

第三节

密度

自然界中的物质是多种多样的。人们常通过看、嗅、听、尝或触等方式直接鉴别一些物质，但有时这种直接鉴别的方式行不通。例如，你能直接判断奥运会金光闪闪的金牌是纯金的吗？有什么方法能帮助你鉴别呢？本节我们学习一种描述物质性质的物理量——密度。

本节要点

能通过实验，理解密度，知道一些常见物质的密度；能将密度知识与其在生产生活中的应用联系起来；能体会用物理量之比建构物理概念的意义。

密度的概念

相同体积的同种物质，其质量相等。相同体积的不同物质，其质量是否相等？例如，两个相同烧杯装有体积相等的“水”，一杯为纯水，另一杯为盐水，哪杯“水”的质量更大？下面通过实验来验证你的猜想。

将这两杯“水”分别放置在天平的左、右盘（图 5-12），观察指针偏向中央刻度线的左侧还是右侧。从实验观察，你能验证自己的猜想吗？

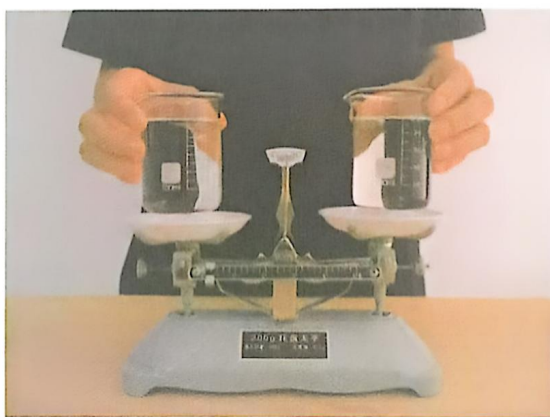


图 5-12 哪杯“水”的质量更大？

若这两杯“水”体积不同，质量不同，不通过品尝还能如何鉴别？同种物质的体积增大，其质量会相应增大，但质量与体积之比是否改变？能否通过物体的质量与其体积之比进行区别？

下面我们通过实验来探究这一问题。

做中学

探究不同物体的质量与体积之比

用天平测出不同体积的立方体铝块的质量，用刻度尺测量铝块边长后算出体积，然后分别计算不同铝块的质量与体积之比，你可得出什么结论？

用类似方法测出某铜块（或铁块）的质量和体积，然后计算它们的质量与体积之比，你又可得出什么结论？

大量实验证明，同种物质的质量与其体积之比是一定的，不同物质的质量与其体积之比一般是不同的。因此，质量与体积之比反映了物质的一种特性。虽然实验中未对水和盐水进行测量，然而通过上述探究，相信你已经能回答鉴别两杯“水”的方法，请说出你的想法。

在物理学中，把由某物质组成的物体的质量与其体积之比叫做这种物质的密度（density）。由密度的定义可知，计算密度的公式为

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ : 密度
 m : 质量
 V : 体积

在国际单位制中，密度的单位是由质量单位和体积单位组合而成的，写作“千克/米³”，读作“千克每立方米”，用符号 kg/m³ 或 kg·m⁻³ 表示。日常生活中，密度的单位还常用克/厘米³，读作“克每立方厘米”，用符号 g/cm³ 或 g·cm⁻³ 表示。

这两个单位的换算关系为 1 g/cm³ = 1 × 10³ kg/m³。



科学书屋

常见物质的密度

自然界的物质种类很多，有的密度大，有的密度小。了解不同物质的密度，不仅可鉴别它们，而且还能让它们各尽所能，服务人类。表 5-2 给出了一些常见物质的密度。

表 5-2 一些常见物质的密度*

| 物质(状态) | 密度 $\rho / (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$ | 物质(状态) | 密度 $\rho / (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$ |
|-----------|---|--------------------------------|---|
| 金(固体) | 19.3×10^3 | 纯水(液体) | 1.0×10^3 |
| 银(固体) | 10.5×10^3 | 柴油(液体) | 0.85×10^3 |
| 铜(固体) | 8.9×10^3 | 酒精(液体) | 0.8×10^3 |
| 铁(固体) | 7.9×10^3 | 汽油(液体) | 0.71×10^3 |
| 铝(固体) | 2.7×10^3 | 二氧化碳(气体, 0℃, 1 个标准 大气压) | 1.98 |
| 玻璃(固体) | $(2.4 \sim 2.8) \times 10^3$ | 氧(气体, 0℃, 1 个标准大气压) | 1.43 |
| 冰(固体, 0℃) | 0.9×10^3 | 空气(气体, 0℃, 1 个标准 大气压) | 1.29 |
| 石蜡(固体) | 0.9×10^3 | 水蒸气(气体, 100℃, 1 个标准 大气压) | 0.6 |
| 海水(液体) | 1.03×10^3 | 氢(气体, 0℃, 1 个标准大气压) | 0.09 |

* 除特别说明外，表中数据均为常温常压下该物质的密度。

密度知识的应用

运用密度知识,可帮助人们鉴别物质,估测物体的体积或质量。例如,我们只要测出教室的长、宽、高,就可根据空气密度估测出教室内空气的质量。

密度知识在生产生活中也有着广泛的应用。例如,农业生产选种时配置盐水,食品工业中鉴别牛奶的品质,航空器材常采用强度高、密度小的材料,而机床底座则需要用坚固、密度大的材料,这些都涉及密度的知识。再如,房间里的暖气一般都安装在墙体的下部,其周围空气因受热体积膨胀、密度变小而上升,温度低的冷空气就从四面八方流过来,使房间的温度迅速升高。我国古代著名水利工程都江堰(图 5-13)飞沙堰的排沙功能,就利用了水和沙石密度不同的原理。

能从运用密度知识解决实际问题中获得成就感,能为我国古人在水利工程上的智慧而骄傲。

素养提升



图 5-13 都江堰



例题

某同学获得了一枚金牌。他想知道该金牌是否是纯金的,于是利用实验室里的器材测出该金牌的质量为 44.5 g, 体积为 5 cm^3 。请根据这些数据判断该金牌是否是纯金的,并写出理由。

分析

本题中已知金牌质量和体积。可根据密度公式算出该金牌的密度,然后与纯金的密度进行比较,从而判断金牌是否是纯金的。

解

由题意,金牌质量 $m=44.5 \text{ g}$, 体积 $V=5 \text{ cm}^3$ 。



策略提炼

解决与密度有关的问题时,通常会涉及物体的质量与体积,计算时注意它们的单位与密度单位是否一致。

判断物体是否由某种材料组成,将算出的密度与该材料的物质密度进行对比,便可鉴别。

根据密度公式，该金牌的密度为

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{44.5 \text{ g}}{5 \text{ cm}^3} = 8.9 \text{ g/cm}^3 = 8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

查密度表可知纯金的密度为 $19.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。

因此，可判断该金牌不是纯金的。

讨论

假设这块体积为 5 cm^3 的金牌是纯金的，它的质量应该有多大？有经验的师傅，用手掂一掂金牌，也可粗略判断其是否是纯金的。这是为什么？



铜线（图 5-14）是工程技术中常用的材料。某型号裸铜线的横截面积为 4 mm^2 ，如果一卷铜线的质量为 10 kg ，你能估算这卷铜线有多长吗？跟同学交流一下你的想法和估算结果。



图 5-14 铜线



1. 一个实心铝块的质量为 27 g ，体积为 10 cm^3 ，则该铝块的密度为 _____ $\text{g/cm}^3 =$ _____ kg/m^3 。将这个铝块削去一半，剩下铝块的质量为 _____ g ，密度为 _____ g/cm^3 。

2. 一个体积是 40 cm^3 的铁球，质量是 156 g ，请判断这个铁球是否是实心铁球，并给出证据。（ $\rho_{\text{铁}} = 7.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）

3. 在工业设计等领域，常将 3D 打印用于制造模型。某同学选用某种塑料来打印自己设计的作品。

(1) 若这种塑料的体积为 10 cm^3 时，质量为 10.5 g ，求这种塑料的密度；

(2) 若用该材料打印出来作品的质量是 42 g ，估算所消耗塑料的体积。

4. 有一块花岗岩碑石, 其体积为 3 m^3 。为了计算其质量, 有人找了一小块同种花岗岩样品, 测得该样品的质量为 14 g , 体积为 5 cm^3 。利用这些数据, 你能算出该花岗岩碑石的质量吗?

5. 小明同学学习密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$ 后认为, 从该公式看, 可以推出“某种物质的密度与其质量成正比, 与其体积成反比”的结论。你认为这种推论对吗? 为什么?

6. 若近似认为人体的密度等于水的密度, 请根据你的质量估算一下自己身体的体积。



请提问

1. 怎样通过物质密度来鉴别钻石?

2. _____

3. _____

.....