

# 八十七學年度學科能力測驗

## 自然考科試題分析

夏蕙蘭 吳國良  
大學入學考試中心

### 壹、前言

自民國八十三年，已歷經五年的學科能力測驗，自然考科一直是希望能測出高中生在自然學科方面的基本知能。今年的試題，似乎也相當生活化，可以測出高中生自然學科的基本知能。自然考科是文、理組的學生都要考，因此背誦、記憶的試題比例降低。八十七學年度（本年度）的學科能力測驗自然考科的全均標為 66.48 分，級分為 5.46，分數與八十六學年度接近（表一），八十七學年度的標準差為 22.26，而成績的分布情形較八十六學年度理想（表二）。

（表一）四年來自然考科成績統計

學年度	八十四	八十五	八十六	八十七
題數	67	65	66	68
滿分	134	130	132	136
全均標（分數）	69.02	64.64	66.44	66.48
全均標（級分）	5.71	5.43	5.52	5.46
後均標（分數）	52.41	48.13	49.72	48.46
後均標（級分）		4.17	4.28	4.13
標準差（分數）	20.09	20.05	20.55	22.26

本年度的級分分布以 5 級分人數最多（佔 23%），大部分的考生都在 4 級分以上（表二），而 8 級分以上的合計，共有 13%。可見本年度的題目不難，且級分的分布也不錯。

（表二）八十七學年度自然考科各級分人數百分比分布

各級分	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
百分比	1	4	8	10	15	23	21	10	1	0	0

就學科內容方面來看，各科大部分的課程內容均考到，但由於題數有限，未出題的單元在化學有「電池、電解、電鍍」；地球科學有「地震」、「海洋」；生物有「人類與自然界的平衡」；物理有「自然的探究與科學本質」、「物質與環境」、「自然與人類」、「原子與原子核」等。

另一方面，在各科課程內容考得較多的部分，在化學是「食衣住行的化學」；地球科學是「礦物與岩石」；生物是「動物的協調與運動」；物理是「運動與力」、「光與熱」。以下舉各科比較具有特色的試題（題號同原試卷上的），配合統計資料：答對率（P）與鑑別度（D），加以分析說明。至於在本篇所採用的 P 值與 D 值的定義如下：

答對率或稱「P 值」，是指答對該題的考生在全體考生中所佔的百分比。爲了說明方便，另有總成績在前百分之三十三的「高分組(high score group)答對率(Ph 值)」，與總成績後百分之三十三的「低分組(low score group)答對率(Pl 值)」。

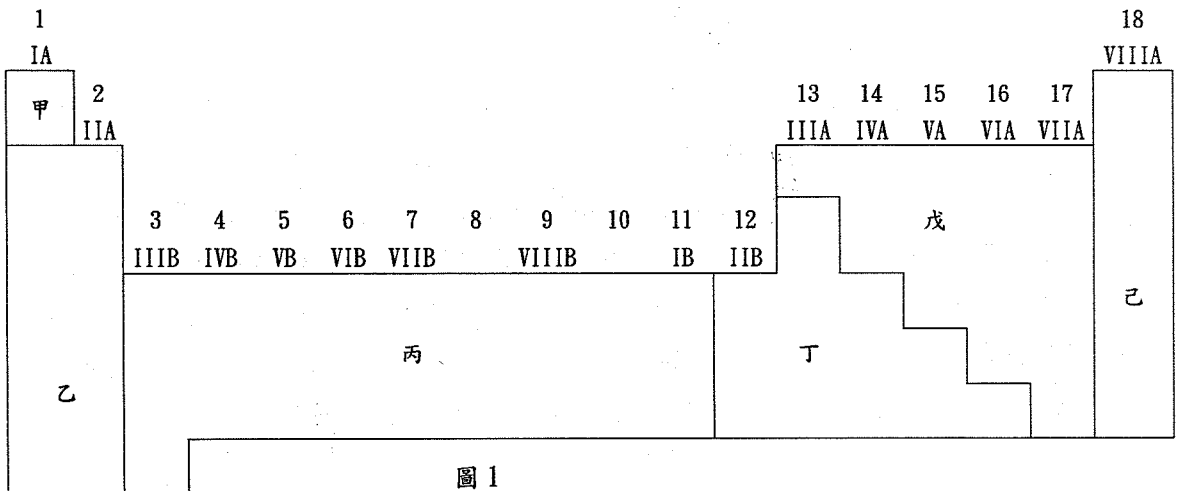
鑑別度指的是試題區分考生優劣功用，有時也稱「鑑別指數(Discrimination Index)或簡稱“D”值」。鑑別度是從高分組的答對率減去低分組的答對率所得之差，即  $D = Ph - Pl$ 。D 值高則試題區分考生的功用強，反之則功用弱。

如果要進一步區分試題的鑑別作用，也可將全體考生由高而低平均分成五種能力等級 a、b、c、d、e，而將其答對率以 Pa、Pb、Pc、Pd、Pe 等表示，這樣就可以獲得試題在各種能力等級考生之間的鑑別：第一級考生（總成績在前百分之二十）與第二級考生（總成績在前百分之二十一～四十）之鑑別度 D1 等於 Pa 減 Pb；第二級與第三級（總成績在前百分之四十一～六十）的鑑別度 D2 等於 Pb 減 Pc，依此類推。

## 貳、試題特色分析

### 化學科

5.圖 1 是按元素特性而區分的週期表，許多的類金屬元素因性質介於金屬與非金屬之間，故可作為半導體電子材料，這些元素在週期表中都分布在何處？



- (A)乙丙區域之間 (B)丙丁區域之間 (C)丁戊區域之間  
(D)戊己區域之間 (E)乙丁區域之間

答案：C P=48% D=0.43

說明：

該題以台灣最近相當熱門的行業—半導體為材料作切入，再加入元素週期表的整體概念，不以個別元素材料為考題，而且，在選答之區分上，考生必須要有能力判別丙丁區域之間及丁戊區域之間的不同。此外，該題也可進一步測驗考生是否了解類金屬的導電性常因含微量的雜質而劇增，此一性質的利用已成為半導體工業的基礎。對於以週期表為題幹的題目，常見於考題上，可以說明這是學習基礎理化相當重要的一個觀念。

11.甲、乙、丙三種衣料做纖維檢驗，得結果如下：

表一

	甲衣料	乙衣料	丙衣料
靠近火焰	稍為縮小	無變化	尖端熔成小珠狀
燃燒的氣味	有異味	無異味	無異味
浸於 3% NaOH	變脆弱	稍微膨脹	幾乎無變化
浸於 10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	幾乎無變化	變脆弱	無變化

下列那一項是檢驗甲、乙、丙衣料纖維最適合的結論？

- (A)甲為棉；乙為絲；丙為耐綸 (B)甲為絲；乙為棉；丙為耐綸  
(C)甲為耐綸；乙為絲；丙為棉 (D)甲為棉；乙為耐綸；丙為絲

答案：B P=48% D=0.35

說明：

該題以簡單的化學方法來檢驗三種不同的衣料，讓學生對這些衣料纖維有基本的認識。這些方法，有時也會在報章雜誌上作介紹，學生如果留意一下，並不難作答。這是化學與生活結合的一個相當好的實例，讓學生知道化學不單只是僵硬的知識。此外，該題還想要讓學生區分天然及人工纖維的差異，天然纖維進而分為植物纖維—棉，是由醣類(碳水化合物)所組成；動物纖維—絲，是由蛋白質組成；棉織物著火時無臭味，絲織物遇熱則纖維會捲曲變形，而且燃燒時會放出微微氨臭。人工纖維，則是由單體聚合而成，有較強的抗化學藥劑腐蝕力；故該題測驗考生綜合及分析的能力。

13.下列 a--f 為測定無機鹽的莫耳溶解熱所需的步驟：

- a.加此鹽於盛水的燒杯，攪拌使其完全溶解 b.計算莫耳溶解熱

- c.決定溫度的變化      d.測量水的溫度  
e.記錄溶液的溫度      f.稱鹽的重量，計算其莫耳數

下列那一項是正確的實驗順序？

- (A)f, d, a, e, c, b (B)d, e, f, a, c, b  
(C)b, f, a, d, e, c (D)f, a, d, e, c, b  
(E)a, d, e, c, f, b

