

物理教學評量與命題設計

(一)

毛松霖 國家科學委員會

一、為什麼要評量

做任何有意義的事情，仔細分析起來，都應該是有所目的的，不過是有些人不覺得而已。教學更應該要有目的，這是不爭的道理。而教學要有評量考查也是當然的事。那麼評量考查的目的在那裏呢？下面是一些經常可能聽到的一些說法：

1 評量考查的目的就是要獲得學生的成績，因此學校規定要有週考、月考、期考……等，以便歸納判定學生的「等第」。

2 評量考查的目的就是要督促學生學習，因為學生不考就不學，所以考試的目的就是要鞭策學生學習。

3 評量考查的目的就是要讓學生們互相觀摩成績，產生互相競爭，激勵力爭上游的決心。所以我們學校每週都舉行測驗，並公布學生的成績。

4 評量考查的目的就是要讓學生知道自己的進步情形。

5 評量考查的目的就是要讓教師了解學生學習的效果，以便隨時幫助他們改進錯失。

如果讓教師就上述說法，依其重要性的優先次序把它們排出來，可能有很多人都是照上述

1 2 3 4 5 的次序，將測驗考試（僅為評量考查方式的一種而已）的最重要的目的，當作是為成績或為催逼、激勵學生努力學習而設。因為目前許多學校或老師的作法就是如此。這也是一種現實問題。一方面因為學生的學習方式或習慣態度已

經錯了（很可能教師本身也有責任，而非僅是學生懶惰不會自動學習，至少有些教師常使已經錯誤的學習態度和習慣更加惡化了，不是嗎？）；另一方面則因為學校或行政當局常要求形式上的表面成績，過於實質的成長，（這也難怪，因為實質的成長不易評量，為着行政上的便利和容易應付某些道理講不清的家長的壓力起見，不得不常常考，才有較「客觀」的成績可以「報告」）；再者或許也是最大的原因，可能是升學壓力，加上參考書與補習班過份熱心所造成的教學偏差的結果，也就是說，他們競相將「多考試」、「多測驗」當作可顯示其教學認真的一種標榜，以為多考試即可以多催逼學生學習，也能多瀟出可加以「造就的升學人才」。殊不知教學方法不當，徒以考試來促使學生多練習，無異是一種捨本逐末，效果最差而且浪費時間的作法。藉由考試測驗固然可以幫助學生改正錯失，但還是需要教師的教學與輔導，學生才能從考試中獲得啓迪。目前有些學校竟然鼓勵或要求教師多考學生，而未注意教師有否多輔導學生學習，實在已造成教師因循敷衍，不思如何改進教學，而僅一味從參考書上抄些題目對付考試的錯誤作法。（因為自己命題太麻煩了，也太花時間了，不如抄抄現成的，管它是否已超過範圍；管它學生是否都考得一塌糊塗，成績單是否滿是紅字，反正是學生自己的事。何況學校只要表面成績與形式上的認真，還有讓學生多練習練習也許總有點幫助吧！至於是否有多少幫助，也沒有時間去想，瞎摸瞎猜

，萬一聯考時猜中題了，不是大可誇耀一番了嗎？）上面所列舉的現象，希望只是少數人的一些無心錯失所造成的偏差現象。

那麼到底評量考查最重要的目的應該是什麼？我們可先分二類來說。一類是純粹爲着甄別選拔用的；一類是爲着教學用的。前者的目的很清楚，就是藉着一套合理而有效的評量考查工具將所要的人才甄選出來。這一類又可因其所設定標準的方式而有檢定式與甄選式二種。例如考試院所舉辦的高、普考是屬於檢定式的。考試評鑑之後，所有不符所設定之標準的即爲落選，甚至一個也不取，寧缺勿濫。因爲它乃是強調一種特定的水準。這種考試就是以能選拔達到此一水準的人爲目的；再如目前高中聯考的選拔學生方式是屬於甄選式的，因爲它是由一群受試者中選出其中較佳者，換言之，它的錄取標準並無絕對的要求，而是比較的結果，這或許也是方便學校招生，不然不合標準即淘汰，那麼可能會造成錄取人數不足的現象，而使某些學校開班有困難。（我們目前暫不討論這種方式的利弊。）另一類評量考查是爲着教學用的，它的目的着重在提供一套有效「檢驗」、「診斷」學生學習效果的工具，以便隨時改進教學方法，正如一生產工廠的品質檢驗，或如醫生的診病一樣，主要是爲要幫助製作生產者改進其成品，或爲開處方以便藥到病除用的。並不是以能挑出或剔出不良成品爲最終目的；也不是以能宣判病情爲目的。如果有一工廠僅誇耀其剔除不良品的數量而不注意改進其品質與生產方式的話，那是一種令人啼笑皆非的作法，目前有些教師或校長竟利用考試多多淘汰學生，而從不檢討改進教學，以致造成許多不良品需要社會國家來承受其教學偏差所造成的惡果，這是不公平的，也是不合理的事。而一個醫生只會看病而不會治病，動不動就開刀切除有病的部位，這也是一件荒謬可嘆的事。

