BURHAN

Propagation des ondes lumineuses : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/propagation-des-ondes-lumineuses/exercices/application

Chapitre	Palier	Exercices
Propagation des ondes lumineuses	Application	8

Exercice 1

Fréquence et domaine de deux diodes

Un télémètre de chantier mesure les distances avec une diode laser qui émet, dans l'air, une radiation de longueur d'onde $\lambda_1 = 905\,\text{nm}$. Une diode d'un vidéoprojecteur émet une radiation de fréquence $\nu_2 = 6{,}52 \times 10^{14}\,\text{Hz}$.

On assimile l'air au vide, et $c = 3{,}00 \times 10^{8}\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

1.

Calculer la fréquence ν_1 de la radiation du télémètre.

INDICE

Outil : la relation entre la longueur d'onde dans le vide et la fréquence. **Point délicat :** convertis d'abord λ_1 en mètres.

2.

En déduire la période T_1 de cette radiation.

INDICE

Outil : la période est l'inverse de la fréquence.

3.

Calculer la longueur d'onde λ_2 de la radiation du vidéoprojecteur. Situer chacune des deux radiations par rapport au spectre visible.

INDICE

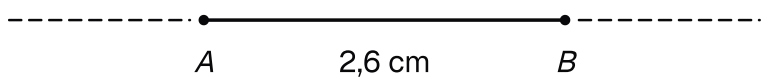
Début : $\lambda_2 = \dfrac{c}{\nu_2}$, à exprimer en nanomètres. **Ensuite :** compare chaque longueur d'onde à $400\,\text{nm}$ et à $800\,\text{nm}$.

Exercice 2

Longueur d'onde tirée d'un relevé de tache

Un pointeur laser éclaire une fente verticale de largeur $a = 50\,\mu\text{m}$. Un écran est placé à $D = 1{,}25\,\text{m}$ de la fente. Sur l'écran, un élève a reporté sur une bande de papier les extinctions qui bordent les taches lumineuses.

Le relevé ci-dessous indique la largeur L de la tache centrale.



Relevé de la figure de diffraction sur l'écran

1.

Calculer l'écart angulaire θ de diffraction et vérifier qu'il s'agit d'un petit angle.

INDICE

Outil : dans le triangle formé par la fente, le centre et un bord de la tache, le côté opposé à θ est la moitié de L.

2.

En déduire la longueur d'onde λ de la lumière du pointeur, puis sa couleur.

INDICE

Outil : la relation de l'écart angulaire de diffraction, avec a en mètres. **Point délicat :** garde la valeur non arrondie de θ.

3.

Sans la fente, le faisceau dessinerait sur l'écran un petit point. Quelle propriété de la lumière l'étalement observé met-il en évidence ? Justifier.

INDICE

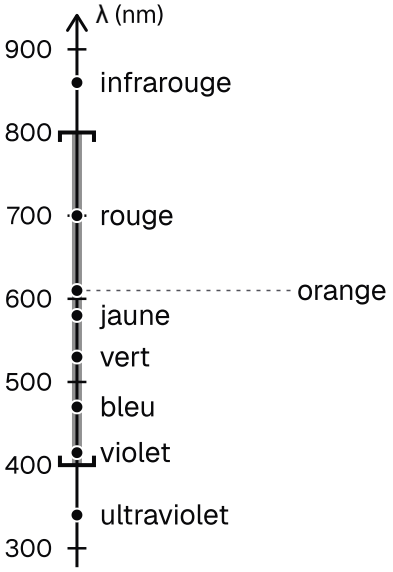
Outil : ce que fait une onde à la surface de l'eau quand elle traverse une ouverture étroite d'une cuve à ondes.

Exercice 3

Situer trois radiations dans le spectre

Une boutique utilise trois sources : une lampe qui fait briller les encres de sécurité des billets, une diode de voyant et une diode de détecteur de présence.

Le document situe les couleurs du spectre visible selon la longueur d'onde dans le vide. On assimile l'air au vide, et $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.



Spectre visible et domaines voisins

1.

La lampe émet une radiation de fréquence $\nu_1 = 8{,}22 \times 10^{14}\ \mathrm{Hz}$. Calculer sa longueur d'onde λ_1 et indiquer son domaine.

INDICE

Outil : $\lambda_1 = \dfrac{c}{\nu_1}$, puis conversion en nanomètres.

2.

La diode du voyant émet une radiation de longueur d'onde $\lambda_2 = 0{,}610\ \mu\mathrm{m}$. Donner son domaine et sa couleur.

INDICE

Outil : $1\ \mu\mathrm{m} = 1000\ \mathrm{nm}$; place ensuite la valeur sur le document.

3.

