

Série N°1

Questions de révision

1. Donnez l'équation permettant de relier les variables suivantes :
 - a) longueur d'onde, fréquence et vitesse de la lumière ;
 - b) énergie et fréquence d'une radiation ;
 - c) énergie de l'électron de l'atome d'hydrogène et nombre quantique principal.
2. Donnez l'équation de Planck et décrivez-la dans vos mots.
3. Nommez dans l'ordre décroissant d'énergie les couleurs du spectre de la lumière visible.
4. Que signifie l'expression « dualité onde –particule » ?
Quelles sont ses implications dans la structure moderne de l'atome ?
5. Pour chaque énoncé, dites s'il s'applique à l'explication de l'effet photoélectrique.
Corrigez, s'il y a lieu, les affirmations erronées.
 - a) La lumière est une radiation électromagnétique.
 - b) L'intensité d'un rayonnement lumineux est liée à sa fréquence.
 - c) La lumière peut être considérée comme étant formée de particules sans masse dont l'énergie est donnée par l'équation de Planck : $E = h\nu$.
6. Qu'est-ce qu'un photon ? Expliquez comment l'effet photoélectrique implique leur l'existence.
7. Énoncez le principe d'incertitude d'Heisenberg. Expliquez comment s'applique à la structure de l'atome moderne.
8. Quelle est la longueur d'onde associée à un électron se déplaçant à une vitesse de $2,5 \cdot 10^8$ cm/s ?
9. L'énergie émise lorsqu'un électron de n'importe quel atome se déplace d'un niveau énergétique donnée à un niveau moins élevé peut être observée sous forme d'une radiation électromagnétique.
 - a) Des deux transitions suivantes dans l'atome d'hydrogène : de $n=4$ à $n=2$ et de $n=3$ à $n=2$, laquelle émet le moins d'énergie ?
 - b) Des deux transitions suivantes dans l'atome d'hydrogène : de $n=4$ à $n=1$ et de $n=5$ à $n=2$, laquelle émet le plus énergie ? Justifiez votre réponse.

Exercice. 1 (L'effet photoélectrique)

1. Un photon X de longueur d'onde 150 pm arrache un électron d'une couche interne d'un atome. L'électron éjecté à une vitesse de $2,1 \cdot 10^7$ m/s. Quelle est l'énergie de l'électron dans l'atome ?

2. Le travail d'extraction du Césium est équivalent à 2,14 eV. Quelle est l'énergie cinétique et la vitesse de l'électron émis par des radiations de 700 nm et 300 nm ?
Quelle est la fréquence de seuil en deçà de laquelle le phénomène n'est plus observé ?

Exercice. 2

Les radiations ultraviolettes, possédant une énergie assez élevée, sont la cause des coups de soleil et de la décoloration des teintures. Quelle quantité d'énergie (KJ/mol de photons) recevez-vous si vous êtes bombardés d'une mole de photons dont la longueur d'onde est de 375 nm ?

Exercice. 3

Un téléphone envoie des signaux d'environ 850 MHz.

- Quelle est la longueur d'onde de ce rayonnement ?
- Calculez l'énergie d'une mole de photons à cette fréquence
- Comparez l'énergie en b) avec celle d'une mole de photons de lumière bleue (420nm) ;

Exercice. 4

Supposez que vos yeux reçoivent un rayonnement de lumière bleue dont la longueur d'onde est de $\lambda = 470$ nm. L'énergie associée à cette lumière est $2,5 \cdot 10^{-14}$ J. Combien de photons ont atteint vos yeux ?

Solutions

Série N°1

Questions de révision

- $c = \lambda$
 - $E = h\nu$
 - $E = \frac{E_1}{n^2}, E = -Rhc/n^2$
- L'énergie d'un photon, une particule de radiation sans masse, est proportionnelle à sa fréquence de vibration. $E = h\nu$, où h est la constante de proportionnalité.
- Violet, indigo, bleue, vert, jaune, orange et rouge.
- L'électron se comporte comme une onde et une particule. La structure moderne de l'atome se base sur les propriétés ondulatoires de l'électron et décrit des régions de probabilité de présence d'un électron donné autour du noyau.
- Oui
 - Non. L'intensité d'un rayonnement lumineux est plutôt liée à son nombre de photon.
 - Oui
- Un photon est une particule sans masse, un « paquet d'énergie ».

Pour déplacer un électron, celui-ci doit entrer en collision avec une autre particule. Puisque des rayonnements lumineux dirigés sur certains métaux expulsent des électrons, la lumière doit être constituée de particules ou paquets d'énergie appelés les photons.
- il est impossible de connaître simultanément avec précision la position d'un électron et son énergie, s'il est décrit comme une onde. Ainsi, la théorie atomique moderne décrit des régions de haute probabilité de présence d'un électron donnée autour du noyau.
- 0,29 nm
- $n = 3$ à $n = 2$
 - $n = 4$ à $n = 1$. A mesure que les niveaux d'énergie augmentent, ils se rapprochent progressivement. La différence d'énergie entre $n = 4$ et $n = 1$ est donc plus grande que celle entre $n = 5$ à $n = 2$.

Exercice. 1

1) L'énergie des photons X est : $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{150 \cdot 10^{-12} \text{ m}} = 1,324 \cdot 10^{-15} \text{ J}$.

La conservation de l'énergie s'écrit : $E = W + \frac{1}{2}mv^2$

Où W est l'énergie d'extraction de l'électron et $\frac{1}{2}mv^2$ l'énergie cinétique de l'électron (on néglige les effets relativistes et l'on prend $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$).

On obtient: $W = 1,1234 \cdot 10^{-15} \text{ J} = 7011,7 \text{ e.V} = 257,684 \text{ u.a.}$

- 2) Le photon de longueur d'onde 700nm n'extrait pas l'électron, celui de longueur d'onde 300 nm éjecte un électron avec une vitesse de $8,38 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. Pour observer l'effet photoélectrique, il faut que l'énergie du photon incident soit au moins supérieure au travail d'extraction (W). Ainsi, l'effet photoélectrique ne sera plus observé pour $\lambda > 580 \text{ nm}$ (fréquence $< 5,17 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$).

Exercice. 2

319 kJ/ mol de photons

Exercice. 3

- a) 0,353m
- b) 0,339 J/mol

Exercice.4

Une mole de photons de lumière bleue a une énergie de 285 kJ/mol, soit environ 840 000 fois plus qu'une mole de photons provenant du signal téléphonique.