

第四章 研究結果與討論

第一節 常見的力單元成就測驗

一、實驗組與對照組前測總分之差異性分析

利用實驗組與對照組學生前測成績進行 t 檢定，發現兩組學生在前測成績並無顯著性差異。結果如表 13：

表 13：實驗組與對照組學生常見的力單元成就測驗前測總分之差異

項目	實驗組		對照組		平均差異 (實-對)	t 值
	平均值	標準差	平均值	標準差		
前測成績	14.8	4.39	15.62	5.30	-0.82	-1.46

註：N=270

二、不同教學分組與成績分組學生學習後測及追蹤測成績之差異性分析

表 14：實驗組與對照組成就測驗前測、後測及追蹤測成績平均數差異比較

	前測		後測		追蹤測		平均差 (後-前)	t 值	平均差 (延-前)	t 值	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD					
實驗組	高分組 N=47	16.91	4.97	33.77	5.98	33.60	7.46	16.85	16.36***	16.68	14.45***
	中分組 N=43	13.91	3.43	28.42	6.54	25.60	8.72	14.51	15.60***	11.70	7.85***
	低分組 N=45	13.44	3.78	24.64	8.50	21.71	9.17	11.20	9.30***	8.27	6.51***
	實驗 全組 N=135	14.80	4.39	29.02	7.99	27.90	9.79	14.22	22.13***	12.29	15.26***
	高分組 N=44	19.00	5.86	23.50	10.16	21.18	10.61	4.50	3.36**	2.18	1.49
	中分組	15.07	4.30	16.11	6.63	15.07	7.92	1.05	1.147	0.00	0.00

	N=44										
對照組	低分組 N=47	12.98	3.76	11.81	3.43	11.53	3.39	-1.17	-1.72	-1.45	-2.61*
	對照 全組 N=135	15.62	5.30	17.02	8.65	15.83	8.73	1.40	2.30*	0.21	0.34

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

由表 14 可以發現在實驗組中不論是高分組、中分組及低分組在後測及追蹤測的成對 t 檢定均達顯著差異，顯示使用建構主義式的網路科學學習模式，確實可以讓在自然科成績不論高成就或低成就的學生都可以學得很好，而且學習保持也有不錯的效果。

而同樣觀察表 14 對照組的數據顯示，只有高分組的學生在後測成績達顯著，其餘的各組在後測及追蹤測均未達顯著，甚而低分組的學生在後測及追蹤測的成績都低於前測成績，由此顯示，傳統的教學方式只對自然科成績高成就的學生的學習有效，但是對一般或低成就的學生就沒有多大的效果，尤其自然科低成就的學生方面，在經過八節傳統的教學方式後，更讓他們對自然科沒信心、沒興趣，因而造成後測及追蹤測成績低於前測成績。

接著針對教學分組及成績分組進行雙因子多變項共變數分析 (two-factor MANCOVA)，在此分析中自變項有兩個因子分別是教學分組 (實驗、對照) 及成績分組 (高、中、低)，資料分析以「學習前測成績」為共變項，依變項則有成就測驗後測及追蹤測。進行考驗學生在經過建構主義式的網路科學學習網站教學與傳統教學後，在後測成績是否有顯著差異，以控制變項 (前測成績) 與依變項 (成就測驗後測及追蹤測成績) 間的共變為基礎，進行調整，得到排除控制變項 (學習前測成績) 影響的單純統計量。共變數的分析之 F 值若達顯著，則再進行單因子多變項共變數分析，進行事後比較分析，找出組間調整後平均數是否有顯著差異。

在經過不同的教學模式後，結果如表 15：

表 15:教學分組與成績分組在成就測驗後測與追蹤測總分雙因子多變項變異數分析

變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
共變量 (前測)	0.86	1	21.38***
教學分組 (實驗、對照)	0.52	1	118.87***
成績分組 (高、中、低)	0.82	2	13.35***
教學分組 x 成績分組	0.97		1.962

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

由表 15 可以發現在雙因子多變項共變數分析中教學分組及成績分組的 F 值均達顯著，不同教學分組與成績分組均有顯著差異，但是教學分組與成績分組之間並無交互作用存在，因此進行主要效果分析。首先針對不同教學分組因子進行單因子多變量共變數分析

(one-factor MANCOVA) 顯示不同教學分組達顯著差異 (wilks's $\Lambda = 0.57$)，再經單因子單變量共變數分析 (one-factor ANCOVA)，顯示不同教學分組分別在後測及追蹤測成績上均有顯著差異，且實驗組高於對照組。而後針對不同成績分組進行單因子多變量共變數分析 (one-factor MANCOVA) 顯示不同成績分組達顯著差異 (wilks's $\Lambda = 0.87$)，再經單因子單變量共變數分析 (one-factor ANCOVA)，顯示不同成績分組分別在後測及追蹤測成績上都是高分組高於中分組及低分組，而中分組也高於低分組，而且均有顯著差異，所得的數據資料整理如表 16。

表 16:教學分組與成績分組之主要效果摘要表

變異來源	多變量 wilks's Λ	單變量		事後比較
		後測	追蹤測	
教學分組	0.57***	206.64***	139.82***	後：實>對 延：實>對
成績分組	0.87***	17.47***	16.96***	後：高>中>低 延：高>中>低

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

高：高分組 中：中分組 低：低分組 實：實驗組 對：對照組

由表 16 結果顯示針對不同教學分組資料分析，不論在後測及追蹤測成績，實驗組都優於對照組，代表建構主義式的網路科學學習模式不論在學習成效或學習效果的保持都優於傳統的教學方式。而針對不同成績分組的資料分析結果顯示分別在後測及追蹤測成績上都是高分組高於中分組及低分組，而中分組也高於低分組，而且均有顯著差異。



第二節 學習路徑成效分析

本節將分別針對學生在學習網站上的「力的學習」的學習路徑資料，以及每一單元主題的次要概念檢測的學習資料，來呈現在常見的力網站學習中，學生的學習路徑及錯誤次要概念分析。

一、力的效應次要概念學習路徑分析

本單元共有十個次要概念，檢測的題目敘述及實驗組高、中、低分組學生的檢測狀況如表 17 所示。

表 17：力的效應次要概念檢測表

次要概念	題目敘述	高分組		中分組		低分組		整體	
		N	%	N	%	N	%	N	%
一	彈簧，是否有受到「力的作用」？(用手拉)	47	100	43	100	42	93.3	132	97.8
二	桌子，是否有受到蘋果「力的作用」？	35	74.5	32	74.4	31	68.9	98	72.6
三	塑膠尺，是否有受到手指「力的作用」？	46	97.9	43	100	44	97.8	133	98.5
四	塑膠尺，是否有受到蘋果「力的作用」？	46	97.9	39	90.7	42	93.3	127	94.1
五	彈簧，是否有受到「力的作用」？(下掛重物)	44	93.6	38	88.4	43	95.6	125	92.6
六	彈簧、塑膠尺所受到力的作用時有何共同特性呢？	47	100	41	95.3	40	88.9	128	94.8
七	人用「力」推車，使故障的車子受力移動，當時車子的運動狀態？	46	97.9	42	97.7	43	95.6	131	97.0
八	手接住落下的球時，當時球的運動狀態？	44	93.6	36	83.7	30	66.7	110	81.5
九	乒乓球碰到手時球時，當時乒乓球的運動狀態？	46	97.9	41	95.3	41	91.1	128	94.8
十	車子、棒球、乒乓球所受到力的作用時有何共同特性呢？	44	93.6	40	93.0	38	84.4	122	90.4

高分組 N=47 中分組 N=43 低分組 N=45

次要概念一：主要在確認學生有物體受「力」的作用，而有「形狀」上改變的概念。表 17 顯示高、中分組學生的答對率達到 100%，

而低分組學生答對率達到 97.8%，整體來講，大多的學生都有物體受「力」的作用，而有「形狀」上改變的概念。

次要概念二：此學習內容主要在確認學生有施力體不一定是「生物」或「手」的概念。整體的答對率為 72.6%，其中高、中分組有接近七成五的答對率，低分組有接近七成的答對率，顯示有「施力體」一定要是「生物」或「手」的迷失概念仍有接近三成的學生。

次要概念三：此學習內容是延續上一個學習內容的概念，讓學生確認直尺會變形是因為受到力的作用，由答對率 98.5% 可以知道，所有的學生都有此概念，答錯的二位學生高分組及低分組各一。

次要概念四：此學習內容是延續次要概念二及次要概念三，由次要概念二的答題可以知道有接近三成的學生，有「施力體」一定要是「生物」或「手」的迷失概念，經過次要概念三的引導，讓學生確認直尺會變形是因為受到力的作用，因此，當題目中的手換成蘋果時，就有 94.1% 的學生認為直尺會變形因為受到蘋果「力」的作用。

次要概念五：此學習內容在確認學生有「施力體」一定要是「生物」或「手」。由答對率 92.6% 可以知道大部分的學生都有「砝碼」的「力」的作用會讓彈簧有伸長的形狀改變。

次要概念六：此學習內容是前面學習內容的小結，在讓學生確認物體受到「力」的作用，有形狀改變的特性，由答對率 94.8% 可以知道大部分的學生都有此概念。

次要概念七：此學習內容在讓學生確認物體受到「力」的作用，會有運動狀態的改變，由答對率 97.0%，可以知道大部分的學生都有此概念。

次要概念八：此學習內容也是在讓學生確認物體受到力的作用，會改變運動狀態，由答對率 81.5% 可以知道大部分的同學人有此概念，不過低分組與高分組的答對率相差近 30% 也顯示了低分組的同學對於「球」被「手」接住，是造成所謂「球」的運動狀態改變，理解有困難。

次要概念九：此學習內容也是在確認學生有物體受力的作用，會造成運動狀態改變，不過在此學習內容所謂的運動狀態改變是運動方向的改變，由答對率 94.8% 可以知道大部分的學生都有此概念。

