

OLIMPIADA BRASILEIRA DE QUÍMICA 2004
FASE III – MODALIDADE “A”

PARTE I – QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

Se três cubas eletrolíticas contendo, respectivamente, soluções aquosas de ácido acético, ácido sulfúrico e ácido fosfórico, forem conectadas em série e submetidas à circulação de uma corrente elétrica contínua, por um determinado tempo:

- a) ocorrerá o desprendimento da mesma quantidade de hidrogênio gasoso nas três cubas;
- b) ocorrerá o desprendimento de uma maior quantidade de hidrogênio gasoso na cuba que contém ácido acético;
- c) ocorrerá o desprendimento de uma maior quantidade de hidrogênio gasoso na cuba que contém ácido sulfúrico;
- d) ocorrerá o desprendimento de uma maior quantidade de hidrogênio gasoso na cuba que contém ácido fosfórico;
- e) não há dados suficientes para se determinar as quantidades relativas de hidrogênio gasosos desprendido em cada uma das três cubas.

1. Assinale a opção que apresenta valores ΔH e ΔS para uma reação que ocorre espontaneamente a qualquer temperatura:

- a) $\Delta H < 0$ e $\Delta S < 0$
- b) $\Delta H > 0$ e $\Delta S < 0$
- c) $\Delta H > 0$ e $\Delta S = 0$
- d) $\Delta H = 0$ e $\Delta S < 0$
- e) $\Delta H < 0$ e $\Delta S > 0$

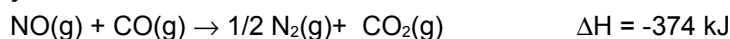
2. Considere as afirmações relativas à comparação entre os seguintes elementos químicos: Cl, Na e S:

- (I) O Cl apresenta a maior energia de ionização
- (II) O Cl é o mais oxidante
- (III) O S é o mais redutor
- (IV) O Na apresenta o maior raio atômico

Destas afirmações, estão corretas:

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

3. Para a seguinte reação:



As condições que favorecem a máxima conversão de reagentes em produto são:

- a) baixa temperatura e alta pressão;
- b) baixa temperatura e baixa pressão;
- c) alta temperatura e baixa pressão;
- d) alta temperatura e alta pressão;
- e) apenas alta temperatura.

4. Dispõe-se de 2 litros de solução aquosa de HCl de pH igual a 1,0. Que volume desta solução deve-se tomar para que, após a adição de quantidade suficiente de água, obtenha-se uma solução de pH igual a 2,0?

- a) 10 mL

- b) 100 mL
- c) 500 mL
- d) 900 mL
- e) Não é possível obter a solução desejada porque a solução disponível é mais diluída

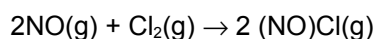
5. Considere um composto de fórmula AB_2 , no qual, as ligações A-B são covalentes. Neste composto a hibridação de A poderá ser:

- a) somente sp
- b) somente sp^2
- c) somente sp ou sp^2
- d) somente sp ou sp^3
- e) sp, sp^2 ou sp^3

6. Três recipientes inelásticos A, B e C, de mesmo volume, contêm respectivamente, os gases: hidrogênio, metano e nitrogênio, submetidos às mesmas temperatura e pressão. Pode-se então afirmar que:

- a) o recipiente A contém o maior número de moléculas;
- b) o recipiente B contém o maior número de átomos e hidrogênio;
- c) o recipiente C contém a menor massa de gás;
- d) o gás contido no recipiente A apresenta menor velocidade de efusão;
- e) o gás contido no recipiente B apresenta a maior densidade.

