17PYSCOPO1

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2017

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Obligatoire

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 6

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

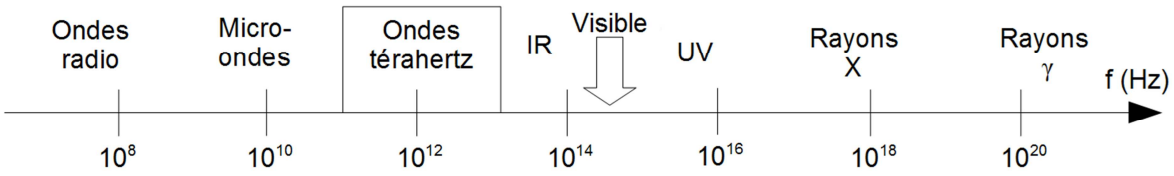
Ce sujet comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

17PYSCOPO1

EXERCICE I : L'UNIVERS DU TÉRAHERTZ (6 points)

Chacun connaît les rayons X, mais il existe aussi des rayons T.
Découverts depuis plus d'un siècle, les rayonnements térahertz ou rayons T sont restés longtemps une portion inexplorée du spectre électromagnétique. Il était en effet difficile de les détecter et de les produire.
Grâce aux avancées récentes de la technologie, ils connaissent aujourd'hui un engouement certain dans le domaine de l'imagerie médicale, la sécurité, la télécommunication à très haut débit, ...

Domaines des rayonnements électromagnétiques :



Données :
- Les fréquences des rayons térahertz sont comprises entre 0,1 THz et 30 THz.
- 1 THz = 10^{12} Hz
- Célérité de la lumière : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1}
- Constante de Planck : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J.s
- Électron-volt : 1 eV = $1{,}60 \times 10^{-19}$ J

1. Térahertz et scanner.

Les ondes térahertz possèdent des propriétés tout à fait remarquables. De par leur nature même, à la frontière de l'optique et des micro-ondes, leurs propriétés cumulent les avantages des deux mondes :
- elles peuvent pénétrer certains matériaux opaques au rayonnement visible tels que le carton, les tissus, le bois ou les matières plastiques ;
- elles interagissent peu avec la matière, ce qui permet de les utiliser dans des applications d'imagerie pénétrante sans toutefois présenter de danger pour les organismes vivants.

Les scanners à rayons X sont d'un usage courant. Dans les laboratoires, les chercheurs conçoivent de nouveaux types de scanner faisant appel aux rayons T.

1.1. Certains rayonnements sont dit ionisants. Leur énergie, supérieure à 10 eV, est suffisante pour transformer les atomes en ions. Ces rayonnements ionisants peuvent être nocifs pour les organismes vivants si la quantité d'énergie reçue est trop élevée.

1.1.1. Calculer l'énergie en eV :
- d'un photon associé à un rayonnement X de fréquence égale à $1{,}0 \times 10^{17}$ Hz ;
- d'un photon associé à un rayonnement T de fréquence égale à 1,5 THz.

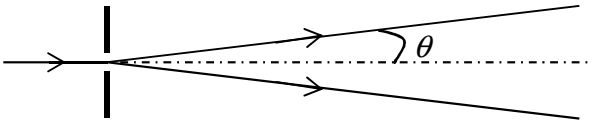
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

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

1.1.2. Comparer l'impact sur les organismes vivants d'un scanner à rayons X et d'un scanner à rayons T. Justifier la réponse.

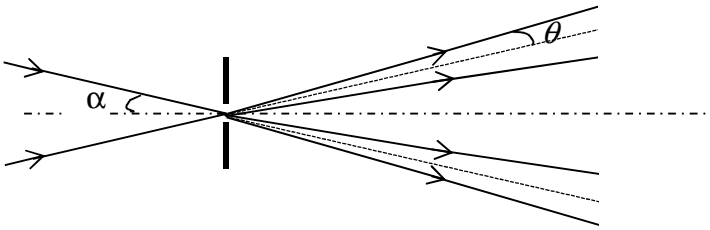
1.2. Le pouvoir de résolution d'un système d'observation, est sa capacité à séparer deux points distincts pour qu'ils soient correctement discernés par l'observateur. Il est lié à la diffraction de l'onde, de longueur d'onde λ, lorsque l'onde traverse le système d'observation.

