

ITA 2014

DADOS EVENTUALMENTE NECESSÁRIOS

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 L (CNTP)

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

Constante dos gases (R) = $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; (R) = $8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$;

(R) = $1,98 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; (R) = $62,4 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

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

DEFINIÇÕES

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

$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$; $1 \text{ pm} = 1 \times 10^{-12} \text{ m}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

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

Condições ambientes: 25°C e 1 atm.

Condições – padrão: 25°C , 1 atm; concentrações 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 cristalino; (ℓ) = líquido; (g) = gás; (aq) = aquoso; (CM) = Circuito Metálico;

(conc) = concentrado; (ua) = unidades arbitrárias;

[A] = concentração da espécie química A em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Elemento químico	Número atômico	Massa molar (g.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	24,30
Al	13	26,98
P	15	30,97
S	16	32,06
Cl	17	35,45
Ar	18	39,95
K	19	39,10
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

Elemento químico	Número atômico	Massa molar (g.mol ⁻¹)
I	53	126,90
Xe	54	131,30
Au	79	197,00
U	92	238,00

Questão 1. Metanol (CH₃OH) e água deuterada (D₂O) 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: CH₃OH, D₂O, CH₃OD e HOD.
- III. Se for adicionado um cubo de D₂O(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: Alternativa B

- I. Correta. Imediatamente após a mistura das duas substâncias é observada uma fase única, pois as substâncias envolvidas são polares.
- II. Correta. Após o equilíbrio, observa-se uma fase única que contém as seguintes substâncias: CH₃OH, D₂O, CH₃OD e HOD, que são polares, ou seja, ocorrem atrações intermoleculares.
- III. Incorreta. Se for adicionado um cubo de D₂O(s) (água deuterada ou pesada) à mistura, este não flutuará na superfície da mistura líquida, pois a densidade da água deuterada no estado sólido é maior do que a densidade do metanol no estado líquido (70 % da mistura) e do que a água deuterada no estado líquido (30 % da mistura).

Questão 2. Considere os seguintes compostos:

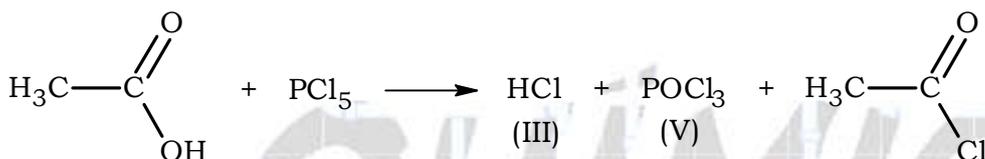
- I. CH₃CH₂OH
- II. CH₃CH₂COOCH₃
- III. HCl
- IV. H₃PO₄
- V. POCl₃

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: Alternativa E

Reação de ácido acético com pentacloreto de fósforo:



Questão 3. Nas condições ambientes são feitas as seguintes afirmações sobre o ácido tartárico:

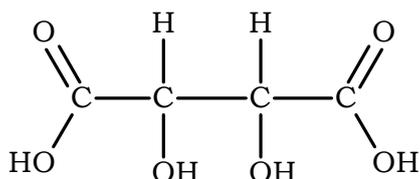
- I. É um sólido cristalino.
 II. É solúvel em tetracloreto de carbono.
 III. É um ácido monoprótico quando em solução aquosa.
 IV. Combina-se com íons metálicos quando em solução aquosa.

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 () IV.

Resolução: Alternativa B

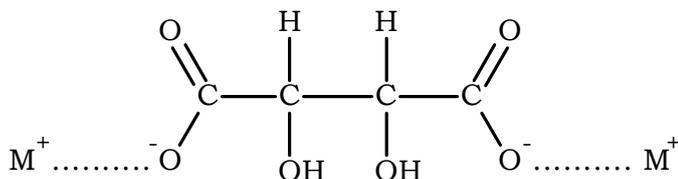
Estrutura do ácido tartárico:



- I. Correta. Devido à elevada força de atração (dipolo permanente e ligações de hidrogênio), o ácido tartárico é um sólido cristalino (apresenta rede cristalina).
 II. Incorreta. Como o ácido tartárico é muito polar, comparado ao tetracloreto de carbono, conclui-se que ele não é solúvel nesta substância.

III. Incorreta. O ácido tartárico é um ácido diprótico (apresenta dois hidrogênios ionizáveis), pois possui duas carboxilas.

IV. Correta. O ácido tartárico combina-se com íons metálicos quando em solução aquosa, devido à liberação de cátions H^+ :



Questão 4. Considere que 1 mol de uma substância sólida está em equilíbrio com seu respectivo líquido na temperatura de fusão de $-183\text{ }^\circ\text{C}$ 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: Alternativa D

$$P = 1\text{ atm}; T_{\text{fusão}} = -183\text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{fusão}} = -183\text{ }^\circ\text{C} + 273 = 90\text{ K}$$

$$\Delta H_{\text{fusão}} = 6,0\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{fusão}} = \Delta S_{\text{fusão}} \times T$$

$$+6,0 \times \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = \Delta S_{\text{fusão}} \times 90\text{ K}$$

$$\Delta S_{\text{fusão}} = +0,0666666 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$$

$$\Delta S_{\text{fusão}} = +66,7 \times 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$$

$$\Delta S_{\text{fusão}} = +66,7\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \approx +67\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

Questão 5. 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 () CuSO_3
- C () Cu e SO_2
- D () Cu e SO_3
- E () CuO e CuS

Resolução: Alternativa C

O aquecimento de uma mistura de Cu_2O e Cu_2S em atmosfera inerte produz dióxido de enxofre e cobre metálico: $2\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{Cu}_2\text{S}(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{SO}_2(\text{g}) + 6\text{Cu}(\text{s})$.

Questão 6. 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 () $2,5 h/2\pi$
- D () $2,5 h/\pi$
- E () $5 h/\pi$

Resolução: Alternativa D

O momento angular do elétron (momento angular $\equiv mvr$) deve ser quantizado em unidades $h/2\pi$. Isto pode ser escrito assim:

$$m \times v \times r = \frac{n \times h}{2\pi}$$

$$\text{Momento angular} = \frac{n \times h}{2\pi}$$

onde n é um número inteiro chamado número quântico principal.

Então para a quinta órbita, ou seja, $n = 5$, teremos:

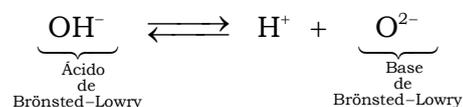
$$\text{Momento angular} = \frac{5 \times h}{2\pi} = \frac{2,5h}{\pi}$$

Questão 7. Assinale a opção que contém a base conjugada de OH^- .

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

Resolução: Alternativa A

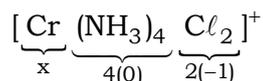
De acordo com a teoria de Brønsted-Lowry, a espécie doadora de próton (H^+) é classificada como ácido e a receptora de (H^+) é classificada como base.



Questão 8. Assinale a opção que contém o número de oxidação do crômio no composto $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$.

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

Resolução: Alternativa D



$$x + 0 - 2 = +1$$

$$x = +3$$

Questão 9. Assinale a opção que apresenta o elemento químico com o número CORRETO de nêutrons:

- A () ${}^{19}_9\text{F}$ tem zero nêutrons.
- B () ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ tem 24 nêutrons.
- C () ${}^{197}_{79}\text{Au}$ tem 79 nêutrons.
- D () ${}^{75}_{33}\text{As}$ tem 108 nêutrons.
- E () ${}^{238}_{92}\text{U}$ tem 146 nêutrons.

Resolução: Alternativa E

Análise das alternativas:

Número de nêutrons = Número de massa - Número de prótons

- A () ${}^{19}_9\text{F}$ tem 10 nêutrons ($19 - 9 = 10$).
- B () ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ tem 12 nêutrons ($24 - 12 = 12$).
- C () ${}^{197}_{79}\text{Au}$ tem 118 nêutrons ($197 - 79 = 118$).
- D () ${}^{75}_{33}\text{As}$ tem 142 nêutrons ($75 - 33 = 42$).
- E () ${}^{238}_{92}\text{U}$ tem 146 nêutrons ($238 - 92 = 146$).

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: Alternativa B

Os efeitos da adição de um soluto não volátil em um solvente não dependem da natureza do soluto, mas da concentração deste soluto na solução, ou seja, da quantidade de partículas de soluto por litro de solução.

Observação teórica:

Quando se adiciona um soluto não-volátil em um solvente, diminui-se a sua pressão de vapor, então:

$$\frac{\Delta P}{P_0} = K_T \times W$$

Onde:

ΔP → abaixamento da pressão de vapor

P_0 → pressão de vapor do líquido puro

K_T → constante tonométrica

W → molalidade da solução ($W = n_1 / m_2$ (kg))

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: Alternativa D

I. Correta. Se o gás for resfriado contra pressão externa constante, o sistema contrai-se (volume e temperatura serão diretamente proporcionais).

A partir da equação geral dos gases, vem :

$$\frac{P_{\text{antes}} \times V_{\text{antes}}}{T_{\text{antes}}} = \frac{P_{\text{depois}} \times V_{\text{depois}}}{T_{\text{depois}}}$$

$$P_{\text{antes}} = P_{\text{depois}} = P \text{ (constante)}$$

$$\frac{P' \times V_{\text{antes}}}{T_{\text{antes}}} = \frac{P' \times V_{\text{depois}}}{T_{\text{depois}}}$$

$$\frac{V_{\text{antes}}}{T_{\text{antes}}} = \frac{V_{\text{depois}}}{T_{\text{depois}}}$$

II. Errada. A elevação da temperatura não está diretamente ligada à variação da posição do pistão (volume).

III. Correta. Se o sistema for aquecido a volume constante, a velocidade média das moléculas aumenta, independentemente da natureza do gás, pois a energia cinética é diretamente proporcional à temperatura.

IV. Errada. De acordo com a Lei de Graham, teremos:

$$\frac{v_{Xe}}{v_{Ar}} = \sqrt{\frac{M_{Ar}}{M_{Xe}}}$$

$$\frac{v_{Xe}}{v_{Ar}} = \sqrt{\frac{40}{131}}$$

$$v_{Xe} = \sqrt{\frac{40}{131}} \times v_{Ar}$$

Conclusão : $v_{Xe} < v_{Ar}$.

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 bquer 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 bquer atingir o equilíbrio térmico.

Substância	Massa específica (g · cm ⁻³)	Calor específico (J · g ⁻¹ · K ⁻¹)
H ₂ O	1,00	4,18
Ti	4,54	0,52
Cr	7,18	0,45
Ni	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: Alternativa C

Teremos:

Substância	Massa específica (g · cm ⁻³)	Massa dos cubos (Massa específica × 8 cm ³) (g)
H ₂ O	1,00	8
Ti	4,54	36,32
Cr	7,18	57,44
Ni	8,90	71,20

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

Comparando com a água:

$$\Delta T_{Ti} = T - 80$$

$$\Delta T_{H_2O} = T - 10$$

$$Q_{Ti} + Q_{H_2O} = 0$$

$$m_{Ti} \times c_{Ti} \times \Delta T_{Ti} + m_{H_2O} \times c_{H_2O} \times \Delta T_{H_2O} = 0$$

$$m_{Ti} \times c_{Ti} \times (T - 80) + m_{H_2O} \times c_{H_2O} \times (T - 10) = 0$$

$$36,32 \times 0,52 \times (T - 80) + 50 \times 4,18 \times (T - 10) = 0$$

$$18,886T - 1.510,912 + 209T - 2.090 = 0$$

$$T_{Ti} = \frac{3.600,912}{227,886} = 15,80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{Cr} = T - 80$$

$$\Delta T_{H_2O} = T - 10$$

$$Q_{Cr} + Q_{H_2O} = 0$$

$$m_{Cr} \times c_{Cr} \times \Delta T_{Cr} + m_{H_2O} \times c_{H_2O} \times \Delta T_{H_2O} = 0$$

$$m_{Cr} \times c_{Cr} \times (T - 80) + m_{H_2O} \times c_{H_2O} \times (T - 10) = 0$$

$$57,44 \times 0,45 \times (T - 80) + 50 \times 4,18 \times (T - 10) = 0$$

$$25,848T - 2.067,84 + 209T - 2.090 = 0$$

$$T_{Cr} = \frac{4.157,84}{234,848} = 17,704 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{Ni} = T - 80$$

$$\Delta T_{H_2O} = T - 10$$

$$Q_{Ni} + Q_{H_2O} = 0$$

$$m_{Ni} \times c_{Ni} \times \Delta T_{Ni} + m_{H_2O} \times c_{H_2O} \times \Delta T_{H_2O} = 0$$

$$m_{Ni} \times c_{Ni} \times (T - 80) + m_{H_2O} \times c_{H_2O} \times (T - 10) = 0$$

$$71,20 \times 0,44 \times (T - 80) + 50 \times 4,18 \times (T - 10) = 0$$

$$31,328T - 2.506,24 + 209T - 2.090 = 0$$

$$T_{Ni} = \frac{4.596,24}{240,328} = 19,1248 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Conclusão: $19,1248 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Ni) > $17,704 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Cr) > $15,80 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Ti).

Questão 13. Considere a reação química genérica $A \longrightarrow B + C$. 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: Alternativa A

A partir da tabela fornecida, percebe-se que $\ln[A]$ e t ao serem representados em um gráfico geram uma função linear:

$$\ln \frac{[A]}{[A_0]} = -k\Delta t \text{ (cinética de primeira ordem; } v = k[A])$$

$$\ln[A] - \ln[A_0] = -k\Delta t$$

$$\text{Para } t_0 = 0; \ln[A_0] = -0,11.$$

$$\text{Para } t = 400; \ln[A] = -1,56.$$

$$-1,56 - (-0,11) = -k(400 - 0)$$

$$k = \frac{1,67}{400} = 4,175 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$k \approx 4 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Questão 14. São feitas as seguintes comparações de valores de pK_a de compostos orgânicos:

- I. $pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}) > pK_a(\text{ClCH}_2\text{COOH})$
 II. $pK_a(\text{F}_3\text{CCOOH}) > pK_a(\text{Cl}_3\text{CCOOH})$
 III. $pK_a(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCOOH}) > pK_a(\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{COOH})$

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: Alternativa A

$$pK_a = -\log K_a$$

$$-pK_a = \log K_a$$

$$K_a = 10^{-pK_a}$$

Conclusão: quanto maior o valor de pK_a , menor será o valor da constante ácida e mais fraco será o ácido.

Teremos:

- I. $pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}; \text{mais fraco}) > pK_a(\text{ClCH}_2\text{COOH}; \text{mais forte})$
Maior efeito indutivo devido à presença do cloro ligado à carboxila.
- II. $pK_a(\text{F}_3\text{CCOOH}; \text{mais forte}) < pK_a(\text{Cl}_3\text{CCOOH})$
O flúor é mais eletronegativo do que o cloro.
- III. $pK_a(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCOOH}; \text{mais forte}) < pK_a(\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{COOH})$
O cloro está mais próximo da carboxila ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCOOH}$).

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

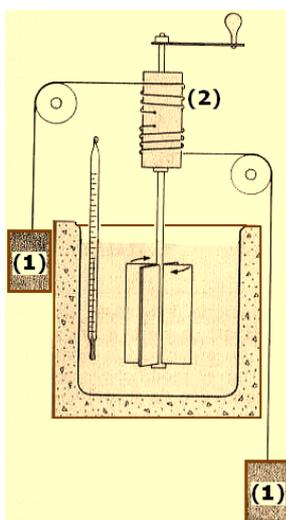
- A () I.
B () I, II e III.
C () I e III.
D () II.
E () II e III.

Resolução: Alternativa B

James Prescott Joule (1818–1889) fez uma experiência para determinar a quantidade de trabalho necessária para produzir certa quantidade de calor.

A experiência de Joule determinou a expressão da caloria em unidades mecânicas de energia.

Observe o diagrama esquemático:



Coloca-se água num recipiente adiabático (aquele que não permite trocas de calor com o meio).

Os pesos (1) caem numa velocidade constante e giram o agitador das pás (2) que aplica trabalho contra a água.

Supondo-se que não ocorra perda de energia por atrito nos suportes e nos eixos, o trabalho do agitador contra a água será igual à perda de energia mecânica dos pesos.

Quando os pesos caem a uma altura h , teremos $2mgh$.

Joule mediu com precisão o trabalho necessário para elevar a temperatura de 1 g de água líquida sem perda de calor. A $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ vale $4,186\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$, ou seja, a caloria que é definida como a energia térmica necessária para elevar a temperatura de 1 g de água de $14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ equivale a $4,186\text{ J}$.

Hoje em dia a caloria termoquímica é definida como: $1\text{ cal} = 4,186\text{ J}$.

Conclusões:

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

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: Alternativa D

Thomas Newcomen foi o inventor da máquina a vapor e James Watt desenvolveu sua tecnologia.

Watt desenvolveu um condensador no qual o vapor era libertado para a atmosfera através da abertura de uma válvula, isto evitava a condensação do vapor devido à diminuição da temperatura.

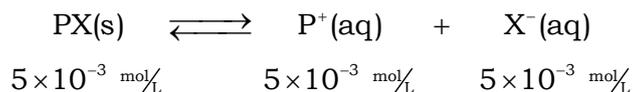
Questão 17. Assinale a opção que contém a concentração (em $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) de um íon genérico M^+ , quando se adiciona um composto iônico MX sólido até a saturação a uma solução aquosa $5\times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ em PX .

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

- 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 () $1,0\times 10^{-10}$

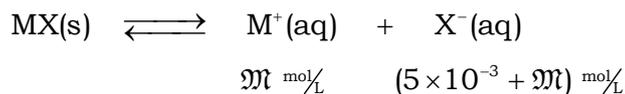
Resolução: Alternativa D

Teremos:



Adição 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:

$$K_{\text{ps}} = 5 \times 10^{-12} \text{ (dado)}$$



$$K_{\text{ps}} = [\text{M}^+][\text{X}^-]$$

$$K_{\text{ps}} = \mathfrak{M} \times (5 \times 10^{-3} + \mathfrak{M})$$

$$5 \times 10^{-12} = 5 \times 10^{-3} \mathfrak{M} + \underbrace{\mathfrak{M}^2}_{\approx \text{zero}}$$

$$5 \times 10^{-12} = 5 \times 10^{-3} \mathfrak{M}$$

$$\mathfrak{M} = 10^{-9} \text{ mol/L} = 1,0 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$$

Questão 18^(*). Considere os seguintes compostos:

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

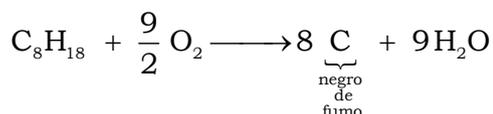
Dos componentes acima, é (são) produto(s) da combustão incompleta do n-octano com ar atmosférico apenas

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

(*) Na combustão incompleta do n-octano há emissão de aldeído, assim como ocorre na combustão incompleta de gasolina e diesel.

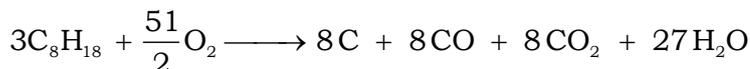
Resolução: Alternativa C

Teremos:



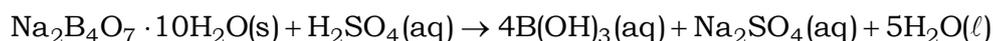


ou



Na combustão do n-octano podem existir etapas intermediárias nas quais pode ocorrer a formação de aldeídos ($R-CH=O$), principalmente o aldeído fórmico ($H_2C=O$).

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 $B(OH)_2^-(aq)$.

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

A () I.

B () I e III.

C () II.

D () II e III.

E () III.

(*) Esta questão foi considerada correta para todos os candidatos.

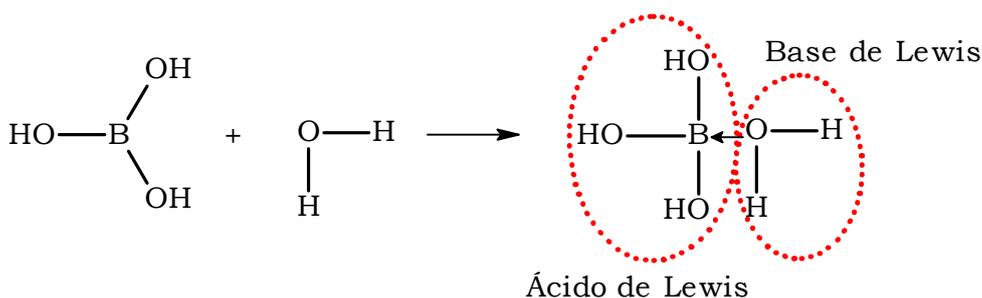
Resolução: Anulada

SEM RESPOSTA

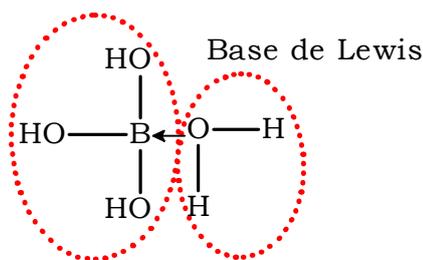
Todas as afirmações estão incorretas.

Análise das afirmações:

I. Incorreta. $B(OH)_3$ é um ácido de Lewis: $B(OH)_3 + H_2O \longrightarrow H_2OB(OH)_3$.

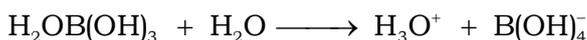


II. Incorreta. $B(OH)_3$ é um ácido de Lewis.



Ácido de Lewis

III. Incorreta. O produto da primeira ionização do $B(OH)_3(aq)$ é o $B(OH)_4^-(aq)$.



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 anodo e um fluxo de oxigênio gasoso alimenta o catodo dessa célula eletroquímica.

III. Sendo o potencial padrão dessa célula galvânica igual a $1,229 V_{EPH}$ (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

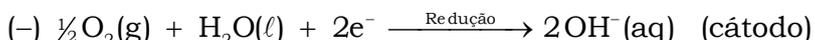
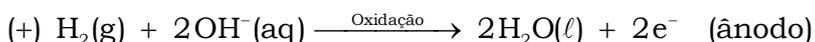
- A () I.
 B () I, II e III.
 C () I e III.
 D () II.
 E () II e III.

Resolução: Alternativa B

Todas as afirmações estão corretas.

I. Sob condição de consumo de carga elétrica, a voltagem efetiva de serviço desse dispositivo eletroquímico é menor que a força eletromotriz da célula ($U = E_{em} - R \times i$).

II. O combustível (hidrogênio gasoso) é injetado no compartimento do anodo e um fluxo de oxigênio gasoso alimenta o catodo dessa célula eletroquímica.



III. Sendo o potencial padrão dessa célula galvânica igual a $1,229 V_{EPH}$ (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 $-237,2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

$$\Delta G^\circ = -237,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ (variação da energia livre de Gibbs padrão)}$$

$$F = 96.500 \text{ C}$$

$$n = 2 \text{ (número de mols de elétrons)}$$

$$E_{\text{EPH}} = 1,229 \text{ V (potencial padrão da célula)}$$

$$\Delta G^\circ = -n \times F \times E_{\text{EPH}}$$

$$\Delta G^\circ = -2 \times 96.500 \times 1,229 = -237,197 \approx -237,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

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

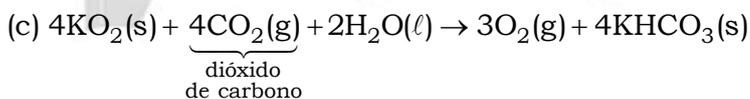
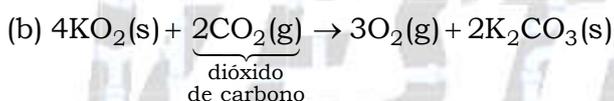
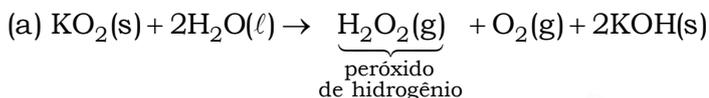
AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS ATÉ O FINAL, COM APRESENTAÇÃO DO VALOR ABSOLUTO DO RESULTADO.

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 H₂O com formação de oxigênio (*g*).

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

Resolução:



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 bquer, 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 bquer revestido com papel alumínio. O objeto de prata utilizado no experimento I foi então imerso nesta solução e retirado após alguns minutos.

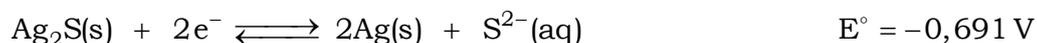
Em relação a esses experimentos:

(a) 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.

(b) preveja a aparência do objeto de prata após a realização do segundo experimento.

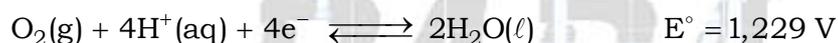
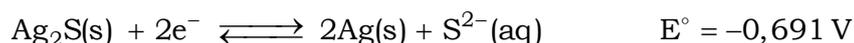
(c) apresente a equação global da reação química envolvida no experimento II e sua diferença de potencial elétrico.

Dados:



Resolução:

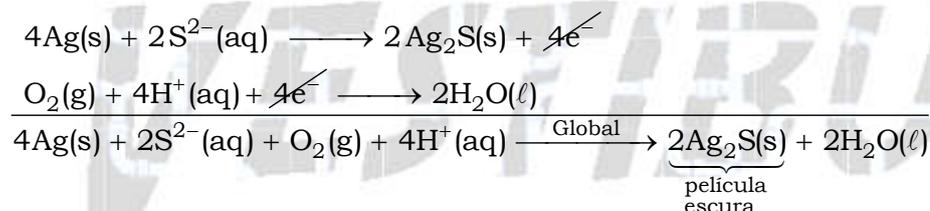
(a) No experimento I, ocorre escurecimento do objeto polido de prata, têm-se as seguintes equações envolvidas:



$$1,229 \text{ V} > -0,691 \text{ V}$$

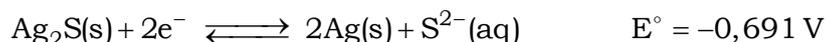


Então :



(b) No segundo experimento a película escura desaparece e o objeto volta à aparência original.

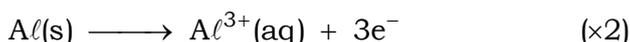
(c) Cálculo da diferença de potencial elétrico e representação da equação global da reação química envolvida no experimento II:



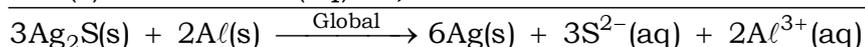
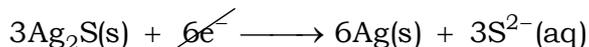
$$-0,691 \text{ V} > -1,662 \text{ V}$$

$$\Delta E = E_{\text{maior}} - E_{\text{menor}}$$

$$\Delta E = -0,691 \text{ V} - (-1,662 \text{ V}) = +0,971 \text{ V}$$



Então :



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:

As porcentagens são obtidas experimentalmente a partir da análise da cinética química de cada reação, logo se supõe que o candidato decorou os valores.

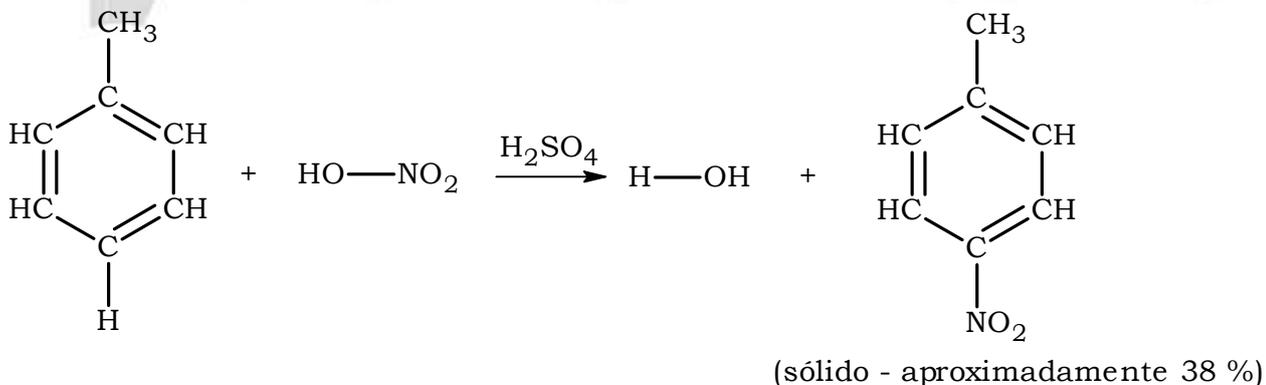
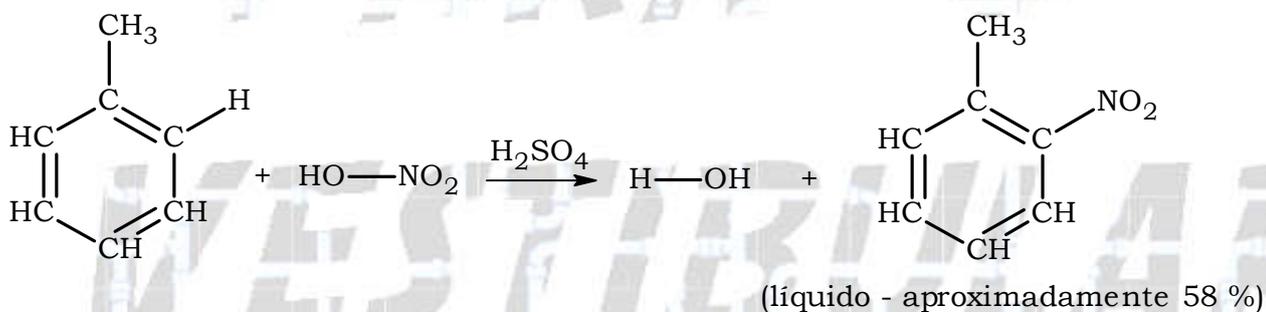
O radical metil presente no tolueno ou metil-benzeno é orto-para-dirigente, então os isômeros mais abundantes são o orto-nitrotolueno e o para-nitrotolueno:

Observações teóricas:

orto - nitrotolueno (PF = -9,3 °C; líquido a 25°C)

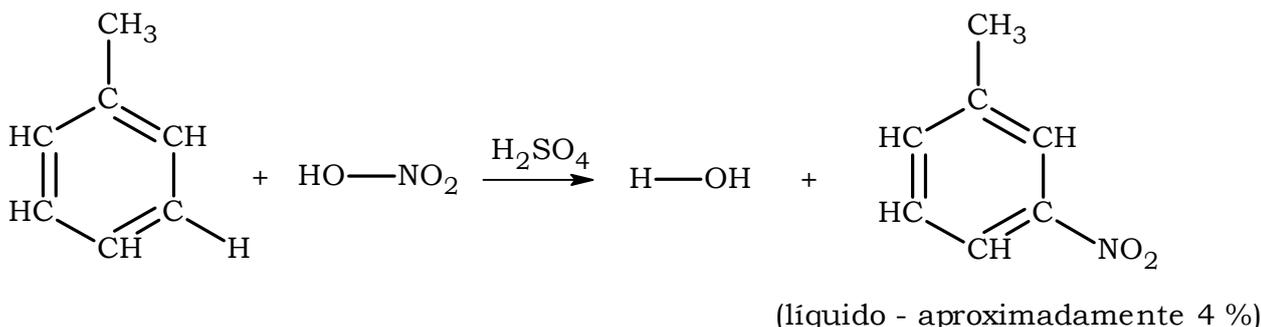
para - nitrotolueno (PF = 51,7 °C; sólido a 25°C)

meta - nitrotolueno (PF = 16,1 °C; líquido a 25°C)



As forças atrativas do tipo dipolo são mais intensas no para-nitrotolueno, logo o candidato poderia deduzir que o estado de agregação seria sólido, porém sem o conhecimento das temperaturas de fusão esta conclusão não seria confiável.

A formação do isômero meta-nitrotolueno é representada por:

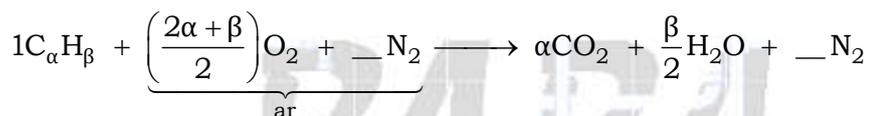


Questão 24. Escreva a reação de combustão completa de um hidrocarboneto genérico ($\text{C}_\alpha\text{H}_\beta$) com ar atmosférico. Considere a presença do nitrogênio gasoso no balanço estequiométrico da reação e expresse os coeficientes estequiométricos dessa reação em função de α e β .

Resolução:



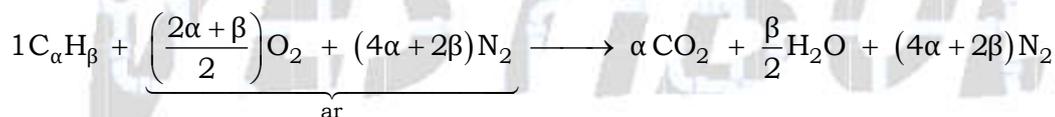
Balaceando o gás O_2 :



Ar atmosférico $\begin{cases} 20\% \text{ de } \text{O}_2 \\ 80\% \text{ de } \text{N}_2 \end{cases} \Rightarrow 20 : 80 \Rightarrow 1 \text{O}_2 : 4 \text{N}_2$

$$1\left(\frac{2\alpha + \beta}{2}\right) : 4\left(\frac{2\alpha + \beta}{2}\right) \Rightarrow \left(\frac{2\alpha + \beta}{2}\right) : 2(2\alpha + \beta) \Rightarrow \left(\frac{2\alpha + \beta}{2}\right) : (4\alpha + 2\beta)$$

Então :



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 ($\rho_{\text{Ni},25^\circ\text{C}}$) 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 $\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$, considerando nesse processo uma eficiência de corrente de eletrodeposição de 100 % e um tempo de operação total de 900 s.

Resolução:

Observação: a densidade da corrente equivale à relação entre a corrente elétrica e a área ($A \cdot m^{-2}$).

A massa específica do níquel metálico ($\rho_{Ni,25^\circ C}$) é igual a $8,9 \times 10^3 \text{ kg} \cdot m^{-3}$ ($8,9 \times 10^6 \text{ g} \cdot m^{-3}$) e a espessura total da camada eletrodepositada, medida no final do processo, foi de $2,0 \times 10^{-6} \text{ m}$, então:

$$1 \text{ m}^3 \text{ ————— } 8,9 \times 10^6 \text{ g}$$

$$2,0 \times 10^{-6} \left(\frac{\text{m}}{\text{m}^3} \right) \text{ m}^3 \text{ ————— } m_{Ni}$$

$$m_{Ni} = \frac{\left[2,0 \times 10^{-6} \left(\frac{\text{m}}{\text{m}^3} \right) \text{ m}^3 \right] \times 8,9 \times 10^6 \text{ g}}{1 \text{ m}^3}$$

$$m_{Ni} = 17,8 \text{ g} / m^2$$

$$Ni = 58,69 \Rightarrow M_{Ni} = 58,69 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$2 \times 96.500 \text{ C} \text{ ————— } 58,69 \text{ g}$$

$$Q' \text{ ————— } 17,8 \text{ g (por } m^2)$$

$$Q' = \frac{2 \times 96.500 \text{ C} \times 17,8 \text{ g}}{58,69 \text{ g}} \text{ (por } m^2)$$

$$Q' = 58.534,673 \text{ C (por } m^2)$$

$$Q' = 58.534,673 \text{ C} / m^2$$

$$Q' = i' \times t$$

$$Q' = i' \times 900 \text{ s}$$

$$58.534,673 \text{ C} / m^2 = 900 \text{ s} \times i'$$

$$i' = 65,038525 \text{ A} / m^2$$

$$i' \approx 65,04 \text{ A} / m^2$$

Densidade de corrente (relação entre a corrente e a área) $\approx 65,04 \text{ A} \cdot m^{-2}$

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 $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ e que o sistema está em equilíbrio à temperatura de 25°C , pedem-se:

(a) escrever a equação química balanceada da semirreação que representa o processo de redução de oxigênio gasoso em meio de água líquida neutra e aerada.

(b) determinar o potencial de eletrodo (V_{EPH}), à temperatura de 25°C , da semirreação obtida no item (a), considerando as condições estabelecidas no enunciado desta questão.

(c) 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:

$$E^{\circ}_{\text{O}_2/\text{OH}^-} = 0,401 \text{ V}_{\text{EPH}}$$

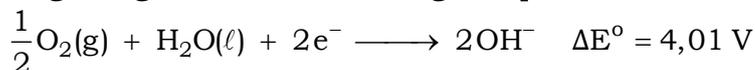
V_{EPH} = volt na escala padrão do hidrogênio

$$\log = \ln / 2,303$$

$$0,2 = 10^{(0,30-1)}$$

Resolução:

(a) Equação química balanceada da semirreação que representa o processo de redução de oxigênio gasoso em meio de água líquida neutra e aerada:



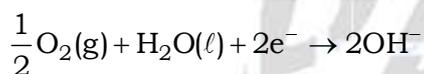
(b) Determinação do potencial de eletrodo (V_{EPH}), à temperatura de 25 °C (298 K), da semirreação obtida no item (a):

A Equação de Nernst (homenagem ao alemão Walter Nernst que deduziu esta equação em 1889) é dada por: $\varepsilon = \varepsilon^{\circ} - \frac{0,0592}{n} \log Q$.

Com esta equação pode-se calcular a tensão produzida a partir dos valores de ε° (potencial padrão) dos eletrodos envolvidos e das concentrações apropriadas (no caso de gases as pressões parciais).

Então:

$$\varepsilon^{\circ} = 0,401 \text{ V}; p_{\text{O}_2} = 0,2 \text{ atm}; n = 2 \text{ mols.}$$



$$\varepsilon = \varepsilon^{\circ} - \frac{0,0592}{n} \log \frac{[\text{OH}^-]^2}{p_{\text{O}_2}^{1/2}}$$

$$\varepsilon = 0,401 - \frac{0,0592}{2} \log \frac{(10^{-7})^2}{0,2^{1/2}}$$

$$\varepsilon = 0,401 - \frac{0,0592}{2} \log \left((10^{-7})^2 \times 0,2^{-1/2} \right)$$

$$\varepsilon = 0,401 - \frac{0,0592}{2} \log \left(10^{-14} \times 0,2^{-1/2} \right)$$

$$0,2 = 10^{(0,30-1)}$$

$$\varepsilon = 0,401 - \frac{0,0592}{2} \log \left(10^{-14} \times \left(10^{(0,30-1)} \right)^{-1/2} \right)$$

$$\varepsilon = 0,401 - \frac{0,0592}{2} \log \left(10^{-14} \times \left(10^{(-0,7)} \right)^{-1/2} \right)$$

$$\varepsilon = 0,401 - \frac{0,0592}{2} \log \left(10^{-14} \times 10^{+0,35} \right)$$

$$\varepsilon = 0,401 - \frac{0,0592}{2} \log 10^{-13,65}$$

$$\varepsilon = 0,401 - \frac{0,0592}{2} \log 10^{-13,65}$$

$$\underbrace{\hspace{10em}}_{+0,40404}$$

$$\varepsilon = 0,401 + 0,40404 = 0,80504$$

$$\varepsilon = 0,80504 \text{ V} \approx 0,805 \text{ V}$$

(c) Cálculo da variação de energia livre de Gibbs padrão (ΔG°) da semirreação eletroquímica do item (a):

A variação de energia livre de Gibbs é dada por:

$$\Delta G = -n \times F \times \varepsilon^0$$

$$\Delta G = -2 \times 96.500 \times 0,401$$

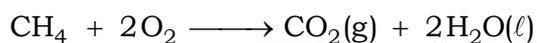
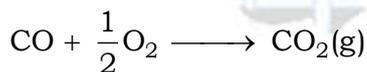
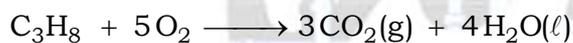
$$\Delta G = 77.393 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 77,393 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta G \approx 77,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

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:

Equações das combustões dos componentes da mistura (C_3H_8 , CO , CH_4):



Fazendo:

$$\text{Volume de } \text{C}_3\text{H}_8 = x$$

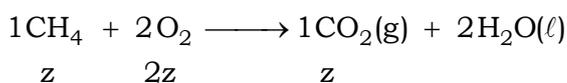
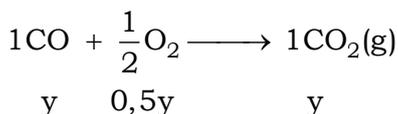
$$\text{Volume de } \text{CO} = y$$

$$\text{Volume de } \text{CH}_4 = z$$

$$x + y + z = 50 \text{ mL}$$

$$x + y + z = 50 \quad (1)$$

As equações das reações de combustão são dadas por:



Teremos:

$$V_{\text{CO}_2} = 70 \text{ mL}$$

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

$$3x + y + z = 70 \quad (2)$$

Então,

$$\begin{cases} x + y + z = 50 & (1) \\ 3x + y + z = 70 & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x + y + z = 50 & (1) \\ 3x + y + z = 70 & (2) \end{cases}$$

Fazendo (1) – (2), vem :

$$x - 3x = 50 - 70$$

$$-2x = -20$$

$$x = 10$$

$$x = V_{\text{C}_3\text{H}_8} = 10 \text{ mL}$$

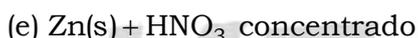
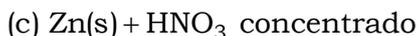
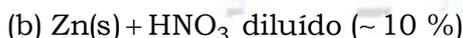
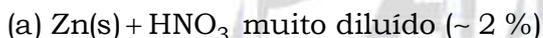
$$50 \text{ mL} \text{ ——— } 100 \%$$

$$10 \text{ mL} \text{ ——— } P_{\text{C}_3\text{H}_8}$$

$$P_{\text{C}_3\text{H}_8} = 20 \%$$

Questão 28. O ácido nítrico reage com metais, podendo liberar os seguintes produtos: NO (que pode ser posteriormente oxidado na presença do ar), N₂O, NO₂ ou NH₃ (que reage posteriormente com HNO₃, formando NH₄NO₃). A formação desses produtos depende da concentração do ácido, da natureza do metal e da temperatura da reação.

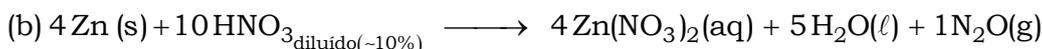
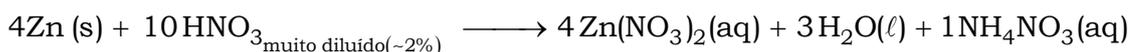
Escreva qual(is) dos produtos citados acima é(são) formado(s) nas seguintes condições:



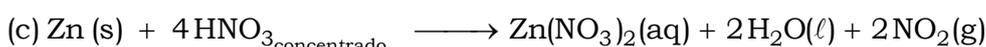
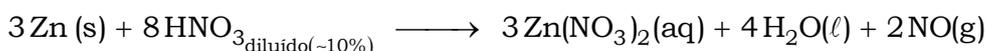
Resolução:

Informações: ácido nítrico reage com metais, podendo liberar os seguintes produtos: NO (que pode ser posteriormente oxidado na presença do ar), N₂O, NO₂ ou NH₃ (que reage posteriormente com HNO₃, formando NH₄NO₃).

(a) A reação do HNO₃ com o Zn será posterior formando NH₄NO₃ :

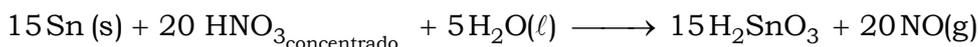


ou

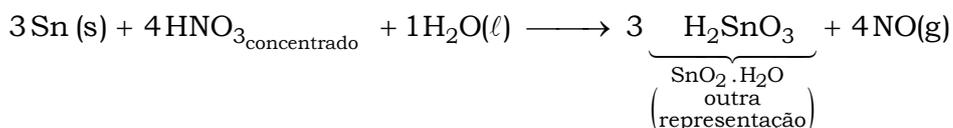




(e) Ácido nítrico converte – se em ácido estânico (insolúvel em ácidos):



ou



Questão 29. Considere os seguintes dados:

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

Massa específica da água a 25 °C: $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Temperaturas de ebulição a 1 bar:

$T_{\text{eb,H}_2\text{O}} = 100 \text{ °C}$; $T_{\text{eb,H}_2\text{S}} = -60 \text{ °C}$; $T_{\text{eb,H}_2\text{Se}} = -41 \text{ °C}$; $T_{\text{eb,H}_2\text{Te}} = -2 \text{ °C}$

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 $T_{\text{eb,H}_2\text{O}}$ com a quantidade de energia liberada durante uma precipitação pluviométrica?

Resolução:

(a) 20 mm de chuva sobre uma área de $(10 \times 10) \text{ km}^2$, equivale a:

$$V_{\text{chuva}} = A \times h$$

$$V_{\text{chuva}} = 10 \times 10 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 20 \times 10^{-3} \text{ m} = 2 \times 10^6 \text{ m}^3 = 2 \times 10^6 (10^2 \text{ cm})^3$$

$$V_{\text{chuva}} = 2 \times 10^{12} \text{ cm}^3$$

$$d_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3 \text{ (1 g — 1 cm}^3\text{)}$$

Então,

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

$$\Delta H_{\text{vap}} = 44 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{vap}} = 44 \text{ kJ/18 g (água)}$$

$$18 \text{ g de água — 44 kJ}$$

$$2 \times 10^{12} \text{ g de água — E}$$

$$E = 4,888888 \times 10^{12} \text{ kJ} = 4,9 \times 10^{12} \times 10^3 \text{ J}$$

$$E = 4,9 \times 10^{15} \text{ J}$$

(b) A água faz ligações de hidrogênio, que são forças intermoleculares muito mais intensas do que as ligações dipolo-dipolo (ou dipolo-permanente) feitas pelos outros calcogenetos de hidrogênio (H_2S , H_2Se , H_2Te).

(c) Quanto mais fortes as ligações intermoleculares, maior a energia necessária para a mudança de estado ($T_{\text{eb,H}_2\text{O}}$), logo, durante a precipitação, a quantidade de energia será elevada.

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 ($[\text{H}_2\text{O}_2]_i$), de acordo com os dados abaixo:

Experimento	$[\text{H}_2\text{O}_2]_i$ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	v_i ($10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)
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:

(a) escreva a equação estequiométrica que representa a reação.

(b) indique a ordem desta reação.

(c) escreva a lei de velocidade da reação.

(d) determine o valor numérico da constante de velocidade, k.

(e) indique a função do I^- (aq) na reação.

Resolução:

(a) Decomposição de peróxido de hidrogênio: $\text{H}_2\text{O}_2(\ell) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\ell) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$.

b) Teremos a seguinte equação de velocidade: $v = k \times [\text{H}_2\text{O}_2]^a$.

Utilizando os dados fornecidos na tabela, vem:

$$v = k \times [\text{H}_2\text{O}_2]^a$$

$$2,745 = k \times (0,750)^a \quad (\text{experimento A})$$

$$0,915 = k \times (0,250)^a \quad (\text{experimento C})$$

$$(\text{experimento A}) \div (\text{experimento C})$$

$$\frac{2,745}{0,915} = \frac{k \times (0,750)^a}{k \times (0,250)^a}$$

$$3^1 = 3^a$$

$$a = 1$$

Conclusão: $a = 1$, a reação é de primeira ordem ou ordem 1.

(c) Lei de velocidade da reação: $v = k \times [\text{H}_2\text{O}_2]^1$.

(d) Cálculo do valor numérico da constante de velocidade, k:

A partir da primeira linha da tabela, substituindo os dados na equação da Lei de velocidade, vem:

$$2,745 = k \times 0,759$$

$$k = \frac{2,745 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{0,750 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 3,66 \text{ s}^{-1}$$

(e) $\Gamma(\text{aq})$ acelera a reação de decomposição da água oxigenada, ou seja, funciona como catalisador.

**QUÍMICA
PARA O
VESTIBULAR**