

# 仿真实验在中学物理教学中的应用研究

李德安

华南师范大学物理与电信工程学院  
广东 广州大学城 510006

电邮: [lidean@scnu.edu.cn](mailto:lidean@scnu.edu.cn)

收稿日期: 二零零九年五月十四日(于六月二十六日再修定)

---

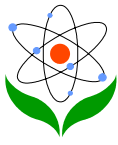
## 内容

- [摘要](#)
  - [问题的提出](#)
  - [《仿真物理实验室》软件的特点](#)
    - [人性化的模块设计, 容易创建实验课件](#)
    - [编程功能和仿真算法相结合, 轻松制作复杂课件](#)
  - [仿真软件在中学物理教学中的设计与应用](#)
    - [帮助分析物理规律, 提高教学效果](#)
    - [学生利用该平台进行预习探究](#)
    - [分析习题, 细化知识点](#)
  - [结束语](#)
  - [参考文献](#)
  - [附录: 利用《仿真物理实验室》制作的课件](#)
- 

## 摘要

中学物理仿真实验软件的出现, 为教师和中学生提供了一个实验器具完备的综合性实验室, 创建了一个为教师与学生之间沟通的交互平台。仿真物理实验克服了传统物理实验教学的弊端, 促进了物理课堂教学模式的改革, 推进了新课改的进程。通过对此软件的试用与研究, 有针对性地设计制作了 7 个仿真实验, 希望能让更多中学物理教师了解这个工具, 并更好地利用它为教学服务。

**关键词:** 《仿真物理实验室》, 仿真实验, 计算机辅助教学, 中学物理实验



## 问题的提出

千百年来,以教师讲、课堂灌输为基础的教学模式,一直延续着。在课堂上,教师的教和学生的学最理想的进程就是完成教学计划。这使课堂教学变得机械、沉闷和程序化,而且劳动强度大、效率低。随着新课改的推进和以计算机技术为核心的现代科学技术的迅速发展,对教育提出了更高的要求和挑战,因此,计算机辅助教学也应运而生。

仿真实验软件的出现,能够弥补部分实验的缺陷,填补了一些空白,但它一直很难得到中学教师和中学生的了解、重视和使用。其实,对于解决一些实验室无法完成或抽象的物理现象、规律时,仿真实验能发挥重要作用。另外,它也能帮助人们分析、探究一些物理疑难问题。

## 《仿真物理实验室》软件的特点

《仿真物理实验室》是适用于中学物理课堂的仿真教学软件,它主要包括力学、光学、电学三大部分,能为用户提供一个实验器具完备的综合性实验室,基本上可以让用户动手创建所能想象的实验。从自由落体运动、平抛运动、验证机械能守恒,到验证动量守恒实验;从单摆、牛顿摆,到弹簧振子实验;从带电粒子在电场中的加速与偏转实验、带电粒子在磁场中的圆周运动、粒子加速器,到粒子速度选择器模型;从地球人造卫星,到太阳系的运行,《仿真物理实验室》基本都能够进行仿真,它主要有如下二个方面的特点:

### 2.1 人性化的模块设计,容易创建实验课件

该软件具有较强的交互性,是一个自由的平台环境。软件将物理定律全部内置,用户只需要设置一下实验的初始环境和参数,所需的时间较少,并且可以随时更改实验的条件或参数,满足课堂教学的实际需要。

#### “单摆”课件的创建实例(课件1—链接演示):

(1) 新建实验:点击“文件”菜单下的“新建”菜单或工具栏上的“新建”按钮,系统将开始新建一个实验,把鼠标移动到“实验区”,在十字光标处确定坐标原点的位置。将十字光标移动到想要的位置后,单击鼠标左键,系统会弹出一个“坐标比例设置”窗体,输入想要的比例(如0.1),确定坐标位置。

(2) 添加运动物件:选中(按下)“创建模板”里的“运动对象”,将鼠标移到“实验区”合适的位置单击鼠标左键,系统会弹出“运动对象设置”窗体,在这里先把“质量”设置成“1”,“半径”设置成“0.01”,然后按确定。

(3) 考虑重力作用:点击“编辑”菜单下的“实验设置”菜单或工具栏上的“实验设置”按钮,系统会弹出“实验设置”窗体,在此窗体中选中“考虑重力作用”选项,然后按“确认”关闭此窗体。

