2015 ITA

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

CONSTANTES

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

DEFINIÇÕES

Pressão de $1\text{atm} = 760\ \text{mmHg} = 101\ 325\ \text{Nm}^{-2} = 760\ \text{Torr} = 1,01325\ \text{bar}$

$1\ \text{J} = 1\ \text{Nm} = 1\ \text{kg m}^2\text{s}^{-2}$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): $0\ °\text{C}$ e $760\ \text{mmHg}$

Condições ambientes: $25\ °\text{C}$ e $1\ \text{atm}$

Condições-padrão: $1\ \text{bar}$; concentração das soluções $= 1\ \text{mol L}^{-1}$ (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

$(s) =$ sólido. $(\ell) =$ líquido. $(g) =$ gás. $(aq) =$ aquoso. $(\text{CM}) =$ circuito metálico. $(\text{cone}) =$ concentrado.

$(\text{ua}) =$ unidades arbitrárias. $[X] =$ concentração da espécie química X em mol L^{-1}

MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atómico	Massa Molar (g.mol^{-1})	Elemento Químico	Número Atómico	Massa Molar (g.mol^{-1})
H	1	1,01	K	19	39,10
Li	3	6,94	Ca	20	40,08
B	5	10,81	Cr	24	52,00
C	6	12,01	Mn	25	54,94
N	7	14,01	Fe	26	55,85
O	8	16,00	Zn	30	65,38
F	9	19,00	Br	35	79,90
Na	11	22,99	Ag	47	107,90
P	15	30,97	Pt	78	195,08
S	16	32,07	Hg	80	200,59
Cl	17	35,45	Pu	94	238

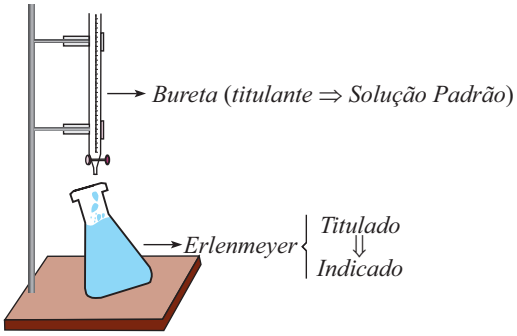
Questão 01

Assinale a opção que apresenta os instrumentos de medição de volume mais indicados para a realização de uma titulação.

a) Bureta e erlenmeyer
b) Proveta e erlenmeyer
c) Pipeta volumétrica e erlenmeyer
d) Proveta e béquer
e) Pipeta volumétrica e béquer

Resolução:

Titulação



Alternativa A

Questão 02

Cinco amostras idênticas de um mesmo metal são aquecidas a diferentes temperaturas até à incandescência. Assinale a opção que apresenta a cor da amostra submetida a uma maior temperatura.

a) Vermelho
b) Laranja
c) Amarelo
d) Verde
e) Branco

Resolução:

Em temperaturas elevadas, o número de saltos eletrônicos será muito grande, portanto, há uma mistura de comprimentos de onda resultando na cor branca.

Alternativa E

Questão 03

O elemento Plutônio-238 é utilizado para a geração de eletricidade em sondas espaciais. Fundamenta-se essa utilização porque esse isótopo tem

a) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas beta.
b) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas gama.
c) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas alfa.
d) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas delta.
e) tempo de meia-vida curto e é emissor de partículas alfa.

Resolução:

Com poucas exceções, o decaimento por emissão alfa ocorre em elementos com número de massa maiores que $200u$, em que a relação $\frac{N}{P} > 1,5$. O radioisótopo Pu^{238} é, portanto, um alfa emissor com período de meia-vida longo ($t_{1/2} \cong 87,7$ anos).

Alternativa C

Questão 04

Sendo o pK do NH_4OH igual a $4,74$, o pH de uma solução aquosa $0,10\,\text{mol}\,\text{L}^{-1}$ em $NH_4C\ell$ é

a) $1,00.$
b) $3,74.$
c) $4,74.$
d) $5,13.$
e) $8,87.$

Resolução:

Dados: $pK_b(NH_4OH) = 4,74$

Solução aquosa $NH_4C\ell$ $0,1\,mol/L$ $pH = ?$

A) Hidrólise do cloreto de amônio:

$$NH_4C\ell + HOH \rightleftharpoons NH_4OH + H^+ + C\ell^-$$

$$Ka = \frac{Kw}{Kb} \quad \text{Eq. (I)}$$

B) Lei de diluição para eletrólitos fracos:

$$Ka = \alpha^2 \cdot \left[NH_4^+\right]^2 \quad \text{Eq. (II)}$$

C) Grau de ionização:

$$\alpha = \frac{\left[H^+\right]}{\left[NH_4^+\right]^2} \quad \text{Eq. (III)}$$

D) Igualando (I) e (II) e substituindo (III) temos:

$$\frac{Kw}{Kb} = \frac{\left[H^+\right]^2}{\left[NH_4^+\right]^2} \cdot \left[NH_4^+\right]$$

$$Kw = \frac{\left[H^+\right]^2}{\left[NH_4^+\right]} \cdot Kb$$

Aplicando $-\log$

$$-\log Kw = -\log\left[H^+\right]^2 + \log\left[NH_4^+\right] - \log Kb$$

$$pKw = 2 \cdot pH + \log 10^{-1} + pKb$$

$$14 = 2 \cdot pH - 1 + 4,74$$

$$pH = 5,13$$

Alternativa D

Questão 05

Considere uma reação química hipotética representada pela equação $X \rightarrow$ Produtos. São feitas as seguintes proposições relativas a essa reação:

I. Se o gráfico de $[X]$ em função do tempo for uma curva linear, a lei de velocidade da reação dependerá somente da constante de velocidade.

II. Se o gráfico de $\frac{1}{[X]}$ em função do tempo for uma curva linear, a ordem de reação será 2.

III. Se o gráfico da velocidade da reação em função de $[X]$ for uma curva linear, a ordem de reação será 1.

IV. Se o gráfico da velocidade de reação em função de $[X]^2$ for uma curva linear, a ordem de reação será 2.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

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

Resolução:

I. $[X] = K \times t \Rightarrow$ reação de ordem zero

II. Nas reações de segunda ordem, $\frac{1}{[X]} = \frac{1}{[X]_0} + K\,t$

III. $v = K \cdot [X] \Rightarrow$ reação de primeira ordem

IV. $v = K \cdot [X]^2 \Rightarrow$ reação de segunda ordem.

No item IV, é importante perceber que a afirmativa fala em "velocidade em função de $[X]^2$".

Alternativa E

Questão 06

Considere as seguintes comparações entre as respectivas temperaturas de fusão dos polímeros representados pelas suas unidades repetitivas:

I. A do $H\{OCH_2CH_2OOC(CH_2)_4CO\}_n OCH_2CH_2OH$ é maior que a do $H\{OOC$ $COOCH_2CH_2\}_n OH$

II. A do $\{CH_2CH_2\}_n$ é maior que a do $\{CH_2CH_2O\}_n$

III. A do $\{CH_2$ $CH_2\}_n$ é maior que a do $\{CH_2CH_2\}_n$

IV. A do $\{NH(CH_2)_7CO\}_n$ é maior que a do $\{NH(CH_2)_3CO\}_n$

Assinale a opção que apresenta a(s) comparação(ões) ERRADA(S).

a) Apenas I
b) Apenas I e IV
c) Apenas II e III
d) Apenas III e IV
e) Apenas IV

Resolução:

I) Errada:
A estrutura plana do anel aromático permite uma maior organização da cadeia polimérica, portanto, maior o ponto de fusão.

II) Verdadeira:
No éter, a carga negativa está localizada no átomo de oxigênio, enquanto a carga positiva estará dispersa na cadeia carbônica.

III) Verdadeira:
Discutido no item I.

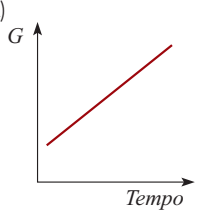
IV) Errada:
Sendo duas poliamidas, aquela que apresenta menor estrutura de repetição formará maior número de ligações de hidrogênio.

Alternativa B

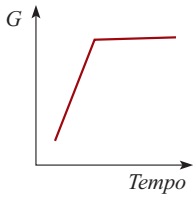
Questão 07

Considere a reação química hipotética realizada em sistema fechado a pressão e temperatura constantes representada pela equação $X + Y \rightleftarrows W + Z$. Supondo que no início da reação haja apenas os reagentes X e Y, e considerando um intervalo de tempo que se estende de $t = 0$ até um instante t após o equilíbrio ter sido atingido, assinale a opção que apresenta a variação da energia livre de Gibbs.

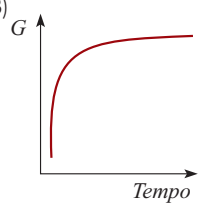
A)



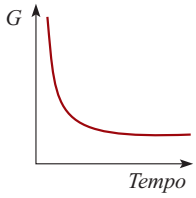
D)



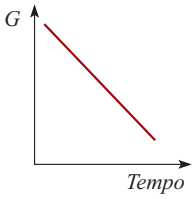
B)



E)



C)



Resolução:

Dada a reação: $X + Y \rightleftharpoons W + Z$

A energia livre de Gibbs pode ser definida por:

$\Delta G = \Delta G^{o} + RT\ell nQc$; no equilíbrio, temos:

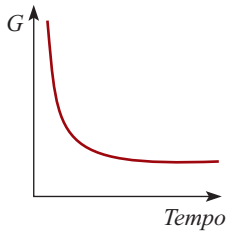
$\Delta G = 0$ e $Qc = kc$

Logo: $\Delta G^{o} = -RT\ell nkc$

Portanto: $\Delta G^{o} = -RT\ell n\dfrac{[\text{Produtos}]}{[\text{Reagentes}]}$

Com o decorrer da reação a $[\text{Produtos}]$ tende a aumentar e a concentração dos reagentes tende a diminuir, logo: $\dfrac{[\text{Produtos}]}{[\text{Reagentes}]}$ tende a aumentar tornando o ΔG menos negativo.

No equilíbrio, as concentrações permanecem constantes, assim o $\ell n\dfrac{[\text{Produtos}]}{[\text{Reagentes}]}$ permanece constante, logo ΔG fica constante.



Alternativa E

Questão 08

Borbulha-se gás cloro em solução aquosa diluída de hidróxido de sódio a $25\ °C$. Assinale a opção que contém apenas produtos clorados resultantes.

a) $C\ell^{-}, C\ell O_3^{-}$

b) $OC\ell^{-}, C\ell^{-}$

c) $C\ell O_3^{-}, C\ell O_4^{-}, C\ell^{-}$

d) $C\ell O_3^{-}, OC\ell^{-}$

e) $C\ell O_4^{-}, C\ell O_3^{-}$

Resolução:

$$C\ell_{2(g)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaC\ell_{(aq)} + NaOC\ell_{(aq)} + H_2O$$

Os pontos clorados são $C\ell^-$ e $OC\ell^-$.

Alternativa B

Questão 09

O grau de dissociação, a, do ácido acético em solução aquosa $0{,}10\ \text{mol L}^{-1}$ é 100 vezes menor que o do ácido clorídrico também em solução aquosa $0{,}10\,\text{mol L}^{-1}$. Com base nestas informações, pode-se afirmar que o pH da solução aquosa do ácido acético $0{,}10\,\text{mol L}^{-1}$ é

a) zero.
b) um.
c) dois.
d) três.
e) quatro.

Resolução:

Em $HCl(aq)0{,}10\,\text{mol/L}$, tem-se que α é aproximadamente 1, o que conduz a $\left[H^+\right] \approx 0{,}1\,\text{mol/L}$ e $\text{pH} \approx 1$.

A questão informa que α no ácido acético é 100 vezes menor, ou seja, $\alpha \approx 0{,}01(1\%)$.

Logo, $\left[H^+\right] = M \times \alpha = 0{,}1 \times 0{,}01 = 1{,}0 \times 10^{-3}$, o que nos leva a $\text{pH} = 3$.

Obs.: Se a questão fornecesse K_a para o ácido acético $1{,}8 \times 10^{-5}$, teríamos

$$\left[H^+\right] \approx \sqrt{1{,}8 \times 10^{-5} \times 0{,}1} = \sqrt{1{,}8} \times 10^{-3}$$

$$\text{pH} = 3 - \log\sqrt{1{,}8} = 3 - 0{,}13 = 2{,}87 \approx 3$$

Alternativa D

Questão 10

Para determinar a entalpia de vaporização do composto hipotético $MX_4(\ell)$, o mesmo foi colocado num recipiente equipado com uma serpentina de aquecimento resistivo, a $80°\text{C}$ e sob pressão de $1{,}0\ \text{bar}$. Para a manutenção da temperatura, foi utilizada uma fonte de 30V com passagem de corrente de $900\ \text{mA}$ durante $30\,\text{s}$, tendo sido vaporizados $2{,}0\,\text{g}$ de $MX_4(\ell)$. Sabendo que a massa molar desse composto é $200\,\text{g mol}^{-1}$, assinale a opção que apresenta a entalpia molar de vaporização em kJ mol^{-1}, a $80°\text{C}$.

a) $4{,}1$
b) $8{,}1$
c) 81
d) 405
e) 810

Resolução:

- Cálculo da energia de vaporização para $2{,}0g$ de MX_4

$$E_{\text{vaporização}} = Pot \cdot \Delta t$$
$$E_{\text{vaporização}} = U \cdot i \cdot \Delta t$$
$$E_{\text{vaporização}} = 30 \cdot 900 \cdot 10^{-3} \cdot 30$$
$$E_{\text{vaporização}} = 810J$$

- MX_4 Energia

$$2g \longrightarrow 810\text{J}$$
$$1\,\text{mol}(200g) \longrightarrow \Delta H$$
$$\therefore \Delta H_{\text{vaporização}} = 81\,\text{kJ/mol}$$

Alternativa C

Questão 11

Os óxidos de metais de transição podem ter caráter ácido, básico ou anfótero. Assinale a opção que apresenta o caráter dos seguintes óxidos: CrO, Cr_2O_3 e CrO_3.

a) Ácido, anfótero, básico
b) Ácido, básico, anfótero
c) Anfótero, ácido, básico
d) Básico, ácido, anfótero
e) Básico, anfótero, ácido

Resolução:

O caráter de óxidos metálicos com metais de transição aumenta a acidez com o aumento do caráter covalente da ligação. Isso ocorre com metais que apresentam Nox elevado. Em geral temos:

$Nox \leq 2$ óxidos básicos

Nox entre 3 e 4: óxidos Anfóteros

$Nox \geq 5$ óxidos ácidos; portanto.

$Cr^{+2}O^{-2}$ Básico

$Cr_2^{+3}O_3^{-2}$ Anfótero

$Cr^{+6}O_3^{-2}$ Ácido

Alternativa E

Questão 12

Considere as seguintes reações químicas e respectivas constantes de equilíbrio:

$$N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) \qquad K_1$$

$$2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g) \qquad K_2$$

$$NO_2(g) \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_2(g) + O_2(g) \qquad K_3$$

Então, K_3 é igual a

a) $\dfrac{1}{(K_1K_2)}$.

b) $\dfrac{1}{(2K_1K_2)}$.

c) $\dfrac{1}{(4K_1K_2)}$.

d) $\left(\dfrac{1}{K_1K_2}\right)^{1/2}$.

e) $\left(\dfrac{1}{K_1K_2}\right)^{2}$.

Resolução:

$$K_1 = \frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]}$$

$$K_2 = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [O_2]}$$

$$K_3 = \frac{[N_2]^{1/2} \cdot [O_2]}{[NO_2]}$$

Fazendo-se: $K_1K_2 = \dfrac{[NO]^2}{[N_2]\cdot[O_2]} \cdot \dfrac{[NO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [O_2]} = \dfrac{[NO_2]^2}{[N_2][O_2]^2}$

$$\frac{1}{K_1K_2} = \frac{[N_2]\cdot[O_2]^2}{[NO_2]^2}$$

$$\left(\frac{1}{K_1K_2}\right)^{1/2} = \frac{[N_2]^{1/2}\cdot[O_2]}{[NO_2]} = K_3$$

$$\therefore K_3 = \left(\frac{1}{K_1K_2}\right)^{1/2}$$

Alternativa D

Questão 13

É de $0,76\,\text{V}$ a força eletromotriz padrão, E^o, de uma célula eletroquímica, conforme a reação

$$Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g).$$

Na concentração da espécie de Zn^{2+} igual a $1,0\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$ e pressão de H_2 de $1,0\ \text{bar}$, a $25°\text{C}$, foi verificado que a força eletromotriz da célula eletroquímica é de $0,64\text{V}$. Nestas condições, assinale a concentração de íons H^+ em $\text{mol}\,\text{L}^{-1}$.

a) $1,0\times10^{-12}$
b) $4,2\times10^{-4}$
c) $1,0\times10^{-4}$
d) $1,0\times10^{-2}$
e) $2,0\times10^{-2}$

Resolução:

A célula eletroquímica pode ser descrita por:

$$SSR: 2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons 1H_{2(g)} \qquad E^o_{(RED)} = 0,0V$$

$$SRO: Zn_{(s)} \rightleftharpoons Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{(OXID)} = +0,76V$$

$$Zn^o_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftharpoons}} 1H_{2(g)} + Zn^{2+}_{(aq)} \qquad \Delta E^o = 0,76V$$

Fora das condições padrão, a força eletromotriz pode ser determinada por Nernst.

$$\Delta E = \Delta E^o - \frac{0,059}{n}\log Qc$$

$$0,64 = 0,76 - \frac{0,059}{2}\log\frac{pH_{2(g)}\cdot[Zn^{2+}]}{[H^+]^2}$$

$$-0,12 = -\frac{0,059}{2}\log\frac{1}{[H^+]^2}$$

$$-0,12 = -\frac{0,059}{2}\log[H^+]^{-2}; -012 = -\frac{0,059}{2}\cdot 2\underbrace{\left(-\log[H^+]\right)}_{\text{pH}}$$

$$\text{pH} = {}^{0,12}\!/_{0,059} \cong 2,0$$

Portanto: $[H^+] = 10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

Alternativa D

Questão 14

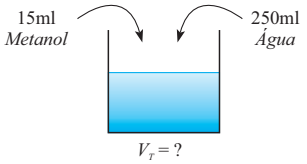
Uma mistura de metanol e água a $25\ °\text{C}$ apresenta o volume parcial molar de água igual a $17,8\ \text{cm}^3\text{mol}^{-1}$ e o volume parcial molar do metanol igual a $38,4\ \text{cm}^3\ \text{mol}$. Com base nestas informações e sendo a massa específica do metanol de $0,791\ \text{g}\,\text{cm}^{-3}$ e a da água igual a $1,000\ \text{g}\,\text{cm}^{-3}$, assinale a opção CORRETA do volume total (em cm^3) quando se adicionam $15\ \text{cm}^3$ de metanol em $250\ \text{cm}^3$ de água nessa temperatura.

a) 250
b) 255
c) 262
d) 270
e) 280

Resolução:

Metanol: $V_M = 38,4\ cm^3/mol$ $\qquad d_{metanol} = 0,791 g/cm^3$

Água: $V_M = 17,8\ cm^3/mol$ $\qquad d_{Água} = 1,00 g/cm^3$



Metanol I

$0,791\ g \longrightarrow 1 cm^3$ $\qquad 1 mol\, CH_4O \longrightarrow 31 g$ $\qquad 38,4 cm^3 \longrightarrow 1 mol$

$x \longrightarrow 15 cm^3$ $\qquad y \longrightarrow 11,865 g$ $\qquad w_I \longrightarrow 0,3827 mol$

$x_I = 11,865\ g$ $\qquad y_I = 0,3827 mol\, CH_4O$ $\qquad w_I = 14,7 cm^3$

Metanol

Água II

$1,00 g \longrightarrow 1 cm^3$ $\qquad 1 mol\, H_2O \longrightarrow 18 g$ $\qquad 17,8 cm^3 \longrightarrow 1 mol$

$x_I \longrightarrow 250 cm^3$ $\qquad y_{II} \longrightarrow 250 g$ $\qquad w_{II} \longrightarrow 13,89 mol$

$x_I = 250 g$ $\qquad y_{II} = 13,89\ mol$ $\qquad w_{II} = 247,2 cm^3$

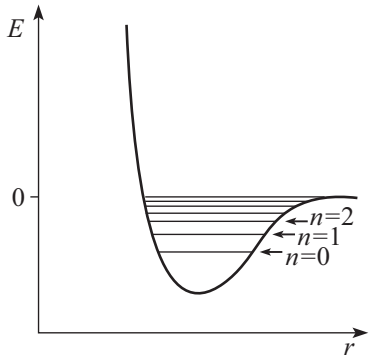
Água

Assim o volume total $\Rightarrow V_T = 261,9 cm^3 \therefore V_T = 262 cm^3$
$(w_I + w_{II})$

Alternativa C

Questão 15

Para uma molécula diatômica, a energia potencial em função da distância internuclear é representada pela figura ao lado. As linhas horizontais representam os níveis de energia vibracional quanticamente permitidos para uma molécula diatômica. Uma amostra contendo um mol de moléculas diatômicas idênticas, na forma de um sólido cristalino, pode ser modelada como um conjunto de osciladores para os quais a energia potencial também pode ser representada qualitativamente pela figura. Em relação a este sólido cristalino, são feitas as seguintes proposições:



I. À temperatura de $0 K$, a maioria dos osciladores estará no estado vibracional fundamental, cujo número quântico vibracional, n, é igual a zero.
II. À temperatura de $0 K$, todos os osciladores estarão no estado vibracional fundamental, cujo número quântico vibracional, n, é igual a zero.
III. O movimento vibracional cessa a $0 K$.
IV. O movimento vibracional não cessa a $0 K$.
V. O princípio de incerteza de Heisenberg será violado se o movimento vibracional cessar.

Das proposições acima estão CORRETAS
a) apenas I e III.
b) apenas II e III.
c) apenas I. IV e V.
d) apenas II, IV e V.
e) apenas II, III e V.

Resolução:

Para a molécula diatômica descrita, no problema, temos que a energia vibracional será mínima para a temperatura de zero Kelvin. Como a energia em função do número quântico vibracional é dada por:

$$E_{\text{vib}} = \hbar\nu\left(n + \frac{1}{2}\right),$$

concluímos que a menor energia é dada quando $n = 0$ que é o estado fundamental

Observamos também que a equação possui seu mínimo em $E_{\text{vib}} = \frac{\hbar\nu}{2}$, o que permite dizer que seu movimento vibracional não cessa.

Contudo, supondo que o movimento cessasse, teríamos a condição de velocidade e posição bem definidas o que implicaria a violação do princípio da incerteza de Heisenberg.
Desta forma, apenas II, IV e V estão corretas.

Alternativa D

Questão 16

Dois béqueres, denominados "X" e "Y", encontram-se dentro de um recipiente hermeticamente fechado, à pressão de 1 bar e temperatura de $298\,\text{K}$. O béquer "X" contém $100\,\text{mL}$ de uma solução aquosa de cloreto de sódio cuja concentração é $0{,}3\,\text{mol}\text{L}^{-1}$. O béquer "Y" contém $100\,\text{mL}$ de uma solução aquosa de cloreto de sódio cuja concentração é $0{,}1\,\text{mol}\text{L}^{-1}$. Se o recipiente for mantido fechado e em repouso até alcançar o equilíbrio termodinâmico, assinale o volume final (em mL) da solução no béquer "Y":

a) 25
b) 50
c) 100
d) 150
e) 200

Resolução:

Para o béquer X: $[\ ]_X = 0{,}3\,\text{mol/ L}$
$V_X = 100\,\text{mL}$

$n_X = [\ ]_X \cdot V_X$
$n_X = 0{,}03\,\text{mol}$ de $NaC\ell$

Considerando-se a dissociação completa do $NaC\ell$, teremos $0{,}06\,\text{mol}$ de partículas.

Para o béquer Y: $[\ ]_Y = 0{,}1\,\text{mol/ L}$
$V_Y = 100\,\text{mL}$

$n_Y = [\ ]_Y \cdot V_Y$
$n_Y = 0{,}01\,\text{mol}$ de $NaC\ell$

Considerando-se a dissociação completa do $NaC\ell$, teremos $0{,}02\,\text{mol}$ de partículas.
No equilíbrio termodinâmico, as concentrações das soluções ficarão iguais.

$[X] = [Y]$

$\frac{0{,}06}{V_X} = \frac{0{,}02}{V_Y}$

$V_X = 3V_Y$

Se: $V_X + V_Y = 200\,\text{mL}$

Então: $3V_Y + V_Y = 200$

$V_Y = 50\,\text{mL}$ e $V_X = 150\,\text{mL}$

Alternativa B

Questão 17

São feitas as seguintes comparações sobre as capacidades caloríficas de diferentes substâncias puras, todas à temperatura ambiente:

I. A capacidade calorífica da água é menor que a do peróxido de hidrogênio.
II. A capacidade calorífica do bromo é menor que a do tetracloreto de carbono.
III. A capacidade calorífica do metanol é menor que a do mercúrio.

Assinale a opção que apresenta a(s) comparação(ões) CORRETA(S).

a) Apenas I
b) Apenas I e II
c) Apenas II
d) Apenas II e III
e) Apenas III

Resolução:

A capacidade calórica é uma propriedade extensiva, ou seja, quanto maior a amostra, mais calor é necessário para aumentar sua temperatura e, portanto, maior sua capacidade calórica $\left(C = \frac{Q}{\Delta T}\right)$. É importante observar que moléculas maiores (mais ligações) L_0, apresentam mais formas de armazenar energia cinética.

I - Correto: O H_2O_2 possui mais formas de armazenar energia além de maior massa.

II - Correto: Apesar da massa molar do Br_2 ser maior que a massa do $CC\ell_4$, este apresenta um maior número de ligações, podendo armazenar mais energia.

III - Errado. Uma molécula (metanol) possui mais formas de armazenar energia que um líquido monoatômico.

Alternativa B

Questão 18

Considere a reação química representada pela equação $NH_3 + BF_3 \rightarrow H_3NBF_3$. Pode-se afirmar que o BF_3 age

a) como ácido de Bronsted.
b) como ácido de Lewis.
c) como base de Bronsted.
d) como base de Lewis.
e) tanto como ácido como base.

Resolução:

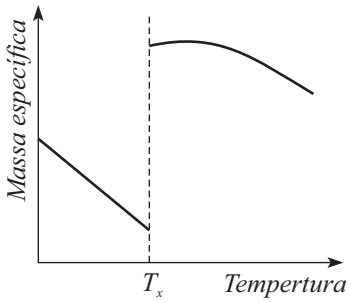
$$\ddot{N}H_3 + BF_3 \longrightarrow \underbrace{H_3NBF_3}_{\text{Forma um aduto}}$$

O BF_3 se comporta como um ácido de Lewis pois o Boro no BF_3 apresenta orbital vazio.

Alternativa B

Questão 19

A figura mostra a variação da massa específica de uma substância pura com a temperatura à pressão de 1 bar. Então, é CORRETO afirmar que T_x pode representar a temperatura de



a) ebulição da água.
b) ebulição do benzeno.
c) fusão da água.
d) fusão do benzeno.
e) fusão do dióxido de carbono.

Resolução:
O gráfico mostra a redução da massa específica em função da temperatura até certo ponto, voltando a aumentar em função da temperatura. Este comportamento é de uma substância que começa a expandir com o aumento da temperatura e depois reduzir. Das substâncias apresentadas, apenas a H_2O tem este comportamento na fusão seguida de aquecimento.

$d(H_2O)$ a $0^\circ C = 0,9999\,g/cm^3$
$d(H_2O)$ a $4^\circ C = 1,0\,g/cm^3$

Alternativa C

Questão 20

Contribuíram de forma direta para o desenvolvimento do conceito de pressão atmosférica
a) Friedrich August Kekulé e John Dalton.
b) Michael Faraday e Fritz Haber.
c) Galileu Galilei e Evangelista Torricelli.
d) Jöns Jacob Berzelius e Eduard Büchner.
e) Robert Bunsen e Henry Louis Le Chatelier.

Resolução:
Torricelli, discípulo de Galileu, foi quem mediu pela primeira vez a pressão do ar atmosférico utilizando o experimento com a coluna de mercúrio.

Alternativa C

Questão 21

3,64 gramas de fosfeto de cálcio foram adicionados a uma certa quantidade de água. Após a reação completa, todo o produto gasoso formado foi recolhido em um recipiente de $8,2\,mL$. Calcule o valor numérico da pressão, em atm, exercida pelo produto gasoso a $27\,^\circ C$.

Resolução:

$$Ca_3P_2 + 6H_2O \rightarrow 3Ca(OH)_2 + 2PH_3$$

$$n(Ca_3P_2) = \frac{n(PH_3)}{2}$$

$$\frac{m(Ca_3P_2)}{MM(Ca_3P_2)} = \frac{n(PH)_3}{2}$$

$$n(PH_3) = \frac{2 \times 3,64}{182}\,mol = 0,04\,mol$$

$$p \times V = n \times R \times T$$

$$p = \frac{n \times R \times T}{V}$$

$$p = \frac{0,04 \times 0,082 \times 300}{8,2 \times 10^{-3}} = 120\,atm$$

Questão 22

Considere uma solução saturada do sal MX que é pouco solúvel em água destilada a $25^\circ C$. Seja y a condutância da água destilada e $(y + 2,0 \cdot 10^{-7})\,ohm^{-1}\,cm^{-1}$ a condutância da solução. Sabendo que as condutividades iônicas molares dos íons M^+ e X^- são, respectivamente, $60\,ohm^{-1}cm^2\,mol^{-1}$ e $40\,ohm^{-1}cm^2\,mol^{-1}$, determine a solubilidade do MX em água em $mol\,dm^{-3}$.

Resolução:

Podemos escrever: $\underset{\text{condutância}}{C} = \underset{\text{Condutividade Molar}}{C_M} \cdot [\ ]$

Para o soluto temos:

$$C_{M^+} = 60\left[M^+\right]$$
$$C_{X^-} = 40\left[X^-\right]$$

$$C_{Total} = C_{M^+} + C_{X^-}$$
$$2 \cdot 10^{-7} = 60\left[M^+\right] + 40\left[X^-\right]$$
$$10^{-7} = 30\left[M^+\right] + 20\left[X^-\right]$$

Na dissociação do sal MX :

$$MX_{(s)} \rightarrow M^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$$
$$\left[MX\right] = \left[M^+\right] = \left[X^-\right]$$

Então:

$$30\left[MX\right] + 20\left[MX\right] = 10^{-7}$$
$$\left[MX\right] = 2 \cdot 10^{-9}\,\frac{\text{mol}}{\text{cm}^3}$$
$$\left[MX\right] = 2 \cdot 10^{-6}\,\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Questão 23

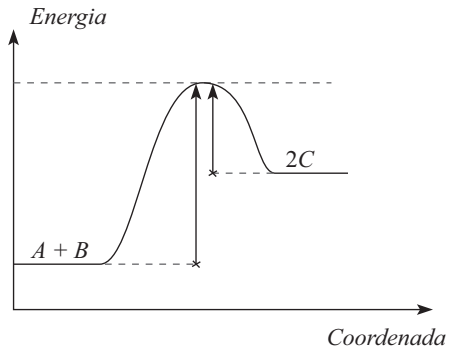
Considere uma reação genérica reversível $A + B \rightleftharpoons C$ e os dados cinéticos para a reação direta (D) e inversa (I):

Sentido da reação	Constante de velocidade	Energia de ativação
$A + B \rightarrow 2C$	k_D	$E_{a,D}$
$2C \rightarrow A + B$	$k_I = \frac{3}{2} k_D$	$E_{a,I} = \frac{1}{2} E_{a,D}$

a) Desenhe o gráfico de energia potencial versus coordenada da reação direta.
b) Determine o valor numérico da constante de equilíbrio da reação.
c) Qual sentido da reação é endotérmico?

Resolução:

a)



b) $$A + B \rightleftarrows 2C;\ k = \frac{\left[C\right]^2}{\left[A\right] \cdot \left[B\right]}$$

$$\left.\begin{array}{l} v_D = K_d \cdot \left[A\right] \cdot \left[B\right] \\ v_I = K_I \cdot \left[C\right]^2 \end{array}\right\} \text{No equilíbrio, } v_D = v_I$$

$$k_D \cdot \left[A\right] \cdot \left[B\right] = k_I \cdot \left[C\right]^2$$

$$\frac{\left[C\right]^2}{\left[A\right] \cdot \left[B\right]} = \frac{k_D}{k_I} = \frac{k_D}{\frac{3}{2} \cdot k_D} = \frac{2}{3}$$

c) O sentido endotérmico é o direto.

Questão 24

Uma amostra de ferro foi totalmente dissolvida a $Fe(\text{II})$ em $25{,}0\,\text{mL}$ de solução aquosa ácida. A seguir, a solução de $Fe(\text{II})$ foi titulada com $20\,\text{mL}$ de uma solução aquosa $0{,}01\,\text{mol L}^{-1}$ em permanganato de potássio. Baseando-se nessas informações, responda aos seguintes itens:

a) Qual é a equação iônica balanceada que descreve a reação de titulação?
b) É necessária a adição de indicador para visualização do ponto final da titulação? Por quê?
c) Qual será a variação de cor e as espécies responsáveis por essa variação no ponto de viragem?
d) Qual é o valor numérico da massa (em g) de ferro na amostra dissolvida, considerando que não há interferentes na solução?

Resolução:

$Fe^{2+} = ? \xrightarrow{\text{Titulada}} Fe^{2+}$

$H^+ = 25\,\text{mL}$ $\quad KMnO_4 = 20\,\text{mL}\ \ 0{,}01\,\text{mol/ L}$

Solução aquosa:

A) $\underset{\text{(Roxa)}}{MnO_4^-} + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow \underset{\text{(incolor)}}{Mn^{2+}} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$

B) Não é necessário a adição de indicador à titulação, pois o íon permanganato (MnO_4^-) de coloração roxa (<u>púrpura</u>) reagirá com o íon Fe^{2+} e perderá a cor formando uma solução incolor de Mn^{2+}. Sendo assim, é possível visualizar o ponto de equivalência facilmente.

C) No ponto de viragem, as gotículas de $KMnO_4$, adicionadas à solução, deixarão a solução incolor com leve tonalidade rosa, sinal de se ter atingido o ponto de equivalência.

D)

$KMnO_4 \quad [\ \ ] = 0{,}01\,\text{mol/ L} \quad 0{,}01\,\text{mol} — 1\,\text{L}$

$V = 20\,\text{mL} \qquad x — 0{,}02\,\text{L}$

$x = 2 \cdot 10^{-4}\,\text{mol}$

Assim: $KMnO_4 \rightarrow K^+ + MnO_4^-$

$2 \cdot 10^{-4}\,\text{mol} \quad 2 \cdot 10^{-4}\,\text{mol} \quad 2 \cdot 10^{-4}\,\text{mol}$

Na reação:

$1\,\text{mol}\,MnO_4^{1-} — 5\,\text{mol}\,Fe^{2+}$

$1\,\text{mol}\,MnO_4^{1-} — 5 \cdot 55{,}85\,\text{g}$

$2 \cdot 10^{-4}\,\text{mol}\,MnO_4^{1-} — x$

$x = 55{,}85\,\text{mg}\ Fe^{2+}$

Questão 25

Descreve-se o seguinte experimento:

i. São dissolvidas quantidades iguais de ácido benzoico e ciclohexanol em diclorometano.
ii. É adicionada uma solução aquosa 10% massa/massa em hidróxido de sódio à solução descrita no item (i) sob agitação. A seguir, a mistura é deixada em repouso até que o equilíbrio químico seja atingido.

Baseando-se nessas informações, pedem-se:

a) Apresente a(s) fase(s) líquida(s) formada(s).
b) Apresente o(s) componente(s) da(s) fase(s) formada(s).
c) Justifique a sua resposta para o item b, utilizando a(s) equação(ões) química(s) que representa(m) a(s) reação(ões).

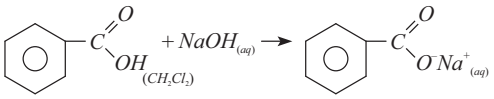
Resolução:

a)

b) Fase Aquosa
- Benzoato de sódio
- H_2O
- Excesso de $NaOH$
- Baixa concentração de cicloexanol

Fase Orgânica
- Diclorometano
- Maior concentração de cicloexanol
- Baixa concentração de ac. benzoico
- Baixa concentração de benzoato de sódio

c)



Questão 26

Considere um elemento galvânico formado por dois semielementos contendo soluções aquosas ácidas e cujos potenciais na escala do eletrodo de hidrogênio (E^o) nas condições-padrão são $E^o(Pt/PtO_2) = 1{,}00\,V$ e $E^o(Br_2/BrO_3^-) = 1{,}48\,V$.

Baseando-se nessas informações, pedem-se:

a) Calcule o valor numérico da força eletromotriz do elemento galvânico.

b) Apresente as equações químicas que representam as semirreações do anodo e catodo.

c) Apresente a equação química que representa a reação global.

Resolução:

a) $ddp = E^o_{oxi} + E^o$

$ddp = 1{,}48 + (-1{,}00)$

$ddp = 1{,}48 - 1{,}00$

$ddp = 0{,}48\,V$

b) Semirreação catódica:

$PtO_2 + 4e^- + 4H^+ \rightarrow Pt + 2H_2O \ (\times 5)$

Semirreação anódica

$Br_2 + 6H_2O \rightarrow 2BrO_3^- + 5e^- + 12H^+ \ (\times 4)$

c) $5PtO_2 + 20e^- + 20H^+ \rightarrow 5Pt + 10H_2O$

$4Br_2 + 24H_2O \rightarrow 8BrO_3^- + 20e^- + 48H^+$

Eq global $5PtO_{2(s)} + 4Br_{2(l)} + 14H_2O_{(l)} \rightarrow 8BrO^-_{3(aq)} + 5Pt_{(s)} + 28H^+_{(aq)}$

Questão 27

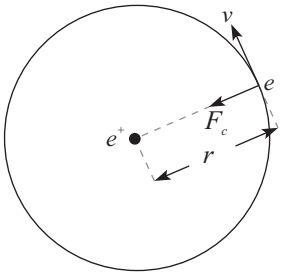
Com base no modelo atômico de Bohr:

a) Deduza a expressão para o módulo do momento angular orbital de um elétron na n-ésima órbita de Bohr, em termos da constante da Planck, h.

b) O modelo de Bohr prevê corretamente o valor do módulo do momento angular orbital do elétron no átomo de hidrogênio em seu estado fundamental? Justifique.

Resolução:

a) Adotando o modelo de Rutherford, Bohr propôs, para o átomo de hidrogênio, um núcleo que fosse formado por uma partícula positiva, e em torno dele girando, um elétron. Esse é o modelo planetário, onde o núcleo é o sol e os elétrons os planetas. Admitiu que as leis de Newton e de Coulomb fossem válidas, e igualou as forças centrípeta e eletrostática.



A força coulombina de atração eletrostática entre duas cargas q e q' em um meio de constante dielétrica ou permissividade no vácuo ε_o, é dada por

$$F_c = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} \cdot \frac{q.q'}{r^2} \qquad (1.1)$$

Sendo *r* a distância entre as cargas.

Admitindo que a carga do elétron é igual à carga do próton (em módulo) e representando ambas pela letra e, e deixando de lado a constante $1/4\pi\varepsilon_o$, temos:

$$F_c = \frac{e^2}{r^2} \qquad (1.2)$$

A força centrípeta (F_n), que atua sobre uma massa *m* que percorre um círculo de raio *r* com uma velocidade *v*, é:

$$F_n = \frac{mv^2}{r} \qquad (1.3)$$

Igualando (1.2) com (1.3), obtemos:

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{r^2}$$

ou

$$mv^2 = \frac{e^2}{r} \qquad (1.4)$$

No caso do átomo de hidrogênio, Bohr impôs uma condição restritiva, baseada nas ideias de Planck e enunciou o seguinte postulado:

1º postulado de Bohr: *Os elétrons do átomo só podem se encontrar sobre órbitas particulares para as quais o momento angular é um múltiplo inteiro de h/2π, sendo h a constante de Planck.*

Rearranjando em 1.4, teremos:

$mvr = nh/2\pi$ (1.5)

Onde mvr é igual ao momento angular solicitado pela questão.

Isto significava que o elétron não poderia ter qualquer velocidade e, portanto, ocupar qualquer órbita. Somente poderia ocupar aquelas órbitas cujas velocidades satisfizessem a relação (1.15), onde n é sempre um número inteiro positivo (n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ... etc.).

Para a n-ésima órbita, teremos:

$mvr = (n - 1)h/2\pi$

b) O modelo de Bohr prevê órbitas estacionárias onde o elétron as percorre sem ganho nem perda de energia. Portanto, se o elétron está descrevendo movimento apenas no nível fundamental (n = 1), é possível prever seu momento angular.

Questão 28

Escreva a fórmula estrutural do produto majoritário formado na reação entre $0{,}1\,\text{mol}$ de tolueno (metilbenzeno) e $0{,}1\,\text{mol}$ de $C\ell_2$ nas seguintes condições:

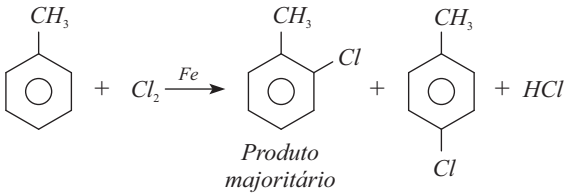
a) Ausência de luz e presença de pequena quantidade de $Fe(s)$.

b) Presença de luz e ausência de $Fe(s)$.

Resolução:

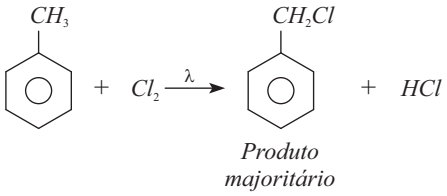
a) $Fe(s)$ é usado como catalisador, sendo classificado como ácido de Lewis, portanto, ocorre mecanismo eletrofílico no anel aromático.

Logo:



b) A presença de luz (λ) provoca visão homolítica do cloro $(C\ell_2)$, ocorrendo mecanismo radicalar no grupo substituinte ao anel aromático.

Logo:



Questão 29

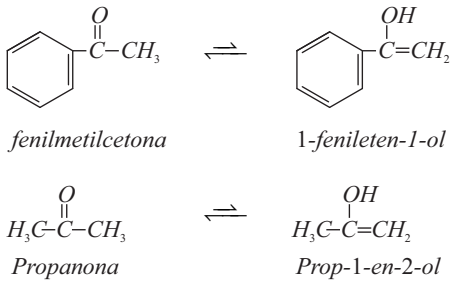
Considere os compostos orgânicos metilfenilcetona e propanona.

a) Apresente a equação química que representa o equilíbrio tautomérico para cada um dos compostos.

b) Qual das duas cetonas acima tem maior conteúdo enólico? Justifique.

Resolução:

a)



b) O conteúdo enólico no equilíbrio será maior quando formar o enol de maior estabilidade, a estabilidade dos enóis está relacionada ao número de substituintes eletrodoadores ligados ao Csp^2.

Os dois enóis formados são monossubstituidos, porém o anel aromático caracteriza um grupo eletroatraente, enquanto o grupo metil é eletrodoador, concluindo-se que o prop-1-en-2-ol apresentará o maior conteúdo enólico no equilíbrio.

Questão 30

Desenhe a fórmula estrutural (IUPAC) das seguintes espécies químicas aromáticas.

a) Naftaleno

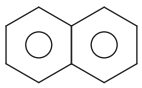
b) Fenantreno

c) Antraceno

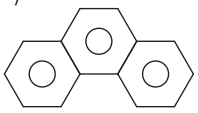
d) Peróxido de benzoíla

Resolução:

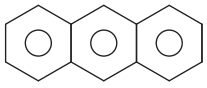
A) Naftaleno:



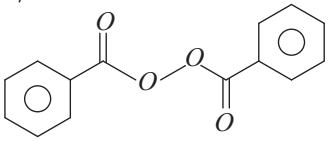
B) Fenantreno



C) Antraceno



D) Peróxido de Benzóila:



Química
Anderson
Dalton
Everton
Gildão
Luis Cícero
Moisés
Nelson
Rômulo
Thé
Welson
William

Colaboradores
Aline Alkmin
Igor Macedo
Isabela
Matheus Cavalcanti
Paulo Adorno
Thiago Higor

Digitação e Diagramação
Daniel Alves
João Paulo
Valdivina Pinheiro

Desenhistas
Luciano Lisboa
Rodrigo Ramos
Vinicius Ribeiro

Projeto Gráfico
Vinicius Ribeiro

Assistente Editorial
Valdivina Pinheiro

Supervisão Editorial
José Diogo
Leandro Bessa
Rodrigo Bernadelli
Marcelo Moraes

Copyright©Olimpo2015

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

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

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

www.grupoolimpo.com.br

opirus EDITORA

olimpo