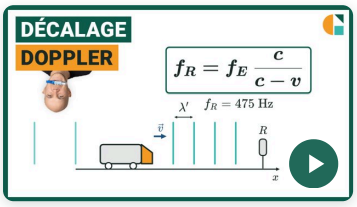
Établir l'expression du décalage Doppler

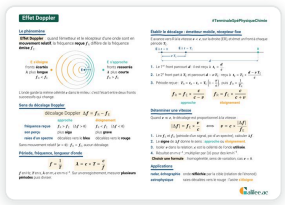
Son et effet Doppler • Compétence 5 • Terminale spécialité physique-chimie



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T15-5



La fiche de cours

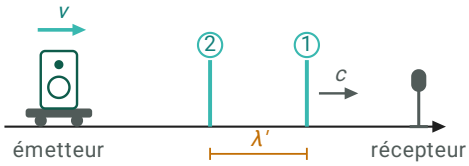
Tout le chapitre sur une page.

galilee.ac/F/effet-doppler

Exercice 1

La démonstration pas à pas

Un émetteur avance à $v = 40\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ vers un récepteur fixe, en émettant un son de fréquence $f_\text{E} = 500\ \text{Hz}$. Célérité du son : $c = 340\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. On suit deux fronts d'onde successifs, émis à une période $T_\text{E} = \dfrac{1}{f_\text{E}}$ d'intervalle.

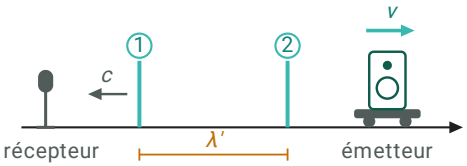


1) Calculer la distance parcourue par le premier front pendant T_E.
2) Calculer la distance parcourue par l'émetteur pendant T_E.
3) En déduire la distance λ' entre les deux fronts.
4) Calculer la fréquence f_R reçue par le récepteur.

Exercice 2

Quand l'émetteur s'éloigne

Un émetteur s'éloigne en ligne droite d'un récepteur fixe, à la vitesse v, en émettant un son de période T_{E} et de fréquence f_{E}. La célérité du son est c. Valeurs : $f_{\mathrm{E}} = 660\ \mathrm{Hz}$, $v = 15\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$, $c = 340\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

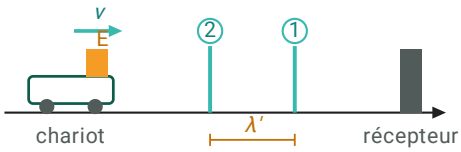


1) Exprimer la distance λ' entre deux fronts successifs reçus en fonction de c, v et T_{E}.
2) En déduire l'expression de la fréquence reçue f_{R} en fonction de c, v et f_{E}.
3) La fréquence reçue est-elle supérieure ou inférieure à la fréquence émise ?
4) Calculer f_{R}.

Exercice 3

Type bac : l'émetteur sur le chariot

Au laboratoire, un émetteur d'ultrasons E (fréquence $f_{\mathrm{E}} = 25\ \mathrm{kHz}$, période T_{E}) est fixé sur un chariot qui avance à la vitesse constante $v = 2{,}0\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ vers un récepteur fixe. Célérité des ultrasons dans l'air : $c = 340\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.



1) Exprimer la distance λ' entre deux fronts d'onde successifs en fonction de c, v et T_{E}.
2) En déduire l'expression de la fréquence reçue f_{R} en fonction de c, v et f_{E}.
3) Calculer le décalage Doppler $\Delta f = f_{\mathrm{R}} - f_{\mathrm{E}}$.
4) Comment varie à peu près le décalage Doppler si la vitesse du chariot double ?

