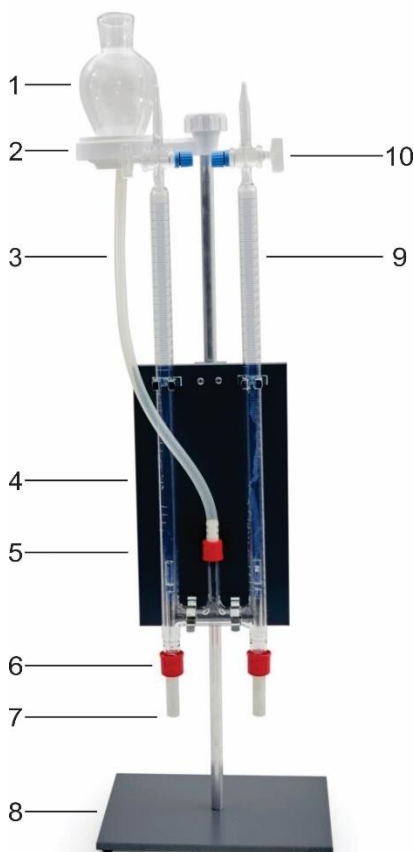


04/26 HJB/UD



- 1 Niveaugefäß
- 2 Stativring
- 3 Silikonschlauch
- 4 Halteplatte
- 5 GL-14 Verschraubung
- 6 Platinelektroden mit GL-18 Verschraubungen
- 7 Anschlussbuchsen für 4-mm-Experimentierkabel (Bananenstecker)
- 8 Grundplatte mit Stativstab
- 9 Gasauffangröhren
- 10 Schliffhähne

- 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.
- Schwefelsäure vorsichtig unter Rühren in das Wasser geben. Niemals umgekehrt!
- Beim Herstellen der Lösung sowie beim Ablassen der Gase eine Schutzbrille tragen.
- Schüler müssen immer über die Gefahren der erforderlichen Chemikalien informiert werden.

- Vorsicht! Austretende Säure kann zu irreparablen Flecken und Löchern in Kleidung führen.
- Beim Entfernen des Glasteils von der Halteplatte vorsichtig zu Werke gehen.
- Glasteile des Wasserzersetzungssapparats keinen mechanischen Belastungen aussetzen.
- Wasserstoff und Sauerstoff bilden eine explosive Mischung. Die Gase niemals in einem Reagenzglas mischen.

2. Beschreibung

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

Der Wasserzersetzungsapparat besteht aus einem H-förmigen Glasteil auf Halteplatte, die an einem Stativstab auf einer Grundplatte befestigt ist. Das Glasteil besteht aus zwei skalierten Gasauffangröhren, an deren oberen Enden zwei Schliffhähne angebracht sind.

Zwei Platinelektroden sind durch GL-18 Verschraubungen an den unteren Enden sicher befestigt. Diese werden wiederum mit einem Niedervolt-DC-Netzgerät verbunden. Ein Silikon-schlauch verbindet ein Niveaugefäß zum Druckausgleich mit den Gasauffangröhren.

3. Lieferumfang

- 1 Glasteil Gasauffangröhren
- 1 Grundplatte mit Stativstab und Halteplatte
- 1 Paar Platinelektroden mit 4-mm-Anschlussbuchsen
- 1 Niveaugefäß mit Silikon-schlauch
- 1 Stativring zur Halterung des Niveaugefäßes

Zusätzlich benötigt:

- 1 DC-Netzgerät, 0 - 20 V, 0 - 5 A
1003312: @230V
oder
1003311: @115V
- 1 1026658: Digitale Stoppuhr
- 1 1003013: stabiles Stabthermometer -1–101°C
- 1 1024540: Experimentierkabel, 32 A, 75 cm, blau, rot, 2 Stk.

