PHYSQ 126 LEC B1: Fluides, champs et radiation **hiver 2006**

Professeur: Marc de Montigny

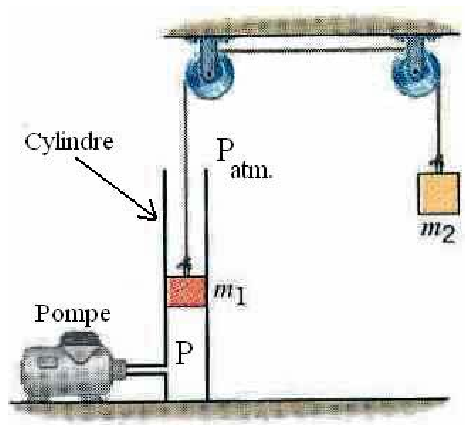
Examen partiel 1: jeudi 2 février, de 8h50 à 9h50

Matériel: aide-mémoire (distribué) et calculatrice

Remarques: Vous pouvez accumuler un maximum de 10 points sur les 14 points disponibles. Ce questionnaire contient quatre pages.

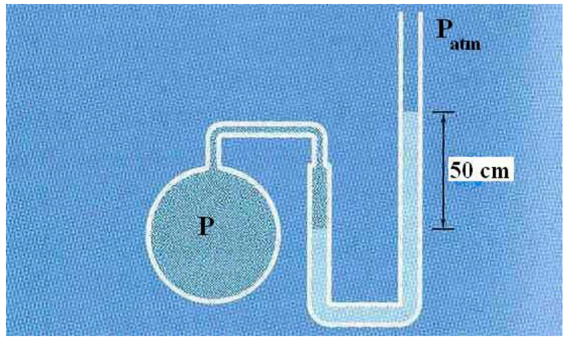
Question 1. [**Maximum de 2.0 points**] **Pression.**

La figure ci-dessous représente un cylindre contenant un piston de masse $m_1 = 600$ grammes et de rayon 3.0 cm. La face supérieure du piston est soumise à la pression atmosphérique. La pression sous le piston est maintenue à une valeur constante P par une pompe. Une corde de masse négligeable relie le piston à un bloc de masse $m_2 = 8.0$ kg. Si le bloc m_2 accélère vers le bas à 40 cm/s^2, quelle est la pression P sous le piston?



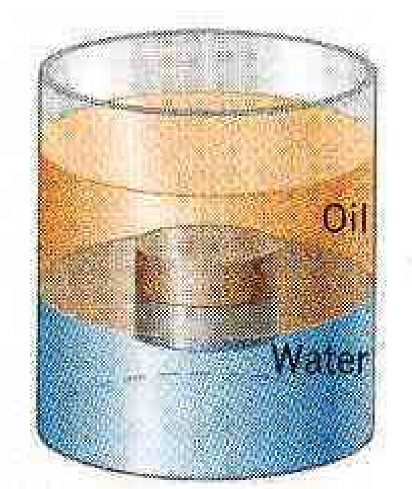
Question 2. [**Maximum de 1.0 points**] **Pression dans un fluide.**

Le manomètre représenté ci-dessous contient de l'huile de masse volumique 850 kg/m^3. Si l'ouverture du cylindre de droite est à pression atmosphérique $P_{\text{atm.}} = 101.3$ kPa, quelle est la pression P du gaz dans le ballon?



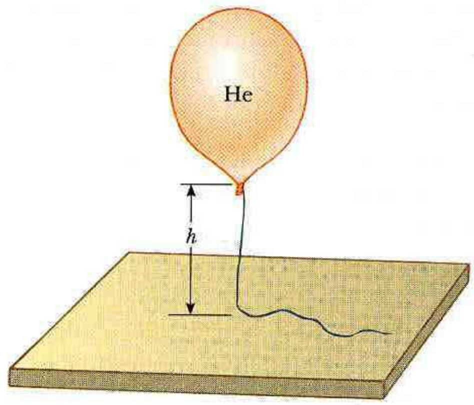
Question 3. [Maximum de 2.0 points] Poussée d'Archimède.

