

ENEM PPL 2015 - Prova resolvida
Química

01. O urânio é um elemento cujos átomos contêm 92 prótons, 92 elétrons e entre 135 e 148 nêutrons. O isótopo de urânio ^{235}U é utilizado como combustível em usinas nucleares, onde, ao ser bombardeado por nêutrons, sofre fissão de seu núcleo e libera uma grande quantidade de energia ($2,35 \times 10^{10}$ kJ/mol). O isótopo ^{235}U ocorre naturalmente em minérios de urânio, com concentração de apenas 0,7 %. Para ser utilizado na geração de energia nuclear, o minério é submetido a um processo de enriquecimento, visando aumentar a concentração do isótopo ^{235}U para, aproximadamente, 3 % nas pastilhas. Em décadas anteriores, houve um movimento mundial para aumentar a geração de energia nuclear buscando substituir, parcialmente, a geração de energia elétrica a partir da queima do carvão, o que diminui a emissão atmosférica de CO_2 (gás com massa molar igual a 44 g/mol).

A queima do carvão é representada pela equação química:



Qual é a massa de CO_2 , em toneladas, que deixa de ser liberada na atmosfera, para cada 100 g de pastilhas de urânio enriquecido utilizadas em substituição ao carvão como fonte de energia?

- a) 2,10
- b) 7,70
- c) 9,00
- d) 33,0
- e) 300

Resolução:
Alternativa D

100 g de pastilhas de urânio têm 3 % de U-235.

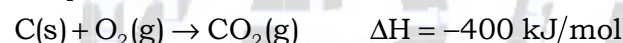
$$m_{\text{U-235}} = 0,03 \times 100 \text{ g} = 3,0 \text{ g}$$

$$235 \text{ g de U-235} \text{ ————— } 2,35 \times 10^{10} \text{ kJ}$$

$$3,0 \text{ g de U-235} \text{ ————— } E$$

$$E = 3,0 \times 10^8 \text{ kJ}$$

$$M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g/mol}$$



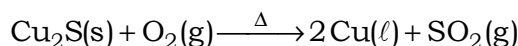
$$44 \text{ g} \text{ ————— } 400 \text{ kJ liberados}$$

$$m_{\text{CO}_2} \text{ ————— } 3,0 \times 10^8 \text{ kJ liberados}$$

$$m_{\text{CO}_2} = 0,33 \times 10^8 \text{ g} = 33,0 \times 10^6 \text{ g}$$

$$m_{\text{CO}_2} = 33,0 \text{ t}$$

02. O cobre presente nos fios elétricos e instrumentos musicais é obtido a partir da ustulação do minério calcosita (Cu_2S). Durante esse processo, ocorre o aquecimento desse sulfeto na presença de oxigênio, de forma que o cobre fique “livre” e o enxofre se combine com o O_2 produzindo SO_2 , conforme a equação química:



As massas molares dos elementos Cu e S são, respectivamente, iguais a 63,5 g/mol e 32 g/mol.

CANTO, E. L. *Minerais, minérios, metais: de onde vêm?, para onde vão?* São Paulo: Moderna, 1996 (adaptado).

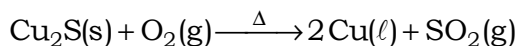
Considerando que se queira obter 16 mols do metal em uma reação cujo rendimento é de 80 %, a massa, em gramas, do minério necessária para obtenção do cobre é igual a

- a) 955.
- b) 1.018.
- c) 1.590.
- d) 2.035.
- e) 3.180.

