

高中新物理課綱的教學建議

文/褚德三

教材與教法通常是針對課程大綱而設計的，因此課程大綱若修改了，則教材與教法也要對應的修改。教材與教法的選擇和採用和課程大綱的設計是息息相關的，而且是密不可分的。課程設計是以教學目標為導向，而教學目標又需配合教學環境、學習者的特性和教育資源等因素。學習者的年齡、興趣、性向、學習態度及方式、學習動機、每班人數、上課時數、能使用的資源以及課程評量的過程等都是在設定教學目標時，需要考慮到的因素。高中新課程綱要理念及課程目標的實現，取決於教學方法及教材設計是否合適而定。為了體現新課程綱要理念及課程目標，高中老師應根據新教材的課程理念和課程目標，結合所服務的高中的教學資源、考量學生程度以及教學環境的實際情況，提出新的教學建議，教學建議包括教材的編纂與教學方法的設計。教師在提出新的教學方法及新教材建議的同時，尤其應該針對原有教材中及已往教學經驗中值得注意的幾個問題，加以強調。以下茲就如何設計一個教學過程及如何籌編新的教材及教學方法等方面來提出一些建議。

一、教學過程設計的建議

教學過程的設計牽涉到課程目標的要求及課程理念的實施，因此需從課程目標的達成及課程理念的體現來設計。

1. 從課程目標的三個面向來思考新教學過程的設計。

新教材應能在知識與技能、過程與方法、學習情境與教學效果三個面向上，反應出高中物理課程的具體目標。在教學中課程目標的這三個面向不是相互獨立，而是應能融合在同一個教學過程之中的。在設計教學過程時，需要從這三個面向來構思教學內容，並能將之完整安排於教學活動中，這樣

才能完滿達成課程的目標。

在教學過程的規畫中，最重要的部份是設計高中物理教材。在設計高中物理教材時，應該對如何將課程目標實現在高中階段的物理課程上做一個總體性的思考。與國中相比，高中物理課程無論在知識的深度和廣度上，還是學習方法或數學的應用上都有很大的不同，因此教材的設計要能達到增強學生學好物理學的自信心，讓學生有一個逐步適應和學會自我學習的過程。教師應幫助學生，使他們能在獨立自主的獲取物理知識、探究物理規律、解決物理問題等方面獲得具體的成果；高中物理教育的目的不在協助學生解決考試難題或幫助學生熟悉應考各類型的難題，而應該著眼於訓練學生能經由已習得的知識，當他們面對從來沒遇到過的問題時，能獨立自主的運用已知的知識，去思索解決這些問題的方法及步驟。這樣才能讓學生得到真正成功解決問題的體驗，享受成功學習的愉悅，激發學習的熱情和興趣。

2. 教學過程的設計應關注科學探究學習目標的達成，及提高學生科學探究的品質，以實現課程設計的理念

通過國中課程的學習，學生對科學探究的過程有了一定程度的體驗，並具有了初步的科學探究能力。高中階段的物理課，應該在這個基礎上更加關注學生在科學探究過程中的學習品質，進一步加深對科學探究的理解，以提升學生未來從事科學探究的能力。

科學探究的課題可以是與教學內容、教學進度相吻合的。例如，在課堂教學中，可由教師和教科書直接提出一些探究的物理問題。但這些教科書所

提出的問題，往往爲了適應大多數學校或考慮學生普遍性的背景，事實上是很少有讓學生主動發現和構思問題的機會的。因此，在高中老師授課階段，教師有必要對一些探究的物理問題創設一些學習情境，讓學生在觀察和體驗後能有所發現、有所聯想，萌發出自己的科學問題；或者創設一些任務，讓學生在完成任務中運用科學思維，自己提出應探究的科學問題。

要提高學生制定探究科學問題的能力，就要使學生學會把探究的課題分解爲幾個相對獨立的小問題，並學會思考解決每個小問題的不同方法，根據現實條件選擇模型、優化理論或實驗方法，從而形成探究的方案。學會從原理的應用、器材的設計、資訊的蒐集、資料的處理以及操作的程序等不同方面來構思探究的問題，學會在制定探究計劃時查尋相關資料、學會在相互討論中訂定完善的計劃。教師應該在教學中盡量爲學生提供學習擬定研究計畫的機會。

