

EXERCICE III. ETUDE D'UN SON ET DE SA RECEPTION AVEC UN RECEPTEUR RADIO (4 points)

On se propose, dans cet exercice, d'étudier dans une première partie le son produit par une corde métallique vibrant entre deux points fixes A et B puis, dans une deuxième partie, la transmission et la réception de ce son par ondes hertziennes.

Données :

La fréquence propre f_0 d'un circuit L, C est donnée par la relation $LC(2\pi f_0)^2 = 1$

Première partie : étude du son.

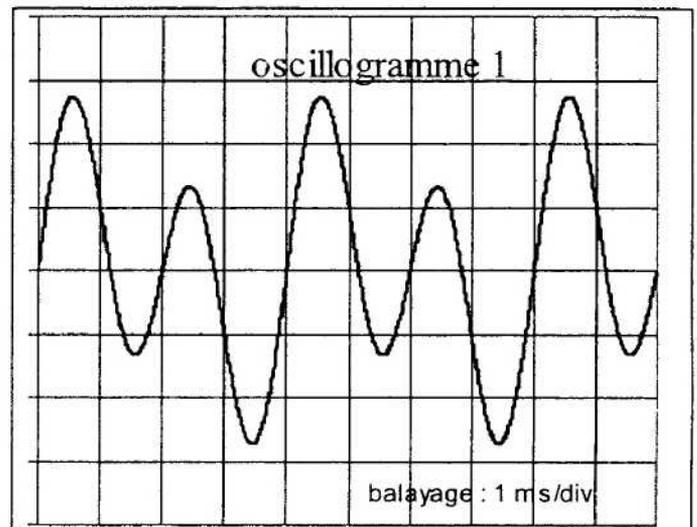
On a enregistré, à l'aide d'un microphone et d'un oscilloscope, le signal électrique correspondant au son produit par la corde vibrante.

On a obtenu l'oscillogramme ci-contre :

1.1. - Le son produit est-il pur ou complexe ? Justifier.

1.2. - Déterminer la valeur de la fréquence f_1 du son fondamental.

Déterminer la valeur de la fréquence f_3 de l'harmonique de rang 3.



1.3. - Un générateur basses fréquences fait circuler dans cette corde métallique un courant alternatif sinusoïdal de fréquence réglable. La corde passe entre les pôles d'un aimant en U. Représenter sur un schéma l'état vibratoire de la corde entre A et B pour le fondamental puis pour l'harmonique de rang 3.

1.4. - Donner la relation entre la longueur d'onde λ , la longueur AB et le rang n de l'harmonique.

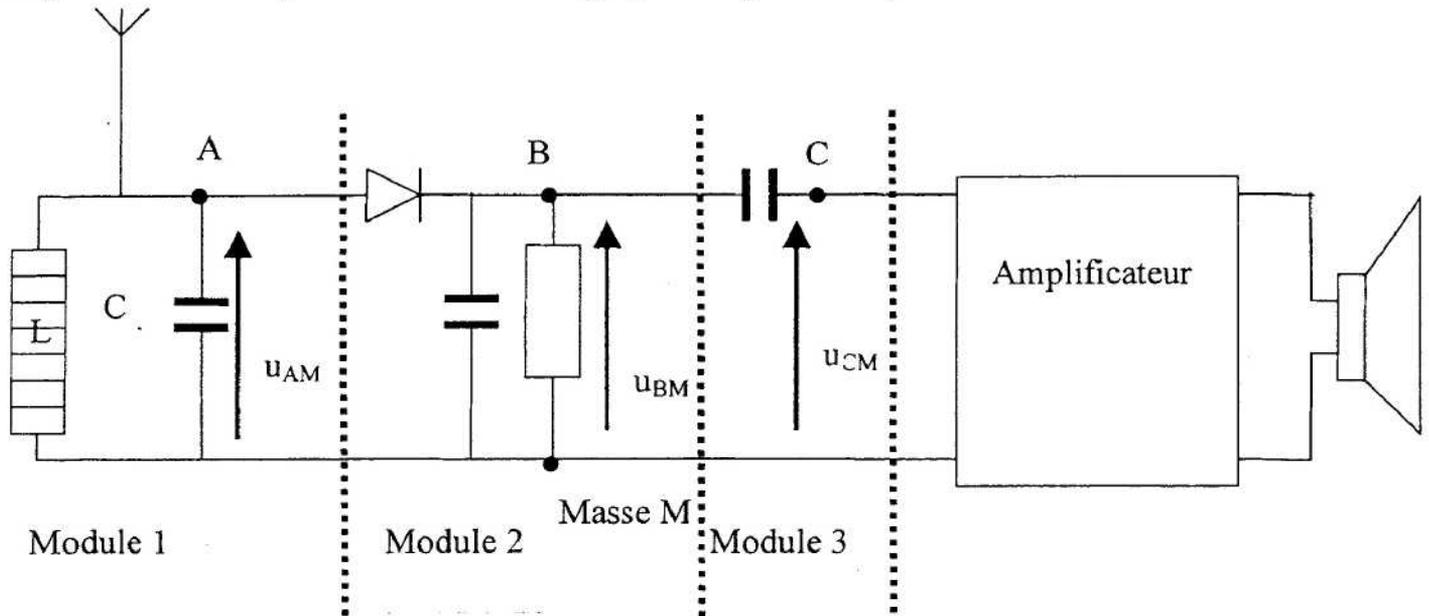
1.5. - La longueur AB vaut 0,90 m. En déduire la célérité V des ondes le long de la corde.

Deuxième partie : Emission et réception

On étudie un dispositif expérimental émetteur-récepteur d'ondes pour transmettre le son précédent par voie hertzienne.

L'émetteur utilise une onde porteuse de fréquence f , modulée en amplitude par le signal électrique de fréquence f_1 correspondant au son de la première partie. La tension modulée u_m émise par l'émetteur est représentée en annexe sur les deux premiers graphes.

Le récepteur est constitué de 3 modules notés 1, 2 et 3 selon le schéma de principe ci-après. Les tensions correspondantes sont représentées en annexe (graphes G1, G2 et G3).



2.1. - En utilisant la partie zoomée de la tension modulée u_m à la sortie de l'émetteur (2^{ème} graphe figurant en annexe), déterminer la fréquence f de l'onde porteuse.

2.2. - Le module 1 du récepteur, filtre passe bande ou circuit d'accord, est composé d'une bobine d'inductance L de valeur fixe et d'un condensateur de capacité C réglable.

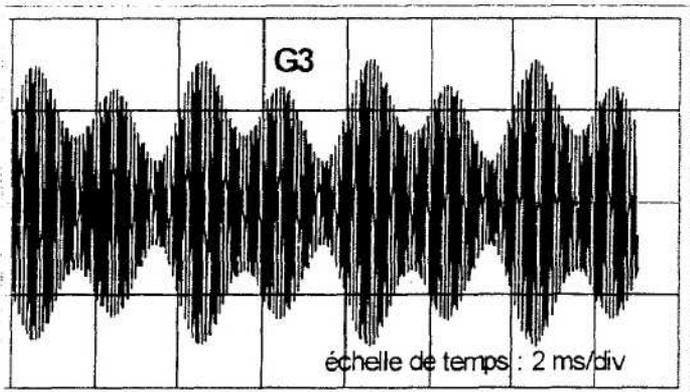
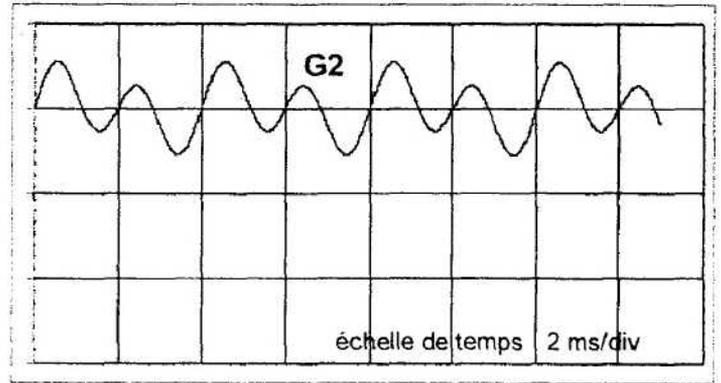
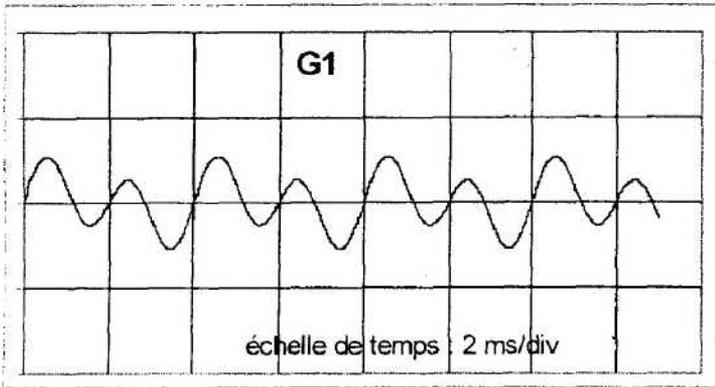
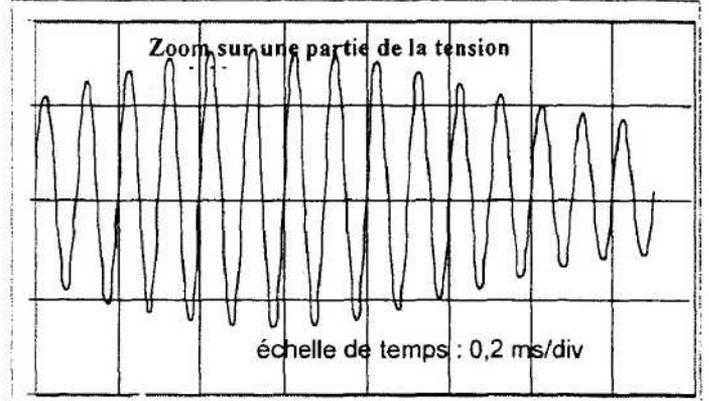
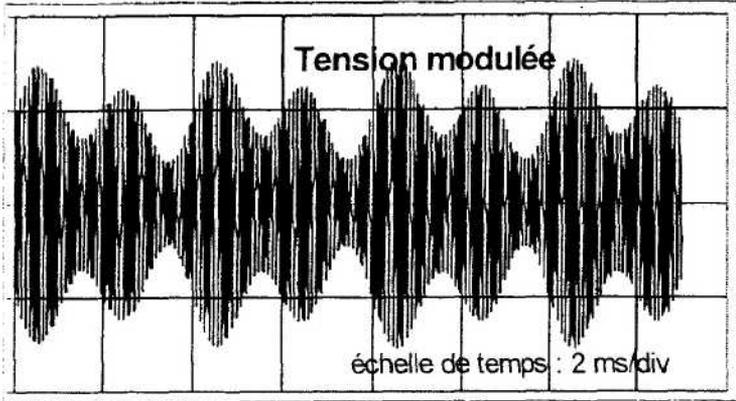
2-2-1 - Quel est le rôle de ce module ?

2-2-2 - Quel est l'intérêt de pouvoir faire varier la capacité ?

2-2-3 - A quelle valeur doit-on fixer C si $L = 1,00$ mH ?

2.3. - Les graphes des tensions u_{AM} , u_{BM} , u_{CM} sont représentés en annexe. Attribuer les graphes numérotés G1, G2, G3 aux tensions u_{AM} , u_{BM} , u_{CM} en justifiant brièvement vos choix.

Annexe de l'exercice III (Spécialité)



Pour chaque oscillogramme, la trace correspondant à une tension nulle est confondue avec l'axe horizontal central.

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2005

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 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13, y compris celle-ci.

Les pages 12/13 et 13/13 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. A propos du zinc | (7 points) |
| II. Le téléphone « pot de yaourt » | (5 points) |
| III. Le quatuor : instruments à corde. | (4 points) |

EXERCICE III - LE QUATUOR : INSTRUMENTS A CORDES (4 points)

Les instruments du quatuor (deux violons, un alto, un violoncelle) sont de la famille des cordes frottées. Lorsque l'on frotte l'archet sur une corde, on produit une vibration très particulière, différente de celle produite par un marteau sur une corde de piano.

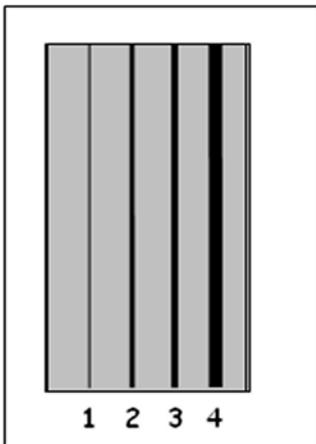
La corde est entraînée par l'archet ; quand l'adhérence cesse la corde glisse en sens opposé, puis elle est à nouveau entraînée par l'archet, etc... Ce mouvement très rapide donne un timbre particulier aux instruments à cordes frottées. La vibration est entretenue tant que l'instrumentiste fait adhérer l'archet à la corde.

L'obtention de sons plus ou moins graves s'obtient en faisant varier plusieurs paramètres de la corde vibrante :

- l'épaisseur de la corde e : les cordes épaisses produisent un son grave, les cordes fines un son aigu ;
- la longueur de la corde L ;
- la tension de la corde F : ce réglage se fait par l'intermédiaire de chevilles. Plus la corde est tendue, plus le son est aigu.

1. On rappelle que la célérité v d'une onde se propageant dans une corde de masse linéique μ (masse par unité de longueur) et soumise à une tension F , est donnée par la relation :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$



Les quatre cordes d'un violon ont une même longueur $L = 330$ mm. De la plus grave à la plus aiguë, elles sont accordées de la façon suivante : sol₂, ré₃, la₃, mi₄.

On suppose les cordes tendues sous une même tension $F = 245$ N.

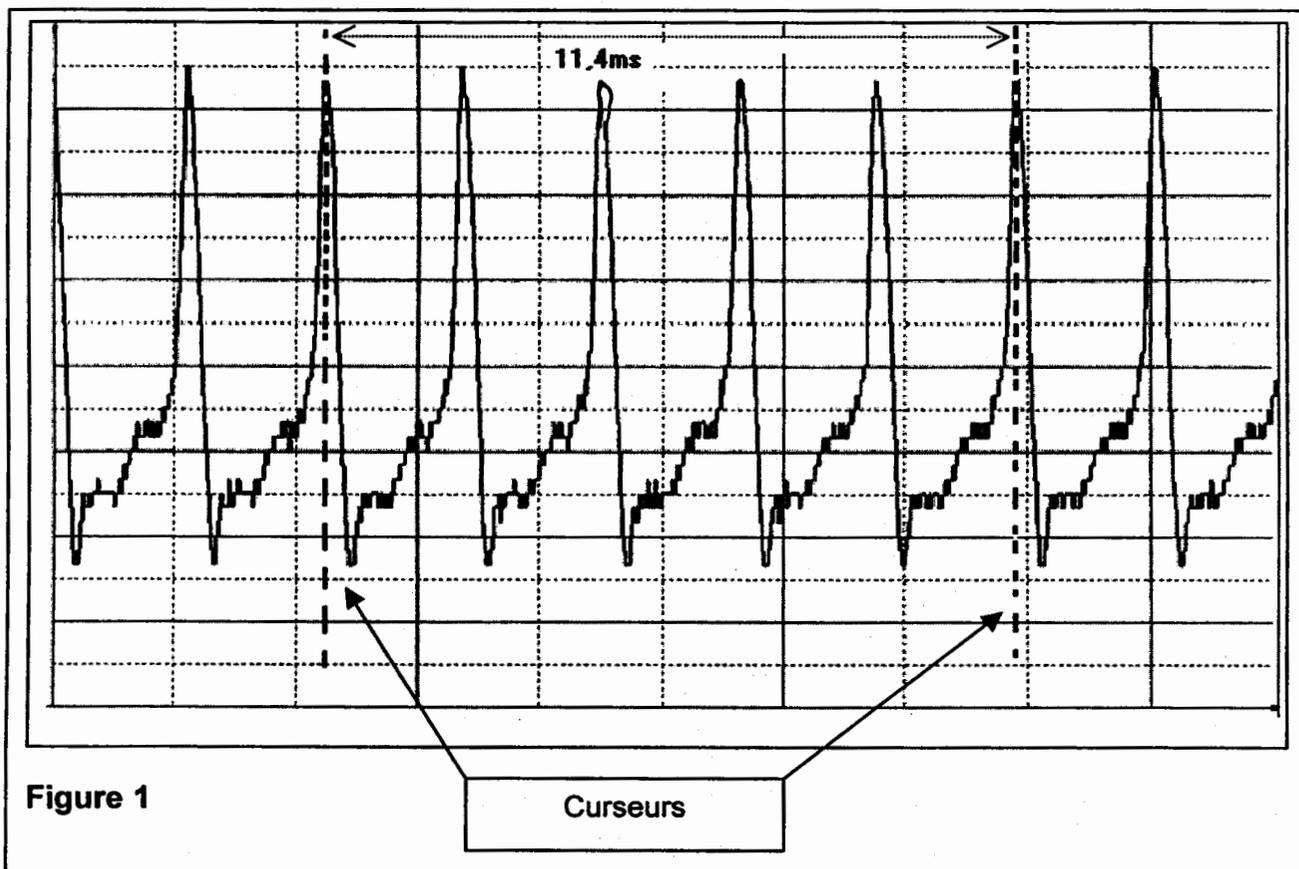
- Attribuer la note correspondant à chaque corde représentée sur la figure ci-contre. Justifier.
- Une des cordes a une masse linéique $\mu = 2,9 \times 10^{-3}$ kg.m⁻¹. Calculer la célérité v des ondes dans cette corde.

