

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2009

PHYSIQUE - CHIMIE

Série S

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

L'usage de la calculatrice électronique est autorisé**SPÉCIALITÉ**

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

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

- I – Préparation d'une phéromone
- II – L'énergie du futur
- III – Microscope

Les feuilles 7 sur 8 et 8 sur 8 sont à rendre avec la copie.

Exercice 3	Microscope	(4 points)
-------------------	-------------------	-------------------

Principe d'un microscope utilisé dans un laboratoire de biologie :

Un objectif de très courte distance focale (quelques millimètres) placé près de l'objet observé, donne de celui-ci une image agrandie. Un oculaire joue le rôle de loupe pour observer cette image.

Un microscope est un appareil constitué

- d'un objectif assimilable à une lentille mince convergente (L_1) de vergence $C_1 = 250 \delta$
- d'un oculaire, lentille convergente (L_2) de vergence $C_2 = 40 \delta$.

L'intervalle optique, distance fixe séparant le foyer principal image F_1' de l'objectif du foyer principal objet F_2 de l'oculaire est $F_1' F_2 = 16 \text{ cm}$.

On utilise cet appareil pour observer un objet AB perpendiculaire à l'axe optique du microscope, le point A étant supposé placé sur axe.

On appelle A_1B_1 l'image de AB à travers l'objectif (L_1) et A_2B_2 l'image de A_1B_1 à travers (L_2).

3.1.1 Calculer les distances focales f_1' et f_2' de l'objectif et de l'oculaire.

3.1.2 L'objet AB est une spore de champignon de $2\text{ }\mu\text{m}$.

Faire un schéma permettant de déterminer le diamètre apparent α de la spore lorsqu'elle est observée à l'œil nu à une distance $d_m = 25\text{ cm}$.

Calculer α (on fera l'approximation $\tan \alpha \approx \alpha$).

3.2 Microscope modélisé

Pour illustrer le principe du microscope, on utilise le schéma donné en annexe et qui ne respecte pas d'échelle (voir **SCHEMA1**).

3.2.1 Construire l'image A_1B_1 de AB à travers l'objectif (L_1).

3.2.2 Où l'image A_1B_1 doit-elle se trouver pour l'oculaire si l'on veut que l'image définitive A_2B_2 soit à l'infini ?

3.2.3 Représenter l'oculaire sur le schéma, sans souci d'échelle.

3.2.4 Construire l'image définitive A_2B_2 et indiquer sur le schéma l'angle α' , diamètre apparent de A_2B_2 , c'est-à-dire pour un observateur utilisant le microscope.

3.3 Microscope réel réglé de telle façon que l'image définitive A_2B_2 soit à l'infini : Les réponses numériques seront trouvées par le calcul.

3.3.1 Calculer la distance entre l'objectif et l'image A_1B_1 .

3.3.2 En déduire la distance entre l'objet observé et l'objectif.

3.3.3 Calculer la taille de l'image intermédiaire A_1B_1 et le grossissement γ_1 de l'objectif. La valeur obtenue est-elle en accord avec l'indication ($\times 40$) signalée sur la monture de l'objectif ?

3.3.4 Etablir l'expression de α' (voir question 3.2.4) en fonction de A_1B_1 et f_2' . Calculer sa valeur en faisant la même approximation qu'au 1.2.

3.4 Grossissement

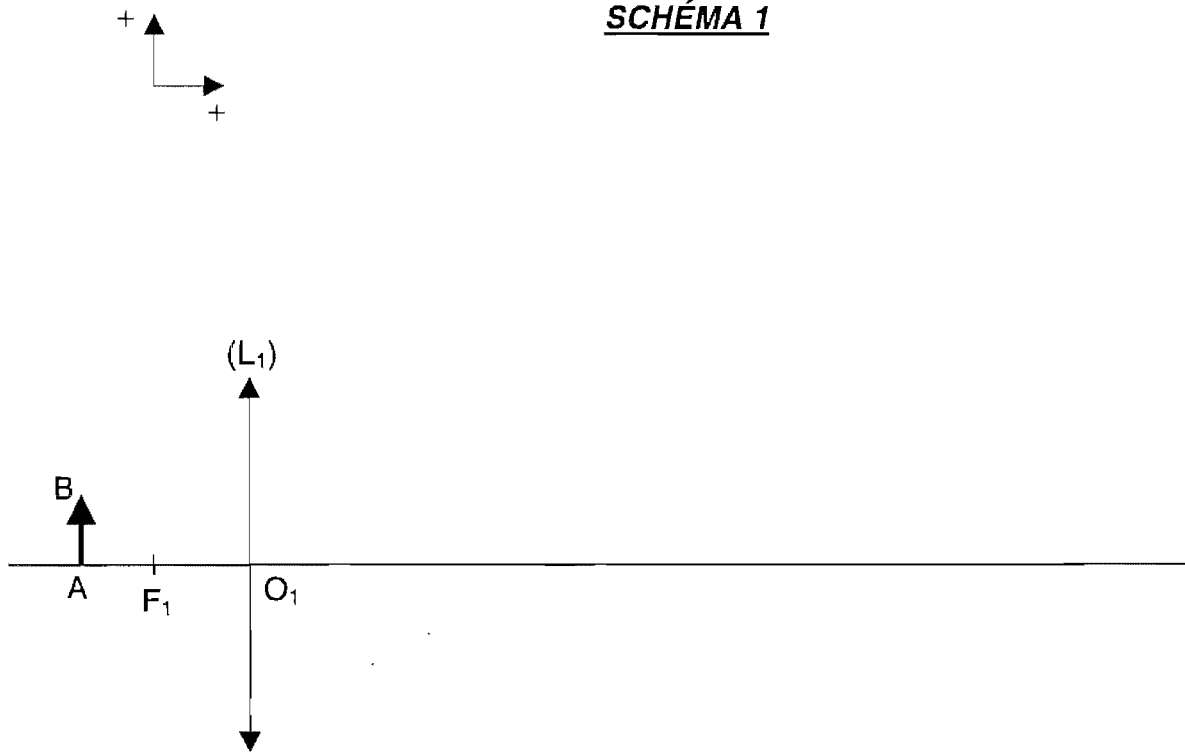
Une des grandeurs importantes qui caractérise un microscope est son grossissement standard G , défini par le rapport $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$.

3.4.1 Calculer le grossissement G de ce microscope.

3.4.2 On peut aussi exprimer G en fonction du grossissement γ_1 de l'objectif et du grossissement G_2 de l'oculaire ; $G = |\gamma_1| \cdot G_2$.

On a mélangé les trois oculaires dans la boîte qui les contient et qui comporte les indications $\times 4$; $\times 10$; $\times 40$.

Quel oculaire a-t-on utilisé ?

SCHÉMA 1

Attention : feuille à rendre avec la copie

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement de Spécialité

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

L'usage des calculatrices est autorisé.

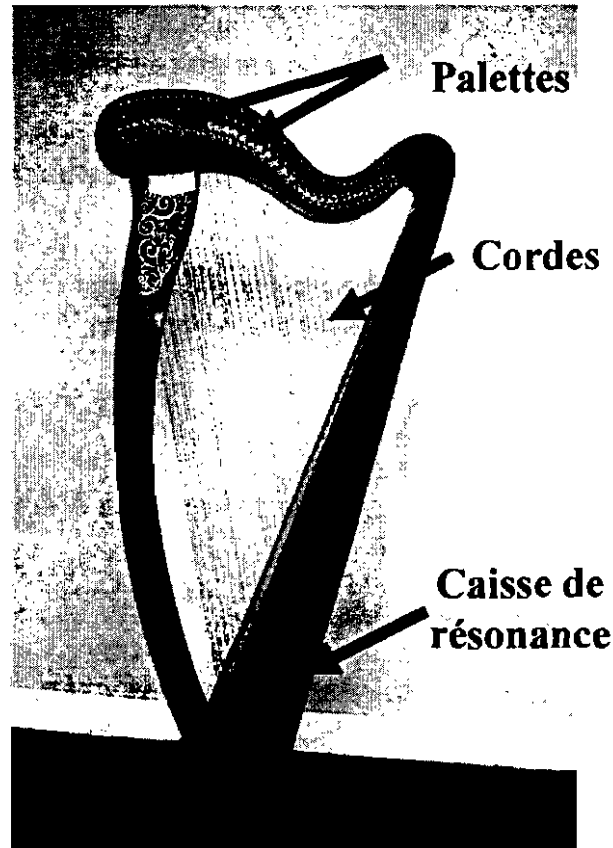
Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12

**La feuille annexe (page 12/12)
EST À RENDRE AGRAFÉE À LA COPIE**

EXERCICE III : LA HARPE CELTIQUE (4 POINTS)

La harpe est un instrument triangulaire à cordes pincées. La harpe celtique est munie de 32 à 38 cordes de longueurs variables. Des chevilles, non visibles sur la photographie, permettent de tendre plus ou moins les cordes et ainsi d'accorder la harpe. En soulevant les palettes (en position basse sur la photographie), on raccourcit de quelques centimètres la longueur de chaque corde ce qui permet d'obtenir des notes altérées (dièses, bémols).



Données :

notes	la_1	la_3
Fréquences (Hz)	110	440

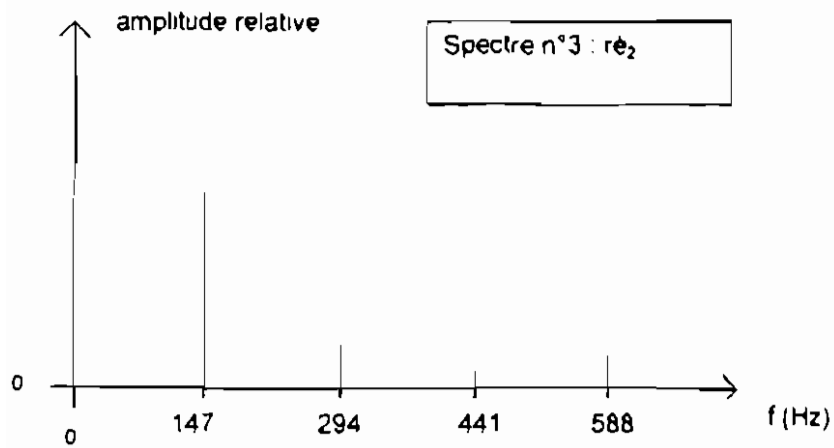
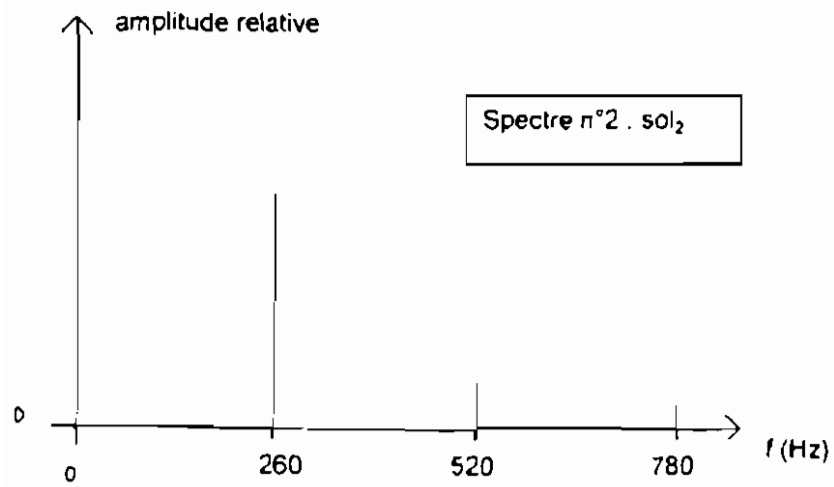
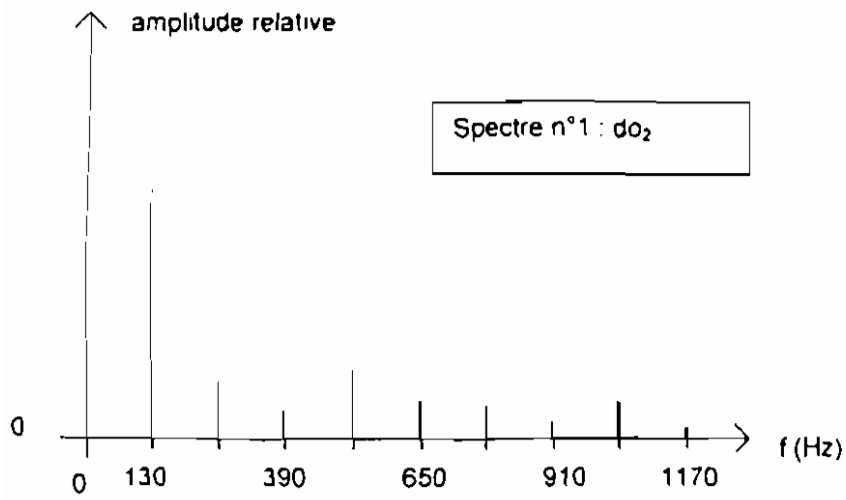
Relation entre la célérité v de l'onde sur la corde, la tension T de la corde, et la masse linéique μ de cette corde : $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, avec T en N et μ en kg.m^{-1} .

1. Émission d'un son

- 1.1. Quelles sont les deux fonctions que doit remplir un instrument de musique pour produire un son ?
- 1.2. Parmi les différents éléments qui constituent la harpe, quels sont ceux qui assurent ces fonctions ?

2. On considère la corde « la₃ » de longueur $L = 72 \text{ cm}$. Lorsque l'on pince la corde, elle vibre suivant ses différents modes propres de vibration.
 - 2.1. Représenter l'allure de la corde lorsqu'elle vibre dans le mode fondamental.
 - 2.2. En déduire, pour ce mode, la relation entre la longueur L de la corde et la longueur d'onde λ .
 - 2.3. Établir la relation liant la fréquence f du fondamental et la célérité v de l'onde sur la corde.
 - 2.4. En déduire la valeur de la célérité de l'onde se propageant sur la corde.
 - 2.5. Quelle devrait être la longueur L_1 d'une corde de même nature que la précédente et utilisée dans les mêmes conditions pour émettre le son « la₁ » ? Une telle longueur est-elle envisageable ?
 - 2.6. Sur quels paramètres est-il possible d'agir et dans quels sens pour obtenir le son « la₁ », avec une corde de longueur proche de 72 cm ?
 - 2.7. Si le musicien soulève la palette de l'une des cordes, le son émis par cette corde sera-t-il plus grave ou plus aigu ? Justifier.
3. Le musicien joue un « do₂ ». On analyse le son émis et on obtient le spectre n°1 figurant page suivante.
 - 3.1. Quelle est la hauteur du son émis ?
 - 3.2. À quoi correspondent les différentes fréquences obtenues ? Par quelle(s) relation(s) sont-elles liées ?
4. *Lorsque le musicien joue deux notes simultanément, l'effet produit à l'oreille dépend de l'intervalle entre les deux notes jouées. On appelle intervalles consonants, ou consonances, les intervalles agréables à l'oreille, et intervalles dissonants, ou dissonances, ceux pour lesquels l'impression est plus ou moins désagréable. L'effet de consonance de deux notes peut s'expliquer par le recouvrement plus ou moins important des harmoniques de chacune d'elles, autrement dit, les deux notes doivent avoir des harmoniques en commun.*
 - 4.1. Choisir parmi les deux ensembles de notes proposés, do₂-sol₂ ou do₂-ré₂, celui que doit jouer le musicien pour obtenir un intervalle consonant. On s'appuiera sur les spectres de fréquences donnés page suivante et on justifiera la réponse.
 - 4.2. On rappelle que le niveau sonore en décibels est défini par la relation
$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$
 où I est l'intensité sonore et I_0 l'intensité sonore de référence. Si deux notes sont jouées simultanément avec la même intensité sonore, le niveau sonore doublera-t-il ?

