

T.D. Optique Physique
Série 1

Important : *Pour être profitable et afin de pouvoir, lors des séances des TD, localiser et identifier vos lacunes, la solution des exercices doit être rédigée. Cette démarche vous permettra de résoudre les problèmes des contrôles, alors que connaître la solution des exercices ne permet pas de s'adapter à toutes les situations.*

Exercice 1

Soient deux points **A** et **B** distants de **d** dans un milieu isotrope d'indice de réfraction $n_0=1$.

1. Évaluer le chemin optique L_{AB} .
2. On interpose à travers le rayon lumineux **AB** et perpendiculairement à celui-ci une lame d'épaisseur **e** et d'indice **n**. Evaluer le nouveau chemin optique L'_{AB} .
3. AN : Calculer L_{AB} et L'_{AB} si **d = 5 cm**, **e = 1 cm** et **n = 1,5**.
4. Evaluer la différence de chemin optique δ entre deux rayons issus de **A** :
 - le premier effectue un trajet direct de **A** vers **B**,
 - le second se réfléchit deux fois à l'intérieur de la lame.

Exercice 2

Un dioptre plan sépare un milieu d'indice (de réfraction) n_1 d'un milieu d'indice n_2 .

1. En utilisant le principe de **Fermat**, retrouver la loi de **Snell-Descartes** pour la réflexion.

Une onde plane arrive sous l'angle d'incidence **i** sur un dioptre.

2. A l'aide de la loi de **Malus** établir la loi de **Snell-Descartes** pour la réfraction.

Exercice 3

On considère l'onde électromagnétique plane telle que :

$$\vec{E}(M,t) = \vec{E}_m \cos 2\pi \left(5.10^{14} t - \frac{10^7}{12} (x + \sqrt{3}y) \right)$$

1. Déterminer sa période et sa fréquence.
2. Déterminer sa direction de propagation dans un repère orthonormé direct **Oxyz**.
3. Déterminer sa longueur d'onde et son nombre d'onde.
4. Calculer sa vitesse de propagation. En déduire le milieu où se propage l'onde.
5. Calculer les composantes du vecteur d'onde $\vec{k}$.

Exercice 4

Une radiation monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 488 \text{ nm}$ (radiation verte) passe de l'air dans une eau d'indice **n = 1,33**.

1. Calculer la longueur d'onde dans l'eau.
2. y a-t-il un changement de fréquence de cette radiation quand on tombe dans l'eau.
3. Calculer la vitesse de cette radiation dans l'eau et sa fréquence.
4. Supposons maintenant que l'onde électromagnétique associée à cette radiation est une onde plane monochromatique de fréquence ν .
 - a. Calculer le chemin optique entre deux surfaces d'onde Σ et Σ' séparées d'une distance égale à $2 \mu\text{m}$ dans l'air. En déduire la variation de phase $\Delta\varphi$ de l'onde sinusoïdale entre Σ et Σ' .
 - b. Même question que a- mais dans l'eau.

Exercice 5

Un laser **hélium-néon** (He-Ne) émet un faisceau de lumière rouge formé de bande très étroite de fréquences centrée sur $\nu = 4,74 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

1. Déterminer l'énergie du photon.

Le faisceau laser est de puissance $P = 0,1 \text{ mW}$ et a une section $S = 3,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2$.

2. Déterminer l'énergie reçue pendant une seconde par un écran interceptant perpendiculairement le faisceau.
3. Déterminer la densité de flux du rayonnement, ou intensité lumineuse I .

Exercice 6

De la lumière naturelle d'intensité I_0 traverse quatre polariseurs rectilignes. Le plan du polariseur m fait un angle de 30° avec le plan du polariseur $(m-1)$.

1. Quelle est l'intensité du faisceau transmis ?
2. Même question si on enlève les 2 polariseurs du milieu ?

Exercice 7

Un faisceau lumineux de pulsation ω et de longueur d'onde λ dans le vide se propageant suivant Oz est décrit par :

$$E_x = E_0 \cos(\omega t - kz)$$

$$E_y = E_0 \sin(\omega t - kz)$$

$$E_z = 0$$

avec : $k = \omega / c = 2\pi / \lambda$

1. Montrer qu'il s'agit d'une vibration circulaire dont on précisera le sens de parcours.
2. Un analyseur est placé dans le plan dans le plan $z = 0$; sa direction de polarisation fait un angle θ avec Ox .
 - a. Déterminer le champ E à la sortie de l'analyseur.
 - b. Comment l'intensité lumineuse I après l'analyseur varie-elle en fonction de θ ?
3. Reprendre les questions précédentes pour le champ incident :

$$E_x = E_0 \cos(\omega t - kz)$$

$$E_y = - E_0 \sin(\omega t - kz)$$

$$E_z = 0$$