Resolução:
Alternativa C

$$\text{Cu}_2\text{S} = 159$$

$$r = 80 \% = 0,80$$

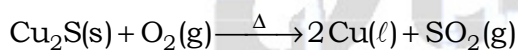


$$159 \text{ g} \text{ ————— } 2 \text{ mols} \times 0,80$$

$$m_{\text{Cu}_2\text{S}} \text{ ————— } 16 \text{ mols}$$

$$m_{\text{Cu}_2\text{S}} = 1.590 \text{ g}$$

ou



$$159 \text{ g} \text{ ————— } 2 \text{ mols}$$

$$m_{\text{Cu}_2\text{S}} \text{ ————— } 16 \text{ mols}$$

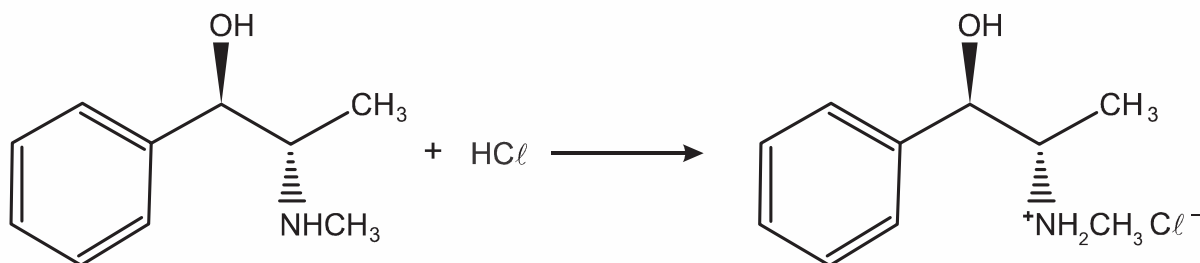
$$m_{\text{Cu}_2\text{S}} = 1272 \text{ g}$$

$$1272 \text{ g} \text{ ————— } 80 \%$$

$$1272 \text{ g} \text{ ————— } 100 \%$$

$$m'_{\text{Cu}_2\text{S}} = 1.590 \text{ g}$$

03. Sais de amônio são sólidos iônicos com alto ponto de fusão, muito mais solúveis em água que as aminas originais e ligeiramente solúveis em solventes orgânicos apolares, sendo compostos convenientes para serem usados em xaropes e medicamentos injetáveis. Um exemplo é a efedrina, que funde a 79 °C, tem um odor desagradável e oxida na presença do ar atmosférico formando produtos indesejáveis. O cloridrato de efedrina funde a 217 °C, não se oxida e é inodoro, sendo o ideal para compor os medicamentos.



Efedrina

Cloridrato de efedrina

SOUTO, C. R. O.; DUARTE, H. C. *Química da vida: aminas*. Natal: EDUFRRN, 2006.

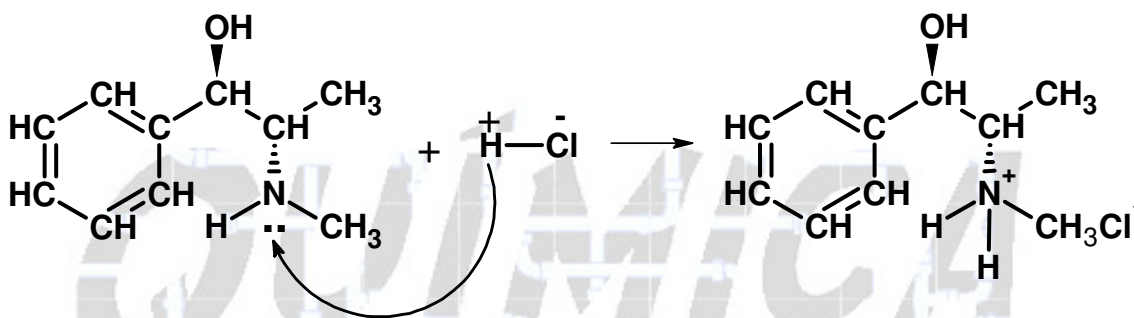
De acordo com o texto, que propriedade química das aminas possibilita a formação de sais de amônio estáveis, facilitando a manipulação de princípios ativos?

- a) Acidez.
- b) Basicidade.
- c) Solubilidade.
- d) Volatilidade.
- e) Aromaticidade.

Resolução:

Alternativa B

As aminas são classificadas como bases de Lewis.



04. Além de ser uma prática ilegal, a adulteração de combustíveis é prejudicial ao meio ambiente, ao governo e, especialmente, ao consumidor final. Em geral, essa adulteração é feita utilizando compostos com propriedades físicas semelhantes às do combustível, mas de menor valor agregado.

Considerando um combustível com 20 % de adulterante, a mistura em que a adulteração seria identificada visualmente é

- a) etanol e água.
- b) etanol e acetona.
- c) gasolina e água.
- d) gasolina e benzeno.
- e) gasolina e querosene.