在指導學生蒐集資料和分析或處理資料時，教師不要預先設定答案或成果表格讓學生照本宣科，以免抹煞學生的創造能力。在蒐集資料時，要注意培養學生客觀的思維性格，不要只把注意力集中在與探究假設相符的物理事實上，同樣需要觀察和收集那些與預期結果相互矛盾的資料。在透過科學研究之後，應該讓學生學會依照物理事實運用邏輯判斷來確立物理量之間的因果關係，樹立把物理事實作爲證據的理念，形成根據證據、邏輯和現有知識進行科學解釋的思維方法。

在教學中應重視學生對科學解釋的評估，並讓學生提出比較不同的解釋，以決定所收集的證據究竟比較支持哪種解釋。學生之間的公開討論、評論是提升評估能力的有效方法。關於科學探究的報告及表達，可以從以下兩個方面來提升學生的表達能力，其一是研究報告的組織，包括研究問題的提出、探究計畫的架構、資料蒐集過程和數據整理、基本論點和對論點的解釋、存在的問題和新發現

等，應學會根據研究問題的特點有所注重。其二是陳述的形式，包括文字、表格、圖表、公式、插圖等，學會根據內容選擇恰當的形式進行討論。在此基礎上，教學中要提供學生當眾報告的機會，讓學生準備有條理的講稿、投影片或 power point，並進行準確和富有邏輯的發表。

學生在科學研究的各個層面所發展的能力很少是平均的，有的學生在某些方面的探究行爲比較用心，因此會發展出與這些方面對應的較好的研究能力，而在另外方面他沒注意到，教師因此需作必要的引導，讓學生能在這些方面也得到訓練。因此，教師在設計、實施科學研究問題時，應該對不同案例的具體教學目標進行認真分析，以了解學生在探究過程中的強弱點，以便能及時採取適當的改進措施。

3. 教學過程的設計應能使物理更貼近日常生活，免除學生對物理的恐懼心理。

日常生活中充滿著大量可以使學生感興趣的物理問題，如微波烤箱、電磁爐、磁浮列車、奈米磁磚、奈米馬桶、光纖、雷射、核磁共振照相、液晶及電漿電視、內視鏡、超音波驗孕...等等。教師應選擇與學生生活聯繫較密切的教材用於教學上。課堂教學中，教師可以使用寶特瓶、易開罐、吸管、錫箔紙等生活中的常見物品來做物理實驗。學生的課後作業也可以因地制宜，引導學生關注日常生活事務中所牽涉到的物理；超級市場中的物理等，以增加學生對物理學的親切感。

物理學與實際生活上的連結可以分別從能源及環境等方面，結合當地的社會現象進行討論，鼓勵學生在課堂上提出自己的見解，並評論自己所蒐集到的資料。另外，鼓勵學生把物理知識與其他學科知識結合起來，做跨學科的研究活動。例如，進行小型水力或火力發電站的調查，要求學生從能量轉化的估算、發電和配電設備、發電功率，以及當地用電需求的關係等物理知識，來探討水力或火力

發電站建設對當地生態環境影響等生物問題，或研究從水力或火力發電站周遭的地質架構、水力或火力發電站對周邊地區的經濟影響等地球科學的問題，以培養學生綜合思考的能力。在研究活動中提升學生對科學與鄉土經濟、鄉土動物的依存關係，增進學生對自己國家的認識與認同，增強對保護鄉土的使命感。

4. 教學過程的設計要能突顯物理學科的實驗本質。

物理實驗是高中物理教學中的重要內容。共同必修的物理實驗，是新教材對高中學生最基本的實驗要求。在必修和選修物理中，都不同程度的體現了對物理實驗教學的要求。基礎物理的示範實驗，不必拘泥於教科書中的項目，教師應可以隨地從日常生活的事物中取最方便的素材，隨時演示給學生看，並能進一步指導對物理實驗有興趣的學生在校內課程中，從事具有更高要求的物理實驗專題。為了鼓勵學生多動手，儘可能增加學生動手機會，有的演示實驗可以採取邊講邊實驗的做法，以利學生更好地觀察現象，提升實驗能力，若有可能，可以在教學中將有些演示實驗變為學生的隨堂實驗。

