

PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA

XVIII OLÍMPIADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO NORTE

PROVA OBJETIVA E DISCURSIVA

MODALIDADE A1

1ª série

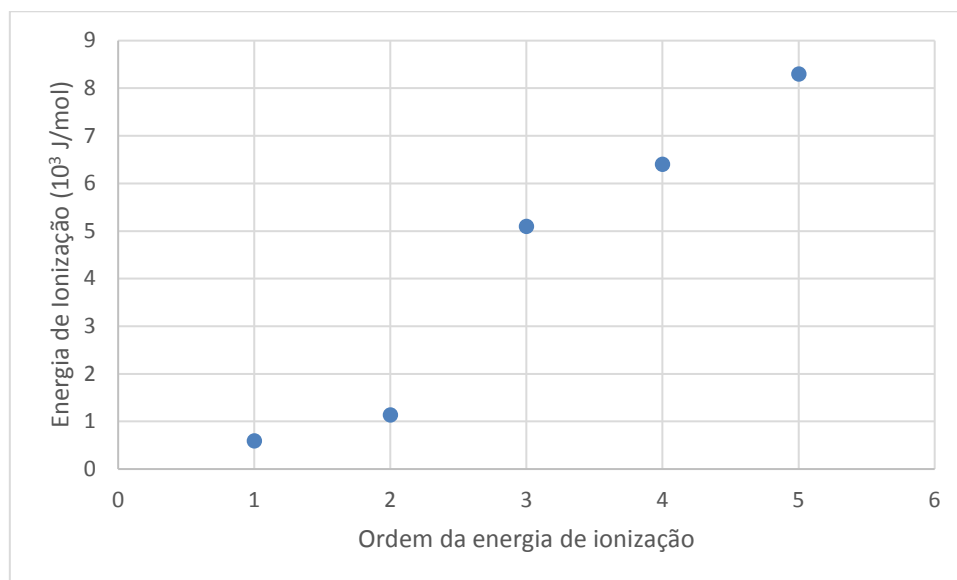
Tabela Periódica com massas atômicas relativas

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -
57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0			
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -			

PARTE OBJETIVA

QUESTÃO 1

Um elemento químico tem suas cinco primeiras e sucessivas energias de ionização apresentadas no gráfico abaixo:

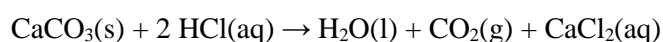


Qual dos elementos a seguir poderia ser aquele apresentado no gráfico acima?

- (a) Alumínio (Al)
- (b) Boro (B)
- (c) Carbono (C)
- (d) Cálcio (Ca)
- (e) Sódio (Na)

QUESTÃO 2

A “água dura”, tão comum no sertão nordestino, é assim chamada quando contém altas concentrações de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} . Os íons Ca^{2+} presentes na água dura podem precipitar na forma de CaCO_3 causando incrustações em dutos de máquinas, diminuindo assim sua eficiência. Uma forma de remover tais incrustações é realizando a limpeza dos maquinários e dutos metálicos com ácido clorídrico, onde se observa a seguinte reação:



Qual das opções abaixo apresenta a mudança ocorrida na concentração das espécies, simbolizado por [], com o decorrer do tempo, à medida que a reação se processa?

- | [H^+] | [Ca^{2+}] | [Cl^-] |
|------------------|----------------------|-------------------|
| (a) diminui | umenta | umenta |
| (b) diminui | umenta | sem mudança |
| (c) diminui | sem mudança | umenta |
| (d) sem mudança | umenta | umenta |
| (e) sem mudança | sem mudança | sem mudança |

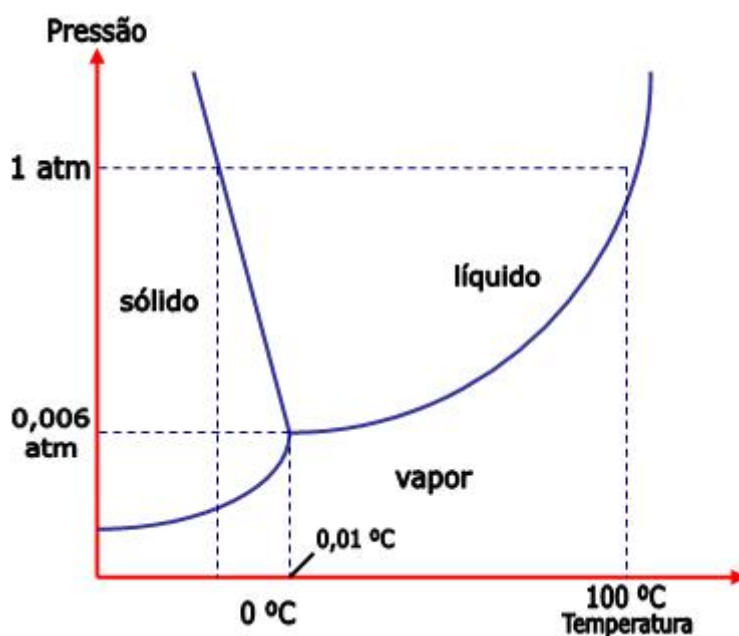
QUESTÃO 3

Alguns metais não são encontrados livres na natureza, sendo preciso obtê-los através de procedimentos em laboratório. Um dos métodos eficazes e econômicos de se purificar metais é através da eletrólise. A eletrólise de 10,0 g de um cloreto metálico binário deposita (produz) 6,2 g do respectivo metal puro. Utilizando cálculos estequiométricos, descubra o metal em questão.

