

初中物理奥林匹克

12 讲

◆ 王铭 黄仲霞 编

上



中国对外经济贸易出版社

初中物理奥林匹克十二讲 (上册)

王 铭 黄仲霞 编

中國对外經濟貿易出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

初中物理奥林匹克十二讲 上册/王铭, 黄仲霞编. -
北京: 中国对外经济贸易出版社, 1998. 8

ISBN 7-80004-643-5

I. 初… II. ①王… ②黄… III. 物理课-初中-教学
参考资料 IV. G633.74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 12589 号

初中物理奥林匹克十二讲
(上册)

王 铭 黄仲霞 编

*

中国对外经济贸易出版社出版
(北京安定门外大街东后巷 28 号)

邮政编码: 100710

新华书店北京发行所发行

北京朝龙印刷厂印刷

*

787 × 1092 毫米 32 开本
11.875 印张 267 千字

1998 年 10 月第 1 版

1998 年 10 月第 1 次印刷

印数: 4000 册

ISBN 7-80004-643-5

G · 27

定价: 18.00 元

前 言

《初中物理奥林匹克十二讲》，是根据国家教委最新初中物理教学大纲及北京市初中物理奥校教学大纲的要求，集北京市海淀区初中物理奥校优秀教练的实战经验和多年初中物理竞赛辅导讲座的基础上编写而成。

本书内容既重视了基础知识和基本训练，又突出综合运用知识能力的培养；既着重对物理概念、规律的理解及分析问题的方法，又适当加深、拓宽了基础知识；全书典型例题较多，有一定的广度、深度和难度。

本书是初中学生课外的有益读物，也是初中物理教师极有价值的教学参考资料。很多中学生学习了本书初稿后，在各级各类物理竞赛中取得了优异成绩。

本书分上下两册。上册包括十二讲，每讲内容分为四部分，第一部分是知识结构，第二部分是重点知识分析，第三部分是典型例题分析，第四部分是基本训练。下册包括两部分，第一部分为海淀区历届初中物理奥校各单元、阶段、期中、期末、学年测试题精选及其详解；第二部分是根据国外最新资料编写的趣味物理英语小品及译文、注释，在一些重点学校英语实验班试用时，受到学生的普遍欢迎。

由于时间仓促和水平有限，书中的错误及不妥之处，还望读者批评指正。

编 者

1997年10月

目 录

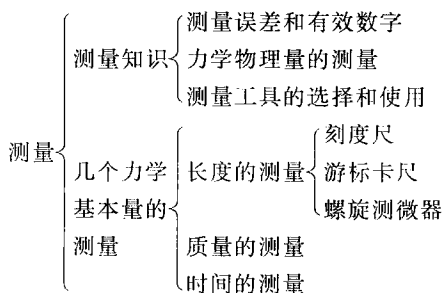
第一讲	测量的初步知识.....	(1)
	一、知识结构.....	(1)
	二、重点知识分析.....	(1)
	三、典型例题分析和训练	(16)
	四、练习	(18)
第二讲	热学	(22)
	一、知识结构	(22)
	二、重点知识分析	(23)
	三、典型例题分析	(36)
	四、练习	(45)
第三讲	光学	(53)
	一、知识结构	(53)
	二、重点知识分析	(54)
	三、典型例题分析	(73)
	四、练习	(96)
第四讲	运动和力.....	(115)
	一、知识结构.....	(115)
	二、重点知识分析.....	(116)
	三、典型例题分析.....	(132)
	四、练习.....	(137)
第五讲	密度 压强.....	(150)

	一、知识结构.....	(150)
	二、重点知识分析.....	(151)
	三、典型例题分析.....	(159)
	四、练习.....	(169)
第六讲	浮力.....	(176)
	一、知识结构.....	(176)
	二、重点知识分析.....	(176)
	三、典型例题分析.....	(180)
	四、练习.....	(191)
第七讲	简单机械 功和功率.....	(203)
	一、知识结构.....	(203)
	二、重点知识分析.....	(204)
	三、典型例题分析.....	(213)
	四、练习.....	(222)
第八讲	简单电现象和电路.....	(237)
	一、知识结构.....	(237)
	二、重点知识分析.....	(237)
	三、典型例题分析.....	(239)
	四、练习.....	(247)
第九讲	电流的定律.....	(257)
	一、知识结构.....	(257)
	二、重点知识分析.....	(257)
	三、典型例题分析.....	(263)
	四、练习.....	(275)
第十讲	电功 电功率.....	(292)
	一、知识结构.....	(292)

