

高中基礎理化(物理)

教學評量試題模式設計

許榮富

國立臺灣師範大學物理系

高中基礎理化之課程目標是基本概念之成就及形成基本概念的科學過程方法訓練二者並重，因此，於物理教學評量上應遵守下列四項原則。

(一) 了解科學教學評量的功能：物理教學評量，目的在診斷學生學習困難所在，以回饋於教學策略上，再運用各類教學媒體，配合學生個別差異促進其對物理概念之有意義的理解學習。

(二) 確實將教學目標轉換為行為目標：物理教學評量須配合課程教材目標，使學生學習及接受評量之思路一致。

(三) 物理教學評量注重學生個別差異事實，每題層次應由淺而深，依層次系列而設計問題，形成題組羣形式。

(四) 物理教學評量內容應著重：

(1) 活用的科學概念，並具統整形式的評量。

(2) 形成科學概念的科學過程之能力的評量。

(3) 具體的實驗操作技能的評量。

基於以上四項原則，依照師範大學科教中心編訂高中基礎理化（上、下冊）內涵，融入布魯姆（Bloom）教學目標系統分類精神，配合行為目標，運用教學評量原理與方法，設計成下列三個類型之評量試題模式，供爾後命題參考依據。

一、物理概念核心型（模式 I）

題目係以主要物理概念為核心，針對整體性及概括性的理解來命題，形成統整題羣，並以次概念為題幹，依行為目標層次逐漸上升次序，設計每一細目，形成題組形式，以達成了解學生困難所在，及照顧個別差異之原則。筆者反對，直接引用部分測驗專家所談「分佈均勻」之原則，用於物理教學評量上，否則，易導致偏於記憶零碎知識的評量。

物理概念核心型（模式 I）相對應之行為目標如下：

- I-110 記憶特定單一或瑣碎的知識。
- I-111 「術語」或「記號」的知識。
- I-120 記憶關於處理事物的方法的知識。
- I-125 方法的知識。
- I-130 記憶「一般」或「抽象」的知識。
- I-131 原理及法則的知識。
- I-210 翻譯之能力。
- I-211 以自己的話重述所學之知識。
- I-212 為所學知識列舉適當例證。
- I-217 能利用所給公式來計算（純代公式）。
- I-218 能將抽象觀念轉換為具體的觀察。
- I-320 原理或法則之應用能力。
- I-321 應用適當的科學術語於新的情況。
- I-322 選用適當公式以解答新的問題（比較）。
- I-323 選用適當原理或學說以解釋新的現象或情況。
- I-410 分析組成要素之能力。
- I-411 指出整體中各個組成要素。
- I-414 指出現象中的限制因素及其限度。
- I-420 分析各組成要素相互關係之能力。
- I-421 指出「構造」與其「功能」間的相互關係。
- I-422 將複雜的過程作合理的順序排列。
- I-424 區別事實與推理。

- I-430 分析組織原理之能力。
- I-431 指出「學說」的組織原理或構成複雜現象的基本組織原理。
- I-510 表達能力。
- I-511 能將片斷的部分的知識綜合成為新的整體。
- I-520 規劃或建議的能力。
- I-621 判斷所得「知識」對於科學的價值或貢獻。

二、科學過程核心型（模式Ⅱ）

以形成物理概念的探討過程為命題的核心，亦為高中基礎理化（物理）教學評量的重點。探討過程包括：觀察、分類、溝通、控制或操作變因、測量、收集及分析數據、預測推理、形成假說、下操作型定義、及通識化，從而培養科學精神與科學方法。

科學過程核心型（模式Ⅱ）相對應之行爲目標層次如下：

- Ⅱ-213 能由數據製成圖表或圖解。
- Ⅱ-214 由文字轉換為數式或記號（反之亦然）。
- Ⅱ-215 能以文字或其他方式說明圖表內容。
- Ⅱ-216 變換各種性質之圖表。
- Ⅱ-221 由圖表發現數學關係。
- Ⅱ-222 指出數據中成正比或反比關係。
- Ⅱ-223 解釋各項數據。
- Ⅱ-224 能根據所給基準以分類。
- Ⅱ-225 指出各項事物或現象間的異同點。
- Ⅱ-226 指出各項事物或現象間的因果關係。
- Ⅱ-231 根據所得數據資料預測其趨勢（外推）。
- Ⅱ-232 根據所得數據資料預測其將來必然之結果。
- Ⅱ-233 根據所得數據資料預測其結果。
- Ⅱ-234 由觀察或實驗做適當的預測或結論。
- Ⅱ-311 適當應用五官或儀器作定性或定量之觀察。
- Ⅱ-312 為探討問題選擇適當的觀察事項。
- Ⅱ-412 指出所設計實驗中之變因。

- II-413 指出所設計實驗中之「假設」部分。
- II-423 爲解釋實驗結果、區別或判斷數據之可靠性。
- II-531 根據所觀察之事實建立適當的假設。
- II-610 根據內在證實之評鑑。
- II-611 判斷實驗結論是否有充分的數據支持。
- II-620 根據外在基準(價值)之評鑑。

三、實作技能核心型(模式Ⅲ)

高一學生物理的學習既以國中物理爲基礎，經由實作爲過程，培養實驗操作與自我學習的能力，即應列於評量重點之一。實驗操作技能應包括感覺器官上的技術領悟、學習目標情境上的定向、嚐試錯誤、正確的實作、熟練的操作及融會貫通後的創作，由切身之實際經驗體會出基本概念之精神，使學生在物理學習過程中能「知」亦能「行」的知行合一效果。

實作技能核心型(模式Ⅲ)相對應之行爲目標層次如下：

- III-131 原理及法則的知識。
- III-218 能將抽象觀念轉換爲具體的觀察。
- III-311 適當應用五官或儀器作定性或定量之觀察。
- III-312 爲探討問題，選擇適當的觀察事項。
- III-313 爲進行實驗，選用適當的科學技術。
- III-422 將複雜的過程，作合理的順序排列。
- III-521 能設計實驗，以驗證假設。

以上命題實作時，可以使用下列各項表格：命題計畫表，測驗題試題分析表，非測驗題試題分析表，及試題分析資料表。

命題後，可以使用命題品質評鑑表加以評鑑。

高中基礎理化(物理)命題計畫表

教 材 單 元						
教 學 目 標						
題號	模式	層次	題型	行 爲 目 標	備 註	

物理科試題分析表(非測驗題)

行為目標：	編號：
	(1) 層次：(2) (3)
題目內容：	
命題說明：	
診斷分析：	配分(%)
評量結果分析：	
檢討評論：	

物理科試題分析表（測驗題）

行為目標：				編號：	
				層次：	
題目內容：					
命題說明與試題分析：					
選 目	學 校 人 數				命 題 說 明
A	H				
	L				
B	H				
	L				
C	H				
	L				
D	H				
	L				
難 度 指 數				總樣數 (N) = 難度指數： 區別指數：	
區 別 指 數					
檢討評論：					

高中物理(第 冊)試題分析資料表

題次	選目	選答人數		d%	D	答對百分比		題次	選目	選答人數		d%	D	答對百分比	
		H	L			H%	L%			H	L			H%	L%
	A								A						
	B								B						
	C								C						
	D								D						
	A								A						
	B								B						
	C								C						
	D								D						
	A								A						
	B								B						
	C								C						
	D								D						
	A								A						
	B								B						
	C								C						
	D								D						
	A								A						
	B								B						
	C								C						
	D								D						
	A								A						
	B								B						
	C								C						
	D								D						
	A								A						
	B								B						
	C								C						
	D								D						
	A								A						
	B								B						
	C								C						
	D								D						
	A								A						
	B								B						
	C								C						
	D								D						

高中物理教學評量命題品質評鑑表

許榮富 教授 設計

注 意 事 項	評 鑑 結 果
1. 認識科學教學評量之功能 (形成性、診斷性品量)	
2. 清晰教學目標	
3. 確認行為目標	
4. 明確科學概念結構 (核心主概念及子概念)	
5. 題目具診斷能力	
6. 以重要概念作核心，統整設計	
7. 具認知層次或能力診斷羣組設計	
8. 題數適當	
9. 題型設計妥切	
10. 題目正確	
11. 內容不超出教材	
12. 加強圖表示意	
13. 題目情況不複雜，文字不冗長	
14. 題意條件充分、合理	
15. 進行項目分析 難 度 區 別 度	
其 他	

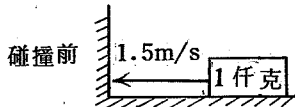
模式 I (科學概念核心型) 舉例：

1. 題 型：填充題
2. 試題來源：基礎理化第七章
3. 行為目標：
 - (1) 學生明瞭動量、動量變化率與作用力的基本觀念。
 - (2) 能明瞭動量之定義(包括大小方向)。
 - (3) 能由初動量與末動量求出動量變化。
 - (4) 能由已知的動量變化和力作用時間而求動量變化率。
 - (5) 能認知動量變化率即平均作用力之關係。
4. 目標分類：

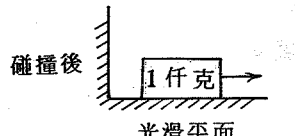
(1) I-217	(4) I-421
(2) I-217	(5) I-510
(3) I-322	
5. 題 目：

質量 1 仟克之物體，以 1.5 公尺 / 秒向西等速運動，碰到牆後反彈，如左圖所示，速度變成 0.5 公尺 / 秒向東。

碰撞前

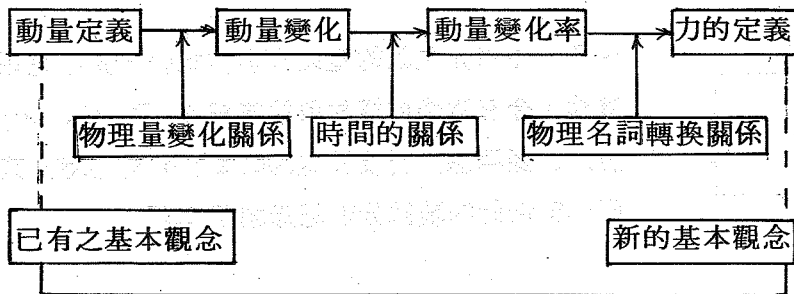


碰撞後



- (1) 物體未碰撞牆壁前之動量大小 _____ 方向 _____。
- (2) 物體碰撞牆壁後之動量大小 _____ 方向 _____。
- (3) 碰撞牆壁前後的動量變化大小 _____ 方向 _____。
- (4) 若物體與牆的作用時間是 0.002 秒，則物體的動量變化率是 _____。
- (5) 牆對物體平均作用力大小 _____ 方向 _____。

6. 命題說明(概念結構)



7. 診斷分析：

- | | |
|----------------------------------|--|
| (1) 1.5 仟克-米 / 秒 向西 | } 若答錯 (非計算錯誤) 則對動量之定義不夠清楚, 須重新講解。 |
| (2) 0.5 仟克-米 / 秒 向東 | |
| (3) 2.0 仟克-米 / 秒 向東 | 若以 1.0 仟克-米 / 秒 作答, 則對動量的方向不明瞭, 再加強動量之向量性。 |
| (4) 10^3 仟克-米 / 秒 ² | 若非此答案則強調「變化率」與時間之關係。 |
| (5) 10^3 牛頓向東 | 此題強調「牛頓第二運動定律」即動量變化率, 若答錯則必須加強力的定義 ($F=ma=m \cdot \Delta v / \Delta t = \Delta p / \Delta t$)。 |

