

抓住浮力习题教学的要点

霍晓宏

(天津市教育科学研究院 天津 300191)

(收稿日期:2018-08-02)

摘要:浮力是八年级物理的重点内容,学生经常反映浮力习题比较难解.为解决学生存在的畏难情绪,教师要结合浮力的具体内容,从概念、规律入手,抓住受力分析和确定几何关系等几个要点,提高学生理解、运用浮力知识的能力,增强学生的自信心.

关键词:浮力习题 受力分析 几何关系

浮力问题是初中物理教学的重点和难点,是学生最难把握的内容之一.教学中,学生往往对一些浮力现象很感兴趣,但习题解答起来却感到困难,有不少学生只能机械地套用公式或记住一些二级结论.究其原因:一是浮力问题是在力、密度、压强等知识学习的基础上进行的,有一定的综合性.二是浮力习题题型多、内容广,学生缺少分析、归纳及灵活应用的能力,所以面对不同的“浮力习题”就显得有些“吃力”.

要破解初中物理浮力习题教学之难,首先是要加深对基本概念和规律的理解,破除错误前概念的干扰,建立正确的物理观念.然后从解题思维方法上下功夫,抓住受力分析和确定几何关系等几个要点.教师要引导学生尽量少记二级结论,因为许多二级结论都是有前提条件的,只记住结论而不注意条件,应用时出错的概率会很大.要让学生脱离题海,教师就要从题海中选择出有意义的习题,注重过程与方法教学,引领学生不断走向成功.

1 建立正确的物理观念

“物理观念”是从物理学视角形成的关于物质、运动与相互作用、能量等的基本认识,是物理概念和规律等在头脑中的提炼与升华,是从物理学视角解释自然现象和解决实际问题的基础^[1].初中生所学习的浮力相关知识是以浮力概念为基点,阿基米德原理为核心,物体的浮沉条件为其表现形式的.有研究表明,浮力这一概念涉及学生典型错误前概念主要有:

- (1) 重的物体下沉,轻的物体上浮;
- (2) 浮的物体才受到浮力,沉的物体不受浮力;
- (3) 物体浸没在水中越深的位置,所受的浮力越大或者越小^[2].

除此之外,在教学实践中发现,学生无法对物体处于漂浮、悬浮和下沉3种状态下所受浮力大小做出正确判断,对物体浮沉状态与浮力和重力之间的关系认识不全面,对受到浮力作用的物体排开液体的体积的认识上有偏差,确定几何关系往往成为难点.

基于上述原因,教学实践中首先要通过各种形式的实验,让学生动手体会浮力,增加学生的感性认识;还可以应用计算机模型建构等方法帮助学生剔除错误的前概念.有些错误观念隐藏在学生的潜意识里,在处理问题时就会暴露出来,这就要通过不断地实践、独立地练习发现和剔除这些错误观念.通过练习既看到不足,也看到成绩,从而不断培养学生解决问题的信心.

正确观念的建立是一个“反复”的过程,通过设计必要的判断题、选择题,深化学生对浮力本质的认识.如体积相等的实心铁块、木块,完全浸没在水中时所受的浮力一样大;质量相等的实心铁块、木块,完全浸没在水中时所受的浮力木块大等等.通过一题多变,在不同的物理情境中,加深对阿基米德原理,即 $F_{\text{浮}} = G_{\text{排}} = \rho_{\text{液}} V_{\text{排}} g$ 的理解.

有的学生学习物理,下了很大的功夫,但仍然没有好的效果,这往往是没有形成正确的物理观念造成的.对物理问题的理解不到位,思维深度浅,就形

不成较高的“悟性”，问题稍一灵活，便不知所措，有时往往一开始解决问题的思路就是错误的，必然步入歧途。教师平时教学时要重视物理思维含量高、方法通用性强、模型典型化的基本问题的练习，通过基本题的训练来熟悉解题的基本程序，在此基础上拓展思维发展能力。

2 养成受力分析的良好习惯

选择研究对象，对研究对象进行正确的受力分析是解好浮力综合习题的前提条件。当物体静止时，如果物体只受两个力作用，那二力一定平衡；当物体受一条直线上的3个力甚至是4个力作用静止时，仍可转化为二力平衡问题。如下题。

