

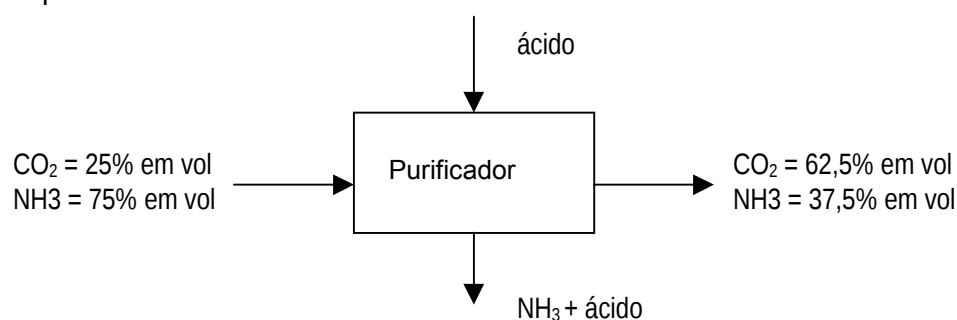
Prova de Conhecimentos Específicos

1ª QUESTÃO: (1,0 ponto)



Uma mistura contendo 25% em volume de CO_2 e 75% em volume de NH_3 é tratada num purificador de gases, com uma solução ácida até a remoção de NH_3 resultando numa mistura gasosa contendo 37,5% em volume de NH_3 . Qual a % de amônia removida?

Cálculos e respostas:



Supor Base para mistura reacional que entra: 100 kmol de mistura reacional

Mistura que entra: $\text{CO}_2 = 25\% \text{ em vol.} \rightarrow 25 \text{ kmol de } \text{CO}_2$
 $\text{NH}_3 = 75\% \text{ em vol.} \rightarrow 75 \text{ kmol de } \text{NH}_3$
 Total = 100 kmol

Como o CO_2 não é absorvido com ácido, podemos calcular:

Mistura que sai: $\text{CO}_2 = 62,5\% \text{ em vol.} \rightarrow 25 \text{ kmol de } \text{CO}_2$
 $\text{NH}_3 = 37,5\% \text{ em vol.} \rightarrow 15 \text{ kmol de } \text{NH}_3$
 Total = 40 kmol

Quantidade de NH_3 removida com ácido: $[\text{Entrou}] - [\text{saiu}] = 75 \text{ kmol} - 15 \text{ kmol} = 60 \text{ kmol}$

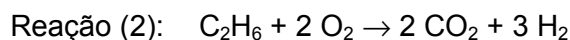
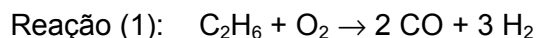
% NH_3 removida: $\frac{60 \text{ kmol}}{75 \text{ kmol}} \times 100 = 80\%$

Resposta: 80% de NH_3 removido

2ª QUESTÃO: (1,5 ponto)



Uma fábrica queima totalmente 3 ton/dia de etano com ar a 900°C e 2 atm. As reações envolvidas são as seguintes:



Essas reações ocorrem no interior de um conversor, produzindo CO, CO₂ e H₂ na razão molar de CO/CO₂= 4/1. Sabendo-se que todo o oxigênio reage, calcular:

- a composição molar dos gases que saem do conversor;
- a quantidade de ar necessária que entra no conversor em m³/dia.

Dados: Composição do ar: 79% vol. N₂ e 21%vol. O₂

M_C = 12 g/mol, M_O = 16 g/mol, M_H = 1 g/mol

$R = 82,05 \frac{\text{atm.cm}^3}{\text{mol.K}}$ e $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$

Cálculos e respostas:

a) Composição dos gases que saem:

✓ Em 1 dia são formados 3 toneladas de etano.

