

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SUJET SORTI

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)**

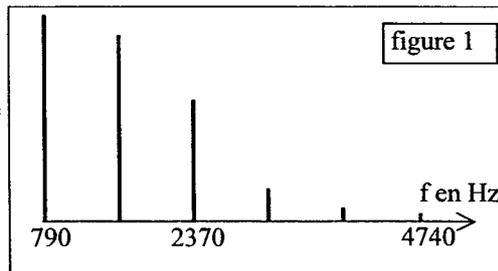
EXERCICE I. MODULATION ET DÉMODULATION D'AMPLITUDE (4 points)

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.

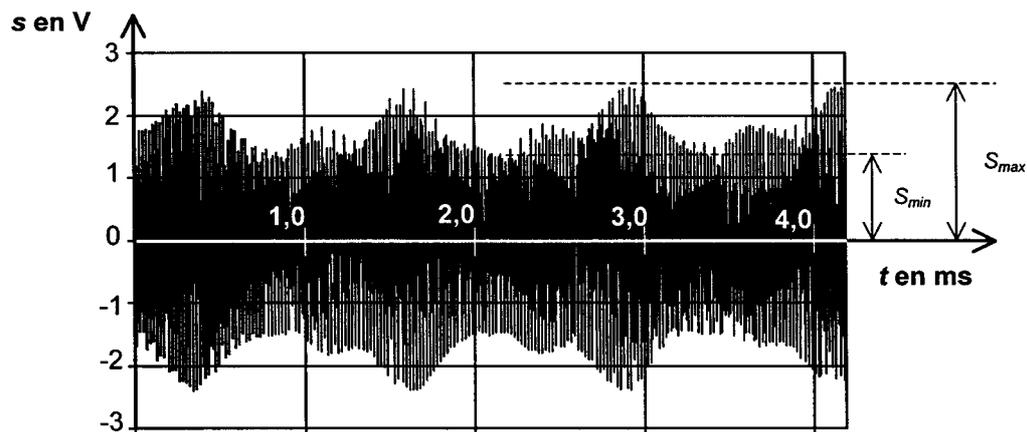


2. Modulation d'amplitude

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

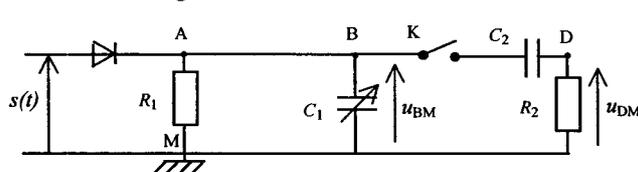
grandeurs S_{max} et S_{min} sont représentées sur l'enregistrement.

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 :



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

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.

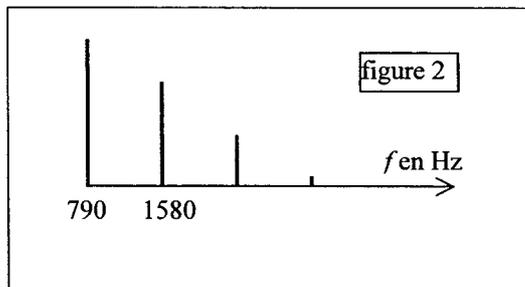
3.2. L'interrupteur K est fermé. La tension u_{DM} obtenue après la démodulation correcte est une tension alternative périodique représentant le signal modulant
En comparant les courbes 2 et 3 représentées **PAGE A3 DE L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, expliquer le rôle de l'ensemble $\{R_2 - C_2\}$ 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 II. QUATRE SATELLITES TERRESTRES ARTIFICIELS PARM
BIEN D'AUTRES (5,5 POINTS)**

Passionné d'astronomie, un élève a collecté sur le réseau Internet de nombreuses informations concernant les satellites artificiels terrestres. Il met en œuvre ses connaissances de physique pour les vérifier et les approfondir.

Dans tout l'exercice, on notera :

Masse de la Terre : M_T (répartition de masse à symétrie sphérique de centre O)

Rayon de la Terre : R_T

Masse du satellite étudié : m_S

Altitude du satellite étudié : h

Constante de gravitation universelle : G

Les questions 2 et 3 sont indépendantes.

1. Le premier satellite artificiel.

Si la possibilité théorique de mettre un satellite sur orbite autour de la Terre fut signalée en 1687 par Isaac Newton, il a fallu attendre le 4 octobre 1957 pour voir le lancement du premier satellite artificiel, Spoutnik 1, par les soviétiques.

1.1. Exprimer vectoriellement la force exercée par la Terre sur Spoutnik 1, supposé ponctuel, et la représenter sur un schéma.

1.2. *L'étude se fait dans un référentiel géocentrique considéré comme galiléen.*

En appliquant la deuxième loi de Newton établir l'expression vectorielle de l'accélération du satellite.

2. Les satellites artificiels à orbites circulaires.

Le télescope spatial Hubble, qui a permis de nombreuses découvertes en astronomie depuis son lancement en 1990, est en orbite circulaire à 600 km d'altitude et il effectue un tour complet de la Terre en 100 minutes.

