

P5. Lumière : onde ou particule ?

Exercices - Corrigé

Exercice 1. Diffraction par une ouverture circulaire

1. Par trigonométrie, $\tan\theta = \frac{\frac{D}{2}}{L} = \frac{D}{2L}$ et avec l'approximation des petits angles, $\tan\theta \approx \theta$ donc $\theta = \frac{D}{2L}$
2. $\theta = \frac{D}{2L} = \frac{1,22\lambda}{a}$ donc $a = 1,22\lambda \frac{2L}{D}$

On mesure sur la photographie le diamètre de la tache centrale : $D = 2 \times 1,35 = 2,70 \text{ cm}$ **$a = 114 \mu\text{m}$** .

Exercice 2. Déterminer une longueur d'onde à l'aide d'une figure de diffraction

1. $\theta = \frac{\lambda}{a}$
2. Par trigonométrie, $\tan\theta = \frac{\frac{L}{2}}{D} = \frac{L}{2D}$ et avec l'approximation des petits angles, $\tan\theta \approx \theta$ donc $\theta = \frac{L}{2D}$
3. D'après les équations des questions 1 et 2, on peut écrire : $\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$ donc $\frac{\lambda}{L} = \frac{a}{2D}$.

Le rapport λ / L est donc constant pour une fente donnée et un écran placé à une distance fixe D : si la longueur d'onde varie, la largeur de la tache varie mais le rapport λ / L gardera la même valeur.

4. $\frac{\lambda_1}{L_1} = \frac{a}{2D} = \frac{\lambda_2}{L_2}$ donc $\lambda_2 = \lambda_1 \cdot \frac{L_2}{L_1}$ $\lambda_2 = 633 \times 7,5 / 8,0$ **$\lambda_2 = 593 \text{ nm}$**

Exercice 3. Couleur d'un maillot de bain

1. $\lambda_{\text{eau}} = \lambda_0 / n$ **$\lambda_{\text{eau}} = 476 \text{ nm}$** .
2. Oui la couleur ne change pas, la couleur est liée à la fréquence donc à la source de lumière et non au milieu de propagation.
3. $\lambda_0 = c / f$ donc $f = c / \lambda_0$ **$f = 6,30 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$**
4. On calcule la longueur d'onde d'une telle radiation dans le vide : $\lambda_0 = n \times \lambda$ avec $\lambda = 400 \text{ m}$
 $\lambda_0 = 530 \text{ nm}$ Il s'agit du vert.

Exercice 4. Travail d'extraction

1. $E = h f = h c / \lambda$ donc $\lambda = h c / E$ $\lambda = 277 \text{ nm}$.
2. Les photons doivent avoir une énergie supérieure au travail d'extraction, donc une longueur d'onde inférieure à la longueur d'onde seuil (car la longueur d'onde est inversement proportionnelle à l'énergie).

Exercice 5. Niveaux d'énergie d'un atome

1. $\Delta E_{\text{électron}} = E_3 - E_5$
 $\Delta E_{\text{électron}} = -1,51 - (-0,54) = -0,97 \text{ eV}$
Donc l'énergie libérée par émission d'un photon est $E = 0,97 \text{ eV} = 1,55 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
2. $E = h \nu$ donc $\nu = E / h$ $\nu = f = 2,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
3. $\lambda_0 = c / f$ $\lambda_0 = 1,3 \text{ }\mu\text{m}$
4. Le photon doit avoir une énergie $E = -3,39 - (-13,6) = 10,2 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ J}$
donc sa fréquence est $f = 2,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$
5. L'énergie à fournir pour extraire un électron est de **13,6 eV**.

Exercice 6. Science in English

1. « Work function » correspond au travail d'extraction, c'est-à-dire l'énergie minimale du photon nécessaire pour arracher un électron (libérer) de l'atome.
2. La lumière est modélisée par des photons, il s'agit donc du modèle particulaire.
3. $E = h f$ $E = 7,29 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4,56 \text{ eV}$
Avec une telle énergie, les photons peuvent libérer un électron des **atomes de Baryum (Ba) et d'Aluminium (Al)**.