

ENEM 2016 PPL

Terceira aplicação - Prova resolvida

01. O quadro apresenta alguns exemplos de combustíveis empregados em residências, indústrias e meios de transporte.

Combustível	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Butano	-135	-0,5
Etanol	-112	78
Metano	-183	-162
Metanol	-98	65
Octano	-57	126

São combustíveis líquidos à temperatura ambiente de 25 °C:

- a) Butano, etanol e metano.
- b) Etanol, metanol e octano.
- c) Metano, metanol e octano.
- d) Metanol e metano.
- e) Octano e butano.

Resolução: Alternativa B

São combustíveis líquidos à temperatura ambiente de 25 °C: etanol, metanol e octano.

Combustível		Temperatura de fusão (°C)		Temperatura de ebulição (°C)	
Butano	S	-135	L	-0,5	G(25 °C)
Etanol	S	-112	L(25 °C)	78	G
Metano	S	-183	L	-162	G(25 °C)
Metanol	S	-98	L(25 °C)	65	G
Octano	S	-57	L(25 °C)	126	G

02. Benjamin Franklin (1706-1790), por volta de 1757, percebeu que dois barcos que compunham a frota com a qual viajava para Londres permaneciam estáveis, enquanto os outros eram jogados pelo vento. Ao questionar o porquê daquele fenômeno, foi informado pelo capitão que provavelmente os cozinheiros haviam arremessado óleo pelos lados dos barcos. Inquirindo mais a respeito, soube que habitantes das ilhas do Pacífico jogavam óleo na água para impedir que o vento a agitasse e atrapalhasse a pesca.

Em 1774, Franklin resolveu testar o fenômeno jogando uma colher de chá (4 mL) de óleo de oliva em um lago onde pequenas ondas eram formadas. Mais curioso que o efeito de acalmar as ondas foi o fato de que o óleo havia se espalhado completamente pelo lago, numa área de aproximadamente 2000 m², formando um filme fino.

Embora não tenha sido a intenção original de Franklin, esse experimento permite uma estimativa da ordem de grandeza do tamanho das moléculas. Para isso, basta supor que o óleo se espalha até formar uma camada com uma única molécula de espessura.

RAMOS, C. H. I. História. CBME Informação, n. 9, Jan. 2006 (adaptado).

Nas condições do experimento realizado por Franklin, as moléculas do óleo apresentam um tamanho da ordem de

- a) 10^{-3} m.
- b) 10^{-5} m.
- c) 10^{-7} m.
- d) 10^{-9} m.
- e) 10^{-11} m.

Resolução: Alternativa D

h = "altura" da molécula

$$V = 4 \text{ mL} = 4 \text{ cm}^3 = 4 \times (10^{-2} \text{ m})^3 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$A = 2000 \text{ m}^2 = 2 \times 10^3 \text{ m}^2$$

$$V = A \times h$$

$$4 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 2 \times 10^3 \text{ m}^2 \times h$$

$$h = \frac{4 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{2 \times 10^3 \text{ m}^2} = 2 \times 10^{-9} \text{ m} \Rightarrow h = 2,0 \times \underbrace{10^{-9}}_{\text{ordem}} \text{ m}$$

03. Adicionar quantidades de álcool à gasolina, diferentes daquelas determinadas pela legislação, é uma das formas de adulterá-la. Um teste simples para aferir a quantidade de álcool presente na mistura consiste em adicionar uma solução salina aquosa à amostra de gasolina sob análise.

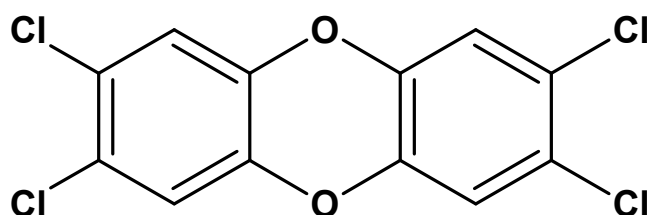
Essa metodologia de análise pode ser usada porque o(a)

- a) água da solução salina interage com a gasolina da mistura, formando duas fases, uma delas de álcool puro.
- b) álcool contido na gasolina interage com a solução salina, formando duas fases, uma delas de gasolina pura.
- c) gasolina da mistura sob análise interage com a solução salina, formando duas fases, uma delas de álcool puro.
- d) água da solução salina interage com o álcool da mistura, formando duas fases, uma delas de gasolina com o sal.
- e) álcool contido na gasolina interage com o sal da solução salina, formando duas fases, uma delas de gasolina mais água.

