

## Chapitre 4 : Les codes de la lumière

**Objectif :** Vous faire réaliser la quantité prodigieuse d'information qui peut être obtenue en analysant la lumière en provenance des objets célestes.

*On vous suggère de lire et remplir le résumé au fur et à mesure que vous lisez le chapitre, car il y a des commentaires insérés dans le résumé qui vous guideront dans votre lecture.*

### RÉSUMÉ PARTICIPATIF :

#### Introduction au chapitre 4 (p. 143)

Les missions spatiales ont « touché » quatre objets du système solaire : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ et la haute atmosphère de Jupiter. À part cela et les rares météorites et rayons cosmiques qui frappent la Terre, tout le reste de l'astronomie est basé sur l'étude de \_\_\_\_\_.

#### 4.1 La nature de la lumière

Deux faisceaux de lumière superposés peuvent soit se \_\_\_\_\_ ou se \_\_\_\_\_, ce qui montre que la lumière est une onde.

La distance entre deux crêtes d'une onde se nomme \_\_\_\_\_ (symbole : \_\_\_\_\_, ce qui se prononce « \_\_\_\_\_ »).

En observant l'éjection des électrons d'une plaque de métal par de la lumière, un phénomène que l'on nomme \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ a montré que la lumière est faite de particules.

D'après la mécanique quantique, la lumière est constituée de \_\_\_\_\_ qui sont à la fois des ondes et des particules.

Vrai ou faux? Comme toutes les ondes, la lumière a besoin d'un milieu matériel dans lequel se propager. \_\_\_\_\_

#### 4.2 Le spectre électromagnétique

La lumière visible correspond aux longueurs d'onde entre \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_. Un mélange de lumière de toutes les couleurs paraît \_\_\_\_\_.

Les travaux de Maxwell ont montré que la lumière est une onde \_\_\_\_\_.

À la fin du 19<sup>e</sup> siècle, Hertz a produit une sorte de lumière invisible appelée \_\_\_\_\_ dont la longueur d'onde vaut environ un million de fois celle de la lumière visible.

La lumière visible n'est qu'une petite partie du \_\_\_\_\_ qui regroupe toutes les sortes de lumière.

**Dans un examen, vous devriez être en mesure de classer les différentes sortes de lumière invisible en ordre croissant de longueur d'onde, ce qui revient à reproduire la figure 4.3. (Toutefois, vous n'avez pas besoin de savoir par cœur les valeurs des longueurs d'onde dans la marge de droite de la figure!)**

Le nombre d'oscillations par seconde se nomme \_\_\_\_\_ (symbole : \_\_\_\_\_) et se mesure en \_\_\_\_\_.

La fréquence est \_\_\_\_\_ à la longueur d'onde.

*Les sections en bleu des pages 146 et 147 sont au programme.*

La \_\_\_\_\_ (symbole : \_\_\_\_\_) est le temps requis pour qu'une longueur d'onde complète passe par un point donné.

*Pendant le cours, le professeur va présenter en détail les équations et les exemples du chapitre. Vous pouvez quand même les lire rapidement, mais vous n'avez pas à vous en préoccuper pour le test de lecture.*

L'énergie d'un photon est \_\_\_\_\_ à la fréquence. La constante de proportionnalité se nomme \_\_\_\_\_.

Un \_\_\_\_\_ est un appareil qui sépare les différentes longueurs d'onde pour former un spectre. La \_\_\_\_\_ est une activité si importante en astronomie que certains télescopes géants lui sont exclusivement consacrés.

### 4.3 Lumière et température

La température est une mesure du \_\_\_\_\_. D'après Maxwell, pour créer de la lumière, il faut une \_\_\_\_\_ dont le mouvement change. Dans tout objet (avec une température non-nulle), les \_\_\_\_\_ qui se trouvent dans les atomes et les molécules vibrent, ce qui émet de la lumière. À la température de la pièce, cette émission se trouve dans la partie \_\_\_\_\_ du spectre.

Un \_\_\_\_\_ est un objet qui absorbe toute lumière ambiante. C'est l'objet idéal pour illustrer l'effet de la température sur l'émission de lumière, car la seule lumière qui en sort est celle qu'il émet lui-même.

Vrai ou faux? Un corps noir peut être aussi brillant qu'une étoile. \_\_\_\_\_

D'après la loi de \_\_\_\_\_, le pic d'émissivité (sur le graphique de l'intensité lumineuse en fonction de \_\_\_\_\_) permet de déterminer la température. Plus la température est élevée, plus la longueur d'onde du pic est \_\_\_\_\_. Dans la formule de la loi, la température doit être exprimée en \_\_\_\_\_, ce qui s'obtient à partir de la température en \_\_\_\_\_ en ajoutant 273.

Le spectre du corps noir a une forme de \_\_\_\_\_ caractéristique.

Le pic d'émissivité du Soleil est dans le \_\_\_\_\_, mais il nous paraît blanc car \_\_\_\_\_. Une étoile plus \_\_\_\_\_ que le Soleil aurait un pic dans le bleu, et une étoile plus \_\_\_\_\_, un pic dans le rouge.

Vrai ou faux? Toute étoile assez proche pour être visible autrement que sous la forme d'un simple point de lumière apparaîtrait blanche à l'œil humain. \_\_\_\_\_

D'après la loi de \_\_\_\_\_, la luminosité par unité de surface d'un corps noir (ce que l'on nomme \_\_\_\_\_ (symbole :  $\sigma$ ) est proportionnelle à la \_\_\_\_\_ puissance de la température. La luminosité totale (symbole :  $L$ ) d'un corps noir s'obtient en multipliant la \_\_\_\_\_ par la \_\_\_\_\_ du corps noir.

*La section en bleu page 151 n'est pas au programme.*

### 4.4 Le photon et l'atome

Les électrons qui tournent autour d'un noyau possèdent certaines \_\_\_\_\_ par les lois de la mécanique quantique, qui correspondent à des niveaux d'énergie distincts. Plus on s'éloigne du noyau, plus les niveaux d'énergie sont \_\_\_\_\_.

Le niveau d'énergie le plus bas se nomme \_\_\_\_\_.

Un atome donné ne peut émettre que des photons dont l'énergie correspond à la différence d'énergie entre deux orbites permises, ce qui fait en sorte que chaque élément possède sa propre « \_\_\_\_\_ ».

L'élément chimique \_\_\_\_\_ a été découvert dans le spectre du Soleil avant d'avoir été identifié sur Terre.

Le spectre de l'hydrogène est particulièrement important en astronomie parce que cet élément compte pour \_\_\_\_\_% de la masse de l'Univers.

Seulement 4 transitions correspondent à des photons visibles : du niveau \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_, du niveau \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_, du niveau \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_ et du niveau \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_. Ces transitions ont pour nom \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_ et elles forment la série de \_\_\_\_\_.

La transition du niveau 2 au niveau 1 correspond à un photon dans la partie \_\_\_\_\_ du spectre, tandis que les transitions qui se terminent aux niveaux supérieurs à 2 correspondent à des photons dans la partie \_\_\_\_\_ du spectre.

*La section 4.5 n'est pas au programme, mais vous pouvez la lire quand même si vous voulez comprendre pourquoi certains spectres sont formés de raies brillantes sur fond sombre, et d'autres de raies sombres sur fond brillant. On vous explique aussi que c'est la densité d'un objet qui détermine si le spectre de l'objet est formé de raies ou s'il s'agit plutôt d'un spectre de corps noir. À la fin de la section, on apprend que d'autres processus d'émission de lumière existent, comme par exemple le rayonnement synchrotron produit par des électrons qui tournoient dans un champ magnétique.*

*La section 4.6 n'est pas au programme. On y discute de ce qui détermine si un nuage de gaz est transparent ou opaque.*

#### 4.7 Le décalage de la longueur d'onde

\* \* \*

Le décalage  $\delta$  (ce qui se prononce \_\_\_\_\_) est défini comme le rapport entre la longueur d'onde \_\_\_\_\_ et la longueur d'onde \_\_\_\_\_ d'une raie, c'est-à-dire obtenue pour une source \_\_\_\_\_ dans le laboratoire.

Pour la lumière,  $\delta < 1$  correspond à un décalage vers \_\_\_\_\_ et  $\delta > 1$  correspond à un décalage vers \_\_\_\_\_.

En raison de l'effet \_\_\_\_\_, les ondes en avant d'une source en mouvement sont \_\_\_\_\_ et les ondes en arrière sont \_\_\_\_\_.

Pour que le décalage soit perceptible, la vitesse \_\_\_\_\_ ne doit pas être \_\_\_\_\_ par rapport à la vitesse de l'onde. Comme la vitesse de la lumière vaut environ \_\_\_\_\_ de fois la vitesse du son, l'effet Doppler sonore (pour la même vitesse de la source) est \_\_\_\_\_ de fois plus \_\_\_\_\_ à observer que l'effet Doppler lumineux.

*La section en bleu des pages 161 et 162 n'est pas au programme.*

Au chapitre 9, on verra que l'expansion de l'espace produit un décalage vers le rouge cosmologique.

*Le paramètre  $z$  page 163 n'est pas au programme.*

*La section 4.8 n'est pas au programme. Elle traite de la taille maximale d'une source lumineuse variable.*

*La section en bleu qui termine le chapitre (p. 164-165) n'est pas au programme*

*Une fois le résumé complété, vous pouvez tester votre maîtrise de la matière à partir de la liste des termes importants et des questions de révision de la fin du chapitre (p.175-176) :*

*Vous devriez être en mesure de définir les termes importants suivants : constante de Planck, corps noir, décalage, décalage vers le bleu, décalage vers le rouge, effet Doppler, effet photoélectrique, état fondamental, fréquence, hertz, kelvin, loi de Stefan-Boltzmann, loi de Wien, longueur d'onde, luminosité surfacique, onde électromagnétique, onde radio, orbite permise, période, photon, pic d'émissivité, série de Balmer, spectre du corps noir, spectre électromagnétique, spectrographe, spectroscopie, température.*

*Vous devriez aussi être en mesure de répondre aux questions de révision sauf 3, 22 à 25 et 33 à 43.*

**1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,  
11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20,  
21, 26, 27, 28, 29, 30,  
31, 32**

*Certaines des réponses ne se trouvent pas directement dans le résumé participatif, mais il est facile de trouver la bonne réponse en raisonnant à partir de ce qui se trouve dans le résumé participatif.*

*Dans le chapitre 4, les problèmes à faire sont :*

**P7, P8, P11, P12**

*Les réponses des problèmes se trouvent à la fin du livre (p. 598)*