在高中物理教學中，應該重視學生對物理實驗的理解。在觀察演示實驗時，不僅要學生關注所觀察的現象，同時要讓學生理解該物理現象是用來說明什麼問題和怎樣說明問題的。應該盡量讓學生了解實驗裝置的工作原理。在進行分組實驗時，應該讓學生在明確實驗目的、理解實驗原理的前提下獨立操作實驗。

重視學生實驗技能的提高，最低的要求是使學生能正確使用高中物理實驗項目中的儀器和工具，獲得較準確的實驗結果，但要避免進行刻板的照本宣科的純驗證，因為隨著科技進步，對實驗技術的要求也在不斷地變化，因此鼓勵學生創新實驗技術或設計新穎的實驗儀器是培養未來尖端科技人才的基本方法。實驗是了解、研究自然規律的重要方法，它的作用不只是為了獲取結果。應該讓學

生認識到實驗操作是在相關原理的指引下進行的，學會把實驗獲得的結果加以演繹、歸納成結論，只動腦不動手和只動手不動腦都是不正確的。

探索實驗是學生探究並獲取新知識與應用新知識過程中的一個有機組成部分，應該在合理的時機和預定的計劃中讓學生能有自己設計實驗，自己去完成的機會。教師應該積極開發適合教學的實驗項目，充分利用實驗室的既有資源做新實驗的嘗試。鼓勵學生將身邊隨手可得的普通物品拿來做物理實驗。實驗室是培養學生科學態度和科學作風的場所，教師應培養學生對實驗嚴肅認真的態度，對實驗結果實事求是，確實記錄實驗數據，而非讓學生純由視聽設備，以眼耳代手完成高中物理實驗，以免訓練出言行不一、不能實事求是、善於虛與委蛇的未來國家棟樑。高中物理教材中，實驗多為驗證性實驗，探索性的實驗很少，這種先行理論、後行驗證的傳統做法，固然可大大節省教學時間，但卻也極明顯的抑制了學生的求知興趣，學生在認識真理的過程中處於被動狀態。從心理學角度分析，學生學習的最佳動力乃是對所學內容的興趣。當學生對某一問題有濃厚興趣時，便會產生一種強烈的求知慾望。

基於上述認識，在教學中，希望教師在每一學期中，儘可能至少安排一個探索性的實驗。由教師提出研究題目，學生設計實驗方法及器具，並根據自己設計的方案進行探索性的實驗，最後教師引導分析實驗數據，得出結論及深入討論。這樣做不僅可以激發學生的學習興趣，也可以使學生在認識事物的過程中從被動變為主動，這不僅能培養學生的獨立思考及實際動手作的的能力，而且也能使學生掌握到研究物理問題的方法，甚至因此而能有參與科展的作品呈現。

二、教材編寫與教學方法的建議

教材與教法是分不開的，一個好的教材若沒有合適的教法配合，教材就會顯得空洞不踏實，學生的吸

收也不會理想；同樣的，一個不好的教材，則任憑教師提出絕佳的教法，也引不起學生持續長久的學習興趣。因此，教材的編纂與教法的設計是密不可分的，而且在設計時也要注意它和課程大綱應該是息息相關的。

1. 彈性教材與因材施教

新課綱根據高中物理教學的實際情況，將高中物理分為必修的基礎物理及選修的物理兩類課程，並提供了兩類課程的教學內容和教學要求。為了便於實施，在高一開設基礎物理，高二、三則分別學習選修物理。我國城鄉差距不小，全國高一基礎物理課的內容和要求卻都一致，只有單一課程綱要雖然較便於實施，但顯然不能完全適應不同類型的學校的教學和不同程度學生的需求。因此，各地教師在面對程度差異不小的學生時，在編寫教材或選用教科書方面，必須要具有彈性，以便於能在教學中因材施教，這樣才能將全國每一高中生帶上來，不致因城鄉程度的落差而使任一個高中生放棄物理學的學習。

