20PYSCOG11

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2020

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Obligatoire

Durée de l'épreuve : 3h30 - Coefficient : 6

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

La feuille d'annexe (page 10/10)
EST À RENDRE AGRAFÉE À LA COPIE.

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

20PYSCOG11

EXERCICE I : LA GOMME ARABIQUE (7,5 points)

La gomme arabique est collectée par écoulement à partir d'incisions effectuées dans les troncs d'arbres appartenant à la famille des acacias.
Elle est utilisée dans l'industrie agroalimentaire comme émulsifiant et stabilisant sous la dénomination E414. La gomme arabique est principalement composée de polysaccharides, polymères constitués de plusieurs glucides liés entre eux par des liaisons covalentes.

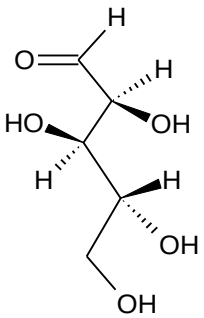
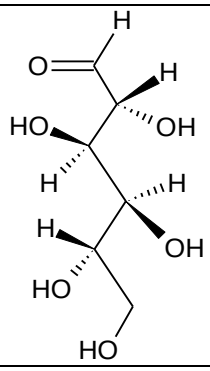
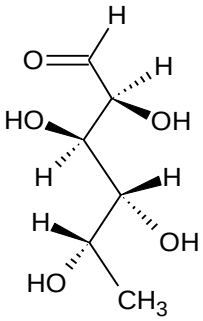


Données :
- Masse molaire de l'acide méthanoïque : 46,0 g.mol^{-1}
- Densité d'une solution d'acide méthanoïque à 20 % : 1,04
- Couples acide-base : $H_2O_{(l)}$ / $HO^-_{(aq)}$; $H_3O^+_{(aq)}$/ $H_2O_{(l)}$; $HCO_2H_{(aq)}$ / $HCO^-_{2(aq)}$

1. Aspects microscopiques de l'hydrolyse de la gomme arabique

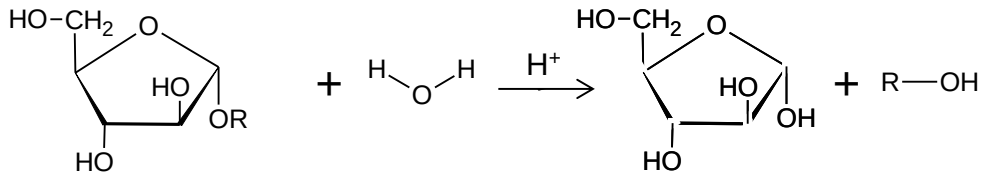
La première étape de l'analyse de la gomme arabique consiste à décomposer les polysaccharides qui la constituent en glucides simples par hydrolyse. Il s'agit d'une transformation chimique dans laquelle une liaison covalente est modifiée par action d'une molécule d'eau.

Représentation de Cram des glucides simples présents après hydrolyse de la gomme :

Nom du glucide	Arabinose	Galactose	Rhamnose
Représentation de Cram			

1.1. Mécanisme de l'hydrolyse

La réaction d'hydrolyse d'un polysaccharide est proposée ci-dessous :



R- OH est un glucide.

1.1.1. À quelle catégorie appartient cette réaction ? Justifier.

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

1.1.2. Le mécanisme réactionnel de cette hydrolyse comporte quatre étapes figurant en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.**
Identifier le rôle des ions H^+ dans l'hydrolyse de la gomme arabique. Justifier.

1.1.3. Identifier pour « l'étape a » du mécanisme réactionnel le site donneur et le site accepteur mis en jeu. Justifier.
Représenter sur **l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** la flèche courbe rendant compte de cette étape.

1.2. L'arabinose

1.2.1. Entourer les groupes caractéristiques de la molécule d'arabinose représentée sur **l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** et nommer les familles de fonction associées.

