

# PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA

## XVI OLÍMPIADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO NORTE

### PROVA OBJETIVA E DISCURSIVA

# MODALIDADE B

3ª série

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIIB			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	1 H 1,0																	2 He 4,0
2	3 Li 7,0	4 Be 9,0											5 B 11,0	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,0
3	11 Na 23,0	12 Mg 24,0											13 Al 27,0	14 Si 28,0	15 P 31,0	16 S 32,0	17 Cl 35,5	18 Ar 40,0
4	19 K 39,0	20 Ca 40,0	21 Sc 45,0	22 Ti 48,0	23 V 51,0	24 Cr 52,0	25 Mn 55,0	26 Fe 56,0	27 Co 57,0	28 Ni 59,0	29 Cu 63,5	30 Zn 65,5	31 Ga 69,5	32 Ge 72,5	33 As 75,0	34 Se 79,0	35 Br 80,0	36 Kr 84,0
5	37 Rb 85,5	38 Sr 87,5	39 Y 89,0	40 Zr 91,0	41 Nb 93,0	42 Mo 96,0	43 Tc (97)	44 Ru 101,0	45 Rh 103,0	46 Pd 106,5	47 Ag 108,0	48 Cd 112,5	49 In 115,0	50 Sn 118,5	51 Sb 122,0	52 Te 127,5	53 I 127,0	54 Xe 131,5
6	55 Cs 133,0	56 Ba 137,5	* La	72 Hf 178,5	73 Ta 181,0	74 W 184,0	75 Re 186,0	76 Os 190,0	77 Ir 192,0	78 Pt 195,0	79 Au 197,0	80 Hg 200,5	81 Tl 204,5	82 Pb 207,0	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	** Ac	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)							

\*SÉRIE DOS LANTANÍDIOS

57 La 139,0	58 Ce 140,0	59 Pr 141,0	60 Nd 144,0	61 Pm (145)	62 Sm 150,5	63 Eu 152,0	64 Gd 157,5	65 Tb 159,0	66 Dy 162,5	67 Ho 165,0	68 Er 167,5	69 Tm 170,0	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

\*\*SÉRIE DOS ACTINÍDIOS

89 Ac (227)	90 Th 232,0	91 Pa (231)	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No 259	103 Lr (262)
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	------------------	--------------------

<b>Nº Atômico</b>
<b>SÍMBOLO</b>
<b>Massa Atômica</b>
(arredondada ± 0,5)

Fonte: IUPAC, 2005.

# PARTE OBJETIVA

## QUESTÃO 1

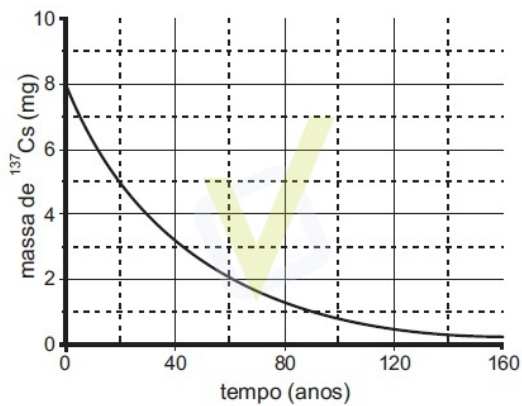
Uma prática bastante comum empregada em festas e churrascos é a adição de sal ao gelo com o intuito de acelerar o processo de resfriamento de bebidas. Na prática ocorre a diminuição da temperatura de congelamento da água, fenômeno conhecido como crioscopia, devido ao fato de que:

- (a) Os íons presentes no sal atraem fortemente as moléculas de água, dificultando a organização dos cristais de gelo
- (b) A dissolução do sal é um processo exotérmico que retira calor do sistema
- (c) O sal reage com o gelo, em uma reação com absorção de energia
- (d) O sal induz maior produção de gelo por parte da água líquida
- (e) A mistura de sal e gelo retém o calor do sistema de maneira eficiente, impedindo que sua energia seja dissipada

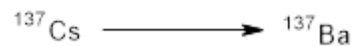
## QUESTÃO 2

O desastre nuclear na Central Nuclear de Fukushima I, ocorrido em 11 de março de 2011, tornou-se o maior desastre nuclear desde o acidente nuclear de Chernobil, em abril de 1986, e o segundo (depois de Chernobil) a chegar ao nível 7 na Escala Internacional de Acidentes Nucleares. A falha ocorreu quando a usina foi atingida por um tsunami provocado por um terremoto de magnitude 9,0. O vazamento de água radioativa proveniente dos tanques subterrâneos de armazenamento contaminou o solo e a água nas proximidades, tendo os níveis de Césio-137 ultrapassado em 200 vezes o nível permitido.

