Sistemas Energéticos

3° ano 6° semestre Aula 3

3 -Teoria da Combustão. Lei de Lavoisier - Prática



Problema 3.1 (I)

Para um combustível líquido que se queima num forno, tendo a seguinte composição, dada em massa seca: Carbono 42%, Hidrogénio 16%, Nitrogénio 9%, Oxigénio 28%, Enxofre 5%, Cinzas 0%, Humidade 2% e com o excesso de ar de 40%.

Determinar:

- 1. A massa de trabalho do combustível;
- 2. O volume teórico do ar;
- 3. O volume teórico dos gases biatómicos;
- 4. O volume teórico de água;
- . Volume dos gases triatómicos;
- a. O volume real dos gases biatómicos;
- 7. O volume real de água;
- 8. O volume do oxigénio excedente;
- 9. O volume dos gases de combustão.

Problema 3.1 Solução (I)

1. A massa de trabalho do combustível calcula-se de:

$$C^{t} = C^{d} \frac{100 - W^{t}}{100} = 41,16\%$$

$$H^{t} = H^{d} \frac{100 - W^{t}}{100} = 15,68\%$$

$$N^t = N^d \frac{100 - W^t}{100} = 8,82\%$$

$$O^t = O^d \frac{100 - W^t}{100} = 27,44\%$$

$$S^{t} = S^{d} \frac{100 - W^{t}}{100} = 4,90\%$$

$$A^t = A^d \frac{100 - W^t}{100} = 0\%$$

$$W^t = 2.0\%$$





Prof. Doutor Eng° Jorge Nhambiu 👌 Sistemas

Problema 3.1 Solução (II)

2. O volume teórico do ar é dado por:

$$V_{ar}^{0} = 0,0889(C^{t} + 0,375 \cdot S^{t}) + 0,269 \cdot H^{t} - 0,0336 \cdot O^{t} = 7,087 \quad \left[\frac{m^{3}N}{kg_{comb}} \right]$$

3. O volume teórico dos gases biatómicos calcula-se de:

$$V_{N2}^{0} = 0,79 \cdot V_{ar}^{0} + 0,008 \cdot N^{t} = 5,669 \left[\frac{m^{3}N}{kg_{comb}} \right]$$

4. O volume teórico de água obtém-se de:



$$V^{0}_{H_{2}O} = 0.1119 . H^{t} + 0.0124 . S^{t} + 0.0161 V^{0}_{ar} = 1.894 \left[\frac{m^{3}N}{kg_{com}} \right]$$

5. Volume teórico dos gases triatómicos:

$$V_{RO_2} = 1,867(C^t + 0,375 \cdot S^t)/100 = 0,803 \left[\frac{m^3 N}{kg_{comb}} \right]$$

6. O volume real dos gases biatómicos calcula-se de:

$$V_{R_2} = V_{N_2}^0 + (\alpha - 1) \cdot 0,7739 \cdot V_{ar}^0 = 7,909 \quad \left[\frac{m^3 N}{k g_{comb}} \right]$$

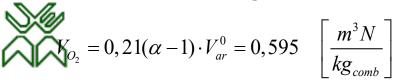
7. O volume real de água obtém-se de:

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 = 0.0161 (\alpha - 1). V_{ar}^0 = 1.940 \left[\frac{m^3 N}{k g_{com}} \right]$$

8. O volume real dos gases triatómicos calcula-se de:

$$V_{RO_2} = 1,867(C^t + 0,375 \cdot S^t) / 100 = 0,803 \quad \left[\frac{m^3 N}{kg_{comb}} \right]$$

9. O volume do oxigénio excedente obtém-se de:



10. O volume dos gases de combustão calcula-se de:

$$V_g = V_{RO_2} + V_{R_2} + V_{H_2O} + V_{O_2} = 11,238 \left[\frac{m^3 N}{k g_{com}} \right]$$

Problema 3.2 (I)

Para um combustível sólido que se queima num forno, tendo a seguinte composição, dada em massa seca: Carbono 44%, Hidrogénio 12%, Nitrogénio 8%, Oxigénio 23%, Enxofre 7%, Cinzas 6%, Humidade 4% e com o excesso de ar de 20%.

Determinar:

- 1. A massa de trabalho do combustível;
- 2. O volume teórico do ar;
- 3. O volume teórico dos gases biatómicos;
- 4. O volume teórico de água;
- Volume dos gases triatómicos;
 - 8. O volume real dos gases biatómicos;
 - O volume real de água;
 - O volume do oxigénio excedente;
- 9. O volume dos gases de combustão.

Problema 3.2 Solução (I)

1. A massa de trabalho do combustível calcula-se de:

$$C^{t} = C^{d} \frac{100 - W^{t}}{100} = 42,24\%$$

$$H^{t} = H^{d} \frac{100 - W^{t}}{100} = 11,52\%$$

$$N^t = N^d \frac{100 - W^t}{100} = 7,68\%$$

$$O^t = O^d \frac{100 - W^t}{100} = 22,08\%$$

$$S^{t} = S^{d} \frac{100 - W^{t}}{100} = 6,72\%$$



$$A^{t} = A^{d} \frac{100 - W^{t}}{100} = 5,76\%$$

$$W^t = 4.0\%$$

Problema 3.2 Solução (II)

O volume teórico do ar é dado por:

$$V_{ar}^{0} = 0,0889(C^{t} + 0,375 \cdot S^{t}) + 0,269 \cdot H^{t} - 0,0336 \cdot O^{t} = 6,445 \quad \left[\frac{m^{3}N}{kg_{comb}} \right]$$

3. O volume teórico dos gases biatómicos calcula-se de:

$$V_{N2}^{0} = 0,7739 \cdot V_{ar}^{0} + 0,008 \cdot N^{t} = 5,154 \quad \left[\frac{m^{3}N}{kg_{comb}} \right]$$

