

仿真實驗在中學物理教學中的應用研究

李德安

華南師範大學物理與電信工程學院

廣東 廣州大學城 510006

電郵：lidean@scnu.edu.cn

收稿日期：二零零九年五月十四日(於六月二十六日再修定)

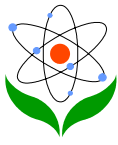
內容

- [摘要](#)
 - [問題的提出](#)
 - [《仿真物理實驗室》軟體的特點](#)
 - [人性化的模組設計，容易創建實驗課件](#)
 - [編程功能和仿真演算法相結合，輕鬆製作複雜課件](#)
 - [仿真軟體在中學物理教學中的設計與應用](#)
 - [幫助分析物理規律，提高教學效果](#)
 - [學生利用該平臺進行預習探究](#)
 - [分析習題，細化知識點](#)
 - [結束語](#)
 - [參考文獻](#)
 - [附錄：利用《仿真物理實驗室》製作的課件](#)
-

摘要

中學物理仿真實驗軟體的出現，為教師和中學生提供了一個實驗器具完備的綜合性實驗室，創建了一個為教師與學生之間溝通的交互平臺。仿真物理實驗克服了傳統物理實驗教學的弊端，促進了物理課堂教學模式的改革，推進了新課改的進程。通過對此軟體的試用與研究，有針對性地設計製作了 7 個仿真實驗，希望能讓更多中學物理教師瞭解這個工具，並更好地利用它為教學服務。

關鍵字：《仿真物理實驗室》，仿真實驗，電腦輔助教學，中學物理實驗



問題的提出

千百年來，以教師講、課堂灌輸為基礎的教學模式，一直延續著。在課堂上，教師的教和學生的學最理想的進程就是完成教學計畫。這使課堂教學變得機械、沉悶和程式化，而且勞動強度大、效率低。隨著新課改的推進和以電腦技術為核心的現代科學技術的迅速發展，對教育提出了更高的要求 and 挑戰，因此，電腦輔助教學也應運而生。

仿真實驗軟體的出現，能夠彌補部分實驗的缺陷，填補了一些空白，但它一直很難得到中學教師和中學生的瞭解、重視和使用。其實，對於解決一些實驗室無法完成或抽象的物理現象、規律時，仿真實驗能發揮重要作用。另外，它也能幫助人們分析、探究一些物理疑難問題。

《仿真物理實驗室》軟體的特點

《仿真物理實驗室》是適用於中學物理課堂的仿真教學軟體，它主要包括力學、光學、電學三大部分，能為用戶提供一個實驗器具完備的綜合性實驗室，基本上可以讓用戶動手創建所能想像的實驗。從自由落體運動、平拋運動、驗證機械能守衡，到驗證動量守衡實驗；從單擺、牛頓擺，到彈簧振子實驗；從帶電粒子在電場中的加速與偏轉實驗、帶電粒子在磁場中的圓周運動、粒子加速器，到粒子速度選擇器模型；從地球人造衛星，到太陽系的運行，《仿真物理實驗室》基本都能夠進行仿真，它主要有如下二個方面的特點：

2.1 人性化的模組設計，容易創建實驗課件

該軟體具有較強的交互性，是一個自由的平臺環境。軟體將物理定律全部內置，用戶只需要設置一下實驗的初始環境和參數，所需的時間較少，並且可以隨時更改實驗的條件或參數，滿足課堂教學的實際需要。

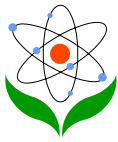
“單擺”課件的創建實例（[課件1—鏈結演示](#)）：

(1) 新建實驗：點擊“檔”功能表下的“新建”功能表或工具欄上的“新建”按鈕，系統將開始新建一個實驗，把滑鼠移動到“實驗區”，在十字游標處確定座標原點的位置。將十字游標移動到想要的位置後，單擊滑鼠左鍵，系統會彈出一個“座標比例設置”表單，輸入想要的比例（如 0.1），確定座標位置。

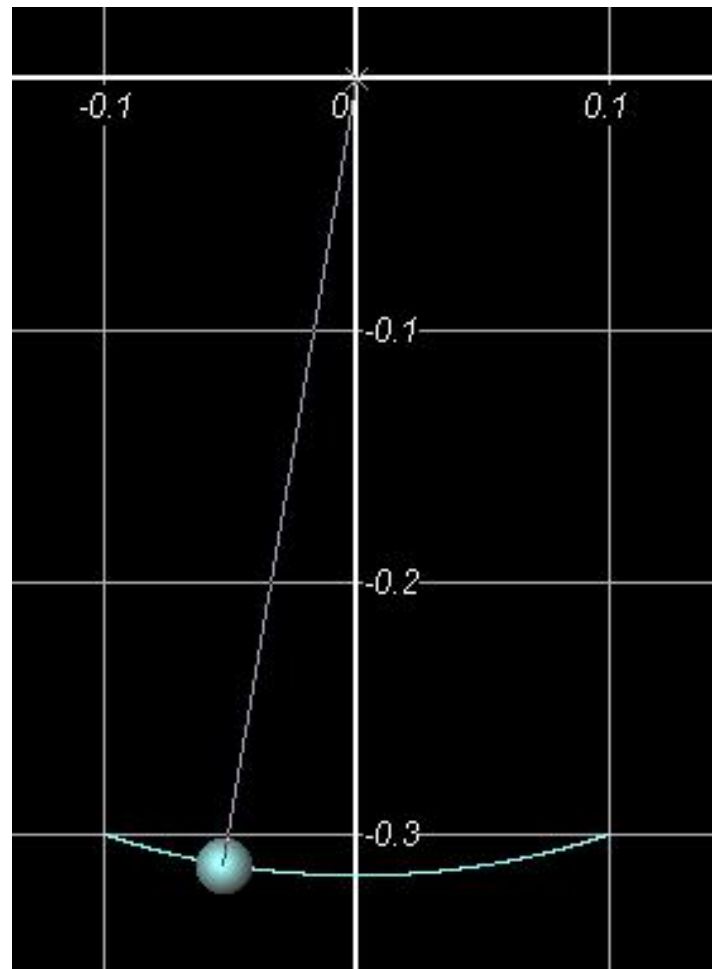
(2) 添加運動物件：選中（按下）“創建範本”裏的“運動物件”，將滑鼠移到“實驗區”合適的位置單擊滑鼠左鍵，系統會彈出“運動物件設置”表單，在這裏先把“品質”設置成“1”，“半徑”設置成“0.01”，然後按確定。

(3) 考慮重力作用：點擊“編輯”功能表下的“實驗設置”功能表或工具欄上的“實驗設置”按鈕，系統會彈出“實驗設置”表單，在此表單中選中“考慮重力作用”選項，然後按“確認”關閉此表單。

(4) 形成單擺：在“創建範本”中選中“懸掛細繩”，將滑鼠移到“運動物件 1”上方，按下滑鼠左鍵，按住拖到一個合適的位置，鬆開滑鼠左鍵，這樣一根連接細繩便創建好了。再把球拖動到合適的位置（擺角小於 5° ），完成課件製作，如圖（1）所示。



圖(1) 單擺



如果覺得單擺的擺動速度太快或是太慢，只要打開“實驗設置”表單，將“實驗最少掃描時間”調整為“0.0001”便可。

2.2 編程功能和仿真演算法相結合，輕鬆製作複雜課件

因為一般老師對編程都不太熟悉，所以使用教學軟體編寫程式對於他們來說是比較困難，但在製作一些較為複雜課件，特別是需要用到邏輯判斷功能的時候，用上面介紹的方法難於實現，這時可依靠軟體提供的編程功能，讓設計複雜課件成為可能。

“迴旋加速器”課件的創建實例

我們把一個運動物件、兩個磁場和一個電場放入實驗區，調節好各參數後編寫如下程式：

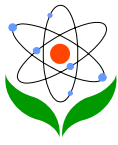
```
//令左右兩磁場強度相等//
```

```
判斷 1：如果( t=0 )則執行
```

```
    磁場 2.b=磁場 1.b
```

```
    電場 1.e=E
```

```
結束判斷 1
```



//實現交變電場//

判斷 2：如果(運動物件 1.x<=23.6)則執行

電場 1.e= -E

結束判斷 2

判斷 3：如果(運動物件 1.x>=32.7)則執行

電場 1.e=E

結束判斷 3

值得注意的是，課件的輸出形式非常豐富，可對編寫的課件進行編譯，生成可執行檔，讓用戶製作的課件能脫離平臺獨立運行，也可生成網路課件能夠在瀏覽器流覽，這樣就為網路化教學提供了媒體，另外還可以生成 AVI 和 GIF 動畫等。

仿真軟體在中學物理教學中的設計與應用

3.1 幫助分析物理規律，提高教學效果

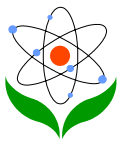
對於物理規律的教學，傳統模式通常是以老師為主體，採用講授法和實驗法相結合的方法居多。然而在實驗過程中，經常由於偶然因素或者隨機因素的出現，實驗可能不是按照預定的方向發展，而是出現一定的“偏差”，甚至是完全相反的結果。在這種情況下，利用其資料來分析物理規律不太可行。此時，通過仿真實驗，既能排除偶然因素或者隨機因素的干擾，還可以即時顯示測量結果，提供多種實驗方法，可以實現更靈活的操作，大大地提高了物理教學的效果和品質。

實例：初識簡諧運動（課件 2—鏈結演示）

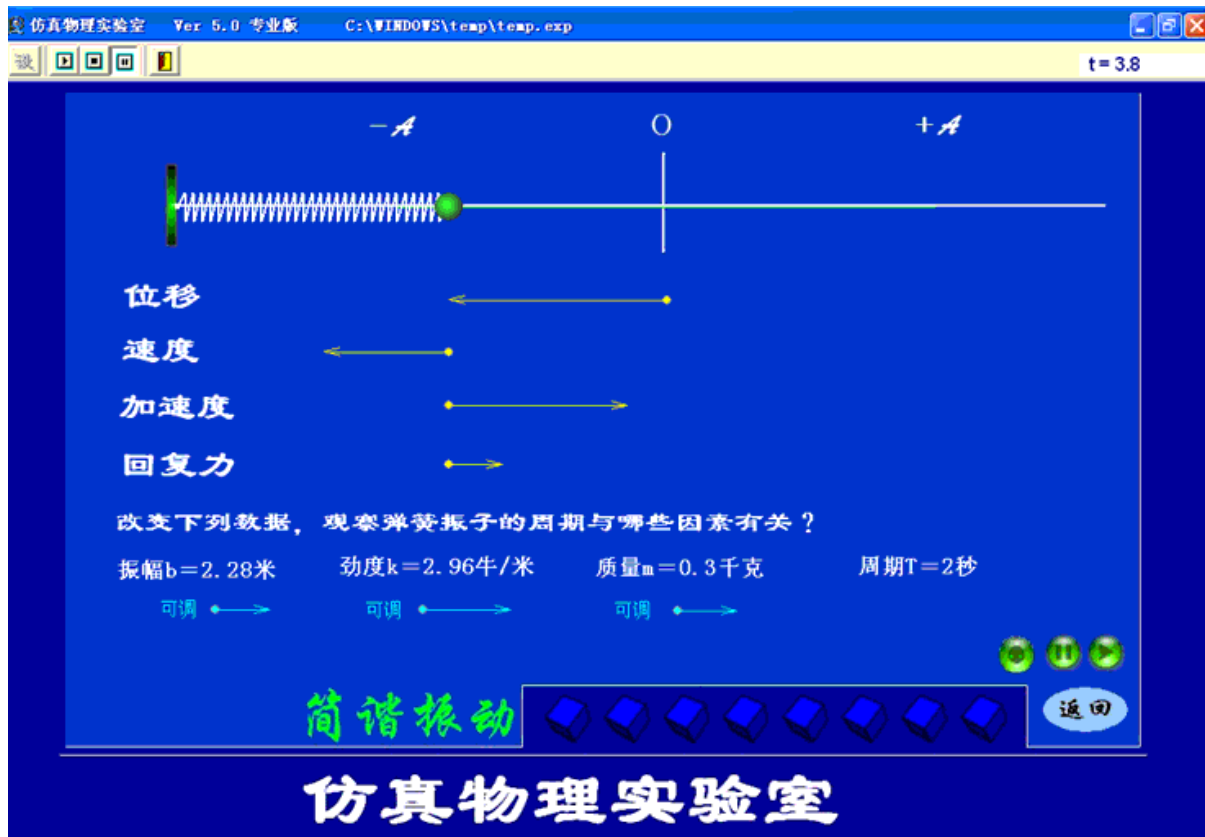
設計思路：簡諧運動是最簡單、最基本的機械振動，理解了簡諧運動也就瞭解了機械振動的基本特點。因此，分析簡諧運動的規律、振動的特點是教學的重點。但是，高中學生的思維具有單一性、定勢性，他們習慣於分析恒力作用下物體的單程運動，對振動過程的分析，學生普遍會感到有些困難，因此對變力作用下來回運動的振動過程的多量分析是教學中的難點問題。在傳統實驗的基礎上，如果加以仿真實驗輔助，可以有效的化解這一難點。

實驗仿真：

讓學生明確在演示實驗中要注意觀察振子的位移、速度、加速度、受力等物理量的變化情況，並讓學生進行初步的分析和討論。然後用仿真軟體來仿真彈簧振子的運動，同時顯示位移、速度、加速度、受力在同一週期中的變化情況，如圖（2）所示。



