

对演示空气有质量的 一个创新实验的再改进^{*}

田川 (重庆市第八中学校 重庆 400030)

摘要 指出《物理教学》2019年第8期“初中物理教学中学生证据意识的培养”一文中设计的演示空气有质量的创新实验存在的不足,给出改进的措施,供大家参考。

关键词 演示实验 空气质量 实验改进 科学探究

文章编号 1002-0748(2020)10-0028

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

1 提出问题

《物理教学》2019年第8期“初中物理教学中学生证据意识的培养”(以下简称“培养”)一文中提出:如图1所示,取两个气球,在杠杆的两端分别挂一个气球,调节使天平平衡。吹大一端的气球再挂上,再次称两个气球的质量,发现天平的指针微微的偏转。说明空气是有质量的^[1]。

以上设计的创新实验的演示效果如何呢?接下来,进行实证观察。

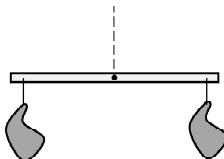


图1

2 验证分析

对比图2中的(a)(b),的确发现杠杆的右端微微地下倾,但如此微弱的下倾程度,坐在前排的学生也仅能勉强分辨出而已。若是杠杆和转轴之间的润滑较差的话,右端不出现下倾也是完全有可能的。因此“培养”一文设计的这个实验,其演示效果是不理想的。

另一方面,由于学习大气压强的时候,学生还没有学习浮力,因此该实验会让学生误以为杠杆右端下倾是吹入气球内的空气造成的。实际上,杠杆的

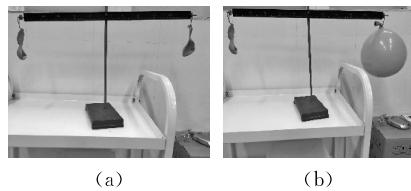


图2

右端下倾是由右边气球内的空气重量与右边气球所受浮力的差值导致的。

通常情况,大家会认为将右边的气球吹大后再挂回原刻度处,杠杆右端不会下倾,因为右边气球所受的浮力恰恰等于球内的空气重量。其实不然,这样的分析忽略了一个细节:“气球内的空气压强比大气压要大一些”,该细节会导致气球内的空气密度略大于环境中的空气密度。因此,右边气球所受的浮力会略小于球内的空气重量,所以,会看到图2(b)中杠杆右端微微地下倾。

那么,究竟气球内的空气密度会比环境中的空气密度大多少呢?

利用DP1000—3B智能数字压差计可以测出气球内的气压。如图3所示,是一个灵敏压差计的示意图,它有两个接孔,液晶屏幕可以显示出两个孔之间的压强差。当两个孔都与大气

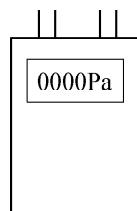


图3

* 基金项目:重庆市普通高中教育教学改革研究资助课题“基于物理学科核心素养的教学实践研究”(课题批准号:2019CQJWGXZ037)阶段性研究成果;重庆市教育科学“十三五”规划课题“基于科学思维的教学策略研究”(课题批准号:2019-07-639)阶段性研究成果;重庆市渝北教育科学“十三五”规划课题“学为中心理念下初中物理演示实验的创新案例研究”(课题批准号:YBJK2019-072)阶段性研究成果;重庆市教育科学“十三五”规划重点课题“新课程背景下中学物理教师核心素养的养成研究”(课题批准号:2018-07-057)阶段性研究成果。

相接时,仪器显示 0。如果不是 0,就需要通过按动清零按钮,使其归零^[2]。如图 4 所示,将灵敏压差计的一个孔与大气连接,另一个孔通过软管与这个吹大的气球相连,此时灵敏压差计显示 2754 Pa,表示气球内的空气压强比环境的大气压大 2754 Pa。利用手机实时气压计 APP 启动手机内置的气压传感器^[3],测出当地的大气压强为 98 546.7 Pa。

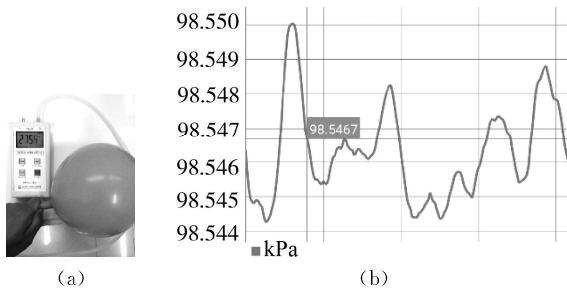


图 4

利用理想气体状态方程,可以得出球内空气密度 ρ_1 是环境空气密度 ρ_2 的 1.028 倍,空气密度取 1.29 g/L,这个吹大的气球球内的空气体积估计为 0.8 L。于是,可以算出右边气球被吹大导致的右端细线受到的拉力仅仅增加 0.0003 N,相当于 0.03 g 的物体受到的重力。

从以上分析不难看出,“培养”一文中设计的创新实验不适合作为证明空气有质量的演示实验。那么,怎样的演示实验才能帮助学生建构“空气也有质量”的认知呢?

3 改进措施

该问题可以通过抽真空的实验得到解决。如图 5 所示,将一台灵敏度为 0.05 g 的电子秤放在讲桌上(放在地上的扰动更小),按“去皮”使其归零,接着缓慢地将真空罩放到电子秤上,连接上抽气管,待读数稳定。读取抽气前电子秤的示数为 2015.50 g,然后开始抽气,只见电子秤的示数在逐渐减小,待其示数几乎不再减小时,读取示数为 2011.10 g,如图 6 所示。由此,学生可以直观地认识到“空气也有质量”^[4]。



图 5

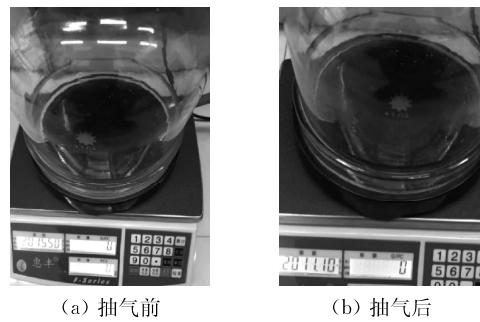


图 6

4 修改建议

实际上“培养”一文中设计出的创新实验更适合用在“理想气体状态方程”这一课例中,用来创设问题情境,引发学生的认知冲突。

具体的引入实验可以这样来设计。找到一个高精度的电子秤,精度达到 0.01 g(常用于称量金珠宝),将一个气球放上去,记录 m_1 ,利用带有刻度的大注射器向这个气球打气,记录进入气球的空气体积为 V ,在将其放回到电子秤上之前,让学生预测实验结果。

高中学生对浮力虽有遗忘,但尚且知道吹大的气球会受浮力。尚能在教师的帮助下回忆起阿基米德原理,于是,学生会认为气球所受的浮力恰恰等于吹入球内的空气重量,所以学生会预测 $m_1 = m_2$ 。然而将气球放到电子秤上后,记录 m_2 ,却看到 $m_1 < m_2$ 。因此,当学生亲眼看到 $m_1 < m_2$ 的事实后,会倍感震惊。于是,这个实验便成功地带领学生进入 wonder 模式,即学生想知道是因为不知道,因为不知道所以想去知道。如果利用此文中的分析方法,通过理想气体状态方程等相关理论计算出的质量增量恰好和电子秤显示的 m_1 、 m_2 的差值相吻合的话,毫无疑问,这将成为本节课的点睛之笔。

参考文献

- [1] 费志明,陈懋.初中物理教学中学生证据意识的培养[J].物理教学,2019(8): 47—49.
- [2] 陈怡,田川,董彦.利用数字实验 凸显科学本质——自制定量液体压强计[J].中学物理教学参考,2019(9): 49—51.
- [3] 田川.关于手机传感器 APP 的利用——以沸点与气压的定量关系为例[J].物理通报,2019(4): 94—96.
- [4] 田川.实验 DIS 难点巧突破[J].物理教学,2020(1): 30—31,29.