

## レニョー熱量計 WK-150H

ご使用に際しての安全上の注意事項

- この取扱説明書をよく読んで正しくご使用ください。
- いつでも取扱説明書が使用できるように大切に保管してください。

### 注 記

この取扱説明書では、警告内容を次のように規定しています。



警 告

その事象を避けなければ、死亡又は重傷に至る可能性のある場合に用いています。



注 意

その事象を避けなければ、軽傷もしくは中程度のけがを負う可能性のある場合、及び物的障害の可能性のある場合に用います。

注 記

装置を正しくご使用していただくためのヒント的情報を記載しています。



警 告

- 加熱槽のヒータ部に水がかからないようにしてください。湿気や、水滴により絶縁が悪くなり感電の可能性があります。
- AC100V以外の電源は使用しないでください。



注 意

- 実験中加熱槽の金属部に直接手で触れないでください。火傷の恐れがあります。
- 加熱温度は100℃以上に設定しないでください。
- 温度コントローラを他の用途に使用しないでください。

注 記

装置は長時間、加熱のままで放置した場合、熱伝導により装置全体の温度が上昇するため、測定精度に影響があります。

## 1、はじめに

このたびは、レニョー熱量計WK-150Hをお買い上げいただきまことにありがとうございます。

本製品は混合法により固体の比熱を測定するものです。

加熱槽は電気加熱式で、PID制御の温度コントローラを採用しており、精密な温度制御ができます。

## 2、製品の構成

本製品は①加熱槽；②スタンド；③温度センサ；④温度コントローラ；⑤熱量計箱；⑥熱量計；⑦攪拌器；⑧熱量計つり輪；⑨保温槽；⑩温度計で構成されています。

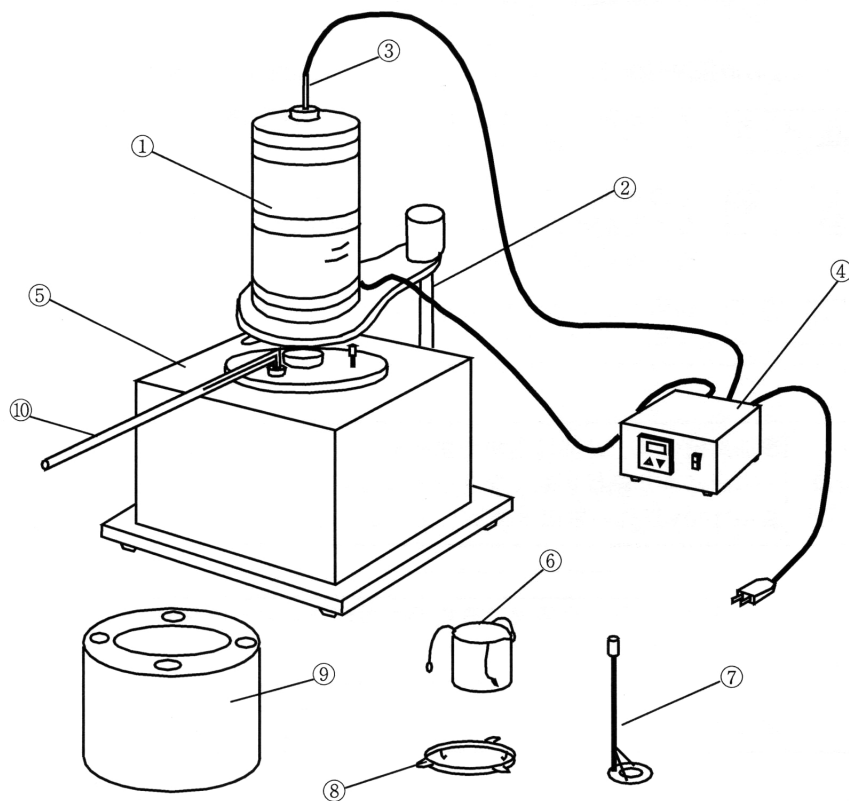


図1 装置の構成

## 3、仕様

## 加熱部

ヒータ： ヒータ AC100V 150W  
 加熱槽： 内径38×外径40mm×長さ150mm 試料投入口径φ30mm

## 温度コントローラ部

温度調節器： PID制御  
 指示精度： (指示値の±0.5%または±1℃の大きい方) ±1dig以下  
 使用電源： AC100, 50/60Hz  
 温度センサ： K熱電対

## 熱量計部

熱量計箱： W200×L200×H200mm (木製)  
 熱量計： φ50×H70mm (銅製)  
 攪拌器： φ48mm (銅製)  
 保温槽： 内径90×外径150mm 高さ150mm

## 4、原理

比熱を測定する物質 $m_1$  (g) を $t_2$  (°C) に熱し、 $t_1$  (°C) の水 $m_2$  (g) を入れた熱量計に投入し、この物質と水および熱量計の温度が一樣になったときの温度を $\theta$  (°C)。物質の比熱を $C$ とすると、物質が水および熱量計に与えた熱量は $m_1 C (t_2 - \theta)$ となります。

熱量計は水の温度と同一であるとみなせるように、熱伝導のよい銅板製、周囲を一定温度に保つために2重壁の保温槽の中に入れ、槽の壁に直接接触しないよう糸でつるします。

攪拌器は銅板で、手からの熱伝導を防ぐため非金属のつまみがついています。

水および熱量計は $t_1$  (°C) から $\theta$  (°C) まで温度が変化するため熱量計、攪拌器および水の温度を測る温度計の水当量をそれぞれ $\omega_1$ ,  $\omega_2$ ,  $\omega_3$ とし、水の比熱を1としますと、つぎの関係がなりたちます。

$$C = \frac{(m_2 + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3) (\theta - t_1)}{m_1 (t_2 - \theta)}$$

上の式中

- $m_1$  : 測定試料の質量  
 $m_2$  : 熱量計の水の質量  
 $\omega_1$  : 熱量計の水当量 (質量×銅の比熱0.092)  
 $\omega_2$  : 攪拌器の水当量 (質量×銅の比熱0.092)  
 $\omega_3$  : 温度計の水当量 (0.45 $\nu$ )  
 0.45=ガラスの密度×比熱  
 $\nu$  = 体積 (水中部分のみ)  
 $\theta$  : 熱量計の水の最高到達温度  
 $t_1$  : 熱量計の水の試料投入時の温度  
 $t_2$  : 試料加熱温度

## 5、使用方法

装置の組立と設置

- ①図1のように加熱槽をスタンドに取り付け、スタンドの位置は熱量計をスタンドベースの上に設置できる程度にします。
- ②温度コントローラをスタンドの側に置き、温度センサをシリコンゴム栓に差し込み、シリコンゴム栓を加熱槽の上部口に蓋をするようにします。
- ③測定試料の質量 $m_1$ を0.1 (g) の桁まで電子てんびんを用いて測ります。
- ④測定試料を糸で吊り温度センサの先端部と接する高さになるよう、加熱槽内につり下げます。(糸は、試料が熱量計の底まで達するのに十分な長さが必要です。)
- ⑤ヒータにて加熱過程中は、熱量計に熱量影響がないように加熱槽を熱量計から離れた反対側、スタンドの後に回し設置します。(図2)
- ⑥電源コードをコンセントに差し込んで、加熱の準備が完了です。

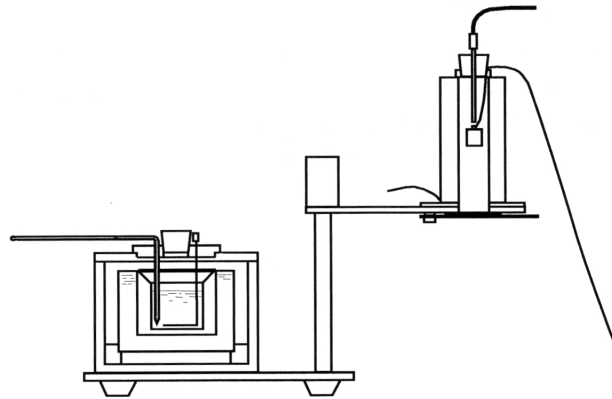


図2

## 熱量計の準備および測定

- ①保温槽に水を満し（約1700ml）、熱量計箱の中に静かに設置します。（図2）
- ②天秤で熱量計の質量 $M_1$ と攪拌器の質量 $M_2$ （つまみを外し）を測ります。  
次に熱量計に水を約100ml入れててんびんを用いて測り $M_1$ との差、水の質量 $m_2$ を求めます。
- ③熱量計に水を入れたままの状態ですり輪を用い熱量計を保温槽中につき下げ、ふたを通して温度計および攪拌器を入れます。
- ④加熱槽で加熱中の試料が目標値になるまで待ち、コントローラの現在値温度が目標値と一致後、さらに10分ほど待ち、資料の温度が一定になったことを確認します。
- ⑤熱量計の水をよく攪拌しながら温度計の示度を、できるだけ詳しく（0.1℃まで）読み取り、これを $t_1$ とします。
- ⑥ $t_1$ を記録後、ただちに熱量計のゴム栓を外し、加熱槽を熱量計の真上に移動させ、底のふたを開いて試料を水中に入れてその時刻を記録します。資料は、静かにしかも素早く熱量計におろします。
- ⑦加熱槽を元の熱量計箱から遠い位置にもどし、攪拌を続けながら温度計の示度を20秒ごとに記録し、最高温度に達したと認められたらこれを $\theta$ とします。
- ⑧測定完了後、試料を取り出し、熱量計と保温槽を箱取り出し、水を捨てておきます。
- ⑨加熱を中止し、電源コードをコンセントから外しておきます。加熱槽は自然冷却させておきます。



警告：加熱槽部には絶対に水をかけないでください。ヒータの絶縁が悪くなり感電の可能性があります。



注意：実験中加熱槽部の金属部には、絶対に手で触れないでください。

## 6、実験例

銅試料の比熱を求めます。

- ①測定試料の質量 $m_1$ を測ります。 $m_1=98.3$  (g)
- ②測定試料を糸で吊り温度センサの先端部に接触する高さになるよう、加熱槽内につり下げます。
- ③電源スイッチをONにして、 $\wedge$ 、 $\vee$ で加熱温度の目標値を $100^\circ\text{C}$ に設定し加熱を開始します。 $t_2=100^\circ\text{C}$
- ④保温槽に水を満し、熱量計箱の中に設置します。
- ⑤熱量計の質量 $M_1$ と攪拌器の質量 $M_2$  (つまみを外し) を測ります。  
 $M_1=50.4$  (g)       $M_2=11.8$  (g)  
 つぎに熱量計に水を8割り程度入れて重さを測り $M_1$ との差から水の質量 $m_2$ を求めます。 $m_2=158.4\text{g}-50.4\text{g}=108$  (g)
- ⑥熱量計に水を入れたままの状態でつり輪を用い熱量計を保温槽中につり下げ、ふたを通して温度計および攪拌器を入れます。
- ⑦加熱槽で加熱中の試料が目標値 ( $100^\circ\text{C}$ ) になるまで待ち、さらに10分ほど待ち、資料の温度が安定したことを確認します。
- ⑧熱量計の水をよく攪拌しながら温度計の示度を、できるだけ詳しく読み取り、これを $t_1$ とします。 $t_1=25.9^\circ\text{C}$
- ⑨ $t_1$ を記録後、ただちに熱量計のゴム栓を外し、加熱槽を熱量計の真上に移動させ、底のふたを開いて試料を水中に入れてその時刻を記録します。
- ⑩加熱槽を元の熱量計箱から遠い位置にもどし、攪拌を続けながら温度計の示度を20秒ごとに記録し、最高温度に達したと認められたらこれを $\theta$ とします。  
 $\theta=31.4^\circ\text{C}$
- ⑪測定完了後、試料を取り出し、熱量計の水を捨てておきます。
- ⑫温度コントローラの電源スイッチをOFFにして、加熱を中止します。電源コードをコンセントから外します。加熱槽は自然冷却させます。
- ⑬水当量 $\omega_1$ 、 $\omega_2$ 、 $\omega_3$ を計算します。  
 $\omega_1$ ：熱量計の水当量 ( $\omega_1=50.4 \times 0.092=4.64\text{g}$ )  
 $\omega_2$ ：攪拌器の水当量 ( $\omega_2=11.8 \times 0.092=1.08\text{g}$ )  
 $\omega_3$ ：温度計の水当量 ( $\omega_3=0.45 \nu = 0.45 \times 0.847=0.38\text{g}$ )

⑭ 試料の比熱を計算します。

試料の比熱：

$$\begin{aligned} C &= \frac{(m_2 + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3) (\theta - t_1)}{m_1 (t_2 - \theta)} \\ &= \frac{(108 + 4.64 + 1.08 + 0.38) (31.4 - 25.9)}{98.3 (100 - 31.4)} \\ &= 0.093 \text{ Cal/gK} \end{aligned}$$

参考：熱量計の水温が混合前から、保温槽内の水温より高かったりあるいは混合後も低い場合は結果がよくありません。はじめは保温槽の水温より少し低く、混合後少し高くなるように調整します。

(水温の調整は冷水とお湯で) これは熱の放射による出入りを相殺させることと、混合後の最終温度を観測しやすくするためです。

## 7、注意事項

実験中加熱槽の金属部には直接手を触れないでください。火傷の恐れがあります。

試料の加熱温度は100℃以上に設定しないでください。

温度コントローラを他の用途に使用しないでください。

測定完了後、電源コードをコンセントから外してください。

## 8、関連機器

103-410 電子てんびん EL-550SR

または 103-020 上ざらてんびん TB-200

127-271 比熱測定用体 SHS-3