

Travaux dirigés d'Optique
Série n° 1 : Cycle Préparatoire, 1^{ère} Année

Exercice 1 :

En utilisant les équations de Maxwell dans le vide, déterminer les équations suivantes :

$$\Delta \vec{E} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \quad (1)$$

$$\Delta \vec{B} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} \quad (2)$$

Exercice 2 :

Soient les fonctions d'onde suivantes :

$$\Psi_1 = 4 \sin 2\pi(0.2x - 3t) \quad (3)$$

$$\Psi_2 = \frac{\sin(7x + 3.5t)}{2.5} \quad (4)$$

Déterminer dans chaque cas les valeurs (a) de la fréquence, (b) de la longueur d'onde, (c) de la période, (d) de l'amplitude, (e) de la vitesse de phase et (f) de la direction du mouvement (le temps est en secondes et x en mètres).

Exercice 3 :

Le champ magnétique d'une onde électromagnétique est décrit par : $B(x, t) = 2.10^{-12} \sin(10^{10}x - 3.10^{18}t)$ Tesla où x s'exprime en mètres et t s'exprime en secondes.

1. Quelle est l'amplitude du champ magnétique ?
2. Quelle est l'expression du champ électrique ?
3. Quelle est l'amplitude du champ électrique ?

Exercice 4 :

Déterminer lesquelles des expressions suivantes décrivent des ondes progressives. Pour chacune d'elles, déterminer la vitesse de l'onde. Les quantités a , b et c sont des constantes positives.

$$\Psi_1(z, t) = (az - bt)^2 \quad (5)$$

$$\Psi_2(x, t) = (ax + bt + c)^2 \quad (6)$$

$$\Psi_3(x, t) = 1/(ax^2 + bt) \quad (7)$$

Exercice 5 :

Soit une onde lumineuse de vitesse de phase 3.10^8 m/s et de fréquence 6.10^{14} Hz. Quelle est la plus courte distance sur la courbe entre deux points ayant une différence de phase de 30° ? Quel est le déphasage pour un point donné en 10^{-6} s ? Combien d'ondes y passent pendant cette durée ?

Exercice 6 :

Déterminer, en coordonnées cartésiennes, une expression d'une onde plane harmonique d'amplitude A et de pulsation ω se déplaçant dans la direction d'un vecteur \vec{k} , passant par l'origine du repère et par le point de coordonnées (4,2,1).

Exercice 7 :

Le Soleil est à une hauteur $h = 30^\circ$ au-dessus de l'horizon. Un individu de hauteur $AB = 1.8$ m regarde son ombre projetée sur le sol horizontal.

1. Quelle est la longueur AC de l'ombre ?

2. Le Soleil a un diamètre angulaire de $30'$. Le point B, le haut de la tête, donne donc une pénombre de longueur CC' où C et C' sont les ombres formées respectivement par les rayons provenant de la base du soleil (30° de hauteur) et par les rayons lumineux provenant du haut du soleil. Calculer cette longueur.
3. Quelle est la longueur de la pénombre formée au niveau de la taille D ($AD = 1$ m) ?

Exercice 8 :

Placé à une distance de 200 m d'un édifice de 410 m de haut, le toit d'une maison est à 20 m du sol. À quelle distance minimale doit se trouver un individu de 1.7 m de haut et dont les yeux sont placés à 15 cm du sommet du crâne pour apercevoir le sommet de l'édifice au-dessus du toit de sa maison ?

Exercice 9 :

Un rayon lumineux dans l'air frappe une surface avec un angle d'incidence de 20° et se propage avec un angle de réfraction de 18° .

1. Quel est l'indice de réfraction dans le second milieu de propagation ?
2. Quelle est la vitesse de la lumière dans ce milieu de propagation ?

Exercice 10 :

Un récipient rempli d'eau est couvert d'une couche d'huile de lin de 1 cm d'épaisseur ($n = 1.48$), l'air surmontant l'huile. Soit un rayon issu du fond du récipient, quel doit être son angle d'incidence à l'interface eau-huile pour que la réflexion soit totale ?

Exercice 11 :

Une lame à faces parallèles d'épaisseur e , dont l'une des faces est réfléchissante est constituée d'un verre d'indice n . Elle est en contact avec l'air d'indice supposé égal à 1. (FIGURE 1.)

1. Exprimer la vitesse v de la lumière dans le verre en fonction de n et de c (la vitesse de la lumière dans l'air).
2. Le rayon incident qui arrive en I se partage en 2 parties, le rayon réfléchi IL (rayon 1) et le rayon réfracté qui suit le chemin IJK (rayon 2).
 - a. exprimer la longueur du chemin IJK en fonction de e et de l'angle r .
 - b. exprimer la longueur IL en fonction de e et des angles i et r .

En déduire le temps que met la lumière pour parcourir chaque chemin. Montrer que le rayon 2 est en retard sur le rayon 1 d'une quantité $\Delta t = \frac{2en}{c} \cos r$.

Exercice 12 : facultatif

1. Expliquez pourquoi un bâton partiellement immergé dans l'eau d'une rivière nous apparaît plié.
2. Un pêcheur voit passer un poisson sous l'eau à une profondeur apparente de 45 cm. À quelle profondeur doit-il plonger son épuisette pour attraper le poisson ?
3. Une piscine possède une profondeur réelle de 2 m. Quelle est la profondeur apparente de la piscine ?
4. Pour un observateur situé presque à la verticale d'une mare, un poisson semble être à une profondeur de 2 m. Quelle est la profondeur réelle où se trouve le poisson ?
5. Un pêcheur, dont les yeux sont à 1.20 m au dessus de l'eau, regarde verticalement un poisson situé à 0.60 m au dessous de l'eau.
 - a. A quelle distance le pêcheur voit-il le poisson ?
 - b. A quelle distance le poisson voit-il le pêcheur ? On prendra $n = 4/3$.

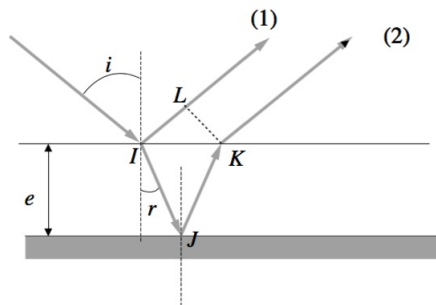


FIGURE 1 – Lame à faces parallèles Exercice 11