

DEVOIR COMMUN SCIENCES PHYSIQUES

Durée 1h30 ;
calculatrice autorisée



Toutes les notions présentes dans ce devoir n'ont pas été vues par tous les élèves de seconde en fonction de leur classe.

Cependant, chaque élève de seconde, quelque soit sa classe, doit pouvoir traiter au minimum 20 questions lui permettant d'obtenir la note maximale de 20 !!!

Exercice I : Un médicament contre le rhume

La pseudoéphédrine est un décongestionnant utilisé pour traité les rhumes. Elle est utilisée seule ou en association avec un antihistaminique et un antipyrétique (paracétamol ou ibuprofène).

Document 1 : Composition des comprimés d'Actifed® rhume

Paracétamol.....	500,00 mg
Pseudoéphédrine.....	60,00 mg
Tripolidine.....	2,50 mg

Amidon de maïs, Povidone (E1201), Crospovidone (E1202), Stéarique acide (E570), Cellulose microcristalline (E460), Silice (E551), Magnésium stéarate (E572).



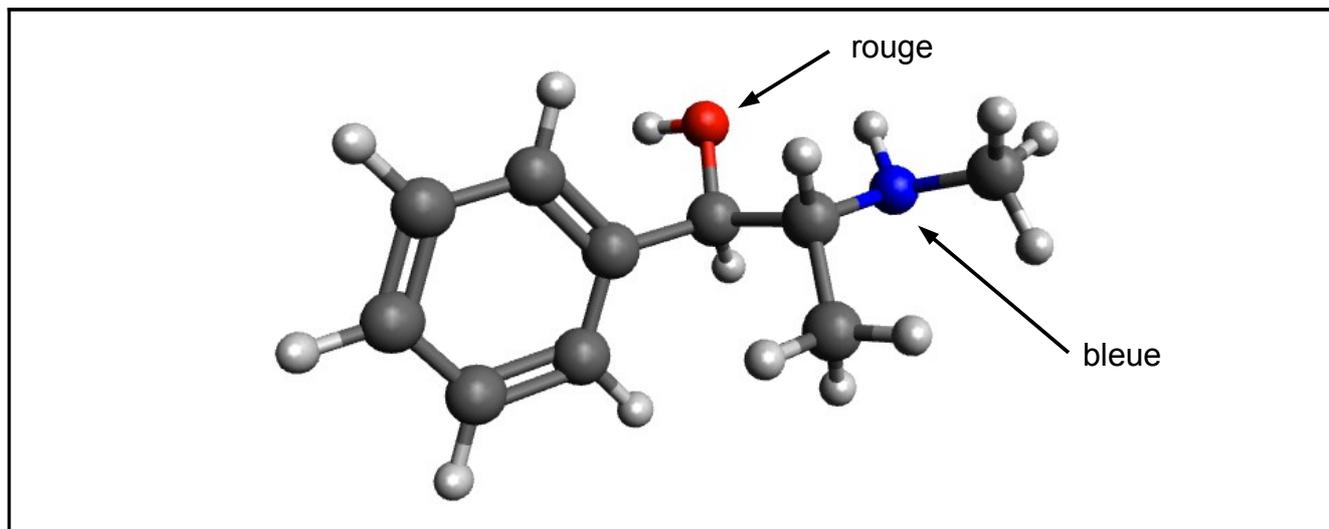
1. Quels sont les principes actifs du médicament du Doc.1 ?
2. Comment appelle-t-on les autres composants de ce médicament ?

Le magnésium stéarate (E572) est un composé ionique à savoir que le magnésium est sous sa forme ionique Mg^{2+} .

Le noyau de l'atome de magnésium a pour symbole ${}_{12}^{24}\text{Mg}$.

- Établir la composition précise d'un atome de magnésium.
- En déduire sa structure électronique.
- Justifier alors la charge électrique de l'ion magnésium Mg^{2+} .

Document 2 : Modèle moléculaire éclaté de la Pseudoéphédrine



- Quelle est la formule brute de la pseudoéphédrine ?
- Représenter la formule développée ainsi que la formule semi-développée de la pseudoéphédrine.

