

Hofmann'scher Wasserzersetzungsapparat, klein U58010

Bedienungsanleitung

11/08 ALF



- 1 Stativfuß mit Stativstange
- 2 Anschlussbuchsen
- 3 Goldfolienelektroden
- 4 Gasauffangröhren
- 5 Schliffhahn
- 6 Wasserbehälter

1. Sicherheitshinweise

Der Wasserzersetzungsapparat besteht aus Glas. Bruch- und damit Verletzungsgefahr!

- Apparatur vorsichtig behandeln und immer auf einer stabilen, waagerechten Unterlage aufstellen.
- Glasteile des Wasserzersetzungsapparats keinen mechanischen Belastungen aussetzen.

Wasserstoff und Sauerstoff bilden eine explosive Mischung.

- Die Gase niemals in einem Reagenzglas mischen.

Bei der Elektrolyse von Wasser wird auf Grund der zu geringen Leitfähigkeit von destilliertem Wasser verdünnte Schwefelsäure ($c = \text{ca. } 1 \text{ mol/l}$) verwendet. Schüler müssen immer über die Gefahren der erforderlichen Chemikalien informiert werden.

- Schwefelsäure vorsichtig unter Rühren in das Wasser geben. Niemals umgekehrt!
- Beim Herstellen der Lösung sowie beim Ablassen der Gase eine Schutzbrille tragen.

Vorsicht! Austretende Säure kann zu irreparablen Flecken und Löchern in Kleidung führen.

2. Beschreibung

Der Wasserzersetzungsgesetz dient zur Elektrolyse von Wasser (Umwandlung von elektrischer Energie in chemische), der quantitativen Bestimmung der dabei entstehenden Gase sowie zur Erarbeitung der Faraday'schen Gesetze.

Die Apparatur besteht aus drei vertikalen Glasrohren, die jeweils unten miteinander verbunden sind. Die Hähne an den oberen Enden der Außenrohre sind geschlossen, die innere Röhre ist oben geöffnet, um Wasser aus einem Vorratsbehälter einspeisen zu können. An den unteren Enden der Außenrohre sind Goldfolienelektroden angeordnet, die wiederum mit einem Niedervolt-DC-Netzgerät verbunden werden. Der durch Elektrolyse aus dem Wasser erzeugte Anteil von Wasserstoff und Sauerstoff wird an den Skalen der Außenrohre abgelesen.

Durch Öffnen der oben an den Rohren angeordneten Hähne können Gase zur weiteren Analyse gesammelt werden.

Zur Analyse von Lösungen, für die Goldelektroden ungeeignet sind, sind auch Kohlenstoffelektroden (U58011) lieferbar.

3. Technische Daten

Abmessungen:	ca. 580 x 150 mm ²
Stativgrundplatte, A-förmig:	115 mm Auslegerlänge
Betriebsspannung:	4 -12 V DC

4. Zusätzlich benötigte Geräte

1 DC-Netzgerät, 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz)	U33020-230
oder	
1 DC-Netzgerät, 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 Hz)	U33020-115
1 Mechanische Stoppuhr, 30 min	U40800
1 Digitales Taschen- Thermometer	U11853
und	
1 Tauchfühler NiCr-Ni Typ K	U11854
1 Barometer	U10260
Destilliertes Wasser	
Verdünnte Schwefelsäure ($c = \text{ca. } 1 \text{ mol/l}$)	

5. Versuchsbeispiele

5.1 Untersuchung der Leitfähigkeit von Wasser und dessen Zusammensetzung

- Destilliertes Wasser bei geöffneten Schliffhähnen in den Wasserbehälter einfüllen bis beide Gas auffangröhren voll sind. Dann Hähne schließen.
- Netzgerät einschalten und Elektroden beobachten.

An den Elektroden sind keine Reaktionen wahrnehmbar.

- Netzgerät wieder abschalten.
- Ein paar Tropfen verdünnte Schwefelsäure hinzufügen.
- Nach ca. 5 Minuten Wartezeit Netzgerät wieder einschalten.

An beiden Elektroden steigen Gasblasen auf.

