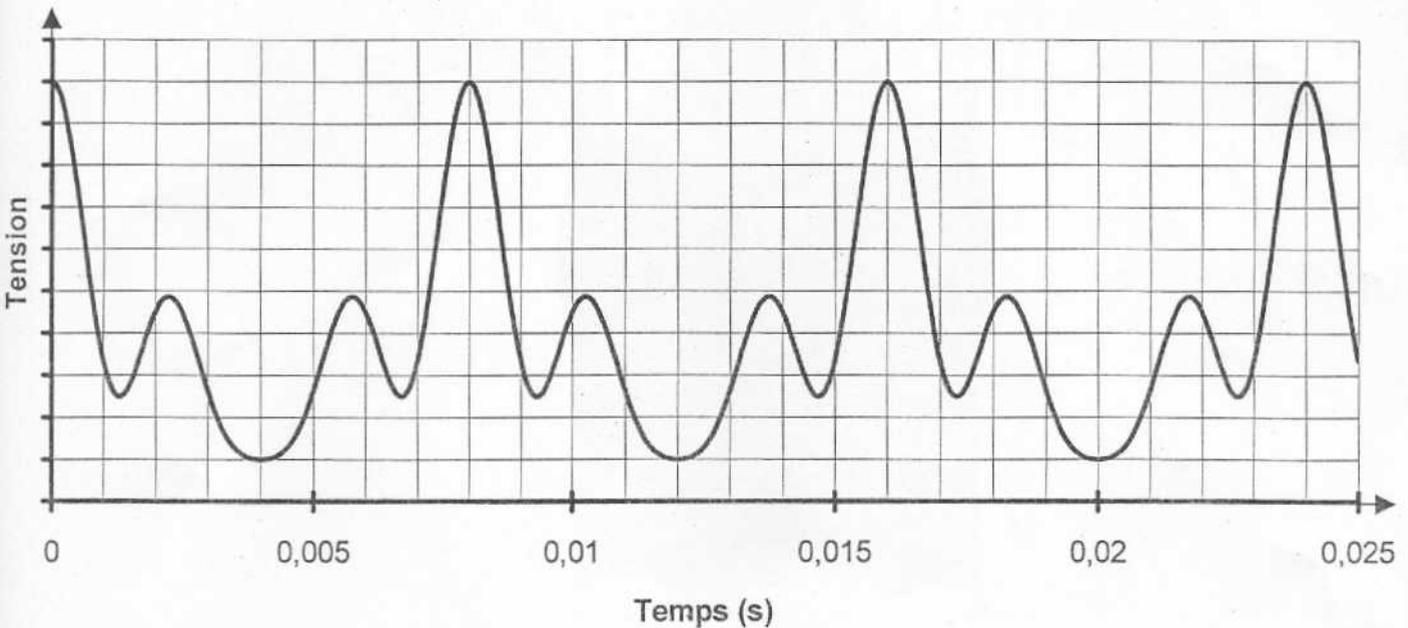
Indiquer l'oscillogramme correspondant à chacune des tensions suivantes :

- Tension  $u_{AM}$  entre le point A et la masse M ;
- Tension  $u_{BM}$  entre le point B et la masse M ;
- Tension  $u_{SM}$  entre le point S et la masse M.

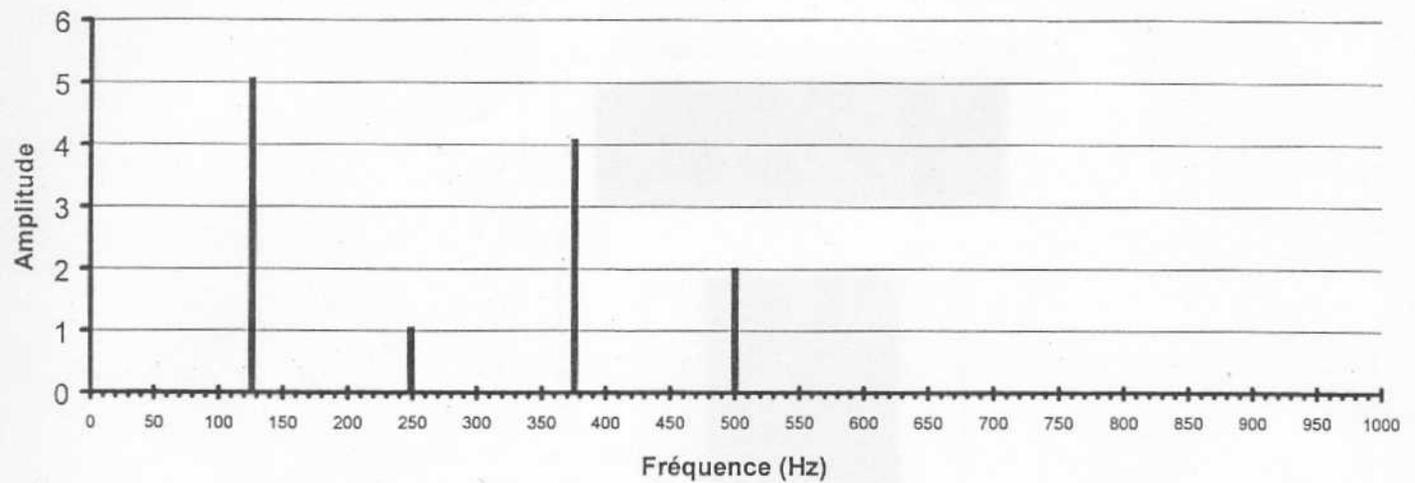
c) En utilisant l'un de ces oscillogrammes, déterminer la fréquence  $f$  de l'onde porteuse.

### C - Analyse du son reçu

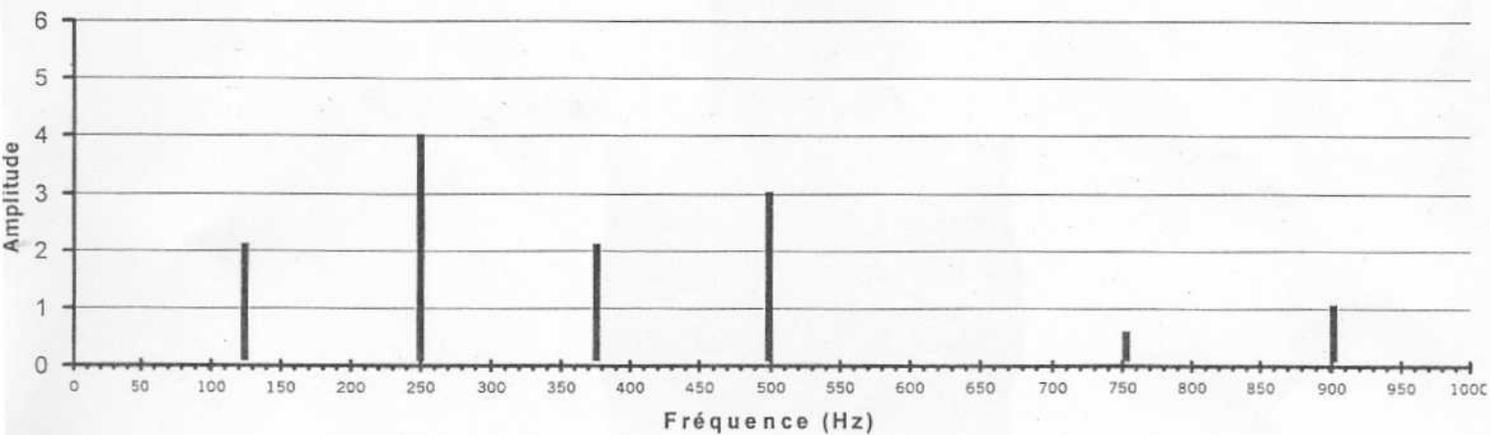
1. On étudie le son restitué par ce récepteur radio à l'aide d'un microphone relié à un système d'acquisition informatisé. On obtient le graphe ci-dessous. Déterminer la hauteur du son.



2. Un logiciel d'analyse spectrale permet ensuite d'obtenir le diagramme ci-dessous.  
Que représentent les fréquences qui apparaissent sur ce spectre ?



3. L'analyse par le même dispositif d'un autre son donne le diagramme ci-dessous.  
Quel est le point commun et la différence entre ce son et celui restitué par le récepteur radio ?



# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

---

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

---

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

---

L'usage des calculatrices EST autorisé

Ce sujet nécessite une feuille de papier millimétré

*Les données sont en italique*

Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 10 pages numérotées de 1 à 10, y compris celle-ci.

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

- I. L'eau de Dakin (4 points)
- II. Mécanique du vol d'un ballon sonde (6,5 points)
- III. Bizarre, bizarre... (5,5 points)

## EXERCICE I. L'EAU DE DAKIN (4 points)

L'eau de Dakin est un antiseptique utilisé pour le lavage des plaies et des muqueuses. Elle a une couleur rose et une odeur chlorée.

L'étiquette du flacon mentionne les principes actifs pour un volume  $V = 100 \text{ mL}$  :  
« solution concentrée d'hypochlorite de sodium, quantité correspondant à 0,500 g de chlore actif - permanganate de potassium 0,0010 g – dihydrogénophosphate de sodium dihydraté – eau purifiée ».  
En outre, l'eau de Dakin contient des ions chlorure.

Cet exercice propose de vérifier une partie des indications de l'étiquette.

**La question 1 est indépendante des questions 2 et 3.**

### Données :

Masses molaires atomiques

$$M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{K}) = 39,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{Mn}) = 55,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$$

Solubilité du dichlore à  $20^\circ\text{C}$  :

- dans l'eau :  $8 \text{ g.L}^{-1}$

- dans l'eau salée : très peu soluble.

Volume molaire gazeux dans les conditions de l'expérience :  $V_M = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$

### 1- Dosage par spectrophotométrie du permanganate de potassium en solution.

1.1. Afin de réaliser une échelle de teintes, on prépare un volume  $V_0 = 500 \text{ mL}$  d'une solution mère  $S_0$  de permanganate de potassium à la concentration molaire en soluté apporté  $c_0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Calculer la masse de permanganate de potassium solide (de formule  $\text{KMnO}_4$ ) à peser pour préparer cette solution par dissolution.

1.2. La solution  $S_0$  permet de préparer une échelle de teintes constituée par cinq solutions dont on mesure l'absorbance  $A$  à la longueur d'onde  $530 \text{ nm}$ .

Solution	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$
Concentration $c$ ( $\text{mol.L}^{-1}$ )	$1,0 \times 10^{-4}$	$8,0 \times 10^{-5}$	$6,0 \times 10^{-5}$	$4,0 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-5}$
$A$	0,221	0,179	0,131	0,088	0,044

1.2.1. Tracer la courbe représentant  $A = f(c)$  **SUR LA FEUILLE DE PAPIER MILLIMÉTRÉ À RENDRE AVEC LA COPIE.**

Échelle des abscisses : 1 cm pour  $0,5 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

Échelle des ordonnées : 1 cm pour 0,01

Déterminer la relation numérique entre  $A$  et  $c$ .

1.2.2. À partir du spectre d'absorption ci-dessous (figure 1) réalisé avec une solution de permanganate de potassium, expliquer comment on a choisi la longueur d'onde pour cette étude.

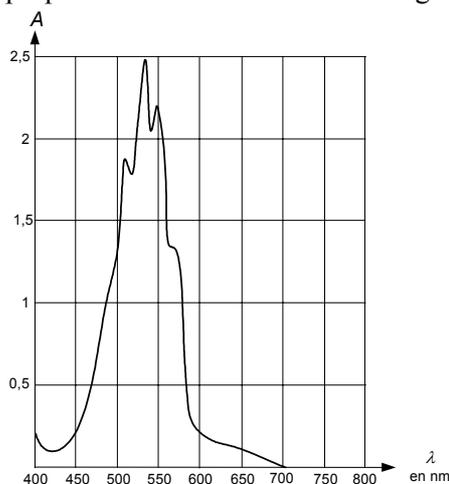


Figure 1

1.2.3. Ce spectre a-t-il été réalisé avec une solution de concentration molaire plus élevée ou plus faible que celles du tableau précédent ? Justifier sans calcul.

1.3. L'absorbance de l'eau de Dakin à la longueur d'onde  $\lambda = 530 \text{ nm}$  est 0,14.

À cette longueur d'onde, et pour les concentrations des espèces chimiques de l'eau de Dakin, on admettra que seul le permanganate de potassium intervient dans la mesure de l'absorbance.

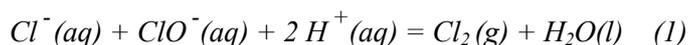
1.3.1. En déduire la concentration molaire  $c_{\text{exp}}$  en permanganate de potassium apporté de l'eau de Dakin.

1.3.2. À partir des données de l'étiquette, calculer la concentration molaire  $c$  en permanganate de potassium apporté de l'eau de Dakin et comparer au résultat expérimental. Pour cela, on calculera

si cela est nécessaire, l'écart relatif  $\left| \frac{c - c_{\text{exp}}}{c} \right|$  et on l'exprimera en pourcentage.

## 2- Détermination de la masse de chlore actif.

2.1. Une définition de la masse de chlore actif correspond à la masse de dichlore dégagé lors de la transformation chimique modélisée par la réaction en milieu acide dont l'équation s'écrit :



Connaissant les deux couples oxydant/réducteur  $\text{Cl}_2 / \text{Cl}^-$  et  $\text{ClO}^- / \text{Cl}_2$ , écrire, dans le cas de cette réaction, la demi-équation associée respectivement à chaque couple.

2.2. Afin de vérifier l'indication de l'étiquette concernant la masse de chlore actif, on verse un excès d'acide chlorhydrique dans un volume  $V = 100 \text{ mL}$  d'eau de Dakin. On réalise ainsi la transformation chimique modélisée par la réaction associée à l'équation (1).

On recueille, sous la hotte, dans une cuve contenant de l'eau salée, un volume  $v = 170 \text{ mL}$  de dichlore.

2.2.1. Justifier l'utilisation de l'eau salée pour la récupération du dichlore.

2.2.2. Calculer la masse de dichlore recueilli et la comparer à l'indication portée sur l'étiquette en

calculant l'écart relatif  $\left| \frac{m - m_{\text{exp}}}{m} \right|$  et en exprimant celui-ci en pourcentage.

## 3. Rôle du dihydrogénophosphate de sodium dihydraté.

Dans l'eau de Dakin le dihydrogénophosphate de sodium permet de maintenir basique la solution.

Donner une raison justifiant la nécessité de maintenir basique l'eau de Dakin.