次要概念十：此學習內容是對物體受力的作用，又造成物體運動狀態的改變做個小結，將所有狀況一次呈現，再次確認學生的概念，

由 90.6% 的答對率顯示，大部分的學生都有此概念。不過低分組的學生可能受用手接住球的狀況影響，答對率較整體答對率低，不過仍有 84.4% 的答對率。

表 18：力的效應學習次要概念錯誤累計表

答錯題數	0	1	2	3	4	小計
高分組	31	9	5	2	0	47
中分組	26	6	6	3	2	43
低分組	21	6	9	4	5	45
小計 (人)	78	21	20	9	7	135

由表 18 錯誤題數累計表顯示在此學習單元中有 78 人 (57.8%) 全部答對，整個單元十個次要概念中，大部分的學生全對或錯一到二個概念，只有少數幾位同學錯了三到四個概念，其中以低分組累計錯了四個概念共 5 個人最多。

表 19：力的效應學習路徑分析

學習路徑類型	次要概念一	次要概念二	次要概念三	次要概念四	次要概念五	次要概念六	次要概念七	次要概念八	次要概念九	次要概念十	高分組 (%)	中分組 (%)	低分組 (%)
	物體受力變形	施力體不一定是生物	變形是因為受到力的作用 (一)	變形是因為受到力的作用 (二)	變形是因為受到力的作用 (三)	物體受到力的作用有變形的特徵	物體受力改變運動狀態 (速度)	物體受力改變運動狀態 (速度)	物體受力改變運動狀態 (方向)	物體受力的作用會改變運動狀態			
一	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	66.0	60.5	46.7
二	○	X	○	○	○	○	○	○	○	○	12.8	4.65	6.67
三	○	X	○	○	○	○	○	X	○	○	2.13	2.32	11.1
四	○	X	○	X	○	○	○	○	○	○	2.13	4.65	2.22
其他											16.9	28.0	33.3
										小計	100	100	100

○：代表次要概念檢測的學習網頁。

X：代表進入次要概念檢測說明的學習網頁，意即代表該次要概念檢測學生沒通過。

在本研究中關於路徑分析，判斷是否成為學生主要學習路徑，為該路徑是否在高、中、低三組有合計超過 10% 的學生走一樣的路徑，若有超過 10% 的學生才判斷該路徑為學生主要的學習路徑。

分析由表 19 力的效應學習路徑分析，可以看出在此單元有主要的四種學習路徑，第一種是所有概念皆正確，第二種是只錯了第二個次要概念（施力體不一定是生物），第三種是同時錯了第二及第八次要概念（物體受力改變運動狀態（速度）），第四種是同時錯了第二及第四次要概念（變形是因為受到力的作用），此四種路徑可以描述學生的學習路徑在高分組達 83.1%，中分組 72.0%，低分組 66.7%，整體是 74%。而此單元所有次要概念全對的答對率高分組為 66.0%，中分組為 60.5%，低分組為 46.7%。

二、力的表示次要概念學習路徑分析

本單元共有九個次要概念，檢測的題目敘述及實驗組高、中、低分組學生的檢測狀況如表 20 所示。

表 20：力的表示次要概念檢測表

次要概念	題目敘述	高分組		中分組		低分組		整體	
		N	%	N	%	N	%	N	%
一	彈簧，分別掛上 1 公斤重及 2 公斤重的重物，兩次的伸長量是否相同？	42	89.4	42	97.7	40	88.9	124	91.9
二	三個彈簧，受到力的作用，都產生「伸長」的形狀改變，但是你是否觀察到，它們有何不同？	47	100	39	90.7	35	77.8	121	89.6
三	大人推車，會讓汽車產生何種改變？	47	100	40	93.0	43	95.6	130	96.3
四	一個大人推車和一個小孩在推車，對於車子的「移動速度」，你覺得這兩台車有何不同？	46	97.9	40	93.0	43	95.6	129	95.6
五	大人可以出較大的力量，造成車子的「運動速度」較快，由此你是否覺得「力的大小」與物體運動速度的關係是？	44	93.6	39	90.7	36	80.0	119	88.1
六	一球被踢後會向右滾動，另一的球被踢後會向左滾動，你覺得是因為？	46	97.9	43	100	45	100	134	99.3

七	A 線段長度表示一個 1 公斤重的作用力，則 B 線段長度就表示一個 2 公斤重的作用力(因為 B 為 A 的兩倍)，而三倍線段長度 C 就表示一個 3 公斤重的作用力的大小，同理，請問 D 線段代表多少的作用力？	36	76.6	24	55.8	23	51.1	83	61.5
八	作用力 C 或作用力 D 哪一個作用力與作用力 A 相同？	36	76.6	31	72.1	27	60.0	94	69.6
九	一物體受到向東 100 公克重的拉力，則此拉力如何表示？	44	93.6	37	86.0	36	80.0	117	86.7

高分組 N=47 中分組 N=43 低分組 N=45

次要概念一：主要在確認學生有物體受到不同「力」的作用，而「形狀」改變也會不同的概念。表 20 顯示高分組學生的答對率 89.4%、中分組學生的答對率達到 97.7%，而低分組學生答對率達到 77.8%。整體來講，多數的學生(94.8%)都有物體受到不同「力」的作用，而「形狀」改變也會不同的概念。

次要概念二：主要再次確認學生有物體受到不同「力」的作用，而「形狀」改變也會不同的概念。表 20 顯示高分組學生的答對率 100%、中分組學生的答對率達到 90.7%，而低分組學生答對率達到 77.8%，至於低分組共有十位學生答錯，經比對與次要概念一答錯的學生發現，有三人是同時次要概念一與次要概念二都錯，所以這三位同學，應該是對於物體受到不同「力」的作用，其「形狀」改變會不同學的概念有問題。整體來講，多數的學生(89.6%)都有物體受到不同「力」的作用，而「形狀」改變也會不同的概念。

次要概念三：主要在確認學生有物體受到「力」的作用，而「運動狀態」會改變的概念。表 20 顯示高分組學生的答對率 100%、中分組學生的答對率達到 93.0%，而低分組學生答對率達到 95.6%。整體來講，多數的學生(96.3%)都有物體受到「力」的作用，而「運動狀態」會改變的概念。

次要概念四：主要再次確認學生有物體受到不同「力」的作用，而「運動狀態」改變也會不同的概念。表 20 顯示高分組學生的答對率 97.9%、中分組學生的答對率達到 93.0%，而低分組學生答對率達到 95.6%。整體來講，多數的學生(95.6%)都有物體受到「力」的作用，而「運動狀態」會改變的概念。

次要概念五：是次要概念三及次要概念四的小結，主要在確認學生有物體受到不同力的作用，會造成物體運動速度改變也會不同的概念。表 20 顯示高分組學生的答對率 93.6%、中分組學生的答對率達到 90.7%而低分組學生答對率達到 80.0%。低分組共有 9 位學生答錯，經比對學習路徑，此 9 位與次要概念一、二同時答錯的那 3 位學生並沒有重複，所以顯示，實驗組內的學生並沒有人同時，對於不同的力會造成物體「形狀」改變或「運動狀態」改變的兩個次要概念都錯，整體來講，多數的學生(88.1%)都有物體受到「力」的作用，而「運動狀態」會改變的概念。

次要概念六：主要在確認學生有物體受到不同「力」的作用，而「運動方向」改變也會不同的概念。表 20 顯示高分組學生的答對率 97.9%、中分組學生的答對率達到 100%，而低分組學生答對率達到 100%，只有高分組 1 位學生答錯。整體來講，所有的學生(99.3%)都有物體受到不同「力」的作用，而「運動方向」改變也會不同的概念。

次要概念七：主要在確認學生會計算圖示線段長短來代表力的大小的概念。表 20 顯示高分組學生的答對 77.6%、中分組學生的答對率達到 55.8%，而低分組學生答對率達到 51.1%。累計高中低三組共 52 位學生答錯，顯示對於利用「圖示線段」來「計算」代表「力」這個抽象概念，學生比較難理解，整體來講，只有 61.5%學生可以理解此概念。

次要概念八：主要在確認學生有相同線段箭頭方向可以代表力的方向相同的概念。表 20 顯示高分組學生的答對 76.6%、中分組學生的答對率達到 72.1%，而低分組學生答對率達到 60.0%。累計高中低三組共 41 位學生答錯，此概念與次要概念七都是抽象概念，經比對學生學習路徑發現，同時次要概念七與次要概念八都錯的學生，高分組有 6 人、中分組有 7 人、低分組有 9 人，顯示對於利用「圖示線段」長短與箭頭來計算、代表「力」的大小與方向這個抽象概念，有 16% 學生比較難理解此概念。

次要概念九：主要在確認學生有將對於力的文字敘述轉換圖示的概念。表 20 顯示高分組學生的答對率 93.6%、中分組學生的答對率達到 86.0%，而低分組學生答對率達到 80.0%。整體來講，多數的學生(86.7%)都有力的文字敘述轉換圖示的概念。與次要概念七、八比較可以得知次要概念九是利用圖示來表示一個力時，大部分的學生都可以理解，但是次要概念七、八同時利用圖示來表示比較兩個力，就有一部分的學生較難理解，三概念题目的圖示，請參考圖 17。

圖 17：次要概念七、八、九題目圖示

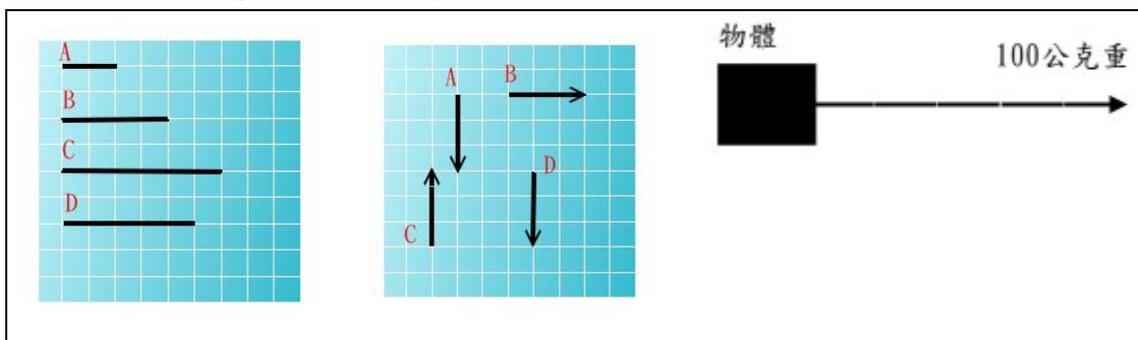


表 21：力的表示學習次要概念錯誤累計表

答錯題數	0	1	2	3	4	小計
高分組	29	6	9	1	2	47
中分組	14	15	7	5	2	43
低分組	7	14	15	4	4	45
小計 (人)	50	35	31	10	8	135

由表 21 錯誤題數累計表顯示在此學習單元中有 50 人 (37.0%) 全部答對，整個單元九個次要概念中，大部分的學生全對或錯一到二個概念，只有十幾位同學錯了三到四個概念。

表 22：力的表示學習路徑分析

學習路徑類型	次要概念一	次要概念二	次要概念三	次要概念四	次要概念五	次要概念六	次要概念七	次要概念八	次要概念九	高分組 (%)	中分組 (%)	低分組 (%)
	物體受不同力作用變形也不同	物體受不同力作用變形也不同	物體受不同力作用運動狀態會改變	物體受不同力作用運動速度也會不	物體受不同力作用運動速度也會不	物體受不同力作用運動速度也會不	計算圖示線段長短來代表力的大小	相同線段箭頭方向可以代表力的方向相同	力的文字敘述轉換圖示			
一	○	○	○	○	○	○	○	○	○	61.70	32.60	15.60
二	○	○	○	○	○	○	X	○	○	06.38	18.60	15.60

三	○	○	○	○	○	○	○	X	○	06.38	09.30	13.30
四	○	○	○	○	○	○	X	X	○	08.51	04.65	11.10
其 他										17.03	34.85	44.40
小計										100	100	100

○：代表次要概念檢測的學習網頁。

X：代表進入次要概念檢測說明的學習網頁，意即代表該次要概念檢測學生沒通過。

分析由表 22 力的表示學習路徑分析，可以看出在此單元有主要的四種學習路徑，第一種是所有次要概念皆正確，第二種是只錯了第七個次要概念（計算圖示線段長短來代表力的大小），第三種是只錯了第八個次要概念（相同線段箭頭方向可以代表力的方向相同），第四種是同時錯了第七及第八次要概念（變形是因為受到力的作用），此四種路徑可以描述學生的學習路徑在高分組達 82.97%，中分組 65.15%，低分組 55.6%，整體是 67.4%。而此單元所有次要概念全對的答對率高分組為 61.7%，中分組為 32.6%，低分組為 15.6%。

三、力的測量次要概念學習路徑分析

本單元力的測量在學習網站，主要是有一個線上力的測量的互動軟體，可以讓學生實際操利用不同彈簧與不同物重，觀察伸長量變化的情形。

本單元共有二個次要概念，檢測的題目敘述及實驗組高、中、低分組學生的檢測狀況如表 23 所示。

表 23：力的測量次要概念檢測表

次 要 概 念	題目敘述	高分組		中分組		低分組		整體	
		N	%	N	%	N	%	N	%
一	彈簧受力越大時，伸長量越長，所以我們通常可以用來測量？	46	97.9	39	90.7	41	91.1	126	93.3
二	彈簧掛上物重 300gw 時，彈簧的伸長量應是幾公分？	34	72.3	35	81.4	36	80.0	105	77.7

高分組 N=47 中分組 N=43 低分組 N=45

次要概念一：主要在確認學生有彈簧可以測量伸長量概念。表 23 顯示高分組學生的答對率 97.9%、中分組學生的答對率達到

90.7%，而低分組學生答對率達到 91.1%。整體來講，多數的學生 (93.3%) 都有彈簧可以測量伸長量概念。

次要概念二：主要在確認學生會閱讀實驗時所記錄的圖表。表 23 顯示高分組學生的答對率 72.3%、中分組學生的答對率達到 81.4%，而低分組學生答對率達到 80.0%。整體來講，大部分的學生 (77.7%) 都會閱讀實驗時所記錄的圖表，在此概念中高分組的學生錯誤會比中、低分組的學生多。

表 24：力的測量學習次要概念錯誤累計表

答錯題數	0	1	2	小計(人)
高分組	34	12	1	47
中分組	31	12	0	43
低分組	33	11	1	45
小計(人)	98	35	2	135

由表 24 錯誤題數累計表顯示在此學習單元中有 98 人 (72.6%) 全部答對，整個單元二個概念中，大部分的學生全對或錯一個概念，只有二位學生同時錯了兩個概念。

圖 18：力的測量實驗記錄表

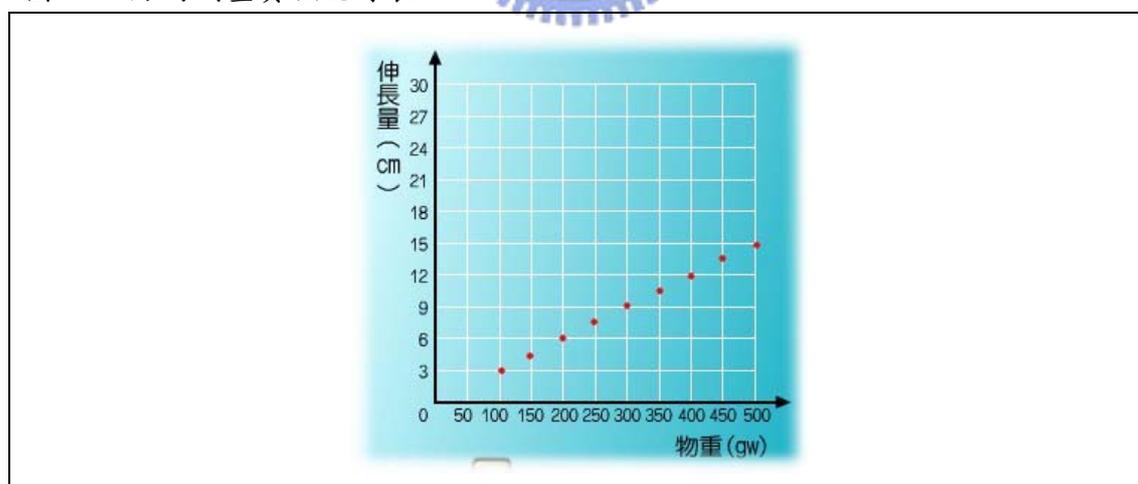


表 25：力的測量學習路徑分析

學習路徑類型	次要概念		高分組 (%)	中分組 (%)	低分組 (%)
	一	二			
	彈簧可以測量伸長量	閱讀實驗時所記錄的圖表			
一	○	○	72.34	72.10	73.33
二	○	X	25.53	18.60	17.78
三	X	○	00.00	09.30	06.67
四	X	X	02.13	00.00	02.22
	小計		100	100	100

○：代表次要概念檢測的學習網頁。

X：代表進入次要概念檢測說明的學習網頁，意即代表該次要概念檢測學生沒通過。

分析由表 25 力的測量學習路徑分析，可以看出在此單元有主要的四種學習路徑，第一種是所有次要概念皆正確，第二種是只錯了第二個次要概念（閱讀實驗時所記錄的圖表），第三種是只錯了第一個次要概念（彈簧可以測量伸長量），第四種是同時錯了第一及第二次要概念，由表（4-2-9）力的效應學習路徑分析，可以發現大部分的學生都是第一種路徑，而此四種路徑可以描述學生的學習路徑在高中低三分組達 100%。而此單元所有次要概念全對的答對率高分組為 72.3%，中分組為 72.1%，低分組為 73.3%。

四、兩力平衡次要概念學習路徑分析

本單元共有六個次要概念，檢測的題目敘述及實驗組高、中、低分組學生的檢測狀況如表 26 所示。

表 26：兩力平衡次要概念檢測表

次要概念	題目敘述	高分組		中分組		低分組		整體	
		N	%	N	%	N	%	N	%
一	足球，受到力的作用而產生何種效應？	46	97.9	43	100	45	100	134	99.3
二	手若是放開蘋果，請你想想蘋果會如何？	42	89.9	40	93	39	86.7	121	89.6
三	足球如果同時受到向左及向右兩個大小相等的推力作用，則足球會如何？	44	93.6	39	90.7	43	95.6	126	93.3
四	如果手中拿著蘋果但不放手，此時蘋果同時受到幾個力作用而不會往下掉落。	30	63.8	22	51.2	29	64.4	81	60.0
五	圖中該物體是否達到「力的平衡」？	27	57.4	26	60.5	16	35.6	69	51.1
六	圖中該物體是否達到「力的平衡」？	37	78.7	24	55.5	22	48.9	83	61.5

高分組 N=47 中分組 N=43 低分組 N=45

次要概念一：主要在確認學生有物體受力的作用會產生運動狀態改變概念。表 26 顯示高分組學生的答對率 97.9%、中分組學生的答對率達到 100%，而低分組學生答對率達到 100%，答錯的學生可能是看題目時不是很細心。整體來講，多數的學生(99.3%)都有物體受力的作用會產生運動狀態改變概念。

次要概念二：主要在也是確認學生有物體受力的作用會產生運動狀態改變概念。表 26 顯示高分組學生的答對率 89.9%、中分組學生的答對率達到 93%，而低分組學生答對率達到 86.7%，答錯的學生雖較次要概念一的學生人數多。但是整體來講，多數的學生(89.6%)都有物體受力的作用會產生運動狀態改變概念。

次要概念三：主要在確認學生有物體受對稱兩力的作用會產生平衡概念。表 26 顯示高分組學生的答對率 93.6%、中分組學生的答對率達到 90.7%，而低分組學生答對率達到 95.6%。整體來講，多數的學生(93.3%)都有物體受對稱兩力的作用會產生平衡的概念。

次要概念四：主要也是在確認學生有物體受對稱兩力的作用會產生平衡概念。表 26 顯示高分組學生的答對率 63.8%、中分組學生的答對率達到 51.2%，而低分組學生答對率達到 64.4%，與次要概念三比較，因為有一個力是重力，同學可能忽略了，所以答錯的學生增加

