

**Olimpíada Brasileira de Química - 2005**  
**FASE III – MODALIDADE “A”**

**Parte I – Questões Múltipla escolha**

01. Determinou-se, em uma solução aquosa, a presença dos seguintes íons:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ . Se, nesta solução, as concentrações dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  são, respectivamente, 0,05 mol/L e 0,01 mol/L. A concentração, em mol/L, de íons  $\text{Cl}^-$  será:

- a) 0,01                      b) 0,02                      c) 0,03                      d) 0,04                      e) 0,05

02. Uma solução pode ser denominada solução tampão, quando contém concentrações aproximadamente iguais de um:

- a) ácido forte e seu sal  
b) ácido e uma base fortes  
c) ácido e uma base fracos  
d) ácido forte e sua base conjugada  
e) ácido fraco e sua base conjugada

03. Os anidridos dos ácidos bórico, fosfórico e sulfúrico são, respectivamente:

- a)  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_2$   
b)  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$   
c)  $\text{B}_2\text{O}_4$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_2$ ,  
d)  $\text{B}_2\text{O}_5$ ,  $\text{P}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$   
e)  $\text{B}_2\text{O}_5$ ,  $\text{P}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,

04. Hipoclorito de sódio pode ser obtido através da seguinte reação:



Considerando a existência de cloro gasoso em excesso, qual o volume de uma solução de NaOH de concentração 2 mol/L necessário para produzir hipoclorito em quantidade suficiente para preparar 2L de uma solução 0,5 mol/L de NaOCl?

- a) 1,0 L  
b) 2,0 L  
c) 3,0 L  
d) 4,0 L  
e) 5,0 L

05. Quais geometrias são possíveis para uma molécula do tipo  $AB_n$  cujo átomo central apresenta hibridação do tipo  $sp^3$ ?

- a) Tetraédrica, piramidal ou em forma de "v" (angular)
- b) Tetraédrica, piramidal ou triangular plana
- c) Tetraédrica ou triangular plana
- d) Tetraédrica ou piramidal
- e) Somente tetraédrica

06. Dentre as radiações eletromagnéticas citadas abaixo, assinale aquela que apresenta o menor comprimento de onda:

- a) visível
- b) ultravioleta
- c) microondas
- d) infravermelho
- e) ondas de rádio

07. O equilíbrio, à temperatura constante, representado pela equação química:



- a) Não varia se adicionarmos argônio à pressão constante
- b) Não varia se adicionarmos argônio à volume constante
- c) Não varia se reduzirmos o volume do recipiente
- d) Somente será alterado se modificarmos a pressão
- e) Se aumentarmos o volume do recipiente o equilíbrio será deslocado para esquerda

08. Analise as proposições para previsão da ocorrência de uma transformação química, sob pressão e temperatura constantes:

- I)  $\Delta H > 0$  e  $\Delta S > 0$  reação não espontânea e  $\Delta G < 0$ ;
- II)  $\Delta H < 0$  e  $\Delta S > 0$  reação espontânea e  $\Delta G < 0$ ;
- III)  $\Delta H > 0$  e  $\Delta S < 0$  reação não espontânea e  $\Delta G > 0$ ;
- IV)  $\Delta H < 0$  e  $\Delta S < 0$  reação espontânea e  $\Delta G = 0$ .

- a) apenas I e II são corretas;
- b) apenas I e III são corretas;
- c) apenas I e IV são corretas
- d) apenas II e III são corretas;
- e) apenas II e IV são corretas

09. Para possuir um elétron com o seguinte conjunto de números quânticos: 4, 2, -2, +1/2, um átomo deve possuir número atômico, no mínimo, igual a:

- a) 26
- b) 39
- c) 44
- d) 71
- e) 76

**OBS:** Considere que o primeiro elétron a ocupar um orbital possui spin igual a  $-1/2$ .

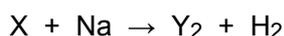
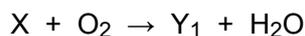
10. A corrente necessária para, no período de 100 horas, produzir 1 kg de magnésio a partir de cloreto de magnésio fundido situa-se entre:

- a) 5,0 e 10,0 A
- b) 10,0 e 15,0 A
- c) 15,0 e 20,0 A
- d) 20,0 e 25,0 A
- e) 25,0 e 30,0 A

**Olimpíada Brasileira de Química - 2005****FASE III – MODALIDADE “A”**

## PARTE II – QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

11. Um certo composto X é produzido comercialmente em larga escala. As propriedades químicas de X são representadas pelas seguintes equações:



Em temperatura e pressão padrões, 1L de água dissolve 750 L de X. A concentração de íons  $H^+$  na solução saturada é  $5,43 \times 10^{-13}$  mol/L. A densidade desta solução é 0,880 g/mL.

- Identifique o composto X e escreva sua fórmula química. Justifique sua resposta.
- Escreva as equações químicas para as reações de X com  $O_2$ , Na, CuO,  $H_2S$  e  $CO_2$ .
- Calcule a porcentagem em massa e a concentração molar de X em sua solução saturada.
- Qual é o pH desta solução?
- Qual será o pH desta solução após ser diluída com igual volume de água?

**Fonte:** Belarusian Chemistry Olympiad 2005

12. Os halogênios formam uma série de inter-halogênios que são mais ou menos estáveis. Um destes é cloreto de bromo ( $BrCl$ ) que, a  $500^\circ C$ , decompõe em seus elementos. A constante de equilíbrio, referente à decomposição de 2 mols de  $BrCl$ , a esta temperatura, é  $K_c = 32$ .

Analise o sistema 1:

$$c(BrCl) = c(Br_2) = c(Cl_2) = 0,25 \text{ mol/L.}$$

c = concentração

- Escreva a equação química para a decomposição do  $BrCl$
- Mostre, por cálculo, que o sistema 1 não está em equilíbrio
- Em que direção procederá a reação no sistema 1
- Calcule o  $K_p$  para esta reação
- Calcule as concentrações de  $BrCl$ ,  $Br_2$  e  $Cl_2$ , no sistema 1 em equilíbrio

**Fonte:** German Chemistry Olympiad 2005

13. Um estudante obteve no laboratório os seguintes dados para os volumes de uma amostra de gás,

medidos a várias temperaturas:

Volume / mL	Temperatura / K
300	273
350	318
400	364
450	409
500	455
550	500
600	546

- Enuncie um princípio que expresse a relação entre estas grandezas para um gás.
- Esboce um gráfico dos dados apresentados na tabela.
- Elabore uma expressão matemática que represente esta relação.

14. O urânio é um elemento radioativo cuja principal utilidade é a geração de energia em usinas nucleares. Ocorre na natureza, principalmente, como uraninita, uma mistura de óxidos de urânio. Quando transformado em metal, o urânio torna-se mais pesado que o chumbo, pouco menos duro que o aço e se incendeia com muita facilidade.

- Os isótopos naturais do urânio são:  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  e  $^{238}\text{U}$ . Qual deles é o mais abundante? Justifique sua resposta.
- Uma amostra de urânio metálico pesando 0,338g aquecida ao ar, entre 800 e 900°C, produziu 0,398g de um óxido de cor verde-escuro e fórmula  $\text{U}_x\text{O}_y$ . Quais os valores de X e Y na fórmula deste óxido?
- Se o composto hidratado,  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ , for aquecido suavemente, a água de hidratação será eliminada. Se a partir de 0,865g deste composto hidratado obtém-se 0,679g do composto anidro, quantas moléculas de água de hidratação possui esse composto?
- Se o composto hidratado citado acima for aquecido ao ar, a temperaturas superiores a 800°C, produz o mesmo óxido citado no item (ii). Qual a massa de composto hidratado necessária para produzir a mesma quantidade do óxido  $\text{U}_x\text{O}_y$  obtida no item (ii)?

15. Um recipiente inelástico de 0,5 L contendo um gás desconhecido, sob 1 atm de pressão, mantido à temperatura de 20 °C, pesou 25,178 g. Percebeu-se um vazamento neste recipiente e logo se providenciou sua correção. Após esta correção, verificou-se que a pressão foi reduzida para 0,83 atm e que o peso do conjunto passou a ser 25,053 g.

- Calcule a massa molecular desse gás.
- Este dado é suficiente para identificar o gás? Justifique sua resposta.

16. Considere a solução formada a partir da dissolução de 74g de ácido propanóico ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ,  $\text{pK}_a = 4,88$ ) e 16 g de NaOH em um volume de água suficiente para completar 1,00 L de solução.
- Escreva a equação química da reação que ocorre entre esses compostos.
  - Após a reação, quantos mols de ácido e quantos mols de base conjugada estarão presentes?
  - Calcule o pH desta solução.
  - O que ocorrerá com o pH desta solução se adicionarmos de 0,01 mol de NaOH?

Dados:

Massas atômicas aproximadas

Elemento	H	C	N	O	S	Na	Mg	Cl	U
Massa atômica	1,0	12,0	14,0	16,0	32,0	23,0	24,0	35,5	238,0

log X	0,67	2,00	3,00	5,43
Y	-0,174	0,301	0,477	0,735

Constante Universal dos gases (R) = $8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ou $0,082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
---

1 Faraday = 96.500 C
----------------------

**Olimpíada Brasileira de Química - 2005****FASE III – MODALIDADE “B”****parte I – Questões Múltipla escolha**

01. Determinou-se, em uma solução aquosa, a presença dos seguintes íons:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ . Se, nesta solução, as concentrações dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  são, respectivamente, 0,05 mol/L e 0,01 mol/L. A concentração, em mol/L, de íons  $\text{Cl}^-$  será:
- a) 0,01                      b) 0,02                      c) 0,03                      d) 0,04                      e) 0,05

02. Uma solução pode ser denominada solução tampão, quando contém concentrações aproximadamente iguais de um:

- a) ácido forte e seu sal
- b) ácido e uma base fortes
- c) ácido e uma base fracos
- d) ácido forte e sua base conjugada
- e) ácido fraco e sua base conjugada

03. Os anidridos dos ácidos bórico, fosfórico e sulfúrico são, respectivamente:

- a)  $B_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_2$
- b)  $B_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_3$
- c)  $B_2O_4$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_2$ ,
- d)  $B_2O_5$ ,  $P_2O_3$ ,  $SO_2$
- e)  $B_2O_5$ ,  $P_2O_3$ ,  $SO_3$ ,

04. Hipoclorito de sódio pode ser obtido através da seguinte reação:



Considerando a existência de cloro gasoso em excesso, qual o volume de uma solução de NaOH de concentração 2 mol/L necessário para produzir hipoclorito em quantidade suficiente para preparar 2L de uma solução 0,5 mol/L de NaOCl?

- a) 1,0 L
- b) 2,0 L
- c) 3,0 L
- d) 4,0 L
- e) 5,0 L

05. Quais geometrias são possíveis para uma molécula do tipo  $AB_n$  cujo átomo central apresenta hibridação do tipo  $sp^3$ ?

- a) Tetraédrica, piramidal ou em forma de "v" (angular).
- b) Tetraédrica, piramidal ou triangular plana.
- c) Tetraédrica ou triangular plana
- d) Tetraédrica ou piramidal

e) Somente tetraédrica

06. Analise as proposições para previsão da ocorrência de uma transformação química, sob pressão e temperatura constantes:

I)  $\Delta H > 0$  e  $\Delta S > 0$  reação não espontânea e  $\Delta G < 0$ ;

II)  $\Delta H < 0$  e  $\Delta S > 0$  reação espontânea e  $\Delta G < 0$ ;

III)  $\Delta H > 0$  e  $\Delta S < 0$  reação não espontânea e  $\Delta G > 0$ ;

IV)  $\Delta H < 0$  e  $\Delta S < 0$  reação espontânea e  $\Delta G = 0$ .

a) apenas I e II são corretas;

b) apenas I e III são corretas;

c) apenas I e IV são corretas

d) apenas II e III são corretas;

e) apenas II e IV são corretas

07. A corrente necessária para, no período de 100 horas, produzir 1 kg de magnésio a partir de cloreto de magnésio fundido situa-se entre:

a) 5,0 e 10,0 A

b) 10,0 e 15,0 A

c) 15,0 e 20,0 A

d) 20,0 e 25,0 A

e) 25,0 e 30,0 A

08. Assinale a opção na qual os ácidos carboxílicos estão enumerados em ordem crescente de seus valores de pKa:

a)  $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{COOH}$ ,  $\text{CH}(\text{Cl}_2)\text{CH}_2\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CF}_2\text{COOH}$

b)  $\text{CH}(\text{Cl}_2)\text{CH}_2\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CF}_2\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{COOH}$

c)  $\text{CH}_3\text{CF}_2\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{COOH}$ ,  $\text{CH}(\text{Cl}_2)\text{CH}_2\text{COOH}$

d)  $\text{CH}(\text{Cl}_2)\text{CH}_2\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CF}_2\text{COOH}$

e)  $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CF}_2\text{COOH}$ ,  $\text{CH}(\text{Cl}_2)\text{CH}_2\text{COOH}$

09. Assinale a opção que apresenta o composto cuja molécula apresenta a maior proporção de carbonos com hibridação  $\text{sp}^2$ :

a) 1,2-Dimetilnaftaleno

- b) Ciclo-octa-1,3,5-trieno
- c) Mesitileno
- d) p-Xileno
- e) Estireno

10. Um composto orgânico que reage com dinitrofenil-hidrazina formando um precipitado amarelo e dá teste positivo com o iodofórmio é:

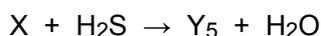
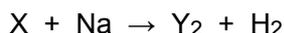
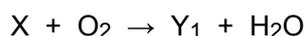
- a) um aldeído
- b) uma metil cetona
- c) uma cetona cíclica
- d) um álcool primário
- e) um álcool terciário

## Olimpíada Brasileira de Química - 2005

## FASE III – MODALIDADE “B”

## PARTE II – QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

11. Um certo composto X é produzido comercialmente em larga escala. As propriedades químicas de X são representadas pelas seguintes equações:



Em temperatura e pressão padrões, 1L de água dissolve 750 L de X. A concentração de íons  $H^+$  na solução saturada é  $5,43 \times 10^{-13}$  mol/L. A densidade desta solução é 0,880 g/mL.

- Identifique o composto X e escreva sua fórmula química. Justifique sua resposta.
- Escreva as equações químicas para as reações de X com  $O_2$ , Na, CuO,  $H_2S$  e  $CO_2$ .
- Calcule a porcentagem em massa e a concentração molar de X em sua solução saturada.
- Qual é o pH desta solução?
- Qual será o pH desta solução após ser diluída com igual volume de água?

**Fonte:** Belarusian Chemistry Olympiad 2005

12. Os halogênios formam uma série de inter-halogênios que são mais ou menos estáveis. Um destes é cloreto de bromo ( $BrCl$ ) que, a  $500^\circ C$ , decompõe em seus elementos. A constante de equilíbrio, referente à decomposição de 2 mols de  $BrCl$ , a esta temperatura, é  $K_c = 32$ . Analise o sistema 1:

$$c(BrCl) = c(Br_2) = c(Cl_2) = 0,25 \text{ mol/L.}$$

c = concentração

- Escreva a equação química para a decomposição do  $BrCl$
- Mostre, por cálculo, que o sistema 1 não está em equilíbrio.
- Em que direção procederá a reação no sistema 1
- Calcule o  $K_p$  para esta reação
- Calcule as concentrações de  $BrCl$ ,  $Br_2$  e  $Cl_2$ , no sistema 1 em equilíbrio.