A partir dos dados de decaimento para o  $^{137}\text{Cs}$  mostrados abaixo, podemos concluir que seu tempo de meia vida e a partícula emitida em seu decaimento são, respectivamente:



Decaimento do césio-137



- (a) 30 anos e partícula alfa
- (b) 30 anos e partícula beta
- (c) 40 anos e partícula alfa
- (d) 40 anos e partícula beta
- (e) 120 anos e partícula alfa

### QUESTÃO 3

Uma professora solicita aos estudantes de química que preparem uma solução  $2,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , a partir do ácido clorídrico concentrado. Avalie as afirmações a seguir, referentes às orientações a serem dadas pela professora aos estudantes.

**I. “Realizem o procedimento na bancada do laboratório, utilizando avental e luvas.”**

**II. “Pipetem diretamente no frasco de ácido clorídrico concentrado, transfiram o volume para o balão volumétrico e adicionem água.”**

**III. “Despejem cuidadosamente o volume pipetado de ácido clorídrico concentrado na água.”**

**IV. “Diluem o ácido clorídrico concentrado em água, com resfriamento simultâneo, para facilitar a dissipação de calor.”**

É **CORRETO** apenas o que se afirma em:

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

### QUESTÃO 4

Para avaliar a eficiência do tratamento de resíduos de efluentes domésticos, pode-se quantificar o teor de nitrogênio total e de suas diferentes frações, como nitrogênio amoniacal, nitratos e nitritos. A determinação do nitrogênio total orgânico baseia-se na digestão da amostra com ácido sulfúrico concentrado, resultando na formação de água, dióxido de carbono e amônia ( $\text{NH}_3$ ). A amônia é fixada na forma de sulfato de amônio,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , sendo posteriormente destilada pela adição de uma base forte, e recolhida em excesso de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Visando avaliar o tratamento de resíduos de efluentes domésticos de certa estação, procedeu-se à conversão, em amônia, de todo o nitrogênio contido em uma amostra de 1,000 g de biossólido, retirada após tratamento realizado na estação. A amônia foi recolhida em 50,00 mL de uma solução de ácido sulfúrico  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , sendo que o excesso de solução de ácido sulfúrico consumiu 10,00 mL de solução de NaOH  $0,2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . O teor total de nitrogênio nessa amostra é de:

- (a) 5,60%
- (b) 11,20%
- (c) 22,40%
- (d) 26,40%
- (e) 52,80%

## QUESTÃO 5

O noni é um fruto que vem sendo bastante utilizado na medicina popular para o tratamento e cura de diversas enfermidades, incluindo o câncer. Abaixo, segue o trecho de uma reportagem publicada no portal G1 em 06 de junho de 2013 a respeito desse fruto:

*As pesquisas da Embrapa começaram em 2008. O agrônomo explica que o noni começou a ser pesquisado depois que se tornou popular nas feiras livres e que a fruta tem atraído a atenção da população porque é rica em nutrientes. “É rica em vitamina C e antioxidantes e a Embrapa vendo isso, começou a trabalhar no desenvolvimento agrônômico da fruta”, diz João Alencar.*

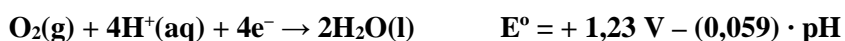
*Apesar do entusiasmo da população, a Vigilância Sanitária faz um alerta. Não existe nenhum produto industrializado a base de noni permitido no Brasil e todo alimento deve ter autorização da Anvisa, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, para ser comercializado.*

Pesquisas realizadas no início da década passada evidenciaram a presença de diversos compostos antioxidantes no noni, em especial o composto damnacantal, que contém apenas átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. Um dos métodos utilizados para a determinação de sua fórmula molecular foi a análise da massa de  $\text{CO}_2$  e água produzida a partir da combustão do damnacantal. Sabendo que a combustão de 1,000 g desse composto produz 2,497 g de  $\text{CO}_2$  e 0,319 g de  $\text{H}_2\text{O}$ , determine a fórmula empírica, que nesse caso, é também a fórmula molecular do damnacantal presente no noni.