Spectres de fréquence



BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement de Spécialité

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

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

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

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

EXERCICE III : LA RADIO "B.L.U."

(4 POINTS)

Les communications radio en "B.L.U" (Bande Latérale Unique) sont utilisées par les radio-amateurs ainsi que pour les communications maritimes. La transmission "B.L.U" permet, pour une puissance totale donnée de l'émetteur, d'avoir une plus grande portée d'émission.

Il s'agit d'une transmission en modulation d'amplitude à laquelle on retire, avant émission, une des bandes du spectre en fréquence ainsi que la porteuse. On ne conserve ainsi qu'une seule des bandes latérales comprenant l'ensemble des fréquences à transmettre. Le signal transmis contient bien toute l'information du signal modulant.

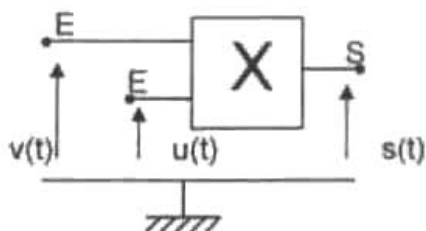
On se propose d'étudier le principe de ce type de transmission.

PARTIE A : LA MODULATION D'AMPLITUDE

1. Nécessité d'une modulation :

- 1.1. Rappeler l'intervalle des fréquences audibles par l'homme.
- 1.2. Donner au moins une raison pour laquelle il est nécessaire de procéder à une modulation pour transmettre un signal sonore par onde hertzienne.

2. Le montage de modulation utilisé en séance de travaux pratiques est le suivant :



$$v(t) = V_m \cos(2\pi Ft)$$

$$u(t) = U_m \cos(2\pi ft) + U_0$$

avec : $F = 2,0 \text{ kHz}$
 $f = 100 \text{ Hz}$
 et $U_m < U_0$

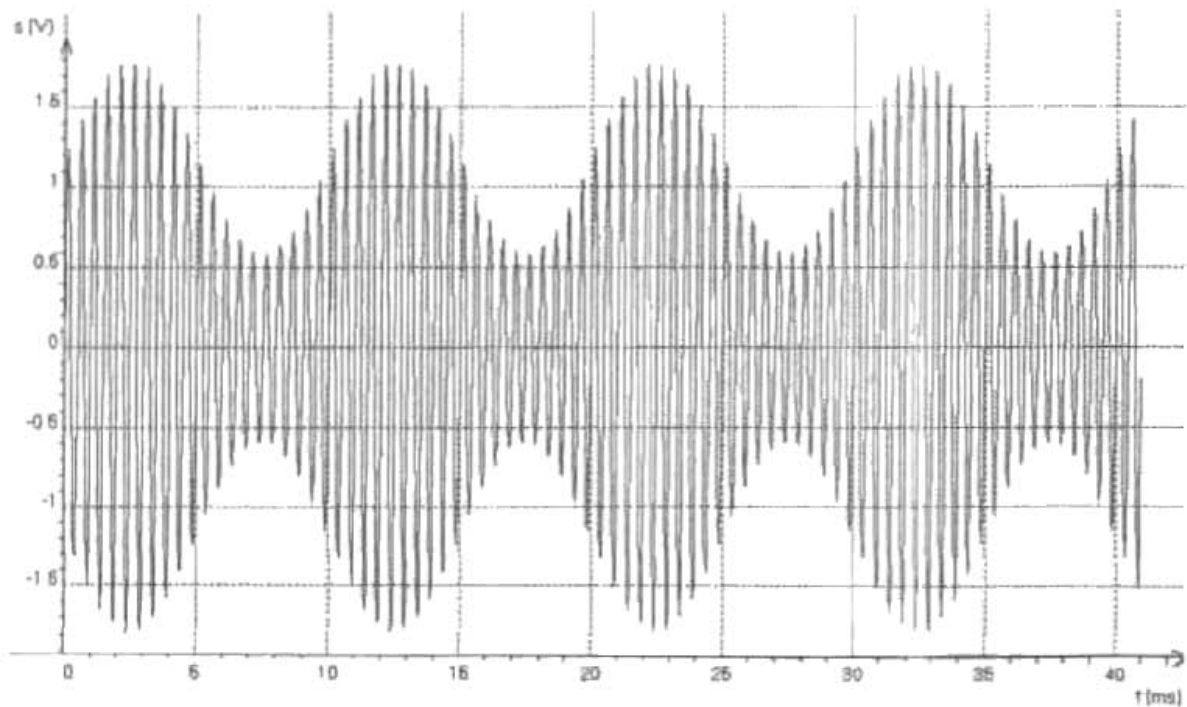
L'expression du signal de sortie $s(t)$ est de la forme $s(t) = k \cdot u(t) \cdot v(t)$ où k est un coefficient qui dépend du circuit multiplieur "X" utilisé.

- 2.1. Quel signal correspond à la porteuse ? Justifier.
- 2.2. Montrer que $s(t)$ peut se mettre sous la forme $s(t) = A(t) \cos(2\pi Ft)$. Justifier le nom donné à ce type de modulation.

3. Qualité de la modulation :

Le taux de modulation peut s'écrire sous la forme $m = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{\max} + A_{\min}}$ où $A_{\max}$ est la valeur maximale prise par $A(t)$ et $A_{\min}$ sa valeur minimale.

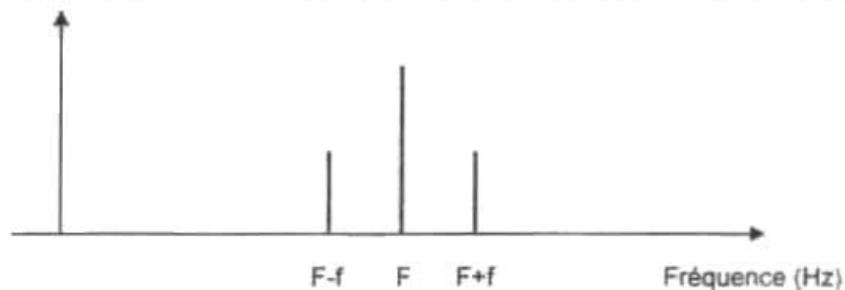
- 3.1. Quelle condition doit satisfaire m pour pouvoir effectuer une démodulation correcte par détection d'enveloppe ?
- 3.2. Déterminer la valeur du taux de modulation m en utilisant le graphe ci-dessous.



PARTIE B : L'ÉMISSION EN BANDE LATÉRALE UNIQUE

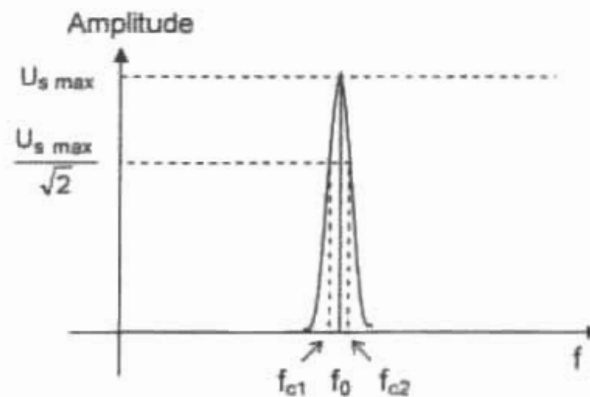
Le signal $s(t)$ peut s'écrire sous la forme de la somme de trois fonctions sinusoïdales de fréquences respectives $F - f$, F et $F + f$.

1. Dans ce cas le spectre du signal modulé $s(t)$ aura l'allure suivante :



Donner l'allure de ce spectre si on remplace le signal modulant par un signal plus complexe (voix, musique...) comportant plusieurs fréquences comprises entre deux valeurs $f_{\min}$ et $f_{\max}$.

2. On utilise un filtre passe-bande pour ne conserver que la fréquence $F + f$ (ou les fréquences équivalentes dans le cas où le signal modulant est complexe). La courbe ci-dessous donne l'allure de l'amplitude U_s de la tension de sortie du filtre en fonction de la fréquence f de la tension sinusoïdale $u(t)$ d'entrée :



- 2.1. Justifier le nom de "filtre passe-bande" donné à ce dispositif.
- 2.2. Le filtre est constitué à partir d'une bobine d'inductance L et d'un condensateur de capacité C . On note f_0 la fréquence centrale de la bande passante du filtre.
- Montrer, par analyse dimensionnelle, que l'expression $f_0 = \frac{1}{\sqrt{2\pi LC}}$ peut convenir.
- 2.3. En supposant la bande passante $[f_{c1} ; f_{c2}]$ étroite, quelle valeur doit-on choisir pour f_0 ?
- 2.4. Représenter, dans ce cas, le spectre du signal obtenu à la sortie du filtre (on supposera le signal modulé tel que défini au 1.).
3. Le signal obtenu doit être amplifié avant d'être émis. Lorsqu'on amplifie un signal (quel qu'il soit) la puissance délivrée par l'amplificateur se répartit sur l'ensemble des fréquences présentes, proportionnellement à leur amplitude.

Justifier le fait que le signal "B.L.U." a une plus grande portée qu'un signal en modulation d'amplitude classique pour un émetteur de puissance donnée (ou qu'il nécessite un émetteur moins puissant pour une portée équivalente).

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

L'usage des calculatrices EST autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Les données sont en italique.

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

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

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

EXERCICE III. DÉTECTION D'EXOPLANÈTES (4 points)

La première exoplanète, planète gravitant autour d'une autre étoile que le Soleil, a été détectée en 1995.

Avec les instruments actuels, la détection « directe » des exoplanètes n'est guère possible. En effet, d'après Michel Mayor, un des grands spécialistes du sujet, observer une exoplanète reviendrait à essayer de distinguer à 1000 km une flamme de bougie près d'un phare.

Différents moyens sont employés pour « deviner » l'existence de ces planètes si éloignées de nous. En décembre 2006, le satellite Corot, équipé d'un télescope et de différents instruments de mesure, a été mis en orbite avec pour objectif la détection et l'étude de nouvelles exoplanètes. En mai 2007, un communiqué de presse annonce le succès des premières observations de Corot : une nouvelle exoplanète a été découverte. Les résultats à venir sont très attendus par les scientifiques aussi bien que par le grand public.

D'après Science magazine et Internet.

La première partie de cet exercice montre que la présence d'une exoplanète ne peut pas être détectée par un télescope classique.

La deuxième partie montre que l'on peut détecter une exoplanète en observant ses passages périodiques devant son étoile.

1. Observation au télescope

À la lecture de différents articles scientifiques, Julie et Léa, deux jeunes astronomes amateurs, décident d'observer avec leur télescope une exoplanète et son étoile hôte. Grâce à une base de données d'exoplanètes disponible sur Internet, elles choisissent le couple HD 209458 située dans la constellation de Pégase.

Julie et Léa pointent leur télescope dans la direction souhaitée et après vérification des réglages, observent l'étoile mais sans sa compagne... Analysons le problème sans tenir compte de la luminosité de l'étoile par rapport à l'exoplanète.

Un extrait de la fiche technique du télescope utilisé pour leurs observations est donnée ci-dessous :

Télescope de Newton	
Diamètre :	300 mm
Distance focale du miroir primaire :	$f_1 = 1200$ mm
Distance focale de l'oculaire :	$f_2 = 30$ mm

Le schéma du télescope est représenté sur la **FIGURE 3 DE L'ANNEXE EN PAGE 11**.

On note :

- (M1), le miroir sphérique concave d'axe optique Δ , de sommet S et de foyer F_1
- (M2), le miroir secondaire plan incliné de 45° par rapport à Δ
- et (L), l'oculaire assimilable à une lentille mince convergente de foyers F_2 et F'_2 et d'axe optique Δ' .

Le couple étoile - exoplanète situé à l'infini est noté AB et son diamètre apparent α . L'image de AB donnée par le miroir primaire (M1) est notée A_1B_1 .

1.1. Indiquer, en justifiant, la position du foyer F_1 sur la **FIGURE 3 DE L'ANNEXE PAGE 11**.

1.2 On rappelle que le diamètre apparent α est l'angle sous lequel l'œil de l'observateur voit l'objet. Donner son expression en fonction de A_1B_1 et f_1 . On considère que, α étant petit, $\tan \alpha = \alpha$ avec α exprimé en radians.

1.3. On note A_2B_2 l'image de A_1B_1 donnée par le miroir plan (M2).

1.3.1. Sur la **FIGURE 3 DE L'ANNEXE PAGE 11**, indiquer la position de l'image A_2B_2 donnée par le miroir plan de l'image intermédiaire A_1B_1 .

1.3.2. Quelle relation existe-t-il entre les longueurs A_1B_1 et A_2B_2 ?

1.4. Le réglage du télescope étant afocal, l'image A_2B_2 se forme dans le plan focal objet de l'oculaire. On appelle $A'B'$ l'image de l'objet A_2B_2 donnée par l'oculaire.

1.4.1. Où se trouve l'image définitive $A'B'$ du couple étoile - exoplanète ?

1.4.2. Justifier la réponse précédente après avoir fait le tracé sur la **FIGURE 3 DE L'ANNEXE PAGE 11**, deux rayons lumineux caractéristiques, à partir du point B_2 , traversant l'oculaire (L).

1.5. Étude du grossissement

1.5.1. Faire figurer sur la **FIGURE 3 DE L'ANNEXE PAGE 11**, le diamètre apparent α' sous lequel est vu le couple étoile - exoplanète à travers le télescope.

1.5.2. Exprimer α' en fonction de A_2B_2 et de f_2 . On considère que, α' étant petit, $\tan \alpha' = \alpha'$ avec α' exprimé en radians.

1.5.3. Le grossissement Gr d'un instrument d'optique est défini par la relation $Gr = \frac{\alpha'}{\alpha}$

Montrer que $Gr = \frac{f_1}{f_2}$. Calculer la valeur de ce rapport.

1.6. On considère que deux points sont aisément discernables à l'œil nu s'ils sont observés sous un diamètre apparent supérieur ou égal à $3,5 \times 10^{-4}$ rad.

Document 1 : Caractéristiques du couple étoile - exoplanète :

Exoplanète HD 209458 b	Étoile hôte : HD 209458
Distance moyenne à son étoile : 0,045 u.a Type : « Hot Jupiter », planète semblable à Jupiter mais très proche de son étoile	Distance à la Terre : 153 années de lumière

1 unité astronomique : 1 u.a = 150×10^6 km ; 1 année de lumière : 1 a.l = $9,5 \times 10^{15}$ m

1.6.1. En vous aidant des caractéristiques du couple étoile - exoplanète données dans le **document 1**, estimer la valeur du diamètre apparent α sous lequel est vu le couple étoile - exoplanète à l'œil nu.

1.6.2. Calculer la valeur du diamètre apparent α' sous lequel est vu le couple étoile - exoplanète à travers le télescope.

1.6.3. Montrer que même si la luminosité de l'étoile hôte n'était pas si importante, Léa et Julie n'auraient pas pu obtenir une image où l'étoile et sa compagne seraient séparées.

