

Olimpíada *Brasileira* de Química - 2003

Exame nacional - fase III MODALIDADE A

PARTE I: QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

- 1) Um elemento químico apresenta a configuração eletrônica $[\text{Xe}]4f^{14}5d^76s^2$, portanto, é um:
- a) gás inerte
 - b) calcogênio
 - c) metal alcalino
 - d) metal do bloco d
 - e) metal alcalino terroso
- 2) Uma amostra de dióxido de carbono, pesando 22,0 mg, contém:
- a) $3,01 \times 10^{20}$ mols de CO_2
 - b) $3,01 \times 10^{23}$ moléculas
 - c) $6,02 \times 10^{23}$ átomos de oxigênio
 - d) ocupa o volume de 11,2 mL em CNTP
 - e) ocupa o volume de 1,12 L em CNTP
- 3) Qual dos seguintes óxidos produz ácido nítrico quando reage com água?

- a) NO
- b) NO₂
- c) N₂O
- d) N₂O₃
- e) N₂O₅

4) Dada a reação: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$

A constante de equilíbrio desta reação pode ser expressa em K_c ou K_p. Qual a relação entre K_p e K_c para esta reação?

- a) $K_p = K_c$
- b) $K_p = K_c (RT)^{-1}$
- c) $K_p = K_c (RT)^{1/2}$
- d) $K_p = K_c (RT)^2$
- e) $K_p = K_c (RT)$

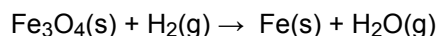
5) Assinale a opção que corresponde à fração de substrato que reagiu, em uma reação de primeira ordem, após um período de quatro vezes a meia-vida:

- a) 15/16
- b) 1/16
- c) 7/8
- d) 3/4
- e) 1/4

- 6) Na titulação, na presença de alaranjado de metila, de 1,000 g de uma amostra que contém apenas NaOH e Na₂CO₃, foram consumidos 43,25 mL de um solução de HCl 0,500 mol/L. Pode-se concluir que esta amostra possui:

- a) 40% de NaOH e 60% de Na₂CO₃
- b) 45% de NaOH e 55% de Na₂CO₃
- c) 50% de NaOH e 50% de Na₂CO₃
- d) 55% de NaOH e 45% de Na₂CO₃
- e) 60% de NaOH e 40% de Na₂CO₃

- 7) A redução de magnetita por H₂, em alto-forno, é um dos principais processos de obtenção de ferro. Esta reação ocorre segundo a equação (não balanceada) abaixo:



Se esta reação é efetivada a 200°C, sob pressão total de 1,50 atm e com $K_p = 5,30 \times 10^{-6}$, a pressão parcial de hidrogênio é de:

- a) 0,80 atm
 - b) 1,00 atm
 - c) 1,26 atm
 - d) 1,43 atm
 - e) 1,62 atm
- 8) Considere as seguintes soluções:

1	H ₂ O
2	Na ₂ CO ₃ 0,25 mol/L
3	HCl 0,5 mol/L
4	KOH 0,6 mol/L

Em qual (ou quais) destas soluções a adição de igual volume de NaOH 0,5 mol/L provocará uma diminuição no valor do pH:

- a) somente 4

- b) somente 1 e 3
- c) somente 2 e 4
- d) somente 1, 2 e 3
- e) todas
- 9) Um eletrodo de vanádio é oxidado eletroliticamente. A massa do eletrodo diminui de 114 mg após a passagem de 650 Coulombs de corrente. Qual o número de oxidação do vanádio no produto:
- a) + 1
- b) + 2
- c) + 3
- d) + 4
- e) + 5
- 10) Que produtos são formados durante a eletrólise de uma solução concentrada de cloreto de sódio?
- I) $\text{Cl}_2(\text{g})$ II) $\text{NaOH}(\text{aq})$ III) $\text{H}_2(\text{g})$

- a) Somente I
- b) Somente II
- c) Somente I e II
- d) Somente I e III
- e) I, II e III

PARTE II: QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

-

-

QUESTÃO 11:

Faça um quadro comparativo entre o sódio e o magnésio, levando em conta as seguintes propriedades:

- a) configuração eletrônica.
- b) raio atômico.
- c) carga iônica.
- d) 1ª energia de ionização.
- e) 2ª energia de ionização.
- f) reatividade com a água .