Resolução:

Alternativa C

Gasolina (apolar) e água (polar) não se misturam devido à diferença de polaridade. A mistura formada teria duas fases e a adulteração seria identificada visualmente.

05. A obtenção de sistemas coloidais estáveis depende das interações entre as partículas dispersas e o meio onde se encontram. Em um sistema coloidal aquoso, cujas partículas são hidrofílicas, a adição de um solvente orgânico miscível em água, como etanol, desestabiliza o coloide, podendo ocorrer a agregação das partículas preliminarmente dispersas.

A desestabilização provocada pelo etanol ocorre porque

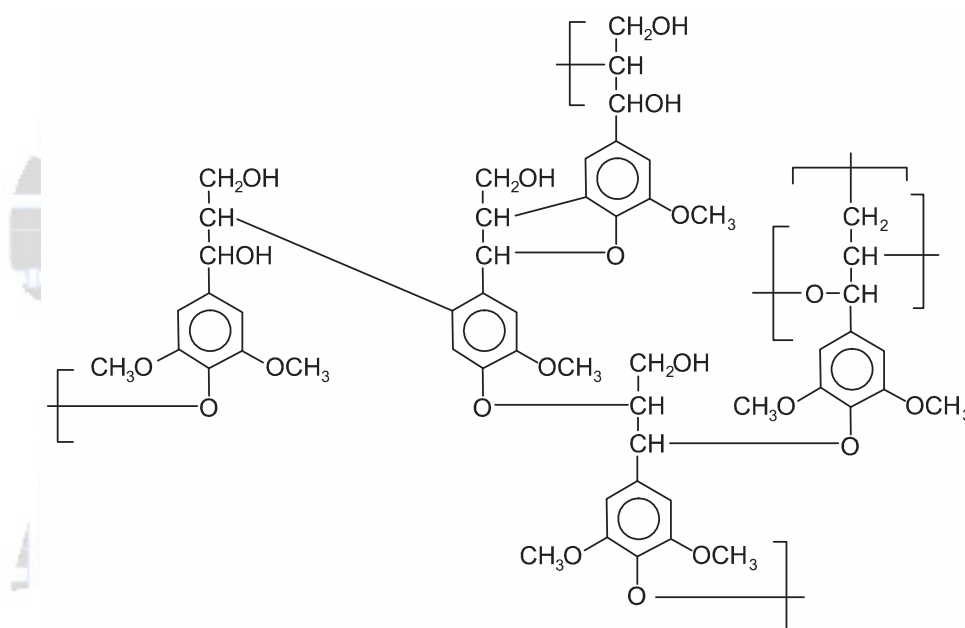
- a) a polaridade da água no sistema coloidal é reduzida.
- b) as cargas superficiais das partículas coloidais são diminuídas.
- c) as camadas de solvatação de água nas partículas são diminuídas.
- d) o processo de miscibilidade da água e do solvente libera calor para o meio.
- e) a intensidade dos movimentos brownianos das partículas coloidais é reduzida.

Resolução:
Alternativa C

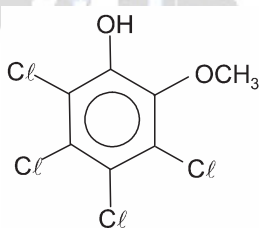
O etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) faz ligações de hidrogênio com a água.

As camadas de solvatação formadas por moléculas de água são atraídas pelo etanol e o colóide é desestabilizado.

06. O papel tem na celulose sua matéria-prima, e uma das etapas de sua produção é o branqueamento, que visa remover a lignina da celulose. Diferentes processos de branqueamento usam, por exemplo, cloro (Cl_2), hipoclorito de sódio (NaClO), oxigênio (O_2), ozônio (O_3) ou peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Alguns processos de branqueamento levam à formação de compostos organoclorados. São apresentadas as estruturas de um fragmento da lignina e do tetracloroguaiacol, um dos organoclorados formados no processo de branqueamento.



Fragmento da Lignina



Tetracloroguaiacol

SANTOS, C. P. et al. Papel: como se fabrica? *Química Nova na Escola*, n. 14, 2001 (adaptado).

