

**B**

Programa Nacional Olimpíadas de Química
Olimpíada Brasileira de Química – 2013
Fase III

PROVA MODALIDADE B**Tempo de duração: 4 horas****QUESTÃO 1**

Sem fazer observações, no nosso cotidiano convivemos com grande quantidade de fenômenos químicos, dentre esses se destacam as propriedades coligativas. Isto pode ser observado no simples processo de cozimento de alimentos, pois aos alimentos (carnes, legumes e verduras) se adiciona água em quantidade e sal de cozinha (cloreto de sódio, NaCl), seguido de aquecimento até fervura para amolecer os alimentos e proporcionar sabor e aroma agradáveis, resultando uma boa refeição. Quanto às propriedades coligativas para o referido processo pode afirmar que:

- I – o sal adicionado pode aumentar a temperatura de ebulição da água na mistura em comparação com a temperatura ebulição normal da água pura;
- II – os legumes como tubérculos (batatas, cenouras e outros), se comportam como uma membrana semi-impermeável semelhante ao fenômeno da osmose;
- III – os alimentos e o sal adicionados interferem na pressão de vapor da água, ou melhor, diminui a pressão de vapor da água;
- 52 IV – se em vez de aquecer a mistura (alimentos, água e sal), e essa fosse resfriada o seu congelamento ocorrerá a uma temperatura $> 0^{\circ}\text{C}$.

Assinale a alternativa correta:

- a) As afirmativas I e II, estão corretas. b) As afirmativas I e III, estão corretas.
c) As afirmativas I e IV, estão corretas. d) As afirmativas II e III, estão corretas.
e) As afirmativas III e IV, estão corretas.



Modalidade B

QUESTÃO 2

Na natureza encontram-se certos elementos químicos que estabelecem um número de ligações covalente maior do que aquele previsto pela sua configuração eletrônica no estado fundamental. É o caso do carbono, berílio, boro e iodo por exemplo. O carbono que, na maioria dos compostos, estabelece 4 ligações covalentes comuns mesmo tendo apenas 2 elétrons desemparelhados no estado fundamental. Para explicar o que acontece, foi proposta a Teoria da Hibridização, que consiste na interpenetração de orbitais puros. Considerando a teoria da repulsão dos pares eletrônicos, as polaridades das ligações, as estruturas moleculares e a Hibridação, analise as afirmações a baixo:

- I. Podemos afirmar que a molécula de NH_3 é: polar, piramidal e tem hibridação sp^3 enquanto a molécula de CO_2 é apolar, linear e possui hibridação sp^2 .
- II. Os compostos BF_3 , PCl_5 , BeH_2 e IF_7 são moléculas que desobedecem a regra do octeto e apresentam hibridação, respectivamente: sp^3 , sp^3d , sp e sp^3d^2 .
- III. No gás acetileno, C_2H_2 muito usado em soldas, ocorre uma ligação $\text{s}_{\text{sp}} - \text{s}_{\text{sp}}$ entre os átomos de carbono que apresenta hibridação sp .
- IV. Quando colocamos um refrigerante no congelador, por um tempo prolongado, ocorre a expansão de seu conteúdo como consequência da reorganização das moléculas de água em uma estrutura cristalina hexagonal e da formação de ligações de hidrogênio.

Após a análise, assinale a alternativa correta.

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

QUESTÃO 3

53

A dose diária recomendada (DDR) de **vitamina C** ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) para homens e mulheres, a partir dos 15 anos, é de 60 mg; no entanto, o cientista Linus Pauling, um grande defensor do consumo dessa vitamina, recomendava doses bem maiores. Um seguidor de Linus Pauling ingeria diariamente 6,82 mols de vitamina C. Essa dose é quantas vezes maior que a recomendada? Dados: C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol.

- a) 200 b) 1.000 c) 2.000 d) 10.000 e) 20.000

**QUESTÃO 4**

“Durante o exercício, a liberação de energia na forma de calor e a conseqüente elevação da temperatura corporal envolvem mecanismos fisiológicos potenciais para promover a perda de calor. No entanto, para que a perda de calor ocorra, o “excesso” de calor deve primeiro ser transportado da região central do corpo para a periferia (pele) onde pode ser perdido para o ambiente.”

<http://www.ativo.com/Canaais/Pages/Aperdadecalor.aspx> acessado em 08 de março de 2013.