上述這一類爲着診斷、檢驗而設的評量考查，在教學上是最重要的，因爲它着眼於防患未然。它的目的並不在淘汰或割除不良的東西，而是

預先消除錯失誤差，使製作過程更加合理產品才能合乎要求。對醫生來說，開刀切除是不得已的，能夠經由適當的醫療照料，而使病人康復是最佳的。故在教學上評量考查主要也是用來幫助師生改進教學的重要工具。學校中的平常考、月考以及隨堂考查等都是評量考查的一種方式，因此也應該具有改進教與學這一種性質，也都應該要發揮出這一種功能，它的目的不在評定成績（事實上，有經驗的人都會承認學生考得 60 分與考 70 分或 50 分，是否即能真正代表他們的成就或能力都是值得懷疑的。因爲評量或命題內容若沒有經過合理的設計，這些分數都是不足爲憑的。）教學中常使學生生畏恐懼，產生許多不健康心理的考試，實際上若只爲了方便老師或學校行政上的形式要求，其本身意義必已被扭曲變質，而成爲大家頭痛的例行公事了。

二、教學評量與命題設計需要改進

筆者本文的目的就是鑒於目前在教學與評量上，存在着許多的偏差，尤其是由於考試命題方面所帶來的教學目標的混亂與學習內容與方法上的浪費情形甚爲普遍，故筆者雖不才，仍願以拋磚引玉的心情，對教學評量，特別在命題方法方面，嘗試作一系列的探討。盼望能藉此喚起大家對此問題的注意，產生改進的行動。也許有的教師會覺得光只是在教學評量上改進有什麼用？如果入學考試內容不改的話，每次均以欠合理設計的試題來甄選學生，才是造成目前教學混亂不正常的主因。其實這也是筆者狠下心準備一系列撰寫或介紹有關命題設計的動機之一。希望藉此不僅喚起教師改進教學的注意力，也希望能提供有幸入闈參予入學考試命題的諸位先生一些命題內容與方法方面的參考意見。我們相信，每一個人都願意將事情做得更好的，尤其是能影響衆多師生教學的聯考命題者，他們在道義上的責任更大；其肩上、心上的負擔也必然很重，如果能多提供一些具體可行的意見和方法給他們參考，相信他們也會採納的。因此，本文除了簡介一些

評量的觀念外，希望能很具體地提供一些命題設計實例，作為教學評量以及聯考命題者的參考。事實上，教學評量中的命題測驗與升學考試的命題，二者應可取得較合理的諧調，因為升學考試並非檢定型考試，而是甄選式。因此，在原則上，教學評量用的命題也可加以適當設計，使其可通用於升學考試，理由是作為教學用的評量命題，雖然主要目的乃在於診斷學生的學習，但在命題設計上，如果適當的話，也應能顯出甄別的功用。評量考查的方式很多，命題測驗是其中的一種，但因為它在我國一直廣被採用，影響也最大，因此本文將僅針對命題測驗上應如何設計命題這一點先着重加以介紹。不過無論如何，我們應先從評量考查的基本觀念先加以探討。

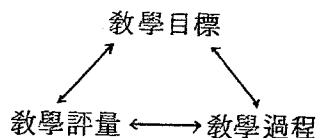
三、評量只是工具，應該要針對目標，使學生能自我比較其進步情形而教師可藉以改進教學

