

DS1 de Thermodynamique

Semestre S3 – EC 03 02 SB 0102

mercredi 6 novembre 2019 - 2 heures - Barème indicatif

Calculatrices ENIT autorisée

Documents autorisés : Tables thermodynamiques de l'eau

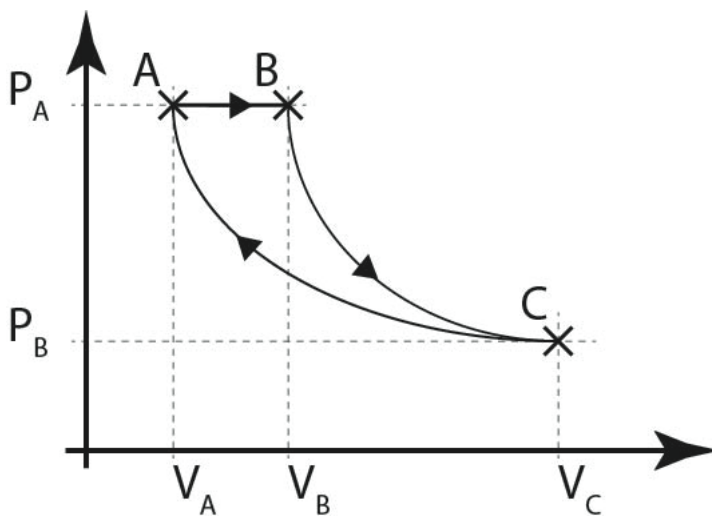
La notation prendra en compte la qualité de la rédaction :

- démarche justifiée ;
- formulation littérale avec démonstration des formules (relations, expressions) utilisées ;
- résultats avec unités cohérentes.

Exercice 1 : Cycle d'un gaz parfait

(16 points)

Vingt-sept moles d'air, contenues dans un piston hermétique et assimilés à un gaz parfait diatomique ($n = 27 \text{ mol}$ et $\gamma = 1,4$), subit une succession de transformations représentées dans le diagramme de Clapeyron [P(V)] suivant :



État	A	B	C
Pression	2 bars		
Température	7 °C	173 °C	

Tableau 1 : variables d'état

Figure 1 : diagramme de Clapeyron

Données : Constante des gaz parfaits :

$$R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

Capacité thermique massique de l'air à volume constant :

$$c_V = 712,6 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

Capacité thermique molaire de l'air à volume constant :

$$C_{M,V} = 20,8 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

Capacité thermique massique de l'air à pression constante :

$$c_P = 998,7 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

Capacité thermique molaire de l'air à pression constante :

$$C_{M,P} = 29,1 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

1. Caractéristiques du cycle.

- a) Présenter le système, le modèle, les états d'équilibre ainsi que la nature des transformations.
- b) Déterminez, en le justifiant, s'il s'agit d'un cycle moteur ou récepteur.
- c) Remplissez le tableau 1 en justifiant chacune de vos réponses.

2. Étude énergétique du cycle.

Les énergies seront exprimées en kilojoule. Les résultats seront utiliser pour compléter le tab.2.

- a) Calculez les travaux échangés (W_{AB} , W_{BC} et W_{CA}) au cours des 3 transformations (AB), (BC) et (CA).
- b) Calculez les quantité de chaleur échangées (Q_{AB} , Q_{BC} et Q_{CA}) au cours des 3 transformations (AB), (BC) et (CA) Déterminer la quantité de chaleur totale échangée durant ce cycle.

Transformation	AB	BC	CA
Travail (W)			
Chaleur (Q)			

Tableau 2 : bilan énergétique

Transformation	AB	BC	CA
ΔS Variation d'entropie			
S_e Entropie d'échange			
S_p Entropie produite			

Tableau 3 : bilan entropique

3. Étude entropique du cycle.

Au cours du cycle, les échanges thermiques (quantités de chaleur) ont lieu entre le gaz et une sources de chaleur dont la température est égale à $\theta_2 = 227^\circ\text{C}$.

Pour les applications numériques des calculs entropiques, vous ne conserverez que trois chiffres significatifs. Les résultats seront utiliser pour compléter le tab.3.

- a) Calculez la variation d'entropie du gaz au cours de la transformation isochore (AB), puis son entropie d'échange. En déduire l'entropie produite durant cette transformation (AB).
- b) La transformation BC est-elle isentropique ? Justifier votre réponse.
- c) De même, calculez la variation d'entropie du gaz et l'entropie d'échange au cours de la compression isotherme (CA). En déduire l'entropie créée entre C et A.
- d) En déduire l'entropie créée au cours du cycle ABCA. Le cycle proposé est-il réalisable ? Dans l'affirmative, précisez s'il s'effectue de manière réversible ou irréversible.

Exercice 2 : Compression d'un gaz réel

(4 points)

Une enceinte munie d'un piston mobile qui coulisse sans frottement, contient une masse $m = 3,5$ kg de vapeur d'eau surchauffée, initialement à la pression $P_1 = 50$ bars, et une température de 400°C (état 1).

Cette vapeur doit être portée à une pression $P_2 = 12$ bars (état 2). Pour parvenir à ce résultat, on se propose d'étudier et de comparer une transformation isotherme que l'on supposera réversibles :

1. Quelle est le volume occupé par la vapeur à l'état 1 ?
2. Quel est la quantité de chaleur échangé lors de la transformation de l'état 1 à l'état 2 ?
3. Quelle est le travail nécessaire pour réaliser cette transformation ?

Les tables de variables thermodynamiques seront utilisées pour mener toute l'étude.

Pour les applications numériques des énergies, vous ne conserverez que 5 chiffres significatifs.

— *Bon courage* —