2. Méthode des transits

Comme on l'a vu précédemment, on ne peut pas détecter de manière directe la présence d'une exoplanète autour d'une étoile. La méthode des transits peut alors être utilisée en se servant d'un photomètre à la sortie du télescope ; cet instrument permet de mesurer la luminosité de l'astre observé. Dans le cas présent, le passage répété d'une planète (**figure 4**) devant son étoile provoque une diminution périodique de la luminosité de l'étoile.

Par exemple la mesure de la luminosité de l'étoile HD 209458 en fonction du temps conduit au graphe de la **figure 5**.

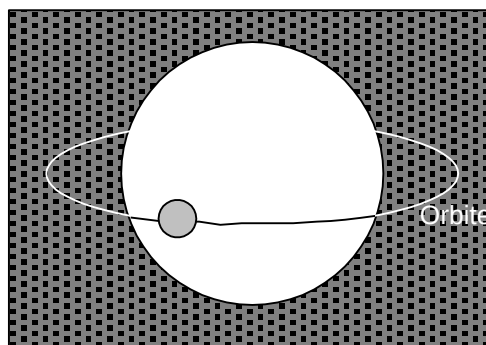
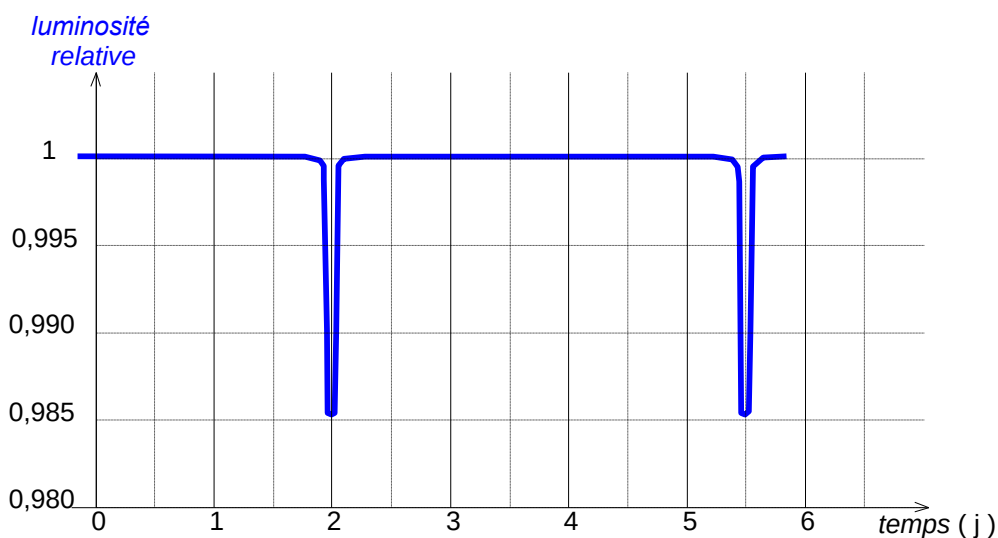


Figure 4 : Passage de la planète devant son étoile hôte

Figure 5 : évolution temporelle de la luminosité de l'étoile HD 209458**Document 2** : Caractéristiques du couple étoile - exoplanète :

<i>Exoplanète HD 209458 b</i>	<i>Etoile hôte : HD 209458</i>
Masse : $M_b = 0,69 \times M_J$ M_J étant la masse de Jupiter	Masse : $M = 1,057 \times M_s$ M_s étant la masse du Soleil

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11}$ (S.I.)

Masse du Soleil : $M_s = 2,00 \times 10^{30}$ kg ; Masse de Jupiter : $M_J = 1,90 \times 10^{27}$ kg

1 jour = 86 400 s.

2.1. D'après la **figure 5**, quelle est la période de révolution T de la planète HD 209458 b ? Exprimer cette période T en secondes.

2.2. En utilisant la troisième loi de Kepler et les données du **document 2**, calculer la valeur du demi grand axe a de l'ellipse parcourue par la planète autour de son étoile. Comparer avec la valeur de la distance moyenne de la planète à son étoile donnée dans le **document 1**.

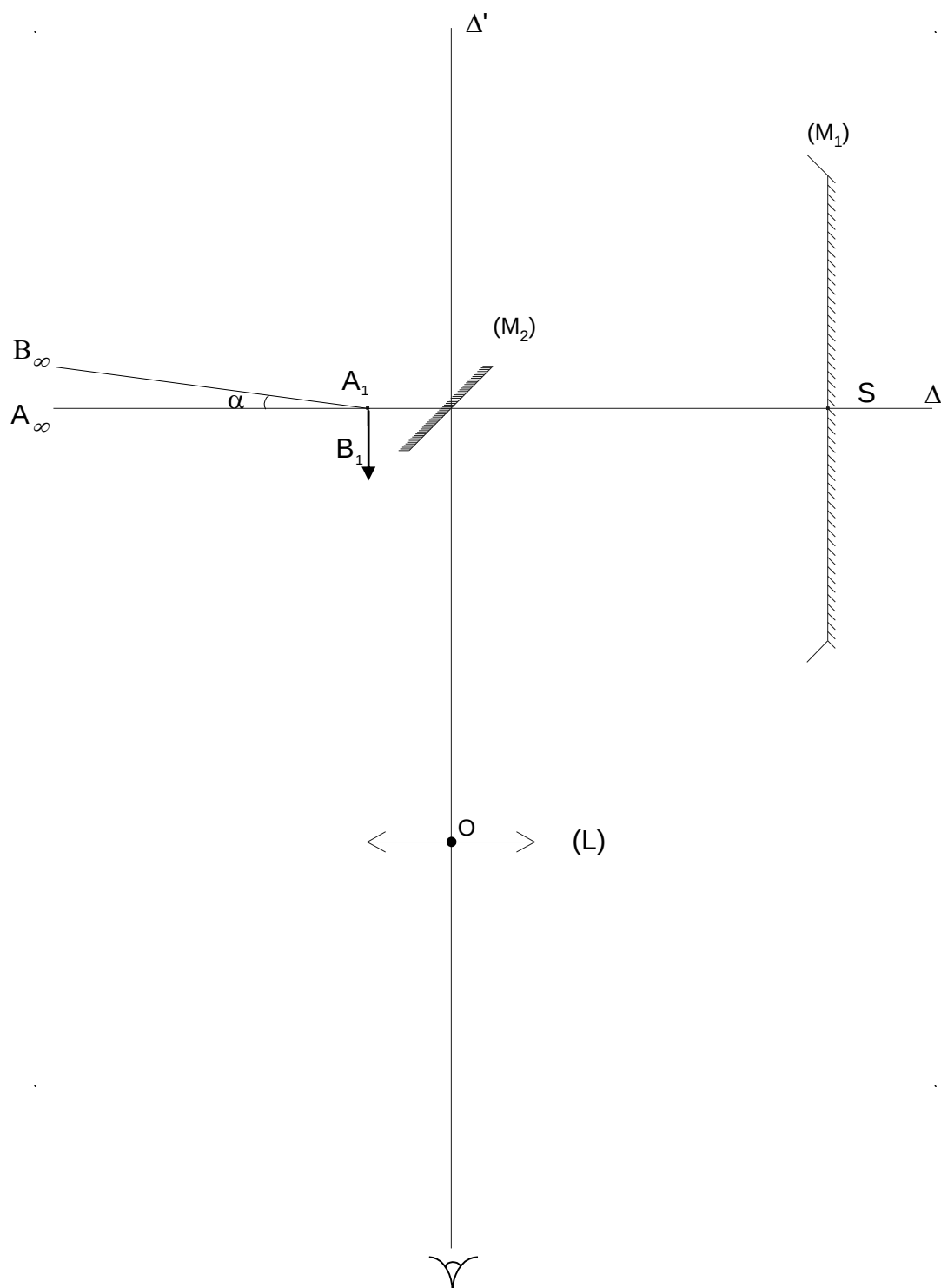
Rappel : la troisième loi de Kepler donne une relation entre la période de révolution T de la planète, le demi grand axe a de l'orbite elliptique de la planète autour de son étoile et la masse M de l'étoile :

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

ANNEXE À RENDRE AGRAFÉE AVEC LA COPIE

ANNEXE DE L'EXERCICE III

Figure 3 : schéma du télescope



BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement de Spécialité

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

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 15 pages numérotées de 1/15 à 15/15

**Les feuilles d'annexes (pages 13/15, 14/15 et 15/15)
SONT À RENDRE AGRAFÉES À LA COPIE**

EXERCICE 3 : À PROPOS DE CONSERVATEURS (4 points)

L'acide benzoïque (E 210), les benzoates de sodium (E211), de potassium (E212) et de calcium (E213) sont des conservateurs alimentaires utilisés pour leurs propriétés fongicides. Pour leur usage alimentaire, ils sont obtenus par synthèse.

Données : $pK_A (C_6H_5CO_2H_{(aq)} / C_6H_5CO_2^{-}_{(aq)}) = 4,2$

Espèce chimique	Alcool benzylique	Permanganate de potassium	Benzoate de sodium	Acide benzoïque	Cyclohexane
Formule	$C_6H_5CH_2OH$	$KMnO_4$	$C_6H_5CO_2Na$	$C_6H_5CO_2H$	-
État physique à 20°C	liquide	solide	solide	solide	liquide
Masse molaire M (g.mol ⁻¹)	108	158	144	122	-
Masse volumique ρ (g.mL ⁻¹)	1,05	-	-	-	0,78
Solubilité dans l'eau	faible	grande	grande	1,5 g.L ⁻¹ à 10°C 2,4 g.L ⁻¹ à 25°C 68 g.L ⁻¹ à 95°C	insoluble
Solubilité dans le cyclohexane	grande	insoluble	insoluble	très faible	-

1. Étude du couple acide / base :

acide benzoïque / ion benzoate ($C_6H_5CO_2H_{(aq)} / C_6H_5CO_2^{-}_{(aq)}$).

- 1.1. Donner la définition d'un acide au sens de Brønsted.
- 1.2. Écrire la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.
- 1.3. Déterminer le domaine de prédominance de chaque espèce du couple.

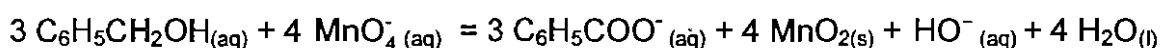
2. Synthèse du benzoate de sodium : oxydation de l'alcool benzylique $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ par le permanganate de potassium KMnO_4 en milieu basique.

Mettre dans un ballon :

- 100 mL de solution aqueuse de soude à $0,40 \text{ mol.L}^{-1}$;
- 2,5 mL d'alcool benzylique ;
- 4,5 g de permanganate de potassium ;
- quelques grains de pierre ponce

Réaliser un montage à reflux et chauffer à ébullition douce pendant 20 min. Il apparaît un précipité marron de dioxyde de manganèse MnO_2 .

L'équation de la réaction notée (1) s'écrit :



Après refroidissement, filtrer le mélange à l'aide d'un filtre büchner : le filtrat obtenu est incolore.

Verser le filtrat dans une ampoule à décanter, y ajouter environ 40 mL de cyclohexane, agiter et dégazer plusieurs fois, laisser reposer : on recueille la phase contenant le benzoate de sodium en solution.

2.1. Annoter le schéma du montage à reflux sur le document 1 de l'annexe 3 à rendre avec la copie.

Quel est l'intérêt d'un chauffage à reflux ?

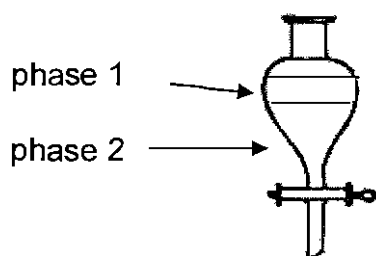
2.2. Quel composé recueille-t-on dans le filtre du büchner ? Justifier.

2.3. Déterminer la quantité de matière initiale des deux réactifs, l'alcool et l'ion permanganate.

2.4. Compléter (numériquement quand c'est possible) le tableau d'avancement sur le document 2 de l'annexe 3 à rendre avec la copie.

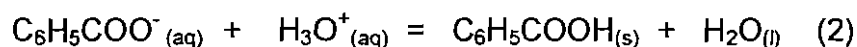
Montrer que le réactif en excès est l'alcool.

2.5. Sur la copie, donner le nom des phases 1 et 2 notées sur le schéma ci-dessous et leur composition. Justifier.



3. Obtention de l'acide benzoïque.

On récupère la phase contenant le benzoate de sodium dans un erlenmeyer que l'on dépose dans de la glace pilée. On verse alors prudemment de l'acide chlorhydrique concentré ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) jusqu'à cristallisation totale de l'acide benzoïque selon la réaction d'équation :



3.1. Pourquoi est-il intéressant de laisser l'erlenmeyer dans la glace ?

3.2. Déterminer la quantité de matière maximale d'acide benzoïque que l'on peut obtenir.

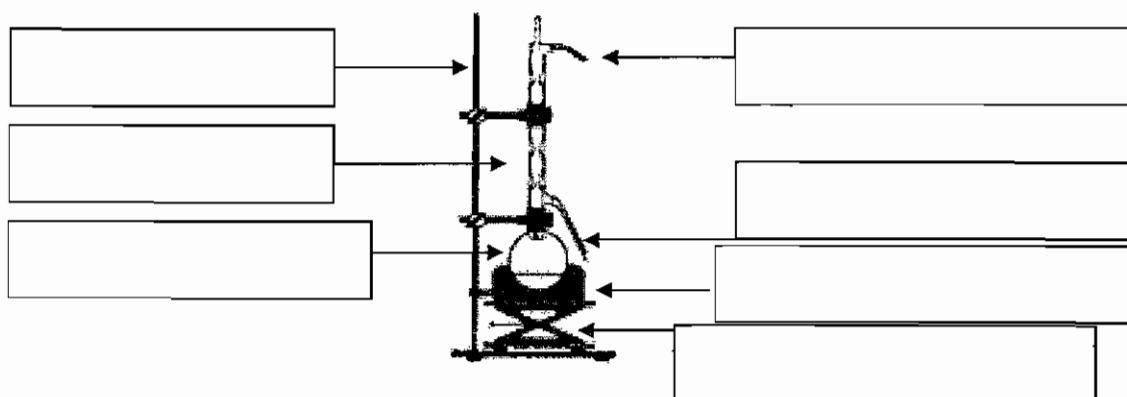
3.3. On filtre et on rince à l'eau froide les cristaux obtenus. Après séchage, la masse pesée est $m = 1,2 \text{ g}$.

3.3.1. Citer une méthode permettant d'identifier et de vérifier la pureté de l'acide formé.

3.3.2. Le solide obtenu étant pur, déterminer le rendement η de la synthèse réalisée.

ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice 3 :

Document 1

Équation chimique		$3\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}_{(\text{aq})} + 4\text{MnO}_4^{-}{}_{(\text{aq})} = 3\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^{-}{}_{(\text{aq})} + 4\text{MnO}_{2(\text{s})} + \text{OH}^{-}{}_{(\text{aq})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$					
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)					
État initial	0					excès	solvant
État intermédiaire	x					excès	solvant
État final si la réaction est totale	x_{max}					excès	solvant

Document 2

EXERCICE III : ELECTROZINGAGE D'UNE PIECE EN ACIER (4 points)

Afin de protéger les aciers contre la corrosion, il existe plusieurs procédés industriels de recouvrement de l'acier, notamment l'électrozingage très largement utilisé dans l'industrie automobile. L'électrozingage est un dépôt de zinc par électrolyse sur une pièce : c'est une méthode extrêmement fiable et précise, elle permet le dépôt de zinc d'une épaisseur d'une dizaine de micromètres sur une pièce en acier.