了許多。整體來講，60%的學生有物體受對稱兩力的作用會產生平衡的概念。

次要概念五：主要在確認學生有判斷達到「力的平衡」的概念。表 26 顯示高分組學生的答對率 57.4%、中分組學生的答對率達到 60.5%，而低分組學生答對率達到 35.6%，答錯的學生應是對於達到「力的平衡」的條件不是很清楚。整體來講，只有 51.1%學生有判斷達到「力的平衡」的概念。

次要概念六：主要也是在確認學生有判斷達到「力的平衡」的概念。表 26 顯示高分組學生的答對率 78.7%、中分組學生的答對率達到 55.5%，而低分組學生答對率達到 48.9%，答錯的學生應也是對於達到「力的平衡」的條件不是很清楚，整體來講，只有 61.5%學生有判斷達到「力的平衡」的概念。

分析學生的學習路徑，次要概念五與次要概念六同時都錯的學生在高分組有 12.77%，中分組有 23.26%，低分組有 40%，整體有 25.19%，顯示有四分之一的學生對於判斷是否達到「力的平衡」的情況有問題。

表 27：兩力平衡學習次要概念錯誤累計表

答錯題數	0	1	2	3	4	小計
高分組	16	16	6	8	1	47
中分組	12	10	10	10	1	43
低分組	10	7	17	9	2	45
小計(人)	38	33	33	27	4	135

由表 27 錯誤題數累計表顯示在此學習單元中有 38 人(28.1%)全部答對，整個單元六個次要概念中，除了完全答對的學生外，大部分的學生錯一到三個次要概念，只有四位學生同時錯了四個次要概念。

表 28：兩力平衡學習路徑分析

學習路徑類型	次要概念一	次要概念二	次要概念三	次要概念四	次要概念五	次要概念六	高分組 (%)	中分組 (%)	低分組 (%)
	物體受力的作用會產生運動狀態改變	物體受力的作用會產生運動狀態改變	物體受對稱兩力的作用會產生平衡	物體受對稱兩力的作用會產生平衡	判斷達到「力的平衡」	判斷達到「力的平衡」			
一	○	○	○	○	○	○	34.04	27.90	22.22
二	○	○	○	○	X	○	17.02	04.65	08.89
三	○	○	○	○	X	X	08.51	06.98	20.00
四	○	○	○	X	X	X	08.51	13.95	13.33
五	○	○	○	X	○	○	10.64	09.30	00.00
六	○	○	○	X	X	○	00.00	06.98	08.89
其他							21.28	30.24	26.67
小計							100	100	100

○：代表次要概念檢測的學習網頁。

X：代表進入次要概念檢測說明的學習網頁，意即代表該次要概念檢測學生沒通過。

分析由表 28 兩力平衡學習路徑分析，可以看出在此單元有主要的六種學習路徑，第一種是所有次要概念皆正確，第二種是只錯了第五個次要概念（判斷達到「力的平衡」），第三種是同時錯了第五及第六個次要概念（判斷達到「力的平衡」），第四種是同時錯了第四（物體受對稱兩力的作用會產生平衡）、第五及第六個次要概念，第五種是只錯了第四個次要概念，不過低分組的學生並沒有此種路徑，第六種是同時錯了第四及第五個次要概念，不過高分組的學生並沒有此種路徑，此六種路徑可以描述學生的學習路徑在高分組達 78.72%，中分組 69.76%，低分組 73.33%，整體是 74.07%。而此單元所有次要

概念全對的答對率高分組為 34.0%，中分組為 27.9%，低分組為 22.2%。

五、力的合成次要概念學習路徑分析

本單元共有七個次要概念，檢測的題目敘述及實驗組高、中、低分組學生的檢測狀況如表 29 所示。

表 29：力的合成次要概念檢測表

次要概念	題目敘述	高分組(%)		中分組(%)		低分組(%)		整體(%)	
		N	%	N	%	N	%	N	%
一	圖中的足球是否處於「平衡」狀態？	46	97.9	43	100	38	84.4	127	94.1
二	圖中氣球是屬於「靜力」平衡狀態嗎？ (不計風力)。	28	59.6	22	51.2	20	44.4	70	51.9
三	圖中物體是屬於「靜力」平衡狀態嗎？	42	89.4	40	93.0	35	77.8	117	86.7
四	物體所受的合力為多少？	41	87.2	28	65.1	32	71.1	101	74.8
五	物體所受的合力為多少？	39	83.0	35	81.4	30	66.7	104	77.0
六	光滑桌面，有一物體重 30gw，受一向 右施力 40gw，向左 20gw 時所受的合 力，和物體受向上拉力 40gw，向下拉 力 20gw 時所受的合力是否相同？	35	74.5	34	79.1	32	71.1	101	74.8
七	兩人合提一個裝水的水桶，應該如何 提最會省力？	45	95.7	37	86.0	41	91.1	123	91.1

高分組 N=47 中分組 N=43 低分組 N=45

次要概念一：主要在確認學生有物體受對稱兩力的作用會產生平衡概念。表 29 顯示高分組學生的答對率 97.9%、中分組學生的答對率達到 100%，而低分組學生答對率達到 84.4%，答錯的學生可能是不瞭解題目中敘述的「平衡」的意義。整體來講，多數的學生(94.1%)都有物體受對稱兩力的作用會產生平衡概念。

次要概念二：主要在確認學生有物體受對稱兩力的作用會產生平衡概念。表 29 顯示高分組學生的答對率 59.6%、中分組學生的答對率達到 51.2%，而低分組學生答對率達到 44.4%，高中低三組答對的學生都只有一半左右，顯示，學生在此有一迷失概念，亦即只考慮題目中拖曳氣球的繩子拉力，而忘記考慮氣球的浮力，因而認為氣球不

是處於靜力平衡的狀態。整體來講，只有一半的學生(51.9%)有物體受對稱兩力的作用會產生平衡概念。

次要概念三：主要在確認學生有判斷達到「力的平衡」的概念。表 29 顯示高分組學生的答對率 89.4%、中分組學生的答對率達到 93.0%，而低分組學生答對率達到 77.8%，與上一節的次要概念五與次要概念六相比較，經過了上一單元的學習，對於判斷是否達到「力的平衡」的學生有增加的趨勢。整體來講，多數的學生(86.7%)都有判斷達到「力的平衡」的概念。

次要概念四：主要在確認學生會計算力的合成概念。表 29 顯示高分組學生的答對率 87.2%、中分組學生的答對率達到 65.1%，而低分組學生答對率達到 71.1%，答錯的學生可能是對如何將兩力合成的計算有問題。整體來講，有 74.8%的學生會計算力的合成概念。

次要概念五：主要再次確認學生會計算力的合成概念。表 29 顯示高分組學生的答對率 83.0%、中分組學生的答對率達到 83.4%，而低分組學生答對率達到 66.7%，分析次要概念四與次要概念五學生的學習路徑，發覺兩個次要概念都錯的在高分組有 1 人，中分組有 4 人，低分組有 7 人，整體有 12 人，這些學生應是對如何將兩力合成的計算有問題。整體來講，有 77.0%的學生會計算力的合成概念。

次要概念六：主要在確認學生會計算力的合成概念。表 29 顯示高分組學生的答對率 74.5%、中分組學生的答對率達到 79.1%，而低分組學生答對率達到 71.1%，答錯的學生應是對如何計算力的合成有問題。整體來講，有 74.8%的學生會計算力的合成概念。

次要概念七：主要在確認學生有兩力平行時合力最大的概念。表 29 顯示高分組學生的答對率 95.7%、中分組學生的答對率達到 86.0%，而低分組學生答對率達到 91.1%。整體來講，大部分的學生(91.1%)都有兩力平行時合力最大的概念。

表 30：力的合成學習次要概念錯誤累計表

答錯題數	0	1	2	3	4	5	小計
高分組	16	15	12	2	2	0	47
中分組	10	16	8	7	1	1	43
低分組	7	10	17	6	2	1	45
小計(人)	33	41	37	15	5	2	135

由表 30 錯誤題數累計表顯示在此學習單元中有 33 人(24.4%)

全部答對，整個單元七個次要概念中，除了完全答對的學生外，大部分的學生錯一到三個次要概念，只有五位學生同時錯到四個次要概念。

表 31：力的表示學習路徑分析

學習路徑類型	次要概念一	次要概念二	次要概念三	次要概念四	次要概念五	次要概念六	次要概念七	高分組 (%)	中分組 (%)	低分組 (%)
	物體受對稱兩力的作用會產生平衡	物體受對稱兩力的作用會產生平衡	判斷達到力的平衡	計算力的合成(一)	計算力的合成(二)	計算力的合成(三)	兩力平行時合力最大			
一	○	○	○	○	○	○	○	34.04	23.26	15.56
二	○	X	○	○	○	○	○	17.02	20.93	13.33
三	○	X	○	○	○	X	○	08.81	02.33	08.89
四	○	X	○	X	○	○	○	06.38	11.63	13.33
五	○	○	○	○	○	X	○	06.38	04.65	04.44
六	○	○	○	X	○	○	○	00.00	09.30	00.00
其他								27.37	27.90	44.45
小計								100	100	100

○：代表次要概念檢測的學習網頁。

X：代表進入次要概念檢測說明的學習網頁，意即代表該次要概念檢測學生沒通過。

分析由表 31 力的合成學習路徑分析，可以看出在此單元有主要的種學習路徑，第一種是所有次要概念皆正確，第二種是只錯了第二個次要概念（物體受對稱兩力的作用會產生平衡），第三種是同時錯了第二及第六個次要概念（計算力的合成），第四種是同時錯了第二及第四個次要概念（計算力的合成），第五種是只錯了第六個次要概念（計算力的合成），第六種是同時錯了第四次要概念（計算力的合

成)，此路徑是只有中分組的學生才有的，此六種路徑可以描述學生的學習路徑在高分組達 72.63%，中分組 72.10%，低分組 55.55%，整體是 66.67%。而此單元所有次要概念全對的答對率高分組為 34.0%，中分組為 23.3%，低分組為 15.6%。

六、力的種類次要概念學習路徑分析

本單元共有四個次要概念，檢測的題目敘述及實驗組高、中、低分組學生的檢測狀況如表 32 所示。

表 32：力的種類次要概念檢測表

次要概念	題目敘述	高分組(%)		中分組(%)		低分組(%)		整體(%)	
		N	%	N	%	N	%	N	%
一	A、B 兩彈簧是否有受到力的作用呢？ 這彈簧受到力的作用 而伸長，蘋果受到地心引力作用而落下，但是這兩個	47	100	41	95.3	43	95.6	131	97.0
二	力從「施力體」與「受力體」的接觸關係來看有差別嗎？ 這彈簧受到力的作用而伸長，圖釘受到磁力作用而被吸住，但是這兩個力	42	89.4	41	95.3	38	84.4	121	89.6
三	從「施力體」與「受力體」的接觸關係來看有差別嗎？ 當一台車輛在行駛時，突然緊急煞	44	93.6	43	100	38	84.4	125	92.6
四	車，則輪胎受地面的摩擦力，而可以使車子停住，請問這「摩擦力」是屬於？	40	85.1	38	88.4	34	75.6	112	83.0

高分組 N=47 中分組 N=43 低分組 N=45

次要概念一：主要在確認學生有物體受力的作用會產生形變概念。表 32 顯示高分組學生的答對率 100%、中分組學生的答對率達到 95.3%，而低分組學生答對率達到 95.6%。整體來講，多數的學生 (97.0%) 都有物體受力的作用會產生形變概念。

次要概念二：主要在確認學生有會判斷「施力體」與「受力體」之不同概念。表 32 顯示高分組學生的答對率 89.4%、中分組學生的答對率達到 95.3%，而低分組學生答對率達到 84.4%。整體來講，多數的學生 (89.6%) 有會判斷「施力體」與「受力體」之不同概念。

次要概念三：主要在再次確認學生有會判斷「施力體」與「受力體」之不同概念。表 32 顯示高分組學生的答對率 93.6%、中分組學生的答對率達到 100%，而低分組學生答對率達到 84.4%。整體來講，多數的學生(92.6%)有會判斷「施力體」與「受力體」之不同概念。經分析次要概念二及次要概念三的學習路徑，只有低分組 3 位同學兩個次要概念都錯，所以顯示只有少數的學生不會分辨「施力體」與「受力體」之關係不同。

次要概念四：主要在確認學生有判斷力的分類概念。表 32 顯示高分組學生的答對率 85.1 組學生的答對率達到 88.4 分組學生答對率達到 75.6%，答錯的學生應是無法判斷當車子煞車時摩擦力到底作用在何處。整體來講，大部分的學生(83%)有判斷力的分類概念。

表 33：力的種類學習次要概念錯誤累計表

答錯題數	0	1	2	3	小計
高分組	35	9	3	0	47
中分組	35	7	1	0	43
低分組	28	9	6	2	45
小計(人)	98	25	10	2	135

由表(33)錯誤題數累計表顯示在此學習單元中有 98 人(72.59%)全部答對，整個單元四個次要概念中，除了完全答對的學生外，大部分的學生只錯了一個次要概念，另外只有 10 位學生同時錯到二個次要概念，低分組的學生有 2 位同時錯到三個次要概念。

表 34：力的種類學習路徑分析

學次	次要概念一	次要概念二	次要概念三	次要概念四	高分組 (%)	中分組 (%)	低分組 (%)
路徑類							

型	物體受力的作用會產生形狀改變	判斷「施力體」與「受力體」之不同	判斷「施力體」與「受力體」之不同	分辨力的種類			
一	○	○	○	○	74.47	81.40	62.22
二	○	○	○	X	08.51	09.30	11.11
三	○	○	X	○	06.38	00.00	02.22
四	○	X	○	X	06.38	00.00	02.22
五	○	X	○	○	04.26	04.65	06.67
其他					00.00	09.25	15.56
小計					100	100	100

○：代表次要概念檢測的學習網頁。

X：代表進入次要概念檢測說明的學習網頁，意即代表該次要概念檢測學生沒通過。

分析由表 34 力的種類學習路徑分析，可以看出在此單元有主要的五種學習路徑，第一種是所有次要概念皆正確，第二種是只錯了第四個次要概念(分辨力的種類)，第三種是只錯了第三個次要概念(判斷「施力體」與「受力體」之不同)，第四種是同時錯了第二及第四次要概念，第五種是錯了第二個次要概念(分辨力的種類)，此六種路徑可以描述學生的學習路徑在高分組達 100%，中分組 90.75%，低分組 84.44%，整體是 91.85%。而此單元所有次要概念全對的答對率高分組為 74.5%，中分組為 81.4%，低分組為 62.2%。

七、摩擦力次要概念學習路徑分析

本單元共有八個次要概念，檢測的題目敘述及實驗組高、中、低分組學生的檢測狀況如表 35 所示。

表 35：摩擦力次要概念檢測表

次要概念	題目敘述	高分組(%)		中分組(%)		低分組(%)		整體(%)	
		N	%	N	%	N	%	N	%

一	車子煞車時，輪胎與地面的摩擦力的方向與車行方向是相同或相反？	36	76.6	25	58.1	25	55.6	86	63.7
二	一個物重 30kgw 的物體受 10kgw 向右的拉力，物體此時並沒有被拉動，請問此時的「摩擦力」為何？	34	72.3	27	62.8	21	46.7	82	60.7
三	一個物體受 15kgw 向右的拉力，物體仍沒有被拉動，請問此時的「摩擦力」為何？	37	78.7	40	93.0	37	82.2	114	84.4
四	一物體重 30kgw，受拉力 24kgw 拉動時，恰可被拉動，請問此時的最大靜摩擦力為何？	30	63.8	29	67.4	23	51.1	82	60.7
五	有一物體重 30kgw 置於桌面上，受一 30kgw 的拉力而移動，該物體越移動越快，則此時該物體與桌面的摩擦力與拉力的關係為何？	31	66.0	31	72.1	24	53.3	86	63.7
六	從居家安全的角度來看，家裡浴室宜採用表面光滑或表面有凹凸紋路磁磚哪一種？	34	72.3	26	60.5	23	51.1	83	61.5
七	推動書櫃時，如果櫃子上放了很多的書，要費很大的力氣才可以推動，但是如果，將書櫃中的書通通拿掉，再次推動書櫃，則輕而易舉，這是因為改變了什麼？	23	70.2	23	53.5	27	60.0	83	61.5
八	在冰上不易行走，是因為摩擦力變大或變小？	40	85.1	28	65.1	25	55.6	93	68.9

次要概念一：主要在確認學生有摩擦力與作用力方向相反的概念。表（4-2-19）顯示高分組學生的答對率 76.6%、中分組學生的答對率達到 58.1%，而低分組學生答對率達到 55.6%。整體來講，只有 63.7% 的學生知道摩擦力與作用力方向相反概念。

次要概念二：主要在確認學生有靜摩擦力的概念。表 35 顯示高分組學生的答對率 72.3%、中分組學生的答對率達到 62.8%，而低分組學生答對率達到 46.7%。整體來講，只有 60.7% 的學生有靜摩擦力的概念。

次要概念三：接續次要概念二，主要也是在確認學生有靜摩擦力的概念。表 35 顯示高分組學生的答對率 78.7%、中分組學生的答對率達到 93.0%，而低分組學生答對率達到 82.2%。整體來講，可能因

為經過次要概念二的提示，所以有 84.4% 的學生有靜摩擦力的概念，答對的學生較上一個次要概念提升了近 20%。

次要概念四：主要在確認學生有最大靜摩擦力的概念。表 35 顯示高分組學生的答對率 63.8%、中分組學生的答對率達到 67.4%，而低分組學生答對率達到 51.1%。整體來講，只有 60.7% 的學生有最大靜摩擦力的概念。

次要概念五：主要在確認學生有動摩擦力的概念。表 35 顯示高分組學生的答對率 66.0%、中分組學生的答對率達到 72.1%，而低分組學生答對率達到 53.3%。整體來講，只有 63.7% 的學生有動摩擦力的概念。

次要概念六：主要在確認學生有摩擦力的應用概念。表 35 顯示高分組學生的答對率 72.3%、中分組學生的答對率達到 60.5%，而低分組學生答對率達到 51.1%。整體來講，只有 61.5% 的學生有摩擦力的應用概念。

次要概念七：主要在確認學生有影響摩擦力的因素概念（作用於接觸面的力）。表 35 顯示高分組學生的答對率 70.2%、中分組學生的答對率達到 53.5%，而低分組學生答對率達到 60.0%。整體來講，只有 61.5% 的學生有影響摩擦力的因素概念。

次要概念八：主要也是在確認學生有影響摩擦力的因素概念（接觸面性質）。表 35 顯示高分組學生的答對率 85.1%、中分組學生的答對率達到 65.1%，而低分組學生答對率達到 55.6%。整體來講，只有 68.9% 的學生有影響摩擦力的因素概念。

表 36：摩擦力學習次要概念錯誤累計表

答錯題數	0	1	2	3	4	5	6	小計
高分組	9	10	10	7	7	2	2	47
中分組	5	5	12	9	3	7	2	43
低分組	5	2	4	8	13	9	4	45
小計(人)	19	17	26	24	23	18	8	135

由表 36 錯誤題數累計表顯示在此學習單元中有 19 人（14.07%）全部答對，整個單元八個次要概念中，除了完全答對的學生外，高分組的學生以錯一到二個次要概念最多，中分組亦是，而低分組錯誤次要概念累計三到五個次要概念最多人。

表 37：摩擦力學習路徑分析

學習路徑類型	次要概念一	次要概念二	次要概念三	次要概念四	次要概念五	次要概念六	次要概念七	次要概念八	高分組 (%)	中分組 (%)	低分組 (%)
	摩擦力與作用力相反	靜摩擦力 (一)	靜摩擦力 (二)	最大靜摩擦力	動摩擦力	摩擦力的應用	影響摩擦力的因素 (正向力)	影響摩擦力的因素 (接觸面性質)			
一	○	○	○	○	○	○	○	○	19.15	11.63	11.11
二	○	○	○	○	X	○	○	○	06.38	00.00	00.00
其他									74.47	88.37	88.89
								小計	100	100	100

○：代表次要概念檢測的學習網頁。

X：代表進入次要概念檢測說明的學習網頁，意即代表該次要概念檢測學生沒通過。

分析本單元的學習路徑，除了表 37 所列的那兩種路徑外，其餘在高中低三組各有十幾種路徑，且每一種學習路徑只有 1~2 同學相同，為免過於瑣碎，所以不將這路徑列出。而此單元所有次要概念全對的答對率高分組為 19.2%，中分組為 11.6%，低分組為 11.1%。

八、各次要概念學習成就分析

本小節主要分析在常見的力各小節的學習中，將學生依上學年的自然科成績分為高中低三組（高分組為成績前 33%，低分組為成績後 33%），在經過學習網站的學習後，各分組學生在各小節成就測驗後測及追蹤測的改變情形。

為了增加自變項（學習成效），對於依變項（各小節成就測驗）的解釋力，資料分析以「各小節前測成績」為共變項，先進行單因子多

變項共變數分析(one-factor MANCOVA)，進行考驗學生在經過建構主義式的網路科學學習網站教學，在各小節成就測驗後測及追蹤測驗成績上是否有顯著差異，以控制變項（各小節前測成績）與依變項（各小節後測及追蹤測）間的共變為基礎，進行調整，得到排除控制變項（各小節前測成績）影響的單純統計量。

接著再分別進行成就測驗後測及追蹤測之單因子單變項變異數分析(one-factor ANCOVA)。其實際進行步驟為以各「小節成就測驗後測」為依變項，「前測」為共變項，進行單因子共變數分析，檢測排除共變項（前測）之後測成績是否有顯著差異，如果有顯著差異則再進行各組事後比較(Post Hoc)，比較高、中、低三組之後測成績是否有顯著差異。

同樣的步驟再以各「小節成就測驗追蹤測」為依變項，「前測」為共變項，進行單因子單變項共變數分析(one-factor ANCOVA)，檢測排除共變項（前測）之追蹤測成績是否有顯著差異，如果有顯著差異則再進行各組事後比較(Post Hoc)，比較高、中、低三組之追蹤測成績是否有顯著差異。

結果如下列各表：

(一)力的效應

表 38：力的效應成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值與標準差

項目	低分組		中分組		高分組	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
前測成績	1.98	1.64	2.60	1.29	3.28	1.53
後測成績	3.22	1.70	3.95	1.54	4.57	1.17
追蹤成績	3.24	1.67	3.88	1.45	5.04	1.10

低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 39：力的效應成就測驗後測與追蹤測總分的單因子多變項共變數分析(MANCOVA)

變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
共變量（前測）	0.90	1	7.21 ^{**}
分組（低中高）	0.82	2	6.65 ^{**}

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 38 顯示低、中、高三組在「力的效應」成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值及標準差，而由表 39 顯示低中高三組學生在經過學習網站學習後，在「力的效應」成就測驗的後測及追蹤測驗成績達顯著差異 ($F=6.65, p<0.001$)。有關各分組後測及追蹤測驗成績之單變量分析及事後比較，結果如下：

表 40：力的效應成就測驗後測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
力的效應成就測驗前測	20.49	1	20.49	9.92***	
組間	20.86	2	10.43	5.05**	高>低

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 40 中顯示低中高三組學生，經過學習網站學習後，在成就測驗有關「力的效應」後測部分單變量分析成績達顯著差異 ($F=5.05, p<0.01$)，而接著繼續比較各組的事後比較，發現只有高分組與低分組成績達顯著差異 (平均數差異=1.011, $p<0.01$)，顯示經過學習網站的學習，高分組的學生有比低分組的學生有較佳的學習效果，而低、中分組的學生學習效果的則沒有差異。

表 41：力的效應成就測驗追蹤測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
力的效應成就測驗前測	17.34	1	17.34	9.11***	
組間	46.85	2	23.43	12.31***	高>中 高>低

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 41 中顯示低中高三組學生，經過學習網站學習後的五週，在成就測驗有關「力的效應」追蹤測驗部分達顯著差異 ($F=12.31, p<0.001$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組未達顯著差異，高分組與低分組達顯著差異 (平均數差異=1.484, $p<0.001$)，而高分組與中分組則也達顯著差異 (平均數差異=0.996, $p<0.01$)，顯

示經過學習網站的學習，高分組的學生有較佳的學習保持效果，而低、中分組的學生學習效果的保持則沒有差異。

(二) 力的表示

表 42：力的表示成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值與標準差

項目	低分組		中分組		高分組	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
前測成績	1.38	1.01	1.49	1.05	1.85	1.08
後測成績	2.78	1.35	3.26	1.40	3.94	0.87
追蹤成績	2.60	1.44	3.00	1.38	4.02	1.07

低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 43：力的表示成就測驗後測與追蹤測總分的單因子多變項共變數分析(MANCOVA)

變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
共變量 (前測)	0.91	1	6.84**
分組 (低中高)	0.82	2	6.64**

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$ 低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 42 顯示低、中、高三組在「力的表示」成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值及標準差，由表 43 顯示低中高三組學生在經過學習網站學習後，在「力的表示」成就測驗的後測及追蹤測驗成績達顯著差異 ($F=6.64, p < 0.001$)。有關各分組後測及追蹤測驗成績之單變量分析及事後比較，結果如下：

表 44：力的表示成就測驗後測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
力的表示成就測驗前測	10.45	1	10.45	7.35**	
組間	23.76	2	11.88	8.35***	高>中、高>低

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 44 中顯示低中高三組學生，經過學習網站學習，在成就測驗有關「力的表示」後測部分達顯著差異 ($F=8.35, p<0.001$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組未達顯著差異，高分組與低分組達顯著差異 (平均數差異=1.031, $p<0.001$)，而高分組與中分組則也達顯著差異 (平均數差異=0.583, $p<0.05$)，顯示經過學習網站的學習，在「力的表示」部分高分組的學生有較佳的學習效果，而低、中分組的學生學習效果則沒有差異。

表 45：力的表示成就測驗追蹤測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
力的表示成就測驗前測	19.30	1	19.30	12.36**	
組間	36.70	2	18.35	11.76***	高>中 高>低

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 45 中顯示低中高三組學生，經過學習網站學習後的五週，在成就測驗有關「力的表示」追蹤測驗部分達顯著差異 ($F=11.755, p<0.001$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組未達顯著差異，高分組與低分組達顯著差異 (平均數差異=1.249, $p<0.001$)，而高分組與中分組則也達顯著差異 (平均數差異=0.889, $p<0.01$)。顯示經過學習網站的學習，高分組的學生有較佳的學習保持效果，而低、中分組的學生學習效果的保持則沒有差異。

(三) 力的測量

表 46：力的測量成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值與標準差

項目	低分組		中分組		高分組	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
前測成績	2.76	1.33	2.79	1.26	3.47	1.69
後測成績	3.80	1.59	4.35	1.49	5.17	0.92
追蹤成績	3.47	1.52	3.77	1.66	4.70	1.33

低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 47：力的測量成就測驗後測與追蹤測總分的單因子多變項共變數分析 (MANCOVA)

變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
共變量 (前測)	0.90	1	7.52 ^{**}
分組 (低中高)	0.86	2	5.32 ^{***}

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 46 顯示低、中、高三組在「力的測量」成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值及標準差，由表 47 顯示低中高三組學生在經過學習網站學習後，在「力的測量」成就測驗的後測及追蹤測驗成績達顯著差異 ($F=5.32, p < 0.001$)。有關各分組後測及追蹤測驗成績之單變量分析及事後比較，結果如下：

表 48：力的測量成就測驗後測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
力的測量成就測驗前測	24.38	1	24.38	14.57 ^{***}	
組間	29.66	2	14.83	8.86 ^{***}	高>中、高>低

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 48 中顯示低中高三組學生，在經過學習網站學習後，在成就測驗有關「力的測量」後測部分達顯著差異 ($F=8.86, p < 0.001$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組未達顯著差異，高分組與低分組達顯著差異 (平均數差異=1.159, $p < 0.001$)，而高分組與中分組則也達顯著差異 (平均數差異=0.620, $p < 0.05$)，顯示經過學習網站的學習，在「力的測量」部分高分組的學生有較佳的學習效果，而低、中分組的學生學習效果則沒有差異。

表 49：力的測量成就測驗追蹤測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
力的測量成就測驗前測	11.15	1	11.15	5.08*	
組間	28.06	2	14.03	6.39**	高>中、高>低

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 49 中顯示低中高三組學生，經過學習網站學習後的五週，在成就測驗有關「力的測量」追蹤測驗部分達顯著差異 ($F=6.39$, $p<0.01$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組未達顯著差異，高分組與低分組達顯著差異 (平均數差異=1.093, $p<0.01$)，而高分組與中分組則也達顯著差異 (平均數差異=0.799, $p<0.05$)。顯示經過學習網站的學習，在有關「力的測量」部分高分組的學生有較佳的學習保持效果，而低、中分組的學生學習效果的保持則沒有差異。

(四) 兩力平衡



表 50：兩力平衡成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值與標準差

項目	低分組		中分組		高分組	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
前測成績	1.62	1.13	1.93	1.10	2.15	1.20
後測成績	3.47	1.41	3.37	1.46	4.55	0.92
追蹤成績	2.87	1.67	3.86	1.46	4.51	1.33

低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 51：兩力平衡成就測驗後測與追蹤測總分的單因子多變項共變數分析(MANCOVA)

變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
共變量 (前測)	0.99	1	0.32
分組 (低中高)	0.76	2	9.66**

* $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$ 低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 50 顯示低、中、高三組在「兩力平衡」成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值及標準差，由表 51 顯示低中高三組學生在經過學習網站學習後，在「兩力平衡」成就測驗的後測及追蹤測驗成績達顯著差異 ($F=9.66, p<0.001$)。有關各分組後測及追蹤測驗成績之單變量分析及事後比較，結果如下：

