

Exercice 1: Transformation Polytropique (travail). Transformation définie par  $PV^k = \text{cste}$ ,  $k > 0$ .

Calcul du travail dans le cas d'un gaz dont le volume varie de  $V_1$  à  $V_2$ .  
(Transformation q.s. à l'éq. méca, la température passe  $T_1$  à  $T_2$ ).  
la pression de  $P_1$  à  $P_2$

Exercice 2: Pour un gaz parfait exprimer  $C_{pm}$  et  $C_{vm}$  en fonction de  $\gamma$  et  $R$ .

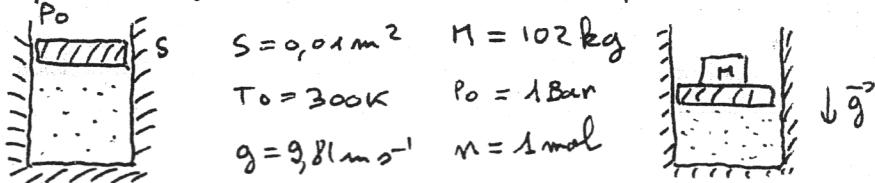
Exercice 3: Détente polytropique d'un gaz parfait, menant d'un état  $P_1, V_1, T_1$  à un état  $P_2, V_2, T_2$  ( $V_2 > V_1$ ). Nous avons :  $PV^k = \text{cste}$  ( $k > 0$ ) et  $\gamma = \frac{C_{pm}}{C_{vm}}$

Pour quelles valeurs du coefficient  $k$ , la détente du gaz s'accompagne telle :

- a) d'absorption de chaleur et d'échauffement du gaz ?
- b) " " " " de refroidissement du gaz ?
- c) de dégagement de chaleur ?

Exercice 4: Transformation monobare. Soient un cylindre et un piston adiabatiques renfermant un GPD ( $C_{vm} = \frac{\gamma}{2} R$ ). On dépose une masse  $M$  sur le cylindre à  $t_1$ , le piston atteint alors un état d'équilibre final. Quelle est la température finale du gaz ? Sa pression ?

Le volume final ?



Exercice 5: Cycle moteur Soit une transformation cyclique se déroulant de manière quasi-statische et à l'équilibre mécanique. Soit l'état A :  $T_A = 301K$ ,  $P_A = 1\text{ bar}$   
 → On effectue à partir de A jusqu'à B une compression isotherme telle que :  $P_B = 5P_A$   
 → Ensuite une détente isobare jusqu'à C.  
 → De C à A une transformation isochore.

Cette transformation cyclique est effectuée par 1 mole de gaz parfait monoatomique.

- a) Tracez le diagramme de Watt. / Déterminez  $V_A, V_B, V_C, T_C$ .
- b) Calculer :  $w, \Delta U$  et  $Q$  sur  $A \rightarrow B$ ,  $B \rightarrow C$  puis  $C \rightarrow A$
- c) En déduire  $w$  et  $Q$  échangés sur un cycle.



## Exercice 6

On porte la température d'un bloc d'aluminium (masse  $m=40$  g) de la température  $T_1 = 30$  K à la température  $T_2 = 45$  K, au moyen d'une résistance de valeur  $10 \Omega$  (indépendante de la température) parcourue par un courant de  $0,5$  A et de capacité thermique négligeable.

Calculer la durée du chauffage, sachant que la capacité thermique massique de l'aluminium suit la loi

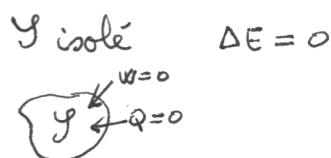
$$C(T) = C_0 \left( \frac{T}{T_0} \right)^3$$

avec,  $C_0 = 71 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$  et  $T_0 = 400$  K.

## Exercice 7

Une voiture de 1 tonne roule à  $100 \text{ km h}^{-1}$  et s'arrête brusquement à l'aide de ses quatre freins à disques. On assimile ces derniers à des cylindres de rayon  $R = 10$  cm, d'épaisseur  $e = 1$  cm, de masse volumique  $\rho = 8 \text{ g cm}^{-3}$  et de chaleur massique  $c = 0,42 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

Calculer l'élévation de température en supposant que toute la chaleur est absorbée par les disques.

Exo 71<sup>er</sup> principe:

$G = \{ \text{voiture sans les disques (v)} + \text{disques (d)} \}$

$$\text{Or: } \Delta E = \Delta(E_m + U) = \Delta E_m + \Delta U$$

$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p = \Delta E_c \quad \text{car: } E_p = \text{cste}$$

$$\Delta U = \Delta U_v + \Delta U_d \quad (U \text{ grandeur extensive})$$

et  $\Delta U_v = 0$  car l'état thermodynamique de la voiture hors disques ne change pas.