	二、重点知识分析·····	(293)
	三、典型例题分析·····	(295)
	四、练习·····	(306)
第十一讲	电磁现象 安全用电·····	(315)
	一、知识结构·····	(315)
	二、重点知识分析·····	(316)
	三、典型例题分析·····	(319)
	四、练习·····	(325)
第十二讲	物理实验·····	(336)
	一、力学实验·····	(336)
	二、几何光学实验·····	(347)
	三、热学实验·····	(359)
	四、电学实验·····	(363)

第一讲 测量的初步知识

一、知识结构



二、重点知识分析

(一) 测量的有关知识

1. 测量误差和有效数字

(1) 准确度：在中学物理实验中，除有一部分实验是定性地研究物质的运动和变化规律外，有很多的实验是要求定量地研究物理规律和定律的。在这些实验中常需要对一些物理量进行准确的测量。

在任何一个物理量的测量中，由于测量仪器和观察者的感觉器官的限制，测量结果不可能是所要测量的真实值，而

只能是某种程度的近似值。这种近似的程度叫作准确度。准确度可以用测量仪器的最小刻度来表示。例如，用最小刻度是1毫米的刻度尺来进行测量，准确度就是1毫米，这表示测得的近似值与真实值之间相差不会超过1毫米；如用游标卡尺来测量，准确度可达0.1毫米、0.05毫米、0.02毫米等。

(2) 误差：在物理量的测量中，虽然测量的准确度可以相同，但每次测量值也不是完全相同的。这说明任何的测量都不可能绝对精确，而只能在某种程度上接近于所求量的真实值。这种测量值与真实值的差异，就叫作误差。

误差存在于一切测量之中而且贯穿测量过程的始终。

误差根据其性质分为两类：系统误差和偶然误差。

①系统误差：

A. 特点：在多次重做同一实验时，系统误差总是使测量结果向一个方向偏离，误差总是同样地偏大或偏小，不会出现这几次偏大另几次偏小的情况。

B. 来源：来源有两个，一是由于仪器本身不精确所带来的误差，如天平的两臂不严格相等或砝码不准，仪器的刻度不准，使用温度过高的钢尺或弯曲的木尺来进行测量，都会产生系统误差。二是由于实验原理不完善所带来的误差，如称质量时空气浮力的影响，做热学实验时散热损失，用伏安法测电阻时电表内阻的影响等，都会造成系统误差。

