仿真物理实验室软件

用户手册

目录：

仿真物理实验室软件简介.....2

运动及动力学模块.....3

一． 运动及动力学模块简介.....3

二． 软件界面.....4

三． 菜单与工具栏快捷按钮.....4

四． 操作指南.....8

1.第一个简单的实验.....8
2.实验设置对话框.....14
3.运动和动力学模块中的器件.....17
4.高级应用技巧.....25

五． 软件在教学中的应用.....35

仿真物理实验室软件简介

“仿真物理实验室”是针对物理教学而设计的一个全新概念的开放性教学平台、课件制作平台和物理实验仿真平台。它由运动及动力学、电学、光学三部分组成。它为用户提供了一个实验器具完备的综合性实验室，用户可以亲自动手创建所能想象的所有物理场景。

“仿真物理实验室——运动及动力学”模块提供了小球、弹簧、绳子、连杆、轨道、电荷等各种运动对象，并集成了重力场、电场、磁场、万有引力等物理环境。用户可以在任意组合的物理环境中，搭建自己的实验。从自由落体运动、平抛运动，到验证机械能守恒与动量守恒；从单摆、牛顿摆，到弹簧振子；从带电粒子在电场中的加速与偏转，带电粒子在磁场中的圆周运动，到粒子加速器，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——运动及动力学”模块都能够进行仿真。

“仿真物理实验室——电学”模块提供了电源、电阻、仪表、开关等数十种具体的电子元器件。用户可以利用这些电子元器件，搭建自己的实验电路。例如连接串联与并联电路、用伏安法测量电阻、测量路端电压、用惠斯通电桥精确测量电阻、用电磁继电器实现对电路的简单控制等。实验室还提供灯泡、电铃等元件，使用户设计的电路生动活泼。

“仿真物理实验室——光学”模块提供了方型玻璃砖、三角形玻璃砖、棱境、理想凸透镜、理想凹透镜、凸面镜、凹面镜、光线等实验器件。用户可以在任意组合的实验环境中，搭建自己的实验。例如平面镜的反射实验，介质的折射实验，介质的全反射实验，凸透镜的会聚实验等等。“仿真物理实验室——光学”模块不但能够进行仿真，还可以为用户演示整个物理过程的详细情况。

“仿真物理实验室”功能强大、操作简单、交互性强并具有可探究性。它是物理教师的课件制作平台，物理课堂的教学平台和学生的探索性学习平台。

运动及动力学模块

一． 运动及动力学模块简介

“仿真物理实验室——运动及动力学”，为学生和老师提供了一个自由而开放的实验环境。模块提供了小球、弹簧、绳子、连杆、轨道、电荷等各种运动对象，并集成了重力场、电场、磁场、万有引力等物理环境。用户可以在任意组合的物理环境中，搭建自己的实验。从自由落体运动、平抛运动，到验证机械能守恒与动量守恒；从单摆、牛顿摆，到弹簧振子；从带电粒子在电场中的加速与偏转，带电粒子在磁场中的圆周运动，到粒子加速器，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——运动及动力学”模块都能够进行仿真。

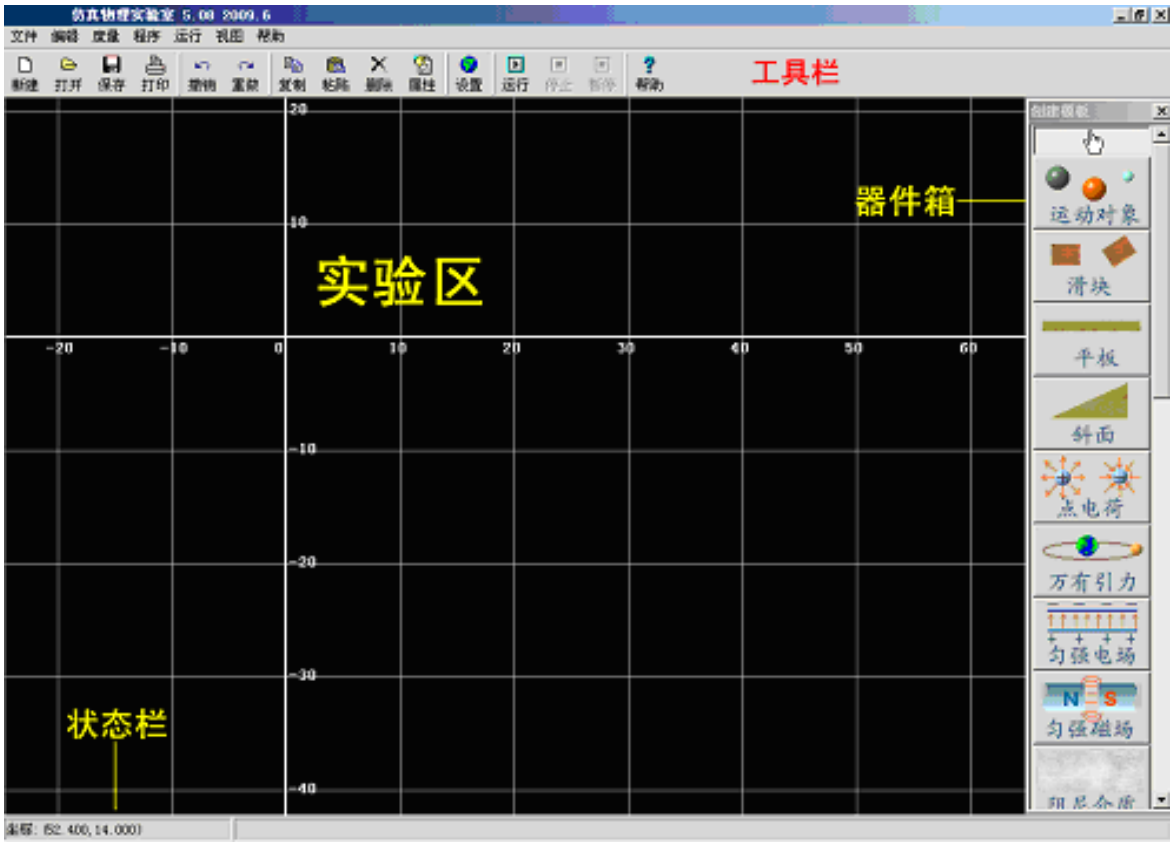
与其他的教育软件所不同，“运动及动力学”模块，具有强大的开放性。开放的器件支持相互之间的任意组合和物理量的自由设置。这是一个能真正体现出用户探究能力的教育软件。

“运动及动力学”模块还为用户提供了各种实验数据的显示与分析方法。

用户可以用标签动态的显示实验数据，通过矢量的变化表示数据，也可以绘制各种数据的关系曲线，例如 V/T 曲线、S/T 曲线等。强大的数据表现能力，能够帮助学生从实验现象分析运动的规律。

二． 软件界面

“仿真物理实验室——运动及动力学”的主界面如下图所示。



软件界面的中间是实验区，是用户搭建实验和观察实验过程的地方。实验区的上面是工具栏，工具栏中有常用命令的快捷按钮。实验区的右边是器件箱，用鼠标点击器件箱中的器件，再根据提示在实验区中点击鼠标，就能创建器件。实验区的下方是状态栏，状态栏显示当前鼠标的坐标位置，并显示必要的操作提示信息。

三． 菜单与工具栏快捷按钮

软件的主菜单及功能如下：

[文件]——[新建]：

创建一个新的实验项目。

[打开]：

打开一个已经存在的实验项目。

[浏览打开]：

另一种打开实验项目的方式，可以在打开前浏览实验项目的内容。

[保存]：

保存当前的实验到磁盘文件。

[另存为]：

保存当前的实验到新文件名。

[保存为图片]：

把当前实验区的内容，以图片文件保存下来。

[打印设置]：

设置打印的相关信息。

[打印]：

打印实现区中的图像。

[退出]：

退出软件。

[编辑]——[实验设置]：

弹出“实验设置”对话框，在“实验设置”对话框中，可以对实验室的基本环境、物理常量进行设置。

[创建]：

从[创建]菜单的子菜单项中选择需要创建的对象，在实验区中根据提示点击鼠标，可以创建出所需的对象。

[调整参数]：

弹出“调整参数”对话框。当有对象被放置在实验区之外，无法通过鼠标点选时，必须通过“调整参数”对话框选择相应的对象。

[复制]：

复制当前实验区中，选中的对象，到剪贴板。

[剪切]：

复制当前实验区中选中的对象到剪贴板，并在实验区中删除此对象。

[粘贴]：

把之前复制到剪贴板中的对象，粘贴到实验区中。

[删除]：

删除当前选中的对象。

[属性]：

弹出当前选中对象的“属性”对话框。

[设置底色]：

设置实验区的背景颜色。

[放置底图]：

放置一张图在实验区中，作为背景。

[清除底图]：

清除背景图片。

[等势面]：

绘制由点电荷对象形成的电势的二维等势面。

[电力线]：

绘制由电电荷对象形成的电势的二维电力线。

[度量]——[距离]：

度量运动对象之间、辅助点之间或运动对象与辅助点之间的距离，并把度量值显示在实验区中。

[角度]：

度量运动对象、辅助点构成的角度，并把度量值显示在实验区中。

[程序]——[变量编辑器]：

弹出“变量编辑器”对话框，用户可以在此对话框中，自定义变量。

[程序编辑器]：

弹出“程序编辑器”对话框，用户可以在此对话框中，编写简单格式的脚本语言以实现较为复杂的实验控制。

[运行]——[运行实验]：

运行实验区中的实验。

[停止实验]：

停止实验区中的实验。

[暂停/继续]：

暂停/继续实验区中的实验。

[实时数据输出设置]：

点击此菜单项，再在实验区中点击运动对象，在运行实验时，软件会实时输出此运动对象的基本实验数据。“仿真物理实验室”对数据的显示有多种方法，这种方法只是其中之一。

[实验数据曲线]：

点击此菜单项，可以弹出“实验数据曲线”对话框，可以通过设置此对话框来绘制运动对象的数据曲线。除此之外，也可以通过曲线对象来绘制各种实验数据的曲线图。

[查看闪照时刻实验数据]：

弹出“闪照数据输出”对话框，在此对话框中记录了运动对象在闪照时刻的数据，此功能需要配合运动对象的闪照功能。

[视图]——[工具栏]：

显示/隐藏“工具栏”。

[器件箱]：

显示/隐藏“器件箱”。

[状态栏]：

显示/隐藏“状态栏”。

[在工具栏上显示提示信息]：

在“工具栏”上显示或隐藏与操作相关的提示信息。显示提示信息，能在用户创建器件时提供帮助。

[帮助]——[帮助]：

打开软件的帮助。

[关于仿真物理实验室]

显示“仿真物理实验室”的相关信息。

软件的工具栏及快捷按钮功能如下：

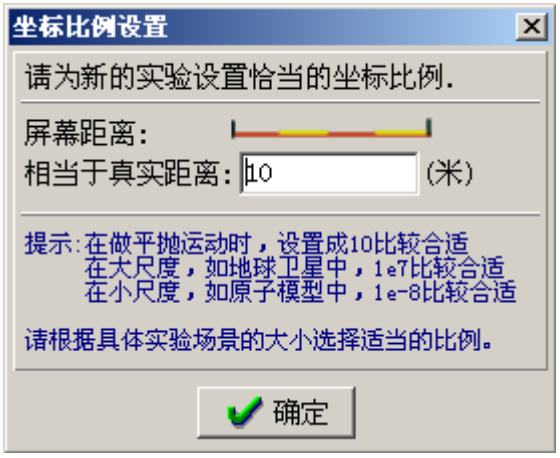
工具栏上的快捷按钮，对应同名的菜单项功能。

四． 操作指南

1. 第一个简单的实验

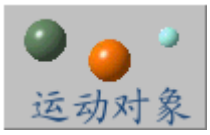
我们来做一个自由落体运动与平抛运动的实验。通过这个实验，我们可以了解“运动及动力学”模块制作实验的一般过程。

- 首先点击工具栏上的“新建”按钮，创建新的实验项目。这时在实验区中，出现了一个十字交叉线，并且跟随着鼠标一起移动。这个十字交叉线就是实验中的坐标，首先我们要确定把这个坐标原点放在什么位置上。在这个实验中，我们让小球从实验区的左上方开始做自由落体运动，所以就把坐标原点放在靠近左上方的位置。在实验区的左上方点击一下鼠标左键。
- 这时弹出了“坐标比例设置”窗体。



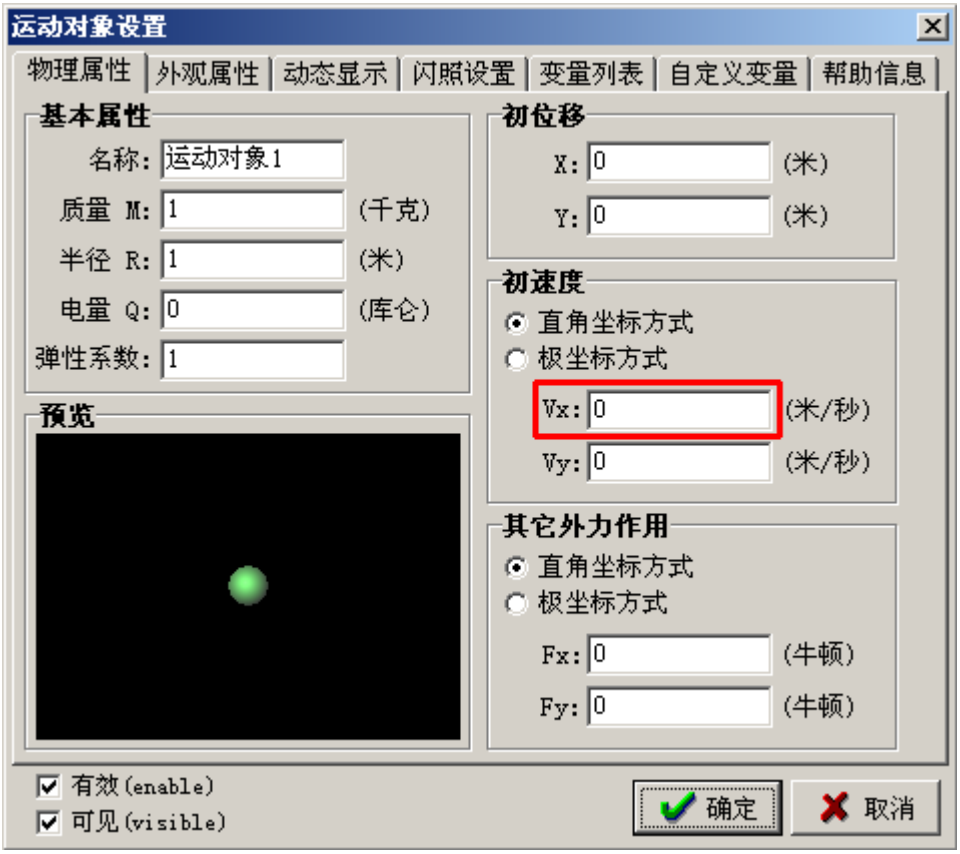
在这个窗体中，我们要根据具体的实验给这个坐标设置一个比例尺。在这个实验中，我们设置那样的屏幕距离为 10 米。按确定按钮。提示:在做平抛运动时，设置成 10 比较合适，在大尺度，如地球卫星中，1e7 比较合适，在小尺度，如原子模型中，1e-8 比较合适。请根据具体实验场景的大小选择适当的比例。

- 现在实验的坐标已经确定了。在实验区的右边弹出了一个竖直的窗体，这就是“器件箱”。在“器件箱”中您可以看到很多的实验器件。在这个实验中我们需要一个“运动对象”。在“器件箱”中点击一下



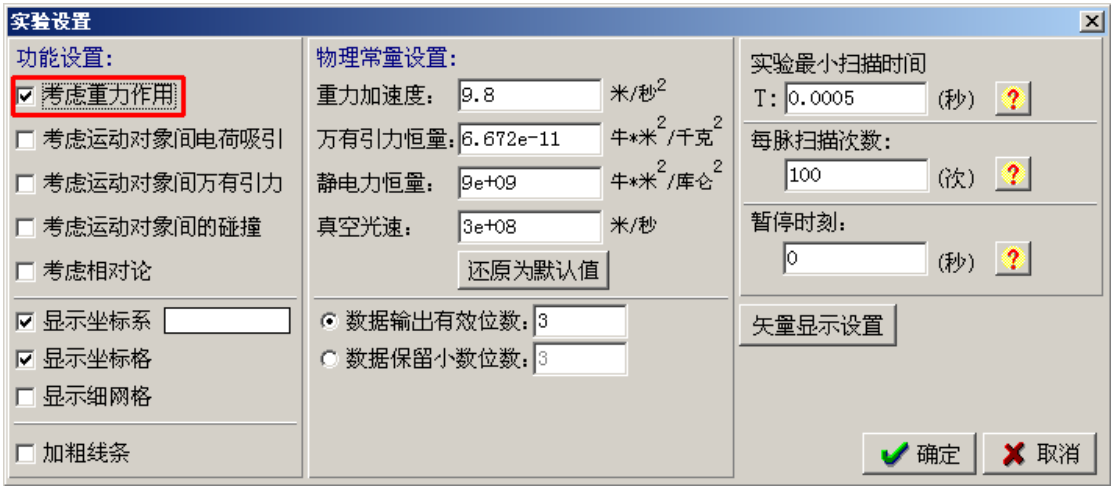
按钮。再在实验区中点击一下鼠标左键。这样就把这个运动对象放置在了实验区中。请您注意界面下方状态栏中的提示，它会给你实时的帮助。

- 这时弹出了“运动对象设置”窗体。在这个窗体中，我们对这个运动对象的各种物理参数进行设置。质量：1 千克；半径：1 米（为了显示时的清楚）；初位移都设置成 0；并设置水平方向的初速度 Vx：0 米/秒。再按确定按钮。



- 现在我们看到在实验区中有了一个小球。我们还需要在实验环境中考虑重力的作用。点击工具栏上的

按钮。弹出“实验设置”对话框，在这个对话框中我们可以对实验的大环境及一些物理常量进行设置。在自由落体运动与平抛运动的实验中，我们要考虑重力作用，所以选中“考虑重力作用”，然后点击确定。



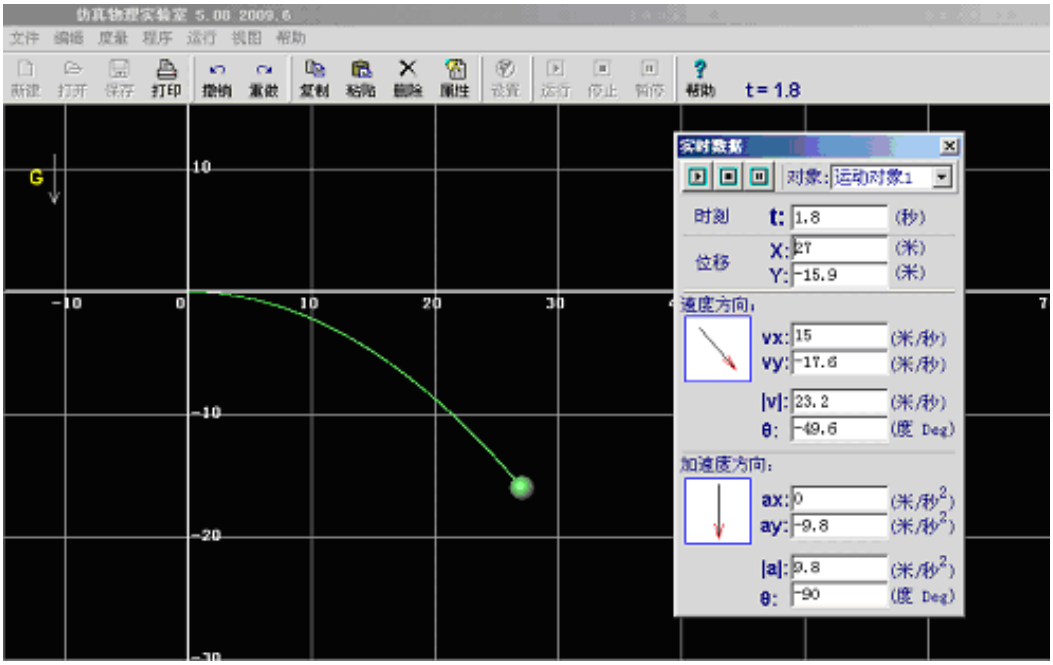
- 下面我们就可以运行实验了。用鼠标点击工具栏上的“运行”按钮

，小球便开始做自由落体运动了。点击工具栏上的“停止”按

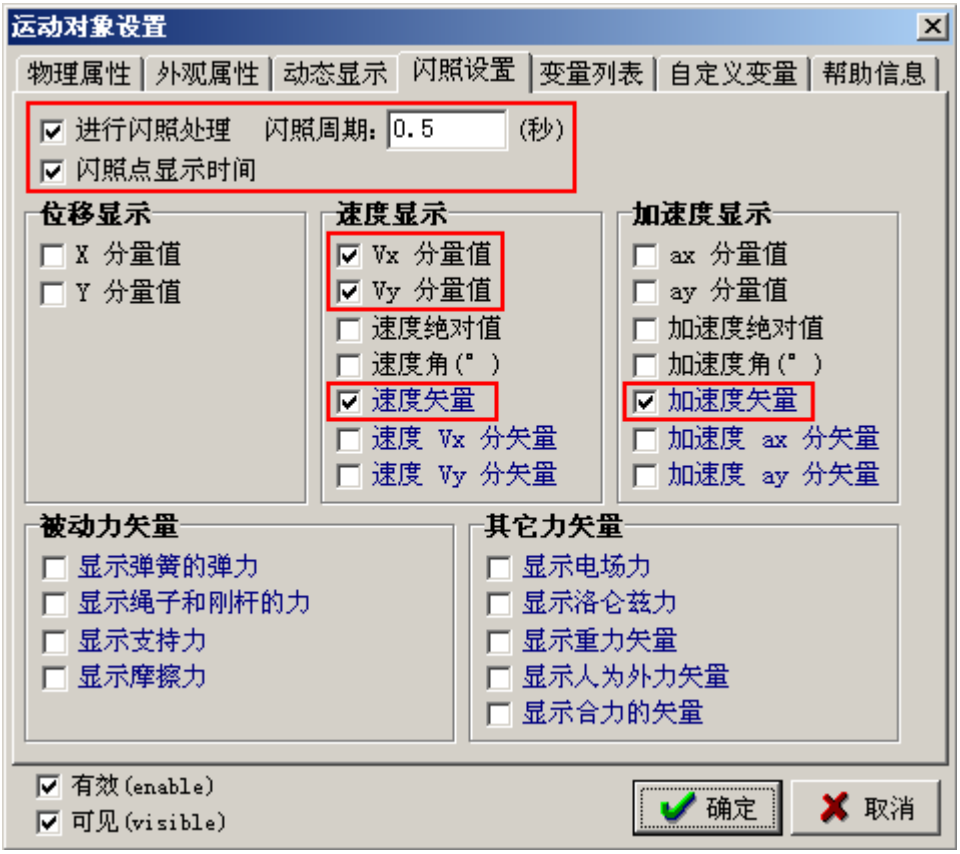
钮

，可以停止正在运行的实验。

- 接下来，我们要修改小球的属性，让它以 15 米/秒的水平初速度做平抛运动。在实验停止状态下，用鼠标右键在实验区中点击那个小球，在弹出的菜单中选择“属性”，弹出“运动对象设置”对话框。我们把运动对象的水平初速度 Vx 设置为 15 米/秒，然后点击确定按钮。再次运行实验，小球就做平抛运动了。
- 仿真物理实验室为用户提供了多种实验数据显示方式。在实验停止状态下，从主菜单中点击[运行]——[实时数据输出设置]菜单，然后在实验区中点击小球，在弹出的“实时数据输出设置”对话框中点击确定按钮，再运行实验，小球在运动时的数据就能被实时的显示出来。