- (a)  $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{O}_5$
- (b)  $\text{C}_{12}\text{H}_{32}\text{O}_3$
- (c)  $\text{C}_{18}\text{H}_{22}\text{O}_5$
- (d)  $\text{C}_{15}\text{H}_{20}\text{O}_3$
- (e)  $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{O}_3$

## QUESTÃO 6

As moedas de R\$ 0,05 (cinco centavos) são feitas de aço revestido de cobre e, com o passar do tempo, é possível observar que elas são oxidadas a uma substância de coloração esverdeada. Esse é mais um caso típico de oxidação atmosférica em ambiente úmido.

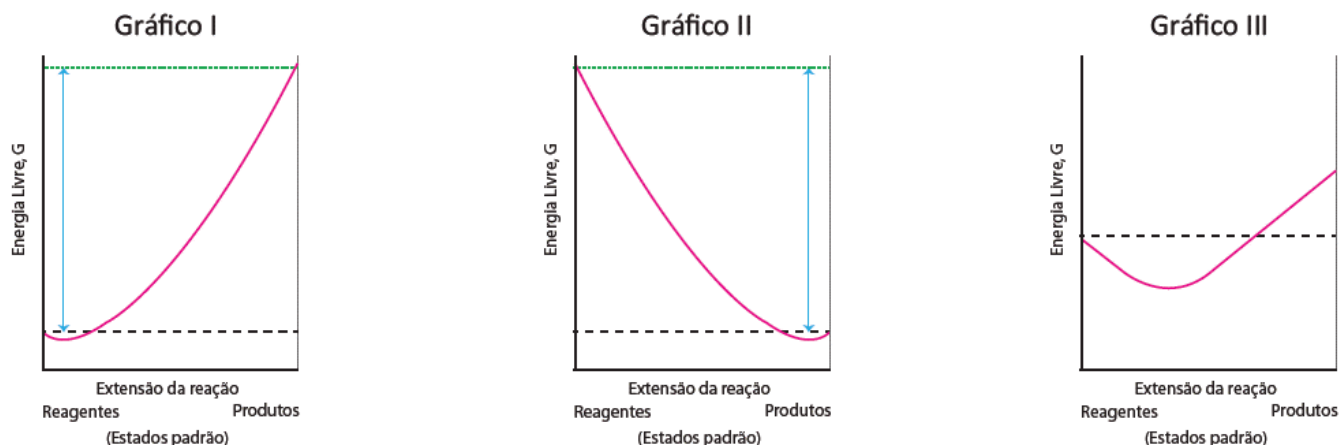


Considerando as semirreações de redução representadas acima, a oxidação atmosférica das moedas de cobre em meio neutro ( $\text{pH} = 7,0$ ) é:

- (a) Espontânea, pois o  $E^\circ = + 0,89 \text{ V}$
- (b) Espontânea, pois o  $E^\circ = - 0,89 \text{ V}$
- (c) Espontânea, pois o  $E^\circ = + 0,48 \text{ V}$
- (d) Não espontânea, pois o  $E^\circ = - 0,89 \text{ V}$
- (e) Não espontânea, pois o  $E^\circ = + 0,48 \text{ V}$

## QUESTÃO 7

Os gráficos abaixo representam valores de Energia Livre de Gibbs, de acordo com a extensão da reação, em três situações distintas.



Com relação a esse tema, assinale a opção que descreve corretamente o comportamento representado em cada um dos gráficos acima.

- (a) No gráfico I, a reação é espontânea e os produtos são favorecidos em relação aos reagentes; no gráfico II, a reação não é espontânea e os reagentes são favorecidos em relação aos produtos; no gráfico III, os produtos e os reagentes são igualmente favorecidos.
- (b) No gráfico I, a reação não é espontânea e os produtos são favorecidos em relação aos reagentes; no gráfico II, a reação é espontânea e os reagentes são favorecidos em relação aos produtos; no gráfico III, os produtos são favorecidos em relação aos reagentes.
- (c) No gráfico I, a reação é endotérmica e os produtos são favorecidos em relação aos reagentes; no gráfico II, a reação é exotérmica e os reagentes são favorecidos em relação aos produtos; no gráfico III, a reação não é espontânea e os produtos são favorecidos em relação aos reagentes.
- (d) No gráfico I, a reação não é espontânea e os reagentes são favorecidos em relação aos produtos; no gráfico II, a reação é espontânea e os produtos são favorecidos em relação aos reagentes; no gráfico III, os produtos e os reagentes são favorecidos de forma aproximada.
- (e) No gráfico I, a reação não está em equilíbrio e os reagentes são favorecidos em relação aos produtos; no gráfico II, a reação não é espontânea e os reagentes são favorecidos em relação aos produtos; no gráfico III, a reação é espontânea e os produtos e reagentes são igualmente favorecidos.

