



根据教育部最新奥林匹克竞赛大纲编写

# 奥赛兵法

初中物理

武建谋◎主编



金牌

3INGFA

文匯出版社  
北京师范大学出版社



根据教育部最新奥林匹克竞赛大纲编写

1066842


# 奥赛兵法

## 初中物理

武建谋◎主编



A  金牌  
AIBINGFA

 文匯出版社  
北京师范大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

金牌奥赛兵法·初中物理/武建谋主编. —上海:文汇出版社,2002.9

ISBN 7-80676-224-8

I.金... II.武... III.物理课—初中—教学参考资料  
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 051973 号

---

**金牌奥赛兵法·初中物理**

主 编/武建谋  
责任编辑/蓓 文  
封面装帧/缪 惟

出版发行/文汇出版社

(上海市虎丘路 50 号 邮政编码 200002)

北京师范大学出版社

(北京市新街口外大街 19 号 邮政编码 100875)

经 销/全国新华书店

印刷装订/江苏昆山亭林印刷总厂

版 次/2002 年 9 月第 1 版

印 次/2002 年 9 月第 1 次印刷

开 本/850×1168 1/32

字 数/180 千

印 张/8

印 数/1—10 000

ISBN 7-80676-224-8/G·105

定 价/10.00 元

# 前 言

全国中学生物理竞赛活动在培养和调动广大中学生特别是优秀学生学习物理的兴趣和主动性,激发他们献身科学事业的热情,培养能独立思考的有创造性的人才方面,发挥了重要作用,在社会上享有很高声誉。

为了满足一些学有余力的同学进一步学习物理知识,为参加全国中学生物理竞赛的需要,我们根据 10 多年来培养物理竞赛选手的体会,在内容上,我们作出了如下安排:本章导言对本章的知识内容作了简要的概括,便于读者整体把握本章知识脉络;奥赛大对策分为两个部分,第一部分是基本概念和规律,知识概要力求简明扼要,重点放在普通教学中没有而竞赛中又涉及到的内容。第二部分是竞赛难点,作者根据多年竞赛的辅导经验,结合具体实例阐述在竞赛学习中最感困难的问题,使读者能比较顺利迈上物理竞赛的台阶;奥赛大解密通过对一些典型例题的详尽分析、解答,力求在建立物理模型、启迪思维方法、培养创新能力等方面达到举一反三之效;奥赛大练兵汇集了与各章知识要点相对应的精选习题,突出解题的效率,起巩固知识和提高能力作用。

本书的编写是在长沙市一中特级教师武建谋组织下进行的,其他参加编写的人员都具有 10 多年物理竞赛培训经验,他们指导的学生多次获全国初中生物物理竞赛的一等奖。武建谋编写第一至第十章,金爱华老师编写了第十一章。全书由武建谋统稿。

在本书的编写过程中,编著者参考了历届全国初中物理竞赛试题

和有关参考资料,并得到省内外有关专家及物理组同仁的热忱帮助,在此一并致谢。

鉴于时间仓促,学识和经验不足,本书一定存在一些缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

武建谋

2002年7月

# 目 录

第一讲 力学中基本物理量的测量·····	(1)
第二讲 直线运动·····	(11)
第三讲 力和运动·····	(31)
第四讲 质量和密度·····	(43)
第五讲 压强 浮力·····	(53)
第六讲 简单机械 功和能·····	(73)
第七讲 热学·····	(93)
第八讲 光学·····	(115)
第九讲 电路·····	(133)
第十讲 电流的定律·····	(149)
第十一讲 电功和电功率·····	(187)
附录·····	(206)
1998年全国初中物理知识竞赛试题·····	(206)
1998年全国初中物理知识竞赛复赛试题·····	(212)
1999年全国初中物理知识竞赛试题·····	(215)
1999年全国初中物理知识竞赛复赛试题·····	(221)
2000年全国初中物理知识竞赛试题·····	(227)
2000年全国初中物理知识竞赛复赛试题·····	(233)
参考答案(部分)·····	(238)

