

Contrôle A

Modèles ondulatoire et particulaire de la lumière

Photons et spectres : les ondes invisibles de la maison, la lampe à hydrogène

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée, sauf dans l'exercice 1. Une expression littérale est attendue avant chaque application numérique ; les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Formulaire : $\lambda = c/\nu$; $E = h\nu = hc/\lambda$.

Exercice 1 Questions à choix multiples

5 pts ●○○

Pour chaque question, une seule réponse est exacte. Recopier sur la copie le numéro de la question et la lettre de la réponse choisie. Aucune justification n'est demandée.

■ **DONNÉES** $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ • $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ • $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ • domaines (λ dans le vide) : rayons γ ($\lambda < 10 \text{ pm}$) ; X (10 pm à 10 nm) ; UV (10 nm à 400 nm) ; visible (400 nm à 800 nm) ; IR (800 nm à 1 mm) ; micro-ondes (1 mm à 1 m) ; ondes radio ($\lambda > 1 \text{ m}$)

- 1.1 Une radiation de fréquence $1,0 \times 10^{17} \text{ Hz}$ appartient au domaine :
 a) des UV b) des rayons X c) des rayons γ d) du visible
- 1.2 La longueur d'onde dans le vide d'une radiation de fréquence $6,00 \times 10^{14} \text{ Hz}$ vaut :
 a) 500 nm b) $2,00 \times 10^{-6} \text{ m}$ c) $1,80 \times 10^{23} \text{ m}$ d) 5,00 nm
- 1.3 L'énergie d'un photon de longueur d'onde 621 nm vaut :
 a) 2,00 eV b) $3,20 \times 10^{-19} \text{ eV}$ c) 1,24 eV d) $3,20 \times 10^{-28} \text{ J}$
- 1.4 Parmi les domaines suivants, celui dont les photons sont les plus énergétiques est celui :
 a) des ondes radio b) de l'infrarouge c) du visible d) des rayons X
- 1.5 Un atome possède les niveaux $E_1 = -5,0 \text{ eV}$ (fondamental), $E_2 = -3,0 \text{ eV}$ et $E_3 = -2,0 \text{ eV}$. Dans l'état fondamental, il peut absorber un photon d'énergie :
 a) 1,0 eV b) 2,0 eV c) 2,5 eV d) 4,0 eV

Exercice 2 Les ondes invisibles de la maison

7 pts ●●○

■ **DONNÉES** $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ • $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ • $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ • domaines : X (10 pm à 10 nm) ; IR (800 nm à 1 mm) ; micro-ondes (1 mm à 1 m)

- 2.1 Un four à micro-ondes émet une onde électromagnétique de fréquence 2,45 GHz. Calculer sa longueur d'onde et vérifier qu'elle appartient au domaine des micro-ondes. Calculer l'énergie d'un photon émis, en J puis en eV.
- 2.2 Le magnétron du four fournit une puissance de 800 W aux aliments. Calculer le nombre de photons absorbés par les aliments en une seconde.

- 2.3** La diode de la télécommande d'un téléviseur émet des impulsions de rayonnement de longueur d'onde 940 nm, de puissance 20 mW et de durée 0,60 ms. Dans quel domaine se trouve ce rayonnement ? Calculer le nombre de photons émis lors d'une impulsion.
- 2.4** Lors d'une radiographie dentaire, les photons X ont une énergie de 60 keV (1 keV = 10^3 eV). Calculer leur longueur d'onde.
- 2.5** Un rayonnement est dit « ionisant » lorsque chacun de ses photons peut arracher un électron à un atome ou à une molécule du corps humain, ce qui nécessite plus d'une dizaine d'électronvolts. Parmi les trois rayonnements étudiés, lequel est ionisant ? Pourquoi le four chauffe-t-il les aliments bien que ses photons ne soient pas ionisants ?

Exercice 3 La lampe à hydrogène du laboratoire

8 pts ●●○

Une lampe spectrale contient du dihydrogène sous faible pression. Une décharge électrique dissocie les molécules et excite les atomes d'hydrogène, dont les niveaux d'énergie sont donnés par $E_n = -13,6/n^2$ (en eV), n entier non nul (figure 1). À l'aide d'un spectroscopie, on obtient le spectre de la figure 2.

■ **DONNÉES** $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ • $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ • $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
 • domaines : UV (10 nm à 400 nm) ; visible (400 nm à 800 nm)

- 3.1** Le spectre de la figure 2 est-il un spectre d'émission ou d'absorption ? Pourquoi est-il constitué de raies et non d'un fond continu ?
- 3.2** Calculer E_1 , E_2 et E_3 .
- 3.3** Montrer que la transition du niveau $n = 3$ vers le niveau $n = 2$ s'accompagne de l'émission d'un photon de longueur d'onde voisine de 658 nm. À quelle raie de la figure 2 correspond-elle ? Quelle est sa couleur ?

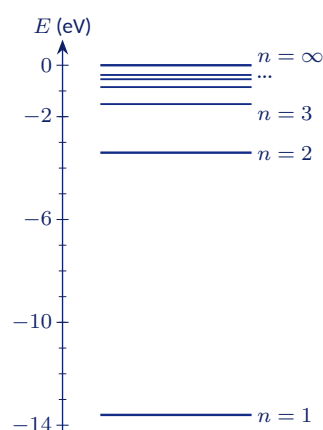


Figure 1 — Niveaux de l'atome d'hydrogène (à l'échelle)

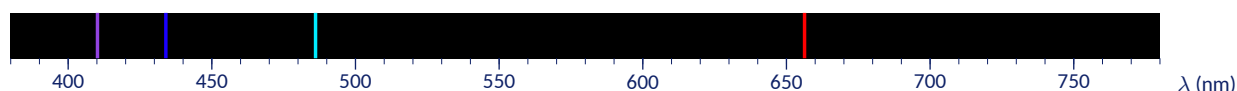


Figure 2 — Spectre de la lumière émise par la lampe (domaine visible)

- 3.4** Mesurer sur la figure 2 la longueur d'onde de la raie bleu-vert. Calculer l'énergie, en eV, du photon correspondant, puis montrer que cette raie est due à une transition vers le niveau $n = 2$ depuis un niveau que l'on identifiera.
- 3.5** Les deux raies violettes correspondent à des transitions vers le niveau $n = 2$ depuis les niveaux $n = 5$ et $n = 6$. Associer chaque raie à sa transition, sans calcul, en justifiant.
- 3.6** Calculer la longueur d'onde du photon émis lors de la transition du niveau $n = 2$ vers le niveau $n = 1$. Pourquoi cette raie n'apparaît-elle pas sur la figure 2 ?
- 3.7** On éclaire en lumière blanche un gaz d'atomes d'hydrogène, tous dans l'état fondamental. Montrer qu'aucune radiation visible ne peut être absorbée.