

八十八學年度大學聯招物理科試題評析

李濟國

財團法人大學入學考試中心

每年的各級學校入學考試，通常是炎熱夏季中最熱門的話題，其中最受人們重視，考生之多、影響之大的，首推大學入學考試了（註一）。大學聯招除了為各大學選才之外，間接也影響高中的教學方向。每當考試結束，其考題往往為高中教育工作者所仔細推敲研究，以作未來教學甚至升學輔導的參考。因此可見聯招的命題，實在是一件任重而道遠的工作。

針對歷年來大學聯考物理科高均標準（註二）（表一）看來，88 年試題高標 55 分，均標 37 分，低標 20 分，與最近十年的難易度比起來並不算高。由於近年考題在基本概念上比重逐漸增加，使得學生對於物理比較不像早年那麼畏懼，這對物理教學而言是可喜的現象。本文擬就本年度聯考的物理試題作一分析、探討以及建議，除了試題的題型、範圍的分佈、試題的解答以外、難易程度、答對率、鑑別度等項目亦逐一列舉，盼對今後的大學聯考物理科試題命題工作有所幫助。

由於筆者才疏學淺，文中遺漏謬誤之處在所難免，尚請各方先進不吝指正。

表一：歷年大學聯考物理科高低標準

年 度	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
高 標	54	53	46	59	47	50	46	55	58	55
均 標	37	37	28	36	30	32	31	36	39	37
高均標差	17	16	18	23	17	18	15	19	19	18

[註]：表中數字為分數（滿分 100 分），其他各表的數字若無另註則意義同此。高標=前 50% 考生的平均分數，均標 = 全體考生平均分數，高均標差 = 高標 - 均標

壹、試題的題型與分佈

一、題型：

1. 第一部份：單一選擇題，共有 5 題，每題 4 分，共 20 分，每題五個備選答案中，有一個對的答案，答對得 4 分，答錯倒扣 1 分，若不答則不給分。
2. 第二部份：多重選擇題，共有 5 題，每題 6 分，共 30 分，每題五個備選答案中，其中至少有一個對的答案。在這五個備選答案中，考生的選擇，若符合標準答

案，則可各得 1.2 分，若不符合標準答案，則倒扣 1.2 分；若完全不作答則不給分。

3. 第三部份：非選擇題，此部份共有三大題，第一大題為填充題，第二大題為計算題，第三大題為問答题。

(1)填充題：本大題計 10 小題，每小題 3 分，共 30 分。

(2)計算題：本大題計(a)、(b)、(c)、(d)四小題，配分為 2, 2, 4, 2 分，共 10 分。

(3)問答题：本大題計(a)、(b)、(c)、(d)四小題，配分為 2, 2, 3, 3 分，共 10 分。

題型、題數和每個题目的配分在這幾年聯考中幾乎完全相同，且似乎已成爲一固定的命題模式。

二、分佈

本年度僅有基礎理化部分未命題，其餘各章之概念均已分配於試題的各大題中。一至四冊配分依序爲 20.4, 22.1, 32.0, 25.5 (註三)分(表二)，三、四冊共佔 57.5 分，顯然較一、二冊的 42.5 分爲重。以章節分析，佔分最多的前三章分別爲：第十六章靜電與靜磁 10 分、第廿章近代物理的基本發現 9.9 分及第廿一章原子的結構 9.6 分，其餘章節的出題則較爲平均。去年出了 14 分的第二章運動學今年僅佔 2 分。整體而言，今年的章節配分較去年來得平均。若依各主題類別配分則與往年相差不大，如同近五年來的趨勢一般，今年仍以力學分數佔 33.5 分爲最多(註四)。

表二：依課本冊章區分

冊	章	單一選擇題	多重選擇題	填充題	計算題	問答题	合計	分數
第一冊	1	3*					2	20.4
	2	2*					2	
	3			11,12*,15*			6	
	4	1*	6(B)(C)				4.4	
	5				(c)*		2	
	6				(a),(b)		4	
第二冊	7	1*	6(D)		(c)*,(d)		7.2	22.1
	8	2*	6(A)(E)				4.4	
	9			12*			1.5	
	10	3*					2	
	11	4		13			7	

