

Correction des exercices du chapitre 8 :

**Attention les corrections ne sont pas toujours rédigées correctement.
Les solutions rédigées sont faites en classe ou dans le livre avec les exercices résolus
p 346-347**

QCM

p. 345

1. B ; 2. B et C ; 3. C ; 4. B ; 5. A et B ; 6. B et C ; 7. A ; 8. B ; 9. B et C ; 10. B ; 11. A ; 12. B et C ; 13. B.

Exercices

Appliquer le cours

p. 348

3 Connaître la longueur d'onde et la fréquence

1. La relation s'écrit : $\lambda = \frac{c}{\nu}$ soit $\nu = \frac{c}{\lambda}$. L'analyse dimensionnelle de la fréquence donne :

$$\text{Hz} = \frac{\text{m} \times \text{s}^{-1}}{\text{m}} = \text{s}^{-1}; \text{ donc } 1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}.$$

2. La fréquence est inversement proportionnelle à la longueur d'onde donc la longueur d'onde d'une onde électromagnétique de fréquence très élevée est plus petite que celle d'une onde de petite fréquence.

4 Calculer des longueurs d'onde et des fréquences.

longueur d'onde λ	1,34 μm	$6,0 \times 10^{-12} \text{ m}$	882 nm
fréquence ν	$2,24 \times 10^{14} \text{ Hz}$	$5,0 \times 10^{13} \text{ MHz}$	$3,40 \times 10^{14} \text{ Hz}$

5 Connaître les domaines des ondes électromagnétiques

1. Les domaines numérotés sont :

1. Rayons γ ; 2 : UV ; 3 : visible ; 4 : infrarouge ; 5 : ondes hertziennes de type « radio ».

2. Calculons la fréquence de l'onde :

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{10^{-7} \text{ m}} = 3 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

L'ordre de grandeur de la fréquence est 10^{15} Hz .

6 Identifier les domaines des ondes électromagnétiques

L'image (a) se rapporte aux Rayons X ;

L'image (b) se rapporte aux micro-ondes ;

L'image (c) se rapporte aux infrarouges.

7 Convertir des unités

1.

• $500 \text{ nm} = 500 \times 10^{-9} \text{ m} = 5,00 \times 10^{-7} \text{ m}$;

• $3,5 \mu\text{m} = 3,5 \times 10^{-6} \text{ m}$;

• $15 \text{ pm} = 15 \times 10^{-12} \text{ m} = 1,5 \times 10^{-11} \text{ m}$;

• $2,5 \text{ mm} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ m}$.

2. Seule l'onde électromagnétique de longueur d'onde $\lambda = 500 \text{ nm}$ appartient au domaine du visible.

8 Donner un ordre de grandeur

1. • $10^7 \text{ THz} = 10^{19} \text{ Hz}$; L'ordre de grandeur est 10^{19} Hz ;

• $6 \times 10^{11} \text{ kHz} = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$; L'ordre de grandeur est 10^{15} Hz ;

• $700 \text{ MHz} = 7,00 \times 10^8 \text{ Hz}$; L'ordre de grandeur est 10^9 Hz ;

• $5 \text{ GHz} = 5 \times 10^9 \text{ Hz}$; L'ordre de grandeur est 10^{10} Hz .

2. • 10^7 THz se trouve dans le domaine des rayons X ; domaine d'application : scanner ;

• $6 \times 10^{11} \text{ kHz}$ se trouve dans le domaine des ondes lumineuses ; domaine d'application : fibroscopie ;

• 700 MHz se trouve dans le domaine des ondes hertziennes ; domaine d'application : téléphonie mobile ;

• 5 GHz se trouve dans le domaine des micro-ondes ; domaine d'application : WiFi.