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

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

**La page 9/9 est à rendre avec la copie après avoir été complétée.**

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

- |   |              |
|---|--------------|
| I. Aïe j'ai une crampe !                | (6,5 points) |
| II. Bac à décantation à flux horizontal | (5,5 points) |
| III. Ondes le long d'une corde          | (4 points)   |

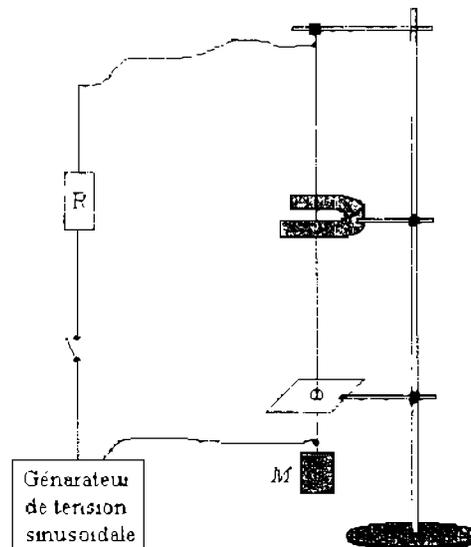
## EXERCICE III – ONDES LE LONG D'UNE CORDE (4 points)

Une corde métallique, verticale, de longueur  $L = 1,0$  m est attachée en son extrémité supérieure à un support fixe. Son extrémité inférieure est quasiment immobilisée par une plaque percée d'un petit trou dans lequel passe la corde.

La corde est tendue par une masse marquée  $M$ , accrochée à son extrémité inférieure ; elle est parcourue par un courant électrique sinusoïdal, de fréquence  $f = 50$  Hz.

On dispose un aimant en U à cheval sur le fil, au voisinage du milieu de la corde.

Pour certaines valeurs de la masse marquée  $M$ , la corde prend un aspect particulier : on y observe un système d'un ou plusieurs fuseaux stables de même longueur.



### Données :

- L'accélération de la pesanteur est  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  ;
- La célérité d'une onde se propageant sur la corde tendue est  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$  où  $T$  est la valeur de la tension du fil (en newton) et  $\mu$ , sa masse linéique ou masse par unité de longueur (en  $\text{kg.m}^{-1}$ ).

1. Comment nomme-t-on le système d'ondes qui s'établit le long de la corde ?
2. Pour une masse  $M = 2$  kg, la corde vibre fortement en un seul fuseau.
  - a) Quelle est alors la longueur d'onde  $\lambda$  des ondes progressives se propageant le long de la corde ?
  - b) Calculer la célérité  $v$  des ondes sur la corde.
  - c) En déduire la masse  $m$  de la corde.
3. La position de l'aimant et la fréquence du courant restant inchangées, on souhaite que la corde de longueur  $L$  vibre en formant plusieurs fuseaux.
  - a) Faut-il pour cela, augmenter ou diminuer la valeur de la masse  $M$  suspendue à la corde ? Justifier.
  - b) Le nombre de fuseaux produits étant impair, quel est l'état vibratoire du point situé au milieu de la corde ? Quel nom donne-t-on alors à ce point ?
4. La masse marquée suspendue à la corde est maintenant  $M' = \frac{M}{4}$ .
  - a) Calculer la nouvelle célérité  $v'$  des ondes sur la corde.
  - b) En déduire leur longueur d'onde  $\lambda'$ .
  - c) Combien de fuseaux observe-t-on dans ce cas ?
  - d) Comment faut-il placer l'aimant pour observer les fuseaux de manière bien visible ?

### **Exercice 3 : Détermination du degré alcoolique d'un vin (4 points)**

Le degré alcoolique d'un vin est le pourcentage volumique d'alcool mesuré à une température de 20°C.

Pour déterminer le degré alcoolique d'un vin, il faut d'abord isoler l'alcool des autres composés du vin (acides, matières minérales, sucres, esters,...) en réalisant une distillation. Cette méthode de séparation ne permet pas d'obtenir de l'éthanol pur mais un mélange eau - éthanol dont les proportions sont constantes. Il est donc nécessaire d'ajouter de l'eau au vin pour être sûr de recueillir pratiquement tout l'éthanol contenu dans celui-ci.

La solution aqueuse d'éthanol est ensuite ajustée à 100 mL avec de l'eau distillée, pour simplifier les calculs.

Puis l'alcool est oxydé quantitativement en acide acétique (éthanoïque) par un excès de dichromate de potassium.

L'oxydant excédentaire est ensuite dosé par une solution de sel de Mohr  $[FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4]$ . Ce dosage est appelé dosage indirect (ou en retour).

Les données nécessaires sont en fin d'énoncé.

#### **I. EXTRACTION DE L'ETHANOL**

Pour ce dosage, on prélève 10,0 mL de vin auxquels on ajoute environ 50 mL d'eau.

On distille ce mélange et on recueille un volume de 42 mL de distillât (noté  $S_1$ ).

On considère qu'il contient alors tout l'éthanol du vin.

**1.1.** Compléter sur la figure 1 de l'annexe (à remettre avec la copie) le nom des éléments du montage désignés par les flèches et préciser le sens de circulation de l'eau.

#### **II. PREPARATION DE LA SOLUTION A TITRER**

On complète  $S_1$  à 100,0 mL avec de l'eau distillée. On obtient ainsi une solution notée  $S_2$ .

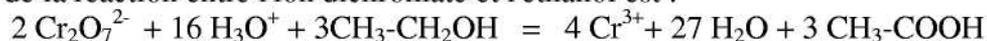
$S_2$  contient donc l'éthanol présent dans les 10 mL de vin prélevé, dilué 10 fois.

#### **III. REACTION ENTRE L'ETHANOL ET LE DICHROMATE DE POTASSIUM**

Dans un erlenmeyer, on mélange  $V_0 = 10,0$  mL de solution  $S_2$ ,  $V_1 = 20,0$  mL d'une solution de dichromate de potassium ( $2K^+_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}_{(aq)}$ ) de concentration  $C_1 = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  et environ 10 mL d'acide sulfurique concentré.

On bouche l'erlenmeyer et on laisse réagir pendant environ 30 minutes. On obtient alors une solution verdâtre appelée  $S_3$ .

L'équation de la réaction entre l'ion dichromate et l'éthanol est :



**III.1.** Justifier la couleur de la solution  $S_3$ .

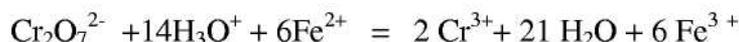
**III.2.** Pourquoi doit-on boucher l'erlenmeyer ?

**III.3.** En vous aidant éventuellement d'un tableau d'avancement, montrer que la relation entre la quantité  $n_0$  d'éthanol oxydé et la quantité  $n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})_{\text{restant}}$  d'ions dichromate restant après cette oxydation est :  $n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})_{\text{restant}} = C_1 \times V_1 - \frac{2}{3} n_0$ .

**IV DOSAGE DE L'EXCES DU DICHROMATE DE POTASSIUM.**

On dose alors les ions dichromate en excès avec une solution de sel de Mohr de concentration  $C_2 = 5,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le volume de solution de sel de Mohr nécessaire pour atteindre l'équivalence (repérée à l'aide d'un indicateur de fin de réaction) est  $V_2 = 7,6 \text{ mL}$ .

L'équation de la réaction entre les ions fer II et les ions dichromate est :



**IV. 1.** En vous aidant éventuellement d'un tableau d'avancement, montrer que :

$$n_0 = \frac{3}{2} C_1 \times V_1 - \frac{1}{4} C_2 \times V_2.$$

**IV.2.** Faire l'application numérique.

**V. EXPLOITATION :**

**V.1.** Déterminer la quantité de matière d'éthanol  $n_{\text{éthanol}}$  contenue dans 100 mL de vin.

**V.2.** Déterminer le degré alcoolique du vin étudié.

**V.3.** L'étiquette de la bouteille indique que le vin a un degré alcoolique  $d = 12^\circ$ . Cette indication est le résultat d'un contrôle (alcoométrie directe) réalisé à l'aide d'un densimètre (aussi appelé alcoomètre) directement gradué en degré alcoolique.

La densité (donc le degré alcoolique) varie avec la température et les densimètres utilisés sont étalonnés pour  $20^\circ\text{C}$ . Pour comparer le résultat du dosage précédent réalisé à  $21^\circ\text{C}$  et l'indication portée sur l'étiquette, il faut apporter une correction au degré lu sur l'étiquette (voir tableau ci-dessous).

**V.3.1** Quelle correction doit-on apporter à la valeur  $d = 12^\circ$  inscrite sur l'étiquette ?

**V.3.2** Le résultat du dosage est-il alors en accord avec la valeur corrigée de ce degré ?

**Données :**

Masse volumique de l'éthanol :  $0,78 \text{ g.mL}^{-1}$   
 Masse molaire de l'éthanol :  $M = 46 \text{ g.mol}^{-1}$

Couples oxydant-réducteur mis en jeu :

- Acide éthanoïque / Éthanol  
 $\text{CH}_3\text{COOH}$  /  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$   
 (incolore) (incolore)
- Ion dichromate / Ion chrome  
 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  /  $\text{Cr}^{3+}$   
 (orange) (vert)
- Ion fer III / Ion fer II  
 $\text{Fe}^{3+}$  /  $\text{Fe}^{2+}$   
 (rouille) (verdâtre)

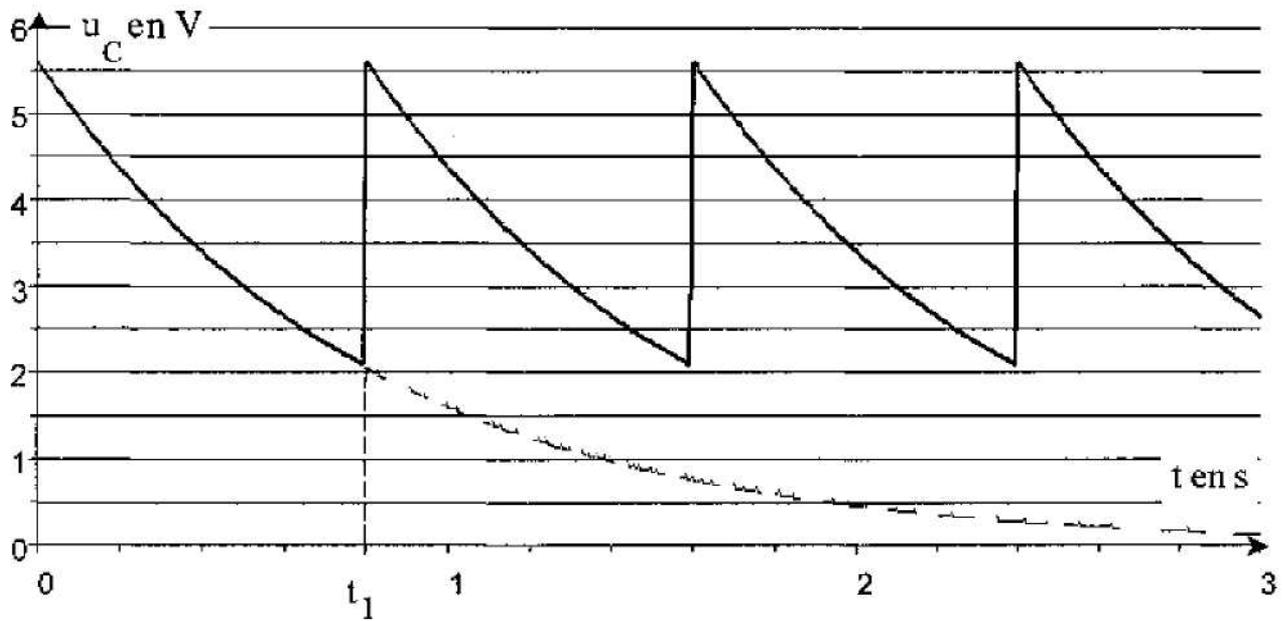
Les valeurs du tableau correspondent à la correction à apporter au degré lu.

t °C	Degré alcoolique lu à t °C sur l'alcoomètre								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15	+ 0,72	+ 0,77	+ 0,82	+ 0,87	+ 0,94	+ 1,01	+ 1,09	+ 1,17	+ 1,26
16	+ 0,58	+ 0,62	+ 0,66	+ 0,71	+ 0,76	+ 0,82	+ 0,83	+ 0,94	+ 1,01
17	+ 0,46	+ 0,48	+ 0,51	+ 0,55	+ 0,58	+ 0,63	+ 0,67	+ 0,71	+ 0,76
18	+ 0,31	+ 0,33	+ 0,34	+ 0,36	+ 0,39	+ 0,42	+ 0,45	+ 0,47	+ 0,50
19	+ 0,16	+ 0,16	+ 0,17	+ 0,18	+ 0,20	+ 0,21	+ 0,23	+ 0,24	+ 0,26
21	- 0,16	- 0,17	- 0,17	- 0,18	- 0,19	- 0,20	- 0,21	- 0,24	- 0,26
22	- 0,34	- 0,35	- 0,37	- 0,40	- 0,42	- 0,44	- 0,46	- 0,48	- 0,51
23	- 0,51	- 0,54	- 0,56	- 0,60	- 0,63	- 0,67	- 0,71	- 0,74	- 0,78

Document : Chambre de l'Agriculture de la Gironde.

Exemple : on lit sur l'alcoomètre : 16,0 % à  $18^\circ\text{C}$   
 A  $20^\circ\text{C}$  :  $16,0 + 0,5 = 16,5 \%$ .