L'étude est réalisée avec du matériel couramment utilisé en travaux pratiques.

1. Étude du montage de l'électrolyse

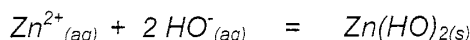
Le schéma de montage du dispositif utilisé est donné en **ANNEXE 2 document 3 page 11/11**. La pièce en acier est plongée dans une solution aqueuse de sulfate de zinc acidifiée ($\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$). Elle est reliée au pôle négatif du générateur. La pièce en zinc est reliée au pôle positif du générateur.

- 1.1 Indiquer le sens conventionnel du courant, ainsi que le sens de circulation des électrons sur le schéma de montage, **document 3 ANNEXE 2 PAGE 11/11 À REMETTRE AVEC LA COPIE**.
- 1.2 On observe que la pièce en zinc se désagrège. Préciser l'équation modélisant la réaction ayant lieu au niveau de la pièce de zinc, en utilisant l'un des couples ci-dessous.

$$\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} / \text{Zn}_{(\text{s})} \quad \text{O}_{2(\text{g})} / \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \quad \text{H}^{+}_{(\text{aq})} / \text{H}_{2(\text{g})}$$
- 1.3 À quelle électrode, de zinc ou d'acier, l'oxydation a-t-elle lieu ? Justifier.
- 1.4 La concentration en ion zinc dans la solution aqueuse de sulfate de zinc, varie-t-elle au cours de l'électrolyse ? Justifier la réponse.

2. Nécessité du milieu acide

En milieu basique, l'ion zinc Zn^{2+} peut réagir avec l'ion hydroxyde HO^- , selon l'équation ci-dessous pour laquelle on associe la constante d'équilibre K à 25°C :



- 2.1 Donner l'expression de la constante d'équilibre K .
- 2.2 On constate que le précipité se forme si la concentration en ion hydroxyde est supérieure à $3,16 \cdot 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ à 25°C.

Montrer que la valeur du pH correspondant à cette concentration en ion hydroxyde est égale à 5,5.

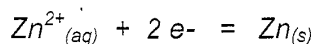
Donnée : Produit ionique de l'eau $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$ à 25°C.

2.3 Le pH de la solution doit être inférieur à 5,5 pour réaliser cette électrolyse. Justifier.

3. Détermination de la masse de zinc déposée

Au cours de l'électrolyse, l'intensité I du courant est maintenue constante. La durée de passage du courant est notée Δt .

On étudie la réaction qui a lieu à l'électrode reliée au pôle négatif, selon l'équation :



Données : intensité $I = 2,00 \text{ A}$; $\Delta t = 40,0 \text{ min}$; $M(\text{Zn}) = 65,37 \text{ g.mol}^{-1}$;

Faraday $1 \mathcal{F} = 96\,500 \text{ C.mol}^{-1}$; $1 \mathcal{F} = N_A e$

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

e : charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

3.1 Quelle relation existe-t-il entre la quantité de matière de zinc formée, notée n_{Zn} , et la quantité de matière d'électron échangée, n_e ?

3.2 Montrer que la masse de zinc formé m_{Zn} peut se mettre sous la forme :

$$m_{\text{Zn}} = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(\text{Zn})}{2 \mathcal{F}}$$

3.3 En utilisant l'expression précédente, calculer la valeur de la masse de zinc formé pendant la durée Δt .

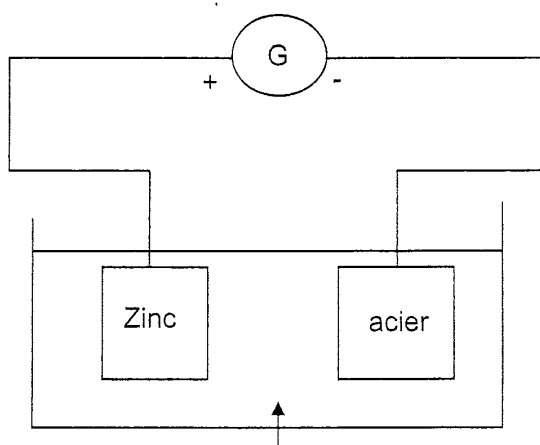
3.4 On considère que le zinc se dépose équitablement et uniformément sur les deux faces de la plaque d'acier. Celle-ci est carrée, de côté $d = 10,0 \text{ cm}$ et d'épaisseur négligeable.

3.4.1 Calculer la valeur de l'épaisseur e_1 de zinc déposé sur un côté, en utilisant comme valeur de la masse volumique du zinc $\rho_{\text{Zn}} = 7,14 \text{ g.cm}^{-3}$.

3.4.2 Convertir en micromètre le résultat précédent. Ce résultat est-il conforme à la valeur indiquée dans le texte introductif ?

ANNEXE 2
(à remettre avec la copie)

Exercice III document 3



Solution aqueuse acidifiée de sulfate de zinc

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

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

Les données sont en italique

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

Les feuilles d'annexes (pages 9 à 10) SONT À RENDRE AVEC LA COPIE même si elles n'ont pas été complétées.

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

- I. **Un cycliste écologiste (6,5 points)**
- II. **Un toboggan de plage (5,5 points)**
- III. **Une carafe filtrante permet-elle de diminuer la dureté d'une eau ? (4 points)**

EXERCICE III. UNE CARAFE FILTRANTE PERMET-ELLE DE DIMINUER LA DURETÉ D'UNE EAU ? (4 points)

La dureté de l'eau ou titre hydrotimétrique (TH) est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est surtout due aux ions calcium et magnésium. En France, le titre hydrotimétrique (TH) s'exprime en degré français (°f).

1°f correspond à $10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ d'ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}).

Le tableau ci-après permet de caractériser la dureté d'une eau en fonction de son TH :

TH (°f)	0 à 7	7 à 15	15 à 25	25 à 42	supérieur à 42
Eau	très douce	douce	moyennement dure	dure	très dure

La dureté d'une eau se détermine grâce à un titrage complexométrique par l'EDTA (acide EthylèneDiamineTétraAcétique) en présence d'un indicateur coloré de fin de réaction et de solution tampon permettant de maintenir le pH de la solution entre 9 et 10.

On souhaite donc comparer la dureté de l'eau du robinet (appelée eau n°1) à celle obtenue après filtration avec une carafe (appelée eau n°2).

On réalise alors deux titrages :

- un titrage d'un volume $V = 20,0 \text{ mL}$ d'eau n°1 ;
- un titrage d'un volume $V = 20,0 \text{ mL}$ d'eau n°2.



La concentration de la solution d'EDTA utilisée est $c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Les résultats obtenus sont les suivants :

	Eau non filtrée (eau n°1)	Eau filtrée (eau n°2)
Volume V_E (en mL) d'EDTA versé pour atteindre l'équivalence	6,7	2,9

- Quelle verrerie doit-on utiliser pour prélever le volume $V = 20,0 \text{ mL}$ d'eau à doser ?
- En milieu basique l'EDTA contient des ions Y^{4-} qui réagissent avec les ions calcium (Ca^{2+}) et les ions magnésium (Mg^{2+}) selon les équations :

$$\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + \text{Y}^{4-} (\text{aq}) = \text{CaY}^{2-} (\text{aq})$$

$$\text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + \text{Y}^{4-} (\text{aq}) = \text{MgY}^{2-} (\text{aq})$$
 Cela signifie donc que la quantité d'EDTA versé sert à doser les quantités d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} présents dans le volume V d'eau titrée.
 - Ce titrage est-il direct ou indirect ? Justifier.
 - Si $n(\text{Ca}^{2+})$ et $n(\text{Mg}^{2+})$ désignent respectivement les quantités d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} présentes dans le volume V d'eau titrée et si $n(\text{EDTA})$ désigne la quantité d'ions Y^{4-} versés pour atteindre l'équivalence, quelle relation lie ces trois quantités ?
- Quelle est la relation existant entre $[\text{Ca}^{2+} (\text{aq})]$, $[\text{Mg}^{2+} (\text{aq})]$, V , c et V_E ?

4. Efficacité de la carafe filtrante

- 4.1. Calculer en mol.L^{-1} la valeur de la somme $[\text{Ca}^{2+}(\text{aq})] + [\text{Mg}^{2+}(\text{aq})]$ pour l'eau n°1 et l'eau n°2.
- 4.2. En déduire le TH exprimé en degré français (°f) de l'eau non filtrée (eau n°1) et le TH de l'eau filtrée (eau n°2).
- 4.3. Quelle est l'eau la plus dure ? Justifier.
- 4.4. Conclure sur l'efficacité de la carafe.
5. Certaines eaux minérales sont conseillées pour la préparation des biberons des bébés car elles sont faiblement minéralisées. Sur l'étiquette de l'une d'entre elles on trouve les indications :
 lons calcium : 78 mg.L^{-1}
 lons magnésium : 24 mg.L^{-1}

Déterminer le titre hydrotimétrique (en °f) de l'eau minérale considérée et le comparer à celui de l'eau filtrée avec la carafe.

Données :

Élément	Mg	Ca
Masse molaire atomique (en g.mol^{-1})	24,3	40,1

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

L'usage des calculatrices EST autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Les données sont en italique

Ce sujet comporte un exercice de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE présentés sur 13 pages numérotées de 1 à 13, y compris celle-ci et les annexes.

Les feuilles d'annexes (pages 8 à 13) SONT À RENDRE AVEC LA COPIE même si elles n'ont pas été complétées.

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

- I. **Le parfum de pomme (6,5 points)**
- II. **Observation des satellites de Neptune par la sonde Voyager 2 (5,5 points)**
- III. **Émission et réception en grandes ondes (4 points)**

EXERCICE III : ÉMISSION ET RECEPTION EN GRANDES ONDES (4 points)

Les grandes ondes (150 kHz à 255 kHz) sont utilisées par les stations de radio en modulation d'amplitude, pour des communications à moyenne distance (500 à 1000 km).

Différentes stations radiophoniques comme France Inter, Europe 1 ou RMC émettent encore en modulation d'amplitude sur les grandes ondes.

L'exercice s'intéresse au principe d'émission puis de sélection au niveau du poste de radio de l'auditeur.

Données :

Célérité du son dans l'air :

$$c_{\text{son}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

Célérité des ondes électromagnétiques dans l'air :

$$c_{\text{lum}} = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

Longueur d'onde de la station France Inter :

$$\lambda = 1852 \text{ m}$$

Fréquences d'émission de station :

$$\text{Europe 1 : } f_1 = 183 \text{ kHz}$$

$$\text{RMC : } f_2 = 214 \text{ kHz}$$

L'association parallèle d'une bobine d'inductance L et d'un condensateur de capacité C oscille avec une fréquence propre dont l'expression est : $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

Les trois parties sont indépendantes.

1. Caractéristique des ondes émises

Montrer que les ondes émises par l'émetteur de France Inter appartiennent bien aux grandes ondes.

2. Transmission par modulation d'amplitude

Pour pouvoir transmettre l'information sur de longues distances, il convient de réaliser une modulation d'amplitude : l'amplitude d'une tension sinusoïdale de haute fréquence appelée porteuse est modulée par le signal à transmettre appelé signal modulant. Le signal obtenu après modulation est appelé signal modulé et sera noté par la suite $u_m(t)$.

En radiophonie, l'information à transmettre est constituée par un ensemble de signaux sinusoïdaux dont la fréquence varie de quelques hertz à quelques kilohertz. La fréquence maximale de l'information à transmettre sera notée f_m . On suppose par la suite que l'information à transmettre est purement sinusoïdale de fréquence f_m .

Le signal modulé est représenté sur la figure 1 en **ANNEXE page 12 à rendre avec la copie** (l'enveloppe du signal est aussi mise en évidence sur le document 1 pour plus de lisibilité).

2.1. Déduire de la figure 1 en **ANNEXE page 12 à rendre avec la copie** la fréquence du signal modulant f_m .

2.2. La période de la porteuse est égale à $T_p = 5,46.10^{-6} \text{ s}$.

2.2.1. Calculer la fréquence de la porteuse que l'on notera f_p par la suite.

2.2.2. En déduire à l'aide des données écrites en début d'exercice la station dont provient le signal.

2.3. L'allure du spectre fréquentiel de ce signal modulé est donnée figure 2 en **ANNEXE page 12 à rendre avec la copie**.

2.3.1. Compléter ce schéma en précisant les fréquences correspondant aux trois pics.

2.3.2. Quelle sera alors la largeur de la bande de fréquence occupée par ce signal ?

3. Réception de l'onde hertzienne recherchée

3.1. Quel est le nom du dispositif correspondant à l'étage n°1 sur la figure 3 de l'ANNEXE page 13 à rendre avec la copie ? Quel signal sélectionne-t-il ?

3.2. En s'aidant des données et des indications portées sur la figure 3 de l'ANNEXE page 13 à rendre avec la copie, quelle doit être la valeur de l'inductance L de la bobine afin de recevoir Europe 1 ?

3.3. Si l'on veut récupérer uniquement l'information présente dans le signal modulé, il faut réaliser une démodulation. Ceci est réalisé grâce aux étages n° 2 et 3 présentés sur la figure 3 de l'ANNEXE page 13 à rendre avec la copie.

3.3.1. Expliquer succinctement le rôle de l'étage n° 2.

3.3.2. Pour réaliser une démodulation satisfaisante, la constante de temps du dipôle $R'C'$ de l'étage n°2 doit être très supérieure à la période de la porteuse et inférieure à la période du signal modulant.

On dispose au laboratoire d'un nombre restreint de résistances et de capacités :

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 100 \text{ k}\Omega \quad C_1 = 0,47 \text{ nF} \quad C_2 = 0,47 \text{ }\mu\text{F}.$$

Choisir parmi ces valeurs (en justifiant votre choix), le ou les couples de composants adéquats afin de réaliser une démodulation correcte de la station Europe 1 en supposant comme indiqué précédemment, que l'information à transmettre est purement sinusoïdale de fréquence $f_m = 4,5 \text{ kHz}$.

3.3.3. Expliquer succinctement le rôle de l'étage n°3.

3.4. On suppose maintenant que la tension $u_m(t)$ représentée sur la figure 1 de l'ANNEXE page 12 à rendre avec la copie est envoyée à l'entrée de l'étage n°2 du dispositif de réception. Représenter sur la figure 4 de l'ANNEXE page 13 à rendre avec la copie, l'allure du signal $u_{SM}(t)$ obtenu à la sortie de l'étage n°3 du dispositif de réception. Préciser les échelles sur les axes.

