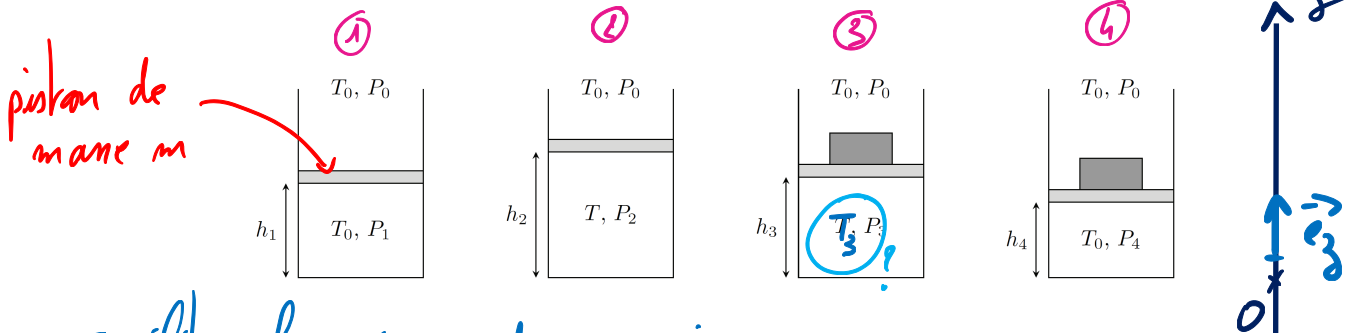


Ex 2 Gaz parfait dans une enceinte

Une quantité de matière n de gaz parfait est enfermée dans une enceinte de surface de base S . Cette enceinte est fermée par un piston de masse m , à même de coulisser sans frottement, et permet les transferts thermiques, si bien que lorsqu'on attend suffisamment longtemps le gaz contenu dans l'enceinte est en équilibre thermique avec l'extérieur. Le milieu extérieur se trouve à température et pression constantes T_0 et P_0 . On fait subir au gaz la série de transformations suivante.

- ◇ Initialement, dans l'état (1), le système est au repos depuis suffisamment longtemps pour avoir atteint l'équilibre thermique et mécanique.
- ◇ Le gaz est chauffé jusqu'à ce qu'il atteigne la température $T > T_0$, plaçant le système dans l'état (2).
- ◇ Une masse supplémentaire M est brusquement placée par dessus le piston : avant tout transfert thermique, le système est dans l'état (3).
- ◇ Enfin, l'équilibre thermique est atteint, le système est alors dans l'état (4).

Déterminer les quatre positions du piston h_1 à h_4 .



① Equilibre thermique et mécanique :

PFS au piston dans Rlabo supposé galiléen, en projection sur (Oz) :

$$-P_0 S - mg + P_1 S = 0$$

$$P_1 = P_0 + \frac{mg}{S}$$

Gaz Parfait = $P_1 V_1 = n R T_0$ avec $V_1 = S h_1$

$$P_1 S h_1 = n R T_0 \quad h_1 = \frac{n R T_0}{P_1 S}$$

$$h_1 = \frac{n R T_0}{mg + P_0 S}$$

② On a chauffé le gaz qui atteint maintenant la température T .

L'équilibre mécanique reste inchangé $P_2 = P_1 = P_0 + \frac{mg}{S}$

T ayant augmenté à P constante, le volume a augmenté -

$$P_2 V_2 = nRT$$

$$V_2 = h_2 S$$

$$h_2 = \frac{nRT}{mg + P_0 S}$$

③ L'équilibre mécanique est atteint avant l'équilibre thermique.

On détermine la pression P_3 grâce à un PFS à l'ensemble { piston, Plaque π }

$$-(m + \pi)g - P_0 S + P_3 S = 0$$

$$P_3 = P_0 + \frac{(m + \pi)g}{S}$$

La détermination de h_3 nécessite de connaître la température T_3

On néglige les transferts thermiques lors de la transformation $2 \rightarrow 3$

⚠ Négliger les transferts thermiques ne permet pas d'avoir une connaissance directe de la température.

On applique le 1^{er} pp au gaz parfait { n mols }

$$\Delta U = W + \cancel{Q} = 0 \text{ car adiabatique.}$$

$$\delta W = -P_{\text{ext}} dV \quad \text{avec } P_{\text{ext}} = P_3 \quad \left(\text{On néglige le produit } mg \text{ du piston devant les forces mises en jeu} \right).$$

$$W = -P_3 (V_3 - V_2)$$

$$\text{et } \Delta U = n C_{\text{vm}} (T_3 - T) \rightarrow \text{capacité molaire à } V = \text{et du GP.}$$

$$n C_{\text{vm}} (T_3 - T) = -P_3 (V_3 - V_2)$$

$$n C_{\text{vm}} (T_3 - T) = - \underbrace{P_3 V_3}_{n R T_3} + P_3 V_2$$

$$T_3 (n C_{\text{vm}} + n R) = n C_{\text{vm}} T + P_3 V_2$$

$$T_3 = \frac{n C_{\text{vm}} T + (P_0 + \frac{mg}{S}) V_2 + \frac{\rho g}{S} V_2}{n C_{\text{vm}} + n R}$$

$$\text{Etat 2 } P_2 V_2 = n R T$$

$$T_3 = T + \frac{\frac{\rho g}{S} V_2}{n C_{\text{vm}} + n R}$$

On peut encore éliminer V_2

$$GP = P_3 S h_3 = n R T_3$$

$$h_3 = \frac{n R T_3}{P_3 S}$$

+ remplacer T_3 et P_3

④ On attend l'équilibre thermique -

↳ on reprend la question ① avec une masse $m + \eta$:

$$h_4 = \frac{n R T_0}{P_0 S + (m + \eta) g}$$