在教學上既然評量考查是非常重要的，適當的評量方法既可提供師生改進教與學的重要資料，當然也可顯示學生進步的情形。不僅如此，如果評量與教學真能相輔相成地進行，那麼多數學生的知能必能有實質的成長，這樣才更易於達成升學考試甄選學生的目的。因此在觀念與作法上必須時時把握幾個原則，才不會使評量考查流於形式，甚至造成不良的後果而達不到目的。第一、評量本身不是目的，狹意地說，考試本身不是目的，它僅是一種工具，是為改進教與學而存在的，決不能為考試而考試，也不可不改進教學而考試。第二、每一次評量或考試應該都有它的目的，更應該針對教學目標而設計，不應該僅為登記分數或為形式上的成績報告而作，它應該能時時診斷出學習情形與教學目標的達成程度以致教師可藉以改進教學為原則。第三、學習是一件非常「個別性」的事情，沒有人可替別人學習，也很少有兩個學生的所有學習經驗會恰好完全相同。既然不同的人，對同一類題材都可能會有不同的學習方法與結果，那麼評量或考試更是應該要顯示出個人的進步情形才對，而不應作為學生間相

互比較的工具，因為這樣所能造成的各種心理的傷害程度，將遠比產生激勵學習的作用還大。所以教學評量對學生來說，應該着重在自我比較而非相互比較。

四、教學評量、教學目標與教學過程三者互為關連

這樣看來，教學評量是和教學目標與教學過程是息息相關的。它們三者之間構成了一種彼此互相影響的三角關係，可用下列方式來表示：



舉例來說，如果教材內容與教學方法不同，其教學過程即不一樣，這樣就會產生不同的學習經驗，因而影響到達成教學目標的程度會有不同，當然評量方法與內容也應隨之而不同。換言之，它們三者都必須互相配合。不然就會有脫節、隔裂的情況發生。再如若教學目標已經設定，則必然要尋求適當的教材與教學方法才能實現其教學目標，當然這時也必須用正確的評量方法與內容，不然就會產生學習的混亂與目標的錯失。目前常受人批評的某地區的高中聯考就是因為其命題內容常與教育部所規定的教學目標或課程標準的精神以及教育廳、局所頒布的命題原則相違。這樣就使整個教學無法正常，演變到目前有些學校幾乎與補習班沒有兩樣，只辦升學而不辦教育了。當然從上圖的三角關係來說，也可能經由教學評量而影響到教學目標與教學過程，也就是通俗所說的考試領導了教學。這正是目前國內的反常現象。但是不幸的是，如果考試內容與方式無法配合國家的教育政策，那麼必然產生一種顛倒的關係，換言之，就是所有的教學將隨考試而作不定的飄移，無謂的摸索與瞎緊張，只為考試而考試地填鴨子，無所謂教學目標與教學方法可言了。這時國家所定的教育目標，也將形同具文，沒有任何意義了。

五、國中物理科課程目標的重點與精神

我們現在所需努力的就是設法使目標、評量、與教學這三者緊密相關，而且產生正面的效果，也就是說我們也可面對現實問題，設法利用大眾對考試的重視來誘導教學，而促成教學目標的實現。這樣作的時候，必須先要體會國中的教育目標以及各科的課程目標的精神，以物理科為例，其課程目標共有三項：

第一、培養科學精神、科學方法及學習科學的興趣。

第二、奠定自學之基礎，發掘學生之性向，並發揮其潛能。

第三、建立學習科學之正確態度與習慣，並廣為運用以擴及學生日常生活及事務之處理。

這三條課程目標的精神可以總括如下二點：

一、強調科學方法、科學精神與學習興趣的培養，遠比學習物理知識的獲得來得重要。

二、重視個別差異，並不要求每一個人都是物理學家，而是希望透過物理這一科的學習，使得大多數國民的科學素養提高，也就是說希望將來他們處理事務的方法、態度等都更合理，更科學。

六、課程標準中有關評量考查的規定

為了要使教師與教科書編者，以及教育行政機關更能確實遵行，在該課程標準內已詳切列出實施方法，對有關教學原則，教學過程與方法，教學要點，教學設備，特殊學生之處理以及成績考查等，均分項加以解釋。今將其中有關成績考查部份說明如下：

一、科學發展，日新月異；國民中學物理教學，既不再以獲致零碎知識為目的，成績考查自應隨之減輕機械式記憶性試題之比重。因之，依據教學目標，教學單元之目的，將教材內容編輯成理解、思考、推理、想像、比較、應用、綜合、批判、整理等能力之評量問