Explique as diferenças.

QUESTÃO 12:

As concentrações de íons em solução são, freqüentemente, expressas em termos de pX que é

definido como o logaritmo decimal negativo da concentração molar do íon X. Por exemplo: a acidez de uma solução pode se reportada em termos de pH.

- A água é um eletrólito fraco parcialmente dissociado em íons H^+ e OH^- . O pH da água pura, a $25^\circ C$, é igual a 7,00. Calcule a constante de equilíbrio para a dissociação da água a esta temperatura.
- Qual é o grau de dissociação da água a $25^\circ C$?
- Calcule o pH de uma solução aquosa que contém 0,125 g de NaOH por 250 mL de solução.
- Qual será o pH da solução descrita no item (c) após ser diluída um milhão de vezes? Mostre os cálculos para justificar sua resposta.

QUESTÃO 13: (National Germany Competition for the IChO in 2003)

Óxido de cálcio pode ser produzido industrialmente a partir do aquecimento de carbonato de cálcio a $900-1000^\circ C$:

- Escreva a equação química para esta reação.

A constante de equilíbrio para esta reação, K, é igual a 1,34 a $920^\circ C$. A reação é realizada em um recipiente com pressão constante de $1,00 \times 10^5$ Pa.

- Calcule a pressão parcial de CO_2 no equilíbrio.

Óxido de cálcio reage com água, produzindo hidróxido de cálcio.

- Escreva a equação química para esta reação.

Hidróxido de cálcio é parcialmente solúvel em água, com uma solubilidade igual a 1,26 g/L a $20^\circ C$

- Calcule a concentração de íons cálcio e o pH de uma solução saturada de hidróxido de cálcio a $20^\circ C$

Quando dióxido de carbono é passado através de uma solução de hidróxido de cálcio observa-se a formação de um precipitado.

- Escreva as equações químicas para todas as reações envolvidas neste processo.

QUESTÃO 14:

11,2 dm³ de uma mistura de propano (C₃H₈) e butano (C₄H₁₀) foram queimadas na presença de excesso de oxigênio. Todo o dióxido de carbono obtido foi passado através de uma solução de NaOH, obtendo-se 95,4 g de carbonato de sódio e 84 g de bicarbonato de sódio:

- Escreva as equações das reações de combustão do propano e do butano.
- Escreva as equações das reações de formação de carbonato e bicarbonato de sódio.
- Calcule a quantidade de CO₂ desprendida na combustão da mistura de propano e butano.
- Calcule as massas de propano e butano na mistura.

QUESTÃO 15:

Quando um excesso de vapor d'água passa através de uma amostra de sal "A" aquecido entre 500-600°C, obtém-se 8,00 gramas de uma base "B" e 2,24 dm³ de um gás triatômico "C" incolor e inodoro. A mesma quantidade dessa base "B" pode ser obtida através da reação de um óxido "D" do metal alcalino "X" com água. 2,24 dm³ do gás "C" reagem completamente com uma solução aquosa diluída, contendo uma quantidade inicial do sal A e produz 16,8 g do sal "E". Os sais "A" e "E" também podem ser formados como resultado da reação do gás "C" com uma solução aquosa da base "B".