$$\Rightarrow \Delta E_c + \Delta U_d = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta E_c = -\frac{1}{2} m v^2 \quad (\text{m: masse totale de la voiture; v: sa vitesse}) \\ \Delta U_d = \epsilon \Delta T \quad (\epsilon: \text{capacité thermique des 4 disques}) \end{array} \right.$$

$$\text{d'où: } \epsilon \Delta T = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{m v^2}{2 \epsilon}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Volume des disques: } 4 \times (\pi R^2) \times e \\ \text{masse " " : } 4 \times (\pi R^2) \times e \times \rho \end{array} \right\} \Rightarrow \epsilon = 4\pi R^2 e \rho c$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta T = \frac{m v^2}{8\pi R^2 e \rho c}}$$

$$\text{AN: } \Delta T = \frac{1000 \left( \frac{100}{3,6} \right)^2}{8\pi (0,1)^2 \times 10^{-2} \times 8000 \times 420}$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta T = 91^\circ C}$$

# TD Bilans d'énergie

(5) cycle moteur: a)

$$A: P_A V_A = n R T_A$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{n R T_A}{P_A}$$

$$AN: V_A = V_C \approx 25 L$$

$$C: P_C V_C = n R T_C$$

$$\Rightarrow T_C = \left(\frac{P_C}{P_A}\right) T_A = \left(\frac{P_B}{P_A}\right) T_A \xrightarrow{AN} T_C = 1505 K \xrightarrow{AN} V_B \approx 5 L$$

$$b) AB: * W_{AB} = - \int_A^B P_{ext} dV \stackrel{\text{éq. méca}}{=} - \int P dV = -n R T_A \int \frac{dV}{V}$$

$$\Rightarrow W_{AB} = n R T_A \ln \frac{V_A}{V_B} = n R T_A \ln \left( \frac{P_B}{P_A} \right) \xrightarrow{AN} W_{AB} = 4025,7 J$$

$$* \Delta U_{AB} = n C_V (\Delta T)_{AB} = 0 J$$

$$* 1^{er} \text{ principe: } \Delta U_{AB} = Q_{AB} + W_{AB} \Rightarrow Q_{AB} = -W_{AB}$$

$$\Rightarrow Q_{AB} = -n R T_A \ln \left( \frac{P_B}{P_A} \right) \xrightarrow{AN} Q_{AB} = -4025,7 J$$

$$BC: * W_{BC} = - \int B_{ext} dV = -P_B \int dV = -P_B (V_C - V_B)$$

$$= -P_B \left( \frac{n R T_A}{P_A} - \frac{n R T_A}{P_B} \right) \Rightarrow W_{BC} = n R T_A \left( 1 - \frac{P_B}{P_A} \right)$$

$$\xrightarrow{AN} W_{BC} = -10005,2 J$$

$$* \Delta U_{BC} = n C_V (T_C - T_B)$$

$$= \frac{n R}{\gamma - 1} \left( \left( \frac{P_B}{P_A} \right) T_A - T_A \right) \Rightarrow \Delta U_{BC} = \frac{n R T_A}{\gamma - 1} \left( \frac{P_B}{P_A} - 1 \right)$$

$$* Q_{BC} = \Delta U_{BC} - W_{BC} \xrightarrow{AN} \Delta U_{BC} = 15007,9 J$$

$$\Rightarrow Q_{BC} = \frac{n \gamma R}{\gamma - 1} T_A \left( \frac{P_B}{P_A} - 1 \right) = \frac{n \gamma R}{\gamma - 1} (T_C - T_A) = n C_P \Delta T$$

$$\xrightarrow{AN} Q_{BC} = 25013,1 J \quad \text{on retrouve: } Q_p = \Delta H !$$

$$CA: * W_{CA} = 0 \text{ car } V = \text{constante}$$

$$* \Delta U_{CA} = Q_{CA} = n C_V (T_A - T_C) = \frac{n R}{\gamma - 1} (T_A - \frac{P_B}{P_A} T_A) = \frac{n R T_A}{\gamma - 1} \left( 1 - \frac{P_B}{P_A} \right)$$

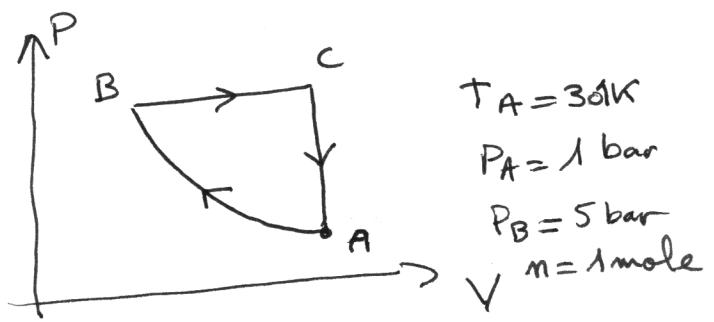
$$\xrightarrow{AN} \Delta U_{CA} = Q_{CA} = -15007,9 J$$

c) Cycle  $\Rightarrow \Delta U = 0$

(en effet:  $\Delta U = \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CA} = 0$ )

$$\Rightarrow W = -Q \quad \left\{ \begin{array}{l} W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} \dots \xrightarrow{AN} W = -5980 J < 0 \\ Q = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} \end{array} \right.$$

$(W < 0 \Rightarrow \text{cycle moteur})$



$$T_A = 301 K$$

$$P_A = 1 \text{ bar}$$

$$P_B = 5 \text{ bar}$$

$$\checkmark m = 1 \text{ mole}$$