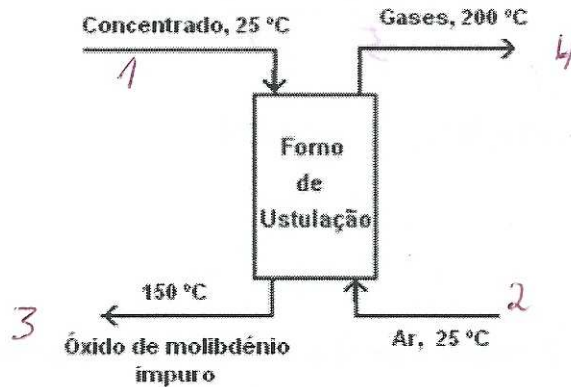


Caso 2.5

Um concentrado de minério de molibdênio, contendo 95% de MoS_2 , 2 % de SiO_2 e 3% de água, é ustulado num forno rotativo contínuo produzindo-se óxido de molibdênio (MoO_3) e SO_2 com 99 % de conversão. Sabendo que:

- * O forno processa, por hora, 1 tonelada de concentrado;
- * O ar é alimentado num excesso de 100%, à pressão atmosférica e com um ponto de orvalho de $7,2^\circ\text{C}$.



Calcular:

- a) A produção horária de óxido de molibdênio impuro. (R: 875 kg/h)
- b) A composição do óxido de molibdênio impuro descarregado do forno.
- c) O ponto de orvalho dos gases de ustulação. (R: $16,9^\circ\text{C}$)
- d) As perdas caloríficas por radiação, por hora de operação. (R: $\cong 1286 \text{ Mcal/h}$)

Dados: Massa molar: $\text{MoS}_2 = 160,1$; $\text{MoO}_3 = 144$; $\text{SiO}_2 = 60$

Balanco mássico

Reacção: (ustulação = oxidação de sulfuretos) $\text{MoS}_2 + 7/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{MoO}_3 + 2 \text{SO}_2$

$$\%C = 99\% \qquad \%E_{\text{ar}} = 100\%$$

Ar à entrada $P_{\text{O}} = 7,2^\circ\text{C}$ Pressão atmosférica = 1 atm abs

$P_{\text{V}_{\text{água}}}$ a $7,2^\circ\text{C} = 7,617 \text{ mmHg}$

Corrente (2):
$$y_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{7,617}{760} = 0,010022$$

$$\text{MoS}_2 \text{ à entrada} = 950 \text{ kg/h} / 0,1601 \text{ kg/mole} = 5933,79 \text{ mole/h}$$

$$\text{O}_2 \text{ à entrada} = 5933,79 \times (7 / 2) \times (1 + 1) = 41536,63 \text{ mole/h}$$

$$\text{N}_2 \text{ à entrada} = 41536,63 \times (79 / 21) = 156256,47$$

$$\text{MoS}_2 \text{ reagido} = \text{MoO}_3 \text{ formado} = 5933,79 \times 0,99 = 5874,45 \text{ mole/h}$$

Tabela de entradas e saídas

	1	1	2	2	3	3	4	4
	kg/h	mole/h	kg/h	mole/h	kg/h	mole/h	kg/h	mole/h
MoS ₂	950,00	5933,79			9,50	59,34		
SiO ₂	20,00	333,33			20,00	333,33		
H ₂ O	30,00	1666,67	36,04	2002,42			66,04	3668,89
O ₂			1329,17	41536,63			67,123	20975,96
N ₂			4375,18	156256,47			4375,18	156256,47
MoO ₃					845,92	5874,45		
SO ₂							751,74	11748,90
Total	1000,00	7933,79	5749,39	199795,42	875,42	6267,12	5864,19	192650,22

A) Produção horária de MoO₃ impuro

Produção = **875,42 kg/h**

B) Composição do MoO₃ impuro descarregado do forno

- MoS	-	95,50 kg/h	→	1,09 %
- SiO ₂	-	20,00 kg/h	→	2,28 %
- MoO ₃	-	845,92 kg/h	→	96,63 %
- Total	-	875,42 kg/h	→	100 %

