



Olimpíada Brasileira de Química - 2004
EXAME NACIONAL - FASE III MODALIDADE A

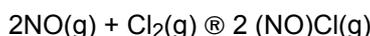
PARTE I – QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

01. Se três cubas eletrolíticas que contêm, 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:
- ocorrerá o desprendimento da mesma quantidade de hidrogênio gasoso nas três cubas;
 - ocorrerá o desprendimento de uma maior quantidade de hidrogênio gasoso na cuba que contém ácido acético;
 - ocorrerá o desprendimento de uma maior quantidade de hidrogênio gasoso na cuba que contém ácido sulfúrico;
 - ocorrerá o desprendimento de uma maior quantidade de hidrogênio gasoso na cuba que contém ácido fosfórico;
 - não há dados suficientes para se determinar as quantidades relativas de hidrogênio gasosos desprendido em cada uma das três cubas.
02. Assinale a opção que apresenta valores DH e DS para uma reação que ocorre espontaneamente a qualquer temperatura:
- DH<0 e DS<0
 - DH>0 e DS<0
 - DH>0 e DS=0
 - DH=0 e DS<0
 - DH<0 e DS>0
03. Considere as afirmações relativas à comparação entre os seguintes elementos químicos: Cl, Na e S:
- O Cl apresenta a maior energia de ionização
 - O Cl é o mais oxidante
 - O S é o mais redutor
 - O Na apresenta o maior raio atômico
- Destas afirmações, estão corretas:
- apenas I e II
 - apenas I e IV
 - apenas I, II e IV
 - apenas II, III e IV
 - I, II, III e IV
04. Para a seguinte reação:
- $$\text{NO(g)} + \text{CO(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{N}_2\text{(g)} + \text{CO}_2\text{(g)} \quad \text{DH} = -374 \text{ kJ}$$
- As condições que favorecem a máxima conversão de reagentes em produto são:
- baixa temperatura e alta pressão;
 - baixa temperatura e baixa pressão;
 - alta temperatura e baixa pressão;
 - alta temperatura e alta pressão;
 - apenas alta temperatura.
05. 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 1 litro de 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
06. 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
07. 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 de 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.

08. 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) $5,0 \times 10^{-6} k$
09. 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 %
10. 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) $A + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{C}$ II) $B + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{D}$ III) $E \rightarrow \text{C}$ IV) $F \rightarrow \text{D}$
- 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 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 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	$\text{DH}_f^\circ, 25 \text{ }^\circ\text{C}$ (kJ/mol)	$\text{S}^\circ, 25 \text{ }^\circ\text{C}$ (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

CO ₂ (g)	-395,5	213,6
H ₂ O(g)	-285,85	69,91
C ₆ H ₅ OH(s)	?	144,0

- Calcule a entalpia padrão de combustão, ΔH_c , para o fenol, a 25 °C
- Calcule a entalpia padrão de formação, ΔH_f , para o fenol, a 25 °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 $1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, na presença de H_2O_2 . Uma análise química mostrou que a concentração de cobalto na solução era de $0,125\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. 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 ($\text{O}=16$, peso atômico químico) e os físicos, por outro lado, usavam a massa atômica do isótopo-16 do oxigênio ($^{16}\text{O}=16$, 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, $^{12}\text{C}=12$.

- Como os valores das massas atômicas foram afetadas 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?
- As diferenças no ponto de ebulição da água de maior massa molecular para a de menor é

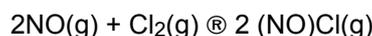
de 1,4 K. Mostre as fórmulas das moléculas de água de maior e de menor ponto de ebulição usando símbolos isotópicos.



Olimpíada Brasileira de Química - 2004
EXAME NACIONAL - FASE III MODALIDADE B

PARTE I – QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

01. 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 1 litro de uma solução de pH igual a 2,0?
- f) 10 mL
g) 100 mL
h) 500 mL
i) 900 mL
j) Não é possível obter a solução desejada porque a solução disponível é mais diluída
02. Considere um composto de fórmula AB_2 , no qual, as ligações A-B são covalentes. Neste composto a hibridação de A poderá ser:
- f) somente sp
g) somente sp^2
h) somente sp ou sp^2
i) somente sp ou sp^3
j) sp, sp^2 ou sp^3
03. 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:
- f) o recipiente A contém o maior número de moléculas;
g) o recipiente B contém o maior número de átomos de hidrogênio;
h) o recipiente C contém a menor massa de gás;
i) o gás contido no recipiente A apresenta menor velocidade de efusão;
j) o gás contido no recipiente B apresenta a maior densidade.
04. 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:

- f) $1,0 \times 10^{-4} k$
g) $1,5 \times 10^{-4} k$
h) $5,0 \times 10^{-4} k$
i) $1,5 \times 10^{-6} k$

j) $5,0 \times 10^{-6} \text{ k}$

05. 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 de 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:

- f) Menor que 55%
- g) Maior ou igual a 55 e menor que 65%
- h) Maior ou igual a 65 e menor que 75%
- i) Maior ou igual a 75 e menor que 85%
- j) Maior que 85 %

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

- f) aumenta para o dobro;
- g) diminui para a metade;
- h) eleva-se ao quadrado;
- i) fica reduzido à raiz quadrada;
- j) não varia.