1.2.2. Justifier l'existence d'un couple d'énantiomères pour l'arabinose. Représenter l'énantiomère manquant sur **l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**.

1.2.3. Indiquer s'il est possible de distinguer le rhamnose, le galactose et l'arabinose par spectroscopie infrarouge ou de RMN du proton d'échantillons purs. Justifier.

2. Protocole d'hydrolyse de la gomme arabique

L'hydrolyse de la gomme arabique est réalisée en présence d'acide méthanoïque. Pour étudier l'influence de l'acide méthanoïque sur la réaction d'hydrolyse, on réalise plusieurs mélanges en introduisant une quantité identique de gomme arabique et un même volume de solution aqueuse d'acide méthanoïque mais de pourcentage massique en acide méthanoïque différent. L'ensemble est chauffé à reflux durant 5 h. L'analyse des mélanges réactionnels s'effectue par chromatographie sur couche mince (CCM).
Le tableau synthétique suivant présente les conditions expérimentales, les résultats des chromatographies ainsi que leurs interprétations.

N° du protocole	Pourcentage massique en acide méthanoïque de la solution S utilisée	Aspect du mélange réactionnel en fin de réaction	Résultats CCM	Interprétations
1	40 %	Légèrement trouble - incolore	Taches secondaires traînées	Hydrolyse complète mais dégradation des sucres
2	30 %	Limpide – légèrement jaune	Taches nettes et quelques taches secondaires	Hydrolyse complète, légère dégradation
3	25 %	Limpide – clair	Taches nettes	Hydrolyse complète, pas de dégradation
4	20 %	Légèrement trouble - incolore	Taches un peu moins nettes	Hydrolyse incomplète

D'après « application de la chromatographie sur couche mince à l'analyse des gommes et des bois tropicaux » par J.Doat

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.1. Écrire la formule semi-développée de l'acide méthanoïque.

2.2. Citer un avantage de l'utilisation d'un chauffage à reflux.

2.3. Quels sont les dépôts à réaliser sur la ligne de dépôt de la plaque de CCM pour pouvoir interpréter les résultats ? Justifier.

2.4. Choisir le protocole le plus adapté pour effectuer l'hydrolyse de la gomme arabique. Justifier.

3. Analyse quantitative en arabinose du résultat de l'hydrolyse de la gomme arabique.

On prélève un échantillon de volume égal à 2 mL du mélange réactionnel obtenu après hydrolyse de la gomme arabique. Cet échantillon contient de l'arabinose à une concentration de l'ordre de $3{,}5 \times 10^{-2}$ g.L^{-1}.

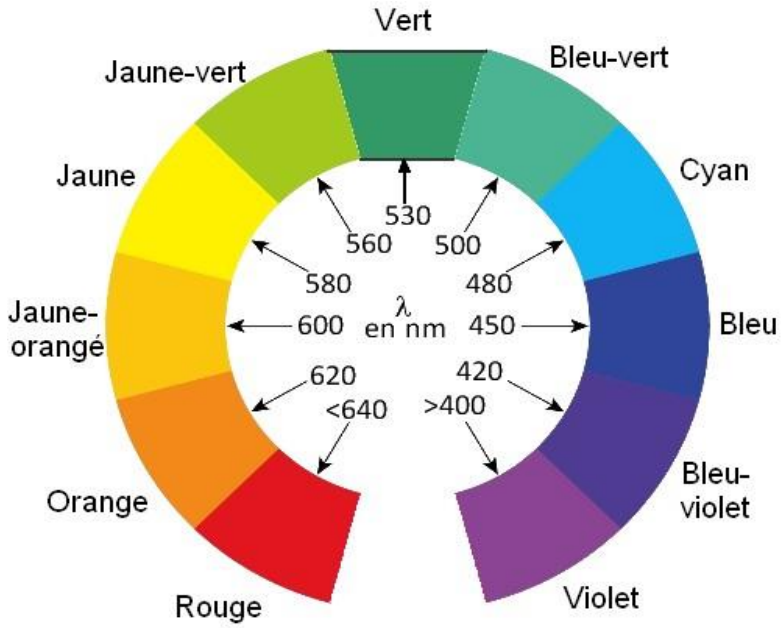
On ajoute à cet échantillon 5 mL d'acide sulfurique et 0,05 mL de phénol. Ce dernier forme un complexe coloré orange exclusivement avec l'arabinose. Les quantités utilisées sont telles que l'arabinose est en défaut par rapport au phénol.