【例1】装有金属球的小容器A漂浮在盛有水的圆柱形大容器B的水面上，所受的浮力为 F_1 ，如图1所示。若把金属球从A中拿出投入水中沉到B的底部时，小容器A所受的浮力大小为 F_2 ，池底对金属球的支持力大小为 N ，那么()

- A. 金属球所受重力的大小为 $F_1 - F_2$
- B. 小容器所受重力的大小为 F_2
- C. 小容器所受浮力减小了 N
- D. 大容器底部受水的压力减小了 N

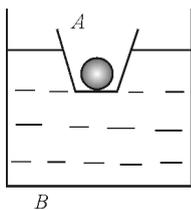


图1 例1题图

分析：设小容器A的重力为 G ，金属球的重力为 G' 。以装有金属球的小容器A整体为研究对象，当它们漂浮在盛有水的圆柱形大容器B的水面上时，此时受到的浮力等于它们的总重力，即

$$F_1 = G + G' \quad (1)$$

把金属球从A中拿出投入水中沉到B的底部时，小容器A处于漂浮状态，以小容器A为研究对象，此时它受到的浮力

$$F_2 = G \quad (2)$$

由式(2)可知选项B正确。

由式(1)、(2)得

$$G' = F_1 - F_2 \quad (3)$$

由式(3)可知选项A正确。

以金属球沉到B的底部时为研究对象，金属球受重力 G' 、支持力 N 和浮力(设为 F_3)3个力作用而平衡，即

$$F_3 + N = G' \quad (4)$$

由式(3)、(4)可知：小容器所受浮力减小量为

$$F_1 - F_2 = N + F_3$$

由此可知选项C错误。

以金属球、小容器A和所有的水整体为研究对象，起初大容器底部受水的压力大小等于整体所受的重力大小，金属球沉到B的底部时，金属球对池底的压力大小为 N ，水对大容器底部的压力就减小了 N ，故选项D正确。

此题的正确答案为选项A、B、D。

如果物体受力不平衡，物体的运动状态就要发生改变。对于初中学生处理动态的浮力问题，可以采用假设的方法，把动态问题转化为静态问题来处理。如下题。

【例2】木块漂浮在水面上，有一部分露出水面，若将露出水面的部分切掉，则()

- A. 木块下沉
- B. 木块顶部与水面齐平
- C. 木块悬浮在任意深度
- D. 木块上浮，仍有一部分露出水面

分析：假设木块顶部与水面齐平。切掉木块露出水面的部分前，浮力等于木块整体的重力。切掉木块露出水面的部分后，剩余木块重力变小。如果木块顶部与水面齐平，则浮力将大于剩余木块的重力，因此木块将上浮，所以选项D正确。

教师平时教学要引导学生养成良好的解题习惯，做好必要的预备工作，如仔细审题、分析过程、选择研究对象、进行受力分析，必要时画出草图等。有许多习题就在完成这些预备工作的过程中解决了。

3 合理确定排开液体的体积

阿基米德原理 $F_{\text{浮}} = G_{\text{排}} = \rho_{\text{液}} V_{\text{排}} g$ ，即物体所受的浮力大小等于它排开的液体受到的重力。确定排开液体的体积往往与物体浸入液体的多少、物体的

形状变化、液面的升降、物态的变化等相联系.因此,确定排开液体的体积往往成为学生解决浮力习题的难点.

3.1 根据物体进入液体的多少来确定排开液体的体积

这种方法一般应用于形状规则、质地均匀的物体漂浮或悬浮在液体中.首先确定物体的运动状态(如静止),对物体进行受力分析;然后根据物体进入液体的多少来确定排开液体的体积,即确定几何关系;最后利用(如二力平衡)浮力等于重力,即 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} V_{\text{排}} g = \rho V g$ 列方程求解.如下题.

【例3】有一支蜡烛,粗细均匀,长度为20 cm,在其底端插入一个小铁钉,使蜡烛露出水面1 cm,如图2所示.现将蜡烛点燃,问蜡烛还剩多长时将被水淹没?(设蜡烛油全部燃尽而不下流, $\rho_{\text{蜡}} = 9 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$)

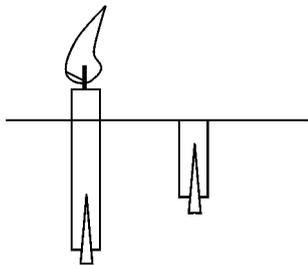


图2 例3题图

解析:设蜡烛总长 $h = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$,蜡烛未点燃时露出水面部分长度 $h_1 = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}$,则此时蜡烛所受浮力

$$F_{\text{浮}1} = G_{\text{蜡}1} + G_{\text{铁}}$$

$$\text{即 } \rho_{\text{水}} g (h - h_1) S = \rho_{\text{蜡}} g h S + G_{\text{铁}} \quad (5)$$

设蜡烛被水淹没时(即蜡烛上表面与水面相平时)蜡烛的剩余长度为 h_2 ,被水淹没时蜡烛所受浮力

$$F_{\text{浮}2} = G_{\text{蜡}2} + G_{\text{铁}}$$

$$\text{即 } \rho_{\text{水}} g h_2 S = \rho_{\text{蜡}} g h_2 S + G_{\text{铁}} \quad (6)$$

由式(5)、(6)整理得

$$h_2 = 0.1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

即蜡烛还剩10 cm时将被水淹没.

3.2 根据物体的形状变化来确定排开液体的体积

这种方法一般应用于物体浸没(悬浮或沉底)在液体中,物体的形状会随外界条件(压强、压力)

的变化而有所变化.解题过程是:首先对物体进行受力分析,然后确定条件变化前后排开液体的体积,即确定几何关系,利用阿基米德原理,即 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} V_{\text{排}} g$ 来解决问题,如下题.

【例4】一个竖直放置、开口向下的玻璃杯全部浸没水中,恰好处于悬浮状态.杯内有适量的空气,如图3所示.如果施加外力,改变玻璃杯在水中的深度(保持玻璃杯处于竖直状态),然后去掉外力,下列说法正确的是()

- A. 若外力使玻璃杯在水中的深度变小,去掉外力后,玻璃杯将下沉到水底
- B. 若外力使玻璃杯在水中的深度变小,去掉外力后,玻璃杯将回到原位置
- C. 若外力使玻璃杯在水中的深度增大,去掉外力后,玻璃杯将下沉到水底
- D. 若外力使玻璃杯在水中的深度增大,去掉外力后,玻璃杯将上浮到液面

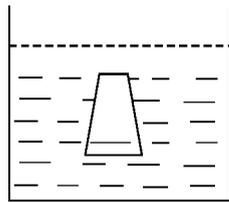


图3 例4题图

分析:当玻璃杯在水中的深度变小时,杯内空气压强减小,体积增大,排开水的体积增大,所受浮力增大.去掉外力后,玻璃杯将上浮.当玻璃杯在水中的深度增大时,杯内空气压强增大,体积减小,所受浮力减小.去掉外力后,玻璃杯将下沉到水底,故选项C正确.

3.3 考虑液面的升降来计算排开液体的体积

浮力稍难一些的题目很多都是浮力动态变化的过程,通过两次或多次不同的物理情境,造成液面的升降即排开液体的体积不同.针对这种物理问题还是首先要对每种物理情境中的物体进行受力分析,然后考虑前后排开液体的几何关系,如下题.

【例5】一块内部含有石块的冰块,放在密度 $\rho_0 = 0.95 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的液体中恰好悬浮.底面积 $S = 100 \text{ cm}^2$ 的圆柱形容器中装有水,将这块含有石块的冰块放入水中后,容器中水面升高了 $h_1 = 2.09 \text{ cm}$.

冰融化后,石块沉入水底,水面又下降了 $h_2 = 0.1$ cm. 求石块的密度($g = 10$ N/kg).

解析:冰块在密度 $\rho_0 = 0.95 \times 10^3$ kg/m³ 的液体中恰好悬浮应有

$$\rho_0(V_{\text{冰}} + V_{\text{石}})g = \rho_{\text{冰}}V_{\text{冰}}g + \rho_{\text{石}}V_{\text{石}}g \quad (7)$$

冰块在水中漂浮,画出草图如图4所示,其几何关系由图4(a)可见,冰块排开水的体积为 h_1S .

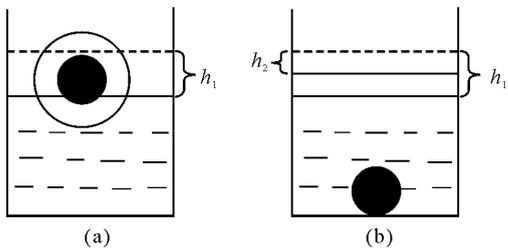


图4 例5分析图

由浮力等于重力,应有

$$\rho_{\text{水}}h_1Sg = \rho_{\text{冰}}V_{\text{冰}}g + \rho_{\text{石}}V_{\text{石}}g \quad (8)$$

联立式(7)、(8)解得

$$V_{\text{冰}} + V_{\text{石}} = 2.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \quad (9)$$

冰化为水质量不变,则冰化为水的体积为

$\frac{\rho_{\text{冰}}V_{\text{冰}}}{\rho_{\text{水}}}$,由图4(b)可见几何关系,得出

$$(h_1 - h_2)S - \frac{\rho_{\text{冰}}V_{\text{冰}}}{\rho_{\text{水}}} = V_{\text{石}} \quad (10)$$

联立式(9)、(10),代入相关数据,解得

$$V_{\text{冰}} = 2.1 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 210 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{石}} = 10 \text{ cm}^3$$

把上述结果代入式(7)或式(8)解得

$$\rho_{\text{石}} = 2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

4 拓展思维提高能力

思维是在表象、概念的基础上进行分析、综合、判断、推理等认识活动的过程。“科学思维”是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式;是基于经验事实建构物理模型的抽象概括过程;是分析综合、推理论证等方法在科学领域的具体运用;是基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑和批判,进行检验和修正,进而提出创造性见解的能力与品格^[1]。比如可以让学生设计下面的实验,在解决实际问题的过程中拓展

思维培养能力。

【例6】给你一只量筒和适量的水,请你设计一个实验,估测一块橡皮泥的密度.要求:

(1) 写出实验步骤及需要测量哪些物理量;

(2) 导出用所测量的量表示的橡皮泥密度的数学表达式。

对题目进行分析可以看出,橡皮泥是学生都玩过的物品,生活中常见,作为常识学生应该知道橡皮泥的密度比水的密度大.量筒是实验室常用的器材,可以用来测体积.要测量橡皮泥的密度,就需要分别测出其质量与体积,在没有天平的情况下,如何测质量就成为了解决问题的关键.如何利用浮力知识解决问题呢?

解答:(1) 实验步骤及需要测量的物理量

1) 量筒中倒入适量的水,记下水的体积为 V_1 ;

2) 把橡皮泥捏成小盒状,放入量筒中,使其漂浮在量筒中的水面上,记下此时水的体积 V_2 ;

3) 把橡皮泥捏成实心团使其沉入量筒的水中,记下此时水的体积 V_3 。

(2) 橡皮泥密度的数学表达式

推导过程:橡皮泥的重力

$$G = F_{\text{浮}} = \rho_{\text{水}}g(V_2 - V_1)$$

则 $m = \rho_{\text{水}}(V_2 - V_1)$

橡皮泥的体积为

$$V = V_3 - V_1$$

则 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{V_2 - V_1}{V_3 - V_1} \rho_{\text{水}}$

学生面对不同的浮力习题,掌握一般的分析方法,不断寻求破解浮力难点的钥匙,不断取得成功,自信心就会不断增强.其实解题的一般过程就是由已知指向未知的过程,在由已知到未知的过程中运用所学过的知识和方法,选择合适的路径,通过严谨的思维,借助自身已有的能力,正确地把已知和未知挂上钩,问题自然就解决了。

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版). 北京:人民教育出版社,2018.4
- 2 孙枝莲. 中学物理教学论. 北京:北京师范大学出版社,2010.92~93