9 Calculer une énergie à partir d'une fréquence

1. L'énergie associée à cette radiation est : $\mathcal{E} = h \times \nu$ soit :

$$\mathcal{E} = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 5,1 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$\mathcal{E} = 3,4 \times 10^{-19} \text{ J} \text{ soit } 2,1 \text{ eV.}$$

2. La particule qui transporte cette énergie est le photon.

10 Calculer une fréquence

La fréquence de l'onde émise ou reçue par un téléphone portable

a pour valeur : $\nu = \frac{\mathcal{E}_{\text{photon}}}{h}$

$$\text{soit } \nu = \frac{1,19 \times 10^{-24} \text{ J}}{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 1,79 \times 10^9 \text{ Hz.}$$

La longueur d'onde de cette onde de cette onde est : $\lambda = \frac{c}{\nu}$ soit :

$$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{1,79 \times 10^9 \text{ s}^{-1}} = 1,67 \times 10^{-1} \text{ m.}$$

11 Identifier une transition énergétique

1. La flèche (b) correspond à une absorption car elle montre une augmentation de l'énergie de l'atome.

2. Cette transition correspond, sur un spectre, à une raie noire d'absorption dans le domaine du visible.

12 Associer un spectre à un diagramme énergétique

1. On a un spectre d'émission car on observe une radiation colorée sur fond noir.

2. Le premier schéma correspond à une raie d'émission car l'énergie de l'atome diminue en émettant un photon.

13 Calculer une énergie à partir d'un spectre

La raie noire dans le rouge correspond à une longueur d'onde de 750 nm.

L'énergie de cette transition vaut $\mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{h \times c}{\lambda}$

$$\mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{750 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{photon}} = 2,65 \times 10^{-19} \text{ J soit } 1,66 \text{ eV.}$$

14 Déterminer la couleur d'une raie

La longueur d'onde associée à cette transition a pour valeur :

$$\lambda = \frac{h \times c}{\mathcal{E}_{\text{photon}}} \text{ soit } \lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times 1 \text{ eV}}{2,76 \text{ eV} \times 1,60 \times 10^9 \text{ J}}$$

$$\lambda = 4,50 \times 10^{-7} \text{ m soit } 450 \text{ nm.}$$

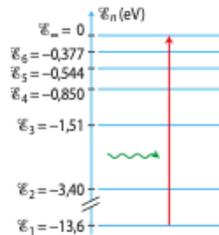
C'est une radiation bleue.

15 Exploiter une transition énergétique

1. a. Pour passer de l'état fondamental à l'état ionisé, il faut un photon possédant une énergie :

$$\Delta \mathcal{E}_{1 \rightarrow \infty} = |0 \text{ eV} - (-13,6 \text{ eV})| \text{ soit } \Delta \mathcal{E}_{1 \rightarrow \infty} = 13,6 \text{ eV.}$$

1. b.



2. La longueur d'onde correspondante a pour valeur : $\lambda = \frac{h \times c}{\mathcal{E}_{\text{photon}}}$

$$\lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times 1 \text{ eV}}{13,6 \text{ eV} \times 1,60 \times 10^9 \text{ J}}$$

ainsi $\lambda = 9,14 \times 10^{-8} \text{ m}$ soit 91,4 nm.

16 Utiliser un diagramme énergétique

1. L'atome perd de l'énergie, il y a donc émission d'un photon.

2. \mathcal{E}_p représente l'énergie de l'atome dans le niveau p et \mathcal{E}_n représente l'énergie de l'atome dans le niveau n ; $h \times \nu$ est l'énergie transportée par le photon lorsque l'atome passe du niveau p au niveau n.

3. La relation est : $h \times \nu = |\mathcal{E}_n - \mathcal{E}_p|$

Exercices

S'entraîner

p. 350

17 Les ondes ultraviolettes

1. La couche d'ozone absorbe les UV-C ou les UV-B ont la plus petite longueur d'onde, ils sont donc les plus énergétiques et donc les plus dangereux pour la peau.

2. Une crème solaire doit arrêter les UV-A et UV-B car la couche d'ozone ne les filtre que très partiellement.

18 Lampe germicide

1. $\lambda = 2,537 \times 10^{-7} \text{ m}$ soit un ordre de grandeur de 10^{-7} m .