- Wenn die Gas auffangröhre am Minuspol (Katode) halb mit Gas gefüllt ist, Netzgerät abschalten.
- Gase durch die Hähne entnehmen und in umgestülpten Reagenzgläsern pneumatisch auffangen.
- Nachweis des Wasserstoffs durch Knallgasprobe, der des Sauerstoffs mittels glimmendem Holzspan durchführen.

5.2 Bestimmung der Faraday'schen Konstante

- Destilliertes Wasser bei geöffneten Schliffhähnen in den Wasserbehälter einfüllen bis beide Gas auffangröhren voll sind. Dann Hähne schließen.
- Ein paar Tropfen verdünnte Schwefelsäure hinzufügen.
- Netzgerät einschalten und Strom so einstellen, dass ca. 1 A fließt. Überprüfen, ob Gas in beiden Röhren freigesetzt wird.
- Netzgerät wieder abschalten, Hähne öffnen und warten bis das ganze Gas entwichen ist.
- Hähne schließen. Netzgerät und Stoppuhr gleichzeitig einschalten.
- Wenn die Gas auffangröhre am Minuspol (Katode) fast voll mit Gas gefüllt ist, Netzgerät und Stoppuhr abschalten und die Zeit notieren.
- Gasvolumen des Wasserstoffs bestimmen.
- Luftdruck und Temperatur des Wassers im Wasserbehälter messen.

Bei bekannter Stromstärke I (A), Zeit t (s), Luftdruck p (Nm⁻²), Temperatur T (K), Gasvolumen V_{H_2} (m³) und universeller Gaskonstante R (8,3 J mol⁻¹ K⁻¹) lässt sich die Faraday-Konstante F bestimmen:

$$F = \frac{I \cdot t \cdot R \cdot T}{2 \cdot p \cdot V} \approx 10^5 \text{ C / mol}$$

Hofmann's Voltmeter, S U58010

Instruction Sheet

11/08 ALF



- 1 Stand base with rod
- 2 Sockets
- 3 Gold leaf electrodes
- 4 Gas collection tube
- 5 Stop cock
- 6 Water reservoir

1. Safety instructions

The apparatus is made of glass. There is a risk of breakage and resulting injury.

- Handle the apparatus with care when carrying it and make sure it is stable on the desk.
- Do not subject the glass components to mechanical stress.

Hydrogen and oxygen form an explosive mixture.

- Never re-combine the gases in a test tube.

Since the conductivity of distilled water is too low electrolysis is carried out using dilute sulphuric acid ($c = 1 \text{ mol/l}$ approx.). Students should always be informed of the dangers of the chemicals needed for the experiment.

- Carefully add the sulphuric acid to the water while stirring. Never do this the other way round.
- Wear protective goggles when mixing the solution and when releasing the gases.

Caution! Any acid that escapes can cause irreparable stains and holes in clothing.

2. Description

Hofmann's voltameter is used for the electrolysis of water (converting electrical energy into chemical energy), quantitative determination of the resulting gases and confirmation of Faraday's laws.

The apparatus consists of three vertical glass tubes connected to each other at the bottom. Taps at the top ends of the outside tubes are closed whilst the inner cylinder is open at the top to allow the addition of water via a reservoir. Gold sheet electrodes are fitted to the lower ends of the outside tubes and connected to a low voltage DC power supply unit. The proportion of hydrogen and oxygen produced by electrolysis from the water can be read from the graduations on the side tubes.

By opening the taps at the top of the tubes, gases can be collected for analysis. Carbon electrodes (U58011) are also available for analysis of solutions where gold is unsuitable.

3. Technical data

Dimensions:	approx. 580 x 150 mm ²
Stand base, A-shaped:	115 mm leg length
Operating voltage:	4 - 12 V DC

4. Additionally required equipment

1 DC Power Supply 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz)	U33020-230
or	
1 DC Power Supply 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 Hz)	U33020-115
1 Mechanical Stopwatch, 30 min	U40800
1 Digital Pocket Thermometer	U11853
and	
1 K-Type NiCr-Ni Immersion Sensor	U11854
1 Barometer	U10260
Distilled water	
Sulphuric acid ($c = 1 \text{ mol/l}$ approx.)	

5. Example experiments

5.1 Investigation of the conductivity and composition of water

- Pour distilled water into the water reservoir with both stopcocks open until both tubes are full. Then close the stopcocks.
- Turn on the power supply and observe the electrodes.

