

# LES FLUIDES

Pourquoi le baromètre baisse-t-il à l'approche du mauvais temps ?

Comment soulever une voiture d'une seule main ?

Pourquoi votre voiture est-elle aspirée vers le camion que vous êtes en train de dépasser ?

Pourquoi une bulle de savon est-elle sphérique ?

Qu'est-ce qui permet à certains insectes de marcher sur l'eau ?



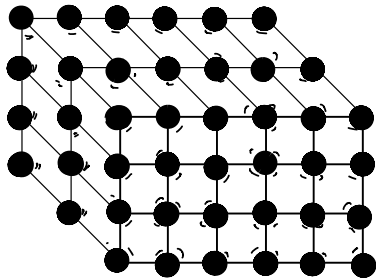
# LA MATIÈRE

PGC-07

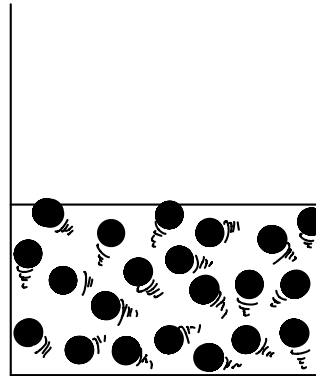
# ÉTATS DE LA MATIÈRE

- **solide** : conserve sa forme et son volume.
- **liquide** : coule et prend la forme du récipient dans lequel il est placé, mais conserve un volume constant (si incompressible).
- **gaz** : coule, se disperse prenant la forme et occupant tout le volume du récipient.
- **plasma** : mélange d'atomes, ions et électrons.

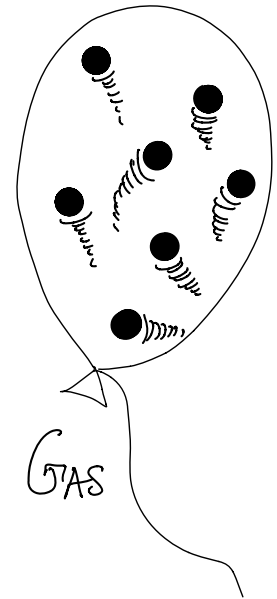
# LES PARTICULES DANS LA MATIÈRE



SOLIDE



LIQUIDE



GAS

# RAPPEL

- La masse des atomes et des molécules s'exprime souvent en unité de masse atomique :  $u$  ou  $u$ .

Par définition:  $12u \equiv$  masse d'atome neutre  $^{12}_6\text{C}$

En grammes:  $1u = 1.6605387 \times 10^{-24} \text{ g}$

- Une mole est la quantité de substance dont la masse en grammes est numériquement égale à la masse moléculaire exprimée en  $u$ .

$$1 \text{ mole de C (12u)} = 12\text{g}$$

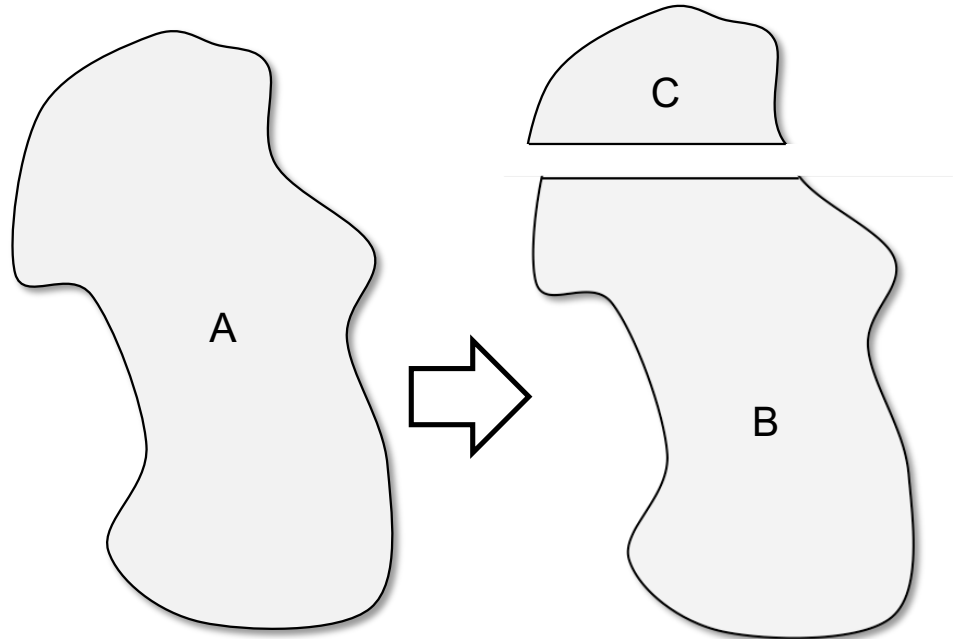
$$1 \text{ mole de CO}_2 (44u) = 44\text{g}$$

