

Seconde Générale et Technologique

Physique-Chimie | Chapitre 13 : Spectres d'émission

Enoncés des exercices

Les exercices sont classés en trois niveaux de difficulté :

- ★ Exercices d'application : comprendre les notions essentielles du cours
- ★★ Exercices d'entraînement : prendre les bons réflexes
- ★★★ Exercices d'approfondissement : aller plus loin

Exercices gratuits	Exercices sur abonnement*
★ 1	★ 2 – 3 – 4 – 5 – 6
★★ 7	★★ 8 – 9 – 10 – 11 – 12
★★★ 13	★★★ 14 – 15 – 16 – 17 – 18

Exercice 1 ★

Spectres d'origine thermique

Les spectres suivants ont été obtenus en décomposant la lumière d'une même lampe à incandescence à différentes températures.



Classer ces spectres par ordre de température croissante en justifiant la réponse.

Exercice 2 *★

Voir loin c'est voir dans le passé

La lumière se propage extrêmement vite mais pas instantanément. Par exemple, elle met environ 500 s pour parcourir la distance Soleil – Terre.



Données :

- Distance moyenne Soleil – Terre : $d_{ST} = 149,6$ millions de km
- Distance moyenne Lune – Terre : $d_{LT} = 384\,400$ km

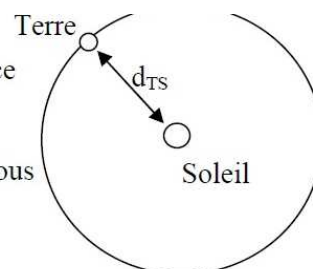
1. Calculer la vitesse de la lumière dans le vide.
2. Cette valeur est-elle identique à celle du cours ? Expliquez.
3. En déduire la durée mise par la lumière diffusée par la Lune pour arriver sur Terre.
4. Pourquoi dit-on que l'on regarde dans le passé lorsqu'on observe le ciel ?

Exercice 3 * ★

Le soleeeeil vient de se leeeveeer...

La planète Terre, troisième planète du système solaire, est à une distance $d_{TS} = 1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$ du Soleil.

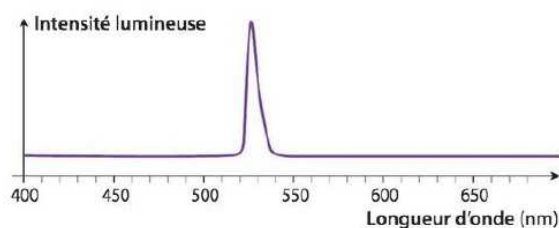
- 1) Exprimer puis calculer le temps Δt que met la lumière du Soleil à nous parvenir sur Terre.



Exercice 4 * ★

Analyse d'un laser

A l'aide d'un dispositif expérimental adapté, on analyse la lumière produite par un laser. On obtient la figure ci-dessous.

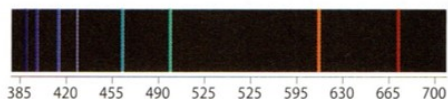


1. Que représente la figure obtenue ?
2. Quel appareil a permis la réalisation de cette figure ?
3. La lumière produite par un laser est-elle monochromatique ou polychromatique ? Justifier.
4. La production de cette lumière est-elle d'origine thermique .
5. La couleur de cette lumière est-elle rouge, verte ou bleue ? Justifier.

Exercice 5 * ★

Carte d'identité du lithium

Le document suivant reproduit le spectre du lithium.



- 1° Comment nomme-t-on ce type de spectre ?
- 2° A quelle grandeur physique correspondent les valeurs numériques indiquées sur le document ? Quelle est son unité ?
- 3° Déterminer la valeur numérique de la grandeur physique associée à la raie orange de ce spectre.

Exercice 6 * ★

Où est mon spectre ?

Associer chaque spectre à la source de lumière correspondante.

Soleil


☐
☐


Lampe à filament à basse température


☐
☐


Lampe à vapeurs


☐
☐


Exercice 7 ★★

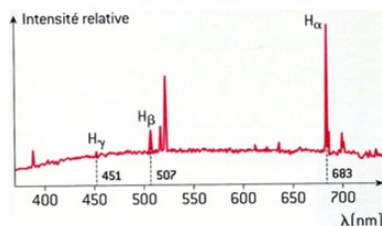
Une galaxie lointaine

Doppler et Fizeau postulèrent en 1848 que l'éloignement d'une étoile ou d'une galaxie de la Terre entraîne un décalage de leurs raies d'absorption vers le rouge, appelé redshift, alors qu'un rapprochement entraîne un décalage de leurs raies vers le bleu, appelé blueshift.

