

Lumière et spectre – Exercices - Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

Antiquité	Les savants pensaient que la lumière se propage instantanément.
XI^{ème} s.	Ibn al Haytham (Alhazen) pense que la lumière a besoin de temps pour traverser l'espace.
XIII^{ème} s.	Roger Bacon rejette l'idée d'une propagation instantanée.
XVII^{ème} s.	Galilée tente de mesurer la vitesse de propagation de la lumière. Römer et Cassini calculent la vitesse de la lumière à partir d'observations astronomiques. Ils trouvent 220 000 km/s.
XIX^{ème} s.	Foucault perfectionne l'expérience de Fizeau et trouve 299 774 km/s. Michelson et Morley obtiennent la valeur de 299 910 km/s.
De nos jours	La vitesse de la lumière dans le vide, notée c , est égale à 299 792, 458 km/s. On peut admettre que $c = 300 000$ km/s. Dans le vide, rien ne peut se déplacer plus vite que la lumière.

1. Quel savant a mesuré le premier la vitesse de la lumière ? Obtient-il un résultat concluant ?
2. Écrire, sous forme de puissance de 10, la valeur approchée de la vitesse de la lumière en kilomètre par seconde, puis en mètre par seconde.
3. Le Soleil est situé à $1,50 \times 10^{11}$ m de la Terre. Calculer, en minutes, la durée mise par la lumière du Soleil pour nous parvenir.
4. L'étoile Proxima du Centaure est l'étoile la plus proche de nous. Sa lumière met 4 ans 2 mois 12 jours pour nous parvenir. À quelle distance de la Terre, en kilomètre, est-elle située ?
5. Pour déterminer la distance entre la Terre et la Lune, des astronautes ont déposé des miroirs sur la Lune. De la Terre, on envoie un faisceau laser sur l'un de ces miroirs. On mesure alors le temps mis par ce faisceau pour aller sur la Lune et revenir sur Terre.
 - a) Schématiser la Terre, la Lune et le trajet du faisceau laser.
 - b) Le faisceau revient 2,56 secondes après son émission. Calculer la distance (en km) de la Terre à la Lune.

Exercice 2 corrigé disponible

1. L'année-lumière (symbole : a.l.) est une unité de distance qui correspond à la distance parcourue par la lumière en une année.
 - a) Déterminer la valeur d'1 a.l. en kilomètre.
 - b) Pourquoi les astronomes préfèrent-ils cette unité par rapport aux mètres pour mesurer des distances dans l'espace ?
2. Voici l'ordre de grandeur de quelques distances en astronomie. Transforme les en années-lumières.
 - a) diamètre du système solaire : environ 10^9 km
 - b) distance à la galaxie la plus proche : environ 10^{19} km
3. La lumière d'un objet situé à une année-lumière de nous met 1 an à nous parvenir.
 - a) L'étoile Pollux de la constellation des Gémeaux est située à 34 a.l. de la Terre. En combien de temps la lumière émise par cette étoile nous parvient-elle ?
 - b) Une des étoiles de la constellation d'Orion est apparue en 1956 aux astronomes. Elle n'avait jamais été observée auparavant parce qu'elle n'était pas encore née. Elle est située à 1 800 a.l. de la Terre. En quelle année cette étoile est-elle réellement née ?

Exercice 3 corrigé disponible

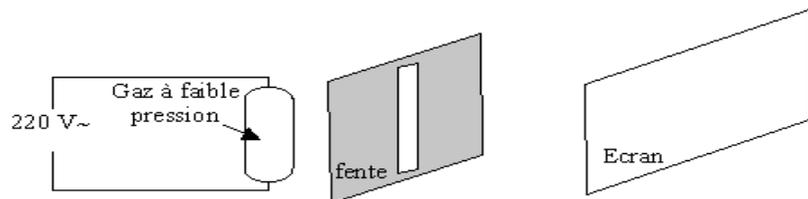
Les limites des longueurs d'ondes (en nm) des couleurs du spectre d'une lumière blanche sont les suivantes :

violet	bleu	vert	jaune	orange	Rouge
400-424	424-491	491-575	575-585	585-647	647-700

