

PHYSIQUE 4

Travaux dirigés

TD 1 : Propagation d'une Onde électromagnétique OEM

Exercice 1.

Combien de temps faudrait il à la lumière réfléchi par la lune pour atteindre la Terre ? Sachant que la lune est à 384000 km de la Terre.

La lumière émise par l'étoile Sirius nous parvient après 8,61 années. Quelle est la distance parcourue ?

Soit une OEM se propageant dans l'air, quelle est la fréquence d'une onde ayant une longueur d'onde ;

(a) 5 km, (b) 5 m, (c) 5 μm et (d) 5 nm.

Exercice 2.

Soit une OEM de fréquence $5,70 \cdot 10^{14}$ Hz qui se propage avec une vitesse de $2,17 \cdot 10^8$ m/s dans du verre, trouver :

1. La longueur d'onde de l'onde traversant le verre.
2. La longueur d'onde de l'onde de l'air.
3. L'indice de réfraction n du verre.
4. La constante diélectrique du verre, en supposant que la perméabilité relative est 1.

Exercice 3.

Soit une onde électromagnétique sinusoidale plane de fréquence $f = 40$ MHz qui se propage dans le vide suivant la direction $+x$. L'amplitude maximale du champ électrique est égale à 750 V/m et a comme direction l'axe $+y$.

- (a) Trouver sa longueur d'onde et sa période.
- (b) Calculer l'amplitude du champ magnétique et sa direction.
- (c) Donner l'expression des deux champs en fonction de x et de t .

Exercice 4.

Soit une OEM plane se propageant suivant la direction $+x$, montrer en utilisant la loi de Gauss que les composantes E_x et B_x sont nulles et que les champs sont transversaux à la propagation.

Exercice 5.

Montrer que le champ magnétique $B_z(x, t)$, d'une onde électromagnétique plane se propageant suivant la direction $+x$, doit satisfaire la relation suivante :

$$\frac{\partial^2 E_y(x, t)}{\partial x^2} = \varepsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_y(x, t)}{\partial t^2}$$

Exercice 6.

Une OEM de longueur d'onde 435 nm traverse le vide suivant la direction $-z$. Le champ électrique a comme amplitude $2,70 \cdot 10^{-3}$ V/m et est parallèle à l'axe des x . Quelles sont ; la fréquence et l'amplitude du champ magnétique. Écrire les équations des vecteurs $\vec{E}(z, t)$ et $\vec{B}(z, t)$.

Exercice 7.

En passant devant une bijouterie, tu contemples un diamant qui brille sous la lumière du lampadaire. La vapeur de sodium du lampadaire émet une lumière jaune de fréquence $5,09 \cdot 10^{14}$ Hz. Trouver la longueur d'onde de l'onde dans le vide et la vitesse de propagation de l'onde dans le diamant. À cette fréquence, le diamant a comme propriétés $\varepsilon_r = 5,84$ et $\mu_r = 1$.

Une onde radio de fréquence 90 MHz passe du vide à un isolant en ferrite (matériau ferromagnétique utilisé dans les câbles d'ordinateur pour éliminer les fréquences radio). Trouver la longueur d'onde de l'onde dans le vide, la vitesse de propagation de l'onde et la longueur d'onde dans le ferrite. À cette fréquence, le ferrite a comme propriétés $\varepsilon_r = 10$ et $\mu_r = 1000$.

Exercice 8.

Un laser de dioxyde de carbone émet une onde électromagnétique sinusoidale qui se propage dans le vide en direction de $-x$. La longueur d'onde est $10,6\ \mu\text{m}$ et la direction du champ électrique est suivant l'axe $+z$, avec comme amplitude maximale $1,5\ \text{MV/m}$.

Trouver l'expression des deux vecteurs \vec{E} et \vec{B} en fonction de la position et du temps.

Exercice 9.

Le champ électrique d'une onde électromagnétique sinusoidale obéit à l'équation suivante :

$$E = -375 \sin(5,97 \cdot 10^{15} \cdot t + 1,99 \cdot 10^7 \cdot x)$$

1. Quelles sont les amplitudes des champs électrique et magnétique de cette onde ?
2. Quelles sont ; la fréquence, la longueur d'onde et la période de l'onde ? Est-ce une onde visible ?
3. Quelle est la vitesse de l'onde ?