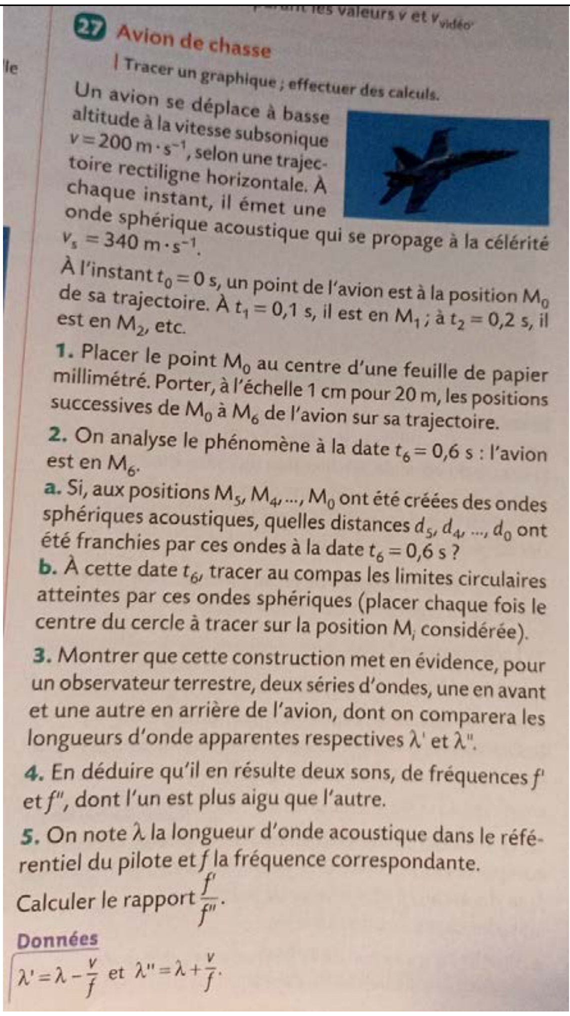
Avion de chasse



27 Avion de chasse

| Tracer un graphique ; effectuer des calculs.

Un avion se déplace à basse altitude à la vitesse subsonique $v = 200\ m \cdot s^{-1}$, selon une trajectoire rectiligne horizontale. À chaque instant, il émet une onde sphérique acoustique qui se propage à la célérité $v_s = 340\ m \cdot s^{-1}$.

À l'instant $t_0 = 0$ s, un point de l'avion est à la position M_0 de sa trajectoire. À $t_1 = 0,1$ s, il est en M_1 ; à $t_2 = 0,2$ s, il est en M_2, etc.

1. Placer le point M_0 au centre d'une feuille de papier millimétré. Porter, à l'échelle 1 cm pour 20 m, les positions successives de M_0 à M_6 de l'avion sur sa trajectoire.

2. On analyse le phénomène à la date $t_6 = 0,6$ s : l'avion est en M_6.

a. Si, aux positions M_5, M_4, ..., M_0 ont été créées des ondes sphériques acoustiques, quelles distances d_5, d_4, ..., d_0 ont été franchies par ces ondes à la date $t_6 = 0,6$ s ?

b. À cette date t_6, tracer au compas les limites circulaires atteintes par ces ondes sphériques (placer chaque fois le centre du cercle à tracer sur la position M_i considérée).

3. Montrer que cette construction met en évidence, pour un observateur terrestre, deux séries d'ondes, une en avant et une autre en arrière de l'avion, dont on comparera les longueurs d'onde apparentes respectives λ' et λ''.

4. En déduire qu'il en résulte deux sons, de fréquences f' et f'', dont l'un est plus aigu que l'autre.

5. On note λ la longueur d'onde acoustique dans le référentiel du pilote et f la fréquence correspondante.

Calculer le rapport $\frac{f'}{f''}$.

Données

$\lambda' = \lambda - \frac{v}{f}$ et $\lambda'' = \lambda + \frac{v}{f}$.