2.1. Étude du mouvement du satellite Hubble dans un référentiel géocentrique

2.1.1. En reprenant les résultats de la partie 1, montrer sans calcul que le mouvement circulaire de Hubble est uniforme.

2.1.2. Exprimer littéralement sa vitesse en fonction des grandeurs M_T , R_T , h et G .

2.1.3. Exprimer la période T de son mouvement en fonction des grandeurs précédentes puis retrouver la troisième loi de Kepler appliquée à ce mouvement circulaire (l'énoncé de cette loi n'est pas demandé ici).

2.2. Cas d'un satellite géostationnaire

Les satellites météorologiques comme Météosat sont des appareils d'observation géostationnaires.

2.2.1. Qu'appelle-t-on satellite géostationnaire ?

2.2.2. On propose trois trajectoires hypothétiques de satellite en mouvement circulaire uniforme autour de la Terre.

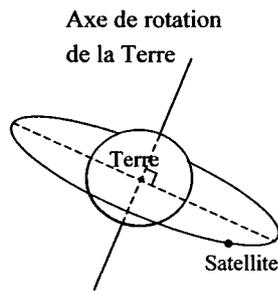


Figure 1

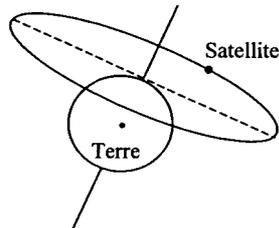


Figure 2

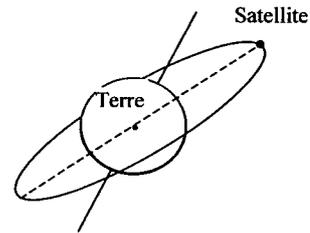


Figure 3

- Montrer que, seule, l'une de ces trajectoires est incompatible avec les lois de la mécanique.
- Quelle est la seule trajectoire qui peut correspondre au satellite géostationnaire ? Justifier la réponse.

3. Les satellites artificiels à orbites elliptiques.

Les satellites peuvent être placés sur différentes orbites, en fonction de leur mission. Un incident lors de leur satellisation peut modifier l'orbite initialement prévue. Hipparcos, un satellite d'astrométrie lancé par la fusée Ariane le 8 août 1989, n'a jamais atteint son orbite prévue. Un moteur n'ayant pas fonctionné, il est resté sur une orbite elliptique entre 36 000 km et 500 km d'altitude.

3.1. Les satellites artificiels obéissent aux lois de Kepler.

La deuxième loi de Kepler, dite « loi des aires », précise que « des aires balayées par le rayon, reliant le satellite à l'astre attracteur, pendant des durées égales, sont égales ».

Énoncer les deux autres lois dans le cas général d'une orbite elliptique.

3.2. Sans souci exagéré d'échelle ni d'exactitude de la courbe mathématique, dessiner l'allure de l'orbite du satellite Hipparcos. Placer sur ce schéma le centre d'inertie de la Terre et les points A et P correspondant respectivement aux valeurs 36 000 km et 500 km données dans le texte.

3.3. En appliquant la loi des aires au schéma précédent montrer, sans calcul, que la vitesse d'Hipparcos sur son orbite n'est pas constante.

3.4. Préciser en quels points de son orbite sa vitesse est maximale, minimale.

4. Les missions des satellites artificiels.

Aujourd'hui, plus de 2 600 satellites gravitent autour de la Terre. Ils interviennent dans de nombreux domaines : téléphonie, télévision, localisation, géodésie, télédétection, météorologie, astronomie ... Leur spectre d'observation est vaste, optique, radar, infrarouge, ultraviolet, écoute de signaux radioélectriques ...

4.1. Sachant que le spectre optique correspond à la lumière visible, donner les limites des longueurs d'onde dans le vide de ce spectre et situer l'infrarouge et l'ultraviolet .

4.2. La célérité de la lumière dans le vide est $3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$, en déduire les limites en fréquence de la lumière visible.

4.3. Pourquoi doit on préciser « dans le vide » pour donner les valeurs des longueurs d'onde ?

EXERCICE III. LES INDICATEURS COLORÉS NATURELS DE LA CUISINE À LA CHIMIE (6,5 points)

La première utilisation d'un indicateur coloré pour les titrages acido-basiques remonte à 1767 par W. Lewis. Il employait un extrait de tournesol (...).

On utilisait à l'époque des extraits de plantes qui changent de couleur avec l'acidité du milieu (...).

On peut en citer quelques-uns parmi les plus connus et les meilleurs :

- l'artichaut (...)

- la betterave rouge (...)

- le chou rouge, de loin l'extrait le plus intéressant car sa couleur change nettement suivant la valeur du pH :

| | | | | | |
|---------|-------|--------|------|------|-------|
| pH | 0-3 | 4-6 | 7-8 | 9-12 | 13-14 |
| couleur | rouge | violet | bleu | vert | jaune |

d'après Chimie des couleurs et des odeurs

1. Des indicateurs colorés en cuisine.

Le chou rouge est un légume riche en fibres et en vitamines, qui se consomme aussi bien en salade que cuit.

