SÉANCE 6 GROUPE 2

La séance précédente : calorimétrie

δQ : Quantité de chaleur reçue lors d'une transformation infinitésimale

Q : Quantité de chaleur reçue lors d'une transformation intégrale

$$Q = \int \delta Q$$

δQ

Changement de température

CHALEUR SENSIBLE

$$\delta Q = \begin{cases} C_v \, dT & \text{(isochore)} \\ C_p \, dT & \text{(isobare)} \end{cases}$$

Chaleur spécifique
=
Capacité calorifique

$$C_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V \qquad C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P$$

Changement d'état

CHALEUR LATENTE

$$\delta Q = L$$

Versions intensives :

$$C_v = m\, c_v = n\, c_v^{(m)}$$

$$C_p = m\, c_p = n\, c_p^{(m)}$$

Aujourd'hui : nouveau concept = le travail

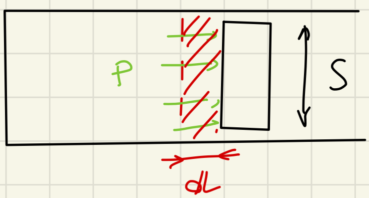
Pas une notion nouvelle : au lycée,

S : $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{L}$

STI-2D : $W = \|\vec{F}\| \, \|\vec{L}\| \cos\alpha$

En thermo, c'est la même chose sauf que pour les systèmes étudiés (systèmes simples) seules les forces de pression travaillent.

$$F = -P_{ext} S$$



$$\delta W = F \, dL$$
$$= (-P_{ext} S) \, dL$$
$$= -P_{ext} (\underbrace{S \, dL}_{= dV})$$
$$= -P_{ext} \, dV$$

le travail se calcule à partir de la formule

$$\delta W = -P_{ext} \, dV$$
$$W = \int_{EI}^{EF} \delta W$$

δW DIFFERENTIELLE NON EXACTE

W GRANDEUR DE TRANSFORMATION

Qu'est ce que P_{ext} ?

$$P_{ext} = \begin{cases} P & \text{TRANSFORMATIONS QUASI STATIQUES} \\ \text{constante à déterminer} & \text{TRANSFOR. BRUTALES} \end{cases}$$

EXERCICE 1

① "Très lente" → SUCCESSION D'ÉTATS D'ÉQUILIBRE → TRANSFORMATION QUASI-STATIQUE

Pression est bien définie à tout instant

$\rightarrow P_{ext} = P$

$$\delta W = -P_{ext}\, dV \underset{QS}{=} -P\, dV$$

$$\boxed{W = \int_{EI}^{EF} \delta W = \int_{EI}^{EF} (-P\, dV) = -\int_{EI}^{EF} P\, dV}$$

$EF = V_f = V_0$

$V_i = 2V_0 = EI$

$$\int_a^b f(x)\, dx$$

$P(V)$?

État initial : $(T_0, 2V_0)$ → État final : (T_0, V_0)

Transformation isotherme

$T = T_0$

Equation d'état : $P(V-b) = nRT \Rightarrow P = \dfrac{nRT}{V-b}$

$$P = \frac{nRT_0}{V-b}$$

$$\boxed{W = -\int_{2V_0}^{V_0} P\, dV = -\int_{2V_0}^{V_0} \frac{nRT_0}{V-b}\, dV}$$

$$W = -(nRT_0)\int_{2V_0}^{V_0} \frac{1}{V-b}\,dV = -(nRT_0)\left[\ln(V-b)\right]_{2V_0}^{V_0}$$

$$= -(nRT_0)\left[\ln(V_0-b) - \ln(2V_0-b)\right]$$

$$= -(nRT_0)\ln\left(\frac{V_0-b}{2V_0-b}\right)$$

$$\boxed{W = nRT_0 \ln\left(\frac{2V_0-b}{V_0-b}\right)}$$

TRAVAIL REÇU PAR LE GAZ LORS DE LA COMPRESSION.

$$\ln(ab) = \ln a + \ln b$$

$$\ln\left(\frac{1}{a}\right) = -\cancel{\ln a}$$

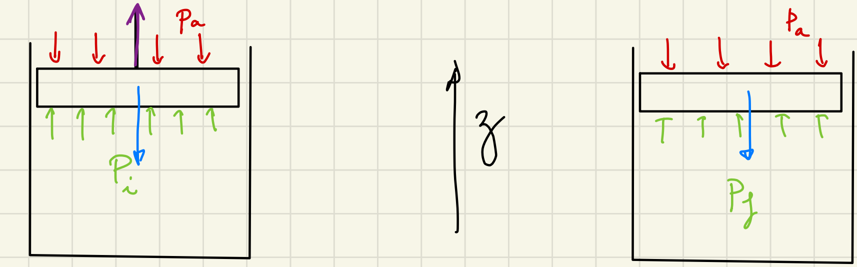
$$\ln(a^\alpha) = \alpha \ln(a)$$

---

2 Exprimer la force de pression extérieure agissant sur le gaz, avant et après avoir coupé le fil.

PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA STATIQUE : $\boxed{\vec{0} = \sum \vec{F}}$

ETAT INITIAL | ETAT FINAL



Pression du gaz dans l'enceinte
Pression du gaz dans l'atmosphère
Poids du piston
Tension du fil

FORCES ? sur le piston

$$P_i S - P_a S \underbrace{- mg + T}_{=0} = 0$$

Or la massolotte compense le poids du piston.

$$T = mg$$

$$\Leftrightarrow \quad P_i S - P_a S = 0$$

$$\Leftrightarrow \quad \boxed{P_i = P_a}$$

Pression du gaz dans l'enceinte
Pression du gaz dans l'atmosphère
Poids du piston

$$P_f S - P_a S - mg = 0$$

$$\Leftrightarrow \quad P_f S = P_a S + mg$$

$$\Leftrightarrow \quad \boxed{P_f = P_a + \frac{mg}{S}}$$

Les forces de pression extérieure sont donc :

PRESSION EXTERIEURE = PRESSION VUE PAR LE SYSTEME

AVANT $\quad P_{ext} = P_i = P_a$

APRÈS $\quad P_{ext} = P_f = P_a + \frac{mg}{S}$

La transformation est brutale puisque le fait de couper le fil déclenche des phénomènes fluides (tourbillons, couches limites...) qui ne correspondent pas à des états d'équilibre.

On va donc modéliser la pression extérieure par une constante, mais laquelle ? P_i ou P_f ?

le seul choix : $\boxed{P_{ext} = P_f}$ pour que l'état final soit un état d'équilibre

$$\delta W = -P_{ext}\, dV = -P_f\, dV$$

$$\Rightarrow W = \int_{EI}^{EF} \delta W = \int_{EI}^{EF} \left(-P_f\, dV\right) = -P_f \int_{EI}^{EF} 1 \times dV$$

$$= -P_f \left[V\right]_{V_i}^{V_f} = -P_f\left(V_f - V_i\right) = P_f\left(V_i - V_f\right)$$

$$\Rightarrow \boxed{W = \left(P_a + \frac{mg}{S}\right)\left(V_i - V_f\right)}$$

TRAVAIL REÇU PAR LE GAZ AU COURS DU DÉPLACEMENT.