

各級教科書中有關熱、熱量與熱能的定義與用法

余健治

國立臺灣師範大學 物理系

一、前言

熱、熱量與熱能等三個和熱現象有關的物理名詞均出現在我國現行的國中、高中理化、物理教科書中。熱與熱量兩個名詞的定義與用法較少爭議，但仍然會出現在敘述物理內涵相同的現象時，將熱與熱量，甚至於熱能，當做同義詞交換使用。熱能究竟是 heat energy 或 thermal energy 呢？若教科書中未做清楚的定義，將造成很大的困擾。

教科書的編寫通常會參考同一級或上一級教科書，因此筆者在下文中將針對熱學、普通物理、國中理化、高中基礎理化與高中物理教科書中有關熱、熱量與熱能的定義與用法做一回顧性的探討，並做一些建議，以提供教科書編者，教師以及學生的參考。

二、熱、熱量與熱能的定義與用法

Zemansky 與 Dittman 在其所著熱學一書(註 1)中定義“熱是一系統與其環境之間祇因有溫度差而傳遞的能量”。書中只使用熱(heat)一詞，而未採用熱量(quantity of heat)。因此熱可用於熱現象的敘述，例如熱的傳導，也可用於表示熱量，例如一個物體所吸收的熱。他們強調“一個物體內的熱”(heat in a body)是不正確的說法。他們也只定義內能(internal energy)一詞，並未採用任何像熱能(thermal energy)之類的同義詞。在討論熱的本質觀念時(相對於熱質說)，書中出現了“熱是能的一種形式”(heat is a form of energy)的文字。

Sears 在其所著的熱學(註 2)書中也只採用了熱與內能兩個名詞，沒有特別區分熱與熱量，也沒有使用 thermal energy 做為 internal energy 的代名詞。書中也強調“一系統內的熱”(heat in a system)或“一系統含有的熱”(heat of a system)都是沒有意義的說法。

Halliday 與 Resnick 在所著的普通物理(註 3)中提到當系統的溫度高於其環境時，熱能(heat energy)從系統流到其環境，並將熱(heat)定義為：熱是因為系統與環境間存在有溫度差，而在其間流動的能量。書中在討論熱的本質時，也出現了“熱是能的一種形式”的說法。書中也不特別區分熱與熱量兩個名詞。書中也強調熱不是一個系統本身的或內在的(intrinsic)性質，因此也強調一個系統含有多少熱是沒有意義的說法。書中第 20 章，heat and thermodynamics，討論熱學第一定律時，只用內能一詞，但在第 8 章討論能量守恆時，提到 internal energy 也稱為 thermal energy。

Sears、Zemansky 與 Young 三人所著的大學物理(註 4)書中使用了熱、熱量與內能三個名詞，但並未使用 heat energy (註 3)或 thermal energy (註 3)的說法。書中熱只用於熱轉移(heat transfer)現象的敘述，並將能量轉移的數量定義為熱量(quantity of heat)。他們也強調“一個物體含有多少熱量”和“一物體內的熱”都是沒有意義、不正確的說法。

高中物理第二冊(註 5)第十章的章名為熱現象與熱能。該章中出現了熱、熱量與熱能三個名詞，並將熱量定義為與溫度有關，會由溫度高的物體流到溫度低的物體的物理量，稱之為熱量。本書有關熱量的定義與用法和 Sears 等人(註 4)的大學物理相同。但書中於第 66 頁定義了熱量之後，又接著說“依此熱量的定義，可知一個物體在溫度高時所含有的熱量，較該物體在溫度低時所含有的熱量為多”，這種物體含有熱量的說法是沒有意義、不正確的(註 1 至註 4)。該書第 68 頁，例 10 -1 的解，也出現了“因假設系統之熱量不變…”的一段文字，顯然也犯了同樣的錯誤。

該書(註 5)第十章的標題為“熱現象與熱能”，但綜觀全章文字未出現“熱能”一詞，只在中英文名詞索引列有熱能 heat energy，以及出現在第二冊附錄 A 的文字。附錄 A (第 102 頁)說明物體“在變形和恢復形狀中，物體內部的阻力(黏性力)會將力學能(動能)的一部分，轉變為熱能”。此熱能應該是 Halliday 與 Resnick (註 3)所說的 thermal energy，並非 heat energy。

高中基礎理化上冊(註 6)的第三章，其名稱為“熱”。書中，熱、熱量與熱能三個名詞都出現。第三章第三節討論熱能和熱功當量，此處的熱能應該是 heat energy (註 3)。第三節提到“熱從高溫的物體流向低溫的物體”，該段文字出現了熱與熱量兩個名詞，但除了標題外，並未出現熱能一詞。因該書並未提供中英文名詞對照索引，因此不能單從文字判斷熱能是 heat energy 或是 thermal energy，只能從內容加以判斷。熱能一詞出現在該書 3-4，提到“熱能和力學能是可以互換的”。據此判斷，此處的熱能應該是 thermal energy，而非 heat energy。該書(註 6)也不刻意區分熱與熱量兩個名詞，例如有“最初 1 卡的定義，是使 1 克的水溫度升高攝氏 1°C 所需的熱量”的說法，但同時也出現了“10 分鐘內所吸收的熱”的說法。

