

科學教育的教學價值

阮志龍

科學教育的內容範圍包括數學、物理、化學、生物、地球科學。在這繁多的科目課程裏，每科目都分由各專門教師，輪當教導學生，各顯神通，爭取學生學習，促進學生認識科學、了解科學、發展科學、應用科學，終極目標增進人類生活幸福。

然而，如何改進科學教育的教學，使科學教育成為一門別具風格，具有足夠吸引力的課程，以誘導學生的學習意圖，使學生在學習科學的教育上，加緊努力為國儲才，實有賴教師發揮科學教育的教學價值。

一、教學的機能

學生的學習特點，是任課教師教學手段的最終目的，科學教育的教學效用，實有具體而微的訴求力量，因此，科學教育的教學機能，在設計階段上則應確實考慮到具有：

(一)「注意」的機能

要能讓學生對科學課程，產生積極認識的意願。教學儘可能利用實物、模型、掛圖、幻燈與活動電影，較高深之實驗如限於設備及學生能力，可由教師操作示範或僅用掛圖、幻燈等顯示。但在施教時，首先要讓學生注意到課程的主題與課程意義的存在。如主題「空氣」，課程意義有：1.空氣與人生的關係。2.空氣的成分。3.氧的發現。……是否具有足夠的吸引力，而引起學生注意學習。

(二)「興趣」的機能

進一步的讓學生引起學習的興趣，則須強調課程主題的內涵機能，塑造課程主題的特性。如植物的生殖，從生殖器官——花談起，繼而談傳粉與受精、受精卵與子房的發育（果實與種子）、果實與種子的傳佈、種子的萌發、高等植物的

無性繁殖法……表明主題課程的機能和特點，培養學生學習科學，研究科學的興趣。

(三)「聯想」的機能

對於主題課程意義的存在，已有所認識以後，要讓學生知道學習科學的主題課程內容、學習目的、使用、應用、效用，以及滿足生活的某一方面。例如：生物教學時遇到教材與農林、水產、畜牧、醫學等有關時，使用實例照片，讓學生對課程內容有了真實感之了解，使學生產生了學習生物課程在人類生活使用、應用上方便益處之聯想。

(四)「慾望」的機能

科學課程雜陳，琳瑯滿目，因此強調教學重點（稀少價值、價值觀），使學習者學生產生好感，激發學習科學慾望。例如：物理學發展簡介，如有適當視聽教材可顯示有關原子核科學、電子學、以及太空科學的發展近況以增加學生對物理學科發展現狀的認識，產生嚮往好感，就激發學習慾望。

(五)「比較、選擇」的機能

學生的學習慾望，是隨著時代進步與日俱增的，當學生立定決心學習科學時，其意志似已確定，但任課教師的教學態度能強化其意志，也能減低其變異思遷的可能。如類似與日常生活有關的人造化學物品（如塑膠、橡膠）的比較說明（用途、優點），可堅定其學習的意志，也可以引起學生改善環境征服自然的願望。

(六)「信賴」的機能

儘量由直觀及歸納入手，啟發學生之創造能力；避免不必要公式類集之記憶及孤立技巧難題之解法，著重基本概念之明瞭，邏輯推理之訓練，實驗證明，避免古典形式主義之陶冶，配合日常生活之需要，及科學發展之事實，使學生對之

產生信賴感，以增加學習誘導，成為有志科學研習的學生。例如使學生認識數學之特質，並欣賞其應用價值。

二、教師對學生的功能與影響

(一)幽默上乘的科學教育教學，可使學生聯想到該受教課程的水準、內容與意義。

(二)受教以後可以使學生回想到日常生活中發掘有關的問題，並用科學方法謀求解決，培養良好的科學態度等學習活動。

(三)能統整科學教育的學習活動，賦予學生科技知識的印象。

(四)提高認識科學、研習科學的告知力。

(五)能夠幫助學生有系統地研習科學，使能比無師自通自學更能迅速吸收消化，提高學習效果。

(六)介紹科學新知與新技，增加學生研習科學課程的信賴。

(七)示範實驗時，能提示較佳用法、較新用途，以刺激學生研習科學的意願（科學報國）。

(八)能協助學生自行解決有關科學的日常生活問題，表示任課教師學習者學生的關心。

三、對推行科學教育的功能與影響

(一)促進學生研習科學的演變，對於學習者學生具有誘導機能，激發學生研習科學慾望，促進研習衝勁，推動科學教育的發展。

(二)能補助工業時代，國民科學教育之不足，使科學知識普遍認識。

(三)將學校科學教育與日常生活人造必需品結合應用教學，表現出豐富感、親切感，提高研習效率。

(四)提高學生研習科學的能率，增加理解力學習。

(五)製造學生研習科學新氣氛，引人入勝。

(六)領導學生參觀、採集、研討、試驗等的科學教育研習活動，特具教學效用。

(七)活而不呆板的動態科學研習，對學習者學生具有潛在的說服力（如百聞不如一看）。

(八)出色的科學研習型式及有力的課程內容，

向學生訴求具有深刻的印象。

(九)傑出教師的教學，能提高學生研習科學的信賴度，創造科學作品發展。

四、教學設計重點

(一)應以實驗為基礎，理論與之並重，掌握目標教學重點及研習重點，確立教學設計方針：

1 科學研習重點（主題）是否簡單明瞭？

2 學生研習課程重點是否確實把握？是否引人注目與認識？是否詳細告知？是否具有足夠的說服力？

3 人造日常生活品、利用自然、克服自然與科學知識的連結性是否完全？

4 是否足以表達對教師授課的信賴感？是否足以提高研習印象？

5 比較研習的科技（知）是否趕上時代的進步？

6 是否理論與實驗配合一致？是否掌握訴求重點？

(二)教學設計的可適性如何？

1 教學型態：

螺旋式課程（Spiral curriculum）、結構與發現、大班、小班、分組……。

2 教學方法：

觀察、應用時間或空間關係、分類、應用數字、測量、傳達、預測、推理、控制變因、解釋資料、形成假設、操作、實驗……。

3 教學場所：

教室、實驗室、工廠、農場、牧場、野外……。

(三)教材的編寫是否具體可行？

1 是否簡短有力、易懂好讀？

2 訴求點是否完全包涵、掌握（學習行為目標）？

3 是否顧及學生的學習能力？是否足於令學生產生好感？

(四)教材結構注意要點

1 分配適宜，前後聯貫，並須由淺入深。

2 小單元標題，宜用質疑方式，以引起學

（下接7頁）

$$x = B \sin (wt + \varphi)$$

即 $dx/dt = wB \cos (wt + \varphi)$

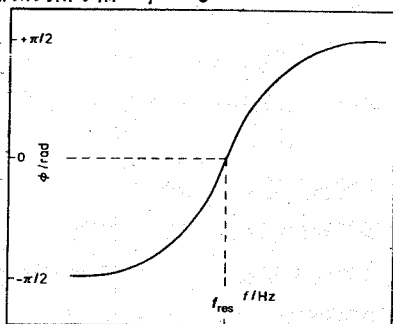
因此， dx/dt 的振幅等於 wB ，前面已經證明，

$$B = F / [w^2 R_m^2 + \{(1/C_m) - mw^2\}^2]^{1/2}$$

故 $wB = F / [R_m^2 + \{(1/C_m w^2) - m\}^2]^{1/2}$

由觀察知，這次 wB 的最大值，確實發生在上式的中括號內等於零時。這種「速度共振」將發生在 f_{res} 時，而 f_{res} 與 f_2 並不相等。

電學上的這種特別的共振，發生在由 $(1/\omega^2 L) - L = 0$ 所求出的頻率時。圖七表示驅動系統（力學上是力，電學上是電壓）與第一次導數感應（力學上是速度，電學上是電流）之間的相位關係。在「速度共振」時，驅動系統與被驅系統，其振動係同相： $\varphi = 0$ 。



圖七 驅動系統與第一次導數感應的相位關係

物理學家沒有特別指明而說「共振」時，通常是指力學系統的「速度共振」與電路系統的「電流共振」。學生沒有特別指明而說「共振」時

，通常是指力學系統的「位移共振」與電路系統的「電流共振」。學生容易指出 L 、 C 、與 R 分別類似於 m 、 C_m 與 R_m ，但是他們不會指出 X 類似於 Q （而不是類似 I ）。學生總是記得自己所見的。在力學振動示範中，他們所見的是位移與振幅。他們不可能見到速度，根本談不上位移的微量變化中之速度變化。因此，難怪他們把共振與位移記在一起。另一方面，電學上的共振示範幾乎全都顯示電流以及電流隨頻率的變化情形。因此，他們把共振與電流記在一起。

現在用不著筆者再三強調，大學低年級階段振動理論教學法的改革必要。高年級學生不至於混淆不清，這時，類似性在設計問題，尤其是科技應用方面的有用性，即可予以討論。對於低年級學生而言，「類似性」可能令人誤解它的真意。

參考資料

Andronov A.A., Vitt A.A., and Khaikin S.E.
1966 Theory of Oscillators (trans Immirzi F) (Oxford: Pergamon Press)
Bunge M 1973 Method, Model and Matter (Dordrecht: Reidel)

Hesse M 1961 Forces and Fields (London: Nelson) p. 209

〔作者現職：國立臺灣師範大學物理系教授〕

（上接 9 頁，科學教育的教學價值）

生追求答案的動機。

3. 課程內容是否具活力、單純、明快、具體？

4. 結構變化，常保生動氣氛，引人入勝。

5. 切忌繁雜絮亂，應具統調顯出主題內涵。

6. 教材以實驗為主，並能啟發學生思想，以研究自然環境，或生活有關的科學問題。

7. 能培養學生以簡御繁，由已知推未知之能力。

五、結語

在這個知識爆炸的時代，如何推展科學教

育，追求最高的科學教育功效，實為每一位教師最關切的一個課題。我們僅用「科學過程」和「科學成果」這兩個有用的詞彙來說明科學的雙重性。假如科學是一種不斷改變的企業是正確的話，那麼所從事的科學計畫是不是就不應該把科學全然當作目前的既定現況，而是應該也把科學看成一種未來永遠未知而時常改變的領域。其中科學教育的教學價值則居於研習科學的最終點，為學生研習科學決定是否學習的樞紐；換句話說，在有限的學習領域，面對著競爭，促進科學教育的發展，完美的教學為其成功的關鍵。

〔作者現職：台中縣立龍井國中教師〕