# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

**SESSION 2018**

## PHYSIQUE-CHIMIE

**Série S**

# Obligatoire

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **3 h 30** – COEFFICIENT : **6**

**L'usage de tout modèle de calculatrice,
avec ou sans mode examen, est autorisé.**

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 13 pages numérotées de 1 à 13.
**Le document réponse de la page 13 est à rendre avec la copie.**

Le sujet est composé de 3 exercices indépendants les uns des autres.

Le candidat doit traiter les trois exercices.

## EXERCICE I. « Vol » au-dessus des montagnes (6 points)

Depuis 2009 la station d'Orcières, située dans les Hautes Alpes, propose une tyrolienne constituée d'un câble tendu entre le sommet du Drouvet (altitude : 2655 m) et le lac Long (altitude : 2500 m). La longueur de ce cable est $\ell$ = 1870 mètres.




http://www.lci.fr/france/sensations-fortes-assurees-sur-la-plus-grande-tyrolienne-deurope-1126602.html



« Solidement harnaché et suspendu à un baudrier, on parcourt la distance le corps à l'horizontale, tête en avant, en environ 1 minute 30. La vitesse de croisière est d'environ 130 km/h avec des pointes à 140 ! Une impression de vol extraordinaire... »

http://www.latyrolienne.fr

Dans cet exercice on se propose d'étudier le mouvement le long du parcours pour en dégager quelques caractéristiques et les comparer avec les valeurs annoncées sur le site internet de la tyrolienne.

Le système étudié, de masse *m*, constitué par l'homme et son équipement, quitte le sommet D sans vitesse initiale et arrive au point L avec une vitesse nulle.

**Données**

Intensité de la pesanteur terrestre : $g$ = 9,81 m.s$^{-2}$
Masse du système (homme et son équipement) : $m$ = 80 kg

**1.** Calculer la valeur de la vitesse moyenne durant le vol et la comparer à la valeur de la "vitesse de croisière" annoncée.

**2.** Sur le **document réponse à rendre avec la copie**, représenter le point M dont l'altitude est minimale. Déterminer graphiquement l'altitude $z_M$ du point M.

**3.** Le niveau de la mer, d'altitude 0, est choisi comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur. Donner les expressions des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique du système étudié en fonction de la masse *m*, de



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

l'altitude $z$, de la vitesse $v$ du système ainsi que de l'intensité de la pesanteur terrestre $g$.

**4.** L'énergie mécanique se conserve-t-elle au cours du mouvement ? Justifier la réponse.

**5.** Citer les transferts énergétiques qui ont lieu au cours du mouvement entre D et M, puis entre M et L.

On considère que le système est soumis aux interactions et actions modélisées par les forces suivantes :

- l'action $\vec{R}$ du câble de direction toujours perpendiculaire au câble ;
- le poids $\vec{P}$ ;
- les forces de frottement égales à une résultante $\vec{f}$, de sens opposé à celui du vecteur vitesse $\vec{v}$.

**6.** **Sur le document réponse à rendre avec la copie,** schématiser, sans souci d'échelle, ces trois forces exercées sur le système lors de son passage au point N.

**7.** **Sur le document réponse à rendre avec la copie**, compléter le tableau en indiquant si le travail de chacune de ces 3 forces est positif, négatif ou nul. Justifier les réponses sur la copie.

Afin de déterminer quelques caractéristiques des forces exercées, on étudie la situation à l'aide de deux modèles.

**Modèle 1 :** un premier modèle consiste à négliger les forces de frottement devant les autres forces.

**8.** En appliquant le principe de conservation de l'énergie mécanique entre les points D et M, déterminer la vitesse atteinte au point M et la comparer avec la vitesse de pointe annoncée dans le texte de présentation. Conclure sur la validité du modèle 1.

**Modèle 2 :** on suppose, dans ce modèle, que la résultante des forces de frottement garde une intensité $f$ constante au cours du mouvement. Son travail sur la totalité du parcours ne dépend alors que de son intensité et de la longueur $\ell$ du câble.

**9.** Par une étude énergétique, estimer la valeur de la résultante des forces de frottement.

*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.*

## EXERCICE II. Le chewing-gum à la fraise (9 points)

La consommation mondiale de chewing-gums est d'un demi kilogramme par personne et par an, les Français étant les deuxièmes consommateurs au monde, derrière les Américains.




Voici quelques informations figurant sur une boîte de chewing-gums à la fraise.

