Session 2012

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

PHYSIQUE – CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 heures 30

Coefficient : 6

OBLIGATOIRE

L'usage de la calculatrice électronique est autorisé

Ce sujet comporte trois exercices présentés
sur 13 pages numérotées de 1 à 13, y compris celle-ci.

Les annexes (pages 11 à 13) sont à rendre avec la copie.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

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

Exercice I : Laboratoires en impesanteur (6,5 points)

Exercice II : Spectrophotométrie (5,5 points)

Exercice III : Nettoyants pour sols (4 points)

EXERCICE 1 - Laboratoires en impesanteur (6,5 points)

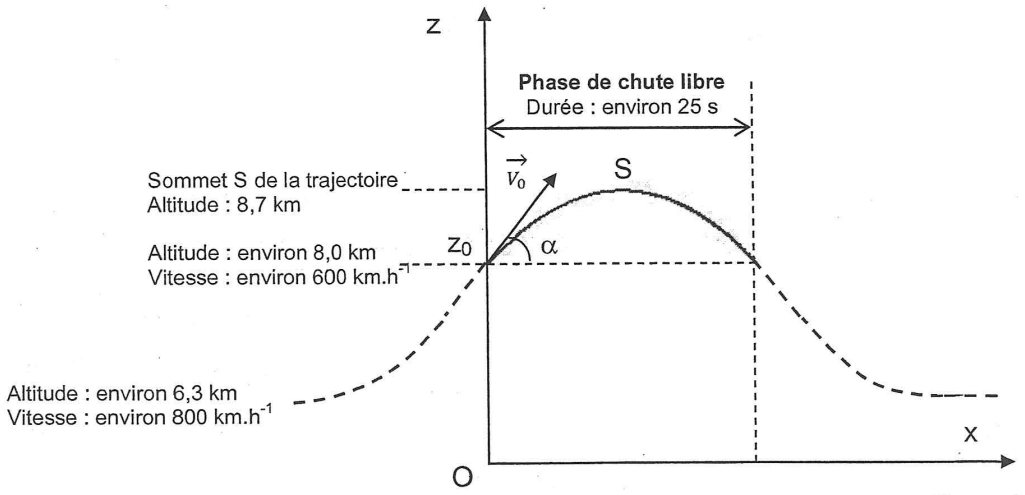
Au terme *apesanteur*, utilisé dans le langage courant, on préfère aujourd'hui celui d'*impesanteur*, en raison de la confusion orale entre *«la pesanteur»* et *«l'apesanteur»*. L'étude de l'influence de la pesanteur sur certains phénomènes physiques, chimiques ou biologiques nécessite de disposer de laboratoires en impesanteur. Cette situation d'impesanteur est obtenue à bord d'un « véhicule » tombant en chute libre : l'Airbus « A300 zéro G » en vol parabolique ou la station spatiale internationale (ISS) en orbite autour de la Terre.

1ère partie : Le vol parabolique de l'airbus "A300 zéro G"

Extrait d'un document scientifique du site *Educnet*.

"L'Airbus « Zéro G » qui est en vol horizontal à 6300 mètres d'altitude monte en se cabrant à 47°. Il est alors en hyper pesanteur […]. Le pilote diminue ensuite la poussée des réacteurs de façon à juste compenser le frottement de l'air et l'avion entre en phase de chute libre dès 8000 mètres. Son contenu est en impesanteur. Son élan lui permet d'atteindre 8700 mètres puis il retombe (phase descendante de la parabole). Après avoir remis les gaz à 8000 mètres et retrouvé une phase d'hyper pesanteur l'avion reprend son vol horizontal à 6300 mètres. L'opération dure environ une minute pour obtenir 25 secondes d'impesanteur ou micropesanteur […]."

http://www.educnet.education.fr/orbito/pedago/zerog/zerog2.htm



Le mouvement de l'avion de masse m est étudié pendant sa phase de chute libre dans le plan vertical xOz défini sur la figure précédente. Lors de cette phase, tout se passe comme si, en première approximation, l'avion n'était soumis qu'à la seule force de pesanteur.
A $t = 0$, l'altitude initiale est z_0, la vitesse du centre d'inertie de l'avion est $v_0 = 6{,}0\times10^2$ km.h^{-1} et l'inclinaison du vecteur-vitesse initiale $\vec{v_0}$ par rapport à l'horizontale est $\alpha = 47°$.
Le champ de pesanteur est supposé uniforme et de valeur $g = 9{,}8$ m.s^{-2}.

