Corrigé du questionnaire de révision de thermodynamique

1°/ En définissant une surface fermée qui délimite un volume.

2°/ Nrj stockables = U, E_c, E_p, éventuellement PV pour certaines transfo (cf. enthalpie)

Nrj échangeables = $W_{méca}$, $W_{élec}$, Q

3°/ ∃ fn d'état U, l'énergie interne, extensive.

Pour syst. fermé : $\Delta(U + E_c + E_p) = W + Q$

"final − initial"

4°/ Si $Q = -2\,J$, le signe ⊖ signifie que le transfert de 2 J se fait du syst → vers l'ext. (Q est orienté en conv° récepteur)

5°/ $d(U + E_c + E_p) = \delta W + \delta Q$

variat° élémentaire de fn d'état

quantité élémentaire de grandeurs dépendant "du chemin suivi" de la transfo. subie

6°/ $H \stackrel{déf}{=} U + PV$

Pour transfo. isobare (P du syst. reste cte)

ou | pour transfo. monobare (P_{ext} uniforme et stationnaire) avec Eq méca. initial et final ($P_i = P_{ext}$ et $P_f = P_{ext}$)

alors 1er ppe : $\boxed{\Delta H = Q \quad (+ W_{élec})}$

7°/ $C_v \stackrel{déf}{=} \left(\dfrac{\partial U}{\partial T}\right)_V$ $\quad C_p \stackrel{déf}{=} \left(\dfrac{\partial H}{\partial T}\right)_P$

Pour GP : $\Delta U = C_v \Delta T$, $\Delta H = C_p \Delta T$

Or $\Delta H = \Delta U + \Delta(PV)$ $\quad \Delta(nRT) = nR\Delta T$

$\Rightarrow C_p \Delta T = C_v \Delta T + nR\Delta T$

$\boxed{C_p - C_v = nR}$

$\gamma \stackrel{def}{=} \frac{C_p}{C_V}$ $C_p - C_V = Rn \Rightarrow C_V(\gamma - 1) = nR \Rightarrow \boxed{C_V = \frac{nR}{\gamma - 1}}$

$\Rightarrow \boxed{C_p = \frac{\gamma}{\gamma - 1} nR}$

8°/ Pour PCII : $\boxed{C_p - C_V \sim 0}$

10°/ ∃ f° d'état S, l'entropie, extensive

Pour syst. fermé : $\Delta S = S_e + S_c$

$S_e = \frac{Q}{T_{ext}}$ T_{ext} t°C du thermostat en contact avec le syst.

$S_c \geq 0$

11°/ S est une mesure du "désordre" régnant dans le syst.

Précision : S mesure la perte d'informat° (constante à l'échelle micro) qd on étudie le syst. à l'échelle macro.

12°/ G Parfait en évol° isentropique : $\boxed{PV^\gamma = C^{te}}$

avec $PV = nRT$: $\frac{nRT}{V} V^\gamma = C^{te} \Rightarrow \boxed{TV^{\gamma-1} = C^{te}{}'}$

$P\left(\frac{nRT}{P}\right)^\gamma = C^{te} \Rightarrow \boxed{P^{1-\gamma} T^\gamma = C^{te}{}''}$

dém° (Hp que je dirais) :

$dU = TdS - PdV$ et on veut garder que les variables T et V (plus facile...) et termes dT et dV

$dU \to C_V\, dT$; $TdS \to = 0$ car iso S

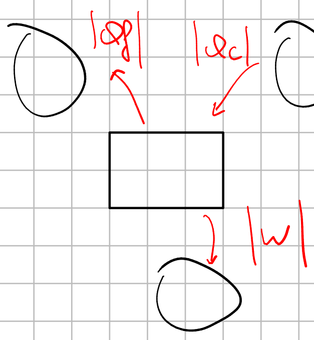
$\frac{\cancel{nR}}{\gamma - 1} dT + \cancel{nR}T \frac{dV}{V} = 0$

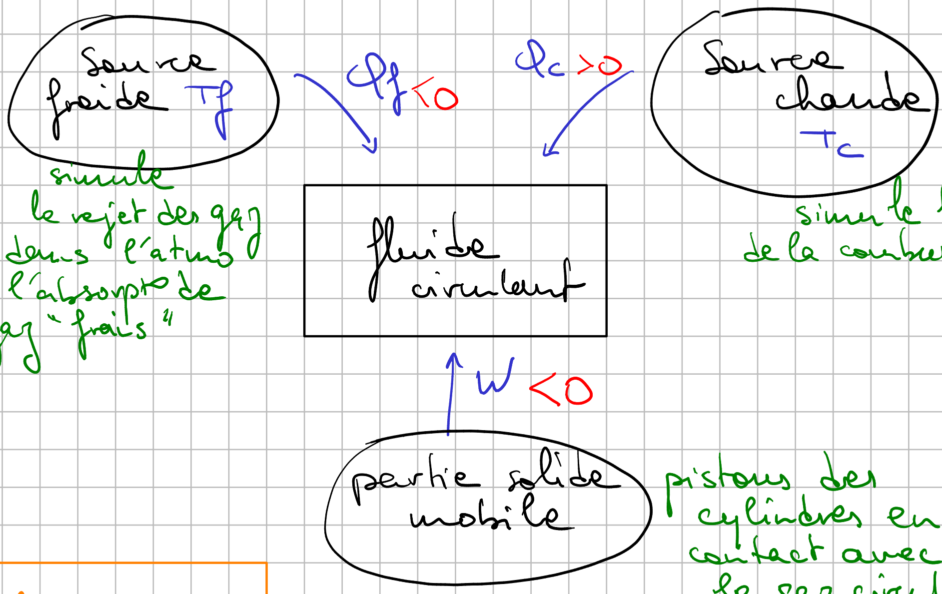
$\frac{dT}{T} + (\gamma - 1)\frac{dV}{V} = 0$

$d[\ln T] + (\gamma - 1)\, d[\ln V] = 0$

$d\left[\ln\left(TV^{\gamma-1}\right)\right] = 0 \Rightarrow \boxed{TV^{\gamma-1} = C^{te}}$.

13°) Moteur :





simule le rejet des gaz dans l'atmo et l'absorpt° de gaz "frais"

simule l'effet de la combust°

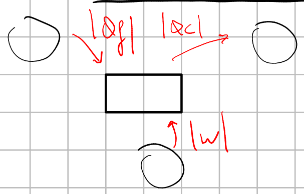
pistons des cylindres en contact avec le gaz circulant

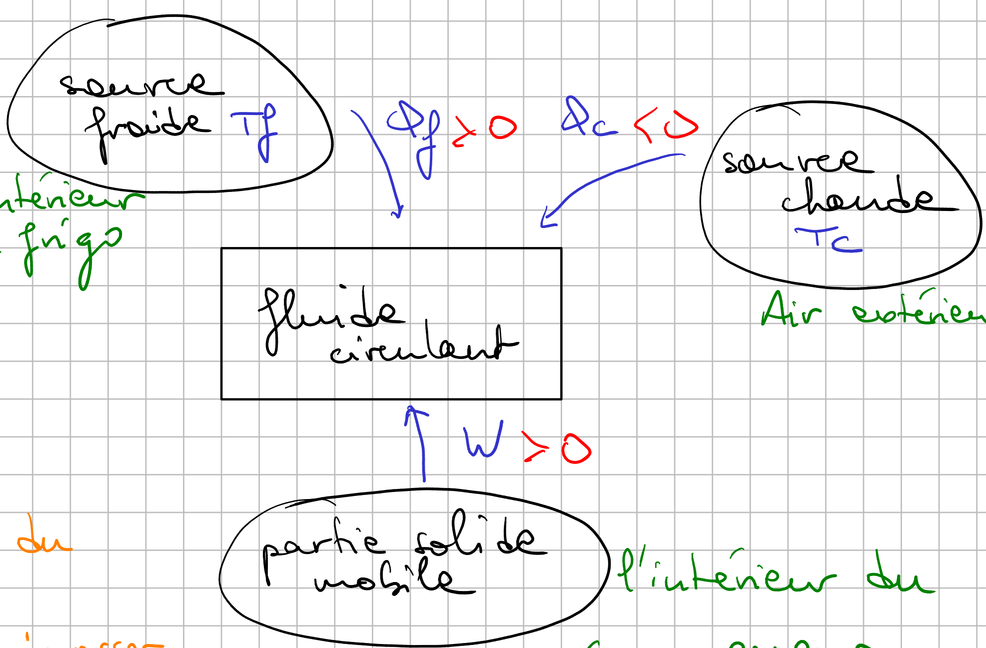
Analogie avec moulin à eau :

