

Problème 1 (CCP MP 2006)

Système : le diode

1. Nature du changement d'état

Il s'agit de la sublimation

2.1.1. Masse de vapeur

Paramètre à l'état final

Récipient indéformable  $V_f = V_0$

Equilibre thermique  $T_f = 30^\circ\text{C}$

Hypothèse : le diode est complètement sous forme vapeur.

Il faut vérifier si la pression du système est bien inférieure à la pression de vapeur saturante à  $30^\circ\text{C}$

$$\text{Equation d'état } P_f = \frac{m_0 RT_f}{V_0 2M} = \frac{0,5 \times 8,31 \times (30+273)}{50 \cdot 10^{-3} \times 125 \times 2} = 100 \text{ Pa}$$

Or à  $30^\circ\text{C}$   $P_{\text{sat}} = 62,5 < P_f$

L'hypothèse n'est donc pas valable .

Hypothèse : Il a équilibre solide vapeur.

La pression est donc égale à  $P_{\text{sat}}$

$$\text{Equation d'état } m_g = \frac{P_{\text{sat}} V_0 2M}{RT_f} = \frac{62,5 \times 50 \cdot 10^{-3} \times 2 \times 125}{8,31 \times (30+273)} = 0,3\text{g}$$

Hypothèse valable il y a donc  **$m_g = 0,3\text{g}$**

2.1.2. Masse de solide

Conservation de la matière la masse de diode solide est donc  **$m_s = m_0 - m_g = 0,2\text{g}$**

2.1.3. Pression dans le récipient

Il y a équilibre solide vapeur la pression est donc la pression saturante :  **$P_f = P_{\text{sat}} = 62,5 \text{ Pa}$**

2.2.1. Masse de vapeur

Paramètre à l'état final

Récipient indéformable  $V'_f = V_0$

Equilibre thermique  $T'_f = 50^\circ\text{C}$

On procède de même

Hypothèse : le diode est complètement sous forme vapeur.

$$\text{Equation d'état } P'_f = \frac{m_0 RT'_f}{V_0 2M} = \frac{0,5 \times 8,31 \times (50+273)}{50 \cdot 10^{-3} \times 125 \times 2} = 107 \text{ Pa}$$

Or à  $50^\circ\text{C}$   $P_{\text{sat}} = 287 > P'_f$

L'hypothèse est donc valable .

Le diode est tout sous forme de vapeur  **$m'_g = 0,5\text{g}$**

2.2.2. Masse de solide

Conservation de la matière la masse de diode solide est donc  **$m'_s = m_0 - m'_g = 0\text{g}$**

2.2.3. Pression dans le récipient

D'après la question 2.2.1 :  **$P'_f = 107 \text{ Pa}$**

## Problème 2 (CCP MP 2008)

Système : L'oxygène ou le diazote

Equation d'état : gaz parfait  $PV = nRT = m_i r_i T$

Etat A :  $O_2$      $P_A^0 = 10^5 \text{ Pa}$      $N_2$      $P_A^1 = 10^5 \text{ Pa}$   
                   $T_A^0 = 300 \text{ K}$                      $T_A^1 = 300 \text{ K}$   
                   $d_A^0 = 0,2 \text{ m}$                      $d_A^1 = 0,15 \text{ m}$

### a. La masse de gaz

Relation des gaz parfait dans l'état A

Pour  $O_2$   $m_0 = P_A^0 d_A^0 S / (r_0 T_A^0) = 10^5 \times 0,2 \times 10^{-2} / (260 \times 300) = 2,56 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 2,56 \text{ g}$

Pour  $N_2$   $m_1 = P_B^0 d_B^0 S / (r_1 T_B^0) = 10^5 \times 0,15 \times 10^{-2} / (297 \times 300) = 1,68 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 1,68 \text{ g}$

### b. Transformation de $O_2$

Le piston est bloqué c'est une transformation Isochore

#### Paramètre dans l'état B

Equilibre thermique :  $T_B^0 = 600 \text{ K}$

Isochore  $d_B^0 = d_A^0 = 0,2 \text{ m}$

Equation d'état :  $P_B^0 = P_A^0 T_B^0 / T_A^0 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