1.1 En appliquant la 2ème loi de Newton à l'avion, déterminer l'expression du vecteur-accélération $\vec{a}$ de son centre d'inertie. En déduire les coordonnées a_x et a_z de ce vecteur-accélération.

1.2.1 Etablir l'expression littérale des coordonnées $v_x(t)$ et $v_z(t)$ du vecteur-vitesse $\vec{v}$ du centre d'inertie de l'avion à la date t.

1.2.2 Montrer que l'on peut considérer que les expressions numériques des coordonnées de ce vecteur-vitesse en unités SI (système international) vérifient :

$$v_x(t) = 1{,}1\text{x}10^2 \qquad \text{et} \qquad v_z(t) = -9{,}8t+1{,}2\text{x}10^2$$

1.3. Au sommet S de la trajectoire la coordonnée verticale v_z du vecteur-vitesse du centre d'inertie de l'avion est nulle.

1.3.1 Expliquer pourquoi $v_z = 0$ en S.

1.3.2 En déduire à partir de l'expression de $v_z(t)$ établie à la question 1.2.2, que la durée de la phase ascendante de chute libre de l'avion est d'environ 12 s.

1.4.1 En utilisant les résultats de la question 1.2.2, établir les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ du mouvement de l'avion.

1.4.2 En déduire la valeur de l'altitude maximale atteinte par l'avion. Cette valeur est-elle compatible avec celle fournie dans l'extrait du document scientifique ?

2ème partie : Caractéristiques du mouvement de la station ISS

La station spatiale internationale (ISS) est un gigantesque laboratoire spatial d'environ 400 tonnes, en orbite autour de la Terre à une altitude d'environ 350 km. L'équipage est généralement constitué de six astronautes restant en mission pendant plusieurs mois pour assurer des travaux de maintenance et des tâches scientifiques.

Le mouvement du centre d'inertie de la station ISS est étudié dans le référentiel géocentrique supposé galiléen. On note m la masse de l'ISS et z son altitude par rapport au sol terrestre. On considère que le satellite est en mouvement circulaire uniforme sous l'action de la seule force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre. L'objectif de cette partie est de vérifier quelques caractéristiques du mouvement de ce satellite.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Données :

Constante de gravitation universelle	$G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ m^3.s^{-2}.kg^{-1}$
Masse de la Terre	$M_T = 6{,}0 \times 10^{24}\ kg$
Rayon terrestre	$R_T = 6{,}4 \times 10^{3}\ km$
Altitude de l'ISS	$z = 3{,}5 \times 10^{2}\ km$

2.1 Représenter qualitativement, sur la figure en **annexe à rendre avec la copie,** la force $\vec{F}$ d'attraction gravitationnelle s'exerçant sur la station spatiale.
Donner l'expression littérale de la norme F de cette force d'attraction gravitationnelle.

2.2 En appliquant la 2ème loi de Newton à la station spatiale, établir l'expression de la norme a du vecteur-accélération $\vec{a}$ de son centre d'inertie.
Représenter qualitativement ce vecteur-accélération $\vec{a}$ sur la figure en **annexe à rendre avec la copie.**

2.3 On rappelle que pour un satellite en mouvement circulaire uniforme autour d'un astre, sur une orbite de rayon r, la norme a de l'accélération du centre d'inertie du satellite est liée à la vitesse orbitale v de ce dernier par la relation :

$$a = \frac{v^2}{r}$$

2.3.1 Etablir l'expression littérale de la norme de v de la vitesse du satellite en fonction des constantes G, M_T, R_T et de l'altitude z.

2.3.2 Calculer la valeur numérique de la vitesse orbitale du satellite.

2.3.3 Exprimer la période T de révolution du satellite en fonction de v, R_T et z.

2.3.4 Déterminer la valeur numérique de cette période de révolution. En déduire le nombre de révolutions effectuées chaque jour par la station spatiale.