Nrj th^que^ (l'eau) va du chaud (haut) vers le froid (bas) (sens spontané)

et la machine (roue) en prélève une partie pour fournir du travail.

Réfrigérateur :





l'intérieur du frigo

Air extérieur

l'intérieur du compresseur ("pompe" pour les gaz)

Analogie avec moulin à eau

Le compresseur (La roue) fournit du travail au fluide (à l'eau) pour inverser le sens spontané de l'nrj th^que^ (de l'écoul^t^ de la rivière).

https://www.youtube.com/watch?v=yeKZrRYW8nA

PAC = idem frigo SAUF Source chaude : intérieur de la pièce

Source froide : air ext. à l'habitat°.

14/ Inégalité Clausius n'est qu'une autre formul° du 2nd ppe dans cas des mach. th$^{\text{ques}}$ (MT$^{\text{ques}}$) :

Sur un cycle, pour une port° de fluide circulant (syst. fermé) :

$$\underbrace{\Delta S}_{=0 \text{ car cycle donc } S_i = S_f} = \underbrace{S_e}_{\frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f}} + \underbrace{S_c}_{\geq 0}$$

d'où $\boxed{\dfrac{Q_c}{T_c} + \dfrac{Q_f}{T_f} \leq 0}$

15/ $e \overset{\text{déf}}{=} \left| \dfrac{\text{nrj utile}}{\text{nrj coûteuse}} \right|$

moteur : $e = \left| \dfrac{W_{<0}}{Q_{c\,>0}} \right| \rightarrow e = -\dfrac{W}{Q_c}$

frigo : $e = \left| \dfrac{Q_{f\,>0}}{W_{>0}} \right| \rightarrow e = \dfrac{Q_f}{W}$

PAC : $e = \left| \dfrac{Q_{c\,<0}}{W_{>0}} \right| \rightarrow e = -\dfrac{Q_c}{W}$

16/ Th. Carnot pour frigo : $\forall$ frigo réel, $\boxed{e \leq e_{carnot}}$

avec $e_{carnot} = \dfrac{T_f}{T_c - T_f}$. Égalité (i.e. si "frigo de Carnot") qd ttes les transfo. sont réversibles.

dém° : 1er ppe et 2e ppe sur un cycle, syst. fermé port° de fluide circulant

$$\underbrace{\Delta U}_{0 \text{ car cycle}} = W + Q_f + Q_c \Rightarrow \boxed{W = -(Q_f + Q_c)}$$

puis $\underbrace{\Delta S}_{0 \text{ car cycle}} = \dfrac{Q_c}{T_c} + \dfrac{Q_f}{T_f} + S_c$: $\boxed{\dfrac{Q_f}{T_f} + \dfrac{Q_c}{T_c} \leq 0}$

$\dfrac{Q_c}{Q_f} \leq -\dfrac{T_c}{T_f}$ (tous les termes sont >0)

Or $e = \dfrac{Q_f}{W} = -\dfrac{Q_f}{Q_f + Q_c} = \dfrac{-1}{1 + \frac{Q_c}{Q_f}}$

donc $1 + \dfrac{Q_c}{Q_f} \leq 1 - \dfrac{T_c}{T_f}$

d'où $\dfrac{-1}{1 + \frac{Q_c}{Q_f}} \leq \dfrac{-1}{1 - \frac{T_c}{T_f}}$ i.e. $\boxed{e \leq \dfrac{T_f}{T_c - T_f}}$

17/ 2 isoT et 2 isoS (⊕ pentues)