1.2.1. On éclaire une fente de largeur a par un laser de longueur d'onde λ.



Rappeler l'expression reliant l'angle θ aux grandeurs *a* et λ.

1.2.2. Cette fente est maintenant éclairée par deux faisceaux laser faisant un angle α avec l'axe de la fente. On suppose que l'ouverture θ du faisceau liée à la diffraction a la même expression que lorsque l'axe du faisceau arrive perpendiculairement à la fente.



Montrer que si l'angle α est petit, il est impossible de séparer les deux faisceaux à la sortie de la fente. Donner l'expression de la valeur limite de α.

1.3. Plus le diamètre *D* de l'objectif de la caméra qui équipe le scanner est grand plus les détails observés sont petits. Un objet étant positionné est à une distance *L* de la caméra, on distingue deux points A et B de l'objet séparés d'une distance *d* si le diamètre D_{min} de l'objectif de la caméra est au minimum de :

$$D_{min} = 1{,}22.\lambda.\frac{L}{d}$$

1.3.1. Pour un objet situé à 12 cm de la caméra térahertz, sensible au rayonnement de fréquence égale à 1,5 THz, montrer que deux points séparés de 0,20 mm ne peuvent pas être distingués avec un objectif de diamètre 10 cm.

1.3.2. Comment modifier la valeur de la fréquence des ondes térahertz afin de visualiser distinctement ces deux points?

2. Térahertz et étude de l'Univers

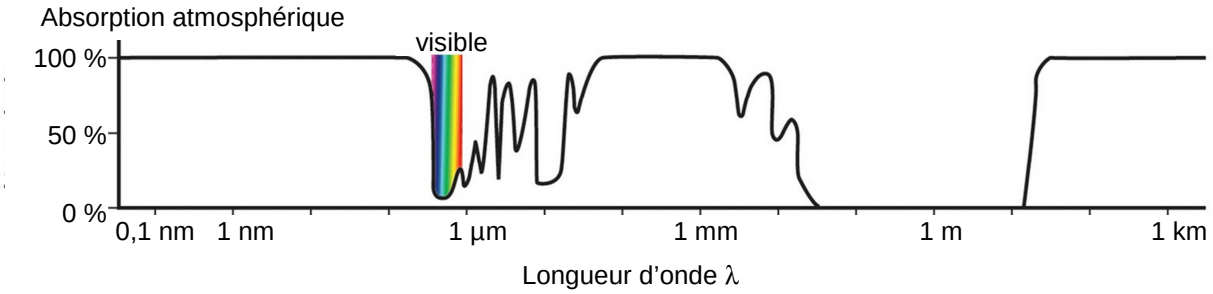
D'après les modèles construits par les chercheurs en astrophysique, la naissance de l'Univers s'est accompagnée de l'émission d'un intense rayonnement électromagnétique. Ce rayonnement nous parvient, atténué, après avoir cheminé pendant des milliards d'années dans l'espace. Provenant de toutes les directions de l'Univers, ce « rayonnement fossile » apparaît homogène et se comporte comme le rayonnement d'un corps noir à la température de 3 kelvins.

Données

- Loi de Wien : $\lambda_{max}.T = 2{,}90\ 10^{-3}$ m.K

avec λ_{max} la longueur d'onde majoritairement émise (exprimée en m) dans le spectre d'émission d'un corps noir porté à une température T (exprimée en kelvin).

