

## *TAI de thermodynamique L2/PL2*

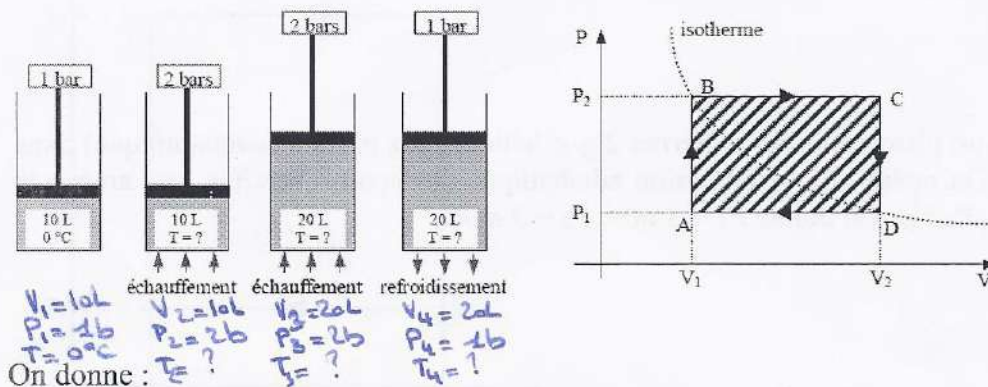
### Exercice 1

On effectue une compression isotherme de  $P_1$  à  $P_2$  avec  $P_1 < P_2$ , de  $n$  moles de gaz parfait situé dans un cylindre dont la température initiale est égale à la température de l'air ambiant  $T_{ext}$ . Le système considéré est le gaz.

- 1.1 Calculez la chaleur échangée par le gaz avec l'extérieur en fonction de  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $n$  et  $R$  (constante des gaz parfaits).
- 1.2 Calculez la variation d'entropie  $\Delta S_{12}$  du gaz lors de la compression en fonction de  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $n$  et  $R$ .
- 1.3 Calculez la variation d'entropie  $\Delta S_{froide}$  gagnée par l'air ambiant.
- 1.4 Est-ce que la compression est réversible ?

### Exercice 2

Une certaine masse d'air est enfermée dans un corps de pompe dans les conditions initiales (point  $A$  en coordonnées de Clapeyron) :  $P_1 = 1 \text{ bar}$ ,  $V_1 = 10 \text{ l}$ ,  $T_1 = 0^\circ\text{C}$ . On lui fait subir une série de transformations représentées par le rectangle  $ABCD$  ci-dessous. L'ordonnée du point  $B$  est  $P_2 = 2 P_1$ , l'abscisse du point  $D$  est  $V_2 = 2 V_1$ .



- 2.1 Calculez le travail échangé  $W_{cycle}$  au cours du cycle  $ABCD$ .
- 2.2 Déterminez la température de l'air dans les états  $B$ ,  $C$  et  $D$ .
- 2.3 Calculez la masse d'air  $m$  mise en jeu.
- 2.4 Calculez les quantités de chaleur mises en jeu pendant les transformations  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$  et  $DA$ .

### Exercice 3

Une certaine quantité d'hélium (gaz monoatomique supposé parfait) subit le cycle suivant :

- $AB$  : transformation adiabatique ;
- $BC$  : transformation isochore ;
- $CA$  : transformation isotherme .

Toutes les transformations sont quasi-statiques. Pour toutes les questions, on donnera les expressions littérales des quantités demandées, et ce uniquement en fonction de  $V_A$ ,  $P_A$ ,  $T_A$ ,  $V_B$  et  $\gamma$  ( $\gamma = C_p/C_v$ ).

Données numériques :  $V_A = 10 \text{ L}$  ;  $P_A = 10^5 \text{ Pa}$  ;  $T_A = 300 \text{ K}$  ;  $V_B = 20 \text{ L}$ .

**3.1** Donner les expressions de  $P_B$ ,  $T_B$ ,  $V_C$ ,  $P_C$ ,  $T_C$ . Tracer les courbes correspondant aux trois transformations dans le diagramme  $(P, V)$ . Applications numériques.

**3.2** Calculer les travaux  $W_{AB}$ ,  $W_{BC}$ ,  $W_{CA}$  et les quantités de chaleur  $Q_{AB}$ ,  $Q_{BC}$ ,  $Q_{CA}$  reçus par le système au cours des transformations  $AB$ ,  $BC$  et  $CA$ . Applications numériques.

**3.3** Calculer le travail  $W_{tot}$  et la quantité de chaleur  $Q_{tot}$  reçus par le système pendant tout le cycle. Applications numériques. Ces résultats sont-ils cohérents ?

### Exercice 4

Un récipient, fermé par un piston mobile, renferme 2 g d'hélium (gaz parfait monoatomique) dans des conditions  $(P_1, V_1)$ . On opère une compression adiabatique, de façon réversible, qui amène le gaz dans des conditions  $(P_2, V_2)$ . On donne  $P_1 = 1 \text{ atm}$ ,  $P_2 = 3 \text{ atm}$ .

