

# PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA

## XVI OLÍMPIADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO NORTE

### PROVA OBJETIVA E DISCURSIVA

# MODALIDADE A1

1ª 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

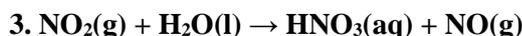
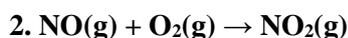
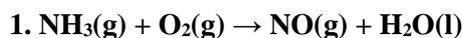
### QUESTÃO 1

Em 1º de janeiro de 2014 começou a valer a obrigatoriedade da presença de *airbag* nos veículos novos produzidos no Brasil. A medida criada pelo Contran visa à redução do número de acidentes fatais nas estradas brasileiras. Os *airbags* de automóveis são inflados durante uma colisão pela explosão da azida de sódio,  $\text{NaN}_3$ , segundo a reação:  $2\text{NaN}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}(\text{s}) + 3\text{N}_2(\text{g})$ . Que massa de azida de sódio seria necessária para inflar um *air bag* de 25,0 L a uma pressão de 1,3 atm e temperatura de 25 °C (298 K), considerando  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ?

- (a) 57,6 g
- (b) 86,5 g
- (c) 111,7 g
- (d) 133,0 g
- (e) 172,9 g

### QUESTÃO 2

O ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), quando diluído, é incolor e, quando concentrado, possui uma coloração amarelo pálido, decorrente da decomposição parcial do ácido em  $\text{NO}_2$ . Esse composto entra em ebulição a 83 °C e frequentemente é utilizado na fabricação de fertilizantes e explosivos. É produzido em três estágios, cujas reações abaixo representadas não se encontram balanceadas.



Partindo-se de 6 mol de  $\text{NH}_3$  e admitindo rendimento de 50% em cada uma das reações, a quantidade de  $\text{HNO}_3$  produzido, em mol, será:

- (a) 0,5
- (b) 1,0
- (c) 1,5
- (d) 2,0
- (e) 3,0

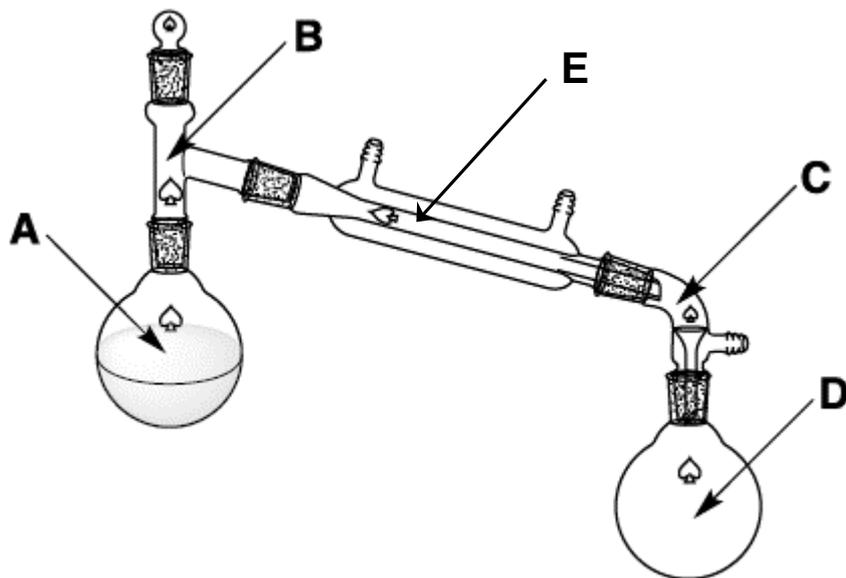
### QUESTÃO 3

Muitas pessoas já ouviram falar que ao misturar um refrigerante de cola e balas Mentos® faz jorrar um intenso jato espumante. Uma outra versão deste experimento é misturar vinagre (ácido acético) com bicarbonato de sódio. Assinale a afirmação **INCORRETA** a respeito desse experimento:

- (a) O bicarbonato de sódio é um sal básico inorgânico
- (b) A formação do jato espumante é devido à liberação do gás  $\text{CO}_2$
- (c) A fórmula química do bicarbonato de sódio é  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- (d) No experimento em questão ocorre uma reação de neutralização entre o ácido acético e o bicarbonato de sódio
- (e) O ácido acético atua neste experimento liberando íons  $\text{H}^+$  para o meio

#### QUESTÃO 4

Um estudante deseja separar  $\text{CHCl}_3$  (ponto de ebulição =  $61^\circ\text{C}$ ) de  $\text{CHCl}_2\text{CHCl}_2$  (ponto de ebulição =  $146^\circ\text{C}$ ) através de uma destilação simples. No momento em que o estudante verificar a formação da primeira gota do destilado no frasco coletor, em que posição do sistema de destilação a temperatura estará em  $61^\circ\text{C}$ ?



