Correction des exercices du chapitre 6 :

Attention les corrections ne sont pas toujours rédigées correctement.
Les solutions rédigées sont faites en classe ou dans le livre avec les exercices résolus

Correction QCM :

QCM

1. C ; 2. A ; 3. B ; 4. C ; 5. A et C ; 6. B et C ; 7. B ; 8. A ; 9. C ; 10. A.

Correction Livret révisions chimie du parcours d'exercices :

Exercice 64 : Calculer le niveau d'intensité sonore correspondant à chacune des intensités sonores suivantes.
Donnée : $I_0 = 1,0 \times 10^{-12}$ W.m^{-2}.

1. $1,2 \times 10^{-7}$ W.m^{-2}
   Le niveau d'intensité sonore est : L = 10 log($\frac{I}{I_0}$)
   L = 10 log($\frac{1,2 \times 10^{-7}}{1,0 \times 10^{-12}}$) = 51 dB

2. $7,3 \times 10^{-5}$ W.m^{-2}
   De même, on a L = 79 dB.

3. $2,3 \times 10^{-3}$ W.m^{-2}
   De même, on a L = 94 dB.

Exercice 65 : D'après le Code du travail, les ouvriers d'une entreprise ne doivent pas être soumis à des niveaux d'intensités sonores supérieures à 87 dB. Un ouvrier travail sur une machine de niveau sonore 83 dB. Il est entouré de deux machines voisines émettant un niveau sonore d'intensité 82 dB chacune.

1. Calculer les intensités sonores associées aux machines.
   Calculons l'intensité sonore associée au niveau sonore de 83 dB : $I_1 = I_0 . 10^{\frac{L}{10}}$.
   AN : $I_1 = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{83}{10}}$ = $2,0 \times 10^{-4}$ W.m^{-2}.

   Pour le niveau sonore d'une guitare à 82 dB, l'intensité sonore vaut : $I_2 = I_0 . 10^{\frac{L}{10}}$.
   AN : $I_2 = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{82}{10}}$ = $1,6 \times 10^{-4}$ W.m^{-2}.

2. Sachant que les intensités sonores s'ajoutent, calculer le niveau d'intensité sonore total reçu par l'ouvrier.
   Les intensités sonores s'ajoutent : $I_{tot} = 2,0 \times 10^{-4} + 2 \times 1,6 \times 10^{-4} = 5,2 \times 10^{-4}$ W.m^{-2}
   Le niveau d'intensité sonore vaut donc : L = 10 log($\frac{I_{tot}}{I_0}$) = 10 log($\frac{5,2 \times 10^{-4}}{1,0 \times 10^{-12}}$) = 87,2 dB

3. L'entreprise satisfait-elle au Code du travail ?
   Le niveau d'intensité sonore dépasse la valeur limite fixée par le Code du travail. L'entreprise est en infraction.

Exercice 66 : Des mesures réalisées pendant un concert de trois guitaristes sont rassemblées ci-dessous :
Donnée : $I_0 = 1,0 \times 10^{-12}$ W.m^{-2}.

1. Compléter le tableau.

	Intensité sonore I ($W \cdot m^{-2}$)	Niveau sonore L (dB)
Guitariste 1	$1,0 \times 10^{-4}$	80
Guitariste 2	$1,0 \times 10^{-5}$	70
Guitariste 3	$1,0 \times 10^{-4}$	80
Guitariste 1 et 3	$2,0 \times 10^{-4}$	83

2. Que deviennent l'intensité sonore et le niveau d'intensité sonore si les trois guitaristes jouent en même temps ?

Les intensités sonores s'ajoutent ; $I = 2,1 \times 10^{-4}$ $W \cdot m^{-2}$.
Le niveau sonore est : L = 10 log ($\frac{I}{I_0}$).
Donc L = 10 log ($\frac{2,1 \times^{-4}}{1,0 \times^{-12}}$) = 83 dB.

Exercice 67 :

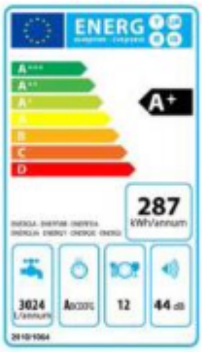
Donnée : I_0 = 1,0 x 10^{-12} W.m^{-2} ; $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$; log(2) = 0,3

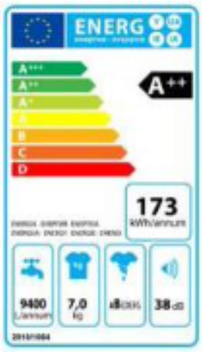
1. Établir l'expression de l'intensité sonore en fonction du niveau d'intensité sonore.
   On a : L = 10 log $\left(\frac{I}{I_0}\right)$ soit log $\left(\frac{I}{I_0}\right) = \frac{L}{10}$
   D'où $\frac{I}{I_0} = 10^{\frac{L}{10}}$; l'intensité sonore a donc pour expression I = I_0 x $10^{\frac{L}{10}}$

2. Recopier le tableau et compléter sans calculatrice ce tableau.
   On obtient :

I (W · m^{-2})	L (dB)
1×10^{-5}	70
2×10^{-5}	73
1×10^{-6}	60

Exercice 68 : Pour l'achat d'un lave-vaisselle, le niveau sonore est toujours indiqué par le fabricant.





