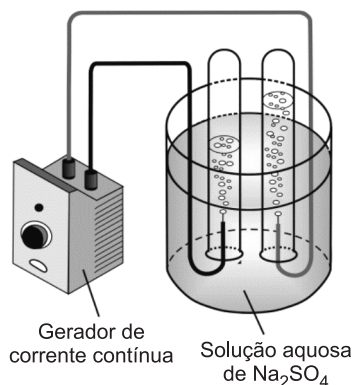


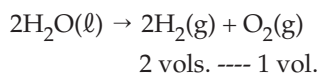
QUESTÃO 1

Em uma aula de laboratório de Química, a professora propôs a realização da eletrólise da água.

Após a montagem de uma aparelhagem como a da figura a seguir, e antes de iniciar a eletrólise, a professora perguntou a seus alunos qual dos dois gases, gerados no processo, eles esperavam recolher em maior volume. Um dos alunos respondeu: "O gás oxigênio deve ocupar maior volume, pois seus átomos têm oito prótons e oito elétrons (além dos nêutrons) e, portanto, são maiores que os átomos de hidrogênio, que, em sua imensa maioria, têm apenas um próton e um elétron".



Observou-se, porém, que, decorridos alguns minutos, o volume de hidrogênio recolhido era o dobro do volume de oxigênio (e essa proporção se manteve no decorrer da eletrólise), de acordo com a seguinte equação química:



a) Considerando que a observação experimental não corresponde à expectativa do aluno, explique por que a resposta dada por ele está incorreta.

Posteriormente, o aluno perguntou à professora se a eletrólise da água ocorreria caso a solução aquosa de Na_2SO_4 fosse substituída por outra. Em vez de responder diretamente, a professora sugeriu que o estudante repetisse o experimento, porém substituindo a solução aquosa de Na_2SO_4 por uma solução aquosa de sacarose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).

b) O que o aluno observaria ao realizar o novo experimento sugerido pela professora? Explique.

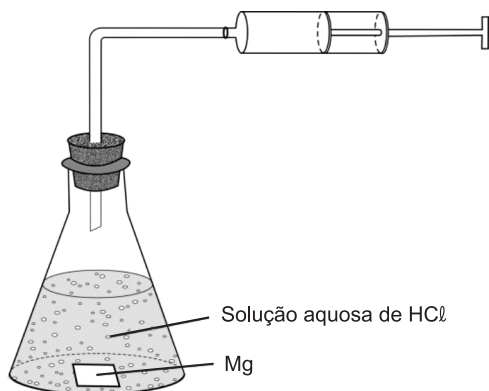
Resposta

a) Pela Lei de Avogadro, o volume de um gás, mantidas constantes a pressão e a temperatura, depende exclusivamente do seu número de moléculas e não do tamanho de cada uma delas. Outro fator que deve ser considerado é que, considerando-se o hidrogênio e o oxigênio como gases ideais, não haverá distinção de tamanho das moléculas.

b) A sacarose é uma substância molecular, solúvel em água, porém não ionizável. Desse modo, o aluno não iria observar a formação de gases dentro dos tubos pois, devido à ausência de íons livres, não ocorreria a eletrólise.

QUESTÃO 2

Investigou-se a velocidade de formação de gás hidrogênio proveniente da reação de Mg metálico com solução aquosa de HCl. Uma solução aquosa de HCl foi adicionada em grande excesso, e de uma só vez, sobre uma pequena chapa de magnésio metálico, colocada no fundo de um erlenmeyer. Imediatamente após a adição, uma seringa, com êmbolo móvel, livre de atrito, foi adaptada ao sistema para medir o volume de gás hidrogênio produzido, conforme mostra o esquema a seguir.



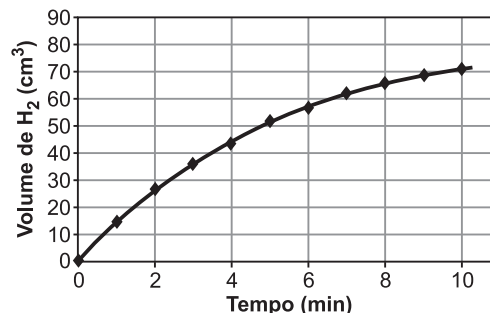
Os dados obtidos, sob temperatura e pressão constantes, estão representados na tabela abaixo e no gráfico na página de respostas.

Tempo (min)	Volume de H ₂ acumulado (cm ³)
0	0
1	15
2	27
3	36
4	44
5	51
6	57
7	62
8	66
9	69
10	71

a) Analisando os dados da tabela, um estudante de Química afirmou que a velocidade de formação do gás H₂ varia durante o experimento. Explique como ele chegou a essa conclusão.