- Nombre de constituant dans 1 mole:  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  (Nombre d'Avogadro)
- Masse volumique  $\rho = m / V$
- Densité:  $\rho_{\text{sub}} / \rho_{\text{eau à } 4^\circ\text{C}}$

# QUESTION

Une pièce de verre est cassée en deux morceaux. Quelle relation décrit la relation entre la densité des trois pièces:

- (a)  $\rho_A > \rho_B > \rho_C$
- (b)  $\rho_A = \rho_B = \rho_C$
- (c)  $\rho_A < \rho_B < \rho_C$



$$\rho = \frac{m}{V}$$

# HYDROSTATIQUE

Fluides      Liquides & gaz

PGC-07

# PRESSION HYDROSTATIQUE

Pression  $\rightarrow$  Force sur une surface

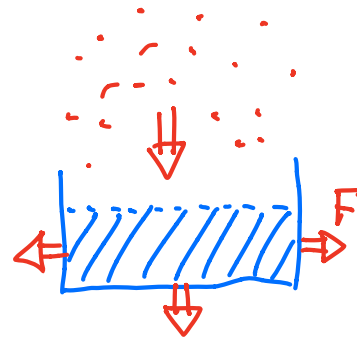
$$P = \frac{F_{\perp}}{A} \quad [P] = \frac{N}{m^2} = 1 \text{ Pa}$$

Scalaire

Pression atmosphérique (Gaz)

$$\sim 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar} \quad (= 1000 \text{ hPa})$$

$$1013.25 \text{ hPa} \leftrightarrow 870 \text{ hPa}$$





# PRESSION HYDROSTATIQUE ET PESANTEUR

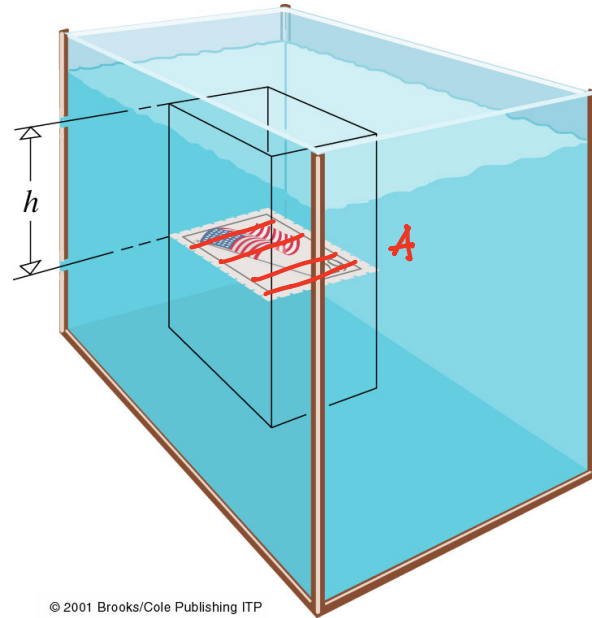
$$V = Ah \quad \text{volume}$$

$$m = \rho Ah \quad \text{masse}$$

$$F_w = mg = \rho Ahg \quad \text{poids}$$

$$P = \frac{F_{\perp}}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh$$

$$P = \rho gh$$



# EXEMPLE

Quelle pression due à l'eau seule subit un nageur à 20m sous l'eau ?