Resolução: Alternativa B

O álcool contido na gasolina interage com a solução salina, formando duas fases, pois as moléculas de etanol fazem ligações de hidrogênio com a água e interações dipolo-ion com os cátions e ânions presentes na solução salina.

04. A crescente produção industrial lança ao ar diversas substâncias tóxicas que podem ser removidas pela passagem do ar contaminado em tanques para filtração por materiais porosos, ou para dissolução em água ou solventes orgânicos de baixa polaridade, ou para neutralização em soluções ácidas ou básicas. Um dos poluentes mais tóxicos liberados na atmosfera pela atividade industrial é a 2,3,7,8-tetraclorodioxina.

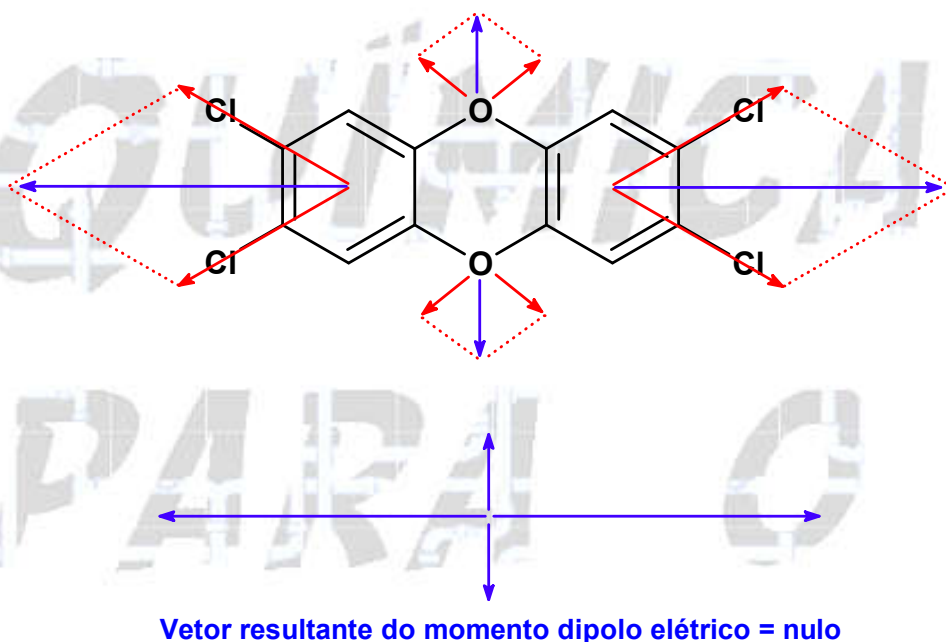


Esse poluente pode ser removido do ar pela passagem através de tanques contendo

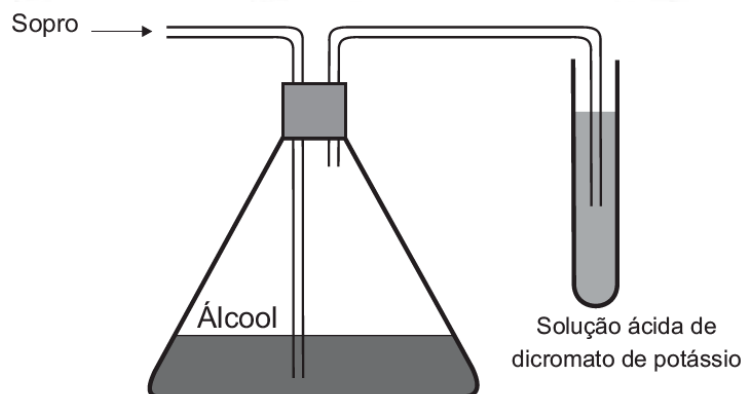
- a) hexano.
- b) metanol.
- c) água destilada.
- d) ácido clorídrico aquoso.
- e) hidróxido de amônio aquoso.

Resolução: Alternativa A

A 2,3,7,8-tetraclorodioxina pode ser removida do ar pela passagem através de tanques contendo hexano (apolar), pois trata-se de uma molécula, predominantemente, apolar ($\vec{R} = \vec{0}$). Sendo assim, “apolar absorve apolar”.