**Ingrédients.**

- Édulcorants : sorbitol, maltitol, xylitol, sirop de maltitol, aspartame, acésulfame-K.
- Gomme base.
- Agent de charge : E341ii.
- Stabilisant : E414.
- Arômes.
- Acidifiant : E300.
- Émulsifiant : lécithine de tournesol.
- Agent d'enrobage : E903.
- Colorant : E120.

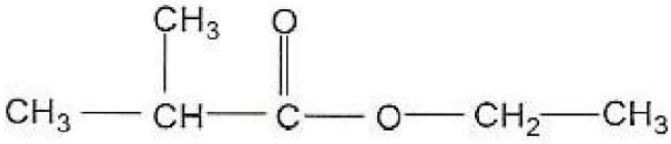
**Conseil et information.**

Conserver à l'abri de la chaleur et de l'humidité.
Contient une source de phénylalanine.

Dans cet exercice, trois ingrédients de ce chewing-gum sont étudiés : un arôme, un édulcorant et le colorant E 120.

### 1. Arôme de fraises

Une fraise naturelle contient plus de 300 espèces chimiques ayant des propriétés aromatiques. Pour reproduire le goût fraise, on ne synthétise que celles qui sont les plus marquantes. Parmi elles, on trouve l'espèce A dont la formule est donnée ci-dessous et qui peut être synthétisée au laboratoire.




**1.1.** Quel est le type de la formule représentée ? Donner la formule brute et la formule topologique de cette molécule (espèce A).

**1.2.** Choisir le nom de l'espèce A dans la liste suivante : méthanoate de méthylpropyle, 2-méthylpentanol, butanoate d'éthyle, acide 2-méthylpentanoïque, 2-méthylpropanoate d'éthyle, éthanoate de méthylpropyle, 2-méthylpentanamide. Justifier.

**1.3.** Cette molécule possède-t-elle des stéréoisomères de configuration ? Justifier.

Le début du protocole permettant de synthétiser cette espèce au laboratoire est décrit ci-dessous.

*Introduire dans un ballon :*

- *0,2 mol d'acide 2-méthylpropanoïque ;*



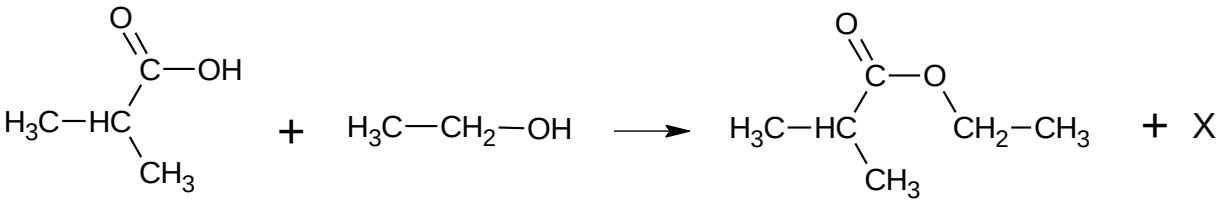
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

– *de l'éthanol en quantité stœchiométrique ;*
– *quelques gouttes d'acide sulfurique concentré ;*
– *quelques billes de verre.*

*Chauffer à reflux pendant 30 minutes.*

**Données**

Équation de la réaction de synthèse




| | | |
|---|---|---|
| Acide 2-méthylpropanoïque |  | $M$ = 88 g.mol$^{-1}$<br>$\rho$ = 0,95 g.mL$^{-1}$<br>$T_{fusion}$ = - 46°C<br>$T_{ébullition}$ = 155 °C |
| Ethanol |  | $M$ = 46 g.mol$^{-1}$<br>$\rho$ = 0,79 g.mL$^{-1}$<br>$T_{fusion}$ = - 114 °C<br>$T_{ébullition}$ = 79 °C |
| Acide sulfurique |  | $M$ = 98 g.mol$^{-1}$<br>$\rho$ = 1,83 g.mL$^{-1}$<br>$T_{fusion}$ = 3 °C<br>$T_{ébullition}$ = 337 °C |