$$P_{\text{eau}} = \rho g h$$

$$\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 20 \text{ m}$$

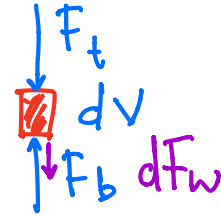
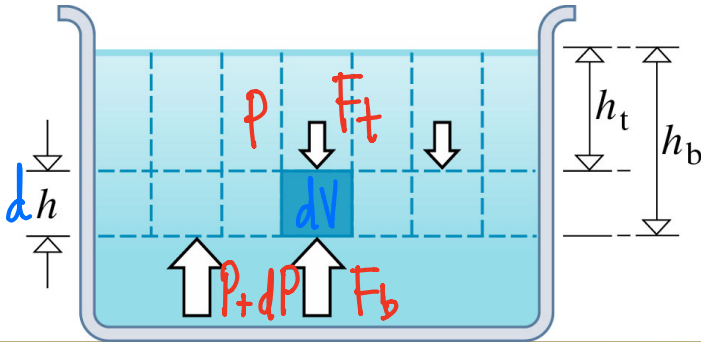
$$P_{\text{eau}} = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\approx 2 \text{ fois } P_{\text{atm}}$$

$$P_{\text{TOT}} = P_{\text{eau}} + P_{\text{atm}} \approx 3 \text{ fois } P_{\text{atm}}$$

$$\approx 3 \text{ bar}$$

# VARIATION DE LA PRESSION AVEC LA PROFONDEUR



$$\sum F = 0 \Rightarrow F_t - F_b + dF_w = 0$$

$$\Rightarrow PA - (P + dP)A + \rho g A dh = 0$$

$$\Rightarrow \frac{dP}{dh} = \rho g \Rightarrow \underline{dP = \rho g dh}$$

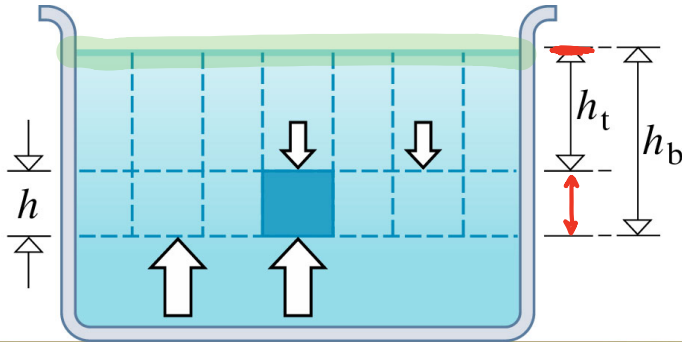
$$F_t = PA$$

$$F_b = (P + dP)A$$

$$dF_w = (\rho dV)g = \rho A dh g$$

$$\Rightarrow \underline{\int dP = \int \rho g dh}$$

# CAS: $\rho$ CONSTANT



© 2001 Brooks/Cole Publishing ITP

$$\int dP = \int \rho g dh$$

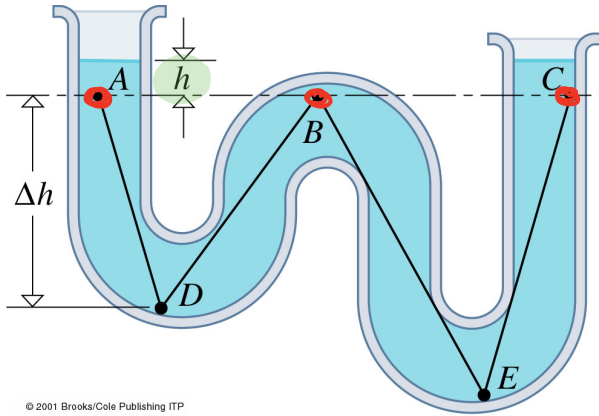
$$\int dP = \rho g \int dh \Rightarrow$$

