

実験の基本操作を定着させる指導法

～硫黄の同素体の実験を通して～

1 はじめに

化学では年間を通して生徒実験を行う機会が多い。できるだけ早い時期に実験室の使用方法について理解させ、定着させることは事故防止の点からも重要なことと考える。さらに、基本操作についてしっかりと理解させ実行できるようにさせることは、実験を速く、正確に行

うための条件であるとともに、安全に行うための条件でもある。また実験後の片付けについては、廃液など分別して処理することを理解させることが、環境教育にもつながる。

2 硫黄の同素体の実験

この実験は化学の実験の中で、初期の段階に

・二硫化炭素は引火性が強く、毒性があるので取り扱いには注意する。

・空気調節ねじとガス調節ねじがかたくしまっている場合があるので初めに確認しておく。
 ・空気調節ねじをまわして空気を入れるときに、炎が高く上がることがあるので、ガスバーナー上に顔や髪の毛がかからないようにしておく。
 ・筒の部分は加熱されていることがあるので、筒をさわらないようにする。
 ・強くまわすと後でゆるまなくなる。(ゆるまなくなった調節ねじをゆるめるにはウォーターブライヤーを2つ準備しておくとうい)
 ・硫黄の粉末を入れるときには、薬包紙を用いると手早くできる。(薬包紙を三角形に折り使用する。)
 ・部分的に加熱するとその部分の温度が上がり色が褐色に変化してしまう。

硫黄の同素体の実験

1 この実験の意義

- (1) 硫黄の同素体の実験は化学の授業で最初に取り扱われることが多い。そこでこの実験を通してガスバーナーの使い方、実験の基本操作を身につけさせることができる。
- (2) この実験は、硫黄の加熱のしかたにより簡単に異なった性質の同素体を作ることができる。
- (3) ゴム状硫黄については、手に取って延ばすことによりゴムのような感触を実際に理解することができる。
- (4) 単斜硫黄、ゴム状硫黄、斜方硫黄を観察することにより、その違いを理解することができる。

2 準備上の留意点・注意事項などについて

(1) 斜方硫黄の作製について

斜方硫黄はあらかじめ作製しておく。約10gの硫黄の粉末を100mlの三角フラスコに入れ、二硫化炭素を約50ml加え、コルク栓をしてよく振る。一晚放置した後、ろ紙でろ過をし、不溶の硫黄を取り除く。次にドラフト内でもろ液をシャーレに移し、ふたをして二硫化炭素を徐々に蒸発させる。



図1 斜方硫黄の結晶

(2) 単斜硫黄、ゴム状硫黄の作製で使用

する試験管は、きれいな試験管でなく、汚れのついているものでよい。実験後の試験管は、硫黄が付着して落ちにくい。

3 実験展開上の留意点

(1) ガスバーナーの使い方

- ① ガスの元栓が閉まっている状態で、空気調節ねじとガス調節ねじが動くのを確かめて再びこの2つの調節ねじを閉じておく。
- ② ガスの元栓を開ける。(ガスバーナーにコックのあるものはガスの元栓を開けた後コックを開く)
- ③ マッチを擦り火がついたら、ガス調節ねじをまわしてガスを出し点火する。このとき目的の炎の状態になるようにガスの量を調節する。(空気調節ねじは、ガス調節ねじとともに一緒に動いている)
- ④ ガス調節ねじがまわらないように押さえた状態で、空気調節ねじをまわして空気を入れることにより、炎を青色にする。
 空気調節ねじをまわしすぎると炎が筒の中に入り消えることがあるので、空気調節ねじをまわしすぎないこと。また炎が消えたときにはガス調節ねじをまわし閉めること。
- ⑤ 消火は空気調節ねじをまわして空気を止め、次にガス調節ねじをまわしガスを止める。
- ⑥ ガスの元栓を閉める。(ガスバーナーにコックのあるものはコックを閉めガスの元栓を閉める)

(2) 単斜硫黄の作製

- ① 試験管に入れる硫黄の量は1/2～1/3以下であればよい。多すぎると硫黄を加熱して融かすのに手間がかかる。(硫黄の粉末が試験管の上の方に融けずに残ってしまう)
- ② 加熱して硫黄を融解するときは、ガスバーナーの炎を弱火にして上の方の粉末を融かしてから全体を加熱する。

扱われることが多い。また化学の専門以外の理科教員が実施する場合も多い。しかしながらこの実験においては、加熱した硫黄が高温になるなど危険な点も多く、実験を進める上でのポイントをしっかりと押さえて実施することが必要となる。加えてこの実験においては、試薬の扱い方、ガスバーナーの使い方、試験管ばさみを用いた加熱操作など、基本的な実験操作がいくつか含まれている。基本操作を早い段階で身につけさせるための、よい教材となる。

