

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

Exercice 1 (7 pts)

- 1/ en incidence normale ($i = 0^\circ$) le rayon SI n'est pas dévié. schéma 0,25
0,25
- 2/ $n \sin i = \sin r$ avec $i = \beta$
- AV: $\sin r = 1,52 \cdot \sin 30^\circ = 0,76$
- $r = 49,5^\circ$ 0,75
schéma 0,25
- 3/ réflexion totale pour $\sin \beta_L = \frac{1}{n}$
- AV: $\sin \beta_L = \frac{1}{1,52} = 0,66$
- $\beta_L = 41,1^\circ$ 1
- 4/ sur la face BC on a $i = \beta = 60^\circ > \beta_L$ il y a donc réflexion totale. 0,5
- le rayon sort par la face AC avec un angle de refraction r' tq
- $\sin r' = n \sin 30^\circ = 1,52 \cdot \sin 30^\circ = 0,76$ 1
- $r' = 49,5^\circ$
- 1/ a) le rayon arrive sur la face AC avec l'incidence normale ($i = 0^\circ$) si 1
- $\beta' = 45^\circ$
- b) on peut utiliser un miroir plan. 0,5
- 2/ sur la face BC, $i = 45^\circ$
- or $\sin \beta'_L = \frac{1,33}{1,52} = 0,88$ donc $\beta'_L = 61,0^\circ$ 1
- puisque $i < \beta'_L$ il n'y a plus réflexion totale et le rayon 0,5
- sort par la face BC

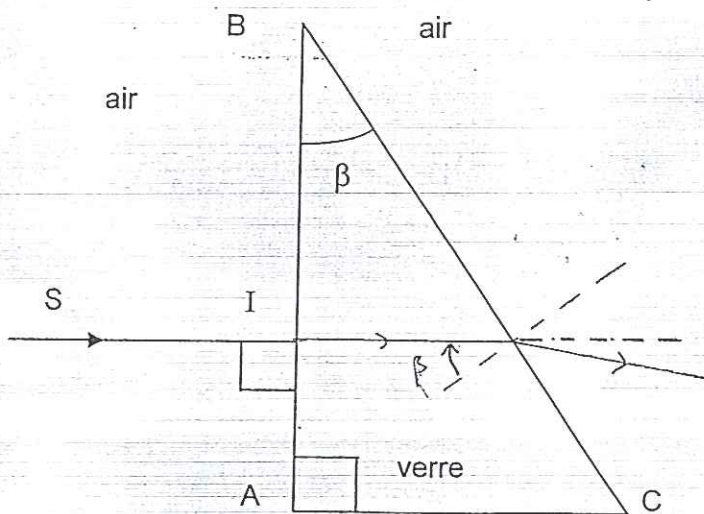


Figure 1

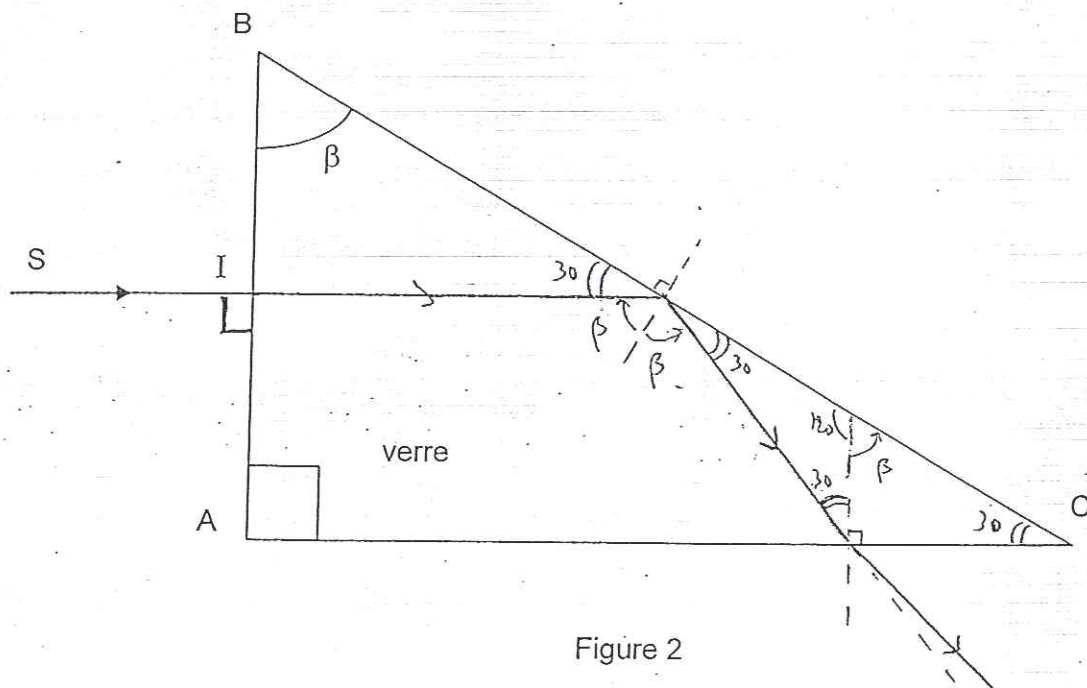


Figure 2

Exercice 2 (5 pts)

