

TRAVAIL PRATIQUE #8

Nouvelles connaissances :

Les mélanges de gaz parfaits
Les gaz réels

Exercice 1

On prépare un mélange gazeux en remplissant un réservoir vide de $0,15 \text{ m}^3$ avec du néon jusqu'à que la pression atteigne 35 kPa. De l'oxygène est ensuite ajouté jusqu'à que la pression monte à 105 kPa. Enfin on ajoute de l'azote, et la pression monte à 140 kPa. Chaque fois qu'un gaz est ajouté, le contenu du réservoir est maintenu à 60°C . Déterminez :

- La masse de chacun des constituants du mélange ;
- La masse molaire moyenne du mélange ;
- La fraction de volume occupé par l'azote.

Données : les masses molaires des Ne, O_2 , et N_2 sont respectivement 20,18; 32,0; 28,0 kg/kmol et leurs constantes spécifiques sont respectivement 0,4119; 0,2598; and 0,2968 kJ/(kg·K).

Exercice 2

Un échantillon du mélange gazeux de l'exercice 1 remplit le volume d'un système piston-cylindre. On fait varier la pression du système par un procédé réversible non adiabatique tel que la pression est proportionnelle au volume. Des mesures préliminaires montrent que le volume du système est de $0,1 \text{ m}^3$ lorsque la pression se trouve à $p_1 = 200 \text{ kPa}$ et de $1,0 \text{ m}^3$ lorsque la pression se trouve à $p_2 = 1000 \text{ kPa}$.

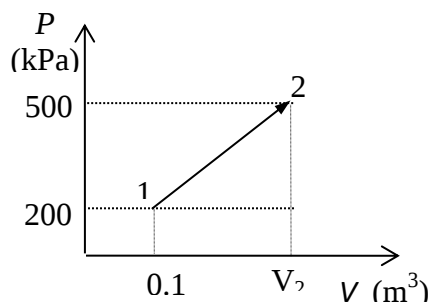


Figure 1 – Procédé thermodynamique de l'exercice 2

Au départ, le mélange gazeux est additionné au système jusqu'à ce que la pression atteigne 200 kPa (état 1). La température du mélange est alors de 10°C . Le système est chauffé et la pression monte à 500 kPa (état 2), comme montre la figure 1. Calculer les échanges de travail et de chaleur durant l'évolution de 1 à 2. Les capacités calorifiques massiques à volume constant des gaz Ne, O_2 , et N_2 sont respectivement 0,6179; 0,658 et 0,743 kJ/(kg·K).

Note : Pour calculer le travail, il faut exprimer la pression en fonction du volume. Comme la variation de p est proportionnelle à V , la fonction est de la forme $p = aV + b$, où a et b sont des constantes. On connaît deux points de la droite, ce qui permet de déterminer a et b :

$$a = \frac{p_3 - p_1}{V_3 - V_1} = \frac{800}{0,9} \text{ kPa} / \text{m}^3; \quad b = \frac{p_1 V_3 - p_3 V_1}{V_3 - V_1} = \frac{100}{0,9} \text{ kPa}$$

Exercice 3

La différentielle de la pression molaire de l'azote, entre 0 et 40 atm et à des températures supérieures à 25 °C est :

$$dp = -\frac{RT}{V_m^2} \left(1 + \frac{2a}{V_m} \right) dV_m + \frac{R}{V_m} \left(1 + \frac{a}{V_m} \right) dT$$

où a est une constante positive.

En déduire l'équation d'état de ce gaz dans ce domaine de pression.

Exercice 4

Déterminez la variation d'enthalpie et d'entropie molaire de l'oxygène lorsque celui-ci subit une évolution de 5 MPa et 220 K à 10 MPa et 300 K. On suppose que l'oxygène se comporte :

- Comme un gaz parfait
- Comme un gaz réel

La température critique et la pression critique de l'oxygène sont respectivement $T_c = 154,8 \text{ K}$ et $p_c = 5,08 \text{ Mpa}$ (Table A-1). La capacité calorifique molaire est une fonction de la température : $c_{p,m} = a + bT + cT^2 + dT^3$.

Consulter la Table A-2 (page 913) pour connaître les constantes a , b , c et d .

Utiliser les cartes des facteurs d'écart enthalpiques et entropiques.

Exercice 5

Soit un réservoir indéformable et adiabatique de $0,08 \text{ m}^3$ qui contient de l'oxygène à 10 MPa et à 220 K. Un agitateur remue le gaz et sa température grimpe à 250 K. À l'aide des diagrammes de compressibilité et du facteur d'écart enthalpique, déterminez :

- La pression finale dans le réservoir
- Le travail fait par l'agitateur durant l'évolution