On dispose par ailleurs d'une solution étalon d'arabinose à $1{,}0 \times 10^{-1}$ g.L^{-1}.

Proposer un protocole expérimental détaillé, notamment la fabrication de la gamme étalon, permettant de déterminer la concentration en arabinose dans l'échantillon étudié.

Cercle chromatique :

Le cercle chromatique ci-dessous associe chaque couleur du visible à la longueur d'onde de la radiation colorée qui lui correspond.



20PYSCOG11

EXERCICE II : UNE « TOUR ÉNERGETIQUE » (7,5 points)

Une tour de stockage d'énergie – premier ouvrage de ce type en France – a été inaugurée, le 23 novembre 2016, à Brest. Raccordée au réseau de chaleur brestois, cet énorme ballon d'eau chaude baptisé « Miroir des énergies » sert de chauffage d'appoint pour l'université située à proximité.



La tour permet de stocker 1000 m³ d'eau. La nuit, la tour récupère l'énergie issue de l'usine de valorisation énergétique des déchets située à proximité, ce qui permet de porter la température de l'eau à 98°C. Au matin, on utilise une partie de l'énergie stockée pour chauffer des locaux de l'université.

http://www.brest-bellevue.net
D'après : Génie climatique magazine – Thomas Hamon

Ce dispositif permet de diminuer la quantité de gaz naturel consommée pour le chauffage. 2 500 MWh sont ainsi récupérés par an, entrainant une réduction des émissions de CO_2 de la métropole brestoise de 12 700 tonnes sur 20 ans.

1. Chauffage de l'eau durant la nuit

À l'intérieur de la tour, l'eau est stockée dans une cuve unique.

1.1. Donner le nom des trois types de transferts thermiques.

1.2. Indiquer quel type de transfert thermique principal permet à la température de l'eau de devenir homogène.

Dans la suite de l'exercice, on considère que la température de l'eau est homogène.

1.3. Pendant un cycle de chauffage de 24 h des bâtiments, la température de l'eau contenue dans la tour diminue de 98°C à 72°C. La nuit, elle est portée à 98°C.

Données :

- Capacité thermique massique de l'eau : $c_{eau} = 4180$ J.kg^{-1}.K^{-1}
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1\,000$ kg.m^{-3}

1.3.1. Donner la relation entre la variation d'énergie interne de l'eau à l'intérieur de la cuve et la variation de sa température.

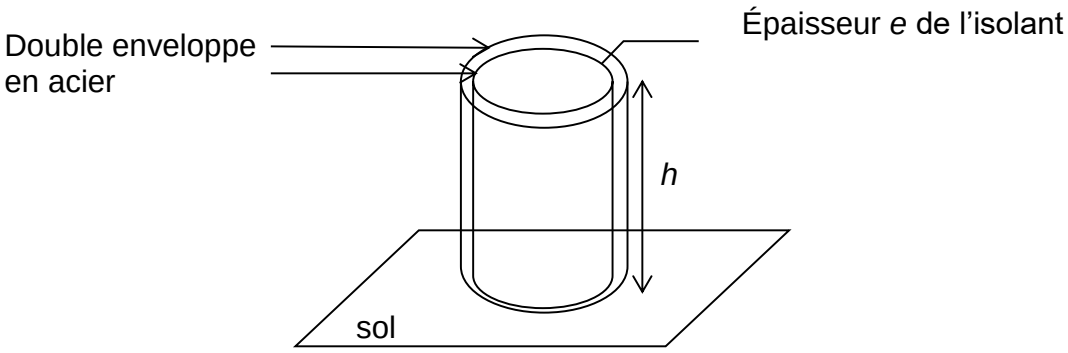
1.3.2. Montrer que la quantité d'énergie Q à fournir pour élever la température de l'eau contenue dans la tour de 72 à 98°C est égale à $1{,}1\times10^{11}$ J.