Mais la cuisson du chou rouge peut réserver des surprises : chou rouge et eau de cuisson deviennent rapidement bleus. Pour rendre au chou sa couleur violette, on peut ajouter un filet de citron ou du vinaigre.

Après avoir égoutté le chou, une autre modification de couleur peut surprendre le cuisinier : versée dans un évier contenant un détergent, l'eau de cuisson devient verte.

En utilisant les textes ci-dessus

1.1. Donner la propriété essentielle d'un indicateur coloré acido basique.

1.2. Préciser le caractère acide ou basique du vinaigre et du détergent.

2. Des indicateurs colorés pour les titrages.

De nos jours, les indicateurs colorés sont toujours largement utilisés pour les titrages. La pH-métrie est une autre technique de titrage acido-basique qui permet en outre de choisir convenablement un indicateur coloré acido-basique pour ces mêmes titrages.

Dans la suite de l'exercice, on s'intéresse au titrage de l'acide éthanóique de formule $\text{CH}_3 - \text{CO}_2\text{H}$ (noté par la suite HA) contenu dans un vinaigre commercial incolore.

La base conjuguée de cet acide sera notée A^- .

2.1. Dilution du vinaigre.

Le vinaigre commercial étant trop concentré pour être titré par la solution d'hydroxyde de sodium disponible au laboratoire, on le dilue dix fois. On dispose pour cela de la verrerie suivante :

| | | | | | |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|--------|
| Éprouvettes : | 5 mL | 10 mL | 25 mL | 50 mL | 100 mL |
| Pipettes jaugées : | 1,0 mL | 5,0 mL | 10,0 mL | 20,0 mL | |
| Fioles jaugées : | 150,0 mL | 200,0 mL | 250,0 mL | 500,0 mL | |

Choisir dans cette liste la verrerie la plus appropriée pour effectuer la dilution. Justifier.

2.2. Réaction de titrage.

On titre un volume $V_A = 10,0$ mL de la solution diluée de vinaigre par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (ou soude) de concentration molaire en soluté apporté $c_B = 1,0 \times 10^{-1}$ mol.L⁻¹. On ajoute un volume $V_{eau} = 60$ mL afin d'immerger les électrodes du pH-mètre après agitation. Le suivi pH-métrique de la transformation permet de construire la courbe fournie dans l'ANNEXE EN PAGE A4 À RENDRE AVEC LA COPIE.

Cette partie a pour but de vérifier que la transformation associée à la réaction de titrage est totale. Pour cela, on déterminera son taux d'avancement final pour un volume $V_B = 6,0$ mL de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé.

Donnée : produit ionique de l'eau à 25°C $K_e = 10^{-14}$

2.2.1. Écrire l'équation associée à la réaction de titrage.

2.2.2. Pour $V_B = 6,0$ mL, déterminer le réactif limitant.

2.2.3. Pour $V_B = 6,0$ mL, déterminer l'avancement maximal x_{max} . On pourra s'aider d'un tableau d'avancement.

2.2.4. Après avoir relevé la valeur du pH du mélange obtenu, déterminer la quantité de matière d'ions hydroxyde restante après la transformation (n_{HO^-})_f dans le volume total de mélange réactionnel.

2.2.5. Déterminer le taux d'avancement final et conclure.

2.3. Détermination par titrage de la concentration molaire en acide éthanoïque apporté du vinaigre.

2.3.1. Déterminer graphiquement sur l'ANNEXE EN PAGE A4 À RENDRE AVEC LA COPIE le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence. Préciser la démarche utilisée.

2.3.2. Déterminer la valeur de la concentration molaire en acide éthanoïque apporté c_A dans le vinaigre dilué et en déduire la valeur de la concentration molaire en acide éthanoïque apporté c_0 du vinaigre commercial.

2.4. Retour historique ...

On souhaite réaliser un titrage colorimétrique de l'acide éthanoïque contenu dans le vinaigre dilué avec un des deux extraits naturels (artichaut et betterave rouge) utilisés au dix huitième siècle.

Pour chaque indicateur coloré, on considère que les teintes sont dues à la prédominance d'une espèce chimique, notée HA_{ind} pour sa forme acide et A_{ind}^- pour sa forme basique. Le pK_A des couples HA_{ind}/A_{ind}^- sera noté pK_i .

On donne les valeurs des pK_i à 25°C :

artichaut : $(pK_i)_1 = 7,5$

betterave rouge : $(pK_i)_2 = 11,5$

| | | |
|----------------------------------|------------------|------------------|
| | <i>Artichaut</i> | <i>Betterave</i> |
| pK_i | 7,5 | 11,5 |
| Teinte pour HA_{Ind} dominant | incolore | rouge |
| Teinte pour A_{Ind}^- dominant | jaune | jaune |

2.4.1. En utilisant l'expression de la constante d'acidité K_i , montrer que la relation suivante est vérifiée :

$$\frac{[A_{Ind}^-]_{\text{éq}}}{[HA_{Ind}]_{\text{éq}}} = 10^{pH - pK_i}$$

On s'interroge sur les couleurs que prendrait le mélange réactionnel lors du titrage colorimétrique de l'acide éthanoïque en présence d'une petite quantité de l'un ou l'autre de ces extraits naturels.

