

**PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA**  
**OLIMPIADA BRASILEIRA DE QUÍMICA**

**2021 – FASE III**

**Caderno de Problemas**

Tabela Periódica com massas atômicas relativas

1																	18
1 H 1.008																2 He 4.003	
3 Li 6.94	4 Be 9.01											13 B 10.81	14 C 12.01	15 N 14.01	16 O 16.00	17 F 19.00	18 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

**Constantes consideradas**

Número de Avogadro:  $6,02 \cdot 10^{23}$

Volume molar do gás ideal: 22,4L (CNTP)

Constante dos gases:  $0,0821 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,3145 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$1 \text{ atm} = 1,01325 \text{ bar} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ torr}$

Nome:



# Instruções

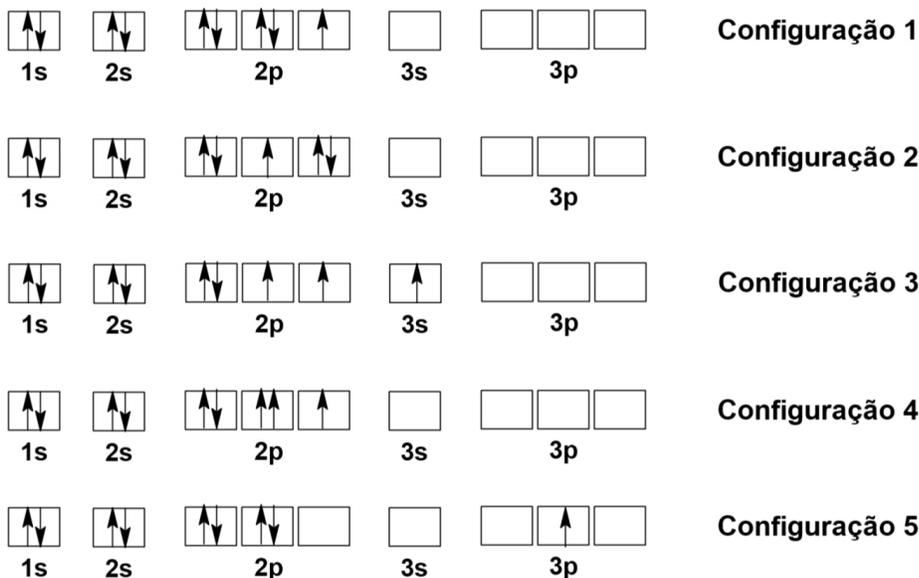
- Este caderno apresenta 48 páginas, incluindo capa, enunciado para problemas objetivos, gabarito e rascunhos.
- Certifique-se de escrever seu nome na capa da prova.
- Todos os resultados devem ser escritos nas caixas apropriadas neste caderno.
- Use as folhas de rascunho se você precisar de espaço, mas lembre de transcrever suas respostas. Rascunhos não serão considerados.
- A pontuação de cada questão objetiva, se correta, é 2,5 pontos. Se a questão objetiva for respondida errada, terá penalização de 1 ponto. Questões em branco não serão penalizadas.
- É permitido o uso de calculadora científica **não programável**. Utilize caneta azul ou preta para marcar o gabarito.
- Esta prova tem duração de 4 horas.
- Transcrita por Beatriz São Leandro Cosimatti

**BOA PROVA!**



## QUESTÕES

**Questão 1.** Abaixo estão várias configurações que podem estar corretas para o átomo de flúor ( $Z = 9$ ). Os elétrons são representados por setas cuja direção indica o valor do número quântico spin,  $m_s$ . Os três quadrados para os orbitais p indicam os possíveis valores para o número quântico magnético,  $m_l$ .



Em relação a essas configurações eletrônicas, considere as afirmações a seguir:

- I. A configuração eletrônica 1 representa o estado fundamental para o átomo de flúor.
- II. A configuração eletrônica 2 representa um estado excitado para o átomo de flúor.
- III. A configuração eletrônica 3 representa um estado excitado para o átomo de flúor.
- IV. A configuração eletrônica 4 representa um estado proibido para o átomo de flúor.
- V. A configuração eletrônica 5 representa o estado fundamental para o átomo de flúor.

As afirmações **INCORRETAS** são:

- a) I, III e IV
- b) II e V
- c) I, III e V
- d) II e IV
- e) apenas III

**Questão 2.** Considere que a partir da reação química entre 200 g de permanganato de potássio e 200 g de ácido clorídrico, há a formação de cloreto de potássio, cloreto de manganês(II), água e cloro molecular na forma gasosa. Sabendo que cada reagente apresenta grau de pureza igual a 75%, **assinale** o valor do volume de gás cloro (**em L**), produzido a partir de uma pressão igual a 2,50 atm e  $T = 27^{\circ}\text{C}$ , sabendo que o rendimento da reação é de 66%.

- a) 2,50
- b) 3,65
- c) 4,66
- d) 6,89
- e) 8,35



**Questão 3.** Desde que a pandemia de coronavírus (Sars-CoV-2) começou, diversas receitas e *fake news* circulam na internet com o intuito de achar a cura para a doença. Uma das mais recentes é que o consumo de alimentos alcalinos ajudaria a aumentar o nível do pH do organismo, deixando a pessoa mais imunizada. Na mensagem, a recomendação é para consumir limão, abacate, alho e outros alimentos. Além de ser uma inverdade e não ter uma fonte segura, seguir determinadas dietas não muda o pH do organismo. De acordo com Guilherme Perini, hematologista da Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Albert Einstein, em São Paulo, a manutenção do pH do sangue ocorre por diversos fatores: “A manutenção do pH do sangue, na verdade, depende de uma série de mecanismos fisiológicos do nosso organismo, que inclui a função renal e trocas gasosas pela respiração”.

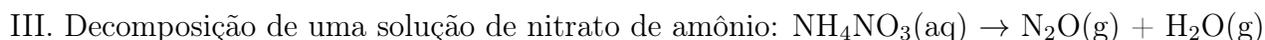
Guilherme Giorelli, nutrólogo, coordenador da pós-graduação em Nutrologia do Hospital Israelita Albert Einstein e colunista do VivaBem, ressalta que o organismo não tem somente um pH, por isso é quase impossível equilibrar e alcançar um específico: “Alimentos quase não têm capacidade de mudar o pH, é uma quantidade incompatível...”

(Priscila Carvalho - Do VivaBem, em São Paulo\*, 23/04/2020, 11h).

Considerando-se o pH do alho igual a 6,30, **indique** o valor da concentração hidroxiliônica (em mol L<sup>-1</sup>) do alimento, sabendo que  $\log 2 = 0,30$ .

- a)  $5,0 \times 10^{-7}$
- b)  $5,0 \times 10^{-8}$
- c)  $2,0 \times 10^{-7}$
- d)  $2,0 \times 10^{-8}$
- e) Nenhuma das respostas anteriores

**Questão 4.** A energia de Gibbs ( $\Delta G$ ) é o parâmetro termodinâmico que deve ser avaliado para se decidir sobre a espontaneidade ou não de um processo. Considerando as equações químicas (I a III, **não balanceadas**) e os dados apresentados no quadro a seguir, **analise** as afirmações seguintes.



Substância	$\Delta_f H^0$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$S^0$ (J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )
H <sub>2</sub> O(g)	- 241,8	188,8
N <sub>2</sub> O(g)	81,6	220,0
SO <sub>3</sub> (g)	- 395,7	256,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	- 824,2	87,4
Fe(s)	0	27,3
O <sub>2</sub> (g)	0	205,2
SO <sub>2</sub> (g)	- 296,8	248,2
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (aq)	- 339,9	259,8

I. A decomposição do  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{aq})$  é espontânea em qualquer faixa de temperatura.

II. A oxidação do ferro é espontânea em temperaturas inferiores a 2.997 K.

III. A oxidação do dióxido de enxofre não é espontânea em temperaturas inferiores a 1.052 K.

IV. Duas reações ocorrem de forma espontânea em qualquer faixa de temperatura.

As afirmações verdadeiras são:

a) I e III.

b) II e IV.

c) I e II.

d) III e IV.

e) nenhuma das afirmações.



**Questão 5.** O peróxido de hidrogênio, conhecido como água oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), é um antisséptico e desinfetante de uso local, podendo ser usado na limpeza de feridas. Também é muito empregada como agente branqueador para tecidos e cabelos. No mercado, tem sua concentração comumente indicada em volumes, como, por exemplo, 10, 20 e 30 volumes. Para um frasco de 10 volumes de água oxigenada, pode-se afirmar que a concentração dessa solução, expressa em porcentagem (% m/m), é:

- a) 3
- b) 8
- c) 6
- d) 10
- e) 12



**Questão 6.** Substâncias apresentam determinadas propriedades físico-químicas, que são diferentes quando estão misturadas com outras, formando, por exemplo, soluções. Em soluções, essas propriedades são chamadas de COLIGATIVAS. Nas situações abaixo, as propriedades coligativas **NÃO** são observadas na seguinte situação:

- a) Liberação de energia quando ácido sulfúrico e água são misturados a 1 atm e 25°C.
- b) Adição de etilenoglicol aos radiadores automotivos para evitar o congelamento da água de refrigeração, em regiões muito frias.
- c) Uso de membranas para purificação de água salobra em potável.
- d) Adição de composto iônico em um solvente polar, para aumentar a temperatura de ebulição do sistema.
- e) Uso de sal de cozinha para “derreter” gelo.



**Questão 7.** Titulações envolvendo reações de oxirredução são muito comuns em química analítica, sendo que entre os exemplos clássicos estão as titulações iodométricas (par redox  $I_2/I^-$  - devido à baixa solubilidade do iodo, costuma-se manter também em solução uma certa quantidade de iodeto).

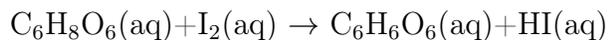
Considere o procedimento abaixo envolvendo a determinação de ácido ascórbico.

Padronização do titulante:

- padronizou-se a solução de iodo pela titulação de 50,00 mL de solução  $0,0513 \text{ mol L}^{-1}$  de tiosulfato de sódio (par redox  $S_2O_3^{2-} / S_4O_6^{2-}$ ), sendo o volume gasto de iodo igual a 39,00 mL.

Titulação:

- mediu-se a massa de um comprimido de ácido ascórbico (massa = 1,070 g).
- solubilizou-se o comprimido e transferiu-se o conteúdo para um balão volumétrico de 250,00 mL, sendo o menisco ajustado;
- uma alíquota de 50,00 mL da solução foi transferida para um Erlenmeyer, adicionada de indicador e a titulação realizada, sendo 27,20 mL de titulante gastos até o ponto final da titulação.
- Equação (não balanceada) que representa a reação da titulação:

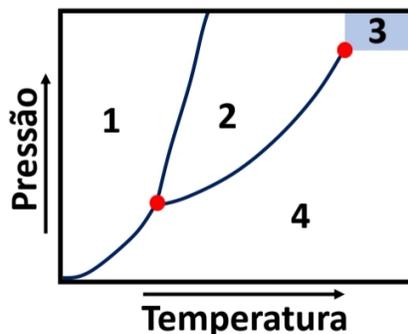


Com base nos dados fornecidos, **indique** a fração mássica percentual de ácido ascórbico na referida amostra de medicamento.

- a) 73,6
- b) 66,5
- c) 14,6
- d) 80,2
- e) 50,7



**Questão 8.** Diagramas de fase são muito úteis para representar o comportamento de uma substância em função da temperatura e pressão. Na figura abaixo, é apresentado um diagrama de fases de uma substância hipotética.



Analisando-se esta figura, algumas afirmações são feitas:

I. Os números apresentados na figura representam regiões em que está presente: 1 = líquido; 2 = sólido; 3 = gás; 4 = um fluido super crítico;

II. Nas regiões demarcadas com pontos em vermelho, até três fases podem estar presentes;

III. Em pressão constante (independentemente do valor desta), ao aquecer o composto haverá processos de fusão e vaporização.

Está **correto** o que se afirma em:

- a) II, somente.
- b) I e III, somente.
- c) I e II, somente.
- d) II e III, somente.
- e) I, somente.

**Questão 9.** Quando os hidretos formados por alguns elementos do grupo 16 são dispostos em ordem crescente de temperatura de ebulição é obtida a seguinte sequência:



Avalie as afirmações abaixo sobre esse comportamento:

I. Esse comportamento é completamente justificado, pois a eletronegatividade dos elementos aumenta na mesma sequência (S<Se<Te<O).

II. Para a água, há de se considerar a formação de ligações de hidrogênio clássicas, justificando-se a maior temperatura de ebulição entre as substâncias listadas.

III. O aumento na temperatura de ebulição é justificado devido ao aumento da força das ligações de hidrogênio.

IV. De  $\text{H}_2\text{S}$  até  $\text{H}_2\text{Te}$ , o aumento na temperatura de ebulição é justificado devido ao aumento na polarizabilidade das moléculas que formam as respectivas substâncias.

Está correto o que se afirma em:

- a) II e IV, somente.
- b) I e II, somente.
- c) I, II e IV, somente.
- d) III e IV, somente.
- e) I e III, somente.

**Questão 10.** Calcule o número de partículas dispersas numa solução que contém 1 mol de sulfato de alumínio, suposto 66% dissociado.

- a)  $2,19 \times 10^{24}$
- b)  $3,19 \times 10^{24}$
- c)  $4,19 \times 10^{21}$
- d)  $5,19 \times 10^{22}$
- e)  $5,19 \times 10^{23}$



**Questão 11.** Volumes iguais de iodeto de potássio  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$  e nitrato de prata  $0,70 \text{ mol L}^{-1}$  são misturados. **Assinale** a opção que indica as espécies que estão presentes (íons, compostos etc., excluindo a água) e suas respectivas concentrações após a mistura.

- a)  $\text{AgI(s)}$ ;  $0,35 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ ;  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{K}^+$ ;  $0,15 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{I}^-$
- b)  $\text{AgI(s)}$ ;  $0,50 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ ;  $0,25 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{K}^+$ ;  $0,15 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{I}^-$
- c)  $\text{AgI(s)}$ ;  $0,35 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ ;  $0,25 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{K}^+$ ;  $0,50 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{I}^-$
- d)  $\text{AgI(aq)}$ ;  $0,15 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ ;  $0,50 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{K}^+$ ;  $0,15 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{I}^-$
- e)  $\text{AgI(s)}$ ;  $0,70 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ ;  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{K}^+$ ;  $0,30 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{I}^-$



**Questão 12.** A forma e estrutura das moléculas são importantes para os tipos de interações que elas podem estabelecer enquanto substância (no estado sólido ou líquido) ou ao formar uma solução. **Indique** qual das afirmações abaixo é **INCORRETA**.

- a) O íon  $\text{BrOF}_4^-$  possui geometria piramidal quadrada e arranjo octaédrico.
- b) A molécula  $\text{XeO}_2\text{F}_4$  possui geometria octaédrica e arranjo octaédrico.
- c) A molécula  $\text{XeO}_2$  possui geometria linear.
- d) O íon  $\text{IF}_2^-$  possui geometria linear e arranjo bipirâmide trigonal.
- e) A molécula  $\text{PF}_3\text{O}$  possui geometria tetraédrica.



**Questão 13.** Em 1738, o suíço físico-matemático Daniel Bernoulli, publicou o livro Hydrodynamica, que foi a base para a teoria cinética dos gases, usada até hoje.

Assim, de acordo com a teoria cinética dos gases, **NÃO** é correto afirmar que:

- a) as partículas apresentam um alto grau de coesão, estando muito unidas e, por causa disso, têm baixa velocidade.
- b) a energia cinética média é proporcional à temperatura de Kelvin.
- c) por apresentarem movimento livre dentro do recipiente que as contém, as partículas ocupam todo o espaço disponível.
- d) as partículas apresentam movimentação e isso proporciona um choque entre si e contra as paredes do recipiente, onde estão contidas.
- e) o movimento das partículas dentro do recipiente é totalmente caótico, sem nenhuma organização ou ordem.



**Questão 14.** Considerando seus conhecimentos sobre a Tabela Periódica dos elementos químicos, analise as afirmações a seguir.

I. A Tabela Periódica, atualmente, é sistematizada em ordem crescente de massa atômica. Assim, a única exceção ocorre entre o Telúrio e o Iodo, devido à contração lantanídica.

II. Todos os elementos que possuem um elétron em seu nível de valência pertencem ao Grupo dos Metais Alcalinos Terrosos.

III. A proposta final da Tabela Periódica foi apresentada por D.Mendeleev, no final do século XIX.

IV. As famílias ou grupos da Tabela Periódica estão organizados de acordo com suas propriedades físicas.

Em relação a essas afirmações, é adequado afirmar que:

- a) todas estão incorretas.
- b) I, II e III estão corretas.
- c) I e IV estão corretas.
- d) II, III e IV estão corretas.
- e) II e III estão corretas.



**Questão 15.** Duas soluções aquosas de nitrato de potássio foram preparadas conforme indicado no quadro abaixo.

Solução	Massa de nitrato de potássio	Volume de Solução
I	28 g	1,0 L
II	133 g	1,0 L

Com base nesses dados, é **INCORRETO** afirmar que:

- a) ambas as soluções têm temperatura de ebulição menores do que a da água.
- b) a temperatura de solidificação de ambas as soluções é mais baixa do que a da água.
- c) a solução I tem pressão de vapor maior do que a II, na mesma temperatura.
- d) a temperatura de ebulição da solução I é menor do que a da solução II.
- e) a temperatura de congelamento da solução II é mais baixa do que da solução I.



**Questão 16.** Uma amostra de 10,0 g de uma substância reconhecida por ser usada na fabricação de um tipo especial de célula solar é totalmente queimada, produzindo 28,7 g de  $\text{CO}_2$  e 9,13 g de  $\text{H}_2\text{O}$ . **Indique** qual é a fórmula empírica da molécula que constitui essa substância.

- a)  $\text{C}_9\text{H}_{14}\text{O}$
- b)  $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{O}$
- c)  $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}$
- d)  $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}$
- e)  $\text{C}_8\text{H}_{12}\text{O}$

**Questão 17.** Métodos titulométricos são amplamente utilizados em laboratório. Dentre esses, se destacam os métodos de titulação envolvendo reações ácido-base. Considerando-se que uma amostra aquosa contendo um ácido triprótico ( $H_3A$ ) foi diluída de 10 vezes, que uma alíquota de 20,00 mL dessa solução diluída foi titulada com NaOH 0,1000 mol L<sup>-1</sup> e que o volume de titulante consumido foi de 35,00mL, indique a concentração em quantidade de substância (mol L<sup>-1</sup>) do ácido na amostra.

Dados:

1)  $H_3A$  ( $K_{a_1} = 7,11 \times 10^{-3}$ ;  $K_{a_2} = 6,32 \times 10^{-8}$  e  $K_{a_3} = 4,47 \times 10^{-13}$ )

2) Considere que o ponto estequiométrico foi determinado com o uso de um indicador visual com viragem em pH = 9,1.

- a) 0,875
- b) 0,437
- c) 1,31
- d) 0,0437
- e) 0,131



**Questão 18.** Considerando o modelo atual para o átomo, analise as afirmações abaixo:

- i. O spin de um elétron depende do nível de energia (nível eletrônico) em que se encontra.
- ii. Os números quânticos são utilizados para “localizar” os elétrons em um átomo.
- iii. Um átomo, teoricamente, apresenta infinitos níveis e subníveis de energia.
- iv. Orbital é a região de maior probabilidade para se localizar um elétron.

Após a análise das afirmações, **assinale** a alternativa **correta**:

- a) somente ii, iii e iv estão corretas.
- b) somente ii e iii estão corretas.
- c) todas as afirmativas estão corretas.
- d) somente i, ii e iii estão corretas.
- e) somente i e iv estão corretas.



**Questão 19.** A identificação da composição de uma amostra é uma atividade comum na química e pode ser conduzida com a realização de alguns testes baseados em propriedades físico-químicas das espécies. Nestes, é comum que sejam realizados experimentos diferentes e que permitam determinar de forma separada cátions e ânions. Imagine então que em uma bancada do laboratório, foram encontrados três frascos de reagentes (A, B e C). Sabe-se que se tratade reagentes puros, porém, não há presença do rótulo de identificação nos mesmos.

Na tentativa de identificá-los, um analista realizou alguns testes (i a iii) e obteve os seguintes resultados:

- i) Adição de água  $\rightarrow$  apenas 'A' é insolúvel;
- ii) Medida de pH da solução (ou suspensão) resultante  $\rightarrow$  solução (ou suspensão) 'A' apresenta pH entre 7 e 11, 'B' pH  $>9$  e 'C' pH  $< 7$ ;
- iii) Ajuste de pH das soluções (ou suspensões) até valores maiores que 11  $\rightarrow$  presença de odor característico apenas em 'C';

Com base nestas informações e nas alternativas abaixo, é possível afirmar que os frascos 'A', 'B' e 'C' continham, respectivamente:

- a)  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{CaO}$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- b)  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  e  $\text{H}_2\text{S}$
- c)  $\text{AgCl}$ ,  $\text{KOH}$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- d)  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{KOH}$  e  $\text{HCl}$
- e)  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  e  $\text{H}_2\text{S}$

**Questão 20.** A equação de Arrhenius utilizada na cinética química, permite calcular a variação da constante de velocidade de uma reação química com a temperatura, bem como determinar a energia de ativação da reação.

Matematicamente, a equação de Arrhenius é dada por:

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

em que  $k$  é a constante de velocidade da reação,  $A$  é a constante de Arrhenius (pré-exponencial),  $E_a$  é a energia de ativação,  $R$  é a constante dos gases e  $T$  é a temperatura.

Considere que a constante de velocidade de uma reação de primeira ordem é  $3,68 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$  a  $150^\circ\text{C}$ , e a energia de ativação é  $71 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Qual é o valor da constante de velocidade (em  $\text{s}^{-1}$ ) a  $170^\circ\text{C}$ ?

- a)  $9,2 \times 10^{-2}$
- b)  $3,7 \times 10^{-2}$
- c) 2,49
- d)  $4,0 \times 10^{-2}$
- e)  $3,7 \times 10^{-1}$

**Questão 21.** A existência de elementos mais pesados do que o ferro envolve o rápido processo de captura de nêutrons (processo r), teoria aceita para validar a formação de metais mais pesados que o ferro nos planetas. A captura de nêutrons de alta velocidade resulta em um núcleo instável que decai rapidamente. Em cada etapa de decaimento, um nêutron se converte em um próton. Qual elemento formado pela reação de nucleossíntese a partir da absorção de 6 nêutrons por um núcleo de ferro-56 e o subsequente decaimento a 6 prótons?

- a)  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$
- b)  ${}^{26}_{62}\text{Fe}$
- c)  ${}^{62}_{26}\text{Ge}$
- d)  ${}^{62}_{32}\text{Ge}$
- e)  ${}^{32}_{62}\text{Ge}$



**Questão 22.** Durante as Olimpíadas de Tóquio 2020, um atleta foi retirado da competição sob suspeita de doping, ao utilizar uma substância proibida, a Osterina, que é um modulador hormonal. Sua fórmula molecular é  $C_{19}H_{14}F_3N_3O_3$ , e ela é vendida numa dosagem de 25 mg por comprimido. Para a Osterina, o doping é observado na urina e pode ser detectado quando a concentração é, no mínimo, de 100 ng/100mL. Considerando essas informações **escolha** a alternativa que indica a razão entre a quantidade de substância que é ingerida por comprimido ( $n_i$ ) e a quantidade mínima para detecção em 100 mL de urina ( $n_d$ ).

- a)  $n_i/n_d = 2,5 \times 10^5$  ;
- b)  $n_i/n_d = 4,5 \times 10^6$  ;
- c)  $n_i/n_d = 1,5 \times 10^6$  ;
- d)  $n_i/n_d = 8,5 \times 10^3$  ;
- e)  $n_i/n_d = 5,5 \times 10^6$  ;



**Questão 23.** Um dos grandes problemas da agricultura moderna é o uso de pesticidas organoclorados. Ao serem usados nas plantações, eles são levados, por chuvas, a rios e lagos, podendo ser absorvidos por peixes e armazenados acumuladamente em seus tecidos gordurosos. Esse armazenamento é devido, principalmente, a:

- a) elevada hidrofobia.
- b) elevada polaridade.
- c) baixa massa molar.
- d) formação de ligações de hidrogênio.
- e) presença de cloro ativo.



**Questão 24.** O aumento do consumo de combustíveis fósseis e consequente emissão de dióxido de carbono e dióxido de enxofre como subprodutos nocivos ao Ambiente é um dos grandes problemas modernos. Esses óxidos têm fórmulas moleculares similares, são gasosos a temperatura ambiente e formam soluções levemente ácidas em meio aquoso. Em relação a esses óxidos, considere as afirmações abaixo:

- I. ambos são polares, solúveis em água e apresentam geometria linear.
- II. ambos são não polares e reagem com a água por apresentarem uma geometria angular.
- III. O primeiro é não polar e possui geometria linear; o segundo é polar, com geometria trigonal plana.
- IV. O dióxido de carbono reage com a água, formando uma solução de ácido carbônico que, por sua vez, pode se dissociar.
- V. O dióxido de enxofre reage com a água, formando uma solução de ácido sulfúrico que, por sua vez, pode se dissociar.
- VI. O dióxido de enxofre é polar e tem geometria angular; o dióxido de carbono é não polar e tem geometria linear.

As afirmações **corretas** são:

- a) IV e VI.
- b) todas.
- c) I, III e VI.
- d) IV, V e VI.
- e) nenhuma.



**Questão 25.** É muito comum encontrar indicações em bulas de remédios para que os mesmos sejam armazenados fechados e um lugar fresco. Ou a indicação de guardar alimentos em geladeira ou lugares frescos. Isso, em parte, deve-se ao fato de que podem ocorrer alterações significativas neles, como, por exemplo:

I. evaporação de líquidos

II. decomposição devido ao contato com oxigênio e calor

III. apodrecimento

Dessas alterações, são fenômenos químicos:

- a) II e III, somente.
- b) I, II e III.
- c) I, somente.
- d) I e II, somente.
- e) I e III, somente.



**Questão 26.** O sal de cozinha, em nosso país, é quase todo obtido a partir das salinas. Ao se evaporar água do mar, existe, como efeito colateral, a formação de uma solução rica em brometo, que é nocivo à saúde. Assim, é importante que ele seja removido. Para isso, a solução rica em brometo é borbulhada com uma corrente de gás cloro e assim se obtém vapores de bromo, que pode ser destinado a outros usos. Em relação a esse processo de conversão de brometo em bromo, **assinale** a afirmação **correta**.

- a) O cloro é reduzido e o bromo é oxidado.
- b) Ocorre uma reação de desproporcionamento envolvendo o cloro.
- c) Ocorre uma reação de coproporcionamento envolvendo o bromo.
- d) O bromo é reduzido e o cloro é oxidado.
- e) Não ocorre uma reação redox, uma vez que elementos do grupo 17 estão envolvidos.



**Questão 27.** No tratamento de água, para torná-la potável para consumo, estão envolvidas diversas etapas e várias reações químicas. Como exemplo, temos reações que produzem um material gelatinoso, que é utilizado para retirar materiais em suspensão. Tanto o sulfato de alumínio como o cloreto férrico podem ser utilizados para essa tarefa, sendo esses sais escolhidos pelo seguinte motivo:

- a) os íons  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$  são hidrolisados e formam seus respectivos hidróxidos. Esses se aderem aos poluentes, promovendo a floculação.
- b) os íons  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{Cl}^-$  são hidrolisados e formam ácidos fortes, capazes de oxidar toda matéria orgânica em suspensão.
- c) por serem sais de bases fracas, eles reagem com os poluentes ácidos, precipitando-os como sais insolúveis.
- d) ambos os sais são solúveis em água, formando soluções básicas. A alcalinidade resultante altera o pH da água em tratamento, promovendo a floculação de todos os poluentes, que podem ser filtrados.
- e) a formação de um complexo insolúvel dos cátions com os poluentes mais comuns, causa a precipitação ou decantação dos mesmos.



**Questão 28.** Com um foco no Ambiente, o uso de combustíveis menos poluentes tem sido cada vez mais incentivado. Por exemplo, o diesel S10 é chamado assim porque contém 10 ppm de enxofre ao invés dos tradicionais S50 (com 50 ppm de enxofre). Assim, o uso desse combustível diminui o lançamento de enxofre e seus derivados na atmosfera, minimizando a poluição ambiental.

Sobre o enxofre e seus derivados, assinale a opção **incorreta**:

- a) O  $\text{SO}_3$ , formado durante a queima do diesel, é oxidado a ácido sulfúrico na atmosfera, na presença do oxigênio atmosférico.
- b) Os óxidos de enxofre formados durante a combustão, são óxidos ácidos por serem formados de ametais e são também alguns dos responsáveis pela chuva ácida.
- c) Um dos principais problemas causados pela chuva ácida é a remoção do íon cálcio insolúvel (por exemplo, presente em concreto, estátuas, recifes de corais etc.).
- d) O enxofre elementar, presente no diesel, sofre um processo de oxidação durante a queima do combustível, formando óxidos (anidridos sulfuroso e sulfúrico).
- e) A chuva ácida produz, entre outros problemas, a diminuição do pH de reservatórios de água, tais como lagos, represas, açudes etc. comprometendo a qualidade da água e a vida aquática.

**Questão 29.** Sabe-se que em qualquer transição eletrônica que ocorra num átomo há variação de energia, podendo ser emitida ou absorvida. Essas transições ocorrem com valores definidos de energia (daí o nome quanta, ou seja, uma quantidade fixa de energia) entre os diversos níveis energéticos ( $n$ ). Assim, qual transição eletrônica em um átomo de hidrogênio está associada com a absorção de maior energia?

- a)  $n = 2 \rightarrow n = 1$
- b)  $n = 2 \rightarrow n = 3$
- c)  $n = 2 \rightarrow n = 5$
- d)  $n = 3 \rightarrow n = 2$
- e)  $n = 4 \rightarrow n = 5$



**Questão 30.** Em meados do século XIX, um incidente ocorreu na Igreja de Zeitz, na Alemanha. Durante um culto dominical, num inverno muito rigoroso, o órgão (aparelho musical, feito de tubos de estanho), emitiu ruídos estranhos e começou a se desfazer aos olhos dos presentes. Os fiéis, na igreja, correram com medo, achando que era o fim do mundo ou alguma ação maligna. Anos depois, descobriu-se que, na verdade, a baixa temperatura causa uma mudança do estanho beta (metal íntegro) em estanho alfa (pó amorfo). Essa mudança estrutural do estanho pode ser definida como:

- a) alotropia.
- b) isotopia.
- c) radioatividade.
- d) criogenia.
- e) isomeria.



**Questão 31.** Considere o valor da constante do produto de solubilidade para três carbonatos:  $\text{ZnCO}_3$  ( $K_{ps} = 1,5 \times 10^{-10}$ ),  $\text{CoCO}_3$  ( $K_{ps} = 1,0 \times 10^{-10}$ ) e  $\text{MnCO}_3$  ( $K_{ps} = 2,2 \times 10^{-11}$ ). Em relação a essas espécies, três afirmações são feitas:

I. em uma solução saturada de cada sal,  $\text{ZnCO}_3$  é a espécie que possui maior solubilidade, considerando a concentração em quantidade de substância ( $\text{mol L}^{-1}$ ).

II. em soluções não saturadas equimolares dos sais, a concentração mássica do ânion ( $\text{g L}^{-1}$ ) é a mesma para os três sais.

III. em soluções preparadas usando-se  $1,0 \times 10^{-2}$  g de sal para 1,0 L de solução, a concentração mássica ( $\text{g L}^{-1}$ ) será a mesma para os três sais.

Em relação a essas afirmações é **correto** o que se afirma em:

- a) I e II, somente.
- b) I, II e III.
- c) III, somente.
- d) I e III, somente.
- e) II, somente.

**Questão 32.** A presença de cloreto em solução aquosa pode ser determinada pela acidificação e adição de íons  $\text{Ag}^+$ , com a consequente formação de um precipitado de coloração branca. Se ao sólido formado for adicionada solução aquosa de amônia, o precipitado pode ser solubilizado, sendo esta observação explicada pela formação de um íon complexo.

Sabendo disso, indique entre as opções abaixo qual espécie corresponde ao íon complexo formado.

- a)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$
- b)  $[\text{AgNH}_4]^+$
- c)  $[\text{AgNH}_3]$
- d)  $[\text{AgClNH}_3]^+$
- e)  $[\text{Ag}^+\text{Cl}^-]$

**Questão 33.** A configuração eletrônica permite prever não só a posição de um elemento na tabela periódica como seu comportamento, por exemplo, quando na formação de compostos. Assim, considere as três distribuições eletrônicas (1 a 3) a seguir e as afirmações (I a III).

$$1) 1s^1$$

$$2) 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$$

$$3) 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$$

I. O elemento “1” não pode formar compostos moleculares; o elemento “2” tende a ceder um elétron em ligações iônicas; e o elemento “3” é encontrado na natureza na forma moléculas diatômicas.

II. O elemento “1” é um gás nobre; o elemento “2” pode formar cátion com estado de oxidação +3 e o elemento “3” possui o nível de valência completo.

III. O elemento “1” é o hidrogênio; o elemento “2” pode formar cátion com estado de oxidação +1 e o elemento “3” é um gás nobre.

Considerando as afirmações apresentadas, está **correto** o que se afirma em:

- a) III, somente.
- b) I e II, somente.
- c) II e III, somente.
- d) I e II, somente.
- e) I e III, somente.



**Questão 34.** Dentre as estratégias utilizadas pelo corpo humano para manutenção do pH do sangue há um sistema tampão e também a respiração (eliminação de  $\text{CO}_2$  no ar exalado).

Com relação ao pH do sangue, avalie as seguintes afirmações:

I. desvios negativos de pH podem ser compensados pelo aumento na eliminação de  $\text{CO}_2$ .

II. um sistema tampão é capaz de evitar apenas o aumento do pH.

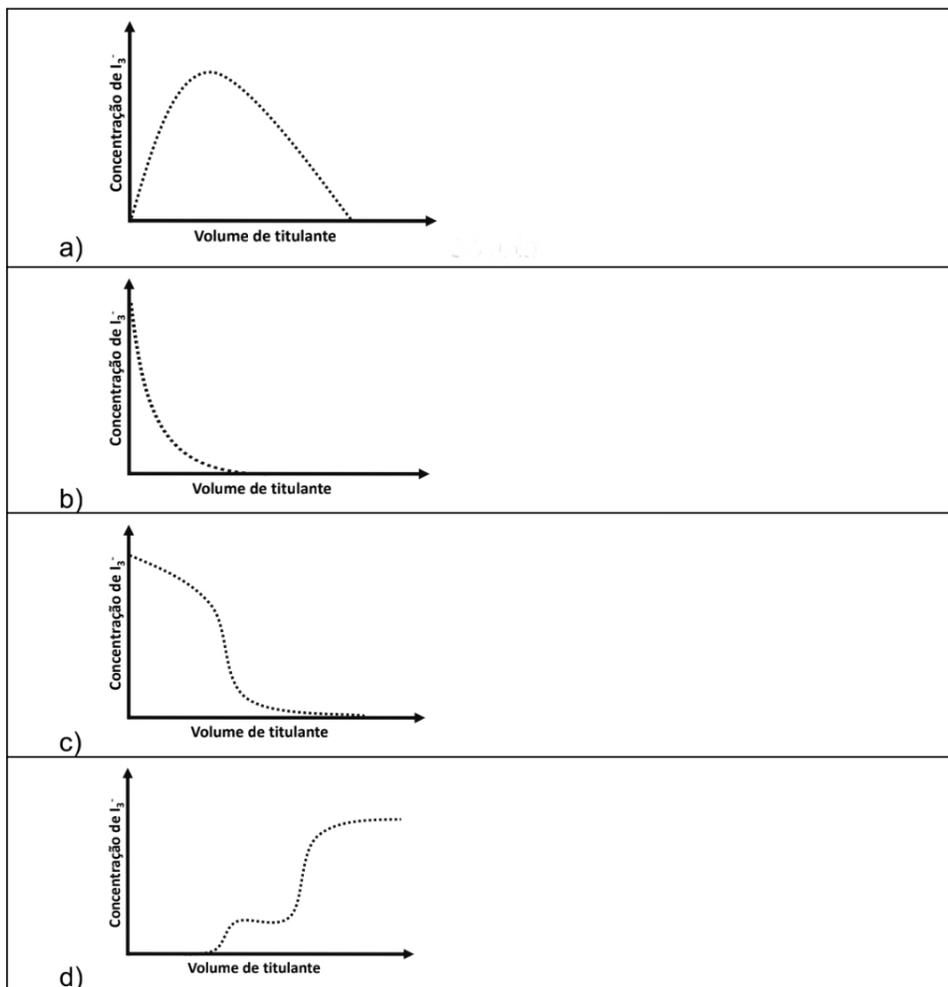
III. a capacidade tamponante de qualquer solução tampão é limitada, assim, excesso de ácidos ou bases no sangue podem resultar em alterações de pH fora do biologicamente aceitável.

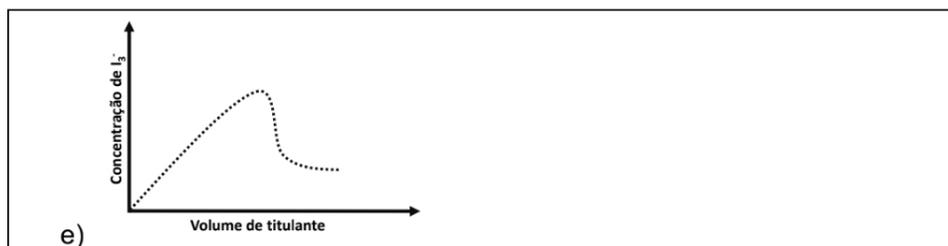
Está correto o que se afirma em:

- a) I e III, somente.
- b) I e II, somente.
- c) II e III, somente.
- d) I, II e III.
- e) I, somente

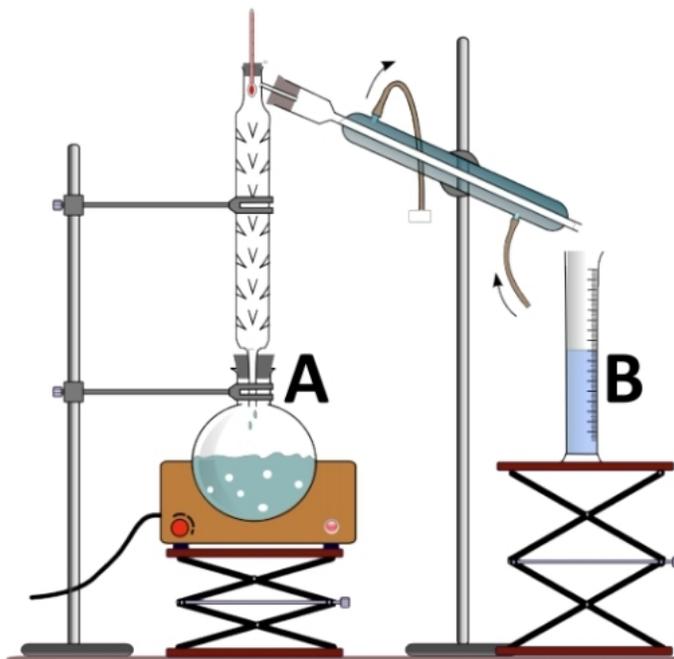
**Questão 35.** A solubilidade de iodo ( $I_2$ ) em água é maior na presença de iodeto ( $I^-$ ). Isso é justificado pois, quando há a presença dessas duas espécies em água, ocorre a formação do íon triiodeto ( $I_3^-$ ).

Iodo pode ser reduzido a iodeto em uma reação com tiosulfato ( $(S_2O_3)^{2-} / (S_4O_6)^{2-}$ ). Considerando-se que uma solução aquosa de iodo foi titulada com solução de tiosulfato, indique qual dos gráficos abaixo melhor representa a concentração de triiodeto ao longo da titulação (concentração de  $I_3^-$  versus volume de titulante).





**Questão 36.** Considere que a montagem abaixo está sendo utilizada em um processo de produção de etanol após fermentação de uma mistura contendo açúcar.



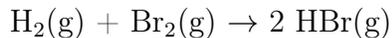
Em relação a esse processo, avalie as seguintes afirmações:

- i) a temperatura de ebulição da solução A é maior que da solução B.
- ii) a densidade da solução A é menor que a de B.
- iii) a solução A apresenta menor condutividade que a solução B.

As afirmações corretas são:

- a) apenas i.
- b) apenas i e ii.
- c) apenas ii e iii.
- d) apenas iii.
- e) nenhuma das alternativas.

**Questão 37.** A reação entre hidrogênio e bromo leva a formação de brometo de hidrogênio. Com o propósito de compreender o mecanismo foram realizadas medidas de concentração e velocidade inicial de consumo dos reagentes nas condições padrão (298 K, 1 bar), sendo os dados representados a seguir:



Experimento	$[\text{H}_2]_0$ (mmolL <sup>-1</sup> )	$[\text{Br}_2]_0$ (mmolL <sup>-1</sup> )	$v_0$ ( $\times 10^{-5}$ molL <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )
I	1,5	3,0	2,0
II	1,5	27,0	6,0
III	4,5	3,0	6,0
IV	3,0	2,5	3,6

Após se determinar a lei de velocidade, o mecanismo abaixo foi proposto:



De posse dessas informações, assinale a afirmação **correta**.

- a) A constante de velocidade é  $7,6 \times 10^{-6}$  (unidade resulta da lei de velocidade).
- b) A partir da lei de velocidade conclui-se que a terceira etapa é a etapa lenta.
- c) Todas as etapas elementares no mecanismo são bimoleculares.
- d) A equação de velocidade é expressa por  $v = k [\text{H}_2]^{1/2} \cdot [\text{Br}_2]$
- e) k encontrado a partir da equação de velocidade foi 0,242 (unidade resulta da lei de velocidade).



**Questão 38.** Uma esfera metálica de densidade igual a  $7,85 \text{ g cm}^{-3}$  e insolúvel em Hg foi introduzida em um recipiente contendo mercúrio metálico (Hg), sendo que apenas parte da esfera ficou submersa. Sabendo-se que a densidade do Hg líquido é de  $13,58 \text{ g cm}^{-3}$ , **indique** qual percentual da esfera ficou submersa.

- a) 57,8
- b) 54,7
- c) 61,3
- d) 65,8
- e) 65,3



**Questão 39.** De acordo com o Comitê Olímpico Internacional, nas Olimpíadas do Japão, as medalhas de ouro, prata e bronze foram feitas a partir da reciclagem de lixo eletrônico e tem as seguintes características:

Tipo	Diâmetro	Massa	Composição
Ouro	85 mm	556 g	550 g de prata, 6 g de ouro
Prata	85 mm	550 g	550 g de prata
Bronze	85 mm	450 g	latão vermelho (95% de cobre e 5% de zinco)

Dados:  $\rho_{Au} = 19,3 \text{ gcm}^{-3}$ ;  $\rho_{Ag} = 10,49 \text{ gcm}^{-3}$ ;  $\rho_{Cu} = 8,96 \text{ gcm}^{-3}$ ;  $d_{Zn} = 7,13 \text{ gcm}^{-3}$

Considerando os dados fornecidos, **indique** entre as opções abaixo a alternativa que corresponde ao volume (em  $\text{cm}^3$ ) da medalha de prata e à quantidade de substância dos metais em cada uma das medalhas:

- a) volume = 52,43;  $n_{Au} = 0,03$ ;  $n_{Ag} = 5,10$ ;  $n_{Cu} = 6,73$ ;  $n_{Zn} = 0,34$ .
- b) volume = 52,43;  $n_{Au} = 0,10$ ;  $n_{Ag} = 2,10$ ;  $n_{Cu} = 2,73$ ;  $n_{Zn} = 0,14$ .
- c) volume = 22,43;  $n_{Au} = 0,03$ ;  $n_{Ag} = 8,10$ ;  $n_{Cu} = 2,73$ ;  $n_{Zn} = 0,34$ .
- d) volume = 12,43;  $n_{Au} = 0,08$ ;  $n_{Ag} = 5,10$ ;  $n_{Cu} = 6,73$ ;  $n_{Zn} = 0,14$ .
- e) volume = 22,43;  $n_{Au} = 0,08$ ;  $n_{Ag} = 2,10$ ;  $n_{Cu} = 4,73$ ;  $n_{Zn} = 0,34$ .



**Questão 40.** De uma solução que contém  $0,200 \text{ mol L}^{-1}$  de um ácido diprótico  $\text{H}_2\text{A}$  foi retirada uma alíquota de  $25,00 \text{ mL}$ , transferido para um balão volumétrico de  $100,00 \text{ mL}$  e o menisco ajustado com água destilada. Considerando-se  $K_{a1} = 2,9 \times 10^{-6}$  e  $K_{a2} = 6,7 \times 10^{-9}$ , calcule o pH da solução final.

- a) 3,42
- b) 6,24
- c) 4,83
- d) 3,24
- e) 4,38



**Caderno de resposta****1** (A)(B)(C)(D)(E)**2** (A)(B)(C)(D)(E)**3** (A)(B)(C)(D)(E)**4** (A)(B)(C)(D)(E)**5** (A)(B)(C)(D)(E)**6** (A)(B)(C)(D)(E)**7** (A)(B)(C)(D)(E)**8** (A)(B)(C)(D)(E)**9** (A)(B)(C)(D)(E)**10** (A)(B)(C)(D)(E)**11** (A)(B)(C)(D)(E)**12** (A)(B)(C)(D)(E)**13** (A)(B)(C)(D)(E)**14** (A)(B)(C)(D)(E)**15** (A)(B)(C)(D)(E)**16** (A)(B)(C)(D)(E)**17** (A)(B)(C)(D)(E)**18** (A)(B)(C)(D)(E)**19** (A)(B)(C)(D)(E)**20** (A)(B)(C)(D)(E)

21 (A) (B) (C) (D) (E)

22 (A) (B) (C) (D) (E)

23 (A) (B) (C) (D) (E)

24 (A) (B) (C) (D) (E)

25 (A) (B) (C) (D) (E)

26 (A) (B) (C) (D) (E)

27 (A) (B) (C) (D) (E)

28 (A) (B) (C) (D) (E)

29 (A) (B) (C) (D) (E)

30 (A) (B) (C) (D) (E)

31 (A) (B) (C) (D) (E)

32 (A) (B) (C) (D) (E)

33 (A) (B) (C) (D) (E)

34 (A) (B) (C) (D) (E)

35 (A) (B) (C) (D) (E)

36 (A) (B) (C) (D) (E)

37 (A) (B) (C) (D) (E)

38 (A) (B) (C) (D) (E)

39 (A) (B) (C) (D) (E)

40 (A) (B) (C) (D) (E)

Corretas	
Incorretas	
Em branco	
Nota	



## Rascunho



**Rascunho**



## Rascunho