1°. À partir des documents suivants, indiquer si la galaxie TGS153Z170 se rapproche ou s'éloigne de la Terre.

Données : Longueurs d'onde des raies du spectre de l'hydrogène sur Terre

Eléments	H _α	H _β	H _γ
λ (nm)	656	486	434



2° L'effet Doppler-Fizeau est un phénomène physique permettant aux astronomes de mesurer la vitesse, en km.s⁻¹, des étoiles et galaxies éloignées, grâce à la relation ci-dessous dans laquelle λ₀ correspond à la longueur d'onde de la raie dans le spectre de la source lumineuse immobile et λ_R à la longueur d'onde de la raie dans le spectre de la source lumineuse en mouvement (étoile ou galaxie) :

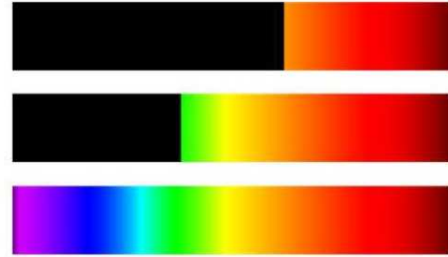
$$v = 299792 \times (\lambda_R - \lambda_0) / \lambda_R$$

Calculer la vitesse de cette galaxie en prenant comme référence la raie H_β.

Exercice 8 * ★★

Analyses de spectres thermiques

On réalise le spectre de 3 lumières émises par des « corps chauds ».



1. Choisir parmi les adjectifs suivants ceux qui caractérisent ces lumières :
Continu – discontinu – monochromatique – polychromatique
2. De quelle couleur nous apparaît chacune des 3 lumières ?
3. Quelle grandeur caractérise chacune des couleurs du spectre ? Indiquer les valeurs approximatives des 2 couleurs extrêmes du 3^{ème} spectre.
4. Classer les « corps chauds » du plus chaud au moins chaud.

Exercice 9 * ★★

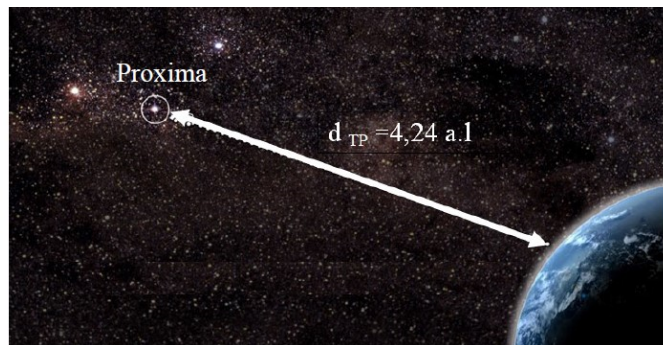
Proxima ? Pas si proche...

L'étoile Proxima Centauri est la 2^{ème} étoile la plus proche de la Terre après le Soleil.

Données :

L'année -lumière est la distance parcourue par la lumière en une année.

- 1) Exprimer puis calculer la distance parcourue par la lumière en une année notée d en mètres.
- 2) En déduire la distance d_{TP} en mètres.
- 3) Combien de temps met la lumière pour nous arriver de Proxima Centauri ?



Exercice 10 * ★★

Calcul de la distance Terre-Lune

Lors des missions Apollo 11, 14 et 15, des réflecteurs lunaires ont été déposés à la surface de la Lune afin de calculer la distance qui la sépare de la Terre au moyen d'un faisceau laser. Cette expérience dite Télémétrie laser – Lune est effectuée depuis l'observatoire de la côte d'Azur.

En 2020, la moyenne des mesures concernant la durée entre l'émission du faisceau laser et la réception de ce qu'il en reste était de $\Delta t = 2,429\,227\,864\text{ s}$.



