



CONSTANTES

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

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = $101325 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ = 760 Torr

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

$1 \text{ pm} = 1 \times 10^{-12} \text{ m}$;

$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

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

Massas Molares		
Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
H	1	1,01
B	5	10,81
C	6	12,01
N	7	14,01
O	8	16,00
F	9	19,00
Na	11	22,99
Mg	12	24,31
Al	13	26,98
P	15	30,97
S	16	32,07
Cl	17	35,45
Ar	18	39,95
K	19	39,10

Massas Molares		
Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
Ti	22	47,87
Cr	24	52,00
Ni	28	58,69
Cu	29	63,55
Zn	30	65,38
As	33	74,92
Se	34	78,96
Ag	47	107,90
Sn	50	118,70
Te	52	127,60
I	53	126,90
Xe	54	131,30
Au	79	197,00
U	92	238,00

▶ Questão 01

Metanol (CH_3OH) e água deuterada (D_2O) são misturados numa razão volumétrica de 7:3, respectivamente, nas condições ambientes. A respeito dessa mistura, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Imediatamente após a mistura das duas substâncias é observada uma fase única.
- II. Após o equilíbrio, observa-se uma fase única que contém as seguintes substâncias: CH_3OH , D_2O , CH_3OD e HOD .
- III. Se for adicionado um cubo de $\text{D}_2\text{O}(s)$ à mistura, este flutuará na superfície da mistura líquida.

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

- A) Apenas I
- B) Apenas I e II
- C) Apenas II
- D) Apenas III
- E) Todas

Resolução:

- I. (Verdadeiro) Tanto água deuterada quanto metanol são substâncias polares. Nas condições ambientes são líquidos miscíveis entre si.
- II. (Verdadeiro) Após a mistura dos dois líquidos poderá ocorrer o equilíbrio:

$$\text{CH}_3\text{OH} + \text{D}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OD} + \text{HOD}$$
- III. (Falso) A água deuterada no estado sólido será mais densa que a mistura metanol e água deuterada na proporção dada.

Obs.: Na afirmação I, o termo "imediatamente" pode ter sido utilizado para sugerir que no momento da mistura o sistema será heterogêneo, o que tornaria o item falso. Na nossa visão deve-se considerar o sistema homogêneo, fato que será observado alguns instantes após a mistura.

Alternativa B

▶ Questão 02

Considere os seguintes compostos:

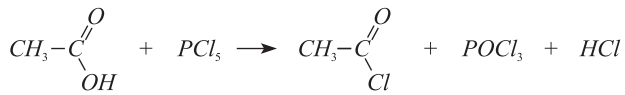
- I. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- II. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$
- III. HCl
- IV. H_3PO_4
- V. POCl_3

Assinale a opção que contém os produtos que podem ser formados pela reação de ácido acético com pentacloreto de fósforo.

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

Resolução:

A reação que ocorre é:



Alternativa E

▶ Questão 03

Nas condições ambientes são feitas as seguintes afirmações sobre o ácido tartárico:

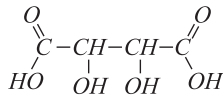
- I. É um sólido cristalino.
- II. É solúvel em tetracloreto de carbono.
- III. É um ácido monoprótico quando em solução aquosa.
- IV. Combina-se com íons metálicos quando em solução aquosa.

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

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

Resolução:

- I. (Verdadeiro) O ponto de fusão do ácido tartárico é superior à temperatura ambiente ($\cong 175^\circ\text{C}$ para o isômero *D* ou *L*)
- II. (Falso) O ácido tartárico é muito polar e portanto, praticamente insolúvel em CCl_4 .
- III. (Falso) O ácido tartárico é diprótico:



- IV. (Verdadeiro) O ácido tartárico pode se combinar com cátions metálicos formando sais.

Alternativa B

▶ Questão 04

Considere que 1 mol de uma substância sólida está em equilíbrio com seu respectivo líquido na temperatura de fusão de -183°C e a 1 atm. Sabendo que a variação de entalpia de fusão dessa substância é $6,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, assinale a opção que apresenta a variação de entropia, em $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- A) -20
- B) -33
- C) +50
- D) +67
- E) +100

Resolução:

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{\Delta H_{\text{fusão}}}{T}$$

$$\Delta S = \frac{6000}{90}$$

$$\Delta S \cong 67 \frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}$$

Alternativa D

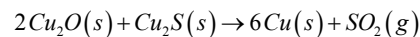
▶ Questão 05

Assinale a opção que contém o(s) produto(s) formado(s) durante o aquecimento de uma mistura de Cu_2O e Cu_2S , em atmosfera inerte.

- A) $CuSO_4$
- B) Cu_2SO_3
- C) Cu e SO_2
- D) Cu e SO_3
- E) CuO e CuS

Resolução:

Ocorrerá a seguinte reação de oxirredução:



Alternativa C

▶ Questão 06

Assinale a opção que contém o momento angular do elétron na 5ª órbita do átomo de hidrogênio, segundo o modelo atômico de Bohr.

- A) $h/2\pi$
- B) h/π
- C) $2,5h/2\pi$
- D) $2,5h/\pi$
- E) $5h/\pi$

Resolução:

$$W = \frac{n \cdot h}{2 \cdot \pi} \quad \therefore \quad W = \frac{5 \cdot h}{2 \cdot \pi}$$

$$W = \frac{2,5h}{\pi}$$

Alternativa D

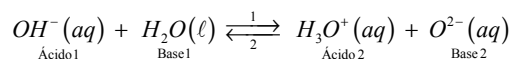
▶ Questão 07

Assinale a opção que contém a base conjugada de OH^- .

- A) O^{2-}
- B) O^-
- C) O_2^-
- D) H_2O
- E) H^+

Resolução:

Quando o íon hidróxido atua como um ácido de Brønsted-Lorry ocorre o seguinte equilíbrio:



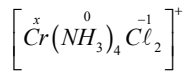
Alternativa A

▶ Questão 08

Assinale a opção que contém o número de oxidação do crômio no composto $[Cr(NH_3)_4Cl_2]^+$.

- A) Zero
- B) +1
- C) +2
- D) +3
- E) +4

Resolução:



$$x + 4 \cdot 0 + 2 \cdot (-1) = +1$$

$$\therefore x = +3$$

Alternativa D

▶ Questão 09

Assinale a opção que apresenta o elemento químico com o número CORRETO de nêutrons.

- A) ${}^{19}_9F$ tem zero nêutrons.
- B) ${}^{24}_{12}Mg$ tem 24 nêutrons.
- C) ${}^{197}_{79}Au$ tem 79 nêutrons.
- D) ${}^{75}_{33}As$ tem 108 nêutrons.
- E) ${}^{238}_{92}U$ tem 146 nêutrons.

Resolução:

Como $N = A - Z$, teremos:

${}^{19}_9F$ possui 10 nêutrons; ${}^{24}_{12}Mg$ possui 12 nêutrons

${}^{197}_{79}Au$ possui 118 nêutrons; ${}^{75}_{33}As$ possui 42 nêutrons

e ${}^{238}_{92}U$ possui 146 nêutrons

Alternativa E

▶ Questão 10

A pressão de vapor de uma solução ideal contendo um soluto não-volátil dissolvido é diretamente proporcional à

- A) fração molar do soluto.
- B) fração molar do solvente.
- C) pressão osmótica do soluto.
- D) molaridade, em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, do solvente.
- E) molalidade, em $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, do solvente.

Resolução:

A pressão de vapor da solução, pela lei de Raoult, pode ser calculada pela expressão:

$$P = x_2 \cdot P^0$$

P ... pressão de vapor da solução.

x_2 ... fração molar do solvente.

P^0 ... pressão de vapor do solvente puro.

Alternativa B

▶ Questão 11

Considere um mol de um gás que se comporta idealmente, contido em um cilindro indeformável provido de pistão de massa desprezível, que se move sem atrito. Com relação a este sistema, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Se o gás for resfriado contra pressão externa constante, o sistema contrai-se.
- II. Se pressão for exercida sobre o pistão, a velocidade média das moléculas do gás aumenta.
- III. Se o sistema for aquecido a volume constante, a velocidade média das moléculas aumenta, independentemente da natureza do gás.
- IV. A velocidade média das moléculas será maior se o gás for o xenônio e menor se for o argônio.

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

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

Resolução:

I. Verdadeiro. De acordo com Cladeyron, temos

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$\frac{\downarrow V}{\downarrow T} = \left(\frac{nR}{P} \right) \text{ constante}$$

II. Falso. Pois o volume sendo reduzido, a pressão no sistema sofre um aumento deixando a temperatura constante, assim a velocidade média não é alterada.

III. Verdadeiro. Pois o aumento da temperatura aumenta a energia cinética das moléculas.

IV. Falso. A velocidade média das moléculas pode ser dada por:

$$V = k \cdot \frac{1}{\sqrt{M_M}}$$

Isso mostra que a velocidade será menor para um gás que apresenta uma massa molar mais elevada, portanto, $V_{(\text{argônio})} > V_{(\text{xenônio})}$; pois

$$M_{M(\text{argônio})} < M_{M(\text{xenônio})}.$$

Alternativa D**Questão 12**

Considere três cubos maciços de 2 cm de aresta, constituídos, respectivamente, de *Cr*, *Ni* e *Ti* puros. Os três cubos são aquecidos até 80 °C e cada cubo é introduzido em um béquer contendo 50 g de água a 10 °C. Com base nas informações constantes da tabela abaixo, assinale a opção que apresenta a relação CORRETA entre as temperaturas dos cubos, quando o conteúdo de cada béquer atingir o equilíbrio térmico.

