

実験・実習

A 「大気圧を測ろう」

講師名 所属先・役職 所属学会等

長谷川 修司 東京大学 大学院理学系研究科物理学専攻・教授

日本物理学会所属、NPO 法人 物理オリンピック日本委員会理事



8月10日(木)【実験・実習】10:00~12:00 ○○研修室

地球は大気に覆われていて、私たちは大気の底に住んでいます。この大気にも重力がはたらいていて、下層にある空気は上層の空気におされています。これが大気圧で、単位面積にかかる力によって表されます。単位は hPa(ヘクトパスカル)が使われます。天気予報でヘクトパスカルという言葉聞いたことがあるでしょう。1 hPa= 100 N/m²で、1 m²あたり 100 Nの力(およそ 10 kg)で押されていることになります。1 気圧は約 1013 hPa です。台風の中心気圧は 950 hPa 程度まで下がる場合があります。

この実験では注射器を使って大気圧を実際に測ってみます。このテーマは昨年の物理チャレンジ予選の実験課題でした。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方法を学びます。

【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、

$$P \cdot V = c \quad (\text{一定値}) \quad (\text{ボイルの法則}) \quad (1 \text{ 式})$$

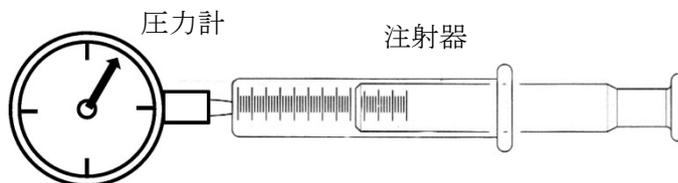
の関係があることを示し、定数 c の値を、誤差を含めて求めなさい。

<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とり付ける。

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) ピストンを押ししたり引いたりして、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。

測定データを一覧表にまとめる。

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

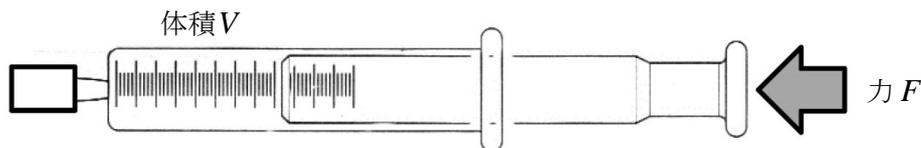
〈データ解析〉

- (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。
測定誤差は最少目盛の 1/2 程度。
- (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上の表に記入しなさい。
- (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】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なさい。

- ・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。ゴム栓をするときに、ピストンの先端を 100 ml の位置に合わせておく。



- ・力 F を変えなら、それぞれの F の時に閉じ込められた空気の体積 V を測定する。
- ・力の測定：上皿ばかりを利用する。
- ・計算するとき、注射器の断面積 S が必要になるが、注射器についている目盛を利用して測定するとよい。

[ヒント] 注射器内に閉じ込められている気体の圧力を P 、注射器の断面積を S 、注射器の外の大気圧を P_0 とする。ピストンを外側から押している力の合計は $P_0S + F$ 、内側から押している力は PS となり、両者は釣り合っているので、 $P_0S + F = PS$ となる。つまり、 $P = (P_0S + F) / S$ となる。これと、ボイルの法則(1式)を組み合わせると、力 F と体積 V を測定し、縦軸に力 F を、横軸に体積の逆数 $1/V$ をとってグラフを描き、データ点を直線にフィットすると、その y 切片から大気圧 P_0 を求めることができる。

測定データを一覧表にまとめる。

力 F (kg)							
力 F (N)							
体積 V (ml)	90	80	70	60	50	45	
$1/V$ (ml ⁻¹)							