3ème partie : Comparaison

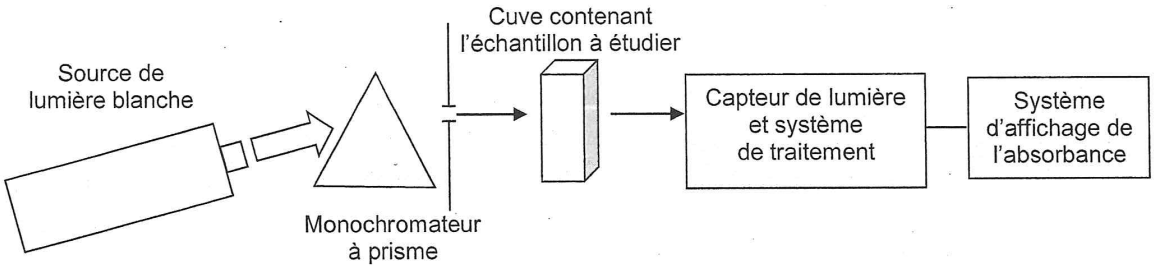
Quel est l'atout principal des expériences en impesanteur réalisées à bord de la station ISS par rapport à celles effectuées lors des vols paraboliques de l'airbus A300 Zéro-G ?

Exercice II – Spectrophotométrie (5,5 points)

La lumière est un « outil » précieux en chimie analytique. En effet, toute espèce chimique est susceptible d'interagir avec des radiations lumineuses. Par exemple, une espèce colorée X absorbe certaines radiations visibles.

Le principe de la spectrophotométrie repose sur la mesure de l'absorbance A de l'espèce X en solution dans un solvant Y. Cette grandeur A est le résultat de la comparaison de deux intensités lumineuses : celle d'une radiation monochromatique ayant traversé une cuve transparente contenant le solvant Y, et celle de la même radiation émergeant de la même cuve contenant la solution de l'espèce X dans le solvant Y.

Schéma de principe d'un spectrophotomètre à prisme



1ère partie : Lumière et spectrophotométrie

1.1 Donner les valeurs limites des longueurs d'onde du spectre visible dans le vide et les couleurs correspondantes.

1.2 Situer, du point de vue de leur longueur d'onde, les rayonnements ultraviolets et infrarouges par rapport au spectre visible.

1.3 Le rôle du monochromateur dans un spectrophotomètre est de sélectionner une radiation monochromatique particulière. Donner la définition d'une lumière monochromatique.

1.4 Certains monochromateurs comportent un prisme de verre.

1.4.1 Définir l'indice de réfraction n d'un milieu transparent.

1.4.2 De quel paramètre caractéristique d'une radiation lumineuse dépend l'indice n pour un milieu transparent donné ?

1.4.3 Le prisme de verre décompose la lumière blanche. Nommer le phénomène responsable de cette décomposition et le décrire brièvement en quelques lignes.

1.4.4 Lors d'une réfraction air-verre, la déviation d'une radiation lumineuse est d'autant plus importante que la longueur d'onde de la radiation est faible. Sans faire de calcul, compléter la figure de la feuille annexe (**à rendre avec la copie**) en y faisant figurer le trajet d'un rayon lumineux bleu et d'un rayon rouge à l'intérieur du prisme et après sa sortie.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

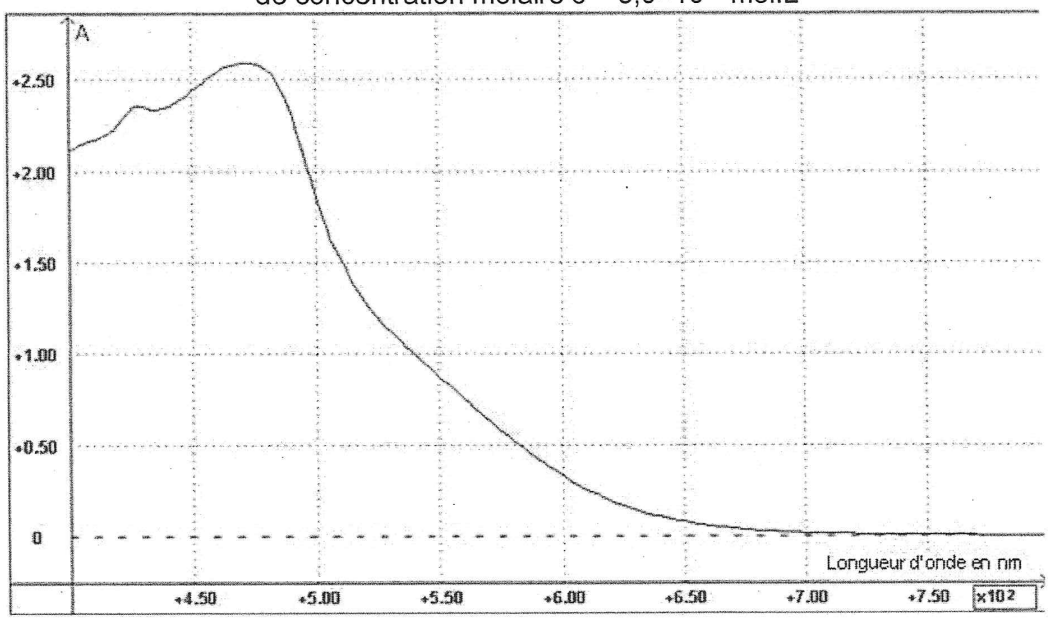
2ème partie : Dosage colorimétrique par étalonnage

