

プレチャレンジ at 秋田高等学校 実験実習

2012 年 5 月 20 日

特定非営利活動法人 物理オリンピック日本委員会

注射器を使って、気体の体積、圧力、温度の関係を実験的に明らかにしたり、大気圧を測定する。測定データをグラフ化し、誤差を含めて定量的な解析を行う。

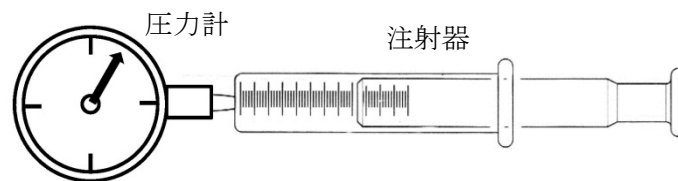
【課題 1】気体の体積と圧力の関係

注射器のなかに閉じ込められた空気の体積 V と圧力 P の間に、 $P \cdot V = c$ （一定値）の関係（ボイルの法則）があることを示し、定数 c の値を、誤差を含めて求めよ。

＜実験手順＞

- (1) 注射器のピストンの先端を 50 ml の位置に合わせる。
- (2) その状態で、注射器の先端に圧力計を取り付ける。

このとき、圧力計が約 101 kPa（大気圧）を指していることを確認する。



- (3) ピストンを押しったり引いたりして、閉じ込められている空気の圧力を変え、それぞれの圧力 P での体積 V を測定し、下表に記入する。

注：それぞれの測定の後、ピストンから手を放したとき、50 ml 付近のところまでピストンが戻ることを確認すること。もし、50 ml から大きくずれている場合には空気が漏れたので、圧力計を外して(1)からやり直す。

圧力 P (kPa)	150 ±	140 ±	130	120	110	102	90	80	70
体積 V (ml)	±	±							
$c(= P \cdot V)$	±	±	±	±	±	±	±	±	±

＜データ解析＞

- (1) 圧力 P を横軸に、体積 V を縦軸にしてデータ点を方眼紙にプロットしなさい。

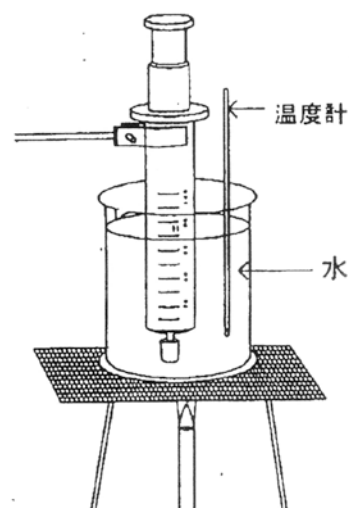
注：圧力と体積の測定誤差を誤差棒(error bar)として記入すること。

- (2) それぞれの圧力での定数 c の値およびその誤差を計算して表に記入しなさい。
- (3) 圧力 P を横軸に、 c を縦軸にしてデータ点を方眼紙にプロットしなさい。
- (4) このグラフから c の値とその誤差を求めなさい。

【課題 2】 気体の体積と温度の関係

気体の体積 V と温度 T の間に、 $V = k \cdot T$ の比例関係（シャルルの法則）があることを示し、比例定数 k の値を誤差を含めて求めよ。

- ・注射器の先端から圧力計を外し、代わりに先端をゴム栓で密閉して使用する。
- 右図のように、お湯で注射器全体をゆっくり温めながらそれぞれの温度のときの体積を測定。
- （時間の制限から実験は行わずに、下記のデータが得られたとして解析する。）



（得られたデータ）

温度(℃)	6 ± 0.5	13 ± 0.5	33 ± 0.5	42 ± 0.5	56 ± 0.5	70 ± 0.5
絶対温度 T (K)	279 ± 0.5	286 ± 0.5	306 ± 0.5	315 ± 0.5	329 ± 0.5	343 ± 0.5
体積 V (ml)	49 ± 1	50 ± 1	54 ± 1	56 ± 1	58 ± 1	60 ± 1

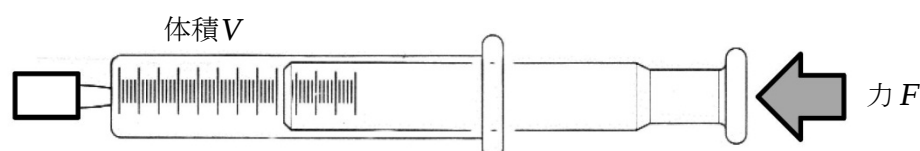
＜データ解析＞

- (1) 絶対温度 T を横軸に、体積 V を縦軸にしてデータ点を方眼紙にプロットしなさい。
誤差棒も記入すること。
- (2) データ点のばらつきや誤差棒を考慮し、もっとも妥当と思われる傾きの直線を引く。
その直線の傾きが k である。その値を求める。
- (3) データ点のばらつきや誤差棒を考慮し、傾きの上限と下限と思われる直線を引く。
その2本の直線は(2)で引いた直線が真ん中になるように引く。この上限および下限の直線の傾きを求める。その値と(2)で求めた値の差が求める k の誤差である：
 $k \pm \Delta k$

【課題 3】 大気圧の測定

注射器のピストンを押す力 F と気体の体積 V の関係を測定し、その結果から大気圧を求めよ。

- ・注射器の先端から圧力計を外し、代わりに先端をゴム栓で密閉して使用する。



- ・力 F を変えながら、それぞれの F の時に閉じ込められた空気の体積 V を測定し、適切なデータ処理をして大気圧を求めなさい。

注：その過程で注射器の断面積が必要になるが、注射器についている目盛を利用するとよい。また、力を測る方法も考えよ。