

Questão 01)

Uma solução aquosa de ácido clorídrico, contendo 0,09125 g de HCl, foi diluída com água para 250 mL, em um balão volumétrico.

Dado: MM(HCl) = 36,5 g/mol.

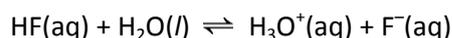
O pH dessa solução será igual a:

- a) 2
- b) 1
- c) 0,1
- d) 0,2
- e) 9

Questão 02)

O fluoreto de hidrogênio apresenta-se em solução aquosa como líquido incolor, fumegante e de odor penetrante. É usado na produção da gasolina de alta octanagem, agrotóxicos, detergentes, teflon e no enriquecimento do urânio para fins de energia nuclear.

Considere o equilíbrio iônico do ácido fluorídrico abaixo.



Sabe-se que o fluoreto de hidrogênio é um ácido fraco, pois de 100 moléculas de HF, somente 3 se ionizam.

Sendo assim, o pH de uma solução aquosa, com concentração 0,1 mol/L desse ácido, será

Dado: log de 3 = 0,5 aproximadamente

- a) 0,5
- b) 1,5
- c) 2,5
- d) 1,0
- e) 2,0

Questão 03)

Para exemplificar probabilidade, um grupo de estudantes fez uma atividade envolvendo química, conforme o procedimento descrito.

Cada estudante recebeu um recipiente contendo 800 mL de água destilada com algumas gotas do indicador de pH alaranjado de metila e soluções de HCl e NaOH em diversas concentrações.

Cada estudante deveria jogar apenas uma vez dois dados, um amarelo e um vermelho, ambos contendo os números de 1 a 6.

- Ao jogar o dado vermelho, o estudante deveria adicionar ao recipiente 100 mL de solução do ácido clorídrico na concentração 10^{-n} mol/L, sendo n o número marcado no dado (por exemplo, se saísse o número 1 no dado, a solução seria de 10^{-1} mol/L; se saísse 6, a solução seria de 10^{-6} mol/L).
- Ao jogar o dado amarelo, o estudante deveria executar o mesmo procedimento, mas substituindo o ácido por NaOH, totalizando assim 1,0 L de solução.
- O estudante deveria observar a cor da solução ao final do experimento.

A professora mostrou a tabela com alguns valores de pH resultantes conforme os números tirados nos dados. Ela pediu, então, aos estudantes que utilizassem seus conhecimentos e a tabela para

prever em quais combinações de dados a cor final do indicador seria vermelha.

Número tirado nos dados	Dado amarelo (adição de base)						
	1	2	3	4	5	6	
Dado vermelho (adição de ácido)	1	7,0	2,1				2,0
	2			3,1			
	3			7,0			4,1
	4				7,0		
	5	11,9			8,9		
	6					7,9	7,0

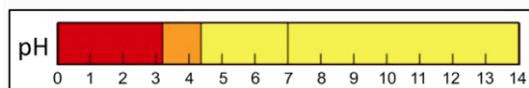
A probabilidade de, após realizar o procedimento descrito, a solução final preparada por um estudante ser vermelha é de:

- a) 1/12
- b) 1/6
- c) 1/4
- d) 11/36
- e) 5/12

Note e adote:

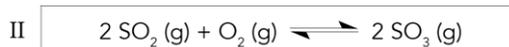
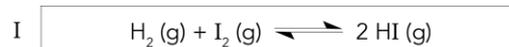
Considere a seguinte relação entre pH do meio e coloração do indicador alaranjado de metila:

Menor que 3,3	3,3 a 4,4	Maior que 4,4
Vermelho	Laranja	Amarelo



Questão 04)

Considere as quatro reações químicas em equilíbrio apresentadas abaixo.

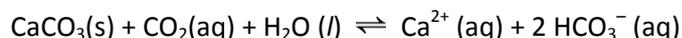


Após submetê-las a um aumento de pressão, o deslocamento do equilíbrio gerou aumento também na concentração dos produtos na seguinte reação:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV

Questão 05)

O carbonato de cálcio pode ser dissolvido em água pela adição de gelo seco (dióxido de carbono sólido), o que produz o bicarbonato de cálcio em solução. O gás dissolvido pode ser removido por fervura da amostra. O processo de dissolução do carbonato de cálcio é representado pela equação a seguir.



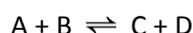
Analise as afirmativas sobre o sistema no equilíbrio e marque a alternativa **CORRETA**.

- a) A fervura da solução causa a precipitação de carbonato de cálcio.
- b) A adição de água aumenta o valor da constante de equilíbrio.

- c) A adição de cloreto de cálcio à mistura eleva o pH.
- d) Se a concentração de bicarbonato triplicar, a constante de equilíbrio será seis vezes maior.
- d) básico e a concentração de íons H^+ é menor que a de íons OH^- .
- e) ácido e a concentração de íons H^+ é maior que a de íons OH^- .

Questão 06)

Considere que na reação química hipotética representada a seguir um mol de um composto A seja misturado com um mol de um composto B e, transcorrido certo tempo, estabeleça-se o equilíbrio químico, momento em que se verifica que existem $2/5$ de mol de A.



O valor numérico da constante de equilíbrio, K_c , será igual a:

- a) 2,50
- b) 3,25
- c) 2,25
- d) 5,70
- e) 8,30

Questão 07)

No rótulo de uma garrafa de água mineral sem gás consta a informação de que a $25^\circ C$ o pH da água é igual a 6. Pode-se afirmar que, a essa temperatura, essa água mineral tem caráter

- a) ácido e a concentração de íons H^+ é menor que a de íons OH^- .
- b) básico e a concentração de íons H^+ é maior que a de íons OH^- .
- c) neutro e as concentrações de íons H^+ e OH^- são iguais.

Questão 08)

O experimento conhecido como “chuva de ouro” consiste na recristalização, à temperatura ambiente, de iodeto de chumbo (PbI_2). A formação desse sal pode ocorrer a partir da mistura entre nitrato de chumbo ($Pb(NO_3)_2$) e iodeto de potássio (KI). Outro produto dessa reação é o nitrato de potássio (KNO_3) em solução aquosa.

