

PROCESSO SELETIVO – 04/2023
Área de Conhecimento: Química Geral e Físico-Química
PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 1: 2,0 pontos

Nos processos de tratamento para a retirada de impurezas realizados em estações de tratamento de águas e efluentes, a retirada de sólidos coloidais ocorre através de uma sequência de processos que envolve coagulação/flocação/decantação. Um dos compostos mais utilizados é o sulfato de alumínio.

- (a) Qual a concentração molar de uma solução de sulfato de alumínio 1% (m/V)?
- (b) Misturando-se 150 mL da solução de sulfato de alumínio 1% com 250 mL de uma solução 0,01 mol/L de cloreto de alumínio, qual a molaridade resultante para os íons alumínio?
- (c) A adição de sulfato de alumínio e bicarbonato de cálcio é uma das etapas possíveis no processo de tratamento de água, sendo hidróxido de alumínio um dos produtos. Considerando que foram dissolvidas em um tanque 40,0 gramas de sulfato de alumínio com pureza de 80% e 50,0 g de bicarbonato de cálcio com pureza de 99,98%, calcule a quantidade de sulfato de cálcio formada.

Respostas:

a) molaridade = $\frac{m}{M.V}$ → molaridade = $\frac{1 \text{ g}}{342,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,1 \text{ L}}$ → molaridade = 0,0292 ou $2,92 \times 10^{-2}$ $\frac{\text{mol}}{\text{litro}}$

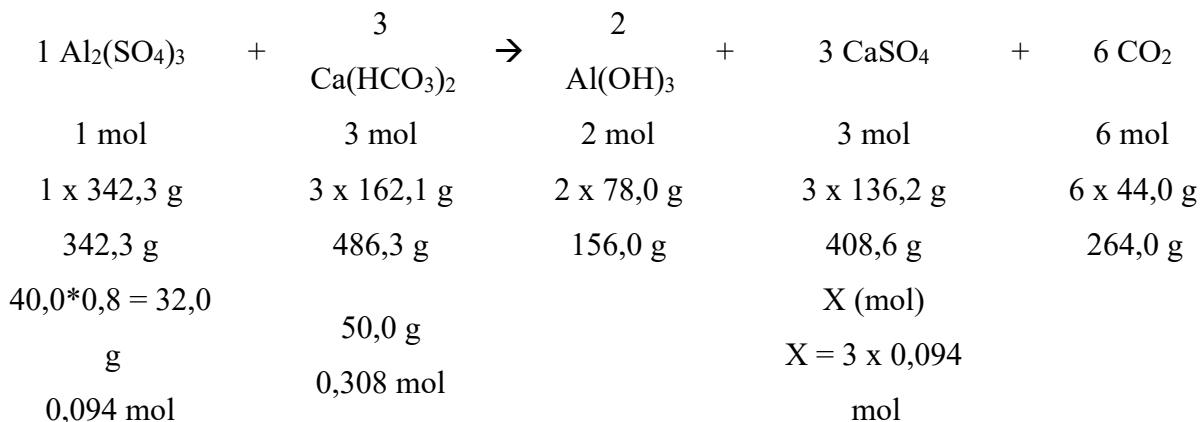
b) Considerando-se um volume final de 400 mL e usando molaridade. $V_1 = \text{molaridade.}V_2$

Para o $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow$ molaridade = 0,029 $\cdot 150/400 = 0,01088 \text{ mol/L}$

Para o $\text{AlCl}_3 \rightarrow$ molaridade = $0,01 \cdot 250/400 = 0,00625 \text{ mol/L}$

A dissociação do Sulfato de Alumínio gera 2 mols de Al^{3+} , enquanto a dissociação do Cloreto de Alumínio libera 1 mol Al^{3+} . Assim, a molaridade resultante será $0,01088 * 2 + 0,00625 * 1 = 0,028 \text{ mol/L}$ de íons alumínio.

c) Escrevendo a reação entre o sulfato de alumínio e o bicarbonato de cálcio e escrevendo os valores em massa e mol:



O reagente limitante será o sulfato de alumínio, ocorrendo a formação de 38,4 g ou 0,282 mol de sulfato de cálcio.

