



P1 - PROVA DE QUÍMICA GERAL – 13/04/2013

Nome: Gabarito	
Nº de Matrícula:	Turma:
Assinatura:	

Questão	Valor	Grau	Revisão
1 ^a	2,5		
2 ^a	2,5		
3 ^a	2,5		
4 ^a	2,5		
Total	10,0		

Dados

$$R = 0,0821 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$T (\text{K}) = T (^\circ\text{C}) + 273,15$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

$$V_m = 22,41 \text{ L mol}^{-1} \text{ (273 K e 1,00 atm)}$$

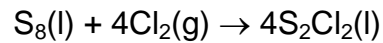
$$PV = nRT$$

$$P_i = \chi_i P$$

$$S = K_H P$$

1ª Questão

O composto dicloreto de enxofre, S_2Cl_2 , é muito utilizado na vulcanização a frio da borracha e pode ser produzido pela reação de enxofre fundido, S_8 , com cloro, Cl_2 , conforme a equação química abaixo:



Considere que foram misturados 32,0 kg de S_8 com 71,0 kg de Cl_2 e faça o que se pede.

- Defina rendimento teórico e rendimento percentual de uma reação química.
- Calcule o rendimento teórico, em quilogramas.
- Calcule a massa de reagente restante.
- Calcule a quantidade de matéria, em mol, de S_2Cl_2 formada, supondo que a reação tenha um rendimento de 96,5%.
- Calcule a massa, em quilogramas, de produto formado, quando se utiliza a mesma quantidade do reagente S_8 com 15,0% de impurezas.

Dados:

$$M(S_8) = 256,52 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(Cl_2) = 70,906 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(S_2Cl_2) = 135,036 \text{ g mol}^{-1}$$

Resolução:

a) Rendimento Teórico: é a quantidade máxima (quantidade de matéria, massa ou volume) do produto que pode ser obtida a partir de dada quantidade de reagente.

Rendimento Percentual: é a fração do rendimento teórico realmente obtido, expresso em porcentagem.

b) Definir quem é o reagente limitante:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol S}_8 \text{ ————— } 4 \text{ mol Cl}_2 \\ (1 \text{ mol} \times 256,52 \text{ g mol}^{-1}) \text{ ————— } (4 \text{ mol} \times 70,906 \text{ g mol}^{-1}) \\ 32,0 \text{ kg ————— } x \text{ kg} \\ x = 35,4 \text{ kg de Cl}_2 \end{array}$$

Como o Cl₂ está em excesso, o reagente limitante é o S₈.

Cálculo do rendimento teórico:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol S}_8 \text{ ————— } 4 \text{ mol S}_2\text{Cl}_2 \\ (1 \text{ mol} \times 256,52 \text{ g mol}^{-1}) \text{ ————— } (4 \text{ mol} \times 135,036 \text{ g mol}^{-1}) \\ 32,0 \text{ kg ————— } x \text{ kg} \\ x = 67,4 \text{ kg de S}_2\text{Cl}_2 \end{array}$$

c)

A massa do reagente em excesso, Cl₂, era de 71,0 kg, porém reagiu 35,4 kg. Logo:
71,0 kg – 35,4 kg = 35,6 kg de Cl₂ restante.

d)

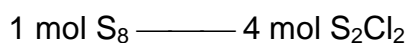
$$\begin{array}{l} 67,4 \text{ kg de S}_2\text{Cl}_2 \text{ ————— } 100 \% \\ x \text{ ————— } 96,5 \% \\ x = 65,0 \text{ kg de S}_2\text{Cl}_2 \end{array}$$

$$n = m / M \quad n(\text{S}_2\text{Cl}_2) = 65,0 \times 10^3 \text{ g} / 135,036 \text{ g mol}^{-1} = 482 \text{ mol de S}_2\text{Cl}_2$$

e) Considerando rendimento de 100 %:

$$\begin{array}{l} 32,0 \text{ kg de S}_8 \text{ ————— } 100 \% \\ x \text{ ————— } 85,0 \% \end{array}$$

$$x = 27,2 \text{ kg de S}_8$$



$$(1 \text{ mol} \times 256,52 \text{ g mol}^{-1}) \text{ ————— } (4 \text{ mol} \times 135,036 \text{ g mol}^{-1})$$

$$27,2 \text{ kg} \text{ ————— } x \text{ kg}$$

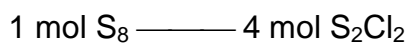
$$x = 57,3 \text{ kg de S}_2\text{Cl}_2 \text{ (para rendimento de 100 \%)}$$