(4) 形成单摆:在“创建模板”中选中“悬挂细绳”,将鼠标移到“运动对象1”上方,按下鼠标左键,按住拖到一个合适的位置,松开鼠标左键,这样一根连接细绳便创建好了。再把球拖动到合适的位置(摆角小于 $5^\circ$ ),完成课件制作,如图(1)所示。

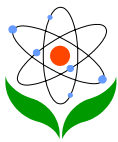
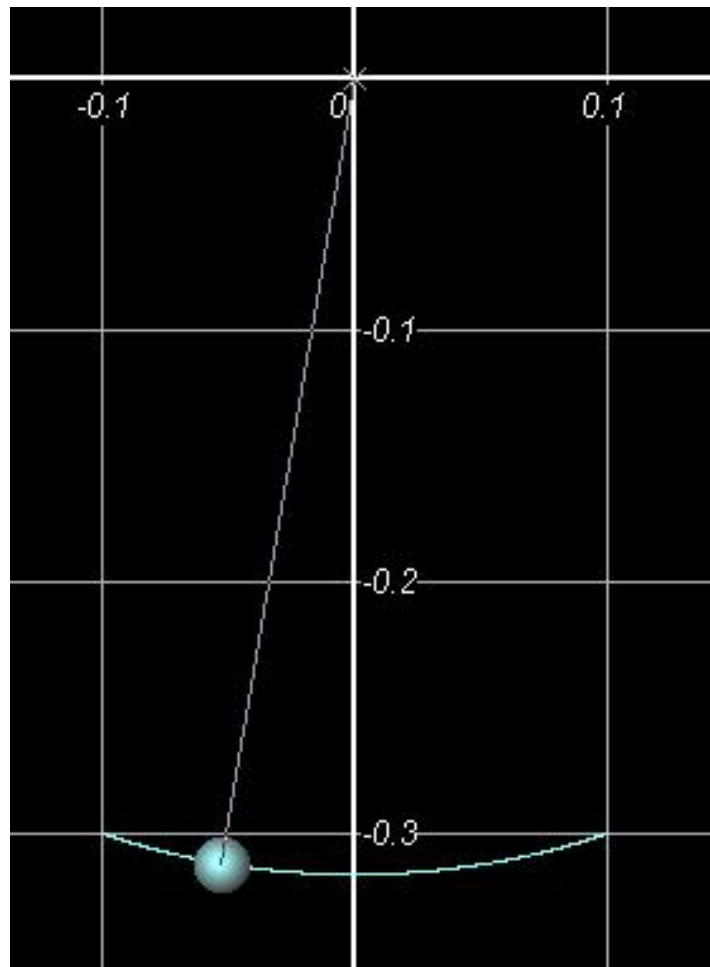


图 (1) 单摆



如果觉得单摆的摆动速度太快或是太慢, 只要打开“实验设置”窗体, 将“实验最少扫描时间”调整为“0.0001”便可。

## 2.2 编程功能和仿真算法相结合, 轻松制作复杂课件

因为一般老师对编程都不太熟悉, 所以使用教学软件编写程序对于他们来说是比较困难, 但在制作一些较为复杂课件, 特别是需要用到逻辑判断功能的时候, 用上面介绍的方法难于实现, 这时可依靠软件提供的编程功能, 让设计复杂课件成为可能。

### “回旋加速器”课件的创建实例

我们把一个运动对象、两个磁场和一个电场放入实验区, 调节好各参数后编写如下程序:

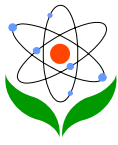
```
//令左右两磁场强度相等//
```

```
判断 1: 如果( t=0 )则执行
```

```
    磁场 2.b=磁场 1.b
```

```
    电场 1.e=E
```

```
结束判断 1
```



//实现交变电场//

判断 2: 如果( 运动对象 1.x<=23.6 )则执行

电场 1.e= -E

结束判断 2

判断 3: 如果( 运动对象 1.x>=32.7 )则执行

电场 1.e=E

结束判断 3

值得注意的是，课件的输出形式非常丰富，可对编写的课件进行编译，生成可执行文件，让用户制作的课件能脱离平台独立运行，也可生成网络课件能够在浏览器浏览，这样就为网络化教学提供了媒体，另外还可以生成 AVI 和 GIF 动画等。

