



## Examen Physique : *Thermodynamique (1h30)*

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème est donné à titre indicatif. Réponses exclusivement sur le sujet. Si vous manquez de place, vous pouvez utiliser le verso des pages.

Exercice 1. Questions de cours (5 points – pas de points négatifs pour le QCM). Pour certaines questions plusieurs réponses sont à cocher.

1. Un ballon de baudruche rempli d'air à 20°C est plongé dans de l'eau à 5°C. On peut dire que :
  - a. Le volume du ballon va augmenter
  - b. Le volume du ballon va diminuer
  - c. La température de l'air augmente
  - d. La température de l'air diminue
  
2. Lors d'un cycle thermodynamique  $\Delta U = 0$  car :
  - a. C'est une hypothèse de la thermodynamique
  - b. L'état initial et l'état final sont identiques
  - c. C'est une approximation pratique pour la modélisation
  - d. Aucune des réponses précédentes
  
3. Lors d'une transformation isochore, le transfert thermique  $Q$  est égal à :
  - a.  $W$
  - b.  $-W$
  - c.  $\Delta U$
  - d.  $-\Delta U$
  
4. Dans le cas d'une pompe à chaleur, l'énergie utile est :
  - a. Le travail
  - b. Le transfert thermique vers la source chaude
  - c. Le transfert thermique vers la source froide
  - d. Cela dépend de la pompe à chaleur
  
5. Le transfert thermique ayant lieu sans déplacement de matière et dû à une différence de température entre deux endroits d'un même objet :
  - a. La conduction
  - b. La convection
  - c. Le rayonnement
  - d. La subduction

Exercice 2 : Vaporisation de l'eau (6,5 pts)

On plonge un bloc de fer de masse  $m_{fer}$  de 1kg à une température initiale  $T_{fer}$  de 1100°C dans une masse  $m_{eau}$  de 1kg d'eau à l'état liquide à la température initiale  $T_{eau}$  de 0°C. Le tout est enfermé dans une enceinte parfaitement calorifugée, c'est-à-dire, ne permettant aucun transfert thermique avec l'extérieur. La pression extérieure reste constante telle que  $P_{ext} = 1$  bar. On fera l'hypothèse que la température finale est  $T_f = 100$ °C et qu'une partie de l'eau est vaporisée, que nous noterons  $m_{vap}$ .

**Informations :** (Attention, certaines informations sont inutiles à la résolution du problème)

	Température de fusion $T_{fus}$ (°C)	Température de vaporisation $T_{vap}$ (°C)	Enthalpie massique de fusion $\Delta h_{fus}$ (kJ/kg)	Enthalpie massique de vaporisation $\Delta h_{vap}$ (kJ/kg)	Capacité thermique massique $c_p$ (kJ.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )
Eau	0	100	300	2000	4
Fer	1535	2750	200	5000	0,5

Lors de vos réponses aux questions, utiliser les notations des grandeurs telles qu'elles sont définies dans l'énoncé.

1. Donner l'expression littérale de  $\Delta H_1$ , la variation d'enthalpie de l'eau au cours de l'expérience due à la variation de la température de celle-ci. Réaliser l'application numérique. (1 pt)

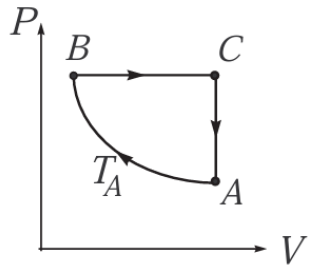
2. Donner l'expression littérale de  $\Delta H_2$ , la variation d'enthalpie de l'eau au cours de l'expérience due au changement d'état de celle-ci. (1 pt)

3. Sous quel état est le fer au début de l'expérience ? Donner l'expression littérale de  $\Delta H_3$ , la variation d'enthalpie du fer au cours de l'expérience. Réaliser l'application numérique. (1,5 pts)

4. Quel lien existe-t-il entre ces variations d'enthalpies ? Justifier votre réponse à l'aide de l'énoncé. (1 pt)

5. Donner l'expression littérale de la quantité d'eau vaporisée puis réaliser l'application numérique. (2 pts)

Exercice 3 : Cycle thermodynamique (8,5 pts)



Une mole de gaz parfait contenue dans un cylindre décrit de manière quasi statique et mécaniquement réversible le cycle ABCA décrit ci-contre.