Substância	Massa específica (g · cm ⁻³)	Calor específico (J · g ⁻¹ · K ⁻¹)
<i>H₂O</i>	1,00	4,18
<i>Ti</i>	4,54	0,52
<i>Cr</i>	7,18	0,45
<i>Ni</i>	8,90	0,44

A) $T_{Cr} > T_{Ni} > T_{Ti}$.

B) $T_{Ni} = T_{Ti} > T_{Cr}$.

C) $T_{Ni} > T_{Cr} > T_{Ti}$.

D) $T_{Ti} > T_{Cr} > T_{Ni}$.

E) $T_{Ti} > T_{Cr} = T_{Ni}$.

Resolução:

Volume dos cubos: $V = a^3$
 $V = 8 \text{ cm}^3$

Massa dos cubos:

$$Ti = 4,54 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 8 \text{ cm}^3 = 36,32 \text{ g}.$$

$$Cr = 7,18 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 8 \text{ cm}^3 = 57,44 \text{ g}.$$

$$Ni = 8,90 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 8 \text{ cm}^3 = 71,20 \text{ g}$$

Capacidade térmica dos cubos:

$$Ti = 36,32 \text{ g} \times 0,52 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 18,89 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}.$$

$$Cr = 57,44 \text{ g} \times 0,45 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 25,85 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}.$$

$$Ni = 71,20 \text{ g} \times 0,44 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 31,33 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}.$$

Como o cubo de maior capacidade térmica sofre menor variação de temperatura, teremos:

$$T_{Ni} > T_{Cr} > T_{Ti}$$

Alternativa C

▶ Questão 13

Considere a reação química genérica $A \rightarrow B + C$. A concentração do reagente $[A]$ foi acompanhada ao longo do tempo, conforme apresentada na tabela que também registra os logaritmos neperianos (\ln) desses valores e os respectivos recíprocos ($1/[A]$).

t (s)	$[A]$ (mol·L ⁻¹)	$\ln[A]$	$1/[A]$ (L·mol ⁻¹)
0	0,90	-0,11	1,11
100	0,63	-0,46	1,59
200	0,43	-0,84	2,33
300	0,30	-1,20	3,33
400	0,21	-1,56	4,76
500	0,14	-1,97	7,14
600	0,10	-2,30	10,00

Assinale a opção que contém a constante de velocidade CORRETA desta reação.

- A) $4 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$
 B) $4 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 C) $4 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 D) $4 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$
 E) $4 \times 10^3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

Resolução:

Testando para reação de segunda ordem:

$$\frac{1}{[A]_f} = \frac{1}{[A]_0} + kt$$

Para o intervalo 0 a 300.

$$3,33 = 1,11 + k \cdot 300$$

$$k = \frac{2,22}{300} = 7,40 \cdot 10^{-3}$$

Para o intervalo 0 a 600.

$$10 = 1,11 + k \cdot 600$$

$$k = \frac{8,89}{600} = 1,48 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$$

A discrepância dos valores encontrados mostra que a reação não é de segunda ordem.

Testando para reação de 1º ordem: $[A]_f = [A]_0 \cdot e^{-kt} \cdot \text{s}^{-1}$.

Para o intervalo 0 a 300.

$$0,30 = 0,90 \cdot e^{-kt}$$

$$-0,11 + 1,20 = 300k$$

$$k = 3,63 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Para o intervalo 0 a 600.

$$0,10 = 0,90 \cdot e^{-kt}$$

$$-0,11 + 2,30 = 600k$$

$$k = 3,65 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

A concordância dos valores mostra que a reação é de primeira ordem.

Colocando a resposta com apenas um algarismo significativo $k = 4 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

Alternativa A

▶ **Questão 14**

São feitas as seguintes comparações de valores de pK_a de compostos orgânicos:

- I. $pK_a(CH_3COOH) > pK_a(ClCH_2COOH)$
- II. $pK_a(F_3CCOOH) > pK_a(Cl_3CCOOH)$
- III. $pK_a(CH_3CH_2CHClCOOH) > pK_a(CH_3CHClCH_2COOH)$

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

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

Resolução:

- I. Quanto maior a constante Ácida (K_a) menor o cologaritmo da constante (pK_a): Logo.



O cloro realiza efeito indutivo negativo, aumentando a força do Ácido ($\uparrow K_a$ e $\downarrow pK_a$).

$$pK_a(H_3CCOOH) > pK_a(ClCH_2COOH).$$

Correto

II.



Quanto maior a eletronegatividade do substituinte maior o efeito indutivo negativo, aumentando a força do Ácido.

$$pK_a(F_3CCOOH) < pK_a(Cl_3CCOOH).$$

Falso

III.



O efeito indutivo depende da distância do substituinte: Quanto mais próximo do grupo emboxílico maior o efeito indutivo negativo e portanto maior a força do ácido.

$$pK_a(H_3CCH_2CHClCOOH) < pK_a(H_3CHClCH_2COOH)$$

Falso

Alternativa A

▶ **Questão 15**

São feitas as seguintes afirmações sobre o que Joule demonstrou em seus experimentos do século XIX:

- I. A relação entre calor e trabalho é fixa.
- II. Existe um equivalente mecânico do calor.
- III. O calor pode ser medido.

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

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

Resolução:

Através do experimento da queda de um corpo ligado por um fio a um sistema de pás no interior de um recipiente com água, Joule verificou que existe uma relação fixa entre o trabalho realizado na queda do corpo e a energia fornecida à água pelo movimento das pás, estabelecendo assim uma equivalência entre a energia mecânica e o calor. Este experimento foi exaustivamente repetido, inclusive com outros líquidos além da água.

Chegou-se então ao equivalente mecânico do calor:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Na época, a definição de Caloria era "a energia necessária para elevar a temperatura de 1g de água de 14,5 °C para 15,5 °C". Todos os itens estão corretos.

Alternativa B**▶ Questão 16**

Joseph Black (1728-1799), médico, químico e físico escocês, conceituou o calor específico. Esta conceituação teve importantes aplicações práticas, dentre elas a máquina a vapor, desenvolvida pelo engenheiro escocês James Watt (1736-1819). Que componente do motor a vapor desenvolvido por Watt revolucionou seu uso e aplicação?

- A) Boiler ou fervedor
- B) Bomba de recalque
- C) Caldeira
- D) Condensador
- E) Turbina a vapor

Resolução:

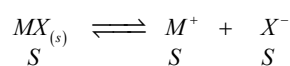
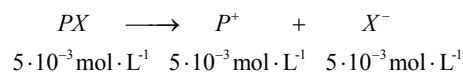
James Watt elaborou, em 1765, uma máquina com um condensador que minimizava as perdas de calor. Além de apresentar outras finalidades com propulsão de moinhos tornos, substituindo o movimento de sobe e desce pelo de rotação.

Alternativa D**▶ Questão 17**

Assinale a opção que contém a concentração (em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) de um íon genérico M^+ , quando se adiciona um composto iônico MX sólido até a saturação a uma solução aquosa $5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ em PX .

Dado $K_{ps}(MX) = 5 \times 10^{-12}$.

- A) $2,3 \times 10^{-6}$
- B) $1,0 \times 10^{-7}$
- C) $2,3 \times 10^{-8}$
- D) $1,0 \times 10^{-9}$
- E) $1,0 \times 10^{-10}$

Resolução:

Devido o efeito do íon comum a $[X^-] = S + 5 \cdot 10^{-3}$ tende a $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$. Logo:

$$K_{ps}(MX) = [M^+][X^-]$$

$$5 \cdot 10^{-12} = [M^+] \cdot 5 \cdot 10^{-3}$$

$$[M^+] = 1,0 \cdot 10^{-9} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Alternativa D

Questão 18

Considere os seguintes compostos:

- I. álcoois
- II. aldeídos
- III. carbono particulado (negro de fumo)
- IV. cetonas

Dos componentes acima, é (são) produto(s) da combustão incompleta do n-octano com ar atmosférico apenas

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

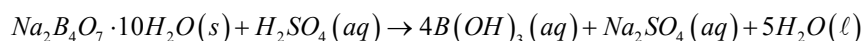
Resolução:

Combustão incompleta do n-octano com ar atmosférico pode levar a formação de aldeídos, carbono particulados, ácidos carboxílicos e monóxido de carbono.

Alternativa C

Questão 19

Considere a reação do tetraborato de sódio:



Em relação ao produto da reação $B(OH)_3$ são feitas as seguintes afirmações:

- I. $B(OH)_3$ é um ácido de Brønsted - Lorry.
- II. $B(OH)_3$ é uma base de Arrhenius.
- III. O produto da primeira ionização do $B(OH)_3(aq)$ é o $BO(OH)_2^-(aq)$.

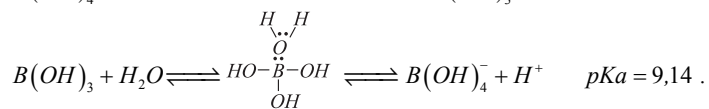
Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

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

Resolução:

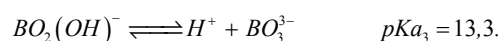
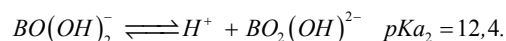
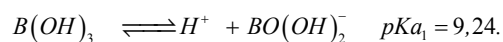
O assunto é controverso. Usando espectroscopia, em soluções fortemente básicas, encontra-se o ânion

$B(OH)_4^-$ o que levaria a ser a acidez do $B(OH)_3$ (ácido bórico), explicável pela Teoria de Lewis:



Onde $B(OH)_3$ é ácido de Lewis, e a água é base Lewis. Sob esse ponto de vista a questão não admite resposta (todas as afirmações estariam erradas)

Outros autores colocam o $B(OH)_3$ como triácido (Brønsted - Lowry). Com as seguintes ionizações:



Assim, I e III correta.

Alternativa B

▶ Questão 20

Considere uma célula a combustível alcalina (hidrogênio-oxigênio) sobre a qual são feitas as seguintes afirmações:

- I. Sob condição de consumo de carga elétrica, a voltagem efetiva de serviço desse dispositivo eletroquímico é menor que a força eletromotriz da célula.
- II. O combustível (hidrogênio gasoso) é injetado no compartimento do ânodo e um fluxo de oxigênio gasoso alimenta o cátodo dessa célula eletroquímica.
- III. Sendo o potencial padrão dessa célula galvânica igual a $1,229V_{EPH}$ (volt na escala padrão do hidrogênio), a variação de energia livre de Gibbs padrão (ΔG°) da reação global do sistema redox atuante é igual a $-237,2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

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

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

Resolução:

- I. Verdadeiro, pois a célula não é ideal. E, portanto, haverá dissipação de energia.
- II. Verdadeiro
Cátodo: $O_{2(g)} + 4e^- + 2H_2O(l) \rightarrow 4OH^-(aq)$.
Ânodo: $2H_{2(g)} + 4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(l) + 4e^-$.
- III. Verdadeiro. A energia livre de Gibbs pode ser calculada a partir do potencial padrão de acordo com a equação abaixo:
 $\Delta G^\circ = -nF\Delta E^\circ$
Onde:
 $n = n^\circ$ de mol de elétrons. Neste caso, n será igual a dois (2), pois a energia solicitada é para 1,0 mol de combustível (H_2)
 $\Delta G^\circ = -2 \times 96500 \times 1,229 \text{ J/mol} = -2,37 \times 10^5 \text{ J/mol} = -237,20 \text{ kJ/mol}$

Alternativa B

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

O dióxido de potássio tem várias aplicações, entre as quais, a

- (a) produção de peróxido de hidrogênio (g) na presença de água.
- (b) conversão de dióxido de carbono (g) para oxigênio (g).
- (c) absorção de dióxido de carbono (g) na presença de H_2O com formação de oxigênio (g).

Apresente as equações químicas balanceadas que representam as reações descritas nos itens acima.

Resolução:

- A) $2KO_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq) + H_2O_2(l) + O_2(g)$
- B) $2KO_2(s) + CO_2(g) \rightarrow K_2CO_3(s) + \frac{3}{2}O_2(g)$
- C) $2KO_2(s) + CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow K_2CO_3(aq) + H_2O_2(l) + O_2(g)$

▶ Questão 22

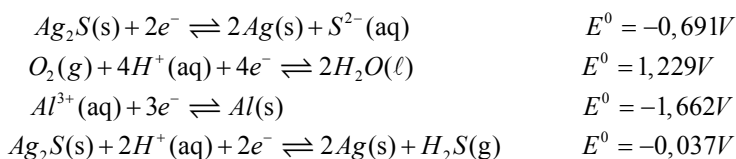
São descritos dois experimentos:

- I. Ovo cozido em água fervente teve sua casca quebrada, de modo que parte de sua clara permaneceu em contato com esta água, na qual a seguir foi também imerso um objeto polido de prata. Após um certo período de tempo, observou-se o escurecimento desse objeto, que foi retirado da água e lavado.
- II. Em um béquer, foi aquecida água até a fervura e adicionada uma colher das de sopa de cloreto de sódio. A seguir, esta solução foi transferida para um béquer revestido com papel alumínio. O objeto de prata utilizado no experimento I foi então imerso nesta solução e retirado após alguns minutos.

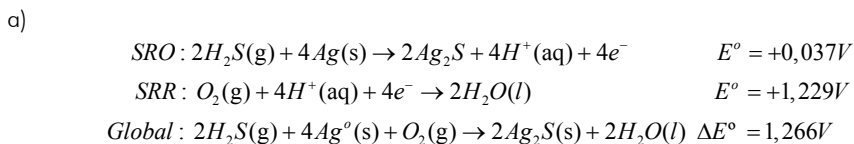
Em relação a esses experimentos:

- apresente a equação global que representa a reação química ocorrida na superfície do objeto de prata no experimento I e calcule a diferença de potencial elétrico da reação química.
- preveja a aparência do objeto de prata após a realização do segundo experimento.
- apresente a equação global da reação química envolvida no experimento II e sua diferença de potencial elétrico.

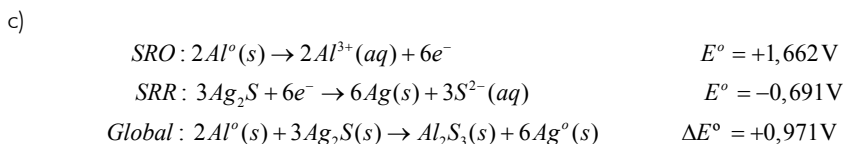
Dados:



Resolução:



- b) O objeto readquire o aspecto prateado devido à redução da prata.

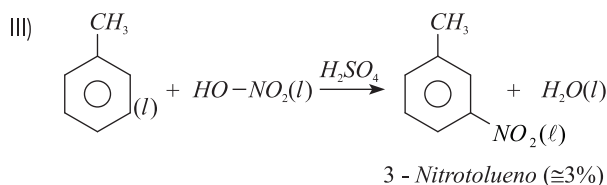
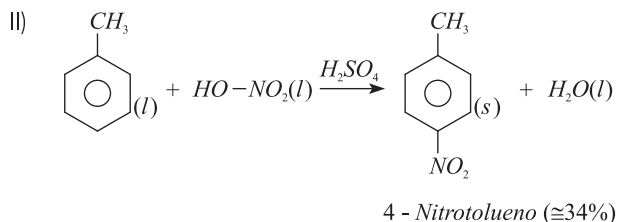
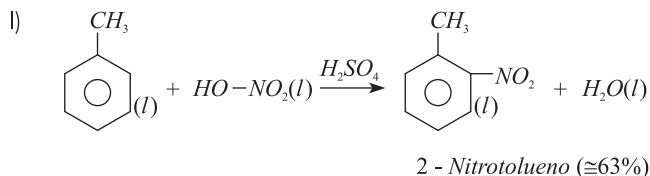


▶ Questão 23

Apresente as equações que representam as reações químicas de nitração do tolueno, na presença de ácido sulfúrico, levando a seus isômeros. Indique o percentual de ocorrência de cada isômero e seus respectivos estados físicos, nas condições-padrão.

Resolução:

A partir das equações de reações:



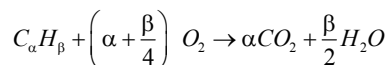
As porcentagens aproximadas dos isômeros são devido o grupo metil ($-\text{CH}_3$) ser orto-para dirigente.

▶ Questão 24

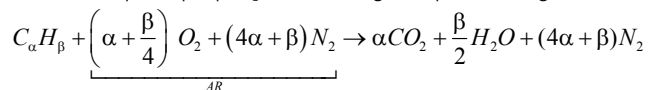
Escreva a reação de combustão completa de um hidrocarboneto genérico ($C_\alpha H_\beta$) com ar atmosférico. Considere a presença do nitrogênio gasoso no balanço estequiométrico da reação e expresse os coeficientes estequiométricos dessa reação em função de α e β .

Resolução:

Considerando a combustão com o oxigênio puro, teremos:



Admitindo que a proporção do nitrogênio para o oxigênio, em nº de moléculas, no ar é de 4 : 1 teremos:



▶ Questão 25

Em um processo de eletrodeposição, níquel metálico é eletrodepositado no catodo de uma célula eletrolítica e permanece coeso e aderido a esse eletrodo. Sabendo que a massa específica do níquel metálico ($\rho_{Ni, 25^\circ C}$) é igual a $8,9 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ e que a espessura total da camada eletrodepositada, medida no final do processo, foi de $2,0 \times 10^{-6} \text{ m}$, calcule a densidade de corrente aplicada (admitida constante), expressa em $A \cdot m^{-2}$, considerando nesse processo uma eficiência de corrente de eletrodeposição de 100% e um tempo de operação total de 900 s.

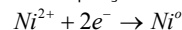
Resolução:

Através da densidade (ρ), temos: $\rho = \frac{m}{V}$

Admitindo que o volume é igual ao produto da área (A) pela espessura (e), podemos escrever:

$$\rho = \frac{m}{A \cdot e} \quad \therefore m = \rho \cdot A \cdot e \quad (\text{I})$$

Pela equação de redução do níquel:



Temos:

$$58,7 \text{ g de Ni} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 2 \cdot 96500 \text{ C} \\ m \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad i \cdot t$$

$$\text{Logo: } m = \frac{58,7 \cdot i \cdot t}{193000} \quad (\text{II})$$

Substituindo (I) em (II);

$$\rho \cdot A \cdot e = \frac{58,7 \cdot i \cdot t}{193000}$$

$$\frac{i}{A} = \frac{193000 \cdot 8,9 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{58,7 \cdot 900} \quad \therefore \frac{i}{A} \cong 65 \frac{A}{m^2}$$

▶ Questão 26

Água líquida neutra ($\text{pH}=7,0$), inicialmente isenta de espécies químicas dissolvidas, é mantida em um recipiente de vidro aberto e em contato com a atmosfera ambiente sob temperatura constante. Admitindo-se que a pressão parcial do oxigênio atmosférico seja igual a $0,2 \text{ atm}$ e sabendo-se que esse gás é solúvel em $H_2O(l)$ e que o sistema está em equilíbrio à temperatura de $25^\circ C$, pedem-se:

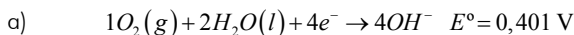
- escrever a equação química balanceada da semirreação que representa o processo de redução de oxigênio gasoso em meio de água líquida neutra e aerada.
- determinar o potencial de eletrodo (V_{EPH}), à temperatura de $25^\circ C$, da semirreação obtida no item (a), considerando as condições estabelecidas no enunciado desta questão.
- determinar o valor numérico, expresso em $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, da variação de energia livre de Gibbs padrão (ΔG°) da semirreação eletroquímica do item (a).

São dados:

$$E^0_{O_2/OH^-} = 0,401 V_{EPH} \quad V_{EPH} = \text{volt na escala padrão do hidrogênio}$$

$$\log = \ln / 2,303 \quad 0,2 = 10^{(0,30-1)}$$

Resolução:



b) Considerações:

1) A solubilidade do $O_2(g)$ não foi informada em água líquida, portanto vamos considerar sua pressão como 0,2 atm .

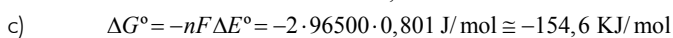
2) Como não sabemos a solubilidade do $O_2(g)$, vamos considerar a concentração de OH^- como $10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (água neutra) .

Aplicando Nernst, temos:

$$E = E^0 - \frac{0,0592}{n} \log Q; \quad Q = \frac{[OH^-]^4}{PO_2} = \frac{(10^{-7})^4}{0,2}$$

$$E = 0,401 - \frac{0,0592}{4} \log \frac{[10^{-7}]^4}{0,2}$$

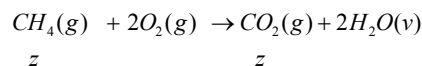
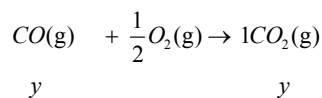
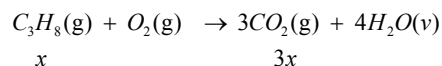
$$E = 0,401 - \frac{0,0592}{4} \cdot 4 \cdot \log \frac{(10^{-7})}{0,2} \cong 0,801 V$$



▶ Questão 27

Considere uma mistura gasosa constituída de C_3H_8 , CO e CH_4 . A combustão, em excesso de oxigênio, de 50 mL dessa mistura gasosa forneceu 70 mL de $CO_2(g)$. Determine o valor numérico do percentual de C_3H_8 na mistura gasosa.

Resolução:



$$x + y + z = 50 \quad (-1) \Rightarrow -x - y - z = -50 \text{ mL}$$

$$3x + y + z = 70 \quad \underline{3x + y + 2 = 70 \text{ mL}}$$

$$2x = 20$$

$$x = 10 \text{ mL}$$

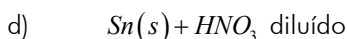
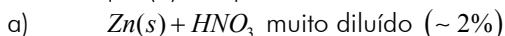
Percentual de C_3H_8 na mistura:

$$\frac{X \cdot 100}{50} \Rightarrow \frac{10}{50} \cdot 100 = 20\%$$

▶ Questão 28

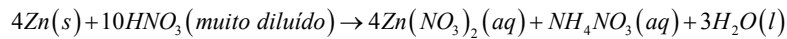
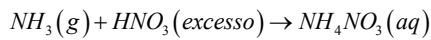
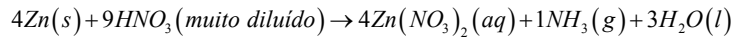
O ácido nítrico reage com metais, podendo liberar os seguintes produtos: NO (que pode ser posteriormente oxidado na presença do ar), N_2O , NO_2 ou NH_3 (que reage posteriormente com HNO_3 , formando NH_4NO_3). A formação desses produtos depende da concentração do ácido, da natureza do metal e da temperatura da reação.

Escreva qual(is) dos produtos citados acima é(são) formado(s) nas seguintes condições:

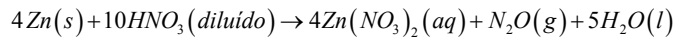


Resolução:

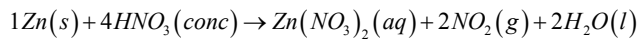
- a) Quando metais de atividade intermediária ou muito ativo são atacados com HNO_3 muito diluído, a redução do nitrogênio é máxima, neste caso, teremos.



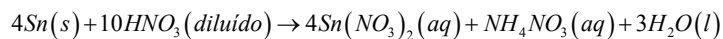
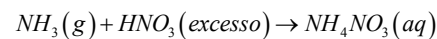
- b) Quando metais de atividade intermediária ou muito ativo são atacados por HNO_3 diluído, o gás liberado pode ser o N_2O ou N_2 (redução menos acentuada). Neste caso, o gás será o N_2O .



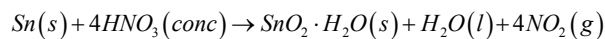
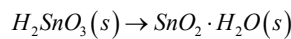
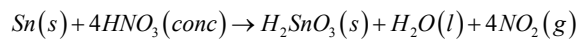
- c) Com o HNO_3 concentrado, a redução do nitrogênio é menos acentuada, neste caso, o gás liberado é o NO_2 .



- d) $9HNO_3(\text{diluído}) + 4Sn(s) \rightarrow 4Sn(NO_3)_2(aq) + 3H_2O(l) + NH_3(g)$



- e) O HNO_3 concentrado ataca o estanho com despreendimento de $NO_2(g)$ e formação de um precipitado branco de ácido metaestânico que é óxido de estanho hidratado.

**▶ Questão 29**

Considere os seguintes dados:

Entalpia de vaporização da água a $25^\circ C$: $\Delta_{vap}H = 44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Massa específica da água a $25^\circ C$: $\rho_{H_2O} = 1,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Temperaturas de ebulição a 1 bar: $T_{eb,H_2O} = 100^\circ C$; $T_{eb,H_2S} = -60^\circ C$; $T_{eb,H_2Se} = -41^\circ C$ e $T_{eb,H_2Te} = -2^\circ C$

Com base nestas informações:

- a) determine o valor numérico da energia liberada, em J, durante a precipitação pluviométrica de 20 mm de chuva sobre uma área de $(10 \times 10) \text{ km}^2$.
- b) justifique, em termos moleculares, por que H_2O apresenta T_{eb} muito maior que outros calcogenetos de hidrogênio.
- c) como se relaciona, em termos moleculares, a elevada T_{eb,H_2O} com a quantidade de energia liberada durante uma precipitação pluviométrica?

Resolução:

- a) $V = \text{base} \times \text{altura}$

$$V = 10 \cdot 10^3 \text{ m} \times 10 \cdot 10^3 \text{ m} \times 20 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$\therefore m_{H_2O} = 2 \times 10^{12} \text{ g}$$



$$18 \text{ g} \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad 44 \text{ J}$$

$$2 \cdot 10^{12} \text{ g} \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad Q \quad Q = \frac{88}{18} \times 10^{12} \text{ J}$$

$$Q = 4,9 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

- b) A molécula de água é uma estrutura polar que apresenta interação intermolecular do tipo ligação de hidrogênio. Como esta interação é mais forte que as interações presentes nos demais calcogenetos (dipolo-dipolo permanente), sua T_{eb} é maior que os outros calcogenetos.
- c) Durante a condensação ocorre formação de um maior nº de interações intermoleculares, formando um sistema menos energético, portanto, ocorre liberação de energia. O que caracteriza um processo exotérmico.

▶ **Questão 30**

Velocidades iniciais (v_i) de decomposição de peróxido de hidrogênio foram determinadas em três experimentos (*A*, *B* e *C*), conduzidos na presença de I^- (aq) sob as mesmas condições, mas com diferentes concentrações iniciais de peróxido ($[H_2O_2]_i$), de acordo com os dados abaixo:

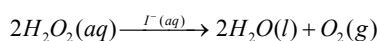
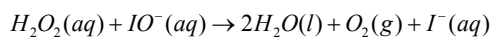
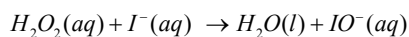
Experimento	$[H_2O_2]_i$ (mol·L ⁻¹)	v_i (10 ⁻³ mol·L ⁻¹ ·s ⁻¹)
A	0,750	2,745
B	0,500	1,830
C	0,250	0,915

Com base nestes dados, para a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio:

- escreva a equação estequiométrica que representa a reação.
- indique a ordem desta reação.
- escreva a lei de velocidade da reação.
- determine o valor numérico da constante de velocidade, k .
- indique a função do I^- (aq) na reação.

Resolução:

a)



b)

$$\frac{v_B}{v_C} = \frac{k \cdot [H_2O_2]^x}{k \cdot [H_2O_2]^x} \Rightarrow \frac{1,830}{0,915} = \frac{k \cdot [0,500]^x}{k \cdot [0,250]^x}$$

$$2,0 = 2^x; x = 1 \text{ (primeira ordem)}$$

c)

$$v = k[H_2O_2]$$

d) $1,830 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = k \cdot 0,500 \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$$k = \frac{1,830}{0,500} \times 10^{-3} \text{ s}^{-1} = 3,66 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

e)

I^- (aq) apresenta uma função de catalisador.

Química

Dalton
Gildão
Thé
Everton
Luis Cícero
Nelson
Welson

Colaboradores

Aline Alkmin
Fernanda Chaveiro
Moisés Humberto

Digitação e Diagramação

Daniel Alves
João Paulo
Márcia Santana
Valdivina Pinheiro

Desenhistas

Luciano Lisboa
Rodrigo Ramos
Vinicius Ribeiro

Projeto Gráfico

Vinicius Ribeiro

Assistente Editorial

Valdivina Pinheiro

Supervisão Editorial

José Diogo
Rodrigo Bernadelli
Marcelo Moraes

Copyright©Olimpo2013

*A **Resolução Comentada** das provas do ITA poderá ser obtida diretamente no*

OLIMPO Pré-Vestibular, ou pelo telefone **(62) 3088-7777**

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

www.grupoolimpo.com.br