### c. Transformation de $N_2$

Le piston est bougé librement c'est une transformation monobare

#### Paramètre dans l'état B

Equilibre thermique :  $T_B^1 = 600 \text{ K}$

Monobare  $P_B^1 = P_A^1 = 10^5 \text{ Pa}$

Equation d'état : Isochore  $d_B^1 = d_B^0 T_B^1 / T_A^1 = 0,3 \text{ m}$

### d. Travail des forces de pression pour $O_2$

Le travail  $\delta W = -p_{\text{ext}} dV$

La transformation est isochore :  $W_{A^0 \rightarrow B} = 0 \text{ J}$

### Travail des forces de pression pour $N_2$

Le travail  $\delta W = -p_{\text{ext}} dV$

Monobare  $W_{A^1 \rightarrow B} = -P_A^1 S(d_B^1 - d_A^1) = -10^5 \times 10^{-2} (0,3 - 0,15) = -150 \text{ J}$

### e. Transfert thermique pour $O_2$

Premier principe :  $\Delta U_0 = W_{A^0 \rightarrow B} + Q_{A^0 \rightarrow B} = Q_{A^0 \rightarrow B}$

Gaz parfait, première loi de Joule :  $\Delta U_0 = n_0 c_{VM} (T_B^0 - T_A^0)$

Or  $n_0 c_{VM} = \frac{m_0 R}{M_0 (\gamma - 1)} = m_0 \frac{r_0}{\gamma - 1}$

D'où  $Q_{A^0 \rightarrow B} = m_0 \frac{r_0}{\gamma - 1} (T_B^0 - T_A^0) = 2,56 \cdot 10^{-3} \times 260 \times \frac{1}{1,4 - 1} (600 - 300) = 500 \text{ J}$

### Transfert thermique pour $N_2$

Premier principe :  $\Delta U_1 = W_{A^1 \rightarrow B} + Q_{A^1 \rightarrow B}$

De même  $\Delta U_2 = m_1 \frac{r_1}{\gamma - 1} (T_B^1 - T_A^1)$

D'où  $Q_{A^1 \rightarrow B} = m_1 \frac{r_1}{\gamma - 1} (T_B^1 - T_A^1) - W_{A^1 \rightarrow B} = 1,68 \cdot 10^{-3} \times 297 \times \frac{1}{1,4 - 1} (600 - 300) + 150 = 525 \text{ J}$

### f. Variation d'entropie pour $O_2$

Transformation isochore avec les formules proposées :  $\Delta S_{A^0 \rightarrow B} = n c_{MV} \ln \left( \frac{T_B^0}{T_A^0} \right)$

Ainsi  $\Delta S_{A^0 \rightarrow B} = m_0 \frac{r_0}{\gamma - 1} \ln \left( \frac{T_B^0}{T_A^0} \right) = 2,56 \cdot 10^{-3} \times 260 \times \frac{1}{1,4 - 1} \times \ln \frac{600}{300} = 1,15 \text{ J/K}$

### Variation d'entropie pour N<sub>2</sub>

Transformation monobare avec les formules proposées :  $\Delta S_{A^1 \rightarrow B} = n c_{MP} \ln \left( \frac{T_B^1}{T_A^1} \right)$

Ainsi  $\Delta S_{A^1 \rightarrow B} = m_1 \frac{\gamma r_1}{\gamma - 1} \ln \left( \frac{T_B^1}{T_A^1} \right) = 1,68 \cdot 10^{-3} \times 297 \times \frac{1,4}{1,4 - 1} \times \ln \frac{600}{300} = \underline{\underline{1,21 \text{ J/K}}}$

---

### g. L'entropie créée

Second principe :  $\Delta S_{A \rightarrow B} = S_{C_{A \rightarrow B}} + S_{e_{A \rightarrow B}}$

L'entropie échangée  $S_{e_{A \rightarrow B}}$  : Le système global est en contact avec un thermostat T<sub>s</sub>

Donc  $S_{e_{A \rightarrow B}} = \frac{Q_{total}}{T_s} = \frac{Q^0_{A \rightarrow B} + Q^1_{A \rightarrow B}}{T_s}$

La variation d'entropie : l'entropie est une fonction d'état additive  $\Delta S_{A \rightarrow B} = \Delta S_{A^0 \rightarrow B} + \Delta S_{A^1 \rightarrow B}$

Ainsi  $S_{C_{A \rightarrow B}} = \Delta S_{A^0 \rightarrow B} + \Delta S_{A^1 \rightarrow B} - \frac{Q^0_{A \rightarrow B} + Q^1_{A \rightarrow B}}{T_s} = 1,15 + 1,21 - (525 + 500)/600 = \underline{\underline{0,65 \text{ J/K}}}$

La transformation est irréversible.

---