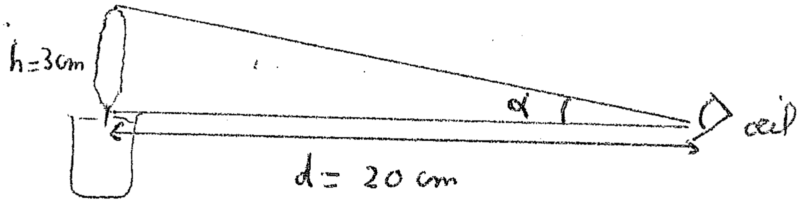
DS 1 physique TS12 corrigé

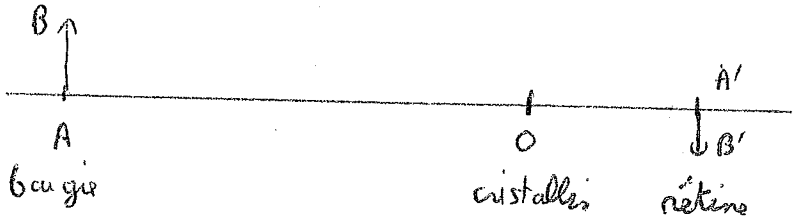
1.1 Observation d'une bougie

1.



$\alpha = \frac{h}{d} = \frac{3}{20} = 0{,}15 \text{ rad}$ /2

2.



Relation de conjugaison : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$

$$\frac{1}{2{,}0} + \frac{1}{20} = \frac{1}{f'}$$ /2

$$\frac{10}{20} + \frac{1}{20} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{11}{20} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \boxed{f' = \frac{20}{11} = 1{,}8 \text{ cm}}$$

3. Grandissement : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-2}{20} = -0{,}1$

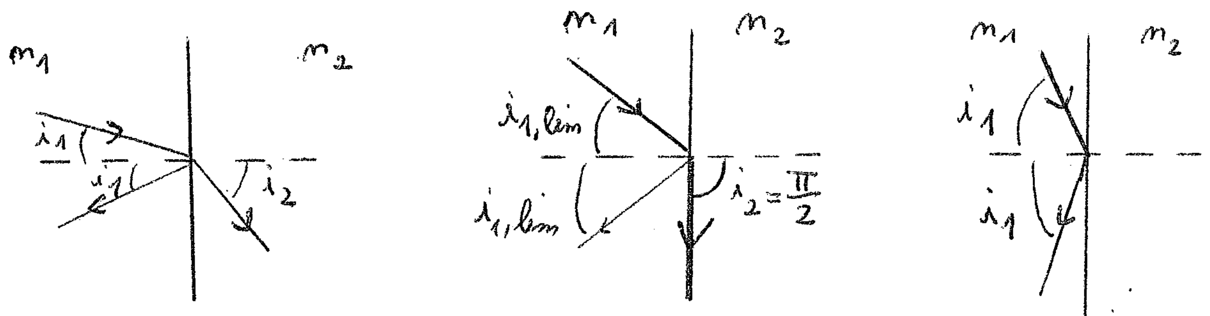
donc $A'B' = 0{,}1\ AB = 0{,}1 \times 3 = 0{,}3$ cm.

La taille de l'image de la flamme sur la rétine /2

est 3 mm.

1.2 Réflexion totale

1. Pour $n_1 > n_2$, le rayon lumineux s'écarte de la normale.



$i_1 < i_{1,lim}$ $\qquad$ $i_1 = i_{1,lim}$ $\qquad$ $i_1 > i_{1,lim}$

réflexion totale

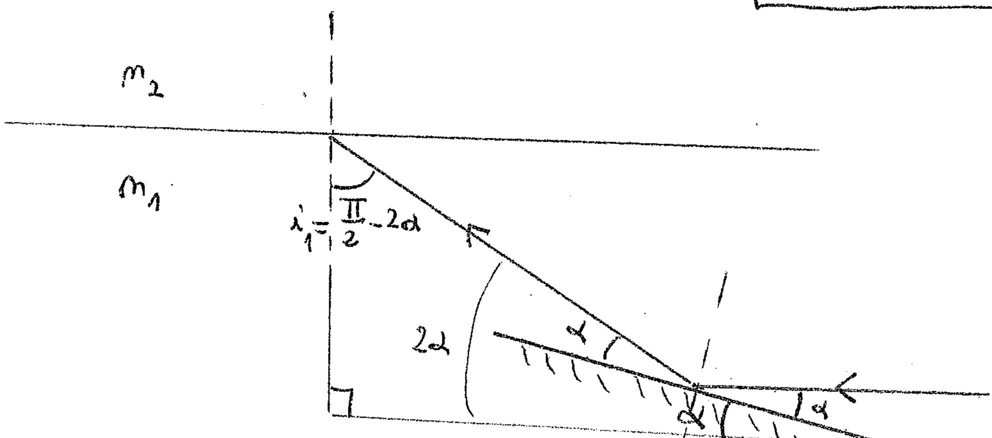
/3

2. Loi de Descartes dans le cas $i_1 = i_{1,lim}$

$$n_1 \sin i_{1,lim} = n_2 \sin\frac{\pi}{2} = n_2 \Rightarrow \boxed{\sin i_{1,lim} = \frac{n_2}{n_1}}$$

/1

4.



/2

5. $i_{1,lim} = \arcsin\left(\frac{1}{1{,}33}\right) = 49°$

$i_1 = 90° - 2 \times 30° = 30° < i_{1,lim}$

Il n'y a pas réflexion totale.

/2

2.1 Portance

1. Le débit volumique à travers un tube de courant est le volume de fluide qui circule dans le tube par unité de temps, exprimé en $m^3.s^{-1}$. $D_v = v S$. /2

Il se conserve pour un écoulement incompressible.

2. Conservation du débit volumique dans le tube 1 :

$$v_0 e_1 L = v_1 e'_1 L \Rightarrow \boxed{v_1 = v_0 \frac{e_1}{e'_1}}$$

/2

3. De même dans le tube 2 :

$$v_0 e_2 L = v_2 e'_2 L \Rightarrow \boxed{v_2 = v_0 \frac{e_2}{e'_2}}$$

4. A l'aide de la règle, on mesure $e_1 = 1{,}1$ cm, $e_2 = 1{,}2$ cm, $e'_1 = 0{,}6$ cm, $e'_2 = 1{,}5$ cm

Comme on calcule des rapports de distances, il n'est pas nécessaire de passer à l'échelle. /2.5

Au final, $\boxed{\begin{array}{l} v_1 \simeq 2 v_0 = 60\ m.s^{-1} \\ v_2 = 0{,}8 v_0 \simeq 25\ m.s^{-1} \end{array}}$

5. Relation de Bernoulli, pour un écoulement stationnaire, incompressible et homogène, et parfait, en négligeant le terme de pesanteur : $P + \rho \frac{v^2}{2} = $ cte le long d'une ligne de courant. /1,5

6. Bernoulli sur une ligne de courant du tube 1 (au dessus de l'aile)

$$P_0 + \rho_0 \frac{v_0^2}{2} = P_1 + \rho_0 \frac{v_1^2}{2} \Rightarrow \boxed{P_1 = P_0 + \frac{\rho_0}{2}\left(v_0^2 - v_1^2\right)}$$

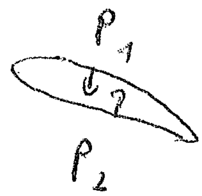
/1

7. Bernoulli sur une ligne de courant du tube 2 :

$$P_0 + \rho_0 \frac{v_0^2}{2} = P_2 + \rho_0 \frac{v_2^2}{2} \Rightarrow \boxed{P_2 = P_0 + \frac{\rho_0}{2}\left(v_0^2 - v_2^2\right)}$$ /1

8. La force de portance a pour expression

$$\vec{F}_p = -P_1 \ell L \vec{u}_z + P_2 \ell L \vec{u}_z$$



$$\boxed{\vec{F}_p = \left(P_2 - P_1\right) \ell L \vec{u}_z}$$ /1,5

9. $$\|\vec{F}_p\| = \left(P_2 - P_1\right)\ell L = \left[P_0 + \frac{\rho_0}{2}\left(v_0^2 - v_2^2\right) - P_0 - \frac{\rho_0}{2}\left(v_0^2 - v_1^2\right)\right] \ell L$$

$$= \ell L \frac{\rho_0}{2}\left(v_1^2 - v_2^2\right) = \frac{\rho_0}{2}\left(2^2 - 1^2\right) v_0^2 \ell L = \frac{\rho_0}{2}\, 3 \, v_0^2 \ell L$$ /1,5

10. $\|\vec{F}_p\| = 0{,}6 . 3 . 900 . 2 . 10 = 0{,}6 \times 60 \times 900 = 0{,}6 \times 54000 = 32400 \text{ N}$

$$\boxed{\|\vec{F}_p\| = 32400 \text{ N}}$$ /1,5

11. $P = mg = 30\,000 \text{ N} = P$

La portance est supérieure au poids, donc l'avion peut décoller /1,5

12. Principe de la statique des fluides avec z vers le haut

$$\frac{dP}{dz} = -\rho g$$

Relation des gaz parfaits : $\rho = \frac{PM}{RT_0} \Rightarrow P = \rho \frac{RT_0}{M}$.

On remplace /3

$$\frac{RT_0}{M}\frac{d\rho}{dz} = -\rho g \Rightarrow \frac{d\rho}{dz} + \underbrace{\frac{Mg}{RT_0}}_{\frac{1}{H}} \rho = 0$$

$$\boxed{H = \frac{RT_0}{Mg}}$$

13. $$\frac{d\rho}{dz} + \frac{\rho}{H} = 0$$

$$\rho(z) = A e^{-\frac{z}{H}} \quad \text{et} \quad \rho(z=0) = \rho_0 = A e^{0} = A$$