ANNEXE DE L'EXERCICE III : ÉMISSION ET RÉCEPTION EN GRANDES ONDES

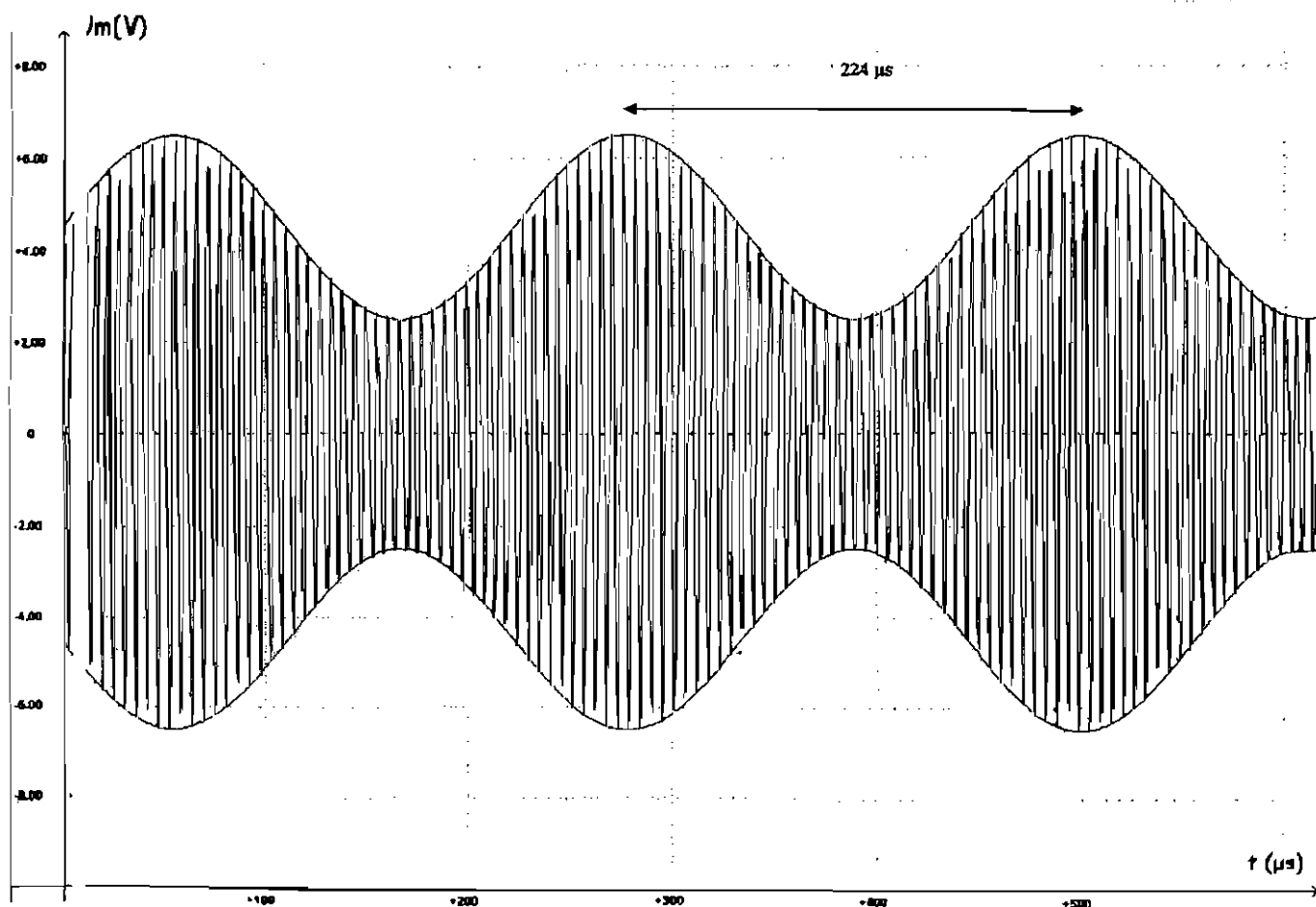


Figure 1

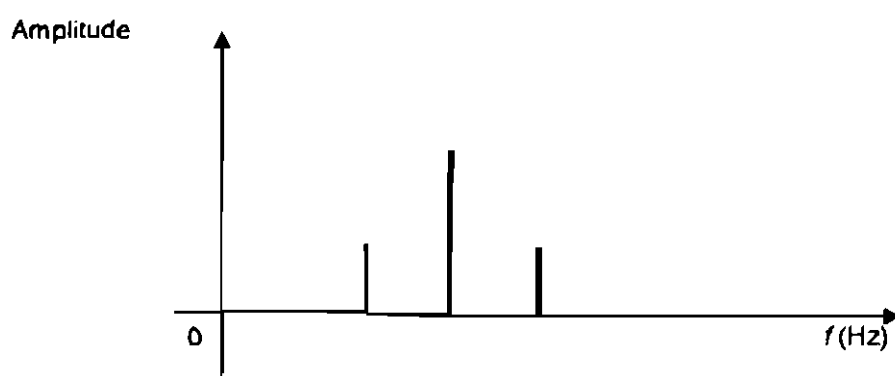


Figure 2

ANNEXE DE L'EXERCICE III : EMISSION ET RÉCEPTION EN GRANDES ONDES

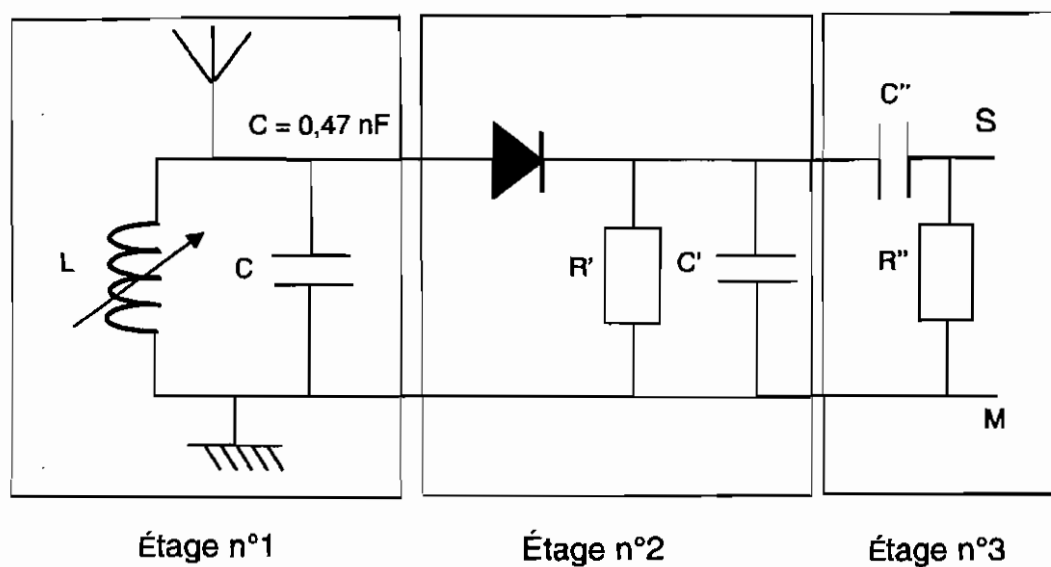


Figure 3

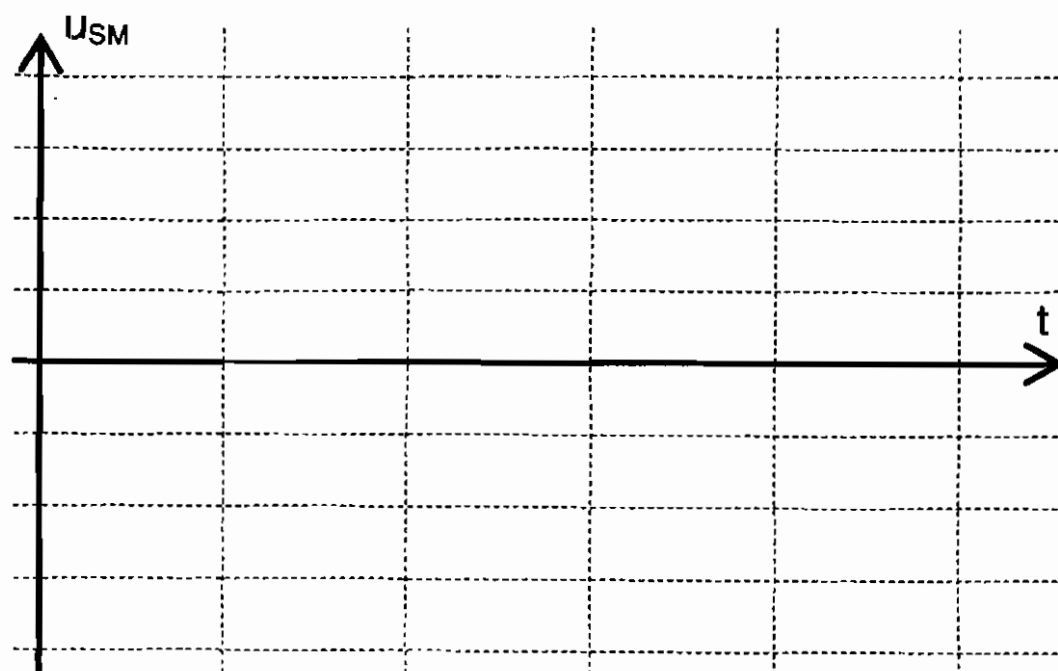


Figure 4

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

spécialité

L'usage des calculatrices N'EST PAS autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Les données sont en italique.

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

Les feuilles annexes (pages 7 et 8) SONT À RENDRE AVEC LA COPIE.

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

EXERCICE I. TITRAGE DES IONS NITRATE CONTENUS DANS UN ENGRAIS LIQUIDE (4 points)

La toxicité des nitrates provient essentiellement de leur transformation en nitrites dans l'organisme. La principale source de pollution de l'eau par les nitrates est l'utilisation massive d'engrais. L'exercice suivant se propose d'étudier un protocole permettant de déterminer la teneur en ions nitrate NO_3^- d'un engrais de jardin.

Principe du titrage :

Un excès connu d'ions Fe^{2+} réagit avec les ions nitrate contenus dans une solution préparée à partir d'un engrais liquide. Les ions Fe^{2+} qui n'ont pas réagi sont titrés par une solution de dichromate de potassium.

Protocole expérimental :

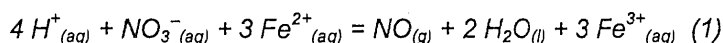
On introduit dans un ballon bicol de 500 mL, muni d'un réfrigérant à eau disposé verticalement, 1,00 g d'engrais liquide, 115 mL d'eau distillée, 45,0 mL d'une solution acidifiée de sel de Mohr contenant des ions Fe^{2+} à la concentration molaire $c_1 = 0,200 \text{ mol.L}^{-1}$ et 40,0 mL d'acide sulfurique concentré. L'ensemble est porté à ébullition pendant 5 minutes. Après refroidissement, le milieu réactionnel est transvasé en totalité dans un bécher de 500 mL. Une solution de dichromate de potassium de concentration molaire $c_2 = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ permet d'effectuer le titrage des ions Fe^{2+} restants.

Données :

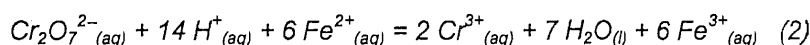
$M_N = 14,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_O = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

Sel de Mohr : $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; masse molaire $M = 392,1 \text{ g.mol}^{-1}$.

1. Quelle masse m faut-il peser pour préparer $V = 50,0 \text{ mL}$ d'une solution de sel de Mohr de concentration molaire $c = 0,200 \text{ mol.L}^{-1}$?
2. Quelle est la quantité de matière en ions Fe^{2+} , notée n_1 , présente dans un prélèvement de volume $V_1 = 45,0 \text{ mL}$ d'une solution de sel de Mohr contenant des ions Fe^{2+} à la concentration molaire de $c_1 = 0,200 \text{ mol.L}^{-1}$?
3. Quel est le nom du montage utilisé dans le protocole expérimental ?
4. Sachant que les couples oxydant / réducteur mis en jeu sont : $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} / \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ et $\text{NO}_3^-_{(\text{aq})} / \text{NO}_{(\text{g})}$, en déduire que l'équation de la réaction entre les ions nitrate, issus de l'engrais liquide et les ions Fe^{2+} , contenus dans la solution de sel de Mohr est :



5. On donne par la suite l'équation de la réaction entre les ions dichromate et les ions Fe^{2+} :



Sachant que le volume équivalent trouvé lors du titrage est : $V_{\text{eq}} = 10,0 \text{ mL}$, en déduire la quantité de matière n_2 d'ions dichromate versée à l'équivalence.

6. À partir de l'équation de la réaction (2), déterminer la quantité de matière n_3 en ions Fe^{2+} dosée par les ions dichromate. (On pourra éventuellement s'aider d'un tableau d'avancement).
7. Vérifier que la quantité de matière n_4 en ions Fe^{2+} qui a réagi avec les ions nitrate est $n_4 = 3,00 \times 10^{-3} \text{ mol}$.
8. À partir de l'équation de la réaction (1), déterminer la quantité de matière n_5 d'ions nitrate présente dans 1,00 g d'engrais liquide. (On pourra éventuellement s'aider d'un tableau d'avancement).
9. En déduire la masse d'ions nitrate m_{nitrate} présente dans 1,00 g d'engrais liquide puis trouver le pourcentage massique en ions nitrate p_{nitrate} dans l'engrais liquide.

Le pourcentage massique est défini par
$$p_{\text{nitrate}} = \frac{m_{\text{nitrate}}}{m_{\text{engrais}}} \times 100$$

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

L'usage des calculatrices EST autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Les données sont en italique.

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

La page d'annexe (page 12) EST À RENDRE AGRAFÉE À LA COPIE, même si elle n'a pas été complétée.

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

EXERCICE III. ATTENTION À VOS OREILLES (4 points)

Nos oreilles sont fragiles. Une trop grande intensité sonore peut les endommager de façon irréversible. Pour prévenir ce risque, il existe des protections auditives de natures différentes selon leur type d'utilisation.

On peut distinguer, par exemple, deux catégories de bouchons d'oreilles :

- les bouchons en mousse (ou les boules en cire), à usage domestique.

Ce sont largement les plus courants. Ils sont généralement jetables, de faible coût et permettent de s'isoler du bruit. Ils restituent un son sourd et fortement atténué.

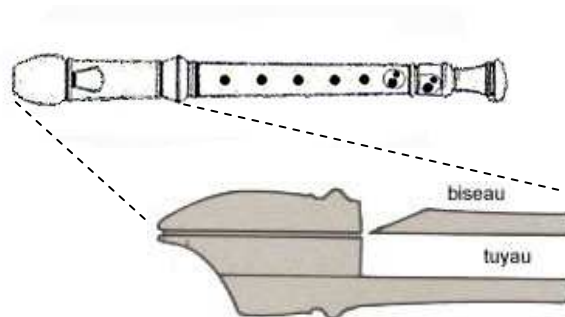
- les bouchons moulés en silicone, utilisés par les musiciens.

Ils sont fabriqués sur mesure et nécessitent la prise d'empreinte du conduit auditif. Ils sont lavables à l'eau et se conservent plusieurs années. Ils conservent la qualité du son. Leur prix est relativement élevé.

L'objectif de l'exercice est de comparer le comportement acoustique des bouchons en mousse et des bouchons moulés, lorsque l'auditeur qui les porte écoute le son émis par une flûte à bec.

1. Le son émis par une flûte à bec

Une flûte à bec est constituée d'un tuyau et d'un bec dans lequel on souffle. L'air ainsi mis en mouvement est alors dirigé contre un biseau. Une partie de l'air est récupérée par le tuyau, l'autre est rejetée vers l'extérieur.



d'après un site Internet

Figure 7 : vue de dessus d'une flûte à bec et coupe transversale de son embouchure

1.1. Dans la flûte à bec, quel est le rôle du biseau ?

Le musicien, en soufflant dans son instrument peut jouer différentes notes en bouchant ou débouchant des trous répartis le long du tuyau. La longueur de la colonne d'air excitée est ainsi modifiée.

