

國立中正大學  
物理研究所碩士論文

利用資訊科技研製「電磁學」教材之研究

指導教授：戴明鳳 教授

研究生：許文哲 撰

中華民國九十一年六月

## 致謝

大學畢業後一直有進修的打算，三年前有幸進入了中正大學物理所碩士專班完成夢想，在整個歷程中協助我、鼓勵我者眾，心中有太多的感激。

先要感謝的是中正大學物理系戴明鳳教授在繁忙之中仍不辭辛勞的悉心指導，讓我在這次的論文寫作上得以順利完成，並從過程中學會了多種軟體和電腦週邊設備的使用，在物理科的教學方法上得到了相當的進步。在此對她表達最深的謝意。另外，非常感謝口試委員張惠博教授和洪連輝教授的熱心指導與建議，使本論文的內容與結構更臻完整。

本研究中有部分的圖片和少數幾個動畫題材取自教科書，或其他書籍、網站，目的是為使本文更加充實，使教材更加完整，將來決不轉移為營利用途。在此也對這些被取材的出版社和網站致謝。

感謝本研究期間，黃仁聰老師、舒富男老師、陳淑卿老師、林居鶴同學和江永賢同學的技術指導與內容的建議，於此一併感謝。

最後要感謝的是我的家人，在進修這段期間我疏於家務，謝謝爸爸、媽媽、和老婆的支持和諒解，辛苦你們了。

許文哲

謹誌

九十一年六月一日

## 摘要

本教材的研究方法在結合電腦資訊科技，將高中物理課程中較抽象的物理概念以動畫模擬，借由視覺的刺激作用，加深學習者的印象，以增加學習成效。

教材內容以電磁學為主，將現行教育部所頒佈的課程綱要中有關於電、磁的教材予以統整，使學生有一完整概念。內容的呈現以文字、圖片、影片和動畫並重，配合教師的講解，期能在多重的刺激下達到引起機，增加學習興趣，提高學習效果。

教學媒體的架構有四個主題，分別為靜電、電流、磁場和電磁感應。

教材的製作運用了以下的軟體與電腦週邊設備：Microsoft FrontPage 2000、Flash 5.0、PhotoImpact6.0、繪聲繪影 5、掃描器、數位相機、數位攝影機。

# 目錄

目錄	頁次
摘要-----	I
目錄-----	II
表目錄-----	II
圖目錄-----	III
第一章 緒論-----	1-1
1.1 研製動機-----	1-1
1.2 研製目的與方向-----	1-2
1.3 背景概況-----	1-4
第二章 研製過程-----	2-1
2.1 選訂主題-----	2-1
2.2 論文架構-----	2-1
2.3 使用的硬體與應用軟體-----	2-3
2.3.1 教材製作所需的硬體設備-----	2-3
2.3.2 使用的軟體-----	2-4
2.4 網頁製作-----	2-6
2.4.1 所有網頁製作的共通性-----	2-7
2.4.2 各網頁製作的內容與訴求-----	2-8
第三章 結論和建議-----	3-1
3.1 研製結果-----	3-1
3.2 結論-----	3-1
3.2.1 光碟應用於教室教學的成效-----	3-1
3.2.2 自製教材能力的提升-----	3-2
3.3 建議-----	3-2
3.4 未來展望-----	3-3

## 表目錄

表 2-1 網頁編輯軟體比較表-----	2-4
表 2-2 圖片檔格式比較表-----	2-6

## 圖目錄

圖 2-1	網頁製作流程圖	2-2
圖 2-2	架構圖	2-3
圖 2-3	電磁學首頁	2-9
圖 2-4	電靜網頁	2-10
圖 2-5	拉塞福原子模型	2-11
圖 2-6	金屬球的靜電感應	2-11
圖 2-7	金屬球殼感應起電	2-12
圖 2-8	電容器充電、放電	2-12
圖 2-9	庫倫靜電定律	2-13
圖 2-10	驗電器	2-14
圖 2-11	電流網頁	2-15
圖 2-12	簡易檢流計製造	2-16
圖 2-13	漂移電流	2-16
圖 2-14	電流熱效應	2-17
圖 2-15	熱輻射可見光	2-17
圖 2-16	磁場網	2-18
圖 2-17	條形磁鐵磁場分佈	2-19
圖 2-18	載流長直導線的電流磁效	2-20
圖 2-19	載流圓形導線的電流磁效應	2-21
圖 2-20	載流螺線形導線的電流磁效應	2-22
圖 2-21	載流直導線在均勻磁場中的受力	2-23
圖 2-22	直流電動機	2-24
圖 2-23	簡易馬達	2-25
圖 2-24	帶電粒子在均勻磁場中的等速率圓周運動	2-26
圖 2-25	電磁感應網頁	2-27
圖 2-26	電磁感應現象	2-28
圖 2-27	導線切割磁力線兩端形成電位差	2-29
圖 2-28	發電機	2-30
圖 2-29	馬達當發電機使用	2-31
圖 2-30	變壓器	2-31
圖 2-31	光的偏振現象	2-32
圖 2-32	渦電流的阻尼現象	2-32

# 第一章緒論

## 1.1 研製動機

從事教師工作至今已近十年，擔任國中理化和高中物理的教學工作。發現學生學習過程中，最令他們頭痛的科目便是數學和物理這兩門科目。在高中課程中數學逐漸加深，逐漸抽象化，學生難以理解，更難於感受似乎蠻合理的，但物理究竟是在研究具體的物質和能量的一門學問，又怎麼會讓學生常對它似懂非懂，甚至束手無策呢？

個人認為物理教學遇到這樣的瓶頸主要有下列幾個因素：

- (1) 面式的教材如書本，投影片等，難以呈現具體的物理現象，不夠立體，空間感不足，又難容入時間的概念展現動態效果，導致學生難以理解，以致沒有學習興趣。
- (2) 育部所提教材綱要內容太多，而標準配課時間不足，再加上教師多用傳統板書的講述教學方式，此雙重因素之下教師無法有充裕的時間對課程做充分的講解，更遑論要等學生的回應，依學生的學習狀況再做補充或補救。

近年來資訊科技的快速發展，電腦的軟硬體進步日新月異，價格的下降，使得電腦的普及程度幾乎已達到家家有電腦，學校的電腦教學備也相當充足，各種教學媒體也如雨後春筍般的產生，林林總總的CAI充斥市面。關於物理部份的媒體也相當之多，各種媒體的設計者

不知是否為從事教育工作者、或者是訴求的不同，似乎很難找到能配合筆者個人教學所需之媒體。加上剛實施之九年一貫教育，甚至於未來可能的十二年一貫教育，一再強調教師得具備統整教材，自製教材的專業能力。於是借此機會，逼自己學習更深入的使用電腦，學習應用軟體來自製教材，期能一箭雙鵰，一方面充實自己的專業能力，一方面希望能突破學生學習瓶頸。

電磁學在目前的生活應用上相當廣泛，但電磁的一些性質並不容易在日常生活中感受得到，因而選訂這個部分，配合現有動畫軟體與DV攝影截取成數位影音檔案，將教材製成較為生動活潑且具體呈現的網頁，期能藉此改善傳統平面書籍和老式光靠板書講課的教學困境。

## 1.2 研製目的與方向

配合前述的動機，及目前網際網路的普及，本教材的製作必須達到下列目的：

- 〔 1 〕 符合教師於教室教學的需求、節省時間。
- 〔 2 〕 將物理現象，以動畫模擬具體化，以利學習。
- 〔 3 〕 配合學生的背景知識，適合學生學習。
- 〔 4 〕 適合網路傳輸

為達上述的目的，本教材研製盡量朝下列的方向進行：

〔 1 〕 在符合教師於教室教學的需求方面：

- A. 一般媒體教室配合單槍投影機使用，因此字、圖、動畫、影片需大小適中、清晰。
- B. 教材內容容易修改，擴充以因應將來的課程綱要變化。
- C. 架構力求一目瞭然，以避免教師使用時因連結過於複雜而耗時間。
- D. 適當的圖片、動畫、影片充實視覺效果，以吸引學生注意力。

〔 2 〕 在將物理現象，以動畫具體化以利學習方面：

挑出教學經驗中，學生不易懂，易迷失的部分配合文字描述，即時呈現動畫以加強學習印象。

〔 3 〕 在配合學生的背景知識適合學生學習方面：

- A. 掌握學生的背景知識，如物理概念或數學基礎提出適當的文字描述與數學推導。
- B. 配合高中物理課程綱要，要求內容完整，廣泛度恰當，以避免學生自修時失去焦點。

〔 4 〕 在適合網路傳輸方向

- A. 將教材製作成網頁形式，以利瀏覽。
- B. 網頁的檔案盡量要求縮小，以利傳輸。

### 1.3 背景概況

現行的物理教材是教育部頒訂於八十八年開始實施，電磁學部分大致可分為靜電、電流、磁場和電磁感應四個主要部分。目前就此內容發行的教材多為課本，以平面方式的文字和圖面呈現，雖然有些出版社之版本內容充實，圖片精美，但個人認為若能取材各版本，截長補短，再配合上現在資訊科技的應用，將較不易領會的內容改以網頁、動畫、影片的方式呈現便能更加完美。

而在目前國內、外各知名的物理網站中如：花崗國中的王建忍老師製作的（<http://che.cycu.edu.tw/jamnet/flashexp.htm>）網站、西螺國中涂維聖老師製作的（<http://home.phy.ntnu.edu.tw/~bandy78/>）網站、台灣師大物理教學示範實驗室（<http://user.nksh.tp.edu.tw/Tause/>）物理園網站（<http://www.hk-phy.org/>）Internet Physics and Math with Java 網站，都有關於電磁學的精采動畫，但多以小單元為主，缺乏完整性。又如書鋒出版社所發行的高中物理教學軟體雖然有較完整的電磁學課程內容的呈現，但未能配合學生的背景知識，銜接上可能不盡理想，再加上未依新課程標準更新內容，實不適為教室上課之教材。

筆本者擬以九年的教學經驗，研製一份較適合拿來當上課使用的完整教材，亦適合擺在網站上供學生做自修和複習使用。

## 第 2 章研製過程

教材的製作程序為選訂主題，確定內容和架構，再針對主題來蒐集資料，然後根據需要，選擇所需要的硬體，再開始網頁製作，製成光碟並於網站發佈。流程圖如圖 2-1：

### 2.1 選訂主題

電磁學在日常生活上應用相當廣泛，但筆者教學經驗中確發現，不論是國中生或高中生在學電磁學時，總是特別困擾。學生其實是知道電磁學的有興趣和神奇，但對電磁學的抽象，不具體總是無法感受。另一方面，傳統書籍的文字描述和圖片似乎無法表達電與磁的性質和現象，因此決定從電磁學開始著手個人的教學媒體製作。

