Réflexion sur une bougie qui s'éteint sous un verre

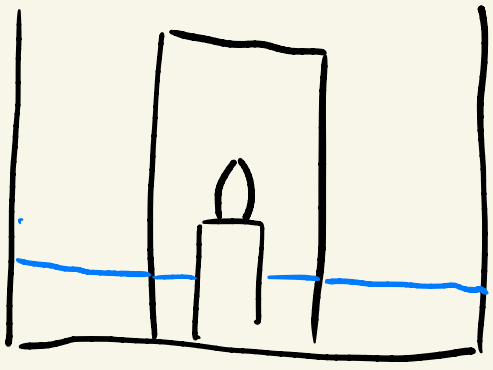
- Très vieux problème

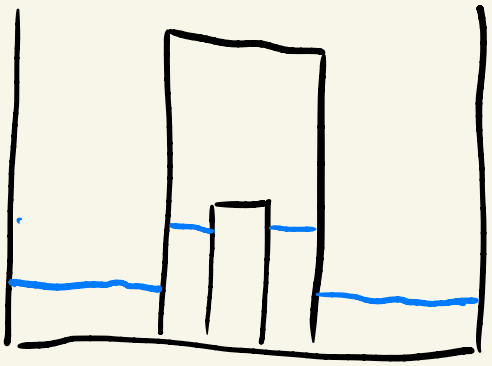
  Philo Mechanicus (Byzance) 280 a.c.

  Leonardo

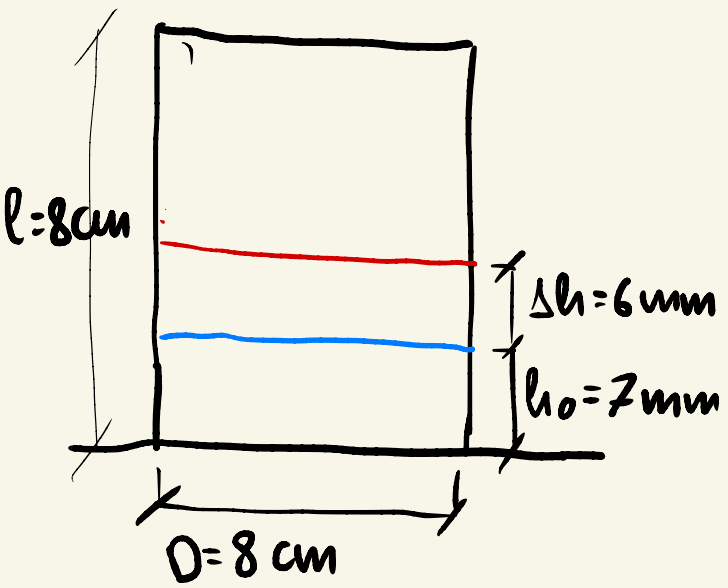
  Lavoisier (1700)

  - découvre oxigène et azote (sans vie)
  - experience avec un souris sous une cloche





Peut l'expansion thermique expliquer ce phenomene?



$$V_{air} = \pi r^2 (l - h_0) =$$
$$= \pi (4\,10^{-2})^2 \cdot (8 - 0.7)\,10^{-1} =$$
$$= 3.6\,10^{-4}\ m^3$$

Expansion thermique de l'eau:

$$V = V_0 (1 + \beta \Delta T)$$

β = coeff. d'expansion volumique $= 210 \cdot 10^{-6}\ C^{-1}$ (à 20°C)

$$\Delta V = V - V_0 = V_0 \beta \Delta T$$

$$A\,\Delta h = A\,h_0 \beta \Delta T \qquad \frac{\Delta h}{h_0} = \beta \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{\Delta h}{h_0} \frac{1}{\beta} = \frac{6\ mm}{7\ mm} \frac{1}{210\,10^{-6}} \sim 4000\ ^\circ C$$

Estimons l'expansion thermique de l'eau.

Il faut estimer ΔT par calorimétrie

$$Q_{bougie} = P_{bougie} \cdot t = m_{H_2O} c_p \Delta T$$

P_{bougie} ≡ puissance de la bougie ~ 10 W
t ≡ temps de l'expérience ~ 30 s
} $Q_{bougie} \sim 300$ J

$$m_{H_2O} = \rho_{H_2O} \times V = \rho_{H_2O} \cdot \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 h_0 =$$

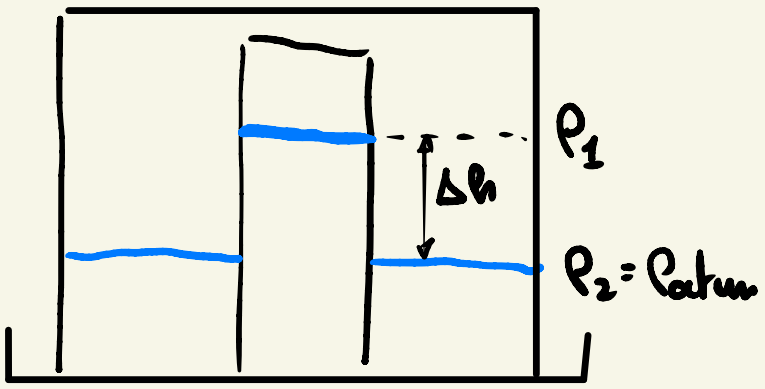
$$= 1000 \cdot \pi (4 \cdot 10^{-2})^2 \times 7 \cdot 10^{-3} = 0{,}035 \text{ kg} \quad (35 \text{ g})$$

$$\Delta T = \frac{Q_{bougie}}{m_{H_2O} c_p} = \frac{300 \text{ J}}{0.035 \text{ kg} \cdot 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}} \sim 2^\circ\text{C}$$

$$\Delta h = h_0 \times 21 \cdot 10^{-6} \, ^\circ\text{C}^{-1} \times 2 \, ^\circ\text{C} \sim 0.003 \text{ mm}$$

On peut donc négliger l'expansion thermique de l'eau

A quoi est dû la montée de l'eau ?



$$P_2 - P_1 = \rho g \Delta h$$

pression hydrost.

$$P_1 = P_{atm} - \rho_{eau} g \Delta h$$

La pression à l'intérieure du verre est diminuée

$$\Delta P = P_{atm} - P_1 = \rho_{eau} g \Delta h = 9.8 \cdot 1000 \cdot 6\,10^{-3} \sim 59\ Pa$$

Au début de l'expérience :

$$V_{air} = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 (l - h_0) = \pi\,(4\,10^{-2})^2 \times (8 - 0.7)\,10^{-2} = 3.6\,10^{-4}\ m^3$$

$$pV = n_{air} RT \qquad n_{air} = \frac{PV}{RT} = \frac{10^5 \times 3.6\,10^{-4}}{8.3 \times 293} \sim 0.015\ moles$$

A la fin de l'expérience :

$$V_{air} = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 (l - h_0 - \Delta h) = \pi\,(4\,10^{-2})^2 \cdot (6.7\,10^{-2}) \sim 3.36\,10^{-4}\ m^3$$

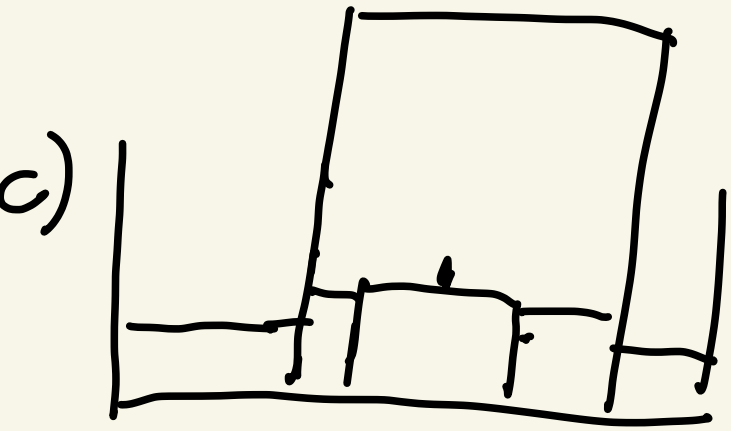
$$P_{air} = P_1 = 10^5 - 59\ Pa \sim 99941\ Pa$$

$$n_{air} = \frac{99941 \cdot 3.36\,10^{-4}}{8.3 \times 293} \sim 0.0138\ moles$$

B)

B) Combustion → augmente la température
augmente le # des molécules
augmente la pression de vapeur saturante

pression à l'intérieur augmente
→ si trop rapide de bulle peuvent éclater



Fin de la combustion → température diminue
pression de vapeur saturante diminue

Une fraction des molecules ~ 8% a disparue

Réaction de combustion de la paraffine $C_n H_{2n+2}$

Réaction simple : $2O_2 + CH_4 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

2 molecules — 1 molecules — 2 molecules

H_2O condense dans l'eau liquide.

Tout l'oxigène est brulé? No

La souris survit! (Lavoisier)