

## 冷却法による液体の比熱測定装置

### 概 要

空気中におかれた高温の物体が放射や空気の対流のために冷却する際に物体が単位時間に失う熱量は、物体の表面の状態、広さに関係し、空気との温度差があまり大きくない範囲ではこの温度差に比例します。

本器はこのNewtonの冷却の法則をもとにして液体の比熱を測定するものです。

### 装置の内容(図1)

装置の内容はつきのとおりです。部品が全部そろっているか、良くしらべてください。

|            |         |   |
|------------|---------|---|
| 1. 加熱そう    |         | 1 |
| 2. 三足台     |         | 1 |
| 3. 冷却そう    |         | 1 |
| 4. 試料管     |         | 2 |
| 5. 温度計100℃ | 1/10℃目盛 | 1 |
| 6. シリコンせん  | 大       | 1 |
| 7. シリコンせん  | 中       | 2 |
| 8. シリコンせん  | 小       | 2 |

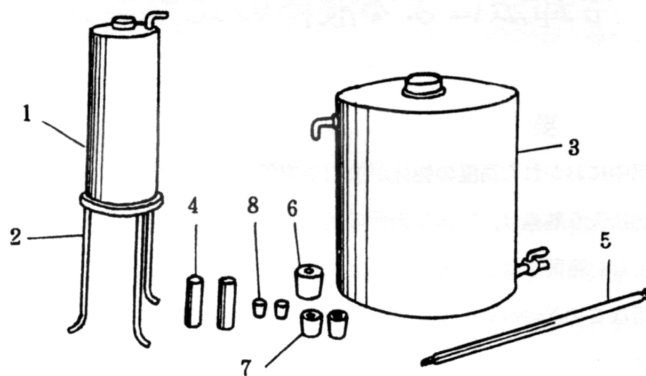


図 1

原理・構造

○ 空気の温度  $\theta_0$  , 物体の温度  $\theta$  , その熱容量を  $k$  ,  $dt$  時間に失う熱量を  $dq$  , このために起る温度の変化を  $d\theta$  とすれば

$$-k d\theta = dq = \sigma(\theta - \theta_0) dt$$

$$\therefore \frac{d\theta}{dt} = -\frac{\sigma}{k} (\theta - \theta_0) \dots\dots\dots(1)$$

ただし  $\sigma$  は物体の表面の状態およびその広さによる常数であります。(1)を解いて  $t=0$  すなわち最初の温度  $\theta_1$  を入れると

$$\theta - \theta_0 = (\theta_1 - \theta_0) e^{-\frac{\sigma}{k} t} \dots\dots\dots(2)$$

を得ます。これによって水当量  $Wg$  の試料管に、比熱  $C_1$  の物体  $m_1 g$  を入れた場合と、 $C_2$  の物体  $m_2 g$  を入れた場合とについて、試料管の表面およびその周囲の状態を同一にして  $\theta_1$  から  $\theta_2$  まで冷却するに要する時間  $t_1$  ,  $t_2$  をそれぞれ測れば、

$$\theta_2 - \theta_0 = (\theta_1 - \theta_0) e^{-\frac{\sigma}{m_1 c_1 + w} t_1} = (\theta_1 - \theta_0) e^{-\frac{\sigma}{m_2 c_2 + w} t_2}$$

$$\therefore \frac{t_1}{m_1 c_1 + w} = \frac{t_2}{m_2 c_2 + w} \dots\dots\dots (3)$$

を得ることができます。C<sub>2</sub> を既知とすればC<sub>1</sub> が求められます。

この方法の適用できるのは主として液体であって、C<sub>2</sub> の物体には水を用いますからC<sub>2</sub> = 1 C<sub>1</sub> = C とおけばCはつぎの式で与えられます。

$$C = \frac{t_1}{t_2} \frac{m_2 + w}{m_1} - \frac{w}{m_1} \dots\dots\dots (4)$$

- 図 2 は 冷却そうの使用状態を示します。図について説明しますと、冷却そう(3)の中央に内筒があり、ここに測定すべき液体を入れた試験管(4)をおきます。これは容量40mlぐらいのもので、シリコンセン(6)(7)および温度計(5)によって支

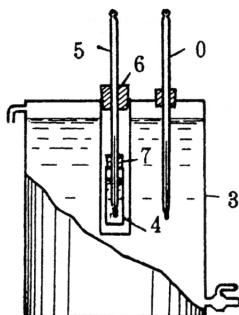


図 2

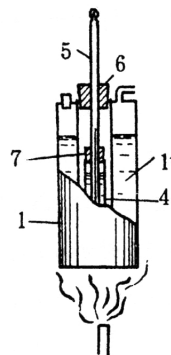


図 3

えられています。

図 3 は 加熱そうの使用状態で加熱そう(1)は冷却そうと同じように銅製で2重壁につくられています。試験管(4)を直接熱すると表面状態が変わるので加熱そうジャケット(1')に入れた水を熱して間接に加熱します。加熱そう、冷却そ

う、いずれも中筒は同径につくられていますからシリコンせん大(6)は温度計を通したまま、両方に用いられます。

## 使 用 法

実験には本器のほか、つぎのものを準備してください。

- 温度計  $\frac{1}{10}^{\circ}$  目 1
- 時 計 1
- 上皿天びん 1
- 測定試料液

1) 試料管(4)をよく洗って乾かし、0.1gのケタまで秤量し、さらに測定液を入れて測り2つの差をとって液の質量 $m_1$ をもとめます。

試料管に入れる測定液の量は温度計を入れたり熱したりすると増しますから、その分を考慮し、シリコンせん中(7)に浸らない程度に入れてください。温度計の球部は液の中央にあるように加減しておき、加熱そうに入れて熱します。

2) 冷却そうの外そうに水を満し、その温度 $\theta_0$ を記録しておきます。水そうには上下に口があり水を流すことができるようになっていますが、流さなくても熱量計からの放出熱によって測り得る程度の温度変化はおこりません。しかし気温との差があると変化しますから、あらかじめ $\theta_0$ は気温と大差がないようにしておくほうがよいでしょう。

試料が熱せられたら図2のようにシリコンせん大および温度計ごと冷却そうに装置します。

冷却速度の測定には、たとえば1分ごとに温度を読むという方法でもよいのですが、ここでは $2^{\circ}\text{C}$ 位下るごとに時計を読むという方法をとります。ただし冷却の速い初めの間は $5^{\circ}\sim 3^{\circ}$ 下がるごとに、冷却が遅くなるにつれて $3^{\circ}\sim 2^{\circ}\dots\dots$ と下がるごとに時計を読むようにします。

このようにして水そうの温度より数度高い所まで測定し、終りに水そうの温

度をふたたび測り、初めの値と変りがないか確かめます。つぎに試料管をとり出して液を別のビンに移し、シリコンせんや温度計とともによく洗います。このとき温度計の液中に浸った部分の体積を測っておきます。

- 3) 試料管に蒸留水をまえのように満して秤量し質量 $m_2$ を求め、これをまえと同じ温度にまで熱して再び冷却速度を測ります。この際水そうの温度を $\theta_0$ に調整しておくことはもちろん、他の条件をも前とできるだけ等しくすることが必要です。
- 4) 温度 $\theta$ をタテ軸に、時間 $t$ をヨコ軸にとって液および水の冷却曲線を描きます。

(2)式の対数をとれば  $\log \theta$  と  $t$  との関係は直線ですから、 $\theta$  の代りに  $\log \theta$  をとり半対数方眼紙などに図示するのもよいでしょう。

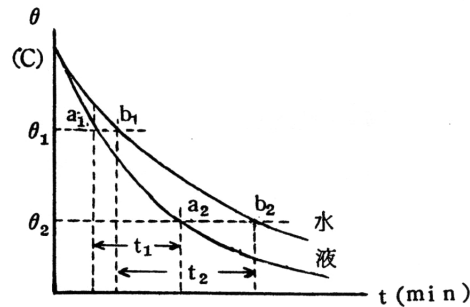


図 4

任意の温度 $\theta_1$   $\theta_2$ を通る時間軸に平行な直線が2つの曲線に交る点を $a_1$   $b_1$ ,  $a_2$ ,  $b_2$ .とし、各点から温度軸に平行な直線を引けば、図示のように $t_1$   $t_2$ が得られます。2つの曲線の温度目盛は一致させなければなりません、時間目盛は相互にずらして描いてもさしつかえありません。 $t_1$ ,  $t_2$ が大きくなるように $\theta_1$ と $\theta_2$ の差を大きくとるほうがよいでしょう。 $\theta_1$ ,  $\theta_2$ の異なる範囲から3組ぐらいの $t_1$ ,  $t_2$ を求めて、それぞれについて比熱 $C$ を計算してください。

図によらず、計算で  $t_1$ ,  $t_2$  を求めるには、 $\theta : t$  の測定値を 2 群に分け、たとえば 20 個の  $\theta$  に対する時刻、液について  $a_1 a_2 \dots a_{20}$ , 水について  $b_1 b_2 \dots b_{20}$  を得たときは (1 と 11) (2 と 12)  $\dots$  (10 と 20) 等の差を  $t_1$ ,  $t_2$  としてそれらの平均をまとめます。

#### 実験中の注意

- 試料管にシリコンせんをして移動する時は、かたむけないようにして静かに取扱ってください。これは液がシリコンせんに浸み込んだり、シリコンせんのすきまから出て蒸発するのを防ぐためです。揮発性の液はあまり高温に熱せられません。油のようなものでも 80°C まで熱すれば、じゅうぶんです。

---

#### 株式会社 島津理化

〒136-0071 東京都江東区亀戸6丁目1番8号  
TEL. (03) 5626-6600 URL : <http://www.shimadzu-rika.co.jp>

本製品の技術のお問合せは、コールセンターまで  
フリーダイヤル 0120-376-673 (携帯電話、PHSではご利用になれません)  
受付時間 平日 9:00~12:00, 13:00~17:00  
e-mail : [soudan@shimadzu-rika.co.jp](mailto:soudan@shimadzu-rika.co.jp) FAX : (075) 823-2804

M127310D0904TY005

2009.04.05TD (E-147)

---