



实验十二 测量液体和固体的密度

实验准备

实验目的

1. 会用量筒测量液体的体积、固体的体积,能用天平和量筒测量不同形状固体和液体的密度,体会等量替换的方法。
2. 会利用物理公式间接地测定某个物理量,进一步巩固密度的概念。
3. 在测量固体和液体密度的过程中,熟悉天平、量筒的使用,规范实验操作步骤。

实验原理

质量可以用天平测出。液体和形状不规则的固体的体积可以用量筒或量杯来测量。

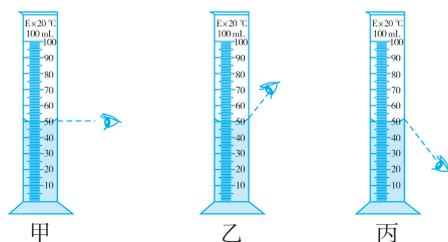
利用 $\rho = \frac{m}{V}$ 计算物体密度。

实验器材

托盘天平、量筒、石块、盐水、烧杯、细线、玻璃棒。

必备知识

1. 认识量筒



(1)量筒:测量液体体积的工具,以毫升为单位标度 $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$ 。

(2)量筒的量程: $0 \sim 100 \text{ mL}$,分度值: 1 mL 。

(3)读数:视线与量筒内液体凹液面的最低处(或凸液面的最高处)保持水平,图甲读法正确,读数时,若俯视(图乙),读出的示数偏大;若仰视(图丙),读出的示数偏小。

2. 用量筒测量不规则形状物体的体积

(1)先在量筒中装入适量的水,读出此时量筒中水的体积 V_1 。

(2)将不规则形状的物体浸没在量筒的水中,读出此时量筒中水面所对应的刻度值 V_2 。

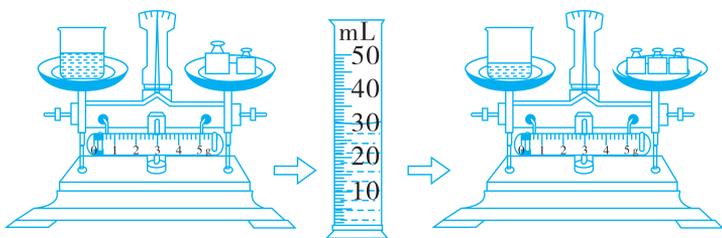
(3)被测不规则形状物体的体积: $V = V_2 - V_1$ 。

实验过程

实验步骤

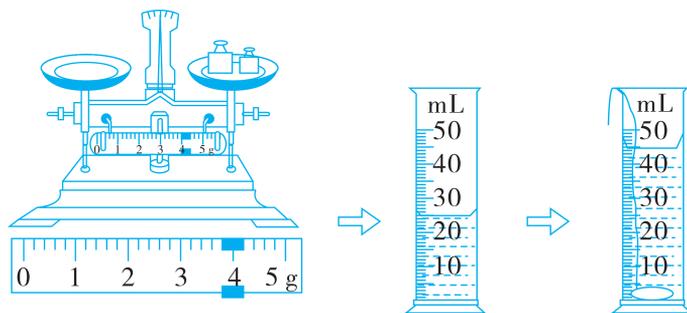
1. 测量盐水的密度

- (1) 将天平放置在水平位置,游码放置在标尺左端零刻度线处,并调节天平平衡。
- (2) 一杯盐水因溶入不同质量的盐而密度不同。将适量的盐和水放入烧杯中,搅拌均匀至完全溶解,制成一杯盐水。
- (3) 用天平测量烧杯和盐水的总质量,记为 m_1 ,将烧杯中的盐水倒入量筒中一部分,体积记为 V ,用天平称取剩余烧杯和剩余盐水的质量,记为 m_2 ,将测量数据和计算结果记录在表中。



2. 测量小石块的密度

- (1) 用天平称量小石块的质量 m 。
- (2) 向量筒内倒入适量的水,读出水的体积 V_1 。
- (3) 用细线拴住石块,将石块缓缓送入量筒内,读出石块和水的总体积 V_2 。将测量数据及计算结果记录在表中。



实验数据

1. 测量盐水的密度

杯和盐水的质量 m_1/g	杯和剩余盐水的质量 m_2/g	量筒中盐水的质量 $m=(m_1-m_2)/g$	量筒中盐水的体积 V/cm^3	盐水的密度 $\rho/(g \cdot cm^{-3})$

2. 测量小石块的密度

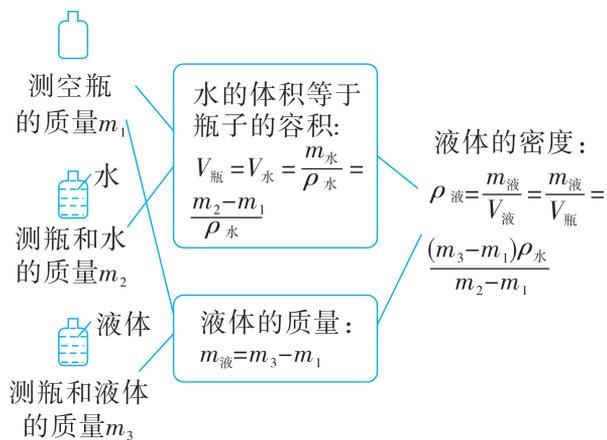
小石块的质量 m/g	量筒中水的体积 V_1/cm^3	量筒中水和石块的体积 V_2/cm^3	石块的体积 V/cm^3	石块的密度 $\rho/(g \cdot cm^{-3})$

思考讨论

1. 在实验中为什么要先测量小石块的质量,再测量小石块的体积?
2. 怎样测量在水中不下沉的物体的密度?

