

從一次批改試題的經驗談 中學物理的教與學

伍漫肇

退休高中物理教師
wu_659530@yahoo.com.tw

在一次參與批閱國際評量試卷中，改到一個試題如圖一所示。學生作答情形是：選擇A方式的人極少，選擇B、C方式的大約各一半。

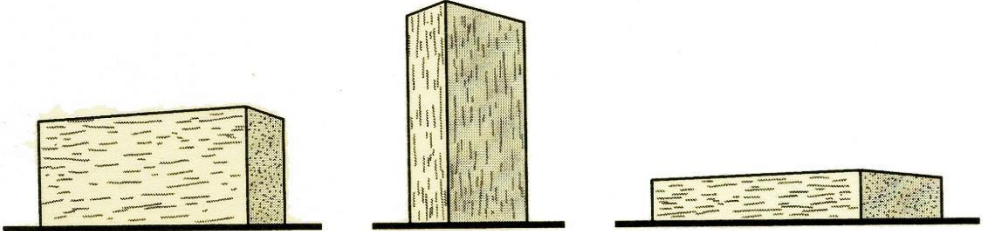
選擇(B)方式的學生解釋包括：因為比較重、壓力集中在同一點、立起來的感覺比較重、比較高、因為此方式壓力最大、上面的重量都被壓到下面了、承受面積支於一點、因為直立的會把重量放置底部壓力較大、因

為重力都往下壓、重力都集中在那、因為直立的會比較重、體積大壓力最會大、因為所有力重都往下沉、因為所有的壓力都及中在那一個面積所以所造成的壓力也較大、直覺、重心都在同一點、因為站著比較辛苦、壓力會從上往下而且直立式的那麼壓力大多在下面、因為它站立、感覺比較重、最重、離地面較遠、接觸、因為AC平均重量在地板、因為木塊……。

選擇(C)方式的解釋：因為面積最大、阻力不同、因為壓住地面、因為有重力、整個倒下去、將全部的重量往下壓……。

批閱完畢了以後，心裡出現了幾個問號：為什麼？怎麼會呢？如何造成的？也許有人會認為：大驚小怪，那不過只是一題而已！！問題是：這一題很複雜、很困難嗎？而且，真的只是一題而已嗎？

一個長方體木塊，如下圖所示以三種不同方式放置於地面。



A 方式 B 方式 C 方式

哪一種放置方式對地面所產生的壓力最大？請解釋你的答案。

(請勾選一項。)

A 方式

B 方式

C 方式

圖一、壓力題

圖二是99學年度大學指考單選第8題。這一題很難對不對？但是，它只與“角動量時間變化率”與“等速率圓周運動”二個基本概念有關而已呀！

從以上二個現象，顯示中學生在學習物理時對於“基本概念”並未完全理解，或是理解了但無法應用。為什麼說是「現象」？事實上，這種情形很普遍。請老師們回想一下：當我們提出一個問題時，有人會很有把握隨即回答；例如，回答：「慣性」、「柏努利」、

「密度」、「壓力」、……，都很簡潔有力；但是，如果再進一步追問：什麼是慣性？什麼是柏努利？什麼是密度？什麼是壓力？……，這時候就會有很多人楞住了！有好幾次在演示時，問：看到什麼了嗎？結果：有很多同學不假思索，即刻回答：慣性、柏努利、……等等。我們真能看到：慣性、柏努利、……嗎？顯然，同學們都只是學到了一些物理名詞而已；危險的是老師們大都認定：這樣的回答就已表示學生懂得了！！

一質點以 O 為圓心在一水平面上作等速率圓周運動，其速率為 V ，如圖 6 所示。甲、乙、丙、丁、戊皆在圓周上，如果以丁點為參考點測量質點的角動量，則該質點角動量時間變化率的量值在圖 6 中哪一處最大？

(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁 (E) 戊

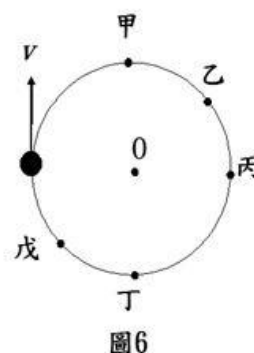
答對率：P=23、Ph=25、Pl=21

P=全體到考考生答對率

Ph=高分組(前 33%)考生答對率

Pl=低分組(後 33%)考生答對率

題目出處：基礎物理二 B—動量與牛頓運動定律的應用



圖二、99指考物理科單選第8題

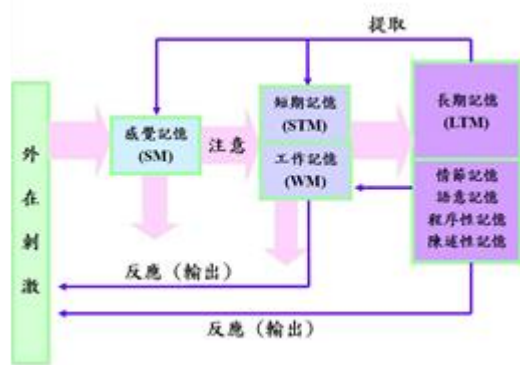
學習是誰的事？

以前常聽到：教書必須要能發揮“兵隨將轉”的功效，也就是老師教得好，學生就可以學得好；所以有所謂的“名師出高徒”；那麼，“高徒”真是教出來的嗎？是教師一道一道餵出來的嗎？

在腦神經科學中的重大成就就是確立了“大腦訊息處理”的模式，大腦訊息處理的模式如下圖三所示；的確，對大腦而言所有

的訊息必都來自外在的刺激，試想外在的刺激何其多，而且我們的感官切實也都感覺到（感覺記憶）；但是，我們時常視而不見，沒有覺察；幸好如此，否則人必錯亂無虞；那麼，人會覺察到什麼訊息呢？人要覺察到什麼訊息呢？其中，讓人感到有威脅性的訊息、讓人感到有趣性的訊息、讓人感到有利可圖的訊息、……等等都會引起人的注意，進而提昇到另一境界（短期記憶、工作記憶）。

老師做什麼呢？



圖三、大腦訊息處理的模式

當引起注意的訊息被收錄後，大腦即主動從已有經驗（長期記憶）中按圖索驥找到相關的已知資訊，也就是提取即有概念；例如，當我們注意到一個有趣的現象時，腦中是不是都會有一些想法：怎麼會這樣？為什麼？那是什麼什麼的呀！…等等想法，這些必然是因為“提取即有概念”後所產生的反應想法；然後，再經由新的比較精緻的學習，形成新的概念或提昇概念狀態與層次，此時，大腦製造新的神經連結形成新的長期記憶，以備再來的學習需求。

從圖三看來，學習是個人大腦處理資訊的整個歷程。因此，如果問：學習是誰的事？那，當然是學習者本身的事，不是嗎？所以說：學習的事必是個人的，學習必須是主動的、自我建構的。

至於，個人要學習什麼呢？顯然是要學習活的方便將來可以靈活“提取”的知識。我們不是常聽說：不要讀死書嗎，然而什麼是將來可以靈活“提取”的知識，在物理的學習裡相信那就是物理中的“基本概念”了！中學生在開始學習時就應該完全徹底理解物理的“基本概念”，絕不好高騖遠。

既然，學習是學生個人的事；那麼，老師要做什麼呢？學習雖然是學習者個人大腦處理資訊的整個歷程；問題是學習會自然發生嗎？應該是有，但絕不普遍。想想：從學習的歷程看來，有沒有存在促使學習發生的要件？促使學習發生的要件是不是：要有外在的刺激、要能引發注意與興趣、要能發生腦神經的傳遞與可塑等。在這些要件中教師能夠做什麼呢？在自然環境中，外在的刺激很多很多，而且這些刺激也大都與物理有關，但是由於習以為常而視若無睹，所以在物理的學習裡老師可作，也是要作的事有三：

A、設計教學情境，提供學習資源，引發學習動機：教師要盡其可能提供多元，而且能夠引起注意，最好是有興趣的學習資源。例如：使相關現象在學生面前重現，根據可能的迷思設計問題，讓學生動手作，……等等。

B、充分給予探討的機會，促進學生發生學習的行為：學習即是學習者自己的事，那麼讓學生自行探討必能引發學生學習的興趣；而且經由自我探究的學習才能達成真正的學習功效—引發大腦的“提取”作用。

C、透過教師引導，引發問題：教師適切的提示與發問必能協助學生更容易提取既有概念，協助學生思考並重新學習；教師必定會影響孩子的思考過程，也必能幫助他們重新建構大腦。

物理的教學目標可簡化為：建構概念→解決問題→培養能力→發揮創意。這其中最基本的是“建構概念”—確實建構物理所有的基本概念，基本概念都懂了才能應用於“解決問題”，這裡的問題不是單指“測驗練習的題目”而是包括所有可探究的問題。從“解決問題”的過程中來“培養能力”與

“發揮創意”。因此，教師要教就是要讓學生徹底理解所有物理的基本概念。

中學物理的“翻轉教室”

目前大家很喜歡談的“翻轉教室”不就是老生長談的“課前預習→課堂討論→課後復習→隨時評量”的教與學的模式嗎？只是，以前的預習讀的是教科書與參考書之類的資料；現代則運用電腦的功能，看的是教學影片與參考資料，再加上應用電腦的技術可以作到追蹤與監控的功效。但是，學習既然是學習者本身的事，預習的效能則完全決定於學習者本身的“自學能力與態度”了！所以，追蹤與監控的作用就不是那麼重要了。由此可見重要的是：學生有沒有主動學習的態度，有沒有具備自學的能力—自主獨立思考、批判的能力，才是關鍵。另一重要的是：有沒有完備而且豐富可供預習的資料庫及方便使用的平台？在中學階段，由於教材具有統一性，因此這樣的資料庫及平台不須教師個人來建制，若由教師個人來建制的話必定會很艱難而且不可能也不經濟。

至於，課堂討論的主角應該是學生；不過，直到現在教師還是佔據了這個角色，霸佔了講台。教師雖然佔據了課堂討論主角的地位，但是並沒有把“課堂討論”的戲碼演好。為什麼課堂討論的主角會是學生呢？首先，根據腦神經科學的觀點可見：學習是刺激、反應、重整、提升、再回存，這其中反應、重整、提升、再回存都是學習者個人的事，在這個過程中會有什麼問題當然只有學習者個人知道，所謂：如人飲水冷暖自知。至於，課堂的存在原本是為方便教師授課沒錯，但是由於教學法的研究帶來教學的改進，課堂討論的主角如果是學生則必能達到自主學習與同儕學習的最大功效。

因為，學生是在學習，他們可能沒有問題好討論，他們提出的問題可能不成熟，但，也可能提出很好的問題，甚至於提出連教師一時都無法討論的問題，怎麼辦？（1）學生沒有問題，老師就必須要有問題：教師在課堂討論前必須充分備課，找出每一單元中可供討論的問題及促使理解的方案，在學生沒有問題時適時提出以供討論。（2）坦誠面對教師也有不知道的時候：教師絕非萬能，教師也可以跟學生一起學習，不是嗎？遇到一時無法解說的問題可坦然說明：老師現在也不知道，但我們可以一起尋找參考資料來進一步討論。

最後，教師備課時所準備的問題中要包含可作為“評量”的問題，當討論結束時可進行評量—檢驗學習的成果。