

Exercices résolus ch.3 p : 76 n° 13 – p : 81 n°26. Propriétés des ondes.

Qu'est-ce que l'effet Doppler ?

p : 76 n°13 : Comparer des fréquences

Une étoile émet une onde électromagnétique de fréquence f_E et de célérité c . Elle s'éloigne d'un observateur B avec une vitesse de valeur v_E . La

fréquence f_B de l'onde perçue vérifie la relation : $f_B = \frac{c \cdot f_E}{c + v_E}$.

1. Vérifier l'homogénéité de cette expression par une analyse dimensionnelle.
2. Comparer les fréquences f_E et f_B .

Réponse :

1. Vérifions l'homogénéité de l'expression par une analyse dimensionnelle.

Grandeur	Unité S.I.
f_E	s^{-1}
c et v_E	$m \cdot s^{-1}$
$\frac{c \cdot f_E}{c + v_E}$	$\frac{m \cdot s^{-1} \cdot s^{-1}}{m \cdot s^{-1}} = s^{-1}$

L'analyse dimensionnelle montre l'homogénéité de l'expression.

2. Comparaison des fréquences f_E et f_B .

$\frac{c}{c + v_E}$ est inférieur à 1, donc la fréquence f_B est inférieure à la fréquence f_E .

p : 81 n°26 : Expérience historique

Compétences : Rechercher l'information utile; effectuer un calcul.

Afin de vérifier la théorie de C. DOPPLER, le scientifique C. BUYS-BALLOT a réalisé l'expérience suivante :



Des musiciens à bord d'un train jouent un « La » de fréquence f_E . D'autres musiciens postés le long de la voie ferrée identifient la note entendue lors de l'approche du train, comme le montre le document ci-dessous :

Donnée : tableau de fréquences de notes de musique :

Note	Fa	Fa#	Sol	La b	La	La#	Si
f (Hz)	349	370	392	415	440	466	494

La vitesse du son dans l'air est $V_S = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

1. a. Quel est le phénomène à l'origine du décalage des fréquences entre l'onde émise et l'onde perçue?
 - b. Quelle est la fréquence de la note f_R entendue par les musiciens situés au bord de la voie ferrée?
2. La relation permettant de calculer la vitesse V_E d'un émetteur sonore

s'approchant d'un observateur immobile est : $V_E = V_S \cdot \left(1 - \frac{f_E}{f_R}\right)$.

Calculer la valeur de la vitesse de déplacement du train.

Réponse :

1. a. Le phénomène à l'origine du décalage des fréquences est l'effet Doppler.

b. Sur le document, on voit que la note perçue est un La dièse $f_R = f_{\text{La dièse}} = 466 \text{ Hz}$

2. Expression permettant de calculer la vitesse de l'émetteur : $V_E = V_S \cdot \left(1 - \frac{f_E}{f_R}\right)$.

A.N. : $V_S = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $f_E = 440 \text{ Hz}$; $f_R = 466 \text{ Hz}$. Donc $V_E = V_{\text{train}} = 340 \cdot \left(1 - \frac{440}{466}\right) = 19,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ soit $68,3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.