## 仿真软件在中学物理教学中的设计与应用

### 3.1 帮助分析物理规律，提高教学效果

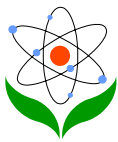
对于物理规律的教学，传统模式通常是以老师为主体，采用讲授法和实验法相结合的方法居多。然而在实验过程中，经常由于偶然因素或者随机因素的出现，实验可能不是按照预定的方向发展，而是出现一定的“偏差”，甚至是完全相反的结果。在这种情况下，利用其数据来分析物理规律不太可行。此时，通过仿真实验，既能排除偶然因素或者随机因素的干扰，还可以实时显示测量结果，提供多种实验方法，可以实现更灵活的操作，大大地提高了物理教学的效果和质量。

#### 实例：初识简谐运动（课件 2—链结演示）

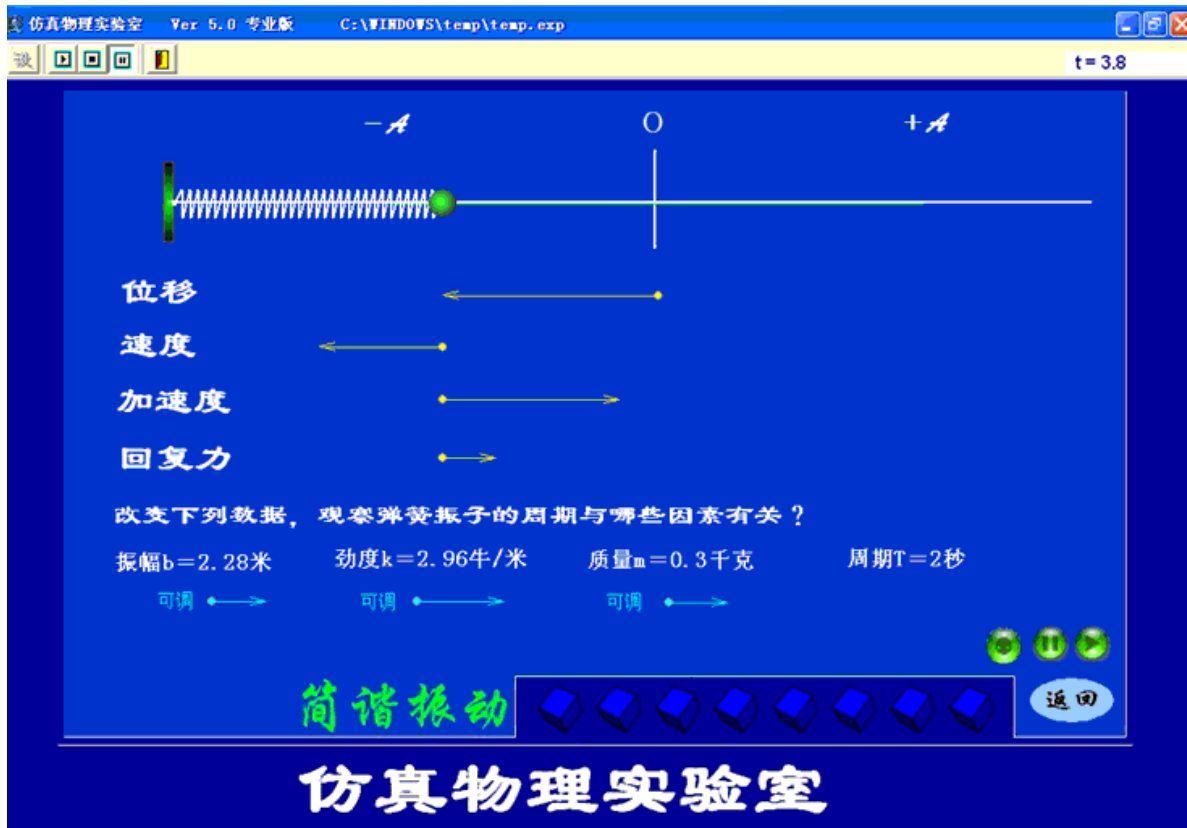
设计思路：简谐运动是最简单、最基本的机械振动，理解了简谐运动也就了解了机械振动的基本特点。因此，分析简谐运动的规律、振动的特点是教学的重点。但是，高中学生的思维具有单一性、定势性，他们习惯于分析恒力作用下物体的单程运动，对振动过程的分析，学生普遍会感到有些困难，因此对变力作用下来回运动的振动过程的多量分析是教学中的难点问题。在传统实验的基础上，如果加以仿真实验辅助，可以有效的化解这一难点。

#### 实验仿真：

让学生明确在演示实验中要注意观察振子的位移、速度、加速度、受力等物理量的变化情况，并让学生进行初步的分析和讨论。然后用仿真软件来仿真弹簧振子的运动，同时显示位移、速度、加速度、受力在同一周期中的变化情况，如图（2）所示。



图(2) 简谐振动

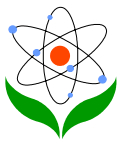


软件可以用向量的形式动态显示各个物理量随时间的变化情况, 还可选择在某些特殊点暂停运动, 单独分析特殊点的物理量大小, 并让学生完成课本上的表格-1。

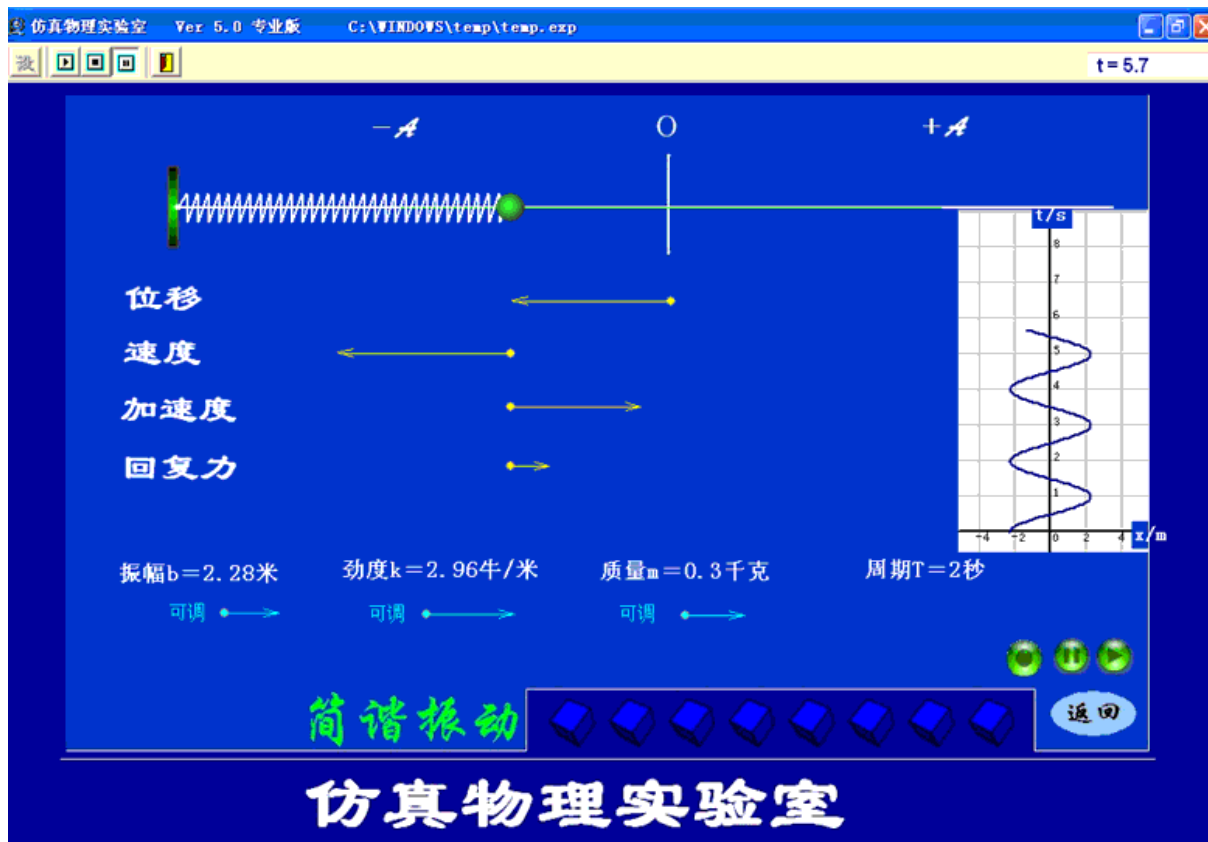
表格-1 简谐振动

物理量 特殊点	位移 $x$		回复力 $F$		加速度 $\alpha$		速度 $v$		动能	势能
	大小	方向	大小	方向	大小	方向	大小	方向		
A										
O										
B										