07. O álcool 1-fenil etanol pode ser preparado através da reação de Grignard, a partir da reação entre os seguintes compostos:
- benzaldeído e brometo de metil magnésio;
 - brometo de ciclo-hexil magnésio e etano;
 - ciclo-hexanal e brometo de metil magnésio;
 - ácido benzóico e brometo de metil magnésio;
 - ciclo-hexanal e ácido acético.
08. O número de cetonas α,β -insaturadas, isômeras, de fórmula C_5H_8O é:
- 3
 - 4
 - 5
 - 6
 - 7
09. Assinale a opção que enumera os compostos: ácido acético (A), etanol (B), ácido cloroacético (C) e fenol (D), na ordem crescente de seus valores de pK_a .
- $A < B < C < D$
 - $B < A < D < C$
 - $C < A < D < B$
 - $B < A < C < D$
 - $C < D < A < B$
10. Assinale dentre os compostos abaixo, o mais básico:



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

PARTE II – QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

14. 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.

d) Escreva as fórmulas (símbolos) e nomes dos elementos X e Y e dos compostos de A a F

e) Escreva as equações das reações:

I) $A + \text{HNO}_3 \rightarrow$ II) $B + \text{HNO}_3 \rightarrow$ III) $E \rightarrow C$ IV) $F \rightarrow D$

f) 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.

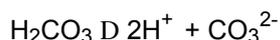
15. XXXVI Bulgarian Chemistry Olympiad – 2004

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.

16. 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	$\text{DH}_f^\circ, 25^\circ\text{C} \text{ (kJ/mol)}$	$\text{S}^\circ, 25^\circ\text{C} \text{ (J/mol.K)}$
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

$C_6H_5OH(s)$?	144,0
---------------	---	-------

- a) Calcule a entalpia padrão de combustão, DH_c , para o fenol, a 25 °C.
 - b) Calcule a entalpia padrão de formação, DH_f , para o fenol, a 25 °C.
 - c) Calcule o valor da energia livre, DG° , para a reação de combustão do fenol, a 25 °C
17. Os elementos químicos: xenônio, enxofre e carbono, podem combinar-se com flúor, para formar compostos que contêm o mesmo número de átomos de flúor por molécula.
- a) Escreva as fórmulas moleculares de cada um desses compostos.
 - b) Determine a hibridação de Xe, S e C nesses compostos.
 - c) Determine a geometria de cada um desses compostos.
 - d) Escreva as respectivas estruturas de Lewis.
 - e) Compare as polaridades desses compostos.
 - f) Qual a influência da presença de pares não ligantes na polaridade?

18. O composto 2,6-diclorofenol foi isolado de fêmeas de duas espécies de insetos (*Amblyomma americanum* e *Amblyomma maculatum*), para as quais, esse composto exerce, aparentemente, a função de atraente sexual. Cada fêmea produz cerca de 5 ng deste composto.
- Escreva a seqüência de reações necessárias para a preparação do 2,6-diclorofenol a partir do benzeno.
 - Se a fêmea sintetizasse o 2,6-diclorofenol a partir do benzeno que massa desse composto ela necessitaria para produzir os 5 ng de seu feromônio, considerando um rendimento de 80% na síntese?
 - Escreva as estruturas de todos os possíveis diclorofenóis isômeros.
19. Determinou-se que um composto orgânico A, apresentava fórmula C_6H_{12} e que na reação de hidrogenação de um mol desse composto havia o consumo de um mol de hidrogênio.
- Sem levar em conta a ocorrência de estereoisômeros, escreva todas as estruturas possíveis para este composto.
 - Assinale quais destas estruturas apresentam estereoisômeros

A oxidação exaustiva do composto orgânico A, com permanganato de potássio, leva à formação de dois produtos: um deles forma um precipitado com 2,4-dinitrofenil-hidrazina, porém não reage com a solução de Fehling e o outro é um ácido carboxílico. 1,814 g deste ácido foi pesado e dissolvido em água até completar o volume de 100,0 mL. A titulação de 10,00 mL desta solução com NaOH $0,1040 \text{ mol.dm}^{-3}$ consumiu 23,6 mL para atingir o ponto de equivalência.

- Qual é a estrutura de A?
- Escreva a equação balanceada da reação de oxidação de A.