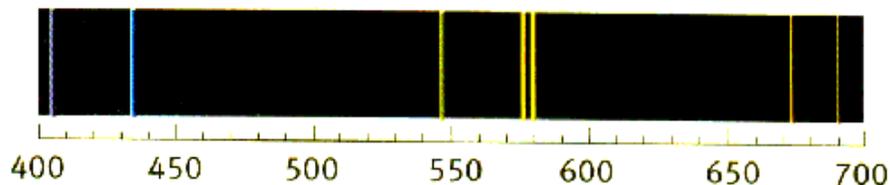
Longueurs d'ondes (en nm) de quelques raies émises par différents éléments chimiques à l'état gazeux :

nom	symbole	longueurs d'onde (nm)
Hydrogène	H	397 ; 410 ; 434 ; 486 ; 656
Hélium	He	447 ; 471 ; 492 ; 501 ; 587 ; 668
mercure	Hg	432 ; 547 ; 575 ; 580 ; 670 ; 690
néon	Ne	439 ; 443 ; 585 ; 597 ; 618 ; 640

Identification d'un gaz : un laboratoire possède diverses lampes qui contiennent des vapeurs de gaz. Il est possible de réaliser le spectre d'émission de raie du gaz enfermé dans l'ampoule à l'aide du dispositif ci-dessous :



1. Quel dispositif faut-il placer entre la fente et l'écran pour observer le spectre du gaz enfermé dans l'ampoule ?
2. Un professeur, suite à une maladresse, a renversé de l'encre sur l'étiquette collée sur l'ampoule. La nature du gaz était représentée par son symbole chimique qui est partiellement masqué par la tache d'encre. Le spectre observé sur l'écran a permis d'obtenir le document suivant :



Donner les longueurs d'ondes des différentes raies du spectre puis indiquer la couleur de chacune. En déduire la nature du gaz enfermé dans l'ampoule.

Exercice 4 corrigé disponible

Les longueurs d'onde des raies, en nm du spectre d'une lampe à vapeur de mercure sont : 404,7 - 435,8 - 491,6 - 496 - 546,1 - 577 - 579,1 - 623,4 - 690,7

1. Donner la définition d'un spectre de raies d'émission d'une lumière.
2. Le spectre d'un sirop de menthe comporte deux bandes d'absorption dans le visible : seules les radiations comprises entre 420 nm et 560 nm sont transmises.

On éclaire le sirop de menthe avec une lampe de mercure. Quel est l'aspect du spectre de la lumière transmise ?

Exercice 5 corrigé disponible

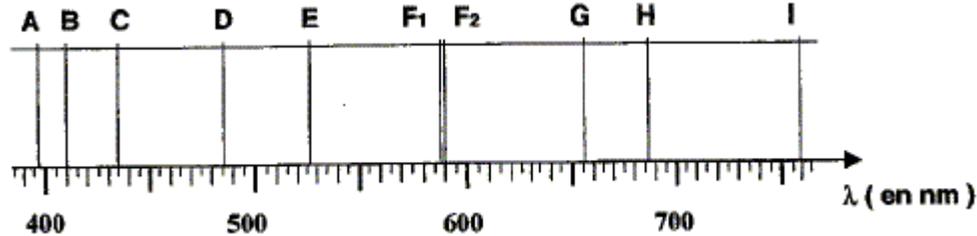
La lumière blanche mélange toutes les couleurs de l'arc en ciel. Comme on passe continûment d'une couleur à une autre en changeant graduellement de nuance, on dit que la lumière blanche possède un spectre continu. C'est le cas de la lumière émise par un corps chaud qui contient toutes les couleurs à des doses différentes.