- L'évolution AB a lieu à la température constante  $T_A = 300\text{K}$ . En A,  $P_A = 1,0\text{bar}$ .
- L'évolution BC a lieu à la pression  $P_B = 5,0\text{bars}$ .

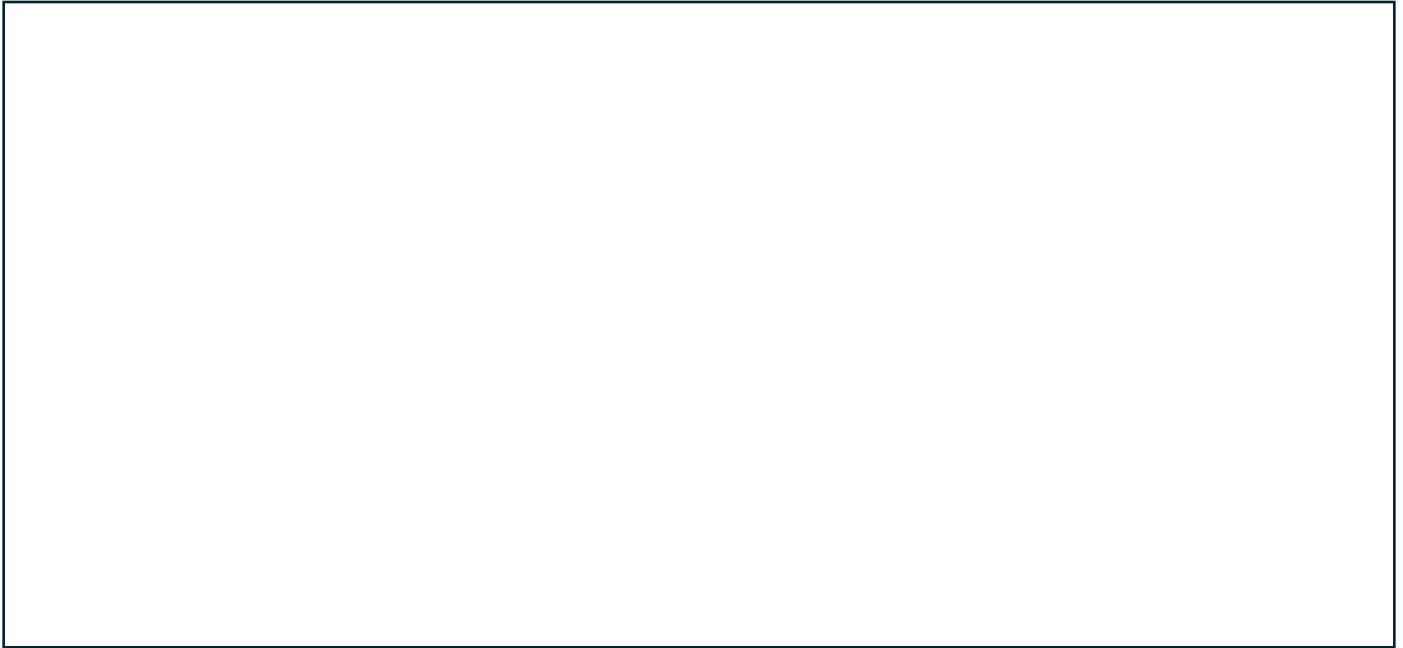
Informations :

- La constante des gaz parfaits :  $R \approx 8,314 \text{ J.K}^{-1}\text{mol}^{-1}$
- $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$
- $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
- $\ln(5) \approx 1,5$  ;  $\ln(1/5) \approx -1,5$
- $8,314 \times 3 \approx 25$