05. Um bafômetro simples consiste em um tubo contendo uma mistura sólida de dicromato de potássio em sílica umedecida com ácido sulfúrico. Nesse teste, a detecção da embriaguez por consumo de álcool se dá visualmente, pois a reação que ocorre é a oxidação do álcool a aldeído e a redução do dicromato (alaranjado) a cromo (III) (verde) ou cromo (II) (azul).

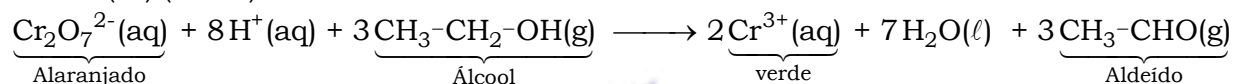


A equação balanceada da reação química que representa esse teste é:

- a) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \longrightarrow 2\text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\ell) + 3\text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$
b) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O}(\ell) + 3\text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g})$
c) $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \longrightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\ell) + 3\text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g})$
d) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g}) \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\ell) + 3\text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$
e) $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g}) \longrightarrow \text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) + 3\text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$

Resolução: Alternativa B

A reação que ocorre é a oxidação do álcool a aldeído e a redução do dicromato (alaranjado) a cromo (III) (verde):



06. Climatério é o nome de um estágio no processo de amadurecimento de determinados frutos, caracterizado pelo aumento do nível da respiração celular e do gás etileno (C_2H_4). Como consequência, há o escurecimento do fruto, o que representa a perda de muitas toneladas de alimentos a cada ano.

É possível prolongar a vida de um fruto climatérico pela eliminação do etileno produzido. Na indústria, utiliza-se o permanganato de potássio (KMnO_4) para oxidar o etileno a etilenoglicol ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), sendo o processo representado de forma simplificada na equação:



O processo de amadurecimento começa quando a concentração de etileno no ar está em cerca de 1,0 mg de C_2H_4 por kg de ar.

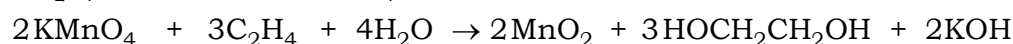
As massas molares dos elementos H, C, O, K e Mn são, respectivamente, iguais a 1 g/mol, 12 g/mol, 16 g/mol, 39 g/mol e 55 g/mol.

A fim de diminuir essas perdas, sem desperdício de reagentes, a massa mínima de KMnO_4 por kg de ar é mais próxima de

- a) 0,7 mg.
b) 1,0 mg.
c) 3,8 mg.
d) 5,6 mg.
e) 8,5 mg.

Resolução: Alternativa C

$$M_{\text{C}_2\text{H}_4} = 28 \text{ g/mol}; M_{\text{KMnO}_4} = 158 \text{ g/mol}$$



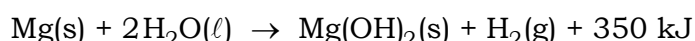
$$2 \times 158 \text{ g} \text{ — } 3 \times 28 \text{ g}$$

$$m_{\text{KMnO}_4} \text{ — } 1 \text{ mg}$$

$$m_{\text{KMnO}_4} = \frac{2 \times 158 \text{ g} \times 1 \text{ mg}}{3 \times 28 \text{ g}}$$

$$m_{\text{KMnO}_4} = 3,7619046 \text{ mg} \Rightarrow m_{\text{KMnO}_4} \approx 3,8 \text{ mg}$$

07. Atualmente, soldados em campo, seja em treinamento ou em combate, podem aquecer suas refeições, prontas e embaladas em bolsas plásticas, utilizando aquecedores químicos, sem precisar fazer fogo. Dentro dessas bolsas existe magnésio metálico em pó e, quando o soldado quer aquecer a comida, ele coloca água dentro da bolsa, promovendo a reação descrita pela equação química:

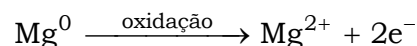
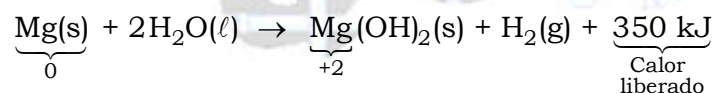


O aquecimento dentro da bolsa ocorre por causa da

- redução sofrida pelo oxigênio, que é uma reação exotérmica.
- oxidação sofrida pelo magnésio, que é uma reação exotérmica.
- redução sofrida pelo magnésio, que é uma reação endotérmica.
- oxidação sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação exotérmica.
- redução sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação endotérmica.