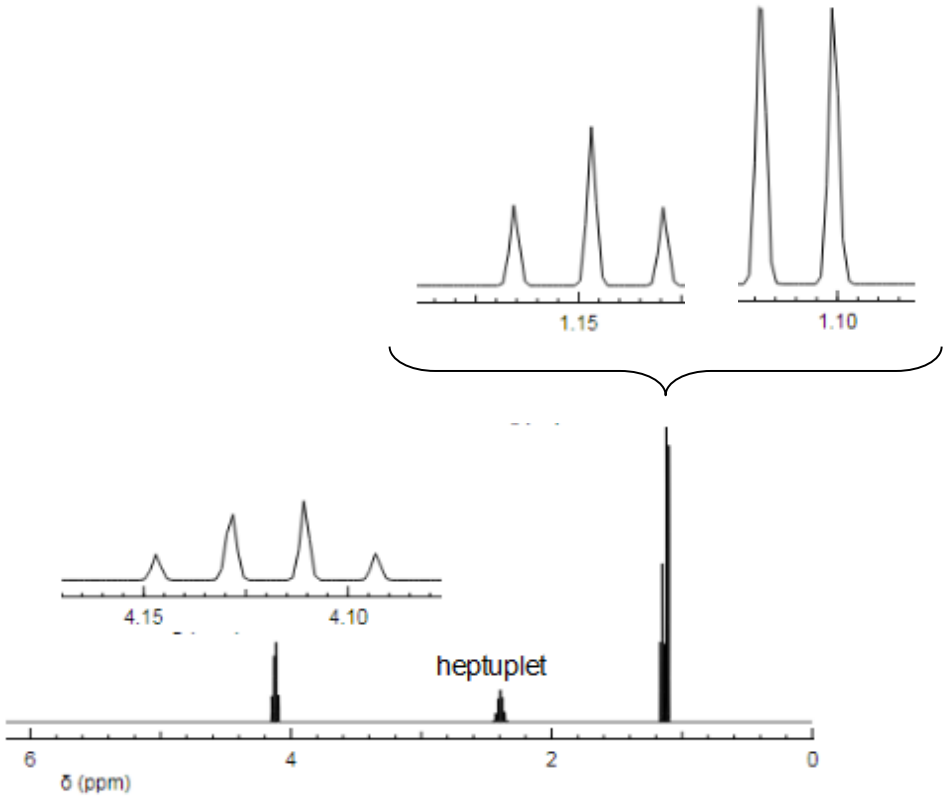
**1.4.** Identifier l'espèce chimique notée X dans l'équation de la réaction.

**1.5.** Quelles sont les consignes de sécurité à mettre en place pour effectuer cette synthèse en toute sécurité ? Justifier.

**1.6.** Dans cette synthèse, l'acide sulfurique est un catalyseur et la catalyse est homogène. Expliquer l'expression « catalyse homogène ».

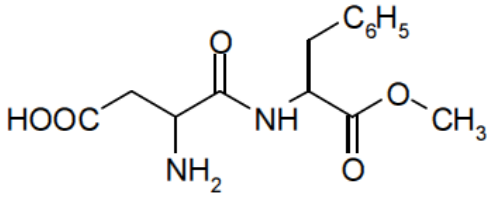
**1.7.** Déterminer le volume d'éthanol à ajouter pour que le mélange réactionnel soit stœchiométrique.

**1.8.** La spectroscopie RMN peut être utilisée pour s'assurer que le produit synthétisé est bien celui attendu. Le spectre simulé ci-dessous correspond-il au produit attendu ? Justifier le nombre de signaux et la multiplicité de chacun d'eux.

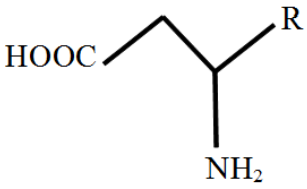



## 2. Édulcorants

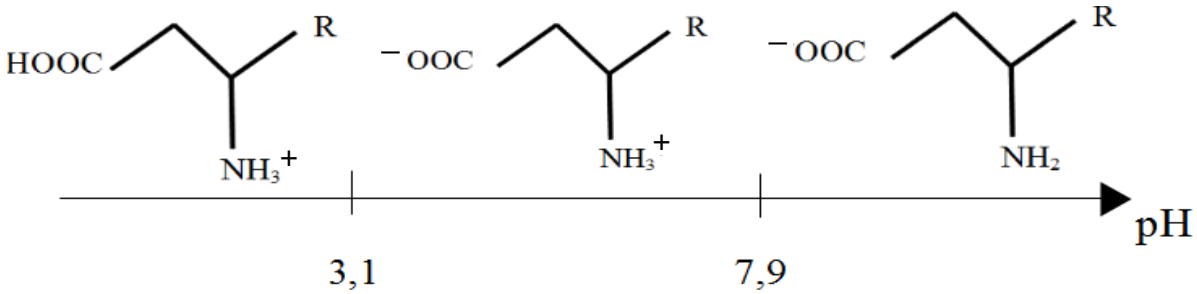
L'aspartame figure dans la liste des édulcorants. C'est un dipeptide dont la formule est donnée ci-dessous :




Pour la suite de cette partie, il sera noté




On donne le diagramme de prédominance de l'aspartame :






Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

**2.1.** Le pH de l'estomac est voisin de 2. Sous quelle forme se trouve l'aspartame juste après ingestion ?

On réalise l'hydrolyse acide de l'aspartame selon le protocole suivant.

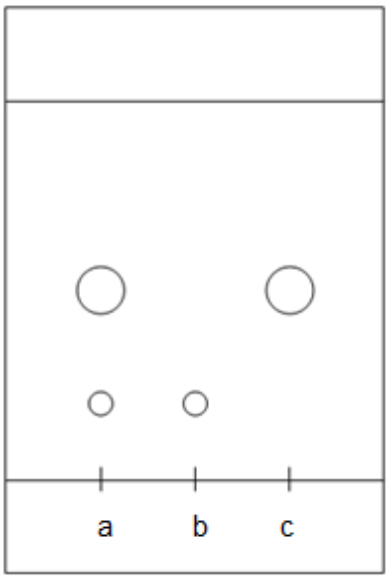
- *Dans un erlenmeyer, on introduit de l'aspartame dans de l'acide chlorhydrique ($H_3O^+$, $Cl^-_{aq}$) et on chauffe à reflux pendant 30 minutes.*
- *Après refroidissement, on neutralise l'excès d'acide chlorhydrique en ajoutant une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium ($HCO_3^-{}_{aq} + Na^+_{aq}$) jusqu'à ce que toute l'effervescence cesse.*
- *On obtient une solution que l'on nomme solution A.*

On effectue ensuite une chromatographie dont la phase fixe est un papier Whatman. Le chromatogramme révélé est représenté ci-dessous.

a: dépôt de solution A

b: dépôt d'une solution d'acide aspartique

c: dépôt d'une solution de phénylalanine




**Données**

Couples acide / base

$H_3O^+$ / $H_2O$ ; $H_2O$ / $HO^-$ ; $CO_2$,$H_2O$ / $HCO_3^-$ ; $HCO_3^-$ / $CO_3^{2-}$

**2.2.** Écrire l'équation de la réaction de neutralisation de l'acide chlorhydrique et expliquer l'effervescence observée.

**2.3.** Quelle information figurant sur la boîte de chewing-gums est vérifiée par cette expérience ? Justifier.



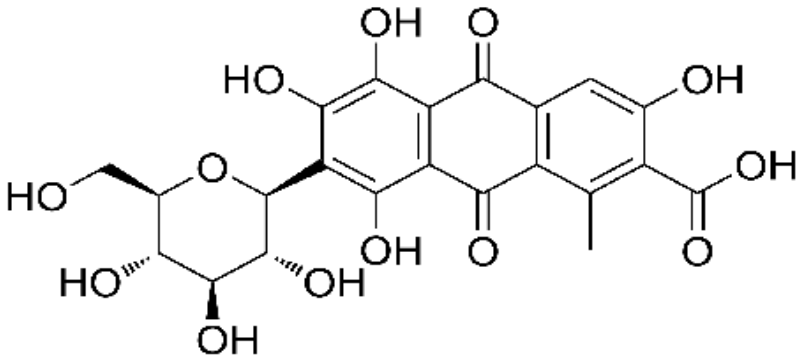
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac



Voir le corrigé
scanner ou cliquer

### 3. Le colorant E120 : rouge cochenille

Le colorant E120 ou acide carminique est un colorant naturel obtenu à partir de petits insectes : les cochenilles. 15000 insectes sont nécessaires pour obtenir 100 g d'un produit renfermant 15% en masse d'acide carminique, qui est une matière colorante d'un rouge très vif.




Formule topologique de l'acide carminique

**Donnée**

Masse molaire de l'acide carminique : $M = 492$ g.mol$^{-1}$

L'objectif de cette partie est de connaître le nombre de cochenilles nécessaires pour colorer les chewing-gums d'une boite.

On introduit un chewing-gum dans de l'eau ; la solution prend une teinte rouge due à la dissolution de l'acide carminique du chewing-gum dans l'eau, dissolution que l'on considère comme totale. On ajuste le volume de la solution à 50,0 mL ; on obtient une solution S de solution aqueuse du colorant rouge cochenille (acide carminique).

Par ailleurs, on réalise un étalonnage spectrophotométrique à partir d'une solution mère de colorant rouge cochenille, de concentration molaire $C = 6{,}7\times10^{-4}$mol.L$^{-1}$. Les résultats sont reportés dans le tableau ci-dessous.

| Solution $S_i$ | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$ | $S_5$ | $S_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $C_i$ (mol.L$^{-1}$) | $6{,}7\times10^{-6}$ | $1{,}3\times10^{-5}$ | $2{,}0\times10^{-5}$ | $2{,}6\times10^{-5}$ | $3{,}4\times10^{-5}$ | $6{,}7\times10^{-5}$ |
| $A$ | 0,058 | 0,118 | 0,172 | 0,253 | 0,299 | 0,592 |

Dans les mêmes conditions, l'absorbance de la solution S est $A = 0{,}213$.

**3.1.** Quel volume $V$ de la solution mère faut-il prélever pour préparer 50,0 mL de la solution $S_6$ ?

**3.2.** Déterminer le nombre d'insectes nécessaires pour produire le colorant E 120 pour une boîte de 17 chewing-gums.

*Pour cette dernière question, 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.*

## EXERCICE III : Observer le soleil en « H alpha » (5 points)

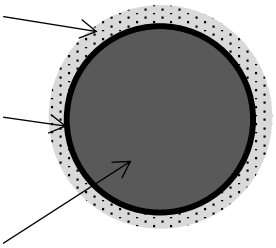
Un filtre solaire « H alpha » est un accessoire pour télescope, permettant notamment d'observer avec beaucoup de précision les détails de la chromosphère, couche peu dense mais très active de l'atmosphère solaire : protubérances, turbulences, filaments, taches...

***Vue simplifiée du Soleil en coupe***

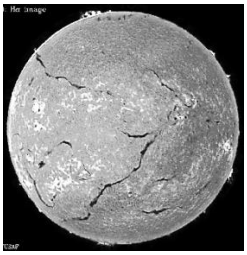
Chromosphère et couronne (gaz sous faible pression)

Photosphère (émettant l'essentiel de la lumière du Soleil)

Gaz très chauds et très denses



***Une image de la chromosphère obtenue à l'aide d'un filtre « H alpha »***



http://www.spaceweathercenter.org/swop/Gallery/Solar_pics/Halpha.html

La lumière intense émise par la photosphère empêche un observateur terrestre de distinguer la chromosphère. Pour pallier cet inconvénient, on utilise des filtres appropriés à l'observation du Soleil. Les atomes d'hydrogène présents dans la chromosphère absorbent la lumière émise par la photosphère et la réémettent vers l'extérieur. La longueur d'onde, sélectionnée par ces filtres, correspond à une raie du spectre de l'hydrogène appelée H alpha ($H_\alpha$). La photosphère est alors invisible et seule la chromosphère apparaît.

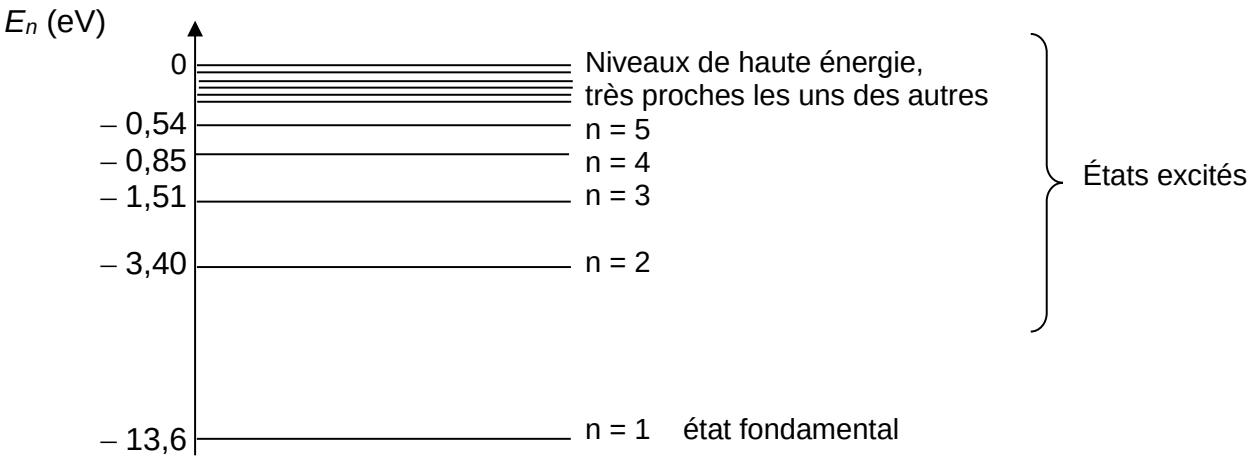
**Données**

Charge élémentaire : $e = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C
Électron-volt : 1 eV = $1{,}602 \times 10^{-19}$ J
Constante de Planck : $h = 6{,}626 \times 10^{-34}$ J.s
Célérité de la lumière dans le vide : $c = 2{,}998 \times 10^{8}$ m.s$^{-1}$

### 1. La raie « H alpha »

**1.1.** La longueur d'onde mesurée dans le vide de la raie $H_\alpha$ est $\lambda_\alpha = 656{,}3$ nm. En déduire la fréquence $\nu_\alpha$ d'une telle radiation.

Le diagramme ci-dessous représente les niveaux d'énergie (exprimés en électrons-volts) de l'atome d'hydrogène.




**1.2.** Identifier la transition qui correspond à l'émission de la raie H$\alpha$.

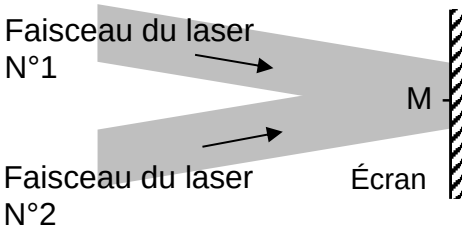
## 2. Filtre interférentiel

On utilise le principe des interférences constructives et destructives pour « sélectionner » certaines longueurs d'onde au détriment d'autres.

### 2.1. Obtenir une figure d'interférences

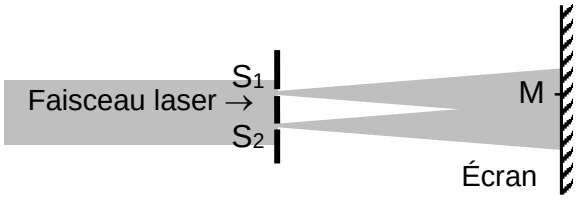
Deux expériences sont proposées pour observer des interférences lumineuses sur un écran :

Expérience N°1




Expérience N°2

$S_1$ et $S_2$ sont des fentes verticales parallèles dites "fentes d'Young"




**2.1.1.** Quelle expérience permet d'obtenir de façon certaine des interférences ?

Dans l'expérience N°2, des rayons de lumière monochromatique de période $T$, provenant d'un faisceau laser, passent à travers deux fentes d'Young $S_1$ et $S_2$ et viennent interférer sur l'écran. Soit M un point quelconque de cet écran.

La différence de trajet parcouru par les rayons provenant respectivement de $S_1$ et $S_2$ entraîne un retard $\tau$ entre les deux ondes au point M.

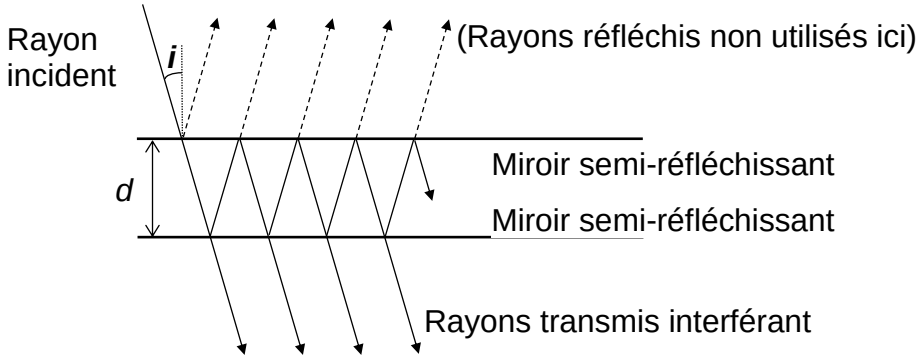
**2.1.2.** À quelle condition, portant sur $\tau$ et $T$, le point M appartient-il à une frange brillante ? à une frange sombre ?



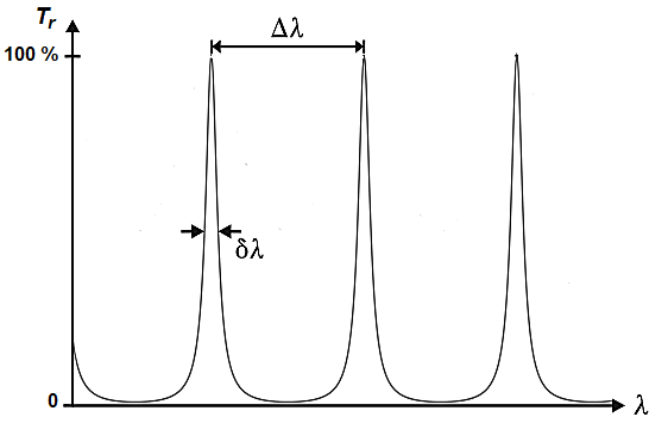
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

### 2.2. L'interféromètre de Fabry-Pérot

L'interféromètre est constitué de deux miroirs parallèles partiellement réfléchissants, séparés d'une distance *d*. En raison des réflexions multiples entre les deux miroirs, des rayons transmis, parallèles entre eux, sortent de la cavité et interfèrent.




En raison de la multiplicité des réflexions, seules les radiations dont les longueurs d'onde vérifient la condition d'interférences constructives seront transmises avec une forte intensité lumineuse. Lorsque les interférences sont destructives, l'intensité transmise est très faible.
La figure ci-dessous représente l'évolution du coefficient de transmission en intensité, $T_r$, de l'interféromètre en fonction de la longueur d'onde de la radiation incidente.




$\Delta\lambda \approx \frac{\lambda^2}{2d}$ représente l'écart entre deux longueurs d'onde successives vérifiant la condition d'interférences constructives.

$\delta\lambda$ dépend des miroirs : plus ils sont réfléchissants, plus les pics sont fins.

*D'après https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fabry-Perot-Transmissionsspektrum.svg*

On considère une radiation de longueur d'onde $\lambda$ qui pénètre dans l'interféromètre sous l'angle d'incidence *i*, comme indiqué sur la figure ci-dessus.
On admet qu'il y aura des interférences constructives si et seulement si la relation suivante est vérifiée :

$$2\,d.\cos(i) = k.\lambda \quad \text{où } k \text{ est un nombre entier.}$$

**2.2.1.** Vérifier que si $d$ = 49,88 µm et $i$ = 0,000°, les interférences sont constructives pour la longueur d'onde $\lambda_\alpha$ = 656,3 nm. Préciser la valeur de $k$.

**2.2.2.** Parmi les longueurs d'ondes qui vérifient la condition d'interférences constructives, déterminer la valeur de la longueur d'onde de la radiation qui



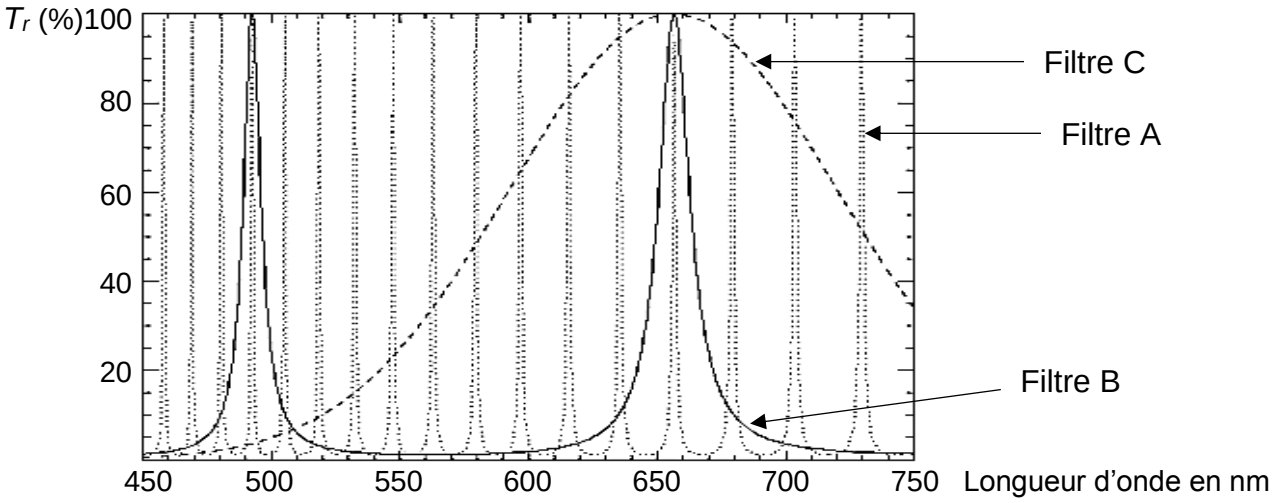
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

précède directement, ou qui succède (au choix), à la radiation de longueur d'onde $\lambda_\alpha$.

**2.2.3.** Calculer alors la valeur de l'écart $\Delta\lambda$ entre deux longueurs d'onde successives et vérifier que $\Delta\lambda \approx \frac{\lambda_\alpha^2}{2\,d}$.

### 2.3. Utilisation de l'interféromètre comme filtre

On donne ci-dessous les courbes de transmission (variations du coefficient de transmission $T_r$ en fonction de la longueur d'onde) de trois filtres notés A, B et C, utilisés dans un filtre solaire.




D'après *http://solaire.obspm.fr/pages/obs_amateur/coronado.html*

**2.3.1.** Déterminer la longueur d'onde de la radiation transmise commune à ces trois filtres. Commenter.

**2.3.2.** Les filtres A et B sont de type « Fabry-Perot ». Comparer qualitativement leurs paramètres : distance entre les deux miroirs, nature plus ou moins réfléchissante des miroirs.

**2.3.3.** Expliquer brièvement pourquoi il est nécessaire de superposer plusieurs filtres pour sélectionner correctement la raie $H_\alpha$.

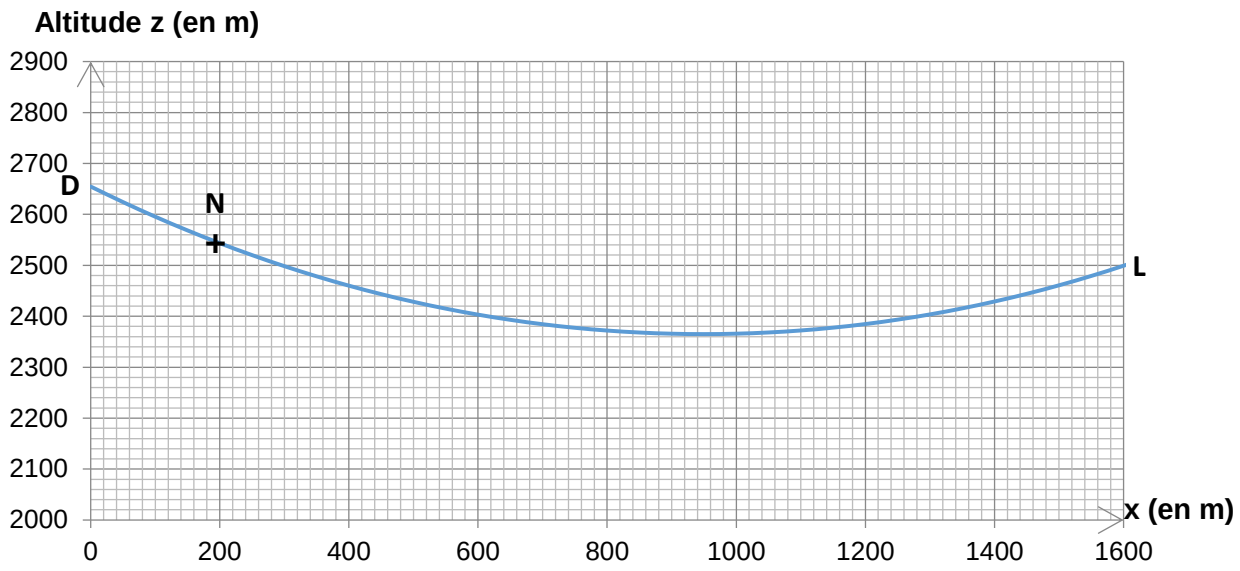


Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 12 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

**Document réponse à rendre avec la copie**

Exercice I
Réponses aux questions **2** et **6**

**Profil du câble tendu entre les points D (sommet du Drouvet) et L (lac Long)**
**La tyrolienne est au point N**




$z_M$ = .....

Exercice I
Réponses à la question **7**

| | Trajet entre D et M | Trajet entre M et L |
|---|---|---|
| Travail du poids $\vec{P}$ | | |
| Travail de l'action du câble $\vec{R}$ | | |
| Travail des forces de frottement $\vec{f}$ | | |

18 PYSCOAS 1 13/13

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)*