

“迷你牛顿管”在“自由落体运动”一课中的使用

谈晓红

(上海市同济中学 上海 200433)

(收稿日期:2016-11-23)

摘要:利用“迷你牛顿管”,将演示实验改为学生实验,可以提高实验的可见程度,增强学生的体验经历,符合学生的认知规律,培养学生的综合能力.在第五届全国中学物理名师教学大赛中,采用“迷你牛顿管”所进行的学生实验取得了良好的教学效果,“自由落体运动”一课获得高中组一等奖.

关键词:牛顿管 自由落体运动 实验

1 常规情境

在课堂教学中,牛顿管的使用基本以演示实验的方式出现.为了演示效果明显,一般会尽可能采用尺寸较大的牛顿管,因此利用抽气泵需要几分钟后才能将空气抽得较为干净,但因为在课堂上让学生坐等几分钟显然不够合理,所以多数教师采取的方式

是在课前就将牛顿管内的空气抽去,请学生观察抽去空气后羽毛和金属片在牛顿管中的下落情况,再松开阀门,请同学观察有空气的情况下二者下落的情况来进行对比研究.

在教学过程中,笔者发现该使用方式存在以下几个问题.

(1) 可见度不够

此时定滑轮两边第二次达到平衡,说明石块受到的浮力和左边瓶子里增加的水重相等,即石块所受到的浮力等于被它排开的水的重力.

4.2 漂浮称重法

因为阿基米德原理 $F_{\text{浮}} = G_{\text{排}} = m_{\text{排}} G$,而当物体漂浮时 $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}} = m_{\text{物}} G$,所以用漂浮物体来探究阿基米德原理时,除了用比较 $F_{\text{浮}}$ 和 $G_{\text{排}}$ 外,还可以比较 $m_{\text{排}}$ 和 $m_{\text{物}}$ 的大小.

如图9所示,将溢水杯放在电子秤上,往杯中注水恰至溢水管口处,读出此时电子秤的示数.然后往杯里放一木块,同时木块排开的水从溢水口流入小烧杯中.

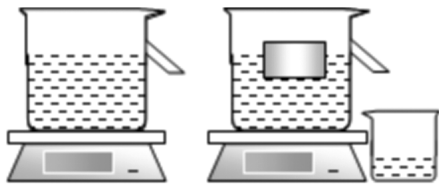


图9 漂浮称重法实验

等排开的水流完后,发现电子秤的示数和木块

放入前的示数相同,说明木块的质量等于它排开水的质量,木块的重力等于它排开水的重力.又因为木块漂浮时受到的浮力等于木块的重力,所以得出木块受到的浮力等于被它排开水的重力.

物理实验可以不拘一格,多种方法,关键是要善于发掘,勤于动手.阿基米德原理作为浮力知识中一个重要的物理规律,蕴藏了很多知识也有着多种变化,而探究阿基米德原理的实验方法真是五花八门、千变万化.这就要求我们平时教学中多分析、多思考、多研究、多实践,培养学生创新意识和发散思维能力,注意引导学生归纳总结出各种探究方法,以及比较各种方法的优劣,体会阿基米德原理实验带来的乐趣.

参考文献

- 1 廖伯琴,等.义务教育物理课程标准解读.北京:高等教育出版社,2011
- 2 彭前程,等.八年级下册物理.北京:人民教育出版社,2013
- 3 廖伯琴,等.八年级物理.北京:上海科技出版社,2012
- 4 吴祖仁,等.八年级下册物理.北京:教育科学出版社,2012

受牛顿管内径所限,加之需考虑两个物体下落过程中不能出现明显的相互阻碍,所以牛顿管内物体的体积都较小.教师在做演示实验时,一般会提示学生“看羽毛”、“听金属”,然而尽管管长1 m左右,但物体由一端下落到另一端的时间仅为零点几秒,离得稍远的同学无论是“看”还是“听”都存在很大困难,加之金属落在管底后往往还会上弹,更是对观察产生干扰.当然有的时候,学生在实验过程中明明没有观察到清晰的现象,但为了不辜负老师的“殷切期望”,仍旧“情商很高”地表示看到了两个物体下落快慢相同,这就更加违背了科学实验所应有的认真严谨的态度.

(2) 冲击感不强

其实大部分学生对于羽毛和金属片在空气中的下落情况是有直观感受的,他们真正好奇的,是二者在无空气环境中下落的情况,但由于抽气过程在课前进行,等到真正做演示实验时,往往管内又已经有了一部分空气,造成羽毛下落与金属片仍旧有明显差别,虽然教师接下来会演示放入空气后的情况进行对比,但由抽去空气后的“羽毛比金属片略慢”的现象,转而观察生活中常见的、有空气的情况下“羽毛比金属片明显慢”的现象,对于学生的心理冲击力显然不够强烈,而当接下来分析理想真空中的“羽毛与金属片一样快慢”时,又存在思维上的跳跃.

(3) 体验性不足

当牛顿管作为演示实验出现时,学生所能做的仅仅是观察,而且还是受条件所限、不够清晰的观察,没有亲身参与,自然也无法动用多种感官进行更深层次的自主探索.另外,由于对牛顿管的抽气过程、抽气程度均无法进行实际体验,也造成教师在直接出示抽好气的牛顿管时,学生对其真空程度缺乏认同感.

2 改进优化

在上海市DIS研发中心、特级教师冯容士老师的技术支持下,利用“迷你牛顿管”将演示实验改为学生实验,可以有效地解决上述问题.