À remettre avec la copie



**Courbe 1**  
Pour l'exercice 1, 1

ANNEXE II

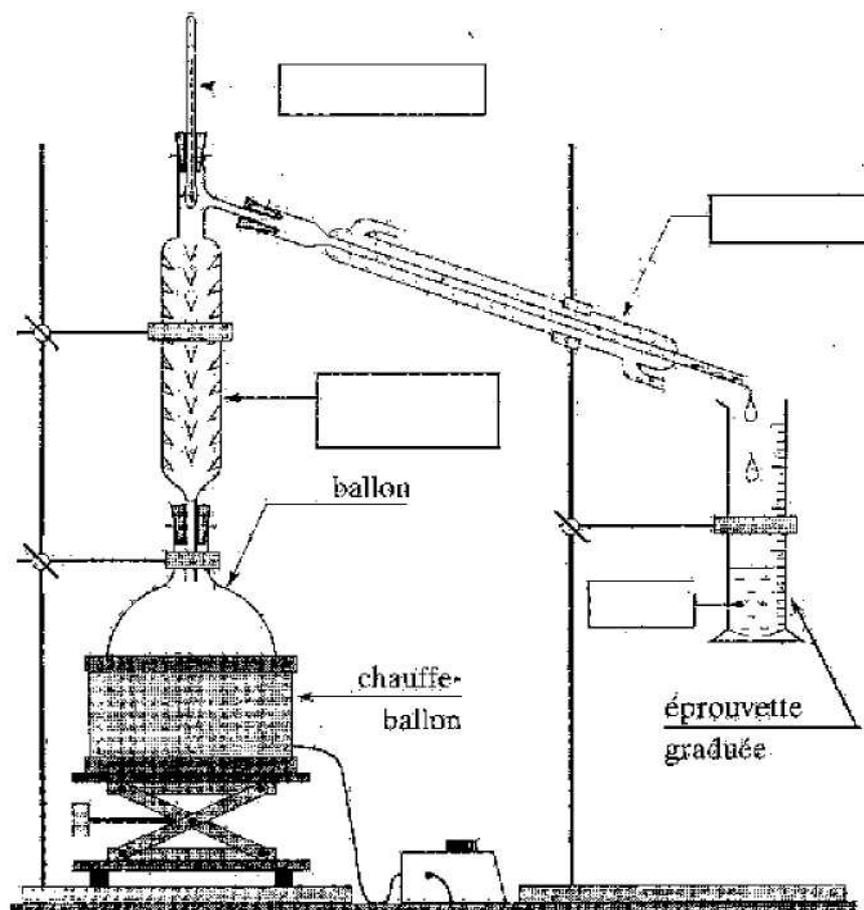


figure 1

**spécialité**

SESSION 2004

**PHYSIQUE – CHIMIE**

**Série S**

Durée de l'épreuve : 3 h 30 - Coefficient 6

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte 1 exercice de PHYSIQUE et 2 exercices de CHIMIE présentés sur 12 pages numérotées de 1 à 12, y compris celle-ci.

Ce sujet comporte quatre annexes.

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

- I. Brouillard et vitesse
- II. Durée de fonctionnement d'une pile cuivre-aluminium
- III. Dosage du glucose «libre» d'un jus de fruit

**DOSAGE DU GLUCOSE « LIBRE » D'UN JUS DE FRUIT**

**1. Mélange initial**

On prélève  $2,0 \text{ cm}^3$  d'une solution de jus de fruit que l'on verse dans une fiole jaugée de 50 mL. On y ajoute  $20,0 \text{ cm}^3$  d'une solution colorée de diiode, de concentration  $[I_{2(aq)}] = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . On complète au trait de jauge par une solution d'hydroxyde de sodium afin de maintenir un excès d'ions hydroxyde dans le milieu réactionnel.

Quelle est la quantité de matière  $n_D$  de diiode initialement introduit ? On note  $n_G$  la quantité de glucose initialement présente.

**2. Réaction entre le glucose et le diiode**

Le glucose G (que l'on note RCOH), réagit avec le diiode. Il se forme des ions iodure  $I_{(aq)}^-$  et le glucose se transforme en ion gluconate (qui sera noté  $RCOO_{(aq)}^-$ ). Dans le mélange étudié, on supposera que seul le diiode est coloré.

Il se produit la réaction totale :



$I_{2(aq)}$  et  $I_{(aq)}^-$  constituent un couple oxydant réducteur ainsi que  $RCOH_{(aq)}$  et  $RCOO_{(aq)}^-$ .

- 2.1. Écrire la demi-équation électronique correspondant au couple  $I_{2(aq)}$  et  $I_{(aq)}^-$ .
- 2.2. Identifier l'espèce chimique oxydante et l'espèce chimique réductrice du couple  $RCOH_{(aq)}$  et  $RCOO_{(aq)}^-$ .
- 2.3. Au bout d'une demi-heure l'aspect de la solution n'évolue plus, celle-ci restant partiellement colorée. Quel est le réactif limitant ?
- 2.4.
  - 2.4.1. Compléter le tableau n° 1, descriptif de la réaction, proposé en ANNEXE 4 qui sera rendue avec la copie.
  - 2.4.2. En déduire que la quantité de glucose  $n_G$  introduite dans la solution peut s'écrire :  $n_G = n_D - n_R$  où  $n_R$  représente la quantité de diiode n'ayant pas réagi.

### 3. Dosage du diiode en excès

On souhaite déterminer la quantité de diiode  $n_{I_2}$  n'ayant pas réagi

Pour cela on prépare 5 solutions de diiode de concentrations différentes et on mesure l'absorbance  $A$  de chacune à l'aide d'un spectrophotomètre.

Les valeurs obtenues permettent de tracer la courbe  $A = f([I_2])$  proposée en ANNEXE 4 (à rendre avec la copie).

- 3.1. À quelle catégorie appartient une telle courbe ?
- 3.2. L'absorbance du mélange étudié vaut 1,5.  
En utilisant la courbe  $A = f([I_2])$  déterminer la valeur de la concentration en diiode restant dans la solution. En déduire la quantité de matière de diiode restante  $n_{I_2}$  (on rappelle que cette solution était préparée dans une fiole jaugée de 50 mL).
- 3.3. En utilisant la relation établie à la question 2.4.2, en déduire la quantité de glucose  $n_G$  introduite initialement ?

### 4. Conclusion

Calculer la quantité de glucose  $n'_G$  et la masse  $m_G$  de glucose présentes dans un litre de jus de fruits.

Donnée : masse molaire moléculaire du glucose :  $M_G = 180 \text{ g.mol}^{-1}$ .

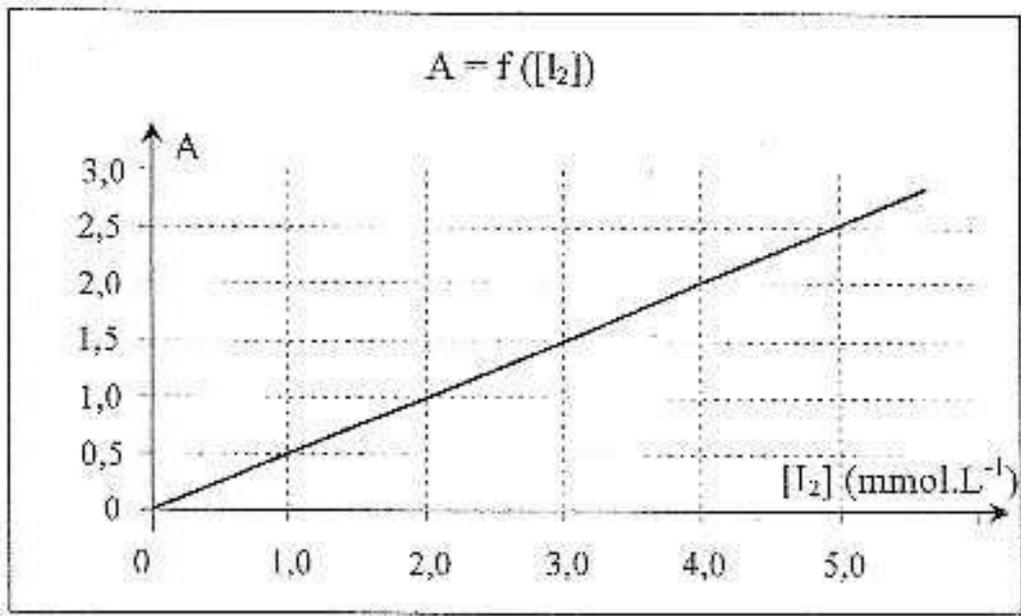
dans ce cadre	Académie :		Session :	
	Examen :		Epreuve :	
	NOM (en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)			
Ne rien écrire	Prénoms :		N° du candidat : <input style="width: 100px;" type="text"/>	
	Né(e) le		(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)	
	Examen :		Epreuve :	

ANNEXE 4 à rendre avec la copie

Tableau n° 1 (x représente l'avancement de la réaction)

		$I_{2(aq)}$	$+ 3 HO^-_{(aq)}$	$+ RCOH_{(aq)}$	$= RCOO^-_{(aq)}$	$+ 2 H_2O$	$+ 2 I^-_{(aq)}$
État initial (mol)	0	$n_D =$	Excès	$n_C$	0		0
État intermédiaire (mol)	x						
État final (en fonction de $x_{max}$ ) (mol)	$x_{max}$	$n_D =$					

Courbe A = f([I<sub>2</sub>])



### Exercice n°3 (4 points)

## LE MICROSCOPE RÉEL

Un microscope est un instrument d'optique destiné à l'observation d'objets dont les dimensions sont de l'ordre du micromètre. Il est constitué de deux systèmes convergents associés selon leur axe principal : l'objectif et l'oculaire.

La fiche destinée aux élèves, fournie avec un microscope utilisé en travaux pratiques, est donnée ci-dessous.

Objectif $L_1$	Distance focale $f_1 = 16,0$ mm
	Diamètre $D_1 = 8,0$ mm
	Grandissement $\gamma_1 = 10$
Oculaire $L_2$	Distance focale $f_2 = 50,0$ mm
	Grossissement $G_2 = 5,0$
Grossissement maximal du microscope	$G = 50$
Intervalle optique	$\Delta = f_1 f_2 = 160$ mm

Pour faire la mise au point, déplacer l'ensemble constitué par les deux lentilles par rapport à l'objet étudié, d'abord à l'aide du bouton de commande de la crémaillère (réglage grossier) puis à l'aide de la vis micrométrique (réglage fin)

#### 1. Construction de l'image définitive A'B'.

Sur la figure 1 (annexe 2 à rendre avec la copie), on modélise :

- l'objectif par une lentille mince  $L_1$  de centre optique  $O_1$  et de distance focale  $f_1$ ,
- l'oculaire par une lentille mince  $L_2$  de centre optique  $O_2$  et de distance focale  $f_2$ ,
- l'objet microscopique observé, placé perpendiculairement à l'axe optique de l'instrument, par un segment fléché AB.

- 1.1. Sur la figure 1, construire  $A_1B_1$ , image de l'objet AB donnée par l'objectif.
- 1.2. Quel rôle joue cette image intermédiaire  $A_1B_1$  pour l'oculaire ?
- 1.3. Où se trouve l'image définitive A'B' de l'objet AB donnée par le microscope ? Justifier votre réponse.
- 1.4. Les rayons lumineux (1) et (2) tracés sur la figure 1 sont les limites extrêmes d'un faisceau issu du point B qui arrive sur l'objectif. La marche de ce faisceau entre les deux lentilles est hachurée. Représenter la marche de ce faisceau à la sortie de l'oculaire sur la figure 1. Le hachurer.

#### 2. Observation d'un grain de pollen.

L'objet observé est un grain de pollen microscopique fixé sur une lamelle de verre pour préparation placée à 17,6 mm du centre optique de l'objectif.

La mise au point étant réalisée, l'œil normal de l'observateur placé au foyer image de l'oculaire voit l'image définitive A'B' de l'objet AB donnée par l'appareil.

##### 2.1 Position et taille de l'image intermédiaire et de l'image définitive.

- 2.1.1. Appliquer la relation de conjugaison des lentilles minces pour déterminer la position de l'image intermédiaire  $A_1B_1$  en calculant  $O_1A_1$ . Justifier (expression littérale et valeur numérique).
- 2.1.2. Comparer la position du point  $A_1$  à celle du point  $F_2$ .
- 2.1.3. Où se forme l'image définitive A'B' ? Justifier votre réponse (aucun calcul n'est demandé).
- 2.1.4. Le diamètre AB du grain de pollen est de l'ordre de 50  $\mu\text{m}$  ( $1\mu\text{m} = 1.10^{-6}$  m). Déterminer par le calcul la taille de l'image intermédiaire  $A_1B_1$ .

2.2 Par convention, la distance minimale de vision distincte pour un œil normal vaut  $d_m = 25 \text{ cm}$ .

2.2.1 Donner la définition du diamètre apparent d'un objet.

2.2.2 Calculer le diamètre apparent  $\alpha$  de ce grain de pollen lorsque l'objet est placé à la distance  $d_m$ . Exprimer  $\alpha$  en radian.

2.2.3 Un œil normal n'est capable de distinguer deux points que s'ils sont vus sous un diamètre apparent au moins égal à  $3,0 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$ . Ce grain de pollen est-il visible à l'œil nu ? Justifier.

### 2.3 Grossissement du microscope.

2.3.1 On définit  $\alpha'$  par l'angle délimité par l'axe optique et le rayon issu de  $B_1$  passant par  $F'_2$ . Exprimer l'angle  $\alpha'$  sous lequel est vue l'image  $A'B'$  à travers le microscope en fonction de  $f'_2$  et de  $A_1B_1$ . Calculer  $\alpha'$  (en radian).

2.3.2 Le grossissement  $G$  du microscope est défini par :  $G = \alpha' / \alpha$  ( $\alpha'$  et  $\alpha$  en radian). Calculer  $G$  dans les conditions d'observation décrites ci-dessus.