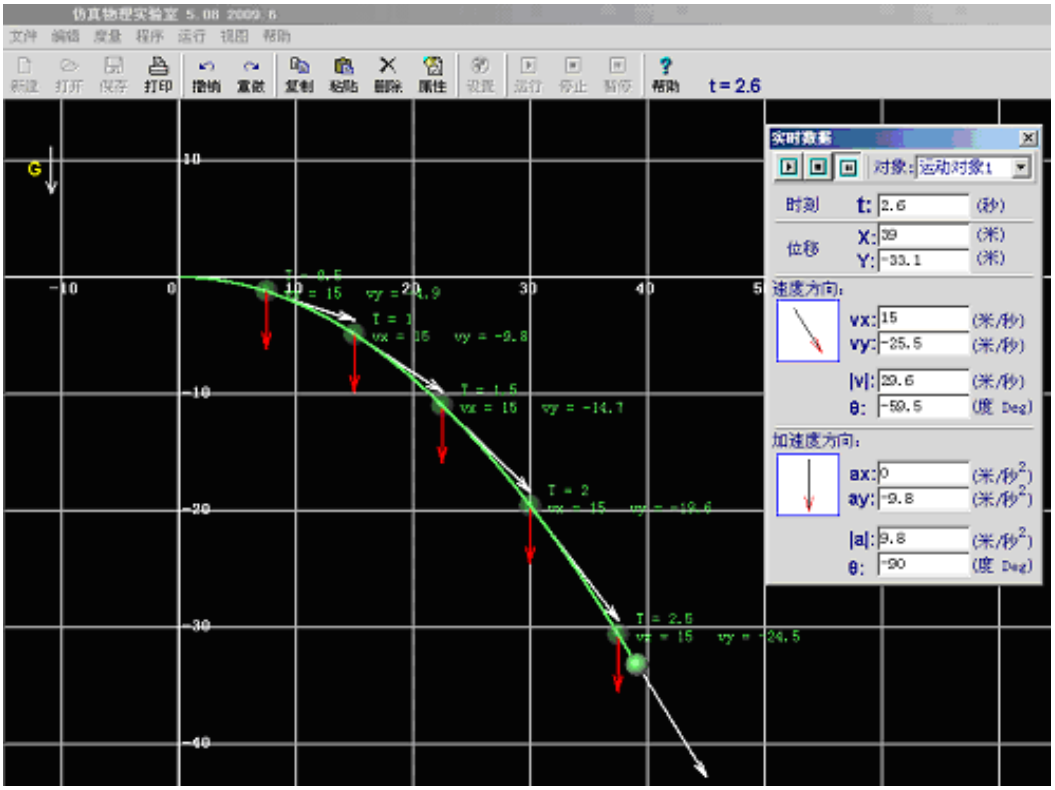


- 我们还可以通过闪光照片的方式输出运动对象的实验数据。打开运动对象的属性窗体，用鼠标点取多页夹中“闪照设置”页。如下图所示：



我们选中“进行闪照处理”选项，并设置闪照周期为 0.5 秒，选中“闪照点显示时间”，在闪照时，软件不但可以在实验区中留下运动对象的照片，而且可以在照片的旁边同时显示出运动对象在闪照时刻的各种物理量，可以显示出数值，或以矢量方式显示。在这个平抛运动的实验中，我们选择在闪照时刻显示出小球的“Vx 分量值”、“Vy 分量值”、“速度矢量”和“加速度矢量”。最后点击确定按钮。

- 再次运行实验，我们可以看到如下图所示的闪照效果。



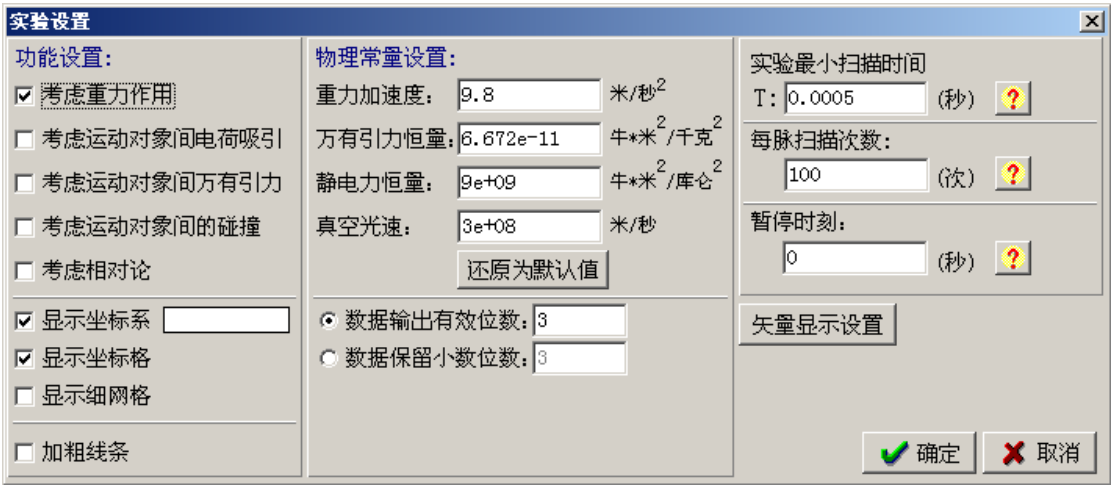
通过这个例子，您已经学会了用“仿真物理实验室——运动及动力学模块”制作物理实验的一般方法。总的来说制作的过程是这样的：1.新建一个实验项目，根据具体的实验要求，确定坐标的位置，并设置坐标的比例；2.点击工具栏上的实验设置按钮

，在“实验设置”对话框中对实验的大环境，和一些参数进行设置；3.从“器件箱”中，选择器件，放在实验区中，并设置它们的属性；4.运行实验，修改参数，研究实验过程，分析其中的物理规律。采用恰当的数据输出方式，这将有助于您对实验过程的分析。

如果您是一位老师，使用“仿真物理实验室”辅助您的物理教学，能够帮助您的学生，提高对物理学的兴趣，并引导他们由浅入深的学习物理定律。如果您是一位学生，“仿真物理实验室”可以成为您学习物理的玩具，它在帮助您学习物理的同时，还能提高您的自主能力和探究能力。

2. 实验设置对话框

“实验设置”对话框是“运动及动力学”模块中非常重要的对话框。在几乎所有的实验制作中，都需要用到这个对话框。在“实验设置”对话框中，包括对实验室物理环境的设置（功能设置）、物理常量的设置、实验扫描时间的设置、数据输出有效位数或小数位数设置、矢量显示设置。



2.1 功能设置

“考虑重力作用”选项：当选中此选项时，所有的运动对象都将受到地球重力的作用，在自由落体运动、平抛运动，单摆等实验中，需要选中此选项。有些实验可以忽略重力的影响，例如带电粒子的加速与偏转实验，就不要选择此选项。

“考虑运动对象间电荷吸引”选项：“运动及动力学”模块提供了点电荷对象，点电荷对象能对带有电量的运动对象产生吸引或排斥。同样由于运动对象本身可以带有电量，它们之间也能产生静电力。在有些实验中，为了避免运动对象之间静电力的干扰，可以不选择此选项。软件在默认状态下，不选择此选项。

“考虑运动对象间万有引力”选项：“运动及动力学”模块提供了万有引力质心对象，万有引力对象能对运动对象产生万有引力。同样由于运动对象本身具有质量，它们之间也能产生万有引力。在有些实验中，为了避免运动对象之间的万有引力的干扰，可以不选择此选项。软件在默认状态下，不选择此选项。

“考虑运动对象间的碰撞”选项：当选中此选项时，运动对象之间可以像台球一样发生碰撞。不同的碰撞效果，由运动对象属性中的“弹性系数”决定。如果两个运动对象的“弹性系数”都是 1,那么它们之间的碰撞就是完全弹性碰撞。“弹性系数”的取值范围是[0,1]。软件在默认状态下，不选择此选项。

“考虑相对论”选项：在运动对象可能具有接近光速的实验中，应该选中“考虑相对论”选项，软件会根据相对论方程对粒子的速度和质量进行修正。例如，在做螺旋粒子加速器的实验中，就应该选中此选项。软件在默认状态，不选择此选项。

“显示坐标系”选项：选中此选项，能在实验区中显示出参考坐标系。

“显示坐标格”选项：选中此选项，能在实验区中显示出宽大的网格。

“显示细网格”选项：选中此选项，能在实验区中显示出细密的网格。

“加粗线条”选项：为了使软件在进行投影机投影时，具有清晰的显示效果，可以选中此选项，它将加粗所有的线条宽度。

2.2 物理常量设置

“重力加速度”：软件默认的重力加速度为 9.8。用户可以根据一些特殊的需要修改重力加速度的值，例如，在教学中为了便于计算，把重力加速度设置为 10。月球上的重力加速度约为地球上的 1/6，如果要在月球上做自由落体运动或平抛运动的实验，可以把重力加速度设置为 1.6。

“万有引力恒量”：牛顿万有引力公式中的 G，它是一个常量，数值为 6.672e-11。

“静电力恒量”：库伦定律中的 k，它是一个常量，数值为 9e09。

“真空光速”：光在真空中传播的速度，软件中默认为 3e08。

2.3 数据输出设置

“运动及动力学”模块可以通过“注释标签”对象在实验区中，动态的显示出各种数据。有两种方式可以控制输出数据的格式，按指定的有效位数输出数据，选中“数据输出有效位数”选项，并在后面的编辑框中输入有效位数；按指定的小数位数输出数据，选中“数据保留

小数位数”选项，并在后面的编辑框中输入需要保留的小数点位数。

2.4 实验最小扫描时间设置

“实验最小扫描时间”这是一个十分重要的参数。它的设定直接关系到实验的精度和动画演示的速度。实验室将以实验最小扫描时间为计算步长，逐步计算实验的状态，并对计算出的状态进行演示。从理论上讲，实验最小扫描时间越小，实验的精度可能越高；但同时会耗费大量的计算时间，演示的速度也会变慢。在研究宏观世界中，实验最小扫描时间可以设定的大一些，而研究微观世界时，应设定的非常小。例如在自由落体实验中设定为 0.0002 秒左右；在地球人造卫星实验中设定为 1 秒左右就可以了。而在电场对电子的加速与偏转的实验中应设定为 1e-12 秒左右。在具体制作过程中，可以试着找一个比较合适的数值。比如说，你觉得实验运行得太快了，你就可以试着减小这个参数，同时仿真的精度也高了；如果你觉得实验运行太慢了，你就可以试着增大这个参数。

“每脉扫描次数” 是指在一次封闭的计算中，连续计算实验最小扫描时间的次数。例如：实验最小扫描时间 是 0.001 秒，每脉扫描时间是 100，则在演示中以 0.1 秒实验时间为单位进行刷新；一般设定为 100 比较合适。

“暂停时刻”如果把它设置成一个非零的值，软件将每隔等于此值的时间暂停一次，以便于分析和研究实验现象和数据。

2.5 矢量显示设置

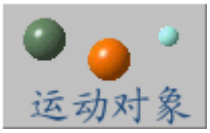
点击“矢量显示设置”按钮，可以弹出“矢量显示设置”对话框，如下图所示。

在此对话框中，可以对所有矢量的颜色、显示比例进行设置。

3. 运动和动力学模块中的器件

在这一章中，我们将介绍“仿真物理实验室——运动及动力学”模块中的各种器件和对象。这些器件和对象，是我们搭建各种实验的基本材料。只要我们全部了解了这些对象，仿真物理实验室将真正成为您手中的物理玩具。

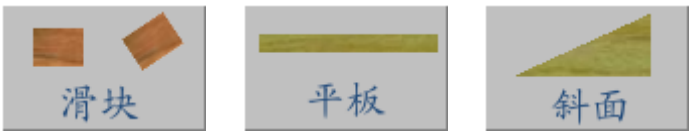
3.1 运动对象



运动对象是运动的载体，也是我们研究的对象。在运动及动力学实验中运动对象是不可缺少的。在自由落体、平抛运动中它可以作为单纯的质点；在验证动量守衡的实验中它可以作为有半径的小球；在加速电场实验、带电粒子在磁场中的运动实验中它又可以作为带有电荷的粒子。自由设定它的参数，您可以得到灵活的应用。运动对象可以显示成一个小球，也可以在运动对象上贴上一幅小图，显示成飞机汽车等。运动对象的参数设置窗体如下图。

“运动对象设置”对话框，有多页组成，在“物理属性”页面中，可以设置运动对象的基本物理属性，包括运动对象的质量、初位移、初速度、所受外力、所带电量、弹性系数等。在“外观属性”页面中，可以为运动对象选择颜色，或贴上一幅图。在“动态显示”页面中，可以设置运动对象在实验运行时，以矢量的形式显示各种关于它的物理参数。“闪照设置”页面，控制着运动对象的闪照功能，在前面的平抛运动实验中，我们已经使用了闪照功能。在“变量列表”页面中，有软件为每个运动对象的物理参数所定义的变量，在后面的高级应用技巧中，我们将详细介绍变量的应用。

3.2 滑块、平板与斜面



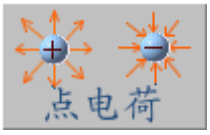
滑块对象：滑块是只能放在平板或斜面上的特殊运动对象，和平板、斜面配合使用。在同一平板上的滑块之间可以发生碰撞。滑块还可以放在斜面上。滑块与平板、斜面之间可以设置摩擦系数。

平板对象：水平的板，可以在水平方向上滑动。在上面可以放置滑块。平板与滑块之间、平板与地面之间都可以设置摩擦系数。

斜面对象：可以水平滑动的斜面，上面可以放置滑块。斜面的倾斜方向和倾斜角度都可以设置。斜面与地面之间可以设置摩擦系数。

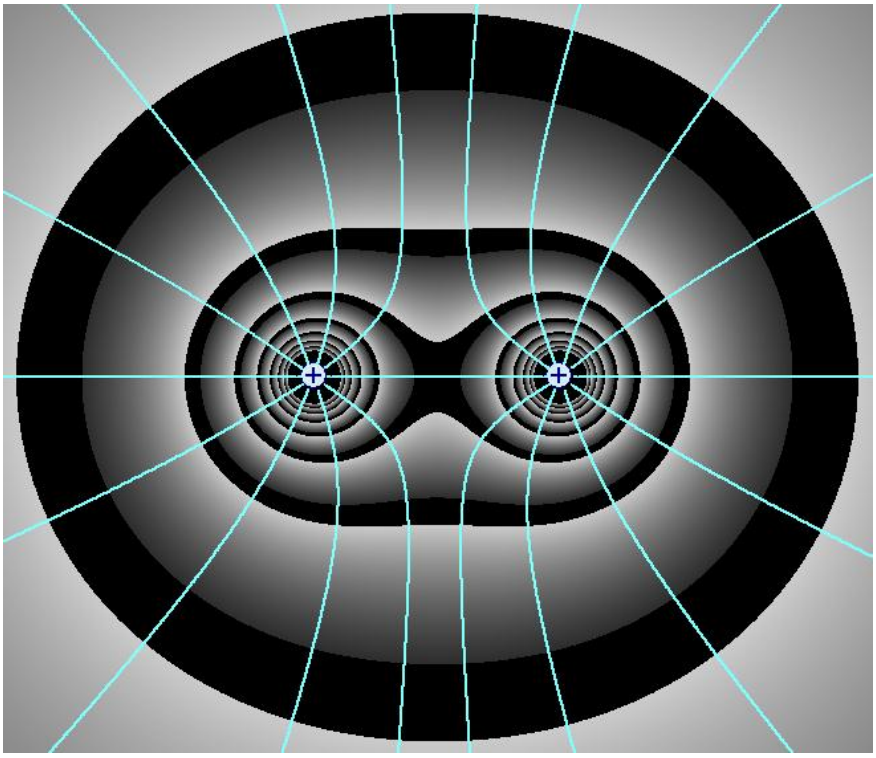
滑块与平板或斜面可以组成研究动量和动能的双体系统，典型的模型如下图所示。

3.3 点电荷（介绍等势面与电力线的绘制）



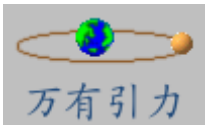
点电荷是仅带有一定电量的实验器件。实验中它固定不动，对带电的运动对象（例如带电小球、质子、电子等）产生吸引或排斥的力的作用。在研究库仑定律、电力线、电场强度、电势能等的物理模型中都要使用到点电荷。

“仿真物理实验室”可以绘制点电荷形成的等势面和电力线。首先，我们要在实验区中创建至少一个点电荷对象。点击主菜单中的[编辑]——[等势面]菜单项可以在实验区中绘制出等势面；点击主菜单中的[编辑]——[电力线]菜单项可以在实验区中绘制出电力线。



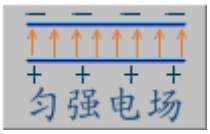
两个点电荷对象形成的等势面与电力线

3.4 万有引力

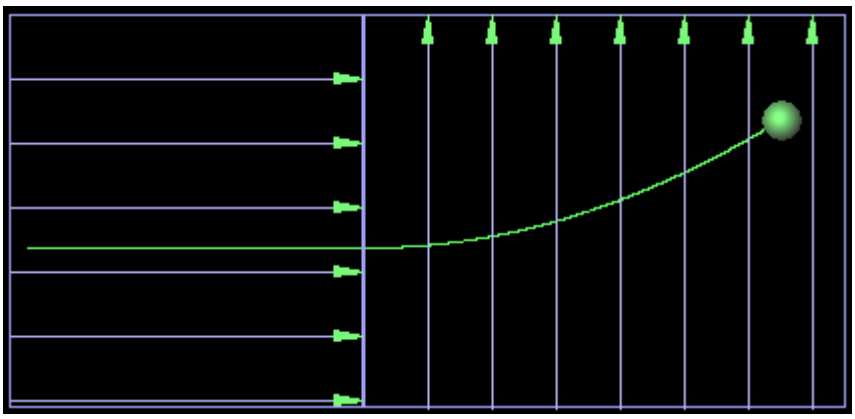


万有引力质心只有质量，根据万有引力定律对运动对象产生吸引力。它本身是不会运动的。例如：在人造卫星的实验中，可以用它来模拟地球。在地球绕太阳的运动中，它可以模拟太阳。

3.5 匀强电场

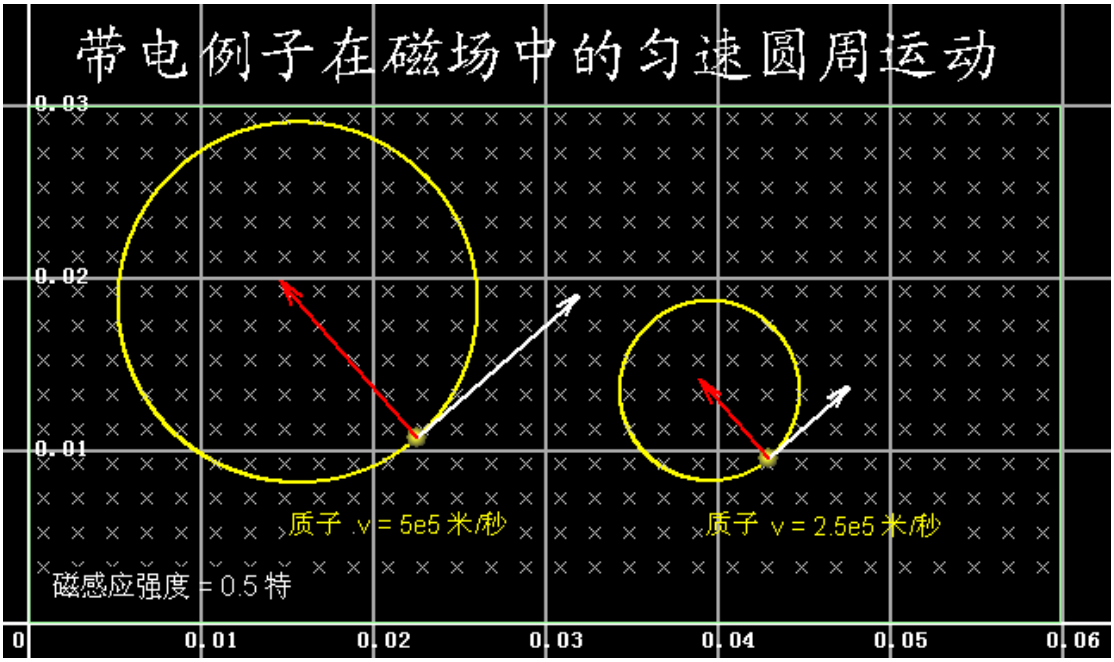


匀强电场是实验区中的一个矩形区域，区域中的电场强度处处相等，电场强度可以自由设置，电场方向在 0~360 度的范围内可以任意设置。带有电量的运动对象在匀强电场中将受到电场力的作用。在电场对带电粒子的加速与偏转实验中就要使用到匀强电场。把匀强电场和匀强磁场组合在一起，更可以设计出粒子加速器、荷质比仪等高级的实验设备。下图为带电小球在匀强电场中的加速与偏转。



