

单摆法测重力加速度

一、实验简介

单摆实验是个经典实验，许多著名的物理学家都对单摆实验进行过细致的研究。本实验的目的是进行简单设计性实验基本方法的训练，根据已知条件和测量精度的要求，学会应用误差均分原则选用适当的仪器和测量方法，学习累积放大法的原理和应用，分析基本误差的来源，提出进行修正和估算的方法。

二、实验原理

1、单摆的一级近似的周期公式为

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

由此通过测量周期 T , 摆长 l 求重力加速度。

2、不确定度均分原理

在间接测量中，每个独立测量的量的不确定度都会对最终结果的不确定度有贡献。如果已知各测量之间的函数关系，可写出不确定度传递公式，并按均分原理，将测量结果的总不确定度均匀分配到各个分量中，由此分析各物理量的测量方法和使用的仪器，指导实验。一般而言，这样做比较经济合理。对测量结果影响较大的物理量，应采用精度较高的仪器，而对测量结果影响不大的物理量，就不必追求高精度仪器。

三、实验内容

1、游标卡尺的使用

使用游标卡尺，测量 5 次单摆摆球的直径，记录数据。

2、螺旋测微计的使用

使用螺旋测微计，测量 5 次单摆摆球的直径，记录数据。

3、电子秒表的使用

使用电子秒表测量单摆摆动 5 个周期的时间，记录数据。

4、根据不确定度均分原理，设计单摆测量重力加速度 g

(1) 根据误差均分原理，自行设计试验方案，合理选择测量仪器和方法。

(2) 测量重力加速度 g , 测量精度要求 $\Delta g/g < 1\%$ 。

可提供的器材及参数：

游标卡尺，米尺，千分尺，电子秒表，支架，细线(尼龙线)，钢球，摆幅测量标尺(提供硬白纸板自制)，天平(公用)。

假设摆长 $l \approx 70.00\text{cm}$; 摆球直径 $D \approx 2.00\text{cm}$; 摆动周期 $T \approx 1.700\text{s}$;
米尺精度 $\Delta_{\text{米}} \approx 0.05\text{cm}$; 卡尺精度 $\Delta_{\text{卡}} \approx 0.002\text{cm}$; 千分尺精度 $\Delta_{\text{千}} \approx 0.001\text{cm}$; 秒表精度 $\Delta_{\text{秒}} \approx 0.01\text{s}$; 根据统计分析, 实验人员开或停秒表反应时间为 0.1s 左右, 所以实验人员开, 停秒表总的反应时间近似为 $\Delta_{\text{人}} \approx 0.2\text{s}$.

