Université Ibn Zohr
Faculté Polydisciplinaire
Ouarzazate, Maroc

جامعة ابن زهر
الكلية متعددة التخصصات
ورزازات، المغرب

Épreuve de Thermodynamique II *
Responsable : H. Chaib
Filière : SMP, **Semestre** : 3, **Année** : 2016/2017
Date : 09-02-2017 à 16:15, **Durée** : 90 min

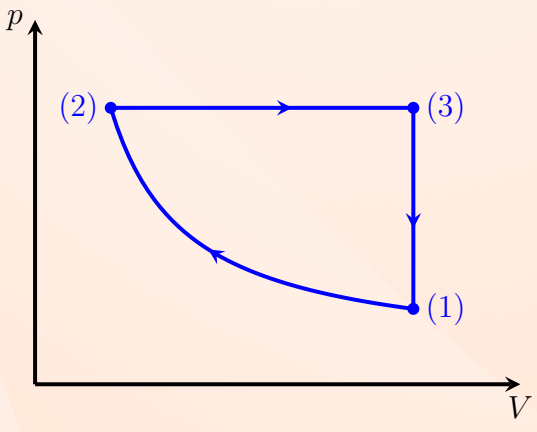
NB : Toute réponse non justifiée ne sera pas considérée.

Questions de Cours

1. Qu'est ce qu'une pompe à chaleur ?
2. Quelle est la différence entre absorption et adsorption d'un fluide ?
3. Qu'appelle-t-on vapeur saturante d'une substance donnée ?

Problème 1

Un cylindre contient $n = 0{,}75\,\text{mol}$ d'un gaz parfait polyatomique qui décrit de manière réversible un cycle formé constitué de trois transformations : une transformation isotherme, une transformation isobare et une transformation isochore (figure ci-dessous). Les états (1), (2) et (3) de ce cycle sont caractérisés, respectivement, par $T_1 = 295\,\text{K}$, $p_2 = 6{,}5\,\text{bar}$ et $V_3 = 8{,}5\,\text{l}$.



1. Calculer les volumes V_1 et V_2 ainsi que les températures T_2 et T_3.
2. Calculer les travaux volumétriques W_{12}, W_{23} et W_{31} mis en jeu au cours du cycle.
3. Calculer les quantités de chaleur Q_{12}, Q_{23} et Q_{31} échangées par le gaz au cours du cycle.

∗. La version électronique de l'énoncé et celle de la correction de cette épreuve seront publiés en ligne, quelques heures après la date affichée ci-dessus, sur le site Web : http://www.fpo.ma/chaib/teaching/.

4. Calculer le travail utile W_{u} de ce cycle.
5. Déduire de ces résultats l'efficacité thermique η du cycle.
6. Calculer les variations d'entropie ΔS_{12}, ΔS_{23} et ΔS_{31}.

Problème 2

D'une manière générale, pour un système thermodynamique sous une seule phase, la quantité de chaleur δQ échangée lors d'une transformation infinitésimale réversible pouvait s'exprimer en fonction des couples de variables (V, T) et (p, T) de la manière suivante :

$$\delta Q = C_{\mathrm{V}}\mathrm{d}T + l\mathrm{d}V = C_{\mathrm{p}}\mathrm{d}T + h\mathrm{d}p$$

où C_{V}, C_{p}, l et h sont des coefficients calorimétriques qui s'appellent, respectivement, capacité thermique isochore, capacité thermique isobare, chaleur latente de dilatation et chaleur latente de compression.

1. Déterminer les variables naturelles de l'énergie interne U, de l'enthalpie H, de l'énergie libre F et de l'enthalpie libre G.
2. Le présent système est un système bivariant. Expliquer pourquoi.
3. Trouver la relation de Maxwell relative à chacun des potentiels thermodynamiques cités ci-dessus.
4. Démontrer la première et la deuxième relation de Clapeyron.
5. Démontrer la relation de Mayer.
6. Exprimer les chaleurs latentes l et h en fonction du volume V, des coefficients thermoélastiques α et χ_{T} et de la quantité $C_{\mathrm{p}} - C_{\mathrm{V}}$.
7. Exprimer $C_{\mathrm{p}} - C_{\mathrm{V}}$ en fonction de la température T, du volume V et des coefficients thermoélastiques α et χ_{T}.
8. Étudier le signe de $C_{\mathrm{p}} - C_{\mathrm{V}}$, sachant que $\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$ est négatif pour tous les corps qu'on connait.
9. Exprimer C_{V} et C_{p} en fonction de l'indice adiabatique γ, de la température T, du volume V et des coefficients thermoélastiques α et χ_{T}.
10. Démontrer la formule de Reech.

On dispose d'un système thermodynamique de volume $V = 5 \times 10^{-4}\,\mathrm{m}^3$ et de coefficients thermoélastiques $\alpha = 4 \times 10^{-5}\,\mathrm{K}^{-1}$, $\chi_{\mathrm{T}} = 8 \times 10^{-12}\,\mathrm{Pa}^{-1}$ et $\chi_{\mathrm{S}} = 7 \times 10^{-12}\,\mathrm{Pa}^{-1}$. Ce système se trouve sous une pression $p = 10^5\,\mathrm{Pa}$ et une température $T = 25\,^{\circ}\mathrm{C}$.

11. Calculer, pour ce système, les coefficients calorimétriques C_{V}, C_{p}, l et h.

On donne : la constante universelle des gaz parfaits est $R = 8{,}314\,\mathrm{J\,mol^{-1}\,K^{-1}}$.