

18 mai– 22 avril

25 mai – 29 mai

Préparation

Exercice n°1

On dispose d'un thermostat à la température $T_A = 300$ K.

Un gaz parfait monoatomique ($\gamma = 5/3$; $P_A = 1,0$ bar; $V_A = 10$ L; T_A) subit successivement ces trois transformations :

- AB : transformation isentropique telle que $V_B = 20$ L,
- BC : transformation isochore telle que $P_C < P_B$ amenant le gaz à la température T_A ,
- CA : transformation isotherme ramenant le gaz dans son état initial.

Calculer les travaux et les transferts thermiques au cours de chaque transformation.

Exercice n°2

Un fluide décrit un cycle quasi statique :

- AB : détente isobare,
- BC : compression isochore,
- CA : transformation quelconque associée à un segment de droite dans le diagramme de Clapeyron.

1- Représenter le cycle et montrer qu'il s'agit bien d'un cycle récepteur.

2- Calculer les travaux des forces de pression pour chaque étape et pour l'ensemble du cycle.

Exercice n°3

On réalise la compression isotherme d'une mole de gaz parfait contenu dans un cylindre de section S . On suppose que le poids du piston est négligeable devant les autres forces intervenant dans le problème. La température $T_0 = 300$ K est maintenue constante par un thermostat. P_0 et $P_1 = 2,0$ bar sont les pressions initiale et finale. $P_0 = 1,0$ bar est la pression atmosphérique.

1. Calculer le travail des forces de pression fourni W à une mole de gaz parfait lors de cette transformation.

On réalise maintenant cette compression brutalement; en posant sur le piston de section S une masse M calculée de telle sorte que la pression finale à l'équilibre soit P_1 à la température T_0 .

2. Calculer le travail fourni W' à une mole de gaz parfait.

3. Quelle est l'énergie thermique échangée dans les deux cas ?

Exercice n°4

Un compresseur formé par un récipient, fermé par un piston mobile, contient 2 g de l'hélium (gaz parfait, monoatomique de masse molaire $m = 4 \text{ g.mol}^{-1}$) dans les conditions (P_1, V_1) .

On opère une compression adiabatique, de façon réversible, qui amène le gaz dans les conditions (P_2, V_2) .

Sachant que $P_1 = 1 \text{ atm}$, $V_1 = 10 \text{ litres}$ et $P_2 = 3 \text{ atm}$, déterminer :

- 1 - Le volume final V_2 .
- 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_1 .

On donne le rapport des chaleurs massiques à pression et volume constants: $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

Exercice n°5 : Étude du cycle Lenoir

L'état initial d'une mole de gaz parfait est caractérisé par $P_o = 2 \cdot 10^5 \text{ pascals}$, $V_o = 14 \text{ litres}$.

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_o, V_o) .

1. Représenter le cycle de transformation dans le diagramme (P, V) .

À quelle température T_1 s'effectue la compression isotherme ?

En déduire la pression maximale atteinte.

2. Calculer le travail et la quantité de chaleur échangés par le système au cours du cycle.

Exercice n°6 : Étude d'une Pompe à Chaleur (PAC)

On souhaite chauffer une habitation à l'aide d'une pompe à chaleur fonctionnant de manière cyclique entre :

- **La source froide** : l'air extérieur à la température constante $T_{\text{ext}} = 273 \text{ K}$ (0°C).
- **La source chaude** : l'eau du circuit de chauffage à la température constante $T_{\text{int}} = 323 \text{ K}$.

Le fluide frigorigène reçoit un travail W de la part d'un compresseur. On note Q_f le transfert thermique reçu par le fluide depuis la source froide et Q_c le transfert thermique reçu par le fluide depuis la source chaude sur un cycle.

1. Schéma et signes :

Représenter le diagramme énergétique de la machine (échanges d'énergie entre le fluide et les sources).

Préciser, en justifiant, le signe des grandeurs W , Q_f et Q_c pour ce fonctionnement en pompe à chaleur.

2. Premier et Second Principes :

Écrire le premier principe de la thermodynamique pour le fluide sur un cycle.

Écrire l'énoncé de l'inégalité de Clausius pour un cycle.

3. Efficacité (COP) :

Définir l'efficacité thermique e (ou coefficient de performance COP) de cette pompe à chaleur.

Exprimer e en fonction de Q_c et W .

Déterminer l'expression de l'efficacité maximale (dite de Carnot).

4. Application Numérique :

Calculer la valeur numérique de e_{max} .

Si la puissance électrique consommée par le compresseur est de 2 kW , quelle est la puissance thermique maximale fournie à la maison ?