

Name:

Datum:

## Brennstoffzelle mit neutralem Elektrolyten

### Geräte:

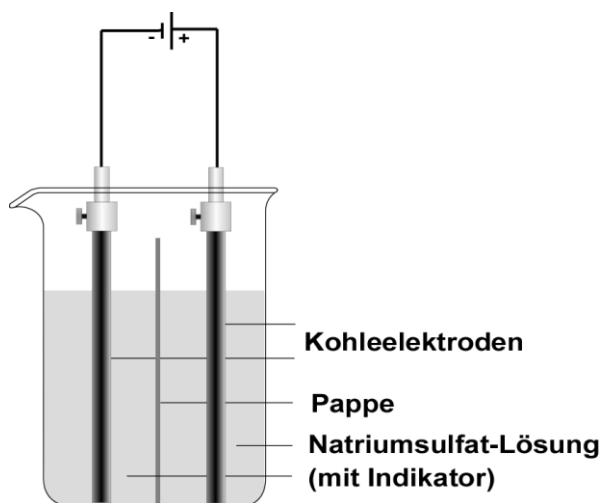
2 Bechergläser (250 mL), Pappe, Schere, 2 Kabel, 2 Krokodilklemmen, Multimeter, Teelöffel, Pipette, 2 Graphitelektroden, 2 Elektrodenhalter, Netzgerät

### Chemikalien:

Destilliertes Wasser, Natriumsulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), Phenolphthalein-Lösung

### Durchführung:

1. Schneide ein Stück Pappe so zurecht, dass es das Becherglas in zwei Hälften teilt und fest im Becherglas steckt (evtl. vorhanden).
2. Löse in dem anderen Becherglas einen Teelöffel Natriumsulfat in 200 mL dest. Wasser.
3. Füge 5 Tropfen Phenolphthalein-Lösung hinzu und rühre gut um.
4. Gieße die Lösung in das vorbereitete Becherglas.
5. Befestige die Elektroden in den Haltern und verbinde sie mit dem Netzgerät, das auf 12 V eingestellt ist.
6. Elektrolysiere die Natriumsulfat-Lösung bei 5V 2 Minuten lang entsprechend der Abbildung.



Anstelle der Kohleelektroden werden Graphitelektroden verwendet.

### Beobachtung:

7. Trenne die Elektroden von der Spannungsquelle und ersetze sie durch das Multimeter, indem du die Kabel verwendest.
8. Miss die anliegende Spannung.  $U = \text{_____} \text{ V}$
9. Ersetze nun das Multimeter durch den Elektromotor, indem du die Krokodilklemmen an die Kabel anbringst und sie mit dem Motor verbindest.

**Beobachtung:**

---

---

10. Trenne nun alle Verbindungen und entferne die Pappe aus dem Becherglas.  
Rühre kräftig um.

**Beobachtung:**

---

---

11. Spüle die Pappe gründlich mit destilliertem Wasser ab und lege sie zum Trocknen auf ein saugfähiges Papier. Sie kann dann in weiteren Versuchen wiederverwendet werden

### Ziel des Versuches:

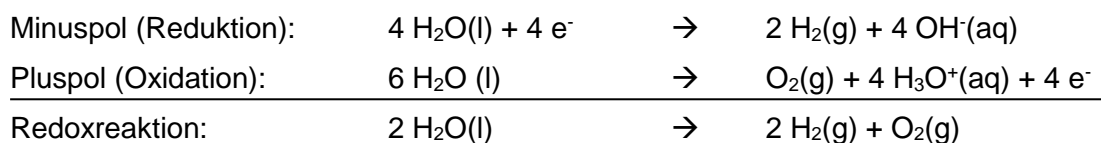
Mit diesem Modellversuch soll den Schülern die Funktionsweise einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle verdeutlicht werden. Dabei werden die Reaktionspartner im Modellversuch nicht von außen kontinuierlich zugeführt, sondern in einem vorgelagerten Schritt elektrolytisch an den Elektroden erzeugt.

### Beobachtungen:

Während der Elektrolyse steigen an beiden Kohleelektroden farblose Gase auf, wobei die Gasentwicklung am Minuspol deutlich heftiger ist als die am Pluspol. Der Katholyt färbt sich schnell rosa. Die Spannung zwischen beiden Elektroden nach Ende der Elektrolyse beträgt ca. 1,1 V. Ein Elektromotor dreht sich einige Minuten, wobei die Spannung des galvanischen Elements unter Belastung stark abfällt.

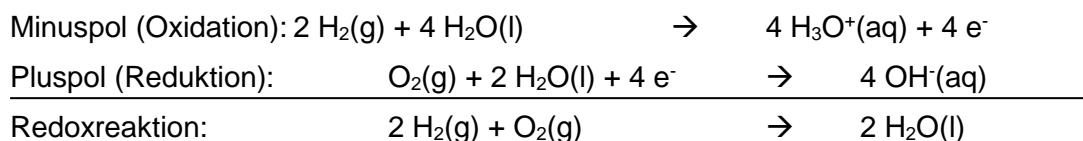
### Auswertung:

Während der Elektrolyse wird das Lösungsmittel Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt; Natrium scheidet sich aufgrund des sehr negativen Abscheidungspotenzials nicht ab. Der mit Phenolphthalein versetzte Katholyt verfärbt sich aufgrund der Bildung von Hydroxid-Ionen infolge der Reduktion der in den Wassermolekülen gebundenen Wasserstoff-Atome rosa; insgesamt können die Elektrodenreaktionen für die Phase der Elektrolyse folgendermaßen formuliert werden:



Wird nach beendeter Reaktion die Trennung der Elektrodenräume aufgehoben, entfärbt sich die Lösung durch Neutralisation.

Die während der Elektrolyse abgeschiedenen Gase (Wasserstoff und Sauerstoff) bilden, sobald man der Zelle von außen keine Spannung mehr aufzwingt, eine Knallgas-Zelle aus, deren chemische Energie bei Stromfluss in nutzbare, elektrische Energie umgewandelt wird. Die Reaktionen an den Elektroden laufen im Vergleich zur Elektrolyse freiwillig in die andere Richtung ab:



Die Tatsache, dass die Spannung der Wasserstoff-Sauerstoff-Zelle selbst bei Belastung mit geringen Strömen (ca. 8 mA) stark absinkt, lässt sich auf die relativ hohen Überspannungen von Sauerstoff und Wasserstoff an Graphitelektroden zurückführen. In PEM-Brennstoffzellen (Proton Exchange Membran-Brennstoffzelle) werden daher platiniierte Kohlefaser-Elektroden, die den Sauerstoff- und Wasserstoffumsatz katalysieren, sowie eine sehr dünne, spezielle Membran eingesetzt, um hohe Leistungsdichten zu gewährleisten.