Document 3 : Masses molaires atomiques

Atome	H	C	N	O
Masse molaire (g.mol ⁻¹)	1,0	12,0	15,0	16,0

- Calculer la masse molaire moléculaire du paracétamol ayant pour formule brute $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$.
- En déduire la quantité de matière de paracétamol présent dans un comprimé d'Actifed[®] rhume du **Document.1**.
- Un comprimé d'Actifed[®] rhume du **Document.1** est introduit dans un verre contenant 200 mL d'eau.

Calculer la concentration massique en paracétamol de la solution obtenue.

Document 4 : Extraction de l'Ephédrine et Pseudoéphédrine

L'Ephédrine et la Pseudoéphédrine peuvent être extraites de l'arbuste Ephedra Chinois (Ephedra Sinica). Les parties utilisées sont surtout les feuilles et la tige. La médecine chinoise traditionnelle l'utilise contre l'asthme et les crises de bronchite aiguë depuis l'antiquité en Chine.

L'Ephédrine a ensuite été isolée en 1885 par un pharmacien japonais Nagai Nagayoshi. Il la synthétise avec Kanao en 1920.

	Eau	Benzène	Éthanol	Dichlorométhane
densité	1	0,88	0,80	1,33
Température d'ébullition (°C)	100	80	78	40
Solubilité de l'Ephédrine & Pseudoéphédrine	Faible	Très bonne	Très bonne	Faible
Miscibilité à l'eau		nulle	très bonne	nulle

11. Après macération de feuilles d'Ephedra dans l'eau déterminer le solvant approprié pour réaliser l'extraction. Donner le raisonnement qui vous conduit à choisir ce solvant.

On transvase dans une ampoule à décanter 10 mL de solution aqueuse et on ajoute 5mL de solvant, on agite et on laisse déposer.

12. Qu'observe-t-on avant et après l'agitation ? Répondre par deux schémas légendés de l'ampoule à décanter en précisant les constituants de chaque phase.

Exercice II : L'exoplanète Gliese 667 Cc

Document 1 : Le système stellaire Gliese 667 C

La planète Krypton de Superman est souvent présentée comme une superterre en orbite autour d'une naine rouge. On ne peut donc s'empêcher de penser que la réalité a quelque peu rejoint la fiction lorsque l'on a annoncé voilà quelques années que deux superterres potentiellement habitables existent autour de l'étoile Gliese 667 C.

Il s'agit bien d'une naine rouge située à environ 22 années-lumière du Soleil, dans la constellation du Scorpion, et elle fait partie d'un système d'étoiles triple. La distance qui la sépare de ses deux sœurs est si grande que depuis la surface des superterres, comme Gliese 667C c, celles-ci apparaîtraient comme deux astres aussi brillants que la Lune.

Nombre maximal de superterres dans la zone d'habitabilité

La Nature avait encore des surprises en réserve autour de Gliese 667C puisque des astronomes de l'ESO viennent de faire savoir que selon eux, il y aurait au moins six exoplanètes, dont trois superterres dans la zone d'habitabilité. Dans le cas présent, il ne peut y en avoir plus sans que la stabilité des orbites de ces superterres soit compromise.

Une comparaison des tailles de la Terre, Mars et Gliese 667 C c (le système triple Gliese 667 comporte trois étoiles, notées A, B et C, et cette dernière abrite plusieurs planètes dont la troisième est notée c). L'aspect probable de l'exoplanète a été simulé par ordinateur. Son atmosphère est teintée de rouge du fait qu'elle est en orbite autour d'une naine rouge.

Cette affirmation des chercheurs se base sur de nouvelles analyses des données spectroscopiques prises pendant des années avec l'instrument Harps à La Silla, ainsi que du spectrographe UVES équipant le VLT de l'ESO. On lui doit déjà la découverte ou la confirmation de l'existence de nombreuses exoplanètes par la méthode des vitesses radiales. Ces nouvelles analyses n'étaient cependant pas suffisantes, et de récentes observations obtenues avec les instruments équipant le Keck Observatory et les télescopes Magellan ont été nécessaires.