### 3. Le cercle oculaire.

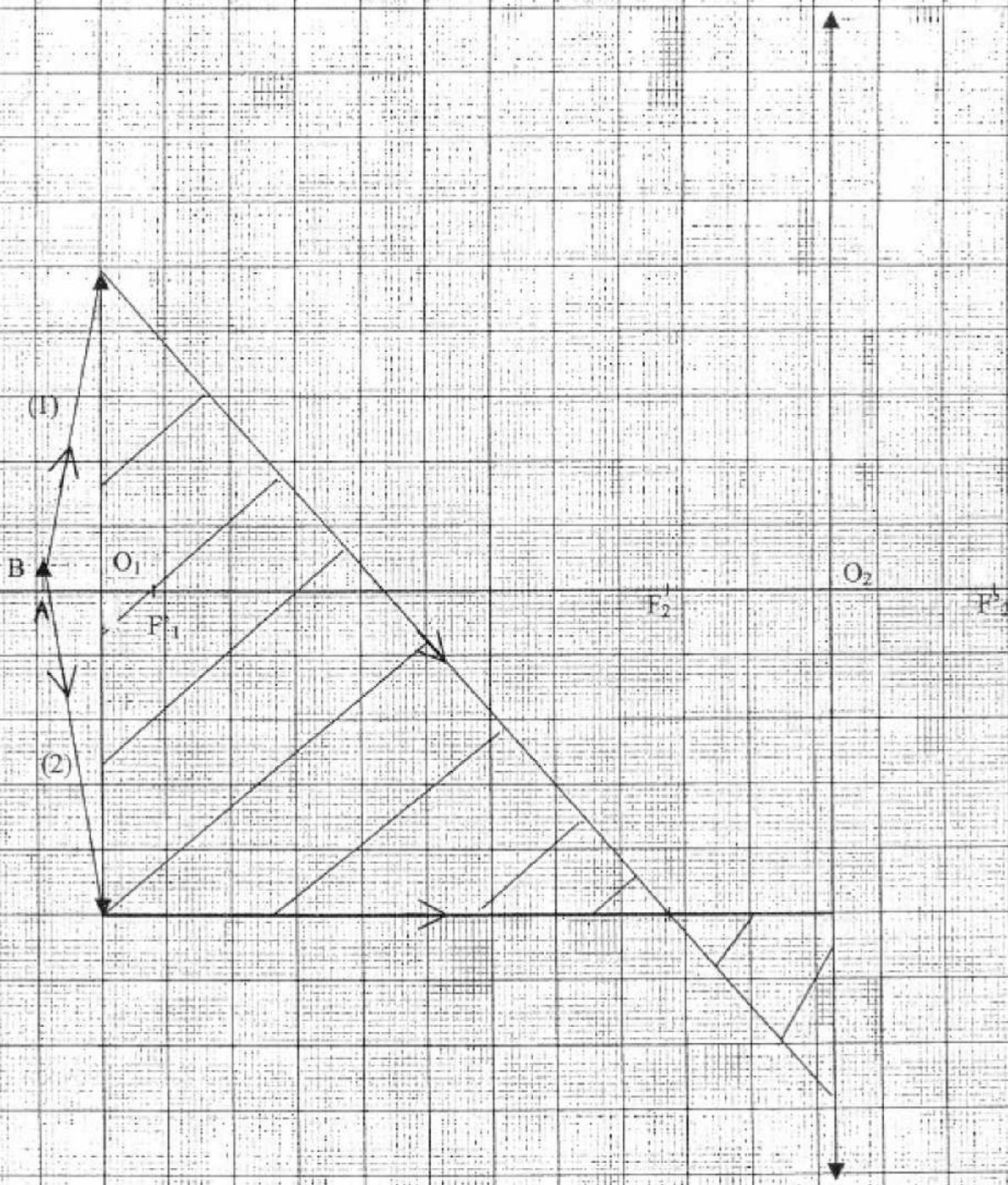
3.1 Écrire la définition du cercle oculaire d'un instrument d'optique.

3.2 À partir de cette définition, construire le cercle oculaire sur la figure 2 (annexe 3 à rendre avec la copie).

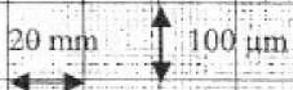
3.3 Quel est l'intérêt pratique du cercle oculaire ?

Annexe n°2 à rendre avec la copie

Figure 1



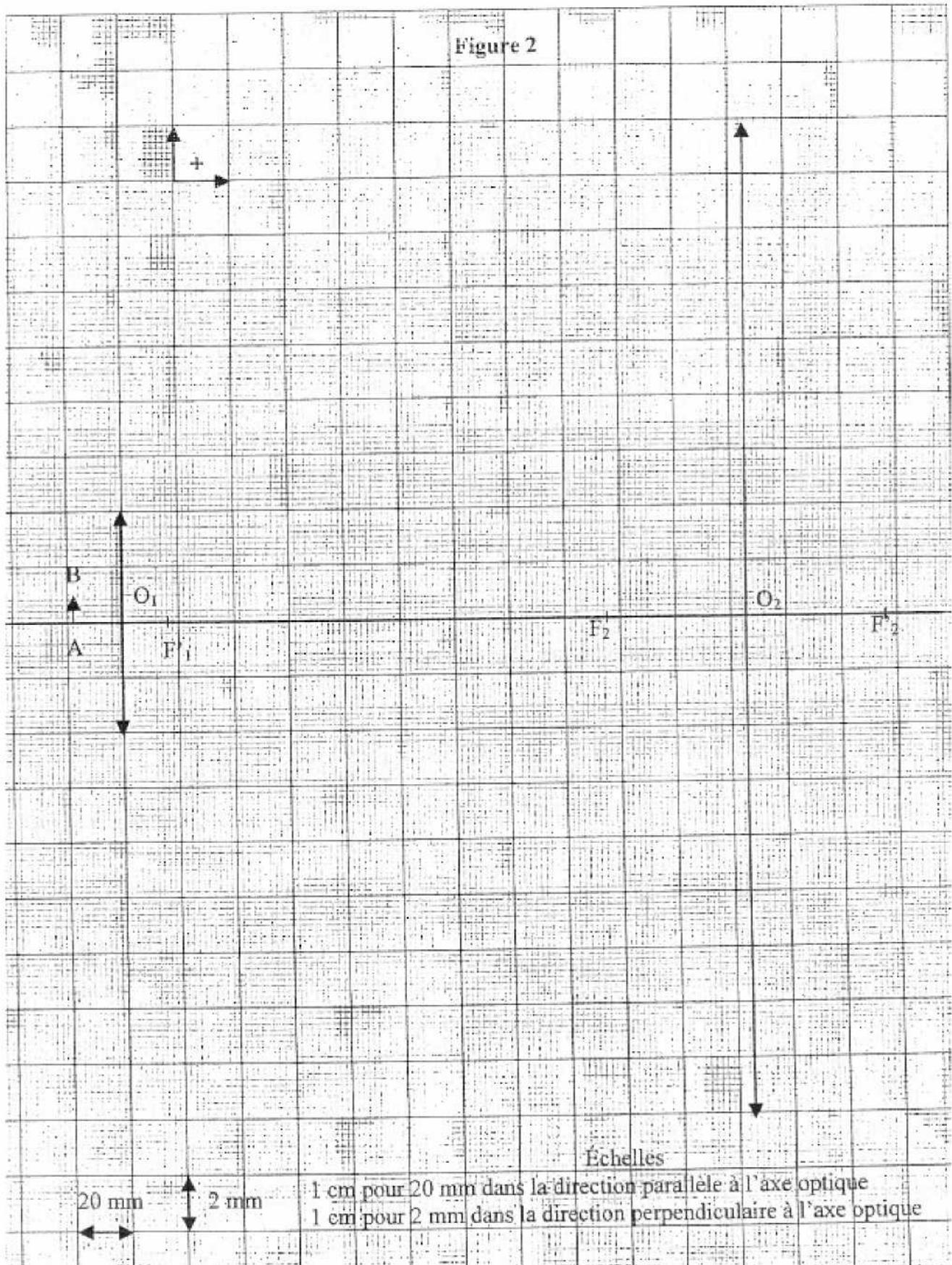
Échelles



1 cm pour 20 mm dans la direction parallèle à l'axe optique  
 1 cm pour 100 μm dans la direction perpendiculaire à l'axe optique

Annexe n°3 à rendre avec la copie

Figure 2



Cet exercice comporte 9 affirmations **indépendantes** concernant les lentilles convergentes et les miroirs.  
Toute réponse doit être accompagnée de justifications ou de commentaires.  
A chaque affirmation, vous répondrez donc par VRAI ou FAUX en justifiant votre choix à l'aide de définitions, de calculs, de schémas à compléter sur l'annexe (à rendre avec la copie).

❶ Affirmation: Suivant sa position par rapport au miroir, l'image A'B' d'un objet AB donnée par un miroir plan peut être plus grande ou petite que l'objet.

Donnée pour les affirmations ❷ et ❸. On dispose d'une lentille convergente de distance focale:  $f' = 10$  cm.

❷ Affirmation: Cette lentille a une vergence  $C = 0,10$  δ.

❸ Affirmation: L'image A'B' d'un objet placé devant la lentille, à 60 cm du centre optique se forme derrière la lentille, à 12 cm du centre optique.

❹ Affirmation: Après avoir traversé la lentille, le rayon (1) passe par le point B'. (voir **annexe**)

❺ Donnée: Dans un microscope, la distance objectif-oculaire est fixe. (voir annexe)

Affirmation: Dans un microscope, le diamètre du cercle oculaire dépend de la position et de la taille de l'objet observé.

❻ Le schéma en annexe représente un miroir sphérique de sommet S, de centre C et de foyer F.

Affirmation: L'image A'B' de l'objet AB donnée par le miroir sphérique est située dans le même plan vertical que l'objet AB.

Données pour les affirmations ❼, ❽ et ❾:

La lunette représentée en annexe est afocale: le foyer image  $F'_1$  de l'objectif  $L_1$  coïncide avec le foyer objet  $F_2$  de l'oculaire  $L_2$ .

L'objectif a une distance focale  $f'_1 = 0,75$  m.

Le diamètre apparent de l'astre observé est  $\alpha = 9,0 \times 10^{-3}$  rad.

❼ Affirmation: Tous les rayons issus de B qui traversent l'objectif  $L_1$  traversent l'oculaire  $L_2$ . (voir annexe)

❽ Le grossissement d'une lunette est défini par la relation  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  dans laquelle  $\alpha$  est l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu et  $\alpha'$  l'angle sous lequel on voit son image dans l'instrument.  
On pourra faire les approximations  $\tan \alpha = \alpha$  et  $\tan \alpha' = \alpha'$ ,  $\alpha$  et  $\alpha'$  en rad.

Affirmation: Dans le cas d'une lunette afocale, le grossissement s'exprime également par la relation:

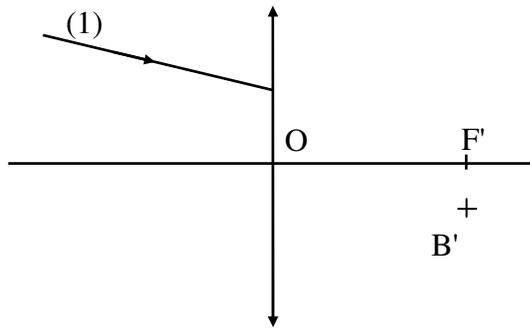
$$G = \frac{f'_1}{f_2} \quad f'_1 \text{ étant la distance focale de l'objectif et } f_2 \text{ celle de l'oculaire.}$$

❾ Affirmation: L'image  $A_1B_1$  donnée par l'objectif mesure 13,5 mm.

Annexe

Les schémas suivants peuvent éventuellement être utilisés pour répondre à certaines affirmations.

Affirmation ④



Affirmation ⑤

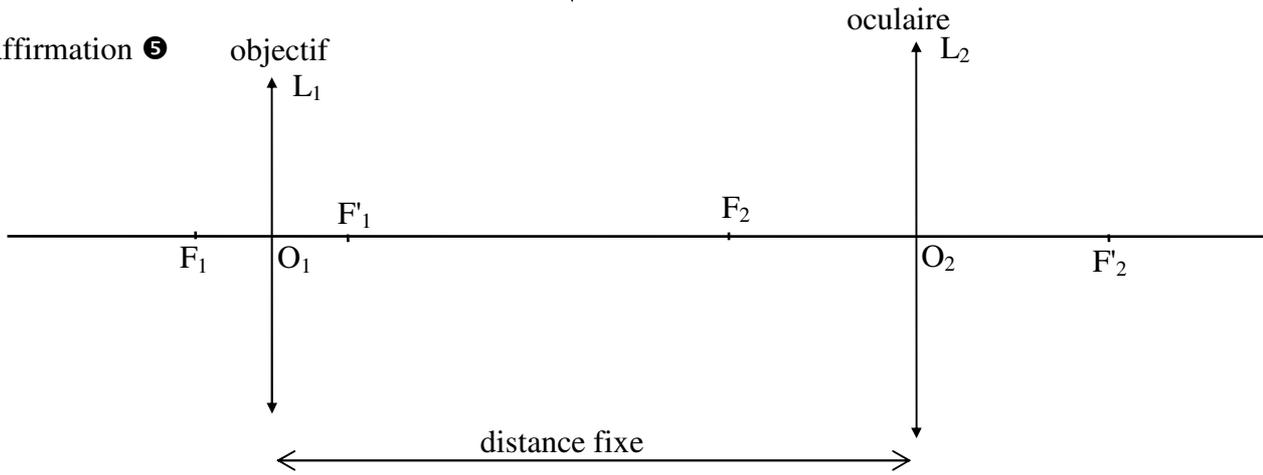
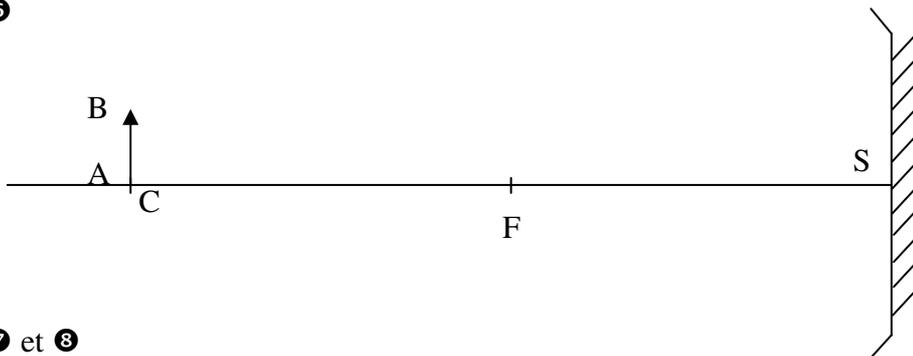
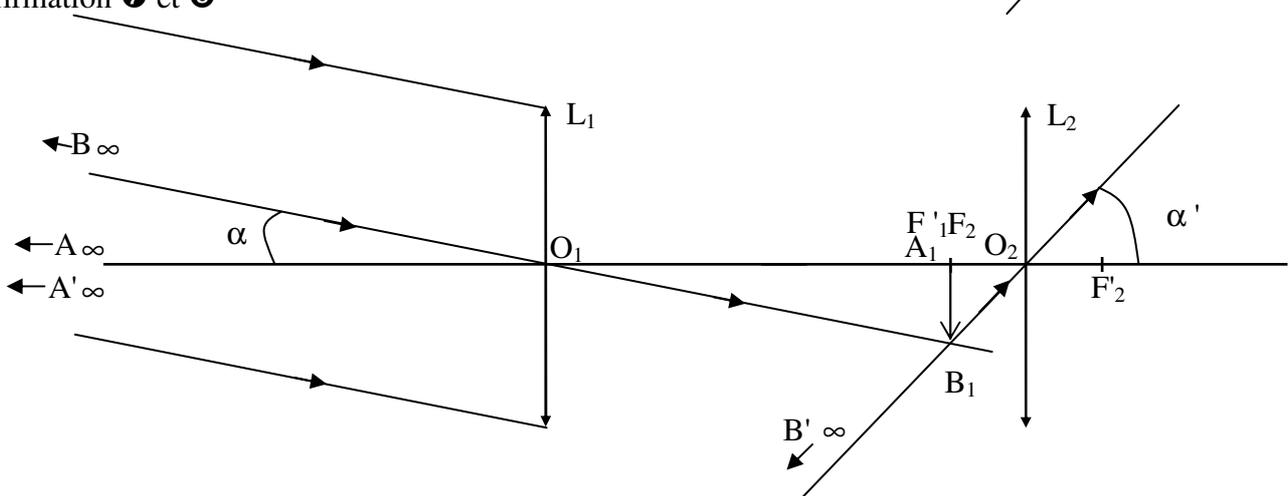


Schéma d'un microscope

Affirmation ⑥



Affirmation ⑦ et ⑧



# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

---

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 9 pages numérotées de 1 à 9, 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. Dosage des ions chlorure dans le lait (4 points) (spécialité)**
- II. Comment faire des ricochets sur l'eau ? (5 points)**
- III. Du chlore dans l'eau (7 points)**

## EXERCICE I. DOSAGE DES IONS CHLORURE DANS LE LAIT (4 POINTS)

Dans certaines étables la conductivité du lait de vache est mesurée, lors de la traite, afin de détecter une possible inflammation des mamelles (mammites) qui rend impropre la consommation du lait.

