专题 08 结合浮力测密度

模型构建 | 真题试练 | 模拟演练 | 题组通关

识 中考·模型解读

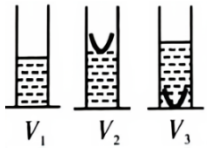
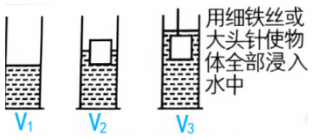
高频模型	中考题型分布	分值占比
模型 01 一漂一沉法（高频考点）	选择题、填空题、实验题	4~6 分
模型 02 双漂法（高频考点）	选择题、填空题、实验题	4~6 分
模型 03 双提、三提法（高频考点）	选择题、天空题、实验题	2~6 分

善 总结·模型构建

模 | 型 | 构 | 建

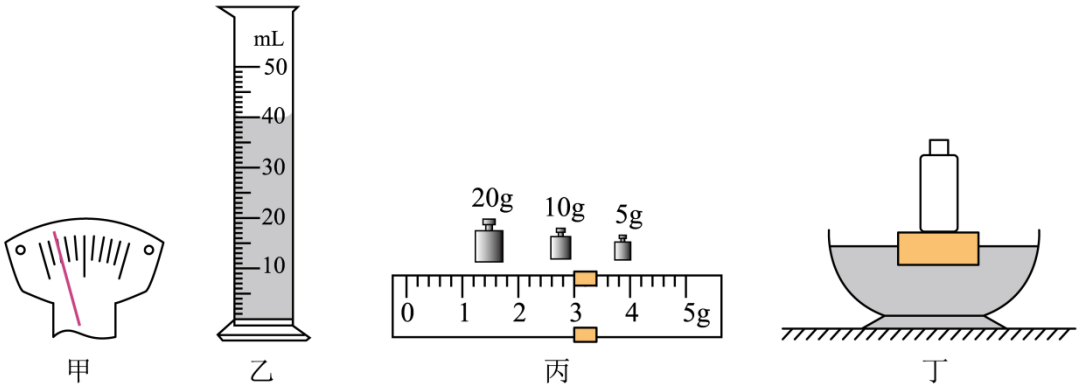
模型 01 一漂一沉法

『模型解读』

方法	适用条件	情形	实验步骤	表达式
一漂一沉法	橡皮泥小船类（物体密度大于水）		在量筒内装有适量水此时量筒示数为 V_1；将物体放入量筒，使其漂浮在水面上，此时量筒示数为 V_2；使物体全部浸入水中，此时量筒示数为 V_3	因为 $G_{物}=F_{浮}=\rho_{水}g(V_2-V_1)$，则 $m_{物}=\rho_{水}(V_2-V_1)$，$V_{物}=V_2-V_1$，表达式：$\rho_{物}=\frac{V_2-V_1}{V_3-V_1}\rho_{水}$
一漂一压法	木块类（物体密度小于水）			

解 真题·思维剖析

【例 1】（2023·辽宁锦州·中考真题）下面是小明测量盐水密度的实验。



（1）小明将天平放在水平桌面上，把游码移至标尺左端零刻度线处，发现指针指在如图甲所示位置，此时他应将平衡螺母适当向_____（选填“左”或“右”）调节，使天平平衡；再将装有盐水的烧杯放在天平的左盘，在右盘中放入 50g、20g、10g 砝码各一个时，天平刚好再次平衡；

（2）将杯中的一部分盐水倒入量筒中，盐水的体积如图乙所示为_____cm^3；

（3）用天平测出剩余盐水和烧杯的总质量如图丙所示为_____g，则所测盐水的密度是_____kg/m^3；

（4）上述实验结束后，小明利用刚刚测出了密度的盐水和其他一些工具，又想测量一个木块的密度，请帮他将实验步骤补充完整：

①用调好的天平测出木块的质量 m_1；

②容器内装有适量的盐水，将木块和一个空瓶叠加在一起漂浮，如图丁所示；

③向瓶中倒入适量的水，直到木块_____，用天平测出瓶和水的总质量 m_2；

④木块密度表达式 $\rho_{木}$ = _____。（用字母表示，盐水密度用 $\rho_{盐}$ 表示）

【答案】 右 40 38 1.05×10^3 刚好浸没在盐水中 $\dfrac{m_1\rho_{盐}}{m_1+m_2}$

【详解】（1）[1]小明将天平放在水平桌面上，把游码移至标尺左端零刻度线处，发现指针指在分度盘的左侧，此时他应将平衡螺母适当向右调节；盐水和烧杯的总质量为 $m_{总}$=50g+20g+10g=80g

（2）[2]量筒中盐水的体积 V=40mL=$40cm^3$

（3）[3][4]由图可知，天平标尺的分度值为 0.2g，游码对应的刻度值为 3g，剩余盐水与烧杯的质量 $m_{剩}$=20g+10g+5g+3g=38g

量筒中盐水的质量 $m=m_{总}-m_{剩}$=80g-38g=42g

盐水的密度 $\rho=\dfrac{m}{V}=\dfrac{42\text{g}}{40\text{cm}^3}=1.05\text{g/cm}^3=1.05\times10^3\text{kg/m}^3$

（4）③[5]向瓶中倒水，直到木块刚好浸没在盐水中，用天平测出瓶和水的总质量 m_2。

④[6]木块刚好完全浸没在盐水中时，木块排开盐水的体积等于木块的体积，即 $V_{排}=V_{木}=\dfrac{m_1}{\rho_{木}}$

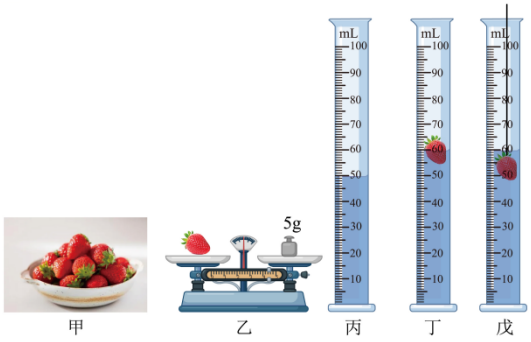
因为木块和瓶整体漂浮，所以整体受到的浮力等于空瓶、瓶中的水和木块的总重力，所以

$$F_{浮}=\rho_{盐}gV_{排}=\rho_{盐}g\frac{m_1}{\rho_{木}}=(m_1+m_2)g$$

由此可得木块的密度$\rho_{木}=\dfrac{m_1\rho_{盐}}{m_1+m_2}$

变式演练

【变式 1-1】(2023·河南开封·三模) 如图甲所示是妈妈给小明买的中牟产的奶香草莓。小明想知道这种草莓的密度有多大，于是他和物理兴趣小组的同学借助实验室里的一些器材，测出了草莓的密度。过程如下：



（1）首先利用天平测出来一颗草莓的质量，所用砝码和游码的位置如图乙所示，这颗草莓的质量为_____ g。

（2）他们先往量筒中加入适量的水，如图丙所示，放入草莓后，草莓漂浮，液面如图丁所示，然后找来一根细铁丝，把草莓压入水中，量筒中的水面如图戊所示，则草莓的体积为_____ cm^3。

（3）他们测出的草莓的密度为_____ kg/m^3。如果他们所用的铁丝过粗，会导致测得的结果_____（选填“偏大”或“偏小”）。

（4）同组的小红提出他们的实验过程其实可以去掉测质量的步骤，利用剩余的操作步骤也能算出草莓的密度，记图丙、丁、戊中量筒读数分别为V_1、V_2、V_3，水的密度为$\rho_{水}$，则草莓的质量可以表示为_____，草莓的密度可以表示为_____。（均用符号表示）

【答案】 9.4 10 0.94×10^3 偏小 $\rho_{水}(V_2-V_1)$ $\dfrac{\rho_{水}(V_2-V_1)}{V_3-V_1}$

【详解】（1）[1]由图乙可知，游码标尺的分度值为$0.2g$，游码对应的刻度值为$4.4g$，这颗草莓的质量为

$$m=5g+4.4g=9.4g$$

（2）[2]由图戊知，水和草莓的体积$V_1=60mL$，由图丙知，水的体积$V_2=50mL$，草莓的体积

$$V=V_1-V_2=60mL-50mL=10mL=10cm^3$$

（3）[3][4]草莓的密度$\rho=\dfrac{m}{V}=\dfrac{9.4g}{10cm^3}=0.94g/cm^3=0.94\times10^3kg/m^3$

如果他们所用的铁丝过粗，会导致所测的小矿石的体积偏大，由$\rho=\frac{m}{V}$可知，计算出的小矿石的密度会偏小。

（4）[5][6]由图丙、丁可知，草莓漂浮于水中，其受到的浮力等于自身重力，此时草莓漂浮时，排开水的体积$V_{排}=V_2-V_1$

根据阿基米德原理得$G=F_{浮}=\rho_{水}gV_{排}=\rho_{水}g(V_2-V_1)$

由$G=mg$可知，草莓的质量可以表示为$m=\frac{G}{g}=\frac{\rho_{水}g\left(V_2-V_1\right)}{g}=\rho_{水}\left(V_2-V_1\right)$

因为物体浸没时，排开液体的体积等于其自身体积，故$V=V_3-V_1$

草莓的密度可以表示为$\rho=\frac{m}{V}=\frac{\rho_{水}(V_2-V_1)}{V_3-V_1}$

【变式 1-2】（2023·广西贺州·一模）小红所在小组为了测量老醋的密度，进行以下实验：

（1）将天平放在水平工作台上，将_____移至称量标尺左端的_____，然后调节_____，使天平横梁平衡；

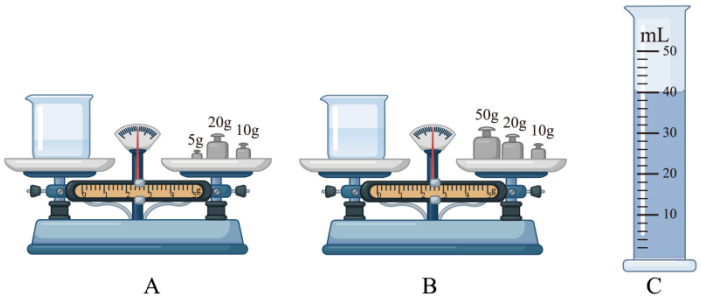
（2）接下来进行以下 3 项操作：

A．用天平测量烧杯和剩余老醋的总质量 m_1；

B．将待测老醋倒入烧杯中，用天平测出烧杯和老醋的总质量 m_2；

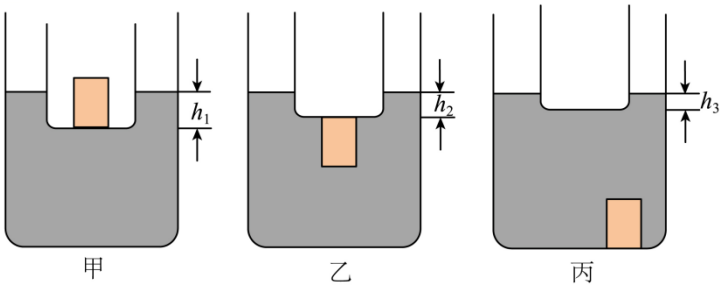
C．将烧杯中老醋的一部分倒入量筒，测出这部分老醋的体积 V；

以上操作的正确顺序是：_____（填字母代号）；



（3）由图可得老醋的体积为_____cm³，老醋的密度是_____g/cm³；

（4）小红为测出物块 B 的密度，由于物块 B 体积较大，无法放入量筒。小红又设计了如图所示的实验。如图甲，她将物块 B 放入漂浮于水面的小烧杯中，小烧杯杯底距水面高度 h_1=30cm，此时小烧杯仍漂浮；她将物块 B 取出用快干胶粘在烧杯底再放入水中，静止后如图乙所示，小烧杯杯底距水面高度 h_2=20cm；取下物块 B 沉入杯底，此时小烧杯杯底距水面高度 h_3=10cm，如图丙；则物块 B 的密度为_____kg/m³（$\rho_{水}$=1.0×10³kg/m³）。



【答案】　游码　零刻度线处　平衡螺母　BCA　40　1.125　2×10^3

【详解】（1）[1][2][3]根据天平的使用方法可知，使用天平前要调节天平平衡，把天平放在水平工作台上，把游码移到横梁标尺的零刻度线处，然后移动平衡螺母，使天平横梁在水平位置平衡。

（2）[4]测量液体密度的实验步骤：用天平测出烧杯和老醋的总质量 m_2；将烧杯中老醋的一部分倒入量筒，测出这部分老醋的体积 V；再用天平测量烧杯和剩余老醋的总质量 m_1，故正确的顺序是：BCA。

（3）[5]由图可知，量筒的分度值为 2mL，示数为 40mL，即老醋的体积为 $V=40\text{mL}=40\text{cm}^3$

[6]B 图中，标尺的分度值为 0.2g，游码对应的质量为 2.4g，则烧杯和老醋的总质量为

$m_2=50\text{g}+20\text{g}+10\text{g}+2.4\text{g}=82.4\text{g}$

A 图中烧杯和剩余老醋的总质量为 $m_1=20\text{g}+10\text{g}+5\text{g}+2.4\text{g}=37.4\text{g}$

量筒中老醋的质量为 $m=m_2-m_1=82.4\text{g}-37.4\text{g}=45\text{g}$

老醋的密度为 $\rho=\dfrac{m}{V}=\dfrac{45\text{g}}{40\text{cm}^3}=1.125\text{g/cm}^3$

（4）[7]设小烧杯的底面积为 S，由甲图可知，物块 B 和小烧杯看为一个整体，因处于静止状态，故受到的重力与受到的浮力是一对平衡力，根据阿基米德原理可得 $G_{杯}+G_{\text{B}}=F_{浮甲杯}=\rho_{水}gV_{排甲}=\rho_{水}gSh_1$ ①

由乙图可知，物块 B 和小烧杯看为一个整体，因处于静止状态，故受到的重力与受到的浮力是一对平衡力，根据阿基米德原理可得 $G_{杯}+G_{\text{B}}=F_{浮乙杯}+F_{浮\text{B}}=\rho_{水}gSh_2+\rho_{水}gV_{\text{B}}$ ②

由图丙可知，以杯为研究对象，因处于静止状态，故受到的重力与受到的浮力是一对平衡力，根据阿基米德原理可得 $G_{杯}=F_{浮丙杯}=\rho_{水}gV_{排丙}=\rho_{水}gSh_3$ ③

根据密度公式 $\rho=\dfrac{m}{V}$ 和 $G=mg$ 可得，物块 B 的密度为 $\rho_{\text{B}}=\dfrac{m_{\text{B}}}{V_{\text{B}}}=\dfrac{G_{\text{B}}}{gV_{\text{B}}}$ ④

联立①②③④可得，物块 B 的密度为

$$\rho_{\text{B}}=\frac{G_{\text{B}}}{gV_{\text{B}}}=\frac{\rho_{水}gSh_1-\rho_{水}gSh_3}{g(Sh_1-Sh_2)}=\frac{h_1-h_3}{h_1-h_2}\times\rho_{水}=\frac{30\text{cm}-10\text{cm}}{30\text{cm}-20\text{cm}}\times1\times10^3\text{kg/m}^3=2\times10^3\text{kg/m}^3$$

【变式 1-3】（2023·广西南宁·三模）小宇同学用一块柱形合金材料探究“影响浮力大小的因素”，他将该合金块标注成 4 等份，进行了如图 1 所示的探究实验。

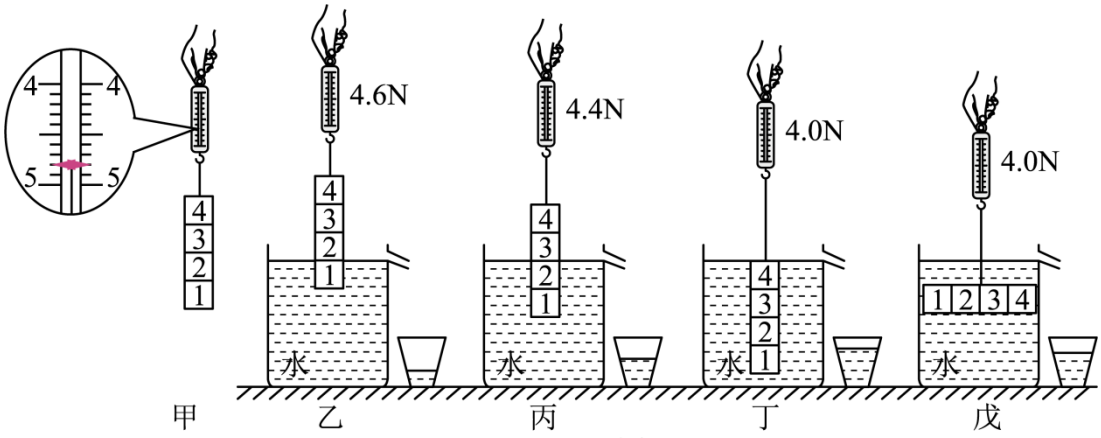


图1

（1）由图 1 丙所示，此时合金块只有两格浸入水中，则合金块所受的浮力 $F_{浮}$=___N；

（2）根据图 1 甲、乙、丙、丁，可以得出的初步结论是：当液体密度一定时，物体所受浮力大小与 _____ 有关；

（3）小宇同学对丁实验操作进行了修改，设计了如图 1 甲、丁、戊所示方案进行探究，可知浮力大小与物体浸入的深度 _____；（选填“有关”或“无关”）

（4）从合金块开始浸入装满水的溢水杯，直至浸入一定深度的过程中（物体没有接触到容器），容器底部对水平桌面的压力 _____（选填“先变大后不变”、“先变小后不变”或“不变”）；

（5）小宇完成以上实验后，想测量泡沫球的密度，采用如图 2 所示装了水的圆柱形容器，以及细针和电子秤进行测量，其操作顺序以及示数如图 2 中 A、B、C 所示；

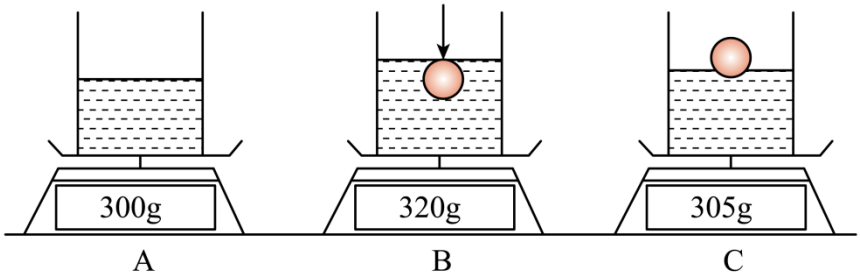


图2

①小宇分析电子秤的数据，通过计算后可知，泡沫球的质量为 ____g，密度为 ____g/cm³；

②同桌小轩认为，小宇的实验操作 B 至 C 过程中，泡沫球上浮至漂浮时沾水，导致密度测量结果偏大，该说法是 _____的（选填“正确”或“错误”）。

【答案】 0.4 物体排开液体的体积 无关 不变 5 0.25 错误

【详解】（1）[1]由图 1 甲可知，弹簧测力计的分度值是 0.1N，弹簧测力计的指针位于 4N 以下第 8 个刻度，示数为 4.8N，即合金块的重力为 4.8N；由图 1 丙知，合金块所受的浮力为 $F_{浮}=G-F_{丙}$=4.8N－4.4N=0.4N

（2）[2]由图 1 甲、乙、丙、丁所示实验可知液体的密度相同，物体排开液体的体积不同，且物体排开液体

的体积越大，弹簧测力计的示数越小，由称重法知浮力越小，所以可以得出的初步结论是：当液体密度一定时，物体所受浮力大小与物体排开液体的体积有关。

（3）[3]由图 1 甲、丁、戊所示实验可知液体的密度相同，物体排开液体的体积相同，物体浸没的在液体中的深度不同，弹簧测力计的示数相同，由称重法知浮力相同，所以得出的初步结论是：浮力大小与物体浸没的深度无关。

（4）[4]根据阿基米德原理可知物体受到的浮力等于物体排开液体的重力，则水的重力与物体受到的浮力之和不变，从合金块开始浸入装满水的溢水杯，直至浸入一定深度的过程中（物体没有接触到容器），容器底部对水平桌面的压力始终等于容器的重力、水的重力与物体受到的浮力之和，所以容器底部对水平桌面的压力不变。

（5））①[5][6]泡沫球的质量为 $m_C - m_A = 305g - 300g = 5g$

B 中泡沫球浸没中水中，受到竖直向上的浮力、竖直向下的压力和重力，且三个力平衡，结合图 A、B 可知 $F_{浮} = G_{排} = G_{球} + F = (m_B - m_A)g$

则 $m_{排} = \rho_{水} V_{排} = m_B - m_A$

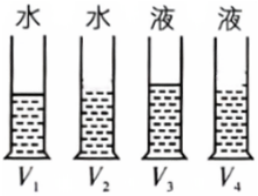
所以 $V_{球} = V_{排} = \dfrac{m_B - m_A}{\rho_{水}} = \dfrac{320g - 300g}{1g/cm^3} = 20cm^3$

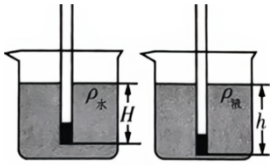
乒乓球的密度 $\rho_{球} = \dfrac{m_{球}}{V_{球}} = \dfrac{5g}{20cm^3} = 0.25g/cm^3$

② [7]实验操作由 B 至 C 过程中，泡沫球上会沾水，但由 B 到 C 的操作中泡沫球、水和容器的总质量并不会发生改变，所以由 A、C 得到泡沫球的质量正确，不会造成测泡沫球密度偏大，所以小轩说法错误。

模型 02 双漂法

『模型解读』

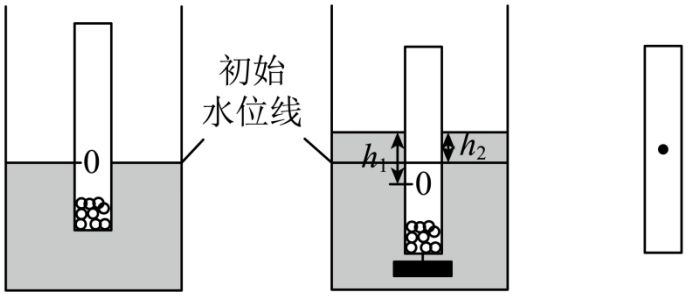
实验图示	实验步骤	表达式
（给出体积的变化）	(1)量筒内装有体积为 V_1 的水； (2)将一密度较小的物体放入水中，量筒读数为 V_2； (3)在量筒内装入适量的待测液体，量筒读数为 V_3； (4)再将物体放入该待测液体中，量筒读数为 V_4	$\rho_{液} = \dfrac{V_{水排}}{V_{液排}}\rho_{水} = \dfrac{V_2 - V_1}{V_4 - V_3}\rho_{水}$ $\rho_{物} = \dfrac{V_{水排}}{V_{物}}\rho_{水} = \dfrac{V_2 - V_1}{V_{物}}\rho_{水}$（$V_{物}$ 已知）

（给出液面高度变化）	物体漂浮在水中，浸入深度为 H；物体漂浮在待测液体中，浸入深度为 h	设物体底面积为 S，在水中所受浮力为 $F_{浮1}$，在待测液体中所受浮力为 $F_{浮2}$， $F_{浮1}=G_{物}=G_{排水}=\rho_{水}gSH$， $F_{浮2}=G_{物}=G_{排液}=\rho_{液}gSh$， 所以 $\rho_{液}=\frac{H}{h}\rho_{水}$

『核心提示』

解 真题·思维剖析

【例 2】(2023·吉林长春·中考真题) 物理实践小组设计了一个测量固体密度的方案（仅用于不吸水、不溶于水的固体）。如图甲所示，将适量的配重颗粒装入粗细均匀的薄壁圆筒中并封闭筒口，将圆筒放入盛有适量水的薄壁大容器中，大容器的横截面积是圆筒的横截面积的 5 倍。圆筒静止后用记号笔在圆筒对应水面位置标记“0”，在大容器的水面位置标出初始水位线。

