

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

焦耳傳

克勞塞
著 柳若水
譯

商務印書館發行



焦 耳 傳

著 塞 勞 克
譯 水 若 柳

書 叢 小 學 科 然 自

萬有文庫

第二集七百七種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

王雲五主編
萬有文庫
第二集七百種

焦耳傳

James Prescott Joule

版權有所翻印必究

中華民國二十六年三月初版

周

● E 七一九

原著者

J. G. Crowther

譯述者

柳若水

發行人

王雲五
上海河南路

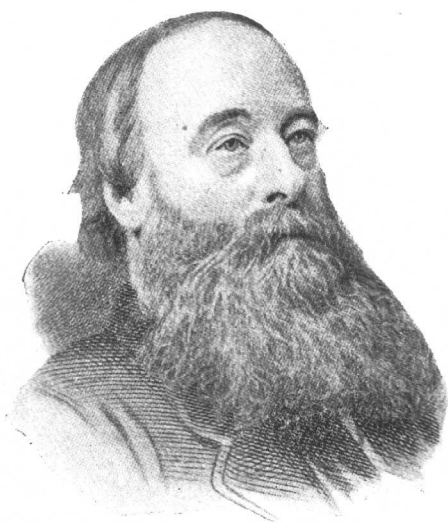
印刷所

商務印書館
上海河南路

發行所

商務印書館
上海及各埠

(本書校對者孫錫庵)



焦 耳

焦耳傳

焦耳是科學史上最特殊的人物之一。他爲實驗家的資格，至今猶不見有人超過。他能力的速成，知慧的獨立與明晰，以及對其實驗意義的理論洞察，都可使他立即成爲一個轟動一世的人物。但他似乎寧願引人崇敬，不願聳人聽聞。學生們一般都知道他是個大實驗家，決定熱功當量，建立能力恆存原理，這是十九世紀物理學之主要貢獻。因轉動槳槳，水中溫度遂上昇，緊接着此種測定之計算的，便是能力恆存原定之豐富的本質與屬性之註釋。學生們想獲得適當的印象，以解決某些較不重要但顯然更有興趣的事物。對焦耳非常的業績，世人只是稱讚而並不感激，這種傾向應該怎樣說明呢？

他孤僻的性格與其周圍的文化落後，都阻止焦耳與其研究，不能獲得預期的成功。他的個性，沒有克服愚昧環境的力量。假使曼徹斯特（Manchester）的社會有受過薰陶的想像力，那焦耳

的發見一定早成了大批文獻的資料了。他從他的結果可以作出有力的想像的，但只是一種直接的推論來。應用一種新觀念以貫串各種各色的現象領域，這種能力他不大具備得有。能力恆存之觀念與熱功當量之計算，在焦耳發表同樣的結果之前，已爲德國的邁爾（J. R. Mayer）所公布。邁爾是焦耳之知慧的補充，因爲他所有的想像的概括能力，與焦耳的實驗能力，程度相若。在其各別的方式中，他們是同等的天才。不管成績如何，他兩個都不能在時人之中，激起一種正當的文化反響，因而不能構成一種文獻，以說明他們的工作之充分意義。焦耳的科學工作，與達爾文（Darwin）的，在性質上頗相類似。兩者都是大膽而精確，其結果亦異常重要，但都沒有說明一般的關係。焦耳的論文，事實上並不如達爾文某些論文那般惹人厭。達爾文卻不僅其主要命題與人類個人利害有密切關係，且有赫胥黎（T. H. Huxley）與其弟子韋爾斯（H. G. Wells）輩爲之闡明。焦耳的解釋者是威廉·湯姆生（William Thomson），他創造的天才既不如焦耳，又不會演說，不能洞悉人類的天性，而這一點，恰恰就使赫胥黎成了那樣漂亮的一個解說者。湯姆生的助手是泰特（P. G. Tait），很有能力，人品又高，卻缺乏哲學的深刻性。泰特之指導學生作科學辯論，就像

足球比賽一樣。他爲生徒所愛悅，可是這大批的友誼並不會免除他個性的局限。他愛國的與社會的偏狹性，似乎是英國職業階級與英國人的固執之產物。他的局限性好像是從他的環境來的，他的天性又使他不能克服這種環境。他沒有充分的洞察力。湯姆生的某些局限性，大略也不下於此。