Destilliertes Wasser

Verdünnte Schwefelsäure ($c = \text{ca. } 1 \text{ mol/l}$)

4. Technische Daten - Abmessungen

Wasserzersetzungsapparat:

Höhe: 765 mm

Breite: 240 mm

Grundplatte 218 mm x 163 mm

Stab: 660 mm x 12 mm Ø

Halteplatte: 246 mm x 140 mm

Gasauffangröhren:

Höhe: 525 mm (nur Glas),
570 mm (absolut)

Breite: 98 mm

Rohrdurchmesser: 17 mm

Skalierung: je 50 ml in 0,2 ml Teilung

Niveaugefäß:

Volumen: 250 ml

5. Versuchsbeispiele

5.1 Untersuchung der Leitfähigkeit von Wasser und dessen Zusammensetzung

- Destilliertes Wasser bei geöffneten Schliffhähnen in Niveaugefäß füllen. Durch Veränderung der Höhe des Niveaugefäßes Gas-auffangröhren komplett füllen.
- Glashähne schließen. Wasserspiegel im Niveaugefäß sollte höher liegen als der in den Gas-auffangröhren.
- Apparat auf undichte Stellen überprüfen und wenn nötig Verbindungen fester schrauben.
- 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.

- Zur exakten Ablesung der Gasvolumina Niveaugefäß soweit absenken, dass die Flüssigkeitsspiegel im Niveaugefäß und in der abzulesenden Gas auffangröhre auf gleicher Höhe sind.
- Gase durch die Hähne entnehmen und in umgestülpten Reagenzgläsern pneumatisch auffangen.
- Nachweis des Wasserstoffs durch Knallgasprobe, der des Sauerstoffs mittels glimmendem Holzspan durchführen.

- Raumtemperatur messen.
- Lokalen Luftdruck ermitteln (z. B. aus lokalen Wetterdaten oder durch Messung mit einem verfügbaren Barometer).

Bei bekannter Stromstärke I (A), Zeit t (s), Luftdruck p (Nm⁻²), Temperatur T (K), Gasvolumina V_{H_2} , V_{O_2} (m³) und universeller Gaskonstante R (8,3 J mol⁻¹ K⁻¹) lässt sich die Faraday-Konstante F bestimmen:

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

Ergebnis:

- Bei Verwendung von destilliertem Wasser findet keine Elektrolyse statt.
- Die Zugabe von verdünnter Schwefelsäure wirkt als Katalysator bei der Elektrolyse von destilliertem Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff.
- An der Katode hat sich doppelt so viel Gas (Wasserstoff) gebildet wie an der Anode (Sauerstoff).

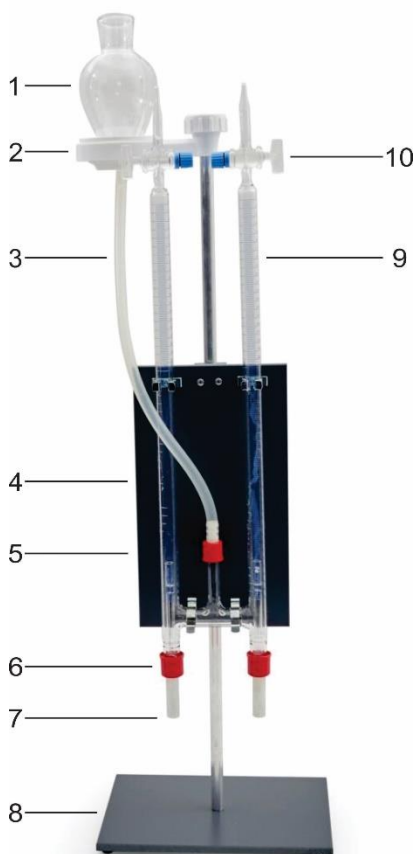
5.2 Bestimmung der Faraday'schen Konstante

- Destilliertes Wasser mit verdünnter Schwefelsäure versetzen und bei geöffneten Schliffhähnen in Niveaugefäß füllen. Durch Veränderung der Höhe des Niveaugefäßes Gas auffangröhren komplett füllen.
- Glashähne schließen. Wasserspiegel im Niveaugefäß sollte höher liegen als der in den Gas auffangröhren.
- Apparat auf undichte Stellen überprüfen und wenn nötig Verbindungen fester schrauben.
- Netzgerät einschalten und Spannung so einstellen, dass ca. 1 A Strom fließt. Überprüfen, ob Gas in beiden Röhren freigesetzt wird.
- Netzgerät wieder abschalten, Hähne öffnen und Gas entweichen lassen.
- Glashähne 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.
- Gasvolumina bestimmen, dazu ist der hydrostatische Druck auszugleichen.

