

第四章 結果與討論

本章說明研究結果，主要分為兩大部分。第一部分（第一節）討論我國學生在非選擇題的作答情形，及試題概念在我國教材中的分布。第二部份探討我國學生背景及試題答題情形的關係。其中第二節分析我國學生特質與試題答題情形之相關，第三節為課堂活動與試題答題情形之分析，第四節比較我國學生在不同認知領域試題的答題情形，第五節為課堂活動與學生在不同認知領域答對率之分析，第六節比較我國男女學生在不同試題類型的作答差異。

第一節 我國學生在非選擇題的作答情形及試 題概念在教材中的分布

一、 非選擇題作答情形

我國學生在理化非選擇題之作答情形如表 4-1-1 所示。理化非選擇題共 26 個大題，化學佔 10 題，其中 3 題為延伸題，另有 1 題包含 2 個子題（例如：S032713A、S032713B）；物理佔 16 題，其中 3 題為延伸題，另有 2 題包含 2 個子題，因此共有 29 個題次。化學試題中答對率低於 50%的題目有 5 題，但都比國際平均答對率來得高；物理試題中答對率低於 50%的題目有 6 題，其中一題明顯低於國際平均答對率（S022268）。

表 4-1-1 理化非選擇題作答情形總覽

試題編號		答對		答錯		總人數	國際平均 答對率 (%)
		人數	%	人數	%		
化學	S022191	780	86.9	118	13.1	898	67.1
	S032056	296	64.5	163	35.5	459	36.0
	S032057	655	73.6	234	26.3	889	21.1
	S032562	355	78.0	100	22.0	455	49.2
	S032565	167	37.7	276	62.3	443	26.4
	S032570	237	53.0	210	47.0	447	29.3
	S032679	167	37.8	275	62.2	442	16.1
	S032680	386	86.7	59	13.3	445	70.4
	S032709	392	44.1	496	55.9	888	21.3
	S032713A	265	29.8	623	70.2	888	15.7
S032713B	224	25.2	664	74.8	888	8.1	
物理	S022022	1260	94.0	81	6.0	1341	45.8
	S022035	403	44.8	497	55.2	900	44.4
	S022069	883	65.8	458	34.2	1341	36.7
	S022268	209	15.6	1132	84.4	1341	34.5
	S022279	468	52.1	430	47.9	898	44.3
	S022281	708	52.6	638	47.4	1346	27.9
	S022286	312	34.7	586	65.3	898	14.8
	S022292	684	50.8	662	49.2	1346	40.8
	S032131	761	83.7	148	16.3	909	52.0
	S032272	98	21.9	349	78.1	447	15.2
	S032369	369	80.4	90	19.6	459	42.7
	S032375	263	57.8	192	42.2	455	33.7
	S032625A	772	86.0	126	14.0	898	40.3
	S032625B	630	70.2	268	29.8	898	29.2
	S032626	622	70.0	267	30.0	889	41.6
	S032711	417	47.0	471	53.0	888	23.5
	S032712A	676	76.1	212	23.9	888	30.3
	S032712B	247	27.8	641	72.2	888	14.2

二、 非選擇題各題作答情形與試題概念在課文中的分布

(一) 化學

(1) S022191：

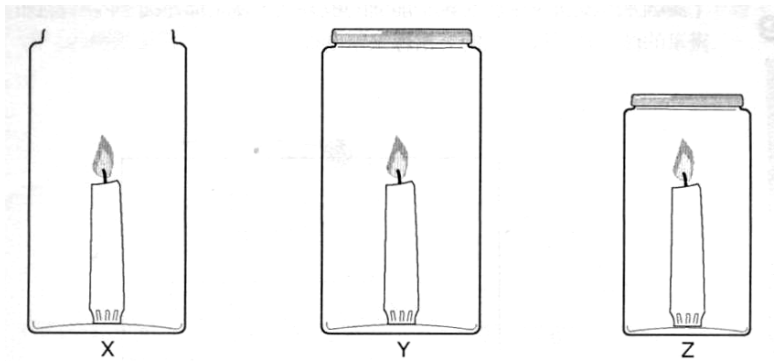
本題要測驗的概念是「氧氣為蠟燭燃燒的要件」。惟有使用到「氧氣」這個名詞，才能算是完全正確；使用其餘氣體名詞，則為部分正確或不正確。回答「最小的瓶子含氧量最少，因此蠟燭最先熄滅」視為完整答案（編碼（20）），佔 60.58%；而回答「最小的瓶子所含『空氣』最少，因此蠟燭先熄滅」視為部分正確答案（編碼（10））。最多學生作答的正確答案編碼為（20）「最小的瓶子含有最少的氧」，次多學生作答「最小的瓶子含燃燒所需的空氣最少」（編碼（10））。部分答對的比例共 26.28%。

在我國教材第一冊第二章空氣第一節「空氣的組成」及第二節「氧」中皆提到「氧氣可幫助燃燒」、「物質燃燒需要氧助燃」，學生在上學期已學過此部分，因此大多能推測小的瓶子含氧少，因此蠟燭較快熄滅。有些學生習慣用空氣代替所有氣體，因為學生認為「空氣」、「氧氣」、和「氣體」是一樣的，他們無法分辨這些詞語的意義，例如學生會說「空氣」就是「氣體」和「氧氣」，而「氧氣」是我們

吸入的東西，也就是「空氣」(Andersson, 1984, 引自 Johnson, 1998)。

因此關於氣體概念的釐清，頗為值得注意。

表 4-1-2 S022191 學生作答情形

試題編號 S022191		公開試題								
題目：										
										
三支完全相同的蠟燭分別置入同中所示 X、Y 和 Z 三個罐子裡，同時點燃後，X 和 Y 蓋上蓋子，而 X 保持開口。哪一支蠟燭會最先熄滅呢（X、Y 或 Z）？										
解釋你的回答。										
答案編碼		10	11	19	20	70	71	79	99	總人數
實測	N	220	15	1	544	50	7	55	6	898
	%	24.50	1.67	0.11	60.58	5.57	0.78	6.12	0.67	100

(2) S032056：

本題所要考的概念為「碳酸氫鈉遇酸產生二氧化碳」，完整描述
 的學生佔 64.49%。部分學生可由圖中氣球膨脹，簡單地推測有氣體
 進入其中，因此將近半數的學生回答「碳酸氫鈉和酸混合產生氣體」
 (編碼 (11))；另一個最多學生回答的是錯誤答案「碳酸氫鈉遇酸產

生空氣、氮等氣體」(編碼(71))，學生在此處又同樣使用「空氣」來代替氣體(Andersson, 1984，引自 Johnson, 1998)，雖然學生沒有正確回答出產生的氣體為何，但大部分學生都具備兩者混合後發生化學反應，產生新化合物的概念。

第三冊第十三章「電解質」第四節「酸鹼中和」介紹滅火器時提到「碳酸氫鈉遇酸產生二氧化碳」，雖然在課本中屬於國三課程的範圍，學生施測時尚未接觸到這部份，但也有 11.11%學生能完整回答「碳酸氫鈉和酸混合產生二氧化碳」(編碼(10))。

表 4-1-3 S032056 學生作答情形

試題編號 S032056		保密試題								
考題概念：碳酸氫鈉與醋混合										
答案編碼		10	11	12	19	70	71	79	99	總人數
實測	N	51	206	32	7	19	53	37	54	459
	%	11.11	44.88	6.97	1.53	4.14	11.55	8.06	11.76	100

(3) S032057：

本題要測驗的主要概念為「酸和鹼相遇時產生鹽及水」。最多學生回答的答案編碼為(11)「酸鹼混合物為中性」，只有極少數人回答完整的答案(編碼(10))「氫氯酸(鹽酸)和氫氧化鈉混在一起生成水和鹽，生成物為中性」。

第一冊第二章「空氣」第二節「氧」及第三節「二氧化碳」中皆提到氧化物和二氧化碳水溶液的酸鹼性質，同時也搭配讓學生動手實驗，觀察酸性物質可使藍色石蕊試紙呈紅色，鹼性物質可使紅色石蕊試紙呈藍色，過程中老師可能有補充講解酸鹼混合呈中性，且學生也容易從日常資訊接觸到酸鹼中和這個字眼，因此大部分學生都能回答出酸鹼中和的答案。

第三冊第十三章「電解質」第四節「酸鹼中和」提到「酸與鹼相遇發生中和反應」、「酸加鹼產生鹽跟水」、「氫氧根離子與氫離子中和產生水」等三個概念，同時「實驗 13-3 酸鹼中和」也讓學生親自動手體驗酸加鹼產生鹽及水，但此屬國三範圍，因此僅有少數學生完整回答。

表 4-1-4 S032057 學生作答情形

試題編號 S032057		公開試題								
題目：鹽酸（HCl）水溶液會使藍色石蕊試紙變成紅色，氫氧化鈉（NaOH）水溶液會使紅色石蕊試紙變成藍色，如把上述的鹽酸溶液和鹼溶液以適當的比例混合，所形成的溶液將不會使紅色和藍色石蕊試紙變色。請說明為什麼石蕊試紙在這混合的溶液中不會變色。										
答案編碼		10	11	12	19	70	79	96	99	總人數
實測	N	3	612	4	36	1	95	1	137	889
	%	0.34	68.84	0.45	4.05	0.11	10.69	0.11	15.41	100

(4) S032562：

本題以四個步驟分離鹽、砂、鐵屑和小木屑四種屬性不同的物質，正確答出四種成份(20)的比例為 66.81%，僅答對其中兩種成份((10)-(19))的比例為 11.22%。首先以磁鐵進行分離，第二冊第七章「物質的變化」第一節「物質的變化」提到「鐵會被磁鐵吸引」，第二冊第九章「化學反應」第一節「元素的活性」中的「想想看」也說明「鐵粉可被磁鐵吸引」，此外學生在日常生活中也有機會接觸操作磁鐵吸引部分金屬，因此學生在此步驟應能輕易的將「W=鐵屑」分離出來。

第二個步驟是加入水並移去漂浮在水面上的成分，雖然課本沒有提到木屑會漂浮在水面上，但學生可用日常生活中的經驗，例如木筏、木頭都會漂浮在水面上的印象作答出「X=木屑」。

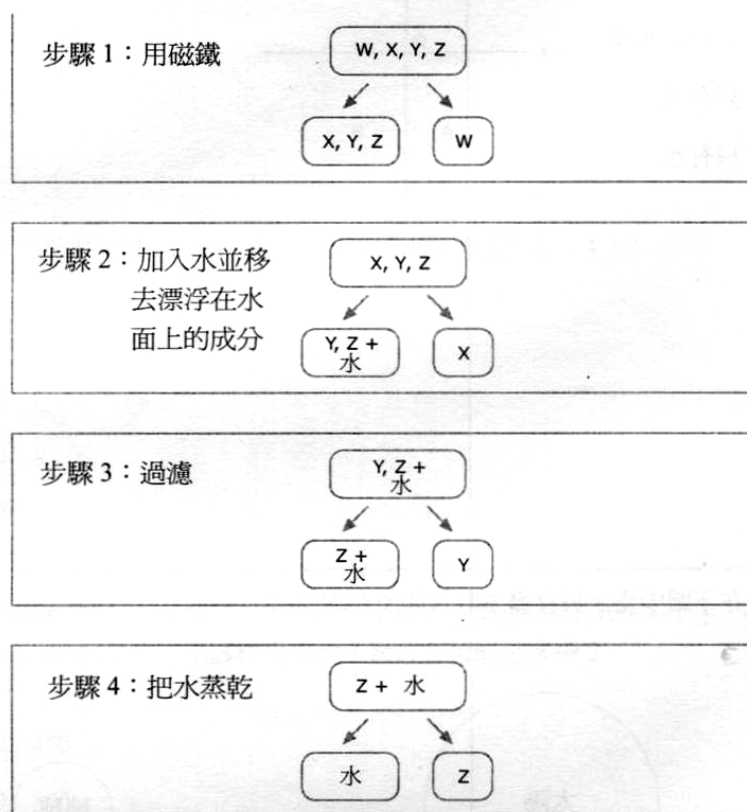
接著將液體過濾。第一冊第一章「水」第三節「水溶液」提到「水可以溶解食鹽」，第二冊第七章「實驗 7-1 純物質與混合物」中將食鹽與沙粒的混合物分離，更是直接和題目的砂鹽分離重疊，學生在日常生活中也常接觸食鹽，因此此處學生也可輕易分離出 Y=砂、Z=鹽。

表 4-1-5 S032562 學生作答情形

試題編號 S032562

公開試題

題目：小美有一含有鹽、砂、鐵屑和小木屑的混合物。如下圖所示，她以 4 個步驟將此混合物分離。以 W, X, Y 和 Z 四個字母來代表這四種成份，但沒有註明那一個字母代表那一種成份。



用鹽、砂、鐵屑或木屑等語詞寫在下列正確的空格內，以表明每一種成份。

成份 W 是：_____

成份 X 是：_____

成份 Y 是：_____

成份 Z 是：_____

答案編碼		10	11	12	19	20	70	79	99	總人數
實測	N	16	12	17	6	304	8	44	48	455
	%	3.52	2.64	3.74	1.32	66.81	1.76	9.67	10.55	100

(5) S032565：

本題所要測驗的概念是「鹽溶於水中時，水溶液增加的體積相對於增加的質量顯得有限，因此鹽溶液的密度大於純水密度」。只有少數學生(9.26%)能答出上述高階概念(編碼(10))，最多學生回答的正確答案為「鹽會使水的密度變大」(編碼(11))。但也有23.25%的學生，雖然答對鹽溶液密度大於 1g/mL ，但解釋不正確或沒有解釋(編碼(70))，共有60.95%的學生認為鹽水密度大於純水。另有26.86%的學生，認為鹽溶液的密度小於 1g/mL (編碼(72))，高於國際平均百分比(19.8%)。顯然學生對於密度的定義不夠熟悉，可能由於施測時間為國二下學期末，但密度概念是在上學期初第一章「水」中提及，學生記憶減弱所造成。此外回答鹽溶液密度小於 1g/mL 的學生佔26.86%，他們認為鹽溶解時消失了，意即鹽加入水中並不會使總質量增加，許多研究也指出學生存有這類的迷思概念。研究中提到學生認為鹽在溶解後消失不見(Lee, 1993, 引自Krnél& Glažar, 1998)；或溶質溶解後失去質量(Driver, 1989; Johnston and Scott, 1991; Bargellini et al., 1993a; Bargellini et al., 1993b, 引自Krnél et al., 1998)，因此溶液的質量比其組成來得輕。

課本在第一冊第六章「力」第四節「浮力」提到「密度較大的液體，可以給予物體較大的浮力；而鹽水可比水提供更多浮力」，但並沒有

明白指出鹽溶液密度比水大，因此學生的答對率不盡理想。

表 4-1-6 S032565 學生作答情形

試題編號 S032565				保密試題					
考題概念：鹽溶液的密度									
答案編碼		10	11	19	70	71	72	99	總人數
實測	N	41	117	9	103	43	119	11	443
	%	9.26	26.41	2.03	23.25	9.71	26.86	2.48	100

(6) S032570：

本題所要考的是「金屬的性質」。最多學生寫答的答案是(10)「由熔點、磁性、導熱、導電、密度和熱膨脹」等特性確認是否為金屬。但熔點、磁性、密度、熱膨脹度這些特性在課本中並沒有被明確的提到。

次多人回答根據物理外觀，如有金屬光澤、堅硬、具延展性等(編碼(11))，或根據化學反應性，如會進行氧化或可與酸反應等(編碼(12))可在課本中找到。第二冊第八章「進入原子的世界」第一節「元素」中對金屬的描述為「金屬元素的新切開面都具有光澤」、「金屬不易碎裂，具延性和展性」、「金屬能導電和導熱」。第三冊第十三章「電解質」第二節「酸與鹼」提及「酸性水溶液與活性大的金屬反應，產生氫氣」。第二冊第七章「物質的變化」提到「鐵在潮濕的空

氣中容易生鏽」，而學生日常生活中最常接觸的金屬為鐵，可能因此認為金屬在空氣中容易生鏽。

另外有些學生誤答「金屬會被磁鐵吸引」(編碼(70))，第二冊第七章「物質的變化」第一節「物質的變化」、第二冊第九章「化學反應」第一節「元素的活性」中的「想想看」、此外第三冊第十二章「電流與磁」「活動 12-1 磁鐵的性質」及「實驗 12-1 磁場」都分別讓學生動手體驗「鐵會被磁鐵吸引」，學生日常生活中最常接觸的金屬為鐵，可能也因此誤認為金屬可被磁鐵吸引。

表 4-1-7 S032570 學生作答情形

試題編號 S032570			保密試題						
考題概念：由性質確認是否為金屬									
答案編碼		10	11	12	19	70	79	99	總人數
實測	N	133	55	33	16	20	88	102	447
	%	29.75	12.30	7.38	3.58	4.47	19.69	22.82	100

(7) S032679：

本題所測驗的概念為「可用以說明化學反應釋出能量的現象」，本題答對比例僅 37.77%，答對的學生大多回答「變熱」(編碼(10))或「產生光」、「看到火焰」(編碼(12))。第二冊第七章「物質的變化」第三節「化學反應的現象」中提到各種化學反應的現象，也提到

「放熱反應會放出電能、光能或熱等能量」。但編碼中並未將放出電能歸類為正確答題碼。

此外第三節中也提及「並不是只有化學反應才會使溫度發生變化，有些物理變化也會使溫度發生改變。例如冰塊在熔化過程中會吸熱，造成附近溫度下降；水蒸氣凝結成水滴時，則會放熱，使附近溫度上升」，由於此段話出現在第三節「化學反應的現象」，學生可能誤以為此類物理變化也是化學反應釋放能量的表現。另外此節還提及「化學反應發生時，經常會伴隨一些現象。有的物質在反應過程中顏色會改變」，學生寫出各種化學反應產生的變化，如產生氣體（編碼(70)）、顏色改變（編碼(71)）或產生新的物質（光合作用、鐵生鏽等）。由此推測學生可能無法分辨哪些現象是釋放能量的表現，因此回答化學反應過程可觀察到的現象。

表 4-1-8 S032679 學生作答情形

試題編號 S032679		保密試題								
考題概念：化學反應中釋出能量										
答案編碼		10	11	12	19	70	71	79	99	總人數
實測	N	84	2	76	5	13	1	144	117	442
	%	19.00	0.45	17.19	1.13	2.94	0.23	32.58	26.47	100

(8) S032680：

本題所要考的是「依據不同的物理性質分辨水、氧和鐵」，此題完全正確（編碼（20））的比例為 68.99%，而僅答對兩種或一種物質的編碼(10)－(13)中，以僅答對鐵（編碼(12)）的 14.16%為最高；部分答對的比例共 17.75%。

在第二冊第八章「進入原子的世界」第一節「元素」中提到「金屬能導電和導熱」，因此學生可輕易的從是否為電的良導體回答出 Y=鐵(14.16%)。第一冊第五章「溫度與熱」第一節「溫度與溫度計」寫到「水結冰的溫度為攝氏 0℃、水沸騰的溫度為攝氏 100℃」第二冊第七章「物質的變化」第二節「純物質與混合物」中也提到「常壓下，水在 100℃時沸騰，稱為水的沸點」，由此學生便能答出 Z=水，再推論剩下的 X=氧，因此本題答對率很高。

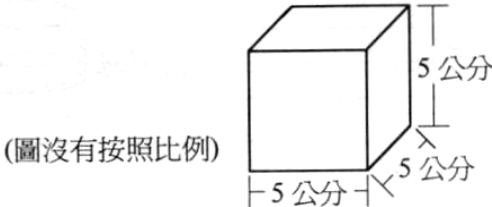
表 4-1-9 S032680 學生作答情形

試題編號 S032680				保密試題					
考題概念：鐵、水和氧的確認									
答案編碼		10	11	12	13	20	79	99	總人數
實測	N	1	12	63	3	307	27	32	445
	%	0.22	2.70	14.16	0.67	68.99	6.07	7.19	100

(9) S032709：

本題為測驗密度概念題組中的小題，和 S032713 及物理試題中的 S032711、S032712 屬同一大題¹。題目要求計算金屬塊密度。第一冊第一章「水」第二節「水的密度」中明列出密度的計算公式，題目中也標明密度=質量/體積，因此將近半數學生（44.15%）都能正確算出密度，但仍有許多學生計算錯誤，或僅計算體積（編碼（71））。

表 4-1-10 S032709 學生作答情形

試題編號 S032709				公開試題					
題目：科學家決定比較皇冠的密度和一塊與原來金屬塊一樣的金屬塊的密度。物體的密度等於物體的質量除以該物體的體積（密度=質量/體積）。科學家找出金屬塊的體積並根據已知的質量（2400 克）來計算該金屬塊的密度，下圖為科學家所測量的金屬塊的大小。  (圖沒有按照比例)									
請問該金屬塊的密度是多少？ 答：_____公克/立方公分 (g/cm³)									
答案編碼		10	11	70	71	72	79	99	總人數
實測	N	386	6	33	110	1	289	63	888
	%	43.47	0.68	3.72	12.39	0.11	32.55	7.09	100

¹S032709、S032713 及物理試題中的 S032711、S032712 是有關皇冠性質的探討，同屬一個題組，題組中的描述請參閱附錄。

(10) S032713：

本題分為兩個子題。A 子題需依據 S032709 計算得到的金屬塊密度，來查表回答出金屬塊由黃金製成才算正確。雖然將近半數學生正確計算出金屬塊密度，但基於計算得到密度和表中黃金密度相同，而回答金屬塊由黃金製成的卻只有 29.84%。其中有部分學生可能將 S032712 中皇冠密度和本題所問的金屬密度搞混（編碼（71）），佔 32.77%。

B 子題測驗「混合物的密度」概念，半數以上的學生都無法答對。基於皇冠密度查表回答皇冠由銀製成者（編碼（71））佔 10.7%。有 20.38% 的學生選擇將金屬密度相加後，數值接近 12.0 克/立方公分的兩種金屬作為答案（編碼（72）），顯然學生對於混合物密度計算的概念相當薄弱。題目要求學生回答皇冠為哪一種或哪些金屬混合而成，課本中並沒有提及混合物密度的計算或概念，所以有些學生在回答本題時無法運用混合物的密度概念而直接依據皇冠密度查表回答由單一金屬製成，或直接將兩種金屬密度相加得到題目中的密度。

吳琪玉（2004）認為造成學生答對率不佳的原因在於學生不瞭解題意，因而無法採取答題策略。但研究者認為題目的要求十分清楚，卻因為學生不具混合物密度的概念，而在回答時無法運用混合物密度的概念去思考題目，因此造成錯誤的回答。

表 4-1-11 S032713A 學生作答情形

試題編號 S032713A		公開試題						
題目：下表列出不同金屬的密度。								
金屬		密度(克/立方公分)						
白金		21.4						
黃金		19.3						
銀		10.5						
銅		8.9						
鋅		7.1						
鋁		2.7						

A. 根據你所計算出的金屬塊密度，這金屬塊最可能用哪一種金屬所製成的？

答：_____

請解釋你的答案。

答案編碼		10	19	70	71	79	99	總人數
實測	N	257	8	64	291	174	94	888
	%	28.94	0.90	7.21	32.77	19.59	10.59	100

表 4-1-12 S032713B 學生作答情形

試題編號 S032713B			公開試題						
題目：(同 S032713A)									
B. 皇冠的密度被發現為 12.0 克/立方公分，你會向國王報告珠寶匠打造的皇冠是由哪一種金屬或由哪些金屬混合而成的？									
答案編碼		10	19	70	71	72	79	99	總人數
實測	N	195	29	6	95	181	208	174	888
	%	21.96	3.27	0.68	10.7	20.38	23.42	19.59	100

(二) 物理

(1) S022022：

本題要測驗的概念是「金屬線導電時，兩端的電壓與通過的電流有正比的關係」，答對學生佔 93.95% (編碼 (10—19))，佔了相當高的比例。

第二冊第十一章「電」第五節「電阻與歐姆定律」中探討電壓和電流的關係，透過「實驗 11-2 電壓與電流的關係」可以發現電阻線兩端的電壓和通過的電流呈現正比關係，即歐姆定律的概念，此部分對於學生來說並不難理解。此外即使學生在這部份學習不力，只要學生具備基本推理能力，仍可透過題目中的表格，以倍數觀念簡單地推估答案，因此此題答對率非常高。

表 4-1-13 S022022 學生作答情形

試題編號 S022022			保密試題			
考題概念：電流/電壓						
答案編碼		10	19	79	99	總人數
實測	N	828	432	49	32	1341
	%	61.74	32.21	3.65	2.39	100

(2) S022035：

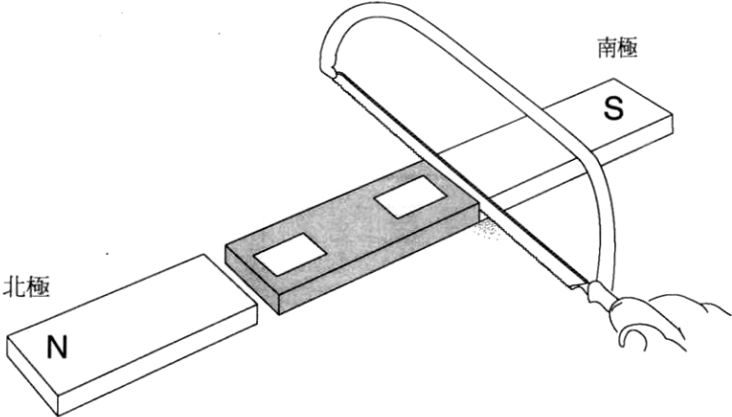
本題所要考的概念是「將磁鐵鋸斷後，斷處的磁性為何」。答對的學生人數，和答案與正確磁性相反的學生人數不相上下，各約佔了一半。

課本第三冊第十二章「電流與磁」第一節「磁鐵」提到「將磁鐵切段後，每段磁鐵仍保有磁性，且磁性成對存在」，文中並沒有提到斷處的磁性為何，但圖 12-9 畫出了切斷磁鐵後，斷處的磁性。

由於學生接受測驗時尚未接觸到磁鐵的磁性部分，只具有吸引、排斥等基本概念，因此在此題可能以猜測的成分較大，以致回答題碼(10)及(70)的人數約略相等，而答對率不盡理想。

學生接受測驗時尚未接觸「磁鐵」的範圍，但學生多有將磁鐵弄斷後，欲使兩截磁鐵接觸的經驗。學生使用的磁鐵類型未必與題目相同，但學生發現兩段磁鐵的斷處在靠近時會有排斥現象，這和課本中的「磁鐵斷處具有相反的磁性，接觸時會互相吸引」，是互相違背的，因此學生在尚未學習到此範圍的情形下，便會用自己的生活經驗作答，導致答題情形的差異。

表 4-1-14 S022035 學生作答情形

試題編號 S022035		公開試題					
題目：下圖顯示，有一條形磁鐵用鋼鋸鋸成三塊。							
							
在上圖的中間那一塊磁鐵的兩個框框內，寫出英文字母“N”或“S”以表示中間那一塊磁鐵兩端的磁極。							
答案編碼		10	70	71	79	99	總人數
實測	N	403	396	4	62	35	900
	%	44.78	44	0.44	6.89	3.89	100

(3) S022069：

本題所要測驗的概念為「水在 100°C 時沸騰，由液態變成氣態。在狀態變化過程中，溫度保持不變」。答案包括兩個部份，除了寫出溫度計顯示的溫度等於 100°C 外，還要正確解釋答案才算答對（編碼（10）），完全正確的比例為 65.85%。

答案中的解釋，以能寫出水的沸點為 100°C 即為正確，71.67%的學生都寫出溫度會等於 100°C ，但其中有 5.82%的學生沒有解釋答案或解釋錯誤（編碼（70））。

次多人回答水溫會高於 100°C (編碼 (71))，佔 20.58%，錯誤的解釋大都認為加熱愈久，水溫會升得愈高，因而水溫高於 100°C 。在 Hapkiewicz (1992) 關於迷思概念的研究中發現，學生認為達到沸點的物質，溫度保持固定是有問題的。亦即達沸點後，物質溫度將會發生改變。Thomaz、Malaquias、Valente 和 Antunes (1995) 的研究則指出學生認為對物質加熱，向來都意味著物質溫度會升高，也同樣表示出學生對於狀態改變時溫度不變存有的迷思概念。。

課本第一冊第五章「溫度與熱」第一節「溫度和溫度計」中提及「水的溫度若是超過 100°C 就會沸騰」，第四節「熱對物質的影響」則寫出「熱會造成物質狀態的變化，例如冰塊受熱後融化成水，水受熱後變成水蒸氣的現象」；第二冊第七章「物質的變化」第二節「純物質與混合物」也再度提到「水會在 100°C 時沸騰，這個溫度稱為沸點」，第三節「化學反應的現象」寫出「冰在融化過程中會吸熱，水蒸氣凝結成水滴時則會放熱」。課本各別提出這幾點，但卻沒有明確提及「物質在狀態改變時吸收或放出熱，此時溫度固定」。推論課本沒有明確寫到此概念，而導致部分學生回答時存在迷思概念。

表 4-1-15 S022069 學生作答情形

試題編號 S022069		保密試題						
考題概念：沸水的溫度								
答案編碼		10	70	71	72	79	99	總人數
實測	N	883	78	276	38	11	55	1341
	%	65.85	5.82	20.58	2.83	0.82	4.1	100

(4) S022268：

本題欲測驗的概念為「等量的淡水和鹽水，凝固所需時間不同」。

回答「淡水和鹽水其中一者會先凝固」概念者為標準答案（編碼

(10))，佔 6.71%。基於先前的科學知識所得到的結論，回答淡水先凝固者（編碼 (11))，佔 7.01%；而基於食鹽會降低水的凝固點的知識所提出的解釋（編碼 (19))，佔 1.86%。

本題主要要求學生依題目敘述推論出有一者先凝固，但許多學生都直接寫下淡水或鹽水其中一者先凝固，佔 52.72%，其中 43.85%的學生誤以為鹽水會先凝固（編碼 (70))。答對的總百分比為 15.58%，遠低於國際平均答對率（36.7%）。(國際平均中，編碼 10 的比例為 16.0%；編碼 11 佔 19.1%；編碼 19 佔 1.6%)。

課本中並沒有提及淡水或鹽水何者先凝固，但在第二冊第七章「物質的變化」第二節「純物質與混合物」中提到「食鹽水的沸點會隨食鹽與水的比例不同而改變」，亦即混合物的性質會隨各成份物質

的混合比例而改變。本題並無要求學生寫出淡水或鹽水會先凝固，僅希望學生由題目推論其中一者會先凝固，卻有許多學生認為鹽水先凝固，顯示我國學生在此處有較深的迷思概念。

表 4-1-16 S022268 學生作答情形

試題編號 S022268				保密試題					
考題概念：結凍鹽水實驗									
答案編碼		10	11	19	70	71	79	99	總人數
實測	N	90	94	25	588	13	354	177	1341
	%	6.71	7.01	1.86	43.85	0.97	26.4	13.2	100

(5) S022279：

本題欲測驗「平面鏡的成像性質」的概念。畫出正確角度、方格位置和筆毛方向者（編碼（10）），佔 52.12%；若角度、方格位置正確，但筆毛方向相反，則為錯誤（編碼 70），佔 3.56%；而角度正確，但影像平移到其他方格位置亦為錯誤（編碼（72）），佔 5.01%。另外有不少學生畫出與原物體平行的像（編碼（71）），佔了（32.06%），此項的國際平均百分比為 28.5%。

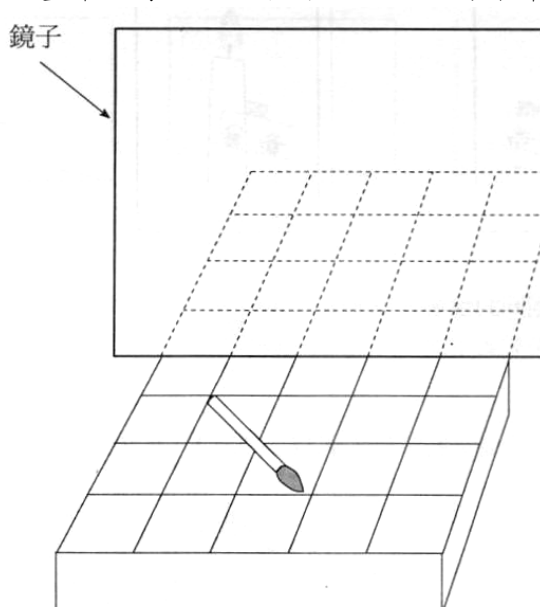
課文在第一冊第四章「光」第二節「光的反射與平面鏡」有關於平面鏡成像的描述：「物體在平面鏡中所成的像，與物體的大小相同，且兩者與鏡面的距離相等。」此外，課本上有可讓老師選擇用以輔助

說明的「活動 4-2 平面鏡成像的性質」，觀察物體與像的關係。本題雖然有半數以上的學生都答對，但仍有許多學生對其有所誤解。少數學生將筆毛方向畫反，可能是錯誤運用日常生活經驗，鏡中的像與物體為左右相反的概念；另外有高於國際百分比的學生認為鏡中的像與筆應呈平行。

鏡子實際上不會使物體所成的像和物體左右相反 (not Left-right reversal, but changed in handedness)，這取決於從哪個觀點看，從物體前方看和從物體後方看左右兩端，將會造成不同的結果。事實上，鏡子真正達到的是使物體和像的前後互換 (Galili& Bendall, 1991)。此外 Galili 等人也提到學生一般在物體平行平面鏡的成像並沒有問題，但若物體與平面鏡間存在角度，則學生對於像的前後位置則會有所混淆。學生將像畫成和斜放的筆平行，而非靠近鏡子的一端成的像也會靠近鏡子，遠離鏡子的一端成的像會遠離鏡子，顯示許多學生對於平面鏡成像存有錯誤概念。

