BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2013

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **3 h 30** – COEFFICIENT : **6**

L'usage des calculatrices EST autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

OBLIGATOIRE

Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11, y compris celle-ci.

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

EXERCICE I. TRANSFERTS D'ÉNERGIE (7,5 points)

Réduire la consommation d'énergie est, de nos jours, au cœur des préoccupations afin de préserver l'environnement, épargner les ressources naturelles et limiter les dépenses. Une grande part de la consommation d'énergie provient de l'habitat. Comment rendre une maison plus économe en énergie de chauffage ?

1. Isolant thermique : faire le bon choix

Soucieux de réduire ses dépenses de chauffage, Frédéric décide d'améliorer l'isolation thermique de son habitation. Sa maison possédant un grenier non chauffé, il décide d'en isoler le sol.

Données :

- Température du grenier : $\theta_1 = 5{,}0$ °C ;
- Température de la maison : $\theta_2 = 20$ °C ;
- Surface du sol du grenier : $S = 80$ m^2 ;
- Résistance thermique du sol du grenier : $R = 7{,}5 \times 10^{-3}$ K.W^{-1}.

1. 1. Dans quel sens s'effectuera le transfert thermique dans la maison de Frédéric ?

1. 2. Donner l'expression puis calculer le flux thermique Φ à travers le sol du grenier.

Frédéric consulte de nombreuses documentations sur l'isolation thermique. Il existe de nombreux matériaux isolants caractérisés par leur conductivité thermique notée λ. Plus la conductivité thermique d'un matériau est élevée, plus il conduit facilement la chaleur.

1. 3. Utiliser le tableau suivant pour conseiller Frédéric dans son choix de matériau. Justifier.

Nom du matériau	Laine de roche	Polystyrène extrudé	Liège naturel expansé	Cellulose
Conductivité thermique λ en W.m^{-1}.K^{-1}	0,035	0,033	0,042	0,039

1. 4. La résistance thermique totale du sol du grenier doit atteindre la valeur $R = 6{,}3 \times 10^{-2}$ K.W^{-1}. Sachant que lorsque plusieurs parois sont accolées, la résistance thermique totale est égale à la somme des résistances thermiques de chaque paroi, calculer la résistance thermique de l'isolant choisi précédemment par Frédéric à la question 1.3.

1. 5. Frédéric a lu que la résistance thermique d'une paroi plane dépend de la conductivité thermique λ du matériau constituant la paroi, de son épaisseur e et de la surface S traversée par le flux thermique. La résistance thermique est inversement proportionnelle à la conductivité thermique et à la surface traversée et proportionnelle à l'épaisseur.

1.5.1. À partir des informations ci-dessus, donner l'expression de la résistance thermique d'une paroi plane. Vérifier l'homogénéité de votre expression.

1.5.2. Tous les matériaux proposés dans le tableau s'achètent sous forme de panneaux rigides dans le commerce. Quelle épaisseur minimale doit posséder le panneau du matériau choisi par Frédéric ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Principe d'un chauffe-eau solaire

Toujours dans le but de réaliser des économies d'énergie, Frédéric envisage de produire son eau chaude sanitaire en tirant profit de l'énergie solaire. Il se documente sur le principe d'un chauffe-eau solaire individuel. Voici le résultat de ses recherches :