# 第一讲 力学中基本物理量的测量

## 本讲导言

物理量的测量是物理学的基础性工作。测量就是用规定的标准去量度被测物理量的操作过程。这类“规定的标准”就是单位。本讲只讲述力学中基本物理量的测量,即长度、质量和时间的测量。

测量中必须使用测量工具,而其测量工具的合适选择和正确使用都是非常重要的。同时要学会灵活设计测量方法。

测量中必定出现测量误差,它是无法避免的,但可尽可能减小。

## 奥赛大对策

### 一、基本概念和规律

#### 1. 力学中的三个基本物理量

物理学中有七个基本物理量,其中长度、质量和时间是力学中的三个基本物理量。在国际单位制中,长度的单位是米(m),质量的单位是千克(kg),时间的单位是秒(s)。

#### 2. 测量工具

##### (1) 基本工具

测量长度的基本工具是刻度尺;测量质量的基本工具是天平;测量时间的基本工具是钟表。

##### (2) 正确选择测量工具的依据

①根据被测对象所要达到的准确程度来选择测量工具。例如,为

了制作窗帘而测量窗户的长度,准确到  $\text{cm}$  就足够了,所以我们可选用最小刻度为  $\text{cm}$  的刻度尺来测量;为了安装玻璃而测量窗框的长和宽,就要准确到  $\text{mm}$ ,所以我们应选用最小刻度为  $\text{mm}$  的刻度尺来测量。②根据被测对象估计值的大小,选择量程合适的测量工具。例如,测量一个硬币的质量,可用天平。而测量一个人的质量,则不能用天平(因为人的质量大于天平的量程),必须用磅秤。

### (3) 如何使用测量工具

①使用测量工具进行测量之前,应对测量工具进行必要的调整。例如,使用托盘天平前,应将托盘天平放在水平桌面上,将游码置于零刻度后调节横梁平衡。②按照各种测量工具的具体使用要求,正确地操作,以获得较准确的测量数据,避免损坏测量工具。例如,用刻度尺测量物体的长度时,应将刻度紧贴被测物体,读数时,视线应与刻度尺垂直;使用托盘天平时,不能将潮湿的物体或化学药品直接放在天平盘内,要用镊子夹取砝码,测量结束后要将砝码放回砝码盒内,左右秤盘不能互换(左盘标“1”号,右盘标“2”号);使用物理天平时,还要勤旋转止动旋钮以保护刀口。③要正确、完整、有条理地记录测量数据。数据要列成表格。测量数据要随读随记。测量数据要记录到最小刻度的下一位,其中最后一位数字为估计值,前面的几位数值为准确值。测量数据后面一定要写上单位。

## 二、竞赛难点

### 1. 用刻度尺测量长度时如何正确读数

用刻度尺测量长度,我们读数时能读得准确的是最小刻度位,例如某刻度尺的最小刻度是  $\text{mm}$ ,那么读得准确的是  $\text{mm}$  位, $\text{mm}$  以下的读数就要靠估计了,但估读数有且只有一位,估计两位数甚至更多的位数是没有意义的,所谓估读,本身没有严格的刻度可依,是仅凭人的眼睛观察进行估计而得出的读数。

如图 1-1,用刻度尺测木块的长度时,刻度尺的最小刻度单位为  $\text{mm}$ ,则读数时应估读到  $\text{mm}$  的下一位即  $0.1 \text{ mm}$ ,故图中木块长度可读



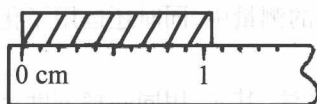


图 1-1

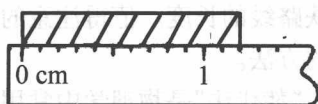


图 1-2

为 10.4 mm, 而如果将此示数读为 10.45 mm 或 10 mm 都是不对的; 前者是因为 10.45 mm 中“4”这位数本身就是估读的, 如果再在其下面估读一位“5”显然是无意义的; 后者仅写为 10 mm, 没有表现出在 0.1 mm 位可以进行估读, 会使人误以为上述的“0”是一个估读数。