## QUESTÃO 8

Quando se adiciona detergente em água é formada uma mistura aparentemente homogênea. No entanto, ao contrário do que se poderia imaginar, é formada uma dispersão coloidal e não uma solução. Em relação à química dos coloides, assinale alternativa **CORRETA**.

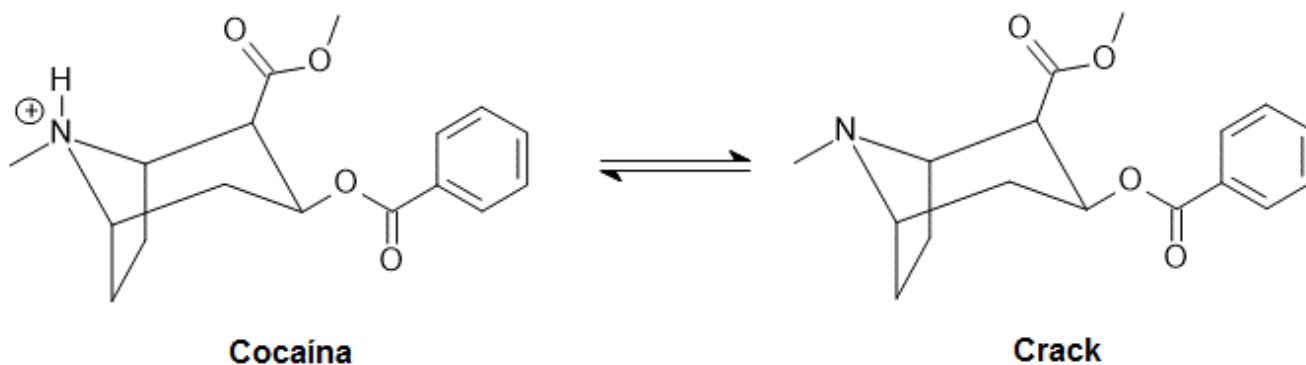
- (a) Em meio aquoso, a porção hidrofílica das moléculas de detergente orientam-se na parte interna das micelas.
- (b) As micelas são muito pequenas para serem vistas a olho nu e, por conta disso, não promovem o espalhamento de luz.
- (c) As partículas de coloides podem ser formadas tanto por agregados moleculares, como por macromoléculas dispersas.
- (d) As dispersões coloidais são mantidas estáveis devido às atrações eletrostáticas que ocorrem entre as superfícies das partículas coloidais.
- (e) Uma maneira prática de diferenciar uma solução de uma dispersão coloidal é por meio do efeito Tyndall, observado somente em soluções.

## QUESTÃO 9

A cocaína é produzida a partir de folhas de coca, e geralmente é um pó branco, mas com outras formas de produção pode-se chegar à uma pedra (crack). Normalmente, os traficantes colocam outros compostos junto ao pó branco (como talco, areia fina, etc.) para "render" mais. Quando introduzida direto na veia, os efeitos são imediatos. O crack tem os mesmos efeitos que a cocaína, mas são mais intensos. Por causa disso, ao final do efeito, o usuário sentirá uma depressão prolongada, fazendo-o fumar a pedra de novo. O risco de morte fica maior com o crack.

<http://www.infoescola.com/drogas/cocaina-e-o-crack/>. Acesso em: 18 de ago. 2015 (adaptado)

O processo de produção do crack a partir da cocaína pode ser expresso pela reação abaixo:

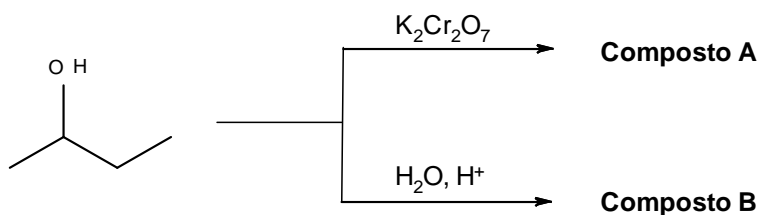


Quimicamente, é **INCORRETO** afirmar que:

