生活中“反常”的重心与平衡趣味实验

杨向荣　陆亚雯

（南京师范大学教师教育学院　江苏 南京　210097）

（收稿日期：2016－12－26）

摘　要：物理实验是物理教学的一个必不可少的手段，通过例举 3 个生活中“反常”的重心与平衡趣味实验，展示这些实验的特点和优越性，并给出这些实验在教学时的建议，给广大物理教师提供参考.

关键词：物理实验　反常　重心　平衡

物理实验是物理学的重要部分，也是物理教学必不可少的环节，实验是培养学生科学素质的重要手段. 刘炳昇教授认为，实验具有生动形象的特点，能够激发学生的求知欲，对学生科学兴趣的培养具有不可替代的作用，同时物理实验也是一项操作活动，在培养学生实践意识和实践能力方面的作用也是无可比拟的. 刘教授提倡用手边的物品动手制作实验器具，开发低成本趣味物理实验，并且身体力行做了很多工作. 他的物理实验思想与实践影响了很多一线物理教师.

笔者关注到重心与平衡这两块密切相关的内容的实验教学情况，对这部分内容的物理实验进行了开发，有关重心与平衡的物理实验，不仅取材简单、趣味性强，而且具有“反常”的特点，“反常”实验是

（2）控制让不同色光通过凸透镜来探究凸透镜的焦距，如图 5 所示.

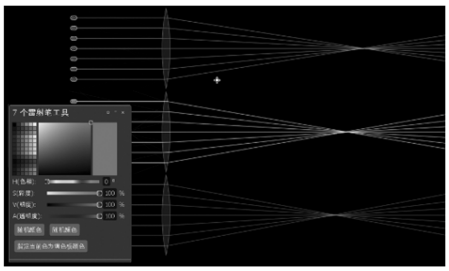

图 5　不同色光通过透镜

得到结论：对同种色光穿过透镜，凸透镜表面越弯曲透镜的焦距就越短，表面越平的凸透镜焦距越长；对于同一透镜通过的色光的波长越长焦距越长，波长越短焦距越短.

5　结束语

针对现在课程改革课时少而内容多的教学现状，利用计算机多媒体教学手段，可以节省大量板书时间. 据最新统计表明，使用多媒体课件教学可以节省大约 $\frac{1}{3}$ 的教学时间，这样就可以加大教学信息量，提高课堂教学效率[5]. 虚拟实验填补了一些无法用真实实验进行教学的缺陷，在物理课堂教学中加以应用，可以使物理教学质量得到提高，培养学生的学习兴趣，提高学生的创新能力和学习成绩. 但虚拟实验在物理实验教学中也有不足，主要体现在虚拟实验对一些演示类的实验的模拟能够有效实现依赖于现有的物理原理和规律开发设计的，因此不能用来解释物理现象，它能把生活中的物理现象模型化且理想化地呈现出来. 而克服它不足的有效方法是：虚拟实验与真实实验的有效整合，做到扬长避短. 这就要求教师更新观念，采用更为合理的教学方法，来培养合格的人才.

参 考 文 献

1　王清. 利用 Algodoo 软件判求理想化的物运动规律. 物理教师，2015(1)：66 ～ 68

2　黄伟. Algodoo 软件在教学中的应用. 中学物理教学参考，2012(6)：50 ～ 51

3　陈乐. 利用 Algodoo 平台搭建高中通用技术课堂的探索与实践. 现代教育技术，2010(11)：79 ～ 82

4　李飞. 浅谈计算机虚拟网络技术实验在高校实验教学的实现. 新疆广播电视大学学报，2012(1)：60 ～ 62

5　邓永强. 以中学物理教学为例论探究性教学模式的应用. 中学物理，2015(7)：80 ～ 81

指根据当时学生已有的知识和生活经验出现了异常的实验现象的实验,“反常”的重心与平衡实验对学生具有视觉上的冲击力和欺骗性,能够激发起学生的认知冲突,引起学生强烈的兴趣和动手欲望.这类实验是刘炳昇物理实验思想的贯彻和体现.

1　教材中提供的有关重心与平衡的教学资源

重心与物体的平衡密切相关,重心在初高中物理教学中都有涉及,初中要求掌握均匀物体的重心,高中则对不均匀物体的重心也提出了要求.二力平衡的学习是在初中进行,但是平衡的知识渗透在高中力学与运动学的学习中.

笔者分析了人教版和苏科版初中物理教材,以及人教版高中物理教材中提供的有关重心与平衡的教学资源,情况如表 1 所示.

表 1　教材中提供的有关重心与平衡的教学资源

	人教版初中物理	苏科版初中物理	人教版高中物理
重心	方形薄板、球、粗细均匀的直棒的重心图片	教材中只提到重心是物体所受重力的作用点	质量均匀的球、圆柱体的重心和质量不均匀的油罐车的重心图片
平衡	桌面上的花瓶、天花板上悬挂的吊灯、在平直道路上匀速行驶的汽车的图片,探究二力平衡条件的实验	静止在桌面上的花瓶、在青藏高原上匀速行驶的汽车、静止的叠石、起重机匀速起吊的货物的图片,探究二力平衡条件的实验	

从表 1 中可以看出,教材主要提供的是图片,实验不多,并且人教版初中物理和苏科版初中物理教材中探究二力平衡条件的实验是相同的,都是将一辆小车放在光滑水平桌面上,车两端通过绳子分别挂有一托盘,通过改变托盘中砝码的质量来改变小车两端受到的拉力的大小,改变小车放的位置来改变小车两端受到拉力的方向,这个实验对学生来说简单易懂,但趣味性不强.两版教材提供的实验完全一样,这从侧面反映了本节内容的实验开发不足.可以说,有关重心与平衡的实验还有待开发和利用.

2　生活中“反常”的重心与平衡实验的示例

2.1　小火柴大力量

实验器材:3 根火柴、棉绳、500 mL 矿泉水瓶、水.

实验过程:将 3 根火柴放置在水平桌面边缘形成如图 1 所示的结构后,能悬挂起质量较大的重物(如图 2 所示).操作步骤如下:

(1) 将第 1 根火柴放置在水平桌面边缘,与桌面边缘垂直,头部伸出桌面一定距离,尾部用 1 瓶水压住;

(2) 用第 2 根火柴将下部悬挂有 1 瓶水的棉线撑开,火柴与桌面边缘平行,棉线上部悬挂在第 1 根火柴上,棉线紧贴桌面边缘;

(3) 将第 3 根火柴的尾部抵在第 2 根火柴的中间位置,头部支撑着第 1 根火柴的头部;

(4) 撤去压在火柴上的矿泉水瓶,整个系统保持平衡.其“反常”在于学生认为火柴很脆弱,而这么脆弱的火柴居然可以不可思议地支撑起这么多水的重量.

图 1　3 根火柴的结构

图 2　小火柴大力量

实验原理:本实验运用了力系平衡的原理.撑开的绳子对第 2 根火柴有着挤压力,等大反向,由此绳子与火柴之间存在摩擦力,摩擦力大小足够支撑着第 3 根火柴,而第 3 根火柴又支撑着第一根火柴,3 根火柴相互支撑,达到了力系的平衡.

实验注意事项:要想实验尽可能达到最佳效果,也就是悬挂的水的量越多,需注意以下几点:

(1) 笔者在进行实验时,发现悬挂的量较多时,火柴因承受不住力的作用而出现弯曲,乃至最后断裂的现象,因此,选用的火柴的质地应较好,不能选用出现发霉等情况的劣质火柴,这样才能保证实验效果.

(2) 应选用摩擦系数大的绳子,使得绳子与第 2 根火柴之间有足够的摩擦力,以支撑起第 3 根火柴对其的压力.

(3) 第 1 根火柴伸出桌面的长度对火柴结构的平衡也有影响,笔者选了质地较好的长度为 9.8 cm 的火柴进行了探究,改变第 1 根火柴伸出桌面的长度,看 3 根火柴最终能悬挂起多少瓶水. 表 2 为实验数据,可以得出结论:当第 1 根火柴伸出长度为火柴长度的一半时,火柴结构的稳定性最好.

(4) 实验过程中要注意细节,严格按照实验步骤要求,在悬挂瓶子时动作要轻,防止手对瓶子的力影响了火柴结构的平衡.

表 2　第 1 根火柴的伸出长度与承载水量的关系

第 1 根火柴伸出桌面的长度 /cm	所悬挂的最大瓶数 / 瓶
1.9	3
2.9	7
3.9	9
4.9	14
5.9	12
6.9	11
7.9	10

教学设计建议:本实验涉及到力系的平衡,理论难度大,实验操作要求也高. 适合放在高中学习重力与重心之后进行,教师可在课的结尾给学生进行简单的演示实验,激发起学生的兴趣和动手欲望,然后对实验原理进行一定解释,对影响火柴结构稳定性的因素进行猜想和假设,要求学生课后进行探究.

2.2　侧立的易拉罐

实验器材:空易拉罐、水.

实验过程:将空的易拉罐侧立放置,再往易拉罐中倒入适量水,侧立的易拉罐能在桌面上保持平衡而不会倒. 其"反常"在于按照生活经验易拉罐不可能稳定地侧立的桌面上.

实验原理:空的易拉罐质量分布均匀,其重心在中心处. 当空的易拉罐侧立时,它所受的重力与桌面对其的支持力不在一条直线上,易拉罐将因失去平衡而倾倒;但是易拉罐装有水之后,其质量分布不均匀,调整水的质量,可以使易拉罐和水作为整体的重心位置发生变化,将重心调整至侧立的易拉罐底部与桌面的接触点竖直上方时,其所受重力与支持力在同一直线上,且等大方向,满足力的平衡条件,所以此时侧立的易拉罐可以保持静止.

图 3　侧立的易拉罐

实验注意事项:水量不能太多,也不能太少,占易拉罐的 $\frac{1}{3}$ 体积时,易拉罐能够轻易地侧立在桌面上.

教学设计建议:这个实验可放在高中学习不均匀物体的重心的时候进行. 这个实验较为简单,教师可事先在学生不知情的情况下,将空易拉罐装好适量水,使易拉罐能够侧立在水平桌面上. 上课时,教师将侧立的易拉罐展示给学生,学生必然会感到吃惊,这与他们的生活经验相冲突,从而引起学生的思考. 这时给学生发空的易拉罐,学生都有动手的欲望,学生会主动地尝试去把易拉罐侧立起来,但是很显然不可能成功,这进一步引起学生的思考:为什么老师能够把易拉罐轻易地侧立在桌面上,而我不能? 这时教师给予适当的引导,学生可以想到老师展示的侧立的易拉罐里可能装有水,水量的多少可以改变易拉罐的重心. 接下来教师可以以学生分组竞赛的形式,让学生自己动手去探究到底在易拉罐里装多少水才能使易拉罐侧立起来,最快的小组获得教师的奖励. 在这样的探究过程中,学生不仅加深了对重心与平衡的理解,也收获了动手的快乐.

2.3　立在瓶口边缘的胡萝卜

实验器材:1 段胡萝卜,1 个杯子,两把叉子.

实验过程：

(1) 取 1 段 5 cm 左右长度的胡萝卜，将两把叉子对称地叉在胡萝卜的两侧；

(2) 将胡萝卜的一端放在杯口边缘上，胡萝卜和叉子的组合体就可以稳定地放置在杯口边缘上(如图 4 所示). 其“反常”在于胡萝卜居然能够克服重力作用稳定在杯口边缘，与学生的生活经验相冲突.

图 4　神奇的胡萝卜

实验原理：将胡萝卜的一端立在杯口边缘，胡萝卜不可能稳定，将会掉下来；但是将两把叉子叉在胡萝卜两侧，胡萝卜很容易就稳定地立在杯口边缘，用力轻轻扰动叉子，它们也不容易掉下来. 因为这时叉子和胡萝卜的组合体的重心与杯口对胡萝卜的支撑点在同一条竖直线上，也就是重力和支持力等大反向，所以胡萝卜和叉子的组合体能够立在瓶口边缘上. 由于胡萝卜和叉子的组合体的重心在支撑点的下方，所以当叉子轻微摆动时，组合体也不会从瓶口上掉下来.

实验注意事项：两把叉子应对称地插在胡萝卜两侧.

教学设计建议：

这个实验可放在高中学习不均匀物体的重心时进行. 此时学生对力的平衡已经有了认识，学生都知道物体要达到平衡，所受的两个力要等大、反向且共线，这时教师给学生演示放在杯口边缘的胡萝卜的实验，因为学生有这样的前概念：胡萝卜的重心应该在杯子外面，此时因为重力的作用胡萝卜应该掉下来. 这样就使得学生所观察到的实验现象与初中所学的二力平衡的知识相冲突，学生就会纳闷：为什么胡萝卜能保持平衡？接着学生通过仔细观察，教师再进行启发，学生能够意识到因为叉子的重量较大，整个组合体的重心并不是在杯子外面，整个组合体达到平衡状态，那么重心位置还是应该与杯口对胡萝卜的支撑点在同一条竖直线上. 教师可让学生课后在家里做这个实验，并把实验现象用手机拍摄下来，要求拍摄的照片要体现出实验效果的惊奇和美感.

这个实验也可在学生探究完二力平衡的条件之后，演示给学生观察，学生必然会惊讶胡萝卜居然能够这样平衡在杯口边缘. 教师可提出问题：胡萝卜是否处于平衡状态？学生经过前面的学习必然会给出肯定答案. 接下来教师可让学生对其进行受力分析，作出力的示意图，画图的关键是重力的作用点，学生经过前面二力平衡条件的学习，能够作出重力与支持力等大、反向、共线的正确示意图. 通过这样一个实验不仅巩固了二力平衡的知识，也为学生学习不均匀物体的重心做了铺垫. 课后还可让学生尝试把硬币和鸡蛋立在杯口边缘，如图 5 和图 6 所示.

图 5　不可思议的鸡蛋

图 6　神奇的硬币

3　结束语

生活中这类“反常”的重心与平衡实验取材简单、趣味性强，可以吸引学生的眼球，引发学生的认知冲突，激发学生的求知欲，从而引起学生的思考. 学生可以在课堂上做，也乐意在课后自己取材自己动手做，发挥自己的创造力. 学生通过观察现象、动手操作、解释现象这一系列过程，不仅加深了对重心与平衡知识的理解，还锻炼了动手操作能力和语言表达能力，学习物理的兴趣和成就感大大提高，科学素质得到培养.

参 考 文 献

1　中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(实验). 北京：人民教育出版社，2003

2　刘炳昇. 物理实验教学与科学素质教育. 教学仪器与实验，2000(1)：4 ～ 6

3　黄显吞. 物理“反常”实验的创新思维教育. 物理与工程，2015(5)：53 ～ 55