

Praktikum 7 – Geschwindigkeitsgesetze

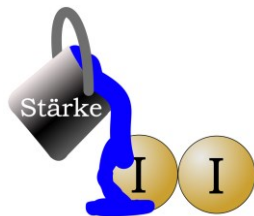
Das Ziel dieses Praktikumsversuchs ist es, das Geschwindigkeitsgesetz einer Reaktion mithilfe von geeigneten Versuchsreihen zu bestimmen und somit die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration der verschiedenen Reaktionspartner zu überprüfen.

Vorversuch

Gib etwa 2 cm Kaliumiodidlösung in ein Reagenzglas und gib anschließend ein paar Tropfen Salzsäure 1M hinzu. Gib anschließend etwa 2-3 mL einer Wasserstoffperoxid-Lösung hinzu.

Beobachtungen und Schlussfolgerung

Gib etwas Stärkelösung zu dem Gemisch hinzu.



Beobachtung und Erklärung

Reaktionsgleichung

Ox:

Red:

Redox:

(Gleichung 1)



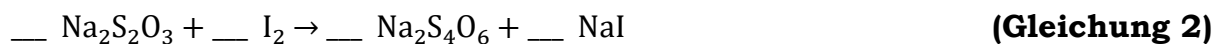
Die Geschwindigkeit (bzw. das Geschwindigkeitsgesetz) dieser Redoxreaktion wollen wir bei diesem Versuch bestimmen!

Geschwindigkeitsgesetze **können ausschließlich experimentell** und niemals einfach anhand der Reaktionsgleichung bestimmt werden! Daher müssen in diesem Praktikumsversuch **zwei Messreihen** durchgeführt werden:

Messreihe A	$c(\text{H}_2\text{O}_2)$ wird verändert	$c(\text{I}^-)$ bleibt konstant	$\nu = ?$
--------------------	--	---------------------------------	-----------

Messreihe B	$c(\text{H}_2\text{O}_2)$ bleibt konstant	$c(\text{I}^-)$ wird verändert	$\nu = ?$
--------------------	---	--------------------------------	-----------

Zur Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit müssen wir beobachten, wie viel Iod (I_2) nach einer gewissen Zeit gebildet wurde. Da der Vergleich unterschiedlicher Farbtöne allerdings sehr schwierig ist, behelfen wir uns mit einem Trick: wir geben eine genau abgemessene Menge Natriumthiosulfat zu dem Reaktionsgemisch hinzu. Dieses reagiert mit dem entstehenden Iod zu einer farblosen Lösung:



Die Farbe schlägt also erst um, nachdem das gesamte Natriumthiosulfat verbraucht wurde. Wurde der Lösung zuvor Stärke zugesetzt, färbt sie sich in dem Moment schlagartig schwarz.

Das Volumen der Natriumthiosulfat-Lösung (0,1M) ist bei jedem Experiment gleich (4 mL), d.h.:

Die Stoffmenge an Iod, welche in der festgestellten Zeit reagiert hat, ist also:

Das heißt also: die schwarze Farbe zeigt sich erst nachdem Iod gebildet wurden.

Wir stellen die Zeit fest bis zu diesem Umschlag. Dieses Zeitintervall wird umso größer sein, je langsamer die Reaktion ist. So können wir die **Durchschnittsgeschwindigkeit** ermitteln:

$$\bar{\nu} =$$

1. Partielle Ordnung des Wasserstoffperoxids

($c(KI)$ bleibt konstant)

Achtung: Miss die angegebenen Quantitäten genau mit einem geeigneten Messgerät ab!

