

Experimente und weiterführende Aufgaben Chemie – Übersicht

Experimente und weiterführende Aufgaben Chemie CH-EX Nr.	Thema	Niveau	Kapitel	Seitenbezug
1	Modellversuch zum Autokatalysator	B Mittelstufe	4	16
2	Kalorimeter und Wärmekapazität	B Mittelstufe	4	19
3	Satz von Hess: Bestimmung der Reaktionsenthalpie	B Mittelstufe	4	21
4	Betrieb einer Brennstoffzelle	B Mittelstufe	6.3	45
5	Volta-Element – Die Idee des Herrn Volta	B Mittelstufe	7.1	55
6	Elektrolyse einer Zinkbromidlösung an Kohlelektroden und deren Umkehrung	B Mittelstufe	7.1	55
7	Wie ist eine Taschenlampenbatterie aufgebaut?	B Mittelstufe	7.1	56
8	Blei-Akkumulator Wieder verwenden statt wegwerfen	B Mittelstufe	7.1	56
9	Recycling von Akkuschrott	B Mittelstufe	7.1	57
10	Lithium-Ionenbatterie Leistungswunder durch Lithium-Ionen	C Oberstufe	7.1	58
11	Nickel/Metallhydrid-Akku(mulator)	C Oberstufe	7.1	59

B Mittelstufe

Kalorimeter und Wärmekapazität

Material – Kalorimetergefäß (ggf. Selbstbauweise nach Schülervorstellungen)

- und Chemikalien**
- 2 Thermometer (0 °C bis 50 °C; 0,1 K)
 - Becherglas (200 mL)
 - Waage (Ablesegenauigkeit mindestens 100 mg)
 - Stoppuhr
 - Destilliertes Wasser

- Durchführung**
- Tare das Kalorimeter auf der Waage aus und wiege eine bestimmte Menge Wasser ein, welches Zimmertemperatur aufweist (beispielsweise $m_1 = 50$ g).
 - Messe die Temperatur (T_1).
 - Erwärme etwa die gleiche Menge Wasser (m_2) auf 40 °C und gebe diese in ein Becherglas. Messe die Temperatur (T_2).
 - Gieße das erwärmte Wasser rasch in das Kalorimeter und rühre um.
 - Messe alle 30 Sekunden die Temperatur.
 - Wiege die zugegossene Wassermenge (m_2).

- Aufgaben zur Auswertung**
- Notiere den Temperaturgang in einer geeigneten Wertetabelle.
 - Erstelle ein Diagramm, in dem Du die Temperatur gegen die Zeit aufträgst.
 - Bestimme die Mischungstemperatur T_m aus dem Graphen des Temperaturganges.
 - Berechne die Wärmekapazität k der Kalorimeteranordnung.
(Für ein Becherglaskalorimeter findet man $k \approx 30 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$.)

Hinweis Durch Mischung von Wasser höherer Temperatur T_2 mit Wasser niederer Temperatur T_1 im Kalorimeter kann die Wärmekapazität k bestimmt werden. Aus der Gleichheit von aufgenommener und abgegebener Wärmemenge ($Q_{\text{auf}} = Q_{\text{ab}}$) ergibt sich, wenn sich im Kalorimeter zu Beginn kaltes Wasser mit der Temperatur T_1 befindet:

$$(c_1 m_1 + k)(T_m - T_1) = c_2 m_2 (T_2 - T_m)$$

B Mittelstufe

Weiterführende
Aufgaben

1. Konstruiert in Gruppen verschiedene Behälter, die die Wärme des Wassers möglichst lange „speichern“.

2. Messt die Wärmekapazität der verschiedenen Behälter und vergleicht sie.

B Mittelstufe

Satz von Hess – Bestimmung der Reaktionsenthalpie

- Material und Chemikalien**
- Kalorimeter
 - Thermometer (1/10 K)
 - Waage
 - 2 Vollpipetten 50 mL
 - Natriumhydroxid
 - Natronlauge ($c(\text{NaOH}) = 2 \text{ mol/L}$)
 - Salzsäure ($c(\text{HCl}) = 2 \text{ mol/L}$)
 - Salzsäure ($c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/L}$)
 - Wasser