教材內容應由教師根據實際情況自行編輯，教科書的選擇不必趕流行，不必向明星高中看齊。為了保證學生學習教材內容的落實，教材對程度較差的學生能具有基本知識的程度及適度應用的難度即可，但同時要給程度較好的學生留下進一步鑽研餘地的補充知識，這樣才有利於因材施教。教材中較深的內容可以用※號標出。在教材中可以多設計一些「思考題」，對某些問題作比較深入些的探討，留給程度較好的學生作進一步鑽研探討。另外，也可以增加「閱讀短文」或在章後或教師手冊中增加「補充教材」，以作為擴展知識面的內容。教學要能分層次，可以在學生具有一定程度的情況下，來控制教學上的較高要求和學生學習的難度，也可以在學生不是有很高程度的情形下，減輕學生過重的學習負擔。雖然教材是按照課綱的層次要求編寫的，但是對於程度較好的學生可以「不必設定上限」，應該鼓勵他們在力所能及的條件下，於課外

自己鑽研。然而對於這些程度較好的學生，切記不要偃苗助長，同樣要注意循序漸進，以免嚇阻學生學習的積極性及興趣。

暫行課綱雖對教材的編寫作了一些限制，這對整體學生的知識背景是必要的，但若是對程度較好的學生限制過多，會對他的學習產生許多不利的影響，因材施教，才有利於鼓勵學生學習、探索的主動性。對學生學習的主動性，應該加以引導，而不要強行壓制他們的主動學習的動機。至於對程度較不好的學生若給予太多難題，不僅會挫折他的自信，也會對他的未來的學習態度產生許多不利的影響，循循善誘，由簡入難，讓他自己循序摸索，建立自信才是正確的教學法。對程度較不好的學生，讓他徹底了解一個單元或真正完全學會一個問題，總比讓他囫圇吞棗、硬背一大串題解所獲的利益要大得多。總之，因材施教，才有利於鼓勵學生學習、探索的主動性，這是提升教學質量和教學效率的一個重要因素。

2. 教材要循序漸進

教學過程既是學生學習知識的過程，也是學生領會方法、提升能力的過程。無論是掌握知識，還是領會方法、提升能力，都不可能一蹴而成，都要有一個符合學生認識規律的逐步累積的過程。「偃苗助長」不但長不起來，還容易挫折學生的學習動機，欲速則不達，正確的教材應注意循序漸進，知識只能逐步擴展和加深，能力只可以逐步提升。在物理學習中，遇上千年奇花異果來驟增一甲子功力的情形，只是天方夜譚、鏡花水月的一場空夢。因此，在教材的編寫中，對教學內容的安排和講述模式的選擇，都要注意貫徹循序漸進的原則。例如在動力學的講授。對物體受力的分析特別要注意循序漸進的原則，以力圖分析物體的受力問題，再結合牛頓第二運動定律以解決物體的運動狀態。又如對摩擦力特別是靜摩擦力的分析，是教學上的難點。講述摩擦力時，對相對運動的方向或相對運動趨勢的方向，一開始應只限於物體相對於靜止物體（如

地面)的情形,而對比較複雜的情況不作分析,等到學生熟悉這些運動規律了,再把摩擦力引入動力學的問題中逐步解決。最後再引入物體在斜面上的運動。有關連接體的問題,在高一不要涉及,待高中二再循序漸進地逐步加深。

又例如在討論等加速直線運動的教學中,教師可以先由位移、速度、加速度等建立運動學的知識體系,從位移與速度、速度與加速度間的關係,逐漸形成物理概念的過程並學得定義物理量的過程,然後教師即可建立教學情境,由自己或讓學生提出不同的想像實驗,來說明或驗證對不同重量物體同時從同一高度下落做自由落體運動時,到底何者快、何者慢或兩者同快的猜想。

3. 教材設計時要講求策略

教材設計時要講求策略,利用舉例讓重要的物理規律不知不覺滲透到學生腦中。教材的敘述對於學生是否能確切地、有效地理解和掌握知識有很大的影響。在物理教學中強調培養學生的自我學習的能力,因此,教材的敘述和對知識的陳述需要能讓學生儘快、確實的掌握知識,及能實際提升學生的思考能力。為達到這些目的,上述把探索式實驗納入教材是一可行的方法之一,另一較具實用的方法則是以「舉例」方式配合重要物理規律的數學推導。茲詳述如下:

高中物理教材中,很多重要規律,如功能定理、力學能守恆定律、衝量定理等均是直接利用數學推導或假想實驗得出的。以此方式進行教學,固然推導過程明白,但學生在實際應用時,卻常有無從下手之感覺,所以高中老師在這些物理規律的教學中,應配合數學或實際的推導,配合「舉例」,使學生由結果認知反饋到過程了解,由具體結果的事實過渡到抽象的概念的建立,使教學過程符合學生的認知過程,從而達到「活化知識或活化概念」的程度。如「功能定理」的教學,教師可提出物體沿斜面運動的題目,先分析物體受力的情形,及從

運動學分析物體運動速度的改變,來分析所有合外力所做的功與動能增加量,從而得出合外力所做的功與物體動能增量的關係。又例如從直線運動到曲線運動,可先提出一定質量的物體做自由落體,進而提出做斜面運動,最後提出做平面拋射運動,讓學生研究討論物體在不同形式的運動中,合外力做功和物體動能增量的關係。使學生對這一物理規律產生一定的感性認識。在此基礎上,教師再做進一步引導,運用牛頓第二定律及運動學規律,從理論上加以推導得出 $\Delta W = \Delta E_k$ 的結論。

又例如衝量-動量定理是動力學中一個很重要的定理,它可以應用在系統中的力並不很明顯的情況下,來求出運動前後的速度,或前後運動狀態相同的情況下,求出系統中的作用力。這一點與功與動能定理的應用非常相似,功與動能定理的應用也常應用於當系統運動前後的動能,或前後運動狀態相同的情況下,求出系統中的作用力的情形。但衝量-動量定理的概念並不容易了解,尤其學生很少能自主的應用衝量-動量定理的概念來解一個問題,這原因主要是衝量及動量的概念對高中學生而言,本來已經够抽象了,何況要去用衝量-動量定理的概念來解決一個問題呢?因此在教這個單元時,最好是利用舉例,以應用過程及結果來潛移默化學生,使他們自自然然的、不知不覺的接受這些抽象概念。

總而言之,先由實例得出個別結論,再由理論導出一般結論的方法,符合學生的認識過程,最後返過頭來利用學生已得的認知,來探討困難的問題,這種由舉例→歸納→應用的方式正是對高中生進行規律教學的較為可行而有效的方法。

教材的敘述要注意思路是否清晰,雖說教材應力求簡潔、順暢,但也不能只有重點。教材的編輯要透過概念的 formed, 規律的歸納,模型的建立,知識的運用等,來培養學生抽象和概括、分析和綜合、推理和判斷等的思考能力。教學中要重視概念和規律的建立過程,要重視理解。切實提升理解能

力是培養思考能力中最基本的一環。教材的敘述，特別是在引入概念、得出規律、分析例題等方面，特別注意講解、分析思路，理清來龍去脈，力求思路簡潔、順暢，使學生知道為什麼要引入一個新概念，怎樣在分析事實的基礎上進行抽象和概括。使學生知道為什麼要建立某種物理模型。使學生知道解決物理問題，首先要弄清楚物理情境，學會對具體問題進行具體分析。也要使學生知道推理的過程等等。培養思考能力，關鍵在於思路是否清晰。

教材要注意分析問題的方法。物理學在長期的發展過程中形成的科學方法，不僅對物理學的研究，而且對整個自然科學甚至社會科學的研究都有較大影響。學生未來研究能力的高低，通常表現在能掌握多少科學方法和能否靈活、熟練的運用科學方法的層面上。在高中物理教學中，要讓學生初步領會和掌握一些科學方法。領會方法重在「潛移默化」，而不可把方法當作知識直接向學生灌輸。在教材編寫中，宜注意用逐步「潛移默化」的方法。如理想化模型的方法、極限的思想、等效的方法、控制變量的方法等，都要在教材中適當位置以不同形式加以點出，以自然「滲透」成為學生的認知。