答案：A      P=56%      D=0.51

說明：

該題是以選擇題方式來考化學實驗進行步驟。在無法進行實際上實驗操作的考試，這種紙上的實驗是一個補救化學教學的方法。以化學是一門實驗科學而言，這類題目的另一個目的是檢驗學生是否真正上了化學實驗課，要學生不要放棄實驗。如果學生沒有做過類似的實驗，也可以用分析的方式了解莫耳溶解熱的測量步驟，這對於觀察一般自然現象所需的基本能力也有類似之處。例如，如果要測量 A 因子對 B 環境的影響，則進行的方式為觀察加入 A 因子前後，B 環境的改變，然後再計算出單位 A 因子對 B 的影響，這種能力也應是高中生要具備的基本分析能力。這題的答對率及鑑別度都不錯，是相當好的題目。

## 地球科學

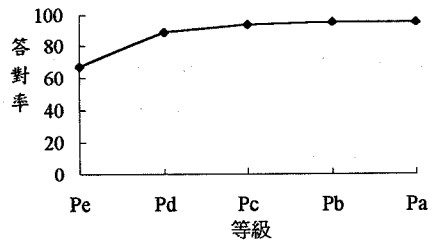
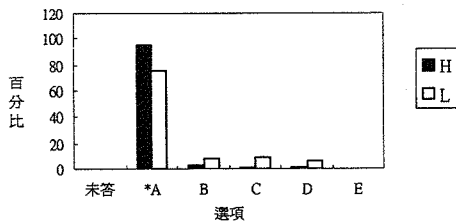
### 24-25 題為題組

經由紅外線的觀測，最近用赫伯太空望遠鏡發現在銀河中心有一顆可能是我們銀河中最亮的星稱為手槍星。此星的光度 (L)，是太陽光度的一千萬 ( $1 \times 10^7$ ) 倍，天文學家估計手槍星的質量可能大到 200 個太陽質量。

24.在太空中的赫伯望遠鏡，其鏡面直徑只有 2.4 公尺，為什麼能夠比地面上鏡面直徑（例如 10 公尺）較大的光學望遠鏡，率先發現這顆手槍星呢？

- (A) 在太空中觀測，可以避免大氣擾動與光散射所造成的干擾  
(B) 只有在太空中，才可以做紅外線的觀測  
(C) 在地球北半球地面上的望遠鏡，觀測不到銀河中心  
(D) 在太空中的望遠鏡，距離銀河中心比較近

答案：A      P=88%      D=0.20



圖一 第二十四題高、低分組選項分析 圖二 第二十四題各等級答對率曲線

25. 大偉、曉明、建國、小慧都知道太陽的壽命大約是 100 億年 ( $1 \times 10^{10}$  年)，下面是四人各別對手槍星大約壽命的看法。

大偉：因為手槍星的質量是太陽的 200 倍，所以壽命也應是太陽的 200 倍。

曉明：因為手槍星的質量是太陽的 200 倍，所以壽命約是太陽的 200 分之一。

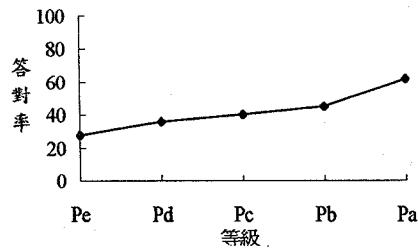
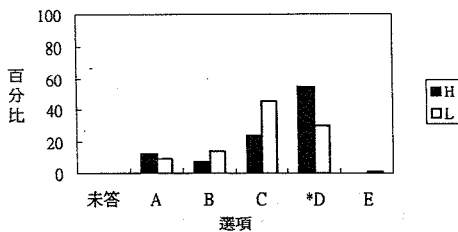
建國：恆星的壽命與質量無關，所以手槍星的壽命和太陽相近，大約也是 100 億年。

小慧：恆星的質量愈大，其壽命愈短，所以手槍星的壽命遠短於太陽，約在三百萬年以下。

到底是誰的看法比較合理？

(A)大偉 (B)曉明 (C)建國 (D)小慧

答案：D P=42% D=0.24



圖三 第二十五題高、低分組選項分析 圖四 第二十五題各等級答對率曲線

說明：

該題組以 1997 年 10 月，全國各大報與媒體播報赫伯太空望遠鏡的最新發現，配合課本中有關望遠鏡與電磁波的課程內容，並加上銀河中心之相對位置的觀念，組合成一題相當好的有關天文的題組題。

