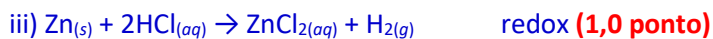
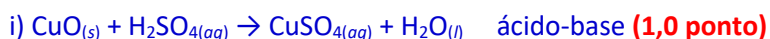


### 1ª Questão

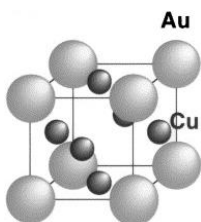
Os metais juntamente com seus compostos e ligas correspondem a um importante ramo de aplicações em laboratórios e indústrias químicas. A respeito dessa temática, responda os itens:

a) Os três passos finais do “ciclo do cobre” são executados em alguns laboratórios de química geral. Os passos são os seguintes: (i) O óxido de cobre(II) reage com ácido sulfúrico formando sulfato de cobre(II) e água. (ii) O sulfato de cobre(II) é tratado com zinco metálico, originando cobre metálico. (iii) o zinco metálico resultante é removido por tratamento com ácido clorídrico, formando um gás inflamável. O cobre metálico é filtrado, seco e pesado. Escreva a equação balanceada e com os respectivos estados físicos para cada passo e classifique como uma reação de precipitação, ácido-base ou redox. **(3,0 pontos)**

**Resp.:**



b) O ouro 18 quilates é uma liga formada por 75% de ouro, 13% de prata e 12% de cobre. Essa liga mantém as propriedades desejadas do ouro, como brilho, dureza adequada para a joia e durabilidade. Uma outra liga contendo apenas cobre e ouro tem a estrutura mostrada na Figura abaixo.



(i) Escreva a fórmula desse composto baseando na composição desta célula unitária. **(3,0 pontos)**

**Resp.:**

Au: 8 átomos nos vértices  $\rightarrow 8 \times 1/8 = 1$

Cu: 6 átomos nas faces  $\rightarrow 6 \times 1/2 = 3$

$\text{Cu}_3\text{Au}$

(ii) Qual o tipo de estrutura de rede? **(2,0 pontos)**

**Resp.:** Cúbica de face centrada

(iii) Se o ouro puro tem 24 quilates, quantos quilates de ouro esta estrutura apresenta? **(2,0 pontos)**

**Resp.:** Na estrutura temos  $\frac{1}{4}$  de átomos de ouro, portanto 6 quilates.

## 2ª Questão

O cloro, na forma de íon cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), é um dos principais ânions inorgânicos em águas naturais e residuárias. Em água potável, o sabor produzido pelo íon  $\text{Cl}^-$  varia em função da sua concentração, como também da composição química da água. Assim, águas contendo 250 mg  $\text{Cl}^-/\text{L}$  podem ter um sabor salino detectável, se o cátion que propicia o equilíbrio iônico da solução for o sódio ( $\text{Na}^+$ ). O cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ ) consiste no cloreto insolúvel mais conhecido. Baseando-se nas informações responda:

Dados: massa molar do  $\text{AgNO}_3 = 169,87 \text{ g/mol}$ ; massa molar do  $\text{AgCl} = 143,32 \text{ g/mol}$ .

a) na titulação de 25,00 ml de  $\text{NaCl}$   $0,1002 \text{ mol L}^{-1}$ , qual a concentração de íons cloreto quando forem adicionados 20,00 ml de  $\text{AgNO}_3$   $0,0998 \text{ mol L}^{-1}$ ? **(4,0 pontos)**

**Resp.:**

$$n^\circ \text{ de mol } \text{Cl}^-_{\text{excesso}} = n^\circ \text{ de mol } \text{Cl}^-_{\text{início}} - n^\circ \text{ de mol } \text{Cl}^-_{\text{reagiu}}$$

$$[\text{Cl}^-] = [\text{Cl}^-] \times V_{\text{NaCl}} - [\text{Ag}^+] \times V_{\text{AgNO}_3} / V_{\text{NaCl}} + V_{\text{AgNO}_3}$$

$$[\text{Cl}^-] = (0,1002 \times 25,00 - 0,0998 \times 20,00) / 25,00 + 20,00$$

$$[\text{Cl}^-] = 1,13 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

b) O cloreto de prata pode ser obtido em laboratório pela reação entre cloreto de sódio e nitrato de prata, escreva essa reação química e determine a massa de cloreto de prata obtida a partir de 1,0000 g de nitrato de prata. **(4,0 pontos)**