平面鏡為日常生活中時常運用到的物品，但仍有不少學生存在錯誤觀念，顯然學生並不清楚了解基本光學概念，另外學生也很難區分物理實體感官的知覺之間的差異 (Guesne, 1985，引自劉俊庚，2001)，課本中應多加入可讓學生觀察的部份，以釐清學生的錯誤概念。

表 4-1-17 S022279 學生作答情形

試題編號 S022279		公開試題						
題目：下圖顯示一支畫筆放在鏡子前面的支架上，畫出你在鏡子內所看到的畫筆的像。利用板架上的方格線來幫助你。 鏡子 								
答案編碼		10	70	71	72	79	99	總人數
實測	N	468	32	296	45	37	20	898
	%	52.12	3.56	32.96	5.01	4.12	2.23	100

(6) S022281：

本題要測驗的概念為「水在結冰前後質量相等」，回答水結冰後質量相等，且有好的解釋視為正確（編碼（10）），佔 50.59%。若回答質量增加或減少但有合理解釋者亦視為正確（編碼（11）－（19）），答對的總百分比為 52.59%。另外有些學生基於密度觀念等錯誤回答結冰後質量會增加或減少（編碼（70）－（71）），佔 35.96%。

Galili 和 Bar (1997) 的研究中指出，學生認為物質在狀態改變時，質量並非守恆。有些學生認為固相的質量比液相來的大，例如冰的質量比水大。因為物質在固相時比液相來得密實、難以穿透，而密實即表示質量較「重」。本題中有 26.82% 的學生認為水結冰後質量會增加（編碼 (71)），其中便有一部分學生認為結冰時密度增加，或固體比液體重。而認為水結冰後質量減少的學生（編碼 (70)）則正確指出冰的密度比水小，但他們仍運用密度小的物質質量較輕的迷思概念來作為答案。此外，Horton (2007) 也提到學生認為物質在相變化時，質量也會隨之改變 (Schmidt, 1997; Kokkotas & Koulaidis, 1998)，例如氣體比液體輕 (Stavy, 1990，引自 Horton, 2007)，因此有些學生回答錯誤。

課本第一冊第一章「水」第二節「水的密度」提到關於水在 4°C 以下，體積隨溫度下降而膨脹，因此密度減小；而在課文後的習題則問到水結冰時，體積的變化，答案為冰的密度比水小，所以水結冰時，體積變大。雖然課本提到密度、體積之間的關係，但並沒有明白提及水結冰時質量會守恆的概念，因此學生雖然運用到密度的觀念來回答本題，但仍有許多人答錯。

表 4-1-18 S022281 學生作答情形

試題編號 S022281		保密試題										
考題概念：水結冰後的質量												
答案編碼		10	11	12	19	70	71	72	79	96	99	總人數
實測	N	681	15	10	2	123	361	144	1	1	8	1346
	%	50.59	1.11	0.74	0.15	9.14	26.82	10.7	0.07	0.07	0.59	100

(7) S022286：

本題測驗的主旨為「彈簧長度隨質量變化的趨勢」。答案須同時包含以下兩個重點才算完全正確（編碼(10)－(19)）：(1) 起初，質量加得越多，彈簧長度越長；(2) 在某個點之後，彈簧長度的增加開始趨緩，且當更多質量增加時，彈簧長度固定不變。若答案缺少其中一項，則視為不正確，編碼 ((70)－(79))。

35.41%的學生觀察到彈簧長度隨物體質量增加而變長，但沒有提到彈簧伸長量有所限制；而 2.12%的學生注意到彈簧形變的限度，但卻遺漏了彈簧長度隨質量增加而產生的改變。只有 34.74%的學生的答案同時包含兩個要點。

第一冊第六章「力」第二節「如何測量力」中利用物體形變測量力的大小，「實驗 6-1 力的測量」即是利用彈簧長度變化測量力，課文中的實驗結果也指出「彈簧受到力的作用後，長度的變化很有規則」，有過半數的學生都觀察到此點。而課文同時也提到「只要作用

在彈簧上的力，不超過某個限度時，受力愈大，彈簧伸得愈長」，但約只有三分之一的學生能答出此概念，原因可能是上課時並沒有特別強調此概念，而學生認為表中伸長量的變化趨勢為單一事件，而非動態的現象所造成。

表 4-1-19 S022286 學生作答情形

試題編號 S022286		公開試題																					
題目：下表顯示探討彈簧長度和懸掛不同質量物體之關係的實驗結果。																							
<table><tr><th>質量 (公克)</th><th>彈簧長度 (公分)</th></tr><tr><td>0</td><td>5</td></tr><tr><td>10</td><td>7</td></tr><tr><td>20</td><td>9</td></tr><tr><td>30</td><td>11</td></tr><tr><td>40</td><td>12</td></tr><tr><td>50</td><td>13</td></tr><tr><td>60</td><td>13</td></tr></table>		質量 (公克)	彈簧長度 (公分)	0	5	10	7	20	9	30	11	40	12	50	13	60	13						
質量 (公克)	彈簧長度 (公分)																						
0	5																						
10	7																						
20	9																						
30	11																						
40	12																						
50	13																						
60	13																						
請描述當不同質量的物體懸掛在彈簧上時，彈簧的長度是如何改變的？																							
答案編碼		10	19	70	71	79	99	總人數															
實測	N	268	44	318	19	177	72	898															
	%	29.84	4.9	35.41	2.12	19.71	8.02	100															

(8) S022292：

本題所要測驗的概念為「將裝有水的 U 形管傾斜，則 U 形管兩臂的水面會等高且呈水平」。畫出水面呈水平，兩臂水面差距不大且高度在可容忍範圍內者為正確(編碼 10)，佔 50.82%。兩臂水面差不多，但高度在可容忍範圍之外或僅畫出一臂水面者(編碼 70)，佔 8.92%。將水面畫成與 U 形管底部平行者(編碼 71)，佔 14.93%。而水面呈反方向傾斜或與水平夾角大於 10° 者(編碼 72)，佔 8.32%。

課本中並沒有提到 U 形管水面的概念，但學生可從日常生活中的經驗及先前的科學知識作答。日常生活中常可觀察到將瓶子傾斜時，水面會呈水平；而小學則學過手持裝水的 U 形水管兩端，提高或降低任一端，兩端水面仍等高的類似概念。但仍有許多學生將水面畫成平行 U 形管底部或畫出錯誤的角度，顯示學生在這部份的概念仍需加強。

表 4-1-20 S022292 學生作答情形

試題編號 S022292		保密試題							
考題概念：在 U 形管中的水平面									
答案編碼		10	70	71	72	79	96	99	總人數
實測	N	684	120	201	112	178	1	50	1346
	%	50.82	8.92	14.93	8.32	13.22	0.07	3.71	100

(9) S032131：

本題所要考的是「將釘子拔出時所做的功，轉變成釘子和木板摩擦產生的熱能」。雖然學生對於能量轉變的概念還不熟悉，但回答正確答案「釘子和木板摩擦產生熱」的（編碼（10））人數達 83.23%。此概念並沒有在課本中明確提出，但在第四冊第十七章「物質與能的世界」第二節「能的形式與能的轉換」有提到三個摩擦生熱的類似概念：「溜滑梯時，重力位能會轉變為動能和摩擦產生的熱」、「鑽木取火、燃燒木材」、「冬天裡，雙手互相摩擦，手會有溫暖的感覺」。「摩擦生熱」此概念對於學生來說並不陌生，在日常生活中也時常應用到，因此答對率相當高。

表 4-1-21 S032131 學生作答情形

試題編號 S032131		公開試題						
題目：當我們把釘子從木板中拔起來時，釘子會變熱。 請解釋這是為什麼？								
答案編碼		10	19	70	71	79	99	總人數
實測	N	757	4	1	19	89	39	909
	%	83.28	0.44	0.11	2.09	9.79	4.29	100

(10) S032272 :

本題要測驗的概念為「玻璃球中的空氣受熱膨脹，而將水往開口端推擠，因此開口端的水位上升」。回答水位上升的學生共佔 54.14%，但其中只有 21.93%的學生是基於玻璃球中空氣體積膨脹的原因做回答（編碼（10）－（19））。

課本第一冊第五章「溫度與熱」第一節「溫度和溫度計」中以「實驗 5-1 水的膨脹和收縮」說明溫度計的原理，結論為水的體積隨溫度改變而變化，造成水面升降；也提到細玻璃管熱脹冷縮而使口徑改變，因而受熱時水柱先降後升，或遇冷時水柱先升後降。課本提到了液體和固體隨溫度改變造成的體積變化，但卻沒提到類似本題氣體體積改變的概念，因此學生答對率不盡理想。

回答水位上升，但解釋錯誤的學生（編碼（70））認為原因可能是「水膨脹」、「玻璃球體積膨脹」或類似課本中說明溫度計原理時的描述而回答「像溫度計般，熱水上升」。顯示學生依據課文中的內容來作答，而課文中僅提到液體和固體的體積會隨溫度變化而改變，卻沒有提到氣體，使得學生造成了誤解。

此外有部分學生回答水位降低（編碼（71）），理由是「球中的熱空氣上升而留下了球內的空間使水擴張」或「加熱使得水蒸發產生蒸氣」。前者是利用對流的概念，課本第一冊第五章「溫度與熱」第五節「熱的傳播」講解對流時提到熱空氣向上傳遞。而後者利用的是第

一章提過的蒸發概念，這些都顯示學生會依據課本中的內容來作答，因此課本內容應以清楚、詳盡，可釐清學生概念而不誤導為主。

表 4-1-22 S032272 學生作答情形

試題編號 S032272			保密試題						
考題概念：加熱玻璃容器中的水面									
答案編碼		10	19	70	71	72	79	99	總人數
實測	N	88	10	144	105	62	7	31	447
	%	19.69	2.24	32.21	23.49	13.87	1.57	6.94	100

(11) S032369：

本題欲測驗的概念為「聲音的傳播需要依靠介質，若移走介質，聲音將無法繼續傳遞」。答案包括兩個重點：(1) 將空氣抽走，鈴聲會逐漸消失；(2) 解釋聲音的傳播需要空氣做為介質，答案同時包含以上兩點敘述才可視為完全正確（編碼（20）），佔 57.95%。回答聲音將會消失，但沒有解釋或沒有明白提及聲音傳播需要介質，則為部分正確（編碼（10）—（19）），佔 22.43%。

課本第一冊第三章「聲音」第二節「聲音的傳播」提到波以耳做了與題目完全相同的實驗的例子，並解釋鈴聲需要靠空氣作為介質傳播，因此本題答對率頗高，但仍有部分學生僅提到真空使得聲音無法繼續傳播，而無提到介質的概念。

表 4-1-23 S032369 學生作答情形

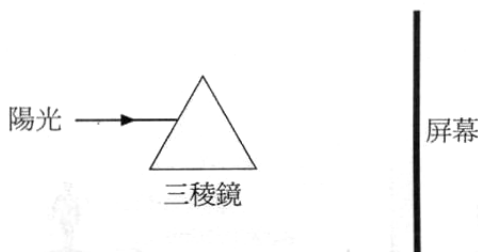
試題編號 S032369		保密試題								
考題概念：來自罐中的電鈴聲										
答案編碼		10	11	19	20	70	71	79	99	總人數
實測	N	46	54	3	266	22	12	31	27	459
	%	10.02	11.76	0.65	57.95	4.79	2.18	6.75	5.88	100

(12) S032375：

本題要測驗的概念為「光通過三稜鏡後產生色散，在屏幕上投射出不同顏色的光線」。回答「陽光會色散出『不同顏色』的光線」者視為完全正確（編碼（20）－（21）），佔 37.80%。若只寫到光線的折射或描述色散，但沒有提及顏色，則為部分正確（編碼（10）－（11）），佔 20.00 %。

課本第一冊第四章「光」第四節「光與顏色的關係」提到兩次關於色散的概念：「牛頓發現太陽光通過三稜鏡後，會產生色散的現象，因此得出陽光是由不同顏色的光混合而成的結論」及科學常識中「日光通過三稜鏡，會分散成不同顏色的光，連續排列的光稱為『光譜』。人類眼睛可察覺到的可見光，包含紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等光」。因此許多學生都能以色散的概念來回答本題，但其中有些學生沒有提及顏色而僅為部分正確。

表 4-1-24 S032375 學生作答情形

試題編號 S032375		公開試題								
題目：下圖所示為一道陽光射入一個三稜鏡。										
										
請描述在屏幕上會看到什麼？（你可以在上圖中畫圖來說明你的答案）										
答案編碼		10	11	20	21	70	71	79	99	總人數
實測	N	73	18	48	124	21	26	63	82	455
	%	16.04	3.96	10.55	27.25	4.62	5.71	13.85	18.02	100

(13) S032625：

本題分為兩個子題，A 子題在測驗「以磁鐵靠近指南針後，磁針位置的改變」，答案除了畫出磁針呈水平狀態之外，還須正確寫出兩端磁性才算答對，編碼(10)，答對的比例為 85.97%。A 子題中，92.65% 的學生都具有磁針會被磁鐵吸引的概念，因此畫出呈水平的磁針，但其中有 5.46% 的學生將兩端磁性寫反（編碼（70））；1.22% 的學生沒有寫出兩端磁性（編碼（71））。另外有 3.34% 的學生畫出呈垂直的指針（編碼（72））。

B 子題要學生寫出對於磁針指向及兩極的解釋，以能寫出磁鐵「異極相吸、同極相斥」概念者為正確，70.15% 的學生答對此題（編碼

(10-19)); 另有 7.46% 的學生提到磁鐵吸引、排斥的概念，但應用錯誤（編碼為 (70)）。

課本中將磁鐵相斥、相吸的概念編排於第三冊第十二章「電流與磁」第一節「磁鐵」中，學生受測時尚未學習到此範圍，但學生在第二冊第八章「原子的世界」第四節「正電與負電」中曾學習過同性電相斥、異性電相吸的概念，其與磁鐵磁性概念相似，且磁鐵在日常生活中容易取得測試，因此學生在此處答對率頗高。

表 4-1-25 S032625A 學生作答情形

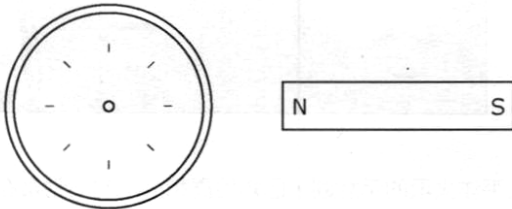
試題編號 S032625A		公開試題						
題目：								
								
上圖所示為一個標示出北極 (N) 和南極 (S) 的指南針。 將這個指南針放置在一個強磁鐵的旁邊，如下圖所示。								
								
A. 請在上圖的圓圈中畫出指針的位置，並標示出指針的北極 (N) 和南極 (S)。								
答案編碼		10	70	71	72	79	99	總人數
實測	N	772	49	11	30	7	29	898
	%	85.97	5.46	1.22	3.34	0.78	3.23	100

表 4-1-26 S032625B 學生作答情形

試題編號 S032625B				公開試題				
題目：(同 S032625A)								
B. 請以你對磁鐵的瞭解，解釋你的答案。								
答案編碼		10	19	70	71	79	99	總人數
實測	N	627	3	67	11	97	93	898
	%	69.82	0.33	7.46	1.22	10.8	10.36	100

(14) S032626：

本題要考的概念為「光在空氣中傳播的速率比聲音快，因此先看到閃電，之後才聽到雷聲」。依此概念回答者為正確（編碼（10）），佔 69.97%。

課本第一冊第四章「光」第一節「光的傳播」明確寫出「觀賞煙火時，先看到煙火在空中散射產生的美麗圖案，然後才聽到煙火爆炸聲」及「雷雨天時，先看到閃電，雷聲才隨著閃電之後傳來」等例子，藉這些現象說明光在空氣中的傳播速率比聲音在空氣中的傳播速率要快很多。因此大部分學生都能答對此題。

表 4-1-27 S032626 學生作答情形

試題編號 S032626			公開試題					
題目： <u>小莉</u> 在一個暴風雨的夜晚，望著窗外，她看到閃電幾秒之後再聽到雷聲。請解釋為什麼她會在聽到雷聲之前看到閃電呢？								
答案編碼		10	70	71	79	96	99	總人數
實測	N	622	3	12	176	1	75	889
	%	69.97	0.34	1.35	19.8	0.11	8.44	100

