

CONSTANTES

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

DEFINIÇÕES

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) ou (c) = sólido cristalino; (l) ou (ℓ) = líquido; (g) = gás; (aq) = aquoso; (graf) = grafite; (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})
H	1	1,01
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
Si	14	28,09
P	15	30,97
S	16	32,06
Cl	17	35,45
Ar	18	39,95
K	19	39,10
Ca	20	40,08

Ti	22	47,88
Cr	24	52,00
Mn	25	54,94
Fe	26	55,85
Cu	29	63,55
Zn	30	65,37
Br	35	79,91
Ag	47	107,87
In	49	114,82
Sb	51	121,75
I	53	126,90
Ba	56	137,34
Pt	78	195,09
Hg	80	200,59
Pb	82	207,21
Bi	83	208,98
Po	84	209,98

As questões de **01 a 20 NÃO devem ser resolvidas no caderno de soluções**. Para respondê-las, marque a opção escolhida para cada questão na **folha de leitura óptica** e na **reprodução da folha de leitura óptica** (que se encontra na última página do caderno de soluções).

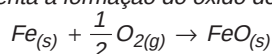
Questão 1

Qual das opções a seguir apresenta a equação química balanceada para a reação de formação de óxido de ferro (II) sólido nas condições-padrão?

- $\text{Fe(s)} + \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \rightarrow 3\text{FeO(s)}$.
- $\text{Fe(s)} + 1/2 \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{FeO(s)}$.
- $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \rightarrow 2\text{FeO(s)} + 1/2 \text{O}_2\text{(g)}$.
- $\text{Fe(s)} + \text{CO(g)} \rightarrow \text{FeO(s)} + \text{C(graf)}$.
- $\text{Fe(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightarrow \text{FeO(s)} + \text{C(graf)} + 1/2 \text{O}_2\text{(g)}$.

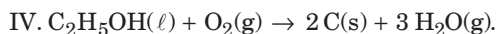
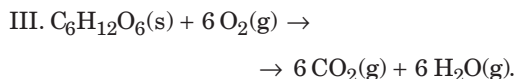
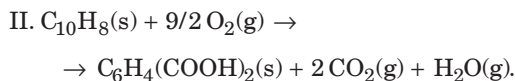
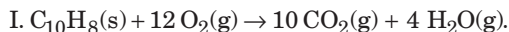
alternativa B

Na reação de formação de um composto, nas condições-padrão é produzido 1 mol da substância, a partir dos elementos químicos que o constituem, em suas formas alotrópicas mais estáveis e nos estados físicos mais comuns. A equação que melhor representa a formação do óxido de ferro (II) é:



Questão 2

Considere as reações representadas pelas seguintes equações químicas balanceadas:



Das reações representadas pelas equações acima, são consideradas reações de combustão

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

alternativa E

Todas as reações são de combustão (oxidações nas quais o agente oxidante é o O_2):

- I. Combustão completa.
- II. Combustão incompleta, com oxidação parcial, formando ácido carboxílico, além dos produtos da combustão completa (CO_2 e H_2O).
- III. Combustão completa.
- IV. Combustão incompleta.

Questão 3

Qual das opções abaixo apresenta o material com maior concentração de carbono?

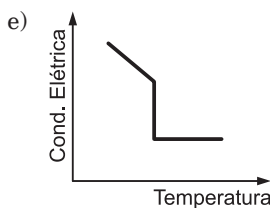
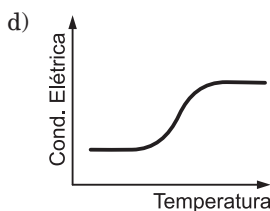
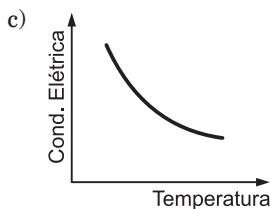
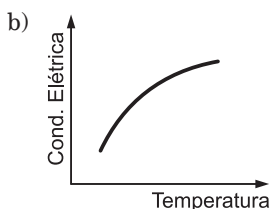
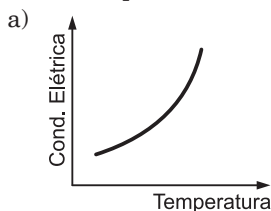
- a) Negro de fumo.
- b) Carvão.
- c) Alcatrão.
- d) Piche.
- e) Óleo diesel.

alternativa A

O "negro de fumo" é um material constituído, quase que unicamente, de átomos de carbono. Na indústria petroquímica é realizada uma pirólise de hidrocarbonetos, na presença de catalisadores, de modo a obter o "negro de fumo" ($\text{C}_{(\text{s})}$) e o gás hidrogênio (H_2).

Questão 4

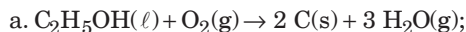
Qual das opções a seguir apresenta o gráfico que mostra, esquematicamente, a variação da condutividade elétrica de um metal sólido com a temperatura?

**alternativa C**

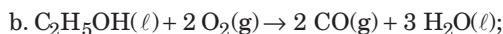
A condutividade elétrica, em metais sólidos, tende a diminuir com o aumento da temperatura (2ª Lei de Ohm). Assim o gráfico que melhor representa o fenômeno é o da alternativa C.

Questão 5

Considere as reações representadas pelas seguintes equações químicas balanceadas:



$$\Delta H_{\text{I}}(\text{T}); \Delta E_{\text{I}}(\text{T}),$$



$$\Delta H_{\text{II}}(\text{T}); \Delta E_{\text{II}}(\text{T}),$$

sendo $\Delta H(\text{T})$ e $\Delta E(\text{T})$, respectivamente, a variação da entalpia e da energia interna do sistema na temperatura T. Assuma que as reações acima são realizadas sob pressão constante, na temperatura T, e que a temperatura dos reagentes é igual à dos produtos. Considere que, para as reações representadas pelas equações acima, sejam feitas as seguintes comparações:

I. $|\Delta E_{\text{I}}| = |\Delta E_{\text{II}}|$.

II. $|\Delta H_{\text{I}}| = |\Delta H_{\text{II}}|$.

III. $|\Delta H_{\text{II}}| > |\Delta E_{\text{II}}|$.

IV. $|\Delta H_{\text{I}}| < |\Delta E_{\text{I}}|$.

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

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

alternativa E

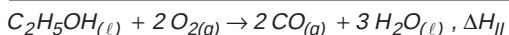
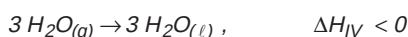
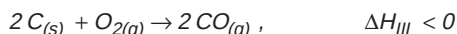
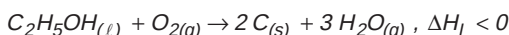
I. Falsa. Admitindo-se a condição-padrão e calculando-se a variação de entalpia das reações I e II por ΔH_f^0 , temos $\Delta H_{\text{I}} = -447,8 \text{ kJ}$ e $\Delta H_{\text{II}} = -800,8 \text{ kJ}$ (ambas por mol de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\ell)$).

Em (b), $p\Delta V = \Delta nRT = 0$ e $\Delta E_{\text{II}} = \Delta H_{\text{II}} - p\Delta V = -800,8 \text{ kJ}$ por mol de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\ell)$.

Em (a), $p\Delta V = \Delta nRT = 2 \cdot 8,3 \cdot 298 = 4\,946,8 \text{ kJ}$ e $\Delta E_{\text{I}} = -447,8 - 4\,946,8 = -5\,394,6 \text{ kJ}$ por mol de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\ell)$.

Logo $|\Delta E_{\text{I}}| \neq |\Delta E_{\text{II}}|$.

II. Falsa.



Logo $\Delta H_{\text{II}} = \Delta H_{\text{I}} + \Delta H_{\text{III}} + \Delta H_{\text{IV}}$. Os processos são exotérmicos, levando a $\Delta H_{\text{II}} < \Delta H_{\text{I}}$ ou $|\Delta H_{\text{II}}| > |\Delta H_{\text{I}}|$.

III. Falsa.

A variação de entalpia de uma reação é dada por $\Delta H = \Delta E + \Delta(pV)$. Como as reações são isobáricas, $\Delta H = \Delta E + p\Delta V$. Ainda, $\Delta V = \frac{\Delta n \cdot RT}{p}$ uma vez

que a pressão é constante e $T_{\text{reagentes}} = T_{\text{produtos}}$. Como $\Delta n = 0$, $\Delta V = 0$ e $\Delta H_{\text{II}} = \Delta E_{\text{II}}$ ou $|\Delta H_{\text{II}}| = |\Delta E_{\text{II}}|$.

IV. Verdadeira.

Da Primeira Lei da Termodinâmica, segue que:

$$q = \Delta E + w \stackrel{p=\text{cte}}{\Leftrightarrow} q = \Delta E + p\Delta V \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \Delta E = q - p\Delta V$$

A reação de combustão é exotérmica e portanto $q < 0$.

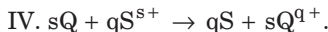
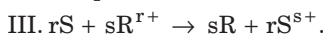
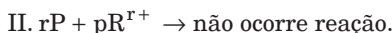
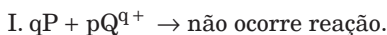
$$\text{E em (a)} \Delta V = \frac{\Delta n \cdot RT}{p} > 0 \Leftrightarrow p\Delta V > 0.$$

$$\text{Logo } |\Delta E| = |q| + |p\Delta V|.$$

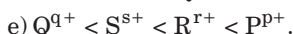
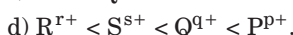
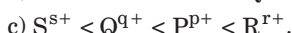
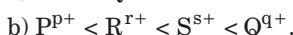
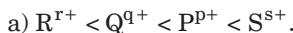
Como $\Delta H = \Delta E + p\Delta V = q$, então $|\Delta H| = |q|$, levando a $|\Delta H_{\text{I}}| < |\Delta E_{\text{I}}|$.

Questão 6

Considere os metais P, Q, R e S e quatro soluções aquosas contendo, cada uma, um dos íons $\text{P}^{\text{p}+}$, $\text{Q}^{\text{q}+}$, $\text{R}^{\text{r}+}$, $\text{S}^{\text{s}+}$ (sendo p, q, r, s números inteiros e positivos). Em condições-padrão, cada um dos metais foi colocado em contato com uma das soluções aquosas e algumas das observações realizadas podem ser representadas pelas seguintes equações químicas:



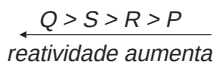
Baseado nas informações acima, a ordem crescente do poder oxidante dos íons $\text{P}^{\text{p}+}$, $\text{Q}^{\text{q}+}$, $\text{R}^{\text{r}+}$ e $\text{S}^{\text{s}+}$ deve ser disposta da seguinte forma:



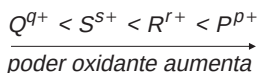
alternativa E

Observando-se os quatro experimentos realizados, nota-se que o metal P não consegue deslocar Q e R, e que o metal S desloca R e o metal Q desloca S.

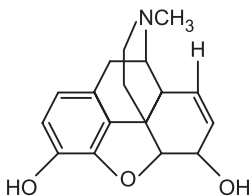
Desse modo, pode-se ordenar os metais em ordem decrescente de reatividade:



O poder oxidante de um cátion metálico aumenta com a diminuição da reatividade do respectivo metal; assim sendo, a ordem correta será:

**Questão 7**

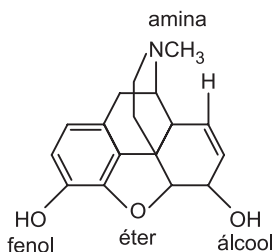
A estrutura molecular da morfina está representada a seguir. Assinale a opção que apresenta dois dos grupos funcionais presentes nesta substância.



- a) Álcool e éster.
- b) Amina e éter.
- c) Álcool e cetona.
- d) Ácido carboxílico e amina.
- e) Amida e éster.

alternativa B

Na morfina (presente na papoula) existem os grupos funcionais:

**Questão 8**

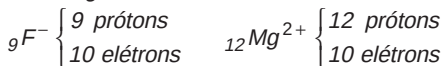
Qual das opções abaixo apresenta a comparação **ERRADA** relativa aos raios de átomos e de íons?

- a) raio do Na^+ < raio do Na.
- b) raio do Na^+ < raio do F^- .
- c) raio do Mg^{2+} < raio do O^{2-} .
- d) raio do F^- < raio do O^{2-} .
- e) raio do F^- < raio do Mg^{2+} .

alternativa E

O raio dos íons se relaciona tanto com o número de prótons, quanto com o número de elétrons.

Assim o raio iônico do F^- é maior que o raio iônico do Mg^{2+}



pois a força de atração eletrostática é maior entre o núcleo do íon de magnésio e a sua eletrosfera.

Questão 9

Considere as seguintes configurações eletrônicas e respectivas energias da espécie atômica (A), na fase gasosa, na forma neutra, aniônica ou catiônica, no estado fundamental ou excitado:

- I. $ns^2np^5(n+1)s^2$; E_I .
- II. $ns^2np^6(n+1)s^1(n+1)p^1$; E_{II} .
- III. $ns^2np^4(n+1)s^2$; E_{III} .
- IV. ns^2np^5 ; E_{IV} .
- V. $ns^2np^6(n+1)s^2$; E_V .
- VI. ns^2np^6 ; E_{VI} .
- VII. $ns^2np^5(n+1)s^1(n+1)p^1$; E_{VII} .
- VIII. $ns^2np^6(n+1)s^1$; E_{VIII} .

Sabendo que $|E_I|$ é a energia, em módulo, do primeiro estado excitado do átomo neutro (A), assinale a alternativa **ERRADA**.

- a) $|E_{III} - E_{VI}|$ pode representar a energia equivalente a uma excitação eletrônica do cátion (A^+).

b) $|E_{II} - E_V|$ pode representar a energia equivalente a uma excitação eletrônica do ânion (A^-).

c) $|E_{IV} - E_{VI}|$ pode representar a energia equivalente à ionização do cátion (A^+).

d) $|E_{II} - E_{VIII}|$ pode representar a energia equivalente à afinidade eletrônica do átomo neutro (A).

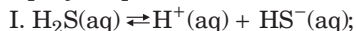
e) $|E_{VII} - E_{VIII}|$ pode representar a energia equivalente a uma excitação eletrônica do átomo neutro (A).

alternativa D

A afinidade eletrônica do átomo neutro (A) é a energia liberada quando um elétron é adicionado a um átomo neutro e isolado: $A + e^- \rightarrow A^-$. Portanto, o valor correto seria $|E_V - E_{VIII}|$.

Questão 10

Na temperatura de 25°C e pressão igual a 1 atm, a concentração de H_2S numa solução aquosa saturada é de aproximadamente $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Nesta solução, são estabelecidos os equilíbrios representados pelas seguintes equações químicas balanceadas:



$$K_I(25^\circ\text{C}) = 9,1 \times 10^{-8}.$$



$$K_{II}(25^\circ\text{C}) = 1,2 \times 10^{-15}.$$

Assinale a informação **ERRADA** relativa a concentrações aproximadas (em mol L^{-1}) das espécies presentes nesta solução.

a) $[\text{H}^+]^2[\text{S}^{2-}] \approx 1 \times 10^{-23}$.

b) $[\text{S}^{2-}] \approx 1 \times 10^{-15}$.

c) $[\text{H}^+] \approx 1 \times 10^{-7}$.

d) $[\text{HS}^-] \approx 1 \times 10^{-4}$.

e) $[\text{H}_2\text{S}] \approx 1 \times 10^{-1}$.

alternativa C

Para o equilíbrio iônico I: (quantidades em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

	$\text{H}_2\text{S}(\text{aq})$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}^+(\text{aq})$	+	$\text{HS}^-(\text{aq})$
início	0,1		0		0
ioniza	-x		+x		+x
eq. iônico	(0,1 - x)		(x)		(x)

Pelo grau de ionização ser muito baixo (K_I muito pequeno), então $[\text{H}_2\text{S}] = 0,1 - x \approx 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

$$\text{Assim } K_I = \frac{[\text{H}^+][\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} \Rightarrow 9,1 \cdot 10^{-8} = \frac{(x)(x)}{0,1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = 9,54 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ e}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{HS}^-] = 9,54 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ ou } [\text{H}^+] =$$

$$= [\text{HS}^-] \approx 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

No equilíbrio iônico II: (quantidades em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

	$\text{HS}^-(\text{aq})$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}^+(\text{aq})$	+	$\text{S}^{2-}(\text{aq})$
início	$1 \cdot 10^{-4}$		$1 \cdot 10^{-4}$		0
ioniza	-y		+y		+y
eq. iônico	$(1 \cdot 10^{-4} - y)$		$(1 \cdot 10^{-4} + y)$		(y)

De modo análogo:

$$[\text{HS}^-] = 1 \cdot 10^{-4} - y \approx 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ e}$$

$$[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-4} + y \approx 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}. \text{ Logo}$$

$$K_{II} = \frac{[\text{H}^+][\text{S}^{2-}]}{[\text{HS}^-]} \Rightarrow 1,2 \cdot 10^{-15} = \frac{(1 \cdot 10^{-4}) \cdot y}{(1 \cdot 10^{-4})} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y = 1,2 \cdot 10^{-15} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ ou } [\text{S}^{2-}] =$$

$$= 1,2 \cdot 10^{-15} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Sendo assim, a alternativa C representa a única concentração molar errada.

Questão 11

Uma mistura de 300 mL de metano e 700 mL de cloro foi aquecida no interior de um cilindro provido de um pistão móvel sem atrito, resultando na formação de tetracloreto de carbono e cloreto de hidrogênio. Considere todas as substâncias no estado gasoso e temperatura constante durante a reação. Assinale a opção que apresenta os volumes **CORRETOS**, medidos nas mesmas condições de temperatura e pressão, das substâncias presentes no cilindro após reação completa.

	Volume metano (mL)	Volume cloro (mL)	Volume tetracloreto de carbono (mL)	Volume cloreto de hidrogênio (mL)
a)	0	0	300	700
b)	0	100	300	600
c)	0	400	300	300
d)	125	0	175	700
e)	175	0	125	700

alternativa D

Num sistema gasoso, nas condições de pressão e temperatura constantes, o volume é diretamente proporcional ao número de mols:

$$1 \text{ CH}_4(g) + 4 \text{ Cl}_2(g) \rightarrow 1 \text{ CCl}_4(g) + 4 \text{ HCl}(g)$$

início	300 ml	700 ml	0	0
reage	-175 ml	-700 ml	+175 ml	+700 ml
final	125 ml	0	175 ml	700 ml

reagente
limitante

Questão 12

Considere as seguintes radiações eletromagnéticas:

- I. Radiação Gama.
- II. Radiação visível.
- III. Radiação ultravioleta.
- IV. Radiação infravermelho.
- V. Radiação microondas.

Dentre estas radiações eletromagnéticas, aquelas que, via de regra, estão associadas a transições eletrônicas em moléculas são

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

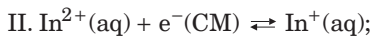
alternativa C

As transições eletrônicas em moléculas usualmente estão associadas às radiações eletromagnéticas das faixas do visível (luz) e ultravioleta. A radiação gama é de origem nuclear e as radiações menos energéticas, a partir do infravermelho, estão associadas às deformações estruturais e vibrações das moléculas.

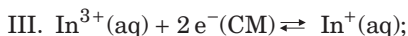
Questão 13

Considere os eletrodos representados pelas semi-equações químicas seguintes e seus respectivos potenciais na escala do eletrodo de hidrogênio (E^0) e nas condições-padrão:

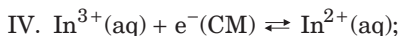
- I. $\text{In}^+(aq) + e^-(CM) \rightleftharpoons \text{In}(s)$;
 $E_I^0 = -0,14 \text{ V}$.



$$E_{II}^0 = -0,40 \text{ V}.$$

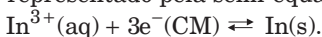


$$E_{III}^0 = -0,44 \text{ V}.$$



$$E_{IV}^0 = -0,49 \text{ V}.$$

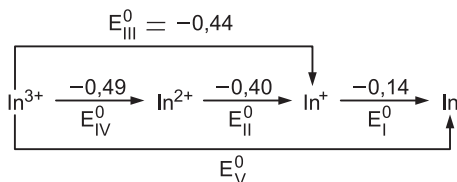
Assinale a opção que contém o valor **CORRETO** do potencial-padrão do eletrodo representado pela semi-equação



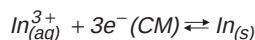
- a) -0,30V.
- b) -0,34V.
- c) -0,58V.
- d) -1,03V.
- e) -1,47V.

alternativa B

Pode-se representar os potenciais de eletrodo (em volts) das semi-reações do seguinte modo:



Para se obter o potencial padrão (E_V^0) da semi-reação



deve-se utilizar a seguinte expressão:

$$E_V^0 = \frac{E_I^0 + E_{II}^0 + E_{IV}^0}{3}$$

$$E_V^0 = \frac{(-0,14) + (-0,40) + (-0,49)}{3} \cong -0,34 \text{ V}$$

Questão 14

Quatro copos (I, II, III e IV) contêm, respectivamente, soluções aquosas de misturas de substâncias nas concentrações especificadas a seguir:

- I. Acetato de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ + Cloreto de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.
- II. Ácido acético $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ + Acetato de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.
- III. Ácido acético $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ + Cloreto de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.
- IV. Ácido acético $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ + Hidróxido de amônio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.

Para uma mesma temperatura, qual deve ser a sequência **CORRETA** do pH das soluções contidas nos respectivos copos?

Dados eventualmente necessários:

Constante de dissociação do ácido acético em água a 25°C: $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$.

Constante de dissociação do hidróxido de amônio em água a 25°C: $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$.

a) $\text{pH}_I > \text{pH}_{IV} > \text{pH}_{II} > \text{pH}_{III}$.

b) $\text{pH}_I \approx \text{pH}_{IV} > \text{pH}_{III} > \text{pH}_{II}$.

c) $\text{pH}_{II} \approx \text{pH}_{III} > \text{pH}_I > \text{pH}_{IV}$.

d) $\text{pH}_{III} > \text{pH}_I > \text{pH}_{II} > \text{pH}_{IV}$.

e) $\text{pH}_{III} > \text{pH}_I > \text{pH}_{IV} > \text{pH}_{II}$.

alternativa A

Copo I. O ânion acetato sofre hidrólise, segundo a equação:

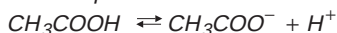


Portanto $\text{pH}_I > 7$.

Copo II. O sal dissocia totalmente, logo:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,1 \text{ M}$$

O ácido dissocia parcialmente:



início	0,1 M	0,1 M	0
reação	-x	+x	+x
equilíbrio	0,1 - x	0,1 + x	x

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Considerando ácido fraco $\begin{cases} 0,1 - x \approx 0,1 \\ 0,1 + x \approx 0,1 \end{cases}$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{0,1 \cdot x}{0,1} \Rightarrow x = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow 4 < \text{pH}_{II} < 5$$

O cálculo do pH de uma solução tampão ácida pode ser feito diretamente, utilizando-se a equação de Henderson-Hasselbach:

$$\text{pH}_{II} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{sal}]}{[\text{ácido}]}$$

$$\text{pH}_{II} = -\log(1,8 \cdot 10^{-5}) + \log \frac{0,1}{0,1} \approx 4,75$$

Copo III. O sal dissocia totalmente.

O ácido dissocia parcialmente:



início	0,1 M	0	0
reação	-x	+x	+x
estequiometria	0,1 - x	x	x

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Considerando ácido fraco: $0,1 - x \approx 0,1$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{0,1} \Rightarrow x^2 = 1,8 \cdot 10^{-6}$$

$$x = \sqrt{1,8} \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{1,8} \cdot 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow 2 < \text{pH}_{III} < 3$$

Copo IV. Como o ácido e a base apresentam a mesma constante de dissociação, o sal produzido na neutralização terá caráter neutro.

Portanto $\text{pH}_{IV} = 7$.

Logo $\text{pH}_I > \text{pH}_{IV} > \text{pH}_{II} > \text{pH}_{III}$.

Questão 15

O $^{214}_{82}\text{Pb}$ desintegra-se por emissão de partículas Beta, transformando-se em $^{214}_{83}\text{Bi}$ que,

por sua vez, se desintegra também por emissão de partículas Beta, transformando-se em $^{214}_{84}\text{Po}$. A figura a seguir mostra como varia,

com o tempo, o número de átomos, em porcentagem de partículas, envolvidos nestes processos de desintegração. Admita $\ln 2 = 0,69$. Considere que, para estes processos, sejam feitas as seguintes afirmações:

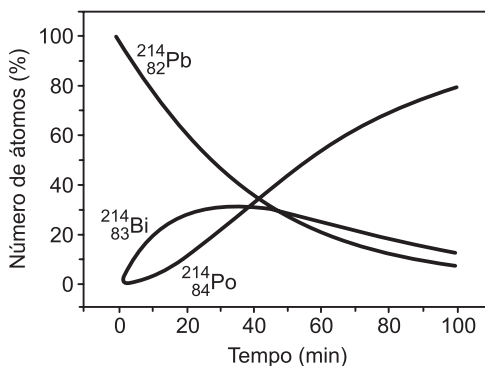
I. O tempo de meia-vida do chumbo é de aproximadamente 27 min.

II. A constante de velocidade da desintegração do chumbo é de aproximadamente $3 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$.

III. A velocidade de formação de polônio é igual à velocidade de desintegração do bismuto.

IV. O tempo de meia-vida do bismuto é maior que o do chumbo.

V. A constante de velocidade de decaimento do bismuto é de aproximadamente $1 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$.



Das afirmações acima, estão **CORRETAS**

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

alternativa A

As únicas afirmações corretas são as seguintes:

I. Consultando o gráfico, o tempo para que metade dos átomos se desintegram é 27 minutos aproximadamente.

II. Para o cálculo da constante de velocidade, temos: $\ell n \frac{N_0}{N} = \lambda \cdot \Delta t$, onde

$N_0 \rightarrow$ número de átomos no instante t_0

$N \rightarrow$ número de átomos no instante t

$\lambda \rightarrow$ constante de velocidade da desintegração

$t \rightarrow$ tempo

No gráfico temos:

80% do número de átomos $t_0 = 10 \text{ min}$

40% do número de átomos $t = 37 \text{ min}$

$\Delta t = 27 \text{ min}$

$N_0 = 0,8x$

$N = 0,4x$

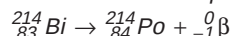
(x é o número total de átomos)

$$\ell n \frac{N_0}{N} = \lambda \cdot \Delta t \Rightarrow \ell n \frac{0,8x}{0,4x} = \lambda \cdot 27 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ell n \cdot 2 = \lambda \cdot 27$$

$$\lambda \cong 2,56 \cdot 10^{-2} \text{ min}$$

III. Observando a equação:



Para cada átomo de Bi desintegrado, forma-se um de polônio ao mesmo tempo. Concluímos que a velocidade de formação de polônio é igual à velocidade de desintegração de bismuto.

que esta é mantida constante durante todo o experimento. Abrindo-se a torneira do tubo de conexão entre os dois balões, ocorre a mistura dos dois gases. Após estabelecido o equilíbrio, a pressão nos dois balões pode ser expressa em função da constante dos gases (R) e da temperatura absoluta (T) por

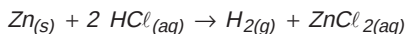
- a) $\frac{1}{2} RT$. b) $\frac{1}{2} RT + 1$. c) $\frac{3}{2} RT$.
d) $\frac{1}{3} RT + 2$. e) $RT + 3$.

alternativa D

Calculando o número de mols dos gases, temos:

• para o balão A:

$$m_{\text{Zn}} = 180 - 49 = 131 \text{ g Zn (excesso)}$$



$$131 \text{ g Zn} \cdot \underbrace{\frac{1 \text{ mol Zn}}{65,37 \text{ g Zn}}}_{\text{m. molar}} \cdot \underbrace{\frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Zn}}}_{\text{equação química}} \cong 2 \text{ mol H}_2$$

• para o balão B:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{3 \cdot 4}{RT} = \frac{12}{RT} \text{ mol N}_2$$

Cálculo da pressão final:

$$P_T V_T = n_T RT, \text{ sendo } V_T = V_A + V_B$$

$$n_T = n_{\text{H}_2} + n_{\text{N}_2}; \text{ então}$$

$$P_T \cdot 6 = \left(\frac{12}{RT} + 2 \right) \cdot RT$$

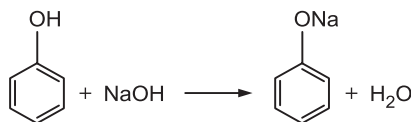
$$P_T = 2 + \frac{RT}{3}$$

Questão 16

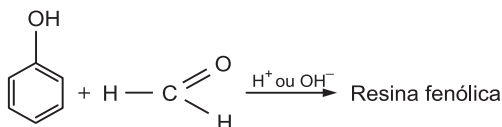
Uma massa de 180 g de zinco metálico é adicionada a um erlenmeyer contendo solução aquosa de ácido clorídrico. Ocorre reação com liberação de gás que é totalmente coletado em um Balão A, de volume igual a 2 L. Terminada a reação, restam 49 g de zinco metálico no erlenmeyer. A seguir, por meio de um tubo provido de torneira, de volumes desprezíveis, o Balão A é conectado a um Balão B, de volume igual a 4 L, que contém gás nitrogênio sob pressão de 3 atm. Considere que a temperatura é igual em ambos os balões e

Questão 17

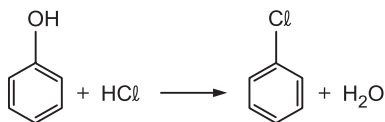
Considere as seguintes equações químicas:
I.



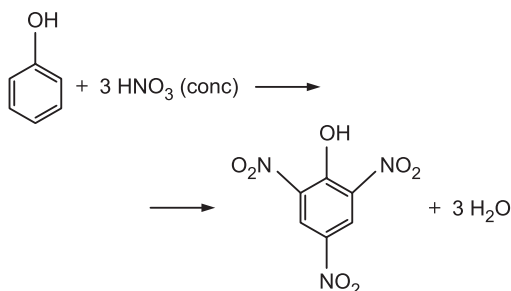
II.



III.



IV.



Das reações representadas pelas equações acima, aquela(s) que ocorre(m) nas condições-padrão é (são)

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

alternativa B

I. O fenol apresenta um caráter ácido e nas condições-padrão é neutralizado por uma base forte (NaOH).

II. O fenol reage com o formaldeído nas condições-padrão formando uma resina fenólica denominada baquelite (ou baquelita).

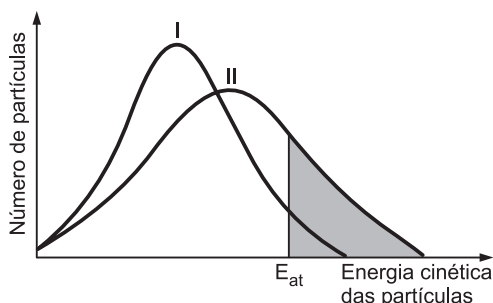
III. A reação não ocorre devido às características do fenol decorrentes da ressonância do anel aromático e da forte orientação ativante do grupo —OH para reações eletrofílicas aromáticas.

IV. A reação entre o fenol e o ácido nítrico ocorre nas condições-padrão formando o ácido pícrico. Observe que o grupo —OH é um forte ativante orientador orto-para para reações eletrofílicas aromáticas.

Questão 18

A figura a seguir representa o resultado de dois experimentos diferentes (I e II) realizados para uma mesma reação química genérica (reagentes → produtos). As áreas hachuradas sob as curvas representam o número de partículas reagentes com energia cinética

igual ou maior que a energia de ativação da reação (E_{at}).



Baseado nas informações apresentadas nesta figura, é **CORRETO** afirmar que

- a) a constante de equilíbrio da reação nas condições do experimento I é igual à da reação nas condições do experimento II.
b) a velocidade medida para a reação nas condições do experimento I é maior que a medida nas condições do experimento II.
c) a temperatura do experimento I é menor que a temperatura do experimento II.
d) a constante de velocidade medida nas condições do experimento I é igual à medida nas condições do experimento II.
e) a energia cinética média das partículas, medida nas condições do experimento I, é maior que a medida nas condições do experimento II.

alternativa C

A diferença nas curvas do gráfico mostra que, para a mesma reação, sem modificação da energia de ativação (E_{at}), houve mudança na temperatura, em que:

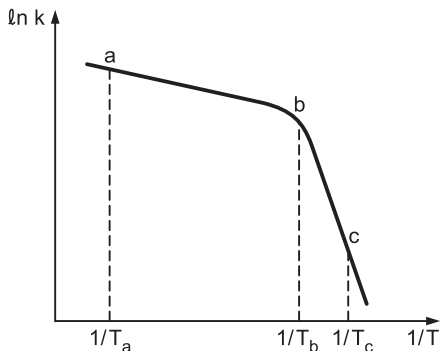
$$\text{temperatura do experimento I} < \text{temperatura do experimento II}$$

O aumento de temperatura implica em aumento da energia cinética média das partículas, favorecendo a formação dos produtos.

Questão 19

A figura a seguir mostra como o valor do logaritmo da constante de velocidade (k) da reação representada pela equação química $A \longrightarrow R$ varia com o recíproco da temperatura.

Considere que, em relação às informações mostradas na figura, sejam feitas as afirmações seguintes:



I. O trecho a – b da curva mostra a variação de $\ln k$ da reação direta ($A \rightarrow R$) com o recíproco da temperatura, enquanto o trecho b – c mostra como varia $\ln k$ da reação inversa ($R \rightarrow A$) com o recíproco da temperatura.

II. Para temperaturas menores que T_b , o mecanismo controlador da reação em questão é diferente daquele para temperaturas maiores que T_b .

III. A energia de ativação da reação no trecho a – b é menor que a no trecho b – c.

IV. A energia de ativação da reação direta ($A \rightarrow R$) é menor que a da reação inversa ($R \rightarrow A$).

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

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

alternativa D

Analisando as afirmações, temos:

I. Errada. O gráfico mostra a variação de $\ln k$, onde k é a constante cinética da reação direta.

II. Correta. Na temperatura T_b , muda-se a inclinação da reta.

III. Correta. Segundo a Equação de Arrhenius

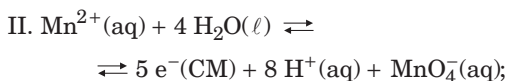
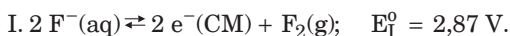
$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T}$, temos que o coeficiente angular é igual a $-\frac{E_a}{R}$, na qual E_a é a energia de

ativação da reação, assim sendo, quanto mais acentuada a inclinação da reta (trecho b – c) maior será a energia de ativação.

IV. Errada. Quanto maior a temperatura, maior será o $\ln k$, favorecendo a reação direta ($A \rightarrow R$); logo esta é endotérmica. A energia de ativação da reação direta é, portanto, maior que a energia de ativação da reação inversa.

Questão 20

Considere os dois eletrodos (I e II) seguintes e seus respectivos potenciais na escala do eletrodo de hidrogênio (E^0) e nas condições-padrão:



$E_{II}^0 = 1,51 V.$

A força eletromotriz de um elemento galvânico construído com os dois eletrodos acima é de

- a) $-1,81 V.$ b) $-1,13 V.$ c) $0,68 V.$
d) $1,36 V.$ e) $4,38 V.$

alternativa D

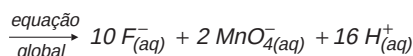
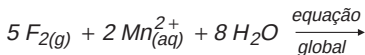
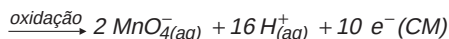
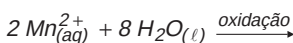
O cálculo da f.e.m. de um elemento galvânico pode ser feito utilizando-se a expressão:

$$f.e.m. = E_{red.} - E_{red.} \quad (maior) \quad (menor)$$

Deste modo, para o elemento citado tem-se que:

$$f.e.m. = 2,87 - 1,51 = +1,36 V$$

As semi-reações e a equação global deste processo são:



Questão 21

Descreva os procedimentos utilizados na determinação do potencial de um eletrodo de cobre $Cu(s)|Cu^{2+}(aq)$. De sua descrição devem constar:

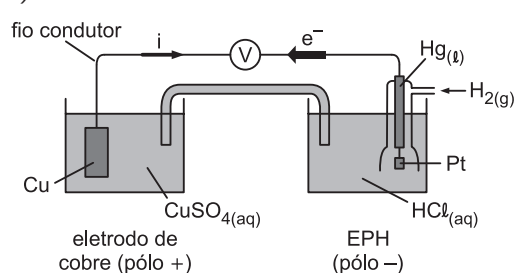
- a) A listagem de todo o material (soluções, medidores etc.) necessário para realizar a medição do potencial do eletrodo em questão.

b) O desenho esquemático do elemento galvânico montado para realizar a medição em questão. Deixe claro nesse desenho quais são os pólos positivo e negativo e qual dos eletrodos será o anodo e qual será o catodo, quando corrente elétrica circular por esse elemento galvânico. Neste último caso, escreva as equações químicas que representam as reações anódicas e catódicas, respectivamente.

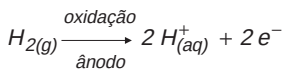
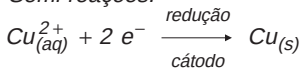
c) A explicação de como um aumento do valor das grandezas seguintes afeta o potencial do eletrodo de cobre (Aumenta? Diminui? Não altera?): área do eletrodo, concentração de cobre no condutor metálico, concentração de íons cobre no condutor eletrolítico e temperatura.

Resposta

a) Para se determinar o potencial de um eletrodo de cobre ($\text{Cu}_{(\text{aq})}^{2+} / \text{Cu}_{(\text{s})}$) é necessário haver outro eletrodo cujo potencial seja exatamente conhecido. Os dois eletrodos podem ser combinados para formar uma célula voltáica cuja f.e.m. pode ser medida diretamente utilizando-se um voltímetro (V). Desse modo, necessita-se, primeiramente, de um eletrodo de referência que será ligado ao eletrodo de cobre. O eletrodo de referência primário é o eletrodo padrão de hidrogênio (EPH) cujo potencial, a 25°C e 1 atm, foi adotado como sendo igual a zero. Um eletrodo de hidrogênio típico (do tipo sino de Hildebrand), consiste numa folha de platina recoberto eletroliticamente com negro de platina (platina/platinizada), imerso numa solução de HCl contendo íons H^+ com atividade unitária. O hidrogênio gasoso à pressão de uma atmosfera é passado sobre a folha de platina através de um tubo lateral e escapa por pequenos furos do tubo de vidro. A ligação da platina com o circuito externo é feita com mercúrio (vide figura). O eletrodo de cobre é constituído de uma folha de cobre imersa numa solução aquosa de CuSO_4 . A interligação entre os eletrodos e o voltímetro é feita por um fio de cobre de pureza conhecida. Uma ponte salina (agar-agar/ KCl) foi usada como elemento de contato iônico entre os eletrodos.



Semi-reações:

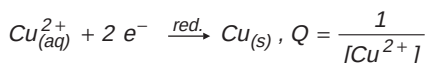


c) A área do eletrodo de cobre influenciará na duração da pilha, não na determinação do potencial. A concentração de cobre no fio condutor, ou seja, a pureza da liga de cobre, influenciará na passagem de elétrons entre os eletrodos. Quanto mais puro o material, melhor será a condução e mais precisa será a medida do potencial.

A Equação de Nernst

$$E_{\text{eletrodo}} = E_{\text{eletrodo}}^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

permite prever que o aumento da temperatura causará a diminuição do potencial e que o aumento da concentração de Cu^{2+} na solução aumentará o potencial do eletrodo. Para a semi-reação de redução do cobre:



Questão 22

Deseja-se preparar 57 gramas de sulfato de alumínio $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$ a partir de alumínio sólido (Al), praticamente puro, e ácido sulfúrico (H_2SO_4). O ácido sulfúrico disponível é uma solução aquosa 96 % (m/m), com massa específica de $1,84 \text{ g cm}^{-3}$.

a) Qual a massa, em gramas, de alumínio necessária para preparar a quantidade de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ especificada? Mostre os cálculos realizados.

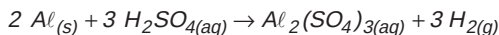
b) Qual a massa, em gramas, de ácido sulfúrico necessária para preparar a quantidade de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ especificada? Mostre os cálculos realizados.

c) Nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP), qual é o volume, em litros, de gás formado durante a preparação da quantidade de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ especificada? Mostre os cálculos realizados.

d) Caso a quantidade especificada de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ seja dissolvida em água acidulada, formando 1 L de solução, qual a concentração de íons Al^{3+} e de íons SO_4^{2-} existentes nesta solução?

Resposta

Temos a seguinte equação química:



a) Cálculo da massa de alumínio necessária para formar 57 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$:

$$m_{\text{Al}} = 57 \text{ g } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}{342,14 \text{ g } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot \frac{2 \text{ mols Al}}{1 \text{ mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot \frac{26,98 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} \approx 8,99 \text{ g Al}$$

eq. química massa molar

b) Cálculo da massa de solução de H_2SO_4 (ácido sulfúrico disponível) necessária ao preparo de 57 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$:

$$m_{\text{solução}} = 57 \text{ g } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}{342,14 \text{ g } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot \frac{3 \text{ mols } \text{H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot \frac{98,08 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{100 \text{ g solução de } \text{H}_2\text{SO}_4}{96 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4} \approx 51,06 \text{ g de solução de } \text{H}_2\text{SO}_4$$

m. molar eq. química

m. molar % em massa

c) Cálculo do volume em litros do gás hidrogênio formado, nas CNTP, quando 57 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ forem formados:

$$V_{\text{H}_2} = 57 \text{ g } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}{342,14 \text{ g } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot \frac{3 \text{ mols } \text{H}_2}{1 \text{ mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot \frac{22,4 \text{ L } \text{H}_2}{1 \text{ mol } \text{H}_2} \approx 11,19 \text{ L } \text{H}_2$$

eq. química volume molar nas CNTP

d) Cálculo da concentração de íons Al^{3+} em 1 L de solução a partir de 57 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$:

$$[\text{Al}^{3+}] = \frac{57 \text{ g } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}{1 \text{ L solução}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}{342,14 \text{ g } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot \frac{2 \text{ mols } \text{Al}^{3+}}{1 \text{ mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \approx 0,33 \frac{\text{mol } \text{Al}^{3+}}{\text{L solução}}$$

f. química

Cálculo da concentração de íons SO_4^{2-} na mesma solução:

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{57 \text{ g } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}{1 \text{ L solução}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}{342,14 \text{ g } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot \frac{3 \text{ mols } \text{SO}_4^{2-}}{1 \text{ mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \approx 0,50 \frac{\text{mol } \text{SO}_4^{2-}}{\text{L solução}}$$

f. química

Questão 23

Uma solução aquosa foi preparada em um balão volumétrico de capacidade igual a 1 L, adicionando-se uma massa correspondente a 0,05 mol de dihidrogenofosfato de potássio (KH_2PO_4) sólido a 300 mL de uma solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) 0,1 mol L⁻¹ e completando-se o volume do balão com água destilada.

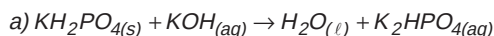
Dado eventualmente necessário: $\text{pK}_a = -\log K_a = 7,2$, em que K_a = constante de dissociação do H_2PO_4^- em água a 25°C.

a) Escreva a equação química referente à reação que ocorre no balão quando da adição do KH_2PO_4 à solução de KOH.

b) Determine o pH da solução aquosa preparada, mostrando os cálculos realizados.

c) O que ocorre com o pH da solução preparada (Aumenta? Diminui? Não altera?) quando a 100 mL desta solução for adicionado 1 mL de solução aquosa de HCl 0,1 mol L⁻¹? Justifique sua resposta.

d) O que ocorre com o pH da solução preparada (Aumenta? Diminui? Não altera?) quando a 100 mL desta solução for adicionado 1 mL de solução aquosa de KOH 0,1 mol L⁻¹? Justifique sua resposta.

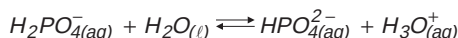
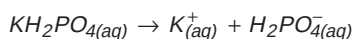
Resposta

b) Cálculo do número de mols de KOH:

$$0,3 \text{ L solução} \cdot \frac{0,1 \text{ mol KOH}}{1 \text{ L solução}} = 0,03 \text{ mol KOH}$$

conc. molar

Logo, há um excesso de 0,02 mol de KH_2PO_4 . Ocorre dissociação do sal seguida de hidrólise do ânion:



A solução se comportará como um tampão ácido, cujo pH pode ser calculado pela expressão:

$$pH = pK_a + \log \frac{[HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]}$$

Como $[HPO_4^{2-}] = 0,03 \text{ mol/L}$ e $[H_2PO_4^-] = 0,02 \text{ mol/L}$:

$$pH = 7,2 + \log \frac{0,03}{0,02} \cong 7,4$$

c) e d) Tipicamente, a solução-tampão formada de um ácido fraco ($H_2PO_4^-$) e seu ânion derivado (HPO_4^{2-}) não sofrerá variações apreciáveis de pH quando da adição de pequenas quantidades de solução ácida (HCl) ou básica (KOH).

Questão 24

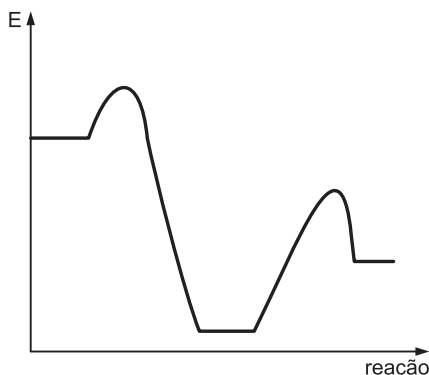
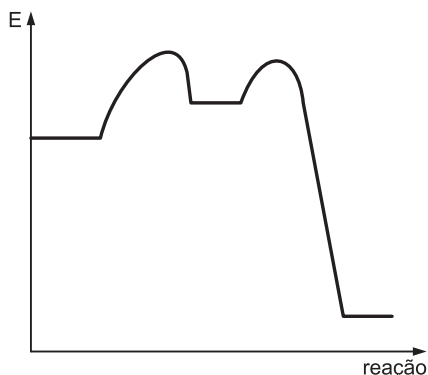
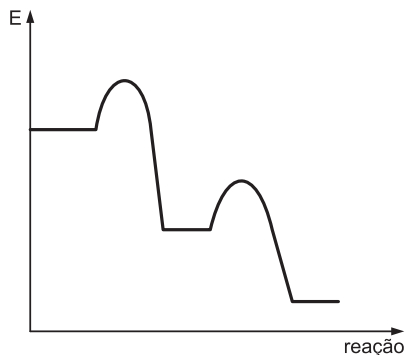
Certa reação química exotérmica ocorre, em dada temperatura e pressão, em duas etapas representadas pela seguinte sequência de equações químicas: $A + B \rightarrow E + F + G$



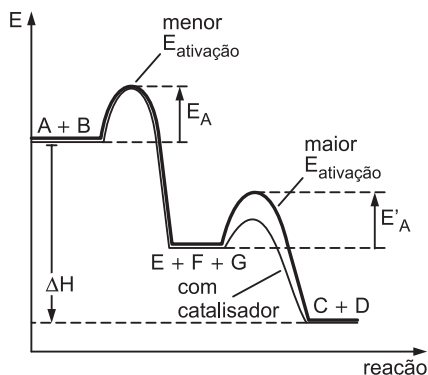
Represente, em um único gráfico, como varia a energia potencial do sistema em transformação (ordenada) com a coordenada da reação (abscissa), mostrando claramente a variação de entalpia da reação, a energia de ativação envolvida em cada uma das etapas da reação e qual destas apresenta a menor energia de ativação. Neste mesmo gráfico, mostre como a energia potencial do sistema em transformação varia com a coordenada da reação, quando um catalisador é adicionado ao sistema reagente. Considere que somente a etapa mais lenta da reação é influenciada pelo presença do catalisador.

Resposta

Um gráfico de uma reação exotérmica, em dada T e p , que ocorre em duas etapas em sequência, pode apresentar vários perfis:



Vamos usar o gráfico com o primeiro perfil:



Questão 25

São preparadas duas misturas: uma de água e sabão e a outra de etanol e sabão. Um feixe de luz visível incidindo sobre essas duas misturas é visualizado somente através da mistura de água e sabão. Com base nestas informações, qual das duas misturas pode ser considerada uma solução? Por quê?

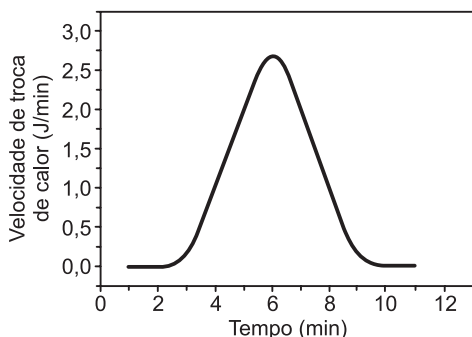
Resposta

Mistura água e sabão: o sistema é coloidal e observa-se o efeito Tyndall, que consiste na dispersão da luz, tornando o sistema não-transparente e permitindo a visualização do raio de luz. Esse sistema é um colóide, isto é, não é uma solução verdadeira.

Mistura etanol e sabão: o sistema não apresenta o efeito Tyndall, caracterizando uma solução verdadeira. O etanol, por ser menos polar que a água, dissolve melhor o sabão.

Questão 26

O gráfico a seguir mostra a variação, com o tempo, da velocidade de troca de calor durante uma reação química. Admita que 1 mol de produto tenha se formado desde o início da reação até o tempo $t = 11$ min. Utilizando as informações contidas no gráfico, determine, de forma aproximada, o valor das quantidades abaixo, mostrando os cálculos realizados.

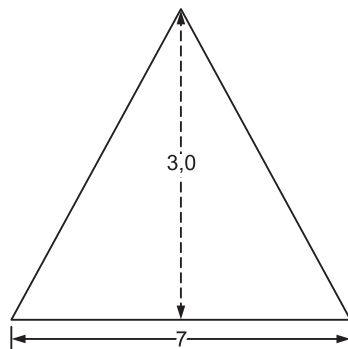


- a) Quantidade, em mols, de produto formado até $t = 4$ min.
 b) Quantidade de calor, em kJ mol^{-1} , liberada na reação até $t = 11$ min.

Resposta

A quantidade de calor trocada durante a reação química é diretamente proporcional ao número de mols do produto formado (1 mol).

b) A partir do gráfico podemos calcular, aproximadamente, o calor total trocado na formação de 1 mol do produto:

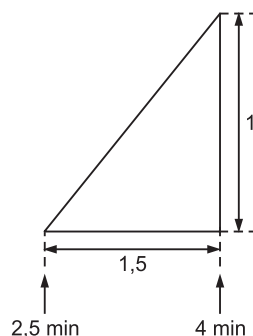


$$\text{Área} \stackrel{N}{=} \text{calor trocado} = \frac{3,0 \frac{\text{J}}{\text{min}} \cdot 7 \text{ min}}{2} = 10,5 \text{ J}$$

Como este calor foi trocado na formação de 1 mol do produto, temos:

$$Q = 10,5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,05 \cdot 10^{-2} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

a) A partir novamente do gráfico temos:



$$\text{Área} \stackrel{N}{=} \text{calor trocado} = \frac{1 \frac{\text{J}}{\text{min}} \cdot 1,5 \text{ min}}{2} = 0,75 \text{ J}$$

Então:

$$0,75 \cancel{\text{ J}} \cdot \underbrace{\frac{1 \text{ mol}}{9,45 \cancel{\text{ J}}}}_{\text{calor trocado por mol de produto}} \stackrel{N}{=} 0,08 \text{ mol de produto}$$

Questão 27

Um dos sistemas propelentes usados em foguetes consiste de uma mistura de hidrazina (N_2H_4) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Sabendo que o ponto triplo da hidrazina corresponde à temperatura de $2,0^\circ\text{C}$ e à pressão de $3,4 \text{ mm Hg}$, que o ponto crítico corresponde à temperatura de 380°C e à pressão de 145 atm

e que na pressão de 1 atm as temperaturas de fusão e de ebulição são iguais a 1,0 e 113,5 °C, respectivamente, pedem-se:

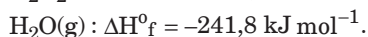
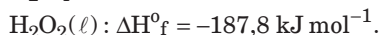
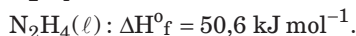
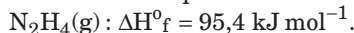
a) Um esboço do diagrama de fases da hidrazina para o intervalo de pressão e temperatura considerados neste enunciado.

b) A indicação, no diagrama esboçado no item a), de todos os pontos indicados no enunciado e das fases presentes em cada região do diagrama.

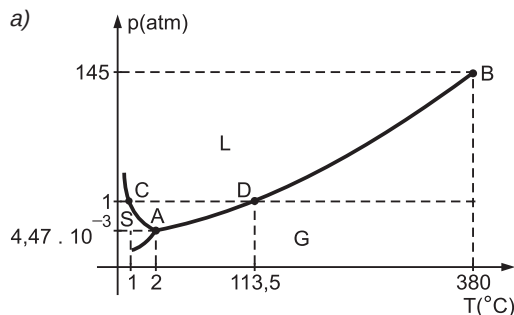
c) A equação química completa e balanceada que descreve a reação de combustão entre hidrazina e peróxido de hidrogênio, quando estes são misturados numa temperatura de 25 °C e pressão de 1 atm. Nesta equação, indique os estados físicos de cada substância.

d) O cálculo da variação de entalpia da reação mencionada em c).

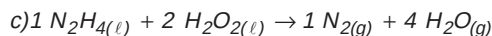
Dados eventualmente necessários: variação de entalpia de formação (ΔH_f°), na temperatura de 25 °C e pressão de 1 atm, referente a:



Resposta



b) Ponto	Pressão	Temp. (°C)
A (triplo)	3,4 mmHg ($4,47 \cdot 10^{-3}$ atm)	2
B (crítico)	145 atm	380
C (fusão)	1 atm	1
D (ebulição)	1 atm	113,5



d) $\Delta H_{\text{reação}} = (\Delta H_f^\circ \text{ N}_2(\text{g}) + 4 \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O}(\text{g})) - (2 \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O}_2(\text{l}) + \Delta H_f^\circ \text{ N}_2\text{H}_4(\text{l}))$
 $\Delta H_{\text{reação}} = (0 + 4 \cdot (-241,8)) - (2 \cdot (-187,8) + 50,6)$

$$\Delta H_{\text{reação}} = (-967,2) - (-375,6 + 50,6)$$

$$\Delta H_{\text{reação}} = -967,2 + 325,0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{reação}} = -642,2 \text{ kJ/mol N}_2\text{H}_4$$

Questão 28

Um recipiente aberto, mantido à temperatura ambiente, contém uma substância A (s) que se transforma em B (g) sem a presença de catalisador. Sabendo-se que a reação acontece segundo uma equação de velocidade de ordem zero, responda com justificativas às seguintes perguntas:

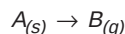
a) Qual a expressão algébrica que pode ser utilizada para representar a velocidade da reação?

b) Quais os fatores que influenciam na velocidade da reação?

c) É possível determinar o tempo de meia-vida da reação sem conhecer a pressão de B (g) ?

Resposta

Para a reação química de ordem zero:



Temos que:

a) A expressão algébrica que representa a velocidade da reação é:

$$v = -\frac{\Delta(m_A)}{\Delta t} = K'(m_A)^0 = K$$

$$m_A^0 - m_A^t = K \cdot t \quad \begin{matrix} K = \text{constante} \\ m_A = \text{massa de A}_{(\text{s})} \end{matrix}$$

b) Considerando que a substância $\text{A}_{(\text{s})}$ é mantida na temperatura ambiente (T constante) e sem a presença de um catalisador, a velocidade desta reação de ordem zero é constante e provém da natureza da substância $\text{A}_{(\text{s})}$ constituindo uma de suas características e não sofrendo influência de outros fatores.

c) A meia-vida da reação poderia ser determinada pela variação da massa de $\text{A}_{(\text{s})}$ da expressão do item a:

$$m_A^t = \frac{m_A^0}{2}$$

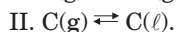
$$m_A^0 - \frac{m_A^0}{2} = K \cdot t_{\frac{1}{2}}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{m_A^0}{K} \left(1 - \frac{1}{2}\right)$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{m_A^0}{2K}$$

Questão 29

Uma mistura gasosa é colocada a reagir dentro de um cilindro provido de um pistão móvel, sem atrito e sem massa, o qual é mantido à temperatura constante. As reações que ocorrem dentro do cilindro podem ser genericamente representadas pelas seguintes equações químicas:



O que ocorre com o valor das grandezas abaixo (Aumenta? Diminui? Não altera?), quando o volume do cilindro é duplicado? Justifique suas respostas.

- Quantidade, em mols, da espécie B.
- Quantidade, em mols, da espécie C líquida.
- Constante de equilíbrio da equação I.
- Razão $[C]^3/[B]^2$.

Resposta

Considerando que o equilíbrio I, devido à sua razão (1 : 1) entre os mols dos reagentes e produtos gasosos não é perturbado por uma variação de volume-pressão, temos:

a) O aumento de volume diminui inicialmente as concentrações de $A_{(g)}$, $B_{(g)}$ e $C_{(g)}$ (sem deslocar o equilíbrio I). A diminuição repentina de $[C_{(g)}]$ desloca o equilíbrio II para a esquerda aumentando a $[C_{(g)}]$ até alcançar o valor inicial de equilíbrio com $C_{(l)}$.

Agora, esta variação de $[C_{(g)}]$ irá, pelo Princípio de Le Chatelier, deslocar o equilíbrio I para a esquerda no sentido do aumento de $[B_{(g)}]$ e de $[A_{(g)}]$. Estas variações nas concentrações de $A_{(g)}$ e $B_{(g)}$ irão levá-las até os valores iniciais do equilíbrio antes do aumento do volume. Portanto, como o volume foi dobrado e a $[B_{(g)}]_i = [B_{(g)}]_f$, a quantidade em mols de $B_{(g)}$ aumentou.

b) O deslocamento do equilíbrio II, conforme descrito no item a, leva a uma diminuição da quantidade, em mols, de espécie $C_{(l)}$.

c) A expressão de K_c é:

$$K_c = \frac{[C_{(g)}]^3}{[A_{(g)}][B_{(g)}]^2}$$

e lembrando que a temperatura permanece constante durante todo o procedimento, concluímos que K_c não se altera.

d) Manipulando a expressão de K_c , temos:

$$[A_{(g)}] \cdot K_c = \frac{[C_{(g)}]^3}{[B_{(g)}]^2} = \text{constante}$$

Explicação: A $[C_{(g)}]$ no equilíbrio inicial e no equilíbrio final apresenta o mesmo valor porque $C_{(g)}$ está em equilíbrio também com $C_{(l)}$, isto é, após a decompressão, $C_{(l)}$ evapora até que $p_{C(g)}$ alcance o valor da pressão de vapor.

Portanto, na expressão anterior, como $[C]$ e K_c são constantes, $[A]$ e $[B]$ também são necessariamente constantes.

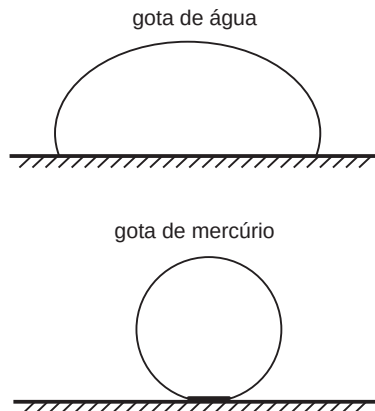
Questão 30

Dois substratos de vidro, do tipo comumente utilizado na fabricação de janelas, foram limpos e secos. Nas condições ambientes, depositaram-se cuidadosamente uma gota (0,05 mL) de mercúrio sobre um dos substratos e uma gota (0,05 mL) de água sobre o outro substrato. Considere os líquidos puros.

- Desenhe o formato da gota de líquido depositada sobre cada um dos substratos.
- Justifique a razão de eventuais diferenças nos formatos das gotas dos líquidos depositadas sobre cada um dos substratos de vidro.
- Qual a influência do volume do líquido no formato das gotas depositadas sobre os substratos?

Resposta

a)



b) Este problema está associado à energia de superfície. Quanto maior for a tensão superficial na interface substrato-líquido, menor deve ser o contato entre as duas fases (líquido-vidro).

Em um caso extremo (mercúrio), o contato ocorre através de uma superfície muito pequena (quase um ponto), dando à gota uma geometria quase esférica e indicando a altíssima tensão superficial do mercúrio.

c) O aumento do volume do líquido irá aumentar o tamanho da gota no sentido horizontal, mas mantendo o mesmo ângulo θ (diédrico).