圖(2) 簡諧振動

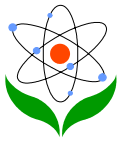


軟體可以用向量的形式動態顯示各個物理量隨時間的變化情況，還可選擇在某些特殊點暫停運動，單獨分析特殊點的物理量大小，並讓學生完成課本上的表格-1。

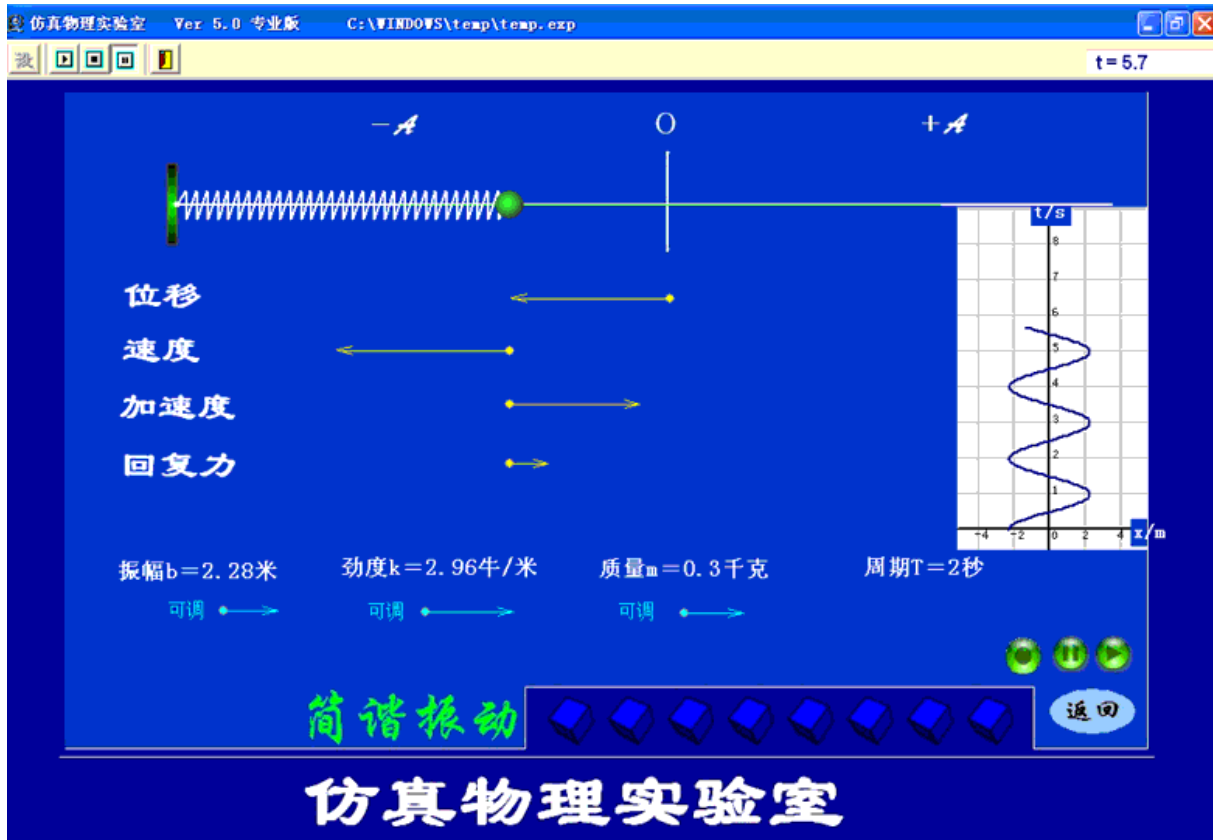
表格-1 簡諧振動

物理量 特殊點	位移 x		回復力 F		加速度 α		速度 v		動能	勢能
	大小	方向	大小	方向	大小	方向	大小	方向		
A										
O										
B										

(2) 在傳統教學中，簡諧運動圖像是通過用一個類似沙漏的裝置在一個固定的豎直平面內振動而獲得的。但是由於沙漏的運動不是嚴格的簡諧運動，再加上木板的勻速運動難以控制，從而用此方法獲得的“簡諧運動圖像”並不是真正的正(餘)弦曲線，實驗效果不明顯，說服力不強。運用仿真軟體可以讓小球做簡諧運動，在旁邊的位移—時間圖像上同步顯示小球的位移變化，這樣就做到了類似沙漏運動軌跡的效果，如圖(3)所示。



圖(3) 簡諧振動



由於小球是嚴格按照真實情況下所受彈力作用來運動的，因此得到的圖像是嚴格的正（餘）弦曲線。而且曲線是通過電腦描繪的，可以重複多次模擬，易於操作，又不浪費課堂上的時間。

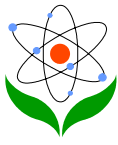
(3) 在初步認識彈簧振子的運動時，教材上就簡略地提到彈簧振子的週期與彈簧的勁度係數和振子的品質有關，與振幅無關。由於高中階段不涉及到彈簧振子週期的計算，因此不能通過公式推導出該結論。通過實驗來證明也不太可行，這樣就必須製作多個不同品質，不同勁度係數的彈簧振子，而且要通過控制變數法多次更改參數來測量振子的週期，還必須用多次測量取平均值的方式來減少測量誤差，既費時又費力。

通過仿真軟體製作的課件可很好地解決這個問題，如圖(4)所示。

圖(4) 簡諧振動



在課件中設置了三個可調節的參數：小球的初始位置，彈簧的勁度係數，小球的品質。可以在課堂上通過調節參數的變化來探究彈簧振子的週期與什麼因素有關。通過實驗觀察得知：調整振幅的大小，振子運動週期不變；彈簧的勁度係數越大，振子週期越小；小球的品質越大，振子的週期越大。很容易就能得出這樣的結論：彈簧振子的週期與彈簧的勁度係數和振子的品質有關，與振幅無關。



3.2 學生利用該平臺進行預習探究

以往的學生預習新課時都是以閱讀為主，然而現在的新課程宣導探究式學習，創造力和想像力的培養已被廣泛關注，對於課本上出現的實驗與探究模組，在預習的時候就有些無所適從了，因為探究性實驗不可能僅僅憑藉思考就可以理解清楚的。

仿真軟體給學生提供了一個創造和想像的空間。讓學生親自動手體驗會對物理現象的印象更加深刻；對物理定律的理解不再枯燥；對物理學的興趣油然而生。

實例：動量 動量守恆定律

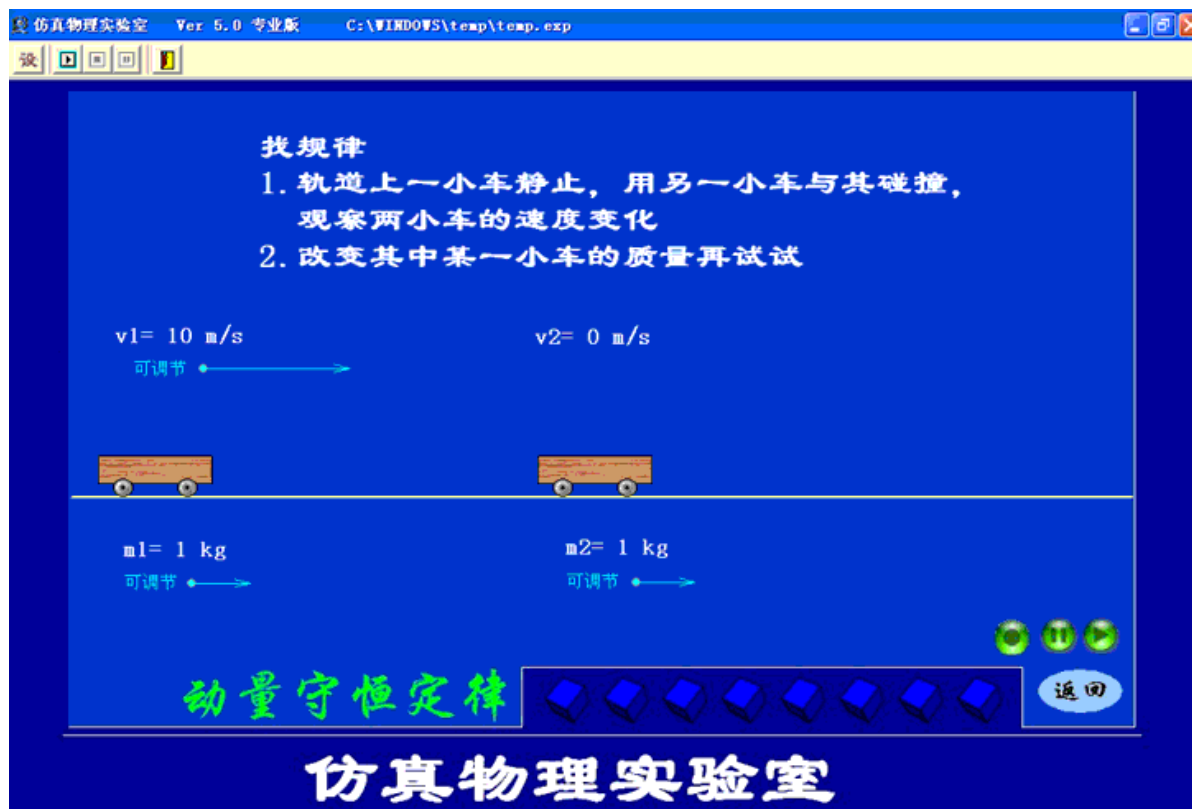
設計思路：這節課主要是導出動量守恆定律的一維運算式，再將結論拓展為多體、兩維情況。在教材中研究一維碰撞過程的動量守恆定律時安排了一個“實驗與探究”，這個實驗要用到氣墊導軌，學生預習時沒有辦法實現這套裝置。教師可以做好相應的課件放在網上，讓學生利用電腦來仿真。

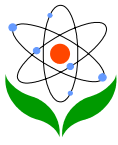
實驗仿真：

(1) 無任何連接的情況（課件3—鏈結演示）：

如圖（5）所示，運行實驗，兩輛小車開始運動。很明顯，碰撞後小車1停止了運動，小車2由靜止狀態改為向前運動，同步顯示了兩小車的速度，讓學生在定性觀察基礎上進行定量的分析和思考；改變小車的速度和小車的品質，讓學生觀察在不同參數下的實驗現象和資料結果。

圖（5） 動量守恆定律





(2) 連接壓縮彈簧的情況 (課件4—鏈結演示)

如圖(6)所示，運行實驗，兩輛小車在細繩的作用下處於靜止狀態。點擊“燒斷細繩”按鈕後兩輛小車在壓縮彈簧的作用下開始運動。很明顯，小車1與小車2的速度大小相等，方向相反。小車1的品質改成2kg後可以發現兩小車的運動速度大小不再相等。

