

自制可视化教具定量探究“影响液体压强的因素”

陈俊颖 卢佳妮 吴琳欣 禹佳欣 陈玉婷

闽南师范大学 物理与信息工程学院 福建漳州 363000

摘要:《义务教育物理课程标准》对“科学探究:液体的压强”这一节的教学要求是:“探究并了解液体压强与哪些因素有关”。传统实验中用于探究液体压强影响因素的U形管压强计,在一定层面上存在着局限性。其无法定量说明液体压强和深度、密度之间的关系,缺乏直观性。本教具基于传统教具的不足点,提出一种自制可视化教学装置,使实验现象直观明显,操作简洁方便,同时实现定量化的实验探究。

关键词:自制教具;液体的压强;定量探究;可视化

一、传统教材实验的不足

传统的教学中,通常选用U形管压强计作为教具,进行液体压强影响因素的实验演示,其原理是当探头上的橡皮膜受到压强时,U形管左右两侧的液面出现高度差,通过高度差来引入液体压强。但在这个演示过程存在较多不足。

1.无法定量测量:u型管压强计利用转化法,通过定性比较液体的高度差来学习液体压强。其装置无法直接测(读)出某处压强数值,实验说服力弱且不够直观严谨。

2.灵敏度低:探究液体密度与压强的关系主要是通过向原液体中加盐,观察液面高度差变化以此来实验探究,此过程中密度变化所需时间过长,液面高度差变化不明显。

3.随机误差大:需要人为控制探头位置和变换速度,使其能缓慢下沉,该过程受人为因素影响。

二、自制可视化教具创新

1.改变传统教学中定性探究液体压强的方式,利用转换法将液体压强大小转换为弹簧弹力大小,从而定量的探究液体压强。

2.该装置操作简单,现象直观,可探究液体压强与液体高度、液体密度、容器形状等因素的关系。

三、自制可视化教具介绍

1.组成元件

弹簧(弹性系数已知)、注射器(规格为50ml)、PVC透明管、阀门、四个软胶管(两个是规格完全相同的软管,另外两个是管径不同或形状不同的软管)、热熔胶、漏斗、指针(指示N刻度尺和Pa刻度尺)、可裁剪木板。

2.制作过程

(1)裁大小合适制的可移动底板、立板和侧板,并将三者固定;

(2)制作注射器:取一只规格为50ml的注射器,将针拔掉,针口处(即出液端)连接PVC透明管,注射器的活塞柄端头与弹簧相连;

(3)制作PVC透明管:将PVC透明管在同一侧面凿四个孔,用于接软管;PVC透明管的一端由凿开洞的盖子密封,该洞用来连接注射器的出液端;PVC透明管的另一端由凿开一个洞的盖子密封,该洞接软胶管,以作为排水口;

(4)制作四个软管:将四条软管(即A、B、C、D软管)分别与PVC透明管连接,其中A管与B管粗细相同,C管比A粗,A、B、C三管形状相同,D管为中间粗两端细的软管;同时将软管都装上规格相同的漏斗;

(5)制作高度刻度尺,N刻度尺和Pa刻度尺:在立板正面上,以水平管管面圆心处为零刻度线,竖直向上标注相应的高度刻度;同时以弹簧形变量为零时,指针所指位置处为零刻度线,根据弹簧被压量 Δx 和公式 $F=k \Delta x$,由此水平向左标注相应的N刻度;并通过 $P=F/S$ 标注相应的Pa刻度。

(6)在每个软管处都放置一个阀门,分别为阀门A、B、C、D以及排水阀门。

(7)进行多次试验及调整,最后完成该教具的制作(图1为教具示意图)。

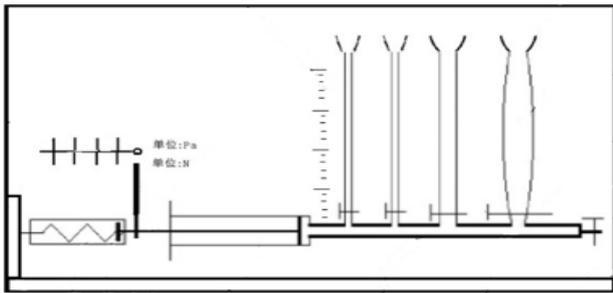


图 1 定量探究液体压强的可视化教具示意图

注： $P=F/S$ ，其中 S 为注射器的横截面积，不同注射器的横截面半径不同，所制作而成的 P_a 刻度尺有所差异。

3. 实验原理

在液体容器底、内壁、内部中，由液体本身的重力而形成的压强，我们称之为液体压强，液体压强的定义式为 $P=\rho gh$ ，其中 h 为水平管半径与竖直管内液体高度之和。由 $F=PS$ ， $F=k \Delta x$ ，对 P 的测量值，我们可以依据 $P=F/S$ ，得到液体压强是弹簧弹力的 $1/S$ 倍。

