BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2017

PHYSIQUE-CHIMIE

Mardi 20 juin 2017

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 8 pages numérotées de 1 à 8 y compris celle-ci.

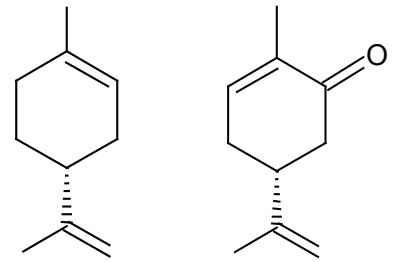
Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE I - SYNTHÈSE DE LA CARVONE À PARTIR DU LIMONÈNE (4 points)

La peau des oranges contient une huile essentielle constituée principalement d'un des énantiomères du limonène : le R-limonène, qui est responsable de leur odeur caractéristique. Le R-limonène sert de matière première pour produire des arômes dans l'industrie agroalimentaire, comme la R-carvone.

Dans cet exercice, on s'intéresse à la synthèse de la R-carvone à partir du R-limonène.



R-limonène R-carvone

Données :

- caractéristiques physiques :

Espèce chimique	R-limonène	nitrosochlorure de limonène	R-carvone	eau
Masse molaire moléculaire ($g.mol^{-1}$)	136,0	201,5	150,0	18,0
Masse volumique ($g.mL^{-1}$)	0,84	-	0,96	1,0

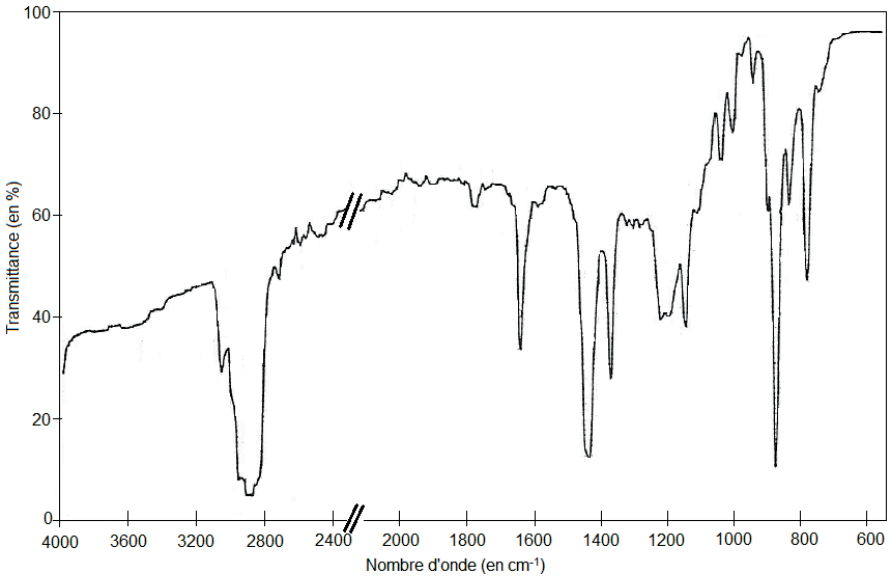
- données de spectroscopie infrarouge :

Liaison	O – H	C – H	C = O	C = C
Nombre d'onde (en cm^{-1})	3200 - 3400	2900 - 3200	1660 - 1725	1640 - 1660

1. Extraction du limonène

L'extraction de cette huile essentielle peut se faire par hydrodistillation. À partir de l'écorce de six oranges, on recueille 3,0 mL d'huile essentielle que l'on analyse par spectrophotométrie.

Spectre infrarouge de l'huile essentielle obtenue à partir des écorces d'orange



D'après : Chimie des couleurs et des odeurs, M. Capon, Culture et techniques.

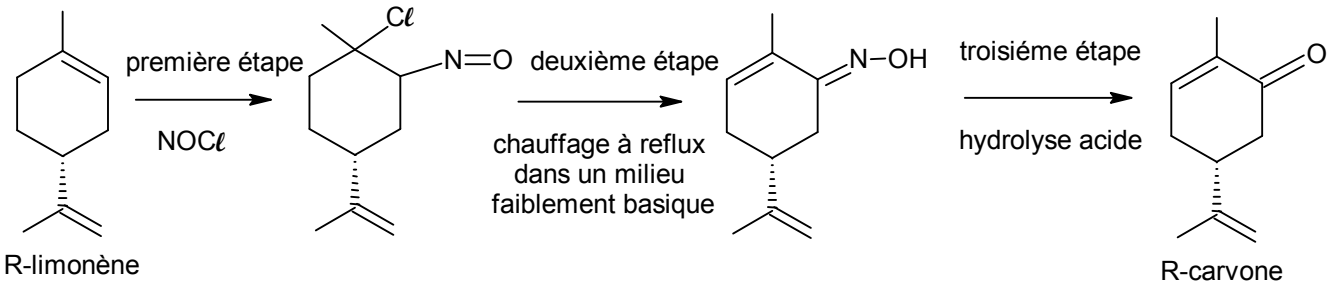
1.1. Représenter la formule semi-développée du R-limonène.

1.2. Montrer que le spectre infrarouge de l'huile essentielle recueillie est compatible avec la structure du R-limonène.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

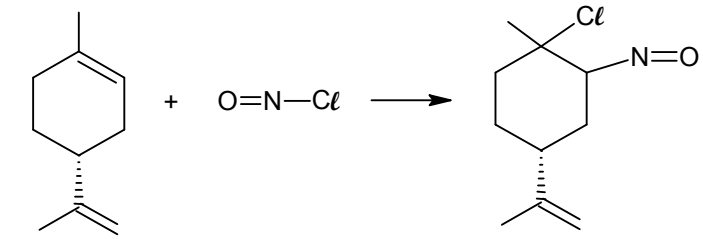
2. Synthèse de la R-carvone

La synthèse de la R-carvone s'effectue à partir du R-limonène en trois étapes schématisées ainsi :



La première étape de cette synthèse est décrite ci-dessous.

La réaction entre le limonène et le chlorure de nitrosyle NOCℓ en excès permet, après filtration, de recueillir un produit sous forme solide : le nitrosochlorure de limonène.

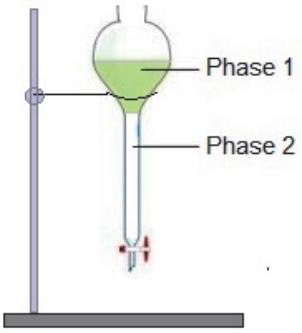


À l'issue de la synthèse, on recueille un mélange constitué de deux phases : une phase aqueuse et une phase organique constituée principalement de R-carvone. Cette phase organique est séparée de la phase aqueuse à l'aide d'une ampoule à décanter, puis la phase organique est séchée.

2.1. La R-carvone est une molécule chirale. Justifier.

2.2. Indiquer la catégorie de la réaction mise en jeu lors de la première étape de la synthèse. Justifier.

2.3. Le schéma de l'ampoule à décanter utilisée à l'issue de l'étape 3 de la synthèse est donné ci-contre.
Identifier la phase (phase 1 ou phase 2) où se situe la R-carvone. Justifier.



3. Des oranges à la carvone

On fait l'hypothèse que l'huile essentielle recueillie par hydrodistillation (partie **1.**) est uniquement constituée de R-limonène. Le rendement de la synthèse effectuée (partie **2.**) est de 30%**.**

3.1. Vérifier que la quantité de matière de R-limonène nécessaire à la synthèse de 13 g de R-carvone est égale à 0,29 mol.

3.2. Estimer le nombre d'oranges nécessaire pour synthétiser 13 g de R-carvone à partir du R-limonène extrait des peaux d'orange.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II - SON ET LUMIÈRE (11 points)

Pour obtenir un feu d'artifice qui produit son, lumière et fumée, on procède à l'éclatement d'une pièce pyrotechnique. Bien que produisant des effets différents, toutes ces pièces sont conçues selon le même principe. Un dispositif permet de projeter la pièce pyrotechnique vers le haut. Une fois que ce projectile a atteint la hauteur prévue par l'artificier, il éclate, créant l'effet « son et lumière » souhaité.

Le but de cet exercice est d'étudier la couleur observée, la trajectoire du projectile et le son émis.

Les caractéristiques de deux pièces pyrotechniques nommées « crackling R100 » et « marron d'air » sont consignées dans le tableau ci-dessous :

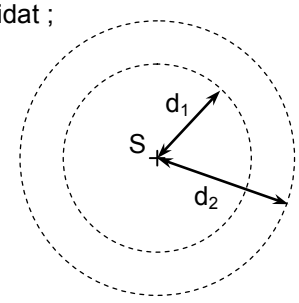
Caractéristiques constructeur	**Crackling R100**	**Marron d'air**
Masse	$2{,}8 \times 10^{2}$ g	40 g
Vitesse initiale	250 $km.h^{-1}$	200 $km.h^{-1}$
Niveau d'intensité sonore estimé à 15 m du point d'éclatement	Non renseigné	120 dB
Hauteur atteinte à l'éclatement	120 m	70 m
Durée entre la mise à feu et l'éclatement	3,2 s	2,5 s
Couleur de la lumière émise	Rouge (intense)	Blanc (peu intense)
Distance de sécurité recommandée	130 m	95 m

Données :

- domaines de longueur d'onde de la lumière visible :

Couleur	Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Domaine de longueurs d'ondes en nm	380 - 446	446 - 520	520 - 565	565 - 590	590 - 625	625 - 780

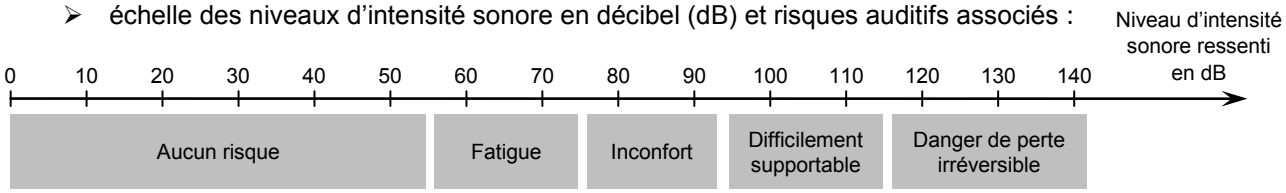
- constante de Planck : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J.s ;
- la valeur de la célérité de la lumière dans le vide est supposée connue du candidat ;
- 1 eV = $1{,}60 \times 10^{-19}$ J ;
- intensité du champ de pesanteur : $g = 9{,}81$ $m.s^{-2}$;
- au cours de la propagation d'une onde et en l'absence d'atténuation, le niveau d'intensité sonore L diminue avec la distance d à la source S suivant la formule :



$$L_2 = L_1 + 20.\log\left(\frac{d_1}{d_2}\right)$$

où L_2 est le niveau d'intensité sonore mesuré à la distance d_2 de la source et L_1 le niveau d'intensité sonore mesuré à la distance d_1 de la source (voir schéma ci-contre).

- échelle des niveaux d'intensité sonore en décibel (dB) et risques auditifs associés :



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1. Tout en couleur

Les feux d'artifice émettent de la lumière. Les phénomènes mis en jeu sont notamment l'incandescence et l'émission atomique. Il y a tout d'abord l'incandescence des particules d'oxyde métallique, formées lors de la combustion, qui va du « blanc rouge » (aux alentours de 1 000 °C) jusqu'au blanc éblouissant (vers 3 000 °C). Pour l'émission atomique, les électrons de l'atome sont excités thermiquement, ce qui leur permet de passer du niveau d'énergie fondamental à un niveau d'énergie supérieur ; au cours de leur retour vers le niveau d'énergie fondamental, l'énergie qu'ils avaient absorbée est émise sous forme de photons dont la longueur d'onde est caractéristique de l'atome.

D'après : http://www.ambafrance-cn.org/Feux-d-artifice-histoire-et-technologie

1.1. Le texte fait référence à deux processus d'émission de lumière. Citer chacun de ces processus et préciser, dans chaque cas, si le spectre de la lumière émise est un spectre de raies ou un spectre continu.

Le « crackling R100 » est principalement composé de strontium. Les photons émis par le strontium sont responsables de la couleur perçue lors de l'éclatement du « crackling R100 ». Le tableau ci-dessous regroupe les énergies des photons émis par le strontium :

	Photon 1	Photon 2	Photon 3
Énergie des photons (eV)	1,753	1,802	1,825

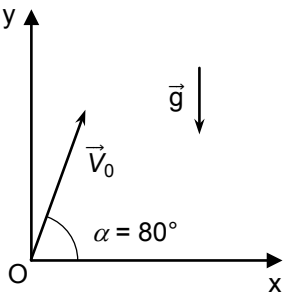
1.2. Déterminer la couleur perçue lors de l'émission du photon 3.

1.3. Sans effectuer de calcul supplémentaire, montrer que l'émission de ces trois photons permet d'expliquer la couleur de la lumière émise par le « crackling R100 ».

2. Étude des trajectoires des pièces pyrotechniques

On s'intéresse au mouvement de la pièce pyrotechnique jusqu'à son éclatement dans un référentiel terrestre supposé galiléen muni d'un repère (Ox,Oy). On étudie le mouvement d'un point M de la pièce « crackling R100 ». On prend l'instant du lancement comme origine des temps $t = 0$ s.

À cet instant, le vecteur vitesse initiale $\vec{V}_0$ de M fait un angle $\alpha = 80°$ par rapport à l'horizontal (schéma ci-contre).



2.1. Donner les expressions littérales des coordonnées du vecteur $\vec{V}_0$ en fonction de V_0 et α.

2.2. Montrer que, si on néglige toute action de l'air, le vecteur accélération de M noté $\vec{a}_M$ est égal au vecteur champ de pesanteur $\vec{g}$ dès que le projectile est lancé.

2.3. Montrer alors que les équations horaires du mouvement de M sont :

$x_M(t) = 12{,}1t$ et $y_M(t) = -4{,}91t^2 + 68{,}4t$ en exprimant $x_M(t)$ et $y_M(t)$ en mètres et le temps « t » en secondes.

2.4. Dans le cadre de ce modèle, déterminer, à l'aide des équations horaires, l'altitude théorique atteinte par le projectile à $t = 3{,}2$ s.

2.5. Sachant que l'éclatement se produit lors de la montée, expliquer l'écart entre cette valeur et celle annoncée par le constructeur.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

3. Le « marron d'air »

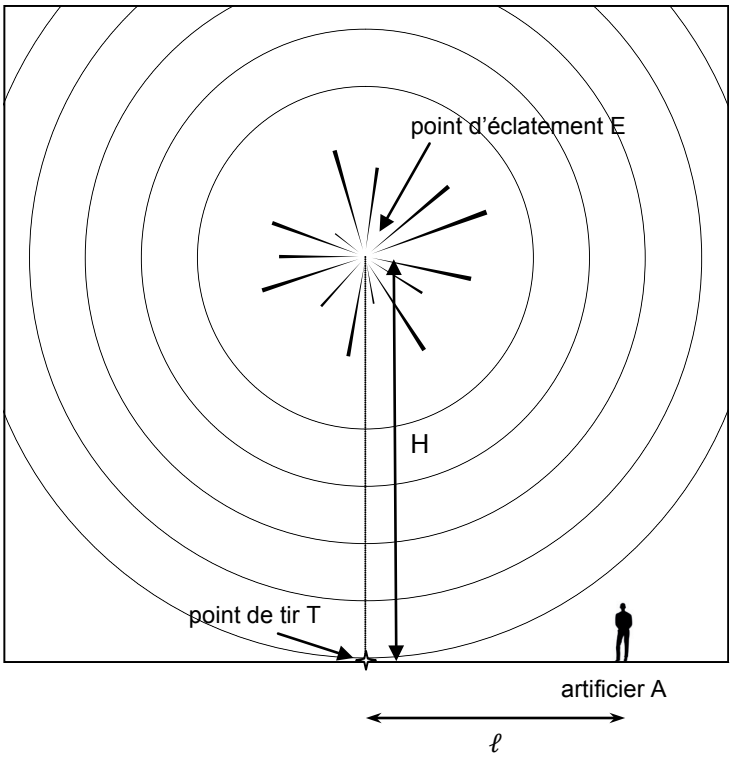
Au début et à la fin de chaque feu d'artifice, les artificiers utilisent une pièce pyrotechnique appelée « marron d'air » pour obtenir une détonation brève et puissante. Désireux de l'envoyer le plus haut possible, ils effectuent un tir vertical avec une vitesse initiale v_i . Par la suite, on suppose que la pièce n'éclate pas avant d'atteindre sa hauteur maximale *h*.

3.1. Dans l'hypothèse où l'énergie mécanique de la pièce pyrotechnique se conserve, montrer que la hauteur maximale *h* atteinte par cette pièce est donnée par la relation :

$$h = \frac{v_i^2}{2g}$$

3.2. Déterminer la valeur de la hauteur maximale atteinte *h*.

En réalité, arrivé à une hauteur H de 70 m, le « marron d'air » éclate au point E et le son émis se propage dans toutes les directions de l'espace. Un artificier A se trouve à la distance ℓ = 95 m recommandée par le constructeur du point de tir T du « marron d'air ».



Remarque : Sur ce schéma, les échelles de distances ne sont pas respectées.

3.3. Doit-on recommander à l'artificier le port d'un dispositif de protection auditive (casque, bouchons d'oreille,…) ? Justifier par un calcul.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE III - ÉLIMINER LE TARTRE (5 points)

Dans nos maisons, les dépôts de tartre sont nombreux. Ils se forment sur les robinets, dans les baignoires, les lavabos, les éviers, les lave-linge… Ces dépôts de tartre sont constitués de carbonate de calcium, de formule $CaCO_3(s)$. Ils peuvent être dissous en utilisant des solutions acides telles que les solutions de détartrants commerciaux.

Données :

- masse volumique de la solution commerciale de détartrant : $\rho_d = 1{,}04 \times 10^3$ g.L^{-1} ;
- masse volumique du carbonate de calcium : $\rho = 2{,}65 \times 10^6$ g.m^{-3} ;
- masses molaires : $M(HCl) = 36{,}5$ g.mol^{-1} ; $M(CaCO_3) = 100{,}1$ g.mol^{-1} ;
- aire de la surface extérieure totale d'un cylindre fermé de rayon R et de hauteur h : $2\pi R^2 + 2\pi Rh$.

1. Détermination de la concentration en acide chlorhydrique d'un détartrant commercial

L'étiquette d'un détartrant commercial indique : « acide chlorhydrique à 9 % » ce qui correspond à 9,0 g de $HC\ell$ (g) dissous dans de l'eau pour obtenir 100 g de solution détartrante. $HC\ell$ (g) réagit totalement avec l'eau pour former une solution d'acide chlorhydrique ($H_3O^+(aq) + C\ell^-(aq)$).

1.1. Montrer que la concentration molaire en acide chlorhydrique de la solution commerciale est de l'ordre de 2,6 mol.L^{-1}.

On souhaite vérifier ce résultat. Pour cela, on réalise le titrage de 10,0 mL de détartrant par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) de concentration molaire c_b égale à $1{,}0 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1}.

L'équation support du titrage est : $H_3O^+(aq) + HO^-(aq) \rightarrow 2\ H_2O(\ell)$.

1.2. Identifier les couples mis en jeu dans cette réaction acido-basique.

1.3. Montrer que, dans ces conditions, le volume de solution d'hydroxyde de sodium qu'il faudrait verser pour atteindre l'équivalence est supérieur au volume de la burette graduée de 25,0 mL.

Lors d'une activité expérimentale réalisée en classe, les élèves préparent une solution S en diluant 20 fois le détartrant commercial. Ils réalisent le titrage conductimétrique d'un volume $V_S = 10{,}0$ mL de la solution S par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c_b = 1{,}0 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1}, après avoir ajouté de l'eau distillée à la solution S.

La courbe de suivi conductimétrique du titrage réalisé par un groupe d'élèves est donnée ci-dessous.

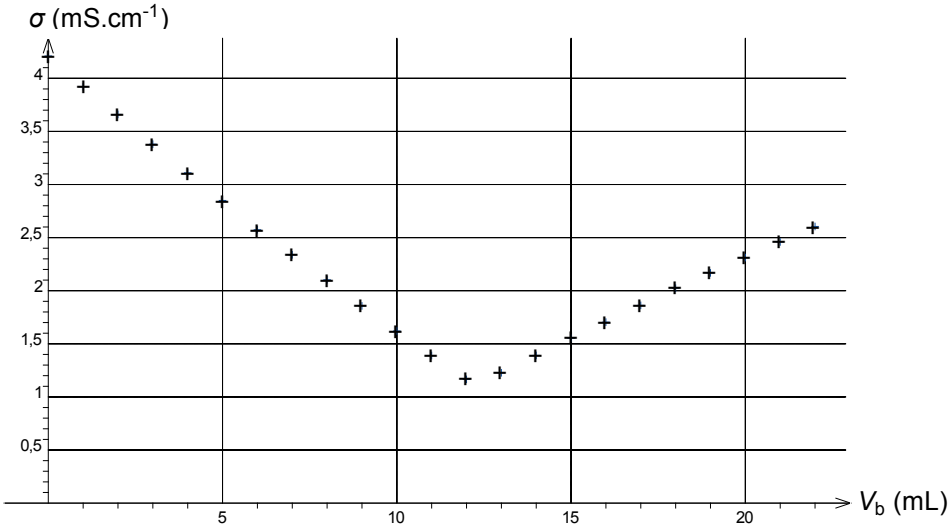


Figure 1. Variation de la conductivité σ en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1.4. Comment les élèves ont-ils résolu le problème soulevé à la question 1.3. ?

1.5. Déterminer la concentration molaire en ions $H_3O^+(aq)$ dans la solution diluée S. Ce résultat est-il compatible avec l'indication de l'étiquette du détartrant ?

2. Utilisation domestique du détartrant commercial

L'acide chlorhydrique agit sur le tartre selon la réaction d'équation :

$$2\ H_3O^+(aq) + CaCO_3(s) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + CO_2(g) + 3\ H_2O(\ell)$$

On souhaite détartrer la surface extérieure du tambour cylindrique fermé d'un lave-linge recouvert d'une épaisseur de calcaire d'environ 10 µm. Le schéma légendé du tambour est fourni **figure 2**.
Étant donnée la faible épaisseur de la couche de tartre, son volume est approximativement égal au produit de la surface extérieure du tambour par l'épaisseur de la couche de tartre.

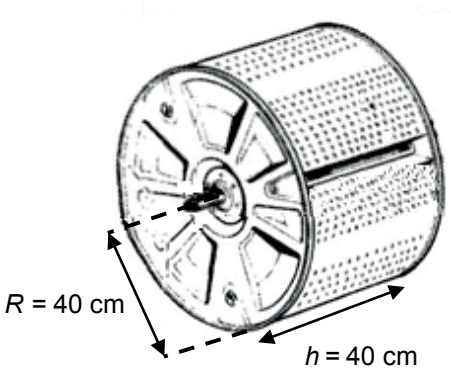


Figure 2. Schéma du tambour du lave-linge

2.1. Estimer le volume total de tartre déposé sur la surface extérieure du tambour du lave-linge.

Un flacon contient 750 mL de détartrant commercial de concentration molaire en ions $H_3O^+(aq)$ égale à 2,4 $mol.L^{-1}$.

2.2. Ce flacon est-il suffisant pour détartrer totalement le tambour du lave-linge ?

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

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