There is no perceptible reaction at the electrodes.

- Turn the power supply off again.
- Add a few drops of dilute sulphuric acid.
- After waiting for about 5 minutes, switch on the power supply again.

Gas bubbles should rise from both electrodes.

- When the gas collection tube at the negative pole (cathode) is half filled with gas, turn off the power supply.
- Release the gases through the stopcocks and collect them in upturned test tubes.
- Demonstrate the presence of hydrogen by the pop test and the presence of oxygen using a glowing splint.

5.2 Determining the Faraday constant

- Pour distilled water into the water reservoir with both stopcocks open until both tubes are full. Then close the stopcocks.
- Add a few drops of dilute sulphuric acid.
- Turn on the power supply and set the current so that approximately 1 A flows. Check to see that gas is being emitted into both tubes.
- Turn the power supply off again, open the stopcocks and release the gas.
- Close the stopcocks. Turn on the power supply and take the time with a stopwatch.
- When the glass collection tube at the negative pole (cathode) is nearly full, turn off the power supply and the stopwatch together and record the time.
- Determine the volume of the hydrogen.
- Measure the air pressure and water temperature in the reservoir.

For a known current I (A), time t (s), air pressure p (Nm^{-2}), temperature T (K), volume of gas V_{H_2} (m^3) and universal gas constant R ($8.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$) the Faraday constant F is given by:

$$F = \frac{I \cdot t \cdot R \cdot T}{2 \cdot p \cdot V} \approx 10^5 \text{ C / mol} .$$

Appareil de décomposition de l'eau d'après Hofmann, petit U58010

Manuel d'utilisation

11/08 ALF



- 1 Pied support avec sa tige de pied
- 2 Douilles de jonction
- 3 Électrodes à feuille d'or
- 4 Tubes collecteurs de gaz
- 5 Robinet
- 6 Réservoir d'eau

1. Consignes de sécurité

L'appareil de décomposition de l'eau est en verre. Risque de casse et donc risque de blessure !

- Manipulez l'appareillage avec précautions et veillez à toujours le poser sur un support stable et horizontal.
- Ne pas exposer les parties en verre de l'appareil à des charges mécaniques.

L'hydrogène et l'oxygène forment un mélange gazeux explosif.

- Ne mélangez donc jamais ces gaz dans une éprouvette.

Lors de l'électrolyse de l'eau, en raison de la faible conductivité de l'eau distillée, on utilise de l'acide sulfurique dilué ($c = \text{env. } 1 \text{ mol/l}$). Les élèves doivent être informés sur les risques émanant des produits chimiques nécessaires.

- Ajouter avec précaution de l'acide sulfurique à l'eau. Jamais l'inverse !
- Pendant que la solution est préparée et que les gaz s'échappent, porter des lunettes de protection.

Prudence ! L'acide peut provoquer des taches et des trous irréparables dans les vêtements.

2. Description

L'appareil de décomposition d'eau sert à l'électrolyse de l'eau (transformation d'énergie électrique en énergie chimique), à la détermination quantitative des gaz qui se développent ainsi qu'à l'initiation aux lois de Faraday.

L'appareil se compose de trois tubes verticaux en verre assemblés les uns aux autres à la partie inférieure. Les robinets situés aux extrémités supérieures des tubes externes seront fermés tandis que le tube interne sera ouvert en haut afin de pouvoir ajouter de l'eau venant d'un réservoir. Les électrodes à feuille d'or se trouvent aux extrémités inférieures des tubes externes et sont connectées à un bloc d'alimentation en courant continu basse tension. La proportion d'hydrogène et d'oxygène produite par l'électrolyse de l'eau peut se lire sur les graduations des tubes latéraux.

En ouvrant les robinets en haut des tubes, il sera possible de recueillir les gaz dans des buts d'analyse. Il existe également des électrodes de carbone (U58011) permettant l'analyse de solutions où l'or s'avère inadapté.