Para quem considerou o rendimento de 96,5 %:

$$32,0 \text{ kg de S}_8 \text{ ————— } 100 \%$$

$$x \text{ ————— } 85,0 \%$$

$$x = 27,2 \text{ kg de S}_8$$



$$(1 \text{ mol} \times 256,52 \text{ g mol}^{-1}) \text{ ————— } (4 \text{ mol} \times 135,036 \text{ g mol}^{-1})$$

$$27,2 \text{ kg} \text{ ————— } x \text{ kg}$$

$$x = 57,3 \text{ kg de S}_2\text{Cl}_2$$

$$57,3 \text{ kg S}_2\text{Cl}_2 \text{ ————— } 100 \%$$

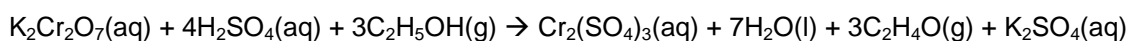
$$x \text{ ————— } 96,5 \%$$

$$x = 55,3 \text{ kg de S}_2\text{Cl}_2$$

2ª Questão

A Lei 12.760/12 diminuiu a tolerância para o resultado do teste do etilômetro, também conhecido como teste do bafômetro, de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ de álcool no ar expelido para $0,05 \text{ mg L}^{-1}$.

Uma reação que permite determinar a concentração de álcool expelido, pela mudança de cor, é a reação do vapor de etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, com dicromato de potássio, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, conforme a equação abaixo:



- Calcule o volume mínimo, em litros, de uma solução de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ necessário para reagir completamente com $0,050 \text{ mg}$ de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.
- Calcule a massa, em miligramas, de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ necessária para produzir $0,784 \text{ mg}$ de $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$.
- Se através do teste do bafômetro, ficar constatado que o motorista apresenta uma concentração de $4,5 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$ de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ no ar expelido, mostre com cálculos se este responderá a processo criminal.

Dados:

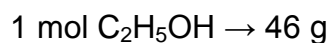
$$M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ g mol}^{-1}$$

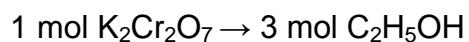
$$M(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 392 \text{ g mol}^{-1}$$

Resolução:

a)



$$X \quad \leftarrow \quad 5,0 \times 10^{-5} \text{ g} \quad X = 1,1 \times 10^{-6} \text{ mol}$$



$$X \quad \leftarrow \quad 1,1 \times 10^{-6} \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH} \quad X = 3,7 \times 10^{-7} \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

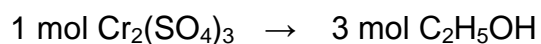
$$c = n / v \therefore v = n / c \therefore v = 3,7 \times 10^{-7} \text{ mol} / 1,0 \times 10^{-1} \text{ L}$$

$$v = 3,7 \times 10^{-6} \text{ L}$$

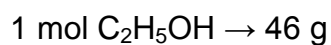
b)



$$X \quad \leftarrow \quad 7,84 \times 10^{-4} \text{ g} \quad X = 2,00 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

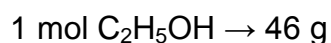


$$2,00 \times 10^{-6} \text{ mol Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow X \quad X = 6,00 \times 10^{-6} \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$$



$$6,00 \times 10^{-6} \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow X \quad X = 2,8 \times 10^{-4} \text{ g ou } 0,28 \text{ mg}$$

c)

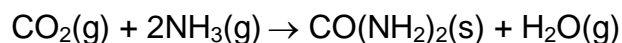


$$4,5 \times 10^{-6} \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow X \quad X = 2,1 \times 10^{-4} \text{ g ou } 0,21 \text{ mg}$$