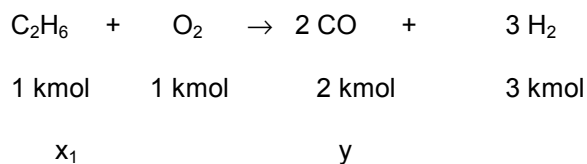
$$M_{\text{etano}} = 2 \times 12 + 6 \times 1 = 30 \text{ g/mol} = 30 \text{ Kg/kmol} = 30 \text{ t/tmol}$$

$$N_{\text{etano}} = 3 \text{ t} / (30 \text{ t/tmol}) = 0,1 \text{ tmol} = 100 \text{ kmol de etano formado por dia.}$$

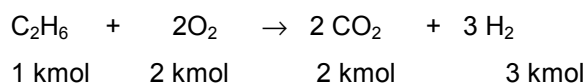
✓ Cálculo das conversões das reações:

Se são produzidos CO/CO₂ = 4 / 1, então a reação (1) converte 4 vezes mais do que a reação (2). Para conversão total do etano, teremos 80% de conversão para a reação (1) e 20% de conversão para a reação (2).

✓ Cálculo de CO e CO₂ formados:



Cálculos e respostas:



x_2

z

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 + x_2 = 100 \text{ kmol} \\ y = 2 x_1 \\ z = 2 x_2 \\ y/z = 4 \end{array} \right.$$

Resolvendo o sistema de equações:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ formado: } z = 40 \text{ kmol CO}_2 \\ \text{CO formado: } y = 160 \text{ kmol CO} \\ \text{H}_2 \text{ formado: } 300 \text{ kmol H}_2 \end{array} \right.$$

✓ Oxigênio convertido: 80 kmol (reação 1) + 40 kmol (reação 2) = 120 kmol

✓ Nitrogênio que entra = Nitrogênio que sai: $\frac{79}{21} \times 120 = 451,4 \text{ kmol}$

✓ Composição do gás de saída:

$$\text{CO}_2 = 40 \text{ kmol} \rightarrow 4,2 \%$$

$$\text{CO} = 160 \text{ kmol} \rightarrow 16,8 \%$$

$$\text{H}_2 = 300 \text{ kmol} \rightarrow 31,5 \%$$

$$\text{N}_2 = 451,4 \text{ kmol} \rightarrow 47,4 \%$$

b) Quantidade de ar que entra em m³/dia:

$$PV = nRT \quad \therefore \quad \frac{PV}{t} = \frac{nRT}{t} \quad \therefore \quad P (\text{vazão}) = \frac{nRT}{t} \quad \therefore \quad \text{vazão} = \frac{nRT}{Pt}, \text{ sendo } t \text{ o tempo}$$

$$\text{Vazão de ar que entra} = \frac{(120 + 451,4) \text{ kmol} \times 82,05 \frac{\text{atm} \cdot \text{cm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \times (900 + 273) \text{ K} \times \frac{1000 \text{ mol}}{1 \text{ kmol}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3}}{2 \text{ atm} \times 1 \text{ dia}}$$

$$\text{Vazão de ar que entra} = 27.500 \text{ m}^3/\text{d}$$

3ª QUESTÃO: (1,0 ponto)

--	--

Torne balanceadas as seguintes equações:

- a) $\text{C}_7\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- b) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- c) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
- d) $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- e) $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- f) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4$
- g) $\text{Na}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$

Respostas:

- a) $\text{C}_7\text{H}_8 + 9 \text{O}_2 \rightarrow 7 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$
- b) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- c) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{CO} \rightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$
- d) $4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$
- e) $3 \text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + 4 \text{HNO}_3 \rightarrow 3 \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 4 \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$
- f) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2 \text{CaSO}_4$
- g) $\text{Na}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NH}_3$

4ª QUESTÃO: (0,5 ponto)



Se 200 cm³ de N₂ a 25°C a uma pressão de 35 kPa são misturados com 350 cm³ de O₂ a 25°C e a uma pressão de 45 kPa, de modo que o volume resultante seja de 300 cm³, qual será a pressão final da mistura, a 25°C?