3.6 匀强磁场

匀强磁场是实验区中的一个矩形区域，区域中的磁感应强度处处相等，磁感应强度可以自由设置，磁场方向只有垂直向内和垂直向外两种。研究带电粒子在磁场中的运动，就要使用到匀强磁场。



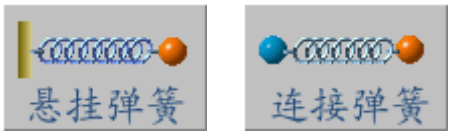
带电粒子在匀强磁场中的匀速圆周运动

3.7 阻尼介质

阻尼介质以设定的计算方法对进入阻尼区域的运动对象产生阻

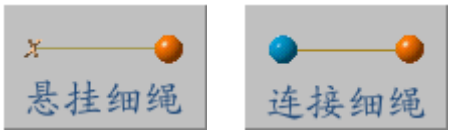
力。在空气中，为什么羽毛下落的比石头慢，在做落体实验时，设置一个阻尼介质可以看出它对运动对象的影响。在弹簧振子的阻尼振荡实验中，也需要阻尼介质。

3.8 弹簧



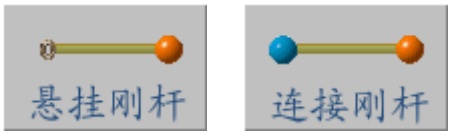
“仿真物理实验室——运动及动力学”模块中的弹簧有两种，悬挂弹簧和连接弹簧。悬挂弹簧的一端固定，另一端连接一个运动对象，也可以连接滑块。它本身没有质量，具有真实世界弹簧的特性，遵循胡克定律。例如：在研究胡克定律，弹簧振子的实验就中需要使用悬挂弹簧。连接弹簧的两端分别连接两个运动对象或滑块。它没有质量，具有真实世界弹簧的特性，遵循胡克定律。

3.9 绳子



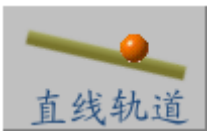
“运动及动力学”模块中的绳子有两种，悬挂细绳和连接细绳。悬挂细绳一端固定，另一端连接一个运动对象，具有绳子的特性。制作单摆的物理模型，和制作牛顿摆都需要使用悬挂细绳。连接细绳用于连接两个运动对象，具有绳子的特性。

3.10 刚杆



“运动及动力学”模块中的刚杆有两种，悬挂刚杆和连接刚杆。悬挂刚杆一端固定，另外一端连接一个运动对象，具有轻质刚杆的特性。连接刚杆连接两个运动对象。具有轻质刚杆的特性。

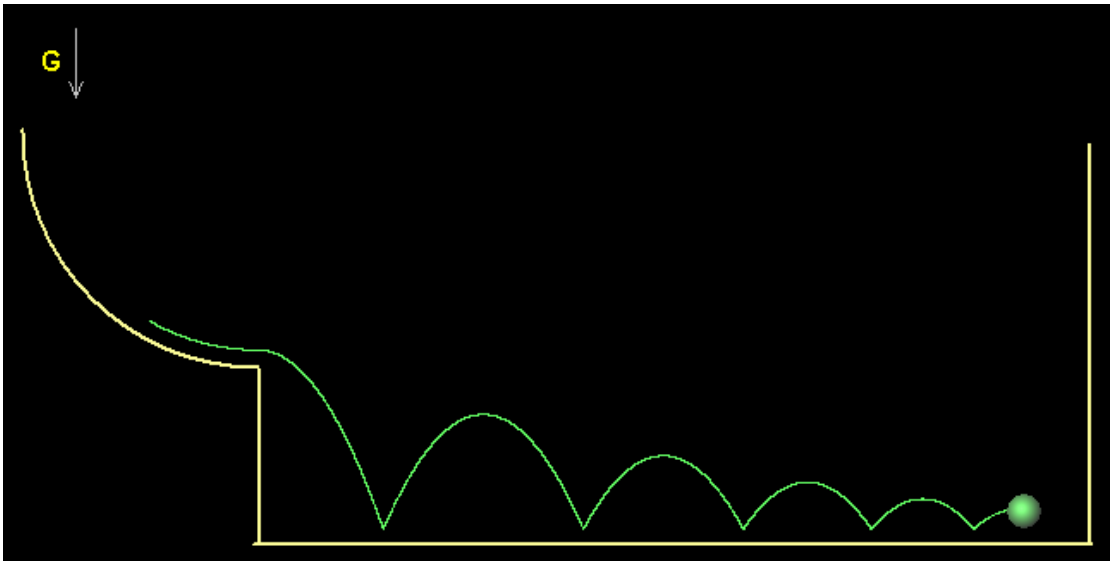
3.11 直线轨道



让运动对象穿过直线轨道，小球则会沿着直线轨道运动,轨道上可以设置摩擦系数。直线轨道与圆弧轨道可以相互的连接。在验证动量守恒的实验中轨道的作用显而易见。轨道还可以作为具有弹性的板，小球撞上会反弹回来。轨道对半径为零的运动对象不起作用。

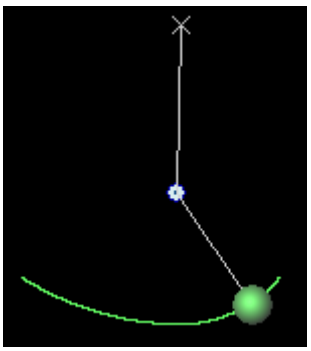
3.12 圆弧轨道

它的形状是圆弧形的，其它特性与直线轨道一样。下图为运动对象从圆弧轨道滚落下来，并和直线轨道发生碰撞的物理实验，在这个实验中，运动对象的弹性系数被设置为 0.8。



3.13 钉子

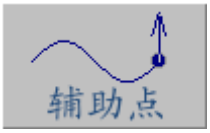
钉子对象只可以对悬挂细绳和小球起作用。对于悬挂细绳，它像真实环境下的钉子一样可以钩住悬挂细绳。另外小球可以与钉子对象发生碰撞而改变小球的速度。下图为绳子对单摆小球的阻挡效果。



3.14 滑轮

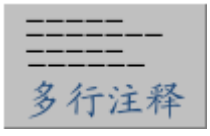
滑轮对象只可以对连接细绳起作用。创建连接细绳时依次连接：运动对象 1、滑轮 1...滑轮 2...、运动对象 2。

3.15 辅助点



辅助点是仿真物理实验室中的辅助对象。可以在辅助点上动态的显示变量的矢量。它与程序配合使用可以达到十分好的视觉效果与分析效果。通过绘制辅助点的轨迹，可以展现出任意变量的变化曲线。在一些例子中，将详细的说明它的妙用。

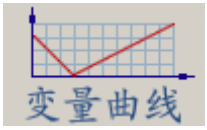
3.16 注释标签



“运动及动力学”模块提供了两种注释，动态注释和多行注释。动态注释，用于在实验区域放置文字和符号，您可以用动态注释来说明和介绍您的实验。您还可以使用它动态的显示实验中的变量，

例如：输入“时间 = {t} 秒 ”，其中 t 为时间变量。运行实验时，就会在“{t}”的位置上显示出当前的实验时间。动态注释还可以作为按钮来使用。多行注释以多行的方式显示静态的文字和符号。

3.17 曲线对象



“仿真物理实验室”为用户提供了多种数据输出方式。使用“变量曲线”对象，可以十分方便的绘制出各种实验数据的曲线，绘制与分析数据曲线是学习和研究物理的重要方法之一。在高级应用技巧中，我们将通过一个例子详细的讲述“变量曲线”对象的使用。

4. 高级应用技巧

4.1 实验区坐标系和实验最小扫描时间

在“运动及动力学”模块的实验区中，存在一个坐标系，所有的实验都是以实验区中的坐标系为参照系的。在创建新的实验时，第一步就是为这个实验设置一个恰当的坐标系，包括对坐标原点位置的确定和坐标比例的设置。在通常情况下，可以设置坐标比例为默认的比例 10；在一些大尺度的实验中，例如在地球人造卫星中，应该把比例设置为大比例，具体的数值为 1e7（$1*10^{7}$）；在一些小尺度的试验中，例如在氢原子模型的物理场景中，应该把比例设置为小比例，具体的数值为 1e-8（$1*10^{-8}$）。所以在创建一个新的实验前，请分析一下多大的比例尺比较合适，这时一个成功的实验的第一步。

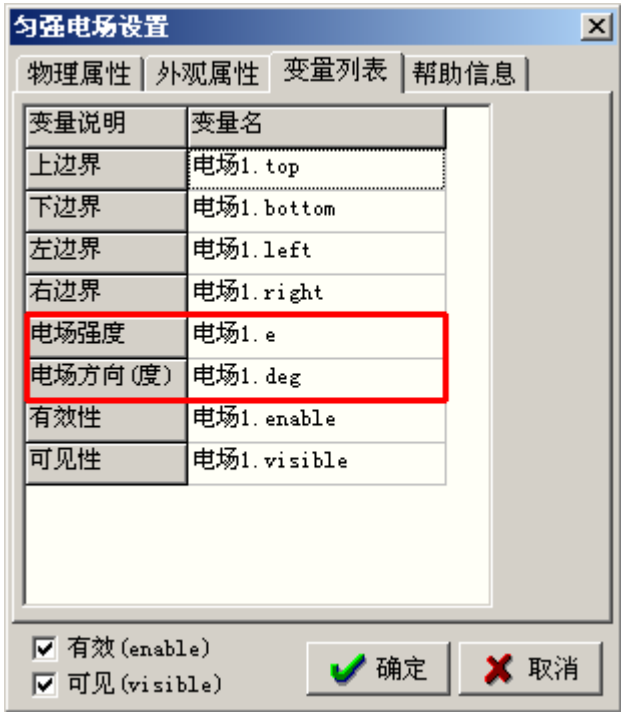
“实验最小扫描时间”这是一个十分重要的参数。它的设定直接关系到实验的精度和动画演示的速度。实验室将以实验最小扫描时间为计算步长，逐步计算实验的状态，并对计算出的状态进行演示。从理论上讲，实验最小扫描时间越小，实验的精度可能越高；但同时会耗费大量的计算时间，演示的速度也会变慢。在研究宏观世界中，实验最小扫描时间可以设定的大一些，而研究微观世界时，应设定的非常小。例如在自由落体实验中设定为 0.0002 秒左右；在地球人造卫星

实验中设定为 1 秒左右就可以了。而在电场对电子的加速与偏转的实验中应设定为 1e-12 秒左右。在具体制作过程中，可以试着找一个比较合适的数值。比如说，你觉得实验运行得太快了，你就可以试着减小这个参数，同时仿真的精度也高了；如果你觉得实验运行太慢了，你就可以试着增大这个参数。在“实验设置”对话框中可以修改这个参数。

4.2 变量及其应用

“仿真物理实验室——运动及动力学”模块，支持变量的应用。软件中的变量有两种，分别是系统变量和自定义变量。

系统变量是指软件自带的变量，例如时间变量 t，器件自带的变量也是系统变量。软件为几乎所有的物理对象都提供变量支持。变量可以表示运动对象的位移、速度、外力，也可以表示为匀强电场的电场强度、电场方向等。对象变量的命名是以“对象名称.物理参数”来命名的。如下图所示，对象的名称为：“电场 1”，则它的电场强度变量为“电场 1.e”，电场方向的变量为“电场 1.deg”。



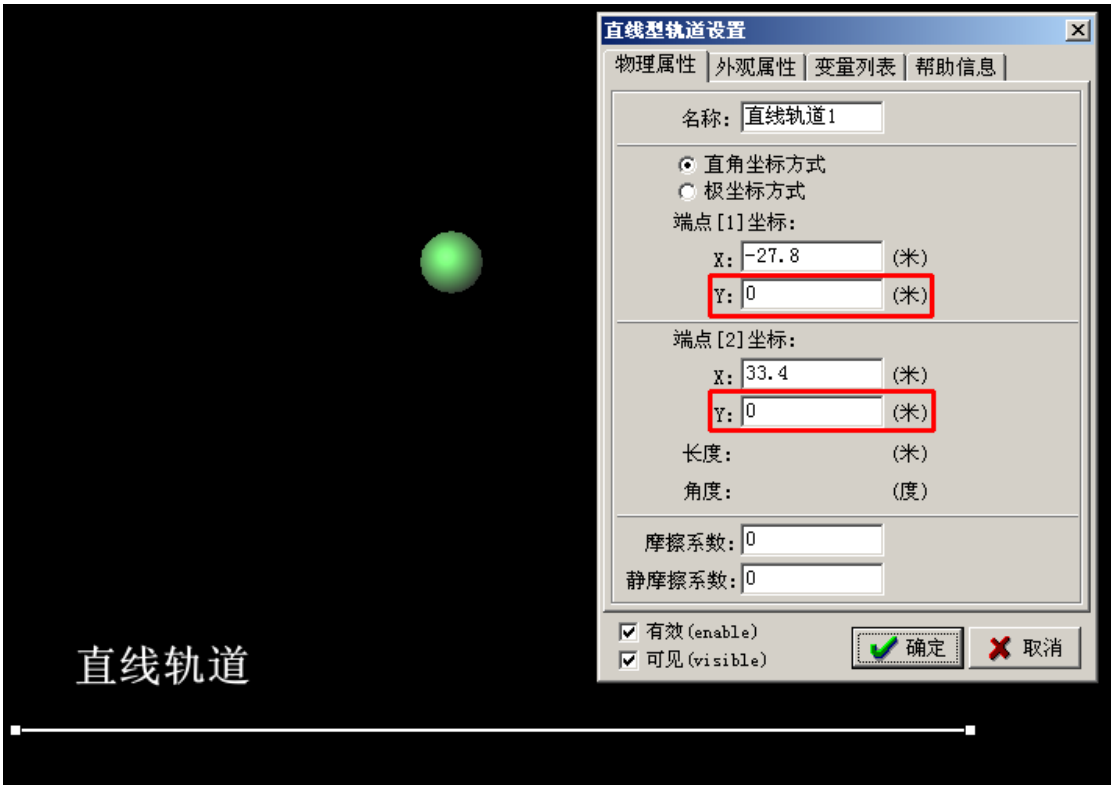
自定义变量是用户自己定义的变量，自定义变量在“变量编辑器”对话框中进行添加。从主菜单中点击[程序]——[变量编辑器]菜单，可

以弹出“变量编辑器”对话框。

分别输入“变量名称”和“初始值”，然后点击“添加”按钮，就可以创建自定义变量了。在创建自定义变量时，请使用简单的字母或字母组合，不要出现特殊符号，变量不能重名。

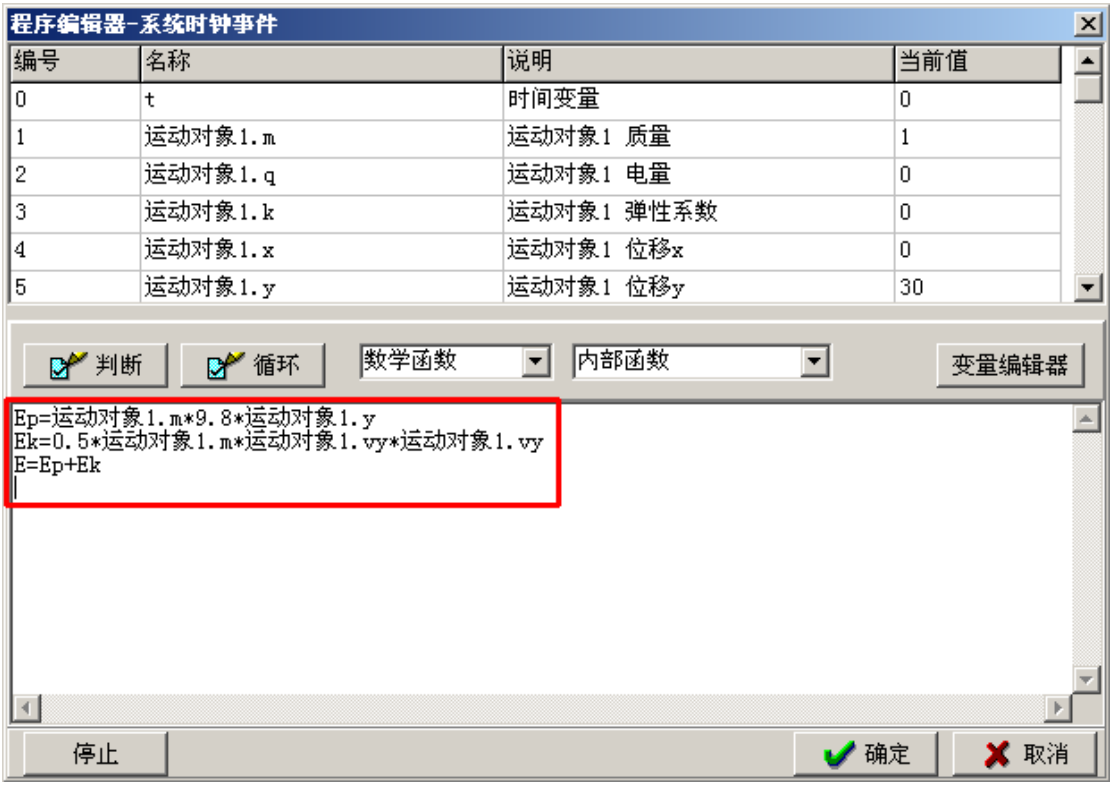
有了这些变量，我们可以在很多的地方使用到它们。我们可以用“注释标签”在实验区中输出变量的值；可以用“变量曲线”对象绘制出变量的曲线；还可以用变量通过表达式计算得出新的物理量。在前面的弹簧振子实验中，我们已经学会如何使用“变量曲线”对象绘制出变量的曲线。下面，我们将通过一个小球在下落过程中机械能守恒的例子学习变量的其他用法。

- 新建实验，把坐标系的原点放在实验区下半部分，设置坐标比例为 10。
- 创建一个运动对象，把它的半径设置为 2，设置它的初位移 X＝0，Y＝30。
- 再创建一个直线轨道对象，把它放置在实验区的下方，如下图所示。

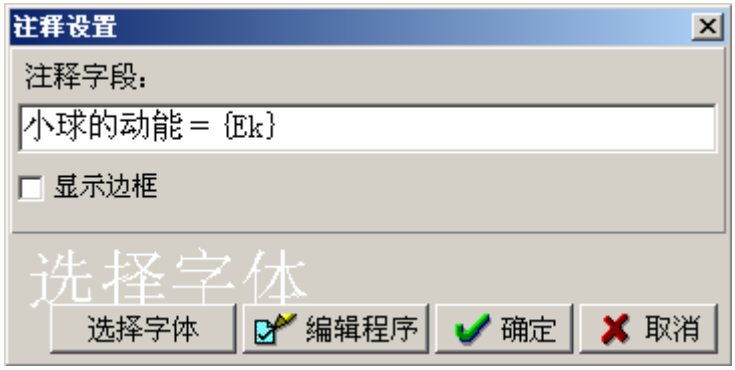


为了把这个直线轨道放平，我们要把直线轨道两个端点的 Y 坐标设置为一样的值。

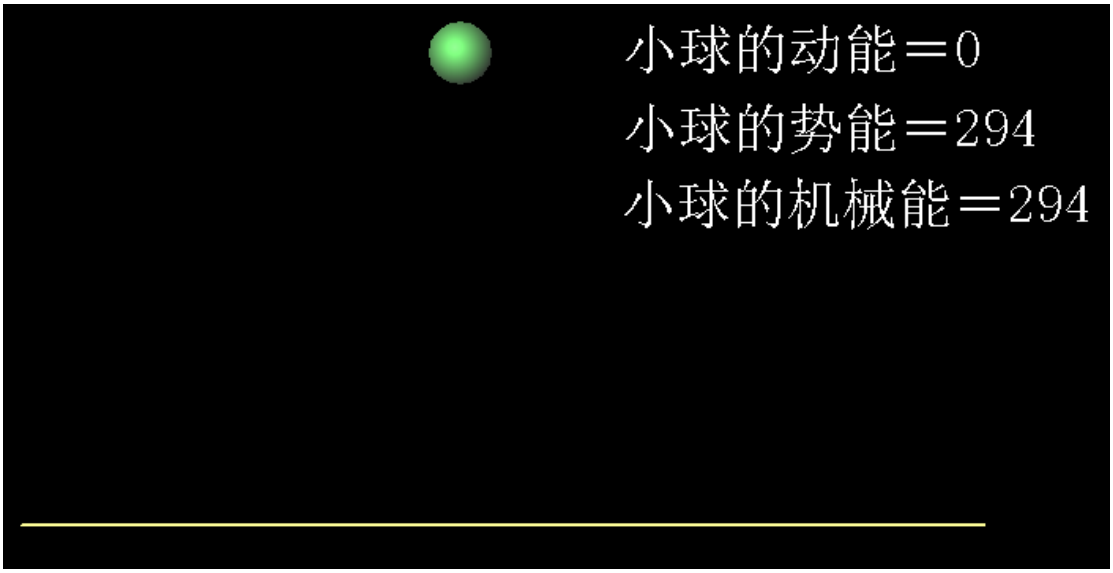
- 在这个实验中，我们需要考虑重力作用，在“实验设置”对话框中，我们选中“考虑重力作用”这个选项。这时我们运行实验，小球在做反复的弹跳运动。
- 接下来，我们通过变量计算出小球的重力势能 Ep=mgh，小球的动能 $Ek=0.5*mv^2$，和小球的总机械能 E=Ep+Ek。点击主菜单中[程序]——[变量编辑器]，在“变量编辑器”中，分别创建三个变量 Ep、Ek、E，初始值可以都设置为 0。
- 点击主菜单中[程序]——[程序编辑器]，在“程序编辑器”对话框中，我们输入计算的表达式，如下图所示。



- 最后，我们使用注释标签，把计算得到的结果在实验区中显示出来。从器件箱中，创建一个“动态注释”，在弹出的“注释设置”对话框中，我们输入以下内容“小球的动能＝{Ek}”，注意要把变量放在{}中。如下图所示。点击“选择字体”按钮可以为注释更改字体或字号。