- (a) Ca ($Z = 20$)
- (b) Cu ($Z = 29$)
- (c) Cd ($Z = 48$)
- (d) Ce ($Z = 58$)
- (e) Th ($Z = 90$)

QUESTÃO 4

A figura abaixo apresenta o diagrama de fases para a água.



Qual das afirmações abaixo está **CORRETA**?

- (a) Com o aumento da pressão a temperatura de ebulição diminui e a temperatura de fusão aumenta.
- (b) Com o aumento da pressão a temperatura de ebulição aumenta e a temperatura de fusão diminui.
- (c) Com o aumento da pressão tanto a temperatura de ebulição quanto a de fusão aumentam.
- (d) Com o aumento da pressão tanto a temperatura de ebulição quanto a de fusão diminuem.
- (e) Com o aumento da pressão tanto a temperatura de ebulição quanto a de fusão não sofrem alteração.

QUESTÃO 5

O cloro existe naturalmente em sua forma diatômica, Cl_2 , como um gás a temperatura ambiente. Por sua vez, o iodo, sob a forma de I_2 , é sólido a temperatura ambiente. Qual a melhor explicação para este comportamento?

- (a) A molécula de iodo é mais pesada e com isso apresenta alta pressão de vapor.
- (b) A molécula de iodo possui mais elétrons e apresenta uma carga nuclear efetiva maior, com isso é capaz de formar ligações mais fortes entre si no estado sólido.
- (c) A molécula de cloro possui maior eletronegatividade, e por isso interage mais fortemente com moléculas polares na atmosfera.
- (d) A molécula de iodo apresenta mais elétrons em um volume maior, com isso as forças de dispersão de London são mais frequentes e intensas.
- (e) A molécula de cloro é polar, dessa forma, é capaz de formar interações intermoleculares mais fortes.

QUESTÃO 6

Alguns sais podem ser encontrados na sua forma hidratada, apresentando moléculas de água em sua estrutura cristalina, chamadas de “água de cristalização”. Considere o $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, um sal iônico que contém n águas de cristalização. Em temperaturas elevadas, este composto efloresce prontamente e perde essas moléculas de água para a atmosfera. Se a perda de massa durante este processo de eflorescimento for de 40,42% da massa original, quantas águas de cristalização havia no composto hidratado?

- (a) 1
- (b) 3
- (c) 5
- (d) 6
- (e) 7

QUESTÃO 7

Um balão contendo gás hélio flutua, enquanto que um balão contendo ar cai. Isso está relacionado com a densidade absoluta dos gases. Sobre a densidade dos gases, analise as afirmações a seguir:

I – A densidade absoluta de um gás é diretamente proporcional à sua massa molar

II – A densidade absoluta de um gás é diretamente proporcional à pressão

III – A densidade absoluta de um gás é inversamente proporcional à temperatura

Estão **CORRETAS** as afirmações em:

- (a) Apenas em I
- (b) I e II
- (c) I e III
- (d) II e III
- (e) I, II e III

QUESTÃO 8

Qual par de espécies a seguir apresenta a mesma geometria molecular?

- (a) CO_2 e N_2O
- (b) CCl_4 e XeF_4
- (c) PCl_5 e IF_5
- (d) NO_3^- e PO_3^{3-}
- (e) NH_3 e BF_3

QUESTÃO 9

A combustão completa de 1,00 g do hidrocarboneto chamado pagodano forneceu 3,38 g de dióxido de carbono. Qual é a fórmula empírica do pagodano? *Nota: hidrocarbonetos são compostos que apresentam apenas carbono e hidrogênio em sua estrutura química.*

- (a) CH
- (b) CH_2
- (c) C_2H_5
- (d) C_3H_8
- (e) C_5H_{12}

QUESTÃO 10

Lenine emprega o elemento Carbono na alquimia do novo disco. Anos depois de formado em Química, com estágio em análise cromatográfica, Lenine aplicou os conhecimentos que pouco usara até então em Carbono, álbum que foi lançado em 2015. Ele iniciou este projeto, quase emendando com a turnê de Chão, seu disco anterior, de 2011: "Foram três anos de Chão. Quando a gente começou não imaginava que renderia tanto. Um projeto difícil de chegar a todos os lugares, pelo formato, quadrafônico, mas praticamente tive que abandonar Chão para poder fazer Carbono", diz Lenine, em entrevista por telefone. "O carbono detém esta propriedade de poder chegar à leveza do grafite e à dureza do diamante. Todas as canções do disco foram feitas sob a égide do carbono", acrescenta Lenine.