Un cylindre (masse: 7.0 kg, rayon: 15.0 cm, hauteur: 12.0 cm) flotte dans l'eau ($\rho_{\mathrm{eau}} = 1000$ kg/m^3). On verse de l'huile (densité $\rho_{\mathrm{huile}} = 725$ kg/m^3) au-dessus de l'eau, de façon à obtenir le schéma ci-dessous. Quelle est la hauteur de la section du cylindre qui se trouve dans l'huile?



Question 4. [Maximum de 2.5 points] Poussée d'Archimède.

Un ballon rempli d'hélium ($\rho_{\mathrm{He}} = 0.179$ kg/m^3) se trouve dans l'air, à pression atmosphérique $P_{\mathrm{atm.}}$, et est attaché à une corde de longueur 2.0 m et de masse 50 grammes. Supposez que le ballon soit une sphère de rayon 40 cm. Lorsqu'on le lâche, il soulève une hauteur h de la corde, puis demeure en équilibre, tel qu'illustré ci-dessous. Si le ballon *vide* a une masse de 250 grammes, déterminez la valeur de h. (*Indice*: Seule la partie de la corde flottant dans l'air contribue au poids du système, car la section reposant sur le sol ne tire pas le ballon vers le bas.)



Question 5. [Maximum de 1.5 points] Poussée d'Archimède.

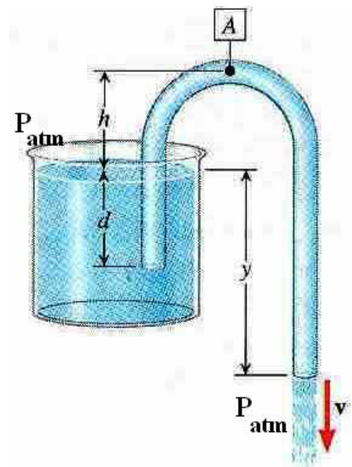
Un objet flotte dans un fluide au repos et non-accéléré, et les densités (de l'objet et du fluide) sont telles que 60% du volume de l'objet est submergé, c.-à-d. $V_{\text{sub}}/V_{\text{tot}} = 0.6$. Que devient ce rapport si l'ensemble est *accéléré vers le haut* à 2 m/s^2?

Question 6. [Maximum de 1.5 points] Fluide en mouvement.

De l'eau s'écoule à 2.4 m/s dans un tuyau de jardinage horizontal de 1.59 cm de diamètre, et sort par un bec de rayon 0.64 cm à pression atmosphérique. Quelle est la *pression relative* ($P_{\text{rel.}} = P - P_{\text{atm.}}$) au robinet?

Question 7. [Maximum de 2.5 points] Fluide en mouvement.

Un siphon permet de transférer le fluide d'un contenant. Il faut tout d'abord remplir le tube de fluide, avant de l'insérer dans le réservoir à vider. Le liquide est alors éjecté par l'autre extrémité (voir figure). (a) Calculez la vitesse de sortie v en termes de la hauteur y et de l'accélération due à la gravité g, en négligeant la vitesse du fluide à la surface. Vous remarquerez que v ne dépend pas de d. (b) À quelle valeur y le siphon cessera-t-il de fonctionner? (c) Calculez la pression au point supérieur A du tuyau, en termes de $P_{\text{atm.}}$, ρ, g, h et y. (Remarquez que la vitesse du fluide au point A est la même qu'à la sortie, car l'aire transversale est la même partout.)



Question 8. [Maximum de 1.0 points] Fluide visqueux.

Dans une salle d'urgence, une transfusion sanguine est organisée de façon à ce que la bouteille de transfusion soit à une hauteur h au dessus du bras du patient, dont le sang a une densité $\rho = 1060$ kg/m^3 et un coefficient de viscosité 0.004 Pa·s, avec une aiguille de longueur 3.0 cm et de rayon interne 0.25 mm. Calculez la hauteur h requise pour que le sang circule dans l'aiguille à un taux de 4.5×10^{-8} m^3/s. Supposez que le niveau du sang dans la bouteille et le point où l'aiguille pénètre dans la veine soient à une pression $P_{\text{atm.}}$.

PHYSQ 126 : Fluides, champs et radiation.

