



PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA

XIV OLÍMPIADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO NORTE

EXAME DA 2ª FASE

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)
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	------------------	--------------------

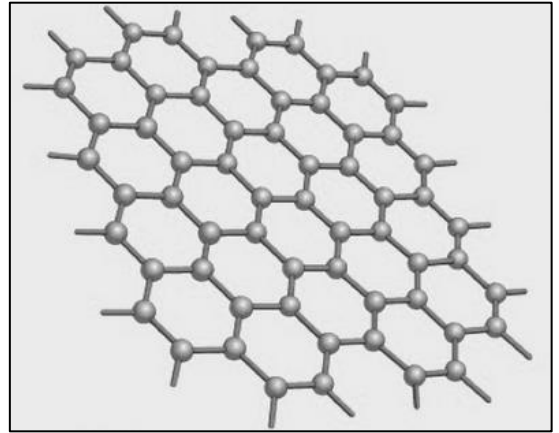
Nº Atômico
SÍMBOLO
Massa Atômica
(arredondada ± 0,5)

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

Até meados do séc. XIX as substâncias químicas eram conhecidas apenas pelas suas propriedades aparentes. Em 1824, o químico alemão Justus Von Liebig (1803-1873) estudou um grupo de compostos, os fulminatos, enquanto Friedrich Wöhler (1800-1882), também alemão, estava interessado no estudo de outro grupo de compostos, os cianatos. Ambos enviaram informações sobre os seus trabalhos a uma revista científica editada pelo químico francês Gay-Lussac (1778-1850). Este notou que as fórmulas empíricas dadas para estes compostos eram idênticas, contendo a mesma proporção de prata, carbono, nitrogênio e oxigênio, entretanto, as propriedades descritas eram muito diferentes. Gay-Lussac comunicou esta observação a Berzelius (1779-1848), à época um dos químicos mais famosos do mundo, e este, observando que os elementos estavam presentes nos diferentes compostos nas mesmas proporções, propôs que tais compostos fossem chamados de:

- (a) Homogêneos
- (b) Estequiométricos
- (c) Isômeros
- (d) Orgânicos
- (e) Inorgânicos

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.

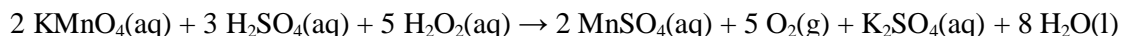
(Texto adaptado do portal G1: www.g1.globo.com, publicado em 07/11/2013)

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:

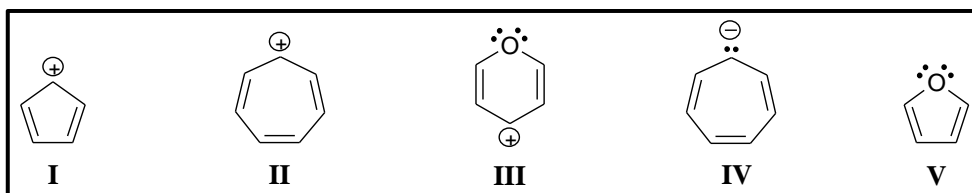


Em uma titulação por permanganometria, foram coletados 5,00 mL de uma amostra de água oxigenada, os quais foram transferidos para um balão volumétrico de 100 mL, cujo volume foi completado com água destilada. Desta solução foi pipetado 15,0 mL para um frasco elenmeyer. Adicionou-se também ao erlenmeyer 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

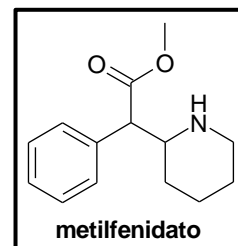
Aromaticidade é um importante conceito na Química Orgânica. Compostos contendo anéis aromáticos possuem propriedades físico-químicas distintas de seus equivalentes de cadeia aberta. Uma regra simples, a regra de Hückel, auxilia a identificar estruturas aromáticas. A regra postula que sistemas conjugados cíclicos são aromáticos se o número de elétrons dos orbitais p que participam da deslocalização na ressonância for igual a $4n + 2$, onde n é um número inteiro e positivo. A regra pode ser estendida para anéis policíclicos fundidos, e contendo ou não heteroátomos. Dentre os compostos abaixo representados, quais são aromáticos?



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

QUESTÃO 8

Para uns, ela é uma droga perversa. Para outros, a 'tábua de salvação'. Trata-se da ritalina, o **metilfenidato**, da família das anfetaminas, prescrita para adultos e crianças portadores de transtorno de *deficit* de atenção e hiperatividade (TDAH). Teria o objetivo de melhorar a concentração, diminuir o cansaço e acumular mais informação em menos tempo. Esse fármaco desapareceu das prateleiras brasileiras há poucos meses (e já começou a voltar), trazendo instabilidade principalmente aos pais, pela incerteza do consumo pelos filhos. Ocorre que essa droga pode trazer dependência química, pois tem o mesmo mecanismo de ação da cocaína, sendo classificada pela Drug Enforcement Administration como um narcótico.