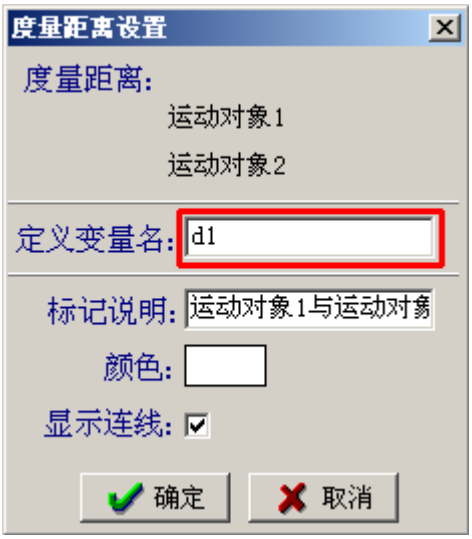
- 用同样的方法，我们再创建出显示小球势能数据和小球总机械能的“动态注释”。再次运行实验，我们能看到在实验区中，动态显示的物理实验数据。如下图所示。



4.3 度量功能的应用

“仿真物理实验室——运动及动力学模块”为用户提供了度量功能，用户可以度量运动对象、辅助点两两之间的距离和三点形成的角度，并且度量的值可以作为变量。

距离的度量。可以度量两个运动对象间的距离，两个辅助点间的距离或运动对象与辅助点之间的距离。点击主菜单中的[度量]——[距离]菜单项，然后依次用鼠标在实验区中点击需要度量距离的两个对象。请经常关注在实验区下方状态栏中的提示信息，它能给您的操作带来帮助。这时，软件会弹出“度量距离设置”对话框。我们可以为这个度量设置一个变量，然后点击确定按钮。接下来我们就可以像使用自定义变量一样使用这个度量值了。



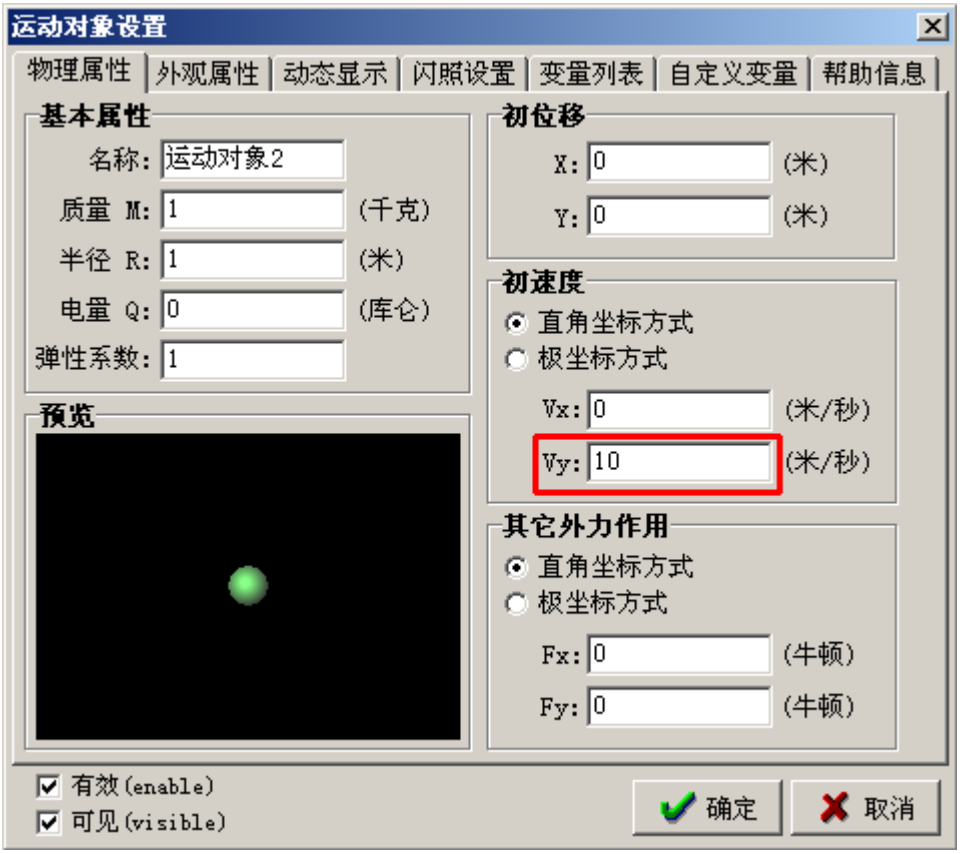
角度的度量，角度的度量与距离的度量类似，唯一不同的是，需要通过三个对象来确定一个角。例如要度量∠ABC，在点击度量角度的菜单后，依次在实验区中点击对象 A、B、C。需要注意的事，度量的值是以角度为单位的。

4.4 曲线对象的应用

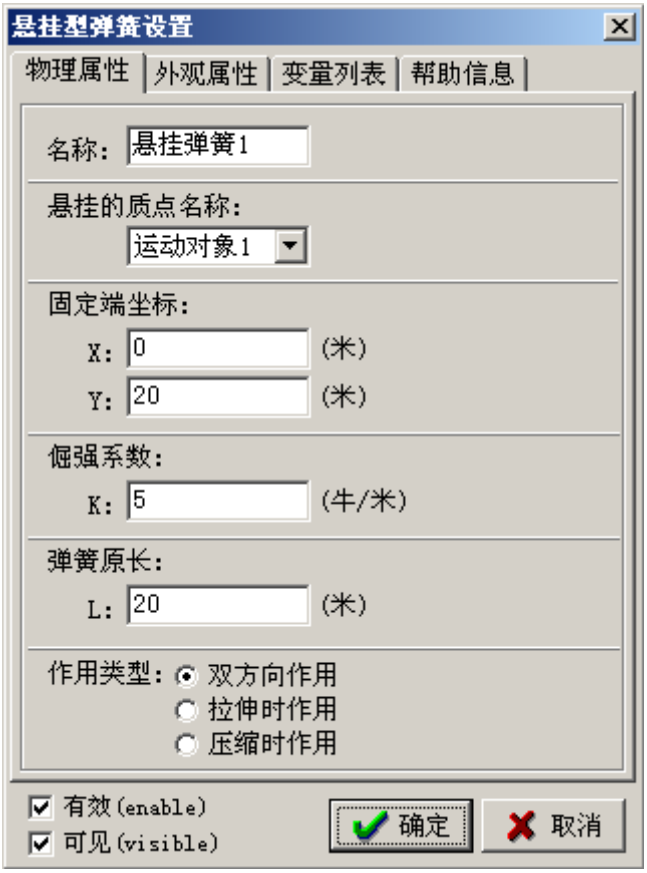
“仿真物理实验室”为用户提供了多种数据输出方式。使用“变量曲线”对象，可以十分方便的绘制出各种实验数据的曲线，绘制与分析数据曲线是学习和研究物理的重要方法之一。下面我们以弹簧振子为例一起学习“变量曲线”对象的使用。

我们制作一个弹簧振子的物理模型。然后通过“变量曲线”对象，绘制出振子在振动时的位移/时间曲线、速度/时间曲线、加速度/时间曲线。最后我们把这个弹簧振子模型放在阻尼介质对象中，并再次观察它的运动状态和曲线。

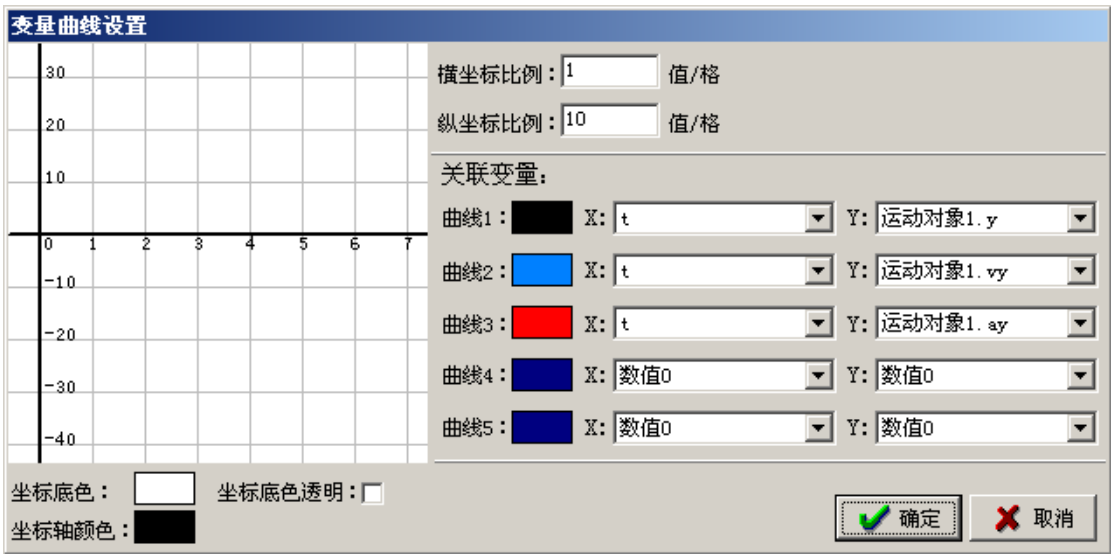
- 首先新建一个实验项目，创建一个运动对象，把它放置在坐标原点，并设置它具有竖直方向的初速度 Vy=10 米/秒。



- 接下来，我们需要创建一个悬挂弹簧，让它一端连接运动对象，另一端固定在坐标（0,20）的位置上。从器件箱中，点击“悬挂弹簧”按钮，然后根据状态栏中的提示，先点击已经创建在实验区的运动对象，再点击实验区中坐标为（0,20）的空白位置。这时会弹出“悬挂弹簧设置”对话框。我们按下图所示设置弹簧的参数，设置弹簧的倔强系数为 5，弹簧原长为 20，作用类型为“双方向作用”。

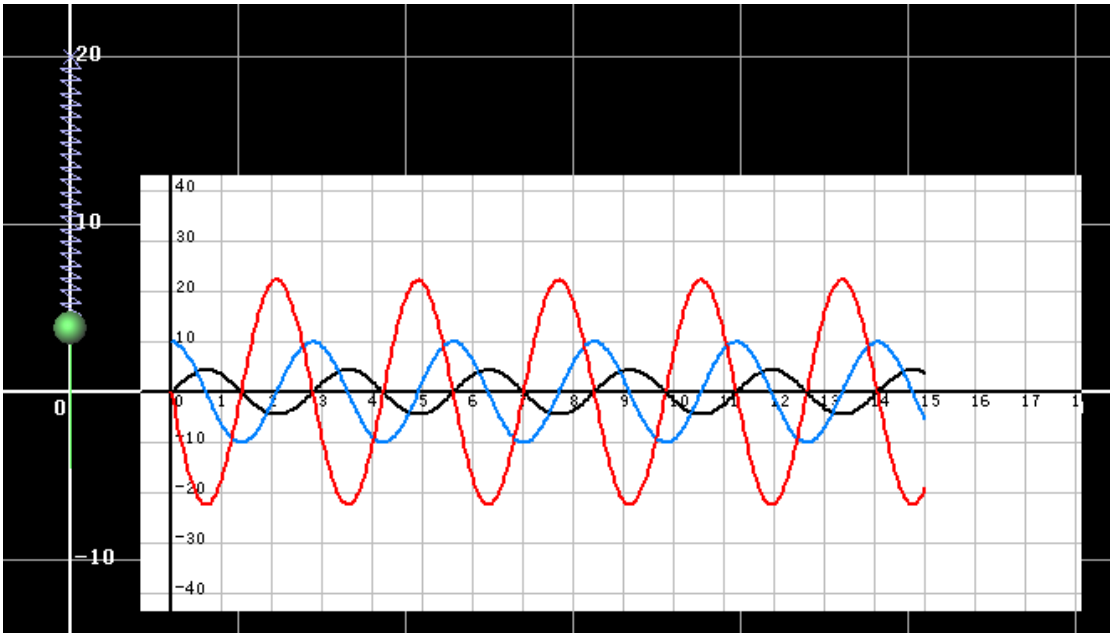


- 在这个实验中，我们不需要考虑重力作用，点击工具栏上的运行按钮就可以运行实验了，记得通过调节“实验设置”对话框中的“实验最小扫描时间”可以调整实验运行的快慢。
- 接下来，我们创建出一个“变量曲线”对象。从器件箱中，点击“变量曲线”按钮，然后在实验区中点击鼠标，这时会弹出“变量曲线设置”对话框。



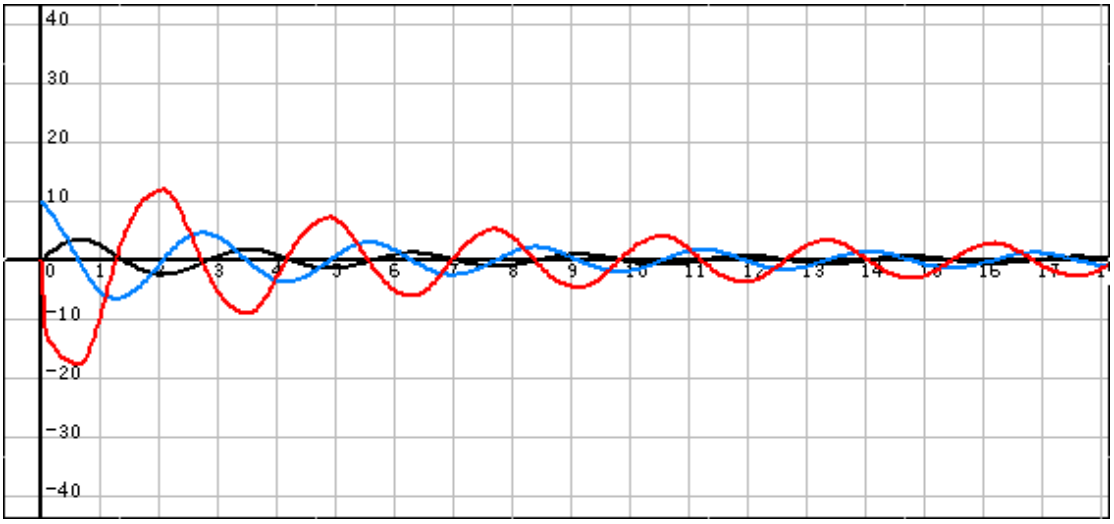
对话框的左边是用于绘制曲线的坐标纸，用鼠标可以拖动坐标纸中的坐标，改变坐标原点的位置。在对话框的右上方是设置曲线坐标比例的编辑框，分别可以设置横坐标比例和纵坐标比例。恰当的比例设置，能让曲线绘制得比较美观。在坐标比例设置编辑框的下面是曲线关联变量的设置。在一个“变量曲线”对象中，可以同时绘制五条曲线。用鼠标点击曲线的矩形色块可以为曲线设置颜色。在这个弹簧振子的实验中，我们绘制三条曲线，分别是振子的位移 y 随时间变化的曲线，振子的速度 vy 随时间变化的曲线，和振子的加速度 ay 随时间变化的曲线。我们让这三条曲线的横坐标 X 都关联时间变量 t，三条曲线的纵坐标 Y 分别关联运动对象的位移变量 y，速度变量 vy 和加速度变量 ay。最后点击“变量曲线设置”对话框的确定按钮。

- 再次运行实验，我们看到在弹簧振子做上下振动的同时，在旁边的变量曲线对象上，也同时绘制出了各种物理参数的变化曲线。



- “仿真物理实验室”能很好的支持我们的探究活动。我们在这个弹簧振子的实验上，再做一个尝试，我们把这个弹簧振子放在水或者油性介质中，研究它振动的衰减情况。在软件中，我们可以使用“阻尼介质”对象来模拟存在阻尼的环境。从“器件箱”中创建出阻尼介质，让它的范围完全包裹住弹簧振子，在弹出的“阻尼介质设置”

对话框中，我们选择第一种计算阻尼的方法，并设置参数 N=0.1，K=2。再次运行实验，我们就能观察到振子的振动曲线发生了如下图所示的变化，振动在阻尼介质中发生了衰减。



五． 软件在教学中的应用

1. 在牛顿三定律教学中的应用
2. 在万有引力教学中的应用
3. 在机械能教学中的应用
4. 在动量教学中的应用
5. 在机械振动教学中的应用
6. 在电场与磁场教学中的应用

电学模块

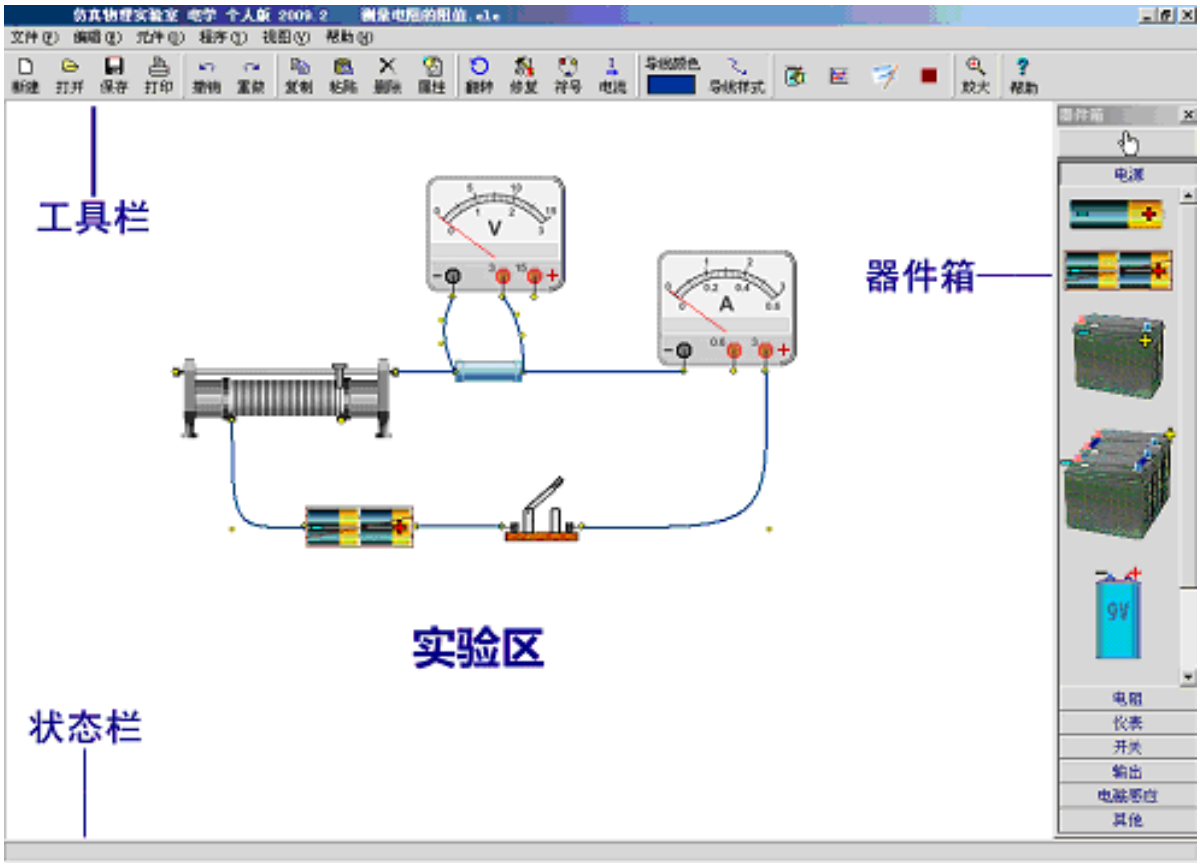
一． 电学模块简介

“仿真物理实验室——电学”模块为学生和老师提供了电源、电阻、仪表、开关等数十种具体的电子元器件。用户可以利用这些电子元器件，搭建自己的实验电路。例如连接串联与并联电路、用伏安法测量电阻、测量路端电压、用惠斯通电桥精确测量电阻、用电磁继电器实现对电路的简单控制等。实验室还提供灯泡、电铃等元件，使用户设计的电路生动活泼。

在真实的电学实验中，存在安全性风险，并可能造成电学器件的损毁。现在我们可以利用“仿真物理实验室——电学”模块，进行电学方面的探究与实验，既经济又安全。

二． 软件界面

“仿真物理实验室——电学”模块的主界面如下图所示。



软件界面的中间是实验区，是用户搭建各种电路和观察实验过程的地方。实验区的上面是工具栏，工具栏中有常用命令的快捷按钮。实验区的右边是器件箱，用鼠标点击器件箱中的器件，再在实验区中点击鼠标，就能创建器件。实验区的下方是状态栏。

三． 菜单与工具栏快捷按钮

软件的主菜单及功能如下：

[文件]——[新建]：

创建一个新的电学实验项目。

[打开]：

打开一个已经存在的电学实验项目。

[保存]：

保存当前的电学实验到磁盘文件。

[另存为]：

保存当前的电学实验到新文件名。

[保存为图片]：

把当前实验区的内容，以图片文件保存下来。

[打印设置]：

设置打印的相关信息。

[打印]：

打印实现区中的图像。

[退出]：

退出软件。

[编辑]——[显示电流方向]：

显示/隐藏导线中的电流方向。

[实物图/电学符号]：

切换实验区中电学器件的显示方式为实物图或符号图。

[复制]：

复制当前实验区中，选中的对象，到剪贴板。

[剪切]：

复制当前实验区中选中的对象到剪贴板，并在实验区中删除此对象。

[粘贴]：

把之前复制到剪贴板中的对象，粘贴到实验区中。

[删除]：

删除当前选中的对象。

[属性]：

弹出当前选中对象的“属性”对话框。

[修复]：

在实验区中，用鼠标选择被损坏的器件，再点击“修复”菜单可以修复损坏的器件。

[元件]————————：

点击其中的子菜单项，再在实验区中点击鼠标，可以在实验区中创建与菜单对应的对象。此菜单项的功能类似

于器件箱。

[程序]——[变量编辑器]：

弹出“变量编辑器”对话框，用户可以在此对话框中，自定义变量。

[程序编辑器]：

弹出“程序编辑器”对话框，用户可以在此对话框中，编写简单格式的脚本语言以实现较为复杂的实验控制。

[视图]——[工具栏]：

显示/隐藏“工具栏”。

[器件箱]：

显示/隐藏“器件箱”。

[状态栏]：

显示/隐藏“状态栏”。

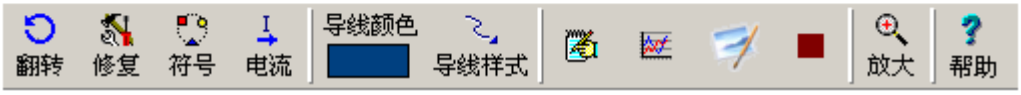
[帮助]——[帮助]：

打开软件的帮助。

[关于仿真物理实验室]