Aide-mémoire pour l'examen partiel 1 du 2 février 2006.

$$v = v_0 + at, \qquad x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2, \qquad v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}, \qquad W = mg, \qquad \tau = rF\sin\theta$$

$$\rho = \frac{m}{V}, \qquad P = \frac{F}{A}, \qquad P_{\text{atm}} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_2 = P_1 + \rho g h, \qquad F_2 = F_1 \left(\frac{A_2}{A_1}\right)$$

$$F_B = W_{\text{fluide}} = \rho_{\text{fluide}} V_{\text{sub}} g, \qquad \rho_{\text{air}} = 1.29 \text{ kg/m}^3, \qquad \rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

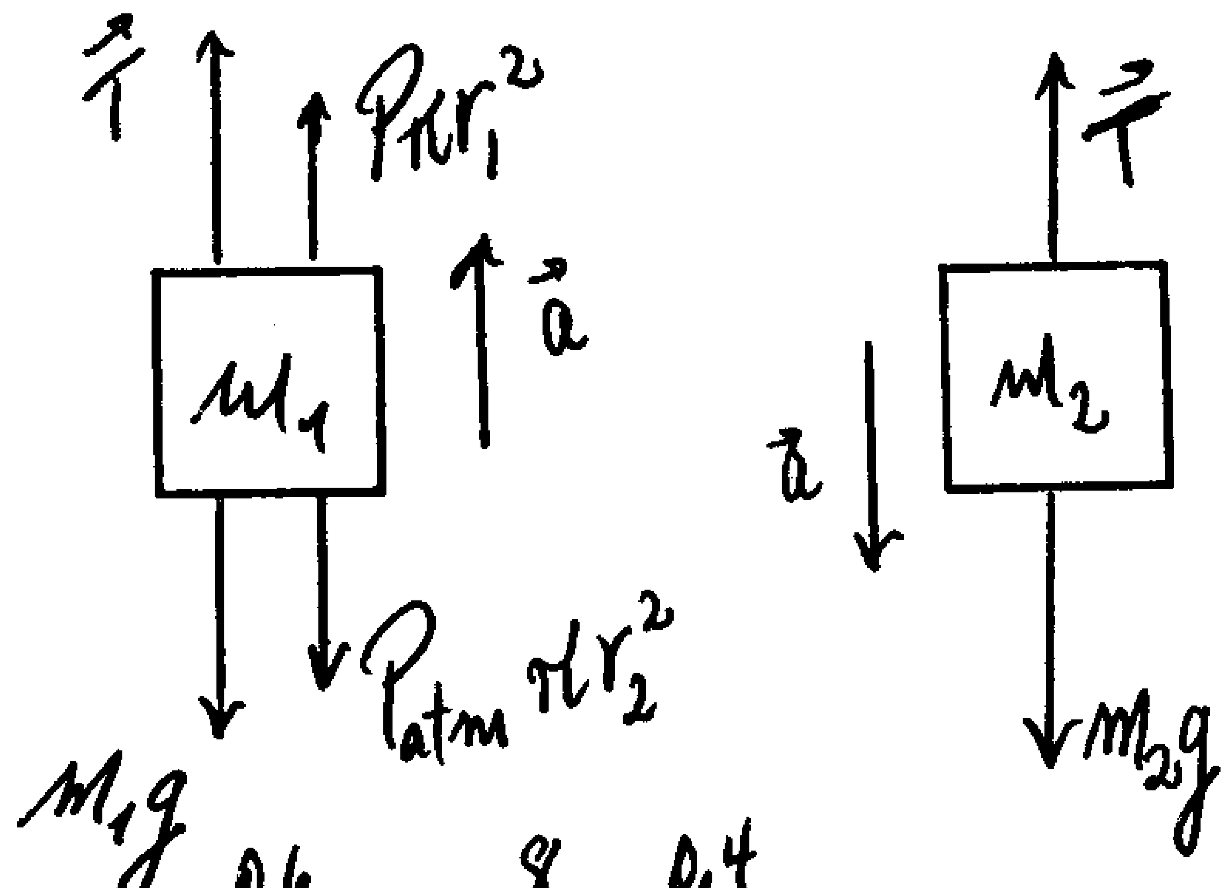
$$Q = Av, \qquad A_1 v_1 = A_2 v_2, \qquad \rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$$

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g y = \text{constante}, \qquad P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2$$

$$F = \frac{\eta A v}{y}, \qquad Q = \frac{\pi R^4 (P_2 - P_1)}{8\eta L}$$

PHYSQ 126, EXAMEN PARTIEL 1, 2 FÉVRIER 2006

#1.



$$T + P\pi r_1^2 - m_1 g - P_{atm}\pi r_1^2 = m_1 a$$

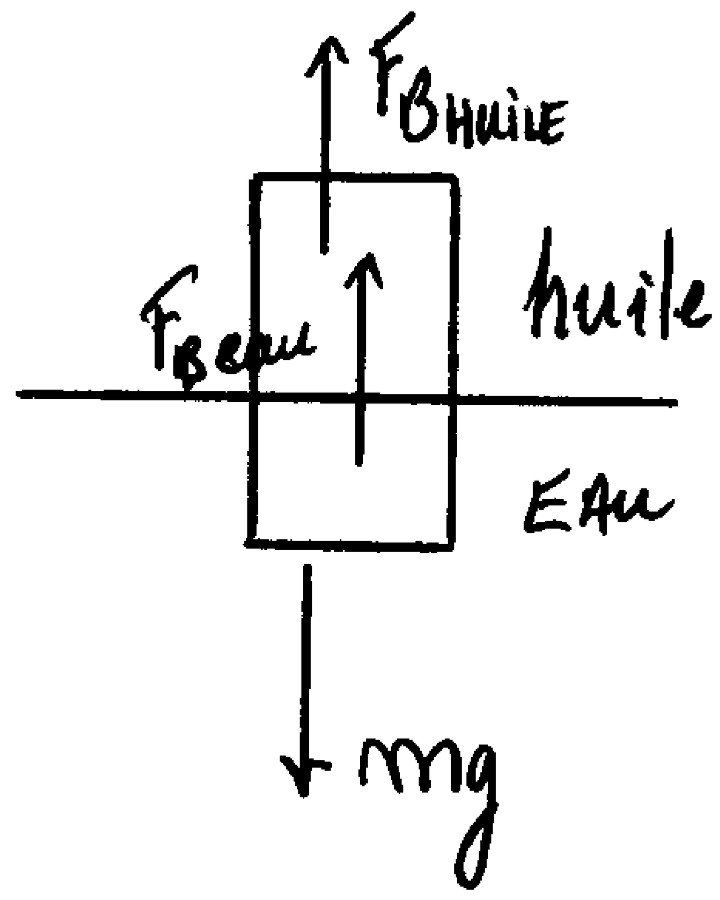
$$m_2 g - T = m_2 a$$

$$P = \frac{(\overset{0.6}{m_1} + \overset{8}{m_2})\overset{0.4}{a} + P_{atm}\pi \overset{0.03}{r_1}{}^2 + (m_1 - m_2)g}{\pi r_1^2} = 76{,}8\ kPa$$

#2.

$$P = P_{atm} + \overset{850}{\rho} g \overset{0.5}{h} = 105469\ Pa \quad \text{ou} \quad 105\ kPa$$

#3.



