

104 鉄粉の酸化による空気中の酸素濃度の測定

1. はじめに

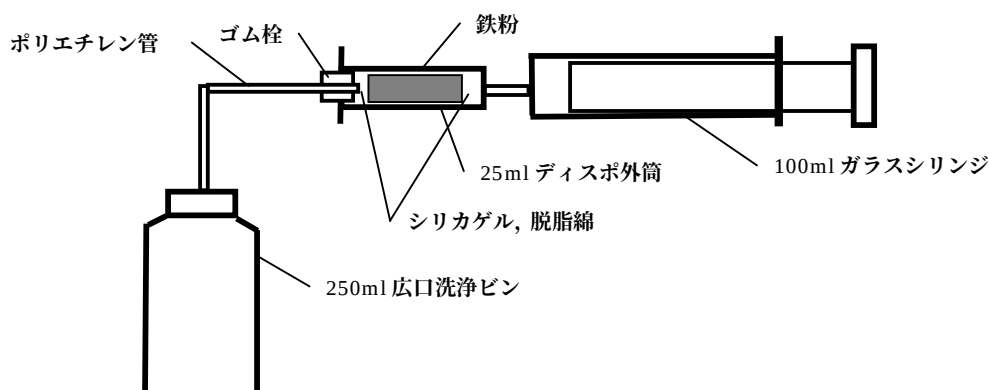
空気中の気体の酸素濃度がおよそ 21%であることを空気中から酸素分を除去することによって理解させます。酸素分の除去には、鉄粉（携帯カイロ）を用いて酸化反応させ、体積変化は、注射筒を活用し、操作を簡便にしながら気体の分圧と濃度との関係、あるいは環境に関する理解を実感させてください。

2. 実験装置

2.1 準備するもの

250ml 広口洗浄ビン、25ml ディスポシリンジ、100ml ガラスシリンジ、携帯用ミニカイロ（9cm×5.5cm）、脱脂綿、青色シリカゲル、No.6 ゴム栓

2.2 装置の製作



- (1) 100ml ガラスシリンジは、内筒との摩擦がないように両面の洗浄を十分にしておく。
- (2) 250ml 広口洗浄ビンのふたをはずし、中に水を充満し、水の重量またはメスシリンダーにより洗浄ビン内の容積を量り、記録しておく。水で濡れた洗浄ビンは、十分に乾燥しておく。
- (3) No.6 ゴム栓に洗浄ビンの管が貫通する穴を開け、洗浄ビンの管の先に取り付ける。
(貫通する穴径は、ポリエチレン管の外径より小さめφ5mmにする。)
- (4) 25ml ディスポシリンジの外筒を用い、反応管を作成する。
(ミニカイロがなければ、大き目のものから小分けして使う。)
- (5) まず、内容物が漏れないように少量の脱脂綿を入れ、次に青色シリカゲル（約 10mm）を入れ、その上にミニカイロにハサミで穴を開け、鉄粉を入れ（約 40mm）、青色シリカゲル（約 10mm）、少量の脱脂綿を入れる。（青色シリカゲルは、反応により発生する水蒸気を吸収するために用いる。)
- (6) 外径φ6mm、長さ約 20mmのポリエチレン管を 25ml ディスポシリンジの先端に接続する。
- (7) 洗浄ビンの管の先に取り付けたゴム栓と組み立てたディスポシリンジを接続する。

3. 実験の手順

- (1) 100ml ガラスシリンジに空気を 100ml 採り、組み立てた反応管（25ml ディスポシリンジ）を接続する。
- (2) シリンジの中筒が外れないように注意しながら洗浄ビンを手で押し、次にガラスシリンジの中

筒を押し込み、両側の空気が行ったり来たりしながら鉄粉に触れるように繰り返しこの操作を5分程度続ける。

- (3) 鉄粉が発熱し、洗浄ビンとガラスシリンジ内の酸素が完全に鉄粉に吸収され、これ以上発熱反応が進まないことを確認して、100ml ガラスシリンジ内の容積を調べ、記録する。

4. データの整理 (例)

手 順	計算式
1 試料中の空気量	広口洗浄ビンの容積：334ml とすると全容積は $334+100=434$ (ml)
2 酸素吸収量	100ml ガラスシリンジ内の最終容積：5ml とすると 酸素吸収量は $100-5=95$ (ml)
3 実験による酸素濃度推定	酸素濃度は $95/434 \times 100 = 21.9$ (%)
4 誤差の計算	$(21.9-20.9) / 20.9 \times 100 = 4.8$ (%)

5. 考察

実験による酸素濃度の結果と理論濃度を比較させ、その違いが妥当かどうか検証させる。

実験例では、4.8%実験値の方が高い値となった。その要因をいくつか考えさせる。

前提条件として、鉄粉により全量の酸素が吸収され、実験前の 20℃空気中の水蒸気量が RH50%であったとする。

実験終了後の水蒸気の増減により、4.8(%)の誤差が生じており、実験前の水蒸気分圧は、20℃の飽和水蒸気圧が 23.6mmHg であるから

$$(434 \times 23.6 \times 0.5) / 760 = 6.7(\text{ml})$$

したがって、酸素濃度の測定誤差が実験終了後の水蒸気の増減(α)によるものとする、

$$(95 - 6.7 - \alpha) / (434 - 6.7) \times 100 = 20.9 \text{ (%)}$$

$$\alpha = -1.01(\text{ml})$$

増減 α は、 $-1.01(\text{ml})$ となり、実験終了後の水蒸気は、約 1ml 減少したことになる。