

"A matemática é o alfabeto com que Deus escreveu o mundo"
Galileu Galilei

CONSTANTES

Constante de Avogadro	$= 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Faraday (F)	$= 9,65 \times 10^4 \text{ mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A s mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Volume molar de gás ideal	$= 22,4 \text{ L (CNTP)}$
Carga elementar	$= 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases (R)	$= 8,21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Constante gravitacional	$= 9,81 \text{ ms}^{-2}$

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = 101 325 N m⁻² = 760 Torr

1 J = 1 N m = 1 kg m² 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, 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.

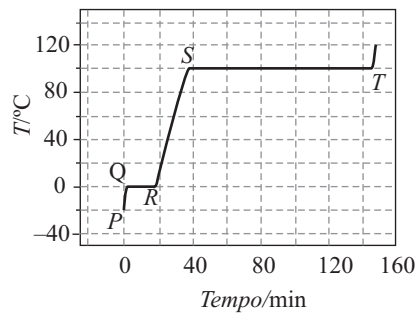
MASSAS MOLARES

Elemento químico	Número Atômico	Massa Molar (g·mol ⁻¹)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g·mol ⁻¹)
H	1	1,01	Cr	24	52,00
B	5	10,81	Fe	26	55,85
C	6	12,01	Ni	28	58,69
N	7	14,01	Cu	29	63,55
O	8	16,00	Zn	30	65,40
Na	11	22,99	Sr	38	87,62
P	15	30,97	Ag	47	107,87
S	16	32,07	I	53	126,90
Cl	17	35,45	W	74	183,84
Ar	18	39,95	Pt	78	195,08
K	19	39,10	Au	79	196,97
Ca	20	40,08	Pb	82	207,2

▶ Questão 01

A figura ao lado apresenta a curva de aquecimento de 100 g de uma substância pura genérica no estado sólido. Sabe-se que calor é fornecido a uma velocidade constante de 500 cal min⁻¹. Admite-se que não há perda de calor para o meio ambiente, que a pressão é de 1 atm durante toda a transformação e que a substância sólida apresenta apenas uma fase cristalina. Considere que sejam feitas as seguintes afirmações em relação aos estágios de aquecimento descritos na figura.





- I. No segmento PQ ocorre aumento da energia cinética das moléculas.
 II. No segmento QR ocorre aumento da energia potencial.
 III. O segmento QR é menor que o segmento ST porque o calor de fusão da substância é menor que o seu calor de vaporização.
 IV. O segmento RS tem inclinação menor que o segmento PQ porque o calor específico do sólido é maior que o calor específico do líquido.

Das afirmações acima, está(ao) ERRADA(S):

- A) apenas I.
 B) apenas I, II e III.
 C) apenas II e IV.
 D) apenas III.
 E) apenas IV.

Resolução:

Dados: $m = 100 \text{ g}$

$$v = 500 \text{ cal} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

- I. (V) No trecho PQ a substância encontra-se no estado sólido e o aumento de temperatura aumenta a energia cinética (de rotação e vibração) das partículas sólidas.
 II. (V) No trecho QR a substância rompe interações (atômicas ou moleculares) ganhando energia potencial no afastamento das partículas. Ocorre a fusão.
 III. (V) O calor de fusão (L_F) é calor necessário para fundir 1 g de substância (a uma certa pressão).

$$L_{(F)} = \frac{Q}{m}$$

$$Q = 500 \frac{\text{cal}}{\text{min}} \cdot 20 \text{ min} = 10000 \text{ cal}$$

$$L_{(F)} = \frac{10000}{100} \frac{\text{cal}}{\text{g}} = 100 \text{ cal/g.}$$

- IV. (E) O calor específico pode ser calculado por:

$$c = \frac{Q_T}{m \cdot \Delta\theta}, \text{ onde}$$

C_s = calor específico do sólido.

C_L = calor específico do líquido.

$$Q_T = 500 \cdot \Delta t$$

$$C_s = \frac{Q_T}{m \cdot \Delta\theta} \Rightarrow C_s = \frac{500 \cdot \Delta t_{(P-Q)}}{100 \cdot 20} \Rightarrow C_s = 0,25 \cdot \Delta t_{(P-Q)}$$

$$C_L = \frac{Q_T}{m \cdot \Delta\theta} \Rightarrow C_L = \frac{500 \cdot \Delta t_{(R-S)}}{100 \cdot 100} \Rightarrow C_L = 0,05 \cdot \Delta t_{(R-S)}$$

Do gráfico, temos que: $\Delta t_{(R-S)} \gg \Delta t_{(P-Q)}$

Logo, concluímos que $C_L > C_s$.

Alternativa E

Questão 02

Historicamente, a teoria atômica recebeu várias contribuições de cientistas.

Assinale a opção que apresenta, na ordem cronológica CORRETA, os nomes de cientistas que são apontados como autores de modelos atômicos.

- A) Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.
- B) Thomson, Millikan, Dalton e Rutherford.
- C) Avogadro, Thomson, Bohr e Rutherford.
- D) Lavoisier, Proust, Gay-Lussac e Thomson.
- E) Rutherford, Dalton, Bohr e Avogadro.

Resolução:

Cientista	Data	Modelo de Átomo Proposto
J. Dalton	1803-1808	Modelo ponderal ("bola de bilhar")
J. J. Thomson	1898	Modelo elétrico (pudim de passas)
E. Rutherford	1911	Modelo nuclear (planetário)
N. Böhr	1913	Modelo mecânico-quântico (modelo do átomo de hidrogênio)

Alternativa A

Questão 03

$HCl(g)$ é borbulhado e dissolvido em um solvente X . A solução resultante é não-condutora em relação à corrente elétrica. O solvente X deve ser necessariamente.

- A) polar.
- B) não-polar.
- C) hidrofílico.
- D) mais ácido que HCl .
- E) menos ácido que HCl .

