

Exercice 11.1

Vous achetez une nouvelle chaîne stéréo. Le vendeur vous annonce une puissance totale acoustique de 110 W. Une fois à la maison, vous disposez les haut-parleurs de manière à ce qu'ils forment une source presque ponctuelle (i.e., très proches les unes des autres). Nous supposons que les ondes émises sont sphériques. Vous allumez la chaîne et vous placez le volume au maximum. En vous approchant alors des haut-parleurs, vous constatez que le son commence à vous faire mal lorsque vous vous trouvez à une distance de 1.3 m. Le vendeur vous a-t-il dit la vérité sur la puissance maximale de votre chaîne stéréo ?

Indication: Le seuil de douleur est approx. 127 dB. La référence 0 dB est le seuil de audibilité (approx. 10^{-12} W/m²).

Exercice 11.2

Trois ondes élastiques transverses sur une corde sont décrites par

$$\xi_1(x, t) = 2 \sin(4x - 2t)$$

$$\xi_2(x, t) = \sin(3x - 4t)$$

$$\xi_3(x, t) = 2 \sin(3x - 3t)$$

où ξ est le déplacement transverse, x est exprimé en mètres, et t en secondes.

a) Classez les ondes selon:

- leur vitesse de propagation
- leur vitesse maximale de déplacement transversal

b) Dessinez sur le même graphe ces trois ondes pour $t = 0$.

Exercice 11.3

Un sous-marin A voyage sous l'eau à la vitesse de 8 m/s. Son sonar émet une onde à la fréquence 1400 Hz. Un deuxième sous-marin B se déplace à la vitesse de 9 m/s dans la direction opposée vers le sous-marin A . La vitesse du son dans l'eau est de 1533 m/s.

a) Quelle fréquence est détectée par un observateur se trouvant dans B ?

b) Une partie de l'onde émise par A se réfléchit sur B et retourne vers A . Quelle est la fréquence de l'écho radar détecté par un observateur se trouvant dans A ?

c) Les deux sous-marins s'évitent de justesse et continuent leur course en s'éloignant sur la même ligne droite. Quelle fréquence est maintenant détectée à bord de B ?

Exercice 11.4

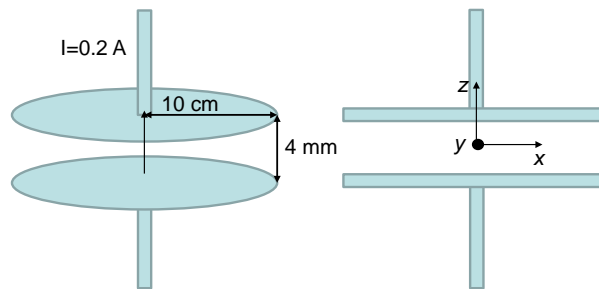
Une source de lumière monochromatique émet uniformément dans toutes les directions une puissance électromagnétique de 100 W.

- Calculer l'intensité de l'onde à un mètre de la source.
- Calculer la densité d'énergie moyenne du champ électrique à la même distance de la source.
- Calculer la densité d'énergie moyenne du champ magnétique au même endroit.

Exercice 11.5

Un courant de 0.2 A charge un condensateur composé d'électrodes circulaires de 10 cm de rayon. La séparation entre les électrodes est de 4 mm.

- Quelle est la variation du champ électrique entre les électrodes par unité de temps?
- Quel est le champ magnétique à 5 cm du centre entre les électrodes?
- Calculer le vecteur de Poynting $\vec{S}(\vec{x}, t)$. Montrer que le flux d'énergie électromagnétique vient par les surfaces latérales du condensateur.
- Vérifier la conservation de l'énergie électromagnétique (le théorème de Poynting) *localement* en un point quelconque entre les deux plaques et *globalement* pour le volume du condensateur.



Exercice 11.6

Un barreau conducteur de longueur infinie (diamètre: $2a$, conductivité électrique: σ , perméabilité magnétique relative: $\mu_r = 1$), est parcouru par un courant I indépendant du temps.

- Calculez le vecteur de Poynting en tout point du conducteur.
- Montrez que la puissance dissipée par effet Joule est égale à la puissance fournie par le champ électromagnétique entourant le conducteur.

