

Protokoll 17

Versuch zur Bestimmung des Einflusses des jeweiligen Kations des Caprylsalzes auf die Stromausbeute und Stoffausbeute bei einer Laufzeit von 1 h und einer Stromdichte von 100 mA/cm^2

Paula Kaltwasser, Albert-V. Meyer, Joshua Schraud

Dienstag, den 27.05.2025
12. Klasse – Spezialschulteil am ASG Erfurt

Hypothese

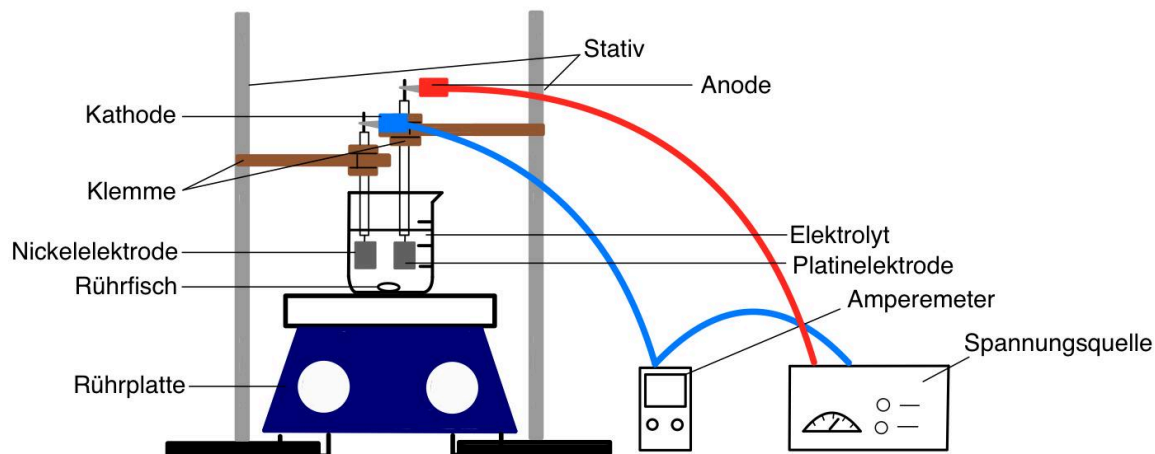
Vermutlich werden die Ausbeute und die Stromdichte der Elektrolyse bei gleicher Laufzeit und Stromdichte unter Verwendung des Kaliumsalzes der Caprylsäure besser sein, als bei der Verwendung des Natriumsalzes der Caprylsäure.

Geräte und Chemikalien

Geräte: Becherglas, Feinwaage, Rührplatte mit Magnetrührer, 2 Stative, 2 Klemmen, 2 Muffen, Spannungsquelle, Amperemeter, 2 Krokodilklemmen, 3 Stromkabel, Platinelektrode, Nickelelektrode

Chemikalien: 14,42 g Caprylsäure, 2,81 g Kaliumhydroxid, 2 g Natriumhydroxid, 100 ml destilliertes Wasser

Versuchsaufbau



Durchführung

- Zunächst werden 7,21 g Caprylsäure und 2,81 g Kaliumhydroxid mit der Feinwaage abgewogen und in das Becherglas gegeben.
- Anschließend werden 50 ml destilliertes Wasser hinzugegeben und das Gemisch wird mit Hilfe eines Magnetrührers gerührt, bis eine homogene Lösung entstanden ist.
- Die Elektroden werden mittels Stativen, Klemmen und Muffen befestigt, sodass sich diese vollständig innerhalb der Lösung befinden.
- An die Elektroden wird nun eine Spannung angelegt, sodass die Stromstärke 0,97 Ampere beträgt, und die Elektrolyse wird für 60 Minuten durchgeführt. Mit einer Elektrodenoberfläche von $9,68 \text{ cm}^2$ ergibt sich so eine Stromdichte von 100 mA/cm^2 .
- Abschließend wird die entstandene organische Phase (aus Tetradecan) mittels eines Scheidetrichters abgetrennt und gewogen.
- Die ersten fünf Schritte werden anschließend mit gleicher Stromstärke wiederholt. Jedoch wird das Elektrolyt bei dem zweiten Durchlauf wie folgt angemischt: Zunächst werden 7,21 g Caprylsäure und 2 g Natriumhydroxid mit der Feinwaage abgewogen und in das Becherglas gegeben. Anschließend werden 50 ml destilliertes Wasser hinzugegeben und das Gemisch wird mit Hilfe eines Magnetrührers gerührt, bis eine homogene Lösung entstanden ist.

Messdaten:

- Kaliumcaprylat, Stromstärke: $I = 0,97 \text{ A}$ – Masse der organischen Phase: 2,19 g
- Natriumcaprylat, Stromstärke: $I = 0,97 \text{ A}$ – Masse der organischen Phase: 2,00 g

Auswertung

Die Ausbeute lässt sich durch das Verhältnis der Stoffmenge bzw. Masse des entstandenen Produkts zur theoretisch möglichen Stoffmenge bzw. Masse des Produkts berechnen:

$$\omega = \frac{n(\text{Produkt, real})}{n(\text{Produkt, theoretisch})} \cdot 100\%$$

Die theoretisch möglichen Massen betragen:

$$\text{a) } m(\text{Tetradecan}) = n(\text{Tetradecan}) \cdot M(\text{Tetradecan}) = 0,025 \text{ mol} \cdot 198,39 \text{ g/mol} \approx 4,96 \text{ g}$$

Die Formel zur Berechnung der Stromdichte lässt sich folgendermaßen herleiten:

$$\eta = \frac{Q_{\text{nutz}}}{Q_{\text{zu}}} \cdot 100\%$$

$$Q = I \cdot t = F \cdot n \cdot z$$

$$Q_{\text{nutz}} = \frac{\eta \cdot Q_{\text{zu}}}{100\%} = \frac{\eta \cdot I_{\text{zu}} \cdot t}{100\%} = F \cdot n \cdot z$$

$$\eta = \frac{F \cdot n \cdot z}{I_{\text{zu}} \cdot t} \cdot 100\%$$

Somit ergeben sich für die verschiedenen Konzentrationen folgende Stoff- und Stromausbeute:

a) Kaliumcaprylat

$$\omega = 44,20 \%$$

$$\eta = 61,00 \%$$

b) Natriumcaprylat

$$\omega = 20,16 \%$$

$$\eta = 40,32 \%$$

Messfehler

Zufällige Fehler:

- Verunreinigung an den Geräten (z. B. Elektroden, Bechergläser)
- ungenaues Ablesen der Spannung an der Spannungsquelle

Systematische Fehler:

- Fertigungstoleranz der Feinwaage

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Sowohl Stoff- als auch Stromausbeute waren wie vermutet beim Ansatz mit Kaliumcaprylat höher. Ursächlich hierfür dürfte eine verbesserte Leitfähigkeit der Lösung sein. So sind Kaliumionen durch ihre, im Vergleich zu den Natriumionen, kleinere Hydrathülle besser leitfähig, sodass vermutlich eine geringere Überspannung angefallen ist. Folglich dürfte die Kolbekupplung häufiger als die Wasserzersetzungsreaktion an der Anode stattgefunden haben wodurch sich mehr Tetradecan gebildet hat.