

Eine Oszillierende Reaktion

Geräte:

vier 200 ml Bechergläser, ein 50 ml Becherglas, Glasstab, regelbarer Heizrührer, Waage, 100 ml Messzylinder, 10 ml Messzylinder, 1000 ml Messkolben

Chemikalien:

Achtung: kein Leitungswasser verwenden, Cl^- stört empfindlich!

Lösung I: 4 m H_2O_2

41 ml 30 % ige H_2O_2 werden mit dest. Wasser auf 100 ml aufgefüllt.

Lösung II: 0,2 m KIO_3 in 0,075 m H_2SO_4

Unter Rühren und Erwärmen werden 4,3 g KIO_3 in 80 ml 0,075 m H_2SO_4 (4,3 ml konz H_2SO_4 mit dest Wasser zu 1000 ml auffüllen) gelöst. Wenn alles gelöst ist, wird mit 0,075 H_2SO_4 zu 100 ml aufgefüllt.

Lösung III: 0,15 m Malonsäure und 0,02 m MnSO_4 mit Stärke

1,6 g Malonsäure $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$, 0,34 g Mangansulfat-Hydrat $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ und 5 ml Stärkelösung (4 g Amylose in 50 ml dest Wasser kalt einrühren, bis keine Klumpen mehr vorhanden sind und dann kurz aufkochen, bis die Lösung klar ist) werden in 80 ml dest. Wasser gelöst und auf 100 ml aufgefüllt.

Durchführung und Beobachtung Version A

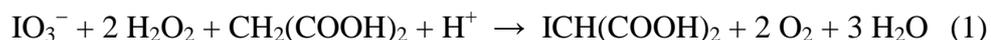
50 ml Lösung I und 50 ml Lösung II werden in das vierte Becherglas gegeben und so stark gerührt, dass sich ein großer Strudel ausbildet. Dann werden 50 ml der Lösung III dazu gegeben. Die Lösung enthält dann 0,05 m Malonsäure, 0,0067 m Mn^{2+} , 0,067 m IO_3^- , 1,3 m H_2O_2 und 0,025 m H_2SO_4 . Die ursprünglich farblose Lösung verfärbt sich gelblich und dann plötzlich blau-schwarz. Die blau-schwarze Farbe entfärbt sich allmählich und der Zyklus wiederholt sich bei 25 °C mit einer Periodendauer von 15 Sekunden, die sich langsam verlängert, bis nach einigen Minuten die blau-schwarze Farbe bestehen bleibt.

Durchführung und Beobachtung Version B

Man lässt die restliche Lösung II langsam an der Innenwand in Lösung I laufen, so dass die Durchmischung minimal ist. Auf die gleiche Art wird Lösung III hinzu gegeben. Es bilden sich gelbe Bereiche, die sich blau-schwarz verfärben und langsam durch die Lösung wandern.

Erklärung

In der Summe werden die folgenden Teilchen umgesetzt:



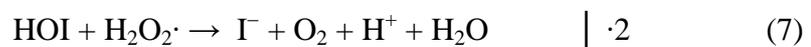
Die Umsetzung lässt sich zunächst in die drei folgenden Schritte aufteilen:



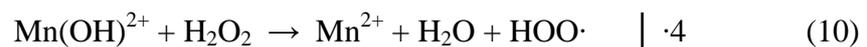
Die Oszillation kommt dadurch zustande, dass Reaktion (2) abwechselnd

- bei **hohen Γ -Konzentrationen** (**Blaufärbung** durch $\Gamma + I_2 + \text{Stärke} \rightleftharpoons I_3^-$ -Stärke-Komplex) über den **langsamen ionischen Weg** (5) – (7) und
- bei **geringen Γ -Konzentrationen** (**Gelbfärbung** durch I_2) über den **schnellen radikalischen Weg** (8) – (12) verläuft.

Der langsame ionische Weg benötigt Γ und ist langsamer als Schritt (3). Der schnellere Schritt (3) entzieht allmählich das in (6) gebildete und in (7) wieder benötigte Zwischenprodukt HOI und bremst dadurch den ionischen Weg soweit ab, bis schlagartig die schnelle radikalische Konkurrenzreaktion (8) – (12) einsetzt.



Der schnelle radikalische Weg benötigt keine Γ -Ionen und ist schneller als Schritt (3). Da für jedes in (8) verbrauchte HIO_2 in (9) zwei neue produziert werden, nimmt die Geschwindigkeit zunächst exponentiell zu. Da in (12) aber weiteres HIO_2 verbraucht wird, stellt sich schließlich eine konstante Geschwindigkeit ein, bei der nicht alles IO_3^- verbraucht wird. In (12) wird außerdem HOI produziert, das über (7) in Γ umgesetzt wird, welches wiederum die konkurrierende ionische Reaktion (5) – (7) wieder anlaufen lässt.



Geschichte

Die Vorschrift wurde 1972 von Thomas S. **Briggs** und Warren C. **Rauscher** von der **Galileo High School** in San Francisco entwickelt. Sie basiert auf der ersten Beschreibung einer oszillierenden Reaktion von W. C. **Bray** aus dem Jahre 1921. Bray beobachtete, dass die O_2 -Entwicklung beim Zerfall von H_2O_2 mit Kaliumiodat in verdünnter Schwefelsäure periodisch ab- und zunimmt. Diese Entdeckung wurde lange nicht ernst genommen, bis B. P. **Belousov** 1958 zufällig eine wesentlich auffälliger (weil mit Farbänderungen verbundene) oszillierende Reaktion entdeckte. Sie tritt beim Zerfall von Cer-IV-sulfat mit Kaliumbromat und Zitronensäure in verdünnter Schwefelsäure auf. Briggs und Rauscher kombinierten Elemente dieser beiden Reaktionen und fügten die Stärkelösung als Indikator für die schwankende Γ -Konzentration hinzu. Bis heute sind keine weiteren oszillierenden Reaktionen bekannt!