2.4.2. La courbe pH-métrique montre que, pour $V_B = 9,8 \text{ mL}$, le pH de la solution est voisin de 6,5 et que, pour $V_B = 10,1 \text{ mL}$, il est voisin de 10,5.

Pour chaque extrait naturel et pour chacun de ces deux volumes V_B , déterminer la valeur du

rapport $\frac{[A_{Ind}^-]_{\text{éq}}}{[HA_{Ind}]_{\text{éq}}}$ puis compléter la ligne correspondante du tableau de l'ANNEXE EN PAGE

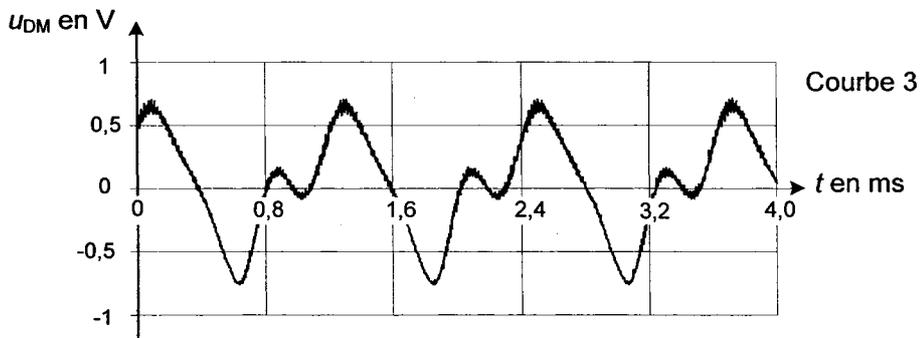
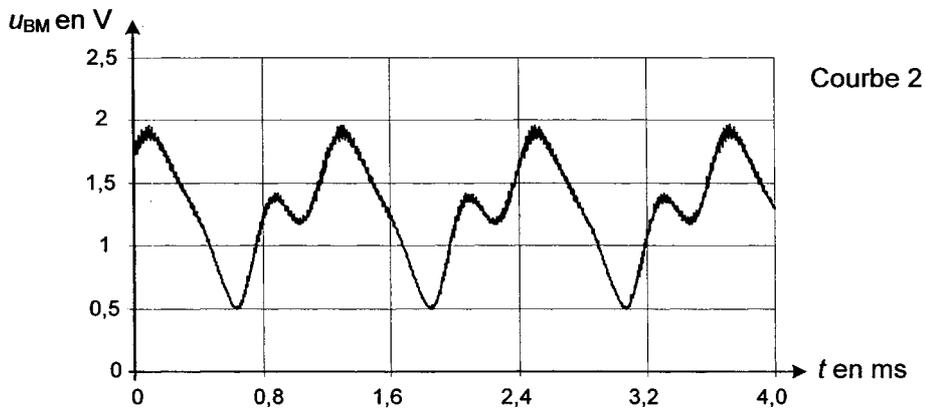
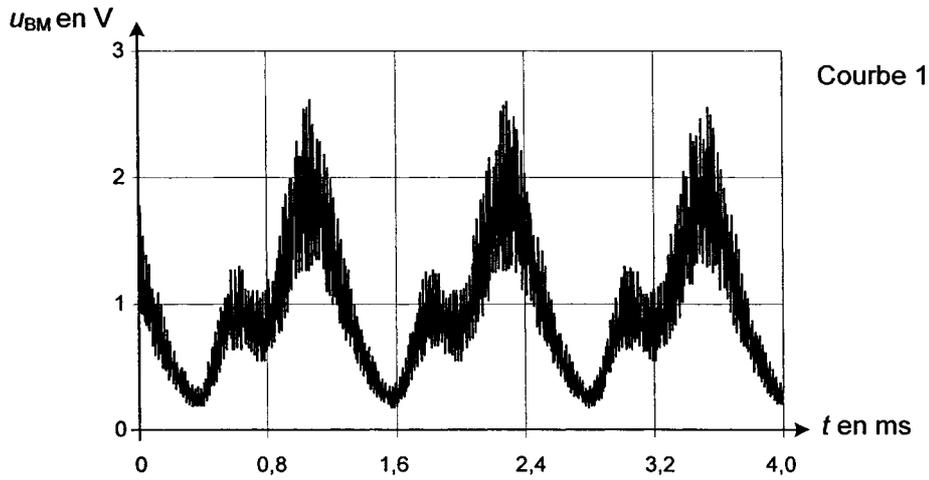
A4 À RENDRE AVEC LA COPIE.

