

1. A et C ; 2. A, B et C ; 3. C. ; 4. A ; 5. B et C. ; 6. A ; 7. B. ; 8. A. ; 9. B. ; 10. A. ; 11. A. ; 12. A.

Exercices

Appliquer le cours

p. 234

3 Exprimer une valeur de vitesse

On divise les deux membres de l'équation écrite dans l'énoncé par la durée Δt non nulle et on obtient la relation permettant de calculer la vitesse en fonction de d et Δt : $v = \frac{d}{\Delta t}$.

5 Utiliser la valeur de la vitesse de la lumière

La valeur de la vitesse de la lumière dans le vide est $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. D'après la formule $c = \frac{d}{\Delta t}$, la durée mise par la lumière pour parvenir à la Terre est :

$$\Delta t = \frac{d}{c} = \frac{1,50 \times 10^{11} \text{ m}}{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} = 5,00 \times 10^2 \text{ s.}$$

6 Jouer avec des vitesses

D'après la formule $c = \frac{d}{\Delta t}$, la distance parcourue pendant la durée Δt est $d = c \times \Delta t$.

	Guépard	Fusée Apollo	Lumière
Valeur de la vitesse ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	33	$1,10 \times 10^4$	$3,00 \times 10^8$
Durée (s)	10	10	10
Distance parcourue (m)	$3,3 \times 10^2$	$1,1 \times 10^5$	$3,0 \times 10^9$

7 Caractériser le spectre de la lumière blanche

Le spectre de la lumière blanche solaire est continu, car il ne manque aucune composante colorée entre ses extrémités.



8 Reconnaître le spectre de la lumière blanche

Le spectre de la lumière blanche solaire est continu. On en déduit que le spectre de la lumière blanche solaire est le spectre **a**.

9 Comparer des spectres

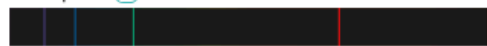
- Le spectre de la lumière est continu dans les deux cas, car il ne manque aucune composante colorée entre ses extrémités (l'intensité lumineuse ne repasse jamais par zéro).
- L'intensité maximale du spectre lumineux affiché en bleu est plus importante que celle du spectre affiché en rouge. La longueur d'onde de la radiation émise avec l'intensité maximale du spectre bleu est plus petite également que la longueur d'onde de la radiation émise avec l'intensité maximale du spectre rouge. La température du corps dont le spectre est affiché en bleu est donc plus élevée que la température du corps dont le spectre est affiché en rouge.

10 Comparer des lumières

- D'après la photographie, l'étoile A émet de la lumière bleue, l'étoile B de la lumière rouge et l'étoile C de la lumière blanche.
- Plus la température de surface d'une étoile est élevée plus son spectre est lumineux et plus il s'enrichit vers le violet. La couleur de l'étoile résulte de la superposition de toutes les radiations du spectre. L'étoile bleue est donc plus chaude que l'étoile C qui est plus chaude que l'étoile B.

11 Reconnaître un spectre

Le spectre d'émission d'un gaz est un spectre d'émission de raies, soit le spectre **a**.



12 Comparer deux spectres

Les raies d'émission du spectre d'un gaz sont caractéristiques de la nature du gaz. Les deux spectres étant différents, les gaz à l'origine de ces spectres sont différents.

4 Utiliser des unités cohérentes

La distance s'exprime en mètre (m) et la durée s'exprime en seconde (s). Ainsi, le produit $(\text{m} \cdot \text{s}^{-1}) \times \text{s}$ donne bien des mètres (m).

13 Étudier un spectre

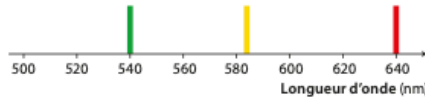


D'après le spectre :

Raie 1	Raie 2	Raie 3
$\lambda_1 = 435 \text{ nm}$	$\lambda_2 = 485 \text{ nm}$	$\lambda_3 = 655 \text{ nm}$

14 Représenter un spectre

1. et 2.