(2) 在传统教学中, 简谐运动图像是通过用一个类似沙漏的装置在一个固定的竖直平面内振动而获得的。但是由于沙漏的运动不是严格的简谐运动, 再加上木板的匀速运动难以控制, 从而用此方法获得的“简谐运动图像”并不是真正的正(余)弦曲线, 实验效果不明显, 说服力不强。运用仿真软件可以让小球做简谐运动, 在旁边的位移-时间图像上同步显示小球的位移变化, 这样就做到了类似沙漏运动轨迹的效果, 如图(3)所示。



图(3) 简谐振动



由于小球是严格按照真实情况下所受弹力作用来运动的，因此得到的图像是严格的正（余）弦曲线。而且曲线是通过计算机描绘的，可以重复多次模拟，易于操作，又不浪费课堂上的时间。

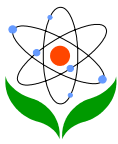
(3) 在初步认识弹簧振子的运动时，教材上就简略地提到弹簧振子的周期与弹簧的劲度系数和振子的质量有关，与振幅无关。由于高中阶段不涉及到弹簧振子周期的计算，因此不能通过公式推导出该结论。通过实验来证明也不太可行，这样就必须制作多个不同质量，不同劲度系数的弹簧振子，而且要通过控制变量法多次更改参数来测量振子的周期，还必须用多次测量取平均值的方式来减少测量误差，既费时又费力。

通过仿真软件制作的课件可很好地解决这个问题，如图(4)所示。

图(4) 简谐振动



在课件中设置了三个可调节的参数：小球的初始位置，弹簧的劲度系数，小球的质量。可以在课堂上通过调节参数的变化来探究弹簧振子的周期与什么因素有关。通过实验观察得知：调整振幅的大小，振子运动周期不变；弹簧的劲度系数越大，振子周期越小；小球的质量越大，振子的周期越大。很容易就能得出这样的结论：弹簧振子的周期与弹簧的劲度系数和振子的质量有关，与振幅无关。



### 3.2 学生利用该平台进行预习探究

以往的学生预习新课时都是以阅读为主，然而现在的新课程倡导探究式学习，创造力和想象力的培养已被广泛关注，对于课本上出现的实验与探究模块，在预习的时候就有些无所适从了，因为探究性实验不可能仅仅凭借思考就可以理解清楚的。

仿真软件给学生提供了一个创造和想象的空间。让学生亲自动手体验会对物理现象的印象更加深刻；对物理定律的理解不再枯燥；对物理学的兴趣油然而生。

#### 实例：动量 动量守恒定律

**设计思路：**这节课主要是导出动量守恒定律的一维表达式，再将结论拓展为多体、二维情况。在教材中研究一维碰撞过程的动量守恒定律时安排了一个“实验与探究”，这个实验要用到气垫导轨，学生预习时没有办法实现这套装置。教师可以做好相应的课件放在网上，让学生利用计算机来仿真。

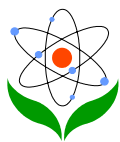
#### 实验仿真：

(1) 无任何连接的情况（**课件3—链结演示**）：

如图（5）所示，运行实验，两辆小车开始运动。很明显，碰撞后小车1停止了运动，小车2由静止状态改为向前运动，同步显示了两小车的速度，让学生在定性观察基础上进行定量的分析和思考；改变小车的速度和小车的质量，让学生观察在不同参数下的实验现象和资料结果。

图（5） 动量守恒定律

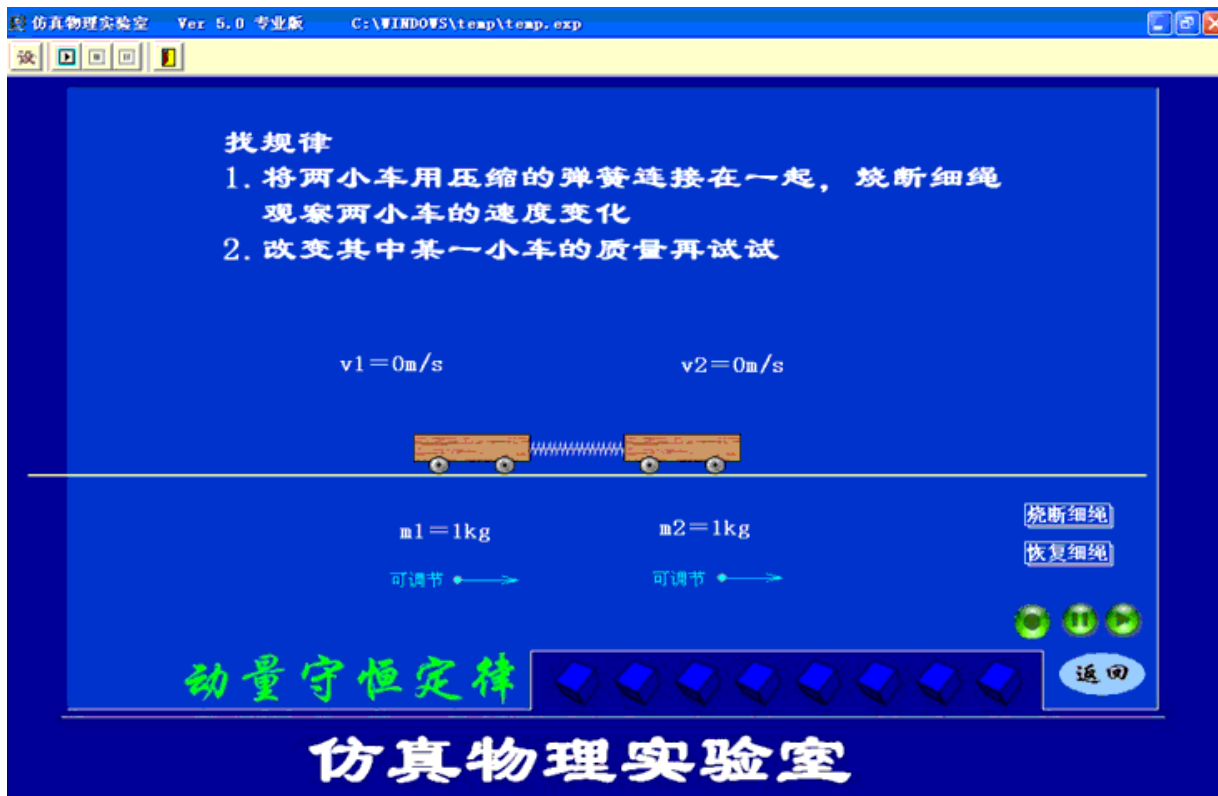




### (2) 连接压缩弹簧的情况 (课件4—链结演示)

如图(6)所示，运行实验，两辆小车在细绳的作用下处于静止状态。点击“烧断细绳”按钮后两辆小车在压缩弹簧的作用下开始运动。很明显，小车1与小车2的速度大小相等，方向相反。小车1的质量改成2kg后可以发现两小车的运动速度大小不再相等。

图(6) 动量守恒定律

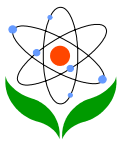


### (3) 粘贴了双面胶的情况 (课件5—链结演示)

如图(7)所示，运行实验，两辆小车开始运动。碰撞后两小车粘在一起，以相同的速度向前运动。将小车1的质量改成3kg后的碰撞情况。与图(5)对比可以发现，碰撞后两小车的运动速度变成了11.2m/s。

在上面的三个实验中改变小车1的质量都引起两小车的速度发生变化，很自然地就引起学生进行思考：究竟这种变化跟小车的质量之间有什么关系，这对课前的预习起到了一个很好的引导作用。





图(7) 动量守恒定律c



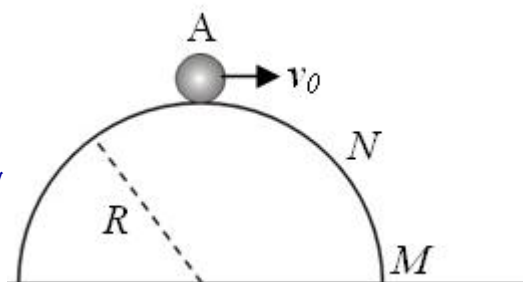
### 3.3 分析习题, 细化知识点

有些练习题涉及到的情况比较多, 有些竞赛题牵涉到比较复杂的物理场景, 导致学生理解起来有一定的困难。在讲解这类习题的同时, 如果能用软件来建立一个习题所描述的物理模型, 以逼真的动画辅助物理教师的精辟解析, 触发学生的想象空间, 既能帮助学生更好理解题意, 又能帮助学生理清分析思路。

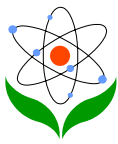
实例: 关于“圆周运动”的习题 (课件6—链接演示)

半径为  $R$  的光滑半球固定于水平面上, 顶部有一个小球  $A$ , 今给它一个水平初速度  $v_0 = \sqrt{gR}$ , 则物体将如何运动 ( )