又如如图 1-2 的读数则应为 12.0 mm, 其中的“0”为估读数。严格地说来, 此处若将其示数读为 12 mm 或 12.00 mm 则都是不对的。

## 2. 测量的特殊方法

测量中, 有些物理量不易直接测出, 此时可以根据具体情况找出一些较为巧妙的方法转换测量途径。

### (1) 累积法

由于受测量工具精确度的限制, 无法直接测量某些微小量。如果测量时把很多个相同的微小量集中起来进行测量, 再将测量的结果除以被测量的微小量个数, 就可以得出被测量的值。这种测量方法叫做“累积法”。

例如, 用天平很难测出一张邮票的质量, 但通过测出 100 张同样的邮票的质量。把测得的质量除以总张数, 即得到一张邮票的质量。

### (2) 替代法

当某个物理量不便直接测量时, 我们可以通过测量一个与所测量量相等的量, 以代替对应测量的直接测量。这种方法称为“替代法”。

例如, 要测地图上郑州至上海的铁路线长度, 由于地图上的铁路线是弯曲的, 不直接用刻度尺直接测量。我们可以把一根柔软的细棉线与地图上郑州至上海的铁路线重合, 并在棉线上用标出郑州和上海的位置, 然后把棉线拉直, 用直尺量出棉线上两点间的距离, 即测出了地图上长沙至北京的铁路线长度, 此处, 拉直的棉线长度即替代了地图上弯

曲铁路线的长度。值得注意的是,上面的测量中,同时还运用了化曲为直的方法。

“替代法”是物理学中常用的思想方法,其实,用同一把刻度尺测量不同物体的长度,其中也包含了替代的思想。在以后的学习中,我们会进一步加深理解。

### (3) 借助辅助工具法

有些物理量(如圆锥体的高)不能用测量工具直接、准确地测出,但我们可以借助其它辅助工具来测量。这种方法叫做“借助辅助工具法”。

测量某管的外径,可以将塑料管贴紧刻度尺的刻线,再用两块三角板,让每一个三角板的其中一直角边与刻度尺贴紧,另一条直角边从左右两边夹住塑料管,如图 1-3 所示。从刻度尺上读出两条直角边垂足之间的距离,就是管的外径。这里两块三角板即为测量中的辅助工具。

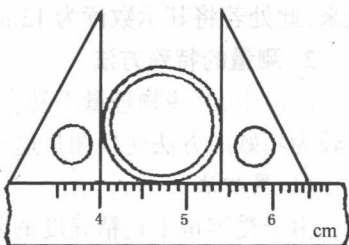


图 1-3

## 奥赛大解密

**【例 1】** 某同学用最小刻度是 mm 的刻度尺测量物体的长度,若用 m 作为单位记录数据,则测量结果的小数点后面应有几位数?

- A. 1 位      B. 2 位      C. 3 位      D. 4 位

**导析** 用最小刻度是 mm 的刻度尺测量物体的长度时,测量结果的记录应准确到 mm,估计值为十分之几 mm。若以 mm 作为单位记录数据时,则测量结果的小数点后应有一位数。而 1 mm 等于 0.001 m,因此,若用 m 作为单位记录数据时,则测量结果的小数点后应有四位数。

**解答** 正确答案是选项 D。

**【例 2】** 某同学四次测量同一物体的长度,测量结果分别为

50.1mm、50.3 mm、50.2 mm、50.3 mm。则他的测量结果应写为 ( )

A. 50.2 mm

B. 50.3 mm

C. 50.22 mm

D. 50.225 cm

**导析** 多次测量取平均值能减小测量中出现的偶然误差。平均值取几位数应根据测量所能达到的准确程度来决定,即由刻度尺的最小刻度来决定。该同学的测量准确到了 mm,他所用的刻度尺的最小刻度也就是 mm(测量结果的最后一位是估计值),平均值也应准确到 mm。

