PROFESSOR ERKLÄRBÄR

Serie Chemie · Folge 15 · Advanced

CHEMIE

LEHRERINFO ZUM VIDEO

Eine elektrochemische Zelle bauen

FACH	STUFE	DAUER	VIDEO
Chemie	Gymnasium (Klasse 10–12)	11 min	youtube.com/@Erklaerbaer

01 Lernziele

Nach dem Video können die Schülerinnen und Schüler …

- eine galvanische Zelle planen, bauen und ihre Leerlaufspannung messen,
- die erwartete Spannung aus Standardpotenzialen und Nernst abschätzen und Abweichungen begründen,
- Innenwiderstand, Strom und Leistung der Zelle bestimmen,
- Zellen in Reihe schalten, bis eine LED leuchtet, und die Laufzeit mit dem Faraday-Gesetz abschätzen,
- sicher arbeiten und Reste richtig entsorgen.

02 Voraussetzungen

Advanced-Folge 13 (Redox, Spannungsreihe, Nernst, Faraday); Elektronik-Serie Folge 1 (Spannung, Strom, Reihenschaltung, Innenwiderstand, LED mit Vorwiderstand).

03 Ablauf des Videos

ZEIT	KAPITEL	INHALT UND BEISPIEL
0:00	Einstieg	Kupfer, Unterlegscheiben, Salzwasser, LED · Ident · Finale, Zellen-Baustein 12
0:41	Was du brauchst	13A und Elektronik 1
1:08	Drei Baupläne	Daniell (Schullabor) · Volta-Säule · Aluminium-Luft-Zelle (Merksatz 1)
1:56	Vorhersage	1,10 V · Nernst mit 0,10 mol/L → 1,07 V · Volta 0,7–1,0 V · Al-Luft ≈ 0,7 V
2:41	Messen	U_0 0,85 V · 240 Ω: 0,60 V, 2,5 mA → R_i 100 Ω (Merksatz 2) PAUSE-FRAGE R_i = 50 Ω

3:54	In Reihe bis zur LED	4 Zellen: 3,4 V, 400 Ω → 4 mA, 7 mW (Merksatz 3) PAUSE-FRAGE 2 oder 3 Zellen
5:04	Abweichungen erklären	Konzentrationen, Überspannung, Innenwiderstand, Gasbläschen, Selbstauflösung
5:34	Optimieren	Fläche, Abstand, Essig, frische Elektroden
6:04	Laufzeit	4 mA · 10 h = 144 C → ≈ 49 mg Zink
6:45	Sicherheit und Entsorgung	Kupfersulfat · Lithium-Zellen · Aufräumen
7:14	Rückblick	Zellen-Bausteine 4A–15A
7:57	Prüfungsfallen	drei Fallen (siehe 04)
8:28	Zusammenfassung	fünf Kernaussagen
8:54	Quiz	4 Fragen · Endkarte: zum Kanal

04 Prüfungsfallen

- Multimeter im Strom-Modus parallel anschliessen – Strom immer in Reihe messen (Elektronik-Serie).
- „Die Theorie-Spannung muss exakt herauskommen“ – die Abweichungen sind die eigentliche Erkenntnis.
- „Mehr Zellen parallel → mehr Spannung“ – in Reihe addieren sich die Spannungen, parallel nur die Ströme.

05 Einsatz im Unterricht

Praktikum: Gruppen bauen je eine Volta-Säule; Leerlaufspannung, Lastspannung und Innenwiderstand protokollieren.

Wettbewerb: Welche Gruppe bringt die LED mit den wenigsten Zellen zum Leuchten? Nur eine Variable pro Durchgang ändern.

Schullabor: Daniell-Element mit Filterpapier-Salzbrücke; Konzentration variieren und mit Nernst vergleichen.

Auswertung: Messwerte mit den Projektwerten im Video vergleichen und Abweichungen begründen.

Sicherheit: Kupfersulfat ist gesundheitsschädlich und umweltgefährlich – Schutzbrille, Handschuhe, Reste als Schwermetall-Abfall. Lithium-Zellen nie öffnen; keine Säure aus Autobatterien. Strommessung nur in Reihe.

06 Quellen

- Standardpotenziale: Zn −0,76 V, Cu +0,34 V; O_2/OH^- +0,40 V (CRC Handbook)
- Projektwerte ($U_0 \approx 0{,}85$ V, $R_i \approx 100$ Ω, Al-Luft ≈ 0,7 V) sind Lernwerte aus dem Serienplan – beim Bau messen und ersetzen
- Faraday-Konstante F = 96 485 C/mol; M(Zn) = 65,4 g/mol
- rote LED: Durchlassspannung ≈ 1,8 V (Herstellerangaben)

NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

Eine elektrochemische Zelle bauen

1 Merksätze ergänzen ●○○

Eine Zelle braucht zwei verschiedene _____, einen _____ und einen geschlossenen Kreis.

Die _____ zeigt die Chemie, die Spannung unter Last auch den _____ .

In _____ addieren sich die Spannungen.

2 Vorhersage ●●○

Daniell-Element mit $c(Cu^{2+}) = 0{,}010$ mol/L und $c(Zn^{2+}) = 1{,}0$ mol/L. Berechne die erwartete Zellspannung.

3 Innenwiderstand ●●○

Eine Zelle hat $U_0 = 0{,}80$ V. Mit 200 Ω Last misst du 0,50 V. Berechne Strom, Innenwiderstand und Kurzschlussstrom.

4 In Reihe ●●●

Fünf solche Zellen ($U_0 = 0{,}80$ V, $R_i = 120$ Ω) in Reihe treiben eine rote LED (1,8 V). Berechne den Strom und die Leistung der LED.

5 Laufzeit ●●○

Wie viel Zink löst sich pro Zelle, wenn 3 mA während 24 h fliessen ($M(Zn) = 65{,}4$ g/mol)?

6 Abweichungen ●●○

Deine Volta-Zelle liefert nur 0,6 V statt der erwarteten 0,85 V. Nenne drei mögliche Gründe und je eine Verbesserung.

---

7 Quiz aus dem Video – kreuze an ●○○

a) Oxidation ☐ am Kupfer ☐ am Zink

b) weniger als 1,10 V ☐ Multimeter falsch ☐ Konzentration, Überspannung, R_i

c) mehr Spannung ☐ parallel ☐ in Reihe

d) Salzbrücke ☐ leitet Elektronen ☐ leitet Ionen

Lösungen

1 Merksätze

Elektroden · Elektrolyten · Leerlaufspannung · Innenwiderstand · Reihe

2 Vorhersage

$E(Cu) = 0{,}34\ V + 0{,}0295\ V \cdot \lg 0{,}010 = 0{,}34 - 0{,}059 = 0{,}28\ V \rightarrow \Delta E = 0{,}28 - (-0{,}76) = 1{,}04\ V$

3 Innenwiderstand

$I = 0{,}50\ V : 200\ \Omega = 2{,}5\ mA$; $R_i = (0{,}80 - 0{,}50)\ V : 2{,}5\ mA = 120\ \Omega$; Kurzschlussstrom $= 0{,}80\ V : 120\ \Omega \approx 6{,}7\ mA$

4 In Reihe

$U_0 = 5 \cdot 0{,}80\ V = 4{,}0\ V$; $R_i = 5 \cdot 120\ \Omega = 600\ \Omega \rightarrow I = (4{,}0 - 1{,}8)\ V : 600\ \Omega \approx 3{,}7\ mA$; $P(LED) = 1{,}8\ V \cdot 3{,}7\ mA \approx 6{,}6\ mW$

5 Laufzeit

$Q = 0{,}003\ A \cdot 86\,400\ s = 259\ C \rightarrow n(e^-) = 2{,}69 \cdot 10^{-3}\ mol \rightarrow n(Zn) = 1{,}34 \cdot 10^{-3}\ mol \rightarrow m \approx 88\ mg$

6 Abweichungen

Zu kleine Fläche → grössere Elektroden; trockene oder dicke Pappe (hoher R_i) → frisch tränken, dünner; Oxidschicht auf den Metallen → blank schleifen; Gasbläschen → Elektroden kurz abklopfen; Salzwasser → Essig probieren.

7 Quiz

a) am Zink b) Konzentration, Überspannung, R_i c) in Reihe d) leitet Ionen