

文章编号:1005-4642(2022)04-0051-06

液体压强的教学研究

王爱生,管维三

(前郭尔罗斯蒙古族自治县蒙古族中学,吉林 松原 138000)

摘要:从知识本身的抽象性、学生错误的前概念影响、实验装置单一以及逻辑体系不足等方面出发,有针对性地提出了突破教学难点的策略,以符合学生认知思维和规律的角度,设计了8个小实验突破液体压强的教学难点,让学生在实验过程中丰富体验感受,增强实验技能,提升科学素养。

关键词:液体压强;自创性实验;实验教学

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2022.04.010

压强是初中物理课程标准中要求学生达到理解层次的4个内容之一,因此液体压强是初中物理教学中较为重要的教学内容^[1]。

液体压强是固体压强知识的延续,也是后续浮力、气压与流速等知识的基础,在形成和完善力学知识体系中起到承上启下的作用。因此,深入理解液体压强规律,能够丰富和重构学生的认知结构,让学生了解探寻物理规律的实验方法(通过实验数据分析归纳),有利于学生对后续浮力等知识的学习。本文基于自创性实验教学的研究和实践,介绍了在课堂教学中的尝试和做法。

1 突破液体压强教学难点的策略

由于概念的抽象性、学生头脑中错误的前概念影响、实验装置单一、逻辑体系不足等原因,液体压强成为了初中物理的教学难点。为此,本文结合物理学科的特点,通过实验创新(自创性实验)来突破该教学难点。

1.1 利用认知冲突纠正前概念

学生在学习液体压强之前,已经学习过固体压强,并积累了一定的学习经验,该经验会迁移到对液体压强的学习,从而容易把固体压强的概念套用于液体压强,形成错误前概念,例如液体质量越大,液体压强越大。美国康奈尔大学 Posner 提出了概念转变理论^[2],该理论认为进行概念转变

的首要前提是让学习者对原有概念产生不满。因此,本文利用自创小实验的实验现象与学生原有认知之间产生的冲突来纠正学生的错误前概念,让学生在实验过程中进行自我领悟、改造经验、重构认知,实现认知顺应,最终形成科学概念,其过程为“尝试→错误→纠正→解决→再尝试”。

1.2 丰富实验现象,突破知识抽象性

学生对液体的各个方向都具有压强,液体压强大小只与其深度和密度有关,而与其体积、质量和形状无关等知识缺少感性认知。另外,初中生的逻辑思维虽然比小学生有所发展,但仍是经验型的抽象思维,思维活动需要具体、直观、感性经验的支持。因此,利用直观、简捷、趣味的自创性小实验能够让学生经历、体验和感悟,以降低学生的认知坡度,通过改造和丰富学生的经验能够实现其认知结构的重构。

2 基于自创性实验的教学设计

基于对液体压强教学难点的认识,以及为了发挥物理实验在物理教学中的作用,设计了8个自创性小实验开展液体压强教学,将抽象的物理知识转换为直观的物理现象或规律,从而帮助学生经历体验、启发思维、形成经验、获得认知。

2.1 知识点1:初识液体压强真实存在

通过有趣的生活现象,让学生通过观察和体

收稿日期:2021-09-21;修改日期:2021-12-06

作者简介:王爱生(1965—),男,吉林松原人,前郭尔罗斯蒙古族自治县蒙古族中学正高级教师,学士,从事初中物理教学。E-mail:aishengwang@163.com

验认识到液体压强真实存在,从而产生探究液体压强的学习欲望.

2.1.1 学生实验

在塑料袋里盛装一定量水,用手提起,再用另一只手的手掌或手指挤压盛水的塑料袋,手能够感受到压迫感;或让学生佩戴一次性手套,并将佩戴手套的手放入水中(避免水进入手套),手会感受到被水挤压的感觉.以上这些感觉能够让学生了解到水的压力和压强是真实存在的.

2.1.2 演示实验

实验器材:气球(2个)、T型玻璃三通管、细线、玻璃水槽(40 cm×20 cm×40 cm)、水、止水夹、橡胶管、充气筒.

实验装置如图1所示,实验步骤及现象如下:

1)打开止水夹,用充气筒通过橡胶管向2个气球内充气,气球直径约为12 cm时,用止水夹夹住橡胶管,完成充气;

2)用手挤压气球.观察到1个气球受到挤压时,另1个气球的体积会变大;

3)将下面的气球压入水槽,如图1所示.观察到压入水中的气球体积明显变小,而露在水面的气球体积变大.