Referência:

BROWN, T. L; LeMAY, H.E; BURSTEN, B. E. e BURDGE, J.R. Química A ciência central. 9 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. (Capítulo 3).

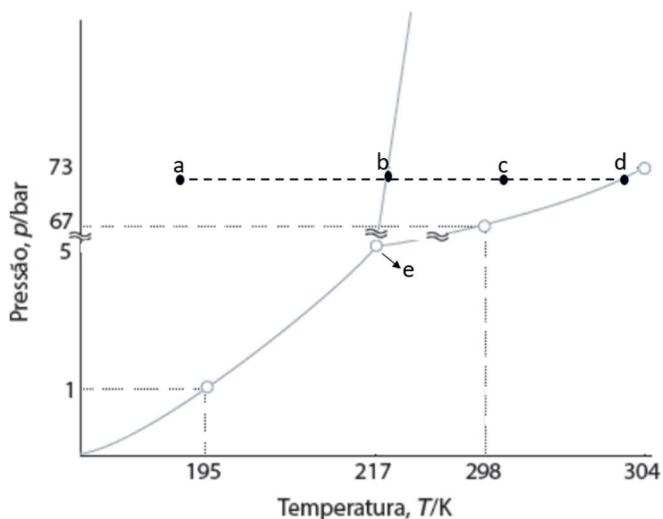
PROCESSO SELETIVO – 04/2023

Área de Conhecimento: Química Geral e Físico-Química

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 2: 2,0 pontos

O dióxido de carbono gasoso pode ser liquefeito a 25°C e 67 bar de pressão. O CO₂ sólido sublima quando deixado ao ar livre (daí o nome ‘gelo-seco’). O diagrama de fases do dióxido de carbono está representado a seguir onde linhas contínuas representam fronteiras das fases sólido, líquido e gás. Dado 1 bar = 1 atm.



Responda:

- Ao aquecer CO₂ do ponto *a* ao ponto *d* (representação no diagrama), qual(is) o(s) estado(s) físico(s) na(s) condições representado(s) por *a*, *b*, *c*, *d*? Quais as transições de fase envolvidas?
- Qual(is) o(s) estado(s) físico(s) do CO₂ na condição *e*. Qual nome dado a este ponto?
- Qual mudança de fase ocorre com o CO₂ a 195 K e 1 bar?
- Disserte sobre o equilíbrio dinâmico e contextualize utilizando o diagrama de fases do CO₂.

Respostas:

- a*= sólido; *b* = sólido/líquido, portanto fusão; *c* = líquido; *d*= líquido/vapor, portanto vaporização
- equilíbrio entre as fases sólido, líquido e vapor, chamado como ponto triplo.
- sublimação
- Qualquer ponto nas curvas de equilíbrio representam uma pressão e uma temperatura em que existe um ‘equilíbrio dinâmico’ entre as duas fases adjacentes. Um estado de equilíbrio dinâmico é um estado em que um processo inverso está ocorrendo com a mesma velocidade que o processo direto. Embora possa haver uma grande atividade em nível molecular, não há nenhuma alteração líquida nas propriedades macroscópicas ou na aparência da amostra. Assim, segundo o diagrama de fases do CO₂, em *b* ocorre equilíbrio dinâmico entre as fases sólido e

líquido. E em d ocorre equilíbrio dinâmico entre as fases líquido e gás.

Referência:

ATKINS, P.; PAULA, J. de. Físico-Química. 9^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 1

PROCESSO SELETIVO – 04/2023

Área de Conhecimento: Química Geral e Físico-Química

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 3: 2,0 pontos

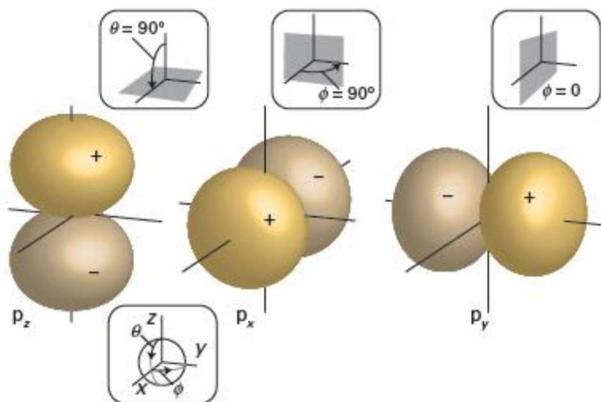
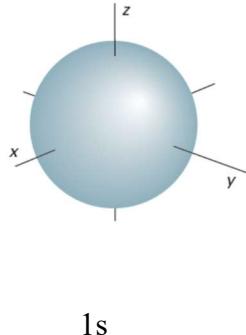
As funções de onda de átomos hidrogenoides podem ser escritas como um produto de uma função radial $R_{n,l}(r)$ e uma função angular $Y_{l,m_l}(\theta, \phi)$ da forma $\psi(r, \theta, \phi) = R_{n,l}(r)Y_{l,m_l}(\theta, \phi)$, sendo n, l e m_l os números quânticos principal, momento angular orbital e magnético, respectivamente. A tabela abaixo mostra as funções $R_{n,l}(r)$ e $Y_{l,m_l}(\theta, \phi)$ para diferentes estados definidos por esses números quânticos (na tabela, Z é o número atômico, a_0 é o raio de Bohr e r é o raio). Com base nessas informações e nos seus conhecimentos sobre orbitais atômicos, responda às seguintes questões:

(a) Funções de onda radiais, $R_{nl}(r)$		(b) Funções de onda angulares, $Y_{lm_l}(\theta, \phi)$		
n	l	$R_{nl}(r)$	m_l	$Y_{lm_l}(\theta, \phi)$
1	0	$2\left(\frac{Z}{a_0}\right)^{3/2} e^{-Zr/a_0}$	0	$\left(\frac{1}{4\pi}\right)^{1/2}$
2	0	$\frac{1}{2\sqrt{2}}\left(\frac{Z}{a_0}\right)^{3/2}\left(2 - \frac{Zr}{a_0}\right)e^{-Zr/2a_0}$	1	$\left(\frac{3}{4\pi}\right)^{1/2} \sin\theta \cos\phi$
	1	$\frac{1}{2\sqrt{6}}\left(\frac{Z}{a_0}\right)^{3/2}\left(\frac{Zr}{a_0}\right)e^{-Zr/2a_0}$	y	$\left(\frac{3}{4\pi}\right)^{1/2} \sin\theta \sin\phi$
3	0	$\frac{1}{9\sqrt{3}}\left(\frac{Z}{a_0}\right)^{3/2}\left(3 - \frac{2Zr}{a_0} + \frac{2Z^2r^2}{9a_0^2}\right)e^{-Zr/3a_0}$	z	$\left(\frac{3}{4\pi}\right)^{1/2} \cos\theta$

- Esboce uma representação gráfica das superfícies de contorno dos orbitais 1s, 2p_x, 2p_y e 2p_z
- Escreva a função de onda para o orbital 1s.
- Determine o(s) nó(s) radial(ais) do orbital 2s.

Respostas:

- O ponto central que precisa ser esboçado nas superfícies de contorno dos orbitais 1s, 2p_x, 2p_y e 2p_z é a forma do orbital (esférica para s e de halteres para p) e deixar os planos nodais dos orbitais p evidentes.



b) Para o orbital 1s, $n = 1$, $l = ml = 0$, portanto:

$$\psi = 2 \left(\frac{Z}{a_0} \right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{Zr}{a_0}} \left(\frac{1}{4\pi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

c) Nós radiais ocorrem quando a função radial é igual a zero. Para um orbital 2s, $n = 2$ e $l = 0$. A respectiva função radial será zero quando:

$$2 - \frac{Zr}{a_0} = 0$$

$$r = \frac{2a_0}{Z}$$

Referências:

ATKINS, P e. JONES, L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman. 2006 Capítulo 1.

ATKINS, P.; PAULA, J. de. Físico-Química. 10^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. Vol. , Capítulo 9

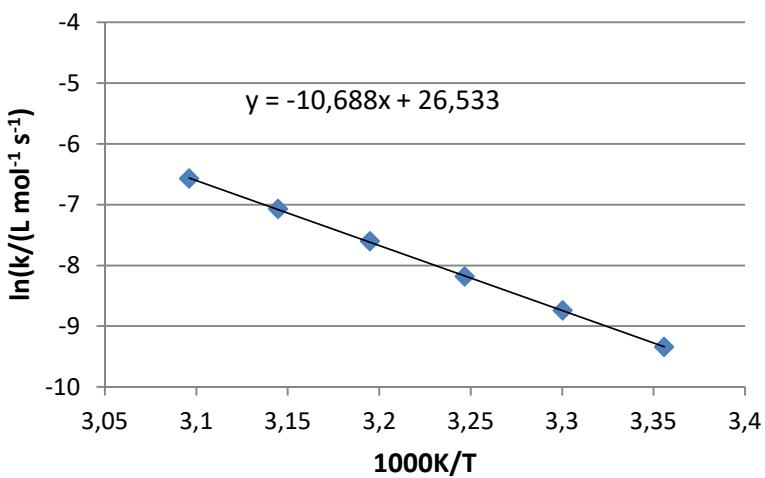
PROCESSO SELETIVO – 04/2023

Área de Conhecimento: Química Geral e Físico-Química

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 4: 2,0 pontos

A figura abaixo mostra a variação do valor da constante de velocidade da reação $C_2H_5Br(aq) + OH^-(aq) \rightarrow C_2H_5OH(aq) + Br^-$ em função da temperatura, segundo a equação de Arrhenius ($\ln k = \ln A - \frac{Ea}{RT}$). A equação mostrada no gráfico é a equação da reta que melhor se ajusta aos pontos experimentais. Com base na figura e nos conceitos a ela relacionadas, responda às seguintes questões:



- O que acontece com o pH da meio com o andamento da reação? Justifique sua resposta.
- Calcule a energia de ativação Ea , sabendo que $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.
- Calcule o valor de k quando $T = 298 \text{ K}$.

Respostas:

- No decorrer da reação o pH do meio, inicialmente básico, é reduzido devido ao consumo dos íons hidroxila.
- Para determinar a energia de ativação, basta igualar o coeficiente angular a $-\frac{Ea}{R}$:

$$-\frac{Ea}{R} = -10688 \text{ K}$$

O coeficiente angular mostrado na equação foi multiplicado por 1000K, visto que o eixo x está multiplicado por

1000K. Substituindo R pelo seu respectivo valor:

$$Ea = 88,9 \text{ } kJ \text{ } mol^{-1}$$

c) Utilizando a equação de Arrhenius na sua forma logarítmica e utilizando os coeficientes mostrados na equação:

$$\ln\left(\frac{k}{L \text{ } mol^{-1} \text{ } s^{-1}}\right) = 26,533 - 10,6858\left(\frac{1000K}{298K}\right)$$

$$\ln\left(\frac{k}{L \text{ } mol^{-1} \text{ } s^{-1}}\right) = -9,325$$

$$k = 8,9 \times 10^{-5} \text{ } L \text{ } mol^{-1} \text{ } s^{-1}$$

Referências:

ATKINS, P e. JONES, L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bo 2006 Capítulo 13.

PROCESSO SELETIVO – 04/2023

Área de Conhecimento: Química Geral e Físico-Química

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 5: 2,0 pontos

1) Suponha que um pedaço de metal de 55,0 g seja aquecido em água em ebulação a 99,8°C e, em seguida, colocado em água fria em um bêquer isolado. Suponha que o bêquer contenha 225 g de água, e a sua temperatura inicial (na tese de o metal ser colocado dentro do bêquer) fosse de 21,0°C. A temperatura final do metal e da água foi de 23,2°C. Considere que o bêquer não absorve calor e que qualquer transferência de energia ocorra somente na forma de calor. Dado: $C_{água} = 4,184 \text{ J/g}$

Responda:

- Qual é o calor específico do metal? Apresente seus cálculos.
- Apresente a definição de sistema, vizinhança e universo e utilize o contexto do enunciado para exemplificar.
- Apresente a definição da 1^a Lei da Termodinâmica e utilize o contexto do enunciado para exemplificá-la.

Respostas:

(a) $-q_{Ferro} + q_{H2O} = 0$ (Conservação da energia). $C_{Fe} = 0,47 \text{ J g}^{-1} \text{K}^{-1}$

(b) Nas investigações em termodinâmica, o universo se divide em duas partes, o sistema e as vizinhanças do sistema. O sistema é a parte do universo em que estamos interessados. Pode ser o vaso de uma reação, um motor, uma célula eletroquímica, uma célula biológica etc. As vizinhanças são a parte externa do sistema onde fazemos as medidas

Considerando o contexto do enunciado, o metal é o sistema, a água é a vizinhança e ambos constituem o universo. Sendo que a energia flui do sistema para a vizinhança, sendo conservada neste universo.

(c) A primeira lei da termodinâmica afirma que existe uma função E de estado extensiva (chamada de energia total do sistema) tal que para qualquer processo em um sistema fechado: $\Delta E = q + w$ (sistema fechado). Onde ΔE é a variação da energia sofrida pelo sistema no processo, q é o fluxo de calor para o sistema durante o processo e w é o trabalho realizado sobre o sistema durante o processo. A primeira lei afirma também que uma variação de energia ΔE do sistema é acompanhada de uma variação de energia da vizinhança igual a $-\Delta E$, assim a energia total do sistema mais vizinhanças permanece constante (é conservada). Portanto, para qualquer processo $\Delta E_{sis} + \Delta E_{viz} = 0$.

No contexto do enunciado a energia, na forma de calor, flui do sistema (ferro aquecido) para a água (vizinhança), causando uma diminuição de ΔE_{sis} e, em mesma magnitude, aumento de ΔE_{viz} , de modo que a energia foi conservada neste universo. Assim, $\Delta E_{sis} = -q$ e $\Delta E_{viz} = +q$.

Referências:

- KOTZ, J. C. Química e reações químicas. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005, p. 231.
- ATKINS, P.; PAULA, J. de. Físico-Química. 9^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 1
- LEVINE, I. N. Físico-Química. 6^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 1, p. 46.

Membros da Banca:

Avaliador 1, Prof. Claudimir Antonio Carminatti
(Assinado Digitalmente)

Avaliador 2, Prof. Thiago Ferreira da Conceição
(Assinado Digitalmente)

Avaliador 3, Profa. Marcia Margarete Meier
(Assinado Digitalmente)

Profa. Marcia Margarete Meier
Presidente da Banca
(Assinado Digitalmente)



Código para verificação: **LSBU9338**

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

- ✓ **CLAUDIMIR ANTONIO CARMINATTI** (CPF: 828.XXX.059-XX) em 10/07/2023 às 15:49:50
Emitido por: "AC Final do Governo Federal do Brasil v1", emitido em 07/07/2023 - 09:31:23 e válido até 06/07/2024 - 09:31:23.
(Assinatura Gov.br)
- ✓ **THIAGO FERREIRA DA CONCEICAO** (CPF: 059.XXX.719-XX) em 10/07/2023 às 16:00:13
Emitido por: "AC Final do Governo Federal do Brasil v1", emitido em 05/07/2023 - 15:26:07 e válido até 04/07/2024 - 15:26:07.
(Assinatura Gov.br)
- ✓ **MARCIA MARGARETE MEIER** (CPF: 821.XXX.219-XX) em 10/07/2023 às 19:13:42
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:41:29 e válido até 30/03/2118 - 12:41:29.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwMjc4NzJfMjc4OTVfMjAyM19MU0JVOTMzOA==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00027872/2023** e o código **LSBU9338** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.