(Texto adaptado do portal da UNICAMP: www.unicamp.br, publicado em 05/08/2013)

A partir da análise da estrutura do metilfenidato, pode-se dizer que sua molécula apresenta:

I – Um átomo de nitrogênio com características básicas

II – A função orgânica éster

III – Um centro assimétrico

IV – Seis carbonos com hibridização sp^2

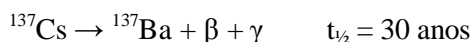
V – Fórmula molecular $C_{14}H_{19}NO_2$

São **VERDADEIRAS** as afirmações:

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

QUESTÃO 9

Em 11 de março de 2011 um terremoto seguido de um maremoto provocou um acidente nuclear na usina de Fukushima Dai-ichi (um desastre cujo auge só seria atingido em 6 de Abril de 2011). Como resultado, grandes doses de radionuclídeos foram espalhados na região, inclusive, e principalmente, no oceano próximo (a maior liberação oceânica da história), área de passagem obrigatória de diversos animais migratórios. Um dos principais elementos liberados foi o céσιο (Cs), principalmente o isótopo 137.



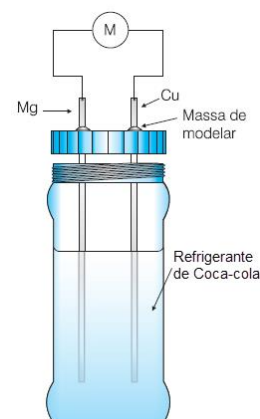
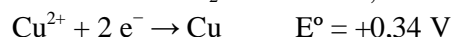
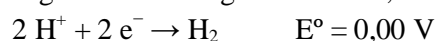
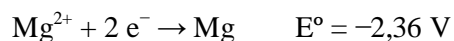
Onde $t_{1/2}$ corresponde ao período de meia-vida de cada isótopo. Considerando que o atum agora pescado na região apresenta uma concentração neste isótopo de Césio que se reflete em emissões medidas na carne de pescado de 8 desintegrações por segundo por quilo de carne desse isótopo, prediga o tempo mínimo que será necessário aguardar até que as emissões caiam para até o limite de 1 desintegração por segundo por quilo de pescado.

- (a) 8 anos
- (b) 49 anos
- (c) 82 anos
- (d) 90 anos
- (e) 98 anos

QUESTÃO 10

Em 2010, o designer chinês Daizi Zheng criou o conceito de um novo celular que usa refrigerante como fonte de energia, no lugar da sua bateria - mais especificamente, Coca-Cola. "Em minha pesquisa, descobri que a bateria é cara, consome recursos para fabricação, cria problemas no descarte e faz mal ao meio-ambiente", escreveu o designer. O refrigerante, na visão de Zheng, funciona como uma "biobateria" para gerar energia para o telefone.

Uma possível pilha, capaz de gerar corrente elétrica, utilizando Coca-cola poderia ser construída utilizando fios ou placas de cobre e de magnésio, imersos em um recipiente contendo o refrigerante, conforme figura ao lado. Abaixo são dados os potenciais de redução padrão dos eletrodos.



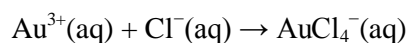
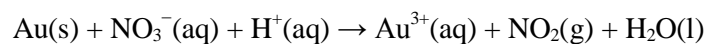
Com base no texto acima, assinale a alternativa **ERRADA**:

- (a) O metal magnésio sofre oxidação, transformando-se em Mg^{2+}
- (b) O metal cobre não sofre transformação química
- (c) A coca-cola atua fornecendo íons H^{+} , os quais sofrem redução
- (d) A placa de cobre é o polo positivo da pilha
- (e) A geração de corrente elétrica nesta pilha é um processo não espontâneo

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:



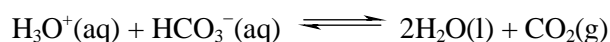
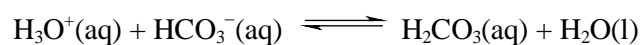
A água régia ficou popularmente conhecida após a 2ª Guerra Mundial. Quando os nazistas alemães invadiram a Dinamarca, o químico George de Hevesy dissolveu as medalhas de ouro dos prêmios Nobel de Max Von Laue e James Franck em água régia, guardando a solução em um frasco comum em seu laboratório. Após 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

Quase todos os processos biológicos são dependentes do pH; uma pequena variação na acidez produz uma grande variação na velocidade da maioria destes processos. O pH do sangue de mamíferos é um reflexo do estado do balanço ácido-base do corpo. Em condições normais, o pH é mantido entre 7,35 e 7,45 devido a uma série de mecanismos complexos que compreendem produção, tamponamento e eliminação de ácidos pelo corpo. Uma diminuição (acidose) ou aumento (alcalose) do pH do sangue pode causar sérios problemas e até mesmo ser fatal.