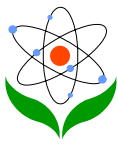
圖(6) 動量守恆定律



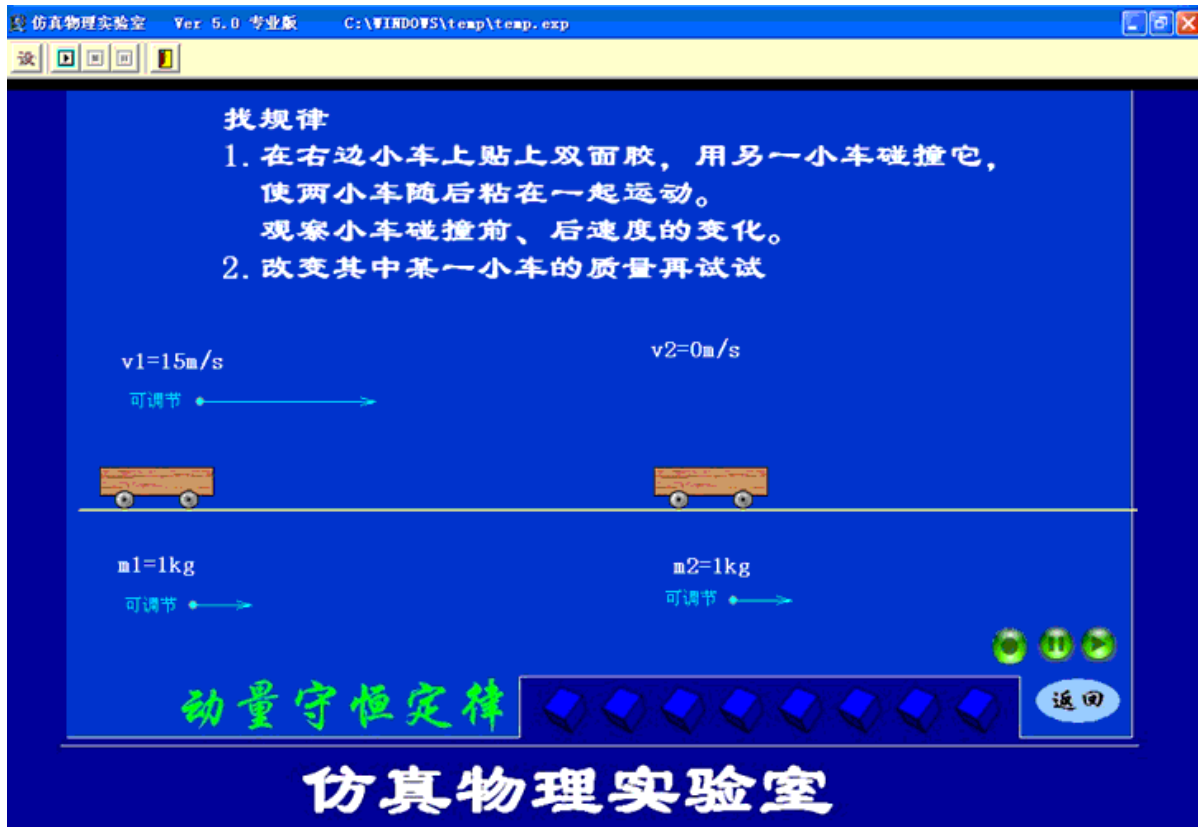
(3) 粘貼了雙面膠的情況 (課件5—鏈結演示)

如圖(7)所示，運行實驗，兩輛小車開始運動。碰撞後兩小車粘在一起，以相同的速度向前運動。將小車1的品質改成3kg後的碰撞情況。與圖(5)對比可以發現，碰撞後兩小車的運動速度變成了11.2m/s。

在上面的三個實驗中改變小車1的品質都引起兩小車的速度發生變化，很自然地就引起學生進行思考：究竟這種變化跟小車的品質之間有什麼關係，這對課前的預習起到了一個很好的引導作用。



圖(7) 動量守恆定律c



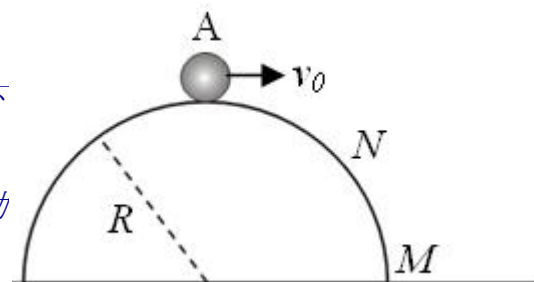
3.3 分析習題，細化知識點

有些練習題涉及到的情況比較多，有些競賽題牽涉到比較複雜的物理場景，導致學生理解起來有一定的困難。在講解這類習題的同時，如果能用軟體來建立一個習題所描述的物理模型，以逼真的動畫輔助物理教師的精闢解析，觸發學生的想像空間，既能幫助學生更好理解題意，又能幫助學生理清分析思路。

