

# 試評八十六年大學入學考試物理科試題

廖大淵

國立臺灣師範大學附屬中學

儘管有推薦甄選、資優保送等其他升學管道，大學聯招仍是目前大學選才的最主要方式，因而也受到考生和社會大眾最多的關注。由各種媒體在考前考後的大幅採訪報導與討論，可知大學聯考的確是七月的一件大事。而聯考試題對學校教與學的深遠影響，則是有目共睹的事。因此，一份良好的試題，不僅是考生與社會大眾的期盼，也是命題者費盡心血所希望達成的目標。然而，在目前的環境之下，一份好的試題，除了要能鑑別考生的程度外，也須引導出一種正確的教學方法與學習態度，才能符合教育的目的和滿足社會功能。這樣的試題，實在是一項艱鉅的挑戰。

筆者相信，由不同角度所提出的觀察討論和經驗交流，對命題技術的提升有所助益。所以雖自知淺陋，仍敢於提出淺見，以供命題者參考，希望有助於未來命題工作與教學的進行。本文由題型、試題分布及考生成績等角度加以討論，並針對個別試題進行分析。

## 一、題型配分與考題分布

今年不同題型的配分與考題的分布情形，和往年大致相同。近年各種題型的配分相當固定，今年並未更動（如表一）。筆者將解題主要概念與考題的章、冊分布，歸類於表二中；再將在不同物理主題領域和各冊配分的情形，與歷年統計製成表三與表四。

表一 不同題型的配分

選擇題		非選擇題		
單選	多選	填充	計算	問答
20分	30分	30分	10分	10分

表二 解題主要概念與命題範圍歸類

題號	主要概念	章別	冊別	主題範圍
單選 1	克卜勒定律	6	一	力學
2	全反射	13	三	光學
3	電阻與歐姆定律、電功率	17	三	電磁學
4	帶電質點在磁場中的運動	18	四	電磁學
5	波耳氫原子理論	21	四	近代物理
多選 6	牛頓第二運動定律	4	一	力學

7	力學能之轉換 (實驗)	7	二	力學
8	理想氣體方程式	11	二	熱學
9	電磁感應、安培定律	19,18	四	電磁學
10	近代物理的重要發現	20,21	四	近代物理
填充 11	合力、庫侖定律	3,16	一、三	力學
12	等角加速度運動	8	二	力學
13	帕斯卡原理	9	二	力學
14	面鏡成像	12	三	光學
15	單狹縫繞射	15	三	波動
16	電位能、力學能守恆	16,7	三、二	電磁學
17	惠司同電橋	17	三	電磁學
18	安培定律	18	四	電磁學
19	物質波	22	四	近代物理
20	光子、動量守恆	20,5	四、一	近代物理
計算(a)(1)	克卜勒第二定律 (*註)	6	一	力學
(2)	力學能守恆、重力位能	7	二	力學
(b)	駐波	14	三	波動
問答(a)	冰的熔化熱 (實驗)	10	二	熱學
(b)	水波槽實驗	9	基礎理化	波動

\*註：本題也可由角動量守恆的概念求解 (第二冊第 8 章)

表三 歷年各物理主題配分比較

年度	力學	熱學	光與波	電磁學	近代物理
82 年	29	13	15	24	19
83 年	26	13	18	27	16
84 年	28	15	18	23	16
85 年	30	12	17	26	15
86 年	30	11	20	23	16

表四 歷年各冊配分比較

年度	第一冊	第二冊	第三冊	第四冊	基礎理化
82 年	20	22	22	36	
83 年	12	15	34	27	6
84 年	12	31	24	30	3
85 年	20	22	20	33	5
86 年	15	26	25	29	5

由表四中可以看出，第四冊雖然授課時間最短，但仍然受到命題者較多的眷顧。不過，由目前的教材內容來看，這恐怕是無可奈何的事；只能等新教材實施後看看是否有所變革了。至於不同物理主題範圍的配分，和往年也幾乎相同，依教材內容與分量加以衡量，此種分配應屬合理。

除第一與第二兩章之外，各章皆有試題，則是今年試題一大特色。第一章是緒論性質，歷年來皆未出題。第二章運動學是物理學習的入門基礎，事實上包含於往後各章所處理的各種運動問題中，因此，未單獨命題不算奇怪。此外，若包含多選題與問答題，則今年實驗題高達 16 分，對物理實驗教學有正面影響。

## 二、試題難易度分析

依筆者評估，八十六年物理試題幾乎沒有難題，簡易題和中等程度的考題大約各半，和去年相比，平均分數的提高似乎是命題者期望中的事。表五為近年大學聯考物理科的高標和低標分數，今年是分數相對較高的一年。