Mais les astronomes ont remarqué dès le XVIII^e siècle la présence de fines bandes noires dans la lumière solaire. Il manque des couleurs très précises et spécifiques, comme si elles ne nous étaient pas parvenues. Après quelques tâtonnements, ils ont compris que ces raies sombres trahissaient la présence d'éléments chimiques sur le trajet des rayons lumineux. Joseph von Fraunhofer fut le premier en 1814 à observer ces disparitions de lumière et à les attribuer à un phénomène d'absorption par un gaz situé entre la source d'émission et l'observateur...

1. Donner les valeurs limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible en précisant les couleurs concernées.

"Joseph von Fraunhofer fut le premier en 1814 à observer ces disparitions de lumière"

Voici une partie du spectre qu'il a observé, où l'on peut observer des raies noires sur un fond coloré continu, nommées A, B, C, D, E, F₁, F₂, G, H et I.



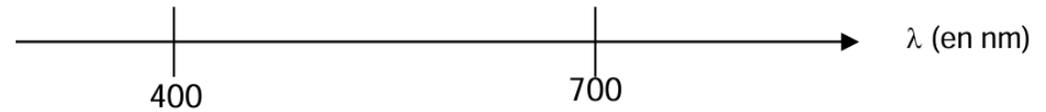
On donne les longueurs d'onde d'émission de quelques éléments.

Élément chimique	Longueur d'onde λ en nm de certaines raies caractéristiques					
Hydrogène H	410,1	434,0	486,1	656,3		
Hélium He	447,2	471,3	492,2	501,6	587,6	667,8
Sodium Na	589,0	589,6				

2. Quels sont les éléments que l'on peut retrouver dans les couches superficielles du soleil ? Justifier.

Exercice 6

1. Quelle grandeur physique permet de caractériser la couleur d'une lumière monochromatique ?
2. Sur le schéma ci-après placer les termes suivants : infrarouge, ultraviolet, lumière visible, violet, rouge.



3. Quand on éclaire un prisme avec de la lumière blanche on peut observer sur un écran un « arc-en-ciel ».

- a. Quel est le nom du phénomène mis en jeu ?
- b. Parmi les 4 ondes de longueur d'onde suivantes, indiquer celles qui sont « visibles » par l'œil humain :

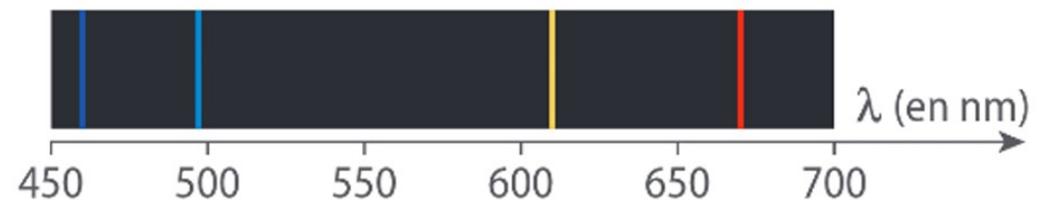
230 nm 0,650 μ m 430x10⁻⁹ m 5,8 x 10⁻⁶ cm

Exercice 7

Longueurs d'onde de quelques raies spectrales :

Élément chimique	Lithium Li	Sodium Na
Longueurs d'onde λ (en nm)	460 ; 497 ; 610 ; 670	448 ; 455 ; 569 ; 590

On observe la lumière émise par un feu d'artifice à l'aide d'un spectroscopie. Le spectre d'émission observé est donné ci-contre.

