专项练习 6　利用浮力测密度

名师点拨：

1．称重法测密度大于水的物体密度，公式：$\rho_{物}=\frac{G\rho_{水}}{G-F}$。

2．柱形漂浮物密度的公式：$\rho_{物}=\frac{V_{排}}{V_{物}}\rho_{水}=\frac{l_{浸}}{l_{物}}\rho_{水}$。

3．密度计可以用来直接测量液体密度、间接测量固体密度。

训练角度 1　称重法测密度

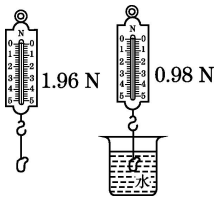
1．由如图所示实验中观察到的数据，计算相应的物理量（g 取 9.8 N/kg，$\rho_{水}=1.0\times10^3$ kg/m^3）。

（1）物体受到的浮力为_____N。

（2）物体排开水的体积是_____m^3。

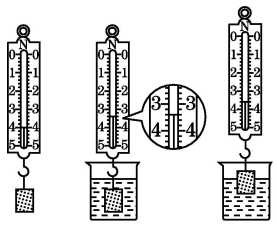
（3）物体排开的水重为_____N。

（4）物体的密度为_____kg/m^3。



（第 1 题图）

2．小云同学在学习了“阿基米德原理”后，发现用弹簧测力计也可以测出液体的密度。下面是他设计测量盐水密度的实验步骤：



（第 2 题图）

（1）如图甲，把一个合金块用细线悬挂在弹簧测力计的挂钩上，测出合金块的重力 G＝4.0 N；

（2）如图乙，将挂在弹簧测力计挂钩上的合金块浸没在盐水中，记下弹簧测力计的示数 F＝_____N；

（3）计算合金块浸没在盐水中所受到的浮力 $F_{浮}$＝_____N；

（4）根据阿基米德原理计算该盐水的密度ρ＝_____kg/m^3。（$\rho_{合金}=8.0\times10^3$ kg/m^3，g 取 10 N/kg）

实验完成后，小云同学继续思考：如果在步骤（2）中合金块只有部分浸入盐水中（如图丙），则按上述步骤测出的盐水密度比真实值要_____（填“偏大”或“偏小”）。

训练角度2　利用漂浮条件测密度

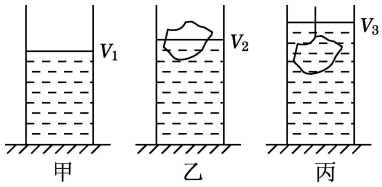
3．现有一形状不规则的木块，小明同学用图甲、乙、丙所示的方法测出了木块的密度，实验步骤如下：

（1）向容器内倒入适量的水，水的体积记作 V_1。

（2）将木块轻轻放入容器中，液面上升至 V_2。

（3）用细针将木块按压，使木块浸没于水中，液面上升至 V_3。

请写出下列物理量的表达式：木块的质量 m＝_____，木块的体积 V＝_____，木块密度ρ＝_____（已知水的密度为$\rho_{水}$）。



（第 3 题图）

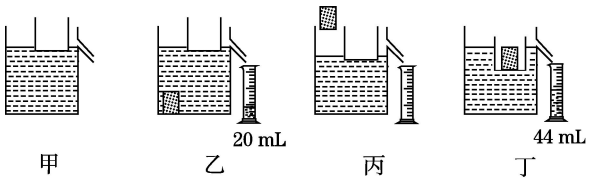
4．小晨设计了一个实验，用排水法测某实心金属块的密度。实验器材有小空筒、溢水烧杯、量筒和水。实验步骤如下：

①让小空筒漂浮在盛满水的溢水杯中，如图甲；

②将金属块浸没在水中，测得溢出水的体积为 20 mL，如图乙；

③将量筒中 20 mL 水倒掉，从水中取出金属块，如图丙；

④将金属块放入小空筒，小空筒仍漂浮在水面，测得此时溢出水的体积为 44 mL，如图丁。



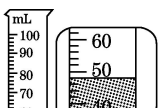
（第 4 题图）

请回答下列问题：

（1）被测金属块的密度是_____g/cm^3。

（2）在实验步骤③和④中，将沾有水的金属块放入小空筒，测出的金属块密度将_____（填“偏大”“不变”或“偏小”）。

5．科技小组举办了以“土豆”为主题的实践创新活动，活动内容是测量土豆的密度。在测量土



豆密度时，由于没有天平，只有量筒，且整个土豆无法放入量筒中，小明用如下方法测出土豆的密度。

（第 5 题图）

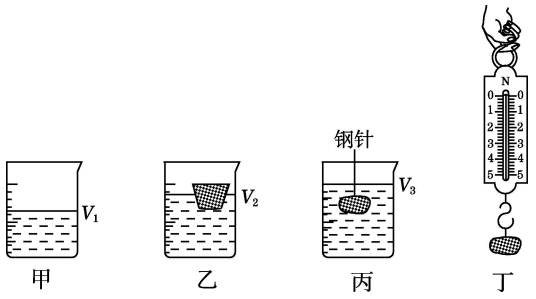
（1）在烧杯中装入适量的水，让轻质小盘漂浮在水面上。

（2）如图甲所示，将土豆切下一块，放入盘中使其漂浮，在烧杯液面处记下标记。

（3）将盘中的土豆取出后，用盛有 50 mL 水的量筒向烧杯中加水至标记处，量筒中剩余水的体积 28 mL。

（4）将取出的土豆放入量筒中，如图乙所示，土豆的体积为_____cm^3，土豆的密度为_____g/cm^3。

6．为了测量某种不吸水的塑料软泥的密度，刘强同学设计了如图实验步骤：



（第 6 题图）

甲：将适量的水装入量杯，水面处刻度值为 V_1；

乙：将塑料软泥捏成小碗形状，小碗漂浮在量杯中的水面上，水面处刻度值为 V_2；

丙：将塑料软泥捏成实心团，放入量杯中的水里，泥团漂浮在水面上，用细钢针轻压泥团，使泥团完全浸没在水中，水面处刻度值为 V_3；

丁：将泥团取出，吸干表面水滴，用细线系着泥团称重，测力计示数为 F。

（1）请给步骤丙这种方法取一个名字：_____；

（2）选取甲、乙、丙三步法测塑料软泥密度，用 V_1、V_2、V_3、$\rho_{水}$表示$\rho_{泥}$=_____；

（3）选取甲、丙、丁三步法测塑料软泥密度，用 V_1、V_3、F、g 表示$\rho_{泥}$=_____。

训练角度 3　利用密度计测密度

7．小明按照教材中“综合实践活动”的要求制作简易密度计。

（1）取一根粗细均匀的饮料吸管，在其下端塞入适量金属丝并用石蜡封口。塞入金属丝的目的是使吸管能_____在液体中。

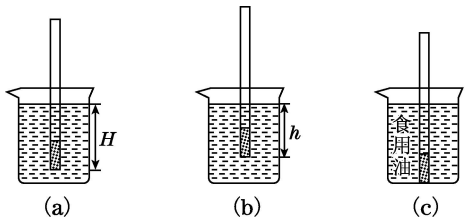
（2）将吸管放到水中的情景如图（a）所示，测得浸入的长度为 H；放到另一液体中的情景如图（b）所示，浸入的长度为 h。用$\rho_{液}$、$\rho_{水}$分别表示液体和水的密度，则$\rho_{液}$_____（填“＝”“＞”或“＜”）$\rho_{水}$，h 与$\rho_{水}$、$\rho_{液}$及 H 的关系式是 h＝_____。

（3）小明根据图（a）在吸管上标出 1.0 刻度线（单位 g/cm^3，下同），再利用上述关系式进行计算，标出了 0.8、0.9、1.1、1.2 的刻度线（图中未画出）。结果发现，1.1 刻线是在 1.0 刻线的_____（填“上”或“下”）方，相邻刻线的间距_____（填“均匀”或“不均匀”）。

（4）为检验刻度误差，小明取来食用油，先用天平和量筒测量其密度，然后再用这个密度计测量。但操作时却出现了图（c）所示的情形，这让他很扫兴。难道实验就此终止了吗？根据经验或思考，在不更换食用油的情况下，你认为可以进行怎样的尝试：

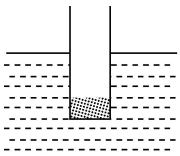
_____

_____。



（第 7 题图）

8．如图所示，小明往平底试管底部装一些橡皮泥，制成一个“土密度计”测量液体的密度。测得：



（第 8 题图）

（1）“土密度计”在酒精（$\rho_{酒精}$＝0.8×10^3 kg/m^3）中静止时露出液面的高度为 2 cm；

（2）在水中静止时露出液面的高度为 3 cm；

（3）在硫酸铜溶液中静止时露出液面的高度为 3.8 cm；

（4）此硫酸铜溶液的密度为_____kg/m^3。

训练角度3　综合性实验

9．牛奶密度是检验牛乳质量的一项重要指标，小明为了比较市场上两种不同品牌牛奶的密度，设计了如下实验：

（1）通过观察比较牛奶的密度：

小明将一正方体塑料块先后放入两种牛奶中，让它漂浮在液面上，观察塑料块露出液面的体积，露出液面体积较大的牛奶的密度较_____。又将压强计的金属盒先后放入两种牛奶中的同一深度，观察 U 形管液面的高度差，高度差较大的牛奶的密度较_____。

（2）通过测量比较牛奶的密度：

小明利用弹簧测力计、烧杯、石块、细绳和水等物品来测量。其操作步骤是：

①用弹簧测力计测出石块的重力为 G；

②将石块浸没在水中，弹簧测力计的示数为 F_1；

③_____（写出具体方法和要测出的物理量并用字母表示）；

④牛奶密度的表达式为$\rho_{牛奶}$＝_____（用测出物理量的字母表示，水的密度用$\rho_{水}$表示）。

参考答案

1.（1）0.98　（2）1×10^{-4}　（3）0.98　（4）2×10^{3}

【解析】（1）由称重法知 $F_{浮}=G-F=1.96\ N-0.98\ N=0.98\ N$；（2）根据阿基米德原理得 $V_{排}=\frac{F_{浮}}{\rho_{水}g}=\frac{0.98\ N}{1.0\times10^{3}\ kg/m^{3}\times9.8\ N/kg}=1\times10^{-4}\ m^{3}$；（3）排开的水重 $G_{排}=F_{浮}=0.98\ N$；（4）物体的密度 $\rho=\frac{m}{V}=\frac{G}{gV_{排}}=\frac{1.96\ N}{9.8\ N/kg\times1\times10^{-4}m^{3}}=2\times10^{3}\ kg/m^{3}$。

2.（2）3.4　（3）0.6　（4）1.2×10^{3}；偏小

【解析】（2）弹簧测力计读数：3.4 N；

（3）合金块受到的浮力：$F_{浮}=G-F=4.0\ N-3.4\ N=0.6\ N$；

（4）排开盐水的体积：$V_{排}=V_{合金}=\frac{m_{合金}}{\rho_{合金}}=\frac{G_{合金}}{\rho_{合金}g}=\frac{4.0\ N}{10\ N/kg\times8.0\times10^{3}\ kg/m^{3}}=5\times10^{-5}\ m^{3}$，

盐水的密度：$\rho=\frac{F_{浮}}{gV_{排}}=\frac{0.6\ N}{10\ N/kg\times5\times10^{-5}\ m^{3}}=1.2\times10^{3}\ kg/m^{3}$；

当合金块部分浸入时，$F_{浮}$偏小，则按$\rho=\frac{F_{浮}}{gV_{排}}$计算出盐水的密度偏小。

3．$\rho_{水}(V_2-V_1)$；V_3-V_1；$\frac{\rho_{水}(V_2-V_1)}{V_3-V_1}$

4.（1）3.2　（2）不变

【解析】（1）由图甲和图乙可知，金属块的体积 $V=V_{排水}=20\ cm^{3}$，因为将金属块放入小空筒，小空筒漂浮在水面时受到的浮力等于小空筒的重力与金属块的重力之和，而小空筒浮在水面上时水未溢出，小空筒和金属块排开水的体积 $V_{排水}'=20\ mL+44\ mL=64\ mL=64\ cm^{3}$ 时的浮力即为金属块所受浮力，等于金属块的重力，金属块的重力 $G=F_{浮}=\rho_{水}gV_{排水}'=1\times10^{3}kg/m^{3}\times10\ N/kg\times64\times10^{-6}m^{3}=0.64\ N$，则金属块的质量 $m=\frac{G}{g}=\frac{0.64\ N}{10\ N/kg}=0.064\ kg$，金属块的密度 $\rho=m/V=\frac{0.064\ kg}{20\times10^{-6}m^{3}}=3.2\times10^{3}kg/m^{3}=3.2\ g/cm^{3}$。

（2）在实验步骤③和④中金属块的体积一定，将沾有水的金属块放入小空筒，相当于减少了小空筒排开水的重力，增加了小空筒和金属块排开水的重力，而且其减少量等于增加量，溢出水的重力、质量不变，所以根据 $\rho=m/V$ 可知，测出的金属块密度不变。

5.（4）20；1.1

【解析】量筒的示数为 48 mL，则土豆的体积 $V_{土豆}=48\ cm^{3}-28\ cm^{3}=20\ cm^{3}$；由漂浮条件知，土豆的质量等于倒入烧杯中水的质量，即 $m_{土豆}=\rho_{水}V_{水}=1.0\ g/cm^{3}\times(50\ cm^{3}-28\ cm^{3})=22\ g$，土豆的密度 $\rho=m_{土豆}/V_{土豆}=22\ g/(20\ cm^{3})=1.1\ g/cm^{3}$。

6.（1）针压法　（2）$\frac{\rho_{水}(V_2-V_1)}{V_3-V_1}$　（3）$\frac{F}{(V_3-V_1)g}$

【解析】（2）由甲、乙图知，塑料软泥小碗漂浮在量杯中的水面上，由漂浮条件知 $m_{泥}=m_{排}$，即$\rho_{泥}(V_3-V_1)=\rho_{水}(V_2-V_1)$，则$\rho_{泥}=\frac{\rho_{水}(V_2-V_1)}{V_3-V_1}$。

7.（1）竖直漂浮　（2）＞；$\frac{\rho_{水}}{\rho_{液}}H$　（3）下；不均匀

（4）（示例）可往烧杯中再加适量的油

【解析】（1）吸管下端塞入一些金属丝作为配重，这样做的目的是让密度计竖直漂浮在液体中。

（2）因为吸管在（a）、（b）图中均漂浮，所以 $F_{浮}=G$，

所以在水和另一种液体中受到的浮力相等，

因为 $F_{浮}=\rho gV_{排}$，$V_{排a}>V_{排b}$，则$\rho_{水}<\rho_{液}$，

设吸管的底面积为 S，根据物体浮沉条件可知，$F_{浮水}=F_{浮液}$，

即$\rho_{水}gSH=\rho_{液}gSh$，$h=\frac{\rho_{水}H}{\rho_{液}}$。

（3）根据（2）可知，将上端刻度与下端刻度进行比较，得出刻度线的两个特点是：上端刻度小、下端刻度大和上端刻度疏、下端刻度密；即 1.1 刻线是在 1.0 刻线的下方，相邻刻线的间距不均匀。

（4）出现图（c）情形，说明密度计的重过大，为使密度计能竖直漂浮在液面，可减小密度计的重，如少塞入一些金属丝；也可以再往烧杯中加入适量的油。

8.（4）1.25×10^3

【解析】设试管长为 l，浸入酒精中时露出的长度为 $l_{酒精}$，浸入水中时露出的长度为 $l_{水}$，浸入硫酸铜溶液中时露出的长度为 $l_{硫酸铜}$，底面积为 S。由于“土密度计”在液体中均是直立漂浮的，故它在酒精、水和硫酸铜溶液中受到的浮力 $F_{酒精}$、$F_{水}$和 $F_{硫酸铜}$均等于其重力，则 $F_{酒精}=F_{水}=F_{硫酸铜}$，利用阿基米德原理得$\rho_{酒精}g(l-l_{酒精})S=\rho_{水}g(l-l_{水})S=\rho_{硫酸铜}g(l-l_{硫酸铜})S$，代入数据即可求解。

9.（1）大；大　（2）③将石块浸没在牛奶中，弹簧测力计的示数为 F_2；④$\frac{G-F_2}{G-F_1}\rho_{水}$

【解析】（1）塑料块能漂浮在两种牛奶中，说明所受的浮力都等于塑料块自身的重力。根据浮力的公式 $F_{浮}=\rho_{液}gV_{排}$，谁的密度大，谁排开的液体体积就小，因此，露出液面体积较大的牛奶的密度较大；

根据液体内部压强公式 $p=\rho gh$，当金属盒在两种牛奶中的深度相同时，密度越大的牛奶，产生的压强越大，因此，压强计高度差较大的牛奶的密度较大。

（2）③将石块浸没在牛奶中，弹簧测力计的示数为 F_2；

④根据阿基米德原理可知，石块浸没在水中的浮力为$F_{浮水}=G-F_1=\rho_{水}V_{排}g$，即$V_{排}=\frac{G-F_1}{\rho_{水}g}$；

石块浸没在牛奶中的浮力为$F_{浮牛奶}=G-F_2=\rho_{牛奶}V_{排}g$，即$V_{排}=\frac{G-F_2}{\rho_{牛奶}g}$，

所以有：$\frac{G-F_1}{\rho_{水}g}=\frac{G-F_2}{\rho_{牛奶}g}$，整理得：$\rho_{牛奶}=\frac{G-F_2}{G-F_1}\rho_{水}$。