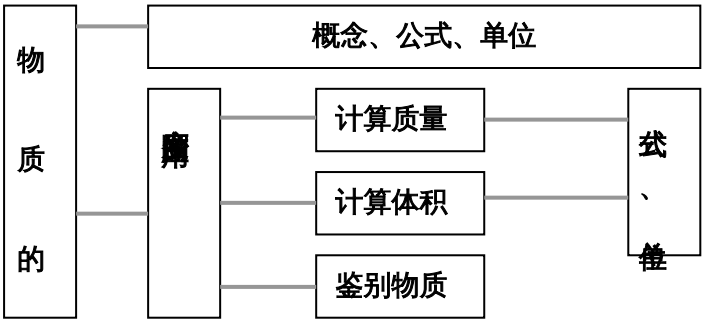
11．3　密度

引例：有两个外表涂有防护漆的立方体，已知其中一个是铁块，另一个是木块，你能在不损坏防护漆的前提下鉴别出它们吗？

智 能 提 要



问：**怎样正确理解密度是物质的一种特性？**

答：特性是指物质本身具有的而能相互区分辨认的一种性质。密度是物质的一种性质，它表示相同的体积情况下，不同的物质质量不同；或者说相同质量情况下，不同的物质的体积不同的性质。每种物质都有一定的密度，不同的物质，其密度一般不同。物质的密度和它的体积大小、质量的多少无关，所以说，密度不跟它的质量成正比，也不跟它的体积成反比。在学习密度公式时，要明确它的物理意义，这一点十分重要。

问：**如何理解密度公式 $\rho=\frac{m}{V}$ 的物理意义？**

答：对于公式 $\rho=\frac{m}{V}$，要从以下几个方面去理解：

（1）由同种物质组成的物体，体积大的质量大，物体的质量跟它的体积成正比，质量和体积的比是一个定值（即密度不变）．因此，不能认为物质的密度跟质量成正比，跟体积成反比．即当 ρ 一定时，$\frac{m_1}{m_2}=\frac{V_1}{V_2}$．

（2）由不同物质组成的物体，在体积相同的情况下，密度大的质量大，物体的质量跟它的密度成正比．即当 V 一定时，$\frac{m_1}{m_2}=\frac{\rho_1}{\rho_2}$．

（3）由不同物质组成的物体：在质量相同的情况下，密度大的体积反而小，物体的体积跟它的密度成反比．即当 m 一定时，$\frac{V_1}{V_2}=\frac{\rho_2}{\rho_1}$．

问：**能用密度知识解决哪些简单的实际问题？**

答：利用密度知识可解决以下问题：

（1）鉴别物质：依据题设条件求出物体的密度，然后把求出的密度跟物质的密度相比较，确定物质的种类或纯度．

（2）合金类问题：首先要抓住合金体的总质量与总体积分别等于各种物质的质量之和与体积之和这一特征，然后根据具体问题，灵活求解．

（3）空心类问题：包括判断物体是实心还是空心和求算空心部分体积两种情况．判断空心还是实心，可选用比较密度、比较体积、比较质量的三种方法中的任何一种方法，求算空心部分体积时则必须求材料的体积，有 $V_{空}=V-V_{材}$．

（4）配制所需密度的液体．如要配制密度为 $1.2g/cm^3$ 的盐水或 $0.7g/cm^3$ 的混合液等．在这些计算中，若加固体溶质，一般不考虑溶液的体积的变化；若所加物质为液体溶剂，则在考虑溶液质量增加的同时，还要考虑溶液体积的变化．

中考撷要

密度是中考试题中重要的考试内容，考查的重点是密度的概念、公式、单位及计算，并能用密度知识解决简单的实际问题．最近几年中考中，有关探究质量与体积关系的实验题也经常出现．

智能拓展

天体的密度。

经天文学家的努力，已经搞清了许多天体的密度：水星的平均密度是 $5.46g/cm^3$，金星是 $5.26g/cm^3$，火星 $3.96g/cm^3$，土星 $0.70g/cm^3$，太阳 $1.409g/cm^3$，月球 $3.341g/cm^3$。它都比不上地球，地球的平均密度是 $5.52g/cm^3$。

冬天的傍晚，可以在东南天空看到一颗很亮的星——天狼星。天文学家很早就仔细观测天狼星了，并且发现天狼星旁边还有一颗不太亮的星，人们就叫它“天狼伴星”。天文学家惊异地发现，天狼伴星的质量比太阳还大，它的半径却又比地球还小，它的密度高达 $3800000g/cm^3$，也就是每立方厘米有 3.8 吨！

