



## Olimpiada Brasileira de Química - 2011

### MODALIDADE A (1º e 2º anos)

#### PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

##### QUESTÃO 1

É comum encontrarmos objetos que brilham no escuro, particularmente, brinquedos de crianças. Tais objetos podem apresentar o sulfeto de zinco em sua constituição. Este fenômeno ocorre em razão de que alguns elétrons destes átomos absorvem energia luminosa e com isso saltam para níveis de energia mais externos. Esses elétrons retornam aos seus níveis de origem, liberando energia luminosa e, no escuro, é possível observar o objeto brilhar. Essa característica pode ser explicada considerando o modelo atômico proposto por:

- a) Thomson  
b) Rutherford  
c) Bohr  
d) Marie Curie  
e) Planck

##### QUESTÃO 2

Até 1982, a pressão padrão era tomada como uma atmosfera (1 atm ou 101325 Pa) e a temperatura como 0 °C (273,15 K) e, portanto, o volume molar de um gás nas CNTP era 22,4 L/mol. A partir de 1982, a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) alterou o valor da pressão padrão, de forma que as novas condições normais de temperatura e pressão passaram a ser:  $t = 0\text{ °C}$  ou  $T = 273,15\text{ K}$  e  $p = 100.000\text{ Pa}$  ou 1 bar. Assim, o valor recomendado hoje pela IUPAC, para o volume molar é:

- a)  $V_m = 0,021631\text{ m}^3\text{ mol}^{-1}$   
b)  $V_m = 0,035845\text{ m}^3\text{ mol}^{-1}$   
c)  $V_m = 0,022711\text{ m}^3\text{ mol}^{-1}$   
d)  $V_m = 0,035745\text{ m}^3\text{ mol}^{-1}$   
e)  $V_m = 0,027211\text{ m}^3\text{ mol}^{-1}$

##### QUESTÃO 3

Dentre os principais fatores que influenciam na produção agropecuária, podemos citar: o clima, o material genético, o manejo de pragas, as doenças e plantas daninhas e o manejo do solo, com especial ênfase no manejo químico como base para a nutrição das plantas. Em razão da produção de alimen-

tos em escala cada vez maior, os nutrientes do solo que dão vida às plantas vão se esgotando. Para supri-los, produtos químicos conhecidos como fertilizantes são incorporados à terra em quantidades crescentes. Para correção da acidez do solo, o procedimento de rotina é a calagem através da incorporação de um óxido básico. É correto afirmar que esse óxido básico pode ser:

- a)  $\text{MgO}_2$   
b) CaO  
c)  $\text{SO}_2$   
d) NaO  
e) CO

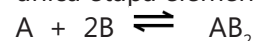
##### QUESTÃO 4

A porcentagem de álcool adicionado à gasolina é regulamentada por Lei, e recentemente foi estabelecido um novo padrão que é de 18 a 24% (volume/volume). Quando 50 mL de água forem misturados a 50 mL de gasolina comercializada nos postos de serviço com o máximo teor permitido de álcool, será observada a formação de:

- a) 100 mL de uma mistura homogênea  
b) Duas fases de 50 mL cada  
c) Duas fases, sendo a mais densa de 38 mL  
d) Duas fases, sendo a mais densa de 62 mL  
e) Duas fases sendo a mais densa de 74 mL

##### QUESTÃO 5

Supondo que a seguinte reação ocorra por meio de um mecanismo de uma única etapa elementar nas duas direções:



Sendo  $k_1$  e  $k_2$  as constantes, a uma determinada temperatura, para as reações direta e inversa, respectivamente, assinale a alternativa correta.

- a)  $k_1/k_2 = k = [\text{AB}_2]/[\text{A}][\text{B}]^2$   
b)  $k_1/k_2 = k = [\text{A}][\text{B}]^2/[\text{AB}_2]$   
c)  $k_2/k_1 = k = [\text{AB}_2]^2/[\text{A}][\text{B}]$   
d)  $k_2/k_1 = k = [\text{A}][\text{B}]^2/[\text{AB}_2]^2$   
e)  $k_2 + k_1 = k' = [\text{AB}_2]/[\text{A}][\text{B}]^2$

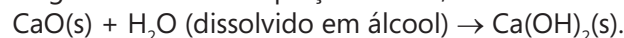
##### QUESTÃO 6

O volume de ácido nítrico 0,1 mol.L<sup>-1</sup> necessário para neutralizar uma mistura 0,40 g de hidróxido de sódio e 1,71 g de hidróxido de bário é

- a) 20 mL  
b) 30 mL  
c) 50 mL  
d) 200 mL  
e) 300 mL

**QUESTÃO 7**

O etanol anidro, ou seja, etanol isento de água, pode ser obtido a partir do etanol 96° GL por tratamento com cal virgem – CaO. A cal virgem reage com a água conforme a equação abaixo, desidratando o etanol.

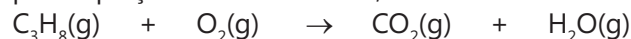


Sobre esse processo é CORRETO afirmar que:

- o hidróxido de cálcio formado reage com o etanol
- o óxido de cálcio reage com etanol para retirar a água
- o hidróxido de cálcio formado pode ser separado por filtração
- a mistura obtida após a reação é uma mistura homogênea
- o óxido de cálcio atua como um agente redutor

**QUESTÃO 8**

A combustão completa do propano ocorre segundo a reação, representada pela equação não balanceada, abaixo:



A relação entre os volumes de  $\text{O}_2(g)$  consumido e de  $\text{CO}_2(g)$  produzido é de:

- 1:1
- 2:3
- 3:1
- 3:2
- 5:3

**QUESTÃO 9**

A quantidade de gás carbônico produzida pela respiração de seres vivos pode ser acompanhada através da reação desse gás com uma solução saturada de hidróxido de bário, medindo-se o aumento de massa dessa solução.

Esse aumento de massa se deve à:

- formação de carbonato de bário
- adsorção do  $\text{CO}_2$  adsorvido pela água
- formação de ácido carbônico
- precipitação do hidróxido de bário
- formação de óxido de bário

**QUESTÃO 10**

Uma amostra de um ácido diprótico pesando 12,25 g foi dissolvida em água e o volume da solução completado para 500 mL. Se 25,0 mL desta solução são neutralizados com 12,5 mL de uma solução de KOH 1,00 mol.L<sup>-1</sup>, a massa molar desse ácido, considerando que os dois prótons foram neutralizados, é igual a:

- 2,25
- 24,5
- 49,0
- 98,0
- 122,5

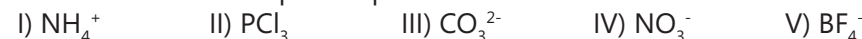
**PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS****QUESTÃO 11**


Considerando os 3 elementos (A, B e C) indicados na tabela periódica acima, determine:

- o átomo que apresenta
  - o maior raio atômico.
  - a maior afinidade eletrônica
  - a maior energia de ionização.
- a fórmula do composto formado entre:
  - o átomo A e o átomo B.
  - o átomo B e o flúor
  - o átomo C e o oxigênio

**QUESTÃO 12**

Para cada uma das espécies químicas abaixo:



a) Escreva a estrutura de Lewis

b) Indique:

- a hibridação do átomo central
- o número de pares de elétrons não ligantes sobre o átomo central
- o número de ligações sigma e de ligações pi envolvendo o átomo central
- a geometria em torno do átomo central

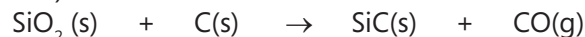
**QUESTÃO 13**

Uma macromolécula biológica foi isolada de uma fonte natural em quantidade muito pequena e sua massa molar foi determinada como sendo 4,0 x 10<sup>5</sup> g.mol<sup>-1</sup>. Para uma solução preparada pela dissolução de 0,8 mg dessa macromolécula em 10,0 g de água.

- a) Calcule
- a.1) o ponto de congelamento
- a.2) a pressão osmótica, a 25 °C
- b) Suponha que a massa molar dessa macromolécula não fosse conhecida e que se pretendesse calculá-la a partir da determinação da pressão osmótica da solução citada acima e que fosse cometido um erro de 0,1 torr na medida dessa pressão osmótica, qual seria o valor encontrado para a massa molar da macromolécula?

**QUESTÃO 14**

O carvão de silício (SiC), também conhecido como carborundum, uma substância dura empregada como abrasivo, pode ser obtido a partir da reação de SiO<sub>2</sub> com carbono, a altas temperaturas, conforme a equação química (não balanceada) abaixo:



- a) Reescreva a equação química acima, devidamente balanceada
- Em um experimento colocou-se para reagir 6,01 g de SiO<sub>2</sub> e 7,20 g de carbono.
- b) Qual será o reagente limitante?
- c) Que massa de carborundum poderá ser obtida, considerando o consumo completo do reagente (rendimento de 100%)?
- d) Que massa restará do reagente em excesso?
- e) Se, no experimento acima, obtém-se 2,56 g de SiC, qual o rendimento da reação?

**QUESTÃO 15**

Para a reação:  $2 \text{NO}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{BrNO}(\text{g})$ , tem-se um  $K_c = 0,21 \text{ L mol}^{-1}$  a 350 °C.

Sobre esta reação, responda as questões abaixo.

- a) Se  $2,0 \times 10^{-3}$  mols de NO,  $4,0 \times 10^{-3}$  mols de Br<sub>2</sub> e  $4,0 \times 10^{-3}$  mols de BrNO são introduzidos em um recipiente de volume igual a 50,0 mL, 350 °C, em que sentido ocorrerá a reação? Justifique sua resposta
- b) Qual o valor K<sub>p</sub> para essa reação a 350 °C?
- c) Se o mesmo recipiente contém, no equilíbrio,  $1,4 \times 10^{-3}$  mols de NO e  $1,4 \times 10^{-4}$  mols de BrNO a 350 °C, que quantidade de Br<sub>2</sub> estará presente?

d) Se ao sistema descrito em (c) se adiciona um gás inerte, de modo que a pressão total dentro do recipiente passe a ser de 3 atm, a 350 °C:

- d.1) Ocorrerá mudanças nas concentrações dos componentes da mistura?
- d.2) O equilíbrio será deslocado?
- d.3) Se ocorre deslocamento, em que sentido será?
- Justifique suas respostas.

**QUESTÃO 16**

Um técnico de laboratório dispõe de uma solução de NaOH, que não era utilizada há muito tempo, e em cujo rótulo está escrito: NaOH 0,25 mol.L<sup>-1</sup>. Como esta solução é instável, antes de usá-la o técnico decidiu titular 25,0 mL dessa solução com uma solução de HCl 0,25 mol.L<sup>-1</sup> e gastou 22,5 mL desta última solução. Responda:

- a) Por que a solução de NaOH é instável?
- b) A concentração indicada no rótulo está correta?
- c) Como você poderia preparar 250 mL de uma solução exatamente 0,25 mol.L<sup>-1</sup> a partir da solução anterior? (considere que você dispõe de água destilada e de NaOH sólido e que a adição de NaOH sólido não altera o volume da solução).

Dados: R = 0,082 dm<sup>3</sup>.atm.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>

Constante crioscópica da água (K<sub>c</sub>) = 1,86 K•kg.mol<sup>-1</sup> ou 1,86 °C•kg.mol

Massas atômicas aproximadas:

H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; Na = 23,0; Si = 28,1; Ba = 137,3

Números atômicos:

H = 1; B = 5; C = 6; N = 7; O = 8; F = 9; P = 15; Cl = 17

Alunos matriculados no Ensino Fundamental participam da **Olimpiada Brasileira de Química Júnior**

## Olimpiada Brasileira de Química - 2011

### MODALIDADE B (3º ano)

#### PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

##### QUESTÃO 1

É comum encontrarmos objetos que brilham no escuro, particularmente, brinquedos de crianças. Tais objetos podem apresentar o sulfeto de zinco em sua constituição. Este fenômeno ocorre em razão de que alguns elétrons destes átomos absorvem energia luminosa e com isso saltam para níveis de energia mais externos. Esses elétrons retornam aos seus níveis de origem, liberando energia luminosa e, no escuro, é possível observar o objeto brilhar. Essa característica pode ser explicada considerando o modelo atômico proposto por:

- a) Thomson  
b) Rutherford  
c) Bohr  
d) Marie Curie  
e) Planck

##### QUESTÃO 2

Até 1982, a pressão padrão era tomada como uma atmosfera (1 atm ou 101325 Pa) e a temperatura como 0 °C (273,15 K) e, portanto, o volume molar de um gás nas CNTP era 22,4 L/mol. A partir de 1982, a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) alterou o valor da pressão padrão, de forma que as novas condições normais de temperatura e pressão passaram a ser:  $t = 0\text{ °C}$  ou  $T = 273,15\text{ K}$  e  $p = 100.000\text{ Pa}$  ou 1 bar. Assim, o valor recomendado hoje pela IUPAC, para o volume molar é:

- a)  $V_m = 0,021631\text{ m}^3\text{ mol}^{-1}$   
b)  $V_m = 0,035845\text{ m}^3\text{ mol}^{-1}$   
c)  $V_m = 0,022711\text{ m}^3\text{ mol}^{-1}$   
d)  $V_m = 0,035745\text{ m}^3\text{ mol}^{-1}$   
e)  $V_m = 0,027211\text{ m}^3\text{ mol}^{-1}$

##### QUESTÃO 3

Dentre os principais fatores que influenciam na produção agropecuária, podemos citar: o clima, o material genético, o manejo de pragas, as doenças e plantas daninhas e o manejo do solo, com especial ênfase no manejo químico

co como base para a nutrição das plantas. Em razão da produção de alimentos em escala cada vez maior, os nutrientes do solo que dão vida às plantas vão se esgotando. Para supri-los, produtos químicos conhecidos como fertilizantes são incorporados à terra em quantidades crescentes. Para correção da acidez do solo, o procedimento de rotina é a calagem através da incorporação de um óxido básico. É correto afirmar que esse óxido básico pode ser:

- a)  $\text{MgO}_2$   
b) CaO  
c)  $\text{SO}_2$   
d) NaO  
e) CO

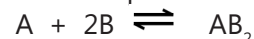
##### QUESTÃO 4

A porcentagem de álcool adicionado à gasolina é regulamentada por Lei, e recentemente foi estabelecido um novo padrão que é de 18 a 24% (volume/volume). Quando 50 mL de água forem misturados a 50 mL de gasolina comercializada nos postos de serviço com o máximo teor permitido de álcool, será observada a formação de:

- a) 100 mL de uma mistura homogênea  
b) Duas fases de 50 mL cada  
c) Duas fases, sendo a mais densa de 38 mL  
d) Duas fases, sendo a mais densa de 62 mL  
e) Duas fases sendo a mais densa de 74 mL

##### QUESTÃO 5

Supondo que a seguinte reação ocorra por meio de um mecanismo de uma única etapa elementar nas duas direções:



Sendo  $k_1$  e  $k_2$  as constantes, a uma determinada temperatura, para as reações direta e inversa, respectivamente, assinale a alternativa correta.

- a)  $k_1/k_2 = k = [\text{AB}_2]/[\text{A}][\text{B}]^2$   
b)  $k_1/k_2 = k = [\text{A}][\text{B}]^2/[\text{AB}_2]$   
c)  $k_2/k_1 = k = [\text{AB}_2]^2/[\text{A}][\text{B}]$   
d)  $k_2/k_1 = k = [\text{A}][\text{B}]^2/[\text{AB}_2]^2$   
e)  $k_2 + k_1 = k' = [\text{AB}_2]/[\text{A}][\text{B}]^2$

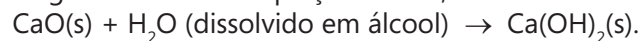
##### QUESTÃO 6

O volume de ácido nítrico 0,1 mol.L<sup>-1</sup> necessário para neutralizar uma mistura 0,40 g de hidróxido de sódio e 1,71 g de hidróxido de bário é

- a) 20 mL  
b) 30 mL  
c) 50 mL  
d) 200 mL  
e) 300 mL

**QUESTÃO 7**

O etanol anidro, ou seja, etanol isento de água, pode ser obtido a partir do etanol 96° GL por tratamento com cal virgem – CaO. A cal virgem reage com a água conforme a equação abaixo, desidratando o etanol.



Sobre esse processo é CORRETO afirmar que:

- a) o hidróxido de cálcio formado reage com o etanol
- b) o óxido de cálcio reage com etanol para retirar a água
- c) o hidróxido de cálcio formado pode ser separado por filtração
- d) a mistura obtida após a reação é uma mistura homogênea
- e) o óxido de cálcio atua como um agente redutor

**QUESTÃO 8**

Os compostos aromáticos, por serem bastante estáveis dão preferencialmente reações de substituição, e, dentre essas, as reações de substituição eletrofílicas são as mais favoráveis. Considerando essas reações, indique a alternativa que apresenta os compostos em ordem crescente de reatividade, numa reação de nitração

- a) Clorobenzeno, Anilina, Benzeno e Tolueno
- b) Tolueno, Benzeno, Anilina e Clorobenzeno
- c) Benzeno, Anilina, Tolueno e Clorobenzeno
- d) Benzeno, Tolueno, Clorobenzeno e Anilina
- e) Clorobenzeno, Benzeno, Tolueno e Anilina

**QUESTÃO 9**

O nome sistemático (IUPAC) do paracetamol, um dos analgésicos mais consumidos em todo o mundo, é N-(4-hidroxifenil)etanamida. O paracetamol pode ser obtido a partir da reação de

- a) Um ácido e um anidrido
- b) Uma amina e um anidrido
- c) Um ácido e um éster
- d) Uma amina e um álcool
- e) Um ácido e um álcool

**QUESTÃO 10**

Um composto orgânico foi submetido a análise por espectrometria de massas (EM) por infravermelho (IV) e por ressonância magnética de carbono-13 (RMN-<sup>13</sup>C) e as seguintes informações foram obtidas:

- I) Por EM, sua massa foi definida como sendo 102 g.mol<sup>-1</sup>.
- II) Por IV constatou-se a presença de uma carbonila
- III) Por RMN-<sup>13</sup>C, deduziu-se que a molécula contém 2 carbonos metílicos

(CH<sub>3</sub>), 2 carbonos metilênicos (CH<sub>2</sub>) e um carbono não hidrogenado

Esse composto pode ser:

- a) O butanoato de metila
- b) A pentanona
- c) O 2-metilpropanoato de metila
- d) O ácido pentanóico
- e) O 2-hidroxi-3-metil-butanal

**PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS****QUESTÃO 11**

<b>A</b>																<b>B</b>			
	<b>C</b>																		

Considerando os 3 elementos (A, B e C) indicados na tabela periódica acima, determine:

- a) o átomo que apresenta
  - a.1) o maior raio atômico.
  - a.2) a maior afinidade eletrônica
  - a.3) a maior energia de ionização.
- b) a fórmula do composto formado entre:
  - b.1) o átomo A e o átomo B.
  - b.2) o átomo B e o flúor
  - c.3) o átomo C e o oxigênio

**QUESTÃO 12**

Para cada uma das espécies químicas abaixo:

- I) NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
- II) PCl<sub>3</sub>
- III) CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>
- IV) NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- V) BF<sub>4</sub><sup>-</sup>

- a) Escreva a estrutura de Lewis  
 b) Indique:  
 b.1) a hibridação do átomo central  
 b.2) o número de pares de elétrons não ligantes sobre o átomo central  
 b.3) o número de ligações sigma e de ligações pi envolvendo o átomo central  
 b.4) a geometria em torno do átomo central

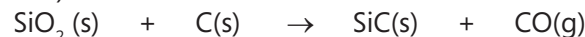
**QUESTÃO 13**

Uma macromolécula biológica foi isolada de uma fonte natural em quantidade muito pequena e sua massa molar foi determinada como sendo  $4,0 \times 10^5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Para uma solução preparada pela dissolução de 0,8 mg dessa macromolécula em 10,0 g de água.

- a) Calcule  
 a.1) o ponto de congelamento  
 a.2) a pressão osmótica, a 25 °C  
 b) Suponha que a massa molar dessa macromolécula não fosse conhecida e que se pretendesse calculá-la a partir da determinação da pressão osmótica da solução citada acima e que fosse cometido um erro de 0,1 torr na medida dessa pressão osmótica, qual seria o valor encontrado para a massa molar da macromolécula?

**QUESTÃO 14**

O carbetto de silício (SiC), também conhecido como carborundum, uma substância dura empregada como abrasivo, pode ser obtido a partir da reação de SiO<sub>2</sub> com carbono, a altas temperaturas, conforme a equação química (não balanceada) abaixo:



- a) Reescreva a equação química acima, devidamente balanceada  
 Em um experimento colocou-se para reagir 6,01 g de SiO<sub>2</sub> e 7,20 g de carbono.  
 b) Qual será o reagente limitante?  
 c) Que massa de carborundum poderá ser obtida, considerando o consumo completo do reagente (rendimento de 100%)?  
 d) Que massa restará do reagente em excesso?  
 e) Se, no experimento acima, obtém-se 2,56 g de SiC, qual o rendimento da reação?

**QUESTÃO 15**

O mentol, também denominado de cânfora de hortelã-pimenta, é uma substância que apresenta um sabor de menta e que é encontrada em alguns óleos essenciais, como por exemplo: o óleo de hortelã-pimenta. O nome sistemático (IUPAC) do mentol é: 5-metil-2-isopropilciclo-hexanol.

- a) Desenhe a estrutura do mentol sem levar em conta a estereoquímica  
 b) Escreva a fórmula molecular do mentol  
 c) Indique quais são os carbonos assimétricos presentes na molécula  
 d) Indique o número possível de estereoisômeros  
 e) Sabendo que o carbono ligado à hidroxila tem configuração R e que os grupos metila e isopropila estão, respectivamente, em posição CIS e posição TRANS em relação à hidroxila, faça um novo desenho da estrutura do mentol, agora com a estereoquímica correta.

**QUESTÃO 16**

Um hidrocarboneto insaturado (composto A) produz, por ozonólise, propa nona e 2-metilpropanal.

- a) Escreva a estrutura e o nome do composto A  
 b) Escreva as estruturas e os nomes dos compostos orgânicos produzidos nas reações do composto A com:  
 b.1) B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, seguido de Zn, H<sup>+</sup>.  
 b.2) H<sub>2</sub> / Pd  
 b.3) KMnO<sub>4</sub>, OH<sup>-</sup>, a frio  
 b.4) H<sub>2</sub>O, H<sup>+</sup>.  
 b.5) Br<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O

Dados: R = 0,082 dm<sup>3</sup>·atm·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>; Constante crioscópica da água (K<sub>C</sub>) = 1,86 K·kg·mol<sup>-1</sup>

Massas atômicas aproximadas:

H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; Na = 23,0; Si = 28,1; Ba = 137,3

Números atômicos:

H = 1; B = 5; C = 6; N = 7; O = 8; F = 9; P = 15; Cl = 17