Fonte: <http://jconline.ne10.uol.com.br/canal/cultura/noticia/2015/04/27/lenine-emprega-o-elemento-carbono-na-alquimia-do-novo-disco-178494.php>. (acesso em agosto de 2017)

Sobre o grafite e o diamante, citados por Lenine em sua entrevista, é correto afirmar que:

- (a) Ambos apresentam a mesma reatividade química
- (b) Ambos apresentam a mesma condutividade elétrica
- (c) Ambos apresentam o mesmo calor de combustão
- (d) Ambos apresentam a mesma distância interatômica
- (e) Ambos apresentam a mesma composição isotópica

PARTE DISCURSIVA

QUESTÃO 11

Apesar de compostos contendo o elemento fósforo serem essenciais em nossa dieta, a presença de altos níveis de íons fosfato, PO_4^{3-} , pode ser prejudicial. Um tratamento para combater altos níveis de fosfato no sangue utiliza o medicamento chamado Fosrenol®, cujo ingrediente ativo é o carbonato de lantânio, $\text{La}_2(\text{CO}_3)_3$. *Nota: O lantânio (La) é um elemento do bloco f da tabela periódica, da série dos lantanídeos, e apresenta número atômico 57.*

- (a) Desenhe a estrutura de Lewis para o íon fosfato, PO_4^{3-} , evidenciando os pares de elétrons não ligantes.
- (b) O carbonato de lantânio, $\text{La}_2(\text{CO}_3)_3$, presente no Fosrenol®, é obtido a partir da mistura entre uma solução aquosa de cloreto de lantânio(III) e hidrogenocarbonato de amônio. Durante esta reação, o único gás que é liberado é o dióxido de carbono. Forneça a equação química para esta reação.
- (c) O Fosrenol® é vendido como um comprimido contendo 1000 mg de íons lantânio, La^{3+} . Calcule a massa de carbonato de lantânio diidratado contido em um comprimido com 1000 mg de La^{3+} .
- (d) Forneça a distribuição eletrônica em níveis e subníveis para o íon La^{3+} .

QUESTÃO 12

Uma companhia de mineração realizou uma análise em uma amostra do mineral covelita, CuS , a fim de avaliar a quantidade de cobre presente. Esta análise envolveu as seguintes etapas:

Etapa 1: Ustulação do minério	$2 \text{CuS}(\text{s}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CuO}(\text{s}) + 2 \text{SO}_2(\text{g})$	Reação 1 (Rendimento = 80%)
Etapa 2: Lixiviação do cobre	$\text{CuO}(\text{s}) + 2 \text{NH}_4^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	Reação 2 (Rendimento = 80%)
	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{NH}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})$	Reação 3 (Rendimento = 100%)
Etapa 3: Filtração		
Etapa 4: Acidificação do filtrado obtido na reação 3		
Etapa 5: Deslocamento do cobre em solução pelo zinco (reação de dupla troca)		

- (a) Qual(is) das reações (1, 2 e 3) são classificadas como reação de oxirredução? Justifique sua resposta indicando o agente oxidante e redutor de cada reação de oxirredução assinalada.
- (b) Qual o propósito da etapa de filtração?
- (c) Escreva a equação química balanceada para as reações ocorridas nas etapas 4 e 5.
- (d) Calcule a massa de $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ obtida a partir de 1,0 kg do mineral covelita, CuS , com 90% de pureza.

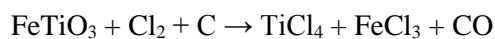
QUESTÃO 13

O tetracloreto de titânio, TiCl_4 , é um exemplo incomum de haletos metálicos que são altamente voláteis. Isto por que, apesar do titânio ser um metal, ele forma ligações covalentes com o cloro, ao contrário do cálcio, por exemplo, no composto CaCl_2 .

- (a) Desenhe a estrutura de Lewis para o TiCl_4 e indique a sua geometria.
- (b) Forneça a distribuição eletrônica em níveis e subníveis para o titânio.
- (c) Com base nos dados apresentados na tabela abaixo, sugira uma explicação para o fato do TiCl_4 ser um composto molecular, enquanto que o CaCl_2 se trata de um composto iônico.

	Cálcio (Ca)	Titânio (Ti)	Cloro (Cl)
Número atômico	20	22	17
Eletronegatividade	1,00	1,55	3,16
Raio covalente	176 pm	160 pm	102 pm

- (d) O TiCl_4 pode ser obtido a partir do minério ilmenita (FeTiO_3) segundo reação abaixo:



Escreva a equação acima na sua forma balanceada.