On se propose de déterminer la concentration en diiode dans une teinture d'iode officinale. On commence par diluer 200 fois la teinture d'iode (trop concentrée pour une étude spectrophotométrique directe). La solution aqueuse obtenue à l'issue de cette dilution est appelée solution S.

Par ailleurs, on dispose d'un ensemble de solutions aqueuses de diiode notées D_i (D_1, D_2, etc) de concentrations connues toutes différentes. Ces solutions ont des colorations proches de celle de la solution S.

Données :

Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de diiode de concentration molaire $c = 3{,}0\times10^{-3}$ mol.L^{-1}



Masse molaire atomique de l'iode : 127 g.mol^{-1}

Écart relatif entre une valeur expérimentale G_{exp} et une valeur attendue G_a d'une grandeur quelconque G : $\left|\frac{G_{exp} - G_a}{G_a}\right|$

2.1 On peut trouver expérimentalement un encadrement de la concentration en diiode de la solution S, sans utiliser un spectrophotomètre.

2.1.1 Expliquer brièvement la méthode.

2.1.2 Pourquoi lors de la mise en œuvre de cette méthode, faut-il que les récipients utilisés (tubes à essais ou béchers) soient tous identiques ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.2 A l'aide d'un spectrophotomètre, on mesure l'absorbance A_i de chaque solution D_i de diiode, puis celle de la solution S.

2.2.1 Donner la valeur d'une longueur d'onde qui vous paraît bien appropriée pour ces mesures. Justifier brièvement.

2.2.2 On obtient les résultats suivants :

Concentration C de la solution en $\mu mol.L^{-1}$	50	100	250	500	750	1000
Absorbance A de la solution	0,041	0,10	0,22	0,46	0,70	0,87

Absorbance de la solution S : A = 0,78.

La courbe d'étalonnage de l'absorbance en fonction de la concentration molaire C en diiode est fournie en annexe.

La relation entre l'absorbance A et la concentration C est appelée loi de Beer-Lambert. Elle s'écrit : $A = k \times C$ avec k une constante et C la concentration molaire de l'espèce colorée dans la solution. La courbe d'étalonnage obtenue est-elle en accord avec cette loi ? Justifier.

2.2.3 Déterminer graphiquement la concentration molaire $C_{S.exp}$ en diiode de la solution S. En déduire la concentration molaire C_{exp} en diiode de la teinture d'iode officinale.

2.3 La teinture d'iode officinale est étiquetée à 5,0 % en masse de diiode. Sa masse volumique est $\rho = 9{,}0 \times 10^2$ $g.L^{-1}$.

2.3.1 A partir de ces données, vérifier que la concentration massique C_m en diiode attendue dans cette teinture est 45 $g.L^{-1}$.

2.3.2 En déduire la valeur de la concentration molaire attendue en diiode dans cette teinture. On la notera C_a.

2.3.3 Calculer l'écart relatif entre la valeur expérimentale C_{exp} à la valeur C_a. Conclure.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Exercice III - Nettoyants pour sols (4 points)

Les produits d'entretien ménager peuvent contenir certaines substances chimiques ayant un impact négatif sur l'environnement et la santé. Les agences régionales de l'environnement ont pour mission d'informer et de sensibiliser le public. Sur le site de l'une d'elles, on trouve le texte suivant.