### 2.2 論文架構

本教學媒體是以網頁瀏覽方式呈現，其樹狀架構如下圖 2-2：

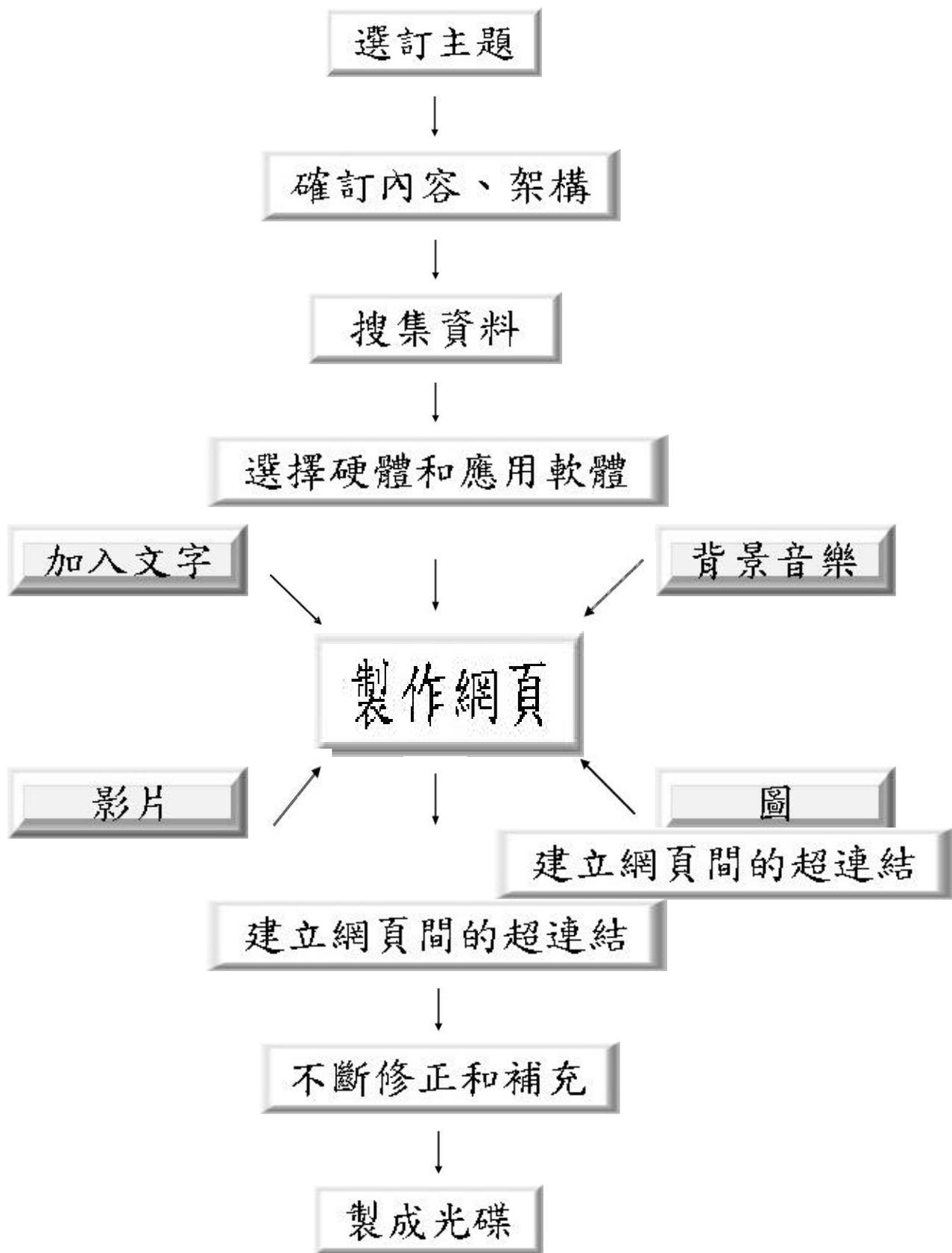


圖 2-1 網頁製作流程圖

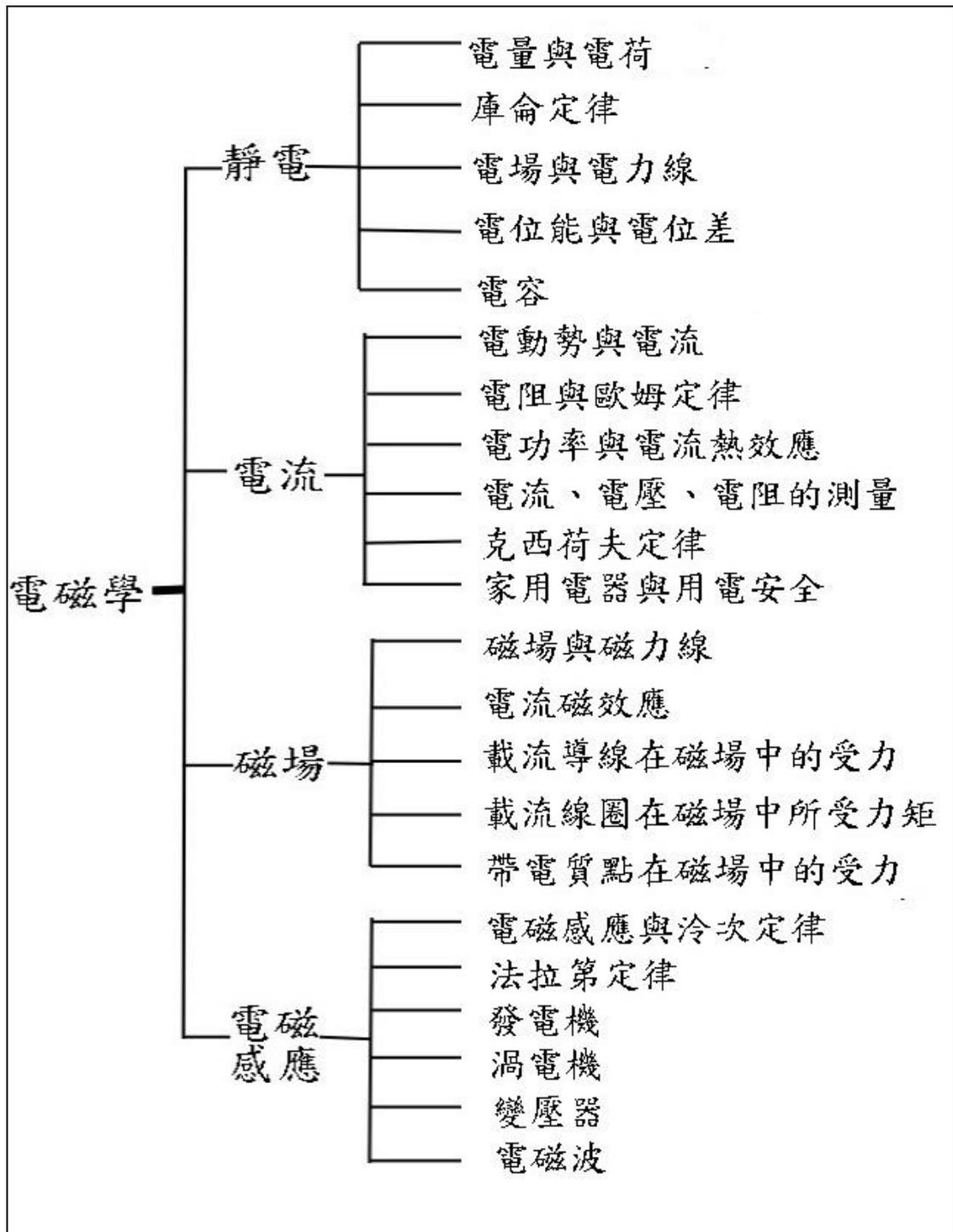


圖 2-2 架構圖

## 2.3 使用的硬體與應用軟體

### 2.3.1 教材製作所需的硬體設備

- 1、筆記型電腦一台，cpu 為 Pentium 366，配有音效卡、網路卡、

128M RAM、24 倍 CD-ROM、RW-ROM、1394 影像截取卡。

2、掃描器一台。UMAX 4400 , 600dpi

3、數位相機一台

4、數位攝影機一台

### 2.3.2 使用的軟體

#### 1. 網頁編輯軟體 FrontPage 2000

目前市面上較知名的網頁編輯軟體為美國微軟公司

(Microsoft)出版的 FrontPage 2000、美國 Macromedia 公司出

Dreamweaver 4.0 、全景軟體公司(Netscape)的大挪移和旗標

公司出版的 HomePage 2000 HTML 設計實務等四套編輯軟體，下

表將四套軟體作簡單比較：

網頁軟體	優點	缺點
微軟公司 Microsoft FrontPage 2000	容易操作，所見即所得，適合初學者，是 office 2000 系統的成員，相容性高。	網頁特效較少，且缺乏互動性又傳輸速率較慢。
Macromedia Dreamweaver	網頁特效較多、且互動性高。	操作較難、比較不適合初學者，無中文版。
全景軟體公司(Netscape)大挪移	一些動態效果已經設在其中，使用介面用圖形表示，活潑可愛。	功能稍不如 Front Page 2000，設計時受限多。
旗標公司 Homepage 2000 HTML 設計實務	使用語法設計。自由度最大。可剪貼其他的 J A V A 語法增加網頁的動態效果。	如程式設計，需記 H T M L 語言不易上手。

表 2-1 網頁編輯軟體比較表

基於普遍及性和個人是初學因素選擇 Microsoft FrontPage 2000。

## 2. 動畫應用軟體採用 - 美國 Macromedia 公司的 F lash 5

F lash 5.0 為目前最普及也最受歡迎的動畫製作軟體，前陣子阿貴，訐譙龍動畫角色風騷全台，皆是用 Flash 製作的動畫，能夠製作向量式圖形的動畫影片，又能透過程式指令製作互動式動態網頁。而本教學媒體主要特色即是要以互式的動態網畫來引起學生學習動機與透過動畫來表電磁學部分難以感受的性質和現象。再加上 Flash 製作的檔案資料容量小適合網路傳輸，因此選擇 Flash 5.0 為本教材研製的動畫軟體。

## 3. 影像處理軟體採用-台灣友立資訊公司的 PhotoImpact 6.0

目前市面較普及的影像處理軟體屬 Adobe 公司出版的 photoshop 6.0 最為風行，它有先進的圖層控制管理，精確的色彩管理，便利的網頁支援、強大的向量支援、親切的操作平台，是一套相當精緻全方位功能的美術軟體，為一般廣告教學和廣告公司所採用。筆者採用由友立資訊研發出版的 PhotoImpact 為影像軟體有以下兩個主因素，一、初學者容易上手使用。二、其功能卓越，富變化，舉凡向量形，文字繪製，圖片縮放、剪裁、旋轉、透明化，以及附有各種特效處理功能已足以滿足、製作教學媒體

的需求。三、PhotoImpact 可以將點陣圖(Bit-Mapped Graphics , 簡稱 BMP)轉換成檔案儲存容量較小的 GIF、JPG 或 PNG 等不同儲存格式適合網路傳輸。下表是各格式檔案的比較 (施威銘研究室、民 89)

圖檔格式	優點	缺點
BMP	使用普遍色彩豐富。	儲存容量大，不適合窄頻的傳輸速率。
GIF	檔案的儲存容量小，可製作 GIF 動畫。	只能儲存 256 色的色彩數目。
JPG	可將檔案的儲存壓縮得很小。	圖形的精緻度會因壓縮率的提高而降低。
PNG	檔案的儲存容量不大，色彩豐富。	無法儲存成 GIF 動畫

表 2-2 圖片檔格式比較表

#### 4. 影片剪輯軟體採用 台灣友立資訊公司的「繪聲繪影 5」

目前市面上常見的影片剪輯軟體中，較普遍的有台灣友立資訊公司的「繪聲繪影 5」，與美國 Adobe 公司出品的 Premiere 6.0。前者功能較簡單，初學者容易上手，價格較便宜，而後者功能較完整，屬專業版，且價位較高。相較之下，本媒體採用「繪聲繪影 5」。

### 2.4 網頁製作

教學媒體網頁的製作，有其一般共通的製作過程，而每一網頁內容的安排卻都有其訴求，因此擬先就其相同處做說明，再就各網頁的內容與訴求做個別說明。

### 2.4.1 所有網頁製作的共通性：

#### 1. 文字與方程式部份：

本教學媒體中，為闡述電磁學中之定義、現象和定律，因此每頁網頁中，都包含了文字與方程式。文字部份是以 office 2000 的 Word 來編輯而成，方程式部份也是以 Word 的方程式編輯器編輯的。編輯完成後，再以複製的方式貼到 FrontPage 所開的網頁上。惟方程式在貼到網頁後是以圖形檔形式呈現。

#### 2. 圖片部份：

本媒體中為了使學生掌握物理事實，所以配合了文字與方程式，放置了不少的圖片。圖片是由各種書籍搜集而得，以掃描器掃描後再以 PhotoImpact 編修完成，最後再貼到網頁上。

#### 3. 動畫部份：

本教材中文字、方程式和圖片在表達物理現象時，常嫌不足，因此在整個教材製作過程中安插了近二十個 Flash 動畫，以容入時間概念，期能引發學生興趣，並增強學生印象。Flash 提供類似繪製卡通的機制-圖層，可將畫面上動態物體，與靜態的背景分開設計，簡化了設計的複雜度；利用時間軸，可以讓 Flash 在不同的時間顯示不同的畫面；我們只

要設計動畫的頭、尾，使用漸變運算，可以幫我們畫出中間的變化，相當方便；向量繪圖表現方式，使得成品可以放大而不失真。另外在少數幾個動畫中也用了引導線、遮罩、alpha 值、元件、按鈕，來完成動畫。Flash 動畫，再由 FrontPage 網頁以超連結的方式打開。

#### 4. 影片部份：

本媒體加入了幾個影片，除了一個是驗電器使用的影片外，其餘都是簡單的小實驗，以增強學生學習效果。影片是以 SONY DV 拍攝，以「繪聲繪影 5」剪成的 avi 檔，再由 FrontPage 網頁以超連結的方式打開。

#### 2.4.2 各網頁製作的內容與訴求：

以下擬就首頁與靜電、電流、磁場和電磁感應四個主章節共五個網頁做說明，其餘二十二個子網頁請參看光碟片，另外也將就內容中二十一個動畫與五個影片做介紹。由下一頁開始。

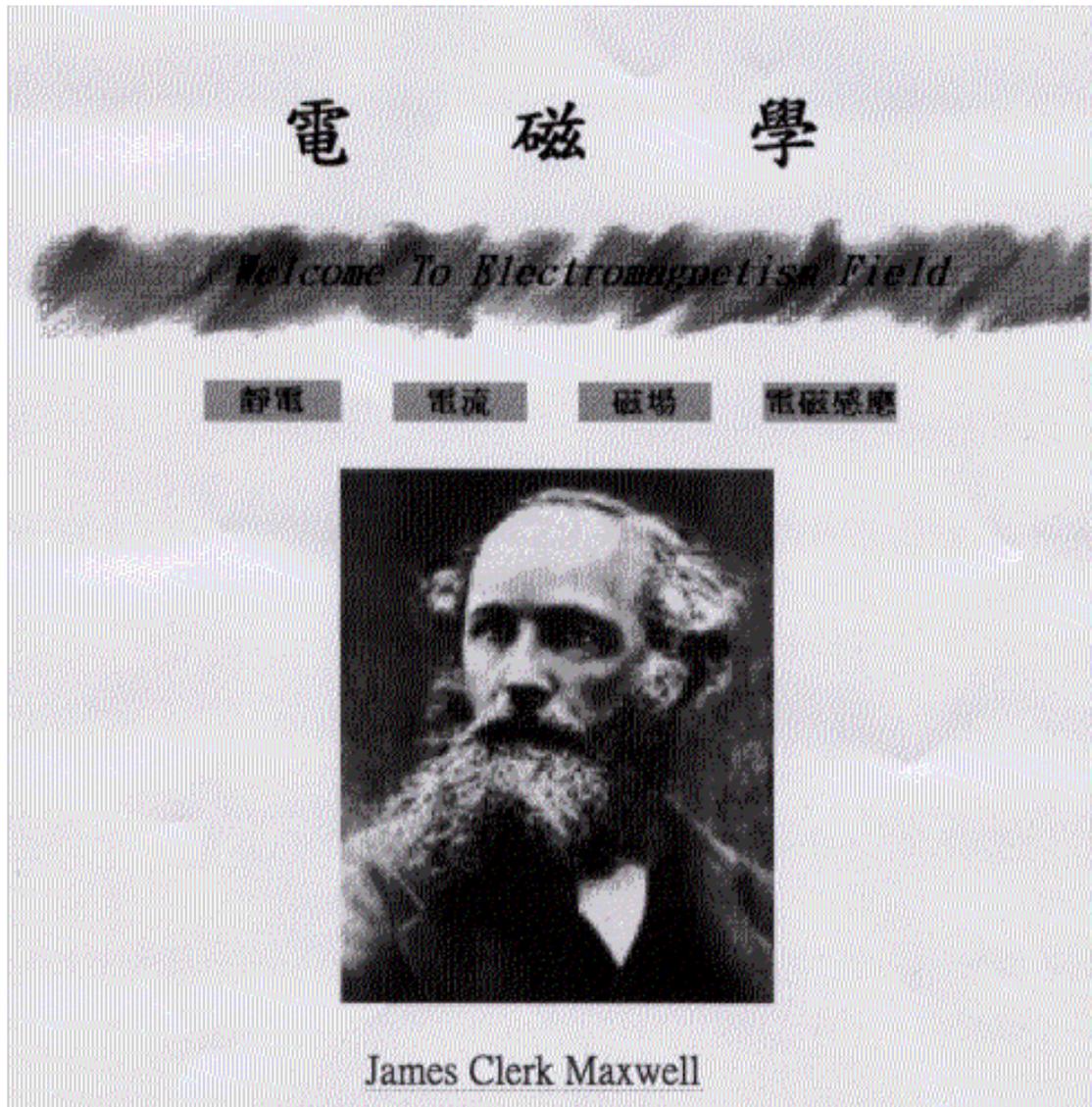


圖 2-3 電磁學首頁

網頁說明：整個電磁學教材的首頁

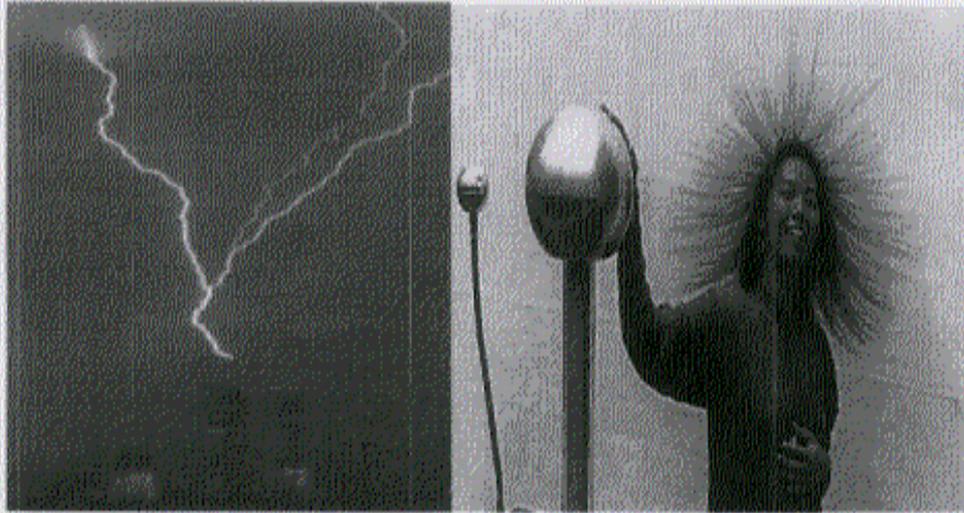
製作目的：宣告本教材內容，以動態按鈕連結到四個主章節。介紹電

磁學大師 James Clerk Maxwell。

# 靜電

靜止的電荷簡稱靜電。靜電作用是我們在日常生活中常見的現象。

[電荷與電量][庫倫定律][電場與電力線][電位能與電位差][電容]



靜電中和引起的閃電

靜電引起頭髮間的排斥作用

圖 2-4 電靜網頁

網頁說明：教材中第一個主題靜電。

製作目的：以超連結宣告靜電內容，兩張插圖簡介靜電現象以引起學生學習興趣。

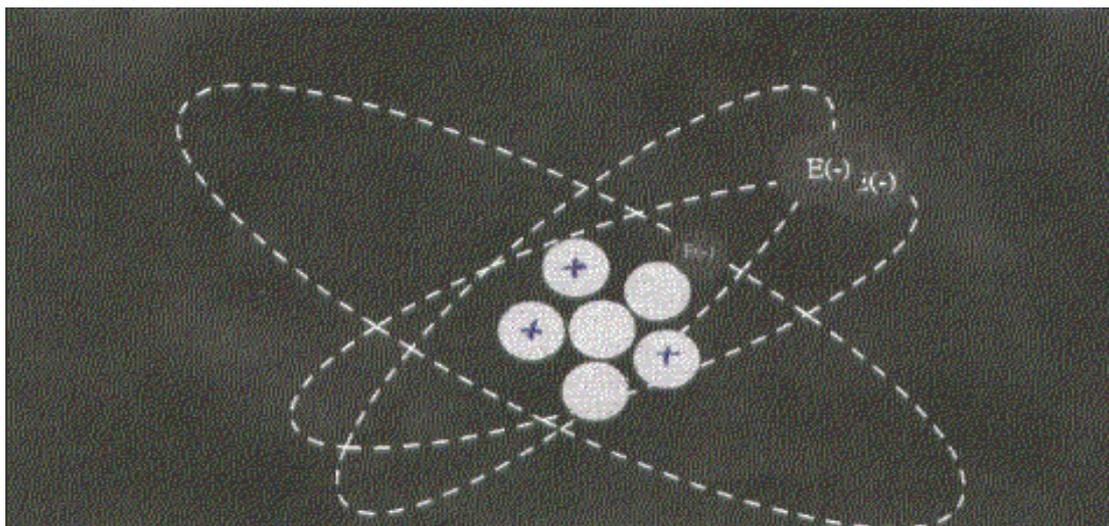


圖 2-5 拉塞福原子模型

動畫說明：拉塞福原子模型

製作目的：配合原子構造的文字與圖片描述，容入動態效果增強學生學習印象。

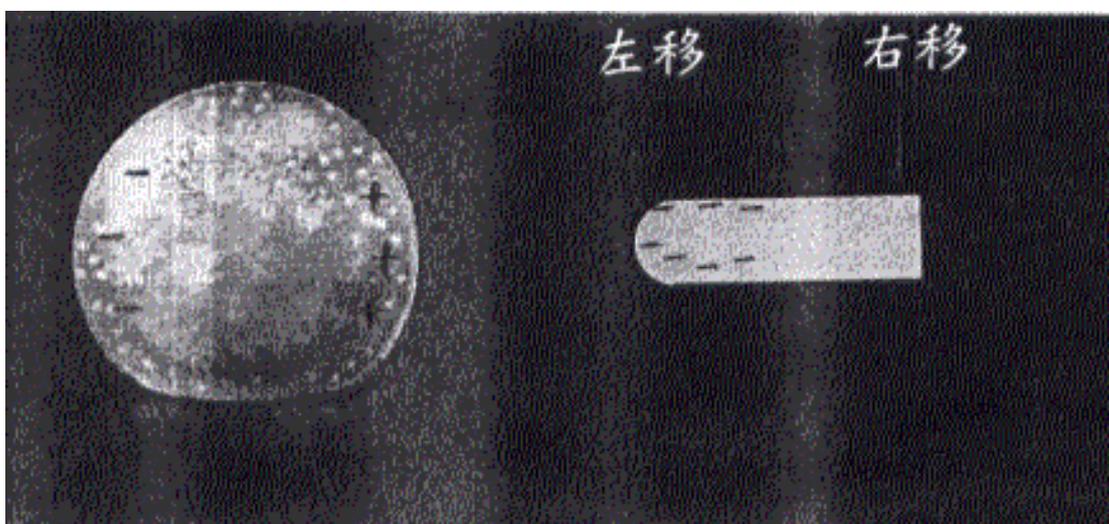


圖 2-6 金屬球的靜電感應

動畫說明：金屬球在帶電體靠近時的靜電感應現象。

製作目的：容入動態效果，補強感應電量與距離關係。

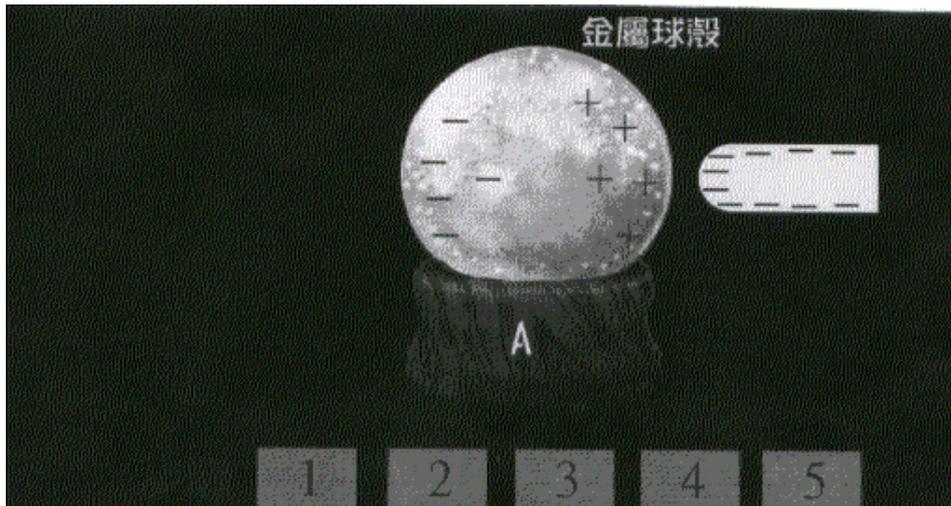


圖 2-7 金屬球殼感應起電

動畫說明：金屬球殼利用靜電感應原理，感應起電的情形。

製作目的：利用按鈕，可由學生反復操作，增強印象。並由動畫呈現電荷分佈情形。

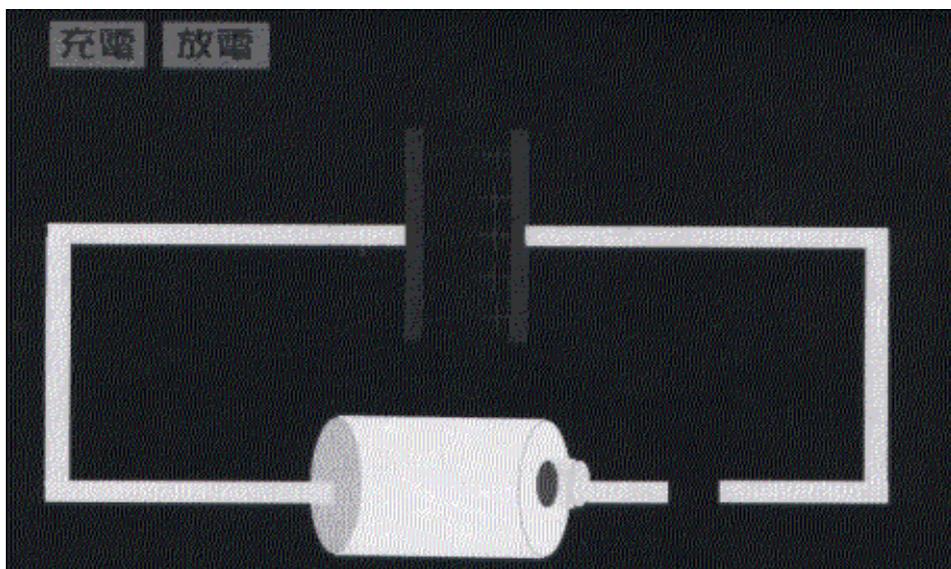


圖 2-8 電容器充電、放電

動畫說明：電容器接電池充電、接燈泡放電。

製作目的：以動畫呈現充電時電荷儲存與放電時電容供應電能情境，使學生更瞭解電容器儲存電能的功用。

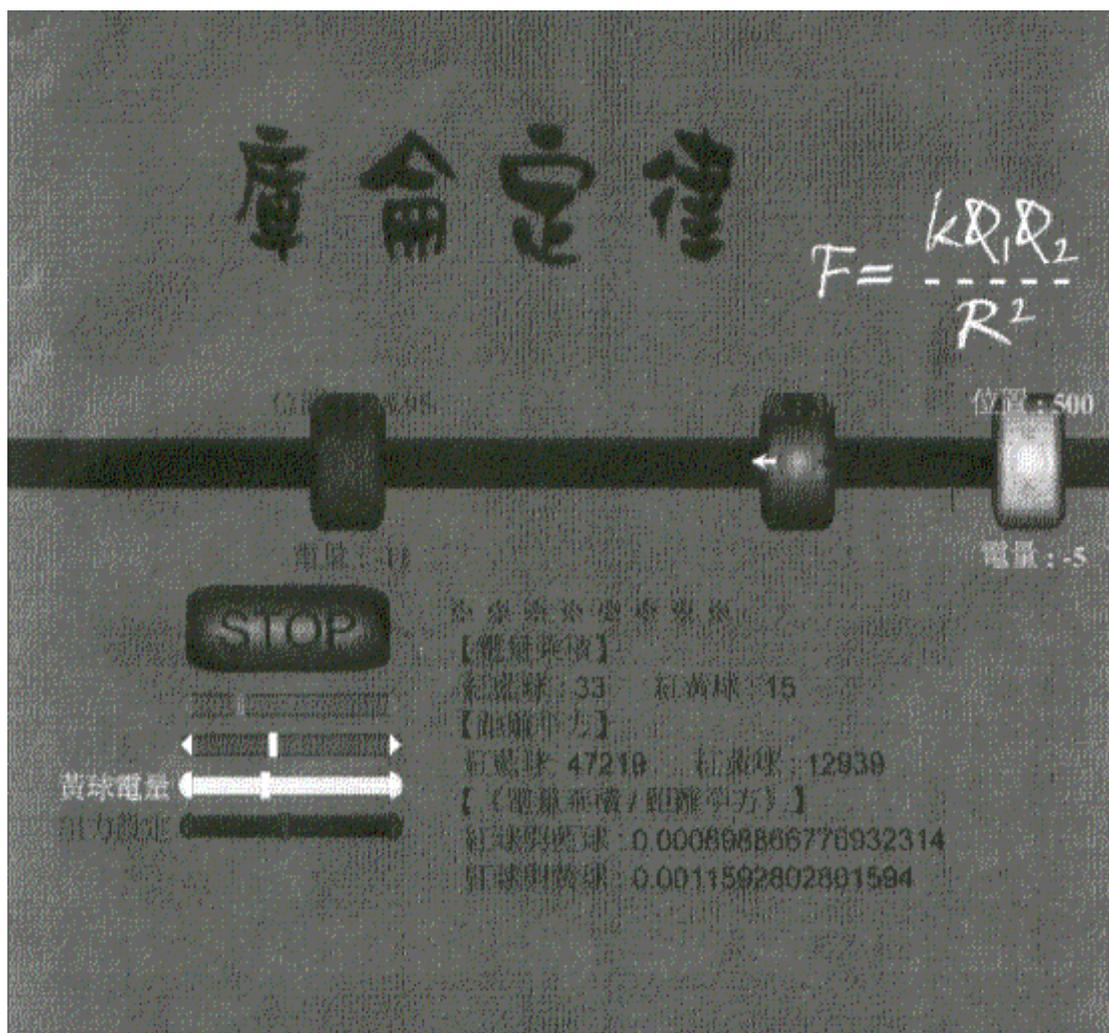


圖 2-9 庫倫靜電定律

動畫說明：以帶電球的運動探討庫倫定律。

製作目的：利用調整三個球的電量與位置，其中黃、藍兩顆固定，觀察紅球受黃球和藍球庫倫力作用而運動情形，使學生掌握庫倫靜電力與電量成乘積成正比，與兩電荷間的距離平方成反比的現象。

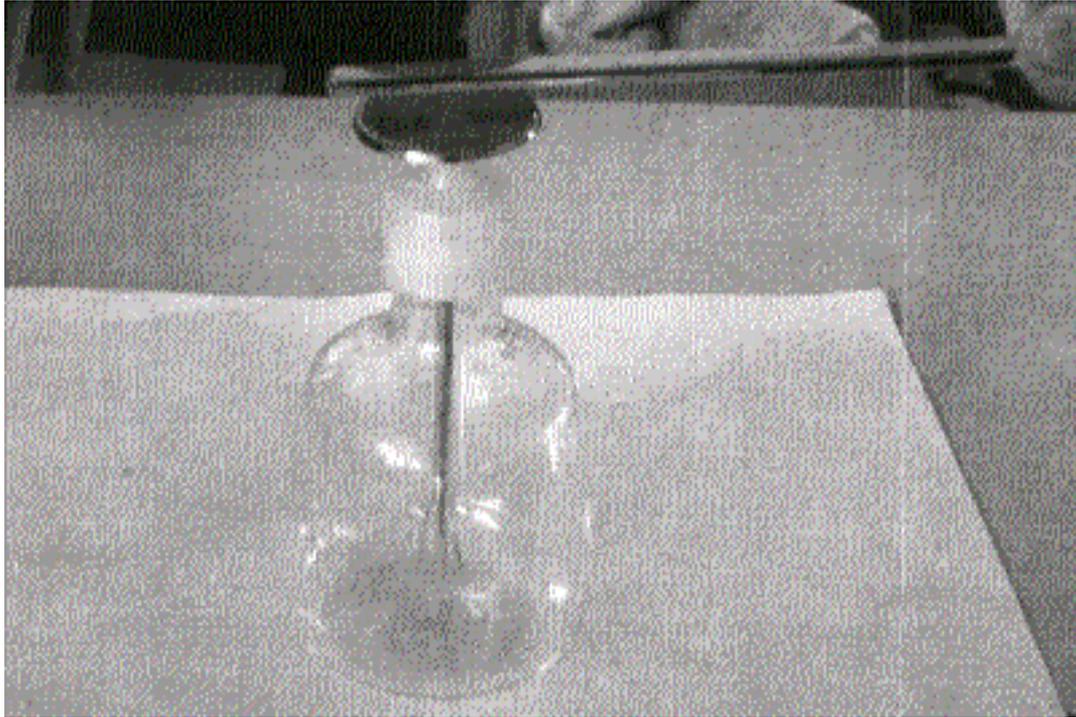


圖 2-10 驗電器

影片說明：驗電器使用。

製作目的：使學生瞭解驗電器的使用、靜電感應電量與帶電體庫靠近程度的關係。

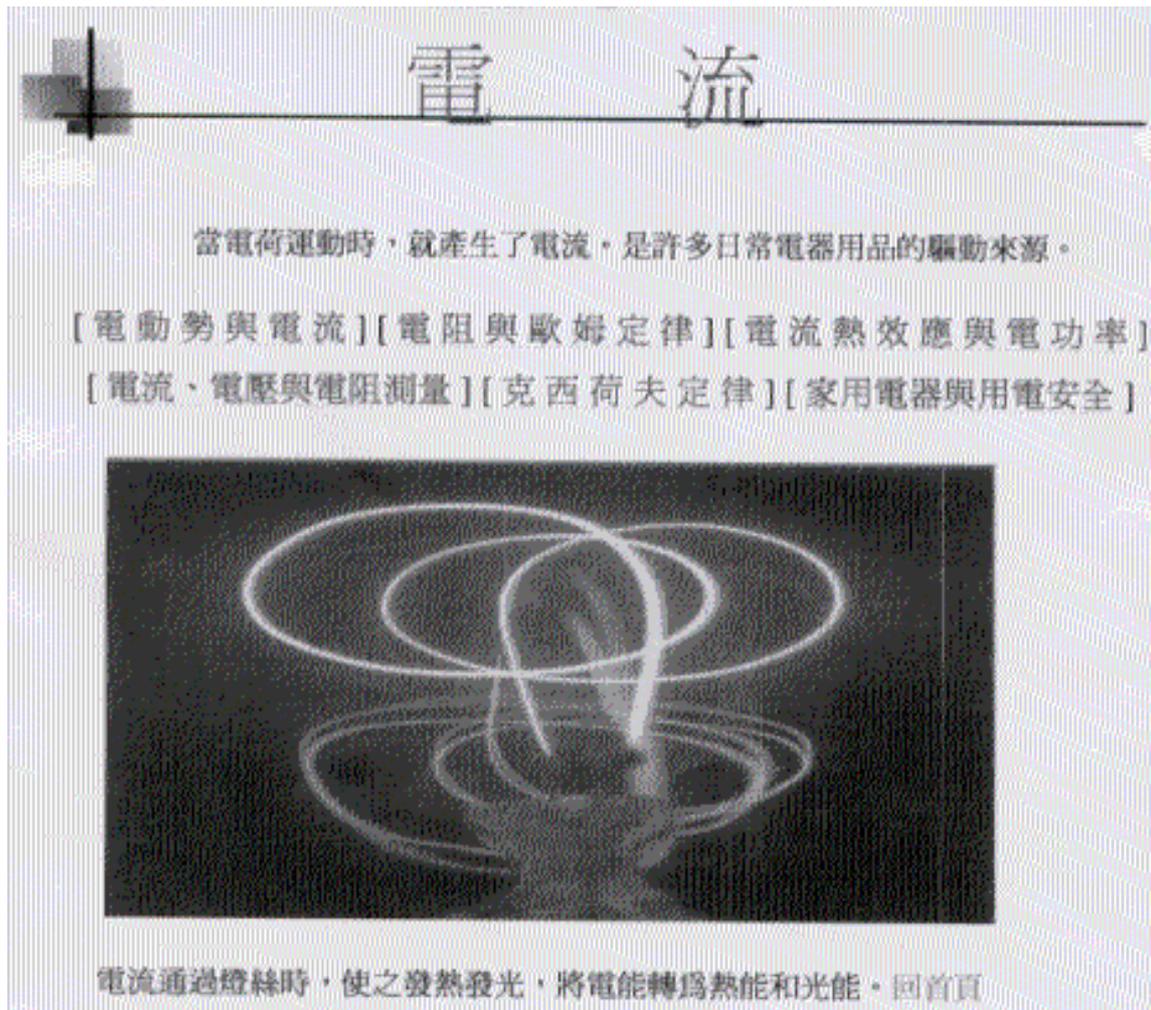


圖 2-11 電流網頁

網頁說明：教材中第二個主題電流

製作目的：以超連結宣告電流內容，插圖為電流流過燈絲，產生熱效應而輻射出可見光，以日常生活常見、常應用的現象來引起動機。

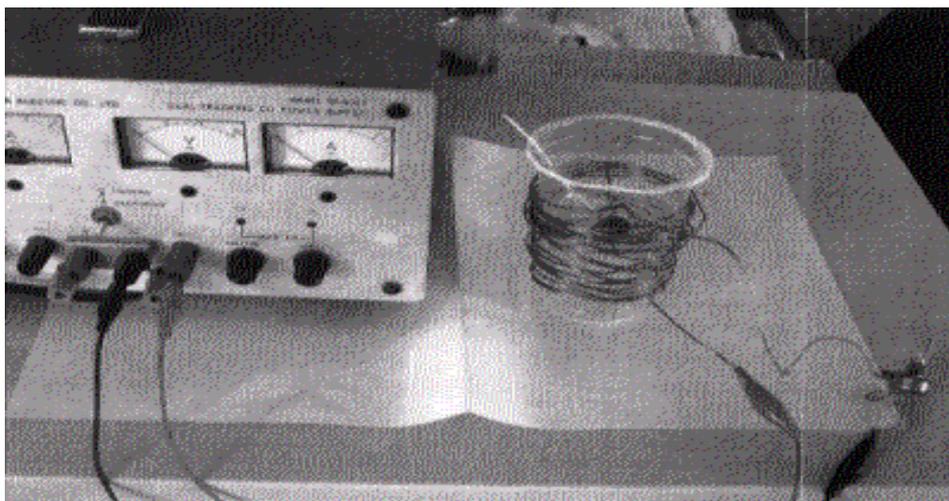


圖 2-12 簡易檢流計製造

影片說明：以載流線圈產生的磁場與磁鐵的磁力作用製造簡易檢流計

製作目的：使學生瞭解安培計、伏特計內部檢流計的原理

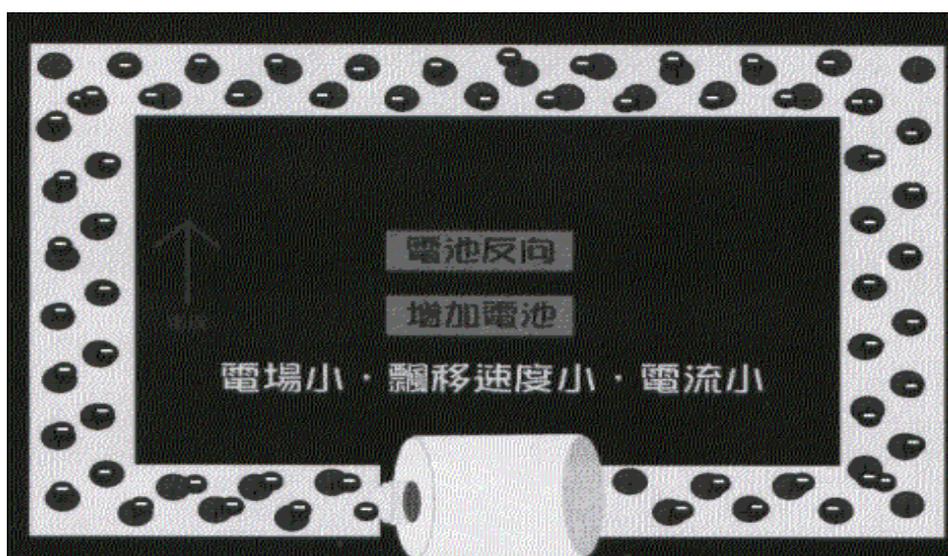


圖 2-13 漂移電流

動畫說明：電池電動勢驅動電子漂移形成電流。

製作目的：利用按鈕選擇電池接法和調整總電動勢大小，呈現快慢、  
方相不同的電子漂移情境，以利學生掌握電動勢驅動電流的物理現象。

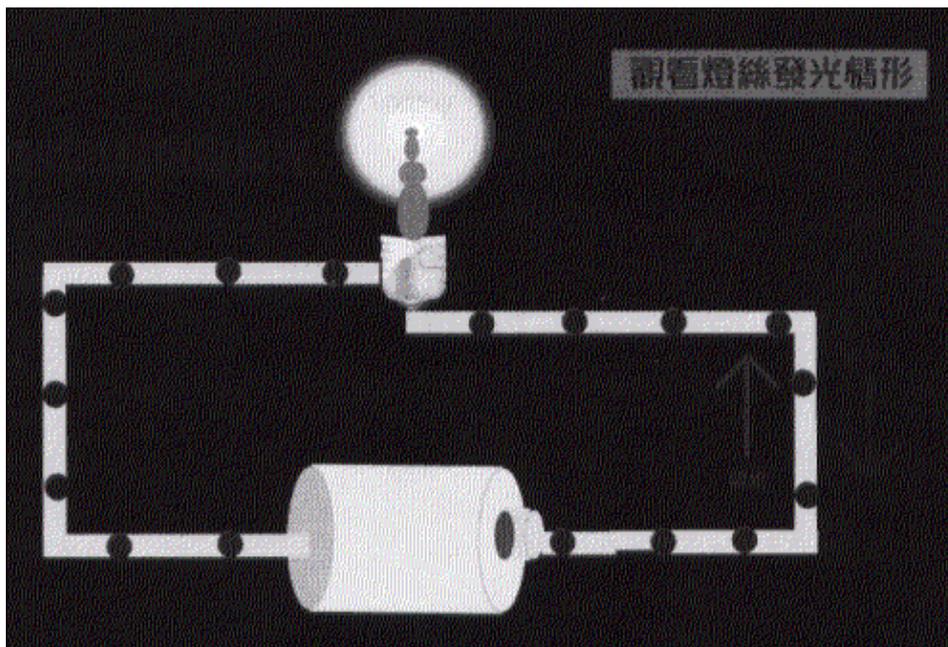


圖 2-14 電流熱效應

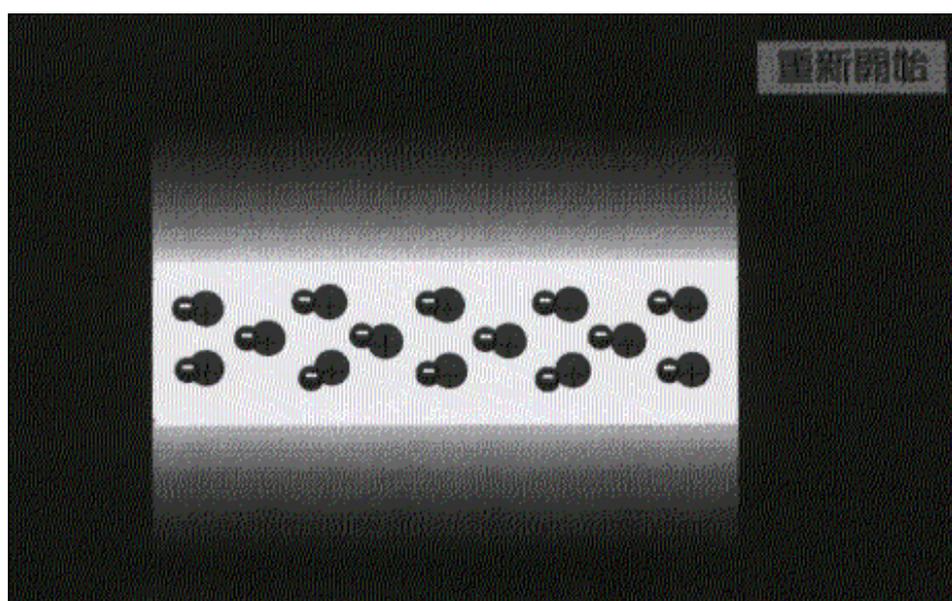


圖 2-15 熱輻射可見光

動畫說明：電池供電能由電流流經電阻時轉成熱能與光能。

製作目的：使學生瞭解電流流過電阻性電器燈泡時，熱能的產生，及燈絲由低溫到高溫下，熱輻射出不同顏色的可見光情形。



# 磁 場

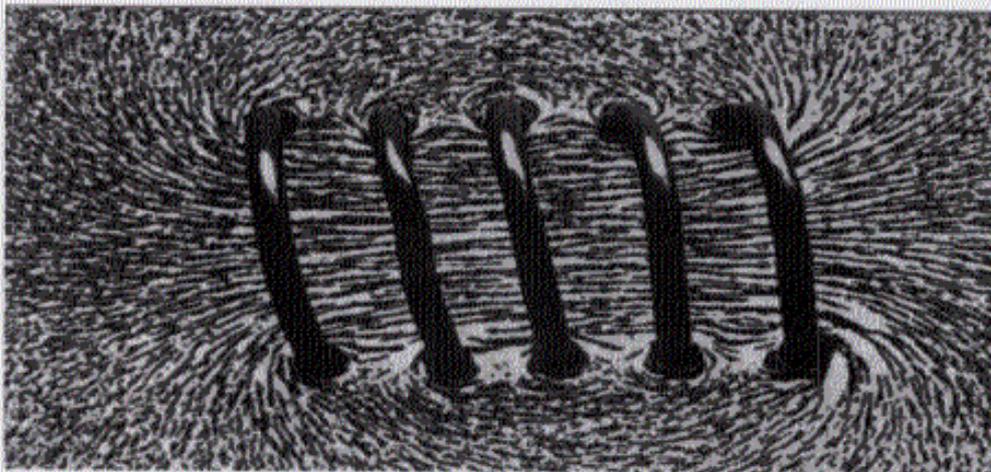
回

首頁

磁的現象發現甚早。厄司特發現了電流可以產生磁場後，電與磁的關係開始引人興趣。

[磁場與磁力線][電流磁效應][載流導線在磁場中的受力]