7. Para a reação:



a equação de velocidade é dada por: $V = k[NO]^2 \cdot [Cl_2]$

Se as concentrações de NO e Cl_2 , no início da reação são, ambas, iguais a $0,02 \text{ mol.dm}^{-3}$, então, a velocidade desta reação, quando a concentração de NO houver diminuído para $0,01 \text{ mol.dm}^{-3}$ será igual a:

- a) $1,0 \times 10^{-4} k$
- b) $1,5 \times 10^{-4} k$
- c) $5,0 \times 10^{-4} k$
- d) $1,5 \times 10^{-6} k$
- e) $5,0 \times 10^{-6} k$

8. A pirita de ferro é um minério constituído de FeS_2 que, em face de sua aparência, é conhecido como ouro de tolo. O tratamento de 1 kg de uma amostra deste minério, de pureza igual a 75%, levou à obtenção 1 kg de ácido sulfúrico 98% em peso. Considerando que o ácido sulfúrico é o único composto de enxofre obtido neste tratamento, pode-se concluir que o rendimento global do processo foi:

- a) Menor que 55%
- b) Maior ou igual a 55 e menor que 65%
- c) Maior ou igual a 65 e menor que 75%
- d) Maior ou igual a 75 e menor que 85%
- e) Maior que 85 %

9. Se a quantidade de elétrons, assim como, a quantidade de cada uma das espécies químicas que intervêm numa reação de uma pilha, são multiplicadas por dois, então, o potencial da pilha:

- a) aumenta para o dobro;
- b) diminui para a metade;
- c) eleva-se ao quadrado;
- d) fica reduzido à raiz quadrada;
- e) não varia.

OLIMPIADA BRASILEIRA DE QUÍMICA 2004
FASE III – MODALIDADE “A”

PARTE II – QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

11. 51st Chemistry Olympiad – Estonia, 2004

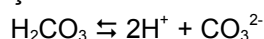
X e Y são elementos não-metálicos do terceiro período. Seus compostos de hidrogênio, A e B, têm igual massa molecular. Nas reações dos compostos A e B com ácido nítrico concentrado, ocorre a formação de monóxido de nitrogênio e também dos compostos C (a partir de A) e D (a partir de B), nos quais, os elementos X e Y apresentam seus números de oxidação máximos. Os compostos C e D podem também ser obtidos pela reação dos respectivos óxidos, E e F, com água. O número de átomos no óxido E é 3,5 vezes o número de átomos no óxido F.

- a) Escreva as fórmulas (símbolos) e nomes dos elementos X e Y e dos compostos de A a F
- b) Escreva as equações das reações:
I) $A + \text{HNO}_3 \rightarrow$ II) $B + \text{HNO}_3 \rightarrow$ III) $E \rightarrow C$ IV) $F \rightarrow D$
- c) Calcule o volume de NO liberado quando, exatamente, 1 litro de solução de HNO_3 64,0% ($d=1,387 \text{ g.cm}^{-3}$) reage com quantidade equivalente do composto B.

12. XXXVI Bulgarian Chemistry Olympiad – 2004

Sabe-se que o suco gástrico contém ácido clorídrico. Os constituintes básicos do medicamento chamado “*Dr. Stomi*”, usado contra a alta acidez do suco gástrico são NaHCO_3 e ácido cítrico (H_3Cit). Este medicamento pode ser tomado na forma de pó ou em solução aquosa.

- a) Calcule o valor do pH do suco gástrico se, 20 mL do mesmo, reagem completamente com 13,5 mL de solução de hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$.
- b) Quantos gramas de NaHCO_3 deve conter uma dose desse medicamento, na forma de pó, para neutralizar 0,35 g de ácido clorídrico?
- c) Soluções de NaHCO_3 são ligeiramente básicas, $\text{pH} = 8,3$. Calcule, com aproximação razoável, a constante de dissociação do ácido carbônico, de acordo com a equação abaixo:



Outro medicamento contra acidez gástrica chamado “*Stopacid*” contém CaCO_3 . O valor do pH de uma solução saturada de CaCO_3 , a 20°C é 9,9.

- d) Calcule, com aproximação razoável, a solubilidade em mol/L e o produto de solubilidade (K_s) do CaCO_3 , tendo em mente a hidrólise do sal.

