

## ボイルの法則：気体の圧力と体積の関係

この実験の目的は、気体の圧力と体積の関係を決定することである。この実験では、気体として空気を使用し、図1に示したように圧力センサーに接続された注射器の中に封じ込める。ピストンを動かすことによって注射器の体積が変化した時、封入された気体によって及ぼされる圧力に変化が生じる。この圧力変化は、圧力センサーに接続されたグラフ電卓表示される。この実験

測定結果からグラフを描き、閉じこめられた気体の体積と圧力の間にはどのような数学的関係が成り立つかを決定する。歴史的には、この関係は1662年にロバート・ボイル(Robert Boyle)によって初めて確立され、それ以後、ボイルの法則として知られている。

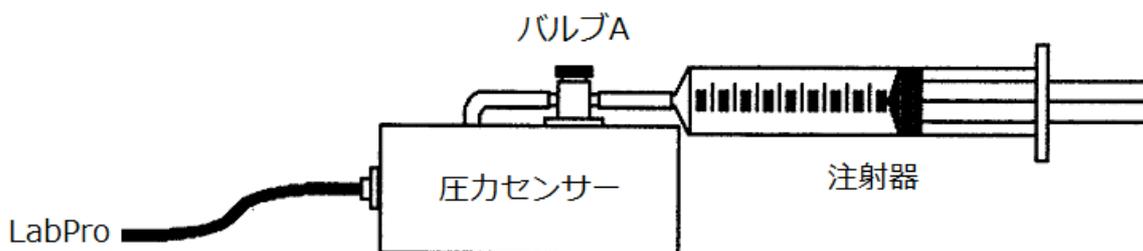


図1 装置の概観

準備：グラフ電卓，LabPro，バーニア社製の圧力センサー，注射器（20-mL）

## 作業

- ① 実験を開始するために圧力センサーと空気を用意する。
  - ・グラフ電卓に接続された LabPro のポート 1 に圧力センサーを接続する。
  - ・圧力センサーのバルブ A を反時計回りに 1/2 回転して開く。
  - ・注射器（20-mL）のピストンを動かして、内側の黒いリングを 10.0mL の目盛りに合わせる。
  - ・注射器を図1に示したように圧力センサーのバルブにねじ込んで接続する。バルブが開いている状態では、バルブの側面の穴から空気の入りは自由な状態になっている。
- ② グラフ電卓の電源を入れ、**APPS** を押し、アプリケーション・メニューを起動する。  
△（上）と▽（下）の矢印キーを操作して、DataMate を選択して、ENTER キーを押して、アプリケーションを起動する。
- ③ 一人が空気の入った注射器を制御して、もう一人がグラフ電卓の表示を読むことが望ましい。
  - ・注射器のピストンを動かして、内側の黒いリングを正確に 5.0mL に合わせる。圧力センサーの読みが安定するまで、ピストンをこの位置でしっかりと押さえている。
  - ・圧力センサーの読みが安定したら、グラフ電卓に表示される圧力を記録する。
- ④ 作業②.の操作を、7.5, 10.0, 12.5, 15.0, 17.5, 20.0mL と体積を変えて繰り返し行う。
- ⑤ 体積と圧力の測定結果から、グラフを描き、その関係を考察する。

## メモ

( ) 学群 ( ) 年 学籍番号 ( ) 氏名 ( )

**考察**

① もしも、体積が 5.0mL から 10.0mL の二倍になったとき、実験結果から圧力の値はどのような変化が記録されたか。具体的な値を用いて答えよ。

( )

② もしも、体積が 20.0mL から 10.0mL の二分の一になったとき、実験結果から圧力の値はどのような変化が記録されたか。具体的な値を用いて答えよ。

( )

③ もしも、体積が 5.0mL から 15.0mL の三倍になったとき、実験結果から圧力の値はどのような変化が記録されたか。具体的な値を用いて答えよ。

( )

④ 問い 1~3 の答えと圧力に対する体積のグラフから、閉じこめられた気体の体積と圧力との関係は比例か反比例か考えよ。そう結論した理由を説明せよ。

.....  
.....  
.....  
.....

⑤ 実験結果に基づいて、注射器の体積を 40.0mL に増加したときに圧力の値はどうか予想せよ。予想値の求め方（過程）を示しなさい。

( )

⑥ 実験結果に基づいて、注射器の体積を 2.5mL に減少したときに圧力の値はどうか予想せよ。

( )

⑦ この実験では、どのような実験要素（因子）が一定だと仮定されたか。

( )

⑧ 2変数（体積と圧力）の関係が比例または反比例と決定された場合、その比例定数（ $k$ ）を決定する一つの方法は、正比例の場合は  $k=P/V$ 、反比例の場合は  $k=P \cdot V$  である。考察④の解答を基にして、上で示された公式を用いて測定結果の記録欄の定数（ $k$ ）の欄に計算して記入せよ。

⑨ 実験で得られたデータがよければ、考察⑧で求められた定数  $k$  の値はばらつきは小さく、ほぼ一定の値のはずである。結果は一定しているか。もし、一定でない場合はその理由を考察せよ。

( )

⑩ P (圧力) と V (体積) と k (定数) を用いてボイルの法則 (Boyle's Law) を示す関係式を導きなさい。また, ボイルの法則を文章によって正確に記述しなさい。

.....

.....

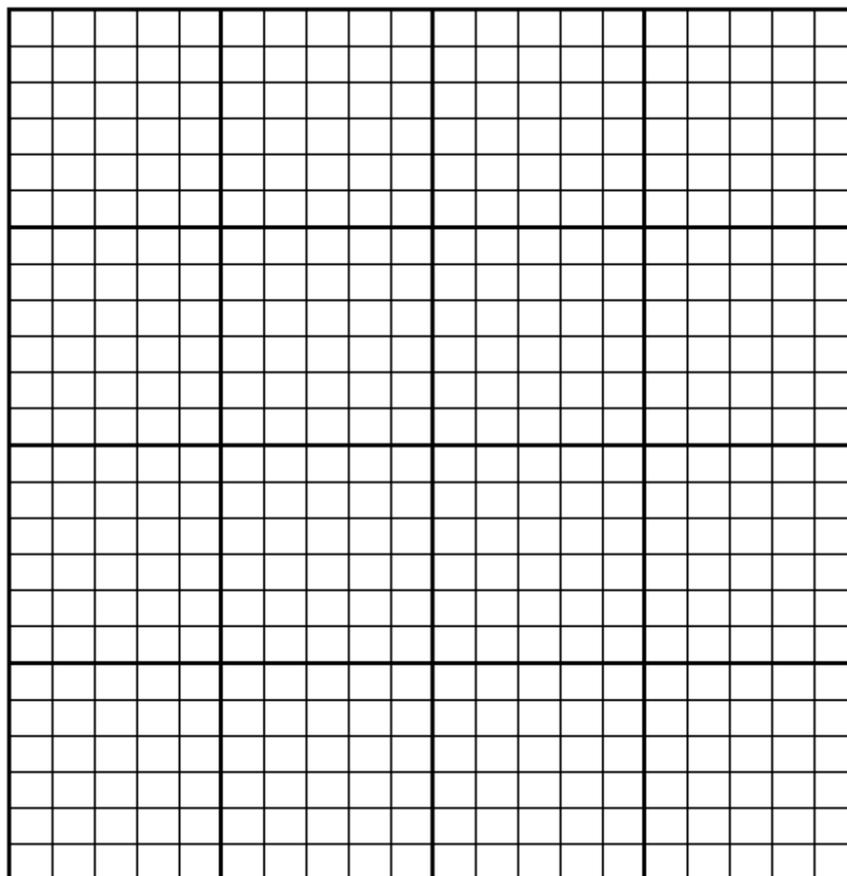
.....

.....

測定結果の記録欄

体積 (mL)	圧力 (atm)	定数 $k(P/V$ または $P \cdot V)$
5.0		
7.5		
10.0		
12.5		
15.0		
17.5		
20.0		

体積と圧力の関係のグラフ



メモ