- Absorption de l'atmosphère en fonction de la longueur d'onde de l'onde électromagnétique



2.1. Montrer que le « rayonnement fossile » peut être considéré comme un rayonnement térahertz.

2.2. Le rayonnement fossile peut-il être directement étudié avec des instruments au sol ou nécessite-t-il l'utilisation d'un satellite ? Justifier votre réponse.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

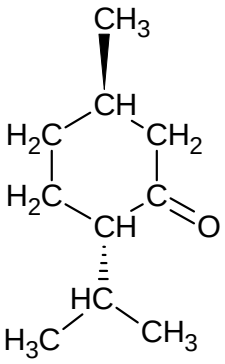
17PYSCOPO1

EXERCICE II : ARÔME DE MENTHE (9 points)

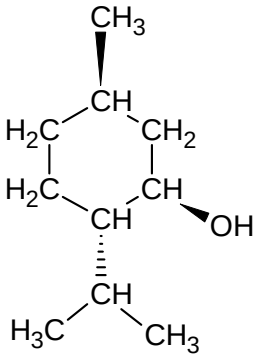
Dans certaines boissons ou confiseries, la présence de composés extraits de la menthe procure un effet rafraîchissant, dont les publicitaires ont d'ailleurs su tirer profit, de la « *Fraicheur de vivre* » au « *Bonbon au goût très frais* ».
Les scientifiques ont montré que des molécules comme celle du menthol créent la sensation de froid en activant des mécanismes sensoriels, sans qu'il y ait pour autant d'échanges thermiques.

1. Menthol et menthone

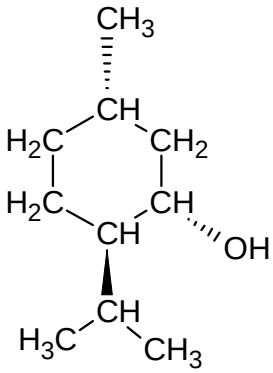
L'arôme naturel de menthe est principalement dû à trois molécules : le (-) menthol, la menthone et l'éthanoate de menthyle.
Comme de nombreuses substances odorantes, le (-) menthol s'insère dans les cellules olfactives comme une clef dans une serrure, en donnant une note fraîche et mentholée. Son stéréoisomère, le (+) menthol donne une sensation de moisi beaucoup moins agréable.



menthone



(-) menthol



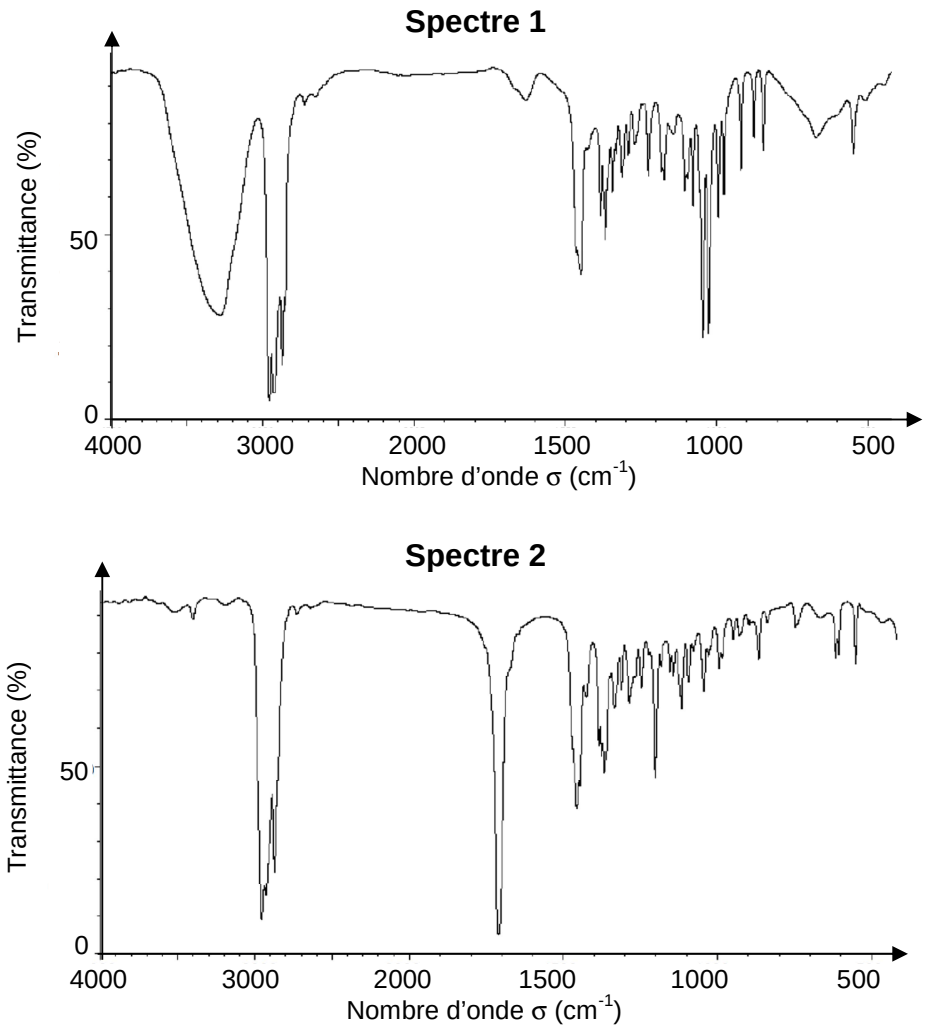
(+) menthol

1.1. Donner la représentation topologique des molécules de menthone et de (-) menthol.

1.2. Repérer le(s) atome(s) de carbone asymétrique sur la représentation topologique de la menthone. Justifier.

1.3. Donner le nom du type de stéréoisomérie de configuration qui lie les deux molécules de (-) menthol et de (+) menthol. Justifier.

1.4. Le spectre infrarouge de la menthone et celui du menthol sont donnés ci-dessous. Choisir, en justifiant, celui correspondant à la menthone.



http://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi

Données : bandes d'absorption en spectroscopie IR

Liaison	C=C	C=O	O-H (acide carboxylique)	C-H	O-H (alcool)
Nombre d'onde (cm^{-1})	1620 - 1680	1650- 1750	2500 - 3200	2800 - 3100	3200 - 3650

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

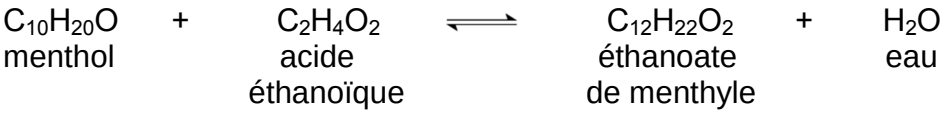
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

17PYSCOPO1

2. Synthèse d'un arôme de menthe : l'éthanoate de menthyle

L'éthanoate de menthyle, présent dans l'huile essentielle de menthe, peut être préparé à partir d'acide éthanoïque et de menthol.
L'équation de la réaction de synthèse est :

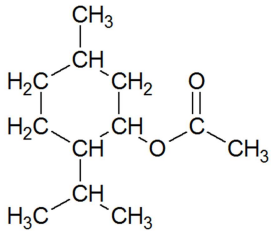


Le protocole de cette synthèse est décrit ci-dessous :

- verser dans un ballon 15,6 g de menthol, puis, avec précaution, 11,0 mL d'acide éthanoïque pur, et enfin, quelques gouttes d'acide sulfurique concentré ;
- chauffer à reflux le mélange réactionnel durant 40 minutes environ ;
- verser le mélange obtenu dans un bécher contenant 100 mL de solution aqueuse de chlorure de sodium ;
- extraire la phase organique contenant l'éthanoate de menthyle à l'aide d'une ampoule à décanter ;
- laver la phase organique avec une solution saturée d'hydrogénocarbonate de sodium ($Na^+_{(aq)} + HCO^-_{3\,(aq)}$) : on observe une effervescence ;
- agiter prudemment quelques instants en dégazant régulièrement, puis éliminer la phase aqueuse ;
- sécher la phase organique avec du sulfate de magnésium anhydre.

Au laboratoire, en suivant ce protocole, on a obtenu une masse égale à 12 g d'éthanoate de menthyle.

Données :

Nom	Formule brute	Masse molaire (g/mol)	Masse volumique (g/mL)	Miscibilité avec l'eau
Menthol	$C_{10}H_{20}O$	156	0,89	partielle
Acide éthanoïque	$C_2H_4O_2$	60	1,05	presque totale
Éthanoate de menthyle 	$C_{12}H_{22}O_2$	198	0,92	très faible

Couples acide/base :

- acide éthanoïque/ion éthanoate: CH_3COOH / CH_3COO^-
- dioxyde de carbone/ion hydrogénocarbonate : CO_2, H_2O / HCO_3^-

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

2.1. Les synthèses peuvent conduire à la modification des chaînes et/ou des groupes caractéristiques. Identifier le type de modification associée à la synthèse de l'éthanoate de menthyle. Justifier.

2.2. Étude du protocole.

2.2.1. L'acide sulfurique est ajouté comme catalyseur. Préciser son action dans la synthèse.

2.2.2. Représenter le montage nécessaire à la mise en œuvre du protocole de synthèse. Le nommer et expliquer son intérêt.

2.2.3. Justifier l'utilisation d'une ampoule à décanter pour éliminer la phase aqueuse lors de la dernière étape.

2.2.4. Lors du lavage de la phase organique, l'acide éthanoïque restant réagit avec les ions hydrogénocarbonate.
Écrire l'équation de cette réaction acido-basique et justifier les observations expérimentales faites.

2.3. Rendement de la synthèse.

2.3.1. Identifier le réactif introduit en excès.

2.3.2. Déterminer le rendement de la synthèse de l'éthanoate de menthyle en expliquant la démarche.

2.3.3. Proposer une explication permettant de justifier d'un rendement inférieur à 100% pour cette synthèse.

3. Menthe glaciale

Le sirop de menthe glaciale est de couleur bleu-vert (cyan). Sur l'étiquette d'une bouteille de sirop de menthe glaciale, on peut lire les indications suivantes :

Sucre, sirop de glucose-fructose, eau, arôme de menthe, colorant : E133.

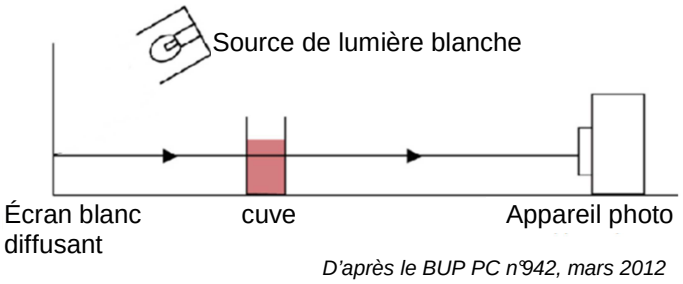
Pour déterminer la concentration en colorant E133 du sirop de menthe :

- on dilue le sirop de menthe glaciale cinq fois : la solution obtenue est notée S ;
- on réalise une échelle de teinte composée de quatre solutions de colorant E133 de concentrations différentes.

On dispose devant un écran éclairé par une source de lumière blanche, une série de six cuves contenant :

- les quatre solutions de l'échelle de teinte notées S_1, S_2, S_3, S_4.
- de l'eau distillée (« blanc ») notée S_0.
- la solution diluée de sirop de menthe notée S.

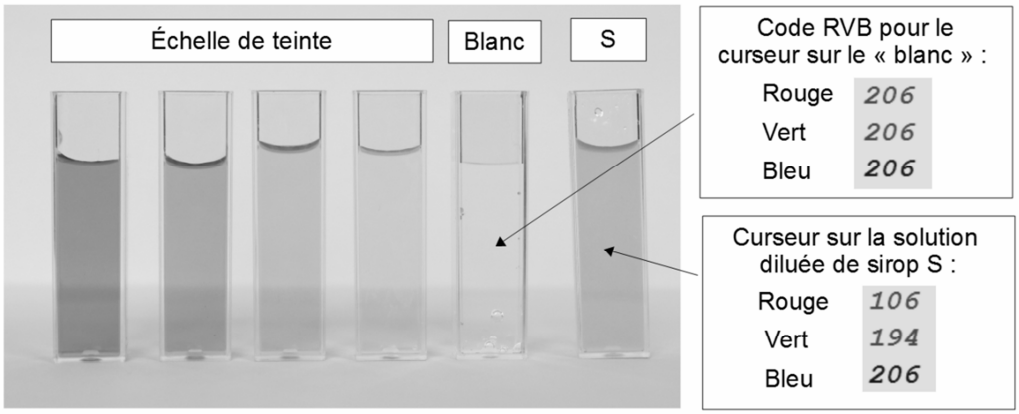
L'ensemble est photographié à l'aide d'un appareil photographique numérique.



D'après le BUP PC n°942, mars 2012

Les hypothèses de travail sont les suivantes :
- l'éclairage des cuves est uniforme ;
- les cuves sont identiques ;
- le colorant E 133 est la seule espèce colorée dans le sirop de menthe glaciale.

Le cliché en couleurs, reproduit en noir et blanc ci-après, est analysé à l'aide d'un utilitaire permettant de connaître les codes couleurs des pixels.
En codage RVB 24 bits, la réponse pour la composante rouge R, la composante verte V et la composante bleue B, est traduite par un nombre compris entre 0 et 255 correspondant aux différentes nuances d'intensité lumineuse d'une même couleur.



L'absorbance associée à la composante R ou V ou B est déterminée par la relation :

$$A = \log\left(\frac{\textit{Valeur du code de la composante considérée dans le blanc}}{\textit{Valeur du code de la même composante dans la solution colorée}}\right)$$

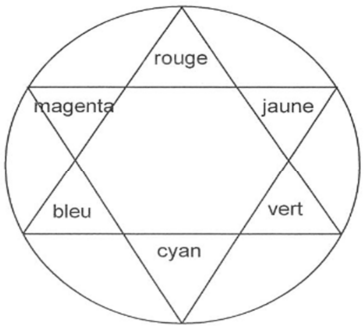
Les résultats obtenus pour l'échelle de teinte et le blanc sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

	Échelle de teinte				« Blanc »
Solutions	S_4	S_3	S_2	S_1	S_0
Concentration en (mg/L)	**24,0**	**12,0**	**6,0**	**3,0**	**0**
Valeur du code correspondant à la composante rouge R	**30**	**80**	**128**	**163**	**206**
Valeur du code correspondant à la composante verte V	**180**	**191**	**198**	**201**	**206**
Valeur du code correspondant à la composante bleue B	**204**	**204**	**206**	**205**	**206**

Données :
- Loi de Beer Lambert :
  Pour une longueur d'onde donnée, la relation entre l'absorbance A d'une solution colorée et la concentration C massique de l'espèce colorée dans la solution absorbante s'écrit : $A = k.C$ où k est une constante.

17PYSCOPO1

- Cercle chromatique :



3.1. Quelle est la composante RVB la plus absorbée par une solution de sirop de menthe ? Ce résultat était-il prévisible ?

3.2. À l'aide de vos connaissances et des informations fournies, déterminer la concentration massique en colorant E133 du sirop de menthe glaciale.

Toute prise d'initiative et toute démarche, même partielles, seront valorisées.

17PYSCOPO1

EXERCICE III : RANDONNÉE EN MONTAGNE (5 points)

1. Bivouac à la belle étoile

On peut lire dans une documentation sur les matelas de sol en mousse :
« Une fois allongé, vous écrasez votre sac de couchage ce qui le rend inefficace. En contact avec un sol plus froid que votre corps, vous perdez alors de l'énergie par transfert thermique. L'utilisation d'un matelas de sol, qui conserve son épaisseur et sa capacité d'isolation même soumis à la pression, limite ce phénomène ».



Avant d'acquérir un matelas de sol en mousse, un randonneur a longuement hésité entre deux matelas : le « Sleepy » et le « Randy ». Après consultation des différentes documentations, son choix s'est arrêté sur le matelas en mousse « Sleepy ».

