

## P5. Lumière : onde ou particule ?

### Exercices - Corrigé

#### Exercice 1. Diffraction par une ouverture circulaire

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

- $\theta = \frac{\lambda}{a}$
- Par trigonométrie,  $\tan\theta = \frac{\frac{L}{2}}{D} = \frac{L}{2D}$  et avec l'approximation des petits angles,  $\tan\theta \approx \theta$  donc  $\theta = \frac{L}{2D}$
- 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  $\lambda / L$  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  $\lambda / L$  gardera la même valeur.

- $\frac{\lambda_1}{L_1} = \frac{a}{2D} = \frac{\lambda_2}{L_2}$  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

- $\lambda_{\text{eau}} = \lambda_0 / n$       **$\lambda_{\text{eau}} = 476 \text{ nm}$** .
- 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.
- $\lambda_0 = c / f$      donc  $f = c / \lambda_0$       **$f = 6,30 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$**
- 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.  $\lambda_0 = c / f$   $\lambda_0 = 1,3 \mu\text{m}$
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)**.