Em um novo experimento, a chapa de Mg foi substituída por raspas do mesmo metal, mantendo-se iguais a massa da substância metálica e todas as demais condições experimentais.

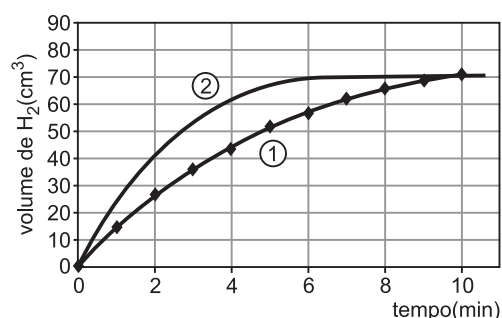
b) No gráfico na página de respostas, esboce a curva que seria obtida no experimento em que se utilizou raspas de Mg.



Resposta

a) De acordo com a tabela, verifica-se que o volume de hidrogênio produzido a cada minuto do experimento não é constante, e sim cada vez menor. Isto reflete na maior inclinação da curva nos instantes iniciais (maior velocidade de produção de hidrogênio no início do experimento). Conforme o tempo passa a velocidade vai diminuindo, acarretando uma menor inclinação da curva.

b) O magnésio em raspas possui maior superfície de contato que o magnésio na forma de chapa metálica, gerando maior velocidade da reação. Portanto, a curva que representa a reação do magnésio em raspas terá maior inclinação.



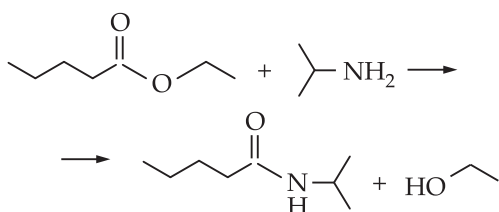
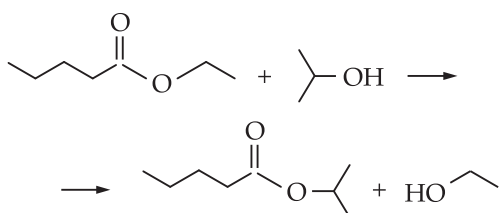
① chapa de magnésio

② raspas de magnésio

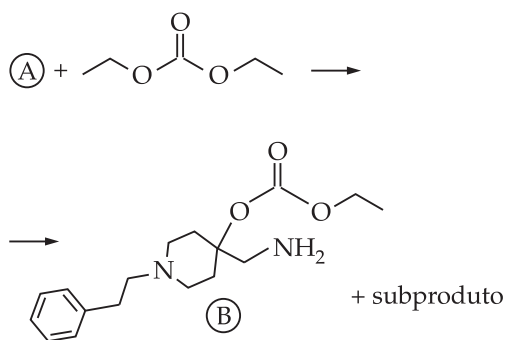
No final do processo a quantidade de hidrogênio produzida será a mesma, pois as massas de magnésio nos dois experimentos foram iguais e o HCl estava em excesso.

QUESTÃO 3

Ésteres podem reagir com álcoois ou com aminas, como exemplificado a seguir:



a) Escreva as fórmulas estruturais dos produtos da reação entre acetato de etila ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) e metilamina (CH_3NH_2). Considere o seguinte esquema de reação:

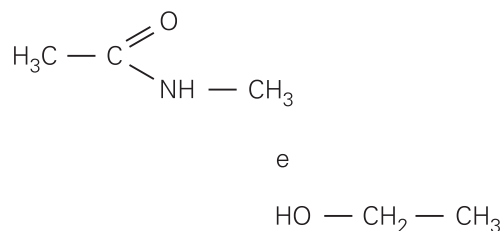


O composto intermediário (B) se transforma no produto final (C), por meio de uma reação intramolecular que resulta na formação de um novo ciclo na estrutura molecular do produto (C).

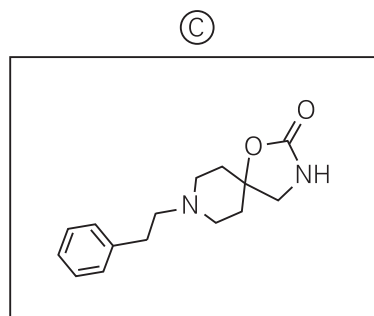
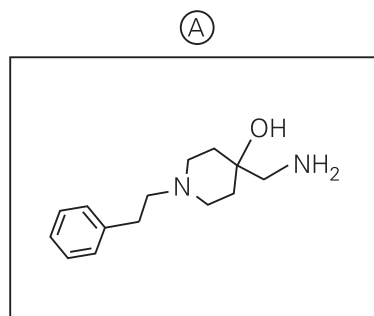
b) Escreva, nos espaços indicados na página de respostas, as fórmulas estruturais dos compostos (A) e (C).

Resposta

a) As fórmulas estruturais dos produtos da reação citada são:



b) As fórmulas estruturais dos compostos (A) e (C) são:



QUESTÃO 4

Para estudar a variação de temperatura associada à reação entre Zn(s) e $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$, foram realizados alguns experimentos independentes, nos quais diferentes quantidades de Zn(s) foram adicionadas a 100 mL de diferentes soluções aquosas de CuSO_4 . A

temperatura máxima (T_f) de cada mistura, obtida após a reação entre as substâncias, foi registrada conforme a tabela:

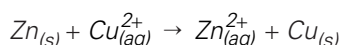
Experimento	Quantidade de matéria de Zn(s) (mol)	Quantidade de matéria de $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ (mol)	Quantidade de matéria total* (mol)	T_f ($^{\circ}\text{C}$)
1	0	1,0	1,0	25,0
2	0,2	0,8	1,0	26,9
3	0,7	0,3	1,0	27,9
4	X	Y	1,0	T_4

* Quantidade de matéria total = soma das quantidades de matéria iniciais de Zn(s) e $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$.

- a) Escreva a equação química balanceada que representa a transformação investigada.
 b) Qual é o reagente limitante no experimento 3? Explique.
 c) No experimento 4, quais deveriam ser os valores de X e Y para que a temperatura T_4 seja a maior possível? Justifique sua resposta.

Resposta

a) A transformação investigada pode ser representada pela equação química:



b) Pelo balanceamento da equação química notamos que a proporção, em mols, entre os reagentes $\text{Zn}_{(s)}$ e $\text{Cu}_{(aq)}^{2+}$ é 1 : 1. Logo, o reagente que estiver em menor quantidade em mols será o limitante. No experimento 3, o $\text{Cu}_{(aq)}^{2+}$ é o reagente limitante.

c) A variação da temperatura será tanto maior quanto maior a quantidade de matéria que participa da reação. Nessa reação, em que a proporção em mols entre os reagentes é 1 : 1 e a quantidade de matéria total é 1 mol, os valores de X e Y deveriam ser iguais a 0,5 mol para cada um dos reagentes para que não houvesse excesso. Desse modo, a temperatura T_4 seria a maior possível.

QUESTÃO 5

Algumas gotas de um indicador de pH foram adicionadas a uma solução aquosa saturada de CO_2 , a qual ficou vermelha. Dessa solução, 5 mL foram transferidos para uma seringa, cuja extremidade foi vedada com uma tampa (Figura I). Em seguida, o êmbolo da seringa foi puxado até a marca de 50 mL e travado nessa posição, observando-se liberação de muitas bolhas dentro da seringa e mudança da cor da solução para laranja (Figura II). A tampa e a trava foram então removidas, e o êmbolo foi empurrado de modo a expulsar totalmente a fase gasosa, mas não o líquido (Figura III). Finalmente, a tampa foi recolocada na extremidade da seringa (Figura IV) e o êmbolo foi novamente puxado para a marca de 50 mL e travado (Figura V). Observou-se, nessa situação, a liberação de poucas bolhas, e a solução ficou amarela. Considere que a temperatura do sistema permaneceu constante ao longo de todo o experimento.

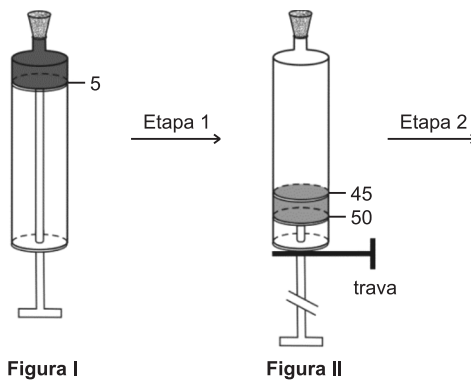


Figura I

Figura II

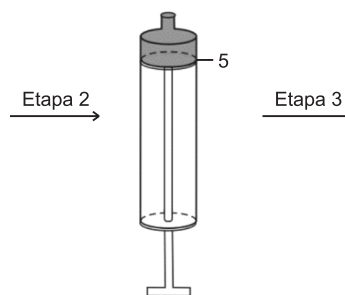
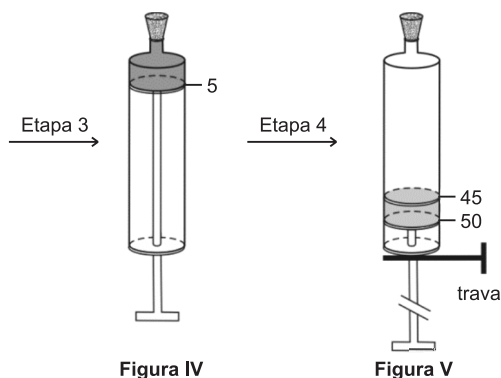


