

PROCESSO SELETIVO – 004/2024

Área de Conhecimento: Química Geral e Físico-Química

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 1: Considerando que a chave para interpretar as propriedades de uma substância é primeiramente reconhecer e compreender sua estrutura e o tipo de ligações químicas envolvidas em sua formação, bem como a disposição destes átomos no espaço, responda os itens abaixo:

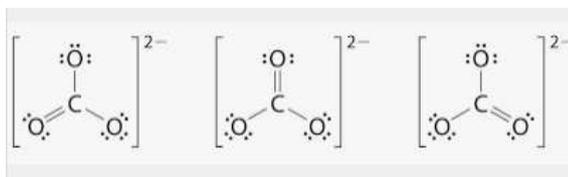
- Sugira uma razão pela qual não é viável a existência de compostos tais como NaCl_2 ou NaNe em condições ambientes ($25\text{ }^\circ\text{C}$ e 1 atm).
- Ligações simples C-O e duplas C=O tem comprimentos de 143 e 122 pm , respectivamente. No entanto, todas as distâncias de ligação CO no íon carbonato são iguais a 129 pm . Explique este fato utilizando estruturas de Lewis.
- Tendo em vista o modelo de repulsão de pares de elétrons na camada de valência (em inglês, VSEPR) apresente as estruturas de Lewis das seguintes espécies químicas juntamente com uma proposição de geometria molecular: ClF_2^+ e ICl_4^- .
- Explique o fato de o ClF_5 ser uma molécula polar e o XeF_4 não.

Respostas esperadas:

a) Caso os compostos existissem, seriam compostos iônicos (sais). Entretanto, suas formulações não são viáveis nas condições propostas pois teríamos Na^{2+} (com configuração eletrônica $1s^2 2s^2 2p^5$) ou Ne^{-1} (com configuração eletrônica $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$). Ambas as configurações eletrônicas em questão são extremamente desfavoráveis do ponto de vista energético com altíssimos valores de energia de ionização do $\text{Na}^+/\text{Na}^{2+}$ ou a afinidade eletrônica Ne/Ne^{-1} .

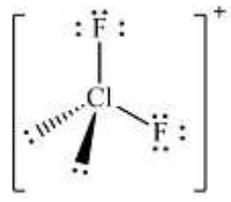
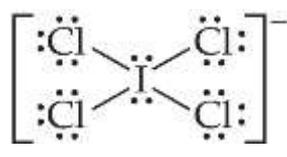
KOTZ, J. C. Química e reações químicas. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. (Capítulo 9, pg. 257-258).

b) Todas as distâncias de ligação CO são iguais no íon carbonato (CO_3^{2-}) devido ao fenômeno de ressonância, ou deslocalização eletrônica na nuvem de elétrons π , conforme as estruturas de Lewis a seguir:



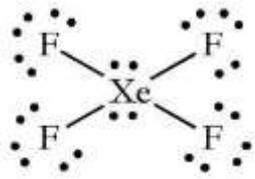
KOTZ, J. C. Química e reações químicas. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. (Capítulo 9, pg. 264-265).

c) As geometrias das moléculas em questão são:

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Geometria angular devido aos dois pares de elétrons isolados ainda presentes no átomo de cloro.</p> | <p>Geometria quadrado-plana com os dois pares de elétrons isolados situados a 180º um do outro.</p> |

KOTZ, J. C. Química e reações químicas. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. (Capítulo 9, pg. 280-281).

d) As geometrias das moléculas em questão são:

| | |
|--|---|
|  |  |
| <p>Geometria do tipo pirâmide de base quadrada. Neste caso a molécula é polar devido a existência de uma resultante do momento de dipolo não-nula ($\vec{\mu} \neq 0$).</p> | <p>Geometria do tipo quadrado-plana. Neste caso a molécula é apolar devido a uma resultante do momento de dipolo nula ($\vec{\mu} = 0$).</p> |

KOTZ, J. C. Química e reações químicas. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. (Capítulo 9, pg. 282 e 285).

Membros da Banca:

Avaliador 1 (assinado digitalmente)
Carla Dalmolin

Avaliador 2(assinado digitalmente)
Karine Priscila Naidek

Avaliador 3 (assinado digitalmente)
Brenno Ralf Maciel Oliveira

Presidente da Banca (assinado digitalmente)
Carla Dalmolin

Área de Conhecimento: Química Geral e Físico-Química

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 2: Em uma solução aquosa, íons ferro (III) reagem com íons iodo para fornecer íons ferro (II) e íons tri-iodeto, I_3^- . Suponha que a concentração inicial de íons Fe^{3+} seja $0,200 \text{ mol. L}^{-1}$, a concentração inicial de íon I^- seja $0,300 \text{ mol. L}^{-1}$ e a concentração de equilíbrio de íons I_3^- seja $0,0866 \text{ mol. L}^{-1}$. Responda:

- Qual o valor da constante de equilíbrio para esta reação?
- Proponha um método de análise para acompanhar a concentração de uma das espécies químicas envolvidas nesta reação até identificar o momento em que o equilíbrio tenha sido atingido.

Respostas esperadas:

a) Equilíbrio formado: $2Fe^{3+}(aq) + 3I^-(aq) \rightleftharpoons 2Fe^{2+}(aq) + I_3^-(aq)$

Cálculo da constante de equilíbrio:

| Equação | $2 Fe^{3+}$ | + | $3 I^-$ | \rightleftharpoons | $2 Fe^{2+}$ | + | I_3^- |
|----------------|----------------------------------|---|----------------------------------|----------------------|--------------------------|---|---------|
| Inicial (M) | 0,200 | | 0,300 | | 0 | | 0 |
| Varição (M) | -2x | | -3x | | +2x | | +x |
| Equilíbrio (M) | $0,200 - 2(0,0866)$ $= 0,027$ | | $0,300 - 3(0,0866)$ $= 0,040$ | | $2(0,0866)$ $= 0,173$ | | 0,0866 |

A concentração de cada substância no equilíbrio é conhecida agora, e pode-se calcular K_c .

$$K_c = \frac{[Fe^{2+}]^2[I_3^-]}{[Fe^{3+}]^2[I^-]^3} = \frac{(0,173)^2(0,0866)}{(0,027)^2(0,040)^3} = 5,6 \times 10^4$$

- b) Pode-se acompanhar o surgimento do íon I_3^- adicionando uma solução de amido ao meio reacional e acompanhando o surgimento da cor azul do complexo formado entre amido e I_3^- . Para quantificar o teor de I_3^- pode-se utilizar um espectrofotômetro. Mediante uma curva de calibração prévia determina-se a absorvidade molar do complexo, possibilitando converter a absorbância de concentrações desconhecidas de I_3^- em concentração molar. Assim, será possível acompanhar o transcorrer da reação acima.

KOTZ, J. C. Química e reações químicas. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

Membros da Banca:

Avaliador 1 (assinado digitalmente)
Carla Dalmolin

Avaliador 2(assinado digitalmente)
Karine Priscila Naidek

Avaliador 3 (assinado digitalmente)
Brenno Ralf Maciel Oliveira

Presidente da Banca (assinado digitalmente)
Carla Dalmolin

PROCESSO SELETIVO – 004/2024

Área de Conhecimento: Química Geral e Físico-Química

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 3: O potencial padrão de célula (E_{cel}^0) numa temperatura T é definido como a força eletromotriz de uma célula eletroquímica (E_{cel}) no seu estado padrão. A respeito do E_{cel}^0 e E_{cel} , responda as seguintes questões:

- Quais são as condições padrão numa célula eletroquímica?
- Para a célula eletroquímica descrita como $M_{(s)} | M_{(aq)}^{z+} X_{(aq)}^{z-} | N_{v+} X_{v-(s)} | N_{(s)}$, como é possível calcular o E_{cel}^0 ? Demonstre sua resposta utilizando as equações apropriadas.
- Qual a relação entre o E_{cel}^0 e a constante de equilíbrio (K^0) da reação que ocorre na célula eletroquímica?
- O que acontece com o E_{cel} quando a reação de uma célula eletroquímica atinge o equilíbrio?

Respostas esperadas:

- As atividades de todas as espécies químicas na célula eletroquímica devem ser unitárias ($a_i = 1$) e $p^0 = 1$ bar
- O potencial padrão de uma célula eletroquímica pode ser obtido através dos valores tabelados de potencial de redução padrão das duas semi-células. Para a célula geral representada acima, estão descritas as duas semi-células a seguir:

Semi-célula de oxidação: $M_{(s)} \rightleftharpoons M_{(aq)}^{z+} + ne$, com $E_{red}^0(M^{z+}/M)$

Semi-célula de redução: $N_{v+} X_{v-(s)} + ne \rightleftharpoons N_{(s)} + X_{(aq)}^{z-}$, com $E_{red}^0(N_{v+} X_{v-(s)}/N)$

Para a célula completa: $E_{cel}^0 = E_{direita}^0 - E_{esquerda}^0 = E_{red}^0(N_{v+} X_{v-(s)}/N) - E_{red}^0(M^{z+}/M)$

- O potencial padrão de célula está relacionado com a energia de Gibbs padrão da reação redox que ocorre na célula eletroquímica por: $\Delta G^0 = -nFE_{cel}^0$. Por outro lado, a energia de Gibbs padrão de uma reação química também está relacionada com sua constante de equilíbrio por: $\Delta G^0 = -RT \ln K^0$. Desta forma:

$$nFE_{cel}^0 = RT \ln K^0$$

$$E_{cel}^0 = \frac{RT}{nF} \ln K^0$$

d) De acordo com a Equação de Nerst, $E_{cel} = E_{cel}^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q$, onde Q é o quociente de reação, dado por $Q = \prod a_i^{v_i}$.

$$E_{cel} = \left(\frac{RT}{nF} \ln K^0 \right) - \left(\frac{RT}{nF} \ln Q \right) = \left(\frac{RT}{nF} \right) \ln \left(\frac{K^0}{Q} \right)$$

Quando uma reação química atinge o equilíbrio, $Q = K^0$ e, portanto: $E_{cel} = \left(\frac{RT}{nF} \ln 1 \right) = 0$

Quando $Q = K^0$, $E_{cel} = 0$. Quanto maior o afastamento de Q em relação a K^0 , maior o valor de E_{cel} . Se, por exemplo, $Q < K^0$, as quantidades de produtos na reação do diagrama de célula aumentam à medida que a célula funciona, o que aumenta Q . À medida que Q aumenta em direção de K^0 , E_{cel} diminui, chegando a zero quando $Q = K^0$.

LEVINE, I. N. **Físico-Química**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 1, (Capítulo 13).

Membros da Banca:

Avaliador 1 (assinado digitalmente)

Carla Dalmolin

Avaliador 2(assinado digitalmente)

Karine Priscila Naidek

Avaliador 3 (assinado digitalmente)

Brenno Ralf Maciel Oliveira

Presidente da Banca (assinado digitalmente)

Carla Dalmolin

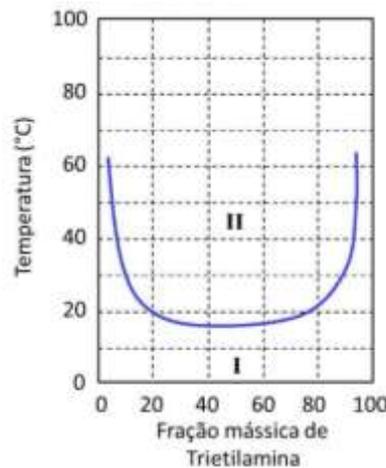
PROCESSO SELETIVO – 004/2024

Área de Conhecimento: Química Geral e Físico-Química

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 4: A mistura binária formada entre água e trietilamina é sensível à temperatura, sendo que ao aquecer a mistura surgem duas fases, conforme ilustra o diagrama de fases líquido-líquido da temperatura em função da composição entre água e trietilamina. Considerando o diagrama, responda:

- Classifique as regiões do diagrama nomeadas como I e II em monofásicas e bifásicas.
- O que ocorre ao combinar 20% de trietilamina e 80% de água (fração mássica) a 10°C? Se houver formação de fases, indique as composições aproximadas e qual fase será mais abundante.
- O que ocorre ao combinar 20% de trietilamina e 80% de água (fração mássica) a 50°C? Se houver formação de fases, indique as composições aproximadas e qual fase será mais abundante.
- O que ocorre ao combinar 99% de trietilamina e 1% de água (fração mássica) a 70°C? Se houver formação de fases, indique as composições aproximadas e qual fase será mais abundante.
- O que significa a linha que divide a região I da região II do diagrama?



Respostas esperadas:

- Região I – monofásica; região II bifásica
- ocorre a formação de uma única fase homogênea
- formação de uma mistura bifásica. Uma fase com aproximadamente 5% de trietilamina e 95% (massa/massa) de água e a outra com 95% de trietilamina e 5% de água, sendo a majoritária a fase rica em água – obtidas através das linhas de amarrações.
- ocorre a formação de uma única fase homogênea
- a linha significa a fronteira entre a região homogênea e heterogênea do diagrama, os pontos sobre a linha representam o limite de composição entre estas regiões.

LEVINE, I. N. **Físico-Química**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

Membros da Banca:

Avaliador 1 (assinado digitalmente)

Carla Dalmolin

Avaliador 2(assinado digitalmente)

Karine Priscila Naidek

Avaliador 3 (assinado digitalmente)

Brenno Ralf Maciel Oliveira

Presidente da Banca (assinado digitalmente)

Carla Dalmolin

PROCESSO SELETIVO – 004/2024

Área de Conhecimento: Química Geral e Físico-Química

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 5: O modelo atômico atual, conhecido como modelo atômico quântico ou modelo da mecânica quântica, representa uma compreensão avançada da estrutura atômica que incorpora os princípios da mecânica quântica. Este modelo evoluiu a partir das limitações e correções dos modelos atômicos anteriores, e suas origens estão intimamente ligadas aos avanços científicos do início do século XX.

Sobre esse tópico, responda às questões a seguir.

- Descreva de forma resumida as evidências que conduziram ao surgimento da mecânica quântica.
- Discuta a relação entre amplitude de probabilidade, densidade de probabilidade e probabilidade.
- Descreva as restrições que a interpretação de Born impõe sobre as funções de onda aceitáveis.
- Explique por que a partícula em uma caixa e o oscilador harmônico são modelos úteis para os sistemas quânticos: que sistemas quimicamente significativos eles podem ser usados para representar?
- Liste e dê o significado dos números quânticos necessários para especificar o estado interno de um átomo hidrogenoide.

Respostas esperadas:

- a) Espera-se que o candidato comente sobre os experimentos que levaram aos conceitos de quantização da energia (Radiação do corpo negro/ Espectros atômicos e moleculares) e Dualidade onda-partícula (caráter corpuscular da radiação eletromagnética / O caráter ondulatório das partículas).

ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 1. (Capítulo 07)

LEVINE, I. N. **Físico-Química**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 2, (Capítulo 17).

- b) Um princípio central da mecânica quântica é que a função de onda contém todas as informações dinâmicas sobre o sistema que descreve. A função de onda normalizada $\psi_{(r)}$ é chamada de amplitude de probabilidade. Ela contém informações sobre a localização de uma partícula. $|\psi_{(r)}|^2$ é a densidade de probabilidade no ponto r , e para obter a probabilidade de encontrar uma partícula em um volume infinitesimal $d\tau = dx dy dz$ em r , deve-se multiplicá-la por $d\tau$. A probabilidade de encontrar uma partícula em uma região é obtida pela integração da densidade de probabilidade sobre a região:

$$P = \int_{região} |\psi_{(r)}|^2 d\tau$$

ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 1. (Capítulo 07)

c) As restrições que a interpretação de Born impõe sobre as funções de onda aceitáveis são:

- não pode ser infinita sobre uma região não infinitesimal
- tem que ser unívoca
- tem que ser contínua
- tem que ter derivada primeira contínua

ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 1. (Capítulo 07)

d) A partícula em uma caixa pode servir como modelo para muitos tipos de partículas confinadas. Talvez o mais relevante para a química seja o modelo para elétrons π em sistemas lineares de ligações duplas conjugadas. Elétrons em nanoestruturas, como pontos quânticos, podem ser modelados como partículas em uma caixa ou esfera tridimensional. De maneira mais grosseira, mas ainda assim fundamental, o modelo da partícula em uma caixa pode fornecer ordens de grandeza para as energias de excitação de partículas confinadas, como um elétron confinado a uma caixa do tamanho de um átomo ao redor de um núcleo. O oscilador harmônico serve como a primeira aproximação para descrever vibrações moleculares. As energias de excitação para alongamento e flexão de ligações são manifestadas na espectroscopia infravermelha e Raman.

ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 1. (Capítulo 08)

LEVINE, I. N. **Físico-Química**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 2, (Capítulo 17).

e) O candidato deve indicar e explicar o significado dos números quânticos a seguir:

- O número quântico principal, n , determina a energia de um orbital atômico hidrogenoide através da equação:

$$E_n = -\frac{\mu e^4}{32\pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2} \times \frac{Z^2}{n^2}$$

- O número quântico azimutal, l , determina a magnitude do momento angular de um orbital atômico hidrogenoide através da fórmula $[l(l+1)]^{\frac{1}{2}}\hbar$.
- O número quântico magnético, m_l , determina o componente z do momento angular de um orbital hidrogenoide através da fórmula $m_l\hbar$.
- O número quântico de spin, s , determina a magnitude do momento angular de spin através da fórmula $[s(s+1)]^{\frac{1}{2}}\hbar$. Para orbitais atômicos hidrogenoides, s só pode ser $\frac{1}{2}$.
- O número quântico de spin, m_s , determina o componente z do momento angular de spin através da fórmula $m_s\hbar$. Para orbitais atômicos hidrogenoides, m_s só pode ser $\pm \frac{1}{2}$.

ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 1. (Capítulo 09)

Membros da Banca:

Avaliador 1 (assinado digitalmente)

Carla Dalmolin

Avaliador 2(assinado digitalmente)

Karine Priscila Naidek

Avaliador 3 (assinado digitalmente)

Brenno Ralf Maciel Oliveira

Presidente da Banca (assinado digitalmente)

Carla Dalmolin



Assinaturas do documento



Código para verificação: **J5E04Q9M**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

- ✓ **CARLA DALMOLIN** (CPF: 021.XXX.189-XX) em 24/06/2024 às 10:10:30
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:39:29 e válido até 30/03/2118 - 12:39:29.
(Assinatura do sistema)

- ✓ **BRENNO RALF MACIEL OLIVEIRA** (CPF: 376.XXX.338-XX) em 24/06/2024 às 10:18:49
Emitido por: "SGP-e", emitido em 29/11/2018 - 16:47:02 e válido até 29/11/2118 - 16:47:02.
(Assinatura do sistema)

- ✓ **KARINE PRISCILA NAIDEK** (CPF: 061.XXX.889-XX) em 24/06/2024 às 10:46:02
Emitido por: "SGP-e", emitido em 19/03/2019 - 18:21:51 e válido até 19/03/2119 - 18:21:51.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwMjU0NDVfMjU0ODJfMjAyNF9KNUUwNFE5TQ==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00025445/2024** e o código **J5E04Q9M** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.