第 24 題測驗學生是否瞭解在地面上也能進行紅外線觀測，且在北半球也能觀測到銀河中心；第 25 題測驗恆星生命期長短與其質量大小的關係。此兩題均需學生能以推理的方式，仔細觀察題幹所給予的訊息，方能根據事實作合理的推斷。但兩題在出題的方向上截然不同，前者能測出學生對所學的瞭解程度，後者則必須看完不同的說法後，推敲彼此的不同與正確性，此類題目有利於地科教育，值得鼓勵與推廣。

第 24 題從高、低分組的選項分析而言，由圖一可知高分組有 95% 選正確選項 (A)，低分組亦達 76%，其他 (B)、(C)、(D) 選項低分組分別為 8%、10%、6% 選答比例不高。該題鑑別度為 0.20，是區分中低分組考生不錯之試題。由圖二答對率曲線來看，該題對前四組高中程度的考生較無鑑別力，但對低分組考生則有不差的鑑別力  $D_4=0.21$ ，屬簡單的題目。

第 25 題從高、低分組的選項分析而言，由圖三可知高分組有 55% 選正確選項 (D)，低分組則為 30%，而選項 (C) 低分組考生選答率竟高達 45%，誘答力相當高，可見觀念不很清楚的考生為數不少。由圖四的答對率曲線，五組高低不同程度的考生其答對率分別是 0.61、0.44、0.40、0.36、0.28，對高分組考生而言其鑑別度較其他中低程度者為理想  $D_1=0.17$ ，因此該題主要是鑑別高程度的考生。第 24、25 題組成題組，將難度較低的試題置於前，鑑別高程度的試題置於後，此為相當合適的試題安排。

66. 岩漿依  $\text{SiO}_2$  含量、黏滯度、噴發型式與形成的火山外貌等加以分類 (見表二)。現已知一岩漿的  $\text{SiO}_2$  含量多，那麼它的黏滯度 (A 或 B，二選一)，噴發型式 (C 或 D，二選一) 和火山外貌 (E 或 F，二選一) 如何？

表二

$\text{SiO}_2$ 含量	黏滯度	噴發型式	火山外貌
多	高 (A)	寧靜式 (C)	低平狀 (E)
寡	低 (B)	爆炸式 (D)	錐狀 (F)

答案：ADF           $P=36\%$            $D=0.08$

說明：

該題是一題理解、推理的題目，學生大致要瞭解岩漿的黏滯度及火山的爆發型式與火山外觀的關係；且須兼具黏滯度與  $\text{SiO}_2$  多寡的概念，方可作答。題幹已給  $\text{SiO}_2$  含量多的訊息，學生只要根據此一訊息，即可判斷出黏滯度高，噴發型式為爆炸式與火山的外貌為錐狀的形狀。選項的格式以表列方式，簡明易懂，此類題型答對率與鑑別度雖不高，但仍是一值得推廣的題型。

### 生物科

68. 複製羊桃莉 (Dolly) 出現之後，引發相當多的爭論。複製羊在整個複製過程中，完全不需雄羊的精子。科學家將一隻羊的乳腺細胞核移植到另一隻羊的去核卵中，經特殊處理使卵分裂，最後產生出桃莉。

試問科學家產生桃莉的方法屬於下列何種生殖方式？(A—B 選一項) 上述複製羊桃莉的生殖方式有何特點？(C—E 選一項)

生殖方式	特點
(A) 無性生殖	(C) 乳腺細胞的遺傳物質在卵細胞中發生基因重組現象
(B) 有性生殖	(D) 將提供乳腺細胞核的羊之遺傳性狀完全保留
	(E) 桃莉和提供去核卵細胞的母羊有相同的遺傳性狀

答案：AD      P=46%      D=0.39

說明：

該題與現今世界上所發生的時事配合，一般人對此事件可能只知其一，而不知其二，藉著考題讓學生能更瞭解複製羊所經過的研究步驟與結果，想必是此題命題的初衷。此外，該題也希望測驗學生是否關心科學發展的脈動，雖然像複製羊這類研究目前可能還存有許多爭議，無論未來科學家是否將此種技術應用在人類的身上，課堂上的教學還是應該提供多一點資訊給學生瞭解才好。題幹上將整個桃莉複製的過程簡要說明，再由說明要求學生根據基礎生物的知識來作答，是一相當不錯的科學應用題，而且答對率與鑑別度均不錯。