Illustration 1: Une comparaison des tailles de la Terre et Gliese 667C c (le système triple Gliese 667 comporte trois étoiles, notées A, B et C, et cette dernière abrite plusieurs planètes dont la troisième est notée c). L'aspect probable de l'exoplanète a été simulé par ordinateur. Son atmosphère est teintée de rouge du fait qu'elle est en orbite autour d'une naine rouge. © Planetary Habitability Laboratory, UPR Arecibo

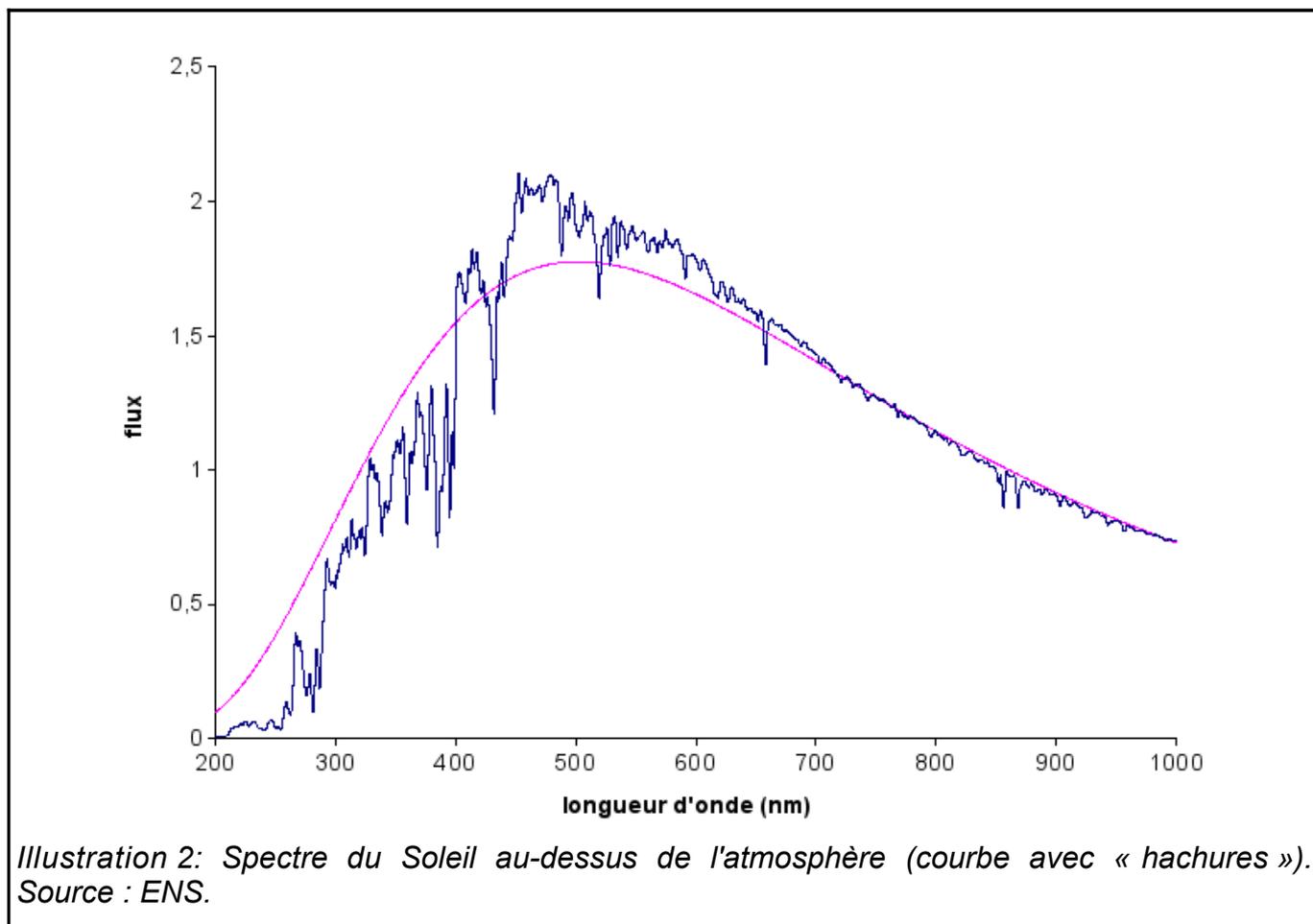
Source : <http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/planetes-superterres-trois-kryptions-autour-gliese-667c-47346/>