La conductivité du lait dépend essentiellement des concentrations en ions sodium  $\text{Na}^+$ , potassium  $\text{K}^+$  et chlorure  $\text{Cl}^-$ . Les mammites, en provoquant une élévation des concentrations en ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ , augmentent la conductivité du lait.

Dans le lait frais de vache, la concentration massique moyenne en ions chlorure se situe entre  $0,8 \text{ g.L}^{-1}$  et  $1,2 \text{ g.L}^{-1}$ .

Dans le cas de laits dits « mammitieux », la valeur moyenne est voisine de  $1,4 \text{ g.L}^{-1}$ .

D'après un article de « l'Institut de l'Élevage »

On se propose, dans cet exercice, de mesurer par conductimétrie la concentration en ions chlorure dans un lait de vache afin de vérifier la qualité de ce lait.

**Données :**

Masse molaire atomique du chlore :  $35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

Relation entre la conductance  $G$  d'une solution et sa conductivité  $\sigma$  :  $G = k \cdot \sigma$  où  $k$  est une constante.

Expression de la conductivité  $\sigma$  en fonction des concentrations molaires effectives  $[X_i]$  des espèces ioniques  $X_i$  en solution :  $\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i]$  où  $\lambda_i$  est la conductivité molaire ionique des ions  $X_i$ .

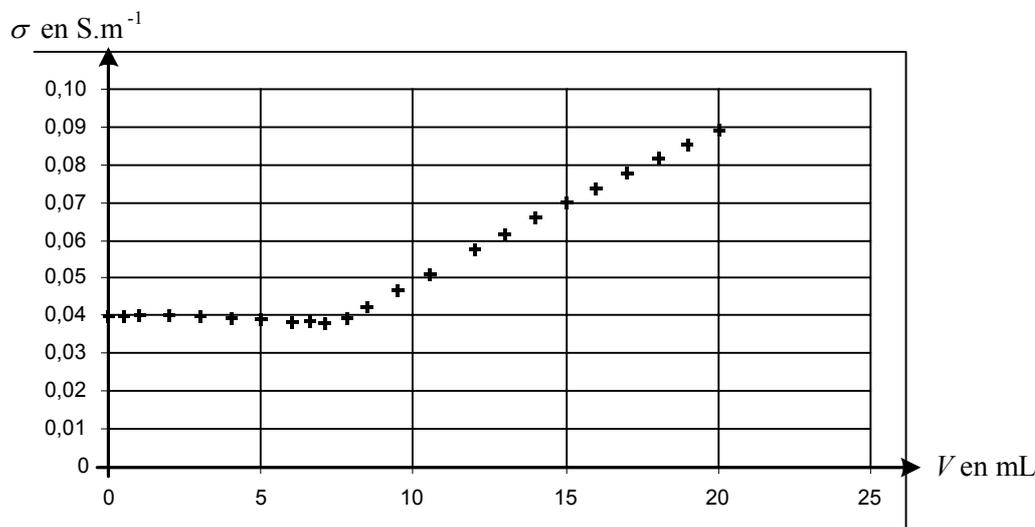
### 1. Principe du dosage

Dans un becher, on verse un volume  $V_0 = 200,0 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse de chlorure de potassium de concentration molaire en soluté apporté  $c_0 = 3,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . On immerge, dans cette solution, la cellule d'un conductimètre qui mesure la conductivité  $\sigma$  de la solution. On lit  $\sigma = 4,0 \times 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  à la température ambiante.

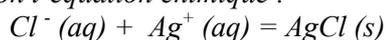
1.1. La conductivité de cette solution est-elle différente si on augmente :

- la concentration de la solution en gardant le volume de cette solution constant (justifier la réponse) ?
- le volume de la solution en gardant la concentration  $c_0$  de la solution constante (justifier la réponse) ?

1.2. Dans le volume  $V_0$  de la solution aqueuse de chlorure de potassium, on ajoute goutte à goutte une solution aqueuse de nitrate d'argent de concentration molaire en soluté apporté  $c = 0,080 \text{ mol.L}^{-1}$ . On note la valeur de la conductivité  $\sigma$  en fonction du volume  $V$  de solution de nitrate d'argent ajouté et on représente graphiquement  $\sigma$  en fonction de  $V$ . On obtient les points expérimentaux reportés sur le graphique ci-dessous :



La transformation chimique est modélisée par la réaction entre les ions chlorure et les ions argent en solution aqueuse selon l'équation chimique :



La constante d'équilibre  $K$  associée à cette équation a pour valeur, à 25°C,  $K = 5,0 \times 10^9$ .  
Pour savoir si cette transformation est totale, on étudie le mélange lorsque l'on a ajouté un volume  $V_1 = 5,0 \text{ mL}$  de solution aqueuse de nitrate d'argent.

1.2.1. Compléter le tableau d'évolution du système chimique **DE L'ANNEXE EN PAGE A3 À RENDRE AVEC LA COPIE** en utilisant les expressions littérales.

1.2.2. À partir de ce tableau, déterminer l'expression de la constante d'équilibre  $K$  en fonction de  $c_0$ ,  $c$ ,  $V_0$ ,  $V_1$  et de l'avancement final  $x_f$ .

1.2.3. En utilisant la valeur numérique de  $K$  dans l'expression précédente, on peut déduire  $x_f = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ . Le calcul de  $x_f$  n'est pas demandé. Calculer le taux d'avancement final et conclure.

1.3. Donner la définition de l'équivalence lors d'un titrage.

1.4. Indiquer, sans justification, parmi les espèces ioniques suivantes :  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ag}^+$  et  $\text{Cl}^-$ , celles qui sont présentes dans la solution :

- pour un volume  $V$  versé inférieur au volume versé à l'équivalence  $V_E$  ?

- pour un volume  $V$  versé égal au volume versé à l'équivalence  $V_E$  ?

- pour un volume  $V$  versé supérieur au volume versé à l'équivalence  $V_E$  ?

1.5. Sachant que la conductivité molaire ionique  $\lambda_1$  des ions chlorure est légèrement supérieure à celle  $\lambda_2$  des ions nitrate, et en négligeant la variation de volume du mélange réactionnel au cours du titrage, justifier que :

-  $\sigma$  diminue légèrement avant d'avoir atteint l'équivalence ;

-  $\sigma$  augmente après avoir atteint l'équivalence.

1.6. Comment peut-on déterminer graphiquement le volume équivalent ?

## 2. Titrage des ions chlorure contenus dans le lait

On prélève, dans une bouteille de lait du commerce, un volume  $V_0' = 20,0 \text{ mL}$  de lait frais que l'on introduit dans un becher. On y ajoute 250 mL d'eau distillée et quelques gouttes d'acide nitrique concentré. Soit  $S$  le mélange ainsi préparé. On observe la formation d'un précipité blanc : les protéines du lait précipitent en milieu acide et ainsi, ne peuvent plus réagir avec les ions argent  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  et chlorure  $\text{Cl}^-(\text{aq})$ . On introduit une sonde conductimétrique dans ce becher et, tout en agitant la solution, on note sa conductivité lors de l'ajout de la même solution titrante de nitrate d'argent qu'au 1.2 : solution aqueuse de nitrate d'argent de concentration molaire en soluté apporté  $c = 0,080 \text{ mol.L}^{-1}$ . On obtient les points expérimentaux reportés sur le graphique n°1 **DE L'ANNEXE EN PAGE A3 À RENDRE AVEC LA COPIE**.

2.1. Expliquer pourquoi on doit éviter qu'il se produise une réaction entre les protéines du lait et les ions  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  versés.

2.2. En exploitant le graphique n°1 **DE L'ANNEXE EN PAGE A3 À RENDRE AVEC LA COPIE**, calculer la quantité d'ions chlorure contenus dans le prélèvement de volume  $V_0' = 20,0 \text{ mL}$  de lait frais.

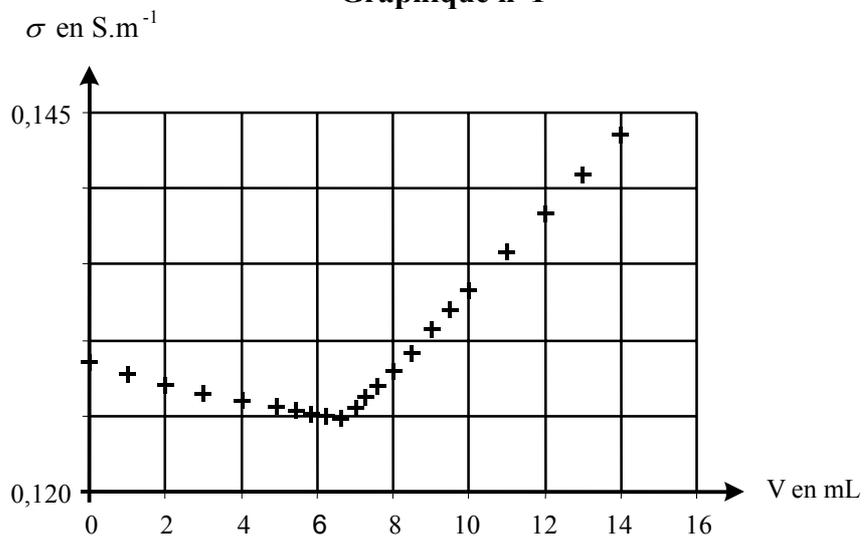
2.3. En déduire la masse d'ions chlorure contenue dans un litre de lait. Le lait étudié est-il « marmiteux » ?

## ANNEXE DE L'EXERCICE I

**Tableau d'évolution**

Équation de la réaction		$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) = \text{AgCl}(\text{s})$		
État du système	avancement en mol	quantité de matière en mol		
État initial	0	$n_0(\text{Ag}^+) =$	$n_0(\text{Cl}^-) =$	0
Au cours de la transformation	x			
État final	$x_f$			

**Graphique n° 1**



## EXERCICE III. PRODUIRE DES SONS, ECOUTER (4 points)

### 1. Expressions théoriques

**1.1.** On suppose qu'une onde progressive se déplace sans atténuation, le long d'une corde tendue entre deux points fixes distants de  $L$ . L'onde subit une réflexion sur chaque extrémité. Cette onde s'est propagée, après un aller-retour elle réapparaît identique à elle-même ; le phénomène est donc périodique de période  $T_0$ .

Exprimer  $T_0$  en fonction de la longueur  $L$  de la corde tendue, de la vitesse  $v$  de propagation du signal le long de cette corde.

**1.2.** Si l'onde progressive est sinusoïdale, elle se reproduit identique à elle-même avec une période  $T$  ; pendant cette période, elle s'est propagée d'une distance égale à une longueur d'onde  $\lambda$ .

Exprimer alors la relation entre  $T$  (période de l'onde sinusoïdale),  $\lambda$  (longueur d'onde de l'onde sinusoïdale) et  $v$  (vitesse de propagation du signal le long de la corde).

**1.3.** On donne la relation liant  $T_0$  et  $T$ , lorsque l'onde progressive se propageant et se réfléchissant le long d'une corde tendue est sinusoïdale :  $T_0 = n \times T$ .

Comment nomme-t-on une telle onde ?

**1.4.** Dédire de la relation donnée au 1.3. , et des résultats des questions 1.1. et 1.2. l'expression de la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde sinusoïdale en fonction de la longueur  $L$  de la corde tendue.

**1.5.** On suppose que la corde tendue émet un son de fréquence  $f_n$ .

On donne la relation liant la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde sinusoïdale, la fréquence  $f_n$  du son émis par la corde tendue et la vitesse  $v$  de propagation du signal le long de la corde :  $\lambda = \frac{v}{f_n}$ .

Dédire de cette relation et du résultat de la question 1.4. une relation entre la fréquence  $f_n$  du son émis par la corde tendue, la vitesse  $v$  de propagation du signal le long de la corde et la longueur  $L$  de la corde tendue.

### 2. Détermination de la vitesse de propagation d'une onde sonore le long d'une corde tendue

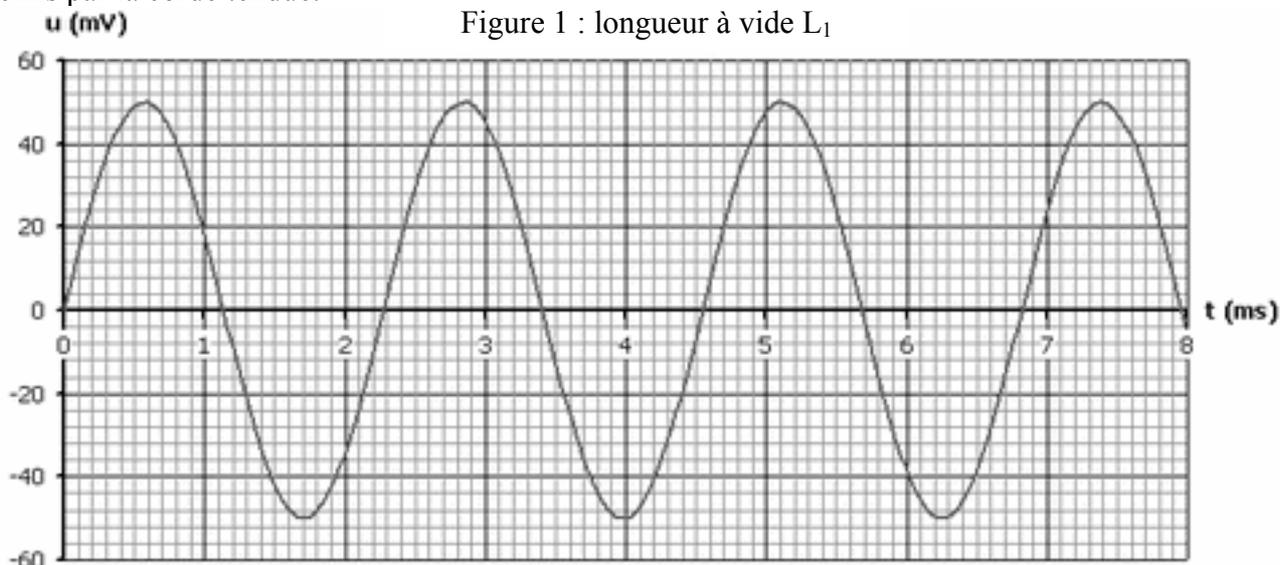
Une corde de guitare tendue de longueur à vide  $L_1 = 68 \text{ cm}$  est accordée sur une note.