显示“仿真物理实验室”的相关信息。

软件的工具栏及快捷按钮功能如下：



工具栏上的快捷按钮，对应同名的菜单项功能。一些具有特殊功能的快捷按钮的详细说明如下：

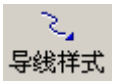
：选中实验区中的器件，点击此按钮，可以实现器件的旋转。只有部分器件支持旋转功能。

：选中实验区中被损坏的器件，点击此按钮，可以修复器件。例如：灯泡和保险丝在电流过大时会被烧毁。

：点击此按钮，切换实验区中电学器件的显示方式为实物图或符号图。

：显示/隐藏导线中的电流方向。

：首先选中实验区中的导线，然后点击矩形色块，软件会弹出“颜色”对话框，我们可以为选中的导线更换颜色。



：实验区中的导线，可以显示为折线，也可以显示为弧线。点击此按钮，切换选中导线的显示方式。

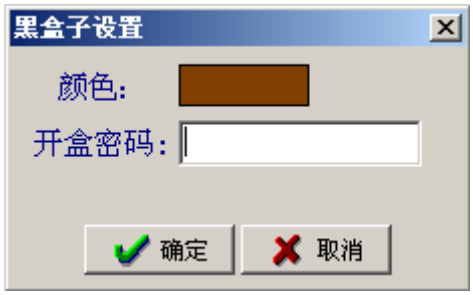
：创建注释。点击此按钮，再在实验区中点击鼠标，可以在鼠标位置创建注释。

：创建曲线对象。点击此按钮，再在实验区中点击鼠标，可以在鼠标位置创建曲线对象。

：创建图片对象。点击此按钮，再在实验区中点击鼠标，这时会弹出“打开图片”对话框，选择一个图片文件，然后点击确定按钮，可以在实验区中鼠标位置创建位图对象。目前支持 bmp 和 jpg 位图格式。

：创建黑盒子。在一些课堂场景中，老师先用黑盒子把部分电路遮挡

起来，让学生通过对电路外部接口的测量，分析出被遮挡部分的电路。在这个时候就需要用到黑盒子。点击此按钮，然后在实验区中框选一个区域，软件会弹出“黑盒子设置”对话框，我们需要给黑盒子设置一个密码，然后点击确定按钮。



：点击此按钮，然后在实验区中需要被放大的地方点击鼠标，软件会显示实验区的局部放大图像。

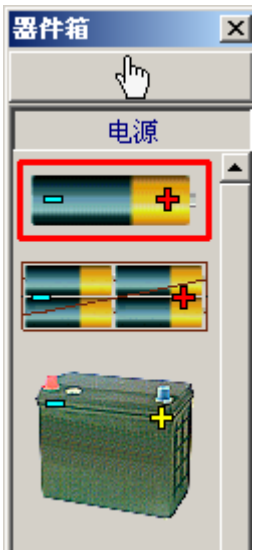
：点击此按钮，打开软件的帮助。

四． 操作指南

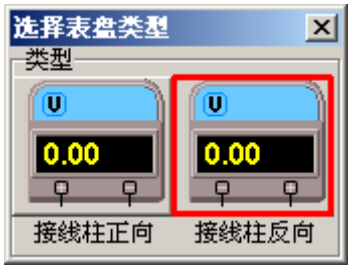
1. 第一个简单的电学实验

我们来做一个简单的电学实验，通过这个实验，我们将学习“仿真物理实验室——电学”模块的基本使用方法。在这个实验中，我们将使用一个数字式伏特表测量“5 号 AA”电池两端的电压。

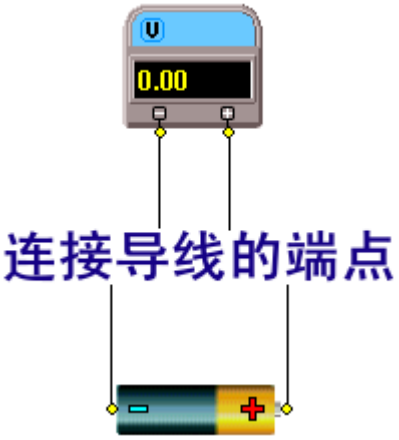
- 点击工具栏上的“新建”快捷按钮，新建一个实验项目。
- 用鼠标点击器件箱中“电源”类中的“5 号 AA”电池按钮，然后在实验区需要放置该电池的位置点击鼠标，这样就可以把一节“5 号 AA”电池创建在实验区中了。



- 用同样的方法，我们创建一个数字式的伏特表，到实验区中。数字式的伏特表在器件箱的仪表类中。在创建过程中，软件会弹出一个选择对话框，在对话框中我们可以选择伏特表接线柱的摆放位置，正极在左边或者右边。在这个实验中，我们选择正极在右边的那只数字式伏特表。

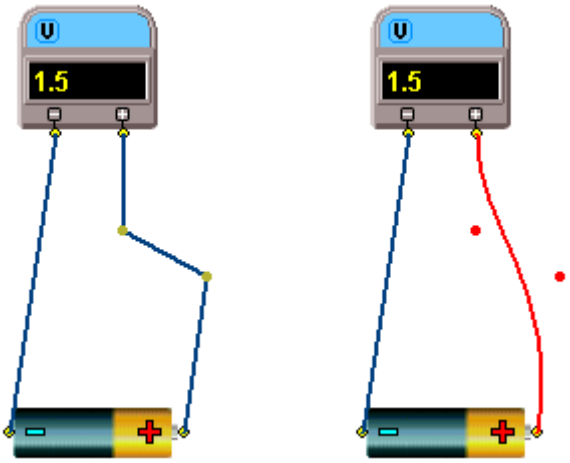


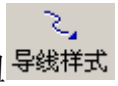
- 接下来，我们要使用导线，把电池与伏特表连接起来，这样伏特表才能测量出电池的电压。



- 请注意器件边缘的黄色小圆圈，这是器件的接线柱，连接导线的端

点。用鼠标点击需要连接导线的端点，然后松开鼠标，在另一个器件的端点上再点击鼠标，则这两个端点之间就用导线连接起来了。在连接导线的过程中，如果在实验区空白处点击鼠标，导线会在该点发生折弯，折弯后可以继续连接另一个端点。



- 如上图所示，我们用导线把伏特表与电池连接起来，伏特表就测量出了电池的电压值 1.5 伏特。选中折弯的导线，点击工具栏上的导线样式按钮 

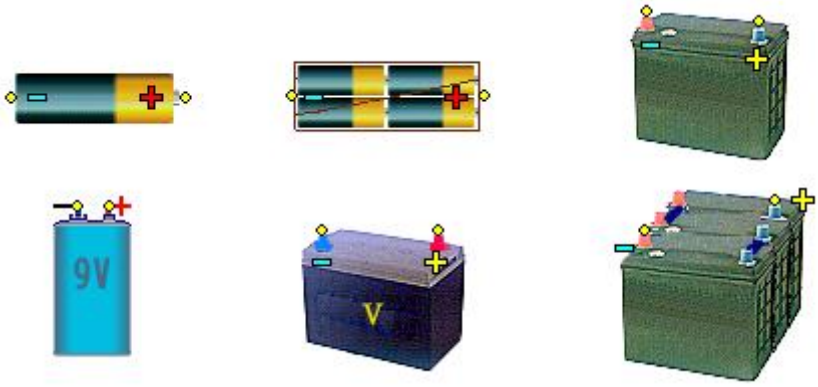
，可以使折弯的导线以曲线方式显示。

2. 电学模块中的器件

电学模块中的电子器件分为：电源、电阻、仪表、开关、输出、电磁感应、其他，一共七大类。下面将分别介绍这些电子器件，并接合例子学习他们的使用方法。

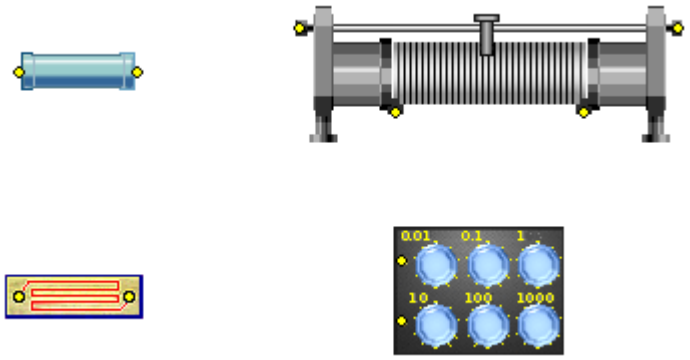
2.1 电源类

在电源类中，电学模块提供了，干电池、干电池组、蓄电池、蓄电池组、9V 电池、和一个可以任意设置电压与内阻的电源。这些器件在电路中都是作为电压源的。



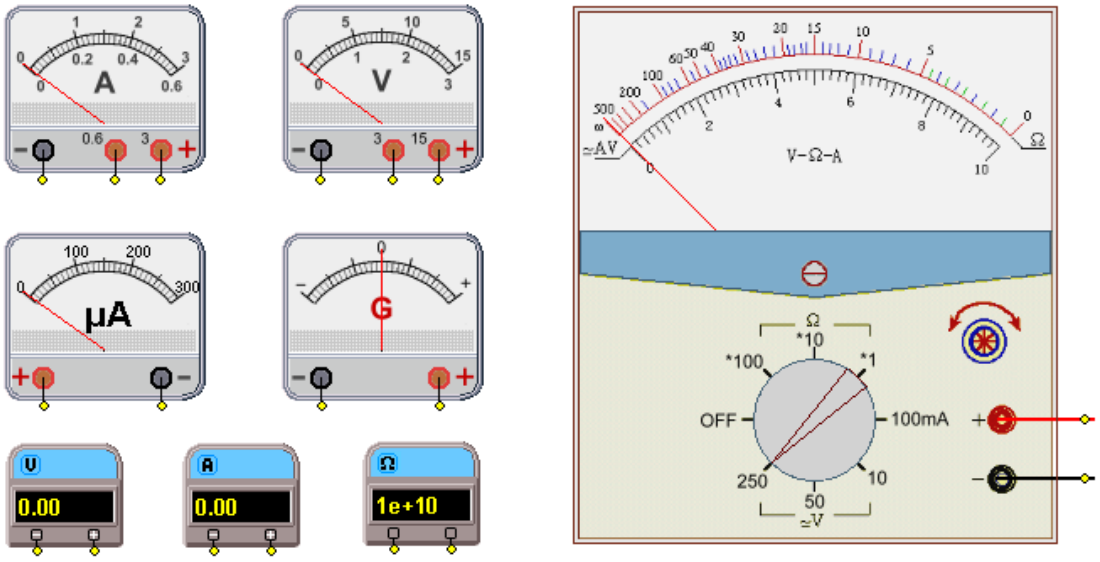
2.2 电阻类

在电阻类中，电学模块提供了，普通电阻、滑动变阻器、电阻丝、变阻箱。



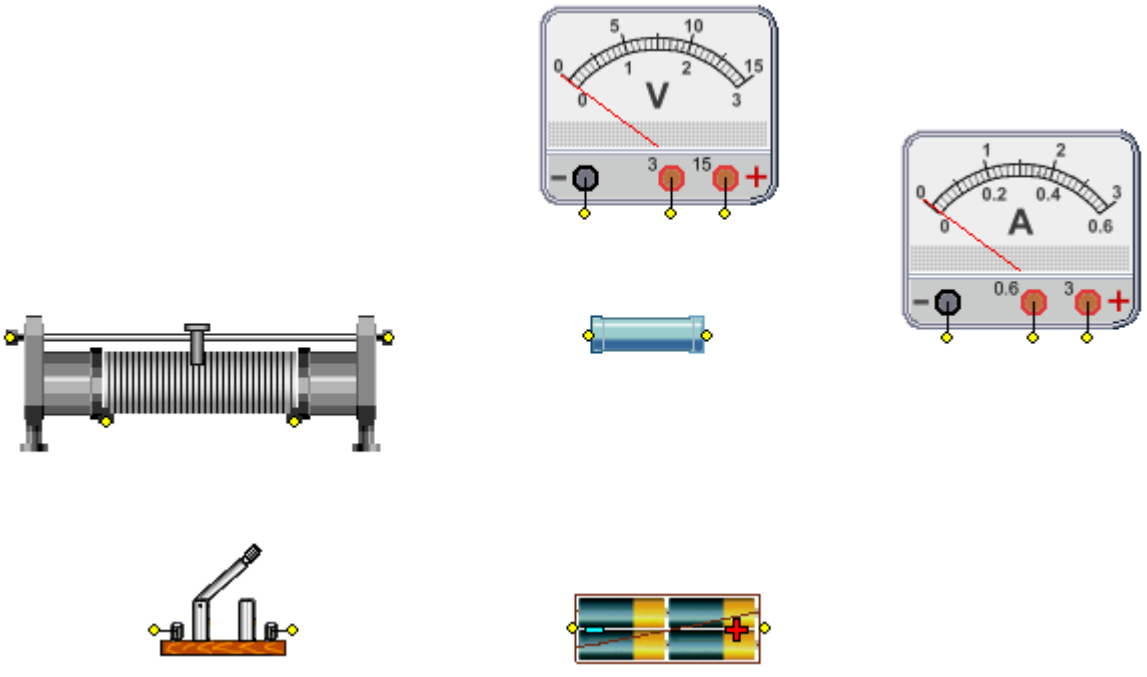
2.3 仪表类

在仪表类中，电学模块提供了，指针式安培表、指针式伏特表、电流计、微安表、数字式安培表、数字式伏特表、数字式欧姆表、和万用表。电学的各种仪表是电学实验中的主要测量工具，测量的对象主要是电路中的电压、电流和电阻。



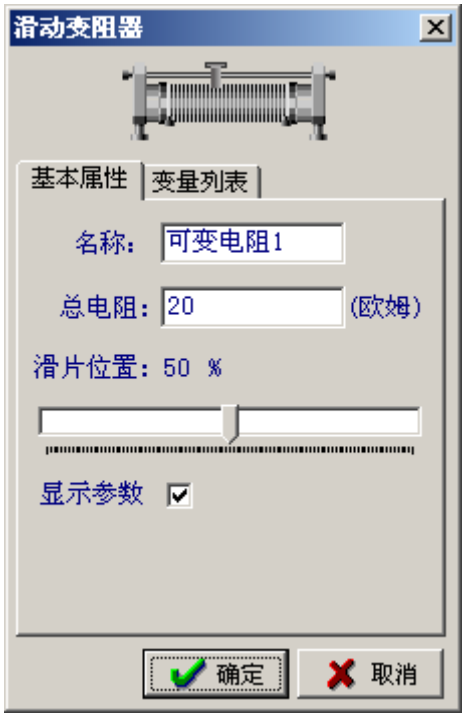
下面，我们来做一个用伏安法测量电阻阻值的例子，在这个例子中，我们将用到前面介绍的一些电子器件。

- 在这个实验中，我们用到的电子器件有：一个干电池组、一个普通电阻，一个滑动变阻器一个，指针式安培表和指针式伏特表各一只，一个单刀单掷开关。我们从器件箱中创建出这些器件，把它们放在实验区中。在创建安培表和伏特表时，我们选择正极在右侧的表。如下图所示。

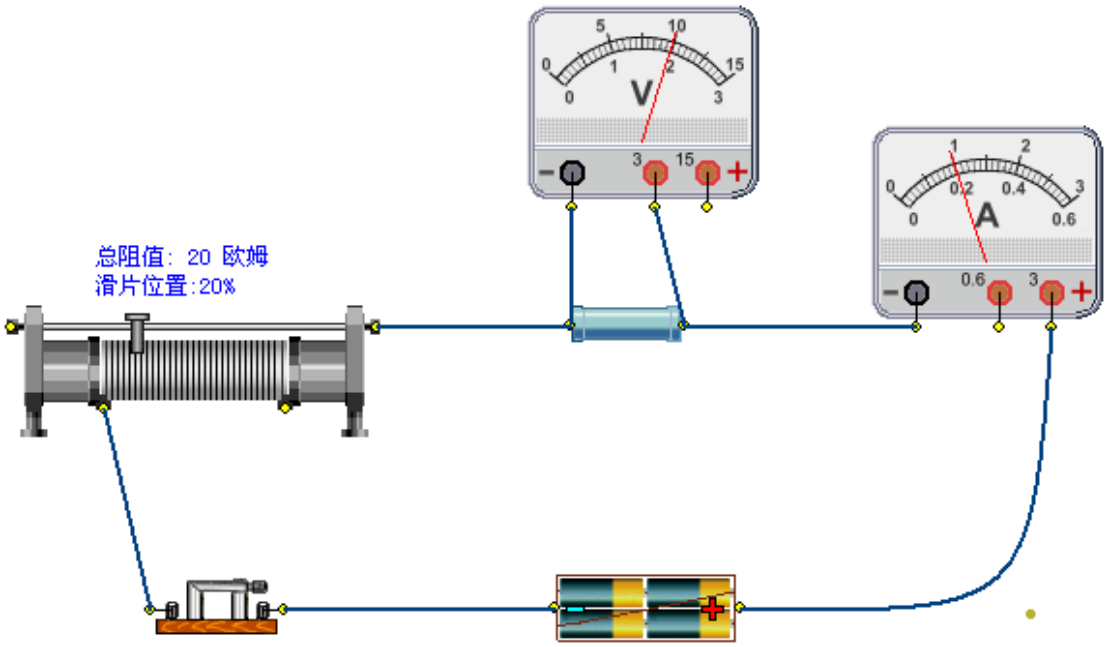


- 接下来，我们需要设置一些器件的属性，用鼠标右键点击器件，在弹出的菜单中点击“属性”菜单，打开该器件的属性对话框。在对话框中，可以对器件的物理属性进行设置。我们首先设置普通电阻的属性，把它的阻值设置为 2 欧姆。如下图所示。

- 我们再设置滑动变阻器的属性，把它的总阻值设置为 20 欧姆。选中“显示参数”选项，可以在实验区中器件的上边显示该器件的参数。



- 下面，我们开始连接导线。在第一个简单的电学实验中，我们已经学会了如何连接导线。按下图所示，完成导线的连接。连接时注意安培表与伏特表的量程选择。



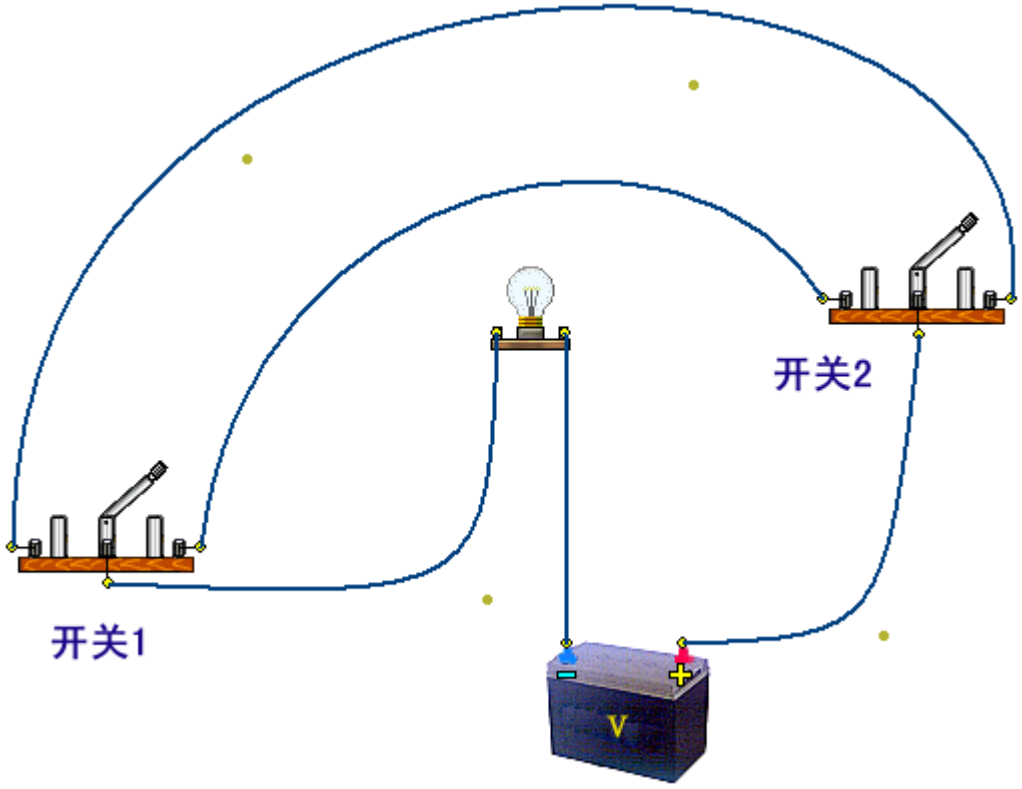
- 现在，我们可以闭合开关了。用鼠标左键双击实验区中的单刀单掷开关，可以闭合或打开开关。这时候安培表和伏特表的指针发生了偏转，我们可以从表盘中读出，电阻两端的电压，和经过电阻的电流。用鼠标点中滑动变阻器上的滑片，左右移动鼠标，可以改变电路中的电阻，使安培表与伏特表的指针也随之发生偏转。

2.4 开关类

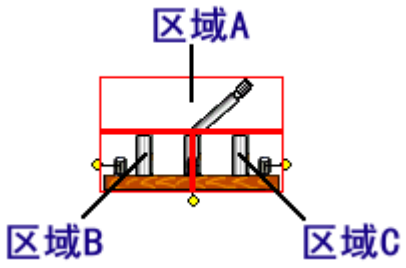
电学模块提供了两种开关，单刀单掷开关和单刀双掷开关。单刀单掷开关，在前面的例子中已经介绍了它的使用方法。下面我们通过一个楼道灯电路的例子介绍单刀双掷开关的使用。楼道灯电路是住宅中常用的一种电路结构，它用两个单刀双掷开关控制着一盏灯。

- 新建一个实验项目，从器件箱中创建出两个单刀双掷开关，一个额定电压为 6.3 伏的灯泡，一个任意电压源。设置任意电压源的电压为 6 伏特，内阻为 0，如果电压源的电压过低，电灯将不会被点亮。