Considerando que a liberação de calor do corpo humano durante um exercício físico, de uma hora, ocorre de forma similar a uma reação exotérmica que produz -500 kJ de calor, julgue os itens abaixo:

- I. A reação direta tem entalpia de -500 kJ. Assim, se a variação da entropia for maior que zero a temperatura constante, tem-se uma reação espontânea.
- II. Se a reação direta possuir energia de ativação de valor igual a 350 kJ, obrigatoriamente, a reação inversa terá energia de ativação de valor igual a -350 kJ.
- III. Ao aumentar a temperatura deste sistema termodinâmico, aumentará também o número de colisões e, conseqüentemente, a desordem do sistema. Pode-se afirmar, então, que a entropia será positiva e crescente.
- IV. De acordo com os princípios de Le Chatelier, a velocidade da reação é reduzida com o aumento da temperatura.
- V. A velocidade da reação decresce com o aumento da temperatura, pois aumenta a energia cinética média das moléculas e, conseqüentemente, a entropia da reação.

Estão corretas:

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

QUESTÃO 5

A produção do vinagre envolve dois tipos de alterações bioquímicas: uma fermentação alcoólica de um carboidrato e uma oxidação deste álcool até ácido acético; que ajuda a evitar o acúmulo de gordura nos vasos sanguíneos e é anti-inflamatório. A ingestão de ácido acético estimula também a produção do suco gástrico melhorando a digestão e o metabolismo. O vinagre de maçã tem ainda o ácido málico, que aumenta a temperatura das células queimando mais gorduras.



Modalidade B

Adaptação de <http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2011/08/vinagre-faz-bem-para-saude-e-pode-ser-utilizado-ate-em-sobremesas.html> acessado em 08 de março de 2013.

Utilizando-se 100 mL de ácido acético 0,2 mol/L e adicionando-se a este volume uma certa massa de acetato de sódio. A solução tampão indicou um pH igual a 5. A massa, em gramas, de acetato de sódio adicionado à solução foi de aproximadamente (Dados: pK_a do ácido acético = 4,76 ; $\text{antilog } 0,24 = 1,74$):

- a) 3,3 g b) 1,3 g c) 2,9 g d) 1,9 g e) 3,6 g

QUESTÃO 6

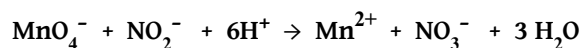
No início deste ano, uma tragédia abalou a cidade universitária de Santa Maria - RS. O incêndio na Boate Kiss resultou na morte de mais de 240 jovens, que foram provocadas principalmente pela ingestão de gases tóxicos provenientes da queima do material que revestia o teto da casa noturna. Os laudos da perícia comprovaram a presença de cianeto nos corpos das vítimas. Qual a fórmula molecular do produto da reação de combustão da espuma de poliuretano (EPU)?

- a) HCN b) NaCN c) KCN d) CH_2CN e) $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}$

QUESTÃO 7

O permanganato de potássio serve para eliminar as bactérias e os fungos da pele, sendo também um bom cicatrizante para as feridas devido as suas propriedades oxidantes. Comumente, é utilizado diluído em água, para tratamento de cataporas e feridas generalizadas, por exemplo.

Diante desta afirmação, tem-se a seguinte equação de óxido-redução, que é representada apenas pelas espécies iônicas que participam ativamente do fenômeno de transferência de elétrons:



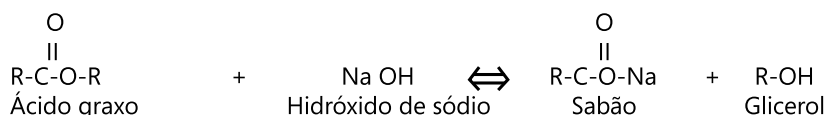
Faça o balanceamento correto dessa equação e calcule a soma total dos coeficientes mínimos e inteiros das espécies químicas envolvidas.

- a) 23 b) 20 c) 26 d) 47 e) 34



QUESTÃO 8

A reação de saponificação não podia ter outro nome, uma vez que ficou muito conhecida em razão de sua enorme utilização na indústria, na produção de sabonetes, sabões e detergentes. Para que essa reação aconteça, é preciso haver um éster misturado com uma base forte na presença de água e aquecimento. O produto final é um sal orgânico e álcool. Observe a equação abaixo:



Adaptação de <http://www.brasilecola.com/quimica/reacao-saponificacao.htm> acessado em 28 de fevereiro de 2013.