On pince la corde et on mesure la fréquence du son émis grâce à un microphone couplé à la carte son d'un ordinateur, muni d'un logiciel de traitement du son.

Le logiciel d'acquisition est muni d'un filtre électronique lui permettant d'isoler la fréquence de réponse spectrale de plus grande amplitude : la fréquence fondamentale.

**2.1.** Quelle(s) condition(s) doit remplir un instrument de musique pour produire un son ?

**2.2.** À partir de l'oscillogramme ci-après, déterminer la valeur de la période  $T_1$  ainsi que la fréquence  $f_1$  du son émis par la corde tendue.

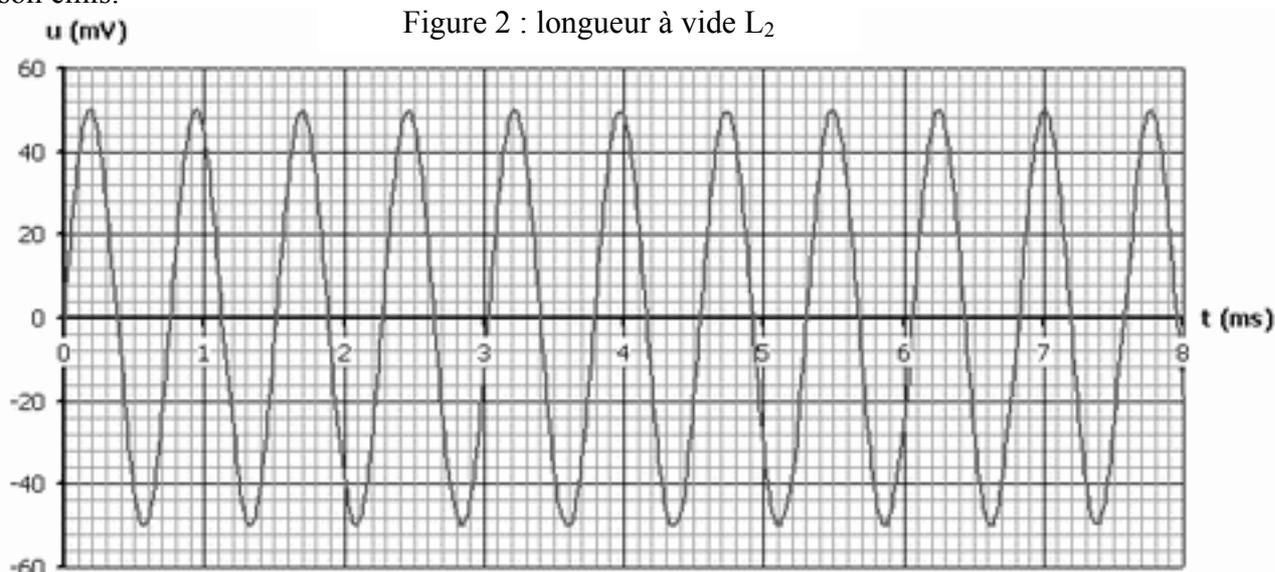


2.3. Déterminer la valeur de la vitesse de propagation de l'onde sonore le long de la corde à partir de la relation établie à la question 1.5. et de la valeur de la fréquence  $f_1$ .

### 3. Détermination de la longueur d'une corde

On diminue la longueur  $L$  libre de la corde de guitare. On pince la corde et on mesure à nouveau la **fréquence fondamentale** du son émis.

3.1. Déterminer, à partir de l'oscillogramme ci-dessous, la valeur de la période  $T_2$  et celle de la fréquence  $f_2$  du son émis.



3.2. On suppose que la vitesse  $v$  de propagation de l'onde sonore est toujours la même qu'à la question 2.3. ; déduire du résultat de la question 3.1. et de la relation établie au 1.5. , la longueur libre  $L_2$  de la corde.

### 4. Modes de vibration d'une corde tendue entre deux points fixes

#### 4.1. Allure de la corde et vocabulaire

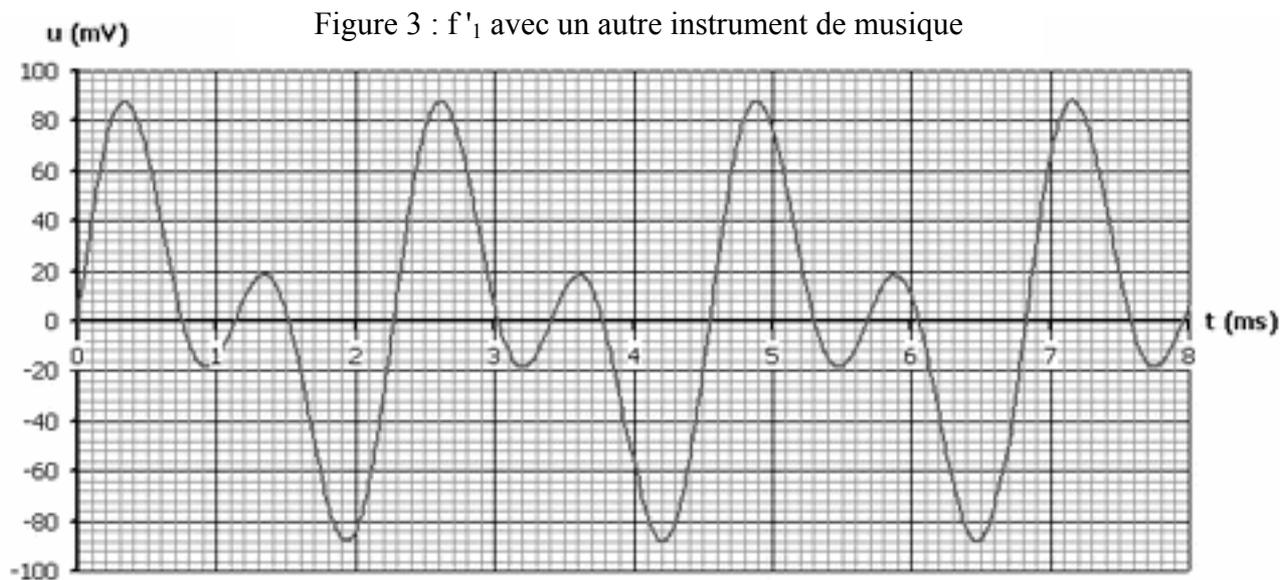
On donne, en **annexe 3**, l'allure d'une corde, lors d'une mesure de fréquence correspondant à un mode harmonique : légèder le schéma en annexe 3. **L'annexe 3 est à rendre avec la copie.**

4.2. Donner sur un schéma, l'allure de la corde, lors de la mesure de la fréquence correspondant au mode harmonique 3.

## 5. Acoustique musicale et physique des sons

### 5.1. Hauteur d'un son

On joue une note de fréquence  $f'_1$  avec un autre instrument de musique : on obtient la réponse en fréquence suivante :



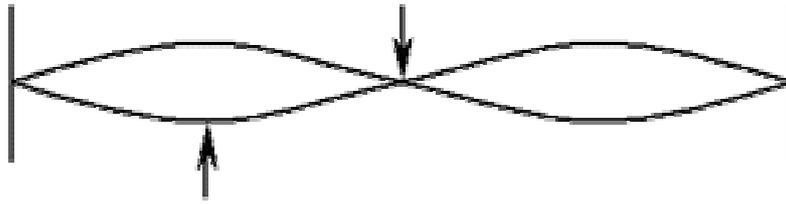
5.1.1. Définir la hauteur d'un son.

5.1.2. Préciser la hauteur du son correspondant à la note de fréquence  $f'_1$ .

5.2. Préciser de quoi dépend le timbre d'un son.

5.3. Comparer les hauteurs et les timbres des sons correspondant aux fréquences  $f_1$  et  $f'_1$ .

ANNEXE 3



# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

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 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8, y compris celle-ci.

La page 8/8 est à rendre avec la copie après avoir été complétée.

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

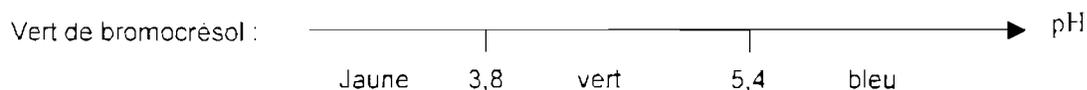
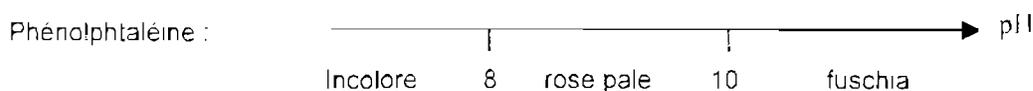
- |   |              |
|---|--------------|
| I. Voyager en se repérant : le GPS et les horloges. | (9,5 points) |
| II. Oxydo-réduction                                 | (2,5 points) |
| III. Titre alcalimétrique d'une eau minérale        | (4 points)   |

### III – TITRE ALCALIMÉTRIQUE D'UNE EAU MINÉRALE (4 points)

Les eaux minérales contiennent de nombreuses espèces chimiques dissoutes. Ces eaux minérales sont particulièrement riches en ions « bicarbonate ». Ce nom désigne en fait les ions hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ .

Données :

- Zone de virage de quelques indicateurs colorés :



- Valeurs de quelques pKa de couples acido-basiques

Pour le couple ( $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$ ) :  $\text{pK}_{\text{a}1} = 0$

Pour le couple ( $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$ ) :  $\text{pK}_{\text{a}2} = 14$

Pour le couple ( $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-$ ) :  $\text{pK}_{\text{a}3} = 6,3$

Pour le couple ( $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ ) :  $\text{pK}_{\text{a}4} = 10,3$

- Masses molaires atomiques:  $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$  ,  $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  
 $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  .

Pour effectuer le dosage alcalimétrique, on prélève  $V_1 = 50,0 \text{ mL}$  d'eau minérale que l'on titre par une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_{\text{a}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Un système d'acquisition permet de mesurer le pH au cours du dosage. On obtient ainsi la courbe donnant le pH en fonction de  $V_{\text{a}}$ , volume d'acide versé, et celle de sa dérivée  $\frac{\text{dpH}}{\text{d}V_{\text{a}}} = f(V_{\text{a}})$ . Ces courbes sont données en **annexe page 8 à rendre avec la copie**.

#### 1 - Le titre alcalimétrique TA

La mesure du titre alcalimétrique TA permet de déterminer la concentration en ions carbonate  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ .

On donne la définition du TA : c'est le volume, exprimé en millilitres, de solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_{\text{a}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  en ions  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  nécessaires pour doser les ions carbonate  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$  dans  $100 \text{ mL}$  d'eau minérale en présence de phénolphthaléine.

- 1.1 En vous servant du diagramme donné en annexe page 8, donner le pH de l'eau minérale.

- 1.2 Établir le diagramme de prédominance des espèces carbonatées. En déduire la forme prédominante de ces espèces dans cette eau minérale.
- 1.3 Quelle teinte prend la phénolphtaléine dans cette eau ?
- 1.4 Par ajout d'acide chlorhydrique, la phénolphtaléine changera-t-elle de couleur ? Peut-on déterminer par l'observation un volume équivalent ?
- 1.5 Justifier la valeur nulle du TA de cette eau minérale.

## 2 - Le titre alcalimétrique complet TAC

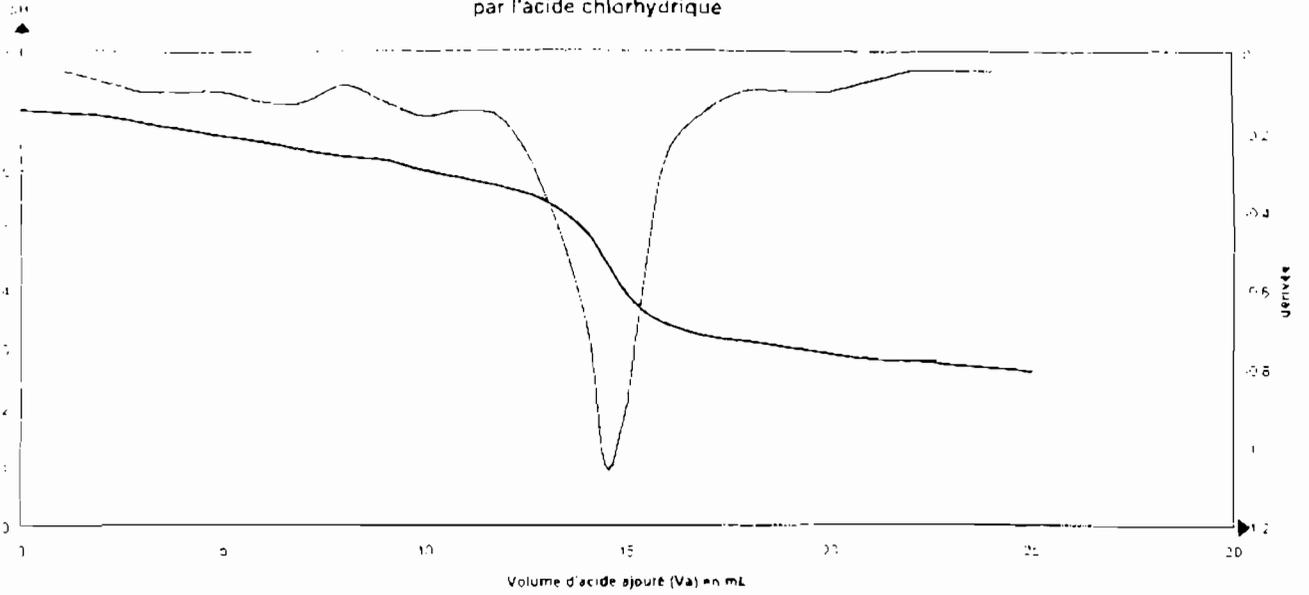
Le titre alcalimétrique complet TAC est lié à la concentration totale en ions hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$ (aq) et carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$ (aq).