2. La relation exprimant la quantification des modes de vibration d'une corde est donnée par : $2.L = k.\lambda$ où λ représente la longueur d'onde.

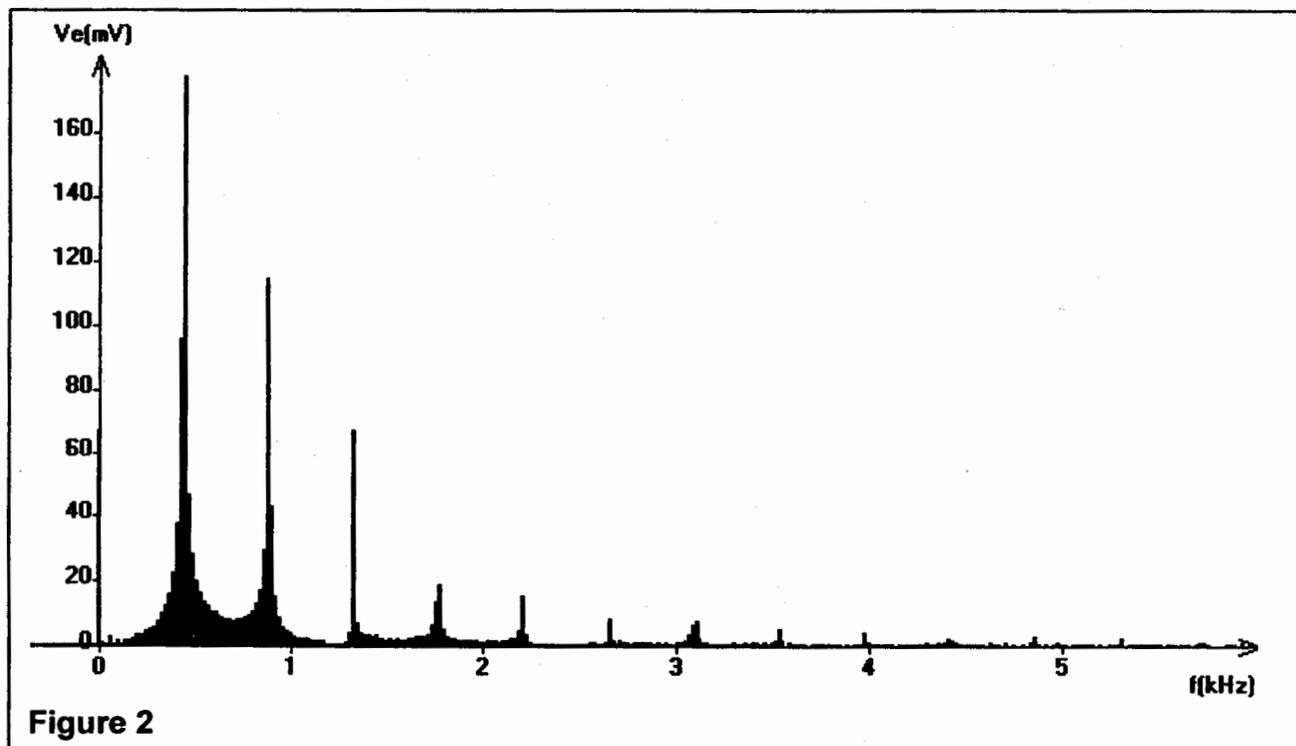
- Déterminer l'expression des fréquences f_k des modes de vibration d'une corde en fonction de la longueur L et de la célérité v des ondes se propageant dans cette corde.
- Donner la relation correspondant au mode fondamental. Calculer cette fréquence pour la corde de la question 1.b).

- c) Justifier l'affirmation du texte d'introduction : « *Plus la corde est tendue, plus le son est aigu* ».
- d) Comment, sans modifier la tension, le violoniste peut-il jouer un son plus aigu sur une même corde ?
3. On réalise un enregistrement du son émis par l'une des cordes d'un violon frottée par un archet. L'oscillogramme, relevé sur un oscilloscope numérique par l'intermédiaire d'un microphone, est donné sur la figure 1, page 10.
- On a disposé deux curseurs verticaux sur l'axe horizontal. L'intervalle de temps entre les deux positions des curseurs est affichée sur l'oscillogramme.
- a) Déterminer la période T du signal.
- b) En déduire la fréquence f_1 du mode fondamental. Justifier.
4. L'oscilloscope numérique permet de calculer et d'afficher le spectre du son de l'oscillogramme 1 (figure 2, page 10) : amplitude V_e de l'harmonique en fonction de la fréquence f .
- a) Retrouver graphiquement la fréquence du mode fondamental.
- b) Indiquer les fréquences des trois premières harmoniques en dehors du mode fondamental.
5. Un deuxième enregistrement (figures 3 et 4, page 11) a été effectué avec un autre instrument du quatuor.
- a) Qu'appelle-t-on hauteur d'un son ? A partir des oscillogrammes (figures 1 et 3), comparer la hauteur des deux sons.
- b) Les sons émis par les deux instruments ont-ils le même timbre ? Justifier en utilisant les spectres des deux sons (figures 2 et 4).

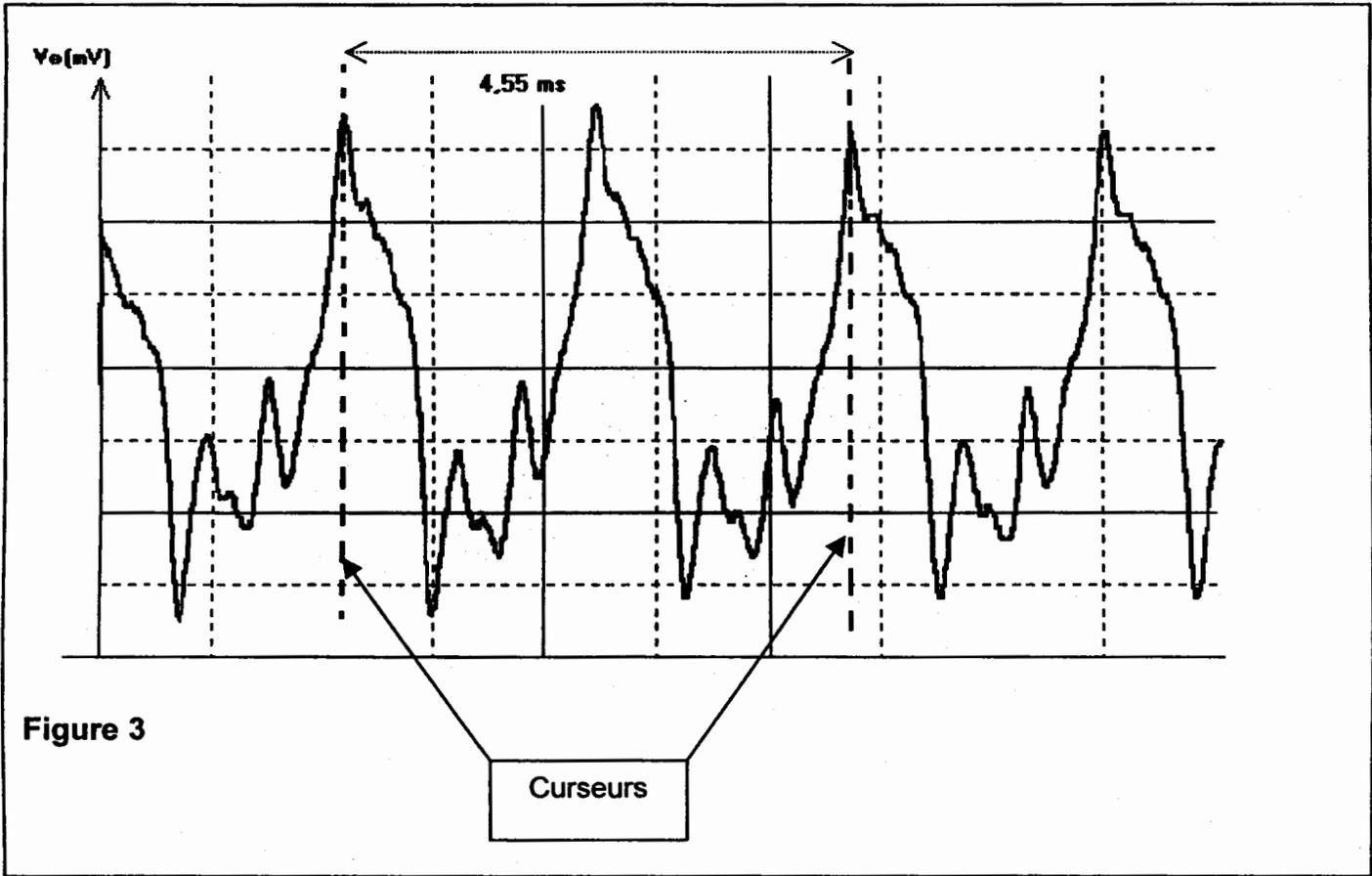
Oscillogramme 1



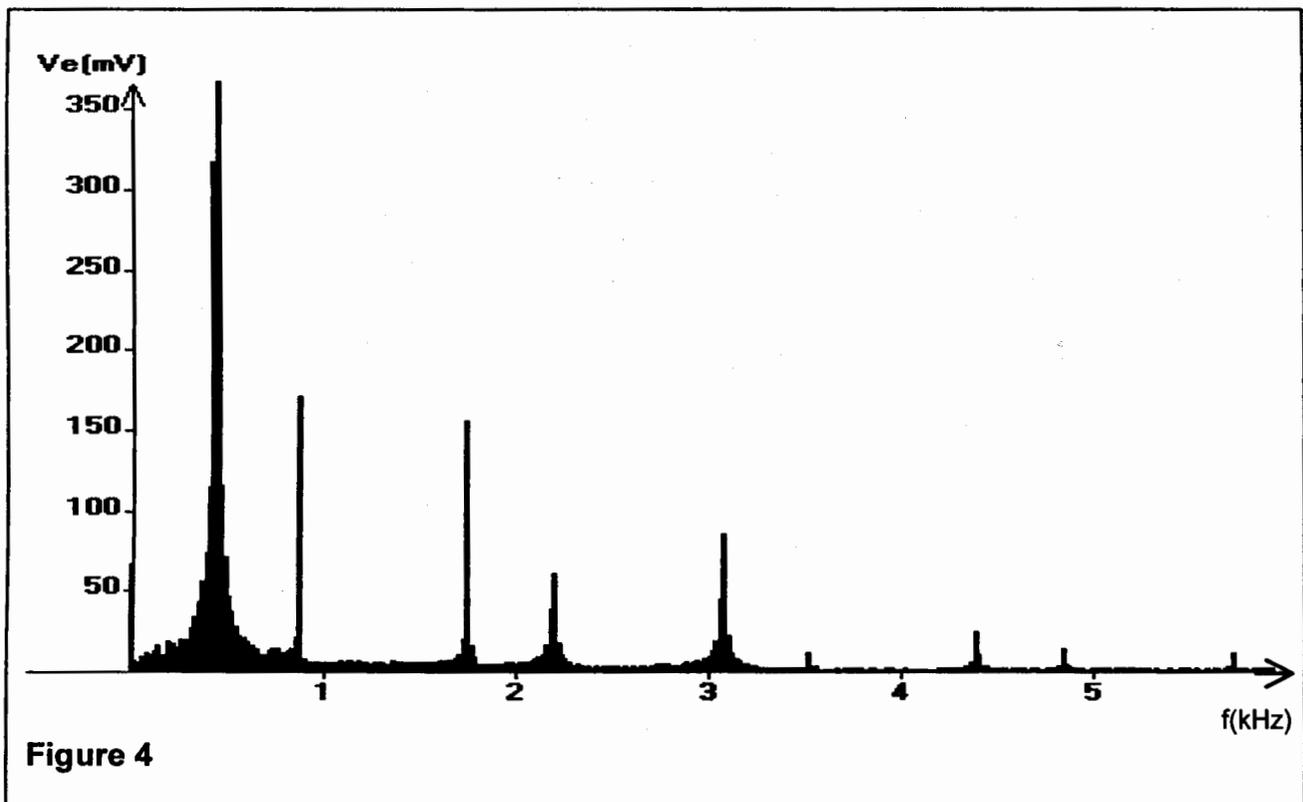
Spectre 1



Oscillogramme 2



Spectre 2



EXERCICE III : LUNETTE ASTRONOMIQUE (4 points)

En 1611, Kepler propose le principe de la lunette astronomique, avec des lentilles convergentes pour l'oculaire et l'objectif. Il améliore la lunette de Galilée, mais l'image est renversée. Kepler ne mettra cependant pas son idée en pratique, et il faudra attendre 1617 pour voir apparaître les premières lunettes astronomiques.

On se propose de modéliser une lunette astronomique à l'aide de deux lentilles convergentes :

- une lentille L_1 de distance focale $f_1 = 60$ cm
- une lentille L_2 de distance focale $f_2 = 10$ cm

A - Étude de la lentille L_2

1. Calculer la vergence de la lentille L_2 .
2. Compléter les figures 1.a, 1.b et 1.c (**annee page 11 à rendre avec la copie**) en indiquant dans chaque cas les foyers de la lentille L_2 et la construction de l'image A_2B_2 de l'objet A_1B_1 .

Les échelles indiquées sur l'annee correspondent à :

horizontalement : 1/5

verticalement : 1/1

3. Dans le cas de la figure 1.a. retrouver par le calcul la position de l'image.

B - Étude d'un modèle de lunette astronomique

On reprend la lentille L_2 à laquelle on associe la lentille L_1 , placée devant L_2 , pour simuler sur le banc d'optique une lunette astronomique utilisée pour observer un objet AB. On se place dans le cas où l'image intermédiaire A_1B_1 est située dans le plan focal objet de la lentille L_2 . La distance entre les centres optiques des deux lentilles est fixée à 70 cm.

1. Quel rôle joue A_1B_1 pour la lentille L_2 ?
2. Comment, dans ce système optique, nomme-t-on les lentilles L_1 et L_2 ?
3. Compléter la **figure 2 (annee page 11 à rendre avec la copie)** en traçant :
 - la lentille L_1 et son centre optique O_1 .
 - les foyers des deux lentilles L_1 et L_2 .
 - l'image intermédiaire A_1B_1 de hauteur 1cm.
 - le tracé de deux rayons lumineux traversant les deux lentilles du système optique en passant par B_1 .

Les échelles indiquées sur l'annee correspondent à :

horizontalement : 1/10

verticalement : 1/1

4. D'après la construction précédente, où se trouve l'objet AB ? Où se trouve l'image définitive A_2B_2 ?
5. Une des caractéristiques de ce système optique est son grossissement défini par le rapport du diamètre apparent de l'image à celui de l'objet : $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$
- Définir le diamètre apparent α de l'objet et le diamètre apparent α' de l'image.
 - Indiquer ces deux diamètres apparents sur la figure 2.
 - Exprimer G en fonction des distances focales des deux lentilles puis le calculer.
 - En déduire un moyen d'augmenter le grossissement d'une lunette astronomique.