題，係教師考查學生成績前必先解決之要項。

二、學生在教學活動中之表現，從事實驗之態度，搜集查檢資料之能力以及實踐科學原則之情形等，亦應合併考查，不可遺漏。

三、在方法上，教師應交替使用測驗、觀察、報告、量表、相互批評、自我反省、團體及個別評量等方式，俾便將學生之學習興趣、態度、習慣、理想、技能與知識等皆納入考查範圍，以達成客觀與全面之評量目的，不應有所偏廢。

四、升學考試亦應依據上述成績考查要點採取有力措施輔助本科課程目標之達成。

請特別注意第四項內容，在此教育部明明規定升學考試應如何配合此課程目標的精神。如果有一地區的聯招疏忽不遵守這項規定，這將是一種違背法令的行為。聯招會負責人與有關監督單位都應負有責任的。只是國中教師與家長多未注意此項規定，未能根據此項規定對不合理的聯招命題提出抗議罷了。至於如何依據教學目標將教材內容編成理解、思考……應用等能力之評量問題，將自下期起一系列加以介紹。

七、課程標準中有關教學方面之要求

為着達成課程標準之目標，在該科實施方法中，即着重強調一些教學上應注意事項。正如前述，目標、教學與評量三者是息息相關。缺一環即不成。故筆者特將其中有關教學方面之要求摘錄如下：

(一)教學原則：

1 本課程標準之實施，應以培養學生之科學精神，科學態度與科學方法為要旨，俾人皆能在思想觀念與生活習慣兩方面，適合現代科學及社會進步之要求。

2 本科教材大綱所列舉之項目，僅為奠定學生發展自學活動之基礎而設，並非教學之全部內容，教師仍應重視學生之個別差異，發揮其特長。

(二)教學過程與方法：

1. 本科教學應經常提供機會，輔導學生練習發掘問題，創立假設與實驗求證等建立物理觀念之必需過程。不宜過份依賴講演教學法。

2. 本科教學中，應鼓勵學生為解決問題而習用科學方法，以養成運用科學方法解決問題之習慣。

3. 本科教學時，應着眼於學生對問題之積極反應態度，如求解之熱忱、深度、廣度及過程等，以端正學生研究問題之態度。

4. 本科教學時，應注重個別輔導，以鼓勵學生藉自學而發揮潛能，施展特長，以獲致各別之最大成就。

5. 本科教學尤應時時注意誘導學生循再發問，再假設與再驗證之途徑而加深對問題之體驗以培養邏輯思維與手腦並用之能力。

(三)教學要點：

1. 本科教學應以大多數學生所具備之能力、興趣與願望為實施之依據。

2. 本科教學應以觀察、量度、想像、推理、預測、區分、假設、定義、實驗、蒐集資料、研判數據、發掘問題、運用或然率原理等科學方法或能力之培養為重點。

3. 本科教學不應以零碎知識之灌輸為主要內容，而應以傳習明確之物理觀念為目的。

4. 本科教學中，為配合學生發展自學活動之需要，應闡明物理之整體觀念，以及物理學在基本科學中所居之統整地位。

(四)教學設備及其應用：

1. 本科教學中，應鼓勵學生蒐集圖書、報章、雜誌等有關資料，建立班級內之圖書收藏櫃並充分加以利用，俾養成學生查檢參考資料之技能與習慣，教學時更應不時提供問題，指定學生自找資料，求取答案，提出報告。

2. 本科教學應重視儀器、實驗室等設備之應用，以輔導學生培養獨立自主之實驗態度。固然，對於初次參加實驗工作之學生，

應由淺及深，循序漸進，然一旦安全條件許可，就應鼓勵其自行參考資料，設計實驗步驟，裝置儀器，尋求實驗結果，以符獨立自主之要求。尤不應提倡統一之報告格式，免致於實驗之初即有範圍學生思維之傾向。

3. 本科教學之實施，應重視教具、實物、圖表、模型、地方資源、視聽器材等之應用。尤其國民中學皆有現成之木工及金工設施，教師宜妥善聯繫相關課程，庶可以獨創及自製之教具，進行生動有效之教學活動。