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

2. Isolation thermique de la tour de stockage

La cuve stockant l'eau est constituée de deux enveloppes en acier séparées d'un isolant de type laine de verre d'épaisseur *e*.

Cette cuve peut être modélisée par un cylindre de hauteur *h* égale à 19,50 m et de diamètre extérieur *d* égal à 9,50 m et d'épaisseur *e*, fermé dans sa partie supérieure par un disque de même diamètre et de même épaisseur.



Données :

- La résistance thermique R_{th} d'une paroi plane est donnée par la relation :

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$$

où :

e est l'épaisseur de la paroi (en m),
S la surface d'échange en m²,
λ la conductivité thermique (en $W.m^{-1}.K^{-1}$).

- Le flux thermique φ à travers une paroi de résistance thermique R_{th} séparant deux milieux de températures respectives T_1 et T_2 est donné par la relation :

$$\varphi = \frac{T_1 - T_2}{R_{th}}$$

où :

φ est exprimé en *W,*
R_{th} en unité du système international,
T_1 et T_2 en K.

- Conductivité thermique de l'isolant à l'intérieur de la double enveloppe en acier :

$\lambda = 0{,}032\ W.m^{-1}.K^{-1}$.

2.1. Indiquer le type de transferts thermiques qui n'existe pratiquement plus entre la cuve et le milieu extérieur.

2.2. Schématiser les échanges énergétiques du système {eau de la cuve} sur une durée de 24 h avec l'usine de valorisation des déchets, les locaux de l'université et l'environnement. Préciser le sens des transferts thermiques.

2.3. Isolation de la tour
On néglige le transfert thermique vers le sol.

2.3.1. Montrer que la surface *S* de la paroi extérieure de la cuve en contact avec l'air est égale à 653 m^2.

2.3.2. Calculer l'épaisseur minimale *e* de la couche d'isolant nécessaire pour que les pertes thermiques n'excèdent pas 1,0 % de l'énergie reçue de l'usine de valorisation sur 24 h en faisant les hypothèses suivantes :
- les dimensions de la tour sont telles que l'on peut modéliser la résistance thermique de sa paroi par celle d'une paroi plane de même surface *S* ;
- on considère que la paroi n'est constituée que du matériau isolant ;
- la valeur de la température moyenne de l'eau contenue dans la tour de stockage d'énergie thermique est de 90°C ;
- la valeur de la température moyenne extérieure à Brest est de 10°C.

3. Réduction de l'empreinte carbone

La tour de stockage permet de diminuer le recours aux ressources d'énergie fossiles telles que le gaz naturel.

Données
- La combustion complète d'un kg de gaz naturel libère une énergie de 54,0 MJ.
- Masses molaires moléculaires en $g.mol^{-1}$:
  dioxyde de carbone : 44,0
  méthane : 16,0
- 1 MWh = 3 600 MJ

On assimile le gaz naturel à son principal constituant, le méthane.

3.1. Écrire l'équation de combustion complète du méthane CH_4 sachant que les produits de la réaction sont le dioxyde de carbone et l'eau.

3.2. « 2 500 MWh sont ainsi récupérés par an, entrainant une réduction des émissions de CO_2 de la métropole brestoise de 12 700 tonnes sur 20 ans. »

Les données chiffrées de cette affirmation sont-elles cohérentes ?

Le candidat est invité à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

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

20PYSCOG11

EXERCICE III : UN NANOSATELLITE (5 points)

Le projet Janus (Jeunes en Apprentissage pour la réalisation de Nanosatellites au sein des Universités et des écoles de l'enseignement Supérieur) a pour objectif de promouvoir les technologies de l'aérospatial auprès des étudiants des écoles et universités françaises.