ÉQUILIBRE : $mg = F_{B\,HUILE} + F_{B\,EAU}$

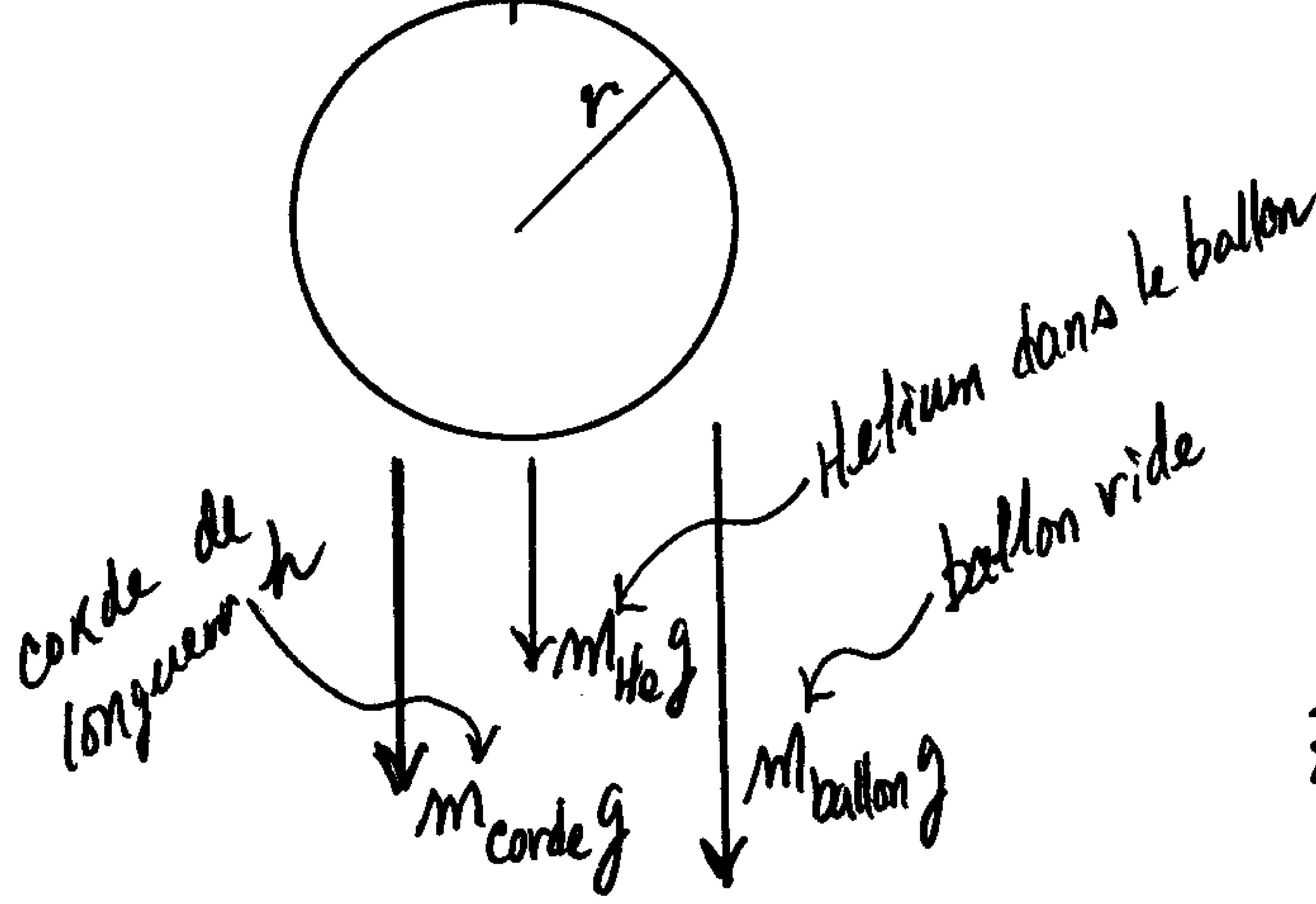
$$= \rho_H \pi r^2 h_H g + \rho_E \pi r^2 h_E g$$

où $h_H + h_E = h = 12\ cm$

$$h_H = \frac{\overset{1000}{\rho_E}\,\overset{0.12}{h} - \dfrac{\overset{7}{m}}{\pi \underset{0.15}{r}^2}}{\rho_E - \underset{725}{\rho_H}} = 7{,}63\ cm$$

#4.