Les produits ménagers : nettoyez sans polluer !

Les produits d'entretien peuvent contenir des substances chimiques dont certaines ne sont pas biodégradables et dont les impacts sur l'environnement et la santé sont douteux voire négatifs. […]

Nettoyants pour les sols :
Ils contiennent parfois du ***LAS*** *(linear-alkylbenzène-sulfonate), un tensioactif pétrochimique […], particulièrement nocif pour l'environnement […] et pour la santé provoquant parfois irritations ou allergies respiratoires (pollution de l'air intérieur).[…]*

Alternatives :
Un simple coup de balai ou d'aspirateur suffit généralement ; si besoin, nettoyez le sol à l'eau claire. S'il est particulièrement sale, ajoutez dans le seau un peu de ***savon noir****. Deux ou trois produits de base, écologiquement irréprochables, comme le savon noir (ou savon gras),* ***l'huile de lin*** *ou le vinaigre blanc suffisent pratiquement à résoudre tous les problèmes. Adjoignez-leur à la rigueur un produit multi-usages réellement vert (à base végétale ou biodégradable à au moins 98 % en quelques jours) et le tour est joué.*

http://www.arehn.asso.fr/agence/agence.html

Données :

Acide gras	Formule semi-développée	Formule simplifiée
Acide α-linolénique	CH_3-CH_2-$(CH=CH-CH_2)_3$-$(CH_2)_6$-COOH	$C_{17}H_{29}$-COOH
Acide linoléique	CH_3-$(CH_2)_4$-$(CH=CH-CH_2)_2$-$(CH_2)_6$-COOH	$C_{17}H_{31}$-COOH
Acide oléique	CH_3-$(CH_2)_7$-CH=CH-$(CH_2)_7$-COOH	$C_{17}H_{33}$-COOH
Acide stéarique	CH_3-$(CH_2)_{16}$-COOH	$C_{17}H_{35}$-COOH

1ère partie : L'huile de lin

L'huile de lin est constituée en majeure partie d'un mélange de triglycérides issus des acides gras suivants :

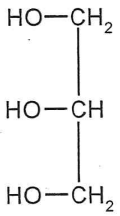
- l'acide α-linolénique (45 à 70 %) ;
- l'acide linoléique (12 à 24 %) ;
- l'acide oléique (10 à 21 %) ;
- quelques acides gras saturés comme l'acide stéarique.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

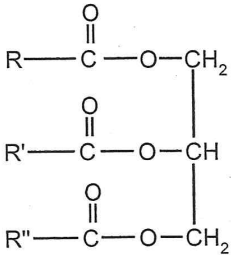
1.1 L'acide stéarique est un acide gras saturé alors que l'acide α-linolénique, l'acide linoléique et l'acide oléique sont des acides gras insaturés.
Quelle est la caractéristique commune de ces molécules justifiant le qualificatif "insaturé" ?

1.2 Les triglycérides présents dans la nature peuvent être synthétisés par réaction entre le glycérol et des acides gras de formule générale R-COOH.

Le glycérol



Formule générale d'un triglycéride



1.2.1 A quelle famille de composés organiques appartient le glycérol ? Justifier.

1.2.2 A quelle famille de composés organiques appartient un triglycéride ? Justifier.

2ème partie : Fabrication du savon noir

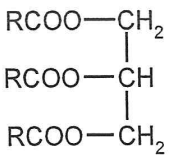
Le savon noir est un savon mou de couleur naturellement ambrée sombre, résultant de la saponification de l'huile de lin par la potasse (solution d'hydroxyde de potassium $K^+_{(aq)}+HO^-_{(aq)}$).
Dans cette partie, on considèrera que l'huile de lin est constituée uniquement du triglycéride issu de l'acide α-linolénique, que l'on appellera composé T.

Données :

Masse molaire du composé T : $M_T = 872\ g.mol^{-1}$

Masse molaire du savon : $M_S = 316\ g.mol^{-1}$

Formule du triglycéride T :



2.1 Quelle est la formule brute du groupe R dans le triglycéride T ?

2.2 Compléter sur la feuille annexe à rendre avec la copie l'équation de la réaction correspondant à la saponification du composé T par la potasse.
Encadrer le produit de la réaction correspondant au savon.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.3 Au laboratoire, on réalise cette synthèse à partir de 20 g d'huile de lin et 20 mL de solution de potasse à 5,0 mol.L^{-1}
On porte ce mélange à ébullition, additionné de 20 mL d'éthanol et de quelques grains de pierre ponce, pendant 30 minutes.