On donne la définition du TAC : c'est le volume, exprimé en millilitres, de solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  nécessaires pour doser 100 mL d'eau minérale en présence de vert de bromocrésol.

- 2.1 Ecrire l'équation de la réaction utilisée pour le titrage.
- 2.2 Calculer  $n_a$  la quantité d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$ (aq) introduite lorsque  $V_a = 14,0 \text{ mL}$ . Évaluer  $n'_a$  la quantité d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$ (aq) restant dans le volume total du mélange réactionnel. Justifier l'utilisation de cette réaction pour réaliser un dosage.
- 2.3 Déterminer les coordonnées du point d'équivalence.
- 2.4 Justifier le choix du vert de bromocrésol comme indicateur coloré.
- 2.5 Déterminer la concentration molaire  $C$  des ions hydrogénocarbonate dans cette eau minérale.
- 2.6 Déterminer la concentration massique  $T$  des ions hydrogénocarbonate dans cette eau minérale.
- 2.7 Déterminer le TAC de cette eau minérale.

# ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Titration des ions hydrogencarbonate contenus dans 50 mL d'eau minérale  
par l'acide chlorhydrique



## I. COMMENT ACCORDER UNE GUITARE ? (4 points)

L'ANNEXE, PAGE 9, EST À RENDRE AVEC LA COPIE

### 1. Avec un accordeur électronique.

Les guitaristes emploient plusieurs méthodes pour accorder leur guitare. La plus simple consiste à utiliser un accordeur électronique dont le principe de fonctionnement s'apparente à un microphone relié à un fréquencemètre par l'intermédiaire d'un amplificateur. Chaque corde dite "à vide" vibre entre le sillet et le chevalet, distants d'une longueur  $L$ . La corde est pincée puis accordée indépendamment des autres en tournant la clef correspondante située en haut du manche (voir figure 1), ce qui ajuste sa tension. Lorsque la guitare est accordée, chaque corde à vide produit, lorsqu'elle est pincée, une note correspondant à son nom. On parle alors de **corde de mi grave**, **corde de la**, **corde de sol**, etc. (voir figure 2). Le tableau 3 précise la correspondance entre la note produite par chaque corde et la fréquence de la tension périodique mesurée par le fréquencemètre. Les différentes cordes n'ont pas toutes la même masse linéique et on peut considérer qu'elles sont toutes tendues de la même façon.

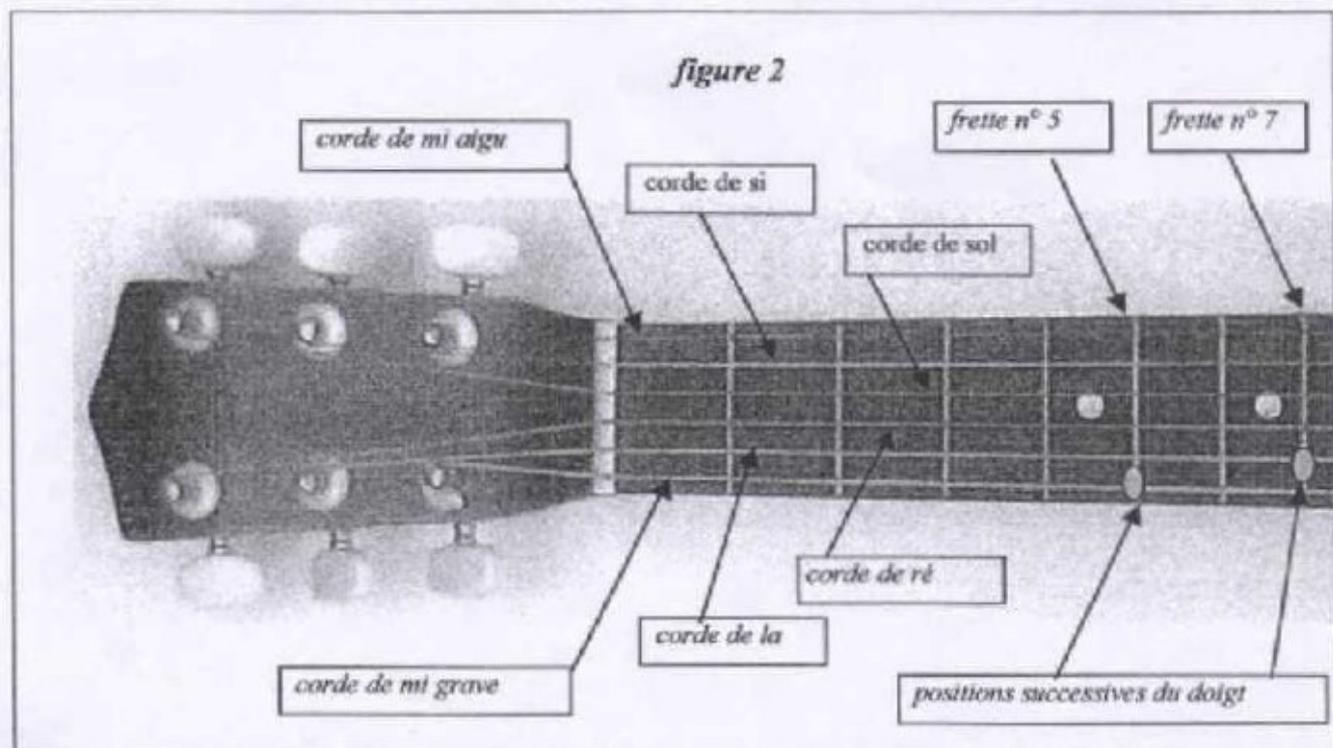
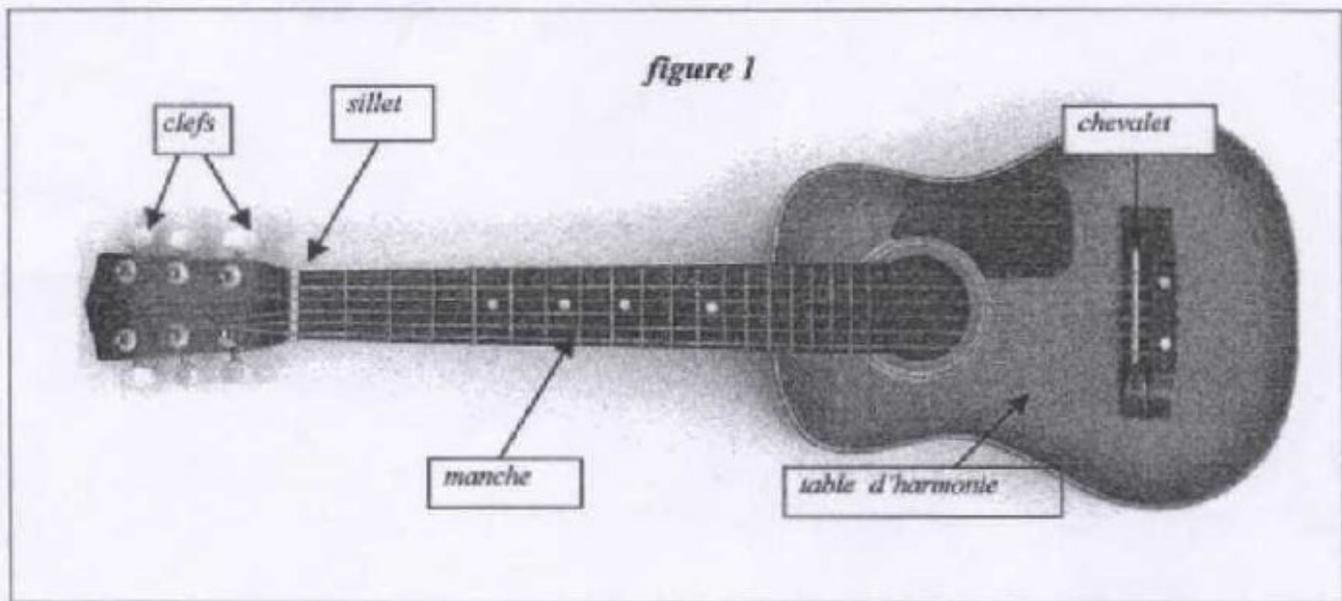


tableau 3

corde de	mi grave	la	ré	sol	si	mi aigu
fréquence (Hz)	329,63	440,00	587,33	783,99	987,77	1318,50

- 1.1. Quel est le rôle de la table d'harmonie dans une guitare (voir figure 1) ?
- 1.2. Quelle grandeur physique est associée à la hauteur d'une note ?
- 1.3. Étude des paramètres dont dépend la hauteur de la note.
  - 1.3.1. Écrire la condition d'existence d'une onde stationnaire entre deux obstacles fixes séparés par une longueur  $L$ . En déduire l'expression de la longueur d'onde  $\lambda$  du mode fondamental.
  - 1.3.2. Écrire la relation entre la longueur d'onde  $\lambda$ , la célérité  $v$  et la période  $T$  d'une onde sinusoïdale. La célérité  $v$  des ondes le long d'une corde tendue entre deux points fixes est donnée par l'expression :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \text{ avec } F = \text{tension de la corde en Newton et } \mu = \text{masse linéique en kg.m}^{-1}.$$

- 1.3.3. En utilisant les résultats des questions 1.3.1 et 1.3.2., montrer que la période du son émis vaut :

$$T = 2L \sqrt{\frac{\mu}{F}}$$

- 1.4. L'accordeur électronique indique que la corde de la a une hauteur trop basse lorsqu'elle est pincée.  
Quelle manipulation le guitariste doit-il faire pour accorder la corde de la ? Justifiez, sans calcul, en vous aidant de l'expression donnée à la question 1.3.3.

## 2. Vérifier l'accord avec les harmoniques.

Pour vérifier le bon accord entre les différentes cordes, le guitariste utilise une technique qui consiste à exciter les cordes sur des modes propres tels que 2 cordes à vide adjacentes produisent la même note. Par exemple, pour vérifier l'accord entre les deux premières cordes, le musicien procède comme suit :

- après avoir pincé la corde de la, il pose délicatement et brièvement le doigt sur la corde, sans appuyer sur celle-ci, au niveau de la frette n° 7, c'est à dire au premier tiers de la distance silet-chevalet  $L$ .
  - presque simultanément, il refait la même chose avec la corde de mi grave en posant son doigt au niveau de la frette n° 5, c'est-à-dire au premier quart de la distance silet-chevalet  $L$  (voir figure 2 de la page 2 et la figure 4 de la feuille annexe page 9).
- Les deux cordes doivent alors produire la même note.

La figure 4 de l'annexe page 9 (à rendre avec la copie) représente les trois premiers modes propres d'une corde tendue entre le silet et le chevalet de la guitare.

- 2.1. Comment s'appelle le premier mode propre ? Comment s'appellent les autres modes propres ?
- 2.2. Sur le troisième mode de la figure 4 de l'annexe, préciser les positions des nœuds et des ventres de vibration.
- 2.3. Sans souci d'échelle pour l'amplitude, représenter sur les lignes A, B, C de la figure 4 de l'annexe, l'allure des trois modes propres d'ordre  $n$  immédiatement supérieur.
- 2.4. Compléter le tableau 4 de l'annexe donnant les fréquences associées aux 6 premiers modes propres des cordes de mi grave et la.
- 2.5. Quels modes de vibration le guitariste supprime-t-il lorsqu'il pose son doigt au niveau de la frette n° 5 ? Même question lorsqu'il pose son doigt au niveau de la frette n° 7 (on pourra s'aider de la figure 4).
- 2.6. Quelle est la fréquence commune du son obtenu sur les deux cordes ? À quelle note correspond-elle ?

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

figure 4

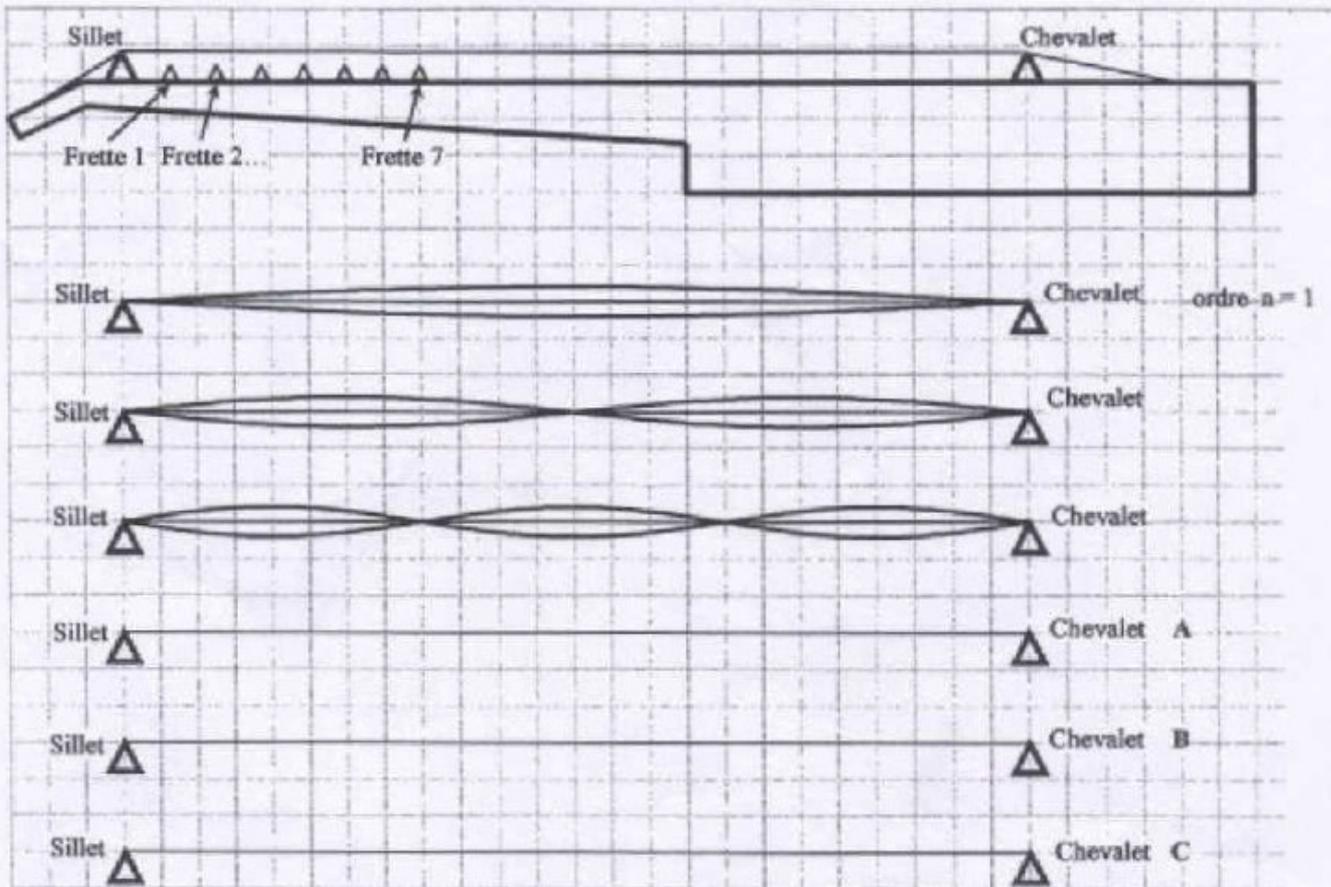


tableau 4

mode n° i	1	2	3	4	5	6
fréquence de la corde de mi grave (Hz)		660			1650	1980
fréquence de la corde de la (Hz)	440		1320	1760		

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

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

Le feuillet de l'annexe (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. La physique et le violon (4 points)
- II. État final d'un système chimique : étude par spectrophotométrie et titrage (6,5 points)
- III. Le lancer du poids aux championnats du monde 2003 (5,5 points)

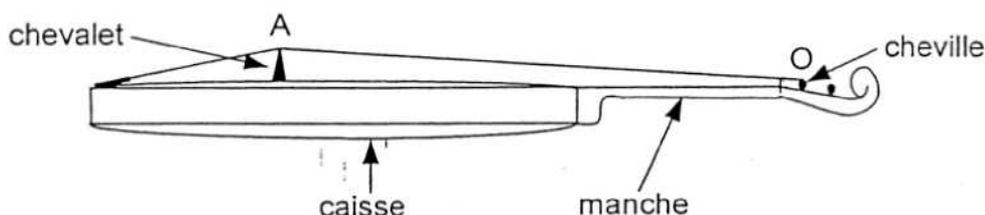
## EXERCICE I. LA PHYSIQUE ET LE VIOLON (4 points)

Les questions 4 et 5 de l'exercice sont indépendantes des autres questions.  
Chaque réponse devra être clairement rédigée.