1/ référentiel terrestre, approx¹ galiléen

Bilan des forces extérieures : le poids \vec{P}

Principe fondamental : $\vec{P} = m \vec{a} \Leftrightarrow m \vec{g} = m \vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{g}$

donc $\vec{a} \begin{pmatrix} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{pmatrix}$

2/ $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ donc $\vec{v} \begin{pmatrix} v_x = v_0 \\ v_z = -gt \end{pmatrix}$ avec $v_0 \begin{pmatrix} v_0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$ donc $\vec{OM} \begin{pmatrix} x = v_0 t \\ z = -\frac{1}{2} g t^2 + H \end{pmatrix}$ avec $\vec{OM}_0 \begin{pmatrix} 0 \\ H \end{pmatrix}$

3/ on élimine t : $t = \frac{x}{v_0}$

$\Rightarrow z = -\frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0}\right)^2 + H$

$z = H - \frac{g}{2v_0^2} x^2$

$[z] = m - \frac{m \cdot s^{-2}}{(m \cdot s^{-1})^2} \cdot m^2$

$[z] = m$

4/ impact pour $z=0 \Leftrightarrow x_I = \sqrt{\frac{2 v_0^2 H}{g}}$

AN: $x_I = \sqrt{\frac{2 \times 12^2 \times 9,5}{9,8}} = 8,6 \text{ m}$

$x_I < OE = 9 \text{ m}$: le point est acquis

5/ a) $E_I = \frac{1}{2} m v_0^2 + m g H$ ($E_p = 0$ en $z = 0$)

$E_f = \frac{1}{2} m v_f^2$

b) $E_I = E_f \Leftrightarrow \frac{1}{2} m v_0^2 + m g H = \frac{1}{2} m v_f^2$

$v_f = \sqrt{v_0^2 + 2gH}$

AN: $v_f = \sqrt{12^2 + 2 \times 9,8 \times 9,5} = 13,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

0,25
0,75
0,75
0,5
0,5
0,5
0,5
0,25
0,25
0,5
0,25
0,25

Exercice 3 (7 pts)

1/ entre M et un point de la surface M_0 : $P_M - P_0 = \rho g (h_0 - h_1)$

$$P_M = P_0 + \rho g (h_0 - h_1)$$

AN: $P_M = 10^5 + 10^3 \times 9,8 \times (100 - 60) = 4,92 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

2/ a) Bernoulli en M_0 et en M_1 , à la suite de l'injecteur :

$$P_0 + \rho g h_0 = P_0 + \frac{1}{2} \rho v_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{2gh_0}$$

AN: $v_1 = \sqrt{2 \times 9,8 \times 100} = 44,3 \text{ m.s}^{-1}$

b) $Q_m = \rho Q_v = \rho S v_1$

AN: $Q_m = 10^3 \times 2 \times 44,3 = 8,86 \cdot 10^4 \text{ kg.s}^{-1}$

c) $S v_2 = S v_1 \Leftrightarrow v_2 = \frac{S v_1}{S}$

AN: $v_2 = \frac{2 \times 44,3}{3} = 29,5 \text{ m.s}^{-1}$

elle est la même en tout point de la canalisation

3/ a) $\rho g h_1' + \frac{1}{2} \rho v_2^2 = P_0 + \frac{1}{2} \rho v_1^2$

$$h_1' = \frac{1}{g} \left[\frac{P_0}{\rho} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2} \right]$$

AN: $h_1' = \frac{1}{9,8} \left[\frac{10^5}{10^3} + \frac{44,3^2 - 29,5^2}{2} \right] = 65,9 \text{ m}$

b) $h_1' > h_1$: P ne s'annule pas dans la canalisation

4/ a) $v = v_1 = 44,3 \text{ m.s}^{-1}$

b) $\rho g h_1'' + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_0 + \frac{1}{2} \rho v_1^2$

$$h_1'' = \frac{P_0}{\rho g}$$

$$h_1'' = \frac{10^5}{10^3 \times 9,8} = 10,2 \text{ m}$$

c) $h_1'' < h_1$: création de "vortex" dans la canalisation

l'injecteur est indispensable pour réduire la vitesse dans la canalisation