Hofmann Electrolysis Apparatus 1002899

Instruction sheet

04/26 HJB/UD



- 1 Leveling bulb
- 2 Stand ring
- 3 Silicone hose
- 4 Securing plate
- 5 GL-14 screw fitting
- 6 Platinum electrodes with GL-18 screw fittings
- 7 Sockets for 4 mm connecting leads (banana plugs)
- 8 Base-plate with stand rod
- 9 Gas collection tubes
- 10 Ground glass stopcocks

1. Safety instructions

- Since the conductivity of distilled water is too low, electrolysis is carried out using dilute sulfuric acid ($c = 1 \text{ mol/l}$ approx.).
- Carefully add the sulfuric 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.
- Students should always be informed of the dangers of the chemicals needed for the experiment.
- Caution. Any acid that escapes can cause irreparable stains and holes in clothing.
- Be careful when taking the glass tubing off its securing plate.
- Do not subject the glass components of the water decomposition apparatus to mechanical stress.
- Hydrogen and oxygen form an explosive mixture. Never re-combine the gases in a test tube.

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 water-decomposition apparatus consists of an H-shaped section of glass tubing attached to a securing plate fixed to a stand rod that rests on a base-plate. The glass section involves two gas collection tubes each with a measuring scale. At the top of each tube there is a ground stopcock.

Two platinum electrodes are secured at the lower ends via GL-18 screw fittings. The electrodes are connected to a low voltage DC power supply unit. A silicone hose leads to a leveling bulb for equalizing the pressure in the collection tubes.

3. Scope of delivery

- 1 Glass section with gas collection tubes
- 1 Base-plate with stand rod and securing plate
- 1 Pair of platinum electrodes with 4-mm sockets
- 1 Leveling bulb with silicone hose
- 1 Stand ring to hold the leveling bulb
- 1 Universal sleeve

Additionally required equipment:

- 1 DC Power Supply 0 - 20 V, 0 - 5 A
1003312: @230V
or
1003311: @115V
- 1 1026658: Digital Stopwatch
- 1 1003013: Stable Tube-Type Thermometer
-1 – 101°C
- 1 1024540: Connecting Leads, 32 A, 75 cm,
Blue, Red, 2 pcs.

Distilled water

Sulphuric acid (c = 1 mol/l approx.)

4. Technical data - dimensions

Water-decomposition apparatus:

Height: 765 mm

Width: 240 mm

Base-plate: 218 mm x 163 mm

Rod: 660 mm x 12 mm Ø

Securing plate: 246 mm x 140 mm

Gas collection tubes::

Height: 525 mm (glass only),
570 mm (absolute)

Width: 98 mm

Tube diameter: 17 mm

Scale: 50 ml each
with 0.2 ml divisions

Leveling bulb:

Volume: 250 ml

5. Example experiments

5.1 Investigation of the conductivity and composition of water

- Pour distilled water into the leveling bulb with both stopcocks open. Fill the gas collection tubes completely by altering the height of the leveling bulb.
- Close the glass stopcocks. The water level in the leveling bulb should be higher than that in the collection tubes.
- Check the apparatus for leaks and tighten connections where necessary.
- 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 sulfuric acid (c = 1 mol/l approx.).
- 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.
- To achieve a precise reading of the gas volumes, lower the leveling bulb until the water in the bulb is level with that in the tube to be measured.

- 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.

For a known current I (A), time t (s), air pressure p (Nm⁻²), temperature T (K), volumes of gas V_{H_2} , V_{O_2} (m³) and universal gas constant R (8,3 J mol⁻¹ K⁻¹) the Faraday constant F is given by:

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

Result:

- Electrolysis does not take place when distilled water is used on its own.
- Addition of dilute sulfuric acid has a catalytic effect so that the distilled water is electrolyzed into its two components, hydrogen and oxygen.
- The volume of hydrogen gas formed at the cathode is twice the volume of the oxygen gas formed at the anode.