根据该同学的四次测量数据,平均值应为

$$\frac{(50.1 + 50.3 + 50.2 + 50.3)\text{mm}}{4} = 50.225 \text{ mm}$$

由于平均值应准确到 mm,故该同学最后的测量结果应取 50.2 mm。

**解答** 正确答案是选项 A。

**【例3】** 如图 1-4 是上海市地图的示意图。该地图的原始尺寸是  $27 \times 38 \text{ cm}^2$ 。现有型号为 WL-1000 型的物理天平(最大称量 1000 g,感量 0.05 g)一架,透明描图纸一张,大小为  $27 \times 28 \text{ cm}^2$ ,质量为 8 g 的白纸若干张及剪刀一把等器材。

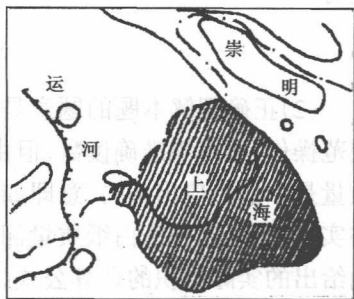


图 1-4

(1) 请你设计一个测量上海市实际面积(图 1-4 中阴影部分,不包含崇明、长兴、横沙三岛)的方法。(要求测量过程中不损坏原图)

(2) 若要求测量值与图示面积之差不大于  $20 \text{ km}^2$  (地图比例尺 1 cm:600000 cm)。则测量过程中,至少要用几张白纸。

**解答** 这是一道联系实际问题的实验设计题,处理解决这一问题的方法很多,这就要学生拓展思路,从多方位、多角度去分析设计,从合

理创新的角度探寻最佳途径。同时也是考查学生对中学物理实验中常见的测量方法在实际问题中的应用能力。

(1)正确设计之一是:

a. 为不损坏原图,将透明描图纸覆盖于上海市地图示意图上,在透明描图纸上描下地图上表示上海市的区域(地图上的阴影部分)。

b. 用剪刀将描图纸所描表示上海市区域面积剪下,然后再按描图纸形状剪下若干张白纸(因为单张剪下的白纸质量较小,故用累积法)。

c. 利用天平称出若干张按描图纸形状剪下的白纸  $M$ ,从而可求出每一张表示上海市区域面积白纸的质量  $m$ 。

d. 根据题中给出未剪前单张白纸的面积和质量(大小为  $27 \times 38 \text{ cm}^2$ ,质量为  $8 \text{ g}$ ),可求出白纸每  $\text{cm}^2$  的质量  $P$ 。 $m/P$  则求出了每一张表示上海市区域面积白纸的图纸面积。

e. 设地图比例尺  $600000:1 = n$ ,则上海市区域的实际面积  $S$  可表达为

$$S = \frac{n^2 m}{P}$$

(2)正确理解本题的题意是很重要的。因为在测量过程中即使是规范操作,尽可能准确读数,但由于受天平本身感量的影响,有  $0.05 \text{ g}$  质量是不能感应出来的,意即如果我们用一张白纸来测量上海市区域的实际面积,这一张白纸质量测量的误差至少有  $0.05 \text{ g}$ 。而我们按上面给出的实际面积的计算公式,可以求出  $20\text{km}^2$  实际面积对应白纸的面积约为  $0.56 \text{ cm}^2$ ,而  $0.56 \text{ cm}^2$  白纸的重量为  $4.37 \times 10^{-3} \text{ g}$ ,此质量远小于天平的感量  $0.05 \text{ g}$ ,这说明用单张白纸测量出来的面积与图示面积之差会远大于  $20\text{km}^2$ ,故测量过程中必须用多张白纸。因为若干张白纸一起称量,受天平感量的影响仍为  $0.05 \text{ g}$ ,这样,只要张数足够多,就可能使每张白纸的质量测量误差小于  $4.37 \times 10^{-3} \text{ g}$ ,从而使测量值与图示面积之差不大于  $20\text{km}^2$ 。

根据以上分析,可知至少需要白纸的张数为

$$N = \frac{0.05 \text{ g}}{4.37 \times 10^{-3} \text{ g}} \approx 11.44 \text{ 张}$$

即至少需要白纸 12 张。

**【例 4】** 如何测量  $\pi$  值？

**导析**  $\pi$  值是不能直接测量出来的，但我们如果能想办法测出圆的周长和直径，就可算出  $\pi$  值。

**解答** 取一圆柱体和一纸条，将纸条紧包在圆柱体的侧面上，在纸条重叠处用大头针扎个小孔，然后把纸条展开，用刻度尺测出两孔之间的距离，即得到圆的周长  $L$ 。

再利用直角三角板和刻度尺测出圆柱体的直径  $D$ ，如图 1-5 所示。

利用公式  $\pi = \frac{L}{D}$  即可求出  $\pi$  值。

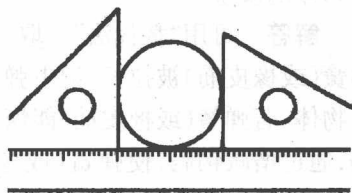


图 1-5

**【例 5】** 如图 1-6 所示，有一薄壁透明的硬塑料瓶，其壁厚可忽略不计，其下部为一圆柱体，上部不很规则，瓶内可注入水，如何以刻度尺作为测量工具测出这一瓶子的容积？



图 1-6

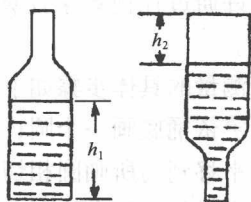


图 1-7

**解答** 本题是有实际应用价值的测量实验题，解此题时不但要掌握常规的测量方法，更重要的是还要有发散思维和创新意识，能采用变“特殊”为常规的方法求出瓶的容积。

先以刻度尺和三角板量出瓶底面的直径，由此算出瓶底面的面积

$S$ , 再向瓶内注入约半瓶水, 如图 1-7 所示。先将瓶开口向上竖立, 用刻度尺量出此时瓶中的水深  $h_1$ , 再将瓶口紧闭, 将瓶口向下竖立, 用刻度尺量出此时瓶中空气柱的高度  $h_2$ , 则此瓶的容积为

$$V = (h_1 + h_2)S$$

**【例 6】** 如果只有钩码, 没有天平, 你能否借助其它工具测量出某个物体的质量?

**解答** 可用“替代法”。取一根弹簧(或橡皮筋), 挂上待测物体后, 弹簧(或橡皮筋)被拉长, 记下弹簧(或橡皮筋)伸长后挂钩的位置。取下物体, 若弹簧(或橡皮筋)能恢复原长, 再在弹簧(或橡皮筋)下挂上钩码, 通过增减钩码, 使弹簧(或橡皮筋)的伸长与下面挂待测物体时相同, 那么钩码的总质量就等于待测物体的质量。

**【例 7】** 有一把钢卷尺, 一支粉笔。不许通过任何数学计算, 也不许打开油桶, 你怎样才能直接测量出圆柱形封闭薄油桶内的最长直线距离?

**导析** 桶内的最长直线距离即图 1-8 中  $A$ 、 $C$  两点间连线或  $B$ 、 $D$  两点间连线的长度。若测出了油桶的高  $h$  和直径  $D$ , 即可利用勾股定理求出。但题目要求不许通过任何数学计算, 所以必须采用特殊方法测量。

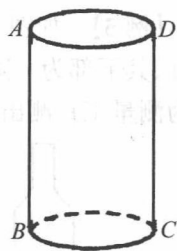


图 1-8

**解答** 测量的具体步骤如下:

- ①用粉笔依桶底画一个圆;
- ②将桶平移到与所画圆相切;
- ③利用卷尺找出切点正上方桶缘上的点;
- ④用卷尺直接测出切点正上方桶缘上的点至所画圆周上的最大直线距离即为所求。