表 52：兩力平衡成就測驗後測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
兩力平衡成就測驗前測	0.72	1	0.72	0.25	
組間	37.13	2	18.57	9.14***	高>中 高>低

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 52 中顯示低中高三組學生，在經過學習網站學習後，在成就測驗有關「兩力平衡」後測部分達顯著差異 ($F=9.14, p<0.001$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組比較未達顯著差異，高分組與低分組達顯著差異 (平均數差異=1.053, $p<0.01$)，而高分組與中分組則也達顯著差異 (平均數差異 1.167, $p<0.001$)，顯示高分組在此有較佳的學習效果。

表 53：兩力平衡成就測驗追蹤測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
兩力平衡成就測驗前測	0.94	1	0.94	0.45	
組間	57.77	2	28.88	13.75***	高>中 高>低 中>低

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 53 中顯示低中高三組學生，經過學習網站學習後的五週，在成就測驗有關「兩力平衡」追蹤測驗部分達顯著差異 ($F=13.75, p<0.001$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組成績達

顯著差異 (平均數差異 0.971, $p < 0.01$)，高分組與低分組也達顯著差異 (平均數差異 1.605, $p < 0.001$)，而高分組與中分組則的成績也達顯著差異 (平均數差異 0.634, $p < 0.05$)，顯示高分組及中分組在此有較佳的學習效果保持。

(五) 力的合成

表 54：力的合成成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值與標準差

項目	低分組		中分組		高分組	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
前測成績	1.93	1.27	1.91	1.17	2.13	1.40
後測成績	4.36	2.11	5.14	1.73	5.55	1.98
追蹤成績	3.80	2.16	4.77	1.97	5.89	1.39

低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 55：力的合成成就測驗後測與追蹤測總分的單因子多變項共變數分析 (MANCOVA)

變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
共變量 (前測)	0.99	1	0.83
分組 (低中高)	0.82	2	6.67**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 54 顯示低、中、高三組在「力的合成」成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值及標準差，由表 55 顯示低中高三組學生在經過學習網站學習後，在「力的合成」成就測驗的後測及追蹤測驗成績達顯著差異 ($F = 6.67, p < 0.001$)。有關各分組後測及追蹤測驗成績之單變量分析及事後比較，結果如下：

表 56：力的合成成就測驗後測單因子單變項共變數分析 (ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
力的合成成就測驗前測	6.02	1	6.02	1.59	
組間	28.88	2	24.44	3.82*	高>低

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

高 = 高分組調整後之平均數 中 = 中分組調整後之平均數 低 = 低分組調整後之平均數

由表 56 中顯示低中高三組學生，在經過學習網站學習後，在成就測驗有關「力的合成」後測部分達顯著差異($F=3.82, p<0.05$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組及高分組與中分組比較未達顯著差異，而高分組與低分組達顯著差異（平均數差異 1.105, $p<0.01$ ），顯示高分組在此有較佳的學習效果。

表 57：力的合成成就測驗追蹤測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
力的合成成就測驗前測	0.41	1	0.41	0.12	
組間	95.39	2	47.69	13.67***	高>中 高>低 中>低

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 57 中顯示低中高三組學生，經過學習網站學習後的五週，在成就測驗有關「力的合成」追蹤測驗部分達顯著差異 ($F=13.67, p<0.001$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組成績達顯著差異（平均數差異 0.969, $p<0.05$ ），高分組與低分組也達顯著差異（平均數差異 2.069, $p<0.001$ ），而高分組與中分組則的成績也達顯著差異（平均數差異 1.101, $p<0.01$ ），顯示高分組及中分組在此有較佳的學習效果保持。

（六）力的分類

表 58：力的分類成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值與標準差

項目	低分組		中分組		高分組	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
前測成績	2.07	1.07	1.67	1.27	2.11	1.34
後測成績	3.73	2.07	4.63	1.96	5.30	1.98
追蹤成績	2.98	1.97	3.44	2.07	4.72	1.77

低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 59：力的分類成就測驗後測與追蹤測總分的單因子多變項共變數分析 (MANCOVA)

變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
共變量 (前測)	0.99	1	0.59
分組 (低中高)	0.83	2	6.29**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 58 顯示低、中、高三組在「力的分類」成就測驗之前測、後測及追蹤成績平均值及標準差，由表 59 顯示低中高三組學生在經過學習網站學習後，在「力的分類」成就測驗的後測及追蹤測驗成績達顯著差異 ($F=6.29, p < 0.001$)。有關各分組後測及追蹤測驗成績之單變量分析及事後比較，結果如下：

表 60 力的分類成就測驗後測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
力的分類成就測驗前測	4.22	1	4.22	1.05	
組間	56.56	2	28.28	7.04**	高>低

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 60 中顯示低中高三組學生，在經過學習網站學習後，在成就測驗有關「力的分類」後測部分的成績達顯著差異 ($F=7.04, p < 0.01$)，因此比較各組的事後比較發現，中分組與低分組達顯著差異 (平均數差異 0.951, $p < 0.05$)，高分組與低分組也達顯著差異 (平均數差異 1.559, $p < 0.001$)，但高分組與中分組的比較未達顯著差異顯示高分組及中分組比低分組在此有較佳的學習效果。

表 61：力的分類成就測驗追蹤測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
力的分類成就測驗前測	0.00	1	0.00	0.00	
組間	75.15	2	37.56	9.94***	高>中 高>低

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 61 中顯示低中高三組學生，經過學習網站學習後的五週，在成就測驗有關「力的合成」追蹤測驗部分達顯著差異 ($F=9.94$, $p < 0.001$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組未達顯著差異，高分組與低分組達顯著差異 (平均數差異 1.746, $p < 0.001$)，而高分組與中分組則也達顯著差異 (平均數差異 1.280, $p < 0.01$)，顯示高分組在此的學習效果保持優於中分組及低分組，而中分組與低分組的學習效果保持沒有差別。

(七) 摩擦力

表 62：摩擦力成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值與標準差

項目	低分組		中分組		高分組	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
前測成績	1.71	0.94	1.51	1.08	1.53	1.06
後測成績	3.29	1.58	3.72	1.44	4.68	1.38
追蹤成績	2.76	1.38	2.88	1.623	3.66	1.37

低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 63：摩擦力成就測驗後測與追蹤測總分的單因子多變項共變數分析(MANCOVA)

變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
共變量 (前測)	0.95	1	3.20*
分組 (低中高)	0.83	2	6.23**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 低分組 N=45 中分組 N=43 高分組 N=47

表 62 顯示低、中、高三組在「摩擦力」成就測驗之前測、後測及追蹤測成績平均值及標準差，由表 63 顯示低中高三組學生在經過學習網站學習後，在「摩擦力」成就測驗的後測及追蹤測驗成績達顯著差異 ($F=6.23, p<0.001$)。有關各分組後測及追蹤測驗成績之單變量分析及事後比較，結果如下：

表 64：摩擦力成就測驗後測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
摩擦力成就 測驗前測	1.80	1	1.80	0.84	
組間	47.77	2	23.83	11.08***	高>低

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 64 中顯示低中高三組學生，在經過學習網站學習後，在成就測驗有關「摩擦力」後測部分達顯著差異 ($F=11.08, p<0.001$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組未達顯著差異，高分組與低分組達顯著差異 (平均數差異=1.412, $p<0.001$)，而高分組與中分組也達顯著差異 (平均數差異=0.958, $p<0.01$)，顯示高分組在此的學習效果優於中分組及低分組，而中分組與低分組的學習效果則沒有差別。

表 65：摩擦力成就測驗追蹤測單因子單變項共變數分析(ANCOVA)

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 值	事後比較
摩擦力成就 測驗前測	13.17	1	13.17	6.44*	
組間	23.73	2	11.86	5.80***	高>中 高>低

* $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

高=高分組調整後之平均數 中=中分組調整後之平均數 低=低分組調整後之平均數

由表 65 中顯示低中高三組學生，在經過學習網站學習後的五週，在成就測驗有關「摩擦力」追蹤測部分達顯著差異 ($F=5.80, p<0.01$)，而接著繼續比較各組的事後比較，中分組與低分組未達顯著差異，高分組與低分組達顯著差異 (平均數差異=0.959, $p<0.01$)，

而高分組與中分組也達顯著差異（平均數差異=0.770, $p<0.05$ ），顯示高分組在此的學習效果保持優於中分組及低分組，而中分組與低分組的學習效果保持則沒有差別。

表 66：各單元分組後測成績顯著差異比較表

	力的效應		力的表示		力的測量		兩力平衡		力的合成		力的分類		摩擦力	
	低分組	中分組	低分組	中分組										
中分組	--		--		--		--		--		--		--	
高分組	**	--	**	**	**	**	**	**	**	--	**	--	**	**

--後測成績平均數未達顯著差異 **後測成績平均數達顯著差異

將前面有關各分組成就測驗後測的事後比較的顯著性整理成表 66，可以發現在經過學習網站學習後，在「力的測量」、「兩力平衡」及「摩擦力」等單元高分組的學生成就測驗後測成績與低、中分組的學生成績都達到顯著差異，顯示高分組的學生使用「學習網站」來學習，可以得到較佳的學習效果。而中分組與低分組的學生成就測驗後測成績在各單元都未達顯著差異，顯示中、低分組的學生使用「學習網站」來學習兩組的學習效果差異不大。

表 67：各單元分組追蹤測成績顯著差異比較表

	力的效應		力的表示		力的測量		兩力平衡		力的合成		力的分類		摩擦力		
	低分組	中分組	中分組	高分組											
中分組	--		--		--		**		**		--		--		
高分組	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

--追蹤測成績平均數未達顯著差異 **追蹤測成績平均數達顯著差異

將前面有關成就測驗追蹤測的事後比較顯著性整理成表 67，可以發現在經過學習網站學習後五週的追蹤測驗，在高分組的學生追蹤測驗成績與低、中分組的學生成績在所有的單元都達到顯著差異，顯示高分組的學生使用「學習網站」來學習，隨著時間的經過其學習效果的保持，較低、中分組的學生佳。而中分組與低分組的學生追蹤測驗成績只在「兩力平衡」、「力的合成」兩單元單元達顯著差異，顯示中分組的學生使用「學習網站」來學習，隨著時間的經過，其學習保持效果與低分組較沒有差異。

