

TD20 : TH3 – Premier Principe

Compétence 1 : Calculer le travail des forces de pression

3 méthodes :

- Calcul direct à partir de l'expression $\delta W = -P_{ext} \cdot dV$
(Voir le DM de Pâques et son corrigé, très utile en isobare)
- Calcul à partir du diagramme de Clapeyron (P, V)
- A partir du premier principe $\delta W = dU - \delta Q$
(surtout pour un GP en adiabatique $\delta Q = 0$ et $dU = C_V dT$)

Compétence 2 : Calculer les transferts thermiques

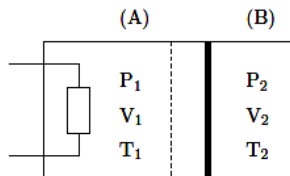
Exo 2.1 : Chauffage d'une enceinte

On souhaite chauffer une enceinte hermétiquement fermée, de volume constant $V_0 = 1\text{m}^3$, initialement à une température $t_1 = 20^\circ\text{C}$ et à $P_0 = 1$ bar, pour l'amener à la température $t_2 = 200^\circ\text{C}$. On suppose tout d'abord que l'enceinte est parfaitement calorifugée et que l'on peut négliger l'échauffement des parois. On supposera qu'elle contient de l'air, supposé GP de masse molaire.

- Calculer la puissance nécessaire du système de chauffage (rendement de 1) à installer dans l'enceinte pour que l'élévation de température se fasse en 1 minute.
- On arrête le chauffage lorsque la température a atteint la valeur t_2 , et on constate que l'enceinte perd 1°C toutes les 30 secondes. Calculer la puissance thermique correspondant aux fuites thermiques, et la puissance nécessaire au maintien de la T ?
- Et si on souhaite renouveler l'air de l'enceinte avec un système d'aération entièrement toutes les 10 minutes, tout en conservant une température constante. Quelle est la puissance nécessaire ?

Exo 2.2 : Chauffage par une résistance électrique

Un cylindre horizontal indilatable est séparé en deux compartiments (A) et (B) par un piston d'épaisseur négligeable devant la longueur du cylindre et mobile sans frottement. Les parois du cylindre et le piston sont calorifugés. Dans l'état initial, les deux compartiments contiennent une même quantité d'air, assimilé à un GP de coefficient $\gamma = 1.4$, dans les mêmes conditions de température $T_0 = 293\text{K}$ et de pression $P_0 = 1$ bar, et occupant le même volume $V_0 = 1000$ mL. Une résistance électrique permet de chauffer lentement le gaz contenu dans (A), jusqu'à ce que $P_1 = 3P_0 = 3$ bar.



TSI1 – TD20 : Thermo 3 – Premier Principe

- Dans l'état d'équilibre thermodynamique final, exprimer puis calculer les paramètres d'état (P_2, V_2, T_2) pour le gaz dans le compartiment (B) ainsi que les paramètres (V_1, T_1) dans (A).
- Montrer que le transfert thermique Q_1 échangé par le gaz avec le compartiment (A) s'écrit : $Q_1 = \Delta U_1 + \Delta U_2$, où U_1 et U_2 sont les énergies internes des gaz dans (A) et (B).
- Exprimer Q_1 en fonction de P_0, V_0 et γ . Le calculer.

Exo 2.3 : Calorimétrie

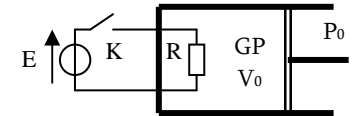
(Cas particulier des phases condensées – solides ou liquides – $C_V \approx C_P \approx C$)
→ Voir le TP Thermo 1 sur la calorimétrie

Compétence 3 : Faire des bilans d'énergie à l'aide du 1^{er} Principe

Exo 3.1 : Echauffement isochore d'un GP

Un cylindre fermé par un piston tous deux calorifugé, de section s , contient n moles d'un GP, initialement dans les conditions (T_0, P_0), et dont on connaît la capacité thermique molaire à volume constant C_{Vm} . Le cylindre, de volume initial V_0 (à $t = 0$), renferme une résistance R , alimentée par une source de tension idéale E .

- L'opérateur fixe la position du piston et abaisse K . On suppose les transfos infiniment lentes et mécaniquement réversibles. Faire un bilan d'énergie pendant un temps dt .
- Exprimer les lois de variation de la pression P et de la température T du gaz en fonction du temps t , en supposant la résistance constante $R = R_0$.



Exo 3.2 : Détente isotherme (même GP)

On refait la même manipulation (même état initial en fermant K), mais cette fois, l'opérateur déplace très lentement le piston de manière à réaliser une transfo isotherme.

- Faire un bilan d'énergie pendant un temps dt .
- Exprimer la loi de variation de V en fonction de t . En déduire la vitesse du piston.

Exo 3.3 : Détente adiabatique (même GP)

On étudie toujours le même dispositif. On bloque le piston à V_0 , on chauffe le GP jusqu'à $2T_0$, puis on ouvre l'interrupteur K et on libère le piston. On donne $\gamma = C_P/C_V = 7/5$.

- Si l'on suppose qu'un opérateur impose au piston un déplacement infiniment lent et mécaniquement réversible, préciser l'EF du gaz. On calculera V_f/V_0 et T_f/T_0 .
- Si on suppose désormais que l'opérateur n'intervient pas et que le piston est brutalement repoussé (il se stabilise après quelques oscillations), préciser l'EF du gaz. On calculera V_f/V_0 et T_f/T_0 .