EXERCICE III : ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

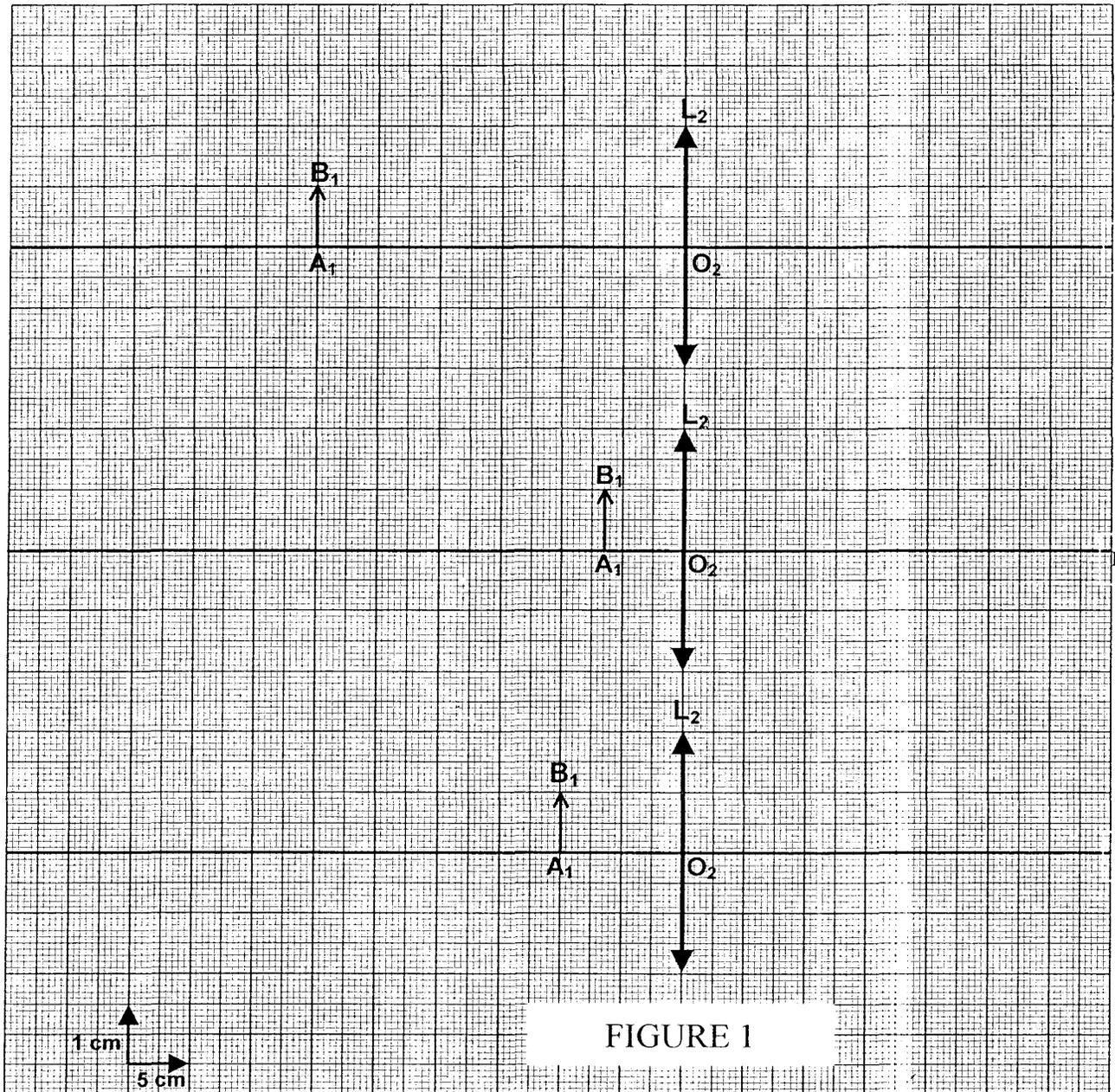


Fig. 1a

Fig. 1b

Fig. 1c

FIGURE 1

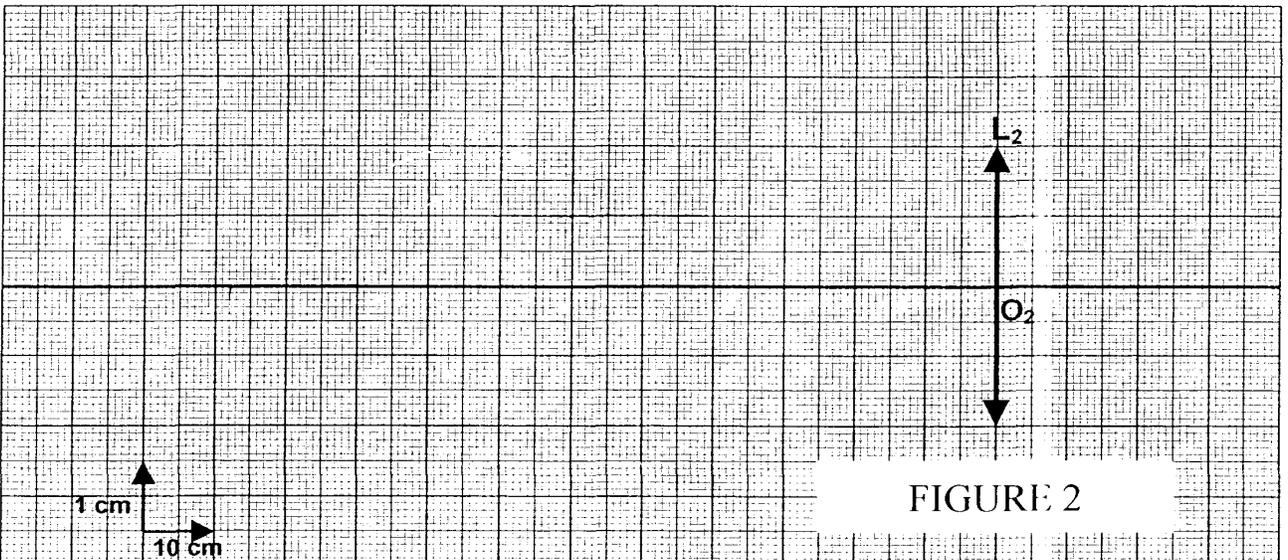


FIGURE 2

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2005

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 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. Modulation et démodulation d'amplitude (4 points)
- II. Quatre satellites terrestres artificiels parmi bien d'autres (5,5 points)
- III. Les indicateurs colorés naturels de la cuisine à la chimie (6,5 points)

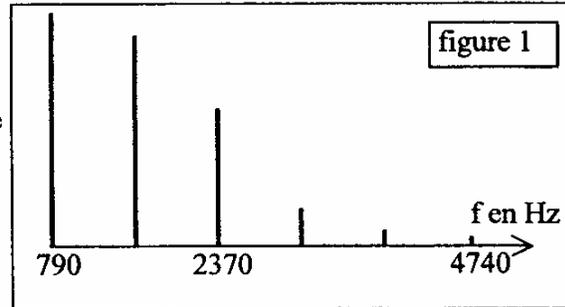
EXERCICE I. MODULATION ET DÉMODULATION D'AMPLITUDE (4 points)

Le but de cet exercice est d'observer l'action d'une modulation d'amplitude, suivie d'une démodulation sur le spectre de fréquence d'une note émise par une flûte à bec.

1. Analyse du son émis par une flûte à bec

On joue, avec une flûte à bec, une note «sol» devant un microphone, muni d'un amplificateur et relié à l'interface d'un ordinateur. Un logiciel approprié permet d'obtenir le spectre en fréquence de cette note, reproduit en figure 1

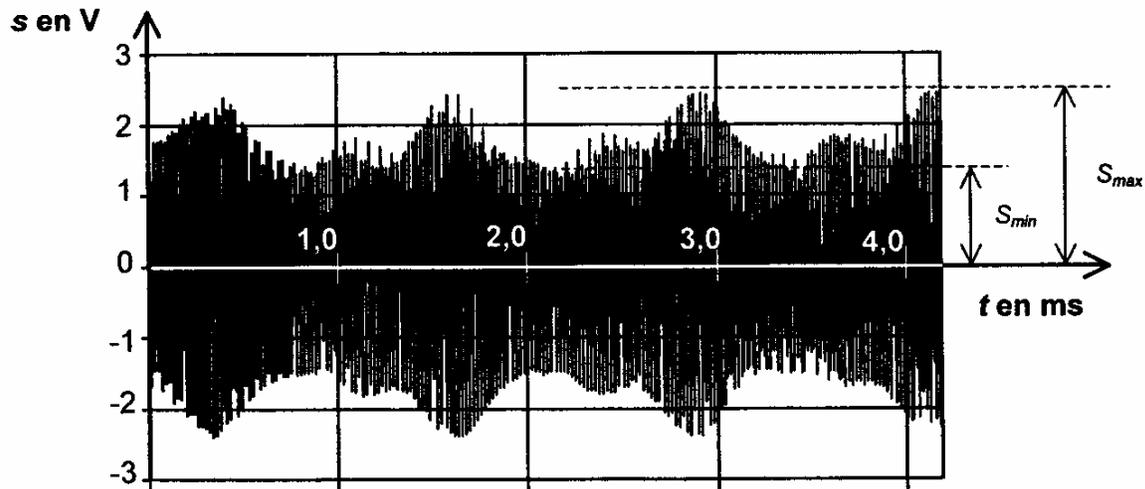
- 1.1. Le son est-il pur ? Justifier.
- 1.2. Quelle est la fréquence du fondamental ?
- 1.3. Indiquer le nombre d'harmoniques (autres que le fondamental) qui composent ce son. Préciser la fréquence de chacun.



2. Modulation d'amplitude

On souhaite réaliser une modulation d'amplitude à l'aide de deux tensions alternatives et périodiques : l'une $u_1(t)$, tension sinusoïdale provenant d'un GBF, l'autre $u_2(t)$ provenant d'un microphone M , muni d'un amplificateur, devant lequel on joue la note «sol» de la flûte. On donne les caractéristiques de $u_1(t)$: amplitude voisine de 2V, fréquence 100 kHz.

- 2.1. Des tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$, quelle est celle appelée porteuse ? Justifier.
- 2.2. On obtient la tension modulée $s(t)$ représentée sur l'enregistrement ci-dessous :



Où retrouve-t-on le signal modulant sur l'enregistrement de la tension modulée en amplitude ?

- 2.3. Le taux de modulation, pour les valeurs positives de $s(t)$, est défini par $m = \frac{S_{max} - S_{min}}{S_{max} + S_{min}}$. Les

grandeurs S_{max} et S_{min} sont représentées sur l'enregistrement.

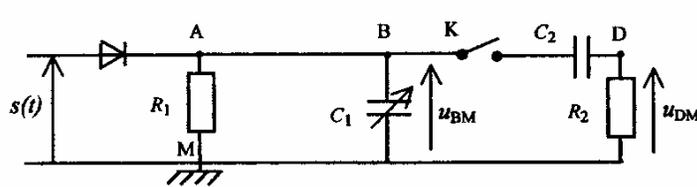
La modulation est de bonne qualité si ce taux de modulation est inférieur à 1.

Calculer m et conclure sur la qualité de la modulation.

3. Démodulation

On souhaite réaliser une démodulation, de façon à obtenir le signal modulant issu de la flûte.

On réalise le montage suivant :



$$\begin{aligned} R_1 &= 15 \text{ k}\Omega \text{ ou } 150 \text{ k}\Omega \\ C_1 &= 1,0 \text{ nF} \\ C_2 &= 0,1 \text{ }\mu\text{F} \\ R_2 &= 1,0 \text{ M}\Omega \end{aligned}$$

Une interface reliée à un ordinateur permet d'enregistrer successivement les tensions suivantes :

- la tension $u_{BM}(t)$ pour deux valeurs différentes de la résistance R_1 , l'interrupteur K étant ouvert (courbes 1 et 2) ;
- la tension $u_{DM}(t)$ avec la valeur de R_1 qui donne une démodulation correcte, l'interrupteur K étant fermé (courbe 3).

Les courbes 1, 2 et 3 sont représentées **PAGE A3 DE L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.**

3.1. L'interrupteur K est ouvert. Étude du circuit ABMA appelé détecteur de crête ou d'enveloppe.

Lorsque la tension modulée $s(t)$ augmente, à partir d'une valeur suffisante, la diode est passante, le condensateur de capacité C_1 se charge jusqu'à ce que $u_{BM} = s_{max}$, puis $s(t)$ diminue et la diode est bloquée

- 3.1.1. Que se passe-t-il dans le circuit ABMA lorsque la diode est bloquée ?
- 3.1.2. Donner l'expression littérale du temps caractéristique τ_1 de l'évolution de la tension u_{BM} lorsque la diode est bloquée.
- 3.1.3. Pour chacune des valeurs données à R_1 , calculer la valeur de τ_1 correspondante.
- 3.1.4. Dire quelle propriété doit posséder ce temps caractéristique τ_1 par rapport à la période T de la porteuse pour avoir une bonne qualité de démodulation. Par observation des courbes 1 et 2, attribuer à chacune d'elles la valeur de R_1 qui lui correspond.

3.2. L'interrupteur K est fermé. La tension u_{DM} obtenue après la démodulation correcte est une tension alternative périodique représentant le signal modulant

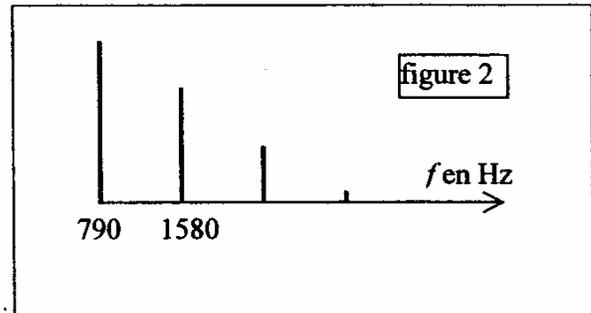
En comparant les courbes 2 et 3 représentées **PAGE A3 DE L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, expliquer le rôle de l'ensemble $\{R_2 - C_2\}$ série.

4. Analyse du signal obtenu après démodulation

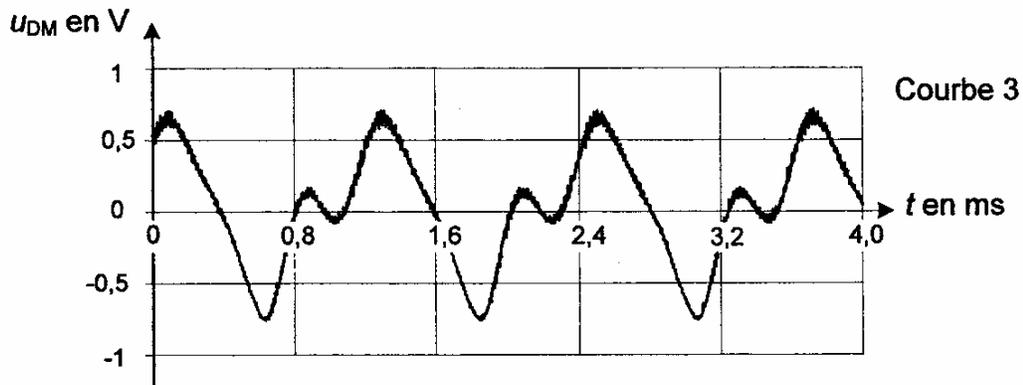
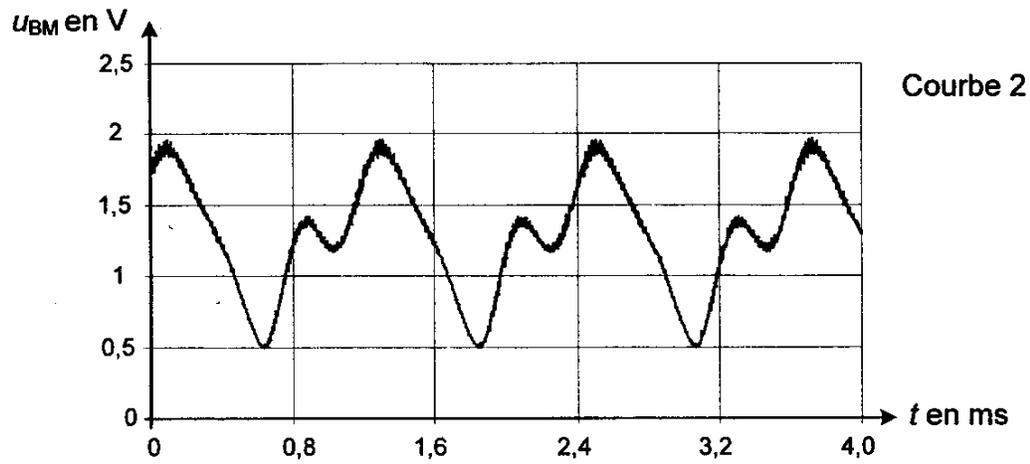
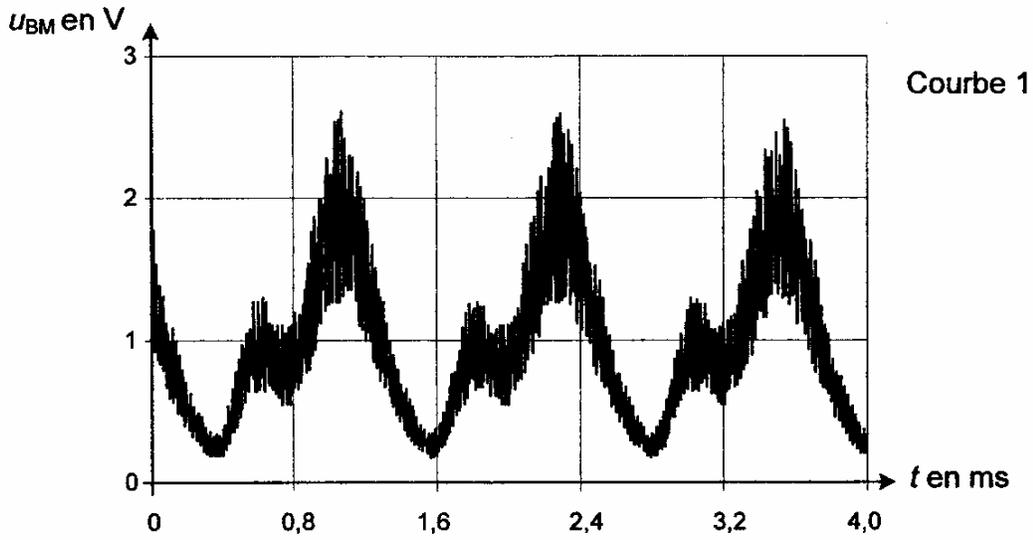
Le spectre en fréquence de la tension démodulée u_{DM} est donné ci-contre : figure 2.