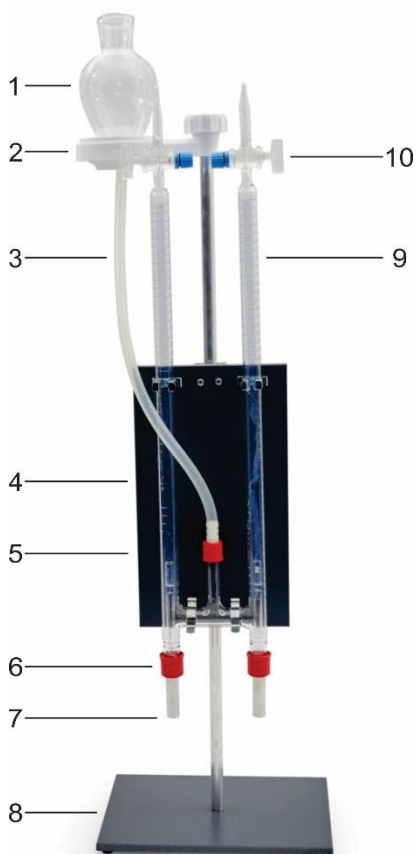
5.2 Determining the Faraday constant

- Pour distilled water with diluted sulphuric acid into the leveling bulb with both stopcocks open. Fill the gas collection tubes completely by altering the height of the leveling bulb.
- Close the glass stopcocks. The water level in the leveling bulb should be higher than that in the collection tubes.
- Check the apparatus for leaks and tighten where necessary.
- Turn on the power supply and set the voltage so that approximately 1 A of current 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 glass stopcocks. Turn on the power supply and the stopwatch at the same time.
- 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 volumes of gas. The hydrostatic pressure should be equalized in order to do this.
- Measure the room temperature.
- Determine the local air pressure (e.g., from local weather data or by measurement with an available barometer).

Aparato de electrólisis de Hofmann 1002899

Instrucciones de uso

04/26 HJB/UD



- 1 Ampolla de compensación
- 2 Anillo de sujeción
- 3 Tubo de silicona
- 4 Placa de sujeción
- 5 Unión roscada GL-14
- 6 Electrodo de platino con uniones roscadas GL-18
- 7 Tomas para cables de experimentación de 4 mm (conectores tipo banana)
- 8 Placa base con varilla de sujeción
- 9 Tubos colectores de gas
- 10 Llaves de vidrio esmerilado

1. Aviso de seguridad

- Debido a la escasa conductibilidad del agua destilada, para la electrólisis, se utiliza ácido sulfúrico diluido ($c = \text{aprox. } 1 \text{ mol/l}$).
- 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.
- Se debe informar siempre a los estudiantes acerca de los peligros que conlleva la manipulación de las sustancias químicas requeridas.
- ¡Atención! El ácido puede provocar manchas indelebles o agujeros en la ropa.
- La acción de retirar las piezas de vidrio de la placa de sujeción debe realizarse con mucho cuidado.
- No someter las piezas de vidrio del aparato a ningún esfuerzo mecánico.
- El oxígeno y el hidrógeno forman una mezcla explosiva. Nunca se deben mezclar estos gases en una probeta.

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 para electrólisis del agua está compuesto de una pieza de vidrio en forma de H, sostenida por una placa de sujeción, que se encuentra fijada a una placa base por medio de una varilla. La pieza de vidrio consta de dos tubos colectores de gas, graduados, en cuyos extremos superiores se han montado dos grifos.

En el extremo inferior se encuentran dos electrodos de platino sujetos fijamente por medio de uniones roscadas GL-18. Se conectan a una fuente de alimentación de CC de bajo voltaje. Un tubo de silicona conecta una ampolla de compensación con los tubos colectores de gas, para efectos de compensación de presión.

3. Volumen de suministro

- 1 Pieza de vidrio, tubos colectores de gas
- 1 Placa base con varilla y placa de sujeción
- 1 Par de electrodos de platino con clavijeros de conexión de 4 mm
- 1 Ampolla de compensación con tubo de silicona
- 1 Anillo de soporte para sujetar la ampolla de compensación
- 1 Manguito universal

Aparatos requeridos adicionalmente:

- 1 Fuente de alimentación de C.C.,
0 - 20 V, 0 - 5 A
1003312: @230V
o
1003311: @115V
- 1 1026658: Cronómetro digital
- 1 1003013: Termómetro estable, de barra
-1 – 101°C
- 1 1024540: Cables de experimentación,
32 A, 75 cm, azul, rojo, 2 ud.

Agua destilada

Ácido sulfúrico diluido (c = aprox. 1 mol/l)

4. Datos técnicos - dimensiones

Aparato para electrólisis del agua:

Altura: 765 mm

Ancho: 240 mm

Placa base: 218 mm x 163 mm

Varilla: 660 mm x 12 mm Ø

Placa de sujeción: 246 mm x 140 mm

Tubos colectores de gas:

Altura: 525 mm (solo vidrio),
570 mm (total)

Ancho: 98 mm

Diámetro de
tubo: 17 mm

Escala: 50 ml c/u en divisiones de
0,2 ml

Ampolla de compensación:

Volumen: 250 ml

5. Ejemplos de experimentos

5.1 Estudio de la conductibilidad del agua y de su composición

- Verter el agua destilada en la ampolla de compensación con los grifos pulidos abiertos. Llenar completamente los tubos colectores de gas variando la altura de la ampolla de compensación.
- Cerrar los grifos. El nivel del agua en la ampolla debe ser más elevado que el de los tubos colectores de gas.
- Comprobar la estanqueidad del equipo y, de ser necesario, apretar más fijamente las conexiones.
- 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.
- Para una exacta lectura del volumen de gas, es preciso hacer descender la ampolla de compensación hasta que el nivel del fluido de su interior alcance la misma altura del nivel del fluido del tubo colector en cuestión.
- Provocar la retirada del gas por medio de 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.

Resultado:

- Si se emplea agua destilada no se produce la electrólisis.
- Al agregarse ácido sulfúrico destilado, éste actúa como catalizador en la electrólisis del agua destilada y sus componentes, esto es, hidrógeno y oxígeno.
- En el cátodo se obtiene el doble del gas (hidrógeno) que el obtenido en el ánodo (oxígeno).

5.2 Determinación de la constante de Faraday Material necesario

- Mezclar agua destilada con ácido sulfúrico y llenar la ampolla de compensación con los grifos abiertos. Llenar completamente los tubos colectores de gas variando la altura de la ampolla de compensación.
- Cerrar los grifos. El nivel del agua en la ampolla debe ser más elevado que el de los tubos colectores de gas.
- Comprobar la estanqueidad del equipo y, de ser necesario, apretar más fijamente las conexiones.
- Conectar la fuente de alimentación y ajustar la tensión de manera que fluya aprox. una corriente de 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.
- Determinar el volumen de gas, para lo cual es necesario compensar la presión hidrostática.
- Medir la temperatura ambiente.
- Determinar la presión atmosférica local (p. ej., a partir de datos meteorológicos locales o mediante medición con un barómetro disponible).

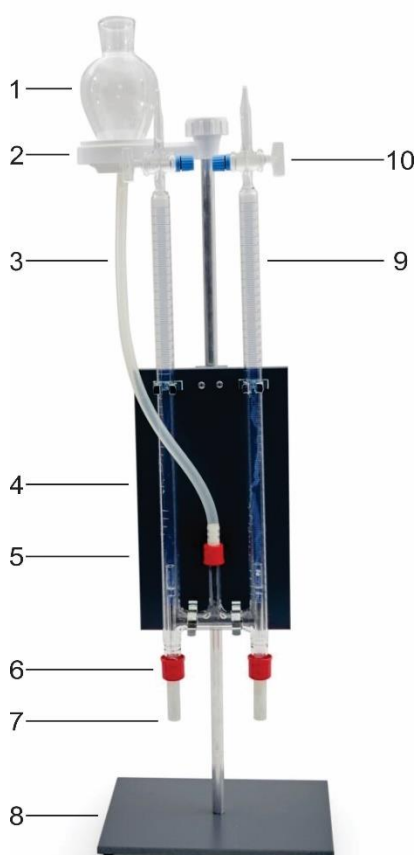
Si se conoce la intensidad de corriente I (A), el tiempo t (s), la presión atmosférica p (Nm⁻²), la temperatura T (K), el volumen de gas V_{H_2} , V_{O_2} (m³) y la constante universal de los gases R (8,3 J mol⁻¹ K⁻¹) se puede determinar la constante F de Faraday a partir de:

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

Appareil d'électrolyse de Hofmann 1002899

Instructions d'utilisation

04/26 HJB/UD



- 1 Récipient de détente
- 2 Bague de support
- 3 Tuyau en silicone
- 4 Plaque de maintien
- 5 Raccord à vis GF-14
- 6 Électrodes en platine avec raccords à vis GF-18
- 7 Prises pour cordons électriques de 4 mm (fiches banane)
- 8 Plaque de base avec barre de support
- 9 Tubes collecteurs de gaz
- 10 Robinets en verre rodé

1. Consignes de sécurité

- Lors de l'électrolyse de l'eau, en raison de la faible conductivité de l'eau distillée, on utilise de l'acide sulfurique dilué ($c = \text{env. } 1 \text{ mole/l}$).
- 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.
- Les élèves doivent être informés sur les risques émanant des produits chimiques nécessaires.
- Prudence! L'acide peut provoquer des taches et des trous irréparables dans les vêtements.
- Retirer la partie en verre de la plaque de maintien avec une extrême prudence.
- 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.

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 de décomposition de l'eau est constitué d'une partie en verre en H montée sur une plaque de maintien qui est fixée à une barre de support sur une plaque de base. La partie en verre est constituée de deux tubes collecteurs de gaz gradués dont les extrémités supérieures sont pourvues de deux robinets.

Deux électrodes en platine sont fixées sûrement par des raccords à vis GL-18 aux extrémités inférieures. Ceux-ci sont à leur tour reliés à un bloc d'alimentation basse tension DC. Pour compenser la pression, un tuyau en silicone relie un récipient de détente aux tubes collecteurs de gaz.

3. Matériel fourni

- 1 Partie en verre (tubes collecteurs de gaz)
- 1 Plaque de base avec barre de support et plaque de maintien
- 1 Paire d'électrodes en platine avec douilles de raccord 4 mm
- 1 Récipient de détente avec tuyau en silicone
- 1 Bague pour la fixation du récipient de détente
- 1 Manchon universel

Nécessaire en plus

- 1 Alimentation CC, 0 - 20 V, 0 - 5 A
1003312: @230V
ou
1003311: @115V
- 1 1026658: Chronomètre numérique
- 1 1003013: Thermomètre -1 à + 101°C
- 1 1024540: Cordons électriques standard, 32 A, 75 cm, bleu, rouge, 2 pces.

Eau distillée

Acide sulfurique dilué (c = env. 1 mol/l)

4. Caractéristiques techniques – Dimensions

Appareil de décomposition de l'eau:

Hauteur: 765 mm
Largeur: 240 mm

Plaque de base: 218 mm x 163 mm
Poignée: 660 mm x 12 mm Ø
Plaque de maintien: 246 mm x 140 mm

Tubes collecteurs de gaz:

Hauteur: 525 mm (verre uniquement), 570 mm (total)
Largeur: 98 mm
Diamètre de tube: 17 mm
Graduation: 50 ml en pas de 0,2 ml

Récipient de détente:

Volume: 250 ml

5. Exemples d'expériences

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

- Remplir le récipient de détente avec de l'eau distillée, les robinets étant ouverts. Modifier la hauteur du récipient de détente pour remplir complètement les tubes collecteurs de gaz.
- Refermer les robinets de gaz. Le niveau d'eau du récipient de détente doit être plus élevé que celui des tubes collecteurs de gaz.
- Vérifier l'étanchéité de l'appareil et, au besoin, resserrer des raccords.
- 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 (c = env. 1 mole/l).
- 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.

- Pour permettre une lecture exacte du volume de gaz, abaisser le récipient de détente jusqu'à ce que les niveaux dans le récipient et dans le tube collecteur soient similaires.
- 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.

- Déterminer la pression d'air locale (p. ex. à partir de données météorologiques locales ou par mesure à l'aide d'un baromètre disponible).

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} , V_{O_2} (m³) et la constante de gaz universelle R (8,3 J mol⁻¹ K⁻¹), l'équation suivante permet de calculer la constante de Faraday:

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

Résultat:

- Avec de l'eau distillée, il n'y a pas d'électrolyse.
- Au cours de l'électrolyse de l'eau distillée, l'adjonction d'acide sulfurique dilué agit comme catalyseur et la décompose en hydrogène et en oxygène.
- A la cathode, il s'est formé deux fois plus de gaz (hydrogène) qu'à l'anode (oxygène).