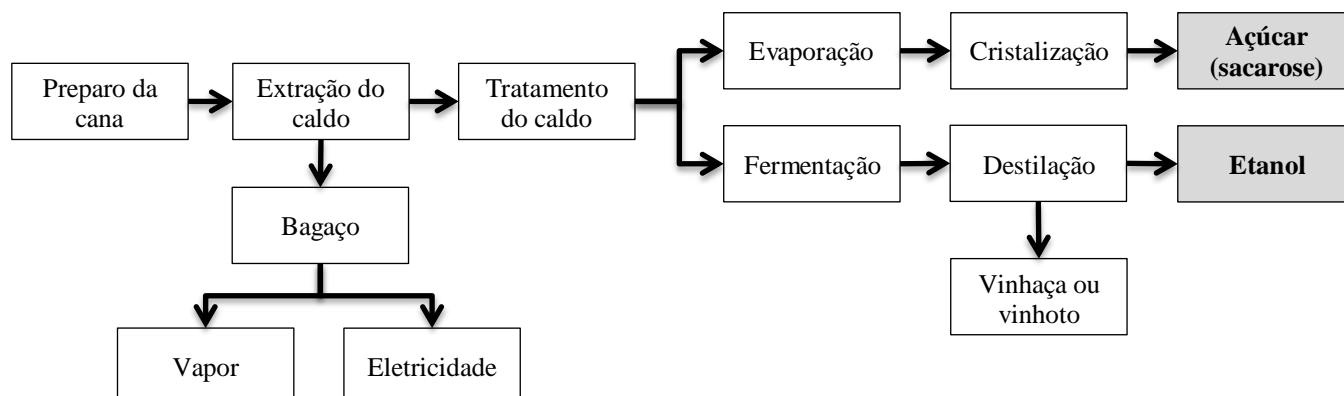
O principal sistema tamponante presente no sangue inclui o íon bicarbonato (hidrogenocarbonato, HCO_3^-) e H^+ em equilíbrio com água e CO_2 .



- Explique como o sistema $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ atua como agente tamponante do sistema sanguíneo.
- A hiperventilação (respiração rápida e profunda) pode ocorrer durante um esforço intenso. Explique como a hiperventilação afeta o pH do sangue?
- Um tratamento inicial paliativo para a hiperventilação é fazer o paciente respirar em um saco de papel. Explique brevemente por que este tratamento funciona e prediga o efeito que o tratamento com o saco de papel tem sobre o pH do sangue.

QUESTÃO 13

O etanol no Brasil é produzido quase que exclusivamente a partir da cana-de-açúcar. De modo simplificado pode-se dizer que o álcool é extraído da cana-de-açúcar em um processo constituído de quatro etapas: a moagem, a purificação, a fermentação e a destilação. A figura abaixo ilustra o processo:



Na etapa de moagem, a cana é espremida para se obter o caldo, que depois vai para a purificação, onde é peneirado, recebe um pouco de cal, é aquecido e finalmente depositado em grandes silos para resfriar. Essa etapa serve para que as impurezas do caldo, após se ligarem à cal, fiquem acumuladas no fundo dos silos e sejam retiradas. É com esse caldo purificado, também conhecido como mosto, que se faz açúcar. Como o objetivo é transformá-la em álcool, o passo seguinte é colocá-la para fermentar em contato com o fungo *Saccharomyces cerevisiae*. Depois disso, o fungo é separado em centrífugas para ser reaproveitado. O que sobra é um líquido que os técnicos chamam de vinho, com cerca de 8% de álcool. O vinho é, então, destilado inúmeras vezes, separando-se o álcool da água até que se atinja entre 97% e 99% de teor alcoólico. O resíduo da destilação do etanol, a vinhaça ou vinhoto, é utilizado como adubo nas próprias colheitas de cana. A fermentação da glicose ($C_6H_{12}O_6$), que é um processo anaeróbio – isto é, ocorre na ausência de oxigênio – produz etanol (C_2H_6O) e gás carbônico (CO_2), e apresenta uma variação de entalpia no valor de $\Delta H = -140$ kJ/mol.

Sobre as informações apresentadas acima, atenda as solicitações a seguir:

- Escreva a equação química balanceada que representa a reação de fermentação da glicose.
- O processo de fermentação da glicose é favorecido pela elevação ou diminuição da temperatura do sistema? Justifique sua resposta.
- O texto menciona uma etapa em que o objetivo é separar o álcool da água. Escreva a fórmula estrutural do etanol e, a partir dela, explique porque tal composto se dissolve em água.
- Calcule a massa de etanol produzida a partir de 450 g de glicose.