表五 歷年聯考物理科高低標準

年度	82	83	84	85	86
高標準	59	47	50	46	55
低標準	36	30	32	31	36

這種中等難度的題目，應該對程度中上且認真的學生有利，其成績可能大幅提升，今年超過 90 分的考生人數達 370 人，是歷年來所沒有的情形；在今年二、三類組各考試科目中，物理也是超過 90 分人數最多的一科。而填充題有許多單一概念的簡易題，使程度較差的考生有較多得分的機會，使得低分的人數大為降低。表六為近年大學聯考物理科成績超過 80 分和低於 20 分的考生人數統計，可以看出今年試題難度確實比往年低。

表六 歷年高分、低分人數統計

年度	82		83		84		85		86	
	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比
80 分以上	2546	4.40	284	0.53	800	1.46	407	0.76	1418	2.78
20 分以下	21293	36.79	19412	36.30	18749	34.32	16186	30.34	14146	27.7
應考人數	57877		53476		54631		53320		51043	*註

註：86 年度為第二類組考生的統計資料，其他年度為全部理組考生的統計資料

事實上，就物理考科而言，在有限的八十分鐘內，要回答二三十個問題，學生本來

就不可能有很長時間思考一個問題，過於艱深的題目可能只有極少數的學生能夠回答，甚至全軍覆沒，那種問題除了增加補習班的商機之外，對鑑別絕大多數考生似乎作用不大。可喜的是，近幾年都沒有這樣的考題出現。筆者相信，學生的學習需要鼓勵，而較佳的得分表現，往往有助於提高學習興趣，強化學習動機，也促成更佳的成就表現，形成良性循環。但過於簡易的試題，也可能因得分率高而降低鑑別率，因此，低難度高鑑別的考題，是我們企盼見到的考題。關於試題難易度，筆者曾提出一種評估試題難易的嘗試，請參考八十五年大考中心聯考試題分析（物理科）。

### 三、個別試題討論

整體而言，今年的物理科試題相當平實而不失靈活，命題者的用心設計，處處可見，但若對全部試題逐一討論，恐怕需要過多篇幅，此處僅討論部分考題。

#### (一)單選第 1 題

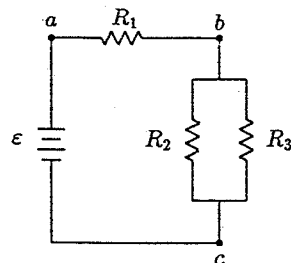
- 1.海爾一波普彗星的週期約為 2500 年，則其與太陽的平均距離，約為地球與太陽平均距離的多少倍？(A)2500 (B)1665 (C)615 (D)185 (E)50

討論：本題是敘述簡潔、概念簡易的試題，相信答對率應該不低。筆者認為像這種配合時事及新發現的考題深具啟發意義，使學習和生活貼近，而不只是學習書本知識而已。當然，這也是容易考前猜中的題目，十一年前不也考了一題哈雷彗星嗎？但是猜中何妨？此外，本題中所謂「平均距離」則有些語焉不詳，似乎應是「平均軌道半徑」才對。

#### (二)單選第 3 題

- 3.如圖所示之電路中，若  $R_3$  量值減少，則下列敘述何者為正確？

- (A)a、b 間的電位差量值減少。
- (B)電源  $\epsilon$  輸出之功率減少。
- (C)通過  $R_1$  的電流量減少。
- (D)通過  $R_2$  的電流量減少。
- (E)通過  $R_3$  的電流量減少。



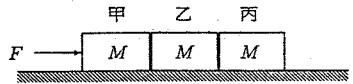
討論：本題和 85 年推薦甄選，第一階段自然考科考題相類似，屬於稍有難度的考題。考生只需下判斷而不需計算量值，試題相當靈活。但是題中(A)、(B)二選項實質相同，在單選中立刻被剔除而成為無效選項。若再斟酌試題所問的內容，將本題放在多選可能較適宜。此外，若考生套入具體的 10 歐姆或 20 歐姆進行演算，甚至將  $R_3$

短路，仍可得出正確答案，不知這樣是否符合命題者原意？不需數值計算的命題，卻可用特殊數值代入而得到正確的選答，題目似乎嫌不夠完美，而僅用數值套入即可猜答，可能使題目評量學生物理程度的有效性下降。

(三)多選第 6 題

6. 甲、乙、丙三物體質量均為  $M$ ，並排置於一水平桌上，並以一水平力  $F$  施於甲物體，如圖所示。設甲、丙兩物體與桌面之摩擦可以忽略，而乙物體與桌面之靜摩擦係數為  $0.7$ ，動摩擦係數為  $0.6$ ，則下列敘述何者為正確？（ $g$  為重力加速度）

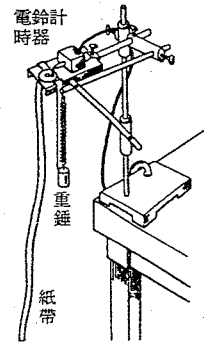
- (A) 當  $F = 0.5Mg$  時，甲物體施於乙物體之力為  $0.5Mg$ 。
- (B) 當  $F = 0.5Mg$  時，乙物體施於丙物體之力為  $0.5Mg$ 。
- (C) 當  $F = 3Mg$  時，三物體之加速度均為  $0.8Mg$ 。
- (D) 當  $F = 3Mg$  時，甲物體施於乙物體之力為  $2.2Mg$ 。
- (E) 當  $F = 3Mg$  時，乙物體施於丙物體之力為  $0.8Mg$ 。



討論：本題測驗對牛頓定律的了解是否清晰，試題精心設計，逐步引導，佛手婆心值得肯定；但(E)和(D)選項似乎只是重複計算一次而已，也許可以有不同的設計。

(四)多選第 7 題

7. 在「力學能之轉換」實驗中，所用之裝置如右圖所示。若在整個實驗過程中，掛上重錘後的彈簧長度一直都比未掛時為長，則下列敘述何者為正確？

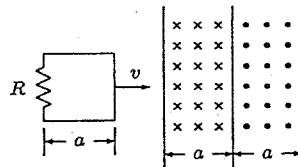


- (A) 實驗時要將重錘自平衡位置往下拉，再放開。
- (B) 分析紙帶上的點痕，可以測出重錘的速度。
- (C) 重錘的重力位能減少時，彈簧的位能一定增加。
- (D) 重錘動能增加時，彈簧位能一定減少。
- (E) 重錘經過平衡位置附近時，紙帶上所記錄的點痕最密。

討論：本實驗題的設計相當傑出，(A)選項固然是課本中實驗步驟的評量，其實也是打點計時器的特性限制。(B)和(C)選項則突顯所觀察的現象與物理量之間的關係，這也正是透過教材實驗操作所該培養的能力。(C)、(D)雖然不一定要操作實驗才能回答，但能量轉換可正是這個實驗的主題。(B)和(C)兩個選項考生猜對答案的機率很高。

(五)多選第 9 題

9. 一正方形線圈邊長為  $a$ ，電阻為  $R$ ，以等速  $v$  通過一與此線圈面垂直的磁場區域。此區域有二部份，磁場之量值均為  $B$ ；左半邊磁場方向為進入紙面，右半邊為射出紙面，如圖所示。下列敘述何者為正確？



- (A) 線圈剛進入磁場區域時，線圈內之電流量值為  $Ba v / R$ 。  
 (B) 線圈剛進入磁場區域時，線圈內之電流方向為順時鐘方向。  
 (C) 整個線圈都在磁場區域內時，線圈內之感應電動勢量值為  $Ba v$ 。  
 (D) 整個線圈都在磁場區域內時，線圈所受的磁力一直為零。  
 (E) 線圈內有感應電動勢的時間長為  $2a / v$ 。

討論：是一題新鮮有創意的考題，不求甚解或只背公式的學生容易錯選(C)、(D)選項。本題答案只有(A)正確，多選題中有一題單選，似乎已成為近幾年的命題常態，也許命題者想考驗考生的信心。

(六)多選第 10 題

10. 下列有關近代物理實驗的敘述中，何者為正確？

- (A) 湯木生研究陰極射線在均勻電磁場中的運動，確定電子存在，並測出電子的電荷量。  
 (B) 布拉格由 X 射線晶體繞射的實驗中，測出 X 射線的波長。  
 (C) 在光電現象實驗中，若照射光的波長減為一半，則產生的光電子動能增為二倍。  
 (D) 拉塞福的  $\alpha$  粒子散射實驗證實  $\alpha$  粒子具有波動性。  
 (E) 康普頓效應實驗證實 X 射線具有質點性質。

討論：列舉物理史上的人物事件及相關的物理意義，對學生的物理學習有啓發的作用，也可提高學習物理的興緻。但本題的(C)選項考光電效應的具體數量關係，可能使題目本身的一致性稍受考驗。

(七)填充第 11 題

11. 甲、乙、丙三個固定的點電荷以庫侖力交互作用。已知甲受的合力為  $2\vec{i}$  牛頓，乙受的合力為  $-3\vec{j}$  牛頓，其中  $\vec{i}$  與  $\vec{j}$  分別代表沿  $+x$  軸與  $+y$  軸之單位向量；則丙受的合力為\_\_\_\_\_。（答案以向量表示之）