3. Caractéristiques techniques

Dimensions :	env. 580 x 150 mm ²
Support de base, de forme A :	tige d'une longueur de 115 mm
Tension de fonctionnement :	4 - 12 V CC

4. Accessoires supplémentaires requis

1 Alimentation CC, 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz)	U33020-230
ou	
1 Alimentation CC, 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 Hz)	U33020-115
1 Chronomètre mécanique, 30 min	U40800
1 Thermomètre de poche numérique	U11853
et	
1 Sonde à immersion NiCr-Ni type K	U11854
1 Baromètre	U10260
Eau distillée	
Acide sulfurique dilué ($c = \text{env. } 1 \text{ mol/l}$)	

5. Exemples d'expériences

5.1 Etude de la conductivité de l'eau et de sa composition

- Remplissez le réservoir d'eau distillée, les robinets rodés étant ouverts, jusqu'à ce que les deux tubes

collecteurs de gaz soient entièrement pleins. Fermez ensuite les robinets.

- Mettre l'alimentation en service et observer les électrodes.

Aucune réaction ne se manifeste au niveau des électrodes.

- Coupez de nouveau l'alimentation.
- Verser quelques gouttes d'acide sulfurique.
- Patienter env. 5 minutes, puis remettre l'alimentation en service.

Des bulles de gaz se forment aux deux électrodes.

- Lorsque le tube collecteur à la cathode (pôle négatif) est rempli de moitié de gaz, mettre l'alimentation hors service.
- Ouvrir les robinets et récupérer du gaz pneumatiquement dans des éprouvettes retournées.
- Démontrer la présence de l'hydrogène par explosion, celle de l'oxygène à l'aide d'un copeau de bois couvant.

5.2 Détermination de la constante de Faraday

- Remplissez le réservoir d'eau distillée, les robinets rodés étant ouverts, jusqu'à ce que les deux tubes collecteurs de gaz soient entièrement pleins. Fermez ensuite les robinets.
- Verser quelques gouttes d'acide sulfurique.
- Mettre l'alimentation en marche et régler la courant pour obtenir un env. 1 A. Vérifier que du gaz est libéré dans les deux tubes.
- Remettre l'alimentation hors service, ouvrir les robinets et laisser le gaz s'échapper.
- Refermer les robinets de gaz. Mettre l'alimentation et le chronomètre en marche en même temps.
- Lorsque le tube collecteur à la cathode (pôle négatif) est presque rempli de gaz, mettre l'alimentation et le chronomètre hors service et noter le temps.
- Déterminez le volume gazeux de l'hydrogène.
- Mesurez la température de l'eau et la pression de l'air dans le réservoir d'eau.

Si l'on connaît l'intensité I (A), le temps t (s), la pression d'air p (Nm^{-2}), la température T (K), le volume de gaz V_{H_2} (m^3) et la constante de gaz universelle R ($8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$), l'équation suivante permet de calculer la constante de Faraday F :

$$F = \frac{I \cdot t \cdot R \cdot T}{2 \cdot p \cdot V} \approx 10^5 \text{ C / mol}$$

Apparecchio di scomposizione dell'acqua di Hofmann, piccolo U58010

Istruzioni per l'uso

11/08 ALF



- 1 Base di supporto con asta di sostegno
- 2 Jack di raccordo
- 3 Elettrodi con lamina dorata
- 4 Tubi di raccolta del gas
- 5 Rubinetto smerigliato
- 6 Serbatoio dell'acqua

1. Norme di sicurezza

L'apparecchio di scomposizione dell'acqua è di vetro. Pericolo di rottura e conseguente pericolo di lesioni!

- Maneggiare l'apparecchio con cura e collocarlo sempre su una superficie stabile e orizzontale.
- Non sottoporre le parti in vetro dell'apparecchio di scomposizione dell'acqua ad alcuna sollecitazione meccanica.

L'idrogeno e l'ossigeno formano una miscela esplosiva.

- Evitare di miscelare i gas in provetta.

Durante l'elettrolisi dell'acqua, a causa della ridotta conducibilità dell'acqua distillata, viene utilizzato acido solforico diluito ($c = \text{ca. } 1 \text{ mol/l}$). Gli studenti devono sempre essere informati dei pericoli connessi con le sostanze chimiche necessarie.

- 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.

Attenzione! L'acido che eventualmente fuoriesce può causare macchie e fori irreparabili sui vestiti.

2. Descrizione

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.

L'apparato è formato da tre tubi di vetro verticali, collegati tra loro nella parte inferiore. I rubinetti alle estremità superiori dei tubi esterni sono chiusi, mentre il cilindro interno è aperto in alto, per consentire l'aggiunta di acqua tramite un serbatoio. Elettrodi a lamine d'oro vengono inseriti alle estremità inferiori dei tubi esterni e collegati a un'unità di alimentazione CC a bassa tensione. La proporzione di idrogeno e ossigeno prodotta tramite elettrolisi dall'acqua può essere rilevata dalle graduazioni riportate sui tubi laterali.

Aperto i rubinetti nella parte superiore dei tubi, è possibile raccogliere i gas a scopo di analisi. Sono disponibili anche elettrodi di carbonio (U58011) per analizzare soluzioni in cui l'impiego dell'oro non è indicato.

3. Dati tecnici

Dimensioni:	ca. 580 x 150 mm ²
Base di appoggio a forma di A:	lunghezza gamba 115 mm
Tensione operativa:	4 - 12 V CC

4. Dotazione supplementare necessaria

1 Alimentazione CC, 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz)	U33020-230
oppure	
1 Alimentazione CC, 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 Hz)	U33020-115
1 Cronometro meccanico, 30 min	U40800
1 Termometro tascabile digitale	U11853
e	
1 Sensore a immersione NiCr-Ni tipo K	U11854
1 Barometro	U10260
Acqua distillata	
Acido solforico diluito ($c = \text{ca. } 1 \text{ mol/l}$)	

5. Esempi di esperimenti

5.1 Esperimento sulla conducibilità dell'acqua e sulla sua composizione

- Versare acqua distillata nel serbatoio con i rubinetti aperti fino a riempire i due tubi di raccolta dei gas. Quindi chiudere i rubinetti.
 - Accendere l'alimentatore e osservare gli elettrodi.
- Non si riscontra alcuna reazione sugli elettrodi.
- Spegnerne nuovamente l'alimentatore.
 - Aggiungere alcune gocce di acido solforico diluito.
 - 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.
- 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.

5.2 Determinazione della costante di Faraday

- Versare acqua distillata nel serbatoio con i rubinetti aperti fino a riempire i due tubi di raccolta dei gas. Quindi chiudere i rubinetti.
- Aggiungere alcune gocce di acido solforico diluito.
- Accendere l'alimentatore e regolarlo in modo da fare scorrere una tensione di circa 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 il volume del gas dell'idrogeno.
- Misurare la pressione atmosferica e la temperatura dell'acqua nel serbatoio.

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} (m³) e la costante dei gas universale R (8,3 J mol⁻¹ K⁻¹) la costante di Faraday F può essere calcolata con la formula:

$$F = \frac{I \cdot t \cdot R \cdot T}{2 \cdot p \cdot V} \approx 10^5 \text{ C / mol}$$

Aparato de Hofmann para la electrólisis del agua, pequeño U58010

Instrucciones de uso

11/08 ALF



- 1 Pie soporte con varilla
- 2 Casquillos de conexión
- 3 Electrodo de lámina de oro
- 4 Tubos colectores de gas
- 5 Grifo esmerilado
- 6 Recipiente de agua

1. Advertencias de seguridad

¡El aparato de Hoffman para la electrólisis del agua está hecho de vidrio y por lo tanto se corre el riesgo de ruptura y de lesiones!

- El aparato se debe manejar con sumo cuidado y se debe colocar siempre perpendicularmente sobre una superficie horizontal estable.
- No someter las piezas de vidrio del aparato a ninguna clase de esfuerzos mecánicos.

El oxígeno y el hidrógeno forman una mezcla explosiva.

- Nunca se deben mezclar estos gases en una probeta.

Debido a la escasa conductibilidad del agua destilada, para la electrólisis, se utiliza ácido sulfúrico diluido ($c = \text{aprox. } 1 \text{ mol/l}$). Se debe informar siempre a los estudiantes acerca de los peligros que conlleva la manipulación de las sustancias químicas requeridas.

- Verter con cuidado el ácido sulfúrico en el agua mientras se revuelve la mezcla. ¡No hacerlo nunca de manera inversa!
- Mientras se prepara la solución, al igual que durante el proceso de evacuación de los gases, se deben usar gafas de protección.

¡Atención! El ácido puede provocar manchas indelebles o agujeros en la ropa.

