

9.1 认识浮力

与教材不同之处

更详细描述了浮力与深度的关系；更详细分析了浮力产生的原因；更详细总结了通过力的平衡方法求解浮力大小的方法。

浮力的定义

如图 9-1-1 所示，船能浮在水面上，说明水对船产生了一个向上的托力。热气球能升空，说明空气对热气球产生了一个向上的托力。船和热气球受到的托力称为**浮力**，用 $F_{\text{浮}}$ 表示。



图 9-1-1

显然，产生浮力的施力物体可以是液体，比如水；也可以是气体，比如空气。

沉入水底的物体是否受浮力？

一个会沉入水底的石头是否也会类似船一样受到浮力？

我们做这样一个实验，在一个弹簧测力计下挂一个石块，然后把石头块浸入水中，观察弹簧测力计示数是否会发生变化？

实验如图 9-1-2 所示，石块未浸没时弹簧测力计的示数为 0.7N ，即石块的重力大小是 0.7N 。

当石块的一部分浸入水中时，弹簧测力计示数由 0.7N 变为 0.5N ，弹簧测力计的示数变小了。

当石块全部浸没在水中时，弹簧测力计示数进一步变小，示数变为 0.4N 。

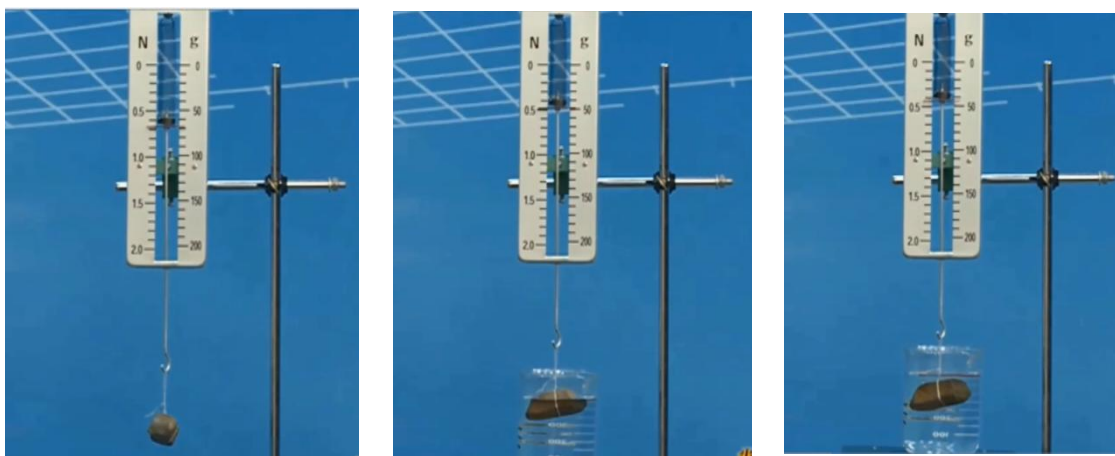


图 9-1-2

当石块浸入水中后，弹簧测力计示数会变小。这个现象说明，无论物体是否会下沉，浸在液体中，都会受到浮力。

当石块完全浸没后，进一步增加石块浸入的深度，我们发现，弹簧测力计的示数不再变化。这说明，浸没后，浮力大小与深度无关。

如果一个物体没有完全浸没时，浮力的大小是否与深度有关？

图 9-1-2 中的实验现象似乎可以说明，当物体没有浸没时，深度增加，物体所受的浮力

会变大？

如果这样，则在实验过程中却会犯了一个错误。因为我们不仅会改变了物体所处的深度，也改变了物体浸入液体中的体积。

浮力的大小是否与深度有关？

根据控制变量法，如果我们要探究浮力的大小与物体浸在液体中的深度是否有关，需要保持物体浸入液体中的体积相同。