- (a) A cocaína é o ácido conjugado do crack
- (b) A cocaína apresenta maior solubilidade em água que o crack
- (c) O crack pode ser obtido da cocaína a partir da adição de bicarbonato de sódio
- (d) O crack é um isômero da cocaína
- (e) A conversão da cocaína em crack é um processo reversível

## QUESTÃO 10

O álcool abaixo pode sofrer as seguintes transformações químicas:



O nome dos compostos **A** e **B**, formados majoritariamente em cada uma das reações acima, é respectivamente:

- (a) Butanal e but-1-eno
- (b) Butanal e *cis*-but-2-eno
- (c) Butanal e *trans*-but-2-eno
- (d) Butanona e but-1-eno
- (e) Butanona e *trans*-but-2-eno

## PARTE DISCURSIVA

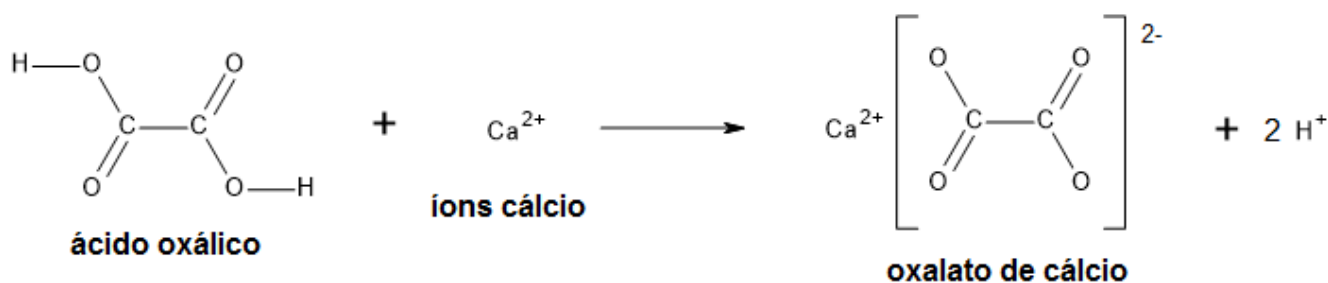
### QUESTÃO 11

Os cálculos renais são formados por problemas genéticos, hábitos alimentares ou infecção urinária. As pedras nos rins se formam quando o ácido úrico, o fósforo e o cálcio estão tão acumulados que podem se unir e formar cristais em qualquer parte da via urinária. Quem sofre de cálculo renal deve ficar atento a dois tipos de ácido: o oxálico (oxalato) e o fítico. Estes ácidos atrapalham o organismo a absorver o cálcio, que fica livre nas vias urinárias, formando os temíveis cristais. O ácido oxálico está presente no espinafre, no manjericão, no quiabo, na beterraba, no amendoim e na pimenta, afirma. Já o fítico faz parte da composição do feijão e do grão de bico.

Disponível em: <http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2014/11/nutricionista-fala-sobre-alimentos-que-ajudam-evitar-calculos-renais.html>.

Acesso em: 08 set. 2015 (adaptado).

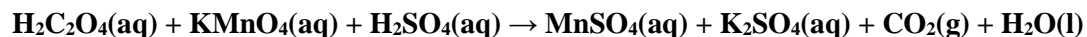
(a) O principal constituinte do cálculo renal é o oxalato de cálcio, que é formado no interior do organismo a partir da reação abaixo. Quantos miligramas de cálcio poderiam ser removidos do organismo após a ingestão de 340 mg de ácido oxálico?



(b) Indique a quantidade de ligações sigma e de ligações pi presentes na estrutura do ácido oxálico.

(c) Escreva a distribuição eletrônica para o íon Ca<sup>2+</sup>.

(d) A quantidade de ácido oxálico presente nos alimentos pode ser determinada a partir de uma titulação redox, onde ocorre a seguinte reação não balanceada:



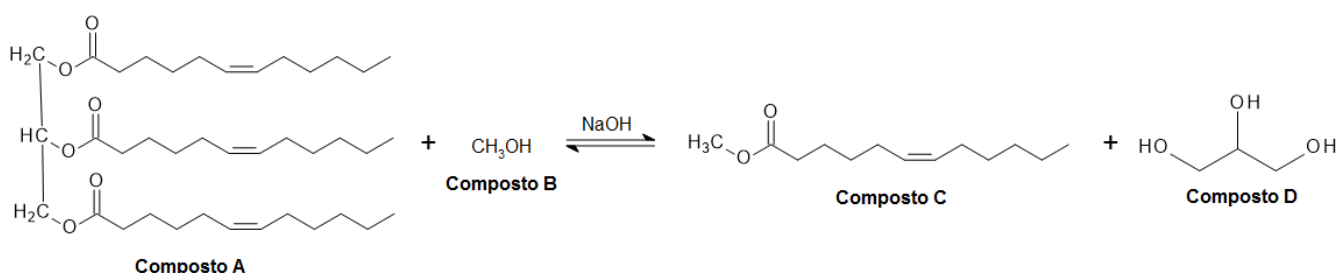
Balanceie esta equação.

