20PYSCOPO1

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 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14.

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

20PYSCOPO1

EXERCICE I : BOISSONS ÉNERGÉTIQUES OU ÉNERGISANTES (9 points)

Il convient de différencier boisson énergétique et boisson énergisante. L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) fournit une explication à ce propos : « une boisson énergétique est un breuvage de l'effort, formulé pour fournir de l'énergie dans le cadre d'une grande dépense musculaire. "Boisson énergisante" est une expression de marketing n'ayant ni réalité réglementaire ni nutritionnelle, relative aux boissons censées mobiliser l'énergie en stimulant le système nerveux. »

L'objectif de cet exercice est d'étudier quelques constituants des boissons énergétiques et énergisantes.

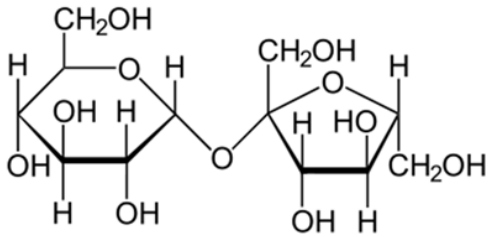
1. Les boissons énergétiques

L'analyse des boissons énergétiques met en évidence trois constituants principaux : de l'eau, des glucides (sucres) et des sels minéraux.
Les glucides présents sont généralement des mélanges de sucres à absorption rapide tels que le saccharose (sucre blanc de table), le glucose, le fructose (isomère du glucose) et de sucres à absorption lente tels que les maltodextrines.

Glucose : $CH_2(OH)$ — CH(OH) — CH(OH) —CH(OH) —CH(OH) — CHO

Fructose : $CH_2(OH)$ — CH(OH) — CH(OH) —CH(OH) — CO — $CH_2(OH)$

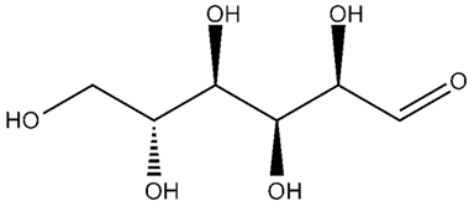
Saccharose :



1.1. Le glucose et le fructose

1.1.1. Donner la représentation topologique des molécules de glucose et de fructose. Entourer les différents groupes caractéristiques présents dans chaque molécule et nommer les familles de fonctions associées.

1.1.2. Dans la nature, le glucose est présent sous forme de D-glucose, représenté ci-dessous.



Le D-glucose est une molécule chirale. Qu'est-ce que cela signifie ? Représenter l'énantiomère du D-glucose.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.1.3. Il est possible de transformer du glucose en fructose.
S'agit-il d'une modification de chaîne ou d'une modification de groupe caractéristique ? Justifier.

1.2. Étude cinétique de l'hydrolyse du saccharose

L'hydrolyse du saccharose peut s'effectuer en tube à essai en présence d'un acide ou avoir lieu dans l'organisme.

Hydrolyse du saccharose en tube à essai

Du glucose et du fructose peuvent être formés en tube à essai par hydrolyse du saccharose s'effectuant en solution aqueuse, en milieu acide, selon la réaction totale d'équation suivante :

$$\text{Saccharose}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H^+_{(aq)}} \text{Glucose}_{(aq)} + \text{Fructose}_{(aq)}$$

Les ions $H^+_{(aq)}$ jouent le rôle de catalyseur.

Hydrolyse du saccharose lors de l'absorption de la boisson énergétique

Le saccharose, présent dans les boissons énergétiques, subit une hydrolyse dans le corps humain, à 37 °C et à un pH de 7,4. Il est transformé en quelques minutes en deux isomères, le glucose et le fructose. Au cours de cette transformation, une enzyme appelée hydrolase intervient et augmente notablement la vitesse de réaction. Ce phénomène de catalyse enzymatique est très intéressant car les vitesses impliquées sont bien supérieures à celles observées en catalyse chimique.

1.2.1. Définir le terme catalyseur.

1.2.2. Dans l'expérience en tube à essai, de quel type de catalyse s'agit-il ? Justifier.

Afin d'étudier la cinétique de l'hydrolyse du saccharose en milieu acide, on prépare une solution aqueuse de saccharose de concentration c_s égale à $4{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}, puis on réalise l'hydrolyse.