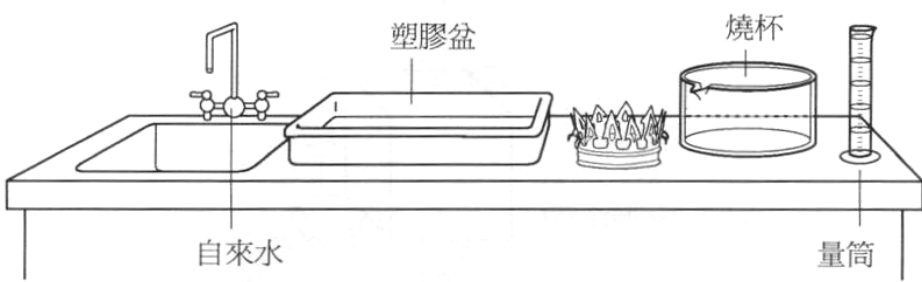
(15) S032711¹：

本題所要測驗的概念為「測量形狀不規則的固體體積的方法」，惟有完整描述測量步驟才算完全正確(編碼(20)–(29))，佔 32.32%；若僅提到部份排水法的步驟，則為部分正確(編碼(10))，佔 14.64%。提到將皇冠放入裝有水的容器中，但沒有明確指出利用水位上升或溢出的方法來測量者(編碼(70))，佔 7.77%。

課本第一冊第一章「水」第二節「水的密度」中提及亞基米德利用排水法測量皇冠體積，但對於其步驟並沒有描述的十分詳盡，因此約有半數的學生都能利用排水法的觀念來回答本題，但在實驗步驟上的敘述仍需加強。

¹S032711、S032712 及化學試題中的 S032709、S032713 是有關皇冠性質的探討，同屬一個題組，題組中的描述請參閱附錄。

表 4-1-28 S032711 學生作答情形

試題編號 S032711		公開試題							
題目：科學家然後要知道皇冠的體積才能確定其密度。他們可以使用下列的儀器與器材。									
									
請利用上述儀器與器材，描述一種科學家可以用來找出皇冠體積的方法。你可以用畫圖的方式來輔助說明你所用的方法。									
答案編碼		10	20	21	29	70	79	99	總人數
實測	N	130	25	257	5	69	157	245	888
	%	14.64	2.82	28.94	0.56	7.77	17.68	27.59	100

(16) S032712：

本題分為兩個子題。A 子題欲測驗「實驗中利用重複測量以降低誤差」的概念，凡提到準確性、精確性、可靠性、實驗的不確定性，測量誤差的估計等使用重複測量的原因，都視為正確（編碼（10）），佔 72.07%；若指出重複測量是為了求平均，則編碼（11），佔 3.6%。答對的比例共 76.12%。而只有指出「錯誤」或「公正的測試」，但沒有明白提到準確性、精確性等詞，則為錯誤答案（編碼（70）—（71）），佔 3.04%。

B 子題則要求學生明確寫出「利用平均值或中位數求得密度」，正確回答者佔 27.82%（編碼（10）—（19））。若只有描述題目中的密度為平均值或中位數（編碼（70）），或只展示密度的計算，卻沒有提及決定平均數或中位數的過程者（編碼（71）），則為錯誤答案。

課本中的「緒論」提及「任何測量都會有某種程度上的誤差，造成誤差的原因，除可能是儀器本身不夠準確或人為操作不當外，還有因估計值不同而產生的，因此每次測量結果不一定相同」，點出重複測量的意義，因此學生在 A 子題答對率很高。而雖然課本沒有明白指出平均的概念，但學生依據過去的學習經驗也能回答 B 子題，題目中沒有要求學生列出計算過程解釋如何得到密度，因此部分學生對於求值的描述不夠清楚，僅寫出密度來源，而造成錯誤。

表 4-1-29 S032712A 學生作答情形

試題編號 S032712A	公開試題
---------------	------

題目：科學家先後測得五次皇冠的體積，並計算出其密度大小，結果列於下表中。

測量次別	皇冠體積(立方公分)	皇冠密度(克/立方公分)
1	202	11.88
2	200	12.00
3	201	11.94
4	198	12.12
5	199	12.06

A. 為什麼科學家要測量體積五次呢？

答案編碼		10	11	19	70	71	79	99	總人數
實測	N	640	32	4	26	1	95	90	888
	%	72.07	3.6	0.45	2.93	0.11	10.7	10.14	100

表 4-1-30 S032712 B 學生作答情形

試題編號 S032712B			公開試題						
考題概念：(同 S032712A)									
B. 科學家向國王報告，皇冠的密度是 12.0 克/立方公分。請說明科學家如何利用他們的結果，得到這個密度值。									
答案編碼		10	11	19	70	71	79	99	總人數
實測	N	244	2	1	72	132	190	247	888
	%	27.48	0.23	0.11	8.11	14.86	21.4	27.82	100

三、小結與討論

學生作答題目時使用的錯誤概念與文獻中的迷思概念相符。包含

(1) 使用「空氣」泛指一般氣體；(2) 物質溶於水後消失不見，或

失去質量；(3) 物質在狀態改變時，溫度會改變；(4) 平面鏡成像時，無法辨別物體及像的前後位置；(5) 水結冰後質量增加。

我國學生對於「密度」概念的了解相對薄弱。雖然學生學習過密度，遇到相關問題也都能聯想到密度概念，但實際應用時，卻時常出現錯誤，而教科書中也未提到關於混合物密度的說明，是值得注意之處。此外，學生在平面鏡成像的概念上，表現差強人意，建議往後編寫教科書時應該在此方面多加注意。

學生回答問題時會依據教科書內容和日常生活經驗作答。若教科書內容不完整或編寫不夠清楚，將會使學生無從作答或造成混淆，因此教科書的編撰在科學教育中是非常重要的環。

第二節 學生特質與試題答題情形之相關

本節將學生特質（信心及價值觀）與選擇題、非選擇題答對率及非選擇題空白率作相關分析，藉由所得的相關係數來決定其相關性。

選擇題與非選擇題的答對率如表 4-2-1 所示，其相關係數為 0.482，達 $p < .01$ 之顯著性，顯示為中度正相關。

表4-2-1 不同試題類型之答對率

	平均	標準差	人數
選擇題	.6858	.25728	4935
非選擇題	.5529	.35095	5378

一、信心題與試題答對率和空白率之相關

本研究所使用的信心題為 TIMSS 2003 學生問卷第 11 題中的四個問題，分別為：

- a. 我的理化不錯
- b. 我覺得理化比較難，其他同學卻覺得比較容易
- c. 理化不是我擅長的科目之一
- d. 與理化有關的事我學得很快

信心題與選擇題、非選擇題答對率和非選擇題空白率之相關係數將以下列表格呈現。

(一) 信心題與選擇題答對率之相關係數

由表 4-2-2 可知，在 $p < .01$ 的顯著水準下，學生的選擇題答對率與「我的理化不錯」、「與理化有關的事我學得很快」兩個正面描述成正相關；而與「我覺得理化比較難，其他同學卻覺得比較容易」、「理化不是我擅長的科目之一」兩個負面描述成負相關。

表 4-2-2 信心題與選擇題答對率之相關(Pearson's r 係數)

	選擇題答對率
我的理化不錯	.258**
我覺得理化比較難，其他同學卻覺得比較容易	-.170**
理化不是我擅長的科目之一	-.197**
與理化有關的事我學得很快	.200**

** $p < .01$

(二) 信心題與非選擇題答對率之相關係數

由表 4-2-3 可知，在 $p < .01$ 的顯著水準下，學生的非選擇題答對率與「我的理化不錯」、「與理化有關的事我學得很快」兩個正面描述成正相關；而與「我覺得理化比較難，其他同學卻覺得比較容易」、

「理化不是我擅長的科目之一」兩個負面描述成負相關。

表 4-2-3 信心題與非選擇題答對率之相關(Pearson's r 係數)

	非選擇題答對率
我的理化不錯	.253**
我覺得理化比較難，其他同學卻覺得比較容易	-.161**
理化不是我擅長的科目之一	-.184**
與理化有關的事我學得很快	.201**

** $p < .01$

(三) 信心題與非選擇題空白率之相關係數

由表 4-2-4 可知，在 $p < .01$ 的顯著水準下，學生的非選擇題空白率與「我的理化不錯」、「與理化有關的事我學得很快」兩個正面描述成負相關；而與「我覺得理化比較難，其他同學卻覺得比較容易」、「理化不是我擅長的科目之一」兩個負面描述成正相關。

表 4-2-4 信心題與非選擇題空白率之相關(Pearson's r 係數)

	非選擇題空白率
我的理化不錯	-.164**
我覺得理化比較難，其他同學卻覺得比較容易	.094**
理化不是我擅長的科目之一	.092**
與理化有關的事我學得很快	-.133**

** $p < .01$

二、 價值觀題與試題答對率和空白率之相關

本研究所使用的價值觀題為 TIMSS 2003 學生問卷第 12 題中的五個問題，分別為：

- a. 我希望在學校多上一點理化課
- b. 我認為學理化對我的日常生活有幫助
- c. 我需要學好理化以進入我心中理想的學校
- d. 我喜歡從事運用到理化的職業
- e. 我需要把理化學好才能得到我想要的職業

價值觀題與選擇題、非選擇題答對率和非選擇題空白率之相關係數將以下列表格呈現。

（一）價值觀題與選擇題答對率之相關係數

由表 4-2-5 可知，在 $p < .01$ 的顯著水準下，學生的選擇題答對率與五個價值觀題皆成正相關。顯示對於理化學習持正面態度的學生，理化選擇題答對率較高。

表 4-2-5 價值觀與選擇題答對率之相關(Pearson's r 係數)

	選擇題答對率
我希望在學校多上一點理化課	.149**
我認為學理化對我的日常生活有幫助	.175**
我需要學好理化以進入我心目中理想的學校	.157**
我喜歡從事運用到理化的職業	.131**
我需要把理化學好才能得到我想要的職業	.118**

** $p < .01$

(二) 價值觀題與非選擇題答對率之相關係數

由表 4-2-6 可知，在 $p < .01$ 的顯著水準下，學生的非選擇題答對率與五個價值觀題皆成正相關。且數值大致上比價值觀題與選擇題的相關要高。顯示對於理化學習持正面態度的學生，較願意嘗試作答非選擇題，非選擇題答對率較高。

表 4-2-6 價值觀與非選擇題答對率之相關(Pearson's r 係數)

	非選擇題答對率
我希望在學校多上一點理化課	.148**
我認為學理化對我的日常生活有幫助	.182**
我需要學好理化以進入我心目中理想的學校	.178**
我喜歡從事運用到理化的職業	.151**
我需要把理化學好才能得到我想要的職業	.134**

** $p < .01$

(三) 價值觀題與非選擇題空白率之相關係數

由表 4-2-7 可知，在 $p < .01$ 的顯著水準下，學生的非選擇題空白率與五個價值觀題皆成負相關。顯示對於理化學習持正面態度的學生，較樂意作答非選擇題，而不會使其空白；對於理化學習持負面態度的學生，作答非選擇題的意願較低。

表 4-2-7 價值觀與非選擇題空白率之相關(Pearson's r 係數)

	非選擇題空白率
我希望在學校多上一點理化課	-.102**
我認為學理化對我的日常生活有幫助	-.125**
我需要學好理化以進入我心目中理想的學校	-.091**
我喜歡從事運用到理化的職業	-.082**
我需要把理化學好才能得到我想要的職業	-.070**

** $p < .01$

三、 小結與討論

由學生對於科學的信心及價值觀對於試題表現的影響而言，學生對科學學習的態度愈正向，成就表現便愈好，與前述文獻中結果相符（鄭士鴻，2006；陳立琇，2005；陶韻婷，2006），因為學生對於某一科目的正向態度，會使他們更願意加強該科目的學習，並且可能會

增加認知的發展 (Mager, 1968, 引自張翠萍, 2006)。因此在本研究中也發現到，學生在理化非選擇題的答對率與價值觀題的相關，略高於學生在理化選擇題答對率和價值觀題的相關。因為在學生認為學好理化對於自己有幫助的情形下，作答非選擇題的意願便較強烈，且在高度的學習意願下，正確答題的情況也比較高。

第三節 課堂活動與試題答題情形之分析

本節探討不同的課堂活動安排，對於學生在選擇題、非選擇題答對率和非選擇題空白率的影響，不同頻率的某一課堂活動安排下，學生在不同類型試題答題情形是否有所差異。採用的分析方法為單因子變異數分析，課堂活動則採 TIMSS 2003 學生背景問卷中「你上理化課時，常做下列的事情嗎？」的十四種課堂活動。

一、看老師示範實驗或演示探究活動

（一）理化選擇題答對率

表 4-3-1 為不同頻率的「看老師示範實驗或演示探究活動」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 7.637，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「看老師示範實驗或演示探究活動」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化選擇題答對率是四者中最低的。

表 4-3-1 「看老師示範實驗或演示探究活動」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析結果

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	159	2448	1446	867	4920
平均答對率	.5917	.6878	.6886	.6954	.6863
標準差	.29196	.25648	.24855	.26282	.25705
標準誤	.02315	.00518	.00654	.00893	.00366
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	1.508	3	.503	7.637*	.000
組內	323.518	4916	.066		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-2 為不同頻率的「看老師示範實驗或演示探究活動」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 4.56，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「看老師示範實驗或演示探究活動」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題答對率是四者中最低的。

表 4-3-2 「看老師示範實驗或演示探究活動」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	170	2675	1568	950	5363
平均答對率	.4762	.5722	.5739	.5852	.5720
標準差	.39023	.35616	.34956	.35954	.35633
標準誤	.02993	.00689	.00883	.01166	.00487
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	1.734	3	.578	4.56*	.003
組內	679.089	5359	.127		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-3 為不同頻率的「看老師示範實驗或演示探究活動」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 10.164，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「看老師示範實驗或演示探究活動」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題空白率為四者中最高。

表 4-3-3 「看老師示範實驗或演示探究活動」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	170	2675	1568	950	5363
平均空白率	.2030	.1051	.096	.0984	.1044
標準差	.35354	.24106	.23418	.23806	.24354
標準誤	.02712	.00466	.00591	.00772	.00333
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	1.799	3	.6	10.164*	.000
組內	326.225	5359	.059		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 > 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

二、自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-4 為不同頻率的「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 3.698，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結

果顯示對於「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」這個項目選擇「有些課」的學生，其理化選擇題答對率最高；選擇「從來沒有過」的學生答對率最低；而選擇「約有一半的課」或「幾乎每節課」的學生答對率高低並未出現顯著差異。

表 4-3-4 「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1123	2638	861	299	4921
平均答對率	.6679	.6970	.6801	.6787	.6863
標準差	.26030	.25273	.26295	.26426	.25720
標準誤	.00777	.00492	.00896	.01528	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.733	3	.244	3.698*	.011
組內	324.727	4917	.066		

事後比較 (Scheffe 法): $1 < 2$

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-5 為不同頻率的「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 1.706，未達 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率無顯著差異。

表 4-3-5 自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1214	2898	929	323	5364
平均答對率	.5363	.5608	.5469	.5689	.5534
標準差	.35766	.34634	.35144	.36470	.35100
標準誤	.01026	.00643	.01153	.02029	.00479
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.630	3	.210	1.706	.164
組內	660.112	5360	.123		
事後比較 (Scheffe 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-6 為不同頻率的「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 3.442，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，其理化非選擇題空白率最高；選擇「有些課」的學生空白率最低；而選擇「約有一半的課」的學生或

選擇「幾乎每節課」的學生空白率高低並無顯著差異。

表 4-3-6 「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1214	2898	929	323	5364
平均空白率	.1238	.0978	.0996	.1093	.1047
標準差	.26103	.23694	.23722	.25578	.24396
標準誤	.00749	.00440	.00778	.01423	.00333
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.614	3	.205	3.442*	.016
組內	318.574	5360	.059		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 > 2					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

三、設計及規劃實驗或探索活動

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-7 為不同頻率的「設計及規劃實驗或探索活動」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 3.997，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「設計及規劃實驗或探索活動」這個項目選擇「有些課」的學生，理化選擇題答對率高於選擇「從來沒有過」的學生。

表 4-3-7 「設計及規劃實驗或探索活動」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1058	2710	869	275	4912
平均答對率	.6666	.6962	.6847	.6658	.6861
標準差	.26438	.25139	.26126	.26972	.25727
標準誤	.00813	.00483	.00886	.01626	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.792	3	.264	3.997*	.007
組內	324.265	4908	.066		
事後比較 (Games-Howell 法): $1 < 2$					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-8 為不同頻率的「設計及規劃實驗或探索活動」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 1.895，未達 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達無顯著差異。

表 4-3-8 「設計及規劃實驗或探索活動」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1128	2968	949	306	5351
平均答對率	.5348	.5628	.5486	.5446	.5533
標準差	.36255	.34549	.35252	.35230	.35087
標準誤	.01079	.00634	.01144	.02014	.00480
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.700	3	.233	1.895	.128
組內	657.954	5347	.123		
事後比較 (Games-Howell 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-9 為不同頻率的「設計及規劃實驗或探索活動」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 6.244，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「設計及規劃實驗或探索活動」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題空白率最高，但與選擇「幾乎每節

課」的學生空白率並無顯著差異。

表 4-3-9 「設計及規劃實驗或探索活動」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1128	2968	949	306	5351
平均空白率	.1314	.0966	.0950	.1136	.1046
標準差	.27538	.23180	.23350	.25977	.24391
標準誤	.00820	.00425	.00758	.01485	.00333
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	1.111	3	.370	6.244*	.000
組內	317.160	5347	.059		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 > 2, 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

四、做實驗或進行研究

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-10 為不同頻率的「做實驗或進行研究」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 30.008，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「做實驗或進行研究」這個項目選擇「有些課」或「約有一半的課」的學生，理化選擇題答對率最高，而選擇「從來沒有過」的學生答對率最低。

表 4-3-10 「做實驗或進行研究」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	283	2903	1326	407	4919
平均答對率	.5591	.7017	.6908	.6492	.6862
標準差	.29371	.25092	.24936	.27229	.25722
標準誤	.01746	.00466	.00685	.01350	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	5.852	3	1.951	30.008*	.000
組內	319.529	4915	.065		
事後比較 (Games-Howell 法) : 1 < 4 < 2, 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-11 為不同頻率的「做實驗或進行研究」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 26.617，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「做實驗或進行研究」這個項目選擇「有些課」或「約有一半的課」的學生，理化非選擇題答對率最高，而選擇「從來沒有過」的學生答對率最低。

表 4-3-11 「做實驗或進行研究」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	303	3171	1440	447	5361
平均答對率	.4049	.5761	.5517	.4978	.5533
標準差	.35892	.34813	.34610	.35213	.35103
標準誤	.02062	.00618	.00912	.01666	.00479
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	9.700	3	3.233	26.617*	.000
組內	650.757	5357	.121		
事後比較 (Scheffe 法): $1 < 4 < 2, 3$					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-12 為不同頻率的「做實驗或進行研究」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 18.708，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「做實驗或進行研究」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題空白率為四者中最高。

表 4-3-12 「做實驗或進行研究」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	303	3171	1440	447	5361
平均空白率	.1992	.0974	.0933	.1279	.1046
標準差	.32651	.23440	.23073	.27027	.24390
標準誤	.01876	.00416	.00608	.01278	.00333
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	3.306	3	1.102	18.708*	.000
組內	315.555	5357	.059		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 > 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課
* $p < .05$

五、以小組方式做實驗或進行探究

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-13 為不同頻率的「以小組方式做實驗或進行探究」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 23.147，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題

答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「以小組方式做實驗或進行探究」這個項目選擇「有些課」或「約有一半的課」的學生，理化選擇題答對率最高，而選擇「從來沒有過」的學生答對率最低。

表 4-3-13 「以小組方式做實驗或進行探究」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	353	2789	1224	531	4897
平均答對率	.5967	.7018	.6955	.6447	.6865
標準差	.27188	.25345	.24984	.26595	.25704
標準誤	.01447	.00480	.00714	.01154	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	4.526	3	1.509	23.147*	.000
組內	318.945	4893	.065		

事後比較 (Games-Howell 法) : 1 < 4 < 2, 3

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-14 為不同頻率的「以小組方式做實驗或進行探究」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為

16.825，達到.05的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「以小組方式做實驗或進行探究」這個項目選擇「有些課」或「約有一半的課」的學生，理化非選擇題答對率高於選擇「從來沒有過」的學生，而選擇「有些課」的學生答對率又高於選擇「幾乎每節課」的學生。

表 4-3-14 「以小組方式做實驗或進行探究」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	387	3037	1326	588	5338
平均答對率	.4575	.5753	.5520	.5093	.5537
標準差	.36105	.34665	.35146	.35092	.35093
標準誤	.01835	.00629	.00965	.01447	.00480
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	6.161	3	2.054	16.825*	.000
組內	651.092	5334	.122		
事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3					
2 > 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-15 為不同頻率的「以小組方式做實驗或進行探究」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 16.021，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「以小組方式做實驗或進行探究」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題空白率是四種中最高的。

表 4-3-15 「以小組方式做實驗或進行探究」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	387	3037	1326	588	533' 8
平均空白率	.1825	.0940	.1000	.1187	.1046
標準差	.32093	.22770	.23975	.26520	.24389
標準誤	.01631	.00413	.00658	.01094	.00334
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	2.835	3	.945	16.021*	.000
組內	314.611	5334	.059		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 > 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

六、寫下觀察結果並解釋其發生的原因

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-16 為不同頻率的「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 15.081，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」這個項目選擇「有些課」或「約有一半的課」的學生，理化選擇題答對率最高，而選擇「從來沒有過」的學生答對率最低。

表 4-3-16 「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	440	2670	1320	466	4896
平均答對率	.6125	.6969	.6969	.6702	.6868
標準差	.28388	.25031	.25419	.26594	.25715
標準誤	.01353	.00484	.00700	.01232	.00368
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	2.966	3	.989	15.081*	.000
組內	320.718	4892	.066		
事後比較 (Games-Howell 法) : 1 < 4 < 2, 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-17 為不同頻率的「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 21.495，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題答對率為四種中最低。

表 4-3-17 「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	478	2908	1439	511	5336
平均答對率	.4362	.5741	.5502	.5581	.5538
標準差	.36684	.34755	.34635	.34584	.35084
標準誤	.01678	.00645	.00913	.01530	.00480
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	7.847	3	2.616	21.495*	.000
組內	648.839	5332	.122		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-17 為不同頻率的「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 18.828，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題空白率為四者中最高。

表 4-3-18 「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	478	2908	1439	511	5336
平均空白率	.1838	.0963	.0971	.0955	.1043
標準差	.31522	.23473	.23145	.23833	.24372
標準誤	.01442	.00435	.00610	.01054	.00334
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	3.322	3	1.107	18.828*	.000
組內	313.566	5332	.059		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 > 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

七、學習科技對社會的衝擊

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-19 為不同頻率的「學習科技對社會的衝擊」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 7.031，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「學習科技對社會的衝擊」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化選擇題答對率最低，但與選擇「幾乎每節課」的學生答對率並無顯著差異。

表 4-3-19 「學習科技對社會的衝擊」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1146	2423	973	367	4909
平均答對率	.6560	.6950	.6968	.6974	.6864
標準差	.26366	.25397	.24895	.27053	.25702
標準誤	.00779	.00516	.00798	.01412	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	1.388	3	.463	7.031*	.000
組內	322.839	4905	.066		
事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-20 為不同頻率的「學習科技對社會的衝擊」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 9.606，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「學習科技對社會的衝擊」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題答對率最低，但與選擇「幾乎每節課」的學生答對率並無顯著差異。

表 4-3-20 「學習科技對社會的衝擊」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1252	2645	1049	403	5349
平均答對率	.5075	.5691	.5679	.5614	.5539
標準差	.35036	.34889	.34642	.36439	.35078
標準誤	.00990	.00678	.01070	.01815	.00480
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	3.529	3	1.176	9.606*	.000
組內	654.534	5345	.122		
事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-21 為不同頻率的「學習科技對社會的衝擊」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 2.367，未達.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率無顯著差異。

表 4-3-21 「學習科技對社會的衝擊」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1252	2645	1049	403	5349
平均空白率	.1189	.1010	.0938	.1094	.1044
標準差	.25743	.23999	.23270	.25317	.24389
標準誤	.00728	.00467	.00718	.01261	.00333
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.422	3	.141	2.367	.069
組內	317.702	5345	.059		
事後比較 (Games-Howell 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

八、將所學的理化連結到日常生活上

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-22 為不同頻率的「將所學的理化連結到日常生活上」對

學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 34.608，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「將所學的理化連結到日常生活上」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化選擇題答對率最低；而選擇「幾乎每節課」的學生答對率顯著高於選擇「有些課」的學生。

表 4-3-22 「將所學的理化連結到日常生活上」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	781	2158	1341	634	4914
平均答對率	.6079	.6869	.7095	.7300	.6861
標準差	.26025	.25088	.25621	.25705	.25724
標準誤	.00931	.00540	.00700	.01021	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	6.732	3	2.244	34.608*	.000
組內	318.385	4910	.065		
事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3, 4					
2 < 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-23 為不同頻率的「將所學的理化連結到日常生活上」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 50.910，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「將所學的理化連結到日常生活上」這個項目選擇「約有一半的課」或「幾乎每節課」的學生，理化非選擇題答對率最高；而選擇「從來沒有過」的學生，非選擇題答對率最低。

表 4-3-23 「將所學的理化連結到日常生活上」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	857	2347	1469	684	5357
平均答對率	.4323	.5507	.5983	.6168	.5532
標準差	.34953	.34378	.34409	.35362	.35086
標準誤	.01194	.00710	.00898	.01352	.00479
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	18.291	3	6.097	50.910*	.000
組內	641.057	5353	.120		
事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2 < 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-24 為不同頻率的「將所學的理化連結到日常生活上」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 25.589，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「將所學的理化連結到日常生活上」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題空白率最高；而選擇「有些課」的學生空白率顯著高於選擇「約有一半的課」的學生。

表 4-3-24 「將所學的理化連結到日常生活上」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	857	2347	1469	684	5357
平均空白率	.1664	.1037	.0802	.0819	.1045
標準差	.29651	.24268	.21381	.22144	.24386
標準誤	.01013	.00501	.00558	.00847	.00333
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	4.503	3	1.501	25.589*	.000
組內	314.018	5353	.059		
事後比較 (Games-Howell 法) : 1 > 2, 3, 4					
2 > 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

九、對全班報告結果

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-25 為不同頻率的「對全班報告結果」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 15.053，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「對全班報告結果」這個項目選擇「從來沒有過」或「有些課」的學生，理化選擇題答對率高於選擇「約有一半的課」或「幾乎每節課」的學生。

表 4-3-25 「對全班報告結果」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	2693	1746	358	122	4919
平均答對率	.6879	.7032	.6136	.6184	.6862
標準差	.25074	.25846	.27125	.28767	.25709
標準誤	.00483	.00619	.01434	.02604	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	2.959	3	.986	15.053*	.000
組內	322.098	4915	.066		
事後比較 (Games-Howell 法): 1, 2 > 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-26 為不同頻率的「對全班報告結果」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 17.906，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「對全班報告結果」這個項目選擇「從來沒有過」或「有些課」的學生，理化非選擇題答對率高於選擇「約有一半的課」或「幾乎每節課」的學生。

表 4-3-26 「對全班報告結果」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	2928	1906	388	138	5360
平均答對率	.5575	.5757	.4534	.4435	.5535
標準差	.34699	.34986	.35418	.36869	.35075
標準誤	.00641	.00801	.01798	.03139	.00479
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	6.547	3	2.182	17.906*	.000
組內	652.760	5356	.122		
事後比較 (Scheffe 法): 1, 2 > 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-27 為不同頻率的「對全班報告結果」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 8.307，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「對全班報告結果」這個項目選擇「約有一半的課」的學生，理化非選擇題空白率顯著高於選擇「從來沒有過」或「有些課」的學生；而選擇「幾乎每節課」的學生空白率又高於選擇「有些課」的學生。

表 4-3-27 「對全班報告結果」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	2928	1906	388	138	5360
平均空白率	.1015	.0958	.1478	.1691	.1046
標準差	.23955	.23251	.29021	.31247	.24375
標準誤	.00443	.00533	.01473	.02660	.00333
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	1.475	3	.492	8.307*	.000
組內	316.931	5356	.059		
事後比較 (Games-Howell 法) : 1, 2 < 3					
2 < 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

十、檢討家庭作業

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-28 為不同頻率的「檢討家庭作業」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 34.311，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「檢討家庭作業」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化選擇題答對率最低；而選擇「約有一半的課」的學生答對率顯著高於選擇「有些課」的學生。

表 4-3-28 「檢討家庭作業」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1034	1904	1260	719	4917
平均答對率	.6202	.6880	.7212	.7155	.6863
標準差	.25367	.25885	.24879	.25466	.25717
標準誤	.00789	.00593	.00701	.00950	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	6.672	3	2.224	34.311*	.000
組內	318.466	4913	.065		
事後比較 (Scheffe 法): 1<2, 3, 4					
2<3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-29 為不同頻率的「檢討家庭作業」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 43.508，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「檢討家庭作業」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題答對率最低；而選擇「約有一半的課」的學生答對率顯著高於選擇「有些課」的學生。

表 4-3-29 「檢討家庭作業」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1126	2080	1369	781	5356
平均答對率	.4528	.5639	.5978	.5951	.5537
標準差	.35225	.35046	.34042	.33943	.35081
標準誤	.01050	.00768	.00920	.01215	.00479
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	15.690	3	5.230	43.508*	.000
組內	643.338	5352	.120		
事後比較 (Games-Howell 法) : 1 < 2, 3, 4					
2 < 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-30 為不同頻率的「檢討家庭作業」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 28.089，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「檢討家庭作業」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題空白率為四者中最高。

表 4-3-30 「檢討家庭作業」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1126	2080	1369	781	5356
平均空白率	.1616	.0985	.0812	.0801	.1047
標準差	.29551	.23527	.21292	.22299	.24409
標準誤	.00881	.00516	.00575	.00798	.00334
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	4.946	3	1.649	28.089*	.000
組內	314.117	5352	.059		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 > 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

十一、聽老師講課

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-31 為不同頻率的「聽老師講課」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 85.380，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「聽老師講課」這個項目選擇「幾乎每節課」的學生，理化選擇題答對率最高；而選擇「有些課」或「從來沒有過」的學生答對率最低。

表 4-3-31 「聽老師講課」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	117	663	1051	3087	4918
平均答對率	.5178	.5797	.6601	.7246	.6864
標準差	.28183	.25569	.25558	.24690	.25722
標準誤	.02605	.00993	.00788	.00444	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	16.117	3	5.372	85.380*	.000
組內	309.202	4914	.063		
事後比較 (Scheffe 法): 1, 2 < 3 < 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-32 為不同頻率的「聽老師講課」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 112.477，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「聽老師講課」這個項目選擇「幾乎每節課」的學生，理化非選擇題答對率最高；而選擇「有些課」或「從來沒有過」的學生答對率最低。

表 4-3-32 「聽老師講課」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	127	727	1151	3354	5359
平均答對率	.3094	.3873	.5238	.6093	.5537
標準差	.34295	.34595	.34736	.33668	.35087
標準誤	.03043	.01283	.01024	.00581	.00479
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	39.102	3	13.034	112.477*	.000
組內	620.537	5355	.116		
事後比較 (Scheffe 法): 1, 2<3<4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-33 為不同頻率的「聽老師講課」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 75.915，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「聽老師講課」這個項目選擇「有些課」或「從來沒有過」的學生，理化非選擇題空白率最高；而選擇「幾乎每節課」的學生空白率最低。

表 4-3-33 「聽老師講課」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	127	727	1151	3354	5359
平均空白率	.2820	.1928	.1178	.0740	.1044
標準差	.37193	.30679	.24883	.21059	.24387
標準誤	.03300	.01138	.00733	.00364	.00333
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	13.000	3	4.333	75.915*	.000
組內	305.662	5355	.057		
事後比較 (Games-Howell 法) : 1, 2 > 3 > 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

十二、自己做理化題目

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-34 為不同頻率的「自己做理化題目」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 107.120，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「自己做理化題目」此項目選擇「幾乎每節課」的學生理化選擇題答對率最高；選擇「約有一半的課」的學生答對率高於選擇「有些課」的學生；而選擇「從來沒有過」的學生答對率最低。

表 4-3-34 「自己做理化題目」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	652	2005	1234	1025	4916
平均答對率	.5419	.6782	.7166	.7569	.6862
標準差	.25819	.25166	.24494	.24391	.25721
標準誤	.01011	.00562	.00697	.00762	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	19.968	3	6.656	107.120*	.000
組內	305.204	4912	.062		
事後比較 (Games-Howell 法) : 1 < 2 < 3 < 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-35 為不同頻率的「自己做理化題目」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 112.069，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「自己做理化題目」這個項目選擇「幾乎每節課」的學生理化非選擇題答對率最高；選擇「約有一半的課」的學生答對率高於選擇「有些課」的學生；而選擇「從來沒有過」的學生答對率最低。

表 4-3-35 「自己做理化題目」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	715	2175	1352	1115	5357
平均答對率	.3728	.5293	.6078	.6499	.5533
標準差	.34011	.35133	.33512	.32489	.35082
標準誤	.01272	.00753	.00911	.00973	.00479
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	38.956	3	12.985	112.069*	.000
組內	620.244	5353	.116		
事後比較 (Games-Howell 法): 1<2<3<4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p<.05

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-36 為不同頻率的「自己做理化題目」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 84.770，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「自己做理化題目」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題空白率最高；而選擇「約有一半的課」或「幾乎每節課」的學生空白率最低。

表 4-3-36 「自己做理化題目」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	715	2175	1352	1115	5357
平均空白率	.2208	.1147	.0697	.0532	.1047
標準差	.32606	.25296	.19834	.18059	.24403
標準誤	.01219	.00542	.00539	.00541	.00333
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	14.466	3	4.822	84.770*	.000
組內	304.499	5353	.057		
事後比較 (Games-Howell 法): 1>2>3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

十三、在課堂上就開始做家庭作業

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-37 為不同頻率的「在課堂上就開始做家庭作業」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 2.686，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較，然而使用 Scheffe 法進行事後比較的結果顯示配對結果未達顯著。

表 4-3-37 「在課堂上就開始做家庭作業」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1830	2213	558	313	4914
平均答對率	.6729	.6923	.6936	.7039	.6860
標準差	.25305	.25647	.26489	.27164	.25730
標準誤	.00592	.00545	.01121	.01535	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.533	3	.178	2.686*	.045
組內	324.727	4910	.066		
事後比較 (Scheffe 法): 配對檢驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-38 為不同頻率的「自己做理化題目」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 2.145，未達.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率無顯著差異。

表 4-3-38 「在課堂上就開始做家庭作業」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	2002	2404	611	338	5355
平均答對率	.5424	.5617	.5413	.5830	.5535
標準差	.35133	.34642	.35909	.36270	.35088
標準誤	.00785	.00707	.01453	.01973	.00479
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.792	3	.264	2.145	.092
組內	658.359	5351	.123		
事後比較 (Scheffe 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-39 為不同頻率的「自己做理化題目」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為.883，未達.05 的

顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率無顯著差異。

表 4-3-39 「在課堂上就開始做家庭作業」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	2002	2404	611	338	5355
平均空白率	.1114	.0996	.1052	.1004	.1047
標準差	.25015	.24018	.23821	.24543	.24406
標準誤	.00559	.00490	.00964	.01335	.00334
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.158	3	.053	.883	.449
組內	318.755	5351	.060		
事後比較 (Scheffe 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

十四、平時考或小考

(一) 理化選擇題答對率

表 4-3-40 為不同頻率的「平時考或小考」對學生的理化選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 19.039，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「平時考或小考」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化選擇題答對率為四者中最低。

表 4-3-40 「平時考或小考」對於理化選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	146	2110	1885	783	4924
平均答對率	.5355	.6859	.7007	.6801	.6862
標準差	.27883	.25800	.25009	.25891	.25719
標準誤	.02308	.00562	.00576	.00925	.00367
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	3.737	3	1.246	19.039*	.000
組內	321.911	4920	.065		
事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課
* $p < .05$

(二) 理化非選擇題答對率

表 4-3-41 為不同頻率的「平時考或小考」對學生的理化非選擇題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 25.339，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結

果顯示對於「平時考或小考」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題答對率是四者中最低的。

表 4-3-41 「平時考或小考」對於理化非選擇題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	167	2284	2064	851	5366
平均答對率	.3224	.5590	.5638	.5585	.5534
標準差	.33276	.35058	.34571	.35262	.35087
標準誤	.02575	.00734	.00761	.01209	.00479
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	9.232	3	3.077	25.339*	.000
組內	651.233	5362	.121		

事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3, 4

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課
*p < .05

(三) 理化非選擇題空白率

表 4-3-42 為不同頻率的「平時考或小考」對學生的理化非選擇題空白率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 25.833，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，理化非選擇題空白率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「平時考或小考」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，理化非選擇題空白率為四者中最高。

表 4-3-42 「平時考或小考」對於理化非選擇題空白率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	167	2284	2064	851	5366
平均空白率	.2622	.1077	.0923	.0955	.1047
標準差	.35131	.24820	.22361	.24357	.24394
標準誤	.02718	.00519	.00492	.00835	.00333
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	4.548	3	1.516	25.833*	.000
組內	314.702	5362	.059		
事後比較 (Games-Howell 法) : 1 > 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

表 4-3-43 學生試題表現相似之探究式教學活動

課堂活動	事後比較		
	選擇題答對率	非選擇題答對率	非選擇題空白率
看老師示範實驗或 演示探究活動	1 < 2, 3, 4	1 < 2, 3, 4	1 > 2, 3, 4
自行形成可供檢驗 的假說或預測可能 的結果	1 < 2	—	1 > 2
設計及規劃實驗或 探索活動	1 < 2	—	1 > 2, 3
做實驗或進行研究	1 < 4 < 2, 3	1 < 4 < 2, 3	1 > 2, 3, 4
以小組方式做實驗 或進行探究	1 < 4 < 2, 3	1 < 2, 3 2 > 4	1 > 2, 3, 4
寫下觀察結果並解 釋其發生的原因	1 < 4 < 2, 3	1 < 2, 3, 4	1 > 2, 3, 4

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

 $p < .05$

— : F 考驗未達顯著

表 4-3-44 學生試題表現相似之課堂活動 (1)

課堂活動	事後比較		
	選擇題答對率	非選擇題答對率	非選擇題空白率
學習科技對社會的 衝擊	1 < 2, 3	1 < 2, 3	——
將所學的理化連結 到日常生活上	1 < 2, 3, 4 2 < 4	1 < 2 < 3, 4	1 > 2, 3, 4 2 > 3
檢討家庭作業	1 < 2, 3, 4 2 < 3	1 < 2, 3, 4 2 < 3	1 > 2, 3, 4
平時考或小考	1 < 2, 3, 4	1 < 2, 3, 4	1 > 2, 3, 4

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課
 $p < .05$

——：F 考驗未達顯著

表 4-3-45 學生試題表現相似之課堂活動 (2)

課堂活動	事後比較		
	選擇題答對率	非選擇題答對率	非選擇題空白率
聽老師講課	1, 2 < 3 < 4	1, 2 < 3 < 4	1, 2 > 3 > 4
自己做理化題目	1 < 2 < 3 < 4	1 < 2 < 3 < 4	1 > 2 > 3, 4

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課
 $p < .05$

——：F 考驗未達顯著

十五、小結與討論

對於「看老師示範實驗或演示探究活動」、「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」、「設計及規劃實驗或探索活動」、「做實驗或

進行研究」、「以小組方式做實驗或進行探究」、「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」等探究式教學活動而言，在選擇題和非選擇題表現上，大多是選擇「從來沒有過」的學生表現得最差，非選擇題的空白率也最高；而選擇「有些課」的學生相對表現得較好（表 4-3-43）。

黃馨萱（2007）指出我國教師在施行探究式教學活動的頻率不高，且對於探究式教學活動的實施無法良好掌握，是造成接受此類教學法的學生，成績並未顯得特別突出的原因。實際上，在以通過升學考試為前提的考量下，教師們使用探究式教學法的頻率便受到限制，大多數的學生都只在「有些課」進行探究式的教學活動，而教師們以探究式教學活動引起學生興趣後，便使用擅長的傳統教學法使學生熟悉課程概念，因此這些學生的成就表現會比其他學生來的好。

對於「學習科技對社會的衝擊」、「將所學的理化連結到日常生活上」、「檢討家庭作業」、「平時考或小考」而言，選擇「從來沒有過」的學生，在選擇題、非選擇題的表現最差，非選擇題的空白率也最高。

有些學生對於學習理化興趣缺缺的原因在於認為學習理化對日常生活或是將來並沒有幫助，在學習動機不強烈的情形下，學生的學習成效便顯得低落。因此若能將課程連結到日常生活中，可引起學生的學習興趣，進而提升學習成就（表 4-3-44）。

研究結果顯示從來不在課堂上檢討家庭作業，且從來不曾在課堂

上接受平時考或小考的學生成就最差，而時常檢討家庭作業的學生成就較好，與文獻的研究結果相符（陳美好，2007；侯怡如，2003）。Stevens（1997）也提到若課程內容能與評量內容配合，則時常接受考試的學生能獲得較高的成績。

對於「對全班報告結果」而言，選擇「從來沒有過」或「有些課」的學生，在選擇題、非選擇題的表現都比較好，非選擇題的空白率也較低。在使用探究式教學活動的比例低的情形下，學生發展獨立思考能力的機會受到侷限，因此推測進行報告的學生對於自身的報告內容一知半解，故「對全班報告結果」對於學生的學習成就並沒有幫助。

對於「聽老師講課」和「自己做理化題目」而言，愈常聽老師講課及自己做題目的學生，在選擇題、非選擇題的表現愈好，非選擇題的空白率也愈低（表 4-3-45）。學生若對於學習理化的態度愈積極，上課認真聽講，自己時常做練習，則對學習成就的影響無疑是正向的。

第四節 不同認知領域的試題答題情形

本節討論學生在不同認知領域下的理化試題答對率差異，包括選擇題和非選擇題答對率，以及學生在不同認知領域下的理化非選擇題空白率差異。因為此處想比較的是同一名學生在不同認知領域下的答題差異，故使用的分析方法為重複量數設計下的平均數差異考驗。

一、不同認知領域下的理化試題答對率

表 4-4-1 為對於不同認知領域下的理化試題答對率進行重複量數單因子變異數分析的結果。F 值為 160.145，達到 .05 的顯著水準，顯示學生在不同認知領域下的理化試題答對率達顯著差異，可以進一步進行事後比較。

此處採用 LSD 事後比較法，結果顯示學生在「事實性知識」領域表現最好，在「推理與分析」領域表現最差，與吳琪玉（2005）提到在不同認知領域下的 TIMSS 1999 及 TIMSS 2003 理化趨勢題表現相符。

表 4-4-1 不同認知領域下理化試題答對率的重複量數單因子變異數分析

認知領域		推理與分析	概念性理解	事實性知識	
理化試題答對率		.630	.662	.719	
重複量數 ANOVA					
變異來源		平方和	自由度	均方和	F 值
組間		21.387	2	10.694	160.145*
組內	區組間	575.043	3601	.160	
	殘差	480.910	7202	.067	
事後比較 (LSD 法)：1<2<3					

(1) 推理與分析 (2) 概念性理解 (3) 事實性知識

* $p < .05$

二、不同認知領域下的理化選擇題答對率

表 4-4-2 為對於不同認知領域下的理化選擇題答對率進行重複量數單因子變異數分析的結果，因違反球面假設，故使用 Greenhouse-Geisser 的下限修正調整考驗來修正自由度。F 值為 13.435，達到 .05 的顯著水準，顯示學生在不同認知領域下的理化選擇題答對率達顯著差異，可以進一步進行事後比較。

此處採用 LSD 事後比較法，結果顯示學生在「事實性知識」領域表現最好，在「概念性理解」領域卻表現最差，但「概念性理解」與「推理與分析」領域表現相近，並沒有顯著差異。

表 4-4-2 不同認知領域下理化選擇題答對率的重複量數單因子變異數分析

認知領域		推理與分析	概念性理解	事實性知識	
理化選擇題答對率		.683	.672	.708	
重複量數 ANOVA					
變異來源		平方和	自由度	均方和	F 值
組間		2.183	1	2.183	13.435*
組內	區組間	529.096	3155	.168	
	殘差	512.615	3155	.162	
事後比較 (LSD 法)：1, 2<3					

(1) 推理與分析 (2) 概念性理解 (3) 事實性知識

* $p < .05$

三、不同認知領域下的理化非選擇題答對率

表 4-4-3 為對於不同認知領域下的理化非選擇題答對率進行相依樣本 t 考驗的結果，非選擇題僅涵蓋「推理與分析」與「概念性理解」兩個領域，此二領域的答對率之相關係數值為.338，呈低度正相關。t 值為-21.910，達到.05 的顯著水準，顯示在不同認知領域下的理化非選擇題答對率達顯著差異，學生在「概念性理解」的表現優於在「推理與分析」領域的表現，相差 15%以上。

表 4-4-3 不同認知領域下非選擇題答對率的相依樣本 t 考驗

認知領域	平均答對率	人數	標準差	平均數的標準誤	成對樣本相關	
					相關	顯著性
推理與分析	.4209	3587	.36064	.00602	.338	.000
概念性理解	.5797	3587	.39306	.00656		
成對樣本檢定						
	數值		自由度		顯著性（雙尾）	
t 考驗	-21.910*		3586		.000	
有效觀察值個數	3587					

*p<.05

四、不同認知領域下的理化非選擇題空白率

表 4-4-4 為對於不同認知領域下的理化非選擇題空白率進行相依樣本 t 考驗的結果，「推理與分析」和「概念性理解」兩個領域的空白率之相關係數值為.473，呈中度正相關。t 值為-3.304，達到.05 的顯著水準，顯示在不同認知領域下的理化非選擇題空白率達顯著差異，學生在「概念性理解」的選擇題空白率高於在「推理與分析」領域的空白率。

表 4-4-4 不同認知領域下非選擇題空白率的相依樣本 t 考驗

認知領域	平均空白率	人數	標準差	平均數的標準誤	成對樣本相關	
					相關	顯著性
推理與分析	.0897	3587	.22171	.00370	.473	.000
概念性理解	.1036	3587	.26475	.00442		
成對樣本檢定						
	數值		自由度		顯著性（雙尾）	
t 考驗	-3.304*		3586		.001	
有效觀察值個數	3587					

* $p < .05$

五、小結與討論

整體而言，學生在「事實性知識」領域表現最佳，而在「推理與分析」領域表現最差，許多研究也歸結出台灣地區學生在高階的推理分析能力上差人一等（劉佳容，2002；張翠萍，2007；吳琪玉，2005）。楊榮祥（1992）和侯怡如（2003）認為學生在台灣考試文化下，造成死記原理及公式定律，只求快速的解題技能，而無法深入思考理解，沒有能力融合統整科學知識而造成推理表現低落。但有趣的是雖然學生在「推理與分析」領域的非選擇題答對率較差，但在此領域的非選擇題空白率卻低於「概念性理解」領域。這表示即使學生推理能力不佳，但碰到這類問題時仍樂意嘗試，顯示這類型的題目對於學生

來說反而較容易作答，或學生可以依題目所提供的條件猜想答案，即使作答結果通常是錯誤的情況較多。相較之下，學生在碰到「概念性理解」類型的題目時，若題目概念是未曾學習過的或不熟悉的，便會直接放棄。

第五節 課堂活動與各認知領域答對率之分析

本節探討不同的課堂活動安排，對於學生在各認知領域下的試題答對率的影響，不同頻率的某一課堂活動安排下，學生在不同認知領域的試題答題情形是否有所差異。採用的分析方法為單因子變異數分析，課堂活動則採 TIMSS 2003 學生背景問卷中「你上理化課時，常做下列的事情嗎？」的十四種課堂活動。

一、看老師示範實驗或演示探究活動

（一）事實性知識領域

表 4-5-1 為不同頻率的「看老師示範實驗或演示探究活動」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 5.549，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「看老師示範實驗或演示探究活動」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，事實性知識領域的試題答對率為四者中最低。

表 4-5-1 「看老師示範實驗或演示探究活動」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	132	1992	1195	714	4033
平均答對率	.6490	.7474	.7473	.7689	.7479
標準差	.37097	.31045	.30752	.30472	.31127
標準誤	.03229	.00696	.00890	.01140	.00490
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	1.608	3	.536	5.549*	.001
組內	389.042	4029	.097		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 概念性理解領域

表 4-5-2 為不同頻率的「看老師示範實驗或演示探究活動」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 7.412，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「看老師示範實驗或演示探究活動」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，概念性理解領域的試題答對率是四者中最低的。

表 4-5-2 「看老師示範實驗或演示探究活動」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	170	2675	1568	950	5363
平均答對率	.5130	.6312	.6336	.6345	.6288
標準差	.36752	.32393	.31969	.33307	.32639
標準誤	.02819	.00626	.00807	.01081	.00406
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	2.360	3	.787	7.412*	.000
組內	568.839	5359	.106		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 推理與分析領域

表 4-5-3 為不同頻率的「看老師示範實驗或演示探究活動」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 2.564，未達 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率無顯著差異。

表 4-5-3 「看老師示範實驗或演示探究活動」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	137	2259	1303	782	4481
平均答對率	.4833	.5589	.5696	.5623	.5603
標準差	.36191	.34935	.34128	.35333	.34830
標準誤	.03092	.00735	.00945	.01264	.00520
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.932	3	.311	2.564	.053
組內	542.547	4477	.121		
事後比較 (Scheffe 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

二、自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果

(一) 事實性知識領域

表 4-5-4 為不同頻率的「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 5.248，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」這

個項目選擇「有些課」的學生，事實性知識領域的試題答對率最高；選擇「從來沒有過」的學生答對率最低；而選擇其餘選項的學生，試題答對率高低則無顯著差異。

表 4-5-4 「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	915	2162	707	248	4032
平均答對率	.7185	.7645	.7343	.7490	.7478
標準差	.32485	.30220	.31184	.32716	.31121
標準誤	.01074	.00650	.01173	.02077	.00490
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	1.520	3	.507	5.248*	.001
組內	388.898	4028	.097		
事後比較 (Games-Howell 法) : 1 < 2					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 概念性理解領域

表 4-5-5 為不同頻率的「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 1.665，未達 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率無顯著差異。

表 4-5-5 「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1214	2898	929	323	5364
平均答對率	.6099	.6338	.6325	.6210	.6274
標準差	.33190	.32332	.32169	.33929	.32604
標準誤	.00953	.00601	.01055	.01888	.00445
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.531	3	.177	1.665	.172
組內	569.555	5360	.106		
事後比較 (Scheffe 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 推理與分析領域

表 4-5-6 為不同頻率的「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為.756，未達.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率無顯著差異。

表 4-5-6 「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1012	2415	793	263	4483
平均答對率	.5278	.5448	.5477	.5319	.5407
標準差	.34501	.34199	.33867	.35921	.34310
標準誤	.01085	.00696	.01203	.02215	.00512
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.267	3	.089	.756	.519
組內	527.330	4479	.118		
事後比較 (Scheffe 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

三、設計及規劃實驗或探索活動

(一) 事實性知識領域

表 4-5-7 為不同頻率的「設計及規劃實驗或探索活動」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 2.368，未達 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率無顯著差異。

表 4-5-7 「設計及規劃實驗或探索活動」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	849	2248	700	227	4024
平均答對率	.7267	.7585	.7455	.7331	.7481
標準差	.32597	.30542	.30598	.32534	.31126
標準誤	.01119	.00644	.01157	.02159	.00491
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.688	3	.229	2.368	.069
組內	389.069	4020	.097		
事後比較 (Games-Howell 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 概念性理解領域

表 4-5-8 為不同頻率的「設計及規劃實驗或探索活動」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 1.416，未達 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率無顯著差異。

表 4-5-8 「設計及規劃實驗或探索活動」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1128	2968	949	306	5351
平均答對率	.6123	.6311	.6376	.6140	.6273
標準差	.33186	.32294	.32381	.33793	.32590
標準誤	.00988	.00593	.01051	.01932	.00446
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.451	3	.150	1.416	.236
組內	567.785	5347	.106		
事後比較 (Scheffe 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 推理與分析領域

表 4-5-9 為不同頻率的「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 2.410，未達 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率無顯著差異。

表 4-5-9 「設計及規劃實驗或探索活動」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	938	2488	792	252	4470
平均答對率	.5329	.5506	.5322	.4965	.5406
標準差	.34820	.33908	.34508	.35290	.34303
標準誤	.01137	.00680	.01226	.02223	.00513
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.850	3	.283	2.410	.065
組內	525.005	4466	.118		
事後比較 (Scheffe 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

四、做實驗或進行研究

(一) 事實性知識領域

表 4-5-10 為不同頻率的「做實驗或進行研究」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 7.289，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比

較。結果顯示對於「做實驗或進行研究」這個項目選擇「有些課」或「約有一半的課」的學生，事實性知識領域的試題答對率顯著高於選擇「從來沒有過」的學生。

表 4-5-10 「做實驗或進行研究」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	228	2381	1093	328	4030
平均答對率	.6637	.7589	.7488	.7228	.7478
標準差	.34354	.30678	.30838	.32140	.31133
標準誤	.02275	.00629	.00933	.01775	.00490
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	2.110	3	.703	7.289*	.000
組內	388.406	4026	.096		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 2, 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 概念性理解領域

表 4-5-11 為不同頻率的「做實驗或進行研究」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 26.196，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「做實驗或進行研究」這個項目選擇「有些課」或「約有一半的課」的學生，概念性理解領域的試題答對率顯著高於選擇「幾乎每節課」的學生，而選擇「從來沒有過」的學生答對率為四者中最低。

表 4-5-11 「做實驗或進行研究」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	303	3171	1440	447	5361
平均答對率	.4813	.6434	.6363	.5840	.6274
標準差	.34625	.32248	.31717	.33717	.32598
標準誤	.01989	.00573	.00836	.01595	.00445
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	8.235	3	2.745	26.196*	.000
組內	561.335	5357	.105		

事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 4 < 2, 3

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(三) 推理與分析領域

表 4-5-12 為不同頻率的「做實驗或進行研究」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為

20.325，達到.05的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「做實驗或進行研究」這個項目選擇「有些課」或「約有一半的課」的學生，推理與分析領域的試題答對率顯著高於選擇「幾乎每節課」或「從來沒有過」的學生。

表 4-5-12 「做實驗或進行研究」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	263	2643	1205	368	4479
平均答對率	.4089	.5589	.5495	.4758	.5407
標準差	.34884	.34072	.33841	.34435	.34308
標準誤	.02151	.00663	.00975	.01795	.00513
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	7.085	3	2.362	20.325*	.000
組內	519.990	4475	.116		
事後比較 (Scheffe 法): 1, 4 < 2, 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

五、以小組方式做實驗或進行探究

(一) 事實性知識領域

表 4-5-13 為不同頻率的「以小組方式做實驗或進行探究」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 6.117，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「以小組方式做實驗或進行探究」這個項目選擇「幾乎每節課」的學生，事實性知識領域的試題答對率最低，但與選擇「從來沒有過」的學生答對率並無顯著差異。

表 4-5-13 「以小組方式做實驗或進行探究」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	283	2291	1008	432	4014
平均答對率	.7088	.7572	.7605	.7004	.7485
標準差	.32732	.30811	.30186	.32802	.31074
標準誤	.01946	.00644	.00951	.01578	.00490
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	1.765	3	.588	6.117*	.000
組內	385.733	4010	.096		
事後比較 (Games-Howell 法): 2, 3 > 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 概念性理解領域

表 4-5-14 為不同頻率的「以小組方式做實驗或進行探究」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 19.745，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「以小組方式做實驗或進行探究」這個項目選擇「有些課」的學生，概念性理解領域的試題答對率顯著高於選擇「幾乎每節課」的學生，而選擇「從來沒有過」的學生答對率是四者中最低的。

表 4-5-14 「以小組方式做實驗或進行探究」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	387	3037	1326	588	5338
平均答對率	.5212	.6453	.6339	.5894	.6273
標準差	.33879	.32405	.31894	.32902	.32613
標準誤	.01722	.00588	.00876	.01357	.00446
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	6.235	3	2.078	19.745*	.000
組內	561.427	5334	.105		
事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3, 4					
2 > 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(三) 推理與分析領域

表 4-5-15 為不同頻率的「以小組方式做實驗或進行探究」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 10.835，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「以小組方式做實驗或進行探究」這個項目選擇「有些課」或「約有一半的課」的學生，推理與分析領域的試題答對率顯著高於選擇「幾乎每節課」或「從來沒有過」的學生。

表 4-5-15 「以小組方式做實驗或進行探究」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	323	2544	1103	491	4461
平均答對率	.4569	.5543	.5544	.4988	.5411
標準差	.34572	.34434	.33512	.34242	.34310
標準誤	.01924	.00683	.01009	.01545	.00514
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	3.801	3	1.267	10.835*	.000
組內	521.227	4457	.117		
事後比較 (Scheffe 法): 1, 4 < 2, 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

六、寫下觀察結果並解釋其發生的原因

(一) 事實性知識領域

表 4-5-16 為不同頻率的「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 6.581，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，事實性知識領域的試題答對率最低，但與選擇「幾乎每節課」的學生並無顯著差異。

表 4-5-16 「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	355	2175	1088	391	4009
平均答對率	.6836	.7582	.7572	.7308	.7486
標準差	.33799	.30568	.30867	.31671	.31121
標準誤	.01794	.00655	.00936	.01602	.00492
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	1.904	3	.635	6.581*	.000
組內	386.269	4005	.096		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 2, 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(二) 概念性理解領域

表 4-5-17 為不同頻率的「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 18.806，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，概念性理解領域的試題答對率為四者中最低。

表 4-5-17 「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	478	2908	1439	511	5336
平均答對率	.5249	.6403	.6422	.6127	.6278
標準差	.34531	.32249	.31654	.33564	.32591
標準誤	.01579	.00598	.00834	.01485	.00446
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	5.933	3	1.978	18.806*	.000
組內	560.738	5332	.105		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 推理與分析領域

表 4-5-18 為不同頻率的「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 9.203，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，推理與分析領域的試題答對率為四者中最低。

表 4-5-18 「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	403	2428	1191	437	4459
平均答對率	.4606	.5566	.5366	.5470	.5416
標準差	.34746	.34143	.34283	.33930	.34309
標準誤	.01731	.00693	.00993	.01623	.00514
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	3.232	3	1.077	9.203*	.000
組內	521.518	4455	.117		
事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

七、學習科技對社會的衝擊

(一) 事實性知識領域

表 4-5-19 為不同頻率的「學習科技對社會的衝擊」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 3.188，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「學習科技對社會的衝擊」這個項目選擇「有些課」的學生，事實性知識領域的試題答對率顯著高於選擇「從來沒有過」的學生。

表 4-5-19 「學習科技對社會的衝擊」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	945	1992	794	293	4024
平均答對率	.7211	.7577	.7519	.7594	.7481
標準差	.32097	.30665	.30587	.31864	.31105
標準誤	.01044	.00687	.01086	.01862	.00490
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.924	3	.308	3.188*	.023
組內	388.311	4020	.097		
事後比較 (Scheffe 法): $1 < 2$					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

（二）概念性理解領域

表 4-5-20 為不同頻率的「學習科技對社會的衝擊」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 8.735，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「學習科技對社會的衝擊」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，概念性理解領域的試題答對率為四者中最低。

表 4-5-20 「學習科技對社會的衝擊」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1252	2645	1049	403	5349
平均答對率	.5872	.6370	.6481	.6397	.6277
標準差	.33031	.32448	.31784	.33381	.32598
標準誤	.00934	.00631	.00981	.01663	.00446
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	2.773	3	.924	8.735*	.000
組內	565.538	5345	.106		
事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(三) 推理與分析領域

表 4-5-21 為不同頻率的「學習科技對社會的衝擊」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 6.051，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「學習科技對社會的衝擊」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，推理與分析領域的試題答對率最低，但與選擇「幾乎每節課」的學生並無顯著差異。

表 4-5-21 「學習科技對社會的衝擊」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1058	2202	876	333	4469
平均答對率	.5026	.5515	.5591	.5514	.5414
標準差	.34091	.34298	.33528	.35981	.34286
標準誤	.01048	.00731	.01133	.01972	.00513
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	2.127	3	.709	6.051*	.000
組內	523.096	4465	.117		
事後比較 (Scheffe 法): 1<2, 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p<.05

八、將所學的理化連結到日常生活上

(一) 事實性知識領域

表 4-5-22 為不同頻率的「將所學的理化連結到日常生活上」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 20.166，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「將所學的理化連結到日常生活上」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，事實性知識領域的試題答對率最低；而選擇「幾乎每節課」的學生答對率又顯著高於選擇「有些課」的學生。

表 4-5-22 「將所學的理化連結到日常生活上」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	647	1783	1092	504	4026
平均答對率	.6695	.7470	.7740	.7937	.7477
標準差	.32403	.30858	.30366	.30272	.31127
標準誤	.01274	.00731	.00919	.01348	.00491
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	5.779	3	1.926	20.166*	.000
組內	384.206	4022	.096		
事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3, 4					
2 < 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 概念性理解領域

表 4-5-23 為不同頻率的「將所學的理化連結到日常生活上」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 39.946，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「將所學的理化連結到日常生活上」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，概念性理解領域的試題答對率最低；而選擇

「幾乎每節課」的學生答對率又顯著高於選擇「有些課」的學生。

表 4-5-23 「將所學的理化連結到日常生活上」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因

子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	857	2347	1469	684	5357
平均答對率	.5250	.6294	.6560	.6850	.6271
標準差	.33183	.31949	.32564	.31445	.32605
標準誤	.01134	.00659	.00850	.01202	.00445
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	12.468	3	4.156	39.946*	.000
組內	556.923	5353	.104		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 2, 3, 4					
2 < 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(三) 推理與分析領域

表 4-5-24 為不同頻率的「將所學的理化連結到日常生活上」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 28.931，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結

果顯示對於「將所學的理化連結到日常生活上」這個項目選擇「約有一半的課」或「幾乎每節課」的學生，推理與分析領域的試題答對率最高；選擇「從來沒有過」的學生，推理與分析領域的試題答對率最低。

表 4-5-24 「將所學的理化連結到日常生活上」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	740	1951	1224	561	4476
平均答對率	.4442	.5398	.5768	.5930	.5408
標準差	.34161	.33449	.34140	.35272	.34305
標準誤	.01256	.00757	.00976	.01489	.00513
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	10.026	3	3.342	28.931*	.000
組內	516.616	4472	.116		

事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2 < 3, 4

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

九、對全班報告結果

(一) 事實性知識領域

表 4-5-25 為不同頻率的「對全班報告結果」對學生在事實性知

識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 3.259，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較，然而使用 Scheffe 法進行事後比較的結果顯示配對結果未達顯著。

表 4-5-25 「對全班報告結果」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	2200	1436	294	101	4031
平均答對率	.7481	.7592	.7072	.6955	.7477
標準差	.31164	.30757	.31011	.34909	.31134
標準誤	.00664	.00812	.01809	.03474	.00490
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.946	3	.315	3.259*	.021
組內	389.686	4027	.097		
事後比較 (Scheffe 法)：配對檢驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 概念性理解領域

表 4-5-26 為不同頻率的「對全班報告結果」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 12.231，

達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「對全班報告結果」這個項目選擇「約有一半的課」的學生，概念性理解領域的試題答對率最低，但與選擇「幾乎每節課」的學生答對率並無顯著差異；而選擇「有些課」的學生答對率又顯著高於選擇「幾乎每節課」的學生。

表 4-5-26 「對全班報告結果」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	2928	1906	388	138	5360
平均答對率	.6257	.6502	.5513	.5600	.6273
標準差	.32292	.32702	.32002	.34723	.32584
標準誤	.00597	.00749	.01625	.02956	.00445
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	3.871	3	1.290	12.231*	.000
組內	565.099	5356	.106		
事後比較 (Scheffe 法): 1, 2 > 3					
2 > 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 推理與分析領域

表 4-5-27 為不同頻率的「對全班報告結果」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 10.027，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「對全班報告結果」這個項目選擇「從來沒有過」或「有些課」的學生，推理與分析領域的試題答對率高於選擇「約有一半的課」或「幾乎每節課」的學生。

表 4-5-27 「對全班報告結果」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	2451	1591	324	113	4479
平均答對率	.5509	.5487	.4563	.4539	.5408
標準差	.34164	.34254	.33278	.36462	.34296
標準誤	.00690	.00859	.01849	.03430	.00512
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	3.517	3	1.172	10.027*	.000
組內	523.183	4475	.117		
事後比較 (Scheffe 法): 1, 2 > 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

十、檢討家庭作業

(一) 事實性知識領域

表 4-5-28 為不同頻率的「檢討家庭作業」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 14.518，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「檢討家庭作業」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，事實性知識領域的試題答對率最低，而選擇「約有一半的課」的學生答對率高於選擇「有些課」的學生。

表 4-5-28 「檢討家庭作業」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	845	1554	1030	601	4030
平均答對率	.6953	.7418	.7847	.7733	.7477
標準差	.32245	.31859	.28861	.30374	.31138
標準誤	.01109	.00808	.00899	.01239	.00490
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	4.181	3	1.394	14.518*	.000
組內	386.451	4026	.096		
事後比較 (Games-Howell 法) : 1 < 2, 3, 4 2 < 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 概念性理解領域

表 4-5-29 為不同頻率的「檢討家庭作業」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 35.023，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「檢討家庭作業」這個項目選擇「約有一半的課」或「幾乎每節課」的學生，概念性理解領域的試題答對率最高；而選擇「從來沒有過」的學生，概念性理解領域的試題答對率最低。

表 4-5-29 「檢討家庭作業」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1126	2080	1369	781	5356
平均答對率	.5477	.6280	.6709	.6669	.6278
標準差	.32563	.32671	.31658	.31923	.32590
標準誤	.00970	.00716	.00856	.01142	.00445
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	10.951	3	3.650	35.023*	.000
組內	557.794	5352	.104		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 2 < 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 推理與分析領域

表 4-5-30 為不同頻率的「檢討家庭作業」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 18.293，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「檢討家庭作業」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，推理與分析領域的試題答對率為四者中最低。

表 4-5-30 「檢討家庭作業」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	946	1723	1146	660	4475
平均答對率	.4710	.5496	.5769	.5562	.5410
標準差	.34179	.34213	.33951	.33979	.34301
標準誤	.01111	.00824	.01003	.01323	.00513
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	6.383	3	2.128	18.293*	.000
組內	520.021	4471	.116		
事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

十一、聽老師講課

(一) 事實性知識領域

表 4-5-31 為不同頻率的「聽老師講課」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 42.900，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比

較。結果顯示對於「聽老師講課」這個項目選擇「幾乎每節課」的學生，事實性知識領域的試題答對率最高；而選擇「約有一半的課」的學生答對率又顯著高於選擇「有些課」的學生。

表 4-5-31 「聽老師講課」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	96	540	863	2532	4031
平均答對率	.6276	.6421	.7162	.7865	.7483
標準差	.33725	.33584	.31558	.29509	.31105
標準誤	.03442	.01445	.01074	.00586	.00490
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	12.076	3	4.025	42.900*	.000
組內	377.844	4027	.094		
事後比較 (Games-Howell 法): 1, 2, 3 < 4					
2 < 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 概念性理解領域

表 4-5-32 為不同頻率的「聽老師講課」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 81.017，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「聽老師講課」這個項目選擇「幾乎每節課」的學生，概念性理解領域的試題答對率最高；而選擇「有些課」或「從來沒有過」的學生，概念性理解領域的試題答對率最低。