- (a) A
- (b) B
- (c) C
- (d) D
- (e) E

#### QUESTÃO 5

As lâmpadas de vapor metálico são amplamente empregadas para a iluminação decorativa em prédios e monumentos, e também em refletores de ginásios e estádios devido à sua elevada potência luminosa e a possibilidade de variação da coloração da luz emitida pela lâmpada. No interior dessas lâmpadas existem haletos metálicos que devido à elevada pressão existente no interior da lâmpada encontram-se vaporizados. Após descarga elétrica os elétrons dos íons metálicos retornam para níveis de menor energia, emitindo radiação eletromagnética com frequências específicas, de acordo com o vapor metálico utilizado. Este fenômeno observado nesse tipo de lâmpada pode ser explicado pela teoria atômica proposta por:

- (a) Epicuro
- (b) Thomson
- (c) Dalton
- (d) Rutherford
- (e) Bohr

## QUESTÃO 6

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 7

A água é uma substância de vital importância para a existência de vida em nosso planeta. À temperatura ambiente e pressão atmosférica ao nível do mar, a água encontra-se na fase líquida. Outras substâncias, como  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  e  $\text{CO}_2$ , apesar de possuírem maior massa molar, apresentam ponto de ebulição inferior à água, 78 e  $-78^\circ\text{C}$ , respectivamente. A justificativa para esse fato se deve:

- (a) Às ligações entre átomos de moléculas diferentes de água são muito fortes; por isso, a água encontra-se na fase líquida nessas condições.
- (b) À massa da molécula de água é grande em relação ao seu tamanho; por isso, a água é compactada e torna-se líquida.
- (c) À densidade da água é maior que a soma da densidade do gás oxigênio e do gás hidrogênio; por isso, a massa é maior e faz com que as moléculas se aproximem, formando a fase líquida.
- (d) Às ligações covalentes polares entre os átomos de hidrogênio e de oxigênio são mais fortes do que as covalentes apolares entre os átomos de hidrogênio; assim, a repulsão é maior do que a atração, formando a fase líquida.
- (e) Às ligações iônicas presentes na molécula de água; ao invés de formarem uma fase sólida, formam uma fase líquida.

## QUESTÃO 8

Os equipamentos de mergulho e trajes espaciais contêm uma substância química que é capaz de absorver o  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  exalados e liberar gás  $\text{O}_2$ , reciclando dessa maneira o ar respirável no interior do traje e evitando que o mergulhador ou astronauta se intoxique com o  $\text{CO}_2$  exalado. A substância presente nesses tipos de traje é:

- (a)  $\text{KO}_2$
- (b)  $\text{Na}_2\text{O}_2$
- (c)  $\text{Na}_2\text{O}$
- (d)  $\text{NaOH}$
- (e)  $\text{KCl}$

## QUESTÃO 9

Um experimento interativo montado em um museu de ciências trazia um circuito elétrico contendo uma sirene conectada, através de fios de cobre, a uma bateria e a dois eletrodos. No momento em que os eletrodos eram colocados dentro de algumas soluções, o circuito era fechado, havia passagem de corrente, e a sirene era acionada.

Qual das soluções abaixo possui maior probabilidade de acionar essa sirene de modo mais forte ao serem colocadas em contato com os eletrodos desse experimento?

- (a) Solução concentrada de sacarose
- (b) Solução de etanol a 50%
- (c) Solução saturada de cloreto de sódio
- (d) Solução de ácido acético a 4% (vinagre)
- (e) Água deionizada

## QUESTÃO 10

O metano é um gás incolor e sem cheiro. Sua produção ocorre a partir da decomposição do lixo orgânico, extração de combustíveis minerais, aquecimento de biomassa anaeróbica. O comportamento desse gás e de outros que existem na natureza é estudado através de leis que demandam adequações ao estado/condições em que se encontra o gás. Sobre o conhecimento das propriedades dos gases metano, é incorreto afirmar que:

- (a) Qualquer gás com massa molar menor que o metano tem velocidade média quadrática maior que o metano.
- (b) Quando o metano for submetido a condições de altas pressões e baixas temperaturas, simultaneamente, há um favorecimento de que esse gás se desvie do previsto pela equação do gás ideal.
- (c) As moléculas de metano em um recipiente cuja a temperatura é 800 K exercem maior pressão que quando estão no mesmo recipiente a uma temperatura de 400 K.
- (d) Quando o metano obedece às relações da lei de Boyle pode-se dizer que adquire comportamento de gás ideal.
- (e) A teoria cinética molecular é um modelo inadequado para explicar o comportamento de substâncias gasosas tal como metano, argônio e outros gases existentes na natureza.