*Sicherheits-
hinweise*



*Natriumhydroxid, Natronlauge und Salzsäure:
H314-290; P280-301+330+331-309+310-305+351+338*

- Durchführung**
1. Löse 4 g Natriumhydroxid-Plätzchen in 100 mL Wasser und messe den Temperaturverlauf.
 2. Mische 50 mL Natronlauge ($c(\text{NaOH}) = 2 \text{ mol/L}$) mit 50 mL Salzsäure ($c(\text{HCl}) = 2 \text{ mol/L}$) und messe den Temperaturverlauf.
 3. Löse 4 g Natriumhydroxid-Plätzchen in 100 mL Salzsäure ($c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/L}$) und messe den Temperaturverlauf.

- Aufgaben**
- Führe die drei oben beschriebenen Experimente durch und notiere jeweils den Temperaturverlauf.
 - Berechne die molaren Reaktionsenthalpien aller drei Reaktionen.
 - Prüfe, ob die Ergebnisse dem Satz von Hess entsprechen.

zu 1.

zu 2.

zu 3.

B Mittelstufe

Betrieb einer Brennstoffzelle

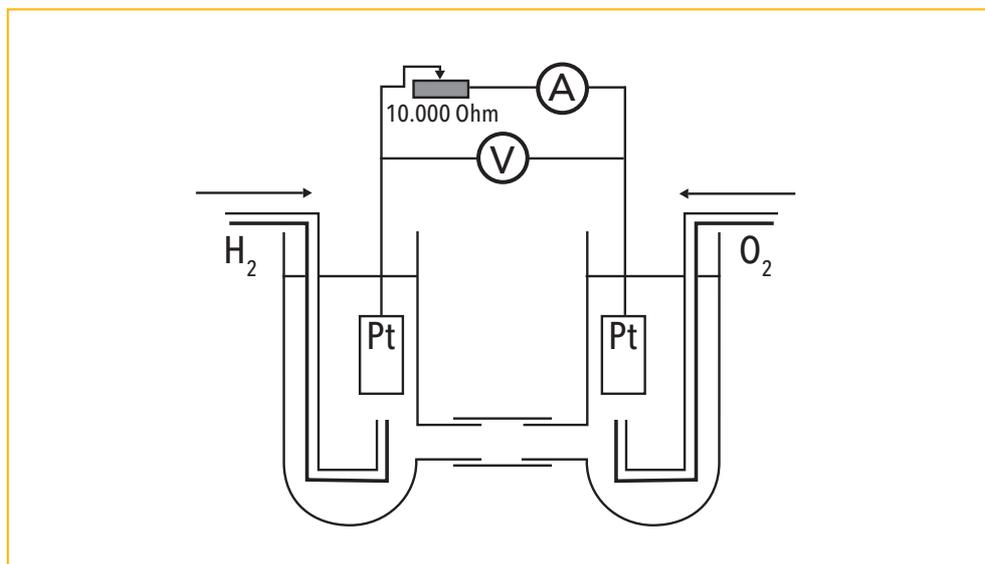
- Material und Chemikalien**
- U-Rohr mit Diaphragma
 - Glasröhrchen mit gebogener Kapillare zum Gaseinleiten
 - Multimeter
 - Elektrolytisch plattinierte Elektrode
 - Elektromotor
 - Kalilauge (w = 25 %; C)
 - Wasserstoff (F+)
 - Sauerstoff (O)

Sicherheits- hinweise



Kalilauge: H314-302-290; P280-301+330+331-305+351+338-309+310
Wasserstoff: H220-280; P210-377-381-403
Sauerstoff: H270

- Durchführung**
- Baue ein U-Rohr mit Diaphragma auf und fülle es mit Kalilauge (w = 25 %).
 - Tauche zwei mit Platinmohr überzogene Platinelektroden oder mit Palladium überzogene Nickelnetze so tief hinein, dass sie von der Flüssigkeit völlig bedeckt sind. Andernfalls können sich die Gase entzünden!
 - Lasse nun Wasserstoff und Sauerstoff über je eine Elektrode perlen. Der Gasstrom muss so gering wie möglich eingestellt werden, am besten nur wenige Gasblasen pro Minute!
 - Messe die Spannung.



B Mittelstufe

Elektrolyse einer Zinkbromidlösung an Kohleelektroden und deren Umkehrung

- Material und Chemikalien**
- Becherglas (250 mL, hohe Form) durch Pappe jeweils in zwei gleiche Teilräume geteilt
 - Kohleelektroden
 - Gleichstromquelle (oder Taschenlampenbatterie 4,5 V)
 - Glühbirne (3,5 V; 0,07 A)
 - Kleiner Elektromotor (2 V)
 - Spannungsmessgerät (0–3 V)

 - ZnBr₂-Lösung (10–20 g ZnBr₂ in 200 mL H₂O)
 - Ascorbinsäure (Vitamin C)

*Sicherheits-
hinweise*

Im Abzug arbeiten!



Zinkbromidlösung: H315-319-335; P280.3-302+352-305+351+338-312

Nach Beendigung des Versuches werden die verunreinigten Zinkbromidlösungen vereinigt und vorsichtig mit Ascorbinsäure versetzt. Hierdurch wird Brom zu Bromid reduziert. Anschließend wird die Lösung im Behälter für Schwermetalle entsorgt.

Zur Sicherheit sollte Natronlauge oder Natriumthiosulfatlösung bereit stehen, um ggf. frei werdendes Brom sofort zu binden.

Durchführung

Elektrolyse der Zinkbromidlösung:

- Teile ein Becherglas (hohe Form) mittels einer bis zum Boden reichenden Pappwand in zwei Hälften. Die Pappe ist für den Elektrolyten durchlässig, verhindert jedoch eine Berührung der Elektroden.
- Fülle die beiden Kammern mit Zinkbromidlösung und tauche jeweils eine Kohleelektrode ein.
- Lege eine Gleichspannung von 4,5–8 Volt an.

Umkehrung der Elektrolyse:

- Entferne die Gleichstromquelle nach einigen Minuten andauernder Elektrolyse.
- Schließe die Elektroden über eine Glühbirne oder einen Spielzeugmotor zu einem Stromkreis.
- Schalte anstelle des Glühbirchens und des Motors ein Voltmeter in den Stromkreis und messe die Spannung zwischen den Elektroden. Stelle die Richtung des Elektronenflusses fest.

B Mittelstufe

Wie ist eine Taschenlampenbatterie aufgebaut?

- Material und Chemikalien**
- 4,5 V – Flachbatterie
 - Stabiles Messer
 - Metallsäge
 - Schraubstock
 - Handschuhe
 - Hochschließender Schutzkittel
 - Schutzbrille
 - Tuch zum Abdecken