國中理化(一)(註 7)第五章講溫度與熱。第五章第二節講熱量，提到“熱是能的一種形式，故亦稱熱能，熱能的多寡，即是熱量。”一句話中出現了熱、熱量與熱能三個名詞。筆者認為這句話有兩點值得檢討之處。說出這句話之前，並沒有說明熱是因為有溫度差所發生的能量流動的現象，卻單獨說“熱是能的一種形式”並不適當。熱的正確觀念未出現在第五章本文中，但出現在該章習題選擇題第 1 題的第(2)選項“溫度高的把熱傳給溫度低的”。該書並不提供中英文名詞對照索引，因此其熱能究竟是 heat energy 或 thermal energy，

也必須從內容加以界定。假如前段文字中的熱能是 heat energy，那麼“熱是能的一種形式，故亦稱熱能”的說法是可以接受的(註 3)，但接著“熱能的多寡，即是熱量”的說法，將 heat energy 等同於熱量，這是 Halliday 與 Resnick (註 3)的說法，也可以接受，但與高中基礎理化或高中物理的熱能(thermal energy)觀念不同，造成教學與學習上的銜接問題。前段文字的熱能若是指 thermal energy，則說法不正確。該書第 116-117 頁，有“在沒有其他形式的能量進出時，物體在吸收或放出熱能後，溫度會隨之升高或降低。”的文字。由此觀之，此熱能是應該是 heat energy。該書中常把熱能和熱量當做同義詞使用(例如，第 127 頁，選擇題第 2 題)。

國中理化新教材第一冊(模本)(註 8)第五章討論“溫度與熱”。文中說明“熱是能的一種形式，它總是在溫度不同的物體間傳遞，而所傳遞熱的多少就是熱量。”，相當明確的定義了熱與熱量兩個名詞。該書也使用了“熱能”一詞，在第 141 頁出現了下段文字，“燜燒鍋的設計就是將食物加熱後，隔絕熱的傳播途徑，把“熱能”保留下來，…”。此熱能為 thermal energy，而非 heat energy。雖然沒有給熱能下了明確的定義(國中階段可能不宜)，但用法正確。該書第 141 頁在討論保溫瓶的保溫原理時，出現了“因為銀面光滑可以把“熱”反射以減少“熱”藉著輻射而流失”的文字。上段文字第一個“熱”係指熱的流動(heat flow)，用法正確，但第二個“熱”應改為熱能(thermal energy)較妥。

三、討論與建議

Heat energy 與 thermal energy 是兩種觀念上截然不同的物理量。Heat energy 被用為 heat 的代名詞，而 thermal energy 被用為 internal energy 的代名詞，這兩個名詞不會出現於熱學教科書中(註 1 和註 2)，但卻同時出現在被廣為採用，Halliday 與 Resnick 合著的普通物理教科書中(註 3)，這對國、高中理化、物理教科書的編者必會產生相當的影響。更不幸的是，heat energy 與 thermal energy 的中文譯名，直譯的話，都是熱能，其所可能造成的困擾，不言可論。解決之道：(1) heat energy 使用熱能做為中文譯名，而 thermal energy 採用其原來的名稱 internal energy (內能)；或(2) heat energy 與 thermal energy 分別給予不同的中文譯名。內能是一個熱平衡系統所擁有，和溫度有關的內在能量，其操作型定義係依據熱學第一定律為之，但這顯然不適合於國、高中教材中討論，但內能可採用其微觀的定義：“一個(熱平衡)系統的內能為其組成份子之動能與位能的總和”。筆者也建議，教材中尚未建立熱或熱量的正確觀念以前，不要說類似“熱是能”或“熱是能的一種形式”，因為這樣很有可能讓學習者以為“熱”(甚至於現在有人習以熱能稱之)是一個系統所擁有的內在能量。在大家採用(1) heat energy 與 thermal energy 分別給予不同的中文譯名；或(2) heat energy 採用熱能為譯名，而 thermal energy 用其正式名稱內能之前(這些修改的工程浩大)，筆者建議各級教師於教學

師於教學時應向學生說明這兩個名詞的正確定義與用法。

四、參考文獻

1. Zemansky / Dittman, Heat and Thermodynamics, sixth edition, Taipei, Taiwan, MEI YA Publications, INC. Taipei, Taiwan.
2. Sears, An Introduction to Thermodynamics, Kinetic Theory of Gases, and Statistical Mechanics, second edition.
3. Halliday / Resnick, Fundamentals of Physics, extended third edition, John Wiley & sons, New York.
4. Sears / Zemansky / Young, University Physics, seventh edition, Addison- Wesley.
5. 高中物理第二冊，83 年版，國立編譯館出版。
6. 高中基礎理化上冊，83 年版，國立編譯館出版。
7. 國中理化第一冊，80 年版，國立編譯館出版。
8. 國中理化新教材第一冊(模本)，八十七年初版，國立編譯館主編。

科學教育月刊全年 10 期 (7、8 月休刊)，自九月
(第 212 期) 起收代印費及郵資全年 500 元。

帳號：1 2 2 8 5 2 4 1
戶名：國立臺灣師範大學
科學教育中心