4.1. Si la tension démodulée était appliquée à un haut-parleur parfait, la hauteur du son serait-elle la même que celle du son émis par la flûte ? Justifier.

4.2. Le timbre de ce son serait-il le même ? Justifier.



EXERCICE I



BACCALAUREAT GENERAL

SESSION 2005

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 trois exercices de PHYSIQUE-CHIMIE présentés sur 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12 y compris celle-ci.

Les pages 10/12, 11/12 et 12/12 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. Étude d'un circuit RC – Principe de fonctionnement d'une minuterie. (7,5 points)
- II. Parlons CD. (4,5 points)
- III. Titration des ions chlorure présents dans un anti-diarrhéique. (4 points)

EXERCICE III : TITRAGE DES IONS CHLORURE PRÉSENTS DANS UN ANTI-DIARRHÉIQUE (4 points)

Documents :

La diarrhée entraîne une perte d'eau. Il faut empêcher cette perte hydrique par des apports de liquides.

L'eau pure ne suffit pas. En effet, la déshydratation est le résultat non seulement d'une perte en eau mais aussi en électrolytes (sels minéraux : sodium, potassium, chlorure, bicarbonates etc.). Il faut donc apporter non seulement de l'eau mais aussi des électrolytes.

L'eau et les électrolytes vont empêcher la déshydratation mais ne nourrissent pas l'enfant. Il a besoin d'énergie, de calories. L'eau salée et sucrée est l'élément de base pour le réhydrater. L'O.M.S. a mis au point une formule plus élaborée dont on trouve dans le commerce plusieurs équivalents : Adiaril®, GES 45®, etc...

L'Adiaril® est une préparation de régime pour réhydrater les enfants en cas de diarrhée. Ce produit ne contient ni lait, ni protéine de lait, ni gluten. On dilue chaque sachet de 7 g dans l'eau pour obtenir 200 mL de solution.

Composition de l'Adiaril® (extrait du tableau figurant sur la boîte) :

	Pour un sachet de 7 g (soit 200 mL de solution)
Glucose	2,65 g
Saccharose	2,49 g
Sodium	0,274 g
Potassium	0,156 g
Chlorure	0,210 g
Citrate	0,376 g
Gluconate	0,778 g

I – PREMIERE PARTIE

Mise en évidence de la réaction support du titrage :

Dans un tube à essais A contenant $V_1 = 2,0$ mL de solution aqueuse de chlorure de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) de concentration $C_1 = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, on ajoute $V_1 = 2,0$ mL de solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) de concentration $C = 4,25 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et on observe la formation d'un précipité blanc.

QUESTIONS

1. Écrire l'équation de la seule réaction ayant lieu dans le tube à essais A.
2. Exprimer littéralement le quotient de réaction Q_r pour la réaction ainsi écrite.
3. Calculer le quotient de réaction $Q_{r,i}$ dans l'état initial fictif où les réactifs seraient en contact sans avoir réagi.
4. Sachant que la valeur de la constante d'équilibre à 25°C est $K = 6,4 \times 10^9$, commenter le sens d'évolution de la transformation observée.

II – DEUXIEME PARTIE

On se propose de vérifier la masse d'ions chlorure dans un sachet.

Pour cela on décide de réaliser un titrage par conductimétrie. On dissout un sachet d'Adiaril® dans $V = 200$ mL d'eau. On prélève $V_2 = 20,0$ mL de cette solution (S) que l'on place dans un bécher et on ajoute 200 ml d'eau distillée. On plonge dans le milieu une cellule de conductimétrie et on mesure la conductivité du mélange après chaque ajout de solution de nitrate d'argent de concentration $C = 4,25 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹. On obtient le graphe donné en **annexe 3 page 12 à rendre avec la copie**.

1. A propos du protocole :

- 1.1. Quelle verrerie utiliseriez-vous pour préparer la solution de 200 mL d'Adiaril® ?
- 1.2. Quelle verrerie utiliseriez-vous pour prélever $V_2 = 20,0$ mL de solution ?

2. On donne les conductivités ioniques molaires des ions présents dans la solution d'Adiaril® :

Ion	Sodium	Potassium	Chlorure	Citrate	Gluconate	Argent	Nitrate
Formule	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	Ci ³⁻	gluc ⁻	Ag ⁺	NO ₃ ⁻
λ conductivité ionique molaire en mS.m ² .mol ⁻¹	5,01	7,35	7,63	21,0	1,50	6,19	7,14

Pendant le titrage on négligera les variations de volume de la solution.

2.1. Avant l'équivalence

- a) Exprimer littéralement la conductivité σ_1 du mélange.
- b) Cette conductivité peut aussi s'écrire sous la forme $\sigma_1 = B + D_1$ avec B terme pratiquement constant et D_1 terme variable au cours du titrage.
Quels sont les ions dont la conductivité participe à l'expression des termes B et D_1 ?
- c) En déduire que la conductivité du mélange diminue faiblement avant l'équivalence.

2.2. Après l'équivalence :

- a) Exprimer littéralement la conductivité σ_2 du mélange.
- b) Cette conductivité peut aussi s'écrire sous la forme $\sigma_2 = B + D_2$ avec B terme pratiquement constant et D_2 terme variable au cours du titrage.
Quels sont les ions dont la conductivité participe à l'expression des termes B et D_2 ?
- c) En déduire que la conductivité du mélange augmente nettement après l'équivalence.

3. Exploitation :

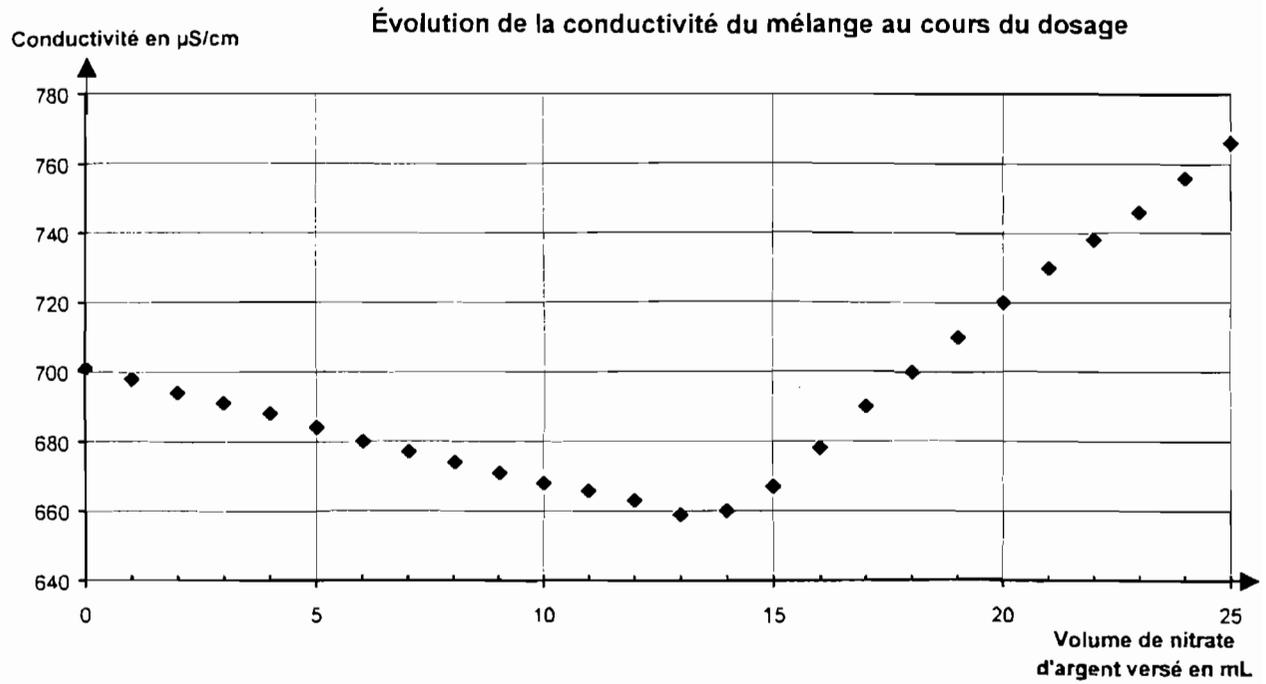
- 3.1 Déterminer sur le graphe donné en **annexe 3 page 12** le volume de la solution nitrate d'argent versé à l'équivalence.
- 3.2 En déduire la concentration des ions chlorure présents dans la solution (S).
- 3.3 En déduire la masse m_{exp} d'ions chlorure dans le sachet.
- 3.4 Comparer votre résultat à celui lu sur l'étiquette m_{lue} en calculant l'erreur relative.

$$\frac{|m_{\text{exp}} - m_{\text{lue}}|}{m_{\text{lue}}}$$

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

ANNEXE 3 : A RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE III :



EXERCICE 3 : Extraits de la notice d'utilisation d'un télescope (4 points) Spécialité

Caractéristiques :

Télescope 114/900

Référence : T41

Télescope Newton à miroir alumine, sur monture équatoriale pour toutes observations :

lunaires, planétaires, stellaires.

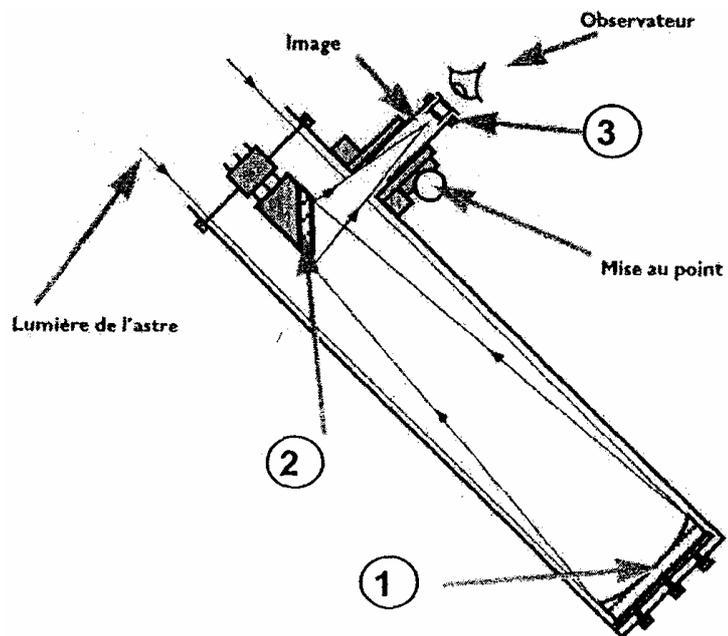
Diamètre 114mm

Focale 900mm

Deux oculaires: 6mm et 20mm

Grossissements 45x, 150x,

Monture équatoriale avec flexibles, motorisable, trépied aluminium.



Comment ça marche ?

Le télescope est un système optique conçu pour l'observation des astres. Le télescope que vous avez acheté s'appelle un télescope réflecteur type Newton. C'est un tube ouvert à une extrémité avec un miroir courbe à l'autre.

Les rayons lumineux rentrent par l'extrémité ouverte du tube et viennent frapper le miroir courbe appelé "miroir principal".

Les rayons réfléchis par ce miroir viennent ensuite en frapper un second appelé "miroir diagonal" (miroir secondaire)

Ce petit miroir plan, placé au centre du tube à 45 degrés, renvoie l'image formée par le miroir principal, sur le côté où on l'observe avec l'oculaire qui joue le rôle de loupe. Par suite de la courbure du miroir principal, les rayons de lumière sont courbés pour se concentrer en un point. Le miroir principal d'un télescope doit être poli exactement selon la courbure appropriée afin de garantir le point focal correct. Il est très important que les deux miroirs soient dans le bon alignement pour obtenir les meilleurs résultats. (A vérifier régulièrement)

Ce télescope est muni d'une monture équatoriale qui permet le déplacement du tube et donc l'observation d'un astre dans toutes les directions.

Partie A : Questions sur la notice

1-Nommer sur votre copie les éléments optiques légendes 1, 2, 3 sur le schéma de la notice.

2- Que signifient les indications : Diamètre 114 mm, Focale 900 mm ?

3- Quel est le nom de la grandeur dont on donne la valeur en mm avec chaque oculaire ?

4- Dans la phrase suivante". Par suite de la courbure du miroir principal, les rayons de lumière sont **courbés** pour se concentrer en un point "

4-a) Que représente ce point pour le miroir principal ?

4-b) Le mot « **courbés** » employé à propos des rayons lumineux est impropre. Expliquer ce que veut dire l'auteur de la notice en l'utilisant.

Partie B : Analyse du fonctionnement

Modélisation du télescope de Newton :

Les notations utilisées dans les questions suivantes font référence au schéma de la feuille annexe (page 13) à consulter, à compléter et à remettre avec la copie.

Ce schéma ne respecte pas les dimensions.

Dans tout l'exercice, nous modéliserons :

- le miroir principal par un miroir sphérique de sommet S et de foyer F'_1 ;
- l'oculaire par une lentille mince convergente de centre optique O_2 et de focale f'_2 et dont l'axe optique est perpendiculaire à celui du miroir principal ;
- le miroir secondaire par un miroir plan dont le milieu M est placé sur l'axe optique du miroir principal et sur l'axe optique de l'oculaire.

1- Formation des images:

Le télescope est pointé vers un astre. On assimilera l'astre à un objet (AB), situé à l'infini et vu sous l'angle apparent θ , le point A étant situé sur l'axe du miroir principal.

Le miroir principal donne de l'objet (AB) une image (A_1B_1) ;

1-a) Dans le télescope "114/900", quelle est la valeur de la distance A_1S ? Justifier brièvement.

1-b) (A_1B_1) joue le rôle d'objet pour le miroir secondaire qui en donne une image (A_2B_2);

Construire sur le schéma de la feuille **annexe à remettre avec la copie**, l'image (A_2B_2). Justifier brièvement.

(A_2B_2) est examinée à travers l'oculaire qui en donne une image définitive ($A'B'$) à l'infini.

1-c) Placer les foyers image F'_2 et objet F_2 de l'oculaire pour que l'image définitive soit rejetée à l'infini.

1-d) Construire deux rayons émergents de l'oculaire et issus de B_2 ;

1-e) Construire, à travers la totalité de l'instrument, la marche du faisceau lumineux issu de B et limité par les deux rayons incidents fléchés.

2 - Grossissement:

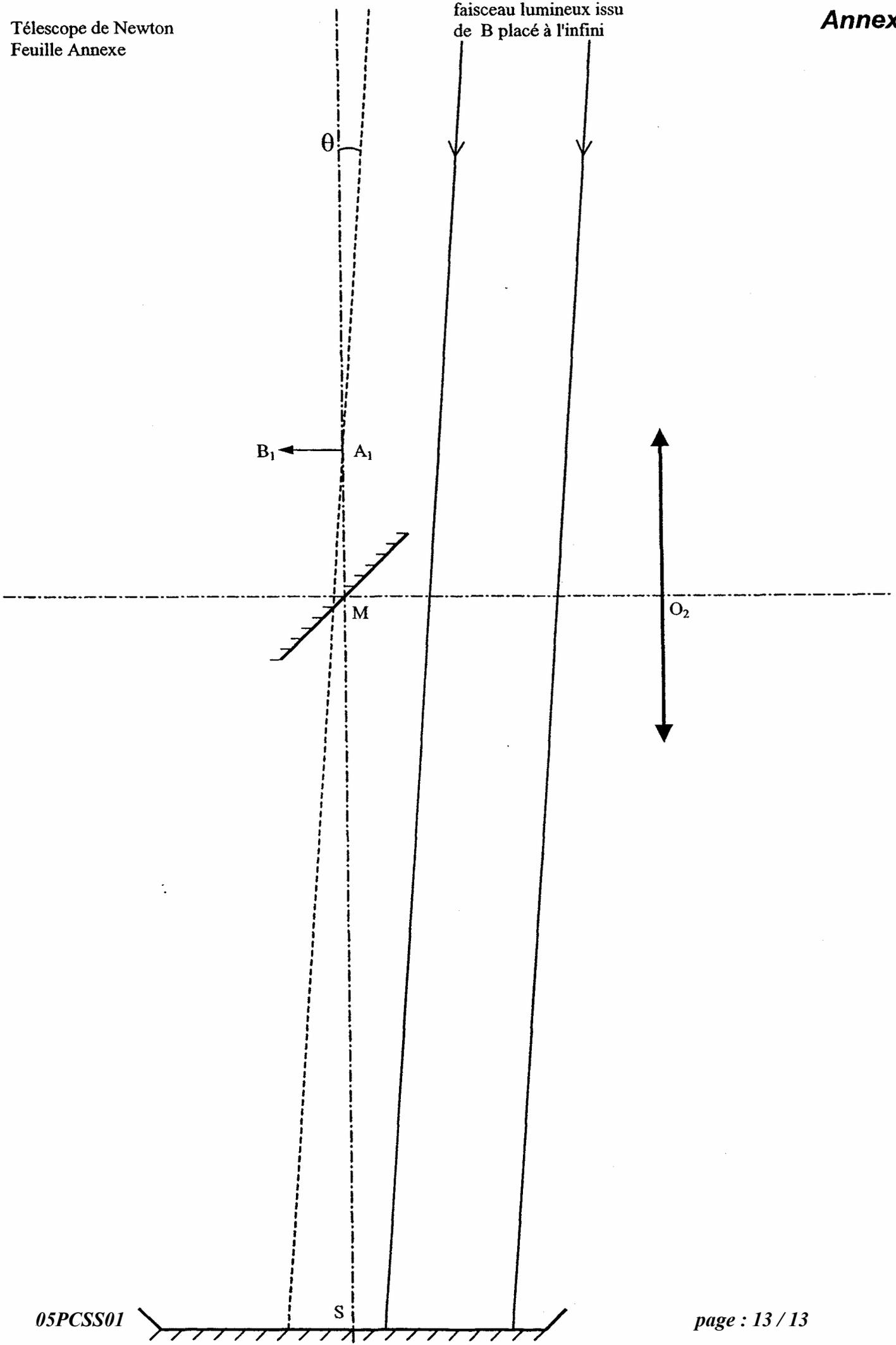
L'observateur qui regarde dans le télescope voit l'image définitive sous l'angle θ' .