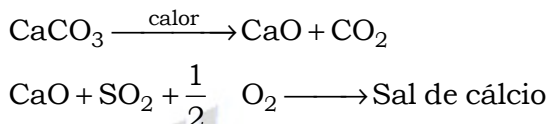
Os reagentes capazes de levar à formação de organoclorados no processo citado são

- a) O_2 e O_3 .
- b) Cl_2 e O_2 .
- c) H_2O_2 e Cl_2 .
- d) NaClO e O_3 .
- e) NaClO e Cl_2 .

Resolução:
Alternativa E

Os reagentes capazes de levar à formação de organoclorados no processo citado são NaClO (ClO^-) e Cl_2 , neste caso, chega-se à conclusão devido à presença de cloro em suas fórmulas e na estrutura do organoclorado fornecido no enunciado.

07. Os calcários são materiais compostos por carbonato de cálcio, que podem atuar como sorventes do dióxido de enxofre (SO_2), um importante poluente atmosférico. As reações envolvidas no processo são a ativação do calcário, por meio de calcinação, e a fixação do SO_2 , com a formação de um sal de cálcio, como ilustrado pelas equações químicas simplificadas.

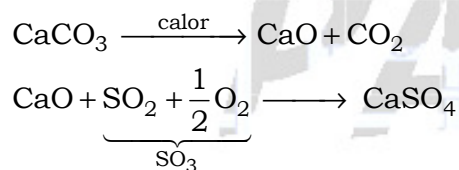


Considerando-se as reações envolvidas nesse processo de dessulfurização, a fórmula química do sal de cálcio corresponde a

- a) CaSO_3 . b) CaSO_4 . c) CaS_2O_8 . d) CaSO_2 . e) CaS_2O_7 .

Resolução:
Alternativa B

Considerando-se as reações envolvidas nesse processo de dessulfurização, a fórmula química do sal de cálcio corresponde a CaSO_4 :



Observação: sorventes são materiais sólidos que retêm compostos químicos em sua superfície.

08. Cinco indústrias de ramos diferentes foram instaladas ao longo do curso de um rio. O descarte dos efluentes dessas indústrias acarreta impacto na qualidade de suas águas. O pH foi determinado em diferentes pontos desse rio, a 25 °C, e os resultados são apresentados no quadro.

Pontos de coleta	Valor do pH
Antes da primeira indústria	5,5
Entre a primeira e a segunda indústria	5,5
Entre a segunda e a terceira indústria	7,5
Entre a terceira e a quarta indústria	7,0
Entre a quarta e a quinta indústria	7,0
Após a quinta indústria	6,5

A indústria que descarta um efluente com características básicas é a

- a) primeira. b) segunda. c) terceira. d) quarta. e) quinta.

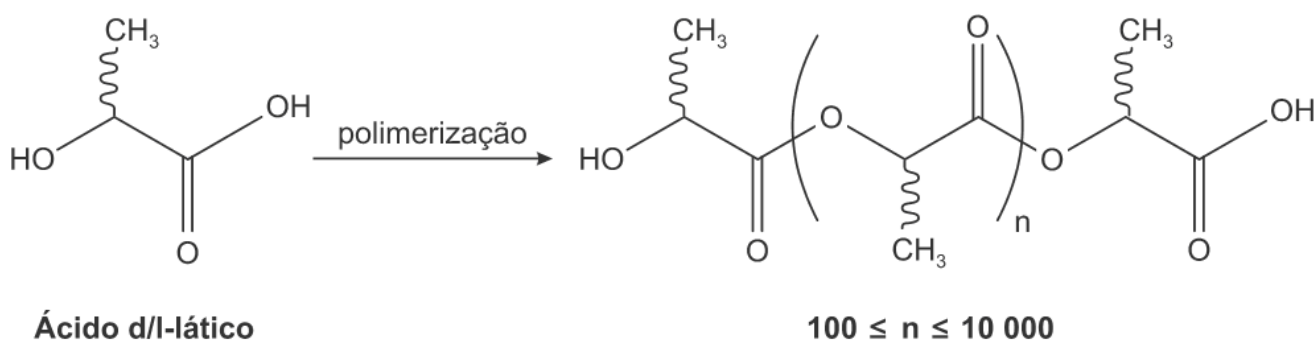
Resolução:
Alternativa B

pH > 7 implica em características básicas.

