

閉じた系での鉄の燃焼 スチールウールを燃やしてみよう（酸化の導入）

酸化の導入として、スチールウールを用いた実験を紹介します。初めに、鉄くぎやスチールウールを加熱し、黒くなったり燃えたりすることを確認します。次に、閉じた系における酸素中のスチールウールの燃焼を観察し、今後の学習を見通す課題を発見させたいと考えました。また、比較的手軽に実験の準備もできます。



図1 酸素中でのスチールウールの燃焼

1 準備

スチールウール，針金（太さ1 mm程度），アルコールランプ，マッチ，燃えさし入れ，三角フラスコ（300mL），ゴム栓（9号），ガラス管（長さ5 cm程度），ゼムクリップ（特大），ダブルクリップ（口幅20mm程度），砂，コード，水槽，アルミ箔，ぬれ雑巾，石灰水，ピーカー（300mL），鉄くぎ，酸素ボンベ

2 「鉄も燃えるのかな？」

(1) 空気中での鉄の燃焼

「鉄くぎを加熱するとどうなるだろうか？」（演示）

- ・ガスバーナー（またはアルコールランプ）で加熱し，燃えないことと黒く変色することを確認する。

「スチールウールを加熱したらどうだろうか？」

- ・スチールウールは，細い繊維状の鉄であることを説明する。
- ・磁石に引きつけられることを確認する。
- ・下にアルミニウム箔をしき，1 g 程度を針金で巻いて，アルコールランプで加熱する。
- ・着火したらガラス管で息を吹きかけ，よく燃焼させる。
- ・やけどしないよう十分注意させる。
- ・鉄も燃えること，黒く変色したこと，ぼろぼろになったことを確認する。



図2 空気中でのスチールウールの燃焼

(2) 容器内でのスチールウールの燃焼（演示）

閉じた系の実験装置について

ゴム栓にコルクボーラーで穴をあける。

ガラス管をゴム栓に差し込む。（ガラス管をぬらしておくとし込みやすい。その際，ガラス管は雑巾でくるんで持つ）

ゼムクリップ（特大）を2本直線上に伸ばして，ラジオペンチなどを利用してゴム栓に差し込む。

ゼムクリップにスチールウール（約0.5 g）を引っかけるように取り付ける。

フラスコの底に厚さ約5 mmくらい砂を入れ，酸素ボンベでほぼ容器いっぱい酸素を注入し，～で作成したゴム栓を取り付ける。

点火については，100 Vの電源に一瞬コンセントを接続する。

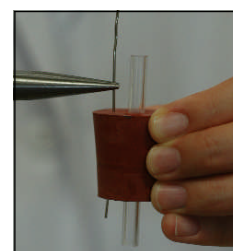


図3 クリップを挿入

演示

装置全体の説明をする。

- ・閉じた系であること。
- ・電流を流して着火させること。
- ・ピーカーには石灰水が入っていること。容器内が酸素で満たされていることは知らせない。
- ・部屋を暗くして着火する。
- ・着火する。
- ・「すご～い。花火みたい。」
- ・「燃えかすが砂の上で固まってるよ。」
- ・容器内が冷えるまで、2～3分ほど感想を聞くなどする。
- ・「クリップをはずすと、どうなるかな？」
- ・「気体がブクブクと出て、石灰水が白くにごるんじゃないかな。」
- ・クリップをはずすと、石灰水が勢いよくフラスコ内に吸い込まれる。
- ・二酸化炭素が発生していないことは、石灰水が白く濁らないことから確認できる。
- ・石灰水が容器内に入ったことについて、生徒が正しく理解することはやや難しい面があるが、どの程度の体積の酸素が使われたかについては実感させることができる。

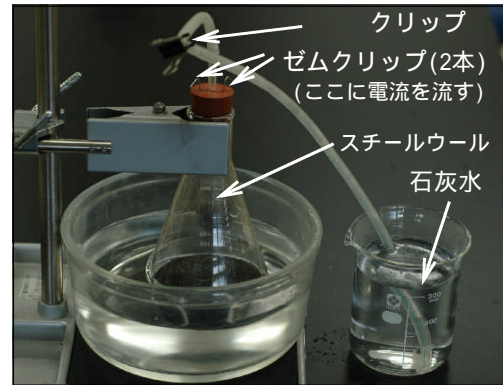


図4 装置の全体像

(3) 予想される課題（疑問点やもっと調べてみたいこと）

- ・なぜ、鉄があれほど激しく燃えたのか。
- ・なぜ、石灰水が逆流するのか。
- ・なぜ、鉄が黒く固まってしまったのか。
- ・燃えた後の鉄は、どうなってしまったのか。

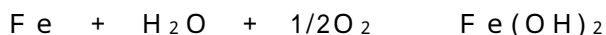
考察の手がかりとして、容器内が酸素で満たされていたことを知らせてもよいだろう。



鉄のさび

鉄がさびる現象も酸化反応です。スチールウールの燃焼に比べればおだやかな酸化反応ですが、さびる場合も熱を出します。このとき発生する熱エネルギーを利用したものが携帯用カイロです。

鉄のさびには赤さびと黒さびがあります。いずれも酸素と結びついてできていますが、赤さびができるためには酸素の他に水も必要です。鉄表面の鉄原子は空気中で水と接すると、電子を失って鉄()イオン Fe^{2+} となり水に溶け出します。失われた電子は水および酸素と反応し、水酸化物イオン OH^- となります。生じた鉄()イオンと水酸化物イオンが反応して水に溶けない $Fe(OH)_2$ になります。



さらに $Fe(OH)_2$ は水と酸素と反応して $Fe(OH)_3$ になります。赤さびは $Fe(OH)_3$ がさらに変化して、 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ になったものです。

酸素分子や水蒸気は表面にできた赤さびを通り抜けることができるので、さびは内部まで進行します。きずがついたり曲がったりしている部分は原子の並び方にひずみがあるのでさびが進行しやすいのです。

鉄の黒さびは、赤さびとはでき方が違い、水分を必要としません。鉄が高温のもとで酸素と結びついてできます。黒さびは鉄の表面に薄きめ細かくできます。これが保護膜として働き、鉄が内部までさびるのを防いでくれます。