模式 II (科學過程核心型) 舉例：

1. 題 型：1. 填充題 2. 作圖題

2. 試題來源：基礎理化第十一章

3. 行為目標：(1) 指出設計實驗中的操縱變因。

(2) 根據歐姆定律, 能預測電阻的大小。

(3) 能由實驗數據, 繪製兩物理量間的關係曲線。

(4) 從實驗數據中, 能指出兩物理量成反比關係。

(5) 能由實驗數據, 繪製兩物理量間的關係曲線。

(6) 從實驗數據中, 能指出兩物理量間成正比關係。

4. 目標分類：(1) II-215

(4) II-423

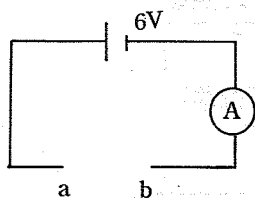
(2) II-233

(5) II-213

(3) II-213

(6) II-423

5. 題 目：



甲乙二生用如左圖的電路分別作實驗, 圖中電源為 6 伏特的電池, 今有數條同樣材料的導線 A, B, C, ……H, I, J, 將此數條導線分別接於電路的 a, b 兩點時, 其截面積、長度與安培計的讀數分別記錄如下二表：

甲生的記錄表(表一)

導線 名稱	長度 ℓ (公分)	截面積 A(平方 公分)	安培計 讀數 (安培)	電阻 R (歐姆)
A	100	0.4	1.20	5.00
B	100	0.5	1.50	
C	100	1.0	3.00	2.00
D	100	2.0	6.00	
E	100	2.5	7.50	0.80

乙生的記錄表(表二)

導線 名稱	長度 ℓ (公分)	截面積 A(平方 公分)	安培計 讀數 (安培)	電阻 R (歐姆)
F	50	0.5	3.00	
G	100	0.5	1.50	4.00
H	150	0.5	1.00	
I	200	0.5	0.75	8.00
J	250	0.5	0.60	10.00

(1)甲生操縱的變因是_____，而乙生操縱的變因是_____。

(2)由實驗數據，推算各條導線的電阻，並請填入二表中的空格。

(3)請將表(一)資料整理入方格紙中，請繪出電阻和截面積的關係圖。

(4)由方格紙上所顯示的關係圖，可判斷出長度一定的導線的電阻和截面積成____比。

(5)請將表(二)資料整理入方格紙中，繪出電阻和長度的關係圖。

(6)由方格紙上所顯示的關係圖，可判斷出截面積一定的導線的電阻和長度成____比。

6. 命題說明：

一、測試學生在形成物理概念的探討過程，根據量度結果，能否推算出電阻，以及研判數據、解釋電阻、長度和截面積的關係，從而了解學生科學過程能力之學習情形。

二、答案

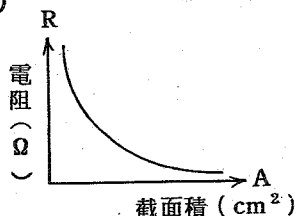
(1)截面積，長度。

(2)表一電阻 表二電阻

4.00 2.00

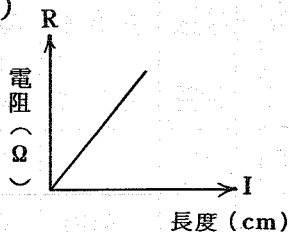
1.00 6.00

(3)電阻 R (Ω)



(4)反

(5)電阻 R (Ω)



