

Experimente zum Konzept Wasserstoffisotope ^{1,2,3}H

Versuch 1: Erzeugung und Verbrennung von Wasserstoff [1]

Geräte:

- Reagenzglas
- Reagenzglasständer
- Lineal
- Brenner
- Streichhölzer

Chemikalien:

- 2 Stück Magnesiumband (ca. 3 cm lang)
- Essig

Versuchsdurchführung:

In ein Reagenzglas wird etwa 4 cm hoch Essig gefüllt. Zwei Stücke Magnesiumband werden dazugegeben. Es muss darauf geachtet werden, dass die Stücke bis in den Essig fallen und nicht an der Reagenzglaswand hängen bleiben. Das Reagenzglas wird eine Minute lang mit dem Daumen verschlossen. Dann wird die Reagenzglasöffnung an die rauschende Brennerflamme gehalten.

Beobachtungen:

- Gasentwicklung, nachdem das Magnesium in den Essig gefallen ist
- Pfeifendes Geräusch, nachdem die Öffnung des Reagenzglases an die Bunsenbrennerflamme gehalten wurde

Versuch 2: Schwimmverhalten von gefrorenem D₂O

Geräte:

- 1 Becherglas (150 mL)

Chemikalien:

- gefrorenes angefärbtes H₂O
- gefrorenes angefärbtes D₂O
- Leitungswasser 100 mL

Vorbereitungen für die Versuchsdurchführung:

D₂O und H₂O kann mit Schreibtinte (z. B. von *Pelikan*) angefärbt werden (ca. 3 Tropfen auf 100 mL D₂O/H₂O). Das angefärbte D₂O und H₂O wird einige Stunden vor der Durchführung in leere Tablettenblister eingefüllt und ins Gefrierfach gestellt.

Versuchsdurchführung:

In das Becherglas werden 100 mL Leitungswasser (Raumtemperatur) eingefüllt. Die gefrorenen D₂O- und H₂O-Tabletten werden nacheinander in das Leitungswasser gegeben.

Beobachtungen

Das gefrorene D₂O geht unter und bleibt auf dem Boden liegen. Das gefrorene H₂O schwimmt an der Wasseroberfläche.



Abbildung 1: Beobachtungen zum Schwimm- bzw. Sinkverhalten von gefrorenem D₂O und H₂O

Versuch 3: Gefriertemperatur von schwerem Wasser

Geräte:

- 2 kleine Reagenzgläser (Größe 16x100mm für D₂O und H₂O)
- Temperaturfühler oder Thermometer
- 400 mL Becherglas
- Pipetten
- Stoppuhr
- Reagenzglasständer

Chemikalien:

- Eis-Salz-Kältemischung (10 g NaCl (s) und 150 g Eis mischen)
- 4 mL flüssiges D₂O (angefärbt mit Tinte)
- 4 mL flüssiges H₂O (angefärbt mit Tinte)

Vorbereitungen für die Versuchsdurchführung:

D₂O und H₂O kann mit Schreibtinte (z. B. von Pelikan) angefärbt werden (ca. 3 Tropfen auf 100 mL D₂O/H₂O) und in kleine beschriftete (!) Präparatgläser gefüllt werden.

Versuchsdurchführung:

In ein Reagenzglas werden 4 mL gefärbtes D₂O gefüllt. Dieses Reagenzglas wird in ein großes Becherglas mit einer Eis-Salzmischung gestellt. Mittels Temperaturfühler oder Thermometer im D₂O kann der Temperaturverlauf aufgezeichnet werden. Mit dem gefrorenen H₂O wird ebenso vorgegangen.



Abbildung 2: Experimentaufbau zur Untersuchung der Gefriertemperatur von D₂O und H₂O

Hinweis:

Das gefrorene D₂O und H₂O kann wieder aufgetaut werden und erneut für den Versuch verwendet werden.

Beobachtungen:

D₂O - Anfangstemperatur: 22 °C

Tabelle 1: Temperaturverlauf von D₂O über 240 sec zur Ermittlung der Gefriertemperatur

Zeit in sec	30	60	90	120	150	180	210	240
Temperatur in °C	14,2	11,3	8,3	<u>3,9</u>	3,8	3,9	3,9	3,9

H₂O - Anfangstemperatur: 21,3 °C

Tabelle 2: Temperaturverlauf von H₂O über 240 sec zur Ermittlung der Gefriertemperatur

Zeit in sec	30	60	90	120	150	180	210	240
Temperatur in °C	7,8	4,6	0,8	<u>0,1</u>	-2,4	0,3	0,2	0,2

Das H₂O gefriert bei ca. 0 °C, wohingegen das D₂O bereits bei einer Temperatur von ca. 3,9 °C fest wird (Literaturwert nach [2]: 3,72 °C).

Versuch 4: Was ist Katalyse? (verändert nach [3])

Geräte:

- Reagenzglasständer
- 3 Reagenzgläser
- Reagenzglasklammer
- Wasserkocher
- 500 mL Becherglas mit Wasser
- Stoppuhr
- Stopfen

Chemikalien:

- 3x 5 mL Stammlösung aus Schwefelsäure (c = 1 mol/L) und Oxalsäurelösung (c = 0,1 mol/L) (Verhältnis 1:1)
- 3x 5 mL destilliertes Wasser
- 3x 2 Tropfen Kaliumpermanganatlösung (c = 0,02 mol/L)
- 4 Tropfen Katalysatorlösung (Mangan(II)-sulfatlösung (c = 0,02 mol/L))

Vorbereitungen für die Versuchsdurchführung:

Die Stammlösung sollte bereits im Vorfeld von der Lehrkraft angesetzt werden.



Abbildung 3: Versuchsaufbau zum Experiment „Was ist Katalyse?“

Gefahrenhinweise:

Beim Umgang mit heißem Wasser aus dem Wasserkocher ist besondere Vorsicht geboten.

Versuchsdurchführung:

- 1. Reagenzglas: 5 mL Stammlösung + 5 mL destilliertes Wasser + 2 Tropfen Kaliumpermanganatlösung
- 2. Reagenzglas: 5 mL Stammlösung + 5 mL destilliertes Wasser + 2 Tropfen Kaliumpermanganatlösung, dann erhitzen; das Erhitzen kann folgendermaßen erfolgen: Wasser (ca. 300-400 mL) wird im Wasserkocher zum Sieden gebracht und in ein bereitgestelltes Becherglas gegossen. In dieses wird das befüllte Reagenzglas bis zur Entfärbung gestellt.
- 3. Reagenzglas: 5 mL Stammlösung + 5 mL destilliertes Wasser + 2 Tropfen Katalysatorlösung (Mangan-Ionen) + 2 Tropfen Kaliumpermanganatlösung

Beobachtungen:

Im Reagenzglas 1 erfolgt die Entfärbung nach ca. 5 Minuten. In Reagenzglas 3 mit Katalysator (Mangan-Ionen) erfolgt die Entfärbung innerhalb von ca. 30 Sekunden. Erhitzt man die Lösung (Reagenzglas 2) beobachtet man innerhalb von ca. 10 Sekunden Entfärbung.

Hinweis für die Lehrkraft:

Es läuft folgende Reaktion ab [4]: $5 \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2 \text{MnO}_4^- + 16 \text{H}^+ \rightarrow 10 \text{CO}_2 + 2 \text{Mn}^{2+} + 8 \text{H}_2\text{O}$

Versuch 5: Welche Wirkung hat Licht auf Stoffe?

Geräte:

- 100 mL Becherglas
- Alufolie
- Pinzette
- Filterpapierstreifen

Chemikalien:

- Gemisch aus: 5 %iger Oxalsäurelösung, 5 %iger Eisen(III)-chlorid-Lösung und 5 %iger Kaliumhexacyanidoferrat(III)-Lösung (Mischung 1:1:1)

Vorbereitung:

Das Gemisch aus Oxalsäurelösung, Eisen(III)-chlorid-Lösung und Kaliumhexacyanidoferrat(III)-Lösung wird im Verhältnis 1:1:1 angesetzt. Sobald alle drei Lösungen zusammengegeben sind, muss vor Lichteinwirkung geschützt werden. Zur Aufbewahrung wird ein dunkel gefärbtes Aufbewahrungsgefäß, welches mit Alufolie umwickelt wird, und ein lichtgeschützter Lagerort empfohlen.

Versuchsdurchführung:

Ein 100 mL Becherglas wird mit Alufolie umwickelt. In dieses Becherglas wird das vorbereitete Gemisch aus Oxalsäurelösung, Eisen(III)-chlorid-Lösung und Kaliumhexacyanidoferrat(III)-Lösung gegeben. Um das Gemisch vor dem Einfluss von Licht zu schützen, wird es sofort mit Alufolie bedeckt. Anschließend werden nacheinander mithilfe einer Pinzette zwei Filterpapierstreifen in die Lösung getaucht. Ein Filterpapierstreifen wird sofort mit Alufolie umwickelt. Der andere Filterpapierstreifen wird dem Tageslicht ausgesetzt.

Nach 3 Minuten werden die Beobachtungen notiert. (Dazu wird der umwickelte Filterpapierstreifen vorsichtig aus der Alufolie entnommen.)

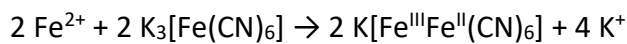
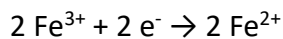
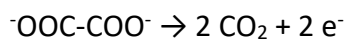
Beobachtungen:

Beide Filterpapierstreifen sehen, nachdem man sie in die Lösung getaucht hat, dunkel türkisgrün aus. Der Filterpapierstreifen, welcher in Alufolie eingewickelt wurde, hat auch nach 3 Minuten noch dieselbe Farbe. Der Streifen, welcher dem Licht ausgesetzt war, hat sich tief dunkelblau gefärbt.



Abbildung 4: Beobachtung zum Experiment zur Wirkung von Licht

Hinweis für die Lehrkraft: Der Versuch orientiert sich letztlich an den Vorgängen bei der Cyano-
typie. Es laufen folgende Reaktionen ab:



Versuch 6: Untersuchung einer photokatalytischen Reaktion (nach [5])

Geräte:

- LED-Taschenlampe
- Lampe mit grünem, rotem und blauem Licht

Chemikalien:

- In Präparategläschen:
 - EDTA – Lösung (3 mL)
 - Ethylviologenlösung (3 mL)
 - Proflavinlösung (3 mL)

Vorbereitungen für die Versuchsdurchführung:

In ein Präparategläschen werden im Vorfeld 3 mL EDTA – Lösung ($c = 0,0049 \text{ mol/L}$), 3 mL Ethylviologenlösung ($0,003 \text{ mol/L}$) und 3 mL Proflavinlösung ($0,000045 \text{ mol/L}$) eingefüllt und miteinander vermischt.

Versuchsdurchführung:

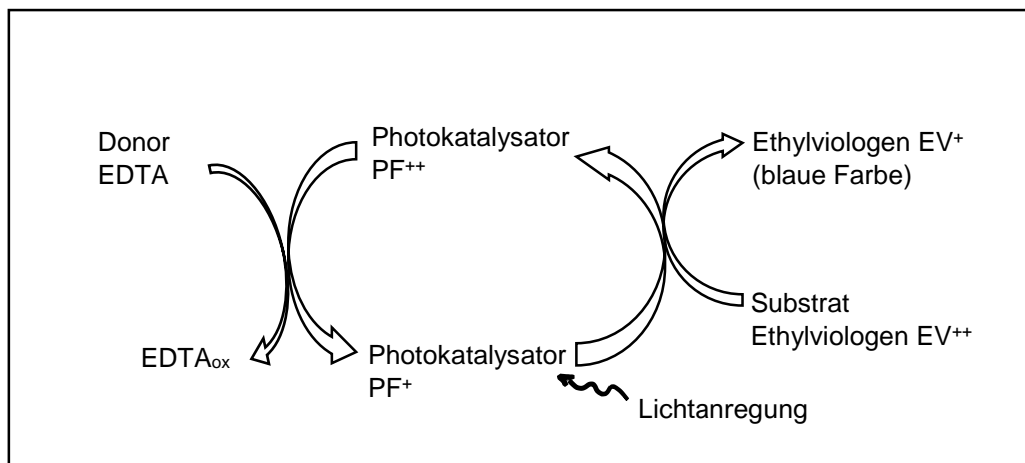
Das Präparategläschen mit den drei Lösungen wird nacheinander auf die unterschiedlichen Lichter (rot, grün und blau) und die LED-Taschenlampe gestellt. Es wird jeweils eine Minute gewartet und das Gläschen bei einer Farbveränderung, bevor es auf das nächste Licht gestellt wird, geschüttelt.

Beobachtungen

Tabelle 3: Beobachtungen zu eventuellen Farbveränderungen bei unterschiedlichem Licht (weiß, blau, grün, rot)

Licht	Beobachtung (nach einer Minute)
Grünes Licht	Keine Änderung (Lösung bleibt gelb)
Rotes Licht	Keine Änderung (Lösung bleibt gelb)
Blaues Licht	Lösung färbt sich blau
Weißes Licht	Lösung färbt sich blau

Hinweise für die Lehrkraft: Der theoretische Hintergrund des Experiments ist im folgenden Schema dargestellt. Es enthält Informationen aus [5].



Literatur

- [1] Heimann, R.; Venediger, B. (2019): Chemie³. Ein aktivierendes Unterrichtskonzept mit Bezug zur Natur. Band 3: Lernbereiche Salze und Säuren. Münster: Schöningh Verlag.
- [2] <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/schweres-wasser/13011> zuletzt abgerufen am 13.03.2023 um 11:27 Uhr.
- [3] Dehnert, K. et. al (2019): Chemie heute. (Arbeitsheft Sachsen, Gymnasium 12. Klasse). Braunschweig: Westermann; S. 8.
- [4] Dehnert, K. et. al (2019). Chemie heute. (Lösungsheft Sachsen, Gymnasium 11. und 12. Klasse). Braunschweig: Westermann.
- [5] Tausch, M. (2019): Chemie mit Licht: Innovative Didaktik für Studium und Unterricht. Berlin: Springer Spektrum, S. 97, S. 146-149, S. 220-224. Internetportal zum Buch: <https://chemiemitlicht.uni-wuppertal.de/de/>