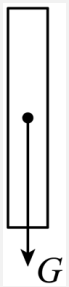


甲　　乙

（1）请在答题卡的图中画出圆筒受到的重力的示意图。（答题卡图中的 O 点为圆筒的重心）_____

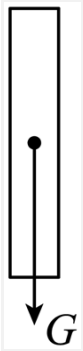
（2）为使圆筒静止后竖直漂浮在水面，在沙粒、泡沫粒中应选择_____作为圆筒的配重颗粒。

（3）将待测金属块用细线挂在圆筒下方，放入水中静止后（细线的质量、体积忽略不计，金属块始终不触底）如图乙所示，与图甲相比圆筒所受的浮力_____（选填“变大”、“不变”或“变小”）。分别测出圆筒静止后水面到“0”点和到初始水位线的距离 h_1 和 h_2，则该金属块的密度表达式为 $\rho_{金属}$=_____（用 h_1、h_2 和 $\rho_{水}$表示）。

【答案】 

沙粒　　变大　　$\frac{5h_2}{5h_2-h_1}\rho_{水}$

【详解】（1）[1]从圆筒的重心沿竖直向下的方向画出一条带箭头的线段，由 G 表示，如图所示：



（2）[2]要使圆筒静止后竖直漂浮在水面，选择质量较大的物体放到圆筒中，相同体积的沙粒和泡沫粒相比，沙粒的质量较大，选择沙粒作为圆筒的配重颗粒。

（3）[3]将待测金属块用细线挂在圆筒下方，放入水中静止后，总重力增大，处于漂浮状态，浮力等于重力，浮力增大，与图甲相比圆筒所受的浮力变大。

[4]设圆筒浸入水中的深度为 h，圆筒的横截面积为 S，原来水位为 H，大容器的横截面积 $S_{容}=5S$

根据金属块用细线挂在圆筒下方前后，容器内的水体积不变可知 $5SH-Sh=5S(H+h_2)-V_{金}-S(h+h_1)$

金属块的体积为 $V_{金}=5Sh_2-Sh_1$

原来圆筒处于漂浮，浮力等于重力，即 $G_{筒}=F_{浮}=\rho_{水}gSh$①

将金属块和圆筒看成整体，处于漂浮状态，浮力等于重力，即 $G_{筒}+G_{金}=F_{浮总}=\rho_{水}gS(h+h_1)+\rho_{水}gV_{金}$②

②-①得到 $G_{金}=\rho_{水}gSh_1+\rho_{水}gV_{金}$

金属的体积代入 $G_{金}=\rho_{水}gSh_1+\rho_{水}g（5Sh_2-Sh_1）=5\rho_{水}gSh_2$

金属块的密度 $\rho_{金属}=\dfrac{m_{金}}{V_{金}}=\dfrac{G_{金}}{gV_{金}}=\dfrac{5\rho_{水}gSh_2}{g\times(5Sh_2-Sh_1)}=\dfrac{5h_2}{5h_2-h_1}\rho_{水}$

变式演练

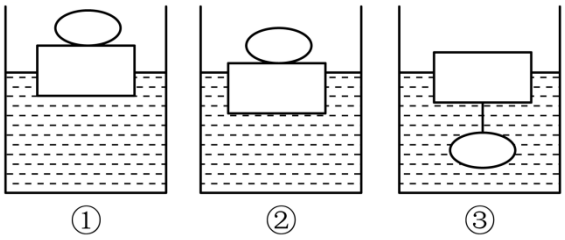
【变式 2-1】（2023·天津蓟州·模拟预测）小明为了测量小石块的密度，进行了以下实验：他借助一个长方体木块（不吸水）和刻度尺测出了石块的密度。

（1）如图①用刻度尺测出木块浸在水中的深度 h_1。

（2）如图②将石块放在木块上，使它们共同漂浮在水面上，测出木块浸在水中深度 h_2。

（3）如图③将石块取下，用细线（不计质量和体积）挂在木块下放入水中静止时，测出_____。

（4）石块密度的表达式：ρ=_____（用已知量和测量量表示）。



【答案】　　木块进入水中深度 h_3　　$\rho_{水}\cdot\dfrac{h_2-h_1}{h_2-h_3}$

【详解】（3）[1]由题意可知，利用漂浮条件 $F_{浮}=G_{物}$，可以得到石块的质量，所以应将木块、木块和石块分别漂浮在水面；除了测量出图①、图②两种情况下木块浸没水中的深度，同时还要测量出图③中木块浸没水中的深度 h_3。

（4）[2]设木块的底面积为 S，因为物体漂浮时，受到的浮力和自身的重力相等，由此可得图①中

$m_{木}g=F_{浮1}=\rho_{水}gV_{排}=\rho_{水}gSh_1$，　$m_{水}=\rho_{水}Sh_1$---①

图②中 $\left(m_{木}+m\right)g=F_{浮2}=\rho_{水}gV'_{排}=\rho_{水}gSh_2$，　$m_{木}+m=\rho_{水}gSh_2$---②

①②联立可得，石块的质量 $m=\rho_{水}\left(h_2-h_1\right)S$

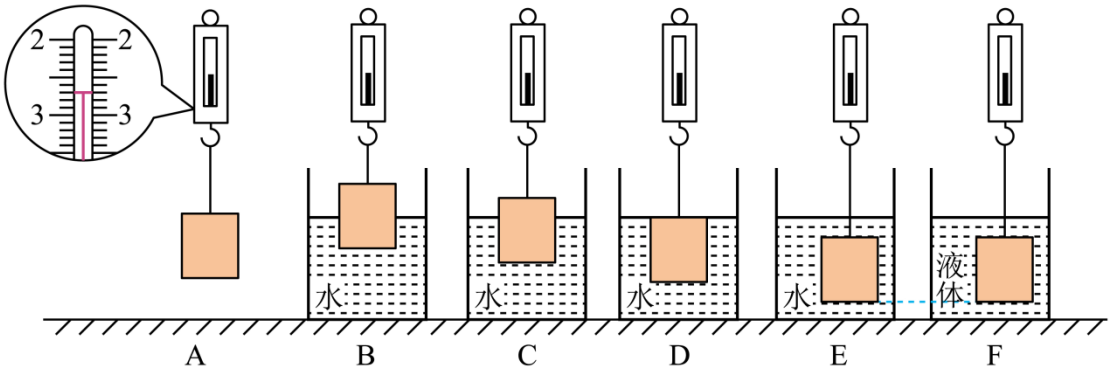
图②中木块排开水的体积 $V'_{排}=Sh_2$

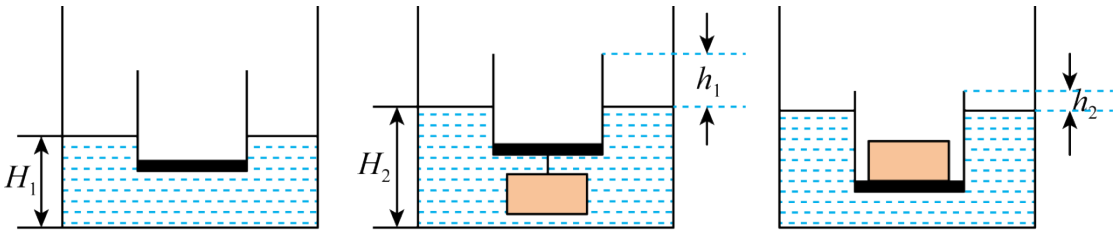
图③中木块排开水的体积 $V''_{排}=Sh_3$

石块浸没时排开水的体积和本身的体积相等，石块的体积 $V=V'_{排}-V''_{排}=Sh_2-Sh_3=\left(h_2-h_3\right)S$

石块的密度 $\rho=\dfrac{m}{V}=\dfrac{\rho_{水}\left(h_2-h_1\right)S}{\left(h_2-h_3\right)S}=\rho_{水}\cdot\dfrac{h_2-h_1}{h_2-h_3}$

【变式 2-2】（2023·辽宁沈阳·模拟预测）小冉在探究“浮力大小与哪些因素有关”的实验中，用到如下器材：分度值为0.1N的弹簧测力计、金属块a、金属块b、大小柱形容器若干、水，密度未知的某种液体，细线等。





甲　　乙　　丙

（1）小冉进行了如图所示的实验：A 步骤所示弹簧测力计的示数为_____ N；用弹簧测力计挂着金属块 a 缓慢地浸入液体中不同深度，步骤如图 B、C、D、E、F，并将其示数记录在表中：

