

EXAMEN DE PHYSIQUE

EXERCICE I (Effet Doppler)

1) La relation Doppler est identique pour les ondes acoustiques et les ondes lumineuses. Un automobiliste se rapproche d'un feu rouge. A quelle vitesse doit-il rouler pour le voir de couleur orange ($\lambda' \leq 615 \text{ nm}$) au lieu de rouge ($\lambda \geq 625 \text{ nm}$) ? On rappelle que la vitesse de la lumière est $c = 3.10^8 \text{ m/s}$ et on négligera tous les effets relativistes.

2) La vitesse est limitée à 90 km/h. L'automobiliste a le choix entre payer une amende forfaitaire de 3500 € pour non respect du feu rouge ou de 0,001€ par km/h au-dessus de la vitesse limite pour excès de vitesse. Quel est le choix le plus économique ?

EXERCICE II (ondes acoustiques)

On donne : vitesse du son dans l'air = 330 m/sec

densité de l'air 1,2 g/cm³

- 1) On considère un axe Ox sur lequel on place en $x = 0$ un haut parleur vibrant à une fréquence de 33 Hz. Il en résulte une onde plane acoustique qui se propage dans la direction des x croissants. Calculer la pulsation, le vecteur d'onde et la longueur d'onde (on n'oubliera pas les unités)

- 2) La surpression maximale est de $P_0 = 10^{-2}$ Pa. Exprimer l'équation de l'onde acoustique en fonction de x et t . On choisira comme origine temporelle l'instant où la surpression est maximum ($+10^{-2}$ Pa) au niveau du haut-parleur.

- 3) Exprimer les équations horaires des points situés à 2,5 m, 5 m et 10 m du haut-parleur

4) On place à $x = -2,5 \text{ m}$ (donc en amont de ce haut-parleur) un second haut-parleur émettant un signal identique. On suppose que cette seconde onde sonore traverse le premier haut parleur sans être perturbée. Montrer que le signal résultant de la somme des ondes émises par ces deux hauts parleur est une onde plane que l'on peut écrire sous la forme :

$$P(x,t) = \tilde{P}_0 e^{i(\omega t - kx)}, \quad \tilde{P}_0 \text{, étant un nombre complexe que l'on précisera.}$$

5) Exprimer l'intensité totale en fonction de P_0 et de Z , l'impédance de l'air (puis application numérique)

6) On déplace le second H.P. à $x = -5 \text{ m}$. Calculer la nouvelle amplitude de l'onde résultante.

7) Justifier votre résultat

8) Le second haut parleur est maintenant placé face au premier, à $x = +20 \text{ m}$. Il émet donc une onde acoustique dans la direction opposée à celle émise par le premier. Ecrire l'équation de l'onde sonore résultante des deux haut-parleurs (conseil, écrire chaque onde avec sa propre coordonnée spatiale, x et x' , puis faire un changement de variable pour exprimer les deux ondes avec la même coordonnée)

9) De quel type d'onde s'agit il, **justifier votre réponse** ?

.

10) Où faut-il se placer pour n'entendre aucun son ?

.

11) Combien de positions répondent à cette condition (pas de son audible) ?