

物理实验



超重失重演示测力计制作*

周汉东

(江苏省梁丰高级中学 江苏 苏州 215600)

(收稿日期:2020-02-29)

摘要:在演示测力计的基础上,通过添加铜箔胶带、4个颜色的LED灯、电池、开关、导电指针,从而实现了在4个不同的示数区域对应不同颜色的LED发光,能让学生实时观察到变速运动中重物所处的平衡、超重、失重、完全失重等状态,解决了普通测力计在快速变速运动过程中学生难于看清示数变化的难点。

关键词:演示测力计 超重 失重 完全失重 铜箔胶带 LED

用测力计演示超重、失重是最简单直观的方法,但实际操作时会遇到以下问题:因为手持测力计做变速运动时,学生很难准确及时观察到指针位置的实时变化^[1],特别是自由下落和抛体运动过程中,学生根本来不及观察到指针归零(即完全失重)的现象。

针对这个问题,笔者设计了一款测力计,采用了

“红、蓝、绿、黄”共4种颜色的LED灯,学生通过观察发光颜色的变化,就能准确实时地观察到“完全失重、失重、平衡、超重”共4种运动状态。

1 教具外观及原理

图1为教具实物外观,图2为教具原理示意图。

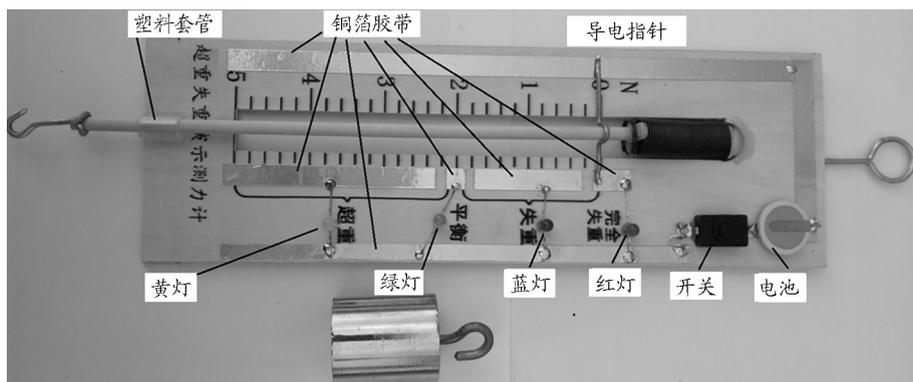


图1 教具外观

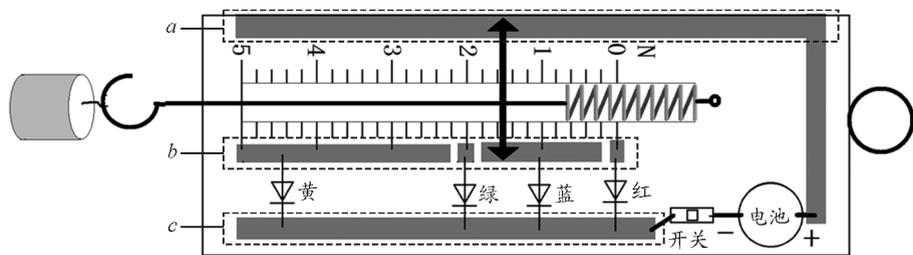


图2 教具原理

* 苏州市教育科学“十三五”规划重点课题“农村高中理科STEM校本课程的建构研究”阶段性成果,项目编号:191001003

图2中的阴影部分就是粘贴在夹板上的铜箔胶带,导电指针压在铜箔胶带上,4个LED灯直接焊接在胶带上,电池、开关、铜箔胶带、导电指针、LED发光管共同组成了闭合电路。

悬挂200 g砝码时,导电指针稳定在2 N附近的铜箔上,此时绿灯接入闭合电路而发出绿光,表明处于平衡状态。

如果测力计处于超重状态,则导电指针会滑动到大于2 N的铜箔区域,则黄灯被接入闭合电路从而发出黄光。

如果测力计处于失重状态($a < g$)时,则导电指针会滑动到小于2 N的铜箔区域,则蓝灯被接入闭合电路从而发出蓝光。

如果测力计处于完全失重状态,则导电指针会滑动到零刻度线附近的铜箔区域,则红灯被接入闭合电路从而发出红光。

人眼对不同颜色的光非常敏感,所以当测力计做快速运动时(尤其是自由下落和抛体运动),虽然学生无法准确观察到指针位置,但可以通过观察到的发光颜色来确定运动状态。

2 教具制作

2.1 制作主板

参考图1,测力计主板采3 mm厚的美工夹板,可用激光切割机进行切割和开孔加工,具体尺寸可参考实验室内的J2144(5 N)演示测力计。拆解一个网购的J2144演示测力计,把弹簧挂钩组件拆出来,再安装到美工夹板上。为了确保拉杆不会偏离滑槽,可切割一段水笔外壳获取塑料管,让拉杆穿过塑料套管,再用热熔胶把套管固定在木板上^[2]。刻度线、刻度、相关文字,可用激光雕刻或者手绘实现。

2.2 粘贴铜箔胶带

在区域a处粘贴一条较长的铜箔胶带,并延伸到圆片电池正极附近。

在区域b的零刻度处,粘贴一小段长度为1 cm的铜箔胶带;在0.2 ~ 1.8 N范围内粘贴一段较长的铜箔胶带;在2 N处粘贴一小段长度为1 cm的铜箔胶带;在2.2 ~ 5 N范围内粘贴一段较长的铜箔

胶带。在区域c处粘贴一条较长的铜箔胶带,并延伸到开关附近。

2.3 制作导电指针

在弹簧下端的直杆上,固定一段用粗铜线制作的导电指针,其长度要确保指针左右两端刚好能接触到刻度盘两侧的铜箔胶带。让导电指针适当弯曲,确保有一定的压力和铜箔接触。对指针两端打磨并在铜箔上抹少量润滑油,确保指针在铜箔上滑动阻力较小。

2.4 焊接电池 开关 LED灯

先用热熔胶把一个按键开关固定在主板图示位置,再把一个带引脚的3 V圆片锂电池(型号为CR2032)的正负极引脚,分别焊接铜箔和开关上。最后在图示位置把4个颜色的LED灯的两脚分别焊接在对应的铜箔上。

3 教具使用

手提测力计上端,下端挂钩上放置一个200 g钩码,当测力计静止或者匀速直线运动时,导电指针处于2 N刻度附近,此时学生可观察到绿灯亮,表明钩码处于平衡状态。

手提悬挂200 g钩码的测力计,当由静止状态突然向上运动,或者向下匀速运动过程中突然减速,导电指针处于2 N以下位置,此时学生可观察到黄灯亮,表明钩码处于超重状态。

手提悬挂200 g钩码的测力计,当由静止状态突然向下运动,或者向上匀速运动过程中突然减速,导电指针处于2 N以上位置,此时学生可观察到蓝灯亮,表明钩码处于失重状态。

手提悬挂200 g钩码的测力计,当松手让其自由下落,或者以较小的初速度抛出,导电指针处于零刻度线位置,此时学生可观察到红灯亮,表明钩码处于完全失重状态。

参考文献

- 1 谢作为. 超重失重演示器的两点小改进[J]. 物理通报, 2007(03):56 ~ 57
- 2 卢诗勇. 超重失重演示器的设计和使用[J]. 教学仪器与实验, 1990(01):14 ~ 16