

## 5．空気の比熱の比・手順

### やること

- ・ 空気の比熱の比 を求める
- ・ 空気の温度変化を調べる

### 最終的に提出するもの

- ・ 実験データの記入された実験ノート
- ・ グラフ 3 枚（印刷 2 枚、手描き 1 枚）

### 【メモ】

- mmH<sub>2</sub>O mmHg への換算方法は実験テキスト p.95「装置」の「5.4.2 微差圧計」を参照。
- 実験データはノートに必ず記入してください。
- ヒント：時定数とは、応答の速さを表す目安となる量のことです。
- ソフトの設定によってはここに書いた通りのことが起きないことがあるので、何かあったらすぐ教えてください。

## 【実験】

### 装置準備（データ収集ソフト（excel）の使い方）

#### （実験テキスト p.96「5.5 実験」の「1.」～「2.」）

- ・ デジタルマルチメーターと PC の電源を入れる(パスワードは無記入で OK)
- ・ Excel を起動する

- ・ Excel のツールバー  で“マルチメータの設定

(Setup Multimeter)”を選択し、関数(Function)を“抵抗(Resistance)2W”、範囲(Range)を“自動(Auto)”、解像度(Resolution)を“6”に設定。

- ・ 上記 Excel のツールバーで“ロギングワークシートを設定・実行”を選択し、間隔(Interval)を“1sec”、測定時間(Duration)を“1 hour”に設定

- ・ 測定が自動で始まり、グラフが表示されます。実験が終わるまでこれは放置しておいていいです。

測定の縦軸は“温度”ではなく“抵抗”です。これは解析のときに温度に換算します。

### 実験テキスト p.93「図 5-1」の A の状態にする

(実験テキスト p.96「5.5 実験」の「3.」～「4.」)

- ・ 3つのコックが全て“開”なのを確認
- ・ ガラス容器内の湿った空気を追い出すため、ふいごから空気を送る
- ・ ある程度やったら、真ん中のコックを閉める。すると圧力が上がってくる
- ・ 600～700mmH<sub>2</sub>O まで圧力が上がったなら右のコックを閉める。
- ・ コックを閉めたときを  $t=0$  とし、容器内外の圧力差 ( $h = P - P_0$ : 微差圧計の値) を最初は 10 秒間隔くらい、変化が落ち着いてきたら、30 秒間隔くらいで測定し、横軸時間  $t$ 、縦軸容器内外の圧力差  $h$  の関係のグラフを描く。

以下のような表をノートに作成し、測定結果を記録する。

時間 $t$ (秒)	0	10	20	30	40	50	……
$h$ (mmH <sub>2</sub> O)							

- ・ 抵抗、圧力ともに変化がほとんどなくなったら、そのときの圧力の値を  $h_1$  としてノートに記入。

### 実験テキスト p.93「図 5-1」の B の状態にする

(実験テキスト p.97「5.5 実験」の「5.」)

- ・ 真ん中のコックを開け、シュッと音がしなくなったらすぐ閉める。

### 実験テキスト p.93「図 5-1」の C の状態になるまで待つ

(実験テキスト p.97「5.5 実験」の「6.」)

- ・ 抵抗、圧力ともに変化がほとんどなくなったら、そのときの圧力の値を  $h_2$  としてノートに記入。

### 上記の A、B、C の状態を作る操作を数回繰り返す

(実験テキスト p.97「5.5 実験」の「7.」)

- ・ ここでは、実験テキスト p.93「図 5-1」の A の状態を作る際、容器内外の圧力差の測定、圧力差と時間の関係のグラフ作成はする必要はありません。要は  $h_1$  と  $h_2$  の値をもう数回求めてみてください。

抵抗変化は Excel に残しておいてください(放っておけばいいです)

上記の操作まで終了したら、Excel のグラフを停止する。(ただし、Excel は開いたままにしておく)

## 【解析】

### 温度変化のグラフを描く (グラフ描画ソフト (Origin) の使い方) (実験テキスト p.97 「5.5 実験」の「8.」)

- ・ Origin を起動する
- ・ Origin のワークシート(多分もとともあります)の A 列と B 列に、Excel のデータ(2 列あるはず)をコピー(Ctrl+c) & ペースト(Ctrl+v)

時々、「クリップボードが空にできません」というメッセージが出て、うまくコピーができないときがありますが、その時は、お手数ですが、Excel のデータを、

「ファイル」 「名前を付けて保存」 「ファイルの種類:【csv 形式】」を選択 (ファイル名の末尾は、『.csv』となります)

で「マイドキュメント」に保存し、

「Origin を開く」 「ファイル」 「インポート」 「単一ファイル」

「ファイルの種類:【csv 形式】」を選択 「マイドキュメントから保存した csv ファイルを選択」

といった具合で、Excel のデータを origin に移して下さい。これでコピーしたのと同じことになります。

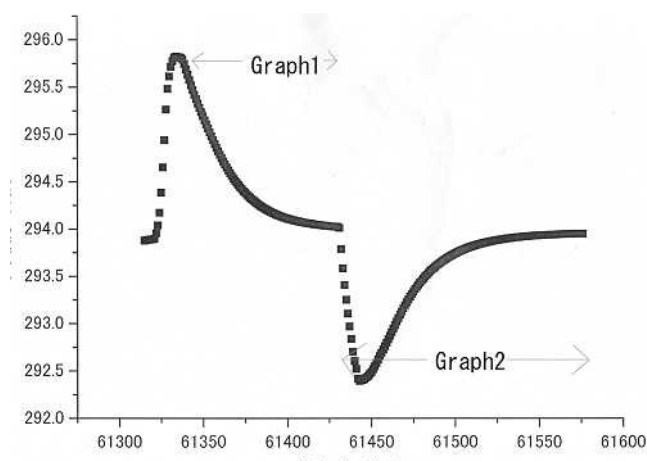
- ・ もしワークシートが 2 列しかなかったら、『ワークシート上の空白 (A 列、B 列等の外) にマウスのカーソルを合わせる 右クリック 新しい列の追加』を 2 回行い、列を 2 つ追加しておく。
- ・ A 列を選択し (A 列の 1 番上「A(X)」という箇所をクリックする) 右クリックで列フォーマット 列のデータ型を“時刻”に、表示フォーマットを“時:分:秒”に設定
- ・ C 列を選択し (C 列の 1 番上「C(Y)」という箇所をクリックする) 右クリックで列値の設定 枠内に“col(A)\*60\*60\*24”で“OK” C 列に、5

桁くらいの整数列ができるはずですが、これが今後の  $t$ (時刻、つまり横軸) となります。

- ・ D 列を選択し ( D 列の 1 番上「 D(Y)」という箇所をクリックする )、右クリックで列値の設定 枠内に“ 実験台に置いてある と R の換算式 ”を入力(R は col(B)と書き換えてください) “ OK ” 290 くらいの数字が並ぶと思います。単位は K です。

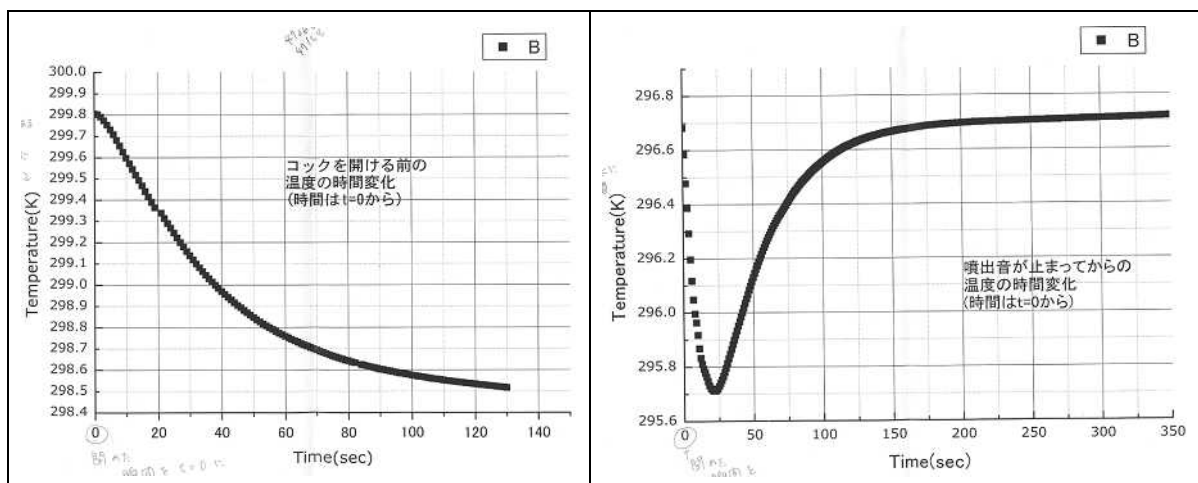
時々、B 列が、「 OHM 」と表示されることがありますが、その時は、R は「 col(B)」ではなく、「 col(OHM)」と入力して下さい。

- ・ おそらく、この時点で D 列が選択されていると思いますが、D 列の選択を解除してから ( D 列以外が選択されている場合も、選択を解除する。列の選択を解除するには、ワークシート内の空白 ( A ~ D 列の外 ) にマウスのカーソルを合わせてクリックをすればよい ) 『 Origin の上方にある「 作図 」を選択 「 散布図 」を選択』し、C 列を x に、D 列を y に設定し、OK を押すと次のようなグラフが出ると思います。




この “ Graph1 ” というのが実験テキスト p.96 「 5.5 実験 」 の 「 3. 」 ~ 「 4. 」 、  
“ Graph2 ” というのが実験テキスト p.97 「 5.5 実験 」 の 「 5. 」 ~ 「 6. 」 にあたります。これを 2 つのグラフに分けて提出して下さい。こんな感じです。

【 Graph1(左)と、 Graph2(右) 】



横軸を観ればわかると思いますが、Graph1 は右のcockを閉めたとき、Graph2 は真ん中のcockを開けた瞬間を  $t=0$  に設定してください。

それでは具体的な手順を以下で説明します。

- Origin でグラフを表示しているときに上の方にある “ データリーダー(四角っぽいアイコン  ) ” を選択し、グラフ上のデータをクリックするとその座標を表示してくれます。この機能を用いて Graph1 の範囲を決定します(がくっと下がった所が始点、ゆるやかに下がって急にまた下がる所が終点)。Graph2 の範囲はそこから先になります。範囲となる横軸の値をメモしておいてください。
- 『ファイル 新規 ワークシート』で新しいワークシートを作ったら、Origin のデータにある、Graph1 の部分に当たる所だけをコピーしそこへ貼付けます。2列あって左側が整数列になっていると思うのですが、これを “ 0,1,2,3,, ” に変えます。列値の設定を使ってやってみてください。
- 前述同様、列の選択を解除し(ワークシート内の空白(A列、B列の外)にマウスのカーソルを合わせてクリックする)、『作図 散布図』とし、A列を x に、B列を y に設定すると、上記の Graph1 のようなグラフができると思うので、これを印刷し提出してください。
- Graph2 も Graph1 と同様の作業で作成できます。Graph2 も印刷して提出してください。

## 【計算】

$$= \frac{h_1}{h_1 - h_2}$$

を計算し、下のような表をノートに作成する。

	$h_1(\text{mmHg})$	$h_2(\text{mmHg})$	
1			
2			
3			

(ここまでは、全員、必ず行うこと！！)

### 以下は時間に余裕のある者のみが行えばよい。

実験テキスト・自由課題1: 時定数の大小によって温度の時間変化の様子がそれぞれどのように変わっていくかを定性的に説明せよ。(ノートに記入)

#### 実験テキスト・自由課題2

- Graph2(実験テキスト p.97「5.5 実験」の「5.」～「6.」に対応するグラフ)から、極小点の $t_m$ と $\theta_m$ を読み取る。
- テーブルの上に用意してある、 $a$ 対 $t_m$ の関係を表したグラフより、実測した $t_m$ に対する $a$ の値を読み取る。
- 実験テキストの(5-12)式(p.99)を用いて、 $T_1 - T_2$ の値を求める。
- 実験テキストの(5-5)式(p.94)を用いて、 $T_1 - T_2$ の値を求める。
- 以上の結果をノートにまとめる(以下のような表をノートに作成する)。

	$t_m$ (秒)	$a$ (秒)	$\theta_m$ (K)	$T_1 - T_2$ (5-12)式	$T_1 - T_2$ (5-5)式
1					
2					
3					

#### 実験テキスト・自由課題3

求めた $a$ と $T_1 - T_2$  (5-12)式を用いて、容器内の空気の温度「 $T(t)$ 」とサーミスターの示度「 $\theta(t)$ 」を表す(5-8)式(p.98)と、(5-9)式(p.99)を、 $t = 0 \sim 50$  秒の範囲での測

定点と一緒にグラフ上にプロットする。ただし、典型的な1つの測定についてのみ試みればよい。