

物理学讲义

下 册

中 国 人 民 大 学

物 理 学 讲 义

下 册

葛佩琦、赵祖森、万 山 合编

中 国 人 民 大 学

1957年 北京

物理学讲义〔下册〕
葛佩琦、赵祖森、万山合编

*

中国人民大学出版
中国人民大学印刷厂印刷

(北京苏联西大街石柵胡同26號)

*

1955年3月第1版

1957年2月第5次印刷

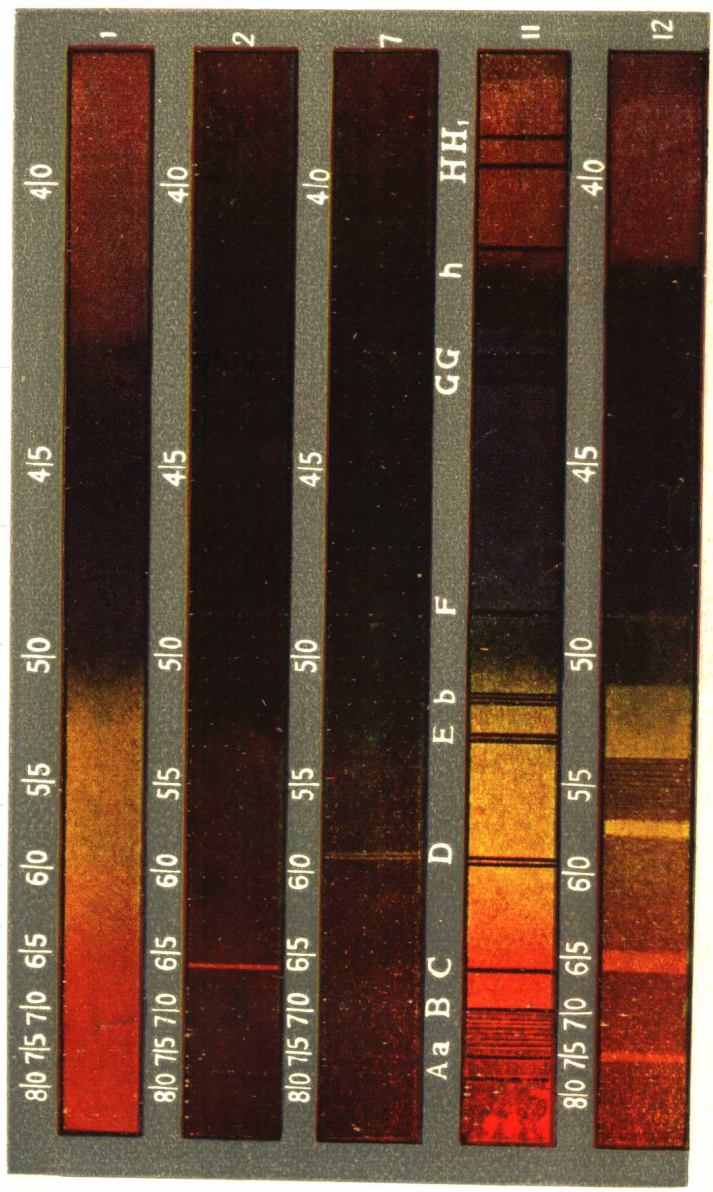
17—1(Ⅱ)·850×1168 $\frac{1}{32}$ ·印張5 $\frac{3}{8}$ ·插頁1

字数:149,000

册数:1385—1894(500+10)

定价(8):0.70元

紅 | 橙 | 黃 | 綠 | 青 | 藍 | 紫



發射光譜

吸收光譜

圖中數字表示波長 (單位 10^{-10} 厘米)。

目 錄

第二編 熱 學

第九章 溫度和熱量..... 1—10

- §1. 溫度及其測量〔1〕 §2. 固體的線膨脹〔2〕 §3. 體膨脹〔4〕
§4. 熱膨脹現象的實際意義〔5〕 §5. 熱量和比熱〔6〕 §6. 熱平衡
方程式〔7〕 §7. 熱與功。熱功當量〔8〕 問題〔9〕 習題〔9〕

第十章 氣體的性質..... 10—17

- §1. 氣體的熱平衡狀態〔10〕 §2. 溫度不變時氣體體積和壓力的關係
〔10〕 §3. 壓力不變時氣體體積和溫度的關係〔12〕 §4. 體積不變
時氣體壓力和溫度的關係〔13〕 §5. 絕對溫度〔14〕 §6. 氣體的狀
態方程式〔15〕 §7. 理想氣體〔17〕 問題〔17〕 習題〔17〕

第十一章 物質的分子學說..... 18—29

- §1. 分子和分子運動論〔18〕 §2. 氣體的分子運動論〔20〕 §3. 固體
〔21〕 §4. 液體的表面現象〔23〕 §5. 分子運動和熱狀態〔26〕
§6. 物態的變化〔27〕 §7. 濕度〔28〕 問題〔29〕

第十二章 熱機..... 29—39

- §1. 熱機〔29〕 §2. 平衡過程〔30〕 §3. 氣體膨脹時所做的功〔31〕
§4. 循環過程〔33〕 §5. 蒸汽機〔34〕 §6. 蒸汽輪機(透平機)〔36〕
§7. 內燃機〔36〕 §8. 噴氣發動機〔38〕

第三編 電 學

第十三章 靜電學..... 40—65

- §1. 摩擦起電〔40〕 §2. 導體和絕緣體〔41〕 §3. 金箔驗電器〔42〕
§4. 感應起電〔43〕 §5. 關於帶電體相互作用的庫侖定律〔44〕 §6.
電子學說〔47〕 §7. 根據電子學說解釋摩擦起電、感應起電、導體和
絕緣體〔48〕 §8. 電場、電場強度〔49〕 §9. 電力線〔51〕
§10. 靜電場的力所作的功〔53〕 §11. 電荷的勢能。電勢〔54〕 §12.

電勢差及其單位〔56〕 §13.靜電伏特計。電容〔57〕 §14.電容器
〔59〕 §15.幾種常見的電容器〔61〕 問題〔63〕 習題〔64〕

第十四章 電流的基本定律……………65—95

§1.電流及其產生條件〔65〕 §2.伏特電池〔66〕 §3.電流方向和電
流強度〔70〕 §4.導體的電阻〔71〕 §5.電阻與溫度的關係〔73〕
§6.變阻器〔74〕 §7.適用於一段電路的歐姆定律〔76〕 §8.導體
的串聯〔77〕 §9.適用於閉合電路的歐姆定律〔78〕 §10.適用於
一段非均勻電路的歐姆定律〔81〕 §11.克希霍夫定律〔83〕 §12.
導體的並聯〔84〕 §13.惠斯登電橋〔85〕 §14.電池的串聯和並聯
〔87〕 §15.電流的能和功率〔88〕 §16.焦耳—楞次定律〔89〕
§17.電流熱效應的應用〔90〕 問題〔93〕 習題〔94〕

第十五章 液體和氣體中的電流……………95—107

§1.通過液體中的電流〔95〕 §2.法拉第電解定律〔97〕 §3.電解在
工業上的應用〔99〕 §4.鉛蓄電池〔100〕 §5.氣體的導電〔102〕
§6.在稀薄氣體中的放電〔103〕 §7.陰極射線〔104〕 §8.電子管〔105〕
問題〔106〕 習題〔107〕

第十六章 磁和電磁……………107—125

§1.永久磁鐵的主要性質〔107〕 §2.中國在磁學上的偉大發明〔110〕
§3.磁極間的庫倫定律與磁量單位〔110〕 §4.磁場。磁場強度。磁力線
〔112〕 §5.電流的磁效應〔114〕 §6.電流的磁場〔115〕 §7.磁感
應強度和磁通量〔118〕 §8.磁場對電流的作用。左手定則〔118〕
§9.電流計。安培計。伏特計〔120〕 問題〔124〕 習題〔124〕

第十七章 電磁感應……………125—142

§1.電磁感應現象〔125〕 §2.應電動勢的方向和大小〔127〕 §3.由
電流引起的應電流〔128〕 §4.楞次定律〔129〕 §5.感應發電機〔130〕
§6.交流發電機與直流發電機〔132〕 §7.電動機〔135〕 §8.變壓器
〔138〕 §9.電氣化〔140〕 問題〔141〕 習題〔142〕

第四編 光 學

第十八章 光的直進，反射和折射……………143—149

§1.光的直線進行〔143〕 §2.在兩種媒質的分界面上所發生的光學現象
〔143〕 §3.光的反射現象〔144〕 §4.平面鏡和球面鏡〔144〕
§5.光的折射現象〔146〕 §6.全反射〔147〕 §7.稜鏡〔148〕 §8.幾

何光學和物理光學〔149〕 問題〔149〕 習題〔149〕

第十九章 透 鏡.....150—158

§1.透鏡〔150〕 §2.透鏡成像〔151〕 §3.凸透鏡成像的公式〔153〕

§4.幾種簡單的光學儀器〔155〕 問題〔157〕 習題〔158〕

第二十章 光的本性.....158—166

§1.微粒說和波動說〔158〕 §2.光的速度〔159〕 §3.光的干涉〔160〕

§4.光的色散〔161〕 §5.光譜和光譜分析〔162〕 §6.「看不見的光」

〔164〕 問題〔166〕

第二編 熱 學

第九章 溫度和熱量

§1. 溫度及其測量

根據經驗，我們知道，不同的物體冷熱的程度可以不同：溫水比冷水要熱，開水就比冷水要熱得多。爲了表明物體冷熱的程度，我們就應用溫度這一名詞。

溫度的概念是由感覺得來的，但是憑感覺來決定物體的溫度是不可靠的，不準確的，在有些情況下，甚至是不可能的。我們舉幾個例子來說明這個問題。如果要憑手的感覺來測定一桶溫水的溫度，在一開始時手的情況就有很大的影響，如果手原來是浸在冷水中的，現在忽然挪到溫水中，我們就感覺到熱，反過來，如果手本來是浸在熱水中的，碰到溫水我們就會感覺到冷。同一桶溫水對不同情況的手會引起不同的感覺，由此可見，憑感覺來測定物體的溫度是不可靠的。即使說開始測量時手的狀態是一樣的，我們可以感覺到熱水較熱，溫水較涼，冷水則溫度更低，但要明白說出熱水比溫水的溫度高多少，比冷水的溫度又高多少，仍然是不可能的，因此，憑感覺來測定溫度不可能是準確的。至於說到要測定沸水、煉鐵爐等等的溫度，我們就完全不能憑感覺了。

那末我們用什麼方法來測定物體的溫度呢？

大家知道，物體受熱，溫度就升高，同時物體的其他性質也發生變化。例如，物體受熱後物體的體積就會改變，物體就會膨脹。根據物體因受熱而發生的某種性質的改變來測定物體的溫度，比憑感覺來測定溫度要準確得多，方便得多。常用的水銀溫度計就是利用水銀遇熱膨脹、遇冷收縮的性質製成的。

簡單說來，水銀溫度計的構造是這樣的：在下端附有小球的細玻

璃管中裝着水銀，遇熱則水銀膨脹，細管中的水銀面上升，反之，遇冷水銀面就下降。從水銀面的高低和細管旁邊的刻度，我們就能讀出溫度的高低來。

常用的溫度計刻度法有兩種（圖9.1）：

（一）攝氏（C）溫度計——規定標準大氣壓下純水的沸點為100度，冰點為0度，在冰點和沸點間等分為100份，每份叫做攝氏1度。

（二）華氏（F）溫度計——規定標準大氣壓下純水的沸點為212度，冰點為32度，在冰點和沸點間等分為180份，每份叫做華氏1度。

因為水銀的冰點是 -39°C ，沸點是 $+357^{\circ}\text{C}$ ，所以水銀溫度計不能用來測量過高和過低的溫度。至於高溫和低溫的測法在電學部分還會討論到。

§2. 固體的線膨脹

前面已經講過，水銀溫度計是利用水銀遇熱膨脹、遇冷收縮的性質製成的。同時還指出，熱脹冷縮是一般物體所共有的性質，在這一節和下一節中，我們就對這一問題進一步地加以研究。

我們首先來討論固體的線膨脹。

許多固體，例如鐵軌、自來水管等等，它們的長度比起高度或寬度來要大得多。這樣的固體受熱時，在長度方面發生的膨脹要顯著得多，因而在實際上的重要性也大得多。我們就將固體受熱時長度所發生的變化叫做固體的線膨脹。

顯然，固體線膨脹的大小和固體的材料、原來的長度以及升高的溫度有關。為了表明某種固體的膨脹特性，我們引用線膨脹係數這一名詞，所謂線膨脹係數就是指溫度上升 1°C 時物體長度的改變和 0°C 時物體長度之比。

設以 l_0 表示固體在 0°C 時的長度， l_t 表示溫度升高 $t^{\circ}\text{C}$ 後固體的長度，那末 $l_t - l_0$ 就表示溫度升高 $t^{\circ}\text{C}$ 時物體的總伸長， $\frac{l_t - l_0}{t}$ 就是溫

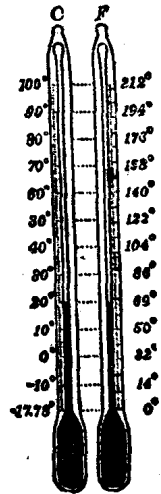


圖 9.1

度上升 1°C 時物體的伸長 \bullet ，因此溫度上升 1°C 時物體長度的改變和 0°C 時物體長度之比就等於 $\frac{l_t - l_0}{l_0 t}$ ，這也就是我們現在說到的固體線膨脹係數，通常用字母 α 來表示，其公式如下：

$$\alpha = \frac{l_t - l_0}{l_0 t}$$

從此式可以看出，如果物體在 0°C 時的長度等於1個單位，那末 $\alpha = \frac{l_t - l_0}{t}$ ，在此式中如果令 $t=1$ ，則 $\alpha = l_1 - l_0$ ，因此線膨脹係數 α 也可以定義如下： 0°C 時為單位長度的物體，溫度升高 1°C 時的伸長，就稱為該物體的線膨脹係數。

線膨脹係數 α 的單位為 $1/\text{度}$ 。

〔例題〕設有一銅桿，其長度在 0°C 時為 $l_0 = 2$ 米，將此桿加熱到 100°C ，桿的長度變成 $l_t = 2.0034$ 米，求銅的線膨脹係數。

〔解〕溫度升高 100°C 時桿的總伸長（線膨脹）為：

$$l_t - l_0 = 2.0034 \text{ 米} - 2 \text{ 米} = 0.0034 \text{ 米}$$

如果銅桿溫度的升高不是 100°C ，而是 1°C ，那末桿的伸長僅為上述數字的 1% ，即：

$$\frac{l_t - l_0}{t} = \frac{0.0034}{100} = 0.000034 \text{ 米/度}$$

因此：

$$\alpha = \frac{l_t - l_0}{l_0 t} = \frac{0.000034}{2} = 0.000017 \text{ } 1/\text{度}$$

這就是銅的線膨脹係數。

不同材料所造成的物體膨脹能力不同，故其線膨脹係數也不同，下表為表種固體質料的線膨脹係數。

\bullet 實驗證明，物體受熱後的伸長與物體溫度的升高成正比，否則 $\frac{l_t - l_0}{t}$ 就不一定等於溫度上升 1°C 時物體的伸長。

質 料	線膨脹係數 α (單位1/度)
鐵	0.000012
銅	0.000017
玻璃	0.000008
鉑	0.000009
石英	0.000004
鋼	0.000011

如果知道了物體在 0°C 時的長度和它的線膨脹係數 α ，那末從線膨脹係數的公式 $\alpha = \frac{l_t - l_0}{l_0 t}$ 立即得到物體在溫度 $t^{\circ}\text{C}$ 時長度的公式：

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

§3. 體膨脹

物體受熱，除長度方面發生變化外，體積也發生改變，和前節的討論完全相似，我們將溫度升高 1°C 時物體體積的變化和 0°C 時物體體積之比叫做物體的體膨脹係數。

設以 V_0 表示某物體在 0°C 時的體積， V_t 表示同一物體在 $t^{\circ}\text{C}$ 時的體積，那末此物體的體膨脹係數 β 等於

$$\beta = \frac{V_t - V_0}{V_0 t}$$

和線膨脹係數一樣，體膨脹係數 β 的單位也是1/度。

體膨脹係數也可以定義如下，即： 0°C 時為單位體積的物體，溫度升高 1°C 時體積的增加稱為該物體的體膨脹係數。

由體膨脹係數的公式可以推出下列公式：

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

如果物體在 0°C 時的體積 V_0 及體膨脹係數 β 已經知道，根據上式，很容易就求出物體在 $t^{\circ}\text{C}$ 時的體積來。

應當指出，因為液體和氣體沒有一定的形狀和一定的線長度，所以它們只有體膨脹。

氣體的膨脹問題比較複雜，我們在下一章再詳細討論。

下表所舉為幾種常見液體的體膨脹係數。

液體名稱	體膨脹係數 β ($^{\circ}$ /度)
水銀	0.00018
酒精	0.0011
煤油	0.0010

因為水的結構特殊，所以它的熱膨脹有某些特點。在 4°C 以下，溫度升高，水的體積反而縮小，只有在 4°C 以上，水的膨脹才是正常的，因為這個關係，上表中沒有列入水的體膨脹係數。

固體的體膨脹係數和線膨脹係數之間有一個簡單的關係：體膨脹係數為線膨脹係數之三倍，亦即 $\beta = 3\alpha$ 。

證明是很容易的。設有一立方形固體，在 0°C 時每邊長度均為 1 單位，因而它的體積也就是一個單位（圖 9.2）。當溫度上升 1°C 時，每邊的伸長為 α ，這時每邊的長度為 $1+\alpha$ ，立方體的體積為 $(1+\alpha)^3$ 。另一方面，根據體膨脹係數的定義，這時立方體體積的增加為 β ，立方體的體積應該是 $1 + \beta$ ，因而

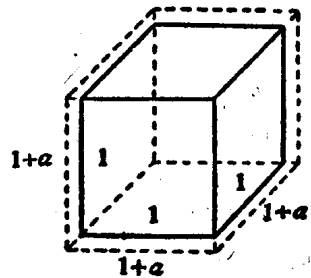


圖 9.2

$$1 + \beta = (1 + \alpha)^3$$

用二項式定理將右端展開，即得

$$1 + \beta = 1 + 3\alpha + 3\alpha^2 + \alpha^3$$

因為固體的線膨脹係數很小（見前節固體線膨脹係數表）， α^2 和 α^3 這兩項就可以略去，所以

$$\beta = 3\alpha$$

這就是所要證明的。

§4. 熱膨脹現象的實際意義

物體受熱膨脹時會產生巨大的力，在工程上如果不事先考慮到這一點，就會引起建築物等的嚴重破壞。

敷設鐵道時，兩條鐵軌之間必須留下相當的空隙；修建橋樑時，

只能固定橋樑的一端，而另一端必須安裝在可以自由滾動的小輪或滾軸上（圖 9.3）；安裝蒸汽導管時，必須在適當地方裝一部分彎曲的管子（圖 9.4）；這就是爲了使鐵軌、橋樑和蒸汽導管受熱時有膨脹之餘地。

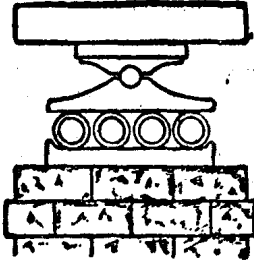


圖 9.3

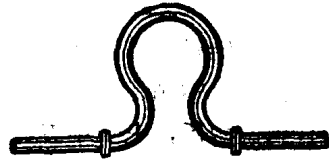


圖 9.4

另一方面，熱膨脹現象也可以利用來做許多有益的事。例如：將燒熱的鐵箍套在車輪或木桶上，冷卻後鐵箍就將車輪或木桶箍得很緊；用燒紅的鉚釘來釘合兩個金屬物，溫度降低時，鉚釘就將兩塊金屬物接合得非常緊密。前述的溫度計也是利用熱膨脹現象製成的。此外，熱膨脹現象還可以用來產生自動調節的作用，錶中的擺輪、用電加熱的恆溫器都利用這一點。

§5. 熱量和比熱

大體說來，熱量就表示物體所含熱能的多少。決定一個物體含熱量的多少的，除溫度之外，還有物體的材料和質量。同一材料所造成的物體，溫度愈高，質量愈大，所含熱量也就愈多。

由此可知，要規定熱量的單位，必須對含熱物體的材料、溫度及質量都給以明確的規定，通常將1克純水溫度升高 1°C 所需的熱量作爲熱量的單位，叫做1卡路里，簡稱1卡。一千個卡叫做一大卡。

從卡的定義可以知道，1克的水升高 1°C 需要1卡的熱。但要使1克的鐵升高 1°C ，就不需要1卡的熱，而只需0.11卡。一般說來，要使質量同爲1克的不同物質的溫度升高 1°C 就需要不同的熱量。

要表明物質在這方面性質的不同，我們引用比熱這一個名詞，一種物質的比熱就是使1克這種物質溫度升高 1°C 所需的熱量（用卡來

計算)，它的單位通常用卡/克·度，下表是幾種常見物質的比熱：

物 質	比熱(卡/克·度)	物 質	比熱(卡/克·度)
水	1	銅	0.09
酒精	0.58	鉛	0.03
冰	0.50	錫	0.06
鐵	0.11	玻璃	0.12

譬如，使 1 克物質溫度升高 1°C 需要 C 卡的熱（ C 代表該物質的比熱），那末使這種物質 m 克溫度升高 1°C 就需要 m 倍，即 Cm 卡的熱；要是將物質從 $t_1^{\circ}\text{C}$ 加熱到 $t_2^{\circ}\text{C}$ ，亦即使其溫度升高 $(t_2 - t_1)^{\circ}\text{C}$ 所需的熱量，顯然為溫度升高 1°C 時所需熱量的 $(t_2 - t_1)$ 倍。因此，如果以 Q 代表物質溫度升高 $(t_2 - t_1)^{\circ}\text{C}$ 所需之熱量，則：

$$Q = Cm(t_2 - t_1)$$

式中乘積 Cm 等於某物體溫度升高 1°C 所需之熱量，我們稱之為該物體的熱容量，它的單位是卡/度。

最後要指出，所有以上的討論都是對物體溫度升高時吸收的熱量來說的，非常明顯，1 克物質溫度降低 1°C 時所放出的熱量恰恰等於溫度升高 1°C 時所吸收的熱量，因此，在所有以上的討論中，將溫度升高改為溫度降低，吸收的熱改為放出的熱，結論還是正確的。

§6. 熱平衡方程式

兩個溫度不同的物體靠在一起，熱量就由溫度較高的物體傳到溫度較低的物體上去，一直到兩物體的溫度相等為止，這時就達到熱平衡狀態。

非常明顯，如果在傳遞過程中，熱量沒有散失或轉變為其他形式的能，其他形式的能也沒有轉變為熱量，那末，根據能量守恆定律，第一個物體所放出的熱量 Q_1 必然等於第二個物體所吸收的熱量 Q_2 。設分別以 C_1, m_1, t_1 表示第一個物體的比熱、質量及起始溫度，以 C_2, m_2, t_2 表示第二個物體的比熱、質量及起始溫度，並以 t 表示兩物體接觸後達到平衡狀態時的溫度，那末根據前一節的討論，第一個物體放出的熱量 Q_1 等於 $C_1 m_1 (t_1 - t)$ ，第二個物體所吸收的熱量 Q_2 等於

$C_2 m_2 (t - t_2)$ ，既然 Q_1 應該等於 Q_2 ，所以：

$$C_1 m_1 (t_1 - t) = C_2 m_2 (t - t_2)$$

這一個式子就稱為熱平衡方程式。

熱平衡方程式用途很廣，我們可以用它來求物質的比熱、熔解熱等等。

測量熱量的實驗通常是用量熱器來做的，簡單說來，量熱器是兩個大小不同的銅製圓杯，小杯置於大杯之中，兩杯之間隔以絕熱材料，圓杯上還蓋着木蓋，實驗在小杯內進行，這樣就可以避免熱量的散失。木蓋上有兩個小孔，一個孔裏插溫度計，用來測量混合前後物體的溫度，另一個孔裏插攪拌器，使物體混合得比較均勻。量熱器的熱容量稱為水當量，意思是量熱器貯藏熱量的能力相當於多少克的水。

〔例題〕有金屬物體一塊，已知其質量為200克，溫度為 100°C ，投入量熱器中，則量熱器中的水由 12°C 升高到 20°C 。如果量熱器中的水為380克，量熱器的水當量為20克，求該物體的比熱。

〔解〕設該物體的比熱為 C ，則物體所放出的熱量為：

$$Q_1 = C \times 200 \times (100 - 20) \text{ 卡}$$

水及量熱器所吸收的熱量為：

$$Q_2 = (380 + 20)(20 - 12) \text{ 卡}$$

因此熱平衡方程式 $Q_1 = Q_2$ 為：

$$C \times 200 \times (100 - 20) = (380 + 20)(20 - 12)$$

$$\text{故 } C = \frac{(380 + 20)(20 - 12)}{200 \times (100 - 20)} = \frac{3200}{16000} = 0.2 \text{ 卡/克} \cdot \text{度}$$

§7. 熱與功。熱功當量

在力學部分中，曾經提到，熱就是能，它和別種形式的能可以相互轉變，上一節中在講述熱平衡時也談到這一點。熱就是能，這在現在看來會是完全自然的，但是從歷史的發展來說，人類認識這一點，却很不容易。

十八世紀時，人們多認為熱是一種質量極小的物質，到處充實在物體中，就像水充實在海綿的空隙裡一樣。這種神祕的熱質說到十八世紀末就漸漸失去它的優勢。羅蒙諾索夫、湯姆孫、達維、楊諸人根據實驗和觀察得出結論：熱不是物質，而是一種運動，一種

能。

果然，如果我們細心考察我們週圍所發生的許多現象，我們就會發現這一結論是正確的。鎗彈打在鐵板上，鐵板變熱；鐵鎚敲擊鉛塊，鉛塊的溫度升高；用銼子銼鐵條，銼子可以熱得燙手；摩擦火柴，可以因發熱而燃燒。總之，在一切有阻力的運動中，動能或功總有一部分會變成熱。反過來，蒸汽的熱可以推動機器，太陽的熱可以產生運動的氣流（風）。由此可見，熱也可以變成功和動能。熱和其他形式的能既然可以相互轉變，熱本身必定也是一種能。

可是，要毫不含糊地肯定「熱是一種能」，還必須要決定熱能和功之間是否有一定數量上的關係，也就是消耗一定的功（功又是由別種形式的能量轉變來的）是否能產生一定量的熱。

一八四二年，德國醫生邁耶爾首先由計算確定這樣的數量關係，後來英國科學家焦耳又用實驗更精確地測得這一數字關係，結論是：要產生 1 卡的熱必須消耗 4.19 焦耳的功，反過來，消耗 4.19 焦耳的功必定能產生 1 卡的熱。

通常我們將和 1 卡的熱相當的功的數量稱為熱功當量，而用焦耳名字的第一個字母 J 來表示：

$$J = 4.19 \text{ 焦耳/卡}$$

問 題

1. 試比較線膨脹和體膨脹。
2. 試述熱量單位（卡）的規定方法。
3. 舉例說明「熱是一種能」，並說明熱功當量的意義。

習 題

1. 鋼軌在 0°C 時長為 8 米，試求當溫度由 -35°C 變化到 $+35^{\circ}\text{C}$ 時，鋼軌長度的變化。
2. 在 0°C 時酒精的體積為 200 厘米³，問在 20°C 時酒精的體積是多少？
3. 鐵一塊，質量為 100 克、溫度為 200°C ，投入 180 克的水中，容

器的水當量爲 20 克，投入前水及容器之溫度爲 12°C ，求鐵塊投入後水之溫度。

4. 瀑布高 50 公尺，問在此瀑布底處之水，其溫度較瀑布頂上之水高出多少？

第十章 氣體的性質

§1. 氣體的熱平衡狀態

與液體或固體不同，氣體既沒有一定的形狀，也沒有一定的體積（說得更精確些，氣體有無限擴大其體積的趨勢）。因此我們在討論氣體的性質時，必須將氣體盛在適當的容器中，以後我們講到氣體的體積時，實際上所指的就是盛這氣體的容器的體積。

密閉在容器內的氣體，一開始其各部分的性質可能是不同的，各部分的溫度可以不同，壓力也可以不同，但是這樣的狀態是不穩定的，熱量會由溫度高的地方傳到溫度低的地方，直到各處的溫度完全一樣爲止；壓力也會發生相似的變化。換句話說，氣體遲早會達到這樣的狀態，這時只要外界的條件（例如，容器的體積）不改變，氣體各部分的溫度和壓力都是一樣的，這樣的狀態我們稱之爲熱平衡狀態。

我們今後只研究在熱平衡狀態中氣體的性質，這時，一定量氣體的特性可以用氣體的壓力 P 、體積 V 和溫度 T 表示出來，這三個量之中有一個發生變化，其餘兩個也隨着發生變化，底下我們就來討論 P 、 V 、 T 這三個量之間的關係。

§2. 溫度不變時氣體體積和壓力的關係

我們首先來研究溫度不變時一定量氣體的體積和壓力的關係。

圖 10.1 表示一個帶有活塞的容器，內盛氣體，活塞的面積爲一個單位，活塞的重量及活塞和器壁的摩擦都很小，可以略去不計。設開始時活塞和氣體處於平衡狀態，這時活塞上所放砝碼的重量是 P ●，

● 大氣壓也可以看成相當於某一重量的砝碼。