4. 利用等效物理規律，深化複雜概念的建立

在物理的不同規律中，常常看似極大不同但實質上非常近似的例子，若能將這些例子一併考慮，則對概念的深化有相輔相成的益處，例如上述的功能定理是力學中功與能量單元的一個極重要的定理，而在運動學中動量-衝量定理(衝量等於動量的增量)則是碰撞單元的一個極基本的定理。兩者看似無關，實則非常近似。

在功-能定理中，若施一力 \vec{F} 於一質量為 m 的物體上，使其有了加速度 \vec{a} ，物體的速度因而從 \vec{v}_1 變成 \vec{v}_2 ，外力 \vec{F} 也對物體作了功，這功之值為

$$\Delta W = \int_{r_1}^{r_2} \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{r_1}^{r_2} m\vec{a} \cdot d\vec{r} = \int_{v_1}^{v_2} m\vec{v} \cdot d\vec{v}$$

$$= \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) = \Delta K$$

上式右邊 $\Delta K = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$ 乃動能

$\frac{1}{2} m v^2$ 在兩個運動狀態時的差值，而 $\Delta W =$

$\int_{r_1}^{r_2} \vec{F} \cdot d\vec{r}$ 的意義為外力 \vec{F} 對該物體所作的功，也等

於外力在同樣所行之距離內的空間累積效應量(即空間積分)，這個外力的空間累積效應量等於物體動能的改變。此稱為功-能定理。

物理上所定義的動量是衡量一個質點的運動狀態的物理量，它與外力 \vec{F} 的關係，就是牛頓的第二運動定律 $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ ，這個定律告訴我們：施力於

一物體，此物體的動量將因之改變。動量時變率的大小 $\frac{d\vec{p}}{dt}$ 與所施外力 \vec{F} 成正比，方向則沿外力之方

向。我們已知，在時間 0 至 Δt 的時段內，動量的總變化量 $\Delta \vec{p}$ 等於外力在同樣時段內的時間累積

效應量(即時間積分) $\int_0^{\Delta t} \vec{F} dt$ 。這外力的時間累積效

應量 即稱為衝量 $\Delta \vec{J}$ 。以式子表示為

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \int_0^{\Delta t} \vec{F} dt = \Delta \vec{J}。稱爲衝量-動量定$$

理。

力是用來測量動量隨時間的變率，而衝量則是用來測量動量轉換的程度。因此衝量輸進一系統，可以使該系統的運動狀態為之改變。

質點運動的兩個要素是空間和時間，功和衝量分別是力對這兩個要素的累積效應量(積分)。在空間方面，質點運動不僅有初始及終止位置，而且因

空間是三維的，因此兩個位置之間便有不同的軌跡。作功量與軌跡是否有關，即可將力分為非保守力與保守力兩種。但在時間方面，質點運動的初始及終止時刻一經確定，則因時間是一維的，因此兩時刻間的時間經歷便是唯一的，因此在定義衝量方面，我們就不必把衝量分成保守衝量或非保守衝量兩種了。

如上所述，衝量與動量的關係猶如功與動能的關係。衝量是動量的變化量，而功則是動能的變化量（這稱為功（與動）能定理）。衝量與功的因次相差了一個速度，而動量與動能的因次也同樣相差了一個速度的關係。

5. 鼓勵學生習慣獨立思考

培養獨立思考的能力和習慣，是全面提升學生素質的重要方法，能否獨立思考是有所發現、有所突破、有所創造的前提。沒有獨立思考，談不到創造。就學習過程而言，只有獨立思考才能真正做到對知識的理解，才能有效地提升思考的能力。培養獨立思考的能力和習慣，在教材中應該有所體現，同時，教師也要轉變教學思想和教學方法，對知識要講清楚，不能只給重點，但又不能把什麼都講清楚，要留給學生一些可以獨立鑽研、獨立思考的單元或問題。主要的知識要講解清晰，衍生的知識就可以留給學生自己去弄清楚。不分鉅細靡遺，都「整理出重點」成堆塞給學生，這種傳授知識的方法雖可快速擴展學生的知減，卻也同時剝奪了學生培養強勁消化能力的權利，因此並不利於學生培養獨立思考的能力。對學生宜留給他能拓寬思路的問題，簡單地以考試傾向及應考效率的理由來進行重點式教學，容易抑制學生獨立思考和鑽研的動機，在教學中應該注意避免。能讓學生自己概括、推理、證明的，應該盡量鼓勵學生自己去做。