$$\boxed{\rho(z) = \rho_0 e^{-\frac{z}{H}}}$$

/1

14. La portance compense le poids donc

$$mg = \frac{\rho(z)}{2} 3 v_0^2 \ell L$$

$$mg = \rho_0 e^{-\frac{z}{H}} \frac{3}{2} v_0^2 \ell L$$

$$e^{-\frac{z}{H}} = \frac{2mg}{3\rho_0 v_0^2 \ell L} \Rightarrow -\frac{z}{H} = \ln\left(\frac{2mg}{3\rho_0 v_0^2 \ell L}\right)$$

$$\Rightarrow z = H \ln\left(\frac{3\rho_0 v_0^2 \ell L}{2mg}\right)$$

/3

$$= 10\,\text{km} \times \ln\left(\frac{3 \cdot 1{,}2 \cdot 900 \cdot 20}{2 \cdot 30 \cdot 10^3}\right)$$

$$= 10\,\text{km} \times \ln\left(\frac{\cancel{3} \cdot 1{,}2 \cdot 9 \cdot \cancel{2}}{\cancel{2} \cdot \cancel{3} \cdot 10}\right)$$

$$= 10\,\text{km} \times \ln(1{,}2 \times 0{,}9)$$

$$\boxed{z = 0{,}77\,\text{km}}$$

2.2 Mesure de vitesse

1. Entre F et H, l'air est bloqué par le liquide donc est immobile : $v_F = 0$.
L'écoulement étant parfait, l'air glisse sur les parois du tube en étant peu perturbé, donc $v_G = v_0$. /1,5

2. Bernoulli à la ligne de courant passant par F :

$$P_0 + \rho_0 \frac{v_0^2}{2} = P_F + \rho_0 \frac{v_F^2}{2} = P_F$$

Bernoulli à la ligne de courant passant par G : /2

$$P_0 + \rho_0 \frac{v_0^2}{2} = P_G + \rho_0 \frac{v_G^2}{2} = P_G + \rho_0 \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow P_G = P_0$$

donc $P_F - P_G = P_0 + \rho_0 \frac{v_0^2}{2} - P_0 = \boxed{\rho_0 \frac{v_0^2}{2} = P_F - P_G}$

3. Principe de la statique des fluides au liquide de masse μ.

$$P_H - P_I = \mu g h = P_F - P_G$$

/2

4. $\Rightarrow \boxed{\rho_0 \frac{v_0^2}{2} = \mu g h}$

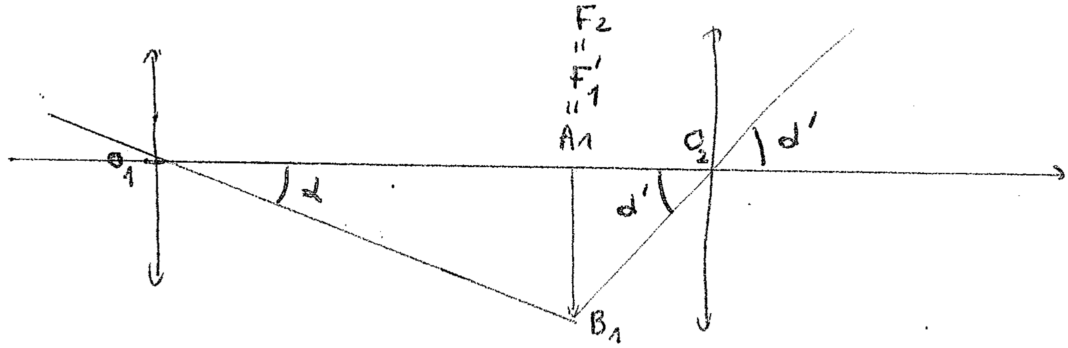
5. Pour un même v_0 à haute altitude z, $\rho(z) \frac{v_0^2}{2} = \mu g h'$

$$\rho(z) < \rho_0 \Rightarrow h' < h$$ /2

2.3 Observation à travers une lunette

1. $\infty \xrightarrow[\text{lunette}]{} \infty$ /2

$$\infty \xrightarrow[\substack{\text{objectif}\\ L_1}]{} F'_1 = F_2 \xrightarrow[\substack{\text{oculaire}\\ L_2}]{} \infty$$

2. 

$$\alpha = \tan\alpha = \frac{A_1B_1}{f'_1}.$$ /2

3. $$\alpha' = \tan\alpha' = \frac{A_1B_1}{f'_2}$$

4. $$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{3{,}0}{9{,}0.10^{-2}} = \frac{1}{3{,}0.10^{-2}} = \frac{100}{3} = 33{,}3$$ /1,5

5. La taille angulaire de l'avion est $\frac{L}{h} = \frac{44{,}5}{10{,}4.10^3} \simeq 4.10^{-3} > 3{,}0.10^{-4}$ rad

On distingue l'avant et l'arrière de l'avion sans lunette.

/2

6. La taille angulaire du hublot est $\alpha = \frac{23 \text{ cm}}{10 \text{ km}} \simeq \frac{20 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{3}} = 2 \cdot 10^{-5}$ rad.

A travers la lunette, $\alpha' = 30\,\alpha = 6 \cdot 10^{-4}$ rad $> 3 \cdot 10^{-4}$ rad

On perçoit le hublot de justesse.

/2