15 Étudier un profil spectral

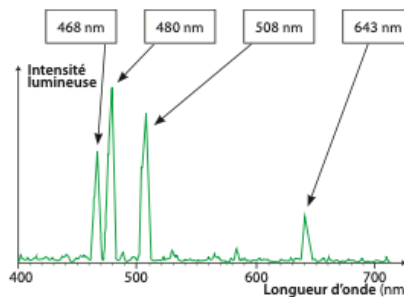
1. Les mesures des longueurs d'ondes des raies sont portées dans un tableau :

Raie	a	b	c	d	e
Longueur d'onde (nm)	450	510	590	670	710

- À chaque pic d'intensité correspond une raie colorée du spectre de la lumière émise. On observe cinq raies colorées (les pics non repérés par des lettres correspondent probablement à des raies trop peu intenses pour être visibles).
- Le spectre d'une lumière monochromatique est constitué d'une seule raie. La lumière de l'hélium n'est donc pas monochromatique.

16 Repérer un gaz

À chaque pic d'intensité correspond une raie colorée du spectre de la lumière émise.



Le gaz est bien le cadmium.

Exercices

S'entraîner

p. 236

17 Toute la lumière sur les lampes

- Il s'agit d'un spectre de raies d'émission. En effet, on observe des raies lumineuses sur fond noir.
- Le spectre étudié est composé de différentes radiations colorées. Il ne s'agit donc pas du spectre d'une lumière monochromatique.
- a.** Sur ce spectre, on peut observer quatre raies à environ 410 nm, 435 nm, 485 nm et 655 nm.
b. Ces raies correspondent, aux imprécisions de mesures près, et d'après le tableau, à celles de l'hydrogène.

18 Il en connaît un rayon sur le laser

- a. Le terme monochromatique signifie qu'une lumière n'est composée que d'une seule radiation colorée.
- b. La lumière émise par l'hélium est polychromatique car elle est, d'après le spectre, composée de plusieurs radiations.
2. La radiation du laser a une longueur d'onde égale à 633 nm. Cette radiation n'est présente que dans la lumière du néon qui est donc responsable de l'émission de la radiation du laser.
3. Le spectre du laser est composé d'une seule radiation rouge de longueur d'onde 633 nm.



19 Connaître les critères de réussite
Identification d'un gaz

1. Sur le spectre obtenu à l'aide d'un spectrophotomètre, les longueurs d'onde sont environ : 450 nm, 510 nm, 590 nm et 670 nm.
2. Les radiations émises par un gaz sont caractéristiques de ce gaz. D'après le tableau donnant les longueurs d'onde des radiations caractéristiques de différents gaz, on retrouve, sur le spectre, les longueurs d'onde des radiations caractéristiques de l'hélium. Le gaz est donc l'hélium.

20 Le pointeur laser

On peut vérifier sur l'étiquette que le laser fournit une lumière monochromatique de longueur d'onde 532 nm. Cela se traduit sur le spectre par un pic dont la longueur d'onde correspond à cette radiation.

21 Une exoplanète si proche

1. En une année, la distance parcourue par la lumière dans le vide est :
 $a.l. = v \times \Delta t = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times (365,25 \times 24 \times 3600) \text{ s}$
 $= 9,47 \times 10^{15} \text{ m}.$
2. On convertit en mètre la distance d , indiquée en année-lumière dans l'énoncé :
 $d = 4,24 \times 9,47 \times 10^{15} = 4,01 \times 10^{16} \text{ m}.$

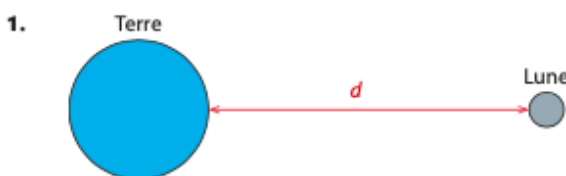
22 À chacun son rythme

Un gaz inconnu

Corrigé de l'énoncé détaillé

1. En s'aidant du spectre de la lumière blanche, on trouve les longueurs d'onde suivantes pour les radiations du spectre d'émission de raies : 410 nm ; 430 nm ; 540 nm ; 580 nm.
2. Pour le mercure on trouve les longueurs d'onde suivantes : 410 nm ; 430 nm ; 540 nm ; 580 nm ; pour le cadmium on trouve les longueurs d'onde : 470 nm ; 480 nm ; 510 nm ; 640 nm.
3. Le gaz identifié par son spectre est le mercure.