6. 靈活應用，擴展知識面

我國大多數學生都有按部就班的學習，靈活應用的機會，教師應注意將二者好好地結合起來，有

些內容適合用潛移默化式的模式學習，一開始不一定要要求學生有深入的理解，經過一段熟悉、累積之後，逐步有所體會，再加以總結提升。若對知識只採取要嘛不講，要講就講得又深又完整的方式，是不符合學生認知規律的。對問題的理解、認識和運用都需要有一個逐步深入的過程。有些知識不必專門設成一章或成爲一節，只要逐步引述、提升、累積，就能適時總結出重要的規律。對有些在高中階段無法講清楚或不能證明，但實際中又需要應用的問題，如動量-衝量定理、功能定理、不但適用於固定力，而且適用於變數力，另外，如力學能守恒定律的適用條件等，可以直接告訴學生，並說明在較高深的物理中可以證明即可。學生知道這一點和不知道這一點是不同的。知道這一點，一方面，學生運用這些規律時心中有數，另一方面，也給他們留下進一步鑽研的念頭。

採取靈活的潛移默化模式學習，可以有效地擴展學生的知識面。在基礎知識的學習階段，知識面越寬，越有利觸類旁通。課本中設有「閱讀短文」供學生課外閱讀是可以擴展學生的知識面的。「閱讀短文」不必給出某些概念和術語的嚴格定義，讓學生了解一個大意即可，目的在開擴學生眼界、激發他們的興趣。教學中，教師也可根據「閱讀短文」實際指導學生進行閱讀，適當給予補充和指點。

7. 劃分能力培養的教學法

根據目前高中物理課程的設置情況和物理課的教學特點，遵循由淺入深、循序漸進、逐條逐理加以解說的教學原則，整個高中生物理能力的培養大致可分爲三個階段，即與國中理化的銜接階段、正式步入高中物理的階段、加強物理能力及提升應考實力的階段。

(1)與國中銜接：

學生由國中進入高中，由於國中幾乎爲定性的教材，數學應用能力缺乏，再加上高一開始就遇到運動學，本來高一基礎物理的教學目

標是儘量要用定性的方法去分析物理，但由於老師的過度熱心加上書局之間的相互哄抬(你有的我不能沒有)的心態，在可見的將來，高一基礎物理的教學的很快會趨向數學化、量化及艱深化。因此未來力的向量運算、運動規律、動力學等問題，將會使高一學生感到困難重重，束手無策。這種趨向只要學測或指考仍在，大致上是避免不了的。因此，只能期望教師在高一第一學期的教學中，考慮到剛上高一的同學，自學能力較差，學習興趣和學習習慣尚未建立，課前預習和課後複習的任務大多數同學均難以落實的情況下，教師最好不要先只給條列式及題解式的講義，不妨每節課留給學生適量的閱讀時間，根據課文指導學生閱讀，以培養學生的閱讀理解能力。為減少課堂的單調呆板氣氛，可採用啟發、演示、討論等多種方法教學，以激發思考動機，活躍學習興趣。等學生閱讀過後，再將主要概念、定律、定理等內容做重點式的講解，然後給些課堂作業，讓學生在限定時間內完成，以培養學生集中注意力、獨立思考及自我學習的力。

(2)正式步入高中階段：

透過第一學期的教學，大部分學生都應能適應高中物理的教學特點，達到正常學習狀態。這時，教師的重點即可放在按教學大綱和提高學測成績的要求來實施教學。而高二開始選修物理時，由於距離指考尚有一年以上，因此教師們不妨透過上述教學過程的設計以及教材的編寫方式及內容的建議，好整以暇的把時間分出一些做為培養學生學習物理興趣、獨立思考能力、自我學習能力、探究科學能力，以及如上所述的各種能力。教師若能把握重點，在每節課中貫徹落實能力培養的目標，則透過高一和高二的教學，應可達成學測及指考要求的能力培養目標，使學生既可達到升學志願，又可使學生維持一定的能力和水準。