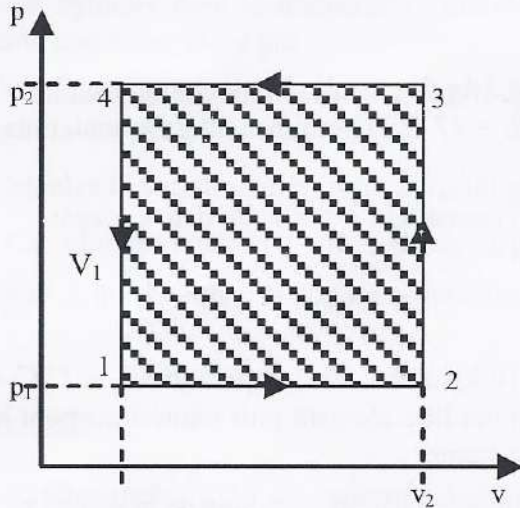
Déterminer :

- 4.1** Le volume final  $V_2$  ;
- 4.2** Le travail reçu par le gaz ;
- 4.3** La variation d'énergie interne du gaz.
- 4.4** En déduire l'élévation de température du gaz, sans calculer la température initiale  $T_1$ .

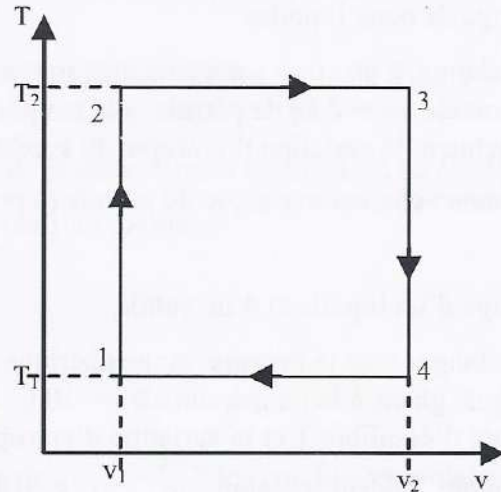
### Exercice 5 (a), 6 (b) et 7 (c)

On considère les trois transformations cycliques réversibles d'une mole de gaz parfait représentées par un rectangle :

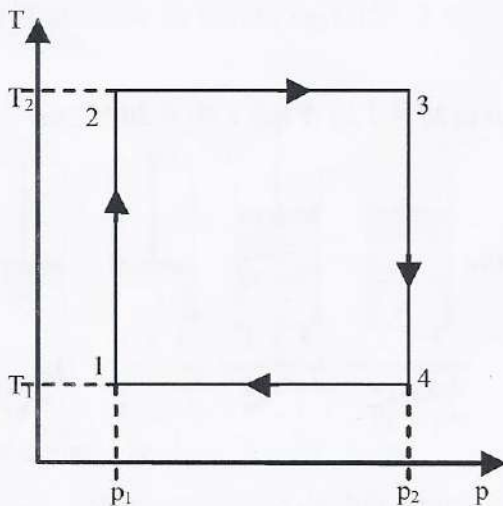
a) sur le diagramme de Clapeyron ( $P, V$ ),



b) sur diagramme ( $T, V$ ),



c) sur le diagramme ( $T, P$ ).



Calculer dans chaque cas le travail et la quantité de chaleur échangés au cours de chaque transformation  $1 \rightarrow 2$ ,  $2 \rightarrow 3$ ,  $3 \rightarrow 4$ ,  $4 \rightarrow 1$ , et du cycle entier, entre le système gazeux et le milieu extérieur, en fonction de  $\gamma$  et des coordonnées indiquées dans chacun des diagrammes (cf. figures ci-dessus). Vérifier le principe d'équivalence.

### Exercice 8

Les deux questions sont indépendantes l'une de l'autre.

#### 8.1 Mélange de deux liquides

On mélange, à pression constante, une masse  $m_1 = 0,5 \text{ kg}$  de pétrole, à la température  $\theta_1 = 77 \text{ C}$ , avec une masse  $m_2 = 2 \text{ kg}$  de pétrole, à la température  $\theta_2 = 17 \text{ C}$ . Déterminer littéralement, puis numériquement, la variation d'entropie du système

On donne : chaleur massique du pétrole (à pression constante) :  $c = 2,1 \text{ J/g/degre} = \text{cste}$ .

#### 8.2 Mélange d'un liquide et d'un solide

On mélange, sous la pression atmosphérique,  $M_1 = 10 \text{ kg}$  d'eau, à la température  $\theta_1 = 27 \text{ C}$ , et  $M_2 = 1 \text{ kg}$  de glace, à la température  $\theta_2 = -10 \text{ C}$ . Déterminer littéralement puis numériquement la température d'équilibre  $T$  et la variation d'entropie du système.

On donne : chaleur massique de l'eau :  $c_1 = 4,2 \text{ J/g/degre}$  ; chaleur massique de la glace :  $c_2 = 2,15 \text{ J/g/degre}$  ; chaleur latente de fusion de la glace à  $T_0 = 273 \text{ K}$  :  $L = 336 \text{ J/g}$ .

### Exercice 9

Dans un récipient parfaitement calorifugé contenant une masse  $M = 1 \text{ kg}$  d'eau à  $\theta_1 = 20 \text{ °C}$ , on place un bloc de glace, à  $\theta_0 = 0 \text{ °C}$ , de masse  $m = 500 \text{ g}$ .

Déterminer :

9.1 la composition et la température du mélange à l'équilibre ;

9.2 la variation d'entropie de la masse d'eau :

a) initialement à l'état liquide

b) initialement à l'état solide.

9.3 La transformation est-elle réversible ?

A.N. : chaleur massique de l'eau :  $c = 4,2 \text{ kJ/kg - degre}$  ; chaleur de fusion de la glace :  $336 \text{ kJ/kg}$ .