23 La distance Terre-Lune



2. a. La distance d est parcourue deux fois par le rayon laser. Ainsi :
 $c = \frac{2 \times d}{\Delta t}$ d'où $d = \frac{c \times \Delta t}{2}$.

b. La distance séparant la Terre de la Lune est :

$$d = \frac{299\,792\,458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times 2,429\,227\,864 \text{ s}}{2}$$

$$= 364\,132\,096,21 \text{ m (11 chiffres significatifs car la valeur } c \text{ est exacte et la durée est donnée avec 11 chiffres significatifs).}$$

c. La distance parcourue par la lumière en $3 \times 10^{-10} \text{ s}$ est :

$$d' = 299\,792\,458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times 3 \times 10^{-10} \text{ s} = 9 \times 10^{-2} \text{ m soit } 9 \text{ cm}.$$

d. La précision de la mesure de la distance Terre-Lune avec une telle méthode est 9 cm.

24 Exercice à caractère expérimental

Les couleurs de flamme

1. Lorsqu'on pulvérise les solutions sur les flammes, celles-ci se colorent de différentes couleurs. Les ions chlorure étant toujours présents dans les solutions, on peut donc en déduire que la couleur prise par la flamme est due aux ions métalliques de la solution. Comme les radiations émises par une entité sont caractéristiques de l'entité, on observe des flammes de différentes couleurs.
2. On peut prélever un peu de solution avec une spatule et chauffer fortement celle-ci à la flamme d'un bec de gaz. La coloration de la flamme est alors révélatrice de la nature des ions métalliques présents dans la solution : on compare la couleur de la flamme obtenue avec celles obtenues lors de la pulvérisation de solutions témoins.
3. Il faut, avec un spectroscope ou un spectrophotomètre, réaliser le spectre de raies de la flamme colorée pour obtenir les autres raies qui permettront de différencier les ions émetteurs de raies rouges de longueur d'onde du même ordre de grandeur.

25 Spectre et éclairage

1. Le spectre de cette lumière, obtenu à l'aide d'un spectrophotomètre, ne comporte qu'une seule raie colorée. Il s'agit donc d'une lumière monochromatique.
2. D'après le spectre de la lumière blanche, la couleur de cette radiation est jaune-orange de longueur d'onde environ égale à 590 nm.
3. Il ne peut pas s'agir de l'hélium dont le spectre présente plusieurs raies d'après le tableau C. Il s'agit de gaz sodium.

26 Côté maths

1. a.

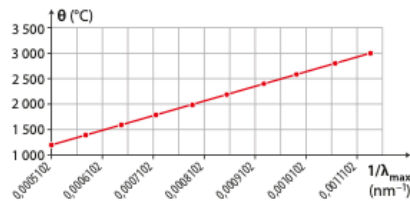
θ (°C)	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000
λ_{max} (nm)	1 960	1 730	1 540	1 400	1 270
$\frac{1}{\lambda_{\text{max}}}$ (nm ⁻¹)	0,0005102	0,00057803	0,00064935	0,00071429	0,0007874

θ (°C)	2 200	2 400	2 600	2 800	3 000
λ_{max} (nm)	1 170	1 080	1 010	940	880
$\frac{1}{\lambda_{\text{max}}}$ (nm ⁻¹)	0,0008547	0,00092593	0,0009901	0,00106383	0,00113636



b. Il n'y a pas de proportionnalité entre θ et λ_{max} : la représentation graphique de θ (λ_{max}) n'est pas celle d'une fonction linéaire.

2. a.



b. On obtient une droite caractéristique d'une fonction affine :

$$\theta \left(\frac{1}{\lambda_{\max}} \right) = a \times \frac{1}{\lambda_{\max}} + b.$$

3. a. La modélisation conduit à : $\theta \left(\frac{1}{\lambda_{\max}} \right) = 3 \times 10^6 - 268$.

λ_{\max} est exprimée en nanomètre (nm).

3. b. Calculons l'erreur relative entre le coefficient directeur calculé grâce au tableur et le coefficient directeur de la loi de Wien.

$$\text{Erreur relative en pourcentage} : \left| \frac{3 - 2,89}{2,89} \right| \times 100 = 3,8.$$

Il y a moins de 5 % d'écart entre les deux coefficients.

Calculons maintenant l'erreur relative entre l'ordonnée à l'origine calculée grâce au tableur et l'ordonnée à l'origine de la loi de Wien.

$$\text{Erreur relative en pourcentage} : \left| \frac{268 - 273}{273} \right| \times 100 = 1,8.$$

Il y a moins de 2 % d'écart entre les deux ordonnées à l'origine. L'équation obtenue est bien en accord avec la loi de Wien.

4. La longueur d'onde de la radiation émise avec le maximum d'intensité peut être repérée avec un spectrophotomètre. La loi de Wien permettra donc d'évaluer la température de surface d'un corps chaud.

27 The speed of light

Traduction

La vitesse de la lumière dans le vide, communément notée c , est une constante physique universelle importante dans de nombreux domaines de la physique. Sa valeur exacte est 299 792 458 mètres par seconde. c est la vitesse maximale à laquelle toute la matière conventionnelle et toutes les formes connues d'informations de l'Univers peuvent voyager. Comme la vitesse de la lumière n'est pas infinie, on peut observer sur Terre des événements astronomiques produits dans le passé, comme la nébuleuse à la tête de Cheval, située à $1,42 \times 10^{19}$ m de la Terre.

- Quelle est la valeur exacte de la vitesse de la lumière ?
- Écrire cette valeur en notation scientifique.
- Calculer la durée que met la lumière provenant de la nébuleuse à la tête de Cheval pour parvenir jusqu'à la Terre.
- Expliquer la phrase en italique à la fin du texte.

Réponses aux questions

- La valeur exacte de la lumière dans le vide est $c = 299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- En écriture scientifique : $c = 2,997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- La durée mise par la lumière pour nous parvenir depuis la nébuleuse à la tête de Cheval est :

$$\Delta t = \frac{d}{c} = \frac{1,42 \times 10^{19} \text{ m}}{2,997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} = 4,74 \times 10^{10} \text{ s},$$

soit environ 1 500 ans.

4. Malgré la valeur très élevée de la vitesse de propagation de la lumière, la lumière en provenance de la nébuleuse à la tête de Cheval a mis environ 1 500 ans pour nous parvenir. Nous observons donc ce qui se passait il y a 1 500 ans dans cette région de l'espace.

* Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

La lecture du tableau C permet de conclure que le Soleil, dont la température de surface est comprise entre 5 000 et 6 000 °C, est de classe G.

Exercices

Préparer l'évaluation p. 240

31 DS (30 minutes) Aurions-nous raison avec cette hypothèse ?

1. a. En une année, la distance parcourue par la lumière dans le vide est 1 a.l. :

$$1 \text{ a.l.} = c \times \Delta t = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \times (365,25 \times 24 \times 3\,600) = 9,47 \times 10^{15} \text{ m}.$$

1 a.l. correspond à une distance de $9,47 \times 10^{15}$ m.

b. Orion est distante de : $d = 1300 \times 9,47 \times 10^{15} = 1,23 \times 10^{19}$ m.

2. Pour comparer la température de deux corps chauds, il faut réaliser les spectres des lumières émises par ces corps et repérer la longueur d'onde de la radiation émise avec le maximum d'intensité. Plus un corps est chaud, plus la longueur d'onde de la radiation émise avec le maximum d'intensité sera petite.