1. Comparer les intensités sonores de ces deux appareils.

   L'appareil 1 a un niveau d'intensité sonore de 44 dB et l'appareil 2 de 38 dB. Il y a donc 6 dB d'écart.

   L'intensité sonore de l'appareil 1 est : $I_1 = I_0 . 10^{\frac{L}{10}}$.

   AN : $I_1 = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{44}{10}}$ = 2,51 x 10^{-8} W.m^{-2}.

   L'intensité sonore de l'appareil 2 est : $I_2 = I_0 . 10^{\frac{L}{10}}$.

   AN : $I_2 = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{38}{10}}$ = 6,31 x 10^{-9} W.m^{-2}

   $\frac{I_1}{I_2}$ = 4 : l'intensité sonore de l'appareil 1 est le quadruple de celle de l'appareil 2. Quand il fonctionne, l'appareil 1 fait autant de bruit que 4 appareils 2 qui tourneraient ensemble.

2. La différence de niveau d'intensité sonore mérite-t-elle une attention particulière lors de l'achat ?
   La différence de niveau sonore est donc importante : bien qu'il n'y ait que 6 dB d'écart (ce qui peut paraître peu), cela correspond à une intensité quatre fois plus forte. C'est donc une information dont il faut tenir compte au moment de l'achat.

Exercice 69 : Les corne de brume sont utilisées dans le domaine maritime pour signaler un obstacle ou un danger. Elles peuvent produire un son dont le niveau d'intensité sonore peut atteindre 115 dB.

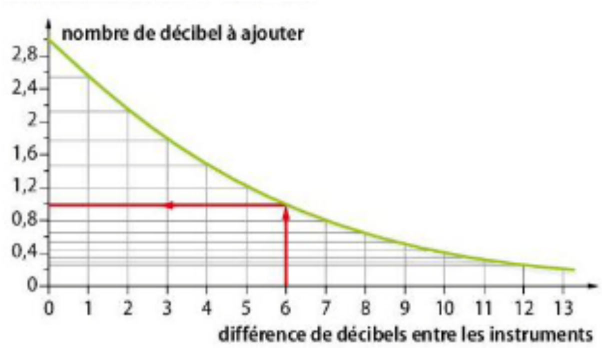
Donnée : I_0 = 1,0 x 10^{-12} W.m^{-2}.

1. Déterminer l'intensité sonore maximale du son émis par une corne de brume.
   Le niveau d'intensité sonore est donné par : L = 10 log$\left(\frac{I}{I_0}\right)$ Donc $\frac{L}{10}$ = log$\left(\frac{I}{I_0}\right)$
   .
   En utilisant la réciproque de la fonction logarithme, on obtient : $\frac{I}{I_0} = 10^{\frac{L}{10}}$
   Et finalement : I = I_0 x $10^{\frac{L}{10}}$
   Donc I = 1,0 × 10^{-12} x $10^{\frac{115}{10}}$ = 3,2 × 10^{-1} W.m^{-2}.

2. À 50 m de la corne de brume, l'intensité sonore est égale à 1,0 x 10^{-4} W.m^{-2}.
   a. Déterminer le niveau d'intensité sonore correspondant.
      Le niveau d'intensité sonore à 50 m de la corne de brume
      est donné par : L = 10 log$\left(\frac{I}{I_0}\right)$ Donc L = 10 log$\left(\frac{1{,}0 \times 10^{-4}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right)$ = 80 dB.

   b. En déduire l'atténuation géométrique du signal.
      L'atténuation géométrique du signal est A = $L_{proche} - L_{éloigné}$
      donc A = 115 dB – 80 dB soit A = 35 dB.

Exercice 70 : Le graphique ci-après permet de connaître le niveau d'intensité sonore résultant de plusieurs sources différentes sans avoir recours à des calculs d'intensité sonore.
Par exemple, deux guitares, ayant respectivement 80 dB et 86 dB de niveaux d'intensité sonore, auront un niveau d'intensité sonore totale de 87 dB.



1. Quelle fonction mathématique modélise le niveau d'intensité sonore ? Justifier pourquoi les niveaux sonores ne s'ajoutent pas.
   Le niveau d'intensité sonore s'exprime avec une fonction logarithme décimal (log). La fonction logarithme décimal n'est pas additive comme une fonction linéaire : log a + log b ≠ log (a + b).

2. En vous servant de ce graphique, déterminer le niveau d'intensité sonore :
   a. Lorsqu'un percussionniste à un niveau sonore de 87 dB et qu'une guitare électrique en a un de 91 dB ;
   Lorsqu'un percussionniste a un niveau sonore de 87 dB et qu'une guitare électrique en a un de 91 dB, la différence est de 4 dB, ce qui équivaut, par lecture graphique, à ajouter 1,5 dB à l'abscisse : le niveau d'intensité sonore résultant est de : 91 + 1,5 = 92,5 dB.

   b. Lorsque deux flûtistes jouent ensemble avec le même niveau sonore 82 dB.
   Lorsque deux flûtistes jouent ensemble avec la même intensité sonore, la différence de niveau d'intensité sonore est nulle, alors il faut lire l'ordonnée à l'origine, soit 3 dB. Le niveau d'intensité sonore des deux flûtistes équivaut à 82 + 3 = 85 dB.