- A. 沿球面下滑到  $M$  点
- B. 沿球面下滑到某一点  $N$ , 便离开球面做斜下抛运动
- C. 按半径大于  $R$  的新的圆弧形轨道做圆周运动
- D. 立即离开球面做平抛运动



制作的课件如图(8)所示。



图(8) 圆周运动



改变小球的初速度, 让物体按照题目要求的条件运动, 在课件上可以观察到小球的运动轨迹发生了变化, 将各种情形下的运动状况真实地显示出来。这样, 学生对于四个选项所需要的条件一目了然。

同时, 可以在此基础上进行扩展研究: 圆周运动中的临界问题 (课件7—链接演示)

在课堂上, 可以直接通过推导得出圆周运动的临界条件:

(1) 没有物体支撑的小球, 在竖直平面内做圆周运动过最高点的临界条件:

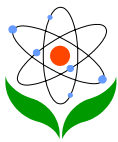
$$mg = m \frac{v_{\text{临界}}^2}{r} \Rightarrow v_{\text{临界}} = \sqrt{gr}$$

(2) 有支撑的小球, 在竖直平面内做圆周运动过最高点的临界条件:

$$v_{\text{临界}} = 0$$

由于现实生活中没有真正理想的轻绳、轻杆, 学生可能理解得不够深刻, 在遇到实际问题时难以灵活地运用此临界条件来解题。怎么来解决这个问题呢? 通过仿真软件可以将符合这两种情况的小球制作出来, 实际模拟一下小球在不同速度下的运动情况。探究满足什么条件时小球才能顺利地通过最高点, 如图(9)所示。

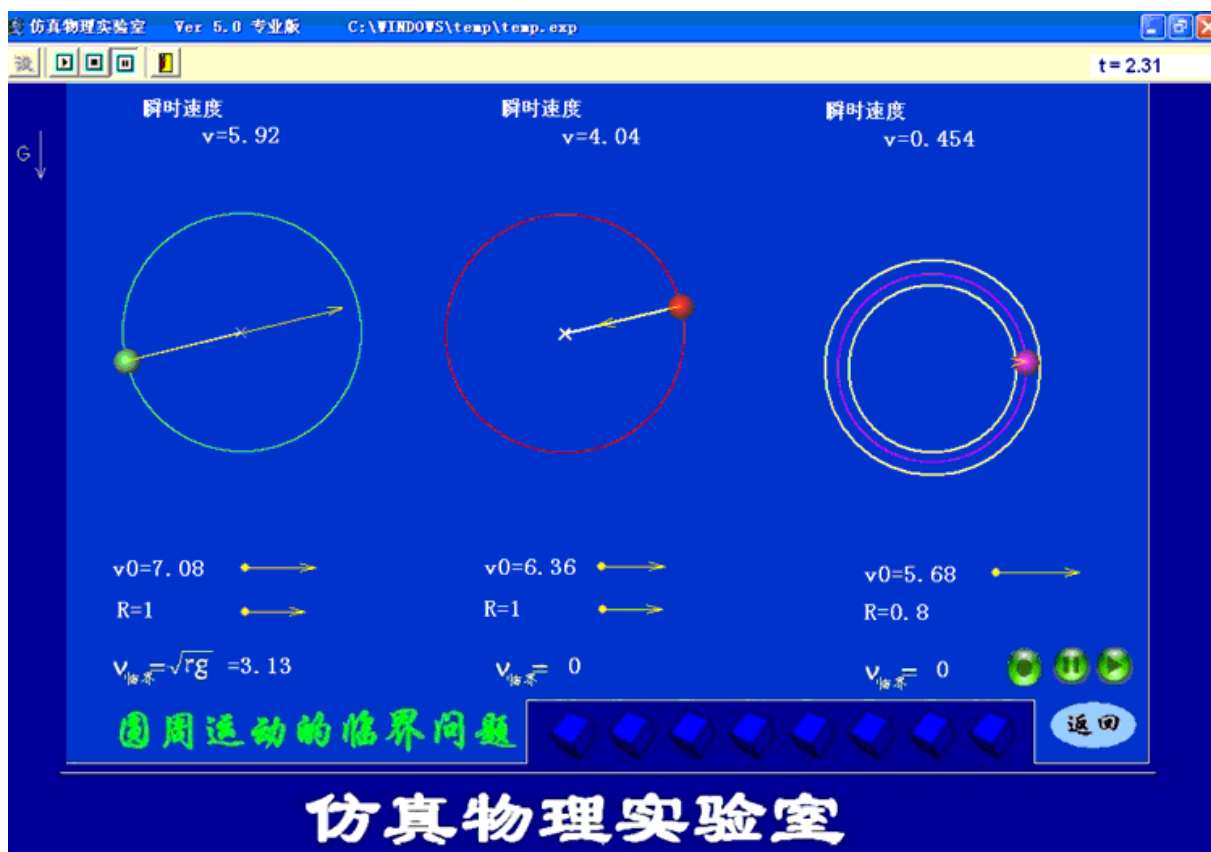
通过改变小球的初速度和小球的运动半径, 可同步计算显示小球通过最高点所需要的临界速度。只需要观察小球的瞬间速度, 如果在某一时刻比临界速度还小, 就可以判断出