$$P_b - P_t = \rho g (h_b - h_t)$$

$$\text{Si } P_t = P_{atm} \quad \text{si } h_t = 0$$

$$\Rightarrow P = P_{atm} + \rho g h$$

# CAS: $\rho$ CONSTANT

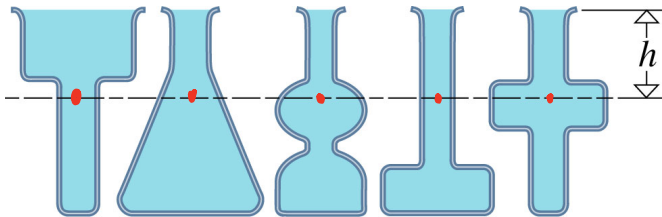


$$P_A = P_{atm} + \rho g h$$

$$P_D = P_A + \rho g \Delta h$$

$$P_B = P_D - \rho g \Delta h = P_A$$

$$h: \mathcal{P}$$

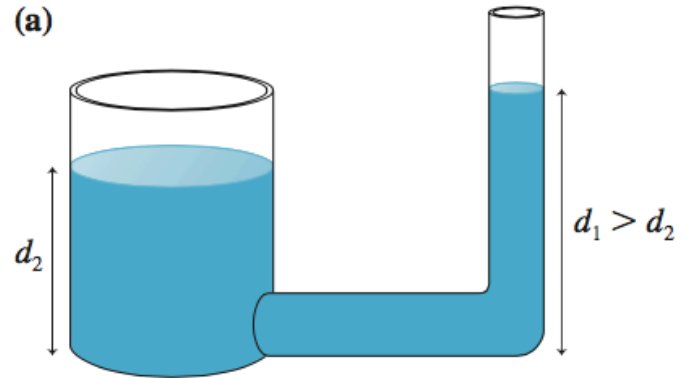


# QUESTIONS

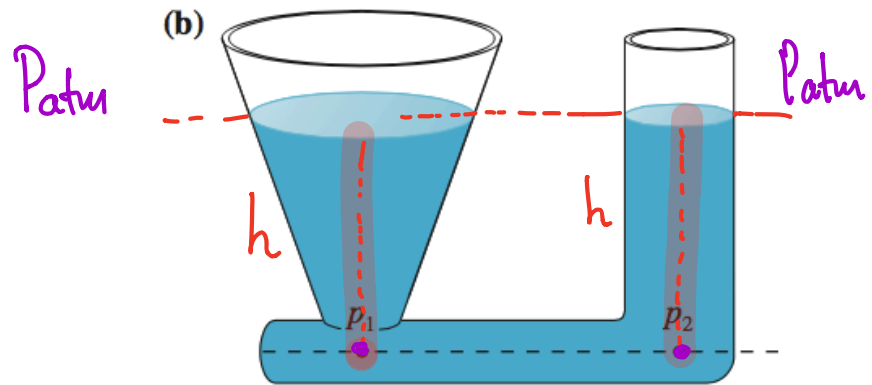
Recipient ouvert liquide  
en même hauteur!

$$P = \rho g h + P_{atm}$$

$$P_1 = P_2$$



Is this possible?



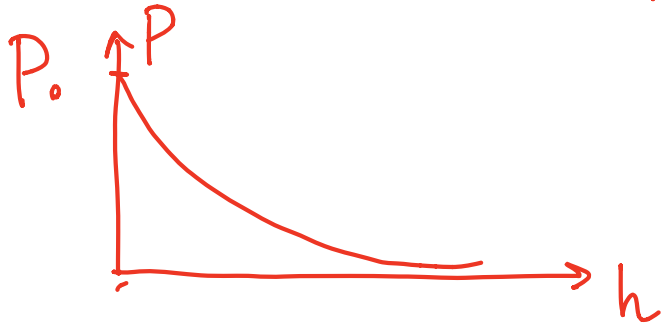
Is  $p_1 > p_2$ ?

