

CONSTANTES

$$\text{Constante de Avogadro} = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Constante de Faraday (F)} = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A s mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Volume molar de gás ideal} = 22,4 \text{ L (CNTP)}$$

$$\text{Carga elementar} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Constante dos gases (R)} = 8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Constante gravitacional (g)} = 9,81 \text{ m s}^{-2}$$

DEFINIÇÕES

$$\text{Pressão de 1 atm} = 760 \text{ mmHg} = 101\,325 \text{ N m}^{-2} = 760 \text{ Torr}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N m} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0°C e 760 mmHg

Condições ambientes: 25°C e 1 atm

Condições-padrão: 25°C e 1 atm ; concentração das soluções = 1 mol L^{-1} (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) = sólido. (ℓ) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (CM) = circuito metálico. (conc) = concentrado.

(ua) = unidades arbitrárias. $[A]$ = concentração da espécie química A em mol L^{-1} .

MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})
H	1	1,01	Mn	25	54,94
Li	3	6,94	Fe	26	55,85
C	6	12,01	Co	27	58,93
N	7	14,01	Cu	29	63,55
O	8	16,00	Zn	30	65,39
F	9	19,00	As	33	74,92
Ne	10	20,18	Br	35	79,90
Na	11	22,99	Mo	42	95,94
Mg	12	24,30	Sb	51	121,76
Al	13	26,98	I	53	126,90
Si	14	28,08	Ba	56	137,33
S	16	32,07	Pt	78	195,08
Cl	17	35,45	Au	79	196,97
Ca	20	40,08	Hg	80	200,59

Questão 1. A solução aquosa 6% em massa de água oxigenada (H_2O_2) é geralmente empregada como agente branqueador para tecidos e cabelos. Pode-se afirmar que a concentração aproximada dessa solução aquosa, expressa em volumes, é

A () 24.

B () 20.

C () 12.

D () 10.

E () 6.

Questão 2. Assinale a opção que apresenta o ácido mais forte, considerando que todos se encontram nas mesmas condições de concentração, temperatura e pressão.

A () CH_3COOH

B () $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

C () $(\text{CH}_3)_3\text{CCOOH}$

D () ClCH_2COOH

E () Cl_3CCOOH

Questão 3. A 25 °C, três frascos (I, II e III) contêm, respectivamente, soluções aquosas 0,10 mol L⁻¹ em acetato de sódio, em cloreto de sódio e em nitrito de sódio.

Assinale a opção que apresenta a ordem crescente CORRETA de valores de pH_x (x = I, II e III) dessas soluções, sabendo que as constantes de dissociação (K), a 25 °C, dos ácidos clorídrico (HCl), nitroso (HNO₂) e acético (CH₃COOH), apresentam a seguinte relação:

$$K_{\text{HCl}} > K_{\text{HNO}_2} > K_{\text{CH}_3\text{COOH}}$$

A () pH_I < pH_{II} < pH_{III}

B () pH_I < pH_{III} < pH_{II}

C () pH_{II} < pH_I < pH_{III}

D () pH_{II} < pH_{III} < pH_I

E () pH_{III} < pH_{II} < pH_I

Questão 4. A 25 °C, as massas específicas do etanol e da água, ambos puros, são 0,8 g cm⁻³ e 1,0 g cm⁻³, respectivamente. Adicionando 72 g de água pura a 928 g de etanol puro, obteve-se uma solução com 1208 cm³ de volume.

Assinale a opção que expressa a concentração desta solução em graus Gay-Lussac (°GL).

A () 98

B () 96

C () 94

D () 93

E () 72

Questão 5. Considere a energia liberada em

- I. combustão completa (estequiométrica) do octano e em
- II. célula de combustível de hidrogênio e oxigênio.

Assinale a opção que apresenta a razão CORRETA entre a quantidade de energia liberada por átomo de hidrogênio na combustão do octano e na célula de combustível.

Dados: Energias de ligação, em kJ mol⁻¹:

C – C 347

H – H 436

C – H 413

H – O 464

C = O 803

O = O 498

A () 0,280

B () 1,18

C () 2,35

D () 10,5

E () 21,0

Questão 6. Em um experimento eletrolítico, uma corrente elétrica circula através de duas células durante 5 horas. Cada célula contém condutores eletrônicos de platina. A primeira célula contém solução aquosa de íons Au³⁺ enquanto que, na segunda célula, está presente uma solução aquosa de íons Cu²⁺.

Sabendo que 9,85 g de ouro puro foram depositados na primeira célula, assinale a opção que corresponde à massa de cobre, em gramas, depositada na segunda célula eletrolítica.

A () 2,4

B () 3,6

C () 4,8

D () 6,0

E () 7,2

Questão 7. A combustão de um composto X na presença de ar atmosférico ocorre com a formação de fuligem.

Dos compostos abaixo, assinale a opção que contém o composto X que apresenta a maior tendência de combustão fuliginosa.

A () C₆H₆

B () C₂H₅OH

C () CH₄

D () CH₃(CH₂)₆CH₃

E () CH₃OH

Questão 8. Nas condições ambientes, assinale a opção que contém apenas óxidos neutros.

A () NO_2 , CO e Al_2O_3

B () N_2O , NO e CO

C () N_2O , NO e NO_2

D () SiO_2 , CO_2 e Al_2O_3

E () SiO_2 , CO_2 e CO

Questão 9. Assinale a opção que apresenta a fórmula molecular do polímero que pode conduzir corrente elétrica.

A () $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$

B () $\left[\text{CH} = \text{CH} \right]_n$

C () $\left[\text{CF}_2 - \text{CF}_2 \right]_n$

D () $\left[\text{CHCH}_3 - \text{CH}_2 \right]_n$

E () $\left[\text{CHOH} - \text{CH}_2 \right]_n$

Questão 10. São descritos abaixo dois experimentos, I e II, nos quais há sublimação completa de uma mesma quantidade de dióxido de carbono no estado sólido a 25°C :

I - O processo é realizado em um recipiente hermeticamente fechado, de paredes rígidas e indeformáveis.

II - O processo é realizado em cilindro provido de um pistão, cuja massa é desprezível e se desloca sem atrito.

A respeito da variação da energia interna do sistema (ΔU), calor (q) e trabalho (w), nos experimentos I e II, assinale a opção que contém a afirmação ERRADA.

A () $q_I > 0$

B () $|w_{II}| > |w_I|$

C () $\Delta U_I > \Delta U_{II}$

D () $|w_{II}| \neq 0$

E () $\Delta U_{II} = q_{II}$

Questão 11. Assinale a opção CORRETA que apresenta o potencial de equilíbrio do eletrodo Al^{3+}/Al , em volt, na escala do eletrodo de referência de cobre-sulfato de cobre, à temperatura de 25°C , calculado para uma concentração do íon alumínio de $10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$.

Dados: Potenciais de eletrodo padrão do cobre-sulfato de cobre ($E^\circ_{\text{CuSO}_4/\text{Cu}}$) e do alumínio ($E^\circ_{\text{Al}^{3+}/\text{Al}}$), na escala do eletrodo de hidrogênio, nas condições-padrão:

$$E^\circ_{\text{CuSO}_4/\text{Cu}} = 0,310 \text{ V}$$

$$E^\circ_{\text{Al}^{3+}/\text{Al}} = -1,67 \text{ V}$$

A () $-1,23$

B () $-1,36$

C () $-1,42$

D () $-1,98$

E () $-2,04$

Questão 12. Em um experimento de laboratório, cloreto de alumínio, cloreto de zinco e carbonato de sódio são dissolvidos, individualmente, em três recipientes separados contendo água neutra aerada com $\text{pH} = 7$. Uma placa de ferro metálico é imersa em cada um dos recipientes, que são mantidos à temperatura de 25°C .

Admitindo-se as condições experimentais apresentadas acima, são feitas as seguintes afirmações em relação à influência da hidrólise dos sais na velocidade de corrosão das placas metálicas:

I. O cátion alumínio hidratado forma soluções aquosas que aceleram a corrosão do ferro.

II. As soluções aquosas produzidas pela hidrólise do ânion carbonato inibem a corrosão do ferro.

III. A corrosão do ferro é inibida pela solução aquosa formada no processo de hidrólise do cátion zinco hidratado.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

A () I e II.

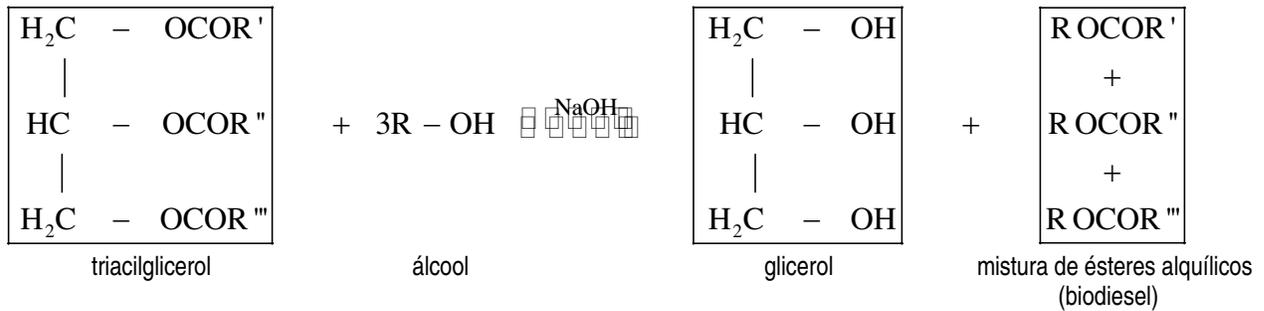
B () I e III.

C () II.

D () II e III.

E () III.

Questão 13. A reação catalisada do triacilglicerol com um álcool (metanol ou etanol) produz glicerol (1,2,3-propanotriol) e uma mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos de cadeia longa, mais conhecido como biodiesel. Essa reação de transesterificação envolve o equilíbrio representado pela seguinte equação química balanceada:



em que: $\text{R}', \text{R}'', \text{R}''' =$ cadeias carbônicas dos ácidos graxos e $\text{R} =$ grupo alquil do álcool reagente.

A respeito da produção do biodiesel pelo processo de transesterificação, são feitas as seguintes afirmações:

- I. O hidróxido de sódio é dissolvido completamente e reage com o agente transesterificante para produzir água e o íon alcóxido.
- II. Na transesterificação catalisada por álcali, os reagentes empregados nesse processo devem ser substancialmente anidros para prevenir a formação de sabões.
- III. Na reação de produção do biodiesel pela rota etílica, com catalisador alcalino, o alcóxido formado inibe a reação de saponificação.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

- A () I e II. B () I e III. C () II. D () II e III. E () III.

Questão 14. Um sistema em equilíbrio é composto por n_0 mol de um gás ideal a pressão P_0 , volume V_0 , temperatura T_0 e energia interna U_0 . Partindo sempre deste sistema em equilíbrio, são realizados isoladamente os seguintes processos:

- I. Processo isobárico de T_0 até $T_0/2$.
- II. Processo isobárico de V_0 até $2V_0$.
- III. Processo isocórico de P_0 até $P_0/2$.
- IV. Processo isocórico de T_0 até $2T_0$.
- V. Processo isotérmico de P_0 até $P_0/2$.
- VI. Processo isotérmico de V_0 até $V_0/2$.

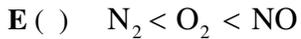
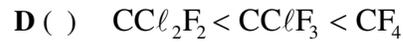
Admitindo que uma nova condição de equilíbrio para esse sistema seja atingida em cada processo x ($x = \text{I, II, III, IV, V e VI}$), assinale a opção que contém a informação ERRADA.

- A () $U_V = U_{VI}/2$ B () $U_{VI} = U_0$ C () $P_{IV} = P_{VI}$ D () $T_{II} = 4T_{III}$ E () $V_I = V_V/4$

Questão 15. Quando aquecido ao ar, 1,65 g de um determinado elemento X forma 2,29 g de um óxido de fórmula X_3O_4 . Das alternativas abaixo, assinale a opção que identifica o elemento X.

- A () Antimônio B () Arsênio C () Ouro
D () Manganês E () Molibdênio

Questão 16. Assinale a opção que apresenta a ordem crescente ERRADA de solubilidade em água das substâncias abaixo, nas condições ambientes.



Questão 17. Considere as seguintes afirmações:

- I. Um coloide é formado por uma fase dispersa e outra dispersante, ambas no estado gasoso.
- II. As ligações químicas em cerâmicas podem ser do tipo covalente ou iônica.
- III. Cristal líquido apresenta uma ou mais fases organizadas acima do ponto de fusão do sólido correspondente.

Então, das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S)

A () apenas I.

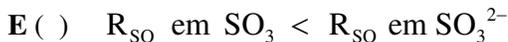
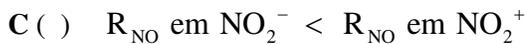
B () apenas I e II.

C () apenas II.

D () apenas II e III.

E () apenas III.

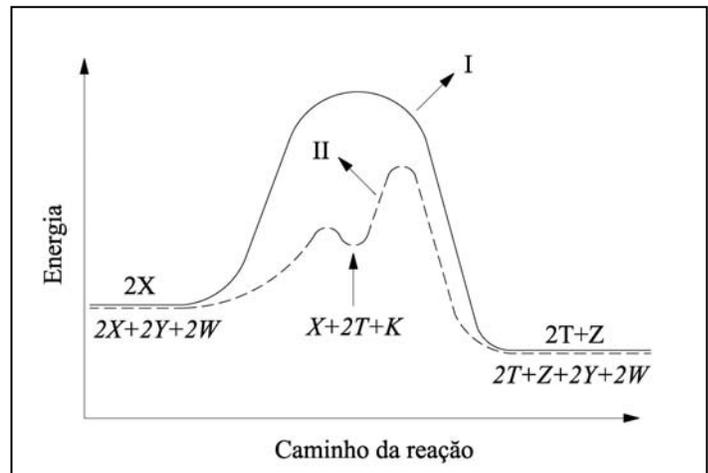
Questão 18. Assinale a opção que apresenta a relação ERRADA a respeito do comprimento de ligação (R) entre pares de moléculas (neutras, cátions ou ânions), todas no estado gasoso.



Questão 19. A figura mostra o perfil reacional da decomposição de um composto X por dois caminhos reacionais diferentes, I e II.

Baseado nas informações apresentadas nessa figura, assinale a opção ERRADA.

- A () O caminho reacional II envolve duas etapas.
- B () A quantidade de energia liberada pelo caminho reacional I é igual à do caminho reacional II.
- C () O composto K é um intermediário no processo reacional pelo caminho II.
- D () O caminho reacional I mostra que a decomposição de X é de primeira ordem.
- E () O caminho reacional II refere-se à reação catalisada.



Questão 20. Considere dois cilindros idênticos (C1 e C2), de paredes rígidas e indeformáveis, inicialmente evacuados. Os cilindros C1 e C2 são preenchidos, respectivamente, com $O_2(g)$ e $Ne(g)$ até atingirem a pressão de 0,5 atm e temperatura de $50^\circ C$. Supondo comportamento ideal dos gases, são feitas as seguintes afirmações:

- I. O cilindro C1 contém maior quantidade de matéria que o cilindro C2.
- II. A velocidade média das moléculas no cilindro C1 é maior que no cilindro C2.
- III. A densidade do gás no cilindro C1 é maior que a densidade do gás no cilindro C2.
- IV. A distribuição de velocidades das moléculas contidas no cilindro C1 é maior que a das contidas no cilindro C2.

Assinale a opção que apresenta a(s) afirmação(ões) CORRETA(S).

A () Apenas I e III.

B () Apenas I e IV.

C () Apenas II.

D () Apenas II e IV.

E () Apenas III.

AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS ATÉ O FINAL, COM APRESENTAÇÃO DO VALOR ABSOLUTO DO RESULTADO.

Questão 21. A velocidade de uma reação química é dada pela seguinte equação: $v = \frac{\beta C}{1 + \alpha C}$; em que β e α

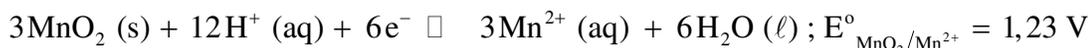
são constantes e C , a concentração do reagente.

Calcule o valor do produto αC quando a velocidade da reação atinge 90% do seu valor limite, o que ocorre quando $\alpha C \gg 1$.

Questão 22. Determine a constante de equilíbrio, a 25 °C e 1,0 atm, da reação representada pela seguinte equação química:



São dadas as semiequações químicas e seus respectivos potenciais elétricos na escala do eletrodo de hidrogênio, nas condições-padrão:

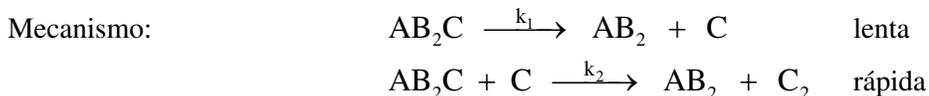


Questão 23. Para cada conjunto de substâncias, escolha aquela que apresenta a propriedade indicada em cada caso. Justifique sua resposta.

- Entre acetona, ácido acético e ácido benzóico, qual deve apresentar a maior entalpia de vaporização?
- Entre hidrogênio, metano e monóxido de carbono, qual deve apresentar o menor ponto de congelamento?
- Entre flúor, cloro e bromo, qual deve apresentar maior ponto de ebulição?
- Entre acetona, água e etanol, qual deve apresentar menor pressão de vapor nas condições ambientes?
- Entre éter, etanol e etilenoglicol, qual deve apresentar maior viscosidade nas condições ambientes?

Questão 24. A reação química hipotética representada pela seguinte equação: $2\text{AB}_2\text{C} \xrightarrow{k} 2\text{AB}_2 + \text{C}_2$ foi acompanhada experimentalmente, medindo-se as concentrações das espécies $[\text{AB}_2\text{C}]$, $[\text{AB}_2]$ e $[\text{C}_2]$ em função do tempo. A partir destas informações experimentais, foram determinadas a constante de velocidade (k) e a lei de velocidade da reação.

Com base nessa lei de velocidade, o mecanismo abaixo foi proposto e aceito:

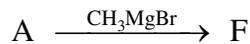
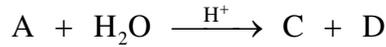
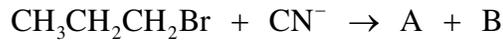


Explique como foi possível determinar a constante de velocidade (k).

Questão 25. Em um frasco de vidro, uma certa quantidade de $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} (\text{s})$ é adicionada a uma quantidade, em excesso, de $\text{NH}_4\text{NO}_3 (\text{s})$, ambos pulverizados. Quando os dois reagentes são misturados, observa-se a ocorrência de uma reação química. Imediatamente após a reação, o frasco é colocado sobre um bloco de madeira umedecido, permanecendo aderido a ele por um certo período de tempo.

Escreva a equação química balanceada que representa a reação observada. Explique por que o frasco ficou aderido ao bloco de madeira, sabendo que o processo de dissolução em água do $\text{NH}_4\text{NO}_3 (\text{s})$ é endotérmico.

Questão 26. Escreva as fórmulas estruturais das substâncias A, B, C, D, E e F apresentadas nas seguintes equações químicas:



Questão 27. O dióxido de carbono representa, em média, 0,037% da composição volumétrica do ar seco atmosférico, nas condições ambientes. Esse gás, dissolvido em água, sofre um processo de hidratação para formar um ácido diprótico, que se ioniza parcialmente no líquido.

Admitindo-se que água pura seja exposta a CO_2 (g) atmosférico, nas condições ambientes, e sabendo que o equilíbrio entre as fases gasosa e líquida desse gás é descrito pela lei de Henry, calcule:

- a solubilidade do CO_2 (aq), expressa em mg L^{-1} , nas condições especificadas acima, sabendo que a constante da lei de Henry para CO_2 gasoso dissolvido em água a 25°C é $3,4 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$.
- a concentração molar do ânion bicarbonato, expressa em mol L^{-1} , sabendo que a constante de dissociação ácida para o primeiro equilíbrio de ionização do ácido diprótico a 25°C é $4,4 \times 10^{-7}$.

Questão 28. Em um processo hidrometalúrgico, conduzido nas condições ambientes, o mineral calcopirita (CuFeS_2) é lixiviado em solução aquosa de sulfato férrico. Durante o processo, o sulfato férrico é regenerado a partir da adição de ácido sulfúrico e oxigênio gasoso a essa solução aquosa.

Sabendo que a calcopirita é um semiconductor que sofre corrosão eletroquímica em meios aquosos oxidantes e, admitindo-se que esse mineral, empregado no processo de lixiviação, é quimicamente puro, escreva as equações químicas balanceadas das reações que representam:

- a etapa de lixiviação de CuFeS_2 (s) com sulfato férrico aquoso.
- a etapa de regeneração da quantidade exata de matéria total do sulfato férrico consumido no processo de lixiviação da etapa “a”, com adição de solução aquosa diluída de ácido sulfúrico e injeção de gás oxigênio.
- a reação global do processo de lixiviação da calcopirita, considerando-se as etapas “a” e “b” acima.

Questão 29. O produto de solubilidade em água, a 25°C , do sal hipotético $\text{M}(\text{IO}_3)_2$ é $7,2 \times 10^{-9}$.

Calcule a solubilidade molar desse sal em uma solução aquosa $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ de $\text{M}(\text{NO}_3)_2$.

Questão 30. Estima-se que a exposição a 16 mg m^{-3} de vapor de mercúrio por um período de 10 min seja letal para um ser humano. Um termômetro de mercúrio foi quebrado e todo o seu conteúdo foi espalhado em uma sala fechada de 10 m de largura, 10 m de profundidade e 3 m de altura, mantida a 25°C .

Calcule a concentração de vapor de mercúrio na sala após o estabelecimento do equilíbrio $\text{Hg}(\ell) \rightleftharpoons \text{Hg}(\text{g})$, sabendo que a pressão de vapor do mercúrio a 25°C é $3 \times 10^{-6} \text{ atm}$, e verifique se a concentração de vapor do mercúrio na sala será letal para um ser humano que permaneça em seu interior por 10 min.