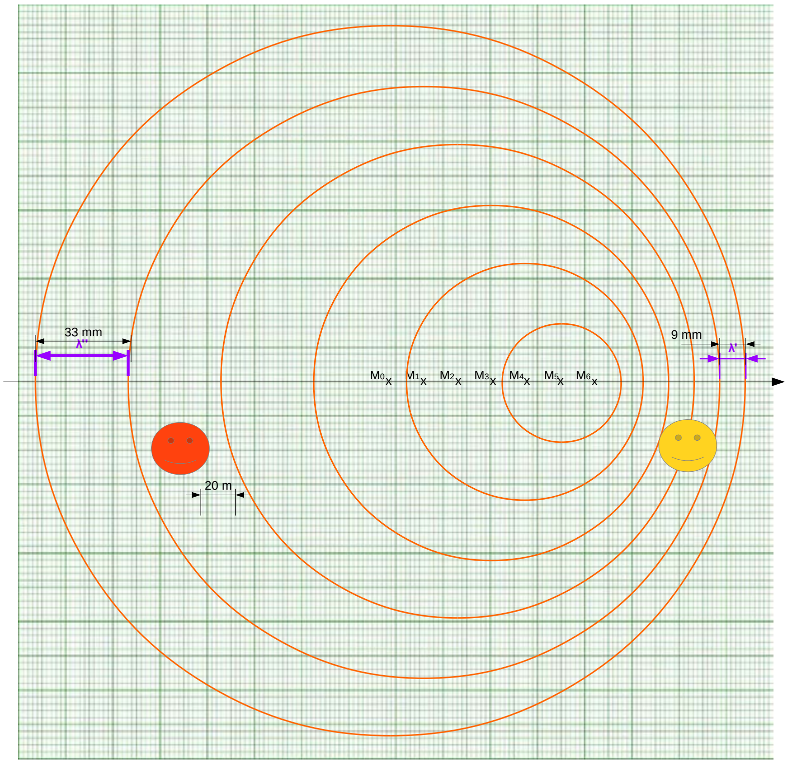
1. Voir feuille millimétrée

M0x M1x M2x M3x M4x M5x M6x

2.a

$$d_5 = c \times \Delta t = c \times (t_6 - t_5) = 340 \times (0,6 - 0,5) = 34\ m$$
$$d_4 = c \times \Delta t = c \times (t_6 - t_4) = 340 \times (0,6 - 0,4) = 68\ m$$
$$d_3 = c \times \Delta t = c \times (t_6 - t_3) = 340 \times (0,6 - 0,3) = 102\ m$$
$$d_2 = c \times \Delta t = c \times (t_6 - t_2) = 340 \times (0,6 - 0,2) = 136\ m$$
$$d_1 = c \times \Delta t = c \times (t_6 - t_1) = 340 \times (0,6 - 0,1) = 170\ m$$
$$d_0 = c \times \Delta t = c \times (t_6 - t_0) = 340 \times (0,6 - 0,0) = 204\ m$$

2.b



3. À l'avant, les ondes sont périodiques et plus resserrées qu'en arrière de l'avion. **λ' < λ''**

4. $f' = \frac{c}{\lambda'} > f'' = \frac{c}{\lambda''}$

Un observateur entendra donc un son plus aigu (car de plus haute fréquence) en avant de l'avion (f') puis plus grave quand l'avion est passé (f'') (effet Doppler).

5.

$$\frac{f'}{f''} = \frac{\frac{c}{\lambda'}}{\frac{c}{\lambda''}} = \frac{\lambda''}{\lambda'} = \frac{\lambda + \frac{v}{f}}{\lambda - \frac{v}{f}} = \frac{\frac{c}{f} + \frac{v}{f}}{\frac{c}{f} - \frac{v}{f}} = \frac{c + v}{c - v} = \frac{340 + 200}{340 - 200} = 3,86$$

$$f' = \frac{c}{\lambda'} = \frac{c}{\lambda - \frac{v}{f}} = \frac{c}{\frac{c}{f} - \frac{v}{f}} = \frac{c}{c - v} \times f = \frac{340}{340 - 200} \times f = 2,43 \times f$$

$$f'' = \frac{c}{\lambda''} = \frac{c}{\lambda + \frac{v}{f}} = \frac{c}{\frac{c}{f} + \frac{v}{f}} = \frac{c}{c + v} \times f = \frac{340}{340 + 200} \times f = 0,63 \times f$$