

國立臺灣師範大學科學教育研究所教學碩士班
碩士論文

指導教授：吳心楷博士

科學史融入九年級自然與生活科技教學之探討—以『動能、位能與能量』單元為例

研究生：許峻豪

中華民國九十八年六月

致謝

本論文能夠順利地在一年中完成，是如聚沙成塔般，由許多人的指導協助並意見改進。在此寫下致謝～誠摯以峻豪最感恩的心，向大家說聲「謝謝」，有你們真好。

首先誠摯的感謝指導教授—吳心楷老師，老師每週仔細的教導，使峻豪得以在本課程的設計安排得以完善，並得到相關理論與實際應用方法，並不時地要求峻豪閱讀相關文獻，使峻豪在這些文章中獲益匪淺，而口試委員黃福坤老師與張自立老師的指教，使本研究增添光彩。

當然也感謝這科教所三年來，邱老師、譚老師、楊老師與李老師的科學教育課程指導，尤其邱老師科學史的概念改變啟發，譚老師的統計軟體應用。同時也感謝所上同學與學校同事，在王士文老師協助下，完成試卷的預試，教材內容也在理化科葉仕斌老師，黃心怡老師，王邦雄老師，陳建良老師不吝指教下改進。其次也感謝研究前輩高慧蓮教授、邱明富老師與徐錦美老師的問卷授權使用，使本研究得以充實與豐富。

再感謝的是峻豪的爸媽許鎮城與徐律聲，過農曆年前因為熬夜弄傷身體，還到台大照大腸鏡，令爸媽擔心『課業，事業與家庭』是否能兼顧，最後爸媽還開導孩兒健康最重要，盡力就好！

最後感謝妻子彭瓊萱、八個月大的女兒許恩婕、岳父彭武夫、岳母林美華、大姑姑許欒珍與小姑姑許欒華。因為有妳們的體諒及支持，使得本文能夠更有時間完成。最後，謹以此文獻給科學教育領域，盡一己微薄之力。

摘要

本研究針對國中自然與生活科技『動能、位能與能量』單元，設計兩組教學方式：『科學史教學』、『講述式教學』。探討九年級學生，對於學生學習的影響。本研究對象共 90 人分兩組教學，60 人為科學史教學組，30 人在講述式教學組，利用研究工具『動能、位能與能量的概念測驗卷』、『科學本質問卷』、ATSSA、『對科學史教學課程的學習態度量表』收集前後測資料做分析。

研究結果顯示科學史教學與講述式教學，均能使學生在『動能、位能與能量』概念的得分顯著進步，並依組間後測分析顯示『科學史教學法』明顯有效。而再針對在科學史教學比講述式教學能顯著進步的題目中，則發現科學史教學有助於學生概念的概念理解。同時也發現科學史教學能使學生的部分另有概念顯著澄清。而在增進學生科學本質觀的『三個面向』與『十五項細目』中，『科學知識本質、科學事業本質』與『可複製性、創造性、非固定性、科學家的身份、科學社群』更有顯著改進。並根據學生 ATSSA 問卷回答結果，科學史教學組『對科學的態度』有顯著提升。最後研究中也發現，男生對科學史教學課程的學習態度，比女生明顯更正面。而同樣針對量表中『認為喜歡上科學史教學課程』，男女生則沒有顯著差異。但針對量表中『認為科學史教學能幫助瞭解理化』，男生比女生認為科學史教學更能幫助瞭解理化。

這些結果顯示科學史教學能明顯有助於學生理解單元概念，並可提升學生科學本質觀與對科學更正面的態度，而且男女生對科學史教學課程都是正面且肯定的。

關鍵字：另有概念、科學史教學、科學本質

Abstract

The purpose of this study is to research and compare junior high school students' learning achievement of "kinetic energy, potential energy and energy". The study designed two teaching approaches, "science history teaching" and "lecture teaching". Ninety students participated in this study and were divided into two groups. In one group, 60 students were taught by science-history teaching. In the other group, 30 students were taught by lecture teaching.

The results show that both lecture teaching and science-history teaching can enhance students' learning achievement. Students' conceptions of "kinetic energy, potential energy and energy" were improved. Lecture teaching cannot clarify students' misconceptions of "kinetic energy, potential energy and energy" completely. The results also show that some of the participants' ideas about the nature of science were improved through science-history teaching, whereas lecture teaching cannot improve it. Moreover, the science-history group tended to hold a more positive attitude toward science, but the lecture group did not change their attitude toward it significantly. Male students were more interested in the science history course than female students. Male students believe that history science course can help them learn science more than female students.

Keywords: misconception, science history teaching, the nature of science

目錄

第一章 緒論.....	1
第一節 研究動機與背景.....	1
第二節 研究的重要性.....	2
第三節 研究目的.....	3
第四節 研究問題.....	3
第五節 研究範圍與限制.....	4
第六節 名詞解釋.....	4
第二章 文獻探討.....	7
第一節 科學史與建構理論.....	7
第二節 科學史教學的設計.....	9
第三節 『動能、位能與能量』概念與學生另有概念.....	13
第四節 『動能、位能與能量』概念在科學史上的發展.....	16
第五節 科學史與另有概念.....	22
第六節 科學本質與科學史教學.....	25
第七節 科學史與對科學的態度.....	30
第三章 研究方法.....	33
第一節 研究流程.....	33
第二節 研究對象.....	36
第三節 研究工具.....	36
第四節 研究課程設計.....	41
第五節 資料分析.....	46
第四章 研究結果與討論.....	50
第一節 兩組學生在動能、位能與能量的概念理解.....	50
第二節 兩組學生的另有概念.....	61
第三節 兩組學生的科學本質觀.....	63
第四節 兩組學生對科學的態度.....	78
第五節 科學史教學組男女生對科學史教學課程的學習態度差異.....	79
第五章 結論與建議.....	83
第一節 結論.....	83
第二節 討論.....	86
第三節 建議與未來研究方向.....	88
參考文獻.....	91
一、中文部分.....	91
二、西文部分.....	92
附錄一 關於能量、動能與位能的概念測驗卷（初稿）.....	95
附錄二 概念測驗卷初稿三十四題信度分析結果.....	101

附錄三 能量、動能與位能的概念測驗卷（正式版）	102
附錄四 測驗卷之主要概念信度分析表	107
附錄五 科學本質觀問卷	110
附錄六 『對科學的態度量表』	111
附錄七 對科學故事課的學習態度量表	112
附錄八 科學史教學組學習單	113
附錄九 科學史教學組教案設計	121
附錄十 講述式教學組學習單	125
附錄十一 講述式教學組電腦補充簡報	129
附錄十二 講述式教學組教案	132
附錄十三 問卷同意書	135

圖次

圖 2-4-1 兩物體間彈性碰撞	17
圖 2-4-2 大砲彈性碰撞的動量守恆例子	18
圖 2-4-3 牛頓擺是彈性碰撞的最佳代言	18
圖 2-4-4 打樁機是證明 $mv \cdot v$ 代表動能的例子	19
圖 2-4-5 焦耳實驗	20
圖 2-4-6 焦耳實驗證明熱能與電能互換	21
圖 3-1-1 研究執行流程圖	35
圖 3-4-1 講述式教學組的位能相關簡報檔（部分）	45
圖 3-4-2 講述式教學組的動能相關簡報檔（部分）	45
圖 3-4-3 講述式教學組的能的轉換相關簡報檔（部分）	46
圖 4-1-1 兩組學生題目答對率進步比較	54
圖 4-3-1 兩組學生科學知識本質前測比較	67
圖 4-3-2 兩組學生科學知識本質後測比較	68
圖 4-3-3 兩組學生科學知識本質前後測變化比較	68
圖 4-3-4 兩組學生科學探究本質前測比較	72
圖 4-3-5 兩組學生科學探究本質後測比較	73
圖 4-3-6 兩組學生科學探究本質前後測變化比較	73
圖 4-3-7 兩組學生科學事業本質前測比較	76
圖 4-3-8 兩組學生科學事業本質後測比較	76
圖 4-3-9 兩組學生科學事業本質前後測變化比較	77
圖 4-4-1 兩組學生『對科學的態度』回答問卷的前後測差異	79
圖 4-5-1 男生與女生對『科學史教學課程的學習態度』兩個向度比較	81

表次

表 2-1-1 概念改變機制.....	8
表 2-2-1 不同單元使用科學史教學的融入方式	10
表 2-3-1 另有概念與『動能、位能與能量』單元概念關係.....	15
表 2-4-1 動能與位能的主要概念演進.....	21
表 2-5-1 不同單元科學史上類似今日學生另有概念之處.....	22
表 2-5-2 曾經的錯誤科學觀點類似學生現在的另有概念.....	23
表 2-5-3 曾經的科學觀點與可澄清的學生另有概念	23
表 2-6-1 摘自教育部（2003）科學素養的科學本質能力指標	25
表 2-6-2 科學史與科學本質的關係	28
表 2-6-3 使用科學史提升學生對於科學本質的認識	29
表 2-7-1 文獻中提升學生『對科學的態度』的方法與建議.....	31
表 3-1-1 本研究中變項關係.....	33
表 3-3-1 主要概念與次要概念與測驗卷題號對應表	37
表 3-3-2 學生在『動能、位能與能量』的另有概念	39
表 3-3-3 科學本質內容細目題號與量表題號對照表	40
表 3-3-4 對科學史教學課程的學習態度量表分類	41
表 3-4-1 學習單設計例子舉證科學的關鍵突破，增強科學本質	42
表 3-4-2 講述例子舉證，增強的科學本質.....	43
表 3-4-3 講述式教學組課程流程的安排.....	44
表 3-5-1 研究問題與測驗或問卷施測安排.....	49
表 4-1-1 兩組學生能量的概念測驗表現（組內比較）.....	51
表 4-1-2 兩組學生的位能、動能、能的轉換概念測驗表現.....	51
表 4-1-3 各概念組內分析與組間分析數據結果	52
表 4-1-4 兩組在題目組內前後測進步類型分類表	55
表 4-2-1 兩組學生另有概念測驗表現.....	61
表 4-2-2 兩組另有概念組內分析與組間分析數據結果.....	62
表 4-3-1 科學史教學組學生與講述式教學組學生科學本質測驗表現.....	64
表 4-3-2 兩組學生的科學本質觀前後測迴歸係數同質性考驗摘要表.....	64
表 4-3-3 兩組的科學本質後測成績（調整前與調整後）	65
表 4-3-4 科學史教學組與講述式教學組的對學習成效影響之共變數分析摘要表	66
表 4-3-5 科學史教學組與講述式教學組對學習成效，經共變數調整後比較表	66
表 4-3-6 兩組學生『科學知識本質』測驗表現	67
表 4-3-7 兩組學生在科學知識本質細目中組內比較表.....	69
表 4-3-8 科學史教學組學生與講述式教學組學生『科學探究本質』測驗表現	70
表 4-3-9 兩組學生的科學探究本質觀前後測迴歸係數同質性考驗摘要表.....	70

表 4-3-10 兩組的科學探究本質後測成績（調整前與調整後）	71
表 4-3-11 兩組學生的對學習成效影響之共變數分析摘要表	71
表 4-3-12 科學史教學組與講述式教學組對學習成效，經共變數調整後比較表 ..	72
表 4-3-13 兩組學生在科學探究本質細目中組內比較表	74
表 4-3-14 科學史教學組學生與講述式教學組學生『科學事業本質』測驗表現 ..	75
表 4-3-15 兩組學生在科學事業本質細目中組內比較表	78
表 4-4-1 科學史教學組學生與講述式教學組學生『對科學的態度』測驗表現 ..	78
表 4-5-1 男生與女生對『科學史教學課程的學習態度』分析比較	80
表 4-5-2 男生與女生對『科學史教學課程的學習態度』細目分析比較	81

第一章 緒論

第一節 研究動機與背景

讓學生瞭解科學本質並喜歡科學是科學教育中很重要的議題，但要藉由什麼方式呢？還記得在國中時代，不管是聽故事或是閱讀故事，正所謂『萬物靜觀皆自得』。歷史故事或金庸小說，自己像角色扮演一樣身歷其境，講故事像是一門傳承知識的方式，讓聽故事的人總能陶醉其中。在『發現頻道』或是『新聞專輯』，訪問族裡或地方的耆老，過往的光榮與神秘成為一齣引人入勝的影片，對於觀眾總具有不可磨滅的影響，久久不忍離去，就像小時候聽著媽媽說三隻小豬與小紅帽一樣，聽者總是會追問著那扣人心弦的劇情，『接下來呢？』。

人類有別於其他生物，因為人類會以文字記錄下前人的經驗，而科學就是這樣的知識在從無數的嘗試與錯誤中，逐步修正改進，慢慢演進起來的。就如同撰寫論文，也是基於過文獻中去發現新的東西，因此寫論文都需要文獻探討，讓研究者弄清楚來龍去脈，瞭解清楚自己研究的內容含意，才能產生屬於自己的東西。學習科學也是該這樣的，舉例把科學發現的歷程讓學生知道，讓學生瞭解科學形成的過程，學生也會更明白科學知識並培養出科學本質觀與喜歡科學的態度。1995 年許良榮與李田英在科學教育月刊中提到的『科學史在科學教學的角色與功能』更是將科學史對於教學中的重要性，做了有力的說明。

而在過去的科學史教材中，針對光學史（李玉貞，2000），燃燒現象發展史（鄭子善，2000），原子發現科學史（林兆聖，2003），和電磁學史（陳麗鴻，2005）等已成功的設計了相當有效的教材，解決教學現場的困境。但在九年級上學期的課程『動能、位能與能量』單元中，筆者七年的教學經驗發現，學生一開始的『直線運動』單元學生學習狀況就不太好，接著而『牛頓三大運動定律』單元學生也是不清不白的，而最後牽涉到前面『直線運動』與『牛頓三大運動定律』概念的

『動能、位能與能量』單元，學生總是學不好，因此便興起以『動能、位能與能量』為題材的科學史教學。不過在國內卻找不到『動能、位能與能量』的相關科學史教學，而查了國外文獻才發現在『動能、位能與能量』的概念發展過程是由笛卡兒（Descartes, 1596-1650），牛頓（Newton, 1643-1727），惠更斯（Huygens, 1629-1695），萊布尼茲（Leibniz, 1646-1716），科里奧利（Coriolis, 1792-1843），朗肯（Rankine, 1820-1872），以及焦耳（Joule, 1818-1889）等科學家，前前後後結合的智慧結晶，而科學家的發現過程中也逐漸釐清了能量學習中的另有概念，建構了今日科學中的能量學。

現在隨著歲月的增長，卻不曾淡忘對故事的喜愛，筆者想藉由科學史『動能、位能與能量』的由來典故教學，來幫助學生學習瞭解『動能、位能與能量』。國內文獻（陳淑筠，2002；劉俊庚，2002），以及在針對國內學生自然科學另有概念的研究，都是相當少牽涉到『動能、位能與能量』，於是筆者又找了更多的國內外文獻（黃秀珍，2003；AAAS, 1993；Horton, 2001；NSTA, 2002；Necati, Muammer & Fikret, 2008；Neset, 2005）針對牽涉到『動能、位能與能量』單元中的另有概念，來設計測驗與研究，以求本研究能瞭解學生的另有概念改變多少，並同時藉由『科學史教學』來增進學生對科學本質的瞭解，並提升學生對科學正面的態度。

第二節 研究的重要性

黃秀珍（2003）提到國內文獻雖在能量方面的有進行研究，但少提及作功產生的動能與位能的概念探討，而再參酌劉俊庚（2002）的文獻更知道在探討能量另有概念方面，多數集中於熱能，或是與生物學有關的能量循環，電能，光合作用等現象，反而在『力與運動』的另有概念探討中（鄭茹芬，2002），能查到一些動能與位能的另有概念。所以本研究將國內外文獻有關『動能、位能與能量』的另有概念彙整，並使用科學史教學探討對於學生的另有概念在教學前後是否有差異。且雖科學史教學在很多的教材教學中有很多成功案例，涵蓋的領域很廣，

但在國內碩博士論文文獻中，也還沒有人探討使用科學史教學的策略來研究學生在『動能、位能與能量』單元的學習成效。因此本研究針對『動能、位能與能量』單元，使用科學史教學策略，探討是否能瞭解『動能、位能與能量』單元的科學知識概念，並澄清學生該單元的另有概念，進而增進學生對科學本質的瞭解並提升學生對科學的正面態度。

第三節 研究目的

本研究目的針對『動能、位能與能量』單元，研究者將科學本質觀融入理化的科學史教學，相較於講述式教學下，探討是否能有效澄清學生的『動能、位能與能量』另有概念，並瞭解學生的『動能、位能與能量』單元科學知識概念，進而同時能增進學生對科學本質觀的瞭解並提升學生喜歡理化的態度。並探討在科學史教學組中男女生對於科學史教學課程的態度差異。

第四節 研究問題

一、在『動能、位能與能量』的單元教學中，使用科學史教學與講述式教學，對於學生的『動能、位能與能量』的概念理解是否有差異？

二、在『動能、位能與能量』的單元教學中，使用科學史教學與講述式教學，對於學生的『另有概念』的改變是否有差異？

三、在『動能、位能與能量』的單元教學中，使用科學史教學與講述式教學，對於學生『科學本質』的瞭解是否有差異？

四、在『動能、位能與能量』的單元教學中，使用科學史教學與講述式教學，對於學生的『對科學的態度』是否有差異？

五、在『動能、位能與能量』的單元教學中，使用科學史教學對於學生的『對科學史教學課程的學習態度』是否正面？男女生之差異為何？

第五節 研究範圍與限制

一、研究範圍：

本研究教材以南一出版社所編之國民中學九年級自然與生活科技（理化）課本為教材，並選定第三章『動能、位能與能量』為教學單元，而其中有關能量概念是包含動能，位能，作功，彼此互換的概念，並不包含電能，光能，熱能，化學能，核能，聲能等其他能量的概念。研究對象以台北市公立國中九年級三個班90人為樣本。

二、研究限制：

參與學校貫徹常態編班及教學正常化，每一個年級有十六個班，其中有六個班為一般學生的班級，各班學生素質並無明顯差異，另有十個班每班約有一兩名融合教育的特殊學生。但學生背景、教材，及地域有其特殊性，無法將本實驗的結論推論至其他不同地區的學校或是班級，若要做相關推論時，仍須考量相關的背景因素。

第六節 名詞解釋

一、科學史教學

本研究定義的『科學史教學』是指『能量科學史融入理化教學』，也就是將笛卡兒（Descartes），牛頓（Newton），惠更斯（Huygens），萊布尼茲（Leibniz），科里奧利（Coriolis），朗肯（Rankine），焦耳（Joule）等科學家在能量關鍵概念突破上的解釋，以『整合式』（integrated approach）的科學史教法，按歷史上時間先後順序來介紹『動能、位能與能量』的概念，說明此概念在科學史上演變的來龍去脈，讓學生討論思考情境，進而建構學生對於『動能、位能與能量』概念理解。

二、講述式教學

本研究定義的講述式教學，指的是將『動能、位能與能量』教材，以教師講

述的方式配合使用補充資料簡報投影(複習單元內容)進行教學。在教學過程中，沒有融入任何科學史演進歷程教材，但『動能、位能與能量』概念內容與練習題目與科學史教學教材並無差異。

三、科學本質 (the nature of science)

本研究定義的『科學本質』是認為科學知識具有暫時性，科學知識並非永久的定理，也就是當面對質疑、驗證或出現更詳盡的創新科學理論知識蘊含時，會使原來科學知識無法更清楚說明，讓原來知識就會被修改或推翻。同時地，雖然科學知識受個人主觀與社會及文化影響，科學家觀察同一個現象可能因為角度不同而有不同的解釋，但若能在開放的討論空間中，被科學社群檢視與接受就可能成為科學知識。茲將科學本質分成三大面向如下：科學知識本質，科學探究本質，科學事業本質。(AAAS, 1990；李玉貞，2000；邱明富，2003)

四、對科學的態度

與科學有關的態度大致可分為『對科學的態度』(attitudes toward science)和『科學的態度』(scientific attitude)(徐錦美，2004)。後者是指合乎科學邏輯開放心胸的探究態度，舉凡推理演繹或歸納，而本研究定義是指前者偏重情意喜愛的層面，例如：對科學的興趣。因為本教學課程是理化科，故本文中對科學的態度的科學學科是以『理化科』來代表，即本研究的『對科學的態度』也是指學生對理化科的態度。

五、另有概念 (alternative conceptions)

本研究所指的另有概念定義是指有別於專家所公認的知識，學生遍常存在的錯誤觀念(黃心怡，2008)，而有時也常以迷思概念(misconception)稱之。但因科學具有『暫時性』，稱之『迷思概念』恐有已經認定該觀念一定錯誤，所以現今多以另有概念等中性字眼來說明，因為學生的概念有可能不是錯的，只是有別於現在專家所公認的知識。

六、能量 (energy)

本研究所指的能量，定義源自機械功，一種具有作功能力的物理量，而能量

有不同形式，彼此可以互相轉換。本文提到的科學史能量概念是指功，動能與位能（重力位能），也就是南一版自然與生活科技九上 3-2 章節，而廣義的能量包含：功，動能，位能，熱能，光能，化學能，聲能，核能。

（一）功（work）：本研究所指的功，演進起源於計算機器工作能力稱機械功，現今科學定義為當力推動物體時，功是力與物體沿作用力的方向所走的位移（ $W=F \times S$ ），功的單位為焦耳 J。F 代表力（單位牛頓 N），S 為位移（單位公尺 m）。

（二）動能（kinetic energy）：本研究所指的動能，演進起源於彈性碰撞中的動量（一種運動的解釋），接著因為具有力的效果被稱為活力，現今科學定義為任何運動的物質，都有一種因運動而具有能量的作功能力，稱之為動能。常以 $E = \frac{1}{2}mv^2$ 表示，動能的單位為焦耳 J，m 代表質量（單位公斤 kg），V 為速度（單位 m/s）（黃秀珍 2003）。

（三）位能（potential energy）：本研究所指的位能，演進起源命名為死力，因為這種力量沒有運動，但死力可只藉拉緊弦來保持著石頭的力量，或藉抬高高度來保持著石頭的力量，而釋放更多活力。現今科學定義為在地球重力場下，一種和其高度位置有關稱之為重力位能簡稱位能。為距離基準面的高度差而有的能量。重力位能的大小和物體的質量 m、重力加速度 g 以及高度 h 有關。重力位能：常以 $U=mgh$ 表示，位能的單位為焦耳 J，m 代表質量（單位公斤 kg），g 代表重力加速度值 9.8 m/s^2 ，h 代表物體相對基準點高度，單位公尺 m。

第二章 文獻探討

本章主旨在探討與本研究相關的文獻，以期能找到學生在『動能、位能與能量』中的另有概念，並查出能量科學史演進發展。且針對『動能、位能與能量』的主要概念、學生另有概念與科學史作分析。整理科學本質與科學史的關係，並設計科學史教學增進學生對科學的態度，最後找到合適的科學本質問卷與對科學態度問卷。本章共分七節：第一節：科學史與建構理論，第二節：科學史教學的設計，第三節『動能、位能與能量』概念與學生另有概念，第四節『動能、位能與能量』概念在科學史上的發展，第五節科學史與另有概念，第六節科學本質與科學史教學，第七節科學史教學與對科學的態度。

第一節 科學史與建構理論

建構激進理論先驅 Von Glasersfeld (1996) 有提到建構論係源自於 Piaget 重視個人適應環境時的同化與調適過程，也就是知識不是被動的接受，而是透過個人感官，讓知識被積極建設的問題。而個人的認知功能是適應性與組織經驗 (organization of the experiential)。在邱美虹主譯的『概念革命』(Thagard 原著) 一書第三章中針對科學知識『概念革命』清楚的描述，知識概念的改變需要『重組』、『刪除』、『加入』，甚至『合併』與『分解』。而書中對於概念革命所引用的例子，都是科學史上概念改變的著名典範，如：達爾文的演化論，板塊構造學說概念發展，拉瓦錫的氧化燃燒理論，哥白尼的日心說，使用這些例子很明顯知道科學知識本身的演進，也是一種根本的概念改變。而這些概念革命典範中也發現科學史上解釋的融貫性 (explanatory coherence)，是可作為理論取代和主要概念改變的驅動力。

且在『概念革命』的第十章『科學家與兒童概念改變』中，也有提到兒童與科學家知識的成長會有『個體發生重現族系發生』 (ontogeny recapitulates

phylogeny，頁 355），也有翻譯作『個體發生史重演種族發生史』。在發展心理學上，指個別兒童知識發展與科學史發展相符，這樣的觀點已經有研究透過類比的方法描繪出來。也就是從科學史的面向來說，兒童的學習經歷有相似的概念改變與修正，兒童認識論上的改變機制也似於科學家的機制，也就是科學史與兒童認知的是有結構重現（structure recapitulation）與機制重現（mechanism recapitulation）。在結構重現中，有證據顯示兒童經歷合併簡單概念，也有研究證據指出了學生在物理教育中的發生概念的分枝跳躍。在機制的重現中，則是更沒有任何理由懷疑，當科學家獲得新的概念與種類關係中所產生的機制，和兒童的概念產生機制有實質上不同。

因此教學上應該用有組織的發展概念，科學史上解釋的融貫性，來逐漸取代學生原先的認知概念，表 2-1-1 則是列出教學在概念改變機制中進行的發展與取代過程。

表 2-1-1 概念改變機制

	發現	教學
發展	概念形成	名詞的引入
	普適化的建立	實驗的敘述
	假設的形成	假設的辯護
取代	用新的理論架構來顯示	新理論擁護者的論證來
	它的解釋融貫性	顯示它的解釋融貫性

資料來源：出自 Thagard 原著，邱美虹等人譯。(2003:81)。

所以教學中運用以前科學理論是有價值的，教導已經過時的科學觀與淘汰的科學理論，就是提供某程度的經驗，讓學生組織經驗。Schecker（1992）認為藉著過去的科學史演進歷程來教導學生科學，可以提供學生豐富的科學知識發展實例證據來幫助學生糾正自己的錯誤觀念，同時並建構新的科學正確概念（引自王月春，2004）。除了科學史能針對學生的另有概念做澄清，科學歷史演化的知識更能幫助學生理解非常抽象的基礎概念，並使學生正確的認識科學理論（Padill &

Furio-Mas, 2008)。

也因此若科學史教學上，提供足夠的科學概念演進經驗，科學概念演變的歷程其實就是同化與調適過程，也就是提供科學史上的認知衝突可以讓學生自我調適，並可以同時培養學生科學本質觀及增加另有概念改變的機會。否則另有概念將停留在學生的思考邏輯中，間接影響學生的學習成效。因此教師在教學現場首要的工作，就是幫助學生建構『學生的另有概念』與『專家的科學知識』的橋樑，使學生藉由這些橋樑，從他們原有的另有概念躍遷到現在專家所認定的科學概念（Clement, 1981；Brown, 1984；引自李玉貞，2000）。

第二節 科學史教學的設計

科學史的融入教學的主體設計與內容的設計編排方式主要有：『附加式』、『整合式』、『互動式歷史小品』分述如下：

科學史的融入教學的主體設計編排有：『附加式』（add-on approach）以科學概念為主體，編排方式是將發生的歷史事件以增加單元的方式，把科學史內容與教科書內容獨立分開。『整合式』（integrated approach）以歷史事件發生先後對科學概念的影響為主體，最明顯的編寫方式是將科學之歷史發展與教材內容進行整合，當科學教師進行此種科學史教學時，已同時進行教科書內容之教學（Matthews, 1994，引自張宗婷，2007）。

科學史教學內容的設計編排，Roach & Wandersee（1993）提出的互動式歷史小品（interactive historical vignettes），強調的是『不同立場』的討論。其主要課程設計流程分別為：一、選擇重要的、有趣的、或特有的歷史單元；二、為了引發衝突，設計不同立場；三、組織成吸引人的故事；四、確定化解由故事而引起的衝突；五、評量學生對該單元的相關主題及科學本質之了解（引自鄭子善，2000）。且在這種教學中，教師設計了立場衝突的問題來討論，讓學生角色扮演以前科學家，如何去突破關鍵性的概念，使學生覺得所學的概念更有趣，並促進學生對概念的理解。

科學史教學時間的設計編排，進行融入科學史於教材時，並不是把繁雜的史料加入課本中，而是得經過規劃，考慮教學目標、學生程度等，尤其在國內還得特別兼顧考試壓力（林兆聖，2003）。而表 2-2-1 則是近年來文獻中，使用科學史教學的教學方式比較。

表 2-2-1 不同單元使用科學史教學的融入方式

研究者（年代）	科學史教學單元	使用方法簡述
鄭子善（2000）	燃燒	採『整合式』編排，將科學之歷史發展與教材內容進行整合，從東方火童神話故事開始，每段都有提問與反思，然後再由西方的學說，慢慢演進成『燃素說』與現在的『氧化說』。
李玉真（2000）	光	採『整合式』編排，以科學歷史事件發生先後，閱讀約三百字的文章後進行討論，並配合圖形與大量科學家的論述（第一節用了八位科學家），之後才全部統整出現在的科學概念。
林兆聖（2003）	原子	將原子概念的演進史粗分為：希臘時期、中世紀時期、文藝復興時期、到近代化學等四個時期，教材內共十五位科學家，至第七位科學家時，開始『引發衝突，設計對立的雙方』與學生進行互動式討論，前半段編排是『附加式』，後半段是『整合式』。
王月春（2004）	溫度與熱 燃素說與氧的發現	採『整合式』編排，以科學歷史事件發生先後，一小段文章後進行互動式討論，將科學之歷史發展與教材內容進行整合。
王月春（2004）	原子與分子	採『整合式』編排，把綠豆、花生、蓮

		子看成是不同的原子，並進一步以實際物體，模擬十九世紀時原子量的制訂方法。
徐錦美（2004）	電 伏打電池 電流磁效應 電磁感應	採『附加式』編排，科學史內容與教科書內容獨立分開，每一科學史教學後，多採實作過程。
林格朱（2004）	細胞與個體	採『附加式』編排，將發生的歷史事件以增加單元的方式融入教學，最後使用二份學習單讓學生寫『細胞與個體』的測驗選擇題，並建構其『細胞與個體』概念。
陳麗鴻（2005）	電磁鐵	採『附加式』編排，將發生的歷史事件以增加單元的方式融入教學，約一千七百字分成『中國的故事』與『西洋的發現』的教材，最後使用四份學習單讓學生討論，並建構其電磁鐵概念。
王唯齡（2005）	天文	採『附加式』編排，科學史鉅細靡遺從埃及，巴比倫，印度，中國，西方希臘，地心說，日心說等詳細說明，並伴隨麥哲倫繞世界一週等歷史事件證明。建構學生天文知識。
簡萍郎（2005）	磁場 電流磁效應 電磁感應	採『附加式』編排，將發生的歷史事件以增加單元的方式融入教學，共分四個單元，每一科學史教學後，多採實作過程。
張宗婷（2007）	血液循環	採『附加式』編排，科學史內容與教科書內容獨立分開，最後以學習單讓學生討論，建構血液循環的概念。

Padill & Furio-Mas (2008)	物質數量與莫耳數	將原子概念的演進從道耳吞開始，並接著陳述其他科學家新的概念革命觀點，採『附加式』編排。
Cavicchi (2008)	電流磁效應	透過學生的手，親手去做歷史上曾經的發明與發現，如：電鈴，電話與厄司特的實驗藉此瞭解電與磁的交互關係，使學生得以藉此建構電流磁效應的概念，並對於電流磁效應問題會有適當的反應答案。
Dedes & Ravanis (2009)	光學（干涉）	『整合式』編排，從科學演進史上得到一個教學模式，第一階段，使學生預測延長的光源成像結果，讓教師提供適當的衝突條件對照討論，第二階段，從科學史上克卜勒的解釋模型瞭解幾何光學。
Glenn (2009)	板塊構造學說	採『附加式』編排，有策略性的給學生說故事，而這些故事內容則包含板塊構造學說能夠演化的經驗，使學生探究科學歷史。

為免模糊學生的學習內容，設計上避免過多的科學家人名干擾學生邏輯思路，教學時間安排上也避免冗長文章陳述。因為設計科學史融入理化教學中，並非強調事件發生的時間。最重要的是著重於在當時既有的社會背景及科學成就基礎之下，一個新的科學理論或概念是如何突破舊的思維，逐步演進發展而成。且教學的同時，更需透過其他方式幫助學生建構科學概念。例如問題討論等。因此，本研究採『整合方式科學史的融入教學』，將科學史上概念改變的結構呈現，採互動式歷史故事，在每一小段文章後即進行討論，並引發學生的認知衝突，設計出新舊科學知識差異的雙方，使新科學理論的擁護者使用論證，來顯示它的解釋融貫性，使學生知道概念的突破關鍵。

第三節 『動能、位能與能量』概念與學生另有概念

單元教學的核心，首先要瞭解本單元的教材主要概念及其次要概念與細目，接著再瞭解學生另有概念。而本節將另有概念對應主要概念內容，然後在教學進行中，把主要概念教授清楚，並從學生的另有概念，對症下藥，以期能以科學史教學的方式改變與解決學生的另有概念。

一、教材的概念分析：

（一）主要概念參考：『教育部九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域之教材內容要項』教材歸類屬於『自然界的作用』課題中的『改變與平衡』主題，並著重在『能的形態與轉換』。而與教授討論後，將本教材歸納出四個主概念：

1.能的特性與形態、2.能的轉換、3.動能、4.位能。

（二）次要概念參考：『教育部九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域之教材內容細目』與『南一版，康軒版，翰林版的教材重點』

- 1.能有多種的形態：動能、位能、熱能、核能等不同『能』的形態。
- 2.能量的特性：能量不占有空間，不具有質量，具有作功能力。
- 3.能的形態可轉換：對物體施力作功，即是能量的轉換。
- 4.動能和位能可以相互轉換。
- 5.外力作功會造成物體運動快慢的改變。
- 6.動能的大小和物體的速率及質量有關。
- 7.物體因為距離地面有高度差而具有的能稱為位能。
- 8.重力位能的計算，和基準面與物體的高度及質量有關。
- 9.物體的彈力位能和物體的形變大小有關。
- 10.重力位能是抵抗重力而儲存的能量。

二、學生另有概念：

黃秀珍（2003）提到國內對於能量的概念研究，鮮少提到與動能與位能，且在劉俊庚（2002）的教學策略與學生另有概念之文獻中，有關『動能、位能與能

量』的學生另有概念部分，也僅提到『生命與動物活動才能引起能量』『人們能藉由肉眼，顯微鏡，電子顯微鏡看見能量』，國內針對『動能、位能與能量』的另有概念的研究是少之又少。但查了國外文獻，發現當學生學過『動能、位能與能量』單元後，新的認知會與舊的概念之間的交互作用，產生現今專家不認同的科學觀點（另有概念）。如：動能與物體的速度無關（Horton, 2001），速度增加一倍，動能就會增加一倍（NSTA, 2002），重力位能只取決於物體的高度（AAAS, 1993；NSTA, 2002），重力位能是位能的唯一形式（NSTA, 2002），只有移動的東西有能量（Horton, 2001；Necati, Muammer & Fikret, 2008；NSTA, 2002），能量守恆表明能量應該被儲存，但也認為能量會用完（NSTA, 2002），能量之間的轉變，能量會真正消失。能量消失或者在它的變換期間破壞（AAAS, 1993；NSTA, 2002）。甚至在國內力與運動的另有觀念研究也發現了學生的動能另有概念，如：學生具有『力可以從一個物體『傳入』另一個物體內，使物體產生運動』。以手力將球垂直往上拋，球離開手以後，球上的手力會逐漸消失（陳淑筠，2002；鄭茹芬，2002）。而從這些另有概念中不難發現多數不只單一文獻有記錄到，因此為免學生重蹈覆轍，這些都該是教師在教學現場應要注意的細節，也是教育工作者需要幫學生澄清的重點。

三、教材主要概念與學生另有概念

學生另有概念的成因可能是受到原有環境的思考模式影響，使每個人在學習新事物時的反應，會以著自己原本既有的思考模式與邏輯判斷，去解釋所接觸的科學現象（邱美虹，2000）。Head（1986）也提過學生另有概念可能成因（一）由日常生活經驗與觀察，（二）由教學類比所產生的概念混淆，（三）來自運用不當的隱喻，（四）由自己的文化，（五）來自一些自己原始想法所影響（引自彭泰源，1998）。

將『動能、位能與能量』單元教材主要概念與學生的另有概念整理如表 2-3-1，以提供學習單設計時，該注意的教學重點。

表 2-3-1 另有概念與『動能、位能與能量』單元概念關係

主要概念	次要概念	學生的另有概念
能的特性 與形態	動能、位能、熱能、核能等不同『能』的形態。 能量的特性：能量不占有空間，不具有質量，具有作功能力。	只有移動的東西有能量（Horton, 2001；Necati, Muammer & Fikret, 2008；NSTA, 2002）。 只有生命的東西有能量（Horton, 2001；Necati, Muammer & Fikret, 2008）。 『能量』和『力量』是相同的物理量（Horton, 2001；Neset, 2005；NSTA, 2002；鄭茹芬，2002）。 生命與動物活動才能引起能量（Necati, Muammer, & Fikret, 2008；劉俊庚，2002）。 能源是僅限於某些特定的來源（NSTA, 2002）。 人們能藉由肉眼，顯微鏡，電子顯微鏡看見能量（劉俊庚，2002）。 只要『辛勞的工作』就有作功，沒有位移概念（黃秀珍，2003）。
能的轉換	能的形態可轉換：對物體施力作功，即是能量的轉換。 動能和位能可以相互轉換，日常生活中功能原理。 外力作功會造成物體運動快慢的改變。	功與能量之間轉換觀念中，不知道能量的形式和它的變換（AAAS, 1993；Necati, Muammer & Fikret, 2008）。 力可以從一個物體『傳入』另一個物體內，使物體產生運動』。以手力將球垂直往上拋，球離開手以後，球上的手力會逐漸消失（陳淑筠，2002；鄭茹芬，2002）。 能量守恆表明能量應該被儲存，但也認為能量會用完（NSTA, 2002）。

		能量之間的轉變，能量會真正消失。能量消失或者在它的變換期間破壞（AAAS, 1993；NSTA, 2002）。 施多少力量就獲得多少動能（黃秀珍，2003）。
動能	動能的大小和物體的速率及質量有關。 外力作功會造成物體運動快慢的改變。	動能與物體的速度無關（Horton, 2001）。 速度增加一倍，動能就會增加一倍（NSTA, 2002）。 只要速度一樣，動能就一樣大（黃秀珍，2003）。
位能	物體因為距離基準面的高度差而具有的能稱為位能。 重力位能的大小，和物體的高度及質量有關。 物體的彈力位能和物體的形變大小有關。 重力位能是抵抗重力而儲存的能量，彈力位能則是抵抗彈力。	重力位能只取決於物體的高度（AAAS, 1993；NSTA, 2002）。 重力位能是位能的唯一形式（NSTA, 2002）。 重力位能只受重力影響（黃秀珍，2003）。 混淆動能與位能，認為速度越快位能越大（黃秀珍，2003）。

由文獻可以知道在本單元中另有概念是明顯存在的，因此當本研究發展『動能、位能與能量』試卷或進行『動能、位能與能量』教學，都必須將以上另有概念融入題目或教學之中，以求測出學生之真正『動能、位能與能量』概念或讓學生能學到現今所接受的科學知識。

第四節 『動能、位能與能量』概念在科學史上的發展

選定『動能、位能與能量』為主題的科學史教學，筆者便尋找過往文獻教材。

國內碩博士論文沒有人使用過『動能、位能與能量』為主題的科學史教學，而查的『動能、位能與能量的由來』資料出處如：國立台灣師範大學物理系～物理教學示範實驗室網站～物理問題討論區，維基百科，中國大百科物理學，大英百科線上繁體中文，都是由微積分從做功去解釋動能位能由來。

但不久後筆者從原文書籍中查到動能的由來是從動量演進，在 Jeans (2003) 提到科學家笛卡兒 (Descartes) 在彈性碰撞實驗中如圖 2-4-1 兩物體間的彈性碰撞。笛卡兒對動能最原始的定義 mv (現稱動量 momentum)，而他的直觀便是這是一種與質量與速度有關的物理量，第一次明確地提出了運動量守恆定律 (Holton & Brush, 2001)：物質的運動總量永遠保持不變。他認為運動不過是物質的條件，在物質中就會存在一定量的運動。也就是碰撞後，儘管其分散各個部分的運動量會改變，但它的總和在世界上永遠不會增加也不會消失。因為他發現質量越大掉進泥巴堆會越深，速度越大掉入泥巴堆也是越深， mv 代表運動量，且 mv 的總和守恆在球體的彈性碰撞他更發現了運動體前後『動能』總守恆 (現稱動量守恆 Conservation of momentum)。

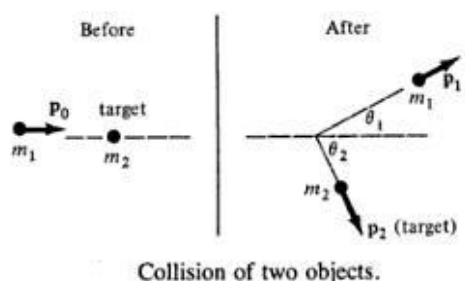


圖 2-4-1 兩物體間彈性碰撞

資料來源：出自 Steven, Frautsch, Olenick, Apostol, & Goodstein (2008: 277)

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

於彈性碰撞的動量守恆例子，Holton & Brush (2001) 則是用大砲做趣味性的例子，如圖 2-4-2。

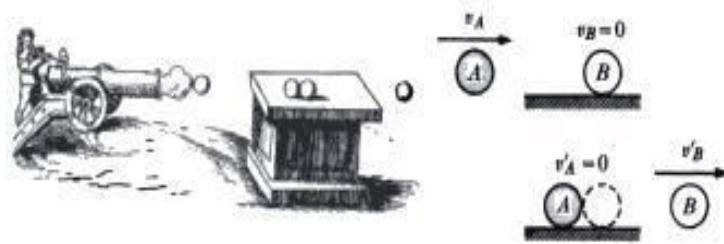


圖 2-4-2 大砲彈性碰撞的動量守恆例子

資料來源：出自 Holton & Brush (2001: 214)

但為了使學生更瞭解彈性碰撞，在教學中將使用牛頓擺來代言彈性碰撞，如圖 2-4-3。

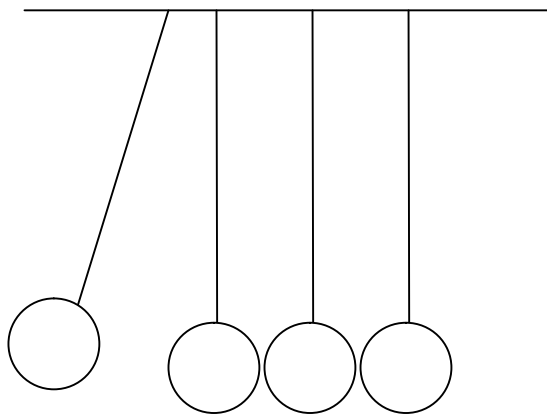


圖 2-4-3 牛頓擺是彈性碰撞的最佳代言

因此動能的公式並沒有被發明出，而發現單擺運動週期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 的數學家惠更斯 (Christiaan Huygens) 1652 年也開始研究彈性物體的碰撞。1668~1669 年而且首次提出這種碰撞前後之 $mv \cdot v$ 的總和守恆，也就是做一樣的實驗，惠更斯發現仍有另一個恆等式，不一樣的實驗結果。這個例子在科學史上是一個重要的範例，因為觀察研究記錄同一個實驗，不同的科學家可能會因為觀點與角度的不同，而得到不一樣的詮釋方式與結果。

但解釋動能的腳步沒停下來，有科學家將動能視為力量。最早發表微積分文

獻的萊布尼茲 (Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646-1716)，他舉出『活力說』理論，他發現：使一磅重的 A 物下落 5 呎和使 5 磅重的 B 物下落 1 呎，這兩種運動狀況均使受撞物形變相同，且兩者的最後 mv^2 是相同的（但兩者 mv 並不同）。因此他認為 mv^2 可代表力量相同，如圖 2-4-4 打樁機 mv^2 的作功也是可代表『力量』相同的現象，也就是萊布尼茲認為在惠更斯 (Christiaan Huygens) 所發現的式子，比笛卡兒 (Descartes) 更能代表運動狀，且由『活力』(vis viva) 力量去稱呼動能（因為活力能產生與力一樣物體形變效果）。

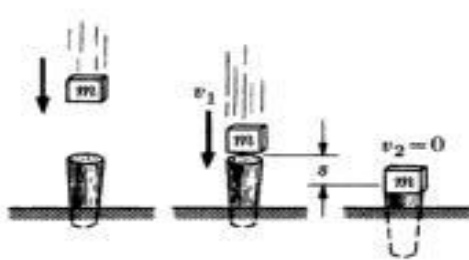


圖 2-4-4 打樁機是證明 mv^2 代表動能的例子

資料來源：Holton & Brush (2001: 222)

同時萊布尼茲力量也舉出位能的前身，『死力說』理論：死的力量，因為這種力量沒有運動，只有運動的能力，當把物體抬高時，物體將會保存這個『力量』，於釋放時轉換成活力。『死力』也可以像在彈簧中，只靠彈簧壓縮或拉長來保持著石頭的力量。

Cajori (2008) 與 Roche (1998) 提到，發現地球『科氏力』的法國科學家科里奧利 (Coriolis) 在 1829 年他出的一本計算機器作功效果的教科書，根據作功（當時稱機械功） $W=FS$ 的定義中產生功的想法，可以完整的解釋所做功 FS 完全轉換成『活力』，但是要用 $0.5mv^2$ 代替 mv^2 剛好使所有現象都得以能完美解釋。

在 Harman(1982)提到，於 1853 年由蘇格蘭工程師和物理學家朗肯(Rankine)提出了一種能潛在儲存的物理量『位能』，也結合了重力場，把能抵抗重力而儲

存的能量稱之為位能。修正了萊布尼茲（Leibniz）視為『死力』的概念，位能被看成是一種被儲存物理狀態。它有可能被轉化為其他形式的能源如：動能，引進了能量守恆，取代原來『活力與死力』守恆之概念。漸漸地 $FS=mgh$ 或 $FS=0.5mv^2$ ，與等加速度運動學的成熟，動能與位能的力學能守恆概念成型，加上焦耳（Joule）時藉由焦耳實驗，發現功、動能與位能都是能量與『熱』、『電能』也一樣都是能量。

而焦耳實驗（重力位能轉換成動能與熱能）如圖 2-4-5 是一個在大型裝水的絕熱容器中，絕熱容器中有大型的鋼製划水輪，可以藉由通過重物掉落、滑輪等工具使絕熱容器中的槳轉動，槳在水罐中轉動時，遇到的阻力很大，所以重物各 4 磅（合 1816 克）下落的速率很慢，大約 30.48 公分/秒，滑輪離地的高度約十一公尺，結果在重物落到盡頭時，滑索須重新繞起，以使槳可以再行轉動。這樣操作 16 次以後，再用靈敏度很高、很準確的溫度計測量水所提高的溫度。焦耳對此實驗連續做了九次，實驗過程中都排除環境散失的能量。測定結果為（ $1\text{ J}=0.24\text{ 卡}$ ）。

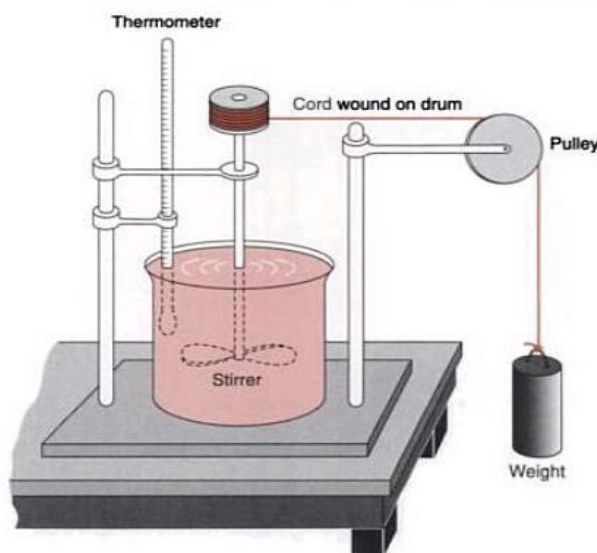


圖 2-4-5 焦耳實驗

資料來源：出自 Robert & Mortimer (2000: 56)

焦耳也曾做過實驗將電能轉換成熱能的裝置如圖 2-4-6，這些都證明動能、位能、熱能與電能是能量的一種，這樣的結果也確定新的物理量。而在此之前，

動能是常常與運動學或力學（萊布尼茲的活力論）搞混的情況，因此為了紀念焦耳，能量的單位也是使用焦耳。

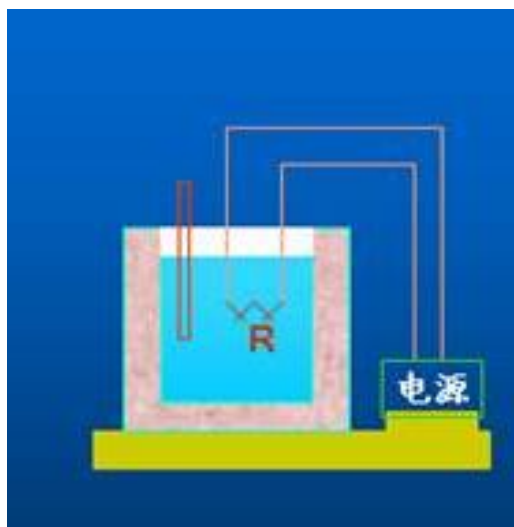


圖 2-4-6 焦耳實驗證明熱能與電能互換

資料來源：中國佛山科學技術學院線上課程

綜合上述，邱韻如（2006）也提到『在伽利略、牛頓時代，還沒有能量的概念，在當時能量和力是分不清的。這要從碰撞問題談起……』。因此本研究在整個『動能、位能與能量』的科學史演進歷程的文獻查證更加完整，茲將前後文獻資料與這文章『有關動能與位能的主要論述』依年代結合整理如表 2-4-1。

表 2-4-1 動能與位能的主要概念演進

科學家（年代）	對於有關動能與位能的主要論述
笛卡兒（Descartes, 1596-1650）	mv
牛頓（Newton, 1643-1727）	支持 mv
惠更斯（Huygens, 1629~1695）	$mv \cdot v$
萊布尼茲（Leibnitz, 1646~1716）	活力&死力
科里奧利（Coriolis, 1792-1843）	$0.5mv \cdot v$
朗肯（Rankine, 1820~1872）	用能量守恆（實際能&勢能）取代力的守恆
焦耳（Joule, 1818~1889）	熱功當量

資料來源：邱韻如（2006）。

第五節 科學史與另有概念

科學的起源多數來自於觀察，所以在科學概念上，學生會有類似『現象模式』的情況，也就是以自己觀察感覺的日常經驗來解釋科學。而當學生進入教學現場後，若遇見的科學現象，學生自己有出現矛盾解釋時，為了更完美的解釋，學生會使用『同化模式』來保有既有的知識，最後模式共存並調和使用形成學生的『科學觀點』（Vosniadou, 1991；引自張玉枝，2002）。在文獻中有關學生的能量另有概念，其實有些也是科學家在過去現象模式中常認為的科學知識。茲將不同單元在科學史上，曾經有的類似今日學生的另有概念整理，如表 2-5-1（劉俊庚，2002）。

針對教材可以去設計一個科學演進歷史上，科學家也曾遭遇的困境與曾有的另有概念，讓學生去體驗以前科學家的問題，試著讓學生觀察探究假設求證，建構自己的科學知識（張宗婷，2007）。

表 2-5-1 不同單元科學史上類似今日學生另有概念之處

單元	學生常有的另有概念
力與運動	對於力與運動的想法當中，常有類似於中世紀衝力論。
物質與粒子	喜歡使用“某物”存在於粒子之間，學生常沒有真空的概念，認為真空就是空氣。以前的科學家也認為空間有『以太』的物體。
熱與溫度	熱與溫度，這兩個概念很久才被區分開來。十八世紀以前，人們普遍地認為物體的冷熱程度就意謂著物體所含熱的多少。
電解質	因為水分子可以來幫助水溶液導電使電子在水溶液中移動，使得電流溝通。以前的科學家也認為幫助導電『水』是主因。

而在科學史上『曾經錯誤的科學觀點』有很多與現今學生『另有概念』類似，這些都將成為設計教材的重點知識，也是設計測驗的重點。表 2-5-2 則是列出在『動能、位能與能量』單元中，學生現在的『另有概念』類似科學史上『曾經錯誤的科學觀點』之處。

同時在科學史上『曾經的科學觀點』（不一定正確）有很多的內容就可以澄清現今學生『另有概念』，使學生漸漸建構今日專家所認同的科學知識。這些內容都將成為教材與學習單中的重點知識，表 2-5-3 則是列出在曾經的科學觀點可澄清的學生另有概念。

綜合上述，設計科學史教學，可針對以前科學觀點與另有概念相似處，說明其被後來科學家推翻取代的原由，而這些以前的科學觀點仍可保留部分性質，用來澄清學生的另有概念。

表 2-5-2 曾經的錯誤科學觀點類似學生現在的另有概念

曾經的科學觀點	與另有概念相似處
萊布尼茲 (Leibniz)，他舉出動能為『活力』，位能為『死力』	『能量』和『力量』是相同的物理量（(Horton, 2001；Neset, 2005；NSTA, 2002；鄭茹芬，2002)。 施多少力量就獲得多少動能（黃秀珍，2003）。
笛卡兒 (Descartes) 對動能最原始的定義 mv （現稱動量），而他的直觀便是這是一種與質量與速度有關的物理量	速度增加一倍，動能就會增加一倍（NSTA, 2002）。
萊布尼茲 (Leibniz)，他說上拋的過程舉出動能為『活力』越來越少，位能為『死力』會越來越多	功與能量之間轉換觀念中，不知道能量的形式和它的變換中（AAAS, 1993；Necati, Muammer & Fikret, 2008）。 學生具有『力可以從一個物體『傳入』另一個物體內，使物體產生運動』。以手力將球垂直往上拋，球離開手以後，球上的手力會逐漸消失（陳淑筠，2002；鄭茹芬，2002）。

表 2-5-3 曾經的科學觀點與可澄清的學生另有概念

曾經的科學觀點	可澄清的另有概念
笛卡兒 (Descartes) 對動能最原始的定義 mv (現稱動量), 而他的直觀便是這是一種與質量與速度有關的物理量。	動能與物體的速度無關 (Horton, 2001)。 只要速度一樣, 動能就一樣大 (黃秀珍, 2003)。
萊布尼茲 (Leibniz), 他說上拋的過程舉出動能為『活力』越來越少, 位能為『死力』會越來越多, 活力與死力的轉換不會消失。	混淆動能與位能, 認為速度越快位能越大 (黃秀珍, 2003)。 能量之間的轉變, 能量會真正消失。能量消失或者在它的變換期間破壞 (AAAS, 1993; NSTA, 2002)。
科里奧利 (Coriolis) 在 1829 年根據做功 (當時稱機械功) $W=FS$ 的定義中產生功的想法, 可以完整的解釋所做功 FS 完全轉換成『活力』, 但是要用 $1/2mv^2$ 代替 mv^2 。	施多少力量就獲得多少動能 (黃秀珍, 2003)。 只要『辛勞的工作』就有做功, 沒有位移概念 (黃秀珍, 2003)。
朗肯 (Rankine) 提出了一種能潛在儲存的物理量『位能』, 也結合了重力場, 把能抵抗重力而儲存的能量稱之為位能, 修正了萊布尼茲 (Leibniz) 視為『死力』的概念。	重力位能只取決於物體的高度 (AAAS, 1993; NSTA, 2002)。 重力位能是位能的唯一形式 (NSTA, 2002)。 重力位能只受重力影響 (黃秀珍, 2003)。 只有生命的東西有能量 (Horton, 2001; Necati, Muammer & Fikret, 2008)。 生命與動物活動才能引起能量 (劉俊庚, 2002; Necati, Muammer & Fikret, 2008)。

焦耳實驗，發現功、動能與位能都是能量與『熱』『電能』一樣都是能量。人們能藉由肉眼，顯微鏡，電子顯微鏡看見能量（Necati, Muammer& Fikret, 2008；Trumper，1998；引自劉俊庚，2002）。只有移動的東西有能量（Horton, 2001；Necati, Muammer & Fikret, 2008；NSTA, 2002）。能源是僅限於某些特定的來源（NSTA, 2002）。

第六節 科學本質與科學史教學

針對國外科學本質含意：美國國家教育發展評鑑小組 NAEP（National Assessment of Education Progress, 1989）則認為科學領域內所包含的『科學知識、價值和方法過程』就是科學本質（引自邱明富，2003）。而美國科學促進會（AAAS）科學本質則是分成三個領域，『科學知識本質，科學探究本質，科學事業本質』。Showalter（1974）使用了暫定（tentative），公開（public），可複製的（replicable），概率（probabilisti），人文（humanistic），歷史，獨特的，全面的，以這些元素為科學本質特點（引自 Meichtry, n.d.）。

針對國內科學本質含意：教育部則設有科學本質的能力指標：國民中小學九年一貫課程自然與生活科技學習領域科學素養中科學本質的能力指標在下列『a-b-c-d』的編號中，『a』代表能力指標，『b』代表學習階段序號：4 為第4階段國中一二三年級，『c』代表能力指標之次目標序號，『d』則代表流水號。

表 2-6-1 摘自教育部（2003）科學素養的科學本質能力指標

第四階段（七、八、九年級） 3-4-0-1 體會『科學』是經由探究、驗證獲得的知識。 3-4-0-2 能判別什麼是觀察的現象，什麼是科學理論。
--

3-4-0-3 察覺有些理論彼此之間邏輯上不相關連，甚至相互矛盾，表示尚不完備。好的理論應是有邏輯的、協調一致、且經過考驗的知識體系。

3-4-0-4 察覺科學的產生過程雖然嚴謹，但是卻可能因為新的現象被發現或新的觀察角度改變而有不同的詮釋。

3-4-0-5 察覺依據科學理論作推測，常可獲得證實。

3-4-0-6 相信宇宙的演變，有一共同的運作規律。

3-4-0-7 察覺科學探究的活動並不一定要遵循固定的程序，但其中通常包括蒐集相關證據、邏輯推論、及運用想像來構思假說和解釋數據。

3-4-0-8 認識作精確信實的紀錄、開放的心胸、與可重做實驗來證實等，是維持『科學知識』可信賴性的基礎。

綜合上述將科學本質以 AAAS 的分類方式分成科學知識本質，科學探究本質，科學事業本質並將細目分類如下：（AAAS, 1990；林格朱，2004；邱明富，2003；張宗婷；2007）

一、科學知識本質（the scientific world view）：科學知識是經過長時間演進，可使學習者理解的（understandable），且科學知識可以在既有的科學基礎上，延伸對其中的瞭解與解釋並演進。而同時科學知識也是耐用的（durable），科學知識可以公開的接受檢驗。然而科學想法的變化也可能具有創新，跳脫原先知識架構發明出新的概念如：量子力學，而可能更完美的解釋原有的科學知識。也就是新的科學知識會以更強有力的架構，變得準確並且成為新的科學知識被廣泛地接受。

（一）『累積性』：科學知識是經時間，由前人的智慧累積而來一種類似接力的方式，也就是現在的科學理論是以過去的理论作基礎而得來的。（二）『暫時性』：科學知識是暫時性的，可被改變的，但大部份的科學知識是經過無數次的實驗與觀察與科學社群檢驗，所以這些科學知識也並不是很容易被推翻的。

（三）『可複製性』：科學知識是可以讓科學家們在相同的條件下，以相同的實驗均應能做出相同的結果。（四）『公開性』：科學知識是科學家們公開的發表

文章，闡述自己的理論，並引用前人支持自己理論學說。（五）『創造性』：科學知識是科學家們因為新現象被發現或新的觀察角度改變而有不同的詮釋。

二、科學探究本質（scientific inquiry）：科學探究要求證據，科學家需能有意識地，去控制實驗的外在條件，而確切獲得他們的證據與實驗結果。同時科學探究也是邏輯和想像的混合物（a blend of logic and imagination），因為科學家可能經常有不同的意見和想法，因此探究的結果並非固定結論。連解決問題的方法，科學家也認為並不一定只有一種方法，因此科學家也會常想像出另一套解釋理論，來探求其科學知識真偽。然而受到科學家本身的生活經驗與文化影響，科學家很難做出客觀的判斷與科學探究，也就是科學家無法避免偏見的發生。

（一）『實證性』：科學探究要依據科學理論作推測，蒐集相關證據獲得證實。（二）『非單一性』：科學探究針對同一現象，科學家可能有新的觀察角度而有不同的詮釋。（三）『非固定性』：科學探究是企圖解釋自然現象，並不一定要遵循固定的方法，都可能獲得科學內容。（四）『理論蘊含』：科學探究的方法是運用想像來構思，並明確蒐集相關證據，具有邏輯推論理論存在。（五）『非絕對客觀』：科學探究仍會被科學家本身的生活經驗與社會文化背景所影響，科學探究具有科學家本身的主觀性。

三、科學事業本質（the scientific enterprise）：科學事業是一項複雜的社會活動（complex social activity）舉凡人與人有組織的科學活動都是科學的一部份。且科學事業不可避免反映出社會價值和觀點，例如研究的主题也會有流行，這都是科學的社會本質（the social nature of science）。而同時科學情報的媒體傳播也會促進科學的演進或跳脫舊思維改變。在科學社群會議中的討論或在科學雜誌裡出版文章提出的理論，最後都要經接受專家的討論與查驗，也都是科學事業的一部份。

（一）『倫理與道德』：科學事業是受到人與人之間的關係影響，不能去研發大規模毀滅性，從事傷害人類的事。（二）『科學與技學』：科學事業是科學知識與技能的學習內容，科學事業能因為資訊傳播發達而促使科學蓬勃發展。

(三)『科學與社會』：科學事業能影響社會價值觀，因為科學家會將發現的資訊或分析的技巧應用在公共事務，使科學事業也是文化傳統的一部分。(四)『科學家的身份』：科學事業的工作內容是多樣的，因為科學工作可以是工程師，數學家，內科醫生，圖書館管理員甚至從事政治。(五)『科學社群』：是科學事業中科學界同儕檢查與持續驗證的過程。

因此從國內外對於科學本質的解釋，瞭解科學本質是指科學知識具有暫時性，非永久的定理，同時科學探究受個人主觀與社會及文化影響，觀察同一個現象可能因為角度不同而有不同的解釋。也就是當出現更詳盡的科學知識解釋時，經由開放的討論空間，複雜的社會活動，被科學社群檢視與接受，就可能成為科學知識。

而科學史教學內容即是強調在複雜科學事業中，一連串的科學知識暫時性，並透過很多科學家再一次的探究，茲將學者提到科學史與科學本質的關係整理如表 2-6-2。

表 2-6-2 科學史與科學本質的關係

學者	內容
Garrison & Lawwill (1993)	認為利用科學史，可以讓學生了解科學知識的暫時性與方法的不確定性。而以上這些概念正是科學知識本質與科學探究本質的基本意涵（引自林兆聖，2003）。
Solomon, Duveen, Scot, & McCarthy (1992)	提到可以經由科學知識的演進歷程教學，呈現這些一次一次的科學革命，並能促使學生對於科學本質認識的提升。
Allchin (1992)	藉由科學史教學可以促進（further enrich）科學本質，學生將是與科學歷史中的科學家經教材而『對話』，自然而然的進入情境並擁有潛移默化的科學素養。
Matthews (1994)	科學史教學說明了科學知識發展的過程，適時提醒學生該認識的科學本質。因為大部份學校教材中只描述科學原理之發展至最後，由專家所公認的理論，教學中少了科學發

展演進介紹，導致學生誤認為科學是不可挑戰與不容懷疑
(引自林兆聖，2003)。

由此不難發現經由科學史教學，學生結構重現與機制重現的過程，能促進其科學本質。最後，國內使用科學史教學的方式提升學生對於科學本質的認識，整理如下表：

表 2-6-3 使用科學史提升學生對於科學本質的認識

研究者 (年代)	科學史教學單元	使用方法簡述
邱明富 (2003)	牛頓的科學原理發現經過	採科學史內容與教科書內容獨立分開，將科學本質明確定義，並將科學本質內容明確寫入科學史教材中，在故事的段落中若具有科學本質的特性的內容，明確寫上如：暫時性，公開性，實證性...等。
李玉真 (2000)	光	採整合式，將科學本質融入教材中(未明確寫出科學本質內容)，最後使用科學本質問卷，並事先列『科學本質問卷』評分標準，針對『科學知識本質』，『科學探究本質』，『科學社群』方向去探討。
鄭子善 (2000)	燃燒	選定課程主旨：融入科學本質的議題，但文中針對的科學本質僅探討『暫時性』，『科學社群』，『科學家身份』，『非客觀性』。
林兆聖 (2003)	原子	將科學本質融入教材中(未明確寫入內容)，但在研究方法中，有明確將段落文章與想傳遞的科學本質觀互相對應，最後試卷中則有原子概念演進的科學本質題目。

採『附加式』編排，將科學本質的內容融入教材，並設計教師與學生的對答問題，藉由中斷教學，提問學生的方式，在課堂進行中直接刺激學生進行思考，同時提供範例，說明科學家的社會責任，彰顯科學對於人類發展的貢獻以及傳遞世界，幫助學生提升科學本質觀。

這些研究結果都顯示科學史教學是一項能夠提升學生科學本質觀的良好教學方式。筆者綜合上面研究方式，以『整合式』編排，教師與學生的對答問題方式，將科學本質觀融入教材，並將段落文章與想傳遞的科學本質觀互相對應，確實將科學本質觀融入教材。

第七節 科學史與對科學的態度

Liu, Hsieh, Cho, & Schallert（2006）提到擁有高階的能力或技能，並不能保證學生能夠持續進行學習活動或者任務，學生還需要有內部的動力。因為主動積極的學習態度是學生理想學習的方式；相反地，消極或被動的學習態度將嚴重影響學生學習成效。Marzano（1992）針對心理學理論中有關教學的研究結果，歸納出學習態度是後天環境塑造，而非天生或遺傳，因此學習態度具有可塑性。教師可透過適當的教學技巧，培養學生建立積極正面的學習態度（引自簡萍郎，2005），因此教學應重視讓學生喜歡理化，使喜歡理化成為學習理化動力的重要元素。所以建構一個以學生為學習中心的教材，就不能不去重視對學生態度會產生影響的事物。

McMillan & May（1980）則提到影響學生學習意願的關鍵，『對科學的態度』會與（1）教師與學生的相互關係，（2）教師教學活動的種類，（3）教師使用的學習教材，（4）測驗內容難易度有關。甚至有研究指出會與學生性別、家中兄弟姊妹人數、父母的工作職業、父母教育程度、家中的藏書數量使用頻率、數學與

科學成績、參加有關自然科學活動的頻率、就讀學校的種類、學習自然科學課程的總時數、學校實驗室與相關科學硬體設備狀況、課程教材內容、教師的性別與年資有關（Mordi, 1991；引自王唯齡，2005），Matthews（1999）也曾針對性別做對科學史教學的態度，他發現高年級男生對科學史教學的興趣愈高，女生則反之（引自徐錦美，2004）。而本研究使用科學史教學，便是主要著力在『教師使用的學習教材』本身，試圖去改變學生的『對科學的態度』，並探討在科學史教學中性別對『科學史教學課程』的差異。表 2-7-1 則是列出在文獻中使用科學史教學，提升學生『對科學的態度』的具體方法與研究建議。

而國外針對科學史教學，提升學生『對科學的態度』方面，Brush（1989）提到藉由科學史的融入課程，使得學生不再認為物理艱澀而願意去學習它，讓學生對物理的態度有顯著改變。而 Kubli（2001）也發現科學史的教學能讓學生更深入了解整個科學史演進程序，顯示出科學是人類智慧累積的表現，改變了學生對於科學的態度，也從不同的角度去得到問題的答案（引自徐錦美，2004）。Sterling（2009）也是認為在追溯以前科學家是怎樣如何把科學概念推翻改變時，對於學生是迷人也吸引的。因此國內外使用『科學史』的教學策略來提升學習效果並提升學生對科學態度都是持正面肯定的。

表 2-7-1 文獻中提升學生『對科學的態度』的方法與建議

研究者（年代）	使用方法簡述
邱明富（2003）	有配合單元教學之佈置專科教室科學史情境，但課程中牛頓的故事做太完整的呈現，先前課堂看到的學生笑容消失，作者發現不能照單全收，應該要設法去蕪存菁一番，於是課程途中彈性調整。
陳麗鴻（2005）	上課使用科學史相關影片及圖片輔助科學史課程，並且以實際物體操作相關實驗，統計發現學生比以前喜歡有關自然科學的課程。
張宗婷（2007）	選擇對學生是重要、有趣的科學史小事件，且又需與教學

	章節的主題息息相關，運用資訊科技，透過師生討論，呈現故事中相關事件的圖片、照片、角色或情境，配合故事的進行設計，使學生更能投入其中。
簡萍郎（2005）	介紹完科學史後，選擇科學史上有趣有用的發明，讓學生動手製作簡易電磁鐵、簡易發電機、簡易發報機使學生提高對科學的態度。
徐錦美（2004）	實施科學史教學時，除了以講述故事的方式呈現之外，再加上一些「仿古」實驗或是模擬實驗，讓學生動手製作萊頓瓶、水果電池（伏打電池）...等。
鄭子善（2000）	具創造力（想像力）的寫作與藝術性工作，以文字或漫畫敘述歷史事件的始末，學生可以自製海報陳述自我的想法等具創造性與藝術性方法來呈現，使學生更有參與感。
王唯齡（2005）	除了介紹天文科學史，還運用當代資源，包括探訪台北市天文科學教育館，運用館內資訊科技事件的相關圖片，透過師生對話，增加學生興趣。

第三章 研究方法

本章主旨說明本研究設計流程，研究對象，研究工具，研究課程設計，資料分析，在以下各章節分別詳細說明之。

第一節 研究流程

欲瞭解科學史教學是否能幫助學生瞭解科學本質觀，澄清『動能、位能與能量』單元中學生的另有概念，並對科學的態度產生正面的效果，針對國中自然與生活科技『動能、位能與能量』的學習單元，採準實驗研究法（變項關係整理如表 3-1-1），探討九年級的學生使用不同的教學教材方法對於學習成效影響。一組為實驗組『動能、位能與能量科學史融入理化教學』（以下簡稱科學史教學組），另一組為控制組『講述式與投影補充資料教學』（以下簡稱講述式教學組），『科學史教學組』在兩個九年級班級，教師將『動能、位能與能量』的科學知識演進歷程，以學習單師生討論方式教學，並讓學生討論其中演變代表的科學意義，並輔以演練題目。『講述式教學組』在一個九年級班級，教師將『動能、位能與能量』的科學知識，以學習單講述方式，並針對觀念重點舉例與練習最後投影補充資料教學。然後使用測驗與問卷，針對學生的『動能、位能與能量概念』『動能、位能與能量另有概念』『科學本質』『對科學的態度』，多方面收集資料，並做概念前後測，問卷量表前後測分析。

表 3-1-1 本研究中變項關係

自變項 (研究中介入的教學法)	控制變項 (研究中教學環境)	依變項 (研究中學習成效)
實驗組 (科學史教學)	教學時數 授課單元	學生的『動能、位能與能量』概念，科學本質觀，
對照組 (講述式教學組)	教學教師 題目演練	對科學的態度，對科學史教學的態度

一、背景分析、擬定研究計畫 (97.9~97.10)：固定閱讀科學教育論文，與教授保持定期討論出研究方向，接著擬定並撰寫研究計畫，並從文獻中探討題目的可行性、並制訂欲研究的內容與結果。

二、文獻探討，設計課程與試卷 (97.10~97.11)：選定教學單元『動能、位能與能量』，搜集、討論可用的資源、文獻、期刊及評估學生可能的能力。並針對該單元目標訂定學習主概念與次概念，找出合適的量表問卷。接著設計『動能、位能與能量』概念試卷，編寫並修改教案搜集文獻中試卷。最後在台北市某一所公立高中高中作信度預試，並使用 SPSS 統計軟體與 ConQuest 項目反應建模軟體，建立一份『動能、位能與能量』概念試卷。

三、教學計畫實施與資料收集 (97.11~97.12)：使學生先完成前測試卷與問卷，『科學史教學組』與『講述式教學組』進行教學，再使學生完成後測試卷與問卷。最後將前後測試卷與問卷收集並觀察記錄教學過程。

四、資料分析 (97.12~98.2)：學習使用 SPSS 統計軟體分析資料，接著登錄學生前後測成績，並使用 SPSS 統計軟體與 EXCEL 作圖分析以瞭解學生的前後測成績差異。

五、研究結果與討論 (98.2~98.5)：根據分析結果回查文獻討論，時時針對題目主題回饋討論，使論文充實豐富。

六、研究全程 (97.9~98.5)：與教授保持定期討論，時時針對研究主題查文獻修正，並申請國立教育資料館～中西文資料庫帳號查國內外文獻。執行流程圖如圖 3-1-1。

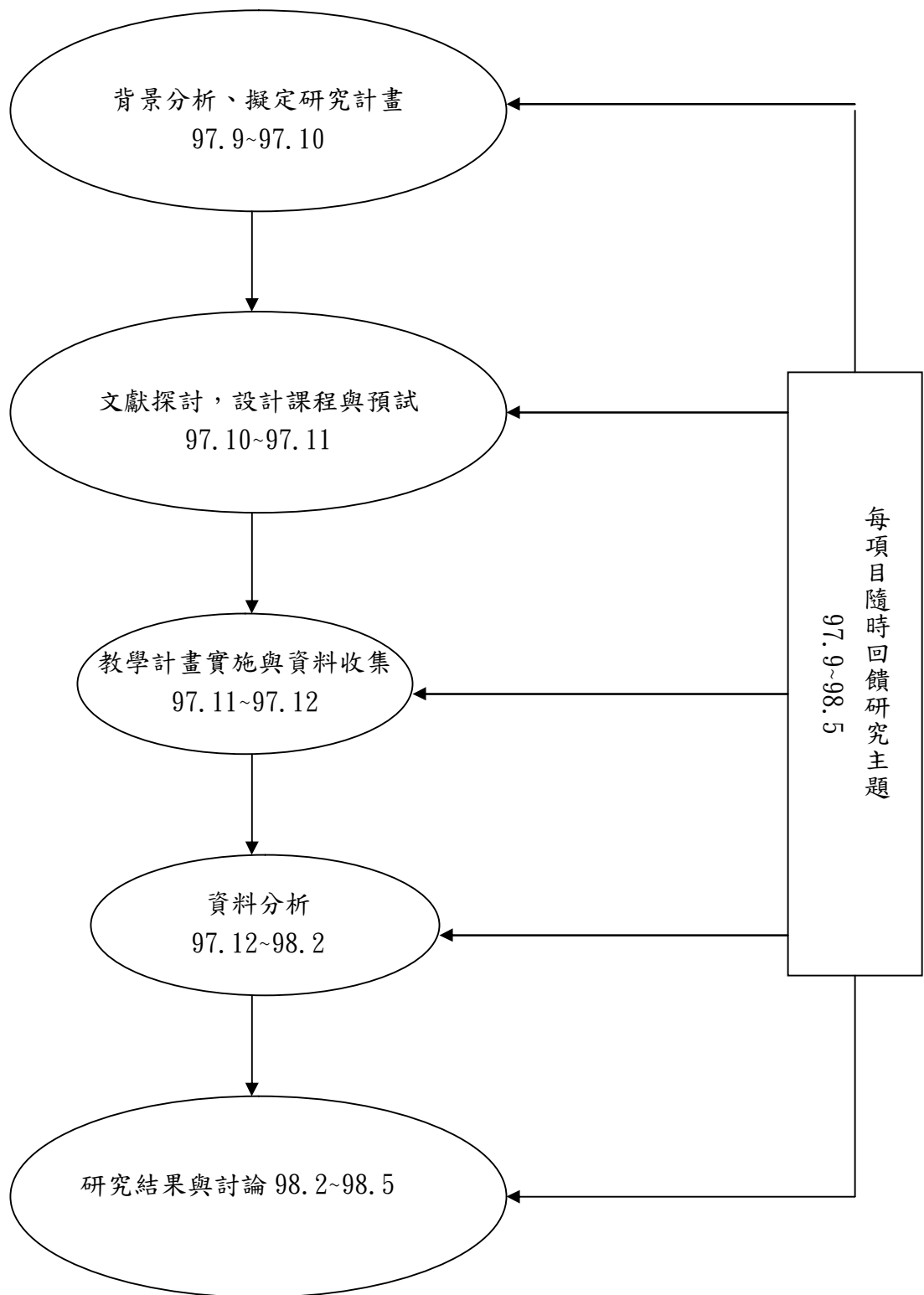


圖 3-1-1 研究執行流程圖

第二節 研究對象

個案學校座落於台北市大安區，實驗對象學生以九年級學生為主，附近是學術機構林立的教育區；是一所新成立五年的台北市立國民中學，目前共有 48 個班級，附近明星學校環伺，學生數約 1500 人，每個班級約 34 個學生，家庭社經背景多屬中上層。從其中選取九年級三個班級作為研究的對象。為了能測得教學的成效，並增加本研究之研究效度，把『無用心作答』、『學習障礙特教生』與『已明顯補習而成效良好的學生』排除樣本。此三個班級內排除樣本，如下：『科學史教學組』的兩個班級有 2 位特教班融合教育學生，1 位能量概念總分前測全對，4 位學生在試卷量表未思考亂作答。『講述式教學組』的班級有 1 位特教班融合教育學生，4 位學生在試卷量表未思考亂作答。所以這 12 位學生不列入本研究樣本。因此『講述式教學組』一個班級樣本數為 30 人，『科學史教學組』兩個班級樣本數為 60 人。

第三節 研究工具

一、『動能、位能與能量』的概念測驗卷：

（一）建立測驗卷初稿：初稿的設計是針對『動能、位能與能量』單元中主要概念和次概念進行命題，同時參考文獻中，指出的學生在本單元學習的另有概念。為了增加專家效度，題目初審階段除了時時與教授保持討論，並同時請四位台北市國中自然與生活科技教師，一位台北縣國中自然與生活科技教師，兩位宜蘭縣國中自然與生活科技教師協助審題以建立專家效度，最後得『動能、位能與能量』的概念測驗卷初稿試卷，題目總共三十四題如附錄一。而本研究所採用的信度是以庫李信度計算方式，並使用 SPSS 軟體來分析。而根據郭生玉（2004）對於信度水準的分類，本研究庫李信度所得到的值.90 以上視為高信度水準，.80 以上視為中等至高信度水準，.70 的信度尚且足夠，.60 以下就被視為不能接受的低信度水準。

(二) 測驗卷初稿預試：取台北市某一所公立高中一年級學生三個班級共有 110 個樣本做測試，而本考卷使用『ConQuest 項目反應建模軟體』分析其中題目選項的答對率，題目鑑別度，並測出初稿之信度。也使用 SPSS 軟體分析整份測驗之信度，與分析刪除某題目後整份初稿信度之改變如何。

(三) 初稿預試結果：試題答對率範圍從 0.42 (第二十八題) 至 0.88 (第十題)，僅有第二十九題答對率在 0.15，其餘答對率均高於 0.42，三個班答對率平均 68.18%，平均三十四題答對 23.18 題，對照該校公立高中入學 PR 值，該校基測入學整體的表現是 PR88 以上的水準，因此雖然以答對率看起來似乎稍偏易，但對照高中學生本身程度的因素，本初稿測驗卷應是屬於難易適中的。而『動能、位能與能量』的概念測驗卷初稿整體信度為 0.83，鑑別度 0.29~0.65 多數均為優良試題。一般而言，鑑別度以 0.25 以上為標準，高於 0.4 為優良試題 (郭生玉，2004)。僅有第五題 (0.21)，第二十六題 (0.22)，第二十八題 (0.1) 與第二十九題 (-0.03) 鑑別度未達標準。而第二十八題與第二十九題的結果顯示，高分群作答與低分群作答幾乎無差異，可見此兩題無鑑別度，需考慮刪除。而初稿卷三十四題以 SPSS 統計軟體分析信度，整體信度達 0.85，但是第二十八題刪除時，整體信度值會提升至 0.852，第二十九題刪除時，整體信度值會提升至 0.853，詳細見附錄二，而與教授討論後決定刪除這兩題，刪除第二十八題與第二十九題整份試卷信度信度值就提升至 0.859，於是決定出正式施測的『動能、位能與能量概念測驗卷』共三十二題 (題號依照初版三十四題編寫)，見附錄三，而根據文獻探討的主要概念與次要概念，將三十二題分類如表 3-3-1。

表 3-3-1 主要概念與次要概念與測驗卷題號對應表

主要概念	次要概念	包含概念的題目
能的特性與形態	動能、位能、熱能、核能等不同『能』的形態。	1, 2, 8, 10, 26, 34,
	能量的特性：能量不占有空間，不具有質	

	量，具有作功能力。	
能的轉換	能的形態可轉換：對物體施力作功，即是能量的轉換。 動能和位能可以相互轉換，日常生活中功能原理。 外力作功會造成物體運動快慢的改變。	2, 3, 5, 6, 7, 11, 13, 17, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 33, 34
動能	動能的大小和物體的速率及質量有關。 外力作功會造成物體運動快慢的改變。	1, 2, 5, 6, 7, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 33,
位能	物體因為距離地面有高度差而具有的能稱為位能。 重力位能的大小，和物體的高度及質量有關。 物體的彈力位能和物體的形變大小有關。 重力位能是抵抗重力而儲存的能量，彈力位能則是抵抗彈力。	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 32

(四) 『動能、位能與能量』的概念測驗主概念信度分析：於是再使用 SPSS 軟體針對：『能的特性與形態』『能的轉換』『動能』『位能』主要概念作信度分析，結果『能的特性與形態』信度為 0.472，『能的轉換』信度為 0.767，『動能』信度為 0.788『位能』信度為 0.795，詳細見詳細見附錄四，而信度.60 以下視為不能接受的低信度水準（郭生玉，2004）。因此本研究採用的『動能、位能與能量』的概念測驗卷主要概念『能的轉換』，『動能』，『位能』為適合分析

的測驗。

(五) 在測驗卷中題目中，明顯提到學生在『動能、位能與能量』單元的另有概念題目，對應如表 3-3-2。

表 3-3-2 學生在『動能、位能與能量』的另有概念

另有概念內容	現在公認的科學概念	題號
速度增加一倍，動能就會增加一倍 (NSTA, 2002)。	速度增加一倍，動能就會變成四倍。	14, 16, 25, 30, 33,
只要速度一樣，動能就一樣大 (黃秀珍, 2003)。	動能與物體質量成正比。	15, 17, 24,
重力位能只取決於物體的高度 (AAAS, 1993; NSTA, 2002)。	重力位能與物體質量也有關係。	3, 9, 12, 17, 20, 21, 22, 25, 32
動能與物體的速度無關 (Horton, 2001)。	動能與物體速度平方成正比。	14, 15, 16, 17, 18, 25, 33
施多少力量就獲得多少動能 (黃秀珍, 2003)。	能量與力量是不同的物理量。	11, 13, 17, 22, 25, 33, 34
重力位能是位能的唯一形式 (NSTA, 2002)。	位能包含重力位能與彈力位能	4, 5, 30
能量之間的轉變，能量會真正消失。能量消失或者在它的變換期間破壞 (AAAS, 1993; NSTA, 2002)。	能量沒有用完，只是轉成無法利用的廢熱	7, 23, 34

二、『科學本質』問卷：

本研究採用邱明富 (2003) 使用的『科學本質』問卷，用以瞭解學生對科學本質的認識，包括科學知識的本質、科學探究的本質及科學事業的本質等面向，問卷計有 30 題，包含正向題目有 15 題，負向題目敘述有 15 題，而該科學本質

的內容細目與量表題號對照表，如表 3-3-3。問卷之設計選項包含『非常同意』、『同意』、『不同意』及『非常不同意』等四種，而本研究施測本研究信度為.825 達中等至高信度水準。問卷內容詳見附錄五。

表 3-3-3 科學本質內容細目題號與量表題號對照表

科學本質	科學本質內容題號細目（邱明富，2003）	正向題號	負向題號
科學知識	累積性	30	1
	暫時性	7	10
	可複製性	27	29
	公開性	18	15
	創造性	4	20
科學探究	實證性	21	26
	非單一性	8	5
	非固定性	23	2
	理論蘊含	16	11
	非絕對客觀	13	19
科學事業	倫理與道德	3	6
	科學與技學	22	14
	科學與社會	9	12
	科學家的身份	24	25
	科學社群	28	17

三、『對科學的態度』問卷：

本研究採用 Liu, Hsieh, Cho, & Schallert（2006）與徐錦美（2004）研究中都有使用的 ATSSA『對科學的態度』問卷（Attitude Toward Science in School Assessment），用來評價學生的科學態度，量表題目共十七題，計分採 Likert 五分量表，每個題目都有五個選項：『很不同意』、『不同意』、『無意見』、『同意』、『很同意』，問卷內容詳見附錄六。而本研究施測信度 $\alpha=0.915$ 達高信度水準。

四、對科學故事課的學習態度量表：(『科學故事課』統一稱科學史教學課程)

本研究採用徐錦美(2004)使用的『對科學故事課的學習態度量表』問卷，目的是針對科學史教學組兩個班，以瞭解兩班學生對『科學史教學課程學習』的態度，而這份問卷量表題目共十四題，計分方式採 Likert 五分量表。量表在本研究施測信度 $\alpha=0.912$ 達高信度水準。而在本研究中，問卷的施測是在科學史教學後。問卷內容詳見附錄七，研究對象針對男女生，將『對科學史教學課程的學習態度量表』題目分成『認為喜歡上科學史教學課程』，『認為科學史教學能幫助瞭解理化』兩個向度如表 3-3-4。

表 3-3-4 對科學史教學課程的學習態度量表分類

學生的反應向度	『對科學史教學課程的學習態度量表』題號	信度
認為喜歡上科學史教學課程	1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 13	0.890
認為科學史教學課程能幫助瞭解理化	5, 7, 8, 11, 12, 14	0.774

第四節 研究課程設計

一、科學史教學組的課程設計

為了使科學史教學組課程，能傳授科學史的概念革命演進歷程，也同時不只是將歷史材料灌輸給學生，教材內容更要著重在使學生能夠領悟科學本質觀如：暫時性，創造性，非固定性，科學與社會....等。因此本研究採整合式的介紹『動能、位能與能量』在科學史上的演變，也就是運用科學知識的演進歷史來進行教學。

在教材的來源包括第二章第四節與 Jeans (2003) 等人之文獻，經設計重要的科學概念轉變的故事，將科學史內容整合成學習單，並也請三位國中教師初審，科學史教學組『動能、位能與能量』的初稿教材，最後與教授討論出最後科

學史學習單教材（內容詳見附錄八）。課程主要概念包含『能的特性與形態』，『能的轉換』，『動能』，『位能』，教學過程有概念講述，使用學習單教材，師生對話討論，和牛頓擺演示（內容詳見附錄九）。並在文中根據原文資料設計案例舉證一些科學上的關鍵突破，增強科學知識本質與科學探究本質的瞭解如表 3-4-1。並在教學中描述科學史過程，也增強學生對科學知識本質與科學事業的瞭解如表 3-4-2。

在課程流程的安排方面，科學史教學組課程教學時間共計五節課，第一節陳述功的由來與定義，第二節由碰撞的實驗提到動能的由來，第三節結合功與動能公式的發明，第四節位能的發明與焦耳實驗能量互換的證明，並講述例子舉證，第五節演練不同程度的能量混合問題。

表 3-4-1 學習單設計例子舉證科學的關鍵突破，增強科學本質

原科學認為	後科學家關鍵突破	舉例	欲增強的科學本質
笛卡兒認為在物質中就會存在一定量的運動，它的總和在世界上永遠不會增加也不會消失而，mv代表運動量。	惠更斯提出這種碰撞前後之mv*v的總和守恒，兩者均符合現今的質量越大動能就越大，速度越大動能就越大。	舉出一個彈性碰撞實驗例子如：『一個質量為4kg速度為3m/s的甲物體，碰撞另一個質量為2kg的靜止乙物體，最後甲物體速度為1m/s，乙物體速度4 m/s，你看到了哪些恆等式？』	創造性 非單一性 非固定性 實證性
笛卡兒認為在物質中就會存在一定量的運動，它的總和在	因此萊布尼茲認為『惠更斯提出這種碰撞前後之mv*v』代表力量	使一磅重的A物下落5呎和使5磅重的B物下落1呎，這兩種運動狀況均使受	理論蘊含 實證性

世界上永遠不相同。	撞物形變相同，且兩者的最後 $mv*v$ 是相同的	
會增加也不會消失而， mv 代表運動量。		
萊布尼茲認為	科里奧利用使20公斤重的A物	實證性
$mv*v$ 代表活力，而位能是死力，死力可藉施力儲存，也能再釋放出來變活力。	$0.5mv*v$ 代替自由下落5公尺和使5公斤重的B物自由下落20公尺，假設重力加速度為 10 m/s^2 ，請問兩者重力作功是否相同？請問兩者末速度？	累積性 暫時性
	兩者的 MV 值確實不同，但A物與B物的 $mv*v$ 是否相同？與重力作功的值有何關係？	

表 3-4-2 講述例子舉證，增強的科學本質

講述例子舉證科學史	欲增強的科學本質
法國的笛卡兒，荷蘭的惠更斯與德國的萊布尼茲，因為科學訊息能公開在不同國家，而在發現科學並不會只侷限在某一國家。	科學與技學 公開性
萊布尼茲的『活力』不是牛頓意義中的力，兩人因為同時發明『微積分』，兩人常意見對立。	科學與社會 倫理與道德 非絕對客觀
『我思故我在』是笛卡兒名言，他是法國著名的哲學家(學生同時間九上南一版歷史課本中的第十單元也有介紹)、	科學家的身份

但他同時也具有數學家、物理學家及自然科學家的多重身份。

1668年，英國皇家學會懸賞徵集了有關碰撞問題的論文使科學社群笛卡兒的碰撞實驗結果，得到惠更斯的彈性碰撞 $mv \cdot v$ 守恆的實驗結果。

惠更斯重做彈性碰撞，也是得到笛卡兒 mv 守恆結果，但可複製性也發表了新的實驗結果 $mv \cdot v$ 守恆。

同樣地，萊布尼茲重做彈性碰撞，也是得到笛卡兒與惠更斯的實驗結果， mv 守恆與 $mv \cdot v$ 守恆，只是萊布尼茲更深入去解釋 $mv \cdot v$ 為活力。

二、講述式教學組的課程設計

講述式教學組課程概念包含『能的特性與形態』，『能的轉換』，『動能』，『位能』，教學過程有概念講述學習單教材（附錄十），且為使兩組學生授課時數一樣長，另使用『動能、位能與能量』相關的簡報檔（引自南一教材）作電腦教學（內容詳見附錄十一），並設計教案（附錄十二）。課程流程的安排方面，『講述式教學組』課程教學時間共計五節課，詳見表 3-4-3。

表 3-4-3 講述式教學組課程流程的安排

上課節次	課程內容
第一節	陳述功的由來與定義。
第二節	介紹功、動能與其他能量。
第三節	介紹功、位能與力學能守恆。
第四節	電腦簡報投影位能補充資料（圖 3-4-1）。
第五節	電腦簡報投影動能（圖 3-4-2）與能的轉換（圖 3-4-3）補充資料。

- 處在相同高度的兩個鐵鎚，**質量較大者**，具有**較大的重力位能**。

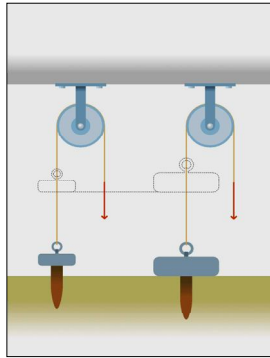


圖 3-4-1 講述式教學組的位能相關簡報檔（部分）

想一想

- 科學家曾猜測恐龍滅絕與『彗星撞地球』有關，為什麼「彗星撞地球」會造成毀滅性的災害？



圖 3-4-2 講述式教學組的動能相關簡報檔（部分）

●單擺擺動的能量轉換(力學能守恆)

- (1)先將擺錘由低處B提至高處A：
→人抵抗重力對擺錘做功，擺錘獲得位能。
- (2)由A處釋放前：
→擺錘靜止，此時只有位能而動能等於零。
- (3)當擺錘由A擺至B時
→擺錘的位能減少，
漸漸轉換成動能。

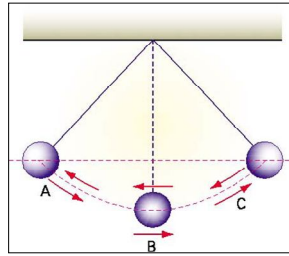


圖 3-4-3 講述式教學組的能的轉換相關簡報檔（部分）

三、教學現場之優先

本研究目的雖為教師探究的目標，但是教學上的進行仍要以學生受教權為優先。科學史教學內容雖已經過專家與任教多年的教師校稿，但若教學進行時，學生仍是有狀況無法反應所給的科學史情境，且持續十分鐘仍未有進展，則為避免研究影響學生學業，保留彈性教學方法空間，並列入最後研究討論建議改進的項目。

第五節 資料分析

本研究針對科學史教學組與講述式教學組做準實驗研究。

一、『動能、位能與能量』的概念測驗卷分析

(一)組間分析：將講述式教學組的前測科學史教學組的前測，採雙樣本(獨立樣本)平均數考驗，檢定兩組先備知識是否有顯著差異(計分方式：測驗卷三十二題，每題四分，滿分 128)，並以相同方法分析講述式教學組的後測與科學史教學組的後測。(二)組內分析：針對講述式教學組做能量概念前後測總分分析，採雙樣本(相依樣本)平均數考驗，檢定是否有顯著差異，並以相同方法分

析科學史教學組。(三)後續一樣再針對測驗卷內的『位能』、『動能』、『能的轉換』概念做組間與組內分析，並採圖表分析，且將兩組答對率與答對率進退步情況以圖表呈現。(四)綜合討論『動能、位能與能量』的概念測驗卷內的三十二個題目，並針對『科學史教學組』與『講述式教學組』在每一題目的前後測，採雙樣本組內比較(相依樣本)平均數考驗，分析其前後測進步情況與差異。(五)針對表 3-3-3 中的學生另有概念試題，比較其組間與組內分析檢定是否有顯著差異，進而瞭解科學史教學是否有效。

二、『科學本質』的問卷分析

(一)計分方式：『科學本質』的問卷的測驗卷計有三十題，包含正向有十五題，負向敘述有十五題，如表 3-3-4。問卷之選項包含『非常同意』、『同意』、『不同意』及『非常不同意』等四種，若問卷為正向題，學生作答『非常同意』者計四分，『同意』者計三分，『不同意』者計二分，『非常不同意』者計一分；若問卷為反向題，答『非常同意』者計一分，『同意』者計二分，『不同意』者計三分，『非常不同意』者計四分。平均最高得分為四分，最低為一分。(二)針對兩組做組間與組內分析檢定是否有顯著差異。後續一樣再針對測驗卷內的『科學知識本質』、『科學探究本質』、『科學事業本質』面向做組間與組內分析。並採圖表分析，將兩組科學本質得分與得分改變情況以圖表呈現。(三)並綜合討論，探討『科學史教學組』與『講述式教學組』針對表 3-3-4 中十五項科學本質細目表現，兩組採雙樣本組內比較(相依樣本)平均數考驗，分析其改變情況與差異。

三、『對科學的態度量表』的問卷分析

(一)計分方式：ATSSA『對科學的態度量表』所測量的態度是學生對科學科目的態度，即學生對『理化』的態度。量表題目共十七題，計分採 Likert 五分量表，每個題目都有五個選項：『很不同意』、『不同意』、『無意見』、『同意』、『很同意』，學生作答『很同意』者計五分，『同意』者計四分，『無意見』者計三分，『不同意』者計二分，『很不同意』者計一分；若問卷為反向題，答『很同意』者計一分，『同意』者計二分，『無意見』者計三分，『不同意』者計四分，『很常

不同意』者計五分。其中第 2、7、10、13、15、16 等題為反向題，反向題計分相反。分數越高表示學生對理化科的態度越正向，平均最高得分為五分，最低為一分。(二) 分析方式：針對兩組做組間與組內分析檢定是否有顯著差異，並採圖表分析將兩組對科學的態度以圖表呈現。

四、科學史教學組性別對『對科學史教學課程的學習態度量表』的問卷分析

(一) 計分方式：『對科學故事課的學習態度量表』。量表題目共十四題，其中第 3、4、5、7、8、12、14 等題為反向題，反向題計分相反。計分方式採 Likert 五分量表，每個題目都有五個選項：學生作答『很同意』者計五分，『同意』者計四分，『無意見』者計三分，『不同意』者計二分，『很不同意』者計一分；若問卷為反向題，答『非常同意』者計一分，『同意』者計二分，『無意見』者計三分，『不同意』者計四分，『非常不同意』者計五分。分數越高表示學生對科學史教學課程的態度越正向。(二) 分析方式：針對男女生做組間分析，分析在『對科學故事課的學習態度量表』中『認為喜歡上科學史教學課程』與『認為科學史教學能幫助瞭解理化』兩個向度上，男女生的反應是否有顯著差異，並採圖表分析將男生與女生對科學的態度以圖表呈現。

在以上的組間比較中，若『科學史教學組』與『講述式教學組』前測已經有顯著差異，即代表兩組組間的起點行為已有不同。則先以兩組學生的前測與後測成績進行先『迴歸係數同質性檢定』，檢定其未達顯著，表示未違反組內迴歸係數同質性的假定，進而直接進行共變數分析，利用 ANCOVA，消除實驗前測的影響，而找出其組間『科學史教學組』與『講述式教學組』後測是否有達顯著差異，進而瞭解是否科學史教學比講述式教學有效。而將研究問題與資料分析的施測安排，整理如表 3-5-1。

表 3-5-1 研究問題與測驗或問卷施測安排

研究問題	資料分析的施測安排
使用科學史教學與講述式教學，對於學生的『動能，位能，能量』的概念理解是否有差異？	能量概念測驗卷前後測
使用科學史教學與講述式教學，對於學生的『另有概念』的改變是否有差異？	能量概念測驗卷前後測
使用科學史教學與講述式教學，對於學生的『科學本質』的瞭解是否有差異？	科學本質觀問卷前後測
使用科學史教學與講述式教學，對於學生的『對科學的態度』是否有差異？	對科學的態度問卷前後測
使用科學史教學對於學生的『對科學史教學課程的學習態度』是否正面？男女生之差異為何？	針對『對科學史教學課程』中男生與女生的學習態度後測。

第四章 研究結果與討論

本章旨在依據第三章之研究設計，針對科學史教學組學生與講述式教學組學生，以『動能、位能與能量的概念測驗卷』、『科學本質問卷』、『對科學態度問卷』及『對科學故事課的學習態度量表』等工具，蒐集的量化資料加以探討，以瞭解科學史教學是否為有效教學。本章共分為五節，第一節為兩組學生在動能、位能與能量的概念理解；第二節是分析兩組學生的另有概念；第三節則比較兩組學生的科學本質觀；第四節呈現兩組學生對科學的態度；第五節分析科學史教學組的男女生對科學史教學課程的學習態度。

第一節 兩組學生在動能、位能與能量的概念理解

『動能、位能與能量』的概念測驗分析（以下簡稱能量概念測驗，測驗卷 32 題，每題四分滿分 128，平均分數是指學生在題目中的總分平均數），將講述式教學組與科學史教學組的前測採雙樣本（獨立樣本）平均數考驗。所得到的敘述統計結果，詳見表 4-1-1。兩組學生在前測差異未達顯著標準（ $t(88) = -.253$ ， $p = .801 > .05$ ），顯示兩組進行實驗前學生的先備知識沒有差異。

針對組內進行分析採雙樣本（相依樣本）平均數考驗，比較講述式教學組的能量概念前後測總分（ $t(29) = -6.800$ ， $p = .000^{**} < .05$ ），顯示講述式教學組在測驗前後有顯著差異如表 4-1-1。同樣地，科學史教學組能量概念前後測總分分析，則得到 $t(59) = -12.262$ ， $p = .000^{**} < .05$ 的結果，顯示科學史教學組在測驗前後也有顯著差異整理如表 4-1-1。顯示使用講述式教學與科學史教學，都能使學生在動能、位能與能量概念理解上有顯著的進步。

將講述式教學組的後測與科學史教學組的後測，採雙樣本（獨立樣本）平均數考驗。所得到的敘述統計結果，詳見表 4-1-1。兩組後測分數差異達顯著標準（ $t(88) = -2.075$ ， $p = .041^{*} < .05$ ），科學史教學組的後測分數明顯高於講述式

教學組。顯示兩組學生實驗後，學生在動能、位能與能量的概念發展，使用『科學史教學法』明顯比『講述式教學法』有效。

表 4-1-1 兩組學生能量的概念測驗表現（組內比較）

組別	人數	前測		後測		前後測
		平均數	標準差	平均數	標準差	顯著性
講述式教學組	30	70.80	22.11	90.53	22.32	.000
科學史教學組	60	72.00	20.82	100.60	21.38	.000

並以相同方法分析，在『動能、位能與能量』的概念測驗卷中的位能、動能、能的轉換概念，題目對應如表 3-3-2。並將其中的『位能』、『動能』、『能的轉換』概念分析敘述統計結果，列表 4-1-2。

表 4-1-2 兩組學生的位能、動能、能的轉換概念測驗表現

分析對象	組別	人數	前測		後測	
			平均數	標準差	平均數	標準差
位能	講述式教學組	30	46.67	16.32	58.80	15.73
	科學史教學組	60	48.00	14.78	66.67	14.16
動能	講述式教學組	30	43.20	15.81	53.07	14.17
	科學史教學組	60	42.13	14.18	59.80	14.12
能的轉換	講述式教學組	30	36.13	12.54	42.53	12.80
	科學史教學組	60	34.80	10.96	49.47	12.21

由表中發現，兩組學生在各概念中前測平均分數互有高低，且兩組的後測平均分數都是比前測進步（組內比較）。同時經過不同的教學法後，雖兩組的前測無顯著差異，但是科學史教學組後測平均都是比講述式組的後測高（組間比較）。而為了求其中是否有達到統計差異，針對科學史教學組與講述式教學組在各概念中的答題總分，進行兩組的組內分析與組間分析，而分析的數據結果依照『分析對象』、『t 值結果』、『p 值結果』項目，整理如表 4-1-3。

表 4-1-3 各概念組內分析與組間分析數據結果

分析對象	分析對象	t 值結果	p 值結果
位能	兩組前測	$t(88) = -.390$	$p = .698 > .05$
	講述式教學組前後測	$t(29) = -6.3$	$p = .000^{**} < .05$
	科學史教學組前後測	$t(59) = -12.709$	$p = .000^{**} < .05$
	兩組後測	$t(88) = -2.394$	$p = .019^{*} < .05$
動能	兩組前測	$t(88) = -.324$	$p = .747 > .05$
	講述式教學組前後測	$t(29) = -4.482$	$p = .000^{**} < .05$
	科學史教學組前後測	$t(59) = -11.159$	$p = .000^{**} < .05$
	兩組後測	$t(88) = -2.131$	$p = .036^{*} < .05$
能的轉換	兩組前測	$t(88) = .518$	$p = .605 > .05$
	講述式教學組前後測	$t(29) = -3.764$	$p = .001^{**} < .05$
	科學史教學組前後測	$t(59) = -11.949$	$p = .000^{**} < .05$
	兩組後測	$t(88) = -2.499$	$p = .014^{*} < .05$

表 4-1-3 顯示使用講述式教學與科學史教學方式，都能使動能、位能、能的轉換的概念在組內前後測達到顯著差異，由敘述統計結果的平均分數（詳見表 4-1-2），可見前後測有顯著進步。同樣地，兩組在動能、位能、能的轉換的概念後測，也達到顯著差異，顯示兩組實驗後，使用科學史教學法明顯比講述式教學法有效，並達到統計上顯著差異。

接著針對科學史教學組與講述式教學組在各題目中，題目答對率進步作圖分析，以瞭解學生在教學前後的答對率變化情況，如圖 4-1-1。並且在兩組內各題的前後測，採雙樣本（相依樣本）平均數考驗，作組內分析，整理如表 4-1-4。在『位能，動能與能量』的三十二題題目中，兩組學生的前測答對率大多各有高低，而在學生的後測答對率中，約三分之二以上題目，科學史教學組答對率是比講述式教學組好的。但從答對率進步發現，有些題目前後測的比較是明顯有差異的，因此筆者試著從『科學史教學組組內前後測顯著進步』與『講述式教學組卻沒有顯著進步或顯著退步』的題目中，使用『ConQuest 軟體分析』與『SPSS 軟

體雙樣本（相依樣本）平均數考驗』去瞭解學生的答題的概念差異，以試著瞭解多了科學史教學，學生的答題差異。

而此兩類型的題目共有十九題，其中題目所含的概念分述如下：『第四題、第五題、第三十題、第三十一題』是屬於彈力位能的概念，要讓學生瞭解伸長或壓縮的彈簧具有彈力位能，動能與彈力位能能量轉換且守恆的概念。『第一題、第十題、第十二題、第十三題、第二十題、第二十三題、第三十二題』是屬於重力位能的概念，要讓學生瞭解位能是由物體質量與高度決定。『第七題、第三十四題』是屬於能量轉換中摩擦力扮演角色的概念。『第十五題、第十八題、第二十四題、第三十三題』是屬於動能的概念，要讓動能與質量速度的關係，動能不具有方向性質。『第十七題、第二十五題』則是屬於動能與重力位能能量轉換且守恆的概念。

首先針對『科學史教學組組內前後測顯著進步』與『講述式教學組卻沒有顯著進步』的題目。第一題目的在選出『相對於基準面的地上，靜止於講桌上的粉筆沒有能量』是錯誤的，在講述式教學組前後測的答對率分別為 66.67%與 80%，但未達顯著差異（ $t(29) = -1.682$ ， $p = .103 > .05$ ）。反之在科學史教學組中前測答對率 48.43%後測 70%達顯著差異（ $t(59) = -2.869$ ， $p = .006^* < .05$ ），顯示科學史教學組學生在『相對於基準面的地上，靜止於講桌上的粉筆有能量』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第四題目的在選出『彈簧的伸長與壓縮，是都具有彈力位能』在講述式教學組前測答對率 66.67%後測答對率 83.33%，但未達顯著差異（ $t(29) = -1.140$ ， $p = .264 > .05$ ）。反之在科學史教學組中前測答對率 70.00%後測 93.33%達顯著差異（ $t(59) = -3.3227$ ， $p = .002^* < .05$ ），顯示科學史教學組學生在『伸長或壓縮的彈簧具有彈力位能』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

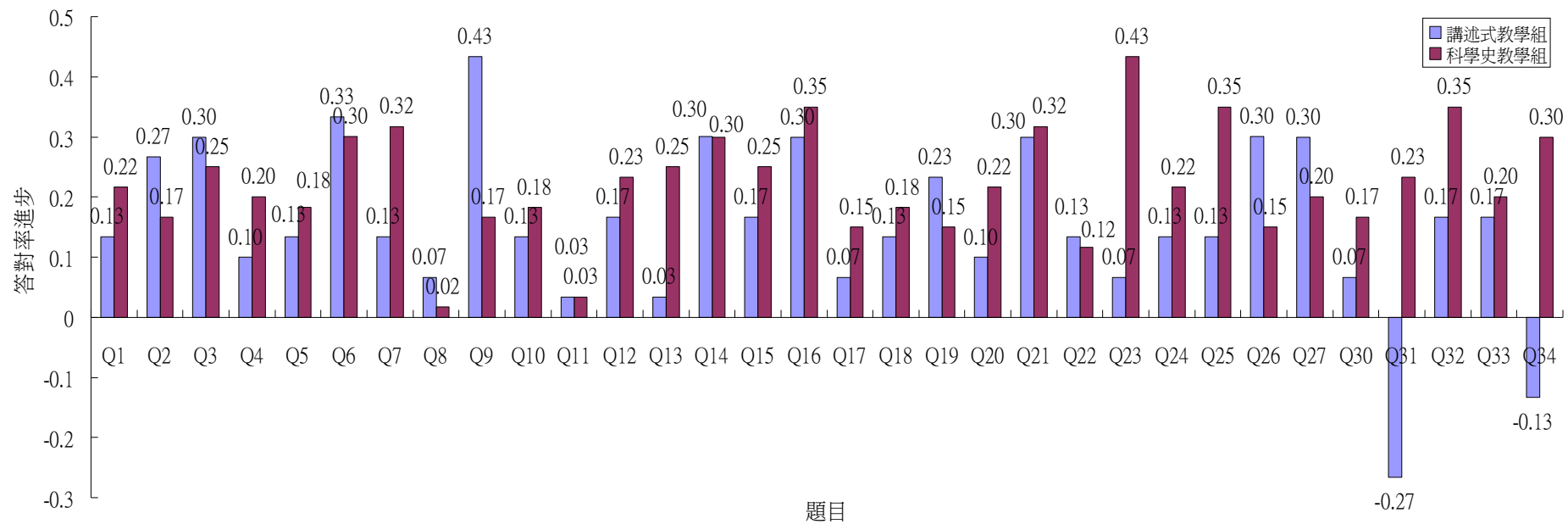


圖 4-1-1 兩組學生題目答對率進步比較

表 4-1-4 兩組在題目組內前後測進步類型分類表

	科學史教學組（題號）	講述式教學組
前後測進步顯著差異	全部（8，11，22 除外）。	2，3，6，9，14，16，19，21，26，27。
前後測進步，但未達顯著差異	8，11，22。	1，4，5，7，8，10，11，12，13，15，17，18，20，22，23，24，25，30，32，33，34。
前後測答對率相同題目	無	無
前後測退步，但未達顯著差異	無	無
前後測退步顯著差異	無	31。

第五題題目內容為：『弓箭手施力於弦上，物體射出時，將彈力位能轉換成動能』，兩組的前測答對率都是 73.33%，但講述式教學組後測 83.33%，雖答對率進步但仍未達顯著差異（ $t(29) = -1.140$ ， $p = .264 > .05$ ）。反之在科學史教學組後測答對率 93.33%，學生的答對率進步且達顯著差異（ $t(59) = -3.639$ ， $p = .001^{**} < .05$ ），顯示科學史教學組學生對於『越大彈力位能轉換成越大的動能』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第七題題目中給條件『滾動的棒球，最後因摩擦力使其速度為零而停下』設計目的在於求得開始滾動的動能，速度為零時動能最小，棒球位能保持不變。兩組的前測答對率都是 43.33%，但講述式教學組後測 56.67%，組內比較未達顯著差異（ $t(29) = -1.072$ ， $p = .293 > .05$ ）。反之在科學史教學組後測 75.00%，組內比較達顯著差異（ $t(59) = -3.930$ ， $p = .000^{**} < .05$ ），顯示科學史教學有效地使學生對於『摩擦力的作用並不會使系統能量消失』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第十題目的測驗學生是否知道『動能，熱能，電能都是能量』『卡與焦耳都

是能量的單位』『具有能量的物體，不一定會動』，在講述式教學組前測答對率 83.33%後測 96.67%，雖答對率進步但未達顯著差異 ($p=.103>.05$)。反之在科學史教學組中前測答對率 73.33%後測 91.67%，答對率進步且達顯著差異 ($t(59)=-3.291, p=.002*<.05$)，顯示科學史教學組學生對於『具有能量的物體，不一定會動』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第十二題題目內容為：『某座城堡上有四位質量不同的士兵在不同地點駐守著』，講述式教學組與科學史教學組的前測答對率分別是 30.00%與 55.00%，但講述式教學組後測 46.67%，未達顯著差異 ($t(29)=-1.980, p=.057>.05$)，且講述式教學組學生仍有高達 43.33%選擇錯誤選項 D，分析其中發現，學生認為越高的物體，位能越大。反之在科學史教學組後測 78.33%達顯著差異 ($t(59)=-3.891, p=.000**<.05$)，顯示科學史教學組學生對於『位能是由物體質量與高度決定』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第十三題題目問題為『垂直向上丟出的石頭，其石頭在上升至落到地面的過程之中，其位能的變化與時間的關係圖？』設計目的在於希望瞭解學生知道為上升過程位能先增加，落下過程位能減少的概念。講述式教學組前測答對率 66.67%後測 70.00%，但未達顯著差異 ($t(29)=-.297, p=.769>.05$)。反之在科學史教學組中前測答對率 58.33%後測 83.33%達顯著差異 ($t(59)=-3.891, p=.000**<.05$)，顯示科學史教學有效地使學生對於『物體上升下降時，其位能大小變化』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第十五題目的在選出『物體相同的質量下，物體的動能與速率成反比』是錯的，在講述式教學組前測答對率 50.00%後測答對率 66.67%，雖然答對率進步，但仍未達顯著差異 ($t(29)=-1.409, p=.169>.05$)。反之在科學史教學組中前測答對率 58.33%後測 83.33%，答對率進步且組內比較達顯著差異 ($t(59)=-3.390, p=.001**<.05$)，顯示科學史教學組學生對於『相同質量的物體，物體的動能與速率不是成反比』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第十七題題目內容為：『鉛球與壘球自同樣高度同時自由落下在沙地上，試

問何者先著地？何者加速度大？何者使沙地凹陷明顯？何者動能大？』講述式教學組與科學史教學組的前測答對率分別是 83.33%與 81.67%，但講述式教學組後測 90.00%，未達顯著差異 ($t(29) = .812, p = .423 > .05$)，顯示講述式教學無法使學生知道何者動能較大。反之在科學史教學組後測 96.67%達顯著差異 ($t(59) = -2.873, p = .006^* < .05$)，顯示學生對於『鉛球與壘球自同樣高度同時自由落下在沙地上，物體會因為重力加速度相等而同時到達，且鉛球動能大使沙地凹陷明顯』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第十八題題目內容為『不同質量的兩物體，各以相等速度作等速度運動，僅運動方向相反，則兩者的動能關係。』兩組的前測答對率都是 60.00%，但講述式教學組後測 73.33%，未達顯著差異 ($t(29) = -1.161, p = .255 > .05$)。反之在科學史教學組後測 78.33%達顯著差異 ($t(59) = -2.381, p = .020^* < .05$)，顯示科學史教學組學生對於『以相等速度作方向不同的等速度運動，其動能相等』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第二十題目的選出『密度相同大小不同的鐵球，由相同高度落下，則越大的鐵球將鐵釘打入較深』，在講述式教學組前測答對率 70.00%，後測答對率 86.67%，但未達顯著差異 ($t(29) = -1.140, p = .264 > .05$)，顯示講述式教學無法使學生有效知道質量越大的物體做功越明顯。反之在科學史教學組中前測答對率 73.33%後測答對率 95.00%，組內比較達顯著差異 ($t(59) = -3.423, p = .001^{**} < .05$)，則表示科學史教學法可以使學生對於『質量越大與位能越大者作功於鐵釘打入較深』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第二十三題主要測驗學生『當物體從斜面滑下，由於摩擦力作用，該物體最後停止於水平面，而在水平面運動其間，其動能與位能變化情形』。兩組的前測答對率分別是 33.33%與 45%，但講述式教學組後測正解 D 選項僅有 40.00%選對，未達顯著差異 ($t(29) = -.812, p = .423 > .05$)，且同時學生有高達 40.00%選擇 A 選項『動能增加，位能減少的選項』，顯示學生作答依據斜面滑下的狀況回答。反之在科學史教學組後測 88.33%，組內比較達顯著差異 ($t(59) = -6.303$ ，

$p=.000^{**}<.05$)，顯示科學史教學組學生對於『水平面運動其間，其動能與位能變化情形』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第二十四題題目內容為『在相同的高度使不同質量的物體自由落下至地面著地瞬間時，則物體質量與物體所具有的動能之關係圖。』在講述式教學組前測答對率 43.33% 後測答對率 56.67%，但組內比較未達顯著差異 ($t(29)=-1.161$, $p=.255>.05$)，且學生選擇 B 選項『動能與質量成反比的圖形』也有 26.67%。反之在科學史教學組中前測答對率 56.67% 後測答對率 78.33%，組內比較達顯著差異 ($t(59)=-2.869$, $p=.006^{*}<.05$)，顯示科學史教學有效地能使學生對於『動能與質量成正比』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第二十五題目的計算出『有速度的物體滾上光滑斜面，能達到的最大垂直高度？』，在講述式教學組與科學史教學組前測答對率分別為 53.33% 與 35%，而講述式教學組後測答對率 66.67%，組內比較未達顯著差異 ($t(29)=-1.278$, $p=.211>.05$)，顯示講述式教學無法有助於學生瞭解『動能與位能轉換的計算』。反之在科學史教學組中後測答對率 70.00%，組內比較達顯著差異 ($t(59)=-4.698$, $p=.000^{**}<.05$)，顯示科學史教學可以幫助學生對於『動能與位能轉換的計算』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第三十題目的選出『具有動能的物體，在一光滑無摩擦的平面上撞向一彈簧，當物體之動能最小時，彈簧的彈力位能？』在講述式教學組前測答對率 56.67% 後測答對率 63.33%，雖有進步但未達顯著差異 ($t(29)=-.701$, $p=.489>.05$)，但學生選擇 A 選項『彈簧的彈力位能等於 0 焦耳』有 20.00%，顯示講述式教學無法幫助學生瞭解『動能與彈力位能之間的轉換』。反之在科學史教學組中前測答對率 51.67% 後測答對率 68.33%，答對率進步並且達顯著差異 ($t(59)=-2.010$, $p=.049^{*}<.05$)，顯示科學史教學有助於學生對於『動能與彈力位能之間的轉換』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第三十二題內容意旨『將物體置於已知的高度斜面頂，當它由靜止下滑，到達底部速率為某值時，則物體在斜面頂位能？』講述式教學組與科學史教學組前

測答對率的前測答對率分別是 56.67%與 55%，雖講述式教學組後測有 73.33%選對，但仍未達顯著差異 ($t(29) = -1.409$, $p = .169 > .05$)，顯示講述式教學後學生作答並沒有顯著差異。反之在科學史教學組後測 90.00%達顯著差異 ($t(59) = -4.698$, $p = .000^{**} < .05$)，顯示科學史教學幫助學生對於『斜面上的物體位能計算』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第三十三題目的計算出『承第三十二題，在到達底部後的動能為何』，在講述式教學組前測答對率 50.00%後測答對率 66.67%，但未達顯著差異 ($t(29) = -1.542$, $p = .134 > .05$)，顯示講述式教學無法幫助學生瞭解動能計算。反之在科學史教學組中前測答對率 55.%後測答對率 75.00%，兩個測驗結果達顯著差異 ($t(59) = -2.352$, $p = .022^{*} < .05$)，顯示科學史教學可以幫助學生對於『動能的計算』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

第三十四題，題目內容為：『承第三十二題，物體由斜面頂下滑至底部的過程中，摩擦產生熱能多少焦耳？』講述式教學組前測答對率分別是 56.67%，但反而講述式教學組後測只剩 43.33%，雖未達顯著差異 ($t(29) = 1.439$, $p = .161 > .05$)，顯示經過講述式教學雖無明顯退步，但筆者應當該對班級再進行補救教學。反之在科學史教學組前後測答對率分別為 33.33%與 63.33%，達顯著差異 ($t(59) = -3.599$, $p = .001^{**} < .05$)，顯示科學史教學能幫助學生對於『位能轉換成動能與摩擦力做的負功』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

接著筆者再從『科學史教學組組內前後測顯著進步』與『講述式教學組卻顯著退步』的第三十一題中（分類詳見表 4-1-4），以瞭解兩組學生的答題的概念差異，並試著瞭解科學史教學對學生答題的影響。第三十一題的內容為『具有動能 400 焦耳的物體，在一光滑無摩擦的平面上撞向一彈簧，當物體之動能 100 焦耳為時，彈簧的彈力位能？』講述式教學組前後測答對率分別為 63.33%與 36.67%，也就是選擇正解 C 選項『300 焦耳』僅有 36.67%，竟高達 43.33%學生選擇 B 選項『100 焦耳』，表示學生經過講述式教學過後，造成學生的答對率明顯降低（組內比較 $t(29) = 2.804$, $p = .009^{*} < .05$ ），學生將彈力位能當成動能，此

組學生在彈力位能轉換問題，是筆者需要再對班級做補救教學與注意的。而在科學史教學組前後測答對率分別為 41.67%與 65.00%（組內比較 $t(59) = -2.590$ ， $p = .012^* < .05$ ），顯示科學史教學有助於學生對於『動能與彈力位能能量守恆的概念』的概念，明顯比講述式教學組學生進步。

綜合以上的內容與針對科學史教學組各題前後測組內比較，科學史教學組組內比較幾乎全部題目學生前後測進步皆達顯著差異（第八題，第十一題，第二十二題除外），顯示科學史教學有助於學生學習。而這三題不一樣結果的題目，其中第八題與第十一題題目偏易，兩題前測答對率 88.33%與 95.00%，後測答對率 90.00%與 98.33%，雖有進步但前後卻觀察不出顯著差異（第八題 $t(59) = .331$ ， $p = .742 > .05$ ）（第十一題 $t(59) = -1.000$ ， $p = .321 > .05$ ）。第二十二題題目前測答對率 48.33%，後測答對率 60%（ $t(59) = -1.412$ ， $p = .163 > .05$ ），題目大意為『高處自由落下，何處動能與位能相同？』，題目相關於動能，位能與能的轉換，牽涉的內容較複雜，學生無法經由講述式教學與科學史教學立即顯著性的進步。

因此可以發現科學史教學在『動能、位能與能量』單元中，都有顯著於幫助學生瞭解教材概念內容，而且比起講述式教學，從『第四題、第五題、第三十題、第三十一題』中，學生的答題情況，可以發現在彈力位能的概念，科學史教學有助於學生瞭解『伸長或壓縮的彈簧具有彈力位能』以及『動能與彈力位能能量轉換且守恆的概念』。

而從學生在『第一題、第十題、第十二題、第十三題、第二十題、第二十三題、第三十二題』答題情況，則發現科學史教學能幫助學生『瞭解位能是由物體質量與高度決定。而可以瞭解以下情況：當物體上升下降時，其位能大小的變化，當物體在斜面上時，其位能計算，當物體質量越大與位能越大，作功影響鐵釘打入情形』。

從『第七題、第三十四題』可以發現科學史教學有效地使學生知道『摩擦力的作用在能量轉換中扮演的角色』。而從『第十五題、第十八題、第二十四題、

第三十三題』發現科學史教學有助於學生瞭解『動能與質量速度的關係，動能不具有方向性質』。從『第十七題、第二十五題』則可以發現科學史教學能幫助學生『動能與重力位能能量轉換且守恆的概念』。

第二節 兩組學生的另有概念

針對在文獻中，提到的學生動能、位能與能量另有概念，將另有概念對應到試題中，如表 3-3-3，並分析這些學生另有概念题目的答題情況。兩組學生表現的敘述統計結果如表 4-2-1。依照『另有概念』、『組別』、『人數』、『前測平均數與標準差』、『後測平均數與標準差』列表。

表 4-2-1 兩組學生另有概念測驗表現

另有概念	組別	人 數	前測		後測	
			平均數	標準差	平均數	標準差
速度增加一倍，動 能就會增加一倍	講述式教學組	30	2.47	1.72	3.43	1.41
	科學史教學組	60	2.22	1.37	3.5	1.33
只要速度一樣，動 能就一樣大	講述式教學組	30	1.77	0.94	2.13	0.82
	科學史教學組	60	1.97	1.04	2.58	0.67
重力位能只取決於 物體的高度	講述式教學組	30	4.47	1.94	6.27	1.96
	科學史教學組	60	4.75	1.92	6.9	1.84
動能與物體的速度 無關	講述式教學組	30	3.83	1.76	5.10	1.69
	科學史教學組	60	3.70	1.70	5.48	1.66
施多少力量就獲得 多少動能	講述式教學組	30	3.10	1.27	3.37	1.38
	科學史教學組	60	2.63	1.25	3.88	1.28
重力位能是位能的 唯一形式	講述式教學組	30	2.13	0.82	2.43	0.77
	科學史教學組	60	2.00	0.90	2.55	0.57
能量之間的轉變， 能量會真正消失	講述式教學組	30	1.33	0.96	1.40	1.00
	科學史教學組	60	1.22	0.94	2.27	0.82

由表中發現，兩組學生的另有概念前測平均分數互有高低，且兩組的後測平均分數都是比前測進步（組內比較）。但是發現經過實驗後，科學史教學組後測平均都是比講述式組的後測高（組間比較）。而為了求其中是否有達到統計差異，針對科學史教學組與講述式教學組中，學生在另有概念的答題情形，將兩組做組內分析與組間分析，而分析的數據結果依照『分析學生的另有概念』、『t 值結果』、『p 值結果』項目整理如表 4-2-2，以了解是否科學史教學能有效澄清學生的另有概念。

表 4-2-2 兩組另有概念組內分析與組間分析數據結果

分析學生的 另有概念	分析對象	t 值結果	p 值結果
速度增加一 倍，動能就 會增加一倍	兩組前測	$t(88) = .750$	$p = .455 > .05$
	講述式教學組前後測	$t(29) = -3.713$	$p = .001^{**} < .05$
	科學史教學組前後測	$t(59) = -6.825$	$p = .000^{*} < .05$
	兩組後測	$t(88) = -.494$	$p = .622 > .05$
只要速度一 樣，動能就 一樣大	兩組前測	$t(88) = -.888$	$p = .377 > .05$
	講述式教學組前後測	$t(29) = -1.943$	$p = .062 > .05$
	科學史教學組前後測	$t(88) = -4.810$	$p = .000^{**} > .05$
	兩組後測	$t(88) = -2.782$	$p = .007^{*} < .05$
重力位能只 取決於物體 的高度	兩組前測	$t(88) = -.658$	$p = .513 > .05$
	講述式教學組前後測	$t(29) = -6.70$	$p = .000^{**} < .05$
	科學史教學組前後測	$t(59) = -9.338$	$p = .000^{**} < .05$
	兩組後測	$t(88) = -1.506$	$p = .136 > .05$
動能與物體 的速度無關	兩組前測	$t(88) = -.346$	$p = .730 > .05$
	講述式教學組前後測	$t(29) = -3.739$	$p = .001^{**} < .05$
	科學史教學組前後測	$t(59) = -7.284$	$p = .000^{**} < .05$
	兩組後測	$t(88) = -1.026$	$p = .308 > .05$
施多少力量	兩組前測	$t(88) = 1.663$	$p = .100 > .05$

就獲得多少	講述式教學組前後測	$t(29) = -1.072$	$p = .293 > .05$
動能	科學史教學組前後測	$t(59) = -6.70$	$p = .000^{**} < .05$
	兩組後測	$t(88) = -1.763$	$p = .081 > .05$
重力位能是	兩組前測	$t(88) = .681$	$p = .498 > .05$
位能的唯一形式	講述式教學組前後測	$t(29) = -1.608$	$p = .119 > .05$
	科學史教學組前後測	$t(59) = -4.34$	$p = .000^{**} < .05$
	兩組後測	$t(88) = -.813$	$p = .418 > .05$
能量之間的	兩組前測	$t(88) = .551$	$p = .583 > .05$
轉變，能量	講述式教學組前後測	$t(29) = -.421$	$p = .677 > .05$
會真正消失	科學史教學組前後測	$t(59) = -7.422$	$p = .000^{**} < .05$
	兩組後測	$t(88) = -4.379$	$p = .000^{**} < .05$

綜合以上結果，科學史教學組針對學生的七項另有概念答題情況，做組內比較均能進步且達顯著差異，顯示科學史教學法有效解決學生另有概念。但是若比起講述式教學組，則科學史教學組在另有概念『只要速度一樣，動能就一樣大』『能量之間的轉變，能量會真正消失』這些概念中顯著有效。反觀在講述式教學組中有些另有概念『施多少力量就獲得多少動能』、『重力位能是位能的唯一形式』、『能量之間的轉變，能量會真正消失』，講述式教學是無法使學生澄清的，這是教學者該注意的現象。

第三節 兩組學生的科學本質觀

學生的科學本質觀分析（平均得分是指學生在每題目中的平均答對分數，共三十題，平均分數最高四分，最低一分）：首先針對組內比較，將講述式教學組做科學本質前後測總分分析，採雙樣本（相依樣本）平均數考驗（ $t(29) = .667$ ， $p = .510 > .05$ ），顯示講述式教學組在測驗前後沒有顯著差異，講述式教學無助於學生理解科學本質觀，見表 4-3-1。接著也針對科學史教學組科學本質前後測總分分析，採雙樣本（相依樣本）平均數考驗，（ $t(59) = -3.686$ ， $p = .000^{**} < .05$ ）顯示科學史教學組在測驗前後有顯著差異，科學史教學對於學生科學本質觀的提

升是有效的，見表 4-3-1。

表 4-3-1 科學史教學組學生與講述式教學組學生科學本質測驗表現

組別	人數	前測		後測		前後測 顯著性
		平均數	標準差	平均數	標準差	
講述式教學組	30	3.06	0.31	3.09	0.36	.510
科學史教學組	60	3.20	0.24	3.33	0.31	.000**

將講述式教學組與科學史教學組的前測，採雙樣本(獨立樣本)平均數考驗，內容詳見表 4-3-1。兩組前測差異達顯著標準($t(88) = -2.481, p = .015^* < .05$)，顯示兩組實驗前的先備科學本質觀有達統計上顯著差異。組間分析：因為組間分析的前測已經達顯著差異，為增加實驗的內在效度，採取共變數分析法(analysis of covariance; ANCOVA)，消除前測造成的影響。在進行共變數分析之前，先以兩組學生的科學本質觀前測與後測成績進行『迴歸係數同質性檢定』，同質性檢定係在考驗各組內共變項對依變項進行迴歸分析所得到的斜率是否相等，亦即將共變項(前測)視為一自變項，以考驗原分組自變項與共變項間是否有顯著的交互作用。若未達顯著，則表示未違反組內迴歸係數同質性的假定，進而判斷是否適合直接進行共變數分析。分析數據如表 4-3-2。

表 4-3-2 兩組學生的科學本質觀前後測迴歸係數同質性考驗摘要表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組內 (迴歸係數同質性)	18.46	1	18.46	.296	.588
誤差	5363.31	86	62.36		
總和	864910	90			

由表 4-3-2 可知組內的迴歸係數同質性考驗未達顯著差異($F = .296, p = .588 > .05$)，接著以兩組的科學本質測驗前測成績為共變項，後測成績為依變

項，教材教法為自變項進行共變數分析，以瞭解兩組實驗後，學生對『科學本質』的認識，『科學史教學法』與『講述式教學法』兩組教學成果是否有差異。表 4-3-3 為講述式教學組與科學史教學組的科學本質後測成績摘要表，與經共變數處理後兩組後測成績。雖然在表 4-3-3 的原先後測成績來看，兩組的表現可能有差異（講述式教學組為 3.09，科學史教學組為 3.33），但因為兩組在前測已經出現顯著差異，所以就必須考量兩組的先備知識，可以發現在共變數分析法處理後，科學史教學法的學習成效高於講述式教學組的學習成效（講述式教學組為 3.17，科學史教學組為 3.30）。換言之，在前測分數的解釋量被去除之後，顯示科學史教學組的學習成效明顯比講述式教學組的有效。

表 4-3-3 兩組的科學本質後測成績（調整前與調整後）

組別（個數）	調整前		經共變數調整後		95% 信賴區間	
	平均數	標準差	平均數	標準誤	下限	上限
講述式教學組 (30)	3.09	0.36	3.17 (a)	.05	3.07	3.27
科學史教學組 (60)	3.33	0.31	3.30 (a)	.04	3.23	3.37

a 使用下列的值評估模型中的共變量： 前測科學本質總分=3.15

從表 4-3-4 的共變數分析摘要表中可知，兩組不同教學法的學習成效，達顯著水準（ $F=4.46$ ， $p=.038*<.05$ ），顯示在經過實驗處理後，科學史教學組與講述式教學組的學習成效有顯著性的差異。透過能量科學史融入理化教學，有助於提升九年級學生對科學本質觀的認識。表 4-3-5 為兩組教學經共變數調整後的比較表，比較的依據是以調整後的平均數為組間成對差異，經成對的事後比較結果可知科學史教學組效果顯著的優於講述式教學組的受試者，表示經由科學史教學法學習的學生其科學本質認識較佳。

表 4-3-4 科學史教學組與講述式教學組的對學習成效影響之共變數分析摘要表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
教材教法	.309	1	.309	4.46	.038
誤差	5.959	86	.069		
總和	961.01	90			

表 4-3-5 科學史教學組與講述式教學組對學習成效，經共變數調整後比較表

		平均數 差異	標準誤 差異	顯著性(a)	差異的 95% 信 賴區間 (a)	
					下限	上限
講述式教學組	科學史教學組	-.13 (*)	.061	.038	-.25	-.01
科學史教學組	講述式教學組	-.13 (*)	.061	.038	.01	.25

* 在水準 .05 的平均數差異顯著。

a 多重比較調整：最小顯著差異（等於沒有調整）。

接著針對科學本質的三個面向：科學知識本質、科學探究本質、科學事業本質，分別做兩組的組間與組內分析比較，以求瞭解兩種教學法對學生科學本質觀的影響。

『科學本質』概念測驗卷內的『科學知識本質』分析：先將講述式教學組的前測科學史教學組的前測，採雙樣本（獨立樣本）平均數考驗，講述式教學組前測 $M=3.04$ ， $SD=0.30$ ，科學史教學組前測 $M=3.15$ ， $SD=0.27$ 。兩組前測差異未達顯著標準 ($t(88)=-1.735$ ， $p=.086>.05$)，顯示兩組實驗前的先備科學知識本質觀沒有差異。接著再針對組內分析，講述式教學組做『科學知識本質』前後測總分分析，採雙樣本（相依樣本）平均數考驗 ($t(29)=-.595$ ， $p=.556>.05$)，表示講述式教學組在測驗前後沒有顯著差異，講述式教學無助於增進學生的科學知識本質觀，見表 4-3-6。科學史教學組做『科學知識本質』前後測總分分析，採雙樣本（相依樣本）平均數考驗 ($t(59)=-4.185$ ， $p=.000^{**}<.05$)，顯示科學史教學組在測驗前後有顯著差異，科學史教學有助於學生提升科學知識本質

觀，表 4-3-6。

表 4-3-6 兩組學生『科學知識本質』測驗表現

組別	人數	前測		後測		前後測 顯著性
		平均數	標準差	平均數	標準差	
講述式教學組	30	3.04	0.30	3.07	0.34	.556
科學史教學組	60	3.15	0.27	3.32	0.33	.000

將兩組的後測，採雙樣本（獨立樣本）平均數考驗。兩組後測差異達顯著標準（ $t(88) = -3.273$ ， $p = .002^* < .05$ ），顯示兩組實驗後，學生對科學知識本質觀的認識，『科學史教學法』明顯比『講述式教學法』有效，並達到統計上顯著差異。作圖分析科學知識本質的五項細目中，兩組回答問卷差異。兩組前測答題如圖 4-3-1，兩組後測答題圖 4-3-2，兩組學生科學知識本質前後測變化比較圖 4-3-3。

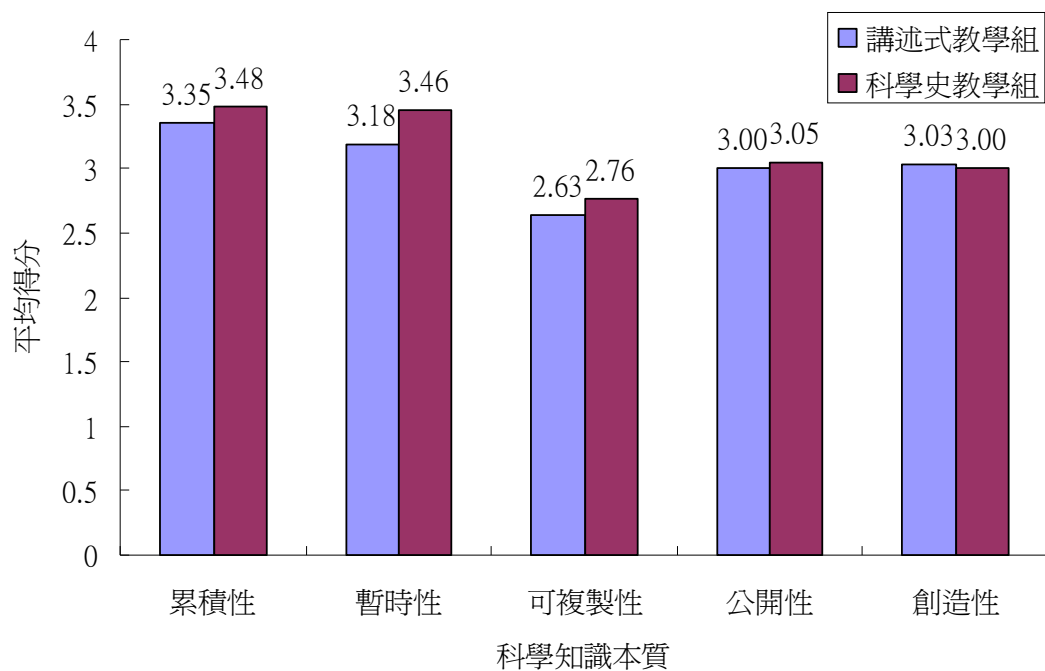


圖 4-3-1 兩組學生科學知識本質前測比較

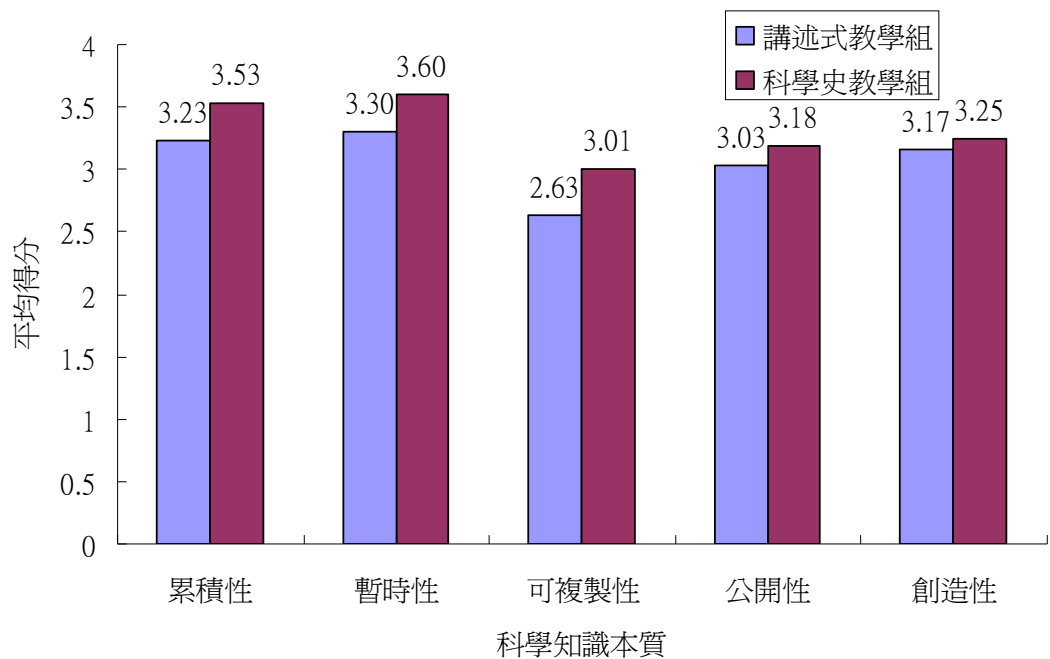


圖 4-3-2 兩組學生科學知識本質後測比較

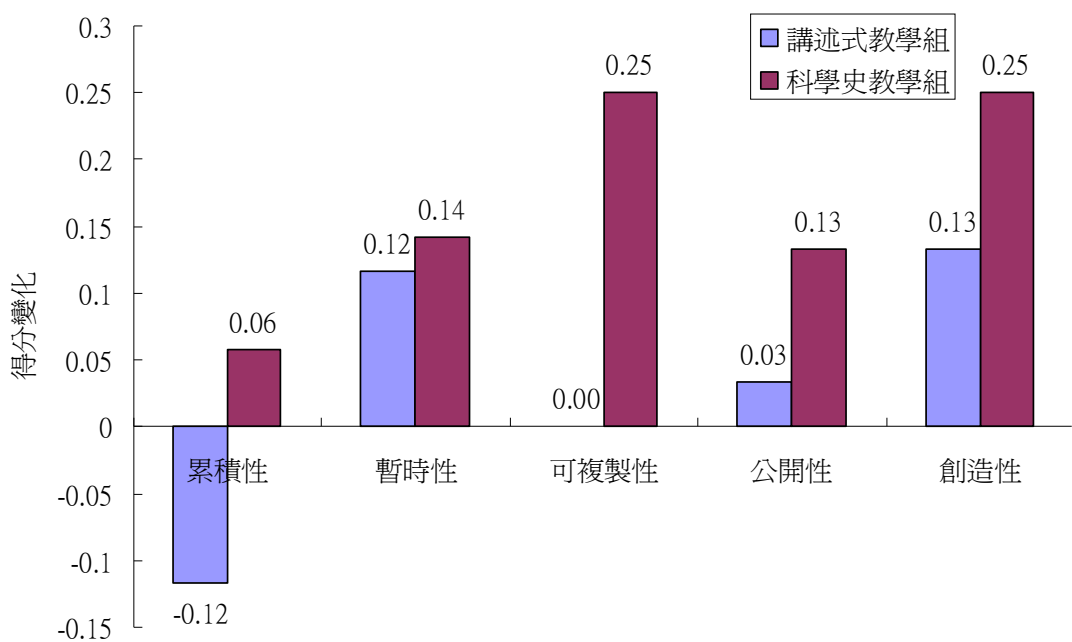


圖 4-3-3 兩組學生科學知識本質前後測變化比較

而由上面圖表可看得出，兩組在科學知識本質前測細目中，學生認識情況互有高低，科學史教學組前測有四項得分較高，但兩組在科學知識本質後測細目

中，科學史教學組是表現比較好的，因此再針對其中細目作組內分析依照『科學知識本質細目』、『講述式教學組內比較』、『科學史教學組內比較』、『t 值結果』、『p 值結果』項目整理如表 4-3-7，試著探討科學史教學對學生的科學知識本質觀改變，是在哪些科學知識本質細目上顯著改變。

表 4-3-7 兩組學生在科學知識本質細目中組內比較表

科學知識 本質細目	講述式教學組內比較		科學史教學組內比較	
	t 值結果	p 值結果	t 值結果	p 值結果
累積性	$t(29) = 1.316$	$p = .199 > .05$	$t(59) = -.943$	$p = .350 > .05$
暫時性	$t(29) = -1.097$	$p = .282 > .05$	$t(59) = -1.907$	$p = .061 > .05$
可複製性	$t(29) = .000$	$p = 1.000 > .05$	$t(59) = -2.580$	$p = .012^* < .05$
公開性	$t(29) = -.284$	$p = .778 > .05$	$t(59) = -1.755$	$p = .084 > .05$
創造性	$t(29) = -1.547$	$p = .133 > .05$	$t(59) = -2.824$	$p = .006^{**} < .05$

綜合以上，可以發現科學史教學使學生的科學知識本質觀有顯著認識，而仔細針對其中細目瞭解到，科學史教學有助於學生瞭解科學知識具有可複製性與創造性，並達到統計上差異。反觀講述式教學則無助於學生的科學知識本質觀理解，且針對其中的細目也是同樣的結果。

『科學本質』概念測驗卷內的學生『科學探究本質觀』分析，首先針對兩組學生做組內分析，講述式教學組做學生的『科學探究本質』前後測總分分析，採雙樣本（相依樣本）平均數考驗， $t(29) = -.595$ ， $p = .556 > .05$ ，顯示講述式教學組在測驗前後的結果沒有顯著差異，講述式教學無法幫助學生提升科學探究本質觀，如表 4-3-8。而反觀在科學史教學組中學生的『科學探究本質』前後測總分分析，則得到 $t(59) = -2.348$ ， $p = .022^* < .05$ 顯示科學史教學組在測驗前後有顯著差異，科學史教學可以幫助學生理解『科學探究本質』，內容詳見表 4-3-8。

表 4-3-8 科學史教學組學生與講述式教學組學生『科學探究本質』測驗表現

組別	人數	前測		後測		前後測顯著性
		平均數	標準差	平均數	標準差	
講述式教學組	30	3.09	0.35	3.12	0.42	.580
科學史教學組	60	3.29	0.28	3.39	0.39	.022*

最後做組間前測分析，將講述式教學組的前測科學史教學組的前測，採雙樣本（獨立樣本）平均數考驗，講述式教學組前測 $M=3.09$ ， $SD=0.35$ ，科學史教學組前測 $M=3.29$ ， $SD=.28$ 。兩組前測差異達顯著標準($t(88)=-2.918$ ， $p=.004^{**}<.05$)，顯示兩組實驗前的先備科學探究本質觀有差異，因為組間分析的前測已經達顯著差異，為了增加實驗的內在效度，採取共變數分析法。在進行共變數分析之前，同樣先把兩組學生的科學探究本質觀前測與後測成績進行『迴歸係數同質性檢定』，分析數據如表 4-3-9。

表 4-3-9 兩組學生的科學探究本質觀前後測迴歸係數同質性考驗摘要表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組內 (迴歸係數同質性)	5.62	1	5.62	.617	.434
誤差	783.62	86	9.11		
總和	98559.00	90			

由表 4-3-9 可知組內的迴歸係數同質性考驗未達顯著差異 ($F=.617$ ， $p=.434>.05$)，接著以兩組學生的『科學探究本質』前測成績為共變項，後測成績為依變項，教材教法為自變項進行共變數分析，以瞭解兩組實驗後的對『科學探究本質』的認識，兩組教學成效是否顯著差異。表 4-3-10 為兩組的科學探究本質後測成績（共變數調整前與共變數調整後）。雖然在表 4-3-10 的後測成績來看，兩組的表現可能有差異（講述式教學組後測 $M=3.12$ ，科學史教學組後測 $M=3.39$ ），但因為兩組在前測已經出現顯著差異，所以就必須考量兩組的先備科學探究本質觀。分析後可以發現在共變數分析法處理後，科學史教學法的學習成效高於講述式教學組的學習成效（講述式教學組為 3.23，科學史教學組為 3.34）。

換言之，在前測分數的解釋量被去除之後，顯示科學史教學組的科學探究本質得分高於講述式教學組。

表 4-3-10 兩組的科學探究本質後測成績（調整前與調整後）

組別（個數）	調整前		經共變數調整後		95% 信賴區間	
	平均數	標準差	平均數	標準誤	下限	上限
講述式教學組 (30)	3.12	0.42	3.23 (a)	.06	3.11	3.35
科學史教學組 (60)	3.39	0.39	3.34 (a)	.04	3.25	3.42

a 使用下列的值評估模型中的共變量： 前測科學探究本質總分=3.22

從表 4-3-11 共變數分析摘要表中可知不同的教材教法，未達顯著差異（ $F=1.966$ ， $p=.165>0.05$ ），顯示經過共變數處理後的兩組後測分數並沒有顯著差異。

表 4-3-11 兩組學生的對學習成效影響之共變數分析摘要表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
教材教法	.196	1	.196	1.966	.165
誤差	8.57	86	.10		
總和	992.70	90			

表 4-3-12 為兩組教學經共變數調整後的比較表，比較的依據是以調整後的平均數為組間成對差異，經成對的事後比較結果可知，雖科學史教學組的科學探究本質總分較高（平均數差異.105），但效果並沒有顯著的優於講述式教學組的受試者，表示經由科學史教學法學習的學生，其科學探究本質觀並沒有比較顯著認識。 $p=.165>0.05$ 未達顯著差異，科學史教學組與講述式教學組的科學探究本質總分成績彼此沒有顯著差異。

表 4-3-12 科學史教學組與講述式教學組對學習成效，經共變數調整後比較表

		平均數差異	標準誤	顯著性 (a)	差異的 95% 信賴區間 (a)	
					下限	上限
講述式教學組	科學史教學組	-.105	.075	.165	-.25	.04
科學史教學組	講述式教學組	.105	.075	.165	-.04	.25

