

QUÍMICA

com Pedro Nunes

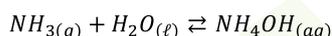
Reações químicas em solução

Exercícios

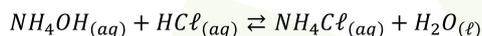


Exercícios

1. (UEG 2023) A amônia, NH_3 , é um composto inorgânico e uma importante fonte de nitrogênio para plantas e animais, sendo um gás incolor de odor característico e solúvel em água. É usada em diversos processos industriais, tais como sistemas de refrigeração, fabricação de fertilizantes e produtos domissanitários. A amônia é tóxica por inalação, e sistemas de refrigeração devem ser projetados de forma a evitar a exposição de pessoas. Em 2022 foram relatados no Brasil acidentes envolvendo gás amônia em indústrias de alimentos, inclusive com registro de óbito. Por outro lado, a amônia está presente nas residências em saneantes domissanitários e, portanto, dissolvida em água, com a formação do hidróxido de amônio, cuja dissolução é representada pela seguinte equação química:



O teor de amônia em limpadores domésticos pode ser determinado por volumetria de neutralização (titulação ácido-base), com solução aquosa de um ácido forte, como o HCl cuja equação de



Se 5,00 mL de certo limpador doméstico contém, de acordo com informações do fabricante, de $3,00 \times 10^{-3}$ mol de NH_3 , o volume de uma solução aquosa de HCl $0,100 \text{ mol/L}^{-1}$ necessário para titular os 5,00 mL será aproximadamente

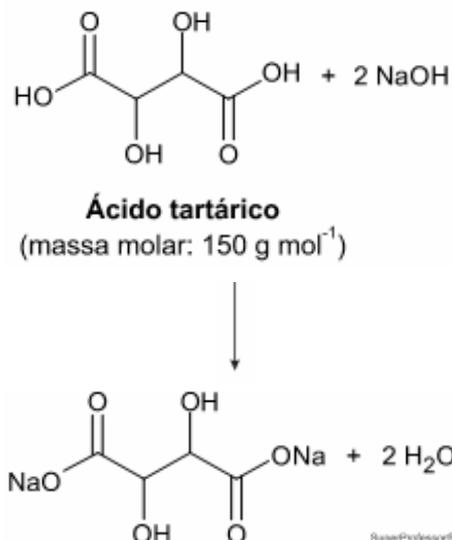
- 5,00 mL
- 60,0 mL
- 10,0 mL
- 25,0 mL
- 30,0 mL

2. (UERR 2023) A titulação é uma das técnicas usadas para determinar a concentração de uma solução desconhecida. Com esse objetivo, uma alíquota de 8 mL de uma solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) foi colocada em um erlenmeyer com três gotas de fenolftaleína. Na sequência, colocou-se na bureta $0,5 \text{ mol/L}$ de uma solução de hidróxido de potássio (KOH), tendo início a titulação. Depois de alguns instantes, notou-se que o volume de base consumido havia sido de 20 mL.

Nessa situação hipotética, a concentração da solução de ácido sulfúrico, em mol/L , é igual a

- 0,005.
- 0,010.
- 0,500.
- 0,625.
- 1,250.

3. (ENEM 2022) O ácido tartárico é o principal ácido do vinho e está diretamente relacionado com sua qualidade. Na avaliação de um vinho branco em produção, uma analista neutralizou uma alíquota de 25,0 mL do vinho com NaOH a $0,10 \text{ mol L}^{-1}$, consumindo um volume igual a 8,0 mL dessa base. A reação para esse processo de titulação representada pela equação química:



A concentração de ácido tartárico no vinho analisado é mais próxima de:

- $1,8 \text{ g L}^{-1}$
- $2,4 \text{ g L}^{-1}$
- $3,6 \text{ g L}^{-1}$
- $4,8 \text{ g L}^{-1}$
- $9,6 \text{ g L}^{-1}$

4. (UCS 2021) O enxofre contido em uma amostra pode ser quantificado por meio de uma análise de combustão, que produz uma mistura de dióxido e trióxido de enxofre. Esses gases podem ser oxidados com o auxílio de uma solução de peróxido de hidrogênio, de modo a converter ambos os óxidos em ácido sulfúrico, que é então titulado com uma solução padronizada de base na presença de um indicador apropriado.

Suponha que uma substância com massa igual a 6,123 mg tenha sido queimada, e que o ácido sulfúrico gerado na determinação tenha necessitado de 3,01 mL de NaOH $0,01576 \text{ mol/L}$ para a sua titulação. Nessas condições, a porcentagem em massa de enxofre na amostra é, em valores arredondados, de

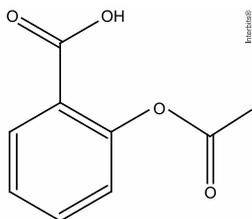
Dados: $\text{H} = 1$; $\text{O} = 16$; $\text{S} = 32$.

- 6,2.
- 12,4.
- 24,8.
- 30,3.
- 35,7.

5. (ENEM 2021) Um técnico analisou um lote de analgésicos que supostamente estava fora das especificações. A composição prevista era 100 mg de ácido acetilsalicílico por comprimido (princípio ativo, cuja estrutura está apresentada na figura), além do amido e da celulose (componentes inertes). O técnico realizou os seguintes testes:

- obtenção da massa do comprimido;
- medição da densidade do comprimido;
- verificação do pH com papel indicador;
- determinação da temperatura de fusão do comprimido;
- titulação com solução aquosa de NaOH .

Após a realização dos testes, o lote do medicamento foi reprovado porque a quantidade de ácido acetilsalicílico por comprimido foi de apenas 40% da esperada.



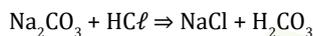
Ácido acetilsalicílico

O teste que permitiu reprovar o lote de analgésicos foi o de número

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

6. (UNIOESTE 2020) A titulação é uma técnica analítica bastante utilizada para determinar a concentração de substâncias que não são padrões primários. Assim, utiliza-se geralmente um padrão primário para padronizar as soluções que são usadas para outras titulações. Com base neste conceito, uma amostra de 0,3180 g de carbonato de sódio (Na_2CO_3), padrão primário, necessitou de 30,00 mL de uma solução de HCl para completa neutralização. Em relação à concentração de HCl e à estequiometria da reação abaixo, assinale a alternativa **CORRETA**.

Dados: $MM(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$



- A concentração de HCl é 0,10 g/mol e a relação estequiométrica $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{HCl}$ é 1:1.
- A concentração de HCl é 0,20 g/mol e a relação estequiométrica $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{HCl}$ é 1:2.
- A concentração de HCl é 0,10 g/mol e a relação estequiométrica $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{HCl}$ é 1:2.
- A concentração de HCl é 0,20 g/mol e a relação estequiométrica $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{HCl}$ é 1:1.
- A concentração de HCl é 0,10 g/mol e a relação estequiométrica $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{HCl}$ é 2:1.

7. (FUVEST 2018) Um dos parâmetros que determina a qualidade do azeite de oliva é sua acidez, normalmente expressa na embalagem na forma de porcentagem, e que pode ser associada diretamente ao teor de ácido oleico em sua composição.

Uma amostra de 20,00 g de um azeite comercial foi adicionada a 100 mL de uma solução contendo etanol e etoxietano (dietiléter), 1:1 em volume, com o indicador fenolftaleína. Sob constante agitação, titulou-se com uma solução etanólica contendo KOH 0,020 g/mol até a _____ total. Para essa amostra, usaram-se 35,0 mL de base, o que permite concluir que se trata de um azeite tipo _____.

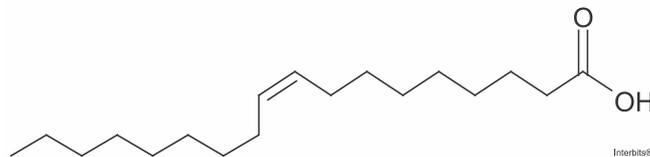
As palavras que completam corretamente as lacunas são:

Note e adote:

Classificação de azeites por acidez (em % massa do ácido oleico por 100g de azeite):

Tipo	Acidez
Extra virgem	Menor que 0,8%
Virgem fino	De 0,8% até 1,5%
Semifino	Maior que 1,5% até 3,0%
Refinado	Maior que 3,0%

Ácido oleico (ácido octadec-9-enoico):



Fórmula: $\text{C}^{18}\text{H}^{34}\text{O}^2$

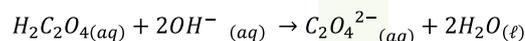
Massa molar = 282,5 g mol⁻¹

- oxidação; semifino.
- neutralização; virgem fino.
- oxidação, virgem fino.
- neutralização; extra virgem.
- neutralização, semifino.

8. (UDESC 2015) Considere a determinação da capacidade antiácida de um medicamento cujo princípio ativo é carbonato de sódio, que pode ser feita pela reação com ácido clorídrico. Um comprimido de 1,8656 g foi triturado e dissolvido em água, necessitando de 22,0 mL de c 0,4000 mol.L⁻¹ para ser completamente neutralizado. Assinale a alternativa que corresponde à porcentagem em massa de carbonato de sódio no comprimido.

- 12,50%
- 19,57%
- 25,00%
- 14,15%
- 50,00%

9. (PUCRJ 2015) O volume de 25,00 mL de uma amostra aquosa de ácido oxálico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) foi titulado com solução padrão 0,020 mol.L⁻¹ de KOH .



A titulação alcançou o ponto de equivalência com 25,00 mL de solução titulante; assim, a concentração, em mol.L⁻¹ de ácido oxálico na amostra original é igual a

- $1,0 \times 10^{-3}$
- $2,0 \times 10^{-3}$
- $1,0 \times 10^{-2}$
- $2,0 \times 10^{-2}$
- $1,0 \times 10^{-1}$

10. (UFSM 2013) O leite de magnésia, usado como antiácido e laxante, contém em sua formulação o composto $\text{Mg}(\text{OH})_2$. A concentração de uma amostra de 10 mL de leite de magnésia que foi titulada com 12,5 mL de HCl 0,50 mol.L⁻¹ é, em mol.L⁻¹, de, aproximadamente,

- 0,1.
- 0,3.
- 0,5.
- 0,6.
- 1,2.



Anote aqui

GABARITO

1. [E] 3. [B] 5. [E] 7. [B] 9. [C]
2. [D] 4. [B] 6. [B] 8. [C] 10. [B]

GABARITO E RESOLUÇÃO:

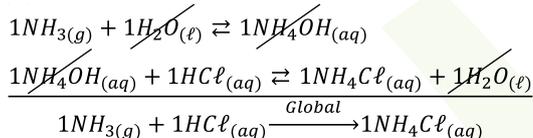
Resposta da questão 1: [E]

$$\left. \begin{aligned} V_{\text{impador}} &= 5,00 \text{ mL} = 5,00 \times 10^{-3} \text{ L} \\ n_{\text{NH}_3} &= 3,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned} \right\} [\text{NH}_3]$$

$$= \frac{n_{\text{NH}_3}}{V_{\text{impador}}} = \frac{3,00 \times 10^{-3} \text{ mol}}{5,00 \times 10^{-3} \text{ L}}$$

$$[\text{NH}_3] = 0,600 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{HCl}] = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



$$n_{\text{NH}_3} = n_{\text{HCl}}$$

$$[\text{NH}_3] \times V_{\text{impador}} = [\text{HCl}] \times V$$

$$0,600 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 5,00 \text{ mL} = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times$$

$$V \Rightarrow \frac{0,600 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 5,00}{0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 30,0 \text{ mL}$$

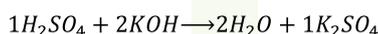
Resposta da questão 2: [D]

$$[\text{KOH}] = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V_{\text{consumido}} = 20 \text{ mL} = 0,02 \text{ L}$$

$$[\text{KOH}] = \frac{n_{\text{KOH}}}{V_{\text{consumido}}} \Rightarrow n_{\text{KOH}} = [\text{KOH}] \times V_{\text{consumido}}$$

$$n_{\text{KOH}} = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,02 \text{ L} = 0,01 \text{ mol}$$



$$1 \text{ mol} \quad \text{---} \quad 2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \quad \text{---} \quad 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1 \text{ mol} \times 0,01 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 0,005 \text{ mol}$$

$$V = 8 \text{ mL} = 0,008 \text{ L}$$

$$[\text{H}_2\text{SO}_4] = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V} \Rightarrow [\text{H}_2\text{SO}_4] = \frac{0,005 \text{ mol}}{0,008 \text{ L}} [\text{H}_2\text{SO}_4] = 0,625 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Resposta da questão 3: [B]

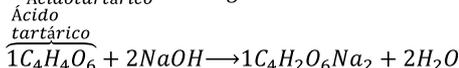
$$[\text{NaOH}] = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V_{\text{NaOH}} = 8,0 \text{ mL} = 8,0 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,008 \text{ L}$$

$$[\text{NaOH}] = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V_{\text{NaOH}}} \Rightarrow n_{\text{NaOH}} = [\text{NaOH}] \times V_{\text{NaOH}}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,008 \text{ L} = 0,0008 \text{ mol}$$

$$M_{\text{Ácido tartárico}} = 150 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$150 \text{ g} \quad \text{---} \quad 2 \text{ mol}$$

$$m_{\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6} \quad \text{---} \quad 0,0008 \text{ mol}$$

$$m_{\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6} = \frac{150 \text{ g} \times 0,0008 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 0,06 \text{ g}$$

$$V_{\text{vinho}} = 25,0 \text{ mL} = 25,0 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,025 \text{ L}$$

$$C_{\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6} = \frac{m_{\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6}}{V_{\text{vinho}}} \Rightarrow C_{\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6} = \frac{0,06 \text{ g}}{0,025 \text{ L}} = 2,4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Resposta da questão 4: [B]

$$[\text{NaOH}] = 0,01576 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V = 3,01 \text{ mL} = 3,01 \times 10^{-3} \text{ L}$$

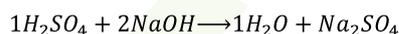
$$[\text{NaOH}] = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V} \Rightarrow n_{\text{NaOH}} = [\text{NaOH}] \times V$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,01576 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 3,01 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$= 0,04743 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,04743 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \times 1 + 1 \times 32 + 4 \times 16 = 98$$



$$98 \text{ g} \quad \text{---} \quad 2 \text{ mol}$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} \quad \text{---} \quad 0,04743 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{98 \text{ g} \times 0,04743 \times 10^{-3} \text{ mol}}{2 \text{ mol}}$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2,324 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$98 \text{ g}(\text{H}_2\text{SO}_4) \quad \text{---} \quad 32 \text{ g}(\text{S})$$

$$2,324 \times 10^{-3} \text{ g} \quad \text{---} \quad m_{\text{S}}$$

$$m_{\text{S}} = \frac{2,324 \times 10^{-3} \text{ g} \times 32 \text{ g}}{98 \text{ g}}$$

$$m_{\text{S}} = 0,7588 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$m_{\text{substância}} = 6,123 \text{ mg} = 6,123 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$6,123 \times 10^{-3} \text{ g} \quad \text{---} \quad 100\%$$

$$0,7588 \times 10^{-3} \text{ g} \quad \text{---} \quad p_{\text{S}}$$

$$p_{\text{S}} = \frac{0,7588 \times 10^{-3} \text{ g} \times 100\%}{6,123 \times 10^{-3} \text{ g}} = 12,39\% p_{\text{S}} = 12,4\%$$

Resposta da questão 5: [E]

[1] Não permitiu. A obtenção da massa do comprimido pode variar, porém a porcentagem de ácido acetilsalicílico continuará a mesma.

[2] Não permitiu. A porcentagem de ácido acetilsalicílico continuará a mesma, mesmo conhecendo-se a densidade do comprimido.

[3] Não permitiu. A verificação do pH com papel indicador não nos fornece a quantidade de ácido acetilsalicílico por comprimido, apenas a presença de meio ácido ou básico.

[4] Não permitiu. A determinação da temperatura de fusão (propriedade física) do comprimido não nos fornece a quantidade de ácido acetilsalicílico por comprimido.

[5] Permitiu. O ácido acetilsalicílico pode ser titulado com uma solução aquosa de NaOH, o que permite o cálculo de sua quantidade por comprimido.

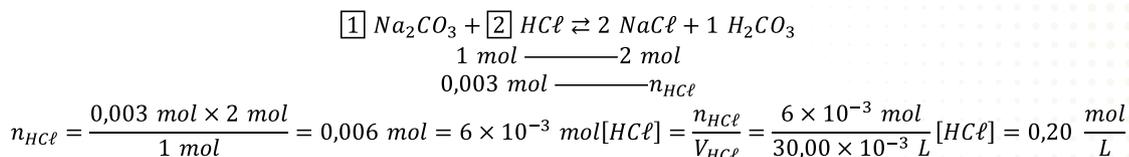
Resposta da questão 6: [B]

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,3180 \text{ g} \Rightarrow M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$= \frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} = \frac{0,3180 \text{ g}}{106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,003 \text{ mol } V_{\text{HCl}}$$

$$= 30,00 \text{ mL} = 30,00 \times 10^{-3} \text{ L}$$

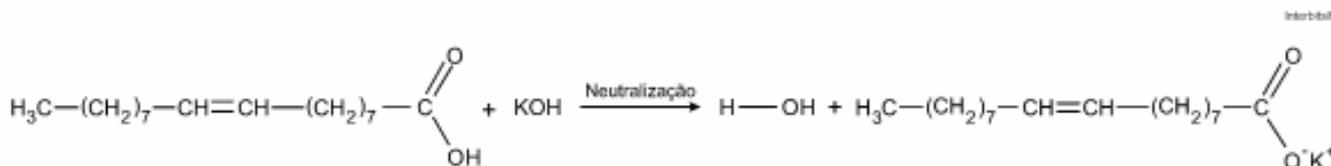
Neutralização completa:



Conclusão: A concentração de HCl é 0,20 g/mol e a relação estequiométrica Na₂CO₃:HCl é 1:2.

Resposta da questão 7: [B]

O processo descrito no enunciado é uma titulação, ou seja, ocorre a neutralização do ácido oleico pelo KOH.



$$M_{C_{18}H_{34}O_2} = 282,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$[KOH] = 0,020 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$V_{KOH} = 35 \text{ mL} = 35 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$n_{KOH} = [KOH] \times V_{KOH}$$

$$n_{KOH} = 0,020 \times 35 \times 10^{-3} = 0,0007 \text{ mol}$$

$$n_{KOH} = n_{\text{ácidooleico}} \Rightarrow m_{\text{ácidooleico}} = n_{\text{ácidooleico}} \times M_{\text{ácidooleico}}$$

$$m_{\text{ácidooleico}} = 0,0007 \times 282,5 = 0,19775 \text{ g}$$

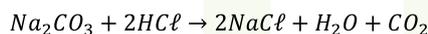
$$20,00 \text{ g} \text{ --- } 100\% \text{ da amostra de azeite}$$

$$0,19775 \text{ g} \text{ --- } p$$

$$p = 0,98875\% \Rightarrow \text{De } 0,8\% \text{ até } 1,5\% \text{ (Virgem fino).}$$

As palavras que completam corretamente as lacunas são: neutralização e virgem fino.

Resposta da questão 8: [C]



$$\begin{cases} 22 \text{ mL} \\ 0,4000 \text{ M} \\ n = 22 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4000 \\ n = 8,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \end{cases}$$

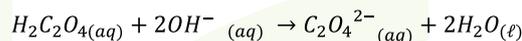
Para proporção estequiométrica dos reagentes, teremos:

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol de } Na_2CO_3 & \text{---} & 2 \text{ mol de } HCl \\ x & \text{---} & 8,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \\ x & \text{---} & 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol } Na_2CO_3 & \text{---} & 106 \text{ g} \\ 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} & \text{---} & x \\ x & \text{---} & 0,4664 \text{ g} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 1,8656 \text{ g} & \text{---} & 100\% \\ 0,4664 \text{ g} & \text{---} & x \\ x & \text{---} & 25,00\% \end{array}$$

Resposta da questão 9: [C]



$$\begin{cases} 25 \text{ mL} \\ [?] \end{cases} \quad \begin{cases} 25 \text{ mL} \\ 0,020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ n = 0,020 \cdot 0,025 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \end{cases}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 & \text{---} & 2 \\ x & \text{---} & 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \\ x & \text{---} & 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \end{array}$$

$$\text{Concentração Molar} = \frac{2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{25 \cdot 10^{-3} \text{ L}}$$

$$= 0,01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$= 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Resposta da questão 10: [B]

Reação que ocorre: $Mg(OH)_2 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + 2H_2O$
Portanto, teremos a seguinte proporção entre ácido e base:

$$n_{\text{ÁCIDO}} = 2n_{\text{BASE}}$$

Lembrar que: $n = C \cdot V$, onde C é a concentração em mol/L.

Assim:

$$C_{\text{ÁCIDO}} \cdot V_{\text{ÁCIDO}} = 2C_{\text{BASE}} \cdot V_{\text{BASE}}$$

$$0,5 \cdot 12,5 = 2C_{\text{BASE}} \cdot 10C_{\text{BASE}} = \frac{6,25}{20} = 0,3125 \text{ mol/L}$$



Estamos juntos nessa!



CURSO
FERNANDA PESSOA
ONLINE

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.