2.3.1 Quel dispositif expérimental utilisera-t-on pour réaliser cette synthèse ? Expliquer l'intérêt de ce dispositif.

2.3.2 Déterminer les quantités de matière initiales de réactifs.

2.3.3 Compléter le tableau d'évolution du système fourni en annexe. Sachant que la transformation est totale, déterminer la quantité de matière de savon synthétisé.

2.3.4 Déterminer alors la masse de savon synthétisé.

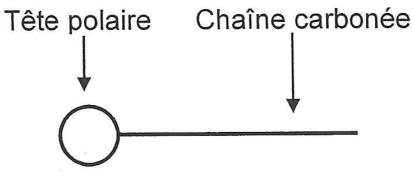
3ème partie: Action du savon

3.1 Les propriétés détergentes du savon, c'est-à-dire son aptitude à enlever les salissures, sont dues à la structure particulière de l'anion carboxylate $RCOO^-$. Sa tête polaire constituée du groupe $-COO^-$ et la longue chaîne carbonée R ont des propriétés antagonistes.

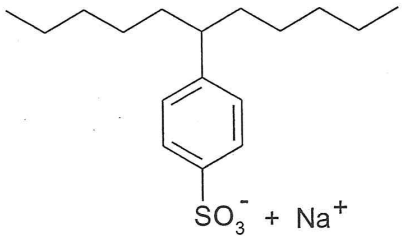
3.1.1 Nommer les propriétés des deux parties de cet ion.

3.1.2 En utilisant la représentation symbolique suivante, dessiner sur le **schéma de la feuille annexe à rendre avec la copie** quelques ions carboxylate du savon au niveau de l'interface entre la salissure graisseuse et l'eau.

Schématisation de l'ion carboxylate



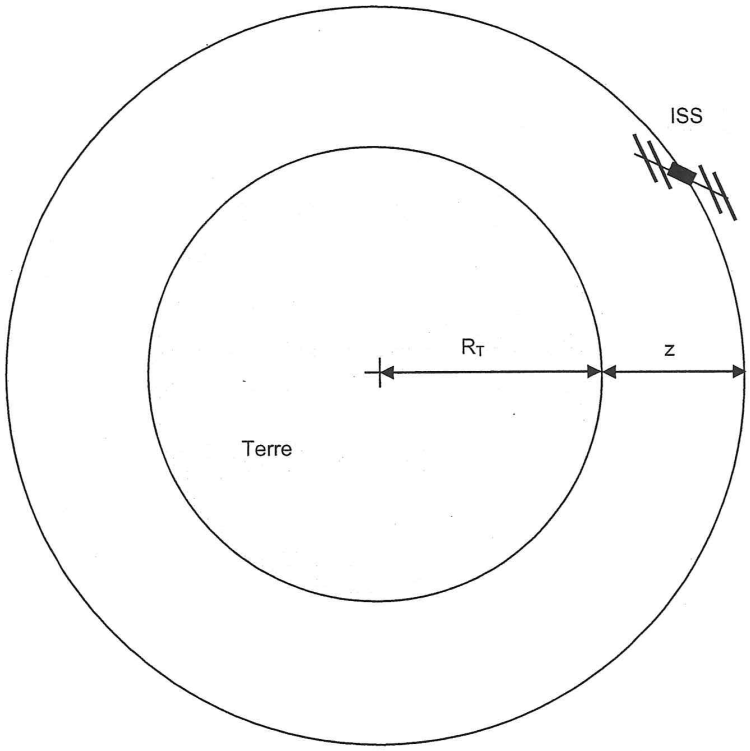
3.2 La formule du LAS (linear-alkylbenzène-sulfonate) est la suivante :



Montrer que l'anion associé au cation Na^+ possède une action détergente, du fait de sa structure analogue à celle de l'anion carboxylate du savon.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