Exercice 71 : Un niveau d'intensité sonore moyen de 78 dB est enregistré dans un jardin bordant une route. Après construction d'un mur anti-bruit, le niveau d'intensité sonore moyen dans ce jardin est 67 dB.

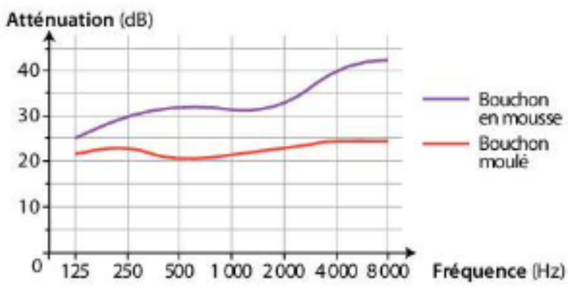
1. Quel phénomène est mis en évidence ?
   Le phénomène mis en jeu est l'atténuation par absorption.
2. Calculer la grandeur correspondante.
   L'atténuation est : $A = L_{incident} - L_{transmis}$ donc A = 78 dB – 67 dB, soit A = 11 dB.

Exercice 72 :

- Quel sera le niveau d'intensité sonore ressenti par un utilisateur de chacun de ces dispositifs si le niveau d'intensité sonore ambiant est de 95 dB ?

Exploiter une atténuation
Avec le casque antibruit, le niveau d'intensité sonore ressenti devient : L = 95 dB – 33 dB = 62 dB.
Avec les bouchons d'oreilles, le niveau d'intensité sonore ressenti devient : L = 95 dB – 26 dB = 69 dB.

Exercice 73 : Les bouchons anti-bruit sont utilisés pour limiter le niveau d'intensité sonore tout en gardant la qualité du son. Le graphique ci-dessous représente les courbes d'atténuation d'un bouchon en mousse et d'un bouchon moulé.

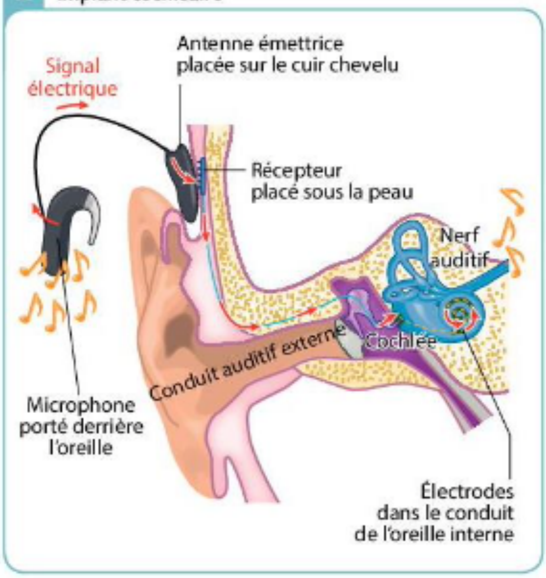


1. Pour quel type de bouchon la fréquence a-t-elle le plus d'influence sur l'atténuation ?
   Lorsque la fréquence varie, l'atténuation évolue peu pour le bouchon moulé contrairement au bouchon en mousse. Le bouchon en mousse est le bouchon pour lequel la fréquence a le plus d'influence sur l'atténuation.

2. Pourquoi dit-on qu'avec des bouchons en mousse, le son perçu est plus grave que le son émis ?
   Avec les bouchons en mousse, les sons aigus (sons de grandes fréquences) sont plus atténués que les sons graves. Les sons les plus aigus vont donc « manquer » dans le spectre du son perçu ; d'où une impression d'un son perçu plus grave que celui qui est émis.
3. Cet effet est-il aussi marqué pour un bouchon moulé ?
   Dans le cas des bouchons moulés, l'atténuation est approximativement la même quelle que soit la fréquence du signal reçu. Cet effet sera donc beaucoup moins ressenti avec les bouchons moulés.
4. Indiquer, pour les deux situations suivantes, le type de bouchon antibruit le mieux adapté.
   a. Le son d'un avion au décollage est perçu avec un niveau d'intensité sonore de 140 dB.
      Le son émis par l'avion est perçu avec un niveau d'intensité sonore de 140 dB. Ce niveau sonore est très élevé. Pour se protéger, il faut atténuer le son, quelle que soit la fréquence. Il faut donc utiliser un bouchon en mousse qui atténue beaucoup plus qu'un bouchon moulé.
   b. Lors d'un concert, le niveau d'intensité sonore perçu est égal à 100 dB.
      Dans le cas d'un concert, il s'agit d'atténuer le niveau du son reçu sans déformer le message sonore et donc la composition spectrale de celui-ci : le bouchon moulé est alors le mieux adapté.

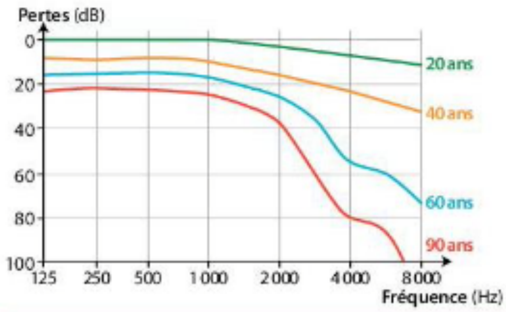
Exercice 74 : Un médecin ORL propose à son patient, âgé de 20 ans et atteint d'une surdité profonde, de réaliser une implantation cochléaire de manière à améliorer ses performances auditives en parallèle d'une rééducation active.
Son audiogramme actuel, qui correspond à celui d'une personne de 90 ans, pourrait devenir similaire à celui d'une personne de 60 ans.

A Implant cochléaire



B Diagramme d'audiométrie tonale

L'audiométrie tonale est un examen permettant d'évaluer la perte auditive d'un individu, exprimée en décibel (dB), pour l'ensemble des sons dont les fréquences sont comprises entre 125 Hz et 8 000 Hz.



1. Expliquer en quelques lignes le principe de fonctionnement d'un implant cochléaire.
   L'implant cochléaire comporte, à l'extérieur de l'oreille, un microphone qui reçoit l'information sonore. Celle-ci est traitée en convertissant le signal sonore en un signal électrique rayonné (antenne émettrice) puis capté par un récepteur placé sous la peau. Les électrodes dans le conduit auditif communiquent alors cette information au nerf auditif.
2. Quel serait le gain auditif, en dB, du patient équipé d'un implant, pour un son de fréquence égale à 4 000 Hz ?
   Le patient âgé de 20 ans a une audition qui correspond à celle d'une personne de 90 ans. Après une implantation cochléaire, il aurait un audiogramme similaire à celui d'une personne de 60 ans.
   Le diagramme d'audiométrie tonale du doc. **B** montre qu'à une fréquence de 4 000 Hz, il y a une perte de 80 dB pour une personne de 90 ans. La perte est de 55 dB environ pour une personne de 60 ans. Le gain auditif serait alors d'environ : 80 dB – 55 dB = 25 dB.
3. Le gain serait-il le même pour un son de fréquence égale à 1 000 Hz ?
   À 1 000 Hz, le gain auditif serait nettement plus faible.

Correction exercices livre hachette éducation du parcours d'exercices :

8 Reconnaître l'effet Doppler

Seule la situation c est une conséquence de l'effet Doppler.

9 Illustrer l'effet Doppler

De nombreux exemples sont possibles :

– le son émis par la sirène d'une ambulance ou de pompier s'approchant puis s'éloignant d'une personne immobile ;

– le son émis par une voiture passant devant des personnes assises dans les gradins lors d'une course automobile ;

– la réalisation d'une échographie Doppler en médecine, etc.

10 Exploiter qualitativement l'effet Doppler

On a $\lambda_R = 669{,}4$ nm et $\lambda_E = 656{,}3$ nm.

On observe l'effet Doppler :

- $\lambda_R \neq \lambda_E$ donc l'étoile est en mouvement par rapport à la Terre ;
- $\lambda_R > \lambda_E$ donc l'étoile s'éloigne de la Terre.

22 Expérience historique

1. a. Le phénomène mis en jeu est l'effet Doppler.

b. Les musiciens situés au bord de la voie ferrée entendent un La#, soit une note de fréquence f_R égale à 464 Hz.

2. La valeur de la vitesse du train se déduit de l'expression du décalage Doppler : $\Delta f = f_E \times \dfrac{v}{v_{onde} - v}$.

Il vient $\Delta f \times (v_{onde} - v) = f_E \times v$.

Et ensuite $\Delta f \times v_{onde} = f_E \times v + \Delta f \times v$

soit $v \times (f_E + \Delta f) = \Delta f \times v_{onde}$. Or $\Delta f = f_R - f_E$.

D'où $v \times f_R = (f_R - f_E) \times v_{onde}$.

Ainsi $v = \dfrac{f_R - f_E}{f_R} \times v_{onde}$.

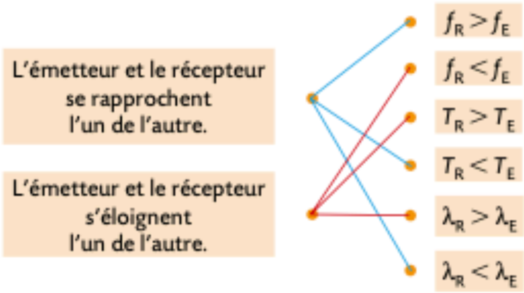
Ce qui s'écrit aussi $v = v_{onde} \times \left(1 - \dfrac{f_E}{f_R}\right)$.

Donc $v = 340\ \text{m·s}^{-1} \times \left(1 - \dfrac{440\ \text{Hz}}{464\ \text{Hz}}\right) = 17{,}6\ \text{m·s}^{-1}$.

11 Connaître l'effet Doppler

• $f_R > f_E$ est équivalent à $T_R < T_E$.
Cela implique $\lambda_R < \lambda_E$ puisque $\lambda = v_{onde} \times T$.
On a alors $\Delta f = f_R - f_E > 0$, donc E et R se rapprochent l'un de l'autre.

• $f_R < f_E$ est équivalent à $T_R > T_E$.
Cela implique $\lambda_R > \lambda_E$ puisque $\lambda = v_{onde} \times T$.
On a alors $\Delta f = f_R - f_E < 0$, donc E et R s'éloignent l'un de l'autre.



12 Identifier une expression (1)

1. Le décalage Doppler Δf s'exprime en Hz.
Dans le cas où l'émetteur et le récepteur s'éloignent l'un de l'autre, le signe du décalage Doppler est négatif : $\Delta f < 0$.
2. • Relation a : Il y a homogénéité dans les unités. Comme $\Delta f < 0$, il faut que le membre de droite de l'égalité soit aussi négatif ; c'est bien le cas.
• Relation b : Il y a homogénéité dans les unités. Le membre de droite de l'égalité n'est pas négatif car $v_{son} > v$. Ce n'est pas la bonne relation.
• Relations c et d : Il n'y a pas d'homogénéité dans les unités ; ces relations sont fausses.
La bonne relation est la a.

13 Identifier une expression (2)

L'étoile se rapproche de la Terre ; on a donc $f_R > f_E$, ce qui est équivalent à $\lambda_R < \lambda_E$.
Dans l'énoncé, la longueur d'onde de l'onde émise est notée λ_0. Celle de l'onde reçue est notée λ. Avec ces notations, on a donc $\lambda < \lambda_0$.
• Relation a : Comme $\lambda > 0$, il vient $\lambda_0 - \lambda < \lambda_0$.
De plus, comme $\lambda < \lambda_0$ il vient $\lambda_0 - \lambda > 0$.

Et $\lambda_0 > 0$. Donc $\dfrac{\lambda_0}{\lambda_0 - \lambda} > 1$.

Donc $c \times \dfrac{\lambda_0}{\lambda_0 - \lambda} > c$ car $c > 0$.

Or $v < c$, donc la relation a n'est pas correcte.

• Relation b : Comme $\lambda < \lambda_0$ et $\lambda > 0$, il vient :
$0 < \lambda_0 - \lambda < \lambda_0$.

Donc $0 < \dfrac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda_0} < 1$.

Donc $0 < c \times \dfrac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda_0} < c$ car $c > 0$.

Or $0 < v < c$, donc la relation b est correcte.

• Relation c : Comme $\lambda < \lambda_0$, il vient $\lambda - \lambda_0 < 0$.

Et $\lambda_0 > 0$. Donc $\dfrac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} < 0$.

Donc $c \times \dfrac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} < 0$ car $c > 0$.

Or $v > 0$, donc la relation c n'est pas correcte.

14 Calculer une valeur de vitesse

La valeur de la vitesse du véhicule est donnée par :

$$v = \frac{c \times \Delta f}{2 \times \cos\alpha \times f_E}.$$

Donc $v = \dfrac{3{,}00 \times 10^8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \times 6{,}451 \times 10^3\ \text{Hz}}{2 \times \cos(20°) \times 3{,}40 \times 10^{10}\ \text{Hz}}$

soit $v = 30\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

15 Calculer un décalage Doppler

Erratum : erreur dans le spécimen corrigé dans le manuel de l'élève.
Dans une telle situation, la valeur du décalage Doppler est donnée par :

$$\Delta f = -f_E \times \frac{v}{v_{son} + v}.$$

Soit $\Delta f = -435\ \text{Hz} \times \dfrac{80 \times \dfrac{10^3}{3\,600}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}{345\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} + 80 \times \dfrac{10^3}{3\,600}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$

D'où $\Delta f = -26$ Hz.

Exercices S'entraîner

p. 360

16 Avant le spectacle

1.

	Intensité sonore I ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)	Niveau sonore L (dB)
Guitariste 1	$1{,}0 \times 10^{-4}$	80
Guitariste 2	$1{,}0 \times 10^{-5}$	70
Guitariste 3	$1{,}0 \times 10^{-4}$	80
Guitariste 1 et 3	$2{,}0 \times 10^{-4}$	83

2. Les intensités sonores s'ajoutent ; $I = 2{,}1 \times 10^{-4}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Le niveau sonore est : $L = 10 \log\left(\dfrac{I}{I_0}\right)$.

Donc $L = 10 \log\left(\dfrac{2{,}1 \times 10^{-4}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}}{1{,}0 \times 10^{-12}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}}\right) = 83$ dB.

17 The Speed of the Galaxy Q2125-431

Traduction : Le décalage Doppler est un phénomène physique important que les astronomes utilisent pour mesurer les vitesses radiales des étoiles et des galaxies lointaines. La formule de base pour les mouvements lents (vitesses beaucoup plus lentes que la vitesse de la lumière) est :

$$\text{vitesse} = 299\,792 \times \frac{\lambda_0 - \lambda_r}{\lambda_r}.$$

Nous considérons que cette formule est valable ici.
La vitesse de l'objet en km/s peut être trouvée en mesurant la longueur d'onde observée λ_0 du signal de l'objet, et en sachant que la longueur d'onde au repos du signal est λ_r, avec des longueurs d'onde mesurées en angströms, Å (1 Å = 1×10^{-10} m).
Ceci est une petite partie du spectre de la galaxie Seyfert Q2125-431 dans la constellation Microscopium. Un astronome a identifié les lignes spectrales pour l'Hydrogen-Alpha ($\lambda_{r\alpha} = 6\,563$ Å) et Beta ($\lambda_{r\beta} = 5\,007$ Å).

http://www.nasa.gov

1. Calculer le décalage de longueur d'onde dû à l'effet Doppler-Fizeau des raies pour l'Hydrogen-Alpha et pour l'Hydrogen-Beta.
2. La galaxie Seyfert Q2125-431 s'approche-t-elle ou s'éloigne-t-elle de la Terre ?
3. Déterminer la valeur de la vitesse d'éloignement ou de rapprochement de la galaxie Q2125-431 par rapport à la Terre.

22 Expérience historique

1. a. Le phénomène mis en jeu est l'effet Doppler.

b. Les musiciens situés au bord de la voie ferrée entendent un La#, soit une note de fréquence f_R égale à 464 Hz.

2. La valeur de la vitesse du train se déduit de l'expression du décalage Doppler : $\Delta f = f_E \times \dfrac{v}{v_{onde} - v}$.

Il vient $\Delta f \times (v_{onde} - v) = f_E \times v$.

Et ensuite $\Delta f \times v_{onde} = f_E \times v + \Delta f \times v$

soit $v \times (f_E + \Delta f) = \Delta f \times v_{onde}$. Or $\Delta f = f_R - f_E$.

D'où $v \times f_R = (f_R - f_E) \times v_{onde}$.

Ainsi $v = \dfrac{f_R - f_E}{f_R} \times v_{onde}$.

Ce qui s'écrit aussi $v = v_{onde} \times \left(1 - \dfrac{f_E}{f_R}\right)$.

Donc $v = 340\ \text{m·s}^{-1} \times \left(1 - \dfrac{440\ \text{Hz}}{464\ \text{Hz}}\right) = 17{,}6\ \text{m·s}^{-1}$.

27 Avion de chasse

1. Les positions successives de l'avion entre les instants t_0 et t_6 s'obtiennent à partir de la relation entre la valeur de vitesse constante, la distance parcourue et la durée de parcours : $d = v \times \Delta t$.

On a ainsi :

Position	Instant	Distance	Distance sur le schéma
M_0	$t_0 = 0$ s	$M_0M_0 = 0$ m	0,0 cm
M_1	$t_1 = 0{,}1$ s	$M_0M_1 = 20$ m	1,0 cm
M_2	$t_2 = 0{,}2$ s	$M_0M_2 = 40$ m	2,0 cm
M_3	$t_3 = 0{,}3$ s	$M_0M_3 = 60$ m	3,0 cm
M_4	$t_4 = 0{,}4$ s	$M_0M_4 = 80$ m	4,0 cm
M_5	$t_5 = 0{,}5$ s	$M_0M_5 = 100$ m	5,0 cm
M_6	$t_6 = 0{,}6$ s	$M_0M_6 = 120$ m	6,0 cm

Le schéma complet est fait en **2. b**.

2. a. L'onde se propage sur une distance $d = v_S \times \Delta t$ et $\Delta t = t_6 - t_i$; on obtient alors :

$d_5 = v_S \times (t_6 - t_5)$
$d_5 = 340\ \text{m·s}^{-1} \times (0{,}6\ \text{s} - 0{,}5\ \text{s}) = 34$ m
soit 1,7 cm à l'échelle proposée ;

$d_4 = v_S \times (t_6 - t_4)$
$d_4 = 340\ \text{m·s}^{-1} \times (0{,}6\ \text{s} - 0{,}4\ \text{s}) = 68$ m
soit 3,4 cm à l'échelle proposée ;

$d_3 = v_S \times (t_6 - t_3)$
$d_3 = 340\ \text{m·s}^{-1} \times (0{,}6\ \text{s} - 0{,}3\ \text{s}) = 102$ m
soit 5,1 cm à l'échelle proposée ;

$d_2 = v_S \times (t_6 - t_2)$
$d_2 = 340\ \text{m·s}^{-1} \times (0{,}6\ \text{s} - 0{,}2\ \text{s}) = 136$ m
soit 6,8 cm à l'échelle proposée ;

$d_1 = v_S \times (t_6 - t_1) = 340\ \text{m·s}^{-1} \times (0{,}6\ \text{s} - 0{,}1\ \text{s}) = 170$ m
soit 8,5 cm à l'échelle proposée ;

$d_0 = v_S \times (t_6 - t_0) = 340\ \text{m·s}^{-1} \times (0{,}6\ \text{s} - 0\ \text{s}) = 204$ m
soit 10,2 cm à l'échelle proposée.

b. *Voir le schéma à la fin du chapitre.*

3. À l'avant de l'avion, les fronts des ondes sphériques sont plus resserrés qu'en arrière.

Il en résulte qu'il existe deux longueurs d'onde apparentes λ' et λ'' pour un observateur terrestre. La longueur d'onde à l'avant de l'avion, λ', est plus petite que celle à l'arrière, λ''.