37. 圖 6 為人體血液循環中某物質的含量變化情形，若橫軸中之 I 代表肺泡微血管，III 代表組織微血管，則此物質最可能是什麼？

- (A) 尿素
- (B) 葡萄糖
- (C) 氧
- (D) 二氧化碳
- (E) 氮

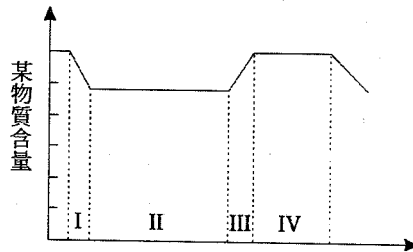


圖 6

答案：D      P=54%      D=0.53

說明：

該題以圖表示二氧化碳氣體在血液中變化的情形，並以圖測驗學生對人體呼吸生理中氣體運輸機制概念的瞭解。學生若能瞭解人體肺部與組織間氣體濃度變化的情形，就可知在肺泡微血管中，二氧化碳因擴散到肺泡中而濃度降低，而在組織微血管中，二氧化碳自組織擴散進入血管，所以濃度遞增。該題無需學生死記，是相當活用的題目。生物試題較難脫離記憶，該題能跳脫此一框架，對未來生物科試題的命題將有另一種新義。

該題鑑別度相當好且答對率也不錯。

### 物理科

44. 某人將質量為 2 公斤的手提箱由地面等速提至高度為 0.5 公尺後，沿水平面緩慢行走 10 公尺。設行走時手提箱維持在離地 0.5 公尺的高度，則此人對手提箱總共作了多少焦耳的功？

- (A)0            (B)1            (C)9.8            (D)196            (E)205.8

答案：C          P=41%    D=0.16

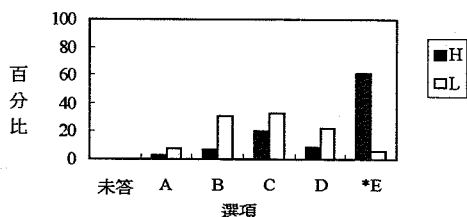
說明：

該題考的是功的基本定義。物理上所定義的功，需要有施力，位置的改變(位移)以及施力沿物體的位移方向需要有分量。這題在題幹上設計了一些陷阱，以測試考生是否了解所謂施力需沿物體的位移方向；此外，考生需要知道的是 1 公斤重的力，相當於 9.8 牛頓的力及 6 牛頓·公尺相當於 6 焦耳的功，這些單位的換算。

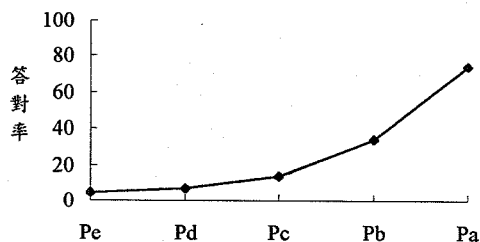
46. 在某場棒球對抗賽中，味全龍的投手黃平洋將球以每秒 40 公尺的水平速度投進本壘，被兄弟象的李居明以每秒 60 公尺的速度反向轟出。假設棒球質量為 0.15 公斤，而球與球棒接觸時間為 0.02 秒，問李居明在這段時間內平均出力多少？

- (A)15.3 牛頓          (B)76.5 牛頓          (C)150.0 牛頓  
(D)375.0 牛頓      (E)750.0 牛頓

答案：E          P=27%    D=0.55



圖五 第四十六題高、低分組選項分析



圖六 第四十六題各等級答對率曲線

說明：

該題將牛頓第二運動定律  $F=m \times a = m \times (\Delta v / \Delta t)$ ，融入於職棒比賽中，使題目看起來比較活潑。此題是屬於物理的基本概念，在選答上，因為  $\Delta v$  涉及相對速度的變化，部份考生沒有考慮這層觀念，所以有 29% 的考生選擇 (C) 的答案比正確選答 (E) 考生 27% 還要多。這題說明考生在相對速度上的概念可能是相當缺乏，或者是不明白所謂以