Données :

- Caractéristiques du matelas de sol « Sleepy » :

Nom	Température minimale d'utilisation	Conductivité thermique	Dimensions : longueur × largeur × épaisseur
Sleepy	6 °C	0,03 $W.m^{-1}.K^{-1}$	193 cm × 62 cm × 1,1 cm

- Résistance thermique de conduction :

La résistance thermique de conduction R_{th} (en $K.W^{-1}$) d'un matériau d'épaisseur e (en m), de surface d'échange par conduction S (en m^2) et de conductivité thermique λ ($W.m^{-1}.K^{-1}$) est :

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

- Flux thermique :

Le flux thermique Φ (en W) correspond à une énergie thermique transférée à travers une paroi par unité de temps. Si ΔT est l'écart de température de part et d'autre de la paroi, le flux thermique à travers cette paroi est exprimé par :

$$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th}}$$

- La température de l'air et du sol est de 15 °C.

- Température de la peau : 33 °C.

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

1.1. Indiquer dans quel sens se fait le transfert thermique à travers le matelas lorsque le randonneur est allongé et décrire le phénomène de transfert thermique par conduction à l'échelle microscopique.

1.2. Le randonneur souhaite comparer les capacités d'isolation thermique des deux matelas de sol, le « Sleepy » et le « Randy », en se plaçant dans les mêmes conditions d'utilisation. Pour simplifier, il fait l'hypothèse que les résistances thermiques des vêtements et du sac de couchage sont négligeables.

1.2.1. On note S, la surface du randonneur au contact du matelas. Quatre valeurs de S sont proposées :

$0{,}005\ m^2$ $0{,}05\ m^2$ $0{,}5\ m^2$ $5\ m^2$

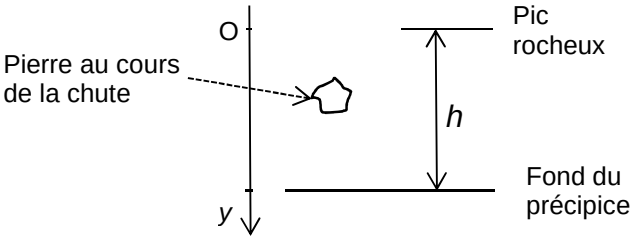
Choisir celle qui semble correctement estimée. Justifier.

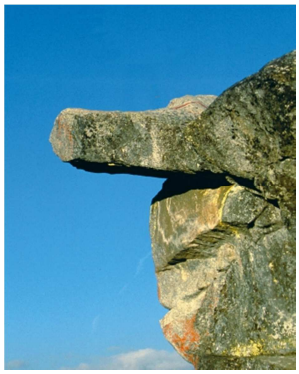
1.2.2. Calculer le flux thermique Φ traversant le matelas « Sleepy ».

1.2.3. Le flux thermique traversant le matelas « Randy », dans les mêmes conditions d'utilisation, est de 40 W.
Quel matelas possède les meilleures capacités d'isolation thermique ? Justifier.

2. Au bord du précipice

Le randonneur souhaite estimer la hauteur h d'un précipice en lâchant une pierre à partir du bord d'un pic rocheux en surplomb. La position de la pierre est repérée sur un axe Oy vertical dirigé vers le bas.





Le randonneur déclenche sa montre-chronomètre à la date $t = 0$ s correspondant au début de la chute, soit à la position $y_o = 0$ m.
Il arrête son chronomètre lorsqu'il entend la pierre percuter les rochers en contrebas du précipice.
La durée mesurée est de 5,2 s.

Données :
- Valeur du champ de pesanteur sur Terre : $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$.
- Le référentiel terrestre est considéré comme galiléen.
- Célérité du son dans l'air : $v_{son} = 340\ m.s^{-1}$

On considère dans l'exercice que les frottements sont négligeables.

2.1. Montrer que la hauteur h du précipice et la durée t_C de la chute sont liées par :

$$h = \frac{1}{2} g.t_C^2$$

2.2. Estimation de la hauteur h du précipice.

2.2.1. En négligeant la durée de propagation du son, estimer la hauteur h du précipice.

2.2.2. L'hypothèse faite dans la question 2.2.1 est-elle justifiée ? Justifier la réponse par une application numérique. Avec cette hypothèse, la hauteur calculée est-elle plus grande ou plus petite que la hauteur réelle ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer