

Physique Générale A

Série d'exercices 18: Photons et atomes - 24 Mars 2026

Remarque : les exercices au format QCM devraient être réalisables en 2 minutes environ. Des exercices plus longs sont proposés afin d'approfondir vos connaissances. Ceux-ci font toutefois partie du champ de l'examen.

1.) QCM A : Effet photoélectrique

On illumine une surface métallique par de la lumière à une certaine fréquence f . On observe que le métal émet des électrons grâce à l'effet photoélectrique (mais on ne connaît pas la valeur du travail d'extraction nécessaire à cette émission d'électron). On peut affirmer que :

- A. Si on double la fréquence de la lumière utilisée, le nombre d'électron émis doublera.
- B. Si on double l'intensité de la lumière utilisée, le nombre d'électrons émis doublera.
- C. Si on divise par deux l'intensité de la lumière utilisée, le métal émettra toujours des électrons mais leur énergie cinétique sera réduite.
- D. Si on divise par deux la fréquence de la lumière utilisée, le métal émettra toujours des électrons mais leur énergie cinétique sera réduite.
- E. Les électrons émis auraient la même énergie cinétique même si un autre métal était utilisé dans l'expérience.

2.) QCM K': Photons

Lesquelles des affirmations suivantes sont vraies?

- A. Les photons ont une masse de 10^{-32} g.
- B. Les photons se déplacent à la vitesse de la lumière.
- C. Le rayonnement électromagnétique est à la fois considéré comme constitué de particules et comme une onde.
- D. Les photons ne peuvent pas être comptés.

3.) QCM K': Mécanique Quantique

D'après la théorie de la mécanique quantique, lesquelles des affirmations suivantes sont vraies?

- A. Il est possible de déterminer la position exacte d'un électron autour du noyau d'un atome.
- B. Dans un atome d'hydrogène, le passage d'un électron de l'orbitale $n = 2$ à l'état fondamental $n = 1$ en cas de désexcitation radiative libère un photon d'énergie 10.2 eV.
- C. Le processus de désexcitation radiative peut être spontané ou stimulé.
- D. Une particule massive peut être décrite comme une onde.

4.) QCM K': Electrons

Lesquelles des affirmations suivantes sont vraies? Les électrons :

- A. ont une masse nulle.
- B. se déplacent dans le vide plus vite que la lumière.

- C. sont à la fois considérés comme des particules et des ondes.
- D. possèdent une longueur d'onde indépendante de leur vitesse.

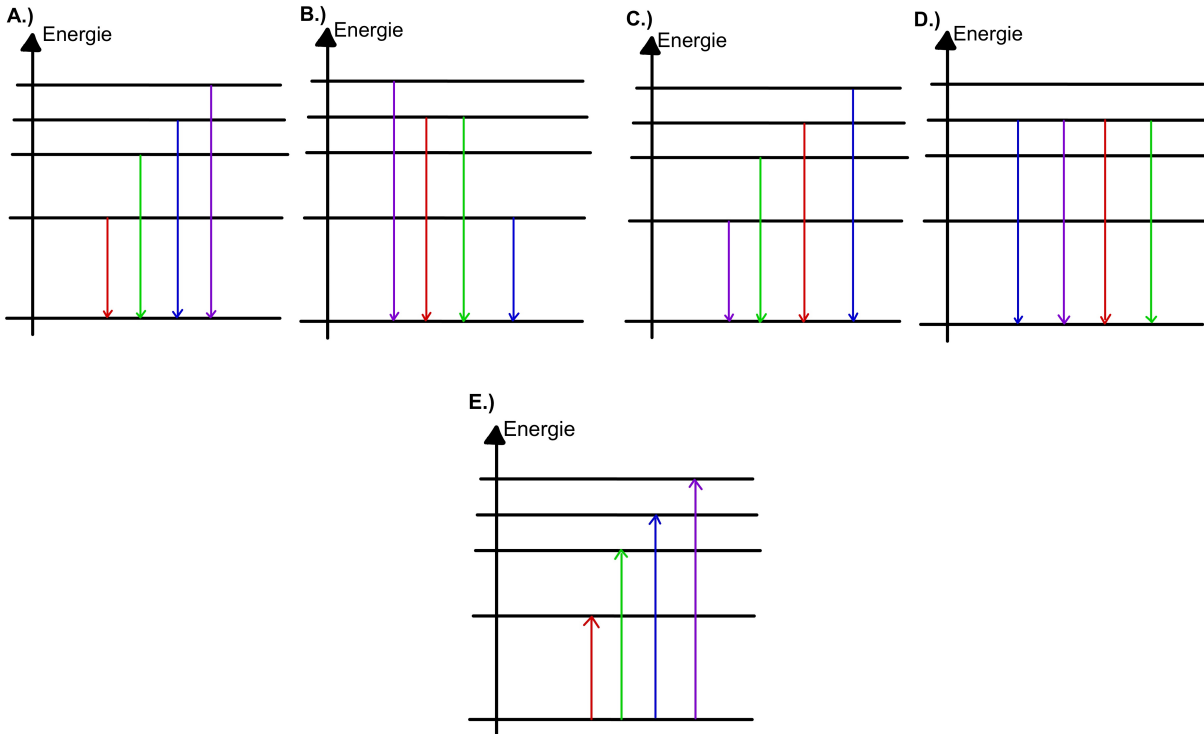
5.) **QCM A : Fréquence d'une particule**

On considère un électron qui se déplace à 90% de la vitesse de la lumière. Que vaut sa fréquence?