Pour cela, le CNES leur propose de développer et d'envoyer dans l'espace leur propre satellite équipé d'instruments scientifiques sous le format "Cubesats", c'est-à-dire de petits systèmes cubiques de masse comprise entre 1 et 10 kg.

Les satellites X-CubeSat et Spacecube ont été mis au point par des étudiants de l'école polytechnique, de l'école des mines de Paris et du BTS du lycée Diderot à Paris. Ils ont été mis en orbite les 17 et 18 mai 2017 depuis la station spatiale internationale et ont pour mission d'analyser le taux d'oxygène atomique de la thermosphère, partie supérieure de l'atmosphère.

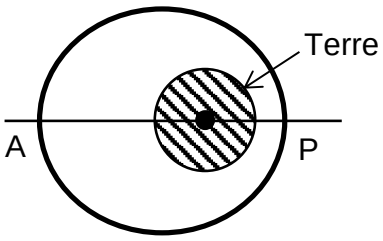
D'après : https://janus.cnes.fr/fr

Données :
- masse de la Terre : $M_T = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg
- rayon de la Terre : $R_T = 6\,400$ km
- constante universelle de gravitation : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ S.I.
- vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1}

On se place dans le référentiel géocentrique.

1. Orbite de Spacecube

Les caractéristiques de l'orbite de Spacecube sont les suivantes :
- altitude minimale au point P : 395 km
- altitude maximale au point A : 402 km
- nombre de révolutions par jour : 15,56



1.1. Montrer par un calcul d'écart relatif qu'il est possible de considérer que l'orbite de ce satellite est quasi-circulaire.

On considère dans la suite de l'exercice l'orbite circulaire, d'altitude h = 400 km.

1.2. Exprimer la vitesse v du satellite en fonction de sa période de rotation T et du rayon de l'orbite R.

1.3. Donner l'expression de l'accélération a_N du satellite dans le cas d'un mouvement circulaire.

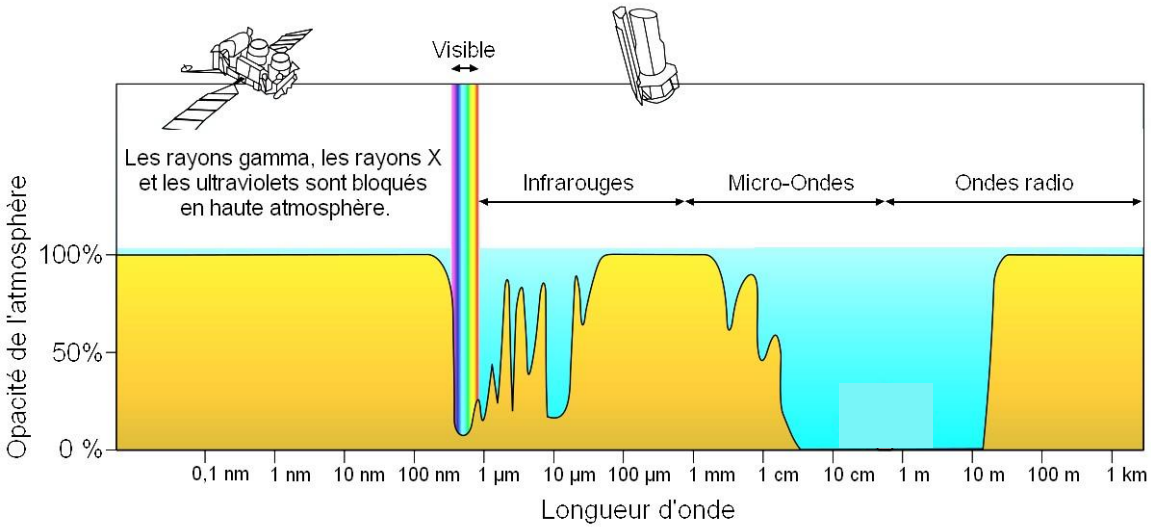
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.4. À l'aide de la seconde loi de Newton et des réponses aux questions précédentes, calculer le nombre de révolutions effectuées par jour par ce satellite. Conclure quant à l'approximation d'une orbite circulaire.

2. Transmission des données recueillies

Les mesures donnant accès au taux d'oxygène atomique de la thermosphère sont effectuées par spectroscopie dans l'U.V. lointain ($\lambda < 200$ nm) et transmises sur Terre avec une onde radio de fréquence 436 MHz. Il est également possible d'envoyer des commandes au satellite grâce à une onde radio à 146 MHz.

Opacité de l'atmosphère en fonction des différentes longueurs d'onde du spectre électromagnétique :



D'après wikipédia.fr

2.1. Expliquer pourquoi il est nécessaire que les mesures du taux d'oxygène atomique de la thermosphère soient réalisées depuis un satellite.

2.2. Justifier le choix des fréquences utilisées pour communiquer avec le satellite depuis la Terre.

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

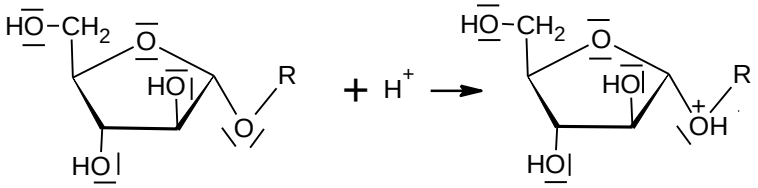
20PYSCOG11

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

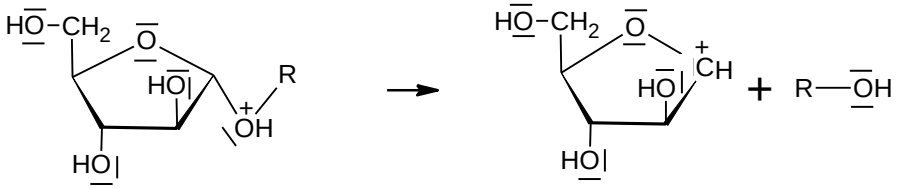
EXERCICE I : LA GOMME ARABIQUE

Questions 1.1.2. et 1.1.3. : Mécanisme réactionnel simplifié de l'hydrolyse

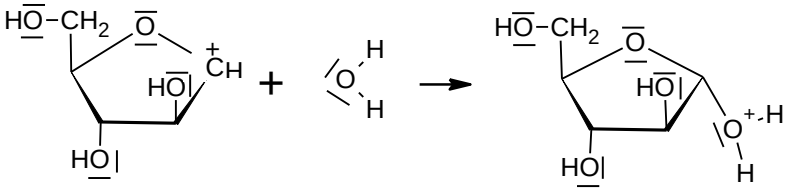
Étape a :



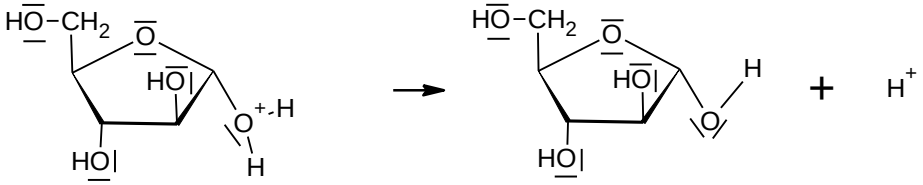
Étape b :



Étape c :



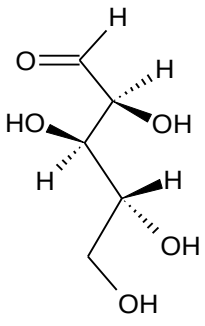
Étape d :



Forme cyclique de l'arabinose

R : Chaine de glucides

Questions 1.2.1. et 1.2.2. : Représentation de Cram de la molécule d'arabinose



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

Modèle CMEN-DOC v2 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)