Resolução: Alternativa B

O aquecimento dentro da bolsa ocorre por causa da oxidação sofrida pelo magnésio, que é uma reação exotérmica, ou seja, que libera calor (350 kJ).



08. Para comparara eficiência de diferentes combustíveis, costuma-se determinar a quantidade de calor liberada na combustão por mol ou grama de combustível. O quadro mostra o valor de energia liberada na combustão completa de alguns combustíveis.

Combustível	ΔH_c° a 25 °C (kJ/mol)
Hidrogênio (H ₂)	- 286
Etanol (C ₂ H ₅ OH)	- 1368
Metano (CH ₄)	- 890
Metanol (CH ₃ OH)	- 726
Octano (C ₈ H ₁₈)	- 5471

As massas molares dos elementos H, C e O são iguais a 1 g/mol, 12 g/mol e 16 g/mol, respectivamente.

ATKINS, P. Princípios de química. Porto Alegre: Bookman, 2007 (adaptado).

Qual combustível apresenta maior liberação de energia por grama?

- Hidrogênio.
- Etanol.
- Metano.
- Metanol.
- Octano.

Resolução: Alternativa A

O hidrogênio apresenta maior liberação de energia por grama (143 kJ liberados).

Para o hidrogênio (H₂):

$$M_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$$

$$\frac{286 \text{ kJ (liberados)}}{2 \text{ g}} = \frac{143 \text{ kJ (liberados)}}{1 \text{ g}}$$

Para o etanol (C₂H₅OH):

$$M_{C_2H_5OH} = 46 \text{ g/mol}$$

$$\frac{1368 \text{ kJ (liberados)}}{46 \text{ g}} = \frac{29,739 \text{ kJ (liberados)}}{1 \text{ g}}$$

Para o metano (CH₄):

$$M_{CH_4} = 16 \text{ g/mol}$$

$$\frac{890 \text{ kJ (liberados)}}{16 \text{ g}} = \frac{55,625 \text{ kJ (liberados)}}{1 \text{ g}}$$

Para o metanol (CH₃O):

$$M_{CH_3O} = 31 \text{ g/mol}$$

$$\frac{726 \text{ kJ (liberados)}}{31 \text{ g}} = \frac{23,419 \text{ kJ (liberados)}}{1 \text{ g}}$$

Para o octano (C₈H₁₈):

$$M_{CH_4} = 114 \text{ g/mol}$$

$$\frac{5471 \text{ kJ (liberados)}}{114 \text{ g}} = \frac{47,991 \text{ kJ (liberados)}}{1 \text{ g}}$$

09. A água consumida na maioria das cidades brasileiras é obtida pelo tratamento da água de mananciais. A parte inicial do tratamento consiste no peneiramento e sedimentação de partículas maiores. Na etapa seguinte, dissolvem-se na água carbonato de sódio e, em seguida, sulfato de alumínio. O resultado é a precipitação de hidróxido de alumínio, que é pouco solúvel em água, o qual leva consigo as partículas poluentes menores. Posteriormente, a água passa por um processo de desinfecção e, finalmente, é disponibilizada para o consumo.

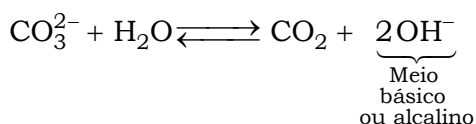
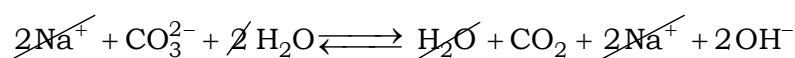
No processo descrito, a precipitação de hidróxido de alumínio é viabilizada porque

- a dissolução do alumínio resfria a solução.
- o excesso de sódio impossibilita sua solubilização.
- a oxidação provocada pelo sulfato produz hidroxilas.
- as partículas contaminantes menores atraem essa substância.
- o equilíbrio químico do carbonato em água torna o meio alcalino.

Resolução: Alternativa E

A precipitação de hidróxido de alumínio é viabilizada, pois o equilíbrio químico do carbonato em água torna o meio alcalino.