# CAS: $\rho$ NON-CONSTANT

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{P}{P_0} \Rightarrow \rho = \frac{\rho_0}{P_0} \cdot P \qquad \frac{dP}{dh} = -\rho g \Rightarrow$$

↑ ↑ niveau de la mer!

$$\int dP = \int -\rho g dh = \int -\frac{\rho_0}{P_0} \cdot P g dh \Rightarrow P = P_0 e^{-(\rho_0 g / P_0) h}$$



# PRESSION ATMOSPHERIQUE – LE BAROMÈTRE

...et les unités de pression.

$$1 \text{ atm} \quad 0^\circ\text{C} \quad h = 760 \text{ mm de mercure}$$

$$\rho = 13.595 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

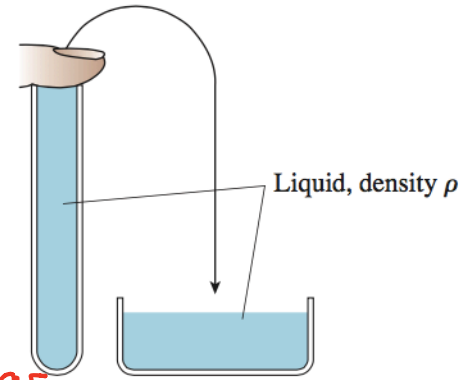
$$1 \text{ atm} = \rho h g = 1.01324 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.01324 \text{ bar}$$

$$P_{\text{vap}} < P_{\text{air}}$$

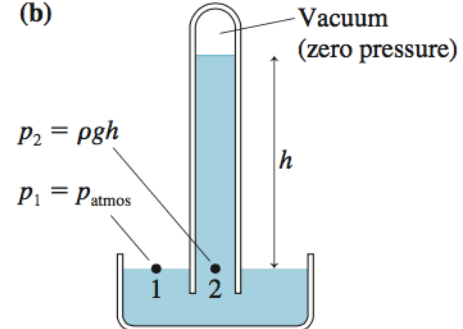
$$P_{\text{air humide}} < P_{\text{air sec}}$$

moins dense

(a) Seal and invert tube.



(b)