天文学家已经发现了 100 多个象天狼伴星那样密度的恒星，这类星就叫白矮星。密度最大的白矮星，每立方厘米要有 200 吨呢！

1967 年，天文学家利用射电望远镜又发现了一种天体——中子星。这种天体的直径仅有十几千米，它的质量却和巨大的太阳差不多。中子星表面层密度大到每立方厘米 10 万～1 亿吨，中心密度达到每立方厘米 10 亿吨。科学家认为，那里的物质处于一种特殊的“中子态”，如果从中子星那里取下火柴头那么大的物质，可以和一艘万吨巨轮的质量差不多。要是拿中子星物质造一枚壹分硬币情况会怎样呢？咱们假定壹分硬币的体积是 $10mm^3$ 吧（实际比这大），它的质量就是 1000 万吨。把它放在地球上，几百个火车火拖不动它；要是装船，可以压沉十几艘当今世界最大的超级油轮。

智能归例

题型一　理解密度的概念，理解密度是物质的一种特性

例 1 由密度的概念及公式 $\rho=\frac{m}{V}$，可以判定对于同一种物质（　）

A．密度是一样的　　B．体积越小，密度越大

C．质量越大，密度越大　　D．体积越大，密度越大

知识点 理解密度的物理意义

闯关点拨 物理学中的定义式与数学中的函数式是有区别的，定义式中各量之间除了数量关系外，更重要的是有其特定的物理含义．因此，对于物理量的定义式不能从中简单地得出谁跟谁成正比，谁跟谁成反比的结论．

分析和解　密度是由物质种类决定的，与物体的质量、体积无关．因而 B、C、D 选项都是错误的．对于某中物质组成的物体，其密度是一个定值，质量跟体积的比值等于密度，因而也是一个定值．

答　选 A

例 2　关于密度的概念下列说法正确的是（　）

A．同一种物质它的密度跟其质量成正比，跟其体积成反比

B．把一铁块压成铁片，它们的密度就小了

C．一种固体和一种液体，它们的质量相等，体积相等，则它们的密度也相等

D．质量相等的两种物质，密度大的体积也大

知识点　知道密度是物质的一种特性

闯关点拨　密度是物质的一种特性，对于同种物质，无论质量和体积怎样改变，物质的密度始终是不变的，所以 A、B 是错误的。质量相等的不同物质，密度大的体积反而小，所以 D 也是错误的。一般来讲，不同物质的密度是不同的，但并不等于密度相同的就一定是同种物质，C 所述的结论是正确的，因为按密度的概念，可以判断两种物质的密度的确相等。

答　选 C

[变形题]　将一块质量分布均匀的砖分割成体积大小不同的两部分，则(　)．

A．体积大的密度一定大　B．体积小的密度一定大

C．两者的密度一定相等　D．两者的密度一定不相等

答　选 C

题型二　通过实验探究，知道物质的质量与体积的关系，会用图像的方法解决物理问题

例　为了研究物质的某种特性，某同学分别用甲、乙两种不同的液体做实验，实验时，他用量筒和天平分别测出甲（或乙）液体在不同体积时的质量，下表记录的是实验测得的数据及求得的质量跟体积的比值。

物质	实验次数	体积（cm³）	质量（g）	质量/体积（g/cm³）
甲	1	10	18	1.8
	2	20	36	1.8
	3	30	54	1.8
乙	4	10	8	0.80
	5	20	16	0.80
	6	30	24	0.80

（1）分析上表中的实验次数 1 与 2（2 与 3、1 与 3）或 4 与 5（5 与 6、4 与 6）的体积及质量变化的倍数关系，可归纳出的结论是_____

（2）分析上表中实验次数_____，可归纳出的结论是相同体积的甲、乙两种液体，它们的质量是不相同的。

（3）分析上表中甲、乙两种液体的质量与体积的比值关系，可归纳出的结论是_____

知识点　通过实验探究，理解密度的概念

闯关点拨　本题引导同学们通过分析研究物质的某种特性的实验数据，探究和归纳知识。应注意在分析数据时明确：对同种物质，在体积改变时，质量和体积比值特点；对不同物质在体积相同的情况下，质量与体积的比值特点，不难得出结论。

答　（1）甲（或乙）液体的质量与体积成正比。（2）1 与 4（2 与 5、3 与 6）在相同体积时的质量关系。（3）甲（或乙）液体，它的质量与体积的比值是一个确定的值；甲与

乙液体，它们的质量与体积的比值是不同的。

题型三　能较灵活地利用密度公式及其变形公式计算物质的密度及物体的质量、体积

例 1　一个瓶子的质量为 20g，装满水时，用天平测得总质量为 120g，若用这个瓶子装密度为 1.8×10^3kg/m^{3}的硫酸最多可装多少千克?

知识点　利用密度公式及其变形公式进行计算

闯关点拨　要求瓶子最多可以装多少硫酸，硫酸的密度是已知的，只需知道硫酸的体积，而硫酸的体积等于瓶子容积，求出瓶子的容积是关键，根据装满水时水的质量和水的密度求出瓶的容积，就可求出最多能多少千克硫酸了。

解　解法一：（分步求解是最基本的解题方法）

根据水的质量 $m_{水}$=120g-20g=100g=0.1kg 和水的密度 $\rho_{水}$ =1.0×10^3 kg/m^{3}求出水的体积为：$V_{水}=\dfrac{m_{水}}{\rho_{水}}=\dfrac{0.1\text{kg}}{1.0\times10^3\text{kg/m}^3}=1\times10^{-4}\text{m}^3$

则硫酸的体积为 $V_{硫酸}=V_{容}=V_{水}$

$m_{硫酸}=\rho_{硫酸}\cdot V_{硫酸}=1.8\times10^3$ kg/m$^3\times1\times10^{-4}$m^3 =0.18kg

解法二：掌握了密度知识比例关系,也可以用比例方法解题. ➡

小助手：利用比例关系解题，要明确写出比例成立的条件，再计算求解，利用比例关系解题一般比较简便。

$\because V_{硫酸}=V_{水}$

$\therefore \dfrac{m_{硫酸}}{m_{水}}=\dfrac{\rho_{硫酸}}{\rho_{水}}$

$m_{硫酸}=\dfrac{\rho_{硫酸}}{\rho_{水}}m_{水}=\dfrac{1.8\times10^3\text{kg/m}^3}{1.0\times10^3\text{kg/m}^3}\times0.1\text{kg}$

$=0.18\text{kg}$

例2　一铁球的质量是2.2kg，体积是0.4×10^{-3}m^3,试鉴定此球是空心的还是实心的。（$\rho_{铁}$=7.9g/cm^3）

知识点　应用密度知识解决实际问题

闯关点拨　鉴定球是否空心有三种方法。方法一：比较密度，假设球是实心的，用求出的铁球密度与铁的已知密度相比,若相等则是实心的，若小于铁的密度则是空心的；方法二：比较质量假设球是实心的，求出铁球的质量与题目所给的质量相比，若相等则是实心，若大于题目所给的质量则是空心的；方法三：比较体积求出铁球中铁的体积与题所给体积相比，若相同则是实心的，若小于题目所给的体积则是空心的。

解　方法一：铁球密度 $\rho=m/V$=2.2kg/0.4×10^{-3}m^3=5.5×10^3kg/m^3

因为 5.5×10^3kg/m^3 < 7.9×10^3kg/m^3，所以是空心的。

方法二：若铁球是实心的，则铁球的质量 $m=\rho V$=7.9×10^3kg/m$^3\times0.4\times10^{-3}$m^3=3.16kg

因为 3.16kg > 2.2kg，所以球是空心的。

方法三：因为铁的体积：$V=m/\rho$=2.2kg/7.9×10^3kg·m^{-3}=0.28×10^{-3}m^3 < 0.4×10^{-3}m^3

所以铁球是空心的。

[变形题]　用相同质量的铝和铜制成体积相等的球，已知 $\rho_{铝}$=2.7×10^3kg/m^3，$\rho_{铜}$

$=8.9\times10^3kg/m^3$，则下列说法正确的是（ ）

A．铜球不可能是实心的　　B．铝球是实心的，铜球可能是实心的

C．铜球是空心的，铝球一定是空心的　　D．铝球和铜球都是实心的

解 根据密度公式 $\rho=\frac{m}{V}$，有 $V=\frac{m}{\rho}$，因铝球和铜球的质量相同，但 $\rho_{铝}<\rho_{铜}$，故 $V_{铝}>V_{铜}$，即实心铝球的体积必然大于实心铜球的体积，而体重要求铝球和铜球的体积要相等，在铝球体积无法减小的前提下，只有增大铜球的体积，才有可能使两球的体积相等，故铜球只能制成空心的，即铜球不可能是实心的，因此 A 选项正确，可排除 B、D 选项；至于 C 选项可以这样来分析——当铜球是空心的时候，铝球有两种可能，要么是实心，要么是空心，即铝球可能而并非一定是空心的，故排除 C 选项

答 选 A

中考典题精析

考题 1　如图 10-13 所示, 表示 A、B、C 三种物质的质量跟体积的关系，由图可知　（ ）

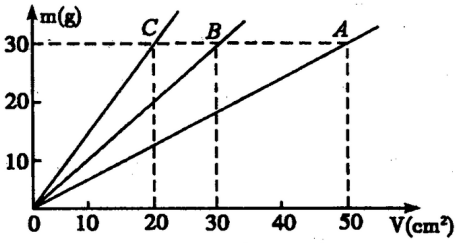
（湖北省 2004 年中考题）

A.$\rho_A>\rho_B>\rho_C$，　且 $\rho_A>\rho_{水}$

B.$\rho_A>\rho_B>\rho_C$，　且 $\rho_A>\rho_{水}$

C.$\rho_C>\rho_B>\rho_A$，　且 $\rho_A<\rho_{水}$

D.$\rho_C>\rho_B>\rho_A$，　且 $\rho_A>\rho_{水}$



10-13

闯关点拨　利用图像来解题是常用的数学手段．要比较三种物质的密度大小，可用水的密度作标准，利用水在图中的位置，即可确定三种物质的密度大小．

解　（1）确定水在图像中的位置：取 $V_{水}=20cm^3$（横坐标），由 $\rho_{水}=1.0g/cm^3$，得 $m_{水}=\rho_{水}V_{水}=20g$（纵坐标），可画出水在坐标中的图像．

（2）对 A、B、C 三种物质的图像与水的图像进行比较．由图像可知：

当 $V_A=20cm^3$ 时，$m_A<20g$，$\rho_A<\rho_{水}$；当 $V_B=20cm^3$ 时，$m_B=20g$，$\rho_B=\rho_{水}$；

当 $V_C=20cm^3$ 时，$m_C>20g$，$\rho_C>\rho_{水}$．综上所述得 $\rho_C>\rho_B>\rho_A$,且 $\rho_A<\rho_{水}$．

答 选 C

考题 2　有一只空瓶的质量是 20g,装满水后称得质量是 120g,倒干净后再装满酒精称得质量是 105g,问这种酒精是不是纯酒精?（酒精的密度为 0.8×10^3 kg /m³）

（福建省南平市 2003 年中考题）

闯关点拨　要想知道瓶里装的是不是纯酒精,就是要我们求出该酒精的密度,然后对照密度表作出判断.

解　（方法一）根据 $\rho=m/V$ 可知,要求油的密度,必须知道油的质量和体积,由题意可知

水的质量为 $m_{水}=m_{水总}-m_{瓶}=$（120-20）g=100g

水的体积为 $V_{水}=\frac{m_{水}}{\rho_{水}}=\frac{100g}{1g/cm^3}=100cm^3$

∴该酒精的体积为 $V_{油}=V_{瓶}=V_{水}=100cm^3$，

∴该酒精的密度为 $\rho_{油}=\frac{m_{油}}{V_{油}}=\frac{m_{油总}-m_{瓶}}{V_{油}}=\frac{(105-20)g}{100cm^3}=0.85g/cm^3$

(方法二):由 $m=\rho V$ 可知，不同种物质，若它们的体积相同，那么它们的质量与密度成正比，

即 $\rho_{酒精}/\rho_{水}=m_{酒精}/m_{水}$

解：由 $\frac{\rho_{酒精}}{\rho_{水}}=\frac{m_{酒精}}{m_{水}}$

得：$\rho_{酒精}=\frac{m_{酒精}}{m_{水}}\cdot\rho_{水}=\frac{105g-20g}{120g-20g}\times 1g/cm^3=0.85g/cm^3$

答：查表对照，瓶里装的不是纯酒精．

说明 解题过程中应注意对各物理量的脚标加以区别并能正确使用；运用公式计算时三者的单位必须统一，ρ、m、V三者在同一公式中应该对应于同一物质。

考题 3 如图 10-14 所示，甲、乙、丙是三个相同的圆柱形容器，将质量相等的酒精、硫酸和盐水分别装在这三个容器中，根据下表给出的密度值，甲、乙、丙三个容器中依次分别装的是（ ）（北京市朝阳区 2002 年中考题）

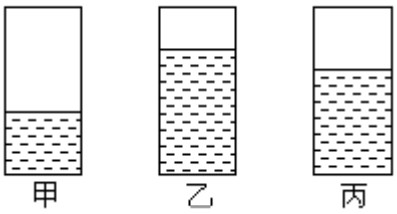


图 10-14

物质	密度（kg/m³）
盐水	1.03×10^3
酒精	0.8×10^3
硫酸	1.8×10^3

A．硫酸、盐水、酒精　　B．盐水、酒精、硫酸

C．酒精、硫酸、盐水　　D．硫酸、酒精、盐水

闯关点拨 关键要挖掘出本题中的隐含条件：$V_{甲}<V_{丙}<V_{乙}$．

分析和解 由图 10-14 可知 $V_{甲}<V_{丙}<V_{乙}$，又 $m_{甲}=m_{乙}=m_{丙}$，根据 $\rho=\frac{m}{V}$ 有 $\rho_{甲}>\rho_{丙}>\rho_{乙}$，查表知甲、丙、乙容器中依次分别装硫酸、盐水、酒精，整理为题中甲、乙、丙三个容器的顺序，则依次分别盛装的液体为硫酸、酒精、盐水．

答 选 D

智 能 训 练

基础知识训练

~~1．一松木块的~~密度是 $0.4\times10^3kg/m^3$，读作_____，把它锯掉 3/4，剩下的松木块密度为_____。（题型一）

2．一块石碑，长 50cm，宽 20cm，高 3m，质量为 0.75t，则它们的密度是_____kg/m^3．

3．质量相等的实心铜球与实心的铝球的体积之比为 _____；体积相等的实心铜球和实心的铝球的质量之比为_____．（$\rho_{铜}=8.9g/cm^3$，$\rho_{铝}=2.7g/cm^3$）（题型三）

4．为减轻飞机的重力，因选用密度较_____（选填“大”或“小”）的材料来制造飞机。

5．关于物体的质量和物质的密度，下列说法中正确的是（　　）（题型一）

A．一块冰全部融化成水后，质量变小，密度不变

B．把铜块碾压成铜片，质量和密度均不变

C．把铁球加热，质量变大，密度变小

D．某种物质的密度与它的质量成正比，而与它体积成反比

6．人们常说的“铁比木头重”这句话的意思指的是（　）（题型一）

A．铁的质量比木头大　　B．铁的体积比木头小

C．铁的密度比木头大　　D．以上说法都可以

7．如图 10-15 所示：有四只相同体积的烧杯，依次各盛有质量相等的煤油、汽油、植物油和硫酸（$\rho_{硫酸} > \rho_{植物油} > \rho_{煤油} > \rho_{汽油}$），其中盛汽油的烧杯是（　　）（题型三）

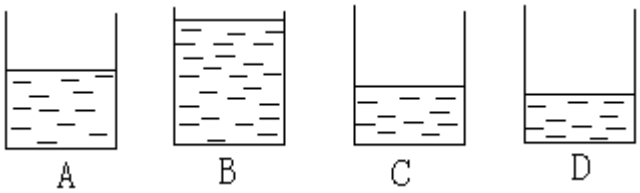


图 10-15

8．有甲、乙两金属块，甲的密度是乙的 2/5，乙的质量是甲的 2 倍，则甲的体积是乙的（　）（题型三）

A．0.2 倍　B．0.8 倍　C．1.25 倍　D．5 倍

9．在三枚戒指中，只有一枚是纯金的，而其他两枚则是锌镀金和铜制的，鉴别的方法是（　　）（题型三）

A．称得质量是最大的是纯金的　　B．可以观察金属的光泽

C．测三者密度，密度最大的是纯金的　　D．条件不足，无法判断

10．用不同材料制成体积相同的甲、乙两种实心球，在调节好的天平左盘上放 2 个甲球，在右盘上放 3 个乙球，天平恰好平衡，若甲球密度为 $\rho_{甲}$，乙球密度为 $\rho_{乙}$，那么它们密度之间的关系是（　　）（题型三）

A．$\rho_{甲}$：$\rho_{乙}$=3：2　B．$\rho_{甲}$：$\rho_{乙}$=1：2　C．$\rho_{甲}$：$\rho_{乙}$=2：1　D．$\rho_{甲}$：$\rho_{乙}$=2：3

综合提高训练

~~1．有空心的铜~~球，铁球和铝球各一个，它们的体积和质量都相等，这三个球中空心部分最大的是_____球。（$\rho_{铜} > \rho_{铁} > \rho_{铝}$）（题型三）

2．一个能装 500g 水的玻璃瓶，装满水后的总质量是 750g，用该瓶装密度是 0.8g/cm^3 的酒精，则装满酒精后的总质量为_____g．（$\rho_{水}=1.0\times10^3$kg/m^3）（题型三）

3．甲、乙两块矿石的质量相等，甲的体积是乙的 2 倍．若将甲切去 1／3，将乙切去 2／3，则剩下的两块矿石密度的大小关系是 $\rho_{甲}$=____ $\rho_{乙}$．（题型一）

4．体积和质量都相等的铝球，铁球和铅球，密度分别为 $\rho_{铝}$=2.7g/cm^3，$\rho_{铁}$=7.8g/cm^3，$\rho_{铅}$=11.3g/cm^3，下列说法中正确的是（　）（题型三）

A．若铝球是实心的，则铁球和铅球一定是空心的。

B．若铁球是实心的，则铝球和铅球一定是空心的。

C．若铅球是实心的，则铝球和铁球一定是空心的。

D．不可能三个球都是空心的。

5．甲、乙两金属的密度分别为$\rho_{甲}$、$\rho_{乙}$，将等质量的甲、乙两金属制成合金，则合金密度为（　）（题型三）

A．$\frac{\rho_{甲}+\rho_{乙}}{2}$　B．$\frac{\rho_{甲}\cdot\rho_{乙}}{\rho_{甲}+\rho_{乙}}$　C．$\frac{2\rho_{甲}\cdot\rho_{乙}}{\rho_{甲}+\rho_{乙}}$　D．$\frac{\rho_{甲}\cdot\rho_{乙}}{2(\rho_{甲}+\rho_{乙})}$

6．为了研究物质的某种特性，某同学选用了三种不同材料制成的长方体样品，他用实验中测得和经过计算的数据见下表。（题型二）

实验次数	样品	质量（g）	体积（cm^3）	质量/体积（g/cm^3）
1	铝块 1	21.6	8.0	2.7
2	铝块 2	43.2	16.0	2.7
3	松木 1	4.0	8.0	0.5
4	松木 2	16.0	32.0	0.5
5	钢块	71.2	8.0	8.9

(1)对实验 1、2 或 3、4 中的实验数据进行比较，可以得的结论是，同种物质，它的质量跟体积成_____单位体积的质量_____

(2)比较 1、3、5 中的实验数据，可以得出的结论是；相同体积的不同物质，质量_____，不同物质的_____一般不相同

7.两个杯子分别盛有浓盐水和纯水，不能用嘴尝，请你用学过的物理知识，自选实验器材（也可以用自制的仪器或物品），设计两种区分哪杯是浓盐水，哪杯是纯水的方法，简要说明理由。

方法一：_____

_____

_____;

方法二：_____

_____（题型三）

8．小明曾在家偶然发现一个奇怪的现象，他把一只玻璃可乐瓶灌满凉水，封好后放入冰箱的冷冻室内，打算做一瓶冰块，可是，当他第二天拿出玻璃瓶时，发现水虽已完全结成了冰，但玻璃瓶已裂成了许多块，这瓶是冻裂的吗？还是另有原因？（题型三）

9.一个铜球，质量为 3.2kg，而体积为 420cm^3，那么这个铜球是否为空心的？若为空心的，其空心部分注满铅，则此球的质量又是多大？（铜、铅的密度分别是 8.9×10^3 kg/m^3，11.4×10^3 kg/m^3）（题型三）

10.盐水选种需要密度为 1.1×10^3 kg/m^3 的盐水，现配制 0.05m^3 的盐水，称得它的质量是 60kg，这样的盐水是否符合要求？如不符合要求，应该加水还是加盐？加多少？（题型三）

11．我国约有 4 亿多人需配戴近视或远视眼镜，组成眼镜的主要材料的技术指标如下表：

材料 / 技术指标	树脂镜片	玻璃镜片	铜合金	钛合金
透光量	92%	91%	/	/
密度(kg/m^3)	1.3×10^3	2.5×10^3	8.0×10^3	4.5×10^3
性能	较耐磨损	耐磨损	较耐腐蚀	耐腐蚀

① 求一块体积为 $4cm^3$ 的玻璃镜片的质量。

② 有一副铜合金镜架的质量为 20g，若以钛合金代替铜合金，求这副镜架的质量。（题型三）