- 如下图所示，我们用导线连接这些器件，完成电路的连接。



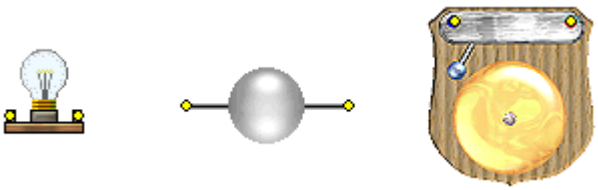
- 接下来，我们要学习单刀双掷开关的使用，如下图所示，用鼠标左键双击区域 A，则开关被打开；双击区域 B，开关闭合左边；双击区域 C，开关闭合右边。



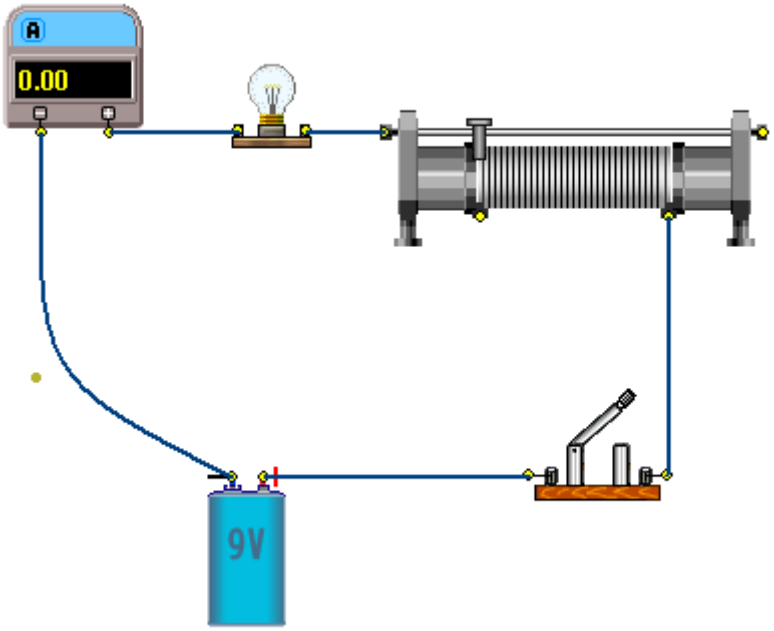
- 现在，我们就可以通过两个单刀双掷开关控制灯泡的开关了。把“开关 1”拨到左边，“开关 2”拨到右边，灯泡就被点亮了。相反的，把“开关 1”拨到右边，“开关 2”拨到左边，灯泡也能被点亮。楼道灯的电路，通常被使用在楼道中，一个开关在下面，另一个开关在上面。如果要改变灯的开关，只需要把其中一个开关拨到另一边就可以了。

2.5 输出类

在输出类中，电学模块提供了，灯泡、信号灯和电铃。信号灯和电铃除了具有电阻外，还有个参数是工作的最小电流。对于信号灯对象，只有当电流大于“起亮电流”时，信号灯才被点亮。对于电铃对象，只有当电流大于“起震电流”时，电铃才会发出声音。下面我们来做个明暗变化的灯泡实验。



- 新建一个实验项目，按下图所示，创建器件并连接电路。需要注意的是，我们在创建灯泡时选择额定电压为 6.3 伏的小灯泡。

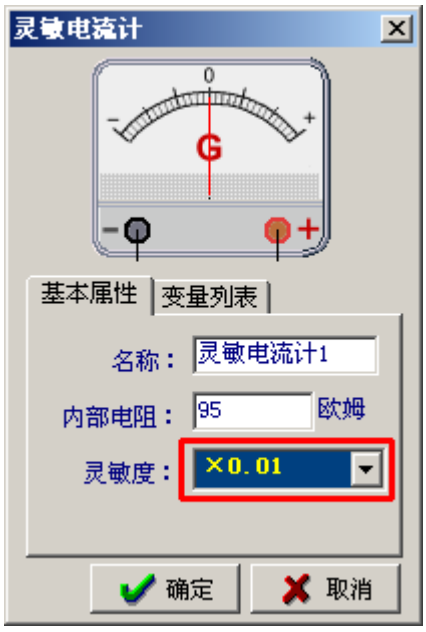


- 现在，我们闭合电键，然后左右移动滑动变阻器的滑片，您会发现，灯泡随着电路中电流强度的变化，发生明暗的变化，电流越大灯泡就越亮。

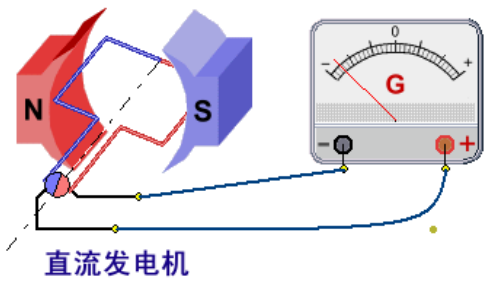
2.6 电磁感应类

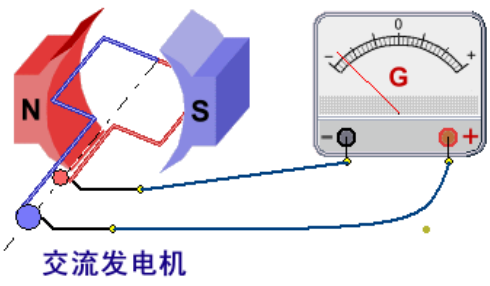
在电磁感应类中，电学模块提供了，线圈与磁铁模型、导线切割磁力线模型、直流电动机模型、直流发电机模型和交流发电机模型。下面我们来做用电流计测量直流发电机与交流发电机输出电流的实验。

- 在这个实验中，我们需要用到两个电流计，直流发电机、交流发电机各一只。把它们创建在实验区中。
- 设置两个电流计的属性，把灵敏度设置为“*0.01”。太高的灵敏度很容易使指针发生满偏，不利于观察现象。



- 按下图所示，连接电路。左边是直流发电机，右边是交流发电机。直流发电机产生的电流为单方向的，而交流发电机产生的电流为双方向的。此电路没有经过整流与滤波。

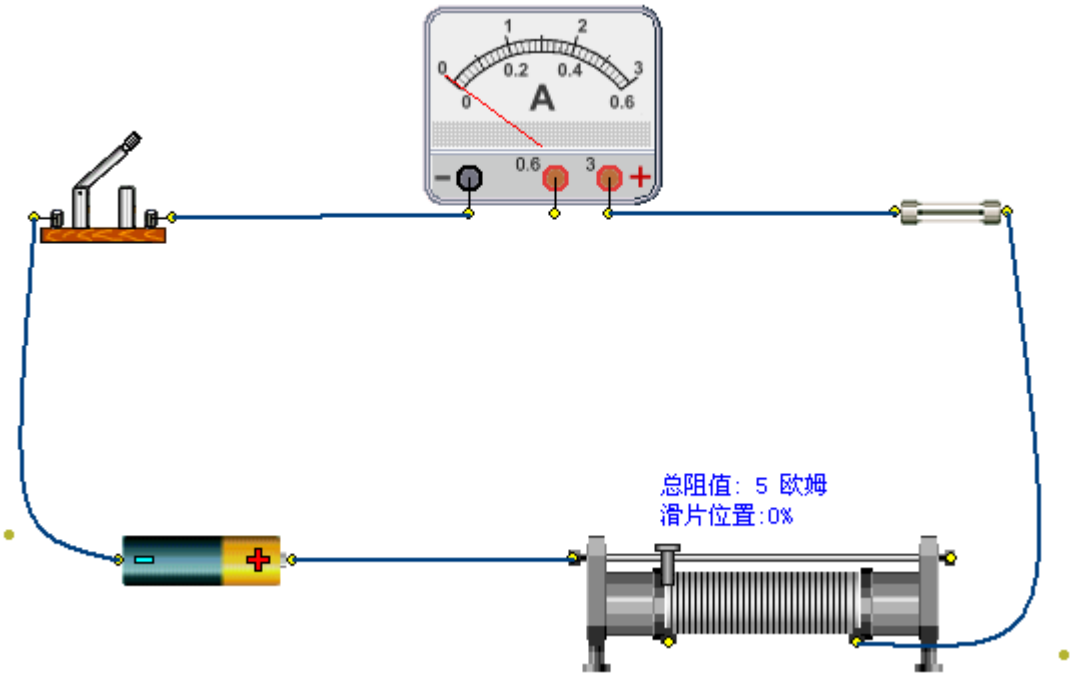




2.7 其他类

在其他类中，电学模块提供了，保险丝、二极管、电磁继电器、引出导线、水位开关、温度开关。有了这些器件，我们可以搭建更有趣的电路。下面，我们做一个保险丝的实验。

- 按下图所示，创建器件并连接电路。



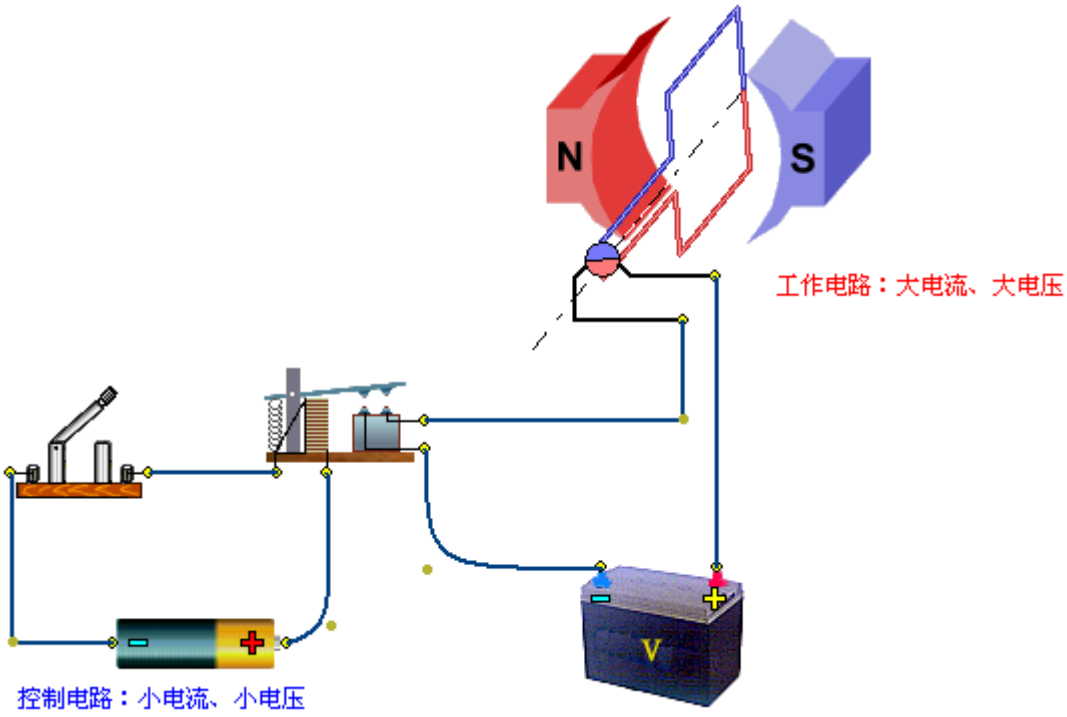
- 修改器件的属性。设置滑动变阻器的总阻值为 5 欧姆。再弹出保险丝的属性对话框，设置保险丝的“最大电流”为 1 安培。

- 现在，我们可以闭合开关，把滑动变阻器的滑片缓慢向右移动。从安培表的读数可以看出，电路中的电流越来越大。当电路中的电流大于 1 安培时，保险丝就熔断了，电路中电流为 0。用鼠标右键点击损坏的保险丝，在弹出菜单中点击“修复”可以修复保险丝。修复

前，请把滑动变阻器的滑片置于最左边，并断开开关。

电磁继电器是控制电路中常用的电子元器件。通过电磁继电器可以实现通过一个回路控制另一个回路。下面我们就来做这样一个实验，用电磁继电器控制直流电动机的开启与关闭。

- 在这个实验中，我们需要一节 5#AA 电池、开关、电磁继电器、任意电压源和直流电动机。按下图所示，把这些器件摆放在实验区中，并用导线连接电路。



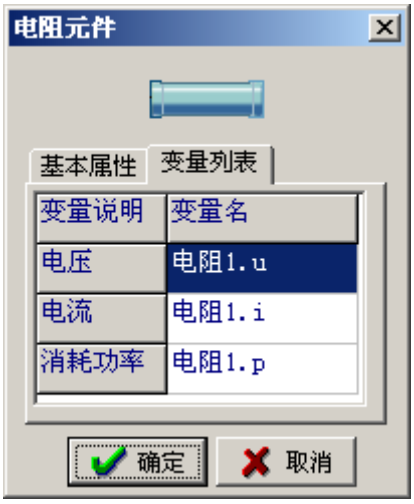
- 接下来，我们修改一些器件的属性。设置任意电压源的电压为 10 伏特；电磁继电器的线圈电阻为 1 欧姆，吸合电流为 0.1 安培。
- 当我们双击鼠标，闭合开关，由于电磁继电器的线圈中有电流通过，线圈产生磁力，吸合簧片，电磁继电器的另一端就被接通了，直流电动机就转动起来。这就是电磁继电器的典型应用。

3. 高级应用技巧

3.1 变量及其应用

“仿真物理实验室——电学”模块同样支持变量的应用。软件中的变量有两种，分别是系统变量和自定义变量。

系统变量是指软件自带的变量，包括时间变量 t 和，每个电学器件自带的变量。例如，一个普通电阻，自带的变量有：电阻 1.u，电阻 1.i，和电阻 1.p，分别表示电阻 1 两端的电压、经过电阻的电流和电阻的功率。



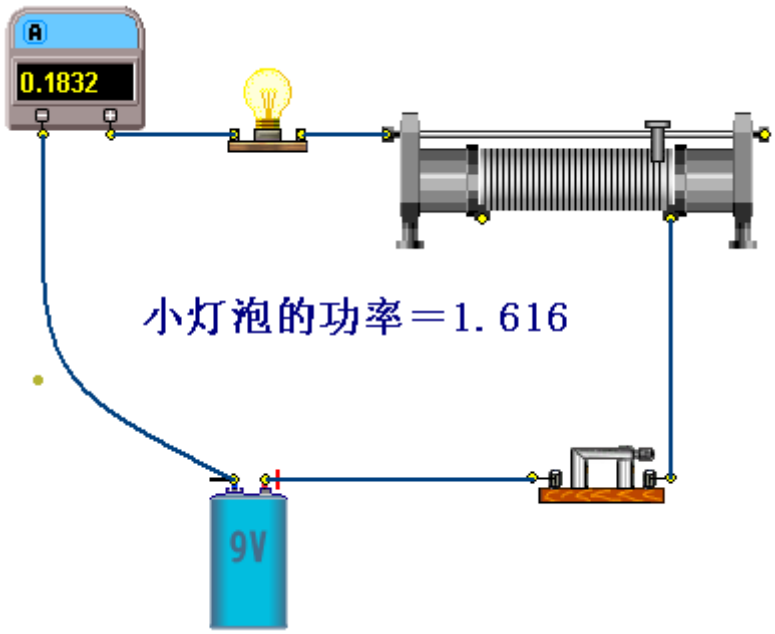
自定义变量是用户自己定义的变量，自定义变量在“变量编辑器”对话框中进行添加。从主菜单中点击[程序]——[变量编辑器]菜单，可以弹出“变量编辑器”对话框。分别输入“变量名称”和“初始值”，然后点击“添加”按钮，就可以创建自定义变量了。在创建自定义变量时，请使用简单的字母或字母组合，不要出现特殊符号，变量不能重名。

有了这些变量，我们可以在注释中通过变量，动态的在实验区中，显示变量的数值，也可以用曲线对象绘制出变量的变化曲线。

前面我们做过明暗变化的灯泡实验，现在我们就通过“注释”对象，动态的显示灯泡的功率。

- 打开前面“明暗变化的灯泡”实验文件。
- 点击工具栏上的“注释”按钮 ，在实验区中需要放置注释的地方点击鼠标，弹出“注释设置”对话框。

- 在注释设置对话框中，我们如上图所示进行输入。在输入变量时，可以通过对话框左下方的下拉框选择变量。最后点击确定按钮。
- 闭合开关，移动滑动变阻器的滑片，我们看到注释对象实时的显示出了小灯泡的功率。

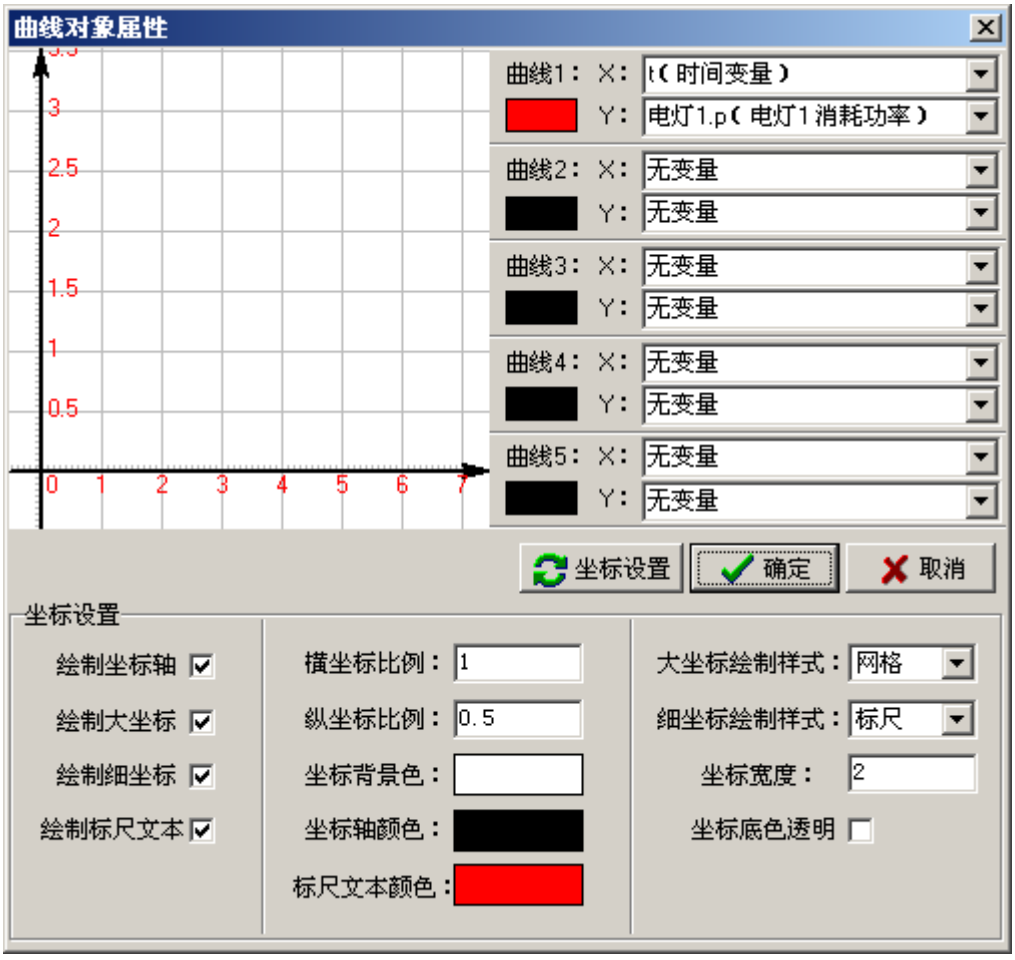


3.2 曲线对象的应用

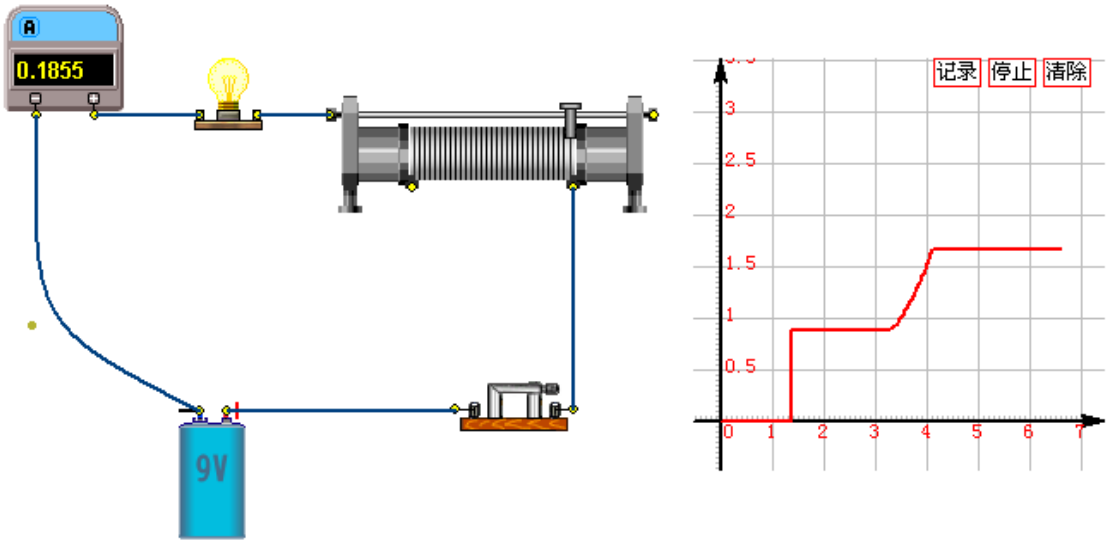
“仿真物理实验室——电学”模块，也为用户提供了曲线对象。

点击工具栏上的“曲线对象”按钮 ，然后在实验区中需要放置“曲线对象”的位置上点击鼠标，就能创建出曲线对象。用鼠标右键点击实验区中的曲线对象，在弹出的菜单中点击“属性”，能弹出“曲线对象属性”对话框，在对话框中，我们可以对它的属性进行设置。下面我们还是在“明暗变化的灯泡”这个例子的基础上学习“曲线对象”的使用。

- 打开前面“明暗变化的灯泡”实验文件。
- 创建一个“曲线对象”，并设置它的属性。我们设置一条曲线，横坐标为时间 t，纵坐标为电灯的功率，如下图所示。然后点击确定按钮。