Na₂CO₃ (carbonato de sódio) dissolvido na água :



10. Todo ano, cresce a demanda mundial de energia com o aumento das populações e do consumo. É cada vez mais necessário buscar fontes alternativas que não degradem os recursos do planeta nem comprometam a sobrevivência das espécies. Ainda há muito o que se descobrir sobre o uso eficiente de recursos energéticos provenientes de fontes renováveis, mas elas estão mais próximas do que parece da adoção em larga escala.

BARBOSA. M. A sustentabilidade da energia renovável. Superinteressante, n.102, 1996.

Os recursos energéticos do tipo citado são provenientes de

- a) pilhas e baterias.
- b) usinas nucleares e hidrelétricas.
- c) células solares e geradores eólicos.
- d) centrais geotérmicas e termoelétricas.
- e) usinas maremotrizes e combustíveis fósseis.

Resolução: Alternativa C

Células solares (utilizam a luz do Sol) e geradores eólicos (utilizam o vento) não degradam os recursos naturais do planeta nem comprometam a sobrevivência das espécies.

11. A busca por substâncias capazes de minimizar a ação do inseto que ataca as plantações de tomate no Brasil levou à síntese e ao emprego de um feromônio sexual com a seguinte fórmula estrutural:



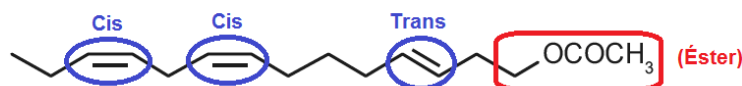
Uma indústria agroquímica necessita sintetizar um derivado com maior eficácia. Para tanto, o potencial substituto deverá preservar as seguintes propriedades estruturais do feromônio sexual: função orgânica, cadeia normal e a isomeria geométrica original.

A fórmula estrutural do substituto adequado ao feromônio sexual obtido industrialmente é:

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

Resolução: Alternativa E

Fórmula do feromônio desenvolvido:

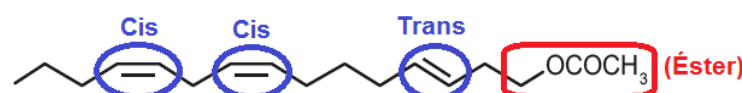


Função orgânica: éster de ácido carboxílico ou éster.

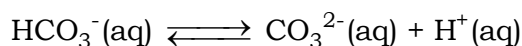
Cadeia carbônica: normal.

Isomeria geométrica: cis e trans.

Fórmula estrutural do substituto adequado, que apresenta estas características:



12. As águas dos oceanos apresentam uma alta concentração de íons e pH entre 8,0 e 8,3. Dentre esses íons estão em equilíbrio as espécies carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-), representado pela equação química:



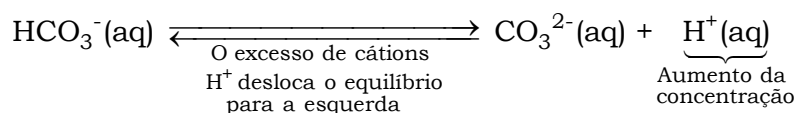
As águas dos rios, ao contrário, apresentam concentrações muito baixas de íons e substâncias básicas, com um pH em torno de 6. A alteração significativa do pH das águas dos rios e oceanos pode mudar suas composições químicas, por precipitação de espécies dissolvidas ou redissolução de espécies presentes nos sólidos suspensos ou nos sedimentos.

A composição dos oceanos é menos afetada pelo lançamento de efluentes ácidos, pois os oceanos

- contêm grande quantidade de cloreto de sódio.
- contêm um volume de água pura menor que o dos rios.
- possuem pH ácido, não sendo afetados pela adição de outros ácidos.
- têm a formação dos íons carbonato favorecida pela adição de ácido.
- apresentam um equilíbrio entre os íons carbonato e bicarbonato, que atuam como sistema-tampão.

Resolução: Alternativa E

A composição dos oceanos é menos afetada pelo lançamento de efluentes ácidos (H^+), pois os oceanos apresentam um equilíbrio entre os íons carbonato e bicarbonato, que atuam como sistema-tampão consumindo o excesso de cátions H^+ .



