

<https://www.pdf-cours.online/>

## Examen de thermodynamique

(Session II)

### Énoncé :

Le cycle thermodynamique sujet d'étude est composé de deux transformations isothermes réversibles  $A \rightarrow B$  et  $C \rightarrow D$  de température respective  $T_1$  et  $T_2$  et de deux transformations adiabatiques réversibles  $B \rightarrow C$  et  $D \rightarrow A$ , figure ci-dessous.

Le gaz est supposé un gaz parfait.

1. Calculer le nombre de mole  $\nu$  ;
2. Compléter les caractéristiques de chaque état:  $T_B, P_B, V_B, T_C, V_C, T_D, P_D, V_D$ .
3. Calculer le travail de chaque transformation ;
4. Calculer la variation de l'énergie interne de chaque transformation ;
5. En déduire la quantité de chaleur de chaque transformation ;
6. Vérifier le premier principe de la thermodynamique pour un cycle.

**Données :**  $P_A = 10^5 \text{ Pa}$  ;  $T_A = T_1 = 293 \text{ °K}$  ;  $V_A = 10^3 \text{ cm}^3$  ;  $P_C = 60 \times 10^5 \text{ Pa}$  ;  $T_C = T_2 = 873 \text{ °K}$  ;  
 $\gamma = 1,4$  ;  $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{°K}$

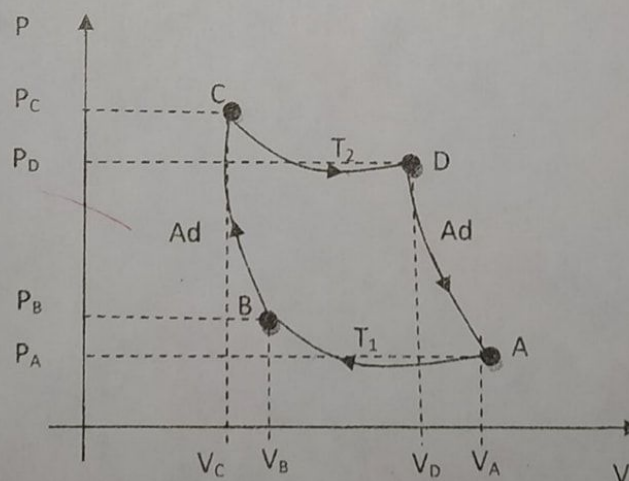


Diagramme de Clapeyron

<https://www.pdf-cours.online/>

**EPREUVE DE THERMODYNAMIQUE**

<https://www.pdf-cours.online/>

**Exercice 1 :**

On suppose que la différentielle de la pression  $P$  d'une mole de gaz carbonique obéit à la relation suivante :

$$dP = \left( \frac{R}{V-b} + \frac{f(T)}{V^2} \right) dT + \left( -\frac{RT}{(V-b)^2} + \frac{2a}{TV^3} \right) dV \quad (E)$$

$a$  et  $b$  sont des constantes positives, caractéristiques du gaz .

- 1- Déterminez la fonction  $f(T)$ .
- 2- Déterminez le volume critique et la température critique de cette mole de gaz (sans déterminer l'équation d'état).
- 3- Les mesures donnent les valeurs suivantes des coordonnées du point critique du gaz carbonique :

$$T_C = 304 \text{ K}, \rho_C = 464 \text{ kg/m}^3.$$

- a- Calculer le volume critique d'une mole de gaz carbonique.
- b- A partir des expressions de  $T_C$  et  $V_C$ , calculer les valeurs des constantes  $a$  et  $b$  pour le gaz carbonique.

On donne : Masse molaire du gaz carbonique  $M = 44 \text{ g}$  ;  $R = 8,32 \text{ S.I.}$

**Exercice 2 :**

On considère une mole d'un gaz parfait diatomique à la pression  $P_0$  et la température  $T_0$ . Cette mole subit successivement les transformations suivantes :

- Une compression isotherme réversible jusqu'à une pression  $P_1$ .
- Une détente adiabatique et réversible de la pression  $P_1$  jusqu'à la pression  $P_0$ , sa température finale est alors  $T_1$ .

- 1- Donner les expressions du travail  $W_{C1}$  et de la chaleur  $Q_{C1}$  échangés par le gaz lors de la compression. Calculer numériquement  $W_{C1}$  et  $Q_{C1}$ .
- 2- Exprimer la température  $T_1$ , atteinte après cette double transformation (compression isotherme et détente adiabatique), en fonction de  $T_0$ ,  $P_0$ ,  $P_1$  et du rapport  $\gamma = \frac{C_{MP}}{C_{MV}}$ . Comparer les températures  $T_0$  et  $T_1$ .
- 3- Donner l'expression de la variation de l'énergie interne du gaz au cours de la détente. En déduire l'expression du travail échangé  $W_{D1}$ . Calculer numériquement  $W_{D1}$ .
- 4- Le gaz subit une deuxième double transformation (compression isotherme, à  $T = T_1$  de  $P_0$  à  $P_1$ , suivie d'une détente adiabatique jusqu'à  $P_0$ ), sa température devient alors  $T_2$ .
  - a- Calculer le travail  $W_{C2}$  échangé par le gaz lors de la compression isotherme. En déduire le travail total de compression  $W_C = W_{C1} + W_{C2}$
  - b- Exprimer la température  $T_2$  en fonction de  $T_0$ ,  $P_0$ ,  $P_1$  et  $\gamma$ .
- 5- En déduire l'expression de la température  $T_n$  atteinte après  $n$  doubles transformations. Calculer le nombre  $n$  de doubles transformations permettant d'atteindre une température  $T_n = 10 \text{ K}$ .

On donne :  $P_0 = 1 \text{ atm}$ ,  $P_1 = 20 \text{ atm}$ ,  $\gamma = 1,4$ ,  $T_0 = 273 \text{ K}$  et  $R = 8,32 \text{ S.I.}$

<https://www.pdf-cours.online/>