(3)加強學習階段：

學生升不了學，則教學方法再怎麼好，教師再怎麼重視學生能力的培養畢竟都是鏡花水月，所以，在高二、高三選修課教學中，一邊重點提升物理學知識及解題能力的同時，也不要忘了著重開拓學生的智能，培養學生發現問題、解決問題的能力，以及獨立創新的能力。

好的培養措施，省時省力，事半功倍。作為一個物理教師，應該因人、因材確定每一種能力的培養措施。在課堂上應以學生為主體，以啟發、講解、指導、討論等方式，激發學習興趣，養成良好的學習習慣。恰當地安排例題，培養學生的解題能力，讓學生自己動手動腦做實驗，觀察自然現象，用所學知識進行分析研究，得出正確的結論，以培養其觀察、實驗能力。鼓勵學生進行必要的討論，發表自己的見解，培養學生的分析、推理、及判斷等能力。透過一個階段的教學，用評量及時檢驗本階段的能力培養結果。如結果發現有與教學目標不符的情形，應提出完善的措施和方法，及時加以修正和改善。

8. 讓學生了解物理學的思考模式

物理學科的研究，以自然界物質的架構和最普遍的運動形式為內容。對於那些紛繁複雜事物的研究，首先就需要抓住其主要的特徵，而捨去那些次要的部分，形成一種經過抽象概括了的理想化的「模型」，在「模型」的基礎上去研究，以發現其中的規律性，建立新的概念。這種以模型概括複雜事物的方法，是對複雜事物的合理的簡化。而抽象概括和簡化的過程，也正是尋求解決問題的過程。把握好物理模型的觀點，才能解決物理的困難。

任何一門學科，其內容都不會是獨立存在，都會與其他學科有或多或少的聯繫。在物理學中，一個物理問題的提出、解決，所牽涉到的問題可能有許多個環節，問題的解決所經歷的思考過程，往往

需要分作幾個過程及階段，經歷分析、綜合的相互轉換，往復循環，慢慢提升，此特點為物理思考的多層次性。一般而言，物理思考的多層次性，也包括了模型的轉換。無疑的，這種思考的多層次性，要求更高的思考能力，可以推進思考能力，但對於剛步入新階段學習的學生來說，是一個新的挑戰，也是對思考慣性的一個衝擊。從上課開始，便須注意不斷地引導並培植學生發現新問題、解決新問題的敏銳能力，鼓勵學生勤於鑽研、深入追究的思考習性。

許多物理問題的解決，並不只有一種方法。同一個問題，若從不同的觀點出發，用不同的方法，往往可以得到同一種結果。另有些問題則並不只有一種結果，因此，需要作全面的分析。而解決這類問題所需要的思惟過程，必須是開放性的。即依據一定的知識或事實，靈活而全面地尋求對問題的各種可能的答案。這種思考方式是靈活的、廣闊的體現，能具有從常規、不變的思考模式中解脫出來，以探求新的解決辦法，又因能從不同的角度、方向、方面去思考問題，因此解決問題的方法比較多種。物理問題的表達模式也是多樣性的。例如表述物理規律，可以用文字敘述，也可以用公式表示，更可以借助圖表。這種表述的多樣性，在解決問題的過程中，也是思考靈活性的表現。物理教學，就需培養學生能選擇表述模式，學會並掌握物理語言，準確地運用適當的語言思考、論述物理問題的能力。

為解決一個問題，一般而言首先需要發現問題、認清問題、提出假設、驗證假設才能得出結論。而其中的假設與驗證是思考過程的重要過程。在解決有多種可能的問題時，結論與假設是有關的，必須加以驗證。驗證假設的方法，可以是間接的，即推理的方法，也可以是直接，即知覺的方法。等效方法的運用，是物理思考方式的一個特點。所謂等效即效果相同。例如向量的合成分解、等效電路等均屬之，都是簡化複雜問題的方法。把複雜的對象

等效為一個簡單的系統，以使用已有的知識去處理。物理知識的特點是它與實踐的緊密聯繫，許多知識是實踐觀察的總結。一些論述需要作抽象的概括，而另一些論述則必須考慮到現實狀況，作聯繫實際的思考。

作者簡介

褚德三教授

交通大學電子物理系

E-mail: dschuu@mail.nctu.edu.tw