Université CHOUAIB DOUKKALI
Ecole Supérieure d'Education et de
Formation d'El-Jadida

Année Universitaire : [redacted]

Série n^o 2

—

Exercice 1: Cycle d'un gaz de Van der Waals

Une mole d'un gaz de Van der Waals a pour équation d'état

$$(P+\frac{a}{V^2})(V-b)=RT$$

On fait subir à cette mole de gaz le cycle suivant :

- détente à pression extérieure constante $A(P_0,V_0) \longrightarrow A_1$ qui double son volume;
- compression réversible isotherme $A_1 \longrightarrow A_2$ qui la ramène à son volume initial;
- un refroidissement isochore $A_2 \longrightarrow A_0$.

1- Représenter le cycle dans le diagramme de Clapeyron.

2- Déterminer en fonction de P_0, V_0, a et b le travail reçu par le gaz dans chacune des transformations du cycle.

3- En déduire le travail total et la quantité de chaleur totale reçus au cours du cycle.

Exercice 2: Cycle de Carnot d'un gaz parfait

Une masse m d'un gaz parfait monoatomique décrit un cycle constitué par les transformations réversibles suivantes :

- une transformation adiabatique $A(P_A,V_A,T_2) \longrightarrow B(P_B,V_B,T_1)$ avec $T_1 > T_2$. $\gamma = \frac{5}{3}$
- une détente à température constante $B \longrightarrow C(P_C,V_C,T_1)$;
- une transformation adiabatique $C \longrightarrow D(P_D,V_C,T_2)$;
- une compression à température constante $D \longrightarrow A$.

On admettra que la capacité calorifi

que à volume constant du gaz est indépendante de la température.

1- a/ Représenter le cycle dans le plan (P; V) (diagramme de Clapeyron).

b/ Démontrer les relations $P_AP_C = P_BP_D$ et $V_AV_C = V_BV_D$.

2- a/ Déterminer les travaux W_{AB};W_{BC};W_{CD} et W_{DA} reçus par le gaz dans chacune des transformations constituant le cycle, en fonction des coordonnées des états initial et final correspondants.

b/ Quelle est la relation entre W_{AB} et W_{CD} ? Retrouver directement cette relation en appliquant le premier principe de la Thermodynamique et en tenant compte du fait que le gaz est parfait.

3- a/ Déterminer, en fonction des coordonnées des sommets du cycle, les quantités de chaleur Q_{AB};Q_{BC};Q_{CD} et Q_{DA} reçues par le gaz dans les quatre transformations du cycle et en préciser les signes.

b/ Établir une relation entre Q_{BC} et Q_{DA}.

4/ Déterminer le travail total W reçu par le gaz au cours du cycle. Montrer que l'on pouvait prévoir son signe et le vérifier.

5/ Donner la définition générale du rendement relatif à un cycle et déterminer le rendement η du cycle considéré ici.

6/ Déterminer les coordonnées des états C et D de telle sorte que Q_{BC} ait une valeur Q_1 fixée à l'avance.

Université CHOUAIB DOUKKALI
Ecole Supérieure d'Education et de
Formation d'El-Jadida

Année Universitaire : 2021-2022

Série n^o 2 (Suite)

—

Exercice 1:

On effectue de 3 manières différentes une compression qui amène un mélange air-essence de l'état 1 à l'état 2 avec:

état 1 : $P_1 = 1$ bar et $V_1 = 3$ litres

état 2 : $P_2 = 3$ bars et $V_2 = 1$ litres

La première évolution est isochore puis isobare, la deuxième est isobare puis isochore, la troisième est isotherme (P.V = Cte);

1- Représenter graphiquement ces évolutions.

2- Calculer ΔU (variation d'énergie interne entre les états 1 et 2).

3- Calculez les travaux dans les 3 cas.

4- Déduisez-en les chaleurs échangées : sont-elles reçues ou évacuées ?

Exercice 2:

Une mole d'un gaz parfait est contenue dans un cylindre vertical comportant un piston mobile, de masse négligeable en contact avec une atmosphère extérieure à pression constante $P_o = 1{,}0$ bar et à la température T_o= 300 K. Constante des gaz parfaits : R = 8,31 $J.K^{-1}.mol^{-1}$;

On réalise la compression isotherme de ce gaz parfait. La température T_o du gaz est maintenue constante grâce à l'atmosphère. On note P_1= 2,0 bars la pression finale.

1- Déterminer le travail W des forces de pression lors de cette évolution.

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 thermodynamique soit P1 à la température T_o.

2- Déterminer le travail W' des forces de pression lors de cette évolution.

3- Représenter le travail fourni dans ces deux situations en traçant y = W/(nRT_o) et y' = W'/(nRT_o) en fonction de x = P_1/P_o. On vérifiera que le travail fourni au gaz dans la transformation brutale, décrite ici, est toujours supérieur au travail fourni dans la compression isotherme.

4- Quelle est la chaleur échangée avec l'air dans les deux cas.

20 C. Quelle est la variation d'entropie de l'ensemble vase + liquide + cuivre. Quelle est la variation d'entropie de l'ensemble vase + liquide + cuivre + milieu extérieur. Conclure

Exercice 3:

On considère un cylindre d'axe vertical, de section intérieure S = 100 cm^2. Dans ce cylindre peut coulisser un piston de masse M = 51kg. La pression atmosphérique extérieure est P^0= 10^5 Pa. Dans tout le problème, on néglige les pertes d'énergie par frottements. Tous les corps à l'état gazeux pourront être modélisés comme des gaz parfaits.

Dans un état initial A un opérateur maintient le piston de telle sorte qu'il limite dans le cylindre un espace libre de hauteur h_0 =1 m, rempli de gaz parfait monoatomique à la température $t_0 = 0$ et à la pression $P^0 = 10^5$ Pa. On prendra : g = 9,81m.s^{-2}.

On revient à l'état initial A, le cylindre ne contenant plus que le gaz parfait monoatomique. Sans se préoccuper, maintenant, du mode opératoire, on réalise le cycle de transformations réversibles suivant : compression adiabatique permettant d'atteindre une pression de 1,5.10^5 Pa ; puis refroidissement à pression constante jusque $t_0 = 0$: enfin, détente isotherme permettant de retrouver l'état A.

1- Représenter, aussi exactement que possible, le cycle dans un plan de coordonnées (P, V).

2- Calculer le travail total échangé entre le gaz et le milieu extérieur au cours d'un cycle. Ce cycle pouvant être réalisé avec la seule source de chaleur à la température t0, montrer que le signe de ce travail satisfait au second principe de la thermodynamique quant à l'existence de machines monothermes.

3- On envisage le cycle décrit dans le sens inverse du sens précédent. Calculer le rendement thermique de la machine fonctionnant réversiblement selon ce cycle. Si l'on voulait réaliser ce cycle à l'aide de deux sources de chaleur; quelles seraient nécessairement les températures de ces deux sources ? Quel serait le rendement de Carnot correspondant ?