# LE MANOMÈTRE

$$\Delta P = P - P_{atm}$$

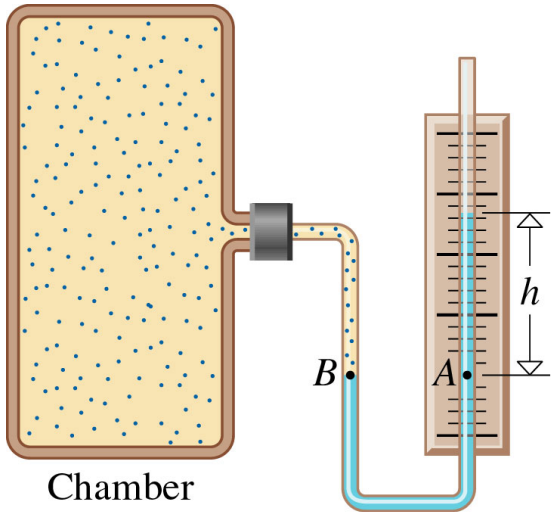
pression manométrique

Pression absolue

$$P_A = P_B = \rho g h + P_{atm}$$

Pression manométrique

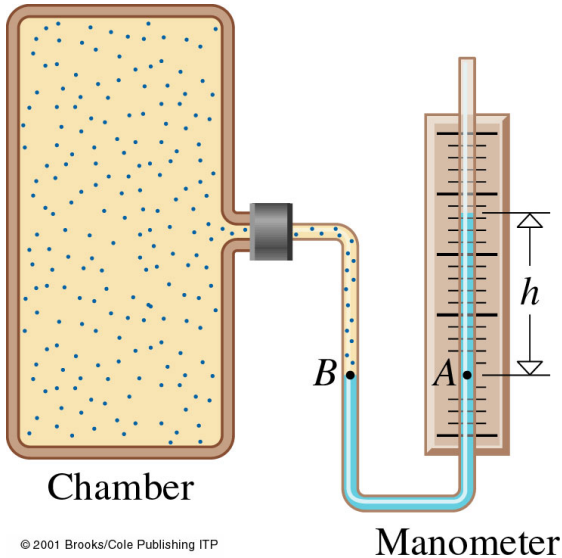
$$P'_A = P_B - P_{atm} = \rho g h$$



Chamber

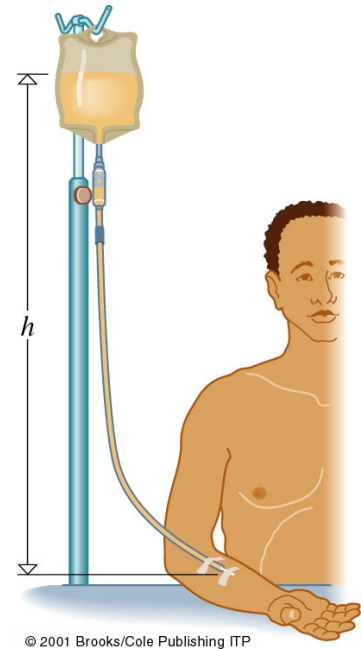
Manometer

# LE MANOMÈTRE



© 2001 Brooks/Cole Publishing ITP

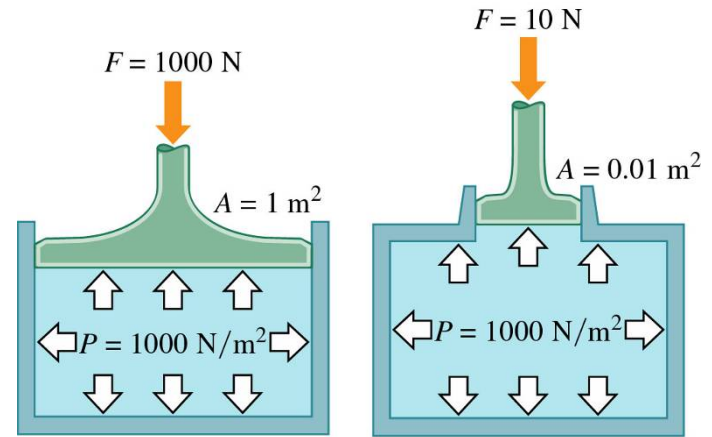
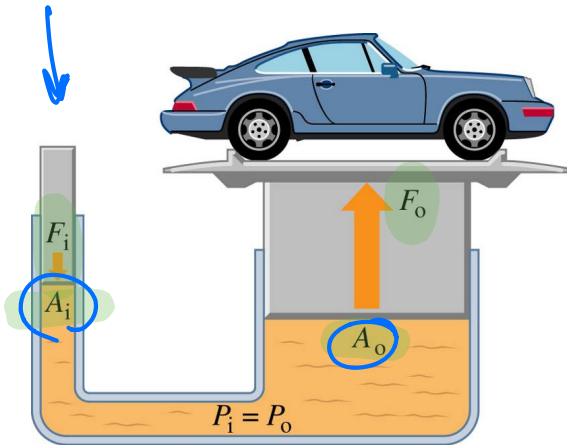
Principe similaire:  
Perfusion



© 2001 Brooks/Cole Publishing ITP

# PRINCIPE DE PASCAL

Une pression externe appliquée à un fluide confiné à l'intérieur d'un récipient fermé est transmise intégralement à travers tout le fluide.



