

COMENTÁRIO GERAL

O nível da prova foi bem mais exigente do que a prova do ano passado, principalmente no que diz respeito à parte matemática, envolvendo alguns cálculos bem trabalhosos para a prova, onde o aluno precisava de muito tempo para realizá-los, como na questão 22.

A abrangência da prova ficou distribuída da seguinte maneira: modelo atômico de Bohr, equilíbrio químico com produto de solubilidade e constante de equilíbrio, titulação, eletrólise, tabela periódica, cálculos químicos e química orgânica, ficando pouco distribuído pelo universo da Química do ensino médio.

Ressalva-se a presença de alguns assuntos importantíssimos e fundamentais para o aluno, como Termoquímica, Cinética Química, Radiatividade, Propriedades Coligativas, Isomeria, Funções Orgânicas.

19 - Segundo o modelo atômico de Niels Bohr, proposto em 1913, é correto afirmar:

-) No átomo, somente é permitido ao elétron estar em certos estados estacionários, e cada um desses estados possui uma energia fixa e definida.
-) Quando um elétron passa de um estado estacionário de baixa energia para um de alta energia, há a emissão de radiação (energia).
-) O elétron pode assumir qualquer estado estacionário permitido sem absorver ou emitir radiação.
-) No átomo, a separação energética entre dois estados estacionários consecutivos é sempre a mesma.
-) No átomo, o elétron pode assumir qualquer valor de energia.

Resposta correta: No átomo, somente é permitido ao elétron estar em certos estados estacionários, e cada um desses estados possui uma energia fixa e definida.

Comentário: Questão clássica de atomística, envolvendo o modelo atômico de Bohr.

No átomo, somente é permitido ao elétron estar em certos estados estacionários, e cada um desses estados possui uma energia fixa e definida.

20 - Um solução saturada de Ag_3PO_4 , a $25\text{ }^\circ\text{C}$, contém 1,2 miligramas desse sal por litro de solução. Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, as concentrações, em $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, dos íons Ag^+ e PO_4^{3-} e o valor da constante produto de solubilidade (K_{ps}) do Ag_3PO_4 .

Massas molares: Ag = 107,9 g.mol⁻¹; P = 31,0 g.mol⁻¹; O = 16,0 g.mol⁻¹.

-) $8,7 \times 10^{-6}$, $2,9 \times 10^{-6}$ e $7,6 \times 10^{-11}$.
-) $2,9 \times 10^{-6}$, $2,9 \times 10^{-6}$ e $8,4 \times 10^{-12}$.
-) $2,9 \times 10^{-6}$, $2,9 \times 10^{-6}$ e $7,1 \times 10^{-23}$.
-) $2,9 \times 10^{-6}$, $8,7 \times 10^{-6}$ e $8,4 \times 10^{-12}$.
-) $8,7 \times 10^{-6}$, $2,9 \times 10^{-6}$ e $2,0 \times 10^{-21}$.

Resposta correta: $8,7 \times 10^{-6}$, $2,9 \times 10^{-6}$ e $2,0 \times 10^{-21}$.

Comentário: Questão envolvendo concentração molar, concentração molar de íons e produto de solubilidade (Kps)

RESOLUÇÃO:

Massa molar do fosfato de prata (Ag_3PO_4) = 418,7 gramas

1 mol -----418,7 g

X ----- 0,0012 g (12 mg)

$X = 2,9 \times 10^{-6}$ mol

Como a solução estava em 1 litro, logo, $2,9 \times 10^{-6}$ mol/L

Na reação:



A relação entre o sal e os íons Ag^+ e PO_4^{3-} é de 1:3:1 logo



1-----3----- 1

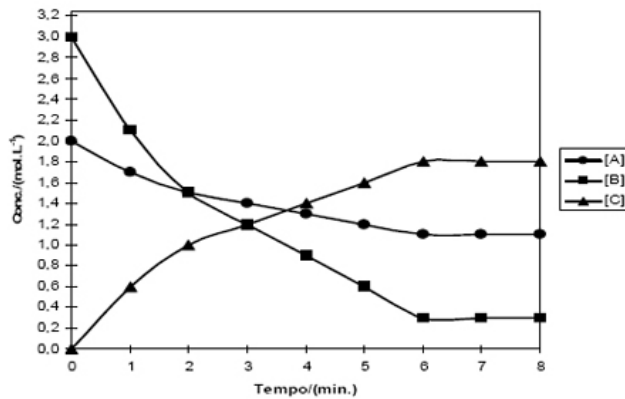
$2,9 \times 10^{-6}$ $8,7 \times 10^{-6}$ $2,9 \times 10^{-6}$

$$Kps = [\text{Ag}^+]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]$$

$$Kps = [8,7 \times 10^{-6}]^3 \cdot [2,9 \times 10^{-6}]$$

$$Kps = 2 \times 10^{-21}$$

21 - O gráfico a seguir descreve as variações das concentrações das espécies presentes num sistema reacional, em função do tempo, para a reação hipotética:



Com base no gráfico, assinale a alternativa que, respectivamente, apresenta os coeficientes x, y e z e indica se o valor de K_c é maior ou menor que 1.

-) 1, 1, 2, <1.
-) 1, 1, 2, >1.
-) 1, 3, 2, <1.
-) 1, 3, 2, >1.
-) 2, 1, 1, >1.

Resposta correta: 1, 3, 2, >1.

Comentário: Questão envolvendo equilíbrio químico com a interpretação gráfica de constante de equilíbrio em termos de concentração.

RESOLUÇÃO: As curvas descendentes indicam a concentração dos reagentes e a curva ascendente a concentração do produto. Como as concentrações dos reagentes não são iguais, elas irão apresentar coeficientes estequiométricos diferentes, logo poderemos ficar apenas com duas assertivas. Aplicando a fórmula da constante de equilíbrio ($K_c = \frac{[\text{produto}]}{[\text{reagentes}]}$) e utilizando os valores na tabela para cada um dos componentes teremos um valor maior que 1.

22 - 10,00 mL de uma solução de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ foram tratados com excesso de NaOH. O gás NH_3 liberado foi absorvido em 50,00 mL de uma solução 0,10 mol.L⁻¹ de HCl. O HCl que sobrou foi neutralizado por 21,50 mL de uma solução 0,10 mol.L⁻¹ de NaOH. Qual a concentração da solução de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ em mol.L⁻¹?

-) 0,28.
-) 0,14.
-) 0,32.
-) 0,42.
-) 0,50.

Resposta correta: 0,14.

Comentário: Questão envolvendo titulação.

RESOLUÇÃO

Cálculo do número de mols do HCl que sobrou

Como a solução foi neutralizada por 21,50 mL de solução 0,10 mol/L de NaOH, temos

0,10 mol -----1000 mL

X ----- 21,50 mL

X = 0,00215 mol de NaOH

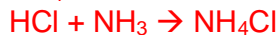


1 mol-----1 mol

X ----- 0,00215 mol

X = 0,00215 mol de HCl

Cálculo do número de mols do HCl que reagiu com NH_3 ou NH_4OH , já que NH_4OH se converte em $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$



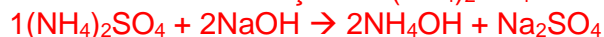
0,10 mol -----1000 mL

X -----50 mL

X = 0,005 mol

Como sobrou 0,00215 mol, a quantidade de HCl que reagiu é de 0,00285 mol, como a proporção entre HCl e NH_3 é de 1:1 a quantidade de NH_3 é 0,00285 mol

Cálculo da concentração de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$



1 mol -----2 mol

X -----0,00285 mol

X = 0,0014 mol

0,0014 mol -----10 mL

X -----1000 mL

X = 0,14 mol/L

23 - Na produção de alumínio, uma indústria utiliza 15 cubas eletrolíticas em série. Sabendo que a corrente aplicada é 120 kA, qual a massa, em kg, de alumínio produzida por hora?

Dados: Constante de Faraday (F) = 96.500 C.mol⁻¹; Massa molar Al = 27,0 g.mol⁻¹.

-) 604.

-) 201.

-) 1812.

-) 400.

-) 150.

Resposta correta: 604.

Comentário: Questão envolvendo eletrólise.

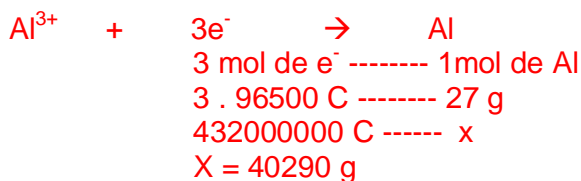
RESOLUÇÃO

Cálculo da carga envolvida na eletrólise

$$Q = i \cdot t$$

$$Q = 120000 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s}$$

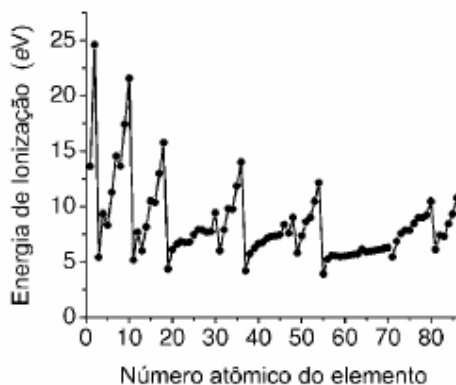
$$Q = 432000000 \text{ C}$$



Em 15 cubas

$$40290 \text{ g} \cdot 15 = 604352 \text{ g ou } 604 \text{ kg}$$

24 - O gráfico a seguir corresponde à tendência da primeira energia de ionização em função do número atômico do elemento, do hidrogênio ($Z = 1$) ao radônio ($Z = 86$). A energia de ionização corresponde à energia necessária para remover um elétron do átomo neutro.



Acerca do tema, considere as afirmativas a seguir:

1. A energia de ionização tende a diminuir no grupo e aumentar no período.
2. A energia de ionização do hidrogênio é maior que a do hélio.
3. A energia de ionização do flúor é maior que a do argônio, do criptônio e do xenônio.
4. As energias de ionização dos elementos do grupo 18 (gases nobres) são inferiores às energias de ionização dos metais de transição.

Assinale a alternativa correta.

-) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
-) Somente as afirmativas 1, 3 e 4 são verdadeiras.
-) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
-) Somente as afirmativas 2, 3 e 4 são verdadeiras.
-) Somente as afirmativas 2 e 4 são verdadeiras.

Resposta correta: Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.

Comentário: Questão envolvendo tabela periódica e propriedades periódicas.

No gráfico podemos perceber que os picos correspondem aos gases nobres, os elementos com as maiores energias de ionização.

1. A energia de ionização tende a diminuir no grupo e aumentar no período.

VERDADEIRA. A energia de ionização aumenta da esquerda para a direita e de baixo para cima na tabela periódica.

2. A energia de ionização do hidrogênio é maior que a do hélio.

FALSA. Na tabela percebemos que o Hélio (Z=2) apresenta energia de ionização maior que o hidrogênio.

3. A energia de ionização do flúor é maior que a do argônio, do criptônio e do xenônio.

VERDADEIRA. Na análise do gráfico podemos perceber que o flúor (Z=9) apresenta maior energia de ionização que o argônio, do criptônio e do xenônio, que são os picos no gráfico

4. As energias de ionização dos elementos do grupo 18 (gases nobres) são inferiores às energias de ionização dos metais de transição.

FALSA.

25 - A dureza da água é um problema que afeta residências e indústrias por gerar acúmulo mineral nas tubulações e dificultar a formação de espumas de sabão e detergentes. Relacione os elementos da coluna da esquerda, que apresenta as constantes de produto de solubilidade de carbonatos, com as afirmativas da coluna da direita.

	K_{ps}	
1. CaCO_3	10^{-9}	() É o carbonato menos solúvel dos listados.
2. MgCO_3	10^{-5}	() Uma solução saturada possui concentração de $10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ do cátion e $10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ do ânion.
3. FeCO_3	10^{-11}	() Se a concentração do cátion é da ordem de $4,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, para ocorrer precipitação a concentração do carbonato deve ser de pelo menos $2,5 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$.
4. SrCO_3	10^{-10}	() Se a concentração do cátion é da ordem de $3,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, para ocorrer precipitação a concentração do carbonato deve ser de pelo menos $3,4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Assinale a alternativa que apresenta a numeração correta da coluna da direita, de cima para baixo.

-) 3 – 4 – 1 – 2.

-) 3 – 2 – 1 – 4.

-) 4 – 2 – 3 – 1.

-) 3 – 1 – 4 – 2.

-) 2 – 4 – 1 – 3.

Resposta correta: 3 – 4 – 1 – 2.

Comentário: Outra questão envolvendo K_{ps} (produto de solubilidade)

RESOLUÇÃO

(3) É o carbonato menos solúvel dos listados.

Apresenta o menor valor de K_{ps}

(4) Uma solução saturada possui concentração de $10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ do cátion e $10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ do ânion.

Como a proporção entre todos os sais é de 1:1 entre os cátions e ânions, basta multiplicar um pelo outro. $10^{-5} \cdot 10^{-5} = 10^{-10}$

(1) Se a concentração do cátion é da ordem de $4,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, para ocorrer precipitação a concentração do carbonato deve ser de pelo menos $2,5 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$.

$$4,0 \times 10^{-3} \cdot 2,5 \times 10^{-7} = 1 \times 10^{-9}$$

(2) Se a concentração do cátion é da ordem de $3,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, para ocorrer precipitação a concentração do carbonato deve ser de pelo menos $3,4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

$$3,0 \times 10^{-3} \cdot 3,4 \times 10^{-3} = 1 \times 10^{-5}$$

26 - Num experimento demonstrativo, foi realizada a queima de um fio de magnésio, reação que libera grande quantidade de calor e luz. Um aluno tomou nota de alguns dados. Examinou o fio de magnésio utilizado, constatando que pesava 2,43 g. Além disso, procurou numa tabela e anotou a densidade do magnésio ($d = 1,74 \text{ g.cm}^{-3}$). Após a queima do fio de magnésio, sobraram cinzas que o aluno recolheu e pesou, obtendo o valor de 4,03 g. Compactando-as em um canudo, o volume das cinzas foi estimado em $1,1 \text{ cm}^3$. A partir dos dados anotados pelo aluno, é correto concluir:

-) A densidade do óxido de magnésio é menor que a densidade do metal.
-) A densidade do óxido de magnésio é aproximadamente o dobro da densidade do metal.
-) A densidade do óxido de magnésio é igual à densidade do metal.
-) Na queima do fio, a soma das massas dos reagentes não é igual à dos produtos.
-) A densidade do óxido de magnésio é quatro vezes maior que a do metal.

Resposta correta: A densidade do óxido de magnésio é aproximadamente o dobro da densidade do metal.

Comentário: Questão envolvendo cálculos químicos

RESOLUÇÃO

Como a questão dispunha da massa e do volume do óxido de magnésio era só aplicar a relação:

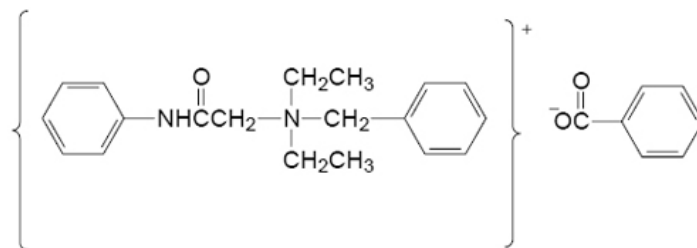
$$4,03 \text{ g} \text{ -----} 1,1 \text{ cm}^3$$

$$X \text{ -----} 1 \text{ cm}^3$$

$$X = 3,7 \text{ g/cm}^3$$

Comparando com a densidade do magnésio que é de $1,74 \text{ g/cm}^3$ podemos concluir que a densidade do óxido de magnésio é aproximadamente o dobro da densidade do metal.

27 - A estrutura química do benzoato de denatonium, uma das substâncias de gosto mais amargo e que não possui toxicidade, é ilustrada a seguir:



Sobre essa substância, considere as seguintes afirmativas:

1. O benzoato de denatonium é um sal de amônio quaternário.
2. O benzoato de denatonium apresenta fórmula molecular igual a $C_{26}H_{30}N_2O_3$.
3. O benzoato de denatonium apresenta 26 átomos de carbono, 18 com hibridização sp^2 , 6 com hibridização sp^3 e 2 com hibridização sp .
4. A carga formal dos átomos de nitrogênio na molécula do benzoato de denatonium é igual a zero.
5. A presença da ligação iônica é fundamental para sua solubilidade em H_2O .

Assinale a alternativa correta.

-) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas 1, 2 e 5 são verdadeiras.
-) Somente as afirmativas 2, 3 e 4 são verdadeiras.
-) Somente as afirmativas 1, 4 e 5 são verdadeiras.
-) As afirmativas 1, 2, 3, 4 e 5 são verdadeiras.

Resposta correta: Somente as afirmativas 1, 2 e 5 são verdadeiras.

Comentário: 1. O benzoato de denatonium é um sal de amônio quaternário.
VERDADEIRA. Os cátions quaternários de amônio são íons poliatômicos carregados positivamente e com a estrutura NR_4^+ , sendo R qualquer radical alquila.

2. O benzoato de denatonium apresenta fórmula molecular igual a $C_{26}H_{30}N_2O_3$.
VERDADEIRA

3. O benzoato de denatonium apresenta 26 átomos de carbono, 18 com hibridização sp^2 , 6 com hibridização sp^3 e 2 com hibridização sp .

FALSA. Apresenta 20 carbonos sp^2 e 6 carbonos sp^3

4. A carga formal dos átomos de nitrogênio na molécula do benzoato de denatonium é igual a zero.

FALSA. Carga formal do nitrogênio do amônio quaternário é diferente de zero porque ele está fazendo 1 ligação a mais do que poderia fazer pela sua camada de valência (possui 5 elétrons e deveria fazer 3 ligações e está fazendo 4)

5. A presença da ligação iônica é fundamental para sua solubilidade em H_2O .

VERDADEIRA. Em geral, compostos iônicos são mais solúveis em H_2O do que compostos covalentes