Tanto o $Pb(NO_3)_2$ quanto o KI são sais brancos solúveis em água à temperatura ambiente, enquanto o PbI_2 é um sal amarelo intenso e pouco solúvel nessa temperatura, precipitando como uma chuva dourada.

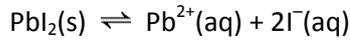
Em um laboratório, o mesmo experimento foi realizado em dois frascos. Em ambos, 100 mL de solução $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ de $Pb(NO_3)_2$ e 100 mL de solução $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ de KI foram misturados. Ao primeiro frasco foi também adicionado 20 mL de água destilada, enquanto ao segundo frasco foi adicionado 20 mL de solução $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ de iodeto de sódio (NaI).



A tabela a seguir apresenta os dados de solubilidade dos produtos da reação em diferentes temperaturas.

	Massa molar (g.mol^{-1})	Solubilidade em água em diferentes temperaturas (g.L^{-1})		
		4 °C	32 °C	80 °C
PbI_2	461,0	0,410	0,922	3,151
KNO_3	101,1	135	315	1700

Responda aos itens a seguir considerando os dados do enunciado e o equilíbrio químico de solubilidade do iodeto de chumbo:



- Indique se o procedimento do segundo frasco favorece ou inibe a formação de mais sólido amarelo.
- Para separar o precipitado da solução do primeiro frasco e obter o PbI_2 sólido e seco, foi recomendado que, após a precipitação, fosse realizada uma filtração em funil com papel de filtro, seguida de lavagem do precipitado com água para se retirar o KNO_3 formado e, na sequência, esse precipitado fosse colocado para secar. Nesse caso, para se obter a maior quantidade do PbI_2 , é mais recomendado o uso de água fria ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$) ou quente ($80\text{ }^{\circ}\text{C}$)? Justifique.
- Encontre a constante do produto de solubilidade (K_{ps}) do iodeto de chumbo a $32\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$\text{Equação (I): } \log[\text{M}^{n+}] = \log(K_{\text{ps}}) + 14n - n(\text{pH})$$

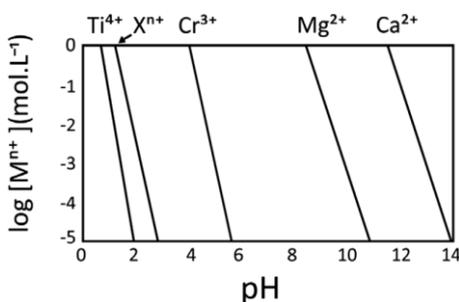
O comportamento da equação (I) é representado no gráfico, no qual as linhas mostram o valor de pH e $\log[\text{M}^{n+}]$ em que se inicia a precipitação de cada um dos metais. Em condições mais alcalinas do que a apresentada na linha de cada metal, será observada a espécie insolúvel como hidróxido e, em condições mais ácidas do que a apresentada na linha, será observada a espécie em sua forma solúvel.

- Pinte, no gráfico abaixo, a região onde o Cr^{3+} se encontra na forma solúvel e o Ti^{4+} se encontra na forma de $\text{Ti}(\text{OH})_4$ insolúvel.
- As linhas que representam Mg^{2+} e Ca^{2+} possuem a mesma inclinação, mas diferem da inclinação das linhas que representam Cr^{3+} e X^{n+} , que possuem a mesma inclinação entre si. Indique a carga n de X^{n+} e justifique com base na equação (I).
- Indique qual das espécies tem maior valor de K_{ps} : $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ou $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Justifique com base nas informações dadas.

Questão 09)

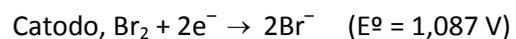
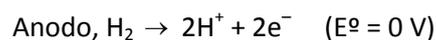
Muitos metais (M^{n+}) em água, dependendo do pH da solução, formam hidróxidos ($\text{M}(\text{OH})_n$) insolúveis.

Esse comportamento pode ser descrito pela equação (I), que relaciona o valor de pH com o logaritmo da concentração do metal ($\log[\text{M}^{n+}]$), para uma dada temperatura, em que K_{ps} é a constante do produto de solubilidade do hidróxido do metal.

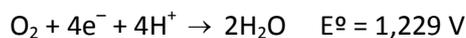


Questão 10)

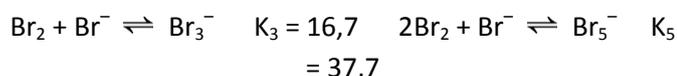
Considere uma bateria de fluxo de hidrogênio gasoso (H_2) e bromo líquido (Br_2) operando nas condições padrão. Durante a descarga, a bateria converte H_2 e Br_2 em ácido bromídrico (HBr). As reações de meia célula e os respectivos potenciais-padrão de eletrodo, a 298 K , são:



A dissociação da água pode ser observada pelo efeito da seguinte semirreação:



A formação de complexos iônicos de polibrometo ocorre segundo as reações e suas respectivas constantes de equilíbrio:



Sejam feitas as seguintes afirmações a respeito dessa bateria:

- I. O potencial da célula pode ser aproximado pela equação: $E_{\text{catodo}} - E_{\text{anodo}} = 1,087 + 0,06 \text{ pH}$.
- II. O solvente (água) é termodinamicamente estável somente a $\text{pH} < 2,4$.
- III. Recarregar a bateria com um potencial catódico inferior a $1,229 \text{ V}$ garante a estabilidade do solvente.
- IV. Durante a descarga da bateria, a concentração do HBr aumenta e podem formar complexos iônicos de Br_3^- e Br_5^- .

Das afirmações acima, estão CORRETAS

- a) apenas I, II e IV.
- b) apenas I e III.
- c) apenas II e IV.
- d) apenas III e IV.
- e) todas.

Questão 11)

A amônia, uma das principais matérias-primas da indústria de fertilizantes, é produzida em escala industrial pelo processo conhecido como Haber-

Bosch. Neste, uma reação entre $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{N}_2(\text{g})$ é catalisada com ferro em um reator mantido a 200 atm e $450 \text{ }^\circ\text{C}$. Sobre essa reação exotérmica, sejam feitas as seguintes proposições:

- I. O aumento da pressão no reator, mediante adição de um gás inerte, aumenta o rendimento do processo.
- II. O uso de um catalisador mais efetivo aumenta o rendimento do processo.
- III. Uma vez atingido o equilíbrio, não ocorrem mais colisões efetivas entre moléculas de $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{N}_2(\text{g})$.
- IV. Considerando que ainda exista superação da energia de ativação, a redução da temperatura no reator diminui a velocidade da reação, mas favorece a formação de amônia.

Assinale a opção que apresenta a(s) afirmação(ões) CORRETA(S) sobre a reação de formação da amônia.

- a) apenas I
- b) apenas I e II
- c) apenas II e III
- d) apenas III e IV
- e) apenas IV

Questão 12)

Quando dissolvidos em água para formar soluções com concentração $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, os sais Na_2S , NaCH_3CO_2 , NaHSO_4 e Na_2HPO_4 deixam o meio respectivamente

- a) ácido, básico, neutro, básico.
- b) básico, neutro, ácido, neutro.
- c) ácido, básico, ácido, ácido.

- d) básico, básico, ácido, básico.
 e) neutro, neutro, básico, neutro.

Questão 13)

Considere que o ar seco ao nível do mar é composto de $4 \cdot 10^{-2}$ % (em volume) de CO_2 . Sejam dadas a constante da lei de Henry para o CO_2 e a constante da primeira dissociação do ácido carbônico, respectivamente, $K_H = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ e $K_a = 1 \cdot 10^{-6,4}$. Assinale a opção que apresenta a concentração em mol L^{-1} de CO_2 dissolvido e o pH de uma amostra de água desionizada, após a mesma entrar em equilíbrio com o ar atmosférico.

- a) 10^{-2} e 6,4
 b) 10^{-5} e 5,7
 c) 10^{-5} e 6,4
 d) 10^{-7} e 5,7
 e) 10^{-7} e 6,4

Questão 14)

A aveia é uma cultura que tem seu melhor desenvolvimento na faixa de pH do solo de 5 a 7. Essa faixa de pH corresponde a uma variação na concentração dos íons H^+ de

- a) 2 vezes.
 b) 5 vezes.
 c) 10 vezes.
 d) 20 vezes.
 e) 100 vezes.

Questão 15)

Ácidos e bases são substâncias presentes em inúmeros processos químicos que ocorrem ao nosso redor, desde processos industriais até processos biológicos e reações que ocorrem no ambiente. A força relativa desses ácidos ou bases podem ser expressas quantitativamente a partir de sua constante de equilíbrio ácida ou básica. Analise a tabela a seguir com alguns ácidos e bases ordenados em função de sua capacidade de doar ou receber prótons e seus respectivos valores de K_a e K_b .

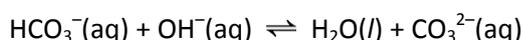
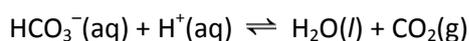
Ácido	K_a	Base Conjugada	K_b
HClO_4	Grande	ClO_4^-	Muito pequena
H_3O^+	1,0	H_2O	$1,0 \times 10^{-14}$
H_2SO_3	$1,7 \times 10^{-2}$	HSO_3^-	$8,3 \times 10^{-13}$
H_3PO_4	$7,5 \times 10^{-3}$	H_2PO_4^-	$1,3 \times 10^{-12}$
HF	$7,2 \times 10^{-4}$	F^-	$1,4 \times 10^{-11}$
H_2CO_3	$4,2 \times 10^{-7}$	HCO_3^-	$2,4 \times 10^{-8}$

Com base na análise da tabela e nas propriedades dos ácidos e bases, assinale a alternativa correta.

- a) Segundo a teoria de Bronsted-Lowry, as bases conjugadas de ácidos fracos possuem ligeira habilidade em remover prótons da água.
 b) Ácidos fortes transferem parcialmente seus prótons para a água, resultando em uma mistura de moléculas de ácidos e seus íons constituintes em solução.
 c) As bases conjugadas de ácidos fortes produzem soluções mais básicas que as bases conjugadas de ácidos fracos.
 d) O ácido perclórico é considerado um ácido fraco, uma vez que sua base conjugada possui um valor de K_b "muito pequena".
 e) Todo ácido e base de Lewis é também um ácido e base de Bronsted-Lowry.

Questão 16)

Os principais parâmetros que definem a qualidade da água de uma piscina são o pH e a alcalinidade. Para a água ser considerada própria, o pH deve ser mantido próximo de 7,0, para garantir o conforto do banhista e a eficácia dos agentes bactericidas. Já a alcalinidade, expressa em concentração de íon bicarbonato, deve ser em torno de 100 g m^{-3} . A propriedade anfotérica desse íon garante que qualquer substância ácida ou básica introduzida seja prontamente neutralizada, conforme mostram as equações químicas abaixo:

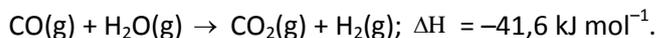


Ao adicionar carbonato de sódio na água de uma piscina, que está em condições consideradas adequadas para o banho, ocorrerá:

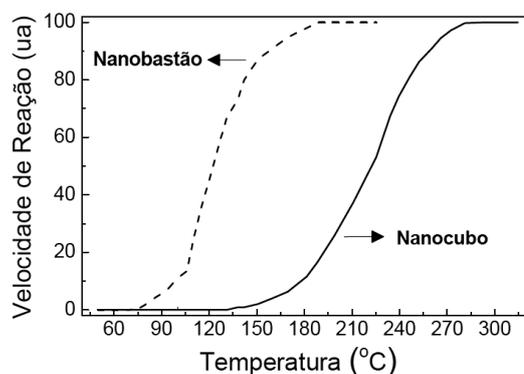
- pequena diminuição do pH e da alcalinidade.
- pequena diminuição do pH e pequeno aumento da alcalinidade.
- pequeno aumento do pH e da alcalinidade.
- pequeno aumento do pH e pequena diminuição da alcalinidade.
- pequena diminuição do pH e nenhuma variação da alcalinidade.

Questão 17)

Um dos pilares da nanotecnologia é o fato de as propriedades dos materiais dependerem do seu tamanho e da sua morfologia. Exemplo: a maior parte do H_2 produzido industrialmente advém da reação de reforma de hidrocarbonetos: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 3\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$. Uma forma de promover a descontaminação do hidrogênio é reagir o CO com largo excesso de água:



A figura abaixo mostra resultados da velocidade (em unidade arbitrária, ua) dessa conversão em função da temperatura, empregando-se um nanocatalisador com duas diferentes morfologias.



Considerando essas informações, é correto afirmar que, com essa tecnologia, a descontaminação do hidrogênio por CO é mais eficiente na presença do catalisador em forma de

- nanobastão, pois a transformação do CO ocorreria em temperaturas mais baixas, o que também favoreceria o equilíbrio da reação no sentido dos produtos, uma vez que a reação é exotérmica.
- nanobastão, pois a transformação do CO ocorreria em temperaturas mais baixas, o que também favoreceria o equilíbrio da reação no sentido dos produtos, uma vez que a reação é endotérmica.
- nanocubo, pois a transformação do CO ocorreria em temperaturas mais elevadas, o que também favoreceria o equilíbrio da reação no sentido dos produtos, uma vez que a reação é exotérmica.
- nanocubo, pois a transformação do CO ocorreria em temperaturas mais elevadas, o que também favoreceria o equilíbrio da reação no sentido dos produtos, uma vez que a reação é endotérmica.

Questão 19)**Questão 18)**

“Quatro anos atrás, com meu jaleco branco, saí da clínica pediátrica e dei uma entrevista coletiva. Levantando uma mamadeira cheia de água de Flint, Michigan, compartilhei minha pesquisa: o chumbo estava aumentando no sangue das crianças de Flint. Inicialmente, as autoridades tentaram me silenciar, mas persistência, ativismo, trabalho em equipe e ciência prevaleceram. Desde então, Flint segue um caminho lento, mas seguro, em direção à recuperação.”

O trecho acima, publicado no *New York Times* em 27/08/2019, expõe um grave problema com a água encanada da cidade americana de Flint. Em 2016, foram registrados níveis elevados de íons chumbo e ferro na água, como resultado de uma sequência de erros. Ao mudar a captação de água para um rio local, quantidades maiores de cloro e de cloreto de ferro foram adicionadas à água. Nessa mudança, também deixaram de adicionar à água tratada uma substância para evitar a deterioração da camada protetora no interior dos canos de chumbo. Essa camada protetora resulta da deposição anódica de fosfato de chumbo, um sal muito pouco solúvel em água, nos canos novos.

- a) Considerando as informações fornecidas e aspectos relativos ao equilíbrio químico, que substância poderia ter sido adicionada à água tratada para evitar a corrosão e a contaminação por chumbo: **íons fosfato (PO_4^-), íons chumbo (Pb^{+2})** ou **fosfato de chumbo**? Justifique sua resposta e exemplifique com uma equação química.
- b) Essencialmente, a água tratada continha **cloro molecular**, **íons cloreto**, **oxigênio dissolvido**, e apresentava **pH abaixo do recomendado**. Considerando apenas essas características da água tratada, o que poderia ter promovido a corrosão do encanamento de ferro? Escreva uma equação química adequada à sua resposta e a justifique do ponto de vista químico.

Considere as duas soluções seguintes:

Solução I – 100,0 mL de hidróxido de cálcio de concentração 0,005 mol/L.

Solução II – 100,0 mL de vinagre pH = 3, sendo o ácido acético ($K_a = 1,0 \cdot 10^{-5}$) o único ácido existente no vinagre.

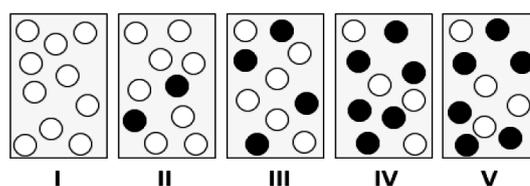
Analisando as duas soluções, é CORRETO afirmar:

- a) A concentração do ácido acético na solução II é de 0,001 mol/L.
- b) A solução I e II são misturas homogêneas, com eletrólitos fortes.
- c) O indicador fenolftaleína apresenta cor rosa em I e incolor em II.
- d) O pH da solução I é igual a 12, sendo, dessa forma, solução ácida.

Questão 20)

A figura abaixo ilustra uma reação hipotética de $\text{A(g)} \rightarrow \text{B(g)}$ $\Delta H > 0$. Na figura, as bolinhas em I correspondem ao reagente A e a sequência da esquerda para a direita indica o sistema à medida que o tempo passa.

Sendo os processos elementares com constantes de velocidade $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ para a reação direta e $1,5 \cdot 10^{-1} \text{ s}^{-1}$ para a reação inversa, assinale a alternativa CORRETA.



(BROWN, LeMay, BURSTEN. Química Central. 9a Edição. PEARSON: SP, 2005, p. 558. Adaptado.)

- a) O valor da constante de equilíbrio para a reação $A(g) = B(g)$ é $2,8 \cdot 10^{-4}$.
- b) A temperatura, ao ser aumentada, diminui o número de bolas escuras.
- c) A pressão parcial de A, no equilíbrio, é igual à pressão parcial de B.
- d) O sistema $A(g) = B(g)$ atinge um estado de equilíbrio químico em IV.

Questão 21)

Ter um poço artesiano no próprio terreno e poder aproveitar a água de um lençol freático parece ser uma solução incrível. Porém infelizmente a água quase sempre é imprópria para consumo, precisando passar por um processo de tratamento. A primeira medida a ser tomada é buscar uma análise físico-química completa da água, que vai medir os parâmetros e fornecer um diagnóstico. Sob temperatura de 25°C uma amostra de água de poço apresentou $pOH = 8,21$.

Assinale a alternativa que corresponde à razão da concentração dos íons $[H^+]$ (em mol/L) entre a água mineral e a água de poço.

Características da Água Mineral

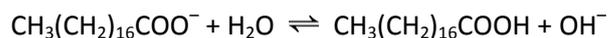
pH a 25 °C	6,79
Condutividade elétrica a 25°C	296 $\mu S/cm$
Resíduo de evaporação a 180 °C, calculado	245,24 mg/L
Radioatividade na fonte a 20 °C e 760 mmHg	0,97 maches

- a) 10
- b) 1,17
- c) 0,1
- d) 101,42
- e) 100

Questão 22)

Uma dermatologista foi procurada por uma paciente para tratar de manchas na pele devido ao uso de drogas durante a juventude. A dermatologista usou da técnica do peeling químico um tratamento estético onde são aplicados sais de ácidos sobre a pele, que ajudam a retirar as camadas danificadas por meio da descamação e a promover o crescimento de uma camada lisa, mais elástica, suave e fresca, por meio da renovação celular. Durante o processo foi usado um sal de ácido carboxílico: $CH_3(CH_2)_{16}COO^-Na^+$

Na pele, os ânions do sabão hidrolisam a água da pele, desse modo, forma o ácido carboxílico correspondente. Para o estearato de sódio usado, foi estabelecido o seguinte equilíbrio:



Ao se formar o ácido esteárico com pouca solubilidade em água, a técnica se torna pouco eficiente na remoção da pele morta e manchada, para controlar a eficiência da técnica faz-se necessário que a dermatologista controle o pH da solução.

Com base nessa informação, é correto concluir que o sabão atua de maneira

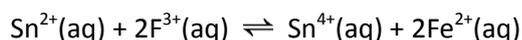
- a) eficiente em qualquer faixa de pH
- b) mais eficiente em pH ácido
- c) mais eficiente em pH neutro para ácido
- d) mais eficiente em pH neutro
- e) mais eficiente em pH básico

Questão 23)

O serviço de Funilaria é uma técnica que aplicada em peças ou na lataria do veículo que sofreram algum dano, corrigem sua avaria. A reação do estanho com o ferro é muito usado. O estanho liga-

se prontamente com o ferro, para técnica de revestimento e acabamento da lataria para evitar a corrosão, a corrosão metálica é a transformação de um material metálico ou liga metálica pela sua interação química ou eletroquímica num determinado meio de exposição, resultando na formação de produtos de corrosão e na liberação de energia.¹² A corrosão química ocorre em altas temperaturas, na ausência de água. O processo de corrosão eletroquímica é mais frequente na natureza, envolvendo necessariamente a presença de água e a transferência de elétrons.

Assinale o valor da constante de equilíbrio, nas condições-padrão, da reação química descrita pela seguinte equação:



Dados eventualmente necessários: Potenciais de eletrodo em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio nas condições-padrão:

$$E^{\circ}_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44\text{V}$$

$$E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,76\text{V}$$

$$E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}} = -0,04\text{V}$$

$$E^{\circ}_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = 0,15\text{V}$$

- a) 10^{18}
- b) 10^{15}
- c) 10^{12}
- d) 10^9
- e) 10^{21}

Questão 24)

Dentre os pares de substâncias presentes nas seguintes alternativas, qual constitui um sistema tampão em meio aquoso (solução-tampão)?

- a) Na_2CO_3 e NaHCO_3 .
- b) HCl e H_3PO_4 .
- c) NaOH e NaCl .
- d) HCl e KBr .
- e) NH_3 e NaOH .

Questão 25)

Soluções alcalinas, em geral, não devem ser armazenadas em frascos de vidro, uma vez que a substância pode reagir com o SiO_2 (principal constituinte do vidro), que é um óxido ácido.

Sabendo disto, assinale a alternativa que traz uma substância que poderia ser armazenada, na forma de solução saturada, em frascos de vidro, sem causar problemas.

- a) NaOH
- b) NH_3
- c) KOH
- d) KCl
- e) $\text{Ba}(\text{OH})_2$

Questão 26)

A aragonita e a dolomita são minerais que possuem composição química muito semelhante, pois ambas compostas por carbonatos. A aragonita é composta de carbonato de cálcio (CaCO_3); enquanto a dolomita, de carbonato de cálcio e magnésio ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). Assim, ao fazer a análise da qualidade da água mineral de uma fonte que está localizada numa região, cujo solo possui elevada composição de dolomita e aragonita, um químico fez as seguintes afirmações:

- I. trata-se de uma água alcalina.

- II. há elevada concentração de íons trivalentes, devido à presença do cálcio.
- III. trata-se de uma água dura, devido ao excesso de íons cálcio e magnésio.

Indicador	Coloração obtida	Faixa de viragem (pH)	
		Incolor < 8,2	Rosa > 10,0
Fenolftaleína	Incolor	Incolor < 8,2	Rosa > 10,0
Azul de bromotimol	Amarelo-esverdeado	Amarelo < 6,0	Azul > 7,6
Vermelho de metila	Amarelo-alaranjado	Vermelho < 4,4	Amarelo > 6,2

Das afirmações acima, somente

- a) a afirmação I é verdadeira.
- b) a afirmação II é verdadeira.
- c) as afirmações II e III são verdadeiras.
- d) as afirmações I e II são verdadeiras.
- e) as afirmações I e III são verdadeiras.

De acordo com o resultado obtido experimentalmente, pode-se seguramente afirmar que a faixa de pOH da amostra desconhecida, de acordo com a coloração obtida, encontra-se entre

- a) 7,8 e 8,0
- b) 6,0 e 6,2
- c) 7,2 e 7,6
- d) 6,4 e 6,8
- e) 7,0 e 7,4

Questão 27)

Para uma solução de um ácido fraco genérico de fórmula HX, que apresenta concentração inicial de $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ e grau de ionização de 2 %, sua respectiva constante K_a , medida a uma dada temperatura T, é de aproximadamente

- a) $2 \cdot 10^{-6}$
- b) $4 \cdot 10^{-6}$
- c) $2 \cdot 10^{-5}$
- d) $4 \cdot 10^{-5}$
- e) $2 \cdot 10^{-4}$

Questão 28)

Uma amostra desconhecida de uma substância incolor foi submetida a testes de laboratório com indicadores ácido-base, apresentando o seguinte resultado.

Questão 29)

Em um cilindro de volume 1 L são adicionados 1 mol do reagente $\text{H}_2(\text{g})$ e 1 mol do reagente $\text{Cl}_2(\text{g})$. Eles reagem entre si e, após um dado tempo, atingem o equilíbrio, formando 1,6 mol de $\text{HCl}(\text{g})$.

Sobre o assunto, assinale o que for correto.

01. Mantida a temperatura constante, uma alteração de volume do cilindro deslocará o equilíbrio da reação.
02. A constante de equilíbrio da reação descrita no comando da questão (caput) é 64.
04. Ao se colocarem 2 mols de $\text{HCl}(\text{g})$ em um cilindro inicialmente evacuado de 1 L que se encontra na mesma temperatura do cilindro descrito no caput, após se atingir o equilíbrio, será obtido 0,2 mol de $\text{H}_2(\text{g})$.
08. Na reação descrita no comando da questão (caput), a substituição de 1 mol do cloro gasoso no meio reacional por 1 mol de iodo

sólido, obtendo-se no equilíbrio 1,6 mol de HI(g), fará que o valor numérico da constante de equilíbrio seja o mesmo da reação com o cloro.

16. Um catalisador deve ser adicionado ao cilindro para que a quantidade de HCl obtida, no equilíbrio, seja maior que 1,6 mol.

Questão 30)

A 20 °C e em água, a solubilidade do AgCl é 0,0016 g/L, enquanto a solubilidade do Ag₂CrO₄ é 0,025 g/L. Sobre o assunto, assinale o que for **correto**.

01. Como a solubilidade do cloreto de prata é menor do que a do cromato de prata, o produto de solubilidade do cloreto de prata também é menor.
02. Ao se adicionarem 0,0015 g de AgCl e 0,024 g de Ag₂CrO₄ em um frasco contendo 1L de água, haverá a formação de dispersão homogênea.
04. Para o Ag₂CrO₄, $K_s = 1,7 \cdot 10^{-12}$ (mol/L)³.
08. O AgNO₃ é solúvel em água, portanto a adição de ácido nítrico a uma solução saturada de AgCl fará que a solubilidade desse sal aumente.
16. Uma solução com concentração de cromato de prata maior que 0,0001 mol/L, a 20 °C, será saturada.

Questão 31)

Assinale o que for **correto**.

01. Considerando que K_a (constante de ionização) para o ácido nitroso é maior do que o K_a para o ácido cianídrico, então o pK_a para o ácido nitroso é menor do que o pK_a para o ácido cianídrico.
02. O pOH de uma solução com concentração hidrogeniônica igual a $5 \cdot 10^{-9}$ é igual a 8,3 (Dado: $\log 5 \cong 0,7$).

04. A concentração de íons H⁺ de uma solução de pH = 2 é, exatamente, 10.000 vezes maior que a concentração de íons H⁺ de uma solução de água pura (pH neutro).

08. O pH de uma solução de cloreto de amônio de concentração 0,001mol/L, 20% hidrolisado, possui pH maior do que uma solução do mesmo sal, de mesma concentração, mas 30% hidrolisado.

16. Após se evaporarem 3/4 da água de uma solução aquosa de H₂SO₄ (completamente dissociado) de pH = 5, o pH da solução resultante deverá ser 3,75 (Dado: $\log 4 = 0,6$).

Questão 32)

As antocianinas existem em plantas superiores e são responsáveis pelas tonalidades vermelhas e azuis das flores e frutos. Esses corantes naturais apresentam estruturas diferentes conforme o pH do meio, o que resulta em cores diferentes.

O cátion flavílio, por exemplo, é uma antocianina que apresenta cor vermelha e é estável em pH ≈ 1 . Se juntarmos uma solução dessa antocianina a uma base, de modo a ter pH por volta de 5, veremos, durante a mistura, uma bonita cor azul, que não é estável e logo desaparece.

Verificou-se que a adição de base a uma solução do cátion flavílio com pH ≈ 1 dá origem a uma cinética com 3 etapas de tempos muito diferentes. A primeira etapa consiste na observação da cor azul, que ocorre durante o tempo de mistura da base. A seguir, na escala de minutos, ocorre outra reação, correspondendo ao desaparecimento da cor azul e, finalmente, uma terceira que, em horas, dá origem a pequenas variações no espectro de absorção, principalmente na zona do ultravioleta.

(Paulo J. F. Cameira dos Santos *et al.* "Sobre a cor dos vinhos: o estudo das antocianinas e compostos análogos não parou nos anos 80 do século passado". www.iniaiv.pt, 2018. Adaptado.)

A variação de pH de ≈ 1 para ≈ 5 significa que a concentração de íons H^+ (aq) na solução _____, aproximadamente, _____ vezes. Entre as etapas cinéticas citadas no texto, a que deve ter maior energia de ativação e, portanto, ser a etapa determinante da rapidez do processo como um todo é a _____.

As lacunas do texto são preenchidas, respectivamente, por:

- a) aumentou ; 10 000 ; primeira.
- b) aumentou ; 10 000 ; terceira.
- c) diminuiu ; 10 000 ; terceira.
- d) aumentou ; 5 ; terceira.
- e) diminuiu ; 5 ; primeira.

Questão 33)

Um laboratorista dispõe das seguintes soluções estoque:

- I) ácido acético 0,1mol/L; pKa = 4,74
- II) acetato de sódio 0,1mol/L
- III) NaOH 0,1mol/L
- IV) HCl 0,1mol/L

Assinale a(s) alternativa(s) que apresenta(m) uma correta descrição do pH ou das características de tamponamento dessas soluções ou de suas misturas.

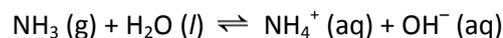
- 01) Para se obter uma solução-tampão, pode-se preparar uma solução entre I e II.
- 02) A mistura das soluções III e IV formará uma solução-tampão de pH variável, que é

dependente da proporção de NaOH e HCl utilizados.

- 04. Uma solução-tampão preparada pela adição de volumes iguais das soluções I e II terá pH = 4,74.
- 08. Uma solução-tampão preparada com 300mL da solução I e 100mL da solução III apresentará pH > 4,74.
- 16. Utilizando-se quantidades apropriadas das quatro soluções é possível preparar uma solução-tampão de pH > 9.

Questão 34)

A amônia (NH_3), molécula de estrutura semelhante à da fosfina, reage com água produzindo uma solução de caráter básico. A reação que ocorre pode ser representada pela equação química



Uma solução aquosa de NH_3 apresenta concentração inicial de 0,02 mol/L a 25° C.

Nessas condições, o valor da concentração de íons OH^- , em mol/L, é

Dado:

Constante de basicidade da amônia a 25 °C:

$$K_b = 1,8 \times 10^{-5}$$

- a) 2×10^{-4}
- b) 3×10^{-4}
- c) 4×10^{-4}
- d) 5×10^{-4}
- e) 6×10^{-4}

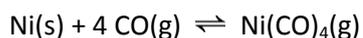
Questão 35)

O Níquel tetracarbonilo, $\text{Ni}(\text{CO})_4$, é um complexo organometálico incolor que representa um versátil reagente. É extremamente venenoso e sua toxicidade e volatilidade à temperatura ambiente o fez ganhar o apelido de “morte líquida”.

Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/N%C3%ADquel_tetracarbonilo>.

Acesso em: 10 jul. 2018. Adaptado.

Solução	Tempo medido até a completa dissolução da pastilha (em segundos)
1. Água mineral sem gás à temperatura ambiente (25 °C)	36
2. Água mineral com gás à temperatura ambiente (25 °C)	35
3. Água mineral sem gás deixada em geladeira (4 °C)	53
4. Água mineral com gás deixada em geladeira (4 °C)	55



Os equilíbrios heterogêneos apresentam reagentes e produtos em fases diferentes e, partindo de 0,6 mols de Ni(s) e CO(g) em um recipiente de um litro, constatou-se que, ao se atingir o equilíbrio químico numa dada temperatura, a concentração da espécie CO, em quantidade de matéria, estabilizou-se em $0,2 \text{ mol L}^{-1}$.

A constante de equilíbrio (K_c) desse processo será, em $(\text{mol.L}^{-1})^{-3}$,

- a) 75,5
- b) 375
- c) 62,5
- d) 416,7
- e) 50

Questão 36)

Um antiácido comercial em pastilhas possui, em sua composição, entre outras substâncias, bicarbonato de sódio, carbonato de sódio e ácido cítrico. Ao ser colocada em água, a pastilha dissolve-se completamente e libera gás carbônico, o que causa a efervescência. Para entender a influência de alguns fatores sobre a velocidade de dissolução da pastilha, adicionou-se uma pastilha a cada um dos quatro recipientes descritos na tabela, medindo-se o tempo até a sua dissolução completa.

Para todos os experimentos, foi usada água mineral da mesma marca. Considere a água com gás como tendo gás carbônico dissolvido.

Com base nessas informações, é correto afirmar que

- a) o uso da água com gás, ao invés da sem gás, diminuiu a velocidade de dissolução da pastilha em cerca de 50%, uma vez que, como já possui gás carbônico, há o deslocamento do equilíbrio para a formação dos reagentes.
- b) o uso da água com gás, ao invés da sem gás, aumentou a velocidade de dissolução da pastilha em cerca de 33%, uma vez que o gás carbônico acidifica a água, aumentando a velocidade de consumo do carbonato de sódio.
- c) nem a mudança de temperatura nem a adição de gás carbônico na solução afetaram a velocidade da reação, uma vez que o sistema não se encontra em equilíbrio.
- d) o aumento da temperatura da água, de 4 °C para 25 °C, levou a um aumento na velocidade da reação, uma vez que aumentou a frequência e a energia de colisão entre as moléculas envolvidas na reação.
- e) o aumento da temperatura da água, de 4 °C para 25 °C, levou a um aumento na velocidade da reação, uma vez que facilita a liberação de gás carbônico da solução, deslocando o equilíbrio para a formação dos reagentes.

Questão 37)

Um agricultor pretende iniciar um empreendimento de produção de frutas e, para isso, submeteu amostras do solo de sua propriedade para análise química e parecer técnico de um engenheiro agrônomo.

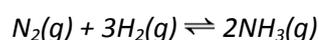
Resultado da análise	
pH do solo da propriedade rural	pH do solo adequado para plantação de frutas
5,0	6,0
Parecer técnico: recomenda-se fazer a correção do pH do solo.	

Para que o agricultor possa fazer a correção do pH do solo de forma adequada para a sua produção, ele deverá adicionar ao solo

- NaCl.
- P₄O₁₀.
- KNO₃.
- NH₄Cl.
- CaO.

Questão 38)

Na história da química, um dos processos químicos mais conhecidos é o de Haber-Bosch. De forma simplificada, o intuito do processo é a obtenção da amônia a partir do nitrogênio gasoso, que é abundante na atmosfera. Tal processo pode ser representado pela equação química a seguir.



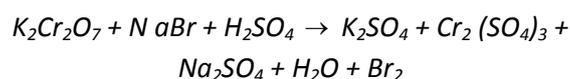
A constante de equilíbrio K_p, na temperatura de 300 K, é igual a $4,3 \cdot 10^{-3}$, e a reação é exotérmica.

Com base nessas informações, assinale a alternativa correta.

- A variação da entalpia associada à reação tem valor positivo.
- A 300 K e a baixas pressões, a reação no equilíbrio tende a formar mais produtos que reagentes.
- O abaixamento da temperatura de reação desloca o equilíbrio para a formação da amônia, mas diminui a velocidade de reação.
- O abaixamento da temperatura de reação diminui a energia de ativação do fenômeno, tornando o processo mais lento.
- A mudança de pressão sobre o sistema faz com que haja deslocamento do equilíbrio, transformando o valor da constante de equilíbrio K_p.

Questão 39)

Considere a equação química não balanceada a seguir.



É importante observar que as substâncias presentes nessa reação pertencem a diferentes funções inorgânicas. As funções inorgânicas e orgânicas são famílias de compostos que possuem, em regra geral, propriedades químicas semelhantes.

Com base no exposto, com relação às propriedades das funções inorgânicas e a respeito da reação apresentada, assinale a alternativa correta.

- a) A substância $K_2Cr_2O_7$ é um exemplo de óxido básico. **2) Gab: C**
- b) Uma solução aquosa de sulfato de potássio é tão ácida quanto uma solução aquosa de sulfato de cromo III. **3) Gab: C**
- c) O ácido sulfúrico é um oxiácido moderado, com pKa de valor positivo. **4) Gab: B**
- d) Na reação, o brometo de sódio é o agente oxidante, e o dicromato de potássio é o agente redutor. **5) Gab: A**
- e) A soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros que balanceiam a equação química é igual a 29. **6) Gab: C**

7) Gab: E

Questão 40)

A fluorexetina é um fármaco largamente utilizado para distúrbios de ansiedade e depressão. O processo de cristalização desse fármaco impacta diretamente na biodisponibilidade no organismo humano. No processo de cristalização do oxalato de fluorexetina, estima-se uma variação da energia livre de Gibbs e da entalpia, a 25°C de aproximadamente $-180 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ e $-259 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, respectivamente.

Com base nesses parâmetros termodinâmicos, verifica-se que esse processo de cristalização é, a 25°C,

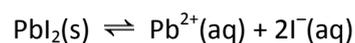
- a) não espontâneo e em equilíbrio químico em solução
- b) não espontâneo e endotérmico
- c) não espontâneo e exotérmico
- d) espontâneo e endotérmico
- e) espontâneo e exotérmico

8) Gab:

- a) A adição de I^- por meio da solução de NaI provoca um deslocamento do equilíbrio indicado no sentido de formação do PbI_2 (sólido amarelo), então favorece.
- b) Para se obter maior quantidade de PbI_2 sólido, deve-se utilizar água fria (4°C), devido à menor solubilidade desse composto a essa temperatura.
- c) Cálculo da solubilidade molar (S) do PbI_2 em água.

$$S_{(\text{mol/L})} = S_{(\text{g/L})} / M_{(\text{g/mol})} = 0,922_{(\text{g/L})} / 461_{(\text{g/mol})} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

O equilíbrio de solubilidade do PbI_2 é dado por:



$$S_{(\text{mol/L})} \quad S_{(\text{mol/L})} \quad S_{(\text{mol/L})}$$

Calculando o Kps:

$$K_{ps} = [Pb^{2+}][I^-]^2 = 4S^3 = 4 \cdot (2 \cdot 10^{-3})^3$$

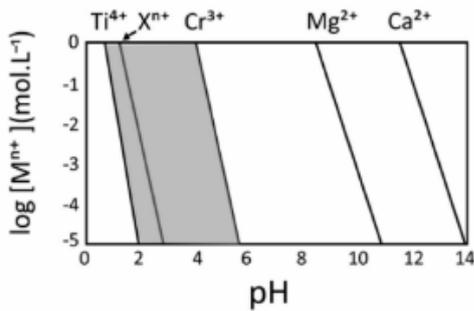
$$K_{ps} = 3,2 \cdot 10^{-8}$$

9) Gab:

GABARITO:

1) Gab: A

- a) De acordo com o texto, em pH maiores que o da linha de cada íon temos a espécie na forma $M(OH)_n(s)$ e em pH menores que o da linha da espécie temos a espécie solúvel na forma do íon $M^{n+}(aq)$. Assim, para os valores de pH acima da linha do Ti^{4+} essa espécie estará na forma $Ti(OH)_4(s)$ e para valores abaixo da linha do Cr^{3+} essa espécie estará na forma de $Cr^{3+}(aq)$. A figura abaixo representa essa situação.



- b) A equação $\log[M^{n+}] = \log(K_{ps}) + 14n - n(pH)$ pode ser escrita na forma $y = b + ax$, onde a é o coeficiente angular e representa a inclinação da reta.

$$y = \log[M^{n+}] \quad b = \log(K_{ps}) + 14n$$

$$x = pH \quad a = n$$

Assim, para íons de mesma carga, a reta apresenta a mesma inclinação uma vez que a carga será o coeficiente angular da reta.

- c) Isolando-se o termo $\log(K_{ps})$ da equação I, tem-se:

$$\log(K_{ps}) = \log[M^{n+}] - 14n + n(pH)$$

A partir do gráfico, admitiu-se um ponto para cada uma das curvas, como demonstradas a seguir:

Para o $Mg(OH)_2$, quando $\log[M^{2+}] = -3$, o pH é igual a 10.

$$\log(K_{ps}) = \log[M^{n+}] - 14n + n(pH)$$

$$\log(K_{ps}) = -3 - 14 \cdot (+2) + 2(10)$$

$$\log(K_{ps}) = -11 \rightarrow K_{ps} = 10^{-11} \text{ (para o } Mg(OH)_2)$$

Para o $Ca(OH)_2$, quando $\log[Ca^{2+}] = -5$, o pH é igual a 14.

$$\log(K_{ps}) = \log[M^{n+}] - 14n + n(pH)$$

$$\log(K_{ps}) = -5 - 14 \cdot (+2) + 2 \cdot (14)$$

$$\log(K_{ps}) = -5 \rightarrow K_{ps} = 10^{-5} \text{ (para o } Ca(OH)_2)$$

$$\text{Portanto, } K_{ps_{Ca(OH)_2}} > K_{ps_{Mg(OH)_2}}$$

10) Gab: A

11) Gab: E

12) Gab: D

13) Gab: B

14) Gab: E

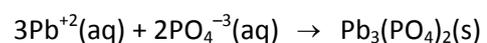
15) Gab: A

16) Gab: C

17) Gab: A

18) Gab:

- a) Para evitar a corrosão, seria correto adicionar os íons fosfato (PO_4^{-3}) à água. Isso se justifica, pois esse íon é comum ao equilíbrio de formação do fosfato de chumbo, um sal pouco solúvel em água e que confere proteção contra a corrosão (dissolução), conforme a equação abaixo.



- b) A corrosão do encanamento de ferro corresponde à reação de oxidação do ferro metálico. Com a exceção dos íons cloreto (agente redutor), a corrosão poderia ter sido

promovida pelas demais espécies presentes na água.

27) Gab: D

Equação considerando o cloro molecular: $\text{Fe(s)} + \text{Cl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$

28) Gab: A

Equação considerando o oxigênio dissolvido: $\text{Fe(s)} + 1/2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{FeO(s)}$

29) Gab: 06

Equação considerando o pH abaixo do recomendado:

30) Gab: 20

$\text{Fe(s)} + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$

31) Gab: 09

$2 \text{Fe(s)} + 3/2\text{O}_2(\text{aq}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O(l)}$

32) Gab: C

Observação: Para a resposta, bastava apontar um agente oxidante e sua equação correspondente.

33) Gab: 05

19) Gab: C

34) Gab: E

20) Gab: D

35) Gab: C

21) Gab: C

36) Gab: D

22) Gab: E

37) Gab: E

23) Gab: E

38) Gab: C

24) Gab: A

39) Gab: E

25) Gab: D

40) Gab: E

26) Gab: E

