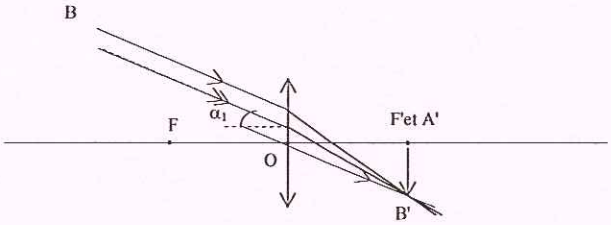
CORRIGE

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.

I - OPTIQUE : photo sous-marine *(5,5 points)*

1)

a) *1*

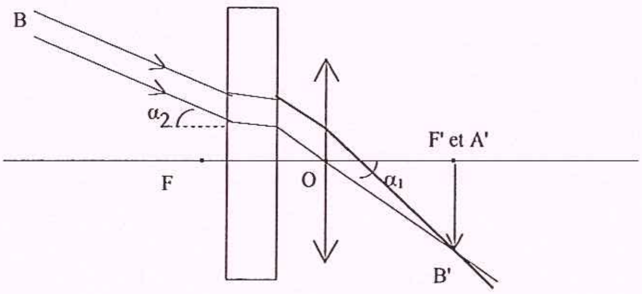


b) L'image de l'objet est dans le plan focal image de la lentille. *0,5*

c) $\tan\alpha_1 = \dfrac{A'B'}{f'}$ avec A'B' = 1,2 cm Soit α_1 = 13° d'où le diamètre apparent $2\alpha_1$ = 26° *1*

2)

a) *1*



b)

D'après les lois de Snell Descartes :

À l'interface air verre : $n_{air}.\sin\alpha_1 = n_{verre}.\sin\alpha'$

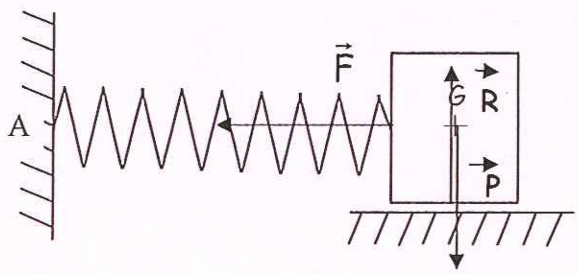
Et à l'interface verre eau : $n_{verre}\sin\alpha' = n_{eau}\sin\alpha_2$ *1,5*

c) On en déduit α_2 : $\sin\alpha_2 = \dfrac{n_{air}.\sin\alpha_1}{n_{eau}}$ Soit α_2 = 9,7° d'où le diamètre apparent $2\alpha_2$ = 19,4° *0,5*

EXERCICE 2 : UN SYSTÈME OSCILLANT *(7,5 points)*

I - Le système {masse} est soumis : *0,75*

- au poids $\vec{P}$: force verticale, dirigée vers le bas, de norme P = mg ;
- à la réaction du support $\vec{R}$: force verticale, dirigée vers le haut, de norme R ;
- à la force de rappel du ressort $\vec{F} = -k\,(l - l_0)\,\vec{i} = -kx\vec{i}$: force horizontale, opposée à la déformation, de norme F = k |x|.



26

II -

1) Par définition, on a :

- énergie cinétique : $E_c = ½\, m v_G^2 = ½\, m \dot{x}^2$ *1,5*
- énergie potentielle élastique : $E_{pe} = ½\, kx^2$ O
- énergie potentielle de pesanteur : $E_{pp} = mgz_G$
- énergie mécanique : $E_m = E_c + E_{pe} + E_{pp} = ½\, m\dot{x}^2 + ½\, kx^2 + mgz_G$

(ne pas sanctionner si le terme mgz ne figure pas ici)

On voit que E_{pp} est constante et nulle car le système évolue toujours à la même cote $z_G = 0$.

2) Un système est conservatif s'il est soumis à des forces conservatives (i.e qui dérivent d'un potentiel). *0,5*

Dans ce cas, l'énergie mécanique E_m se conserve ($\frac{dE_m}{dt} = 0$).

Ou en l'absence de frottement, l'énergie mécanique E_m se conserve.

