

Série N° 03 (Premier Principe de Thermodynamique)

Exercice 1:

Un compresseur formé par un récipient, fermé par un piston mobile, contient 2 g de l'hélium (G.P, monoatomique) dans les conditions (P_A, V_A). On opère une compression adiabatique, de façon réversible, qui amène le gaz dans les conditions (P_B, V_B), sachant que $P_A = 1 \text{ atm}$, $V_A = 10 \text{ L}$ et $P_B = 3 \text{ atm}$. Déterminer :

- 1 - Le volume final V_B ?
- 2 - Le travail reçu par le gaz ?
- 3 - La variation d'énergie interne du gaz ?
- 4 - En déduire l'élévation de température du gaz, sans calculer la température initiale T_A .

On donne : Le rapport des chaleurs massiques à pression et volume constants: $\gamma = C_p/C_v = 5/3$; Constante des gaz parfaits : $R = 8,32 \text{ S.I.}$

Exercice 2:

Une ensileuse* fonctionne selon un cycle $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ décrit comme suit :

- 1 - Le gaz parfait est amené de l'état A (P_A, V_A, T_A) à l'état B (P_B, V_B, T_B) par une transformation à volume constant, sachant que $P_B = 2 P_A$, calculer T_B en fonction de T_A ?
- 2 - Le gaz subit ensuite une détente isotherme qui l'amène à un état C (P_C, V_C, T_C) de telle sorte que $P_C = P_A$. Calculer V_C en fonction de V_A ?
- 3 - Le gaz revient alors à son état initial A par une transformation à pression constante.
 - a - Faire un schéma du cycle ABCA dans le diagramme de Clapeyron.
 - b - Calculer le travail total (W) échangé par le gaz pendant le cycle ABCA avec le milieu extérieur. Exprimer ce travail en fonction des variables P_A et V_A . Conclusion ?

* **Ensileuse** : Machine fixe servant au remplissage des silos à fourrage. Machine tractée fauchant, hachant et chargeant dans une remorque les fourrages verts (herbe, maïs ou céréales immatures (blé, triticale...)).

Exercice 3:

En hiver et afin d'éviter le gel, on chauffe une serre contenant 812 g d'air (gaz supposé parfait) dont la température s'élève de 2°C à 16°C . Calculer :

- 1 - La variation d'énergie interne de l'air au cours de cet échauffement ?
- 2 - La quantité de chaleur reçue par le gaz (en Calorie), si ce dernier a fourni un travail de 846,4 joules.

On donne: La masse molaire de l'air $M = 29 \text{ g /mole}$, $R = 8,32 \text{ S.I}$; $1 \text{ cal} = 4.1855 \text{ J}$.

Le rapport des chaleurs massiques de l'air $\gamma = C_p /C_v = 1,4$ (supposé constant dans le domaine de températures étudié).

Exercice 4:

L'état initial d'une mole de gaz parfait est caractérisé par $P_0 = 2.10^5 \text{ Pa}$, $V_0 = 14 \text{ L}$. On fait subir successivement à ce gaz:

- ✓ une détente isobare, qui double son volume,
- ✓ une compression isotherme, qui le ramène à son volume initial,
- ✓ un refroidissement isochore, qui le ramène à l'état initial (P_0, V_0).

a - A quelle température s'effectue la compression isotherme ? En déduire la pression maximale atteinte. Représenter le cycle de transformation dans le diagramme de Clapeyron $P = f(V)$.

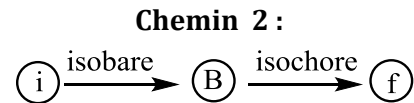
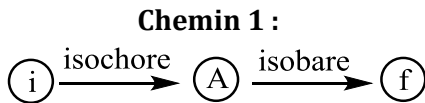
b - Calculer le travail, la quantité de chaleur et la variation d'énergie interne échangés par le système au cours de chaque transformation ?.

Faire le bilan du cycle ? Conclusion ?

Exercices pour les étudiants

Exercice 1:

Pour vérifier que la quantité de chaleur est une fonction qui dépend du chemin suivi, on considère un gaz parfait diatomique ($C_V = 5/2 R$, 1mole) qui est porté réversiblement d'un état initial (i) à un état final (f) par deux chemins différents :



Calculer la quantité de chaleur échangée dans les deux cas en fonction de la température de l'état initial T_i sachant que : $P_f = 2 P_i$ et $V_f = 2 V_i$. Conclusion ?

Exercice 2:

Un récipient cylindrique fermé par un piston contient 25 mL d'azote à 10°C sous la pression de 1,4 atm. Par enfouissement du piston, le volume du gaz est réduit à $1/20$ de sa valeur initiale.

Calculer :

- La pression finale (en Pa).
- La température finale (en K).
- le travail dépensé (en J).
- La quantité de chaleur mise en jeu (en J et cal).

Si la compression s'effectue de façon : 1) Isotherme.

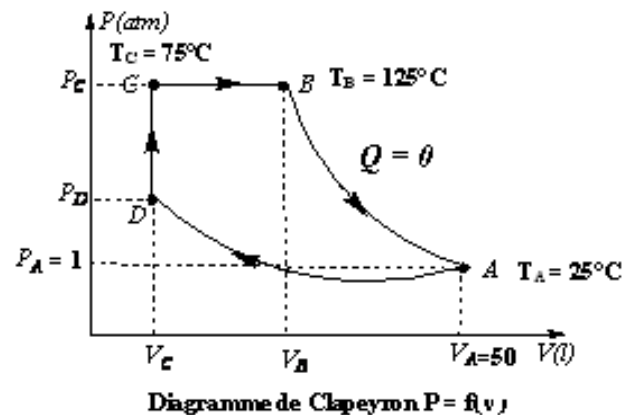
2) Adiabatique.

On donne: $\gamma = 7/5$

Exercice 3:

Transformation d'un gaz hydrogène supposé parfait d'un état initial (i) $T_A = 25^\circ\text{C}$ à un état final (f) s'effectue selon quatre chemins différents (voir le diagramme de Clapeyron),

- Quel est le type de chaque transformation que subit le gaz selon les chemins du diagramme de Clapeyron $P = f(V)$.
- Calculer la quantité de gaz d'hydrogène
- Calculer V_B , P_B , V_C , P_C , V_D et P_D .
- Calculer pour chacune des transformations (en Joules) : W , Q , ΔU , ΔH .
- Indiquer la différence entre la température (T) et chaleur (Q).



On donne: $C_V = 5/2R$

Exercice 4:

Une mole de gaz parfait à une température initiale de 25°C se **détend** d'une pression de 5 atmosphères à une pression de 1 atmosphère. Dans chacun des cas suivants :

- Détente isotherme et réversible ;
- Détente isotherme et irréversible ;
- Détente adiabatique et réversible ;
- Détente adiabatique et irréversible.

Calculer :

- La température finale (T_f) du gaz en degré Celsius ($^\circ\text{C}$).
- La variation de l'énergie interne du gaz (ΔU) en Joule.
- Le travail effectué par le gaz (W) en Joule.
- La quantité de chaleur mise en jeu (Q) en Joule et calorie.
- La variation d'enthalpie du gaz (ΔH) en Joule.

On donne : $C_V = 3R/2$ et $C_P = 5R/2$, $1 \text{ cal} = 4,1855 \text{ J}$

Remarque : Pour les cas des transformations adiabatiques réversibles et irréversibles (cas iii et iv), on établira les relations servant aux calculs.