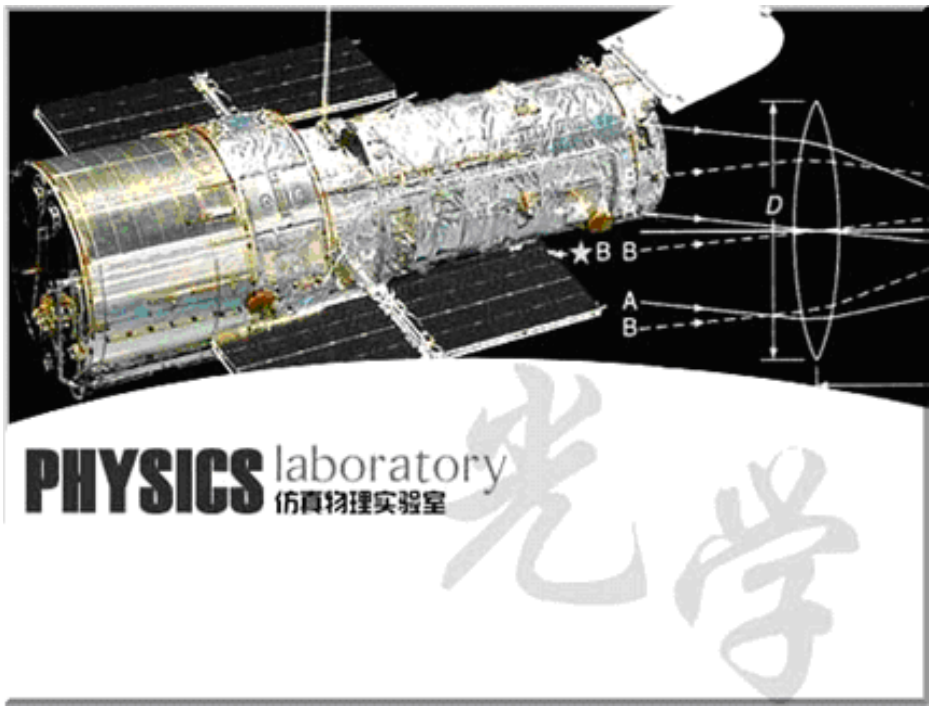


- 点击实验区中，曲线对象上方的“记录”标签，曲线对象即开始记录数据。这时，我们闭合电键，并移动滑动变阻器的滑片，我们就可以从曲线对象上直观的看到小灯泡功率的变化情况。



五． 软件在教学中的应用

光学模块



一． 光学模块简介

“仿真物理实验室——光学”模块提供了方型玻璃砖、三角形玻璃砖、棱境、理想凸透镜、理想凹透镜、凸面镜、凹面镜、光线、平行光线组、复色光线等实验器件。用户可以在任意组合的实验环境中，搭建自己的实验。例如平面镜的反射实验，介质的折射实验，介质的全反射实验，凸透镜的会聚实验等等。“仿真物理实验室——光学”模块不但能够进行仿真，还可以为用户演示整个物理过程的详细情况。

“仿真物理实验室——光学”模块是学生学习与探究奇妙光学世界的优秀工具，也是教师进行光学课程教学的优秀工具。

二． 软件界面

“仿真物理实验室——光学”模块的主界面如下图所示。

软件界面的中间是实验区，是用户搭建各种电路和观察实验过程的地方。

实验区的上面是工具栏，工具栏中有常用命令的快捷按钮。实验区的右边是器件箱，用鼠标点击器件箱中的器件，再在实验区中点击鼠标，就能创建器件。实验区的下方是状态栏。

三． 菜单与工具栏快捷按钮

软件的主菜单及功能如下：

[文件]——[新建]：

创建一个新的光学实验项目。

[打开]：

打开一个已经存在的光学实验项目。

[保存]：

保存当前的光学实验到磁盘文件。

[另存为]：

保存当前的光学实验到新文件名。

[保存为图片]：

把当前实验区的内容，以图片文件保存下来。

[打印设置]：

设置打印的相关信息。

[打印]：

打印实现区中的图像。

[退出]：

退出软件。

[编辑]——[撤销]：

显示/隐藏导线中的电流方向。

[重做]：

切换实验区中电学器件的显示方式为实物图或符号图。

[剪切]：

复制当前实验区中选中的对象到剪贴板，并在实验区中删除此对象。

[复制]：

复制当前实验区中，选中的对象，到剪贴板。

[粘贴]：

把之前复制到剪贴板中的对象，粘贴到实验区中。

[删除]：

删除当前选中的对象。

[属性]：

弹出当前选中对象的“属性”对话框。

[系统设置]：

弹出实验区设置对话框。在此对话框中，对实验区的基本属性进行设置，例如实验区背景颜色，线宽等。

[运行]——[运行]：

设置当前的实验区状态为“运行”状态。

[停止]：

设置当前的实验区状态为“停止”状态。

[视图]——[工具栏]：

显示/隐藏“工具栏”。

[器件箱]：

显示/隐藏“器件箱”。

[状态栏]：

显示/隐藏“状态栏”。

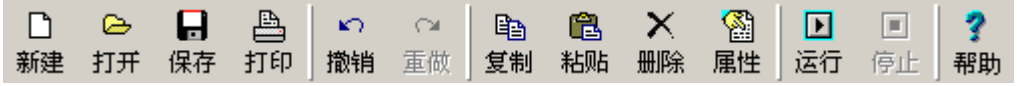
[帮助]——[帮助]：

打开软件的帮助。

[关于仿真物理实验室]：

显示“仿真物理实验室”的相关信息。

软件的工具栏及快捷按钮功能如下：



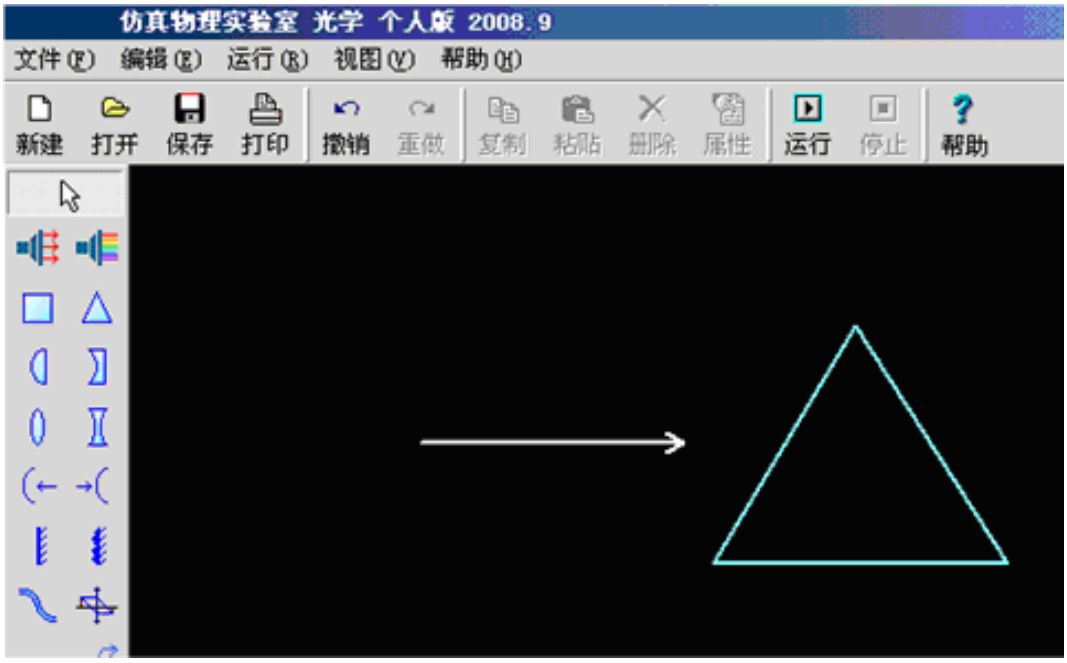
工具栏上的快捷按钮，对应同名的菜单项功能。

四． 操作指南

1. 第一个简单的光学实验

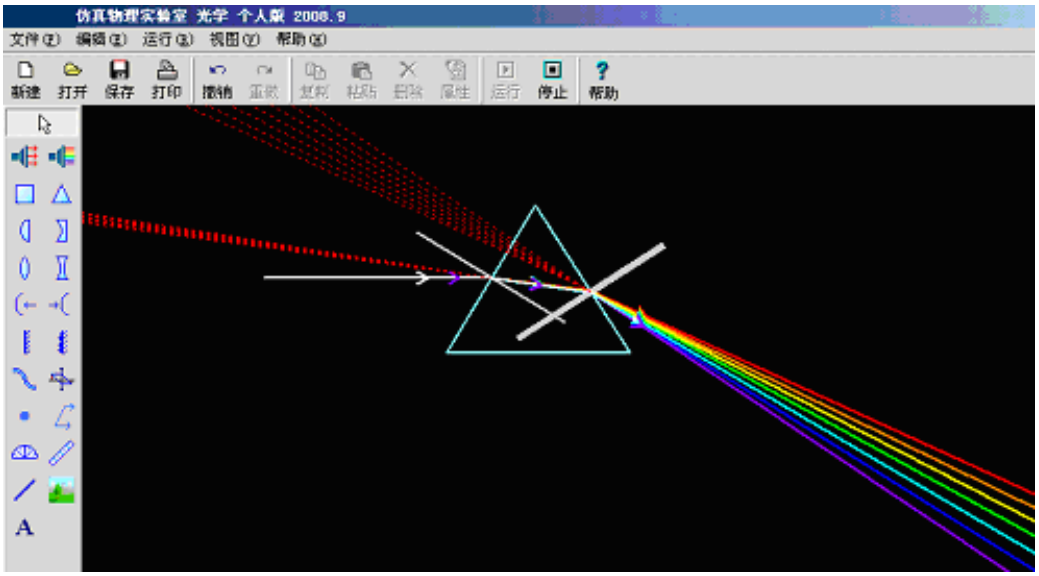
我们来做一个简单的光学实验，通过这个实验，我们将学习“仿真物理实验室——光学”模块的基本使用方法。在这个实验中，我们用一个白色的复色光线射向一个三棱镜，由于三棱镜对光线的色散作用，白色的光线被色散成了七色的彩色光线。

- 点击工具栏上的“新建”快捷按钮，新建一个实验项目。
- 点击器件箱中的“复合光源”对象 ，然后在实验区中需要放置复合光源的地方按下鼠标，并移动鼠标拖出一条复合光源。
- 再点击器件箱中的“三角介质”对象 （三棱镜），然后在实验区中需要放置三棱镜的地方按下鼠标，并移动鼠标，创建一个三棱镜。如下图所示：

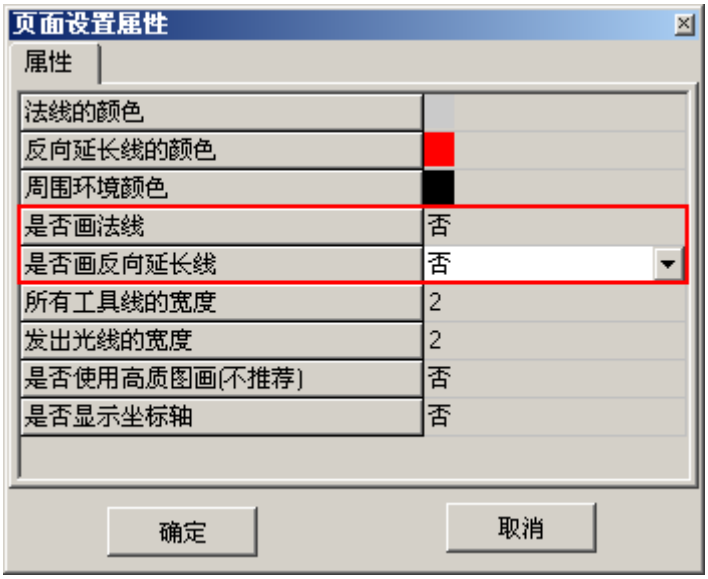


- 点击工具栏上的“运行”

按钮，我们看到，白色的复色光线，经过三棱镜的色散，折射成了七色的彩光。如下图所示：



- 在实验区中，软件不仅绘制出了光路，而且还绘制出了一些辅助线：延长线和法线。我们可以通过设置，让软件不绘制辅助线，点击菜单[编辑]——[系统设置]选项，在弹出的对话框中，设置不绘制法线和反向延长线，然后点击确定按钮。

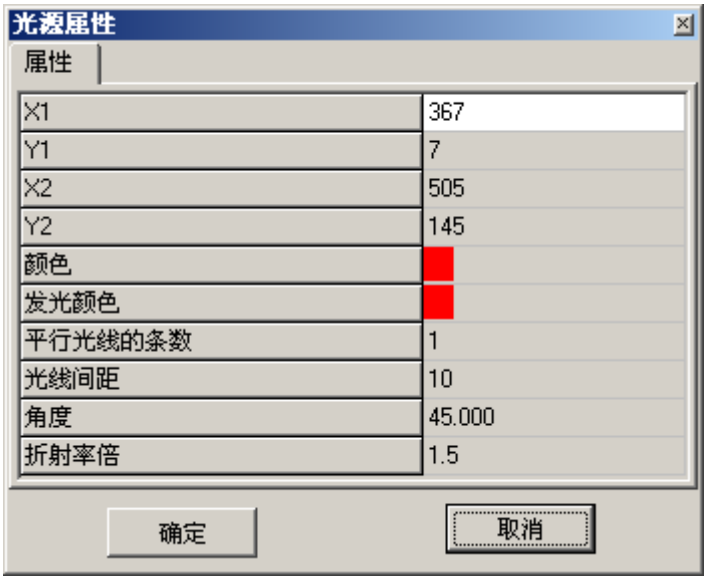


通过上面的实验，我们学习了用“仿真物理实验室——光学”模块进行仿真实验的基本方法，下面我们详细介绍软件中的各种光学器件和它们的通途。

2. 光学模块中的器件

2.1 平行光源

平行光源是一组平行的光线，光线的数量和间距可以通过设置平行光线的属性进行修改。用鼠标先点击器件箱中的平行光源按钮，然后在实验区中，按下鼠标左键并移动鼠标，最后松开鼠标左键，平行光线对象就被创建在实验区中了。创建出的平行光线，默认为一条。双击实验区中的此对象；或用鼠标右键点击实验区中的此对象，在弹出的菜单中，点击“属性”菜单项，即可弹出“光源属性”对话框。



在“光源属性”对话框中，可以对平行光线的各种参数进行设置。X1,Y1 是光源光线的起点坐标，X2,Y2 是光源光线箭头的坐标。用户还可以修改光源的颜色、平行光线的条数、光线间距等参数。

需要特别说明的是“折射率倍”参数。该参数在光线被折射时用于计算光线对于介质的折射率，实际折射率＝介质的折射率*折射率倍。“折射率倍”参数的默认值为 1。我们可以通过“折射率倍”参数为不同颜色的光线设置不同的折射率倍数。

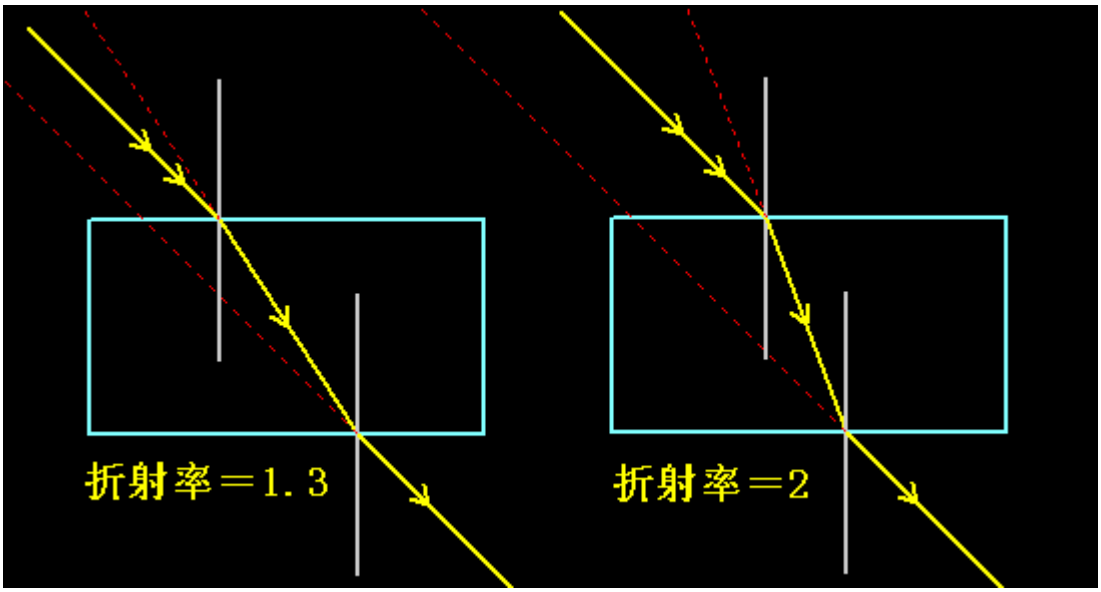
平行光源对象，可以展现为一条光线，也可以展现为多条平行光线。

2.2 复合光源

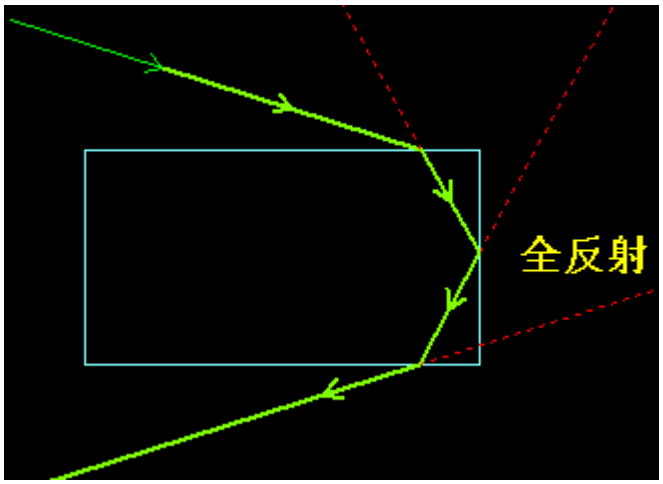
“复合光源”就是真实世界中的白色光线。白色光线实际上是有多种频率的光线叠加后形成的。白色光线在经过折射时，由于其中不同频率的光线相对于介质具有不同的折射率，因此折射光线的角度不同，白色的复合光就被色散为彩色光线了。在前面的例子中，我们就用三棱镜对“复合光源”射出的白光进行了色散。

2.3 方形介质、三角介质

“仿真物理实验室——光学”模块为用户提供了方形介质和三角形介质（三棱镜）两种常用的介质。介质可以是真实世界中的水、玻璃等透明的物质。用户可以为介质设置折射率，折射率通常是大于 1 的实数。下图为折射率分别为 1.3 和 2.0 的介质对相同入射光线的折射效果。



方形介质和三角形介质也可以用于全反射的光学实验。

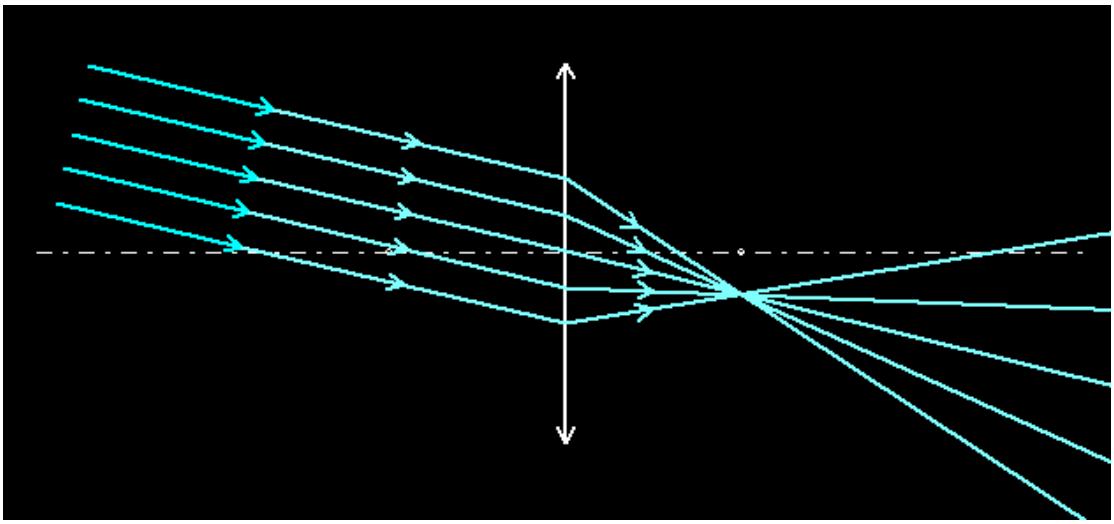


2.4 真实凸透镜 、真实凹透镜

真实凸透镜和真实凹透镜，是一面平直、另一面为圆弧的玻璃砖。角度为 180 度的真实凸透镜就是半圆形的玻璃砖，是研究光线的全反射实验中常用的器件。

2.5 理想凸透镜 、理想凹透镜

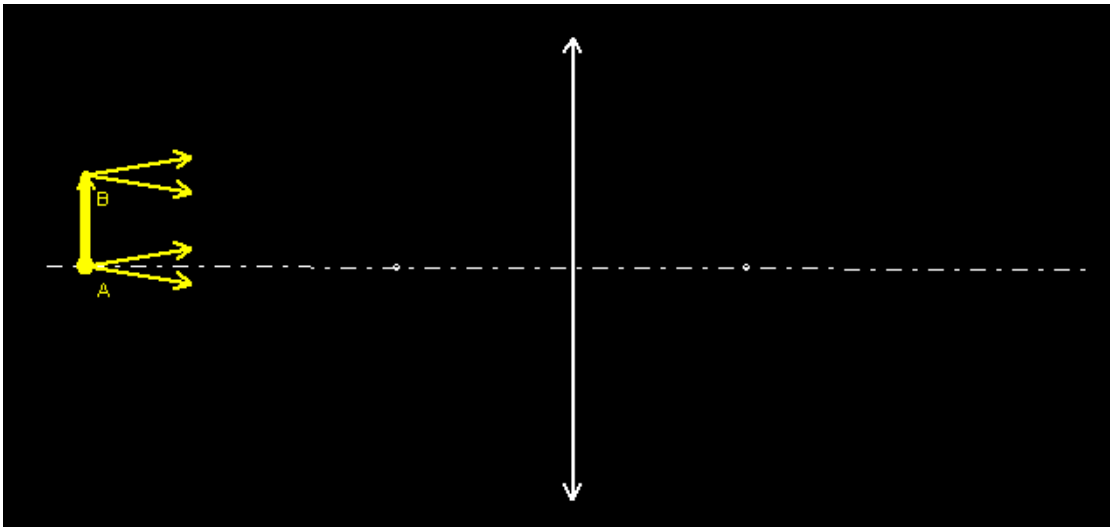
“仿真物理实验室——光学”模块，提供了理想化的凸透镜和凹透镜，它们的折射能力是被理想化的，例如：理想的凸透镜可以把平行于主轴的光线准确的汇聚到焦点上，而真实的单片凸透镜只能把同样的光线近似的汇聚到焦点上。在光学的教学中，通常假设凸透镜和凹透镜是理想化的。下图为理想凸透镜对平行光线的汇聚作用。



