

## 第三章 研究方法與工具

### 3.1 研究方法

本研究採用了「文獻分析法」、「準實驗研究法」及「問卷調查法」，內容詳述如下：

#### 1.文獻分析法

在文獻的部分，希望能從國內外學者專家發表的文章中，了解「認知理論」、「多媒體學習理論」及「電腦動畫成效實際教學案例」的研究進展，作為研究者進行開發動畫教材及進行相關實驗的參考依據。

#### 2.準實驗研究法

以徵詢學生意願的方式，將實驗對象分成「實驗組」及「對照組」。「實驗組」的學生發給動畫教學光碟及其相關題本，「對照組」的學生則依照其意願提供與實驗組相同題本。實驗進行前，以實驗對象在高二上學期的週考平均成績作為前測成績；以94學年度第二次模擬考的物理科成績作為第一次的後測成績；再於半年後，由題本挑選10題例題同時對實驗對象施測，施測結果作為第二次的後測成績。整個實驗於測驗後，比較兩組的前後測成績，進行相關的統計分析。

#### 3.問卷調查法

本研究的問卷調查，採用李克特氏四點量表，從「學習物理的觀感」、「使用電腦輔助教學的觀感」、「操作本軟體的習慣」、「軟體設計」、「教學效果」等五個面向，設計 30 個命題，以了解學生對動畫教材的觀感及使用習慣。

在問卷的末尾，出了一個徵詢意見的問答題：「請寫下您對解題動畫的期許與批評」做為結束，以提供未來研究的參考。

## 3.2 研究流程

本研究的研究程序分成五個階段，其流程如圖 6 所示：

1. 從研究動機開始，藉由文獻的探討到形成研究問題，確立研究方法及目的。
2. 發展研究工具，包括製作物理動畫教材及編寫動畫教材的學習感受問卷。
3. 進行實驗：以第二次北區公立高中模擬考成績作為第一次後測成績，於半年後，由題本再挑選 10 題作為第二次後測。
4. 蒐集資料、整理資料，對相關資料進行統計分析。
5. 根據統計分析的結果進行歸納，做出結論後撰寫報告。

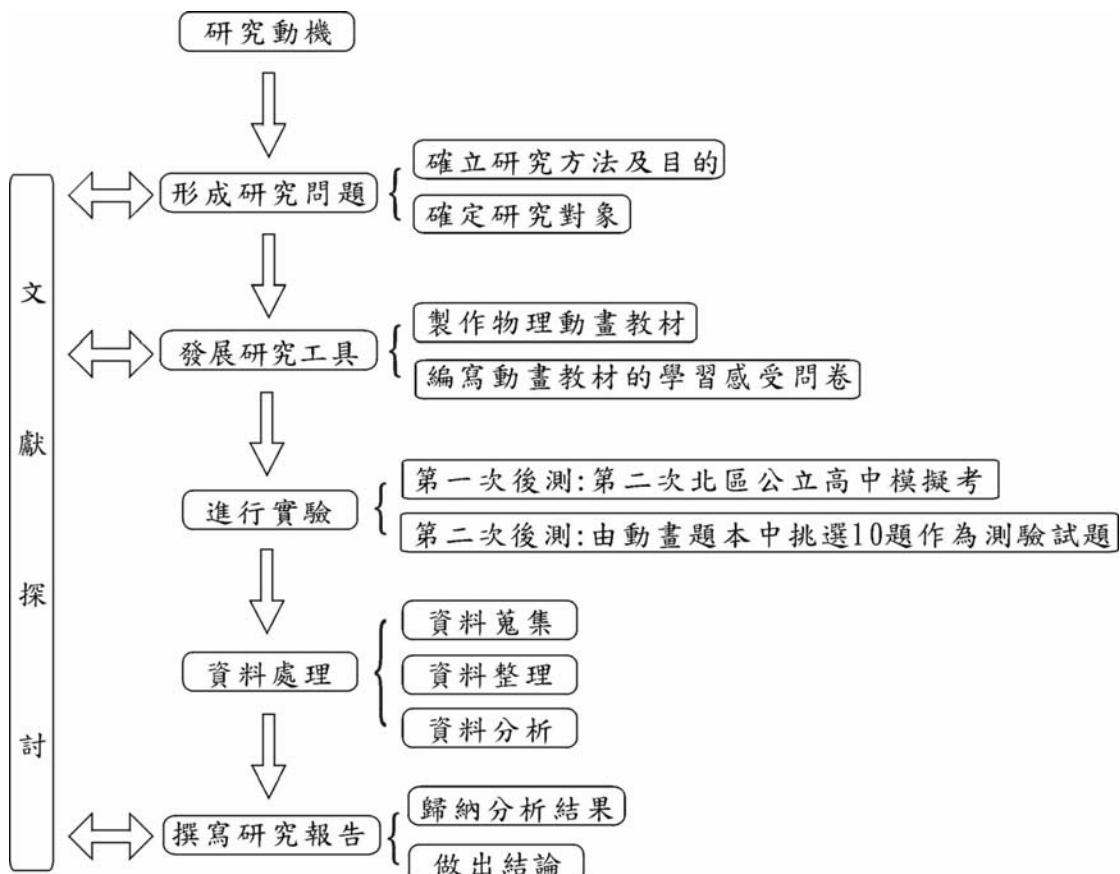


圖 6 實驗流程圖

### 3.3 物理解題動畫的設計

物理解題動畫是本實驗主要的教材內容。在本節中，分成「選題策略」、「製作軟體的選定」及「解題動畫的製作」三部分加以說明：

#### 3.3.1 選題策略

由於本研究的目的是探討「物理解題動畫」是否適合作為學生在家自學的輔助工具，並以北區公立高中第二次模擬考作為第一次的後測。因此在選題的原則上，除了必須從選定的考試範圍挑選外，還需注意到試題的難度、廣度、題型的完整性及練習數量是否足夠等因素。在此考量下，各章挑選的題數應視內容的多寡、重要性而定，因此題數應有所不同。

根據上述的挑題原則，研究者從聯考題、模擬考題及各校段考試題中篩選出具有代表性的題目。經挑選後，各章呈現的題目數分別為第一、五、六章各有 45 題，第二、三章各有 50 題，第四章有 40 題。



#### 3.3.2 製作軟體的選定

根據 Lelouche R. [21] 的研究整理指出，動畫是一種圖形呈現的方式，其與靜態圖片呈現最大的不同，在於圖片的內容會隨時間而改變，而這些改變包括「淡入/淡出」、「移動」、「顏色改變」、「形狀改變」...。

比較現有的幾種動畫製作軟體，flash 是目前在網路上製作動畫最廣為使用的軟體。其優點包括「售價低廉」、「檔案較小」、「物件導向」、「跨平台」、「向量繪圖」、「上手容易」、「使用時間軸的控制」、「圖層結構」、「可編譯成執行檔」、「提供匯出轉檔服務」、「提供程式支援」、「提供播放器」...。雖然此軟體在 3D 的支援不足，但對於本研究要製作解題動畫的目的而言，其提供的功能已綽綽有餘。因此本研究採用此軟體製作教材，期使作品能放在網路上供學習者下載使用。

### 3.3.3 解題動畫的製作

#### 1.解題設計準則

陳熙謀等學者〔30〕在長期參與培訓國際物理奧林匹亞競賽選手的工作經驗中，整理出物理的解題過程包括「分析」、「表達」、「演算」等三個步驟。所謂「分析」，是指對具體問題的物理分析，這些分析包括「分析涉及的現象和過程」、「分析在各種條件下可能出現的結果或變化」和「可能導致這些變化的物理原因」等。所謂「表達」，指的是根據題目的條件，將已知的物理內容以數學算式表達陳述。所謂「演算」，則是應用數學工具找出答案。而解題的成功正在於分析、表達、演算三者的完美結合。

本研究製作的解題動畫，即是根據這些學者所提出來的概念，將題目解說分成「試題分析」、「算式表達」、及「學習備忘錄」等三個部分。

#### 2.檔案格式



解題動畫以一個試題編製成一個檔案為原則，製作完成的檔案名稱格式以”章節-流水號”的形式分別編譯成兩種檔案格式：.swf 和.exe(例如 2-1.swf)。

.swf 是 flash 提供的特有檔案格式，其主要特點就在於檔案的儲存記憶量很小，便於在網路上傳輸、下載，但使用者必須先在瀏覽器中安裝免費提供的 flash player；.exe 是由 flash 提供輸出的執行檔，便於使用者在視窗環境下直接執行，但缺點在於檔案佔據的空間較大，不利網路傳輸。

#### 3.內容的設計與操作說明

本研究所製作的解題動畫，基本上的形式架構均類似，現以 1-40.exe 為例作說明：

(1) 在視窗環境中，雙擊點選 1-40.exe，可看到如圖 7 的畫面。

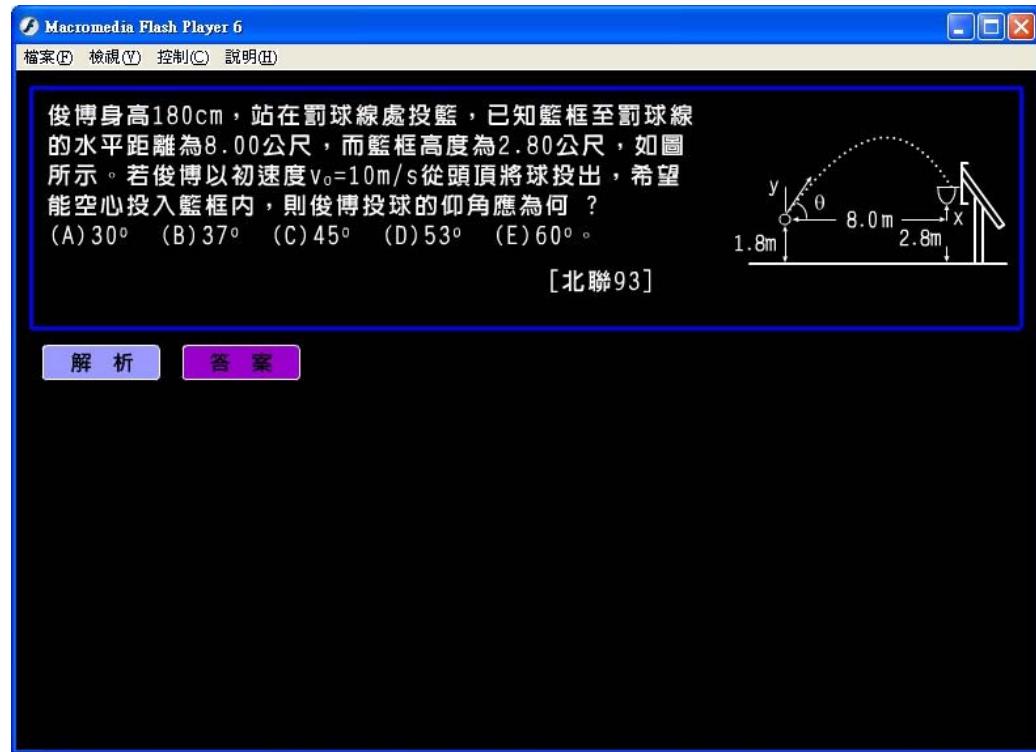


圖 7

畫面中呈現題目及兩個按鈕物件（「解析」、「答案」）。其中，「解析」提供了試題的「分析」與「算式表達」；而按下「答案」按鈕，則顯示本題的正確答案。

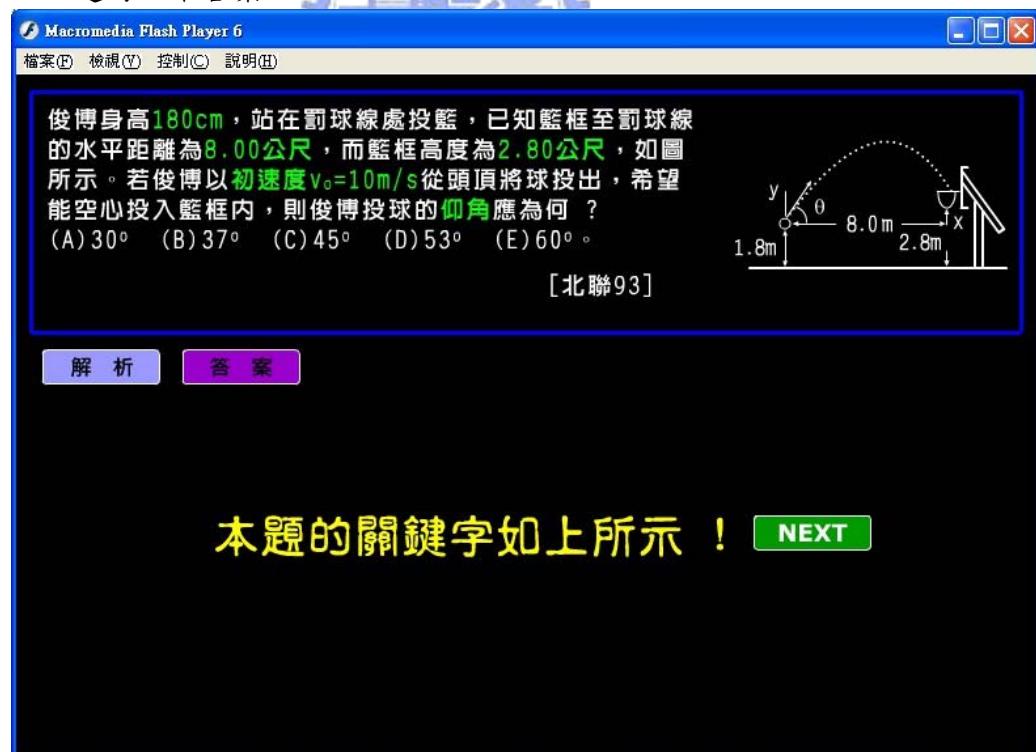


圖 8

(2)如圖 8 所示，按下「解析」按鈕後，將呈現試題中出現的關鍵字。這樣設計的目的，是為了期盼學習者能藉由題目提供的線索，訓練自己能找出線索彼此間的關係及解題方向。

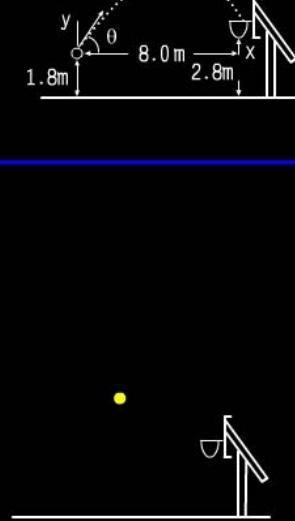
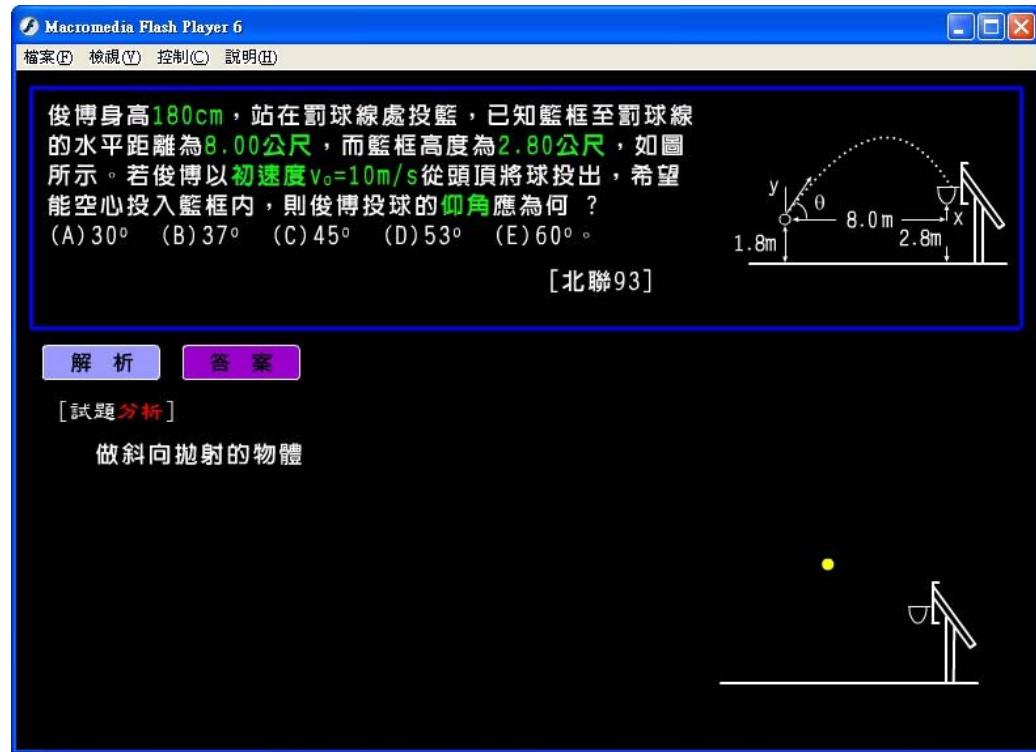


圖 9

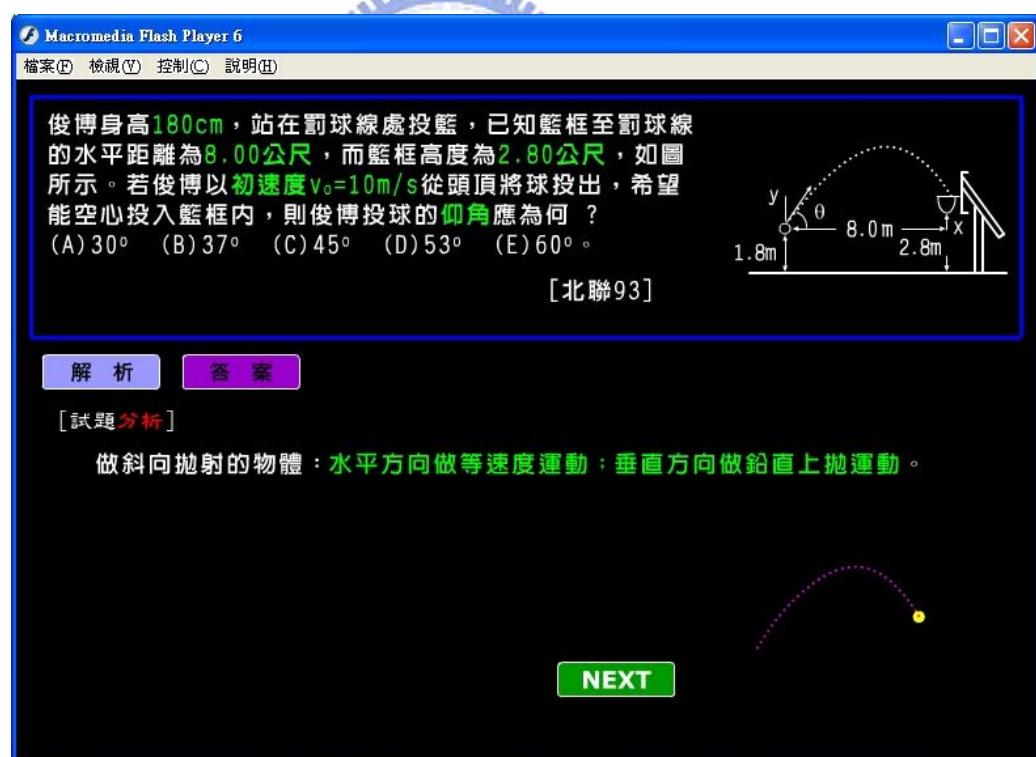


圖 10

(3)按下「NEXT」按鈕後將開始進行「試題分析」。如圖9、10的畫面，首先，搭配著動畫的同時播放，以文字及同步語音呈現試題所要測驗主題的主要特徵，這樣的目的除了希望符合 Mayer 和 Moreno [31] 所提出多媒

體教學使用動畫的原則，也希望藉由這些特徵的提出，能喚起學習者在記憶中的認知結構。若學習者不具備這樣的認知，也可藉由這樣的呈現方式，幫助學習者建立這樣的認知輪廓。

在設計時，考慮認知負載的限制，所以呈現內容不宜過多，因此在播放過程中以「NEXT」按鈕作為學習節奏的休止符。

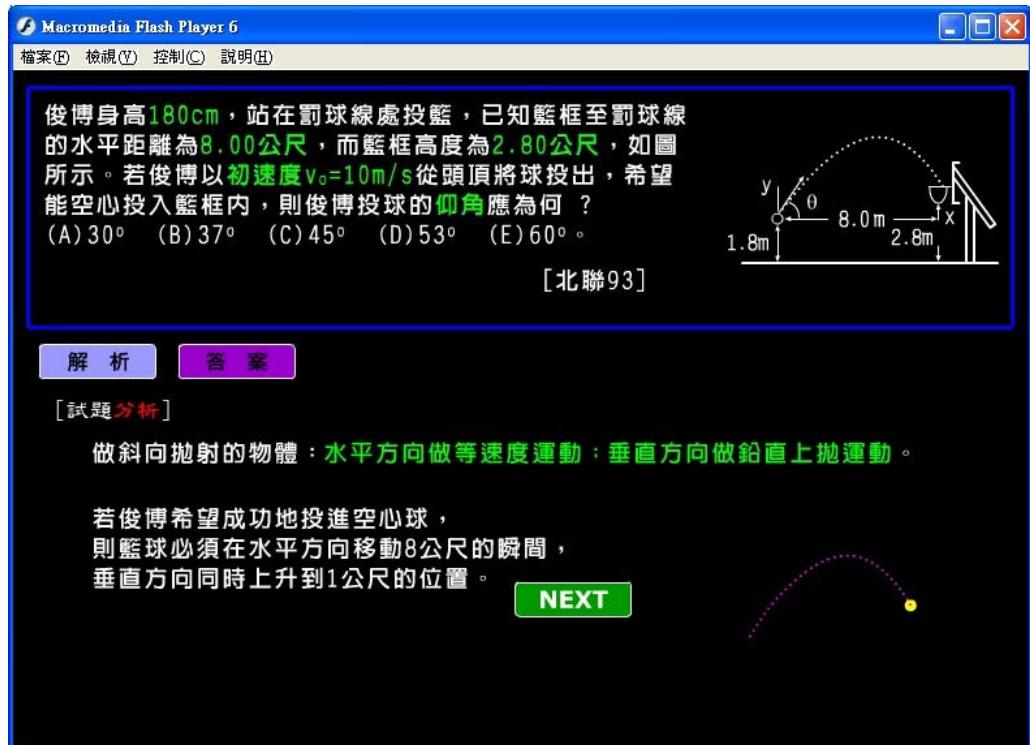


圖 11

(4)如圖 11 所示，按下「NEXT」按鈕後將繼續以文字、語音、動畫同步呈現「試題分析」。此時將根據題目出現的線索呈現其間的關聯性，期使學習者在認知負載不致過重的前提下，能對這些線索作初步的推理與整合。

圖 12 則暗示這些線索與既有的認知結構可能有哪些相關。這樣的是希望能強化學習者連結既有的認知輪廓與題目提供的資訊產生關聯性，以提高學習者的學習效率。

Macromedia Flash Player 6  
檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

俊博身高180cm，站在罰球線處投籃，已知籃框至罰球線的水平距離為8.00公尺，而籃框高度為2.80公尺，如圖所示。若俊博以初速度 $v_0=10\text{m/s}$ 從頭頂將球投出，希望能空心投入籃框內，則俊博投球的仰角應為何？  
(A) 30° (B) 37° (C) 45° (D) 53° (E) 60°。  
[北聯93]

解 析 答 案

[試題分析]  
做斜向拋射的物體：水平方向做等速度運動；垂直方向做鉛直上拋運動。

若俊博希望成功地投進空心球，  
則籃球必須在水平方向移動8公尺的瞬間，  
垂直方向同時上升到1公尺的位置。

你知道水平射程如何列式嗎？ $x=v_0 \cos(\theta_0) \cdot t$

你知道垂直高度如何列式嗎？ $h=v_0 \sin(\theta_0) \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$

**NEXT**

圖 12

(5)「試題分析」結束後，按下「NEXT」按鈕將進行「算式表達」的步驟。  
在這個階段中，主要是將分析過的題目線索以數學方程式呈現。如圖13～14所示，同樣基於“認知負載”的考慮，將內容分批呈現，以方便學習者了解、吸收。

Macromedia Flash Player 6  
檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

俊博身高180cm，站在罰球線處投籃，已知籃框至罰球線的水平距離為8.00公尺，而籃框高度為2.80公尺，如圖所示。若俊博以初速度 $v_0=10\text{m/s}$ 從頭頂將球投出，希望能空心投入籃框內，則俊博投球的仰角應為何？  
(A) 30° (B) 37° (C) 45° (D) 53° (E) 60°。  
[北聯93]

解 析 答 案

[算式表達]  
根據圓形可知，籃球空心入籃框時，  
水平的位移是8公尺，垂直高度上升1公尺。

**NEXT**

圖 13

Macromedia Flash Player 6

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

俊博身高180cm，站在罰球線處投籃，已知籃框至罰球線的水平距離為8.00公尺，而籃框高度為2.80公尺，如圖所示。若俊博以初速度 $v_0=10\text{m/s}$ 從頭頂將球投出，希望能空心投入籃框內，則俊博投球的仰角應為何？

(A) 30° (B) 37° (C) 45° (D) 53° (E) 60°

[北聯93]

解 析 答 案

[算式表達]

根據圖形可知，籃球空心入籃框時，水平的位移是8公尺，垂直高度上升1公尺。

將 $x=8$ 、 $h=1$ 分別代入水平射程、垂直高度中：

$\Rightarrow 8=10\cos(\theta_0)\cdot t \quad \dots \dots \quad ①$

$1=10\sin(\theta_0)\cdot t - 5t^2 \quad \dots \dots \quad ②$

**NEXT**

圖 14

(6)如圖 15~17 所示，當算式表達後，緊接著就是數學的演算。同樣地，算式依序呈現，以減輕學習者的認知負載，直到算出結果為止。

Macromedia Flash Player 6

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

俊博身高180cm，站在罰球線處投籃，已知籃框至罰球線的水平距離為8.00公尺，而籃框高度為2.80公尺，如圖所示。若俊博以初速度 $v_0=10\text{m/s}$ 從頭頂將球投出，希望能空心投入籃框內，則俊博投球的仰角應為何？

(A) 30° (B) 37° (C) 45° (D) 53° (E) 60°

[北聯93]

解 析 答 案

[算式表達]

$8=10\cos(\theta_0)\cdot t \quad \dots \dots \quad ①$

$1=10\sin(\theta_0)\cdot t - 5t^2 \quad \dots \dots \quad ②$

由 ① 可得： $\sin(\theta_0)=\frac{1+5t^2}{10t} \quad \dots \dots \quad ③$

由 ② 可得： $\cos(\theta_0)=\frac{8}{10t} \quad \dots \dots \quad ④$

**NEXT**

圖 15

**Macromedia Flash Player 6**

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

俊博身高180cm，站在罰球線處投籃，已知籃框至罰球線的水平距離為8.00公尺，而籃框高度為2.80公尺，如圖所示。若俊博以初速度 $v_0=10\text{m/s}$ 從頭頂將球投出，希望能空心投入籃框內，則俊博投球的仰角應為何？  
 (A)  $30^\circ$  (B)  $37^\circ$  (C)  $45^\circ$  (D)  $53^\circ$  (E)  $60^\circ$ 。

[北聯93]

解 析 答 案

[算式表達]

$$\sin(\theta_0) = \frac{1+5t^2}{10t} \quad \dots \quad ③$$

$$\cos(\theta_0) = -\frac{8}{10t} \quad \dots \quad ④$$

$$\therefore \sin^2(\theta_0) + \cos^2(\theta_0) = 1$$

$$\rightarrow \left(\frac{1+5t^2}{10t}\right)^2 + \left(-\frac{8}{10t}\right)^2 = 1$$

$$\rightarrow 25t^4 - 90t^2 + 65 = 0 \rightarrow t = 1 \text{ (秒)} \quad \dots \quad ⑤$$

**NEXT**



圖 16

**Macromedia Flash Player 6**

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

俊博身高180cm，站在罰球線處投籃，已知籃框至罰球線的水平距離為8.00公尺，而籃框高度為2.80公尺，如圖所示。若俊博以初速度 $v_0=10\text{m/s}$ 從頭頂將球投出，希望能空心投入籃框內，則俊博投球的仰角應為何？  
 (A)  $30^\circ$  (B)  $37^\circ$  (C)  $45^\circ$  (D)  $53^\circ$  (E)  $60^\circ$ 。

[北聯93]