[載流線圈所受力矩][帶電質點所受磁力]



載流螺線圈所產生的磁場，類似棒形磁鐵的磁場。

回首頁

圖 2-16 磁場網頁

網頁說明：教材中第三個主題磁場

製作目的：以超連結宣告磁場內容，插圖在引起學生電與磁息息相關的概念。

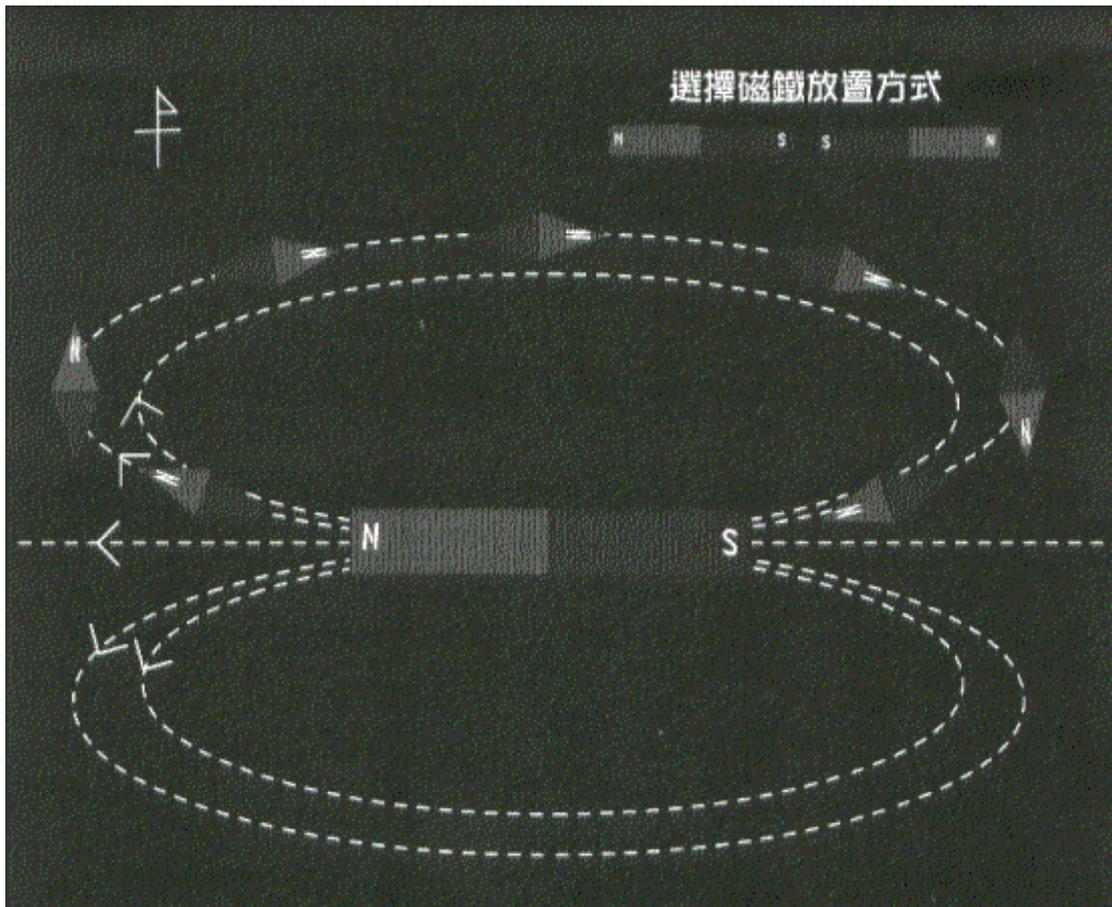


圖 2-17 條形磁鐵磁場分佈

動畫說明：所有磁針原受地磁影響都向北指，條形磁鐵放置後磁針受磁鐵磁場作用而轉向磁場方向。

製作目的：使學生瞭解條形磁鐵磁場分佈，並可立即調整磁鐵放置方式以增強學生認識磁力線走向和分佈的疏密情況。

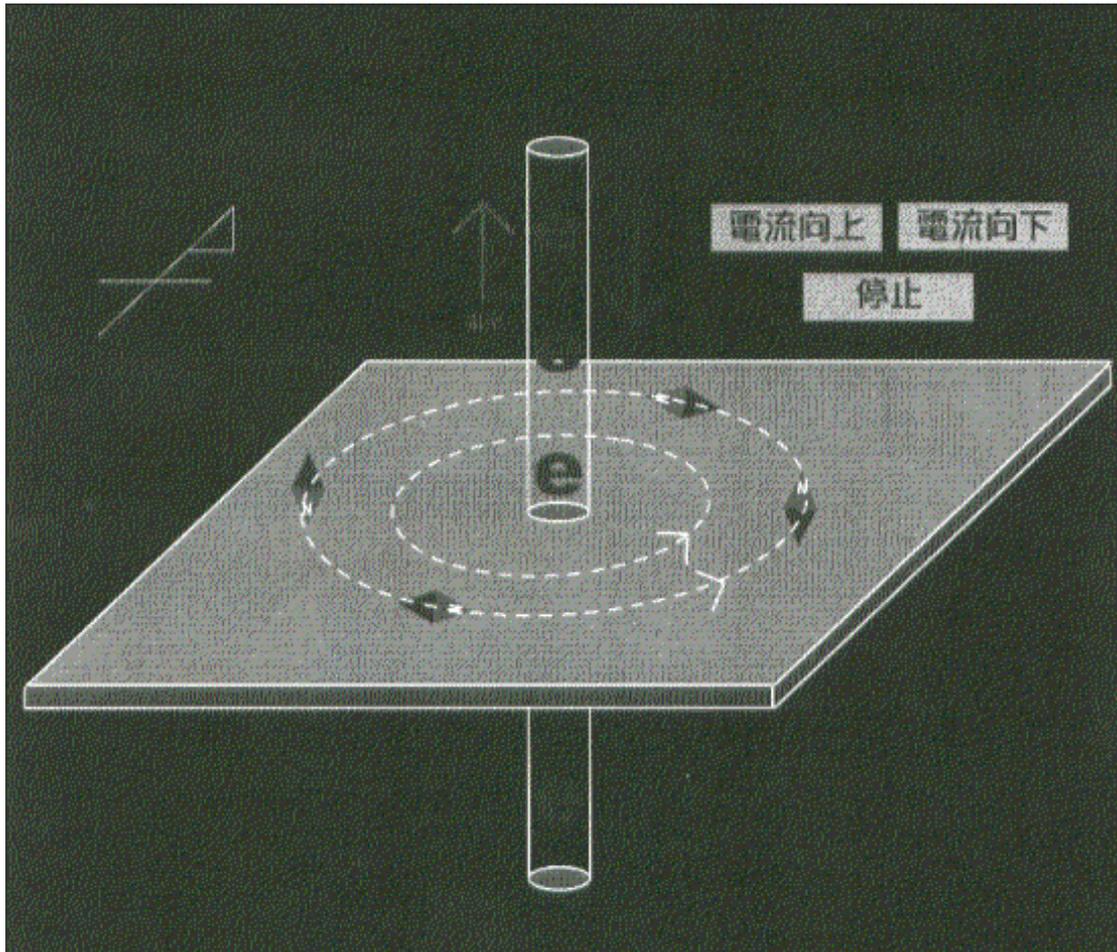


圖 2-18 載流長直導線的電流磁效應

動畫說明：所有磁針原受地磁影響都向北指，長直導線的電流產生磁效應在周圍建立磁場時，磁針皆轉向其所在處的磁場方向。

製作目的：補插圖的不足，容入動態效果，引起學生注意。並由電流方向調整，增強學生對安培右手定則與載流長直導線電流磁應的磁場分佈印象。

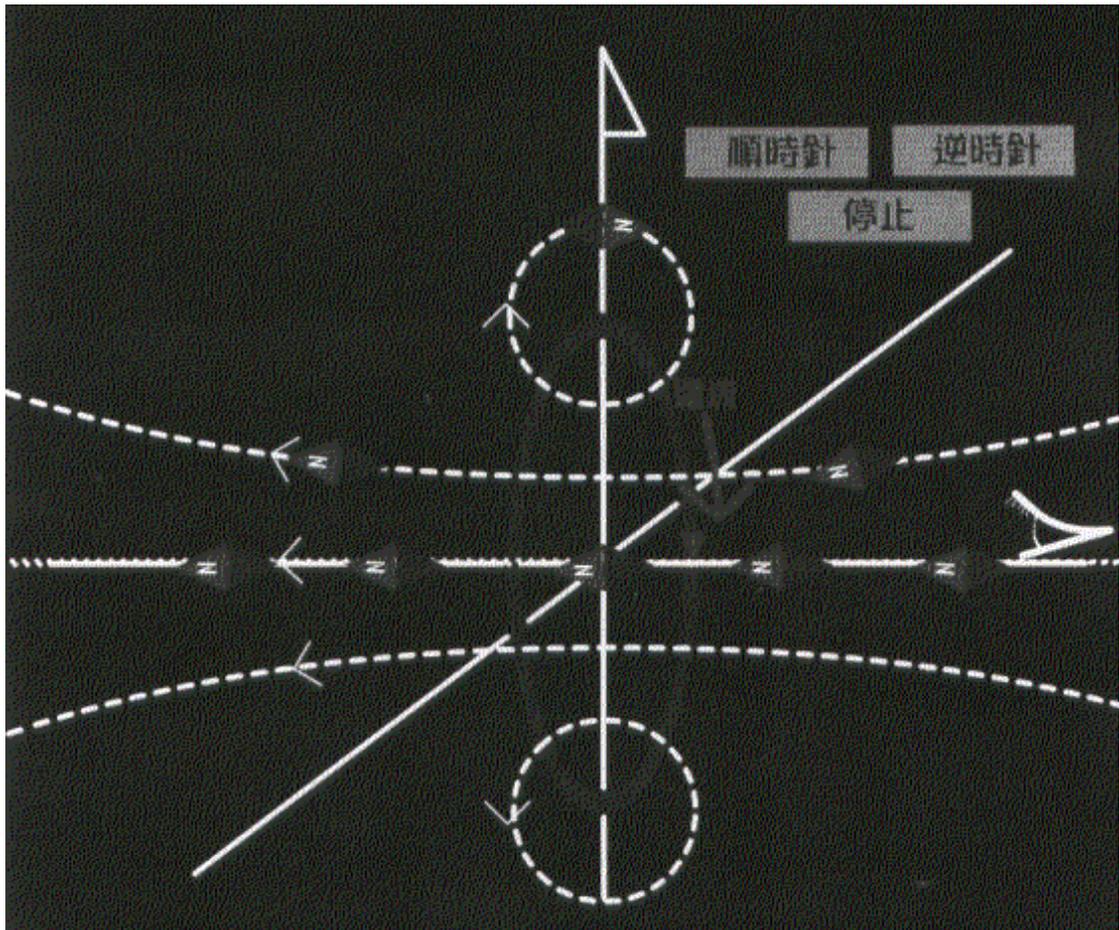


圖 2-19 載流圓形導線的電流磁效應

動畫說明：所有磁針原受地磁影響都向北指，圓形導線的電流產生磁效應在周圍建立磁場時，磁針皆轉向其所在處的磁場方向。

製作目的：補強教材中文字與圖片的不足，容入動態效果，引起學生注意。並由電流方向調整，增強學生對安培右手定則與磁場分部的印象。

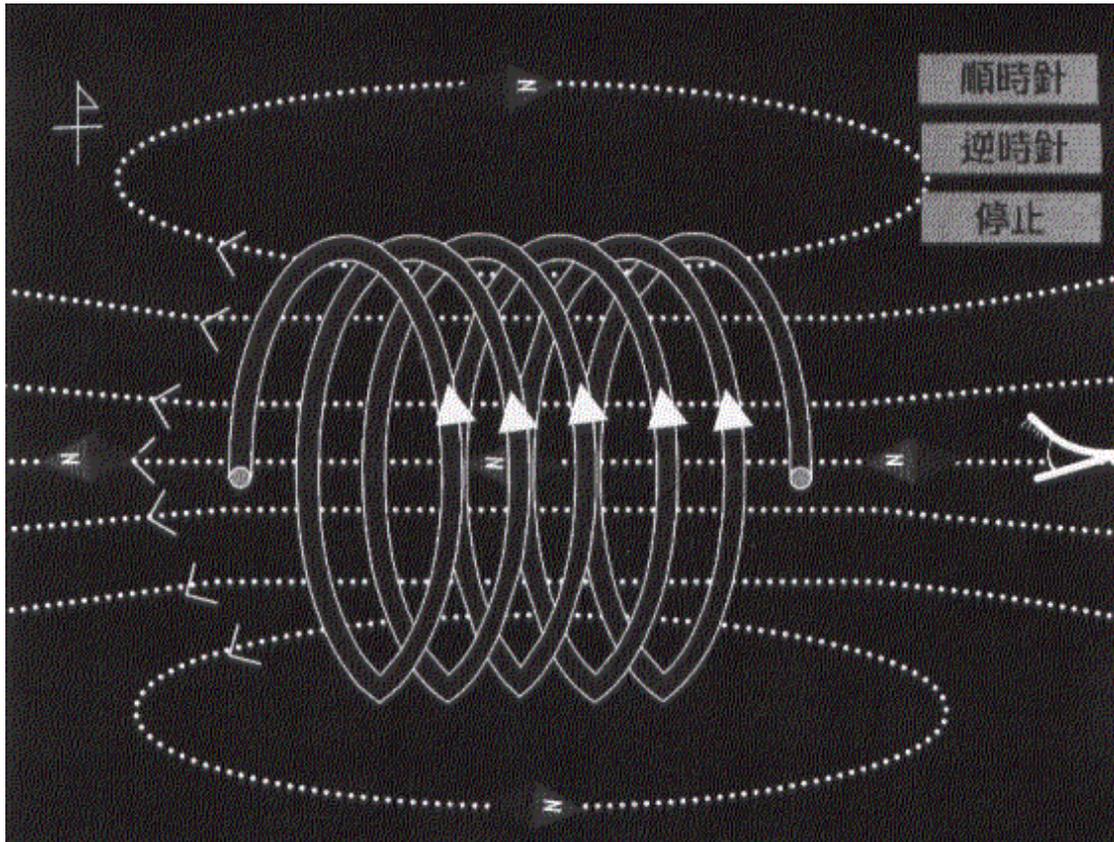