Resposta: O motorista responderá processo criminal, pois a concentração encontrada é de $0,21 \text{ mg L}^{-1}$, ou seja, superior ao permitido pela lei ($0,05 \text{ mg L}^{-1}$)

3ª Questão

A ureia, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, é uma substância utilizada como fertilizante e pode ser obtida pela reação entre o gás carbônico, CO_2 , e a amônia, NH_3 , conforme a equação:



- Calcule o volume de NH_3 a 1,00 atm e 273 K, necessário para reagir com excesso de CO_2 , produzindo 120 g de $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, considerando rendimento de 100%.
- Defina a Lei de Dalton.
- Em outro experimento, 150 g de $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, um soluto não volátil, foram completamente dissolvidos em 500 g de água, em um sistema aberto, a 25 °C. Calcule a pressão de vapor da solução resultante, sabendo que a pressão de vapor da água pura é 0,0313 atm, nesta temperatura.

Considere o comportamento ideal dos gases e das soluções.

Dados:

$$M(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 60,06 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{NH}_3) = 17,03 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g mol}^{-1}$$

Resolução:

a) Forma correta

outra opção

Cálculo do mol de NH₃

2 mol de amônia ——— 1 mol de ureia

$$x \text{ ——— } 120 / 60,06$$

$$x = 3,99\bar{6} \text{ mol de NH}_3$$

Cálculo do volume da NH₃

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$1,00 \times V = 3,99\bar{6} \cdot 0,0821 \cdot 273$$

$$V = 89,6 \text{ L de NH}_3$$

Outra opção de cálculo do volume da NH₃

1 mol de amônia ——— 22,41 L

3,99 $\bar{6}$ mol de amônia ——— x

$$x = 89,6 \text{ L de NH}_3$$

Cálculo do mol de NH₃

2 mol de amônia ——— 1 mol de ureia

$$x \text{ ——— } 120 / 60,06$$

$$x = 4,00 \text{ mol de NH}_3$$

Cálculo do volume da

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$1,00 \times V = 4,00 \times 0,0821 \times 273$$

$$V = 89,7 \text{ L de NH}_3$$

1 mol de amônia ——— 22,41 L

4,00 mol de amônia ——— x

$$x = 89,6 \text{ L de NH}_3$$

b) Dalton descobriu que “a pressão de uma mistura de gases é a soma das pressões que cada gás teria se ocupasse sozinho o volume da mistura”. Sendo P_t a pressão total e P_a , P_b , P_c ... P_n .

$$P_t = P_a + P_b + P_c + \dots + P_n$$

c) **Cálculo do mol de uréia**

$$n_{\text{uréia}} = 150 / 60,06 = 2,49\bar{8} \text{ mol}$$

Cálculo do mol da água

$$n_{\text{água}} = 500 / 18,02 = 27,7\bar{5} \text{ mol}$$

Cálculo do mol total

$$n_T = 2,49\bar{8} + 27,7\bar{5} = 30,24\bar{8}$$

Cálculo da pressão da água

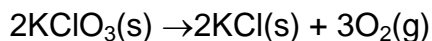
$$P_{\text{água}} = 27,7\bar{5} / 30,24\bar{8} \times 0,0313$$

$$P_{\text{água}} = 0,917\bar{4} \times 0,0313$$

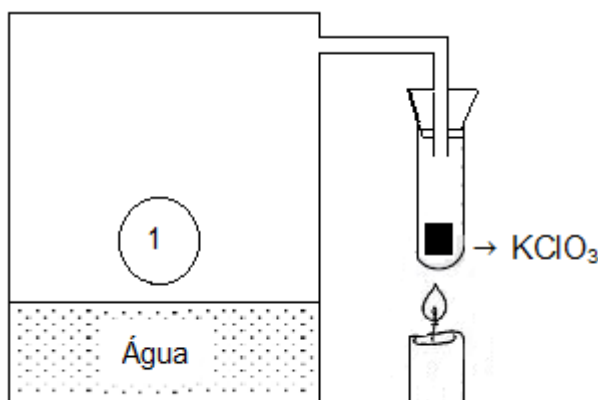
$$P_{\text{água}} = 0,0287 \text{ atm}$$

4ª Questão

Para anunciar o resultado do Conclave da escolha do papa, o Vaticano utiliza reações químicas. A decomposição do clorato de potássio, KClO_3 , mostrada na equação abaixo, é uma das reações envolvidas na produção da fumaça branca.



Considere que a decomposição completa do KClO_3 foi realizada no sistema abaixo.



Um volume de 0,250 L de O_2 foi produzido e coletado totalmente no recipiente 1, a 25°C , resultando em uma pressão total de 0,724 atm. A pressão de vapor da água nestas condições é 0,0313 atm.

- Calcule a fração em mol (antigamente conhecida como fração molar) do O_2 no recipiente 1, desconsiderando a solubilidade do mesmo na água.
- Calcule a massa, em grama, do KClO_3 decomposto.
- Considere, agora, que o O_2 se dissolve parcialmente na água e calcule a sua solubilidade nestas condições.

Considere o comportamento ideal dos gases.

Dados:

$$K_H(\text{O}_2) = 1,29 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}, \text{ a } 25^\circ\text{C}$$

$$M(\text{KClO}_3) = 122,5 \text{ g mol}^{-1}$$

Resolução:

Cálculo da pressão parcial de O₂:

$$P(T) = P(\text{H}_2\text{O}) + P(\text{O}_2)$$

$$P(\text{O}_2) = P(T) - P(\text{H}_2\text{O})$$

$$P(\text{O}_2) = 0,724 \text{ atm} - 0,0313 \text{ atm}$$

$$P(\text{O}_2) = 0,6927 \text{ atm}$$

Cálculo da fração em mol:

$$x(\text{O}_2) = P(\text{O}_2) / P(T)$$

$$x(\text{O}_2) = 0,6927 \text{ atm} / 0,724 \text{ atm}$$

$$x(\text{O}_2) = 0,957$$

Ou

Outra opção de resolução:

$$PV = nRT \text{ para } \text{H}_2\text{O}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = PV/RT$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,0313 \text{ atm} \times 0,250 \text{ L} / 0,0821 \times (25 + 273) \text{ K}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 3,198 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$PV = nRT \text{ para } \text{O}_2$$

$$n(\text{O}_2) = PV/RT$$

$$n(\text{O}_2) = 0,6927 \text{ atm} \times 0,250 \text{ L} / 0,0821 \times (25 + 273) \text{ K}$$

$$n(\text{O}_2) = 7,078 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$x(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) / n(T)$$

$$x(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) / (n(\text{O}_2) + n(\text{H}_2\text{O}))$$

$$x(\text{O}_2) = 7,078 \times 10^{-3} / (7,078 \times 10^{-3} + 3,198 \times 10^{-4})$$

$$x(\text{O}_2) = 0,957$$

Cálculo da quantidade de matéria de O₂

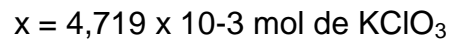
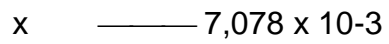
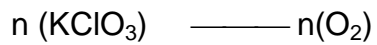
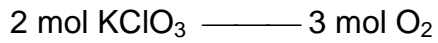
$$PV = nRT$$

$$n(\text{O}_2) = PV/RT$$

$$n(\text{O}_2) = 0,6927 \text{ atm} \times 0,250 \text{ L} / 0,0821 \times (25 + 273) \text{ K}$$

$$n(\text{O}_2) = 7,078 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Cálculo da quantidade de matéria de KClO_3



Cálculo da quantidade de massa de KClO_3

$$n = m/M$$

$$m \text{ KClO}_3 = n \times M$$

$$m \text{ KClO}_3 = 4,719 \times 10^{-3} \times 122,5$$

$$m \text{ KClO}_3 = 0,578 \text{ g de } \text{KClO}_3$$

$$\text{SO}_2 = \kappa_{\text{O}_2} \times P_{\text{O}_2}$$

$$\text{SO}_2 = 1,29 \times 10^{-3} \times 0,6927$$

$$\text{SO}_2 = 8,94 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$