Pontos de coleta	Valor do pH
Entre a segunda e a terceira indústria	7,5 (básico)
Entre a terceira e a quarta indústria	7,0 (neutro)

De acordo com a tabela fornecida, a indústria que descarta um efluente com características básicas é a segunda.

09. O poli(ácido láctico) ou PLA é um material de interesse tecnológico por ser um polímero biodegradável e bioabsorvível. O ácido láctico, um metabólito comum no organismo humano, é a matéria-prima para produção do PLA, de acordo com a equação química simplificada:

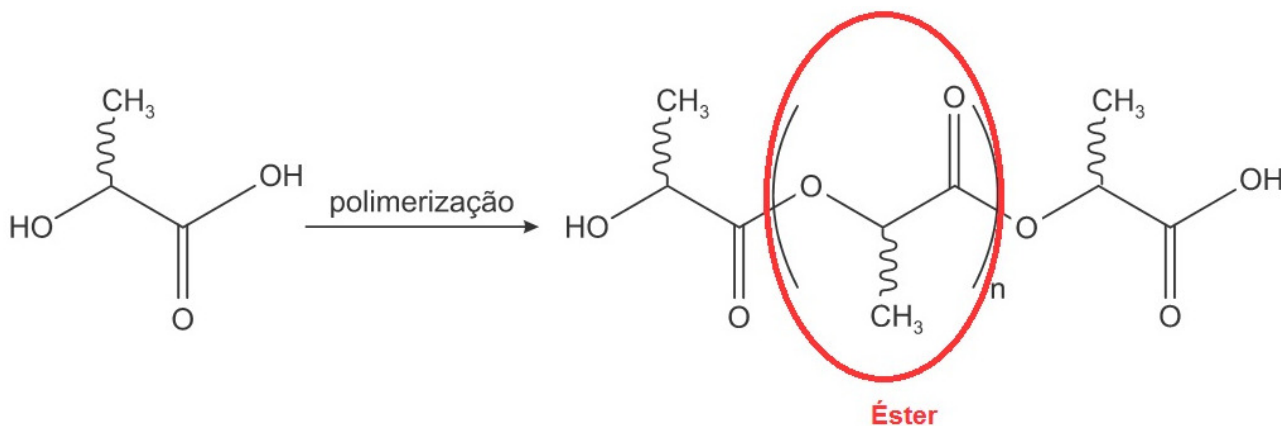


Que tipo de polímero de condensação é formado nessa reação?

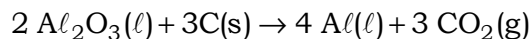
- a) Poliéster.
- b) Polivinila.
- c) Poliamida.
- d) Poliuretana.
- e) Policarbonato.

Resolução:
Alternativa A

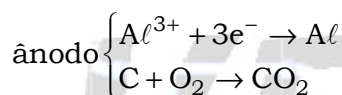
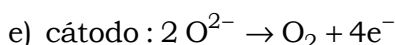
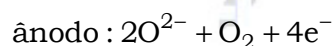
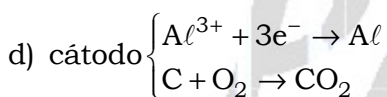
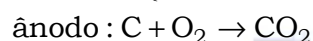
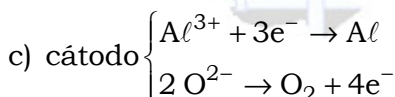
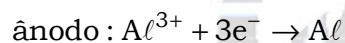
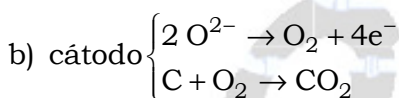
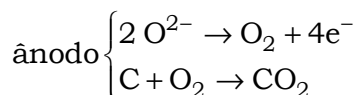
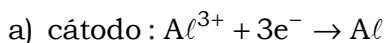
Verifica-se a formação da função éster no elo de repetição do polímero, ou seja, tem-se um poliéster.



10. 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 1.000°C . Há 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 submersas na mistura fundida. O cátodo é uma caixa de ferro coberta de grafita. A reação global do processo é:

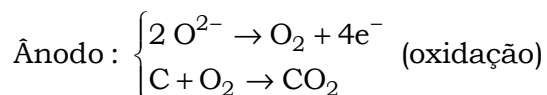
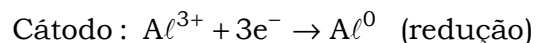
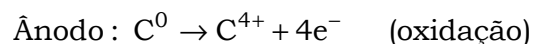
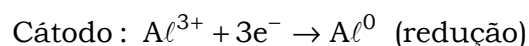
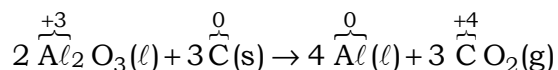


Na etapa de obtenção do alumínio líquido, as reações que ocorrem no cátodo e ânodo são:



Resolução:
Alternativa A

A partir da análise da equação fornecida no enunciado, vem:



11. O quadro apresenta a composição do petróleo.

Fração	Faixa de tamanho das moléculas	Faixa de ponto de ebulição (° C)	Usos
Gás	C ₁ a C ₅	-160 a 30	combustíveis gasosos
Gasolina	C ₅ a C ₁₂	30 a 200	combustível de motor
Querosene	C ₁₂ a C ₁₈	180 a 400	diesel e combustível de alto-forno
Lubrificantes	maior que C ₁₆	maior que 350	lubrificantes
Parafinas	maior que C ₂₀	sólidos de baixa fusão	velas e fósforos
Asfalto	maior que C ₃₀	resíduos pastosos	pavimentação

BROWN, T. L. et al. *Química: a ciência central*. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

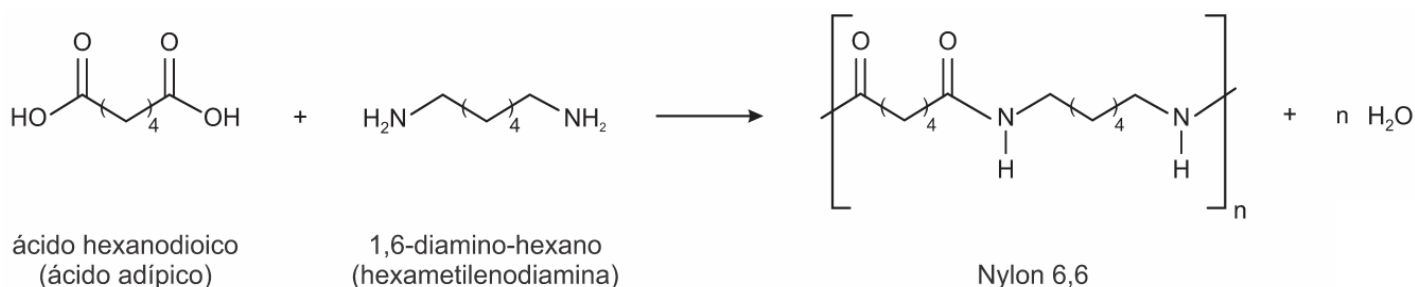
Para a separação dos constituintes com o objetivo de produzir a gasolina, o método a ser utilizado é a

- filtração.
- destilação.
- decantação.
- precipitação.
- centrifugação.

Resolução:
Alternativa B

Na separação das frações do petróleo o método utilizado é a destilação fracionada. Os componentes da mistura homogênea são separados a partir da diferença de temperatura de ebulição.

12. O Nylon® é um polímero (uma poliamida) obtido pela reação do ácido adípico com a hexametilenodiamina, como indicado no esquema reacional.



Na época da invenção desse composto, foi proposta uma nomenclatura comercial, baseada no número de átomos de carbono do diácido carboxílico, seguido do número de carbonos da diamina.

De acordo com as informações do texto, o nome comercial de uma poliamida resultante da reação do ácido butanodioico com o 1,2-diamino-etano é

- Nylon 4,3.
- Nylon 6,2.
- Nylon 3,4.
- Nylon 4,2.
- Nylon 2,6.

Resolução:
Alternativa D

Notação:

Nylon x, y. Onde,

x: número de átomos de carbono na cadeia do diácido carboxílico.

y: número de átomos de carbono na cadeia da diamina.

Butanodioico: 4 átomos de carbono.

1,2-diamino-etano: 2 átomos de carbono.

Conclusão: Nylon 4,2.

13. O vinagre vem sendo usado desde a Antiguidade como conservante de alimentos, bem como agente de limpeza e condimento. Um dos principais componentes do vinagre é o ácido acético (massa molar 60 g/mol), cuja faixa de concentração deve se situar entre 4 % a 6 % (m/v). Em um teste de controle de qualidade foram analisadas cinco marcas de diferentes vinagres, e as concentrações de ácido acético, em mol/L, se encontram no quadro.

Amostra	Concentração de ácido acético (mol/L)
1	0,007
2	0,070
3	0,150
4	0,400
5	0,700

RIZZON, L. A. *Sistema de produção de vinagre*. Disponível em: www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 14 ago. 2012 (adaptado).

A amostra de vinagre que se encontra dentro do limite de concentração tolerado é a

- a) 1. b) 2. c) 3. d) 4. e) 5.

Resolução:
Alternativa E

Transformando as unidades de concentração, vem:

$$\%(\text{m/v}) = \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}}$$

$$n \frac{\text{mol}}{\text{L}} = n \times M \times \frac{\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{mol}}{\text{L}} = n \times M \times 10^{-1} \times \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}}$$

M = 60 g/mol

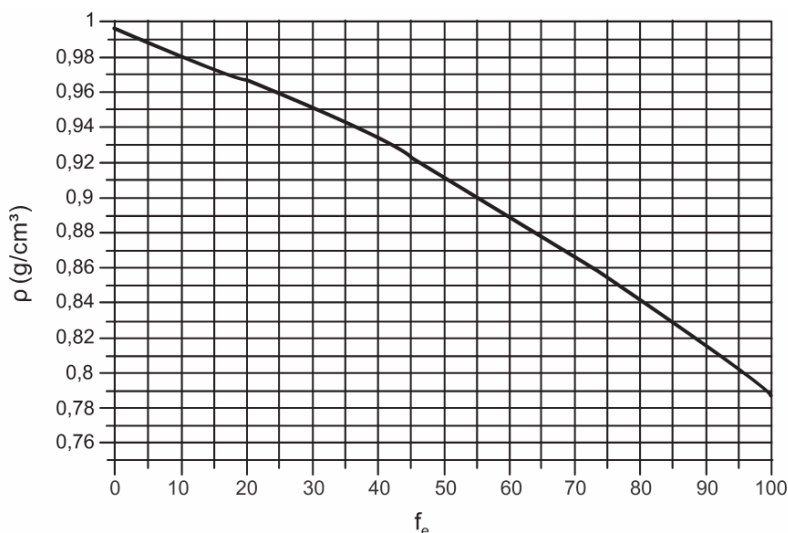
Amostra	% (m/v)
1	$0,007 \times 60 \times 10^{-1} \times \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}} = 0,042$
2	$0,070 \times 60 \times 10^{-1} \times \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}} = 0,42$
3	$0,150 \times 60 \times 10^{-1} \times \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}} = 0,9$
4	$0,400 \times 60 \times 10^{-1} \times \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}} = 2,4$
5	$0,700 \times 60 \times 10^{-1} \times \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}} = 4,2$

Conclusão: 4 % < $\underbrace{4,2\%}_{\text{Amostra 5}}$ < 6 %.

14. O álcool utilizado como combustível automotivo (etanol hidratado) deve apresentar uma taxa máxima de água em sua composição para não prejudicar o funcionamento do motor. Uma maneira simples e rápida de estimar a quantidade de etanol em misturas com água é medir a diversidade da mistura. O gráfico mostra a variação da densidade da mistura (água e etanol) com a fração percentual da massa de etanol (f_e), dada pela expressão

$$f_e = 100 \times \frac{m_e}{(m_e + m_a)},$$

em que m_e e m_a são as massas de etanol e de água na mistura, respectivamente, a uma temperatura de 20 °C.



Disponível em: www.handymath.com. Acesso em: 8 ago. 2012.

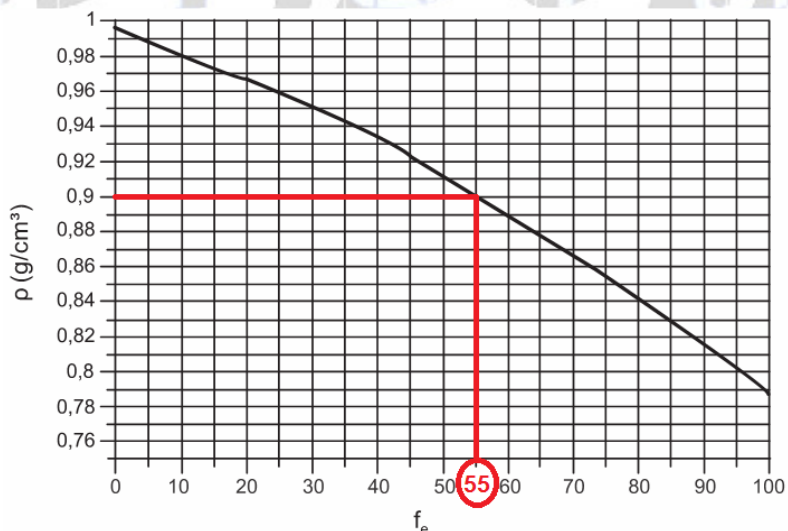
Suponha que, em uma inspeção de rotina realizada em determinado posto, tenha-se verificado que 50,0 cm³ de álcool combustível tenham massa igual a 45,0 g. Qual é a fração percentual de etanol nessa mistura?

- a) 7 % b) 10 % c) 55 % d) 90 % e) 93 %

Resolução:
Alternativa C

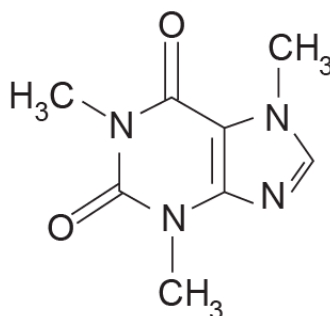
$$d = \rho = \frac{m}{V} = \frac{45,0 \text{ g}}{50 \text{ cm}^3} = 0,9 \text{ g/cm}^3$$

Partindo-se do gráfico, obtém-se f_e :



Conclusão: $f_e = 55 \%$.

15. A cafeína é um alcaloide, identificado como 1,3,7-trimetilxantina (massa molar igual a 194 g/mol), cuja estrutura química contém uma unidade de purina, conforme representado. Esse alcaloide é encontrado em grande quantidade nas sementes de café e nas folhas de chá-verde. Uma xícara de café contém, em média, 80 mg de cafeína.



MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A. Cafeína: revisão sobre métodos de análise. *Química Nova*, n. 1, 2007 (adaptado).

Considerando que a xícara descrita contém um volume de 200 mL de café, a concentração, em mol/L, de cafeína nessa xícara é mais próxima de:

- a) 0,0004. b) 0,002. c) 0,4. d) 2. e) 4.

Resolução:
Alternativa B

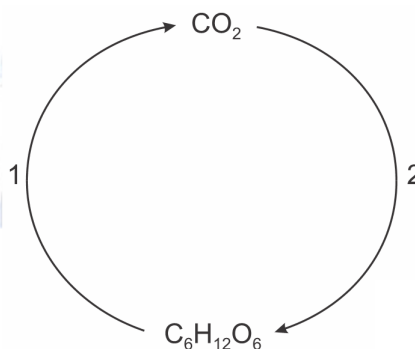
Uma xícara de café contém 80 mg de cafeína.

$$M_{\text{cafeína}} = 194 \text{ g.mol}^{-1}; \quad V = 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ L}; \quad m = 80 \text{ mg} = 0,08 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,08 \text{ g}}{194 \text{ g.mol}^{-1}}$$

$$\text{Concentração (mol/L)} = \frac{n}{V} = \frac{0,08 \text{ g}}{194 \text{ g.mol}^{-1} \cdot 0,2 \text{ L}} = 0,0020615 \text{ mol/L} \approx 0,002 \text{ mol/L}$$

16.



No esquema representado, o processo identificado pelo número 2 é realizado por

- a) seres herbívoros.
b) fungos fermentadores.
c) bactéria heterótrofas.
d) organismos produtores.
e) microrganismos decompositores.

Resolução:
Alternativa D

No esquema representado pode-se identificar o processo de fotossíntese.

