

I. Etude de l'humidité de l'air

données : $P = 101,3 \text{ kPa}$

$V = 350 \text{ m}^3$

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

$\theta_1 = 21^\circ\text{C}$

$= 294,15 \text{ K}$

$\Pi_{\text{air}} = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

I.1. Les deux principaux gaz entrant dans la composition de l'air sec sont :

- le diazote (N_2) : 78%

- le dioxygène (O_2) : 21%

I.2. On suppose que l'air sec est considéré comme un gaz parfait.

I.2.1. Calcul de la masse d'air sec m_{sec} :

$$m_{\text{air}} = \frac{PV}{R \cdot \theta_1} \quad ; \quad m_{\text{sec}} = m_{\text{air}} + \Pi_{\text{air}}$$

$$m_{\text{sec}} = \frac{P \cdot V \cdot \Pi_{\text{air}}}{R \cdot \theta_1}$$

$$m_{\text{sec}} = \frac{101,3 \cdot 10^3 \cdot 350 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 294,15}$$

$$m_{\text{sec}} = 4,206 \cdot 10^5 \text{ g}$$

$$m_{\text{sec}} = 420,6 \text{ kg}$$

I.2.2. on tient compte de l'humidité.

L'air humide est considéré comme un mélange idéal de gaz parfaits dont :

- l'air sec (avec $\Pi_{\text{air}} = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
- la vapeur d'eau (avec $\Pi_{\text{eau}} = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

On définit l'humidité relative $h_z = \frac{P_r}{P_s}$

avec P_r : pression partielle de la vapeur d'eau.

et P_s : pression de vapeur saturante de l'eau.

I.2.2.1 Calculs des pressions partielles de la vapeur d'eau P_v et de l'air sec P_a .

$$P_v = H_v - P_s$$

$$P_v = 0,4 - 2,505 \cdot 10^3$$

$$P_v = 1,002 \text{ kPa}$$

$$P = P_v + P_a \quad (\text{hypothèse : mélange de gaz parfaits})$$

$$P_a = P - P_v$$

$$P_a = (101,3 - 1,002) \cdot 10^3$$

$$P_a = 100,3 \text{ kPa}$$

I.2.2.2. Calculs des masses de vapeur d'eau m_v et de l'air sec m_a :

$$m_v = \frac{P_v \cdot V}{R \cdot \theta_1} \cdot M_{\text{eau}}$$

$$m_v = \frac{1,002 \cdot 10^3 \cdot 350 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 294,15}$$

$$m_v = 2,58 \text{ kg}$$

$$m_a = \frac{P_a \cdot V}{R \cdot \theta_1} \cdot M_{\text{air}}$$

$$= \frac{100,3 \cdot 10^3 \cdot 350 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 294,15}$$

$$m_a = 4,16 \text{ kg}$$

I.2.2.3. Calcul de la masse d'air humide m_{humide} :

$$m_{\text{humide}} = m_v + m_a \quad (\text{conservation des masses})$$

$$m_{\text{humide}} = 2,58 + 416$$

$$m_{\text{humide}} = 418,6 \text{ kg}$$

I.2.3 soit $\theta_2 = 50^\circ\text{C}$ et $P = \text{cte}$.
 $= 278,15 \text{ K}$

$$\text{a- } \theta_2 = 50^\circ\text{C} \rightarrow p_s' = 0,8721 \text{ kPa}$$

I.2.3.1. Si toute l'eau restait sous forme de vapeur lors du passage de θ_1 à θ_2 , alors $p_v' = H_a = p_s'$

$$\text{soit : } H_a = 1 \rightarrow p_v' = p_s' = 0,8721 \text{ kPa} .$$

I.2.3.2.

En réalité $p_v' \leq p_s'$ alors $p_v' \leq 0,8721 \text{ kPa}$.
 le surplus est annihilé à cause de la condensation de masse d'eau m_e :

• Calcul de P_e :

$$P_e = P_r - p_v'$$

• Calcul de m_e :

$$m_e = \frac{P_e \cdot V}{R \cdot \theta_2} = n_{\text{eau}}$$

$$m_e = \frac{(P_r - p_v') \cdot V}{R \cdot \theta_2} = n_{\text{eau}}$$

$$m_e = \frac{(1,002 - 0,8721) \cdot 10^3 \cdot 350}{831 \cdot 278,15} \approx 18 \cdot 10^3$$

$$m_e = 0,354 \text{ kg}$$

I.2.3.3. Calcul de l'humidité relative à θ_2 :

$$H_R = \frac{P_v - P_v'}{P_v'}$$

$$= \frac{(1,002 - 0,8721) \cdot 10^3}{0,8721 \cdot 10^3}$$

$$H_R = 0,1490$$

soit $H_R = 14,9 \%$ à $\theta_2 = 5^\circ\text{C}$.

II. Alimentation de l'atelier en air sec

donnés : $\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ $D = 12 \text{ cm}$
 $Q = 0,85 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ $\Delta P_c = 300 \text{ Pa}$

II.1. Calcul de la vitesse de l'air au point 2 :

$$Q = S \times v_2 \quad Q = cte \quad \text{et} \quad S = cte.$$

$$v_2 = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v_2 = \frac{4 \times 0,85}{\pi (12 \cdot 10^{-2})^2}$$

$$v_2 = 75,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

II.2. Théorème de Bernoulli entre les points (1) et (2) avec les pertes de charge et le ventilateur :

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{P_1}{\rho} - \Delta P_c = \frac{v_2^2}{2} + \frac{P_2}{\rho} - W_1$$

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{P_1}{\rho} - \Delta P_c + W_1 = \frac{v_2^2}{2} + \frac{P_2}{\rho}$$

II.3. On considère $v_1 = 0 \text{ m.s}^{-1}$

calcul de l'énergie fournie par le ventilateur ;
à un kg de fluide

$$w_1 = E$$

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} - \Delta p_c + E = \frac{v_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho}$$

$$E = \frac{v_2^2}{2} + \Delta p_c + \frac{1}{\rho} [p_2 - p_1]$$

or on veut que $p_2 = p_1$

d'où :

$$E = \frac{v_2^2}{2} + \Delta p_c$$

$$E = \frac{(7512)^2}{2} + 300$$

$$E = 3,13 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

II.4. Calcul de la puissance P_R reçue par l'air.

$$P_R = E \times \rho \times Q$$

$$P_R = 3,13 \cdot 10^3 \times 1,2 \times 0,85$$

$$P_R = 3,19 \text{ kW}$$

II.5. soit le rendement du ventilateur $\eta = 0,7$.

calcul de la puissance électrique absorbée P_a .

$$\eta = \frac{P_R}{P_a} \quad \text{soit} \quad P_a = \frac{P_R}{\eta}$$

$$P_a = \frac{319 \cdot 10^3}{0,7} \quad \rightarrow \quad P_a = 4,56 \text{ kW}$$