



物理學

計算問題解法

下 冊

編 者 王 維 廉
 王 止 善

中 華 書 局

物理學計算問題解法下冊

目 錄

第五章 膨脹	1
1. 固體之膨脹	3
2. 液體之膨脹	11
3. 氣體之膨脹	18
第六章 比熱與潛熱	35
1. 比熱	36
2. 潛熱	56
第七章 熱之傳導與熱能當量	75
1. 熱之傳導	76
2. 熱能當量	80
第八章 音學	89
1. 波長、音速、振數及唸	94
2. 發音體之振動	103
第九章 光學	115
1. 亮度與光度	123
2. 光之反射與平鏡	128
3. 球鏡	132
4. 光之屈折	143

5. 透鏡.....	147
6. 光器與稜鏡.....	163
第十章 磁學.....	173
第十一章 動電學.....	189
1. 抵抗及導線系之抵抗.....	196
2. 歐姆定律.....	201
3. 正切電流計.....	210
4. 電解.....	218
5. 克希荷夫定律及分路.....	223
6. 最大電流之電池連結法.....	234
7. 電力及電流之熱效應.....	239
第十二章 靜電學.....	247
1. 電荷.....	250
2. 電勢及電容.....	255
附錄	
表 1. 重要常數.....	265
表 2. 幾何計算公式.....	267
表 3. 三角及代數公式.....	268
表 4. 三角函數的真數.....	270
表 5. 漢英對照.....	271
表 6. 英漢對照.....	278

物理學計算問題解法下冊

第五章 膨脹

定義、定律及公式。

1. 固體膨脹

線膨脹係數 (Coefficient of linear expansion). —— 溫度上昇一度, 固體所增之長與其原長之比曰線膨脹係數。

公式: 設 α = 線膨脹係數,

l_0 = 固體於 0°C . 時之長,

l_t = 溫度 $t^\circ\text{C}$. 時之長,

$$l_t = l_0(1 + \alpha t).$$

α 之值甚小, 設已知 $t^\circ\text{C}$. 時之長 l_t , 其 $t'^\circ\text{C}$. 時之長 $l_{t'}$, 可由下列近似公式求之:

$$l_{t'} = l_t [1 + \alpha(t' - t)].$$

體膨脹係數 (Coefficient of cubical expansion). —— 溫度昇高一度, 某物所增之體積與其原體積之比曰該物之體膨脹係數。

公式: 設 V_0 = 0°C . 時之體積,

V_t = $t^\circ\text{C}$. 時之體積,

β = 體膨脹係數,

$$V_t = V_0(1 + \beta t) = V_0(1 + 3\alpha t).$$

2. 液體膨脹

液體之實膨脹係數及視膨脹係數之關係:

容器之實膨脹係數，等於其所貯液體之實膨脹係數與其視膨脹係數之差。

公式： 設 β = 液體之實膨脹係數，

β_A = 液體之視膨脹係數，

β_G = 容器之實膨脹係數，

其關係如下：

$$\beta_G = \beta - \beta_A.$$

3. 氣體膨脹

查理士 (Charles') 或 艾留利克 (Gay-Lussac's) 定律。——
一定量之氣體，在一定壓力時，溫度每昇一度，則其體積增加零度時體積之 $\frac{1}{273}$ 。

公式： 設 V_0 = 氣體於 0°C . 時之體積，

V_t = 該氣體於 $t^\circ\text{C}$. 時之體積，

α = 該氣體之體膨脹係數，

$$V_t = V_0 + V_0 \times \frac{t}{273} = V_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right)$$

$$= V_0 (1 + \alpha t) \quad = V_0 \cdot \frac{273 + t}{273}.$$

又設已知 $t^\circ\text{C}$. 時之體積 V_t ，其於 $t'^\circ\text{C}$. 時，之體積 $V_{t'}$ ，可由下式求之：

$$\frac{V_{t'}}{V_t} = \frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t} = \frac{273 + t'}{273 + t} = \frac{T'}{T}.$$

上式中 T' 與 T 爲絕對溫度 (Absolute temperature).

由是得一定量之氣體，其體積與其絕對溫度成正比。
一定體積時，壓力與溫度之關係：

公式： 設 P_0 = 氣體 0°C . 時之壓力，

P_t = 氣體 $t^\circ\text{C}$. 時之壓力，

$$\text{則 } P_t = P_0 (1 + \alpha t) = P_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right).$$

$$\text{又 } \frac{P_t'}{P_t} = \frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t} = \frac{273 + t'}{273 + t} = \frac{T'}{T}.$$

波以耳艾留刹克定律(Boyle-Gay-Lussac's Law).——一定量之氣體，其壓力與體積之相乘積與其絕對溫度爲正比。

公式： 設 P = 壓力， V = 體積，

T = 絕對溫度， R = 常數，

$$\text{則 } PV = RT.$$

附 線膨脹係數表

玻璃.....	0.0000086	赤銅.....	0.000017
鉑.....	0.0000086	黃銅.....	0.000019
鐵與鋼.....	0.000012	鋅.....	0.000029

計 算 問 題

1. 固體之膨脹

1. 鋅棒 0°C . 時長 128 糎，求在 200°C . 時之長。

[解] 設 l_{200} = 鋅棒在 200°C . 之長，

$$\begin{aligned} \therefore l_{200} &= l_0 (1 + \alpha \times 200) = 128 (1 + 0.000029 \times 200) \\ &= 128.7424 \text{ 糎.} \end{aligned}$$

2. 黃銅線在 250°C . 時適長 3 呎，求在 0°C . 時之長

$$\text{[解]} \quad l_0 = \frac{300}{(1 + 250\alpha)} = \frac{300}{(1 + 250 \times 0.000019)}$$

$$= \frac{300}{1.00475} = 298.582 \text{ 糎.}$$

3. 黃銅棒上二記號間之距離在 10°C . 時爲 90 糎, 求在 90° 時之距離.

[解] 設 l_t = 黃銅棒上二記號間在 $t^{\circ}\text{C}$. 時之距離,
 $l_{t'}$ = 在 $t'^{\circ}\text{C}$. 時二記號間之距離,

$$\text{則} \quad l_t = l_0(1 + \alpha t) \dots \dots \dots (1)$$

$$l_{t'} = l_0(1 + \alpha t') \dots \dots \dots (2)$$

$$(2) \div (1): \frac{l_{t'}}{l_t} = \frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t},$$

$$\therefore l_{t'} = l_t \cdot \frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t}.$$

$$\therefore l_{90} = l_{10} \cdot \frac{1 + 90\alpha}{1 + 10\alpha} = 90 \times \frac{1 + 90 \times 0.000019}{1 + 10 \times 0.000019}$$

$$= 90.1368 \text{ 糎.}$$

上式不便於計算,故可用下列之近似公式,其所得結果之差異甚少.

$$l_{t'} = l_t [1 + \alpha(t' - t)],$$

$$\therefore l_{90} = l_{10} [1 + \alpha(90 - 10)] = 90(1 + 0.000019 \times 80)$$

$$= 90.1368 \text{ 糎.}$$

4. 鐵製公尺桿在 60°C . 時長 99.981 糎, 在 40°C . 時長 100.015 糎, 求其膨脹係數, 及長適爲 100 糎之溫度.

$$[\text{解}] \quad l_{t'} = l_t [1 + \alpha(t' - t)],$$

$$\alpha(t' - t) = \frac{l_{t'}}{l_t} - 1 = \frac{l_{t'} - l_t}{l_t},$$

$$\therefore \alpha = \frac{l_{t'} - l_t}{l_t(t' - t)} = \frac{100.015 - 99.981}{99.981 \times 30}$$

$$= \frac{0.034}{2999.43} = 0.0000113.$$

設 x° = 該桿正確時之溫度,即長適 100 糎時,

$$100 = 99.981[1 + 0.0000113(x - 10)]$$

$$\therefore x - 10 = \frac{0.019}{99.981 \times 0.0000113} = 16.82,$$

$$\therefore x = 10 + 16.82 = 26^\circ.82C.$$

5. 鐵製碼尺製於冰點,求在沸點時之差數.

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad l_{100} &= 3(1 + 100\alpha) = 3(1 + 0.000012 \times 100) \\ &= 3.0036 \text{ 呎,} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore l_{100} - 3 &= 3.0036 - 3 = 0.0036 \text{ 呎} \\ &= 0.432 \text{ 吋.} \end{aligned}$$

6. 鐵之膨脹係數為 0.000012, 設夏日之溫度為 $40^\circ C.$, 冬日為 $-20^\circ C.$, 求 1700 呎長鐵橋伸脹之距離.

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad \text{伸脹之距離} &= lat = 1700 \times 0.000012 \times (40 + 20) \\ &= 1.224 \text{ 呎.} \end{aligned}$$

7. 黃銅線溫度增高 200° 時,其長增 1 糎,求其長.

$$\text{[解]} \quad l_t' = l_t(1 + 0.000019 \times 200) \dots \dots \dots (1)$$

$$l_t' - l_t = 1,$$

$$\text{或} \quad l_t' = 1 + l_t \dots \dots \dots (2)$$

$$(1) = (2): \quad 1 + l_t = l_t + 0.000019 \times 200 \times l_t,$$

$$\begin{aligned} \therefore l_t &= \frac{1}{0.000019 \times 200} = \frac{1}{0.0038} \\ &= 263.16 \text{ 糎.} \end{aligned}$$

8. 赤銅線在 $25^\circ C.$ 時較 $5^\circ C.$ 時長 0.034 糎,求其在 $0^\circ C.$ 時之長(用精確公式計算).

$$\text{[解]} \quad \therefore l_t = l_0(1 + \alpha t),$$

$$\therefore l_{25} = l_0(1 + 0.000017 \times 25) = 1.000425l_0, \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{及 } l_5 = l_0(1 + 0.000017 \times 5) = 1.000085l_0, \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{但 } l_{25} - l_5 = 0.034, \dots\dots\dots(3)$$

$$(1) - (2) = (3): \therefore l_0(1.000425 - 1.000085) = 0.034$$

$$\therefore l_0 = 0.034 / 0.00034 = 100 \text{ 呎.}$$

9. 金屬尺於 32°F . 與 76°F . 間, 增長 0.014 吋, 求溫度增至 50°C . 時所增之長.

$$[\text{解}] \quad 50^\circ\text{C}. = (50 \times \frac{9}{5} + 32) = 122^\circ\text{F}.$$

$$\therefore 0.014 = l_t \alpha (t' - t) = l_{32^\circ\text{F}} \alpha (76 - 32),$$

$$\therefore l_{32^\circ\text{F}} \alpha = 0.014 / 44,$$

$$\therefore 50^\circ\text{C}. \text{ 時尺所增之長} = l_{32^\circ\text{F}} \alpha (112 - 32)$$

$$= (0.014 / 44) \times 90 = 1.26 / 44$$

$$= 0.02864 \text{ 吋.}$$

10. 鋼尺於 15°C . 時製成, 今有 2000 呎之距離, 於 10°C . 時度之, 求其差數.

$$[\text{解}] \quad \therefore l_{15} = l_0(1 + 15\alpha), \dots\dots\dots(1)$$

$$l_{10} = l_0(1 + 10\alpha), \dots\dots\dots(2)$$

$$(2)/(1): \quad l_{10} = l_{15} \cdot \frac{1 + 10\alpha}{1 + 15\alpha} = \frac{1 + 10\alpha}{1 + 15\alpha},$$

$$\therefore \text{差數} = 2000l_{10} - 2000.$$

$$= 2000 \left(\frac{1 + 10\alpha}{1 + 15\alpha} - 1 \right) = 2000 \left(\frac{5\alpha}{1 + 15\alpha} \right)$$

$$= 2000 \times \frac{5 \times 0.000013}{1 + 10 \times 0.000013} = \frac{0.13}{1.00013}$$

$$= 0.129 \text{ 呎.}$$

11. 在 0°C . 時鐵棒長 1.5 呎, 黃銅棒長 2.5 呎, 並列而

釘其一端，他端相距 1 呎，設投入 220°C . 之油槽中，求兩棒他端相距之長。

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad l_A &= 1.5(1 + 0.000012 \times 220) = 1.5 \times 1.00264 \\ &= 1.50396 \text{ 呎,} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l_B &= 2.5(1 + 0.000019 \times 220) = 2.5 \times 1.00418 \\ &= 2.51045 \text{ 呎,} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{兩棒他端相距之長} &= 2.51045 - 1.50396 \\ &= 1.00649 \text{ 呎.} \end{aligned}$$

12. 於抵償擺 (Compensated pendulum) 中，鐵棒長 87 吋，問鋅棒應長若干？

[解] 於抵償擺中，兩棒膨脹之長必相等，故

$$87 \times 0.000012t = l \times 0.000029t,$$

$$\therefore l = \frac{87 \times 0.000012}{0.000029} = 36 \text{ 吋.}$$

13. 擺振動所需之時與擺長之平方根成正比，某鐘於 5°C . 時指示正確之時間，設溫度增至 30°C . 時，每日走慢若干？

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad \text{設擺爲秒擺，則每日振動之次數} &= 60 \times 60 \times 24 \\ &= 86,400. \end{aligned}$$

設 l_s 爲 5°C . 時之擺長，則於 30° 時，其長爲

$$\begin{aligned} l_{s_0} &= l_s [1 + \alpha(30 - 5)] = l_s (1 + 0.000012 \times 25) \\ &= 1.0003l_s. \end{aligned}$$

$$\text{由擺之公式,} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ 或 } T \propto \sqrt{l},$$

$$\text{但} \quad f(\text{振動次數}) = \frac{1}{T},$$

$$\therefore \frac{1}{f} \propto \sqrt{T},$$

或 $f \propto \frac{1}{\sqrt{T}},$

$$\text{於 } 30^\circ \text{ 時之每日之振動次數} = 86,400 \sqrt{\frac{1}{1.0003}}$$

$$= 86,400 / 1.00015 = 86,400(1 - 0.00015)$$

$$\therefore \text{每日走慢之秒數} = 86,400 - 86,400(1 - 0.00015)$$

$$= 86,400 \times 0.00015$$

$$= 12.96 \text{ 秒.}$$

14. 於 0° 時鐵球直徑 5.01 糎, 赤銅環內直徑 5 糎, 欲使鐵球穿過銅環, 問溫度須增高若干?

[解] 設 t = 應增之溫度,

$$\text{鐵球於 } t^\circ\text{C. 時之直徑} = 5.01(1 + 0.000012t),$$

$$\text{赤銅環於 } t^\circ\text{C. 時之內直徑} = 5(1 + 0.000017t),$$

但鐵球穿過銅環時, 兩直徑相等, 故

$$5.01(1 + 0.000012t) = 5(1 + 0.000017t),$$

$$0.01 + (5.01 \times 0.000012t) = 5 \times 0.000017t,$$

$$\therefore t = 0.01 / (5 \times 0.000017 - 5.01 \times 0.000012)$$

$$= 0.01 / 0.00002488$$

$$= 402^\circ\text{C.}$$

15. 於 0°C. 時, 鉑絲長 251 糎, 鋅片長 250 糎, 問於何溫度時, 其長相等?

[解] $251 \times (1 + 0.0000086t) = 250 \times (1 + 0.000029t),$

$$1 + 251 \times 0.0000086t = 250 \times 0.000029t,$$

$$\therefore t = 1 / (250 \times 0.000029 - 251 \times 0.000086)$$

$$= 1/0.0050914$$

$$= 196^{\circ}.4\text{C.}$$

16. 玻璃管於 5°C. 時長 99.994 吋, 黃銅棒於 22°C. 時, 長 100.019 吋, 於 5° 與 22°C. 中間某溫度時, 二者之長適相等, 求此溫度.

[解] 由 $l_t' = l_t[1 + \alpha(t' - t)]$, 得下式:

$$99.994[1 + 0.0000086(t' - 5)] = 100.019[1 + 0.000019(t' - 22)],$$

$$\therefore 99.994 \times 0.000086t' - 99.994 \times 0.0000086 \times 5$$

$$= 0.025 + 100.019 \times 0.000019t' - 100.019 \times 0.000019 \times 22,$$

$$\therefore 100.19 \times 0.000019t' - 99.994 \times 0.0000086t'$$

$$= 100.019 \times 0.000019 \times 22 - 99.994 \times 0.0000086 \times 5 - 0.025,$$

$$\therefore t' = \frac{0.0125082}{0.0010404} = 12^{\circ}\text{C.}$$

17. 試證一物之體膨脹係數約為其線膨脹係數之 3 倍.

樹膠之線膨脹係數為 0.00008, 於 0°C. 時, 其長為 1 呎, 高 10 吋, 厚 1 吋, 求於 90°C. 時所增之體積.

[解] 設某物為立方體, 其每邊於 0°C. 時之長為 l_0 , 則於 $t^{\circ}\text{C.}$ 時之長為

$$l_t = l_0(1 + \alpha t),$$

於 0°C. 時其體積為 $V_0 = l_0^3$, 則

於 $t^{\circ}\text{C.}$ 時之體積為

$$V_t = l_t^3 = l_0^3(1 + \alpha t)^3$$

$$= V_0(1 + 3\alpha t + 3\alpha^2 t^2 + \alpha^3 t^3).$$

但體膨脹係數之公式為

$$V_t = V_0(1 + \beta t),$$

$$\therefore V_0(1+\beta t) = V_0(1+3\alpha t+3\alpha^2 t^2+\alpha^3 t^3),$$

$$\therefore \beta = 3\alpha + 3\alpha^2 t + \alpha^3 t^2.$$

但 α 之值甚小, 則 $3\alpha^2 t + \alpha^3 t^2$ 之值可略去之,

$$\therefore \beta = 3\alpha.$$

$$\begin{aligned} \text{樹膠於 } 90^\circ \text{ 時所增之體積} &= V_0(1+3\alpha t) - V_0 = V_0 \cdot 3\alpha t \\ &= 12 \times 10 \times 1 \times 3 \times 0.00008 \times 90 \\ &= 120 \times 0.0216 \\ &= 2.592 \text{ 立方吋.} \end{aligned}$$

18. 鉛球於 0°C . 時之體積為 2.5 厘³, 於 98°C . 時為 2.521 厘³, 試證其體膨脹係數為 0.0000857 .

$$[\text{證}] \quad \therefore V_t = V_0(1+\beta t),$$

$$\begin{aligned} \therefore \beta &= \left(\frac{V_t}{V_0} - 1 \right) \cdot \frac{1}{t} = \frac{V_t - V_0}{V_0 t} = \frac{2.521 - 2.5}{2.5 \times 98} \\ &= 0.021 / (2.5 \times 98) = 0.0000857. \end{aligned}$$

19. 於 0°C . 時銀之密度為 10.31 , 其體膨脹係數為 0.000058 ; 求 150°C . 時之密度.

$$[\text{解}] \quad \therefore D = \frac{M}{V} \text{ 或 } D \propto \frac{1}{V}.$$

設 0°C . 時之體積 $= V_0$, 則 150°C . 時之體積為

$$V_{150} = V_0(1 + 0.000058 \times 150) = 1.01275V_0.$$

$$\therefore \frac{D_{150}}{D_0} = \frac{V_0}{V_{150}},$$

$$\begin{aligned} \therefore D_{150} &= 10.31 \times \frac{V_0}{1.01275V_0} = \frac{10.31}{1.01275} \\ &= 10.22. \end{aligned}$$

20. 黃銅片在 0°C . 時長 20 厘, 闊 15 厘, 求於 80°C . 時之面積.

$$\begin{aligned}
 [\text{解}] \quad A_{80} &= [20(1 + 0.000019 \times 80)][15(1 + 0.000019 \times 80)] \\
 &= 20 \times 1.00152 \times 15 \times 1.00152 \\
 &= 300.912 \text{ 吋}^2.
 \end{aligned}$$

12. 鐵棒長 12 呎，直徑 1 吋，自 15°C . 熱至 165°C . 釘其兩端，復冷至 15°C ，求棒內引力。設 $E = 30 \times 10^6$ 磅/吋²。

$$[\text{解}] \quad 12 = l_0(1 + 15\alpha), \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{又} \quad l_{165} = l_0(1 + 165\alpha), \dots\dots\dots(2)$$

$$(2) \div (1): \quad l_{165} = 12 \cdot \frac{1 + 165\alpha}{1 + 15\alpha},$$

$\therefore$ 溫度自 165°C . 降至 15° ，棒所減之長

$$\begin{aligned}
 &= l_{165} - 12 = 12 \cdot \frac{1 + 165\alpha}{1 + 15\alpha} - 12 \\
 &= 12 \times \frac{150\alpha}{1 + 15\alpha} = 12 \times \frac{150 \times 11.9 \times 10^{-6}}{1 + 15 \times 11.9 \times 10^{-6}} \\
 &= \frac{12 \times 150 \times 11.9 \times 10^{-6}}{1.0001785}.
 \end{aligned}$$

又由公式，彈性率 = $\frac{\text{應力}}{\text{變形}}$ ，或 $E = \frac{S}{\delta}$ ，

$\therefore$ 棒內引力 = $SA = E\delta A$

$$\begin{aligned}
 &= 30 \times 10^6 \times \frac{12 \times 150 \times 11.9 \times 10^{-6}}{1.0001785} \times \frac{1}{4} \pi \times 1^2. \\
 &= 42,000 \text{ 磅}.
 \end{aligned}$$

2. 液體之膨脹

22. 設水銀在玻璃容器中之視膨脹係數為 $1/6500$ ，但水銀之實膨脹係數為 $1/5500$ ，求玻璃之體膨脹係數，

$$[\text{解}] \quad \beta_g = \beta - \beta_A$$

$$= \frac{1}{5500} - \frac{1}{6500} = 0.00018182 - 0.00015385 \\ = 0.00002797.$$

23. 某液體於 0° 時之密度為 D_0 , 其體膨脹係數為 K ; 試證 t° 時之密度為

$$D_t = D_0 / (1 + Kt).$$

[證] 設 0° 時, 液體之體積為 V_0 ,

則 t° 時, 液體之體積 $V_t = V_0(1 + Kt)$,

但液體之密度與其體積成反比例, 即 $D \propto \frac{1}{V}$,

$$\therefore \frac{D_t}{D_0} = \frac{V_0}{V_0(1 + Kt)} = \frac{1}{(1 + Kt)},$$

$$\therefore D_t = D_0 / (1 + Kt).$$

24. 溫度 4° 時, 1 克水之體積為 1 壺; 60° 時為 1.0169 壺; 求 4° 與 60° 間, 水之平均膨脹係數.

[解] 水之平均膨脹係數 $= \frac{1.0169 - 1}{60 - 4} = 0.0003018$.

25. 4° 時水之密度為 1; 60° 時為 0.9834. 求 40° 與 60° 間, 水之平均膨脹係數.

[解] 設 $V_4 = 4^\circ\text{C}$. 時水之體積, 則

$$\frac{V_{60}}{V_4} = \frac{1}{0.9834},$$

$$\therefore V_{60} = 1.01688V_4,$$

$$\therefore \text{水之平均膨脹係數} = \frac{1.01688V_4 - V_4}{(60 - 4)V_4} \\ = 0.0003014.$$

26. 求 t° 時水密度 D_t 與 0° 時密度 D_0 之關係, 倘一單位體積 4° 之水, 冷至 0° 脹大 e ; 熱至 t° 脹大 e' .

[解] 0° 時水之體積 $= 1 + e$,

t° 時水之體積 $= 1 + e'$,

但密度與體積成反比例,故

$$D_t : D_0 = 1 + e : 1 + e'.$$

27. 用度隆普提 (Dulong and Petit) 之方法,測定水銀之膨脹係數.今水銀柱各高 60 及 61.09 糎,其溫度各為 0° 及 100° ;求水銀之膨脹係數.

[解] 設 H_t = 水銀柱在 t° 時之高,

H_0 = 水銀柱在 0° 時之高,

$$\therefore \alpha = (H_t - H_0) / H_0 t.$$

$$\therefore \alpha = (61.09 - 60) / 60 \times 100$$

$$= 0.0001817.$$

28. 於度隆普提方法實驗中,兩水銀柱高 90 及 91.7 糎,設前者溫度為 0° ,求後者之溫度.

但水銀之膨脹係數為 0.000182, (題 28-34, 均以此值計算.)

[解] 由前題公式,得

$$t = (H_t - H_0) / H_0 \alpha,$$

$$\therefore t = (91.7 - 90) / 90 \times 0.000182$$

$$= 103^\circ.8.$$

29. 設 0° 時水銀之密度為 13.6, 試證 120° 時,其密度為 13.3.

[證] 設 0° 時,水銀之體積為 V_0 , 則

120° 時水銀之體積為 $V_0(1 + 0.000182 \times 120)$,

$$\therefore D_t = 13.6 \cdot \frac{V_0}{V_0(1 + 0.000182 \times 120)} = \frac{13.6}{1.02184}$$

$$= 13.3,$$

30. 於 110° 時, 1 克水銀之體積為 0.075 瓩, 試證 80° 時, 1 瓩水銀重 13.4 克.

[證] 30° 時之 1 瓩水銀在 110° 時之體積
 $= 1 \times [1 + 0.000182(110 - 80)] = 1.00546$ 瓩.

$\therefore$ 水銀之重 $= 1.00546 / 0.075 = 13.4$ 克.

31. 一比重瓶於 70° 時, 恰容水銀 687 克, 試證其容積為 51.158 瓩 (0° 時水銀之密度為 13.6).

[證] 0° 時之 1 瓩水銀, 在 70° 時之體積
 $= 1 \times (1 + 0.000182 \times 70) = 1.01274$ 瓩,

$\therefore$ 70° 時水銀之密度 $= 13.6 / 1.01274$,

$\therefore$ 比重瓶之容積 $= 687 / 13.6 / 1.01274$
 $= 51.158$ 瓩.

32. 一重量寒暑表 (Weight thermometer) 容 0° 之液體 M 克; 當溫度昇至 t° , 排去液體 m 克; 試證該液體之視膨脹係數為

$$\alpha_g = m / (M - m)t.$$

[證] 設 0°C . 時液體之密度 $= D_0$,

則排去液體在 t° 時之體積 $= m(1 + \alpha_g t) / D_0$.

液體在 0° 時之體積 $= M / D_0$.

$$\therefore \alpha_g = \frac{m(1 + \alpha_g t) / D_0}{Mt / D_0} = \frac{m(1 + \alpha_g t)}{Mt},$$

$$M\alpha_g t = m + m\alpha_g t,$$

$$(M - m)\alpha_g t = m,$$

$$\therefore \alpha_g = \frac{m}{(M - m)t}.$$

33. 一重量寒暑表, 重 40 克, 裝入 0° 之水銀, 則重 490