实验步骤	B	C	D	E	F
弹簧测力计示数/N	2.4	2.3	2.2	2.2	2.3

（2）在实验步骤 B 中金属块 a 所受浮力 $F_{浮}$ =_____ N；

（3）分析实验步骤 A、B、C、D，可以说明浮力大小跟排开液体的_____ 有关；分析实验步骤 A、E、F，可以说明浮力大小跟液体的_____ 有关；

（4）小冉用表格中的数据算出了某种液体的密度是_____ $\mathrm{kg/m^3}$；

（5）同组的小萨只有刻度尺这一测量工具，于是他进行了如下操作：

①在圆柱形容器中装有适量的水，将另一平底烧杯放入圆柱形容器的水中，烧杯静止时容器中水的深度 H_1 为 12cm，如图甲所示；

②将待测金属块 b 吊在烧杯底部，测量出烧杯静止时露出水面的高度 h_1 为 6cm，容器中水的深度 H_2 为 18cm，如图乙所示；

③将金属块 b 放在烧杯中，烧杯静止时露出水面的高度 h_2 为 2cm，如图丙所示。已知圆柱形容器底面积为烧杯底面积的 3 倍。则金属块 b 的密度为_____ $\mathrm{kg/m^3}$。

【答案】　2.7　0.3　体积　密度　0.8×10^3　4.5×10^3

【详解】（1）[1]弹簧测力计的分度值是 0.1N，A 步骤所示弹簧测力计的示数为 2.7N。

（2）[2]由称重法可得，在实验步骤 B 中金属块 a 所受浮力 $F_{浮}=G-F_{\mathrm{B}}=2.7\mathrm{N}-2.4\mathrm{N}=0.3\mathrm{N}$

（3）[3]分析实验步骤 B、C、D，液体都是水，物体排开液体体积逐渐变大，由称重法知所受浮力变大，可以说明浮力大小跟物体排开液体的体积有关。

[4]分析实验步骤 E、F，物体都是完全浸在液体中，排开液体的体积相同，而排开液体的密度不同，根据称重法测浮力知所受浮力不同，可以说明浮力大小跟液体的密度有关。

（4）[5]当浸没在水中时，物体所受浮力 $F_{浮1}=G-F_{E}=2.7\text{N-}2.2\text{N}=0.5\text{N}$

根据阿基米德原理 $F_{浮1}=\rho_{水}gV_{排}=\rho_{水}gV_{物}$

即 $0.5\text{N}=1\times10^{3}\text{kg/m}^{3}\times10\text{N/kg}\times V_{物}$

解得 $V_{物}=0.5\times10^{-4}\text{m}^{3}$

金属 a 浸没在某液体中受到的浮力 $F_{浮2}=G-F_{F}=2.7\text{N-}2.3\text{N}=0.4\text{N}$

根据阿基米德原理 $F_{浮2}=\rho_{液}gV_{排}=\rho_{液}gV_{物}$

即 $0.4\text{N}=\rho_{液}\times10\text{N/kg}\times0.5\times10^{-4}\text{m}^{3}$

解得 $\rho_{液}=0.8\times10^{3}\text{kg/m}^{3}$

（5）[6]比较甲、乙两图可知，都是漂浮，受到的浮力都等于自重，则两图中浮力的变化量等于金属块 b 的重力，两图中浮力的变化量 $\Delta F_{浮}=\rho_{水}g\Delta V_{排}=\rho_{水}g(H_{2}-H_{1})S_{容}$

所以金属块 b 的重力为 $G'=\Delta F_{浮}=\rho_{水}g(H_{2}-H_{1})S_{容}$

金属块 b 的质量 $m'=\dfrac{G'}{g}=\dfrac{\rho_{水}g(H_{2}-H_{1})S_{容}}{g}=\rho_{水}(H_{2}-H_{1})S_{容}$

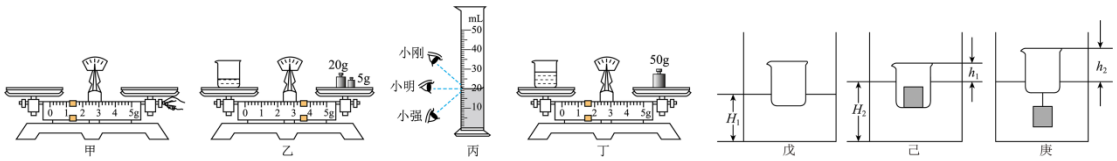
比较乙、丙可知，都是漂浮，烧杯和金属块的总重不变，总浮力不变；则乙图中金属块 b 受到的浮力等于这两次烧杯受到的浮力变化量，金属块 b 受到的浮力 $\rho_{水}gV_{b排}=\rho_{水}gV_{b}=\rho_{水}g\left(h_{1}-h_{2}\right)S_{烧杯}$

所以金属块 b 的体积为 $V_{b}=(h_{1}-h_{2})\ S_{烧杯}$

由题知，$\dfrac{S_{容}}{S_{烧杯}}=3$，则金属块 b 的密度为

$$\rho_{b}=\frac{m}{V_{b}}=\frac{\rho_{水}(H_{2}-H_{1})S_{容}}{(h_{1}-h_{2})S_{烧杯}}=\frac{1.0\times10^{3}\text{kg/m}^{3}\times(0.18\text{m-}0.12\text{m})\times3}{0.06\text{m-}0.02\text{m}}=4.5\times10^{3}\text{kg/m}^{3}$$

【变式 2-3】（2023 九年级·广西·专题练习）在“测量盐水的密度”实验中，小明、小刚和小强组成实验小组，小组进行了分工：小明负责天平的操作，小刚负责量筒的测量，小强负责实验数据记录及处理。他们根据实验室提供的实验器材，按照设计的实验方案进行了实验。如图所示，为实验过程的主要操作示意图。



实验的主要步骤：

A、实验准备阶段，小明将托盘天平放置在水平桌面上，按照如图甲的方式对天平进行调平；

B、如图乙所示，小明用托盘天平测得烧杯与剩余盐水的质量之和M''；

C、小刚将烧杯中的部分盐水倒入量筒，三人按照图丙所示的方式各自读出所测盐水的体积 V；

D、如图丁所示，小明将盐水倒入烧杯，并用托盘天平测出二者质量之和 M；

（1）步骤 A 中，小强发现小明有一处不当的操作是_____；

（2）改正不当操作后，继续按照正常的实验流程操作，后面三个实验步骤的顺序应该是_____（用步骤前的字母代号表示）；

（3）步骤 D 中 M=_____g；

（4）步骤 C 中，三人对盐水体积的读数方式正确的是_____（选填“小刚”、“小明”或“小强”），测出的盐水体积 V=_____mL；

（5）小强根据实验数据和密度公式，求得盐水密度 ρ=_____$\mathrm{kg/m^3}$。

（6）小华利用干燥、不吸水的矿石还可测出未知液体的密度，操作如下：

①在圆柱形容器中装入待测液体，如图戊所示，将平底烧杯放入待测液体中，烧杯静止时容器中液体的深度为 H_1；

②将矿石放入烧杯中，如图己所示，烧杯静止时露出液面的高度为 h_1，容器中液体的深度为 H_2；

③将矿石拴在烧杯底部，如图庚所示，烧杯静止时露出液面的高度为 h_2。已知矿石的密度为 $\rho_{石}$，圆柱形容器的底面积是烧杯底面积的 3 倍，则待测液体密度的表达式 $\rho_{液}$=_____。（用已知物理量字母表示，烧杯视为粗细上下均匀的容器）

【答案】 小明在调节天平横梁平衡过程中的操作错误是游码未归零 DCB 51.4 小明 20 1.15×10^3 $\dfrac{\rho_{石}(h_2-h_1)}{3(H_2-H_1)}$

【详解】（1）[1]调节天平横梁平衡时，先要把游码移到标尺左端的零刻度，再调节平衡螺母，由图甲可知，小明在调节天平横梁平衡过程中的操作错误是游码未归零。

（2）[2]为防止容器壁粘液体影响所测结果，要先测烧杯和盐水总质量，再将盐水倒入量筒中测出倒出的食盐水的体积，测出剩余盐水和烧杯的总质量，则倒出的盐水质量可求，盐水的密度可用倒出的盐水质量和倒出的盐水的体积求出，这样就可以减小误差的产生，所以实验顺序应是 DCB。

（3）[3]如图丁所示，标尺的分度值为 0.2g，读数为 1.4g，烧杯和盐水的总质量 $M=50\mathrm{g}+1.4\mathrm{g}=51.4\mathrm{g}$

（4）[4][5]量筒读数时时，视线要和液体的凹液面相平，故小明的读数方法是正确的；由图知，量筒分度值 1mL，盐水的体积 $V=20\mathrm{mL}=20\mathrm{cm}^3$

（5）[6]如图所示，烧杯与剩余盐水的质量 $M'=20\mathrm{g}+5\mathrm{g}+3.4\mathrm{g}=28.4\mathrm{g}$，

盐水的密度 $\rho=\frac{m}{V}=\frac{51.4\text{g}-28.4\text{g}}{20\text{cm}^3}=1.15\text{g/cm}^3=1.15\times10^3\text{kg/m}^3$

（6）[7]设烧杯底面积为 S，则容器底面积为 $3S$，烧杯高 h；由己和庚两次实验，烧杯和矿石整体漂浮在液体中，所受浮力等于矿石和烧杯的重力之和，两次浮力相等，由 $F_{浮}=\rho_{液}V_{排}g$ 可知 $V_{排己}=V_{排庚}$，则

$S(h-h_1)=S(h-h_2)+V_{石}$

解得，矿石的体积为 $V_{石}=S(h_2-h_1)$

矿石质量为 $m_{石}=\rho_{石}V=\rho_{石}S(h_2-h_1)$

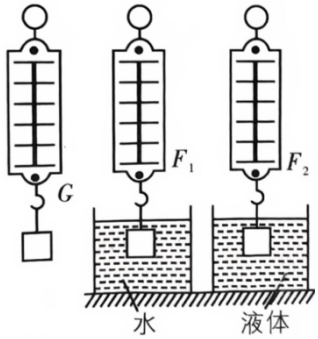
由图戊、己可知将矿石放在烧杯中，排开水的体积变化为 $\Delta V_{排}=3S(H_2-H_1)$

矿石的重力 $G=\Delta F_{浮}=\rho_{液}g\Delta V_{排}=3\rho_{液}gS(H_2-H_1)$

故液体密度为 $\rho液=\frac{G}{3gS(H_2-H_1)}=\frac{m_{石}g}{3gS(H_2-H_1)}=\frac{\rho_{石}(h_2-h_1)}{3(H_2-H_1)}$

模型 03 双提、三提法

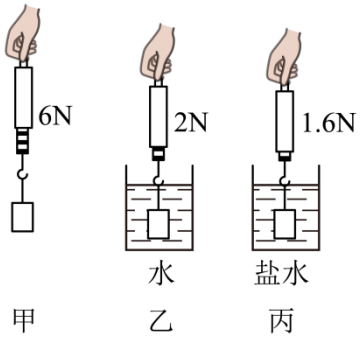
『模型解读』

实验图示	实验步骤	表达式
	双提法测固体密度: (1)用细线系住固体，用弹簧测力计测得固体的重力为 G; (2)用弹簧测力计悬挂着固体，将其浸没在水中，不触及烧杯侧壁和底部，此时弹簧测力计示数为 F_1	$G=mg$， $V=V_{排}=\frac{F_{浮}}{\rho_{水}g}=\frac{G-F_1}{\rho_{水}g}$， 表达式：$\rho=\frac{m}{V}=\frac{G}{G-F_1}\rho_{水}$
	三提法测液体密度: 步骤(1)(2)同上; (3)用弹簧测力计悬挂着固体，将其浸没在待测液体中，不触及烧杯侧壁和底部，此时弹簧测力计示数为 F_2	$F_{浮}=G-F_1=\rho_{水}gV_{排}$， $F_{液浮}=G-F_2=\rho_{液}gV$， 表达式：$\rho_{液}=\frac{G-F_2}{G-F_1}\rho_{水}$

『核心提示』

解 真题·思维剖析

【例 3】(2023·四川德阳·中考真题) 小张在探究“浮力的大小跟哪些因素有关”的实验中，做了以下的部分操作。用同一弹簧测力计挂着同一金属物块依次完成如图所示的三次测量：



（1）乙图所示的实验中，物块受到的浮力大小为_____N；

（2）分析乙图、丙图，说明浮力的大小与_____有关；

（3）本实验数据可计算出盐水的密度为_____kg/m³。（已知水的密度为 1.0×10³kg/m³）

【答案】 4 液体的密度 1.1×10³

【详解】（1）[1]由图甲和图乙可知，物块受到的浮力大小为 $F_{浮}=G-F=6\text{N}-2\text{N}=4\text{N}$

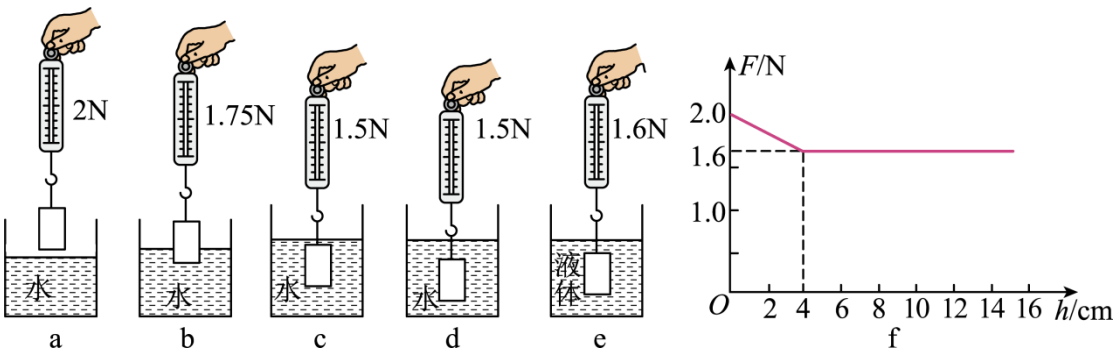
（2）[2]由图乙和图丙可知，浸入液体中的深度相同，排开液体的体积相同，液体的密度不同，弹簧测力计的示数不同，由称重法可知浮力大小不同，可以得到浮力的大小与液体的密度有关。

（3）[3]物块在盐水中受到的浮力 $F_{浮盐}=G-F_{盐}=6\text{N}-1.6\text{N}=4.4\text{N}$

物块的体积 $V=V_{排}=\dfrac{F_{浮}}{\rho_{水}g}=\dfrac{4\text{N}}{1\times10^{3}\text{kg/m}^{3}\times10\text{N/kg}}=4\times10^{-4}\text{m}^{3}$

盐水的密度为 $\rho_{盐}=\dfrac{F_{浮盐}}{gV_{排}}=\dfrac{F_{浮盐}}{gV}=\dfrac{4.4\text{N}}{10\text{N/kg}\times4\times10^{-4}\text{m}^{3}}=1.1\times10^{3}\text{kg/m}^{3}$

25．(2023·广东东莞·一模) 物理兴趣小组在进行“探究浮力的大小与哪些因素有关”实验中，用弹簧测力计挂着一实心圆柱体，以图 a、b、c、d、e 分别为实验情景。（g 取 10N/kg）



（1）通过 a、c 两次实验，可知物体浸没在水中所受浮力大小是 _____N；

（2）通过 _____三次实验，可探究物体所受浮力大小与浸没深度的关系；

（3）通过 a、c、e 三次实验，可探究物体所受浮力大小与 _____的关系；

（4）在某种液体中进行探究的过程中，记录实验数据，得到如图 f 所示弹簧测力计读数与圆柱体下表面浸入深度的关系图像，则物体的高度是_____cm；该液体的密度 _____kg/m³；

（5）若烧杯的底面积为 80cm²，对比 a、c 两次实验，水对容器底部的压强增加了 _____Pa。

【答案】 0.5 a、c、d 液体密度 4 0.8×10^3 62.5

【详解】（1）[1]由 a、c 两次实验中测力计示数可知 $F_{浮水}=G-F_c=2N-1.5N=0.5N$

（2）[2]研究物体所受浮力的大小与浸没的深度的关系时采用的是控制变量法，需要控制排开液体的体积和液体的密度相同，所以通过 a、c、d 三次实验，可探究物体所受浮力大小与浸没深度的关系。

（3）[3]由图 c、e 所示实验可知，液体密度不同，排开液体的体积相同，根据控制变量法可知，通过 a、c、e 三次实验，可探究物体所受浮力大小与液体密度的关系。

（4）[4]由图 f 可知，当圆柱体由刚接触水面开始到完全浸没时，下降的距离为 4cm，故圆柱体的高度为 4cm。

[5]实验步骤 c 中，物体受到的浮力为 $F_{浮c}=G-F_c=2N-1.5N=0.5N$

实验步骤 e 中，物体受到的浮力为 $F_{浮e}=G-F_e=2N-1.6N=0.4N$

因物体均浸没，所以 $V_{排水}=V_{排液}$；根据阿基米德原理可知 $\dfrac{F_{浮c}}{\rho_{水}g}=\dfrac{F_{浮e}}{\rho_{液}g}$

所以该液体的密度为 $\rho_{液}=\dfrac{F_{浮e}}{F_{浮c}}\times\rho_{水}=\dfrac{0.4N}{0.5N}\times1.0\times10^3kg/m^3=0.8\times10^3kg/m^3$

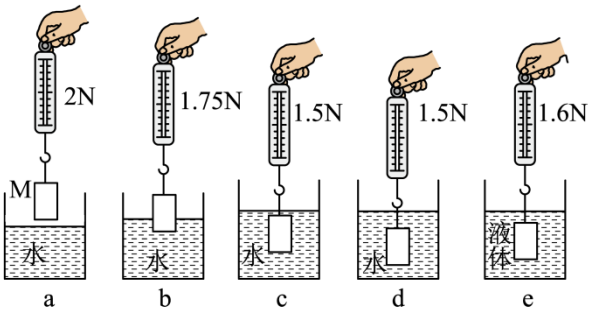
（5）[6]由（1）可知，圆柱体浸没在水中所受的浮力为 $F_{浮水}=0.5N$，利用阿基米德原理 $F_{浮}=\rho_{液}gV_{排}$ 得圆柱体的体积为 $V=V_{排}=\dfrac{F_{浮}}{\rho_{水}g}=\dfrac{0.5N}{1.0\times10^3kg/m^3\times10N/kg}=0.5\times10^{-4}m^3$

由 $V=Sh$ 得浸入水中时水面升高的高度为 $\Delta h=\frac{V}{S}=\frac{0.5\times10^{-4}\mathrm{m}^3}{80\times10^{-4}\mathrm{m}^2}=0.00625\mathrm{m}$

水对容器底部的压强增加了 $\Delta p=\rho_{水}g\Delta h=1.0\times10^3\mathrm{kg/m^3}\times10\mathrm{N/kg}\times0.00625\mathrm{m}=62.5\mathrm{Pa}$

变式演练

【变式 3-1】（2023·山东青岛·模拟预测）小红“探究浮力的大小与哪些因素有关”，步骤如图：



（1）物体 M 重_____N；

（2）通过实验 a、_____可知，物体 M 浸没在水中时所受浮力是_____N，浮力大小与物体 M 浸没的深度__（填“有”或“无”）关；

（3）通过 a、c、e 三次实验，可探究物体所受浮力大小与_____的关系；

（4）实验 e 所用液体的密度为_____kg/m³。M 浸没在液体中时排开液体的重力是_____N。

【答案】 2 c 0.5 无 液体密度 0.8×10^3 0.4

【详解】（1）[1]由图 a 可知，物体 M 未浸入水中，此时测力计的示数大小等于物体的重力大小，则物体 M 的重力为 2N。

（2）[2][3]由实验 a、c，根据称重法可得，物体 M 浸没在水中时所受浮力为 $F_{浮}=G-F_c=2\mathrm{N}-1.5\mathrm{N}=0.5\mathrm{N}$

[4]由实验 a、d，根据称重法可得，物体 M 浸没在水中时所受浮力为 $F_{浮}'=G-F_d=2\mathrm{N}-1.5\mathrm{N}=0.5\mathrm{N}$

所以通过 a、c、d，物体 M 浸没在水中的深度不同，得到物体 M 浸没在水中受到的浮力都为 0.5N，故可知浮力大小与物体 M 浸没的深度无关。

（3）[5]通过 a、c、e 三次实验，物体 M 排开液体的体积相同，液体的密度不同，测力计的示数不同，即物体所受液体的浮力不同，由此可探究物体所受浮力大小与液体密度的关系。

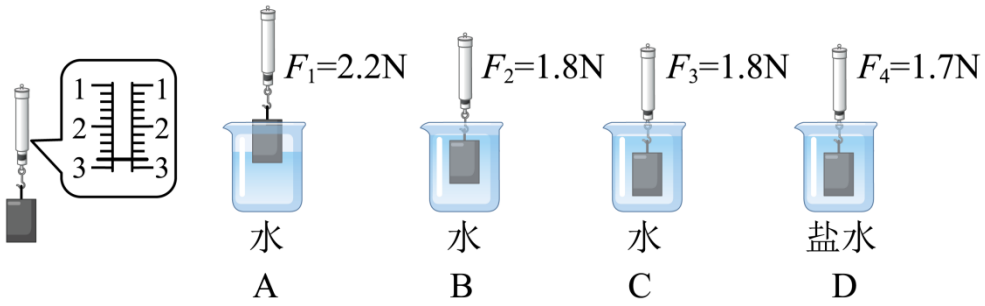
（4）[6][7]由实验 a、e，根据称重法可得，物体 M 浸没在液体中所受的浮力为 $F_{浮液}=G-F_e=2\mathrm{N}-1.6\mathrm{N}=0.4\mathrm{N}$

根据阿基米德原理可知，M 浸没在液体中时排开液体的重力是 0.4N。在实验 c 中，物体 M 浸没在水中，排开水的体积等于物体 M 的体积，根据阿基米德原理可得，物体 M 的体积为

$$V=V_{排水}=\frac{F_{浮}}{\rho_{水}g}=\frac{0.5\text{N}}{1\times10^{3}\text{kg/m}^{3}\times10\text{N/kg}}=5\times10^{-5}\text{m}^{3}$$

在实验 e 中，物体 M 浸没在液体中，物体 M 排开液体的体积等于物体的体积，根据阿基米德原理可得，液体的密度为 $\rho_{液体}=\frac{F_{浮液}}{gV_{排液}}=\frac{F_{浮液}}{gV}=\frac{0.4\text{N}}{10\text{N/kg}\times5\times10^{-5}\text{m}^{3}}=0.8\times10^{3}\text{kg/m}^{3}$

【变式 3-2】（2023·宁夏银川·模拟预测）在学习了“浮力”的知识后，张强同学提出了一个问题：浸在液体中的物体受到浮力的大小与深度有关吗？经过思考，他在学校实验室找来了弹簧测力计、烧杯、一个金属块、水等器材。设计并进行了如图所示的探究实验：



（1）由实验可知，金属块在图 A 中受到的浮力为_____ N；

（2）张强同学根据图 A、B 两次实验，得出：物体浸在液体中的深度越深，所受浮力越大。你认为他的实验结论是_____ （填“正确”或“错误”）的，原因是_____ 。

（3）通过实验可知：物体完全浸没后，所受浮力的大小与在液体中的深度_____ ，在由图 A 至图 C 的过程中，金属块受到水的压强_____ （填“变大”、“变小”或“不变”）。

（4）根据实验，可求出该金属块的密度为_____ kg/m³。

【答案】 0.6 错误 没有控制物体排开液体的体积相等 无关 变大 2.8×10^{3}

【详解】（1）[1]由图可知，金属块的重力为 $G=2.8\text{N}$；由图 A 可知，金属块浸在水中时，测力计的示数为 2.2N，根据称重法得，金属块在图 A 中受到的浮力为 $F_{浮A}=G-F_{A}=2.8\text{N}-2.2\text{N}=0.6\text{N}$

（2）[2][3]张强同学根据图 A、B 两次实验，得出：物体浸在液体中的深度越深，所受浮力越大。他的实验结论是错误的，原因是：这两次实验中，物体排开液体的体积也是不相等的，无法判定浮力的不同是由什么因素造成的。

（3）[4]分析 B、C 两图可知，当金属块浸没入水中后，在不同的深度，测力计的示数是相同的，则金属块所受的浮力相同，即浮力的大小与它浸入水的深度无关。

[5]在由图 A 至图 C 的过程中，深度变大，根据液体压强公式 $p=\rho gh$ 得，在液体密度一定时，金属块受到水的压强变大。

（4）[6]根据称重法，由 C 图知，金属块浸没中受到的浮力为 $F_{浮C}=G-F_C=2.8\text{N}-1.8\text{N}=1\text{N}$

金属块的体积为 $V=V_{排}=\dfrac{F_{浮}}{\rho_{水}g}=\dfrac{1\text{N}}{1.0\times10^3\text{kg/m}^3\times10\text{N/kg}}=1\times10^{-4}\text{m}^3$

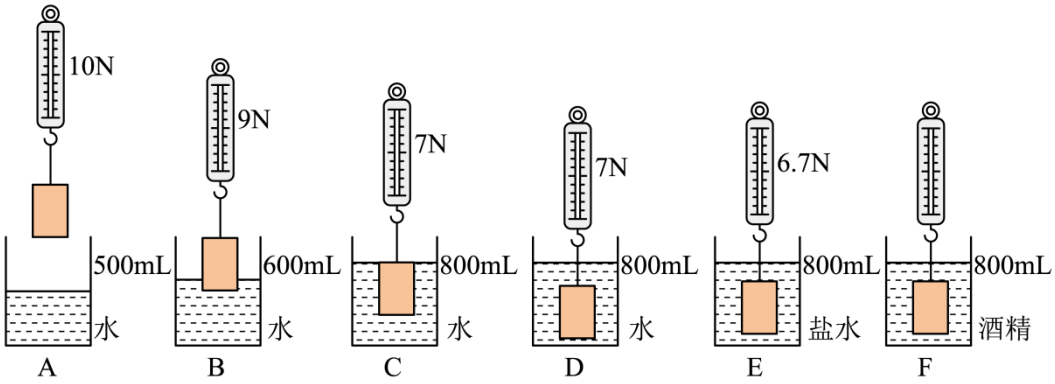
由 $G=mg$ 可知金属块的质量为 $m=\dfrac{G}{g}=\dfrac{2.8\text{N}}{10\text{N/kg}}=0.28\text{kg}$

则金属块的密度为 $\rho=\dfrac{m}{V}=\dfrac{0.28\text{kg}}{1\times10^{-4}\text{m}^3}=2.8\times10^3\text{kg/m}^3$

练好题·题组通关

题组 1：一票一沉法

1．（2023·黑龙江大庆·模拟预测）探究影响浮力大小的因素时：



（1）分析图 A、C、D，说明浮力大小跟_____ 无关；

（2）分析图_____ ，说明浮力大小跟液体密度有关；

（3）物体完全浸没在盐水中所受的浮力是_____ N，盐水的密度是_____ g/cm³；

（4）若将该物体浸没在酒精中，则测力计的示数应为_____ N；（$\rho_{酒精}=0.8\times10^3$ kg/m³）

（5）分析图 A、B、C 时，小芳发现浮力大小和在水中的深度有关，与（1）得到的结论不相符，其原因是：_____ 。

【答案】 深度 A、D、E 3.3 1.1 7.6 没有控制物体排开液体的体积相同

【详解】（1）[1]由图 A、C、D 可知，物体排开液体的密度不变，排开液体的体积不变，深度变化，弹簧测力计的示数不变，由 $F_{浮}=G-F_{示}$ 知浮力不变，所以可得结论：物体受到的浮力大小与深度无关。

（2）[2]由图 A、D、E 可知，金属块排开液体的体积相同，排开液体的密度不同，弹簧测力计的示数不同，由 $F_{浮}=G-F_{示}$ 可知金属块受到的浮力大小不同，可得结论：物体受到的浮力大小与液体的密度有关。

（3）[3]由 A、E 可得金属块受到盐水的浮力 $F_{浮}=G-F_{示}=10\text{N}-6.7\text{N}=3.3\text{N}$

[4]由图 A 可知，金属块的重力为 10N；由图 A、E 可得金属块排开盐水的体积

$$V_{排}=800\text{mL}-500\text{mL}=300\text{mL}=300\text{cm}^3=3\times10^{-4}\text{m}^3$$

由 $F_{浮}=\rho_{盐水}V_{排}g$ 可得盐水的密度 $\rho_{盐水}=\dfrac{F_{浮}}{gV_{排}}=\dfrac{3.3\text{N}}{10\text{N/kg}\times3\times10^{-4}\text{m}^3}=1.1\times10^3\text{kg/m}^3=1.1\text{g/cm}^3$

（4）[5]浸没在酒精中物体所受浮力 $F_{浮}^{'}=\rho_{酒精}gV_{排}=0.8\times10^3\text{kg/m}^3\times10\text{N/kg}\times3\times10^{-4}\text{m}^3=2.4\text{N}$

由 $F_{浮}=G-F_{拉}$ 可得此时弹簧测力计的拉力 $F_{拉}^{'}=G-F_{浮}^{'}=10\text{N}-2.4\text{N}=7.6\text{N}$

（5）[6]分析图 A、B、C 知液体的密度相同，排开液体的体积不同，物体在水中的深度不同，由于没有控制物体排开液体的体积相同，所以不能得出浮力大小和物体在水中的深度有关。

2．（2023·河南新乡·三模）在探究影响浮力大小的因素实验中，实验过程如图 1 所示。（实验过程中金属块缓慢下降，$\rho_{水}$=1.0×10³kg/m³），请根据实验过程，回答：

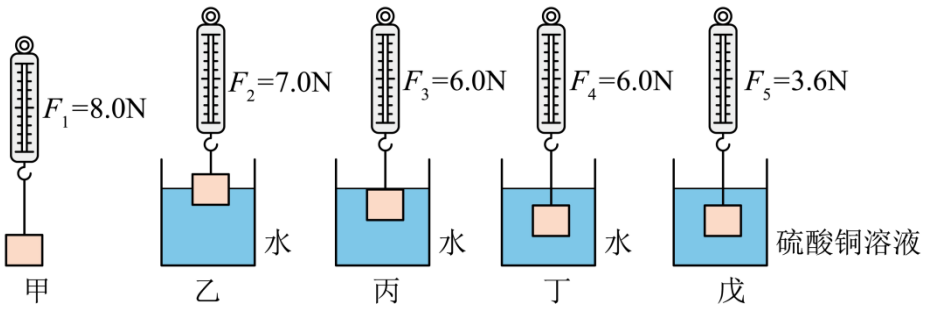


图1

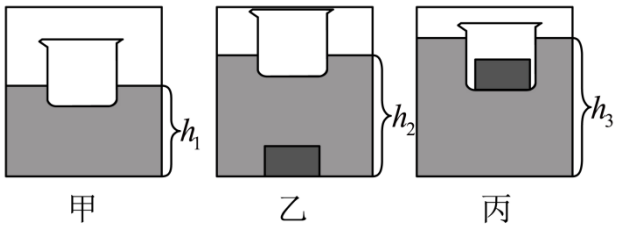


图2

（1）金属块浸没在水中受到的浮力大小为_____N；硫酸铜溶液的密度为_____ kg/m³；

（2）分析_____两图可知浮力的大小与物体浸没在液体中的深度无关；

（3）由图 1 中乙、戊两图，_____（选填能或不能）得出浮力大小与液体密度有关，理由是_____；

（4）完成上述实验后，小丽又找来刻度尺、水、水槽、柱形的薄玻璃杯等器材，进行如下实验：

①将玻璃杯漂浮在盛有水的玻璃水槽中，如图 2 甲所示，用刻度尺测出此时水槽中水的深度为 h_1；

②将金属块轻轻放入水槽中，如图 2 乙所示，用刻度尺测出此时水槽中水的深度为 h_2；

③将金属块从水槽中取出，平稳放在烧杯中，如图 2 丙所示，用刻度尺测出此时水槽中水的深度为 h_3；

④已知水的密度为 $\rho_{水}$，则小丽测出金属块的密度表达式为 ρ=_____（用已知的物理量表示）。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/366223022153011015