

Thermodynamique

(physique)

27 mai 2011

Durée : 2h

Documents non autorisés

Calculatrice interdite

Toute réponse doit être justifiée!

barèmes approximatifs : 1) ⑤ points; 2) ⑧ points; 3) ⑫ points

Exercice-1. Questions de cours

- 1- Par quelle relation peut-on exprimer le 1^{er} principe de la thermodynamique?
- 2- Dans l'énoncé du 2^{ème} principe de la thermodynamique quelle inégalité doit vérifier la variation d'entropie ΔS ? On précisera les conditions de validité de cette inégalité.
- 3- Les affirmations suivantes sont-elles vraies (justifiez vos réponses en deux phrases au plus) :
 - 3-a) Au cours d'une transformation réversible la variation d'entropie d'un système est nulle.
 - 3-b) Au cours d'une transformation irréversible la variation d'entropie d'un système est strictement positive.
 - 3-c) La variation d'entropie d'un système est donnée par $\Delta S = \frac{Q}{T}$ où Q est l'échange thermique et T la température.

Exercice-2. Transformation isentropique d'un gaz parfait

- 1- Rappeler les définitions de la température T et de la pression P d'un système thermodynamique en faisant intervenir l'entropie $S(U, V)$ du système. U et V sont respectivement l'énergie interne et le volume du système considéré.
- 2- En déduire l'expression de la différentielle dS de l'entropie en fonction de celle de l'énergie interne dU et du volume dV .

3- Montrer alors que pour n moles d'un gaz parfait, on a

$$dS = n C_V \frac{dT}{T} + n R \frac{dV}{V},$$

où C_V est la capacité thermique molaire à volume constant et R la constante des gaz parfaits.

4- Dédurre de la question précédente que pour un gaz parfait on a également la relation :

$$dS = n C_V \frac{dP}{P} + n C_P \frac{dV}{V},$$

où C_P est la capacité thermique molaire à pression constante.

5- Dans le cas d'une transformation isentropique, déduire de ce qui précède que pour un gaz parfait les quantités $T V^{\gamma-1}$ et $P V^\gamma$ restent constantes lors d'une transformation isentropique (on pose $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$).

6- Les résultats de la question (5) sont-ils vrais pour les gaz réels en général ?

Exercice-3. Transformation cyclique d'un gaz parfait

On considère une mole de gaz parfait. Un état d'équilibre de ce gaz est caractérisé par la donnée de sa pression P , son volume V et sa température T . Cette mole de gaz parfait subit un cycle composé des transformations réversibles suivantes :

- une compression *isentropique* d'un état A de température T_A , de volume V_A et pression P_A vers un état B de volume $V_B < V_A$,
- une détente *isotherme* de l'état B vers l'état C et
- une transformation *isochore* de l'état C vers l'état initial A .

- 1- Représenter chaque branche (AB , BC et CA) du cycle sur un diagramme de *Clapeyron* (plan P, V). On portera une attention particulière à la position du point C relativement au point A dans ce diagramme.
- 2- Donner l'expression de P_B en fonction de P_A , V_A , V_B et l'exposant adiabatique γ .
- 3- De même, déterminer les expressions des températures dans les états C et B , respectivement T_C et T_B , en fonction de T_A , V_A , V_B et γ .
- 4- Calculer sur chaque branche les variations d'énergie interne ΔU et d'entropie ΔS , les échanges thermiques Q et les travaux W . Les résultats **devront** être exprimés **uniquement** en fonction des quantités suivantes : V_A , V_B , T_A , γ et C_V la capacité thermique à volume constant.
- 5- Vérifier que $\Delta U = 0$ et $\Delta S = 0$ sur le cycle.
- 6- Donner l'expression du travail total sur le cycle. Donner le signe de ce travail sans calculs en justifiant la réponse. Est-ce un cycle moteur ?