Cálculos e respostas:

Uma vez que não há variação da temperatura, após a mistura dos dois gases teremos:

$$\text{Para o N}_2: P_{\text{final},\text{N}_2} = P_{\text{inical},\text{N}_2} \frac{V_{\text{inical}}}{V_{\text{final}}} \quad \therefore \quad P_{\text{final},\text{N}_2} = 35 \times \frac{200}{300} = 23 \text{ kPa}$$

$$\text{Para o O}_2: P_{\text{final},\text{O}_2} = 45 \times \frac{350}{300} = 52 \text{ kPa}$$

A pressão total da mistura é a soma das pressões parciais:

$$P_{\text{Total}} = P_{\text{final},\text{N}_2} + P_{\text{final},\text{O}_2} = 23 \text{ kPa} + 52 \text{ kPa} = 75 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{Total}} = 75 \text{ kPa}$$

5ª QUESTÃO: (1,0 ponto)

--	--

A decomposição do NaHCO_3 para dar Na_2CO_3 é uma reação que pode ser utilizada para apagar chamas, uma vez que produz água e dióxido de carbono. Pede-se:

- A equação química balanceada da reação em questão;
- Sendo dadas as entalpias de formação de cada substância de acordo com a tabela abaixo, calcule o ΔH° para a reação por mol de reagente.
- É a reação endotérmica ou exotérmica?

Dados:

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)
NaHCO_3	-947,7
Na_2CO_3	-1131
$\text{H}_2\text{O} (g)$	-242
CO_2	-394

Cálculos e respostas:



b) Cálculo do $\Delta H_{\text{Re ação}}^\circ$:

$$\Delta H_{\text{Re ação}}^\circ = (\text{Soma do } \Delta H_{\text{formação}}^\circ \text{ dos produtos}) - (\text{Soma do } \Delta H_{\text{formação}}^\circ \text{ dos reagentes})$$

Devemos considerar os coeficientes estequiométricos da reação. Assim:

$$\Delta H_{\text{Re ação}}^\circ = (\Delta H_f^\circ \text{ Na}_2\text{CO}_3 + \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O} + \Delta H_f^\circ \text{ CO}_2) - (2 \times \Delta H_f^\circ \text{ NaHCO}_3)$$

$$\Delta H_{\text{Re ação}}^\circ = (-1131 - 242 - 394) - [2 \times (-947,7)] = -1767 \text{ kJ} + 1895 \text{ kJ} = + 128 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{Re ação}}^\circ = + 128 \text{ kJ}$$

Para cada mol de reagente, teremos: $\Delta H_{\text{Re ação}}^\circ = + 128 \text{ kJ} / 2 \text{ mol} = + 64 \text{ kJ} / \text{mol}$

c) A reação é endotérmica.

6ª QUESTÃO: (1,5 ponto)



Considere a função f definida por $f(x) = \frac{\ln x}{x}$.

Determine:

- intervalos em que a função é crescente e decrescente, ponto de máximo e mínimo locais, caso existam;
- assíntotas horizontais e verticais, caso existam;
- um esboço do gráfico de f .

Cálculos e respostas:

$$y = \frac{\ln x}{x}$$

$$y' = \frac{\frac{1}{x} \cdot x - \ln x}{x^2} = \frac{1 - \ln x}{x^2}$$

$$\ln x = 1, x = e$$

		0	e	
$1 - \ln x$	x	+	0	-
x^2		0	+	+
			0	

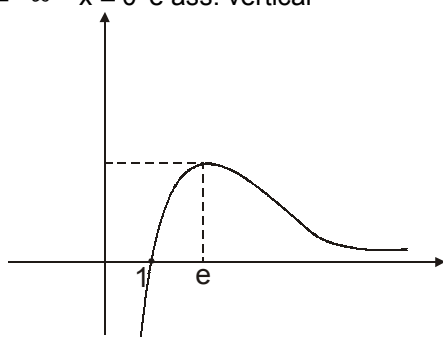
$(e, \frac{1}{e})$ é ponto de máximo local

$0 < x < e$ f é crescente

$e < x$, f é decrescente

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln x}{x} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\frac{1}{x}}{1} = 0 \quad y = 0 \text{ é ass. horizontal}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\ln x}{x} = \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\frac{1}{x}}{1} = -\infty \quad x = 0 \text{ é ass. vertical}$$