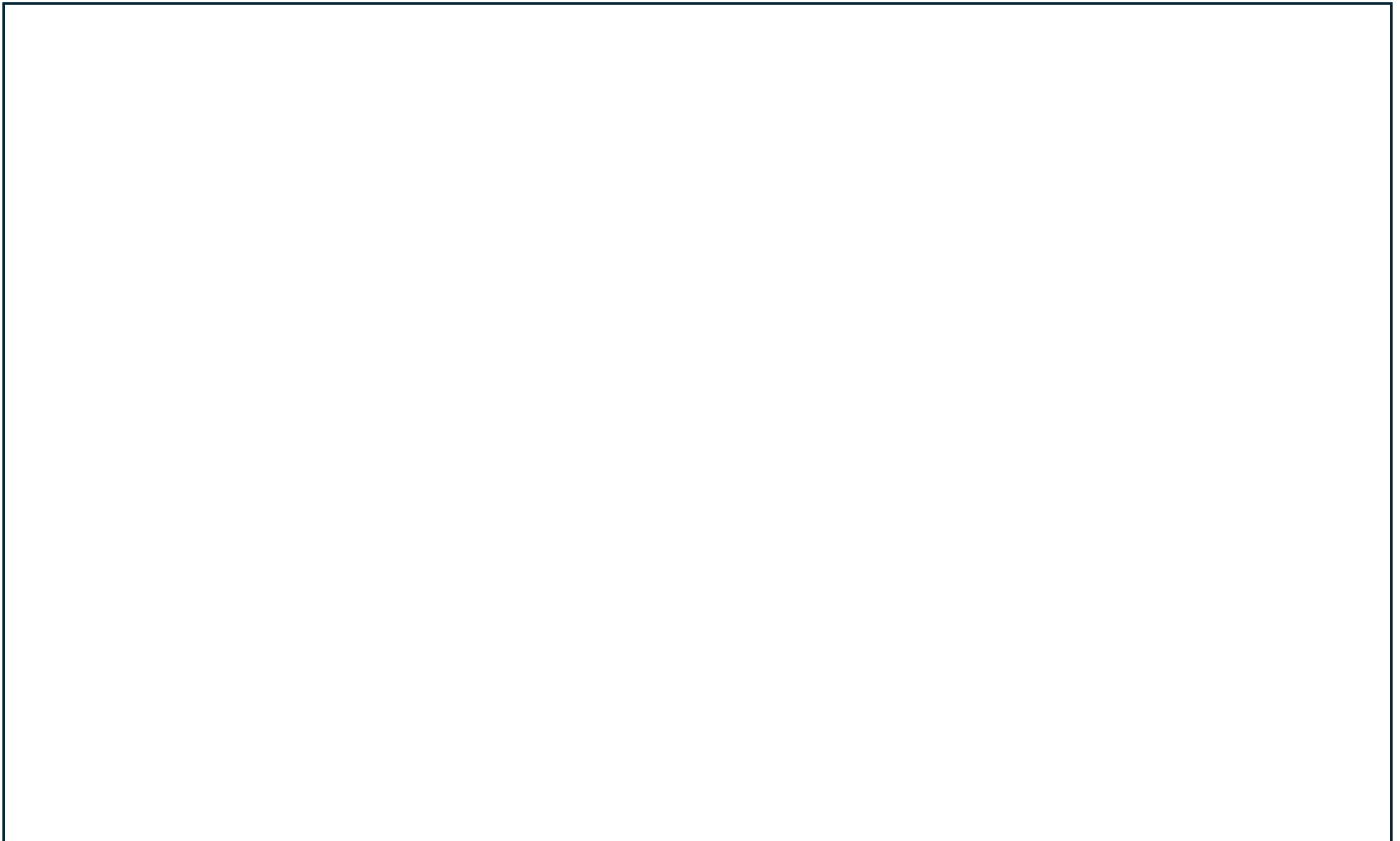
1. Rappeler l'équation des gaz parfaits. (0,5 pt)

2. Donner la nature de chacune des transformations AB, BC et CA. (1,5pts)

3. Donner les valeurs en litre des volumes  $V_A$ ,  $V_B$  et  $V_C$  en justifiant les valeurs obtenues par un calcul ou l'utilisation du diagramme (P,V). (3 pts)



4. Donner les expressions littérales des travaux  $W_{AB}$ ,  $W_{BC}$  et  $W_{CA}$  puis réaliser les applications numériques. (3 pts)



Les valeurs des transferts thermiques valent :

- $Q_{AB} = -3,75 \text{ kJ}$
- $Q_{BC} = 25 \text{ kJ}$
- $Q_{CA} = -15 \text{ kJ}$

5. Sommer les travaux et les transferts thermiques échangés pendant un cycle thermodynamique et commenter le résultat. (1pt)