O processo de saponificação citado acima trata-se de uma reação muito presente no cotidiano. Sobre a reação ilustrada e as espécies químicas presentes, julgue os itens a seguir.

Os ésteres presentes nos óleos são geralmente mais estáveis que os hidrocarbonetos, devido a maior afinidade do carbono com o oxigênio, o que os faz ter um ponto de ebulição relativamente elevado em comparação com os hidrocarbonetos.

Os ácidos graxos são componentes orgânicos, pois possuem carbono e hidrogênio em sua formação, enquanto o hidróxido de sódio é um composto inorgânico.

Na molécula de ácido graxo há uma ligação dupla do carbono com oxigênio, nesse caso o carbono não tem hibridização sp^2 , pois esse mesmo carbono está fazendo apenas ligação simples com o radical orgânico.

56

A reação ilustrada também pode ser considerada uma reação de neutralização, pois um ácido e uma base estão reagindo, formando um sal, no caso o sabão.

O hidróxido de sódio é uma base forte, isso se deve ao fato da força de ligação ser relativamente alta entre a hidroxila e o sódio, sendo assim tem maior capacidade de ionizar.

Com base nas alternativas, marque abaixo quais estão certas.

- a) II e IV b) IV e V c) I e II d) I, II e IV e) II, III e IV



Modalidade B

QUESTÃO 9

No olho humano, especificamente na retina, o cis-11- retinal se transforma no trans-11- retinal pela ação da luz e assim produz impulso elétrico para formar a imagem. Por isso o ser humano precisa de luz para enxergar.

Adaptação de <http://www.ufpe.br/cap/images/quimica/katiaaquino/3anos/aulas/aulaisomeria.pdf> acessado em 08 de março de 2013.

O texto acima demonstra umas das potenciais aplicações da isomeria. Essa propriedade da matéria tem grandes aplicações no segmento de fármacos e no tratamento de doenças. Assim sendo, considere as seguintes afirmações em relação à isomeria e estabilidade de compostos orgânicos:

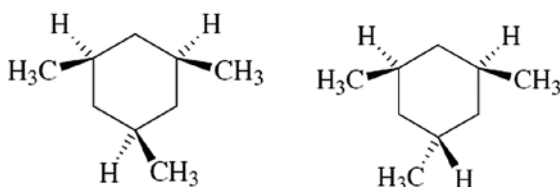
Os isômeros etanol e éter dimetílico são isômeros constitucionais entre eles.

O ciclobutano e o metil ciclopropano são isômeros de núcleo.

O alcano de fórmula molecular C_6H_{14} apresenta seis possíveis isômeros.

Existem quatro alcenos isoméricos da fórmula molecular C_4H_8 .

Dos dois 1,3,5-trimetilciclo-hexanos estereoisoméricos a seguir, o mais estável é o trans-1,3,5- trimetilciclo-hexano.



57

cis- 1,3,5- trimetilciclo-hexano

trans- 1,3,5- trimetilciclo-hexano

Das afirmações acima, estão CORRETAS apenas:

- a) I, II e IV b) I, II, III e IV. c) I, II, IV e V. d) II, IV e V. e) I, II e V.

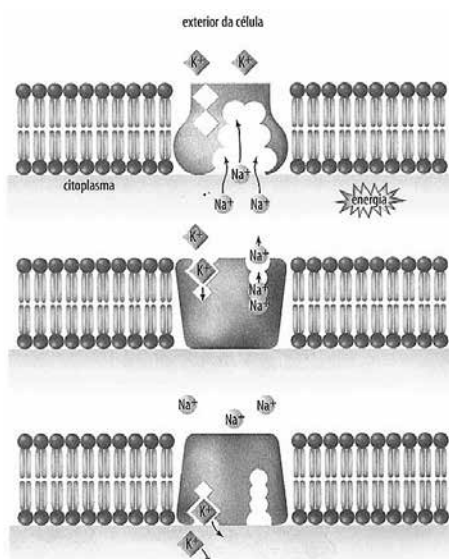


QUESTÃO 10

Bombas de Sódio e Potássio

A diferença da concentração intracelular e extracelular de substâncias e íons através da membrana plasmática pode ser mantida por transporte passivo (sem gasto de energia) ou por transporte ativo (com gasto de energia).