13. O fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) é um composto utilizado industrialmente na produção de plásticos e corantes. Quando 2,0 g desse composto são queimados completamente, a quantidade de calor liberada é de 64,98 kJ. Utilize os dados da tabela abaixo para responder às questões que seguem

substância	$\Delta H_f^\circ, 25^\circ\text{C}$ (kJ/mol)	$S^\circ, 25^\circ\text{C}$ (J/mol.K)
C(grafite)	0,00	5,69
$\text{H}_2(\text{g})$	0,00	130,6
$\text{O}_2(\text{g})$	0,00	205,0
$\text{CO}_2(\text{g})$	-395,5	213,6
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-285,85	69,91
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}(\text{s})$?	144,0

- a) Calcule a entalpia padrão de combustão, ΔH_c , para o fenol, a 25°C
- b) Calcule a entalpia padrão de formação, ΔH_f , para o fenol, a 25°C

c) Calcule o valor da energia livre, ΔG° , para a reação de combustão do fenol, a 25 °C

14. Os elementos químicos: xenônio, enxofre e carbono, podem combinar-se com flúor, para formar compostos contendo o mesmo número de átomos de flúor por molécula.

- Escreva as fórmulas moleculares de cada um desses compostos.
- Determine a hibridação de Xe, S e C nesses compostos.
- Determine a geometria de cada um desses compostos.
- Escreva as respectivas estruturas de Lewis.
- Compare as polaridades desses compostos.
- Qual a influência da presença de pares não ligantes na polaridade?

15. O cobalto e seus compostos têm variadíssimas aplicações. São empregados em cerâmica, vidraria, fabrico de esmaltes (sua mais antiga aplicação), no fabrico de numerosas ligas, de aços especiais, na preparação de sais para a agricultura etc. Em seus sais, o cobalto, se apresenta nos estados de oxidação I, II e III; estes dois últimos dão cor azul brilhante aos vidros e cerâmicas. Em 1948, descobriu-se que o cobalto fazia parte intrínseca da vitamina B12, na qual ocupa o centro da molécula. O Co 60, isótopo radioativo deste elemento, constitui atualmente a fonte de radioatividade mais utilizada, sendo empregado na esterilização a frio de alimentos e, também, no tratamento do câncer.

- Escreva as configurações eletrônicas do Co, Co^+ , Co^{+2} e Co^{+3} .
- Qual o estado de oxidação mais estável do cobalto em solução aquosa ácida?

A uma solução de CoSO_4 foi adicionado NaOH em excesso, precipitando Co(OH)_2 . Uma pequena porção de Co(OH)_2 foi oxidada a Co(OH)_3 , neste processo 12,305g do precipitado seco foi dissolvido completamente em um 1 L de H_2SO_4 1mol.dm⁻³, na presença de H_2O_2 . Uma análise química mostrou que a concentração de cobalto na solução era de 0,125 mol.dm⁻³. Considere que o volume da solução permanece inalterado após a adição do sólido.

- Escreva a equação química para esta reação
- Calcule a porcentagem em massa de Co(OH)_2 que foi oxidado.

16. Antes de 1961, químicos e físicos utilizavam diferentes padrões para “pesos atômicos”. Os químicos usavam a massa atômica elementar do oxigênio (O=16, peso atômico químico) e os físicos, por outro lado, usavam a massa atômica do isótopo-16 do oxigênio (¹⁶O=16, peso atômico físico).

- Calcule a massa atômica elementar do oxigênio, baseada nos pesos atômicos físicos, mostrados na tabela abaixo.

isótopo	“Peso atômico físico”	Abundância natural (%)
¹⁶ O	16,0000	99,762
¹⁷ O	17,0045	0,038
¹⁸ O	18,0037	0,200

Hoje, tanto os físicos como os químicos usam o mesmo padrão, ¹²C=12.

- Como os valores das massas atômicas foram afetados por essa “troca” de padrão?

O hidrogênio apresenta como isótopos estáveis o ¹H e o ²H.

- Considerando os diferentes isótopos de hidrogênio e oxigênio, quantas espécies de moléculas de água podem existir? Quais as massas moleculares de cada uma delas?

- d) As diferenças no ponto de ebulição da água de maior massa molecular para a de menor é de 1,4 K. Mostre as fórmulas das moléculas de água de maior e de menor ponto de ebulição usando símbolos isotópicos.