28 Spectre d'une nova

- a. La longueur d'onde de la radiation observée est comprise entre 655 et 660 nm.
 - D'après le spectre de la lumière blanche (cf. Données), cette longueur d'onde correspond à une radiation rouge.
 - Les radiations caractéristiques fournies en données nous indiquent que cette émission est due à l'hydrogène. En effet l'hydrogène possède une radiation de longueur d'onde très proche de 656 nm.
2. L'émission de cette radiation se situe dans la région centrale rouge de l'image.

29 Le diagramme d'Hertzsprung-Russel

1. L'étoile Aldébaran est une étoile « froide » : le diagramme A nous donne une température de surface de l'ordre de 4 000 °C. C'est une géante rouge.

Régulus est une étoile « chaude », de la séquence principale, avec une température de surface proche de 10 000 °C.

2. Les résultats sont en accord avec les profils spectraux : Aldébaran est une géante rouge dont le maximum d'émission se situe dans le rouge (650 à 750 nm) et même au-delà du rouge.

On remarque que Régulus a son maximum d'émission qui est déplacé en-deçà du bleu et violet : elle a donc un éclat bleuté, typique des étoiles très chaudes.

30 Résolution de problème

Le Soleil, quelle classe !

D'après le diagramme A, le Soleil présente un maximum d'émission à 480 nm (bleu-violet).

Par lecture graphique sur le diagramme B, on trouve que sa température de surface est proche 5 500 °C. Pour une telle température de surface, le tableau C nous permet de trouver que le Soleil appartient à la classe G.

1^{re} étape : S'appropriier la question posée

Qu'est-ce qu'une classe d'étoiles ?

La classe d'une étoile est-elle définie :

- par sa taille ?
- sa masse ?
- l'intensité de la lumière émise ?
- sa température de surface ?

2^e étape : Lire et comprendre les documents

Document A : c'est une représentation graphique donnant l'intensité de la lumière émise par le Soleil en fonction de la longueur d'onde de chaque radiation.

Document B : c'est une représentation graphique donnant la température de surface d'un corps chauffé en fonction de la longueur d'onde de la radiation émise avec le maximum d'intensité. Document C : le tableau établit le lien entre la température de surface et la classe de l'étoile.

3^e étape : Dégager la problématique

Déterminer la température de surface du Soleil afin d'obtenir sa classe.

4^e étape : Construire la réponse

Repérer sur le spectre A la longueur d'onde de la radiation émise avec le maximum d'intensité.

Utiliser ensuite la représentation graphique B pour déterminer la température de surface du Soleil.

À l'aide du tableau C, évaluer la classe du Soleil.

5^e étape : Répondre

* Présenter le contexte et introduire la problématique.

Il faut calculer la température de surface du Soleil afin de déterminer à quelle classe d'étoiles il appartient.

* Mettre en forme la réponse.

Sur le document A, on lit que la longueur d'onde de la radiation émise avec le maximum d'intensité vaut environ 480 nm.

Le document B montre que la température de surface du Soleil est comprise entre 5 000 et 6 000 °C.

3. Pour une température de 2 millions de degrés Celsius, la longueur d'onde de la radiation émise avec le maximum d'intensité est de 2 nm environ. La radiation n'est pas dans le domaine du visible et ne peut pas être une radiation rouge.

4. a. Le spectre nous permet de relever :

- une raie violette à environ 430 nm ;
- une raie bleue à environ 460 nm ;
- une raie rouge à environ 660 nm.

b. Le cœur de la nébuleuse émet une lumière rouge visible à l'œil nu : c'est dû à la présence dans cette atmosphère stellaire d'hydrogène qui émet des radiations rouges de longueur d'onde égale à 656 nm.

Je m'exprime à l'oral sur p. 240

La bioluminescence

On réalise un spectre d'émission à l'aide d'un spectrophotomètre.

Sur ce spectre, on note les longueurs d'onde des radiations correspondant aux maximums d'intensité. On compare ensuite au spectre de référence de l'entité recherchée.