Na bomba de sódio e potássio a concentração do sódio é maior no meio extracelular enquanto a de potássio é maior no meio intercelular. A manutenção dessas concentrações é realizada pelas proteínas transportadoras descritas anteriormente que capturam íons sódio (Na^+) no citoplasma e bombeia-os para fora da célula. No meio extracelular, capturam os íons potássio (K^+) e os bombeiam para o meio interno. Se não houvesse um transporte eficiente, a concentração destes íons iria se igualar.



<http://www.infoescola.com/biologia/bomba-de-sodio-e-potassio/> acessado em 07 de março de 2013

De acordo com o texto acima e seus conhecimentos sobre tabela periódica e os tipos de transporte, assinale a resposta correta:

58

- A energia de ionização dos metais alcalinos e alcalinos terrosos é comparativamente alta quando se analisa os outros componentes da tabela periódica. Desta forma, pode-se afirmar que a energia de ionização é diretamente proporcional a eletronegatividade.
- O potássio é um metal alcalino bivalente, ou seja, se ligará a não-metais que realizem duas ligações, além de ser o menos eletropositivo de todos os elementos presentes na tabela periódica.
- O caráter metálico do sódio garante a facilidade em se retirar um elétron deste metal que, após a perda, ficará com configuração eletrônica similar a do neônio.



Modalidade B

- d) Os íons de sódio encontrados na bomba de sódio e potássio possuem raios maiores que o sódio metálico, atuando no processo celular por meio do transporte ativo.
- e) Quanto maior a eletronegatividade, menor será a tendência do elemento em capturar elétrons.

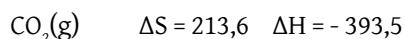
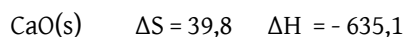
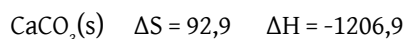
PARTE II

QUESTÃO 11

Uma fábrica, que produz cal (Ca(OH)_2), necessita reduzir o custo da produção para se manter no mercado com preço competitivo para seu produto. A direção da fábrica solicitou ao departamento técnico o estudo da viabilidade de reduzir a temperatura do forno de calcinação de carbonato de cálcio, dos atuais 1500K, para 800K. Considerando apenas o aspecto termodinâmico, pergunta-se: o departamento técnico pode aceitar a nova temperatura de calcinação? Em caso afirmativo, o departamento técnico pode fornecer uma outra temperatura de operação que proporcione maior economia? Em caso negativo, qual é a temperatura mais econômica para operar o forno de calcinação?

Observações: desconsidere a variação das propriedades com a temperatura.

Dados:



Onde S representa entropia em $\text{J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ e H entalpia em kJ.mol^{-1} .

59

QUESTÃO 12

A Análise elementar quantitativa de um composto orgânico X forneceu o seguinte resultado: 0,2035 g de X por combustão forneceu 0,4840 g de CO_2 e 0,2475 g de H_2O . Na determinação da densidade de vapor, de acordo com o processo de Victor Meyer, 0,14 g deste composto deslocam $44,5 \text{ cm}^3$ de ar atmosférico, medidos a 21°C e 798 mm Hg de pressão. A pressão de vapor d'água a 21°C é 19 mm de Hg. Calcular

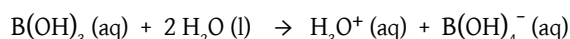


a fórmula molecular de X e escrever a sua fórmula estrutural, bem como a de seus isômeros, indicando qual deles apresenta estereoisomeria óptica.