3 実践例

単斜硫黄の作製においては、試験管に入れた硫黄の粉末を弱火で加熱する。生徒の加熱の仕方を見ると炎の大きさは弱火になっているがよく試験管を振っていなかったり、試験管全体をまんべんなく加熱していないため、部分的に加熱され少し色に変色しているものが多くみられた。今回の実験においては試験管の底の部分だけを加熱しただけでは、上の粉末の硫黄は融解しないためそのままの部分に残ってしまう。その硫黄を融かすためにも試験管全体をまんべんなく加熱するということが重要な点となる。普通試験管の加熱については、液体を扱うことが多いため、粉末の融解は難し

③ 試験管を加熱するときは、試験管を試験管ばさみではさんで加熱する。



写真2 硫黄の粉末の入れ方



写真3 硫黄の加熱の仕方

④ 漏斗にろ紙をセットし、融解した硫黄を注ぐ。このときのろ紙の役目は融解した硫黄を入れるための容器として使うので、漏斗にろ紙をセットするだけでよい。水を使って漏斗とろ紙を密着させてはいけない。

⑤ ろ紙の表面をよく観察し、融けた硫黄に薄い膜が張った状態（完全に表面が固まる前）になったら、漏斗からろ紙ごと取り出し、ろ紙を手早く開く。このとき中の硫黄はまだ融けていることがあるので、開くときはよく観察しながら開かないと中の硫黄が流れ出し、やけどをすることになるので注意をする。またゆっくりとろ紙を開いていると硫黄が固まってしまい、ろ紙を開くことができなくなるので注意が必要となる。



写真4 単斜硫黄の結晶

⑥ もし硫黄を融かすとき、加熱が強すぎて、変色してしまった場合は、そのまま加熱をしてゴム状硫黄の作成をすればよい。

(3) ゴム状硫黄の作製

① 試験管は、単斜硫黄を作成するのに使用したものをを用いる。試験管に入れる硫黄の量は $1/2 \sim 1/3$ 以下であればよい。

② はじめはまず全体を加熱し、粉末の硫黄を融解させる。その後は、色の変化と硫黄の粘性に注意をしながら加熱を続ける。

③ 硫黄が黄色の液体から、次第に赤褐色になり粘性が大きくなる。さらに加熱すると暗赤色になり流動性を帯びてくる。

④ 試験管の中の硫黄を水の中に注ぎ込むときは、一度に入れるのではなく、円を描くようにしながら行う。ひも状にする事により後で取り出して観察するとき引っ張ってゴムのようになっていることを確認しやすい。



写真5 ゴム状硫黄を水に注ぐ

・試験管の加熱の方法

① 試験管の上から $1/4$ ぐらいのところを試験管ばさみで挟む。

② 突沸をすることがあるので試験管の口は人のいない方に向ける。

③ 試験管ばさみが木製やプラスチック製の場合、持つ場所を注意しないと試験管が試験管ばさみよりはずれてしまうものがあるので注意する。

④ 加熱後の試験管は熱くなっているので置き場所にも注意が必要である。

・流動性ができたら、水の入ったビーカーに試験管の中の硫黄を注ぎ入れる。このときの温度はかなり高くなっているのでやけどをしないように注意をする。

かったようだ。また融かした硫黄を漏斗のろ紙に入れるところでは、一人が漏斗を持ちもう一人が融かした硫黄を注ぐという形で行っている班があったが誤って熱い液体を相手の手にかけてしまう危険性を考えると、この場合一人で行った方が安全のように思われた。

斜方硫黄の作製で用いる二硫化炭素は毒性があるため、使用するときにはドラフトを使う必要がある。そのため斜方硫黄の作製は省略し、図解等を利用するという方法も考えられる。

4 終わりに

実験を行うときには、まわりの人が今どのような実験をしていて、それがどのような状況にあるのかを理解することが事故防止につながる。今回ゴム状硫黄の作製においては、かなりの温度まで加熱をする。このような場合試験管の口は、人のいない方向へ向けておくということも重要である。実験の基本操作を確実に身に付けさせ、安全に実験を行うことによって、化学や実験が好きな生徒を増やすよう心掛けたい。



写真6 弾力性を調べている様子

硫黄の性質

斜方硫黄の融点 114.5℃

単斜硫黄 119℃

硫黄の沸点 444.5℃

・単斜硫黄、ゴム状硫黄、斜方硫黄についてルーペで観察し、スケッチする。

(4) 単斜硫黄、ゴム状硫黄、斜方硫黄の観察

- ① 単斜硫黄、ゴム状硫黄の作製が終了したならばただちに観察に移る。(時間が立つと単斜硫黄の針のような結晶が変化する。)
- ② またゴム状硫黄では、実際に手で触り弾性があることを確認する。(時間が立つとすぐ切れてしまう。)
- ③ 観察しているものが何であるか、色、形についてはしっかりと理解させる。

(5) 片付けについて

- ① 試験管についた硫黄は取りにくいのでそのまま回収する。
- ② 単斜硫黄はろ紙とくっついていますが、ろ紙は破って燃えるごみに捨てる。(できるだけよい。ろ紙がくっついてると回収したときかさばるので取り除く。)
- ③ 斜方硫黄は回収した後、再び使用する。
- ④ 試験管と単斜硫黄とゴム状硫黄は回収して、廃棄物の処理業者と相談する。

4 評価方法

- (1) 同素体という言葉の意味を理解できているか。
- (2) 硫黄の同素体について、その性質の違いを理解し、まとめることができたか。
- (3) 硫黄以外の同素体について調べ特徴をつかむことができたか。

5 発展実験

酸素とオゾン、黄リンと赤リンなど他の元素の同素体についての実験を行う。

参考文献

- 玉虫文一 他：岩波理化学辞典 第3版増補版，岩波（1982）
赤堀四郎 他：増訂 化学実験事典，講談社（1989）
坪村 宏 他：化学I，啓林館（2002）
長倉三郎 他：化学I，東京書籍（2002）

理科（化学Ⅰ）学習指導案

- 1 日 時 平成〇〇年〇月〇日（〇） 第〇限
 2 クラス 〇年〇組 〇名（男子〇名，女子〇名）
 3 場 所 〇〇教室
 4 使用教材 〇〇化学Ⅰ（〇〇〇）
 5 単元 物質の構成
 6 単元の目標 化学の役割や物質の扱い方を理解させるとともに，物質に対する関心を高め，物質を探究する方法を身に付けさせる。また物質の構成粒子を観察，実験などを通して探究し，基本的な概念を理解させ物質について微視的な見方ができるようにする。
 7 本時の位置 第1部 物質の構成
 第1章 物質の構成 7時間（本時4／7）
 第2章 元素の性質と原子の結びつき 10時間
 第3章 物質の量 7時間
 8 本時の目標 私たちの身の回りにはいろいろな物質があふれている。その中で同じ元素からできているが性質の異なるものがある。硫黄を加熱することにより2種類の物質を作り実際にその性質の違いを理解させる。
 9 本時の展開

過 程	学 習 活 動	指導上の留意点	評価の観点
導入 10分	実験の意義と方法の説明 同素体について復習をする。 硫黄を加熱することにより，単斜硫黄とゴム状硫黄を作り，性質の違いを観察する。	同じ元素からできているが性質の異なるものが，その作り方の違いでできることに気付かせる。	同素体の意味を理解している。 【4】
展開 30分	生徒実験 《単斜硫黄の作製》 ①試験管に硫黄の粉末を入れ穏やかに加熱し，液体の状態とする。 ②ろ紙を入れたらうとに①の液体状の硫黄を入れる。 ③表面が固まりかけたところでろ紙を取り出し，ゆっくりとろ紙を広げる。 《ゴム状硫黄の作製》 ①試験管に硫黄の粉末を入れ加熱し液体の状態とする。さらに加熱するといったん流動性がなくなるが再び流動性が出てくる。 ②この流動性のある硫黄を水の入っているビーカーの中に入れる。	強火で加熱すると硫黄の液体の色が濃くなるので注意する。全体がまんべんなく加熱されるようにする。やけどをしないように注意する。 勢いよく開くと融けた硫黄でやけどをするので注意する。 単斜硫黄の実験とは違い硫黄の色は黒くなる。 円を描くように流動性のある硫黄を水の中にそそぎ込む。 単斜硫黄とゴム状硫黄の作製が終了したら，観察にとりかからせる。	ガスバーナーの操作方法が習得できている。※【3】 試験管ばさみの使い方が的確である。※【3】 単斜硫黄を作製できる。※【3】 ゴム状硫黄を作製できる。 ※【3】
まとめ 10分	単斜硫黄，ゴム状硫黄，斜方硫黄を観察し，その性質の違いを理解する。	斜方硫黄はあらかじめ作成したものを観察させる。	特徴をとらえて観察している。 【1，3】 硫黄の同素体についてその物質の名前，性質，形状を説明することができる。【4】

評価の観点 【1】 関心・意欲・態度 【2】 思考・判断 【3】 観察・実験の技能・表現 【4】 知識・理解
 授業中の評価は，Cになりそうな生徒に対しての働きかけや指導を行うための評価で，総括の資料とはしない。実験中の基本操作や観察態度で【3】を評価する。（※の部分）