L'évolution de la concentration du saccharose dans le milieu réactionnel est suivie par dosages successifs qui permettent de déterminer la concentration du glucose dans le mélange à un instant donné. Le graphe donnant l'évolution de la concentration en glucose du milieu réactionnel en fonction du temps est donné en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.**

1.2.3. Déterminer, sur le graphe donné en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, la valeur du temps de demi-réaction de cette hydrolyse.

1.2.4. Tracer, sur le graphe donné en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, l'allure d'une courbe correspondant à l'hydrolyse de la même solution de saccharose en présence d'hydrolase. Justifier.

1.2.5. Les résultats expérimentaux permettent-ils de confirmer que la réaction d'hydrolyse du saccharose en milieu acide est totale ?

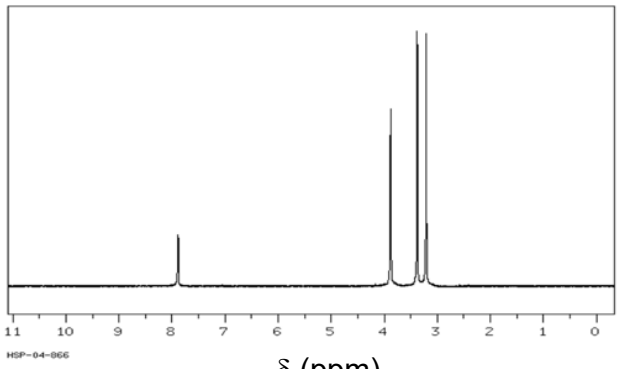
2. Les boissons énergisantes

L'analyse de boissons énergisantes met en évidence la présence de sucres en proportions égales ou supérieures aux boissons énergétiques. Elles contiennent aussi d'autres composants comme la taurine, la glucuronolactone et la caféine.

En moyenne, les boissons énergisantes contiennent 80 mg de caféine pour une canette de 250 mL. Les doses maximales de caféine conseillées dépendent de l'âge et de l'état de santé de la personne. Pour un adulte, cette dose maximale varie de 200 à 400 mg par jour.

2.1. Identification de la formule chimique de la caféine

On dispose du spectre de RMN du proton de la caféine reproduit ci-dessous.



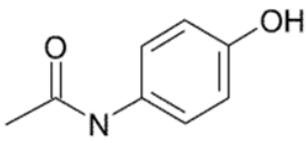
δ (ppm)

δ	7,9	4,0	3,4	3,2
Multiplicité	s	s	s	s

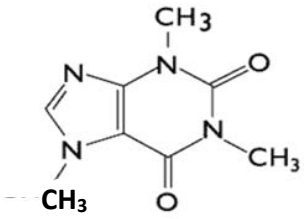
s : singulet

2.1.1. Identifier, parmi les deux molécules représentées ci-dessous, celle qui correspond à la caféine. Justifier.

Molécule 1 :



Molécule 2 :

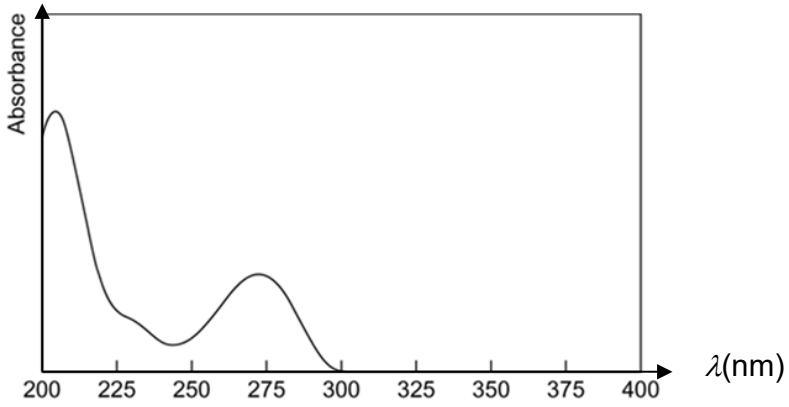


2.1.2. À l'issue d'une extraction de la caféine d'une boisson énergisante, comment pourrait-on vérifier expérimentalement, en l'absence de spectromètre de RMN du proton, que la poudre obtenue est bien de la caféine pure ?
Quelle observation permettrait de conclure à la présence de caféine ?