QUESTÃO 13

O ácido bórico é frequentemente utilizado como inseticida relativamente atóxico, para matar baratas, cupins, formigas, pulgas e muitos outros insetos. Pode ser utilizado diretamente sob a forma de pó em pulgas, misturando-o com açúcar de confeitiro como atrativo para as formigas e baratas. Sobre esse ácido e suas propriedades, responda:

a) O ácido bórico pode reagir com a água, gerando o ânion tetrahidroxiborato. Esse processo é descrito pela seguinte equação:



Desenhe a estrutura de Lewis para todas as espécies apresentadas, incluindo em sua resposta, a geometria e a hibridização do átomo central em cada uma delas.

b) Quando o ácido bórico, B(OH)_3 , é aquecido acima de 170°C , o mesmo desidrata gerando o ácido metabórico. Se o aquecimento continuar até cerca de 300°C , há uma nova desidratação e a consequente formação do ácido pirobórico. Caso haja aquecimento adicional, o ácido pirobórico transforma-se em trióxido de boro. Escreva as três reações descritas nesta questão e apresente a fórmula estrutural das espécies em negrito.

c) Outro composto de boro relevante é a borazina de fórmula molecular $\text{B}_3\text{H}_6\text{N}_3$. Este composto é também chamado de “benzeno inorgânico”, visto que é isoeletrônico e isoestrutural ao benzeno. É possível, ainda, observar na estrutura da borazina a presença de um ácido de Lewis e de uma base de Lewis. Identifique-os na molécula em questão, utilizando um exemplo como embasamento para sua resposta.

QUESTÃO 14

O trióxido de boro é um composto utilizado como aditivo da fibra óptica, na produção de vidro de borossilicato, entre outros. Esse composto é obtido pela desidratação do ácido bórico, porém também é possível consegui-lo a partir das seguintes etapas de reação.



Modalidade B

		$\Delta H/\text{kJ}$
Etapa 1:	$\text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 3 \text{O}_2(\text{g}) + \text{B}_2\text{H}_6(\text{g})$	2035
Etapa 2:	$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	44
Etapa 3:	$\text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-286
Etapa 4:	$2 \text{B}(\text{s}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{B}_2\text{H}_6(\text{g})$	36

Tendo como base as reações acima e suas respectivas entalpias, calcule a entalpia geral de formação do trióxido de boro e informe a sua equação global.

QUESTÃO 15

A composição de membranas celulares é majoritariamente fosfolipídica, apresentando também glicolipídios e colesterol. A fluidez da membrana de uma célula animal é controlada, de forma geral, de duas maneiras: pelos ácidos graxos presentes na estrutura dos fosfolipídios e dos glicolipídios componentes, pela quantidade de colesterol em sua composição.

a) Explique como o grau de saturação, o tamanho da cadeia carbônica e a existência de isômeros cis e trans dos ácidos graxos presentes na membrana afetam a fluidez.

b) Explique o controle da fluidez pelo colesterol, utilizando as figuras a seguir como suporte para sua resposta. Não esqueça de justificar as suas respostas!

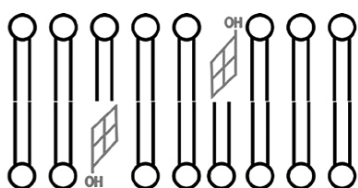


Figura 1. Representação do posicionamento espacial da molécula de colesterol na membrana celular.

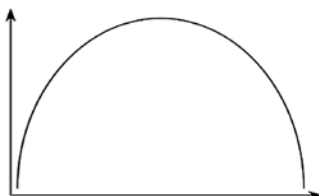


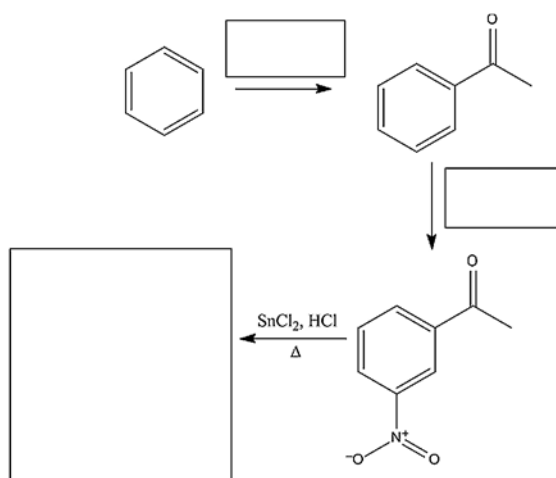
Figura 2. Representação gráfica da influência da concentração de colesterol na fluidez da membrana celular.

61



QUESTÃO 16

Considere as ilustrações abaixo:



- Complete os espaços acima com as espécies químicas pertinentes às transformações dadas.
- Quais são os mecanismos das duas primeiras etapas?
- Que tipo de reação ocorre na terceira etapa?
- Por que essa escolha de reagentes para esse processo?