On définit le grossissement dans le cas d'une vision à l'infini $G = \frac{\theta'}{\theta}$; θ et θ' sont exprimés en radian.

2-a) Établir que G est aussi égal au quotient de la distance focale du miroir principal par celle de l'oculaire (les angles sont petits : $\sin\theta \approx \tan\theta \approx \theta$ (rad)).

2-b) Quel oculaire doit-on choisir pour que le grossissement soit 150x ?

faisceau lumineux issu
de B placé à l'infini



Spécialité

SESSION 2005

PHYSIQUE – CHIMIE

Série S

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

**L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.
Les valeurs numériques nécessaires sont données en début de chaque exercice.**

Ce sujet comporte 2 exercices de PHYSIQUE et 1 exercice de CHIMIE présentés sur 8 pages numérotées de 1 à 8, y compris celle-ci.

Ce sujet comporte une annexe.

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

- I. Jeu de fête foraine
- II. Détermination d'une constante d'équilibre par deux méthodes
- III. La modulation d'amplitude

LA MODULATION D'AMPLITUDE

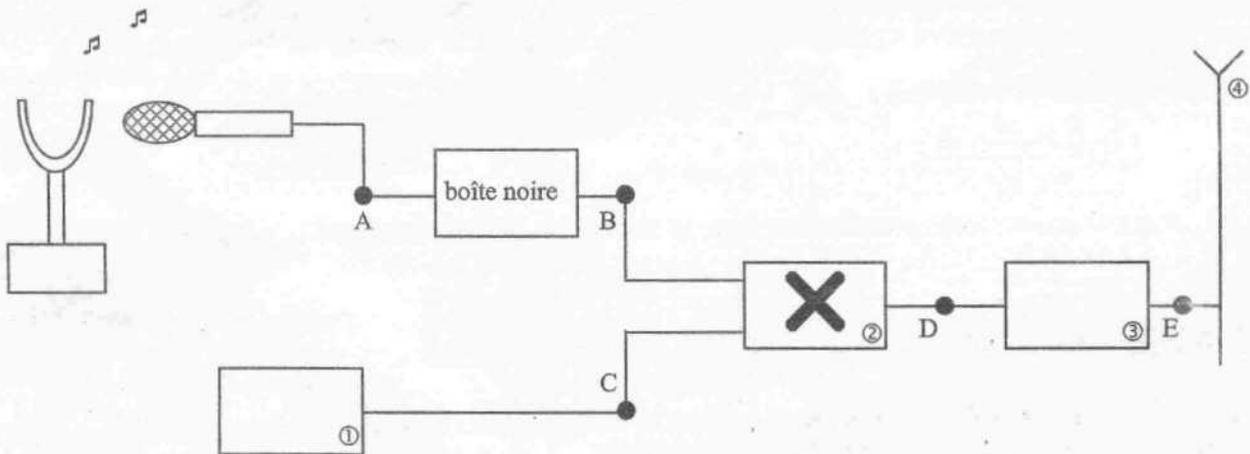
Quelques valeurs numériques pouvant être nécessaires à la résolution des calculs :

$\frac{6,75}{40} = 0,169$	$\frac{4,5}{13} = 0,346$	$\frac{40}{6,75} = 5,93$
$\frac{1}{4,5} = 0,222$	$\frac{1}{0,346} = 2,89$	$\frac{1}{2,25} = 0,444$

Les ondes électromagnétiques ne peuvent se propager dans l'air sur de grandes distances que dans un domaine de fréquences élevées. Les signaux sonores audibles de faibles fréquences sont convertis en signaux électriques de même fréquence puis associés à une onde porteuse de haute fréquence afin d'assurer une bonne transmission.

1. LA CHAÎNE DE TRANSMISSION

Le schéma 1 suivant représente la chaîne simplifiée de transmission d'un son par modulation d'amplitude. Elle est constituée de plusieurs dispositifs électroniques.



1.1. Parmi les cinq propositions ci-dessous, retrouver le nom des quatre dispositifs électroniques numérotés.

Dispositifs électroniques : Antenne, amplificateur HF (Haute Fréquence), générateur HF (Haute Fréquence), multiplieur, voltmètre.

1.2. Quels sont les signaux obtenus en B, C et D parmi ceux cités ci-dessous ?

- Porteuse notée $u_p(t) = U_{p(max)} \cos(2\pi Ft)$
- Signal modulant BF noté $u_s(t) + U_0$
- Signal modulé noté $u_m(t)$

1.3. Le signal électrique recueilli en A à la sortie du microphone correspond à la tension électrique $u_s(t)$. Une boîte noire est intercalée entre les points A et B. Quel est son rôle ?

1.4. Le dispositif électronique ② effectue une opération mathématique simple qui peut être :

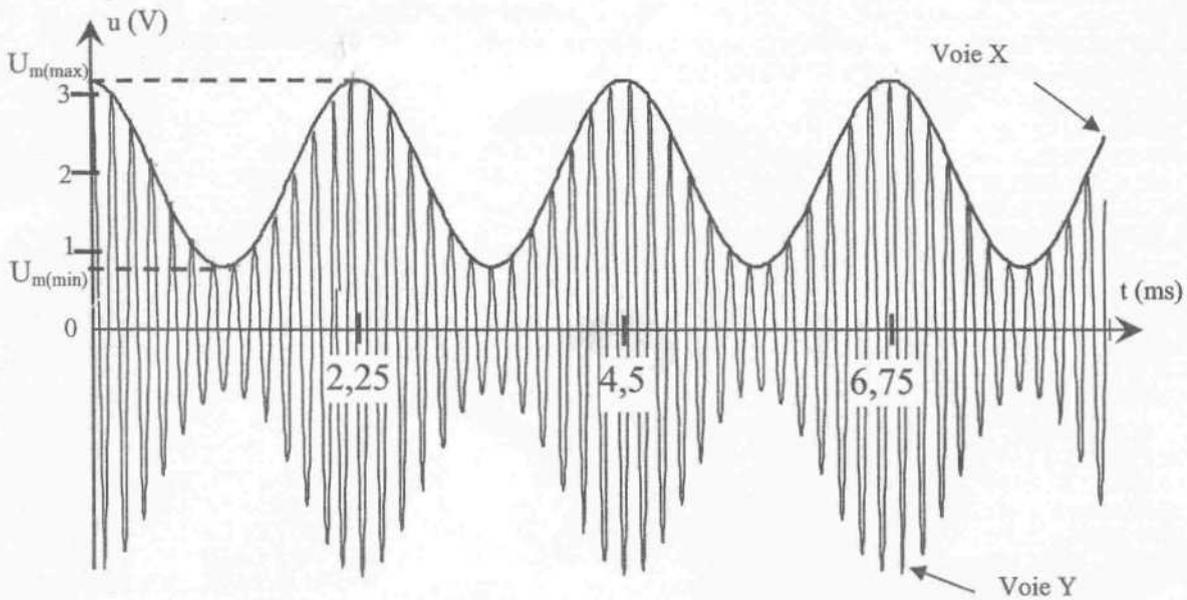
- $(u_s(t) + U_0) + u_p(t)$
- $(u_s(t) + U_0) \times u_p(t)$

Choisir la bonne réponse sachant que l'expression mathématique du signal obtenu est :

$$u_m(t) = k (U_0 + u_s(t)) U_{p(max)} \cos(2\pi Ft)$$

2. LA MODULATION D'AMPLITUDE

La voie X d'un oscilloscope bicourbe est reliée en B et la voie Y est reliée en D. L'oscillogramme obtenu est le suivant :



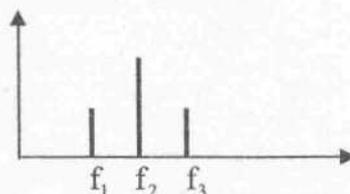
- 2.1. Estimer les valeurs des périodes T_s et T_p du signal modulant et de la porteuse.
- 2.2. Rappeler l'expression théorique de la fréquence f en fonction de la période T avec les unités, puis calculer les fréquences f du signal modulant et F de la porteuse.
- 2.3. L'amplitude de la tension du signal modulé $u_m(t)$ varie entre deux valeurs extrêmes, notées respectivement $U_{m(max)}$ et $U_{m(min)}$. Le taux de modulation m s'exprime par :

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

- 2.3.1. Calculer les valeurs des tensions maximale $U_{m(max)}$ et minimale $U_{m(min)}$ du signal modulé.
- 2.3.2. En déduire la valeur de m .
- 2.3.3. À quoi correspondrait un taux de modulation m supérieur à 1 ?
- 2.4. Le taux de modulation s'exprime aussi en fonction de la tension maximale du signal modulant $U_{s(max)}$ et de la tension U_0 selon l'expression suivante :

$$m = \frac{U_{s(max)}}{U_0}$$

- 2.4.1. Quelle condition doit-on satisfaire pour obtenir un taux de modulation $m < 1$?
- 2.4.2. Quelle autre condition est nécessaire pour obtenir une bonne modulation ?
- 2.4.3. L'analyse en fréquence du signal montre que celui-ci est composé de trois fréquences f_1 , f_2 , f_3 . En fonction de la fréquence du signal modulant f et de la fréquence de la porteuse F , exprimer les fréquences apparaissant sur le spectre ci-dessous.



ARGENTIMÉTRIE : DOSAGES VOLUMÉTRIQUES PAR PRÉCIPITATION

L'argentimétrie groupe un certain nombre de dosages faisant intervenir le nitrate d'argent AgNO_3 (totalement dissocié en Ag^+ et NO_3^-).

On utilise deux méthodes de dosage argentimétriques, pour lesquelles aucune connaissance spécifique préalable n'est nécessaire.

On utilise dans un premier temps la méthode Mohr afin d'étalonner la solution de nitrate d'argent à l'aide d'une solution de chlorure de sodium de concentration connue.

Puis on utilise la méthode de Charpentier-Volhard pour doser une solution d'acide chlorhydrique.

1. MÉTHODE DE MOHR

1.1. Principe

On précipite à l'état de chlorure d'argent les ions chlorure d'une solution de chlorure de sodium par addition d'une solution de nitrate d'argent à étalonner.

1.1.1. Ecrire l'équation de la réaction de dosage.

On doit posséder un indicateur de fin de réaction : les ions chromate CrO_4^{2-} qui donnent avec les ions argent Ag^+ un précipité rouge brique de chromate d'argent.

1.1.2. Donner l'équation de cette réaction de précipitation

1.2. Domaine de travail

En milieu basique $\text{pH} > 7,5$, il y a précipitation des ions argent en hydroxyde d'argent $\text{AgOH}_{(s)}$.

En milieu acide $\text{pH} < 6,5$, le chromate d'argent est soluble.

Préciser le domaine d'utilisation de la méthode de Mohr. Justifier votre réponse.

1.3. Type de dosage

Indiquer à quel type de dosage, direct ou indirect, correspond la méthode de Mohr.

1.4. Mise en œuvre expérimentale

Dans un erlenmeyer de 100 mL à col large :

Placer une prise d'essai de $V_1 = 20,0$ mL de la solution connue de chlorure de sodium de concentration $c_1 = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Ajouter 5 gouttes de solution de chromate de potassium.

Faire couler la solution de nitrate d'argent contenue dans la burette jusqu'à l'obtention d'une coloration orange de la solution.

1.4.1. Compléter le schéma légendé du dispositif expérimental en **Annexe 2**.

Le virage est obtenu pour un volume de solution de nitrate d'argent versé : $V_{\text{eq1}} = 18,2$ mL.

1.4.2. En déduire la concentration de la solution de nitrate d'argent.

2. MÉTHODE DE CHARPENTIER-VOLHARD

2.1. Principe

A une prise d'essai de la solution d'acide chlorhydrique à titrer, contenant $n_0(\text{Cl}^-)$ moles d'ions chlorure, on ajoute un excès connu $n_0(\text{Ag}^+)$ de moles d'ions argent issus d'une solution de nitrate d'argent de concentration $c_0 = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

2.1.1. Ecrire l'équation de cette première réaction consommant des ions argent.

L'excès d'ions argent est précipité sous forme $\text{AgSCN}_{(s)}$ par des ions thiocyanate SCN_{aq}^- . Soit $n_{eq}(\text{SCN}^-)$ la quantité de matière ajoutée à l'équivalence.

2.1.2. Ecrire l'équation de cette deuxième réaction consommant des ions argent.

2.1.3. Retrouver la relation à l'équivalence :

$$n_0(\text{Ag}^+) = n_0(\text{Cl}^-) + n_{eq}(\text{SCN}^-)$$

On utilise comme indicateur de fin de réaction, l'ion fer III qui donne avec les ions thiocyanate un ion complexe rouge sang.

2.2. Domaine de travail

En milieu basique $\text{pH} > 7,5$, $\text{AgOH}_{(s)}$ précipite.

Par ailleurs, l'hydroxyde de fer(III) : $\text{Fe}(\text{OH})_3$ précipite à $\text{pH} > 2$.

2.2.1. Préciser le domaine d'utilisation de la méthode de Charpentier-Volhard. Justifier votre réponse.

2.2.2. Aurait-on pu utiliser la méthode de Mohr pour doser les ions chlorure de cette solution d'acide chlorhydrique ? Justifier votre réponse.

2.3. Type de dosage

A quel type de dosage, direct ou indirect, correspond la méthode de Charpentier-Volhard ?

2.4. Mise en œuvre expérimentale

Dans un erlenmeyer de 100 mL à col large :

Placer une prise d'essai de $V_A = 10,0 \text{ mL}$ de la solution d'acide chlorhydrique : celle-ci contient les ions chlorure à doser à la concentration C_A .

Ajouter environ 5 mL de solution d'acide nitrique.