Les indications nécessaires à la résolution de l'exercice sont données dans l'énoncé.  
Aucune connaissance en musique n'est nécessaire pour le résoudre.

En sortant de cours, un élève de classe terminale, violoniste amateur depuis quelques années, examine son instrument de musique pour en comprendre le fonctionnement.

Le violon possède quatre cordes, que l'on frotte avec un archet.



La nature et la tension des cordes sont telles qu'en vibrant sur toute leur longueur ( $AO = \ell = 55,0 \text{ cm}$ ), elles émettent des notes dont les caractéristiques sont données ci-dessous :

numéro de la corde	1	2	3	4
note	sol <sub>2</sub>	ré <sub>3</sub>	la <sub>3</sub>	mi <sub>4</sub>
fréquence du son fondamental (en Hz)	$f_1 = 196$	$f_2 = 294$	$f_3 = 440$	$f_4$

Données :

Une onde progressive se propage le long d'une corde tendue entre deux points fixes à la célérité

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \text{ avec } F \text{ la tension de la corde et } \mu \text{ sa masse linéique.}$$

Chaque corde du violon a une masse linéique et une tension qui lui sont propres.

On admet qu'un diapason émet un son de fréquence unique 440 Hz.

1. L'élève fait vibrer une corde tendue de son violon en la pinçant. Il observe un fuseau.

1.1. Celui-ci est-il dû à l'existence d'ondes longitudinales ou transversales? Justifier en définissant le terme choisi.

1.2. À partir des connaissances du cours, montrer que la longueur  $\ell$  de la corde vibrante est liée à la longueur d'onde  $\lambda$  par la relation :  $\ell = \frac{\lambda}{2}$

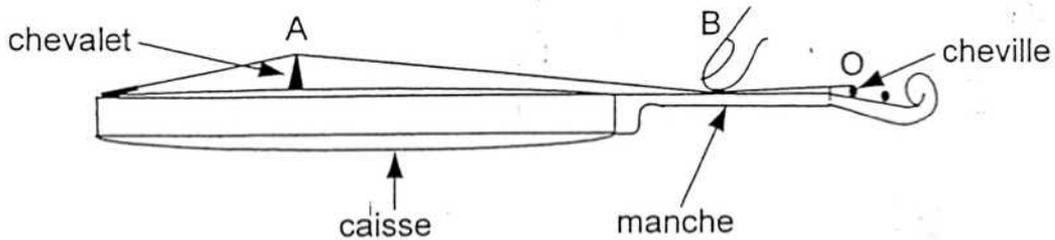
1.3. Les vibrations de la corde sont transmises à la caisse en bois du violon.  
Quel est le rôle de cette caisse ?

2. L'élève accorde son violon. Pour chaque corde successivement, il règle la tension de celle-ci afin qu'elle émette un son correspondant à une fréquence donnée dans le tableau ci-avant. Pour cela, il tourne une cheville. Il s'intéresse d'abord à la corde « la<sub>3</sub> » et règle la hauteur du son en utilisant un diapason (440 Hz).

Masse linéique de la corde « la<sub>3</sub> » :  $\mu = 0,95 \text{ g.m}^{-1}$ .

Calculer la tension de la corde après cette opération.

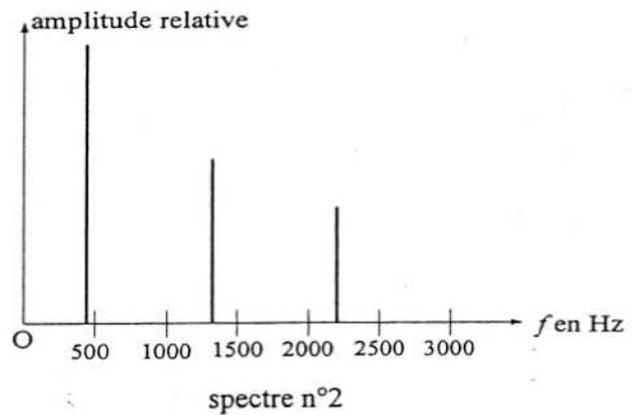
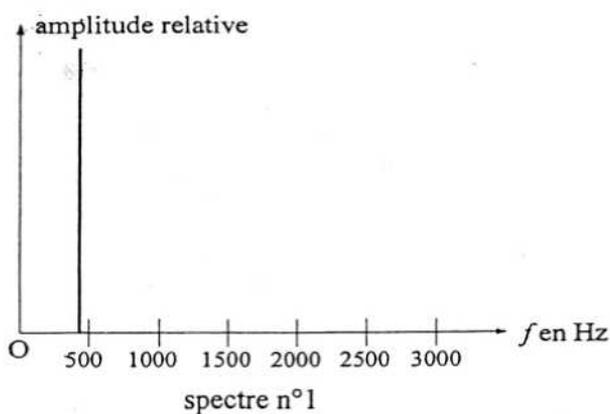
3. Pour jouer une note « la<sub>3</sub> » sur la corde « ré<sub>3</sub> », l'élève appuie en un point B de celle-ci.



3.1. En admettant que cette opération ne change pas la tension de la corde « ré<sub>3</sub> », quelle grandeur le violoniste modifie-t-il ?

3.2. À quelle distance du chevalet l'élève appuie-t-il sur la corde pour que la note émise ait pour fréquence fondamentale 440 Hz ?

4. En classe, le son émis par la corde « la<sub>3</sub> » du violon d'une part et le son émis par un diapason 440 Hz sont captés par un microphone relié à l'ordinateur. Un logiciel permet d'établir les spectres des fréquences reproduits ci-dessous :



4.1. Identifier chacun des spectres en justifiant la réponse.

4.2. Pour le spectre correspondant au violon, entre les fréquences 0 Hz et 3000 Hz, quelles sont les fréquences des harmoniques manquants ?

5. À l'aide d'un sonomètre, l'élève mesure un niveau sonore valant 70 dBA lorsqu'il joue une note pendant quelques secondes en frottant la corde avec l'archet.

Un autre violoniste joue en même temps que l'élève la même note au même niveau sonore.

On suppose que le sonomètre est placé à la même distance des violons.

\* Le niveau sonore, en décibel acoustique (dBA) est défini par :  $L = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$   
Où  $I$  est l'intensité sonore et  $I_0$  l'intensité sonore de référence (seuil d'audibilité)

\* On rappelle que les intensités sonores s'additionnent.

Quel niveau sonore indiquera le même sonomètre lorsque l'élève et le violoniste joueront ensemble ?

6. Les fréquences fondamentales des quatre cordes du violon ne sont pas choisies au hasard.

Trouver la relation mathématique simple entre les valeurs des fréquences données dans le tableau et en déduire la valeur de la fréquence  $f_4$ .

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

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

Le feuillet de l'annexe (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. La lunette de Kepler (4 points)
- II. Le dihydrogène pour la protection de l'environnement (6,5 points)
- III. Oscillateur solide-ressort (5,5 points)

## EXERCICE I. LA LUNETTE DE KEPLER (4 points)

L'importance des observations réalisées par Galilée à l'aide de la lunette conduit Kepler à rédiger, en 1610, le premier traité moderne d'optique, le *Dioptricae*.

Le point central du *Dioptricae* est l'étude des phénomènes liés aux lentilles. À l'aide de l'optique géométrique, Kepler explique comment on agrandit ou réduit une image grâce à un choix judicieux de lentilles. Il décrit la lunette galiléenne mais propose un nouveau montage utilisant deux lentilles convergentes.

Une lunette de Kepler appelée aussi lunette astronomique est constituée de deux lentilles minces convergentes, d'axe optique commun ( $\Delta$ ). Une modélisation de cette lunette est constituée de la manière suivante :

- l'objectif ( $L_1$ ) est une lentille de distance focale  $f_1' = 250$  mm, de diamètre  $D = 25$  mm, de centre optique  $O_1$ ;
- l'oculaire ( $L_2$ ) est une lentille de distance focale  $f_2' = 50$  mm, de centre optique  $O_2$ .

### 1. Schéma de la lunette

Compléter le schéma n° 1 reproduit à l'échelle  $\frac{1}{2}$  sur l'axe horizontal, de l'ANNEXE EN PAGE A4

À RENDRE AVEC LA COPIE en plaçant la lentille ( $L_2$ ) de telle façon que le foyer objet  $F_2$  de l'oculaire coïncide avec le foyer image  $F_1'$  de l'objectif.

### 2. Images et grossissement

L'astre observé est à l'infini, son diamètre  $AB$  est perpendiculaire à l'axe optique en  $A$ . Tous les rayons issus de  $B$  sont parallèles entre eux et font avec l'axe optique un angle  $\theta$  qui est le diamètre apparent de l'astre. Un des rayons issu de  $B$  est représenté sur les schémas de l'ANNEXE EN PAGE A4 À RENDRE AVEC LA COPIE.

2.1. L'objectif ( $L_1$ ) donne, de l'astre observé, une image  $A_1B_1$ .

Sur le schéma n° 1 de l'ANNEXE EN PAGE A4 À RENDRE AVEC LA COPIE, construire l'image  $A_1B_1$  en justifiant la méthode choisie.

2.2. Où se forme l'image définitive  $A_2B_2$  donnée par l'oculaire ( $L_2$ )? Justifier la réponse.

2.3. Compléter la figure en traçant le rayon émergent de la lunette correspondant au rayon incident tracé issu de  $B$ . Justifier les tracés nécessaires à cette construction.

2.4. On appelle grossissement  $G$  d'un instrument d'optique le rapport  $G = \frac{\theta'}{\theta}$ .

$\theta'$  est l'angle sous lequel on voit l'image donnée par l'instrument.

$\theta$  est l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu.

Pour les angles petits et exprimés en radians,  $\tan \theta \approx \theta$ .

Après avoir indiqué  $\theta'$  sur le schéma n°1 de l'ANNEXE EN PAGE A4 À RENDRE AVEC LA COPIE, montrer que, pour la lunette de Kepler modélisée à la question 1, le grossissement a pour

$$\text{expression } G = \frac{f_1'}{f_2'}$$

En déduire la valeur du grossissement de cette lunette.

2.5. L'expérience montre que les plus belles images du ciel s'obtiennent avec des grossissements dont la valeur est inférieure à un nombre  $N$ . Ce nombre est identique à la valeur du diamètre  $D$  de l'objectif, exprimé en millimètre, soit ici 25. L'idéal pour l'instrument étudié ici est de disposer d'une gamme

d'oculaires permettant des grossissements allant de  $\frac{N}{7}$  à  $N$ . À partir d'un grossissement égal à  $N$  les images paraissent floues à l'œil humain.

Déterminer pour l'instrument étudié, les deux valeurs extrêmes de  $f_1'$  correspondant à ces grossissements.

### 3. Cercle oculaire

- 3.1. Définir le cercle oculaire.
- 3.2. Sur le schéma n° 2 de l'ANNEXE EN PAGE A4, À RENDRE AVEC LA COPIE construire le cercle oculaire. Quel est son intérêt pratique ?

### 4. Nouvelle image et grandissement

*On rapproche l'oculaire de 5 mm vers l'objectif.*

- 4.1. Déterminer, par le calcul, la position de l'image définitive  $A_3B_3$ .
- 4.2. Calculer le grandissement  $\gamma$  de l'oculaire dans ce cas.

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

PHYSIQUE-CHIMIE  
SPÉCIALITÉ

Série : S

*FEUILLET DES ANNEXES  
À RENDRE AVEC LA COPIE.*

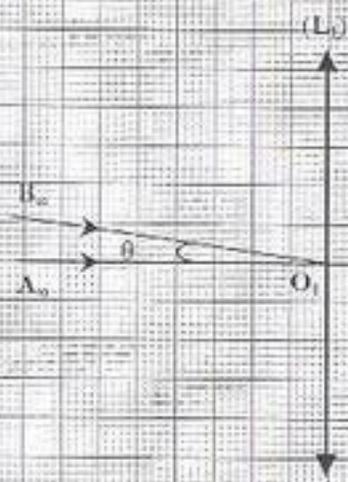
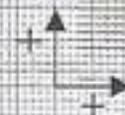
Si votre  
composition  
comporte  
plusieurs  
feuilles,  
numérotez-les.  
.../...

Tournez la page S.V.P

ANNEXE EXERCICE I : schéma n° 1

Échelle  $\frac{1}{2}$  sur l'axe horizontal  
Pas de souci d'échelle sur l'axe vertical

2 cm



ANNEXE EXERCICE I : schéma n° 2

Échelle  $\frac{1}{2}$  sur l'axe horizontal  
Pas de souci d'échelle sur l'axe vertical

2 cm