Donnée :

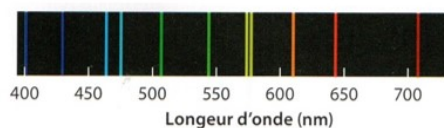
- Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 299\,792\,458\text{ m.s}^{-1}$

1. Schématiser l'expérience réalisée.
2. Exprimer la distance $d_{\text{Terre/Lune}}$ en fonction des données connues.
3. Calculer $d_{\text{Terre/Lune}}$
4. En 1970, on mesurait une durée moyenne $\Delta t' = 2,429\,227\,851\text{ s}$. Justifier, sans calcul, si la Lune s'éloigne ou se rapproche de la Terre.
5. Déterminer la variation annuelle de la distance Terre-Lune.

Exercice 11 * ★★

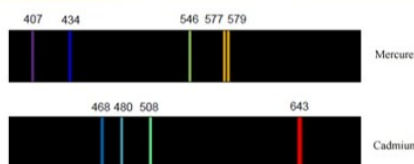
Gaz inconnu

On réalise l'analyse, à l'aide d'un spectroscope, d'un mélange gazeux. On observe le spectre d'émission suivant :



- 1° Ce spectre correspond-il à une lumière polychromatique ou monochromatique ? Justifier.
- 2° En utilisant les données suivantes, identifier la nature des éléments présents dans ce gaz.

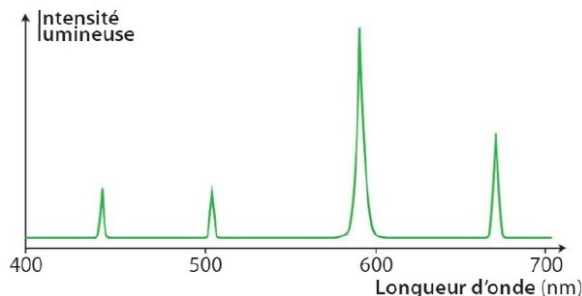
Zinc	636 – 518 – 481 – 472 – 468
Hélium	587 – 668 – 706



Exercice 12 * ★★

Analyse d'un profil spectral

On a obtenu le profil spectral d'un lampe à vapeurs de cadmium à l'aide d'un spectrophotomètre :



Données :

Couleur	Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Domaine de longueur d'onde dans le vide en nm	400-420	420-500	500-575	575-585	585-620	620-800

- 1) Estimer la longueur d'onde des pics du profil spectral.
- 2) Représenter le spectre correspondant.
- 3) La lumière émise par le cadmium est-elle monochromatique ? Justifier.

Exercice 13 ★★★

Chevelure des comètes

Mélange de glace et de poussières, la composition chimique des comètes est déterminée par l'observation de leurs chevelures. En réfléchissant la lumière solaire, les spectres cométaires montrent que les éléments carbone et oxygène sont souvent présents dans la chevelure. Le tableau ci-après donne les positions des raies du carbone, pris comme élément de référence, présentes sur le spectre de la chevelure de la comète.

λ (nm)	476,8	492,9	504,6	537,6	599,9	658,5
x (mm)	20,0	24,0	27,0	35,5	51,0	66,0

1° Tracer la courbe $\lambda = f(x)$, représentant la longueur d'onde λ , en fonction de l'abscisse x des raies de l'élément de référence sur le spectre.

2° Établir l'équation de la droite obtenue.

3° En utilisant la courbe, compléter le tableau suivant donnant les raies spectrales de l'élément oxygène, puis représenter avec précision le spectre d'absorption.

λ (nm)	436,5	558,1	615,3	664,6
x (mm)				

Exercice 14 * ★★★★★

Analyse de la lumière des étoiles

La nébuleuse du Crabe, située dans la constellation du Taureau a été découverte au 18^{ème} siècle. Elle se situe à environ 6200 années-lumière de la Terre.

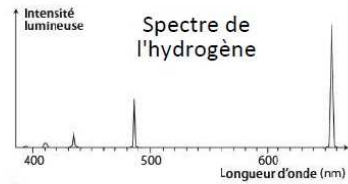
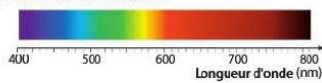


Données :

- Vitesse de la lumière dans le vide :

$$v_{\text{lumière}} = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

Spectre de la lumière blanche :



1. Sachant qu'une année-lumière est la distance parcourue par la lumière dans le vide en une année, déterminer sa valeur en km.
2. En déduire la distance (en km) qui nous sépare de la nébuleuse du Crabe.
3. Justifier la phrase « voir loin c'est voir dans le passé » dans le cas de cette nébuleuse.
4. Montrer que la présence d'hydrogène est compatible avec la lumière observée.