第三冊	第 12	5*		14			5	32
	13	5*					2	
	14		7 [†]	15*			7.5	
	15			16			3	
	16					(a),(b),(c),(d) [‡]	10	
	17			17,19*			4.5	
第四冊	第 18			18			3	25.5
	19			19*			1.5	
	20		8,9(A)(B)	20*			9.9	
	21		9(C)(D)(E),10				9.6	
	22			20*			1.5	
基礎理化							0	0
合計分數		20	30	30	10	10	100	

[註]：表中數字為章、題號、分數，大寫英文字母表選項，小寫英文字母表子題，*記號者表在該題中與其他章節概念同時出現；若一題中出現多章節概念，則定義各章節於某題所佔之題分=(該題題分/該題出現不同章節概念之數目)；[†]記號表該章節對應之實驗

貳、針對近年試題的分析

一、各冊配分比較

近七年來大學入學考試物理試題的各冊配分如(表三)所列。由表三可以發現：相較過去，今年的命題比重在第四冊略為減少，而第三冊則略為增加，其餘兩冊配分比重則無太大變化，唯相較歷屆聯考基礎理化皆有 3 到 6 分的配分，今年與去年基礎理化並未命題，算是較特別的。此外實驗題材這幾年來亦佔有相當的比例(去年與今年均有十分左右的命題)，如此對於物理教學的正常化，相信是有相當正面的意義的。

第四冊的課程內容通常最為艱深，但學習的時間卻也最迫促，相信這是許多高三同學共同的感受。過去三年(85~87 年)的大學聯考物理科均有將近 1/3 的考題出現在第四冊，而第四冊卻僅約有四個月的授課時間(2 月初 ~ 5 月底)，不過今年已將第四冊配分比重降至 1/4 左右，若往後命題時亦能依此考量授課時間的因素，對於考生而言可謂一大福音。

表三：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	20	22	22	36	0
83	12	21	34	27	6
84	12	31	24	30	3
85	20	22	20	33	5
86	13	28	25	29	5
87	23	19	27	31	0
88	20	22	32	26	0

二、物理課程依各主題類別配分比較

聯考制度在國內已行之有年，其選才的功能是無庸置疑的。然而，其中某些太困難或太容易的題目，對於區分考生的學習成就而言，可能就不是那麼適當了。且以考生的立場，若能掌握命題的範圍及難易度，準備上應該也比較得心應手。由過去大考中心對全國近 200 名高中教師的問卷調查顯示，教師們心中聯考物理科最理想的難易度為：高標 60~64 分，均標 40~44 分；各主題理想配分平均均為：力學 31 分、熱學（含氣體動力論）12 分、光學（含波動）16 分、電磁學 25 分、近代物理 16 分。此與近七年來的日大聯招的高均標與配分相差不大（表一、四），因此考生對於各主題的準備似乎可以不必擔心往後各主題所佔比重以及試卷難易度會有太大的變動。考試有間接引導教學的效果，因此這幾年命題教授在出題時即利用部分的題分試圖導正考生普遍不重視實驗的學習心態（表五），這與高中教師的理想不謀而合（高中教師於問卷中認為實驗以 18 分為最理想）。

近年試題依主題類別配分的比較列於表四，表中顯示今年與之前各年度的配分相差不大，故配分比重的分佈應屬合理。

表四：歷年各物理課程主題配分比較

年度	力學	熱學	光與波動	電磁學	近代物理
82	29	13	15	24	19
83	26	13	18	27	16
84	28	15	18	23	16
85	30	12	17	26	15
86	30	11	20	23	16
87	29	13	16	26	16
88	34	9	18	19	21

[註]：實驗已併入對應單元中

表五：近年實驗手冊配分比較

年度	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
配分	10	16	10	10	14	14	10	16	16	16

檢視近十年聯考物理科所測驗的實驗(表六)，可發現每年的考題中大約是以包含 1~2 個實驗為原則。主題分佈並不算平均，其中某些實驗出現在考題中的頻率特別頻繁(計有：共鳴空氣柱實驗 3 次、等位線與電場實驗 2 次、冰之熔化熱實驗 2 次、波以耳定律實驗 2 次、直線運動定律實驗 2 次)；而今年考題中的兩個實驗，也都在此熱門排行榜上。

表六：近年大學聯考物理科實驗題之主題分佈

年度	主 題
79	共鳴空氣柱實驗、電流磁效應實驗*
80	等位線與電場實驗、針孔相機實驗*
81	直線運動定律實驗、波以耳定律實驗
82	電流磁效應實驗
83	非彈性碰撞實驗、光之干涉與繞射實驗(單狹縫)、惠司同電橋實驗
84	波以耳定律實驗、共鳴空氣柱實驗、冰之熔化熱測定實驗
85	直線運動定律實驗、日光燈實驗*
86	冰之熔化熱測定實驗、水波槽實驗*、力學能轉換實驗
87	拋體運動實驗、光之干涉與繞射實驗(雙狹縫)
88	等位線與電場實驗、共鳴空氣柱實驗

[註]：*表示該單元屬於基礎理化課程

三、近年考題難易度配分與考生得分人數之比較分析

本年選擇題的難易度判斷方式大致上是以前答對率或得分率（P）為主， $P > 60\%$ 為易， $30\% < P < 60\%$ 為中， $P < 30\%$ 則為難（純記憶性另計）；非選擇題則大致以超過 50%的考生得到一半題分為易，介於 30%與 50%為中，少於 30%則為難。

表七顯示，似乎今年的難易度配分有偏離前五年(容易題)：(適中題)：(困難題) = 2：2：1 的傳統配分方式；然而事實上，由於今年計算題中子題之間的關聯性較高，(a)、(b)兩小題與(c)、(d)兩小題答案兩兩相關，亦即縱使(d)小題的概念非常容易，但考生若求不出較困難的(c)小題答案時，(d)小題依然無以作答。故若以整體考量，則今年難易度配分並未與往年相差太大。

表七：歷年大學聯考物理科難易度配分評估

年度	易	中	難
83	37	40	23
84	44	42	14
85	47	34	19
86	34	52	14
87	41	43	16
88	45	30	15

[註]：83、84年試題分別由劉時通、王存雄先生依其主觀經驗評估，85年則由十位高中教師依照相關概念數、新鮮度及概念難度加以綜合評鑑，86年由簡麗賢先生評估，87、88年則為筆者依照答對率分類

由考生成績分佈以及表八之 80 分以上、20 分以下人數百分比可以察覺近三年的物理科難度較過去明顯為低，且已逐漸達到穩定。這應該與「提高學習興趣」的教育目標有關。

表八：歷年大學聯考物理科高低分人數統計

年度	83		84		85		86		87		88	
	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	人數	百分比
80 分以上	284	0.34	800	1.46	407	0.76	1788	3.50	1690	3.66	1283	2.84
20 分以下	19412	44.07	18749	34.32	16186	30.34	14161	27.71	10812	23.40	10404	23.01
應考人數	53476		54631		53320		51043		46204		45210	

在分析試題對於不同程度考生的鑑別能力時，一般是採用所謂的「五種能力組試卷鑑別指數」(S1~S4)：若 S1 值較其餘三者(S2、S3、S4)為大時，因 $S1(註五) = Ma(\text{成績前 } 20\% \text{ 考生該卷的平均分數}) - Mb(\text{成績前 } 20\% \sim 40\% \text{ 考生該卷的平均分數})$ ，即表示前 20% 考生答卷明顯優於前 20%~40% 的考生，故可謂試卷對成績前 40% 的考生鑑別度最佳；反之若 S4 為四者中最大，則可說對成績後 40% 的考生鑑別度最佳。大致上而言，十年來物理科聯考的整卷鑑別指數幾乎年年均以 S1 為最大(表九)，亦即：以替各大學校區分出學習成就較高學生的目的而言，大學聯考物理科試題可謂達成了這項目標。