系统误差总是使测量结果偏向一边，即或者偏大，或者偏小。因此，多次测量求平均值的方法并不能消除系统误差。

C. 减小方法：要减小系统误差，必须选择更精密的测量仪器，改进实验方法，设计在原理上更为完善的实验。

②偶然误差：

A. 特点：偶然误差总是有时偏大，有时偏小，并且在多次测量时偏大和偏小的机会大致相同。

B. 来源：偶然误差是由于测量者感觉器官的限制，测量技术的熟练程度不同，周围环境的干扰以及其它随测量而来的不可预测的偶然因素而产生的。

如对毫米以下数值的估计，测量时温度的微小变化，气流的扰动等，都会造成测量结果的没有规律性的变化，而形成偶然误差。

C. 减小方法：采取多次重复测量求平均值的方法，可以减小偶然误差。

(3) 有效数字：

①定义：带有一位估计数字的近似数字，叫作有效数字。

②确定有效数字位数的规则：

A. 一切非零数字都是有效数字。如 72.8 是三位有效数字。

B. 一切在两个非零数字之间的零都是有效数字。如 105、2006 是分别代表三位、四位有效数字。

C. 小数最后的零是有效数字，不能随便舍去或添加。如 3.5、3.50、3.500 是分别代表二位、三位、四位有效数字。

D. 小数的第一个非零数字前面的零是用来表示小数总位置的，不是有效数字。如 0.72、0.035、0.0043 都是两位有效数字。

E. 在一个非零数字的右边用来表示个位、十位、百位的零不是有效数字。如 82500 米是三位有效数字。也可写成 8.25×10^4 米。

测量时要按照有效数字的规则来读数。

2. 力学中直接测量的物理量和几种常用的测量方法

在力学中直接测量的量是长度、质量、时间和力（重力）。常用的方法有：

（1）替代法：就是用一个与被测相等的量值来代替所测的对象，以减小测量的误差。

（2）积累法：也可称为“化零为整”。譬如测一张纸的厚度可换作测 100 张纸的厚度。要测一根铜丝的直径可换作测 20 根~30 根铜丝的直径。又如要测一根大头针的质量可换作测 100 根大头针的质量。

（3）用辅助工具来测量：如测量管的内径和外径可用卡钳测。也可用直尺和两个直角三角板测量球的直径。

3. 测量仪器的选择和使用

（1）选择测量仪器的依据：

①测量需要达到的准确度。根据它选择测量仪器的最小刻度。

②被测对象的最大可能值。根据它选择测量仪器的量程。

（2）使用前对测量仪器先作较全面的了解：

①用来测量的物理量。

②所用单位。

③量程大小。

④最小刻度。

⑤零刻度线。

（3）测量仪器的使用规范：

①使用前应先进行调整和调零。若无法调至零点，应找出并记下零误差。

②估计被测物理量数值的大小，选择适当的量程。若不

便估计被测物理量的大小，应先使用大量程，以免损坏仪器。

③按照各种测量仪器的具体使用要求，正确的操作和测量。从而获得较准确的测量数据。

④正确读数。把握好读数时机，读数姿势要正确无误，读数时有效数字和单位要正确。

⑤学会正确地、完整地、有条理地记录测量数据，数据要列成表格。

⑥必要时进行多次重复测量，取各次测量结果的平均值，以减小误差。

⑦检查、整理，保证测量仪器的完好无损。

(二) 几个力学基本量的测量

1. 长度的测量

(1) 用刻度尺测量长度：刻度尺是测量长度的基本工具，因此必须熟练掌握正确使用它的方法和注意事项：

①根据测量需要达到的准确程度选择刻度尺的最小分度。

②刻度尺的零点线不一定选作测量时的起点线，因为刻度尺的端面常被磨损。可以在尺上选取某一较清楚的刻线作为测量的起点线。

③使用厚刻度尺时，要使尺的刻线接近被测量物体，这样才容易看清被测物体的边缘跟尺上的哪条刻线对齐。

④刻度尺应和被测线度平行，不能歪斜。

⑤读数时，视线应与刻度尺垂直，且使被测物体的边线、刻度线、视线重合在一起，以减少视觉误差。

⑥读取数据时，要根据尺的最小刻度，读到到下一位。即要有一位估计数字。

(2) 卡钳：卡钳是测量长度的辅助工具，用它可使测量更方便、更准确。卡钳是由装在同一轴上并能绕轴转动的两只弯脚构成的。分内卡钳（测内径）和外卡钳（测外径）两种。测量的步骤如下：

①用外卡钳的两只脚尖紧贴待测圆筒的外壁，使两脚尖距离达最大值，这时两脚尖的距离就等于圆筒的外径。然后用刻度尺量出外卡钳两脚尖的距离，刻度尺上的读数就是圆筒的外径值。

②用内卡钳的两脚尖紧贴被测圆筒的内壁使两脚尖距离达最大值，用相同方法在刻度尺上读出圆筒的内径值。

测量时应注意下列事项：

第一，测量时内卡钳应与圆筒端面垂直，外卡钳则必须与圆筒端面平行，一定要使被测圆筒的内、外最宽部分紧贴卡钳的两脚尖，防止将端面圆的弦长当作直径。

第二，改变卡钳两脚尖之间微小距离时，不要用手直接拉，只要将卡钳的一只脚在坚硬的物体上轻轻地敲一下。敲脚的外侧，脚尖间距减小；将卡钳倒过来用轴底轻敲，脚尖间距会稍微增大。

