

# Examen de Thermodynamique

## Semestre 3 — EC0302SB0102

mercredi 4 novembre 2020 - 2 heures - Barème indicatif

La notation prendra en compte la qualité de la rédaction :

- Démarche justifiée ;
- Formulation littérale avec démonstration (relations, expressions utilisées) ;
- Sauf indication contraire, les résultats seront présentés avec les unités cohérentes du système international et à l'unité près.

### Exercice 1 : Cycle d'un gaz parfait (14 points)

Une enceinte fermée contient 4,7 moles d'air. Ce gaz est supposé idéal. Il est initialement à une pression de 2,8 bars et une température 155 °C. Il subit une succession de 3 transformations qui forment un cycle :

- La première transformation (AB) est un échauffement isochore jusqu'à une température de 200 °C.
- Lors de la seconde transformation (BC), le gaz est comprimé de manière isotherme.
- Enfin, l'air est ramené à l'état initial avec une détente adiabatique réversible (CA).

*On indique les données suivantes :*

- la constante des gaz parfaits :  $R = 8,31 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$
- la capacité thermique molaire à volume constant :  $C_{m,V} = 20,8 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$
- la capacité thermique molaire à pression constante :  $C_{m,P} = 29,1 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$
- le coefficient adiabatique :  $\gamma = 1,4 = \frac{7}{5}$

1. Précisez le système, le modèle, les états et les transformations entre chaque état.
2. Représentez dans un diagramme de Clapeyron P(V) ces trois transformations, ainsi que le travail. Préciser grâce à ce graphique le signe du travail.
3. Établissez la valeur de la pression  $P_B$ .
4. Déterminez la température  $T_C$  ainsi que la pression  $P_C$ .

### Bilan énergétique

5. Calculer le travail  $W_{AB}$  et la quantité de chaleur  $Q_{AB}$  échangée pendant l'échauffement isochore (AB).
6. Calculer le travail  $W_{BC}$  et la quantité de chaleur  $Q_{BC}$  échangés pendant la compression isotherme (BC).

7. Déterminer  $W_{CA}$ , le travail échangé pendant la transformation (CA).
8. Que vaut le travail total  $W_T$  échangé au cours du cycle (ABCA) ?

### Bilan entropique

L'air réalise cette succession de transformations alors qu'il est en contact avec un thermostat dont la température est égale à  $\theta_1 = 155^\circ \text{C}$ .

**Dans cette partie, les entropies seront exprimées avec 1 décimale.**

9. Déterminez la variation d'entropie  $\Delta S_{AB}$  ainsi que l'entropie d'échanges  $S_{e_{AB}}$  au cours de la transformation (AB).
10. Que vaut l'entropie produite  $S_{p_{AB}}$  ? Cette transformation est-elle réversible ?
11. Déduisez la variation d'entropie et l'entropie d'échanges durant la transformation (BC).
12. Évaluez l'entropie produite  $S_{p_{BC}}$  ? Cette transformation est-elle réversible ?
13. La transformation (CA) est adiabatique réversible. Quel autre nom donne-t-on à ce type de transformation ? justifiez votre réponse.
14. Le cycle (ABCA) est-il réalisable ?

### Exercice 2 : On s'étend !

(6 points)

On souhaite abaisser la pression d'une vapeur surchauffée ( $m=25 \text{ g}$ ) initialement à 80 bars et de  $600^\circ \text{C}$ . On réalise pour cela, dans un premier temps, une détente isotherme (transformation 1-2) qui l'amène à une pression de 10 bars. Dans un second temps, on diminue la pression de la vapeur jusqu'à 6 bars grâce à un refroidissement isochore (transformation 2-3).

**Dans cette partie, toutes les toutes les énergies seront exprimées en kJ et avec 2 décimales.**

1. Détaillez la nature du système, le modèle, les états et les transformations entre chaque état.
2. Quelle est la quantité de chaleur  $Q_{1-2}$  absorbée par la vapeur au cours de cette transformation ?
3. Que vaut le travail  $W_{1-2}$  au cours de la première transformation ?
4. Déterminer la quantité de chaleur  $Q_{2-3}$  libérée pendant cette transformation.
5. Quelle est la température finale  $\theta_3$  ?

*Bon courage*