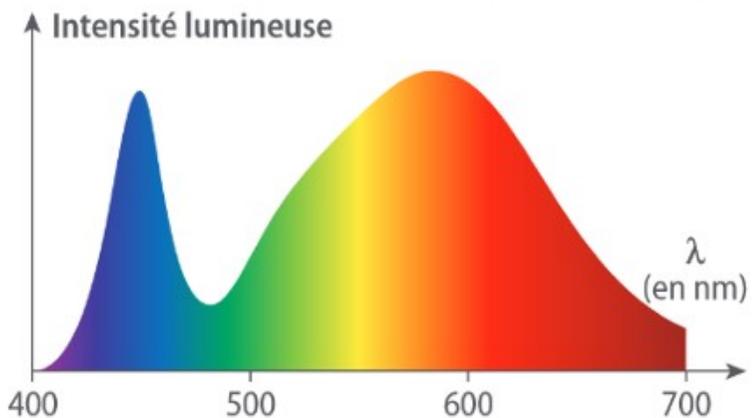
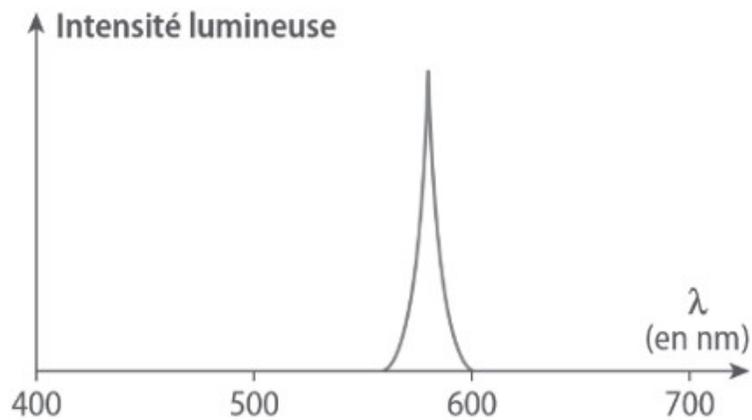


1. Expliquer pourquoi un spectroscopie permet d'observer la dispersion de la lumière.
2. La lumière émise par le feu d'artifice est-elle polychromatique ou monochromatique ? Décrire le spectre d'émission observé.
3. Déterminer la longueur d'onde de chaque rayonnement monochromatique présent dans le spectre.
4. Identifier l'élément chimique correspondant.

Exercice 8

Un analyseur de spectre permet de représenter le profil spectral, c'est-à-dire l'intensité lumineuse de la lumière émise en fonction de la longueur d'onde. On compare les profils spectraux obtenus pour deux diodes électroluminescentes (DEL).

1. Peut-on considérer qu'une des deux DEL est une source monochromatique ?
2. D'après les profils spectraux, de quelles couleurs vont apparaître ces deux DEL à l'œil nu ?



Exercice 9

Les longueurs d'onde de quatre rayonnements monochromatiques sont : $\lambda_1 = 520 \times 10^{-9} \text{ m}$; $\lambda_2 = 0,25 \mu\text{m}$; $\lambda_3 = 0,64 \times 10^{-3} \text{ mm}$; $\lambda_4 = 8,8 \times 10^{-7} \text{ m}$. Identifier le ou les rayonnements monochromatiques appartenant au domaine du visible.

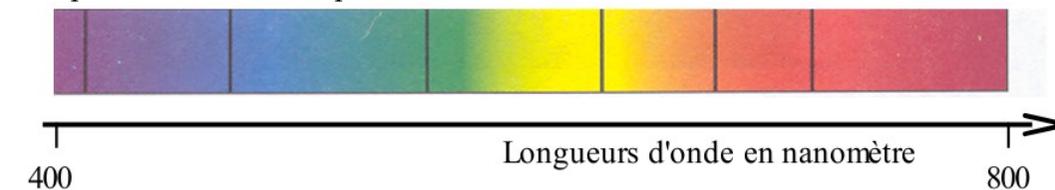
Exercice 10

Lors d'un feu d'artifice, une réaction de combustion provoque l'incandescence de particules. La couleur de la lumière émise dépend des atomes ou des ions présents. Ainsi le strontium produit une lumière rouge. 1. Le spectre du strontium possède 4 raies de longueurs d'onde 460 nm, 496 nm, 548 nm et 641 nm. Indiquer en justifiant la raie qui a la plus forte intensité lumineuse. 2. Quelle est la nature du spectre ci-dessous (absorption ou émission) ? 3. Donner la couleur émise par le cuivre si on le met dans la poudre du feu d'artifice.