## QUESTÃO 12

Em novembro de 2014, o Governo Federal instituiu uma nova regra para a presença de biodiesel na mistura do diesel. O biocombustível passou a representar 7% da mistura do combustível. Para o Ministério de Minas e Energia (MME), o aumento possibilita aproveitar melhor a capacidade de produção de biodiesel no país, beneficiando os agricultores familiares, uma vez que a lei determina que o biocombustível produzido para a adição obrigatória venha, preferencialmente, de matérias primas provenientes da agricultura familiar. Outra vantagem apontada pelo MME é a redução dos “níveis de emissões de gases e, em especial, a de materiais particulados contribuindo assim para melhorias da qualidade do ar nos centros urbanos, e das emissões de gases de efeito estufa”.

Disponível em <http://oglobo.globo.com/economia/petroleo-e-energia/governo-aumenta-presenca-de-biocombustivel-no-diesel-partir-deste-sabado-14427709#ixzz3m5WCQ4k3> Acesso em 10 de set. 2015

O biodiesel pode ser produzido a partir de uma reação de transesterificação de um óleo vegetal, como a mostrada abaixo.



- Explique a função do NaOH nesta reação.
- Forneça o nome sistemático para os compostos **C** e **D**, segundo as regras da IUPAC.
- Após a formação dos produtos para esta reação, compostos **C** e **D**, é observada a formação de uma mistura heterogênea. Sugira uma explicação para este fato.
- Explique como o aumento do percentual de biodiesel na mistura do diesel pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa.



### QUESTÃO 13

Estudo da Organização das Nações Unidas revelou que o  $\text{NO}_2$  agora é o gás mais importante a exaurir o ozônio e o terceiro mais poderoso gás de efeito estufa emitido na atmosfera. Na tendência atual, as concentrações de  $\text{NO}_2$  aumentarão 83% em 2050 em comparação com níveis de 2005, afirmaram especialistas. O  $\text{NO}_2$  existe naturalmente na atmosfera em quantidades traço, liberadas como parte da troca de nitrogênio entre a terra e o ar. Mas seus níveis aumentaram nas últimas décadas, puxadas sobretudo por fertilizantes nitrogenados produzidos industrialmente, pela poluição do transporte rodoviário e emissões da indústria química. O gás causa danos às moléculas protetoras de ozônio na atmosfera, que ajudam a proteger a Terra da radiação ultravioleta nociva.

<http://noticias.terra.com.br/ciencia/clima/onu-faz-soar-alerta-sobre-danos-do-oxido-nitroso-a-camada-de-ozonio,a313f090e2572410VgnCLD2000000dc6eb0aRCRD.html> Acesso em: 13 de dez. 2014 (adaptado)

O dióxido de nitrogênio é capaz de reagir com o ozônio de acordo com a reação abaixo:



- (a) Calcule a entalpia de formação,  $\Delta H_f^\circ$ , para o  $\text{NO}_2(\text{g})$ , em  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Dados:  $\Delta H_f^\circ$  para o  $\text{O}_3(\text{g}) = 143 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta H_f^\circ$  para o  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) = 11 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- (b) Calcule o valor de  $\Delta G^\circ$  a  $25^\circ\text{C}$  e aponte se esta reação é espontânea ou não.
- (c) Sugira uma explicação para o valor negativo de  $\Delta S^\circ$  para esta reação.
- (d) Utilize os dados da tabela abaixo para determinar a lei de velocidade da reação entre o  $\text{NO}_2(\text{g})$  e o  $\text{O}_3(\text{g})$ .

$[\text{NO}_2(\text{g})]$ , em $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$[\text{O}_3(\text{g})]$ , em $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	Velocidade, em $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
0,0015	0,0025	$4,8 \times 10^{-8}$
0,0022	0,0025	$7,2 \times 10^{-8}$
0,0022	0,0050	$1,4 \times 10^{-7}$

- (e) Calcule o valor da constante de velocidade da reação e forneça sua unidade.