1.2. Comment nomme-t-on les états vibratoires correspondant aux différentes excitations de la colonne d'air dans le tuyau, la longueur de la colonne étant fixée ?

1.3. Quelle grandeur physique caractéristique de l'onde sonore émise est déterminée par la longueur de la colonne d'air excitée ?

2. Analyse de la note la_4 d'une flûte à bec

Le musicien joue la note la_4 . À l'aide d'un système d'acquisition, on enregistre le son émis par la flûte. On obtient l'enregistrement du signal électrique correspondant (**figure 8**).

2.1. En utilisant la **figure 8**, on a déterminé la fréquence du son émis : $f = 8,8 \times 10^2$ Hz.

Expliquer la démarche suivie pour obtenir cette valeur avec la plus grande précision possible.

2.2. Cette fréquence étant celle du mode fondamental, quelles sont les fréquences des harmoniques de rangs 2 et 3 ?

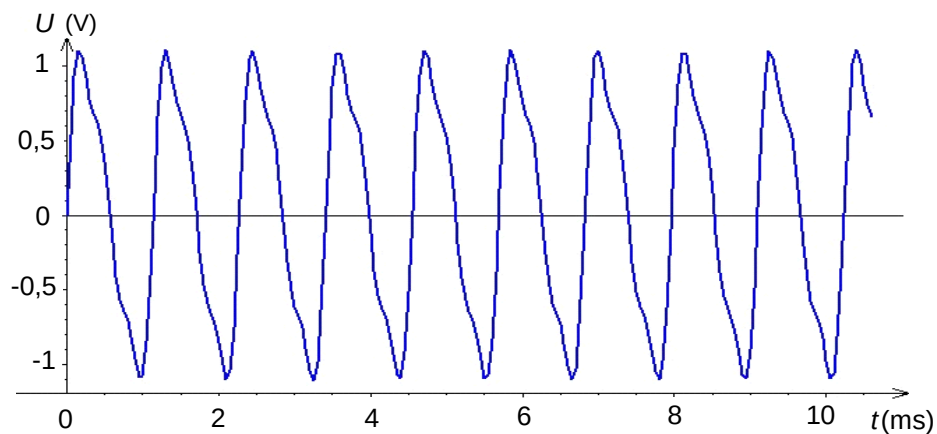


Figure 8

3. Comparaison de la qualité acoustique d'un bouchon en mousse et d'un bouchon moulé en silicone à partir d'un document publicitaire

On s'intéresse ici à la qualité du son perçu par un auditeur muni de protections auditives.

On donne l'expression du niveau sonore L (exprimé en décibels acoustiques dBA) associé à une onde

sonore d'intensité I : $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$

où I_0 représente l'intensité sonore de référence égale à $1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.

Sur un document publicitaire, un fabricant fournit les courbes d'atténuation correspondant aux deux types de bouchons (**figure 9**). On représente ainsi la diminution du niveau sonore due au bouchon en fonction de la fréquence de l'onde qui le traverse.

On remarquera que plus l'atténuation est grande plus l'intensité sonore est faible.

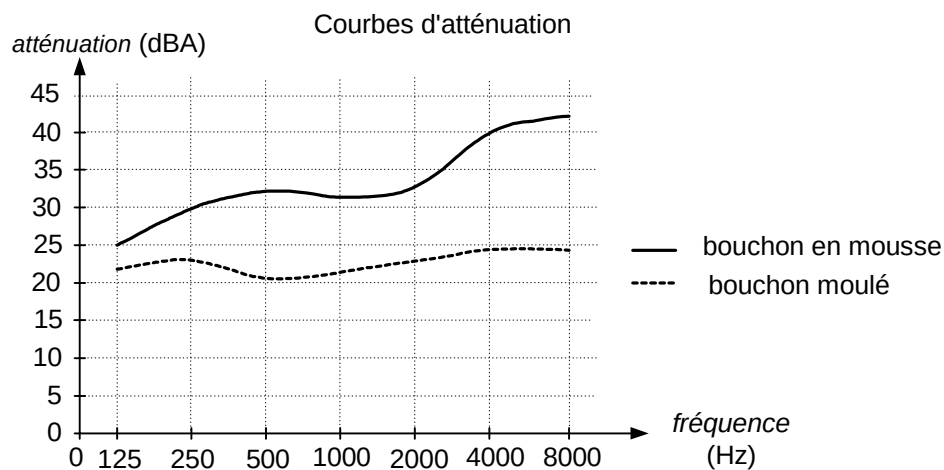


Figure 9

3.1. Une pratique musicale régulière d'instruments tels que la batterie ou la guitare électrique nécessite une atténuation du niveau sonore. Cependant, cette atténuation ne doit pas être trop importante afin que le musicien entende suffisamment ; elle ne doit donc pas dépasser 25 dBA. Indiquer pour chaque bouchon si le critère précédent a été respecté.

3.2. En utilisant la courbe d'atténuation (**figure 9**), indiquer si un bouchon en mousse atténue davantage les sons aigus ou les sons graves.
Commenter la phrase du texte introductif : "Ils (les bouchons en mousse) restituent un son sourd".

4. Comparaison de la qualité acoustique d'un bouchon en mousse et d'un bouchon moulé en silicone à partir d'une expérience

Un dispositif adapté permet d'enregistrer le son émis par la flûte et ceux restitués par les deux types de bouchons lorsqu'un musicien joue la note la_4 . Les spectres en fréquence de ces sons sont représentés **figure 10**, **figure 11** et **figure 12**.

4.1. En justifiant, indiquer si le port de bouchon en mousse modifie :
- la hauteur du son ?
- le timbre du son ?

Même question pour le bouchon moulé en silicone.

4.2. Commenter la phrase du texte introductif : "Ils (les bouchons moulés) conservent la qualité du son".

5. Une exposition prolongée à 85 dBA est nocive pour l'oreille humaine. Durant un concert de rock, un batteur est soumis en moyenne à une intensité sonore $I = 1,0 \times 10^{-2} \text{ W.m}^{-2}$.

5.1. Calculer le niveau sonore auquel correspond l'intensité sonore I .

5.2. Le batteur est porteur de bouchons moulés en silicone correspondant au document publicitaire. En vous aidant de la **figure 9**, préciser si ses facultés auditives peuvent être altérées au cours du concert ?

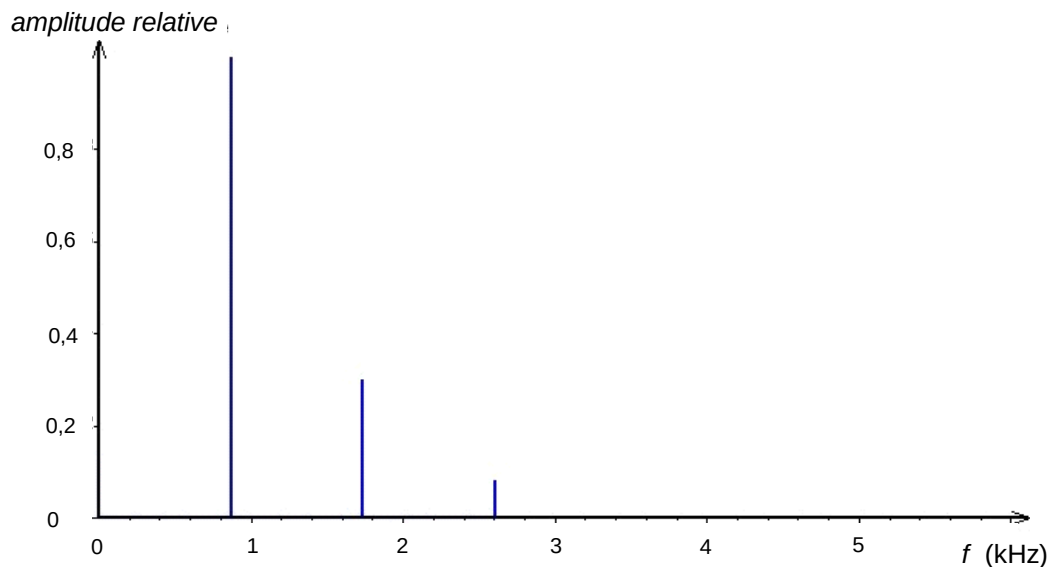


Figure 10 : spectre du la_4 émis par la flûte

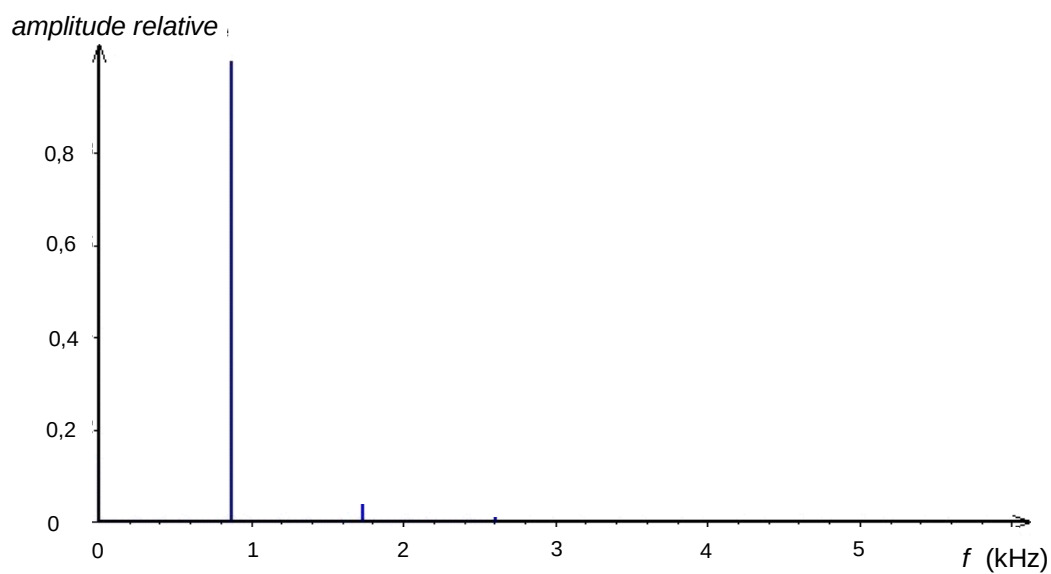


Figure 11 : spectre du la_4 restitué après passage par un bouchon en mousse

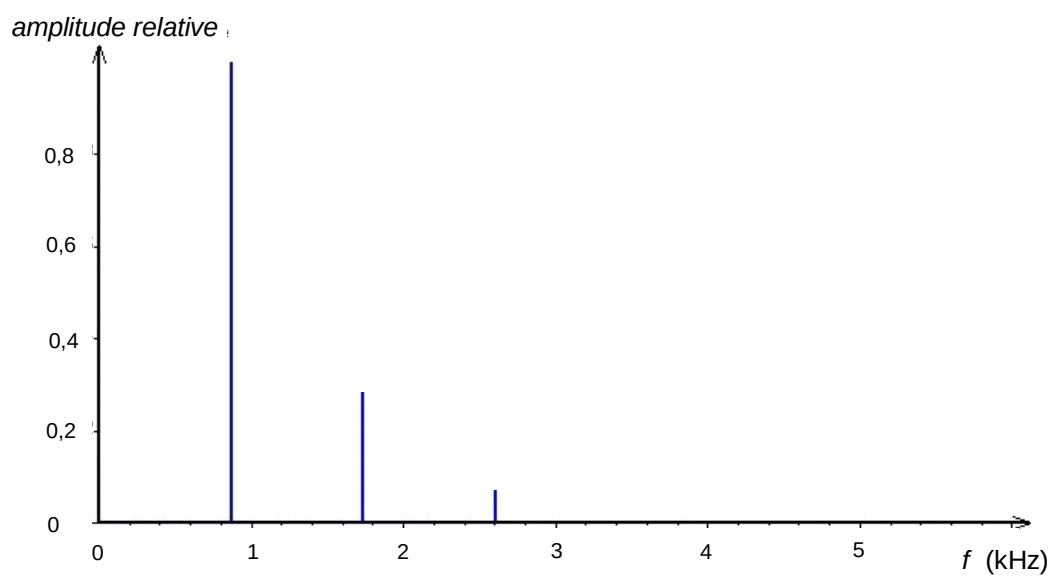


Figure 12 : spectre du la_4 restitué après passage par un bouchon moulé en silicone

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

L'usage des calculatrices EST autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Les données sont en italique

Ce sujet comporte un exercice de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE présentés sur 13 pages numérotées de 1 à 13, y compris celle-ci et les annexes.

Les feuilles d'annexe (pages 10 à 13) SONT À RENDRE AVEC LA COPIE même si elles n'ont pas été complétées.

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

- I. Un bijou peu coûteux. (6,5 points)
- II. Etude d'une bobine par différentes méthodes (5,5 points)
- III. Caractéristiques d'une lunette astronomique (4 points)

EXERCICE III : CARACTERISTIQUES D'UNE LUNETTE ASTRONOMIQUE (4 points)

Martin est passionné par l'observation du ciel. Il demande à son professeur de Sciences Physiques de lui donner quelques explications à propos des lunettes astronomiques. Celui-ci propose de modéliser une lunette en utilisant deux lentilles convergentes. Il lui rappelle également que toute lentille possède un centre optique O, un foyer image F', un foyer objet F.

1. Étude d'une lentille convergente.

Soit la lentille L, de distance focale $f' = 2,0$ cm.

- 1.1. Par quelle relation définit-on la distance focale d'une lentille ?
- 1.2. Calculer la vergence C de cette lentille.
- 1.3. Placer sur l'annexe page 12 à rendre avec la copie le centre optique O, le foyer image F', le foyer objet F.
- 1.4. Construire, sur l'annexe page 12 à rendre avec la copie, l'image A'B' par la lentille L de l'objet AB.
- 1.5. Vérification de la position et de la taille de l'image A'B' par le calcul.
Données : OA = 4,0 cm ; AB = 1,5 cm.

