



PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA

XIV OLÍMPIADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO NORTE

EXAME DA 2ª FASE

MODALIDADE A

1ª e 2ª séries

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	VIIB	VIII B			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)
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	------------------	--------------------

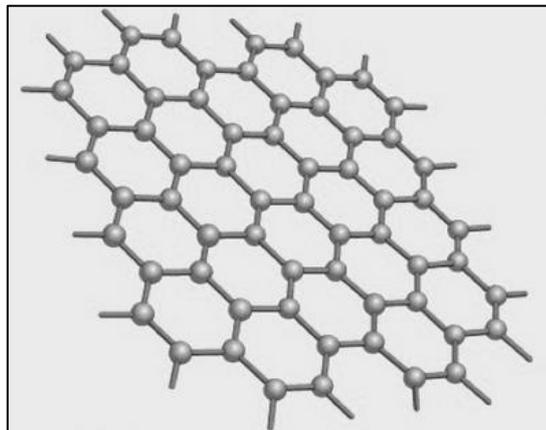
Nº Atômico
SÍMBOLO
Massa Atômica
(arredondada ± 0,5)

Fonte: IUPAC, 2005.

PARTE OBJETIVA

QUESTÃO 1

Em 2004, foi anunciada ao mundo a descoberta de um novo material com potencialidades de revolucionar a indústria e o nosso modo de vida contemporâneo. O **grafeno**, material derivado do grafite, que é uma das formas alotrópicas do carbono, e que consiste de uma “folha” plana de átomos de carbono em ligação sp^2 totalmente bidimensional, arranjados entre si numa rede hexagonal (uma espécie de favo de mel). A descoberta rendeu o prêmio Nobel aos físicos russos Andre Geim e Konstantin Novoselov, em 2010. Sobre o grafeno, foi dito que: “nada que conhecemos é mais resistente do que ele, também não existe melhor condutor elétrico ou um sólido tão leve. Acrescente-lhe o fato extraordinário de o grafeno ser translúcido e ultraflexível. Trata-se do único material a combinar todas essas características simultaneamente. Suas propriedades chamaram a atenção da indústria: aviões e carros mais leves e econômicos, *smartphones* com telas flexíveis e baterias possíveis de serem carregadas em cinco segundos, cabos de internet que podem armazenar online 500000 músicas em um segundo.”



(Texto adaptado de “O início da era do grafeno”. Revista Veja, 9 de outubro de 2013)

De modo geral, as características e propriedades físicas do **grafeno** apresentadas no texto podem ser explicadas pela:

- (a) Organização estrutural dos átomos de carbono no sólido
- (b) Afinidade eletrônica do átomo de carbono no sólido
- (c) Baixa densidade do elemento carbono que constitui o material
- (d) Dimensão do raio atômico do carbono na estrutura do sólido
- (e) Eletronegatividade do elemento carbono que constitui o material

QUESTÃO 2

A presença de íon sódio além do recomendado pela OMS em uma dieta de 2.000 calorias/dia nos alimentos que consumimos contribui para problemas como hipertensão arterial, retenção de líquidos e uma série de problemas de saúde. Pode-se afirmar que a quantidade de íons sódio presente no sal de cozinha (NaCl) se comparado aos íons sódio presente no glutamato monossódico ($\text{C}_5\text{H}_8\text{NO}_4\text{Na}$) em 10 gramas de cada substância é:

- (a) Aproximadamente 1,36 vezes mais baixo que no glutamato
- (b) Aproximadamente 1,36 vezes mais alto que no glutamato
- (c) Aproximadamente 3 vezes mais baixo que no glutamato
- (d) Aproximadamente 3 vezes mais alto que no glutamato
- (e) Aproximadamente igual teor de sódio presente no glutamato

QUESTÃO 3

Alguns poços de abastecimento de água da Grande Natal estão contaminados com o íon nitrato (NO_3^-). A CAERN tem diluído a água dos poços contaminada com nitrato para que a água de distribuição atinja níveis aceitáveis pela empresa, que é de 3 mg de nitrato em cada litro de água. Um químico da CAERN analisou a água proveniente de um poço no bairro de Felipe Camarão e encontrou uma concentração de nitrato de $43 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Supondo que o poço tem vazão de água de 100 mil L/h, qual o volume de água extraído durante um dia da adutora da lagoa de Jiqui que deve ser usado para diluir a água do poço até o limite estabelecido pela CAERN?