2. $\lambda < 400 \text{ nm}$, il s'agit donc de radiations appartenant au domaine de l'ultraviolet.

$$3. \mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{h \times c}{\lambda}$$

$$\text{donc } \mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{253,7 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$\text{et } \mathcal{E}_{\text{photon}} = 7,84 \times 10^{-19} \text{ J}$$

19 Laser femtoseconde

$$1. \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}} \text{ d'où } \nu = 3 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

2. $\lambda = 1 \mu\text{m}$ donc $\lambda > 800 \text{ nm}$. Ces radiations appartiennent au domaine des infrarouges.

$$3. \mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{h \times c}{\lambda} \text{ donc } \mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}}$$

$$\text{soit } \mathcal{E}_{\text{photon}} = 2 \times 10^{-19} \text{ J}$$

4. Le nombre de photons émis par chaque impulsion est :

$$N = \frac{0,1 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-19}} = 5 \times 10^{11}.$$

Il y a donc 5×10^{11} photons émis lors de chaque impulsion.

20 Thermographie

$$1. \lambda = \frac{c}{\nu} \text{ et } \lambda = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{32,2 \times 10^{12} \text{ s}^{-1}} \text{ soit } \lambda = 9,32 \times 10^{-6} \text{ m}$$

2. $\lambda = 9,32 \times 10^{-6} \text{ m}$ donc $\lambda > 800 \text{ nm}$. Cette radiation appartient au domaine des infrarouges.

3. $\mathcal{E}_{\text{photon}} = h \times \nu \times \sigma$ et $\mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{h \times c}{\lambda}$ donc $\sigma = \frac{1}{\lambda}$ or λ s'exprime en m donc σ s'exprime en m^{-1} .

21 Connaître les critères de réussite

Lampe à vapeur d'hydrogène

1. $\mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{h \times c}{\lambda}$ où $\mathcal{E}_{\text{photon}}$ est l'énergie du photon en J, λ est la

longueur d'onde en m, c est la célérité de la lumière en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ et h est la constante de Planck en $\text{J}\cdot\text{s}$. En appliquant cette relation, on obtient :

λ (nm)	411	434	486	656
λ (m)	$4,11 \times 10^{-7}$	$4,34 \times 10^{-7}$	$4,86 \times 10^{-7}$	$6,56 \times 10^{-7}$
$\mathcal{E}_{\text{photon}}$ (10^{-19} J)	4,84	4,58	4,09	3,03
$\mathcal{E}_{\text{photon}}$ (eV)	3,02	2,86	2,56	1,90

2. a. $\mathcal{E}_{\text{photon}}$ est égale à la différence entre deux niveaux d'énergie. Si l'on fait intervenir le niveau d'énergie \mathcal{E}_1 comme niveau final, les variations sont trop grandes par rapport à $\mathcal{E}_{\text{photon}}$.

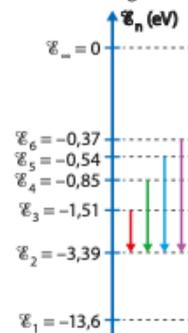
On peut supposer qu'elles font intervenir le niveau d'énergie \mathcal{E}_2 . Il s'agit de raies d'émission, donc

on a : $\mathcal{E}_{\text{photon}} = |\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_n|$ où \mathcal{E}_n est l'énergie de l'état initial.

$$\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_n < 0 \text{ donc } \mathcal{E}_{\text{photon}} = \mathcal{E}_n - \mathcal{E}_2 \text{ donc } \mathcal{E}_n = \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_{\text{photon}}$$

λ (m)	$4,11 \times 10^{-7}$	$4,34 \times 10^{-7}$	$4,86 \times 10^{-7}$	$6,56 \times 10^{-7}$
$\mathcal{E}_{\text{photon}}$ (eV)	3,02	2,86	2,56	1,90
$\mathcal{E}_{\text{total}}$ (eV) calculée	-3,39 + 3,02 = -0,37	-3,39 + 2,86 = -0,53	-3,39 + 2,56 = -0,83	-3,39 + 1,90 = -1,49
Énergie du niveau initial	\mathcal{E}_6	\mathcal{E}_5	\mathcal{E}_4	\mathcal{E}_2

2. b. diagramme de niveaux d'énergie



22 Histoire des sciences

Rayonnement fossile

1. La longueur d'onde $\lambda = 7,3$ cm est plus grande que celle des ondes du domaine visible. Parmi les domaines proposés, le seul qui convient est le domaine des micro-ondes.

$$2. v = \frac{c}{\lambda} \text{ soit } v = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{7,3 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\text{et } v = 4,1 \times 10^9 \text{ Hz} = 4,1 \text{ GHz}$$

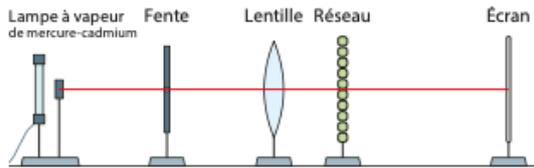
$$\mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{h \times c}{\lambda} \text{ soit } \mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{7,3 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{photon}} = 2,7 \times 10^{-24} \text{ J}$$

23 Exercice à caractère expérimental

Identification de spectres

1.



$$2. \text{ pour } 406 \text{ nm : } \mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{h \times c}{\lambda}$$

$$\text{d'où } \mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{406 \times 10^{-9} \text{ m}} \text{ soit}$$

$$\mathcal{E}_{\text{photon}} = 4,90 \times 10^{-19} \text{ J} \text{ que l'on peut aussi écrire } 3,06 \text{ eV}$$

$$\text{pour } 643 \text{ nm : } \mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{h \times c}{\lambda}$$

$$\text{d'où } \mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{643 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$\text{soit } \mathcal{E}_{\text{photon}} = 3,09 \times 10^{-19} \text{ J} \text{ que l'on peut aussi écrire } 1,93 \text{ eV}$$

3. Il s'agit de spectres d'émission, l'énergie finale est donc inférieure à l'énergie initiale.

$$\Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 2} = |\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_6| \text{ soit } \Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 2} = |-5,77 \text{ eV} - (-2,71 \text{ eV})| \text{ et}$$

$$\Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 2} = 3,06 \text{ eV} \text{ pour le mercure.}$$

or $\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{photon}}$, donc cette transition du mercure est associée à la radiation de longueur d'onde 406 nm.

4. Cette radiation est émise par l'atome de mercure donc le premier spectre du document (A) est celui de l'atome de mercure et le second spectre est celui de l'atome de cadmium.

24 Les feux d'artifices

1. Le niveau 1 est le niveau d'énergie le plus bas : c'est l'état fondamental. Les niveaux d'énergie supérieure sont les états excités.

$$2. \Delta \mathcal{E}_{5 \rightarrow 1} = |\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_5| \text{ soit } \Delta \mathcal{E}_{5 \rightarrow 1} = |-5,695 \text{ eV} - (-3,005 \text{ eV})|$$

$$\Delta \mathcal{E}_{5 \rightarrow 1} = 2,690 \text{ eV ;}$$

$$\Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 4} = |\mathcal{E}_4 - \mathcal{E}_6| \text{ soit } \Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 4} = |-3,848 \text{ eV} - (-2,094 \text{ eV})|$$

$$\Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 4} = 1,754 \text{ eV}$$

$$\Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 3} = |\mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_6| \text{ soit } \Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 3} = |-3,897 \text{ eV} - (-2,094 \text{ eV})|$$

$$\Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 3} = 1,803 \text{ eV}$$

$$\Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 2} = |\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_6| \text{ soit } \Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 2} = |-3,920 \text{ eV} - (-2,094 \text{ eV})|$$

$$\Delta \mathcal{E}_{6 \rightarrow 2} = 1,826 \text{ eV}$$

$$3. \text{ a. } \lambda = \frac{h \times c}{\Delta \mathcal{E}} \text{ d'où}$$

$$\lambda_{5 \rightarrow 4} = \frac{h \times c}{\Delta \mathcal{E}_{5 \rightarrow 4}} \text{ et } \lambda_{5 \rightarrow 4} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{2,690 \times 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

$$\text{soit } \lambda_{5 \rightarrow 4} = 4,62 \times 10^{-7} \text{ m} = 462 \text{ nm}$$

et de même $\lambda_{6 \rightarrow 4} = 709 \text{ nm}$; $\lambda_{6 \rightarrow 3} = 689 \text{ nm}$; $\lambda_{6 \rightarrow 2} = 681 \text{ nm}$.

b. En comparant les longueurs d'onde à celle du tableau on peut en déduire que la radiation à 462 nm est bleue, celles à 709 nm, 689 nm et 681 sont rouges.

On observe sur la photo la couleur magenta qui est la synthèse additive du rouge et du bleu. Il est possible que le strontium soit à l'origine de certaines couleurs observées mais on ne peut pas en être certain.

25 Working of the Helium-Neon laser

Traduction : Le laser Hélium-Néon est constitué d'un mélange gazeux d'hélium et de néon.

Lorsque le laser fonctionne, les atomes d'Hélium excités par une décharge électrique rentrent en collision avec des atomes de néon dans leur état fondamental. Ces derniers se retrouvent dans un état excité d'énergie $\mathcal{E}_4 = -0,902 \text{ eV}$. Les atomes de Néon se désexcitent vers le niveau d'énergie $\mathcal{E}_3 = -2,860 \text{ eV}$ en émettant un photon.

1. Calculer, en joule (J), l'énergie d'un photon associé à l'émission de cette radiation.

2. Déterminer la longueur d'onde dans le vide λ du photon émis.

$$1. \mathcal{E}_{\text{photon}} = |\mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_4| = |-2,860 \text{ eV} - (-0,902 \text{ eV})|$$

$$\text{donc } \mathcal{E}_{\text{photon}} = 1,958 \text{ eV} \text{ soit } 3,133 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$2. \lambda = \frac{h \times c}{\mathcal{E}_{\text{photon}}} \text{ soit } \lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{3,133 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

$$\text{d'où } \lambda = 6,35 \times 10^{-7} \text{ m} = 635 \text{ nm}$$

26 Résolution de problème

Lire spectre et diagramme

1^{er} étape : S'approprier la question posée.

Quelles sont les longueurs d'onde des raies noires présentes dans le spectre de la lumière venant de Véga ?

Quelle est l'énergie associée à chacune de ces radiations ?

À quelle transition correspond chaque radiation ?

Ces raies appartiennent-elles au spectre de l'atome d'hydrogène ?

2^e étape : Lire et comprendre les documents

1. D'après le document (A), on observe la présence de raies noires dans le spectre de la lumière venant de Véga. Ces raies noires montrent la présence d'un ou plusieurs éléments autour de l'étoile.

2. Le document (B) donne le diagramme de quelques niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène. On peut faire le lien entre l'énergie du photon associée aux raies noires (photons absorbés) et une transition énergétique entre deux niveaux d'énergie.

3. Le document (C) explique l'apparition de raies noires dans un spectre (interaction lumière-matière).

3^e étape : Dégager la problématique

La présence des raies noires dans le spectre de la lumière venant de Véga montre-t-elle, aux erreurs de mesures près, la présence d'hydrogène autour de cette étoile ?

4^e étape : Construire la réponse

• Lire sur le spectre de la lumière de l'étoile Véga les longueurs d'onde de raies noires.

• Déterminer l'énergie transportée par chaque photon.

• Associer chaque énergie transportée par chaque photon à une transition énergétique issue du diagramme de quelques niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

• Valider ou pas la présence d'hydrogène autour de Véga.

5^e étape : Répondre

• Présenter le contexte et introduire la problématique.

Le spectre de la lumière venant de Véga présente des raies noires. On nous demande de montrer, aux erreurs de mesures près, la présence d'hydrogène autour de cette étoile.

• Mettre en forme la réponse.

Les raies d'absorption observées sur le spectre de la lumière de l'étoile Véga sont dues aux entités chimiques contenues dans l'enveloppe de cette étoile. L'énergie d'un atome étant quantifiée, les raies sont caractéristiques de ces entités. L'énergie d'un

photon $\mathcal{E}_{\text{photon}}$ absorbé étant égale à la variation d'énergie entre deux niveaux d'énergie de l'entité, la mesure de la longueur d'onde correspondant à chaque raie noire permet de calculer l'énergie du photon et d'en déduire la variation d'énergie de l'entité.

On lit sur le spectre de la lumière de l'étoile Véga les longueurs d'onde de raies noires d'environ 417 nm ; 440 nm ; 486 nm ; 654 nm ; 684 nm.

L'énergie d'un photon est donnée par $\mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{h \times c}{\lambda}$.

Les longueurs d'onde sont comprises entre 400 et 700 nm environ. Donc l'énergie transportée par chaque photon sera comprise entre

$$\mathcal{E}_{\text{photon-min}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{700 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$\text{soit } \mathcal{E}_{\text{photon-min}} = 2,84 \times 10^{-19} \text{ J soit } 1,77 \text{ eV}$$

$$\text{et } \mathcal{E}_{\text{photon-max}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{400 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$\text{soit } \mathcal{E}_{\text{photon-max}} = 4,97 \times 10^{-19} \text{ J soit } 3,11 \text{ eV}$$

Les variations d'énergie entre les différents niveaux d'énergie sont comprises entre 1,77 et 3,11 eV.

Elles ne peuvent pas correspondre à des désexcitations vers l'état fondamental car l'écart de 10,21 eV entre \mathcal{E}_1 et \mathcal{E}_2 est déjà supérieur à 3,11 eV (une désexcitation vers l'état fondamental à partir d'un autre état excité correspond à un écart énergétique supérieur à celui entre les niveaux 1 et 2).

Toutes les désexcitations vers le niveau d'énergie \mathcal{E}_3 ou vers un niveau supérieur correspondent à des écarts énergétiques inférieurs ou égaux à 1,51 eV (en valeur absolue). Elles ne peuvent pas correspondre aux désexcitations observées (1,51 < 1,77).

Il suffit donc de s'intéresser aux désexcitations vers le niveau d'énergie \mathcal{E}_2 .

On calcule donc les variations d'énergie de l'atome d'hydrogène et la longueur d'onde correspondante pour diverses transitions : $\Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 3} = |\mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_2|$ soit $\Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 3} = 1,88 \text{ eV}$ d'où :

$$\lambda_{2 \rightarrow 3} = \frac{h \times c}{\Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 3}}$$

$$\text{soit } \lambda_{2 \rightarrow 3} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{1,88 \times 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

$$\text{et } \lambda_{2 \rightarrow 3} = 6,61 \times 10^{-7} \text{ m} = 661 \text{ nm}$$

De même $\Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 4} = |\mathcal{E}_4 - \mathcal{E}_2| = 2,54 \text{ eV}$ et $\lambda_{2 \rightarrow 4} = 489 \text{ nm}$;

$\Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 5} = |\mathcal{E}_5 - \mathcal{E}_2| = 2,85 \text{ eV}$ et $\lambda_{2 \rightarrow 5} = 436 \text{ nm}$;

$\Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 6} = |\mathcal{E}_6 - \mathcal{E}_2| = 3,02 \text{ eV}$ et $\lambda_{2 \rightarrow 6} = 412 \text{ nm}$.

• Conclure

Les longueurs d'onde calculées correspondent à celles mesurées aux incertitudes de mesure près.

Donc le spectre de la lumière venant de Vega montre la présence d'hydrogène autour de cette étoile.

27 À chacun son rythme

Absorption du sodium

$$1. \mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{h \times c}{\lambda} \text{ d'où } \mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{589 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{photon}} = 3,38 \times 10^{-19} \text{ J soit } 2,11 \text{ eV}$$

$$2. \text{ a. } \Delta \mathcal{E}_{1 \rightarrow 2} = |\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1|$$

$$\text{soit } \Delta \mathcal{E}_{1 \rightarrow 2} = |-3,03 \text{ eV} - (-5,14 \text{ eV})| = 2,11 \text{ eV} ;$$

de même $\Delta \mathcal{E}_{1 \rightarrow 3} = |\mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_1|$ donc $\Delta \mathcal{E}_{1 \rightarrow 3} = 3,19 \text{ eV}$;

$$\Delta \mathcal{E}_{1 \rightarrow 4} = |\mathcal{E}_4 - \mathcal{E}_1| \text{ donc } \Delta \mathcal{E}_{1 \rightarrow 4} = 3,63 \text{ eV} ;$$

