

文章编号:1005-4642(2020)08-0061-04

巧用电子秤测量浮力

刘信生¹,傅求宝²,邢海根²

(1. 龙桥镇初级中学,安徽 龙桥 231551;2. 庐江县教体局教研室,安徽 庐江 231550)

摘要:根据力的相互性作用原理,经理论推理得到直接称出物体的重力大小、称物体受到液体的浮力大小的方法.运用电子秤的功能键,对阿基米德原理和影响浮力的因素等实验进行了探究,与使用弹簧测力计类探究浮力实验相比较,实验现象更明显,状态更稳定,步骤更简洁,数据读取更直接.

关键词:浮力;阿基米德原理;电子秤

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2020.08.012

1 传统实验不足之处

初中物理浮力概念的建立和探究浮力的大小与哪些因素有关实验,既是教学的重点,也是需要突破的难点.几种版本的教材中的“称重法”和“阿基米德原理法”是探究液体浮力大小和规律的经典实验,也是一线教师努力改进该实验装置的热点内容,但目前的改进实验中都存在以下的不足:

1)测量力的工具为弹簧测力计,手提测力计实验时弹簧指针上下振动,造成等待稳定状态时间长,读数不方便,即使利用传感器代替测力计,问题也在所难免.

2)用溢水杯和测力计探究阿基米德原理实验,测量、记录以及运算的数据量很大.通过力的变化量(2个力的差值)间接算出浮力,无法直接测(读)出浮力的大小.由于课堂时间有限,实验次数少,实验数据不具有普遍性,影响实验结论的科学性.

3)弹簧测力计的量程较小,探究对象只能是较小的物块(小石块、小金属块),演示或者分组实验时,教室后排的学生难以观察.

2 改进实验方案

2.1 利用电子秤称物重原理

电子秤是称量物体质量的仪器,由“质量×

单价=金额”迁移得出,若在“单价”窗口输入“10”,相当于 $g=10\text{ N/kg}$ (初中不要求精确),再由 $G=mg$ 公式很易得出“金额”窗口显示数值是物重 G 的大小,为了方便学生读数,在其液晶窗口下用硬纸片标上“ $m=$ ”“ $g=$ ”“ $G=$ ”(或 $F_{\text{浮}}=$)(下文的“重力窗口”或者“浮力窗口”都是指“金额窗口”).如图1所示.

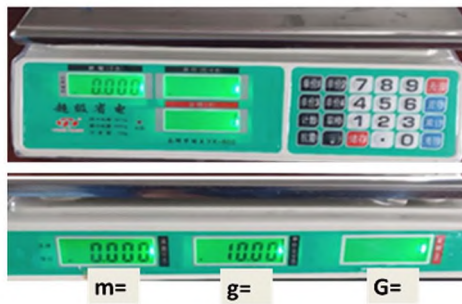


图1 电子秤的正面、反面结构

根据二力平衡原理可知:静止的物体所受重力大小 G 与秤盘对物体的支持力 F 大小相等,即

$$G=F,$$

如图2所示.又根据相互作用力大小相等的知识得出:秤盘对物体的支持力 F 与物体对秤盘的压力 F_1 大小相等,即 $F=F_1$,也就有

$$G=F_1,$$

实现称出物重的大小.

收稿日期:2019-12-16;修改日期:2020-04-13

基金项目:安徽省教育信息技术研究2019年度立项课题(No. AH2019026)

作者简介:刘信生(1971—),男,安徽合肥人,龙桥镇初级中学高级教师,主要从事初中物理教学工作.