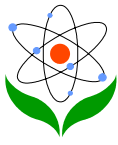
實例：關於“圓周運動”的習題（課件6—鏈結演示）

半徑為 R 的光滑半球固定於水平面上，頂部有一個小球 A ，今給它一個水準初速度 $v_0 = \sqrt{gR}$ ，則物體將如何運動（ ）

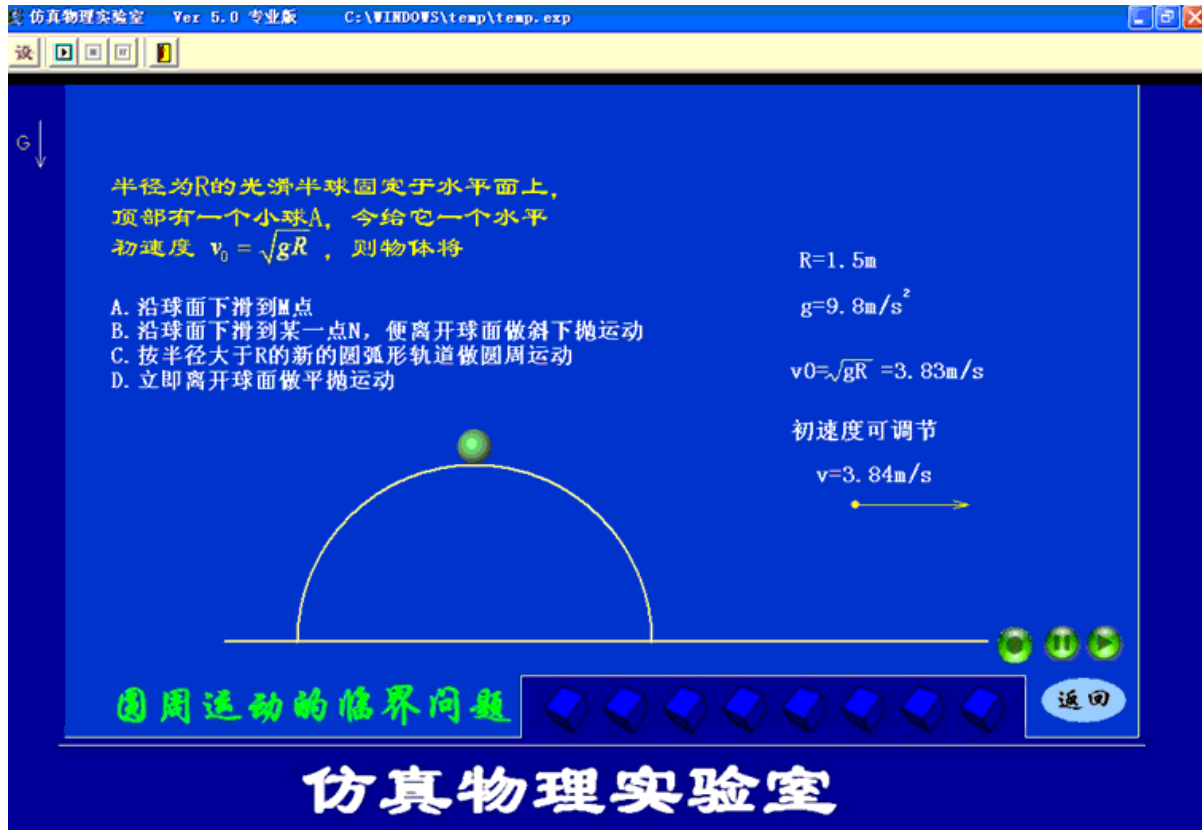
- A · 沿球面下滑到 M 點
- B · 沿球面下滑到某一點 N ，便離開球面做斜下拋運動
- C · 按半徑大於 R 的新的圓弧形軌道做圓周運動
- D · 立即離開球面做平拋運動



製作的課件如圖(8)所示。



圖(8) 圓周運動



改變小球的初速度，讓物體按照題目要求的條件運動，在課件上可以觀察到小球的運動軌跡發生了變化，將各種情形下的運動狀況真實地顯示出來。這樣，學生對於四個選項所需要的條件一目了然。

同時，可以在此基礎上進行擴展研究：圓周運動中的臨界問題（課件7—鏈結演示）

在課堂上，可以直接通過推導得出圓周運動的臨界條件：

(1) 沒有物體支撐的小球，在豎直平面內做圓周運動過最高點的臨界條件：

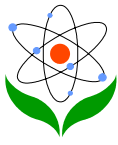
$$mg = m \frac{v_{\text{臨界}}^2}{r} \Rightarrow v_{\text{臨界}} = \sqrt{gr}$$

(2) 有支撐的小球，在豎直平面內做圓周運動過最高點的臨界條件：

$$v_{\text{臨界}} = 0$$

由於現實生活中沒有真正理想的輕繩、輕杆，學生可能理解得不夠深刻，在遇到實際問題時難以靈活地運用此臨界條件來解題。怎麼來解決這個問題呢？通過仿真軟體可以將符合這兩種情況的小球製作出來，實際模擬一下小球在不同速度下的運動情況。探究滿足什麼條件時小球才能順利地通過最高點，如圖(9)所示。

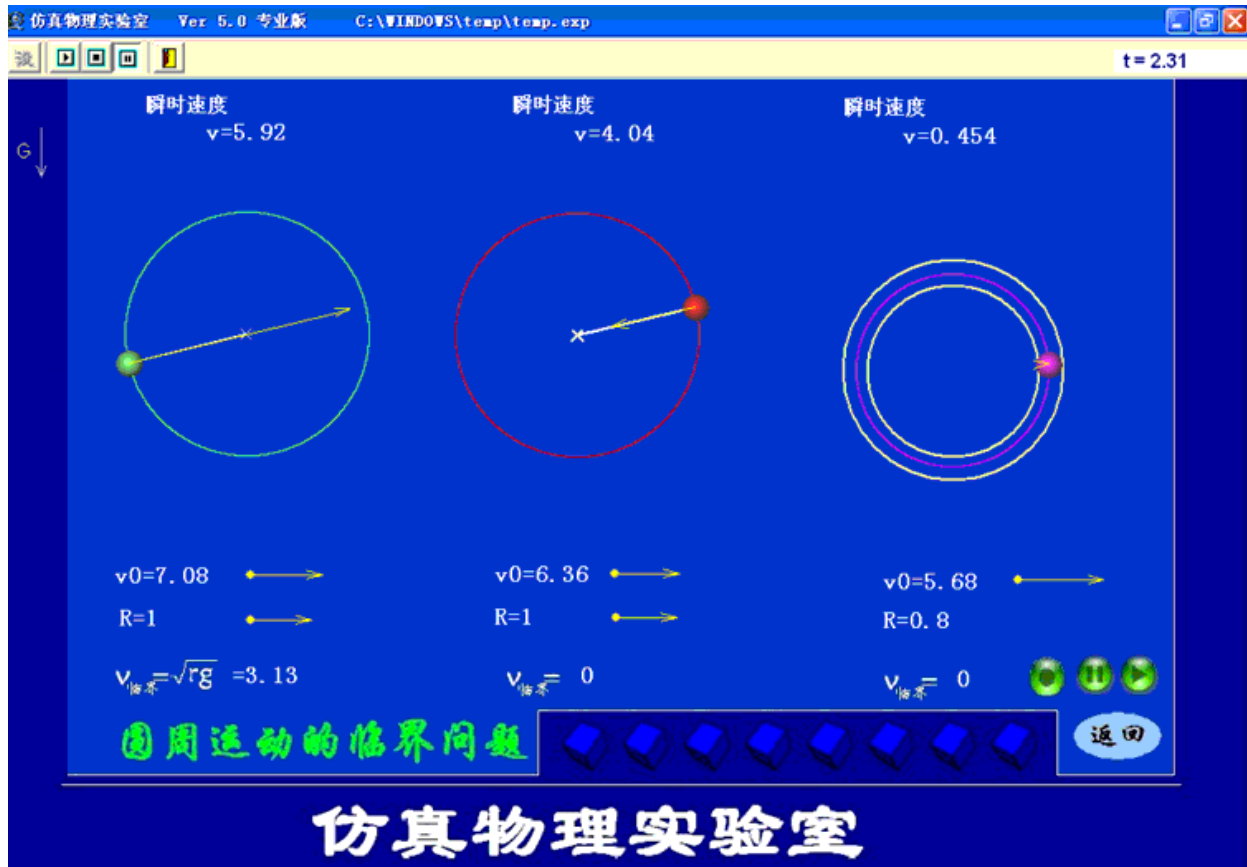
通過改變小球的初速度和小球的運動半徑，可同步計算顯示小球通過最高點所需要的臨界速度。只需要觀察小球的瞬間速度，如果在某一時刻比臨界速度還小，就可以判斷出