选择长方体的金属来做这个实验，我们保持金属块浸入液体中的体积相同但浸没的深度不同，如图 9-1-3 所示，我们发现此时弹簧测力计的示数是一样的。

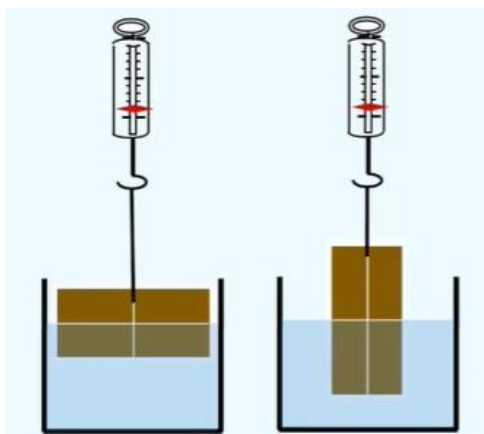


图 9-1-3

这说明，浮力的大小与深度是无关。

于是，我们得出完整的结论就是：无论物体浸没与否，浮力的大小与物体在液体中的深度无关。

“深度”概念的理解

深度是指液体中某点到液面的竖直距离。

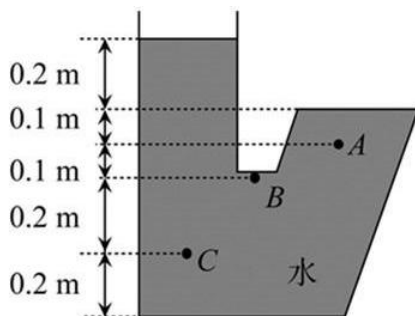


图 9-1-4

如图 9-1-4 中，C 点的深度是多少呢？根据深度的定义，C 点的深度应当是该点离液面的竖直距离，即 0.6m，而不应当是 0.2m。

另外图中的 A 点的深度是多少呢？A 点距离液面好像是 0.1m，其实不然，这个容器中的液面不是右边的水平面，而是指左边的水平面。因为右边的液面是密封的，并没有与大气相通，而左边才是与大气相通的液面，所以，A 点深度是 0.3m。

请同学们思考一下，B 点的深度是多少？

浸在液体中的物体是否一定受到浮力？

需要注意的是，一个浸在液体中或气体中的物体是否一定受到浮力？

答案是：如果这个物体没有受到向上的托力，就不会受到浮力。

可能有人会质疑，浸在液体或气体中，怎么可能不受到向上的托力呢？

我们以一个正方体浸在液体中为例，来说明一个物体浸在液体中也可能不受到浮力。

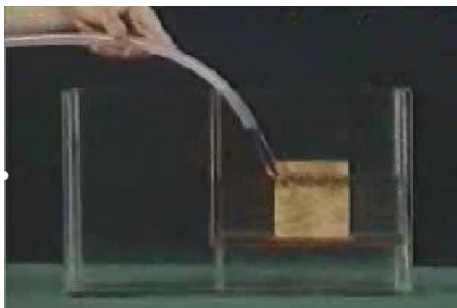


图 9-1-5

如图 9-1-5 所示，一个正方体木块放在容器中，木块的下方有一个方形孔，也就是说，当我们往容器中加水时，木块的底部是没有水的，所以，即使水量将木块浸没，木块的底部是不会也受到水对木块向上的托力的（这个托力其实就是水对木块向上的压力），木块始终不会浮起来。