13. Combustíveis automotivos têm sido adulterados pela adição de substâncias ou materiais de baixo valor comercial. Esse tipo de contravenção pode danificar os motores, aumentar o consumo de combustível e prejudicar o meio ambiente. Vários testes laboratoriais podem ser utilizados para identificar se um combustível está ou não adulterado. A legislação brasileira estabelece que o diesel, obtido do petróleo, contenha certa quantidade de biodiesel. O quadro apresenta valores de quatro propriedades do diesel, do biodiesel e do óleo vegetal, um material comumente utilizado como adulterante.

Propriedade	Diesel	Biodiesel	Óleo vegetal
Densidade (g/cm ³)	0,884	0,880	0,922
Poder calorífico (MJ/L)	38,3	33,3	36,9
Viscosidade (mm ² /s)	3,9	4,7	37,0
Teor de enxofre (%)	1,3	< 0,001	< 0,001

Com base nas informações apresentadas no quadro, quais são as duas propriedades que podem ser empregadas tecnicamente para verificar se uma amostra de diesel comercial está ou não adulterada com óleo vegetal?

- Densidade e viscosidade.
- Teor de enxofre e densidade.
- Viscosidade e teor de enxofre.
- Viscosidade e poder calorífico.
- Poder calorífico e teor de enxofre.

Resolução: Alternativa A

A viscosidade e a densidade são estáveis durante o período de armazenamento, por isso, estas propriedades podem ser empregadas tecnicamente para verificar se uma amostra de diesel comercial está ou não adulterada

Propriedade	Diesel	Óleo vegetal
Densidade (g/cm ³)	0,884	0,922
Viscosidade (mm ² /s)	3,9	37,0

14. O processo de dessulfurização é uma das etapas utilizadas na produção do diesel. Esse processo consiste na oxidação do enxofre presente na forma de sulfeto de hidrogênio (H₂S) a enxofre elementar (sólido) que é posteriormente removido. Um método para essa extração química é o processo Claus, no qual parte do H₂S é oxidada a dióxido de enxofre (SO₂) e, então, esse gás é usado para oxidar o restante do H₂S. Os compostos de enxofre remanescentes e as demais moléculas presentes no diesel sofrerão combustão no motor.

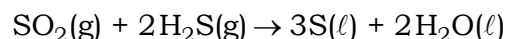
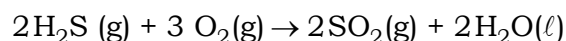
MARQUES FLHO, J. Estudo da fase térmica do processo Claus utilizando fluidodinâmica computacional. São Paulo: USP, 2004 (adaptado).

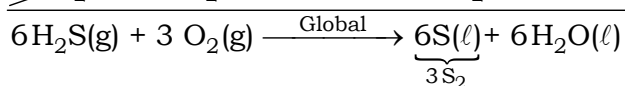
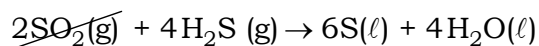
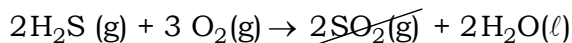
O benefício do processo Claus é que, na combustão do diesel, é minimizada a emissão de gases

- formadores de hidrocarbonetos.
- produtores de óxidos de nitrogênio.
- emissores de monóxido de carbono.
- promotores da acidificação da chuva.
- determinantes para o aumento do efeito estufa.

Resolução: Alternativa D

O benefício do processo Claus é que, na combustão do diesel, é minimizada a emissão de gases promotores da acidificação da chuva, neste caso do dióxido de enxofre (SO₂).





15. As emissões de dióxido de carbono (CO_2) por veículos são dependentes da constituição de cada tipo de combustível. Sabe-se que é possível determinar a quantidade emitida de CO_2 , a partir das massas molares do carbono e do oxigênio, iguais a 12 g/mol e 16 g/mol, respectivamente. Em uma viagem de férias, um indivíduo percorreu 600 km em um veículo que consome um litro de gasolina a cada 15 km de percurso.

Considerando que o conteúdo de carbono em um litro dessa gasolina é igual a 0,6 kg, a massa de CO_2 emitida pelo veículo no ambiente, durante a viagem de férias descrita, é igual a

- a) 24 kg. b) 33 kg. c) 40 kg. d) 88 kg. e) 147 kg.