Exercice 15 *★★★★

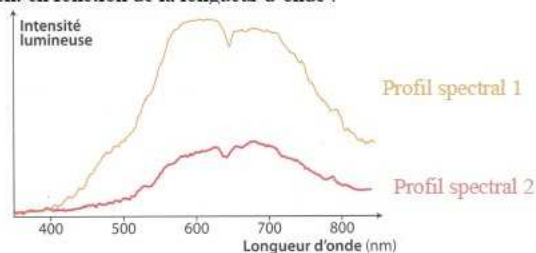
Que la lumière soit !

Les lampes à incandescence produisent de la lumière lorsqu'un filament est parcouru par un courant électrique. Plus l'intensité du courant est élevée, plus le filament est chaud et plus il brille de façon intense.

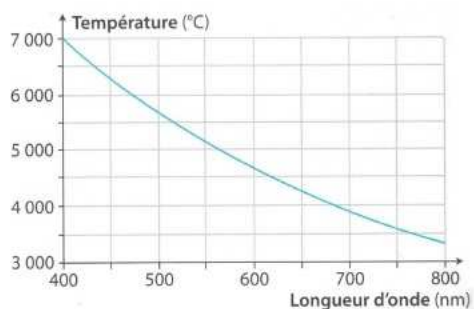


Document 1 : Profils spectraux de la lumière émise par une même filament à 2 intensités du courant différentes

On a réalisé, à l'aide d'un spectrophotomètre, 2 profils spectraux d'une même lampe qui représentent l'intensité lumineuse du filament en fonction de la longueur d'onde :



Document 2 : Température d'un corps chaud en fonction de la longueur d'onde de la radiation la plus intense



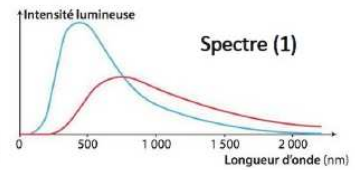
- 1) Quel profil spectral correspond à la température la plus élevée du filament ? Justifier.
- 2) Evaluer la température du filament pour chaque situation. (Laisser des traces de résolution sur les documents utilisés.) Est-ce en accord avec la réponse à la question 1) ?

Exercice 16 * ★★★

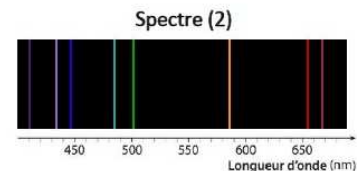
La constellation d'Orion

Orion fait partie des rares constellations immédiatement reconnaissables par leur forme.
Ses 7 étoiles les plus visibles forment un nœud papillon ou un sablier.
Parmi elles, Rigel (β -Ori) et Bételgeuse (α -Ori) sont les 2 plus brillantes.

Une première analyse de la lumière reçue par ces 2 étoiles nous permet d'obtenir le spectre (1).



Une analyse plus fine de ces lumières permet de mettre en évidence la signature spectrale des éléments chimiques présents dans ces étoiles.
Après traitement des informations, on obtient le spectre (2).



Données :

- Rigel : distance par rapport à la Terre : 773 a.l - température de surface 10 700 K
- Bételgeuse : distance par rapport à la Terre : 642 a.l - température de surface 3 500 K
- Longueurs d'ondes caractéristiques en nm : H (410 – 434 – 486 – 656) ; He (447 – 501 – 587 – 668) ; Li (413 – 427 – 611 – 671) ; Cd (468 – 480 – 508 – 643) ; Hg (405 – 436 – 546 – 579)

1. La lumière émise par ces étoiles est-elle monochromatique ou polychromatique ?
2. De quelle couleur nous apparaissent-elles ?
3. Dans le spectre (1), identifier, en justifiant la courbe correspondant à Rigel.
4. Comment nomme-t-on le spectre (2) obtenu ?
5. Quel(s) élément(s) chimique(s) peut-on identifier grâce au spectre (2) ?
6. Une constellation est une image fictive vue de la Terre constituée d'étoiles souvent très distantes les unes des autres. Evaluer approximativement la distance qui sépare Rigel de Bételgeuse.