## 奥赛大练兵

1. 几位同学用一最小刻度为  $\text{mm}$  的刻度尺, 测量同一物体的长度。

以下分别是他们的测量结果记录,其中正确的是 ( )

- A. 25.3 mm    B. 25.3    C. 25.30 mm    D. 2.5 cm

2.  $2.5 \times 10^3$  g 质量,可能是 ( )

- A. 一只蚂蚁的质量                      B. 一只兔子的质量  
B. 误差是由于测量时未遵守操作规则而引起的  
C. 误差就是实验中产生的错误  
D. 选用精密仪器,改进实验方法,就可以减小误差

3. 请在下列数据的后面填上合适的单位

- (1)某同学的身高为 169.4 \_\_\_\_\_;  
(2)铅笔芯的直径约为 0.01 \_\_\_\_\_;  
(3)物理课本的面积约为 5 \_\_\_\_\_;  
(4)成年人心脏平均每次的泵血量约为  $8 \times 10^{-5}$  \_\_\_\_\_。

4. 如图 1-9 所示,在调节托盘天平  
时,如果发现指针偏向零刻度线的左边,  
说明天平横梁的\_\_\_\_\_侧下沉,\_\_\_\_\_侧  
上翘,应使横梁右端的调节平衡螺母向  
\_\_\_\_\_移动(填“左”或“右”)。

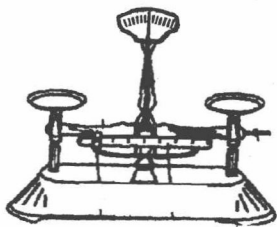


图 1-9

5. 工厂里产生的薄铁皮是卷成圆筒  
形的。为了计算铁皮的总长度,先剪下长  
为  $l$  的一段铁皮,称得它的质量为  $m$ ,再  
称得整筒铁皮的总质量为  $M$ ,则铁皮的总长度  $L$  为多少?

6. 某同学参加校外研究性课题活动,遇到要测量某湖泊面积问  
题。由于没有先进的测量仪器,他想出了利用学校实验室简单器材进  
行粗略测量的方法,具体过程如下:设法将被测湖泊的图画在硬纸板  
上,剪下后用天平测得它的质量为  $M$ 。另剪  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  的硬纸片,用  
天平测得其质量为  $m$ ,则据此可知被测面积应为多少平方米?(设实  
际面积与地图面积之比为  $K$ )

7. 一个很大的球,它的直径比一般人的身高还要长,如何利用三

角板、刻度尺、一个小球、一根较长的直木棒来测量大球的直径？

8. 一块铜板长  $1254.4\text{ mm}$ ，宽  $800.3\text{ mm}$ ，厚  $11.1\text{ mm}$ 。如果用最小刻度为  $\text{cm}$  的刻度尺来测量它，从而求出它的体积，则这样计算出来的体积会有多大的误差？



图 1-1



## 第二讲 直线运动

### 本讲导言

直线运动是运动学最简单的运动形式。研究物体的运动必须事先选择一个参照物,参照物的选择是任意的,但适当地选择参照物对于研究物体的运动可以带来方便。

图像对于研究物体的运动比较直观,在解决某些运动学问题时应用图像法更为简洁。应重视培养这方面的能力。

### 奥赛大对策

#### 一、基本概念和规律

##### 1. 机械运动

一个物体相对于另一个物体的位置变化,叫做机械运动,简称运动。机械运动是宇宙中最普遍的现象。

##### 2. 参照物

在研究机械运动中,事先假定将不动的物体叫做参照物。参照物的选择是任意的。相对于不同的参照物体描述同一物体的运动,其结果是不同的。实际选取参照物时,往往要考虑研究问题的方便,使运动的描述尽可能简单。研究地面上物体的运动,一般取地球做参照物。

##### 3. 匀速直线运动

物体在一条直线上运动,如果在任何相等的时间内,通过的路程都相等,这种运动叫做匀速直线运动。