 - Natriumhydroxid

Sicherheits- hinweise



Natriumhydroxid: H314-290; P280-301+330+331-309+310-305+351+338



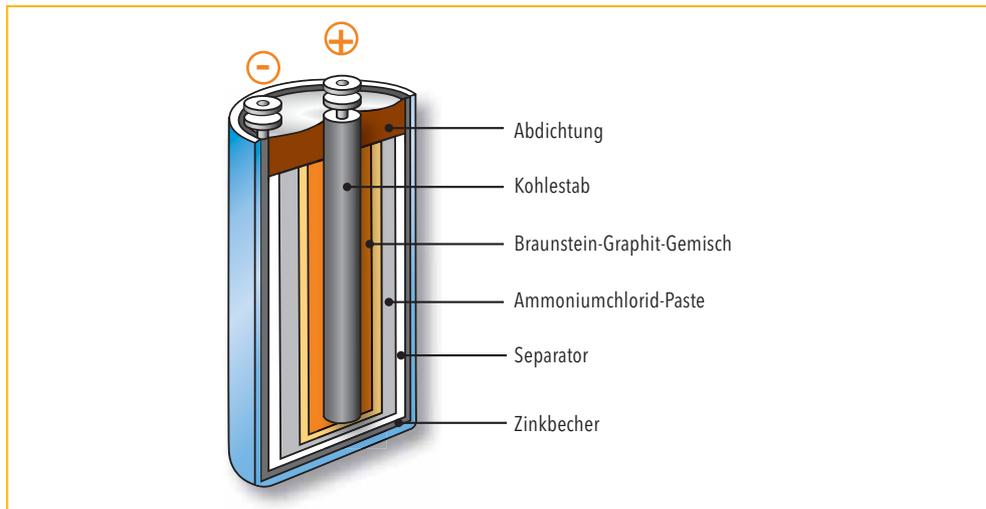
Trage auf jeden Fall Schutzbrille, Handschuhe und einen hochschließenden Schutzkittel!

- Durchführung**
- Entferne die Ummantelung der Batterie vorsichtig mit einem Messer und hebe das Innere heraus. Trenne es in drei gleiche Bestandteile.
 - Spanne einen dieser Bestandteile in einen Schraubstock ein und säge ihn längs bis zur Hälfte auf, wobei Du die Säge und das Batterieteil mit einem Tuch so abdeckst, dass ggf. herausspritzende Substanzen im Tuch hängen bleiben.
Zersäge hierbei jedoch nicht die Elektrode!
 - Säge den Bestandteil anschließend von der anderen Seite bis zur Elektrode auf, so dass Du ihn aufklappen kannst. Beachte auch dabei, dass Du Säge und Batterie abdeckst.
 - Versetze den Elektrolyten mit einem Natriumhydroxid-Plätzchen und prüfe vorsichtig den Geruch.
 - Erwärme den Elektrolyten im Reagenzglas.

B Mittelstufe

**Aufgaben
zur Auswertung**

- Führe das oben beschriebene Experiment durch und fertige ein Versuchsprotokoll an.
- Beschreibe die Funktionen der einzelnen Teile der Monozelle anhand der folgenden Abbildung. Welche Bestandteile dienen als Kathode bzw. Anode?



- Formuliere die Reaktionsgleichungen für die Elektrodenreaktionen.
- Erläutere, weshalb bei längerem Betrieb die Stromstärke sinkt.
- Weshalb können auch längere Betriebspausen dazu führen, dass die Taschenlampenbatterie nicht funktionsfähig bleibt?
- Erläutere, weshalb sich ein Leclanché-Element schneller erholt, wenn man es auf eine Heizung legt.
- Warum neigen ältere Batterien eher zum Auslaufen?
- Weshalb ist ein Leclanché-Element nicht durch Aufladen regenerierbar?
- Welche Reaktionen würden an den Elektroden ablaufen?

Versuchsprotokoll

**Weiterführende
Aufgabe**

Informiere Dich über andere Batterietypen sowie über wiederaufladbare Systeme. Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit sich Redoxsysteme zum Wiederaufladen eignen?

B Mittelstufe

Blei-Akkumulator – Wieder verwenden statt wegwerfen

- Material und Chemikalien**
- Becherglas (250 mL)
 - Kabel
 - Krokodilklemmen
 - Gleichstromquelle (4 V Gleichstrom)
 - Spannungsmessgerät
 - Glühlampe

 - 2 Bleibleche
 - ca.150 mL Schwefelsäure (w = 20 %)

*Sicherheits-
hinweise*



Blei: H360Df-332-302-373-410; P201-273-308+313
Schwefelsäure: H314-290; P280-301+330+331-309-310-305+351+338

- Durchführung**
1. Stelle die zwei Bleibleche in Schwefelsäure und prüfe, ob zwischen ihnen eine Spannung besteht.
 2. Schließe das eine Blech an den Minus- und das zweite an den Plus-Pol der Gleichspannungsquelle an. Elektrolysiere ca. zwei Minuten. Achte dabei auf Farbänderungen an den Blechen.
 3. Entferne die Stromquelle und messe erneut die Spannung zwischen den Blechen.
 4. Schließe eine Glühlampe (Verbraucher) an.
 5. Wiederhole die Punkte 2 und 3.

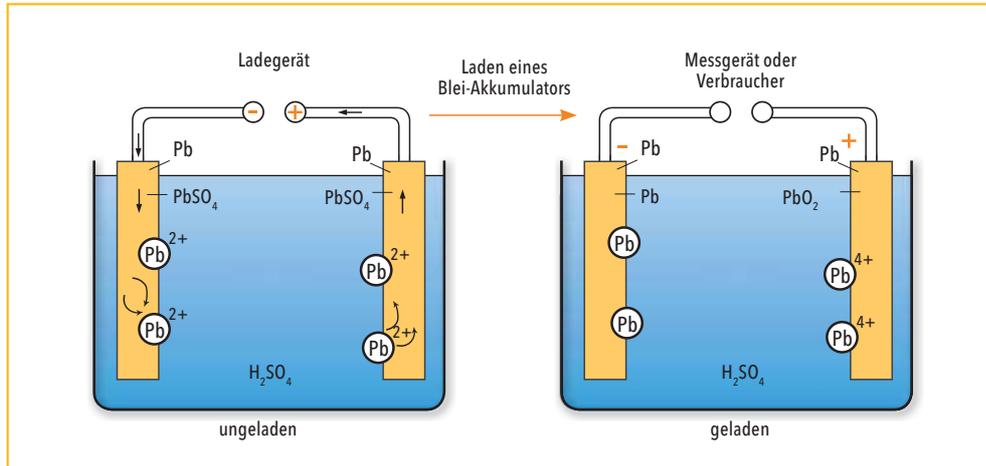
- Aufgaben zur Auswertung**
- Führe das oben beschriebene Experiment durch und fertige ein Versuchsprotokoll an. Berücksichtige die nachfolgende Abbildung bei der Deutung Deiner Beobachtungen.

 - Formuliere die Redoxgleichungen für den Lade- und Entladevorgang.

Versuchsprotokoll

B Mittelstufe

Hinweis



B Mittelstufe

Recycling von Akkusrott

- Material und Chemikalien**
- Becherglas (250 mL)
 - Magnetrührer mit Rührkern
 - 2 Kohleelektroden
 - Glasstab
 - Amperemeter
 - Gleichstromquelle

 - 40 g Rohrzucker
 - 28 g Natriumhydroxid

 - 20 g Akkusrott
 - oder 6 g Blei(II)sulfat
 - 4 g Blei(IV)oxid

**Sicherheits-
hinweise**



*Blei; Bleisulfat; Blei(IV)oxid: H360Df-332-302-373-410; P201-273-308+313
Natriumhydroxid: H314-290; P280-301+330+331-309+310-305+351+338*

- Durchführung**
- Löse in einem Becherglas in etwa 150 mL Wasser, 40 g Rohrzucker und 28 g Natriumhydroxid.
 - Gebe entweder 20 g Akkusrott oder ein Gemisch aus 6 g Blei(II)sulfat und 4 g Blei(IV)oxid hinzu und erwärme unter Umrühren solange zum Sieden (Magnetrührer bzw. Siedesteine!), bis eine rotbraune, klare Lösung entstanden ist. Lasse diese abkühlen.
 - Tauche die zwei Kohleelektroden und zwischen den Elektroden einen Glasstab ein. Verbinde die Elektroden über ein Amperemeter mit den Polen der Gleichstromquelle und elektrolysiere bei etwa 500 mA.

- Aufgaben zur Auswertung**
- Führe das beschriebene Experiment durch und fertige ein Versuchsprotokoll an.
 - Gebe an, welche Reaktion an der Kathode abläuft.

Versuchsprotokoll

C Oberstufe

Nickel/Metallhydrid-Akku(mulator)

- Material und Chemikalien**
- Becherglas 50 mL
 - Stromquelle
 - Universalmessgerät
 - 2 Kabel
 - Krokodilklemme

 - Nickelnetz
 - Platinelektrode
 - Kalilauge $c = 5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

*Sicherheits-
hinweise*



Kalilauge: H314-302-290; P280-301+330+331-305+351+338-309+310

- !** *Nickel kann Allergien auslösen und ist deshalb nur mit Handschuhen zu handhaben!
Da eine Kontamination mit Nickel-Ionen nicht auszuschließen ist, sollte die Kalilauge nach dem Versuch im Gefäß für anorganische schwermetallsalzhaltige Abfälle entsorgt werden.*

- Durchführung**
- Die Elektroden werden in ein Becherglas mit 25 mL Kalilauge gestellt. Dabei sollte die Nickelelektrode wegen möglicher Kontaktallergien nicht mit der Hand angefasst werden.
 - Es wird ca. zwei Minuten bei 2 V elektrolysiert, dabei wird das Nickelnetz als Anode (+ Pol) und die Platinelektrode als Kathode (– Pol) geschaltet.
 - Die Kabel werden von der Spannungsquelle getrennt und mit dem Universalmessgerät (Messbereich: 2 V =) verbunden.
 - Es wird eine Entladekurve aufgenommen (Spannung gegen Zeit, Intervalle: zu Beginn 30 s, später 5 min)

- Aufgaben zur Auswertung**
- Führen Sie das beschriebene Experiment durch und fertigen Sie ein Versuchsprotokoll an. Verwenden Sie zur Deutung der Beobachtungen die untenstehenden Informationen.
 - Welche Reaktion würde anodisch ablaufen, wenn Sie mit einer höheren Spannung als mit $U = 2 \text{ V}$ elektrolysieren würden? Warum läuft diese Reaktion bei der gewählten Spannung nicht ab?

Versuchsprotokoll

C Oberstufe

Hinweis

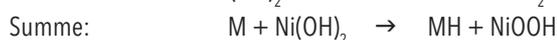
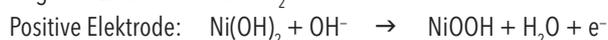
Vereinfachte elektrochemische Reaktionsgleichungen

(Die Gleichungen beziehen sich auf den Ladevorgang, der Entladevorgang entspricht der Rückreaktion.)

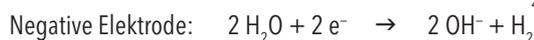
M = Wasserstoff speichernde Legierung,

 (z. B. Typ AB5: $MmNi_{3,5}Co_{0,7}Mn_{0,4}Al_{0,3}$; Typ AB2: $V_{15}Ti_{15}Zr_{20}Ni_{28}Cr_5Co_5Fe_6Mn_4$)

Mm = Lanthanreiches Mischmetall mit 50 % Lanthan, 30 % Cer und 14 % Neodym.



Überladung



Technische Daten

Zellspannung:

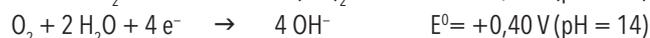
Nennspannung: 1,2 V

Leerlauf: 1,4 V

Arbeitsspannung: 1,25 bis 1,10 V

Entladeschluss: 1,0 V

Normalpotenziale


 Weiterführende
 Aufgabe

In vielen Bereichen werden Nickel/Cadmium-Systeme heute durch Nickel/Metallhydrid-Systeme ersetzt. Recherchieren Sie die Vor- und Nachteile des Nickelmetallhydrid-Akkumulators im Vergleich zum Nickel-cadmium-Akkumulator. Betrachten Sie hierbei Aspekte der Umweltbelastung sowie technische Daten wie Lebensdauer, Selbstentladungsraten und Memory-Effekte der beiden Systeme.