- (a) 2,4 milhões de litros
- (b) 14,3 milhões de litros
- (c) 32,0 milhões de litros
- (d) 34,4 milhões de litros
- (e) 80,0 milhões de litros

QUESTÃO 4

A teoria cinética dos gases considera que as moléculas se movimentam em todas as direções e não somente na direção x e que cada molécula tem sua velocidade.

I – Para um determinado aroma ser percebido no ambiente existe uma propriedade específica dos gases que retrata o movimento das moléculas.

II – Em materiais como plásticos e alguns tipos de borracha existem pequenos orifícios que permitem o escape dos gases.

O nome de cada propriedade e seu fator dependente, citados em I e II são, respectivamente:

- (a) I – Difusão/Temperatura; II – Efluxão/Massa molar
- (b) I – Difusão/Massa molar; II – Efluxão/Temperatura
- (c) I – Efluxão/Massa molar; II – Difusão/Temperatura
- (d) I – Efluxão/Temperatura; II – Difusão/Massa molar
- (e) I – Difusão/Colisões; II – Efluxão/Massa molar

QUESTÃO 5

Recentemente, o Ministério Público identificou um novo caso de adulteração do leite no Rio Grande do Sul. Um transportador com sede no município de Três de Maio, no noroeste do estado, adicionava produtos químicos para recuperar o leite que estava vencendo. Se o produto passasse da validade, ele adicionava água oxigenada para estabilizar a carga e entregar na indústria. Se identificava acidez elevada, o produto adicionado era a soda cáustica. O empresário foi preso em flagrante por posse ilegal de arma e ficará à disposição da Justiça.

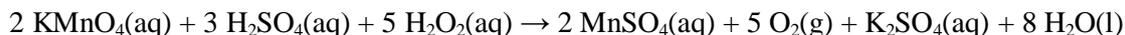
(Texto adaptado do portal G1: www.g1.globo.com, publicado em 07/11/2013)

Com base em seus conhecimentos químicos, assinale a afirmativa **ERRADA**.

- (a) Na água oxigenada, H_2O_2 , o valor do NOX do oxigênio é igual a -1
- (b) Ao se adicionar soda cáustica, NaOH , aumenta-se o pH do leite
- (c) A água oxigenada, H_2O_2 , é um poderoso agente oxidante, capaz de eliminar microrganismos presentes no leite
- (d) A soda cáustica, NaOH , reage com a água oxigenada, H_2O_2 , formando NaO , H_2O e O_2
- (e) A água oxigenada, H_2O_2 , é uma substância instável, e sua decomposição libera oxigênio molecular e calor

QUESTÃO 6

A permanganometria em meio ácido é uma importante técnica utilizada para analisar o teor de água oxigenada, H_2O_2 , presente em diversas amostras, incluindo no leite adulterado. Nesta técnica, o permanganato de potássio, KMnO_4 , oxida a água oxigenada, de acordo com a equação abaixo:



Em uma titulação por permanganometria, foram coletados 5,00 mL de uma amostra de água oxigenada, os quais foram transferidos para um balão volumétrico de 100 mL, cujo volume foi completado com água destilada. Desta solução foi pipetado 15,0 mL para um frasco erlenmeyer. Adicionou-se também ao erlenmeyer 25,0 mL de água destilada e 10,0 mL de uma solução de H_2SO_4 1:5 (v/v). A solução contida no erlenmeyer foi então titulada com uma solução padronizada de KMnO_4 a 0,200 mol/L, e o volume gasto de KMnO_4 observado foi de 12,4 mL. A concentração (% m/v) de água oxigenada, H_2O_2 , presente na amostra foi:

- (a) 1,24%
- (b) 2,81%
- (c) 4,21%
- (d) 5,62%
- (e) 11,22%

QUESTÃO 7

As vitaminas do complexo B, como a B_1 e a B_{12} , desempenham um importante papel no metabolismo celular. A vitamina B_1 contém um elemento não-metálico com o seguinte conjunto de números quânticos para o último elétron: $n = 3$, $l = 1$, $m_l = -1$, $m_s = -1/2$. Já a vitamina B_{12} apresenta um metal do 4º período da tabela periódica que em sua estrutura possui 7 elétrons em seu subnível d mais externo.

