

Effet Doppler

Corrigé du contrôle - niveau Terminale

Voici le corrigé du contrôle sur l'effet Doppler : les calculs sont détaillés avec leurs unités, les raisonnements qualitatifs sont justifiés et le barème est indiqué question par question.

Ce corrigé est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

La correction détaillée avec le barème du corrigé sur l'effet Doppler

Correction de l'exercice 1 : La sirène de l'ambulance (4 points)

- (1 pt) Le son perçu est plus aigu pendant l'approche et plus grave pendant l'éloignement : la fréquence perçue diffère de la fréquence émise. C'est l'**effet Doppler**.
- (1,5 pt) $v_s = 90 / 3,6 = 25 \text{ m/s}$. $f_1 = f_e \times c / (c - v_s) = 800 \times 340 / (340 - 25) = 272\,000 / 315 = 863,5 \text{ Hz}$, soit **$f_1 \approx 863 \text{ Hz}$** .
- (1 pt) $f_2 = 800 \times 340 / (340 + 25) = 272\,000 / 365 = 745,2 \text{ Hz}$, soit **$f_2 \approx 745 \text{ Hz}$** .
- (0,5 pt) $f_1 - f_2 = 863 - 745 = \mathbf{118 \text{ Hz}}$. C'est un écart de plus de deux tons, très nettement audible.

Correction de l'exercice 2 : Le radar routier (5 points)

- (1 pt) Le véhicule joue deux rôles successifs : récepteur en mouvement, il reçoit l'onde avec une fréquence décalée de $f_e v / c$; puis il rediffuse cette onde et devient une source en mouvement, ce qui décale à nouveau de $f_e v / c$. Les deux décalages s'ajoutent : facteur 2.
- (2 pt) **$v = \Delta f \times c / (2 f_e)$** . $v = 3,22 \times 10^3 \times 3,00 \times 10^8 / (2 \times 24,125 \times 10^9) = 9,66 \times 10^{11} / 4,825 \times 10^{10} = 20,0 \text{ m/s}$, soit **$v \approx 20,0 \text{ m/s}$** .
- (1 pt) $v = 20,0 \times 3,6 = 72,1 \text{ km/h}$, soit **$v \approx 72 \text{ km/h}$** .
- (1 pt) $72 \text{ km/h} > 70 \text{ km/h}$: le conducteur **dépasse la limite** de 2 km/h environ (infraction, avant toute marge technique éventuelle du radar).

Correction de l'exercice 3 : Le décalage vers le rouge d'une galaxie (4 points)

- (1 pt) $\lambda = 658,5 \text{ nm} > \lambda_0 = 656,3 \text{ nm}$: la raie est décalée vers les grandes longueurs d'onde, donc **vers le rouge**. La galaxie **s'éloigne** de la Terre.
- (1 pt) $v = c \times (\lambda - \lambda_0) / \lambda_0$.
- (1,5 pt) $\Delta\lambda = 658,5 - 656,3 = 2,2 \text{ nm}$. $v = 3,00 \times 10^8 \times 2,2 / 656,3 = 1,006 \times 10^6 \text{ m/s}$, soit **$v \approx 1,0 \times 10^6 \text{ m/s} = 1,0 \times 10^3 \text{ km/s}$** .
- (0,5 pt) $v / c = 2,2 / 656,3 = 3,4 \times 10^{-3}$ (soit 0,34 %) : l'approximation $v \ll c$ est **justifiée**.

Correction de l'exercice 4 : Écho-Doppler et vitesse du sang (4 points)

- (2 pt) $\Delta f = 2 \times 5,0 \times 10^6 \times 0,50 \times \cos 60^\circ / 1\,540 = 2 \times 5,0 \times 10^6 \times 0,50 \times 0,50 / 1\,540 = 2,5 \times 10^6 / 1\,540 = 1\,623 \text{ Hz}$, soit **$\Delta f \approx 1,6 \text{ kHz}$** .
- (1 pt) $\cos 90^\circ = 0$, donc **$\Delta f = 0$** : aucun décalage n'est mesurable, on ne peut pas déterminer la vitesse du sang. Seule la composante de la vitesse le long de l'axe de la sonde compte, d'où la nécessité d'incliner la sonde.
- (1 pt) Δf est proportionnelle à v : si v double, **Δf double** ($\approx 3,2 \text{ kHz}$).

Correction de l'exercice 5 : Fronts d'onde d'une source mobile (3 points)

- (1 pt) **L'observateur A**, placé devant la source : les fronts y sont resserrés (espacement $30 - 15 = 15$ unités), la longueur d'onde est plus courte et la fréquence perçue plus élevée. Derrière, en B, l'espacement est de $30 + 15 = 45$ unités : le son est plus grave.
- (1 pt) En une période, la source parcourt $v_s T = 15$ unités et le son parcourt $cT = 30$ unités : **$v_s / c = 15 / 30 = 0,50$** .
- (1 pt) $f_A = f_E / (1 - 0,50) = 400 / 0,50 = \mathbf{800 \text{ Hz}}$. $f_B = f_E / (1 + 0,50) = 400 / 1,50 = 267 \text{ Hz}$, soit **$f_B \approx 267 \text{ Hz}$** .

Barème et conseils

Exercice	Thème	Points
1	Sirène d'ambulance	4
2	Radar routier	5
3	Décalage vers le rouge	4
4	Écho-Doppler	4

5	Fronts d'onde	3
Total		20

Pour progresser, retiens le sens du décalage : approche, fréquence plus grande et longueur d'onde plus courte ; éloignement, fréquence plus petite. Vérifie toujours que ton résultat va dans le bon sens avant de conclure, convertis les vitesses en m/s et n'oublie pas le facteur 2 lorsque l'onde est réfléchiée par une cible mobile.

Retour au sujet du contrôle