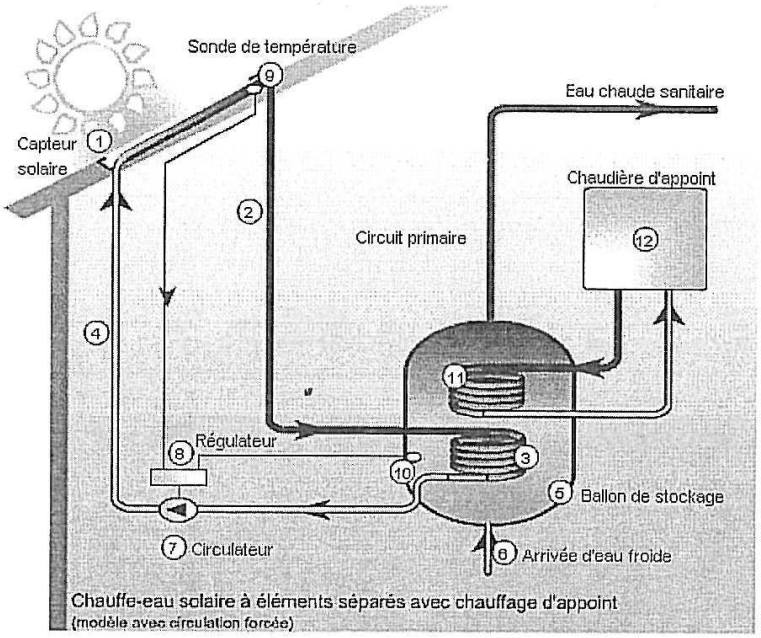


Schéma du principe d'un chauffe-eau solaire individuel (D'après Ademe)

Un chauffe-eau solaire se compose d'un capteur solaire thermique (qui se comporte comme une mini-serre) (1). Dans le circuit primaire (2) calorifugé circule le liquide caloporteur (eau + glycol). Ce liquide s'échauffe lorsqu'il passe dans les tubes du capteur solaire et se dirige vers le ballon de stockage (5) de l'eau sanitaire. Le liquide caloporteur cède sa chaleur à l'eau sanitaire par l'intermédiaire d'un échangeur thermique (3). Une fois refroidi, le liquide caloporteur repart vers le capteur solaire où il sera à nouveau chauffé. Une pompe électrique (7) met en mouvement le liquide caloporteur lorsque la température de celui-ci est supérieure à celle de l'eau sanitaire du ballon.

L'énergie solaire ne peut pas assurer la production d'eau chaude quelle que soit la saison. C'est pourquoi le ballon de stockage est également équipé d'un dispositif de chauffage d'appoint (ensemble (11) et (12)).

2. 1. Citer les trois modes de transfert thermique. Les présenter brièvement.

2. 2. Quel mode de transfert thermique intervient :

- au niveau du capteur solaire (1),

- au niveau de l'échangeur thermique (3),

- et à l'intérieur du ballon de stockage (5) ? Justifier.

2. 3. Le fluide caloporteur s'échauffe lorsqu'il passe dans le capteur solaire. Comment varie son énergie interne ? Pourquoi ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

3. Bilan thermique

Installé dans sa cuisine, Frédéric poursuit ses réflexions sur les modifications à réaliser dans sa maison tout en se préparant une tasse de thé. Il réchauffe l'eau de son thé à l'aide de son four à micro-ondes. Lorsque les micro-ondes atteignent les molécules d'eau présentes dans les aliments, celles-ci se mettent à osciller $2{,}45 \times 10^9$ fois par seconde. La mise en mouvement des molécules d'eau produit la chaleur nécessaire pour réchauffer les aliments.

Données :

- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^8$ m.s^{-1} ;
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1{,}00$ kg.L^{-1} ;
- Capacité thermique de l'eau : $c_{eau} = 4180$ J.kg^{-1}.K^{-1} ;
- On rappelle que l'énergie transférée à un système avec une puissance P pendant la durée Δt est : $E = P\,\Delta t$.

3. 1. À quel type d'ondes les micro-ondes appartiennent-elles ?

3. 2. Déterminer la longueur d'onde des micro-ondes du four.

Frédéric chauffe un volume $V = 250$ mL d'eau dans sa tasse. Il souhaite que la température de l'eau passe de 10 °C à 90 °C.

3. 3. Calculer la variation d'énergie interne de l'eau contenue dans la tasse.

On suppose que le four à micro-ondes est bien isolé. Le four est réglé sur la position de puissance P = 900 W.

3. 4. Au bout de combien de temps l'eau du thé sera-t-elle prête ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE II. LES DANGERS DE L'ALCOOL (7,5 points)

On trouve dans un document publié par l'Institut suisse de prévention de l'alcoolisme (ISPA) les informations suivantes :

Quand une personne consomme de l'alcool, celui-ci commence immédiatement à passer dans le sang. Plus le passage de l'alcool dans le sang est rapide, plus le taux d'alcool dans le sang augmentera rapidement, et plus vite on sera ivre. L'alcool est éliminé en majeure partie par le foie. Dans le foie, l'alcool est éliminé en deux étapes grâce à des enzymes. Dans un premier temps, l'alcool est transformé en éthanal par l'enzyme alcool déshydrogénase (ADH). L'éthanal est une substance très toxique, qui provoque des dégâts dans l'ensemble de l'organisme. Il attaque les membranes cellulaires et cause des dommages indirects en inhibant le système des enzymes. Dans un deuxième temps, l'éthanal est métabolisé par l'enzyme acétaldéhyde déshydrogénase (ALDH).

Alcool pur : Ethanol : C_2H_6O

↓ Enzyme ADH

Ethanal C_2H_4O

Dégradation ↓ ultérieure...

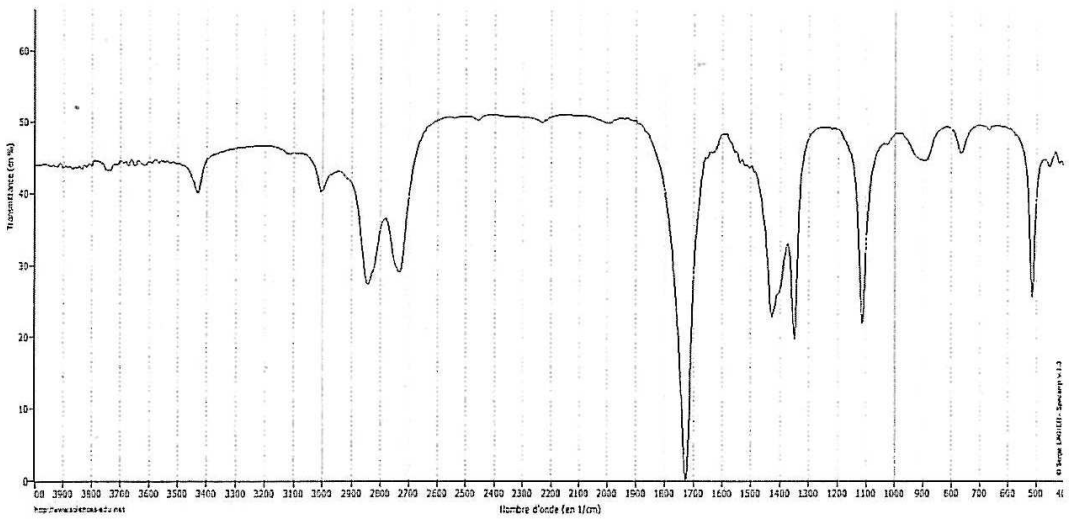
Synthèse du cholestérol

www.sfa-ispa.ch

Document 1

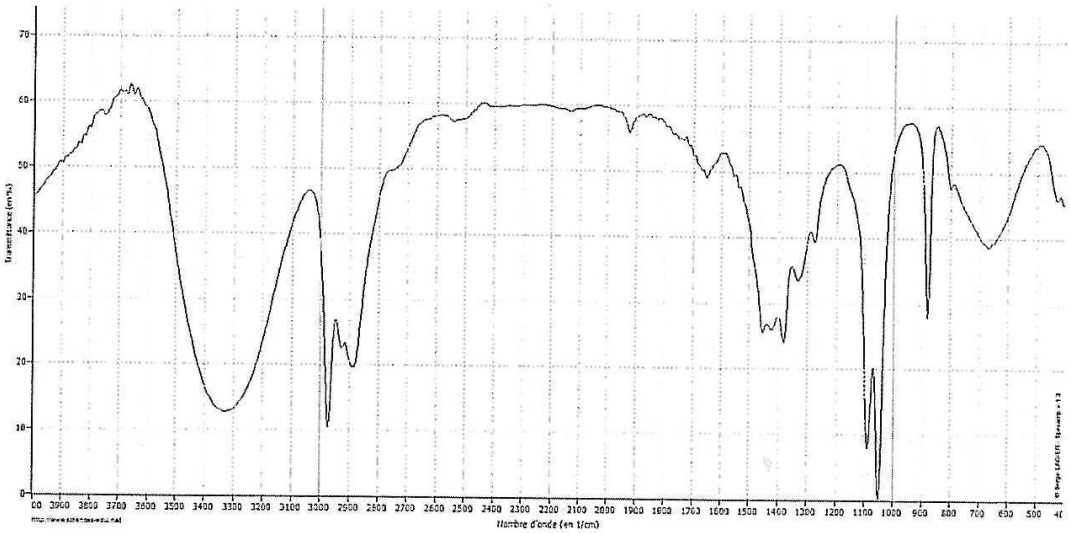
1. Spectroscopie

On se propose d'étudier la structure et les fonctions organiques de ces molécules par spectroscopie.



Document 2a : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR1

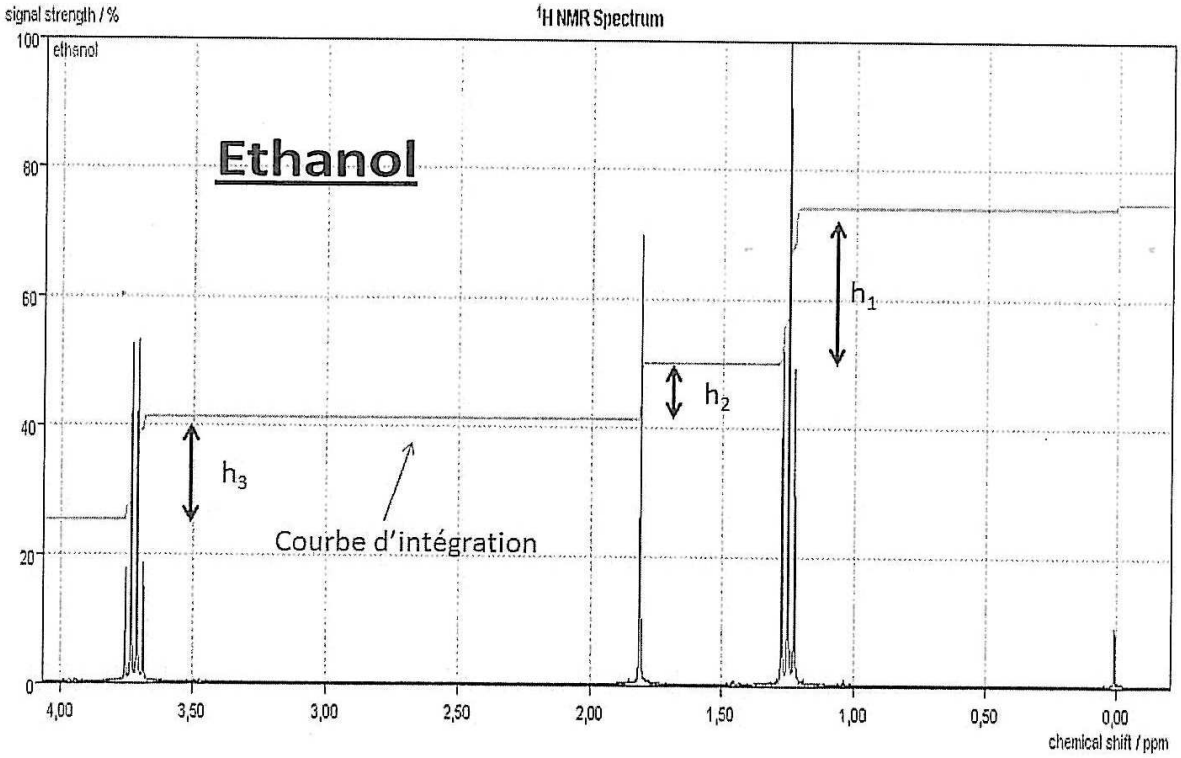
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer



Document 2b : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR2

Liaison	C - C	C - O	C = O (carbonyle)	C - H	O - H
Nombre d'onde (cm^{-1})	1000-1250	1050-1450	1650-1740	2800-3000	3200-3700

Document 2c : Table de données pour la spectroscopie IR



Document 3 : Spectre de RMN de l'éthanol

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1. 1. Le document 1 évoque les molécules d'éthanol et d'éthanal : représenter en formule semi-développée ces deux molécules et encadrer leurs fonctions caractéristiques.