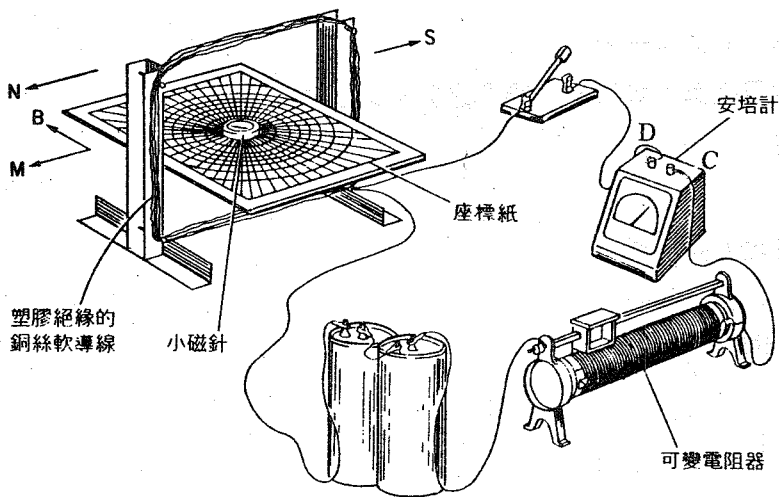
(6)正

7. 診斷分析：

- (1)在量度中，若了解操縱變因的定義，即可答出（表一）中是截面積，（表二）是長度。
- (2)若了解歐姆定律，當可求出不同情況下的各電阻的大小。
- (3)將實驗數據，繪成關係曲線，此為數據處理之基本能力。
- (4)從實驗數據中，指出二物理量成反比關係，此為解釋數據意義之基礎。
- (5)將實驗數據，繪成關係曲線。
- (6)從實驗數據中，指出二物理量成正比關係。

模式Ⅲ（實驗操作核心型）舉例：

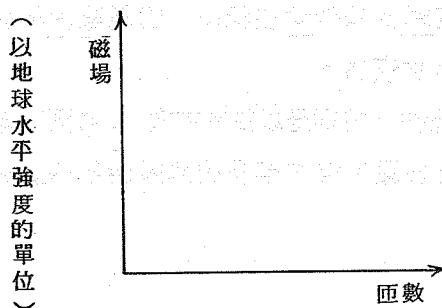
1. 題 型：1.選擇題 2.填充題 3.作圖題
2. 試題來源：基礎理化第十一章及實驗八
3. 行為目標：(1)能知道安培計之接法。
(2)能選用簡單且適當之模型進行實驗。
(3)能由磁針之偏轉角度求出磁場大小。
(4)能由數據製成圖表。
(5)能指出數據中成正比或反比關係。
4. 目標分類：(1)Ⅲ-131 (4)Ⅱ-213
(2)Ⅲ-313 (5)Ⅱ-222
(3)Ⅲ-422
5. 題 目：



- (1)如圖的線路中安培計之“+”號在C或D？
- (2)欲以最簡便之方法求得合成磁場，則線圈面應如何放置？
- (3)當線圈通電流時，若觀察到的磁針指向與地磁方向夾 θ 角則線圈中央處磁場大小為若干？（設地磁水平強度為 B_e ）
- (4)實驗時電流保持1安培，變動線圈匝數 N 得一對應之 θ ，而得下列數據：

匝數 N	2	4	6	8	10
θ	6.5°	13°	19°	25°	30°
$\tan \theta$	0.11	0.23	0.34	0.46	0.57

請以座標圖表示出線圈匝數與線圈中央處完全由線圈所產生磁場的大小關係：



- (5)從上面座標圖，你認為線圈匝數與磁場大小有何關係？

6. 命題說明：(第十一章)

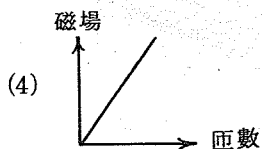
一、測試學生對“電流磁效應”之實驗之實作技能。

二、答案

(1)C

(2)南北方向放置

(3) $B = B_e \tan \theta$



(5)正比

7. 診斷分析：

答錯(1)不知安培計之實作法。

(2)不知線圈面南北放置之用意。

(3)不會由合磁場推算原磁場。

(4)不會由數據製成圖表。

(5)不會正、反比關係。

◎ 詞語淺釋 ◎

UHF

UHF 是 Ultra High Frequency 的簡稱，通稱「超高頻」。

最早發展 UHF 系統的是英國及其他歐陸國家，因為歐洲國家地理上互相緊臨，電波干擾情況嚴重，便發展 UHF 以增加頻道。

UHF 系統的優點是受到的干擾少，特別是以往住在鐵、公路兩旁家庭收看 VHF 所受到的干擾，UHF 幾乎全無；但它也有缺點，電波容易受到障礙物的影響而減弱，這情形以大樓、高山、樹林的阻擋為多。

編輯室