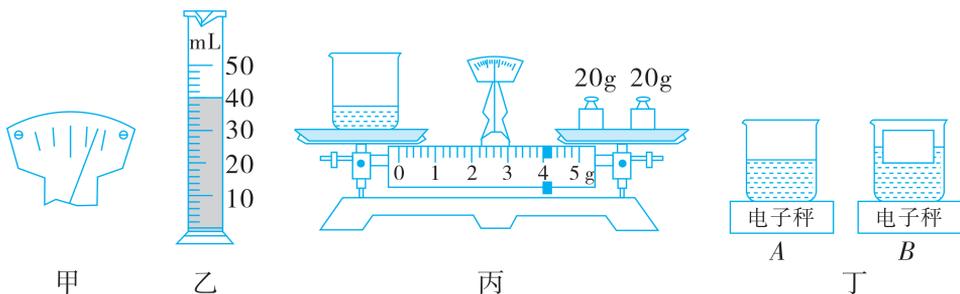
创新实验

满杯法(等效替代法)测液体密度的流程如下图所示,请在此基础上设计实验,测量液体的密度。



1. 兴趣实验活动中,小东利用天平、量筒等实验器材测量酒精的密度。

(1)小东将天平放在水平桌面上,将游码移至标尺左端的零刻度线处,此时指针位置如图甲所示,应向_____ (选填“左”或“右”)调节平衡螺母直至天平横梁水平平衡。



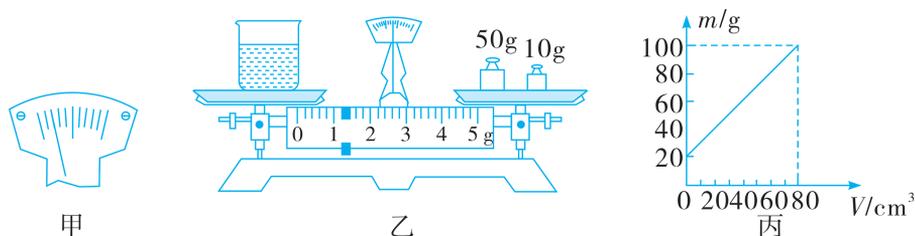
(2)①在烧杯中倒入适量酒精,用天平测出烧杯和酒精的总质量为 78 g。

②将烧杯中部分酒精倒入量筒,液面位置如图乙所示,量筒内酒精的体积为_____ cm^3 。

③用天平测出烧杯和剩余酒精的质量如图丙所示,则其质量为_____ g。

④酒精的密度为_____ g/cm^3 。

2. 小明利用托盘天平和量筒测量某种液体的密度,部分操作过程如图所示。



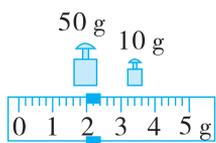
(1)将液体倒入烧杯中,并用天平测量烧杯和液体的总质量,小明按从大到小的顺序将砝码放入右盘,在将砝码盒中最小的砝码放入右盘后,指针仍如图甲所示,接下来他应该_____。

(2)如图乙所示,利用天平测出烧杯和液体的总质量 m 是_____ g。

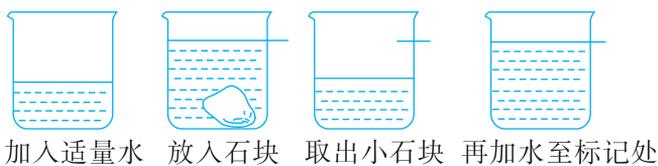
(3)然后将烧杯中的液体倒入量筒中,测量出液体的体积为 V ,多次改变烧杯中液体的质量,得到了几组烧杯和液体的总质量以及液体体积的数据,并绘制出了如图丙所示的 $m - V$ 图像,则液体的密度为_____ g/cm^3 。

(4)本次实验测得液体的密度可能_____ (选填“偏大”或“偏小”),主要原因是_____。

3. 小九同学利用天平、水和烧杯来测量一个不吸水的小石块的密度,请将他的实验步骤补充完整。(已知水的密度 $\rho_{\text{水}} = 1.0 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$)



甲



乙

(1)把托盘天平放在水平台面上,将标尺上的游码移到_____处;如图甲所示,则小石块的质量为_____ g。

(2)如图乙所示,首先往烧杯中加入适量(可淹没石块)的水,测得烧杯和水的总质量为 143 g;然后,把小石块浸没在水中,在水面到达的位置上作标记;取出小石块,慢慢往烧杯中加水,水面到达标记处时停止加水,再测出此时烧杯和水的总质量为 174 g;由此,可以推断出小石块的体积为_____ cm^3 ;计算小石块的密度为_____ kg/m^3 。

(3)在将石块从烧杯中取出时带出一些水,这将导致所测密度_____ (选填“偏大”“偏小”或“不变”)。

评估 反思

实验过程			得分
1	实验准备	清点实验器材,准备实验。	
2	实验操作		
		填写实验报告单。▲	
3	实验整理	整理器材,将器材放回原处。▲	
合计			
备注:			

说明:凡有“▲”的步骤,完成后须举手示意,待指导教师评定后再进行后续操作。实验完毕,确认分数并签名。

指导教师:_____ 学生确认成绩签名:_____

对密度公式的理解

根据密度的概念,已知物体的质量 m 和体积 V ,它们的比值就是物体的密度 ρ ,这也是计算密度的公式,即 $\rho = \frac{m}{V}$ 。

密度是一个用数值的比来定义的物理概念,其公式是 $\rho = \frac{m}{V}$,从形式上看是一个正比例函数,但并不是说物质的密度与物体的质量成正比,与物体的体积成反比。因为密度是物质的一种特性,不同物质的密度一般不同;对于同一物质来说,它的密度不会随物体的质量和体积的改变而改变。

但是,当外界因素如温度、压强、状态发生变化时,物质的密度会发生变化。如大多数物体都有热胀冷缩的性质,即在温度升高时,物体的质量不变,体积增大,则密度会减小;又如水变为水蒸气时,状态发生了变化,密度也发生了变化,水蒸气的密度比水的密度小得多。

实验十二 测量液体和固体的密度

【思考讨论】

1. 提示:若先测小石块的体积,再测质量,则小石块上会附有水分,会使测出的质量偏大,由 $\rho = \frac{m}{V}$ 可知,测出的密度偏大。故先测质量,再测体积,可以减小误差。

2. 提示:(1)压入法:在量筒中装入适量水,记下此时水面对应的刻度值 V_1 ,用一根细而长的铁丝将物体压入水中,记下此时水面对应的刻度值 V_2 ,那么物体的体积为 $V = V_2 - V_1$ 。

(2)配重法:用细线将一个钩码系在物体下面,用细线吊着物体和钩码放入量筒,将钩码先放入量筒,浸没水中,记下此时量筒中水面对应的刻度值 V_1 ,然后将钩码和物体一起浸没于水中,记下此时量筒中水面对应的刻度值 V_2 ,那么物体的体积就是 $V = V_2 - V_1$ 。

【素养达标】

1. (1)左 (2)②40 ③44 ④0.85

2. (1)向右移动游码 (2)61.2 (3)1

(4)偏大 烧杯壁有残留液体,导致测量体积偏小

解析:(1)当小明将砝码盒中最小的砝码放入右盘后,横梁指针仍偏向分度盘的左侧,此时应该调节游码,即向右移动游码,使天平水平平衡。

(2)由图乙知,标尺的分度值为0.2 g,所以烧杯和液体的总质量为:50 g+10 g+1.2 g=61.2 g。

(3)由图像知,烧杯中无液体时,烧杯的质量: $m_{\text{杯}} = 20 \text{ g}$;当液体的体积: $V_{\text{液}} = 80 \text{ cm}^3$ 时,烧杯和液体的质量: $m_{\text{总}} = 100 \text{ g}$,液体的质量: $m_{\text{液}} = m_{\text{总}} - m_{\text{杯}} = 100 \text{ g} - 20 \text{ g} = 80 \text{ g}$,由密度公式得,液体的密度: $\rho_{\text{液}} = \frac{m_{\text{液}}}{V_{\text{液}}} = \frac{80 \text{ g}}{80 \text{ cm}^3} = 1 \text{ g/cm}^3$ 。

(4)由测量过程知,当将烧杯中的液体倒入量筒中,烧杯壁有残留,所以所测体积偏小,由 $\rho = \frac{m}{V}$ 可知,测得的密度偏大。

3. (1)零刻度线 62 (2)31 2×10^3

(3)不变

解析:(1)把天平放在水平桌面上,将游码调到标尺左端的零刻线处;小石块的质量: $m = 50 \text{ g} + 10 \text{ g} + 2 \text{ g} = 62 \text{ g}$ 。

(2)由题可知,取出小石块后往烧杯中加水的质量: $m_{\text{水}} = 174 \text{ g} - 143 \text{ g} = 31 \text{ g}$,

加水的体积: $V_{\text{水}} = \frac{m_{\text{水}}}{\rho_{\text{水}}} = \frac{31 \text{ g}}{1 \text{ g/cm}^3} = 31 \text{ cm}^3$,

小石块的体积: $V = V_{\text{水}} = 31 \text{ cm}^3$;

小石块的密度: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{62 \text{ g}}{31 \text{ cm}^3} = 2 \text{ g/cm}^3 = 2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。

(3)虽然取出小石块时带出一部分水,但当往烧杯中加水时,会将石块带出的水补充上,所以密度的测量值与实际值相等。