

Solução comentada da Prova de Química

08 questões

01. Uma propriedade do carbonato de cálcio, a sua solubilidade em meio ácido, é responsável por uma das maravilhas da natureza: as formações das estalactites e estalagmites nas cavernas de calcário. Infelizmente, essa propriedade é, também, responsável pela degradação de importantes obras de arte, causada pela “chuva ácida”, originada da poluição da atmosfera pela presença de ácido sulfúrico, dentre outros produtos químicos.

A) Escreva a equação química balanceada para a reação entre o carbonato de cálcio e o ácido sulfúrico.

Solução

A equação química balanceada para esse processo é:

$$\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{CaSO}_4(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

B) Qual o volume mínimo de solução 0,1 mol.L⁻¹ em ácido sulfúrico necessário para reagir completamente com 10 gramas de carbonato de cálcio?

Solução

10 gramas de CaCO₃ correspondem a 0,1 mol desse composto. Pela equação descrita no item (A), para consumir 1 mol de CaCO₃ será necessário reagir a quantidade equivalente a 1 mol de H₂SO₄. Portanto, 0,1 mol de H₂SO₄ é requerido para a completa reação de 0,1 mol de CaCO₃. Como $M = n/V$, onde M = molaridade da solução, n = número de mols do soluto e V = volume da solução em litros, o volume mínimo de solução 0,1 mol.L⁻¹ em ácido sulfúrico necessário para reagir completamente com 10 gramas de carbonato de cálcio será:

$$V = 0,1 \text{ mol} / 0,1 \text{ mol L}^{-1} = 1 \text{ L.}$$

02. A quantidade de energia liberada na queima de combustíveis é denominada entalpia de combustão. As entalpias de combustão de algumas substâncias são dadas na tabela I. Para comparar a eficiência da combustão de diferentes combustíveis, são necessárias especificações de algumas condições.

TABELA I

Substância	Entalpia de combustão (kJ.mol ⁻¹)	Densidade (g/mL)
Hidrogênio, H ₂	-286	0,07 (*)
Metanol , CH ₃ OH	-726	0,79
Etanol, C ₂ H ₅ OH	-1367	0,80
Octano, C ₈ H ₁₈	-5470	0,70

(*) calculada para o gás comprimido a 0 °C

Identifique, dentre as substâncias relacionadas na tabela I, a que teria a maior eficiência nas seguintes situações:

A) aplicações nas quais o uso da menor massa do combustível é o mais importante requerimento, por exemplo nos foguetes espaciais. Justifique.

Solução

O calor liberado por grama de substância será:

H₂ : $\Delta H = -286 \text{ kJ mol}^{-1} / 2 \text{ g mol}^{-1} = -143,0 \text{ kJ g}^{-1}$
CH₃OH: $\Delta H = -726 \text{ kJ mol}^{-1} / 32 \text{ g mol}^{-1} = -22,69 \text{ kJ g}^{-1}$
C₂H₅OH: $\Delta H = -1367 \text{ kJ mol}^{-1} / 46 \text{ g mol}^{-1} = -29,72 \text{ kJ g}^{-1}$
C₈H₁₈: $\Delta H = -5470 \text{ kJ mol}^{-1} / 114 \text{ g mol}^{-1} = -47,98 \text{ kJ g}^{-1}$

A substância que libera a maior quantidade de energia por grama é o H₂, apresentando, portanto, a maior eficiência nesta situação.

- B) aplicações nas quais o uso do menor volume do combustível é o mais importante requerimento, por exemplo, nos veículos automotores. Justifique.

Solução

A massa de 1 mL de cada substância será:

$$\text{H}_2 : 0,07 \text{ g}; \text{CH}_3\text{OH}: 0,79 \text{ g}; \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}: 0,80 \text{ g e } \text{C}_8\text{H}_{18}: 0,70 \text{ g}.$$

Portanto, a energia liberada por mL de substância será:

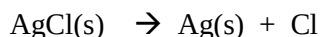
$$\begin{aligned}\text{H}_2 : \quad \Delta H &= -10,01 \text{ kJ mL}^{-1} \\ \text{CH}_3\text{OH}: \Delta H &= -17,93 \text{ kJ mL}^{-1} \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}: \Delta H &= -23,78 \text{ kJ mL}^{-1} \\ \text{C}_8\text{H}_{18}: \quad \Delta H &= -33,59 \text{ kJ mL}^{-1}\end{aligned}$$

A substância que libera a maior quantidade de energia por mL é o C_8H_{18} (octano), apresentando, portanto, a maior eficiência nesta situação.

03. As “lentes fotocromáticas”, utilizadas em óculos, constituem uma solução sólida de cloreto de prata no material vítreo que as compõe. Quando expostas à luz solar, essas lentes escurecem por causa da formação de átomos de prata metálica. Os átomos de cloro, também originados dessa reação, permanecem retidos na rede do material vítreo, permitindo que o processo seja revertido, na ausência da luz solar. Com base nas informações fornecidas, pede-se:

- A) a equação química balanceada para representar o processo responsável pelo escurecimento das lentes fotocromáticas.

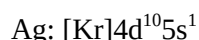
Solução



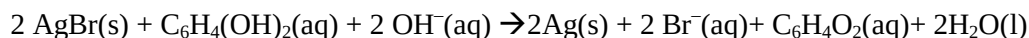
- B) as configurações eletrônicas da prata e do cloro, nos estados de oxidação em que se encontram, sob exposição da luz solar.

Solução

Sob a ação da luz solar, os íons Ag^+ são reduzidos para Ag e os íons Cl^- oxidados a Cl. Portanto, suas configurações são:



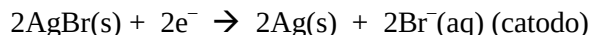
04. Quando um filme fotográfico é revelado, o brometo de prata, componente do material da película, reage com hidroquinona (revelador), em meio alcalino, para produzir prata metálica (parte escura do negativo) e quinona.



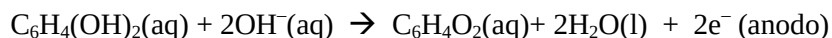
- A) Escreva as semi-reações de oxidação-redução do processo de revelação de filmes fotográficos.

Solução

Processo de redução:



Processo de oxidação:



B) Identifique os agentes redutor e oxidante, presentes nesse processo.

Solução	
Agente redutor:	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2(\text{aq})$ (hidroquinona)
Agente oxidante:	$2\text{AgBr}(\text{s})$ (brometo de prata)

C) Sabendo que o valor do potencial padrão da célula, $E^\circ = 0,10 \text{ V}$, e que o potencial de meia-célula para a reação de formação da prata metálica é $0,80\text{V}$, calcule o potencial de meia-célula para a reação de formação da quinona.

Solução	
$E^\circ (\text{célula}) = E^\circ (\text{semi-reação catódica}) + E^\circ (\text{semi-reação anódica})$	
$0,10\text{V} = 0,80\text{V} + E^\circ (\text{semi-reação anódica})$	
$E^\circ (\text{semi-reação anódica}) = -0,70\text{V}$	

05. Os oxiácidos apresentam correlações estruturais que influenciam sobremaneira as forças ácidas dessas substâncias. Os dados da tabela II indicam que o aumento da acidez dos hipohaleto ácidos HClO , HBrO e HIO são dependentes dos valores de eletronegatividade dos seus respectivos haleto.

TABELA II

Oxiácido HXO	Eletronegatividade do átomo X	pKa
Ácido Hipocloroso HClO	3,2	7,53
Ácido Hipobromoso HBrO	3,0	8,69
Ácido Hipoiódoso HIO	2,7	10,6

Já para a série de oxiácidos relacionados na tabela III, o íon haleto permanece constante na composição, porém varia o número de átomos de oxigênio, observando-se mudanças mais drásticas nas forças ácidas dessas substâncias.

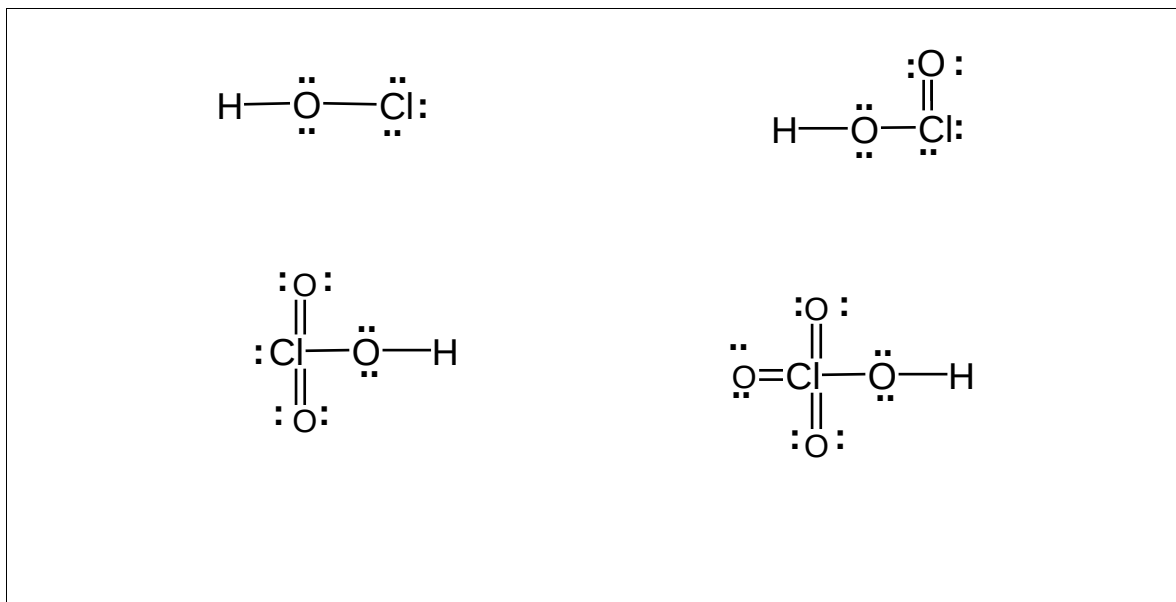
TABELA III

Ácido	Eletronegatividade do átomo Cl	pKa
Hipocloroso HClO	3,2	7,53
Cloroso HClO_2	3,2	2,00
Clórico HClO_3	3,2	$\cong 1,00$
Perclórico HClO_4	3,2	$\cong 0,30$

A) Represente as estruturas de Lewis dos oxiácidos relacionados na tabela II, analise-as e justifique a variação da acidez observada.

Solução	
$\begin{array}{c} \text{H} - \ddot{\text{O}} - \ddot{\text{Cl}} : \\ \qquad \quad \\ \cdot \qquad \quad \cdot \end{array}$	
$\text{H} - \ddot{\text{O}} - \ddot{\text{Br}} : \qquad \qquad \text{H} - \ddot{\text{O}} - \ddot{\text{I}} :$	
Analisando a tabela II, nota-se que quanto maior for a eletronegatividade do halogênio, mais forte será o ácido. Uma explicação para esta tendência reside no fato de a densidade eletrônica no átomo de oxigênio da ligação O–H diminuir com o aumento da eletronegatividade do halogênio que se encontra ligado a este. Conseqüentemente, há o enfraquecimento da ligação O-H, fazendo com que o íon H^+ seja mais facilmente dissociável, o que justifica a escala de acidez apresentada.	

B) Represente as estruturas de Lewis dos oxiácidos relacionados na tabela III.



C) Justifique as variações observadas nas forças ácidas das substâncias relacionadas na tabela III.

Solução

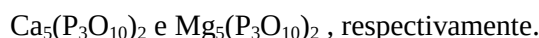
As espécies relacionadas na tabela III diferem significativamente quanto aos estados de oxidação do átomo de cloro: HClO: +1; HClO₂: +3; HClO₃: +5 e HClO₄: +7. Como a densidade eletrônica do Cl diminui com o aumento de seu estado de oxidação, ele terá maior tendência em atrair para si a densidade eletrônica nas suas vizinhanças, acarretando o enfraquecimento das ligações O-H, aumentando o poder de dissociação dos íons hidrogênio. Isto justifica a escala de acidez apresentada.

06. O sal de sódio do ácido trifosfórico, Na₅P₃O₁₀, é um dos componentes de alguns detergentes sintéticos utilizados na lavagem de roupas. Os íons P₃O₁₀⁵⁻ atuam seqüestrando íons Ca²⁺ e Mg²⁺, comumente presentes nas denominadas águas duras, impedindo seus depósitos, e promovendo o “amaciamento” dos tecidos.

A) Apresente as fórmulas químicas dos dois compostos formados a partir das interações entre o íon P₃O₁₀⁵⁻ e os íons Ca²⁺ e Mg²⁺.

Solução

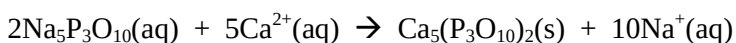
Os compostos são:



B) Admitindo que 3,68g de Na₅P₃O₁₀ foram necessários para remover completamente os íons Ca²⁺ presentes em uma amostra de 10 L de água, calcule a concentração em mol.L⁻¹ em íons cálcio nessa água.

Solução

A reação em questão é:



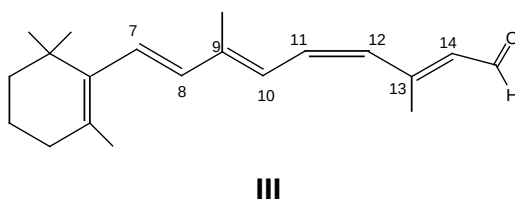
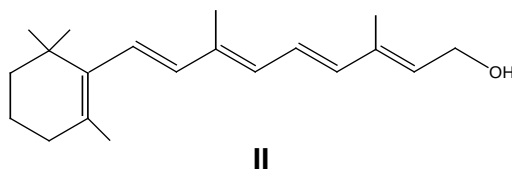
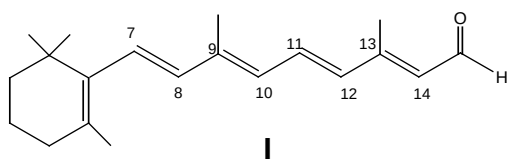
3,68g de Na₅P₃O₁₀ correspondem a 0,01 mol. Logo:

$$0,01 \text{ mol Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} \times (5 \text{ mols Ca}^{2+} / 2 \text{ mols Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}) = 0,025 \text{ mol Ca}^{2+}$$

Portanto, a molaridade da solução será:

$$M = 0,025 \text{ mol} / 10 \text{ L} = 0,0025 \text{ mol L}^{-1}$$

07. Na cenoura, existe um pigmento alaranjado denominado β -caroteno que, nos organismos dos mamíferos, sofre oxidação para produzir uma substância chamada retinal (I). Reações bioquímicas convertem o retinal (I) em derivados de grande importância biológica, tais como, vitamina A (II), fator de crescimento e, neoretinal b (III), responsável pela química da visão. Observe as estruturas I, II e III, abaixo.



- A) Considerando as reações de laboratório, indique os reagentes necessários para converter I em II e classifique esta reação.

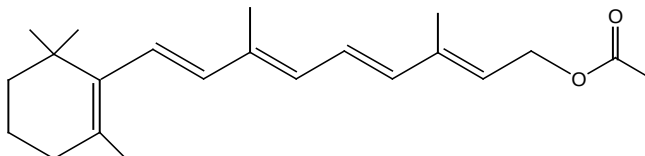
Solução

Os reagentes necessários para a conversão de aldeído em álcool são boro-hidreto de sódio (NaBH_4) em meio aquoso ácido ou básico, ou hidreto de alumínio e lítio (LiAlH_4) em meio aquoso ácido ou básico, ou ainda, hidrogênio (H_2) em presença de catalisador (níquel, paládio) sob aquecimento ou pressão. Trata-se de uma reação de redução.

- B) Escreva a estrutura do produto orgânico de reação entre II e o cloreto de etanoíla.

Solução

II (álcool) + CH_3COCl (cloreto de ácido) produz o éster:



- C) Indique as configurações (estereoisomeria) das ligações duplas C_9C_{10} e $\text{C}_{13}\text{C}_{14}$ do composto I.

Solução

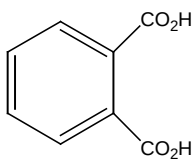
As configurações em I são: C_9C_{10} , *trans* ou E; $\text{C}_{13}\text{C}_{14}$, *trans* ou E.

- D) Indique as configurações (estereoisomeria) das ligações duplas $\text{C}_{11}\text{C}_{12}$ e $\text{C}_{13}\text{C}_{14}$ do composto III.

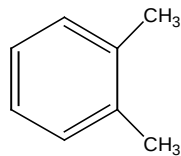
Solução

As configurações em III são: $\text{C}_{11}\text{C}_{12}$, *cis* ou Z; $\text{C}_{13}\text{C}_{14}$, *trans* ou E.

08. Frequentemente, a preparação de substâncias para síntese orgânica é acompanhada da formação de produtos secundários, exigindo, portanto, uma purificação. Um dos métodos de purificação é o da extração com solventes, que utiliza o princípio de “polar dissolve polar e apolar dissolve apolar”. Os compostos IV e V, abaixo, foram obtidos em quantidades apreciáveis, como uma mistura. A mistura dos compostos IV e V, foi submetida à reação com NaOH e, em seguida, H₂O foi adicionado com o objetivo de separá-los.



IV

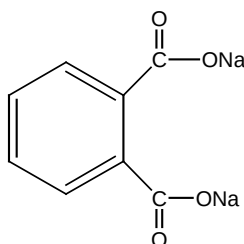


V

- A) Escreva a estrutura do derivado formado através da reação com NaOH.

Solução

Somente IV, um ácido carboxílico, reage com a base NaOH, originando um sal de ácido:



- B) Classifique a reação.

Solução

Trata-se de uma reação ácido base.

- C) Indique o composto (IV ou V) que foi removido na fase aquosa a partir da mistura (IV + V), após reação com NaOH, seguido de extração com H₂O. Justifique, com palavras, sua indicação.

Solução

Após a reação com NaOH, forma-se o sal, um composto iônico, que é ainda mais polar que o próprio ácido carboxílico. Como a água é um solvente bastante polar, logicamente, o composto removido na fase aquosa é o IV (na forma de sal). O hidrocarboneto, apolar ou muito pouco polar, não se solubiliza na água, permitindo a separação.