1. 2. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanol ? A quelle famille appartient cette molécule ?

1. 3. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanal ? A quelle famille appartient cette molécule ?

1. 4. En utilisant les données spectroscopiques du document 2, associer chaque spectre infrarouge (IR) à la molécule correspondante en justifiant.

1. 5. Le document 3 présente le spectre RMN de l'éthanol. En utilisant la courbe d'intégration, calculer les rapports $h1/h2$ et $h3/h2$.

1. 6. Utiliser les rapports calculés pour associer aux trois massifs du spectre, les groupes de protons équivalents de l'éthanol.

1. 7. Le massif de pics situé au déplacement chimique 1,25 ppm se présente sous la forme d'un triplet. En utilisant la règle des (n+1)-uplets, justifier cette multiplicité en évoquant le nombre d'atomes d'hydrogène voisins.

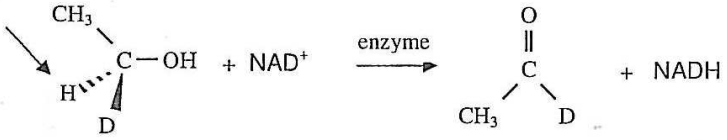
2. Mécanisme de métabolisation des alcools.

Après étude de la structure de ces molécules, nous allons étudier le mécanisme biochimique expliquant leur transformation dans l'organisme.

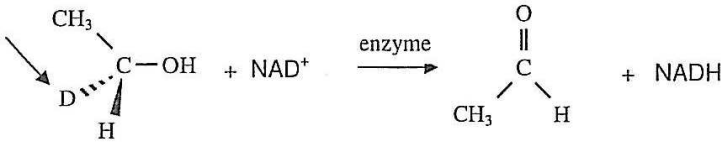
La métabolisation des alcools implique leur oxydation en composés carbonylés. Dans les systèmes biologiques, l'éthanol est transformé en éthanal grâce à un oxydant noté NAD^+. La réaction est catalysée par une enzyme appelée alcool-déshydrogènase.

En substituant un atome d'hydrogène par un atome de deutérium D, on peut mettre en évidence le rôle énantiosélectif de cette enzyme.

En soumettant les deux énantiomères du 1-deutérioéthanol à l'action de l'enzyme, on a pu établir que l'oxydation biochimique était stéréospécifique, le NAD^+ arrachant uniquement l'hydrogène marqué ci-dessous par une pointe de flèche noire.



ou



D'après C. Vollhardt, N. Schore : Traité de chimie organique.

D désigne l'isotope 2 de l'hydrogène ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ appelé deutérium.

2. 1. Quel est le nom de la représentation chimique utilisée dans le mécanisme ci-dessus pour l'alcool ?

2. 2. Que représentent les traits pointillés et les traits épais ?

2. 3. En vous basant sur cette représentation, développer complètement la molécule d'éthanol en faisant apparaitre toutes les liaisons.

2. 4. Quelle particularité stéréochimique possède le carbone porteur du deutérium dans la molécule de deutérioéthanol ? Comment nomme-t-on ce type de molécules ?

2. 5. L'éthanal obtenu par oxydation se présente-t-il sous la forme d'un mélange d'énantiomères ? Justifier.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. 6. La dégradation de l'alcool dans l'organisme est une réaction catalysée. Donner la définition d'un catalyseur. Quel type de catalyse est présenté ici ?