实验时，向管 A 中注入水，观察 P_a 刻度尺示数的变化，由此得出液体压强与液体深度之间的关系。竖直管 B 中注酒精等溶液，对比 A、B 两管中同一深度的液体对应 P_a 刻度尺示数，得出液体压强与液体密度之间的关系。向 C、D 中注入与 A 同深度的液体，比较 A、C 管和 A、D 对应的 P_a 刻度尺示数，得出液体压强与容器粗细、形状之间的关系。

四、教具特点

直接通过指针进行读数显示所测的结果，这是与传统的“U”型压强计最大的区别，也是最大亮点；自制可视化教具实现移动漏斗的位置改变液体的深度，提高了实验效率。

五、教学中教具的使用

1. 教具演示过程

(1) 先测量活塞面积 S ，观察注射器的规格 V ，再用刻度尺测量出注射器上有标度这部分的长度 L ，故 $S=V/L$ 。

(2) 检查装置的气密性，并观察弹簧、注射器和 PVC 透明管是否保持在同一水平面，同一高度；

(3) 关闭 B、C、D 软管，及排水阀门，打开阀门 A，此时的 A 软管与 PVC 透明管相通，向 A 管的漏斗注水，当软管 A 内水的高度达到 h_1 时，记录此时 P_a 刻度尺的示数 P_{10} ；再向软管 A 中继续注水，记下当软管 A 内水的高度分别为 h_2 、 h_3 时 P_a 刻度尺的示数 P_{20} 、 P_{30} ，依据所得的实验数据可知液体压强与液体深度有关。

(4) 打开排水阀门，排出 PVC 透明管内的液体，此时弹簧的形变量为零，只打开阀门 C，向 C 管的漏斗注水，当软管 C 内水的高度达到 h_1 时，记录此时 P_a 刻度尺示数 P_{11} ，再继续注水，使得液体深度分别达到为 h_2 、 h_3 ，记下此时 P_a 刻度尺示数 P_{21} 、 P_{31} ，依据所得的实验数据从而可知液体压强与容器粗细无关。

(5) 打开排水阀门，排出管内的液体，此时弹簧的形变量为零，只打开阀门 D，向 D 管的漏斗注水，当软管 D 内水的高度达到 h_1 时，记录此时 P_a 刻度尺示数 P_{12} ，再继续注水，使得液体深度分别达到为 h_2 、 h_3 ，记下此时 P_a 刻度尺示数 P_{22} 、 P_{32} ，依据所得的实验数据从而可知液体压强与容器形状无关。

(6) 打开排水阀门，排出管内的液体，此时弹簧的形变量为零，打开阀门 B 和排水阀门，从软管 B 灌入酒精，洗涤整个装置，冲掉管内的水，使管中液体的成分为酒精，关闭排水口，向 B 管的漏斗注酒精，当软管 B 内水的高度达到 h_1 时，记录此时 P_a 刻度尺的示数 P_{13} ，继续注酒精，使得液体深度分别达到为 h_2 、 h_3 ，记下此时 P_a 刻度尺的示数 P_{23} 、 P_{33} ，将所得的实验数据与在规格相同的软管 A 灌入水的实验数据对比，可知液体压强与液体密度有关。

2. 注意事项

(1) 实验过程需保证注射器、PVC 透明管、软管的气密性，尽量排尽仪器内的空气，并且弹簧、注射器和 PVC 透明管应保持在同一水平面，同一高度。

(2) 针管的活塞应使用润滑油来降低摩擦力，从而减小实验误差。

3. 误差分析

(1) 实验选用的液体应避免腐蚀性液体，否则会腐蚀软管，影响实验结果。

(2) 实验环境温度温和适中，温度过高会导致酒精挥发，影响实验结果。

(3) 使用润滑油润滑过的针管，依旧存在摩擦力，影响实验结果。

意义

本自制可视化教学装置展示的现象直观明显，操作简单方便、能量化

探究液体的压强的影响因素，克服了传统实验观察的不足。从实践角度来看，创新优化实验教具，使实验现象更

加明显、提高其说服力；直观可视化现象更能吸引学生的注意力，激发求知欲；严谨的实验过程，有助于提高学生思维的缜密性。

参考文献

[1] 张昌华. 数字显示液体压强计的设计及教学应用 [J]. 中学理科园地, 2022, 18(02): 85-86+88.

[2] 王超. 用自制教具探究液体压强与深度的关系 [J]. 物理教学探讨, 2019, 37(07): 49-51.

[3] 王卓异, 徐健, 吕可等. 基于新课标的初中物理自制教具创新研究——以“流体压强与流速的关系”教学为例 [J]. 实验教学与仪器, 2023, 40(04): 72-75. DOI: 10.19935/j.cnki.1004-2326.2023.04.025.

[4] 胡剑章, 翟晓军, 吴宝华. 初中物理自制教具在实验教学中的应用探讨——以“变阻器”教学为例 [J]. 中小学实验与装备, 2023, 33(03): 29-31.