Ajouter $V_0 = 25,0 \text{ mL}$ de la solution de nitrate d'argent de concentration $c_0 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

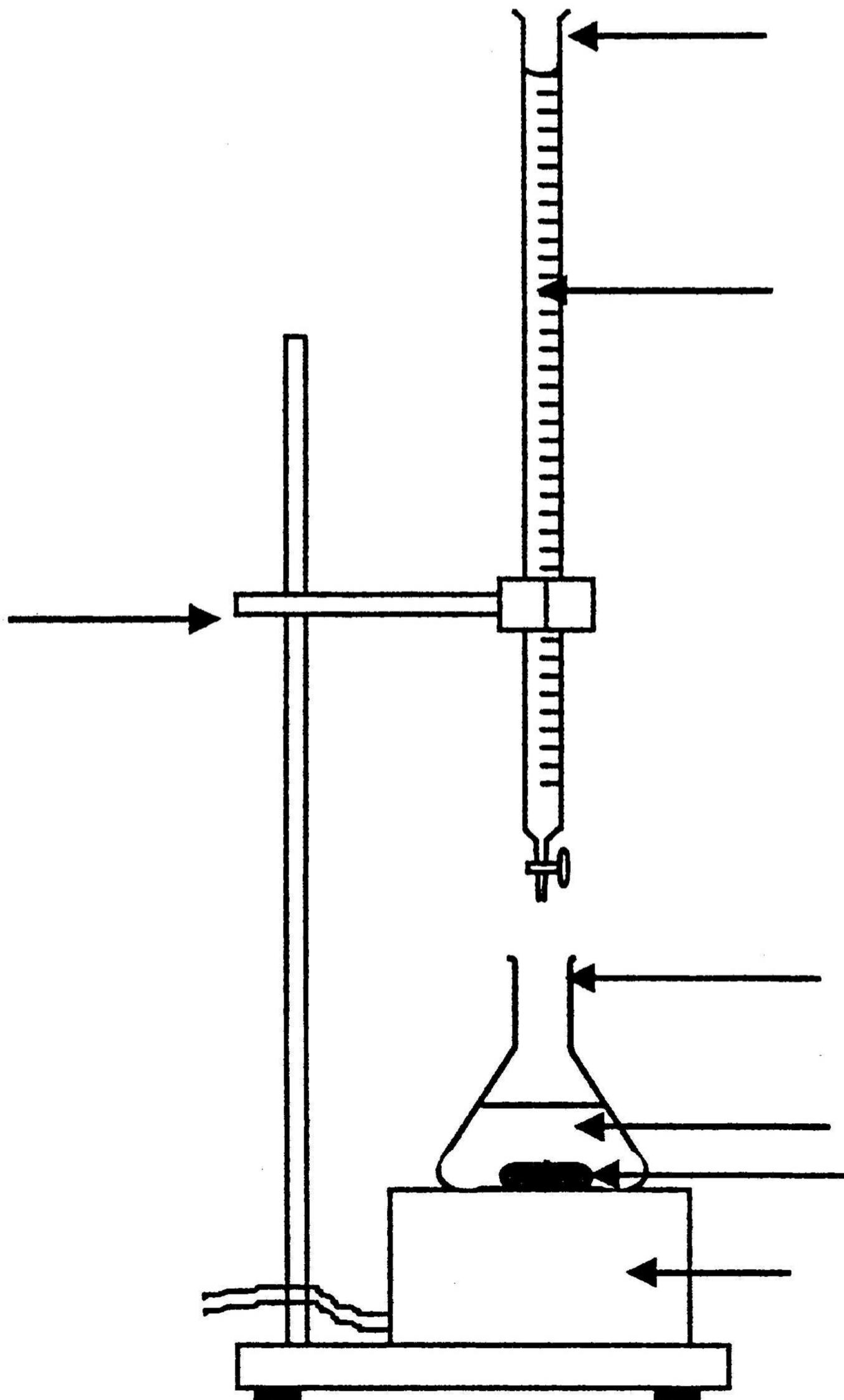
Ajouter environ 5 mL de solution contenant des ions Fe_{aq}^{3+} .

Faire couler la solution de thiocyanate contenue dans la burette (de concentration $c_2 = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$) jusqu'à l'obtention d'une coloration rouge.

Le virage est obtenu pour un volume de solution de thiocyanate d'ammonium versé $V_{eq2} = 8,0 \text{ mL}$.

Déduire de la relation donnée au 2.1.3. la concentration c_A de la solution d'ions chlorure.

ANNEXE 2 à rendre avec la copie



BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2005

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 SANS calculatrice

spécialité
L'usage des calculatrices N'EST PAS autorisé

Le 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. 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. Étude de différents sons (4 points).
- II. Évolution temporelle de différents systèmes électriques (5,5 points).
- III. Hémissynthèse de l'aspirine, contrôle de la pureté du produit formé (6,5 points).

L ÉTUDE DE DIFFÉRENTS SONS (4 points)

D'après Encyclopédie Microsoft® Encarta® 2002.

Violon : instrument de musique à cordes frottées à l'aide d'un archet ; le plus célèbre des instruments de l'orchestre.

Les cordes du violon, mises en mouvement par l'archet, transmettent leurs vibrations au chevalet, qui les répercute sur la table d'harmonie ; celle-ci les amplifie et les transmet, par l'âme, au fond.



Cet exercice ne nécessite aucune connaissance musicale.

1. Les fonctions d'un instrument de musique.

Quelles sont les deux fonctions que doit remplir un instrument de musique pour produire un son ? À partir du texte précédent, indiquer le nom des parties du violon qui remplissent ces fonctions.

2. Étude des sons produits par différents instruments.

Un microphone est relié à un ordinateur. Différents instruments sont placés devant ce microphone. On réalise une acquisition des sons émis par ces instruments puis, pour certains, une analyse spectrale à l'aide d'un logiciel adapté.

Un son est caractérisé par des propriétés physiologiques : intensité, hauteur, timbre. L'étude des courbes obtenues lors des acquisitions (documents 1 à 4, page 4) permet de retrouver certaines de ces propriétés.

2.1. Deux des sons étudiés correspondent à la même note.

2.1.1. Quelle est alors leur propriété physiologique commune ? Nommer la grandeur physique associée.

2.1.2. Identifier les documents correspondants et mesurer cette grandeur.

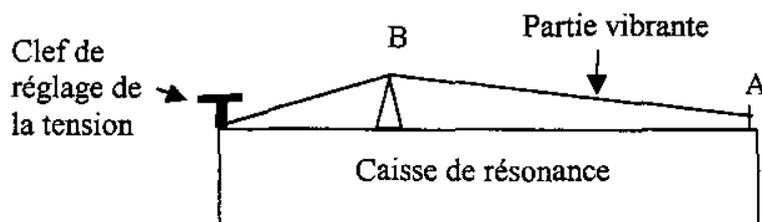
2.1.3. Sont-ils obtenus avec le même instrument ? Pourquoi ? Quelle est la propriété physiologique mise en jeu ?

2.2. Les documents 5 et 6 (page 4) correspondent à l'analyse spectrale des sons relatifs aux documents 1 et 2.

2.2.1. Pour chacun des deux sons, déterminer la fréquence fondamentale. Donner les fréquences des harmoniques. Quel est le rapport entre les fréquences des harmoniques et celle du fondamental ?

2.2.2. Attribuer chaque spectre de fréquences au son correspondant.

2.3. Le son n°4 a été produit en pinçant une corde tendue entre deux points fixes selon le dispositif suivant :



$AB = L = 50 \text{ cm}$

B : chevalet pouvant être déplacé.

On pince la corde. Elle vibre suivant ses différents modes propres de vibration.

2.3.1. En utilisant le spectre de ce son (document 7, page 4), déterminer sa fréquence fondamentale f .
Le mode propre de vibration de fréquence f correspond à une onde stationnaire produite par la propagation entre A et B d'une onde progressive sinusoïdale de longueur d'onde λ .

On rappelle l'expression de la célérité v d'une onde sur une corde tendue :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}},$$

F (en N) étant la tension et μ (en kg.m^{-1}) la masse linéique ou masse par unité de longueur de la corde.

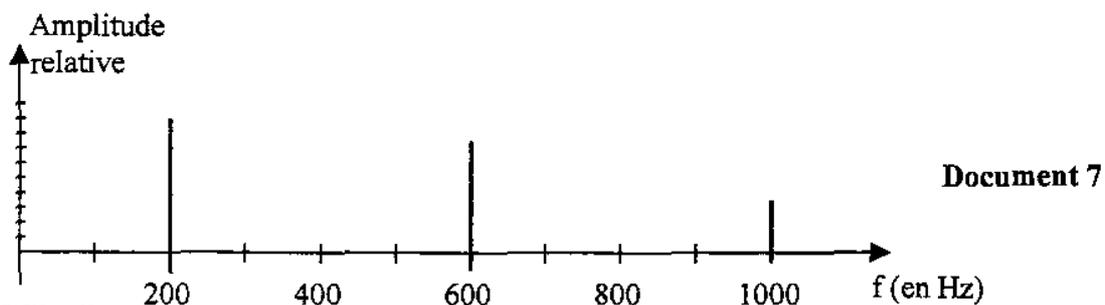
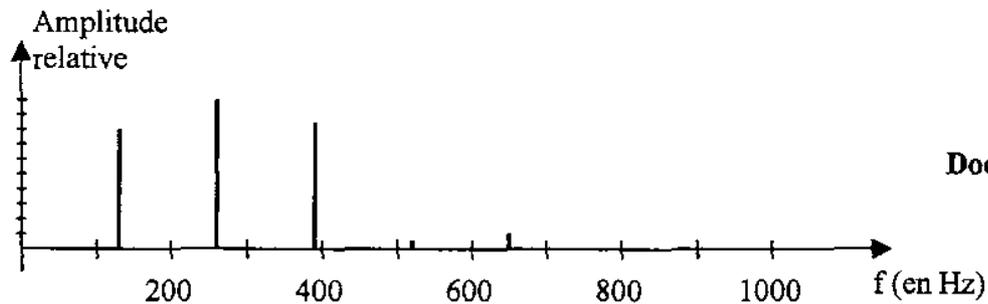
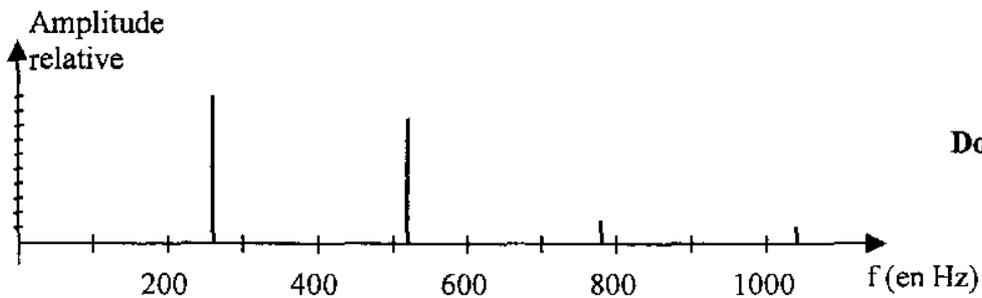
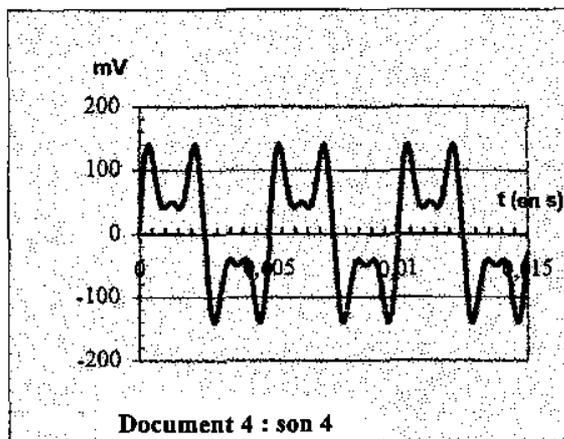
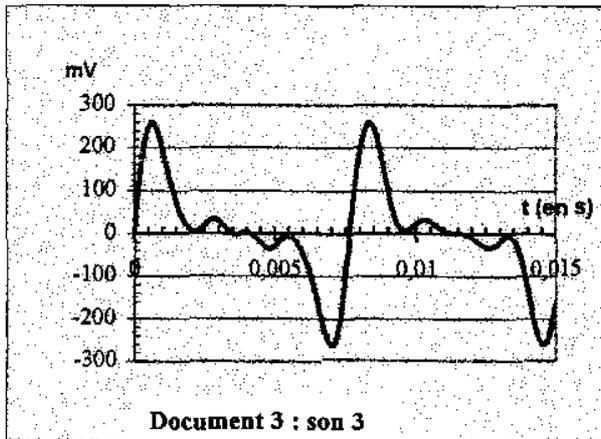
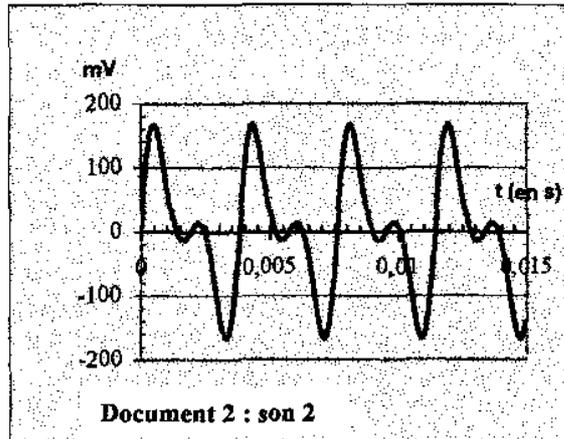
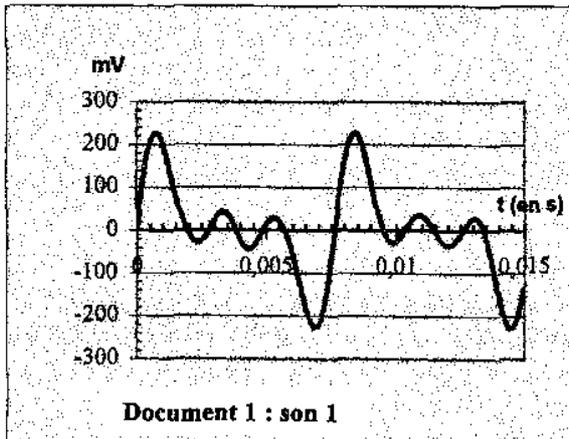
2.3.2. Exprimer L en fonction de λ pour que cette onde stationnaire correspondant à la fréquence fondamentale puisse s'établir.

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

2.3.4. La corde utilisée a une masse linéique égale à $7,5 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^{-1}$. Exprimer puis calculer la valeur de la tension de la corde AB pour qu'elle émette le son étudié.

2.3.5. Si on diminue cette tension, le son émis devient-il plus grave ou plus aigu ? Justifier.

DOCUMENTS RELATIFS A L'EXERCICE 1.



BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2005

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, un exercice de PHYSIQUE et de CHIMIE et un exercice de PHYSIQUE présentés sur 10 pages numérotées de 1 à 10, y compris celle-ci.
Le feuillet de l'annexe (pages A1, A2 et A3) EST À RENDRE AGRAFÉ À LA COPIE.

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

- I. **De la bauxite à l'aluminium (4 points)**
- II. **À propos du marquage isotopique (6,5 points)**
- III. **Le transit de Vénus du 8 juin 2004 (5,5 points)**

EXERCICE I. DE LA BAUXITE À L'ALUMINIUM (4 points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

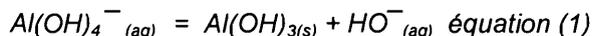
En 2004 la production mondiale d'aluminium s'est élevée à 26 millions de tonnes. L'objectif de cet exercice est l'étude simplifiée du protocole industriel permettant la production de l'aluminium.

1. Première partie : extraction de l'alumine, matériau de base de l'aluminium

La bauxite, minerai qui contient principalement de l'alumine (de formule brute $Al_2O_{3(s)}$), est d'abord pulvérisée puis mélangée dans des autoclaves à une solution de soude qui permet de dissoudre l'alumine, tandis que les impuretés demeurées à l'état solide sont éliminées par lavage et filtration. La solution restante est refroidie et on diminue son pH. On constate alors l'apparition d'un précipité d'alumine tri-hydratée de formule écrite de manière simplifiée $Al(OH)_{3(s)}$. Ce précipité est porté à environ 1000 °C dans des fours. Il reste alors de l'alumine $Al_2O_{3(s)}$ pure, sous forme de poudre blanche.
D'après <http://www.aac.aluminium.qc.ca>

Données :

- Après la dissolution de l'alumine, la solution étant « très » basique, l'élément aluminium se retrouve sous la forme d'ions aluminate $Al(OH)_4^-$ (aq)
- À des pH moins basiques il apparaît un précipité. L'état d'équilibre correspondant peut être modélisé par l'équation suivante :



La constante d'équilibre à 25 °C de cette équation est : $K = 1,0 \times 10^{-1}$

- La solubilité de l'alumine tri-hydratée $Al(OH)_{3(s)}$ diminue lorsque la température diminue.
- Le produit ionique de l'eau K_e à 25°C vaut $1,0 \times 10^{-14}$.

1.1. Une expérience au lycée pour comprendre le procédé industriel

On se propose d'illustrer cette étape du procédé industriel en classe. On considère une solution limpide contenant des ions aluminate $Al(OH)_4^-$ de concentration molaire apportée $c = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, en milieu « très » basique. On se place à 25°C. On ajoute ensuite progressivement une solution concentrée d'acide et on constate l'apparition d'un précipité.

1.1.1. Écrire l'expression littérale de la constante d'équilibre K associée à l'équation (1).

1.1.2. En déduire, en fonction de cette constante d'équilibre K et de la concentration molaire effective des ions aluminate $[Al(OH)_4^-]_{eq}$, la concentration molaire effective en ions hydroxyde $[HO^-]_{eq}$ lorsque le précipité d'alumine trihydratée $Al(OH)_{3(s)}$ apparaît.

1.1.3. Lors de l'ajout d'acide, on admet que, jusqu'à l'apparition du précipité, la concentration molaire effective des ions aluminate $[Al(OH)_4^-]_{eq}$ est restée égale à c (on négligera la variation de volume due à l'ajout d'acide).

Calculer la valeur de la concentration molaire effective des ions hydroxyde lorsque le précipité de $Al(OH)_{3(s)}$ apparaît.

1.1.4. En déduire la valeur du pH de cette solution, notée pH_1 .

1.1.5. Reproduire et compléter le diagramme suivant (figure 1) en indiquant uniquement le domaine d'existence de $Al(OH)_{3(s)}$.

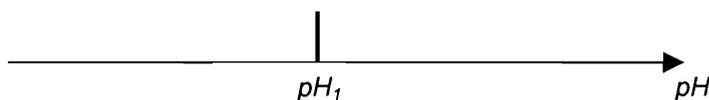


Figure 1

1.2. Application au procédé industriel

1.2.1. En utilisant le résultat de cette dernière question, justifier l'intérêt de la diminution du pH de la solution basique mise en œuvre dans l'industrie.

1.2.2. On accompagne la dilution, d'une diminution de température.
Quel est l'intérêt de ce refroidissement ?

2. Deuxième partie : la transformation de l'alumine en aluminium

L'aluminium est tiré de l'alumine par réduction électrolytique qui s'effectue dans des cuves que traverse un courant continu à haute intensité (de l'ordre de 10^5 A sous une tension d'environ 4 V). Les cuves sont revêtues de blocs de carbone qui forment la cathode. Ces cuves contiennent un électrolyte en fusion qui dissout l'alumine $Al_2O_{3(s)}$ qui y est apportée. Les anodes, constituées de carbone très pur, plongent dans l'électrolyte. Par électrolyse, à une température d'environ 950 °C, l'alumine est transformée en aluminium et en oxygène. L'aluminium liquide se dépose au fond de la cuve, où il est récupéré puis solidifié après refroidissement.

Données :

- La réaction de dissolution de l'alumine peut être modélisée par l'équation chimique suivante :



- On admet que, dans cette phase, l'électrolyte, non aqueux, est constitué des ions suivants Al^{3+} et O^{2-}

- Couples mis en jeu lors de l'électrolyse : $Al^{3+} / Al_{(s)}$; $O_{2(g)} / O^{2-}$

- La réaction d'électrolyse de l'alumine s'écrit : $4 Al^{3+} + 6 O^{2-} = 3 O_{2(g)} + 4 Al_{(s)}$

- Définition de l'intensité I : $I = \frac{Q}{\Delta t}$ où Q est la quantité d'électricité qui transite dans l'électrolyte durant la durée Δt .

Élément	Al	O	H
Masses molaires atomiques ($g \cdot mol^{-1}$)	27,0	16,0	1,00

2.1. D'après le texte quelle est l'action de l'électrolyte sur l'alumine introduite ?

2.2. Faire un schéma simplifié du circuit électrique montrant la cuve, la position et le nom des électrodes, l'électrolyte, le générateur, en précisant la polarité de ses bornes.

2.3. Durée de fonctionnement de l'électrolyseur.

On cherche la durée nécessaire Δt pour préparer, par électrolyse, une masse m d'aluminium, l'intensité du courant I étant constante.

2.3.1. Compléter le tableau d'avancement fourni sur le document 1 **EN PAGE A2 DE L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**. En déduire l'expression littérale de la quantité d'électrons nécessaire à la production de la masse m d'aluminium.

2.3.2. Donner l'expression littérale de la quantité d'électricité Q consommée par l'électrolyseur jusqu'à son état final ?

2.3.3. La masse m d'aluminium fabriqué est $m = 1,08$ tonnes et l'intensité du courant I de $1,0 \times 10^5$ A.

Aide au calcul : $1,08 / 27,0 = 4,00 \times 10^{-2}$

$N_A \cdot e = 1,0 \times 10^5 C \cdot mol^{-1}$ avec N_A constante d'Avogadro et e charge élémentaire

2.3.3.a. Calculer l'avancement final x_{fin} de l'électrolyse.

2.3.3.b. En déduire l'ordre de grandeur de la durée Δt en heures de l'électrolyse.

Aide au calcul : $3600 \approx 4,0 \times 10^3$

EXERCICE I

Question 2.3.1.

	Avance- ment	$4 \text{ Al}^{3+} + 6 \text{ O}^{2-} = 3 \text{ O}_{2(\text{g})} + 4 \text{ Al}_{(\text{s})}$				Quantité (en mol) d'électrons échangés
État initial	0	n_0	n_1	0	0	0
État en cours de transformation	x					
État final	x_f					

DOCUMENT 1

Exercice n°3 : SÉPARATION DES ÉLÉMENTS FER ET CUIVRE PRÉSENTS DANS UNE MÊME SOLUTION (4 points)

Le minerai de cuivre contient des impuretés en particulier du fer. À partir de ce minerai, on prépare une solution aqueuse contenant des ions cuivre II ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$) et des ions fer III ($\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$).

Le but de l'exercice est de comparer deux méthodes possibles pour réaliser la séparation des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ des ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ présents dans une même solution. Cette séparation ne nécessite pas que les éléments fer et cuivre soient en solution aqueuse à la fin des transformations envisagées.

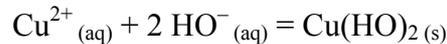
Données :

- La constante de réaction K_e associée à la réaction d'autoprotolyse de l'eau $2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} = \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$ est $K_e = 10^{-14}$ (à 25°C)
- Masses molaires atomiques: $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

1. PREMIÈRE PARTIE : UNE TECHNIQUE PAR PRÉCIPITATION.

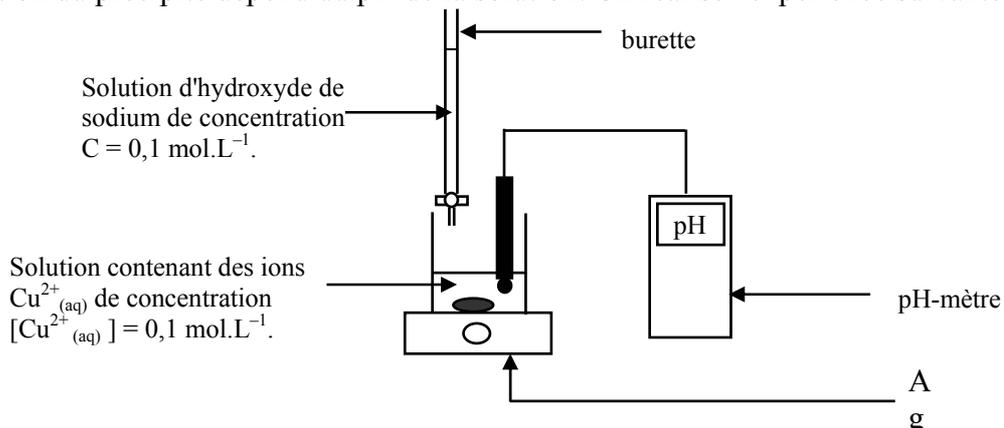
1.1. Étude portant sur les ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$.

L'ajout d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) dans une solution contenant des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ donne naissance à un précipité bleu d'hydroxyde de cuivre $\text{Cu}(\text{HO})_2_{(\text{s})}$. Cette transformation est modélisée par :

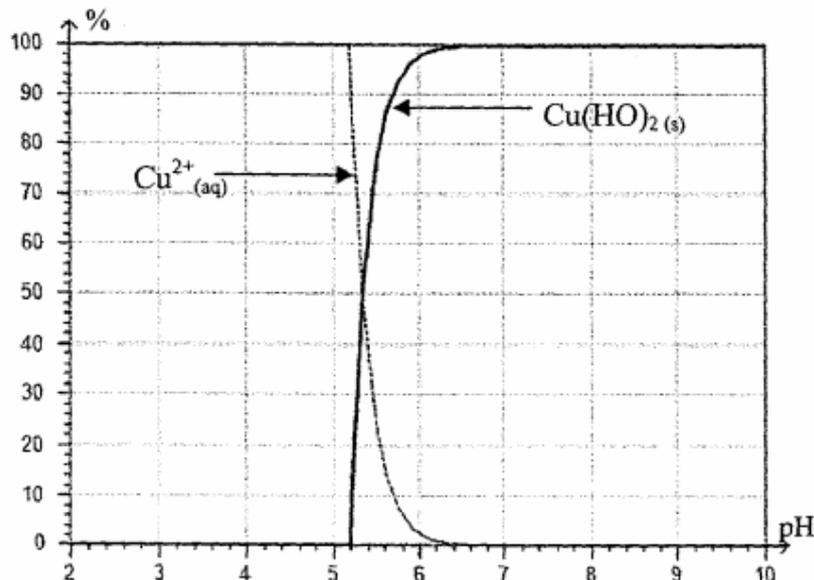


La constante de réaction K_1 associée à cette transformation est $K_1 = 4,0 \cdot 10^{18}$.

La formation du précipité dépend du pH de la solution. On réalise l'expérience suivante :



Les résultats sont exploités à l'aide d'un logiciel qui permet de tracer les courbes représentant les pourcentages respectifs des espèces $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ et $\text{Cu}(\text{HO})_2_{(\text{s})}$ présentes dans la solution en fonction du pH.



1.1.1. À l'aide de ces courbes, donner la valeur du pH pour laquelle le précipité $\text{Cu}(\text{HO})_2$ (s) apparaît.

1.1.2. Sens d'évolution de la réaction.

1.1.2.1. Donner l'expression de K_1 .

1.2.2.2. Pour un volume de solution d'hydroxyde de sodium ajouté, on peut définir le quotient de réaction noté Q_r . Exprimer Q_r .

1.2.2.3. Dans quel sens évolue la réaction si $Q_r < K_1$?

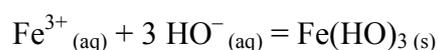
1.1.3. On étudie maintenant l'apparition du précipité. On a alors $Q_r = K_1$ et la concentration en ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ à l'équilibre, notée $[\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}$, vaut toujours $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$. Montrer que la valeur de la concentration en ions hydroxyde notée $[\text{HO}^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}$ vaut $1,6 \cdot 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$.

1.1.4. En déduire la valeur du pH de la solution. Conclure.

1.2. Étude portant sur les ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$

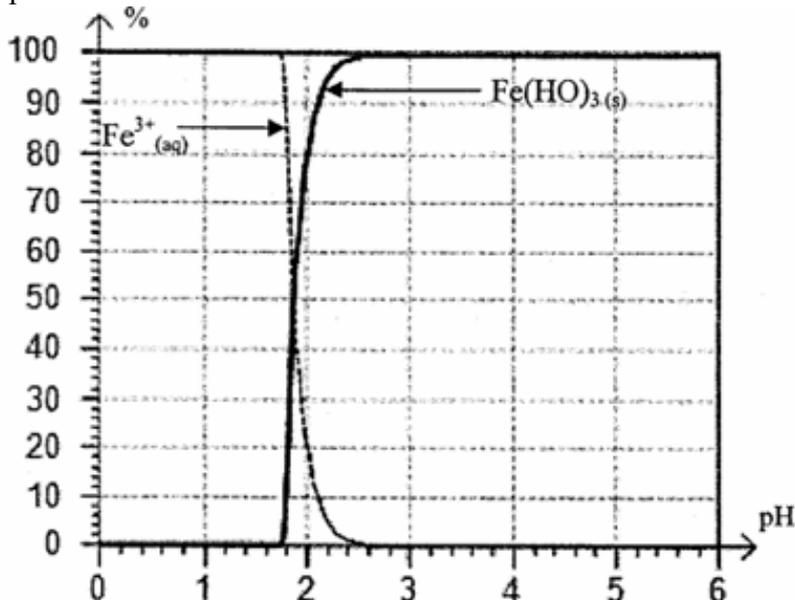
On réalise la même expérience en remplaçant la solution contenant des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ par une solution contenant des ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ à la même concentration de $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

La transformation chimique qui se déroule peut être décrite par la réaction :



$\text{Fe}(\text{HO})_3(\text{s})$ est un précipité de couleur rouille.

La courbe donnant les pourcentages respectifs des espèces $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ et $\text{Fe}(\text{HO})_3(\text{s})$ présentes dans la solution en fonction du pH de cette dernière est la suivante :



1.2.1. La solution contient-elle des ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ en quantité significative pour un pH supérieur à 3,5 ?

1.2.2. On reprend le montage de la question 1.1. en plaçant dans le becher une solution constituée de :

- 10 mL de solution de chlorure de fer (III) ($\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + 3 \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$)

- 10 mL de solution de sulfate de cuivre (II) ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$)

Dans cette solution: $[\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}] = [\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

Le pH du mélange initial est faible. Un élève désirant séparer les ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ des ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ ajoute alors la solution d'hydroxyde de sodium pour que le pH du mélange atteigne la valeur 4,0. Il filtre ensuite le mélange obtenu dans le becher, la solution obtenue est appelée S_1 .

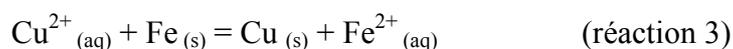
1.2.2.1. Sous quelle forme est obtenue l'espèce extraite de la solution ?

1.2.2.2. Quelle est l'espèce chimique présente dans la solution S_1 ?

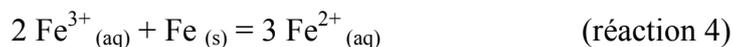
1.2.2.3. Comment vérifier que la solution S_1 ne contient plus qu'une seule des espèces chimiques $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ ou $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ présentes initialement ?

2. DEUXIÈME PARTIE: TECHNIQUE PAR OXYDORÉDUCTION.

Les ions cuivre (II) $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ réagissent avec le métal fer pour donner naissance au cuivre métal et aux ions fer (II) $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$. La transformation peut être décrite par la réaction d'équation :



Les ions fer (III) réagissent avec le métal fer pour donner des ions fer (II) $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$. La transformation peut être décrite par la réaction d'équation :



On dispose d'une solution S_1 de volume $V_1 = 200 \text{ mL}$ contenant des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ et $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$. Dans un becher contenant la totalité de cette solution, on ajoute 10 g de fer en poudre, on estimera que cette masse est suffisante pour que la totalité des ions cuivre (II) et fer (III) réagisse.

2.1. On considère que les réactions (3) et (4) sont totales.

Sous quelle forme l'élément cuivre initialement présent dans la solution S_1 se retrouve-t-il à la fin de la réaction ?

2.2. Sous quelle forme l'élément fer initialement présent dans la solution S_1 se retrouve-t-il à la fin de la réaction.

2.3. A-t-on réalisé la séparation désirée ?

3. CONCLUSION.

On dispose d'une solution contenant des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ et des ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$, ces derniers étant présents en très faible quantité. Cette solution doit être utilisée pour préparer du cuivre métallique par électrolyse

des ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$, il est donc nécessaire d'éliminer les ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$.

3. Quelle méthode (précipitation ou oxydo-réduction) doit-on utiliser ?

I. ÉMISSION ET RÉCEPTION D'UNE ONDE RADIO (4 points)

Sans calculatrice

Au cours d'une séance de travaux pratiques, les élèves réalisent un montage permettant d'émettre puis de recevoir un signal radio.

1. Émission du signal.

Le montage de modulation d'amplitude, utilisé pour l'émission et réalisé à l'aide d'un multiplieur, est représenté sur la figure 1 ci-contre :

Pour engendrer l'onde porteuse de fréquence F , on envoie sur l'entrée E_1 du multiplieur la tension $v(t) = V_m \cos(2\pi Ft)$.

Le signal à transmettre, de fréquence f et d'amplitude U_m est $u_1(t) = U_m \cos(2\pi ft)$. On lui ajoute une tension continue U_0 , appelée tension de décalage ou tension offset.

On obtient alors $u(t) = U_0 + u_1(t) = U_0 + U_m \cos(2\pi ft)$ qu'on envoie sur l'entrée E_2 .