$$F_B = \rho_{AIR} \frac{4\pi}{3} r^3 g$$



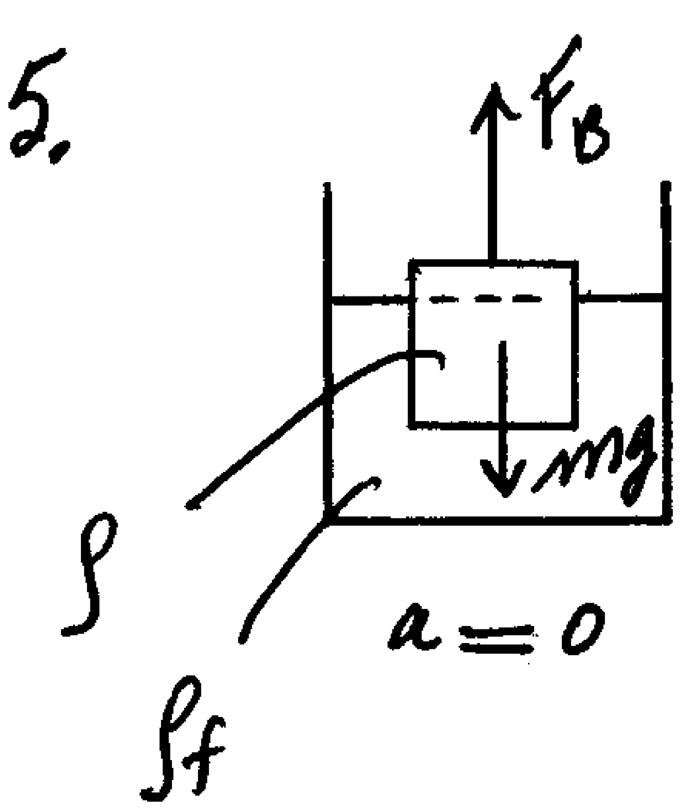
$$m_{corde} = \frac{\overset{2m}{m}}{\underset{30\text{ grammes}}{L}}\, h \leftarrow \text{à calculer}$$

$$F_B - m_{corde}\, g - \underbrace{m_{He}}_{\rho_{He}\frac{4\pi r^3}{3}} g - m_{ballon}\, g = 0$$

$$\rho_{AIR} \frac{4\pi}{3} r^3 g - \frac{m}{L} h g - \rho_{He} \frac{4\pi}{3} r^3 g - m_{ballon}\, g = 0$$

$$h = \frac{4\pi \overset{0.4}{r^3} \overset{2}{L}}{3 \underset{0.05}{m}} (\overset{1.29}{\rho_{AIR}} - \overset{0.179}{\rho_{He}}) - \frac{L\, \overset{0.250}{m_{ballon}}}{m} = 1{,}91\ m$$

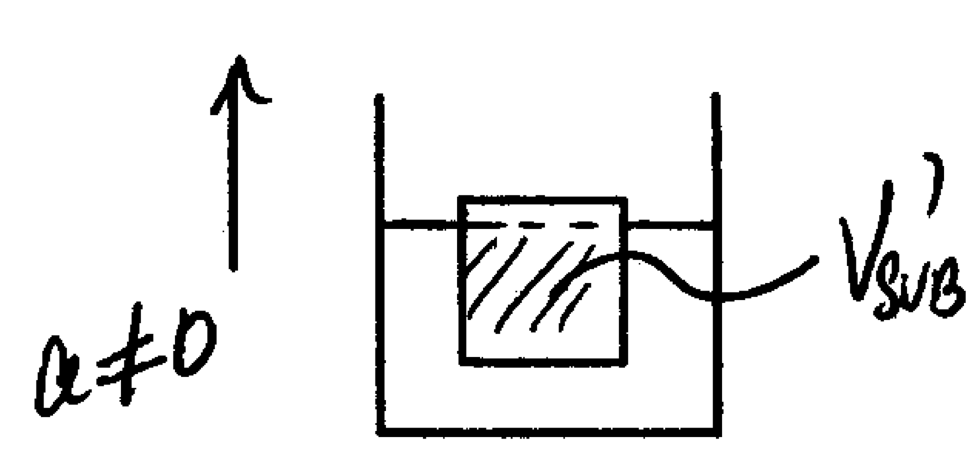
#5.



$$F_B - mg = 0, \quad \rho V_{TOT}\, g = \rho_f V_{SUB}\, g \qquad \frac{V_{SUB}}{V_{TOT}} = \frac{\rho}{\rho_f}$$

V_{TOT} = VOLUME TOTAL DU BLOC

V_{SUB} = VOLUME SUBMERGÉ



$$\overset{\rho_f V'_{SUB} g}{F_B} - \overset{\rho V_{TOT}}{m} g = ma$$

$$\frac{V'_{SUB}}{V_{TOT}} = \frac{\rho}{\rho_f} \frac{g+a}{g} = \overset{60\%}{\frac{V_{SUB}}{V_{TOT}}} \left(\frac{g+\overset{2}{a}}{g}\right)$$

$$= 73{,}3\%$$

#6. MÊME HAUTEUR $\rightarrow$ $P_{in} + \frac{1}{2}\rho v_{in}^2 = P_{out} + \frac{1}{2}\rho v_{out}^2$