De acordo com as informações acima, o elemento químico presente nas vitaminas B_1 e B_{12} são, respectivamente:

- (a) Fósforo (P) e Ferro (Fe)
- (b) Enxofre (S) e Ródio (Rh)
- (c) Alumínio (Al) e Cobalto (Co)
- (d) Enxofre (S) e Cobalto (Co)
- (e) Fósforo (P) e Ródio (Rh)

QUESTÃO 8

Sólidos cristalinos são materiais cujos constituintes estão dispostos em um padrão regular, conhecidos como cristais. Um químico, ao estudar um sólido, descobriu que este possui elevado ponto de fusão, não conduz corrente elétrica e que a estrutura do sólido é mantida através de forças eletrostáticas intensas. O provável constituinte deste sólido é o(a):

- (a) Gelo
- (b) Grafite
- (c) Sal de cozinha
- (d) Açúcar
- (e) Ferro

QUESTÃO 9

O gás ozônio, ou O_3 , é uma forma de oxigênio em que a molécula se compõe de três átomos, em vez de dois, como costuma ser encontrada na natureza. A exposição dessas moléculas de oxigênio comum (O_2) à radiação solar e a cargas elétricas na estratosfera é que cria a camada envolvendo o planeta Terra. Na verdade, a camada está em perpétua formação, num processo de mão dupla: ao mesmo tempo em que o oxigênio é quebrado, formando moléculas de ozônio, estas também se desmancham para voltar a se reagrupar como oxigênio. Assim se explica o fato de a camada preservar a mesma espessura, desde sua formação inicial há cerca de 400 milhões de anos. Só assim foi possível a vida na Terra, já que ela funciona como um escudo protetor contra o excesso de radiação ultravioleta.

(Texto adaptado de “Escudo furado”, Revista Super Interessante, abril de 2001)

A propriedade ilustrada no texto acima, referente ao ozônio e ao oxigênio comum, é a:

- (a) Isomeria
- (b) Isotopia
- (c) Alotropia
- (d) Radioatividade
- (e) Oxidação

QUESTÃO 10

Aditivos químicos são compostos adicionados a certos alimentos e bebidas com o intuito de conservar, intensificar o sabor, ou melhorar sua aparência. Alguns desses aditivos químicos são apresentados abaixo:

- (i) H_3PO_4 , um acidulante utilizado em refrigerantes;
- (ii) SO_2 , um antioxidante e conservante adicionado em vinhos;
- (iii) CaO_2 , um aditivo utilizado no branqueamento da farinha de trigo;
- (iv) $NaCl$, utilizado como conservante e realçador de sabor em diversos tipos de alimentos;
- (v) $NaOH$, utilizado como antisséptico na lavagem de frutas e verduras.

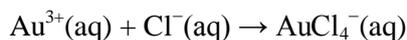
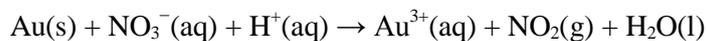
Com base na estrutura química desses aditivos, assinale a alternativa **ERRADA**:

- (a) O NOX do fósforo no H_3PO_4 é igual +5
- (b) O SO_2 é um óxido ácido e reage com a água formando H_2SO_4
- (c) O CaO_2 pode reagir com H_3PO_4 formando um sal e água
- (d) O $NaCl$ pode ser produzido a partir da reação entre o $NaOH$ e o HCl
- (e) O $NaOH$ é uma base forte e sua dissolução em água libera grande quantidade de calor

PARTE DISCURSIVA

QUESTÃO 11

A água régia é uma solução altamente corrosiva formada pela mistura dos ácidos nítrico e clorídrico na proporção 1:3. Esta solução tem esse nome porque é capaz de dissolver metais nobres, como o ouro e a platina. Nesse caso, o ácido nítrico atua oxidando o ouro, formando íons de ouro, Au^{3+} , os quais são removidos da solução pelo íon cloreto proveniente do ácido clorídrico, formando o cloroaurato, $[\text{AuCl}_4]^-$, de acordo com as reações abaixo:



A água régia ficou popularmente conhecida após a 2ª Guerra Mundial. Quando os nazistas alemães invadiram a Dinamarca, o químico George de Hevesy dissolveu as medalhas de ouro dos prêmios Nobel de Max Von Laue e James Franck em água régia, guardando a solução em um frasco comum em seu laboratório. Após a guerra, ele voltou ao seu laboratório, precipitou o ouro e o entregou para a Academia Real de Ciências da Suécia, que confeccionou novas medalhas para os cientistas dinamarqueses, Laue e Franck, ganhadores originais do prêmio Nobel.

- Sugira uma explicação química para o ouro e a platina serem considerados metais nobres, isto é, metais inertes e pouco reativos.
- Balancede as reações químicas envolvidas na dissolução do ouro pela água régia.
- Desenhe a estrutura de Lewis e indique a geometria para a molécula de NO_2 e para o ânion $[\text{AuCl}_4]^-$, formados na dissolução do ouro pela água régia.

