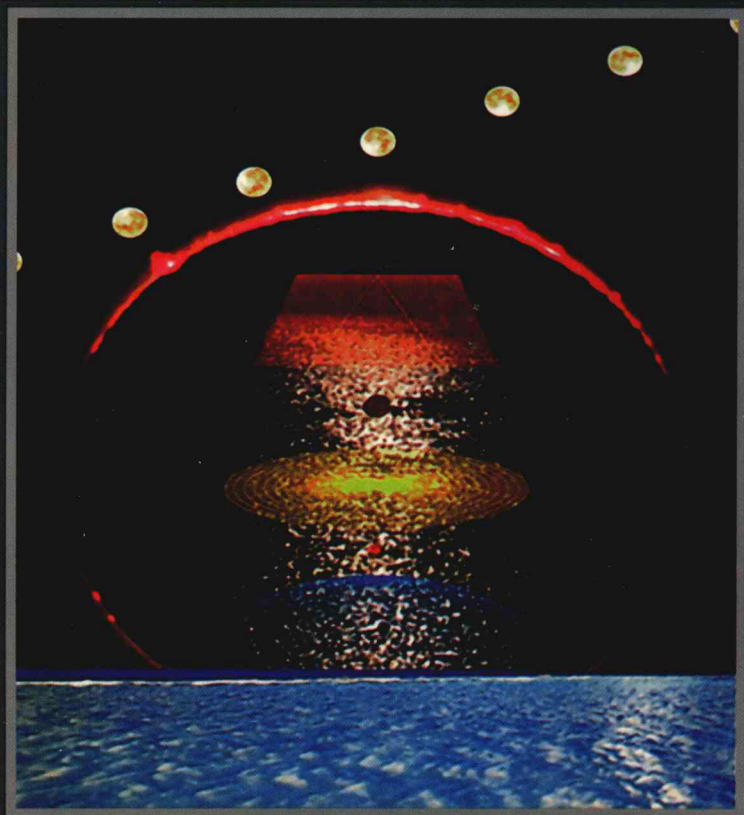


中学生学习报社编
初中物理竞赛专题讲座

郭晓光 主编

CZWLJSZTJZ



知识出版社

初中物理竞赛专题讲座

主 编 郭晓光
编 者 郑青岳 叶 柯
徐荣亮 王希顺

知 识 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

初中物理竞赛专题讲座/郭晓光主编. - 北京:知识出版社,1999.1

(初中竞赛专题讲座丛书)

ISBN 7-5015-1940-4

I. 初… II. 郭… III. 物理课-初中-竞赛讲座
IV. G633.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 40822 号

初中物理竞赛专题讲座

策 划: 郭晓光

责任编辑: 简菊玲

技术编辑: 董雁蓉 田 浩

封面设计: 杨 林

责任校对: 王玉琴

出版发行: 知识出版社

(北京阜成门北大街 17 号 电话 68315606 邮编 100037)

经 销: 新华书店总店北京发行所

排 版: 中学生学习报社信息传播服务中心

印 刷: 河南省开封市第一印刷厂

开 本: 850×1168 毫米 1/32 开

印 张: 9.75

字 数: 245 千字

版 次: 1999 年 1 月第 1 版

1999 年 8 月第 3 次印刷

印 数: 17001-27000

ISBN 7-5015-1940-4/G·815

定价: 11.00 元

版权所有 翻印必究

前 言

根据邓小平同志“教育要面向现代化、面向世界、面向未来”的指示精神,多年来,我国各地普遍开展了多种形式的初中数学、物理、化学竞赛活动。每年都有上百万初中学生参赛。通过竞赛,大大激发了初中学生学习自然科学的兴趣,并为全国及国际中学生奥林匹克竞赛培养了后备选手。近年来,全国的初中数学、物理、化学竞赛已分别由中国数学会、中国物理学会、中国化学会负责组织。

为了满足各地参赛学生的需求,我们根据多年来对中考试题和竞赛试题的研究和辅导学生参赛的实践经验,编写了《初中数学竞赛专题讲座》、《初中物理竞赛专题讲座》和《初中化学竞赛专题讲座》三本书。这三本书将帮助参赛学生深化知识、提高能力,在竞赛中取得好成绩,对教师从事竞赛辅导也有参考价值。

《初中数学竞赛专题讲座》一书由《中学生学习报》(初中版)“数学讲座”、“竞赛之窗”等栏目中的100多篇优秀文章汇编而成。分为代数、几何、综合三个部分。文章短小精悍、通俗易懂,结合实例介绍了解答竞赛题的一些常用思路和方法、技巧。

《初中物理竞赛专题讲座》一书将初中力学、光学、热学、电学知识分为六讲,每讲又分成若干专题。每一专题都是通过实例对物理概念、物理规律及其在实践中的应用进行深入的分析,以帮助学生掌握分析问题、解决问题的方法和技巧,提高学生的思维能力和实验技能,并拓宽知识视野。每一讲后都配有精选的有针对性的练习题,并附有详细的参考答案。

《初中化学竞赛专题讲座》一书,根据初中化学教学内容和历年竞赛试题,分为“化学基本概念”、“化学用语和化学量”、“物质结构初步知识”、“氧、氢、碳及其化合物”、“酸、碱、盐、氧化物”、“溶液及其计算”、“有关化学式和化学方程式的计算”、“化学实验”和“信息给予题”等九讲。每讲按“知识体系”“例题分析”和“试题精选”的顺序编写。知识体系简明扼要地列出了本讲内容的知识要点,采用图表形式加以归纳、对比和分析,以便读者加深理解;例题分析对有代表性的典型赛题,着重进行思路分析和方法点拨,帮助学生掌握思考化学问题的正确方法;每讲后面安排的少而精的针对性练习,均选自竞赛或中考题,可使学生会举一反三。书末还有1996年、1997年、1998年三届全国初中奥林匹克化学竞赛试题。所有题目均附有答案,便于读者对照。

由于时间仓促,书中难免错误和不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

第一讲 力学(一)	1
一、测量	1
长度、面积、体积的测量	1
质量的测量	3
密度及其测量	6
测量误差	13
练习一	15
二、力和运动	20
重力、弹力、摩擦力	20
力的平衡	22
相对运动和参照物	24
速度公式的复杂运用	25
平均速度	30
同一直线上运动的叠加	32
惯性和惯性定律	35
运动和力的关系	37
练习二	39
三、压强	47
压强和压力	47
液体对外加压强的传递规律	50
压强的叠加	51
练习三	53

四、浮力	60
求浮力的常用方法	60
多层液体的浮力	61
浮力综合题选解	63
练习四	68
第二讲 力学(二)	73
一、简单机械	73
杠杆平衡条件的灵活运用	73
杠杆平衡中的最值问题	82
滑轮组	85
简单机械与其他知识的综合运用	90
练习一	93
二、功和能	101
功	101
功率	102
功的原理	103
斜面的变形	105
机械的组合	107
练习二	111
第三讲 光学	117
一、光的直线传播	117
练习一	120
二、反射或折射的光路是可逆的	122
练习二	125
三、光学器件对光线的控制作用	127
练习三	133
四、光学器件成像的特点及其运用	138

练习四	144
第四讲 热学	151
一、常见的热现象	151
练习一	157
二、热量及其计算	161
练习二	167
三、比热及其测定	171
练习三	176
第五讲 电学(一)	180
一、静电现象初探	180
练习一	182
二、电阻的连接和测量	184
练习二	189
三、所需电压的获得	192
练习三	194
四、电路变换和计算	196
练习四	201
五、电功率	206
练习五	211
六、电热及其应用	215
练习六	221
七、生活用电问题	223
练习七	229
八、电表问题种种	233
练习八	240
九、电和磁	243
练习九	246

第六讲 电学(二)	249
一、电路故障分析	249
二、电路设计	252
三、怎样计算用电器的效率	255
四、谈谈黑箱	258
五、怎样判断电池的正、负极	263
六、数学工具在解电学题中的应用	267
练习	275
参考答案	286
第一讲	286
第二讲	288
第三讲	289
第四讲	294
第五讲	295
第六讲	300

第一讲 力学(一)

一、测量

(一)长度、面积、体积的特殊测量

当被测对象用常规的测量工具难以直接测量时,需要采用特殊的测量方法.特殊测量的基本思想是对被测对象进行转化,如化曲为直,化整为零,化不规则为规则,积少成多,测大算小,等等.使之成为简单的和可用常规的测量工具直接测量的对象.

例1 如图1-1,试提出如何量出曲线AB长度的方法.



图 1-1

分析和解 因为问题给出的是一条曲线,无法用刻度尺直接测量,应当采用特殊测量的方法.以下介绍三种方法:

方法一:取一圆规,双脚张开一个小距离,然后让它从A点出发,沿着曲线连续“迈步”到B,看这条曲线包含了多少个圆规双脚的间距.再让圆规双脚在一条直线上迈过相同的“步”数,量出相应的直线段的长度,这就是所要测量的曲线的长度.

方法二:用一条纱线使它和要测量的曲线重合,在纱线上标出曲线两个端点的位置.然后再将纱线拉直(不要用力拉),量出两端

点的距离,即为所要测量的曲线的长度.

方法三:用一只小轮子沿着曲线滚动,测出轮子的周长及轮子滚过的周数,就可以算出曲线的长度.

上述三种方法中,方法一实质上是通过分割把曲线转化成许多个小直线段,然后再把小直线段积累成大直线段;方法二则是以纱线为中介,将曲线转化成直线;方法三实质上是将无规则形状的曲线转化成若干个有规则形状的曲线(即小圆周).

例2 给一个啤酒瓶、一个橡皮塞、一支刻度尺和一些水,试粗测啤酒瓶的容积.

分析和解 啤酒瓶的形状是不规则的,难以用刻度尺直接测出它的容积.但我们注意到,瓶子的下部可以视为一个圆柱体,只是它的上部形状不规则.为此我们需要将不规则转化成规则.

先在瓶内装半瓶左右的水,塞上瓶塞,如图 1-2.量出瓶底的直径 D 及瓶内水的高度 h_1 ,再将瓶子倒过来,如图 1-3,这样,原来图 1-2 上部不规则形状的空间就转化成图 1-3 上部规则形状的空间.量出图 1-3 中空气柱的高度 h_2 .由此可得瓶的容积

$$\begin{aligned} V &\approx \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 h_1 + \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 h_2 \\ &= \frac{\pi}{4} D^2 (h_1 + h_2). \end{aligned}$$

例3 如图 1-4 是某一地区的平面图,比例是 $1:n$.如何测出



图 1-2



图 1-3

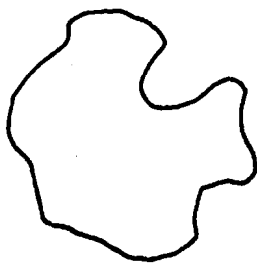


图 1-4

它的面积？

分析和解 本题要测量的地图的形状不规则，故也应采取特殊的方法。以下介绍三种方法：

方法一：如图 1-5，在曲边形上画一方格图。每格的长和宽均取 0.5 厘米，则面积为 $S_i = 2.5 \times 10^{-5} \text{米}^2$ 。数出曲边形所包围的小方格数。曲边形边缘部分，占半格以上的，作一格计，不足半格的不计，正好半格的，作半格计。则此曲边形的总面积约等于曲边形所占小方格数 N 与 S_i 的乘积，而该地区的面积应是

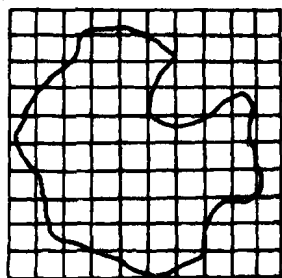


图 1-5

$$S = 2.5 \times 10^{-5} n^2 N \text{米}^2.$$

方法二：取一把米，将其均匀密布于曲边形上，注意不使米重叠。然后将这些米重新密布成一个矩形。测出矩形的长 a 和宽 b 。则该曲边形的面积即为 ab ，而该地区的面积应是

$$S = n^2 ab.$$

方法三：取一张硬纸板，描下该曲边形，剪下后用天平测出其质量。再用同样的硬纸板剪一矩形，使其质量与曲边形质量相同。用直尺量出矩形的长 a 和宽 b ，则该曲边形的面积即为 ab ，而该地区的面积应是

$$S = n^2 ab.$$

(二) 质量的测量

实验室中测量质量的仪器是天平。常用的天平有托盘天平和物理天平。与托盘天平不同，物理天平在使用前要先调节底板水

平,而且它的指针不是朝上而是朝下的,其准确程度一般也更高些.无论是托盘天平,还是物理天平,其原理都是杠杆平衡条件.

例4 设想有一架天平其横梁很长,使放砝码的秤盘位于地球上,放被称物体的秤盘位于月球上.则当天平载物而平衡时,被称物体的质量 m_1 与砝码的质量 m_2 相比

- ① $m_1 = m_2$. ② $m_1 > m_2$.
 ③ $m_1 < m_2$. ④ 无法比较 m_1 、 m_2 的大小.

分析和解 设天平放被称物体一端的力臂为 l_1 ,放砝码一端的力臂为 l_2 .因为同一物体在月球上受到的重力等于在地球上受到的重力的 $1/6$,即

$$mg_{\text{月}} = \frac{1}{6} mg_{\text{地}}$$

所以

$$g_{\text{月}} = \frac{1}{6} g_{\text{地}}$$

当天平载物平衡时,据杠杆平衡条件,可列出

$$m_1 g_{\text{月}} l_1 = m_2 g_{\text{地}} l_2,$$

因为

$$l_1 = l_2, \quad g_{\text{月}} < g_{\text{地}},$$

所以

$$m_1 > m_2.$$

即本题的正确答案为②.

例5 有一架不准确的天平,它的横梁的左右两臂不等长,虽然砝码很准确,但是用通常的方法,却不能称出待测物体质量的准确值.如何用这架天平称得物体质量的准确值?

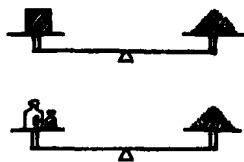


图 1-6

分析和解 用不等臂天平称量物体质量常用的方法有:

方法一:如图 1-6,先在天平的左盘上放上被测物体,右盘上铺一张纸,纸上放适量沙,使天平平衡;取去左盘上的物体,在左盘

上加砝码,使天平平衡,这样,左盘上砝码的总质量即为被测物体的质量.

方法二:如图 1-7,先在天平的左右两盘上加砝码,使天平平衡,根据杠杆平衡条件,有

$$m_1 g l_1 = m_2 g l_2, \quad (1)$$

然后,取去两盘上的砝码,把被测物体放在左盘上,质量为 m' 的砝码放在右盘上.据杠杆平衡条件,有

$$m g l_1 = m' g l_2. \quad (2)$$

由(1)(2)两式,可得被测物体的质量为

$$m = \frac{m_1}{m_2} m'.$$

方法三:如图 1-8,先将被测物体放在天平的左盘上,天平的右盘上放质量为 m_1 的砝码,使天平平衡.然后将被测物体放在天平的右盘上,在天平的左盘上放质量为 m_2 的砝码,使天平平衡.据杠杆平衡条件,有

$$m g l_1 = m_1 g l_2, \quad (1)$$

$$m_2 g l_1 = m g l_2. \quad (2)$$

解(1)(2)两式,可得被测物体的质量为

$$m = \sqrt{m_1 m_2}.$$

例 6 小明用天平测量一铁块的质量,他先把小游码拨在标尺的正中央对着 0.5 克的刻度线上,然后旋动横梁右端的螺母,使天平横梁平衡.在天平左盘放上铁块,在天平右盘上放 50 克砝码一只、2 克砝码一只,且将小游码拨到 0.3 克刻度线处时,天平再

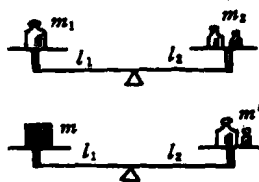


图 1-7

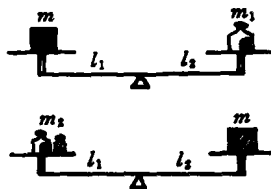


图 1-8

次平衡. 则铁块的质量为

- ①51.8 克. ②52.3 克. ③52.5 克 ④52.8 克.

分析和解 天平的小游码起着小砝码的作用, 游码向右拨移相当于在天平的右盘上加上一定质量的小砝码, 游码向左拨移则相当于在天平的右盘上减去一定质量的小砝码. 本题中游码原来放在 0.5 克的刻度线处, 后来拨移到 0.3 克刻度线处, 这相当于在天平右盘上减去质量为 0.2 克的小砝码. 所以, 铁块的质量应是

$$m = 50 \text{ 克} + 2 \text{ 克} - 0.2 \text{ 克} = 51.8 \text{ 克},$$

即正确答案是①.

(三) 密度及其测量

1. 平均密度

某一物体, 不论它是实心的还是空心的, 也不论它是由单种物质做成的还是由若干种物质混合而成的, 如果它的质量为 m , 外观体积为 V , 则 $\frac{m}{V}$ 就称为它的平均密度, 记为 $\bar{\rho} = \frac{m}{V}$. 如果物体是由单种物质做成的实心物体, 则其平均密度即为这种物质的密度. 如果物体是空心的, 或是由几种物质混合构成的, 则平均密度实际上是它的等效密度. 利用平均密度可以方便地求解某些问题.

例 7 有体积和质量都相同的铝球、铁球和铜球, 下列情况中不可能的是哪种?

- ① 铝球是实心的, 而铁球和铜球是空心的.
- ② 铝球是空心的, 铁球和铜球也是空心的.
- ③ 铜球是实心的, 铁球和铝球也是实心的.

分析和解 由题意知, 三只球的平均密度 $\bar{\rho}$ 相等, 即 $\bar{\rho}_{\text{铝}} = \bar{\rho}_{\text{铁}} = \bar{\rho}_{\text{铜}}$. 此外, 我们还知道, 如果球是空心的, 则其平均密度要小于物质的密度; 如果球是实心的, 则其平均密度等于物质的密度.

如果铝球是实心的,则 $\bar{\rho}_{\text{铝}} = \rho_{\text{铝}}$. 又因 $\rho_{\text{铝}} < \rho_{\text{铁}} < \rho_{\text{铜}}$, $\bar{\rho}_{\text{铝}} = \bar{\rho}_{\text{铁}} = \bar{\rho}_{\text{铜}}$, 可得 $\bar{\rho}_{\text{铁}} < \rho_{\text{铁}}$, $\bar{\rho}_{\text{铜}} < \rho_{\text{铜}}$. 所以, 铁球和铜球一定是空心的.

如果铝球是空心的, 则 $\bar{\rho}_{\text{铝}} < \rho_{\text{铝}}$. 又因 $\rho_{\text{铝}} < \rho_{\text{铁}} < \rho_{\text{铜}}$, $\bar{\rho}_{\text{铝}} = \bar{\rho}_{\text{铁}} = \bar{\rho}_{\text{铜}}$, 可得 $\bar{\rho}_{\text{铁}} < \rho_{\text{铁}}$, $\bar{\rho}_{\text{铜}} < \rho_{\text{铜}}$. 所以, 铁球和铜球也一定是空心的.

如果铜球是实心的, 则 $\bar{\rho}_{\text{铜}} = \rho_{\text{铜}}$, 再看 $\rho_{\text{铝}} < \rho_{\text{铁}} < \rho_{\text{铜}}$, $\bar{\rho}_{\text{铝}} = \bar{\rho}_{\text{铁}} = \bar{\rho}_{\text{铜}}$, 这是不可能的, 因为 $\bar{\rho}_{\text{铝}} > \rho_{\text{铝}}$, $\bar{\rho}_{\text{铁}} > \rho_{\text{铁}}$. 这表明在这种情况下, 找不到与铜球同体积、同质量的铝球和铁球.

综上所述, 本题应选答案③.

2. 混合物问题

解决两种以上固体和液体相混合的问题, 关键是要找出各物质之间的体积关系和质量关系. 要明确各物质在混合物中的比例是指质量的比例还是体积的比例. 如一种物质在混合物中占一半质量与占一半体积, 这是根本不同的两回事, 不可混淆. 混合物的密度是平均密度, 其质量等于各种物质的质量之和. 在没有特别说明的情况下, 混合固体或液体的体积可以认为是各种物质的体积之和. 对于气体, 在混合时体积往往发生可观的变化, 故要根据具体问题做具体的分析.

例8 硬铝是做飞机和宇宙飞船的重要材料, 如果它是在纯铝中掺入了4%质量的铜制成的, 试计算硬铝的密度.

分析和解 设一块硬铝的质量为 M , 则据题意知, 其中铝的质量 $m_{\text{铝}} = 0.96M$, 铜的质量 $m_{\text{铜}} = 0.04M$; 铝的体积 $V_{\text{铝}} = \frac{0.96M}{\rho_{\text{铝}}}$, 铜的体积 $V_{\text{铜}} = \frac{0.04M}{\rho_{\text{铜}}}$. 所以, 硬铝的平均密度为

$$\bar{\rho} = \frac{M}{V} = \frac{m_{\text{铝}} + m_{\text{铜}}}{V_{\text{铝}} + V_{\text{铜}}} = \frac{M}{\frac{0.96M}{\rho_{\text{铝}}} + \frac{0.04M}{\rho_{\text{铜}}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\rho_{\text{铝}} \rho_{\text{铜}}}{0.96 \rho_{\text{铜}} + 0.04 \rho_{\text{铝}}} \\
 &= \frac{2.7 \times 10^3 \times 8.9 \times 10^3}{0.96 \times 8.9 \times 10^3 + 0.04 \times 2.7 \times 10^3} \text{ 千克/米}^3 \\
 &= 2.78 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3.
 \end{aligned}$$

例9 用盐水选种,需用密度为 1.1×10^3 千克/米³ 的盐水.现配制了 5000 厘米³ 的盐水,称得它的质量是 6 千克.这样的盐水是否合乎要求? 如果不合乎要求,应当加盐还是加水? 加多少?

分析和解 已配制的盐水的密度为

$$\bar{\rho}_1 = \frac{m}{V} = \frac{6 \text{ 千克}}{5 \times 10^{-3} \text{ 米}^3} = 1.2 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3,$$

因为 $\bar{\rho}_1 > 1.1 \times 10^3$ 千克/米³, 盐水密度太大,需加水.

设所加的水体积为 $V_{\text{水}}$, 质量为 $m_{\text{水}} = \rho_{\text{水}} V_{\text{水}}$, 加水后的密度

$$\rho = \frac{m + m_{\text{水}}}{V + V_{\text{水}}} = \frac{m + \rho_{\text{水}} V_{\text{水}}}{V + V_{\text{水}}},$$

解得

$$\begin{aligned}
 V_{\text{水}} &= \frac{m - \bar{\rho} V}{\rho - \rho_{\text{水}}} \\
 &= \frac{6 \text{ 千克} - 1.1 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3 \times 5 \times 10^{-3} \text{ 米}^3}{1.1 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3 - 1.0 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3} \\
 &= 5 \times 10^{-3} \text{ 米}^3 \\
 &= 5000 \text{ 厘米}^3.
 \end{aligned}$$

3. 密度公式的灵活运用

例10 某城市要塑造一个运动员形象的大理石全身人像,所选取的模特儿质量为 75 千克,要塑造的大理石人像高度是模特儿高度的 1.5 倍.设大理石的密度为 2.7×10^3 千克/米³. 试估算塑成的石像质量约为多大?

分析和解 求解本题首先得弄清:(1)石像的体积多大?(2)人的平均密度多大? 由于像与人外形相似,像与人各对应线段之比为 1.5,故像与人的体积之比应是各对应线段之比的立方,即