

QUÍMICA

MÓDULO 2 FÍSICO-QUÍMICA

CAPÍTULO 2.6 ELETROQUÍMICA

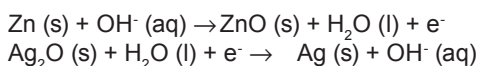
EXERCÍCIOS - ENEM

AULAS 10 EXERCÍCIOS 15 ORIENTADOS 45 VESTIBULARES 60 FÁCIL 60 MÉDIO 35 DIFÍCIL 23 ENEM 24 MED



QUESTÃO 01

(ENEM 2009 CANCELADO) Pilhas e baterias são dispositivos tão comuns em nossa sociedade que, sem percebermos, carregamos vários deles junto ao nosso corpo; elas estão presentes em aparelhos de MP3, relógios, rádios, celulares etc. As semirreações descritas a seguir ilustram o que ocorre em uma pilha de óxido de prata.



Pode-se afirmar que esta pilha

- A é uma pilha ácida
- B apresenta o óxido de prata como o ânodo.
- C apresenta fluxo de elétrons na pilha do eletrodo de Ag_2O para o Zn.
- D tem como reação da célula a seguinte reação: $\text{Zn(s)} + \text{Ag}_2\text{O(s)} \rightarrow \text{ZnO(s)} + 2\text{Ag(s)}$.
- E apresenta o zinco como o agente oxidante

QUESTÃO 02

(ENEM 2009 1ª APLICAÇÃO) Para que apresente condutividade elétrica adequada a muitas aplicações, o cobre bruto obtido por métodos térmicos é purificado eletroliticamente. Nesse processo, o cobre bruto impuro constitui o ânodo da célula, que está imerso em uma solução de CuSO_4 . À medida que o cobre impuro é oxidado no ânodo, íons Cu^{2+} da solução são depositados na forma pura no cátodo. Quanto às impurezas metálicas, algumas são oxidadas, passando à solução, enquanto outras simplesmente se desprendem do ânodo e se sedimentam abaixo dele. As impurezas sedimentadas são posteriormente processadas, e sua comercialização gera receita que ajuda a cobrir os custos do processo. A série eletroquímica a seguir lista o cobre e alguns metais presentes como impurezas no cobre bruto de acordo com suas forças redutoras relativas.

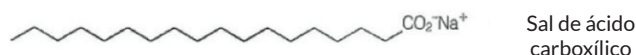


Entre as impurezas metálicas que constam na série apresentada, as que se sedimentam abaixo do ânodo de cobre são

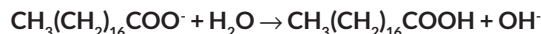
- A Au e Zn.
- B Au, Pt, Ag, Zn, Ni e Pb.
- C Ag e Pb.
- D Au, Pt e Ag.
- E Zn, Ni e Pb.

QUESTÃO 03

(ENEM 2009 2ª APLICAÇÃO) Sabões são sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa utilizados com a finalidade de facilitar, durante processos de lavagem, a remoção de substâncias de baixa solubilidade em água, por exemplo, óleos e gorduras. A figura a seguir representa a estrutura de uma molécula de sabão.



Em solução, os ânions do sabão podem hidrolisar a água e, desse modo, formar o ácido carboxílico correspondente. Por exemplo, para o estearato de sódio, é estabelecido o seguinte equilíbrio:



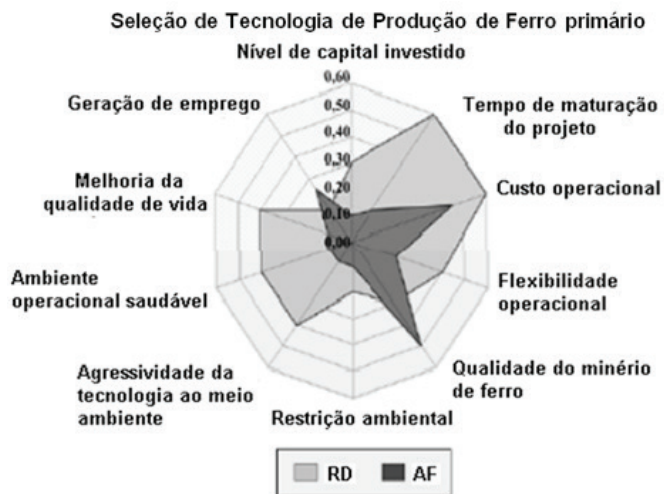
Uma vez que o ácido carboxílico formado é pouco solúvel em água e menos eficiente na remoção de gorduras, o pH do meio deve ser controlado de maneira a evitar que o equilíbrio acima seja deslocado para a direita.

Com base nas informações do texto, é correto concluir que os sabões atuam de maneira

- A mais eficiente em pH básico.
- B mais eficiente em pH ácido.
- C mais eficiente em pH neutro.
- D eficiente em qualquer faixa de pH.
- E mais eficiente em pH ácido ou neutro.

QUESTÃO 04

(ENEM 2009 2ª APLICAÇÃO) Para a seleção da tecnologia a ser utilizada na produção de insumos energéticos, quando se dispõe de mais de uma, deve-se levar em conta vários fatores de desempenho das tecnologias. Na produção de ferro primário, por exemplo, dispõe-se da tecnologia da Redução Direta (RD), usando-se gás natural, e a do Alto Forno (AF), a carvão vegetal. No gráfico seguinte, é apresentada uma comparação entre as tecnologias RD e AF considerando-se alguns fatores de desempenho. Quanto maior for o valor associado ao fator de desempenho, melhor será o desempenho da tecnologia para aquele fator.



Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=SO370-44672007000300016&script=sei_arttext. Acesso em: 3 mar. 2009 (adaptado).

Considerando-se os fatores exibidos no gráfico, o pior desempenho da tecnologia RD, se comparada à tecnologia AF, está relacionado

- A ao tempo de maturação do projeto.
- B ao custo operacional.
- C à restrição ambiental.
- D à qualidade do minério de ferro.
- E à agressividade da tecnologia ao meio ambiente.

QUESTÃO 05

(ENEM 2010 1ª APLICAÇÃO) A eletrólise é muito empregada na indústria com o objetivo de reaproveitar parte dos metais sucateados. O cobre, por exemplo, é um dos metais com maior rendimento no processo de eletrólise, com uma recuperação de aproximadamente 99,9%. Por ser um metal de alto valor comercial e de múltiplas aplicações, sua recuperação torna-se viável economicamente.

Suponha que, em um processo de recuperação de cobre puro, tenha-se eletrolisado uma solução de sulfato de cobre (II) (CuSO_4) durante 3h, empregando-se uma corrente elétrica de intensidade igual a 10A. A massa de cobre puro recuperada é de aproximadamente

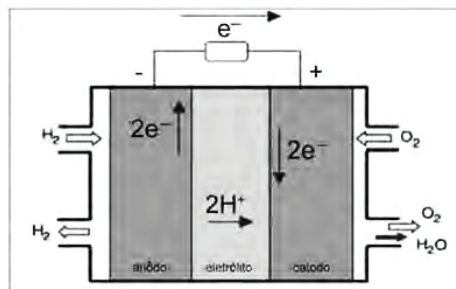
Dados: Constante de Faraday $F = 96500\text{C/mol}$; Massa molar em g/mol: $\text{Cu} = 63,5$

- A 0,04 g.
- B 35,5 g.
- C 0,02 g.
- D 2,40 g.
- E 71,0 g.

QUESTÃO 06

(ENEM 2010 1ª APLICAÇÃO) O crescimento da produção de energia elétrica ao longo do tempo tem influenciado decisivamente o progresso da humanidade, mas também tem criado uma séria preocupação: o prejuízo ao meio ambiente.

Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração de energia elétrica deverá ganhar espaço: as células a combustível hidrogênio/oxigênio.



VILLULLAS, H.M.; TICIANELLI, E.A; GONZÁLEZ, E.R. *Química Nova Na Escola*. No 15, maio 2002. (Foto: Reprodução/Enem)

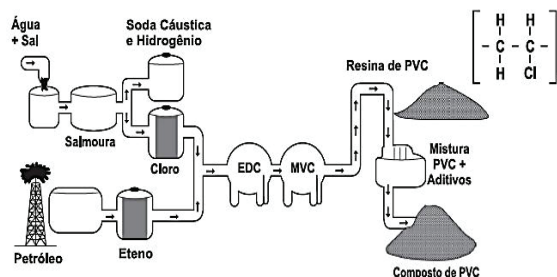
Com base no texto e na figura, a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque

- A transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao meio ambiente, porque o principal subproduto formado é a água.
- B converte energia elétrica proveniente dos combustíveis fósseis em energia química, retendo os gases poluentes produzidos no processo sem alterar a qualidade do meio ambiente.
- C transforma energia química em energia elétrica, porém emite gases poluentes da mesma forma que a produção de energia a partir dos combustíveis fósseis.
- D converte a energia química contida nas moléculas dos componentes em energia térmica, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.
- E converte a energia potencial acumulada nas moléculas de água contidas no sistema em energia química, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.

QUESTÃO 07

(ENEM 2011 2ª APLICAÇÃO) A matéria-prima básica para a fabricação de calçados plásticos é a resina de PVC. A seguir é apresentado o fluxograma de fabricação do PVC e sua fórmula química.

Siglas: PVC - policloreto de vinila; EDC - dicloro etano; MVC - monocloreto de vinila.



Disponível em: <http://ri.grendene.com.br>. Acesso em: 15 jun. 2011 (adaptado).

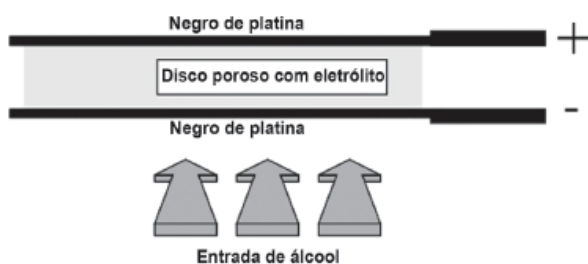
Disponível em: <http://ri.grendene.com.br>. Acesso em: 15 jun. 2011 (adaptado).

Para a produção do PVC, a obtenção do cloro é proveniente do processo de

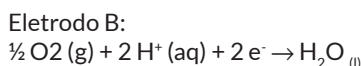
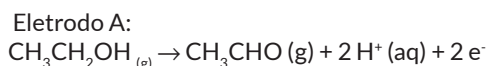
- A fusão ígnea
- B eletrólise
- C Destilação
- D filtração a vácuo
- E precipitação fracionada

QUESTÃO 08

(ENEM 2011 2ª APLICAÇÃO) Iniciativas do poder público para prevenir o uso de bebidas alcoólicas por motoristas, causa de muitos acidentes nas estradas do país, trouxeram à ordem do dia, não sem suscitar polêmica, o instrumento popularmente conhecido como bafômetro. Do ponto de vista de detecção e medição, os instrumentos normalmente usados pelas polícias rodoviárias do Brasil e de outros países utilizam o ar que os "suspeitos" sopram para dentro do aparelho, através de um tubo descartável, para promover a oxidação do etanol a etanal. O método baseia-se no princípio da pilha de combustível: o etanol é oxidado em meio ácido sobre um disco plástico poroso coberto com pó de platina (catalisador) e umedecido com ácido sulfúrico, sendo um eletrodo conectado a cada lado desse disco poroso. A corrente elétrica produzida, proporcional à concentração de álcool no ar expirado dos pulmões da pessoa testada, é lida numa escala que é proporcional ao teor de álcool no sangue. O esquema de funcionamento desse detector de etanol pode ser visto na figura.



As reações eletroquímicas envolvidas no processo são:



BRAATHEN, P. C. *Hálito culpado: o princípio químico do bafômetro. Química nova na escola. São Paulo, n° 5, maio 1997 (adaptado).*

No estudo das pilhas, empregam-se códigos e nomenclaturas próprias da Química, visando caracterizar os materiais, as reações e os processos envolvidos.

Nesse contexto, a pilha que compõe o bafômetro apresenta o

- A eletrodo A como cátodo
- B fluxo de elétrons do eletrodo B para o eletrodo A.
- C eletrodo B como polo positivo.
- D gás oxigênio como agente redutor.
- E etanol como agente oxidante.

QUESTÃO 09

(ENEM 2012 1ª APLICAÇÃO) O boato de que os lacres das latas de alumínio teriam um alto valor comercial levou muitas pessoas a juntarem esse material na expectativa de ganhar dinheiro com sua venda. As empresas fabricantes de alumínio esclarecem que

isso não passa de uma "lenda urbana", pois ao retirar o anel da lata, dificulta-se a reciclagem do alumínio. Como a liga do qual é feito o anel contém alto teor de magnésio, se ele não estiver junto com a lata, fica mais fácil ocorrer a oxidação do alumínio no forno. A tabela apresenta as semirreações e os valores de potencial padrão de redução de alguns metais:

Semirreação	Potencial Padrão de Redução (V)
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3,05
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2,93
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,36
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34

Disponível em: www.sucatas.com. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

Com base no texto e na tabela, que metais poderiam entrar na composição do anel das latas com a mesma função do magnésio, ou seja, proteger o alumínio da oxidação nos fornos e não deixar diminuir o rendimento da sua reciclagem?

- A Somente o lítio, pois ele possui o menor potencial de redução
- B Somente o cobre e o zinco, pois eles sofrem oxidação mais facilmente que o alumínio.
- C Somente o potássio, pois ele possui potencial de redução mais próximo do magnésio.
- D Somente o lítio e o potássio, pois seus potenciais de redução são menores do que o do alumínio.
- E Somente o cobre, pois ele possui o maior potencial de redução.

QUESTÃO 10

(ENEM 2013 2ª APLICAÇÃO) Se dermos uma mordida em um pedaço de papel alumínio colocado em cima de uma obturação de amálgama (combinação do mercúrio metálico com metais e/ou ligas metálicas), sentiremos uma dor causada por uma corrente que pode chegar até 30 µA.

SILVA, R. R. et al. *Química Nova na Escola, São Paulo, n. 13, maio 2001 (adaptado).*

O contato dos materiais metálicos citados produz

- A uma eletrólise, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo
- B um sistema galvânico, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo
- C um sistema eletrolítico, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo
- D uma solução eletrolítica, cujo fluxo de elétrons é espontâneo.
- E uma pilha, cujo fluxo de elétrons é espontâneo.

QUESTÃO 11

(ENEM 2013 2ª APLICAÇÃO) O Instituto Luiz Coimbra (UFRJ) lançou o primeiro ônibus urbano movido a hidrogênio do Hemisfério Sul, com tecnologia inteiramente nacional. Sua tração provém de três fontes de energia, sendo uma delas a pilha de combustível, na qual o hidrogênio, gerado por um processo eletroquímico, reage com o oxigênio do ar, formando água.

FRAGA, I. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 20 jul. 2010 (adaptado).

A transformação de energia que ocorre na pilha de combustível responsável pelo movimento do ônibus decorre da energia cinética oriunda do(a)

- A) eletricidade gerada pela reação de oxirredução do hidrogênio com o oxigênio.
- B) expansão gasosa causada pela produção de água.
- C) contração gasosa causada pela reação entre o hidrogênio e o oxigênio.
- D) calor liberado pela reação entre o hidrogênio e o oxigênio.
- E) calor liberado pela reação entre o hidrogênio e o oxigênio

QUESTÃO 12

(ENEM 2014 1ª APLICAÇÃO) A revelação das chapas de raios X gera uma solução que contém íons prata na forma de Ag^+ . Para evitar a descarga desse metal no ambiente, a recuperação de prata metálica pode ser feita tratando eletroquimicamente essa solução com uma espécie adequada. O quadro apresenta semirreações de redução de alguns íons metálicos.

Semirreação de redução	E° (V)
$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	+ 0,02
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+ 0,34
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{s})$	+ 1,20
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	- 1,66
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	- 0,14
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	- 0,76

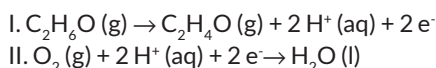
BENDASSOLINI, J. A. et al. Procedimentos para a recuperação de Ag de resíduos líquidos e sólidos. *Química Nova*, v. 26, n. 4, 2003 (adaptado).

Das espécies apresentadas, a adequada para essa recuperação é

- A) Cu (s).
- B) Al^{3+} (aq).
- C) Sn (s).
- D) Zn^{2+} (aq).
- E) Pt (s).

QUESTÃO 13

(ENEM 2014 2ª APLICAÇÃO) Os bafômetros (tipômetros) indicam a quantidade de álcool, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (etanol), presente no organismo de uma pessoa através do ar expirado por ela. Esses dispositivos utilizam células a combustível que funcionam de acordo com as reações químicas representadas:



BRAATHEN, P.C. Hálito culpado: o princípio químico do bafômetro. *Química Nova na Escola*, n.5, maio 1997 (adaptado).

Na reação global de funcionamento do bafômetro, os reagentes e os produtos desse tipo de célula são

- A) apenas o oxigênio do ar como reagente; apenas os elétrons como produto.
- B) o oxigênio do ar e H^+ como reagentes; água e elétrons como produtos.
- C) o oxigênio do ar e o álcool expirado como reagentes; água e $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ como produtos.

- D) o álcool expirado como reagente; água, elétrons e H^+ como produtos.
- E) apenas o álcool expirado como reagente; água, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ e H^+ como produtos.

QUESTÃO 14

(ENEM 2015 1ª APLICAÇÃO) A calda bordalesa é uma alternativa empregada no combate a doenças que afetam folhas de plantas. Sua produção consiste na mistura de uma solução aquosa de sulfato de cobre(II), CuSO_4 , com óxido de cálcio, CaO , e sua aplicação só deve ser realizada se estiver levemente básica. A avaliação rudimentar da basicidade dessa solução é realizada pela adição de três gotas sobre uma faca de ferro limpa. Após três minutos, caso surja uma mancha avermelhada no local da aplicação, afirma-se que a calda bordalesa ainda não está com a basicidade necessária. O quadro apresenta os valores de potenciais padrão de redução (E°) para algumas semirreações de redução.

Semirreação de redução	E° (V)
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}$	- 2,87
$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	- 0,04
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+ 0,34
$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+ 0,52
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	+ 0,77

MOTTA, I. S. Calda bordalesa: utilidades e preparo. *Dourados: Embrapa*, 2008 (adaptado).

A equação química que representa a reação de formação da mancha avermelhada é:

- A) $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cu}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{s}) + 2\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$.
- B) $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{s}) + 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$.
- C) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$.
- D) $3\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Fe}(\text{s}) \rightarrow 3\text{Ca}(\text{s}) + 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$.
- E) $3\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Fe}(\text{s}) \rightarrow 3\text{Cu}(\text{s}) + 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$.

QUESTÃO 15

(ENEM 2015 1ª APLICAÇÃO) Alimentos em conserva são frequentemente armazenados em latas metálicas seladas, fabricadas com um material chamado folha de flandres, que consiste de uma chapa de aço revestida com uma fina camada de estanho, metal brilhante e de difícil oxidação. É comum que a superfície interna seja ainda revestida por uma camada de verniz à base de epóxi, embora também existam latas sem esse revestimento, apresentando uma camada de estanho mais espessa.

SANTANA, V. M. S. A leitura e a química das substâncias. *Cadernos PDE. Ivaiporã Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED); Universidade Estadual de Londrina*, 2010 (adaptado).

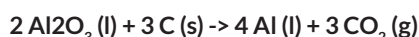
Comprar uma lata de conserva amassada no supermercado é desaconselhável porque o amassado pode

- A) prejudicar o apelo visual da embalagem, apesar de não afetar as propriedades do alimento.
- B) alterar a pressão no interior da lata, promovendo a degradação acelerada do alimento
- C) romper a camada de verniz, fazendo com que o metal tóxico estanho contamine o alimento.

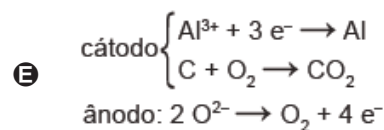
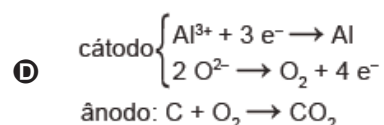
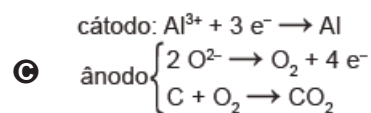
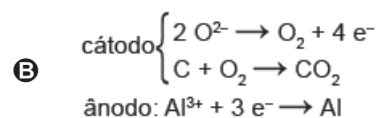
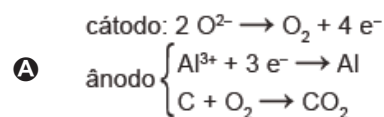
- D** desprender camadas de verniz, que se dissolverão no meio aquoso, contaminando o alimento.
E romper a camada de estanho, permitindo a corrosão do ferro e alterações do alimento.

QUESTÃO 16

(ENEM 2015 2ª APLICAÇÃO) O alumínio é um metal bastante versátil, pois, a partir dele, podem-se confeccionar materiais amplamente utilizados pela sociedade. A obtenção do alumínio ocorre a partir da bauxita, que é purificada e dissolvida em criolita fundida (Na_3AlF_6) e eletrolisada a cerca de 1000°C . Há a liberação do gás dióxido de carbono (CO_2), formado a partir da reação de um dos produtos da eletrólise com o material presente nos eletrodos. O ânodo é formado por barras de grafita submergidas na mistura fundida. O cátodo é uma caixa de ferro coberta de grafita. A reação global do processo é:



Na etapa de obtenção do alumínio líquido, as reações que ocorrem no cátodo e ânodo são:



QUESTÃO 17

(ENEM 2016 1ª APLICAÇÃO)

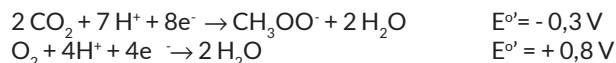
Texto I

Biocélulas combustíveis são uma alternativa tecnológica para substituição das baterias convencionais. Em uma biocélula microbiana, bactérias catalisam reações de oxidação de substratos orgânicos. Liberam elétrons produzidos na respiração celular para um eletrodo, onde fluem por um circuito externo até o cátodo do sistema, produzindo corrente elétrica. Uma reação típica que ocorre em biocélulas microbianas utiliza o acetato como substrato.

AQUINO NETO. S. Preparação e caracterização de bioanodos para biocélula e combustível etanol/O₂. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 23 jun. 2015 (adaptado).

Texto II

Em sistemas bioeletroquímicos, os potenciais padrão (E°) apresentam valores característicos. Para as biocélulas de acetato, considere as seguintes semirreações de redução e seus respectivos potenciais:



SCOTT, K.; YU, E. H. *Microbial electrochemical and fuel cells: fundamentals and applications*. Woodhead Publishing Series in Energy. n. 88, 2016 (adaptado).

Nessas condições, qual é o número mínimo de biocélulas de acetato, ligadas em série, necessárias para se obter uma diferença de potencial de $4,4 \text{ V}$?

- A** 3
B 4
C 6
D 9
E 15

QUESTÃO 18

(ENEM 2016 2ª APLICAÇÃO) A obtenção do alumínio dá-se a partir da bauxita $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ que é purificada e eletrolisada numa temperatura de 1.000°C . Na célula eletrolítica, o ânodo é formado por barras de grafita ou carvão, que são consumidas no processo de eletrólise, com formação de gás carbônico, e o cátodo é uma caixa de aço coberta de grafita.

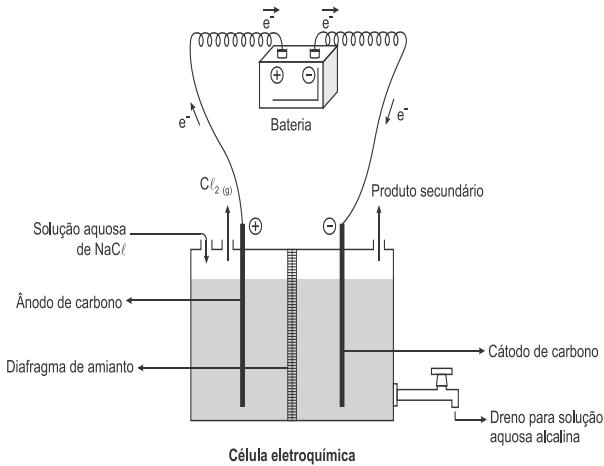
Semirreação de redução	$E^\circ(\text{V})$
$\text{Ce}^{4+}_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}_{(\text{aq})}$	+1,61
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(\text{aq})} + 14\text{H}^+_{(\text{aq})} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})} + 7\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	+1,33
$\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}_{(\text{s})}$	-0,25
$\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}_{(\text{s})}$	-0,76

A etapa de obtenção do alumínio ocorre no

- A** ânodo, com formação de gás carbônico.
B cátodo, com redução do carvão na caixa de aço.
C cátodo, com oxidação do alumínio na caixa de aço.
D ânodo, com depósito de alumínio nas barras de grafita.
E cátodo, com fluxo de elétrons das barras de grafita para a caixa de aço.

QUESTÃO 19

(ENEM 2017 1ª APLICAÇÃO) A eletrólise é um processo não espontâneo de grande importância para a indústria química. Uma de suas aplicações é a obtenção do gás cloro e do hidróxido de sódio, a partir de uma solução aquosa de cloreto de sódio. Nesse procedimento, utiliza-se uma célula eletroquímica, como ilustrado.



SHREVE, R. N.; BRINK Jr., J. A. *Indústrias de processos químicos*, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997 (adaptado).

SHREVE, R. N.; BRINK Jr., J. A. *Indústrias de processos químicos*, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997 (adaptado).

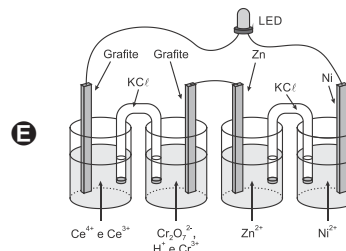
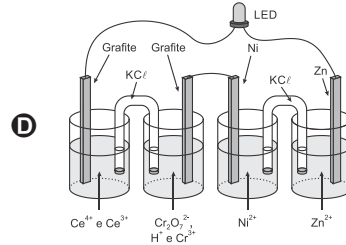
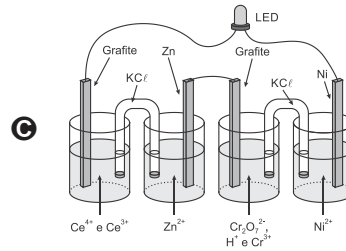
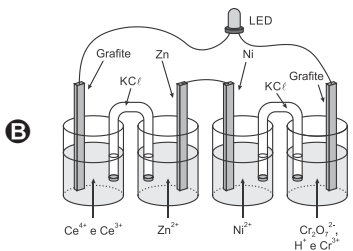
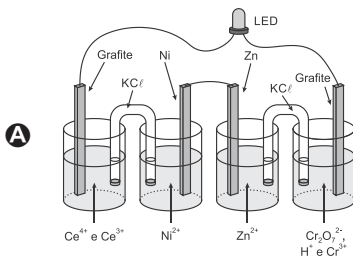
No processo eletrolítico ilustrado, o produto secundário obtido é o

- A vapor de água.
- B oxigênio molecular.
- C hipoclorito de sódio.
- D hidrogênio molecular.
- E cloreto de hidrogênio.

QUESTÃO 20

(ENEM2017 1ª APLICAÇÃO) A invenção do LED azul, que permite a geração de outras cores para compor a luz branca, permitiu a construção de lâmpadas energeticamente mais eficientes e mais duráveis do que as incandescentes e fluorescentes. Em um experimento de laboratório, pretende-se associar duas pilhas em série para acender um LED azul que requer 3,6 volts para o seu funcionamento. Considere as semirreações de redução e seus respectivos potenciais mostrados no quadro.

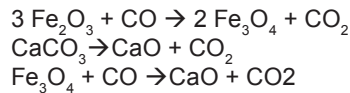
Qual associação em série de pilhas fornece diferença de potencial, nas condições-padrão, suficiente para acender o LED azul?



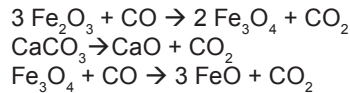
QUESTÃO 21

(ENEM 2017 2ª APLICAÇÃO) O ferro metálico é obtido em altos-fornos pela mistura do minério hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) contendo impurezas, coque C e calcário (CaCO_3), sendo estes mantidos sob um fluxo de ar quente leva à queima do coque, com a temperatura no alto-forno chegando próximo a 2 000 °C. As etapas caracterizam o processo em função da temperatura.

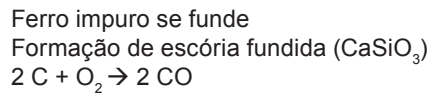
Entre 200 °C e 700 °C:



Entre 700 °C e 1 200 °C:



Entre 1 200 °C e 2 000 °C:



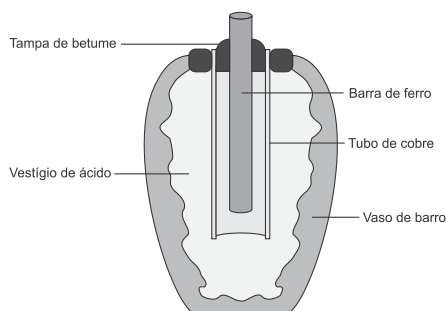
No processo de redução desse metal, o agente redutor é o

- A C
- B CO.
- C CO₂
- D CaO.
- E CaCO₃.

QUESTÃO 22

(ENEM 2018 1ª APLICAÇÃO) Em 1938 o arqueólogo alemão Wilhelm König, diretor do Museu Nacional do Iraque, encontrou um objeto estranho na coleção da instituição, que poderia ter sido usado como uma pilha, similar às utilizadas em nossos dias. A suposta pilha, datada de cerca de 200 a.C., é constituída de um pequeno vaso de barro (argila) no qual foram instalados um tubo de cobre, uma barra de ferro (aparentemente corroída por ácido) e uma tampa de betume (asfalto), conforme ilustrado. Considere os potenciais-padrão de redução:

$$E^{\circ}_{\text{red}}(\text{Fe}^{2+}|\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}; E^{\circ}_{\text{red}}(\text{H}^{+}|\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}; e E^{\circ}_{\text{red}}(\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}.$$



As pilhas de Badgá e a acupuntura. Disponível em: <http://jornalggn.com.br>. Acesso em: 14 dez, 2014 (adaptado).

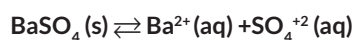
As pilhas de Badgá e a acupuntura. Disponível em: <http://jornalggn.com.br>. Acesso em: 14 dez. 2014 (adaptado).

Nessa suposta pilha, qual dos componentes atuaria como cátodo?

- A A tampa de betume.
- B O vestígio de ácido.
- C A barra de ferro.
- D O tubo de cobre.
- E O vaso de barro.

QUESTÃO 23

(ENEM 2018 2ª APLICAÇÃO) O sulfato de bário (BaSO_4) é mundialmente utilizado na forma de suspensão de esôfago, estômago e intestino. Por se tratar de um sal pouco solúvel, quando em meio aquoso estabelece o seguinte equilíbrio:



Por causa da toxicidade do bário (Ba^{2+}), é desejado que o contraste não seja absorvido, sendo totalmente eliminado nas fezes. A eventual absorção de íons Ba^{2+} , porém, pode levar a reações adversas ainda nas primeiras horas após sua administração, como vômito, cólicas, diarreia, tremores, crises convulsivas e até mesmo a morte.

PEREIRA, L. F. Entenda o caso da intoxicação por Celobar®. Disponível em: www.unifesp.br. Acesso em: 20 nov. 2013 (adaptado).

Para garantir a segurança do paciente que fizer uso do contraste, deve-se preparar essa suspensão em

- A água destilada
- B soro fisiológico
- C solução de cloreto de bário, BaCl_2
- D solução de sulfato de bário, BaSO_4
- E solução de sulfato de potássio, K_2SO_4



GABARITO

01	D	02	D	03	A	04	D	05	B
06	A	07	B	08	C	09	D	10	E
11	A	12	C	13	C	14	E	15	E
16	C	17	B	18	E	19	D	20	C
21	B	22	D	23	E	24	•	25	•