## PARTE DISCURSIVA

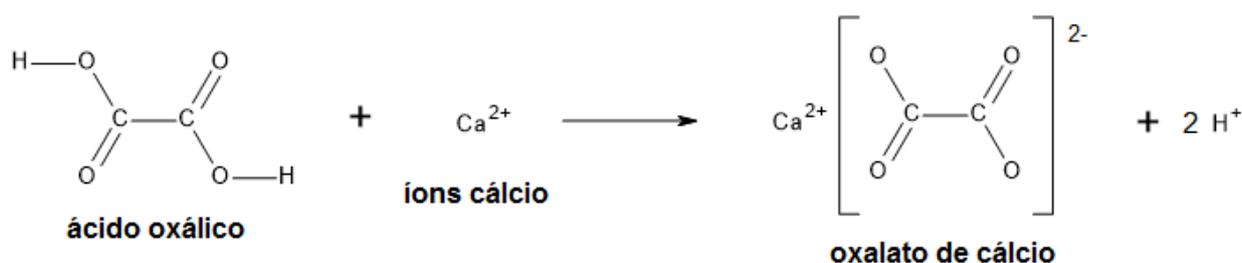
### QUESTÃO 11

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).

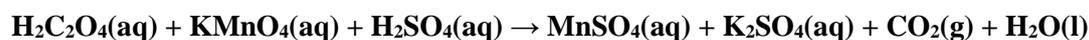
(a) O principal constituinte do cálculo renal é o oxalato de cálcio, que é formado no interior do organismo a partir da reação abaixo. Quantos miligramas de cálcio poderiam ser removidos do organismo após a ingestão de 340 mg de ácido oxálico?



(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  $\text{Ca}^{2+}$ .

(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

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, 1,1 bilhão de pessoas no mundo não tem acesso à água potável. Uma forma de garantir a potabilidade da água seria a utilização de métodos de purificação e tratamento da água. O método mais comum é a desinfecção, que faz uso de substâncias como o hipoclorito de sódio e o ozônio capazes de eliminar os microrganismos presentes na água. Outro procedimento que é bastante utilizado é a floculação ou coagulação, em que as partículas sólidas se aglomeram em flocos para que sejam removidas mais facilmente. Este processo consiste na formação e precipitação de hidróxido de alumínio que é insolúvel em água e "carrega" as impurezas para o fundo do tanque. Associado aos dois métodos citados anteriormente geralmente é realizada a filtração da água utilizando carvão ativado.

(a) Desenhe a estrutura de Lewis para o hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ) e o ozônio ( $\text{O}_3$ ).

(b) No processo de purificação da água por floculação deve-se primeiro alcalinizar a água a partir da adição de um sal básico conhecido como barrilha (carbonato de sódio) que se dissolve em água, gerando o íon carbonato (**REAÇÃO 1**), que por sua vez entra em equilíbrio com a água gerando íons bicarbonato e hidróxido. (**REAÇÃO 2**). Com o pH básico, adiciona-se o sulfato de alumínio, que irá se dissolver na água e depois precipitar na forma de hidróxido de alumínio, deixando os íons sulfato em solução (**REAÇÃO 3**). Escreva a equação química balanceada para as Reações 1, 2 e 3.

(c) Explique como atua o carvão ativado para a remoção de impurezas presentes na água e indique se este é um processo físico ou químico.

### QUESTÃO 13

A Lei Periódica e sua representação gráfica, a Tabela Periódica, são dois conhecimentos essenciais para a química e para os químicos. D. Mendeleev (1834-1907), em meados do século XIX, organizou os elementos conhecidos nessa época, aproximadamente 60, em ordem crescente de seus pesos atômicos, segundo as propriedades semelhantes, um abaixo do outro. Nessa organização, alguns espaços ficaram em branco, pois não eram conhecidos todos os elementos em questão, e Mendeleev previu a existência do elemento hoje conhecido como Germânio, o qual chamou de ekasilício, por estar na mesma coluna do silício. Posteriormente, esse elemento foi descoberto e suas propriedades coincidiram com as previstas por Mendeleev. Hoje, a Tabela Periódica se organiza em função das estruturas atômicas dos átomos.

- (a) Explique o que significa periodicidade no agrupamento dos elementos na Tabela Periódica.
- (b) Como se explica o fato de Mendeleev ter sido capaz de prever as propriedades de um elemento desconhecido na sua época?
- (c) Represente a distribuição eletrônica por níveis e subníveis para o átomo do elemento germânio (Ge).