La diode du détecteur émet une radiation de fréquence $\nu_3 = 3{,}41 \times 10^{14}\ \mathrm{Hz}$. Calculer λ_3 et indiquer son domaine.

INDICE

Outil : la même relation qu'à la première question.

Exercice 4

Écart angulaire pour deux fentes de largeurs différentes

Une diode laser bleue émet une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 445\,\text{nm}$. On l'envoie successivement sur deux fentes de largeurs $a_1 = 0{,}20\,\text{mm}$ et $a_2 = 0{,}050\,\text{mm}$.

1.

Calculer l'écart angulaire θ_1 obtenu avec la fente de largeur a_1.

INDICE

Outil : la relation de l'écart angulaire de diffraction. **Point délicat :** λ et a_1 en mètres tous les deux.

2.

Calculer l'écart angulaire θ_2 obtenu avec la fente de largeur a_2.

INDICE

Outil : la même relation, avec $a_2 = 5{,}0 \times 10^{-5}\,\text{m}$.

3.

Avec quelle fente la tache centrale est-elle la plus large ? Combien de fois plus large ?

INDICE

Outil : à distance fixée, la largeur de la tache est proportionnelle à l'écart angulaire.

Exercice 5

Célérité de la lumière dans l'éthanol

Une impulsion lumineuse traverse un tube rempli d'éthanol, de longueur $d = 4{,}00\,\text{m}$. Deux capteurs rapides mesurent la durée du parcours : $\Delta t = 18{,}1\,\text{ns}$. On admet que l'impulsion se propage dans l'éthanol à la célérité v de la lumière dans ce liquide. On donne $c = 3{,}00 \times 10^{8}\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

1.

Calculer la célérité v de la lumière dans l'éthanol.

INDICE

Outil : une célérité est une distance divisée par une durée. **Point délicat :** $1\,\text{ns} = 10^{-9}\,\text{s}$.

2.

En déduire l'indice de réfraction n de l'éthanol.

INDICE

Outil : la définition de l'indice de réfraction. **Point délicat :** n'utilise pas la valeur arrondie de v ; repars des données d et Δt.

Exercice 6

Une radiation orange dans un verre de lentille

Une radiation de fréquence $\nu = 4{,}90 \times 10^{14}\,\mathrm{Hz}$ passe de l'air dans le verre d'une lentille, d'indice $n = 1{,}58$ pour cette radiation. On assimile l'air au vide, et $c = 3{,}00 \times 10^{8}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

1.

Calculer la longueur d'onde λ de la radiation dans l'air et donner sa couleur.

INDICE

Outil : la relation entre longueur d'onde dans le vide et fréquence, puis les bandes de couleurs du spectre visible.

2.

Donner la fréquence de la radiation dans le verre, puis calculer sa célérité v dans le verre.

INDICE

Outil : la fréquence d'une radiation ne dépend pas du milieu ; la célérité se tire de la définition de l'indice.

3.

Calculer la longueur d'onde λ' dans le verre. La radiation change-t-elle de couleur dans le verre ?

INDICE

Outil : la longueur d'onde dans un milieu d'indice n. **Point délicat :** la couleur est liée à la fréquence.

Exercice 7

Diamètre d'un cheveu mesuré par diffraction

Un cheveu est tendu verticalement devant une diode laser rouge de longueur d'onde $\lambda = 670\,\text{nm}$. Sur un écran placé à $D = 2{,}50\,\text{m}$ du cheveu, on mesure à la règle la largeur de la tache centrale : $L = 3{,}4\,\text{cm}$.

1.

Calculer l'écart angulaire θ.

INDICE

Outil : le triangle rectangle formé par le cheveu, le centre et un bord de la tache, puis l'approximation des petits angles.

2.

En déduire le diamètre a du cheveu.

INDICE

Outil : un fil de diamètre a diffracte comme une fente de largeur a.

3.

Un second cheveu, dans le même montage, donne une tache centrale de $4{,}1\,\text{cm}$. Est-il plus fin ou plus épais que le premier ?

INDICE

Outil : à λ et D fixés, regarde comment L varie quand a diminue.

Exercice 8

Dispersion du diamant et du plexiglas

Le tableau donne l'indice de réfraction du diamant et du plexiglas pour une radiation rouge et pour une radiation violette.

Matériau	n rouge	n violet
diamant	$2{,}410$	$2{,}458$
plexiglas	$1{,}488$	$1{,}502$

1.

Ces deux matériaux sont-ils dispersifs ? Lequel l'est le plus ?

INDICE

Outil : la définition d'un milieu dispersif. **Ensuite :** compare l'écart entre les deux indices de chaque matériau.

2.

Un faisceau de lumière blanche traverse un prisme de diamant. Quelle radiation est la plus déviée ?

INDICE

Outil : le lien entre l'indice d'une radiation et sa déviation par un prisme.