

國中物理問題釋疑

郭 鴻 銘
國立臺灣師範大學

1. 焦耳定律：

在各縣市所舉辦的物理研討會上，或在反應給國立編譯館的意見中，老師們常問的一個疑問是：

在教材中未曾介紹焦耳定律，為何要求學生做下述的一個題目？（國中物理十七章十二題）

“一電熱器接於電位差為 100 伏特的電源上，若已知通過該電熱器的電流為 10 安培，請問通電一小時，該電熱器共有多少電能轉換成熱能？”

答：要解答此電熱器的問題不須用到焦耳定律的知識，只要學生瞭解(1)電壓的定義，(2)電流的定義，(3)能量守恒原理，(4)電流、電阻的熱效應，即可正確回答之。根據國中物理十七章第五十頁的內容，我們知道當甲、乙兩處的電位差為一伏特時（假設乙處之電位較高），將一庫倫的電荷從甲處移到乙處，須供給一焦耳的能量，或反過來，一庫倫的電荷從乙處移到甲處要放出 1 焦耳的電位能。由此可推論出若甲、乙兩處之電位差為一百伏特時，則通過一庫倫之電荷可放出 100 焦耳之電能，通過二庫倫之電荷可放出 $100 \times 2 = 200$ 焦耳的電能……其他類推。如果甲、乙兩點間有 10 安培的電流，則每秒鐘有 10 庫倫的電荷移過，因此我們知道每秒可放出 100×10 焦耳的電能。把電源之兩端視為甲、乙兩點，我

們即可知道此電熱器一小時內可放出 $(100 \times 10) \times (60 \times 60) = 36 \times 10^5$ 焦耳的電能。把上面的文字敘述以數學關係式表示，可寫成：

$$(\text{放出的電能}) = VIt \dots\dots\dots(1)$$

其中 V 代表電源兩端電位差

I 代表電流 t 代表時間

放出的電能通常可轉換成其他形式的能量（根據能量守恒原理，能量不能消失只能轉換），如果我們所用的不是電熱器而是電動機的話，那麼絕大部份之電能轉換成動能，一小部份由於電阻的關係轉換為熱能；在電熱器的情況中，可視為全部轉換為熱能，因此式(1)可寫成

$$H = VIt \dots\dots\dots(2)$$

H 代表熱能

所以該題正確的答案也就是 36×10^5 焦耳了。

注意式(2)並非焦耳定律，焦耳定律是指焦耳在熱功當量的實驗中所發現的關係，即當電阻一定時，電流在單位時間內所產生的熱能與電流的平方成正比，其比例常數即為電阻。此關係可用數學式表示如下：

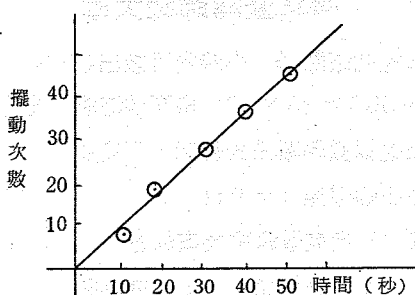
$$H \propto I^2 \quad \text{或} \quad H = RI^2t \dots\dots\dots(3)$$

利用歐姆定律 $V = RI$ ，式(2)即可化成式(3)，因此焦耳定律，實際上是歐姆定律與能量守恒原理的結果，縱使教材中未曾介紹焦耳定律，真正瞭解的讀者也應能主動的發現式(3)的關係。最後我們要提醒大家注意兩件事：

(1)如果我們所用的導體不滿足歐姆定律的話（如氣體導體—真空管或半導體均不滿足歐姆定律的關係），則式(2)雖然正確，式(3)就未必為真了！

(2)課本中不必列出數學公式，真正瞭解的同學也可經由思考推理的過程解答計算題。

2. 國中物理第一章第五節，圖 1-11 內直線是通過原點且與圖上各點最接近的一條直線。此一直線必須利用數據分析最小平方差得知，按



國中程度應如何將此直線繪法告訴學生使之明白？

答：以視察法行之。處理此類資料沒有任何理由「必須」以 least square 的方法來處理，其他方法如最小差額絕對值之和或最小差額四次方和……等等均可，且每種不同的方法所獲得的直線均不相同。通常我們採用 least square 方法的原因是其計算較簡便的緣故，但是最簡便的方法莫過於視察法。由於 least square fit 的好壞標準完全視其回歸線與數據點的接近程度而定，因此利用視察法所獲得的直線往往也就不見得比利用 least square 所獲得的要差。當然在數據點分佈較亂的情況下或為要取得大家的意見一致起見仍以用 least square 為佳。重要的是大家應瞭解在科學上，我們並不輕視直覺法或視察法。