À l'aide d'un dispositif d'acquisition de données, branché sur la sortie S du multiplieur, on observe sur l'écran de l'ordinateur, la courbe $s(t)$ représentée ci-dessous (fig. 2)

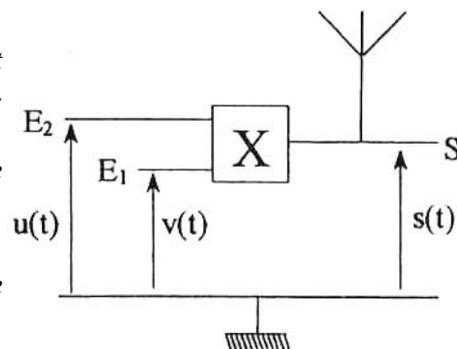


fig. 1

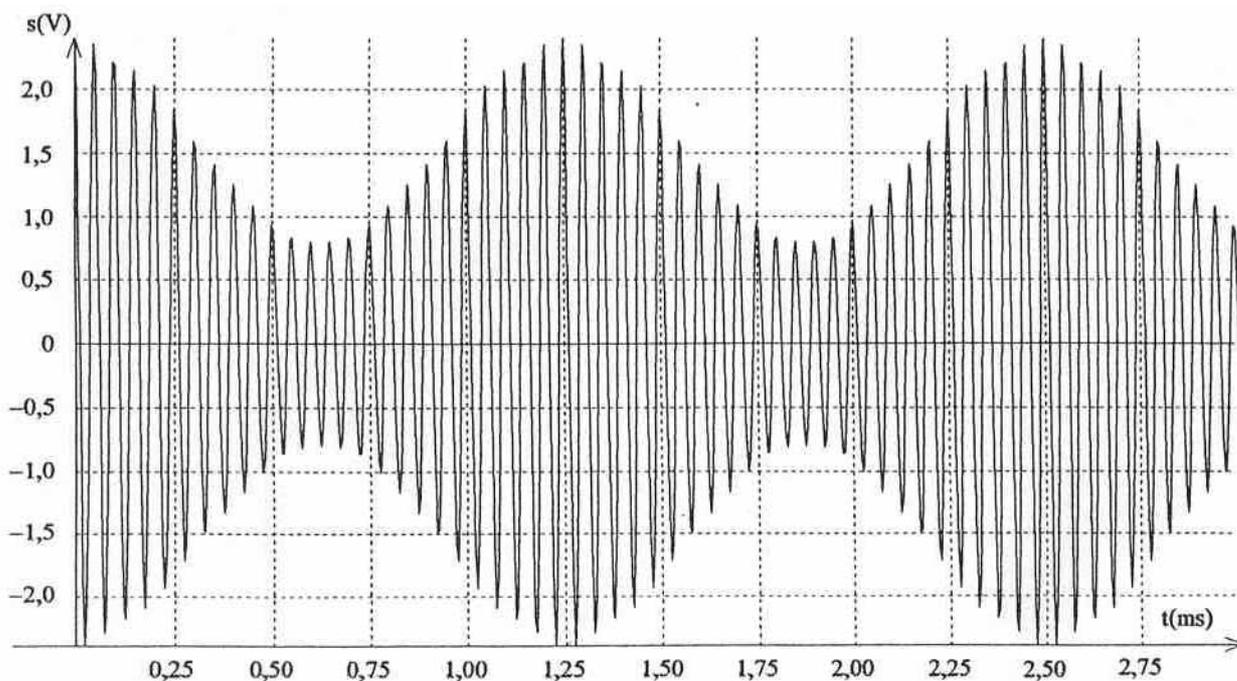


fig. 2

1.1.1. Pourquoi faut-il ajouter une tension de décalage au signal à transmettre ?

1.1.2. Quelle condition doit vérifier le rapport $m = \frac{U_m}{U_0}$ pour réaliser une bonne modulation ?

(m est appelé taux de modulation).

1.2. Le multiplieur donne en sortie une tension $s(t)$ proportionnelle au produit des tensions appliquées sur les entrées : $s(t) = k \cdot u(t) \cdot v(t)$.

Le coefficient k est une constante qui ne dépend que du multiplieur.

1.2.1. Montrer que $s(t)$ peut se mettre sous la forme $s(t) = A[1 + m \cos(2\pi ft)] \cos(2\pi Ft)$ dans laquelle A est une constante.

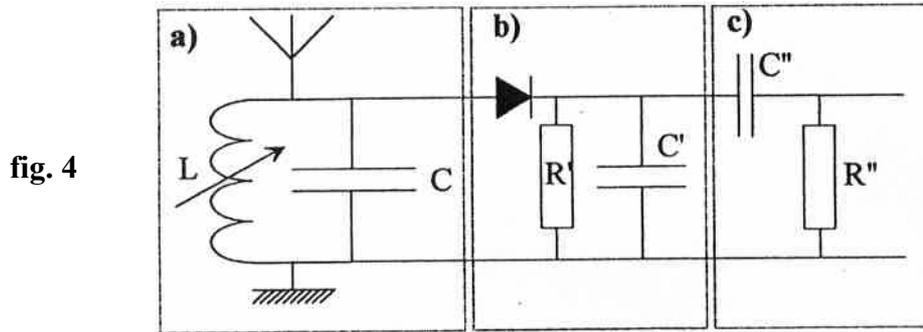
1.2.2. Donner l'expression de A en fonction de k , V_m et U_0 .

1.3. En utilisant la courbe de la figure 2, déterminer f et F . Justifier la méthode utilisée.

2. Réception du signal.

La réception du signal se fait à l'aide du montage représenté ci-dessous (figure 4). Ce montage est constitué de plusieurs modules branchés les uns après les autres.

2.1. Le premier module, noté **a)** sur la figure 4, est le circuit d'accord.



2.1.1. Quel est son rôle ?

2.1.2. Comment procède-t-on pour "capter" une station radio ?

2.1.3. Vérifier que lorsque $L = 62 \text{ mH}$, le circuit est accordé sur l'émetteur réalisé au 1.

Données : $C = 1,0 \text{ nF}$; $\pi\sqrt{62} \approx 25$

2.2. Le deuxième module (noté **b)** sur le schéma) est un détecteur de crête. Il permet de démoduler le signal reçu.

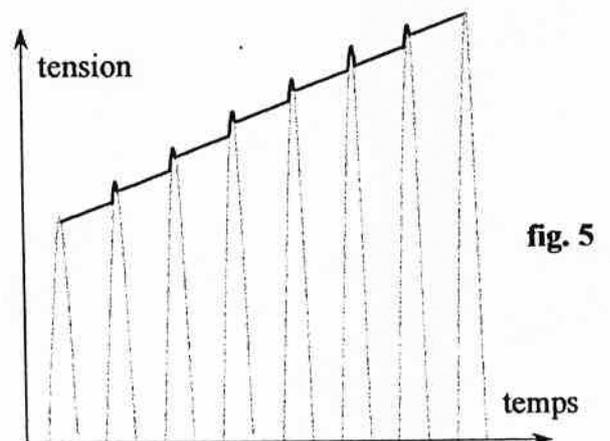
2.2.1. Que signifie démoduler le signal reçu ?

2.2.2. Un élève a représenté sur la figure 5, en trait gras, le signal qu'il observe sur l'écran lorsque le système d'acquisition est branché à la sortie du détecteur de crête.

Ce schéma vous semble-t-il correct ?

Justifier la réponse.

2.3. Quel est le rôle du troisième module (c) ?



EXERCICE I. ÉTUDE D'UNE CORDE DE PIANO (4 points)

Cet exercice est un questionnaire à réponses ouvertes courtes. À chaque question peuvent correspondre aucune, une ou plusieurs propositions exactes.

Pour chacune des questions, chaque proposition doit être étudiée.

Inscrire en toutes lettres « vrai » ou « faux » dans la case correspondante du tableau figurant dans L'ANNEXE EN PAGES A2 ET A3 À RENDRE AVEC LA COPIE.

Donner une justification ou une explication dans la case prévue à cet effet.

Une réponse fautive ou une absence de réponse seront évaluées de la même façon.

Les parties 1. et 2. sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.

1. Étude d'une corde de piano

On étudie le fonctionnement d'une corde de piano placée dans le dispositif simplifié ci-contre (Figure 1).

Accrochée à un support fixe en O, la corde est disposée verticalement.

Elle passe en M par le trou d'un support tel que la corde soit immobile en ce point.

On note $OM = L$. La longueur L vaut 42,2 cm.

À l'extrémité inférieure de la corde, est accrochée un solide de masse m .

Un électro-aimant, alimenté par un générateur basses fréquences délivrant une tension électrique sinusoïdale, permet d'exciter de façon sinusoïdale la corde à une fréquence f réglable.

Les fréquences de vibration f qui interviennent dans cet exercice sont toujours celles de la corde.

On fait varier la fréquence de vibration f de la corde de 200 à 2500 Hz.

À la fréquence $f_0 = 523$ Hz, on observe à la lumière du jour un fuseau unique de plus grande amplitude.

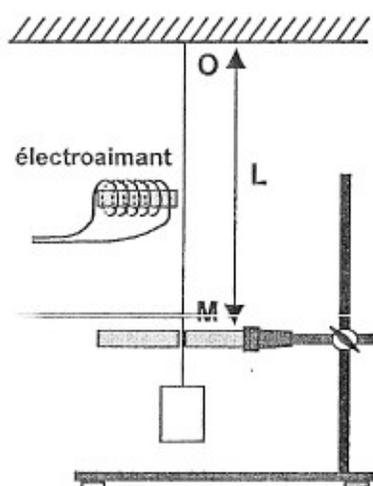


Figure 1

On rappelle qu'une harmonique d'ordre n correspond à une fréquence propre de vibration de la corde donnée par $n.f_0$ où f_0 est la fréquence du mode fondamental de vibration de la corde et n un entier positif non nul.

1.1. À la fréquence $f_0 = 523$ Hz, on observe :

- 1.1.1. un ventre et deux nœuds ;
- 1.1.2. un nœud et deux ventres ;
- 1.1.3. trois nœuds et deux ventres ;
- 1.1.4. un ventre et trois nœuds.

1.2. La fréquence $f_0 = 523$ Hz est la fréquence :

- 1.2.1. de l'harmonique d'ordre 1 ;
- 1.2.2. de l'harmonique d'ordre 2 ;
- 1.2.3. du mode fondamental.

1.3. À la fréquence de vibration $f_1 = 1046$ Hz, on observe :

- 1.3.1. toujours 1 fuseau unique mais d'amplitude double ;
- 1.3.2. 2 fuseaux d'amplitudes importantes ;
- 1.3.3. 2 nœuds.

1.4. La quantification des modes propres est donnée par la relation (avec n nombre entier) :

- 1.4.1. $n\lambda = 2L$;
- 1.4.2. $n\lambda = L$;
- 1.4.3. $n\lambda = \frac{L}{2}$;

1.5. À la fréquence $f_0 = 523$ Hz, la célérité des ondes sur la corde vaut :

- 1.5.1. 340 m.s^{-1} ;
- 1.5.2. $3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
- 1.5.3. 441 m.s^{-1} ;
- 1.5.4. 221 m.s^{-1} .

2. Étude d'une corde placée dans un piano

Les extrémités d'une corde placée dans un piano, sont reliées à une caisse de résonance en bois.
L'expression de la célérité des ondes sur la corde en fonction de sa masse linéique (μ) et de sa

tension (F) est : $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$.

2.1. La caisse de résonance permet :

- 2.1.1. d'augmenter la hauteur du son produit par la corde ;
- 2.1.2. d'augmenter le niveau sonore du son ;
- 2.1.3. d'entretenir les vibrations de la corde.

2.2. Pour augmenter la hauteur du son émis par la corde en vibration, il faut :

- 2.2.1. tendre davantage la corde.
- 2.2.2. détendre la corde.

3. Étude de la note émise par un piano

Dans cette partie, on néglige tout phénomène d'amortissement.

On étudie une corde de longueur $L = 42,2$ cm présente dans un piano, reliée à la touche « do₄ » de l'instrument. Le pianiste en appuyant sur la touche « do₄ » frappe cette corde par l'intermédiaire d'un marteau. Celle-ci oscille alors librement.

On effectue l'enregistrement de la tension électrique $u(t)$ aux bornes d'un microphone placé à côté de la corde oscillante à l'aide d'un dispositif d'acquisition informatisé. On obtient l'enregistrement simplifié (Figure 2) ci-dessous :

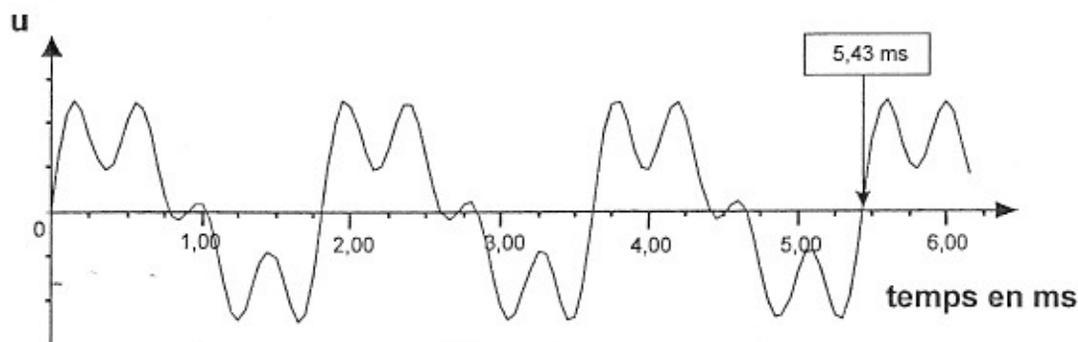


Figure 2

3.1. Le mode fondamental de la corde correspond à la fréquence :

- 3.1.1. 184 Hz ;
- 3.1.2. 276 Hz ;
- 3.1.3. 552 Hz ;
- 3.1.4. 1104 Hz .

3.2. Le spectre de fréquence correspondant au son émis par la corde de piano est l'un des spectres proposés ci-dessous : (figures 3.a., 3.b., 3.c. ou 3.d.) où r est le rapport de l'amplitude de l'harmonique considéré sur l'amplitude de l'harmonique fondamentale.

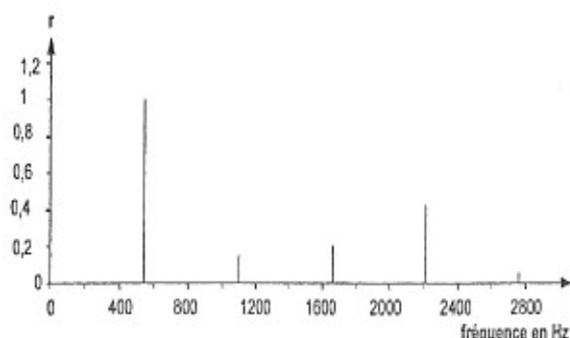


Figure 3.a.

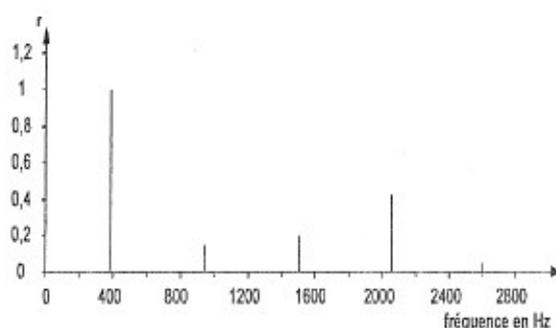


Figure 3.b.

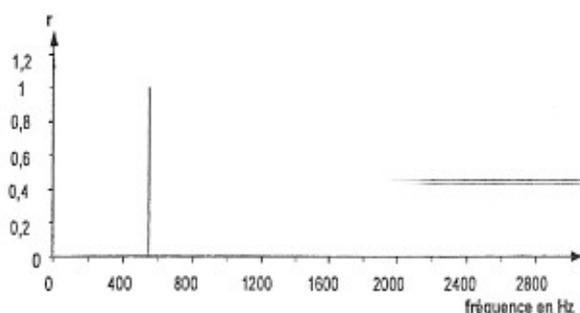


Figure 3.c.

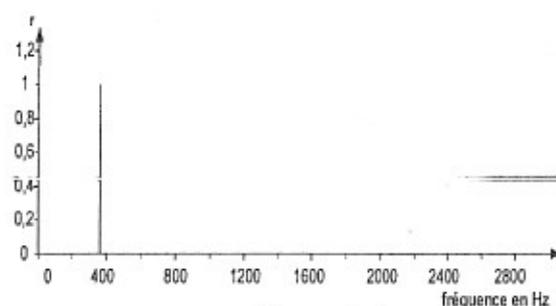


Figure 3.d.

Le son émis par la corde reliée à la touche «do₄» est un son complexe.

Le spectre de fréquences correspond

- 3.2.1. à la figure 3.a. ;
- 3.2.2. à la figure 3.b. ;
- 3.2.3. à la figure 3.c. ;
- 3.2.4. à la figure 3.d..

3.3. Le tableau ci-dessous récapitule les fréquences, en hertz, de notes de quelques cordes bien accordées du piano.

si ₃	494	si ₄	988	si ₅	1976
la ₃	440	la ₄	880	la ₅	1760
sol ₃	392	sol ₄	784	sol ₅	1568
fa ₃	349	fa ₄	698	fa ₅	1397
mi ₃	330	mi ₄	659	mi ₅	1318
ré ₃	294	ré ₄	587	ré ₅	1175
do ₃	262	do ₄	523	do ₅	1046

Des réponses données précédemment, on peut affirmer que :

- 3.3.1. la corde étudiée est bien accordée.
- 3.3.2. la corde étudiée est mal accordée.

ANNEXE

<i>Proposition</i>	<i>Répondre vrai ou faux</i>	<i>Justification ou explication</i>
1.1.1.		
1.1.2.		
1.1.3.		
1.1.4.		
1.2.1.		
1.2.2.		
1.2.3.		
1.3.1.		
1.3.2.		
1.3.3.		
1.4.1.		PAS DE JUSTIFICATION
1.4.2.		
1.4.3.		
1.5.1		
1.5.2.		
1.5.3.		
1.5.4.		

<i>Proposition</i>	<i>Répondre vrai ou faux</i>	<i>Justification ou explication</i>
2.1.1.		PAS DE JUSTIFICATION
2.1.2.		
2.1.3.		
2.2.1.		
2.2.2.		
3.1.1.		
3.1.2.		
3.1.3.		
3.1.4.		
3.2.1.		
3.2.2.		
3.2.3.		
3.2.4.		
3.3.1.		
3.3.2.		