QUESTÃO 12

No mês passado, o governo brasileiro realizou o leilão do campo de Libra, a maior reserva de petróleo do Brasil, localizada na região do pré-sal, próximo à costa do estado do Rio de Janeiro. Estima-se que com a exploração do campo de Libra as reservas nacionais de petróleo e de gás natural dobrem em um prazo de 15 anos. A gasolina, obtida a partir da destilação fracionada do petróleo, e o gás natural, são dois dos principais hidrocarbonetos utilizados como combustíveis fósseis em veículos automotores no Brasil.

Sabendo que gás natural é composto essencialmente por metano, $\text{CH}_4(\text{g})$, e assumindo que a gasolina seja $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$, responda o que se pede:

Dados: $\Delta H_f^\circ [\text{CH}_4(\text{g})] = -74,81 \text{ kJ/mol}$

$$\Delta H_f^\circ [\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})] = -208,36 \text{ kJ/mol}$$

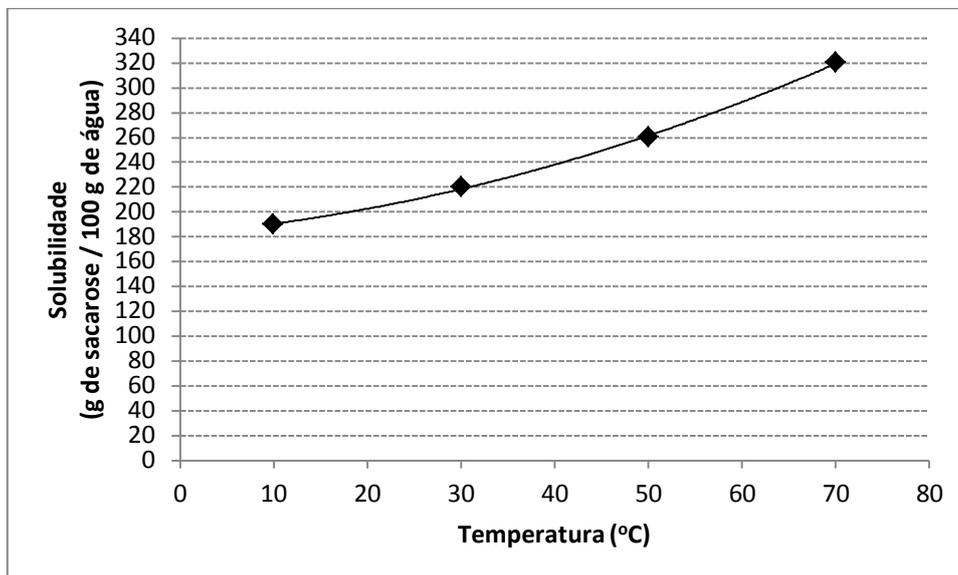
$$\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2(\text{g})] = -393,51 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

- Escreva a equação balanceada da combustão completa para cada um desses hidrocarbonetos.
- Calcule o $\Delta H_{\text{comb}}^\circ$ a 25 °C para a combustão completa de cada um dos hidrocarbonetos.
- Qual dos dois combustíveis produziria maior quantidade de calor por grama nas mesmas condições a 25 °C? Justifique sua resposta apresentando os cálculos.
- Desenhe um sistema de destilação fracionada, indicando o nome e a função de cada vidraria ou equipamento presente no sistema.

QUESTÃO 13

A sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$ — também conhecida como açúcar comum, açúcar de beterraba ou açúcar de cana —, é obtida da cana-de-açúcar ou da beterraba branca. Nos dois casos é feita a extração com água, posterior clareamento e cristalização. É amplamente utilizada no processamento de alimentos e bebidas, na fabricação de álcool etílico, na fabricação de xaropes e remédios e como conservante de alimentos (por desidratação). Abaixo, encontra-se a curva de solubilidade para a sacarose em água.



- Explique a influência da temperatura na solubilidade da sacarose na água.
- Após a evaporação de 20,0 g de água em uma solução saturada de sacarose a 30 °C, formou-se um precipitado no fundo do recipiente. Calcule a quantidade, em gramas, de precipitado formado, considerando que a temperatura da solução permanece em 30 °C e que a solução não ficou supersaturada.
- Prediga a temperatura de congelamento da água em 200 mL de uma solução aquosa contendo 30,0 g de sacarose. Considere K_c da água igual a 1,86 °C·kg/mol e a densidade da solução igual a 1,050 g/L.