1.5.1. Utiliser la formule de conjugaison pour déterminer la position de l'image A'B'.

1.5.2. Utiliser la formule du grandissement pour déterminer la taille de l'image A'B'.

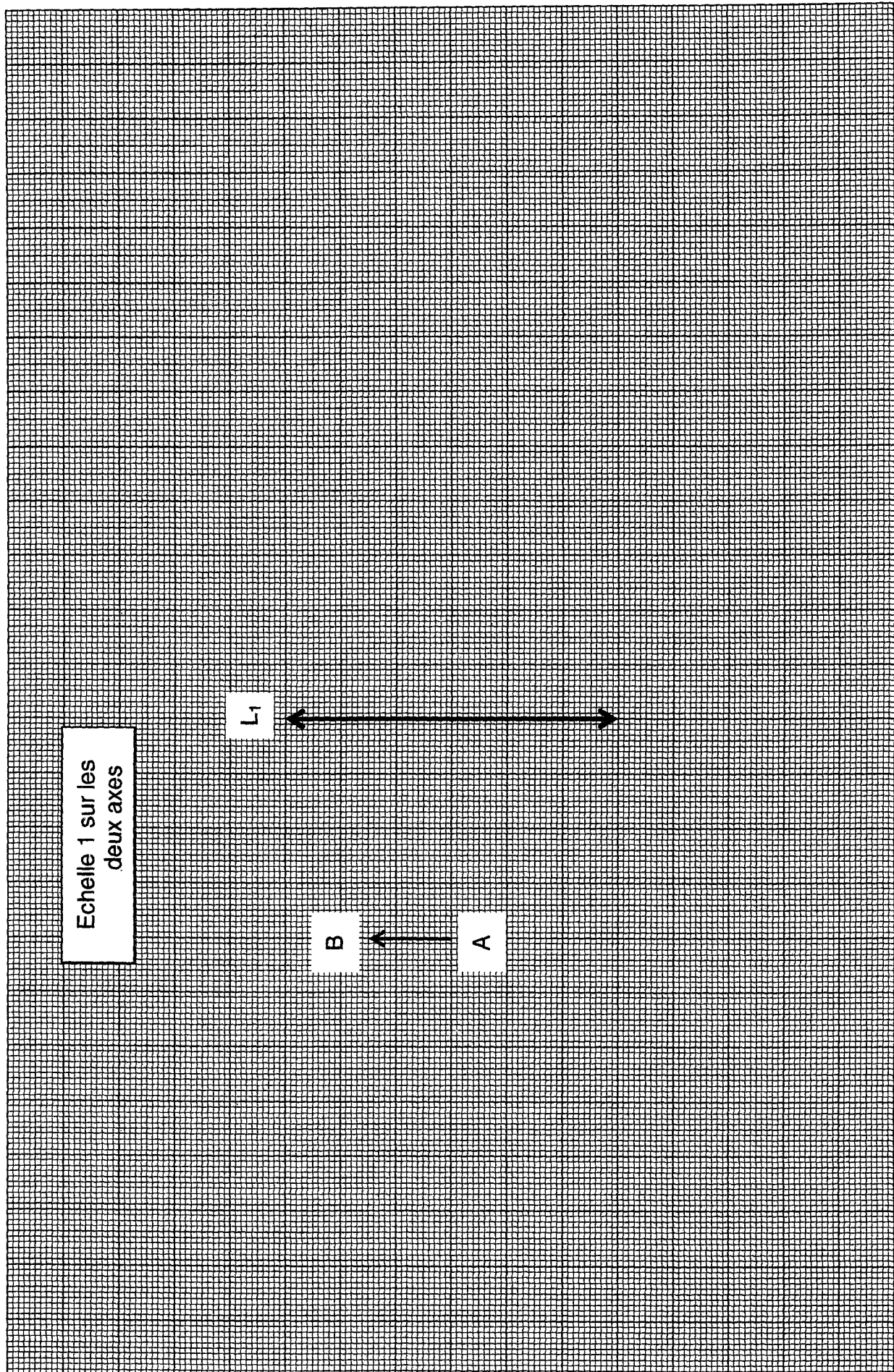
2. Modélisation de la lunette.

On appelle objectif la lentille située du côté de l'objet à observer, et oculaire celle située du côté de l'œil de l'observateur.

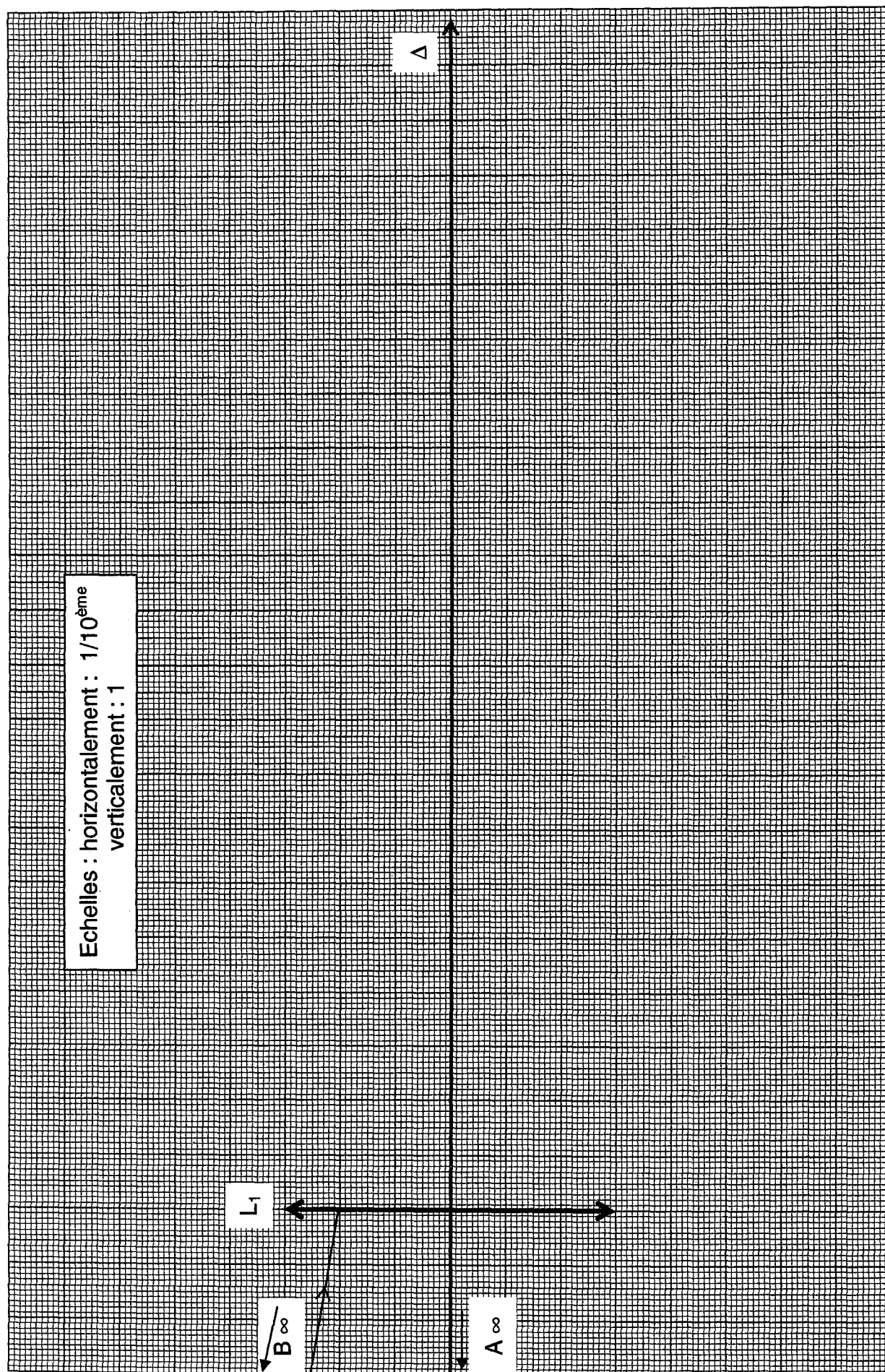
Données : objectif : lentille L₁ de distance focale $f'_1 = 1,00$ m et de diamètre 6 cm.

oculaire : lentille L₂ de distance focale $f'_2 = 20,0$ cm et de diamètre 6 cm.

- 2.1. Où se situe l'image par l'objectif d'un objet à l'infini ? Cette image est appelée image intermédiaire.
- 2.2. Où doit se situer l'image intermédiaire pour être vue à travers l'oculaire sans accommoder ?
- 2.3. Préciser la position du foyer objet F₂ de l'oculaire par rapport au foyer image F'₁ de l'objectif. Justifier votre réponse. On dit qu'une telle lunette est afocale.
- 2.4. Placer la lentille L₂ sur l'annexe page 13 à rendre avec la copie (échelle 1/10^{ème}).
- 2.5. Construire, sur l'annexe page 13 à rendre avec la copie, l'image A₁B₁, dite image intermédiaire, de AB par L₁ puis l'image A₂B₂ de A₁B₁ par L₂.
- 2.6. Le diamètre apparent de l'objet AB situé à l'infini est noté θ et celui de l'image définitive A₂B₂ est noté θ' .
 - 2.6.1. Définir le diamètre apparent d'un objet.
 - 2.6.2. Représenter θ et θ' sur l'annexe page 13 à rendre avec la copie.
 - 2.6.3. Le grossissement G de la lunette est défini par le rapport $\frac{\theta'}{\theta}$. Établir la relation donnant G en fonction de f'_1 et f'_2 puis calculer sa valeur ; on rappelle que pour les petits angles $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$.
- 2.7. Définir le cercle oculaire et le construire sur l'annexe page 13 à rendre avec la copie.

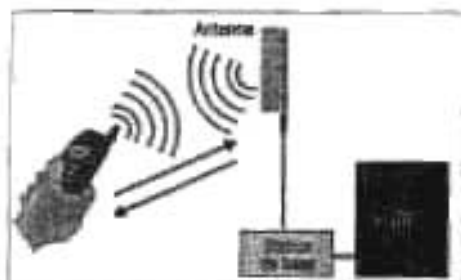


Echelle 1 sur les
deux axes



EXERCICE III. TÉLÉPHONE PORTABLE ET ONDES RADIO (4 points)

1. Les ondes électromagnétiques pour communiquer.



Le téléphone portable fonctionne comme une radio. Lors d'une communication, la voix est convertie en un signal électrique par un microphone. Grâce à un système de conversion numérique et de modulation, ce signal électrique est couplé à une onde porteuse qui, après amplification, est émise vers l'antenne la plus proche. Celle-ci transmet le signal à une station de base qui l'envoie alors à une centrale, par ligne téléphonique conventionnelle ou par faisceaux hertziens. De là sont acheminées les conversations vers le téléphone du destinataire, selon le même processus, mais en sens inverse (non représenté sur le schéma). Après démodulation et conversion

analogique, le signal électrique est transformé en signal sonore par le haut parleur de l'appareil récepteur.

Les ondes électromagnétiques sont déjà très largement utilisées pour la télévision, la radio, la C.B. et les radars, si bien que les gammes de fréquences restantes pour les portables sont de plus en plus restreintes. L'une d'entre elles s'étend de 890 à 915 MHz. Or, un appel nécessite une bande passante de 200 kHz. Autrement dit, dans cette bande de fréquences de largeur 25 MHz, on ne devrait pouvoir passer que 125 appels simultanément.

La solution a été le fractionnement du réseau en cellules (d'où le terme parfois utilisé de téléphone "cellulaire"). Le territoire français a donc été divisé en 40 000 parcelles, chacune comportant des antennes assurant la liaison avec les téléphones mobiles situés dans leur zone d'influence. Chaque parcelle possède ses propres fréquences, différentes de celles des parcelles voisines. Pas de risque d'interférences, donc...

D'après : <http://www.linternaute.com/portable/>

1.1. Quel est l'ordre de grandeur de la fréquence des ondes porteuses utilisées pour le téléphone portable ?

1.2. En déduire l'ordre de grandeur de sa longueur d'onde dans le vide.

On donne la célérité de la lumière dans le vide $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

2. L'émission d'une onde électromagnétique par un portable.

On peut représenter symboliquement la chaîne d'émission par le schéma de la figure 1 :

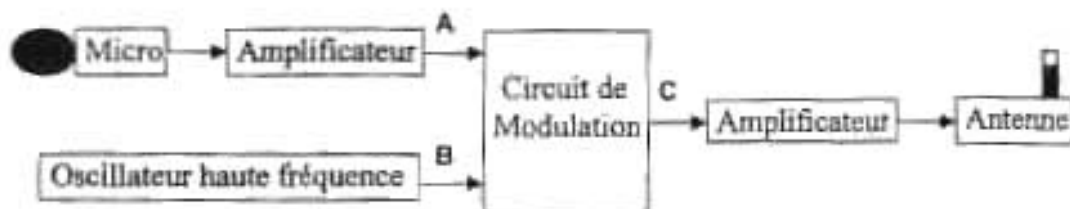


Fig 1

2.1. En quel point, A, B ou C de la figure 1 trouve-t-on :

2.1.1. L'onde porteuse ?

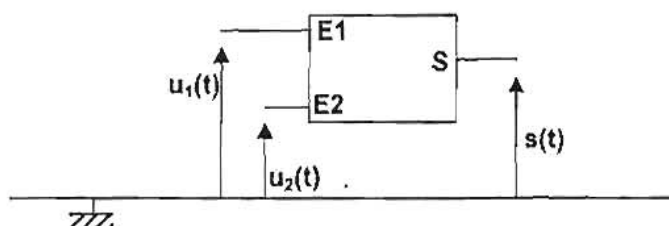
2.1.2. Le signal modulant ?

2.2. L'onde porteuse est sinusoïdale et a pour expression $v(t) = V_m \cos(2\pi f_p t)$. Le signal modulant est en général complexe, mais comme tout signal périodique, il peut se mettre sous la forme d'une somme de fonctions sinusoïdales.

Pour simplifier, nous prendrons pour le signal modulant, l'expression : $u(t) = U_m \cos(2\pi f_m t)$. On envisage une modulation d'amplitude, c'est-à-dire que le signal modulant va modifier l'amplitude de la porteuse.

2.2.1. Pour obtenir une modulation de bonne qualité, faut-il choisir f_p très supérieure ou très inférieure à f_m ?

- 2.2.2. Le circuit de modulation est constitué d'un composant nommé « multiplieur ». On branche respectivement, sur l'entrée E_1 de ce circuit, le signal modulant $u(t)$ additionné d'une tension de décalage U_0 , sur l'entrée E_2 , le signal de la porteuse $v(t)$, et on recueille en sortie le signal modulé, nommé $s(t)$.

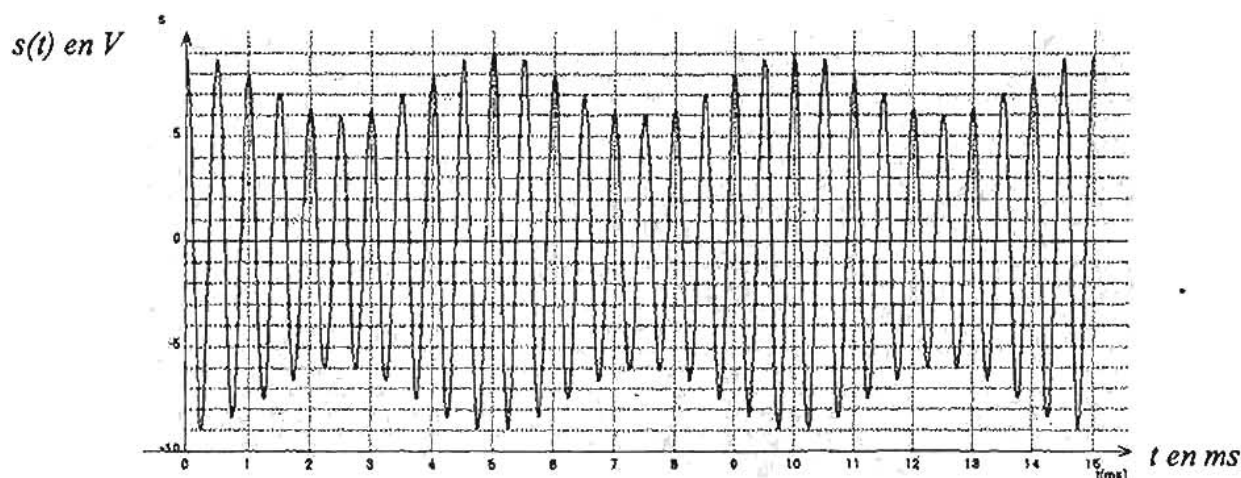


Avec $u_1(t) = u(t) + U_0$ et $u_2(t) = v(t)$

Sachant que $s(t)$ a pour expression générale $s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$, où k est une constante dépendant uniquement du circuit électronique, écrire $s(t)$ sous la forme $s(t) = S_m \cos(2\pi f_p t)$ et identifier S_m , l'amplitude du signal modulé.

