

花 **1** 小时的家教成本，
请回 **1** 学期的家教老师！

人民教育版

物理

九年级上学期

解析

◎ **重点**

◎ **难点**

◎ **疑点**



非常教

◎ 青岛出版社

《非常家教》出版说明



知识导航

提纲挈领

帮你明确学习目的,了解章节基本内容,梳理清晰的线索,是你课前预习的良师。



要点点拨

有的放矢

直击重点、难点与考点,点拨核心知识点,记录课堂讲评要点,是你课堂学习的益友。



典例详析

举一反三

精选典型例题,通透讲解,明示诀窍,详析规律,纠正误区,是你快速提高的捷径。



基础自测

知根知底

题目难度适中,涵盖章节基本内容,力求夯实基础,可用于课后及时检测,是你巩固根本的秘方。



能力拓展

触类旁通

优中选精,拒绝题海。帮你有效提升创新能力,增强学习的信心,打造智慧与成功之旅。



学习指南

授人以渔

帮你归纳学习方法,及时总结解题思路,增强学习效果,探求为学之道。



章末总结



温故知新

串联知识点,梳理知识结构;明确中考定位,把握命题趋势;指点迷津,是你自主复习的“非常家教”。



本章测评



量身定做,查漏补缺

名家精心挑选全面涵盖本章内容的各种形式的习题,帮你巩固知识,及时发现不足,从而使复习更有针对性,事半功倍。



挑战中考



因为似曾相识,所以游刃有余!



期中测评



行百里者半九十,一定要再接再厉!



期末测评



面对优异的成绩,非常家教平常心!



第11章 多彩的物质世界 (1)

一 宇宙和微观世界	(1)
二 质量	(5)
三 密度	(9)
四 测量物质的密度	(13)
五 密度与社会生活	(18)
章末总结	(23)
章末测评	(27)

第十二章 运动和力	(30)
一 运动的描述	(30)
二 运动的快慢	(33)
三 长度、时间及其测量	(37)
四 力	(41)
五 牛顿第一定律	(45)
六 二力平衡	(48)
章末总结	(52)
章末测评	(56)

第十三章 力和机械	(59)
一 弹力 弹簧测力计	(59)
二 重力	(63)
三 摩擦力	(67)
四 杠杆	(71)
五 其他简单机械	(75)
章末总结	(80)
章末测评	(85)

第十四章 压强和浮力	(88)
一 压强	(88)
二 液体的压强	(92)
三 大气压强	(98)
四 流体压强与流速的关系	(103)
五 浮力	(107)
六 浮力的应用	(111)
章末总结	(116)
章末测评	(122)

期中测评	(125)
------	-------

期末测评	(128)
------	-------

参考答案	(131)
------	-------

第十一章 多彩的物质世界

一 宇宙和微观世界



知识导航

勇于开始，才能找到成功的路

一、宇宙的组成

1. 宇宙中拥有 _____ 个星系，银河系只是其中之一。
2. 银河系有 _____ 颗恒星，太阳只是其中之一。
3. 地球是太阳周围的 _____ 大行星之一。地球及其他天体都是由 _____ 组成的。

二、物质的组成

1. 物质是由 _____ 组成的。
2. 分子：保持物质 _____ 的极其微小的粒子。
3. 分子的大小：只有百亿分之几米，通常以 _____ 为单位来量度。

三、固态、液态、气态的微观模型

物态	分子排列	分子间作用力	形状	流动性	分子间距
固体	十分紧密	_____	_____	无	_____
液体	位置不固定 运动自由	比固体的小	_____	有	较大
气体	极度散乱 间距很大	_____	无固定的形状，易被压缩	_____	_____

四、原子及其结构

1. 原子由 _____ 和核外绕核旋转的 _____ 组成，原子的核式结构与 _____ 相似。
2. 原子核由 _____ 和 _____ 组成。

五、纳米科学技术

1. 纳米是一个 _____ 单位，符号是 nm。
 $1\text{ nm} = \text{_____ m}$ 。
2. 纳米科学技术是 _____ 的科学技术，用纳米技术制成的产品可具有 _____、超强的功能和超乎寻常的使用价值。



要点点拨

读书不知要领，苦而无功

1. 物质是由分子组成的

任何物质都是由极其微小的粒子组成的，这些粒子保持了物质原来的性质，我们把它们叫做分子。一般分子的大小只有百亿分之几米，用肉眼不能看到，电子显微镜可以帮助我们观察到它。

注意：分子很小，如一滴水约含有 30 亿个水分子，但分子并不是物质世界中最小的粒子。

2. 固态、液态、气态的微观模型

1. 多数物质从液态变为固态时体积变小（水例外），从液态变为气态时体积会显著增大。物质的状态变化时体积发生变化，主要是由于构成物质的分子在排列方式上发生了变化。

2. 物质的分子的排列方式不同，决定了物质具有不同的状态和特征。

① 固态物质中，分子的排列十分紧密，分子间有强大的作用力，因此，固体具有一定的体积和形状。

② 液态物质中，分子没有固定的位置，运动比较自由，分子间的作用力比固体的小，因此，液体没有确定的形状，具有流动性。

③ 气态物质中，分子极度散乱，间距很大，并以高速向四面八方运动，分子间的作用力极小，容易被压缩，因此，气体具有流动性。

3. 原子及其结构

物质由分子组成，分子由原子组成，原子虽然很小，但仍可以分，且结构与太阳系相似，它由居于原子中心的原子核和绕核高速运动的核外电子组成的，研究发现原子核由质子和中子组成，而质子和中子则由更小的夸克粒子组成。

注意：原子的核式结构模型，是科学家模拟出的原子结构图形，它只能帮助我们理解原子的大致结构，而不是原子结构的真实再现。

4. 宏观世界与微观世界尺度的比较

(1) 宏观世界与微观世界的组成及运动特点不同，其区别如下表：

宇宙	物质
由许多星系组成	由无数个分子组成
星系在不断运动	分子在不断运动
太阳系	原子
太阳	原子核
八大行星等绕太阳运动	电子绕原子核运动

(2)一切天体都是由物质组成的,物质由分子组成,分子由原子组成,原子由原子核和电子组成,原子核由质子、中子组成,因此其尺度由大到小的顺序是:

天体→分子→原子→原子核→ $\begin{cases} \text{质子} \\ \text{中子} \end{cases}$

典例详析

读书之法,莫贵于循序而致精

例题 1

下列关于分子的说法,正确的是 ()

- A. 分子是微观世界中的最小微粒
- B. 酒精和水混合后总体积变小,说明混合后分子体积减小了
- C. 分子是保持物质原有性质的最小微粒
- D. 以上说法均不正确

指点迷津

分子是人们认识物质微观世界的第一道大门,它是保持物质原有性质的最小微粒,故 C 项正确;而分子则由更小的粒子——原子组成,故 A 项错误;由于分子间有间隙,酒精与水混合后,酒精分子和水分子彼此进入对方的间隙中,使总体积减小,而分子的大小并没有发生改变,故 B 项错误。

【答案】 C

例题 2

下面关于固体、液体、气体有不同特征的原因叙述正确的是 ()

- A. 固体既有一定的体积,又有一定的形状,是因为分子间的作用力太小
- B. 气体可以流动,是因为气体分子间完全没有作用力
- C. 液体没有确定的形状且有流动性,是因为液体分子作用力较小,分子位置不固定
- D. 固体具有确定的形状,是因为固体的分子之间没有间隙

指点迷津

固体具有一定的体积和形状,是因为分子的排列十分紧密,但也有一定的间隔,分子间有强大的作用力,故 A 和 D 错误;液体没有确定的形状且有流动性,是因为液体分子没有固定的位置,运动比较自由,分子之间作用力较小,应选 C;气体分子排列极度散乱,间距很大,粒子间的作用力极小而不是完全没有,故 B 错误。

【答案】 C

例题 3

关于原子和原子核,以下叙述正确的是 ()

- A. 原子核带正电,电子带负电
- C. 原子核外的电子带负电,并固定在某一位置
- B. 原子核位于原子的中央,带负电
- D. 原子核内有带正电的质子和带负电的中子

指点迷津

根据原子的核式结构可知:原子核在中央,它带正电,电子在核外,带负电,正电和负电之间存在着引力.在这个引力的作用下,电子绕核高速旋转,由此可知 A 对,B、C 错.原子核由质子和中子组成.质子带正电,中子不带电,故 D 错。

【答案】 A

解题诀窍

本题考查原子和原子核的结构,原子虽然很小,但仍可以分,且结构与太阳系相似,它由居于原子中心的带正电的原子核和绕核高速运动的带负电的核外电子组成的,研究发现原子核由带正电的质子和不带电的中子组成,而质子和中子则由更小的夸克粒子组成。

例题 4

液态的蜡在凝固时中间凹陷下去,钢水变成钢锭时凝固面是凹陷的.这些现象说明 ()

- A. 物质从液态变为气态时,体积变小
- B. 物质从液态变为固态时,体积一定变小
- C. 物质从液态变为固态时,体积一般变小
- D. 以上说法都不对

错解
B

错解分析

本题忽略了水凝固成冰时体积变大这一特点,误认为物质从液态变为固态时,体积一定变小.正确的应是大多数物质从液态变为固态时体积变小,或物质从液态变为固态时,体积一般变小.

【正解】 C

例题 5

按照物质世界主要物体的大致尺度从小到大的顺序,排列正确的是 ()

- A. 原子核、分子、原子、生物体、地球、太阳系、银河系
- B. 原子核、原子、分子、生物体、地球、银河系、太阳系
- C. 原子核、分子、原子、生物体、地球、银河系、太阳系
- D. 原子核、原子、分子、生物体、地球、太阳系、银河系



指点迷津

微观世界尺度从大到小可按分子——原子——原子核——质子(中子)的隶属关系来记,宏观世界尺度从大到小可按:宇宙——银河系——太阳系——地球来记.

【答案】 D



解题诀窍

物质从宏观到微观,从大到小其直径尺度分别为宇宙、银河系(十万光年)、太阳系、地球、分子、原子、原子核、质子、夸克.

基础自测

做的技艺,来自做的过程

一、选择题

1. 原子核是由下列哪组粒子组成的 ()
 - A. 质子和电子
 - B. 质子和中子
 - C. 中子和电子
 - D. 质子、中子和电子
2. 如果把分子看成是小球,一般分子的直径是 ()
 - A. 10^{-6} m
 - B. 10^{-12} m
 - C. 10^{-10} m
 - D. 10^{-8} m

3. 地球距离太阳的位置适宜,才有了人类的生存与繁衍,那么,地球位于靠近太阳的 ()

- A. 第一轨道上
- B. 第二轨道上
- C. 第三轨道上
- D. 第四轨道上

4. 下列对固态物质分子排列的特点描述正确的是 ()

- A. 分子排列十分紧密,粒子间有强大的作用力
- B. 分子极度散乱,间距很大,粒子间作用力极小,容易被压缩
- C. 分子没有固定的位置,运动比较自由,粒子间的作用力较小
- D. 分子排列十分紧密,粒子间作用力很小

5. 下面关于宇宙的说法中正确的是 ()

- A. 宇宙是由银河系和太阳系组成的
- B. 太阳系中只有八大行星绕太阳运行
- C. 宇宙中有数十亿个星系,银河系是其中的一员
- D. 宇宙是由银河系组成,太阳是银河系中的一员

6. 下列说法中正确的是 ()

- A. 一般分子的直径大于 1 nm
- B. 蛋白质分子比病毒分子直径大
- C. 纳米科学技术是纳米尺度即 1 nm 的科学技术
- D. 我国在纳米技术研究上具有世界先进水平

7. 一百多年来,科学家们一直在微观世界领域不懈地探索着.下列微粒按空间尺度从大到小排列的顺序正确的是 ()

- A. 分子 质子 夸克 电子
- B. 分子 原子核 质子 夸克
- C. 原子核 电子 质子 分子
- D. 分子 原子 夸克 原子核

二、填空题

8. 纳米技术是指在纳米尺度内的科学技术,它是现代化科学技术的前沿,纳米是很小的长度单位,一张纸的厚度大约只有 0.1 mm,合 _____ nm.

9. 如图 11-1-1 是同种物质的三种不同状态下的分子结构,其中甲图表示物质处于 _____ 态,物质从丙图变化到乙图时,组成物质的体积变 _____, 分子间作用力变 _____.

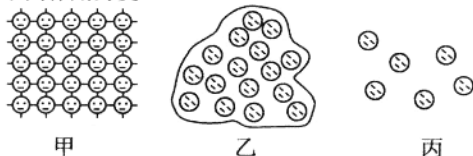


图 11-1-1

三、简答题

10. 小明和同学们到学校的木工房搬桌椅时发现,用乳胶粘木制的家具,只有等干了才结实,你能说明原因吗?



能力拓展

有志者自有千计万计,无志者只感千难万难

11. 探究物质由液态变为固态时,体积如何变化.

(1)设计实验:选用蜡作为研究对象.先将蜡熔化成液态蜡,放在烧杯里,记下液面所在的刻度位置.然后使它凝固成固态,观察它的体积变化.结论是_____.

(2)用水做进一步探究.水结冰后观察它的体积变化,结论是_____.

(3)通过(1)、(2)的探究,你有什么发现?

12. 阅读材料,回答问题.

纳米(nm)是长度单位,就是 10^{-9} (10 亿分之一) m,1 nm 大体上相当于 4 个原子的直径.纳米科学技术,有时简称为纳米技术,是指研究结构尺寸在 0.1 nm~100 nm 范围内材料的性质和应用的技术.科学研究表明,当物质被细分到纳米尺度,即物质小颗粒的尺度小到 0.1 nm~100 nm 时,物质原有的属性一般会发生比较显著的变化.所以使得纳米材料在许多物理、化学性质上显示出独特的小尺寸效应、表面效应等特性.人们对纳米材料的研究正是利用它在某一特性方面的变化来改变原材料的效能.纳米技术将成为 21 世纪的主导技术.

(1)人的头发直径约为 20 微米(μm),等于_____

纳米(nm),相当于_____个原子排列的长度.

(2)在文中用横线标出什么是纳米技术?

(3)文中指出纳米材料有什么性质?

(4)人类利用纳米材料的方向是什么?



学习指南

学习最大的敌人是遗忘

合理选取物质尺度的单位

为了合理地衡量各种尺寸的物质的尺度,一般引入三种单位:

1. 在太阳系内部用“天文单位(Au)”表示天体间的距离,取地球到太阳的平均距离为一个天文单位(Au), $1\text{Au}=1.496\times 10^{11}\text{m}$.

2. 在各恒星,以及星系之间用“光年(l.y.)”表示天体间的距离,把光在一年所走过的距离称为一光年(l.y.), $1\text{l.y.}=9.461\times 10^{15}\text{m}$.

3. 衡量分子、原子等微观粒子用“纳米(nm)”, $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$.

二 质量



知识导航

勇于开始，才能找到成功的路

一、质量

1. 概念：物理学中，物体所含_____的多少叫做质量。通常用字母_____表示。

2. 在国际单位制中，质量的单位是_____，符号是_____，常用的比它大的单位有_____，比它小的单位有_____、毫克(mg)等。它们同千克的关系是： $1\text{ kg} = \text{_____ g}$ ； $1\text{ mg} = \text{_____ kg}$ ； $1\text{ t} = \text{_____ kg}$ 。

二、质量的测量与天平的使用

1. 测量工具：

(1) 实验室工具：_____。

(2) 实际生活中的工具：托秤、磅秤、_____、_____等。

2. 托盘天平的使用：

(1) 使用天平以前要知道天平的“称量”，即_____；向盘中加减砝码时要用_____，不能用手接触砝码，不能把砝码弄湿、弄脏；潮湿的物体和化学药品不能直接放到天平的盘上。

(2) 使用前要使横梁平衡：把天平放在_____上，把游码放在标尺左端的_____，调节横梁右端的_____，使指针指在分度盘的中线处。平衡螺母的调节方法：指针偏左，向_____调；指针偏右，向_____调。

(3) 测量时：把被测物体放在_____盘里，用镊子向_____盘里加减砝码，必要时向右移动游码，直到横梁恢复平衡。

(4) 读数：被测物体的质量等于_____。



要点点拨

读书不知要领，苦而无功

1. 质量

(1) 质量是物体本身的一种属性，其属性体现在物体的质量不随物体的形状、温度、状态和位置的改变而改变。如一个铝块锻压成铝片、熔化成液态、被宇航员带到太空，所含铝的多少不变。

(2) 在生活中，人们经常用公斤、市斤、两等单位，但它们不是国际单位。它们与千克的换算关系为： $1\text{ 千克} = 1\text{ 公斤} = 2\text{ 市斤} = 20\text{ 两}$ 。

2. 天平的使用

(1) 使用之前，要认清天平的称量范围，避免超出这个范围，损坏天平；要看清标尺的分度值。

(2) 使用时，要注意以下六项：

①放：把天平放在水平台上；

②拨：把游码拨至标尺左端零刻度线处；

③调：调节横梁右端平衡螺母，使指针在分度盘中线处；

④测：物体放左盘，按照先大后小的顺序，用镊子往右盘加、减砝码，再调节游码，至指针又指在分度盘中线处。

⑤读：左盘物体质量等于右盘砝码质量加游码对应刻度值，即 $m_{\text{物}} = m_{\text{砝}} + m_{\text{游}}$ 。

⑥收：实验完毕，应整理好器材。

记忆要点

天平放置要水平，游码归零再调平；天平平衡勿移位，两盘对调不可行；提取砝码用镊子，左物右码两盘分；移动游码看指针，指针中央示平衡。

3. 台秤的使用

(1) 台秤的构造及各部分名称(如图 11-2-1 所示)。

(2) 台秤的使用方法：

首先，将台秤放在水平台上。

然后，将游码放在秤杆左端零刻线处，并调节调零螺母至秤杆水平。

最后，在秤盘放物体，在砝码盘加增减槽码并适当向右移动游码至秤杆水平。

读数：物体质量等于槽码所标的质量加游码对应刻度值。



典例详析

读书之法，莫贵于循序而致精

例题 1

下列过程中使物体质量发生变化的是 ()

- A. 一块冰化成水
- B. 将一块铁烧红
- C. 将一块石头由月球带到地球
- D. 墨水瓶中墨水用掉一部分

指点迷津

一块冰变成水,物体的状态发生了改变,但组成物质的“物质的量”,即分子个数没有发生改变,因此物质的多少——质量就没有变化。将一块铁烧红,铁的温度升高了,但其所含物质的多少并没有改变;将一块石头由月球带到地球,位置改变了,但质量不变;墨水瓶中墨水用掉一部分,所含物质的多少发生了改变,其质量减少了。故选D。

【答案】 D

例题 2

用已调好的托盘天平称量药品,药品应放在天平的_____盘内。若当砝码放入天平盘时,指针偏向分度盘的右侧,则应_____砝码的质量(选填“增大”或“减小”)。当横梁平衡时,盘内砝码及游码位置如图11-2-1所示,则被测药品质量是_____g。在测量过程中,若不小心把物体放在了右盘,砝码放在了左盘,游码位置仍如图11-2-1所示,则被测药品质量是_____g。

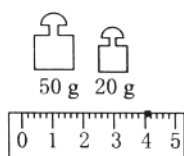


图 11-2-1

指点迷津

放物体时,应遵守左物右码。若指针偏右,则右端下沉相当于砝码重,则应减少砝码。砝码质量与游码所对应刻度值之和即为物体质量。若物体和砝码放反了,物体质量应等于砝码质量减去游码所对应刻度值。

【答案】 左 减小 74 66

解题诀窍

本题在实验技能上要求会调节和使用托盘天平称物体的质量,其中包括调节平衡螺母及游码的操作、称量结果的正确读数等方面的能力。解答此类题要注意观察题目中图示内容所提供的信息,如:游码所对的刻度,指针的偏向、砝码的数值等。读游码的示数时要注意先认清标尺的最小刻度值,根据游码左侧对应的刻度线读数。

例题 3

小丽手头有几百枚相同的邮票和一架带有砝码的天平,你能帮助她测出一张邮票的质量吗?

指点迷津

测量较轻小物体的质量,要先测量整体质量,再算单个物体质量。

【答案】 首先调节天平平衡,然后再测几十枚邮票的总质量,最后用总质量除以枚数,即为每枚邮票的质量。

解题诀窍

测较轻小的物体的质量时,其质量如果小于天平的最小“称量”,我们可应用“累积法”测出它的质量,即取 n 个小物体称出其质量 m ,则每个小物体的质量等于 $\frac{m}{n}$ 。

例题 4

使用天平称量物体质量时,天平已经平衡,右盘有20 g和5 g的砝码各1个,游码位置如图11-2-2所示,则该物体的质量是_____。

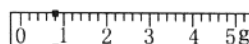
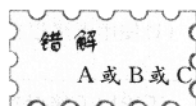


图 11-2-2

- A. 26.1 g B. 26.2 g
C. 26.0 g D. 25.8 g

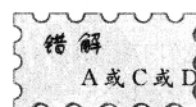
错解分析

A的错误有两点:把标尺的分度值弄错,认为是0.1 g;读数时误将游码右边所对应的刻度线为标准读数,也就是造成B的错误之处;C误认为游码中间对应刻度值为读数结果。其中正确的分析为:读取游码所对应的刻度时,应以游码左边的数值为准。

【正解】 D

例题 5

某同学用托盘天平称一物体的质量,将天平调节平衡后,估计这物体的质量约为50 g,就把物体和砝码分别正确地放入盘中,发现指针明显地偏向分度盘中线的左侧,那么他应该_____。



- A. 减少砝码
- B. 增加砝码
- C. 将横梁右端的平衡螺母向右移动
- D. 将横梁右端的平衡螺母向左移动

错解分析

错选 A, 原因是没理解指针总是偏向质量较大的一端。题目中的指针向左侧偏, 说明这时左盘里被测物体的质量大于右盘里砝码的质量, 物体的质量是一定的, 只能向右盘里增加砝码。答案 B 才是可行的。错选 C 和 D, 原因是不知道已调好的天平, 在测量过程中横梁两端的平衡螺母绝对不能调。因为如果这时调节横梁两端的平衡螺母, 相当于把原来已调的达到标准的天平的平衡给破坏了, 这样测的物体的质量不准确。

【正解】 B

例题 6

如图 11-2-3 所示是一些商店里使用的台秤, 它的工作原理与天平相同, 不过两臂长度不等。请根据图形填空, 并回答下列问题:

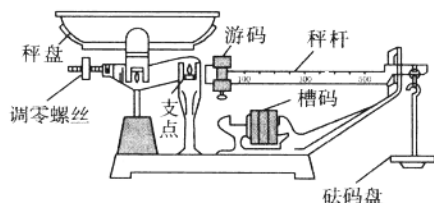


图 11-2-3

(1) 台秤的 _____ 和 _____ 相当于天平的两个盘, _____ 相当于砝码, _____ 相当于天平的平衡螺母;

(2) 怎样知道台秤的横梁平衡? 怎样调节才能使横梁平衡?

(3) 如果秤盘底部粘有橡皮泥, 那么用它称出的物体的质量是比物体的真实质量小, 还是比物体的真实质量大?



指点迷津

台秤的结构和用法与天平类似, 使用之前要调平, 与天平的不同之处在于调节秤杆平衡时, 调零螺丝在左端, 平衡标志是秤杆水平。

【答案】 (1) 秤盘 砝码盘 槽码 调零螺丝

(2) 秤杆水平。先把游码放在左端零刻线处, 再旋动调零螺丝。 (3) 称出的物体质量比物体的真实质量大。

解题诀窍

利用类比的方法, 根据托盘天平的使用, 抓住共同点与差异, 推导类出台秤的调节与使用, 可提高学习效率。

基础自测

做的技艺, 来自做的过程

一、选择题

1. 下列物品中, 质量为 1.5×10^4 mg 的可能是 ()

- A. 电脑
- B. 课桌
- C. 钢笔
- D. 中学生的质量

2. 我国于 2008 年 9 月 25 日发射的“神舟七号”首次推出宇航员出舱太空行走, 如果小明在地球上的质量是 55 kg, 当“神舟七号”把小明带到太空中时, 他的质量将 ()

- A. 变大
- B. 变小
- C. 不变
- D. 变为 0

3. 关于物体的质量, 下列说法中正确的是 ()

- A. 质量是指物体品种的好或坏
- B. 一块冰融化成水, 质量变小
- C. 质量不是物质的属性
- D. 质量的大小是由物体所含物质的多少决定的

4. 托盘天平是科学实验中常用的仪器, 下列关于使用天平的说法中, 不正确的是 ()

- A. 称量物体前首先应估计被测物体的质量, 以免超过最大称量
- B. 称量时, 向右移动游码, 相当于向右盘加砝码
- C. 不管桌面是否水平, 只要调平横梁就可以称量
- D. 不能把化学药品直接放在托盘里称量

5. 使用已调好的托盘天平, 按规范的操作来称量某物体的质量, 添加了一些砝码后, 若指针偏右, 则下一步应该 ()

- A. 往右盘中加砝码
- B. 从右盘中减砝码
- C. 向右移动游码
- D. 向左调平衡螺母

6. 若游码未放在标尺的左端零刻线处就直接调节横梁的平衡, 用这样的天平称物体的质量, 其测量值比物体的真实值 ()

- A. 偏大
- B. 偏小
- C. 一样大
- D. 无法确定

7. 用天平称量出 100 g 水的步骤如下: ①把天平放在水平台上; ②调节横梁的螺母, 使横梁平衡; ③在

右盘中加减砝码,并移动游码位置使天平平衡;④将空杯放在左盘里;⑤右盘中砝码总质量与游码在标尺上的读数之和就是空杯的质量;⑥把游码放在标尺的零刻度线处;⑦在右盘内再放入 100 g 的砝码;⑧在左盘空杯内加水,直到天平平衡.其最合理的顺序是

()

- A. ①②③④⑤⑥⑦⑧
- B. ①⑥②④③⑦⑧
- C. ①③②④⑤⑥⑦⑧
- D. ①②⑤④③⑥⑦⑧

二、填空题

8. 一个鸡蛋的质量大约是 50 _____,一只苹果的质量大约是 0.15 _____,五张邮票的质量大约是 50 _____.

9. 用已调节好的托盘天平测量铜块的质量,当天平平衡时,右盘中砝码有 50 g、20 g、10 g 各 1 个,游码的位置如图 11-2-4 所示,则该铜块的质量是 _____ g. 若把上述实验移到山顶上进行,测得的该铜块的质量将 _____.(选填“变大”“不变”或“变小”)



图 11-2-4

10. 下面是用托盘天平称量物体质量的几个步骤:

- A. 调节横梁平衡
- B. 把天平放在水平桌面上
- C. 把游码移在零刻度线位置
- D. 把物体放在左盘
- E. 在右盘内放入砝码或移动游码,直至横梁平衡

- F. 把砝码放回砝码盒
- G. 记录称量结果

正确的顺序应该是 _____.

三、实验探究题

11. 某同学用托盘天平称化学药品的质量时:

(1)他把已调好的托盘天平搬到另一个实验桌上,则使用前 ()

- A. 只需将天平放到水平台上
- B. 只需调节横梁平衡
- C. 不必再调节
- D. 先把天平放到水平台上,再调节横梁平衡

(2)重新调节天平平衡后,把药品放到天平右盘

中,用手向左盘中减砝码,并移动游码的位置,直到指针指在分度盘的中央,记下盘中砝码的质量,此质量便是该药品的质量.他在操作中存在的错误有:

- ① _____;
- ② _____;
- ③ _____;
- ④ _____.

12. 小明利用天平测一块小石块的质量.

(1)他将天平放在水平桌面上,当调节天平横梁平衡时,将游码移至横梁尺左端零刻度线处,发现指针停在分度盘的右侧,他应将平衡螺母向 _____(选填“左”或“右”)移动,使天平平衡.

(2)他测量小石块质量时的情形如图 11-2-5 所示,其中违反操作规定的是 _____.

(3)图中小石块的 actual 质量是 _____ g.

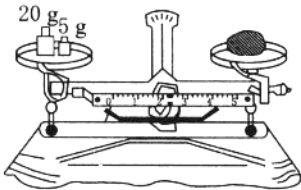


图 11-2-5

13. 用天平称一瓶水的质量时,佳佳的做法是:先测出瓶子的质量 m_1 ,再将瓶子装满水测出总质量 m_2 ,则一瓶水的质量为 $m_2 - m_1$;小刚的做法是:先将瓶子装满水,测出总质量 m_2' ,再将水倒掉,测出瓶子的质量 m_1' ,则这瓶水的质量为 $m_2' - m_1'$.这两种方法哪一种更好些?为什么?



14. 小红同学在用天平测物体的质量的实验中，首先取来托盘天平放在水平桌面上，发现如图 11-2-6 甲所示情况。

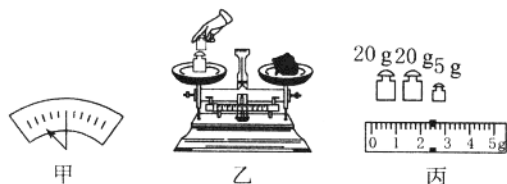


图 11-2-6

(1) 她应采取的措施是_____；

(2) 天平调节平衡后，小红按图乙所示的方法来称量物体的质量，小英立即对小红说：“你操作时至少犯了两个错误。”小英所说的两个错误是：

- ①_____；
- ②_____。

(3) 小红虚心地听取了小英的建议，重新进行操作。在称量过程中，又出现了如图甲所示的情况，她应_____。

(4) 天平再次平衡后，所用砝码和游码位置如图丙所示，那么小红所称量物体的质量是_____g。



怎样合理使用最小砝码和游码

学校实验室中的托盘天平其最小砝码的质量通常就是称量标尺的最大值。例如天平最小砝码为 5 g，称量标尺最大值为 5 g，根据标尺上的刻度可确定分度值。

在测量过程中会出现两种情况：一是放入质量最小砝码时，指针偏右，若将这最小砝码取出，指针偏左，下一步应取出最小砝码，将处在零刻线位置的游码向右调；二是放入质量较大砝码（指比最小砝码略大）指针偏右，将这个砝码取出，放入最小砝码，指针偏左，下一步应调游码（此时最小砝码仍在天平右盘）。



一、物质的质量与体积的关系

同一种物质的质量与它的体积成_____，不同物质其质量与体积的比值一般_____。

二、密度

1. 定义：在物理学中，把某种物质单位体积的质量叫做这种物质的_____。

2. 公式： $\rho = \frac{m}{V}$ ，其中 ρ 表示_____，单位为_____； m 表示_____，单位为_____； V 表示_____，单位为_____。

三、密度的应用

1. 鉴别物质：求出密度，对照_____，查出物质的种类。

2. 求质量：对不方便称质量的物体来说，根据物质的密度和测得的_____求出物体的质量。

3. 求体积：对于不方便测体积的物体来说，根据_____和_____可求出其体积。



1. 物质的质量与体积的关系

同种物质的质量和体积具有正比的关系，即同种物质的质量与体积的比值是相同的；不同物质，其比值一般不同。

注意：同种物质的质量与体积的比值是一定的，其比值不随质量或体积的改变而改变；不同物质，它们的质量与体积的比值一般不同，它反映了不同物质的不同属性。

2. 密度

(1) 密度是物质的特性之一，它是表示相同体积的不同物质质量不相等的特性。对于同一种物质来说，它的密度与它本身的体积、质量的大小无关。当物体的体积增大几倍，其质量一定增大几倍。每种物质的质量与体积的比值是一定的。

(2) 对于同一种物质，它的密度不变的说法是有一定条件的，即状态不变，温度不变，则密度不变。

(3) 密度的单位由质量的单位和体积的单位复合而成的。在国际单位制中密度的单位是 kg/m^3 ，实用单位是 g/cm^3 ，其关系 $1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。

3. 密度的应用

由密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$ 变形可得 $m = \rho V$ 和 $V = \frac{m}{\rho}$ 两个公式,这三个公式分别代表密度知识的三个方面的应用.

应用类型	应用公式	适用情况
求质量	$m = \rho V$	质量不易直接测量的物体(如高大建筑物、空气等)
求体积	$V = \frac{m}{\rho}$	体积不便直接测量的物体(如铜线的体积、人体的体积)
求密度	$\rho = \frac{m}{V}$	测量物质的密度、鉴别物质

典例详析

读书之法,莫贵于循序而致精

例题 1

$2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 = \underline{\hspace{2cm}}$
g/cm³

错解

2.7×10^6

错解分析

认为 kg 比 g 大, m³ 比 cm³ 大,因此误认为 kg/m³ 比 g/cm³ 大,造成上述错误的出现. 其中正确的分析为: $1 \text{ kg} = 1\,000 \text{ g}$, $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$, $2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 = 2.7 \times 10^3 \times 10^3 \text{ g}/10^6 \text{ cm}^3 = 2.7 \text{ g/cm}^3$.

【正解】 2.7

例题 2

如图 11-3-1 所示为探究甲、乙两种物质质量跟体积的关系时作出的图象. 以下分析正确的是

()

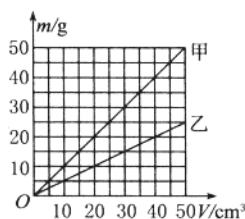


图 11-3-1

- A. 同种物质的质量跟体积的比值不同
- B. 不同物质的质量跟体积的比值相同
- C. 甲物质的质量跟体积的比值比乙物质大
- D. 甲物质的质量跟体积的比值比乙物质小

指点迷津

同种物质的质量与体积的比值是相同的,故 A 错误;不同物质的质量与体积的比值一般是不同的,故 B 错误;分析比较图象可知甲物质的质量跟体积的比值大于乙物质的质量跟体积的比值,故 C 正确,D 错误.

【答案】 C

解题诀窍

同种物质的质量与体积的比值是一定的,其比值不随质量或体积的改变而改变;不同物质,它们的质量与体积的比值一般不同,它反映了不同物质的不同属性.

例题 3

从密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$ 看,下列说法中正确的是 ()

- A. ρ 与 m 成正比
- B. ρ 与 V 成反比
- C. 对于同一种物质而言, m 与 V 成正比
- D. 以上说法均正确

错解

A 或 B

错解分析

单纯从数学角度分析公式,忽略了密度的物理意义,密度是物质本身的一种特性,其大小与物质种类、状态有关,而与质量、体积无关,对于同一种物质来说, ρ 是确定的,不存在与 m 成正比,与 V 成反比的关系.

【正解】 C

例题 4

能装下 1 kg 水的容器能否装下 1 kg 的酒精?

指点迷津

$$\rho_{\text{水}} = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3, m_{\text{水}} = 1 \text{ kg}, \text{而 } V_{\text{容}} = V_{\text{水}} \\ = \frac{m_{\text{水}}}{\rho_{\text{水}}} = \frac{1 \text{ kg}}{1.0 \times \frac{10^3 \text{ kg}}{\text{m}^3}} = 10^{-3} \text{ m}^3.$$

$$\rho_{\text{酒}} = 0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3, \text{若装满酒精,则 } V_{\text{酒}} = V_{\text{容}} = 10^{-3} \text{ m}^3,$$

$$m_{\text{酒}} = \rho_{\text{酒}} \cdot V_{\text{酒}} = 0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 0.8 \text{ kg}$$

即:装不下 1 kg 的酒精,最多只能装 0.8 kg 的酒精.

例题 5

一件标称纯的工艺品,其质量为 100 g,体积为 6 cm³. 请你用两种方法判断它是否由纯金(不含其他常见金属)制成的? ($\rho_{\text{金}} = 19.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)

指点迷津

纯金制品如果掺加了其他金属(一般为银),密度会减小,可以从密度、质量、体积这三个物理量进行比较而得出结论。

【答案】 解法一:从密度来判断。工艺品的密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{100 \text{ g}}{6 \text{ cm}^3} \approx 16.7 \text{ g/cm}^3 < \rho_{\text{金}}$, 所以不是纯金制成的。

解法二:从体积来判断。设工艺品是纯金制成的, 质量为 100 g 的纯金的体积 $V_{\text{金}} = \frac{m}{\rho} = \frac{100 \text{ g}}{19.3 \text{ g/cm}^3} \approx 5.2 \text{ cm}^3 < V$, 所以工艺品不是纯金制成的。

解法三:从质量来判断。设工艺品是纯金制成的, 体积为 6 cm^3 的纯金制品的质量 $m_{\text{金}} = \rho_{\text{金}} V = 19.3 \text{ g/cm}^3 \times 6 \text{ cm}^3 = 115.8 \text{ g} > m$, 所以工艺品不是纯金制成的。

例题 6

一辆载重汽车的车厢容积为 $3.5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0.6 \text{ m}$, 额定载重量为 4 t, 问:

(1) 如果车厢装满泥沙(泥沙的体积等于车厢容积), 汽车载重量为多少?(泥沙的密度为 $2.4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)

(2) 为了行车安全, 汽车不能超载, 如果不超载, 此车最多能装多少立方米的泥沙?

指点迷津

(1) 当车厢装满泥沙时, 泥沙的体积等于车厢容积, 即: $V = 3.5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} = 4.2 \text{ m}^3$ 。

汽车载重量就等于汽车内装的沙子的质量

$$m = \rho V = 2.4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 4.2 \text{ m}^3 \\ = 1.008 \times 10^4 \text{ kg} = 10.08 \text{ t}$$

(2) 汽车的额定载重量为 4 t = 4 000 kg, 汽车不超载, 最多能装的泥沙的体积为

$$V' = \frac{m'}{\rho} = \frac{4\,000 \text{ kg}}{2.4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3} \approx 1.67 \text{ m}^3$$

【答案】 (1) 10.08 t (2) 1.67 m³

解题诀窍

在利用公式进行计算的过程中, 解题的基本要领是: 明确解题思路、要求解的物理量以及寻找题目中的等量关系。在解题过程中, 还必须要有必要的文字说明、公式、数值后一定要有单位。

基础自测

做的技艺, 来自做的过程

一、选择题

- 关于物质密度, 下面说法正确的是 ()
 - 密度是表示不同物质的质量不同
 - 密度是表示同种物质体积相同时, 其质量不同
 - 密度是表示同种物质质量相同时, 其体积不同
 - 密度是表示不同物质体积相同时, 其质量不同
- 铁的密度是 $7.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 它表示 ()
 - 7.9 m^3 铁的密度是 $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
 - 1 m^3 铁的质量是 $7.9 \times 10^3 \text{ kg}$
 - 1 m^3 铁的质量是 $7.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
 - 1 m^3 铁的密度是 $7.9 \times 10^3 \text{ kg}$
- 同种材料制成的甲、乙两个物体, 它们的体积之比是 3 : 1, 则这两个物体的密度之比 $\rho_{\text{甲}} : \rho_{\text{乙}}$ 是 ()

- 1 : 1
- 1 : 3
- 3 : 1
- 9 : 1

4. 甲物质的密度为 2.5 t/m^3 , 乙物质的密度为 2.5 kg/dm^3 , 丙物质的密度为 2.5 g/cm^3 , 丁物质的密度为 250 kg/m^3 。其中密度最小的物质是 ()

- 甲
- 乙
- 丙
- 丁

5. 如图 11-3-2 所示是 A、B、C 三种物质的质量 m 与体积 V 的关系图线。由图可知, A、B、C 三种物质的密度 ρ_A 、 ρ_B 、 ρ_C 和水的密度 $\rho_{\text{水}}$ 之间的关系是 ()

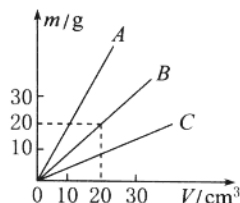


图 11-3-2

- $\rho_A > \rho_B > \rho_C$, 且 $\rho_A > \rho_{\text{水}}$
 - $\rho_A > \rho_B > \rho_C$, 且 $\rho_C > \rho_{\text{水}}$
 - $\rho_A < \rho_B < \rho_C$, 且 $\rho_A > \rho_{\text{水}}$
 - $\rho_A < \rho_B < \rho_C$, 且 $\rho_C > \rho_{\text{水}}$
6. 将一个铁块分成大小不等的两块, 则下列说法正确的是 ()

- 体积越大, 质量越大, 其质量与体积的比值

越大

B. 体积越大,质量越大,其质量与体积的比值不变

C. 体积越小,质量越大,其质量与体积的比值不变

D. 体积越小,质量越小,其质量与体积的比值越小

7. 甲球和乙球体积相同,在天平左盘放 2 个甲球,在右盘放 3 个乙球,天平平衡,则 ()

A. 乙球的质量是甲球的 1.5 倍

B. 乙球的密度是甲球的 1.5 倍

C. 甲球的质量是乙球的 1.5 倍

D. 甲球的密度等于乙球的密度

二、填空题

8. $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g/cm}^3$, $8 \text{ g/cm}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg/m}^3$.

9. 水的密度是 $\underline{\hspace{2cm}}$,它表示的物理意义是 $\underline{\hspace{2cm}}$,一杯体积为 10 cm^3 的水的质量是 $\underline{\hspace{2cm}}$.

10. 一块金属的质量为 $9 \times 10^3 \text{ kg}$,它的体积是 3 m^3 ,则这金属的密度是 $\underline{\hspace{2cm}}$;若将它截去一半,则其质量为 $\underline{\hspace{2cm}}$,体积为 $\underline{\hspace{2cm}}$,密度为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

11. “蒙牛”牌牛奶每盒中装有的牛奶质量约为 275 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填上合适的单位),体积为 250 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填上合适的单位),由此可以估算出牛奶的密度约为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ kg/m}^3$.

三、实验探究题

12. 为研究物质的某种特性,某同学测得四组数据,填在下列表中:

实验次数	物体	质量/g	体积/ cm^3	质量/体积 $/\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
1	铝块 1	54	20	2.7
2	铝块 2	108	40	2.7
3	松木 1	108	216	
4	松木 2	10	20	

(1) 将上表空格处填写完整.

(2) 比较第 1、2 两次实验数据,可得出结论:同一种物质,它的质量跟它的体积成 $\underline{\hspace{2cm}}$.

(3) 比较第 2、3 两次实验数据,可得出结论:质量相同的不同物质,体积 $\underline{\hspace{2cm}}$.

(4) 比较第 1、4 两次实验数据,可得出实验结论是 $\underline{\hspace{2cm}}$.

四、计算题

13. 一块石碑,长 50 cm,宽 20 cm,高 3 m,它的密度是 $2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,则它的质量是多少?

能力拓展

有志者自有千计万计,无志者只感千难万难

14. 烧杯装满水后总质量为 350 g,放入一合金块后溢出一些水,这时总质量为 500 g,取出合金块后总质量为 300 g,求合金的密度.

15. 阅读材料,回答问题:

自配鸡尾酒

鸡尾酒由几种颜色不同的酒组成,它们的密度各不相同,为了增添家宴的喜庆气氛,常常推出鸡尾酒.在家宴开始前,需将几种酒(颜色不同)倒入同一杯中,最后在杯中呈现不同颜色的层次,十分好看,喝起来,一杯酒中风味各异,沁人心脾.

配制鸡尾酒的方法是:先将密度最小的酒倒入杯中,约占杯中容积的几分之一(有几种酒就倒入几分之一),将长颈漏斗下端插入杯底,再将密度次小的酒慢慢倒入漏斗中,由于密度最小的酒轻,就会浮在密度次小的酒上面,它们之间不会相混.用上面的方法,按照密度从小到大的次序慢慢将几种酒倒入杯中,就成了漂亮的鸡尾酒.用上面的方法可以选择不同颜色的酒和饮料自配不同口味的鸡尾酒.

根据上面的阅读,请你回答下列问题.

(1)你可以得到什么结论?

答:密度_____的液体可以浮在密度_____的液体的上面.

(2)喝汤的时候,经常会看到汤的上面总是漂着一层油花,这是怎么回事?

答:因为油的_____比水的_____,所以总是漂在汤的表面上.

(3)这个现象在日常生活中有何应用?请列举一例.

(4)这个现象在日常生活中有何不利的影响?请列举一例.

四 测量物质的密度

知识导航

勇于开始,才能找到成功的路

一、量筒

1. 量筒的作用:量筒是测量液体_____的仪器,也可以间接测量_____.

2. 量筒的使用:使用前要先观察_____,_____,_____.量筒内的水面是凹形的,读数时视线与凹形底部平齐.

二、测量液体和固体的密度

1. 实验原理: $\rho = \frac{m}{V}$.

2. 测量液体密度的方法

(1)把天平放在水平台上,调节_____平衡.

(2)在玻璃杯中盛适量_____,称出它们的总质量 m_1 .

(3)把玻璃杯中的_____倒入量筒中一部分,记下其体积 V .

(4)称出_____的总质量 m_2 .

(5)根据密度公式求出液体的密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_1 - m_2}{V}$.

3. 测量固体密度的方法

(1)用天平测出被测物体的_____.

(2)在量筒中倒入适量的水,记下此时_____达到的刻度 V_1 .

将被测物体_____在量筒中的水中,记下此时水面达到的刻度 V_2 ,则被测物体的体积 $V = V_2 - V_1$.

(用助沉法或针压法测出物体的体积)

(3)被测物体的密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{V_2 - V_1}$.

要点点拨

读书不如要领,苦而无功

学习指南

学习最大的敌人是遗忘

利用密度的 $m-V$ 图象解题

(1)对于密度的 $m-V$ 图象,要明确横轴和纵轴分别表示物体的质量和体积,一般来讲,通常取甲、乙两物体的 V 和 m 均为整数时进行计算.

(2)要明确 $m-V$ 图象表示的物理意义,即某物体的质量 m 与体积 V 成正比.

1. 量筒的使用

使用前应看清量筒的单位标度、测量范围(量程)和分度值.量筒的单位标度多为毫升(mL)或立方厘米(cm^3),实验室中量筒的最大测量值有 50 mL、100 mL、500 mL、1 000 mL 等,量筒的分度值有 1 mL、2 mL、5 mL、10 mL 等,使用时必须根据测量精度来选择.

注意:读数时视线必须与液面相平,以液面的凹部(或凸部)所对应的刻度来读数.

2. 测量固体的密度

(1)用天平测出固体的质量 m ;

(2)测物体的体积:

①形状规则的物体,可用刻度尺测出长、宽、高等相应长度,利用数学公式求出体积 V ;

②形状不规则且密度大于水的密度的物体,可用细线拴好后浸没在放有一定量水的量筒或量杯中,测出其体积 V ;

③形状不规则且密度小于水的密度的物体,可采用针压法或沉锤法,用量筒或量杯测出其体积 V ,也可用排液法测出其体积 V .

(3)利用公式 $\rho = \frac{m}{V}$ 求出其密度.

3. 测量液体的密度

测量液体密度的方法如下:方法一:(1)用量筒测出被测液体的体积 V ;(2)用天平测出被测液体的质量:①找一容器,用天平测出容器的质量 m_1 ;②将量筒中的被测液体倒入容器中,再用天平测出容器和液体的总质量 m_2 ,求出被测液体的质量: $m = m_2 - m_1$;

(3)计算被测液体的密度: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_2 - m_1}{V}$.

方法二:(1)在玻璃杯中盛入适量被测液体,用天平称出玻璃杯和所盛液体的总质量 m_1 ;(2)玻璃杯中的被测液体倒入量筒中一部分,记下量筒中的液体的体积 V ;(3)用天平称出玻璃杯和杯中剩余液体的质量 m_2 ,则被测液体倒入量筒中的那部分的质量: $m = m_1 - m_2$;(4)计算被测液体的密度: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_1 - m_2}{V}$.

典例详析

读书之法,莫贵于循序而致精

例题 1

如图 11-4-1 所示是用量筒测水的体积的实验,由图可知,水的体积为 ()

A. 60 mL

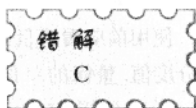
B. 70 mL

C. 65 mL

D. 72 mL



图 11-4-1



错解分析

不会正确读数,图中的水面是凹形的,读数时是以液面的边缘对应的刻度读的数,因此 C 项是错的.其中正确的分析为:液面是凹形的,读数时应以凹面的底部为标准,所以示数为 60 mL,故 A 项正确.

【正解】 A

例题 2

要想一次量出密度为 $0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 质量为 100 g 的煤油,有下列四种量筒可供选用,最好选用 ()

A. 量程为 50 mL,分度值为 1 mL 的量筒

B. 量程为 100 mL,分度值为 2 mL 的量筒

C. 量程为 200 mL,分度值为 5 mL 的量筒

D. 量程为 250 mL,分度值为 10 mL 的量筒



指点迷津

首先计算煤油体积,注意单位的统一. $V = \frac{m}{\rho}$

$= \frac{100 \text{ g}}{0.8 \text{ g/cm}^3} = 125 \text{ cm}^3 = 125 \text{ mL}$. 选择量筒有两个

原则:一是被测体积不能超过其量程;二是选择分度值较小的可减小测量偏差,更精确.因此, A、B 由于量程小,首先被排除; D 虽然量程满足条件,但由于其分度值较大,测量不是很精确,也应排除,最好选用 C.

【答案】 C



解题诀窍

量筒的分度值越小,测量结果越精确,但并不能说明该量筒越好.要根据测量要求选择分度值最合适的量筒.

例题 3

一金属块,用天平称得它的质量是 40.5 g,这个金属块放入量筒前后筒内液面变化如图 11-4-2 所示,这个金属块的密度是多大?

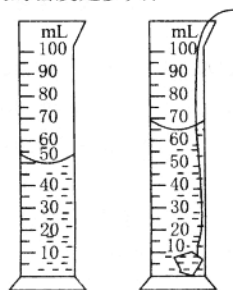


图 11-4-2