2. Descripción

Este equipo sirve para producir la electrólisis del agua (transformación de la energía eléctrica en química), para determinar cuantitativamente la cantidad de gas generada durante dicho proceso así como para el estudio de las leyes de Faraday.

El aparato consta de tres tubos de cristal verticales, conectados entre sí por el fondo. Los extremos superiores de los tubos se cierran mientras que el cilindro central está abierto en el borde superior, para permitir el ingreso del agua proveniente de un depósito. Los electrodos, de lámina de oro, se emplazan en los extremos inferiores de los tubos exteriores y se conectan a la fuente de alimentación de C.C. de baja tensión. La proporción de hidrógeno y de oxígeno producidos por la electrólisis del agua se puede leer en las graduaciones impresas en los lados de los tubos.

Si se abren los tapones, se pueden recoger gases para análisis. También están disponibles electrodos de carbón (U58011) para el análisis de soluciones en las que el oro no es adecuado.

3. Datos técnicos

Dimensiones:	aprox. 580 x 150 mm ²
Base del soporte, en forma de A:	longitud de brazo de 115 mm
Tensión de operación:	4 -12 V C.C

4. Aparatos requeridos adicionalmente

1 Fuente de alimentación de C.C., 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz)	U33020-230
o	
1 Fuente de alimentación de C.C., 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 Hz)	U33020-115
1 Cronómetro mecánico, 30 min	U40800
1 Termómetro digital de bolsillo	U11853
y	
1 Sensor sumergible de NiCr-Ni, tipo K	U11854
1 Barometer	U10260
Agua destilada	
Ácido sulfúrico diluido ($c = \text{aprox. } 1 \text{ mol/l}$)	

5. Ejemplos de experimentos

5.1 Estudio de la conductibilidad del agua y de su composición

- Se llena agua destilada en el recipiente de agua manteniendo los grifos esmerilados abiertos,

hasta que los tubos receptores de gas estén llenos. Luego se cierran ambos grifos.

- Conectar la fuente de alimentación y observar los electrodos.

No se observa ninguna reacción en los electrodos.

- Se apaga nuevamente la fuente de alimentación.
- Agregar unas gotas de ácido sulfúrico diluido.
- Tras un tiempo de espera de aprox. 5 minutos, conectar nuevamente la fuente de alimentación.

En ambos electrodos se percibe el ascenso de burbujas de gas.

- Desconectar la fuente de alimentación cuando el tubo colector del polo negativo (cátodo) se encuentre lleno de gas hasta la mitad.
- Permitir la retirada del gas en cada uno tubos abriendo los grifos y atraparlo neumáticamente utilizando probetas colocadas boca abajo.
- Comprobar la presencia de hidrógeno por medio de la prueba del gas detonante, y la del oxígeno por medio de virutas de madera ardiendo.

5.2 Determinación de la constante de Faraday

- Se llena agua destilada en el recipiente de agua manteniendo los grifos esmerilados abiertos, hasta que los tubos receptores de gas estén llenos. Luego se cierran ambos grifos.
- Agregar unas gotas de ácido sulfúrico diluido.
- Conectar la fuente de alimentación y ajustar la tensión para que fluya una corriente de aprox. 1 A. Comprobar si en ambos tubos se libera gas.
- Desconectar la fuente de alimentación, abrir los grifos y permitir la evacuación del gas.
- Cerrar los grifos. Activar simultáneamente la fuente de alimentación y el cronómetro.
- Cuando el tubo colector de gas del polo negativo (cátodo) se encuentre lleno hasta la mitad, desconectar la fuente de alimentación, detener el cronómetro y anotar el tiempo transcurrido.
- Se determina el volumen del gas de hidrógeno.
- Se determinan la presión atmosférica y la temperatura en el recipiente de agua.

Si se conoce la intensidad de corriente I (A), el tiempo t (s), la presión atmosférica p (Nm⁻²), la temperatura T (K), el volumen de gas VH_2 (m³) y la constante universal de los gases R (8,3 J mol⁻¹ K⁻¹), se puede determinar la constante F de Faraday a partir de:

$$F = \frac{I \cdot t \cdot R \cdot T}{2 \cdot p \cdot V} \approx 10^5 \text{ C / mol}$$

Aparelho de Hoffmann para a decomposição da água, pequeno U58010

Instruções para o uso

11/08 ALF



- 1 Pé de apoio com vara de apoio
- 2 Tomadas de conexão
- 3 Eletrodos de folha de ouro
- 4 Tubos de recepção do gás
- 5 Torneira de vidro
- 6 Recipiente d'água

1. Indicações de segurança

O aparelho de decomposição d'água é de vidro. Perigo de quebra e com isso de ferimento!

- Tratar o aparelho com cuidado e montá-lo sempre sobre uma superfície horizontal e estável.
- Não sujeitar as partes de vidro do aparelho de decomposição da água a qualquer esforço mecânico.

Hidrogênio e oxigênio formam uma mistura explosiva.

- Jamais misturar os gases numa proveta.

Por causa da baixa capacidade condutora da água destilada, utiliza-se para a eletrólise uma solução de ácido sulfúrico ($c = \text{aprox.} 1 \text{ mol/l}$). Os alunos devem sempre ser informados dos perigos ligados aos produtos químicos necessários.

- 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.

Cuidado! Respingos de ácido podem produzir manchas e buracos irreparáveis na roupa.

2. Descrição

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.

O aparelho consiste em três tubos de vidro verticais conectados uns aos outros pelo fundo. As tampas nas pontas dos tubos externos são fechadas enquanto que o cilindro interno está aberto na ponta superior para permitir a adição de água através de um reservatório. Eletrodos de folha de ouro estão integrados nas extremidades inferiores dos tubos e estão conectados a uma unidade fonte de alimentação DC de baixa voltagem. A proporção de hidrogênio e oxigênio produzidos por eletrólise da água pode ser lida nas graduações nos lados dos tubos.

Abrindo as tampas na ponta dos tubos podem-se coletar gases para serem analisados. Eletrodos de carbono (U58011) estão disponíveis para a análise de soluções onde o ouro não é apropriado.

3. Dados técnicos

Dimensões:	aprox. 580 x 150 mm ²
Base de apoio em forma de A:	115 mm comprimento de perna
Voltagem operativa:	4 -12 V DC

4. Aparelhos complementários exigidos

1 Fonte de alimentação DC, 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz)
U33020-230

ou

1 Fonte de alimentação DC, 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 Hz)
U33020-115

1 Cronômetro mecânico, 30 min. U40800

1 Termômetro de bolso digital U11853

e

1 K-Type NiCr-Ni Immersion Sensor U11854

1 Barômetro U10260

Água destilada

Solução de ácido sulfúrico (c = aprox. 1 mol/l)

5. Jogos experimentais

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

- Encher o recipiente d'água com água destilada com as torneiras abertas até que os dois tubos de recuperação de gás estiveram cheios. Depois fechar as torneiras.

- Ligar a fonte de alimentação e observar os eletrodos.

Nos eletrodos não serão detectadas nenhuma reações.

- Desligar de novo a fonte de alimentação.
- Adicionar umas gotas de solução de ácido sulfúrico.
- Após uns 5 minutos de espera, voltar a ligar a fonte de alimentação.

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 a fonte de alimentação.
- 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.

5.2 Determinação da constante de Faraday

- Encher o recipiente d'água com água destilada com as torneiras abertas até que os dois tubos de recuperação de gás estiveram cheios. Depois fechar as torneiras.
- Adicionar umas gotas de solução de ácido sulfúrico.
- Ligar a fonte de alimentação e ajustar de maneira para que fluam aprox. 1 A. Verificar se é liberado gás em ambos os tubos.
- Desligar a fonte de alimentação, abrir as torneiras e deixar escapar o gás.
- Fechar as torneiras de vidro. Ligar a fonte de alimentação e o cronômetro ao mesmo tempo.
- Quando o tubo de recepção de gás no pólo negativo (cátodo) estiver quase cheio de gás, desligar a fonte de alimentação e o cronômetro e anotar o tempo.
- Determinar o volume de gás de hidrogênio.
- Medir a pressão atmosférica e temperatura d'água no recipiente d'água.

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} (m³) e a constante universal do gás R (8,3 J mol⁻¹ K⁻¹), pode-se então determinar a constante de Faraday F a partir de:

$$F = \frac{I \cdot t \cdot R \cdot T}{2 \cdot p \cdot V} \approx 10^5 \text{ C / mol}$$