- 2.2.3. En posant $A = k \cdot V_m \cdot U_0$ et $m = U_m/U_0$, montrer que S_m peut se mettre sous la forme $S_m = A (m \cdot \cos 2\pi f_m t + 1)$
 2.2.4. Quelle condition doit remplir m , le taux de modulation, pour que celle-ci soit de bonne qualité ?

2.3. Afin d'étudier le phénomène de modulation d'amplitude, on utilise un logiciel de simulation qui permet d'obtenir l'allure de la tension modulée $s(t)$ en fonction du temps. Les valeurs numériques ont été choisies pour une lecture facile mais ne représentent pas l'onde réelle émise par un portable.

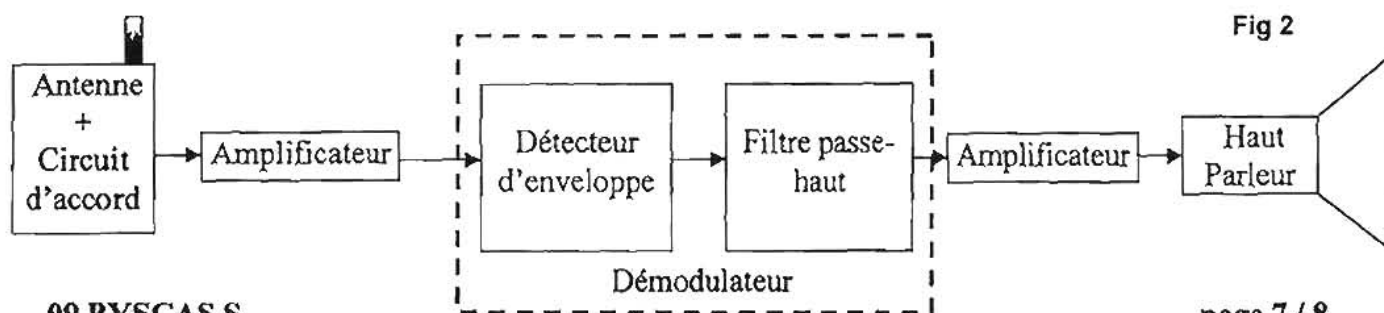


- 2.3.1. Déterminer la fréquence f_p de la porteuse, utilisée pour la simulation.
 2.3.2. Déterminer la fréquence f_m du signal modulant, utilisé pour la simulation.
 2.3.3. Déterminer $S_{m \max}$ et $S_{m \min}$, les valeurs maximale et minimale de l'amplitude du signal modulé et en

déduire le taux de modulation défini par :
$$m = \frac{S_{m \max} - S_{m \min}}{S_{m \max} + S_{m \min}}$$

3. La réception d'une onde électromagnétique et sa démodulation.

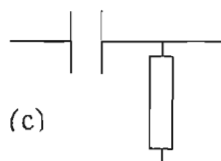
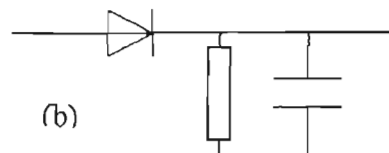
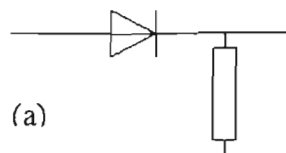
On peut représenter symboliquement la chaîne de réception par le schéma de la figure 2 :



3. Parmi les circuits ci-dessous, indiquer celui qu'il convient d'utiliser :

3.1. pour le détecteur d'enveloppe.

3.2. pour le filtre passe-haut.



BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

L'usage des calculatrices EST autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Les données sont en italique

Ce sujet comporte un exercice de PHYSIQUE ET CHIMIE, un exercice de PHYSIQUE et un exercice de CHIMIE présentés sur 13 pages numérotées de 1 à 13, y compris celle-ci.

Les pages d'annexes (pages 11, 12 et 13) SONT À RENDRE AGRAFÉES À LA COPIE, même si elles n'ont pas été complétées.

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

EXERCICE III. LA CHIMIE POUR NETTOYER LES LENTILLES DE CONTACT (4 points)

L'AOSEPT ® était commercialisé il y a quelques années chez les opticiens et les pharmaciens pour le nettoyage et la décontamination des lentilles de contact.

Ce produit comprend une solution aqueuse et un étui porte-lentilles muni d'un disque catalytique.

Le disque catalytique est constitué d'un support en plastique sur lequel a été déposée une fine couche de platine.

La notice du produit indique que la solution aqueuse contient, entre autres, du peroxyde d'hydrogène ou eau oxygénée à 3% en masse et du chlorure de sodium (0,85 g pour 100 mL de solution).

1. Disque catalytique

La décontamination des lentilles a lieu à l'intérieur de l'étui contenant le disque, dans lequel l'utilisateur doit préalablement verser un peu de la solution d'AOSEPT ®. Dans cet étui, se produit la décomposition de l'eau oxygénée en dioxygène et en eau, catalysée par le platine.

1.1. Définir le terme « catalyseur ».

1.2. Pourquoi qualifie-t-on cette catalyse d'hétérogène ?

1.3. On donne les couples oxydant/réducteur mis en jeu : $H_2O_2(aq)/H_2O(l)$ et $O_2(g)/H_2O_2(aq)$.

Écrire les deux demi-équations électroniques associées à ces couples.

En déduire l'équation de la réaction de décomposition de l'eau oxygénée.

2. Dosages des ions chlorure Cl^- (aq)

Les ions chlorure apportés par le chlorure de sodium sont dosés selon deux méthodes ; les deux modes opératoires correspondants sont décrits ci-dessous.

Toutes les mesures sont effectuées à 25°C.

Premier mode opératoire

➤ À l'aide d'une solution S_0 de chlorure de sodium de concentration molaire en soluté apporté $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, on prépare des solutions diluées de concentrations c décroissantes : $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$; $2,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$; $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$; $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$; $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

➤ On mesure la conductivité de la solution S_0 et celle des solutions diluées en plongeant dans chaque solution la même cellule de conductimétrie.

LA FIGURE 9 DE L'ANNEXE EN PAGE 13 représente les valeurs de conductivité σ pour les différentes concentrations c .

➤ On dilue dix fois la solution commerciale d'AOSEPT ® ; on note S la solution diluée. On plonge ensuite la même cellule de conductimétrie dans S ; la conductivité mesurée est égale à $1,8 \text{ mS.cm}^{-1}$.

Deuxième mode opératoire

➤ Dans un bécher, on introduit un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de solution de nitrate d'argent ($Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$) de concentration molaire $c_1 = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et 90 mL d'eau distillée.

➤ On plonge la cellule de conductimétrie dans la solution de nitrate d'argent obtenue.

➤ On ajoute à l'aide d'une burette graduée mL par mL, la solution commerciale d'AOSEPT ®, en notant à chaque ajout la conductivité σ de la solution. On obtient un précipité blanc de chlorure d'argent.

LA FIGURE 10 DE L'ANNEXE EN 13 représente les valeurs de conductivité σ pour les différents volumes V de la solution commerciale d'AOSEPT ® versés.

2.1. On distingue les dosages par étalonnage et par titrage. Associer à quel type de dosage correspond chacun des deux modes opératoires utilisés.

2.2. Exploitation de la première méthode

2.2.1. Déterminer la concentration molaire du chlorure de sodium dans la solution diluée S puis dans la solution commerciale d'AOSEPT® en expliquant comment sont exploités les résultats expérimentaux donnés **SUR LA FIGURE 9 DE L'ANNEXE EN PAGE 13.**

2.2.2. En déduire la concentration massique du chlorure de sodium notée c_{m1} dans la solution commerciale.

Données : $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

2.3. Exploitation de la deuxième méthode

2.3.1. Écrire l'équation associée à la réaction modélisant la transformation qui se produit dans le deuxième mode opératoire.

2.3.2. A l'aide de **LA FIGURE 10 DE L'ANNEXE EN PAGE 13**, déterminer le volume à l'équivalence V_E . Expliquer la démarche suivie.

2.3.3. Indiquer, sans justification, parmi les espèces ioniques suivantes NO_3^- , Na^+ , Ag^+ et 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 supérieur au volume versé à l'équivalence V_E

2.3.4. On rappelle l'expression de la conductivité σ en fonction des concentrations molaires effectives $[X_i]$ des espèces ioniques X_i en solution : $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$ où λ_i est la conductivité

molaire ionique des ions X_i .

Données : conductivités molaires ioniques λ des ions présents dans cette expérience :

Ions	λ (en $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$) à 25°C
$\text{Ag}^+ (\text{aq})$	$6,19 \times 10^{-3}$
$\text{NO}_3^- (\text{aq})$	$7,14 \times 10^{-3}$
$\text{Na}^+ (\text{aq})$	$5,01 \times 10^{-3}$
$\text{Cl}^- (\text{aq})$	$7,63 \times 10^{-3}$

On négligera la variation de volume de la solution dans le bécher lors de l'ajout de la solution d'AOSEPT®.

À partir des expressions de la conductivité σ de la solution (avant et après l'équivalence) et en comparant les valeurs des conductivités molaires ioniques du tableau ci-dessus, justifier brièvement :

- la décroissance de la conductivité σ de la solution avant l'équivalence.
- l'augmentation de la conductivité σ de la solution après l'équivalence.

2.3.5. Déterminer la concentration molaire c_0 des ions chlorure dans la solution commerciale d'AOSEPT®, en expliquant comment sont exploités les résultats expérimentaux. En déduire la concentration massique du chlorure de sodium notée c_{m2} dans la solution commerciale.

2.3.6. Pour un tel produit, on peut considérer que le contrôle de qualité est satisfaisant si l'écart relatif entre la mesure effectuée et l'indication du fabricant est inférieur à 10 %. Les deux résultats précédents, obtenus pour la concentration massique notée c_m du chlorure de sodium dans la solution commerciale d'AOSEPT®, correspondent-ils à ce critère ?

ANNEXE À RENDRE AGRAFÉE AVEC LA COPIE
ANNEXE DE L'EXERCICE III

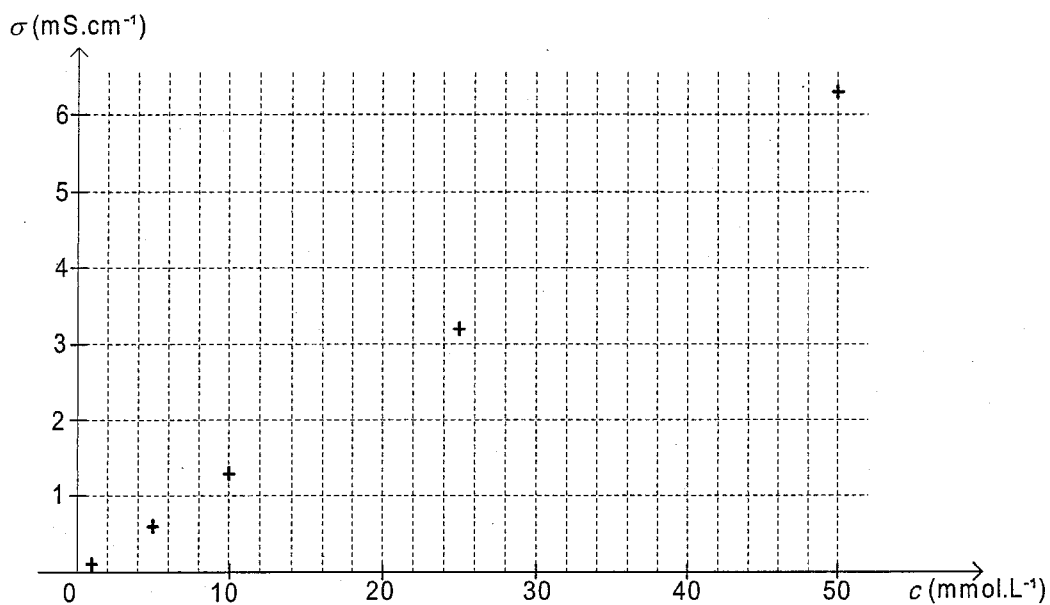


Figure 9 : Évolution de σ en fonction de c (mode opératoire 1)

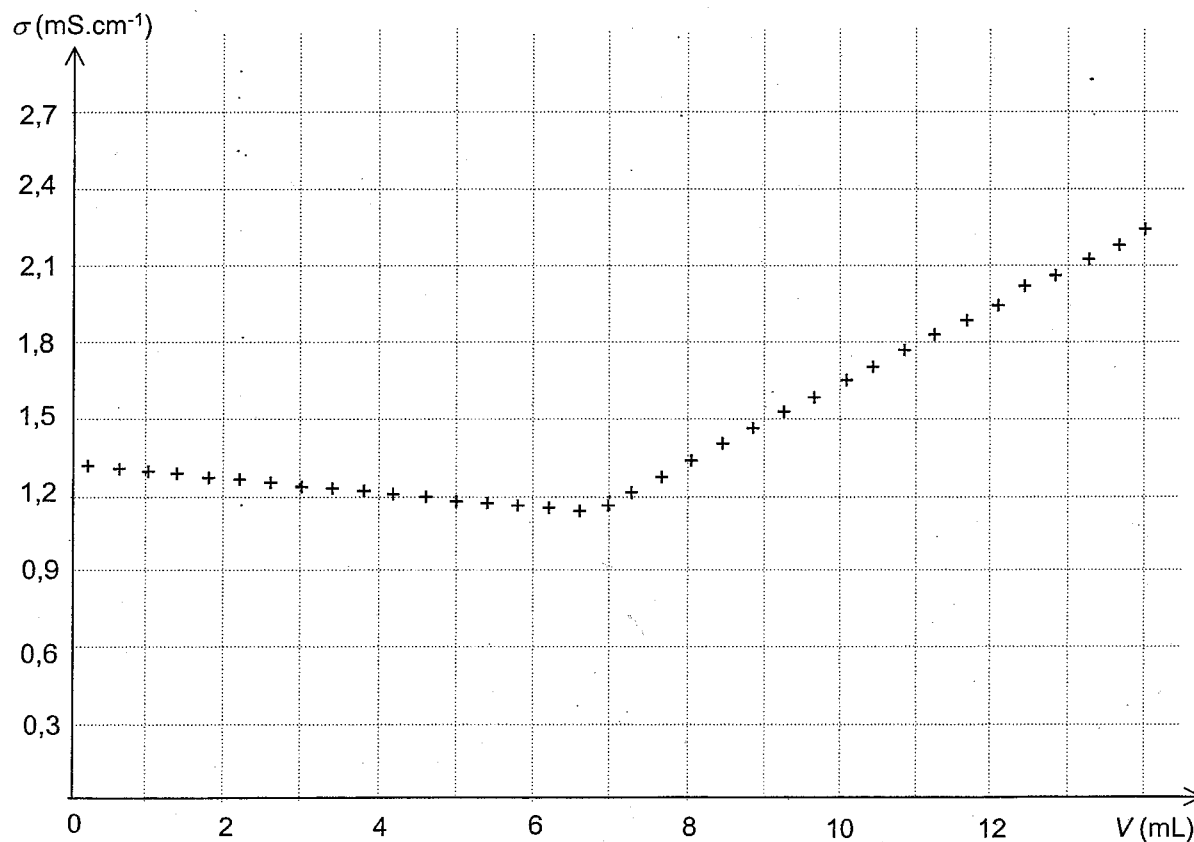


Figure 10 : Évolution de σ en fonction de V (mode opératoire 2)