表 4-5-32 「聽老師講課」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	127	727	1151	3354	5359
平均答對率	.4331	.4953	.6038	.6717	.6275
標準差	.34461	.32966	.31990	.31516	.32597
標準誤	.03058	.01223	.00943	.00544	.00445
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	24.718	3	8.239	81.017*	.000
組內	544.593	5355	.102		

事後比較 (Games-Howell 法): 1, 2 < 3 < 4

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(三) 推理與分析領域

表 4-5-33 為不同頻率的「聽老師講課」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 54.869，達到 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率

達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「聽老師講課」這個項目選擇「幾乎每節課」的學生，推理與分析領域的試題答對率最高；而選擇「有些課」或「從來沒有過」的學生，推理與分析領域的試題答對率最低。

表 4-5-33 「聽老師講課」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	106	613	975	2783	4477
平均答對率	.3515	.4185	.5162	.5838	.5409
標準差	.34504	.33265	.33985	.33666	.34304
標準誤	.03351	.01344	.01088	.00638	.00513
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	18.695	3	6.232	54.869*	.000
組內	508.028	4473	.114		

事後比較 (Scheffe 法): 1, 2 < 3 < 4

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

十二、自己做理化題目

(一) 事實性知識領域

表 4-5-34 為不同頻率的「自己做理化題目」對學生在事實性知

識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 51.352，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「自己做理化題目」這個項目選擇「幾乎每節課」的學生，事實性知識領域的試題答對率最高；選擇「從來沒有過」的學生，事實性知識領域的試題答對率最低；而選擇「約有一半的課」的學生答對率又高於選擇「有些課」的學生。

表 4-5-34 「自己做理化題目」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	538	1638	1004	849	4029
平均答對率	.6210	.7324	.7796	.8192	.7476
標準差	.33606	.31490	.28896	.28562	.31128
標準誤	.01449	.00778	.00912	.00980	.00490
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	14.388	3	4.796	51.352*	.000
組內	375.901	4025	.093		
事後比較 (Games-Howell 法): 1<2<3<4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p<.05

(二) 概念性理解領域

表 4-5-35 為不同頻率的「自己做理化題目」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 92.377，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「自己做理化題目」這個項目選擇「幾乎每節課」的學生，概念性理解領域的試題答對率最高；選擇「從來沒有過」的學生，概念性理解領域的試題答對率最低；而選擇「約有一半的課」的學生答對率又高於選擇「有些課」的學生。

表 4-5-35 「自己做理化題目」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	715	2175	1352	1115	5357
平均答對率	.4727	.6112	.6643	.7144	.6276
標準差	.32236	.32359	.31779	.30249	.32570
標準誤	.01206	.00694	.00864	.00906	.00445
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	27.967	3	9.322	92.377*	.000
組內	540.207	5353	.101		
事後比較 (Games-Howell 法) : 1 < 2 < 3 < 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(三) 推理與分析領域

表 4-5-36 為不同頻率的「自己做理化題目」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 59.460，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「自己做理化題目」這個項目選擇「約有一半的課」或「幾乎每節課」的學生，推理與分析領域的試題答對率最高；選擇「從來沒有過」的學生，推理與分析領域的試題答對率最低。

表 4-5-36 「自己做理化題目」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	610	1790	1138	939	4477
平均答對率	.3949	.5259	.5801	.6141	.5403
標準差	.32902	.33916	.34020	.33114	.34292
標準誤	.01332	.00802	.01008	.01081	.00513
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	20.185	3	6.728	59.460*	.000
組內	506.164	4473	.113		
事後比較 (Scheffe 法): 1<2<3, 4					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p<.05

十三、在課堂上就開始做家庭作業

(一) 事實性知識領域

表 4-5-37 為不同頻率的「在課堂上就開始做家庭作業」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 2.392，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「在課堂上就開始做家庭作業」這個項目選擇「約有一半的課」的學生，事實性知識領域的試題答對率高於選擇「從來沒有過」的學生；而選擇其餘選項的學生答對率則無顯著差異。

表 4-5-37 「在課堂上就開始做家庭作業」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1502	1816	451	258	4027
平均答對率	.7367	.7495	.7812	.7455	.7481
標準差	.30976	.31291	.29233	.33629	.31122
標準誤	.00799	.00734	.01377	.02094	.00490
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.694	3	.231	2.392*	.067
組內	389.249	4023	.097		
事後比較 (Games-Howell 法): $1 < 3$					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

（二）概念性理解領域

表 4-5-38 為不同頻率的「在課堂上就開始做家庭作業」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 1.145，未達 .05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率無顯著差異。

表 4-5-38 「在課堂上就開始做家庭作業」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	2002	2404	611	338	5355
平均答對率	.6176	.6325	.6272	.6453	.6271
標準差	.31702	.32808	.33406	.34926	.32609
標準誤	.00709	.00669	.01351	.01900	.00446
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.365	3	.122	1.145	.329
組內	568.940	5351	.106		
事後比較 (Games-Howell 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

（三）推理與分析領域

表 4-5-39 為不同頻率的「在課堂上就開始做家庭作業」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值

為 1.570，未達.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率無顯著差異。

表 4-5-39 「在課堂上就開始做家庭作業」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	1679	2007	502	287	4475
平均答對率	.5285	.5513	.5316	.5518	.5406
標準差	.34250	.34132	.34286	.36042	.34325
標準誤	.00836	.00762	.01530	.02127	.00513
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	.555	3	.185	1.570	.195
組內	526.585	4471	.118		
事後比較 (Scheffe 法): F 考驗未達顯著					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

十四、平時考或小考

(一) 事實性知識領域

表 4-5-40 為不同頻率的「平時考或小考」對學生在事實性知識領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 7.806，達到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率

達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數違反同質性假設，故採用 Games-Howell 法進行事後比較。結果顯示對於「平時考或小考」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，事實性知識領域的試題答對率最低；而選擇「約有一半的課」的學生答對率又顯著高於選擇「有些課」的學生。

表 4-5-40 「平時考或小考」對於「事實性知識領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	120	1739	1522	654	4035
平均答對率	.6396	.7368	.7683	.7497	.7479
標準差	.35176	.32117	.29576	.30640	.31117
標準誤	.03211	.00770	.00758	.01198	.00490
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	2.256	3	.752	7.806*	.000
組內	388.351	4031	.096		
事後比較 (Games-Howell 法): 1 < 2, 3, 4					
2 < 3					

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

* $p < .05$

(二) 概念性理解領域

表 4-5-41 為不同頻率的「平時考或小考」對學生在概念性理解領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 23.117，達

到.05的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「平時考或小考」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，概念性理解領域的試題答對率是四者中最低的。

表 4-5-41 「平時考或小考」對於「概念性理解領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	167	2284	2064	851	5366
平均答對率	.4250	.6286	.6418	.6287	.6274
標準差	.32950	.32926	.31793	.32276	.32591
標準誤	.02550	.00689	.00700	.01106	.00445
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	7.276	3	2.425	23.117*	.000
組內	562.596	5362	.105		

事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3, 4

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

(三) 推理與分析領域

表 4-5-42 為不同頻率的「平時考或小考」對學生在推理與分析領域的試題答對率進行單因子變異數分析的結果。F 值為 14.977，達

到.05 的顯著水準，顯示選擇各頻率的學生，在此領域的試題答對率達顯著差異，可進一步進行事後比較。

因變異數遵守同質性假設，故採用 Scheffe 法進行事後比較。結果顯示對於「平時考或小考」這個項目選擇「從來沒有過」的學生，推理與分析領域的試題答對率是四者中最低的。

表 4-5-42 「平時考或小考」對於「推理與分析領域」試題答對率的單因子變異數分析

統計值	選項				
	從來沒有過	有些課	約有一半的課	幾乎每節課	總和
人數	139	1932	1702	711	4484
平均答對率	.3547	.5447	.5550	.5321	.5407
標準差	.33003	.34390	.33472	.35279	.34306
標準誤	.02799	.00782	.00811	.01323	.00512
ANOVA					
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	顯著性
組間	5.239	3	1.746	14.977*	.000
組內	522.360	4480	.117		

事後比較 (Scheffe 法): 1 < 2, 3, 4

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課

*p < .05

表 4-5-43 學生試題表現相似之探究式教學活動

課堂活動	事後比較		
	事實性知識領域 的試題答對率	概念性理解領域 的試題答對率	推理與分析領域 的試題答對率
看老師示範實驗或 演示探究活動	1<2, 3, 4	1<2, 3, 4	——
自行形成可供檢驗 的假說或預測可能 的結果	1<2	——	——
寫下觀察結果並解 釋其發生的原因	1<2, 3	1<2, 3, 4	1<2, 3, 4
做實驗或進行研究	1<2, 3	1<4<2, 3	1, 4<2, 3
以小組方式做實驗 或進行探究	2, 3>4	1<2, 3, 4 2>4	1, 4<2, 3

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課
 $p < .05$

——：F 考驗未達顯著

表 4-5-44 學生試題表現相似之課堂活動 (1)

課堂活動	事後比較		
	事實性知識領域 的試題答對率	概念性理解領域 的試題答對率	推理與分析領域 的試題答對率
將所學的理化連 結到日常生活上	1<2, 3, 4 2<4	1<2, 3, 4 2<4	1<2<3, 4
聽老師講課	1, 2, 3<4 2<3	1, 2<3<4	1, 2<3<4
自己做理化題目	1<2<3<4	1<2<3<4	1<2<3, 4

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課
 $p < .05$

——：F 考驗未達顯著

表 4-5-45 學生試題表現相似之課堂活動 (2)

課堂活動	事後比較		
	事實性知識領域 的試題答對率	概念性理解領域 的試題答對率	推理與分析領域 的試題答對率
學習科技對社會 的衝擊	1<2	1<2, 3, 4	1<2, 3
檢討家庭作業	1<2, 3, 4 2<3	1<2<3, 4	1<2, 3, 4
平時考或小考	1<2, 3, 4 2<3	1<2, 3, 4	1<2, 3, 4

(1) 從來沒有過 (2) 有些課 (3) 約有一半的課 (4) 幾乎每節課
 $p < .05$

—：F 考驗未達顯著

十五、小結與討論

對於「看老師示範實驗或演示探究活動」、「自行形成可供檢驗的假說或預測可能的結果」、「寫下觀察結果並解釋其發生的原因」等探究式教學活動而言，選擇「從來沒有過」的學生在各認知領域的表現都最差。而在「做實驗或進行研究」及「以小組方式做實驗或進行探究」中，選擇「有些課」或「約有一半的課」的學生，在各認知領域的答對率都較高（表 4-5-43）。但對於「設計及規劃實驗或探索活動」而言，選擇各選項的學生在各認知領域的答對率皆無顯著差異。因此，在各種探究式教學活動中，讓學生動手做實驗或分組進行討論，

對於提升學生的認知能力上較為顯著 (Arthur, Stoddard, & LaNasa, 2007)。

對於「對全班報告結果」而言，選擇「從來沒有過」或「有些課」的學生，在各認知領域的表現都比選擇「約有一半的課」或「幾乎每節課」的學生好，顯然此教學活動對於學生的各類認知能力發展幫助都不大。

對於「將所學的理化連結到日常生活上」、「聽老師講課」和「自己做理化題目」而言，上課時愈常聽老師講課且課程內容與日常生活連結，以及自己做練習的學生，在各領域的表現都愈好(表 4-5-44)，顯然學生從課堂上和題目練習中獲得的認知能力都是全面性的。但上課時從不聽老師講課的學生，和只在有些課中聽老師講課的學生表現並無顯著差異。Fraser 和 Kahle (2007) 發現，影響學生的學習態度的原因包含教室環境、家庭環境和同儕環境，但只有教室環境或教師的教學方法會影響學生的學習成就，這些都意味著只有提升學生的學習興趣，讓學生上課時認真學習，才能達到發展學生的認知能力之目標。

對於「學習科技對社會的衝擊」、「檢討家庭作業」及「平時考或小考」而言，選擇「從來沒有過」的學生在各認知領域的表現都最差，與選擇其他選項的學生達顯著差異；且只在有些課檢討家庭作業的學

生，表現也比時常檢討家庭作業的學生差；而在有些課接受考試的學生，比起約有一半的課都接受考試的學生，在事實性知識領域的表現較差（表 4-5-45）。對於「在課堂上就開始做家庭作業」而言，選擇「約有一半的課」的學生，只在「事實性知識」領域的答對率顯著高於選擇「從來沒有過」的學生；而在其他認知領域中，選擇各選項的學生表現並無顯著差異。

在我國的升學制度下，教師施行紙筆測驗和指派習題類型作業的頻率普遍偏高，但結果顯示施行考試和指派習題作業並無法使學生的認知能力有全面性的進展，而僅提升事實性知識領域的成就。也就是說，教師強調考試和習題作業的結果，僅只加深學生的記憶（侯怡如，2003），但卻無法使學生在其餘認知領域上獲得幫助。因此，黃馨萱（2007）建議我國教師採用多元化的評量方式，配合使學生提高學習興趣的教學方法，才能使學生的認知能力得到全面性的發展。

第六節 我國男女學生在不同試題類型的 作答差異比較

本節討論我國不同性別學生的理化試題答對率差異，包括選擇題和非選擇題答對率，以及不同性別學生的理化非選擇題空白率差異，使用的分析方法為獨立樣本 t 考驗。

一、我國男女學生的理化選擇題答對率

表 4-6-1 為對於男女生的理化選擇題答對率進行獨立樣本 t 考驗的結果。男生的平均答對率為.6877，女生的平均答對率為.6839，t 值為-.513，未達.05 的顯著水準，顯示男女生在理化選擇題答對率無顯著差異。

表 4-6-1 男女生的理化選擇題答對率之獨立樣本 t 考驗

學生性別	平均答對率	人數	標準差	平均數的標 準誤	變異數同質性	
					Levene 檢定	
					F 檢定	顯著性
女	.6839	2392	.25627	.00524	1.095	.296
男	.6877	2543	.25827	.00512		
獨立樣本檢定						
	數值		自由度		顯著性（雙尾）	
t 考驗	-.513		4933		.608	
有效觀察值個數	4935					

*p<.05

二、我國男女學生的理化非選擇題答對率

表 4-6-2 為對於男女生的理化非選擇題答對率進行獨立樣本 t 考驗的結果。男生的平均答對率為.5536，女生的平均答對率為.5522，變異數同質性 Levene 考驗法達顯著，需使用校正公式來計算 t 值。校正後的 t 值為-.152，未達.05 的顯著水準，顯示男女生在理化非選擇題答對率無顯著差異。

表 4-6-2 男女生的理化非選擇題答對率之獨立樣本 t 考驗

學生性別	平均答對率	人數	標準差	平均數的標 準誤	變異數同質性 Levene 檢定	
					F 檢定	顯著性
女	.5522	2617	.34612	.00677	6.145	.013
男	.5536	2761	.35552	.00677		
獨立樣本檢定						
	數值		自由度		顯著性（雙尾）	
t 考驗	-.152		5372.145		.879	
有效觀察值個數	5378					

*p<.05

三、我國男女學生的理化非選擇題空白率

表 4-6-3 為對於男女生的理化非選擇題空白率進行獨立樣本 t 考驗的結果。男生的平均空白率為.1239，女生的平均空白率為.0852，變異數同質性 Levene 考驗法達顯著，需使用校正公式來計算 t 值。校正後的 t 值為-5.854，達到.05 的顯著水準，顯示男女生在理化非選擇題空白率達顯著差異。

表 4-6-3 男女生的理化非選擇題空白率之獨立樣本 t 考驗

學生性別	平均空白率	人數	標準差	平均數的標準誤	變異數同質性	
					Levene 檢定	
					F 檢定	顯著性
女	.0852	2617	.22141	.00433	90.081	.000
男	.1239	2761	.26343	.00501		
獨立樣本檢定						
	數值		自由度		顯著性（雙尾）	
t 考驗	-5.854*		5300.658		.000	
有效觀察值個數	5378					

*p<.05

四、 小結與討論

雖然男生在物理方面的試題答對率高於女生，而女生在化學方面的試題答對率高於男生，但男女生的表現實際上並無顯著差異（吳琪玉，2005；顏秀玫，2004）。同樣地，由上述結果看來，男女生不管

在理化選擇題或非選擇題的答對率上都無差異，顯示男女生在理化學習方面的成就的差距已不復存在，顯然在講求男女平權的今日，女生的學習成效已逐漸顯現，無疑是科學教育上的一大成功。然而，男女生的理化非選擇題空白率卻出現顯著差異。男生的空白率明顯高於女生，顯示男生在遇到不會的題目時，較容易出現放棄的情況。且男生的平均空白率標準差比女生高，表示男生碰到非選擇題時選擇作答與否的情況較為懸殊，有些學生甚至一遭遇非選擇題便放棄。這說明女生在作答非選擇題的意願較高，有較好的寫作態度（Graham & Fan, 2007）。這可能是因為性別天生存在的差異，女生比男生更為敏感、細心、不遺漏（洪佳慧，2002），因此試題空白的情形較少。

