

PROBLEMAS SOBRE COMBUSTÍVEIS E COMBUSTÃO

1) Um gerador de vapor utiliza lenha como combustível com a seguinte composição:

C = 46% H₂ = 6% O₂ = 32% umidade = 16%

O excesso de ar usado na combustão é de 40%. Calcular:

- A relação ar / combustível estequiométrica (em massa e em volume)
- A relação ar / combustível real (em massa e em volume)

2) Um óleo combustível possui a seguinte composição em massa:

C = 82% H₂ = 8% O₂ = 4% S = 4% umidade = 2%

Calcular:

- O poder calorífico inferior do óleo
- A vazão volumétrica de ar (nas CNTP) necessária para queimar 450 kg/h desse óleo com um excesso de ar de 25%

3) Uma espécie de carvão apresenta a seguinte composição em base seca:

C = 59% H₂ = 6% O₂ = 8% S = 5% Cinzas = 22%

Calcular:

- O poder calorífico inferior do carvão na base seca
- O poder calorífico inferior do carvão na base úmida, com 25% de umidade
- Os teores em massa e em volume dos gases resultantes da combustão estequiométrica do carvão úmido

4) No estudo da combustão de um óleo combustível são conhecidos os seguintes dados:

- Composição do combustível: C = 83% H₂ = 15% O₂ = 1,2% S = 0,3% Umidade = 0,5%
- Excesso de ar: 30%
- Temperatura ambiente 25°C

Calcular:

- A vazão real (mássica e volumétrica) de ar necessário para a combustão de 1500 kg/h de óleo
- A constante termodinâmica dos gases
- Os teores de CO₂, O₂ e SO₂ em volume nos gases secos da combustão
- O coeficiente de excesso de ar quando for medido em uma amostra dos gases secos da combustão um teor volumétrico de CO₂ igual a 10%
- Os teores volumétricos de O₂ e SO₂ nas condições do item anterior (d)

5) Uma pequena caldeira utiliza gás GLP como combustível e trabalha com um excesso de ar de 12%. Considerando a composição do GLP (em volume) como sendo 50% de propano (C₃H₈) e 50% de butano (C₄H₁₀), calcular:

- O poder calorífico inferior do GLP (em base mássica e volumétrica)
- A relação estequiométrica ar/combustível em massa e em volume
- A vazão volumétrica de ar (a 15°C) para a queima de 50 Nm³/h de GLP
- A vazão volumétrica dos gases da combustão na chaminé da caldeira (a 200°C)
- A velocidade dos gases na chaminé cujo diâmetro é de 300mm

6) Gás natural (GN) com a composição volumétrica dada abaixo é utilizado como combustível em um gerador de vapor.

Metano (CH_4) = 90%

Etano (C_2H_6) = 5%

Propano (C_3H_8) = 2%

Butano (C_4H_{10}) = 1%

Dióxido de Carbono (CO_2) = 2%

Sabendo-se que:

- consumo de GN: $800 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- condições ambientes: 20°C e $0,95 \text{ kgf / cm}^2$ (abs)
- excesso de ar: 10%
- velocidade dos gases na chaminé (à temperatura de 160°C): 15 m/s

Calcular:

- O poder calorífico inferior do GN (em base mássica e volumétrica)
 - A relação ar/combustível real
 - A vazão volumétrica de ar nas condições ambientes
 - O teor volumétrico de CO_2 , O_2 e de umidade nos gases da combustão
 - O diâmetro da chaminé
-

7) **Problema desafio** (o primeiro aluno ou dupla de alunos que entregar a solução correta terá um bônus de 1,0 ponto na primeira prova).

Considere a combustão (incompleta) de metano com ar estequiométrico, na qual os gases resultantes têm um teor de 3% (volume) de monóxido de carbono. Calcule:

- A composição (em volume) dos gases resultantes
- O rendimento da combustão (calor liberado em relação ao poder calorífico inferior do combustível)

PROBLEMAS SOBRE COMBUSTÍVEIS E COMBUSTÃO
RESPOSTAS

Problema 1

- a) $AC_0 = 6 \text{ kg}_{\text{ar}} / \text{kg}_{\text{cb}}$ $V_0 = 4,62 \text{ Nm}^3_{\text{ar}} / \text{kg}_{\text{cb}}$
 b) $AC = 8,4 \text{ kg}_{\text{ar}} / \text{kg}_{\text{cb}}$ $V = 6,47 \text{ Nm}^3_{\text{ar}} / \text{kg}_{\text{cb}}$

Problema 2

- a) $PCI = 8819 \text{ kcal} / \text{kg}$
 b) $\dot{V} = 5300 \text{ Nm}^3 / \text{h}$

Problema 3

- a) $PCI = 6253 \text{ kcal} / \text{kg}$ (base seca)
 b) $PCI = 4535 \text{ kcal} / \text{kg}$ (base úmida)
 c)

Gás	Teor em massa (%)	Teor em volume (%)
CO ₂	22,1	14,6
H ₂ O	8,9	14,4
SO ₂	1,0	0,5
N ₂	68,0	70,5

Problema 4

- a) $\dot{m} = 28676 \text{ kg} / \text{h}$ $\dot{V} = 24155 \text{ m}^3 / \text{h}$
 b) $R_g = 29,55 \text{ kgfm} / \text{kg K}$
 c)

Gás	Teor em volume (%)
CO ₂	11,1
SO ₂	0,015
O ₂	5,1

- d) $\lambda = 1,439$

e)

Gás	Teor em volume (%)
O ₂	6,75
SO ₂	0,014

Problema 5

- a) $PCI = 104708 \text{ kJ} / \text{Nm}^3 = 45985 \text{ kJ} / \text{kg}$
 b) $AC_0 = 35,4 \text{ kg}_{\text{ar}} / \text{Nm}^3_{\text{cb}} = 15,6 \text{ kg}_{\text{ar}} / \text{kg}_{\text{cb}}$ $V_0 = 27,4 \text{ Nm}^3 / \text{Nm}^3_{\text{cb}}$
 c) $\dot{V}_{15} = 1617 \text{ m}^3 / \text{h}$
 d) $\dot{V}_{g200} = 2851 \text{ m}^3 / \text{h}$
 e) $c_g = 11,2 \text{ m} / \text{s}$

Problema 6

- a) $PCI = 38334 \text{ kJ} / \text{Nm}^3 = 47077 \text{ kJ} / \text{kg}$
 b) $V = 11,2 \text{ Nm}^3_{\text{ar}} / \text{Nm}^3_{\text{cb}}$ $AC = 14,53 \text{ kg}_{\text{ar}} / \text{Nm}^3_{\text{cb}} = 18,74 \text{ kg}_{\text{ar}} / \text{kg}_{\text{cb}}$
 c) $\dot{V} = 10460 \text{ m}^3 / \text{h}$
 d) $t_{\text{CO}_2} = 9,1\%$ $t_{\text{H}_2\text{O}} = 17\%$ $t_{\text{O}_2} = 1,7\%$
 e) $d = 630 \text{ mm}$