Da estequiometria temos: 1 mol  $\text{AgNO}_3$  produz 1 mol de  $\text{AgCl}$

$$168,87 \text{ g } \text{AgNO}_3 \text{ ----- } 143,32 \text{ g } \text{AgCl}$$

$$1,0000 \text{ g } \text{AgNO}_3 \text{ ----- } x = 0,8487 \text{ g de } \text{AgCl}.$$

c) Devido a impurezas nos reagentes utilizados na reação descrita no item b, foram produzidas apenas 0,6000 g de cloreto de prata. Qual o rendimento dessa reação? **(2,0 pontos)**

**Resp.:**

$$0,8487 \text{ g } \text{AgCl} \text{ ----- } 100\%$$

$$0,6000 \text{ g } \text{AgCl} \text{ ----- } y = 70,69\%$$

### 3ª Questão

A água cobre mais de 70% da superfície terrestre e é vital para toda a vida no planeta. Apesar de a água ter uma estrutura molecular simples, suas propriedades Físico-Químicas são peculiares, como: elevado calor de vaporização, forte tensão superficial, alto calor específico e capacidade de solubilizar compostos iônicos com muita facilidade. Assim, considerando uma amostra de 2,00 mols de água (H<sub>2</sub>O), com uma pressão de 3,00 atm em um volume de 20,0 L. Responda:

Dados:

$$PV = nRT$$

$$\left( P + \frac{an^2}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

R = 0,08205 atm L mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>; a = 5,536 atm L<sup>2</sup> mol<sup>-2</sup>; b = 0,03049 L mol<sup>-1</sup>.

a) Calcule a temperatura dessa amostra de gás usando a lei dos gases ideais. **(2,0 pontos)**

**Resp.:**

Para um gás ideal: PV = n RT

$$3,00 \text{ atm} \times 20,0 \text{ L} = 2,0 \text{ mols} \times 0,08205 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times T$$

$$T = 365,6 \text{ K}$$

b) Calcule a temperatura dessa amostra de gás usando a equação de Van der Waals. **(4,0 pontos)**

**Resp.:**

$$\left( P + \frac{an^2}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

$$\left[ 3,0 \text{ atm} + \frac{5,536 \text{ atm L}^2 \text{ mol}^{-2} (2,0 \text{ mol})^2}{(20,0 \text{ L})^2} \right] (20,0 \text{ L} - 2,0 \text{ mol} \cdot 0,03049 \text{ L mol}^{-1}) = 2,0 \text{ mols} \cdot 0,08205 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} T$$

$$3,0554 \text{ atm} \times 19,94 \text{ L} = 0,164 \text{ atm L K}^{-1} \times T$$

$$T = 371,5 \text{ K}$$

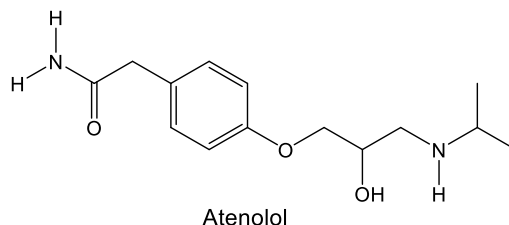
c) Explique detalhadamente o significado físico dos resultados obtidos nas letras **a)** e **b)**. (4,0 pontos)

**Resp.:**

O cálculo da temperatura utilizando a equação de Van der Waals resultou em uma temperatura 5,9 K maior que utilizando a equação dos gases ideais. Isto acontece porque o produto  $P \times V$  na equação de Van der Waals é maior que na equação dos gases ideais, por levar em consideração as interações intermoleculares (constante **a**) e o volume da molécula (constante **b**). Assim, devido às interações entre as moléculas de água, e o volume que elas ocupam, torna-se necessário uma temperatura maior do meio para que 2,0 mols de água permaneça na fase gasosa à 3,0 atm em um recipiente de 20,0 L.

#### 4ª Questão

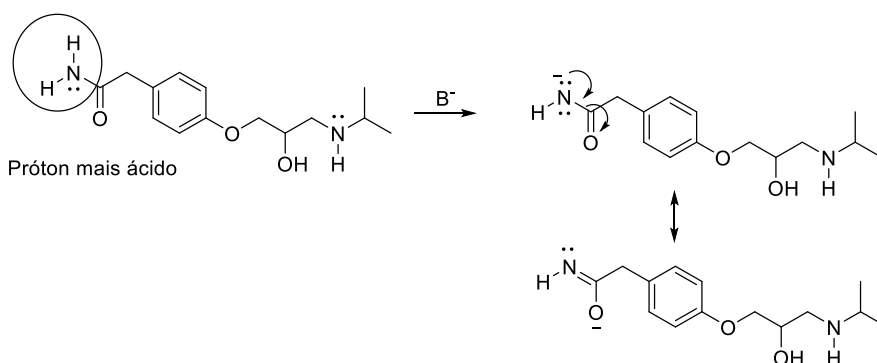
O Atenolol é uma droga que pertence ao grupo dos betas bloqueadores e é um medicamento usado para tratar a pressão arterial.



Atenolol

a) Qual das funções nitrogenadas é mais ácida? Justifique. (4,0 pontos)

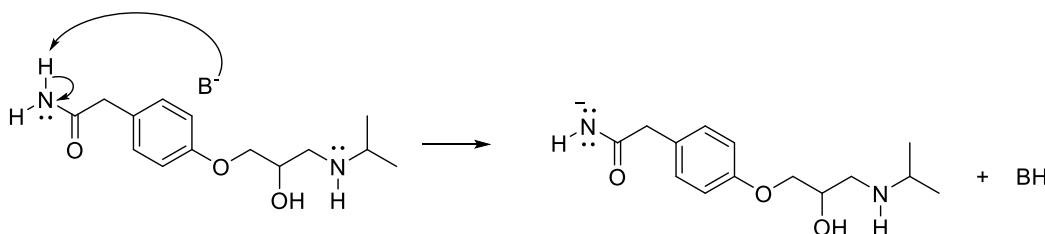
Resp.:



A carga negativa sobre o N é estabilizado por ressonância. Esta base conjugada é mais estável, por isso a remoção do hidrogênio é facilitada

b) Escreva a reação, utilizando a notação de seta curva, para a reação ácido-base que ocorrerá quando a função nitrogenada mais ácida reagir com uma base  $B^-$ . (4,0 pontos)

Resp.:



c) Quais as funções orgânicas presentes no Atenolol? (2,0 pontos)

Resp.: Amida, éter, álcool, amina.

### 5ª Questão

Na tabela abaixo estão representados os valores da carga nuclear efetiva ( $Z_{ef}$ ) sobre os elétrons mais externos de alguns elementos do terceiro período, assim como os valores da primeira energia de ionização correspondente.

Elemento	$Z_{ef}$	Energia de Ionização / $\text{kJ mol}^{-1}$
Al	3,50	577,6
Si	4,15	786,5
P	4,80	1011,8
S	5,45	999,6
Cl	6,10	1251,1

a) Observa-se que, embora a carga nuclear efetiva do enxofre seja maior que a do fósforo, sua energia de ionização é menor. Explique. **(3,0 pontos)**

**Resp.:**

P:  $3s \uparrow\downarrow \quad 3p \uparrow \uparrow \uparrow$

S:  $3s \uparrow\downarrow \quad 3p \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$

No enxofre os elétrons do orbital 3p se repelem fortemente, compensando a maior carga nuclear efetiva, facilitando a retirada do elétron.

b) Qual dos elementos apresentados na tabela apresentará o maior raio atômico? Justifique. **(2,0 pontos)**

**Resp.:**

Como todos os elementos estão no terceiro período o Al terá o maior raio atômico, já que sua carga nuclear efetiva é menor.

c) Qual dos elementos da tabela apresentará a afinidade eletrônica mais negativa? Justifique sua resposta. **(2,0 pontos)**

**Resp.:**

**O alumínio terá a afinidade eletrônica mais negativa, pois possui o menor valor de  $Z_{ef}$ , e, portanto apresenta uma maior dificuldade do elétron em entrar na camada de valência. (2,0 pontos)**

d) Dê a configuração eletrônica de um átomo de alumínio usando a notação de orbitais em caixa e a notação do gás nobre. O alumínio possui elétrons desemparelhados? E o íon  $\text{Al}^{3+}$ ? Justifique. **(3,0 pontos)**

**Resp.:**

Al:  $[\text{Ne}]3s^23p^1$

Al:  $[\text{Ne}] 3s \uparrow\downarrow \quad 3p \uparrow \_ \_$

O alumínio é paramagnético, pois possui um elétron desemparelhado. O íon  $\text{Al}^{3+}$  é diamagnético, pois tem a configuração do neônio.

### 6ª Questão

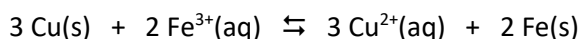
As reações redox são comuns na vida diária e nas funções vitais básicas, como o fogo, a ferrugem, o apodrecimento das frutas, a respiração e a fotossíntese. Tais reações baseiam-se na transferência de elétrons entre espécies. Sobre as reações redox, responda:

a) uma camada escura ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ) é formada sobre objetos de prata expostos a uma atmosfera poluída contendo compostos de enxofre. Essa camada pode ser removida quimicamente envolvendo o objeto de prata em uma folha de alumínio. Escreva a equação química balanceada sabendo que um dos produtos formado é o  $\text{Al}_2\text{S}_3(\text{s})$ . **(2,0 pontos)**

**Resp.:**



b) o cobre reage com íons férricos segundo a reação:



Identifique os agentes oxidante e redutor, e determine a variação no número de oxidação ( $\Delta\text{Nox}$ ) de cada um. **(4,0 pontos)**

**Resp:**

Agente oxidante: íon  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^0 \rightarrow \Delta\text{Nox} = 3 - 0 = 3$ . **(2,0 pontos)**

Agente redutor: cobre;  $\text{Cu}^0/\text{Cu}^{2+} \rightarrow \Delta\text{Nox} = 2 - 0 = 2$ . **(2,0 pontos)**

c) De acordo com a IUPAC como deve ser representada a pilha formada por ferro e zinco? Calcule o potencial eletroquímico desta pilha. **(4,0 pontos)**

Dados:  $E^\circ\text{Red}(\text{Zn}) = -0,763 \text{ V}$ ;  $E^\circ\text{Red}(\text{Fe}) = -0,440 \text{ V}$ .

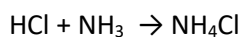
**Resp:**

representação:  $\text{Zn}(\text{s}) / \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) // \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) / \text{Fe}(\text{s})$  **(2,0 pontos)**

$E^\circ = E^\circ\text{Red} + E^\circ\text{Oxi} = -0,440 + (+0,763) = +0,323 \text{ V}$  **(2,0 pontos)**

### 7ª Questão

As soluções aquosas de ácido clorídrico e hidróxido de amônio liberam dois gases: o HCl e o NH<sub>3</sub>. Se colocarmos estes dois gases em contato, eles gerarão uma névoa que é o cloreto de amônio:



A partir dos dados experimentais a 298K:

[HCl] <sub>0</sub> /mol dm <sup>-3</sup>	[NH <sub>3</sub> ] <sub>0</sub> /mol dm <sup>-3</sup>	Velocidade inicial(v <sub>0</sub> )/mol dm <sup>-3</sup> s <sup>-1</sup>
0,00636	0,00384	2,69 × 10 <sup>-3</sup>
0,00636	0,00768	5,37 × 10 <sup>-3</sup>
0,01270	0,00384	5,37 × 10 <sup>-3</sup>

Admitindo que a lei de velocidade pode ser escrita como: velocidade = k [HCl]<sup>x</sup> [NH<sub>3</sub>]<sup>y</sup>

Responda:

a) Determine os valores de x e y. Qual a ordem dessa reação? **(4,0 pontos)**

**Resp:**

Quando a concentração de NH<sub>3</sub> duplica, a velocidade também duplica. E quando a concentração de HCl duplica, a velocidade também duplica. Isto implica que a velocidade da reação é diretamente proporcional aos reagentes, sendo x = y = 1. Assim, a ordem da reação é x + y = 2, ou seja, uma reação de segunda ordem.

Cálculo de x e y:

$$\frac{2,69 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1} = k [0,00636 \text{ mol dm}^{-3}]^x [0,00384 \text{ mol dm}^{-3}]^y}{5,37 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1} = k [0,00636 \text{ mol dm}^{-3}]^x [0,00768 \text{ mol dm}^{-3}]^y}$$

$$0,5 = 0,5^y \Rightarrow y = 1$$

$$\frac{2,69 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1} = k [0,00636 \text{ mol dm}^{-3}]^x [0,00384 \text{ mol dm}^{-3}]^y}{5,37 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1} = k [0,0127 \text{ mol dm}^{-3}]^x [0,00384 \text{ mol dm}^{-3}]^y}$$

$$0,5 = 0,5^x \Rightarrow x = 1$$



**b) Calcule a constante de velocidade. (2,0 pontos)**

**Resp:**

Sabendo-se que a lei de velocidade é  $v_0 = k [\text{HCl}]^1 [\text{NH}_3]^1$ , o cálculo da constante de velocidade fica:

$$2,69 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1} = k [0,00636 \text{ mol dm}^{-3}]^1 \times [0,00384 \text{ mol dm}^{-3}]^1$$

$$\text{Portanto, } k = 110,1 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

**c) Calcule o valor da constante da lei de velocidade de pseudo-primeira ordem,  $k'$ , quando  $[\text{NH}_3] = 0,5 \text{ mol dm}^{-3}$ . (4,0 pontos)**

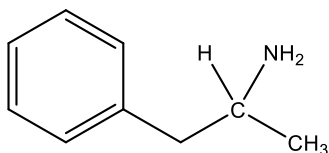
**Resp:**

Quando um dos reagentes está em excesso, a lei de velocidade muda e a velocidade só depende do reagente limitante. Assim, como a concentração de  $\text{NH}_3$  está em excesso, a lei de velocidade fica:  $v_0 = k' [\text{HCl}] = k [\text{NH}_3] [\text{HCl}]$ .

$$\text{Portanto, } k' = k [\text{NH}_3] = 110,1 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1} \times 0,5 \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow k' = 55,05 \text{ s}^{-1}.$$

### 8ª Questão

Anfetaminas são substâncias simpatomiméticas que têm a estrutura química básica da beta-fenetilamina. Benzedrina é o nome comercial da mistura racêmica da amfetamina. Compostos tais como a Benzedrina que contêm átomos de nitrogênio são protonados pelo HCl nos sucos gástricos do estômago e o sal resultante é então desprotonado no ambiente básico dos intestinos para regenerar a forma neutra.



Benzedrina (Anfetamina)

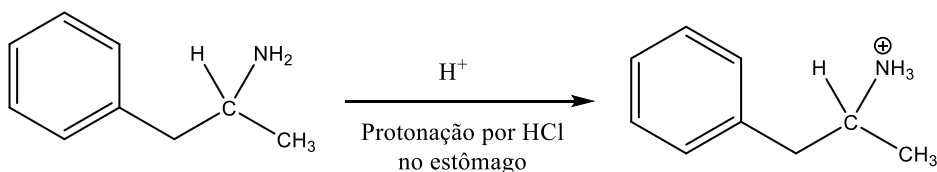
a) Quantos carbonos quirais tem a Benzedrina? **(3,0 pontos)**

**Resp:** 1 carbono quiral.

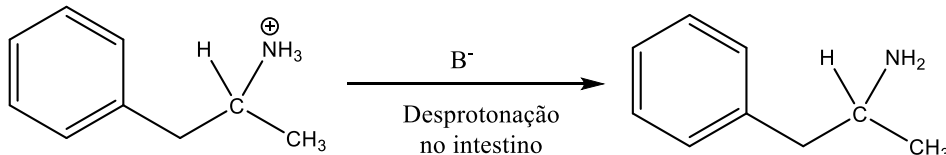
b) Escreva a reação de transferência de prótons para o processo (i) que ocorre no estômago e (ii) que ocorre no intestino. **(4,0 pontos)**

**Resp:**

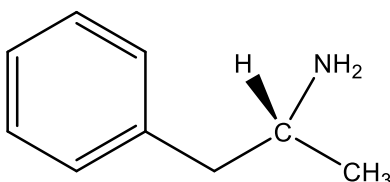
No processo (i):



No processo (ii):



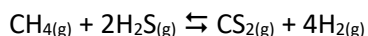
c) Dê o nome sistemático IUPAC do estereoisômero da Benzedrina abaixo. **(3,0 pontos)**



**Resp:** (*R*)-1-fenilpropan-2-amina

### 9ª Questão

Um químico está estudando a reação entre o CH<sub>4</sub> e o H<sub>2</sub>S, dois componentes do gás natural:



Em um experimento, 1,00 mol de CH<sub>4</sub>, 1,00 mol de CS<sub>2</sub>, 2,00 mol de H<sub>2</sub>S, e 2,00 mol de H<sub>2</sub> são misturados em um reator de 250 mL a 960°C. Nessa temperatura K = 0,036.

(a) A partir do cálculo de Q, indique a direção da reação até atingir o equilíbrio? **(4,0 pontos)**

**Resp.:**

$$[\text{CH}_4] = \frac{1,00 \text{ mol}}{0,250 \text{ L}} \rightarrow 4,00 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{H}_2\text{S}] = 8,00 \text{ mol L}^{-1}, [\text{CS}_2] = 4,00 \text{ mol L}^{-1} \text{ e } [\text{H}_2] = 8,00 \text{ mol L}^{-1}$$

$$Q = \frac{[\text{CS}_2][\text{H}_2]^4}{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{S}]^2} \rightarrow \frac{[4,00][8,00]^4}{[4,00][8,00]^2} \rightarrow 64,0$$

Q > K se desloca para esquerda (reagentes)

(b) Se [CH<sub>4</sub>] = 5,56 mol L<sup>-1</sup> no equilíbrio, quais as concentrações de H<sub>2</sub>S<sub>(g)</sub> **(2,0 pontos)**, CS<sub>2(g)</sub> **(2,0 pontos)** e H<sub>2(g)</sub> **(2,0 pontos)**?

**Resp.:**

	CH <sub>4(g)</sub>	+	2H <sub>2</sub> S <sub>(g)</sub>	⇌	CS <sub>2(g)</sub>	+	4H <sub>2(g)</sub>
Início	4,00		8,00		4,00		8,00
Varição	+x		+2x		-x		-4x
Equilíbrio	4,00 + x		8,00 + 2x		4,00 - x		8,00 - 4x

$$[\text{CH}_4]_{\text{eq}} = 5,56 = 4,00 + x \rightarrow x = 1,56 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{H}_2\text{S}]_{\text{eq}} = 8,00 + 2x \rightarrow 8,00 + 2(1,56) = \mathbf{11,1 \text{ mol L}^{-1}}$$

$$[\text{CS}_2]_{\text{eq}} = 4,00 - x = \mathbf{2,44 \text{ mol L}^{-1}}$$

$$[\text{H}_2]_{\text{eq}} = 8,00 - 4x = \mathbf{1,76 \text{ mol L}^{-1}}$$

### 10ª Questão

Um técnico precisa preparar 250,00 mL de uma solução 0,100 mol L<sup>-1</sup> de HCl a partir de um frasco do reagente contendo as informações: densidade = 1,19 g/mL, MM = 36,46 g/mol e o teor de 37%. Pede-se:

a) qual o volume de ácido necessário a ser retirado do frasco? **(3,0 pontos)**

**Resp:**

$$M = (1000 \times d \times T)/MM = (1000 \times 1,19 \times 0,37)/36,46 = 12,08 \text{ mol L}^{-1}$$

$$V = C' \times V'/C = 250,00 \times 0,100/12,08 = 2,07 \text{ mL}$$

b) qual o volume aproximado de NaOH 5,0 × 10<sup>-2</sup> mol L<sup>-1</sup> seriam gastos na titulação de 20,00 mL da solução preparada de HCl? **(3,0 pontos)**

**Resp:**

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}} \text{ como } n = C \times V \text{ temos:}$$

$$V_{\text{NaOH}} = C_{\text{HCl}} \times V_{\text{HCl}}/C_{\text{NaOH}} = 0,100 \times 20,00/5,0 \times 10^{-2} = 40,00 \text{ mL}$$

c) qual o pH quando na titulação de 10,00 mL de HCl 0,100 mol L<sup>-1</sup> forem adicionados 10,00 mL da base? **(4,0 pontos)**

**Resp:**

$$C_{\text{HCl exc.}} = C_a \times V_a - C_b \times V_b/V_a + V_b = 0,100 \times 10,00 - 5 \times 10^{-2} \times 10,00/20,00 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$C_{\text{HCl exc.}} = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 2,5 \times 10^{-2} = 1,60.$$