Document 2 : Raies caractéristiques

Élément	Symbole	Raies caractéristiques (nm)
Hydrogène	H	397 ; 410 ; 434 ; 486 ; 656
Hélium	He	588 ; 668 ; 707
Magnésium	Mg	470 ; 517 ; 518
Sodium	Na	589 ; 590
Calcium	Ca	423 ; 458 ; 526 ; 527 ; 616 ; 617 ; 650
Ion calcium II	Ca ²⁺	393 ; 397
Fer	Fe	405 ; 426 ; 438 ; 453 ; 459 ; 489 ; 492 ; 496 ; 501 ; 508 ; 527 ; 533 ; 537 ; 543 ; 545 ; 546 ; 562 ; 822
Titane	Ti	467 ; 469 ; 498
Molécule d'oxyde de titane	TiO	490-520, 540-570, 620-630, 670-690

Source : http://media4.obspm.fr/public/AMC/pages_tp-spectre-soleil/identification.html

Document 3 : spectre du Soleil



Document 4 : Spectre d'une étoile naine rouge

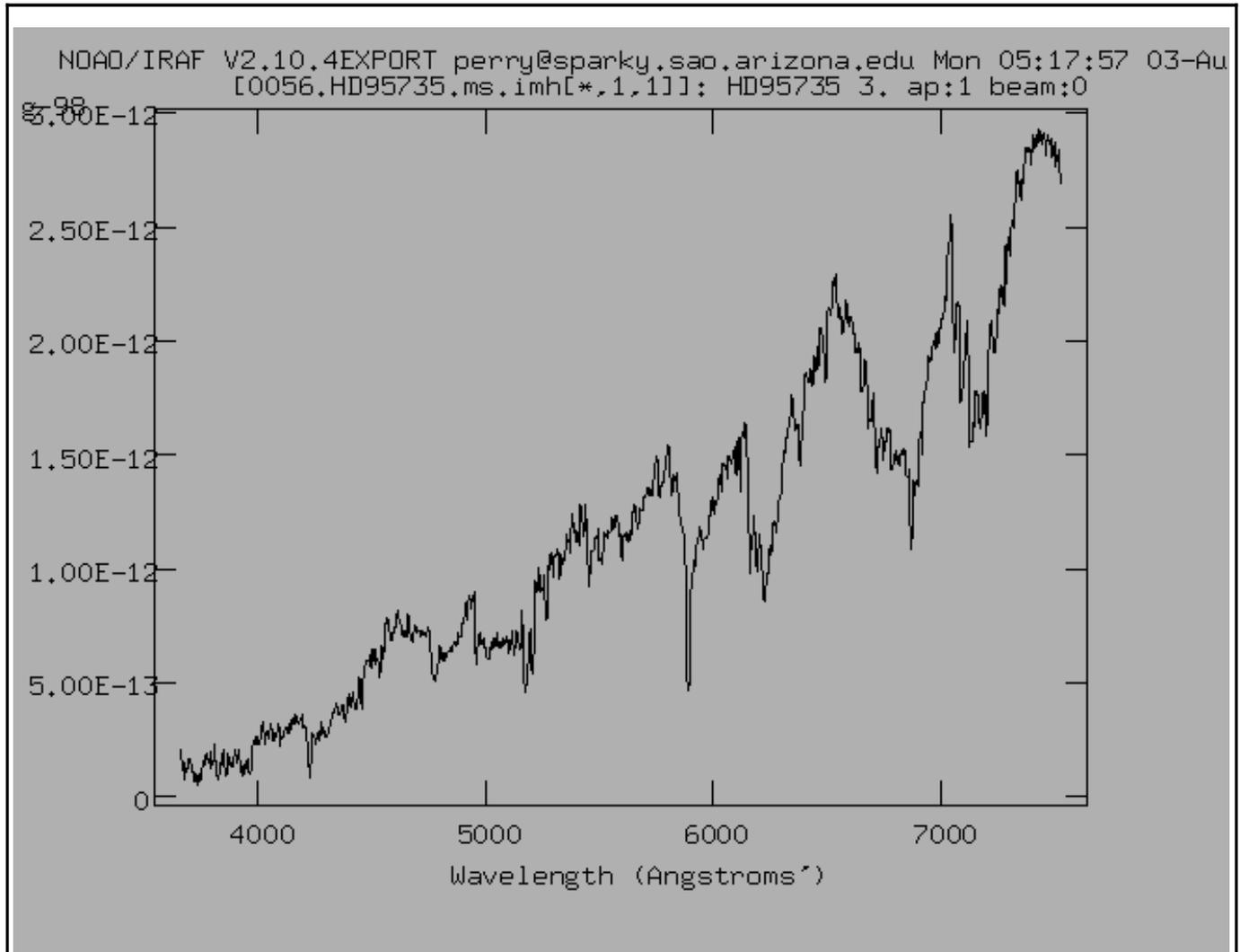


Illustration 3: Spectre d'une étoile naine rouge de type M2V telle que Gliese 667 C. En abscisse la longueur d'onde en dixièmes de nanomètres ou angström tels que 1 angström=0,1 nm=10⁻¹⁰ m et en ordonnée l'intensité lumineuse reçue par le détecteur. Source : Université de Harvard.

Document 5 : Données et formules

Astre	Type	Rayon moyen	Masse	Température de surface (°C)
Soleil	Étoile	$R_S = 6,955 \cdot 10^8$ m	$M_S = 1,988 \cdot 10^{30}$ kg	5505
Terre	Planète tellurique	$R_T = 6,371 \cdot 10^6$ m	$M_T = 5,97219 \cdot 10^{24}$ kg	15
Gliese 667 C	Étoile naine rouge	$R_{667C} = 0,42 R_S$	$M_{667C} = 0,31 M_S$	3700±100
Gliese 667 Cc	Planète	$R_{667Cc} = 1,76 R_T$	$M_{667Cc} = 4,39 M_T$	13

- Année-lumière : distance parcourue par la lumière dans le vide en une année Julienne soit $1 \text{ AL} = 9,460730 \cdot 10^{15} \text{ m}$.