4. 為有效達成本科課程目標，學校行政當局應供應教學上所必需之圖書刊物等參考資料。又實驗所必需之消耗品與急需儀器應優先購置與調配。

(五)特殊學生之處理：

1. 教師進行本科教學時，因面對者係自然組合之學生，故不應抱持使每位學生皆臻優異成績之樂觀想法。換言之，應重視個別差異之事實，而不助長強求一致水準之作法。教學中採取因材施教之原則，亦係教師所以能扭轉當前升學主義惡風之最佳途徑。

2. 本科教學中應注意發掘天賦優異之學生，全力加以培養，輔導其發展特長，以達人盡其才之目的。

由以上各點看來，教育當局確實殷切期望透過良好的教學，來達成課程目標，其中特別強調科學方法或能力的培養，正確學習習慣。如對問題積極反應，自找資料，運用科學方法解決問題等習慣之訓練。唯目前受不適當考試方法或命題內容之影響，許多教師對正確的教學方法雖有了解，却無信心遵照教育部之規定去實施。

我國自古以來即特別重視考試，加上升學聯考也以筆試方式來辦理，造成學校中多半以筆試的方式來評量學生成績。其實，以命題考試的方式來評量考查學生的學習效果，僅是評量考查方

法的一種。就教育部所公布的物理科課程標準實施方法內容而言，亦曾明確交待應該交互應用測驗、觀察、報告、個別評量等方式來進行教學評量才對。正如醫生診病，需多用各用方法，交互查驗，方可作較正確的判斷。這些道理，任課教師並非不了解，唯因升學壓力與錯誤惡補風氣的影響，使教師不能或不敢持守正確的方向而隨波逐流。那麼到底有沒有方法一面可以符合教育當局的要求，一方面又可以顧到現實的問題和教學行政上的方便？筆者認為：在目前這種多考試多測驗之風氣下，與其再三申五令要求教師，可能仍難扭轉其觀念與作法；不如因勢利導，就利用多數教師、學生與家長均普遍重視筆試的心理，設法在命題方式與內容上加以改進，提供一套可

參考資料

- 1 國民中學課程標準 教育部六十一年十月公布 正中書局
- 2 學習成就評量手冊 教育部國教司主編 國立師大科教中心
- 3 The Principles of Objective Testing in Physics J. G. Houston Heine-mann Educational Books.

(上接 59 頁，有趣數學—真分數化小數之探討)

數為 7 為分母所化之循環數字。

結論：(1)如國小十二冊教學指引所提供之資料，

即分母的質因數若只為 2 及 5，所化之

小數為有限小數，而小數位之決定在於

指數， $\frac{1}{4} = \frac{1}{2^2}$ 即小數位為兩位，如

$\frac{1}{200} = \frac{1}{2^3 \times 5^2}$ 則小數位為三位，即決

定在較高的一個指數，其位數和指數一樣。

(2)分母若為 2，5 及其他質數之乘積，則

所化之小數為混循環小數，而不循環數

字之位數亦決定在質因數乘積之 2 及 5

的指數上，若指數為 2，則有兩位不循

環；若為 3 則有三位不循環，如下例：

$\frac{1}{12} = 0.08\bar{3}$ ， $12 = 2 \times 2 \times 3 = 2^2 \times 3$ ，

就有兩位不循環，而後面之循環數為以

3 為分母所化之循環數字， $\frac{1}{28} = 0.03571428$

， $28 = 2^2 \times 7$ ，兩位不循環，而循環數

字為以 7 為分母所化之循環數字。

(3)如分母為 2，5 以外的質數或 2，5 以

外的質因數的乘積，則所化之小數為循環小數，如為單一質數，則所化之循環數字都為一組數字或兩組數字以不同排列而循環，如為質數乘積，則用原組數字除於比較小之質數，即為其循環數字，如 $\frac{1}{21} = 0.047619$ ， $\frac{4}{21} = 0.190476$ 即為以 7 為分母的兩組數字除 3 而得的兩組數字。

(4)在這些分數化小數的例子中，大部分都為循環小數，也可以發現有好幾組數字均為有趣的一串數字，他們不管用何數去乘，所得的數可由這一串數字組成，只是排列不同而已。例如以 17，19，23，29 為分母所化之小數即為一例。教師亦可利用這些問題，來引起學生之好奇心，及求知慾，使學生發生興趣。對數學發生興趣，學生就會自動自發地去探討問題。教師在教學時，如能經常提供像上面這些有趣的問題，學生就不會感到整個教材枯燥無味了。