3. Contrôle de qualité d'un vin : dosage par spectrophotométrie de l'éthanol.

On peut lire dans *le code de la santé publique* depuis juin 2000 : catégorie *Vins doux :* vins, apéritifs à base de vin ne titrant pas plus de 18 degrés.

On se propose de vérifier en laboratoire si un vin obéit à cette législation.

Définition : Le titre alcoométrique, exprimé en degré, est égal au nombre de litres d'éthanol contenus dans 100 litres de vin.

Données : M(éthanol) = *46,0 g.mol*$^{-1}$ μ(éthanol) = *0,78 g .mL*$^{-1}$

Afin de procéder au contrôle, on réalise le titrage par spectrophotométrie du vin en suivant le protocole suivant :

Première étape : On recueille l'éthanol du vin par distillation.

Deuxième étape : L'éthanol est oxydé par la NAD^+ dans une réaction catalysée par une enzyme spécifique similaire à celle évoquée dans la partie II. La réaction produit de la nicotinamide-adénine-dinucléotide réduite (NADH) en quantité de matière égale à celle de l'éthanol dosé selon l'équation :

$$\text{Ethanol} + NAD^+ \longrightarrow \text{Ethanal} + NADH + H^+$$

Troisième étape : La NADH absorbant dans le domaine UV, on mesure son absorbance par spectrophotométrie.

L'étalonnage du spectrophotomètre avec différentes solutions d'éthanol permet de vérifier la loi de Beer-Lambert : $A = k.C_m$ avec $k = 1{,}6\text{x}10^{-3}$ L.mg^{-1} et C_m la concentration massique d'éthanol dans l'échantillon.

Réalisation de la mesure : On distille 10 mL de vin ; le distillat est ensuite ajusté à 100 mL avec de l'eau distillée pour obtenir une solution appelée *S*.

On prépare l'échantillon à doser par spectrophotométrie en introduisant dans une fiole jaugée de 100 mL :

- 1 mL de solution *S*,
- le catalyseur,
- NAD^+ en excès,

On complète avec de l'eau distillée.

L'absorbance mesurée pour cet échantillon vaut: $A_e = 0{,}15$.

3. 1. Déterminer à partir de l'absorbance mesurée A_e, la concentration massique C_m en éthanol de l'échantillon étudié.

3. 2. En tenant compte des deux dilutions successives, calculer les concentrations massiques en éthanol suivantes :

3.2.1. C_S dans la solution S.

3.2.2. C_V dans le vin.

3. 3. Quelle est la valeur du titre alcoométrique exprimé en degrés du vin ?

3. 4. Ce vin est-il conforme au code de la santé publique ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

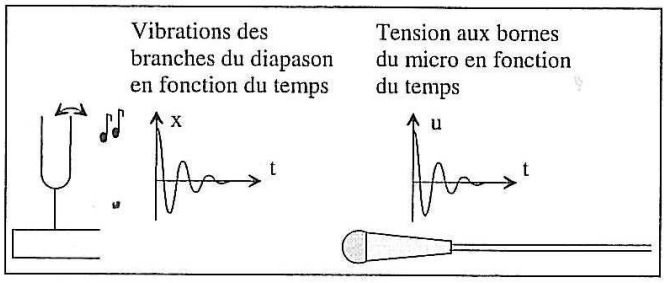
EXERCICE III. LE SON : DE SA NUMÉRISATION À LA LECTURE D'UN CD (5 points)

Les deux parties de cet exercice sont indépendantes.

1. Conversion analogique-numérique

Quand on frappe un diapason, il émet un "La" : ses deux branches vibrent pendant quelques secondes à la fréquence $f = 440$ Hz, entraînant la vibration de l'air qui les entoure.

Si on place devant le diapason un micro, la membrane de ce dernier vibre également et ce mouvement est converti en une tension électrique de même fréquence que le son.



Document 1

1.1. Le signal électrique à la sortie du micro est un signal analogique. Justifier brièvement cette affirmation.

1.2. Un ordinateur ne peut traiter que des signaux numériques. Définir ce qu'est un signal numérique.

Pour traiter un son à l'aide d'un ordinateur (graver un CD par exemple), il faut convertir le signal analogique obtenu à la sortie du micro en signal numérique : c'est le rôle du convertisseur analogique-numérique (CAN).

On peut décomposer la conversion en deux étapes : l'échantillonnage et la numérisation. Dans la pratique, ces deux étapes se font simultanément.

1.3. Que signifie "échantillonner" un signal analogique ?

1.4. Combien de valeurs peut prendre un échantillon numérisé sur 8 bits ?

1.5. Dans le cas d'un CD audio, la numérisation se fait sur 2×16 bits (stéréo) avec une fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz. Quelle est, en Mio, la place théorique occupée sur un CD par une minute de musique non compressée ?

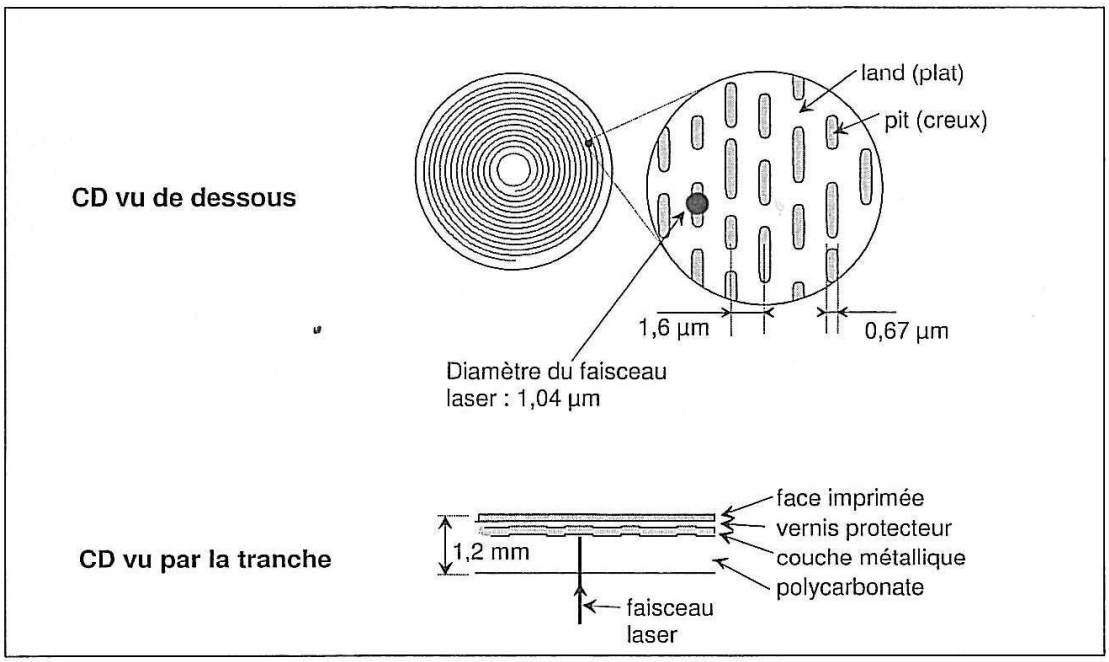
Rappels : 1 octet = 8 bits ; 1 Mio = 2^{20} octets

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Lecture de l'information

Le CD est en polycarbonate (matière plastique transparente) recouvert d'une couche métallique réfléchissante (aluminium en général) elle-même protégée par un vernis. La face supérieure peut être imprimée ou recouverte d'une étiquette (**document 2**).

Les informations sont stockées sous forme de plats et de cuvettes sur une spirale qui commence sur le bord intérieur du CD et finit sur le bord extérieur. Les creux ont une profondeur de 0,126 µm et une largeur de 0,67 µm.

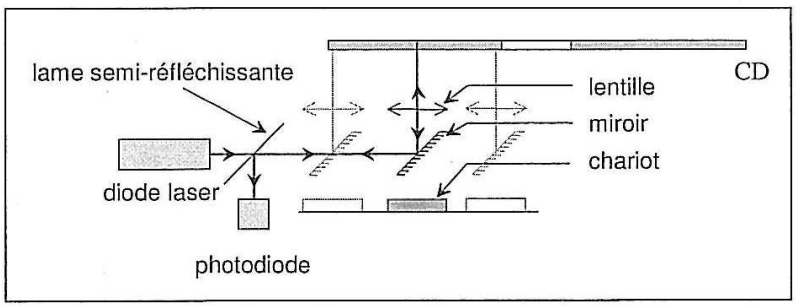


Document 2

La tête de lecture est constituée d'une diode laser émettant une radiation de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 780$ nm et d'une photodiode détectant la lumière réfléchie par la surface métallisée du CD.

La lumière émise par la diode laser traverse une lame semi-réfléchissante avant de se réfléchir sur un miroir. La lentille assure la mise au point du faisceau sur le disque. L'ensemble miroir-lentille est monté sur un chariot mobile qui permet au faisceau laser de balayer un rayon du disque (**document 3**).

La surface du disque défile devant le faisceau laser à une vitesse de 1,2 $m.s^{-1}$ quelle que soit la position du faisceau.



Document 3

Le codage de l'information est réalisé par les transitions creux-plat ou plat-creux, ou l'absence de transition.

Données : Célérité des ondes lumineuses dans le vide (ou dans l'air) : $c = 3{,}00\times10^{8}$ m.s^{-1}

L'indice d'un milieu transparent est défini par la relation $n = \frac{c}{v}$, v étant la célérité de la lumière dans le milieu transparent.

2.1. Citer une propriété du faisceau LASER utilisée dans la lecture des CD.

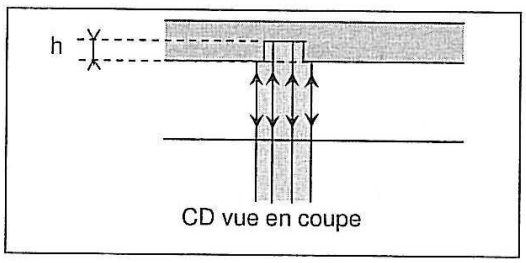
2.2. Calculer la fréquence de la radiation monochromatique.

2.3. L'indice du polycarbonate est $n = 1{,}55$. Calculer la célérité de l'onde lumineuse dans le CD.

2.4. En déduire la longueur d'onde λ de la lumière dans le polycarbonate, sachant que la fréquence ne dépend pas du milieu traversé.

2.5. Quand le faisceau laser frappe une cuvette, une partie du faisceau est réfléchie par le fond de la cuvette et le reste par le bord (**document 4**) car le diamètre du faisceau est plus grand que la largeur de la cuvette. Ces ondes réfléchies peuvent interférer.

2.5.1. En vous aidant du document 4, expliquer pourquoi les interférences sont destructives si $h = \frac{\lambda}{4}$.



Document 4

2.5.2. Vérifier que la profondeur d'une cuvette est bien choisie pour provoquer des interférences destructives.

2.5.3. Comparer sans calcul l'éclairement de la photodiode quand le faisceau laser éclaire un plat ou une cuvette.

3. Lecteur Blu-ray

On trouve depuis quelques années dans le commerce des lecteurs "Blu-ray" qui utilisent une diode laser bleue dont la longueur d'onde est pratiquement égale à la moitié de celle des lecteurs classiques (λ_0 = 405 nm). Les disques Blu-ray peuvent stocker une quantité de données beaucoup plus importante : jusqu'à 25 Go.

3.1. Quel est le phénomène physique propre aux ondes qui empêche d'obtenir un faisceau de diamètre plus petit sur le CD ?

3.2. Expliquer pourquoi l'utilisation d'une diode laser bleue peut permettre de stocker plus d'informations sur un disque Blu-ray dont la surface est identique à celle d'un CD ?

3.3. Doit-on conserver sur un disque Blu-ray, la même profondeur de cuvette que sur un CD classique ? Justifier la réponse.

3.4. Peut-on lire un CD sur un lecteur Blu-ray ? Une seule justification est demandée.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer