

QUÍMICA

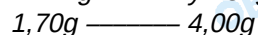
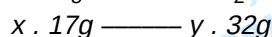
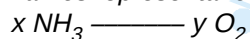
8

A produção de ácido nítrico, pelo método de Ostwald, pode ser descrita como se ocorresse em 3 etapas seqüenciais.

- I. Oxidação catalítica da amônia gasosa pelo oxigênio, formando monóxido de nitrogênio.
 - II. Oxidação do monóxido de nitrogênio pelo oxigênio, formando dióxido de nitrogênio.
 - III. Reação do dióxido de nitrogênio com água, formando ácido nítrico e monóxido de nitrogênio, o qual é reciclado para a etapa II.
- a) Sabendo-se que para oxidar completamente 1,70 g de amônia são necessários exatamente 4,00 g de oxigênio, deduza os coeficientes estequiométricos dos reagentes envolvidos na etapa I. Escreva a equação, corretamente balanceada, representativa dessa reação.
- b) Escreva as equações representativas, corretamente balanceadas, das reações correspondentes às etapas II e III.

Resolução

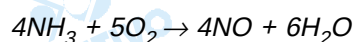
- a) Vamos representar os coeficientes pelas letras x e y .



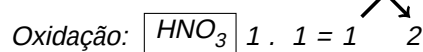
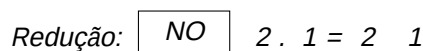
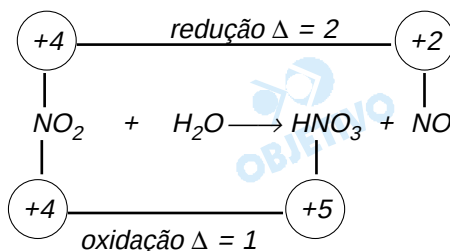
A proporção será igual:

$$\frac{x \cdot 17}{1,70} = \frac{y \cdot 32}{4,00}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{54,4}{68} = 0,8 = \frac{4}{5}$$



- b) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$



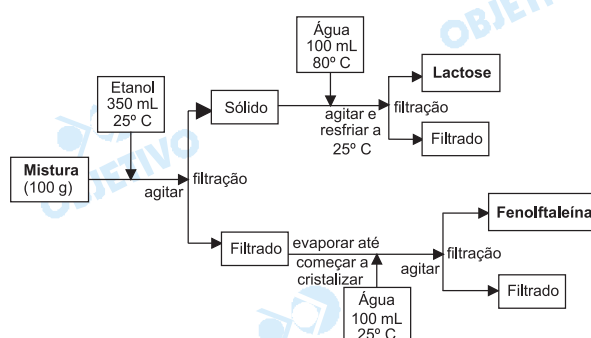
9

A fenolftaleína apresenta propriedades catárticas e por

isso era usada, em mistura com α -lactose monoidratada, na proporção de 1:4 em peso, na formulação de um certo laxante. Algumas das propriedades dessas substâncias são dadas na tabela.

Substância	Ponto de fusão (°C)	Solubilidade (g/100mL)	
		água	etanol
fenolftaleína	260 – 265	praticamente insolúvel	6,7 a 25°C
α -lactose. H ₂ O	201-202	25 a 25°C 95 a 80°C	praticamente insolúvel

Deseja-se separar e purificar essas duas substâncias, em uma amostra de 100 g da mistura. Com base nas informações da tabela, foi proposto o procedimento representado no fluxograma.



- Supondo que não ocorram perdas nas etapas, calcule a massa de lactose que deve cristalizar no procedimento adotado.
- Com relação à separação / purificação da fenolftaleína,
 - explique se o volume de etanol proposto é suficiente para dissolver toda a fenolftaleína contida na mistura.
 - usando seus conhecimentos sobre a solubilidade do etanol em água, explique por que a adição de água à solução alcóolica provoca a cristalização da fenolftaleína.

Resolução

a) Cálculo da massa da α -lactose

Para 5g da mistura, temos:

1g de fenolftaleína

4g de α -lactose

$$5g \text{ ————— } 4g$$

$$100g \text{ ————— } x$$

$$x = 80g$$

Essa quantidade é dissolvida em 100mL de água a 80°C. No entanto, a filtração é feita com a mistura resfriada a 25°C. Nesta temperatura permanecem 25g dissolvidos, enquanto cristalizam 55g (80g – 25g).

b) Temos 20g de fenolftaleína:

$$100\text{mL} \xrightarrow{\text{dissolvem}} 6,7\text{g}$$

dissolvem

350mL ————— x

$$x = 23,45g$$

O volume de etanol é suficiente para dissolver toda a fenolftaleína.

O álcool é solúvel em água devido à sua parte polar

($\begin{array}{c} | \\ \text{--- C --- O --- H} \\ | \end{array}$), ocorrendo ponte de hidrogênio entre as duas espécies.

A parte apolar do etanol ($\text{H}_3\text{C} \text{---} \text{CH}_2 \text{---}$) é responsável pela dissolução da fenolftaleína por meio de forças de van der Waals entre as duas espécies. A adição de água (bastante polar) na solução de fenolftaleína em etanol deixa o meio mais polar, provocando a cristalização da fenolftaleína. Esta é insolúvel em solvente bastante polar.

10

Têm-se duas soluções aquosas de mesma concentração, uma de ácido fraco e outra de ácido forte, ambos monopróticos.

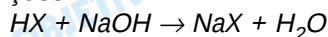
Duas experiências independentes, I e II, foram feitas com cada uma dessas soluções.

- I. Titulação de volumes iguais de cada uma das soluções com solução padrão de NaOH, usando-se indicadores adequados a cada caso.
- II. Determinação do calor de neutralização de cada uma das soluções, usando-se volumes iguais de cada um dos ácidos e volumes adequados de solução aquosa de NaOH.

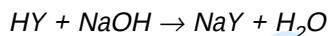
Explique, para cada caso, se os resultados obtidos permitem distinguir cada uma das soluções.

Resolução

- I) A titulação de volumes iguais de cada uma das soluções requer o mesmo volume de solução padrão de NaOH. Não se distingue cada uma das soluções.



fraco



forte

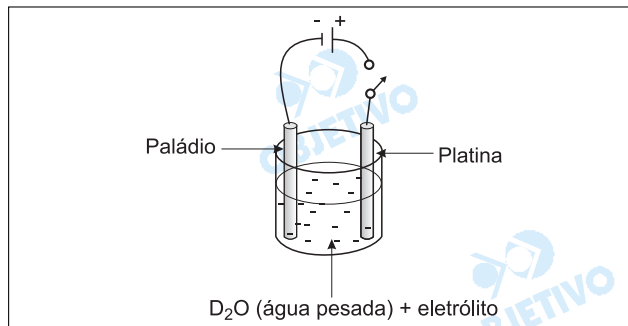
Nota: Estamos considerando que, independentemente do indicador utilizado, o volume de NaOH medido (que é o mesmo nos dois casos) é aquele quando o sistema muda de cor devido à presença do indicador.

- II) A reação de 1 mol de qualquer ácido forte (HY) com 1 mol de qualquer base forte (NaOH) libera sempre a mesma quantidade de calor (13,7 kcal). A reação de 1 mol de ácido fraco (HX) com 1 mol de base forte (NaOH) libera uma quantidade de calor menor que 13,7 kcal.

11

Mais de uma vez a imprensa noticiou a obtenção da

chamada fusão nuclear a frio, fato que não foi comprovado de forma inequívoca até o momento. Por exemplo, em 1989, Fleishman e Pons anunciaram ter obtido a fusão de dois átomos de deutério formando átomos de He, de número de massa 3, em condições ambientais. O esquema mostra, de forma simplificada e adaptada, a experiência feita pelos pesquisadores.



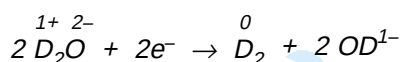
Uma fonte de tensão (por exemplo, uma bateria de carro) é ligada a um eletrodo de platina e a outro de paládio, colocados dentro de um recipiente com água pesada (D_2O) contendo um eletrólito (para facilitar a passagem da corrente elétrica). Ocorre eletrólise da água, gerando deutério (D_2) no eletrodo de paládio. O paládio, devido às suas propriedades especiais, provoca a dissociação do D_2 em átomos de deutério, os quais se fundem gerando 3He com emissão de energia.

- Escreva a equação balanceada que representa a semi-reação que produz D_2 no eletrodo de paládio. Explique a diferença existente entre os núcleos de H e D.
- Escreva a equação balanceada que representa a reação de fusão nuclear descrita no texto e dê uma razão para a importância tecnológica de se conseguir a fusão a frio.

Resolução

- Utilizando um sal que não sofre eletrólise em solução aquosa como eletrólito (por exemplo, $NaNO_3$):

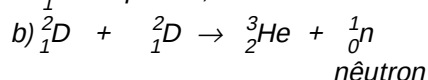
Cátodo (pólo negativo, paládio)



Os núcleos de H e D diferem no número de nêutrons e, portanto, no número de massa.

1_1H – 1 próton, nenhum nêutron.

2_1D – 1 próton, 1 nêutron.



A fusão de núcleos positivos requer temperaturas elevadas (da ordem de $100\,000\,000^\circ C$). Ocorrendo a fusão, há liberação de grande quantidade de energia pela transformação de massa em energia ($E = m \cdot c^2$, de acordo com Einstein). A fusão a frio permitiria a produção de energia, sem a dificuldade tecnológica de obtenção de temperatura elevadís-

simas para iniciar a fusão.

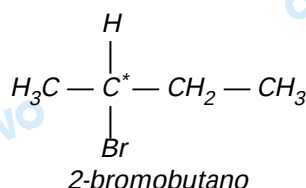
12

Um composto de fórmula molecular C_4H_9Br , que apresenta isomeria ótica, quando submetido a uma reação de eliminação (com KOH alcoólico a quente), forma como produto principal um composto que apresenta isomeria geométrica (cis e trans).

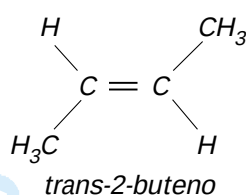
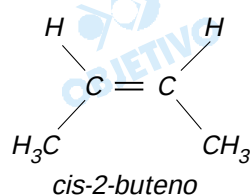
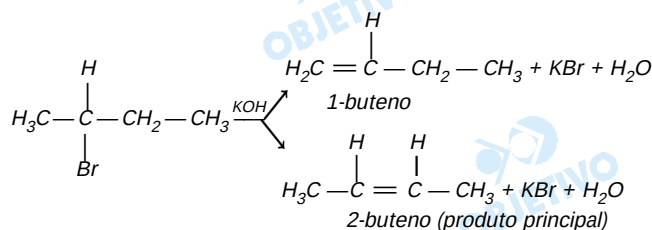
- a) Escreva as fórmulas estruturais dos compostos orgânicos envolvidos na reação.
b) Que outros tipos de isomeria pode apresentar o composto de partida C_4H_9Br ? Escreva as fórmulas estruturais de dois dos isômeros.

Resolução

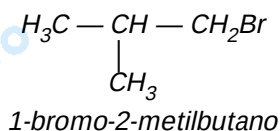
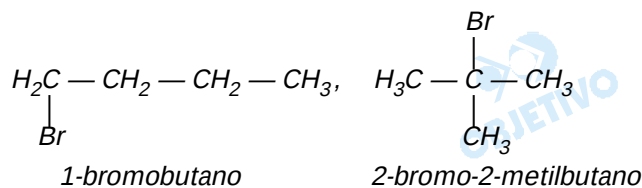
- a) Se o composto apresenta isomeria ótica, provavelmente deve possuir carbono quiral na sua molécula.



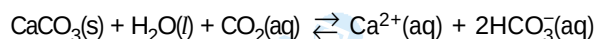
Podemos representar a equação química de eliminação da seguinte maneira:



- b) Isomeria de posição e de cadeia.



A água de regiões calcáreas contém vários sais dissolvidos, principalmente sais de cálcio. Estes se formam pela ação da água da chuva, saturada de gás carbônico, sobre o calcário. O equilíbrio envolvido na dissolução pode ser representado por:

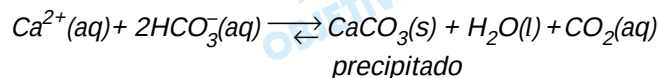


Essa água, chamada de dura, pode causar vários problemas industriais (como a formação de incrustações em caldeiras e tubulações com água quente) e domésticos (como a diminuição da ação dos sabões comuns).

- Com base nas informações dadas, explique o que podem ser essas incrustações e por que se formam em caldeiras e tubulações em contato com água aquecida.
- Escreva a fórmula estrutural geral de um sabão. Explique por que a ação de um sabão é prejudicada pela água dura.

Resolução

- As incrustações que aparecem correspondem à substância carbonato de cálcio (CaCO_3), que é insolúvel em água, formada pelo deslocamento do equilíbrio no sentido de sua formação.

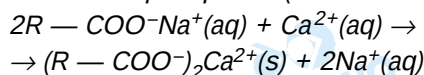


O aumento de temperatura favorece o desprendimento de $\text{CO}_2(\text{g})$ e de acordo com Le Chatelier, o equilíbrio é deslocado “para a direita”.

- A fórmula geral de um sabão (sal de ácido carboxílico de cadeia longa) é:



O sabão não forma espuma em contato com a água dura, porque reage com os íons de cálcio (Ca^{2+}) formando um precipitado (sal insolúvel):



Comentário de Química

A prova apresentou nível médio, com enunciados claros, envolvendo o conteúdo programático do Ensino Médio.

Houve predominância de questões de Físico-Química e Química Inorgânica. A banca examinadora deveria apresentar uma tabela periódica mais atualizada, pois os nomes oficiais dos elementos 104 e 105 não são mais respectivamente Kurchatóvio (Ku) e Hâhnio (Ha).

