2011 ITA

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

CONSTANTES

Constante de Avogadro	=	$6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1}
Constante de Faraday (F)	=	$9{,}65 \times 10^{4}$ mol^{-1} = $9{,}65 \times 10^{4}$ A s mol^{-1} = $9{,}65 \times 10^{4}$ J V^{-1} mol^{-1}
Volume molar de gás ideal	=	22,4 L (CNTP)
Carga elementar	=	1.602×10^{-19} C
Constante dos gases (R)	=	$8{,}21 \times 10^{-2}$ atm·L K^{-1} mol^{-1} = 8,31 J K^{-1} mol^{-1} = 1,98 cal K^{-1} mol^{-1} = 62,4 mmHg L K^{-1} mol^{-1}
Constante gravitacional (g)	=	9,81 m·s^{-2}

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = 101 325 N m^{-2} = 760 Torr
1 J = 1 N m = 1 kg m^{2} s^{-2}
Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0ºC e 760 mmHg
Condições ambientes: 25 ºC e 1 atm.
Condições-padrão: 25 ºC e 1 atm; concentração das soluções: 1 mol L^{-1} (rigorosamente: atividade unitária das espécies), sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.
(s) = sólido. (l) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (CM) = circuito metálico. (conc) = concentrado.
(ua) = unidades arbitrárias. [A] = concentração da espécie química *A* em mol L^{-1}.

MASSAS MOLARES

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

Questão 01

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

A) 24.
B) 20.
C) 12.
D) 10.
E) 6.

Resolução:

Admitindo a densidade da solução igual a $1\ \text{g/mL}$, teremos:

$$C = 1000 \cdot d \cdot \mathcal{T}$$

$$C = 1000 \cdot 1 \cdot \frac{6}{100}$$

$$C = 60\ \text{g L}^{-1}$$

$$H_2O_2(aq) \rightarrow H_2O(l) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

$34\ \text{g}$ _____ $11{,}2\ \text{L}\ (\text{CNTP})$

$60\ \text{g}$ _____ V

$V \cong 19{,}76\ \text{L}$

Observa-se que cada litro dessa solução libera $19{,}76\ \text{L}$ de O_2 (CNTP). Portanto, a concentração da água oxigenada é de aproximadamente 20 volumes.

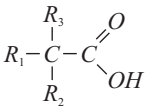
Alternativa B

Questão 02

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

A) CH_3COOH
B) CH_3CH_2COOH
C) $(CH_3)_3CCOOH$
D) $ClCH_2COOH$
E) Cl_3CCOOH

Resolução:
Considerando a fórmula geral do ácido carboxílico:



Sabe-se que quando R_1, R_2 e R_3 exercem efeito indutivo <u>positivo</u>, o ácido carboxílico se torna mais fraco devido à menor estabilidade do ânion carboxilato formado na ionização do hidrogênio.
Por outro lado, quando R_1, R_2 e R_3 exercem efeito indutivo <u>negativo</u>, o ácido carboxílico se torna mais forte devido ao aumento da estabilidade do ânion carboxilato. Radicais alquila são indutores positivos e halogênios são indutores negativos, logo o ácido mais forte é o tricloroacético.

Alternativa E

Questão 03

A $25\ ^\circ\text{C}$, três frascos (I, II e III) contêm, respectivamente, soluções aquosas $0{,}10\ \text{mol L}^{-1}$ em acetato de sódio, em cloreto de sódio e em nitrito de sódio.
Assinale a opção que apresenta a ordem crescente CORRETA de valores de pH_x ($x = I, II$ e III) dessas soluções, sabendo que as constantes de dissociação (K), a $25\ ^\circ\text{C}$, dos ácidos clorídrico (HCl), nitroso (HNO_2) e acético (CH_3COOH), apresentam a seguinte relação:

$$K_{HCl} > K_{HNO_2} > K_{CH_3COOH}$$

A) $pH_I < pH_{II} < pH_{III}$
B) $pH_I < pH_{III} < pH_{II}$
C) $pH_{II} < pH_I < pH_{III}$
D) $pH_{II} < pH_{III} < pH_I$
E) $pH_{III} < pH_{II} < pH_I$

Resolução:

O sal do frasco *II*, *NaCl*, não sofre hidrólise aquosa, e sua solução aquosa apresenta $pH = 7$.
Os sais dos frascos *I* e *III* sofrem hidrólise aquosa, que podem ser assim representadas:

$$Ac^-(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows HAc(aq) + OH^-(aq)$$
$$NO_2^-(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows HNO_2(aq) + OH^-(aq)$$

Como $K_h = \frac{K_w}{K_a}$, vemos que a constante de hidrólise do íon acetato será maior, levando a uma maior $[OH^-]$ e, consequentemente, a um pH maior. Assim:

$$pH_{II} < pH_{III} < pH_I$$

Alternativa D

Questão 04

A $25\ ^\circ C$, as massas específicas do etanol e da água, ambos puros, são $0{,}8\ g\,cm^{-3}$ e $1{,}0\ g\,cm^{-3}$, respectivamente. Adicionando $72\ g$ de água pura a $928\ g$ de etanol puro, obteve-se uma solução $1208\ cm^3$ de volume.
Assinale a opção que expressa a concentração desta solução em graus Gay-Lussac $(^\circ GL)$.

A) 98
B) 96
C) 94
D) 93
E) 72

Resolução:

Utilizando as densidades, vemos que foram misturados $72\ cm^3$ de água e $\frac{928}{0{,}8}\ cm^3 = 1160\ cm^3$ de etanol, obtendo-se $1208\ cm^3$ de solução alcoólica. Não podemos deixar de observar a contração volumétrica, usual nas misturas etanol $-H_2O$ $(1208\ cm^3 < 1232\ cm^3)$. Para o cálculo da concentração em $^\circ GL$, fazemos:

$1160\ cm^3$ _____ $1208\ cm^3$
C _____ $100\ cm^3$
$C = 96{,}03\ ^\circ GL \cong 96\ ^\circ GL$

Alternativa B

Questão 05

Considere a energia liberada em

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

Assinale a opção que apresenta a razão CORRETA entre a quantidade de energia liberada por átomo de hidrogênio na combustão do octano e na célula de combustível.
Dados: Energias de ligação, em $kJ\ mol^{-1}$.

$C-C$	247	$H-H$	436
$C-H$	413	$H-O$	464
$C=O$	803	$O=O$	498

A) 0,280
B) 1,18
C) 2,35
D) 10,5
E) 21,0

Resolução:

I. $C_8H_{18} + \frac{25}{2}O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O$

$\Delta H_{rompidas} = 7 \cdot 347 + 18 \cdot 413 + \frac{25}{2} \cdot 498$

$\Delta H_{rompidas} = 16088 \text{ kJ / mol}$

$\Delta H_{formadas} = 8 \cdot 2 \cdot 803 + 9 \cdot 2 \cdot 464$

$\Delta H_{formadas} = 21200 \text{ kJ / mol}$

$\Delta H_I = \Delta H_{rompidas} - \Delta H_{formadas}$

$\Delta H_I = 16088 - 21200$

$\Delta H_I = -5112 \text{ kJ / mol}$

$\Delta H_I = \frac{-5112}{18}$

$\therefore \Delta H_I = -284 \text{ kJ / mol } H$

II. $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$

$\Delta H_{rompidas} = 1 \cdot 436 + \frac{1}{2} \cdot 498$

$\Delta H_{rompidas} = 685 \text{ kJ / mol}$

$\Delta H_{formadas} = 1 \cdot 2 \cdot 464$

$\Delta H_{formadas} = 928 \text{ kJ / mol}$

$\Delta H_{II} = \Delta H_{rompidas} - \Delta H_{formadas}$

$\Delta H_{II} = 685 - 928$

$\Delta H_{II} = -243,0 \text{ kJ / mol}$

$\Delta H_{II} = \frac{-243}{2}$

$\therefore \Delta H_{II} = -121,5 \text{ kJ / mol } H$

$\frac{\Delta H_I}{\Delta H_{II}} = \frac{-284}{-121,5}$

$\therefore \frac{\Delta H_I}{\Delta H_{II}} = 2,337$

Alternativa C

Questão 06

Em um experimento eletrolítico, uma corrente elétrica circula através de duas células durante 5 horas. Cada célula contém condutores eletrônicos de platina. A primeira célula contém solução aquosa de íons Au^{3+} enquanto que, na segunda célula, está presente uma solução aquosa de íons Cu^{2+}.

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

A) 2,4
B) 3,6
C) 4,8
D) 6,0
E) 7,2

Resolução:

1ª célula:

$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au^0(s)$

3 mol de e^- _____ 1 mol de $Au(s)$

3 mol de e^- _____ 196,97 g de $Au(s)$

n_{e^-} _____ 9,85 g de $Au(s)$

$n_{e^-} = \frac{3 \cdot 9,85}{196,97} = 0,15 \text{ mol}$

2ª célula:

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu^0(s)$

2 mol de e^- _____ 1 mol de $Cu(s)$

2 mol de e^- _____ 63,55 g de $Cu(s)$

0,15 mol de e^- _____ m_{Cu}

$m_{Cu} = \frac{0,15 \cdot 63,55}{2} = 4,77 \text{ g} \cong 4,8 \text{ g}$

Alternativa C

Questão 07

A combustão de um composto X na presença de ar atmosférico ocorre com a formação de fuligem.
Dos compostos abaixo, assinale a opção que contém o composto X que apresenta a maior tendência de combustão fuliginosa.

A) C_6H_6
B) C_2H_5OH
C) CH_4
D) $CH_3(CH_2)_6CH_3$
E) CH_3OH

Resolução:
Substâncias aromáticas como o benzeno e o naftaleno apresentam tendência a sofrer combustão incompleta formando fuligem. Uma possível explicação para esse comportamento é a elevada estabilidade dos ciclos aromáticos.

Alternativa A

Questão 08

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

A) NO_2, CO e Al_2O_3
B) N_2O, NO e CO
C) N_2O, NO e NO_2
D) Si_2O, CO_2 e Al_2O_3
E) Si_2O, CO_2 e CO

Resolução:
Em condições padrões, os óxidos N_2O, NO e CO não reagem com água, ácidos ou bases. Portanto, são considerados óxidos neutros.

Alternativa B

Questão 09

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

A) $\left[CH_2-CH_2\right]_n$
B) $\left[CH=CH\right]_n$
C) $\left[CF_2-CF_2\right]_n$
D) $\left[CHCH_3-CH_2\right]_n$
E) $\left[CHOH-CH_2\right]_n$

Resolução:
A condução elétrica é viabilizada pelos elétrons π da estrutura do poli-acetileno. Observamos que as demais opções não apresentam elétrons π.

Alternativa B

Questão 10

São descritos abaixo dois experimentos, I e II, nos quais há sublimação completa de uma mesma quantidade de dióxido de carbono no estado sólido a $25\ ^{\circ}C$:

I. O processo é realizado em um recipiente hermeticamente fechado, de parede rígidas e indeformáveis.
II. O processo é realizado em cilindro provido de um pistão, cuja massa é desprezível e se desloca sem atrito.

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

A) $q_I > 0$

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

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

D) $w_{II} \neq 0$

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

Resolução:

Sabe-se que: $\Delta U = q - w$

Para o processo II especificamente, tem-se: $\Delta U_{II} = q_{II} - w_{II}$

Como neste processo ocorreu variação de volume, pode-se afirmar que $w_{II} \neq 0$.

Assim, $\Delta U_{II} \neq q_{II}$.

Alternativa E

Questão 11

Assinale a opção CORRETA que apresenta o potencial de equilíbrio do eletrodo $A\ell^{3+} / A\ell$, em volt, na escala do eletrodo de referência de cobre-sulfato de cobre, à temperatura de $25^{\circ}\mathrm{C}$, calculando para uma concentração do íon alumínio de $10^{-3}\,\mathrm{mol\,L^{-1}}$.

Dados: Potenciais de eletrodo padrão do cobre-sulfato de cobre $\left(E^0{}_{CuSO_4/Cu}\right)$ e do alumínio $\left(E^0{}_{A\ell^{3+}/A\ell}\right)$, na escala do eletrodo de hidrogênio, nas condições-padrão:

$$E^0{}_{CuSO_4/Cu} = 0{,}310\,\mathrm{V}$$
$$E^0{}_{A\ell^{3+}/A\ell} = -1{,}67\,\mathrm{V}$$

A) $-1{,}23$

B) $-1{,}36$

C) $-1{,}42$

D) $-1{,}98$

E) $-2{,}04$

Resolução:

Calculamos o potencial $A\ell^{3+} / A\ell$ nas condições dadas:

$$E = E^0 - \frac{0{,}06}{n} \times \log Q$$

$$Q = \frac{1}{\left[A\ell^{3+}\right]} = \frac{1}{10^{-3}} = 10^3 \Rightarrow \log Q = 3$$

Como $n = 3$, temos:

$$E = -1{,}67 - \frac{0{,}06}{3} \times 3 = -1{,}67 - 0{,}06 = -1{,}73$$

Se tomarmos o eletrodo cobre-sulfato de cobre como padrão, a diferença entre os potenciais tem que se manter.

Assim $0{,}310 - (-1{,}73) = 2{,}04 = 0 - (-2{,}04)$

Alternativa E

Questão 12

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

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

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

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

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

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

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

Resolução:

As soluções de $A\ell C\ell_3$, $ZnCl_2$ e Na_2CO_3 apresentam, respectivamente, características ácida, ácida e básica, devido à hidrólise.

A acidez do meio acelera a corrosão do ferro, enquanto que a basicidade a inibe.

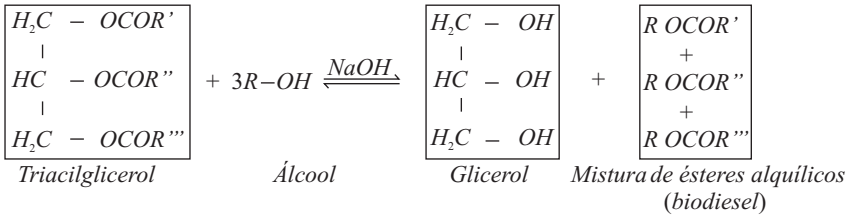
As equações de hidrólise são:

$$A\ell^{3+}(aq) + H_2O(\ell) \rightleftarrows A\ell(OH)^{2+}(aq) + H^+(aq)$$
$$Zn^{2+}(aq) + H_2O(\ell) \rightleftarrows Zn(OH)^{+}(aq) + H^+(aq)$$
$$CO_3^{2-}(aq) + H_2O(\ell) \rightleftarrows HCO_3^-(aq) + OH^-(aq)$$

Alternativa A

Questão 13

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



em que R', R'', R''' = cadeias carbônicas dos ácidos graxos e R = grupo alquil do álcool reagente.

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

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

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

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

Resolução:

I) Certo
A dissolução completa do $NaOH$ no agente transesterificante se deve ao fato de álcoois de cadeias pequenas (metanol, etanol) apresentarem elevada polaridade. Nesse processo pode ocorrer formação do íon alcóxido:
$R - OH + NaOH \Rightarrow R - O^- Na^+ + H_2O$

II) Certo
A presença de água provocaria hidrólise do éster formando ácidos graxos. Esses, em meio básico, reagiriam formando sais (sabão).

III) Para inibir a saponificação deve-se, além de evitar a presença de água no meio reacional, utilizar catalisadores não iônicos como a trimetilamina.

Alternativa A

Questão 14

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

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

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

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

Resolução:
As condições finais de volume, pressão, e temperatura em cada processo serão:

I) P_0, $T_0/2$, $V_0/2$

II) P_0, $2T_0$, $2V_0$

III) V_0, $P_0/2$, $T_0/2$

IV) V_0, $2T_0$, $2P_0$

V) T_0, $P_0/2$, $2V_0$

VI) T_0, $V_0/2$, $2P_0$

Como a temperatura inicial é mantida nos processos V e VI não há variação da energia interna. Portanto, todas as alternativas estão corretas exceto a alternativa "A".

Alternativa A

Questão 15

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

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

Resolução:

$$3X_{(s)} + 2O_{2(g)} \rightarrow X_3O_{4(s)}$$

$1{,}65\text{g} \quad 0{,}64\text{g} \quad 2{,}29\text{g}$

Teremos:

$(X) \qquad (O_2)$

$3 \cdot M_x$——$2 \times 32\text{g}$

$1{,}65\text{g}$——$0{,}64\text{g}$

$M_x = 55\text{g}$

Conclui-se que a massa molar de X é $55\,\text{g/mol}$, portanto o elemento X é o Manganês.

Alternativa D

Questão 16

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

A) $C_5H_{12} < C_5H_{11}C\ell < C_5H_{11}OH$

B) $C_5H_{11}OH < C_4H_9OH < C_3H_7OH$

C) $CH_4 < C_2H_6 < C_2H_4O$

D) $CC\ell_2F_2 < CC\ell F_3 < CF_4$

E) $N_2 < O_2 < NO$

Resolução:

Na opção D, nota-se que a substância CF_4 é formada por moléculas apolares. Logo, tem baixíssima solubilidade em água, certamente menor que as das substâncias $CC\ell_2F_2$ e $CC\ell F_3$, formado por moléculas polares.

Alternativa D

Questão 17

Considere as seguintes afirmações:

I. Um colóide é formado por uma fase dispersa e outra dispersante, ambas no estado gasoso.

II. As ligações químicas em cerâmicas podem ser do tipo covalente ou iônica.

III. Cristal líquido apresenta uma ou mais fases organizadas acima do ponto de fusão do sólido correspondente.

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

A) apenas I.

B) apenas I e II.

C) apenas II.

D) apenas II e III.

E) apenas III.

Resolução:

I. Falso

Duas ou mais substâncias no estado gasoso formam uma mistura homogênea, e não coloide..

II. Verdadeiro

As cerâmicas são óxidos cristalinos inorgânicos incluindo muitos silicatos, como o quartzo, cuja fórmula mínima é SiO_2. Assim, nas cerâmicas há ligações covalentes ou ligações iônicas.

III. Verdadeiro

A fase de cristal líquido existe em um pequeno intervalo de temperatura entre os estados sólido e líquido, logo ele se encontra acima do ponto de fusão do sólido correspondente.

Alternativa D

Questão 18

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

A) R_{CO} em $CO < R_{CO}$ em CO_2

B) R_{NO} em $NO^+ < R_{NO}$ em NO^-

C) R_{NO} em $NO_2^- < R_{NO}$ em NO_2^+

D) R_{NN} em $N_2F_2 < R_{NN}$ em N_2F_4

E) R_{SO} em $SO_3 < R_{SO}$ em SO_3^{2-}

Resolução:

Observe as estruturas de Lewis do NO_2^- e do NO_2^+.

Para o NO_2^-: $[:\ddot{\underset{..}{O}} - \ddot{N} = \dot{\underset{..}{O}}:]^- \leftrightarrow [:\dot{\underset{..}{O}} = \ddot{N} - \ddot{\underset{..}{O}}:]^-$

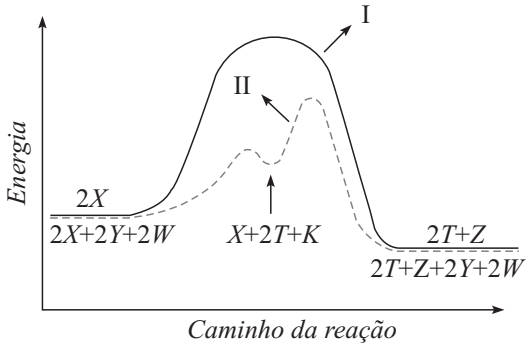
Para o NO_2^+: $[:\dot{\underset{..}{O}} = N = \dot{\underset{..}{O}}:]^+$

Como no NO_2^+ as ligações entre nitrogênio e oxigênio são duplas, o comprimento destas é menor.

Alternativa C

Questão 19

A figura mostra o perfil reacional da decomposição de um composto X por dois caminhos reacionais diferentes, I e II. Baseado nas informações apresentadas nessa figura, assinale a opção ERRADA.



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

Resolução:
O caminho I mostra que a decomposição de X é um processo elementar, por ocorrer em uma única etapa, de acordo com o gráfico. Assim, a expressão da velocidade é dada por $v = K[X]^2$. Portanto, trata-se de um processo de 2ª ordem.

Alternativa D

Questão 20

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

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

Assinale a opção que apresenta a(s) afirmação(ões) CORRETA(S).
A) Apenas I e III.
B) Apenas I e IV.
C) Apenas II.
D) Apenas II e IV.
E) Apenas III.

Resolução:
I. Falso
Como os dois cilindros apresentam mesmo volume, temperatura e pressão , a quantidade de matéria (n^o de mol) será a mesma (lei de Avogadro).

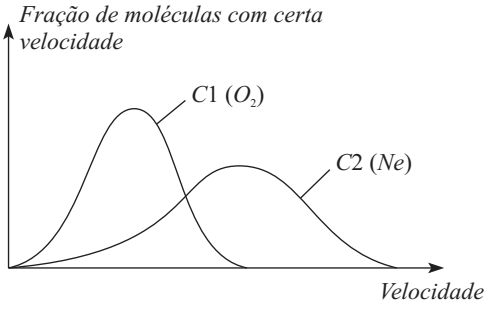
II. Falso
A velocidade média de translação é maior para as moléculas das substâncias de menor massa molar.

$$v_{média} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

Como a $M_{O_2} > M_{Ne} \Rightarrow v_{média(Ne)} > v_{média(O_2)}$

III. Verdadeira
Sabe-se que: $d = \frac{PM}{RT}$. Assim, quanto maior a massa molecular do gás, maior será a densidade. Portanto, $d_{O_2} > d_{N_e}$.

IV. A distribuição de velocidade expressa a fração de moléculas com uma certa velocidade. As curvas de distribuição de velocidades de Maxwell mostra que as moléculas mais pesadas possuem velocidades mais próximas da média.



Alternativa E

Questão 21

A velocidade de uma reação química é dada pela seguinte equação: $v = \frac{\beta C}{1+\alpha C}$, em que β e α são constantes e C, a concentração do reagente.
Calcule o valor do produto αC quando a velocidade da reação atinge 90% do seu valor limite, o que ocorre quando $\alpha C >> 1$.

Resolução:
O valor limite da velocidade ocorre quando $\alpha C >> 1$, ou seja, $\alpha C + 1 \approx \alpha C$. Assim, este valor é

$$\frac{\beta C}{\alpha C} = \frac{\beta}{\alpha}$$

90% deste valor é $\frac{9\beta}{10\alpha}$

Assim:

$$\frac{9 \cdot \beta}{10\alpha} = \frac{\beta C}{1+\alpha C}$$

$$10\alpha\beta C = 9\beta + 9\alpha\beta C$$

$$\alpha\beta c = 9\beta$$

$$\alpha C = 9$$

Questão 22

Determine a constante de equilíbrio, a $25°C$ e $1{,}0\ \text{atm}$, da reação representada pela seguinte equação química:

$$2MnO_4^-(\text{aq}) + 3Mn^{2+}(aq) + 2H_2O(\ell) \rightleftharpoons 5MnO_2(\text{s}) + 4H^+(\text{aq})$$

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

$$2MnO_4^-(\text{aq}) + 8H^+(aq) + 6e^- \rightleftharpoons 2MnO_2(\text{s}) + 4H_2\text{O}(\ell);\ E°_{MnO_4^-/MnO_2} = 1{,}70\ \text{V}$$

$$3MnO_2(\text{s}) + 12H^+(aq) + 6e^- \rightleftharpoons 3Mn^{2+}(\text{aq}) + 6H_2\text{O}(\ell);\ E°_{MnO_2/Mn^{2+}} = 1{,}23\ \text{V}$$

Resolução:
Determinamos o potencial da equação pedida

$$E^o = (1{,}70 - 1{,}23)\ V = 0{,}47V$$

No equilíbrio, $E = 0{,}00V$. Aplicando Nernst, temos:

$$E = E^o - \frac{0{,}06}{6} \times \log \text{K}$$

$$0 = 0{,}47 - 001 \times \log \text{K}$$

$$\log \text{K} = \frac{0{,}47}{0{,}01} = 47$$

$$\text{K} = 10^{47}$$

Questão 23

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

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

Resolução:

a) ácido benzóico; apresenta forças intermoleculares bastante intensas (ligações de hidrogênio).
b) hidrogênio; devido a baixa intensidade das forças intermoleculares (forças dipolo induzido).
c) bromo; é o único líquido dos três – apresenta forças intermoleculares mais intensas (forças diplo-permanente).
d) água; devido as altas forças intermoleculares (ligações de hidrogênio).
e) etilenoglicol; devido as altas forças intermoleculares (ligações de hidrogênio).

Questão 24

A reação química hipotética representada pela seguinte equação: $2AB_2C \xrightarrow{k} 2AB_2 + C_2$

foi acompanhada experimentalmente, medindo-se as concentrações da espécies $[AB_2C]$, $[AB_2]$ e $[C_2]$ em função do tempo. A partir destas informações experimentais, foram determinadas a constante de velocidade (k) e a lei de velocidade da reação.
Com base nessa lei de velocidade, o mecanismo abaixo foi proposto e aceito:

$$AB_2C \xrightarrow{k_1} AB_2 + C \qquad \textit{lenta}$$
$$AB_2C + C \xrightarrow{k_2} AB_2 + C_2 \qquad \textit{rápida}$$

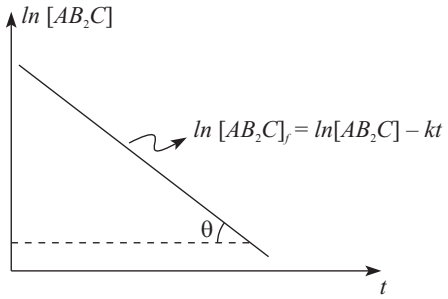
Mecanismo:

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

Resolução:

A etapa determinante da velocidade de uma reação é a etapa lenta.

Como trata-se de uma reação de primeira ordem, podemos determinar os logaritmos naturais ou neperianos $(\ln)$ das concentrações e estabelecer um gráfico em função do tempo, verificando a formação de uma reta.



Assim, determinamos a constante de velocidade pelo cálculo da tangente.

Questão 25

Em um frasco de vidro, uma certa quantidade de $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O(s)$ é adicionada a uma quantidade, em excesso, de $NH_4NO_3(s)$, ambos pulverizados. Quando os dois reagentes são misturados, observa-se a ocorrência de uma reação química. Imediatamente após a reação, o frasco é colocado sobre um bloco de madeira umedecido, permanecendo aderido a ele por um certo período de tempo.
Escreva a equação química balanceada que representa a reação observada. Explique por que o frasco ficou aderido ao bloco de madeira, sabendo que o processo de dissolução em água do $NH_4NO_3(s)$ é endotérmico.

Resolução:
A reação que ocorre é

$$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O + 2NH_4NO_3 \rightarrow Ba(NO_3)_2 + 2NH_3 + 10H_2O$$

Como existe NH_4NO_3 em excesso, este se dissolve na água formada, e este processo é endotérmico, baixando a temperatura do frasco, e congelando a água que umedecia a madeira, "prendendo" o frasco à madeira.

Questão 26

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

$$CH_3CH_2CH_2Br + CN^- \rightarrow A + B$$
$$A + H_2O \xrightarrow{H^+} C + D$$
$$A \xrightarrow{LiA\ell H_4} E$$
$$A \xrightarrow{CH_3MgBr} F$$

Resolução:

$$CH_3CH_2CH_2Br + CN^- \rightarrow \overset{(A)}{CH_3CH_2CH_2CN} + \overset{(B)}{Br^-}$$

$$CH_3CH_2CH_2CN + 2H_2O \xrightarrow{H^+} \overset{(C)}{CH_3CH_2CH_2C\begin{matrix}\nearrow O \\ \searrow OH\end{matrix}} + \overset{(D)}{NH_4^+}$$

$$CH_3CH_2CH_2CN \xrightarrow[(Redução)]{LiAlH_4} \overset{(E)}{CH_3CH_2CH_2CH_2NH_2}$$

$$CH_3CH_2CH_2CN \xrightarrow{CH_3MgBr} \overset{(F)}{CH_3CH_2CH_2\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}{=}NMgBr}$$

Obs.: A hidrólise ácida do produto (F) pode gerar pentan-2-ona.

Questão 27

O dióxido de carbono representa, em média, $0{,}037\%$ da composição volumétrica do ar seco atmosférico, nas condições ambientes. Esse gás, dissolvido em água, sofre um processo de hidratação para formar um ácido diprótico, que se ioniza parcialmente no líquido.
Admitindo-se que água pura seja exposta a $CO_2(g)$ atmosférico, nas condições ambientes, e sabendo que o equilíbrio entre as fases gasosa e líquida desse gás é descrita pela lei de Henry, calcule:

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

Resolução:
a) A solubilidade do CO_2 pode ser calculada pela lei de Henry:

$$S = k \cdot p_{CO_2}$$

Como a pressão parcial do CO_2 é dada por:

$$p_{CO_2} = x_{CO_2} \cdot P$$

Teremos:

$$p_{CO_2} = \frac{0{,}037}{100} \cdot 1 \therefore p_{CO_2} = 3{,}7 \cdot 10^{-4}\ \text{atm}$$

Logo:

$S = 3{,}4 \cdot 10^{-2} \cdot 3{,}7 \cdot 10^{-4} \therefore S = 1{,}26 \cdot 10^{-5}\ \text{mol} \cdot L^{-1}$

Como a massa molar do CO_2 é $44\,\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\left(44 \cdot 10^3\ \text{mg} \cdot \text{mol}^{-1}\right)$, a sua solubilidade será de aproximadamente:

$1{,}26 \cdot 10^{-5} \cdot 44 \cdot 10^3 = 0{,}55\ \text{mg} \cdot L^{-1}$.

b)

	$CO_2(aq)$ +	$2H_2O(l)$ $\rightleftarrows$	$H_3O^+(aq)$ +	$HCO_3^-(aq)$	$Ka = 4{,}4 \cdot 10^{-7}$
Início	$1{,}26 \cdot 10^{-5}$	——	0	0	
Estequiometria	x	——	x	x	
Equilíbrio	$1{,}26 \cdot 10^{-5} - x$	——	x	x	

$$K_A = \frac{\left[H_3O^+\right] \cdot \left[HCO_3^-\right]}{\left[CO_2\right]}$$

Então:

$$4{,}4 \cdot 10^{-7} = \frac{x^2}{1{,}26 \cdot 10^{-5} - x}$$

Resolvendo a equação obtém-se $x = 2{,}15 \cdot 10^{-6}\ \text{mol} \cdot L^{-1}$. Esse valor corresponde à concentração de íons bicarbonato na solução.

Observação:
Caso o aluno considerasse o valor de x muito pequeno frente a $1{,}26 \cdot 10^{-5}$, a equação ficaria:

$$4{,}4 \cdot 10^{-7} = \frac{x^2}{1{,}26 \cdot 10^{-5}}$$

O valor de x obtido desta forma seria $x = 2{,}35 \cdot 10^{-6}\ \text{mol} \cdot L^{-1}$

Questão 28

Em um processo hidrometalúrgico, conduzido nas condições ambientes, o mineral calcopirita $\left(CuFeS_2\right)$ é lixiviado em solução aquosa de sulfato férrico. Durante o processo, o sulfato férrico é regenerado a partir da adição de ácido sulfúrico e oxigênio gasoso a essa solução aquosa.
Sabendo que a calcopirita é um semicondutor que sofre corrosão eletroquímica em meios aquosos oxidantes e, admitindo-se que esse mineral, empregado no processo de lixiviação, é quimicamente puro, escreva as equações químicas balanceadas das reações que representam:

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

Resolução:

a) $CuFeS_2(\text{s}) + 2Fe_2(SO_4)_3(\text{aq}) \rightarrow CuSO_4(\text{aq}) + 5FeSO_4(\text{aq}) + 2S(\text{s})$

b) $4FeSO_4(\text{aq}) + 2H_2SO_4(\text{aq}) + O_2(\text{g}) \rightarrow \underset{(REGENERADO)}{2Fe_2(SO_4)_3(\text{aq})} + 2H_2O(\ell)$

c) $CuFeS_2(\text{s}) + 2H_2SO_4(\text{aq}) + O_2(\text{g}) \rightarrow CuSO_4(\text{aq}) + FeSO_4(\text{aq}) + 2H_2O(\ell) + 2S(\text{s})$

Questão 29

O produto de solubilidade em água, a 25 ºC, do sal hipotético $M(IO_3)_2$ é $7{,}2 \times 10^{-9}$.
Calcule a solubilidade molar desse sal em uma solução aquosa $2{,}0 \cdot 10^{-2}\ \text{mol L}^{-1}$ de $M(NO_3)_2$.

Resolução:
Considerando que x seja a solubilidade, em mol/L do $M(IO_3)_2$ na solução de $M(NO_3)_{2(\text{aq})}$, tem-se no equilíbrio:

$$\underset{x\ \text{mol/L}}{M(IO_3)_{2(\text{s})}} \rightleftarrows \underset{(x+0{,}02)\text{mol/L}}{M^{2+}(aq)} + \underset{2x\ \text{mol/L}}{2IO_3^-(aq)}$$

Sabendo que devido ao efeito do íon comum, a solubilidade do $M(IO_3)_2$ em solução de $M(NO_3)_2$ é muito pequena, pode-se afirmar que x é desprezível em relação a $0,02$.

Assim: $\left[M^{2+}\right] = x + 0,02 \cong 0,02 \text{ mol/L}$

$$\text{Kps} = \left[M^{2+}\right] \cdot \left[IO_3^-\right]^2$$

$$7,2 \cdot 10^{-9} = 0,02\,(2x)^2$$

$$x = \sqrt{\frac{7,2 \cdot 10^{-9}}{0,08}}$$

$$x = 3 \cdot 10^{-4} \quad \therefore \quad s_{M(IO_3)_2} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Obs.: Como previsto, $3 \cdot 10^{-4}$ e desprezível frente a $0,02$.

Questão 30

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

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

Resolução:

Considerando um comportamento ideal do $Hg(g)$, pode-se calcular sua massa espalhada na sala:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$m = \frac{P \cdot V \cdot M}{RT} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ atm} \cdot 3 \cdot 10^{5} \text{ L} \cdot 200,59 g}{8,21 \cdot 10^{-2} \dfrac{\text{atm} \cdot \text{L}}{K \cdot \text{mol}} \cdot 298 \text{K} \cdot \text{mol}}$$

$$m = 7,378\, g \text{ de } Hg(g)$$

Tendo a massa de espalhada na sala, pode-se determinar sua concentração:

$7,378 g \text{ de } Hg(\text{g})$ _____ $300 \text{m}^3 \text{ de ar}$

x _____ $1 \text{m}^3 \text{ de ar}$

$$x = 0,0246 \text{g de } Hg(\text{g}) \quad \therefore \quad C_{Hg(\text{g})} = 0,0246 g \cdot m^{-3} = 24,6 \text{mg} \cdot m^{-3}$$

Assim, esta concentração é letal para um ser humano.

Professores

Adair
Dalton Franco
Everton
João Netos
Nelson Santos
Thé

Digitação e Diagramação

João Paulo
Plínio Rosa
Valdivina Pinheiro

Colaboradores

Aline Alkmin, Lilian Aparecida, Luis Antônio, Thays Freitas, Filipe Sousa e Mateus Grangeiro

Ilustrações

Leandro Bessa
Thaís Dourado
Vinícius Ribeiro

Projeto Gráfico

Mariana Fiusa
Vinícius Ribeiro

Supervisão Editorial

José Diogo
Valdivina Pinheiro

Copyright©Olimpo2011

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

www.cursoolimpo.com.br