

初中物理奥林匹克 基础知识及题解

修 订 版



科学技术文献出版社

初中物理奥林匹克 基础知识及题解

主 编	孙尚礼	茅 瑾	
副主编	齐振东	揭 英	
编 者	朱全民	李慧雯	张克刚
	李隆顺	章浩武	陈丽华
	刘学刚		

科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

初中物理奥林匹克
基础知识与题解

孙尚礼 毛 瑾 主编

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路 15 号 邮政编码 100038)

北京佳顺印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092 毫米 32 开本 17 印张 396 千字

1994 年 10 月第 1 版 1998 年 1 月第 4 次印刷

印数 20001—25000 册

ISBN 7-5023-2081-4/G · 500

定 价: 17.00 元

本书封四贴有防伪标识, 无标识者为非法盗版。
版权所有, 盗版必究。

前 言

全国中学生物理竞赛和国际中学生奥林匹克物理竞赛每年举行一次.北京市西城区的中学生在“两赛”中均取得过较好的成绩.尤其是在国际奥林匹克物理竞赛中,取得过一金、二银、一铜四块奖牌的成绩.

为了使广大中学生学好物理这门课程,打好知识基础和提高解题能力,并适应物理竞赛的需要,我们特邀请北京市西城区奥林匹克物理学校的教练员,根据“全国中学生物理竞赛提要”和近几年培训讲义,编写了《中学物理奥林匹克基础知识及题解》一书.本书共分三册,初中一册,高中上、下两册.

本书是从竞赛要求的知识点讲起,对每一部分知识都是从学习和应用两个方面对学生加以指导.其中“要点分析”部分,着重分析现行物理教学大纲和物理教材没有涉及的物理知识.“解题指导”部分着重分析解题思路.练习题分为两组,A组是基础题(中、高考题水平),B组是提高题(竞赛水平),供学生独自练习时选用,以帮助学生提高分析问题和解决问题的能力.练习题附有提示和答案.

本书主要供中学生自学用书.也可做为奥林匹克物理学校教材或参考书.

由于我们的业务水平有限,不足或不妥之处,恳请广大读者批评指正.

编者

1994年2月于北京

目 录

第一部分 力学

第一讲 质量和密度

一、知识要点 1

(一)质量

(二)密度

二、要点分析 1

三、解题指导 10

四、练习 12

五、提示与答案 20

第二讲 运动和力

一、知识要点 26

(一)运动学初步知识

(二)力

(三)运动和力

二、要点分析 27

三、解题指导 40

四、练习 46

五、提示与答案 63

第三讲 压强

一、知识要点 76

(一)压力

(二)压强

(三)液体对压强的传递

(四)液体的压强

(五)气体的压强

二、要点分析 76

三、解题指导 86

四、练习 95

五、提示与答案 110

第四讲 浮力

一、知识要点 113

(一)浮力、阿基米德定律

(二)物体的浮沉条件

(三)阿基米德定律及物体

浮沉条件的应用

二、要点分析 113

三、解题指导 118

四、练习 129

五、提示与答案 138

第五讲 简单机械 功和能

一、知识要点 147

(一)功

(二)功率

(三)功的原理

(四)机械效率

(五)简单机械

(六)机械能

二、要点分析 148

三、解题指导 158

四、练习 169

五、提示与答案 189

第六讲 力学实验

一、基本测量仪器和重点 实验 197

二、知识与技能要 求 197

三、典型实验分析 ... 206

四、练习 219

五、提示与答案 234

第二部分 光学

第一讲 光的传播

一、知识要点 243

(一)光的直线传播

(二)光的反射

(三)光的折射

二、要点分析 243

三、解题指导 248

四、练习 252

五、提示与答案 257

第二讲 光学器件

一、知识要点 260

(一)平面镜

(二)球面镜

(三)透镜

(四)虚像和实像 成因和

特点

二、要点分析 260

三、解题指导 273

四、练习 281

五、提示与答案 295

第三讲 光学仪器

一、知识要点 303

(一)眼睛

(二)成实像的光学仪器

(三)成虚像的光学仪器

二、要点分析 303

三、解题指导 308

四、练习 309

五、提示与答案 311

第四讲 光的色散 物体的颜色

一、知识要点 312

(一)光的色散

(二)物体的颜色

三、解题指导 313

四、练习 314

五、提示与答案 314

二、要点分析 312

第五讲 光学实验

一、基本测量仪器(器材)

和重点实验 315

三、典型实验分析 ... 318

四、练习 323

五、提示和答案 323

二、知识与技能的要求

..... 315

第三部分 热学

第一讲 分子运动论 内能

一、知识要点 325

(一)分子运动论的基本内容

(二)气体、液体、固体的分子结构

(三)物体的内能

(四)能的转化和守恒定律

二、要点分析 325

三、解题指导 332

四、练习 335

五、提示与答案 337

第二讲 热学中的四个物理量

一、知识要点 338

(一)温度

(二)热量		三、解题指导	341
(三)燃料的燃烧值		四、练习	350
(四)比热		五、提示与答案	354
二、要点分析	338		
第三讲 热现象 热机			
一、知识要点	357	三、解题指导	366
(一)热现象		四、练习	372
(二)热机		五、提示与答案	376
二、要点分析	357		
第四讲 热学实验			
一、基本测量仪器和重点		三、典型实验分析 ..	379
实验	377	四、练习	385
二、知识与技能要		五、提示与答案	386
求	377		

第四部分 电学

第一讲 静电的初步知识

一、知识要点	387	二、要点分析	387
(一)电子论的初步知识		三、解题指导	393
电荷守恒定律		四、练习	396
(二)静电现象		五、提示与答案	398
(三)物质的导电性			

第二讲 电学基本概念和基本规律

一、知识要点	399	(二)直流电路中的定律	
(一)描述直流电路的物理		二、要点分析	399
量		三、解题指导	410

四、练习	417	五、提示与答案	430
第三讲 电路组成及计算			
一、知识要点	432	率比较	
(一)电路的组成		(八)改变局部电阻对电路	
(二)电阻的串联及串联电		中各部分电压电流和	
路特点		功率的影响	
(三)电阻的并联及并联电		(九)电路中的比例运算	
路特点		(十)实际用电器的连接	
(四)电阻的混联及混联电		(十一)电路“黑箱”的问题	
路的分析计算		二、要点分析	432
(五)等效电路及外电路的		三、解题指导	449
逐步简化		四、练习	457
(六)改画不规则电路		五、提示与答案	476
(七)串、并联用电器的功			
第四讲 电磁现象			
一、知识要点	482	二、要点分析	482
(一)磁场		三、解题指导	487
(二)电流周围的磁场		四、练习	492
(三)磁场对电流的作用		五、提示与答案	500
(四)电磁感应			
第五讲 电学实验			
一、基本测量仪器(器材)		三、典型实验分析 ..	514
和重点实验	502	四、练习	523
二、知识与技能的要		五、提示与答案	532
求	502		

第一部分 力学

第一讲 质量和密度

一、知识要点

(一)质量

1. 质量的定义
2. 质量的单位

3. 质量的测量

(二)密度

1. 密度的概念
 - (1)密度的定义、公式、单位
 - (2)密度是物质的一种特性
 - (3)物体的质量和体积关系的图线
 - (4)合金的密度
2. 密度的测定
 - (1)测定固体的密度(规则形状和不规则形状的物体;密度大于水和

密度小于水的物质)

(2)测定液体的密度

3. 密度的应用

- (1)鉴别物质种类
- (2)根据要求选择具有相应密度的材料
- (3)利用密度知识,进行间接测量

二、要点分析

(一)质量是物体的一种属性

物体所含物质的多少,叫做质量.物体和物质是两个不同的概念.物体是指具有一定形状和大小、在空间中占有一定位置的形体.构成物体的材料叫做物质.即物体是由物质组成的.例如:

铝锅、铝壶、铝盒等都是各种铝制的具体的物体，而构成以上物体的“铝”是存在于自然界的一类性质完全相同的物质的总称。

质量是物体的一种属性。“属性”是物体本身固有的不随外部条件变化而变化的一种性质，它具有不变的唯一性。物质是由分子组成，每个分子具有一定的质量，不同的物质分子质量是不同的。可见，由物质构成的物体，它的质量不但跟分子个数的多少有关，而且还跟物质分子的质量大小有关。

一个物体，组成它的物质的分子个数和分子质量都是一定的。因此，这个物体的质量就是确定不变的。即使物体的形状、状态、温度、位置等条件改变了，但其质量却保持不变。这就是说，质量跟外界条件无关，它是物体的一种属性。

(二)正确地理解密度概念和密度公式

密度是反映物质的一种固有性质的物理量，这种性质表现为：在体积相同的情况下，不同物质具有的质量不同；或者在质量相等的情况下，不同物质的体积不相等。各种物质这种性质的差别不能用其它任何一个物理量来表示，因此物理中专门引入了密度这个物理量。

密度的定义是：单位体积的某种物质的质量，叫做这种物质的密度，它的表达式是：

$$\rho = \frac{m}{V}$$

对同一种物质来说，体积 V 增大时，它的质量 m 也就增大，而质量跟体积的比值 $\frac{m}{V}$ 保持不变，即单位体积的这种物质的质量——密度保持不变。但对不同的物质来说，这个比值不同，也就是说同一种物质有一个确定不变的密度，而不同的物质具有不同的密度。所以，密度是物质的一种特性，它跟物质的质量、体积无关；不随物质的质量、体积的改变而改变。

由此可知,密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$, 只是密度的定义式, 测量式, 而不是密度的决定式. 物质的密度是它自身的性质. 因此“物体的密度与它的质量成正比”这句话是完全错误的. 因为: ①密度不是物体的密度, 而是物质的密度. 同一种物质不会因为构成不同的物体而使其密度有所改变. 例如常温下, 无论是铁块还是铁球, 也不论是一个大铁块还是一个小铁块, 铁的密度都是 7.8×10^3 千克/米³. ②一定的物质有一定的密度, 密度跟质量、体积无关, 质量大了, 体积必然也就大了, 两者的比值 ρ 并不改变, 所以密度并不随着质量的改变而改变. 同样道理, 也不能说物质的密度与体积成反比.

还有一点要说明的: 密度是物质的一种特性, 特性是指外部条件不变时所具有的一种性质. 如水在通常情况下的密度是 1.0×10^3 千克/米³, 当条件变化时, 这种“特性”也就随之变化. 若温度降低, 使其结冰, 即状态变了, 它的密度也随之变化, 其密度值为 0.9×10^3 千克/米³. 既使水的状态没有变化, 当温度升高时, 如从 10°C 升到 100°C , 它的体积膨胀, 它的密度也会减小. 所以“特性”是随外部条件变化而变化的一种性质.

质量是物体的一种属性, 密度是物质的一种特性, “属性”、“特性”不能混为一谈.

(三) 物质的质量与体积关系的图线

在研究物质的质量与体积的关系时, 不但可以用数学式子来表示, 也可以用图线来表示. 用直角坐标系的横轴 OV 表示体积, 纵轴 Om 表示质量. 如图 1-1-1 所示, 在 OV 轴上截取相等的线段, 表示一定大小的体积, 图中每一段线段表示 1 厘米³, 在 Om 轴上也截取相等的线段, 表示一定大小的质量, 图中每一线段表示 2.5 克. 物质 $m-V$ 关系图线的作法是: ①取同种物质的

不同体积的物体,分别测出所对应的质量,将实验数据填在表格中.如以玻璃为例.②描点: P_1 点表示体积是1厘米³的玻璃的质量是2.5克, P_2 点表示体积是2厘米³的玻璃的质量是5克,…….③将所描出的点连接起来,得到一条直线 OP .而正比例关系在图象上表示出来,就是一条直线.根据 $m-V$ 图线可知,同种物质的质量跟它的体积成正比,质量 m 与体积 V 的比值是一个恒量,这个恒量就是这种物质的密度.

体积 V (厘米 ³)	0	1	2	3	4	5	6
质量 m (克)	0	2.5	5	7.5	10	12.5	15

利用 $m-V$ 关系图线,
可以

1. 利用 $\rho = \frac{m}{V}$ 求出该物质的密度;

2. 已知物质的体积,求它的质量;

3. 已知物质的质量,求它的体积;

4. 比较两种物质密度的大小.

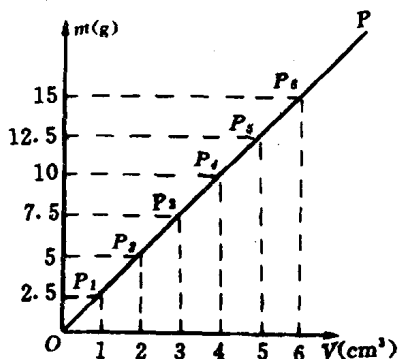


图 1-1-1

例如 根据图 1-1-1 所示的玻璃的 $m-V$ 关系图线,回答下列问题:

(1). 玻璃的密度是多少千克/米³?

(2). 体积是3厘米³的玻璃质量是多少克?

分析 根据密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$,只要知道某一体积对应的玻璃的质量,就可以求出玻璃的密度,而物质的密度跟它的质量、

体积无关,因此在图线 OP 上任取一点,找出它的横坐标,纵坐标都可以求出玻璃的密度,得到的数值是相同的. 如将图线上 P_4 点的横坐标 4 厘米³,纵坐标 10 克代入密度公式,就可以求得玻璃的密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{10 \text{ 克}}{4 \text{ 厘米}^3} = 2.5 \text{ 克/厘米}^3 = 2.5 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3$.

图线上的某点,它的横坐标、纵坐标分别表示某一体积的玻璃所对应的质量. 因此,先在横轴上找出表示 3 厘米³ 的点,过该点作直线与横轴垂直,交图线 OP 于 P_3 点,再过 P_3 点作纵轴的垂线,交纵轴于 7.5 克处,可知体积是 3 厘米³ 的玻璃质量是 7.5 克.

(四)合金的密度

合金即由两种或两种以上金属构成. 如果构成合金的不同金属的质量分别是 $m_1, m_2, m_3, \dots$, 它们的体积分别是 $V_1, V_2, V_3, \dots$, 根据密度公式,可求合金的密度为:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots}$$

常见的是两种金属的合金,则合金的密度:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

如果合金由两种金属构成,它们的密度分别为 ρ_1, ρ_2 . 讨论下列两种情况时,合金的密度:

(1)构成合金的两种金属的质量相等

设它们的质量 $m_1 = m_2 = m$, 根据密度公式 $V_1 = \frac{m_1}{\rho_1}, V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}$, 则合金的密度为:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{2m}{\frac{m}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2}} = \frac{2m}{m(\frac{\rho_1 + \rho_2}{\rho_1 \rho_2})} = \frac{2\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$$

(2)构成合金的两种金属的体积相等

设它们的体积 $V_1=V_2=V$, 根据密度公式 $m_1=\rho_1V_1$ 、 $m_2=\rho_2V_2$, 则合金的密度为:

$$\rho = \frac{m_1+m_2}{V_1+V_2} = \frac{\rho_1V+\rho_2V}{2V} = \frac{\rho_1+\rho_2}{2}$$

运用上述两个公式解题时, 应注意条件.

利用密度计算物体中所含各种物质的成分.

例如 有一件用铜、金两种金属做成的工艺品, 质量是 20 千克, 体积是 1.8 分米^3 , 求这件工艺品中含金、铜各多少千克?

分析

合金的质量 $m_{\text{合}}=m_{\text{金}}+m_{\text{铜}}$

合金的体积 $V_{\text{合}}=V_{\text{金}}+V_{\text{铜}}$

利用 $\rho = \frac{m}{V}$, 可得:

$$\rho_{\text{金}} V_{\text{金}} + \rho_{\text{铜}} V_{\text{铜}} = m_{\text{合}}$$

即: $19.3 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3 \times V_{\text{金}} + 8.9 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3 (1.8 \times 10^{-3} \text{ 米}^3 - V_{\text{金}}) = 20 \text{ 千克}$

解方程得: $V_{\text{金}} = 3.83 \times 10^{-4} \text{ 米}^3$ $m_{\text{金}} = \rho_{\text{金}} V_{\text{金}}$

$$V_{\text{金}} = 19.3 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3 \times 3.83 \times 10^{-4} \text{ 米}^3$$

$$= 7.4 \text{ 千克}$$

$$m_{\text{铜}} = 20 \text{ 千克} - 7.4 \text{ 千克} = 12.6 \text{ 千克}$$

该工艺品中含金 7.4 千克, 含铜 12.6 千克.

(五)利用密度知识进行间接测量

学习了密度知识, 为我们进行测量开拓了新的途径. 例如, 天平不但可以直接测量物体质量, 还可以间接测得体积、面积或长度; 刻度尺、量筒或量杯不但可以直接测量长度、面积或体积, 也可以间接“量”物体的质量. 比如:

1. 用天平“测”物体的体积. 用天平测出物体的质量, 根据 V

$=\frac{m}{\rho}$, 计算出物体的体积. 如使用天平“测”复杂形状的物体的体积.

2. 用天平“测”线材的长度. 如要测一捆已知直径是 D 的铜丝的长度. 则用秤测出这捆铜丝的质量 m , 根据 $m=\rho V$, $V=\frac{\pi D^2}{4}L$, 则 $L=\frac{4m}{\rho \pi D^2}$.

即可求出铜丝的长度. 如果不知道铜丝横截面的直径, 则可用螺旋测微器直接测量, 或用累积法, 将铜丝密绕在一根粗细均匀的铅笔上, 用刻度尺测出 n 圈铜丝的宽度 L' , 则直径 $D=\frac{L'}{n}$.

3. 用刻度尺“测”物体的质量. 如测一纪念碑的质量, 则可用刻度尺测出其体积, 根据 $m=\rho V$, 岩石密度已知, 就可以计算出纪念碑的质量, 使用刻度尺可以“测”大型铸件的质量. 油罐内油的质量, 粮仓内粮食的质量…….

4. 用量筒“测”质量, 如不用天平, 只用量筒测出质量是 100 克的煤油. 量筒是测量液体体积的. 但根据密度知识, 煤油的密度是一定的. 则可根据 $V=\frac{m}{\rho}$, 求出煤油的体积:

$$V_{\text{油}} = \frac{m_{\text{油}}}{\rho_{\text{油}}} = \frac{100 \text{ 克}}{0.8 \text{ 克/厘米}^3} = 125 \text{ 厘米}^3 = 125 \text{ 毫升}$$

所以用量筒取 125 毫升的煤油, 它的质量是 100 克.

学习了密度知识, 扩大了测量工具的使用范围, 一种测量工具不再是单一测量, 而有了多种用途.

(六)密度的测定

1. 测固体的密度

(1)测比水的密度大的固体物质的密度

用天平测出固体的质量, 利用量筒采用排水法测出固体的体积.

利用密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$, 即可求出固体的密度.

(2) 测比水的密度小的固体物质的密度

例如测石蜡的密度. 蜡块的质量可以用天平直接测出. 但蜡块的密度小于水, 将它放在水中, 它浮在水面上, 因此, 直接将它放在量筒的水中是无法测出它的体积的.

利用排液法测木块的体积有两种方法.

① 针压法 用细而长的针(或细铁丝)将蜡块竖直压进水中, 通过排开液体的体积, 测得蜡块的体积.

② 沉锤法 在蜡块的下面系一个铁块(或密度较大的物体), 如图 1-1-2 所示, 将铁块浸没在水中, 读出水面的刻度 V_1 , 再将蜡块浸没水中, 读出水面的刻度 V_2 , 则木块的体积 $V = V_2 - V_1$.

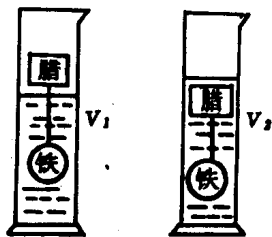


图 1-1-2

蜡块的质量、体积都可测出. 通过密度公式可求得蜡块的密度.

2. 测液体的密度

(1) 测液体密度的一般方法: 用天平测出液体的质量, 量筒测出其体积, 即可求得液体的密度

(2) 不用量筒, 测出液体的密度

没有量筒(或量杯)就不能测出液体的体积, 因此, 不能直接用公式 $\rho = \frac{m}{V}$ 求出液体的密度. 而因为水的密度是已知的, 这里, 我们可以借助于水, 用待测液体的密度跟水的密度相比较来测定.

① 等体积法