

PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA

XVIII OLÍMPIADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO NORTE

PROVA OBJETIVA E DISCURSIVA

MODALIDADE A2

2ª série

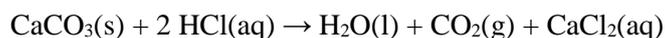
Tabela Periódica com massas atômicas relativas

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

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:

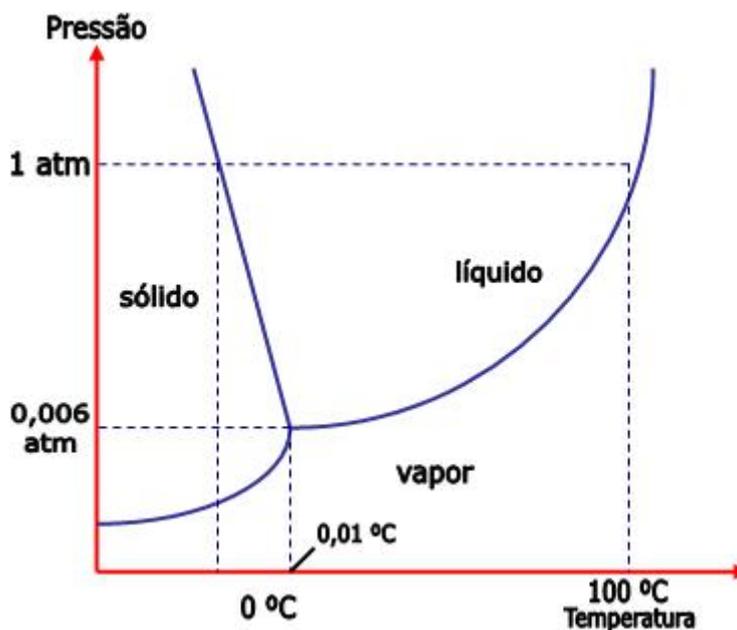


Qual das opções abaixo apresenta a mudança ocorrida na concentração das espécies, simbolizado por [], com o decorrer do tempo, à medida que a reação se processa?

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

QUESTÃO 2

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



Qual das afirmações abaixo está **CORRETA**?

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

QUESTÃO 3

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

- (a) CO₂ e N₂O
- (b) CCl₄ e XeF₄
- (c) PCl₅ e IF₅
- (d) NO₃⁻ e PO₃³⁻
- (e) NH₃ e BF₃

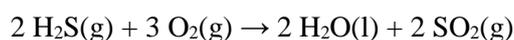
QUESTÃO 4

O cloro existe naturalmente em sua forma diatômica, Cl₂, como um gás a temperatura ambiente. Por sua vez, o iodo, sob a forma de I₂, 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 5

Qual o ΔH° para a reação abaixo?

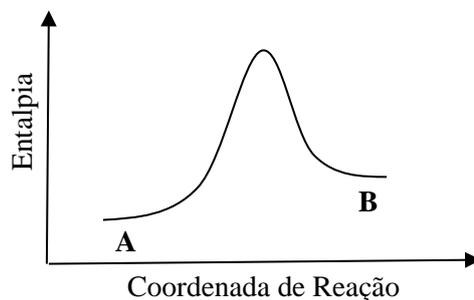


Composto	ΔH°_f (kJ/mol)
H ₂ S(g)	-20,15
H ₂ O(l)	-285,8
SO ₂ (g)	-296,4

- (a) -19,4 kJ/mol
- (b) -374,7 kJ/mol
- (c) -562,1 kJ/mol
- (d) -602,4 kJ/mol
- (e) -1.124,1 kJ/mol

QUESTÃO 6

Enzimas são catalisadores biológicos que desempenham um papel vital no metabolismo dos organismos vivos. Considere o perfil reacional apresentado no gráfico abaixo para uma reação genérica $A \rightarrow B$. Após a adição de um catalisador biológico (enzima) a esta reação, qual das afirmações a seguir está correta?



