

PMT 3205

Físico-Química para Metalurgia e Materiais I

Quando uma reação química ou um processo qualquer ocorre em condições adiabáticas, considera-se que toda energia (gerada ou absorvida) é transferida para os produtos. A temperatura atingida por eles é chamada de:

TEMPERATURA TEÓRICA OU ADIABÁTICA DE REAÇÃO

- Quando os produtos são gasosos: **TEMPERATURA TEÓRICA DE CHAMA**



$$\Delta H_{\text{reação}} = 0$$

Temperatura teórica de chama (K)

Fuel	Oxigénio como oxidante	Ar como oxidante
Hidrogénio, H ₂	3079	2384
Metano, CH ₄	3054	2227
Propano, C ₃ H ₈	3095	2268
Octano, C ₈ H ₁₈	3108	2277

- Calcular a temperatura teórica de chama da queima do CO a 25°C com O₂ puro a 25°C. Compare com a TTC da queima com ar a 25°C [23]



$$\Delta H_{\text{reação},298\text{K}} = -2,83 \times 10^5 \text{J} = -6,77 \times 10^4 \text{cal}$$

$$\Delta H_{\text{aquecimento},\text{CO}_2,298\text{-TTC}} = 2,83 \times 10^5 \text{J} =$$

$$= 10,55 \times (\text{TTC} - 298) + 0,00216 \times 0,5 \times (\text{TTC}^2 - 298^2) + 204000 \times (1/\text{TTC} - 1/298)$$

$$\text{TTC} = 4640\text{K}$$



$$\Delta H_{\text{reação},298\text{K}} = -2,83 \times 10^5 \text{J} = -6,77 \times 10^4 \text{cal}$$

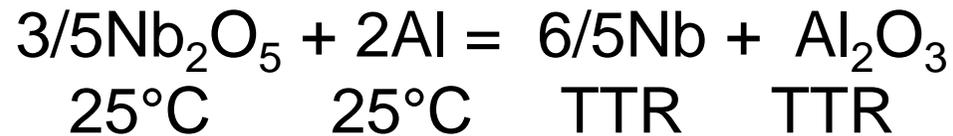
$$\Delta H_{\text{aquecimento},\text{CO}_2,298\text{-TTC}} + \Delta H_{\text{aquecimento},\text{N}_2,298\text{-TTC}} = 2,83 \times 10^5 \text{J}$$

$$\text{TTC} = 2600\text{K}$$



Termodinâmica – Balanço térmico

- Calcular a temperatura teórica de reação da produção de Nb por aluminotermia



TTR=2784°C (Nb líquido e alumina líquida)

Se há a adição de 20% de CaO a TTR cai para 2470°C

21. Uma mistura gasosa forno a 600°C é reaproveitada num forno de fusão de Al pela sua queima estequiométrica com ar a 25°C . Os fumos saem a 1050°C . A composição volumétrica da mistura gasosa é: 20% CO , 10% CO_2 e 70% N_2 . Supondo que a composição do ar seja 20% O_2 e 80% N_2 . Fazer o balanço térmico. [32]

- A primeira etapa de um exercício como esse é adotar uma base de cálculo e realizar um balanço de massa
- BC: 100 moles de MG

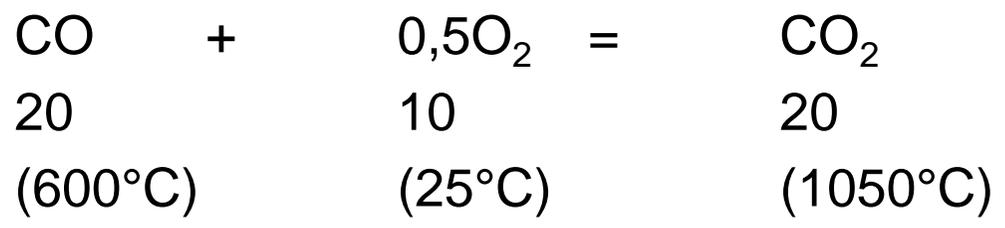


Termodinâmica – Balanço térmico

Balanço de massa

Entrada		%	mol	Saida		(1050°C)
(600°C)						mol
MG	CO	20	20	Fumos	CO ₂	30
	CO ₂	10	10		N ₂	70+40=110
	N ₂	70	70			
(25°C)						
ar						
	O ₂	20	10			
	N ₂	80	40			

Combustão



- A última etapa é a realização do balanço térmico
 - $\Delta H_1 = \Delta H_{aquec,CO_2,MG,873K \rightarrow 1323K} = 10 \times \int_{873}^{1323} cp_{CO_2} \cdot dT$
 - $\Delta H_2 = \Delta H_{aquec,N_2,MG,873K \rightarrow 1323K} = 70 \times \int_{873}^{1323} cp_{N_2} \cdot dT$
 - $\Delta H_3 = \Delta H_{aquec,N_2,ar,298K \rightarrow 1323K} = 40 \times \int_{298}^{1323} cp_{N_2} \cdot dT$
 - $\Delta H_4 = \Delta H_{reação} = 20 \times \int_{873}^{298} cp_{CO} \cdot dT + 10 \times \int_{298}^{298} cp_{O_2} \cdot dt + \Delta H_{reação,298K} + 20 \times \int_{298}^{1323} cp_{CO_2} \cdot dT$
- $\Delta H_{total} = \Delta H_{útil} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$

$$\Delta H_{útil} = -2,395 \times 10^6 \text{ J/100 mols MG}$$

22. Um gás de alto forno a 600°C é reaproveitado num forno de aquecimento de placas pela sua queima estequiométrica com ar a 25°C . A composição volumétrica do gás de alto forno é: 20% CO , 10% CO_2 e 70% N_2 . Supondo que a composição do ar seja 20% O_2 e 80% N_2 calcular a temperatura teórica de chama. [31]

- A primeira etapa de um exercício como esse é adotar uma temperatura qualquer para os fumos e fazer o balanço térmico. No caso obviamente se adotará a temperatura de 1050°C
- Portanto o $\Delta H_{\text{útil}} = -2,395 \times 10^6 \text{ J/100 mols MG}$
- A segunda e última etapa é transferir toda a energia gerada no processo para os fumos que vai aquecê-los da temperatura adotada para a TTC. Assim:

- $\Delta H_{aquec, fumos, 1323K \rightarrow TTC} = +2,395 \times 10^6 =$
 $30 \times \int_{1323}^{TTC} c_{pCO_2} \cdot dT + 110 \times \int_{1323}^{TTC} c_{pN_2} \cdot dT$

$$TTC = 1471^\circ C$$

PARA CASA

18. Deseja-se aquecer 100 kg de Fe de 1000 a 1200°C através da queima de uma mistura gasosa contendo 10%CO, 10% H₂, 50% CO₂ e 30% N₂ a 500°C. O ar disponível está a 300°C e os fumos saem do forno a 900°C. Calcular o volume necessário de gás em Nm³/100 kg de Fe. [21]