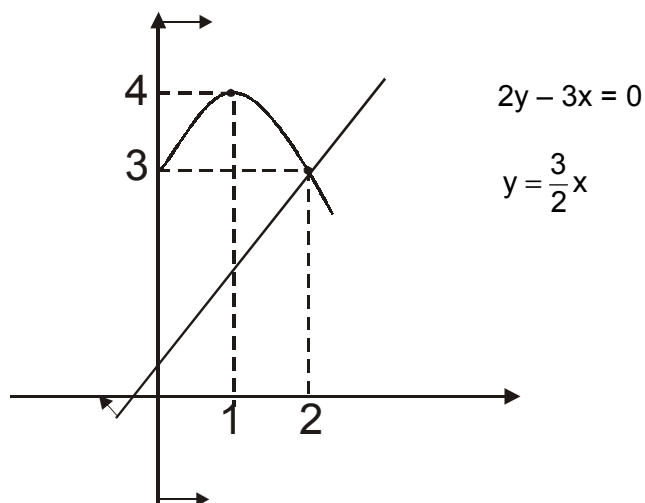
7ª QUESTÃO: (1,5 ponto)



Calcule a área da região do plano limitada por : $x \geq 0$, $2x^2 + y - 4x \leq 3$, $2y - 3x \geq 0$.

Cálculos e respostas:

$$\begin{cases} x \geq 0 \\ 2x^2 + y - 4x \leq 3 \\ 2y - 3x \geq 0 \end{cases} \quad y = 2x^2 + 4x + 3$$



$$\begin{aligned} A &= \int_0^2 \left(-2x^2 + 4x + 3 - \frac{3}{2}x \right) dx \\ &= -\frac{2x^3}{3} + \frac{4x^2}{2} + 3x - \frac{3}{2} \cdot \frac{x^2}{2} \Big|_0^2 \\ &= -\frac{16}{3} + \frac{16}{2} + 6 - \frac{3}{4} \cdot 4 = \frac{-32 + 48}{6} + 3 \\ &= \frac{16}{6} + 3 = \frac{8}{3} + 3 = \frac{17}{3} \text{ u.a.} \end{aligned}$$

8ª QUESTÃO: (1,0 ponto)

--	--

Considere a função $y = \arctg \frac{y^2}{x^2}$. Calcule $\bar{\nabla} f$ no ponto (1,1).

Cálculos e respostas:

$$y = \arctg \frac{y^2}{x^2}$$

$$\bar{\nabla} f = (f_x, f_y)$$

$$f_x = \frac{\frac{-y^2 \cdot 2x}{x^4}}{1 + \frac{y^4}{x^4}} = \frac{-2y^2x}{(x^4 + y^4)}$$

$$f_y = \frac{\frac{2y}{x^2}}{1 + \frac{y^4}{x^4}} = \frac{2x^2y}{x^4 + y^4}$$

$$f_x(1,1) = \frac{-2}{2} = -1$$

$$f_y(1,1) = \frac{2}{2} = 1$$

$$\bar{\nabla} f(1,1) = (-1, 1)$$

9ª QUESTÃO: (1,0 ponto)

--	--

Determine todos os autovalores da matriz $A = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ e os autovetores associados aos autovalores reais.

Cálculos e respostas:

$$\det(A - \lambda I) \begin{bmatrix} 2-\lambda & 0 & 0 \\ 0 & -1-\lambda & 0 \\ 1 & 0 & 1-\lambda \end{bmatrix} = (2-\lambda)(-1-\lambda)(1-\lambda) = 0$$

$\lambda = 2, \lambda = -1, \lambda = 1$ são os autovalores.

para:

$$\lambda = -1$$

$$(2+1)x = 0 \quad x = 0 \quad \begin{pmatrix} 0 \\ y \\ 0 \end{pmatrix} \text{ é autovetor ass. a } \lambda = -1$$

$$x + 2z = 0 \quad z = 0 \quad \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\lambda = 1$$

$$x = 0$$

$$-2y = 0 \quad \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ z \end{pmatrix} \text{ é autovetor ass. a } \lambda = 1 \quad \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$x = 0$$

$$\lambda = 2$$

$$-3y = 0 \quad y = 0 \quad \begin{pmatrix} x \\ 0 \\ x \end{pmatrix} \text{ é autovetor ass. a } \lambda = 2$$

$$x - z = 0 \quad x = z \quad \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{Autovetores: } \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