COMME $P_{out} = P_{atm}$, ON CHERCHE $P_{in} - P_{out} = \frac{1}{2}\rho\left(v_{out}^2 - v_{in}^2\right)$

DE L'ÉQUATION DE CONTINUITÉ $A_{in} v_{in} = A_{out} v_{out}$ OÙ $A = \pi r^2$,

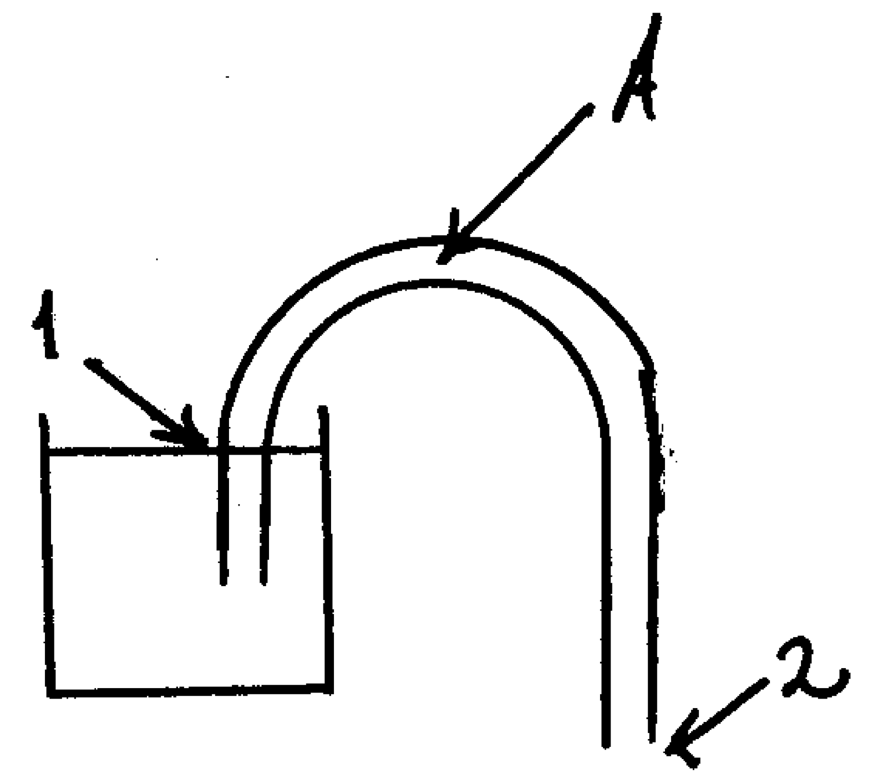
ON OBTIENT

1000 $\frac{1.59}{2}$ CAR DIAMÈTRE

$$P_{in} - P_{out} = \frac{1}{2}\rho\left(\frac{r_{in}^4}{r_{out}^4} - 1\right)v_{in}^2 = 3980 \text{ Pa}$$

0.64   2.4

#7. (a)



P_{atm} 0 P_{atm}

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho y_1 g = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho y_2 g$$

$$v_2 = \sqrt{2g(y_1 - y_2)} = \sqrt{2gy}$$

(b) 'cesser de fonctionner' $\rightarrow$ $v_2 = 0$ m/s $\rightarrow$ à $y = 0$.