第三，从圆筒上取下卡钳时应该小心，避免因碰撞而改变两脚尖的间距。

第四，用最小分度为毫米的刻度尺量卡钳脚尖间距时，要读出毫米以下的估计数。

(3) 用游标卡尺测量长度：游标卡尺是比较精密的测量长度的仪器，用它测量长度可以准确到 0.1 毫米、0.05 毫米或 0.02 毫米。

如图 1—1 所示游标卡尺（简称为卡尺）是由主尺（a）、游

标尺 (b) 和窄片 (c) (深度尺) 组成的。主尺上刻有若干刻度，游标尺是一个辅助的测量装置。卡尺的左测脚固定在主尺上，并与主尺垂直。右测脚与左测脚平行，固定在游标尺上，可以随同游标尺一起沿主尺滑动。利用上面的一对测脚，可测量槽的宽度和管的内径，故称内测脚。利用下面一对测脚，可测量物体的厚度和管的外径，故称外测脚。利用固定在游标尺上的窄片，可量得槽和筒的深度。

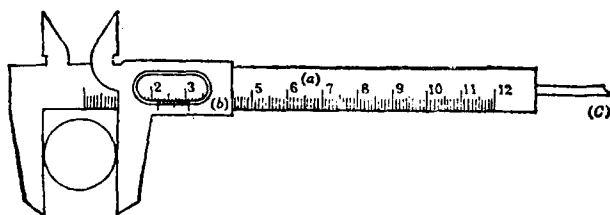


图 1-1 游标卡尺

如图 1-2 所示，主尺刻度的最小分度是 1 毫米，和普通刻度尺相同。游标尺上有 10 个小的等分刻度，它们的总长度等于 9 毫米。因此游标尺的每一分度为 0.9 毫米，比主尺的最小分度相差 0.1 毫米，所以左右测脚并合时，游标尺的零刻度线与主尺的零刻度线重合，游标的第 10 根刻度线应和主尺 9 毫米的刻度线重合，其余的刻度线都不重合。若在卡尺

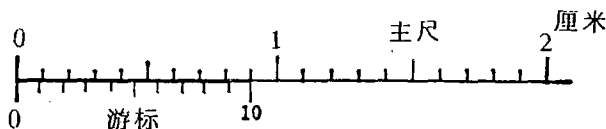


图 1-2 游标的刻度

两测脚间放一厚 0.1 毫米的纸片，游标尺就向右移动 0.1 毫米，这时游标的第一条刻度线与主尺的 1 毫米刻度线重合，其余的刻度线都不重合。同样，若卡尺两测脚间的距离为 0.4 毫米，则游标的第 4 条刻度线与主尺上的 4 毫米刻度线重合。由此可从游标尺上测出小于 1 毫米的线度。游标卡尺的读数方法如下：

①先读整数：看游标零线左边主尺上第一分度线的数值，就是整数值。

②后读小数：看游标零线右边第几分度线与主尺上的分度线对齐，即可读出小数值。

③两次读数相加得出被测物体的线度。

图 1-3 所示为 2.37 厘米。

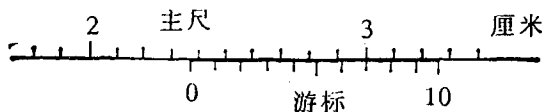


图 1-3 游标卡尺的读法

卡尺上印有 0.05mm 字样，即游标尺上有 20 个等分格，其总长为 19 毫米。第一根刻度线与主尺刻度线对齐即为 0.05 毫米，第二根对齐即为 $0.05 \text{ 毫米} \times 2 = 0.10 \text{ 毫米}$ ，……依此类推。若游标尺上有 50 个等分格（其总长为 49 毫米），则卡尺上一定印有 0.02mm 字样，第一根刻度线与主尺刻度线对齐为 0.02 毫米，第二根对齐为 $0.02 \text{ 毫米} \times 2 = 0.04 \text{ 毫米}$ ，第三根对齐为 $0.02 \text{ 毫米} \times 3 = 0.06 \text{ 毫米}$ ，……依次类推。

使用游标卡尺的注意事项如下：

第一，为了使测量准确和避免不必要的损伤，在测量前

必须检查游标卡尺。

应将测脚间的脏物、灰尘和油污等揩擦干净。检查两个测脚的测量平面或测量刃口是否平直，有没有伤痕和毛刺。

第二，被测量物体的表面也应该揩擦干净，并检查表面有无毛刺、损伤等缺陷，以免刮伤卡尺的测脚的测量面或测量刃口，影响测量的结果。

第三，测量前应先检验游标尺的零点。把左、右两测脚并拢，使其间没有缝隙，这时主尺与游标尺上的两条零分度线应恰好重合。若不重合就会产生误差（这种误差叫零误差）。在测量中消除零误差的方法是：如果游标尺的零刻线位于主尺零刻线的左侧，零误差为正，可在测量的数据中加上零误差。如果游标尺的零刻线位于主尺零刻线的右侧，零误差为负，可在测量的数据中减去零误差。

第四，测量时卡尺测脚不应歪斜。

第五，测量时应使用调节螺丝来推动游标。读数时应使用止动螺丝先把游标固定，并取下被测物体。切忌把被夹紧的物体在卡口内挪动。

第六，用卡尺测量物体的长度时，应先后在不同位置重复测量几次，求各次测量结果的平均值。

(4) 用螺旋测微器测量长度：如图 1—4 所示螺旋测微器（又叫千分尺）是比游标卡尺更精密的测量长度的仪器，用它测量长度可以准确到 $0.01 \text{ 毫米} = 0.001 \text{ 厘米}$ 。故而取名为千分尺。组成螺旋测微器的部件有：尺架（F）、测砧（A）、测微螺杆（P）、固定套管（S）、微分筒（H）、测力装置（棘轮旋柄）K 和 K'、锁紧装置和绝热装置。

螺旋测微器是利用旋转螺旋时，螺栓在螺母中前进或后

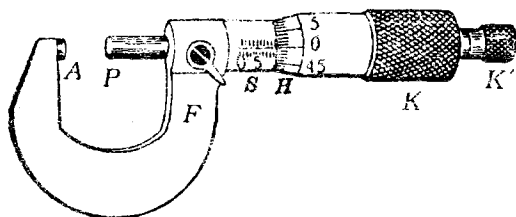


图 1-4 螺旋测微器

退的距离来测量长度的。螺栓在螺母中旋转一圈，螺栓便沿旋转轴线方向前进或后退一个螺距的距离。如果螺旋的螺距很短，螺栓的周长很长，那么，螺栓沿轴线方向只移动一个微小的距离，它圆周上的点便移动了较大的距离。因此，沿轴线方向移动的不便测量的微小距离便能用圆周上的点移动的较大距离表示出来。

在固定套管（主尺）上附装一个螺距为 0.5 毫米的螺栓，在它外面套上一个螺距相同的螺母套筒（微分筒），微分筒每转一周就在主尺上移动一个螺距的距离即 0.5 毫米。如果把微分筒口沿圆周等分为 50 格，则微分筒每转过 1 格，就在主尺上移动 $0.5 \text{ 毫米} / 50 = 0.01 \text{ 毫米}$ 。因此，这种千分尺可直接读出 0.01 毫米。若在固定套管上再刻有 10 根游标线，则可按游标卡尺的读数原理，直接读到 0.001 毫米的数值。

在使用前应先让测砧和测微螺杆的端面并拢，从微分筒上读出零点读数。若测砧和测微螺杆并拢时，微分筒上可动刻度的零刻度线与主尺上固定刻度的横线重合，则零误差为零。若并拢时，微分筒上零刻度线在主尺上固定横线的上方，则零误差为正值。测量结果应加上零误差。若可动刻度零刻