

OBOQ 2025 - F1

Gabarito Comentado

Artur Galiza e Cristian Levi

2025

Gabarito e Soluções Comentadas

Questão 1. (Cinética - Eq de Arrhenius)

Resposta correta: c) 53 kJ/mol

Solução: Usa-se a forma integrada da equação de Arrhenius: $\ln(k_2/k_1) = (E_a/R)(1/T_1 - 1/T_2)$. Com $T_1 = 300,15$ K, $T_2 = 310,15$ K e $k_2/k_1 = 2$, temos: $\ln(2) = (E_a/8,314)(1/300,15 - 1/310,15)$. Resolvendo para E_a , encontramos $E_a \approx 53,6$ kJ/mol.

Questão 2. (Eletroquímica / Diagrama de Latimer)

Resposta correta: b) +1,44 V

Solução: O potencial de uma etapa que abrange múltiplas etapas é a média ponderada dos potenciais, usando o número de elétrons transferidos como peso. Para $\text{ClO}_3^- \longrightarrow \text{HClO}$, a variação total do Nox do Cloro é de +5 para +1, uma transferência de 4 elétrons. A reação ocorre em duas etapas de 2 elétrons cada: $\text{ClO}_3^- \longrightarrow \text{HClO}_2$ ($E^\circ = 1,18$ V) e $\text{HClO}_2 \longrightarrow \text{HClO}$ ($E^\circ = 1,70$ V). O potencial total é $E_{\text{total}}^\circ = \frac{(n_1 E_1^\circ + n_2 E_2^\circ)}{n_{\text{total}}} = \frac{(2 \times 1,18) + (2 \times 1,70)}{4} = +1,44$ V.

Questão 3. (KPs, solubilidade padrão)

Resposta correta: a) $1,1 \times 10^{-4}$ M

Solução: O equilíbrio de solubilidade é $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$. Se a solubilidade molar é s , então $[\text{Mg}^{2+}] = s$ e $[\text{OH}^-] = 2s$. A expressão do K_{ps} é $K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = (s)(2s)^2 = 4s^3$. Substituindo o valor de K_{ps} : $5,6 \times 10^{-12} = 4s^3$. Resolvendo para s , obtemos $s = \sqrt[3]{1,4 \times 10^{-12}} \approx 1,1 \times 10^{-4}$ M.

Questão 4. (Equilíbrio com alfa)

Resposta correta: a) $1,8 \times 10^{-5}$

Solução: O grau de ionização $\alpha = 1,34\% = 0,0134$. A constante de acidez K_a pode ser calculada com a fórmula $K_a = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$, onde C é a concentração inicial. $K_a = \frac{0,100 \times (0,0134)^2}{1-0,0134} \approx 1,82 \times 10^{-5}$.

Questão 5. (Questão de titulação)**Resposta correta: a) pK_a do HA**

Solução: No ponto de meia-equivalência da titulação de um ácido fraco, as concentrações do ácido (HA) e de sua base conjugada (A^-) são iguais. De acordo com a equação de Henderson-Hasselbalch, $pH = pK_a + \log([A^-]/[HA])$. Como $[A^-]/[HA] = 1$, o termo $\log(1)$ é zero, resultando em $pH = pK_a$.

Questão 6. (Modelo Atômico de Bohr)**Resposta correta: c) A energia do elétron em uma órbita permitida é inversamente proporcional ao quadrado do número quântico principal (n).**

Solução: O modelo de Bohr postula que os elétrons ocupam órbitas específicas e quantizadas (não qualquer órbita), emitem (não absorvem) fótons ao ir para um nível de menor energia, e a energia de um nível é dada por $E \propto -1/n^2$. O modelo falha para átomos com mais de um elétron.

Questão 7. (Termoquímica cálculo de DH reação)**Resposta correta: c) 1802,5 kJ/mol**

Solução: A relação entre a variação de entalpia (ΔH) e a variação de energia interna (ΔU) é $\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$. Nesta reação, a variação do número de mols de gás é $\Delta n_g = 1 - 0 = 1$. A temperatura é $T = 27 + 273,15 = 300,15$ K. $\Delta H = 1800 \text{ kJ/mol} + (1 \text{ mol} \times 8,3145 \times 10^{-3} \text{ kJ/K} \cdot \text{mol} \times 300,15 \text{ K}) \approx 1800 + 2,5 = 1802,5 \text{ kJ/mol}$.

Questão 8. (Coligativas)**Resposta correta: a) 14,66 atm**

Solução: A pressão osmótica (Π) é calculada por $\Pi = iMRT$. Para o CaCl_2 , que se dissocia em 3 íons (Ca^{2+} e 2Cl^-), o fator de van't Hoff (i) é 3. $\Pi = 3 \times (0,2 \text{ mol/L}) \times (0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}) \times (25 + 273,15 \text{ K}) \approx 14,67 \text{ atm}$.

Questão 9. (Cinética de reação - bem simples)**Resposta correta: c) Ordem dois, devido a=2 e b=0**

Solução: Comparando os experimentos 1 e 2, a concentração de NO_2 dobra e a velocidade quadruplica, indicando que a reação é de segunda ordem em relação ao NO_2 ($2^a = 4 \Rightarrow a = 2$). Comparando os experimentos 1 e 3, a concentração de CO dobra, mas a velocidade não se altera, indicando que a reação é de ordem zero em relação ao CO ($2^b = 1 \Rightarrow b = 0$).

Questão 10. (Equilíbrio Químico)**Resposta correta: b) $K = P_{\text{Ni(CO)}_4}/(P_{\text{CO}})^4$**

Solução: A constante de equilíbrio para reações em fase gasosa (K_p) é expressa em termos das pressões parciais dos produtos sobre os reagentes, elevados aos seus coeficientes estequiométricos. Sólidos puros, como o Ni(s) , não entram na expressão da constante.

Questão 11. (Radioatividade)**Resposta correta: b) 0,00077 Ga**

Solução: A idade de uma amostra pela datação K-Ar é dada por $t = \frac{1}{\lambda_{total}} \ln \left(1 + \frac{\lambda_{total}}{\lambda_e} \frac{N_{Ar-40}}{N_{K-40}} \right)$. Primeiro, calcula-se o número de mols de Ar-40 e K-40 na amostra. $N_{Ar-40} \approx 1,91 \times 10^{-8}$ mol; $N_{K-40} \approx 4,30 \times 10^{-4}$ mol. $\lambda_{total} = \lambda_b + \lambda_e = 5,543 \times 10^{-10} \text{ ano}^{-1}$. Substituindo os valores na equação, $t \approx 7,7 \times 10^5$ anos, o que equivale a 0,00077 Ga.

Questão 12. (Estequiometria)**Resposta correta: b) 500 mL**

Solução: A reação balanceada é $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{Cl}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{Cl}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$. Mols de Cl_2 produzidos: $n = 1,68 \text{ L} / 22,4 \text{ L/mol} = 0,075 \text{ mol}$. Pela estequiometria, a proporção é 1 mol de $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ para 3 mols de Cl_2 . Mols de $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ necessários: $0,075/3 = 0,025 \text{ mol}$. Volume da solução: $V = n/M = 0,025 \text{ mol} / 0,050 \text{ mol/L} = 0,5 \text{ L} = 500 \text{ mL}$.

Questão 13. (Cálculo de pH / Equilíbrio de sal)**Resposta correta: b) 7,00**

Solução: Percebe-se que o pK_b da amônia é igual ao pK_a do ácido acético, portanto, os pares conjugados possuirão a mesma constante de dissociação, fazendo com que o pH seja neutro.

Questão 14. (Termodinâmica: Cálculo de K)**Resposta correta: a) $6,5 \times 10^5$**

Solução: Calcula-se ΔH_{rxn}° e ΔS_{rxn}° a partir dos dados. $\Delta H_{rxn}^\circ = 2(-46,1) = -92,2 \text{ kJ/mol}$. $\Delta S_{rxn}^\circ = 2(192,8) - [191,6 + 3(130,7)] = -198,1 \text{ J/K}\cdot\text{mol}$. Usa-se $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$ para encontrar $\Delta G^\circ \approx -33,17 \text{ kJ/mol}$. Finalmente, calcula-se K com $\Delta G^\circ = -RT \ln K_p$. $\ln K_p = -(-33170)/(8,314 \times 298) \approx 13,38$. $K_p = e^{13,38} \approx 6,5 \times 10^5$.

Questão 15. (KPs, solubilidade com efeito do íon comum)**Resposta correta: a) $6,4 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$**

Solução: Primeiro, calcula-se a concentração do íon comum, F, proveniente do NaF: $[\text{F}^-] = (0,500\text{g}/42,0\text{g/mol})/0,500\text{L} \approx 0,0238 \text{ M}$. No equilíbrio $\text{PbF}_2 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{F}^-$, temos $K_{ps} = [\text{Pb}^{2+}][\text{F}^-]^2$. Seja s' a solubilidade do PbF_2 . Então $[\text{Pb}^{2+}] = s'$ e $[\text{F}^-] = 0,0238 + 2s'$. Assumindo que $2s' \ll 0,0238$, temos $3,6 \times 10^{-8} = s'(0,0238)^2$. $s' = (3,6 \times 10^{-8})/(0,0238)^2 \approx 6,36 \times 10^{-5} \text{ M}$. A aproximação é válida.

Questão 16. (Teoria de Ligação / Distância de Ligação - TOM)**Resposta correta: a) $\text{NO}^+ < \text{NO} < \text{NO}^-$**

Solução: A distância de ligação é inversamente proporcional à ordem de ligação (OL). Usando a Teoria do Orbital Molecular, as ordens de ligação são: NO^+ : OL = 3.0 (10 elétrons

de valência). NO: OL = 2.5 (11 elétrons de valência, 1 elétron em orbital antiligante π^*). NO^- : OL = 2.0 (12 elétrons de valência, 2 elétrons em orbitais antiligantes π^*). Maior OL significa ligação mais forte e mais curta. Portanto, a ordem crescente de distância de ligação é $\text{NO}^+ < \text{NO} < \text{NO}^-$.

Questão 17. (Cálculo de pH / Ácido Poliprótico)

Resposta correta: b) 1,63

Solução: Para o ácido fosfórico, a primeira dissociação ($K_{a1} = 10^{-2,15} = 7,08 \times 10^{-3}$) é a principal contribuinte para o pH. Como a razão C/K_{a1} é pequena, não podemos simplificar $[\text{H}_3\text{PO}_4]_{eq} \approx C$. Resolvemos a equação quadrática para o equilíbrio $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$: $K_{a1} = x^2/(0,10 - x)$. Resolvendo, encontramos $x = [\text{H}^+] \approx 0,0233$ M. O pH é $-\log(0,0233) \approx 1,63$.

Questão 18. (Química Inorgânica - Reações de Óxido-Redução)

Resposta correta: b) 10

Solução: Balanceando a reação pelo método de íon-elétron ou oxirredução: Oxidação: $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ Redução: $\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Para igualar os elétrons, multiplicamos a redução por 2. A equação iônica balanceada é $\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. Convertendo para a equação molecular, precisamos de 2 íons nitrato espectadores para o $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, totalizando 4 HNO_3 . A equação final é $1\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow 1\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. A soma dos coeficientes é $1 + 4 + 1 + 2 + 2 = 10$.

Questão 19. (Equilíbrio Químico - Cálculo de Concentrações)

Resposta correta: b) 0,071 M

Solução: Para o equilíbrio $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$, temos $K_c = \frac{[\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{x^2}{0,20-x}$. $0,040 = \frac{x^2}{0,20-x}$. Resolvendo a equação quadrática $x^2 + 0,040x - 0,0080 = 0$, encontramos a raiz positiva $x \approx 0,0717$ M.

Questão 20. (Eletroquímica - Eletrólise)

Resposta correta: b) $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{Cl}_2(\text{g})$

Solução: Na eletrólise de uma solução aquosa de NaCl, competem no cátodo a redução de Na^+ e da água. A redução da água ($2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$) tem um potencial menos negativo e é favorecida, produzindo gás hidrogênio. No ânodo, competem a oxidação de Cl^- e da água. Devido ao sobrepotencial de oxigênio em muitos eletrodos, a oxidação do cloreto ($2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$) ocorre preferencialmente, produzindo gás cloro.