- Para a base "B" e o metal "X":
 - determine as massas (molecular ou atômica).
 - escreva, respectivamente a fórmula e o símbolo.
 - escreva os nomes.
- Identifique o gás "C"
- Escreva as equações para as reações
 - "A" + vapor d'água →
 - "D" + H₂O →
 - "C" + "A" + H₂O →
 - "B" + "C" → "A"
 - "E" → "A"
 - "B" + "C" → "E"
- Calcule a massa do sal "A"

QUESTÃO 16: (National Germany Competition for the IChO in 2003)

O elemento urânio é encontrado na natureza como uma mistura de isótopos contendo 99,28% de ^{238}U (meia vida, $t_{1/2}$, igual a $4,5 \times 10^9$ anos) e 0,72% de ^{235}U ($t_{1/2} = 7,0 \times 10^8$ anos).

- a) Assumindo que a idade da terra é $4,5 \times 10^9$ anos, determine qual era a porcentagem original de urânio ^{235}U na natureza.

O urânio decai em uma série de etapas a um isótopo de chumbo. Ao todo, 8 (oito) partículas α são emitidas durante este processo.

- b) (i) Quantas partículas β (beta) são também emitidas?
(ii) Qual o isótopo de chumbo formado?

O urânio tem a seguinte configuração eletrônica $[\text{Rn}] 5f^3 6d^1 7s^2$.

- c) (i) Quantos elétrons desemparelhados há em um átomo de urânio?
(ii) Qual deve ser o estado de oxidação máximo do urânio?

UF_6 , um importante composto utilizado durante o processo de separação de isótopos de urânio, é obtido como um líquido volátil, a partir da passagem de ClF_3 sobre UF_4 cristalino.

- d) (i) Escreva a equação balanceada para esta reação
(ii) Quais as geometrias das moléculas de UF_6 e ClF_3 ?

Um dos produtos da fissão do ^{235}U é o ^{95}Kr .

- e) Escreva a equação nuclear balanceada para este processo de fissão, assumindo que 2 nêutrons são também emitidos ?

Dados: $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$ ou $0,082 \text{ atm.L/K}$;

$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

$F = 96500 \text{ C}$;

$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$



Olimpíada *Brasileira* de Química - 2003

Exame nacional - fase III

MODALIDADE B

PARTE I: QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

11) Dois isômeros geométricos são, também, um par de:

- a) epímeros
- b) tautômeros
- c) enatiômeros
- d) confôrmeros
- e) diastereoisômeros

12) Os produtos da reação do anisol (metil fenil éter) com excesso de HI concentrado são:

- a) Fenol e metanol
- b) Fenol e iodeto de metila
- c) Iodo-benzeno e metanol
- d) Iodo-benzeno e iodeto de metila
- e) Somente iodo-anisol

13) Quando se faz reagir etanol com anidrido etanóico, obtém-se, como produto principal:

- a) um éter

- b) um éster
- c) uma amida
- d) uma cetona
- e) um ácido carboxílico

14) As dioxinas dicloradas são obtidas a partir da substituição de dois átomos de hidrogênio por cloro na molécula da dibenzo-p-dioxina (figura abaixo). Quantas diferentes dioxinas dicloradas podem se obtidas nesta reação?



- a) 8
- b) 10
- c) 11
- d) 13
- e) 14

15) Dada a reação: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$

A constante de equilíbrio desta reação pode ser expressa em K_c ou K_p . Qual a relação entre K_p e K_c para esta reação?

- a) $K_p = K_c$

- b) $K_p = K_c (RT)^{-1}$
c) $K_p = K_c (RT)^{1/2}$
d) $K_p = K_c (RT)^2$
e) $K_p = K_c(RT)$

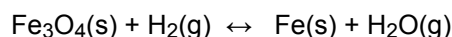
16) Assinale a opção que corresponde à fração de substrato que reagiu, em uma reação de primeira ordem, após um período de quatro vezes a meia-vida:

- a) 15/16 b) 1/16 c) 7/8 d) 3/4 e) 1/4

17) Na titulação, na presença de alaranjado de metila, de 1,000 g de uma amostra contendo apenas NaOH e Na₂CO₃, foram consumidos 43,25 mL de um solução de HCl 0,500 mol/L. Pode-se concluir que esta amostra contém:

- a) 40% de NaOH e 60% de Na₂CO₃
b) 45% de NaOH e 55% de Na₂CO₃
c) 50% de NaOH e 50% de Na₂CO₃
d) 55% de NaOH e 45% de Na₂CO₃
e) 60% de NaOH e 40% de Na₂CO₃

18) A redução de magnetita por H₂, em alto-forno, é um dos principais processos de obtenção de ferro. Esta reação ocorre segundo a equação (não balanceada) abaixo:



Se esta reação é efetivada a 200°C, sob pressão total de 1,50 atm e com $K_p = 5,30 \times 10^{-6}$, a pressão parcial de hidrogênio é de:

- a) 0,80 atm b) 1,00 atm c) 1,26 atm d) 1,43 atm e) 1,62 atm

19) Um eletrodo de vanádio é oxidado eletroliticamente. A massa do eletrodo diminui de 114 mg após a passagem de uma quantidade de carga elétrica igual a 650 Coulombs. Qual o número de oxidação do vanádio no produto:

- a) + 1
- b) + 2
- c) + 3
- d) + 4
- e) + 5

20) Que produtos são formados durante a eletrólise de uma solução concentrada de cloreto de sódio?

I) $\text{Cl}_2(\text{g})$ II) $\text{NaOH}(\text{aq})$ III) $\text{H}_2(\text{g})$

- a) somente I
- b) somente II
- c) somente I e II
- d) somente I e III
- e) I, II e III

PARTE II: QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

-

QUESTÃO 11:

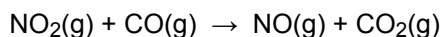
Faça um quadro comparativo entre o sódio e o magnésio, levando em conta as seguintes propriedades:

- g) configuração eletrônica.
- h) raio atômico.
- i) carga iônica.
- j) 1^a energia de ionização.
- k) 2^a energia de ionização.
- l) reatividade com a água .

Explique as diferenças.

QUESTÃO 12:

Uma das reações que ocorrem nos motores de carro e sistemas de exaustão é:



Os dados experimentais para esta reação são os seguintes:

Experimento	[NO ₂] inicial (mol/dm ³)	[CO] inicial (mol/dm ³)	Velocidade inicial (mol/dm ³)
1	0,10	0,10	0,0050
2	0,40	0,10	0,0800
3	0,10	0,20	0,0050

- e) Escreva a equação da lei de velocidade desta reação.
Considerando o seguinte mecanismo para esta reação:
- Etapa 1: $\text{NO}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3 + \text{NO}$
Etapa 2: $\text{NO}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{CO}_2$
- f) Qual a etapa determinante da reação? Justifique.
- g) Desenhe um diagrama de energia (energia versus caminho da reação) para esta reação.

QUESTÃO 13: (National Germany Competition for the IChO in 2003)

Óxido de cálcio pode ser produzido industrialmente a partir do aquecimento de carbonato de cálcio a 900-1000°C:

- a) Escreva a equação química para esta reação.

A constante de equilíbrio para esta reação, K, é igual a 1,34 a 920°C. A reação é realizada em um recipiente com pressão constante de $1,00 \times 10^5$ Pa.

- b) Calcule a pressão parcial de CO₂ no equilíbrio.

Óxido de cálcio reage com água, produzindo hidróxido de cálcio.

- c) Escreva a equação química para esta reação.

Hidróxido de cálcio é parcialmente solúvel em água, com uma solubilidade igual a 1,26 g/L a 20°C.

- d) Calcule a concentração de íons cálcio e o pH de uma solução saturada de hidróxido de cálcio a 20°C.

Quando dióxido de carbono é passado através de uma solução de hidróxido de cálcio observa-se a formação de um precipitado.

- e) Escreva a equação química para todas as reações envolvidas neste processo.