4. Pour une onde, $\lambda = \dfrac{v_S}{f}$, à v_S identique, plus la longueur d'onde λ est courte, plus la fréquence f est grande. Il existe donc deux fréquences f' et f'' pour un observateur terrestre.

Par rapport à la fréquence f de l'onde émise par l'avion dans le référentiel du pilote, l'observateur va entendre un son plus aigu si l'avion se rapproche de lui (car $f' > f$) et un son plus grave si l'avion s'éloigne (car $f'' < f$). C'est l'effet Doppler.

5. D'après les données, on a $\lambda' = \lambda - \dfrac{v}{f}$ et $\lambda'' = \lambda + \dfrac{v}{f}$.

On en déduit $f' = \dfrac{v_S}{\lambda'} = \dfrac{v_S}{\lambda - \dfrac{v}{f}} = \dfrac{v_S \times f}{\lambda \times f - v} = \dfrac{v_S \times f}{v_S - v}$

soit $f' = f \times \dfrac{v_S}{v_S - v}$.

Et $f'' = \dfrac{v_S}{\lambda''} = \dfrac{v_S}{\lambda + \dfrac{v}{f}} = \dfrac{v_S \times f}{\lambda \times f + v} = \dfrac{v_S \times f}{v_S + v}$ soit $f'' = f \times \dfrac{v_S}{v_S + v}$

D'où le rapport $\dfrac{f'}{f''} = \dfrac{v_S + v}{v_S - v} = \dfrac{340\ \text{m·s}^{-1} + 200\ \text{m·s}^{-1}}{340\ \text{m·s}^{-1} - 200\ \text{m·s}^{-1}}$

soit $\dfrac{f'}{f''} = 3{,}86$.

Entre le son perçu quand l'avion s'approche et celui perçu quand il s'éloigne, la fréquence est divisée par 3,86.

Correction préparation à l'ECE :

Préparation à l'ECE

1. Lorsque le véhicule est à l'arrêt, la fréquence de l'onde reçue est égale à la fréquence de l'onde émise.
L'onde émise a donc une fréquence $f_E = 514$ Hz.
On relève $f_R = 528$ Hz lorsque le véhicule est en mouvement.
On en déduit le décalage Doppler :
$\Delta f = f_R - f_E = 14$ Hz > 0 : ceci est compatible avec le fait que le véhicule se rapproche de l'observateur (récepteur).

2. L'expression donnée dans le doc. B conduit à :

$$v_E = v_{son} \times \left(\frac{f_R - f_E}{f_E}\right).$$

Donc $v_E = v_{son} \times \left(\frac{f_R - f_E}{f_E}\right) = 343\ \text{m·s}^{-1} \times \frac{(528\ \text{Hz} - 514\ \text{Hz})}{514\ \text{Hz}}$

soit $v_E = 9{,}34\ \text{m·s}^{-1}$.

3. a. La principale source d'erreurs lors de la détermination de la valeur de la vitesse du véhicule est la position de l'observateur ; pour des mesures correctes, il devrait être dans l'axe du mouvement, ce qui n'est pas possible en pratique. On peut ajouter aussi comme sources d'erreurs possibles la valeur de la vitesse du son qui dépend des conditions extérieures ou la mesure des fréquences.

b. La zone est limitée à 30 km · h^{-1} soit 8,3 m · s^{-1} ; le conducteur est donc verbalisable.

Correction sujet bac S :

EXERCICE I- DE L'EFFET DOPPLER À SES APPLICATIONS

1. Mouvement relatif d'une source sonore et d'un détecteur

1.1. Cas A :

1.1.1. La fréquence f_0 est le nombre de bips sonores par seconde, elle s'exprime en hertz.

1.1.2. La distance entre la source et le détecteur ne varie pas, ainsi l'effet Doppler ne se produit pas donc $T = T_0$.

1.2. Cas B : Comme $0 < v_s < v_{son}$

On divise par v_{son} alors $0 < \dfrac{v_s}{v_{son}} < 1$,

On multiplie par –1 alors $0 > -\dfrac{v_s}{v_{son}} > -1$

On ajoute 1 alors $1 > \left(1-\dfrac{v_s}{v_{son}}\right) > 0$

On multiplie par T_0 alors $T_0 > T_0 . \left(1-\dfrac{v_s}{v_{son}}\right) > 0$

Comme $T' = T_0.\left(1-\dfrac{v_s}{v_{son}}\right)$ alors $T_0 > T'$.

En inversant $\dfrac{1}{T_0} < \dfrac{1}{T'}$

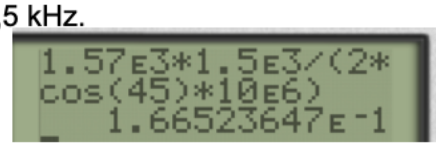
Enfin comme $f = \dfrac{1}{T}$, on a $f_0 < f'$.

La fréquence perçue f' est supérieure à la fréquence émise f_0.

Remarque : ce résultat est conforme à l'observation de la vie quotidienne, la sirène de l'ambulance semble plus aiguë à l'approche.

