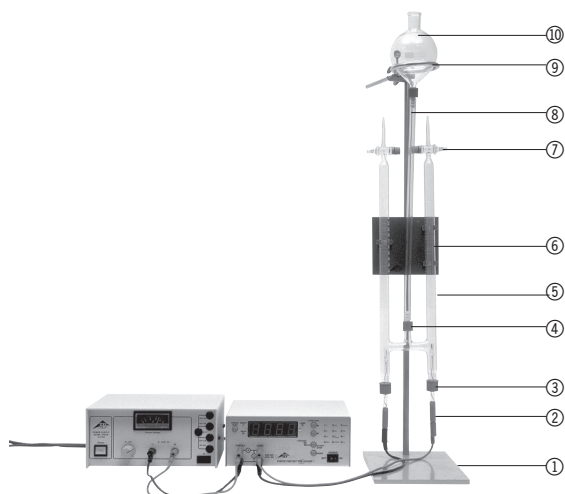


U14332 Apparecchio di scomposizione dell'acqua di Hofmann

Istruzioni per l'uso

11/03 ALF



- ① Piastra di base con supporto stativo
- ② Elettrodi di platino
- ③ Raccordo a vite GL-18
- ④ Raccordo a vite GL-14
- ⑤ Tubi di raccolta del gas
- ⑥ Piastra di fissaggio
- ⑦ Rubinetto smerigliato
- ⑧ Tubo in plastica
- ⑨ Anello stativo
- ⑩ Recipiente di livello

L'apparecchio di scomposizione dell'acqua serve per l'elettrolisi dell'acqua (trasformazione di energia elettrica in energia chimica), per la determinazione quantitativa dei gas che si formano durante il processo e per l'elaborazione delle leggi di Faraday.

1. Norme di sicurezza

- Durante l'elettrolisi dell'acqua, a causa della ridotta conducibilità dell'acqua distillata, viene utilizzato acido solforico diluito ($c = \text{ca. } 1 \text{ mol/l}$).
- Versare con cautela l'acido solforico nell'acqua mescolando. Non procedere mai in modo contrario!
- Durante la preparazione della soluzione e durante lo scarico dei gas indossare occhiali protettivi.
- Gli studenti devono sempre essere informati dei pericoli connessi con le sostanze chimiche necessarie.
- Attenzione! L'acido che eventualmente fuoriesce può causare macchie e fori irreparabili sui vestiti.
- Rimovendo la parte in vetro dalla piastra di fissaggio procedere con cautela.
- Non sottoporre le parti in vetro dell'apparecchio di scomposizione dell'acqua ad alcuna sollecitazione meccanica.

2. Descrizione, dati tecnici

L'apparecchio di scomposizione dell'acqua è composto da una parte in vetro a forma di H che si trova sulla

piastra di fissaggio, a sua volta fissata ad un supporto stativo su una piastra di base. La parte in vetro è composta da due tubi di raccolta del gas graduati, alle cui estremità superiori sono applicati due rubinetti smerigliati. Due elettrodi in platino sono fissati saldamente alle estremità inferiori mediante raccordi a vite GL-18. Un tubo flessibile di plastica collega un recipiente di livello per la compensazione della pressione ai tubi di raccolta del gas.

Dimensioni:

Apparecchio di scomposizione dell'acqua:

Altezza:	ca. 800 mm
Larghezza:	150 mm
Piastra di base:	250 mm x 160 mm
Stativo:	750 mm x 12 mm Ø
Piastra di fissaggio:	120 mm x 110 mm
Tubi di raccolta del gas:	
Altezza:	510 mm
Larghezza:	150 mm
Diametro del tubo:	19 mm
Graduazione:	da 50 ml cad. in divisioni da 0,2 ml

Recipiente di livello:

Volume:	250 ml
---------	--------

2.1 Fornitura:

- 1 parte in vetro tubi di raccolta del gas
- 1 piastra di base con supporto stativo e piastra di fissaggio

- 1 coppia di elettrodi di platino con jack di raccordo da 4 mm
- 1 recipiente di livello con tubo flessibile in plastica
- 1 anello stativo per il supporto del recipiente di livello
- 1 manicotto universale

2.2 Parti di ricambio

- U14333 Tubi di raccolta del gas
- U14334 Coppia di elettrodi in platino
- U14335 Recipiente di livello, 250 ml

3. Teoria

A differenza dei conduttori metallici, nei quali la corrente viene trasportata mediante elettrodi, negli elettroliti questo trasporto avviene mediante ioni.

Nell'acqua scomposta con acido solforico sono presenti gli ioni HSO_4^- , SO_4^{2-} e H_3O^+ . Applicando una tensione, gli ioni si mettono in moto e l'acqua viene elettrolizzata. In tal modo si ottiene una separazione tra idrogeno e ossigeno. Sul catodo (polo negativo) si formano, a partire da 2 ioni H_3O^+ , una molecola di H_2 , sull'anodo (polo positivo) una molecola di O_2 . L'acido solforico rimane inalterato e funge solo da catalizzatore nell'elettrolisi dell'acqua.

La quantità di carica Q trasportata tra gli elettrodi durante l'elettrolisi può essere calcolata partendo dall'intensità di corrente I e dalla durata del processo t con l'aiuto dell'equazione

$$Q = I \cdot t.$$

Se la carica di uno ione z corrisponde a cariche fondamentali e , allora vengono separati ioni Q/ze .

Per H_3O^+ vale $z = 1$, ossia vengono prodotte molecole $Q/2e$ H_2 , poiché sono necessari 2 ioni per molecola. Per la separazione di n moli di H_2 è di conseguenza necessaria una carica

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

dove N_L è il numero di Loschmidt o di Avogadro e indica il numero di molecole per mole ($N_L = 6,0 \cdot 10^{23}/\text{mol}$). Se sono noti n e Q , è possibile determinare la costante di Faraday F , il prodotto delle due costanti fondamentali, carica fondamentale e numero di Loschmidt, a partire da questa equazione:

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

Il numero n delle moli separate è facilmente determinabile partendo dal volume.

Vale infatti la legge dei gas:

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

che mostra la relazione tra pressione p , volume V , temperatura T e numero di mole n . La temperatura T in Kelvin può essere calcolata facilmente partendo dalla temperatura in $^\circ\text{C}$ t_c ($T = t_c + 273 \text{ K}$). R è la costante dei gas universale con il valore

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

Una quantità di carica Q produce sul catodo molecole $Q/2e$ H_2 . Ciò corrisponde (con il numero di Loschmidt

$$N_L = 6 \cdot 10^{23}/\text{mol}) \text{ a}$$

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

La costante di Faraday F corrisponde quindi a

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

3. Esempi di esperimenti

3.1 Esperimento sulla conducibilità dell'acqua e sulla sua composizione

Materiali necessari:

- Apparecchio di scomposizione dell'acqua
- Sorgente di tensione (ad es. U11760 Alimentatore AC/DC)
- Cavo di collegamento
- Acqua distillata
- Acido solforico diluito

Esecuzione dell'esperimento:

- Struttura di prova come da figura 1.
- Riempire di acqua distillata il recipiente di livello con i rubinetti smerigliati aperti. Variando l'altezza del recipiente di livello riempire completamente i tubi di raccolta del gas.
- Chiudere i rubinetti del gas. Il livello dell'acqua nel recipiente di livello deve essere superiore a quello nei tubi di raccolta dei gas.
- Verificare l'eventuale presenza nell'apparecchio di punti non a tenuta e, se necessario, avvitare maggiormente i raccordi a vite.
- Accendere l'alimentatore e osservare gli elettrodi.
- Poiché non si riscontra alcuna reazione, spegnere nuovamente l'alimentatore.
- Aggiungere alcune gocce di acido solforico diluito ($c = \text{ca. } 1 \text{ mol/l}$).
- Dopo ca. 5 minuti di attesa riaccendere nuovamente l'alimentatore.
- Sui due elettrodi salgono le bolle di gas.
- Quando il tubo di raccolta del gas del polo negativo (catodo) è pieno a metà di gas, spegnere l'alimentatore.
- Per la lettura esatta dei volumi dei gas abbassare il recipiente di livello fino a quando il livello del liquido nel recipiente e quello del tubo di raccolta del gas, su cui effettuare la lettura, sono alla stessa altezza.
- Estrarre i gas mediante i rubinetti e raccogliarli mediante pressione nelle provette capovolte.
- Eseguire la prova della presenza dell'idrogeno mediante un campione di gas detonante e quella dell'ossigeno mediante truciolo di legno ardente.

Risultato:

- Se si utilizza acqua distillata, non ha luogo alcuna elettrolisi.



Fig. 1

- L'aggiunta di acido solforico diluito funge da catalizzatore nell'elettrolisi dell'acqua distillata nelle sue componenti idrogeno e ossigeno.
- Sul catodo si è formato il doppio di gas (idrogeno) rispetto all'anodo (ossigeno).

3.2 Determinazione della costante di Faraday

Materiali necessari:

Apparecchio di scomposizione dell'acqua
 Sorgente di tensione (ad es. U11760 Alimentatore AC/DC)
 Amperometro (ad es. U13000 Multimetro)
 Cavo di collegamento
 Acqua distillata
 Acido solforico
 Cronometro
 Termometro
 Barometro
 Idrometro

Esecuzione dell'esperimento:

- Struttura di prova come da figura 2.
- Scomporre l'acqua distillata con acido solforico diluito e riempire il recipiente di livello con i rubinetti smerigliati aperti. Variando l'altezza del recipiente di livello riempire completamente i tubi di raccolta dei gas.

- Chiudere i rubinetti dei gas. Il livello dell'acqua nel recipiente di livello deve essere superiore a quello nei tubi di raccolta dei gas.
- Verificare l'eventuale presenza nell'apparecchio di punti non a tenuta e, se necessario, avvitare maggiormente i raccordi a vite.
- Accendere l'alimentatore e impostare una tensione tale per cui scorra una corrente di ca. 1 A. Verificare che il gas venga rilasciato nei due tubi.
- Spegnerne nuovamente l'apparecchio, aprire i rubinetti e lasciare fuoriuscire il gas.
- Chiudere i rubinetti dei gas. Avviare contemporaneamente l'alimentatore e il cronometro.
- Quando il tubo di raccolta del gas del polo negativo (catodo) è quasi pieno di gas, spegnere l'alimentatore e il cronometro e annotare il tempo.
- Determinare i volumi dei gas, compensando la pressione idrostatica.
- Misurare la pressione atmosferica e la temperatura ambiente.

Calcoli:

- Se si conosce l'intensità di corrente I (A), il tempo t (s), la pressione atmosferica p (Nm^{-2}), la temperatura T (K), i volumi dei gas V_{H_2} , V_{O_2} (m^3) e la costante dei gas universale R ($8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$) la costante di Faraday F può essere calcolata con la formula

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



Fig. 2