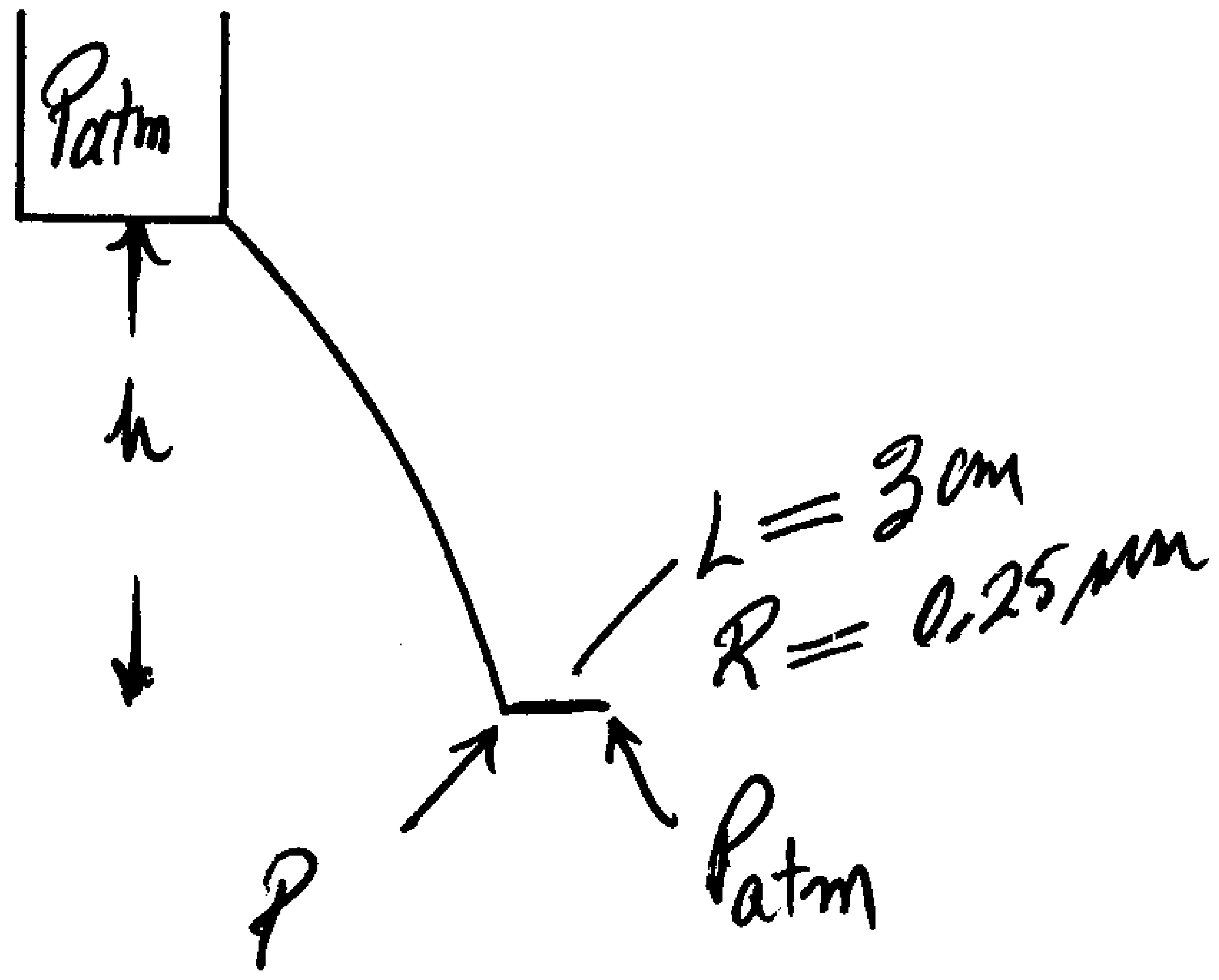
(c) P_{atm}

$$P_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho y_A g = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho y_2 g; \quad y_A - y_2 = y + h$$

$V_A = V_2$ PAR CONTINUITÉ $A_A v_A = A_2 v_2$ OÙ $A_A = A_2$.

$$P_A = P_{atm} - \rho(y + h)g$$

#8.



$$Q = \frac{\pi R^4 (P_2 - P_1)}{8 \eta L}$$

$$P_2 = P = P_{atm} + \rho_{sang}\, g\, h$$

$$P_1 = P_{atm}$$

Donc $P_2 - P_1 = \rho_{sang}\, g\, h$

$$Q = \frac{\pi R^4 \rho_{sang}\, g\, h}{8 \eta L}$$

$$h = \frac{8 \eta L Q}{\pi R^4 \rho_{sang}\, g} = \frac{8(0.004)(0.03)(4.5 \times 10^{-8})}{\pi (2.5 \times 10^{-4})^4 (1060)(9.81)}$$

$$= 33.9 \text{ cm}$$