圖 2-20 載流螺線形導線的電流磁效應

動畫說明：所有磁針原受地磁影響都向北指，螺線形導線的電流產生磁效應在周圍建立磁場時，磁針皆轉向其所在處的磁場方向。

製作目的：補強教材中文字與圖片的不足，容入動態效果，引起學生注意。並由電流方向調整，增強學生對安培右手定則與磁場分佈的印象。

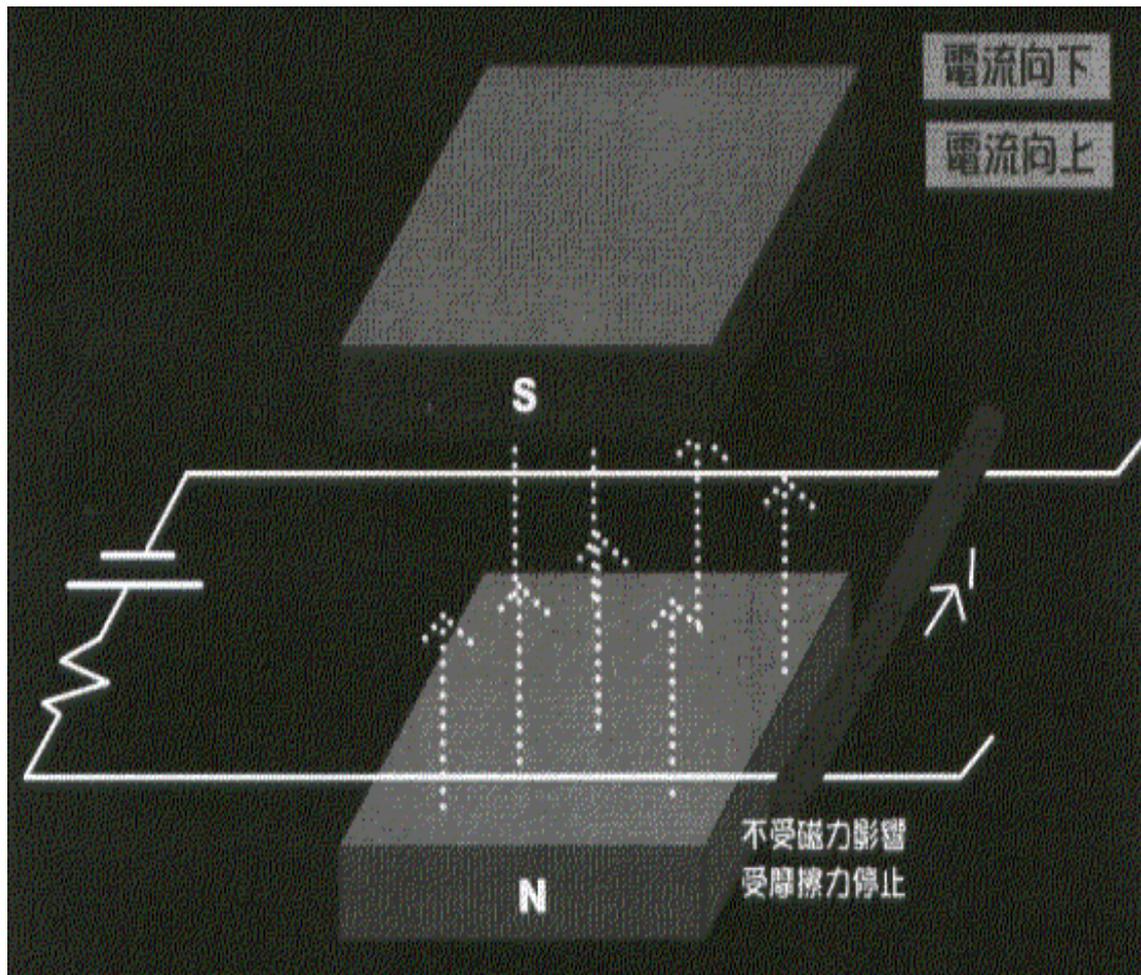


圖 2-21 載流直導線在均勻磁場中的受力

動畫說明：載流直導線通電後在均勻磁場中的受力，而沿軌道運動。

製作目的：將教材中的圖片，容入動態效果，引起學生注意。並由電

流方向的調整，增強學生對載流直導線，在均勻磁場中受

力現象的瞭解。

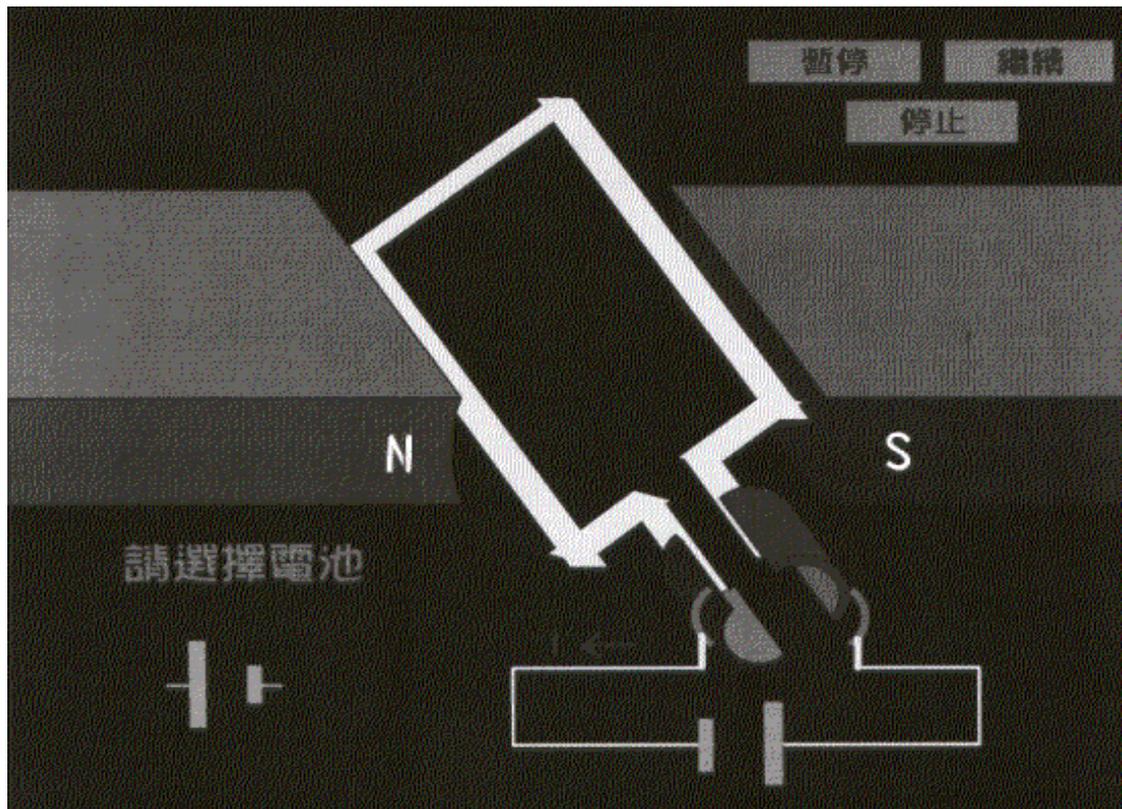


圖 2-22 直流電動機

動畫說明：以按鈕選擇電流流入方向，線圈受磁力產生力矩而轉動，  
可以暫停鈕觀察磁力方向。

製作目的：將教材中的圖片，容入動態效果，引起學生注意。並由電  
流方向的調整，配合動畫中的暫停鈕來顯示線圈受力情形  
與轉動方向，增強學習效果。

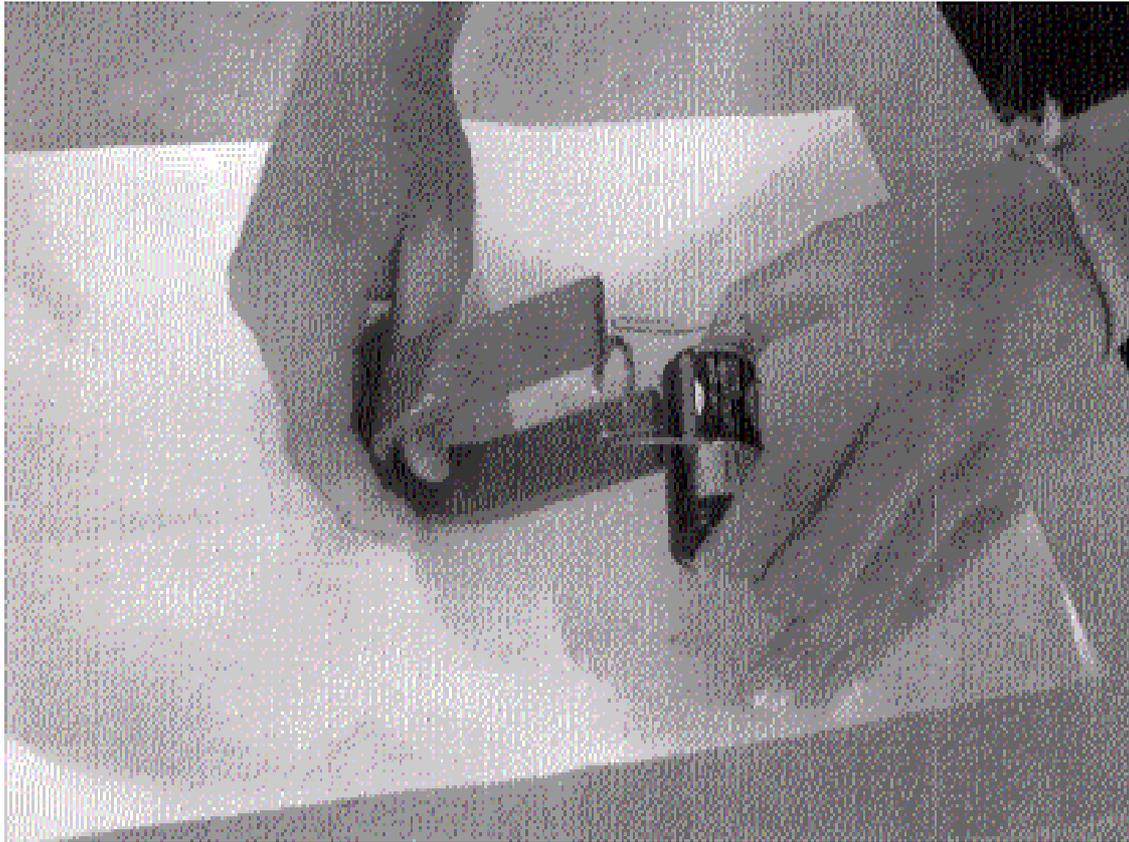


圖 2-23 簡易馬達

影片說明：簡易馬達製作。以漆包線纏繞的圓形線圈為電樞，用乾電池提供直流電，使其在 U 形磁鐵中受磁力而轉動。

製作目的：使學生知道馬達就是這麼簡單，增加學生學習興趣。

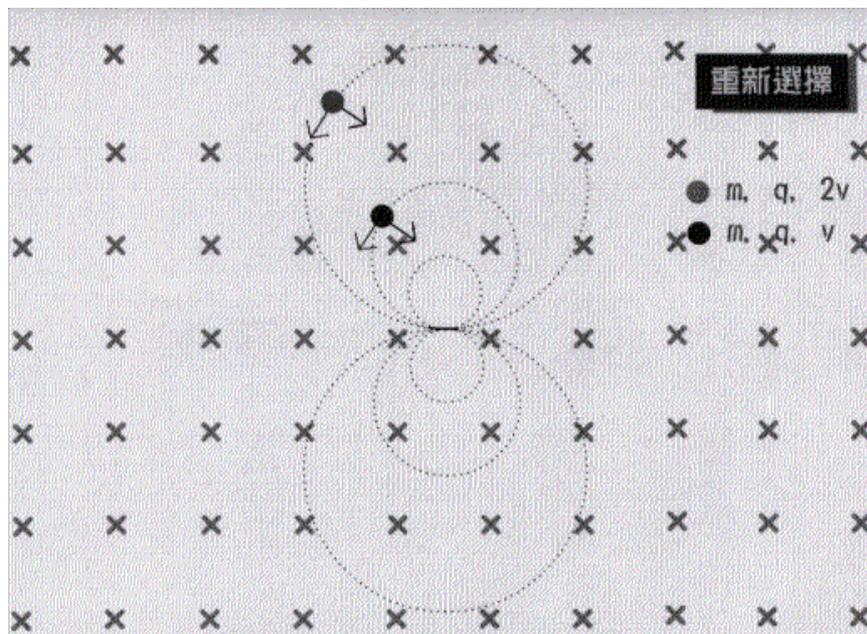
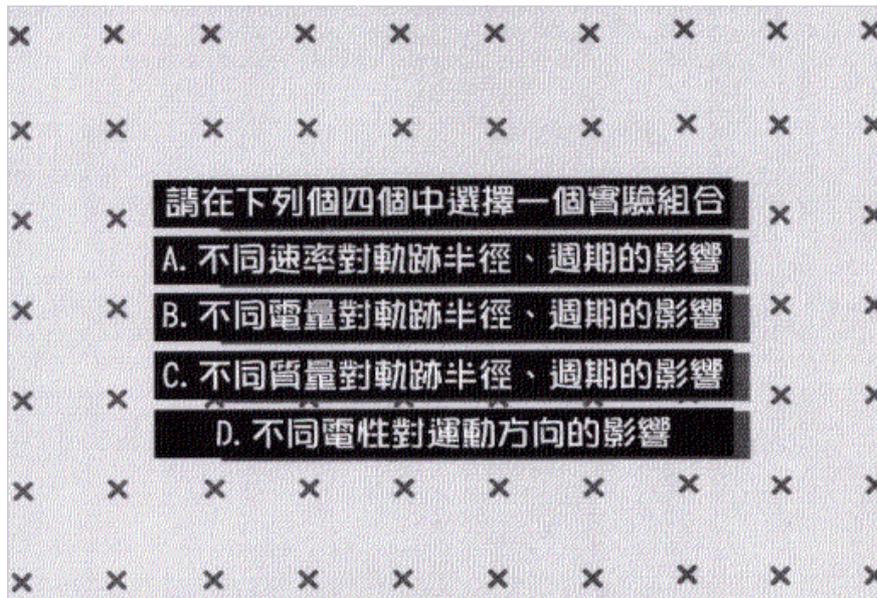


圖 2-24 帶電粒子在均勻磁場中的等速率圓周運動

動畫說明：帶電粒子垂直射入均勻磁場，做等速率圓周運動。

製作目的：補強教材中文字與圖片的不足，容入動態效果，引起學生注意。並設計了三個選鈕分別探討速率、電量和粒子質量對半徑與週期的影響，另設計了一個按鈕探討電性對運動方向的影響。

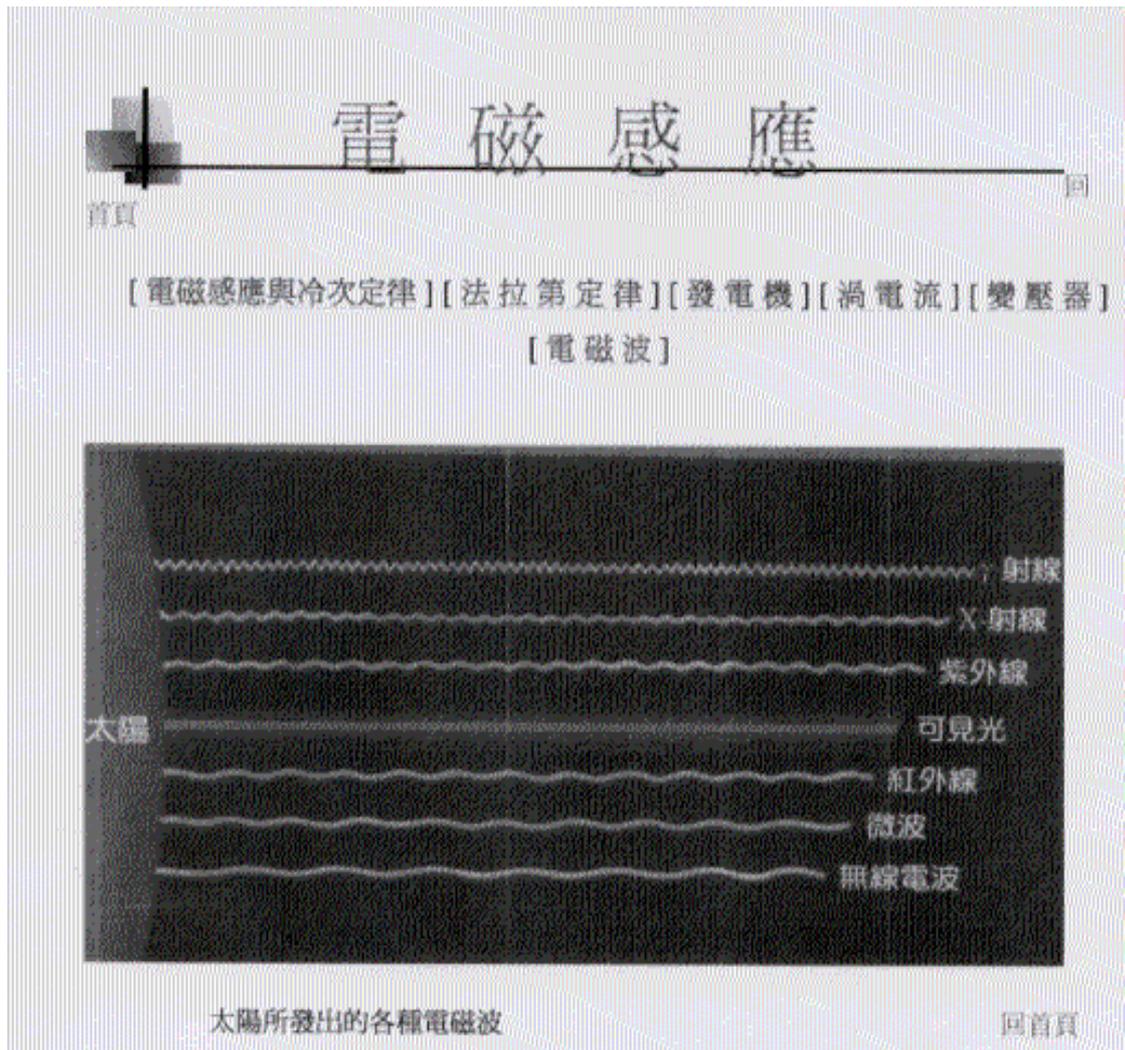


圖 2-25 電磁感應網頁

網頁說明：教材中第四個主題電磁感應

製作目的：以超連結宣告電磁感應內容，插圖為太陽輻射的波譜，期能引起學生學習動機。

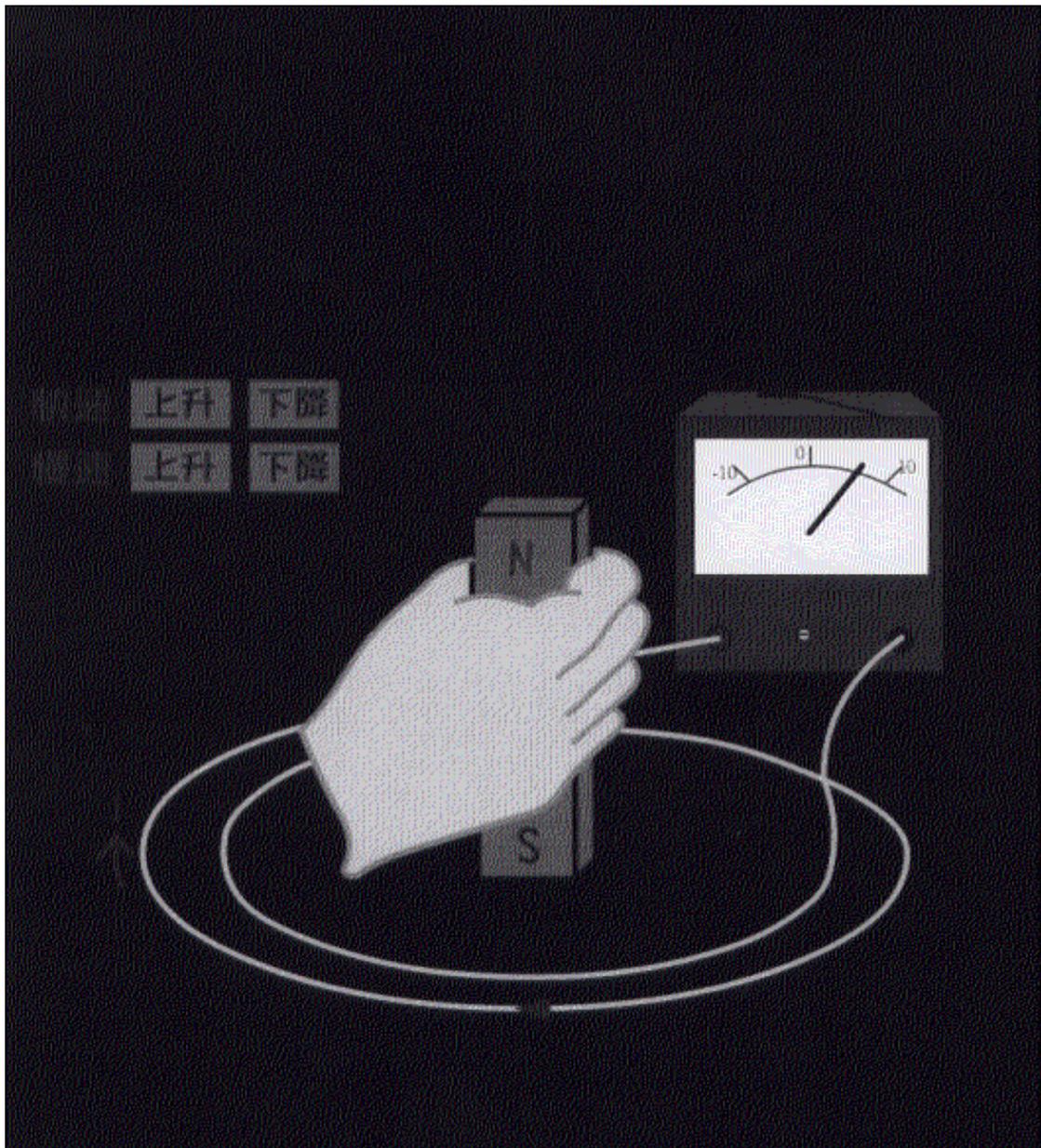


圖 2-26 電磁感應現象

動畫說明：以按鈕選擇磁鐵移動方向與快慢，使迴路產生感應電流。

製作目的：將網頁中圖片的磁場變化與感應電流，容入動態效果，引起學生興趣。並由按鈕調整磁場變化方向與變化快慢，觀察感應電流的大小及方向，協助學生對電磁感應現象的認知。

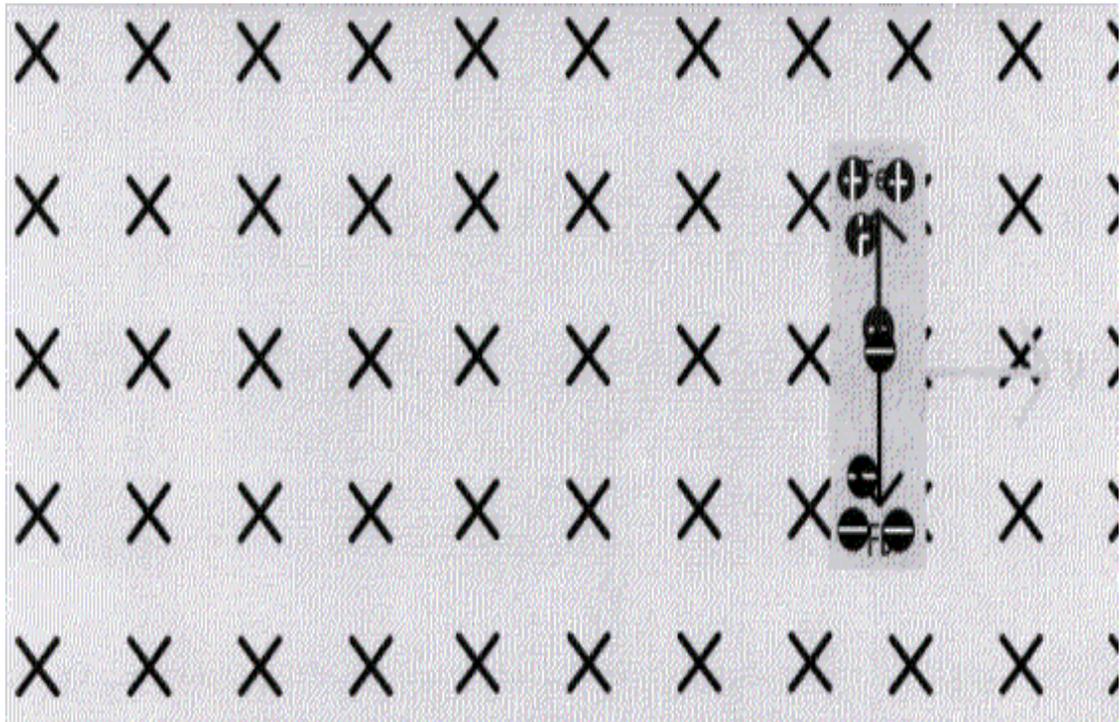


圖 2-27 導線切割磁力線兩端形成電位差

動畫說明：以  $v$  等速運動的導線切割磁力線，自由電子受力向一端  
累積，另一端正電荷較多帶正電，而在導線兩端形成電位  
差。

製作目的：此物理現象，大部份學生都不易理解。設計此動畫期能幫  
助學生瞭解電位差形成的原因。

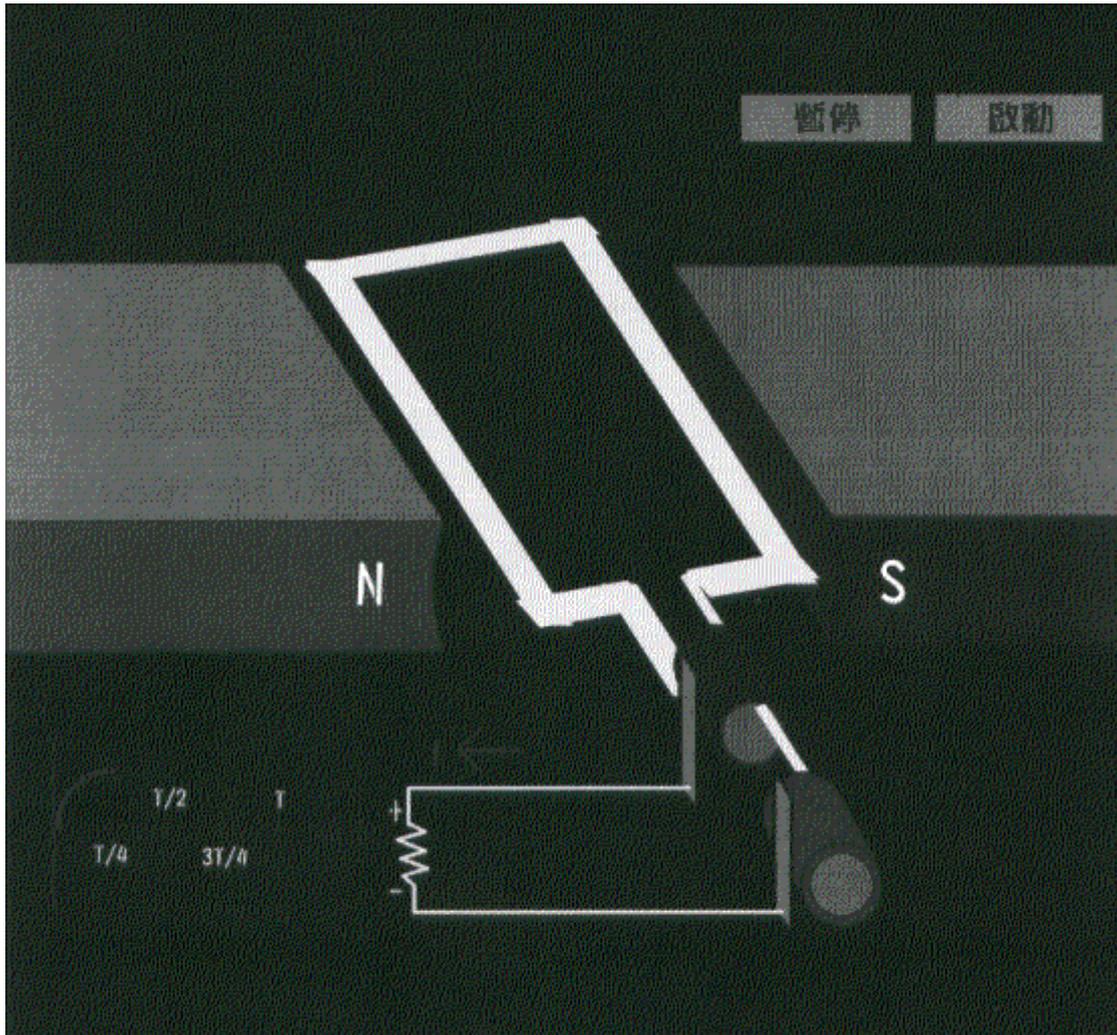


圖 2-28 發電機

動畫說明：以啟動鈕使線圈在磁場中轉動，形成感應電流。並於左下角標出一個週期中電流與轉動角度之關係。

製作目的：將教材插圖，呈現動態效果，引起學生注意。借由觀察電樞的轉動，及對照感應電流的變化，幫助學生理解交流發電機的發電情形。

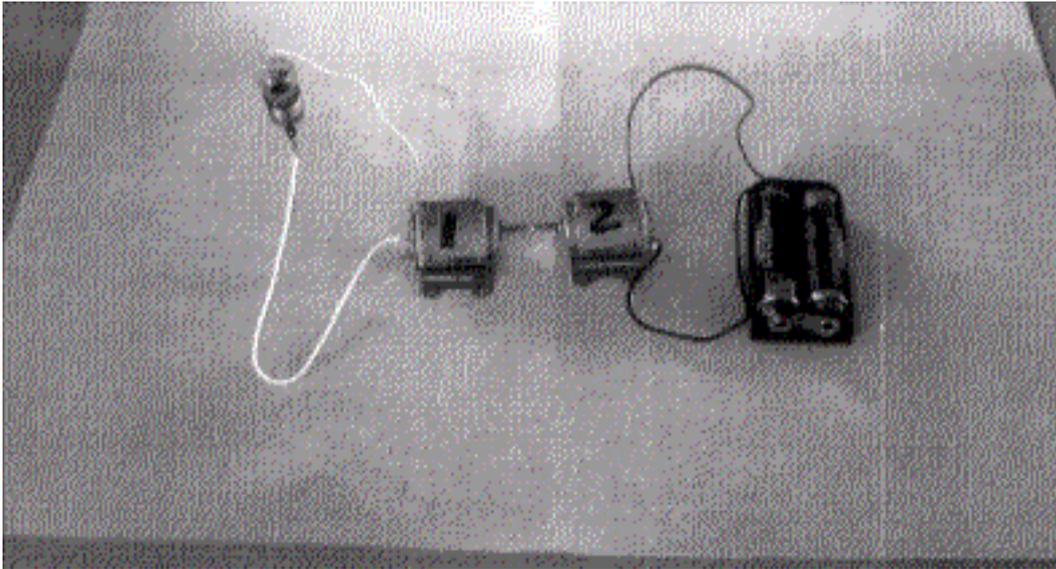


圖 2-29 馬達當發電機使用

影片說明：圖中為兩個馬達 1 和 2，本影片將 1 號馬達當發電機使用。

製作目的：使學生瞭解馬達與發電機的異同。

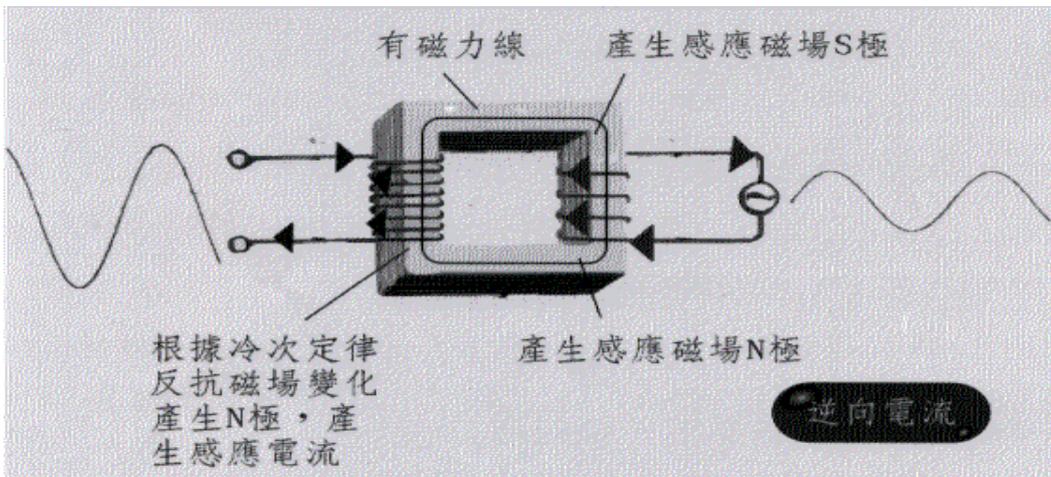


圖 2-30 變壓器

動畫說明：將變壓器主線圈輸入的交流電所引起的磁力線，經軟鐵導磁到次線圈，在次線圈引起電磁感應，輸出感應電流的情形。

製作目的：呈現動態效果，協助學生瞭解變壓器作用原理。

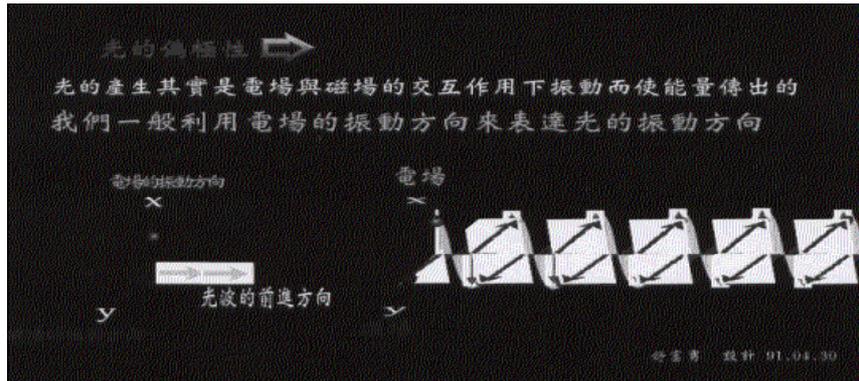


圖 2-31 光的偏振現象

動畫說明：以電場在 X 軸振盪，磁場在 Y 軸振盪，電磁波往 Z 軸正方向前進的動畫呈現電磁波的偏振現象。

製作目的：以動畫呈現電場與磁場交互作用形成的電磁波及其行進方向，以使學生瞭解偏振現象。

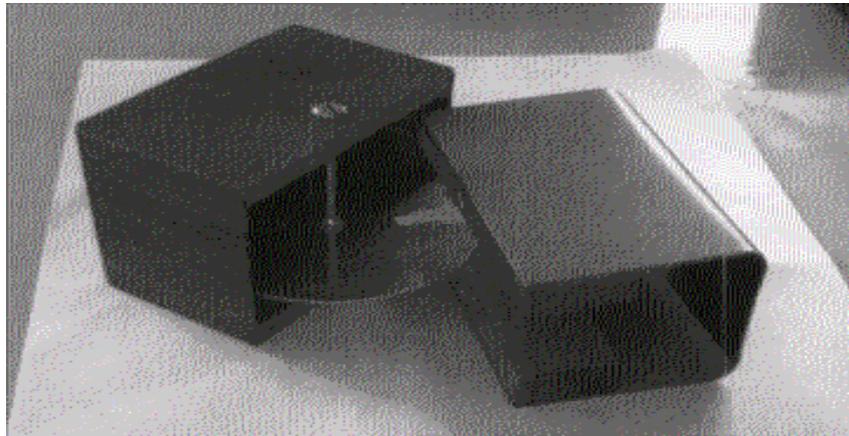


圖 2-32 渦電流的阻尼現象

影片說明：以鋁製轉盤在沒有磁場和有外加磁場的狀況下轉動，觀察比較那一種狀況下，鋁盤受阻尼而很快停止下來。

製作目的：讓學生觀察渦電流的阻尼現象，並使學生理解教材中提及渦電流在捷運車輛煞車的應用。

## 第三章結論和建議

### 3.1 研製結果

本次的教學媒體研究成果呈現於光碟片中請觀看。

### 3.2 結論

#### 3.2.1 光碟應用於教室教學的成效

筆者已將部分研製內容應用於教室教學透過單槍投影於布幕使用。新穎的教學媒體呈現一開始果然引起學生之好奇，經過整理的教學內容，簡要的文字描述及配合圖片和動畫的呈現，學生普遍認為對於主題的掌握和抽象概念的加強與澄清有相當幫助。但仍有以下幾個缺失仍待改善：

- (1) 動畫的精緻性不夠，教材內的動畫除了少數幾個有遷涉到物理性質的定量討論外，大多數只呈現定性的描述。
- (2) 網頁於呈現數學公式的推導時，學生的接受度不如板書的推導講述方式。
- (3) 單槍投影機的流明數要夠，若流明數太低必需關燈使用窗簾使教室光線不足作筆記困難，部分學生有機可乘，混水摸魚。
- (4) 圖片、動畫配色對比不夠強烈，單槍投影應用時，較不清處。
- (5) 長時間使用易造成學生眼睛不適。

### 3.2.2 自製教材能力的提升

高中教材從八十八學年度起，編譯館不再出書，改由各出版公司依教育部頒訂的課程綱要出書，版本之多使學生無所適從，在此情形下教師多參考各版本，仍依課程綱要整理出自己的一套完整教材來引導學生刻不容緩的工作。此次的教材研製論文，筆者從整個研究過程收穫頗多，在老師的指導下專班同學和朋友的協助下，在物理科的專業教學技巧上或媒體製作工具的使用上都有成長。

### 3.3 建議

給各學校的建議：

1. 在各校成立各科教學媒體製作小組，負責研製符合各校特色的教  
色的教材。
2. 多派員參加教學媒體製作研習，以充實教師製作教材能力。
3. 提供媒體製作和教學使用之各項軟硬體設備。

給有志於製作教學媒體教師的建議：

1. 平時多參考書籍和各教學網站的內容並留下記錄，以掌握資料來  
源，對搜集資料可有事半功倍之效。
2. 多參加媒體製作研究或進修，隨時掌握更有力的硬體和軟體功  
能。
3. 平時的教學過程多注意學生易混淆或迷失的概念，製作媒體時方

能對症下藥。

### 3.4 未來展望

多媒體呈現的教學方式的確下於物理科的教學有相當的幫忙。在本教學光碟的研製過程中，也獲得不少同仁和教育界朋友的共鳴。受限於時間、人力、物力的支援本次製作之光碟或有不少待改進之處，筆者今後仍將繼續努力結合其他物理教師，甚至資訊工程界的朋友創造出更完整、活潑、有創意的物理教學媒體。也期盼將來有更多同好投入電腦動畫教學媒體的研製，而有交流的機會，集思廣益，使教材更完美。

## 參考資料

1. 陳榮昌， “ Front Page 2000 使用寶典 ” ， 文魁資訊股份有限公司  
(民 88)
2. 施威名研究室， “ Front Page 2000 魔法書 ” ， 旗標出版股份有限公司(民 88)
3. 何東隆、李美鳳， “ Flash5 基礎應用動感世界 ” ， 文魁資訊股份有限公司
4. 何東隆、李美鳳， “ Flash5 進階應用動感世界 ” ， 文魁資訊股份有限公司
5. 洪錦魁研究室， “ 讓 actions 舞動 Flash5 ” ， 文魁資訊股份有限公司
6. 吳明哲、黃世陽， “ Flash5 Action 網頁設計贏家 ” ， 松崗電腦圖書資訊股份公司
7. 施威名研究室， “ 抓得住你的 Photo Impact 5 ” ， 旗標出版股份有限公司
8. 友立資訊， “ PHOTO IMPACT 6 ” ， 友立資訊公司
9. 林明瑞， “ 高級中學基礎物理全冊 ” ， 南一書局
10. 林明瑞， “ 高級中學物理上冊、下冊 ” ， 南一書局
11. 陳文典， “ 高級中學基礎物理全冊 ” ， 大同資訊

12. 陳文典， “ 高級中學物理上冊、下冊 ” ，大同資訊
13. 連坤德、陳忠志、吳永和， “ 高級中學基礎物理 ” ，翰林出版
14. 連坤德、陳忠志、吳永和， “ 高級中學物理上冊、下冊 ” ，翰林出版
15. 褚德三， “ 高級中學基礎物理 ” ，龍騰文化出版
16. 褚德三， “ 高級中學物理上冊、下冊 ” ，龍騰文化出版
17. 台灣師大物理教學示範實驗室網站  
(<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/:ndex.htm>)
18. 高義物理教室網站  
(<http://user.nksh.tp.edu.tw/Tausel/>)
19. 物理園網站(<http://www.hk-phy.org/>)
20. Flash 5 理化地科(<http://www.hgjh.hlc.edu.tw/~drop/>)
21. 國中理化地科(<http://home.phy.edu.tw/~bandy78/>)
22. 國中物理教室(<http://teacher.fhjhs.tp.edu.tw/physics/>)