以上现象直观地说明了水的内部存在压强.

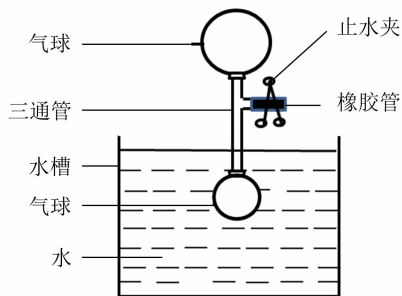


图1 演示水的压强使气球发生形变的装置图

2.2 知识点2:液体内部各个方向都存在压强

教科书中关于“液体内部各个方向都存在压强”是用微小压强计来验证的,虽然能方便地检测出各个方向都有压强,但没有给学生提供必要的体验和丰富的实验现象,学生缺少直观、形象、趣味的经历.本节通过创新小实验帮助学生认识和理解“液体内部各个方向都存在压强”,并增加了学生学习的趣味性.

2.2.1 学生实验

实验器材:玻璃水槽(40 cm×20 cm×

40 cm)、水、透明饮料瓶(300 mL)、细钢丝、橡胶管.

实验装置如图2所示,实验步骤及现象如下:

1)用加热后的细钢丝在饮料瓶的各个方向垂直烫烙出小孔,以保证从小孔射进的水流与饮料瓶表面垂直;

2)饮料瓶通过橡胶管与外界空气连通,以保证瓶内压强不变;

3)将饮料瓶按入水中,如图2所示.观察到水从饮料瓶的各个方向射入瓶中,有的是抛物线,有的是直线.

以上现象说明了液体内部的各个方向都存在压强.

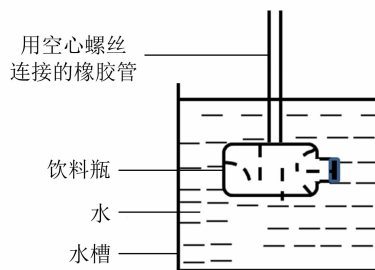


图2 演示水中各个方向都有压强的装置图

2.2.2 演示实验

实验器材:气球、空心正方体(棱长为20 cm,面中心是直径为10 cm的圆孔)、正方形板(12 cm×12 cm,6个)、橡胶管、细线、胶带、漏斗、水.

实验装置如图3所示,实验步骤及现象如下:

1)将橡胶管的一端与气球相连,并用细线系好;

2)将气球从空心正方体侧面的圆孔放入,用正方形板将正方体表面上的圆孔遮挡住,并用胶带固定;

3)将漏斗与橡胶管的另一端相连,并通过漏斗向气球内充水,至充满为止;

4)取下正方体6个面的遮挡板.观察到气球通过正方体表面的圆孔向外凸起.

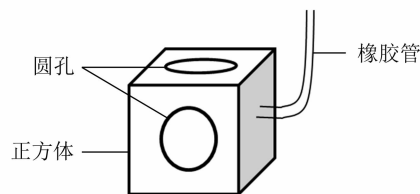


图3 演示水对容器壁周围有压强的装置图

以上现象说明了液体对容器壁周围都有压强. 该实验弥补了已有实验只能显示液体对容器底和侧壁有压强,而不能显示对容器上表面有压强的缺点.

2.3 知识点 3:影响液体压强的因素

基于以上实验,学生已经对液体压强有了初步认识,了解了液体存在压强,且液体内部各个方向都存在压强,那么液体压强与什么因素有关呢? 为了让学生直观地理解和感受相关知识,设计了以下小实验进行探究.

2.3.1 液体压强与深度的关系

漂浮在液体上的物体受到二力平衡,即物体所受重力与物体受到液体向上的压力相等. 因此,物体在液体中受到向上的压力大小可通过物体重力大小得到. 若已知物体在液体中的受力面积,可利用公式 $p = \frac{F}{S}$ 计算出物体在液体中受到的压强. 将多次测得的压强值与物体浸入的深度值进行函数图象处理,就会很容易地得到液体压强与深度的规律. 这种处理数据的思维方法,学生已经在前面学习“重力大小与质量关系的实验”中掌握,符合学生的认知习惯.

实验器材:玻璃水槽(10 cm × 10 cm × 25 cm)、金属球(4 个)、200 g 砝码(1 个)、100 g 砝码(3 个)、金属丝、贴有刻度贴纸的漂浮体(底面积 $S=0.01 \text{ m}^2$).

