

Temperaturabhängigkeit der Umsatzgeschwindigkeit

Geräte:

3 Kelchgläser
3 Bechergläser (250 mL)
3 Bechergläser (100 mL)
3 Glasstäbe
Messzylinder
Dewargefäß oder Plastikschüssel
Heizrührer

Chemikalien:

Kaliumpermanganat-Lösung ($0,1 \text{ kmol m}^{-3}$)
Oxalsäure-Lösung ($0,5 \text{ kmol m}^{-3}$)
Schwefelsäure (4 kmol m^{-3})
entionisiertes Wasser
zerstoßenes Eis

Sicherheitshinweise:

Kaliumpermanganat (KMnO_4):



H272, H302, H410
P210, P273

Oxalsäure ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$):



H302 + H312
P262, P302 + P352

Schwefelsäure (H_2SO_4):



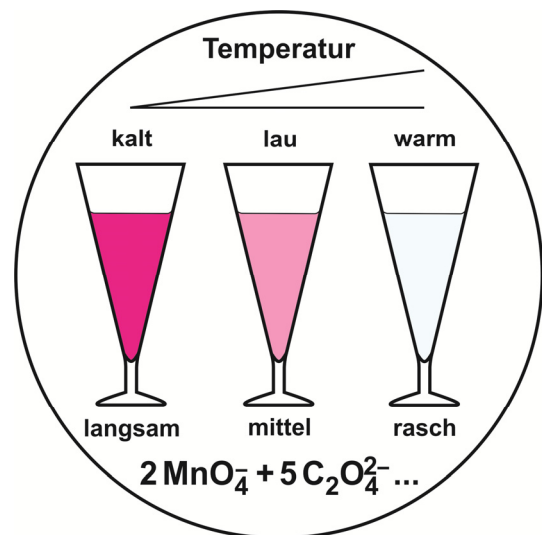
H290, H314
P301 + P330 + P331, P305 + P351 + P338

Bei der Arbeit sind Schutzbrille und Schutzhandschuhe zu tragen, da jeder Augen- und Hautkontakt mit den Substanzen zu vermeiden ist.

Versuchsdurchführung:

Vorbereitung: In jedes der drei 250 mL-Bechergläser gibt man 15 mL Oxalsäure-Lösung, 30 mL Schwefelsäure und 60 mL entionisiertes Wasser. Je 15 mL Kaliumpermanganat-Lösung werden in den drei 100 mL-Bechergläsern bereitgestellt. Ein 250 mL- und ein 100 mL-Becherglas werden im Eisbad auf ca. 0°C abgekühlt, zwei weitere Bechergläser im Wasserbad auf dem Heizrührer auf ca. 50°C erhitzt, die beiden letzten Bechergläser bei Zimmertemperatur belassen.

Durchführung: Die unterschiedlich temperierten angesäuerten Oxalsäure-Lösungen werden in die Kelchgläser gegossen. Anschließend gibt man zügig die kalte Kaliumpermanganat-Lösung, dann die zimmerwarme und schließlich die heiße zur jeweils gleich temperierten Oxalsäure-Lösung und rührt um.

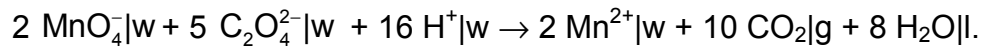


Beobachtung:

Die Lösungen entfärben sich von violett über weinrot und gelbbraun nach farblos; gleichzeitig wird eine Gasentwicklung beobachtet. Die Entfärbung tritt bei der heißen Lösung nach ca. 0,5 min, bei der zimmerwarmen nach ca. 2,5 min und bei der kalten nach ca. 15 min auf.

Erklärung:

Die violetten Permanganat-Ionen werden in schwefelsaurer Umgebung durch Oxalat-Ionen zu nahezu farblosen Mn^{2+} -Ionen reduziert, während die Oxalat-Ionen zu gasförmigem Kohlendioxid oxidiert werden:



Die Reaktionsgeschwindigkeit ist offensichtlich von der Temperatur abhängig. Je höher die Temperatur ist, umso schneller läuft normalerweise die Reaktion ab. Eine alte Faustregel (Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel, kurz RGT-Regel) besagt, dass eine Temperaturerhöhung um 10 K im Allgemeinen eine Verdopplung der Reaktionsgeschwindigkeit bewirkt (Genauer gesagt, gilt diese Regel für langsame Reaktionen mit Dauern von 1 s bis 1 a bei nicht zu hohen Temperaturen, wobei der Faktor zwischen 1,5 und 4 liegen kann.). Eine detaillierte theoretische Betrachtung erfordert die Beschreibung anhand der sog. ARRHENIUS-Gleichung des Geschwindigkeitskoeffizienten, die wiederum Ausgangspunkt für die beiden wichtigsten Theorien zur Reaktionsgeschwindigkeit war, die Stoßtheorie und die Theorie des Übergangszustandes.

Entsorgung:

Die Lösungen werden in den Behälter für Schwermetall-Abfall gefüllt.