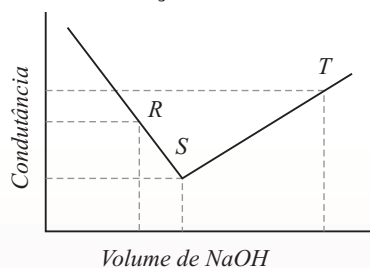
Resolução:

A condutividade elétrica de uma solução depende da presença de íons, o que leva a crer que não houve ionização do HCl nesse solvente. Portanto, podemos concluir que se trata de um solvente não-polar.

Alternativa B

Questão 04

Uma solução aquosa de HCl $0,1 \text{ mol}^{-1}$ foi titulada com uma solução aquosa de $NaOH$ $0,1 \text{ mol}^{-1}$. A figura abaixo apresenta a curva de titulação obtida em relação à condutância da solução de HCl em função do volume de $NaOH$ adicionado.



Com base nas informações apresentadas nesta figura, assinale a opção ERRADA.

- A) Os íons responsáveis pela condutância da solução no ponto R são: H^+ , Cl^- e Na^+ .
- B) Os íons responsáveis pela condutância da solução no ponto S são: Na^+ e Cl^- .
- C) A condutância da solução no ponto R é maior que no ponto S porque a mobilidade iônica dos íons presentes em R é maior que a dos íons presentes em S .
- D) A condutância da solução em T é maior que em S porque os íons OH^- tem maior mobilidade iônica que os íons Cl^- .
- E) No ponto S , a solução apresenta neutralidade de cargas, no R , predominância de cargas positivas e, no T , de cargas negativas.

Resolução:

Toda solução é eletricamente neutra.

Alternativa E

Questão 05

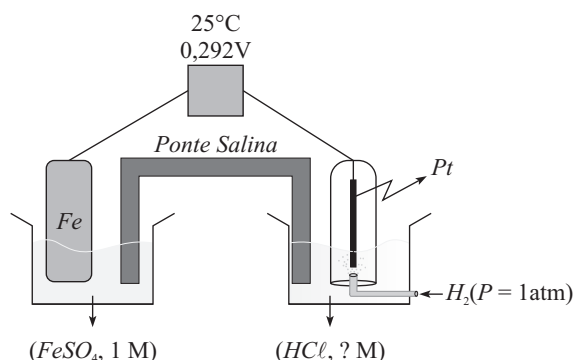
Uma barra de ferro e um fio de platina, conectados eletricamente a um voltímetro de alta impedância, são parcialmente imersos em uma mistura de soluções aquosas de $FeSO_4$ ($1,0 \text{ mol L}^{-1}$) e HCl isenta de oxigênio. Um fluxo de gás hidrogênio é mantido constante sobre a parte imersa da superfície da platina, com pressão nominal (P_{H_2}) de $1,0 \text{ atm}$, e a força eletromotriz medida a 25°C é igual a $0,292 \text{ V}$.

Considerando-se que ambos os metais são quimicamente puros e que a platina é o polo positivo do elemento galvânico formado, assinale a opção CORRETA que apresenta o valor calculado do pH desse meio aquoso.

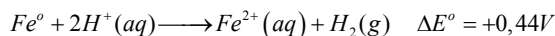
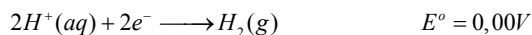
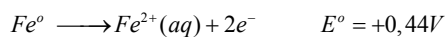
Dados: $E^\circ_{H^+(H_2)} = 0,000 \text{ V}$; $E^\circ_{Fe^{2+}(Fe)} = -0,440 \text{ V}$

- A) 0,75.
- B) 1,50.
- C) 1,75.
- D) 2,50.
- E) 3,25.

Resolução:



Cálculo do ΔE^0



Cálculo do $[H^+]$ pela equação de Nernst:

$$E = E^0 - \frac{0,059}{2} \log Q$$

$$0,292 = 0,44 - \frac{0,059}{2} \log Q \quad \therefore \log Q = 5, \text{ onde}$$

$$Q = \frac{[Fe^{2+}]}{[H^+]^2}$$

$$\log \frac{[Fe^{2+}]}{[H^+]^2} = 5 \Rightarrow \log \frac{1}{[H^+]^2} = 5 \Rightarrow \frac{1}{[H^+]^2} = 10^5$$

$$[H^+]^2 = 10^{-5} \Rightarrow [H^+] = (10^{-5})^{\frac{1}{2}}$$

Cálculo de pH

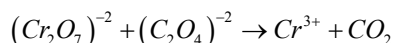
$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log (10^{-5})^{\frac{1}{2}} \Rightarrow pH = 2,5$$

Alternativa D

▶ **Questão 06**

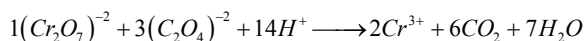
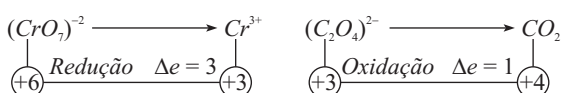
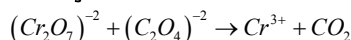
A seguinte reação não-balanceada e incompleta ocorre em meio ácido:



A soma dos coeficientes estequiométricos da reação completa e balanceada é igual a

- A) 11.
- B) 22.
- C) 33.
- D) 44.
- E) 55.

Resolução:



\sum coeficientes : 33

Alternativa C

▶ **Questão 07**

Considere os seguintes líquidos, todos a 25° C:

- I. $Cu(NO_3)_2(aq)$
- II. $CS_2(l)$
- III. $CH_3CO_2H(aq)$
- IV. $CH_3(CH_2)_{16}CH_2OH(l)$
- V. $HCl(aq)$
- VI. $C_6H_6(l)$

Assinale a opção que indica o(s) líquido(s) solúvel(eis) em tetracloreto de carbono.

- A) Apenas I, III e V
- B) Apenas II, IV e VI
- C) Apenas III
- D) Apenas IV
- E) Apenas V

Resolução:

Tetracloreto de carbono (CCl_4): líquido apolar vai dissolver substâncias apolares.


I. $Cu(NO_3)_2(aq)$: sistema **polar** – sal e água dissolvidos.

II. $CS_2(l)$ – ($S=C=S$) – dissulfeto de carbono, molécula **apolar**.

III. $CH_3CO_2H(aq)$ – sistema **polar**, formado por ácido acético $\left(CH_3-C \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array} \right)$ e água (H_2O).

IV. $CH_3(CH_2)_{16}CH_2OH(l)$ – álcool superior (+10 carbonos), octadecanol, molécula predominantemente **apolar** (mesmo contendo uma pequena parte polar).

V. $HCl(aq)$ – sistema **polar**, formado por um ácido em água (ambos polares).

VI. $C_6H_6(l)$ -  - benzeno líquido **apolar**.

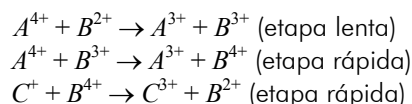
São solúveis em CCl_4 (apolar) os seguintes sistemas em caráter apolar acentuados:

II, IV, VI.

Alternativa B

▶ **Questão 08**

Considere o seguinte mecanismo de reação genérica:



Com relação a este mecanismo, assinale a opção ERRADA.

- A) A reação global é representada pela equação $C^+ + 2A^{4+} \rightarrow C^{3+} + 2A^{3+}$.
- B) B^{2+} é catalisador.
- C) B^{3+} e B^{4+} são intermediários da reação.
- D) A lei de velocidade é descrita pela equação $v = k[C^+][A^{4+}]$.
- E) A reação é de segunda ordem.

Resolução:

A lei da velocidade é dada pela etapa mais lenta do processo. Assim, $v = k \cdot [A^{4+}] \cdot [B^{2+}]$.

Alternativa D

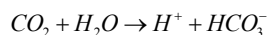
▶ **Questão 09**

A 25 °C e 1 atm, uma solução de água pura contendo algumas gotas de solução alcoólica de indicador ácido-base azul de bromotimol apresenta coloração azulada. Nestas condições, certa quantidade de uma substância no estado sólido é adicionada e a solução torna-se amarelada. Assinale a opção que apresenta a substância sólida adicionada.

- A) Iodo.
- B) Sacarose.
- C) Gelo seco.
- D) Nitrato de prata.
- E) Cloreto de sódio.

Resolução:

A dissolução do gelo seco ($CO_2(s)$) em água origina uma solução ácida, conferindo ao indicador a coloração amarelada.



Alternativa C

▶ **Questão 10**

Em cinco béqueres foram adicionados 50 mL de uma solução de referência, que consiste de uma solução aquosa saturada em cloreto de prata, contendo corpo de fundo, a 25 °C e 1 atm. A cada béquer, foram adicionados 50 mL de uma solução aquosa diluída diferente, dentre as seguintes:

- I. Solução de Cloreto de sódio a 25 °C.
- II. Solução de Glicose a 25 °C.
- III. Solução de Iodeto de sódio a 25 °C.
- IV. Solução de Nitrato de prata a 25 °C.
- V. Solução de Sacarose a 50 °C.

Considere que o corpo de fundo permanece em contato com as soluções após rápida homogeneização das misturas aquosas e que não ocorre formação de óxido de prata sólido. Nestas condições, assinale a opção que indica a(s) solução(ões), dentre as acima relacionadas, que altera(m) a constante de equilíbrio da solução de referência.

- A) Apenas I, III e IV.
- B) Apenas I e IV.
- C) Apenas II e V.
- D) Apenas III.
- E) Apenas V.

Resolução:

O único fator que altera a constante do equilíbrio proposto é a temperatura.

Alternativa E

▶ Questão 11

A 25 °C e 1 atm, uma amostra de 1,0 L de água pura foi saturada com oxigênio gasoso (O_2) e o sistema foi mantido em equilíbrio nessas condições. Admitindo-se comportamento ideal para o O_2 e sabendo-se que a constante da Lei de Henry para esse gás dissolvido em água é igual a $1,3 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$, nas condições do experimento, assinale a opção CORRETA que exprime o valor calculado do volume, em L, de O_2 solubilizado nessa amostra.

- A) $1,3 \times 10^{-3}$
- B) $2,6 \times 10^{-3}$
- C) $3,9 \times 10^{-3}$
- D) $1,6 \times 10^{-2}$
- E) $3,2 \times 10^{-2}$

Resolução:

Cálculo da solubilidade pela lei de Henry.

$$S = kp \Rightarrow S = 1,3 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Cálculo do volume de oxigênio

$$PV = nRT \Rightarrow 1 \times V = 1,3 \times 10^{-3} \times (0,082) \times (298)$$

$$V = 3,2 \times 10^{-2} \text{ L}$$

Alternativa E

▶ Questão 12

Um vaso de pressão com volume interno de 250 cm^3 contém gás nitrogênio (N_2) quimicamente puro, submetido à temperatura constante de 250 °C e pressão total de 2,0 atm. Assumindo que o N_2 se comporta como gás ideal, assinale a opção CORRETA que apresenta os respectivos valores numéricos do número de moléculas e da massa específica, em kg m^{-3} , desse gás quando exposto às condições de pressão e temperatura apresentadas.

- A) $3,7 \times 10^{21}$ e 1,1
- B) $4,2 \times 10^{21}$ e 1,4
- C) $5,9 \times 10^{21}$ e 1,4
- D) $7,2 \times 10^{21}$ e 1,3
- E) $8,7 \times 10^{21}$ e 1,3

Resolução:

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{2 \cdot 0,250}{0,0821 \cdot 523}$$

$$n = 1,164 \cdot 10^{-2} \text{ mol de } N_2$$

$$1 \text{ mol } N_2 \text{ _____ } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}$$

$$1,164 \cdot 10^{-2} \text{ mol } N_2 \text{ _____ } x$$

$$x = 7,0 \cdot 10^{21} \text{ moléculas } N_2$$

$$1 \text{ mol } N_2 \text{ _____ } 28,02 \text{ g}$$

$$1,164 \cdot 10^{-2} \text{ mol } N_2 \text{ _____ } m$$

$$m = 0,326 \text{ g } N_2$$

$$\rho_{N_2} = \frac{0,326 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{0,250 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}$$

$$\rho_{N_2} = 1,304 \text{ kg m}^{-3}$$

Alternativa D

▶ Questão 13

Um recipiente contendo gás hidrogênio (H_2) é mantido à temperatura constante de $0\text{ }^\circ\text{C}$. Assumindo que, nessa condição, o H_2 é um gás ideal e sabendo-se que a velocidade média das moléculas desse gás, nessa temperatura, é de $1,85 \times 10^3\text{ m s}^{-1}$, assinale a alternativa CORRETA que apresenta o valor calculado da energia cinética média, em J, de uma única molécula de H_2 .

- A) $3,1 \times 10^{-24}$
- B) $5,7 \times 10^{-24}$
- C) $3,1 \times 10^{-21}$
- D) $5,7 \times 10^{-21}$
- E) $2,8 \times 10^{-18}$

Resolução:

$$M_{H_2} = 2,02\text{ g/mol} \Rightarrow M_{H_2} = 2,02 \times 10^{-3}\text{ kg/mol}$$

$$2,02 \times 10^{-3}\text{ kg} \text{ ____ } 6,02 \times 10^{23}\text{ moléculas}$$
$$x \text{ ____ } 1\text{ molécula}$$
$$x = 3,35 \times 10^{-26}\text{ kg}$$

Cálculo da energia cinética

$$Ec = \frac{1}{2}mV^2$$

$$Ec = \frac{1}{2} \times 3,35 \times 10^{-26} (1,85 \times 10^3)^2$$

$$Ec = 5,7 \times 10^{-21}\text{ J}$$

Alternativa D

▶ Questão 14

Assinale a opção que apresenta a afirmação CORRETA sobre uma reação genérica de ordem zero em relação ao reagente X .

- A) A velocidade inicial de X é maior que sua velocidade média.
- B) A velocidade inicial de X varia com a concentração inicial de X .
- C) A velocidade de consumo de X permanece constante durante a reação.
- D) O gráfico do logaritmo natural de X versus o inverso do tempo é representado por uma reta.
- E) O gráfico da concentração de X versus tempo é representado por uma curva exponencial decrescente.

Resolução:

Como a ordem de X é zero, a velocidade da reação independe da sua concentração, sendo, portanto, constante.

Alternativa C

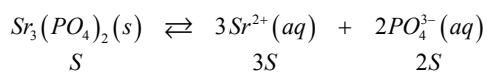
▶ Questão 15

Uma solução aquosa saturada em fosfato de estrôncio [$Sr_3(PO_4)_2$] está em equilíbrio químico à temperatura de $25\text{ }^\circ\text{C}$, e a concentração de equilíbrio do íon estrôncio, nesse sistema, é de $7,5 \times 10^{-7}\text{ mol L}^{-1}$.

Considerando-se que ambos os reagentes (água e sal inorgânico) são quimicamente puros, assinale a alternativa CORRETA com o valor do $pK_{PS(25^\circ\text{C})}$ do $Sr_3(PO_4)_2$.

Dado: K_{PS} = constante do produto de solubilidade.

- A) 7,0
- B) 13,0
- C) 25,0
- D) 31,0
- E) 35,0

Resolução:

$$[\text{Sr}^{2+}] = 3S$$

$$3S = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$$

$$S = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$$

Portanto, $[\text{PO}_4^{3-}] = 2S$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$$

$$K_{ps} = [\text{Sr}^{2+}]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]^2$$

$$K_{ps} = (7,5 \cdot 10^{-7})^3 \cdot (5,0 \cdot 10^{-7})^2$$

$$K_{ps} = 1,05 \cdot 10^{-31}$$

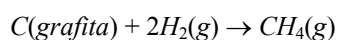
$$pK_{ps} = -\log K_{ps}$$

$$pK_{ps} = -\log 1,05 \cdot 10^{-31}$$

$$pK_{ps} = 31,0$$

Alternativa D**▶ Questão 16**

Sabe-se que a 25 °C as entalpias de combustão (em kJ mol⁻¹) de grafita, gás hidrogênio e gás metano são, respectivamente: -393,5; -285,9 e -890,5. Assinale a alternativa que apresenta o valor CORRETO da entalpia da seguinte reação:



A) -211,1 kJ mol⁻¹

B) -74,8 kJ mol⁻¹

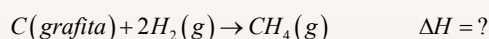
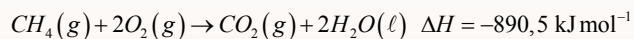
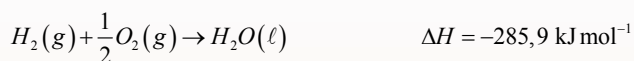
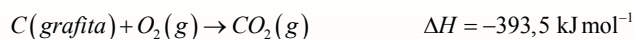
C) 74,8 kJ mol⁻¹

D) 136,3 kJ mol⁻¹

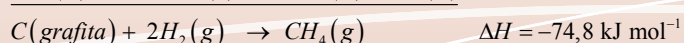
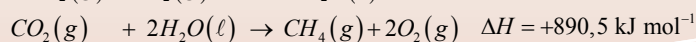
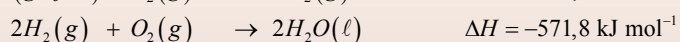
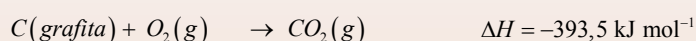
E) 211,1 kJ mol⁻¹

Resolução:

Representação das equações de combustão:



Aplicação das leis de Hess nas equações acima citadas:

**Alternativa B**

▶ Questão 17

Uma lâmpada incandescente comum consiste de um bulbo de vidro preenchido com um gás e de um filamento metálico que se aquece e emite luz quando percorrido por corrente elétrica.

Assinale a opção com a afirmação ERRADA a respeito de características que o filamento metálico deve apresentar para o funcionamento adequado da lâmpada.

- A) O filamento deve ser feito com um metal de elevado ponto de fusão.
- B) O filamento deve ser feito com um metal de elevada pressão de vapor.
- C) O filamento deve apresentar resistência à passagem de corrente elétrica.
- D) O filamento deve ser feito com um metal que não reaja com o gás contido no bulbo.
- E) O filamento deve ser feito com um metal dúctil para permitir a produção de fios finos.

Resolução:

O metal deve apresentar baixa pressão de vapor. Do contrário, haverá mudança de estado (sublimação), considerando que a incandescência produz temperaturas elevadas.

Alternativa B

▶ Questão 18

Em um processo de eletrodeposição de níquel, empregou-se um eletrodo ativo de níquel e um eletrodo ativo de níquel e um eletrodo de cobre, ambos parcialmente imersos em uma solução aquosa contendo sais de níquel (cloreto e sulfato) dissolvidos, sendo este eletrólito tamponado com ácido bórico. No decorrer do processo, conduzido à temperatura de 55 °C e pressão de 1atm, níquel metálico depositou-se sobre a superfície do eletrodo de cobre. Considere que as seguintes afirmações sejam feitas:

- I. Ocorre formação de gás cloro no eletrodo de cobre.
- II. A concentração de íons cobre aumenta na solução eletrolítica.
- III. Ocorre formação de hidrogênio gasoso no eletrodo de níquel.
- IV. O ácido bórico promove a precipitação de níquel na forma de produto insolúvel no meio aquoso.

Com relação ao processo de eletrodeposição acima descrito, assinale a opção CORRETA.

- A) Toda as afirmações são verdadeiras.
- B) Apenas a afirmação IV é verdadeira.
- C) Apenas a afirmação III é falsa.
- D) Apenas as afirmações II e IV são falsas.
- E) Todas as afirmações são falsas.

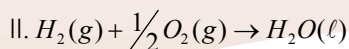
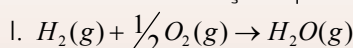
Resolução:

- I. Errado. No eletrodo de cobre ocorre reação de redução do níquel: $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni(s)$
- II. Errado. A concentração permanece constante, logo não há oxidação do cobre metálico.
- III. Errado. No eletrodo de níquel ocorre reação de oxidação do níquel (ânodo).
- IV. Errado. Se houvesse precipitação de níquel na forma de borato, não haveria deposição no eletrodo de cobre, e segundo o texto, há deposição de níquel no eletrodo de cobre. Outro fato, é que as concentrações de Ni^{2+} , Cl^- e SO_4^{2-} permanecem constantes.

Alternativa E

▶ Questão 19

Considere duas reações químicas, mantidas à temperatura e pressão ambientes, descritas pelas equações abaixo:



Assinale a opção que apresenta afirmação ERRADA sobre estas reações.

- A) As reações I e II são exotérmicas.
- B) Na reação I, o valor em módulo, da variação de energia entalpia é menor que o da variação da energia interna.
- C) O valor, em módulo, da variação de energia interna da reação I é menor que o da reação II.
- D) O valor, em módulo, da variação de entalpia da reação I é menor que o da reação II.
- E) A capacidade calorífica do produto da reação I é menor que a do produto da reação II.

Resolução:

Podemos relacionar variação de energia interna (ΔU) e variação de entalpia (ΔH):

$$\Delta H = \Delta U + \tau$$

Sendo $\tau = \Delta nRT$

Logo temos: $\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$

Para a reação I o $\Delta n = -0,5 \text{ mol}$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$$

$$\Delta H = \Delta U - 0,5RT$$

$$\Delta U = \Delta H + 0,5RT$$

Uma vez que a reação é exotérmica ($\Delta H < 0$) podemos dizer que $|\Delta U| < |\Delta H|$

Alternativa B**▶ Questão 20**

Considere o composto aromático do tipo C_6H_5Y , em que Y representa um grupo funcional ligado ao anel. Assinale a opção ERRADA com relação ao(s) produto(s) preferencialmente formado(s) durante a reação de nitração deste tipo de composto nas condições experimentais apropriadas.

- A) Se Y representar o grupo $-CH_3$, o produto formado será o *m*-nitrotolueno
- B) Se Y representar o grupo $-COOH$, o produto formado será o ácido *m*-nitro benzóico.
- C) Se Y representar o grupo $-NH_2$, os produtos formados serão *o*-nitroanilina e *p*-nitroanilina.
- D) Se Y representar o grupo $-NO_2$, o produto formado será 1,3-dinitrobenzeno.
- E) Se Y representar o grupo $-OH$, os produtos formados serão *o*-nitrofenol e *p*-nitrofenol.

Resolução:

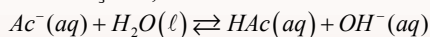
O grupo metil (CH_3) é orto-para dirigente, portanto, os produtos predominantes na mononitração do metilbenzeno são o orto-nitrometilbenzeno e para-nitrometilbenzeno

Alternativa A**▶ Questão 21**

Determine o valor aproximado do pH no ponto de equivalência, quando se titula 25,0 mL de ácido acético $0,1000 \text{ mol L}^{-1}$ com hidróxido de sódio $0,1000 \text{ mol L}^{-1}$. Sabe-se que $\log 2 = 0,3$ e $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$.

Resolução:

Para o ponto de equivalência, 25 mL de ácido acético $0,1000 \text{ mol L}^{-1}$ reagem com 25 mL de $NaOH$ $0,1000 \text{ mol L}^{-1}$, produzindo 50 mL de uma solução $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ de acetato de sódio. Este sofre hidrólise, gerando um meio básico.



$$K_h = \frac{[HAc] \cdot [OH^-]}{[Ac^-]} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = \frac{1}{18} \cdot 10^{-8}$$

Estimativa do α da hidrólise:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_h}{M}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-8}}{18 \cdot 0,05}} = \sqrt{\frac{20}{8}} \cdot 10^{-8} = 1,05 \cdot 10^{-4} \approx 10^{-4}$$

α é suficientemente pequeno para que esta aproximação possa ser usada.

$$[OH^-] = M \cdot \alpha$$

$$[OH^-] = 0,05 \cdot 10^{-4} \therefore [OH^-] = 5 \cdot 10^{-6}$$

$$pOH = 6 - \log 5 = 6 - 0,7 = 5,3$$

$$pH = 8 + \log 5 = 8 + 0,7 = 8,7 \therefore pH = 8,7$$

Questão 22

Proponha um método de obtenção de sulfato de cobre anidro a partir de uma reação de neutralização. Expresse as etapas para a sua obtenção por meio de equações químicas, indicando as condições necessárias para que cada etapa seja realizada.

Resolução:

Como o hidróxido de cobre II é insolúvel, a reação de obtenção de sulfato de cobre II anidro é realizada com ácido sulfúrico concentrado com óxido de cobre II.

Reagentes:



Procedimento:

i) Num copo coloca-se o ácido sulfúrico, aproximadamente uns 5 mL.

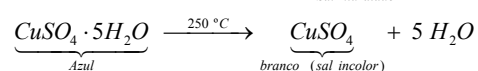
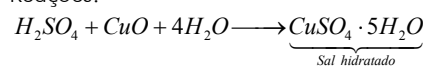
ii) Aquece-se um pouco a solução para facilitar a dissolução do CuO que será adicionado.

iii) Adicionam-se sucessivas (pequenas) porções de CuO ao H_2SO_4 . Comprova-se o consumo total de H_2SO_4 aquecendo-se o sistema por mais um tempo (~ 1 minuto). Ao fim do aquecimento deve persistir um depósito negro.

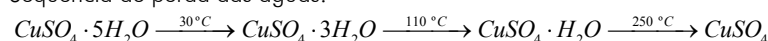
iv) Filtra-se. O filtrado é recolhido em cápsula de porcelana.

v) Aquece-se o líquido da cápsula até o desaparecimento completo da cor azul, característica do sal de cobre II hidratado. O $CuSO_4$ anidro produz cristais incolores.

Reações:



Sequência de perda das águas:

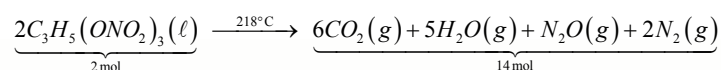


Questão 23

A nitroglicerina $C_3H_5(ONO_2)_3(l)$, é um óleo denso que detona se aquecido a $218^\circ C$ ou quando é submetido a um choque mecânico. Escreva a equação que representa a reação química do processo, sabendo que a reação de decomposição é completa, e explique porque a molécula é explosiva.

Resolução:

Equação:



A nitroglicerina é um material rico em oxigênio (comburente). Assim, ao ser submetida ao aquecimento ou impacto é capaz de promover a autocombustão produzindo substâncias gasosas: para cada 2 mol de nitroglicerina são produzidos 14 mol de substâncias gasosas, caracterizando o poder explosivo, expansão de uma onda de choque.

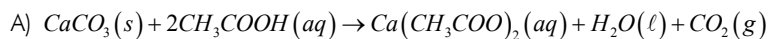
Questão 24

Foram realizadas duas experiências com dois ovos de galinha. Inicialmente, ambos foram imersos em vinagre até a dissolução total da casca, que pode ser considerada constituída prioritariamente por carbonato de cálcio. Os ovos envoltos apenas em suas membranas foram cuidadosamente retirados do vinagre e deixados secar por um breve período. A seguir um ovo foi imerso em água pura e, o outro, numa solução saturada de sacarose, sendo ambos assim mantidos até se observar variação volumétrica de cada ovo.

A) Escreva a equação química balanceada que descreve a reação de dissolução da casca de ovo.

B) O volume dos ovos imersos nos líquidos deve aumentar ou diminuir? Explique sucintamente por que estas variações volumétricas ocorrem.

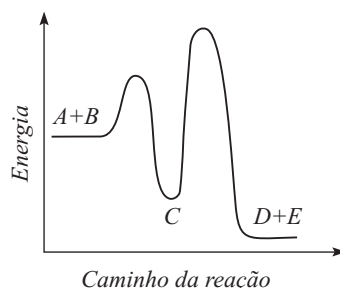
Resolução:



B) Os dois ovos sofrerão variação de volume devido a ocorrência da osmose. O imerso em água sofrerá aumento de volume pelo fato da água ser hipotônica em relação ao ovo. Já o imerso em solução saturada de sacarose reduzirá de volume, pois a solução é hipertônica em relação ao ovo.

Questão 25

Considere a curva de variação da energia potencial das espécies A , B , C , D e E , envolvidas em uma reação química genérica, em função do caminho da reação, apresentada na figura ao lado. Suponha que a reação tenha sido acompanhada experimentalmente, medindo-se as concentrações de A , B e C em função do tempo.



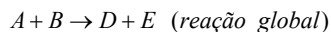
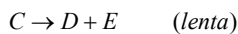
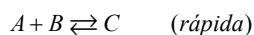
A) Proponha um mecanismo de reação para o processo descrito na figura, indicando a reação global.

B) Indique a etapa lenta do processo e escreva a lei de velocidade da reação.

C) Baseado na sua resposta ao item B) e conhecendo as concentrações de A , B e C em função do tempo, explique como determinar a constante de velocidade desta reação.

Resolução:

a) De acordo com o observado no gráfico pode-se propor o seguinte mecanismo para o processo:



b) A 2ª etapa do processo é a mais lenta por ter maior energia de ativação. Assim sendo, a expressão da velocidade é dada por $v = k[C]$

c) De acordo com o mecanismo proposto no item A) pode-se chegar as seguintes equações:

$$K_1 = \frac{[C]}{[A] \cdot [B]} \Rightarrow [C] = K_1[A] \cdot [B] \quad (1)$$

$$V = K_2[C] \quad (2)$$

Substituindo (1) em (2), tem-se:

$$V = K_2(K_1 \cdot [A] \cdot [B])$$

$$V = K_n[A] \cdot [B], \text{ sendo}$$

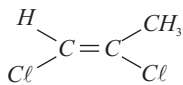
$$K_n = K_1 \cdot K_2$$

Realizando experimentos e conhecendo-se as concentrações de A e B , pode-se determinar a velocidade inicial de cada experimento. Posteriormente, calcula-se o valor da constante da velocidade.

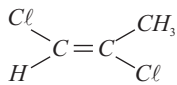
Questão 26

Dada a fórmula molecular $C_3H_4Cl_2$, apresente as fórmulas estruturais dos compostos de cadeia aberta que apresentam isomeria geométrica e dê seus respectivos nomes.

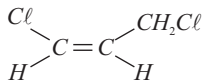
Resolução:



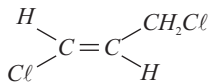
cis-1,2-dicloroprop-1-eno



trans-1,2-dicloroprop-1-eno



cis-1,3-dicloroprop-1-eno



trans-1,3-dicloroprop-1-eno

Questão 27

Considere que certa solução aquosa preparada recentemente contém nitratos dos seguintes cátions:

Pb^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} e Ag^+ .

Descreva um procedimento experimental para separar esses íons, supondo que você dispõe de placas polidas dos seguintes metais puros: zinco, cobre, ferro, prata, chumbo e ouro e os instrumentos de vidro adequados. Descreva cada etapa experimental e apresente todas as equações químicas balanceadas.

Dados:

$$E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0,76V$$

$$E^\circ_{Fe^{2+}/Fe} = -0,44V$$

$$E^\circ_{Pb^{2+}/Pb} = -0,13V$$

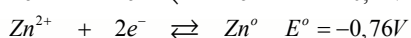
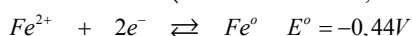
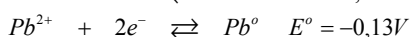
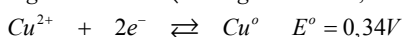
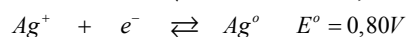
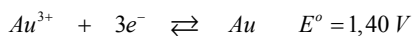
$$E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = 0,34V$$

$$E^\circ_{Ag^+/Ag} = 0,88V$$

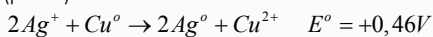
$$E^\circ_{Au^{3+}/Au} = 1,40V$$

Resolução:

1) Colocando em ordem decrescente:



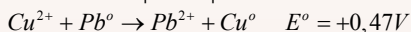
2) Colocar a placa polida de cobre na solução. Apenas o cátion Ag^+ reagirá com Cu^0 (placa).



Filtra-se.

O filtrado agora contém os cátions Cu^{2+} , Pb^{2+} e Fe^{2+} .

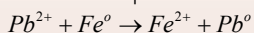
3) Coloca-se a placa polida de chumbo (Pb^0). Apenas o cátion cobre reagirá com Pb^0 .



Filtra-se.

O filtrado agora contém os cátions Pb^{2+} e Fe^{2+} .

4) Coloca-se a placa de Fe^0 . Apenas o cátion Pb^{2+} irá reagir.



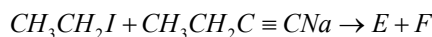
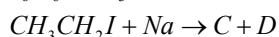
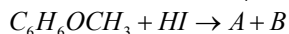
Filtra-se.

O filtrado apresenta apenas Fe^{2+} .

Assim em cada etapa foi separado um cátion que se prendem à placa metálica.

Questão 28

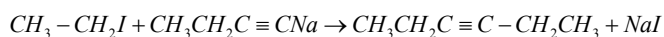
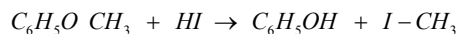
Considere que as reações químicas representadas pelas equações não balanceadas abaixo ocorram em condições experimentais apropriadas e que as espécies A , B , C , D , E e F representam os produtos destas reações.



Apresente as equações químicas balanceadas e os respectivos produtos.

Resolução:

Acreditamos que a fórmula correta na primeira equação, seja: $C_6H_5OCH_3$



Considere que: $A = C_6H_5OH$; $B = CH_3I$; $C = CH_3CH_2CH_2CH_3$; D e $F = NaI$; $E = CH_3CH_2C \equiv C-CH_2CH_3$

Questão 29

Uma chapa metálica de cobre recoberta com uma camada passiva de óxido de cobre (II) é imersa em um recipiente de vidro contendo água destilada acidificada (pH = 4) e gás oxigênio (O_2) dissolvido, sendo a temperatura e a pressão deste sistema iguais a $25^\circ C$ e 1 atm , respectivamente. Admitindo-se que a concentração inicial de equilíbrio dos íons de cobre (II) na solução aquosa é de $10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$ e, considerando que, nessas condições, a camada de óxido que envolve o metal pode ser dissolvida:

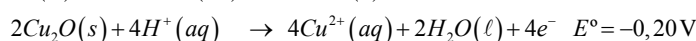
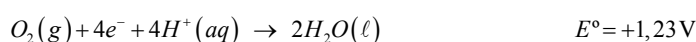
A) Escreva a equação química balanceada da reação que representa o processo de corrosão do $Cu_2O(s)$ no referido meio líquido com o $O_2(g)$ dissolvido.

B) Determine o valor numérico da pressão de oxigênio, expresso em atm, a partir do qual o $Cu_2O(s)$ apresenta tendência termodinâmica de sofrer corrosão espontânea no meio descrito acima.

Dados: $E^\circ_{Cu^{2+}/Cu_2O} = 0,20 \text{ V}$; $E^\circ_{O_2/H_2O} = 1,23 \text{ V}$

Resolução:

As semi-equações são:



A reação global:



Para esta reação, $K = \frac{[Cu^{2+}]^4}{[H^+]^8 \cdot pO_2}$

Na situação de equilíbrio, a equação de Nernst torna-se:

$$E = E^\circ - \frac{0,0592}{4} \cdot \log K$$

$$0 = 1,03 - \frac{0,0592}{4} \cdot \log K$$

$$\log K = \frac{4 \cdot 1,03}{0,0592} = 69,59$$

$$K = 10^{69,59}$$

$$K = \frac{(10^{-6})^4}{[10^{-4}]^8 \cdot pO_2} \Rightarrow pO_2 = \frac{10^8}{10^{69,59}} = 10^{-61,59}$$

Esta é uma pressão tão baixa que, na prática, a reação é espontânea para qualquer pressão de O_2 .

Questão 30

Cobre metálico exposto à atmosfera ambiente úmida sofre corrosão, com formação de cuprita (Cu_2O) sobre a sua superfície. Este fato é comprovado em laboratório com a aplicação de corrente elétrica, proveniente de um gerador de corrente contínua, em um eletrodo de cobre (isento de óxido) imerso numa solução aquosa neutra de cloreto de potássio ($pH = 7$) contendo oxigênio gasoso (O_2) dissolvido. Considere que esse procedimento é realizado nas seguintes condições:

I. Eletrodos metálicos empregados: catodo de platina e anodo de cobre.

II. Área imersa do anodo: $350,0\text{ cm}^2$.

III. Densidade de corrente aplicada: $10,0\ \mu\text{ A cm}^{-2}$.

IV. Tempo de eletrólise: 50 s .

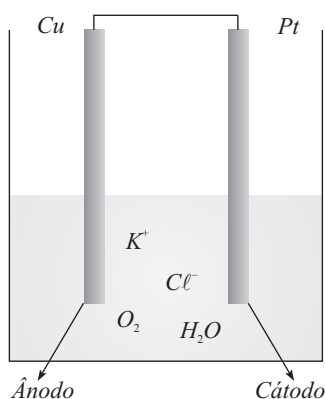
Baseado no procedimento experimental acima descrito:

A) Escreva as equações químicas balanceadas que representam as reações envolvidas na formação da cuprita sobre cobre metálico.

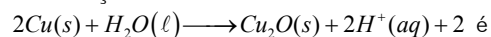
B) Calcule o valor numérico da massa de cuprita, expressa em g, formada sobre a superfície do anodo.

C) Sabendo que a massa específica média da cuprita é igual a $6,0\text{ g cm}^{-3}$, calcule o valor numérico da espessura média, expressa em $\mu\text{ m}$, desse óxido formado durante a eletrólise.

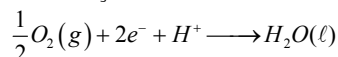
Resolução:



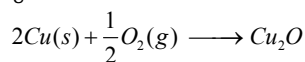
a) Semi-reação anódica



Semi-reação catódica



b) Reação global:



$$2\text{ mol } e^- \quad \text{-----} \quad 1\text{ mol } Cu_2O$$

$$2 \cdot 96500\text{ C} \quad \text{-----} \quad 143,10\text{ g}$$

$$350 \cdot 10^{-6} \cdot 50\text{ C} \quad \text{-----} \quad m$$

$$m = 1,30 \cdot 10^{-4}\text{ g}$$

c) $d = \frac{m}{v} \Rightarrow V = \frac{m}{\alpha}$

$$V = \frac{1,30 \cdot 10^{-5}}{6,0} = 2,16 \cdot 10^{-5}\text{ cm}^3$$

Espessura

$$(e) = \frac{V}{A}$$

$$e = \frac{2,16 \cdot 10^{-5}\text{ cm}^3}{350\text{ cm}^2} = 6,18 \cdot 10^{-8}\text{ cm} = 6,18 \cdot 10^{-10}\text{ m}$$

$$e = 6,18 \cdot 10^{-4}\ \mu\text{ m}$$

Professores

Adair Oliveira
Dalton Franco
João Neto
Francisco Thé
Nelson Santos

Digitação e Diagramação

Érika Rezende
Leandro Bessa
Márcia Santana
Valdivina Pinheiro

Ilustrações

Arthur Vitorino
Lucas de Paula

Projeto Gráfico

Mariana Fiusa
Vinícius Eduardo

Supervisão Editorial

José Diogo
Valdivina Pinheiro

Copyright©Olimpo2009

***As escolhas que você fez nessa prova,
assim como outras escolhas na vida,
dependem de conhecimentos, competências
e habilidades específicos.
Esteja preparado.***

www.cursoolimpo.com.br

