

**I**

La température d'une plaque d'aluminium carrée de côté  $a = 1 \text{ m}$  à  $20^\circ\text{C}$  est portée à  $40^\circ\text{C}$  : quelle est en  $\text{cm}^2$  la variation de son aire sachant que le coefficient de dilatation linéaire de l'aluminium est  $\lambda=2,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  ?

**II. Gaz parfait**

On considère une quantité de matière  $n$  d'un gaz parfait, pris dans les conditions suivantes : température  $150^\circ\text{C}$ , pression  $P = 5,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , volume  $V = 9,0 \text{ L}$ .

On fait subir à ce gaz les transformations suivantes :

- refroidissement à volume constant jusqu'à une température de  $60^\circ\text{C}$ .
- puis détente à température constante, jusqu'à une pression de  $2,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .
- puis on ramène le volume à  $9,0 \text{ L}$ , sous pression constante.

1. Calculer pour chacun des états successifs du gaz les valeurs des variables  $P$ ,  $T$  et  $V$  non données par l'énoncé.

2. Déterminer la quantité de matière  $n$  de gaz.

3. En réalité ce gaz est un mélange de dihydrogène et de diazote. Déterminer sa composition molaire, sachant que dans l'état initial la pression partielle du diazote est  $8,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ .

En déduire sa composition massique et la masse molaire du mélange (masses molaires en  $\text{g}.\text{mol}^{-1}$  :  $\text{N}_2$  28  $\text{H}_2$  2,0)

**III Air**

L'air est un mélange constitué pratiquement uniquement de diazote (80% en volume) et de dioxygène (20% en volume).

En considérant que ceux-ci se comportent comme des gaz parfaits, déterminer la masse volumique de l'air à  $0^\circ\text{C}$  et à  $25^\circ\text{C}$ , sous  $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ . (masse molaire du dioxygène  $M_1 = 32 \text{ g}.\text{mol}^{-1}$  et du diazote  $M_2 = 28 \text{ g}.\text{mol}^{-1}$ )

**IV Pressions partielles**

Un mélange d'air et de vapeur d'eau (25% vapeur d'eau, 75% d'air en moles) est enfermé dans un cylindre fermé par un piston. Le cylindre lui-même placé dans une enceinte thermorégulée de température constante  $100^\circ\text{C}$ .

La pression dans le cylindre est initialement  $P = 2 \text{ bar}$  et le volume est  $V_i = 8,0 \text{ L}$ .

1. Déterminer les pressions partielles de l'air et de la vapeur d'eau.

2. On abaisse le piston afin de diminuer le volume, jusqu'à une valeur finale  $V_f = 2,0 \text{ L}$ .

a. En faisant l'hypothèse que la vapeur d'eau et l'air se comportent comme des gaz parfaits et qu'il n'y a pas de changement d'état, déterminer la pression finale dans le cylindre ainsi que les pressions partielles de l'air et de la vapeur d'eau.

b. En réalité à cette température la pression partielle de l'eau ne peut dépasser une valeur limite appelée pression de vapeur saturante de l'eau à  $100^\circ\text{C}$ , et valant  $P_{vsat} = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ . Au-delà, de l'eau se condense pour maintenir la pression partielle à la valeur  $P_{vsat}$ .

Déterminer quelle sera effectivement la pression finale dans le cylindre

c. Calculer la masse d'eau liquide et la masse d'eau vapeur dans le système final.

### V Humidité relative ( d'après BTS EEC 2008)

On définit le degré d'hygrométrie HR comme le rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau, et sa pression de vapeur saturante à la même température. On assimilera la vapeur d'eau à un gaz parfait.

- On donne pour l'air intérieur d'un local HR=60%. Déterminer la valeur en pascal pression partielle de vapeur d'eau dans l'air du local sachant que la pression de vapeur saturante à la température considérée (20°C) est  $P_{vsat}=18\text{mm}$  de mercure. (masse volumique du mercure  $\rho=13600 \text{ kg.m}^{-3}$ , accélération de la pesanteur  $g=9,81 \text{ m.s}^{-2}$ ).
- Calculer la masse de vapeur d'eau dans le local dont le volume global est  $V=1600 \text{ m}^3$ .

### VI Butane

Le PCI du butane  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  est de  $45,6 \text{ MJ.kg}^{-1}$

- Ecrire l'équation de sa combustion complète.
- Déterminer son PCS en  $\text{J.kg}^{-1}$ . On donne  $L_v=2,5 \text{ MJ.kg}^{-1}$  chaleur latente de de vaporisation de l'eau.
- Déterminer la chaleur produite par la combustion de  $1\text{m}^3$  de butane gazeux à 20°C sous 1bar (eau formée à l'état liquide). On admet que le PCS ne change pas avec la température entre 0 et 20°C

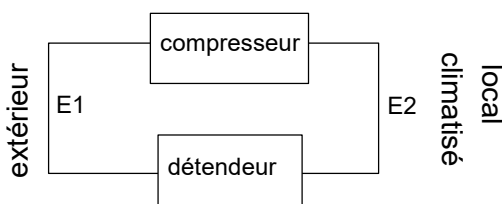
### VII Chaudière à propane (d'après BTS EEC)

Un chaudière à condensation, de puissance utile  $P_u=15 \text{ kW}$  et de rendement  $\eta=87\%$  est alimentée en propane ( p.c.i  $45,9 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , p.c.s  $50 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ).

- Ecrire l'équation de combustion complète du propane.
- Calculer la masse de propane brûlée par seconde.
- Calculer la quantité de matière de dioxygène qui doit entrer par seconde dans la chaudière pour assurer la combustion totale du propane.
- En déduire le volume d'air correspondant, mesuré à 20°C sous 1bar. La fraction molaire de dioxygène dans l'air est de 20%.

### VIII. Pompe à chaleur réversible

On étudie un climatiseur fonctionnant en pompe à chaleur l'été et en machine frigorifique l'hiver. L'installation comporte un compresseur, un détendeur et deux serpentins E1 et E2 qui sont le siège des échanges thermiques. Par un jeu de vannes adéquat, le fluide peut circuler dans un sens pour chauffer le local et dans l'autre sens pour le rafraîchir.



- En décrivant ce cycle, le fluide subit des changements d'état . Il se vaporise sous basse pression dans un des serpentins (évaporateur) : indiquer, le sens de l'échange thermique et son action sur son environnement (refroidissement ou échauffement).
- Il se liquéfie sous haute pression dans l'autre serpentins (condenseur) : indiquer le sens de l'échange thermique et son action sur son environnement.
- En déduire la nature des échangeurs E1 et E2 et le sens de circulation du fluide pour les deux types de fonctionnement envisagés (pompe à chaleur ou machine frigorifique)