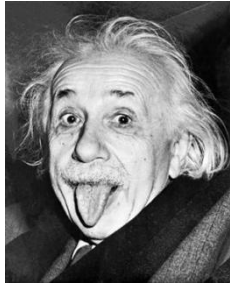


**Lampe à vapeur de sodium**

Certaines lampes, utilisées pour éclairer des tunnels routiers par exemple, contiennent de la vapeur de sodium. Lorsque la lampe est sous tension, les atomes de sodium sont excités par un faisceau d'électrons, absorbant une partie de leur énergie. L'énergie est restituée sous forme de radiations lumineuses lors du retour des atomes dans l'état de plus basse énergie, l'état fondamental. Les lampes à vapeur de sodium émettent surtout de la lumière jaune.

**Données** •  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .  
•  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  et  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

L'analyse du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium révèle la présence de raies de longueur d'onde  $\lambda$  bien définie.



Voici le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium.

1 Indiquer sur le diagramme l'état fondamental et les états excités.

2 On considère la raie jaune du doublet du sodium, de longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 589,0 \text{ nm}$ .  
a. Calculer l'énergie  $\Delta E$  (en eV) du photon correspondant.

b. Après avoir justifié, indiquer la transition correspondante par une flèche (notée 1) sur le diagramme des niveaux d'énergie.

3 L'atome de sodium, considéré maintenant à l'état d'énergie  $E_1$ , reçoit un photon d'énergie  $\Delta E' = 1,09 \text{ eV}$ .

a. Ce photon peut-il interagir avec l'atome de sodium? Justifier.

b. Représenter la transition correspondante par une flèche (notée 2).



**Lampe à vapeur de sodium**

**Énoncé** Le spectre de la lumière émise par une lampe à vapeur de sodium fait surtout apparaître deux raies jaunes, très voisines, de longueurs d'onde  $\lambda_1 = 589,0 \text{ nm}$  et  $\lambda_2 = 589,6 \text{ nm}$ .

1 a. Expliquer quelle modification subit un atome de sodium lorsqu'il émet de la lumière.

2 Les transitions associées aux deux raies jaunes du spectre d'émission du sodium font intervenir toutes les deux le niveau fondamental de l'atome.

En attribuant la valeur 0 à l'énergie du niveau fondamental, calculer en joule et en électron-volt les énergies des deux autres niveaux intervenant dans ces transitions.

3 Représenter (sans souci d'échelle) la partie du diagramme des niveaux d'énergie de l'atome de sodium qui intervient dans les transitions précédentes. Représenter ces transitions sur la figure ainsi que l'émission de rayonnement.

**Données:**  $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ;  $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

Une source de lumière monochromatique de longueur d'onde 580 nm dans le vide éclaire une solution colorée.

1.a. Quelle est la relation entre la fréquence  $\nu$  de la radiation et sa longueur d'onde dans le vide ?

b. Calculer cette fréquence.

2.a. Une radiation de longueur d'onde donnée peut-être émise par un atome dont l'énergie diminue. Donner la relation entre l'énergie perdue par l'atome et la fréquence  $\nu$  en précisant les unités du système international de chaque grandeur.

b. Calculer l'énergie perdue par un atome qui émet la radiation de longueur d'onde 580 nm dans le vide.

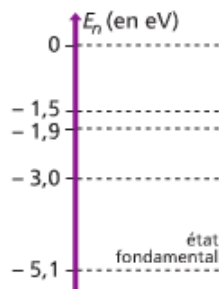
c. Convertir cette énergie en eV.

3. Le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome considéré est donné ci-contre.

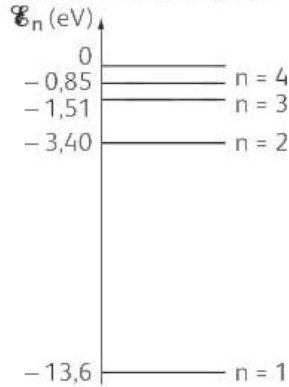
3.a. L'atome dans son état fondamental reçoit une radiation associée à un photon d'énergie 2,1 eV. Cette radiation peut-elle interagir avec l'atome? Justifier en utilisant le modèle de l'interaction lumière-matière vue dans ce chapitre.

3.b. Recopier le diagramme ci-dessus et représenter la transition associée par une flèche.

3.c. Que se passe-t-il pour l'atome si, dans son état fondamental, il reçoit une radiation associée à un photon d'énergie 3,0 eV? Pourquoi?



La grande nébuleuse d'Orion comporte quatre étoiles très chaudes qui émettent un rayonnement riche en ultraviolets au sein d'un nuage de gaz interstellaire constitué en majorité d'atomes d'hydrogène.



Le diagramme ci-contre présente les premiers niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène. Ici, le niveau d'énergie 0 est celui pour lequel l'électron devient indépendant du noyau. Avec cette origine, les énergies de l'atome sont négatives. Lorsque le noyau et les électrons sont séparés, c'est-à-dire lorsque l'atome est ionisé, les énergies sont positives et elles ne sont pas quantifiées.

a. Pour quelle raison le rayonnement de ces quatre étoiles est-il riche en ultraviolets?

b. Quelle est l'énergie minimale d'un photon susceptible d'ioniser un atome initialement dans son état fondamental?

c. Quelle est la longueur d'onde  $\lambda$  de la radiation correspondante? Dans quel domaine des ondes lumineuses se situe-t-elle?

d. Un atome d'hydrogène dans l'état fondamental peut-il être excité par une radiation de longueur d'onde  $\lambda' = 110 \text{ nm}$ ?

e. Sous l'effet du rayonnement UV reçu, le gaz de la nébuleuse est partiellement ionisé. Les électrons se recombinent avec des noyaux d'hydrogène pour former des atomes excités qui se dés excitent progressivement avec émission de photons. Quelle est la longueur d'onde de la radiation émise lors de la transition des atomes d'hydrogène du niveau 3 au niveau 2?