* 在水準 .05 的平均數差異顯著。

a 多重比較調整：最小顯著差異（等於沒有調整）。

作圖分析科學探究本質的五項細目中，兩組回答問卷差異。兩組前測答題如圖 4-3-4，兩組後測答題如圖 4-3-5，兩組學生科學知識本質前後測變化比較如圖 4-3-6。

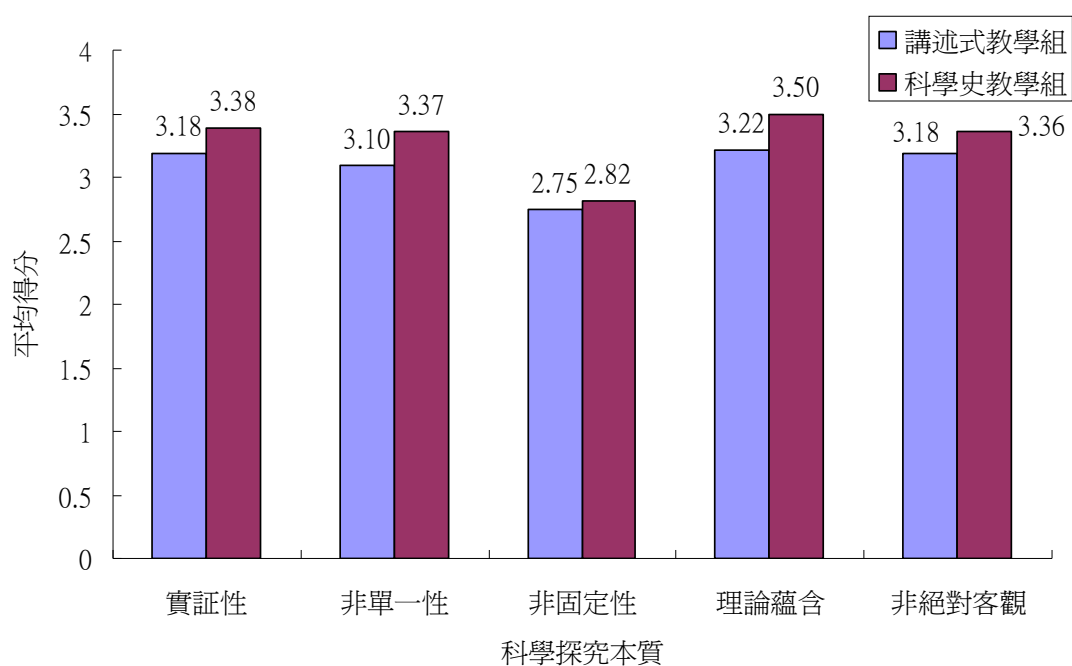


圖 4-3-4 兩組學生科學探究本質前測比較

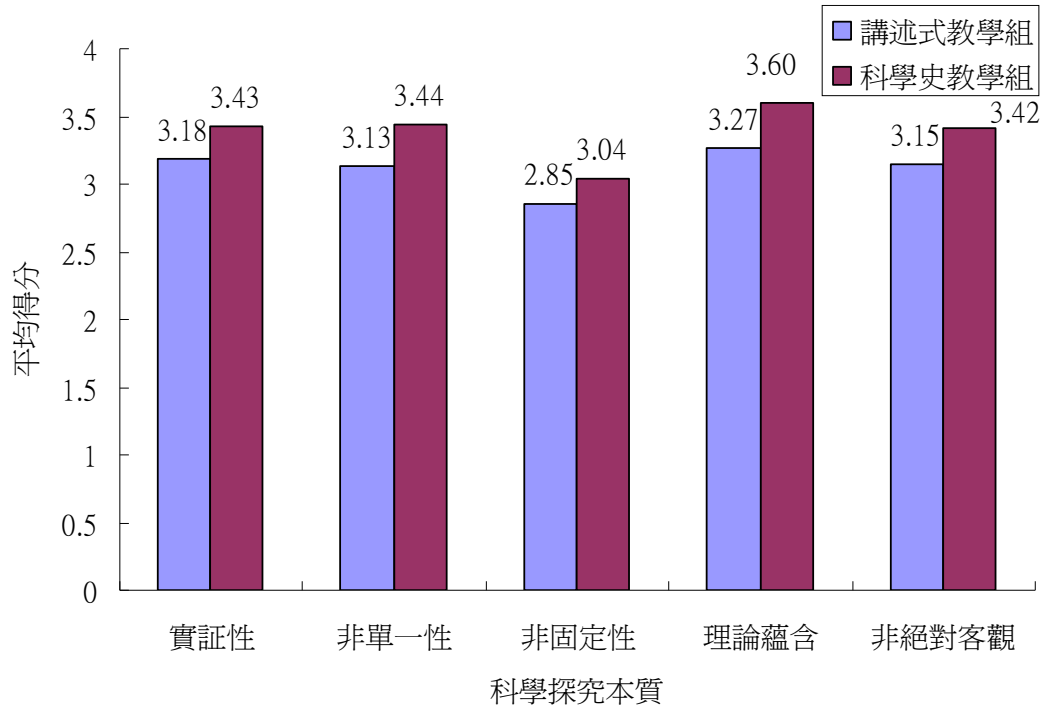


圖 4-3-5 兩組學生科學探究本質後測比較

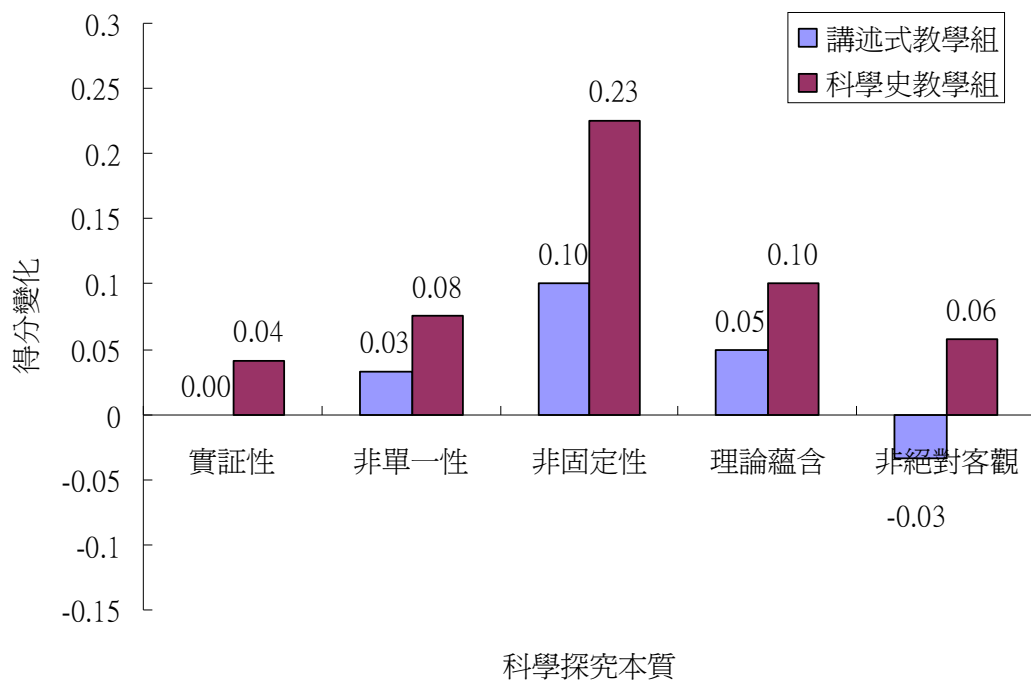


圖 4-3-6 兩組學生科學探究本質前後測變化比較

而由上面圖表可看得出，兩組在科學知識本質前測細目中，科學史教學組前測全部都比講述式教學組高，也因此兩組前測達顯著差異。而同時兩組在科學探

究本質後測細目中，科學史教學組也是表現比較高的，因此再針對其中細目作組內分析依照『科學探究本質細目』、『講述式教學組內比較』、『科學史教學組內比較』、『t 值結果』、『p 值結果』項目整理如表 4-3-13，試著探討科學史教學對學生的科學探究本質觀改變，是會在哪些細目上顯著改變。

表 4-3-13 兩組學生在科學探究本質細目中組內比較表

講述式教學組內比較			科學史教學組內比較	
科學探究 本質細目	t 值結果	p 值結果	t 值結果	p 值結果
實證性	t (29) = .000	p=1.000>.05	t (59) =-.539	p=.592>.05
非單一性	t (29) =-.626	p=.536>.05	t (59) =-.964	p=.339>.05
非固定性	t(29)=-1.063	p=.297>.05	t (59) =-2.721	p=.009**<.05
理論蘊含	t (29) =-.532	p=.599>.05	t (59) =-1.516	p=.135>.05
非絕對 客觀	t (29) =-.403	p=.690>.05	t (59) =-.766	p=.447>.05

綜合以上，可以發現雖然科學史教學無法使學生的科學探究本質觀有顯著理解，但仔細針對其中細目瞭解到，科學史教學組在科學本質的非固定性項目中，前後測組內比較是有達顯著差異，顯示科學史教學有助於學生對於科學本質的非固定性理解，並達到統計上差異。反觀講述式教學組前後測組內比較並沒有顯著差異，顯示講述式教學完全無助於科學探究本質觀理解，且針對其中的細目也是同樣的結果。

針對學生在『科學本質觀』問卷內的『科學事業本質』分析，先把兩組的前測，採雙樣本（獨立樣本）平均數考驗，講述式教學組前測 $M=3.04$ ， $SD=0.37$ ，科學史教學組前測 $M=3.17$ ， $SD=0.31$ 。兩組前測未達顯著標準 $t(88) = -1.793$ ， $p = .076 > .05$ ，顯示兩組實驗前的先備科學事業本質觀沒有顯著差異。接著再針對講述式教學組做『科學事業本質』前後測總分分析，採雙樣本（相依樣本）平均數考驗， $t(29) = -.536$ ， $P = .596 > .05$ 顯示講述式教學組在測驗前後沒有顯

著差異，講述式教學無法有助於學生認識科學事業本質，整理如表 4-3-14。同樣方法針對科學史教學組『科學事業本質』前後測總分分析， $t(59) = -2.801$ ， $p = .007^{**} < .05$ 顯示科學史教學組在測驗前後有顯著差異，科學史教學有效幫助學生理解科學事業本質觀（前測 $M = 3.17$ ，後測 $M = 3.29$ ），詳見表 4-3-14。

表 4-3-14 科學史教學組學生與講述式教學組學生『科學事業本質』測驗表現

組別	人數	前測		後測		顯著性
		平均數	標準差	平均數	標準差	
講述式教學組	30	3.04	0.37	3.07	0.38	.596
科學史教學組	60	3.17	0.31	3.29	0.35	.007**

最後將講述式教學組的後測與科學史教學組的後測，採雙樣本（獨立樣本）平均數考驗，講述式教學組後測 $M = 3.04$ ， $SD = 0.38$ ，科學史教學組後測 $M = 3.29$ ， $SD = 0.35$ 。兩組後測差異達顯著標準（ $t(88) = -2.696$ ， $p = .008^{**} < .05$ ），顯示兩組實驗後，針對學生對於『科學事業本質』的認識，『科學史教學法』明顯比『講述式教學法』有效，並達到統計上顯著差異。

作圖分析科學事業本質的五項細目中，兩組學生回答問卷差異。兩組學生前測答題的平均得分如圖 4-3-7，兩組學生後測答題的平均得分如圖 4-3-8，兩組學生科學知識本質前後測變化比較如圖 4-3-9。

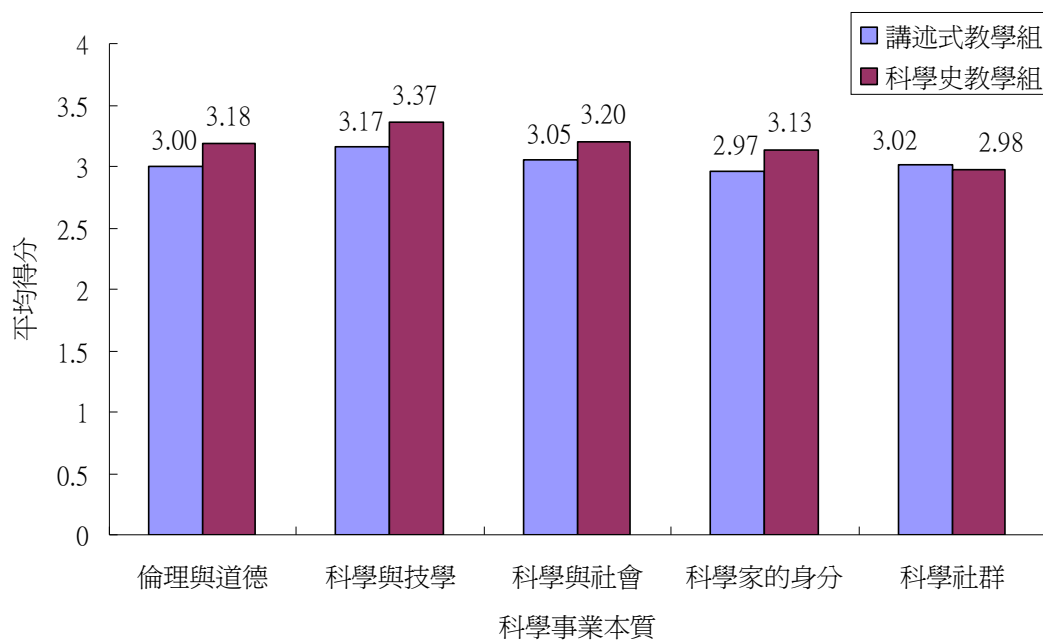


圖 4-3-7 兩組學生科學事業本質前測比較

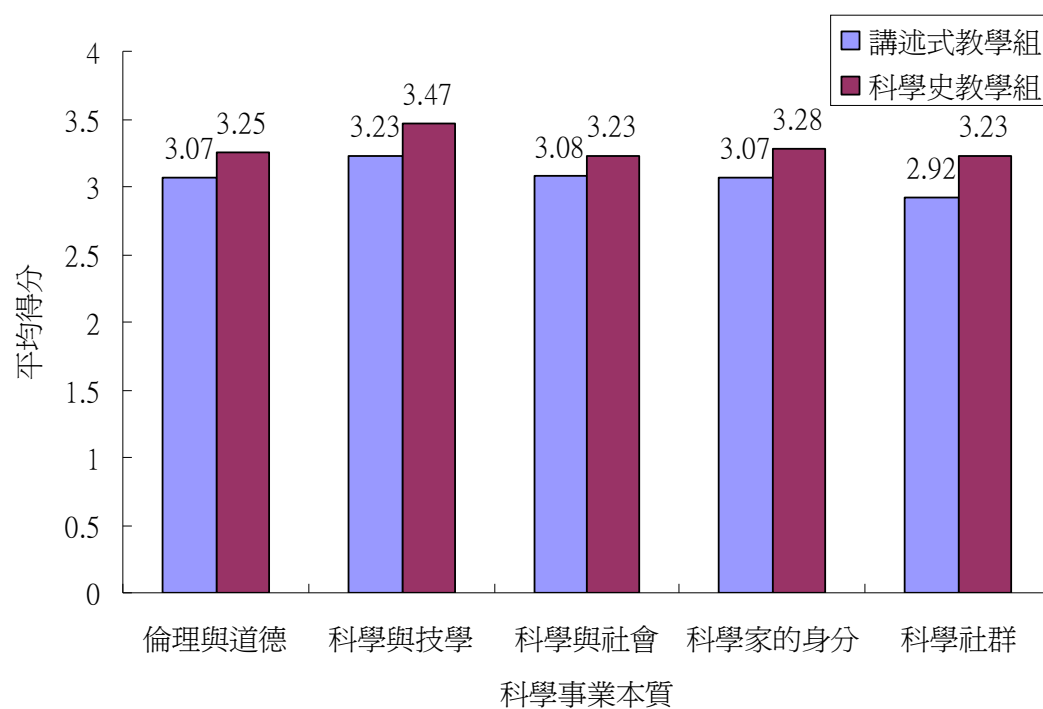


圖 4-3-8 兩組學生科學事業本質後測比較

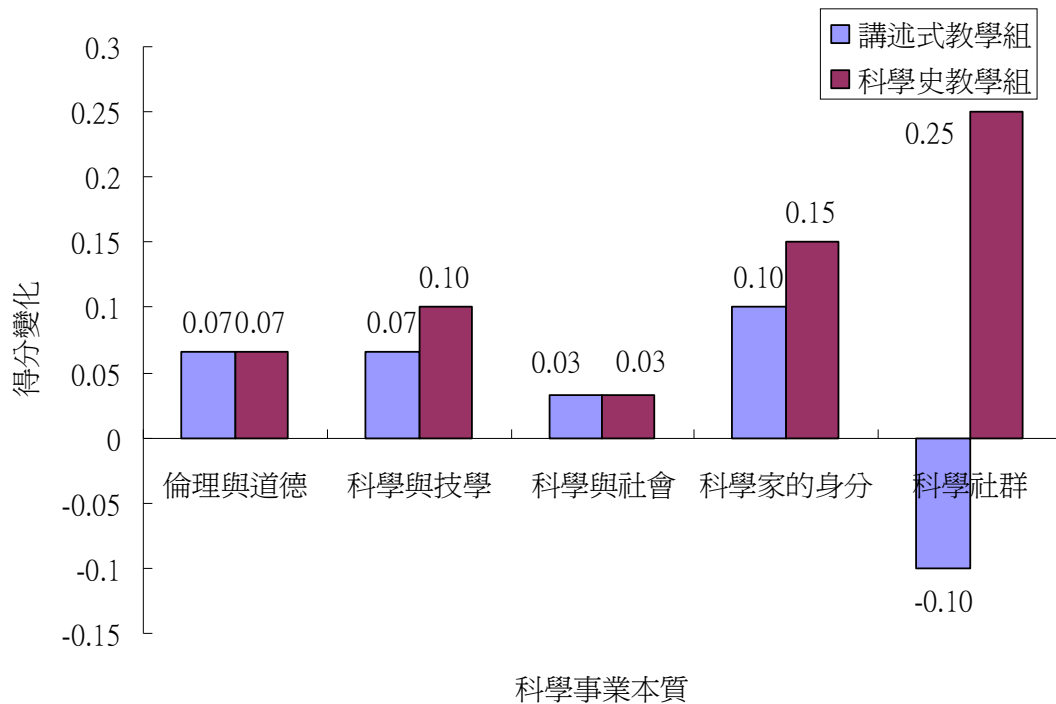


圖 4-3-9 兩組學生科學事業本質前後測變化比較

而由上面圖表可看得出，兩組學生在科學事業本質前測細目中，學生對於科學事業本質細目的認識情況互有不同，科學史教學組前測有四項得分較高，但兩組前測未有顯著差異 $t(88) = -1.793$, $p = .076 > .05$ ，但兩組在科學事業本質後測細目中，科學史教學組是表現比較好的，因此再針對其中細目作組內分析依照『科學事業本質細目』、『講述式教學組內比較』、『科學史教學組內比較』、『t 值結果』、『p 值結果』項目整理如表 4-3-15，試著探討科學史教學對學生的科學事業本質觀改變，是在哪些細目上顯著改變。

綜合以上，可以發現科學史教學能幫助學生認識科學事業本質觀，而仔細針對科學事業本質細目瞭解，科學史教學組學生在『科學家身份』與『科學社群』項目，前後測組內比較達顯著差異，顯示科學史教學有助於學生對於科學本質的科學家身份與科學社群項目有顯著理解，並達到統計上差異。反觀講述式教學組，在科學事業本質五個項目前後測組內比較中，均無顯著差異，顯示講述式教學法無助於科學事業本質觀理解，且針對其中的細目也是同樣的結果。

表 4-3-15 兩組學生在科學事業本質細目中組內比較表

科學事業本質 細目	講述式教學組內比較		科學史教學組內比較	
	t 值結果	p 值結果	t 值結果	p 值結果
倫理與道德	$t(29) = -.626$	$p = .536 > .05$	$t(59) = -.767$	$p = .446 > .05$
科學與技學	$t(29) = -.643$	$p = .526 > .05$	$t(59) = -1.369$	$p = .176 > .05$
科學與社會	$t(29) = -.372$	$p = .712 > .05$	$t(59) = -.410$	$p = .684 > .05$
科學家的身份	$t(29) = -1.235$	$p = .227 > .05$	$t(59) = -2.373$	$p = .021^* < .05$
科學社群	$t(29) = 1.140$	$p = .264 > .05$	$t(59) = -3.748$	$p = .000^{**} < .05$

第四節 兩組學生對科學的態度

在分析學生對科學的態度（平均得分是指學生在每題目中的平均答對分數，最高五分，最低一分），將講述式教學組的前測科學史教學組的前測，採雙樣本（獨立樣本）平均數考驗。兩組前測差異未達顯著標準 $t(88) = -240$ ， $p = .811 > .05$ ，顯示兩組實驗前的對科學的態度沒有顯著差異（詳見表 4-4-1）。接著針對講述式教學組做『對科學的態度』組內前後測總分分析，採雙樣本（相依樣本）平均數考驗， $t(29) = -.578$ ， $p = .568 > .05$ ，講述式教學組在測驗前後沒有顯著差異，顯示講述式教學無助於提升學生對科學的態度。針對科學史教學組做『對科學的態度』組內前後測總分分析，採雙樣本（相依樣本）平均數考驗（ $t(59) = -4.810$ ， $p = .000^{**} < .05$ ），顯示科學史教學組在測驗前後有顯著差異，科學史教學有效提升學生對科學的態度，詳見表 4-4-1。

表 4-4-1 科學史教學組學生與講述式教學組學生『對科學的態度』測驗表現

組別	人數	前測		後測		顯著性
		平均數	標準差	平均數	標準差	
講述式教學組	30	3.37	0.68	3.35	0.69	.568
科學史教學組	60	3.34	0.53	3.61	0.63	.000

將講述式教學組後測與科學史教學組後測做組間比較分析，採雙樣本（獨立

樣本) 平均數考驗，講述式教學組後測 $M=3.35$ ， $SD=0.69$ ，科學史教學組後測 $M=3.61$ ， $SD=0.63$ 。兩組後測差異達顯著標準($t(88)=-1.804$ ， $p=.007^{**}<.05$)，顯示兩組實驗後，針對學生『對科學的態度』，科學史教學法明顯比講述式教學法有效，並達到統計上顯著差異。作圖分析講述式教學組與科學史教學組學生的『對科學的態度』回答問卷的差異，如圖 4-4-1。而此圖也同時佐證了上面的分析結果。

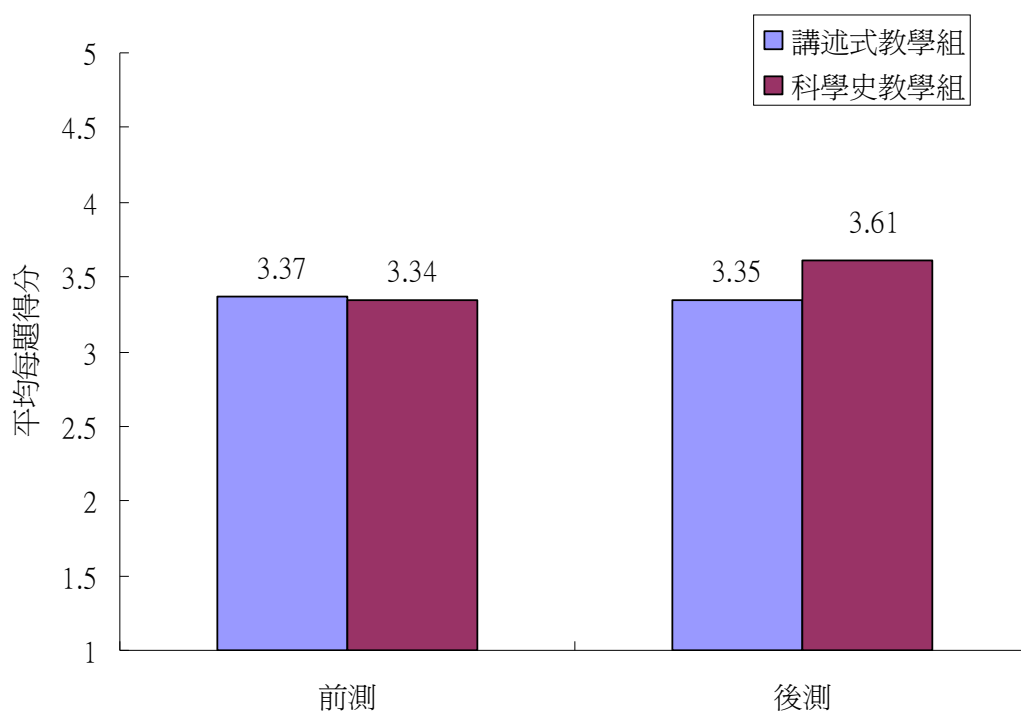


圖 4-4-1 兩組學生『對科學的態度』回答問卷的前後測差異

第五節 科學史教學組男女生對科學史教學課程的學習態度差異

使用對科學史教學課程的學習態度量表（共十四題，平均分數最高五分，最低一分）：將科學史教學組的男生與女生，針對『學生對科學史教學課程的學習態度』採雙樣本（獨立樣本）平均數考驗分析，而分析的敘述統計數據結果依照『分析項目』、『分析對象』、『平均得分』、『標準差』、『t 值結果與 p 值結果』項目，整理如表 4-5-1，以期能瞭解科學史教學組男女生對科學史課程的學習態度差異。

表 4-5-1 男生與女生對『科學史教學課程的學習態度』分析比較

分析項目	分析對象(人數)	平均 得分	標準差	t 值結果與 p 值結果
對科學史教學課程的學習態度	科學史教學組男生(31)	4.03	0.56	$t(58) = 2.207$ $p = .031^* < .05$
	科學史教學組女生(29)	3.73	0.49	

由表 4-5-1 可知男生與女生的『科學史教學課程的學習態度』得分都是高於問卷的中間值 3 分，顯示男女生對課程皆持正面的態度，同時在對『科學史教學課程的學習態度』的得分是有顯著差異 ($t(58) = 2.207$, $p = .031^* < .05$)，男生對課程的態度分數明顯高於女生的態度分數。顯示男女生對於科學史教學課程中，男生明顯在『科學史教學課程的學習態度』比女生更正面。

接著針對『科學史教學課程的學習態度』的兩個面向：認為喜歡上科學史教學課程、認為科學史教學能幫助瞭解理化（分類詳見表 3-3-5）。將兩個面向以男女生比較的圖表方式呈現如圖 4-5-1。由圖中也觀察到相較於女生，科學史教學組男生在『認為喜歡上科學史教學課程』與『認為科學史教學能幫助瞭解理化』方面，都是持更正面的態度，因此再求其中組間分析比較，以求瞭解男女生的反應是否有顯著差異，整理如表 4-5-2。

由表 4-5-2 可知在『認為喜歡上科學史教學課程』中，男生與女生的得分，顯示持正面的態度，同時在此面向中，男女生的得分是沒有顯著差異 ($t(58) = 1.745$, $p = .086 > .05$)。顯示男女生對於科學史教學課程中，男生與女生在『認為喜歡上科學史教學課程』的態度並沒有不同。

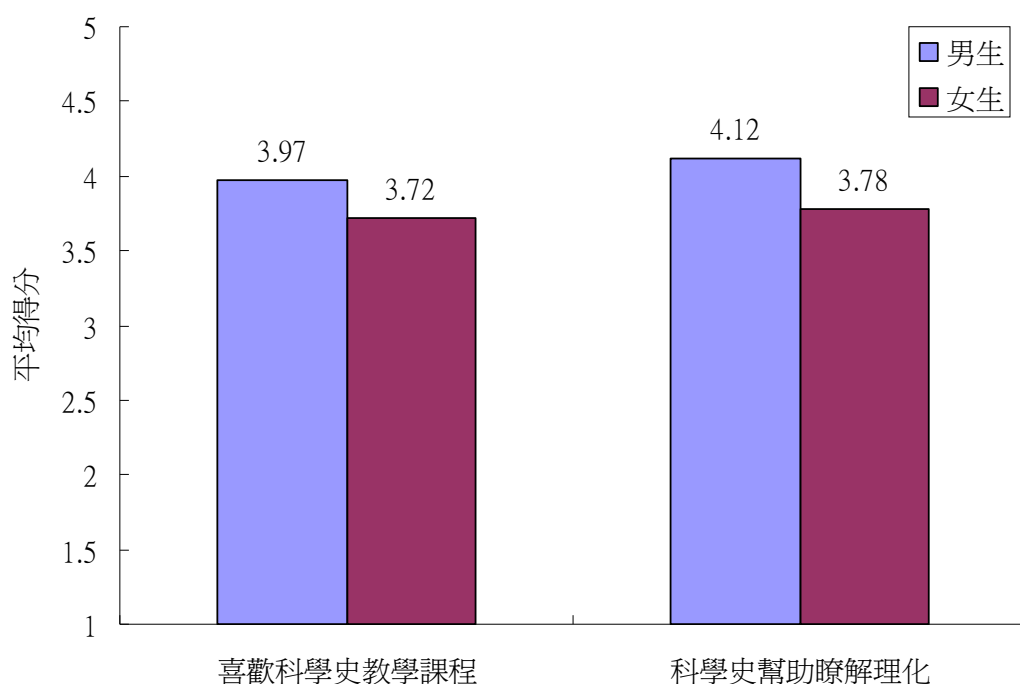


圖 4-5-1 男生與女生對『科學史教學課程的學習態度』兩個向度比較

表 4-5-2 男生與女生對『科學史教學課程的學習態度』細目分析比較

分析項目	分析對象(人數)	平均 得分	標準 差	t 值結果與 p 值結果
認為喜歡上科學史教學課程	科學史教學組男生(31)	3.97	0.64	$t(58) = 1.745$ $p = .086 > .05$
	科學史教學組女生(29)	3.71	0.51	
認為科學史教學課程能幫助瞭解理化	科學史教學組男生(31)	4.12	0.54	$t(58) = 2.568$ $p = .013^* < .05$
	科學史教學組女生(29)	3.77	0.52	

由表 4-5-2 也可知在『認為科學史教學課程能幫助瞭解理化』中，男生與女生的得分，顯示男女生對課程幫助瞭解理化的態度是正面。但男生與女生對於『認為科學史教學課程能幫助瞭解理化』男生與女生的得分是有顯著差異 ($t(58) = 2.568$, $p = .013^* < .05$)。顯示男生比女生明顯認為科學史教學課程能幫助瞭解理化。

但如果幫助瞭解理化是指幫助瞭解動能、位能與能量概念，筆者再將科學史

教學組男生與女生的『動能、位能與能量概念』前測與後測，採雙樣本（獨立樣本）平均數考驗，事實上男女生並未達顯著標準（前測： $t(58) = 1.832$ ， $p = .257 > .05$ ；後測： $t(58) = 1.295$ ， $p = .200 > .05$ ），也就是實際男生女生『瞭解動能、位能與能量』概念並沒有顯著差異，但是在態度上男生顯得比較傾向認為『科學史教學』能夠幫助理化學習。

第五章 結論與建議

本章旨在討論科學史融入理化教學的研究成果，並建議未來的研究方向。本章共分四節，第一節針對研究問題做結論歸納整理，第二節則討論本研究結果與相關文獻之差異，最後在第三節中根據本研究結論，提出未來教學與研究的建議，並反思本研究對筆者的啟示。

第一節 結論

本研究目的為針對『動能、位能與能量』單元，將科學史教學組與講述式教學組採準實驗分析法，比較兩組組間與組內差異，探討是否能有效澄清學生的『動能、位能與能量』另有概念，並使學生瞭解『動能、位能與能量』單元的科學知識概念，進而同時能增進學生對科學本質觀的瞭解與提升學生喜歡理化的態度。並將研究目的分為五個研究問題探討。

一、對於學生的『動能、位能與能量』的概念理解是否有差異？

針對『動能、位能與能量』的概念，在科學史教學組與講述式教學組的組內前後測比較中『科學史教學法』與『講述式教學法』，均使學生顯著進步，不過又依組間後測分析，顯示『科學史教學法』明顯比『講述式教學法』有效。而在組內前後測比較與兩組後測組間比較也是得到『科學史教學法』比『講述式教學法』明顯有助於學生理解『位能』、『動能』、『能的轉換』的概念。而利用組內分析與選項答題率分析，發現科學史教學有助於學生瞭解『伸長或壓縮的彈簧具有彈力位能』以及『動能與彈力位能能量轉換且守恆的概念』、『瞭解位能是由物體質量與高度決定』、『摩擦力的作用在能量轉換中扮演的角色』、『動能與質量速度的關係，動能不具有方向性質』、『動能與重力位能能量轉換且守恆的概念』。綜合上述推測其科學史教學可能使學生的『動能、位能與能量』概念更清楚的原因在於，動能的公式演進歷程詳細，學生確實瞭解動能與質量速度的關係，接著『活

力與死力』的論述，建構了死力（位能）儲存的概念，也間接為能量守恆埋下伏筆。最後科學家將機械功（作功）與動能位能結合，更是由不同的能量，將能的轉換問題迎刃而解。由此可知，若介紹科學演進的歷程，可以有效引導學生進入現在專家所能接受的科學概念。

二、對於學生的『另有概念』改變是否有差異？

科學史教學組針對學生的七項另有概念答題情況，做組內比較均能進步且達顯著差異，顯示科學史教學法有效解決學生另有概念『速度增加一倍，動能就會增加一倍』、『只要速度一樣，動能就一樣大』、『重力位能只取決於物體的高度』、『動能與物體的速度無關』、『施多少力量就獲得多少動能』、『重力位能是位能的唯一形式』、『能量之間的轉變，能量會真正消失』。但是若比起講述式教學組，則科學史教學組在另有概念『只要速度一樣，動能就一樣大』、『能量之間的轉變，能量會真正消失』這些另有概念中表現顯著有效，顯示學生明顯知道動能仍受質量影響，『活力與死力的能量轉化』會使學生知道能量會儲存，不會真正消失。由此可知，教師使用科學史教學擔任起這一些另有概念與科學知識的催化劑，可以使學生能快速的學習到現在公認的科學知識，從修正他們可能有的另有概念，或躍遷到現在專家所認定的科學概念。

三、對於學生『科學本質』觀的瞭解是否有提升？

針對『科學本質』觀的認識，科學史教學組前後測組內比較，達顯著差異，顯示科學史教學顯著提升學生的科學本質觀，但講述式教學組則否。兩組前測的組間比較，使用共變數分析法，針對組間後測分析，『科學史教學法』明顯比『講述式教學法』有效。而再針對其中『科學知識本質』與『科學事業本質』面向，使用同樣方式分析，也是得到相同結果。不過在科學本質的『科學探究本質』面向中，分析後則得到兩種方法無法顯著提升學生對『科學探究本質』認識的結果，顯示『科學史教學法』與『講述式教學法』效果相同。

接著再針對兩組學生的『科學本質』十五項細目的反應做組內分析，發現在科學史教學組的組內前後測比較中，『科學史教學法』分別使學生的科學本質『可

複製性』、『創造性』、『非固定性』、『科學家的身份』、『科學社群』有顯著認識。綜合上述研究結果可以發現『科學史教學法』確實使學生對科學本質認識更清楚，並也在科學知識與科學事業中有明顯更清楚，反觀，講述式教學法卻無法有助於學生認識科學本質。推測其科學史教學可能使學生科學本質觀提升的原因在於，科學史教學中的教學內容有提到科學家的背景（科學家身份），而當科學家提出概念革命時，是針對同一個現象與實驗（複製性），由不同的角度切入（創造性），來解釋科學知識，而且科學史上相關概念也會出現殊途同歸（非固定性），最後透過現今公認的專家團體檢驗（科學社群），新的科學知識便油然而生。

四、兩組學生對科學的態度差異？

根據學生 ATSSA 問卷回答結果，兩組學生組內比較結果，科學史教學組學生明顯在『對科學的態度』有顯著提升，顯示科學史教學組在測驗前後有顯著差異，科學史教學有效提升學生對科學的態度。反之，在講述教學組則否。且組間比較兩組前測差異未達顯著標準，但兩組後測差異達顯著標準，顯示兩組實驗後，學生對於『對科學的態度』，『科學史教學法』明顯比『講述式教學法』好，可以使學生對科學的態度產生很明顯的正面改變。

推測其科學史教學可能使學生對科學的態度更正面的原因在於，科學史教學中的學生在該科學定義要改變，重新建構學生認知之時，對於知識的由來因為好奇而感到興趣，並且對於科學知識的來龍去脈清楚，不會流於枯燥乏味的背誦，只是使用公式解題。

五、科學史教學組學生『對科學史教學課程的學習態度』

科學史教學組的男女生其『對科學史教學課程的學習態度』，採組間分析比較，男生與女生達顯著差異，顯示男生女生『對科學史教學課程的學習態度』有顯著差異，男生對科學史教學課程的學習態度比較女生態度更正面，但兩者對這樣的課程態度是正面的。

同樣的分析方式，科學史教學組的男生與女生，針對量表中『認為喜歡上科學史教學課程』，男生與女生未達顯著標準，也就是顯示男生與女生『認為喜歡

科學史教學課程』沒有顯著差異。但針對量表中『認為科學史教學能幫助瞭解理化』，男生與女生達顯著標準，也就是男生比女生『認為科學史教學能幫助瞭解理化』。但實際上男生與女生的『動能、位能與能量概念』做前測與後測做組間分析，並沒有顯著差異，但是男生態度上顯得比較傾向認為『科學史教學』能夠幫助理化學習。

第二節 討論

本節旨在將本研究結果與相關文獻，針對四個面向討論：運用科學史教學有助於單元概念理解。對於使用科學史教學的班級，可提升學生的科學本質觀。學生對科學的態度產生顯著正面改變。性別對科學史教學課程的學習態度反應。

在本研究中，學生的概念理解分析結果，顯示科學史教學在『動能、位能與能量』單元中，學生確實經由科學史的教學活動潛移默化的修正了另有概念，同樣地，也在李玉貞（2000）研究中提到確實能夠改變學生的認知，甚至有文獻使用電磁鐵科學史教學中，還增進學生學後保留，顯示科學史教學是一項有意義的學習，可以使教材內容有系統呈現，讓學生對於教材內容的記憶能保存更久（陳麗鴻，2005）。推測其科學史教學比起講述式教學可能使學生概念更清楚的原因在於，從笛卡兒的動量到科里奧利的動能，動能公式演進歷程詳細，學生確實瞭解動能與質量速度的關係，接著萊布尼茲的『活力與死力』論述，建構了死力（位能）儲存的概念，也間接為能量守恆埋下伏筆。最後科學家將機械功（作功）與動能位能結合，更是由不同的能量，將能的轉換問題迎刃而解。反觀在講述式教學法中陳述公式與運用練習，雖仍可以使學生部分概念改進，但效果仍不及科學史教學。

本研究顯示教師使用科學史教學可提升學生的科學本質觀，也就是科學史教學明顯比講述式教學能使學生知道科學受個人主觀與社會及文化影響，同一個科學現象可能因為角度不同而有不同的解釋，且經由開放的科學社群討論空間中，瞭解先後不同科學家提出質疑、重新驗證的過程，會使原來知識就會被修改或推

翻。這樣的科學史演進歷程運用入教學中，使本研究得到科學本質『可複製性』、『創造性』、『非固定性』、『科學家的身份』、『科學社群』有顯著認識。也確實在光學史融入教學（李玉貞，2000）也提到科學史能幫助學生認識科學本質「推論的主觀性」以及「科學具有暫時性」。而在原子發現史融入教學（林兆聖，2003），也發現有助於學生認識科學本質的『科學方法的獨特性與適用性』、『科學知識的種類與角色』、『科學方法的理性』、『科學知識的本體地位』、『科學知識的知識地位』、『科學家及科學社群』。血液循環史融入教學（張宗婷，2007），則也是得到對於科學本質更明顯認識的結果。反觀在講述式教學法中，並不重視科學發現的過程，著重在於科學知識的應用解題，也因此學生也無法認識科學本質觀，但卻只能在紙筆測驗中的應用解題獲得顯著進步的結果。

學生『對科學的態度』的結果，顯示科學史教學在『動能、位能與能量』單元中，學生確實『對科學的態度』也就是情意的層面對科學的興趣有所增進，而在以前文獻中也是得到學生對科學的態度會受到融入科學史教學而有正面影響（邱明富，2003），並且文中也提到學生對於科學出現的正面積極想法如：學生說要把『科學』的神祕面紗拿掉，讓後人知道多的科學的奧秘...等。鄭子善（2000）也提到，使得部分不喜歡科學的學生也開始變得不再排拒科學。但是在講述式教學組前後測就沒有顯著差異，這應該是因為講述式教學的教材內容沒有觸動學生心裡的興趣無法引起學生共鳴。這都顯示在整個社會文明緩慢而長久的進展歷程之中，當讀者深刻的品味科學家背後的小故事，能增進了學習者對於科學進展過程的興趣與理解，並且瞭解科學的蘊涵（林志忠，2007）。

在『對科學史教學課程的學習態度』的後測中顯示，學生對『認為喜歡上科學史教學課程』與『認為科學史教學能幫助瞭解理化』有正面的反應，並且得到男生對科學史教學課程的學習態度是比女生更正面明顯的，這樣的研究結果也在Matthews（1999）針對性別做對科學史教學的態度中，發現高年級男生對科學史教學的興趣愈高，女生則反之（引自徐錦美，2004）。而王月春（2004）的研究內容中也提到一個營造探究式的科學史學習環境，對於學生學習環境確實有正面

的改善，尤其在『學生參與』的向度改善尤為顯著，顯示學生更喜歡參與課程。而同時在科學史教學中，學生喜歡科學史教學的方式，並顯示科學史課程的教學方式能幫助學生學習理化、並讓學生更喜歡上理化課、提高學生對自然科學的興趣的學習成效（徐錦美，2004）。

綜合討論，科學史教學會使學生理解科學演進的過程變得容易，其中癥結是在於科學演進的過程其實也是一種民主的討論與參與，因為是經過更新且更周延的邏輯解釋才能推倒原先的科學，使今天的學術科學後不同於過去學術科學（Kolsto & Stein, 2008），學生會因此建構自己的科學知識，並有興趣於科學史其中接下去的演進發展，進而影響其學習科學的態度。這也代表著，科學史教學中讓學生知道在同一時間內，同一個科學知識被做成多種解釋，學生可以從科學史中知道，科學知識為何如此，科學知識是什麼？最後如何將科學知識使用？（Sprod, 1993）。換句話說，使用科學史教學可以賦與科學生動吸引人，增加學生學習動力，並傳達教材內容與科學本質（Will, 2008）。

第三節 建議與未來研究方向

Brush（1989）也指出，如果要增進學生對科學的了解，教師必須處理這些歷史事件的題材，使之顯出科學的特質。也就是教材的設計過程得經過規劃，考慮教學目標、學生程度以及上課時數，在國內還得兼顧考試壓力（引自王月春，2004）。因此茲對科學史教學與其研究提出以下建議。

一、針對教學上的建議

對科學史教材單元取材可以多針對九年級的單元，因為學生將進入面對基測與模擬考的壓力，教學者本身要複習兼趕進度，另外又還要與該班導師溝通，同時內容要有效果避免家長與學生反彈，林林總總的原因可能造成這方面研究較少。而科學史教學方式方面，本研究多數只讓學生觀察，多數未讓學生親手做。Cavicchi（2008）則指出使學生親手做科學史上的實驗，會發現學生可藉由自己的雙手，拓展實物與科學知識的關係，促使學生最佳的觀察與思考。這都是可以

嘗試與改變的方向。

另外可以做教學上橫向科目的整合，因為筆者教學安排試著針對科學事業本質觀中的『科學家身份』細目，要做笛卡兒背景資料補充時，相當意外地學生也同時在歷史課本中有學到，『笛卡兒是啟蒙運動中很重要的哲學家，強調理性與思考，名言為我思故我在』，因此學生明顯知道科學家也可能是哲學家。這對科學事業本質觀中的『科學家身份』細目，相當有幫助，所以建議研究者當教學單元確定時，可以試著在橫向科目不同領域中做統整的教學，充實豐富學生的科學本質觀。

二、針對研究上的建議

針對研究的樣本，本研究的講述式教學組僅有三十人，科學史教學組有六十人，不知到是否擴大樣本數後，仍會得到一樣結果？且雖兩樣本在『動能、位能與能量』與『對科學的態度』前測沒有顯著差異，但兩樣本在『科學本質』前測卻已達到顯著差異，顯示班級組別之間有些差異性在，研究者多應注意其中差異，並使用 ANCOVA 消除前測帶來的影響。

針對研究另有概念，學生在單元內的另有概念是很多，但是一個題目通常涵蓋多面性的科學概念，也是會難免包含兩種以上另有概念，所以難以在一個題目中判斷學生的另有概念來源，無法提供教學者改進的方向。因此建議日後研究者可以做質性分析，並針對學生的所選擇的選項原因做分類研究晤談分析，確實瞭解背後學生的想法。研究測驗的建議，建議研究者也可以針對學習目標中的『知識、理解、應用、分析、綜合、評鑑』將題目分類分析，探討科學史教學對學習目標的學習成效。

三、針對筆者的啟發

教學與研究的過程，教學者能時常省思，增進教學方法，正所謂『滾石不生苔，戶樞不蠹』教師常動腦筋，對於教師自己也算是邊教邊學，使教師的教學態度與方法有所改變，而且教師都能夠更進一步瞭解相關科學概念(黃秋瑞 2003)。舉一例，在這研究之前，筆者從不知經過平常講述式教學後，學生在於彈力位能

方面的概念前後測是不會改變，甚至出現顯著退步，常常只是認為學生是整體性的進步，忽略了其中一兩項概念。因此本研究也啟發筆者需多加留意學生的學後認知，千萬別認為學生教過後，就理解大部分的內容。而再針對研究結果，講述式教學組與科學史教學組其實在『動能、位能與能量』的概念都有顯著差異的進步，是若只有針對單元上的概念學習，兩種教學都是成功的，但是在『科學本質』的認識上與對科學的態度，則講述式教學組顯得遜色很多。

可見得在教學上，教師可使用科學史教學達到學習成效與認識科學本質觀，並引起學生對科學正面的態度。

參考文獻

一、中文部分

- 王月春(2004)。科學史融入理化教學促進學生科學探究能力之研究。國立高雄師範大學化學系所碩士論文。
- 王唯齡(2005)。以天文史融入教學模式探究學生學習態度與對科學的態度之影響。國立台北師範學院自然科學教育研究所碩士論文。
- 李玉貞(2000)。光學史融入教學對高中學生科學本質觀及光概念的改變之研究。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 林兆聖(2003)。以原子發現科學史融入教學對學生科學本質觀影響之研究。國立高雄師範大學化學系所碩士論文。
- 林志忠(2007)。探究科學實驗之美。科學人雜誌，63，120。
- 林格朱(2004)。融入科學史教學對國一學生生物學習成效影響之研究—以『細胞與個體』單元為例。國立高雄師範大學生物科學研究所碩士論文。
- 邱明富(2003)。科學史融入教學以提昇國小學童科學本質觀與對科學的態度之行動研究。屏東師範學院數理教育研究所碩士論文。
- 邱美虹(2000)。概念改變的省思與啟示。科學教育學刊，8(1)，1-34。
- 邱美虹，林靜雯，梁家祺，周金城，吳明珠，湯偉君，劉嘉茹，林秀蓁，林世洲，鄭瑛珍與張淑女譯(2003)。概念革命。台北：洪葉出版社。
- 邱韻如(2006)。The concept of Energy。2009年3月19日取自 <http://memo.cgu.edu.tw/yun-ju/cguweb/PhyChiu/H105WorkEnergy/EnergyConcept.htm>
- 徐錦美(2004)。實施科學故事課對學生『對科學的態度』的影響。國立高雄師範大學物理系所碩士論文。
- 張玉枝(2002)。探討國二學生詮釋地球科學課本附圖的相關因素。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 張宗婷(2007)。以互動式歷史小故事與科學寫作活動促進學生理解科學概念與發展科學本質觀。國立台灣師範大學生命科學系研究所碩士論文。
- 許良榮、李田英(1995)。科學史在科學教學的角色與功能。科學教育月刊，179，15-27。
- 郭生玉(2004)。教育測驗與評量(二版)。台北縣：精華書局。
- 陳淑筠(2002)。國內學生自然科學迷思概念研究之後設研究。國立台東師範學院教育研究所碩士論文。
- 陳麗鴻(2005)。科學史融入國小自然科教學對學生學習成效的影響之研究—以電磁鐵為例。國立高雄師範大學物理系所碩士論文。

- 彭泰源（1998）。國小五年級學童力與運動概念學習之研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 陽季吟（2007）。探討電腦模擬實驗和動手操作實驗對概念學習之影響－以八年級『透鏡成像』單元為例。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 黃心怡（2008）。多媒體輔助教學對不同性向能力的國中生學習有機化合物的學習成效分析。國立交通大學理學院碩士在職專班網路學習組。
- 黃秀珍（2003）。高職學生功與能概念瞭解之研究。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 黃秋瑞（2003）。以科學史教材協助高中教師瞭解克卜勒定律概念發展之效益研究。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 劉俊庚（2002）。迷思概念與概念改變教學策略之文獻分析－以概念構圖和後設分析模式探討其意涵與影響。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 鄭子善（2000）。科學故事課程設計之行動研究－以燃燒現象發展史為例。國立花蓮師範學院國小科學教育研究所碩士論文。
- 鄭茹芬（2002）。國中學生在力學課程後對力與運動概念認知之現況調查研究。國立台灣師範大學物理系所碩士論文。
- 簡萍郎（2005）。科學故事融入自然與生活科技學習領域教學對國小學童學習動機與學習態度影響之研究。國立高雄師範大學物理系所碩士論文。

二、西文部分

- American Association for the Advancement of Science(1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science(1990). Chapter 1: The nature of science. In *Science for all Americans* (pp. 1-14). New York: Oxford University Press.
- Allchin, D. (1992). *History as a tool in science education*. Retrieved March 2, 2009, from <http://www1.umn.edu/ships/tool.htm>.
- Cavicchi, E. M. (2008). Historical experiments in students' hands: unfragmenting science through action and history. *Science & Education*, 17(7), 717-749.
- Dedes, C., & Ravanis, K. (2009). Teaching image formation by extended light sources: the use of a model derived from the history of science. *Research in Science Education*, 39(1), 57-73.
- Dolphin, G. (2009). Evolution of the theory of the earth: a contextualized approach for teaching the history of the theory of plate tectonics to ninth grade students. *Science & Education*, 18(3-4), 425-441.

- Cajori, F. (2008). The seventeenth century. In *A history of physics in its elementary branches including the evolution of physica laboratories* (pp. 50-54). New York: Lyons Press.
- Harman, P. M. (1982). Energy physic and mechanical explanation. In *Energy, force, and matter: the conceptual development of nineteenth-century physics* (pp.58-60). London: Cambridge University Press.
- Holton, G.J., & Brush, S.G. (2001). Chapter 16:The law of conservation of momentum. In *Physics, the human adventure: from copernicus to Einstein and beyond*(3nd ed.) (pp. 209-225). New York: Rutgers University Press.
- Horton, C. (2001). *Student preconceptions and misconceptions in chemistry , integrated physics and chemistry modeling workshop*.Retrieved March 4, 2009, from <http://assessment-ws.wikispaces.com/file/view/chemistry-misconceptions.pdf>
- Jeans, J. (1981). What are physic and philosophy. In *Physics and philosophy* (pp. 25-28). New York: Courier Dover Publications Press.
- Liu, M., ; Hsieh, P., Cho, Y., & Schallert, D. (2006). Middle school students' self-efficacy, attitudes, and achievement in a computer-enhanced problem-based learning environment. *Journal of Interactive Learning Research*, 17(3), 225-242.
- McMillan, J. H., & May, M. J. (1980). A study of factors influencing attitudes toward science of junior high school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 16(3), 217-222.
- Meichtry, Y. J. (n.d.). *The nature of science and scientific knowledge:implications for designing a preservice elementary methods course*. Retrieved March 18, 2009, from <http://www.csss-science.org/downloads/Masks.pdf>
- Mortimer, R. G. (2000). Work,heat,and energy.In *Physical chemistry*.(2nd ed.) (pp. 55-57). New York: Academic Press.
- National Science Teachers Association(2002). *Children's ideas in science*. Retrieved March 20, 2009, from <http://homepage.mac.com/vtalsma/misconcept.html>
- Necati, H., Muammer, Ç., & Fikret, A. (2008). Investigating grade 8 students' conceptions of'energy' and related concepts. *Journal of Turkish Science Education*, 5(1), 75-87.
- Neşet, D. (2005). A study about students' misconceptions in force and motion concepts by incorporating a web-assisted physics program. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3), 40-48.
- Padilla, K., & Furio-Mas, C. (2008). The importance of history and philosophy of science in correcting distorted views of "amount of substance" and "mole" concepts in chemistry teaching. *Science & Education*, 17(4), 403-424.

- Roche, J. J. (1998). Chapter 8 The metric reform and the units of physics. In *The mathematics of measurement: a critical history* (pp. 158-160). New York: Springer Press.
- Solomon, J., Duveen, J., Scot, L., & McCarthy, S. (1992). Teaching about the nature of science through history: action research in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 409-421.
- Sprod, T. (1993). History in science education: why, what and how. *Australian Science Teachers Journal*, 39(1), 14-19.
- Sterling, D. R. (2009). From aristotle to today: making the history and nature of science relevant, *Science Scope*, 32(5), 30-35.
- Steven, C., Frautschi, R. P., Olenick, T. M., Apostol, D. L., & Goodstein. (2008). Chapter 11 The conservation of momentum. In *The mechanical universe: mechanics and heat* (pp. 263-277). London: Cambridge University Press
- Von Glasersfeld, E. (1996). Chapter 1 growing up constructivist: languages and thoughtful people. In *Radical constructivism: a way of learning*(pp.17-20).London: Routledge Press.
- Wieder, W.(2008). Science as story: communicating the nature of science through historical perspectives on science. *American Biology Teacher*, 68(4), 200-205.

附錄一 關於能量、動能與位能的概念測驗卷（初稿）

班級： 座號：

1. 下列何者敘述錯誤？（1345）

- (A) 短跑中的參賽者擁有動能
- (B) 靜止於餐桌的食物有化學能
- (C) 相對於基準面的地上，靜止於講桌上的粉筆沒有能量
- (D) 王建民投出指叉球是作功

2. 符合位能→動能→電能的能量轉換過程是哪一種發電方式？（12340）

- (A) 風力發電（風力推動螺旋槳，電磁感應產生電）
- (B) 水力發電（從高處衝下來的水，推動低處螺旋槳，電磁感應產生電）
- (C) 火力發電（熱能加熱水，產生水蒸氣推動螺旋槳，電磁感應產生電）
- (D) 核能發電（質量轉換成能量，並產生熱能加熱水，產生水蒸氣推動螺旋槳，電磁感應產生電）

3. 有一顆重的 600gw 的足球從 10 公尺高落至地面時，請問下列敘述何者有誤？（248）

（不計摩擦力 $g=10\text{m/s}^2$ ）

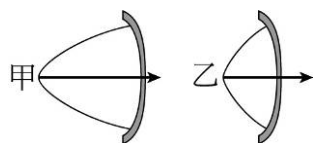
- (A) 此時動能 60 焦耳
- (B) 此過程重力作正功 60 焦耳
- (C) 此過程足球將儲存的動能釋放
- (D) 此過程動能與位能總和固定

4. 有一個彈簧，今施力將彈簧（甲）伸長、（乙）維持原狀、（丙）壓縮，則何者具有彈力位能？（46）

- (A) 甲、乙、丙均有 (B) 僅甲、乙 (C) 僅甲、丙 (D) 僅甲

5. 弓箭手施力於弦上，分別以甲、乙兩種方式將弦拉開，如圖所示，以何種方式射出的箭，在離開弦的瞬間速率較快？（2347）

- (A) 甲 (B) 乙 (C) 甲、乙相同 (D) 箭皆不會射出。



6. 上拋一棒球到最高點時，其速度為零，試問在此過程中，下列敘述何者錯誤？

(不計摩擦力)(2340)

- (A) 上拋瞬間動能最大
- (B) 上拋一棒球在最高點時，能量消失
- (C) 過程中動能與位能總和不變
- (D) 棒球到最高點時位能最大

7. 水平地面一開始滾動的棒球，最後因摩擦力其速度為零停下，試問在此過程中，下列敘述何者錯誤？(計摩擦力)(2347)

- (A) 開始滾動瞬間動能最大
- (B) 速度為零停下時動能最小
- (C) 因為摩擦力的作用使系統能量消失
- (D) 棒球位能保持不變

8. 人類需要的能量哪裡來？(15)

- (A) 人類流汗所產生的副產品
- (B) 能量是從人類心臟而來的，心臟跳動提供能量
- (C) 從人類吃的食物獲得
- (D) 人類可藉爬樓梯增加位能補充能量

9. 針對甲乙兩物敘述何者錯誤？(46)

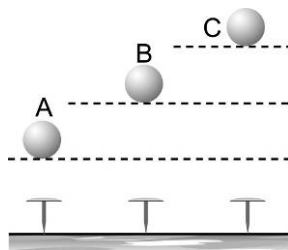
- (A) 甲物在高度100公尺處比甲物在高度200公尺處位能小
- (B) 乙物在高度200公尺處比乙物在高度100公尺處位能大
- (C) 甲物在高度100公尺處與乙物在高度100公尺處位能相等
- (D) 甲乙所在地的高度會影響位能

10. 下列有關能源敘述，何者錯誤？(15)

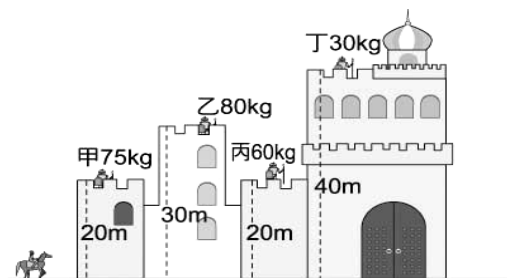
- (A) 動能，熱能，電能都是能量
- (B) 焦耳是能量的單位
- (C) 卡是能量單位
- (D) 具有能量的物體一定會動

11. 質料、大小相同的鐵球，由不同高度落下如附圖所示，何者將鐵釘打入較深呢？(2347)

- (A) A (B) B (C) C (D) 一樣深

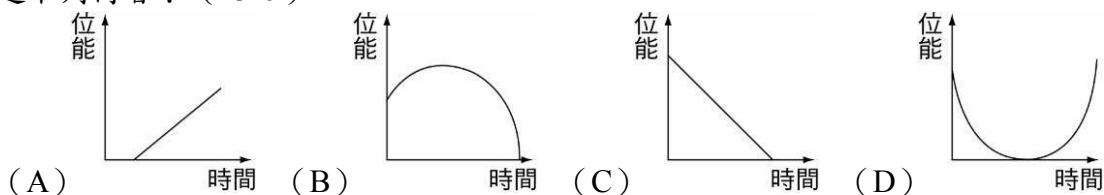


12. 某座城堡上有四位士兵在不同地點駐守著，如圖所示。試回答下列問題：(48)



試問這四位士兵中，何者擁有的重力位能最大？(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。

13. 小名將重量10牛頓的石頭垂直向上丟出，當石頭離開手的瞬間速度為9.8m/s，則此石頭在上升至落到地面的過程之中，其位能的變化與時間的關係圖，最接近下列何者？(2349)



14. 水平面上運動的甲球，當甲球速度變成原來的2倍時，動能將變成幾倍？(36)

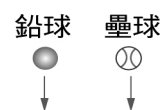
(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4。

15. 有關動能的敘述，下列何者錯誤？(37)

- (A) 投擲同一顆棒球時，速率越快，棒球的動能越大
- (B) 相同的質量下，物體的動能與速率成反比
- (C) 同樣的速率下，大卡車的動能大於機車的動能
- (D) 相同的速率下，物體的動能與質量成正比。

16. 一質量為 m 、速度為 v 的汽車具有動能 E ，則質量 $3m$ 、速度 $2v$ 的貨車具有動能多少？(36)

(A) $2E$ (B) $4E$ (C) $6E$ (D) $12E$ 。



17. 一鉛球與一壘球自同樣高度同時自由落在沙地上，如附圖所示，

下列敘述何者正確？（設兩球體積相等，不計空氣阻力）（347）

- (A) 鉛球先著地
- (B) 鉛球落下時的加速度較大
- (C) 兩者著地速度相同，但鉛球質量較大，故沙地凹陷程度大
- (D) 兩者著地時速度相同，動能也相同

18.同質量 A、B 兩物體，各以相等速度作等速度運動，僅運動方向相反，則兩者的動能？（35）

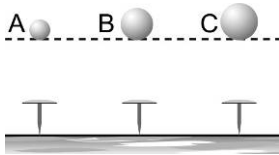
- (A) $A > B$ (B) $A = B$ (C) $A + B = 0$ (D) $A < B$ 。

19.如果一個質量30kg的孩子和一個質量60kg的大人把相同的箱子提升到相同的高度，兩人對箱子所做的功？（一樣的姿勢，不計摩擦力）（46）

- (A) 他們消耗相同的能量
- (B) 他們消耗不同的能量
- (C) 大人消耗能量是孩子的的兩倍
- (D) 他們消耗的能量不能被比較

20.相同質料、大小不同 ($A < B < C$) 的鐵球，由相同高度落下如附圖，何者將鐵釘打入較深呢？（45）

- (A) A (B) B (C) C (D) 一樣深



21.有一顆重 600 gw 的足球從地面飛到 10 公尺高，然後開始往下掉，最後卡在 2 公尺高的樹上，則該顆足球從一開始到最後，其位能改變應該為多少焦耳？（ $g = 10\text{m/s}^2$ ）（47）

- (A) 增加 60 焦耳 (B) 增加 12 焦耳 (C) 減少 12 焦耳 (D) 減少 48 焦耳

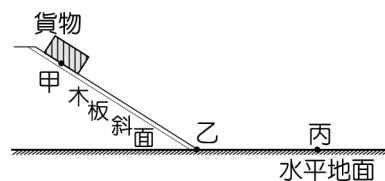
22.質量5公斤的物體，自距地面20公尺高處自由落下，當其位能與動能相等時，物體距地面高度為（2348）

- (A) 5公尺 (B) 10公尺 (C) 15公尺 (D) 20公尺

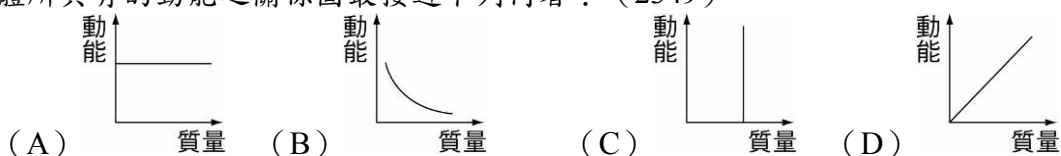
23.如圖，甲、乙為均勻材質木板上的兩點，丙為水平地面上的一點。阿福將貨物置於甲點，使其沿斜面自由滑下。由於摩擦力的作用，該貨物最後停止於丙點。當此貨物在水平地面上由乙到丙之間滑動時，下列能量變化情形何者正確？

(2348)

- (A) 貨物動能增加，重力位能減少
- (B) 貨物動能增加，重力位能不變
- (C) 貨物動能減少，重力位能減少
- (D) 貨物動能減少，重力位能不變。



24. 在相同的高度使不同質量的物體自由落下至地面著地瞬間時，則物體質量與物體所具有的動能之關係圖最接近下列何者？(2349)



25. 如下圖，在光滑平面與斜坡上，星辰將一顆質量100公克的球以20m/s的初速度往前滾動，則此球最高可達垂直高度多少公尺？(重力加速度 = 10 m/s^2)

(2348)

- (A) 20公尺
- (B) 50公尺
- (C) 100公尺
- (D) 500公尺。



26. 觀察『一位舉重選手舉起100kgw的重物到距離地板2公尺處』，下列哪一種能量沒有觀察到？(15)

- (A) 位能
- (B) 動能
- (C) 光能
- (D) 身體化學能。

27. 在不光滑水平面上推動物體等速移動一段距離，則推力對物體作的功E與物體增加的動能 E_K 的大小關係為何？(25)

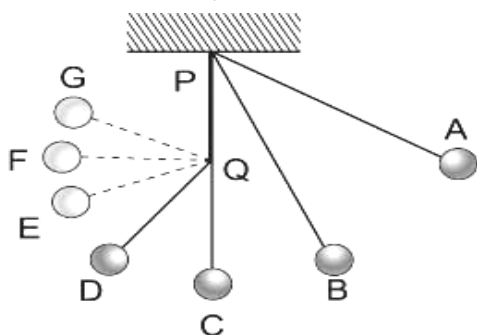
- (A) $E > E_K$
- (B) $E < E_K$
- (C) $E = E_K$
- (D) 以上均有可能。

28. 用手上拋一棒球到最高點後，再回到手中，試問在此過程中，下列敘述何者正確？(不計摩擦力)(10)

- (A) 力從手『傳入』棒球內，使物體產生運動
- (B) 球離開手後，上升過程中球上的手力會逐漸消失
- (C) 到最高點後，下降過程中球上的手力會逐漸增加
- (D) 回到手中球的末速度與初速度大小相同。

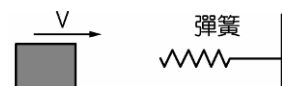
29. 圖為一垂直懸掛的單擺，將其擺動路程為A→B→C→D→E→F→E→D...，Q為一固定之細棒，擋住擺繩的運動，假設整個擺動過程無能量的損失。試根據所提供的資料，請問當單擺盪至C點時，單擺受到多少力的作用？(19)

- 甲：單擺所受的重力
乙：過C點切線方向的力
丙：繩子給單擺的拉力



- (A) 甲 (B) 甲乙 (C) 甲丙 (D) 甲乙丙

題組：質量為 1 公斤之物體以 400 焦耳之動能，在一光滑無摩擦的平面上撞向一彈簧，如圖所示，設物體撞擊彈簧再彈回時，無熱能的散失，試回答下列問題：



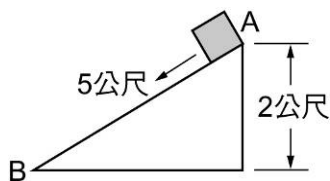
30. 當物體之動能最小時，彈簧的彈力位能為何？(2349)

- (A) 0 焦耳 (B) 200 焦耳 (C) 300 焦耳 (D) 400 焦耳

31. 當物體彈回且物體的動能達到 100 焦耳時，彈簧的彈力位能為何？(2349)

- (A) 0 焦耳 (B) 100 焦耳 (C) 300 焦耳 (D) 400 焦耳。

題組：32~34 將質量 10 公斤之物體置於斜面頂的 A 點（如附圖所示）。當它由靜止下滑，到達底部 B 點時，速率為 4 公尺/秒。（重力加速度 g 為 10 公尺/秒²）試回答下列問題：



32. 若定 B 點的重力位能為 0，則物體在 A 點的重力位能為多少焦耳？(46)

- (A) 196 (B) 200 (C) 490 (D) 500。

33. 物體到達 B 點時，動能大小為多少焦耳？(36)

- (A) 4 (B) 20 (C) 80 (D) 160。。

34. 在物體由 A 下滑至 B 的過程中，摩擦產生熱能多少焦耳？(128)

- (A) 116 (B) 120 (C) 36 (D) 40。。

附錄二 概念測驗卷初稿三十四題信度分析結果

能量，動能與位能的概念測驗卷（初稿34題以SPSS分析信度結果）

全部題數整體信度

信度統計量	
Cronbach's Alpha 值	項目的個數
.847	34

項目總和統計量				
	項目刪除時的尺度平均數	項目刪除時的尺度變異數	修正的項目總相關	項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值
Q1	23.31	33.793	.197	.848
Q2	22.97	33.917	.309	.844
Q3	23.25	33.031	.340	.843
Q4	23.01	33.275	.426	.841
Q5	23.03	34.394	.146	.848
Q6	23.14	32.871	.408	.841
Q7	23.23	33.498	.259	.846
Q8	22.95	33.630	.441	.842
Q9	23.09	32.891	.432	.841
Q10	22.97	33.678	.374	.843
Q11	22.98	33.376	.440	.841
Q12	23.03	32.706	.539	.838
Q13	22.99	33.697	.343	.843
Q14	23.04	32.769	.512	.839
Q15	23.05	32.951	.450	.840
Q16	23.26	32.636	.409	.841
Q17	23.06	32.702	.497	.839
Q18	23.23	33.700	.222	.847
Q19	23.10	32.898	.424	.841
Q20	23.04	33.723	.292	.844
Q21	23.25	33.398	.274	.845
Q22	23.04	32.971	.465	.840
Q23	23.08	33.048	.406	.841
Q24	23.27	33.191	.307	.844
Q25	23.20	31.831	.581	.836
Q26	23.14	34.192	.150	.848
Q27	23.34	33.712	.210	.847
Q28	23.58	34.943	.009	.852
Q29	23.70	35.533	-.110	.853
Q30	23.17	33.098	.348	.843
Q31	23.27	32.806	.377	.842
Q32	23.10	32.238	.563	.837
Q33	23.11	32.557	.489	.839
Q34	23.24	32.678	.408	.841

附錄三 能量、動能與位能的概念測驗卷（正式版）

（信度測驗通過正式版）

關於能量，動能與位能的概念測驗卷

班級

座號

（ ）1.下列何者敘述錯誤？（1345）

- （A）短跑中的參賽者擁有動能
- （B）靜止於餐桌的食物有化學能
- （C）相對於基準面的地上，靜止於講桌上的粉筆沒有能量
- （D）王建民投出指叉球是作功

（ ）2.符合位能→動能→電能的能量轉換過程是哪一種發電方式？（12340）

- （A）風力發電（風力推動螺旋槳，電磁感應產生電）
- （B）水力發電（從高處衝下來的水，推動低處螺旋槳，電磁感應產生電）
- （C）火力發電（熱能加熱水，產生水蒸氣推動螺旋槳，電磁感應產生電）
- （D）核能發電（質量轉換成能量，並產生熱能加熱水，產生水蒸氣推動螺旋槳，電磁感應產生電）

（ ）3.有一顆重的 600gw 的足球從 10 公尺高落至地面時，請問下列敘述何者有誤？（248）

（不計摩擦力 $g=10\text{m/s}^2$ ）

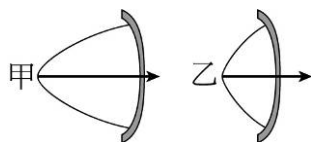
- （A）此時動能 60 焦耳
- （B）此過程重力作正功 60 焦耳
- （C）此過程足球將儲存的動能釋放
- （D）此過程動能與位能總和固定

（ ）4.有一個彈簧，今施力將彈簧（甲）伸長、（乙）維持原狀、（丙）壓縮，則何者具有彈力位能？（46）

- （A）甲、乙、丙均有
- （B）僅甲、乙
- （C）僅甲、丙
- （D）僅甲

（ ）5.弓箭手施力於弦上，分別以甲、乙兩種方式將弦拉開，如圖所示，以何種方式射出的箭，在離開弦的瞬間速率較快？（2347）

- （A）甲
- （B）乙
- （C）甲、乙相同
- （D）箭皆不會射出。



（ ）6.上拋一棒球到最高點時，其速度為零，試問在此過程中，下列敘述何者錯誤？（不計摩擦力）（2340）

- （A）上拋瞬間動能最大
- （B）上拋一棒球在最高點時，能量消失

(C) 過程中動能與位能總和不變

(D) 棒球到最高點時位能最大

() 7. 水平地面一開始滾動的棒球，最後因摩擦力使其速度為零停下，試問在此過程中，下列敘述何者錯誤？（計摩擦力）（2347）

(A) 開始滾動瞬間動能最大

(B) 速度為零停下時動能最小

(C) 因為摩擦力的作用使系統能量消失

(D) 棒球位能保持不變

() 8. 人類需要的能量哪裡來？（15）

(A) 人類流汗所產生的副產品

(B) 能量是從人類心臟而來的，心臟跳動提供能量

(C) 從人類吃的食物獲得

(D) 人類可藉爬樓梯增加位能補充能量

() 9. 針對不同質量的甲乙兩物敘述何者錯誤？（46）

(A) 甲物在高度100公尺處比甲物在高度200公尺處位能小

(B) 乙物在高度200公尺處比乙物在高度100公尺處位能大

(C) 甲物在高度100公尺處與乙物在高度100公尺處位能相等

(D) 甲乙所在地的高度會影響位能

() 10. 下列有關能源敘述，何者錯誤？（15）

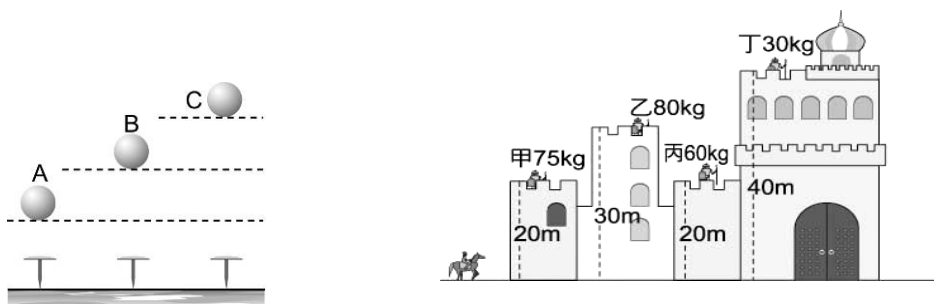
(A) 動能，熱能，電能都是能量

(B) 焦耳是能量的單位

(C) 卡是能量單位

(D) 具有能量的物體一定會動

() 11. 質料、大小相同的鐵球，由不同高度落下如右圖所示，何者將鐵釘打入較深呢？（2347）(A) A (B) B (C) C (D) 一樣深



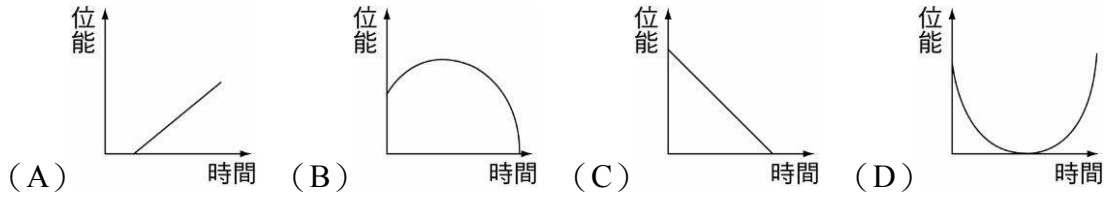
() 12. 某座城堡上有四位士兵在不同地點駐守著，如圖所示。

試根據此圖回答下列問題：（48）

試問這四位士兵中，何者擁有的重力位能最大？

(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。

() 13. 小名將重量10牛頓的石頭垂直向上丟出，當石頭離開手的瞬間速度為9.8m/s，則此石頭在上升至落到地面的過程之中，其位能的變化與時間的關係圖，最接近下列何者？(2349)



() 14. 水平面上運動的甲球，當甲球速度變成原來的2倍時，動能將變成幾倍？(36)

- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4。

() 15. 有關動能的敘述，下列何者錯誤？(37)

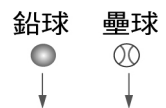
- (A) 投擲同一顆棒球時，速率越快，棒球的動能越大 (B) 相同的質量下，物體的動能與速率成反比
(C) 同樣的速率下，大卡車的動能大於機車的動能 (D) 相同的速率下，物體的動能與質量成正比。

() 16. 一質量為 m 、速度為 v 的汽車具有動能 E ，則質量 $3m$ 、速度 $2v$ 的貨車具有動能多少？(36)

- (A) $2E$ (B) $4E$ (C) $6E$ (D) $12E$ 。

() 17. 一鉛球與一壘球自同樣高度同時自由落在沙地上，如附圖所示，下列敘述何者正確？(設兩球體積相等，不計空氣阻力)(347)

- (A) 鉛球先著地
(B) 鉛球落下時的加速度較大
(C) 兩者著地速度相同，但鉛球質量較大，故沙地凹陷程度大
(D) 兩者著地時速度相同，動能也相同



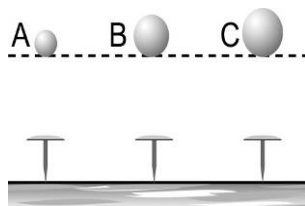
沙地

() 18. 同質量 A 、 B 兩物體，各以相等速度作等速度運動，僅運動方向相反，則兩者的動能？(35) (A) $A > B$ (B) $A = B$ (C) $A + B = 0$ (D) $A < B$ 。

() 19. 如果一個質量30kg的孩子和一個質量60kg的大人把相同的箱子提升到相同的高度，兩人對箱子所做的功？(一樣的姿勢，不計摩擦力)(46)

- (E) 他們消耗相同的能量 (B) 他們消耗不同的能量
(C) 大人消耗能量是孩子的兩倍 (D) 他們消耗的能量不能被比較

() 20. 相同質料、大小不同 ($A < B < C$) 的鐵球，由相同高度落下如附圖，何者將鐵釘打入較深呢？(45) (A) A (B) B (C) C (D) 一樣深



() 21. 有一顆重 600 gw 的足球從地面飛到 10 公尺高，然後開始往下掉，最後卡在 2 公尺高的樹上，則該顆足球從一開始到最後，其位能改變應該為多少焦耳？($g = 10 \text{ m/s}^2$) (47)

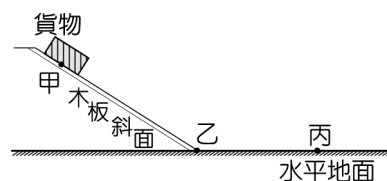
(A) 增加 60 焦耳 (B) 增加 12 焦耳 (C) 減少 12 焦耳 (D) 減少 48 焦耳

() 22. 質量 5 公斤的物體，自距地面 20 公尺高處自由落下，當其位能與動能相等時，物體距地面高度為 (2348)

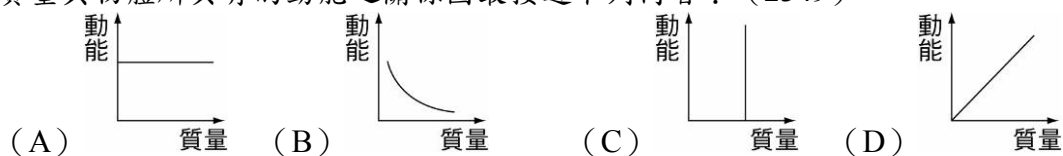
(A) 5 公尺 (B) 10 公尺 (C) 15 公尺 (D) 20 公尺

() 23. 如圖，甲、乙為均勻材質木板上的兩點，丙為水平地面上的一點。阿福將貨物置於甲點，使其沿斜面自由滑下。由於摩擦力的作用，該貨物最後停止於丙點。當此貨物在水平地面上由乙到丙之間滑動時，下列能量變化情形何者正確？(2348)

- (A) 貨物動能增加，重力位能減少
 (B) 貨物動能增加，重力位能不變
 (C) 貨物動能減少，重力位能減少
 (D) 貨物動能減少，重力位能不變。



() 24. 在相同的高度使不同質量的物體自由落下至地面著地瞬間時，則物體質量與物體所具有的動能之關係圖最接近下列何者？(2349)



() 25. 如右圖，在光滑平面與斜坡上，星辰將一顆質量 100 公克的球以 20 m/s 的初速度往前滾動，則此球最高可達垂直高度多少公尺？

(重力加速度 $= 10 \text{ m/s}^2$) (2348)

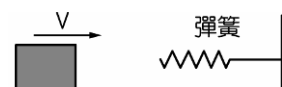
(A) 20 公尺 (B) 50 公尺 (C) 100 公尺 (D) 50



() 26. 觀察『一位舉重選手舉起100kgw的重物到距離地板2公尺處』，下列哪一種能量沒有觀察到？(15) (A) 位能 (B) 動能 (C) 光能 (D) 身體化學能。

() 27. 在不光滑水平面上推動物體等速移動一段距離，則推力對物體作的功 E 與物體增加的動能 E_K 的大小關係為何？(25) (A) $E > E_K$ (B) $E < E_K$ (C) $E = E_K$ (D) 以上均有可能。

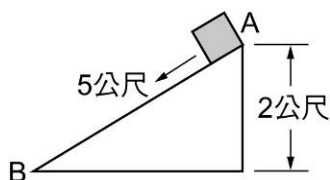
題組：質量為1公斤之物體以400焦耳之動能，在一光滑無摩擦的平面上撞向一彈簧，如圖所示，設物體撞擊彈簧再彈回時，無熱能的散失，試回答下列問題：



() 30. 當物體之動能最小時，彈簧的彈力位能為何？(2349)
(A) 0 焦耳 (B) 200 焦耳 (C) 300 焦耳 (D) 400 焦耳

() 31. 當物體彈回且物體的動能達到100焦耳時，彈簧的彈力位能為何？(2349)
(A) 0 焦耳 (B) 100 焦耳 (C) 300 焦耳 (D) 400 焦耳。

題組：32~34 將質量10公斤之物體置於斜面頂的A點(如附圖所示)。當它由靜止下滑，到達底部B點時，速率為4公尺/秒。(重力加速度 g 為10公尺/秒²) 試回答下列問題：



() 32. 若定B點的重力位能為0，則物體在A點的重力位能為多少焦耳？(46)

(A) 196 (B) 200 (C) 490 (D) 500。

() 33. 物體到達B點時，動能大小為多少焦耳？(36)

(A) 4 (B) 20 (C) 80 (D) 160。

() 34. 在物體由A下滑至B的過程中，摩擦產生熱能多少焦耳？(128)

(A) 116 (B) 120 (C) 36 (D) 40。

附錄四 測驗卷之主要概念信度分析表

動能位能能量測驗題目之主要概念信度測試表

主要概念	信度結果	包含概念的題目																																																																															
能的特性與形態 (1)	信度統計量 <table><tr><td>Cronbach's Alpha 值</td><td>項目的個數</td></tr><tr><td>.472</td><td>6</td></tr></table> 項目總和統計量 <table><tr><td></td><td>項目刪除時的 尺度平均數</td><td>項目刪除時的 尺度變異數</td><td>修正的項目 總相關</td><td>項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值</td></tr><tr><td>Q1</td><td>4.01</td><td>1.110</td><td>.252</td><td>.421</td></tr><tr><td>Q2</td><td>3.67</td><td>1.378</td><td>.187</td><td>.451</td></tr><tr><td>Q8</td><td>3.65</td><td>1.277</td><td>.406</td><td>.366</td></tr><tr><td>Q10</td><td>3.67</td><td>1.305</td><td>.291</td><td>.406</td></tr><tr><td>Q26</td><td>3.84</td><td>1.239</td><td>.181</td><td>.461</td></tr><tr><td>Q34</td><td>3.94</td><td>1.179</td><td>.196</td><td>.457</td></tr></table>	Cronbach's Alpha 值	項目的個數	.472	6		項目刪除時的 尺度平均數	項目刪除時的 尺度變異數	修正的項目 總相關	項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值	Q1	4.01	1.110	.252	.421	Q2	3.67	1.378	.187	.451	Q8	3.65	1.277	.406	.366	Q10	3.67	1.305	.291	.406	Q26	3.84	1.239	.181	.461	Q34	3.94	1.179	.196	.457	1，2，8， 10，26， 34，																																								
Cronbach's Alpha 值	項目的個數																																																																																
.472	6																																																																																
	項目刪除時的 尺度平均數	項目刪除時的 尺度變異數	修正的項目 總相關	項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值																																																																													
Q1	4.01	1.110	.252	.421																																																																													
Q2	3.67	1.378	.187	.451																																																																													
Q8	3.65	1.277	.406	.366																																																																													
Q10	3.67	1.305	.291	.406																																																																													
Q26	3.84	1.239	.181	.461																																																																													
Q34	3.94	1.179	.196	.457																																																																													
能的轉換 (2)	信度統計量 <table><tr><td>Cronbach's Alpha 值</td><td>項目的個數</td></tr><tr><td>.767</td><td>16</td></tr></table> 項目總和統計量 <table><tr><td></td><td>項目刪除時的 尺度平均數</td><td>項目刪除時的 尺度變異數</td><td>修正的項目 總相關</td><td>項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值</td></tr><tr><td>Q2</td><td>10.76</td><td>10.145</td><td>.248</td><td>.763</td></tr><tr><td>Q3</td><td>11.04</td><td>9.595</td><td>.306</td><td>.761</td></tr><tr><td>Q5</td><td>10.82</td><td>10.297</td><td>.132</td><td>.772</td></tr><tr><td>Q6</td><td>10.93</td><td>9.499</td><td>.380</td><td>.754</td></tr><tr><td>Q7</td><td>11.02</td><td>9.706</td><td>.271</td><td>.764</td></tr><tr><td>Q11</td><td>10.77</td><td>9.829</td><td>.392</td><td>.754</td></tr><tr><td>Q13</td><td>10.78</td><td>10.025</td><td>.283</td><td>.761</td></tr><tr><td>Q17</td><td>10.85</td><td>9.410</td><td>.473</td><td>.746</td></tr><tr><td>Q22</td><td>10.83</td><td>9.612</td><td>.417</td><td>.751</td></tr><tr><td>Q23</td><td>10.87</td><td>9.580</td><td>.386</td><td>.753</td></tr><tr><td>Q24</td><td>11.06</td><td>9.455</td><td>.349</td><td>.757</td></tr><tr><td>Q25</td><td>10.99</td><td>8.963</td><td>.549</td><td>.737</td></tr><tr><td>Q30</td><td>10.96</td><td>9.503</td><td>.361</td><td>.755</td></tr><tr><td>Q31</td><td>11.06</td><td>9.326</td><td>.394</td><td>.752</td></tr></table>	Cronbach's Alpha 值	項目的個數	.767	16		項目刪除時的 尺度平均數	項目刪除時的 尺度變異數	修正的項目 總相關	項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值	Q2	10.76	10.145	.248	.763	Q3	11.04	9.595	.306	.761	Q5	10.82	10.297	.132	.772	Q6	10.93	9.499	.380	.754	Q7	11.02	9.706	.271	.764	Q11	10.77	9.829	.392	.754	Q13	10.78	10.025	.283	.761	Q17	10.85	9.410	.473	.746	Q22	10.83	9.612	.417	.751	Q23	10.87	9.580	.386	.753	Q24	11.06	9.455	.349	.757	Q25	10.99	8.963	.549	.737	Q30	10.96	9.503	.361	.755	Q31	11.06	9.326	.394	.752	2，3，5， 6，7，11， 13，17， 22，23， 24，25， 30，31， 33，34
Cronbach's Alpha 值	項目的個數																																																																																
.767	16																																																																																
	項目刪除時的 尺度平均數	項目刪除時的 尺度變異數	修正的項目 總相關	項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值																																																																													
Q2	10.76	10.145	.248	.763																																																																													
Q3	11.04	9.595	.306	.761																																																																													
Q5	10.82	10.297	.132	.772																																																																													
Q6	10.93	9.499	.380	.754																																																																													
Q7	11.02	9.706	.271	.764																																																																													
Q11	10.77	9.829	.392	.754																																																																													
Q13	10.78	10.025	.283	.761																																																																													
Q17	10.85	9.410	.473	.746																																																																													
Q22	10.83	9.612	.417	.751																																																																													
Q23	10.87	9.580	.386	.753																																																																													
Q24	11.06	9.455	.349	.757																																																																													
Q25	10.99	8.963	.549	.737																																																																													
Q30	10.96	9.503	.361	.755																																																																													
Q31	11.06	9.326	.394	.752																																																																													

	Q33	10.90	9.302	.476	.745	
	Q34	11.03	9.458	.355	.756	
動能 (3)	信度統計量					1, 2, 5, 6, 7, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 33,
	Cronbach's Alpha 值		項目的個數			
	.788		19			
	項目總和統計量					
		項目刪除時的 尺度平均數	項目刪除時的 尺度變異數	修正的項目 總相關	項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值	
	Q1	13.25	13.274	.170	.793	
	Q2	12.92	13.379	.278	.783	
	Q5	12.97	13.568	.154	.790	
	Q6	13.08	12.791	.355	.779	
	Q7	13.17	12.970	.268	.785	
	Q11	12.93	12.930	.457	.774	
	Q13	12.94	13.216	.322	.781	
	Q14	12.98	12.605	.504	.770	
	Q15	13.00	12.752	.428	.774	
	Q16	13.21	12.497	.401	.776	
	Q17	13.01	12.596	.476	.771	
	Q18	13.17	13.172	.209	.790	
	Q22	12.98	12.825	.421	.775	
	Q23	13.03	12.871	.363	.778	
	Q24	13.22	12.704	.338	.780	
	Q25	13.15	12.107	.544	.765	
	Q30	13.12	12.692	.369	.778	
	Q31	13.22	12.539	.387	.777	
	Q33	13.05	12.529	.459	.772	
	位能 (4)	信度統計量				
Cronbach's Alpha 值		項目的個數				
.795		21				
項目總和統計量						
		項目刪除時的 尺度平均數	項目刪除時的 尺度變異數	修正的項目 總相關	項目刪除時的 Cronbach's Alpha 值	
Q1		14.90	14.972	.194	.797	
Q2		14.56	15.129	.293	.790	
Q3		14.84	14.652	.288	.791	
Q4		14.60	14.646	.430	.783	
Q5		14.62	15.468	.121	.798	
Q6		14.73	14.475	.376	.785	
Q7		14.82	14.829	.243	.794	
Q9		14.68	14.568	.376	.786	

	Q11	14.57	14.761	.428	.784	
	Q12	14.62	14.348	.515	.779	
	Q13	14.58	14.943	.342	.788	
	Q17	14.65	14.320	.481	.780	
	Q19	14.69	14.326	.447	.781	
	Q20	14.63	15.098	.241	.793	
	Q21	14.84	14.945	.208	.796	
	Q22	14.63	14.419	.477	.780	
	Q23	14.67	14.516	.399	.784	
	Q24	14.86	14.504	.324	.789	
	Q25	14.79	13.800	.548	.774	
	Q30	14.76	14.476	.359	.786	
	Q31	14.86	14.192	.411	.783	
	Q32	14.79	13.800	.548	.774	

附錄五 科學本質觀問卷

班級： 座號： 姓名：

本量表的目的是想瞭解你對科學本質的看法。這並不是『考試』，也不是『測驗』，請仔細思考後在後面的選項中將你最滿意的答案打『✓』

	非常 不同意	不同 意	同 意	非常 同意
1.科學知識的形成不必經過長時間的累積。	☐	☐	☐	☐
2.做科學實驗有固定的實驗步驟和方法。	☐	☐	☐	☐
3.我認為科學家本身的道德觀念（如：環保、公德心…等）會影響他的科學研究方向。	☐	☐	☐	☐
4.我認為科學家工作的性質和藝術家的工作性質一樣，都是需要想像力和創造力。	☐	☐	☐	☐
5.做實驗的時候，應該按照課本中所提到的方法去做，不可以試其他方法。	☐	☐	☐	☐
6.我認為科學家在從事科學研究時，不必考慮到人與人之間的關係。	☐	☐	☐	☐
7.我覺得科學知識不一定是正確的，它可能也會有錯誤的地方。	☐	☐	☐	☐
8.一個科學問題可能有很多種解決的方法。	☐	☐	☐	☐
9.我相信社會上的一些看法和現象一定會影響到科學的發展。	☐	☐	☐	☐
10.我相信科學知識永遠是正確的，它是永遠不會改變的。	☐	☐	☐	☐
11.我認為世界上每一個人對科學知識的想法都是一樣的。	☐	☐	☐	☐
12.我覺得科學知識不會受到文化和社會環境的影響。	☐	☐	☐	☐
13.我覺得科學家在觀察的時候，會受到他的生活經驗和知識所影響。	☐	☐	☐	☐
14.科學資訊的流通對科學發展沒有幫助。	☐	☐	☐	☐
15.科學家如果有新的研究發現，不需要公開發表讓大家都知道。	☐	☐	☐	☐
16.做實驗時，我覺得每一個人的想法會不太一樣。	☐	☐	☐	☐
17.我覺得科學家的研究結果，不需要經過該知識領域的科學家們的確認。	☐	☐	☐	☐
18.我覺得科學家們必須清楚地發表他們所觀察到的科學現象。	☐	☐	☐	☐
19.兩位科學家各自觀察同一件自然現象，他們一定會做出相同的報告。	☐	☐	☐	☐
20.科學知識是以證據為基礎，不能有科學家自己個人的想法。	☐	☐	☐	☐
21.當有新的想法產生，我知道可以利用實驗的方法來試試看。	☐	☐	☐	☐
22.我覺得傳播媒體（如電視、廣播、電腦…）迅速傳播科學資訊，是促使科學進步的重要因素。	☐	☐	☐	☐
23.我相信每個人只要仔細觀察，就常常有新奇的發現。	☐	☐	☐	☐
24.我覺得科學家在社會中，也會運用他的科學專業知識來解決公眾事務的問題。	☐	☐	☐	☐
25.科學家只能從事科學有關的事，不適合做其他領域如政治、文化等的事。	☐	☐	☐	☐
26.我覺得科學知識的產生不必經過試驗階段。	☐	☐	☐	☐
27.我認為科學家所做的研究，必須要讓其他的科學家也可以做出類似的結果。	☐	☐	☐	☐
28.科學知識必需經過該知識領域的科學家們的確認。	☐	☐	☐	☐
29.科學實驗只要有一個成功就可以算是科學知識，不一定要其他的科學家也做出相同的結果。	☐	☐	☐	☐
30.我認為科學知識的形成不是短時間內就可以得到的，必須經過長時間的累積而形成。	☐	☐	☐	☐

附錄六 『對科學的態度量表』

『對科學的態度量表』（Attitude Toward Science in School Assessment）

各位同學： 本量表的目的是想瞭解你對『理化科』這一個科目的看法，只要將你的感覺和看法真實的圈選出來即可。這並不是『考試』，也不是『測驗』，所以結果絕不會列入任何的成績計算。你的意見將提供學術研究之用，作為改進理化科教學之參考。很不同意，不同意，無意見，同意，很同意，本量表一共有十七題，每一個題目按照它的意思都可以有五個選擇：『很同意』『同意』『無意見』『不同意』『很不同意』。請仔細思考後在後面的選項中將你最滿意的答案打『√』，請不要遺漏任何一題。謝謝你的協助。

基本資料： 性別：□男 □女

	很不同意 不同意 無意見 同意 很同意
1. 理化是很好玩的科目	□ □ □ □ □
2. 我不喜歡理化老師的教學方式	□ □ □ □ □
3. 上理化課時，我很有興趣	□ □ □ □ □
4. 我很願意學習理化的知識	□ □ □ □ □
5. 如果我不能再上理化課，我會覺得很難過	□ □ □ □ □
6. 我覺得理化很有趣	□ □ □ □ □
7. 每次上理化課我都覺得焦慮不安	□ □ □ □ □
8. 我認為理化很吸引人	□ □ □ □ □
9. 我對理化很有好感	□ □ □ □ □
10. 每當我聽到理化，我就很討厭	□ □ □ □ □
11. 我在理化課中學的很愉快	□ □ □ □ □
12. 理化課讓我覺得輕鬆自在	□ □ □ □ □
13. 理化很無聊	□ □ □ □ □
14. 在上理化課時，我會很努力回答問題	□ □ □ □ □
15. 每次上理化課我都覺得不耐煩	□ □ □ □ □
16. 我覺得理化的內容很困難	□ □ □ □ □
17. 在上理化課時，我會很專心聽課	□ □ □ □ □
	□ □ □ □ □
	□ □ □ □ □
	□ □ □ □ □
	□ □ □ □ □

附錄七 對科學故事課的學習態度量表

『對科學故事課的學習態度量表』

各位同學： 本學期老師以科學歷史上曾經激烈討論的『能量』，從他曾被誤解的過去，包含被誤解成力或運動，去進行理化課程中的動能與位能的概念建構。這樣的上課模式稱為『科學故事課』。 本量表的目的是想瞭解你對『科學故事課』的看法，只要將你的感覺和看法真實的圈選出來即可。這並不是『考試』，也不是『測驗』，所以結果絕不會列入任何的成績計算。你的意見將提供學術研究之用，作為改進理化科教學之參考。 本量表一共有十四題，每一個題目按照它的意思都可以有五個選擇：『很同意』『同意』『無意見』『不同意』『很不同意』。請仔細思考後在後面的選項中將你最滿意的答案打『√』，請不要遺漏任何一題。謝謝你的協助。

基本資料： 性別：□男 □女

	很同意 同意 無意見 不同意 很不同意
1. 我對『科學故事課』感到很有興趣	□ □ □ □ □
2. 在上『科學故事課』時，我的心情總是輕鬆愉快的	□ □ □ □ □
3. 我覺得和同學一起討論『科學故事課』的問題是很無聊的事	□ □ □ □ □
4. 我覺得『科學故事課』的內容很無聊	□ □ □ □ □
5. 我覺得『科學故事課』的知識很難理解	□ □ □ □ □
6. 我覺得上『科學故事課』很有趣	□ □ □ □ □
7. 我不喜歡探討『科學故事課』的問題	□ □ □ □ □
8. 對於『科學故事課』中呈現的問題，我寧可相信別人的說法，而不喜歡自己去觀察探討	□ □ □ □ □
9. 我很喜歡經由『科學故事課』來學習有關自然科學的知識	□ □ □ □ □
10. 一想到今天有『科學故事課』，我就覺得很高興	□ □ □ □ □
11. 上『科學故事課』能幫助我更了解科學	□ □ □ □ □
12. 我覺得『科學故事課』的內容對我完全沒有用處	□ □ □ □ □
13. 上完『科學故事課』後，我更有意願學習自然科學	□ □ □ □ □
14. 我覺得『科學故事課』無法幫助我理解科學	□ □ □ □ □
15.	□ □ □ □ □
16.	□ □ □ □ □
17.	□ □ □ □ □
	□ □ □ □ □

附錄八 科學史教學組學習單

B1 功與能

1. 功的成因：當施力 F 於一物體時，物體沿作用力的方向產生位移 S ，我們即可說此時此力對物體有作功（說穿了就是一種能量的給予轉成動能或位能...等）。

例：耀南做以下行為時，哪一種才是對物體有作功呢？（ ）

- (A) 拿著手提包在水平道路上行走一段距離 (B) 線綁重物圓周運動甩之
(C) 使大力量推大象，但大象絲毫不動 (D) 拿著手提包爬三樓高。

A) 公式：功＝作用力×物體沿作用力的方向所走的位移 ($W=F \times S$)

單位 J N m (1kgw=9.8N)

B) 定義：一牛頓的力量作用於物體上，且物體沿作用力的方向移動一公尺，則我們稱此力對物體作功一焦耳。

例：物體重 20 牛頓，若受力 10 牛頓的推力由靜止運動了 20 公尺，則該力對物體作功？

例：一個重 9800 公斤重的起重機，將重 10kgw 物體 A 吊至離地面 5 公尺的地方，試問起重機作功多少？

C) 功無方向性，有正功與負功：當作用力與物體前進的方向相同時，稱之正功。
(自由落體) 當作用力與物體前進的方向不同時，稱之負功。(煞車)

動能與位能科學史學習單

討論一：試用你學過的內容去形容，什麼是能量呢？什麼是功呢？試從他們會造成的現象與影響去解釋？

動能：單位 J， $E_k = 1/2mv^2$

(E_k ：物體所具動能，單位 J)

m ：物體質量，單位公斤

V ：物體速率，單位 m/s)

而動能 $1/2MV^2$ 是一種因運動而具有的能量，稱之為動能，但是在以前卻是曾經一度被認為是物質所具備的運動狀，1644 年笛卡兒在《哲學原理》的『彈性物體的碰撞』實驗中：笛卡兒第一次明確地提出了運動量守恆定律：物質的運動總量永遠保持不變。他認為運動不過是物質的條件，在物質中就會存在一定量的運動，它的總和在世界上永遠不會增加也不會消失，儘管其各個分散部分將會改變。因為他們發現質量越大掉進泥巴堆會越深，速度越大掉入泥巴堆也是越深， MV 代表運動量且 mv 的總和守恆

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$$

甚至之後的牛頓對此也深信不已， MV 即可代表物體所具有運動狀態

討論二：笛卡兒的公式與現今動能的有何不同？現今的動能公式是否質量越大動能就越大？是否速度越大動能就越大？

討論三：牛頓擺（質量相同的擺錘，以一有速度的撞錘撞擊一靜止的靜錘），撞擊後撞錘若靜止，靜錘將以相同速度離開，是否符合與上面公式運算？

因此動能的公式並沒有被發現出，但發現單擺運動週期 $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ 的數學家惠更斯（Christiaan Huygens）1652 年也開始研究彈性物體的碰撞。1668～1669 年而且首次提出這種碰撞前後之 mv^2 的總和守恒，也就是做一樣的實驗他發現仍有另一個恆等式。

討論四：新的公式如何寫？應用在牛頓擺是否也符合？而惠更斯的研究給我們有什麼很大的啟示？

但解釋動能的腳步沒停下來，有科學家將動能視為力量，舉世罕見的科學與數學天才，數學史上被認為是最早發表的微積分文獻萊布尼茲（Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646-1716），他舉出『活力說』理論，他發現：使一磅重的 A 物下落 5 呎和使 5 磅重的 B 物下落 1 呎，這兩種運動狀況均使受撞物形變相同，且兩者的最後 mv^2 是相同的（但兩者 mv 並不同），因此他認為 mv^2 可代表力量相同。

討論五：使 20 公斤重的 A 物自由下落 5 公尺和使 5 公斤重的 B 物自由下落 20 公尺，假設重力加速度為 10 m/s^2 ，請問兩者重力作功是否相同？

討論六：使 20 公斤重的 A 物自由下落 5 公尺和使 5 公斤重的 B 物自由下落 20 公尺，假設重力加速度為 10 m/s^2 ，問 AB 兩者末速度？

討論七：兩者的 MV 值確實不同，但 A 物與 B 物的 mv^2 是否相同？

討論八：使一磅重的 A 物下落 5 呎和使 5 磅重的 B 物下落 1 呎，這兩種運動狀況 mv^2 使受撞物形變相同，竟被解釋成力量主要依據為？

但由其動能由來『一磅重的 A 物下落 5 呎和使 5 磅重的 B 物下落 1 呎』，很明顯是哪兩個物理量造成的『動能』呢？

根據我們之前學過作功 $W=FS$ 的概念，一種產生能量的想法，我們從討論五，是可以算出重力所做的功，而若作功全部轉換成物體的動能呢？他們將物體最後的動能以 mv^2 計算，眼尖的你應該仍發現此時，討論九：以討論七的動能公式計算的答案，與討論五中重力作功的的答案有何差異？

沒錯科學家也發現了這樣的問題，所以在 1829 年發現地球『科氏力』的科里奧利用 $\frac{1}{2}mv^2$ 代替 mv^2 剛好可以完整的解釋所做功 FS 。

討論十：請運用動能公式 $E_k = 1/2 MV^2$ 計算下列題目：

例：一個質量為 10kg，速率為 200m/s 運動的物體，具有動能多少焦耳？

例：一個質量為 1 公噸，速率為 72km/hr 運動的物體，具有動能多少焦耳？

例：兩物體質量比為 2：1，其速度比為 1：2，試問其動能比？

討論十一，到此我們可知同一個『彈性物體的碰撞』實驗中，有幾種結果的公式？

而在運動學中發現使物體 m 下降 h 高度，最後速度 $V = \sqrt{2gh}$ 與質量大小無關，

而 $v = \sqrt{2gh}$ 推出了 $mgh = 1/2 mv^2$ 。一種轉換成動能的公式，位能 $= mgh$ 產生。

重力位能： $E_u = mgh$

(E_u ：物體所具位能，單位 J

m ：物體質量，單位公斤

h ：物體相對基準點高度，單位公尺

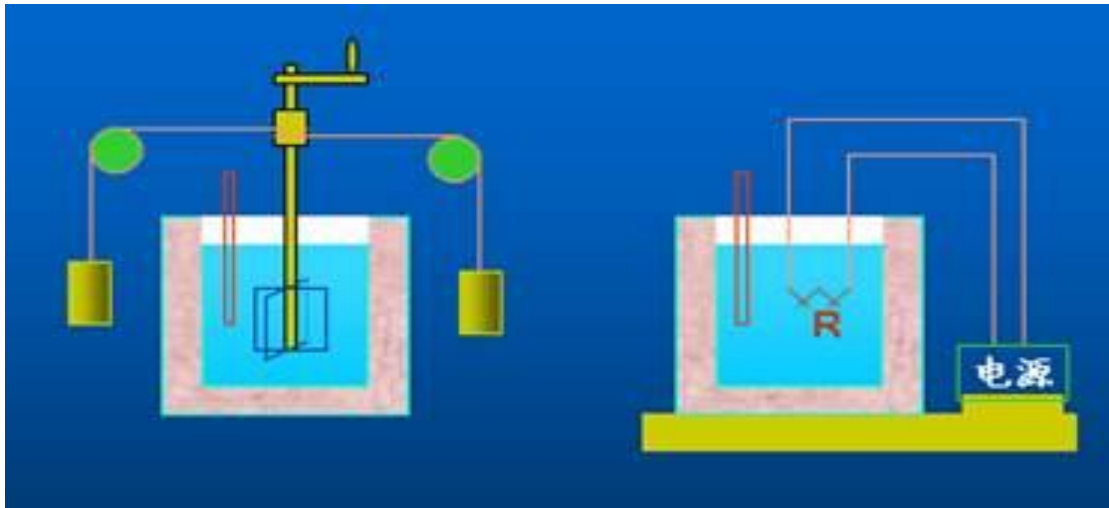
g ：重力加速度值 9.8 m/s^2)



討論十二：請運用重力位能： $E_u = mgh$ 計算下列題目：

例：質量 1 公斤的物體靜止在距地面高 10 公尺的地方，具有位能？

漸漸地，到焦耳時藉由實驗，發現功，動能，位能都是能量與『熱』『電能』一樣都是能量。而焦耳實驗是一個在水罐中水平操作的鋼製划水輪，運動可以通過重物、滑輪等工具傳到罐中的槳，"槳在水罐中轉動時，遇到的阻力很大，所以重物【各 4 磅（合 1816 克）】下落的速率很慢，大約 30.48 公分/秒，滑輪離地的高度約十一公尺，結果在重物落到盡頭時，滑索須重新繞起，以使槳可以再行轉動。這樣操作 16 次以後，就用一個靈敏度很高、很準確的溫度計測量水所提高的溫度"。焦耳對此實驗連續做了 9 次，實驗過程中都排除大氣的冷效應和熱效應。測定結果為（ $1\text{ J} = 0.24\text{ 卡}$ ）。為了紀念焦耳，能量的單位也是使用焦耳。



當然或許你也發現 mgh 也剛好可以解釋，人給物體手中需要出力做功的能量，也就是任何物體在地球上，都受有重力的作用，若當我們施力將物體從低處抬至高處，我們肌肉消耗的化學能會以重力位能的形式存在物體中。所以同一物體抬越高具有越大的位能。

綜合動能位能來看，溜滑梯從高處下來是由位能轉換成動能與摩擦的熱能狀況。舉一反三來看，拉弓的情況是一種將肌肉消耗的化學能轉換成為弦的彈力位能的情況。彈性物體因為形變而儲存的能量，稱彈性位能。

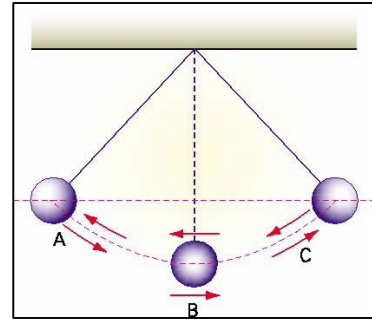
討論十三：例：質量 1 公斤的物體靜止在距地面高 10 公尺的地方，自由落至地面時速度為 14 m/s ，試問：

a) 當物體在高十公尺處時，相對於地面有多少位能？（ $g = 9.8\text{ m/s}^2$ ）

b) 當物體靜止在高十公尺處時，有多少動能？

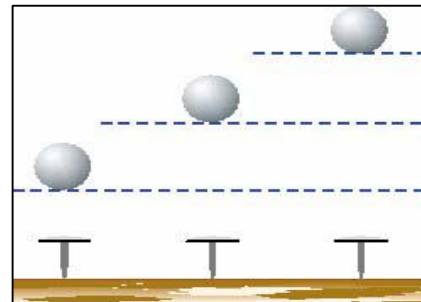
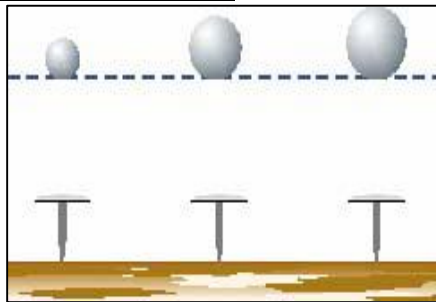
c) 當物體落至地面時，相對於地面有多少位能？

d) 當物體落至地面時，有多少動能？

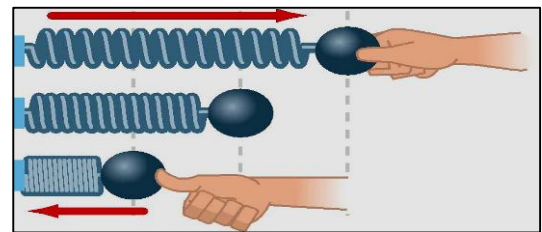
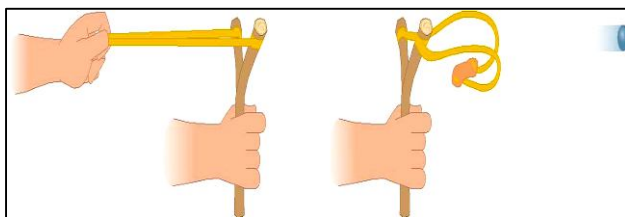


e) 按能量守恆原理此題目，有沒有能量散失？並解釋右圖單擺？

f) 下列一樣材質的鐵球，左圖大小不同，右圖高低不同，左圖與右圖中哪一個球比較容易使圖釘插入更深？



從公式上很明顯發現 $E_u = mgh$ ，與重力做負功相關，也就是一種藉由重力所儲存的位能，因此我們也可藉由『彈力』來儲存彈力位能，如：拉弓的情況是一種將肌肉消耗的化學能轉換成為弦的彈力位能的情況。而彈性物體因為形變而儲存的能量，我們就稱彈力位能。



1. 熱能：單位 J (=0.24 卡)

- A) 鑽木取火，燃燒木材，雙手摩擦，熱包（鐵生鏽）、酸鹼中和。
- B) 而通常不同形式的能量互相轉換時，通常也會伴隨熱的產生。
- C) 物質受熱後溫度會上升或狀態會改變，這是因為物質內部原子或分子受熱運動更為劇烈。
- D) 我們也常常藉由加熱的方法，加速物質與物質間的反應速率。

2. 電能：單位 J

- A) 手電筒的燈泡因為電池的化學能供給電能，才能發光。
- B) 由於電能易於轉換各種形式，所以是家庭及工廠最常用的能源形式。

3.光能：單位 J

A) 光是輻射能的形式，如同 X 射線、 γ 射線、紅外線、紫外線。

B) 綠色植物行光合作用能將光能轉換成化學能（化學變化）。

C) 太陽能電池可將光的能量轉換成電能。

4.核能：單位 J

A) 太陽所放出來的巨大能量，也是由核能轉換而來。待第五節再詳述。

9.不同形式的能量可以互相轉換，是能量的重要特性，道耳吞也曾提到質量守恆的概念，而能量也一樣，不會無中生有，也不會消失，能量的總值保持一定，稱之為能量守恆定律。

例：質量 10kg 靜止之物體受一水平力 40N 推力作用，而地面產生定摩擦力 20N 作用，10 秒後物體前進 100m，末速度為 20m/s，試問？

A) 水平力對物體作正功多少？

B) 摩擦力對物體作負功多少？

C) 合力對物體作正功多少？

D) 物體獲得多少動能？

E) 物體作何運動？

1.功與能的關係：施力對物體所做的功，會轉換成物體所增加的能量（如：位能，動能），在上面例題中，即是合力對物體有作功，轉換成物體所具有的動能。如：舉起重物，鐵鎚打釘子。

例：質量 5kg 物體靜置於光滑平面，今施 10 牛頓之水平力於物體上 3 秒鐘，不考慮摩擦力則：A) 物體獲得加速度多少？

B) 物體第三秒末速度？

C) 物體總共移動多少距離？

D) 水平力作功多少？

E) 物體獲得多少動能？

（DE 答案相同代表所做之功

全轉成動能）

例（難）：以 2 牛頓的水平拉力拉動質量 400g 的物體，使其在水平面上自靜止而移動，已知與接觸面的動摩擦力為 0.4 牛頓，試求在五秒內：

A) 水平拉力作功多少？

B) 動摩擦力作功多少？

C) 此物體 5 秒末速度為多少？

D) 此作用力使物體獲得動能多少？

例：阿瑜以 20N 的力往東方推物體行走 4 公尺，再往南方以 10N 的力推物體行走 3 公尺，試問全程阿瑜對物體作多少功？

例：10 公斤的物體在光滑平面上運動，受到 21 牛頓外力作用，而等加速度移動 80 公尺，最後速度增為 20 m/s，試求此物體原來速度大小 m/s？

2.功與時間的關係：每秒能夠作功多少 J 是指功率，單位為瓦，與燈泡發亮原理一樣，機械功率越高代表單位時間作功能力越強（作功的效率）。

公式：功率＝功÷所花時間（ $P=W/t$ ）（功率：瓦 W 功：焦耳 所花時間：秒）

迷思澄清：m 若為單位則是公尺，若為代號則是質量

例：下列哪個物理量有大小、正負，沒有方向（A）力（B）加速度（C）速度（D）功？

例：甲乙丙三人分別把中 10 公斤之黃金搬至三樓頂，分別花了 60 秒、120 秒、180 秒，請問三人作功大小順序？三人功率大小順序？

例：抽水機每分鐘將 600 仟克的水由深 20 公尺的井內抽出，且以 20 公尺/秒速度噴出，則：

- A) 600kg 水剛抽出井時，獲得位能多少？ 獲得動能多少？
- B) 600kg 水剛抽出井時，獲得總能量多少？
- C) 抽水機平均功率多少瓦特？

例：一馬達功率 100kW（千瓦），則此馬達發動了一小時共作功多少焦耳？

例：質量 5 公斤的物體由高處自由落下，求 2 秒內物體落下距離多少？ 2 秒內物體受地心引力的平均功率多少？

題目混和功與位能與動能：

例：施以 60N 向上的 F，使重量 49N（受重力 49N）的物體抬至 10 公尺高處，試求

- A) 力 F 作功多少？
- B) 到 10 公尺高處時，重力對物體作的功？物體所得到的位能？
物體所得到的位能？
- C) 合力對物體作的功？

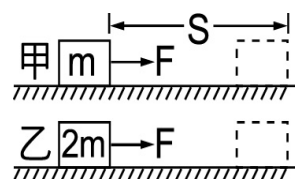
例：某人施一水平方向 5 公斤重的力，拖著 8 公斤重的行李，沿水平方向等速走了 10 公尺，共費時 4 秒鐘，下列敘述何者正確？

- (A) 此人作功多少焦耳？
- (B) 摩擦力作功多少焦耳？
- (C) 此人作功功率為多少瓦特？
- (D) 此合力作功多少焦耳？

- () 例：如附圖所示在光滑的水平面上，靜止的甲、乙兩物體質量分別為 m 、 $2m$ ，今受到同樣的水平力 F 作用，沿力的方向移動相同距離 S ，則下列何者正確？

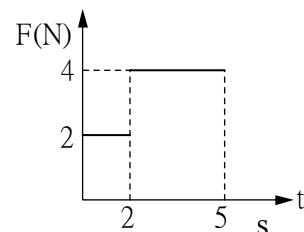
- (A) F 對乙物體做功較大
 (B) F 對甲物體做功較大
 (C) 甲、乙兩物體獲得的動能一樣大
 (D) F 對甲、乙兩物體做功的平均功率一樣大

PS：兩物完成一樣距離所需要的時間是否相同？



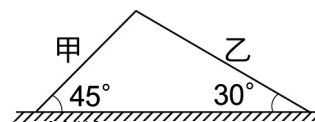
- () 例：質量 2 公斤的物體靜置於光滑的水平桌面上，季芸施水平方向的作用力 F 於物體，其 F 與時間 (t) 關係如附圖所示，則 0~5 秒內，此作用力共對的作功多少焦耳？

- (A) 16 (B) 32 (C) 64 (D) 84 【96 北縣中山三上段 3】

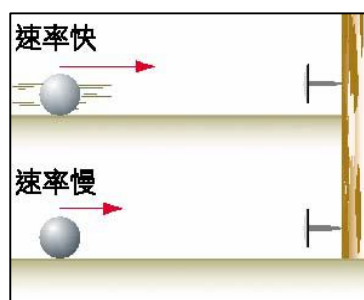
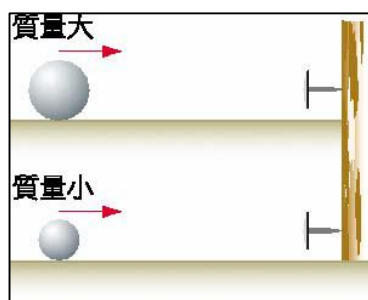


- () 例：啤兒與綠茶分別從甲、乙兩光滑斜面，施力將同一物體等速推到斜面的頂端，如附圖所示，則小頤對該物體所作的功之大小關係為：

- (A) 甲 > 乙 (B) 甲 < 乙 (C) 甲 = 乙 (D) 無法判斷



下面左圖與右圖中，如何判斷何者可以容易使圖釘更插入木板中？



附錄九 科學史教學組教案設計

台北市立龍門國中自然與生活科技教學活動教案設計

教學班級：905，909

教學人數：34，33

學習領域		自然與生活科技		教學資源	場地：教室 器材：單擺、簡報，學習單		
單元名稱		第三章第二節 功，位能與動能					
教學時間		225 分鐘（5 節）					
教材來源		三上自然與生活科技教科 課本（南一版）					
單元目標		1.在課程中能學習到重力位能的計算公式和物體的高度及質量有關 2.在課程中能說出重力位能是為了抵抗重力而儲存的位能。 3.在課程中能算出三題物體因為距離地面有高度差而具有的位能有多少。 4.在課程中能舉出三個物體的彈力位能與物體的形變大小有關的例子。 5.在課程中能舉出三個外力作功會造成物體運動快慢的改變的例子。 6.在課程中能學習到動能的計算公式和物體的速率及質量有關。 7.在課程中能算出十三題物體的動能大小。 8.在課程中能舉出三個物體的動能大小的例子。 9.在課程中能由溜滑梯例題算出知道動能和位能可以相互轉換 10.在課程中能運用功能原理和概念，算出十題相關問題。					
教學研究		一、教材分析： 1.本節（3-2）主要目的為利用作功與位能、作功與動能、位能和動能之間的轉換，引導學生了解能量的轉換和守恆。 2.藉由課本中的討論教室、想一想及課本範例來說明能量的轉換原理。 二、學生分析： 在修習本課程前，學生應已由先前的學習中，具備以下知識： 217-4b 知道對物體施力作功，即是能量的轉換 217-4c 認識化學變化中能量的轉換 513-3a 知道煤、天然氣、石油、核能、水力與太陽能為重要能源 513-3b 知道我國各種發電能源依賴進口的情況（例如火力發電、核能發電），並收集有關我國各式發電廠、近年發電量、及各種發電方式占我國發電量的排序（火力、核能、水力）的資料 513-3c 察覺陽光是地球的能量來源，並收集有關利用太陽能的例子，同時能收集各種在家庭中節約能源的方法並進行創造性思考，提出嘗試解決能源問題的方案（例如假設現在地球所有燃料都用光了）					
教學過程		教學內容			時間	評 量	備註
開始 學習活動		一、準備活動 引起動機 何謂作功？講述科學史上作功的由來，給功下定義：一牛頓的力量作用於物體上，且物體沿作用力的方			10 分	而哪些作用力沒作功？	以 B1 學習單教材為主

整理活動 結束	向移動一公尺，則我們稱此力對物體做功一焦耳。 二、發展活動 介紹作正功與作負功，當作用力與物體前進的方向相同時，稱之正功。當作用力與物體前進的方向不同時，稱之負功。 三、綜合活動 透過題目計算也瞭解功無方向性？ ～第一節完～		請舉例作正功的例子與負功的例子？	
開始 學習活動 整理活動 結束	一、準備活動 引起動機 複習功，並介紹如何從日常生活中看到能量轉換和守恆的現象以及如何去親身體驗。（介紹：光、熱、化學能、電能）轉折：但能量的概念並非一夕建構。 二、發展活動 以討論學習單的問題，一步一步介紹科學史的演進從笛卡兒到惠更司，從 mv 演變到 mv^2，使學生瞭解科學知識的形成必經過長時間的累積，同一件事可能科學家所觀察的觀點都是不同的。 而萊布尼茲對 mv^2 做出合理解釋，用『力』去完美的修飾前面的理論。 三、綜合活動 透過想一想讓學生回頭思考整可科學的演進，有哪些地方值得我們借鏡？ ～第二節完～	約 10 分鐘 約 20 分鐘 約 10 分鐘 約 5 分鐘	能夠依照教師的引導進行討論 舉出一個彈性碰撞實驗例子如：『一個質量為 4kg 速度為 3m/s 的甲物體，碰撞另一個質量為 2kg 的靜止乙物體，最後甲物體速度為 1m/s，乙物體速度 4m/s，你看到了哪些恆等式？』 能仔細聆聽教師的說明與講解 能夠熱烈的參與討論	以學單材主 B1 習教為
開始	一、準備活動 引起動機 複習上一節的活動以及想一想的討論結果：導引出作功產生動能的概	約 10 分	能仔細聆聽教師的說明與講解	以學單材 B1 習教為

學習活動 整理活動 結束	念，並介紹動能練習範例。 二、發展活動 再提出功與動能的結合，而知道動能的公式，並瞭解到外力作功會造成物體運動快慢的改變，引導學生了解動能是和物運動快慢有關的能量形式。 科里奧利用 $\frac{1}{2}mv^2$ 代替 mv^2 剛好可以完整的解釋所做功 FS 三、綜合活動 介紹完本節後，可再利用 5 分鐘作本節課的總結，並指定作業題目練習。舉出日常生活實例或設計簡易的活動，以證明物體因為距地面有高度差而具有的能稱為位能。引導學生重力位能的大小，和物體的高度及質量有關。 ～第三節完～	鐘 約 10 分鐘 約 20 分鐘 約 5 分鐘	能進行能仔細觀察並詳實記錄能夠熱烈的參與討論，$\frac{1}{2}mv^2$ 二分之一由來？ 能仔細聆聽教師的說明與講解	主
開始 學習活動 整理活動 結束	一、準備活動 引起動機 複習前三節的活動讓學生瞭解科學的暫時性。 二、發展活動 接著介紹發現位能的由來，藉由焦耳實驗了解位能和動能或熱能的能量之間的守恆及相互轉換。運用所學到的功能原理和概念，來解釋或解決日常生活中遇到的相關的能量轉換問題，並介紹能量不同種類，察覺到每天的生活中常會發現到的許多能量轉換的現象，最後並講述例子舉證，增強的科學本質。 三、綜合活動 介紹完本節後，可再利用 5 分鐘作本節課的總結。	約 5 分鐘 約 35 分鐘 約 5 分鐘	能仔細聆聽教師的說明與講解 能仔細觀察並詳實記錄能夠熱烈的參與討論 能仔細聆聽教師的說明與講解	以學單材為主 B1 習教為

	～第四節完～			
開始	一、準備活動 引起動機 複習前四節學生學過的能量種類動能，位能，功強調其含意。	約5分鐘	能仔細聆聽教師的說明與講解	
學習活動	一、發展活動 察覺到每天的生活中常會發現到的許多能量轉換的現象。並演練題目熟悉作功與動能位能關係。想一想功與動能的關係，知道外力作功會造成物體運動快慢的改變，引導學生了解動能是和物運動快慢有關的能量形式，位能是物體抵抗重力所存的能量。	約35分鐘	藉由例題瞭解能量轉換，與力學能守恆，能量守恆等物理現象。	
整理活動	三、綜合活動 介紹完本節後，可再利用5分鐘作本節課的總結。	約5分鐘		
結束	～第五節完～			

附錄十 講述式教學組學習單

A1 學習單功與能

功的成因：當施力 F 於一物體時，物體沿作用力的方向產生位移 S ，我們即可說此時此力對物體有作功（說穿了就是一種能量的給予轉成動能或位能...等）。

例：耀南做以下行為時，哪一種才是對物體有作功呢？（ ）

- (A) 拿著手提包在水平道路上行走一段距離 (B) 線綁重物圓周運動甩之
(C) 使大力量推大象，但大象絲毫不動 (D) 拿著手提包爬三樓高。

B) 公式：功＝作用力×物體沿作用力的方向所走的位移 ($W=F \times S$)

單位 J N m ($1\text{kgw}=9.8\text{N}$)

B) 定義：一牛頓的力量作用於物體上，且物體沿作用力的方向移動一公尺，則我們稱此力對物體作功一焦耳。

例：物體重 20 牛頓，若受力 10 牛頓的推力由靜止運動了 20 公尺，則該力對物體作功？

例：一個重 9800 公斤重的起重機，將重 10kgw 物體 A 吊至離地面 5 公尺的地方，試問起重機作功多少？

C) 功無方向性，有正功與負功：

D) 當作用力與物體前進的方向相同時，稱之正功。(自由落體)

E) 當作用力與物體前進的方向不同時，稱之負功。(煞車)

能的形式與轉換

在我們的周

遭，能量會以不同的形式存在，如：光、熱、化學能、電能、以及運動物體所具備的動能。但是有些能量並不能單憑感官就可以察覺出來，如物體由低處到高處、壓縮彈簧、伸長的橡皮筋，會增加一種潛在的能稱之為位能。

5.化學能：單位 J 焦耳 ($1\text{焦耳}=0.24\text{卡}$)

A) 我們需要食物來維持生命，這是因為食物中含有化學能，我們藉由酵素來得到這些能量。

B) 酒精、木材、汽油、煤等燃料中也儲存著化學能。實驗時，我們常以酒精燈為熱源就是利用酒精與氧發生化學反應時，所產生的熱來提高物質的溫度。

6.動能：單位 J, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

(E_k ：物體所具動能，單位 J m ：物體質量，單位公斤 V ：物體速率，單位 m/s)

A) 任何運動的物質，都有一種因運動而具有的能量，稱之為動能。

B) 同一物體的運動速率越快，所具的動能越大。

C) 例：高速子彈穿透鋼板，水庫流動水可使發電機發電

例：一個質量為 10kg，速率為 200m/s 運動的物體，具有動能多少焦耳？

例：一個質量為 100g，速率為 2000cm/s 運動的物體，具有動能多少焦耳？

例：一個質量為 1 公噸，速率為 72km/hr 運動的物體，具有動能多少焦耳？

例：兩物體質量比為 2：1，其速度比為 1：2，試問其動能比？

例：兩物體動能比為 2：1，其速度比為 1：2，試問其質量比？

7. 重力位能： $E_u = mgh$ (E_u ：物體所具位能，單位 J m ：物體質量，單位公斤 h ：物體相對基準點高度，單位公尺 g ：重力加速度值 9.8 m/s^2)

A) 任何物體在地球上，都受有重力的作用，若當我們施力將物體從低處抬至高處，我們肌肉消耗的化學能會以重力位能的形式存在物體中。

B) 所以同一物體抬越高具有越大的位能。

C) 溜滑梯從高處下來是一種由位能轉換成動能與摩擦熱的狀況。

例：質量 1 公斤的物體靜止在距地面高 10 公尺的地方，自由落至地面時速度為 14m/s，試問：a) 當物體在高十公尺處時，相對於地面有多少位能？($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

b) 當物體在高十公尺處時，有多少動能？

c) 當物體落至地面時，相對於地面有多少位能？

d) 當物體落至地面時，有多少動能？

e) 按能量守恆原理此題目，有沒有能量散失？

D) 拉弓的情況是一種將肌肉消耗的化學能轉換成為弦的彈力位能的情況。

E) 彈性物體因為形變而儲存的能量，稱彈性位能。

8. 熱能：單位 J (=0.24 卡)

E) 鑽木取火，燃燒木材，雙手摩擦，熱包（鐵生鏽）、酸鹼中和。

F) 而通常不同形式的能量互相轉換時，通常也會伴隨熱的產生。

G) 物質受熱後溫度會上升或狀態會改變，這是因為物質內部原子或分子受熱運動更為劇烈。

H) 我們也常常藉由加熱的方法，加速物質與物質間的反應速率。

9. 電能：單位 J

C) 手電筒的燈泡因為電池的化學能供給電能，才能發光。

D) 由於電能易於轉換各種形式，所以是家庭及工廠最常用的能源形式。

10. 光能：單位 J

D) 光是輻射能的形式，如同 X 射線、 γ 射線、紅外線、紫外線。

E) 綠色植物行光合作用能將光能轉換成化學能（化學變化）。

F) 太陽能電池可將光的能量轉換成電能。

11. 核能：單位 J

B) 太陽所放出來的巨大能量，也是由核能轉換而來。待第五節再詳述。

9. 不同形式的能量可以互相轉換，是能量的重要特性，道耳吞也曾提到質量守恆的概念，而能量也一樣，不會無中生有，也不會消失，能量的總值保持一定，

稱之為能量守恆定律。

例：質量 10kg 靜止之物體受一水平力 40N 推力作用，而地面產生定摩擦力 20N 作用，10 秒後物體前進 100m，末速度為 20m/s，試問？

- A) 水平力對物體作正功多少？
- B) 摩擦力對物體作負功多少？
- C) 合力對物體作正功多少？
- D) 物體獲得多少動能？
- E) 物體作何運動？

3.功與能的關係：施力對物體所做的功，會轉換成物體所增加的能量（如：位能，動能），在上面例題中，即是合力對物體有作功，轉換成物體所具有的動能。如：舉起重物，鐵鎚打釘子。

例：質量 5kg 物體靜置於光滑平面，今施 10 牛頓之水平力於物體上 3 秒鐘，不考慮摩擦力則：

- A) 物體獲得加速度多少？
- B) 物體第三秒末速度？
- C) 物體總共移動多少距離？
- D) 水平力作功多少？
- E) 物體獲得多少動能？

(DE 答案相同代表所做之功全轉成動能)

例（難）：以 2 牛頓的水平拉力拉動質量 400g 的物體，使其在水平面上自靜止而移動，已知與接觸面的動摩擦力為 0.4 牛頓，試求在五秒內：

- A) 水平拉力做功多少？
- B) 動摩擦力做功多少？
- C) 此物體 5 秒末速度為多少？
- D) 此作用力使物體獲得動能多少？

例：阿瑜以 20N 的力往東方推物體行走 4 公尺，再往南方以 10N 的力推物體行走 3 公尺，試問全程阿瑜對物體作多少功？

例：10 公斤的物體在光滑平面上運動，受到 21 牛頓外力作用，而等加速度移動 80 公尺，最後速度增為 20 m/s，試求此物體原來速度大小 m/s？

4.功與時間的關係：每秒能夠作功多少 J 是指功率，單位為瓦，與燈泡發亮原理一樣，機械功率越高代表單位時間作功能力越強（作功的效率）。

公式：功率 = 功 ÷ 所花時間 ($P = W \div t$) (功率：瓦 W 功：焦耳 所花時間：秒) 迷思澄清：m 若為單位則是公尺，若為代號則是質量

例：下列哪個物理量有大小、正負，沒有方向 (A) 力 (B) 加速度 (C) 速度 (D) 功？

例：甲乙丙三人分別把中 10 公斤之黃金搬至三樓頂，分別花了 60 秒、120 秒、180 秒，請問三人作功大小順序？三人功率大小順序？

例：抽水機每分鐘將 600 仟克的水由深 20 公尺的井內抽出，且以 20 公尺/秒速度噴出，則：

A) 600kg 水剛抽出井時，獲得位能多少？ 獲得動能多少？

B) 600kg 水剛抽出井時，獲得總能量多少？

C) 抽水機平均功率多少瓦特？

例：一馬達功率 100kW (千瓦)，則此馬達發動了一小時共作功多少焦耳？

例：質量 5 公斤的物體由高處自由落下，求 2 秒內物體落下距離多少？ 2 秒內物體受地心引力的平均功率多少？

例：施以 60N 向上的 F ，使重量 49N (受重力 49N) 的物體抬至 10 公尺高處，試求

A) 力 F 作功多少？

B) 到 10 公尺高處時，重力對物體作的功？物體所得到的位能？

物體所得到的位能？

C) 合力對物體作的功？

例：某人施一水平方向 5 公斤重的力，拖著 8 公斤重的行李，沿水平方向等速走了 10 公尺，共費時 4 秒鐘，下列敘述何者正確？

(A) 此人作功多少焦耳？

(B) 摩擦力作功多少焦耳？

(C) 此人作功功率為多少瓦特？

(D) 此合力作功多少焦耳？

() 例：如附圖所示在光滑的水平面上，靜止的甲、乙兩物體質量分別為 m 、 $2m$ ，今受到同樣的水平力 F 作用，沿力的方向移動相同距離 S ，則下列何者正確？

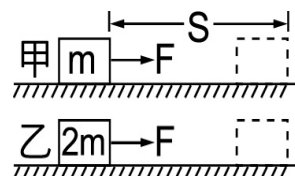
(A) F 對乙物體作功較大

(B) F 對甲物體作功較大

(C) 甲、乙兩物體獲得的動能一樣大

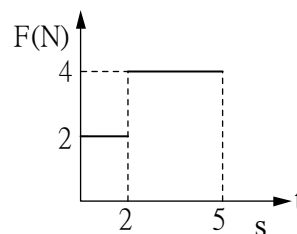
(D) F 對甲、乙兩物體作功的平均功率一樣大

PS：兩物完成一樣距離所需要的時間是否相同？



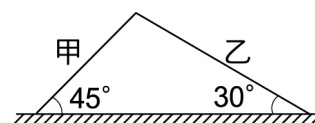
() 例：質量 2 公斤的物體靜置於光滑的水平桌面上，李芸施水平方向的作用力 F 於物體，其 F 與時間 (t) 關係如附圖所示，則 0~5 秒內，此作用力共對的作功多少焦耳？

(B) 16 (B) 32 (C) 64 (D) 84



() 例：啤兒與綠茶分別從甲、乙兩光滑斜面，施力將同一物體等速推到斜面的頂端，如附圖所示，則小頑對該物體所作的功之大小關係為：

(A) 甲 > 乙 (B) 甲 < 乙 (C) 甲 = 乙 (D) 無法判斷



附錄十一 講述式教學組電腦補充簡報

功、位能與動能

引自南一課本教材

如右圖，右手從A圖的狀態將啞鈴向上舉時（如B圖），手需要對啞鈴作功嗎？圖B中左右兩手中的啞鈴具有相同的能量嗎？（物體是否有沿力方向移動？正功？負功？）



圖A

圖B

功與位能

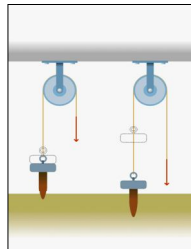
- 水庫中的儲水由高處往下衝，為何可以使水力發電廠發電？



功與位能

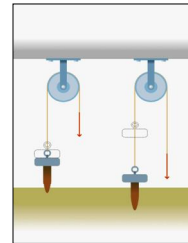
- 打地樁時，用定滑輪將鐵鏈拉得愈高，可以將地樁打得愈深？

因為當物體高度愈高，由高處落下時，釋放出的能量愈多，作功的能力也愈大。

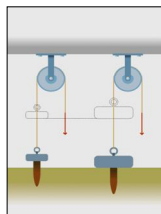


重力位能

- 物體因為距離地面高度差而具有作功的能，稱為**重力位能**。
- 相同質量的鐵鏈，所在**位置愈高**，具有的**重力位能愈大**。



- 處在相同高度的兩個鐵鏈，**質量較大者**，具有較大的**重力位能**。

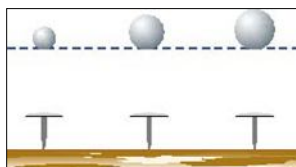


重力位能公式

- 重力位能是物體因為距離地面有**高度差**而具有的能。
- 重力位能的大小和物體的質量**m**、重力加速度**g**以及高度**h**有關。
- 重力位能： $E_u = mgh$
- 常用單位：**焦耳 (J)**。
- 質量1公斤的物體，在距離地面1公尺高的位置時，具有的重力位能為：
 $E_u = 1 \times 9.8 \times 1 = 9.8 \text{ 焦耳}$

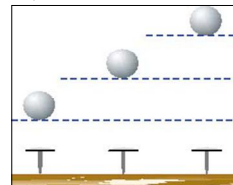
想一想

- 相同質料、但大小不同的三個鐵球，由相同高度落下如下圖，何者可將圖釘打入較深？



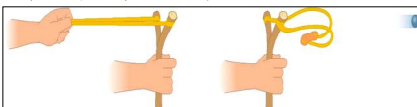
想一想

- 相同質料和大小的三個鐵球，由不同高度落下如下圖，何者可將圖釘打入較深？

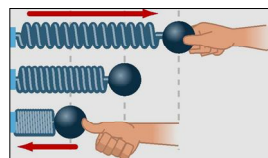


彈力位能

- 定義：物體因為形變而具有作功的能，稱為**彈力位能**。
- 彈弓的橡皮筋被拉長時，左手對橡皮筋**作功**，且所作的功是以**彈力位能**的形式儲存於橡皮筋內（一種抵抗彈力所儲存的位能）。



- 當彈簧被壓縮或拉長時，外力所作的功會轉換成**彈力位能**儲存在彈簧內。
- **形變愈大**，儲存的**彈力位能**也愈多。

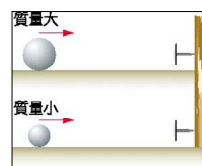


位能

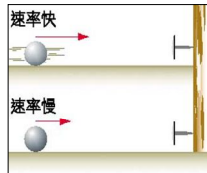
- 當外力作用在物體上，使物體的高度或形狀產生變化時，外力所作的功便以**重力位能**或**彈力位能**的形式儲存。
- 我們將物體隨著**高度差**或**形變大小**不同而變化的能量形式，通稱為**位能**。

功與動能

- 質量大小不同的鐵球，以**相同的速率**撞擊圖釘時，**質量大**的鐵球會將圖釘釘入較深。



- 質量大小**相同**的鐵球，以不同的速率撞擊圖釘時，**速率快**的鐵球會將圖釘釘入較深。



動能的公式

- 物體具有動能的多寡和其質量 m 與**運動速率** v 的大小有關。
- 關係式：**動能** $E_k = 1/2 \times m \times v^2$ 。
- 單位：**焦耳**
- 若物體的質量**1公斤**，運動速率**1m/s**時，則物體所具有的動能為 $E_k = 1/2 \times 1 \times 1^2 = \text{焦耳}$ 。

生活中動能的例子(因為動具有的能量)

- (1)流動的空氣可以推動風車、可將小沙粒吹到遠處，這是因為**流動的空氣**具有**動能**，可以對風車或小沙粒**作功**。
- (2)水可轉動水車，或推動渦輪發電，這是因為**流動的水**具有**動能**，可以對水車或渦輪**作功**。
- (3)**飛行的子彈**具有**動能**可以射穿鋼板。

- (4)人持續施力推動輪胎，會讓輪胎前進，經過一段距離後，人**施力所作的功**一部分會轉換成輪胎的**動能**。



想一想

- 科學家曾猜測恐龍滅絕與『彗星撞地球』有關，為什麼「彗星撞地球」會造成毀滅性的災害？



動能和位能的轉換

能的轉換和守恒

- (1) 能量不會憑空消失，也不會無中生有。
- (2) 不同形式的能量之間，可以互相轉換。
- (3) 當能量由一種形式轉換成另一種或多種形式時，能量的總值保持不變，這種關係稱為**能量守恒定律**。

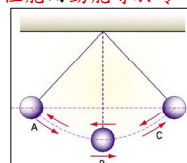
伽立略慣性實驗的能量轉換

- 1、鐵球由右方高度 h 的斜面滾下
→ 位能**減少**，動能**增加**，速率**變大**。
- 2、鐵球到達水平面時→ 位能**完全轉換成動能**。
- 3、鐵球水平滾動→ 做**等速度**運動，能量沒有轉換。
- 4、鐵球滾動到另一斜面後，開始向上
→ 動能**減少**，位能**增加**，速率**減慢**。
- 5、鐵球滾動到 h 高度後停止→ 動能**完全轉換成位能**。



單擺擺動的能量轉換(力學能守恒)

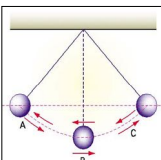
- (1) 先將擺錘由低處B提至高處A：
→ 人抵抗重力對擺錘**做功**，擺錘**獲得位能**。
- (2) 由A處釋放前：
→ 擺錘靜止，此時**只有位能而動能等於零**。
- (3) 當擺錘由A擺至B時
→ 擺錘的**位能減少**，
漸漸**轉換成動能**。



- (3) 當擺錘擺至最低處B時
→ 擺錘的**位能最小**，在A處的位能已全部轉變成擺錘的動能，所以B處的**動能最大**。

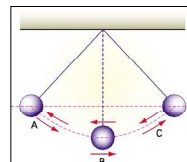
- (4) 擺錘由B處繼續向右擺動到C
→ 擺錘的**動能減少**，漸漸**轉換成位能**。

- (5) 當擺錘擺至最高處C時
→ 原來在B處的動能全部轉換成位能。
→ **位能最大，動能最小**。



想一想

- (1) 如圖，為何單擺到達C點之後，不會繼續升高？



參考答案：

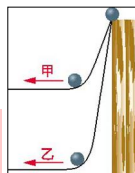
小球在A點和C點的能量總和相同，擺錘在A點的位能最大，動能為0，C點和A點高度相同，位能相同，所以不會繼續上升。

想一想

- (2) 小銅球由頂點滑落時，在甲、乙哪一個平面的速率較快？

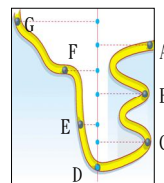
參考答案：

乙落下的高度比甲大，因此甲、乙滑落至水平軌道時，乙的動能比甲的動能大，所以不會繼續上升。



想一想

- (2) 如圖，小銅球於軌道A點下滑，若不計摩擦阻力，可以到達G點嗎？若改由B點出發，又可以經過哪幾個點？



參考答案：

從A點出發，可以經過B、C、D、E、F，無法到達G點。

從B點出發，經過C、D、E點。

(引自南一課本教材與教具)

附錄十二 講述式教學組教案

台北市立龍門國中自然與生活科技教學活動教案設計

教學班級：901

教學人數：35

學習領域	自然與生活科技	教學資源	場地：教室 器材：單擺、簡報，學習單		
單元名稱	第三章第二節 功，位能與動能				
教學時間	225 分鐘（5 節）				
教材來源	三上自然與生活科技教科課本（南一版）				
單元目標	如同科學史教學組單元目標。				
教學研究	教材分析：如同科學史教學組教材分析				
教學過程	教學內容	時間	評 量	備註	
開始 學習活動	一、準備活動 引起動機 何謂作功？講述科學史上作功的由來，給功下定義：一牛頓的力量作用於物體上，且物體沿作用力的方向移動一公尺，則我們稱此力對物體作功一焦耳。	約 10 分	而哪些作用力沒作功？	以學單為主 A1 習教為	
整理活動	二、發展活動 介紹作正功與作負功，當作用力與物體前進的方向相同時，稱之正功。當作用力與物體前進的方向不同時，稱之負功。	約 25 分	請舉例作正功的例子與負功的例子？		
結束	三、綜合活動 透過題目計算也瞭解功無方向性？ ～第一節完～	約 10 分			
開始	一、準備活動 引起動機 如何從日常生活中看到能量轉	約 10 分	能夠依照教師的	以學單為主 A1 習教為	

學習活動	換和守恆的現象以及如何去親身體驗，能量是不會無緣無故的消失，能量的形式是可以相互轉換的。(介紹：光、熱、化學能、電能)	鐘	引導進行討論	材 為
整理活動	二、發展活動 以討論教室的問題，詢問學生由 3-1 功的觀念，導引出作功產生動能的概念，並介紹動能練習範例。接著介紹作功產生位能的概念，並介紹動能練習範例。	約 25 分鐘	能進行實驗操作 能夠熱烈的參與討論 能仔細觀察並詳實記錄 能仔細聆聽教師的說明與講解 能夠熱烈的參與討論	
結束	三、綜合活動 透過想一想，讓學生舉出日常生活實例或設計簡易的活動，以證明物體因為距地面有高度差而具有的能稱為位能。引導學生重力位能的大小，和物體的高度及質量有關。 ～第二節完～	約 10 分鐘		
開始	一、準備活動 引起動機 複習上一節的活動以及想一想的討論結果：再提出功與動能的關係，知道外力作功會造成物體運動快慢的改變，引導學生了解動能是和物運動快慢有關的能量形式，接著介紹其他能源。	約 10 分鐘	能仔細聆聽教師的說明與講解	以 A1 學習教為
學習活動	二、發展活動 藉由單擺實驗了解位能和動能的能量之間的守恆及相互轉換。運用所學到的功能原理和概念，來解釋或解決日常生活中遇到的相關的問題，察覺到每天的生活中常會發現到的許多能量轉換的現象。並演練題目熟悉作功與動能位能關係。	約 30 分鐘	能進行實驗操作 能仔細觀察並詳實記錄 能夠熱烈的參與討論	
整理活動	三、綜合活動 介紹完本節後，可再利用 5 分鐘作本節課的總結，並指定作業題目練習。	約 5 分鐘	能仔細聆聽教師的說明與講解	
結束	～第三節完～			

開始	一、準備活動 引起動機 複習上一節的活動以及檢討指定作業題目，瞭解學生學習問題。	約10分鐘	能仔細聆聽教師的說明與講解	以 A2 簡報教材為主
學習活動	二、發展活動 藉由 24 頁的簡報。想一想功與位能的關係，知道外力作功會造成物體運動快慢的改變，引導學生了解位能是物體抵抗重力所存的能量。	約30分鐘	能進行實驗操作 能仔細觀察並詳實記錄 能夠熱烈的參與討論	
整理活動	三、綜合活動 介紹完本節後，可再利用 5 分鐘作本節課針對位能的總結。	約5分鐘	能仔細聆聽教師的說明與講解	
結束	～第四節完～			
開始	一、準備活動 引起動機 複習上一節的活動以及檢討指定作業題目，瞭解學生學習問題。	約10分鐘	能仔細聆聽教師的說明與講解	以 A2 簡報教材為主
學習活動	發展活動 藉由 24 頁的簡報。想一想功與動能的關係，知道外力作功會造成物體運動快慢的改變，引導學生了解動能是和物運動快慢有關的能量形式。	約30分鐘	能進行實驗操作 能仔細觀察並詳實記錄 能夠熱烈的參與討論	
整理活動	三、綜合活動 介紹完本節後，可再利用 5 分鐘作本節課的總結。	約5分鐘	能仔細聆聽教師的說明與講解	
結束	～第五節完～			

同 意 書

茲同意臺灣師範大學科學教育研究所研究生許峻豪撰寫論文『科學史融入九年級自然與生活科技之探討—以動能、位能與能量單元為例』，引用本人編定之『科學本質問卷』做為該論文問卷調查之量表。

同意人：高 慧 蓮 

中華民國九十八年六月

同 意 書

茲同意臺灣師範大學科學教育
研究所研究生許峻豪撰寫論文『科
學史融入九年級自然與生活科技之
探討—以動能、位能與能量單元為
例』，引用本人編定之『科學本質問
卷』做為該論文問卷調查之量表。

同意人：邱明高

中華民國九十八年六月

同 意 書

茲同意臺灣師範大學科學教育研究所研究生許峻豪撰寫論文『科學史融入九年級自然與生活科技之探討—以動能、位能與能量單元為例』，引用本人編定之『對科學的態度量表』與『對科學故事課的學習態度量表』做為該論文問卷調查之量表。

同意人： 徐錦美

中華民國九十八年六月