**Fonte:** German Chemistry Olympiad 2005

13. O urânio é um elemento radioativo cuja principal utilidade é a geração de energia em usinas nucleares. Ocorre na natureza, principalmente, como uraninita, uma mistura de óxidos de urânio. Quando transformado em metal, o urânio torna-se mais pesado que o chumbo, pouco menos duro que o aço e se incendeia com muita facilidade.

- i) Os isótopos naturais do urânio são:  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  e  $^{238}\text{U}$ . Qual deles é o mais abundante? Justifique sua resposta.
- ii) Uma amostra de urânio metálico pesando 0,338g aquecida ao ar, entre 800 e 900°C, produziu 0,398g de um óxido de cor verde-escuro e fórmula  $\text{U}_x\text{O}_y$ . Quais os valores de X e Y na fórmula deste óxido?
- iii) Se o composto hidratado,  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ , for aquecido suavemente, a água de hidratação será eliminada. Se a partir de 0,865g deste composto hidratado obtém-se 0,679g do composto anidro, quantas moléculas de água de hidratação possui esse composto?
- iv) Se o composto hidratado citado acima for aquecido ao ar, em temperaturas superiores a 800°C, produz o mesmo óxido citado no item (ii). Qual a massa de composto hidratado necessária para produzir a mesma quantidade do óxido  $\text{U}_x\text{O}_y$  obtida no item (ii)?

14. Considere a solução formada a partir da dissolução de 74g de ácido propanóico ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ,  $\text{pK}_a = 4,88$ ) e 16 g de NaOH em um volume de água suficiente para completar 1,00 L de solução.

- a) Escreva a equação química da reação que ocorre entre esses compostos
- b) Após a reação, quantos mols de ácido e quantos mols de base conjugada estarão presentes?
- c) Calcule o pH desta solução.
- d) O que ocorrerá com o pH desta solução se adicionarmos de 0,01 mol de NaOH?

15. Considere a existência de 3 hidrocarbonetos isômeros: A, B e C, de fórmula molecular  $\text{C}_7\text{H}_{12}$ .

- i) O hidrocarboneto A reage com sódio metálico com liberação de  $\text{H}_2$ .
  - ii) Os hidrocarbonetos A e B reagem com excesso de  $\text{H}_2$  produzindo o composto 3,3-dimetilpentano.
  - III) A ozonólise do composto C leva à formação de 5-oxo-heptanal.
- Escreva as estruturas dos hidrocarbonetos A, B e C.

16. Considere a seguinte seqüência de reações:



Composto B + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, a quente ® Composto E

Composto E + H<sub>2</sub>/Pd ® Composto F

Escreva os NOMES e as ESTRUTURAS dos compostos "A" a "F".

Dados:

Massas atômicas aproximadas

Elemento	H	C	N	O	S	Na	Mg	Cl	U
Massa atômica	1,0	12,0	14,0	16,0	32,0	23,0	24,0	35,5	238,0

log X	0,67	2,00	3,00	5,43
Y	-0,174	0,301	0,477	0,735

Constante Universal dos gases (R) = 8,314 J.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup> ou 0,082 L.atm. K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>

1 Faraday = 96.500 C

**Gabaritos**

**QUESTÕES MÚLTIPLA-ESCOLHA**

**MODALIDADE A**

QUESTÃO	OPÇÃO CORRETA	QUESTÃO	OPÇÃO CORRETA
01	C	07	B
02	E	07	E
03	B	08	D
04	A	09	C
05	A	10	D

**MODALIDADE B**

QUESTÃO	OPÇÃO CORRETA	QUESTÃO	OPÇÃO CORRETA
01	C	06	D
02	E	07	D
03	B	08	C
04	A	09	E
05	A	10	B