

# A

## Olimpíada Brasileira de Química - 2009

### MODALIDADE A ( 1º e 2º anos )

#### PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

01. O gás  $\text{SO}_2$  é formado na queima de combustíveis fósseis. Sua liberação na atmosfera é um grave problema ambiental, pois através de uma série de reações ele irá se transformar em  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ , um ácido muito corrosivo, no fenômeno conhecido como chuva ácida. A sua formação pode ser simplificada representada por:



Quantas toneladas de dióxido de enxofre serão formadas caso ocorra a queima de uma tonelada de enxofre? (dados  $\text{S} = 32\text{g/mol}$  e  $\text{O} = 16\text{g/mol}$ )

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

02. Uma partida de voleibol da liga mundial teve a duração de 3 horas. Após o jogo, os atletas do país vencedor foram comemorar em um restaurante, onde cada atleta consumiu em média, um valor energético de 6.300 kJ de alimentos. Sabendo-se que no voleibol cada jogador gasta por hora, em média, 1.400 kJ de energia, quanto tempo ele deverá treinar para iniciar a próxima partida na mesma forma física da anterior ?

- a) 3,0 horas                      b) 6,0 horas  
c) 1,0 hora                      d) 1,5 hora                      e) 2,5 horas

03. Nas condições ambiente, ao inspirar, puxamos para nossos pulmões aproximadamente, 0,5L de ar, então aquecido na temperatura ambiente de  $25^\circ\text{C}$  até a temperatura do corpo de  $36^\circ\text{C}$ . Fazemos isso cerca de  $16 \times 10^3$  vezes em 24 horas. Se, nesse tempo, recebermos por meio da alimentação,  $1,0 \times 10^7\text{J}$  de energia, a porcentagem aproximada desta energia que será gasta para aquecer o ar inspirado será de:

**Ar atmosférico nas condições ambiente:**

densidade =  $1,2\text{ g/L}$ , calor específico =  $1,0\text{ J g}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

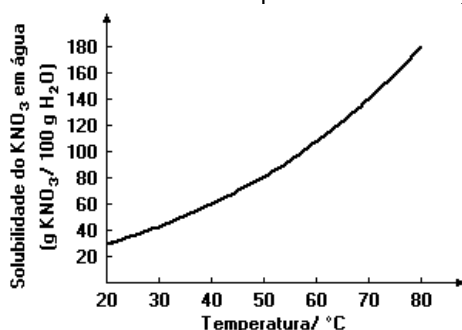
- a) 3,0 %                      b) 2,0 %                      c) 1,0 %                      d) 10,0 %                      e) 15,0 %

04. Realizaram-se dois experimentos de combustão de uma amostra de 1g de magnésio para avaliar o rendimento do óxido de magnésio produzido: o primeiro em oxigênio puro e o segundo ao ar. No primeiro experimento observou-se um acréscimo de 0,64 g no peso da amostra, enquanto que no segundo, aumentou menos que 0,64 g no peso da amostra. Essa diferença ocorreu por que:

- a combustão ao ar é incompleta
- houve um erro na pesagem do produto do segundo experimento
- a combustão ao ar leva à formação de sub-produtos
- o magnésio reage com o  $\text{CO}_2$  presente no ar
- parte do óxido formado foi consumido na reação reversível.

05. Uma solução saturada de nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) constituída, além do sal, por 100g de água, está à temperatura de  $70^\circ\text{C}$ . Essa solução é resfriada a  $40^\circ\text{C}$ , ocorrendo precipitação de parte do sal dissolvido. Com base nesses dados e no gráfico apresentado abaixo:

Gráfico da solubilidade do nitrato de potássio em função da temperatura.



Pode-se afirmar que a massa de sal que precipitou foi de aproximadamente:

- 20 g
- 40 g
- 60 g
- 80 g
- 100 g

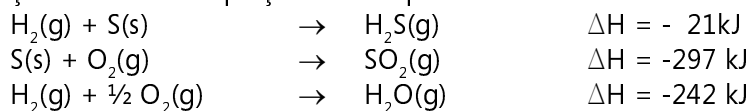
06. Um elemento X ocorre na forma moléculas diatômicas,  $\text{X}_2$ , com massas 70, 72 e 74 e abundâncias relativas na razão de 9 : 6 : 1, respectivamente. Com base nessas informações analise as afirmações abaixo:

- o elemento X possui três isótopos
- a massa atômica média desse elemento é 36
- esse elemento possui um isótopo de massa 35 com abundância de 75%
- esse elemento é o cloro

Estão corretas:

- todas as afirmações
- apenas as afirmações I e II
- apenas as afirmações II e IV
- apenas as afirmações III e IV
- apenas a afirmação I

07. Os produtos da combustão do  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  são  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  e  $\text{SO}_2(\text{g})$ . Usando as informações dadas nas equações termoquímicas abaixo:



Conclui-se que a energia desprendida na combustão de 1 mol de  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  é:

- a) -67 kJ      b) 34 kJ      c) -560 kJ      d) -34 kJ      e) -518 kJ

08. Com relação às equações iônicas abaixo:



Estão CORRETAS:

- a) todas                                      b) apenas I e II  
c) apenas I e III                          d) apenas II e III                          e) nenhuma

09. Com relação ao aquecimento de um mol de gás  $\text{O}_2$  encerrado em um cilindro com um pistão que se move sem atrito:

- I. A massa específica do gás permanece constante.  
II. A energia cinética média das moléculas aumenta.  
III. A massa do gás permanece a mesma.

Das afirmações feitas, estão CORRETAS

- a) I, II e III.  
b) apenas I.  
c) apenas II.  
d) apenas II e III  
e) Nenhuma.

10. Para neutralizar 1,0 mL de ácido clorídrico com  $\text{pH} = 4,0$ , o volume necessário de hidróxido de sódio com  $\text{pOH} = 5,0$  é igual a:

- a) 8 mL      b) 10 mL      c) 16 mL      d) 20 mL      e) 40 mL

**Questão 11** (BELARUS CHEMISTRY OLYMPIAD 2009)

O crescimento e o desenvolvimento normal das plantas exigem a presença de vários minerais entre os quais os chamados macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) são particularmente importantes. Estes macronutrientes podem ser fornecidos sob a forma de "um composto fertilizante" ou "NPK", tipo  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{KNO}_3$ . De acordo com as normas da agroindústria, cada  $1,0 \text{ m}^2$  de solo recém-preparado deve conter  $5,0 \text{ g}$  de nitrogênio,  $5,0 \text{ g}$  de fósforo e  $4,0 \text{ g}$  de potássio.

- 1) Calcule a composição percentual em massa de uma mistura de nitrato de potássio e fosfato de amônio que seria ideal para atender os requisitos acima.
- 2) Uma pequena fazenda não tem o fertilizante NPK, mas tem em estoque outros produtos químicos, incluindo  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Quais destes compostos e em que medida devem ser combinados para preparar fertilizante NPK em quantidade suficiente para tratar  $30 \text{ ha}$ ? Suponha que cada um dos ingredientes listados contém 2% de impureza em massa. Encontrar uma solução ótima, ou seja, a composição que minimiza a massa total da mistura e, portanto, reduz custos de transporte.

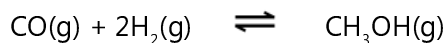
**Questão 12** (NATIONAL GERMANY COMPETITION 2009)

O uso do modelo da REPULSÃO DOS PARES DE ELÉTRONS DA CAMADA DE VALÊNCIA é um bom caminho para prever a geometria de pequenas moléculas, sem a necessidade de usar modernas teorias e computadores potentes.

- a) Usando este modelo prediga as estruturas dos seguintes compostos: difluoreto de xenônio, tetrafluoreto de xenônio, trióxido de xenônio, tetróxido de xenônio, trifluoreto de boro e tetrafluoreto de enxofre.
- b) Em cada caso, explique se a estrutura é ou não é distorcida em relação à geometria ideal.
- c) Represente, em cada caso, os pares de elétrons não ligantes sobre o átomo central se existirem.
- d) Sugira equações para as sínteses dos fluoretos de xenônio mencionados em (a) e para o trióxido de xenônio, este último a partir do hexafluoreto de xenônio.
- e) Explique porque os gases nobres hélio, neônio e argônio não formam tais compostos em similares condições.

**Questão 13**

A reação de metanol a partir de hidrogênio e monóxido de carbono (equação abaixo) é exotérmica:



Essa reação está em equilíbrio a 500 K e 10 bar. Assumindo que todos os gases são ideais, prediga as mudanças observadas nos valores de:

- Kp
- pressão parcial de  $\text{CH}_3\text{OH(g)}$
- número de mols de  $\text{CH}_3\text{OH(g)}$
- fração molar de  $\text{CH}_3\text{OH(g)}$

Quando, acontece cada um dos seguintes eventos:

- a temperatura é aumentada
- a pressão é aumentada
- um gás inerte é adicionado a volume constante
- $\text{CO(g)}$  é adicionado a pressão constante

**Questão 14**

Considere as seguintes informações:

- Um composto A reage com um gás B, formando um gás venenoso C, com densidade específica igual a 2,321 g/L.
- Quando A reage com o gás D forma-se o gás E, um outro gás venenoso.
- A reação do composto E com o composto F produz o composto G, extremamente venenoso e que é um ácido fraco.
- O composto A e os gases B e D são compostos elementares, sendo B e D diatômicos.
- O composto G pode ser sintetizado a partir da reação de C com hidrogênio.
- A combustão de F, ao ar, leva à formação do gás B

- Identifique os compostos de A a G
- Escreva as equações das citadas acima, em I, II, III, V e VI.

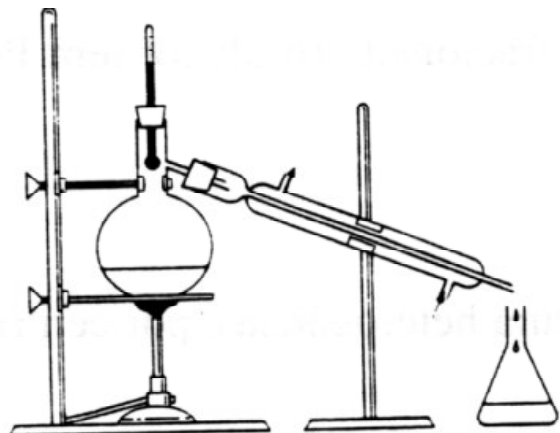
**Questão 15**

10 mL de solução de sulfato de amônio foram tratados com excesso de hidróxido de sódio. O gás que se formou foi absorvido em 50 mL de ácido clorídrico 0,100 mol/L. Na titulação do excesso de ácido clorídrico foram gastos 21,5 mL de hidróxido de sódio 0,098 mol/L.

- escreva as equações químicas das reações citadas no texto
- Calcule a concentração, em quantidade de matéria (mol/L), da solução de sulfato de amônio?

**Questão 16**

Analise a figura abaixo, e corrija o texto explicativo desta ilustração. Reescreva o texto GRIFANDO o que você corrigiu:



A destilação fracionada é um processo de separação que se baseia na densidade dos componentes de uma mistura sólida. A solução é aquecida até a ebulição, ocorrendo a vaporização apenas da fase que possui menor densidade. O vapor, ao ser expulso do balão volumétrico, dirige-se para a coluna de fracionamento, que é refrigerado com água; a água entra pela parte superior da coluna de fracionamento, resfriando o vapor que retorna ao estado sólido. Este sólido é recolhido num balão de destilação.

**G A B A R I T O****Modalidade A**

Questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Resposta	B	D	C	C	D	D	E	D	D	B*

\* Anulada

**Modalidade B**

Questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Resposta	C	E	B	C	D	D	D	D	D	A

## B

**Olimpíada Brasileira de Química - 2009****MODALIDADE B ( 3º ano )****PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA**

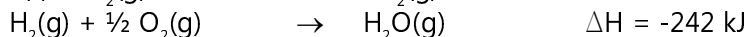
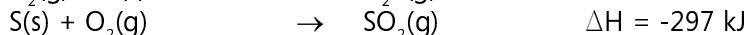
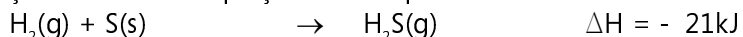
01. Nas condições ambiente, ao inspirar, puxamos para nossos pulmões aproximadamente, 0,5L de ar, então aquecido na temperatura ambiente de 25°C até a temperatura do corpo de 36°C. Fazemos isso cerca de  $16 \times 10^3$  vezes em 24 horas. Se, nesse tempo, recebermos por meio da alimentação,  $1,0 \times 10^7$  J de energia, a porcentagem aproximada desta energia que será gasta para aquecer o ar inspirado será de:

**Ar atmosférico nas condições ambiente:**

densidade = 1,2 g/L, calor específico =  $1,0 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

- a) 3,0 %      b) 2,0 %      c) 1,0 %      d) 10,0 %      e) 15,0 %

02. Os produtos da combustão do  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  são  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  e  $\text{SO}_2(\text{g})$ . Usando as informações dadas nas equações termoquímicas abaixo:



Conclui-se que a energia despreendida na combustão de 1 mol de  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  é:

- a) -67 kJ      b) 34 kJ      c) -560 kJ      d) - 34 kJ      e) -518 kJ

03. O gás  $\text{SO}_2$  é formado na queima de combustíveis fósseis. Sua liberação na atmosfera é um grave problema ambiental, pois através de uma série de reações ele irá se transformar em  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ , um ácido muito corrosivo, no fenômeno conhecido como chuva ácida. A sua formação pode ser simplificada representada por:



Quantas toneladas de dióxido de enxofre serão formadas caso ocorra a queima de uma tonelada de enxofre? (dados S = 32g/mol e O = 16g/mol)

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

04. Realizaram-se dois experimentos de combustão de uma amostra de 1g de magnésio para avaliar o rendimento do óxido de magnésio produzido: o primeiro em oxigênio puro e o segundo ao ar. No primeiro experimento observou-se um acréscimo de 0,64 g no peso da amostra, enquanto que no segundo, aumentou menos que 0,64 g no peso da amostra. Essa diferença ocorreu por que:

- a) a combustão ao ar é incompleta
- b) houve um erro na pesagem do produto do segundo experimento
- c) a combustão ao ar leva à formação de sub-produtos
- d) o magnésio reage com o  $\text{CO}_2$  presente no ar
- e) parte do óxido formado foi consumido na reação reversível.

05. Dentre as classes de compostos orgânicos citados a seguir

- I) ácido carboxílico
- II) éster
- III) cetona
- IV) aldeído

Podem ser obtidas a partir da reação de um anidrido orgânico com um álcool

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

06. Um elemento X ocorre na forma moléculas diatômicas,  $\text{X}_2$ , com massas 70, 72 e 74 e abundâncias relativas na razão de 9 : 6 : 1, respectivamente. Com base nessas informações analise as afirmações abaixo:

- I) o elemento X possui três isótopos
- II) a massa atômica média desse elemento é 36
- III) esse elemento possui um isótopo de massa 35 com abundância de 75%
- IV) esse elemento é o cloro

Estão corretas:

- a) todas as afirmações
- b) apenas as afirmações I e II
- c) apenas as afirmações II e IV
- d) apenas as afirmações III e IV
- e) apenas a afirmação I

07. Uma partida de voleibol da liga mundial teve a duração de 3 horas. Após o jogo, os atletas do país vencedor foram comemorar em um restaurante, onde cada atleta consumiu em média, um valor energético de 6.300 kJ de alimentos. Sabendo-se que no voleibol cada jogador gasta por hora, em média, 1.400 kJ de energia, quanto tempo ele deverá treinar para iniciar a próxima partida na mesma forma física da anterior ?

- a) 3,0 horas
- b) 6,0 horas
- c) 1,0 hora
- d) 1,5 hora
- e) 2,5 horas

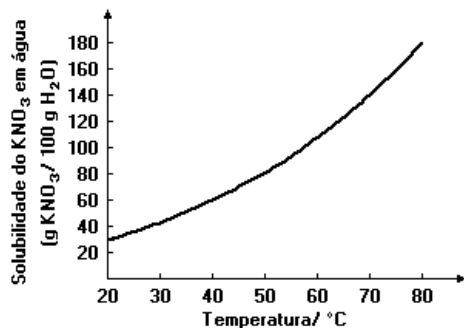


08. Sobre o 3,5-dimetilciclopenteno, composto que contém 2 carbonos assimétricos, pode-se afirmar que:

- a) Não apresenta estereoisômeros, porque é uma molécula simétrica
- b) Apresenta apenas 2 isômeros, um par de enantiômeros
- c) Apresenta apenas 2 isômeros, um par de diastereoisômeros
- d) Apresenta 3 estereoisômeros, sendo um par de enantiômeros e uma molécula meso
- e) Apresenta 4 estereoisômeros, correspondendo a 2 pares de enantiômeros

09. Uma solução saturada de nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) constituída, além do sal, por 100g de água, está à temperatura de  $70^\circ\text{C}$ . Essa solução é resfriada a  $40^\circ\text{C}$ , ocorrendo precipitação de parte do sal dissolvido. Com base nesses dados e no gráfico apresentado abaixo:

Gráfico da solubilidade do nitrato de potássio em função da temperatura.



Pode-se afirmar que a massa de sal que precipitou foi de aproximadamente:

- a) 20 g
- b) 40 g
- c) 60 g
- d) 80 g
- e) 100 g

10. Considerando a reação do propeno com:

- (I)  $\text{HCl}$
- (II)  $\text{H}_2 / \text{Pt}$
- (III)  $\text{H}_2\text{O} / \text{H}^+$
- (IV)  $(\text{BH}_3)_2 / \text{THF}$

Assinale a alternativa que apresenta os produtos obtidos nessas reações:

- a) (I) 2-cloropropano; (II) propano; (III) propan-2-ol (IV) propan-1-ol
- b) (I) 1-cloropropano; (II) propino; (III) propan-1-ol (IV) propan-2-ol
- c) (I) 1-cloropropano; (II) propano; (III) propanona (IV) propan-1-ol
- d) (I) 2-cloropropano; (II) propano; (III) propanona (IV) propan-2-ol
- e) (I) 1-cloropropano; (II) propino; (III) propan-2-ol (IV) propanona

**PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS****Questão 11** (BELARUS CHEMISTRY OLYMPIAD 2009)

O crescimento e o desenvolvimento normal das plantas exigem a presença de vários minerais entre os quais os chamados macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) são particularmente importantes. Estes macronutrientes podem ser fornecidos sob a forma de "um composto fertilizante" ou "NPK", tipo  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{KNO}_3$ . De acordo com as normas da agroindústria, cada  $1,0 \text{ m}^2$  de solo recém-preparado deve conter  $5,0 \text{ g}$  de nitrogênio,  $5,0 \text{ g}$  de fósforo e  $4,0 \text{ g}$  de potássio.

- 1) Calcule a composição percentual em massa de uma mistura de nitrato de potássio e fosfato de amônio que seria ideal para atender os requisitos acima.
- 2) Uma pequena fazenda não tem o fertilizante NPK, mas tem em estoque outros produtos químicos, incluindo  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Quais destes compostos e em que medida devem ser combinados para preparar fertilizante NPK em quantidade suficiente para tratar  $30 \text{ ha}$ ? Suponha que cada um dos ingredientes listados contém  $2\%$  de impureza em massa. Encontrar uma solução ótima, ou seja, a composição que minimiza a massa total da mistura e, portanto, reduz custos de transporte.

**Questão 12** (NATIONAL GERMANY COMPETITION 2009)

O uso do modelo da REPULSÃO DOS PARES DE ELÉTRONS DA CAMADA DE VALÊNCIA é um bom caminho para prever a geometria de pequenas moléculas, sem a necessidade de usar modernas teorias e computadores potentes.

- a) Usando este modelo prediga as estruturas dos seguintes compostos: difluoreto de xenônio, tetrafluoreto de xenônio, trióxido de xenônio, tetróxido de xenônio, trifluoreto de boro e tetrafluoreto de enxofre.
- b) Em cada caso, explique se a estrutura é ou não é distorcida em relação à geometria ideal.
- c) Represente, em cada caso, os pares de elétrons não ligantes sobre o átomo central se existirem.
- d) Sugira equações para as sínteses dos fluoretos de xenônio mencionados em (a) e para o trióxido de xenônio, este último a partir do hexafluoreto de xenônio.
- e) Explique porque os gases nobres hélio, neônio e argônio não formam tais compostos em similares condições.

**Questão 13**

A reação de metanol a partir de hidrogênio e monóxido de carbono (equação abaixo) é exotérmica:

