

MODALIDADE A

# Olimpíada Brasileira de Química

## PARTE I - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

### QUESTÃO 1

As espécies  $Fe^{2+}$  e  $Fe^{3+}$ , provenientes de isótopos distintos do ferro, diferem entre si, quanto ao número:

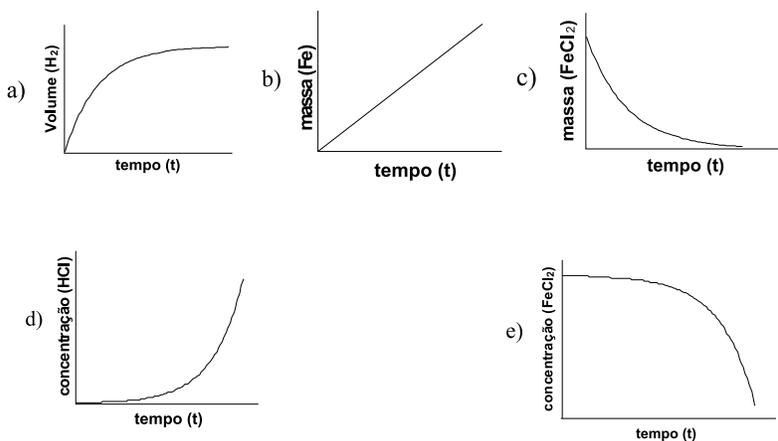
- a) atômico e ao raio iônico
- b) atômico e ao número de oxidação
- c) de prótons e ao número de elétrons
- d) de prótons e ao número de nêutrons
- e) de elétrons e ao número de nêutrons

### QUESTÃO 2

Considere a reação entre um prego de ferro e uma solução de ácido clorídrico descrita pela equação:

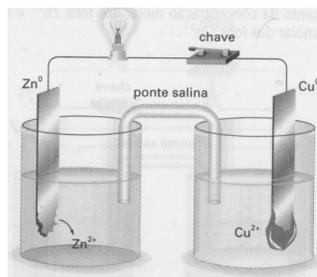


A velocidade da reação pode ser medida de diferentes maneiras e representada graficamente. Dentre os gráficos, o que representa corretamente a velocidade dessa reação é:



### QUESTÃO 3

Considere uma pilha formada por duas lâminas metálicas, uma de zinco e outra de cobre imersas em suas respectivas soluções de  $Zn^{2+}$  e  $Cu^{2+}$  separados por uma ponte salina, conforme figura ao lado. Nessa pilha, é ligada uma lâmpada entre os eletrodos e após certo tempo de funcionamento, observa-se que a lâmina de zinco sofre uma diminuição de massa e a de cobre um aumento.



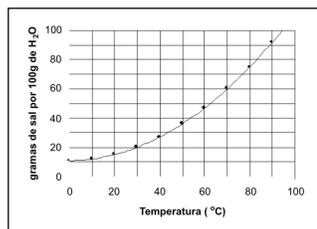
Com relação a esta pilha é correto afirmar que:

- a) O cobre sofre oxidação
- b) O íon  $Cu^{2+}$  é o agente redutor
- c) O eletrodo de zinco é o pólo (-)
- d) No cátodo ocorre reação de oxidação
- e) O sentido do fluxo de elétrons é do eletrodo de cobre para o de zinco passando pelo circuito externo

### QUESTÃO 4

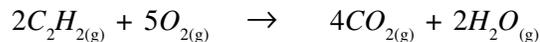
A curva de solubilidade de um sal hipotético está representada ao lado. A quantidade de água necessária para dissolver 30 g do sal a 70 °C é:

- a) 10 g      b) 20 g
- c) 30 g      d) 50 g      e) 60 g



### QUESTÃO 5

O acetileno ou etino ( $C_2H_2$ ) é um gás de grande uso comercial, sobretudo em maçaricos de oficinas de lanternagem. Assinale a opção que corresponde à quantidade de calor liberada pela combustão completa de **1 mol** de acetileno, a 25 °C, de acordo com a reação abaixo:



Dados:  $\Delta H_f^\circ \gg C_2H_{2(g)} = + 227 \text{ kJ/mol}$ ,  $CO_{2(g)} = - 394 \text{ kJ/mol}$ ,  $H_2O_{(g)} = - 242 \text{ kJ/mol}$

- a) 204 kJ      b) 409 kJ      c) 863 kJ      d) 1257 kJ      e) 2514 kJ

### QUESTÃO 6

Existem muitos processos para a obtenção de amônia; mas, o principal método é o processo de Harber, que obtém a amônia fazendo reagir diretamente seus elementos (nitrogênio e hidrogênio). Quando se faz 30

litros de nitrogênio e 30 litros de hidrogênio, medidos à mesma temperatura e à mesma pressão, o volume máximo que pode ser obtido de amônia, medido também, nas mesmas condições de temperatura e pressão, é de:

- a) 10 litros                      b) 20 litros              c) 30 litros  
d) 50 litros                      e) 60 litros

**QUESTÃO 7**

Considere cinco amostras de mesma massa dos seguintes sais: NaCl,  $K_2SO_4$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $Na_3PO_4$  e  $Al_2(SO_4)_3$ . A amostra que contém o maior número de átomos é a de:

- a) NaCl                              b)  $K_2SO_4$                       c)  $Na_2CO_3$   
d)  $Na_3PO_4$                       e)  $Al_2(SO_4)_3$

**QUESTÃO 8**

Se a porcentagem, em massa, de água de cristalização em sulfato de cobre hidratado é de 36.1%, o número de mols de água por mol de  $CuSO_4$  é igual a:

- a) 4                      b) 5                      c) 6                      d) 7                      e) 8

**QUESTÃO 9**

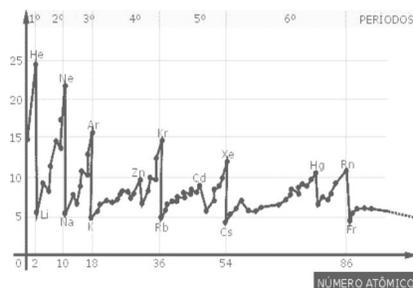
Considere as assertivas abaixo, que se referem à ação dos catalisadores:

- I. Alteram a velocidade da reação;
  - II. Diminuem a energia de ativação
  - III. Transformam as reações em reações espontâneas;
  - IV. Deslocam o equilíbrio da reação para o lado dos produtos
- Estão corretas, somente as assertivas:

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

**QUESTÃO 10**

O gráfico apresentado ao lado refere-se à variação de uma propriedade periódica em função do número atômico do elemento. Assinale a alternativa correspondente à propriedade periódica representada neste gráfico.

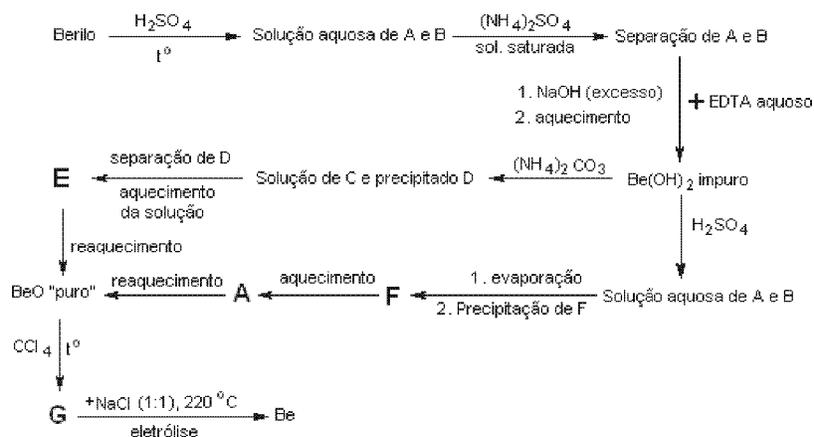


- a) densidade                      b) raio atômico  
c) eletronegatividade              d) afinidade eletrônica  
e) potencial de ionização

**PARTE II - Questões analítico-expositivas**

**QUESTÃO 11 (XL International Mendeleev Chemistry Olympiad – 2006)**

Berílio, o mais importante minério de berílio, é um óxido ternário de Be, Al e Si. O berílio, que tem um importante papel na indústria atômica, é obtido a partir do berílio de acordo com o esquema abaixo:



O tratamento da solução de **A** e **B** com  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  resulta na precipitação de 75% de um dos cátions. A Tabela 1, abaixo, apresenta a composição de alguns dos compostos

**Tabela 1 - Composição de alguns dos compostos**

Composto	C	E	F
$\omega(\text{Be}), \%$	5,45	16,1	5,08
$\omega(\text{O}), \%$	58,1	71,4	72,3
$\omega(\text{H}), \%$	4,85	1,79	4,52

- No berílio a razão em massa **Be:Al** é de aproximadamente **1:2** e a razão molar **Si:O** é **1:3**. Determine a fórmula empírica do berílio.
- Determine os compostos de **A** a **G**. Escreva equações para as reações com participação de compostos de berílio, mostradas no esquema.
- Que cátion precipita após o tratamento com  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ? Que impurezas podem ser removidas pelo EDTA, antes do tratamento alcalino?
- Sugira a estrutura para o ânion do composto **C**.

### QUESTÃO 12 (*Belarusian Chemistry Olympiad - 2006*)

1,000 g de uma amostra de carbeto de cálcio impuro foi dissolvida em 100,0 g de água. O gás produzido foi coletado e seu volume foi determinado como sendo 312,7 mL, medido a 24,50 °C e 1,125 atm. O volume da solução remanescente foi de 98,47 mL. Esta solução foi transferida para um frasco graduado e diluída com água para 250,00 mL. Na titulação de uma alíquota de 10,00 mL da solução diluída foram consumidos 11,98 mL de uma solução aquosa de  $\text{HNO}_3$  0,0148 mol/L.

- Qual a porcentagem, em massa, de impurezas na amostra de carbeto de cálcio;
- Calcule a densidade e o pH da solução obtida na reação de carbeto de cálcio e água;
- Qual seria o pH se a amostra fosse dissolvida em 100,0 g de uma solução de ácido clorídrico ( $c = 0,440\%$  em massa) e não em água. Mostre os cálculos. Considere que a densidade da solução resultante é a mesma da solução preparada com água pura.

### QUESTÃO 13

Em um frasco de ácido sulfúrico disponível no laboratório estava escrito: ácido sulfúrico concentrado, 95-98%, 1L = 1,84 kg. Para determinar a verdadeira concentração, o técnico do laboratório tomou uma alíquota de 10 mL e diluiu para 1L, completando o volume com água destilada. Então, tomou 5 alíquotas de 10 mL cada e titulou com uma solução padronizada de hidróxido de sódio de concentração igual a 0,1820 mol/L. Os volumes gastos nas 5 titulações foram: 20,55 mL, 19,25 mL, 20,55 mL, 20,60 mL e 20,50 mL.

- Calcule a concentração, em mol/L, da solução diluída;
- Qual a verdadeira porcentagem em massa da solução de ácido sulfúrico concentrado?
- Calcule a fração molar de ácido sulfúrico na solução concentrada.

### QUESTÃO 14

Considere a mistura de 100 mL de uma solução a 10% (m/v) de cloreto de bário com o mesmo volume de uma solução, de mesma concentração, de sulfato de sódio. Determine:

- A quantidade de matéria existente em cada uma das soluções iniciais;
- A massa de sulfato de bário que precipita;
- As concentrações, em porcentagem (m/v), dos sais dissolvidos na solução final.

### QUESTÃO 15

Tomando por base as definições clássicas, de ácidos e bases, de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis, comente cada uma das assertivas abaixo, indicando, em cada caso, se a assertiva esta certa ou errada.

- I. Ácido é toda espécie química, íon ou molécula, que em solução aquosa libera o íon  $\text{OH}^-$ ;
- II. Ácido é toda espécie química, íon ou molécula, capaz de receber um par de elétrons em uma ligação covalente coordenada;
- III. Ácido é toda espécie química, íon ou molécula, capaz de receber um próton,  $\text{H}^+$ ;
- IV. Base é toda espécie química, íon ou molécula, capaz de receber um par de elétrons em uma ligação covalente coordenada;
- V. Base é toda espécie química, íon ou molécula, capaz de receber um próton,  $\text{H}^+$ .
- VI. Base é toda espécie química, íon ou molécula, que em solução aquosa libera como único ânion, o íon  $\text{OH}^-$ .

#### QUESTÃO 16

A geometria molecular de uma espécie química pode ser prevista a partir do modelo da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência.

a) Associe cada espécie química à respectiva geometria.

- |       |                |                               |
|-------|----------------|-------------------------------|
| I.    | $\text{SO}_2$  | ( ) linear                    |
| II.   | $\text{CO}_2$  | ( ) angular                   |
| III.  | $\text{SO}_3$  | ( ) tetraédrica               |
| IV.   | $\text{NH}_3$  | ( ) trigonal planar           |
| V.    | $\text{CH}_4$  | ( ) quadrado planar           |
| VI.   | $\text{XeF}_4$ | ( ) pirâmide trigonal         |
| VII.  | $\text{IF}_5$  | ( ) bipirâmide trigonal       |
| VIII. | $\text{PCl}_5$ | ( ) pirâmide de base quadrada |

b) Distribua as espécies químicas acima em dois grupos

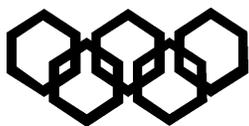
Grupo A – moléculas apolares

Grupo B – moléculas polares

---

O caminho da felicidade passa por três vias: ensinar o que se sabe, praticar o que se ensina e perguntar o que não se sabe.

**Monge Beda (Vererável Beda), 735 d.C.**



# Olimpíada Brasileira de Química

## MODALIDADE B PARTE I - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

### QUESTÃO 1

As espécies  $Fe^{2+}$  e  $Fe^{3+}$ , provenientes de isótopos distintos do ferro, diferem entre si, quanto ao número:

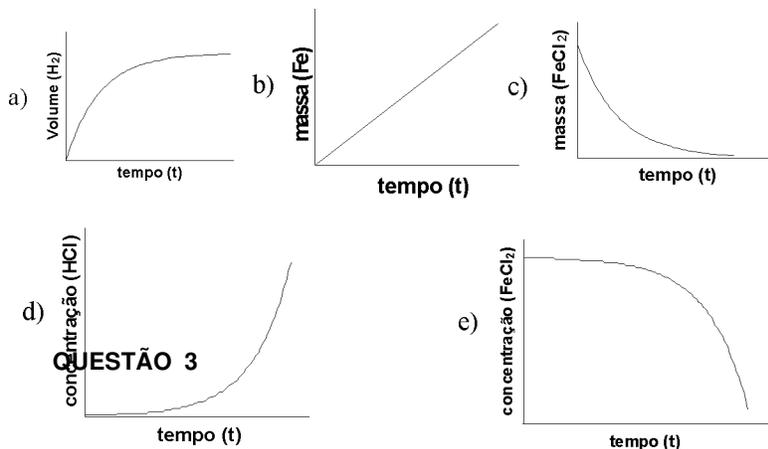
- a) atômico e ao raio iônico
- b) atômico e ao número de oxidação
- c) de prótons e ao número de elétrons
- d) de prótons e ao número de nêutrons
- e) de elétrons e ao número de nêutrons

### QUESTÃO 2

Considere a reação entre um prego de ferro e uma solução de ácido clorídrico descrita pela equação:

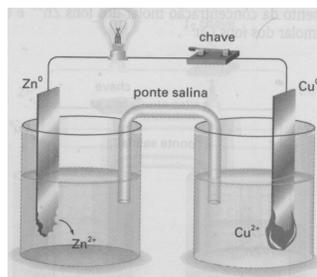


A velocidade da reação pode ser medida de diferentes maneiras e representada graficamente. Dentre os gráficos, o que representa corretamente a velocidade dessa reação é:



### QUESTÃO 3

Considere uma pilha formada por duas lâminas metálicas, uma de zinco e outra de cobre imersos em suas respectivas soluções de  $Zn^{2+}$  e  $Cu^{2+}$  separados por uma ponte salina, conforme figura ao lado. Nessa pilha, é ligada uma lâmpada entre os eletrodos e após certo tempo de funcionamento, observa-se que a lâmina de zinco sofre uma diminuição de massa e a de cobre um aumento.



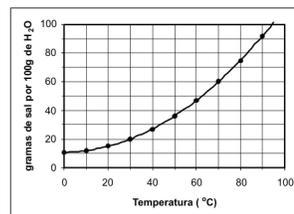
Com relação a esta pilha é correto afirmar que:

- O cobre sofre oxidação
- O íon  $Cu^{2+}$  é o agente redutor
- O eletrodo de zinco é o pólo (-)
- No cátodo ocorre reação de oxidação
- O sentido do fluxo de elétrons é do eletrodo de cobre para o de zinco passando pelo circuito externo

#### QUESTÃO 4

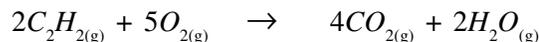
A curva de solubilidade de um sal hipotético está representada ao lado. A quantidade de água necessária para dissolver 30 g do sal a 70 °C é:

- 10 g
- 20 g
- 30 g
- 50 g
- 60 g



#### QUESTÃO 5

O acetileno ou etino ( $C_2H_2$ ) é um gás de grande uso comercial, sobretudo em maçaricos de oficinas de lanternagem. Assinale a opção que corresponde à quantidade de calor liberada pela combustão completa de 1 mol de acetileno, a 25 °C, de acordo com a reação abaixo:



Dados:  $\Delta H_f^\circ$  »  $C_2H_{2(g)} = + 227 \text{ kJ/mol}$ ,  $CO_{2(g)} = - 394 \text{ kJ/mol}$ ,  $H_2O_{(g)} = - 242 \text{ kJ/mol}$

- 204 kJ
- 409 kJ
- 863 kJ
- 1257 kJ
- 2514 kJ

#### QUESTÃO 6

Existem muitos processos para a obtenção de amônia; mas, o principal método é o processo de Harber, que obtém a amônia fazendo reagir diretamente seus elementos (nitrogênio e hidrogênio). Quando se faz reagir

30 litros de nitrogênio e 30 litros de hidrogênio, medidos à mesma temperatura e à mesma pressão, o volume máximo que pode ser obtido de amônia, medido também, nas mesmas condições de temperatura e pressão, é de:

- a) 10 litros
- b) 20 litros
- c) 30 litros
- d) 50 litros
- e) 60 litros

#### QUESTÃO 7

Considere cinco amostras de mesma massa dos seguintes sais: NaCl,  $K_2SO_4$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $Na_3PO_4$  e  $Al_2(SO_4)_3$ . A amostra que contém o maior número de átomos é a de:

- a) NaCl
- b)  $K_2SO_4$
- c)  $Na_2CO_3$
- d)  $Na_3PO_4$
- e)  $Al_2(SO_4)_3$

#### QUESTÃO 8

Os testes de Tollens, de Lucas e do iodofórmio, são usados para caracterizar, respectivamente:

- a) aldeídos, álcoois e cetonas
- b) aldeídos, álcoois e metil cetonas
- c) cetonas, aldeídos e álcoois metílicos
- d) cetonas, álcoois e aldeídos
- e) metil cetonas, álcoois e aldeídos

#### QUESTÃO 9

Um álcool de fórmula  $C_5H_{12}O$ , que possui um carbono assimétrico, ao ser oxidado produz um aldeído. Esse mesmo álcool pode ser obtido a partir de um alceno que por ozonólise produz:

- a) metanal e butanona
- b) metanal e butanal
- c) metanal e isobutanal
- d) etanal e propanal
- e) etanal e propanona

#### QUESTÃO 10

Quando tratados com metanol, na presença de um catalisador, os óleos vegetais produzem uma mistura de ésteres metílicos. Essa mistura é denominada de biodiesel e a reação que leva à sua obtenção recebe

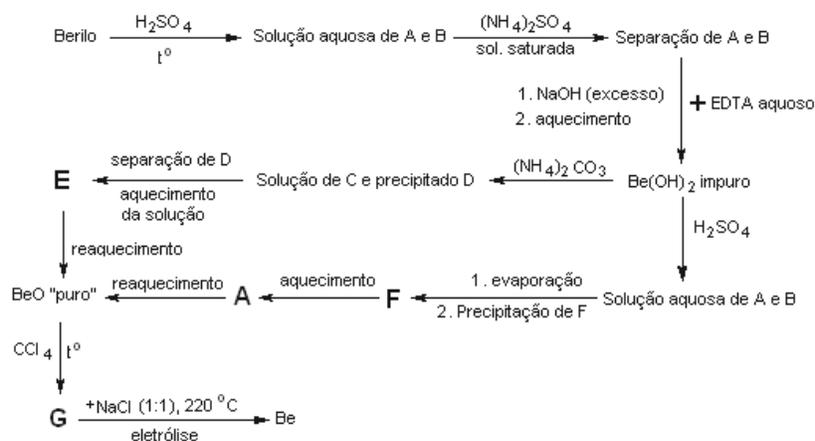
o nome de:

- a) hidrólise
- b) alquilação
- c) condensação
- d) neutralização
- e) transesterificação

## PARTE II - Questões analítico-expositivas

### QUESTÃO 11 (XL International Mendeleev Chemistry Olympiad – 2006)

Berilo, o mais importante minério de berílio, é um óxido ternário de Be, Al e Si. O berílio, que tem um importante papel na indústria atômica, é obtido a partir do berilo de acordo com o esquema abaixo:



O tratamento da solução de **A** e **B** com  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  resulta na precipitação de 75% de um dos cátions. A Tabela 1, abaixo, apresenta a composição de alguns dos compostos

**Tabela 1** - Composição de alguns dos compostos

Composto	C	E	F
$\omega(\text{Be}), \%$	5,45	16,1	5,08
$\omega(\text{O}), \%$	58,1	71,4	72,3
$\omega(\text{H}), \%$	4,85	1,79	4,52

- No berilo a razão em massa **Be:Al** é de aproximadamente **1:2** e a razão molar **Si:O** é **1:3**. Determine a fórmula empírica do berilo.
- Determine os compostos de **A** a **G**. Escreva equações para as reações com participação de compostos de berílio, mostradas no esquema.
- Que cátion precipita após o tratamento com  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ? Que impurezas podem ser removidas pelo EDTA, antes do tratamento alcalino?

d) Sugira a estrutura para o ânion do composto **C**.

**QUESTÃO 12 (Belarusian Chemistry Olympiad - 2006)**

1,000 g de uma amostra de carbeto de cálcio impuro foi dissolvida em 100,0 g de água. O gás produzido foi coletado e seu volume foi determinado como sendo 312,7 mL, medido a 24,50 °C e 1,125 atm. O volume da solução remanescente foi de 98,47 mL. Esta solução foi transferida para um frasco graduado e diluída com água para 250,00 mL. Na titulação de uma alíquota de 10,00 mL da solução diluída foram consumidos 11,98 mL de uma solução aquosa de  $\text{HNO}_3$  0,0148 mol/L.

- Qual a porcentagem, em massa, de impurezas na amostra de carbeto de cálcio;
- Calcule a densidade e o pH da solução obtida na reação de carbeto de cálcio e água;
- Qual seria o pH se a amostra fosse dissolvida em 100,0 g de uma solução de ácido clorídrico ( $c = 0,440\%$  em massa) e não em água. Mostre os cálculos. Considere que a densidade da solução resultante é a mesma da solução preparada com água pura.

**QUESTÃO 13**

Em um frasco de ácido sulfúrico disponível no laboratório estava escrito: ácido sulfúrico concentrado, 95-98%, 1L = 1,84 kg. Para determinar a verdadeira concentração, o técnico do laboratório tomou uma alíquota de 10 mL e diluiu para 1L, completando o volume com água destilada. Então, tomou 5 alíquotas de 10 mL cada e titulou com uma solução padronizada de hidróxido de sódio de concentração igual a 0,1820 mol/L. Os volumes gastos nas 5 titulações foram: 20,55 mL, 19,25 mL, 20,55 mL, 20,60 mL e 20,50 mL.

- Calcule a concentração, em mol/L, da solução diluída;
- Qual a verdadeira porcentagem em massa da solução de ácido sulfúrico concentrado?
- Calcule a fração molar de ácido sulfúrico na solução concentrada.

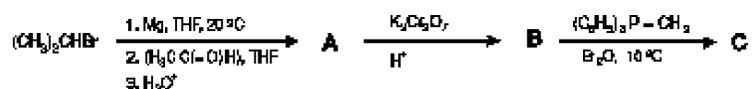
**QUESTÃO 14**

Considere a mistura de 100 mL de uma solução a 10% (m/v) de cloreto de bário com o mesmo volume de uma solução, de mesma concentração, de sulfato de sódio. Determine:

- A quantidade de matéria existente em cada uma das soluções iniciais;
- A massa de sulfato de bário que precipita;
- As concentrações, em porcentagem (m/v), dos sais dissolvidos na solução final.

**QUESTÃO 15**

Complete a seqüência de reações abaixo, indicando as estruturas e os nomes dos compostos representados pelas letras **A**, **B** e **C**.

**QUESTÃO 16**

a) Associe as classes de compostos da COLUNA 1 com as reações químicas da COLUNA 2.

Embora algumas das reações possam ser associadas a mais de uma classe de composto, escolha aquela que permita, ao final, a associação de cada uma das classes de compostos a uma das reações químicas.

COLUNA 1	COLUNA 2
( 1 ) Ácido carboxílico	( ) hidrólise
( 2 ) Alceno	( ) desidratação
( 3 ) Alcano	( ) hidrogenação
( 4 ) Éster	( ) esterificação
( 5 ) Haleto de alquila	( ) substituição radicalar
( 6 ) Álcool	( ) substituição nucleofílica

b) Proponha uma seqüência de síntese que envolva compostos pertencentes a todas as classes de compostos apresentadas na COLUNA 1 (acima), iniciando com um alceno e terminando com um éster e, na qual, todas as reações utilizadas estejam citadas na COLUNA 2.

Gabarito do Exame aplicado em 26.08.2006 (OBQ – 2006 Fase III)

**Modalidade A**

1 - e 2 - a 3 - c 4 - d 5 - d 6 - b 7 - c 8 - b 9 - a 10 - e

**Modalidade B**

1 - e 2 - a 3 - c 4 - d 5 - d 6 - b 7 - c 8 - b 9 - a 10 - e

São as paixões e não os interesses que constroem o mundo.

**Sen. Virgílio Távora**