- Année Julienne : longueur moyenne d'une année dans le calendrier julien (occidental), soit 365,25 jours.
- Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Distance moyenne Soleil-Terre ou Unité astronomique : $1 \text{ UA} = 1,4960 \cdot 10^{11} \text{ m}$.
- Distance de Gliese 667 C et Gliese 667 Cc au Système Solaire : $SG = 22,7 \text{ AL}$.
- Intensité de la pesanteur sur Terre : $g_T = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- Expression de la force d'interaction gravitationnelle entre un objet de centre A et de masse M_A et un objet de centre B et de masse M_B , donc situés à la distance AB l'un de l'autre :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \cdot \frac{M_A \cdot M_B}{AB^2} \text{ avec } G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ SI} .$$

Document 6 : fonctionnement d'un spectroscopie

Un spectroscopie est un dispositif permettant de séparer les différentes radiations lumineuses d'une source lumineuse polychromatique. Les premiers modèles, tels celui du physicien allemand Kirchhoff et du chimiste Robert Bunsen dans les années 1860, comprenaient un prisme (Illustration 4).

Un prisme est constitué d'un verre dont l'indice de réfraction varie selon la longueur d'onde. La lumière incidente sur le prisme est, selon sa forme et l'angle d'incidence, réfractée sur les deux faces du prisme : ceci est représenté sur l'illustration 5.