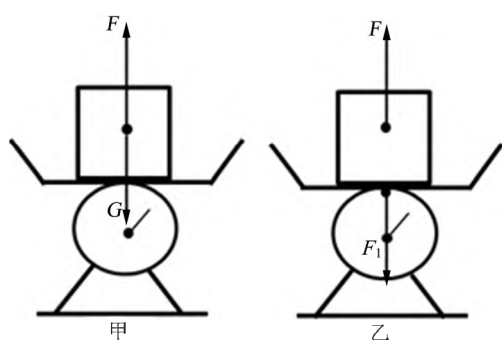


图2 电子秤上物体的受力分析

2.2 利用电子秤称浮力原理

如图3所示,将用细线系好的物块慢慢浸入容器的水中,由于物块挤压容器中的水发生形变而导致水面上升,根据作用力与反作用力原理,容器中水对物块同时施加竖直向上的托力,根据浮力作用的性质和产生的本质可以看出该力也可以理解为液体水对物块挤压力的合力^[1],即 $F_{浮}$,容器中的水受到浮力的反作用力 $F_{1浮}$,因作用力和反作用力大小相等、方向相反,有 $F_{浮} = F_{1浮}$ ^[2], $F_{1浮}$ 大小不变地通过容器传递给电子秤盘,此时秤盘受到的压力的增加量就是 $F_{浮}$,此压力也可以通过电子秤的液晶显示窗口读出,即物块浸入液体前后的压力的变化量就是浮力大小。

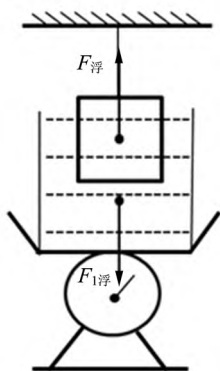


图3 电子秤称浮力的工作原理

3 创新实验探究过程

3.1 探究阿基米德原理实验

演示实验的装置如图4所示,为了便于观察现象,将实验用水染红色。

实验步骤:

1)熟悉电子秤的功能。当秤盘上无负载,质量显示窗口不为零时,按下“置零”键归零;把包装

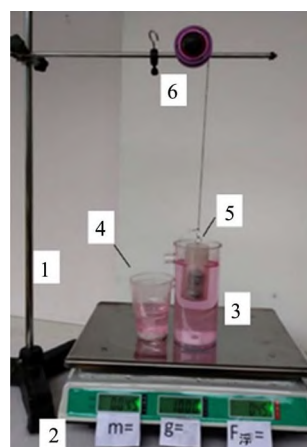
物置于秤盘上,按“去皮”键,则示数清除;按“单价”键后可输入单价。首先打开电子秤“ON”键,分别按“去皮”键和“单价”键,再输入数字“10”(注意:单价输入1次即可,电子秤有记忆功能)。

2)将倒满水的溢水杯放在电子秤秤盘上,用一次性塑料杯置于溢水杯口下方,按下“去皮”键。

3)转动绕线轴,将细线系住的圆柱体慢慢浸入溢水杯中,此时电子秤浮力窗口的数值越来越大,溢水杯溢出的水也越来越多,当物块全部浸没在溢水杯中,从液晶窗口读出 $F_{浮}$ 的大小并记录。

4)移走秤盘上的所有器具,按“去皮”键清除质量示数,再把装有溢出水的一次性杯放在秤盘上,称其重记为 $G_{排}$ 。比较其与 $F_{浮}$ 的大小。

5)换用其他物体多做几组实验,然后小组之间交流。



1. 铁架台 2. ACS 电子秤(0~30 kg) 3. 溢水杯
4. 一次性塑料杯 5. 圆柱体重物 6. 绕线转轴

图4 电子秤探究阿基米德原理

实验结论:浸在液体中的物体受到液体竖直向上的浮力,浮力大小等于被物体排开液体的物重,即 $F_{浮} = G_{排}$,这就是阿基米德原理。

3.2 探究浮力的大小与哪些因素有关

浸在液体中的物体受到的浮力大小与物体排开液体的体积、液体的密度因素有关,与物体自身的形状、物重、密度液体等因素无关。下面基于电子秤设计创新实验加以再探究。

3.2.1 方案1:探究浮力大小与物体排开液体的体积 $V_{排}$ 的关系

器材:电子秤、铁架台、量筒(0~500 mL)、体积相同的金属圆柱体(4枚)、细线、水。

实验步骤:

1)如图 5 所示,在铁架台的横杆绕线轴上用细线等间隔扎牢的 4 个体积完全相同的金属圆柱体(体积约为 10 cm^3),在其下方的电子秤盘上放盛水的量筒.按电子秤“去皮”键,使 $F_{浮}$ 液晶显示窗口示数为零.轻轻转动横杆上绕线轴放下第 1 个圆柱体,使其完全浸没在水中,读出浮力窗口的示数 F_1 ,依次将第 2 个、第 3 个、第 4 个圆柱体完全浸没在水中,分别记录浮力窗口示数为 F_2, F_3, F_4 ,用量筒测出物块浸入的体积 V_1, V_2, V_3, V_4 ,将数据填入表 1 中.

