BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2014

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

obligatoire

L'usage d'une calculatrice EST autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

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

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

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE I - SYNTHESE VERTE DU PHENOL (5 points)

Le phénol (C_6H_5OH) est un composé d'une grande importance en chimie organique industrielle car il est l'un des intermédiaires de nombreuses réactions comme celle de la synthèse de l'aspirine.
Nous allons nous intéresser dans cet exercice à la synthèse du phénol en comparant deux procédés du point de vue de la chimie verte.

Données :

-

Atome	Carbone	Oxygène	Hydrogène
Masse molaire atomique M (g.mol^{-1})	12,0	16,0	1,0

-

	Pictogrammes de sécurité	Production, utilisation
Propanone		Produit de synthèse très utilisé comme solvant organique.
Propène		Obtenu par transformation de produits pétroliers, le propène est une matière première essentielle de l'industrie chimique.

Document 1. Les 12 principes fondamentaux de la chimie verte



Document 2. L'économie d'atomes

L'efficacité d'un procédé est traditionnellement mesurée par le rendement chimique, sans tenir compte de la quantité de sous-produits formés. Dans une optique de réduction de la pollution à la source, la chimie verte propose une évolution du concept d'efficacité qui prend en compte la minimisation de la quantité de déchets. On utilise comme indicateur de l'efficacité d'un procédé son économie d'atomes (ou utilisation atomique).
L'Économie d'Atomes (*EA*) d'une synthèse est définie comme le rapport de la somme des masses molaires du (ou des) produit(s) recherché(s) sur la somme des masses molaires de tous les réactifs en tenant compte des coefficients stœchiométriques :

$$EA = \frac{\sum a_i M_i(\textit{produits désirés})}{\sum b_i M_i(\textit{réactifs utilisés})} = \frac{a_1 M_1(\text{produit 1}) + a_2 M_2(\text{produit 2}) + \ldots}{b_1 M_1(\text{réactif 1}) + b_2 M_2(\text{réactif 2}) + \ldots}$$

avec a_i et b_i les coefficients stœchiométriques et M_i les masses molaires des espèces chimiques.
Par ailleurs, il est capital de remarquer qu'un procédé vert n'est pas seulement un procédé moins polluant, il permet également au fabricant de réduire ses dépenses.

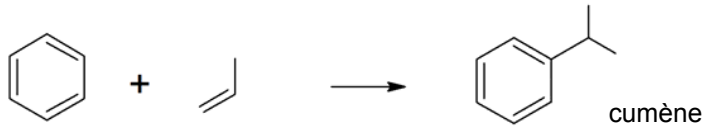
D'après le site internet : http://culturesciences.chimie.ens.fr

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

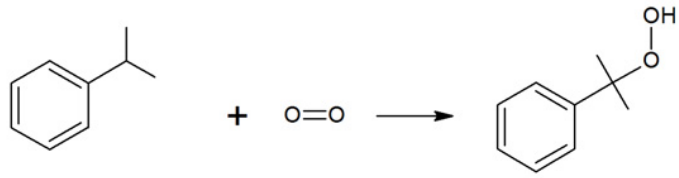
Document 3. Deux procédés de synthèse du phénol

Procédé N°1 dit procédé au cumène :
Ce procédé en 3 étapes fut découvert en 1944 par les chimistes Hock et Lang et est à l'heure actuelle le plus utilisé puisqu'il est à l'origine de plus de 85% de la production mondiale de phénol.

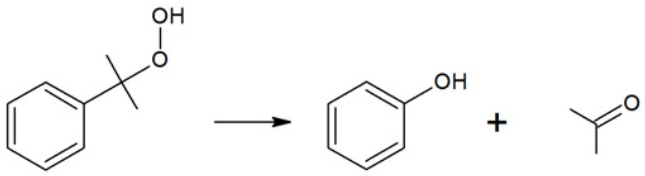
Étape 1 : réalisée à une température de 190°C, sous une pression de 34 bar, en présence d'un catalyseur acide.



Étape 2 : réalisée à une température d'environ 110°C, sous une pression de 5 à 10 bar, en milieu basique.

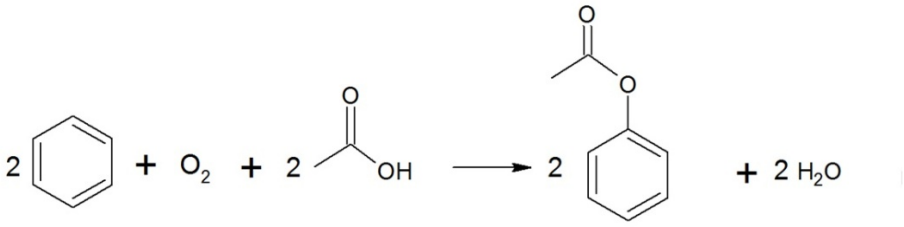


Étape 3 : réalisée à 50°C en milieu légèrement acide.

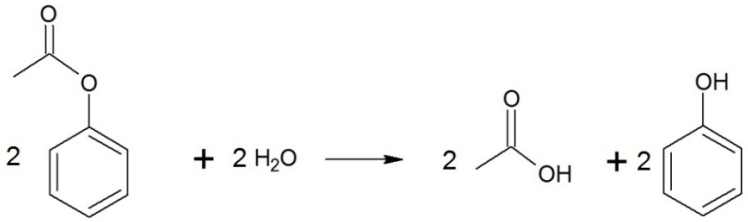


Procédé N°2 :
Ce second procédé en deux étapes est notamment étudié par la firme Mitsubishi Chemical.

Étape 1 : acétoxylation du benzène en présence d'air et d'acide éthanoïque, étape catalysée par du palladium et réalisée à environ 200°C.



Étape 2 : Hydrolyse du produit obtenu réalisée à 600°C



D'après : Procédés de pétrochimie: les grands intermédiaires oxygénés, chlorés et nitrés A. Cauvel, G. Lefebvre et L. Castex et le site : http://www.greener-industry.org.uk

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

1. Quelle valeur maximale l'économie d'atomes EA peut-elle atteindre ? Justifier simplement.

2. Écrire l'équation de la réaction qui modélise la synthèse du phénol pour chacun de ces deux procédés.

3. Calculer la valeur de l'économie d'atomes dans le cas de la mise en œuvre du procédé n°1. On considère que la seule espèce chimique désirée est le phénol.

4. D'après les données fournies, indiquer en le justifiant précisément le procédé qui vous parait le plus performant dans le cadre du respect des principes de la chimie verte. De quelles autres informations faudrait-il disposer afin de compléter la réponse ?

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 - CASQUE AUDIO À RÉDUCTION DE BRUIT (10 points)

Une enquête réalisée en 2010 a révélé que les jeunes de 12 à 25 ans passent en moyenne 1h38 par jour à écouter leur baladeur numérique. Dans les transports en commun notamment, nombreux sont ceux qui s'isolent de l'environnement sonore extérieur en écoutant de la musique. Les casques audio offrent tous une réduction dite « passive » des bruits ambiants en isolant le système auditif par la seule application des oreillettes. Mais il existe aujourd'hui des casques audio qui présentent, en plus de la réduction passive, un dispositif dit « actif » qui tend à supprimer les bruits résiduels à l'intérieur des oreillettes. L'exercice traite de ces dispositifs.

Document 1. Extrait de la notice d'un casque audio à réduction de bruit

La technologie consiste à placer un micro miniature, dans chaque oreillette, destiné à capter le bruit ambiant (trafic, installations de ventilation, climatiseur, etc.) et à le supprimer par un signal anti-bruit adapté.

Caractéristiques techniques*

Transducteur	40 mm, fonction réduction de bruit active
Réponse en fréquence	10 - 25 000 Hz
Fonction réduction de bruit active QuietPoint®	Jusqu'à 20 dB
Sensibilité	109 dB
Impédance	300 ohms
Puissance d'entrée maximale	500 mW

* Caractéristiques mesurées avec le casque d'écoute en mode actif. Les caractéristiques techniques données sous réserve de modifications sans préavis.

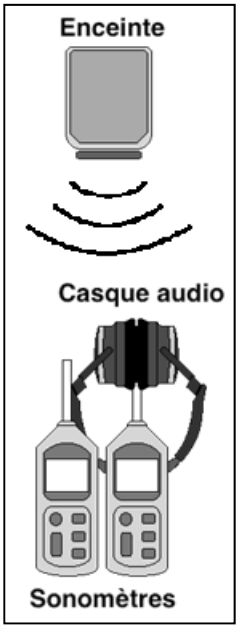
Un interrupteur disposé sur l'oreillette gauche permet d'allumer ou d'éteindre le dispositif actif.

1. Caractéristiques du casque et oreille humaine

La « réponse en fréquence » du casque est-elle adaptée à l'audition humaine ?

2. Efficacité du dispositif de réduction de bruit

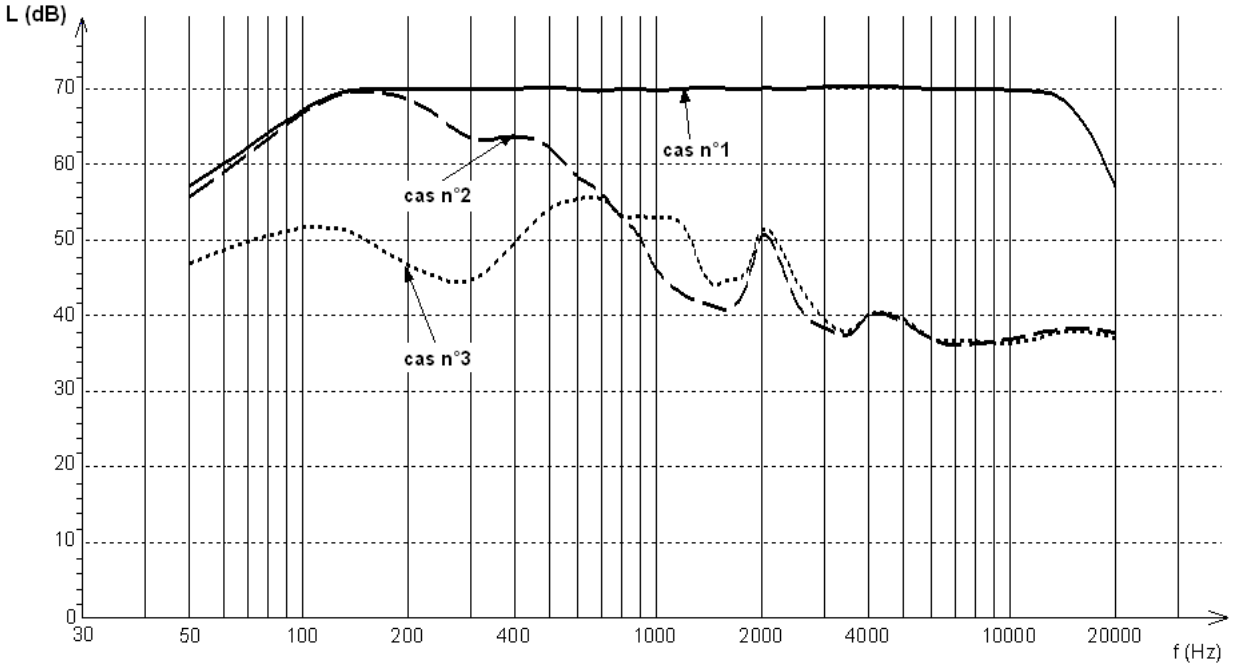
Le dispositif expérimental représenté ci-contre est mis en place.
Une enceinte acoustique émet un signal sonore de fréquence f et d'intensité I toutes deux réglables.
Le capteur d'un premier sonomètre est placé entre les deux oreillettes du casque. Les oreillettes sont en outre maintenues plaquées l'une contre l'autre de manière à enfermer le mieux possible le capteur. Ce sonomètre mesure ainsi le niveau d'intensité sonore L entre les oreillettes. Casque et sonomètre sont placés face à l'enceinte.
Un deuxième sonomètre mesure le niveau d'intensité sonore à proximité immédiate du casque.



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

Les niveaux d'intensité sonore mesurés en fonction de la fréquence sont représentés ci-dessous :

- niveau d'intensité sonore ambiant à proximité immédiate du casque (cas n°1) ;
- niveau d'intensité sonore entre les oreillettes lorsque le dispositif actif est éteint et que les oreillettes interviennent seules (cas n°2) ;
- niveau d'intensité sonore entre les oreillettes lorsque le dispositif actif fonctionne (cas n°3).



2.1. Identifier approximativement les domaines de fréquence pour lesquels :

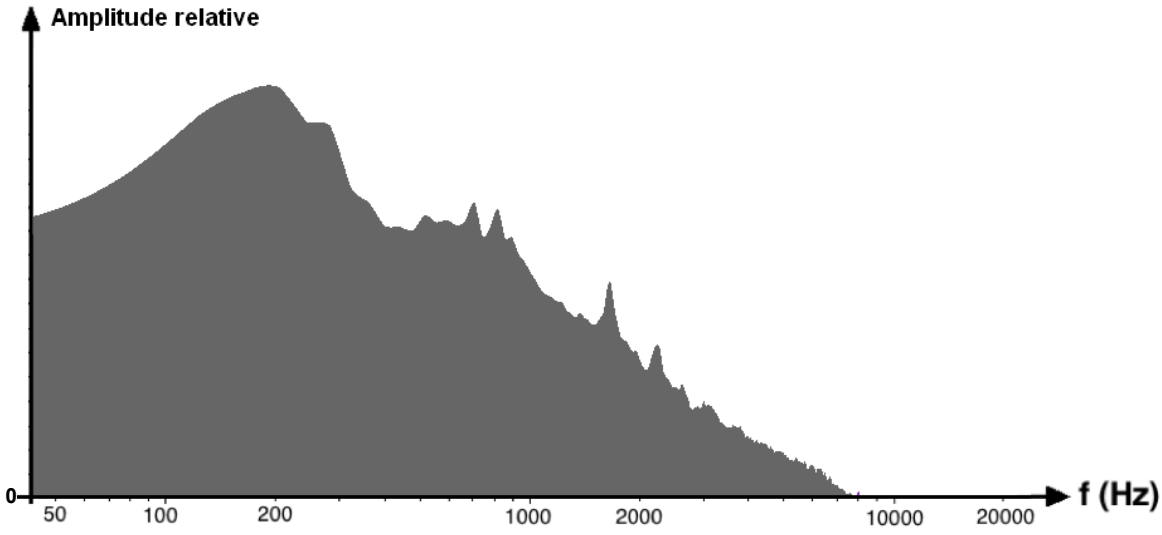
- seules les oreillettes sont efficaces pour la réduction du bruit ambiant ;
- seul le dispositif actif est efficace pour la réduction du bruit ambiant ;
- les deux dispositifs participent ensemble à la réduction du bruit ambiant.

2.2. Concernant la réduction de bruit, les mesures ayant permis la construction graphique ci-dessus sont-elles conformes à la performance annoncée dans l'extrait de la notice présenté dans le document 1 ? Justifier.

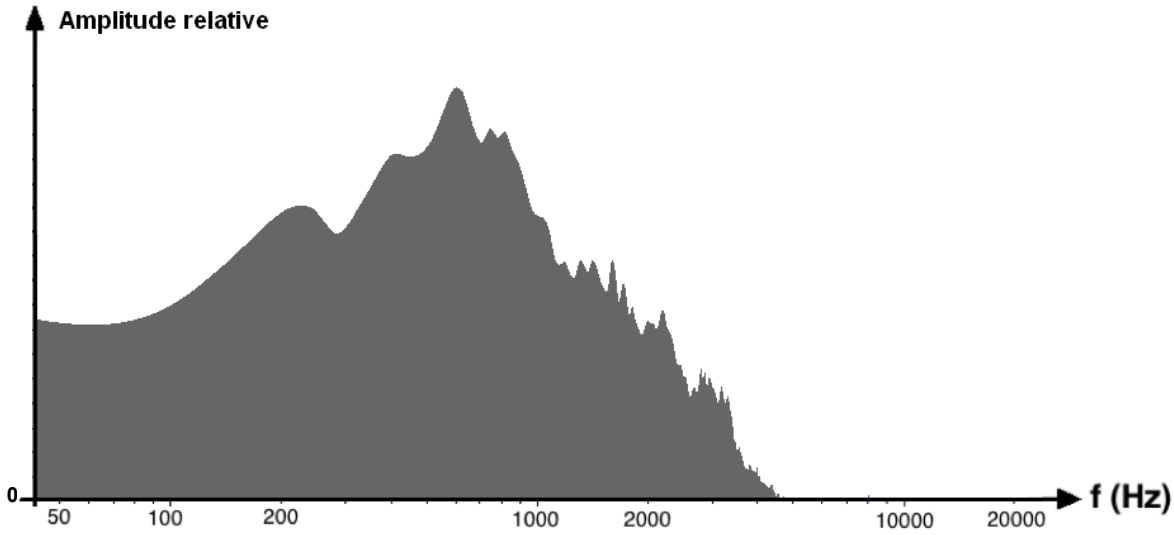
Le casque à réduction de bruit est ensuite testé dans deux environnements sonores différents : à l'intérieur d'un train Corail et dans une pièce où deux personnes discutent. Les deux environnements sonores ont par ailleurs été enregistrés et les documents 2 et 3 présentent les spectres associés. Ces sons n'étant pas périodiques mais particulièrement complexes, leurs spectres ne sont pas des spectres de raies comme celui d'une note jouée par un instrument de musique mais des spectres continus. L'amplitude relative en ordonnée montre la contribution de chaque fréquence émise au niveau d'intensité sonore global.

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

Document 2. Spectre de l'environnement sonore dans un train Corail

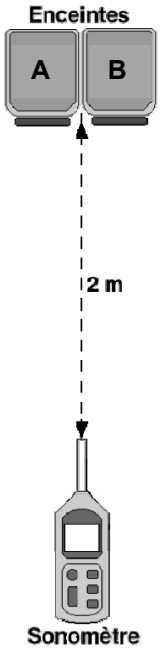


Document 3. Spectre de l'environnement sonore créé par une discussion dans une pièce



2.3. Exploiter l'ensemble des trois graphes afin de prévoir dans lequel des deux environnements sonores le dispositif actif est susceptible d'intervenir le plus efficacement. Justifier.

3. Simulation du dispositif actif



D'après la notice, la réduction active du bruit consiste à émettre un signal dit « anti-bruit ».
Le dispositif expérimental représenté ci-contre est mis en place.
Le bruit est modélisé par une onde sonore sinusoïdale de fréquence f_B = 132 Hz émise par l'enceinte acoustique B.
Le signal anti-bruit est modélisé par une onde sonore sinusoïdale de fréquence f_A émise par une deuxième enceinte acoustique A accolée à la première.
Un logiciel contrôle la fréquence et l'intensité de chaque signal ainsi que le déphasage entre les signaux.
À une distance de deux mètres face aux enceintes, le niveau d'intensité sonore du son émis par chaque enceinte, seule, est systématiquement ajusté à $L_A = L_B$ = 50 dB.
Ce dispositif permet ainsi de mesurer l'influence de la fréquence de chaque signal et du déphasage entre les signaux sur le niveau d'intensité sonore L face aux deux enceintes à une distance de deux mètres.
Les résultats de trois expériences sont regroupés dans le document 4 ci-après.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Document 4. Résultats des expériences

Expérience	1	2	3
Fréquence f_B (Hz)	132	132	132
Fréquence f_A (Hz)	198	132	132
Déphasage à l'émission des signaux produits par les enceintes A et B		en phase	en opposition de phase
L (dB)	53±1	56±1	44±1

Remarque : Les incertitudes affichées dans ce document sont associées à des niveaux de confiance de 95%.

3.1. Les intervalles de confiance associés aux mesures des niveaux d'intensité sonores lors des expériences 1, 2 et 3 permettent-ils de conclure que les valeurs mesurées sont significativement différentes ? Justifier.

3.2. On note I l'intensité sonore associée au niveau d'intensité sonore L. Pour quelle expérience l'intensité I du son est-elle la somme des intensités des sons issus de chaque enceinte prise séparément ? On justifiera la réponse par un calcul.

3.3. Comme les ondes électromagnétiques, les ondes sonores peuvent donner lieu aux phénomènes de réflexion, réfraction, diffraction, interférences, etc.

3.3.1. Par comparaison avec les propriétés des ondes électromagnétiques monochromatiques, indiquer quel phénomène physique est responsable de la variation du niveau d'intensité sonore observée d'une expérience à l'autre dans le document 4. On apportera les précisions nécessaires permettant de justifier l'évolution du niveau d'intensité sonore.

3.3.2. Quelle expérience modélise le dispositif actif de réduction de bruit ? Justifier votre réponse.

4. Traitement numérique du bruit

Données :

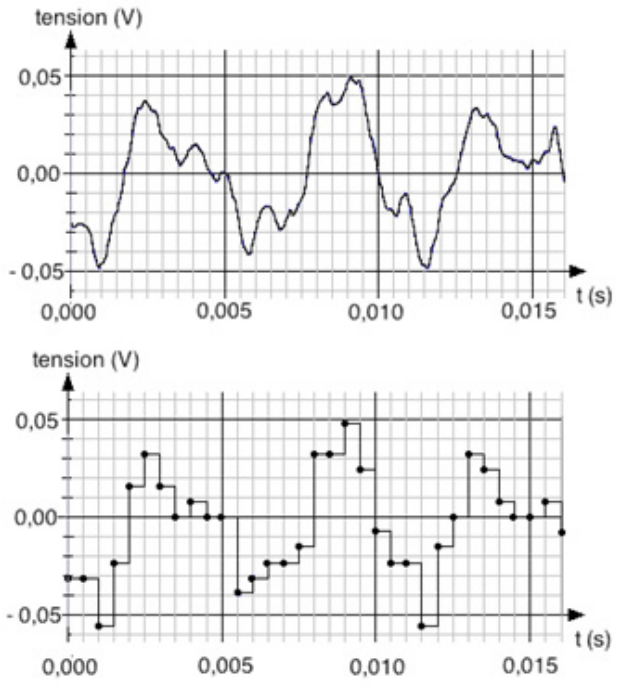
- le pas de quantification p d'un convertisseur sur n bits s'exprime par : $p = \frac{\Delta U}{2^n}$ où ΔU est la plage de conversion exprimée en volt ;
- la condition de Shannon indique que, pour numériser convenablement un signal, il faut que la fréquence d'échantillonnage soit au moins deux fois supérieure à la fréquence maximale du signal à numériser.

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

Le signal anti-bruit émis résulte d'un traitement numérique du bruit selon les étapes suivantes :
(a) le bruit est capté par un microphone ;
(b) le signal électrique correspondant est numérisé ;
(c) le signal numérique est traité pour produire le signal numérique anti-bruit ;
(d) le signal numérique anti-bruit est converti en signal analogique.

Les graphiques du document 5 ci-contre illustrent, pour une fréquence d'échantillonnage f_e et un pas de quantification p donnés, le début du processus de traitement.

Document 5. Numérisation du signal



4.1. À l'aide des graphiques ci-contre, calculer la fréquence f_e d'échantillonnage et estimer la valeur du pas p de la quantification.

4.2. La plage de conversion a pour valeur ΔU = 2 V. S'agit-il d'un codage sur 8 ou sur 16 bits ?

4.3. Dans le cas du casque, le bruit est traité par séquences enregistrées de durée 6,4 ms avec une fréquence d'échantillonnage de 20 kHz et un codage sur 8 bits.

4.3.1. Calculer en bit ou en octet la taille du fichier associé à la séquence numérisée de durée 6,4 ms.

4.3.2. La fréquence d'échantillonnage choisie remplit-elle la condition de Shannon dans le cadre du traitement des bruits dont les spectres sont donnés dans les documents 2 et 3 ? Justifier votre réponse.

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

EXERCICE III - AUTOUR DE L'ODEUR DE RHUM (5 points)



Le rhum est une boisson alcoolisée utilisée dans la conception de pâtisseries ou de cocktails et fabriquée à partir de canne à sucre. Ses particularités gustatives sont diverses et dépendent des variétés et du lieu de culture de la matière première employée.

L'industrie alimentaire met sur le marché de nombreux produits à odeur de rhum mais, pour des raisons économiques, beaucoup ne contiennent pas de rhum.
L'odeur de rhum donnée à ces produits provient alors de l'emploi d'un arôme artificiel constitué de méthanoate d'éthyle.

L'objectif de cet exercice est d'étudier et de comparer différentes méthodes d'obtention du méthanoate d'éthyle pour choisir la meilleure stratégie de synthèse.

Analyse et synthèse de documents

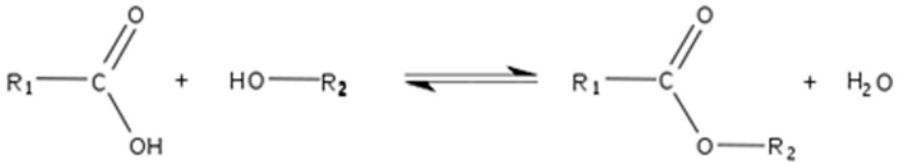
À partir de vos connaissances et des documents fournis, rédiger un paragraphe argumenté permettant de répondre à la problématique suivante (20 lignes environ) :

Quel protocole de synthèse le plus judicieux doit-on mettre en œuvre pour obtenir le méthanoate d'éthyle ?

Remarque :
L'ensemble de l'argumentation et les calculs doivent apparaitre de manière détaillée.

Document 1. Synthèse d'un ester par la réaction dite de Fischer

Cette réaction consiste à produire un ester et de l'eau à partir d'un alcool et d'un acide carboxylique.



Cette réaction est très lente en l'absence d'un catalyseur, limitée (l'état final est un état d'équilibre où réactifs et produits coexistent dans le milieu) et athermique.



H. E. Fischer (1852-1919)

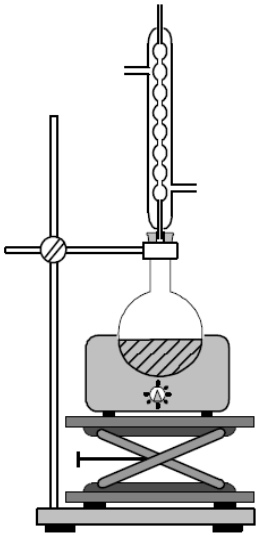
Document 2. Données physico-chimiques

	Ethanol	Acide méthanoïque	Méthanoate d'éthyle	Eau
Masse molaire moléculaire M (g.mol^{-1})	46	46	74	18
Température d'ébullition (°C)	78	101	55	100
Masse volumique ρ (g.mL^{-1})	0,789	1,22	0,918	1,00

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Document 3. Synthèse du méthanoate d'éthyle par différentes méthodes

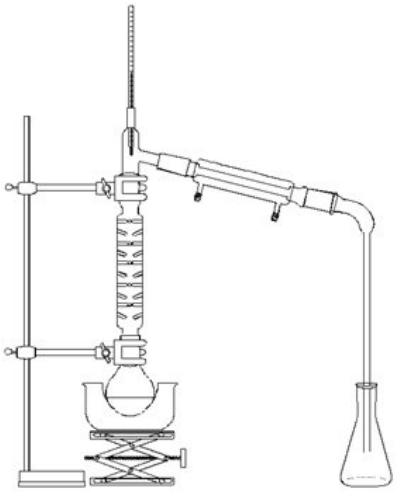
Protocole 1 :
Dans un ballon de 250 mL contenant 0,30 mol d'éthanol et quelques grains de pierre ponce, on ajoute 0,30 mol d'acide méthanoïque. Malgré un chauffage à reflux de plusieurs heures (montage ci-contre), la composition du système chimique n'évolue pas et on n'obtient pas le méthanoate d'éthyle désiré.



Protocole 2 :
Dans un ballon de 250 mL contenant 0,30 mol d'éthanol, 4 gouttes de solution d'acide sulfurique pur (H_2SO_4) et quelques grains de pierre ponce, on ajoute 0,30 mol d'acide méthanoïque. On chauffe à reflux jusqu'à l'obtention de tout l'ester possible. On obtient, après purification, un rendement de r_2 = 67%.

Protocole 3 :
Dans un ballon de 250 mL contenant 0,30 mol d'éthanol, 4 gouttes d'acide sulfurique pur (H_2SO_4) et quelques grains de pierre ponce, on ajoute 2,02 mol d'acide méthanoïque. On chauffe à reflux et lorsque l'équilibre est atteint, un dosage montre qu'il reste 1,73 mol d'acide méthanoïque.

Protocole 4 :
Dans un ballon de 250 mL contenant 0,30 mol d'éthanol, 4 gouttes d'acide sulfurique pur (H_2SO_4) et quelques grains de pierre ponce, on ajoute 0,30 mol d'acide méthanoïque.
Le ballon est surmonté d'une colonne à distiller et d'un réfrigérant, permettant la récupération d'un distillat (ci-contre). En tête de colonne, un thermomètre permet de suivre la température.
Celle-ci monte jusqu'à 55°C environ et se stabilise pendant un certain temps. Lorsque la température monte à nouveau, on arrête le chauffage.
Le volume de distillat recueilli dans l'erlenmeyer est de 23,4 mL.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer