

## 【実験】熱量保存を使った水の比熱測定（電熱法・水熱量計）（データ）

【目的】 水熱量計を使って、水の比熱を測定する。

【準備物】 水熱量計（アーテック社製）、熱電対温度計、比熱測定体、はかり、直流電源、電流計、電圧計

【理論】 水熱量計に水  $m_w$  [g] を入れ、直流電源から電流  $I$  [A]、電圧  $V$  [V] を流し、温度上昇を観察する。熱容量を  $C$  とし、単位時間  $\Delta t$  [s] の温度上昇を  $\Delta T$  [K] とするとき、電熱器から与えられた熱が水の温度上昇に使われたとすると、熱量保存により、水の比熱を  $c_w$  として次式が成り立つ。

$$[① \quad IV \Delta t = C \Delta T + m_w c_w \Delta T \quad ]$$

よって、

$$c_w = [② \quad (1/m_w) \times \{P/(\Delta T/\Delta t) - C\} \quad ]$$

となる。

【方法】 ①準備物を使い右図のような回路を作る。

①水熱量計のアルミニウム容器とアルミニウムかき混ぜ棒をはかりに乘せ、質量を測る。

①容器+かき混ぜ棒の質量  $M_c = (① \quad 16.9 \quad )g$

② 100 ~ 130ml 程度の水を容器に注ぎ、さらに全質量を測る。

②水+容器+かき混ぜ棒の質量  $m_w = (② \quad 130 \quad )g$

③加熱器の部品を分解し、電熱リード棒（アルミニウム）、ネジ（鉄）、に分けて質量を測定する。ニクロム線は 0.1g とする。

③電熱リード棒（ 8.3 ）g - 0.1g = (③A 8.2 ) g      ネジ (③B 1.1 ) g

④表 1 にデータをまとめる。

⑤水熱量計に電熱線を入れ、電流  $I=2.2 \sim 2.5A$ 、電圧 2.5 ~ 2.8V 程度に直流電源のつまみを合わせ、一度、電源スイッチを切り、温度が安定するまで待つ。

⑥その後、電源スイッチを入れ、時々攪拌棒で混ぜながら、経過時間と温度を記録する。5 °C ~ 10 °C 上がるまで測定を続ける。表 2 へ記録する。

【結果】

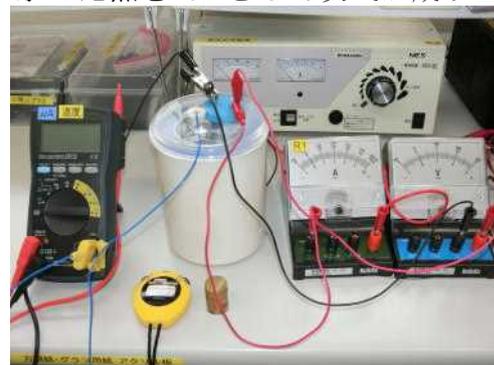
<表 1> 装置の熱容量を計算する。

物体	材質	質量 [g]	比熱 [J/(g·K)]	熱容量 $C_0$ [J/K]
②水	水	113.9	測定対象	測定対象
①容器+かき混ぜ棒	アルミニウム	16.9	0.900	15.21
③ A 電熱リード棒	アルミニウム	8.2	0.900	7.38
B ネジ	鉄	1.1	0.460	0.51
C ニクロム線	ニクロム	0.1	0.475	0.05
合計 $C = [④$				23.15 ]

<表 2>

時間 [s]	電流 [A]	電圧 [V]	温度 [°C]	時間 [s]	電流 [A]	電圧 [V]	温度 [°C]	時間 [s]	電流 [A]	電圧 [V]	温度 [°C]
0	2.35	2.68	15.5	180	2.34	2.73	17.9	360	2.35	2.75	20.2
30	2.40	2.62	15.6	210	2.40	2.66	18.2	390	2.35	2.78	20.4
60	2.40	2.62	16.1	240	2.40	2.68	18.7	420	2.35	2.76	20.9
90	2.40	2.68	16.6	270	2.40	2.69	19.0	450	2.35	2.77	21.3
120	2.40	2.65	17.0	300	2.40	2.70	19.4	480	2.34	2.78	21.7
150	2.40	2.65	17.3	330	2.40	2.69	19.8				

講座 ( ) 年 組 席	月 日	気温 °C	気圧 hPa
氏名			



## 【実験】 熱量保存を使った水の比熱測定（電熱法・水熱量計）（レポート例）

【目的】 水熱量計を使って、水の比熱を測定する。

【理論】 水熱量計に水  $m_w$  [g] を入れ、直流電源から電流  $I$  [A]、電圧  $V$  [V] を流し、温度上昇を観察する。熱容量を  $C$  とし、単位時間  $\Delta t$  [s] の温度上昇を  $\Delta T$  [K] とするとき、電熱器から与えられた熱が水の温度上昇に使われたとすると、熱量保存により、水の比熱を  $c_w$  として次式が成り立つ。

$$IV \Delta t = C \Delta T + m_w c_w \Delta T \quad \text{①}$$

よって、

$$c_w = \left[ \frac{1}{m_w} \times \{ P / (\Delta T / \Delta t) - C \} \right] \quad \text{②}$$

となる。

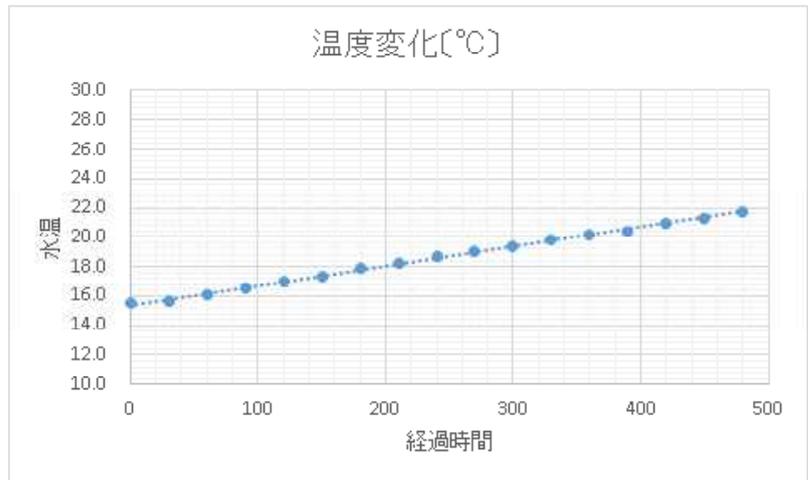
【結果】

<表 1> 装置の熱容量を計算する。

物体	材質	質量 [g]	比熱 [J/(g·K)]	熱容量 $C_0$ [J/K]
②水	水	113.9	測定対象	測定対象
①容器+かき混ぜ棒	アルミニウム	16.9	0.900	15.21
③ A 電熱リード棒	アルミニウム	8.2	0.900	7.38
B ネジ	鉄	1.1	0.460	0.51
C ニクロム線	ニクロム	0.1	0.475	0.05
合計 $C =$ [④				23.15 ]

<表 2>

時間 [s]	電流 [A]	電圧 [V]	温度 [°C]
0	2.35	2.68	15.5
30	2.40	2.62	15.6
60	2.40	2.62	16.1
90	2.40	2.68	16.6
120	2.40	2.65	17.0
150	2.40	2.65	17.3
180	2.34	2.73	17.9
210	2.40	2.66	18.2
240	2.40	2.68	18.7
270	2.40	2.69	19.0
300	2.40	2.70	19.4
330	2.40	2.69	19.8
360	2.35	2.75	20.2
390	2.35	2.78	20.4
420	2.35	2.76	20.9
450	2.35	2.77	21.3
480	2.34	2.78	21.7
平均電力 P	6.42 W	$\Delta T / \Delta t$	0.0129 K/s



【考察】 ①式より

$$c_w = (1/113.1) \times \{ 6.42 / (0.0129) - 23.15 \} = 4.1956 \text{ J/(g·K)} \quad 4.20 \text{ J/(g·K)}$$

予想よりも少し大きな値であった。容器から熱が逃げたことが考えられ、単位時間に逃げる熱を  $\Delta q / \Delta t$  とすると、

$c_w = 4.18 \text{ J/(g·K)}$  であるとすれば、

$$\Delta q / \Delta t = P - (C + m_w c_w) (\Delta T / \Delta t)$$

$$= 6.42 - (23.15 + 113.1 \times 4.18) \times 0.0129 = 0.0227 \text{ J/s}$$

約  $0.023 \text{ J/s}$ 、すなわち  $0.36\%$  の熱が逃げる装置であることがわかった。気温よりやや低い温度で実験する場合、この損失を考慮していきたい。

講座 ( ) 年 組 席	月 日	気温 °C	気圧 hPa
氏名			

## 【実験】熱量保存を使った水の比熱測定（電熱法・水熱量計）（実験書）

【目的】 水熱量計を使って、水の比熱を測定する。

【準備物】 水熱量計（アーテック社製）、熱電対温度計、比熱測定体、はかり、直流電源、電流計、電圧計

【理論】 水熱量計に水  $m_w$  [g] を入れ、直流電源から電流  $I$  [A]、電圧  $V$  [V] を流し、温度上昇を観察する。熱容量を  $C$  とし、単位時間  $\Delta t$  [s] の温度上昇を  $\Delta T$  [K] とするとき、電熱器から与えられた熱が水の温度上昇に使われたとすると、熱量保存により、水の比熱を  $c_w$  として次式が成り立つ。

$$[① \quad \quad \quad ]$$

よって、

$$c_w = [② \quad \quad \quad ]$$

となる。

【方法】 ①準備物を使い右図のような回路を作る。

①水熱量計のアルミニウム容器とアルミニウムかき混ぜ棒をはかりに乘せ、質量を測る。

$$① \text{ 容器+かき混ぜ棒の質量 } M_c = (① \quad \quad \quad ) \text{ g}$$

② 100 ~ 130ml 程度の水を容器に注ぎ、さらに全質量を測る。

$$② \text{ 水+容器+かき混ぜ棒の質量 } m_w = (② \quad \quad \quad ) \text{ g}$$

③加熱器の部品を分解し、電熱リード棒（アルミニウム）、ネジ（鉄）、に分けて質量を測定する。ニクロム線は 0.1g とする。

$$③ \text{ 電熱リード棒 ( } \quad \quad \quad \text{ ) g} - 0.1\text{g} = (③ \text{ A } \quad \quad \quad ) \text{ g} \quad \quad \quad \text{ネジ ( } ③ \text{ B } \quad \quad \quad \text{ ) g}$$

④表 1 にデータをまとめる。

⑤水熱量計に電熱線を入れ、電流  $I=2.2 \sim 2.5\text{A}$ 、電圧  $2.5 \sim 2.8\text{V}$  程度に直流電源のつまみを合わせ、一度、電源スイッチを切り、温度が安定するまで待つ。

⑥その後、電源スイッチを入れ、時々攪拌棒で混ぜながら、経過時間と温度を記録する。5 °C ~ 10 °C 上がるまで測定を続ける。表 2 へ記録する。

【結果】

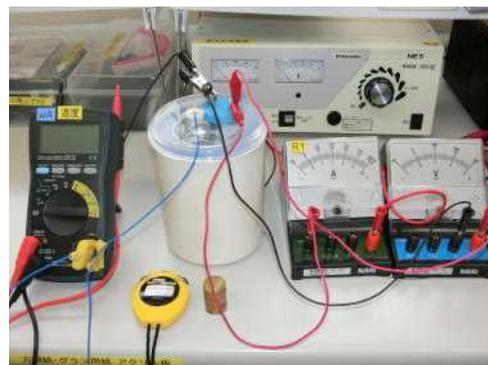
<表 1> 装置の熱容量を計算する。

物体	材質	質量 [g]	比熱 [J/(g·K)]	熱容量 $C_0$ [J/K]
②水	水		測定対象	測定対象
①容器+かき混ぜ棒	アルミニウム		0.900	
③ A 電熱リード棒	アルミニウム		0.900	
B ネジ	鉄		0.460	
C ニクロム線	ニクロム		0.475	
				合計 $C = [④ \quad \quad \quad ]$

<表 2>

時間 [s]	電流 [A]	電圧 [V]	温度 [°C]	時間 [s]	電流 [A]	電圧 [V]	温度 [°C]	時間 [s]	電流 [A]	電圧 [V]	温度 [°C]
0				180				360			
30				210				390			
60				240				420			
90				270				450			
120				300				480			
150				330							

講座 ( ) 年 組 席	月 日	気温 °C	気圧 hPa
氏名			



## 【実験】 熱量保存を使った水の比熱測定（電熱法・水熱量計）（レポート）

【目的】 水熱量計を使って、水の比熱を測定する。

【理論】 水熱量計に水  $m_w$  [g] を入れ、直流電源から電流  $I$  [A]、電圧  $V$  [V] を流し、温度上昇を観察する。熱容量を  $C$  とし、単位時間  $\Delta t$  [s] の温度上昇を  $\Delta T$  [K] とするとき、電熱器から与えられた熱が水の温度上昇に使われたとすると、熱量保存により、水の比熱を  $c_w$  として次式が成り立つ。

$$[①] \dots ①$$

よって、

$$c_w = [②] \dots ②$$

となる。

【結果】

<表 1> 装置の熱容量を計算する。

物体	材質	質量 [g]	比熱 [J/(g·K)]	熱容量 $C_0$ [J/K]
②水	水		測定対象	測定対象
①容器+かき混ぜ棒	アルミニウム		0.900	
③ A 電熱リード棒	アルミニウム		0.900	
B ネジ	鉄		0.460	
C ニクロム線	ニクロム		0.475	
				合計 $C = [④]$

<表 2>

<グラフ>

時間 [s]	電流 [A]	電圧 [V]	温度 [°C]
0			
30			
60			
90			
120			
150			
180			
210			
240			
270			
300			
330			
360			
390			
420			
450			
480			
平均電力 P	W	$\Delta T/\Delta t$	K/s

【考察】

講座 ( ) 年 組 席	月 日	気温 °C	気圧 hPa
氏名			