- (a) A energia de ativação diminui, a velocidade da reação aumenta, e o ΔH é alterado
- (b) A energia de ativação diminui, a velocidade da reação diminui, e o ΔH permanece o mesmo
- (c) A energia de ativação diminui, a velocidade da reação aumenta e o ΔH permanece o mesmo
- (d) A energia de ativação aumenta, a velocidade da reação aumenta e o ΔH permanece o mesmo
- (e) A energia de ativação aumenta, a velocidade da reação diminui e o ΔH é alterado

QUESTÃO 7

Se 0,10 mol de NaOH sólido é adicionado a 1,00 L de uma solução saturada de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($K_{ps} = 8,0 \times 10^{-6}$), qual a porcentagem de hidróxido de cálcio que irá precipitar após o equilíbrio? Considere $\sqrt[3]{2} = 1,26$.

- (a) Aproximadamente 25%
- (b) Aproximadamente 50%
- (c) Aproximadamente 75%
- (d) Aproximadamente 95%
- (e) Mais de 99%

QUESTÃO 8

Uma solução anticongelamento, utilizada em fluidos automotivos, contém volumes iguais de etilenoglicol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$, $d = 1,114 \text{ g/mL}$) e água (H_2O , $d = 1,00 \text{ g/mL}$) a 25°C . A solução possui densidade igual a $1,06 \text{ g/mL}$. Qual a concentração molar do etilenoglicol nessa solução?

- (a) 0,32 M
- (b) 4,50 M
- (c) 5,88 M
- (d) 8,87 M
- (e) 9,00 M

QUESTÃO 9

Um pedaço de madeira, suspeito de ter sido parte de uma embarcação Viking, é submetida à análise por datação radioisotópica utilizando carbono-14. A taxa de decaimento para o conteúdo de carbono-14 presente na amostra foi de 13,2 desintegrações por minuto. Se cada grama de carbono em seres vivos apresenta uma taxa de desintegração de 15,3 desintegrações por minuto, e o tempo de meia vida do carbono-14 é de 5.730 anos, qual seria a idade aproximada, em anos, do pedaço de madeira?

- (a) $7,8 \times 10^2$
- (b) $8,6 \times 10^2$
- (c) $9,2 \times 10^2$
- (d) $1,2 \times 10^3$
- (e) $1,6 \times 10^3$

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:

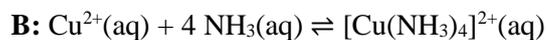
Etapa 1: Ustulação do minério	$2 \text{CuS(s)} + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CuO(s)} + 2 \text{SO}_2(\text{g})$	Reação 1 (Rendimento = 80%)
Etapa 2: Lixiviação do cobre	$\text{CuO(s)} + 2 \text{NH}_4^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)}$	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

Quando uma solução aquosa de amônia é adicionada gota a gota a uma solução de sulfato de cobre, um precipitado azul de hidróxido de cobre é formado. Ao se adicionar mais amônia, no entanto, o precipitado se redissolve e a solução adquire coloração azul escura.

Os equilíbrios abaixo explicam essas observações:



- (a) Forneça a expressão de equilíbrio para cada um dos processos acima (**A** e **B**).
- (b) Explique por que o hidróxido de cobre, $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$, pode ser formado quando a amônia é adicionada.
- (c) A constante de equilíbrio para o processo **A** é $2,20 \times 10^{-20}$, enquanto que para o processo **B** o valor de sua constante é $1,2 \times 10^{13}$. Utilize estes valores para explicar por que inicialmente um precipitado é formado com a adição de uma quantidade pequena de amônia, mas quando se adiciona amônia em excesso o sólido se redissolve para formar um complexo de amônia de coloração azul escura.
- (d) O que acontece com a concentração de cada uma das espécies indicadas abaixo, quando o equilíbrio é restabelecido após a adição de $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ à solução de coloração azul escuro?
- $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq})$
 - $\text{NH}_3(\text{aq})$