表九：歷年大學聯考物理科五種能力組試卷鑑別指數

年 度	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
S1	17	19	21	19	19	20	19	21	20	20
S2	12	14	14	20	13	15	11	14	13	13
S3	12	13	12	21	13	13	10	14	14	13
S4	15	15	10	11	11	12	12	14	16	15

四、近年考題選擇題難易度與鑑別度之比較分析

對於鑑別指數(D)的分割一向沒有定論；且由於不同學科的得分分布大異其趣，因此鑑別度如何才叫做高？何又叫做低？這個問題也造成了學科測驗研究者在做鑑別度分析的時候不小的困擾。在中國大陸方面，其全國高考(相當於國內的大學入學考)物理科的研究指出：鑑別指數 $D \geq 0.30$ 時的鑑別能力是可以被接受的；但若 $D < 0.3$ 則其鑑別能力就值得懷疑。此外，大考中心於 84 至 87 學年度的學科能力測驗自然科學研究報告則將鑑別度分為三級： $D \geq 0.4$ 謂之高鑑別度， $0.4 \geq D \geq 0.1$ 為中鑑別度， $D < 0.1$ 則為低鑑別度(本文即依循此種分類方式)；答對率(P)則以 $P \geq 75\%$ ， $75\% \geq P \geq 20\%$ ，與 $P < 20\%$ 為劃分題目難、中、易的界線(本文另有定義方式，見表十)。前述研究結果顯示：在中、高答對率(可

以被詮釋為難度中等以及中等略偏容易)的題目前提下,题目的鑑別程度會比答對率低(可以被詮釋為困難度偏高)的題目好上許多,亦即太艱澀的題目反而不易考出學生的程度。

表十為利用近年大學聯考物理科選擇題部分所製成之答對率(多重選擇題則為得分率)與鑑別度的關係表。由表中數據可知,無論是個別的年度與或是整體來看,中、高答對率的題目於鑑別度的表現上確實明顯優於低答對率的題目。

表十：近年大學聯考物理科選擇題難度與鑑別度之關係

答對率(P)	鑑別度(D)	81 學年	82 學年	83 學年	84 學年	85 學年	86 學年	87 學年	88 學年	合計
P ≥ 60%	D ≥ 0.4(高)	0	2	1	2	0	1	1	2	9
	0.4 > D ≥ 0.1(中)	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	D < 0.1(低)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60% > P ≥ 30%	D ≥ 0.4(高)	4	4	5	4	4	6	6	4	37
	0.4 > D ≥ 0.1(中)	2	0	0	1	2	0	0	2	7
	D < 0.1(低)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P < 30%	D ≥ 0.4(高)	2	2	1	0	2	1	2	1	11
	0.4 > D ≥ 0.1(中)	1	0	3	3	2	1	1	1	12
	D < 0.1(低)	1	2	0	0	0	0	0	0	3

[註]：灰色部分表某年度在限定答對率的前提下,佔最大的比例的鑑別度

若詳細檢視各種能力組考生鑑別度(即 D1~D4 值),可發現一有趣的現象:較新穎、靈活的命題方式通常會使最大的 D 值出現在前段的 D1,如本年度的第 1、2、3、5 題....等;反之若常常出現,或是記憶性居多的命題方式則會使得最大的 D 值出現在後段的 D4,如第 4、7、8、9 題.....等。這個現象的解釋是:要考出頂尖的學生,就必須利用多變性、非記憶性的題目才能達到這個目的;但若僅欲區別考生的基本知識,則以記憶性、考古型的題目為之即可。依照上述理論,可知單選五個題目適合評量的能力層次依序為:第 5 題 > 第 1 題、第 2 題、第 3 題 > 第 4 題。

對於一般高中生而言,物理及數學科同樣被歸類在「高投資風險、低投資報酬率」的學科,以至於對此兩科的學習意願普遍低落。表十一為筆者利用 88 年度大學聯考幾個同質性較高的科目中單選題答題統計資料,來說明這種情況的嚴重性。表中可以發現:物理科除了答對率明顯較其他科目低以外(甚至低於數學),平均每題超過 1/4 考生放棄作答的比例更是驚人。因此筆者以為,對於從事中等教育的教師而言,若欲提升學生的物理素養,當務之急與其說是教學生如何讀好物理的方法,還不如說是如何去激發學生對學習物理的興趣。

表十一：八十八年度大學聯考自然類各科單選題答題統計

	單選題平均答對率	單選題平均未選答率
物 理 科	38.8 %	26.2 %
化 學 科	49.2 %	14.8 %
生 物 科	57.9 %	6.6 %
自然組數學	50.5 %	12.5 %

由於本年複選題考的內容是以記憶性以及機械式計算為主，而單選題則包含有較高層次的思考題，因此今年複選題平均答對率反較單選題為高(表十二)，此與 84、85 兩年的單複選答對率反常現象原因同出一轍。

表十二：近年聯考物理科單複選題平均答對率比較

學年度	81	82	83	84	85	86	87	88
單選答對率(%)	35.4	35.6	43.8	33.0	33.8	48.8	49.8	38.8
複選答對率(%)	29.6	34.6	20.2	47.2	38.8	34.4	38.2	48.0

於本年試題中，選擇題得到 3/4 題分(37 分)以上的佔 12.12%，填充題得到 3/4 題分(22 分)以上的佔 6.82%，選擇題得到 1/2 題分(25 分)以上的佔 37.34%，填充題得到 1/2 題分(15 分)以上的佔 31.19%，顯示此次填充題較選擇題稍難。計算題因難度明顯較高(尤以 c 小題為最)，故得到 1/2 題分(5 分)以上的佔 10.16%，得到 3/4 題分(7 分)以上的僅 2.64%；問答題則與選擇、填充的難度較接近，得到 3/4 題分(7 分)及以上的佔 16.60%，得到 1/2 題分(5 分)以上的佔 35.91%。總而言之，本年度整卷難度與去年相差不大，而大題之難易分配則略有不同(表十三)。

表十三：87、88 學年聯考物理科各大題得分人數分佈

		選擇題	填充題	計算題	問答題
88 年度	得 3/4 分數以上人數(%)	12.12	6.82	2.64	16.60
	得 1/2 分數以上人數(%)	37.34	31.19	10.16	35.91
87 年度	得 3/4 分數以上人數(%)	10.98	12.77	23.79	2.38
	得 1/2 分數以上人數(%)	39.86	38.51	36.60	12.05

參、結論與建議

「十年寒窗無人曉，一舉成名天下知」，莘莘學子參加大學聯考的最終目的不外乎就是以苦讀換得就讀符合自己理想校系的權利。一份試題的優劣除了可能直接影響到學子的前途；命題的方向和難易度更直接左右了日後學校的教學以及學生學習的態度。如何能周延地命題，使試題能完整發揮其測驗學生的目標，又能兼顧考生日後的學習興趣，說來實在不是一件容易的差事。這項工作除了仰賴命題者審慎周密的思考以及巧妙的設計之外，對於考題與考生之間的互動，有系統的分析研究也是不可或缺的。

今年的試題分成選擇題與非選擇題兩大類，題型的設計與配分方式，與往年十分相似，在有限的題數中，確實做到沒有遺漏任何一章的觀念，且考慮到第四冊的授課時間而降低該冊命題比重，命題者的用心相當難能可貴。各單元、各冊的配分雖然跟歷年差距不會太大，但是三、四冊配分的逐漸加重，今年兩冊命題的分數總和已高達 58 分，這一點是必須特別注意的。