这个实验现象说明，物体是否受到浮力，不是看物体是否浸在液体或气体中，而是依据物体浸在液体或气体中时是否受到向上的压力（或托力）。

如图 9-1-6，浸在水中的桥墩是否受到浮力？

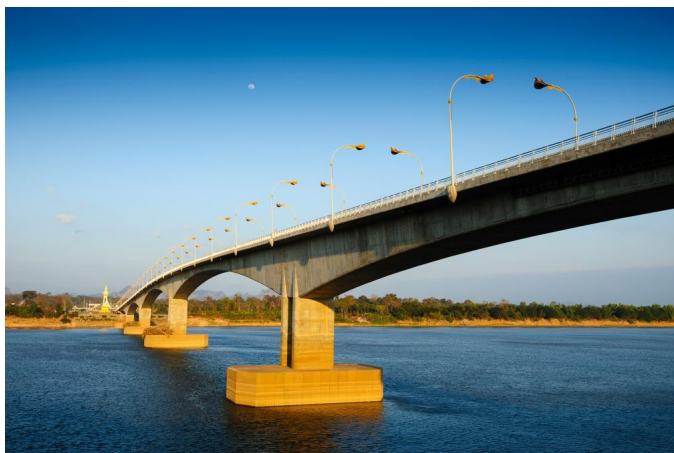


图 9-1-6

桥墩不会受到浮力。

桥墩虽然浸在水中，但由于桥墩的底部深陷入河床的泥土中，也就是桥墩的底部并没有受到液体对它的向上的液体压力（托力），所以，桥墩不会受到向上的浮力。

试思考，烧杯中有一个倒梯形的物体，物体的底部与容器底部紧密接触，如图 9-1-7 所

示，该倒梯形的物体是否受到浮力？



图 9-1-7

由于倒梯形的侧面并不是竖直的，所以侧面受到的水的压力 F_1 、 F_2 都是斜向上的。所以，倒梯形物体即使底部与容器底部紧密接触，仍会受到浮力。

这说明，物体受到向上的液体压力不一定来自物体的底部，物体的任何部分只要受到向上的液体压力时，就会受到向上的浮力。

【试思考：如果物体是按正梯形的样子沉在水底，底部与容器底部紧密接触，此时物体是否受到浮力？】

如何测算浮在水面上的物体受到的浮力大小？

浮力的大小是无法直接测算的，一般都是间接的方式测算出浮力的大小。

比如，对于浮在水面的物体，像轮船，它受到的浮力大小是多少呢？

我们首先分析一下轮船静止在水面时一共受到几个力的作用？

显然，轮船静止在水面上时，它一共受到了两个力，分别是重力 G 和浮力 $F_{\text{浮}}$ ，根据两力平衡原理，这两个力一定是平衡力，所以，这两个力的大小关系是

$$F_{\text{浮}} = G$$

所以，只要我们知道轮船的重力，我们就可以测算出轮船浮在水面时受到的浮力大小了。

如果一个物体放入水中后不会漂浮在水面上，而是会沉入水底，比如石块，那么，像这种会沉入水底的物体受到的浮力大小如何测算呢？

如何测算沉入水底的物体受到的浮力大小？

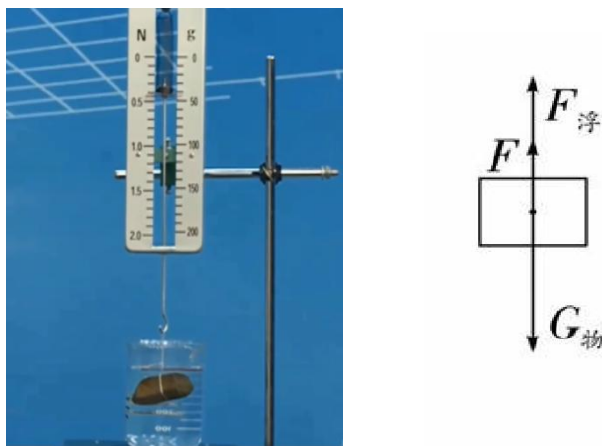


图 9-1-8

如图 9-1-5 所示，浸入水中的石块共受到三个力的作用：分别是地球对石块的重力 $G_{物}$ 、弹簧测力计对石块的拉力 F 和水对石块的浮力 $F_{浮}$ ，由于此时的石块处于静止状态，是一种平衡状态，所以，这三个力是平衡力的关系，它们之间的大小关系如下：

$$F_{浮} + F = G_{物}$$

对上式进行变形，于是等到：浮力的大小等于重力与拉力的差值，表达式如下：

$$F_{浮} = G_{物} - F$$

所以，无论物体是浮在水面，还是会沉入水底，我们都可以根据力的平衡条件可以求解出物体所受浮力的大小。

浮力的方向是怎样的？

如图 9-1-9 所示的实验中，即使我们将盛水的容器是倾斜放置，这时乒乓球被细线拉直的方向仍是竖直向上，与重力方向恰好完全相反。

所以，我们得到的结论是：**浮力的方向始终是竖直向上，并不会因为物体的形状不同，盛水的容器倾斜而发生改变。**

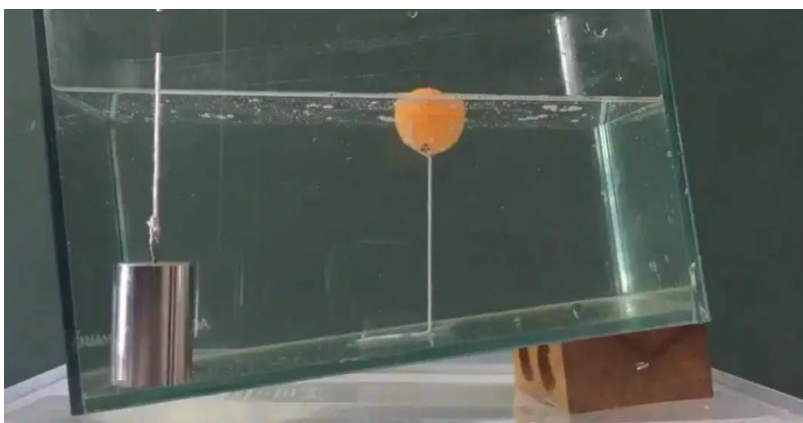


图 9-1-9

为什么会这样呢？

因为浸在液体中的乒乓球处于静止状态，这是一种平衡状态。此时乒乓球受到的浮力与受到的重力是一对平衡力，所以，这两个力的方向一定相反，即浮力的方向一定是竖直向上。的由于浮力与重力平衡，它们的方向也一定是相反的。重力的方向总是竖直向下的，所以，轮船受到的浮力方向也一定是竖直向上的。

猜想浮力的大小与什么因素有关？

浮力的大小可能与什么因素有关呢？

图 9-1-2 的实验过程已经证明，浮力的大小可能与物体浸入液体中的体积有关，物体浸入液体中的体积越大，物体所受的浮力大小也越大。

除了浮力大小与物体浸入液体中的体积有关，我们猜想可能还与液体密度有关。

如图 9-1-10 所示，同样的一个人，相比淡水，在死海中即使不会游泳也不会沉入水中，所以，浮力的大小可能与液体的密度有关。



图 9-1-10

如何进行实验探究浮力与液体的密度有关呢？

因为我们猜想浮力大小与两个因素有关，我们需要使用控制变量法来探究，所以，在探究浮力与液体的密度是否有关时，我们需要控制物体浸入液体中的体积一定。

实验探究浮力大小与液体密度的关系

为了使物体浸入液体中的体积相同，我们采用将物体完全浸没，因为只有浸没时，物体浸入液体中的体积总是与物体体积相等的。

这里强调一下，最早，阿基米德发现，一个物体浸在液体的体积与物体排开液体的体积相等，所以，我们一般也将物体浸入液体中的体积也称为**物体排开液体的体积**，用符号 $V_{排}$ 表示。

所以，物体浸没在液体中，物体排开液体的体积与物体的体积相等，关系式如下：

$$V_{\text{排}} = V_{\text{物}}$$

今后，我们常常会使用物体排开液体的体积来等效描述物体浸入液体中的体积。

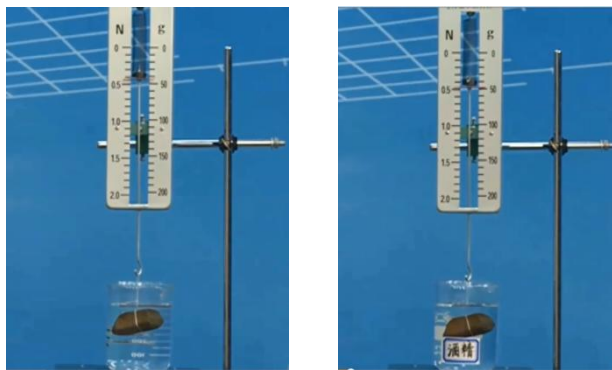


图 9-1-11

如图 9-1-11 所示，我们将同一石头分别浸没在水中和酒精中，然后分别读取弹簧测力计的示数，我们发现水中的弹簧测力计的示数更小。

弹簧测力计的示数更小的，说明液体对物体产生的浮力更大。

所以，我们得到的结论是：**当物体排开液体的体积相同时，液体密度越大，物体所受的浮力越大。**

理论分析浮力的本质是什么

浮力的本质是什么？

我们假定一个长方体浸没在水中，如图 9-1-12 所示，长方体的上下左右前后六个面都会受到水的压力。其中左右前后在水中的深度是相同的，因而水对长方体的压强是相等的。由 $F=pS$ 公式可知，长方体的左右前后面受到的液体压力大小相等。因为前后两面的压力方向相反，大小相等，所以它们是一对平衡力，它们合力也为零，相当于物体在前后两面没有受到

力的作用。同理，左右两面受到的压力也是平衡力，合力为零，也相当于物体在左右两面没有受到力的作用。

我们再观察长方体的上下表面所处的深度，上表面的深度是 h_1 ，下表面的深度是 h_2 。因为 $h_2 > h_1$ ，所以，下表面受到的水的压强比上表面大。又因为上下表面的面积相等，则下表面受到的水的压力 F_2 比上表面受到水的压力 F_1 要大一些。由于上下表面受到的液体压力方向相反，则它们的合力 $F_{合}$ 等于上下表面压力差，即

$$F_{合} = F_2 - F_1$$

又因为 $F_2 > F_1$ ，则合力不为零，且合力的方向与较大的力的方向一致，即竖直向上。

现在，我们知道了浮力的本质是什么了。浮力是一种合力，它的大小等于液体对物体向下的压力和向上的压力之间的差值。写成公式为：

$$F_{浮} = F_2 - F_1$$

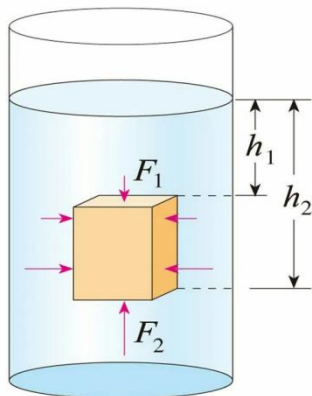


图 9-1-12



本节我们学习的物理规律

1、什么是浮力？

浸在液体或气体中的物体，受到向上的托力，这个托力就叫做浮力，用 $F_{浮}$ 表示。

2、下沉的物体是否受到浮力？

下沉的物体浸在液体中时也会受到浮力。

3、探究浮力的大小与什么因素有关

(1) 物体所受的浮力与物体浸在液体中的体积有关，当液体密度一定时，物体浸在同种液体中的体积越大，则物体受到的浮力也越大。

(2) 浮力的大小与液体的密度有关，当物体浸入液体中的体积相同时，液体密度越大，物体所受的浮力越大。

4、浮力的大小与物体浸入在液体中的深度、物体的密度、物体的重力关系

(1) 无论物体浸没与否，浮力的大小与物体在液体中的深度无关。

(2) 浮力的大小与物体的重力、物体的密度是无关的。

5、浮力的本质是什么？（或者说，浮力产生的原因是什么？）

浮力是一种合力，它的大小等于液体对物体向下的压力和向上的压力之间的差值。

6、浮力的方向

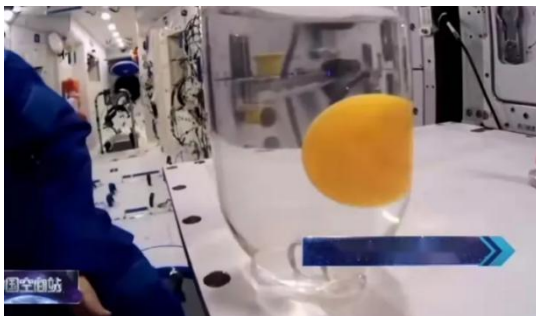
浮力的方向总是竖直向上。



自我检测与巩固

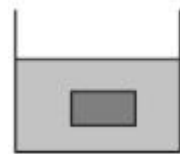
1、2021年12月9日下午15:40“天宫课堂”时隔8年再次开讲，“太空教师”翟志刚、王亚平、叶光富在中国空间站为广大青少年带来了一场精彩的太空科普课。如图是演示浮力消失实验时的情况。下列说法中正确的是（ ）

- A. 乒乓球不受浮力
- B. 乒乓球在水中静止时受平衡力



- C. 乒乓球下表面所受的压力大于上表面所受的压力
- D. 若此时在水中放一个实心铁球，铁球会沉入水中

2、如图所示，将一长方体物体浸没在装有足够深水的容器中恰好处于静止状态，它的上表面受到的压力为 1.8N，下表面受到的压力为 3N，则该物体受到的浮力大小为____N；如将物体再下沉 5cm，其上表面受到的压强增大____Pa，此时其上表面受到液体的压力变为 3N，则下表面受到的压力为____N。（物体没有接触容器底）



3、如图甲所示，弹簧测力计下悬挂一规则柱形实心物块，将其缓慢浸入水中，在此过程中弹簧测力计示数 F 随物块浸入水中深度 h 变化的关系图象如图乙所示，根据图象数据完成下列计算，已知水的密度为 $1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。（忽略水面的变化）

- (1) 物块浸没时浮力大小；
- (2) 物块下表面面积。