实验装置如图 4 所示,实验步骤及现象如下:

- 1) 将 2 对相同的金属球(前后、左右各 1 对)通过金属丝缠绕后固定在浮体上,其作用是利用金属球重心低、稳定性好来保证漂浮体在水面上竖直漂浮而不倾斜;
- 2) 将漂浮体放入玻璃容器的水中漂浮,调整刻度贴纸的“0”刻度线与水面相平(图 4 中未画出贴纸刻度尺);

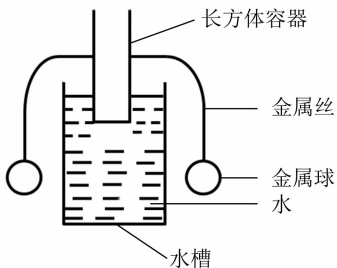


图 4 演示液体压强与液体深度的关系装置图

3) 将质量为 200 g 的砝码轻轻放入漂浮体内,从刻度尺上读出漂浮体浸入水中的深度 h 并记录;再把质量为 100 g 的砝码逐个添加在漂浮体内,记录漂浮体浸入水中的深度值,见表 1 所示.

表 1 漂浮体浸入水中的深度记录表 ($g=10 \text{ m/s}^2$)

m/kg	G/N	h/m	p/Pa
0	0	0	0
0.2	2.0	0.021	200
0.3	3.0	0.032	300
0.4	4.0	0.042	400
0.5	5.0	0.052	500

4) 对数据进行处理得到压强 p 随浸入深度 h 的变化曲线,如图 5 所示. 从图中可以看出:水中的压强与浸入深度成正比.

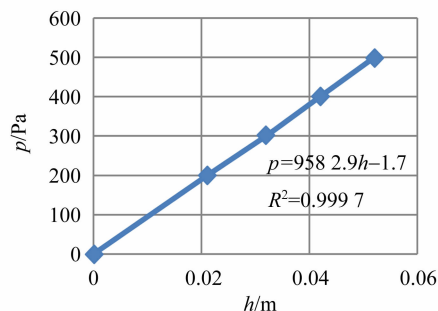


图 5 压强与浸入深度的关系

2.3.2 液体压强与液体密度的关系

在之前的学习中,为了测量固体压强的大小,设计了如图 6 所示的实验装置. 选用实验室配备的已知密度和体积的铝、铜圆柱形金属,以相同的竖立方式(保证底面积相同)放置在橡皮膜上,确定了压强值最大和最小时,指针的位置,然后将该区域分成 3 等份,并按照每一等份刻画压强值,向两端扩展得到带有刻度值的压强计. 学生对该装置的原理和结构都已经了解,因此可直接用此装置测量液体压强.

实验器材:去掉上下底的方形塑料饮料瓶、螺丝、针状指针的硬质塑料板、双面胶、金属丝、橡胶膜、刻度贴纸.

实验步骤及现象如下:

- 1) 用螺丝在去掉上下底的透明塑料饮料瓶上固定刻度盘和指针,再把“U”型金属丝的一端与指针相连,另一端与固定在饮料瓶瓶口上的橡胶

皮相连；

2)将该装置的橡皮膜端竖直向下压入水中,从贴纸刻度尺上观察到压入的深度不同,指针的偏转程度不同,即压强值不同.这是由于橡皮膜浸入水中越深,橡皮膜受到的压强越大,指针偏转越大,即所指的刻度值越大.该现象验证了在同一液体(密度相同)中,深度越大,压强越大;

3)把该装置分别放入同样深度的纯净水和盐水中,观察到指针在盐水中要比在纯净水中的偏转更大.该现象说明液体压强与液体密度有关,即在深度相同的情况下,密度越大,压强越大.

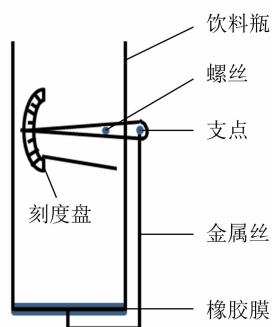


图 6 橡皮膜液体压强计装置图

2.3.3 液体压强与质量的关系

液体压强与液体的体积、质量以及形状无关.在生活中学生由于缺少这方面知识的感性认知,加之受固体压强先入为主和直觉导向思维定势的影响,从而形成“液体质量越大,液体产生的压强越大”的错误认知.下面通过自创性实验探究液体压强与质量的关系,来纠正学生形成的错误前概念.

实验器材:塑料饮料瓶(350 mL,2个)、去底的方形透明饮料瓶(1 000 mL)、螺丝、针状薄塑料板、圆形刻度尺、金属丝、橡皮膜、带有橡胶塞的长颈漏斗.