針對試題難易度的探討，參考歷屆的高均標可知，試題難度確有逐年降低的趨勢，除了容易的題目增加以外，所謂的難題也較往年的容易作答。整份試題並沒有顯著困難的題目出現，也沒有繁雜的計算過程以及冗長的敘述，題目的設計中規中矩，兼顧觀念與推理的命題方式，對於正常學習、物理概念清晰的考生是一大鼓舞。尤其實驗題的設計上，完全無須牽涉到計算，只要認真做實驗的學生勢必大有所獲。對給導正高中物理教學良好的影響而言，今年的試題應該算是成功的。

選擇題中 10 題有 7 題鑑別率大於等於 40%，說明近年的物理命題對於區別考生程度已有相當高的成效。又，較高答對率的題目會有較好的鑑別力，即太艱澀的題目反而不易考出學生的程度；且成績受到試題難度影響最大的應是程度較好的考生。由選擇題第 4, 8, 9 三題顯示，這類僅需代公式、算答案，或是純記憶性的題目得分率都較高；而第 3, 5 題這類理解高於計算的題目時，得分率就明顯降低，這似乎可以解讀為仍有為數不少的考生，還是把物理學和公式畫上等號的。因此要區分出頂尖的學生，就必須利用多變性、非記憶性的題目才能達到這個目的；但若僅欲區別考生的基本知識，則以記憶性、考古型的題目為之尚可。今年複選題由於純概念與機械式計算的比重較高，故顯得較單選題容易，建議往後可將部分之複選題分用以評測較高層次的思考能力。

本年度的命題算是十分成功的，但是筆者仍有一點小小的建議：（一）填充題第 20 題數字的設計上可能還有簡化的空間。（二）計算題中(c)、(d)子題間關聯性過高，使得考生一旦求不出較困難之(c)子題答案，連帶影響到較簡單之(d)子題作答。以測驗理論而言，相

關性過高的題目並不易達到命題者所欲評測的目標，故建議此類題目可盡量避免。雖說教師們認為題目並不難，但結果顯示的並非如此：原本預估至少應該有 50 分以上的基本分，但今年高標 58 分，均標 39 分卻透露了考生對物理的學習仍是充滿了心理障礙，至於如何提高學生學習物理的興趣，恐怕也是從事物理教育者的最大挑戰了。

參考文獻

1. 大學入學考試中心(民 83 年)，試題分析參考手冊－統計篇
2. 張仁昌(民 83 年)，八十二學年度大學入學考試試題分析(物理科)，大學入學考試中心
3. 劉時通(民 84 年)，八十三學年度大學入學考試試題分析(物理科)，大學入學考試中心
4. 王存雄(民 85 年)，八十四學年度大學入學考試試題分析(物理科)，大學入學考試中心
5. 廖大淵(民 86 年)，八十五學年度大學入學考試試題分析(物理科)，大學入學考試中心
6. 簡麗賢(民 87 年)，八十六學年度大學入學考試試題分析(物理科)，大學入學考試中心
7. 李濟國(民 88 年)，八十七學年度大學入學考試試題分析(物理科)，大學入學考試中心

註釋

- 註一：88 學年度大學聯考報名人數已達 121,131 人，較 87 年度的 118,827 人增加 2,304 人。
- 註二：88 學年度新增的「均標」定義為全體考生的平均成績，意義同於 87 學年度(含)以前的「低標」。
- 註三：雖計算單元所佔題分歷年之方式略有不同，但整體而言估算結果並未因此有太大的差異。
- 註四：本年力學(含時間與空間)33.5 分，熱學(含氣體動力論)9.0 分，光與波動 17.5 分，電磁學 26.0 分，近代物理 21.0 分。
- 註五： $S1 = Ma - Mb$ ， $S2 = Mb - Mc$ ， $S3 = Mc - Md$ ， $S4 = Md - Me$ 。