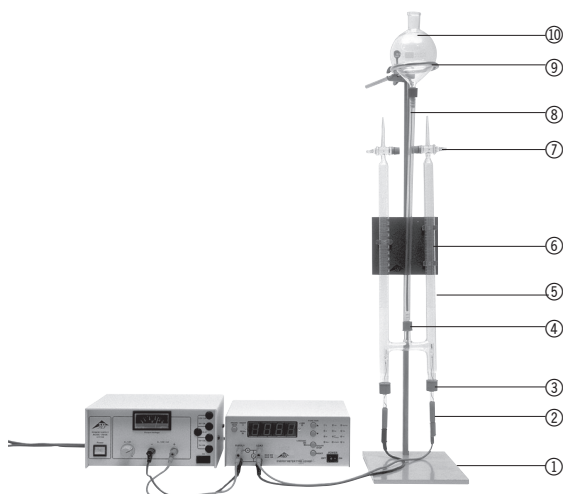


Aparelho de Hofmann para a decomposição da água 1002899

Instruções para o uso

06/18 ALF



- ① Placa base com vara de tripé
- ② Eletrodos platinados
- ③ Parafusos GL-18
- ④ Parafusos GL-14
- ⑤ Tubos de recepção do gás
- ⑥ Placa suporte
- ⑦ Manga
- ⑧ Mangueira de plástico
- ⑨ Anel do tripé
- ⑩ Recipiente de nível

O aparelho para a decomposição da água serve para a eletrólise da água (transformação da energia elétrica em energia química) e para a determinação quantitativa dos gases que se originam deste processo, bem como para o estudo da lei de Faraday.

1. Indicações de segurança

- Por causa da baixa capacidade condutora da água destilada, utiliza-se para a eletrólise uma solução de ácido sulfúrico ($c = \text{aprox. } 1 \text{ mol/l}$).
- Verter o ácido sulfúrico com cuidado na água enquanto mexe-se. Nunca na ordem inversa!
- Usar óculos de proteção ao fabricar a solução assim como ao evacuar os gases.
- Os alunos devem sempre ser informados dos perigos ligados aos produtos químicos necessários.
- Cuidado! Respingos de ácido podem produzir manchas e buracos irreparáveis na roupa.
- Tomar muito cuidado ao retirar a parte de vidro da placa suporte.
- Não sujeitar as partes de vidro do aparelho de decomposição da água a qualquer esforço mecânico.

2. Descrição, dados técnicos

O aparelho de decomposição da água é composto de uma peça de vidro em forma de H sobre uma placa suporte, a qual está fixada ao tripé por uma placa base. A peça de vidro é composta de dois tubos receptores

de gás escalonados, nas extremidades dos quais estão instaladas duas mangas. Dois eletrodos platinados estão fixados de forma segura na extremidade inferior por parafusos GL-18. Uma mangueira de material plástico flexível conecta um recipiente de nível para equiparar a pressão com os tubos receptores de gás.

Medidas:

Aparelho de decomposição da água:

Altura: aprox. 800 mm

Largura: 150 mm

Placa base: 250 mm x 160 mm

Vara: 750 mm x 12 mm Ø

Placa suporte: 120 mm x 110 mm

Tubos receptores de gás:

Altura: 510 mm

Largura: 150 mm

Diâmetro do tubo: 19 mm

Divisão da escala: cada 50 ml em divisões de 0,2 ml

Recipiente de nível:

Volume: 250 ml

2.1 Fornecimento:

1 peça de vidro dos tubos receptores de gás

1 placa base, com vara de tripé e placa suporte

1 par de eletrodos platinados com tomadas de conexão de 4 mm

1 recipiente de nível com mangueira de plástico

1 anel de tripé para o suporte do recipiente de nível

1 manga universal

2.2 Repostos

1002900 tubos receptores de gás

1002901 par de eletrodos platinados

1002902 recipiente de nível, 250 ml

3. Teoria

Contrariamente aos condutores metálicos, nos quais a corrente é transportada por elétrons, esse transporte ocorre nos eletrolíticos por meio de íons.

Na água misturada com ácido sulfúrico estão presentes os íons HSO_4^- , SO_4^{2-} e H_3O^+ . Ao estabelecer uma tensão, os íons entram em movimento e a água é eletrolisada. Ao mesmo tempo ocorre uma separação do hidrogênio e do oxigênio. No cátodo (pólo negativo) forma-se uma molécula de H_2 a partir de dois íons H_3O^+ , no ânodo (pólo positivo) forma-se O_2 . O ácido sulfúrico permanece sem variação e só age como catalizador na eletrólise da água.

O valor de cargas Q pode ser calculado a partir da potência elétrica I e da duração da ação t com a ajuda da equação

$$Q = I \cdot t.$$

Quando a carga de um íon z é de carga elementar e , então os íons Q/ze são separados.

Para H_3O^+ é válido $z = 1$, portanto, são criadas moléculas de $Q/2e$ H_2 , porque são necessários 2 íons por molécula. Para a separação de n mol H_2 é necessário segundo isto uma carga

$$Q = 2e \cdot N_L \cdot n$$

sendo que N_L se chama número de Loschmidtsch ou de Avogadro e indica o número de moléculas por mol ($N_L = 6,0 \cdot 10^{23}/\text{mol}$).

Se n e Q são conhecidos pode-se calcular a partir desta equação a constante de Faraday F , o produto das duas constantes fundamentais, a carga elementar e e o número de Loschmidtsch:

$$F = e \cdot N_L \sim 10^5 \text{ C/mol}$$

O número n de moles separados é facilmente determinado a partir do volume.

Pois é válida a lei dos gases:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T,$$

que mostra a relação entre a pressão p , o volume V , a temperatura T e o número de moles n . A temperatura T em Kelvin é facilmente calculável a partir da temperatura em Celsius t_c ($T = t_c + 273 \text{ K}$). R é a constante universal dos gases com o valor

$$R = 8,3 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} (\text{Joule por mol e Kelvin}).$$

Uma quantidade de carga Q produz moléculas $Q/2e$ H_2 no cátodo. Isto corresponde a (com o número de Loschmidtsch $N_L = 6 \cdot 10^{23}/\text{mol}$)

$$n = \frac{Q}{2e \cdot N_L} = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} \text{ mol}$$

A constante de Faraday é então

$$F = e \cdot N_L = \frac{Q \cdot R \cdot T}{2 \cdot p \cdot V} = 96500 \text{ C/mol}.$$

3. Jogos experimentais

3.1 Pesquisa da capacidade de condução da água e da sua composição

Materiais necessários:

Aparelho de decomposição da água

Fonte de tensão

Cabo de conexão

Água destilada

Solução de ácido sulfúrico

Execução da experiência:

- Montagem da experiência conforme a ilustração 1.
- Verter a água destilada no recipiente de nível mantendo as mangas abertas.
Preencher completamente os tubos receptores de gás variando a altura do recipiente de nível.
- Fechar as torneiras de vidro. O nível da água deveria ser mais alto no recipiente de nível do que nos tubos receptores de gases.
- Verificar o aparelho na busca de pontos de vazamento e caso necessário, apertar as juntas.
- Ligar o transformador e observar os eletrodos.
- Já que não se observa qualquer reação, voltar a desligar o transformador.
- Adicionar umas gotas de solução de ácido sulfúrico ($c = \text{aprox.} 1 \text{ mol/l}$).
- Após uns 5 minutos de espera, voltar a ligar o transformador.
- Bolhas se elevam nos dois eletrodos.
- Quando o tubo de recepção de gás no pólo negativo (cátodo) estiver cheio de gás até a metade, desligar o transformador de alimentação elétrica.
- Para uma leitura exata do volume de gás, descer o recipiente de nível até que o nível do líquido no recipiente de nível e no tubo de recepção de gás do qual cabe ler a medição estejam na mesma altura.
- Retirar os gases através das torneiras e recuperá-los pneumaticamente em tubos de ensaio virados.
- Constatar a presença do hidrogênio através do teste do estalo do gás, a do oxigênio, por meio de uma haste de madeira incandescente.

Resultado:

- Utilizando-se só água destilada não ocorre eletrólise.
- A adição de uma solução de ácido sulfúrico age como catalizador na eletrólise da água destilada em suas partes constitutivas, o hidrogênio e o oxigênio.
- No cátodo formou-se o dobro de gás (hidrogênio) do que no ânodo (oxigênio).



Ilustr. 1

3.2 Determinação da constante de Faraday

Materiais necessários:

Aparelho de decomposição da água

Fonte de tensão

Amperímetro

Cabo de conexão

Água destilada

Ácido sulfúrico

Cronômetro

Termômetro

Barômetro

Hidrômetro

Execução da experiência:

- Montagem da experiência conforme a ilustração 2.
- Misturar a água destilada com o ácido sulfúrico e verter no recipiente de nível mantendo as mangas abertas. Preencher completamente os tubos receptores de gás variando a altura do recipiente de nível.
- Fechar as torneiras de vidro. O nível da água deveria ser mais alto no recipiente de nível do que nos tubos de recepção de gases.
- Verificar o aparelho na busca de pontos de vazamento e caso necessário, apertar as juntas.

- Ligar o transformador e ajustar a tensão de modo a que flua uma corrente aproximadamente 1 A. Verificar se é liberado gás em ambos tubos.
- Desligar o transformador, abrir as torneiras e deixar escapar o gás.
- Fechar as torneiras de vidro. Ligar o transformador e o cronômetro ao mesmo tempo.
- quando o tubo de recepção de gás no pólo negativo (cátodo) estiver quase cheio de gás, desligar o transformador e o cronômetro e anotar o tempo.
- Determinar o volume de gás, par tal, deve-se equilibrar a pressão hidrostática.
- Medir a pressão atmosférica e a temperatura ambiente.

Cálculos:

- No caso de conhecer-se a potência da corrente I (A), o tempo t (s), pressão do ar p (Nm^{-2}), temperatura T (K), volume de gás V_{H_2} , V_{O_2} (m^3) e a constante universal do gás R ($8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$), pode-se então determinar a constante de Faraday F a partir de

$$F = \frac{Q \cdot R \cdot T}{2 \cdot p \cdot V}$$



Ilustr. 2