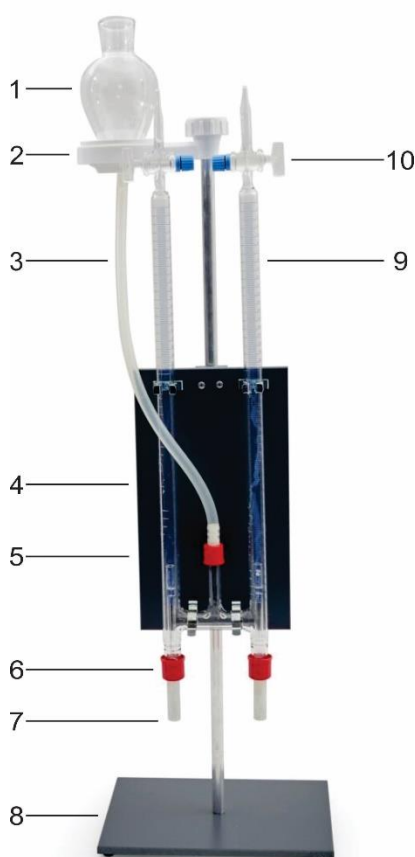
5.2 Détermination de la constante de Faraday

- Remplir le récipient de détente avec de l'eau distillée contenant de l'acide sulfurique dilué, les robinets étant ouverts. Modifier la hauteur du récipient de détente pour remplir complètement les tubes collecteurs de gaz.
- Refermer les robinets de gaz. Le niveau d'eau du récipient de détente doit être plus élevé que celui des tubes collecteurs de gaz.
- Vérifier l'étanchéité de l'appareil et, au besoin, resserrer des raccords.
- Mettre l'alimentation en marche et régler la tension pour obtenir un courant d'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.
- Déterminer le volume de gaz en compensant la pression hydrostatique.
- Mesurer la température ambiante.

Apparato per elettrolisi di Hofmann 1002899

Istruzioni per l'uso

04/26 HJB/UD



- 1 Recipiente di livello
- 2 Anello stativo
- 3 Tubo in silicone
- 4 Piastra di fissaggio
- 5 Raccordo a vite GL-14
- 6 Elettrodi in platino con raccordi a vite GL-18
- 7 Prese per cavi per esperimenti da 4 mm (connettori a banana)
- 8 Piastra di base con supporto stativo
- 9 Tubi di raccolta del gas
- 10 Rubinetti in vetro smerigliato

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.
- L'idrogeno e l'ossigeno formano una miscela esplosiva. Evitare di miscelare i gas in provetta.

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'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. Questi sono a loro volta collegati a un alimentatore in corrente continua a bassa tensione. Un tubo in silicone collega un recipiente di livello per la compensazione della pressione ai tubi di raccolta del gas.

3. 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 in silicone
- 1 Anello stativo per il supporto del recipiente di livello
- 1 Manicotto universale

Dotazione supplementare necessaria:

- 1 Alimentazione CC, 0 - 20 V, 0 - 5 A
1003312: @230V
oppure
1003311: @115V
- 1 1026658: Cronometro digitale
- 1 1003013: Termometro ad asta stabile
-1 – 101°C
- 1 1024540: Cavi per esperimenti, 32 A,
75 cm, blu, rosso, 2 pz.

Acqua distillata

Acido solforico diluito ($c = \text{ca. } 1 \text{ mol/l}$)

4. Dati tecnici - Dimensioni

Apparecchio di scomposizione dell'acqua:

Altezza: 765 mm

Larghezza: 240 mm

Piastra di base: 218 mm x 163 mm

Stativo: 660 mm x 12 mm Ø

Piastra di fissaggio: 246 mm x 140 mm

Tubi di raccolta del gas:

Altezza: 525 mm (solo vetro),
570 mm (totale)

Larghezza: 98 mm

Diametro del
tubo: 17 mm

Graduazione: da 50 ml cad. in
divisioni da 0,2 ml

Recipiente di livello:

Volume: 250 ml

5. Esempi di esperimenti

5.1 Esperimento sulla conducibilità dell'acqua e sulla sua composizione

- 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.

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.

- 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.
- 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).

5.2 Determinazione della costante di Faraday

- 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.
- Spegnere 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 temperatura ambiente.
- Determinare la pressione atmosferica locale (ad es. da dati meteorologici locali o mediante misurazione con un barometro disponibile).

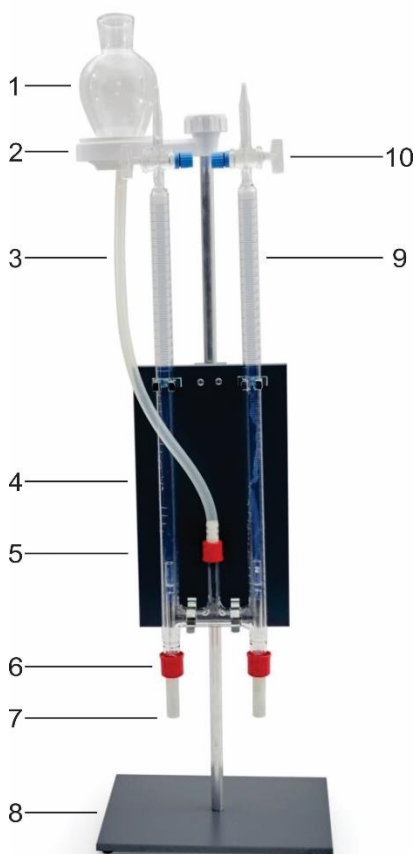
Se si conosce l'intensità di corrente I (A), il tempo t (s), la pressione atmosferica p (Nm⁻²), la temperatura T (K), i volumi dei gas V_{H_2} , V_{O_2} (m³) e la costante dei gas universale R (8,3 J mol⁻¹ K⁻¹) la costante di Faraday F può essere calcolata con la formula:

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

Aparelho de eletrólise de Hofmann 1002899

Instruções para o uso

04/26 HJB/UD



- 1 Recipiente de nível
- 2 Anel do tripé
- 3 Mangueira de silicone
- 4 Placa suporte
- 5 Conexão rosca GL-14
- 6 Eletrodos de platina com conexões rosca-
das GL-18
- 7 Tomadas para cabos para experimentos
de 4 mm (conectores tipo banana)
- 8 Placa base com vara de tripé
- 9 Tubos de recepção do gás
- 10 Torneiras de vidro esmerilhado

1. Indicações de segurança

- Por causa da baixa capacidade condutora da água destilada, utiliza-se para a eletrólise uma solução de ácido sulfúrico.
(c = aprox. 1 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.
- Hidrogênio e oxigênio formam uma mistura explosiva. Jamais misturar os gases numa proveta.

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 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 conexões roscadas GL-18. Uma mangueira de silicone conecta um recipiente de nível para equiparar a pressão com os tubos receptores de gás.

3. 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 silicone
- 1 Anel de tripé para o suporte do recipiente de nível
- 1 Manga universal

Aparelhos complementários exigidos:

- 1 Fonte de alimentação DC, 0 - 20 V, 0 - 5 A
1003312: @230V
ou
1003311: @115V
- 1 1026658: Cronômetro digital
- 1 1003013: Termômetro de vara robusto
-1 – 101°C
- 1 1024540: Cabos para experimentos, 32 A, 75 cm, azul, vermelho, 2 unid.

Água destilada

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

4. Dados técnicos - Dimensões

Aparelho de decomposição da água:

Altura: 765 mm

Largura: 240 mm

Placa base: 218 mm x 163 mm

Vara: 660 mm x 12 mm Ø

Placa suporte: 246 mm x 140 mm

Tubos receptores de gás:

Altura: 525 mm (somente vidro),
570 mm (total)

Largura: 98 mm

Diâmetro do tubo: 17 mm

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

Recipiente de nível:

Volume: 250 ml

5. Jogos experimentais

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

- 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.

Nos eletrodos não serão detectadas nenhuma reação.

- Desligar de novo a fonte de alimentação.
- Adicionar umas gotas de solução de ácido sulfúrico.
- 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 pneumáticamente 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).

5.2 Determinação da constante de Faraday

- 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 temperatura ambiente.
- Determinar a pressão atmosférica local (por exemplo, a partir de dados meteorológicos locais ou por medição com um barômetro disponível).

No caso de conhecer-se a potência da corrente I (A), o tempo t (s), pressão atmosférica p (Nm⁻²), temperatura T (K), volume de gás V_{H_2} , V_{O_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:

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