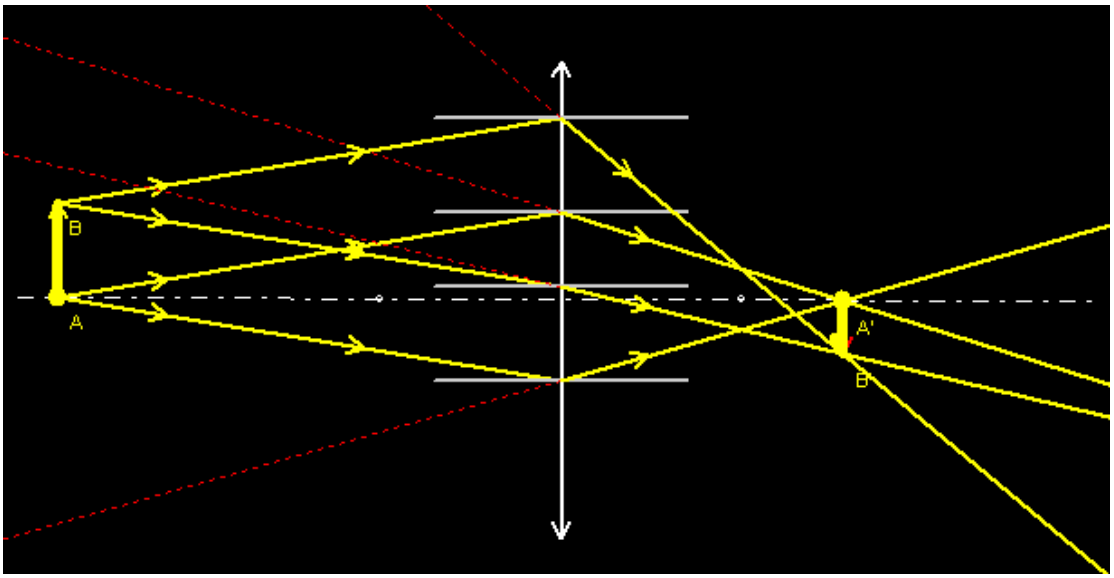
下面，我们再来做一个凸透镜成像的实验。在这个实验中，我们需

要用到一个“理想凸透镜”和一个“物体”对象。

- 用鼠标点击器件箱中的“理想凸透镜”按钮 ，然后在实验区中按下鼠标左键，并移动鼠标，创建一个理想凸透镜在实验区中。
- 用鼠标点击器件箱中的“物体”对象，用同样的方法把“物体”对象创建在实验区中。如下图所示。

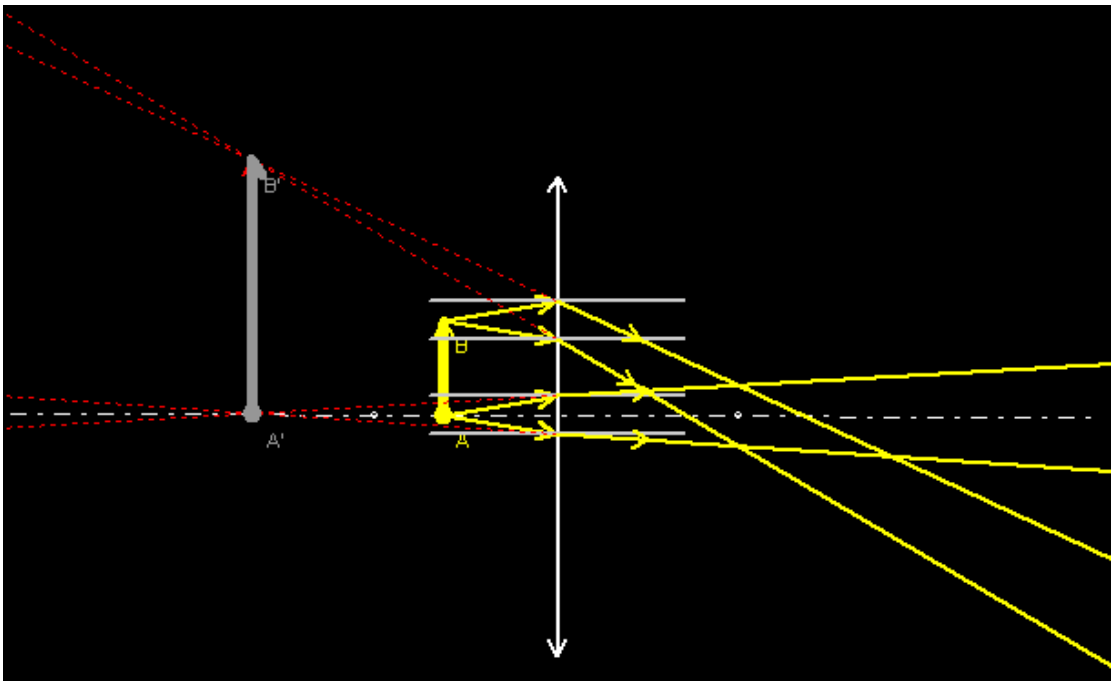


- 点击工具栏上的“运行”按钮，软件即能绘制出光路。当物体在理想凸透镜两倍焦距外时，在凸透镜的另一边，形成一个倒立、缩小的实像，如下图所示。



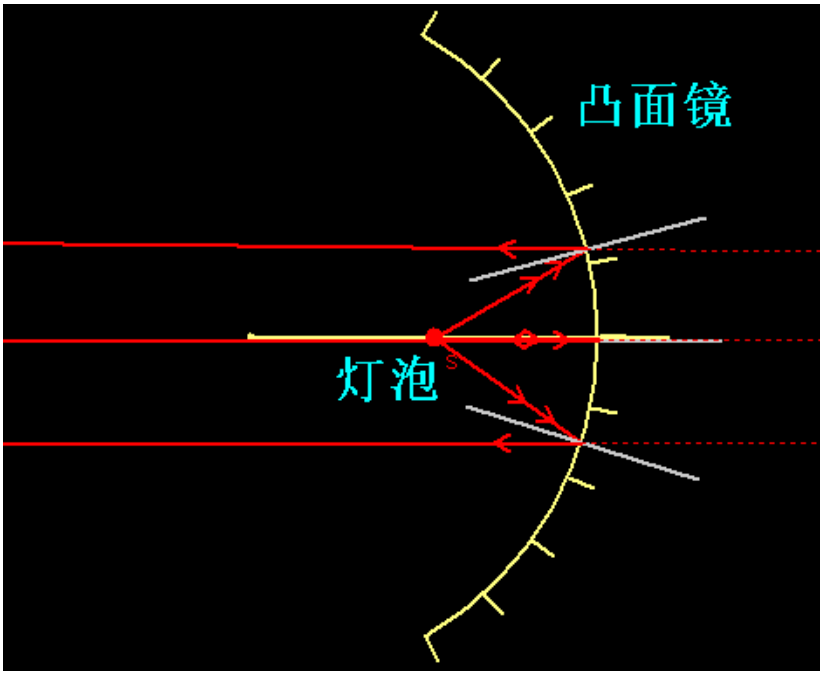
当物体在凸透镜的一倍焦距内时，在凸透镜的同侧，可以形成正立、

放大的虚像。如下图所示，软件用灰色表示虚像。



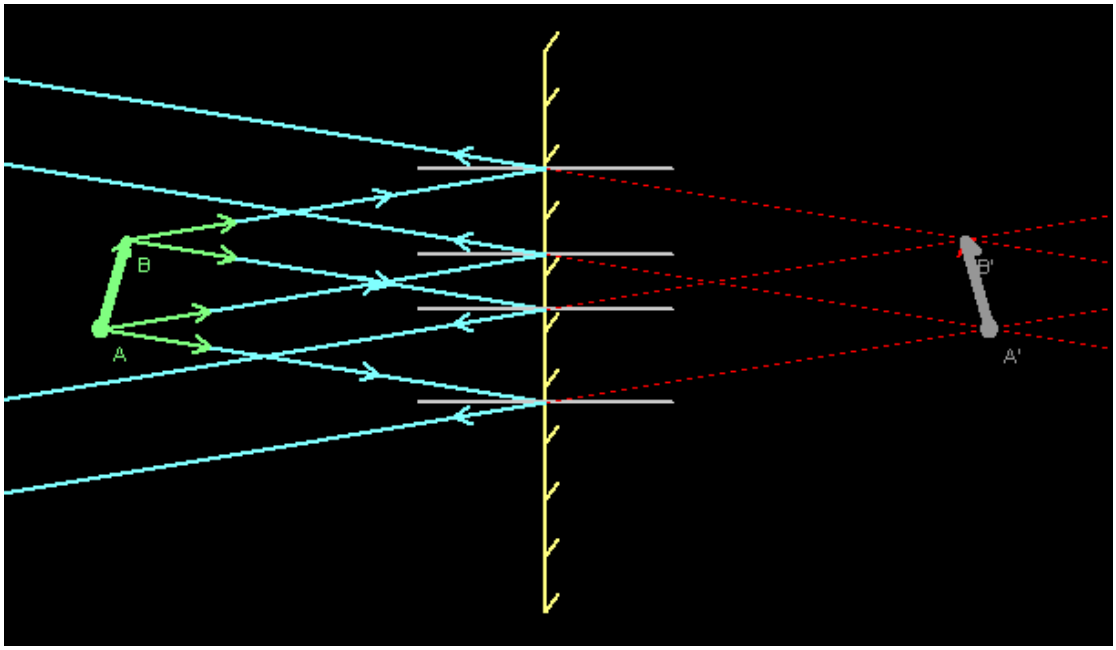
2.6 凸面镜 、凹面镜

凸面镜和凹面镜是生活中常用的光学器件，汽车的前大灯就采用的是凹面镜的设计，灯泡发射的光线经过凹面镜的反射，平行的射向远方。汽车的倒车镜就是凸面镜，凸面镜可以增加反射面积，增加视野。下图为用“仿真物理实验室——光学”模块模拟的汽车大灯原理图。

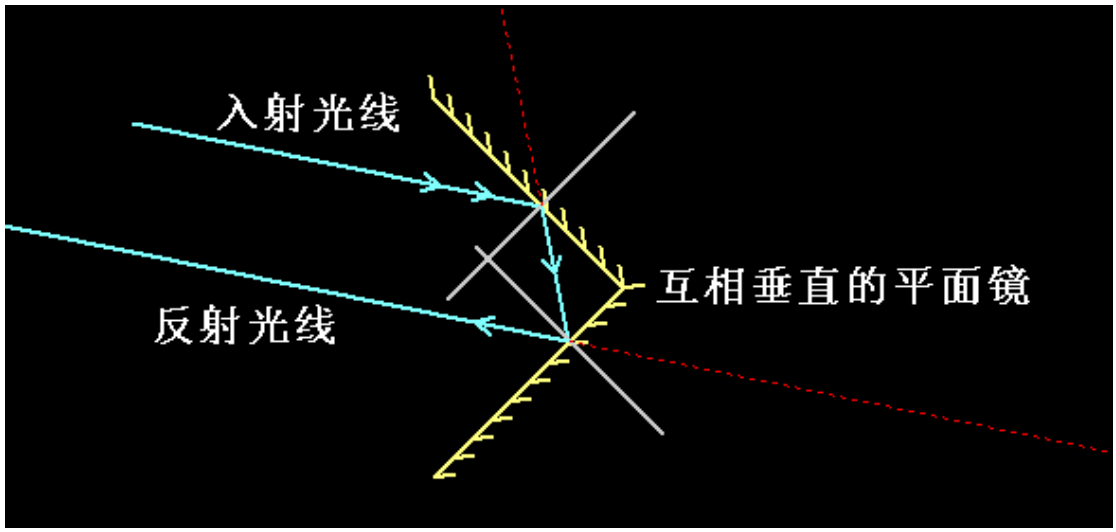


2.7 平面镜

平面镜是最简单的光学器件，它可以反射光线；物体可以在平面镜中成正立等大的虚像。下图为物体在平面镜中成像的光路图。



阿波罗登月飞船，登陆月球后，宇航员在月球表面放置了由三片相互垂直的平面镜组成的反射系统。有了这个反射系统，我们可以在地球上准确的测量地球到月球的距离。测量时，从地球对准反射系统射出激光，反射系统能让射来的光线平行的反射回去，地球接收到反射回的光线，并测量射出光线和反射光线的时间差，就能计算得到地球与月球的距离。下图展示了反射系统的原理。



2.8 不规则物体

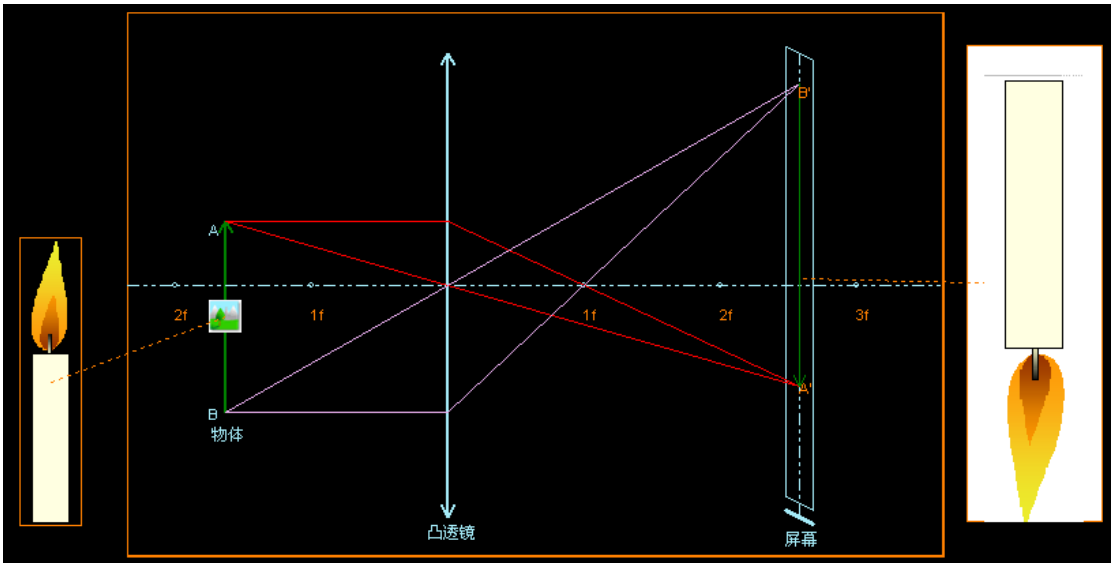
“不规则物体”对象，用于展示漫反射的发生。

2.9 光导纤维

“光导纤维”对象，用于模拟光线在光导纤维中的全反射。

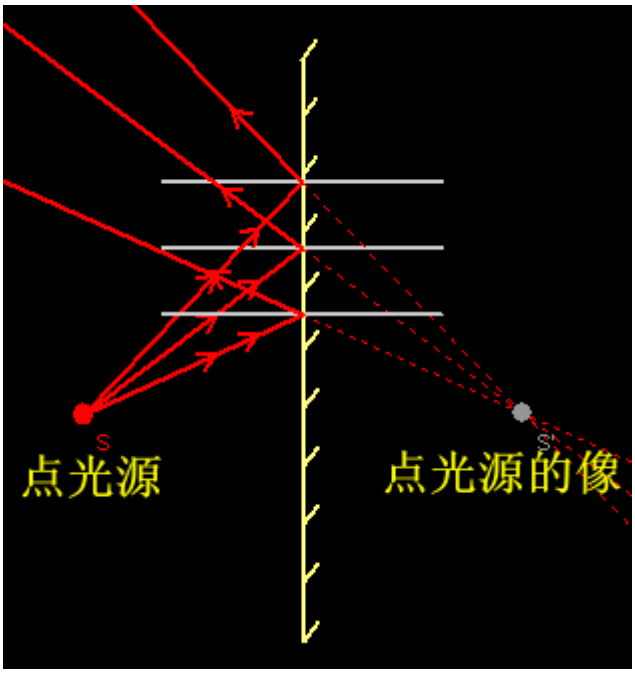
2.10 成像系统

“仿真物理实验室——光学”模块，为用户提供了凸透镜的成像系统。用户可以使用成像系统，十分方便而直观的研究蜡烛经凸透镜在屏幕上成实像的情况。在成像系统中，物体、凸透镜和屏幕的位置都可以调节。



2.11 点光源

“点光源”对象，包括一个点和从这个点射出的三条光线。下图为点光源在平面镜中的成像光路图。

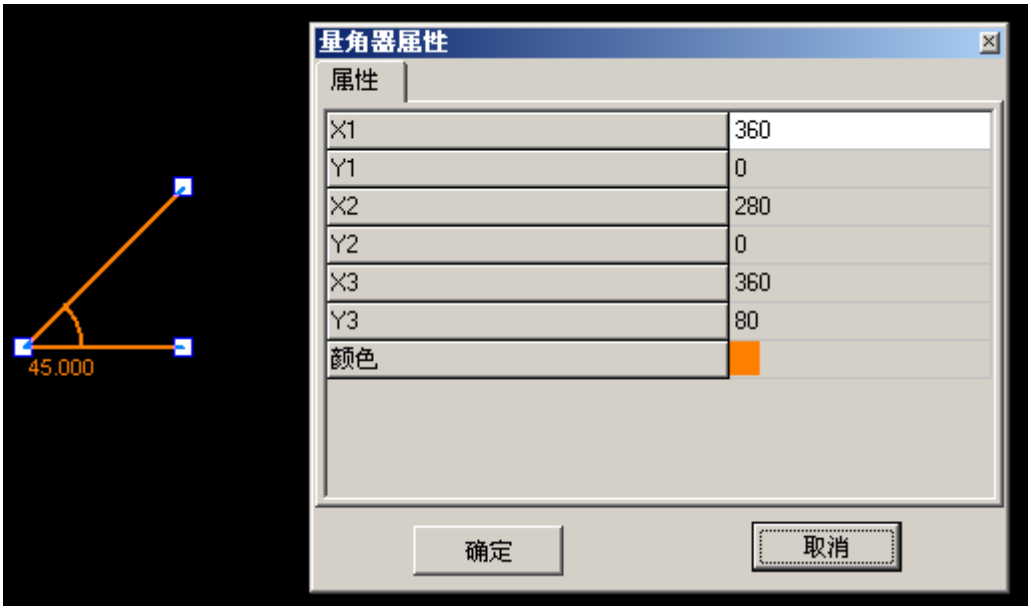


2.12 物体

“物体”对象，是由两个点光源组成的，在前面介绍理想凸透镜和平面镜对象时，我们已经使用到了物体对象。从物体对象 A、B 端点射出的光线角度均可以调节，调节时用鼠标点中表示光线的箭头处，然后移动鼠标。

2.13 量角器

“仿真物理实验室——光学”模块，为用户提供各种光学器件，还为用户提供了一些常用的辅助器件。点击器件箱中的“量角器”按钮，该对象就能被创建在实验区中。量角器对象的三个顶点，可以用鼠标拖动；“量角器”对象同是还显示出度量的角度值。



2.14 直尺

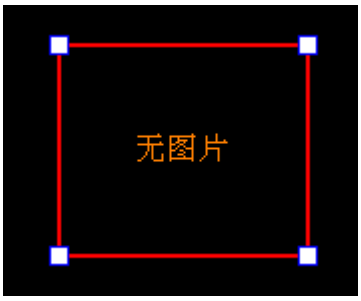
“直尺”对象可以测量实验区中的各种长度。

2.15 普通线

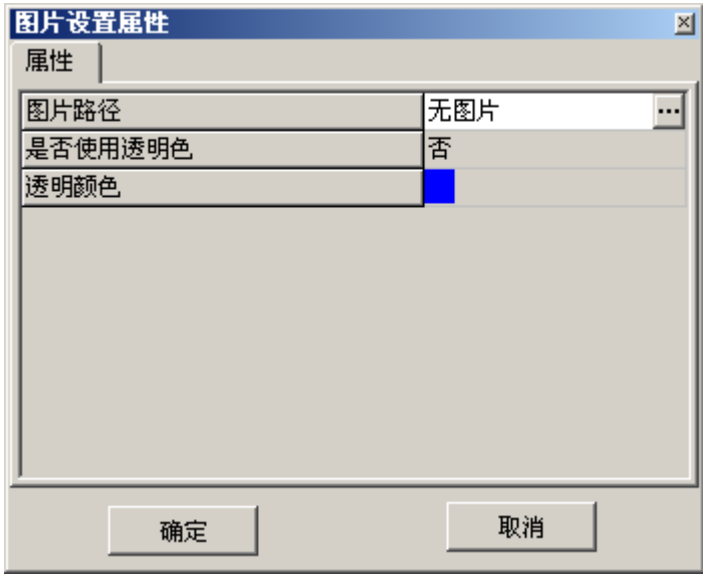
用“普通线”对象，可以在实验区中绘制直线。用户可以通过修改“普通线”对象的属性，设置线的颜色、虚实。

2.16 图片对象

在“仿真物理实验室——光学”模块中，可以插入图片对象。先点击器件箱中的图片对象按钮，然后在实验区中用鼠标框选出放置图片的位置。软件会在实验区中显示一个图片框。



双击图片框，弹出“图片设置”对话框。在此对话框中，选择图片的路径，然后点击确定按钮，就能把图片创建在实验区中了。



2.17 注释

“注释”对象，用于在实验区中添加文字注解和文字标签。注释对象的创建方式和图片对象的创建方式类似。双击创建在实验区中的注释框，可以弹出“注释属性”对话框。在对话框中，可以输入注释文字，并设置字体。注释对象可以选择是否有边框，是否显示背景颜色。