-
-

QUESTÃO 14:

Uma substância "A" de fórmula C_7H_8O não dissolve em HCl diluído e em solução aquosa de hidrogeno carbonato de sódio, porém dissolve bem em solução de hidróxido de sódio. A reação de monobromação, com Br_2/Fe , do composto "A" leva à formação de uma mistura de 2 isômeros ("B" e "C"), sendo o produto principal o composto "B". O composto "B" reage com bromo, na presença de iluminação UV ou a altas temperaturas, formando um produto "D" de fórmula $C_7H_6Br_2O$. O composto "D" após tratamento com KCN forma o produto "E" que, após hidrólise em meio ácido, fornece a substância "F" de fórmula $C_8H_7BrO_3$.

- a) Escreva as estruturas dos compostos "A", "B", "C", "D", "E" e "F".
- b) Dê os nomes desses compostos.

QUESTÃO 15:

Quando um excesso de vapor d'água passa através de uma amostra de sal "A" aquecido entre $500-600^\circ C$, obtém-se 8,00 gramas de uma base "B" e $2,24 \text{ dm}^3$ de um gás triatômico "C" incolor e inodoro. A mesma quantidade dessa base "B" pode ser obtida através da reação de um óxido "D" do metal alcalino "X" com água. $2,24 \text{ dm}^3$ do gás "C" reagem completamente com uma solução aquosa diluída, contendo uma quantidade inicial do sal A e produz 16,8 g do sal "E". Os sais "A" e "E" também podem ser formados como resultado da reação do gás "C" com uma solução aquosa da base "B".

- e) Para a base "B" e o metal "X":
 - (i) determine as massas (atômica ou molecular).
 - (ii) escreva, respectivamente a fórmula e o símbolo.
 - (iii) escreva os nomes.
- f) Identifique o gás "C"
- g) Escreva as equações para as reações
 - i) "A" + vapor d'água \rightarrow
 - ii) "D" + $H_2O \rightarrow$
 - iii) "C" + "A" + $H_2O \rightarrow$
 - iv) "B" + "C" \rightarrow "A"
 - v) "E" \rightarrow "A"
 - vi) "B" + "C" \rightarrow "E"

- h) Calcule a massa do sal "A"

QUESTÃO 16: (National Germany Competition for the IChO in 2003)

O elemento urânio é encontrado na natureza como uma mistura de isótopos contendo 99,28% de ^{238}U (meia vida, $t_{1/2}$, igual a $4,5 \times 10^9$ anos) e 0,72% de ^{235}U ($t_{1/2} = 7,0 \times 10^8$ anos).

- f) Assumindo que a idade da terra é $4,5 \times 10^9$ anos, determine qual era a porcentagem original de urânio ^{235}U na natureza.

O urânio decai em uma série de etapas a um isótopo de chumbo. Ao todo, 8 (oito) partículas α são emitidas durante este processo.

- g) (i) Quantas partículas β (beta) são também emitidas?

(ii) Qual o isótopo de chumbo formado?

O urânio tem a seguinte configuração eletrônica $[\text{Rn}] 5f^3 6d^1 7s^2$.

- h) (i) Quantos elétrons desemparelhados há em um átomo de urânio?

(ii) Qual deve ser o estado de oxidação máximo do urânio?

UF_6 , um importante composto utilizado durante o processo de separação de isótopos de urânio, é obtido como um líquido volátil, a partir da passagem de ClF_3 sobre UF_4 cristalino.

- i) (i) Escreva a equação balanceada para esta reação.

(ii) Quais as geometrias das moléculas de UF_6 e ClF_3 ?

Um dos produtos da fissão do ^{235}U é o ^{95}Kr .

- e) Escreva a equação nuclear balanceada para este processo de fissão, assumindo que 2 nêutrons são também emitidos?

Dados: $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$ ou $0,082 \text{ atm.L/K}$;

$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

$F = 96500 \text{ C}$;

$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

[VEJA as soluções](#)