C) Ponto de orvalho dos gases de ustulação

$$y_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{3668,89}{192659,22} = 0,01904$$

$$P_v = 760 \times 0,01904 = 14,474 \text{ mmHg}$$

$$16,9^\circ\text{C} < \text{PO} < 17^\circ\text{C}$$

D) Perdas caloríficas por radiação

Balanco entálpico

Estado de referência: 25°C, MoS₂, MoO₃ e SiO₂ (c), H₂O (l), O₂, N₂ e SO₂ (g), P_T

O Balanço entálpico vem: $\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q_R^0 + P$

$$\Delta H_1 = 0$$

$$\Delta H_V^{25^\circ\text{C}}_{\text{H}_2\text{O}} = \Delta H_{f\text{H}_2\text{O}}(\text{g}) - \Delta H_{f\text{H}_2\text{O}}(\text{l}) = -57,7979 - (-68,3174) = 10,5195 \text{ kcal/mole}$$

$$\Delta H_2 = 2002,42 \times 10519,5 = 2,1064 \times 10^7 \text{ cal/h}$$

$$\bar{C}_p^{25,150^\circ\text{C}}_{\text{SiO}_2} = 12,1 \text{ cal/mole K} \quad (\text{Tabela da página II.11})$$

$$\bar{C}_p^{25,150^\circ\text{C}}_{\text{MoS}_2} = 20,836 \text{ cal/mole K} \quad (\text{Tabela da página II.11})$$

$$\bar{C}_p^{25,150^\circ\text{C}}_{\text{MoO}_3} = 19,504 \text{ cal/mole K} \quad (\text{Tabela da página II.11})$$

$$\Delta H_3 = (59,34 \times 20,836 + 333,33 \times 12,1 + 5874,45 \times 19,504) \times (150 - 25) = 1,4981 \times 10^7 \text{ cal/h}$$

$$\bar{C}_p^{25,200^\circ\text{C}}_{\text{O}_2} = 7,181 \text{ cal/mole K} \quad (\text{Tabela da página II.28})$$

$$\bar{C}_p^{25,200^\circ\text{C}}_{\text{N}_2} = 6,996 \text{ cal/mole K} \quad (\text{Tabela da página II.28})$$

$$\bar{C}_p^{25,200^\circ\text{C}}_{\text{H}_2\text{O}} = 8,177 \text{ cal/mole K} \quad (\text{Tabela da página II.28})$$

$$\bar{C}_p^{25,200^\circ\text{C}}_{\text{SO}_2} = 10,25 \text{ cal/mole K} \quad (\text{Tabela da página II.28})$$

$$\Delta H_4 = (3668,89 \times 8,177 + 20975,96 \times 7,181 + 156256,47 \times 6,994 + 11748,90 \times 10,25) \times (200-25) + 3668,89 \times 10519,5 = 2,8258 \times 10^8 \text{ cal/h}$$

$$\Delta H_{f\text{MoS}_2}^0 = -55,5 \text{ kcal/mole} \quad (\text{Tabela da página II.44})$$

$$\Delta H_{f\text{MoO}_3}^0 = -180,33 \text{ kcal/mole} \quad (\text{Tabela da página II.44})$$

$$\Delta H_{f\text{SO}_2}^0 = -70,96 \text{ kcal/mole} \quad (\text{Tabela da página II.44})$$

$$\Delta H_R^0 = 2 \times (-70,96) + (-180,33) - (-55,5) = -266,75 \text{ kcal/mole}$$

$$Q_R^o = 5874,45 \times (-266,75 \times 10^3) = -1,567 \times 10^9 \text{ cal/h}$$

Substituindo:

$$0 + 2,1064 \times 10^7 = 1,4981 \times 10^7 + 2,8258 \times 10^8 - 1,567 \times 10^9 + P$$

$$\text{Vem } P = 1,2905 \times 10^9 \text{ cal/h} = \mathbf{1291 \text{ Mcal/h}}$$