2.4.3. En déduire les couleurs observées dans chaque cas. Compléter la ligne correspondante du tableau de l'ANNEXE EN PAGE **A4 À RENDRE AVEC LA COPIE.**

2.4.4. Conclure sur l'indicateur coloré le plus adapté pour ce titrage.

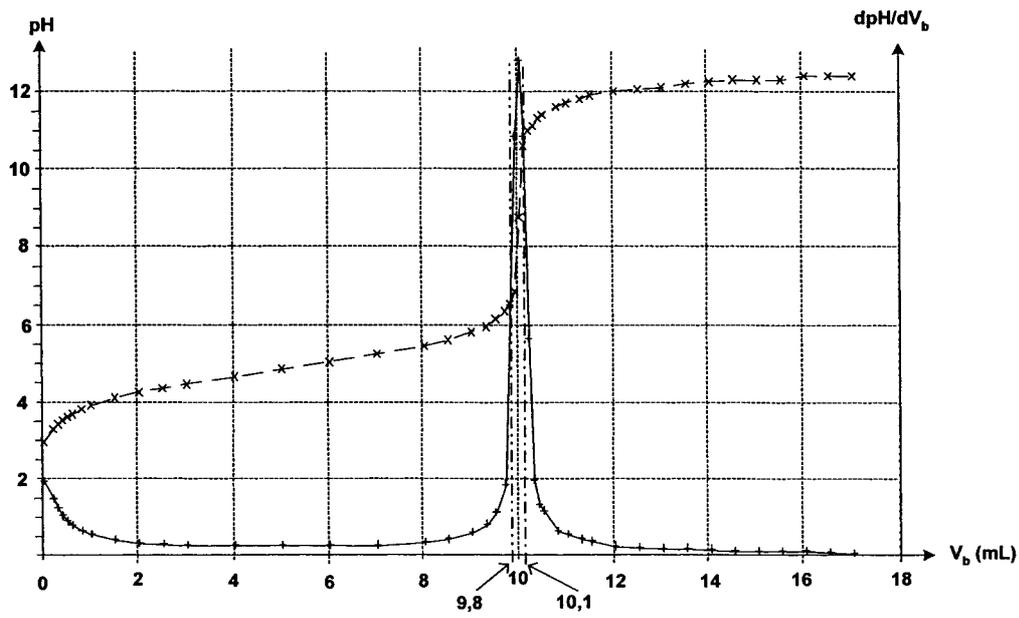
2.4.5. Pourquoi faut-il choisir un vinaigre incolore pour ce type de titrage ?

EXERCICE I



EXERCICE III

COURBE pH-MÉTRIQUE



TABLEAU

| | Artichaut | | Betterave | |
|--|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | $V_B = 9,8 \text{ mL}$ | $V_B = 10,1 \text{ mL}$ | $V_B = 9,8 \text{ mL}$ | $V_B = 10,1 \text{ mL}$ |
| $\frac{[A^-]_{\delta q}}{[HA]_{\delta q}}$ | | | | |
| Couleur | | | | |

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

RECOMMANDATIONS DE CORRECTION POUR L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE

- I. Modulation-Démodulation (spécialité :4 points)
- II. Satellites terrestres (5.5 points)
- III. Les indicateurs colorés naturels de la cuisine à la chimie (6.5 points)

Pour la correction de l'écrit et pour l'oral, il est indispensable de respecter le programme et ses commentaires (B.O. Hors Série n°4 du 30 août 2001).

Les modalités de l'épreuve de sciences physiques du baccalauréat général, série S, à compter de la session 2003, sont fixées par :

- la note de service n° 2002-142 du 27-6-2002 publiée au B.O. n° 27 du 4 juillet 2002, complétée par le rectificatif du 2-8-2002 publiée au B.O. n° 31 du 29 août 2002
- la note de service n° 2002-243 du 6-11-2002 publiée au B.O. n° 42 du 14 novembre 2002 donnant des informations sur la session 2003 des baccalauréats général et technologique et par l'arrêté du 24-10-2002 publié au B.O. n° 41 du 7 novembre 2002 concernant l'épreuve du baccalauréat général.

Pour l'écrit :

On rappelle que le traitement équitable des candidats **impose de respecter scrupuleusement** les exigences du barème et de ses commentaires élaborés après la commission d'entente.

Rappel sur les modalités de l'épreuve orale de contrôle.

L'épreuve de contrôle est orale, de durée vingt minutes, précédées de vingt minutes de préparation.

Il convient de respecter les compétences exigibles du programme et l'organisation de l'épreuve B.O. n° 27 du 4 juillet 2002, note de service 2002 - 142 du 27-6-2002 et rectificatif du 2-8-2002 publié au B.O. n° 31 du 29-8-2002.

Le candidat tire au sort un sujet comportant deux questions, l'une de physique, l'autre de chimie, et doit traiter les deux questions. Les questions portent exclusivement sur le programme commun pour les candidats qui n'ont pas choisi l'enseignement de spécialité. Pour ceux qui ont choisi cet enseignement, l'une des deux questions porte également sur le programme de l'enseignement commun à tous.