Exercice 17 * ★★★

Température à la surface du soleil

Un corps « chaud » émet un rayonnement lumineux dont le spectre est un spectre continu d'origine thermique. L'intensité de ce rayonnement lumineux est différente pour chaque radiation émise. Elle est maximale pour une radiation de longueur d'onde λ_m telle que $\lambda_m \times T = 2,9.10^6$, avec λ_m exprimée en nm et la température T du corps en kelvin (symbole K).

On obtient la valeur de T (en K) en ajoutant 273 à la température exprimée en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

1° Pour la surface du Soleil, $\lambda_m \approx 520$ nm. En déduire la température de surface du Soleil (en K).

2° Dans un livre d'astronomie, on relève que l'étoile Bételgeuse de la constellation d'Orion a une température de 3200 K. Calculer λ_m . Cette longueur d'onde correspond-elle à une radiation visible ? Justifier.

3° Les deux étoiles les plus brillantes de la constellation d'Orion sont Rigel et Bételgeuse. L'une est rouge et l'autre bleue. Laquelle des deux est Bételgeuse ? Justifier.

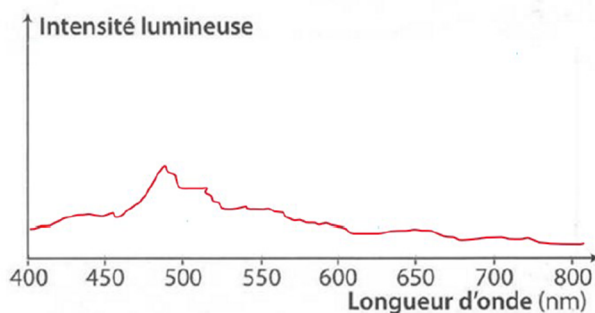
Exercice 18 * ★★★★★

Quelle classe ce soleil !

Lire les documents et répondre aux questions :

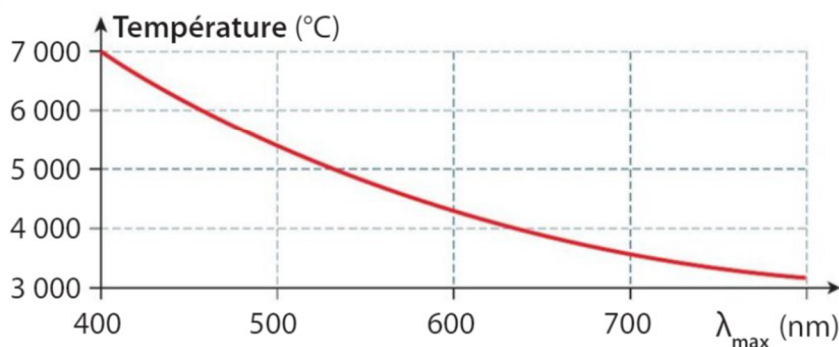
Document 1 : Profil spectral de la lumière émise par le Soleil

On a réalisé, à l'aide d'un spectrophotomètre, le profil spectral de la lumière blanche du Soleil qui représentent l'intensité lumineuse du Soleil en fonction de la longueur d'onde :



Document 2 : Température de surface et longueur d'onde de la radiation émise avec le maximum d'intensité

Ce graphique montre la relation entre la longueur d'onde émise par un corps chaud avec la plus grande intensité lumineuse et sa température de surface :



Document 3 : Classification des étoiles

Classe	Couleur	Température de surface (°C)
M	Rouge	3000
K	Orange	4000
G	Jaune	De 5000 à 6000
F	Blanche	De 7000 à 8000
A	Blanche	10000
B	Blanche	De 11000 à 28000
O	Bleue	35000

ENONCE COMPACT

Déterminer la classe d'étoiles à laquelle appartient le Soleil.

ENONCE DETAILLE

- 1) A quelle longueur d'onde le Soleil émet-il avec le plus d'intensité ? Laisser des traces de résolution sur le(s) document(s).
- 2) En déduire la température de surface du Soleil. Laisser des traces de résolution sur le(s) document(s).
- 3) Déterminer alors la classe d'étoiles à laquelle appartient le Soleil.