解 析 答 案

[算式表達]

$$\sin(\theta_0) = \frac{1+5t^2}{10t} \quad \dots \quad ③$$

$$\cos(\theta_0) = -\frac{8}{10t} \quad \dots \quad ④$$

$$t = 1 \text{ (秒)} \quad \dots \quad ⑤$$

將 $t=1$ 代入④中，可得 $\cos(\theta_0)=0.8$ ， $\theta=37^\circ$

解說結束！ **學習備忘錄**

圖 17

(7) 當解說結束後，將出現「學習備忘錄」的按鈕，當按下按鈕後，將呈現如圖 18 所示的畫面，其目的是提供學習者檢視本題的核心觀念，以強化其基礎觀念的認知輪廓。

**Macromedia Flash Player 6**

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

俊博身高180cm，站在罰球線處投籃，已知籃框至罰球線的水平距離為8.00公尺，而籃框高度為2.80公尺，如圖所示。若俊博以初速度 $v_0=10\text{m/s}$ 從頭頂將球投出，希望能空心投入籃框內，則俊博投球的仰角應為何？  
 (A) 30° (B) 37° (C) 45° (D) 53° (E) 60°

[北聯93]

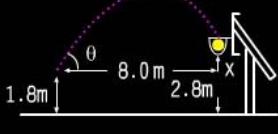


解 析      答 案      學習備忘錄      Back!

1. 做斜向拋射的物體：水平方向做等速度運動；垂直方向做鉛直上拋運動。

2. 斜向拋射的水平射程： $x=v_0 \cos(\theta_0) \cdot t$

3. 斜向拋射的垂直高度： $h=v_0 \sin(\theta_0) \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$



(8) 解題過程中，學習者可隨時按下「答案」，以方便察驗，如圖 19 所示。

**Macromedia Flash Player 6**

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

俊博身高180cm，站在罰球線處投籃，已知籃框至罰球線的水平距離為8.00公尺，而籃框高度為2.80公尺，如圖所示。若俊博以初速度 $v_0=10\text{m/s}$ 從頭頂將球投出，希望能空心投入籃框內，則俊博投球的仰角應為何？  
 (A) 30° (B) 37° (C) 45° (D) 53° (E) 60°

[北聯93]



解 析      答 案 - - - (B)      學習備忘錄      Back!

1. 做斜向拋射的物體：水平方向做等速度運動；垂直方向做鉛直上拋運動。

2. 斜向拋射的水平射程： $x=v_0 \cos(\theta_0) \cdot t$

3. 斜向拋射的垂直高度： $h=v_0 \sin(\theta_0) \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$

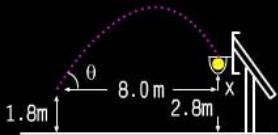


圖 19

### 3.4 資料的處理

本研究探討的問題，包括：

- 1.學生使用動畫教材，在成績的表現上是否有影響？
- 2.哪些學生可自電腦動畫教材中受益？
- 3.學生怎樣看待電腦動畫教材扮演的角色？
- 4.學生使用電腦輔助教材的模式為何？

針對上述問題，本研究採用SPSS 10.0及EXCEL兩套統計軟體，分別對以下兩個部分（前後測的成績比較、學習感受問卷的資料統計）進行量化分析，說明如下：

#### 3.4.1 前後測的成績比較

關於電腦動畫的成效探討，本研究以學生的高二上半學期成績作為前測成績，94學年度第二次模擬考作為第一次後測，研究者從動畫題本挑選10題例題於第二次模擬考後半年進行第二次後測。

在這個部分的比較，先做實驗組和對照組在前測的獨立樣本T考驗，檢驗兩組的程度是否相同。再者，進行兩次前、後測成績的相關分析、獨立樣本T考驗，比較實驗組和對照組在成績表現上是否有差異。

#### 3.4.2 學習感受問卷的資料統計

當第一次後測進行完畢後，實驗組的學生需填寫「學習感受問卷」。在這份問卷中，研究者將從學生的填答選項作資料的百分比統計，以了解學生使用感受的共通性。

其次，為了解「學習感受問卷」的各面向與前、後測成績是否具有相關性，因此需要將代表的填答選項轉換成數量變數，以利於做總分的統計。在

本研究中，填答(A)選項得分1分，填(B)選項得分2分，其餘依次為3分、4分。

為了篩選是否有學生胡亂作答，所以問卷中的第8、9、15、18、19、23、25等7題均設計成反向題，配分的計算方式剛好相反。

除了上述需做統計分析外，在問卷中的最後，設計了一題問答題，以了解學生對解題動畫的期許與批評是否有何共通處，做為未來的研究參考。