2.1 器材改进

“迷你牛顿管”将原来1 m左右的牛顿管缩短为

81 cm,内径也减小为1.6 cm,由有机玻璃制成,较原来的牛顿管更为轻便小巧.管子侧壁装有一个三通阀门(图1),利用普通医用注射器即可将牛顿管内的空气抽出,管子的一端密封盖内安装一个橡皮膜,除了作为封闭气体所用,还可以通过观察橡皮膜的内凹来对管内的空气变化产生直观了解.因为所用注射器的容积为60 ml,所以只需推拉活塞10余次,即可将牛顿管内的绝大部分空气抽出,达到较高的真空度,从而观察到明显的实验现象.

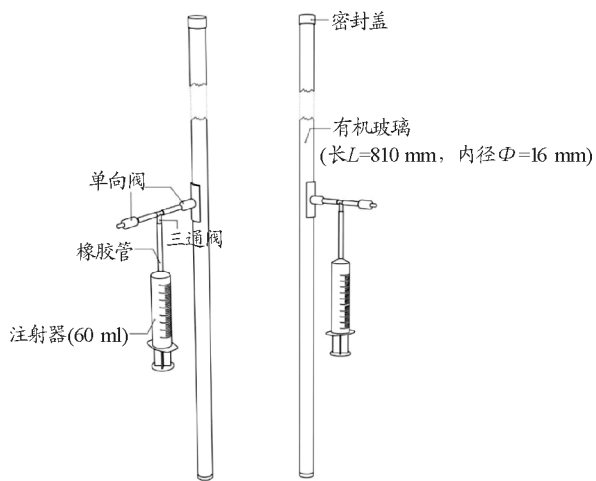


图1 迷你牛顿管

2.2 教法优化

利用“迷你牛顿管”,可以组织学生以分组的方式进行学生实验.请学生先观察有空气的条件下,管内两个物体下落快慢的情况,再使用注射器现场将管内空气抽出,继续观察管内物体下落的快慢情况,并与前者进行对比.较原有的演示实验,有了以下优化.

(1) 提高实验的可见程度

尽管牛顿管变得略短,下落时间也略有减少,但作为学生实验后,几个同学围在一起,人人都可以亲手进行实验,人人都可以做到近距离观察,实验的可见度反而有所提高.

(2) 增强学生的体验经历

在实验中,同学们经历了牛顿管进行抽气的过程,通过推拉活塞的由易到难以及橡皮膜的内凹,很容易体验到牛顿管内真空程度的改变,再观察到物体下落快慢的变化,对于空气阻力对物体下落快慢的影响就形成了非常直观的认识.

(3) 符合学生的认知规律

在实验过程中,学生首先观察到,在有空气的情况下,两个物体下落快慢的明显不同.随着空气的抽出,学生观察到两个物体下落的快慢变得接近,在这样的情况下,进而思考“如果完全没有空气,两个物体的下落情况将会变成怎样”这个问题,学生可以顺利进行思维过渡,把自己对于现象的认识转变为对于规律的认识.

(4) 培养学生的综合能力

在实验的过程中,同学们合理分工,相互讨论交流,这对于他们综合能力的提高大有益处.

3 课堂实录

在第五届全国中学物理名师教学大赛中,笔者采用“迷你牛顿管”进行了学生实验,并取得良好效果.现将课堂教学过程记录如下.

师:在刚才的学生实验里,重的物体落得快、落得慢、和轻的物体一样快慢,我们都观察到了,那么你觉得,出现这么多不同的情况可能是什么原因造成的?

生:空气阻力.

师:要验证这个猜想,就需要去掉空气.我们可以利用这根管子来进行研究,它叫做牛顿管,最早设计它的人是牛顿.我们的牛顿管内有一个螺帽和一张纸片,请同学们先在有空气的情况下,把管子迅速地竖起来,让螺帽和纸片同时由管子的一端开始下落,比较二者下落的快慢.管子侧壁上有抽气装置,主要由一个注射器和三通阀门组成,将注射器接在中间的管子上,利用推拉活塞可以将管内的空气抽出,请大家把空气抽去后,重复刚才的实验,再来看一下,物体下落的快慢是否发生变化.



图2 学生实验

师:我们请一位同学来说说,两次实验观察到的现象.

生:第一次纸片下落明显慢于螺帽,后一次纸片下落跟螺帽差不多.

师:看来空气阻力对于物体下落快慢的确有影响.那么抽去空气后两个物体是不是下落情况完全相同呢?

生1:好像是.

生2:还是有差别,纸片还是稍微慢一点.

师:你觉得是什么原因造成的呢?

生:在我们抽气之后,管内还有空气的残余.

师:那么如果将空气抽得更彻底呢?

生:应该一样快慢.

师:我们接下来看一段视频,是在美国航天局下属全球最大的真空实验室中所做的对比实验.

4 课后反思

“迷你牛顿管”成为本课的一大亮点,并在课后受到点评嘉宾、特级教师黄恕伯老师和众多同行的一致肯定.他在闭幕式上的教学点评中,将“迷你牛顿管”作为实验设计的范例推荐给与会的教师,他认为:该实验改造为学生实验后提升了教学目标,帮助学生获得不同真空度空气阻力的切身感受,为理想真空中物体下落的教学起到过渡作用,是培养学生全面素养的合理组成部分.

笔者在实际授课的过程中,深刻体会到了学生对于“迷你牛顿管”的兴趣和喜爱.在空气中下落有着明显不同的两个物体,通过自己亲手所为的抽气过程变得快慢趋于一致,这样的体验过程带给学生的成就感和满足感,是直接给他们看一个抽好气的牛顿管所不能比拟的.在实际操作的过程中,笔者也注意到,学生在抽完空气后如果觉得实验的效果不够理想,会自发地重复抽气的过程,以获得更高的真空度,在这样的过程中,对于空气阻力对物体下落快慢的影响,产生了非常直观而且完整的感受,这也为他们推导无空气情况下的落体运动,做了良好的心理建设.