能力恆存原理，本質上並不比進化論乏味。它之發見並不完全歸於焦耳，而進化之發見倒常是說成達爾文的，而且它的含義也沒有赫胥黎同威爾斯來闡揚。焦耳與其學派之不能引起大眾對能力恆存論關心，也許和對於物理科學之無意識的憤懣有關。野蠻的工業主義之基礎，是應用蒸汽機於製造業，曼徹斯特正是這種工業主義的中心之一。在覲面着野蠻的財富追求的時候，人類知慧之更巧妙的能力，也許老早就被壓倒了，而財富之追求又使生產的發展與物理科學的應用相連。綿密的人類想像力，是不能爲焦耳的那些發見所培育的，因爲它們都來自有毒的社會根源。它們出自發動機的研究，那是用以創造私人的財富，而不是用以增進人類的尊嚴的。許多人之對進化論感覺興趣，是因爲自然淘汰原理有利於競爭的工業主義之哲學。在達爾文以前，常常有人提到進化論，但他的理論之獲得承認，一部分是因爲他把進化與自然淘汰結合起來了，而自然

淘汰的觀念，因科學外的一些理由，早就流行着。達爾文的研究，雖說文獻上大有成功，說起來，本質上並不比焦耳的有趣，而他們結果之不同，一部分是由於焦耳的研究與機械工業之卑劣處較有直接的關係。馬力的問題，與生產及財富之追求有密功的關係，而適者生存卻好像是連結於崇高的生死問題的，雖說術語的轟動性並不來於這些問題，而來於競爭的工業方法之明白的確證。

焦耳並沒有綿密的想像力，所以他工作之豐富的含義不能展開，是因為他同事的失敗。邁爾倒有絕高的綿密的想像力，可是他的工作不為同事所理解。他發見能力恆存原理與熱功當量的方式是異常巧妙的，然而就是這個也不足以激起時人的想像。許多學生都百無聊賴地來接近邁爾與焦耳的研究，那表面上好像不可解樣，而一部分要歸於感染到了文化的障礙，因為人們用熱機 (heat-engine) 所追求的，是私人的財富，而不是社會的進步。

焦耳一八一四年十二月二十四日生於沙爾福德 (Salford)，地近曼徹斯特。他祖先是德爾比縣 (Derbyshire) 的自耕農或小農。他祖父纔遷到沙爾福德，在那兒建了一座酒坊，並且發了財。祖父死後，遺族仍繼續營業。焦耳父親名本加明 (Benjamin)，是他祖父的第四子，育子五人，焦

耳 (James Prescott Joule) 是第二的一個。最長的名本加明 (Benjamin St. J. B. Joule) 酒坊的所有權歸到焦耳父親手裏，一八五四年他把它出售了，並於一八五八年死去，享年七十四歲。因此，在焦耳三十五歲時，沙爾福德酒坊便賣去了。他也從不會在酒坊的管理上擔任過甚麼要職。焦耳父親很喜歡保守派的政治運動。有個時期，他長子就是他的政治助手。焦耳也是個政治的保守派，他並且對於事務也是非常保守的。他任曼徹斯特文哲學會的會長時，差不多常常反對傳統辦法之任何變更。焦耳在事務上的保守主義，與他在研究上的急進主義，正成絕好的對照。他早期的那些論文，表示他從不服從於權威，而那在任何偉大的研究上，都是一個二十五歲的青年所不會超過的。

焦耳的家庭，在體格上似乎不大強健。他母親死於一八三四年，年四十八歲，他父親在生涯的最後九年間又是個病夫。他弟弟死時約年四十五歲。在他生涯的最後二十五年間，焦耳似乎患過鼻衄，也許是遺傳的血友病。他像貌不大周正，在青年時代還害過脊椎病，但那並不甚厲害，因為他那時候身體還很活潑。也許他後此之羞怯，及其對於事務之一般的保守主義，都為身體之纖弱增

進不少。

焦耳與其長兄，受教於父親的家庭，金雀林 (Broom Hill)，在曼徹斯特附近。像得維 (Davy) 一樣，焦耳很早就有了新工業機械之印象。焦耳十五歲時，即在酒坊中任了些事，以便學習營業。酒坊中的許多過程，是有助於科學精神的。無水炭酸之進化，就提起了空氣以外的許多氣體之本質與屬性的問題。普里斯特利 (Joseph Priestley) 因研究由酒坊所得來的無水炭酸，遂開始了他對於氣體之古典的實驗。細菌學之創立，是由於巴斯篤 (Pasteur) 之研究法國造酒業的問題。許多的酒莫明其妙地酸敗了，別人便找他去研究其所以然。最近二十年間，酸性之基本屬性及其在生物過程上之作用，是哥本哈根 (Copenhagen) 嘉爾斯堡實驗所 (Carlsberg Laboratories) 的斯菲倫生 (Sprengsen) 在研究。他對於醱酵之研究，遂產生氫游子集中說。

造酒業者應該知道些氣體與液體的物理與化學。他應該是個很好的細菌學者，以免醱酵變味。他應該充分知道機械學，以免在各種溫度上搬動，吸起大量的液體與氣體。

造酒業技術的這三部分，大概影響了焦耳。他對於溫度與氣體壓力之關係，加熱器械，與抽水

機的見識，也許在他青年時代消磨於酒坊中的那些時光就開始了。得維遊戲於鑛坑的抽水機之間，焦耳則遊戲於酒坊的抽水機之間。在焦耳父親決定叫焦耳同他哥哥到道爾頓 (John Dalton) 那兒每週上兩次化學課的時候，他大概是想使孩子們多得到些有產業價值的科學知識，而不是想通過科學研究以陶冶他們的精神吧。

另外還有些環境，可以激起焦耳對於機械論與科學的興趣。

他哥哥的日記中，有一次記述到他們在一八三〇年九月十五日，旅行於埃克爾斯 (Elccles) 附近的原野，去參觀第一次通行於利物浦與曼徹斯特之間的列車，並且說他們有幾個星期六的下午，常常騎馬到埃克爾斯與培萃克洛佛特 (Patricroft) 之間的一個地方，去看守在鐵道兩側交互往返的兩列列車，那是爲娛樂旅客之故，駛行到牛頓惠羅 (Newton-in-the-Willows) 的。

焦耳早年的教育，是他異母姊妹開始的，其後同他哥哥一道曾受教於幾個家庭教師，其一爲塔彭登 (F. Tappenden)，他來自南方的一個陸軍學校，教了他們好幾年，由一八三二至一八三四年。他們騎過小馬，且已對科學玩具發生興趣，因爲他們以電震通過朋友與僕人的身上，幹得來好

像電流是通過他們自己身上一樣，他們學富蘭克林 (Franklin) 的實驗，用紙鳶從空中引電，而證明了它的危險性。

據波通萊 (J. T. Bottomley) 說，焦耳最初的電機是玻筒形的，有一個用絲線懸起的火棒，來頓瓶的瓶子也裝着半瓶的水，立在另外一個滿盛以水的容器之中。

一八三四年，他們的父親決定送他們到道爾頓那裏去學化學。這位有名的哲學家，那時已六十八歲了，而因當時的人不信任他的原故，仍藉教育兒童以糊口。他認為他的學生，在開始化學以前，應該充分懂得算術及歐克里德幾何的第一卷，所以在焦耳兄弟到道爾頓那裏去以前，他們的家庭教師塔彭登就特別為他們預備這些功課。縱然如此，而在最初的兩年中，學生們仍每週要花費兩點鐘的時間來應付這同一的基礎。他們都不喜歡這門功課，而且在道爾頓暗示他們，說在進行化學之前應當研究高等數學的時候，他們都拒絕了。近代化學的創立者，在化學教學中，對於實驗經驗接近之遲緩，及其對於數學意義之重視，是頗為有趣的。因為這種態度，所以焦耳兄弟在化學上，不曾從道爾頓得到多少啓悟，而他的課程，因為麻痺症的嚴重打擊之故，在一八三七年就中

止了。

據波通萊說，道爾頓教焦耳兄弟以算術、代數與幾何，其次是自然哲學，取材於嘉伐諾 (Cavallio) 的教本，其次是化學，取材於他自己的化學哲學之新體系 (New System of Chemical Philosophy)。

在這短期的教導與交接的時間，道爾頓給了焦耳或是加強了他許多的知識態度，有不朽價值的態度。因為在基本物質之化學等重的研究上，道爾頓繼續錯綜地使用測定，而引入系統的測定與數量的比較，所以就建立了化學原子論。如萊諾爾 (Osborne Reynolds) 所說，道爾頓與焦耳和他們早期的時人間之主要差別是相同的，即以數量的測定來代替現象的實驗。焦耳因系統地測定幾種物理學與力學的效應，且以之與等量的電學效應比較，遂達到能力恆存法則。道爾頓與焦耳之研究，其共通的特徵都在着重測定，而堅信其結果。焦耳對道爾頓的關係，大可比之於法拉第 (Faraday) 與得維的關係。除了自己教育之外，通常所說的高等教育，他們都不曾得到過。法拉第之獲得研究技術，是在他若干年間天天跟着得維工作的時候，而且一直到他二十五歲的時

候，他都很少想到要作獨立的研究。焦耳有組織與操作之奇異的天稟，那只消稍爲訓練一下就行，但在知識態度之獨立上，他一定大有賴於道爾頓的。道爾頓顯然喜歡青年的焦耳兄弟，因爲在一八三八年他們拜訪過他之後記述道，他『似乎很高興見到我們。』

焦耳知識獨立性之另一異常重要的源泉，是他經濟的獨立。因爲是個有錢的青年，所以他不需乎因襲的訓練，以獲得發展，或介紹之於有力的未來的友人。他早年的研究，一部分是出於一個青年紳士的應酬，不過偶爾適逢其會是科學，不是戰爭、政治或賭博罷了。一個受過長期學校訓練的學生，能够以焦耳那種知識程度的語氣來敘述他的研究嗎？那是很難相信的。有天資的學生，在他跟個好教師研究過之後，在他最初的論文之中，差不多一定少有獨立的語氣，因爲他所有的態度，一定是生徒對於師長的態度，否則也不過些微的差異，視他對其師長的成就如何評價而已。經過特殊訓練而無絲毫差別的學生，大概都是庸碌之輩。

關於焦耳的一些很有價值的資料，是故漢唐·該教授(Pro. W. W. Haldane Gee)爲曼徹斯特工藝學院找得的地方是焦耳原來在塞爾(Sale)瓦達街(Wardle Road)十二號住宅的地

下室裏。該院當局允許我檢查並註釋這種出色的蒐集物，我要深深地感謝。在各種器械之中，有抽水機，容器與夾層的量熱計，是焦耳在其有名的實驗（本章後面就要敘述到）中所使用的，在那些實驗中，他證明不作外功（external work）的膨脹氣體，在溫度上並無顯著變化。有兩個電磁體的心，是他一八三九年的實驗中所用的，有一個移動顯微鏡，是在他寒暑表的定量中所用的，另外還有些小物件。

筆記簿與稿本更加有趣。在六本實驗室的筆記簿上，記着他一八三九年至一八七一年的全部實驗。

第一本筆記簿是一八三九至四三年之間所用的，共計二六〇頁。這是他幼年時代剩下來的許多老練習簿之一，其中有許多頁是簿記的練習。這些實際的或想像的計算，所記的日子是一八二五年。隨後是頁數更多的算術與商業算術的練習，又有幾頁談到圓錐曲線的性質。所有這些練習，都是用銅版體寫的。漢唐：該主張它們是在家庭教師的監督之下所作的，其目的是為道爾頓的教授作準備。但據萊諾爾說，道爾頓卻妨害了青年的焦耳兄弟，要他們去做很基本的功課。也許

這些練習就是道爾頓親眼看見作成的。

青年的焦耳開始最初的實驗時，他用這本以及另外一些沒有寫完的練習簿來作實驗室的筆記簿。他最初的實驗，關於電磁體的，所記的時間是一八三九年，其字畫之零亂，與幼年時代的練習之工整，適成一對照。第二本筆記簿有四三四頁，用於一八四三至五八年之間。第三本有一八〇頁，記的時間是一八五八到一八七一年。第四本計一五四頁，是些筆記和出版過的論文的草稿，其中包含他在曼徹斯特聖安恩教堂（St. Ann's Church）圖書閱覽室的那有名的講演，他關於能力恆存法則之第一次公開的報告，以及這個法則的一些結論。第五冊與第六冊，一係一三八頁，一係一四四頁，是些「未完成的論文」與草稿。第六卷中，有邁爾的論文無機界的力（Forces of Inorganic Nature）的譯文，同另外一些外國論文。更有些鉛筆的符號和批評邁爾計算熱功當量時的假設的一些句子。論文未附時日，也許是他從一八六二年哲學雜誌（Philosophical Magazine）上刊載的譯文抄來的。本卷中有些條項寫於一八四五與一八七七年之間。

略看一看這六本筆記簿，便發生一些有趣味的暗示。一個天才的畢生事業之大部分，竟會包