小球不能做圆周运动。同时,在课件中小球的运动轨迹是可见的,通过轨迹也可以看出小球是否在做圆周运动。

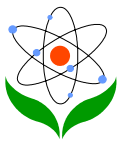
通过演示可以得出:当在最高点  $v \geq v_{\text{临界}}$  时,小球将做完整的圆周运动,当  $v < v_{\text{临界}}$  时小球将脱离圆轨道。

图(9) 圆周运动中的临界问题 a



图(10)是这三个小球都不能过最高点的情况,但是三个小球的运动轨迹都不相同。球1(绿色)是由细绳连接,绕固定点运动,当小球在运动过了固定点后出现瞬时速度比临界速度还小的情况,小球就脱离圆周运动轨道做平抛运动。球2(红色)是由轻杆连接,绕固定点运动,当小球在运动过程中出现瞬时速度比临界速度还小时,小球在轻杆的支撑作用下沿原轨道下滑,之后做规则的摆动运动。球3(粉红)是处在两个圆形管道中间,当小球在运动过程中出现瞬时速度比临界速度还小时,小球在两圆形轨道的作用下沿原轨道下滑,之后做不对称的摆动运动。

这三种运动的区别通过课件展示起来就显得很容易理解了。通过这样的形式来探讨圆周运动的临界问题,学生对于初速度、瞬间速度对临界问题的影响就能有更深刻的体会。



图(10) 圆周运动中的临界问题b



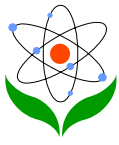
## 结束语

仿真实验软件, 作为创设真实情境的一种工具, 能够把各种技术手段融合到物理课堂教学之中。教师最主要的任务是如何应用现有的软件平台把信息技术的优势发挥出来, 进行物理学科教学。《仿真物理实验室》软件是目前物理学科实现信息技术与学科教学整合较为方便的中学物理教学应用软件, 它能够快捷、准确地将教师的教学意图展现出来, 让学生在课堂上表现出浓厚的学习兴趣, 积极参与教学过程。

但是, 仿真实验要求的只是创设一种真实的情境, 实验过程不能完全符合现实情况; 接口比较简单, 不能在一个课件中出现多接口的情况, 如果内容比较多, 就只能编译成一个个独立的小课件, 不易与其他教学软件结合起来; 软件把所有的物理定律全部内置, 功能比较受限制, 无法通过自己的设计来制作和填补缺少的组件, 不能编辑且难于修改公式。故在使用此软件时, 应该有选择、有针对性地进行, 发挥其优势来实现教学所需。

## 参考文献

- [1] 吴疆、陈瑛编着, 现代教育技术教程[M].人民邮电出版社, 2003年。
- [2] 刘亚平、郝谦主编, 计算机辅助教学与多媒体课件制作[M].中国铁道出版社, 2004年。
- [3] 王文琪、邓小飞、李敬德主编, 研究性学习与创新教育[M].广西师范大学出版社、中央民族大学出版社, 2003年。
- [4] 龚霞玲 主编, 高中物理实验[M].龙门书局, 2001年。
- [5] 杨宏伟, 虚拟仿真技术在物理实验中的应用[J].实验室研究与探索.第24卷第9期。



## 附录：利用《仿真物理实验室》制作的课件

说明：由于软件的版本还未更新，本课件不适宜于宽屏，分辨率最好用 1024\*768。

1. 单摆
2. 简谐振动
3. 动量守恒定律实验一
4. 动量守恒定律实验二
5. 动量守恒定律实验三
6. 圆周运动习题
7. 圆周运动临界问题