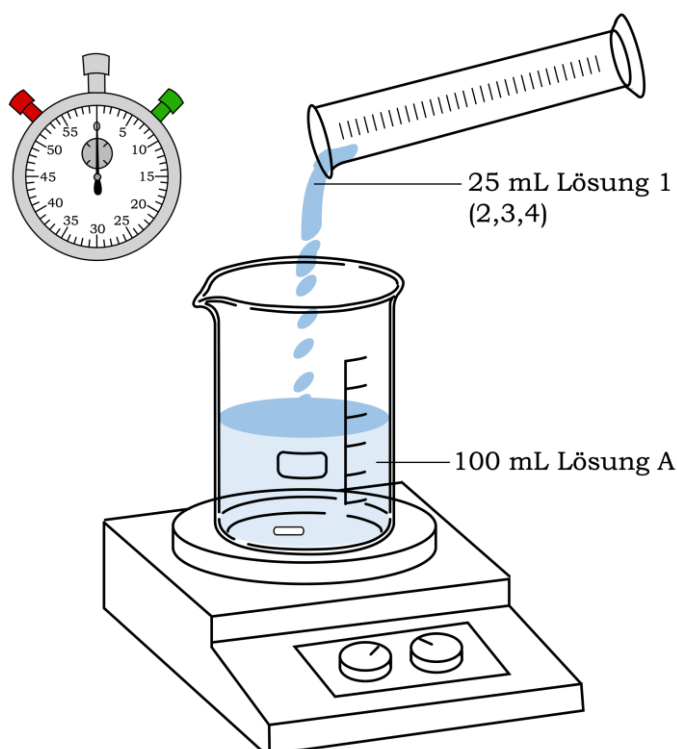
In einem 500 mL Messkolben wird die **Lösung A** (für die ganze Klasse) vorbereitet:

- ♦ Kaliumiodid 0,2M 400 mL
- ♦ Natriumthiosulfat 0,1M 20 mL
- ♦ Stärkelösung 5 mL
- ♦ Destilliertes Wasser bis 500 mL auffüllen

Vier Gruppen bereiten jeweils einen der folgenden Messzylinder (von 1 bis 4 nummeriert) vor, in welchen die folgenden Stoffe zusammengegeben werden:

Messzylinder	$V(H_2O_2)$ 0,1M	$V(HCl)$ 1M	$V(H_2O)$
1	7,5 mL	1 mL	bis 25 mL auffüllen
2	10 mL	1 mL	bis 25 mL auffüllen
3	15 mL	1 mL	bis 25 mL auffüllen
4	20 mL	1 mL	bis 25 mL auffüllen

Anschließend bereitet jede der vier Gruppen jeweils ein 250 mL Becherglas (von 1 bis 4 nummeriert) vor, welches exakt 100 mL der **Lösung A** enthält. Dieses wird auf den Magnetrührer gestellt und es wird ein Rührfisch in die Lösung gegeben. Danach wird schnell (aber ohne etwas zu verschütten!) der gesamte Inhalt des entsprechenden Messzylinders hinzugegeben und die Stoppuhr wird gestartet. Die Stoppuhr wird gestoppt, sobald die Farbe der Mischung umschlägt.



Messwerttabelle 1:

Becherglas	100 mL Lösung A		Messzylinder	Zeit
	KI 0,2M	Na ₂ S ₂ O ₃ 0,1M	H ₂ O ₂ 0,1M	
1	80 mL	4 mL	7,5 mL	
2	80 mL	4 mL	10 mL	
3	80 mL	4 mL	15 mL	
4	80 mL	4 mL	20 mL	

Berechnungen:

a) Berechnung der Konzentration des Wasserstoffperoxids

Zusammenfassung:

Versuch	$c(\text{H}_2\text{O}_2)$ (mol · L ⁻¹)	$c(\text{I}^-)$ (mol · L ⁻¹)	v (mol · L ⁻¹ · s ⁻¹)
1			
2			
3			
4			

Welcher mathematische Zusammenhang besteht zwischen v und $c(\text{H}_2\text{O}_2)$?

2. Partielle Ordnung bezüglich der Iodid-Ionen

($c(\text{H}_2\text{O}_2)$ bleibt konstant)

Achtung: Miss die angegebenen Quantitäten genau mit einem geeigneten Messgerät ab!

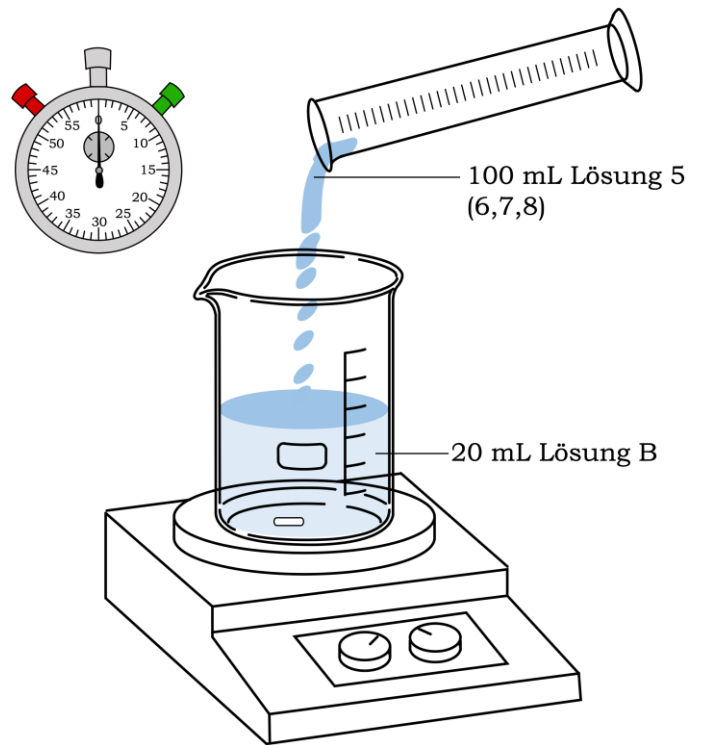
In einem 100 mL Messkolben wird die **Lösung B** (für die ganze Klasse) vorbereitet:

- ♦ Wasserstoffperoxid 0,1M 80 mL
- ♦ Salzsäure 1M 5 mL
- ♦ Destilliertes Wasser bis 100 mL auffüllen

Vier Gruppen bereiten jeweils einen der folgenden Messzylinder (von 5 bis 8 nummeriert) vor, in welchen die folgenden Stoffe zusammengegeben werden:

Messzylinder	$V(\text{KI})$ 0,2M	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ 0,1M	Stärke	$V(\text{H}_2\text{O})$
5	45 mL	4 mL	5 Tropfen	bis 100 mL auffüllen
6	60 mL	4 mL	5 Tropfen	bis 100 mL auffüllen
7	75 mL	4 mL	5 Tropfen	bis 100 mL auffüllen
8	90 mL	4 mL	5 Tropfen	bis 100 mL auffüllen

Anschließend bereitet jede der vier Gruppen jeweils ein 250 mL Becherglas (von 5 bis 8 nummeriert) vor, welches exakt 20 mL der **Lösung B** enthält. Dieses wird auf den Magnetrührer gestellt und es wird ein Rührfisch in die Lösung gegeben. Danach wird schnell (aber ohne etwas zu verschütten!) der gesamte Inhalt des entsprechenden Messzylinders hinzugegeben und die Stoppuhr wird gestartet. Die Stoppuhr wird gestoppt, sobald die Farbe der Mischung umschlägt.



Messwerttabelle 2:

Becherglas	Messzylinder (5 bis 8)		20 mL Lösung B	Zeit
	KI 0,2M	Na ₂ S ₂ O ₃ 0,1M	H ₂ O ₂ 0,1M	
5	45 mL	4 mL	16 mL	
6	60 mL	4 mL	16 mL	
7	75 mL	4 mL	16 mL	
8	90 mL	4 mL	16 mL	

Berechnungen:

a) Berechnung der Konzentration des Wasserstoffperoxids

b) Berechnung der Konzentration der Iodid-Ionen

c) Berechnung der mittleren Reaktionsgeschwindigkeit

Zusammenfassung:

Versuch	$c(\text{I}^-)$ (mol · L ⁻¹)	$c(\text{H}_2\text{O}_2)$ (mol · L ⁻¹)	ν (mol · L ⁻¹ · s ⁻¹)
5			
6			
7			
8			

Welcher mathematische Zusammenhang besteht zwischen ν und $c(\text{I}^-)$?

3. Allgemeine Schlussfolgerung:

Bemerkung: Die Reaktionsgeschwindigkeit ist unabhängig von $c(\text{H}^+)$.

Formuliere das Geschwindigkeitsgesetz.

Welches ist die Reaktionsordnung?

Die Reaktion verläuft in den folgenden Teilschritten:

1. Elementarreaktion: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{IO}^-$
2. Elementarreaktion: $\text{IO}^- + \text{I}^- + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$

Welches ist der langsamere, geschwindigkeitsbestimmende Schritt?