Établir l'expression du décalage Doppler

Son et effet Doppler • Compétence 5 • Terminale spécialité physique-chimie

Exercice 1 La démonstration pas à pas

1) Le front se propage à la célérité c :

$$\boxed{c\,T_{\mathrm{E}} = \frac{c}{f_{\mathrm{E}}} = \frac{340}{500} = 0{,}68\ \mathrm{m}}$$

2) L'émetteur avance à la vitesse v :

$$\boxed{v\,T_{\mathrm{E}} = \frac{v}{f_{\mathrm{E}}} = \frac{40}{500} = 0{,}080\ \mathrm{m}}$$

3) Le second front part de la nouvelle position de l'émetteur, qui a suivi le premier front : les deux distances se retranchent.

$$\boxed{\lambda' = (c - v)\,T_{\mathrm{E}} = \frac{340 - 40}{500} = 0{,}60\ \mathrm{m}}$$

4) Les deux fronts arrivent au récepteur à la célérité c, séparés par $T_{\mathrm{R}} = \dfrac{\lambda'}{c}$:

$$\boxed{f_{\mathrm{R}} = \frac{c}{\lambda'} = f_{\mathrm{E}} \times \frac{c}{c - v} = 500 \times \frac{340}{340 - 40} \approx 567\ \mathrm{Hz}}$$

Exercice 2 Quand l'émetteur s'éloigne

1) Pendant T_{E}, le premier front part vers le récepteur et l'émetteur part dans l'autre sens : les deux distances s'ajoutent.

$$\boxed{\lambda' = c\,T_{\mathrm{E}} + v\,T_{\mathrm{E}} = (c + v)\,T_{\mathrm{E}}}$$

2) Les fronts arrivent à la célérité c : $T_{\mathrm{R}} = \dfrac{\lambda'}{c}$, puis on inverse :

$$\boxed{f_{\mathrm{R}} = \frac{c}{(c + v)\,T_{\mathrm{E}}} = f_{\mathrm{E}} \times \frac{c}{c + v}}$$

3) La fraction est inférieure à 1 : la fréquence reçue est inférieure à la fréquence émise. Les fronts sont étirés, le son perçu est plus grave.

$$\boxed{\text{inférieure à la fréquence émise}}$$

4) Application numérique, la vitesse et la célérité dans la même unité :

$$\boxed{f_{\mathrm{R}} = 660 \times \frac{340}{340 + 15} \approx 632\ \mathrm{Hz}}$$

Exercice 3 Type bac : l'émetteur sur le chariot

1) Pendant T_{E}, le premier front avance de $c\,T_{\mathrm{E}}$ et l'émetteur de $v\,T_{\mathrm{E}}$ dans le même sens :

$$\boxed{\lambda' = (c - v)\,T_{\mathrm{E}}}$$

Exercice 3 (suite) Type bac : l'émetteur sur le chariot

2) Les fronts arrivent à la célérité c, donc $T_{\mathrm{R}} = \dfrac{\lambda'}{c}$; en inversant :

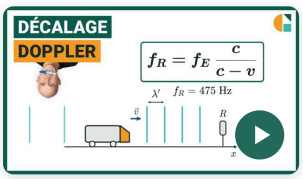
$$\boxed{f_{\mathrm{R}} = f_{\mathrm{E}} \times \frac{c}{c - v}}$$

3) On réduit la différence à une seule fraction, avec $f_{\mathrm{E}} = 25\,000\ \mathrm{Hz}$:

$$\boxed{\Delta f = f_{\mathrm{E}} \times \frac{v}{c - v} = 25\,000 \times \frac{2{,}0}{340 - 2{,}0} \approx 148 \approx 1{,}5 \times 10^{2}\ \mathrm{Hz}}$$

4) La vitesse du chariot est très petite devant la célérité : $c - v \approx c$, donc $\Delta f \approx f_{\mathrm{E}} \times \dfrac{v}{c}$. Le décalage est presque proportionnel à la vitesse : il est multiplié par 2.

$$\boxed{\text{il est à peu près multiplié par 2}}$$



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T15-5

Établir le décalage Doppler : exercices corrigés PDF (Terminale spécialité physique-chimie). Établir l'expression du décalage Doppler pour un émetteur en mouvement rectiligne uniforme et un récepteur fixe : deux fronts d'onde successifs émis à une période d'intervalle, distance entre les fronts (c − v) T ou (c + v) T, fréquence reçue, décalage Doppler presque proportionnel à la vitesse. Méthode en vidéo et exercices interactifs corrigés sur galilee.ac.