2. La vélocimétrie Doppler en médecine

2.1. On applique la formule fournie $v = \dfrac{v_{ultrason}}{2.\cos\theta}.\dfrac{\Delta f}{f_E}$ avec Δf = 1,5 kHz.



$$v = \frac{1{,}57\times10^3}{2\times\cos 45}.\frac{1{,}5\times10^3}{10\times10^6} = 0{,}1665 \text{ m.s}^{-1}$$

En ne conservant que deux chiffres significatifs, v = 0,17 m.s^{-1} = **17 cm.s^{-1}**.

La lecture de la figure 2 montre que les vaisseaux pour lesquels les vitesses d'écoulement sanguin sont dans cette gamme, sont les artérioles (un peu plus de 0 cm.s^{-1} à v = 20 cm.s^{-1}), et les veines.

2.2. On a $v = \dfrac{v_{ultrason}}{2.\cos\theta}.\dfrac{\Delta f}{f_E}$ ainsi $\Delta f = \dfrac{v.2.\cos\theta.f_E}{v_{ultrason}}$ et dans cette formule seule f_E augmente, les autres paramètres sont inchangés.

Comme f_E est au numérateur alors Δf augmente.

3. Détermination de la vitesse d'un hélicoptère par effet Doppler

3.1. On mesure la distance correspondant à plusieurs longueurs d'onde pour avoir un maximum de précision.

Sur la Figure 4, on a 5λ = 2,6 cm donc $\lambda_0 = \dfrac{2{,}6}{5}$ = 0,52 cm. Il faut tenir compte de l'échelle.

1,2 cm schéma → 1,0 m en réalité

Donc 0,52 cm schéma → λ_0 m en réalité

$\lambda_0 = \frac{1{,}0 \times 0{,}52}{1{,}2}$ = 0,43 m en conservant que deux chiffres significatifs vu le manque de précision.
Même raisonnement pour la figure 5 :
Sur la Figure 5, on a 5λ' = 2,1 cm donc $\lambda' = \frac{2{,}1}{5}$ = 0,42 cm. Il faut tenir compte de l'échelle.

1,2 cm schéma → 1,0 m en réalité
Donc 0,42 cm schéma → λ' m en réalité

$\lambda' = \frac{1{,}0 \times 0{,}42}{1{,}2}$ = 0,35 m.

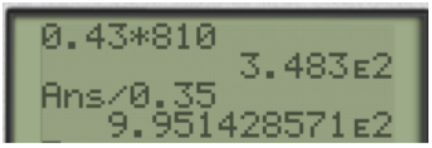
3.2. On a $\lambda_0 = \frac{v_{son}}{f_0}$ donc $v_{son} = \lambda_0 \, . \, f_0$

v_{son} = 0,43 × 8,1 × 10^2 = 3,483×10^2 m.s^{-1} = 3,5×10^2 m.s^{-1} avec 2 CS.
On sait que la célérité du son dans l'air est plus proche de 340 m.s^{-1} en général.
On a pu commettre une légère erreur de mesure sur la mesure de λ_0 ou l'altitude de l'hélicoptère joue sur la célérité du son.

3.3. Grâce à la figure 5, on a λ' = 0,35 m et on utilise la valeur précédente de la célérité (l'énoncé précise que la célérité est indépendante de la fréquence).

$\lambda' = \frac{v_{son}}{f'}$ donc $f' = \frac{v_{son}}{\lambda'} = \frac{\lambda_0 . f_0}{\lambda'}$

$f' = \frac{0{,}43 \times 8{,}1 \times 10^2}{0{,}35}$ = 1,0 × 10^3 Hz > f_0



Tout comme à la question 1.2. on constate que la fréquence perçue est supérieure à la fréquence émise.
Le son émis par l'hélicoptère paraît plus aigu lorsque ce dernier s'approche de l'observateur.

3.4. On prend la formule donnée en début de sujet $T' = T_0 . \left(1 - \frac{v_s}{v_{son}}\right)$

$$\frac{T'}{T_0} = 1 - \frac{v_s}{v_{son}}$$

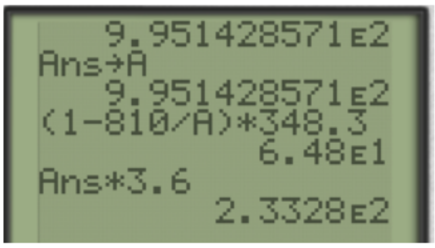
$$\frac{v_s}{v_{son}} = 1 - \frac{T'}{T_0}$$

$$v_s = \left(1 - \frac{T'}{T_0}\right) . v_{son}$$

$$v_s = \left(1 - \frac{\frac{1}{f'}}{\frac{1}{f_0}}\right) . v_{son}$$

$$v_s = \left(1 - \frac{f_0}{f'}\right) . v_{son}$$

$$v_s = \left(1 - \frac{8{,}1 \times 10^2}{9{,}9514 \times 10^2}\right) \times 3{,}483 \times 10^2 = 64{,}8 \text{ m.s}^{-1} = 65 \text{ m.s}^{-1}$$



En multipliant par 3,6, on obtient v_s = 233 km.h^{-1}.
Cette valeur semble réaliste pour un hélicoptère.