

**NÚCLEO OLÍMPICO DE INCENTIVO AO CONHECIMENTO
OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE QUÍMICA**

2023 – FASE III

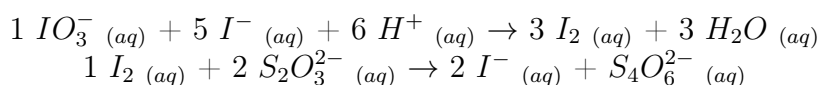
Gabarito e Resoluções

PARTE I - QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
D	A	E	B	A	D	C	B	E	A

PARTE II - QUESTÕES DISCURSIVAS**QUESTÃO 11**

A)



B) Massa Molar do Iodato de Potássio: 214,001 g/mol

Número de mols: 10,7042 g / 214,001 g/mol = 0,050 mol

Concentração: 0,050 mol / 5L = 0,01 mol/L

C) Inicialmente vamos calcular o volume médio obtido nas titulações:

$$V_1 = 12,08 \text{ mL}$$

$$V_2 = 11,92 \text{ mL}$$

$$V_3 = 12,28 \text{ mL}$$

Logo, o volume médio é: $V_M = 12,09 \text{ mL}$

Agora vamos as relações que serão utilizadas para realizar os cálculos nessa questão.

Pela 2ª equação, temos que:

$$n_{(\text{I}_2)} = n_{(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} \cdot 1/2$$

Pela 1ª equação, temos que:

$$n_{(\text{I}_2)} = n_{(\text{IO}_3^-)} \cdot 3$$

Logo:

$$n_{(\text{IO}_3^-)} = n_{(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} \cdot 1/6$$

Assim:

$$n_{(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = 10 \text{ mL} \cdot 0,01 \text{ mol} / \text{L} \cdot 6 = 0,0006 \text{ mol}$$

Concentração da solução de $(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,0006 \text{ mol} / 12,09 \text{ mL} = 0,0496 \text{ mol/L}$

D) Inicialmente vamos calcular o volume médio obtido nas titulações:

$$V_1 = 13,20 \text{ mL}$$

$$V_2 = 13,00 \text{ mL}$$

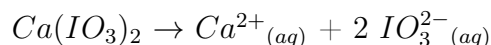
$$V_3 = 13,40 \text{ mL}$$

Logo, o volume médio é: $V_M = 13,20 \text{ mL}$

Assim: $n_{(IO_3^-)} = 13,2 \text{ mL} \cdot 0,0496 \text{ mol/L} \cdot 1/6 = 0,00010912 \text{ mol}$

Concentração da solução de $(IO_3^-) = 0,00010912 \text{ mol} / 5,00 \text{ mL} = 0,021824 \text{ mol/L}$

E)



Pela expressão do produto de solubilidade do Iodato de Cálcio, concluímos que a concentração de Iodato na solução é o equivalente a duas vezes a solubilidade do sal (2s). Assim:

$$S = 0,02184 / 2 = 0,01092$$

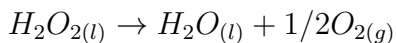
Logo:

$$K_{ps} = [Ca^{2+}] \cdot [IO_3^{2-}]^2 = (S) \cdot (2S)^2 = 4S^3 = 5,209 \cdot 10^{-6}$$

F) Inicialmente a solução apresenta uma coloração marrom devida a presença de I_2 na solução. Conforme a reação acontece o I_2 é consumido e a tonalidade vai diminuindo junto com a sua concentração. Quando a solução se torna amarelo-pálida é adicionada uma solução de amido que serve como indicador. O amido forma um complexo de coloração azul intensa com o I_2 remanescente. O ponto final da titulação é observado quando a solução se torna incolor devido ao consumo completo do I_2 .

QUESTÃO 12

A)



- 2 pontos caso os estados físicos não sejam especificados.

B) A concentração em volumes é a quantidade, em litros, de O_2 gerado na CNTP caso 1 litro daquela amostra fosse decomposta. Portanto:

$$0,150 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,075 \text{ mol}$$

Assim, 0,075 mol de O_2 seria gerado. Portanto, sabendo que o volume molar na CNTP é 22,4L/mol:

$$22,4 \cdot 0,075 = 1,68$$

Assim, 1,68 volumes.

C) Para Reações de primeira ordem:

$$\ln \left(\frac{A}{A_0} \right) = -k \cdot t$$

Portanto, sabendo que em cinco minutos temos 300 segundos:

$$\ln \left(\frac{0,015}{0,15} \right) = -k \cdot 300$$

Resolvendo:

$$k = 7,68 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

D) Apenas catalisar a reação.

E) Tendo em vista que ele é apenas o catalisador, qualquer vidraria que garantisse o excesso de cloreto de ferro (III) já seria suficiente, não requerindo uma vidraria muito precisa. Assim, poderíamos utilizar um proveta, por exemplo.

QUESTÃO 13

A) A entalpia da reação pode ser calculada a partir da expressão:

$$\Delta H = \sum H_p - \sum H_r$$

Assim, a entalpia da reação fornecida será:

$$\Delta H = [\Delta H(CaC_2) + \Delta H(CO)] - [3 \cdot \Delta H(C) + \Delta H(CaO)]$$

$$\Delta H = [-60 + (-110,92)] - [0 + (-635)] = 464,08 \text{ kJ/mol}$$

A entropia pode ser calculada da mesma forma da entalpia por serem funções de estado, assim:

$$\Delta S = \sum S_p - \sum S_r$$

$$\Delta S = [23,58 + 197,4] - [39,75 + 5,73] = 175,5 \text{ J/molK}$$

A energia livre de Gibbs pode ser calculada através da seguinte equação:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Assim:

$$\Delta G = 508,8 \cdot 10^3 \text{ J} - 298\text{K} \cdot 175,5 \text{ J/molK} = 456,501 \text{ kJ/mol}$$

B)

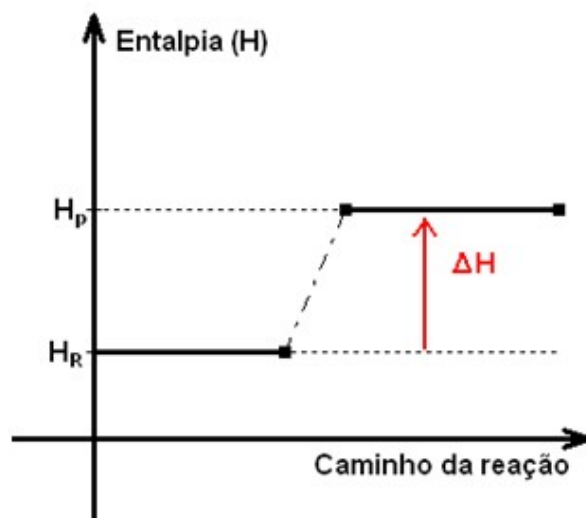
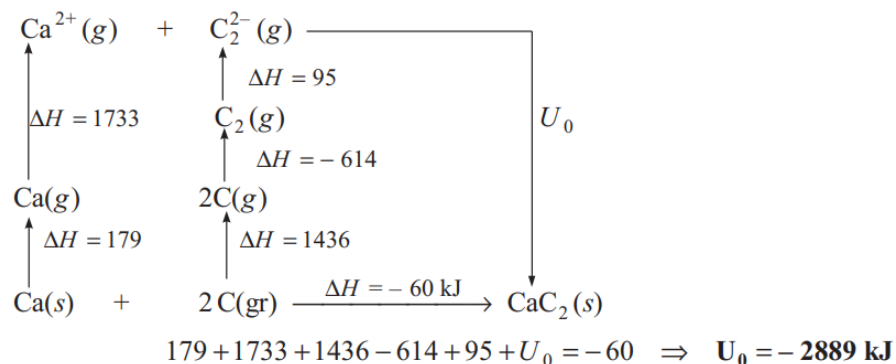


Figura 1: Gráfico da Reação endotérmica

C)



D)

Aplicando a lei zero da termodinâmica temos:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_{\text{metal}} + Q_{\text{agua}} = 0$$

Expandindo a equação:

$$m_{\text{metal}} \cdot c_{\text{metal}} \cdot (T_{f,\text{metal}} - T_{i,\text{metal}}) + m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_{f,\text{agua}} - T_{i,\text{agua}}) = 0$$

$$m_{\text{metal}} \cdot c_{\text{metal}} \cdot (T_{f,\text{metal}} - T_{i,\text{metal}}) = -[m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_{f,\text{agua}} - T_{i,\text{agua}})]$$

Podemos utilizar o fato de que 60ml de água é igual a 60 gramas de água.

$$c_{\text{metal}} \cdot (59.7 \text{ g}) \cdot (28.5^\circ\text{C} - 100.0^\circ\text{C}) = -(4.18 \text{ J/g }^\circ\text{C}) \cdot (60.0 \text{ g}) \cdot (28.5^\circ\text{C} - 22.0^\circ\text{C})$$

Assim, podemos concluir que o valor do calor específico do metal é igual a:

$$c_{\text{metal}} = \frac{-(4,18) \cdot 60 \cdot (28,5 - 22)}{59,7 \cdot (28,5 - 100)} = 0,38 \text{ J/g }^\circ\text{C}$$

QUESTÃO 14

- a) $2MnO_4^{2-} (aq) + 5C_2O_4^{2-} (aq) + 16H^+ (aq) \rightarrow 2Mn^{2+} (aq) + 10CO_2(g) + 8H_2O(l)$
 b) Temos que:

$$m(Na_2C_2O_4) = \frac{5}{2} \cdot n(MnO_4^{2-}) \cdot \frac{0,25}{0,01} \cdot 134$$

$$m(Na_2C_2O_4) = \frac{5}{2} \cdot [MnO_4^{2-}] \cdot V \cdot \frac{0,25}{0,01} \cdot 134$$

$$m(Na_2C_2O_4) = \frac{5}{2} \cdot 7,76 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{0,25}{0,01} \cdot 134$$

$$m(Na_2C_2O_4) = 6,5g$$

$$Pureza = \frac{6,5}{10} = 0,65$$

c)

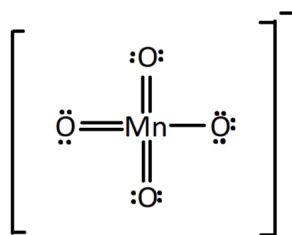


Figura 2: Estrutura do permanganato.

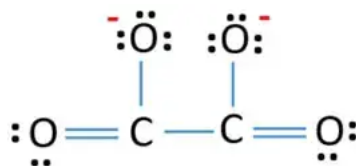


Figura 3: Estrutura do Oxalato.

- d) O manganês tem hibridação do tipo sp^3 e o carbono do tipo sp^2 , dessa maneira, a provável geometria do manganês é tetraédrica e do carbono é trigonal planar.

e) Podemos citar 3 diferenças principais:

Temperatura de fusão.

Tipo de átomos que as formam.

Força da ligação química.

Um composto iônico tem uma temperatura de fusão provavelmente muito maior que a maioria dos compostos moleculares. Isso ocorre devido a dificuldade de rompimento do retículo iônico desses tipos de compostos, o que confere aos mesmos temperaturas de fusão e ebulição maiores que os covalentes. Outra coisa é que compostos covalentes são formados por átomos sem tanta diferença de eletronegatividade entre si, já que se passar de uma diferença de 1,7 consegue-se um composto iônico. Além disso, a ligação covalente é mais forte que a iônica.

QUESTÃO 15

A) Como a solução de partida possuía uma concentração de $3,5 \cdot 10^{-8} M$, podemos dizer que a concentração de íons H^+ oriundos apenas dessa ácido é igual a $2 \cdot 3,5 \cdot 10^{-8} = 7 \cdot 10^{-8} M$. Com isso, podemos ver que a concentração total de H^+ na solução é a soma dos íons vindos do ácido com os vindos da auto ionização da água. É encontrado, portanto, o seguinte:

$$[H^+] = 10^{-7} + 7 \cdot 10^{-8} = 1,7 \cdot 10^{-7} M$$

Como o enunciado não nos mostra nenhuma afirmativa de que a solução é preparada em uma temperatura diferente de $25^\circ C$, podemos afirmar que $K_w = 10^{-14}$, ou seja. Podemos, portanto, encontrar a concentração de OH^- da seguinte forma:

$$K_w = [H^+] \cdot [OH^-] = 1,7 \cdot 10^{-7} \cdot [OH^-] \rightarrow [OH^-] = 5,88 \cdot 10^{-8} M$$

B) Sabendo que o equilíbrio é endotérmico (pelo fato de a variação de entalpia ser maior do que zero), podemos observar, pelo princípio de **Le Chatelier**, que uma diminuição de temperatura desloca a reação no sentido exotérmico. Este sentido, portanto, faz-se na direção da formação da água, ao consumo dos íons. Com esse deslocamento, portanto, há uma diminuição da concentração de íons tanto OH^- quanto H^+ , o que acarreta uma mudança que diminui o valor do produto $[H^+] \cdot [OH^-]$, diminuindo o valor de K'_w .

C) A relação entre os valores de pH e pOH e o pK'_w pode ser encontrada a partir do seguinte:

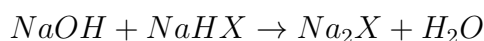
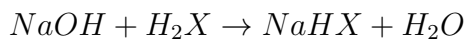
$$K'_w = [OH^-] \cdot [H^+] \rightarrow -\log(K'_w) = -\log([OH^-] \cdot [H^+])$$

$$\rightarrow pK'_w = -\log([OH^-]) - \log([H^+])$$

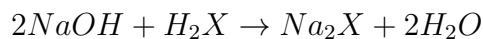
$$\rightarrow pK'_w = pH + pOH$$

Observando isto, portanto, vemos que a soma o pH com o pOH tem de ser igual a 14,9. Portanto, com o valor de pH de 7,0, o valor de pOH é $14,9 = 7,0 + pOH \rightarrow pOH = 7,9$. Pela definição, o pOH é o antilog da concentração de OH^- , portanto encontramos a dita concentração apenas fazendo $10^{-7,9}$, que resulta em $[OH^-] = 1,26 \cdot 10^{-8}$.

D)



E) Observe que a situação encontrada é a mesma de uma titulação básica de um analito de ácido. Ou seja, a análise da situação deve ser estequiométrica, uma vez que faz-se como uma reação de neutralização de um ácido com uma base. Podemos observar a reação global como a soma das que apareceram anteriormente no item D):



Agora, com as relações estequiométricas, portanto, podemos ver como se comportam as concentrações:

$$7,5 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1 \text{ mol } H_2X}{2 \text{ mol } NaOH} = 3,75 \cdot 10^{-7} \text{ mol } H_2X$$

Veja que a quantidade necessária para consumir todo o hidróxido de sódio é maior do que a concentração existente de ácido, portanto devemos encontrar o quanto de excesso que existe na adição de $NaOH$:

$$3,5 \cdot 10^{-8} \text{ mol } H_2X \cdot \frac{2 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ mol } H_2X} = 7 \cdot 10^{-8} \text{ mol } NaOH$$

Veja que a necessidade que resulta de $NaOH$ é a subtração da quantidade colocada pela quantidade necessária, ou seja $7,5 \cdot 10^{-7} - 7 \cdot 10^{-8} = 6,8 \cdot 10^{-7}$. Com isso, para encontrarmos o pH da solução devemos realizar o mesmo procedimento feito no item **A**), que resulta em um pH de 6,16.

QUESTÃO 16

a) A relação presente entre os elementos é a igual diferença entre o número de nêutrons e prótons, 14 para ambos. De maneira que esses átomos são isodiáferos.

b) A distribuição eletrônica e o motivo dela para cada metal:

- $_{47}[Ag]$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^{10}$: Ocorre em decorrência da simetria dos spins oferecida pelo orbital $4d$ preenchido gerar uma estabilidade maior do que caso o orbital $5s$ fosse preenchido.

- $_{46}[Pd]$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^0 4d^{10}$: Durante o aumento da carga nuclear dos átomos, o núcleo irá atrair cada vez mais os elétrons mais próximos com maior intensidade. Comprimindo-os e diminuindo suas energias, oferecendo assim uma maior estabilidade para os orbitais menos distantes do núcleo. Com isso, o orbital $4d$ vai possuir uma energia menor que o orbital $5s$, gerando assim uma maior estabilidade para que os elétrons fiquem nele.

c) Aqui será necessário a fórmula do efeito fotoelétrico:

$$\frac{m_e \cdot V^2}{2} = h \cdot f - \phi$$

$$\left(\frac{9,109 \cdot 10^{-34} \cdot V^2}{2} \right) = (6,626 \cdot 10^{-34}) \cdot \left(\frac{2,998 \cdot 10^8}{189 \cdot 10^{-7}} \right) - (4,73) \cdot (1,602 \cdot 10^{-19})$$

$$\rightarrow V \cong 802,5 \text{ Km/s}$$

d) Nesse item iremos precisar utilizar a equação de Heisenberg. Porém, como está sendo pedido a incerteza mínima, nos vamos substituir a relação de maior ou igual por uma igualdade:

$$\Delta X \cdot \Delta p = \frac{h}{4\pi}$$

Lembre-se que $\Delta p = m \cdot (\Delta V)$ e que a incerteza da distância esta retida ao diâmetro do átomo (a maior distância possível):

$$(3,3 \cdot 10^{-10}) \cdot (9,109 \cdot 10^{-34} \cdot \Delta V) = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{4 \cdot (3,1416)}$$

$$\rightarrow \Delta V \cong 175,4 \text{ Km/s} \rightarrow \pm 87,7 \text{ Km/s}$$

EQUIPE RESPONSÁVEL PELO SIMULADO

- Raphael Diniz (Coordenador e escritor).
- Fernando Garcia (escritor).
- Gabriel Paz (escritor).
- João Antônio (escritor).
- Luiz Viegas (escritor).
- Mateus Cavassin (escritor).
- Hana Sousa (Template).