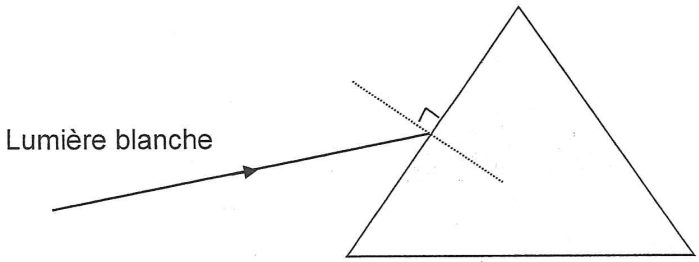
Annexe de l'exercice I à rendre avec la copie



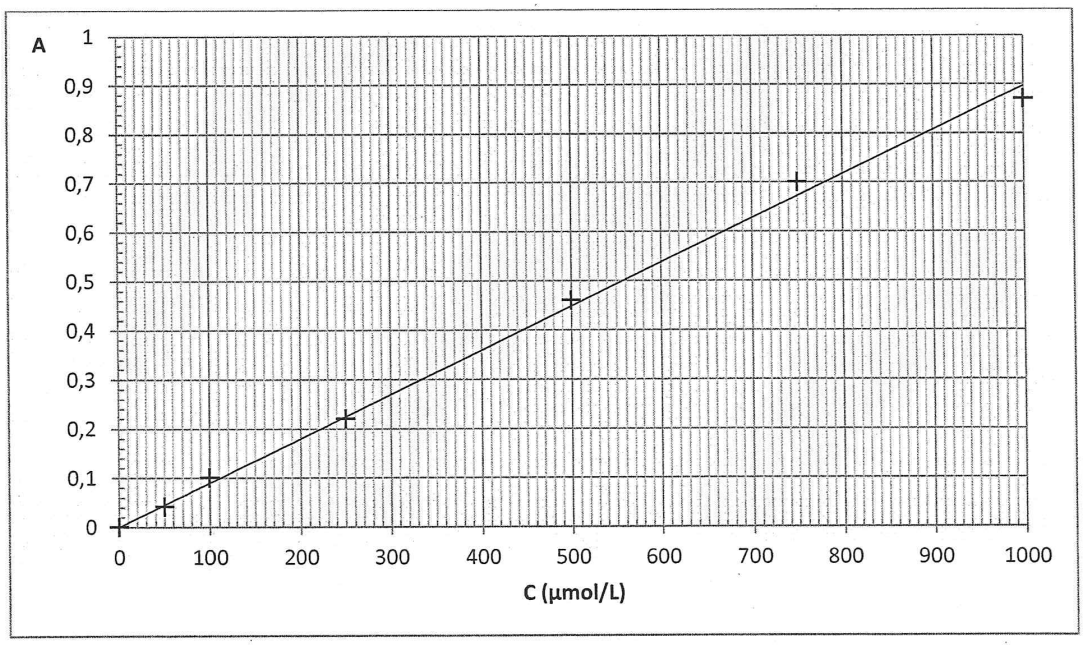
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Annexe de l'exercice II à rendre avec la copie

Question 1.4.4 :



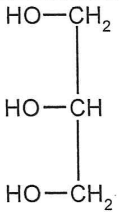
Questions 2.2.2 et 2.2.3 : Courbe d'étalonnage :



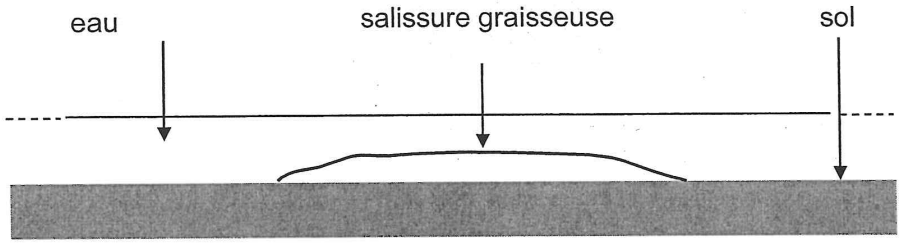
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 12 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Annexe de l'exercice III à rendre avec la copie

Questions 2.1 et 2.2.3

Avancement	T + … $(K^+_{(aq)}+HO^-_{(aq)})$ = …$(K^+_{(aq)}+RCOO^-_{(aq)})$ + 			
x = 0				
x				
x_{max}				

Question 3.1.2



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 13 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer