

ENEM PPL 2013 - Prova resolvida  
Química

01. A fabricação de cerveja envolve a atuação de enzimas amilases sobre as moléculas de amido da cevada. Sob temperatura de cerca de 65 °C, ocorre a conversão do amido em maltose e glicose. O caldo obtido (mosto) é fervido para a inativação das enzimas. Após o resfriamento e a filtração, são adicionados o lúpulo e a levedura para que ocorra a fermentação. A cerveja sofre maturação de 4 a 40 dias, para ser engarrafada e pasteurizada.

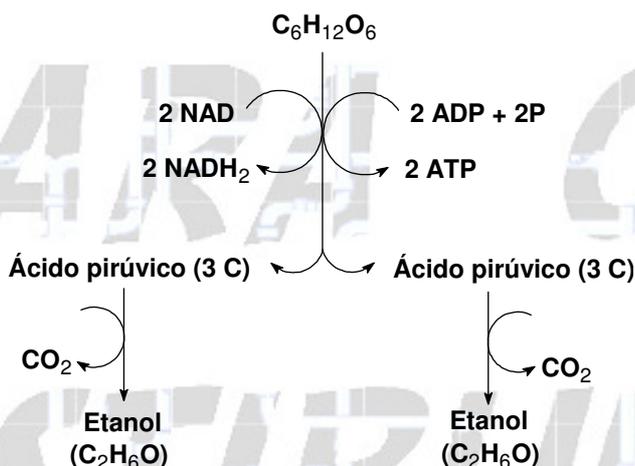
PANEK, A. D. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 47, n. 279, mar. 2011 (adaptado).

Dentre as etapas descritas, a atividade biológica no processo ocorre durante o(a)

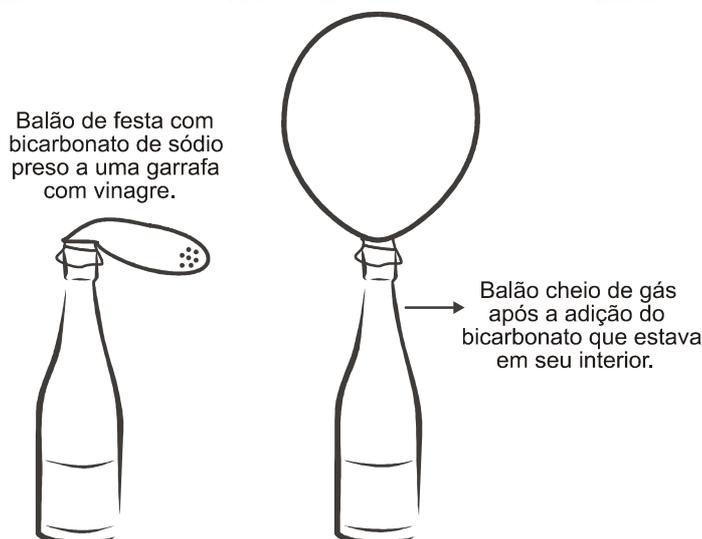
- a) filtração do mosto.
- b) resfriamento do mosto.
- c) pasteurização da bebida.
- d) fermentação da maltose e da glicose.
- e) inativação enzimática no aquecimento.

**Resolução:**  
**Alternativa D**

Dentre as etapas descritas, a atividade biológica no processo ocorre durante a fermentação da maltose e da glicose.



02.

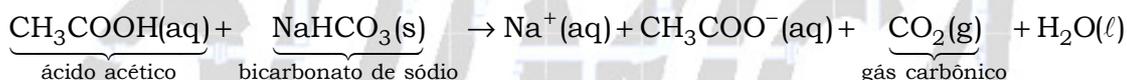


A transformação química em questão é representada pela equação:

- a)  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$   
 b)  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$   
 c)  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$   
 d)  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{NaCO}_3^{2+}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$   
 e)  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$

**Resolução:**  
**Alternativa A**

A transformação química em questão se dá pela reação entre ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), presente no vinagre, e bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), presente no balão. O gás liberado é o  $\text{CO}_2$  (gás carbônico):



**03.** Após o desmonte da bateria automotiva, é obtida uma pasta residual de 6 kg, em que 19 %, em massa, é dióxido de chumbo (IV), 60 %, sulfato de chumbo (II) e 21 %, chumbo metálico. O processo pirometalúrgico é o mais comum na obtenção do chumbo metálico, porém, devido à alta concentração de sulfato de chumbo (II), ocorre grande produção de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), causador de problemas ambientais. Para eliminar a produção de dióxido de enxofre, utiliza-se o processo hidrometalúrgico, constituído de três etapas, no qual o sulfato de chumbo (II) reage com carbonato de sódio a 1,0 mol/L a 45 °C, obtendo-se um sal insolúvel (etapa 1), que, tratado com ácido nítrico, produz um sal de chumbo solúvel (etapa 2) e, por eletrólise, obtém-se o chumbo metálico com alto grau de pureza (etapa 3).

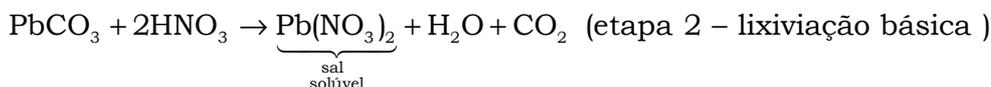
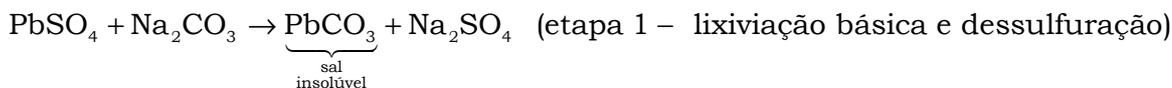
ARAÚJO, R. V. V. et al. *Reciclagem de chumbo de bateria automotiva: estudo de caso*. Disponível em: [www.iqsc.usp.br](http://www.iqsc.usp.br). Acesso em: 17 abr. 2010 (adaptado).

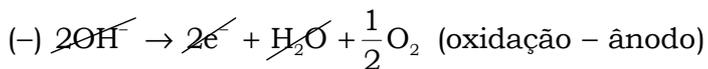
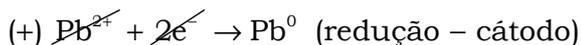
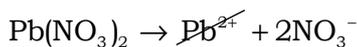
Considerando a obtenção de chumbo metálico a partir de sulfato de chumbo (II) na pasta residual, pelo processo hidrometalúrgico, as etapas 1, 2 e 3 objetivam, respectivamente,

- a) a lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do  $\text{Pb}^{2+}$  em  $\text{Pb}^0$ .  
 b) a lixiviação ácida e dessulfuração; a lixiviação básica e solubilização; a redução do  $\text{Pb}^{4+}$  em  $\text{Pb}^0$ .  
 c) a lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do  $\text{Pb}^0$  em  $\text{Pb}^{2+}$ .  
 d) a lixiviação ácida e dessulfuração; a lixiviação básica e solubilização; a redução do  $\text{Pb}^{2+}$  em  $\text{Pb}^0$ .  
 e) a lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do  $\text{Pb}^{4+}$  em  $\text{Pb}^0$ .

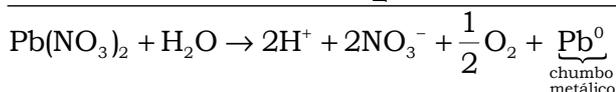
**Resolução:**  
**Alternativa A**

Sulfato de chumbo (II) reage com carbonato de sódio (lixiviação básica):





(etapa 3 – redução do  $\text{Pb}^{2+}$  em  $\text{Pb}^0$ )



**04.** A palha de aço, um material de baixo custo e vida útil pequena, utilizada para lavar louças, é um emaranhado de fios leves e finos que servem para a remoção por atrito dos resíduos aderidos aos objetos.

A propriedade do aço que justifica o aspecto físico descrito no texto é a

- ductilidade.
- maleabilidade.
- densidade baixa.
- condutividade elétrica.
- condutividade térmica.

**Resolução:**  
**Alternativa A**

A propriedade do aço que justifica o aspecto físico descrito no texto é a ductilidade, ou seja, a capacidade do material sofrer deformação sob tensão de tração (formar fios que suportam tração).

**05.** 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  $\mu\text{A}$ .

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

O contato dos materiais metálicos citados produz

- uma pilha, cujo fluxo de elétrons é espontâneo.
- uma eletrólise, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo.
- uma solução eletrolítica, cujo fluxo de elétrons é espontâneo.
- um sistema galvânico, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo.
- um sistema eletrolítico, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo.

**Resolução:**  
**Alternativa A**

O contato dos materiais metálicos citados produz uma pilha, cujo fluxo de elétrons é espontâneo do papel alumínio (menor potencial de redução) para a amálgama, que na maior parte das vezes é formada por mercúrio e prata (maior potencial de redução).

**06.** Para a produção de etanol combustível, as usinas retiram água do leito de rios próximos, reutilizando-a nas suas instalações. A vinhaça, resíduo líquido gerado nesse processo, é diluída para ser adicionada ao solo, utilizando uma técnica chamada de fertirrigação. Por meio desse procedimento, o fósforo e o potássio, essenciais à produção de cana-de-açúcar, são devolvidos ao solo, reduzindo o uso de fertilizantes sintéticos.

Essa intervenção humana no destino da vinhaça tem como resultado a diminuição do impacto ambiental referente à

- a) erosão do solo.
- b) produção de chuva ácida.
- c) elevação da temperatura global.
- d) eutrofização de lagos e represas.
- e) contaminação de rios por pesticidas.

**Resolução:**  
**Alternativa D**

A vinhaça é rica em material orgânico que pode provocar a eutrofização (acúmulo de matéria orgânica em decomposição) de lagos e represas, por isso, seu descarte nestes locais deve ser evitado.

**07.** Os densímetros instalados nas bombas de combustível permitem averiguar se a quantidade de água presente no álcool hidratado está dentro das especificações determinadas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). O volume máximo permitido de água no álcool é de 4,9 %. A densidade da água e do álcool anidro são de 1,00 g/cm<sup>3</sup> e 0,80 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br>. Acesso em: 5 dez. 2011 (adaptado).

A leitura no densímetro que corresponderia à fração máxima permitida de água é mais próxima de

- a) 0,20 g/cm<sup>3</sup>.
- b) 0,81 g/cm<sup>3</sup>.
- c) 0,90 g/cm<sup>3</sup>.
- d) 0,99 g/cm<sup>3</sup>.
- e) 1,80 g/cm<sup>3</sup>.

**Resolução:**  
**Alternativa B**

$$100 \% = 4,9 \% + 95,1 \%$$

$$d_{\text{média}} = (4,9 \%) \times d_{\text{água}} + (95,1 \%) \times d_{\text{álcool}}$$

$$d_{\text{média}} = \frac{4,9}{100} \times 1,00 + \frac{95,1}{100} \times 0,80$$

$$d_{\text{média}} = 0,049 + 0,7608 = 0,8098 \text{ g/cm}^3$$

$$d_{\text{média}} \approx 0,81 \text{ g/cm}^3$$

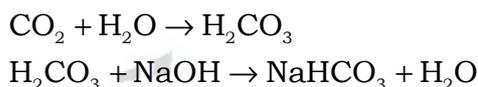
**08.** Há processos industriais que envolvem reações químicas na obtenção de diversos produtos ou bens consumidos pelo homem. Determinadas etapas de obtenção desses produtos empregam catalisadores químicos tradicionais, que têm sido, na medida do possível, substituídos por enzimas. Em processos industriais, uma das vantagens de se substituírem os catalisadores químicos tradicionais por enzimas decorre do fato de estas serem

- a) consumidas durante o processo.
- b) compostos orgânicos e biodegradáveis.
- c) inespecíficas para os substratos.
- d) estáveis em variações de temperatura.
- e) substratos nas reações químicas.

**Resolução:**  
**Alternativa B**

As enzimas são sensíveis à temperatura, pH do meio e concentração do substrato. Uma das vantagens de se substituírem os catalisadores químicos tradicionais por enzimas decorre do fato de estas serem compostos orgânicos de fácil degradação na natureza.

**09.** À medida que se expira sobre uma solução de azul de bromotimol e hidróxido de sódio (NaOH), sua coloração azul característica vai se alterando. O azul de bromotimol é um indicador ácido-base que adquire cor azul em pH básico, verde em pH neutro e amarela em pH ácido. O gás carbônico (CO<sub>2</sub>) expirado reage com a água presente na solução (H<sub>2</sub>O), produzindo ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Este pode reagir com o NaOH da solução inicial, produzindo bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>):



ARROIO, A. et AL. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 29, 2006.

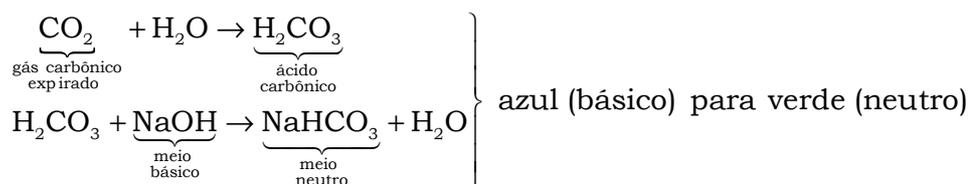
O que a pessoa irá observar à medida que expira no recipiente contendo essa solução?

- a) A solução mudará de cor, de azul para verde, e, em seguida, de verde para amarelo. Com o acréscimo de ácido carbônico, o pH da solução irá reduzir até tornar-se neutro. Em seguida, um excesso de ácido carbônico tornará o pH da solução ácido.
- b) A solução somente terá sua cor alterada de azul para amarelo, pois será formado um excesso de ácido carbônico no recipiente, o que reduzirá bruscamente o pH da solução.
- c) A cor da solução não será alterada com o acréscimo de ácido carbônico. Isso porque o meio é inicialmente neutro e a presença de ácido carbônico não produzirá nenhuma mudança no pH da solução.
- d) A solução mudará de azul para verde e, em seguida, de verde para azul. Isso ocorrerá em função da neutralização de um meio inicialmente básico acompanhado de um aumento de pH na solução, à medida que ácido carbônico é adicionado ao meio.
- e) A cor da solução alterará de azul para amarelo e, em seguida, de amarelo para verde. Esse comportamento é justificado pelo fato de o ácido carbônico reduzir bruscamente o pH da solução e depois ser neutralizado pelo restante de NaOH presente no meio.

**Resolução:**  
**Alternativa A**

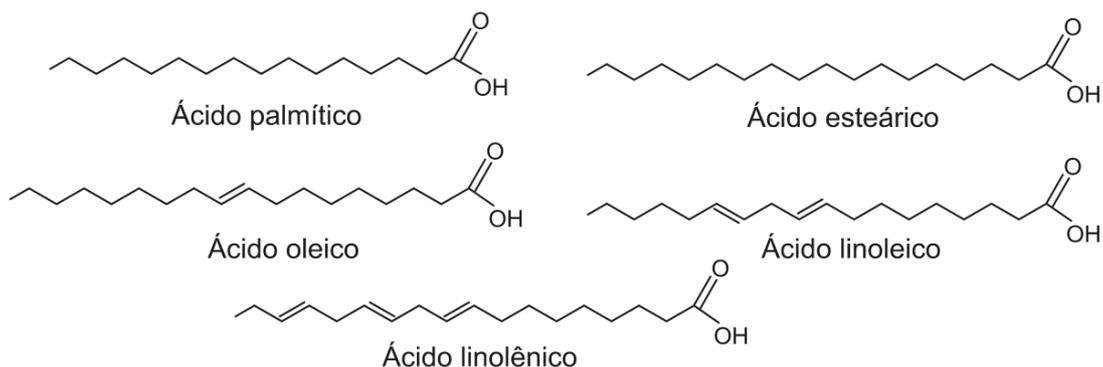
Teremos:

Azul de bromotimol + NaOH (azul)



Excesso de H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> implica em amarelo.

10. A qualidade de óleos de cozinha, compostos principalmente por moléculas de ácidos graxos, pode ser medida pelo índice de iodo. Quanto maior o grau de insaturação da molécula, maior o índice de iodo determinado e melhor a qualidade do óleo. Na figura, são apresentados alguns compostos que podem estar presentes em diferentes óleos de cozinha:



Dentre os compostos apresentados, os dois que proporcionam melhor qualidade para os óleos de cozinha são os ácidos

- esteárico e oleico.
- linolênico e linoleico.
- palmitico e esteárico.
- palmitico e linolênico.
- linolênico e esteárico.

**Resolução:**  
**Alternativa B**

Dentre os compostos apresentados, os dois que proporcionam melhor qualidade para os óleos de cozinha são os ácidos linolênico (três duplas entre carbonos) e linoleico (duas duplas entre carbonos).

11. Garrafas PET (politereftalato de etileno) têm sido utilizadas em mangues, onde as larvas de ostras e de mariscos, geradas na reprodução dessas espécies, aderem ao plástico. As garrafas são retiradas do manguê, limpas daquilo que não interessa e colocadas nas “fazendas” de criação, no mar.

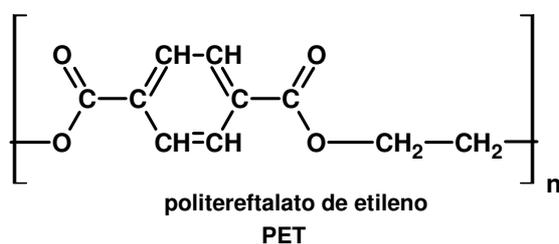
GALEMBECK, F. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 47, n. 280, abr. 2011 (adaptado).

Nessa aplicação, o uso do PET é vantajoso, pois

- diminui o consumo de garrafas plásticas.
- possui resistência mecânica e alta densidade.
- decompõe-se para formar petróleo a longo prazo.
- é resistente ao sol, à água salobra, a fungos e bactérias.
- é biodegradável e poroso, auxiliando na aderência de larvas e mariscos.

**Resolução:**  
**Alternativa D**

O polímero politereftalato de etileno (PET) é resistente ao sol, à água salobra, a fungos e bactérias.

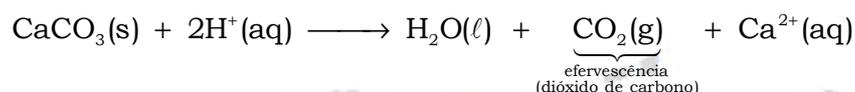


**12.** O mármore é um material empregado para revestimento de pisos e um de seus principais constituintes é o carbonato de cálcio. Na limpeza desses pisos com solução ácida, ocorre efervescência. Nessa efervescência o gás liberado é o

- a) oxigênio.
- b) hidrogênio.
- c) cloro.
- d) dióxido de carbono.
- e) monóxido de carbono.

**Resolução:**  
**Alternativa D**

Teremos a seguinte reação:



**13.** A hematita ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), além de ser utilizada para obtenção do aço, também é utilizada como um catalisador de processos químicos, como na síntese da amônia, importante matéria-prima da indústria agroquímica.

MEDEIROS, M. A. F. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 32, n. 3, ago. 2010 (adaptado).

O uso da hematita viabiliza economicamente a produção da amônia, porque

- a) diminui a rapidez da reação.
- b) diminui a energia de ativação da reação.
- c) aumenta a variação da entalpia da reação.
- d) aumenta a quantidade de produtos formados.
- e) aumenta o tempo do processamento da reação.

**Resolução:**  
**Alternativa B**

O uso do catalisador provoca a diminuição da energia de ativação da reação.

**14.** Devido à sua resistência mecânica, baixa condutividade térmica e transparência à luz, o vidro tem sido cada vez mais utilizado na construção civil, aplicado em portas, janelas e telhados. Sua transparência é importante porque resulta em uma grande economia da energia elétrica usada na iluminação interna do ambiente.

Microscopicamente, a transparência ocorre devido à forma com que a luz incidente interage com os elétrons dos átomos que compõem o material vítreo.

A transparência pode ser explicada, considerando-se que a luz

- a) é absorvida pelos elétrons e transformada em calor.
- b) é absorvida pelos elétrons e reemitida em todas as direções.
- c) não é absorvida pelos elétrons e é espalhada em diversas direções.
- d) não é absorvida pelos elétrons e continua seu caminho em trajetórias regulares.
- e) é absorvida pelos elétrons e reemitida de volta pela mesma trajetória de onde veio.

**Resolução:**  
**Alternativa D**

A transparência pode ser explicada, pois os elétrons presentes no vidro não absorvem a energia dos fótons e estes seguem o seu caminho.

**15.** 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.

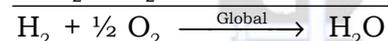
FRAGA, I. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 20 jul. 2010 (adaptado).

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

- a) calor absorvido na produção de água.
- b) expansão gasosa causada pela produção de água.
- c) calor liberado pela reação entre o hidrogênio e o oxigênio.
- d) contração gasosa causada pela reação entre o hidrogênio e o oxigênio.
- e) eletricidade gerada pela reação de oxirredução do hidrogênio com o oxigênio.

**Resolução:**  
**Alternativa E**

Na pilha de combustível, teremos:



A eletricidade gerada pela reação de oxirredução do hidrogênio com o oxigênio provocará o movimento do ônibus.

**16.** Industrialmente é possível separar os componentes do ar, utilizando-se uma coluna de fracionamento. Com este processo, obtêm-se gases como: oxigênio (O<sub>2</sub>), nitrogênio (N<sub>2</sub>) e argônio (Ar). Nesse processo o ar é comprimido e se liquefaz; em seguida ele é expandido, volta ao estado gasoso e seus componentes se separam um a um.

A ordem de separação dos gases na coluna de fracionamento está baseada em qual propriedade da matéria?

- a) Na densidade dos gases, ou seja, o menos denso separa-se primeiro.
- b) Na pressão parcial dos gases, ou seja, o gás com menor pressão parcial separa-se primeiro.
- c) Na capacidade térmica dos gases, ou seja, o gás que mais absorve calor separa-se primeiro.
- d) Na condutividade térmica dos gases, ou seja, o gás que mais rápido absorve calor separa-se primeiro.
- e) Na temperatura de ebulição dos gases, ou seja, o gás com menor temperatura de ebulição separa-se primeiro.

**Resolução:**  
**Alternativa E**

A ordem de separação dos gases na coluna de fracionamento está baseada na temperatura de ebulição dos gases, ou seja, o gás com menor temperatura de ebulição (aquele que apresenta menores forças intermoleculares) separa-se primeiro.

**17.** A poluição térmica, provocada principalmente pela má utilização da água na refrigeração das turbinas e caldeiras de usinas hidrelétricas e termelétricas, respectivamente, afeta o aspecto físico-químico e biológico dos cursos hídricos. A água empregada na manutenção dessas usinas deveria ser tratada termicamente, promovendo a liberação do calor, para posterior devolução ao meio ambiente. Contudo, ao ser despejada nos lagos e nos rios, sem qualquer controle ou

fiscalização, causa sérios danos à vida aquática, pois reduz significativamente o tempo de vida de algumas espécies, afetando seus ciclos de reprodução.

Disponível em: [www.brasilecola.com](http://www.brasilecola.com). Acesso em: 25 abr. 2010 (adaptado).

Um dos efeitos nocivos promovidos pela poluição térmica dos corpos hídricos pode ser identificado pelo(a)

- a) desenvolvimento excessivo do fitoplâncton, devido à eutrofização do meio aquático.
- b) prejuízo à respiração dos seres vivos, devido à redução da pressão parcial de oxigênio na água.
- c) bloqueio da entrada de raios solares na água, devido ao acúmulo de sedimentos na superfície.
- d) potenciação dos poluentes presentes, devido à diminuição da velocidade de degradação desses materiais.
- e) desequilíbrio dos organismos desses ecossistemas, devido ao aumento da concentração de dióxido de carbono.

**Resolução:**  
**Alternativa B**

A concentração de gases na água diminui com a elevação da temperatura e, conseqüentemente, quanto maior a temperatura, menor a pressão parcial destes gases.

Conclusão: um dos efeitos nocivos promovidos pela poluição térmica dos corpos hídricos pode ser identificado pelo prejuízo à respiração dos seres vivos, devido à redução da pressão parcial de oxigênio na água.

**Observação (Lei de Henry):**

[Gás]: concentração do gás

$p_{\text{parcial}}$ : pressão parcial do gás

K: constante de proporcionalidade ou solubilidade do gás

$$[\text{Gás}] = K \times p_{\text{parcial}}$$

$$K_H = \frac{[\text{Gás}]}{p_{\text{parcial}}}$$

**18.** Algumas estimativas apontam que, nos últimos cem anos, a concentração de gás carbônico na atmosfera aumentou em cerca de 40 %, devido principalmente à utilização de combustíveis fósseis pela espécie humana.

Alguns estudos demonstram que essa utilização em larga escala promove o aumento do efeito estufa.

Outros fatores de origem antrópica que aumentam o efeito estufa são

- a) chuva ácida e destruição da camada de ozônio.
- b) alagamento e inversão térmica.
- c) erosão e extinção das espécies.
- d) poluição das águas e do solo.
- e) queimada e desmatamento.

**Resolução:**  
**Alternativa E**

Outros fatores de origem antrópica (do ser humano) que aumentam o efeito estufa são a queimada que produz gás carbônico e o desmatamento que diminui parte da vegetação que absorveria o excesso de gás carbônico (processo de fotossíntese).