

強者の戦略

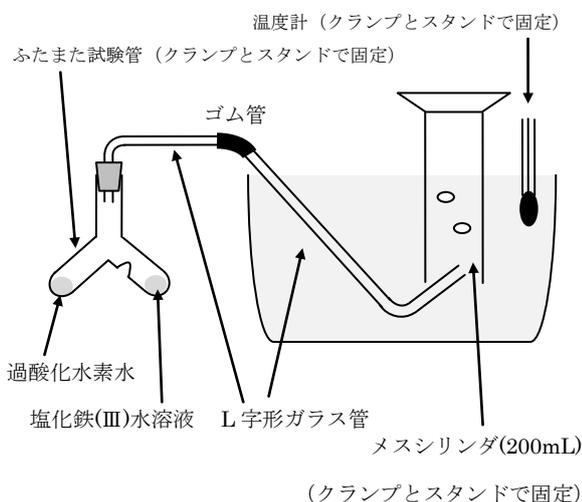
レポートを作る〔解説編〕

化学科の古谷です。今回はおそらく皆さんにとってはあまりなじみのない「レポートを作る問題」でした。とはいえ、学校の授業や探究活動の中で、レポートを作った経験はあるのではないのでしょうか。

では、この問題の解答を示し、その解説をしたあと、「そもそもレポートってどう書けばいいんだろ？」ということも考えていきたいと思います。

<解答>

問1 (次図)



1) ふたまた試験管の一方にメスシリンダ(10mL)で計った過酸化水素水を入れ、もう一方にメスシリンダ(10mL)で計った塩化鉄(III)水溶液を入れ、ゴム栓をする。

2) ふたまた試験管を傾けて塩化鉄(III)水溶液を過酸化水素水の方に全部移してよくふり混ぜ、図に示した水上置換捕集装置で発生した気体を捕集する。

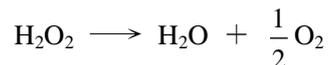
3) 2)の操作後、100秒おきに水槽のメスシリンダ(200mL)の中の液面の位置をマーカーペンを使ってメスシリンダに書き込む。実験時は、メスシリンダを垂直に保持し、さらにメスシリンダの中の水面が水槽の水面に近くなるようにする。また、

温度計から水温を読み取って記録する。

4) 400秒経過するまで3)の操作をくり返し、その後、マーカーペンでマークした位置の体積を読み取って記録する。

問2

過酸化水素 (H_2O_2) の分解反応は



である。すなわち、1 mol の酸素が生じると、2 mol の H_2O_2 が消費される。したがって、100秒後の過酸化水素の濃度は、はじめの過酸化水素水の体積が 5.0 mL で、反応液の体積が 10 mL であることに注意して、

$$1.00 - 1.8 \times 10^{-3} \times 2 \div \frac{10}{1000} = 0.64 \text{ mol/L}$$

200, 300, 400 秒後も同様にして計算すると、下の表の通りとなる。

経過時間[秒]	0	100	200	300	400
H_2O_2 の濃度[mol/L]	1.00	0.64	0.40	0.28	0.16

0-100 秒における H_2O_2 の平均濃度は

$$\frac{1.00 + 0.64}{2} = 0.82 \text{ mol/L}$$

また、このときの平均分解速度は

$$\frac{1.00 - 0.64}{100} = 3.6 \times 10^{-3} \text{ mol/(L} \cdot \text{s)}$$

100-200 秒, 200-300 秒, 300-400 秒においても同様に計算すると、次の表の通りとなる。

経過時間[秒]	0-100	100-200	200-300	300-400
平均濃度[mol/L]	1.00	0.52	0.34	0.20
平均分解速度 [mol/(L · s)]	3.6×10^{-3}	2.4×10^{-3}	1.6×10^{-3}	8.0×10^{-4}

このことから、過酸化水素水の平均濃度と平均分解速度の関係をグラフに書き表すと次のグラフが得られた。

強者の戦略

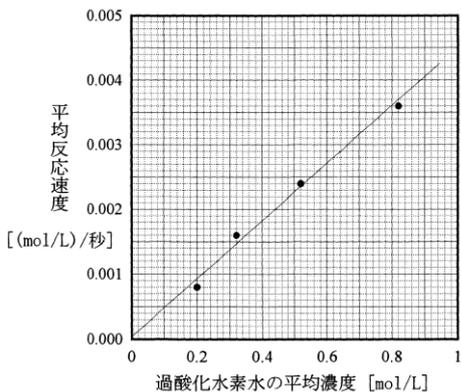


図 過酸化水素の濃度と反応速度の関係

このグラフから、過酸化水素水の平均濃度と平均分解速度の関係は、原点を通る直線になる。すなわち過酸化水素の分解反応の反応速度は、過酸化水素水の濃度に比例することがわかった。

問3

発生した酸素の分圧は $101 - 2 = 99$ kPa である。理想気体の状態方程式より、

$$99 \times V = n \times 8.31 \times (20 + 273)$$

これを整理して、 $n = 40.7V$ [mol]

<解説>

問1

実験装置を図示する問題はしばしば出題されます。学校でやったことのない実験でも図示できるように、代表的な実験については、図表などで実験装置やその操作方法を確認しておきましょう。実験中の水温も測定する必要があるため、温度計も忘れずに書きます。時計と気温を測定するための温度計も必要なのですが、装置とは別なので省略しました。

細かい点では、ふたまた試験管からL字型ガラス管1つだけで直接水上置換をすると、あまりにも操作しづらいので、解答のように、ゴム管でつないで使用するのの方が良いでしょう。より良い形であれば、ふたまた試験管→L字形ガラス管→ゴム管→ガラス管→ゴム管→L字形ガラス管、とつなぐべきですが、準備物にはガラス管はない

のでこの形にしています。準備物にはクランプとスタンドもあり、これらはもちろん装置の一部なので、それをどう用いるかも明記しておきましょう。

次に、方法の記述ですが、まさか5.0mLの水溶液を200mLのメスシリンダで計り取ることはしないでしょう。誤差が小さくなるよう、なるべく小さい容積のメスシリンダを使うべきです。本当はホールピペットを用いた方が良いのですが、今回は準備物に含まれていないのでメスシリンダを用います。

また、これもよく問われることなのですが、水上置換で体積を測定する間は、メスシリンダ内の水面と水槽の水面がなるべく一致するようにしておきます。水面がずれていると、補集された酸素の圧力が大気圧からずれるので、問3で正確な物質量を求めることができません。

問2

考察を完成させる問題です。留意事項から、平均濃度と平均分解速度の関係を考察することは分かりますが、それがなくても実験目的から何をすれば良いかは明らかです。いつも通り、データから平均濃度と平均分解速度を求めて、それを方眼紙にプロットして関係式を求めれば良いでしょう。方眼紙には数値が記入されていないので、うまく数値を設定しないと分かりづらいグラフになってしまうので注意しましょう。

問3

水上置換で集めたので、酸素の分圧は大気圧から飽和水蒸気圧を引いた値となります。普段の計算でも「水蒸気圧は無視する」と明記されていない限りは注意して計算しましょう。

強者の戦略

<参考>

学校の実験や探究活動で、レポートを書く機会はあると思います。しかし、レポートを単なる提出物だ、実験結果をとりあえず書けばいいんだ、と考えるのは間違いです。大学に入っても、同様にレポートを書く機会がありますし、それをさらに改まった表現や形式を決めたりしたものが、大学の卒業時に書かなければならない卒業論文であると考えます。さらに、就職してからも公的な文書を書く機会は少なからずあります。ですから、レポートの書き方を身につけておくことは、将来のことを考えると非常に重要なのです。そこで、改めてレポートを書くときに注意しなければならないことを簡単に確認していきましょう。

① 構成について

レポートは基本的に

- ・緒論 (Introduction)
- ・方法 (Materials and Methods)
- ・結果 (Results)
- ・考察 (Discussion)

から構成されます。順番は上記の通りの場合が多いのですが、方法を考察の後に書くこともありますし、最後にまとめ(Summary)を書く場合もあります。これは多くの論文においても同様です。

緒論では、実験の背景、すなわち、「先人の研究から分かったことはこうで、ここが明らかになっていないからこの実験で調べた」というような実験の意義や、関連分野における研究の歴史的経緯について述べます。もちろん、ここがレポートの一番の肝ではないので、だらだら書くのではなく、簡潔にまとめる必要があります。

方法では、一見すると書くことが決まっています。書くのは簡単そうですが、ここで特に注意すべきなのは「世界中の誰が同じように実験しても同じ結果が出る」ことを念頭に書くことです。ですから皆さんが思っている以上に丁寧に書く必要が

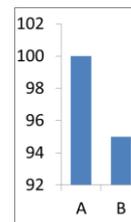
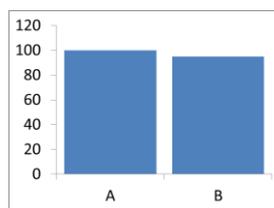
あります(ただ、少なくとも論文では、いちいちこう書くと冗長になるので、過去の文献と同様であれば、「この引用文献の通りに行った」と済ませることも多いです)。本問では問1に該当することですね。皆さんの解答は、果たして貴方が会ったことのない誰かが読んでも同じように実験できる内容だったでしょうか。なお、方法以降は、時間的には執筆前に行ったことなので、原則として過去形で述べます。

結果では、実験から何が分かったかを述べます。明らかに論理的に導ける考察内容であれば、ここに盛り込んでも差し支えないのですが、引用文献が必要とされる場合などは、考察で別に書きます。なお、結果と考察をまとめて一つの項として書く場合もあります。結果では、後述するように、図や表を用いて分かりやすい形にまとめていくことも必要です。

考察では、得られた結果が先行研究を支持する結果なのか、あるいは先行研究と異なる結果なのかを、また、その結果が得られた理由は何かを論理的に推論したり、文献を引用したりして述べます。根拠の無い妄想にならないように書くことが大事です。

② 図表の活用について

図や表は結果を明快にするために便利な表現方法です。しかし、誤解を生むような表現もできてしまうのが図の怖いところです。例えば、以下は両者とも同じデータですが、見た目の印象は大きく異なることが分かるでしょう(色んな手法を駆使しています。なぜ視覚的にこのような違いが表れるか分かりますか?)。



強者の戦略

もちろん、得られていないデータを得たように表現したり、条件の異なる実験を同じ条件でやったかのようにデータを編集したりするのは、捏造なので絶対にやってはならないことです。

図を用いる場合は、どのグラフ（棒グラフ、折れ線グラフ、円グラフなど）が適切に表現できるを吟味して用いなければなりません。また、ちゃんと数値を示したい場合は、図よりは表でまとめた方が良いでしょう。

このように、レポートの書き方も実は色々なことを考慮しなければならないのですが、結局は「論理的に誤りの無いレポートができるか」ということに尽きます。日頃から筋道を立てて考える習慣をつけておきましょう。

では、また次回。