实验装置如图 7 所示,实验步骤及现象如下:

1)向 2 个饮料瓶中注入相同质量的水;
2)将带有橡胶塞的漏斗塞入方形饮料瓶的瓶口里,形成容积很小、独立封闭的压强计,向漏斗中慢慢加水使漏斗颈中的水面与方形饮料瓶标注的最高线处相平,观察到橡皮膜发生形变,导致指针偏转,记录指针所指的刻度值;

3)拔出漏斗,将方形饮料瓶中的水全部倒出,再加入与 2)相同的水量,观察到指针偏转值远远

小于上次所指的刻度值,说明液体质量相同的情况下,液体压强可以不同;

4)继续加水,直至液面与饮料瓶标注的最高线处相平,观察到指针所指的刻度值相同,说明液体压强相同的情况下,水量可以不同.

以上现象表明液体压强与液体质量无关.

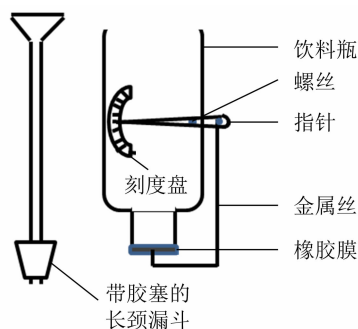


图 7 液体压强与质量无关的装置图

2.4 知识点 4:液体压强等大地向各个方向传递

教学中补充帕斯卡定律的知识,不仅可以丰富教科书的内容,还能完善液体压强知识系统,有助于学生进一步理解微小压强计的原理.2.2.2的演示实验让学生认识到液体向各个方向都有压强,但对于同一深度,当增大液体压强时,各个方向的压强是否发生传递,传递值又有什么样的关系呢?为了让学生直观地理解和感受,设计了以下小实验进行探究.

实验器材:细线(或胶水)、薄木板、气球皮、长颈漏斗、金属丝、橡胶膜、橡胶管半圆形刻度尺、金属螺丝、止水夹、硬质的塑料球容器、空心螺丝(可用自行车内袋上的气门螺丝)、注射器、半圆形刻度尺、指针.

实验装置如图 8 所示,实验步骤及现象如下:

1)用细线(或胶水)将橡胶膜系在漏斗上.通过金属丝连接橡胶膜与指针,并用螺丝把漏斗固定在薄木板制作的支架上,与半圆形刻度尺和指针组成液体压强计;

2)空心螺丝固定在硬质塑料球上作为接口,并与橡胶管相连;

3)用橡胶管将漏斗颈与硬质的塑料球容器连接,组成封闭的系统;

4)通过漏斗向圆形容容器中加水,使压强计的指针偏转在同一刻度线上.用止水夹夹住橡胶管,取下漏斗;

5)将抽满水的大号注射器通过橡胶管向圆形

容器中注水,以增大液体压强.观察到4个压强计的指针变化相同.

以上现象说明增加的液体压强,能够等大地向各个方向传递.

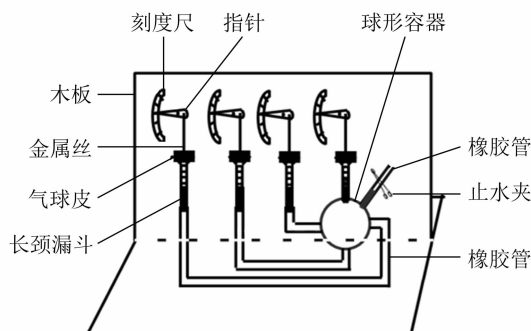


图8 帕斯卡定律实验装置图

3 教学反思

液体压强教学的关键在于将学生头脑中的错误前概念通过自创性实验进行认知重构.通过创设实验情境、设计自创性实验,能够让学生经历实验体验、内化感悟,帮助学生将知识同化或顺应,从而丰富学生的认知结构,提升学生的科学素养.

3.1 根据学生的起始经验进行教学

自创性实验对于学生来说,具有创新性、新颖性和独特性.因此,教学过程中教师要注重学生的起始能力,从符合学生的认知和经验出发,做好教学的切入口.如探究液体压强与深度关系的实验装置(见图4),要给学生讲清楚以下实验原理:

1)2对金属球的作用是利用重心低使容器更易竖立在水中;

2)静止在液面上的物体受到二力平衡,即重力与液体向上的压力相等,从而间接得到物体受到的压力大小,这样既不涉及到浮力的知识,还对后续学习浮力产生原因的理解埋下了伏笔;

3)机械液体压强计(见图6~7)用到了杠杆原理的知识,在学生不理解杠杆原理的情况下,教师要唤醒学生儿时玩过的“跷跷板”的生活经验,让学生知道杠杆的一端下降时,另一端会上升,也可用手向上或向下挤压机械压强计的橡皮膜,让学生体验到与橡皮膜相连的金属丝会带动指针发生偏转的事实.

3.2 让学生经历“自学、自创、自演”

自创性实验教学不是简单地为了实验而实

验,而是师生把物理问题转化为实验现象,通过实验现象得出相关的理论知识.在这个过程中,学生要经历自主学习、自主创新、自主操作的过程,自主学习和自主创新是自主操作演示的前提和基础.教师要特别重视自主操作的演示过程,讲清楚演示实验的目的、操作过程、实验现象(或数据)、实验结论等,并让学生分享该创新实验的设计依据.参与观察的学生在学习知识的同时,还要根据演示过程和设计理念进行交流与评估,分析优点与不足,并尝试提出改进、优化的措施与方法,或展示自己的设计方案等.该过程能够培养学生的团队合作意识、沟通交流能力以及敢于质疑、批判的科学精神.

3.3 深层次地理解自创性实验的价值

自创性实验不是弥补课程资源不足的权宜之计,也不是知识的附属品,而是创造性、个性化、实践性的教学之需,也是实现教学目标、突破教学难点、突出教学重点的有效手段,更是指向核心素养的物理教学路径.自创性实验以简单的形式,重演人类获取知识的过程,也是学生在“玩中学,学中思,思中悟”的快乐学习方式^[3].不仅如此,自创性实验教学也融入了杜威的“教育即生活”以及陶行知的“教学做合一”等教育理念.只有教师重视自创性实验教学,并将其看作是创新、有效的教学方式,才能有意识地将其应用到物理课堂教学中.

4 结束语

物理是以实验为基础的学科,重视物理实验就是遵循物理教学规律、符合学生认知规律、回归物理教学本真^[4].因此,在教学中有意识地通过实验创新来解决、优化、提升物理教学成效,并通过自创性物理实验来改变传统物理教学方式,从而能够提高学生的实验操作能力,丰富学生的学习经历,帮助学生实现深度学习的关联和整合,从而提升学生的物理学科核心素养.

参考文献:

- [1] 王少芳. 初中物理液体压强难点突破[J]. 物理通报, 2010(8): 18-20.
- [2] 吴娟, 罗兴凯, 辛涛. 概念转变理论及其发展述评[J]. 心理科学进展, 2008, 16(6): 880-886.
- [3] 王爱生, 丁长泰. 开发自创性实验的策略[J]. 物理

- 实验, 2012, 32(3): 19-21.
- [4] 王爱生. 基于体验性学习的物理教学——以“压强”一节设计为例[J]. 中小学实验与装备, 2018, 28(5): 25-27.

Teaching research on fluid pressure

WANG Ai-sheng, GUAN Wei-san

(Mongolian Middle School, Songyuan 138000, China)

Abstract: Starting from the abstractness of knowledge, the influence of students' wrong pre-concepts, the monotony of the experimental device and the shortcoming of logical system, the strategy was put forward to break through these teaching difficulties. From the perspective of students' cognitive thinking and laws, the eight small experiments were designed to conquer the teaching difficulties and furthermore allow students to enrich their experience, enhance their experimental skills, and improve their scientific literacy during the experiment.

Key words: fluid pressure; self-created experiment; experimental teaching

[责任编辑:郭 伟]

(上接 50 页)

Multi-purpose instrument to demonstrate eddy currents

LIU Tong¹, WANG Ze-yuan¹, YU Qi²

(1. School of Physics and Materials Science, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China;

2. Tianjin Experimental High School, Tianjin 300074, China)

Abstract: There were few demonstration experiments about eddy current in high school physics teaching. And the eddy current demonstration instrument was used to make up for this deficiency and improve the teaching effect. Based on theoretical knowledge and the basic principles of Lenz law in electromagnetic induction, a multi-purpose eddy current demonstration instrument had been developed. The demonstration process of eddy current suspension, insulated transmission, insulated braking and energy generation had been completed through the interaction between the aluminium rotating disc and the magnet based on the electromagnetic damping and drive.

Key words: electromagnetic induction; Lenz law; eddy current; electromagnetic damping; electromagnetic drive

[责任编辑:郭 伟]