- A. $1.5 \cdot 10^7$ Hz
- B. $4.8 \cdot 10^{-11}$ Hz
- C. 83 Hz
- D. $1 \cdot 10^{20}$ Hz
- E. $7.4 \cdot 10^{-6}$ Hz

6.) **QCM A : Niveaux d'énergie**

On illumine un atome avec des photons d'énergie E , après un certain temps on observe quatre raies d'émission de longueur d'onde $\lambda_{violett} = 410\text{nm}$, $\lambda_{bleu} = 434\text{nm}$, $\lambda_{vert} = 486\text{nm}$ et $\lambda_{rouge} = 656\text{nm}$ correspondant à la relaxation des électrons d'un niveau énergétique plus élevé vers un niveau énergétique plus bas. Le but de cet exercice est de trouver le diagramme d'énergie correspondant à cette relaxation parmi les diagrammes suivants:



7.) **QCM A : Photocoagulation rétinienne**

La photocoagulation rétinienne est une technique utilisée en ophtalmologie (par ex. dans certaines formes de rétinopathie diabétique) : un faisceau laser focalisé chauffe localement la rétine et provoque une coagulation contrôlée du tissu afin de limiter des saignements et/ou la croissance de vaisseaux anormaux. Lors d'un tir de photocoagulation, un laser vert émet une lumière de longueur d'onde $\lambda = 532$ nm avec une puissance $P = 0.50$ W. L'impulsion dure $\Delta t = 0.10$ s et on suppose que toute l'énergie émise est dissipée dans le tissu. Combien de photons sont émis pendant une impulsion?

- A. $1.3 \cdot 10^{16}$

- B. $1.3 \cdot 10^{17}$
- C. $1.3 \cdot 10^{18}$
- D. $1.3 \cdot 10^{19}$
- E. $1.3 \cdot 10^{20}$

8.) **QCM K' : Fluorescence de l'hématoporphyrine**

L'hématoporphyrine est un marqueur fluorescent pouvant s'accumuler dans certains tissus tumoraux. Sous illumination ultraviolette, elle absorbe des photons UV et réémet une partie de l'énergie sous forme de fluorescence visible, ce qui permet de détecter la présence d'une lésion.

Une masse tumorale de surface $A = 25 \text{ mm}^2$, marquée à l'hématoporphyrine, est illuminée par une lumière UV de longueur d'onde $\lambda_{UV} = 365 \text{ nm}$. La fluorescence émise est centrée sur $\lambda_{\text{fluo}} = 620 \text{ nm}$. Le flux surfacique de photons fluorescents émis suit la loi $\phi(t) = \phi_0 e^{-t/\tau}$ avec $\phi_0 = 4.0 \cdot 10^8 \text{ photons s}^{-1} \text{ mm}^{-2}$ et $\tau = 10 \text{ ns}$. On suppose qu'un détecteur collecte toute la lumière émise par la tumeur et qu'il peut mesurer le signal seulement si le flux total reçu est au moins égal à:

$$\Phi_{\text{min}} = 1.0 \cdot 10^9 \text{ photons s}^{-1}$$

On peut affirmer que:

- A. L'énergie d'un photon UV incident est supérieure à celle d'un photon fluorescent émis.
- B. À $t = 0$, le détecteur peut mesurer la fluorescence de la masse tumorale.
- C. Le signal reste détectable pendant environ 23 ns.
- D. L'énergie qui contribue, *pour chaque photon ultraviolet incident*, au chauffage de la tumeur vaut:

$$E_{\text{abs}} = 0.59 \frac{hc}{\lambda_{UV}}$$

9.) **Exercice d'approfondissement : Electron accéléré**

On considère un électron de vitesse initiale nulle, qui est accéléré par une différence de potentiel de 1V.

- A. Calculer l'énergie cinétique finale de l'électron.
- B. Calculer la longueur d'onde de l'électron.
- C. Calculer le potentiel nécessaire pour obtenir un électron de longueur d'onde $\lambda = 200 \text{ picomètre}$. ($1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$).
- D. Calculer la vitesse de cet électron.
- E. Est-il possible, en pratique, d'accélérer un électron afin de lui donner une longueur d'onde de 1 picomètre?

10.) **Exercice d'approfondissement : Proton accéléré**

On considère un proton de vitesse initiale nulle, qui est accéléré par une différence de potentiel de -1 V .

- A. Calculer l'énergie cinétique finale du proton (la masse du proton est $m = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)
- B. Calculer la longueur d'onde du proton.
- C. Calculer la différence de potentiel nécessaire pour obtenir un proton de longueur d'onde $\lambda = 6 \text{ picomètres}$. ($1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$).
- D. Calculer la vitesse de ce proton.

Réponses:

- 1.) B
- 2.) Faux, Vrai, Vrai, Faux.
- 3.) Faux, Vrai, Vrai, Vrai.
- 4.) Faux, Faux, Vrai, Faux.
- 5.) D.
- 6.) A.
- 7.) B.
- 8.) Vrai , Vrai , Vrai , Faux.
- 9.)
 - A. $E_c = 1.6 \cdot 10^{-19}$ J
 - B. 1.2 nm
 - C. 37.4 V
 - D. $3.6 \cdot 10^6$ m/s
 - E. Non.
- 10.)
 - A. $E_c = 1.6 \cdot 10^{-19}$ J
 - B. 29 pm
 - C. -22.8 V
 - D. $6.6 \cdot 10^4$ m/s