Figura III

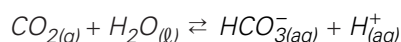


- a) Explique, incluindo em sua resposta as equações químicas adequadas, por que a solução aquosa inicial, saturada de CO_2 , ficou vermelha na presença do indicador de pH.
- b) Por que a coloração da solução mudou de vermelho para laranja ao final da Etapa 1?
- c) A pressão da fase gasosa no interior da seringa, nas situações ilustradas pelas figuras II e V, é a mesma? Justifique.

Dados:														
pH	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Cor da solução contendo o indicador de pH	vermelho							laranja			amarelo			

Resposta

a) A reação química entre o CO_2 e o H_2O pode ser representada pela seguinte equação:



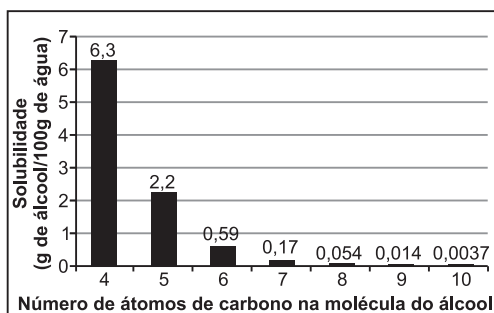
Como a solução saturada se tornou vermelha, pode-se atribuir esse fato à presença de íons $\text{H}^+_{(aq)}$ produzidos pela reação citada.

b) Ao puxar o êmbolo haverá aumento do volume livre dentro da seringa, isso fará que parte do CO_2 dissolvido na solução passe a ocupar esse espaço. Assim sendo, a solução ficará menos ácida, justificando a mudança de sua coloração de vermelha para laranja (Princípio de Le Chatelier).

c) Não, pois considerando volumes iguais nas situações II e V, houve maior liberação de bolhas na situação II, fazendo com que a quantidade de CO_2 na fase gasosa, assim como a pressão, sejam maiores do que na situação V.

QUESTÃO 6

O gráfico a seguir apresenta a solubilidade em água, a 25 °C, de álcoois primários de cadeia linear, contendo apenas um grupo –OH no extremo da cadeia não ramificada. Metanol, etanol e 1-propanol são solúveis em água em quaisquer proporções.



a) Analise o gráfico e explique a tendência observada.

Um químico recebeu 50 mL de uma solução de 1-dodecanol ($C_{12}H_{25}OH$) em etanol. A essa solução, adicionou 450 mL de água, agitou a mistura e a deixou em repouso por alguns minutos.

Esse experimento foi realizado a 15 °C.

b) Descreva o que o químico observou ao final da sequência de operações do experimento.

Dados:

- 1-dodecanol é insolúvel em soluções diluídas de etanol em água ($\leq 10\%$ em volume).
- ponto de fusão do 1-dodecanol = 24 °C.
- a densidade do 1-dodecanol é menor do que a de soluções diluídas de etanol em água.

Resposta

a) Observa-se através do gráfico que o aumento da cadeia carbônica promove a diminuição da solubilidade em água.

Isso ocorre porque, com o aumento da cadeia carbônica, há diminuição da polaridade da molécula de álcool, diminuindo a solubilidade em solventes polares como a água.

b) A mistura, feita pelo químico, de 50 mL de 1-dodecanol dissolvido em etanol com 450 mL de água produzirá uma solução (etanol/água) de concentração menor do que 10% em volume.

Após a agitação do sistema, o etanol será extraído da solução com 1-dodecanol e passará a compor uma solução com a água. Essa solução não dissolverá o 1-dodecanol e com isso haverá separação de fases.

Como a temperatura do sistema é menor que o ponto de fusão do 1-dodecanol, esse último estará sólido e flutuará devido à sua menor densidade.

Logo, o químico observou, ao final do experimento, um sistema bifásico com uma fase líquida (água + etanol) no fundo e uma fase sólida (1-dodecanol) sobrenadante.