$$\Delta \mathcal{E}_{1 \rightarrow 5} = |\mathcal{E}_5 - \mathcal{E}_1| \text{ donc } \Delta \mathcal{E}_{1 \rightarrow 5} = 3,76 \text{ eV} ;$$

$$\Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 3} = |\mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_2| \text{ donc } \Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 3} = 1,08 \text{ eV} ;$$

$$\Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 4} = |\mathcal{E}_4 - \mathcal{E}_2| \text{ donc } \Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 4} = 1,52 \text{ eV} ;$$

$$\Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 5} = |\mathcal{E}_5 - \mathcal{E}_2| \text{ donc } \Delta \mathcal{E}_{2 \rightarrow 5} = 1,65 \text{ eV} ;$$

$$\Delta \mathcal{E}_{3 \rightarrow 4} = |\mathcal{E}_4 - \mathcal{E}_3| \text{ donc } \Delta \mathcal{E}_{3 \rightarrow 4} = 0,44 \text{ eV} ;$$

$$\Delta \mathcal{E}_{3 \rightarrow 5} = |\mathcal{E}_5 - \mathcal{E}_3| \text{ donc } \Delta \mathcal{E}_{3 \rightarrow 5} = 0,57 \text{ eV} ;$$

$$\Delta \mathcal{E}_{4 \rightarrow 5} = |\mathcal{E}_5 - \mathcal{E}_4| \text{ donc } \Delta \mathcal{E}_{4 \rightarrow 5} = 0,13 \text{ eV} .$$

Remarque : pour éviter les calculs fastidieux, on peut remarquer que la transition correspondant à 2,11 eV ne peut pas avoir le niveau d'énergie \mathcal{E}_3 ou les niveaux supérieurs comme niveau initial car les énergies de ces niveaux sont trop grandes (supérieures à -2,11 eV).

Le niveau initial ne peut donc être que le niveau d'énergie \mathcal{E}_1 ou le niveau d'énergie \mathcal{E}_2 .

b. $\mathcal{E}_{\text{photon}} = \Delta \mathcal{E}_{1 \rightarrow 2}$ il s'agit donc du photon absorbé lors de la transition du niveau d'énergie \mathcal{E}_1 vers le niveau d'énergie \mathcal{E}_2 .

Vers l'épreuve écrite

p. 353

28 Le laser à Argon (50 min)

1. a. Les longueurs d'onde des raies sont comprises entre 400 nm et 800 nm, elles appartiennent au domaine du visible.

b. La longueur d'onde s'exprime par $\lambda = \frac{c}{\nu}$.

$$\text{Cela conduit à } \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{488,0 \times 10^{-9} \text{ m}} \text{ et } \nu = 6,15 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

2. $\mathcal{E} = \frac{h \times c}{\lambda}$; \mathcal{E} s'exprime en joule, h en J·s, c en m·s⁻¹ et λ en mètres.

3. \mathcal{E} et λ varient en sens inverse donc plus l'énergie du photon est grande plus la longueur d'onde est petite et inversement.

a. Le photon A correspond à la longueur d'onde la plus petite :

$$\lambda_A = 454,5 \text{ nm}$$

b. Le photon B correspond à la longueur d'onde la plus grande :

$$\lambda_B = 514,5 \text{ nm}$$

4. L'énergie transportée par le photon A est :

$$\mathcal{E}_A = \frac{h \times c}{\lambda_A} \text{ ainsi } \mathcal{E}_A = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{454,5 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$\text{d'où } \mathcal{E}_A = 4,38 \times 10^{-19} \text{ J soit } 2,74 \text{ eV}$$

L'énergie transportée par le photon B est :

$$\mathcal{E}_B = \frac{h \times c}{\lambda_B} \text{ ainsi } \mathcal{E}_B = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{514,5 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$\text{d'où } \mathcal{E}_B = 3,87 \times 10^{-19} \text{ J soit } 2,42 \text{ eV}$$

5. a. Les niveaux d'énergie d'un atome ne possèdent que certaines valeurs : on dit que l'énergie d'un atome est quantifiée.

b. $\mathcal{E}_{\text{photon}} = \Delta \mathcal{E}_{4p \rightarrow 4s}$ soit $\mathcal{E}_{\text{photon}} = |\mathcal{E}_{4s} - \mathcal{E}_{4p}|$

c. Il y a émission de radiations lors de la transition du niveau 4p vers le niveau 4s donc $\mathcal{E}_{4p} > \mathcal{E}_{4s}$

$$\text{donc ici } \Delta \mathcal{E}_{4s \rightarrow 4p} = \mathcal{E}_{4p} - \mathcal{E}_{4s}$$

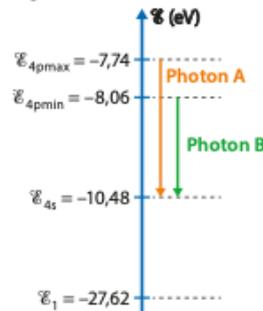
$$\mathcal{E}_A = \mathcal{E}_{4p \text{ max}} - \mathcal{E}_{4s} \text{ donc } \mathcal{E}_{4p \text{ max}} = \mathcal{E}_A + \mathcal{E}_{4s}$$

$$\text{soit } \mathcal{E}_{4p \text{ max}} = 2,74 \text{ eV} + (-10,48 \text{ eV}) = -7,74 \text{ eV}$$

de même :

$$\mathcal{E}_{4p \text{ min}} = \mathcal{E}_B + \mathcal{E}_{4s} \text{ et } \mathcal{E}_{4p \text{ min}} = (2,42 \text{ eV} + (-10,48 \text{ eV})) = -8,06 \text{ eV}$$

d. À partir des énergies des différents niveaux on obtient :



6. a. $P = N \times h \times \nu$

P s'exprime en Watt ce qui correspond à des $J \cdot s^{-1}$; N s'exprime en s^{-1} ; h en $J \cdot s$ et ν en $Hz = s^{-1}$

Le produit $N \times h \times \nu$ s'exprime donc en $s^{-1} \times J \times s \times s^{-1} = J \times s^{-1}$ ce qui correspond bien à l'unité d'une puissance.

b. $P = N \times h \times \nu = N \times \frac{h \times c}{\lambda}$ donc $N = P \times \frac{\lambda}{h \times c}$

d'où $\frac{N_4}{N_1} = \frac{P_4 \times \lambda_4}{P_1 \times \lambda_1} = \frac{1,5W \times 488 \text{ nm}}{2,0W \times 514,5 \text{ nm}} = 0,71$

7. En médecine, on peut également utiliser, par exemple, des RX en radiographie dont la fréquence est de l'ordre de 10^{19} Hz.

Vers l'oral

p. 354

29 Les ondes électromagnétiques et atmosphère terrestre

Pistes de réponse :

Avantages

- Les ondes du domaine visible ne sont pratiquement pas absorbées ce qui permet d'avoir de la lumière visible au niveau du sol.
- Certaines ondes nocives sont arrêtées par l'atmosphère et n'arrivent pas au sol (UV).
- Certaines bandes sont absorbées de façons différentes par la vapeur d'eau, le dioxygène et l'ozone ou le dioxyde de carbone. Cela permet de faire des mesures de concentrations atmosphériques des espèces.

Inconvénients

- L'absorption de certaines ondes empêche d'utiliser des dispositifs terrestres d'observation de l'Univers dans ces longueurs d'onde.
- L'absorption de certaines ondes interdit leur usage comme moyen de communication.

Je m'exprime à l'oral sur

Les ondes électromagnétiques

• **Un rayonnement IR est-il plus énergétique qu'un rayonnement UV ?**

Un rayonnement IR a une fréquence plus petite que celle d'un rayonnement UV ; il est donc moins énergétique qu'un rayonnement UV ($\mathcal{E} = h \times \nu$).

• **Quelles sont les fréquences utilisées en téléphonie ?**

Les fréquences utilisées en téléphonie sont autour de 10^9 Hz soit du GHz.

• **Citer des domaines du spectre électromagnétique.**

Des domaines du spectre électromagnétiques sont : RX, UV, visible, IR, ondes radio...

• **Citer deux applications des ondes électromagnétiques en médecine.**

La radiographie et le scanner sont deux applications des ondes électromagnétiques en médecine.