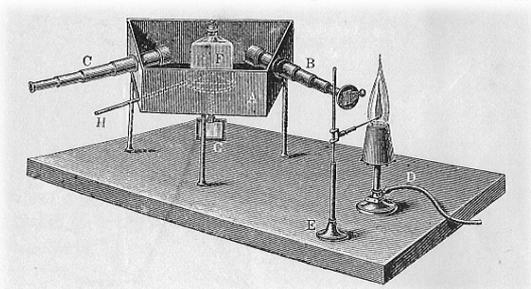


Illustration 4: Premier spectroscopie de Kirchhoff, qui lui permet de découvrir les raies de huit éléments dans des flammes. Source: Wikipédia.

Loi de Snell-Descartes pour la réfraction

- le rayon réfracté est dans le plan d'incidence ;
- la relation liant les indices de réfraction n_1 et n_2 de chacun des milieux et les angles incident i et réfracté r sont liés par la relation dite de Snell-Descartes :

$$n_1 \times \sin(i) = n_2 \times \sin(r) .$$

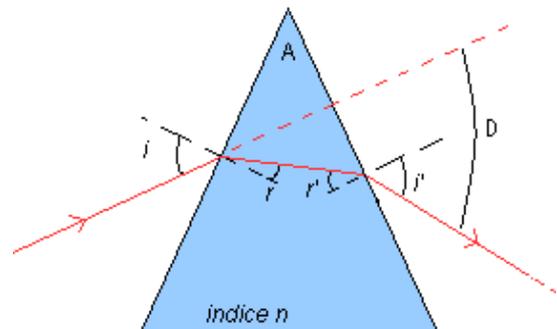


Illustration 5: Schéma de la réfraction de la lumière par un prisme isocèle. Source : Unisciel.

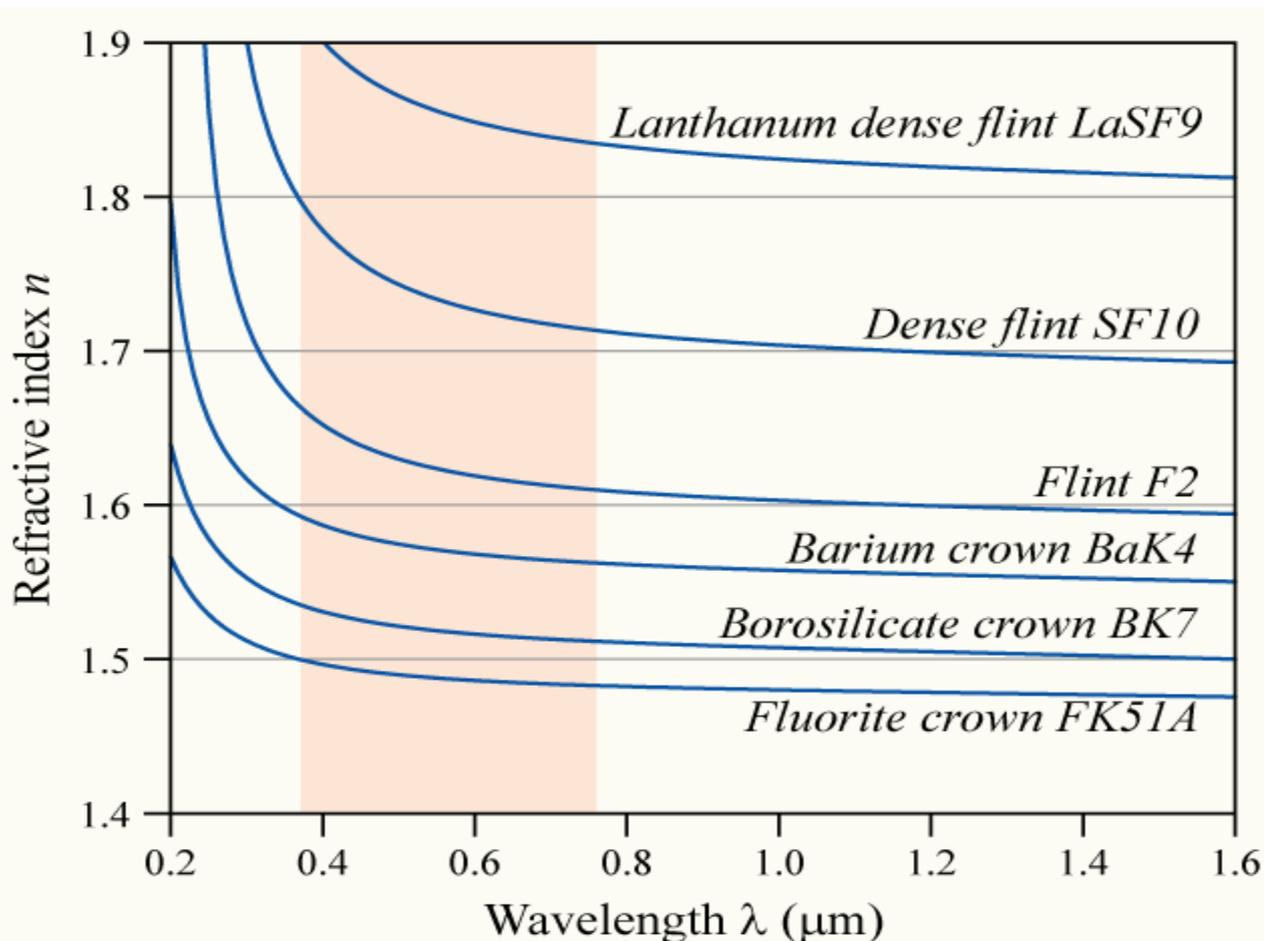


Illustration 6: Indice de réfraction n de différents verres (ordonnée) en fonction de la longueur d'onde λ en micromètres (abscisse). Source: Wikipedia.

Spectres stellaires

1. Les spectres du Soleil (Illustration 2) et de la naine rouge (Document 4 : Spectre d'une étoile naine rouge) sont-ils des spectres d'émission ou d'absorption ?
2. Comment déterminer quels sont les éléments contenus dans la photosphère (ou couche externe) du Soleil ? Vous pourrez utiliser un schéma. Détecte-t-on la présence d'hydrogène ? Justifier.
3. Une étoile naine rouge contient-elle : du calcium, de l'hydrogène, de l'oxyde de titane ?
4. Pourquoi le Soleil apparaît-il jaune ou blanc alors que Gliese 667 C apparaît rouge ? Citer la loi de la spectroscopie ou loi de Kirchhoff qui permet d'expliquer cette différence.

Obtention d'un spectre stellaire

5. Donner la définition de l'expression « source lumineuse polychromatique ».
6. On considère le verre « Dense flint SF10 » de l'illustration 6. Déterminer graphiquement son indice de réfraction pour une radiation lumineuse rouge à 700 nm et pour une radiation lumineuse violette à 400 nm.
7. Si la lumière arrive sur un angle de 30° , déterminer à l'aide des lois de Snell-Descartes l'angle de réfraction et montrer que la lumière rouge est déviée de 17° et la lumière violette de 16° par la première face du prisme.

Distances

8. Vérifier la valeur donnée dans le Document 5 : Données et formules pour la valeur de l'année-lumière.
9. Un éventuel extraterrestre habitant sur Gliese 667 Cc envoie un message sur Terre. Combien de temps mettra-t-il pour nous parvenir ?
10. Convertir ce temps en secondes et l'exprimer en notation scientifique.

Gravitation

11. Calculer la force de gravitation entre Gliese 667 C et la planète Gliese 667 Cc. Pensez à préciser son unité !
12. Montrer que l'intensité de la pesanteur sur Gliese 667 Cc est égale à $g_{667Cc} = 13,9 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Imaginons que le record du monde de saut en hauteur sur Gliese 667 Cc soit le même que sur Terre ! Le champion extraterrestre réussit, on ne sait comment, à venir sur Terre pour s'entraîner.

13. Le champion extraterrestre sautera-t-il plus ou moins haut sur Terre que sur Gliese 667 Cc. Donner une réponse argumentée faisant intervenir la notion de poids.