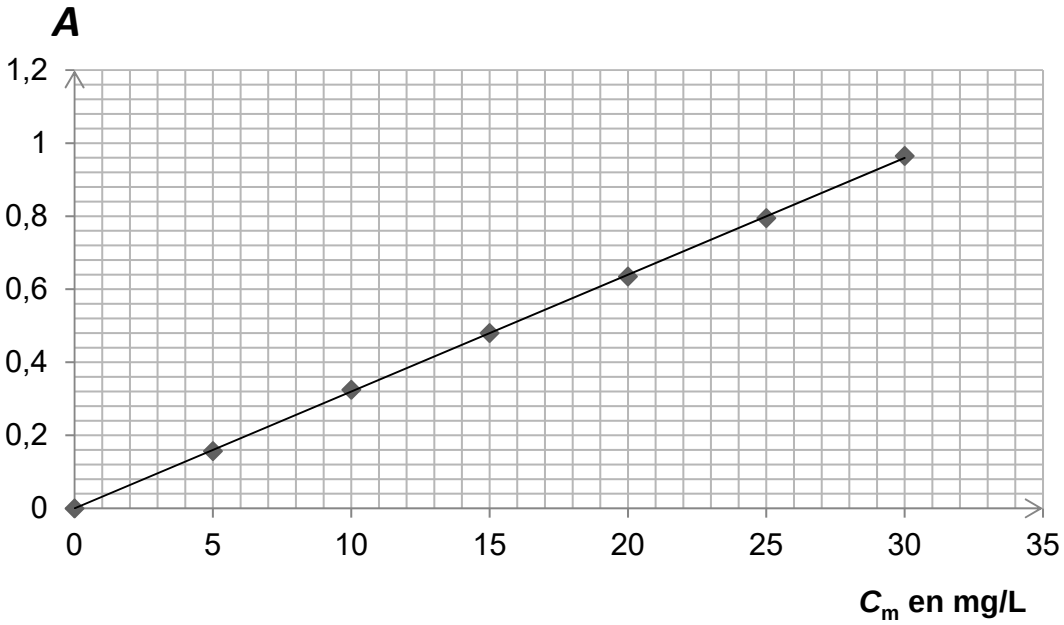
2.2. Dosage par étalonnage de la caféine présente dans une tasse de café

On dispose de caféine pure commercialisée. On enregistre le spectre d'absorption de la caféine et on trace une courbe d'étalonnage. Les courbes sont reproduites ci-après. On prépare une tasse de café contenant 75 mL de boisson. On dilue 20 fois cette boisson et on mesure l'absorbance de la solution obtenue ; on trouve A = 0,68.

Allure du spectre d'absorption de la caféine en solution aqueuse



Courbe d'étalonnage : évolution de l'absorbance A de solutions de caféine en fonction de la concentration massique c_m de caféine



2.2.1. Donner les quatre étapes principales de la démarche expérimentale permettant d'obtenir la courbe d'étalonnage à partir de la caféine commerciale en poudre.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

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

2.2.2. Le spectrophotomètre n'émet que des radiations de longueurs d'onde comprises entre 230 nm et 650 nm.

a) Déterminer une valeur possible de longueur d'onde pour la radiation utilisée lors du dosage. Justifier.

b) Le caractère coloré du café étudié est-il gênant pour ce dosage ?

2.2.3. Évaluer le nombre de tasses de café qui apporteraient la même quantité de caféine que celle présente dans une canette de 250 mL de boisson énergisante.
Donner un avis critique sur le résultat obtenu.

EXERCICE II : LES ACCÉLERATEURS MONTENT EN PUISSANCE (6 points)

Pour percer les secrets de la matière à l'échelle subatomique, les physiciens construisent depuis plus de cinquante ans, des collisionneurs de particules de plus en plus puissants. Le dernier né de cette famille est le Grand Collisionneur de Hadrons* : le LHC pour « Large Hadrons Collider » construit par le laboratoire européen de physique des particules, le CERN, situé près de Genève. C'est le plus puissant accélérateur de particules construit à ce jour. L'énergie acquise par un proton est supérieure à 10^{12} eV.

* Hadrons : Les hadrons (du grec « adros », qui signifie « épais ») sont des particules composées de quarks. Les protons et les neutrons, qui constituent les noyaux des atomes, appartiennent à cette famille.

Accélérateurs de particules

Le gros avantage des accélérateurs est de pouvoir fournir des faisceaux de particules dont la nature est connue et l'énergie variable, dans la limite des performances du dispositif. Avec de tels outils, les chercheurs peuvent entreprendre des campagnes de mesures systématiques grâce à des expériences dont on changera à loisir les conditions de fonctionnement.
Alors qu'est-ce qu'un accélérateur ? C'est un dispositif construit pour augmenter la vitesse mais surtout l'énergie des particules. Pour augmenter l'énergie des particules, il existe une seule solution, il faut les soumettre à un champ électrique le plus intense possible. Seules les particules chargées et stables pourront être accélérées. En pratique, les premiers accélérateurs s'appliquèrent tant aux protons qu'aux électrons.

D'après « Le vrai roman des particules élémentaires »
de François Vannucci professeur à l'université Paris 7-Denis Diderot

Données :

- Masse d'un proton : $m_p = 1{,}7 \times 10^{-27}$ kg
- Charge élémentaire : $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C
- 1 eV = 1,6 x 10^{-19} J

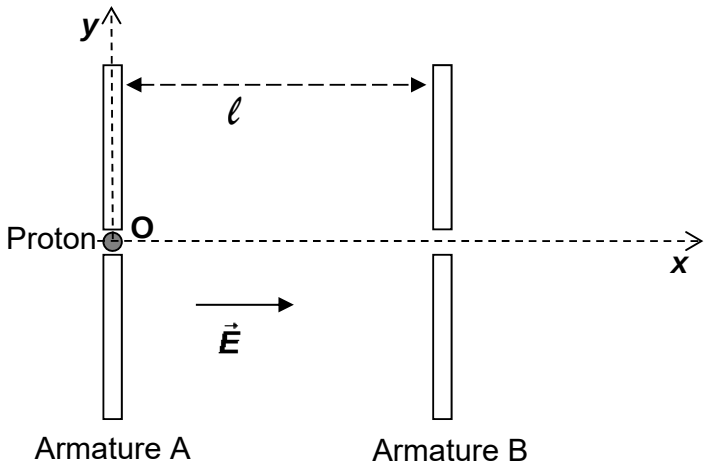
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

20PYSCOPO1

1. Étude simplifiée d'un accélérateur de protons

Un proton de charge e et de masse m_p pénètre dans un accélérateur linéaire de particules. À t = 0 s, le proton est situé en O et possède une vitesse initiale de valeur $v_0 = 2{,}0 \times 10^3$ m.s^{-1} et de direction Ox (voir schéma ci-après).

Entre les armatures A et B, séparées d'une distance $\ell = 6{,}5$ cm, règne un champ électrostatique uniforme de valeur $E = 10{,}0$ kV.m^{-1}.
On négligera le poids devant la force électrique.



1.1. Représenter, sans souci d'échelle, la force électrique $\vec{F}$ appliquée au proton ainsi que le vecteur accélération $\vec{a}$ de celui-ci sur le document de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.** Justifier.

1.2. Vitesse et énergie du proton

1.2.1. Après avoir établi l'expression du vecteur accélération dans le repère (O,x,y) :

a) montrer que l'équation horaire $v_x(t)$ s'écrit de la forme :

$$v_x(t) = \frac{eE}{m_p}t + v_0 \ ;$$

b) déterminer l'équation horaire $v_y(t)$ et justifier le nom d' « accélérateur linéaire » attribué à cet accélérateur.

1.2.2. Le proton atteint l'armature B à la date $t_1 = 3{,}7 \times 10^{-7}$s.
Quelle est alors sa vitesse v_1 ?

1.2.3. Déterminer l'équation du second degré qui permet d'obtenir la valeur de t_1. Vérifier que cette équation est cohérente avec la valeur de t_1 donnée dans la question précédente.

1.2.4. Calculer l'augmentation d'énergie cinétique de ce proton entre les armatures A et B. Comparer avec l'énergie attendue dans le LHC. Comment peut-on atteindre la valeur attendue ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.3. On s'interroge sur le fonctionnement de ce dispositif avec d'autres particules.

1.3.1. Ce dispositif peut-il fonctionner avec un neutron ? Justifier votre réponse.

1.3.2. Que faudra-t-il modifier si l'on souhaite accélérer un électron ?

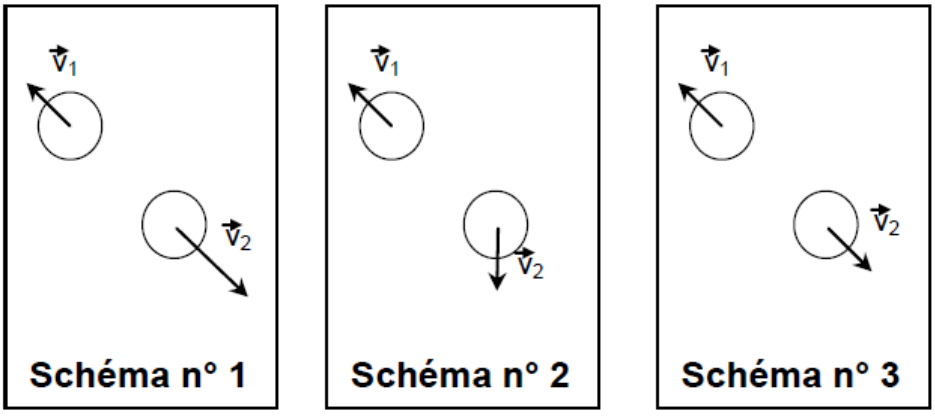
2. Collision entre deux protons

Dans le LHC, deux faisceaux de protons ayant la même énergie cinétique se percutent de manière frontale en des points où sont placés de gigantesques détecteurs.

2.1. Faire un schéma illustrant la situation avant la collision entre deux protons en représentant leur vecteur-vitesse.

2.2. Le système étudié, dans le référentiel terrestre, est constitué de l'ensemble des deux protons.
Déterminer le vecteur quantité de mouvement du système étudié avant la collision.

2.3. On considère que le système est isolé.
Choisir, parmi les trois schémas donnés ci-dessous, celui qui correspond à la situation après collision des protons. Justifier votre réponse.



Chaque disque symbolise un proton.

20PYSCOPO1

EXERCICE III : DÉTECTION D'EXOPLANÈTES (5 points)

L'observation des astres lointains comme les exoplanètes s'améliore. Dans la plupart des cas, le recours à une méthode indirecte est nécessaire. Des méthodes de détection directe sont aujourd'hui cependant possibles grâce à l'utilisation de l'optique adaptative. En effet cette technique permet de corriger les déformations des images dues aux perturbations atmosphériques.

1. Nécessité de l'optique adaptative

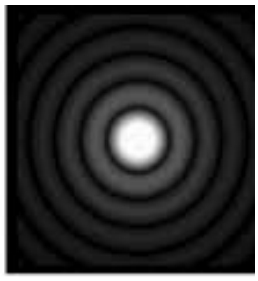
Les photographies de planètes tournant autour d'autres étoiles que le Soleil sont rares en raison de leur extraordinaire éloignement qui les rend pour la plupart invisibles à nos yeux, même avec les plus puissants télescopes du monde.
En Arizona, le Large Binocular Telescope (LBT) a fourni une image inédite du système de l'étoile HR 8799. Ce dernier, situé à 130 années-lumière de la Terre dans la constellation de Pégase, compte au moins quatre planètes, la plus proche de l'étoile HR 8799 étant à une distance de 24 unités astronomiques de celle-ci. Ces astres ont pu être observés relativement facilement car ils sont presque aussi lumineux en infrarouge que l'étoile qui les éclaire et ont une taille plus grande que celle de Jupiter.
Existe-t-il, autour de l'étoile HR 8799, d'autres planètes plus petites, plus proches de leur étoile et de plus faible signature infrarouge, comme la Terre, Vénus ou Mars ?

D'après un article de la revue Sciences et vie

Données :

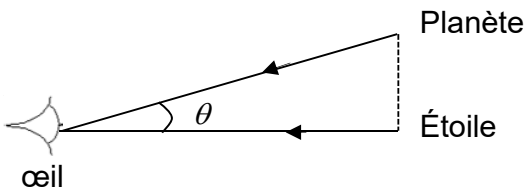
- Une unité astronomique vaut 150×10^9 m
- Une année de lumière vaut $9{,}5 \times 10^{15}$ m
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}0 \times 10^8$ m.s^{-1}

1.1. L'image d'un point donnée par un instrument d'optique n'est pas un point, mais une tache entourée d'anneaux. Cette figure est appelée tache d'Airy.
Comment appelle-t-on ce phénomène?
Quels sont les paramètres qui influent sur ce phénomène ?



Tache d'Airy

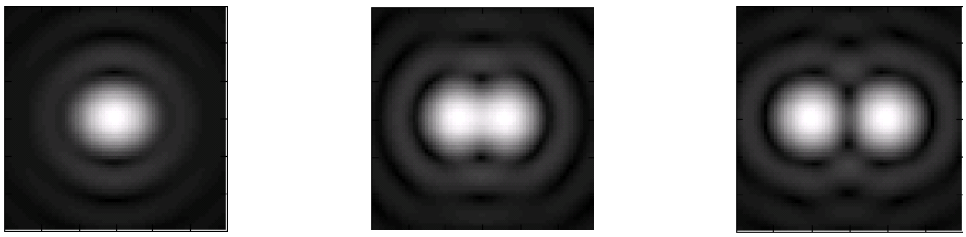
1.2. À partir des données de l'énoncé, calculer l'angle θ entre les directions d'observation de l'étoile HR 8799 et de sa planète la plus proche, schématisées ci-dessous.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.3. La performance d'un instrument d'optique dépend de sa capacité à distinguer deux points proches.
On appelle pouvoir de résolution θ_R d'un instrument d'optique, l'écart angulaire minimal entre deux points que l'instrument peut séparer. Il est défini par la relation : $\theta_R = \frac{1{,}22\lambda}{D}$ où D est le diamètre de l'instrument d'optique et λ, la longueur d'onde de la lumière reçue.

Selon la valeur de l'angle θ entre les directions d'observation de deux points lumineux, on observera les images suivantes :



$\theta < \theta_R$ $\theta = \theta_R$ $\theta > \theta_R$

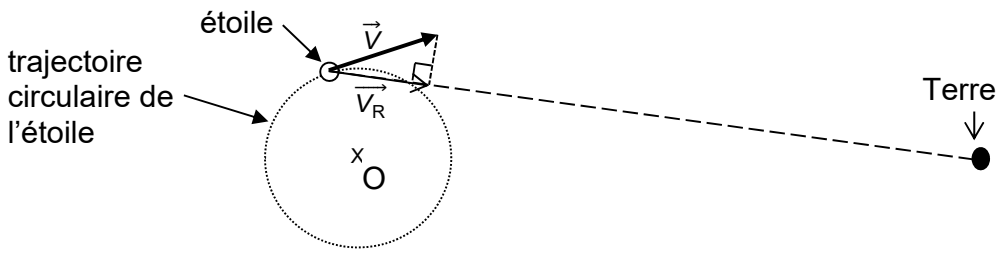
D'après le site www.sciencesetavenir.fr

Le télescope LBT a un diamètre de 8,4 m mais, en raison des perturbations atmosphériques, son pouvoir de résolution est équivalent à celui d'un télescope de 20 cm, pour une longueur d'onde d'observation de 1000 nm.

Montrer la nécessité d'avoir recours à l'optique adaptative.

2. L'effet Doppler-Fizeau pour étudier les objets célestes

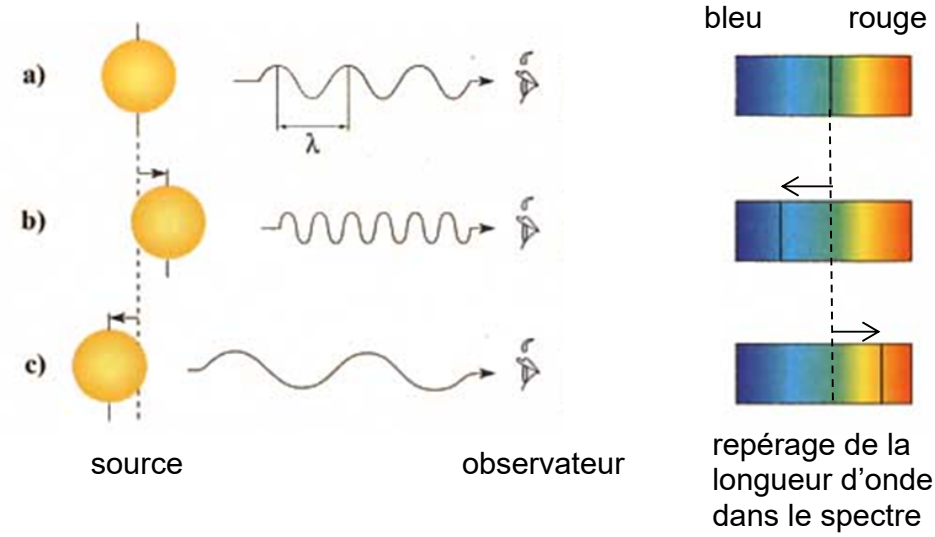
La présence d'une exoplanète peut induire un mouvement circulaire de son étoile. C'est l'étude du mouvement de cette étoile qui permet de détecter l'exoplanète par la méthode dite « de la vitesse radiale » en s'appuyant sur l'effet Doppler-Fizeau.
Dans cette étude, on suppose la Terre et le centre O de la trajectoire de l'étoile immobiles. On se place dans le cas où la trajectoire de l'étoile et la Terre sont dans le même plan.
La vitesse radiale est la composante $\overrightarrow{V_R}$ suivant la direction Terre-étoile de la vitesse $\vec{V}$ de l'étoile.



Effet Doppler-Fizeau observé en astrophysique

Lorsqu'une étoile se rapproche ou s'éloigne de la Terre, le spectre de la lumière reçue sur la Terre est décalé par rapport au spectre de la lumière émise par l'étoile.

Décalage vers le bleu ou décalage vers le rouge :



Si l'étoile a une vitesse radiale nulle par rapport à la Terre, la fréquence d'une onde électromagnétique reçue sur la Terre est la même que celle de l'onde émise (cas a).

La vitesse de l'étoile étant beaucoup plus petite que la vitesse c de la lumière, le décalage de longueur d'onde observé $\Delta\lambda$ s'exprime selon la relation :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{|\lambda - \lambda_0|}{\lambda_0} = \frac{V_R}{c}$$

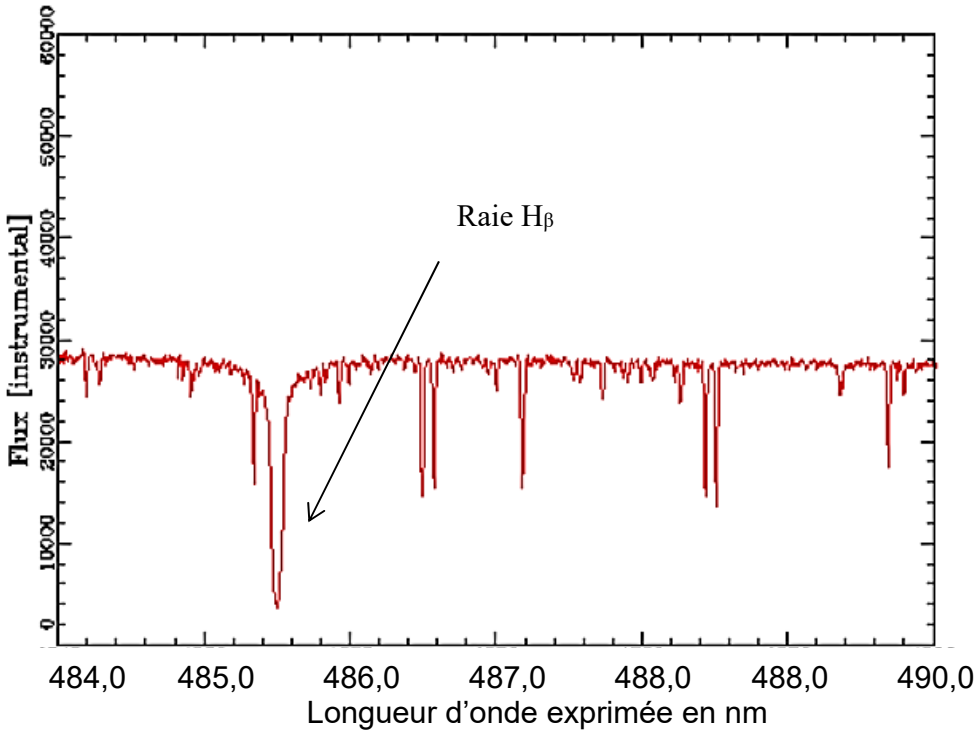
où λ est la longueur d'onde mesurée par l'observateur, λ_0 la longueur d'onde de la lumière émise par la source au repos et V_R la vitesse radiale de la source de l'onde.

2.1. Expliquer qualitativement, à partir de l'analyse du schéma précédent, le décalage vers le bleu et le décalage vers le rouge.

2.2. Reproduire le schéma de la trajectoire de l'étoile ci-avant en indiquant l'ensemble des positions pour lesquelles :
- le spectre n'est pas décalé ;
- le spectre est décalé vers le bleu ;
- le spectre est décalé vers le rouge.

Justifier en traçant le vecteur vitesse de l'étoile pour trois positions particulières correspondant à chacun des trois cas.

2.3. Sur le spectre de l'étoile HD 2665 ci-dessous, on observe la raie H_β de l'hydrogène, dont la longueur d'onde mesurée en laboratoire est λ_0 = 486,1 nm.



http://atlas.obs-hp.fr/elodie

Déterminer la vitesse radiale de l'étoile et expliquer si celle-ci s'éloigne ou se rapproche de la Terre au moment où le spectre est enregistré.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

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

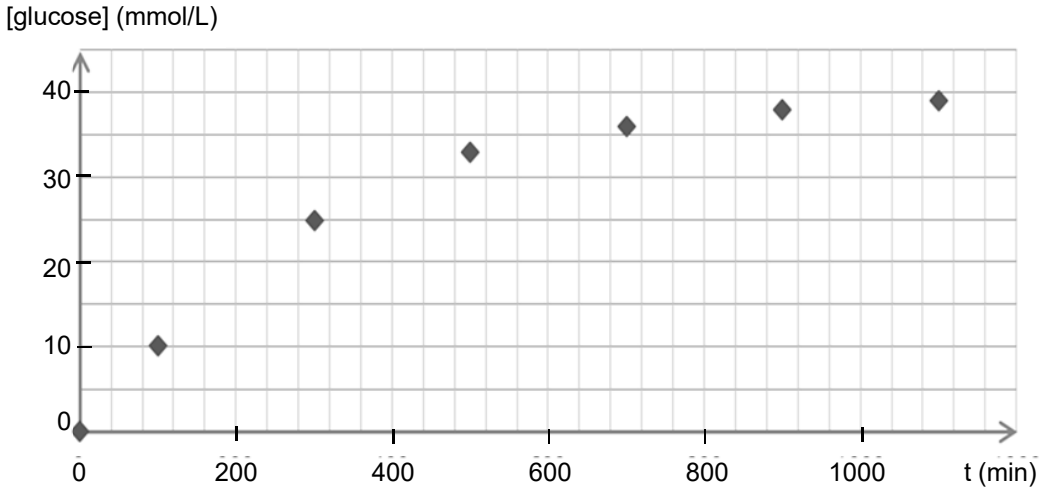
20PYSCOPO1

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I : BOISSONS ÉNERGÉTIQUES OU ÉNERGISANTES

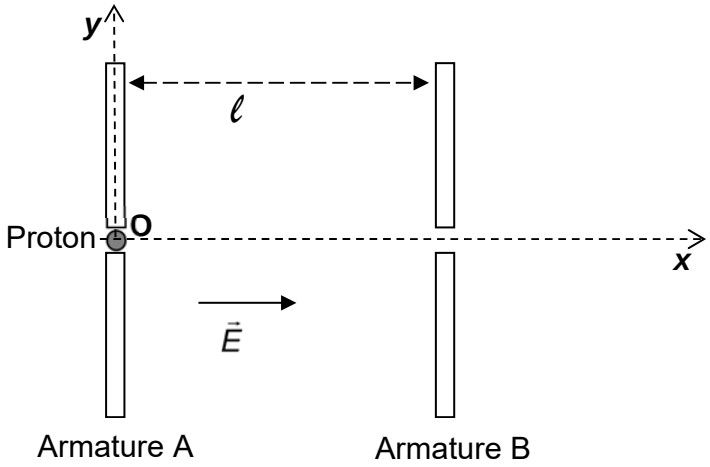
Questions 1.2.3 et 1.2.4

Évolution de la concentration en glucose en fonction du temps



EXERCICE II : LES ACCÉLERATEURS MONTENT EN PUISSANCE

Question 1.1.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 14 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Modèle CMEN-DOC v3 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)