Douze points au moins sont attribués à l'évaluation des connaissances scientifiques et de savoir-faire. Pour permettre cette évaluation, l'usage des calculatrices est interdit pour l'ensemble de l'épreuve.

Cette épreuve a lieu dans une salle comportant du matériel de physique-chimie afin que des questions puissent être posées sur le matériel expérimental et son utilisation, sans que le candidat soit conduit à manipuler.

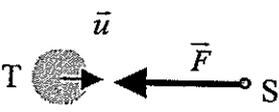
EXERCICE I. Modulation Démodulation 4 pts

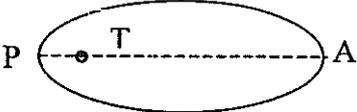
Retirer une seule fois pour tout l'exercice 0,25 pt si le nombre de chiffres significatifs n'est pas respecté.

| Réponses | Barème | Commentaires |
|---|--------------|-------------------------------------|
| 1.1. L'analyse spectrale du son indique la présence de plusieurs harmoniques donc le son n'est pas pur | 0,25 | |
| 1.2. Fréquence du fondamental : 790 Hz | 0,25 | Aucune justification n'est demandée |
| 1.3. 5 harmoniques : 1580 Hz, 2370 Hz, 3160 Hz, 3950 Hz et 4740 Hz | 0,25 | |
| 2.1. La porteuse est à très haute fréquence alors que le son issu de la flûte est à basse fréquence donc u_1 est le signal appelé porteuse | 0,25 | |
| 2.2. Le signal modulant correspond à l'enveloppe de la tension modulée $s(t)$ | 0,25 | |
| 2.3. $m = 2,5 - 1,4 / 2,5 + 1,4 = 0,21 < 1$ donc la modulation est de bonne qualité | 0,25 0,25 | Accepter $0,2 < m < 0,3$ |
| 3.1.1. Le condensateur C_1 se décharge dans la résistance R_1 | 0,25 | |
| 3.1.2. Le temps caractéristique de cette décharge est $\tau_1 = R_1 C_1$ | 0,25 | |
| 3.1.3. $R_1 = 15 \text{ k}\Omega$ ou $150 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 1,0 \text{ nF}$ donc $\tau_1 = R_1 C_1 = 15 \text{ }\mu\text{s}$ ou $150 \text{ }\mu\text{s}$. | 0,25 | |
| 3.1.4. Pour détecter l'enveloppe de la tension modulée, il faut que τ_1 soit grand devant la période T de la porteuse. $T = 10 \text{ }\mu\text{s}$. La courbe 1 ne correspond pas à une bonne démodulation donc τ_1 est trop proche de T et vaut donc $15 \text{ }\mu\text{s}$ pour $R_1 = 15 \text{ k}\Omega$. La courbe 2 correspond à $R_1 = 150 \text{ k}\Omega$. | 0,25 0,25 | |
| 3.2. Elle correspond à la somme d'une tension continue et de la tension alternative de la courbe 3. Le circuit $R_2 C_2$ permet d'éliminer la composante continue observée dans la courbe 3. | 0,25 | |
| 4.1. Oui car la hauteur d'un son est la fréquence du fondamental : ici 790 Hz. C'est la fréquence du fondamental du sol joué par la flûte | 0,25 | 0 sans justification |
| 4.2. Le timbre d'un son dépend des harmoniques qu'il contient. L'analyse spectrale montre que le signal démodulé ne contient plus que les 3 premiers harmoniques. Le son n'aura donc pas le même timbre que le sol joué par la flûte | 0,25 0,25 | |

EXERCICE II. Satellites terrestres. 5,5 points

Retirer une seule fois pour tout l'exercice 0,25 pt si le nombre de chiffres significatifs n'est pas respecté.

| Réponses | Barème | Commentaires |
|--|------------------|---|
| <p>1.1.</p> $\vec{F} = -G \frac{M_T m_S}{(R_T + h)^2} \vec{u}$ <p style="text-align: center;">avec \vec{u} vecteur unitaire</p>  | 0,25 0,25 | $\vec{u} = \frac{1}{TS} \cdot \overline{TS}$ accepté On accepte le signe + avec le vecteur unitaire dans l'autre sens \vec{u} dans la formule et sur le schéma doivent correspondre Retirer au plus 0,25 pt si les réponses sont données sans application à la Terre et à Spoutnik |
| <p>1.2. $\vec{a} = -G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u}$</p> | 0,25 | |
| <p>2.1.1 D'après ce qui précède, le mouvement est circulaire et l'accélération est radiale et centripète. Donc la valeur de la vitesse est constante. Le mouvement circulaire est uniforme.</p> | 0,25 | Toute démonstration rigoureuse est acceptée |
| <p>2.1.2</p> $a = \frac{v^2}{R_T + h}$ $v = \sqrt{\frac{G M_T}{R_T + h}}$ | 0,25 0,25 | |
| <p>2.1.3. $T = 2\pi(R_T + h) \sqrt{\frac{R_T + h}{G M_T}}$</p> $\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = \frac{4\pi^2}{G M_T}$ | 0,25 0,25 | |
| <p>2.2.1. Le satellite est fixe pour un observateur terrestre.</p> | 0,25 | Toute réponse correcte est acceptée |
| <p>2.2.2.a La trajectoire de la figure 2 n'est pas compatible avec les lois de la mécanique car le vecteur accélération doit passer par le centre de la Terre, ce qui n'est pas le cas.</p> | 0,25 | Toute justification correcte est acceptée |
| <p>2.2.2.b C'est la trajectoire de la figure 1 : Le satellite doit rester à la verticale d'un point M de la Terre donc sa trajectoire doit avoir même axe de rotation que celui de la Terre. Le vecteur accélération du satellite est centripète et passe par le centre O de la Terre donc la trajectoire est dans le plan équatorial.</p> | 0,25 | Toute justification correcte est acceptée |
| <p>3.1. 1ère loi : les satellites décrivent des trajectoires elliptiques dont la Terre occupe l'un des foyers. 3^{ème} loi : le carré de la période divisé par le cube du demi-grand axe de</p> | 0,25 | |

| | | |
|---|--------------|--|
| l'ellipse, est une constante. (ou $T^2/a^3 = \text{cste}$ en précisant les symboles) | 0,25 | |
| 3.2.  | 0,25 0,25 | Ellipse et T P et A |
| 3.3 Quand le satellite se rapproche de la Terre, pendant une même unité de temps, l'arc décrit sur l'ellipse s'accroît. La vitesse devient donc plus grande. | 0,25 | Un schéma explicatif est accepté |
| 3.4. La vitesse est maximale en P (périgée) et minimale en A (apogée). | 0,25 | Les termes « périgée » et « apogée » ne sont pas demandés |
| 4.1. Entre 400 nm et 800 nm. Les rayons ultra-violet se situent en deçà de 400nm, les infra-rouge se situent au delà de 800 nm | 0,25 0,25 | Limite pour le rouge à partir de 750 nm |
| 4.2. Les fréquences données par $f = \frac{c}{\lambda}$ sont , respectivement : 7,5 x 10 ¹⁴ Hz (violet) et 3,8 x 10 ¹⁴ Hz (rouge) | 0,25 0,25 | On admettra aussi 4,0.10 ¹⁴ Hz pour la limite du rouge. |
| 4.3. Pour une radiation de fréquence donnée, (et donc de couleur donnée), la longueur d'onde dépend de la célérité des ondes, qui elle-même dépend du milieu de propagation . | 0,25 | on admet fréquence ou couleur |

EXERCICE III. Les indicateurs colorés naturels de la cuisine à la chimie (6.5 pts)

Retirer une seule fois pour tout l'exercice 0,25 pt si le nombre de chiffres significatifs n'est pas respecté.

| | Réponses | Barème | Commentaires | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|----------------------|--|------------|-----------|------------|---------|--------------|----------------|-------------|---------|----------------------------|------------------|--------------------|---|---------|--------------------------------|------------------------|-------------|-----------|---------|-----|--|
| 1.1 | Un indicateur coloré est une espèce chimique dont la couleur dépend du pH | 0,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | En présence de vinaigre, le chou rouge est violet : le vinaigre a donc un pH compris entre 4 et 6 ; c'est un acide. En présence de détergent, le chou rouge est vert : il a donc un pH compris entre 9 et 12 ; c'est une base. | 0,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Le volume de solution mère prélevé doit être dix fois plus faible que le volume de la solution diluée. On utilise de la verrerie jaugée : pipette jaugée 20,0 mL fiolle jaugée 200,0 mL | 0,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.1 | $HA(aq) + HO^-(aq) = A^-(aq) + H_2O(l)$ | 0,25 | (aq) non exigé | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.2 | $V_B < V_E$: HO^- est le réactif limitant | 0,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.3 | Si la transformation est totale : $(n_{HO^-})_i - x_{max} = 0$ $x_{max} = (n_{HO^-})_i = c_B V_B$ $x_{max} = 1,0 \cdot 10^{-1} \times 6,0 \times 10^{-3} = 6,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ équation de la réaction $HA(aq) + HO^-(aq) = A^-(aq) + H_2O(l)$ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>état</th> <th>n_{HA}</th> <th>n_{HO^-}</th> <th>n_{A^-}</th> <th>n_{H_2O}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>initial</td> <td>$(n_{HA})_i$</td> <td>$(n_{HO^-})_i$</td> <td>≈ 0</td> <td>solvant</td> </tr> <tr> <td>En cours de transformation</td> <td>$(n_{HA})_i - x$</td> <td>$(n_{HO^-})_i - x$</td> <td>x</td> <td>solvant</td> </tr> <tr> <td>Final si transformation totale</td> <td>$(n_{HA})_i - x_{max}$</td> <td>≈ 0</td> <td>x_{max}</td> <td>solvant</td> </tr> </tbody> </table> | état | n_{HA} | n_{HO^-} | n_{A^-} | n_{H_2O} | initial | $(n_{HA})_i$ | $(n_{HO^-})_i$ | ≈ 0 | solvant | En cours de transformation | $(n_{HA})_i - x$ | $(n_{HO^-})_i - x$ | x | solvant | Final si transformation totale | $(n_{HA})_i - x_{max}$ | ≈ 0 | x_{max} | solvant | 0,5 | 0,25 formule littérale 0,25 application numérique |
| état | n_{HA} | n_{HO^-} | n_{A^-} | n_{H_2O} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| initial | $(n_{HA})_i$ | $(n_{HO^-})_i$ | ≈ 0 | solvant | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| En cours de transformation | $(n_{HA})_i - x$ | $(n_{HO^-})_i - x$ | x | solvant | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Final si transformation totale | $(n_{HA})_i - x_{max}$ | ≈ 0 | x_{max} | solvant | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.4 | $pH = 5$ donc $[HO^-]_f = \frac{K_e}{10^{-pH}} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ et $(n_{HO^-})_f = [HO^-]_f \cdot (V_A + V_B + V_{eau}) = 7,6 \cdot 10^{-11} \text{ mol}$ | 0,25 0,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.5 | $(n_{HO^-})_f = (n_{HO^-})_i - x_f$ donc $x_f = (n_{HO^-})_i - (n_{HO^-})_f \approx (n_{HO^-})_i$ $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{(n_{HO^-})_i}{(n_{HO^-})_i} = 1$ $\tau_f = 100\%$ la transformation est totale | 0,25 0,25 0,25 | En ne négligeant pas $(n_{HO^-})_f$ on conclut τ voisin de 100 %, on peut considérer la transformation totale | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3.1. | $V_E = 10,0 \text{ mL}$ Tracé ou utilisation de la courbe dérivée | 0,25 0,25 | Accepter 10,05 mL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3.2. | à l'équivalence: $(n_{HA})_i - x_E = 0$ et $(n_{HO^-})_i - x_E = 0$ donc $x_E = c_A V_A = c_B V_E$ d'où $c_A = \frac{c_B V_E}{V_A}$ $c_A = \frac{1,0 \cdot 10^{-1} \times 10,0}{10} = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et $c_0 = 10 c_A = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ | 0,25 0,25 | Accepter $c_A = 1,05 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ $c_0 = 1,05 \text{ mol.L}^{-1}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 2.4.1 | $K_i = \frac{[A_{Ind}^-]_{\text{éq}} [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[HA_{Ind}]_{\text{éq}}}$ $[H_3O^+]_{\text{éq}} = 10^{-\text{pH}} \text{ et } K_i = 10^{-\text{p}K_i}$ <p>donc $\frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[HA]_{\text{éq}}} = \frac{K_i}{[H_3O^+]_{\text{éq}}} = 10^{\text{pH} - \text{p}K_i}$</p> | 0,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------|------------------------|-------------------------|-----------|--|--|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--|-----------|--------|-----------|-----------|---------|----------|-------|-------|-------|------|--|
| 2.4.2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4.3. | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Artichaut</th> <th colspan="2">Betterave</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>$V_B = 9,8 \text{ mL}$</td> <td>$V_B = 10,1 \text{ mL}$</td> <td>$V_B = 9,8 \text{ mL}$</td> <td>$V_B = 10,1 \text{ mL}$</td> </tr> <tr> <td>$\frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[HA]_{\text{éq}}}$</td> <td>$10^{-1}$</td> <td>$10^3$</td> <td>$10^{-5}$</td> <td>$10^{-1}$</td> </tr> <tr> <td>couleur</td> <td>incolore</td> <td>jaune</td> <td>rouge</td> <td>rouge</td> </tr> </tbody> </table> | | Artichaut | | Betterave | | | $V_B = 9,8 \text{ mL}$ | $V_B = 10,1 \text{ mL}$ | $V_B = 9,8 \text{ mL}$ | $V_B = 10,1 \text{ mL}$ | $\frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[HA]_{\text{éq}}}$ | 10^{-1} | 10^3 | 10^{-5} | 10^{-1} | couleur | incolore | jaune | rouge | rouge | 0,25 | |
| | Artichaut | | Betterave | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | $V_B = 9,8 \text{ mL}$ | $V_B = 10,1 \text{ mL}$ | $V_B = 9,8 \text{ mL}$ | $V_B = 10,1 \text{ mL}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[HA]_{\text{éq}}}$ | 10^{-1} | 10^3 | 10^{-5} | 10^{-1} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| couleur | incolore | jaune | rouge | rouge | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4.4. | Il n'y a pas de changement de teinte observée pour la betterave pour $V_B = V_E$ versé : la betterave ne convient pas. En revanche, il y a changement de teinte de l'artichaut : celui-ci permet de repérer l'équivalence | 0,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4.5. | Pour ne pas gêner la perception des couleurs lors du titrage colorimétrique | 0,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |