15PYSCOPO1

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2015

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Obligatoire

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 6

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14.

**La feuille d'annexe (page 14/14)
EST À RENDRE AGRAFÉE À LA COPIE.**

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

15PYSCOPO1

EXERCICE I : PERFORMANCE D'UNE ATHLÈTE (10 points)

Originaire d'anciennes pratiques celtes, le lancer du marteau est une discipline de l'athlétisme qui consiste à lancer le plus loin possible un boulet auquel est fixé un câble en acier muni d'une poignée.
À cette fin, l'athlète fait d'abord prendre de la vitesse à son marteau en tournant sur lui-même (voir schéma ci-contre) sans sortir d'un cercle de lancement. Le marteau est ensuite lâché avant d'atterrir sur le sol.



D'après le site www.stickeramoi.com

Dans les parties 1 et 2 de cet exercice, on étudie un lancer de marteau réalisé par une athlète puis, dans la partie 3, le taux de créatinine dans le sang de l'athlète.

1. Étude du mouvement du boulet avant le lâcher du marteau par l'athlète

Pour simplifier l'étude, on suppose que l'athlète tourne sur elle-même autour d'un axe immobile vertical et que son bras est toujours tendu. Dans le référentiel terrestre, le mouvement du boulet est alors supposé plan et circulaire, accéléré dans un premier temps puis uniforme dans un deuxième temps.

1.1. À partir de la définition du vecteur accélération $\vec{a}$, justifier qualitativement l'existence d'une accélération lors d'un mouvement circulaire.

1.2. En justifiant la réponse, choisir parmi les schémas ci-dessous, celui qui correspond à un mouvement circulaire accéléré puis celui qui correspond à un mouvement circulaire uniforme.
Sur chaque schéma, les vecteurs vitesse $\vec{v}$ et accélération $\vec{a}$ sont représentés en un point de la trajectoire du boulet en vue de dessus.

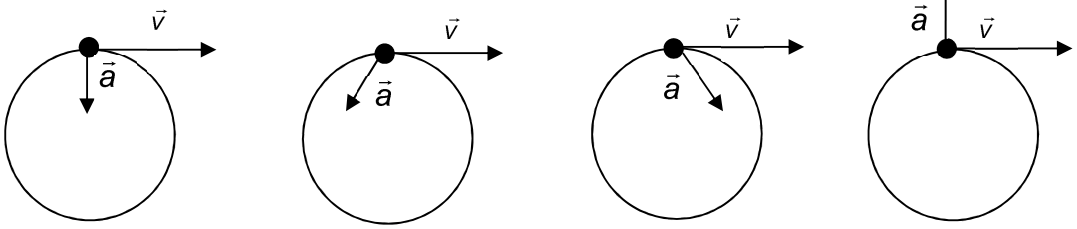


schéma 1 schéma 2 schéma 3 schéma 4

1.3. En appliquant la seconde loi de Newton, justifier le fait que, dans le cas du mouvement circulaire uniforme, le poids du boulet soit négligeable devant la force exercée par le câble sur le boulet. La vitesse v est égale à 26 $m.s^{-1}$, l'intensité de la pesanteur g à 9,8 $m.s^{-2}$ et le candidat proposera une valeur pour le rayon R de la trajectoire.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

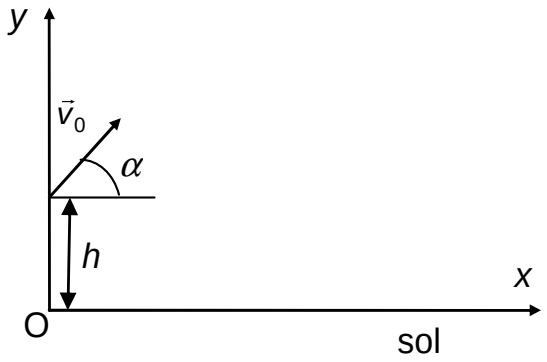
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Étude du mouvement du boulet après le lâcher du marteau par l'athlète

Données :

- le boulet du marteau est assimilé à un point matériel de masse m = 4,0 kg ;
- on négligera toute action de l'air ;
- intensité de la pesanteur : g = 9,8 m.s^{-2} ;
- vitesse initiale du boulet : v_0 = 26 m.s^{-1} ;
- angle d'envol : α = 45° ;
- hauteur du boulet au moment du lâcher : h = 3,0 m.

Pour cette étude, on associe au référentiel terrestre le repère (Ox, Oy), Oy étant dirigé suivant la verticale ascendante.
On négligera dans cette partie les actions du câble et de la poignée du marteau.
La trajectoire décrite par le boulet dépend de la valeur v_0 de la vitesse du boulet au moment de l'envol, de l'angle d'envol α et de la hauteur h du boulet au moment du lâcher à l'instant initial (t = 0) (On se référera au schéma ci-contre).



Les Jeux Olympiques de Londres

Les résultats de la finale féminine pour le lancer de marteau aux jeux Olympiques de Londres en 2012 sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Prénom Nom	Lancer en m	Classement
Tatyana Lysenko	78,18	1
Anita Wlodarczyk	77,60	2
Betty Heidler	77,12	3
Wenxiu Zhang	76,34	4
Kathrin Klaas	76,05	5
Yipsi Moreno	74,60	6
Aksana Miankova	74,40	7
Zalina Marghieva	74,06	8
Stephanie Falzon	73,06	9
Joanna Fiodorow	72,37	10
Mariya Bespalova	71,13	11
Sophie Hitchon	69,33	12

2.1. Montrer que les équations horaires du mouvement du boulet s'écrivent :

$$x(t) = v_0\cos(\alpha)\, t \quad \text{et} \quad y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0\sin(\alpha)\, t + h$$

On admet que la trajectoire du boulet s'écrit :

$$y = \frac{-gx^2}{2v_0^2\cos^2(\alpha)} + \tan(\alpha)\, x + h$$

2.2. En utilisant les données numériques relatives au lancé, déterminer le classement que l'athlète aurait obtenu aux Jeux Olympiques de Londres de 2012.

2.3. Parmi les trois courbes E_{P1}, E_{P2} et E_{P3} représentées sur l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, choisir en le justifiant celle qui correspond à l'évolution au cours du temps de l'énergie potentielle de pesanteur E_P du boulet pour le lancer effectué par l'athlète entre l'instant initial (t = 0) et l'instant où le boulet touche le sol.

2.4. En détaillant votre démarche, représenter sur le graphe de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, les courbes donnant les énergies cinétique E_c *et* mécanique E_m du boulet pour le lancer effectué par l'athlète entre l'instant initial (t = 0) et l'instant où le boulet touche le sol.

3. Créatine et créatinine chez l'athlète

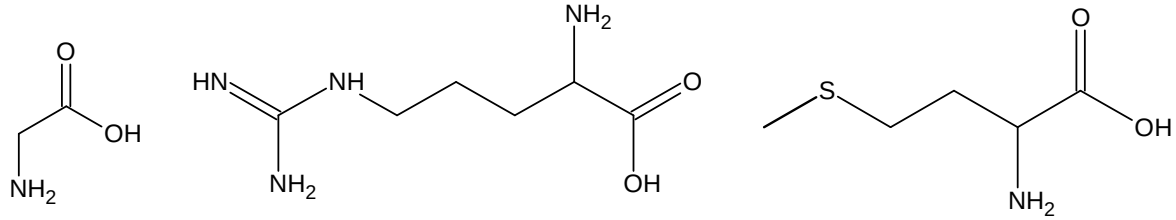
Données :

- masses molaires atomiques :

M(H) = 1 g.mol $^{-1}$; M(C) = 12 g.mol $^{-1}$; M(O) = 16 g.mol $^{-1}$; M(N) = 14 g.mol $^{-1}$.

3.1. Créatine et créatinine

La créatine présente dans le corps peut être d'origine exogène (c'est-à-dire apportée par les aliments) ou endogène (c'est-à-dire synthétisée dans l'organisme) ; sa synthèse s'effectue alors à partir de trois acides α-aminés : la glycine, l'arginine et la méthionine.

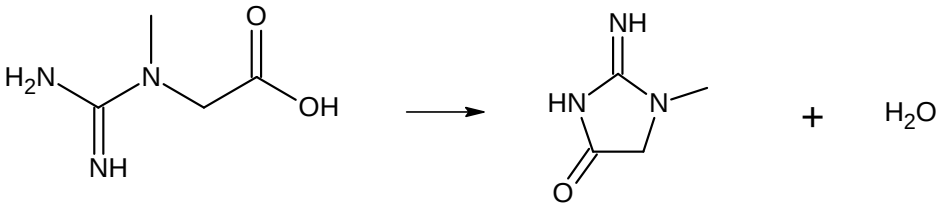


glycine arginine méthionine

La créatine contribue à l'apport en énergie aux cellules musculaires. Les besoins en créatine sont d'environ 2 g par jour pour un adulte ; il faut cependant y ajouter 1 à 2 g par jour pour le sportif de forte masse musculaire qui s'entraîne de manière très intense.

Lors du fonctionnement du muscle, de la créatine se déshydrate spontanément en créatinine qui passe dans le sang avant d'être filtrée par les reins et évacuée par voie urinaire.

Bilan de la déshydratation de la créatine :



créatine créatinine

Le taux de créatinine sanguine est normalement constant dans l'organisme mais sa valeur dépend de la masse musculaire de l'individu.
Les valeurs attendues dans le sérum sanguin sont chez la femme de 4 à 12 $mg.L^{-1}$.

3.1.1. Étude des acides α-aminés nécessaires à la synthèse de la créatine

a. Qu'est-ce qui est commun à tous les acides α-aminés ?
b. Indiquer, parmi les molécules d'acides α-aminés citées dans le texte, celles qui présentent des énantiomères. Justifier.
c. Utiliser la représentation de Cram pour représenter les deux énantiomères de la méthionine.

3.1.2. Déterminer la catégorie de la réaction de déshydratation de la créatine.

3.1.3. Déterminer la formule brute de la créatinine.

3.2. Dosage du taux de créatinine chez l'athlète

Pour doser le taux de créatinine dans le sérum sanguin de l'athlète, la méthode de Jaffé, décrite ci-dessous, est utilisée.

La créatinine réagit en milieu basique avec un excès d'acide picrique pour donner un composé orangé de picrate de créatinine (réaction de Jaffé). L'intensité de la couleur obtenue est directement proportionnelle à la concentration de créatinine de l'échantillon.

Dans trois tubes à essais, on réalise les mélanges suivants :

Tube 1 : 1,0 mL d'eau distillée ;
1,0 mL de solution d'hydroxyde de sodium ;
1,0 mL de solution d'acide picrique.

Tube 2 : 1,0 mL de sérum sanguin de l'athlète ;
1,0 mL de solution d'hydroxyde de sodium ;
1,0 mL de solution d'acide picrique.

Tube 3 : 1,0 mL d'une solution de créatinine de concentration C = 100 $\mu mol.L^{-1}$;
1,0 mL de solution d'hydroxyde de sodium ;
1,0 mL de solution d'acide picrique.

Le contenu de chaque tube est bien agité, puis est laissé au repos pendant 20 minutes.

La mesure de l'absorbance de la solution obtenue dans chacun des tubes est réalisée avec un spectrophotomètre dont la longueur d'onde est réglée à 500 nm. Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

	Tube 1	Tube 2	Tube 3
Absorbance	0,00	0,71	0,62

3.2.1. Déduire des résultats du dosage, si le taux de créatinine dans le sang de l'athlète est dans l'encadrement attendu ou non.

3.2.2. Proposer une cause possible d'un taux anormalement élevé de créatinine dans le sang de l'athlète.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II : ÉTUDE D'UN SONDEUR (5 points)

Les sondeurs sont des appareils de détection sous-marine utilisés au quotidien par les plaisanciers et les pêcheurs. Ils permettent par exemple de localiser un poisson en représentant sur un écran sa profondeur sous l'eau.

L'appareil est relié à une sonde supposée placée à la surface de l'eau qui envoie des impulsions ultrasonores dans l'eau en forme de cône avec une intensité maximale à la verticale de la sonde. Le signal réfléchi par le poisson appelé écho est capté par la sonde puis analysé par l'appareil en mesurant par exemple la durée entre l'émission et la réception ainsi que l'intensité de l'écho.
Le sondeur étudié dans cet exercice est embarqué dans un bateau immobile par rapport au fond marin.

Données :

- salinité de l'eau : S = 35 ‰ (pour mille) ;
- température de l'eau : θ = 10°C ;
- fréquence de l'onde ultrasonore du sondeur : f = 83 kHz ;
- ordre de grandeur de la taille d'une sardine adulte : 10 cm ;
- ordre de grandeur de la taille d'un thon adulte : 1 m.

Le candidat est invité à se référer aux informations données à la fin de l'exercice.

1. Après avoir justifié l'importance d'un capteur de température dans un sondeur, déterminer la valeur de la vitesse de propagation du son dans l'eau pour le sondeur parmi les valeurs suivantes :
   $1470\ m.s^{-1}$ $1525\ m.s^{-1}$ $1490\ m.s^{-1}$

2. En utilisant le document relatif à la réflexion des ondes acoustiques, déduire, en justifiant la réponse, si le sondeur étudié sera plus performant pour détecter un thon ou pour détecter une sardine, tous deux supposés à la même distance et perpendiculaires à la verticale de la sonde.

3. Déterminer la valeur de la profondeur d à laquelle est situé le poisson si la durée Δt mesurée par le sondeur entre l'émission du signal et la réception de l'écho après réflexion sur un poisson est égale à 32 ms.

4. Justifier la forme en « accent circonflexe » du signal observé sur l'écran du sondeur quand le poisson traverse horizontalement à vitesse constante le cône de détection du sondeur.

5. Quelle plage de mesure permet de déterminer la position du poisson avec la meilleure précision ? Justifier la réponse.

6. À quel(s) instant(s) une mesure basée sur l'effet Doppler permettra-t-elle d'évaluer la vitesse de déplacement du poisson ? Justifier la réponse.

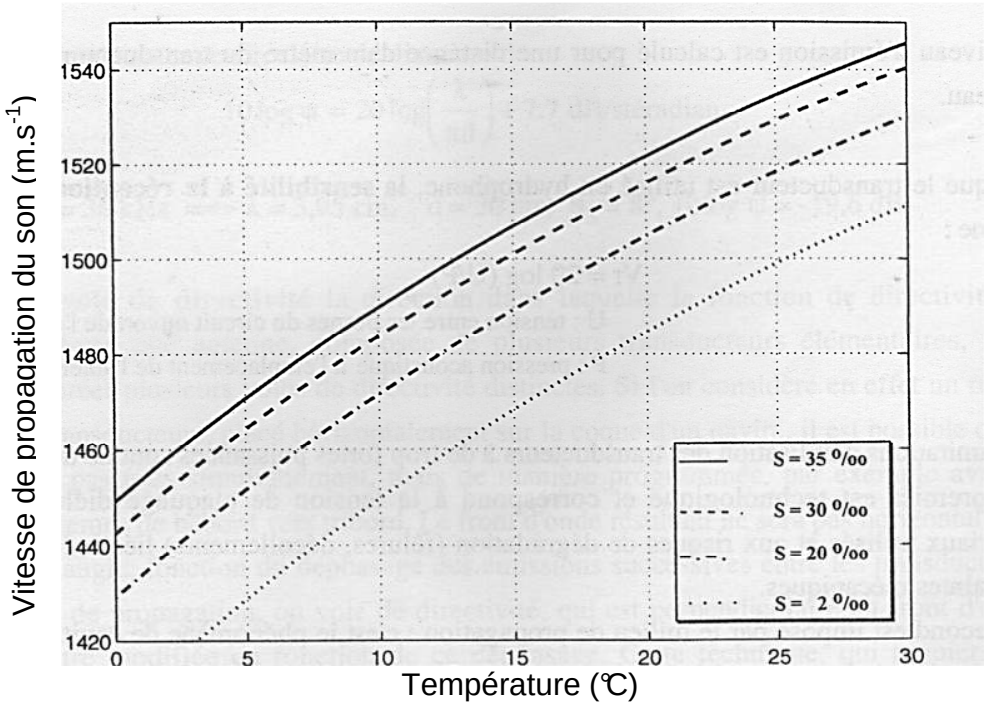
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

15PYSCOPO1

Vitesse de propagation du son dans l'eau

La vitesse de propagation v_{son} du son dans l'eau varie en fonction de plusieurs paramètres du milieu : température, salinité S (masse de sels dissous dans un kilogramme d'eau, exprimée ici en ‰) et pression c'est-à-dire la profondeur.
Pour de faibles profondeurs, nous pouvons utiliser le modèle de Lovett suivant :



D'après « Acoustique et pêche maritime » de Diner et Marchand, Ifremer

Réflexion des ondes acoustiques

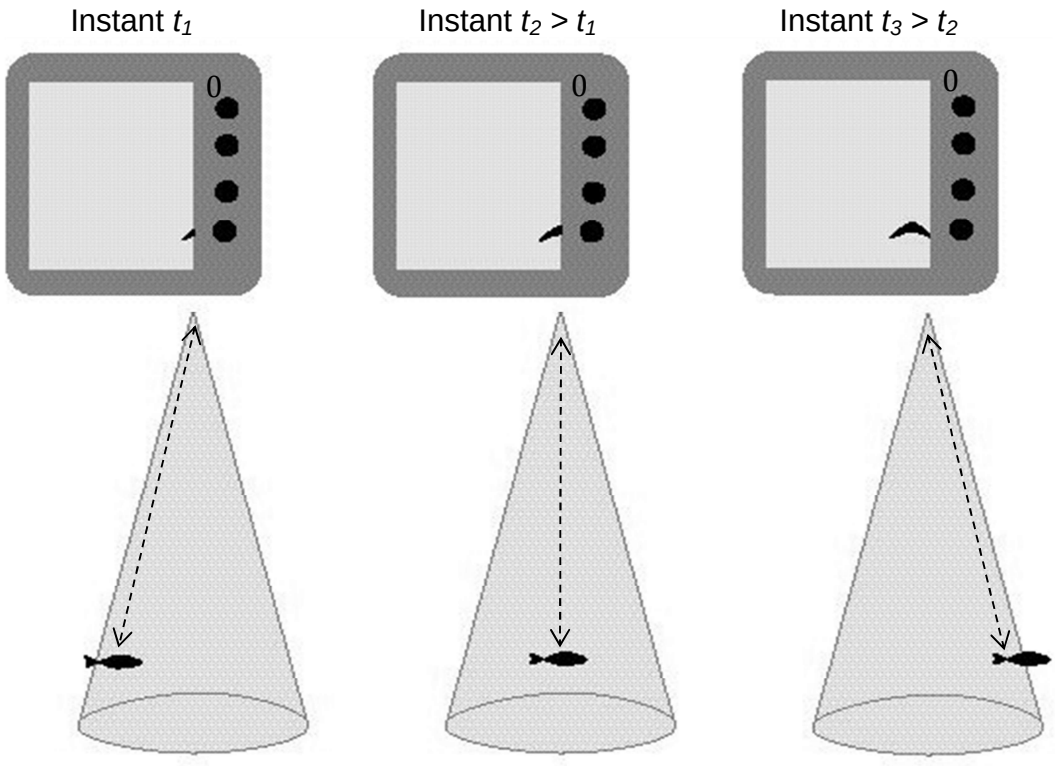
L'écho reçu après la réflexion d'une onde acoustique sur un poisson nécessite un traitement spécifique pour être interprété. En effet de nombreux facteurs influent sur l'intensité et la direction de propagation du signal.
Avant tout, la géométrie du système influe sur le signal, aussi bien celui émis par le sondeur que celui réfléchi par le poisson. Le poisson qui sert de réflecteur modifie l'onde de différentes façons. Si l'organisme marin est petit par rapport à la longueur d'onde, l'onde est réfléchie de façon très peu directionnelle, il se comporte comme un point diffusant et sa forme réelle a peu d'influence. Si sa taille est plus grande que la longueur d'onde alors la réflexion est directionnelle. Selon l'orientation du poisson, son anatomie et sa position par rapport à l'axe du signal émis, l'écho est plus ou moins déformé.

Pour la science, n°436, Février 2014

Image donnée par le sondeur

Plage de mesure verticale du sondeur (profondeur) : de 0 à p_{max} = - 50 m ou de 0 à p_{max} = -100 m.
Définition de l'image : 160 pixels verticaux.
Incertitude sur la définition de l'image : 1 pixel.

Le schéma ci-dessous transcrit l'image donnée à l'écran du sondeur pour trois dates successives lorsque le poisson étudié traverse à vitesse horizontale constante le cône de détection.
Chaque fois qu'une nouvelle mesure est effectuée par le sondeur, les anciennes se déplacent horizontalement vers la gauche sur l'écran, ce qui donne une impression de défilement.
Les dimensions mesurées verticalement sur l'écran sont proportionnelles aux distances réelles. Le niveau 0 (surface de l'eau) correspond au haut de l'écran. On considèrera que la taille du poisson est négligeable devant la profondeur mesurée.



D'après le site www.carnassiers.com

Effet Doppler lors d'une réflexion sur une cible mobile

Lors de la réflexion sur un obstacle en mouvement, la fréquence de l'onde réfléchie est différente de celle de l'onde incidente de fréquence *f*.

La valeur absolue de la variation de fréquence $|\Delta f|$ est donnée par : $|\Delta f| = \dfrac{2v\cos\alpha}{c} \times f$

avec : - *v*, la vitesse de déplacement de l'obstacle par rapport à la source ;
- *c*, la vitesse de propagation de l'onde ;
- α, angle entre la direction de déplacement de l'obstacle et celle de propagation de l'onde entre l'obstacle et l'observateur.

EXERCICE III : COMPOSITION D'UN MÉDICAMENT (5 points)

L'acide benzoïque, avant tout connu comme conservateur alimentaire (E 210), a également des propriétés antiseptiques, ce qui explique aussi son utilisation comme médicament. Il constitue l'un des principes actifs du Rhinamide®, spray liquide utilisé en cas de congestion nasale (nez bouché).

L'acide benzoïque $C_6H_5CO_2H$ est produit industriellement par oxydation partielle du toluène par le dioxygène en présence d'un catalyseur mais il peut aussi être synthétisé au laboratoire en deux étapes. Dans un premier temps, des ions benzoate $C_6H_5CO_2^-$ sont synthétisés par oxydation de l'alcool benzylique $C_6H_5CH_2OH$ par les ions permanganate MnO_4^- en milieu basique suivant la réaction d'équation :

$$3\ C_6H_5CH_2OH_{(aq)} + 4\ MnO_4^-{}_{(aq)} \rightarrow 3\ C_6H_5CO_2^-{}_{(aq)} + 4\ MnO_{2(s)} + 4\ H_2O_{(l)} + OH^-{}_{(aq)}$$

L'acide benzoïque est ensuite obtenu par une réaction acide-base mettant en jeu les ions benzoate.

Au laboratoire, une synthèse de l'acide benzoïque est réalisée en suivant le protocole décrit ci-après :

- introduire dans un ballon 1 g de carbonate de sodium, 2,0 g de permanganate de potassium $KMnO_4$, 50 mL d'eau, 2,0 mL d'alcool benzylique et 3 grains de pierre ponce, puis bien mélanger ;
- proposition A, B ou C ci-dessous :

  <u>proposition A :</u>
  - faire chauffer à reflux le mélange réactionnel pendant 20 minutes environ ;

  <u>proposition B :</u>
  - faire chauffer le mélange réactionnel dans un ballon pendant 20 minutes environ ;

  <u>proposition C :</u>
  - distiller le mélange réactionnel pendant 20 minutes environ ;
- après refroidissement, filtrer sous vide le contenu du ballon et recueillir le filtrat dans un grand bécher ;
- sous la hotte, placer le bécher dans un mélange eau-glace puis ajouter lentement et en agitant, environ 20 mL d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique ($H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) à 5 mol.L^{-1} : il se forme des cristaux blancs d'acide benzoïque ;
- recueillir ces cristaux par filtration sous vide et les rincer plusieurs fois avec un peu d'eau très froide ;
- placer ensuite les cristaux dans une soucoupe et les mettre à l'étuve ;
- réaliser alors un spectre IR du produit brut obtenu.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Données :

- masses molaires moléculaires :

Espèces chimiques	$C_6H_5CH_2OH$	$KMnO_4$	$C_6H_5CO_2H$
M (g.mol^{-1})	108	158	122

- masse volumique de l'alcool benzylique : ρ = 1,04 g.mL^{-1} ;

- solubilité de l'acide benzoïque dans l'eau: à 0°C, s = 1,7 g.L^{-1}
à 20°C, s = 2,9 g.L^{-1} ;

- solubilité de l'acide benzoïque dans l'éthanol : bonne ;

- conductivités molaires ioniques à 25°C :

Espèces ioniques	$C_6H_5COO^-$	HO^-	Na^+
λ(mS.m^2.mol^{-1})	3,23	19,9	5,01

- couples acide/base : $C_6H_5CO_2H_{(aq)}$ / $C_6H_5CO_2^-{}_{(aq)}$; $H_3O^+{}_{(aq)}$ / $H_2O_{(l)}$; $H_2O_{(l)}$ / $OH^-{}_{(aq)}$

- spectroscopie infrarouge :

Type de liaison	Nombre d'onde en cm^{-1}	Largeur de la bande	Intensité de l'absorption
O-H d'un groupe hydroxyle en phase condensée	3200-3400	large	forte
C-H	2900-3100	variable (bandes multiples)	moyenne à forte
O-H d'un groupe carboxyle	2500-3200	large	moyenne à forte
C=O	1650-1750	fine	forte

1. Étude du protocole de synthèse de l'acide benzoïque au laboratoire

1.1. Choisir, parmi les propositions A, B et C du protocole, celle permettant la synthèse de l'acide benzoïque. Justifier.

1.2. Montrer que les ions permanganate constituent le réactif limitant de la première étape de la synthèse dans ce protocole.

1.3. En analysant l'équation de la réaction de la première étape de la synthèse, justifier la nécessité de la première filtration.

1.4. Écrire l'équation de la réaction intervenant lors de l'ajout d'acide chlorhydrique.

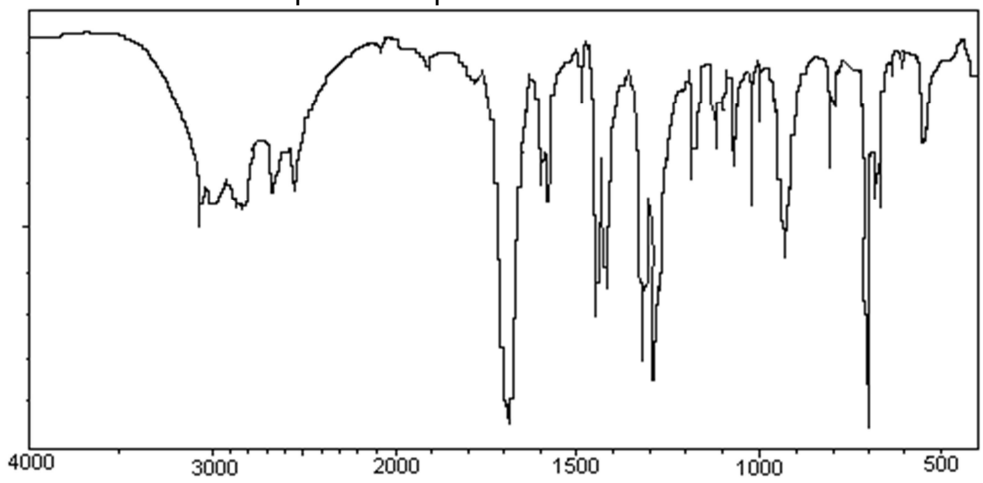
1.5. Pourquoi rince-t-on plusieurs fois les cristaux à l'eau froide ? Pourquoi les met-on à l'étuve ? Quand pourront-ils être sortis de l'étuve ? Justifier.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

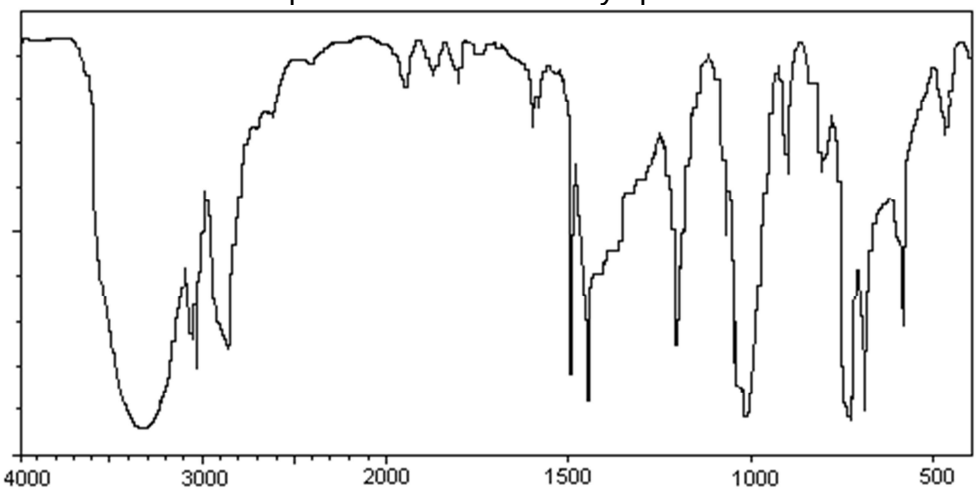
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.6. A l'issue de la synthèse réalisée au laboratoire, on réalise le spectre IR du produit brut obtenu. Par ailleurs, celui de l'alcool benzylique de départ a aussi été réalisé. Ces deux spectres sont reproduits ci-dessous, le nombre d'onde exprimé en cm^{-1} étant en abscisse.
Analyser ces spectres et conclure.

Spectre du produit brut obtenu :



Spectre de l'alcool benzylique :



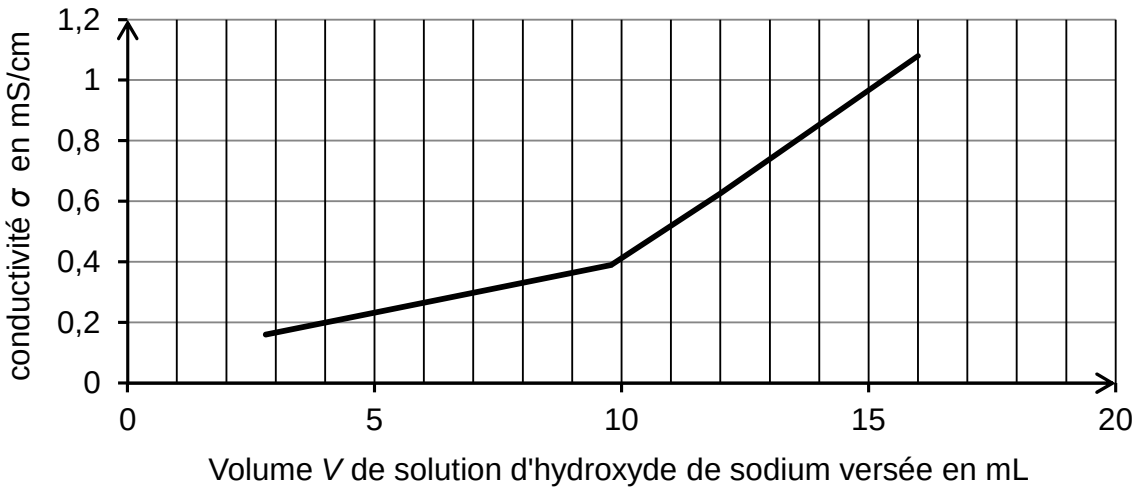
2. Analyse de la pureté du produit obtenu lors de la synthèse

Une masse de 0,12 g du produit brut est recueillie lors de la synthèse. Elle est dissoute dans environ 200 mL d'eau distillée. La solution obtenue est ensuite titrée par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) à 0,10 $mol.L^{-1}$.

L'équation de la réaction support du titrage est :

$$C_6H_5CO_2H_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow C_6H_5CO_2^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

Le titrage est suivi par conductimétrie et conduit au graphe représenté ci-après.



2.1. Interpréter qualitativement le changement de pente observé sur le graphe.

2.2. Que peut-on dire de la pureté du produit brut obtenu ? Une réponse quantitative est attendue.
Est-ce en accord avec l'analyse des spectres IR ?

3. Étude d'un des excipients du médicament

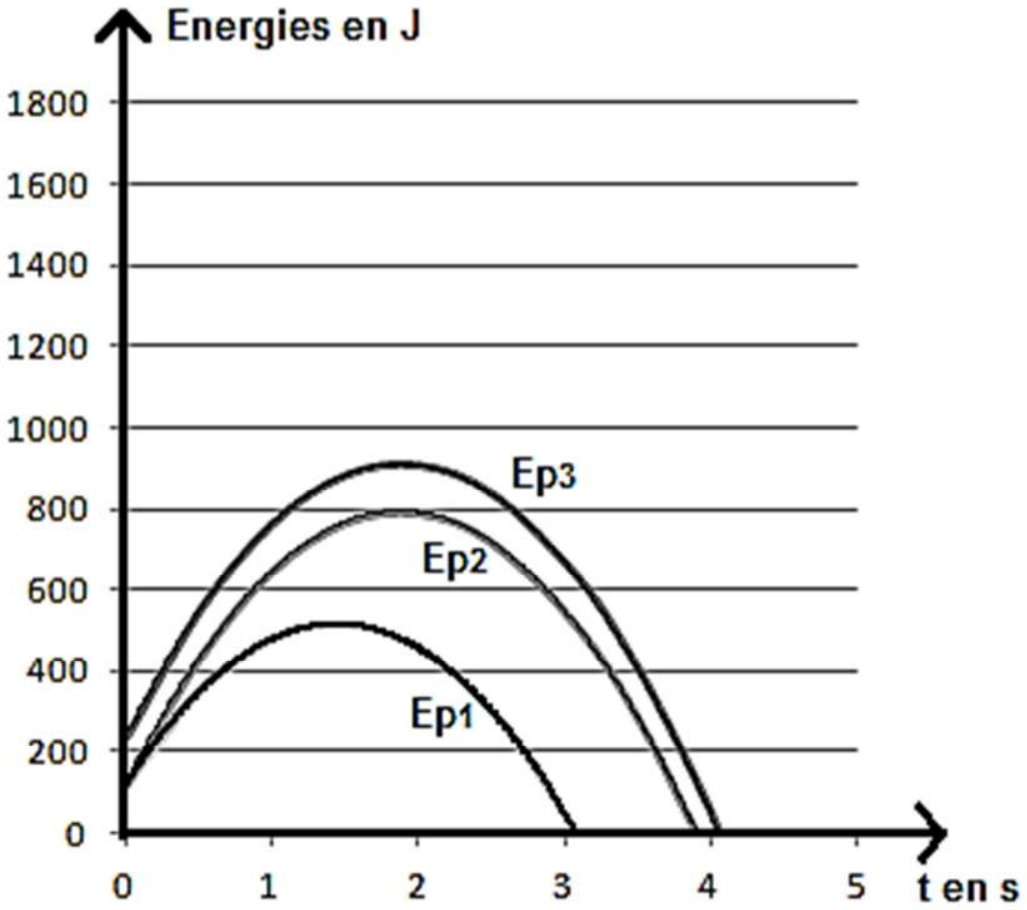
Dans la composition du Rhinamide®, il y a 200 mg d'acide benzoïque pour 100 mL de solution. Parmi les excipients du médicament, on trouve de l'eau purifiée et de l'éthanol.
Pourquoi à votre avis, le laboratoire pharmaceutique utilise-t-il ce mélange ?

15PYSCOPO1

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

Questions 2.3 et 2.4



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer