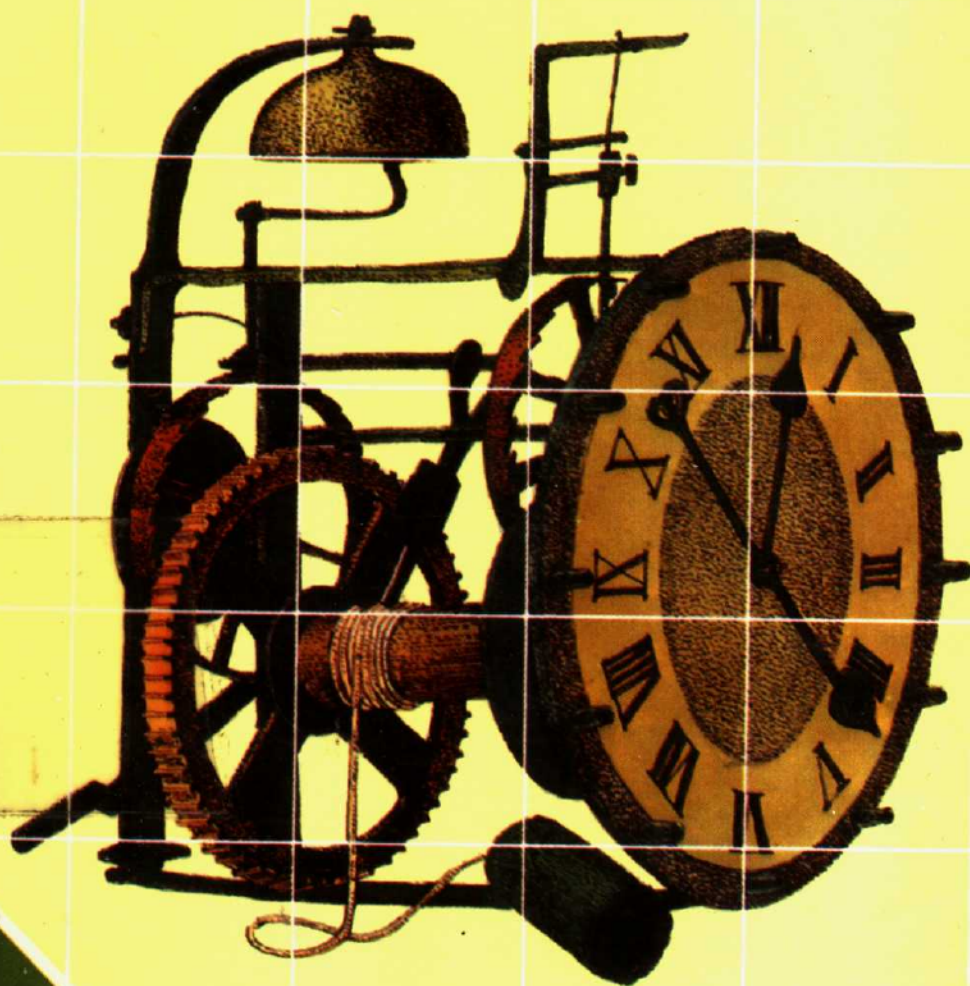


新世紀叢書

解開科學現象之謎・提昇生活品質

有趣的日常 科學

譯者：曾煥華 審定者：林雲海



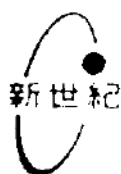
銀禾文化事業有限公司



110
新世紀叢書

有趣的日常 科學

銀禾文化事業公司 印行



110
新世紀叢書

有趣的日常科學

主 編：新世紀編輯小組
審定者：林雲海
譯 者：曾煥華
出版者：銀禾文化事業有限公司
發行人：陳俊安
地 址：台北縣永和市林森路88-1號1樓
電 話：9230041
郵 撥：0736622-3
定 價：新台幣 90 元
印製者：大原彩色印製企業有限公司
新聞局登記證局版台業字第3292號
1990年元月初版
■版權所有・不准翻印■

序

在科學進步，知識爆發的現代世界中，一個國家民族的興衰取決於全體國民是否擁有現代化的知識。一個國家即使擁有很多進步的科學機器，但是人民的思想、觀念仍停留在幾十年前的舊巢中，那將是滿清時代所追求的「船堅礮利」翻版而已，完全無補於事，因此普及全民知識是一件刻不容緩之事。

本公司有鑑於此，特成立新世紀編輯小組，無論就自然科學或社會科學，選定重要題目編輯成一系列叢書，逐冊推出，並且以普及版方式印製，希望這一系列的叢書能提供給國人一連串新的知識與觀念。

一件事情的成功，固然是要在事前有妥善規劃與謹慎的執行，而一套叢書發行的成功除了要有上述的要件外，更需要有廣大讀者的支持和批評。希望讀者們能在閱讀本書後給我們寶貴的意見，做為我們編列這套書的參考，謝謝！

陳俊宏

序 言

我們平時經驗過許多科學現象。然而不幸的很，大部分的人對於這些現象的最後結果不大考慮就接受。尤其是對自然的美與奇妙更是極少深思，且忽視了人類對自然現象的理解與利用的卓越能力。如果能理解環繞我們的各種事物的功能，則我們每天的生活必定增加很多生趣。

作者書寫本書的目的在於，呈現並說明環繞我們的極好世界的美與奇妙。作者將以日常生活中的幾個基本科學原理，以及平時常見的「普通」現象為例來討論。

對於本書有關技術性素材理解的程度，將視讀者之推理或計算能力而定。作者盼望此書可以成為國中生或高中生理科課程有益的補充讀物，但若能有益於一般讀者對日常科學中奇妙現象的認識，這將是作者最高興的事。

在進入正題以前，先簡述誰都可以做的計算方法，以及解釋科學現象時非常方便的公式。

即使不用複雜的公式，只要使用與所處理事物有關的單位及常識，即能計算各種有用的結果。例如，有1

小時跑 50 公里的汽車，而想知道它在 3 小時內跑多少距離。其速度是由 2 個不同的部分組成的。那就是速度的大小 50 及速度的單位公里 / 時。每小時的公里數，可以用 50 公里 / 時或 100 公里 / 2 時等表示。因此，若想在 3 小時內跑多少，則計算如下即可：

$$\begin{aligned} & \left(50 \frac{\text{公里}}{\text{時}} \right) \cdot (3 \text{ 時}) = (50) \cdot (3) \text{ 公里} \\ & = 150 \text{ 公里} \end{aligned}$$

單位像算術中的分數一樣彼此抵消，在結果出現剩餘的單位。假定舉重選手對於攝氏溫度刻度及體重的公斤數能舉起 0.2 磅的重量。如果在溫度 25°C 的一天體重為 80kg，即可以計算他所能舉起的重量如下：

$$\begin{aligned} & 0.2 \frac{\text{磅}}{(\text{kg 體重})(^{\circ}\text{C})} (80\text{kg 體重})(25^{\circ}\text{C}) \\ & = (0.2) \cdot (80) \cdot (25) \text{ 磅} = 400 \text{ 磅} \end{aligned}$$

此例是以導入想法、表示方法的有用性。今後，要時常使用此種計算。

現在把方法稍微擴大至一般的想法。我們可以敘述問題，使其經常有驅動力及抵抗力存在。我們的一般想法，可以簡單的這麼說：就所達成的結果而言，有欲引起結果的驅動力及欲妨礙結果的抵抗力存在。若以簡單的公式表示，即為

$$\text{結果} = \frac{\text{驅動力}}{\text{抵抗力}}$$

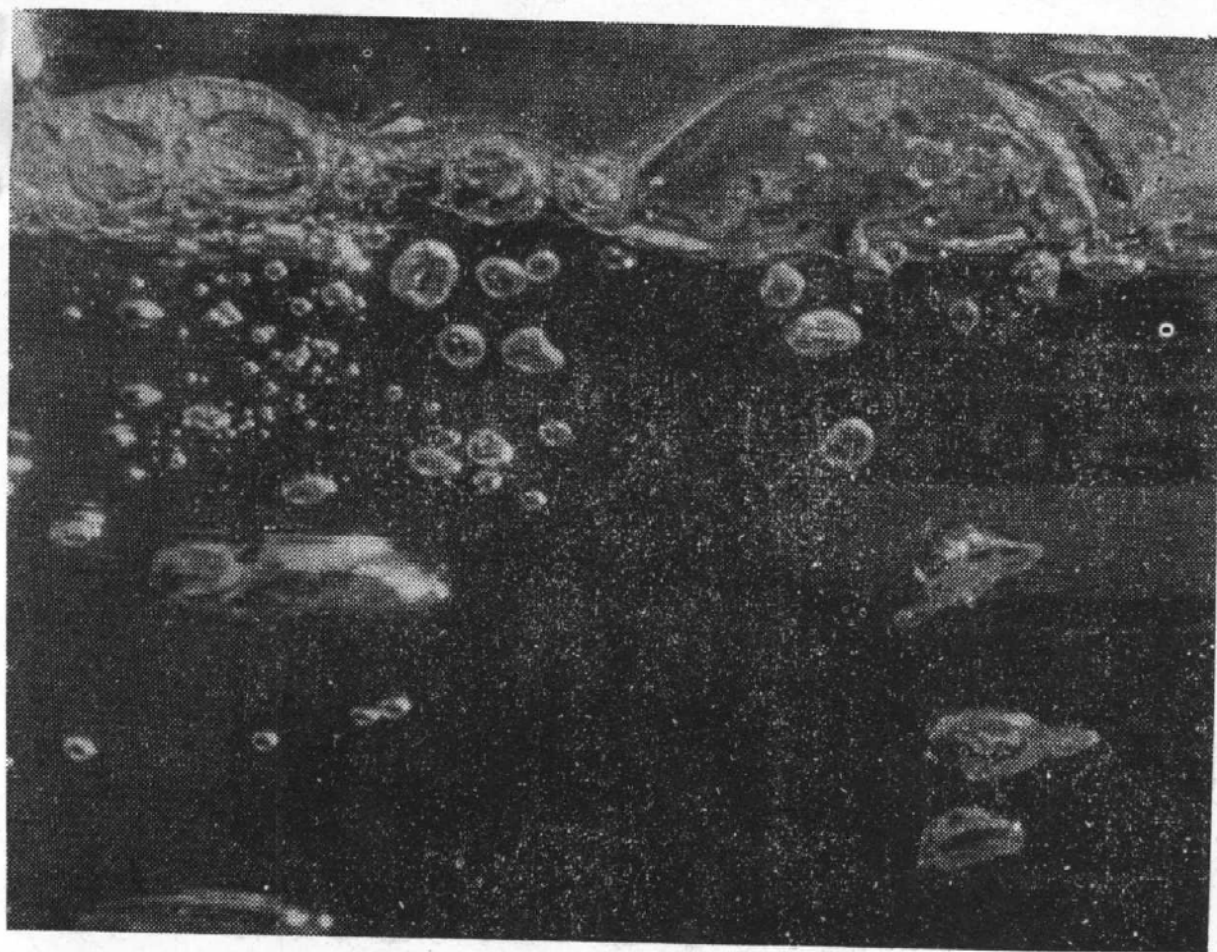
由此式知道，結果與驅動力成正比，而與抵抗力成反比。

請記住此基本的公式。在本書中將不斷的使用之，相信讀者一定會立即知道這是何等的有用。

目 錄

序 言	I
1. 熱的流動	1
2. 電子的流動	27
3. 流體的流動	43
4. 牛頓的運動律	75
5. 功與能量	113
6. 液體與溶液	133
7. 光、音等	155

1. 熱的流動



水沸騰的現象

拖鞋爲何比地板暖？



在秋天某一個清爽的上午七時。你從床的旁邊伸腳踏在地板上。當寒冷的衝擊一直爬上脊梁後，你急忙找拖鞋。那麼，腳就跟着暖和。不過，拖鞋本身仍與地板一樣具相同的溫度。爲什麼穿拖鞋會覺得暖，而不穿則會覺得冷？

你光腳覺得地板冷時，則熱從你的皮膚流向地板的速度，應該比從皮膚流向拖鞋的速度快。我們感興趣的「結果」就是熱的流動。驅動力與溫度有關，而抵抗力則與物體有關！圖1表示通過障壁抵抗的熱流的略圖。

在圖1，熱是從高溫的一邊流向低溫的一邊，它的流動與障壁兩邊的溫度差有關。如果障壁左右二邊的溫度相同，則熱不會通過障壁而流動。關於熱流動的結果，可以用簡單的公式表示如下：

$$\text{熱流} = \frac{\text{溫度差}}{\text{障壁抵抗}}$$

由於熱流受拖鞋的障壁抵抗大於熱流受拖鞋的障壁抵抗，故由上式知從皮膚流向拖鞋的熱少。因此，拖鞋可說是比地板要好的絕緣體。這主要是儲存於拖鞋纖毛間的空氣層使然。

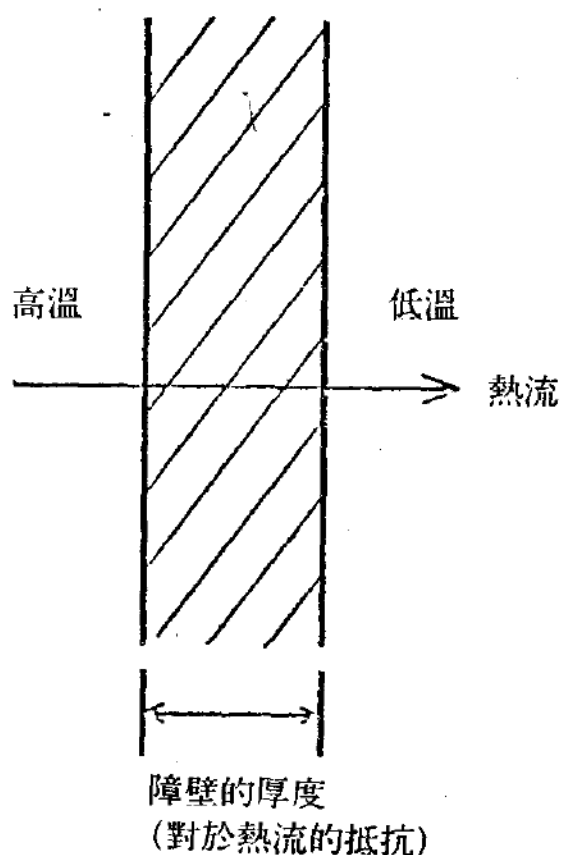


圖1. 熱從對熱流產生抵抗的物質較熱的一邊流向較冷的一邊。

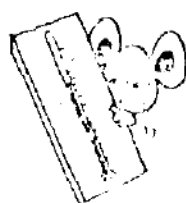
人類首先想到的溫度的概念，可能是依據接觸時物體的冷暖度的生理性溫度。我們所經驗的暖和或寒冷的感覺，只是熱以多大速度從皮膚流出的作用而已。依上述熱流的公式，若我們想覺得暖和點，即應該減少皮膚與周圍東西之間的溫度差，或增加障壁的抵抗，藉此減少從皮膚流出的熱流。因為平常體溫保持於 37°C 而室溫為 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，故溫度差所產生的驅動力大約為固定

4 有趣的日常科學

的。因此，減少熱從身體流出的有效方法為，穿毛衣或蓋毛毯。即是，若在熱流動的路途中添加二種抵抗——毛毯或毛衣的抵抗，以及積存於毛與皮膚之間的空氣層的抵抗，即能增加對於熱的障壁抵抗，結果對熱之移動的抵抗會增加。

物質對於熱流的抵抗，是依分子在一定位置的周圍振動而在分子間傳遞熱能的能力而定。電的良導體通常也是熱的良導體。例如，金屬為電的良導體也是熱的良導體。即金屬對熱流的阻力小。另一方面，空氣較不易傳導熱（抵抗大）。所謂絕緣體多具有多孔性的原因是因它們具有空氣層且以其為絕緣之媒體。

溫度計到底利用什麼？



固體的物質，若溫度上昇即會膨脹與增長。這是分子的運動激烈化而彼此互推使然的。所有的物質都會膨脹，但溫度上昇的度數相同時，膨脹的量未必都一樣。例如，鋼鐵的膨脹約為玻璃的 2 倍。問題在於，在溫度的測定上如何利用此事實。圖 2 為簡單的家庭恆溫器利用膨脹性質的情形。若接合二個薄而平的不同種金屬細片，使在溫度升高時金屬 A 比金屬 B 膨脹的多，則雙金屬元件（被接合的金屬 A、B）可能呈如圖 2 (b) 所示的

形狀。雙金屬元件的一端被固定，另一端可以自由活動或被連接於電路上。

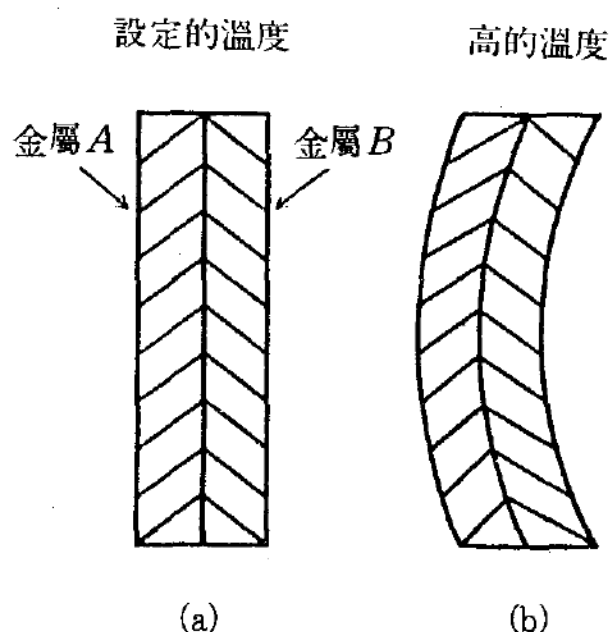
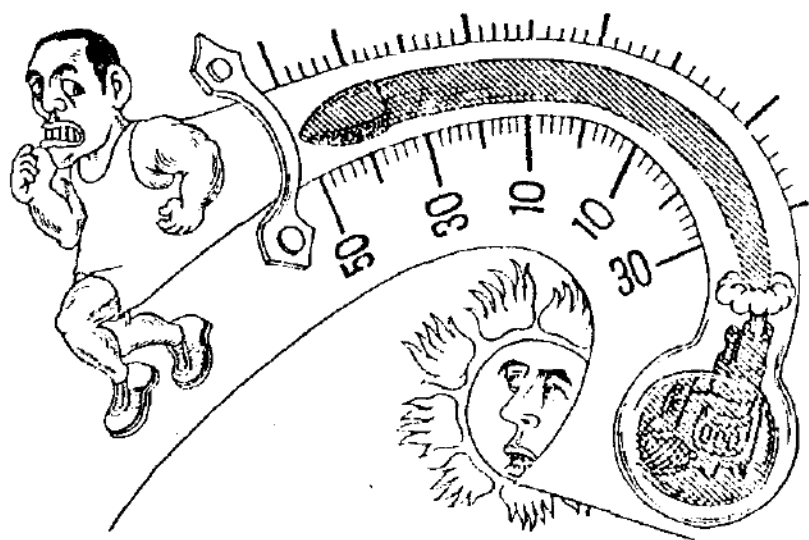


圖2. 恆溫器由膨脹力不同的二個金屬接合而形成。

在高溫度下金屬會膨脹，故設計鐵路的工程師，必須在鐵軌之間預留空隙，以便在天氣炎熱時不會因膨脹而發生事故。若不預留此多餘的空隙，則鐵軌會彎曲。橋樑也同樣設計得不因其各部分之膨脹而形成問題。

現在假定想知道二個物體中那一個較熱，但却沒有測定溫度的器具。或許讀者會認為，如果能最先碰到物體即可以知道何者較熱。但是，請你想想即使拖鞋與地板的溫度相等也會覺得地板較冷的事實。顯然，我們不

能依賴觸覺。爲了測定物質的此種性質，想出了各種溫度刻度，在日本使用攝氏刻度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。若規定刻度時，若選擇 2 個標準點，以某溫度代表此二點，隨之決定溫度的原點及單位的大小。其中一個標準溫度爲在標準氣壓下水與冰混合物的溫度—— 0°C ，另一個標準溫度爲在標準氣壓下純水的沸點—— 100°C 。



水銀溫度計，利用水銀與玻璃的膨脹差。

在測定溫度時，普通的水銀溫度計使用與上述與膨脹、收縮的溫度變化有關的物理性質。溫度計是由小的玻璃球與玻璃細管連在一起所組成。在玻璃球內裝滿了水銀，而在玻璃細管加入極少的水銀。若溫度上昇，則水銀及玻璃的體積會擴大，但由於水銀比玻璃擴大得多，水銀會在細管內上昇。如此，溫度計是依據水銀與玻

璃的膨脹差。

熱的冰存在嗎？



這會覺得不可能嗎？事實上，除了超過溶點加溫的冰以外是不可能的。爲了理解冰變成水（物理學家把這現象稱爲「相的變化」）的方式，試著把在水箱內的角冰加熱，看看會發生什麼現象。

在固體內，分子有如在廣場上表演的樂隊一樣，在一定的位位置振動。若把固體加熱則分子的運動增加，到了某點之後，分子終於離開定位。我們把此種現象稱爲「固體（此時爲角冰）溶化了」。

水的溶點與水的冰點（即水結成冰的溫度）同爲 0°C 。但是，若想把 0°C 的冰變成水，則需要比把水溫從 0°C 提高至 10°C 所需更多的熱。爲什麼？因爲，爲了擊破把冰的分子繫上於定位的力需要某一個程度的能量。在溶點被吸收的熱能，被變成擊破這些束縛力所需的運動能，而不是被儲存。只有在溫度上昇時被儲存。如此知道， 0°C 的水分子具有比 0°C 的冰分子多的能量。固體（冰）狀態的分子與液體（水）狀態的分子之間的能量差，叫做溶解熱。

蒸發需要多少熱？



若把角冰溶化的水從 0°C 繼續加熱至 100°C ，則液體分子愈來愈活潑，在 100°C 時水分子終於蒸發而變成叫做「水蒸氣」的氣體。此時也需要從液相變成氣相的多餘熱量。此多餘的熱量叫做**蒸發熱**。

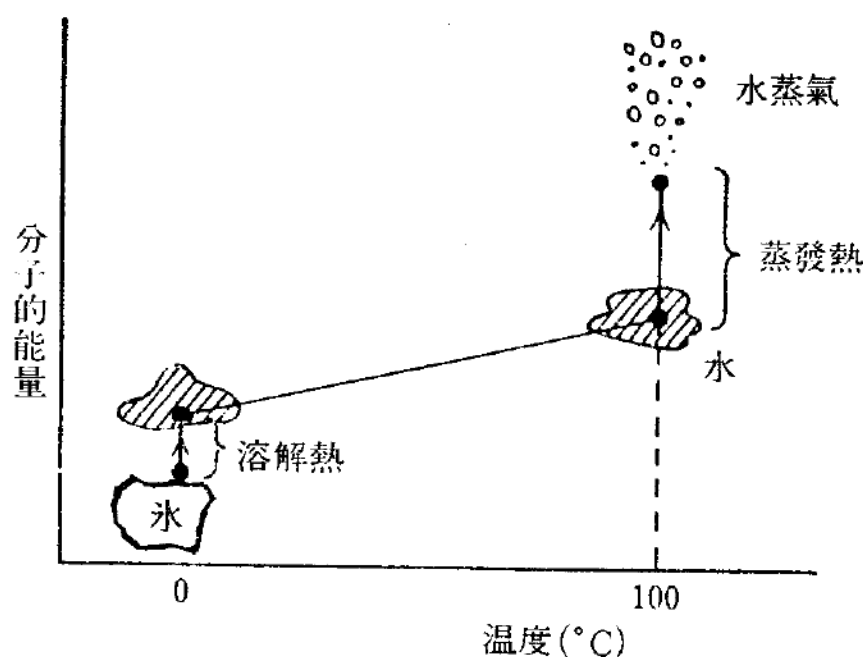


圖3. 分子的能量的大小順序為
水蒸氣 $>$ 水 $>$ 冰。

圖 3 為表示其過程的略圖。冰在 0°C 的溶解熱為 79.7cal/g (冰)，水在 100°C 的蒸發熱為 539cal/g (水)。因此，若欲溶化 0°C 的水 2g 則需要 159.4cal

的熱，若欲蒸發水 2g 則需要 1,078cal 的熱。水的熱容量為 $1\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ 。雖然未述熱容量，但若就所參與的單位考慮，即能容易下定義罷！ $\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ 這個記號，是指對於水每 1g、溫度差每 1°C 的卡路里數。若想把 5g 水的溫度提高 30°C ，則需要多少卡路里？其答數可以計算如下：

$$1 \frac{\text{cal}}{(\text{g})(^{\circ}\text{C})} (5\text{g})(30^{\circ}\text{C}) = (1)(5)(30\text{cal})$$

$$= 150\text{cal}$$

家庭暖氣設備的機構



家庭暖房用的爐，會發出水蒸氣。圖 4 表示蒸氣爐系統的作用的要點。

鍋爐內的水被加熱，而發出水蒸氣。請留意一點，水蒸氣的能量比水多相當於蒸發熱的量。現在來看蒸氣通過絕熱管（防止能量的損失）至放熱器為止的進路。放熱器是藉利用金屬的傳導抽出熱能。若發出了蒸發熱，則蒸氣再變成水，回到鍋爐，恢復此過程。

被放出的熱加熱放熱器的金屬，金屬則把與其接觸的空氣加熱。變熱的空氣膨脹而上昇，室內其他部分的空氣接在其後，反復同樣的過程。如此形成空氣的流動