III

1) On part de la propriété précédente : $\frac{dE_m}{dt} = 0$, soit : $m\, \dot{x}\ddot{x} + k\, x\, \dot{x} = 0$ car E_{pp} = cste. En simplifiant par $\dot{x}$, on a : $m\, \ddot{x} + k\, x = 0$ ou encore : $\ddot{x} + \frac{k}{m}\, x = 0$ *1*

2) On reconnaît l'équation d'un oscillateur harmonique dont la solution est $x(t) = A \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}\, t + \varphi\right)$. *1,5*

À partir des conditions initiales, on a : $\dot{x}(t = 0) = 0 = - A\sqrt{\frac{k}{m}}\, \sin\varphi$

On obtient alors : $\varphi = 0$ et $x(t = 0) = x_0 = A \cos\varphi = A$

et $x(t) = A \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}\, t\right)$. Numériquement : $x(t) = 3{,}0 \cos(10\, t)$

3) Sachant que $\sqrt{\frac{k}{m}}$ représente la pulsation propre ω_0 et que $\omega_0 T_0 = 2\pi$, *0,75*

on trouve : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Numériquement, on a : $T_0 = 0{,}63$ s

4) Si m' > m, alors T' > T : la période propre des oscillations augmente. *0,25*

IV

1) On cherche la dimension de α : $[\alpha] \cup [\frac{f}{v}] = \frac{M.L.T^{-2}}{L.T^{-1}} = M.T^{-1}$ *0,75*

Dans le système international, α s'exprime en $kg.s^{-1}$.

2) Non, la propriété n'est plus valable. Le système est maintenant amorti, il n'est plus conservatif car son énergie mécanique décroît au cours du temps. *0,5*

28

EXERCICE 3 : EFFET VENTURI *(7 points)* *1,25*

1) On a :

Lettre	Grandeurs physiques	Unité légale
V	Valeur de la vitesse du fluide au point considéré	$m.s^{-1}$
P	Pression du fluide au point considéré	Pa
ρ	Masse volumique du fluide	$kg.m^{-3}$
g	Intensité de la pesanteur	$m.s^{-2}$
Z	Côte du fluide au point considéré	m

2) Le point A et le point B se trouvent sur la même horizontale. Dans ce cas, on a : $z_A = z_B$. *0,75*
A l'aide de la relation de Bernoulli, on obtient : $p_A + \rho g z_A + \rho\frac{v_A^2}{2} = p_B + \rho g z_B + \rho\frac{v_B^2}{2}$ soit :
$p_A - p_B = \rho\,\frac{v_B^2 - v_A^2}{2}$

3) Les points A' et B' se trouvent à l'interface entre l'air libre et l'eau. Ainsi, $p_{A'} = p_{B'} = p_0$ *0,5*

4) Soit deux points M et N dans un fluide de masse volumique ρ, distants d'une hauteur h (avec N plus haut que M), on a : $p_M - p_N = \rho gh$ *0,25*
On applique la relation de la statique des fluides et on a :
- dans le tube 1 : $p_A - p_{A'} = \rho g(z_{A'} - z_A)$
- dans le tube 2 : $p_B - p_{B'} = \rho g(z_{B'} - z_B)$ *0,5*

Ainsi, on obtient : $p_A - p_B = (p_A - p_{A'}) - (p_B - p_{B'}) = \rho g(z_{A'} - z_A) - \rho g(z_{B'} - z_B) = \rho gh$
car $z_A = z_B$ *0,5*
Puisque ρ, g, h sont positives, alors $p_A - p_B > 0$ et $p_A > p_B$. *0,25*

5) L'eau est un fluide incompressible et le régime est permanent ; cela signifie que le débit volumique Q_v est constant. *0,5*

6) Sachant que $Q_v = v_A \times \pi\frac{D^2}{4} = v_B \times \pi\frac{D'^2}{4}$, on obtient : $v_B = v_A\frac{D^2}{D'^2}$.

Puisque D > D', alors $\frac{D^2}{D'^2} > 1$ et $v_B > v_A$ *1*

7) On a : $p_A - p_B = \rho\,\frac{v_B^2 - v_A^2}{2} = \rho gh$. Or, $\rho\frac{v_B^2 - v_A^2}{2} = \rho\frac{v_A^2}{2}\left(\frac{D^4}{D'^4} - 1\right) = \rho gh$

On obtient finalement : $\frac{v_A^2}{2}\left(\frac{D^4}{D'^4} - 1\right) = gh$ et $v_A = \sqrt{\frac{2gh}{\frac{D^4}{D'^4} - 1}}$.

Numériquement, $v_A = 1,7\ m.s^{-1}$ *1*

8) On obtient : $Q_v = v_A \times \pi\frac{D^2}{4}$ soit : $Q_v = 5,4.10^{-2}\ m^3.s^{-1}$ *0,5*

28