

平成 26 年度全国理科教育大会
第 85 回日本理科学協会総会 東京大会

実験講習会

ボイルの法則実験器の製作と実験

講師： 田原輝夫

所属：東京都立城東高等学校

日時：平成 26 年 8 月 7 日

13 : 00 ~ 14 : 00

会場：立教池袋中学校・高等学校

I ボイルの法則実験器の製作

(1) 材料

アクリルパイプ(外径 21mm、内径 17mm、長さ 50cm) 1本、シリコーン管 1m、4号ゴム栓 2個、5号ゴム栓 1個、ガラス管(外径 5mm、長さ 38cm) 1本

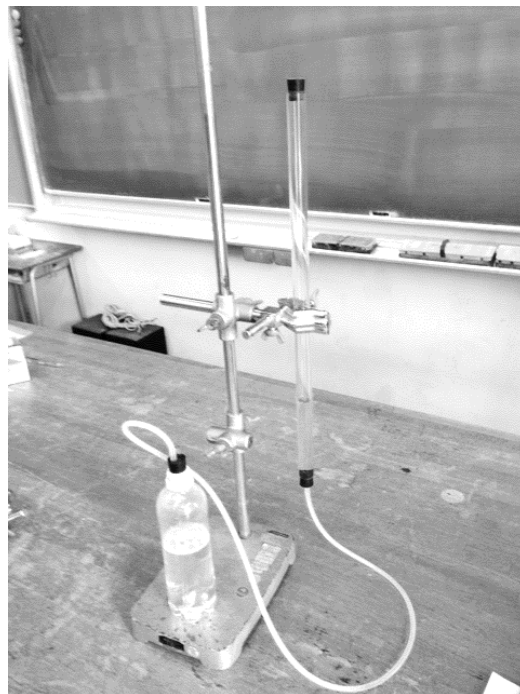


写真1 : ボイルの法則実験器

(2) 部品の製作

- ① 4号ゴム栓 1個の中央に 5mm のドリルで穴を開ける。(写真2・左)
- ② 5号ゴム栓の中央付近 2か所に 5mm のドリルで穴を開ける。(写真2・右)
- ③ ヤスリを用いて外径 5mm のガラス管を長さ 23cm、4cm、4cm に切断する。
- ④ 切断したガラス管の両端をバーナーの火であぶり、滑らかにする。(やけどに注意！)

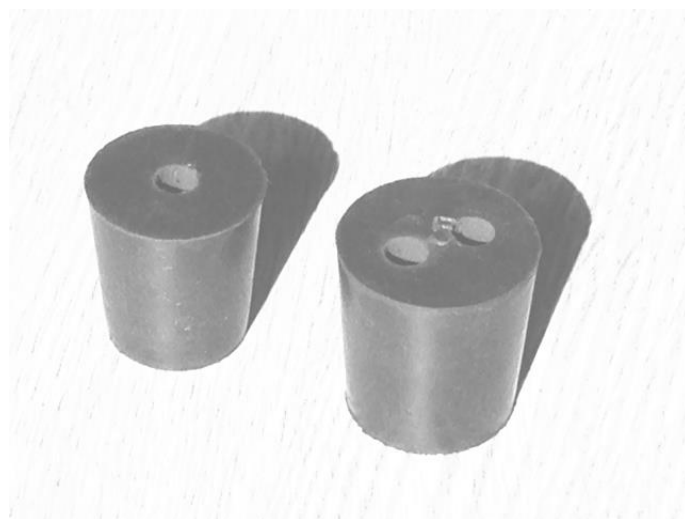


写真2 : 穴を開けたゴム栓

(3) 組み立て…写真 1 参照

- ① あ 4 号ゴム栓に 4cm のガラス管を写真 3 (上) のように通す。
- ② 5 号ゴム栓に 23cm と 4cm のガラス管を写真 3 (下) のように通す。

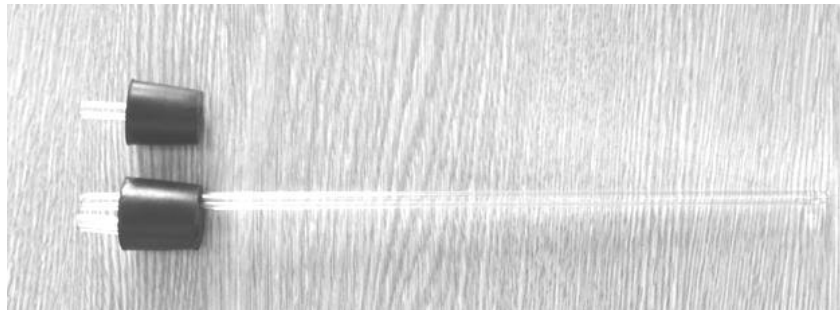


写真 3 : ガラス管を通したゴム栓

- ③ 4 号ゴム栓に通したガラス管と 5 号ゴム栓に通した 23cm のガラス管をシリコーン管でつなぐ。
- ④ ガラス管を通した 5 号ゴム栓でペットボトルの口をふさぐ。
- ⑤ アクリルパイプの下部をガラス管の通った 4 号ゴム栓でふさぎ、アクリルパイプの上部を穴の開いていない 4 号ゴム栓でふさぐ。

以上で完成。

II 実験の準備

(1) ボイルの法則実験器への水の注入

- ① ペットボトルのゴム栓をはずし、水を半分くらい入れたら再びゴム栓をする。
- ② アクリルパイプの上部のゴム栓をはずす。
- ③ ペットボトルのゴム栓のガラス管の口を指でふさぎながら、ペットボトルの腹を押してアクリルパイプの下部に 10 cm ほど水を入れる。
- ④ 水が入ったらすぐにペットボトルのガラス管の口を押えていた指を離し、アクリルパイプ上部をゴム栓でふさぐ。
- ⑤ 写真 4 のように、ペットボトル上部のシリコーン管を U 字に曲げて輪ゴムでペットボトルの口付近に固定する。これにより、シリコーン管の折れ曲がりによる閉塞を防止する。



写真 4 : U 字に曲げたシリコーン管

(2) 実験装置

写真5のように、鉄製スタンドに、ボイルの法則実験器の亚克力パイプと1mものさしを鉛直にしてクランプで固定する。

このとき、写真6のように、ものさしの目盛りの原点を亚克力パイプ上部のゴム栓の下端に合わせる。(写真6)



写真6：ものさしの原点

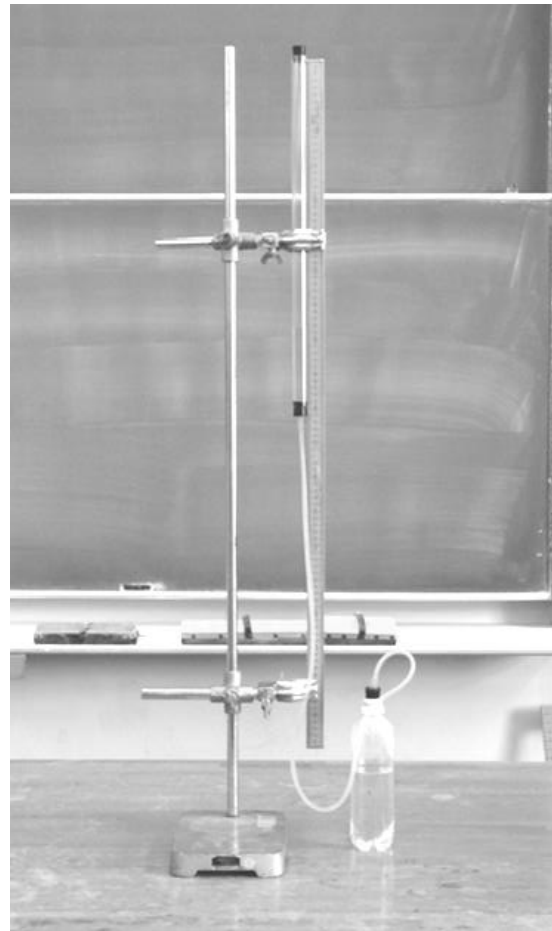


写真5：ボイルの法則実験装置

(3) 実験の原理

一定に保たれた気温のもとで、ペットボトルの水面の高さを上下させて亚克力パイプ内部の気圧を変化させるとともに、亚克力パイプ内部の気柱の長さを測定し、圧力と体積の間に成り立つ関係を調べる。

Ⅲ 実験プリント(例)

次ページへ

ボイルの法則

実施日時： _____ 年 _____ 月 _____ 日 時間目 _____

() 年 () 組 () 番 氏名 (_____)

目的

温度が一定ならば、一定量の気体の体積は圧力の大きさに反比例すること（ボイルの法則）を確かめる。

準備

ボイル法則実験器、ものさし（1 m）、鉄製スタンド、水銀気圧計、温度計

原理

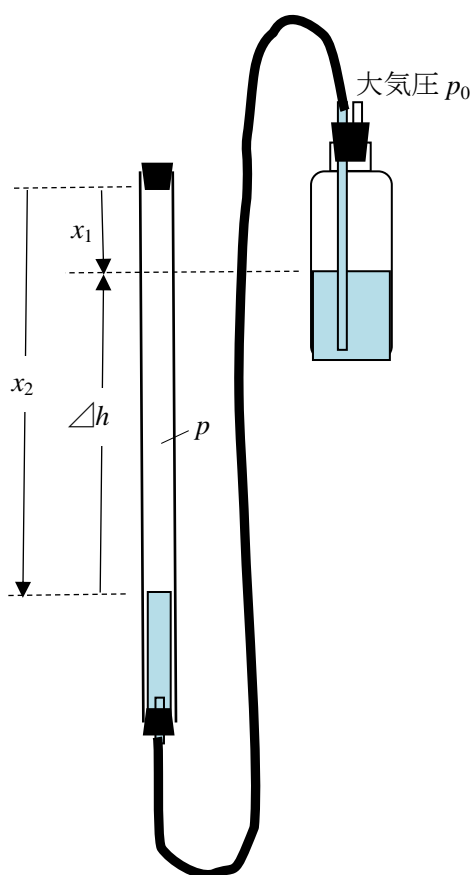
ペットボトルの高さを上下させることでアクリルパイプ内部の気圧を変化させながら、アクリルパイプ内部の気柱の長さの変化を観測し、一定に保たれた気温のもとでは圧力と体積の間に反比例の関係が成り立つことを確かめる。

方法

- (1) 水銀気圧計で大気圧 p_0 [Pa] を、温度計で気温 t [°C] を測定する。また、大気圧の単位を [Pa] から [cmH₂O] に変換する。（98 で割る。）
- (2) アクリルパイプとものさしを鉄製スタンドを用いて鉛直に固定する。
- (3) 右図のペットボトルの水面の位置 x_1 を、 $x_1=10、30、50、70、90$ [cm] と変えながら、それぞれの場合の x_2 [cm] をものさしで測定する。
- (4) アクリルパイプ内の空気圧 p [cmH₂O] を計算する。

$$p \text{ の計算式 } \quad p = p_0 + \Delta h = p_0 + x_2 - x_1$$

- (5) アクリルパイプ内の空気圧 p と気柱の長さ x_2 の積 px_2 を計算する。



実験結果

大気圧 $p_0 =$ _____ [Pa] = _____ [cmH₂O]
 (1.013 × 10⁵ Pa) (1033.0 cmH₂O)

気温 $t =$ _____ [°C]

	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目
ペットボトル の水面 x_1 [cm]	10	30	50	70	90
アクリルパイプ の水面 x_2 [cm]					
$\Delta h = x_2 - x_1$					
圧力 $p = p_0 + \Delta h$ [cmH ₂ O]					
px_2					

- ① px_2 の平均値を求めてみよう。
- ② px_2 の最大値と最小値の差を求めてみよう。
- ③ ②の差は①の平均値の何%に相当するか。

考察・結論

- ① 測定誤差の原因として考えられること。
- ② ボイルの法則が成り立っていると考えてよいだろうか。(理由も簡潔に示せ)

感想