

自制教具验证“1 kg 水能够浮起 3 kg 的物体”

孙佳状 邓 涛 张喜荣

(保定学院物理与电子工程系 河北 保定 071000)

(收稿日期:2016-06-12)

1 研究目的

许多学生认为在任何情况下“1 kg 水都不能浮起 3 kg 的物体”,得出这种答案主要是因为通过溢水杯实验得到阿基米德原理的过程中,容易使学生将物体排开液体的体积 $V_{\text{排}}$ 理解为:如果液体使物体浮起来,一定要从容器中流出与物体等体积的液体,认为 $V_{\text{排}}$ 是排出液体的体积而非排开液体的体积,因此得出了不完全正确的答案,而较为复杂的理论推导又不容易使学生理解,因此有必要做一个实验教具使学生直观地观察 1 kg 水能不能浮起 3 kg 的物体,化抽象为具体,更好地理解阿基米德原理.

2 研究的基本思路

由物体的浮沉条件可得:如果物体能够浮在液体中,那么 $F_{\text{浮}} \geq G_{\text{排}}$,由阿基米德原理及 $G_{\text{物}} = m_{\text{物}}g$ 得

$$G_{\text{排}} = \rho_{\text{液}}gV_{\text{排}} \geq m_{\text{物}}g$$

于是

$$V_{\text{排}} \geq \frac{m_{\text{物}}g}{\rho_{\text{液}}g}$$

将 $m_{\text{物}} = 3 \text{ kg}$, $\rho_{\text{液}} = 1 \text{ kg/L}$ 代入可得

$$V_{\text{排}} \geq 3 \text{ L}$$

因此要想浸没物体的体积大于等于 3 L 就需要物体的体积大于等于 3 L,可以采用密度较小的物体或者将一定质量的重物放入一个体积大于等于 3 L 的容器内.

1 kg 水的体积是 1 L,要想浸没体积至少为 3 L 的物体,需使物体与水槽的空隙体积小于等于 1 L,才能使液体浸没物体的体积达到 3 L,此时物体可以浮在液体中.

3 教具设计与制作

3.1 材料准备

亚克力板,胶水,密封磁条,切割刀,橡胶管(直径 1 cm,长度 35 cm 两根).

3.2 设计制作

(1)将亚克力板按照图 1 的尺寸进行切割,并参照图 2 用胶水粘合在一起,并在如图所示位置贴上密封磁条.

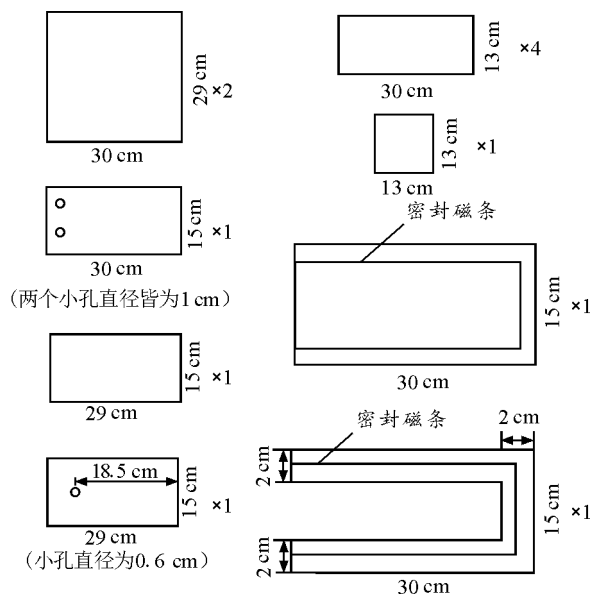


图 1 亚克力板切割尺寸

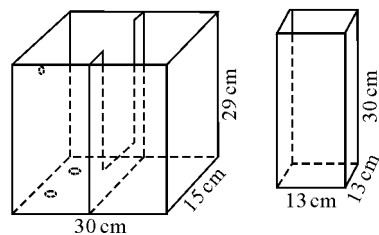


图 2 亚克力板粘合示意图

(2) 将上一步中的凹形板插入水槽的中间位置,使之将水槽等分.

(3) 标记刻度. 大水槽的底面积

$$S_0 = 30 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} = 450 \text{ cm}^2 = 4.5 \text{ dm}^2$$

1 kg 水的体积

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ kg/L}} = 1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$$

因此在大水槽中 1 kg 水的高度为

$$h_0 = \frac{V}{S_0} = \frac{1 \text{ dm}^3}{4.5 \text{ dm}^2} = 0.22 \text{ dm} = 2.2 \text{ cm}$$

因此每隔 2.2 cm 画一刻度线表示水的质量为 1 kg; 隔板插入水槽中间位置, 将水槽等分地隔成两个小水槽, 每个小水槽的底面积都为大水槽的一半, 由 $V = Sh$ 可得对于 1 kg 水小水槽的高度

$$h_1 = \frac{V}{\frac{1}{2}S_0} = 2h_0 = 4.4 \text{ cm}$$

因此每隔 4.4 cm 画一刻度线表示水的质量为 1 kg.

左侧为整个大水槽的刻度, 一个刻度表示 1 kg 水; 右侧为半个水槽的刻度, 两个刻度表示 1 kg 的水.

(4) 将细橡胶管插入左侧水槽侧面开孔位置, 粗橡胶管插入左侧水槽底部开口位置.

3.3 技术关键

(1) 亚克力板粘合成水槽、水筒时确保密封不漏水.

(2) 在贴密封磁条时保证两个板对齐.

4 实验步骤

(1) 在水槽中装入大于 5 kg 的水, 在水筒中装入适量的水使其整体质量为 3 kg, 如图 3 所示.

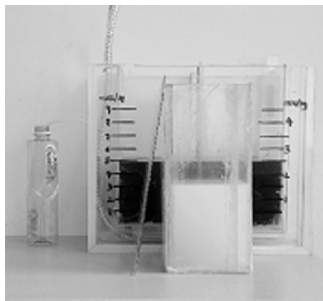


图3 水槽与水筒分别装入适量的水

(2) 将水筒放入水槽的右侧, 发现水筒可以浮在水槽中, 接着从橡胶管排出一定量的液体, 使水筒

刚好浮在水槽中, 此时水位线在左边刻度 8 处, 拿出水筒, 观察发现水槽中剩余 5 kg 水.

(3) 将水筒放回右侧水槽, 并将挡板插入, 观察发现水筒状态未发生改变.

(4) 通过左侧水槽底部橡胶管将左侧水槽中的水排出, 发现水筒位置未改变, 证明插入挡板后水筒能够浮起来只与右侧水槽中的水有关, 如图 4 所示.

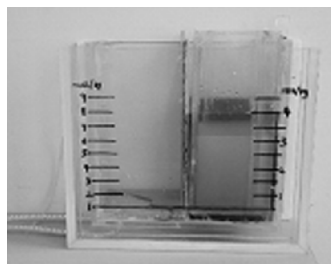


图4 水槽左侧水排出后,水筒仍浮在右侧水槽中

(5) 取出水筒, 观察发现右侧水槽中剩余 1 kg 水, 证明 1 kg 水能够浮起 3 kg 物体, 如图 5 所示.

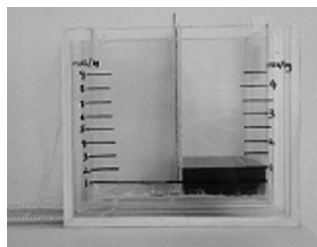


图5 取出水筒,右侧水槽剩余 1 kg 水

(6) 将 3 kg 的水筒, 再次放入仅有 1 kg 水的右侧水槽时, 可以观察到水筒能够浮起来, 说明 1 kg 水能够浮起 3 kg 物体.

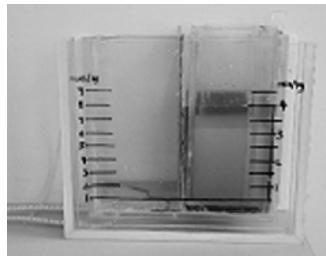


图6 将水筒再次放入右侧水槽,仍浮起

本实验教具从开始的 5 kg 水浮起 3 kg 物体到最后的 1 kg 水浮起 3 kg 物体, 整个过程过渡自然, 并未与学生原有的认知产生强烈的冲突, 使学生更易于接受; 而如果只进行步骤(6)的实验, 虽然也可以证明 1 kg 水能够浮起 3 kg 物体, 但是会使学生接受起来比较困难.