Exercice 11

Le spectre de la lumière provenant d'une étoile est :



La couche superficielle de cette étoile n'est constituée que d'un seul élément chimique A ou B. Les spectres de ces éléments sont connus et donnés ci-après à la même échelle que le spectre de lumière de l'étoile.



Spectre de l'élément A



Spectre de l'élément B

1. A quoi est dû le fond continu du spectre de l'étoile ? Ainsi que les raies noires ?
2. Quel est le type de spectre des éléments chimiques ?
3. Quel est l'élément chimique contenu dans la couche superficielle de l'étoile ? Justifier.

Exercice 12

Les éclairages publics sont souvent constitués de lampe à vapeur de sodium. On éclaire un prisme avec une telle lampe et on observe sur un écran, placé après le prisme une trace fine de lumière de couleur orange.

1. La lumière émise par la lampe est-elle monochromatique ou polychromatique ?
2. La longueur d'onde correspondante est-elle supérieure ou inférieure à 500 nm ? On utilise maintenant une lampe à vapeur de mercure. On observe après le prisme trois traits de différentes couleurs : violet, vert, orange.

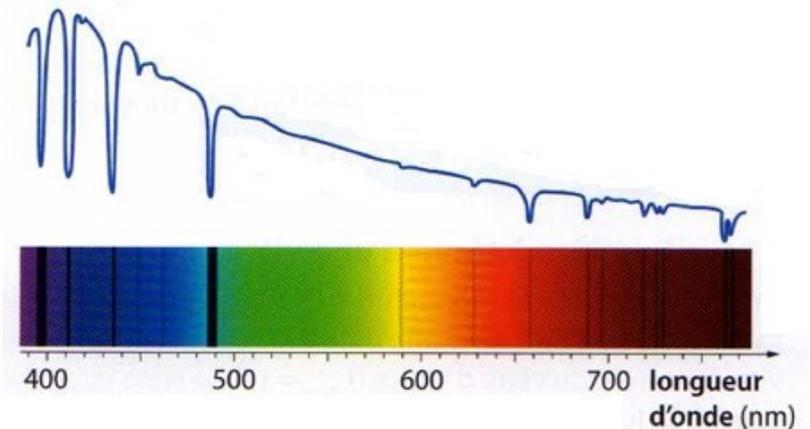
3. La lumière émise par la lampe est-elle monochromatique ou polychromatique ?

4. Peut-on donner, à l'aide des informations ci-dessus, la couleur perçue par l'œil lorsque la lampe à vapeur de mercure éclaire ?



Exercice 13

Véga est une des étoiles les plus brillantes du ciel, de couleur blanc bleuté ; elle s'observe facilement l'été dans la constellation de la Lyre. Son spectre et la représentation de l'intensité lumineuse de chaque radiation en fonction de sa longueur d'onde sont connus :



En 1879, William Huggins a utilisé le spectre de Véga pour commencer une classification des étoiles. Un extrait de cette classification permet de différencier deux types d'étoiles :

Type d'étoile	Température de surface (°C)	Raies présentes dans le spectre
B	20 000 à 10 000	Hélium - Hydrogène
A	10 000 à 7 000	Hydrogène

Données : Longueurs d'onde des raies d'émission les plus intenses de l'hydrogène et de l'hélium :

	λ (nm)					
H	397	410	434	486	656	
He	402	447	502	587	668	706

1. Quelle est la nature du spectre ci-dessous (absorption ou émission) ?
2. La température de surface de Véga est-elle plus élevée ou plus faible que celle du Soleil ?
3. Déterminer les valeurs des longueurs d'onde des huit raies les plus importantes de du spectre.
4. Véga est-elle une étoile de type B ou A ?

Exercice 14

On observe le spectre de la lumière émise par :

- un filament de tungstène chauffé à 2200°C
- une lampe à vapeur de mercure



Attribuer chaque spectre à une source de lumière