第三節 網路學習動機問卷

本節主要分析學生網路學習的動機與成就測驗前測、後測及追蹤測之相關。研究中所使用的網路學習學習動機問卷共分有五個向度，分別為「內在目標導向」、「外在目標導向」、「功課作業價值」、「學習的控制信念」及「對學習成績的自我效能信念」。相關結果請參考表 68。

表 68：網路學習學習動機問卷與成就測驗相關表

成就測驗		內在目標 導向	外在目標 導向	功課作業 價值	學習的控 制信念	對學習與 成績的自 我效能信 念
前測	Pearson 相關	0.03	0.06	0.11	0.04	0.07
	顯著性 (雙尾)	0.664	0.502	0.194	0.633	0.423
後測	Pearson 相關	0.14	0.13	0.13	0.08	0.16
	顯著性 (雙尾)	0.115	0.120	0.125	0.373	0.057
追蹤測	Pearson 相關	0.23**	0.27**	0.26**	0.30**	0.30**
	顯著性 (雙尾)	0.006	0.001	0.002	0.000	0.000

** 在顯著水準為 0.01 時 (雙尾)，相關顯著。

由表 68，可以看出網路學習動機的五個向度與成就測驗的前測、後測在統計上沒有顯著的相關，只有在「對學習成績的自我效能信念」這一個向度與後測的顯著達 0.057，接近顯著相關。但是觀察追蹤測與學習動機的五個向度，可以發現在統計上都呈現顯著相關，表示認為網路課程內在目標導向 (有趣)、外在目標導向 (實用)、功課作業價值 (富挑戰性) 及學習的控制信念 (有信心、有能力學好網路課程) 這五個向度較高的學生，其學習效果的保持較好，而且他們都認為可以拿到高分及認為網路課程是有用的，可以應用在其他學科上。

第四節 網路學習環境問卷

本研究是在建構主義式的網路科學學習環境下進行教學，所以在網路學習活動結束後，即針對實驗組的 135 位學生，施以網路學習環境問卷。旨在調查學生在進行網路『常見的力』學習活動後對於此網路學習環境的態度與觀感，問卷共包含四個向度，分別是：學習彈性、學習知識重整、學習者反應、網路課程結構等。

本研究所使用之「網路學習環境」問卷，題數共 21 題，整份問卷的Cronbach α 值為 0.91，各分向Cronbach α 值、平均數及標準差請參考表 69。

表 69：網路學習環境態度問卷的各分向 α 值、平均數及標準差

向度名稱	題數	平均數	標準差	Alpha	discriminant validity
學習彈性	5	3.36	0.82	0.80	0.57
學習知識重整	6	3.38	0.76	0.78	0.54
學習者反應	5	3.40	0.83	0.80	0.58
網路課程結構	5	3.38	0.88	0.81	0.55

一、學生對於網路學習環境之學習彈性的知覺：

此向度主要檢測網路學習環境中學生個人知覺學習彈性的程度，由資料分析可知學生對於網路學習環境之學習彈性給予中等的評價（平均數在 3.24 至 3.50 之間），所有題目填答總是如此及經常發生者，加總 45% 上下，再加入偶爾發生的填答選項就達到 70~80%。顯示在本研究中所設計的學習網站，有 45% 上下的同學認為有學習彈性，可以以自己的速度、方式學習。

二、學生對於網路學習環境之學習知識重整的知覺：

此向度主要檢測網路學習環境中學生個人知覺學習知識重整的程度，由資料分析可知學生對於網路學習環境之學習者反應給予中等的評價（平均數在 3.17 至 3.73 之間），所有題目填答總是如此及經常發生者，加總在 40% 上下。其中有 53% 的學生認為如果在學習網站上，有關於學習內容的問題，可以由學習網站的網路資源得到答案。

其他的數據也顯示出有 40% 的學生認為在此網路學習的環境讓學習者可以重新組織網路學習內容，並把它整合成解決問題的方法，可以應用在日常生活上。

三、學生對於網路學習環境之學習者反應的知覺：

此向度主要檢測網路學習環境中學習者喜好的程度，由資料分析可知學生對於網路學習環境之學習者喜好給予中等的評價(平均數在 3.32 至 3.47 之間)，所有題目填答總是如此及經常發生者，加總在 50% 下上。

顯示出一半的學生認為在此網路學習的環境讓學習者有非常好的學習反應，學生非常喜歡在網路學習環境中學習、覺得這個網路學習課程很有趣也讓他感到成就感，並且非常期待這種網路學習的課程。

四、學生對於網路學習環境之網路課程結構的知覺：

此向度主要檢測網路學習環境中個人知覺的課程結構化程度，由資料分析可知學生對於網路學習環境之網路課程結構化程度給予中等的評價(平均數在 3.25 至 3.41 之間)，所有題目填答總是如此及經常發生者，加總在 40% 以上。

顯示出有 40% 的學生認為在此網路學習的環境中學習的內容或目標在每個主題中都有清楚的說明，每個主題的編排順序很清楚，讓學生很容易按照順序去學習，有一半的學生同時也認為此網路學習活動是經過精心設計，學習內容的呈現也很清楚，而網站上的小測驗對其學習也很有幫助。

五、網路學習環境問卷與成就測驗相關分析

表 70：網路學習環境問卷與成就測驗相關分析

向度名稱	成就測驗 前測		成就測驗 後測		成就測驗 追蹤測	
	γ	β	γ	β	γ	β
學習彈性	0.08	0.05	-0.10	-0.31*	-0.01	-0.23
學習知識重整	0.04	-0.03	0.14*	0.24*	0.19*	0.24*
學習者反應	0.06	0.01	0.06	0.04	0.07	-0.07
網路課程結構	0.09	0.07	0.05	0.09	0.17*	0.22
R	0.98		0.27*		0.28*	
R 平方	0.01		0.07		0.08	

* $p < 0.05$

分別以成就測驗前測、後測及追蹤測成績為依變項，網路學習環境問卷的四個向度為自變項，作線性迴歸分析，參考表 70。首先就「學習彈性」部分，得到其與後測及追蹤測的相關值都為負值，代表認為網路學習的學習彈性高的同學其成就測驗成績是較低的，檢視該向度的題目，例如：「網路學習時，我可以自由選擇學習活動，和我將如何進行學習活動」、「我可以決定自己在某一時段內要學習多少東西」、「網路學習的彈性可以讓我探究我有興趣的主題」、「我被允許以我自己的學習速度完成學習活動」及「網路學習時，我可以選擇與同學不同的學習流程」，發現學習網站有較高的學習彈性（給予學生選擇學習活動、學習時間、學習的流程），對學生的學習效果可能幫助不大，反而可能因為學習網站的學習太彈性，而讓學生迷失在網站中，忘記了這個時間點所要從事的學習任務。

而繼續觀察表 70，學習者對網路學習環境中「學習知識重整」的態度與其學習成就表現呈現出正向的關連與影響，所以在網路學習環境中，「學習知識重整」因素對學習者的學習成就具有正向的影響力，同時從 β 標準化係數亦可看出「學習知識重整」因素對學習成就後測及追蹤測均有正向及較大的影響力。檢視該向度的題目，例如：「我能容易地重整我從網路學習活動得到的龐大資料」、「我能結合不同網路學習內容，將它整理成解決問題的方法」及「我可以把在網站上所學到的一些主題，再整合成自己的知識」，發現可以將網路學習所得到的資料、內容整理成自己的知識或變成解決問題的方法的學生，應是屬於會將學習素材整理成知識的學生，所以，在網路學習的過程中時，他會將所收到的資料整理成有用的資訊，因此由以上的分析可以得知，學習知識重整度高的學生，其成績就相對比較高，亦即由「學習知識重整」可以預測學生的學習成就。。

另外在「學習者反應」及「網路課程結構」則與成就測驗沒有太大的相關。

六、網路學習環境與學習動機相關分析

表 71：網路學習環境問卷與學習動機相關分析

向度 名稱	內在目標導向		外在目標導向		功課作業價值		學習的信念 控制		對學習與成 績的自我效 能信念	
	γ	β	γ	β	γ	β	γ	β	γ	β
學習 彈性	0.27**	0.04	0.23*	0.04	0.27**	0.03	0.21**	0.05	0.18*	-0.11
學習 知識 重整	0.29***	0.11	0.26**	0.14	0.26**	0.04	0.21**	0.08	0.25**	0.10
學習 者反 應	0.31***	0.12	0.22**	0.02	0.30***	0.09	0.20*	0.03	0.27**	0.11
網路 課程 結構	0.32***	0.18	0.27**	0.16	0.38***	0.29**	0.25**	0.16	0.34***	0.29**
R	0.37**		0.31*		0.39***		0.27*		0.36**	
R 平 方	0.14		0.10		0.16		0.08		0.13	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

分別以學習動機的五個分向度內在目標導向、外在目標導向、功課作業價值、學習的信念控制及對學習與成績的自我效能為依變項，網路學習環境態度問卷的四個向度為自變項，作線性迴歸分析，參考表 71，得到在所有的自變項（網路學習環境問卷的四個向度）對依變項（學習動機的五個分向度內在目標導向、外在目標導向、功課作業價值、學習的信念控制及對學習與成績的自我效能）的相關值都是正向且顯著，亦即若是有較高網路學習態度，其學習動機的各分向度應也會較高的。

觀察表 71 的標準迴歸係數（standardized regression coefficient β ），可以發現網路學習環境的「網路課程的結構」對「功課作業價值」的動機會有顯著影響，同時也會顯著影響到「對學習與成績的自我效能」的動機，亦即網路學習環境的「網路課程的結構」對學生此二個學習動機向度有較大的預測力。觀察 R 平方值可以得到網路學習環境的四個向度對學習動機的五個分向度的變異量貢獻大約 8%~14%。