

Name:

Datum:

Die Aluminium-Chlor-Batterie

Geräte:

2 Bechergläser (250 mL), Toilettenpapierrolle, breites Klebeband, Schere, Netzgerät, 3 Krokodilklemmen, 2 Kabel, 2 Graphitelektroden, 2 Elektrodenhalter, Schmirgelpapier, Messer, Aluminium-Getränkedose, Multimeter, Elektromotor

Chemikalien:

Soda (Natriumcarbonat Na_2CO_3), Kochsalz, destilliertes Wasser

Besondere Sicherheitsmaßnahmen:

Der Versuch sollte wegen der Chlorgas-Entwicklung idealerweise im Freien, sonst am offenen Fenster durchgeführt werden. Bei bekannter Überempfindlichkeit gegen Chlor oder gar einer Chlor-Allergie darf der Versuch nicht durchgeführt werden!

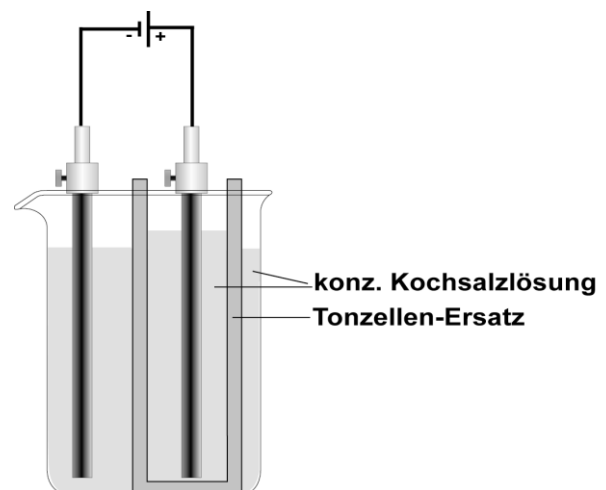
Durchführung:

Vorbereitung:

- Teile eine leere und gesäuberte Aluminium-Getränkedose mit der Schere so, dass das Bodenteil eine ungefähre Höhe von 10 cm hat (Vorsicht scharfe Kanten, Verletzungsgefahr).
Kratze mit dem Messer die Innenlackierung an einer Stelle ab und arbeite mit Schmirgelpapier nach.
- Klebe den Boden der Toilettenpapierrolle mit dem breiten Klebeband dicht zu (evtl. vorhanden).

Hauptversuch:

- Gib in ein Becherglas ca. 100 mL destilliertes Wasser und löse darin so viel Kochsalz, dass eine gesättigte Lösung entsteht (ein Rest löst sich nicht mehr).
- Füge zu dieser Lösung ca. 100 mL destilliertes Wasser (halbgesättigte Lösung).
- Stelle die vorbereitete Toilettenpapierrolle in das andere Becherglas und fülle die Salzlösung so ein, dass die Flüssigkeit in Becherglas und Rolle gleich hoch steht.
- Spanne die Graphitelektroden in die Elektrodenhalter und stelle jeweils eine Elektrode in das Becherglas und die Toilettenpapierrolle.
- Stelle das Netzteil auf 5 V ein und elektrolysiere 4 Minuten lang.



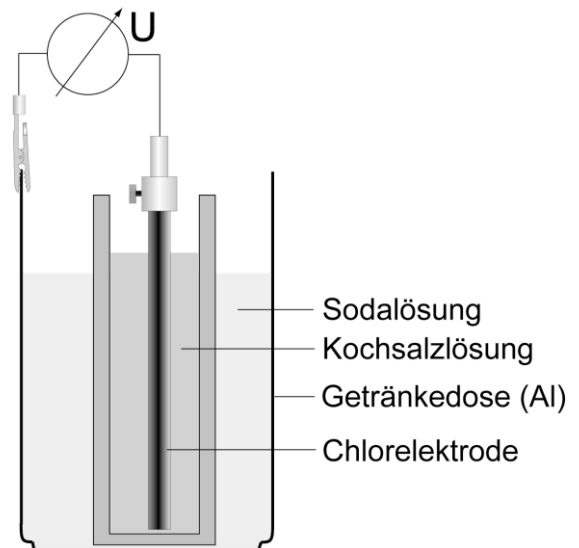
Die Toilettenpapierrolle ist nun eine Chlor-elektrode.

Beobachtung:

- Gib ca. 100 mL Leitungswasser in die Getränkedose und löse 7 gehäufte Teelöffel Soda im Wasser.
- Stelle nun deine selbst hergestellte Chlorelektrode in die Dose mit der Sodalösung.
- Befestige die Krokodilklemme an der Dose und stelle eine der Graphitelektroden in die Papierrolle.
- Verbinde sowohl die Graphitelektrode als auch die Krokodilklemme über ein Kabel mit dem Multimeter.
- Miss die auftretende Spannung.

$$U = \text{_____} \text{ V}$$

- Versuche einen Elektromotor mit der Aluminium-Chlor-Batterie zu betreiben.

**Beobachtung:**

Ziel des Versuches:

In diesem Versuch sollen das niedrige Potenzial des Aluminiums in basischer Lösung und das stark positive Potenzial von Chlor genutzt werden, um eine Batterie mit so hoher Klemmenspannung zu bauen, dass ein kleiner Elektromotor betrieben werden kann.

Beobachtungen:

Kochsalzelektrolyse:

Am Pluspol und am Minuspol steigen Gasbläschen auf. Die Gasentwicklung am Minuspol ist zunächst deutlich stärker als am Pluspol. Nach einiger Zeit macht sich ein Geruch nach Chlor bemerkbar. Nach der Überführung der „Tonzelle“ in die präparierte Getränkedose merkt man deutlich, dass der Chlorgeruch vom Minuspol der Elektrolysezelle ausgeht.

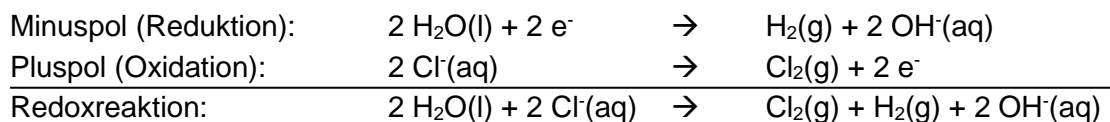
Betreiben der Aluminium-Chlor-Batterie:

Die Zelle liefert eine Ruheklemmenspannung von 2,5-2,6 V. Verbindet man die beiden Pole direkt über ein Amperemeter, fließt ein Kurzschlussstrom von ca. 250 mA. Die Spannung der Batterie reicht aus, um einen kleinen Elektromotor zu betreiben: Unter Belastung mit einem Strom von ca. 15 mA liefert die Zelle eine Spannung von 2,1 V. Weiterhin erkennt man an der Innenwandung der Bierdose eine schwache Gasentwicklung.

Auswertung:

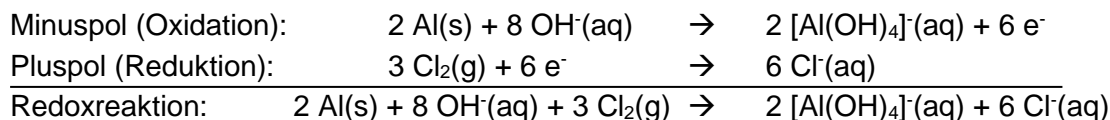
Zur Kochsalzelektrolyse:

An der Anode (Pluspol) werden Chlorid-Ionen unter Abgabe von Elektronen zu elementarem Chlor oxidiert; an der Kathode (Minuspol) bildet sich Wasserstoff:



Aluminium-Chlor-Batterie:

Beim Betrieb der Aluminium-Chlor-Batterie wird das in die Kohlenstoffmatrix der Kohlelektrode eingelagerte Chlorgas zu Chlorid-Ionen reduziert; die Kohlelektrode stellt also die Kathode und den Pluspol der Batterie dar. Die anodische Oxidation besteht in der Bildung von Aluminat-Ionen, die bei Anwesenheit von Hydroxid-Ionen gebildet werden. Insgesamt können die Elektrodenreaktionen wie folgt formuliert werden:



Die Ruheklemmenspannung der Batterie (2,5 - 2,6 V) stimmt gut mit dem Wert überein, der sich anhand des Normalpotenzials des Chlors und dem Potenzial von Aluminium in einer Natriumcarbonat-Lösung vorhersagen lässt:

$$U = E^0(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) - (E(\text{Al}^{3+}/\text{Al} (\text{Sodalösung}))) = 1,36 \text{ V} - (-1,20 \text{ V}) = 2,56 \text{ V}$$