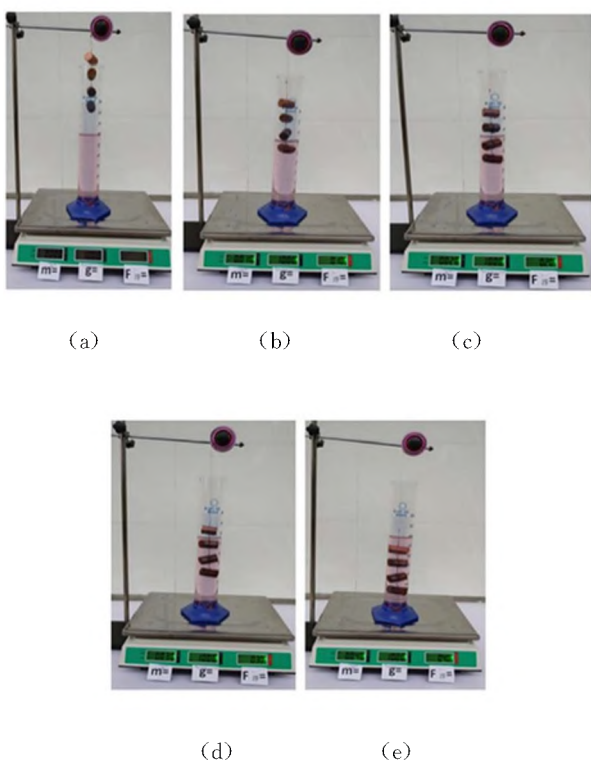


图 5 探究浮力与物体排开液体的体积关系

表 1 物体受到的浮力与其排开液体的体积的关系

实验次序	V/cm^3	$F_{浮}/\text{N}$
1	10.0	0.10
2	20.0	0.22
3	30.0	0.31
4	40.0	0.42

2)画出浮力-体积函数关系,发现图像是 1 条过原点的直线(图 6 所示).由图 6 可以知道浸在液体中的物体受到的浮力与其排开液体的体积成正比.

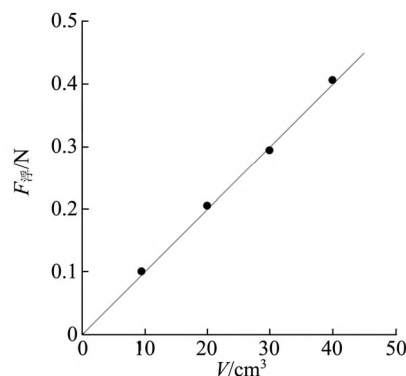


图 6 浮力与排开液体的体积关系图像

3.2.2 方案 2:探究浮力与液体密度 $\rho_{液}$ 的关系

器材:电子秤、铁架台、圆柱体重物、长方形容器、食盐、水、细线.

实验步骤:

1)如图 7 所示,在长方体容器中分别装上清水和盐水,采用控制变量法,用系在支架绕线转轴上同一的圆柱体物块,按照演示阿基米德原理探究过程(先去皮清零,再称出浮力)进行探究实验,分别记录物块浸没在清水和盐水中受到的浮力大小,并进行比较.

2)再向盐水中添加食盐(未达到饱和前),多次重复以上实验,记录数据,进行数据分析.由数据分析可知,浸在液体中物体,受到的浮力与液体的密度有关,液体密度越大,浮力越大.

3.2.3 在方案 2 实验基础上完成以下拓展实验

1)选 2 块体积相同的圆柱体铝块与铜块探究物体浮力大小与物重、物体的密度关系.

2)将橡皮泥分别捏成圆柱体、圆锥体、长方体,分别浸没在水中探究浮力与物体的形状关系.

3)将图 7 清水中的物块,分别浸没在较浅的水中和较深的水中,探究浮力大小与浸没液体中

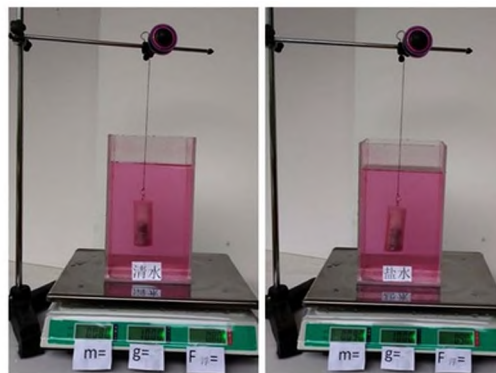


图 7 探究浮力与浸入液体的密度关系

的深度关系。

4) 将图 7 浸没在清水中的物块,每次倒出一部分水(保证物块始终浸没),探究浮力大小与液体的体积之间的关系。

3.2.4 测量空心物体浮力大小创新实验

器材:电子秤、铁架台、长方体容器、空心塑料锥体模型、圆柱体金属块、水、细线。

采用“坠物法”测出空心锥体浸没在水中受到的浮力大小。

实验步骤:

如图 8 所示,将装有水的长方体容器放在电子秤盘上,在其上方的绕线轴悬挂有用细线系好的空心圆锥体塑料物块,再在下方系 1 块金属圆柱体作为“坠物”,轻轻转动绕线轴直至圆柱体刚刚浸没在容器内的水中,此时按下“去皮”键,浮力窗口示数为零,继续下放细线,当空心锥体完全浸没时,浮力窗口显示的示数就是其浮力的大小。

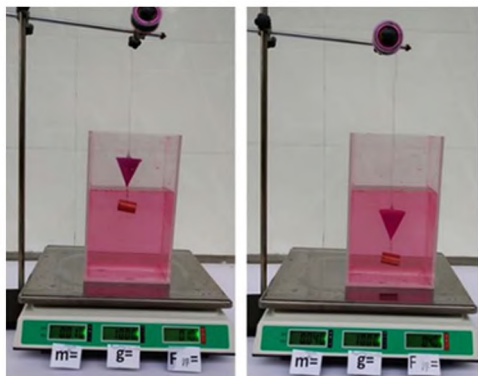


图 8 探究空心物体的浮力大小

4 结束语

运用电子秤简捷、迅速地直接测出浸在液体中物体浮力的大小,并顺利完成探究浮力大小与 $\rho_{液}$ 和 $V_{排}$ 有关实验,还可以探究浮力的大小和物体所受的重力、容器中液体多少等因素是否有关的实验。避免了用“称重法”测浮力时读取测力计上数据的不稳定性,以及需要学生持续地关注测力计示数的变化,避免数据读取量大且易混淆。“称重法”测浮力的演示测力计量程只有 0~5 N,超过量程无法测量浮力,使用电子秤可以测量 0~300 N 的浮力,探究范围更广。灵活运用“坠物法”测量空心物体受到的浮力。总之,运用生活中器具电子秤可以直接称取浸在液体中的物体受到的浮力大小,顺利完成浮力的再探究实验,是真正践行从“生活走向物理,从物理走向社会”的教学理念。让物理创新实验为课堂教学增质提效,对学生的创新思维的培养和深度学习有很好的促进作用,在实践中培养了学生的物理核心素养。

参考文献:

- [1] 张羽燕,卢慕稚,张国. 依托学习进阶教学培养学生的质疑能力——以“浮力”单元的教学为例[J]. 物理教学探讨,2019,37(4):73-75.
- [2] 张正兵,胡小波. 由一道压强与浮力题的错解剖析引发的思考[J]. 中学物理教学参考,2019,48(11):45-47.

Measuring buoyancy using electronic scale

LIU Xin-sheng¹, FU Qiu-bao², XING Hai-gen²

(1. Junior Experimental School of Longqiao, Longqiao 231551, China;

2. Teaching and Research Office of Lujiang, Lujiang 231500, China)

Abstract: A method of directly weighing the gravity of an object and the buoyancy of the liquid on the object was proposed based on Newton third law of motion. Using the function keys of the electronic scale, the Archimedes principle and the factors affecting buoyancy were explored. Compared with the methods using spring dynamometers, the experimental phenomenon was more obvious, the state was more stable, the steps were more concise, and it was more convenient to read the data.

Key words: buoyancy; Archimedes principle; electronic scale

[责任编辑:尹冬梅]