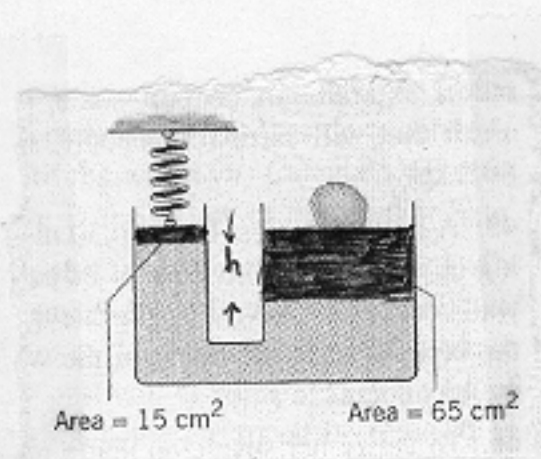


Examen partiel I, le jeudi 6 février, de 8h30 à 9h50.

Matériel permis: aide-mémoire (distribué) et calculatrice.

Vous pouvez obtenir un maximum de 15 points sur les 18 points disponibles.

**Question 1. (Maximum 4.0 points) Principe de Pascal.** La figure ci-dessous illustre un système hydraulique contenant de l'huile de densité  $850 \text{ kg/m}^3$ , avec un ressort dont  $k = 1600 \text{ N/m}$  attaché au piston d'entrée, et une pierre de  $40 \text{ kg}$  posée sur le piston de sortie. Les deux pistons ont une différence de niveau  $h = 30 \text{ cm}$  et des masses négligeables. De combien le ressort est-il comprimé à cause du poids de la pierre?



**Question 2. (Maximum 3.5 points) Principe d'Archimède.** Une force verticale de  $10 \text{ N}$  est nécessaire pour tout juste immerger dans de l'eau un corps homogène de poids  $30 \text{ N}$ . Quelle est la masse volumique du corps?

**Question 3. (Maximum 3.5 points) Équations de Bernoulli et de continuité.** Le diamètre d'un tuyau horizontal dans lequel s'écoule de l'eau diminue progressivement jusqu'à la moitié de sa valeur initiale. Les valeurs de la vitesse et de la pression absolue à l'entrée sont respectivement de  $2.4 \text{ m/s}$  et de  $160 \text{ kPa}$ . Déterminez les valeurs de ces paramètres à la sortie.

**Question 4. (Maximum 2.0 points) Fluide visqueux.** Un vaisseau sanguin a une longueur de  $10 \text{ cm}$  et un rayon de  $1.5 \text{ mm}$ . Déterminez la différence de pression qui doit exister entre ses deux extrémités afin de maintenir un débit de  $10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$ . Prenez  $\eta = 4 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$  pour le sang.

**Question 5. (Maximum 2.5 points) Théorie cinétique des gaz.** À une température de  $0$  degré Celsius, la vitesse rms des atomes d'un gaz

monoatomique est de 1300 m/s. Déterminez la masse de l'atome en unités de masse atomique. (*Facultatif* : de quel atome s'agit-il?)

**Question 6. (Maximum 2.5 points) Diffusion.** La constante de diffusion de l'éthanol dans l'eau est de  $12.4 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ . Un cylindre a une surface transversale de  $4 \text{ cm}^2$  et une longueur de 2 cm. Si une différence de concentration de l'éthanol égale à  $1.50 \text{ kg/m}^3$  est maintenue entre les deux extrémités du cylindre, quelle masse d'éthanol sera diffusée à travers le cylindre en une heure?

1. Soit 1: côté du RESSORT  
2: " DE LA PIERRE

$$P_2 = P_1 + \rho g h \quad P_1 = \frac{kx}{A_1} \quad P_2 = \frac{mg}{A_2}$$

$$\frac{mg}{A_2} = \frac{kx}{A_1} + \rho g h$$

$$\frac{kx}{A_1} = \left( \frac{m}{A_2} - \rho h \right) g$$

$$x = \frac{A_1 g}{k} \left( \frac{m}{A_2} - \rho h \right)$$

$$= \frac{0.0015 \times 9.8}{1600} \left( \frac{40}{0.0065} - 850 \times 0.3 \right)$$

$$= 5.42 \text{ cm}$$

$$A_1 = 15 \text{ cm}^2 = 0.0015 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 65 \text{ cm}^2 = 0.0065 \text{ m}^2$$

$$k = 1600 \text{ N/m}$$

$$\rho = 850 \text{ kg/m}^3$$

$$m = 40 \text{ kg}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$2. \quad \rho_f = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad \rho = \frac{m}{V} = ?$$

$$mg = 30 \text{ N}$$

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_p + mg + 10 \text{ N} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow F_p = 30 \text{ N} + 10 \text{ N} = 40 \text{ N}$$

$$F_p = 40 \text{ N} = \rho_f V g$$

$$V g = \frac{F_p}{\rho_f} = \frac{40}{1000} = 0.04$$

$$\frac{m}{V} = \frac{mg}{Vg} = \frac{30}{0.04} = 750 \text{ kg/m}^3$$

3.

tuyau horizontal  $\Rightarrow y_1 = y_2$

diamètre (et le rayon) diminue de moitié  $\Rightarrow A_2 = \frac{1}{4} A_1$

$$v_1 = 2.4 \text{ m/s} \quad P_1 = 160 \text{ kPa}$$

$$(a) \quad A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = 4(2.4) = 9.6 \text{ m/s}$$

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

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2)$$

$$= 160000 \text{ Pa} + \frac{1}{2} (1000) (2.4^2 - 9.6^2)$$

$$= 116800 \text{ Pa} \quad \text{ou} \quad 117 \text{ kPa}$$

4.

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

$$L = 0.1 \text{ m}$$

$$R = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\eta = 4 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$Q = 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$$

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

$$= \frac{8 (4 \times 10^{-3}) (0.1) (10^{-7})}{\pi (1.5 \times 10^{-3})^4}$$

$$= 20.1 \text{ Pa.}$$

$$5. \quad \text{a) } T = 0^\circ\text{C} = 273^\circ\text{K}$$

$$v_{\text{rms}} = 1300 \text{ m/s}$$

$$\frac{1}{2} m v_{\text{rms}}^2 = \frac{3}{2} kT$$

$$m = \frac{3 kT}{v_{\text{rms}}^2} = \frac{3 (1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}) (273^\circ\text{K})}{(1300 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}$$

$$= 6.69 \times 10^{-27} \text{ kg} \times \frac{1 \mu}{1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$= 4.03 \mu \quad (\text{Helium})$$

$$6. \quad D = 12.4 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$A = 4 \text{ cm}^2 \times \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{\text{cm}^2} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$L = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$$

$$\Delta C = 1.50 \text{ kg/m}^3$$

masse diffusée pendant 1 hr = 3600 s

$$m = \frac{DA \Delta C t}{L}$$

$$= \frac{12.4 \times 10^{-10} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \times 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 1.50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3600 \text{ s}}{0.02}$$

$$= 1.34 \times 10^{-7} \text{ kg}$$