4. O volume teórico de água obtém-se de:

$$V^0_{H_2O} =$$

$$V^{0}_{H_{2}O} = 0,1119.H^{t} + 0,0124.S^{t} + 0,0161V^{0}_{ar} = 1,441\left[\frac{m^{3}N}{kg_{com}}\right]$$

5. Volume teórico dos gases triatómicos:

9
$$RO_2 = 1,867(C^t + 0,375 \cdot S^t) / 100 = 0,853 \left[\frac{m^3 N}{kg_{comb}} \right]$$

$$\left[\frac{m^3N}{kg_{comb}}\right]$$

$$V_{R_2} = V_{N_2}^0 + (\alpha - 1) \cdot 0,7739 \cdot V_{ar}^0 = 6,172 \quad \left[\frac{m^3 N}{k g_{comb}} \right]$$

7. O volume real de água obtém-se de:

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 = 0.0161 (\alpha - 1). V_{ar}^0 = 1.461 \left[\frac{m^3 N}{k g_{com}} \right]$$

8. O volume real dos gases triatómicos calcula-se de:

$$V_{RO_2} = 1,867(C^t + 0,375 \cdot S^t) / 100 = 0,853 \left[\frac{m^3 N}{kg_{comb}} \right]$$

9. O volume do oxigénio excedente obtém-se de:

$$V_{O_2} = 0.21(\alpha - 1) \cdot V_{ar}^0 = 0.271 \left[\frac{m^3 N}{kg_{comb}} \right]$$

10. O volume dos gases de combustão calcula-se de:

$$V_g = V_{RO_2} + V_{R_2} + V_{H_2O} + V_{O_2} = 8,611 \left[\frac{m^3 N}{k g_{com}} \right]$$

Problema 3.3

Para um combustível sólido que se queima num forno, tendo a seguinte composição, dada em massa de combustível: Carbono 47%, Hidrogénio 12%, Nitrogénio 8%, Oxigénio 30%, Enxofre 3%, Cinzas 4%, Humidade 5% e com o excesso de ar de 35%.

Determinar:

- 1. A massa de trabalho do combustível;
- 2. O volume teórico do ar;
- 3. O volume teórico dos gases biatómicos;
- 4. O volume teórico de água;
- 🕖. Volume dos gases triatómicos;
 - 8. O volume real dos gases biatómicos;
 - O volume real de água;
 - O volume do oxigénio excedente;
- 9. O volume dos gases de combustão.

Problema 3.3 Solução (I)

1. A massa de trabalho do combustível calcula-se de:

$$C^{t} = C^{c} \frac{100 - (A^{t} + W^{t})}{100} = 42,77\%$$

$$H^{t} = H^{c} \frac{100 - (A^{t} + W^{t})}{100} = 10,92\%$$

$$N^{t} = N^{c} \frac{100 - (A^{t} + W^{t})}{100} = 7,28\%$$

$$O^{t} = O^{c} \frac{100 - (A^{t} + W^{t})}{100} = 27,3\%$$



$$S^{t} = S^{c} \frac{100 - (A^{t} + W^{t})}{100} = 2,73\%$$

$$A^{t} = 4,0\%$$

$$W^t = 5,0\%$$

O volume teórico do ar é dado por:

$$V_{ar}^{0} = 0,0889(C^{t} + 0,375 \cdot S^{t}) + 0,269 \cdot H^{t} - 0,0336 \cdot O^{t} = 5,892 \quad \left[\frac{m^{3}N}{kg_{comb}} \right]$$

Prof. Doutor Eng° Jorge Nhambiu 👌 Sistemas 3. O volume teórico dos gases biatómicos calcula-se de:

$$V_{N2}^{0} = 0,79 \cdot V_{ar}^{0} + 0,008 \cdot N^{t} = 4,713 \quad \left[\frac{m^{3}N}{kg_{comb}} \right]$$

4. O volume teórico de água obtém-se de:

$$V^{0}_{H_{2}O} = 0,1119 \cdot H^{t} + 0,0124 \cdot S^{t} + 0,0161 \cdot V^{0}_{ar} = 1,376 \cdot \left[\frac{m^{3}N}{kg_{com}} \right]$$

5. Volume teórico dos gases triatómicos:

$$V_{RO_2} = 1,867(C^t + 0,375 \cdot S^t) / 100 = 0,818 \quad \left[\frac{m^3 N}{kg_{comb}} \right]$$

$$3 \left[\frac{m^3 N}{kg_{comb}} \right]$$

Problema 3.3 Solução (III)

6. O volume real dos gases biatómicos calcula-se de:

$$V_{R_2} = V_{N_2}^0 + (\alpha - 1) \cdot 0,7739 \cdot V_{ar}^0 = 6,34 \quad \left[\frac{m^3 N}{kg_{comb}} \right]$$

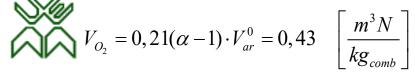
7. O volume real de água obtém-se de:

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0.0161(\alpha - 1) \cdot V_{ar}^0 = 1.4 \quad \left[\frac{m^3 N}{k g_{comb}} \right]$$

8. O volume real dos gases triatómicos calcula-se de:

$$V_{RO_2} = 1,867(C^t + 0,375 \cdot S^t) / 100 = 0,818 \quad \left[\frac{m^3 N}{kg_{comb}} \right]$$

9. O volume do oxigénio excedente obtém-se de:



10. O volume dos gases de combustão calcula-se de:

$$V_g = V_{RO_2} + V_{R_2} + V_{H_2O} + V_{O_2} = 8,993 \left[\frac{m^3 N}{k g_{com}} \right]$$