

Bestimmung der Elementarladung mit dem Hofmannschen Apparat

WOLFGANG KIERMEIER

Robert-Koch-Gymnasium
94469 Deggendorf

Anstelle der üblichen Schwermetallsalzlösungen wird leitfähig gemachtes Wasser quantitativ elektrolysiert. Die Elektrolyse wird zweckmäßigerweise im Hofmannschen Wasserzersetzungsgesetz durchgeföhrt, was den Versuch vereinfacht und höhere Meßgenauigkeit sowie erhebliche Zeitersparnis mit sich bringt.

Versuchsbeschreibung

Geräte: Hofmannscher Zersetzungsgesetz (möglichst mit Platinelektroden), regelbares Netzgerät (0 - 25 V), Verbindungskabel, Am-

peremeter, Stoppuhr (je nach Geschicklichkeit des Experimentators: Taschenrechner)

Chemikalien: Schwefelsäure, eventuell auch Natriumhydroxid oder Glaubersalz (Natriumsulfat)

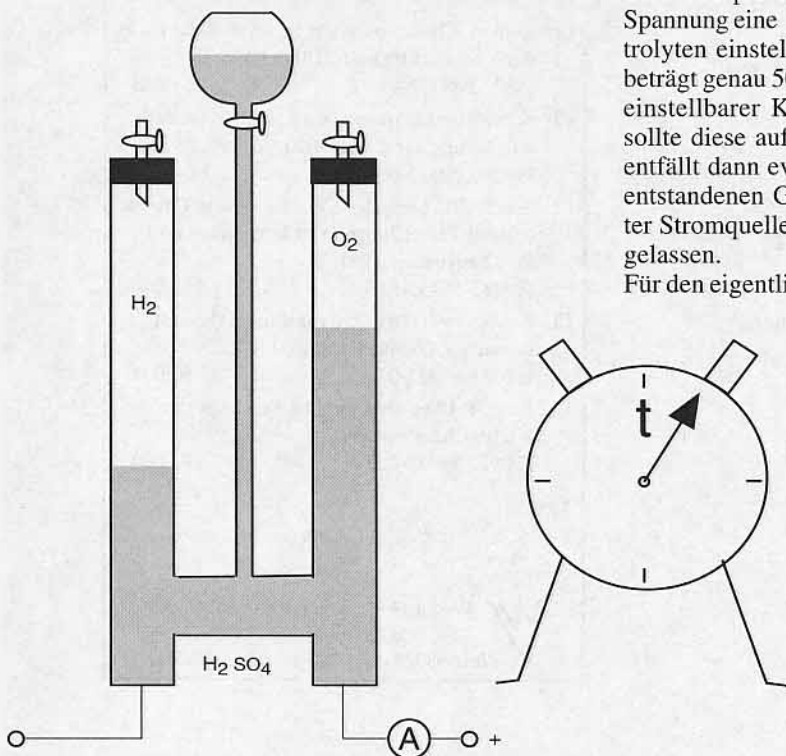
Zeit: Inklusive Aufbau und Berechnungen etwa 20 min

Durchföhrtung: Man baut die Versuchsausrüstung entsprechend der schematischen Abbildung auf. In den Stromkreis wird ein Vielfachmeßinstrument (aus der Physiksammlung; Bereich etwa 1 - 2 A) geschaltet, welches eine genaue Justierung des Stromflusses ermöglicht.

Als Elektrolyt sollte 3 %ige Schwefelsäure eingefüllt werden; man benötigt etwa 200 ml. Auch Natronlauge derselben Konzentration ist geeignet. Wer auch diese Substanzen als bedenklich einstuft, dem sei die Verwendung einer verdünnten Glaubersalzlösung empfohlen. Diese hat – außer stark abföhrender Wirkung – keine gefährlichen Eigenschaften.

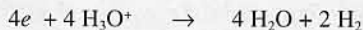
Nun nimmt man die Stromversorgung in Betrieb und prüft, ob sich bei entsprechender Spannung eine kräftige Zerlegung des Elektrolyten einstellt. Die optimale Stromstärke beträgt genau 500 mA. Wer ein Netzgerät mit einstellbarer Konstantstromquelle benutzt, sollte diese auf den Idealwert einstellen; es entfällt dann eventuelles Nachjustieren. Die entstandenen Gase werden bei abgeklemmter Stromquelle exakt bis zur Nullmarke abgelassen.

Für den eigentlichen Elektrolysevorgang hält man die Stoppuhr bereit und klemmt die Stromversorgung an, wobei die Stoppuhr ausgelöst wird. Um genaue Meßergebnisse zu erhalten, regelt man die Stromquelle entsprechend nach. Beträgt das Wasservolumen in dem Schenkel über dem Minuspol genau 10 Skalenteile, wird die Uhr angehalten und das Netzgerät ausgeschaltet.

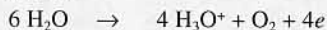


Auswertung

Kathode:



Anode:



Die ebenfalls vorhandenen anderen Ionen stören nicht, da sie viel schwerer zu oxidieren bzw. reduzieren sind.

Ist der Elektrolyseapparat in Milliliter graduert, so kann man unmittelbar zur Berechnung schreiten. Bei einigen Modellen (z. B. dem der Fa. Phywe) ist jedoch eine Skalierung ohne Angabe der Einheit ml aufgedruckt. In solchen Fällen multipliziert man die aufgedruckte Angabe mit dem Faktor 1,5, um das tatsächliche Volumen in der Einheit ml zu erhalten.

Berechnung

Umgesetzte Elektrizitätsmenge:

$$Q = I \cdot t$$

entstandene Stoffmenge Wasserstoff:

$$n = \frac{V}{22410}$$

Entladene Hydroniumionen:

$$N = \frac{V}{22410} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 2$$

Mit der Ladung der H_3O^+ -Ionen
= Ladung eines Elektrons e
ergibt sich:

$$\begin{aligned} e &= \frac{Q}{N} \\ &= \frac{I \cdot t}{\frac{V}{22410} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 2} \\ &= \frac{I \cdot t}{5,37 V} \cdot 10^{-19} \text{ C} \end{aligned}$$

Konkretes Beispiel (ermittelt mit PHYWE-Apparatur):

$$I = 500 \text{ mA}$$

$$V = 10 \cdot 1,5 \text{ ml} = 15 \text{ ml}$$

$$t = 4 \text{ min } 25 \text{ sec} = 265 \text{ sec}$$

$$e = \frac{0,5 \cdot 265}{5,37 \cdot 15} \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$= 1,64 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

(Literaturwert: $e = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

Hinweise zur Entsorgung

Da in der Elektrolyseflüssigkeit lediglich ein sehr geringer Wasseranteil zersetzt wird, kann die Flüssigkeit für weitere Elektrolyseversuche in einer Flasche aufbewahrt werden. Ein Verschleiß der Elektrodenbleche tritt nicht auf. Anders als bei der Zersetzung von Metallsalzlösungen sind hier weder Metallreste noch Elektrodenbleche zu entsorgen.