討論：本題外觀似乎是庫侖靜電力的問題，其實是作用與反作用力和合力的概念，問題新鮮活潑。但要用向量表示，可能部份學生會不能適應。

(八)填充第 17 題

17.右圖所示的電路由七線段組成，每一線段之電阻均為 1 歐姆，則 a、b 兩端之間的等效電阻為\_\_\_\_\_。



討論：簡易的惠司同電橋問題，但繪圖的方式可能使部分粗心的考生漏掉頭尾兩段，而算錯答案。而題目中用「線段」表示電路中的物件，似乎有降低題目完美的可能，「導線」也許是更一般的用法。而電路分析的問題，筆者認為，一個完整的電路可能比局部的電阻組合更切合實際，也較有教育價值。在命題上，完整的電路有較大的發揮空間，題目更容易靈活呈現。部分教師過度強調電阻組合間的數學關係，則可能導致學生只注意數值，卻忽略了電阻是實際應用的電路元件。

(九)填充第 19 題

19.當電子的動能為 81.0 電子伏特時，其物質波的波長為 1.36 埃；則當其動能為 324 電子伏特時，其物質波的波長為\_\_\_\_\_埃。

討論：本題顯然是要利用前半段的已知量，由比例關係求答，但事實上也可以僅由電子動能，及試卷開頭所給的電子質量和電子伏特的數值代入，開根號求出相同答案。

(十)問答題

(a)(1)在「冰之融化熱測定」實驗中，把冰塊投入量熱器前，須先用毛巾把冰塊擦乾。如未先用毛巾把冰塊擦乾，對實驗結果有何影響？並說明其理由。

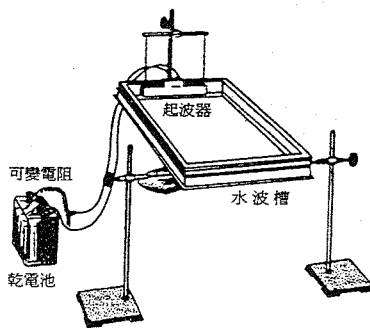
(2)擦乾後的冰塊馬上投入量熱器，而未測量其質量。試問如何得知冰塊的質量？

(b)在「水波槽實驗」中，除已裝置好的儀器（如圖示）外，還有石蠟、阻波器、玻璃板及支持物、水、白紙等。

(1)試問還缺那一樣必須器材？

(2)電路中串接可變電阻之目的何在？

(3)在觀察水波通過狹縫的繞射現象時，會因石蠟條所形成的狹縫略為過寬而無法清楚顯示。試問在不改變石蠟狹縫寬度及水深的前提下，應如何做才能讓繞射現象清楚示出來？



討論：(a)、(b)兩題皆為實驗題，問的是實驗中的具體操作步驟，以及與實驗直接相關的思考問題，對正常實驗教學的學校，和認真操作的學生，是一種鼓勵。(b)題中引導式的問題，深具巧思。但水波槽為基礎理化的示範實驗，而且又是第九章，許多學校可能受限於上課時間而未講授。

#### 四、結語與建議

綜觀今年考題，整體而言相當平實，文字敘述清楚完整，也有許多活潑新鮮的考題。試題分布與配分合理，沒有刁鑽艱深或有爭議性的考題。平日用心學習的考生，相信都可以在考試得到相當的成就感，因此是一份可以肯定的考題。雖有小瑕疵，在前文中筆者也提出一些批評，那不過是求全之語，或是筆者的偏見而已。整份試題中，隨處可見命題者的用心與巧思，不容抹煞。

今年物理科的填充題考生需回答單位，和前幾年稍有不同。這恰可提醒學生對物理量的單位的注意，糾正物理算術化的偏差習慣，筆者覺得相當良好，不過閱卷的複雜程度，可能因而增加不少。與實驗相關考題配分達 16 分，相信對實驗的正常教學有正面的效果。命題重視實際操作過程，將可引導教學重視實作，而非背誦知識而已；過程與結果一樣重要，可能有助於實踐人格的陶養。實驗中所觀察現象的意義，及現象與物理量間的聯結，實在是今日學生所欠缺而亟需培養的能力，這是個良好的命題方向，值得嘗試。

許多學生把物理當成算術或推理來學習；其實物理是由對事實的觀察歸納而得，是一種真實有生命力的學科，並非只是書本上的知識而已。在命題上若能多採用與日常生活相關的物理現象，或時事中與物理相關的新發現為題材，將可顯現物理與環境關係密切，與生活貼近的事實。但這需要命題者的創意與費心思索。

今年試題難度較前幾年低，學生由成績獲得的成就感增加，或將有助於激發往後生涯中對物理的興趣與學習。來年的考生也可能受到激勵而更願意親近物理，主動的學習，將使學習成果更好。至於如何在降低試題難度的同時，也提昇評量的鑑別度，則是未來命題者的課題。