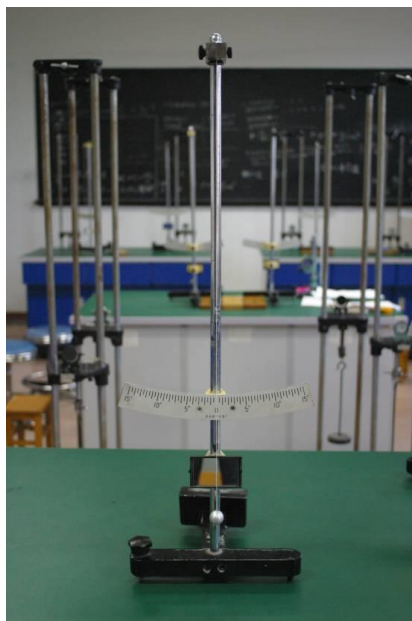
5、利用单摆测量重力加速度 g

利用实验室提供的单摆仪, 调整并确定合适的摆线长度, 测量重力加速度

四、实验仪器

单摆仪

实际照片和仿真图片的显示

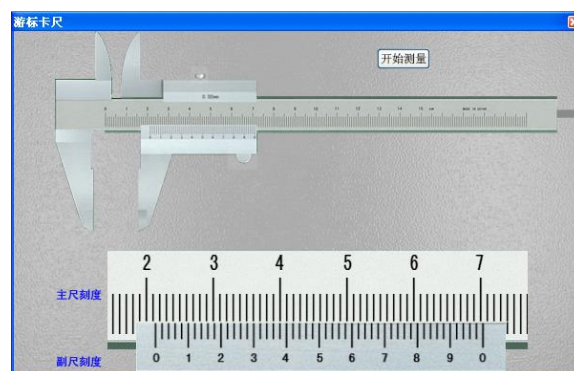


操作提示：

- 1.拖动摆球让摆球摆动
- 2.用鼠标左键或者右键点击摆线末端的旋钮来增大或者减小摆线长

游标卡尺

实际照片和仿真图片的显示

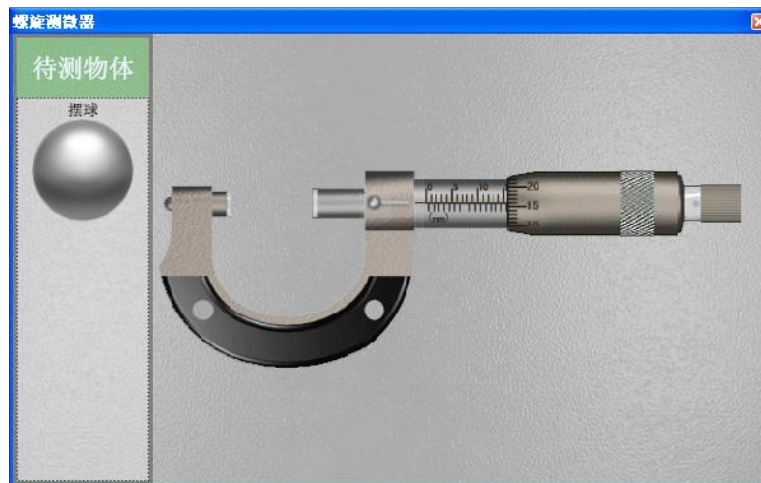


操作提示：

- 1.可以拖动副尺部分，改变测量卡口张开的大小
- 2.可以用鼠标左键或者右键点击锁定旋钮，来锁住或者解锁副尺

螺旋测微器

实际照片和仿真图片的显示

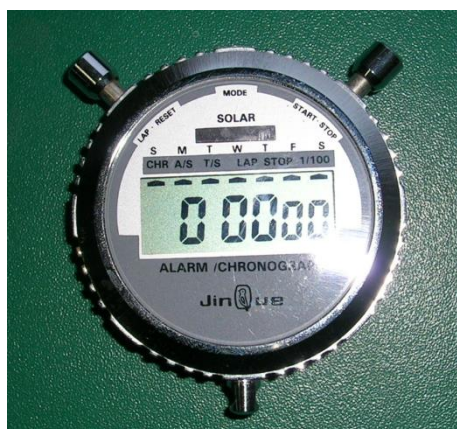


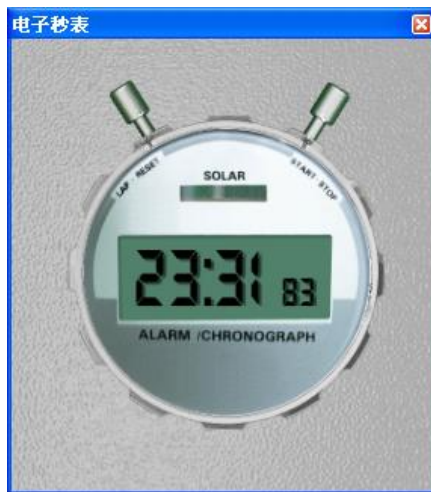
操作提示：

鼠标左键或者右键点击转轴可以向上或者向下旋转转轴
鼠标左键或者右键点击锁，可以锁定或者解锁

电子秒表

实际照片和程序中的显示





操作提示：

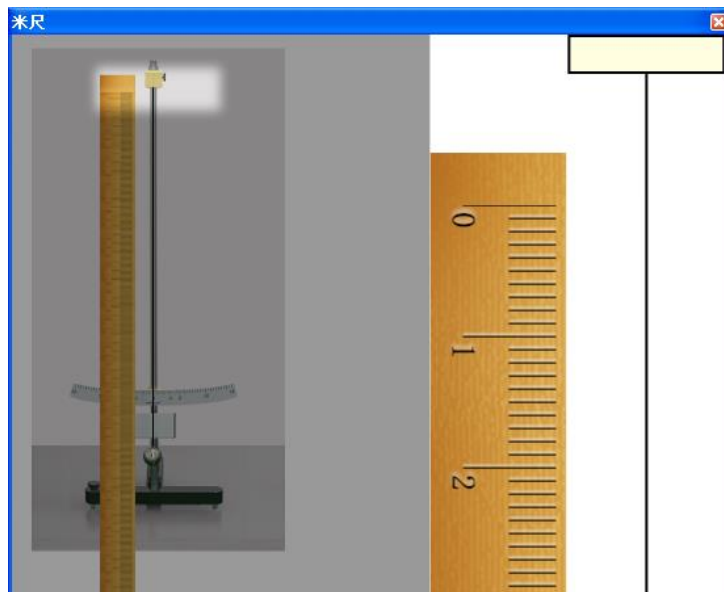
鼠标点击开始暂停按钮可以开始或者暂停计时

