■ CORRIGE DU CONTROLE 1 ■

Exercice 1

Soient Δt_m et Δt_{air} les durées respectives mises par le signal pour parvenir au bateau :

$$\Delta t_m = \frac{x}{v_m} \text{ (mer)} \qquad \text{et : } \Delta t_{air} = \frac{x}{c} \text{ (air) avec : } \Delta t_m < \Delta t_{air} \text{ car } v_m > c$$

L'écart entre ces deux durées s'écrit : $\Delta t = \Delta t_{air} - \Delta t_m = x\left(\frac{1}{c} - \frac{1}{v_m}\right)$

soit : $\Delta t = x\left(\frac{v_m - c}{c\, v_m}\right)$ puis : $\boxed{x = \frac{c \times v_m}{v_m - c} \times \Delta t}$

2. $\boxed{\text{A.N.} : x \cong 880 \text{ m}}$

Exercice 2

1. L'équation d'état d'un gaz parfait s'écrit : $p\,V = m\,r\,T = m\frac{R}{M(\text{gaz})}T$ soit, en faisant intervenir la masse volumique $\mu = \frac{m}{V}$: $p = \mu\frac{R}{M(\text{gaz})}T$

On en déduit : $\mu = \frac{p\,M(\text{gaz})}{R\,T}$. La célérité du son devient, alors : $c = \sqrt{\frac{\gamma \cancel{p}\,R\,T}{\cancel{p}\,M(\text{gaz})}}$ puis : $c = \sqrt{\frac{\gamma R\,T}{M(\text{gaz})}}$

2. a) Les conditions normales sont : $T \cong 273 \text{ K } (0\,°\text{C})$; $p \cong 1013 \text{ hPa}$

$$\boxed{\text{A.N.} : c \cong 331 \text{ m.s}^{-1}}$$

b) L'augmentation de la température T augmente la vitesse c de propagation du son dans le milieu.

c) La diminution de la masse volumique se traduit aussi par une augmentation de la vitesse. Le son a une vitesse de propagation plus importante dans l'air humide que dans l'air sec.

3. a) Dans les conditions de température et de pression qui règnent à 15000 m, la vitesse du son devient :

$$c \cong 296 \text{ m.s}^{-1} \text{ soit : } \boxed{\text{A.N.} : c \cong 1066 \text{ km.h}^{-1}}$$

Remarque : L'écart relatif avec la valeur précédente est de l'ordre de 11 %.

b) Le nombre de Mach est alors de 1,3 Ma.

Remarque : vitesse de l'avion : $v \cong 391 \text{ m.s}^{-1}$

Exercice 3

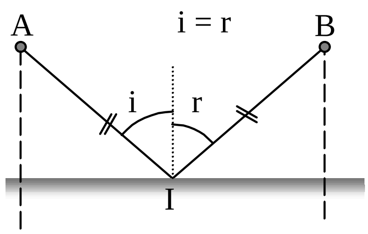
1. On a un phénomène d'interférences entre les deux ondes arrivant à l'oreille de l'auditeur B.

2. L'angle d'incidence i est égal à l'angle de réflexion r.

On en déduit :

$$A\,I + I\,B = 2\,A\,I = 2\sqrt{(2\text{ m})^2 + (6\text{ m})^2}$$

soit : $\boxed{\text{A.N.} : \delta \cong 0{,}65 \text{ m}}$



3. La double périodicité (spatiale et temporelle) se traduit par une relation simple entre le déphase $\Delta\varphi$ et la « différence de marche » δ.

Si la « différence de marche » est un multiple entier de la longueur d'onde, les deux ondes seront **en phase**, en B et additionneront leur amplitude ; le son perçu par l'auditeur sera renforcé.

Si la « différence de marche » est telle que les deux ondes soient en **opposition de phase**, il n'y aura pas de son perçu par B.

De façon générale, on a proportionnalité entre $\Delta\varphi$ et δ : $\begin{array}{l} \Delta\varphi \leftrightarrow \delta \\ 2\pi \leftrightarrow \lambda \end{array}$

On a :

$\Delta\varphi = \delta \times \dfrac{2\pi}{\lambda}$ avec : $\lambda = \dfrac{c}{f}$

Cas général	$\Delta\varphi$	δ
Cas particuliers	2π rad	λ
	4π rad	2λ
	$k \times 2\pi$ rad (k entier positif)	$k \times \lambda$

On obtient : $\boxed{\Delta\varphi(\text{en rad}) = \delta \times \dfrac{2\pi \times f}{c}}$

4. Les fréquences seront renforcées si le déphasage est un multiple entier de 2π rad : $\Delta\varphi(\text{en rad}) = \delta \times \dfrac{2\pi \times f}{c} = k \times 2\pi$ rad

La dernière égalité fournit : $\delta \times \dfrac{\cancel{2\pi} \times f}{c} = k \times \cancel{2\pi}$ soit : $\boxed{f = k \times \dfrac{c}{\delta}}$ A.N. : $\boxed{f\,(\text{en Hz}) \cong k \times 523{,}8}$

5.

■ On construit un tableau donnant les fréquences renforcées et on compare avec le tableau donnant les fréquences des notes.

k	1	2	3	4	5	6	7	8
f (Hz) valeurs approchées	524	1048	1571	2095	2619	3143	3667	4190

■ Deux notes séparées par **un ton** ont des fréquences dont le rapport est tel que :

$1000 \log \dfrac{f'}{f} = 50$ savarts soit : $\log \dfrac{f'}{f} = \dfrac{50 \text{ savarts}}{1000}$ puis : $\dfrac{f'}{f} = 10^{\frac{50}{1000}} \cong 112$

Pour un demi-ton, le rapport devient : $\dfrac{f'}{f} = 10^{\frac{25}{1000}} \cong 106$

Connaissant la fréquence de la note la_3, on peut en déduire toutes les autres.

Tableau des fréquences des notes : (on ne commence qu'à 523 Hz car $k \geq 1$)

	do	ré	mi	fa	sol	la	si
Gamme 4	523	588	659	698	784	880	988
Gamme 5	1046	1175	1318	1397	1568	1760	1976
Gamme 6	2093	2349	2637	2793	3136	3520	3951
Gamme 7	4186	4435	etc …..				

Les quatre premières notes (en grisé) sont : $do_4 - do_5 - do_6 - sol_5$