

## 11 温度計の補正

### 目的

温度計は、ガラスの変質などの経年変化によって示度が狂ってくる。この実験では、与えられた温度計に対して、水の氷点と沸点におけるその温度計の示度を測定し、正しい温度を求めるための補正グラフをつくり、それを用いて実験室内の正しい気温を求めることを目的にする。

### 実験用具

温度計、氷点検査器、氷、沸点検査器、バーナー、虫めがね

### 原理

とけつつある乾いた氷の温度と、一定気圧の下で沸騰する水蒸気の温度をそれぞれ氷点、沸点といい、常に再現できるので温度の定点として用いられる。セ氏の見盛では、温度計の定点として1気圧における氷点を0、沸点を100と定めてある。普通の水銀温度計やアルコール温度計では、これらの温度において、その示度を0、および100とし、その間を100等分して目盛っている。しかし長い間には、ガラスの収縮とかその他の原因によってわずかなではあるが示度が狂ってくる。そこで、水の氷点と沸点を用いて温度計の示度を補正する。

#### 1. 水の氷点

氷がとける温度は、圧力が加えられると低くなるが、気圧が普通に变化する程度ではほとんど影響がないと見てよい<sup>\*3</sup>。したがって水の氷点は0とする。

#### 2. 水の沸点

温度100、1気圧(1013hPa)の付近で、水の沸点 $\theta$ と圧力 $P$ hPaの間には理論式として

$$\theta = 100 + 0.0277(P - 1013) \quad [ \quad ] \quad (26)$$

の関係が与えられる。沸点検査器内の圧力は

$$P = p_0 + \frac{1000 \times 9.80 \times h}{100} \quad [\text{hPa}] \quad (27)$$

<sup>\*3</sup> 沸点と圧力、氷点と圧力の関係は、熱力学におけるクラペイロン - クラウジウス (Clapeyron-Clausius) の式によって求められる。沸点と圧力(または氷点と圧力)の関係は、水から水蒸気(または氷から水)になる時の体積変化と気化熱(または融解熱)の大きさに支配される。水が水蒸気になるときの体積の変化は非常に大きいので気圧に対する沸点の変化は大きくなるが、水が氷に変化するときの体積変化は小さいので圧力に対する氷点の変化は小さい。

で与えられる。ここで、 $P_0$  はアネロイド (aneroid) 気圧計の読み、1000 は水の比重  $[\text{kg}/\text{m}^3]$ 、9.80 は重力加速度  $[\text{m}/\text{s}^2]$ 、 $h$  は沸点検査器に取り付けてある U 字形開管圧力計の水面の高さの差  $[\text{m}]$  である。

## 測定方法

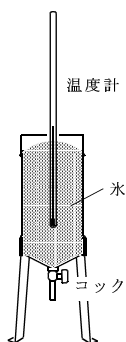


図 34

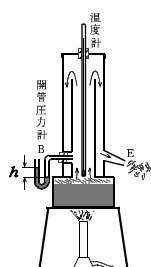


図 35

実験にとりかかる前に、使用する温度計、氷点検査器、氷などの表面をよく洗って不純物を除く。

1. はじめに与えられた温度計の水分をよくふきとり、この温度計で実験室内の温度  $t'$   $[\quad]$  を読み取り、記録する。
2. 氷点の検査
  - (a) 図 34 に示す氷点検査器に細かくした氷を山盛りにし、少量の水を注ぎかけ、しばらくしてコックを開いてたまった水を流し出すと、とけかかりの乾いた氷といわれる状態になる。(コックは、開いたままにしておく。)

(b) 温度計を氷の中にさしこみ、0 の目盛がわずかに氷の上に出るようにする。温度計のアルコール系の先端が下がって最も低くなって落ち着いたときの目盛を読んで記録する。この値を  $\delta_0$  とすれば、 $-\delta_0$  が氷点に対してこの温度計の示度に加えるべき補正值である。

(c) 温度を読みとるには、虫めがねを使ってアルコール系の先端を温度計に直角な方向から見て目盛を読む。

### 3. 沸点の検査

沸点検査器は、図 35 に示すような二重円筒の銅製容器である。温度計をさしこんで 100 の目盛が少し上に出るようにし、温度計の下部に触れない程度に蒸留水を入れる。このとき、温度計が落ち込まないように注意する。また U 字形開管圧力計 B に水を入れて沸点検査器に取り付ける。

(a) 準備が終わったら沸点検査器を下からガスバーナーで熱する。水が沸騰してくると水蒸気は温度計をあたためながら上昇し、図の矢印のように内部を通して、E からさかんに出るようになる。沸騰が静かに続いて温度計と開管圧力計 B の示度が安定したとき温度計の示度  $\theta'$  [ ] と、圧力計の水面の高さの差  $h$  [m] を読んで記録する。

(b) そのときの気圧  $P_0$  [hPa] をアネロイド気圧計で測定し、(27) 式より沸点検査器内の圧力  $P$  を求める。

(c) (26) 式を用いて、このときの沸点  $\theta$  の値を求める。 $\theta' - \theta = \delta_{100}$  とすれば  $-\delta_{100} = -(\theta' - \theta)$  が沸点に対する示度  $\theta'$  に加えるべき補正值となる。

### 4. 補正のグラフ

2.、3. で得られた結果から、与えられた温度計の示度が  $\delta_0$  [ ] のときの補正值は  $-\delta_0$ 、 $\theta'$  [ ] のときの補正值は  $-\delta_{100}$  であるから、この温度計の示度に対する補正值をこの 2 点を結ぶ直線で近似することにする。すなわち図 36 に示すように横軸を温度計の示度  $t'$  [ ]、縦軸を温度計の示度に対する補正值  $\Delta t$  [ ] として、2 点  $(\delta_0, -\delta_0)$ 、 $(\theta', -\delta_{100})$  をグラフ上にとる。その 2 点を直線で結ぶことにより実験に用いた温度計の示度に対する補正のグラフが得られる。

### 5. 正しい室温

先に 1. で測定した室温  $t'$  [ ] に対して、グラフより補正值  $\Delta t$  [ ] を求めれば、正しい室温  $t$  [ ] は、

$$t = t' + \Delta t$$

となる。

## 実験例

温度計として目盛の間隔が 1 のものを用いる。

1. 見かけの室温  $t' = 26.5$  [ ] ( 月 日、午後 時頃 )

2. 氷点の検査

氷点の読み  $\delta_0 = 0.2$  [ ]

氷点に対して加えるべき補正值  $-\delta_0 = -0.2$  [ ]

3. 沸点の検査

沸点の読み  $\theta' = 100.2$  [ ]

開管圧力計の水面の高さの差  $h = 0.0031$  [m]

アネロイド気圧計による気圧  $P_0 = 1008.4$  [hPa]

沸点検査器内の圧力

$$\begin{aligned} P &= P_0 + 1000 \times 9.80 \times 0.0031 \div 100 \\ &= 1008.4 + 0.3 \\ &= 1008.7 \\ &\approx 1009 \text{ [hPa]} \end{aligned}$$

圧力 P における沸点  $\theta = 100 + 0.0277(1009 - 1013) = 99.9$  [ ]

沸点に加えるべき補正值  $-\delta_{100} = -(\theta' - \theta) = -0.3$  [ ]

4. 補正のグラフ

グラフ上に 2 点 (0.2, - 0.2)、(100.2, - 0.3) をとり、直線で結ぶ。

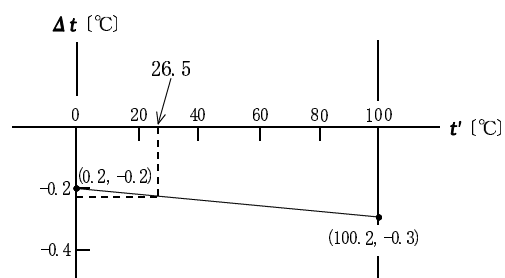
補正のグラフは、グラフ用紙を用い、図 36 のように描く。

5. 正しい室温

加えるべき補正值  $\Delta t = -0.2$  [ ] (補正のグラフより読みとる)

正しい室温  $t = t' + \Delta t = 26.5 - 0.2 = 26.3$  [ ]

《注意》実験に用いた温度計は最小目盛が 1 であり、目分量で 0.1 の位を読み取っているため、正しい室温も小数第 1 位まで求めればよい。したがって計算のときにむやみに桁をならべたり、グラフをあまり拡大して描いても意味がない。



☒ 36