Multiplication de  $F$

mais pas du Travail!

$$\frac{F_i}{A_i} = \frac{F_o}{A_o} \Rightarrow F_o = \frac{A_o}{A_i} F_i$$

# PRINCIPE DE PASCAL

$$W_i = F_i \cdot dli$$

$$W_o = F_o \cdot dlo$$

$$dli \cdot Ai = dl \cdot A_o$$

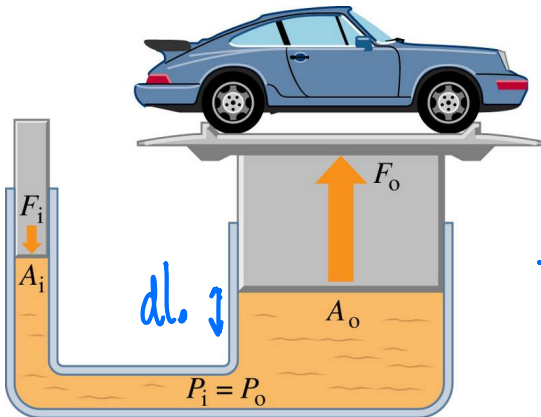
$$\Rightarrow dli = dl \cdot \frac{A_o}{A_i}$$

$$W_i = F_i \cdot dl \cdot \frac{A_o}{A_i}$$

$$\Rightarrow W_i = A_i \cdot \frac{F_o}{A_o} \cdot \frac{A_o}{A_i} \cdot dl$$

$$\frac{F_o}{A_o} = \frac{F_i}{A_i} \Rightarrow F_i = A_i \cdot \frac{F_o}{A_o}$$

$$\Rightarrow W_i = F_o \cdot dlo = W_o$$

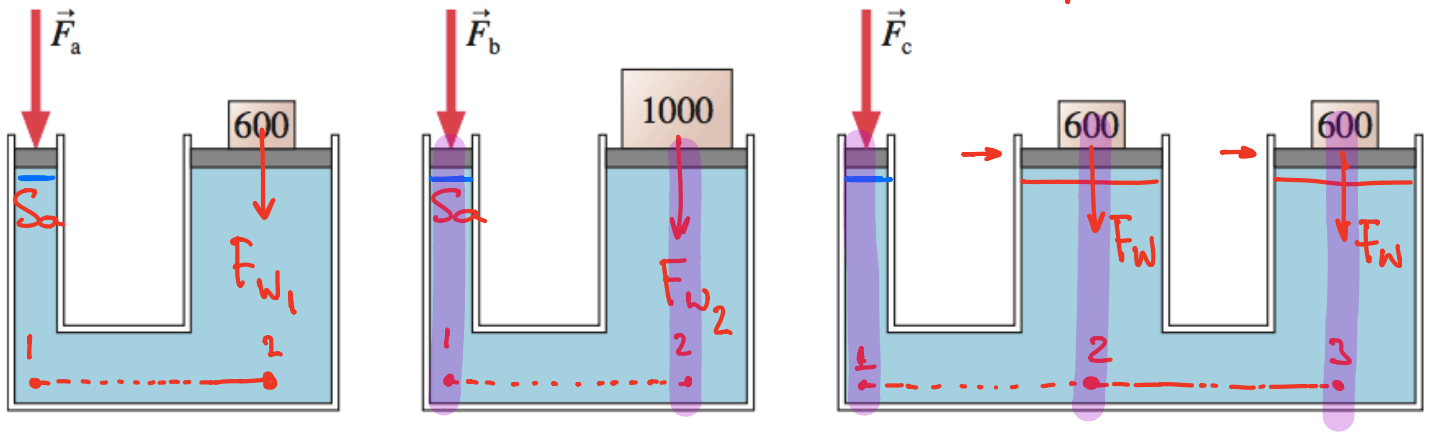


# QUESTION

$$\frac{F_a}{S_a} = \frac{F_w}{S_b}$$

La force  $F$  tient les pistons en équilibre. Quelle est la relation entre les trois forces? Les masses sont indiquées en kg.

$$P_1 = P_2 = P_3$$



A.

- (a)  $F_a > F_b$
- (b)  $F_a = F_b$
- (c)  $F_a < F_b$

B.

- (a)  $F_b > F_c$
- (b)  $F_b = F_c$
- (c)  $F_b < F_c$

C.

- (a)  $F_a > F_c$
- (b)  $F_a = F_c$
- (c)  $F_a < F_c$