Resolução: Alternativa D

15 km ——— 1 L de gasolina

600 km ——— V_{gasolina}

$$V_{\text{gasolina}} = \frac{600 \text{ km} \times 1 \text{ L}}{15 \text{ km}}$$

$$V_{\text{gasolina}} = 40 \text{ L}$$

Conteúdo de carbono em 1 L de gasolina = 0,6 kg

Conteúdo de carbono em 40 L de gasolina = $40 \times 0,6 \text{ kg}$

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

44 g de CO_2 ——— 12 g de C

m_{CO_2} ——— $40 \times 0,6 \text{ kg}$ de C

$$m_{\text{CO}_2} = \frac{44 \text{ g} \times 40 \times 0,6 \text{ kg}}{12 \text{ g}} \Rightarrow m_{\text{CO}_2} = 88 \text{ kg}$$

16. Para o consumidor, é praticamente impossível identificar a diferença entre a sacola biodegradável e a comum, feita de polietileno — derivado do petróleo. Alguns governos municipais já exigem que os supermercados ofereçam sacolas biodegradáveis em substituição às sacolas comuns.

Disponível em: [HTTP://epocanegocios.globo.com](http://epocanegocios.globo.com). Acesso em 1 ago. 2012.

A atitude tomada pelos governos municipais deve-se ao(à)

- a) maior resistência que os materiais biodegradáveis apresentam em relação aos comuns.
 b) escassez das matérias-primas derivadas do petróleo para produção das sacolas comuns.
 c) custo consideravelmente menor das sacolas biodegradáveis em relação ao das sacolas comuns.
 d) maior capacidade de produção das sacolas biodegradáveis, já que as fontes podem ser renováveis.
 e) rápida decomposição das sacolas biodegradáveis pela ação de bactérias, em comparação às sacolas comuns.

Resolução: Alternativa E

A atitude tomada pelos governos municipais deve-se à rápida decomposição das sacolas biodegradáveis pela ação de bactérias, em comparação às sacolas comuns, que demoram, aproximadamente, cinquenta anos para serem degradadas.

17. O descarte do óleo de cozinha na rede de esgotos gera diversos problemas ambientais. Pode-se destacar a contaminação dos cursos-d'água, que tem como uma das consequências a formação de uma película de óleo na superfície, causando danos à fauna aquática, por dificultar as trocas gasosas, além de diminuir a penetração dos raios solares no curso hídrico.

Disponível em: [HTTP://revistagalileu.globo.com](http://revistagalileu.globo.com). Acesso em: 3 ago. 2012 (adaptado).

Qual das propriedades dos óleos vegetais está relacionada aos problemas ambientais citados?

- a) Alta miscibilidade em água.
- b) Alta reatividade com a água.
- c) Baixa densidade em relação à água.
- d) Baixa viscosidade em relação à água.
- e) Alto ponto de ebulição em relação à água.

Resolução: Alternativa C

A propriedade dos óleos vegetais que está relacionada aos problemas ambientais citados é a baixa densidade em relação à água, ou seja, o óleo “flutua” formando uma película.

18. A obtenção de energia por meio da fissão nuclear do ^{235}U é muito superior quando comparada à combustão da gasolina. O calor liberado na fissão do ^{235}U é 8×10^{10} J/g e na combustão da gasolina é 5×10^4 J/g.

A massa de gasolina necessária para obter a mesma energia na fissão de 1 kg de U é da ordem de

- a) 10^3 g.
- b) 10^4 g.
- c) 10^5 g.
- d) 10^6 g.
- e) 10^9 g.

Resolução: Alternativa E

$$1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$$

$$1 \text{ g de } ^{235}\text{U} \text{ ——— } 8 \times 10^{10} \text{ J}$$

$$10^3 \text{ g de } ^{235}\text{U} \text{ ——— } 8 \times 10^{10} \times 10^3 \text{ J}$$

$$1 \text{ g de gasolina ——— } 5 \times 10^4 \text{ J}$$

$$m_{\text{gasolina}} \text{ ——— } 8 \times 10^{10} \times 10^3 \text{ J}$$

$$m_{\text{gasolina}} = \frac{1 \text{ g} \times 8 \times 10^{10} \times 10^3 \text{ J}}{5 \times 10^4 \text{ J}}$$

$$m_{\text{gasolina}} = 1,6 \times \underbrace{10^9}_{\text{ordem}} \text{ g}$$