鼠标点击复位按钮可以对秒表复位

米尺

实际照片和程序中的显示





操作提示：

用鼠标拖动左侧全景图中的白色区域，改变右侧放大区域对应的位置
在右侧图中拖动米尺，可以改变米尺位置。

五、实验指导

『具体仪器操作见仪器说明』

准备仪器

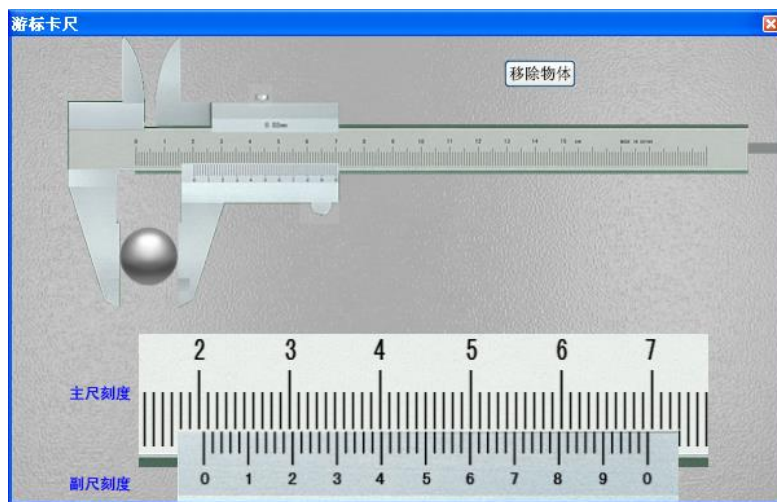
将需要用到的仪器，从仪器栏中拖到桌面上来。鼠标移动到仪器上的时候，可以在提示信息栏中看见相应的提示信息。



使用仪器之前需要双击打开调节窗口再进行调节。

测量摆球直径

双击打开千分尺或者游标卡尺窗口，点击开始测量按钮，将小球拖入进行测量。



测量完成后关闭窗口。

调节摆线长度

双击米尺打开米尺测量窗口，双击单摆打开单摆窗口。
按住单摆窗口中摆线末端的旋钮调节摆线长度，在米尺窗口中读出摆线长度。



测量摆动周期

打开单摆窗口和电子秒表窗口。拖动小球使其摆动，使用秒表测量周期。



填写实验数据

点击“记录数据”按钮，将实验所测得的数据填入到实验数据表格中。

六、思考题

1. 测量单摆周期要测几十次，而不是一次为什么？
2. 摆长是指哪两点间距离？如何测量？
3. 为什么计时应以摆球通过平衡位置开始计算？

七、参考资料

吴泳华，霍剑青，熊永红.《大学物理实验》第一册.高等教育出版社.2001.