

# Eigenschaften des Schwefels



Die Schüler und Studenten untersuchen verschiedene Eigenschaften des Schwefels.

Natur & Technik

Stoffe im Alltag



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/6005a2b3af145200034372b9>



## Allgemeine Informationen

### Anwendung



Versuchsaufbau

In diesem Versuch werden die Eigenschaften des Schwefels untersucht. Dazu wird im ersten Versuchsteil (Monokliner und Rhombischer Schwefel) der Schwefel bis zur Schmelze erhitzt, und man beobachtet während der Abkühlung den Habitus der entstehenden Kristalle. Im zweiten Versuchsteil (Auskristallisation rhombischer Kristalle aus einer Schwefellösung) wird Schwefel in Schwefelkohlenstoff gelöst und man beobachtet anschließend die Auskristallisation des Schwefels beim Verdampfen des Lösungsmittels.

Im dritten Versuchsteil (Verhalten der Schmelze bei weiterer Erwärmung und bei plötzlicher Abkühlung) beobachtet man die Stoffeigenschaften des entstehenden amorphen Schwefels.

## Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler und Studenten sollten bereits die Eigenschaften und Besonderheiten des Schwefels im Unterricht behandelt haben.

### Prinzip



Über Temperaturveränderungen werden verschiedene Eigenschaften des Schwefels sichtbar gemacht.

## Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler und Studenten untersuchen verschiedene Eigenschaften des Schwefels.

### Aufgaben



Die Schüler und Studenten erhitzen Schwefel, lösen Schwefel und erhitzen Schwefel, um ihn plötzlich abzukühlen und beobachten die Reaktionen.

## Sicherheitshinweise

PHYWE



- Handschuhe und Schutzbrille tragen!
- Schwefelkohlenstoff ist eine leichtflüchtige, hochentzündliche und giftige Flüssigkeit. Sie reizt Haut, Augen und Atemwege und wird über die Haut resorbiert. Wirkt hauptsächlich als Nervengift.
- Arbeiten mit Schwefelkohlenstoff (= Kohlenstoffdisulfid) sind unbedingt unter einem Abzug durchzuführen! Jeder Hautkontakt sollte vermieden werden (Schutzhandschuhe tragen).
- Beachten Sie für die H- und P-Sätze bitte die zugehörigen Sicherheitsdatenblätter.
- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

## Theorie

PHYWE

In diesem Versuch werden die verschiedenen Eigenschaften von Schwefel bei Erhitzung und Abkühlung betrachtet. Dabei liegt der Schwerpunkt auf dem rhombischen (alpha-Schwefel), dem monoklinen (beta-Schwefel) und dem amorphen Schwefel.

Während der rhombische Schwefel eine bei Zimmertemperatur beständige Form des Schwefels darstellt, ist der monokline Schwefel nur im Bereich von 95,6°C bis 119,0°C in seiner typischen, kristallinen Form aus nadelartigen Kristallen anwesend.

Der amorphe Schwefel hingegen ist der langkettige Zustand des Schwefels, welcher durch eine plötzliche abgekühlte Schwefelschmelze zustande kommt, bei der die langen Fadenmoleküle keine Zeit hatten, wieder kürzere Moleküle zu bilden.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Bunsenstativ, 210 x 130 mm, h = 750 mm	37694-00	1
2	Doppelmuffe, Kreuzklemme	37697-00	1
3	Stativklemme, Spannweite 80 mm mit Stellschraube	37715-01	1
4	Becherglas, Boro, hohe Form, 150 ml	46032-00	1
5	Becherglas, Boro, hohe Form, 600 ml	46029-00	1
6	Reagenzglas, Duran®, d = 30 mm, l = 200 mm, SB 29	36294-00	1
7	Reagenzglas, d = 16 mm, l = 160 mm, 100 Stück	37656-10	1
8	Petrischale, Glas, d = 100 mm	64705-00	1
9	Laborthermometer, -10...+150°C, l=240mm, Tauchschaft 50mm	38058-00	1
10	Teclubrenner mit Nadelventil, für Erdgas, DIN-Ausführung	32171-05	1
11	Sicherheits-Gasschlauch, DVGW , lfd. Meter	39281-10	1
12	Anzünder für Erd- und Flüssiggas	38874-00	1
13	Schlauchschelle für d = 12-20 mm, 1 Stück	40995-00	2
14	Löffelspatel, Stahl, l = 150 mm	33398-00	1
15	Handschuhe, Gummi, Größe L, Paar	39324-00	1
16	Schwefel, Stücke, 500 g	30277-50	1

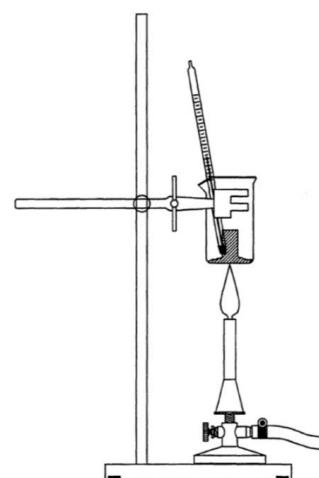


# Aufbau und Durchführung

## Aufbau und Durchführung (1/4)

### Versuch 1: Monokliner und Rhombischer Schwefel

- Nach der Abbildung rechts wird ein kleines Becherglas (150 ml, hohe Form) in einer Universalklemme am Stativ befestigt.
- In das Becherglas gibt man ein größeres Stück Schwefel und bringt dieses mit einer mittelgroßen Gasflamme langsam zum Schmelzen.
- Mit Hilfe eines Thermometers (-10...+150 °C), das man gleichzeitig als Rührstab benutzt, beobachtet man die Temperatur während des Schmelzvorganges. Sie soll möglichst nicht über 130°C hinausgehen, sodass die Schmelze hellorange-gelb bleibt.



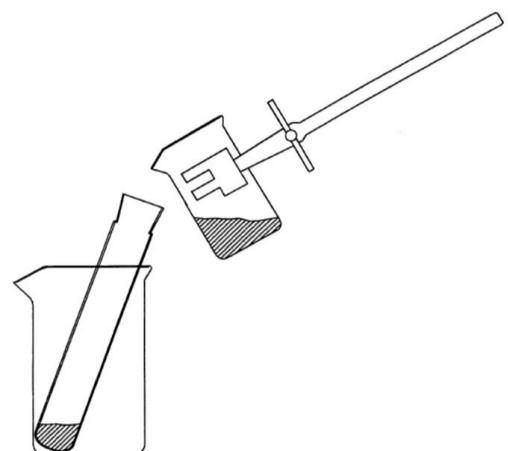
Versuchsaufbau

## Aufbau und Durchführung (2/4)

PHYWE

### Versuch 1: Monokliner und Rhombischer Schwefel (2/2)

- Ist der Schwefel geschmolzen, hört man mit dem Erhitzen auf und beobachtet dann die Schmelze während der sofort einsetzenden Abkühlung.
- Sobald die Temperatur in die Nähe der Schmelztemperatur (119 °C) kommt, beginnen vom Becherglasboden, von den Seitenwänden und von der Oberfläche her Kristalle in die Schmelze hineinzuwachsen.
- Sind die Kristalle etwa 10 bis 20 mm lang geworden, gießt man rasch den noch flüssigen Anteil des Schwefels aus dem Becherglas in ein großes Reagenzglas ab (Abb. rechts), sodass nur die schon gewachsenen Kristalle im Becherglas zurückbleiben.



Die gewachsenen Kristalle sollen zurückbleiben

## Aufbau und Durchführung (3/4)

PHYWE

### Versuch 2: Auskrisallisation rhombischer Kristalle aus einer Schwefellösung

- In einem Reagenzglas wird ein kleineres Stück Schwefel (keinen sublimierten Schwefel verwenden!) in Schwefelkohlenstoff (= Kohlenstoffdisulfid) gelöst.
- Schwefelkohlenstoff ist giftig. Unter dem Abzug arbeiten!**
- Die erhaltene Lösung gießt man in eine halbe Petrischale und lässt dann das Lösungsmittel unter dem Abzug langsam verdampfen. Die Verdampfungsgeschwindigkeit kann man durch mehr oder weniger vollständiges Aufsetzen des Deckels auf die halbe Petrischale ein wenig beeinflussen.



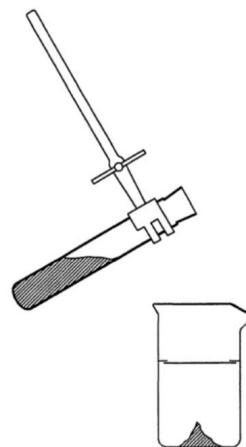
Die Arbeiten sollten unter einem Abzug durchgeführt werden

## Aufbau und Durchführung (4/4)

PHYWE

### Versuch 3: Verhalten der Schmelze bei weiterer Erwärmung und bei plötzlicher Abkühlung

- Der nach Versuch 1 in das Reagenzglas abgegossene Schwefel wird nach Versuch 2 wieder geschmolzen (das große Reagenzglas dabei mit der Universalklemme fassen) und über den Schmelzpunkt hinaus weiter erhitzt.
- Den in der Nähe des Siedepunktes ( $444,6\text{ °C}$ ) wieder dünnflüssigen dunklen Schwefel gießt man nach der Abbildung rechts in dünnem Strahl zügig in ein großes Becherglas (600 ml) mit kaltem Leitungswasser. Dann entnimmt man den so abgeschreckten Schwefel dem Becherglas und prüft seine Härte und Zugfestigkeit.



Der abgeschreckte Schwefel wird auf Härte und Zugfestigkeit geprüft

PHYWE



## Auswertung

## Auswertung (1/6)

PHYWE

### Beobachtung

**Versuch 1:**

Die entstandenen Kristalle sind nadelartig, dünn und lang. Sie sind vorwiegend von den kühleren Außenflächen zur Mitte der Schmelze hingewachsen. Sie sind glasartig durchsichtig.

**Versuch 2:**

Der Schwefel kristallisiert in Form kurzer, nicht nadelförmiger Kristalle mit der typischen gelben Farbe aus.

**Versuch 3:**

Zuerst ist die Schmelze orangegelb und dünnflüssig. Bei weiterem Erhitzen wird sie zunehmend dunkler und zähflüssiger, bis sie schließlich selbst aus dem mit der Öffnung abwärts gehaltenen Reagenzglas nicht mehr abfließt. Bei noch weiterem Erhitzen wird die Schmelze aber langsam wieder dünnflüssiger, behält dabei aber ihre dunkle Farbe. Der abgeschreckte Schwefel ist plastisch verformbar. Er lässt sich zusammendrücken und strecken. Erst ganz langsam, im Laufe von einigen Stunden bis zu einigen Tagen, wird er wieder hart und fest. Er hat zunächst die dunkle Farbe der Schmelze, geht jedoch im Laufe von Wochen nach und nach in die gelbe rhombische Modifikation über.

## Auswertung (2/6)

PHYWE

### Auswertung (1/2)

**Versuch 1:**

Bei Abkühlung unter den Schmelzpunkt von 119 °C kristallisiert Schwefel in Form dieser nadelartigen Kristalle aus, die dem monoklinischen Kristallsystem zuzuordnen sind. Dieser "monokline Schwefel", auch beta-Schwefel genannt, ist nur im Temperaturbereich von 95,6...119,0°C beständig. Kühl er unter 95,6 °C ab, so geht er langsam in die bei Zimmertemperatur beständige Form, in den rhombischen oder alpha-Schwefel über.

Man erkennt diese Umwandlung des monoklinen in den rhombischen Schwefel deutlich an einer langsam voranschreitenden Farbänderung der nadelförmigen Kristalle. Sie verlieren ihre glasartige Durchsichtigkeit und nehmen die typische schwefelgelbe Farbe an. Die Nadeln bestehen danach aus einer größeren Anzahl winziger rhombischer Kristalle, die jedoch mit dem bloßen Auge nicht mehr erkennbar sind.

**Versuch 2:**

Aus der Lösung kristallisiert Schwefel in der rhombischen Modifikation aus.

## Auswertung (3/6)



### Auswertung (2/2)

#### Versuch 3:

Oberhalb der Schmelztemperatur besteht der Schwefel aus ringförmigen -Molekülen, aus denen auch schon die Kristalle aufgebaut sind. Bei Temperaturen über 160 °C brechen diese Ringmoleküle zunehmend auf, sodass sich zunächst kurze Ketten mit 8 Atomen bilden. Diese lagern sich jedoch bei weiterer Temperaturerhöhung zu langen Kettenmolekülen von 1000 und mehr Schwefelatomen zusammen. Diese langen Fadenmoleküle geben der dunklen Schwefelschmelze Eigenschaften, wie man sie von Kunststoffschmelzen her kennt.

Die Zähflüssigkeit kommtt infolge der hohen inneren Reibung zwischen den Molekülen zustande, die erst bei starker weiterer Erwärmung langsam geringer wird. Schreckt man eine solche Schmelze plötzlich ab, so haben die langen Fadenmoleküle keine Zeit, wieder kürzere Moleküle zu bilden. Sie bleiben in dem langkettigen Zustand und bilden so einen amorphen, gestaltlosen oder plastischen Schwefel.  
Der amorphe Schwefel ist im Gegensatz zu kristallinem Schwefel (monokliner und rhombischer) in Schwefelkohlenstoff unlöslich.

## Auswertung (4/6)



Was passiert mit monoklinem Schwefel oder auch beta-Schwefel, wenn er unter 95,6°C abkühlt?

- Er geht langsam in die bei Zimmertemperatur beständige Form, in den rhombischen oder alpha-Schwefel über.
- Er geht langsam in die bei Zimmertemperatur unbeständige Form, in den rhombischen oder alpha-Schwefel über.
- Er verflüchtigt sich und nimmt Gasform an, wodurch der so genannte gamma-Schwefel entsteht.

 Überprüfen

## Auswertung (5/6)



Woran erkennt man die Umwandlung von monoklinen in rhombischen Schwefel?

- Man erkennt die Umwandlung des monoklinen in den rhombischen Schwefel deutlich an einer langsam voranschreitenden Farbänderung der nadelförmigen Kristalle.
- Man erkennt die Umwandlung des monoklinen in den rhombischen Schwefel deutlich an der sich bildenden, farbigen Gasschicht.
- Man erkennt die Umwandlung des monoklinen in den rhombischen Schwefel nicht. Beide Stoffe sehen absolut identisch aus.

 Überprüfen

## Auswertung (6/6)



Wie unterscheidet sich amorpher Schwefel von kristallinem Schwefel (monoklin und rhombisch)?

- Der amorphe Schwefel ist im Gegensatz zu kristallinem Schwefel (monokliner und rhombischer) in Schwefelkohlenstoff unlöslich.
- Der amorphe Schwefel ist im Gegensatz zu kristallinem Schwefel (monokliner und rhombischer) immer von grünlicher Farbe.
- Der amorphe Schwefel ist nicht von kristallinem Schwefel (monokliner und rhombischer) zu unterscheiden.

 Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 17: Monokliner Schwefel	<b>0/1</b>
Folie 18: Umwandlung	<b>0/1</b>
Folie 19: Amorpher Schwefel	<b>0/1</b>

Gesamtsumme

 0/3 Lösungen Wiederholen

12/12