小球不能做圓周運動。同時，在課件中小球的運動軌跡是可見的，通過軌跡也可以看出小球是否在做圓周運動。

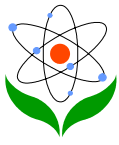
通過演示可以得出：當在最高點 $v \geq v_{\text{臨界}}$ 時，小球將做完整的圓周運動，當 $v < v_{\text{臨界}}$ 時小球將脫離圓軌道。

圖(9) 圓周運動中的臨界問題 a



圖(10)是這三個小球都不能過最高點的情況，但是三個小球的運動軌跡都不相同。球1(綠色)是由細繩連接，繞固定點運動，當小球在運動過了固定點後出現瞬時速度比臨界速度還小的情況，小球就脫離圓周運動軌道做平拋運動。球2(紅色)是由輕杆連接，繞固定點運動，當小球在運動過程中出現瞬時速度比臨界速度還小時，小球在輕杆的支撐作用下沿原軌道下滑，之後做規則的擺動運動。球3(粉紅)是處在兩個圓形管道中間，當小球在運動過程中出現瞬時速度比臨界速度還小時，小球在兩圓形軌道的作用下沿原軌道下滑，之後做不對稱的擺動運動。

這三種運動的區別通過課件展示起來就顯得很容易理解了。通過這樣的形式來探討圓周運動的臨界問題，學生對於初速度、瞬間速度對臨界問題的影響就能有更深刻的體會。



圖(10) 圓周運動中的臨界問題b



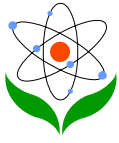
結束語

仿真實驗軟體，作為創設真實情境的一種工具，能夠把各種技術手段融合到物理課堂教學之中。教師最主要的任務是如何應用現有的軟體平臺把資訊技術的優勢發揮出來，進行物理學科教學。《仿真物理實驗室》軟體是目前物理學科實現資訊技術與學科教學整合較為方便的中學物理教學應用軟體，它能夠快捷、準確地將教師的教學意圖展現出來，讓學生在課堂上表現出濃厚的學習興趣，積極參與教學過程。

但是，仿真實驗要求的只是創設一種真實的情境，實驗過程不能完全符合現實情況；介面比較簡單，不能在一個課件中出現多介面的情況，如果內容比較多，就只能編譯成一個個獨立的小課件，不易與其他教學軟體結合起來；軟體把所有的物理定律全部內置，功能比較受限制，無法通過自己的設計來製作和填補缺少的元件，不能編輯且難於修改公式。故在使用此軟體時，應該有選擇、有針對性地進行，發揮其優勢來實現教學所需。

參考文獻

- [1] 吳疆、陳瑛編著，現代教育技術教程[M].人民郵電出版社，2003年。
- [2] 劉亞平、郝謙主編，電腦輔助教學與多媒體課件製作[M].中國鐵道出版社，2004年。
- [3] 王文琪、鄧小飛、李敬德主編，研究性學習與創新教育[M].廣西師範大學出版社、中央民族大學出版社，2003年。
- [4] 龔霞玲 主編，高中物理實驗[M].龍門書局，2001年。
- [5] 楊宏偉，虛擬仿真技術在物理實驗中的應用[J].實驗室研究與探索.第24卷第9期。



附錄：利用《仿真物理實驗室》製作的課件

說明：由於軟體的版本還未更新，本課件不適宜於寬屏，解析度最好用 1024*768。

1. 單擺
2. 簡諧振動
3. 動量守恆定律實驗一
4. 動量守恆定律實驗二
5. 動量守恆定律實驗三
6. 圓周運動習題
7. 圓周運動臨界問題