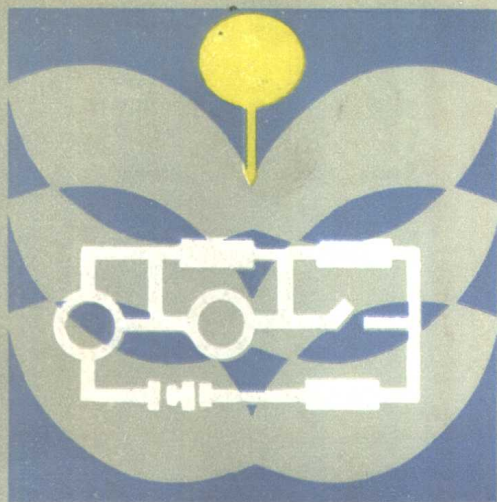




中学物理

概念·公式·定理·法则

GAINI AN

GONGSHI · DINGLI · FAZE

辽宁少年儿童出版社

中学物理概念公式定理法则

左 瑜 华 王 茵 茵

辽宁少年儿童出版社

1990年·沈阳

中学物理概念公式定理法则
ZHONGXUE WULI GAINIAN
GONGSHI DINGLI FAZE

朱艳华 王茵茵 编著
胡 英 张晓春

辽宁少年儿童出版社出版

(沈阳市和平区北一马路108号)

责任编辑 杨宁松 刘丽菲

责任校对 沈树东 封面设计 林树春

喀左县印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

开本 787×1092 毫米 $1/32$ ·印张 $11\frac{3}{8}$ ·字数250 000

1990年9月第1版 1990年9月第1次印刷

印数: 1—2 780

ISBN 7-5315-0757-9/G·286 定价: 3.00元

前 言

为了帮助广大中学生系统地掌握和理解所学过的物理知识及其内在的联系，为了配合中学物理教学，给中学生学习物理提供有益的学习参考材料，帮助学生“吃透”教材，深刻理解中学物理所学过的基本概念、公式、定理及法则，系统掌握知识结构，我们编写了《中学物理概念、公式、定理、法则》一书，供中学生使用。

本书以现行初、高中物理教材为蓝本而编写，分为六大部分。即：第一部分力学，第二部分分子物理学和热学，第三部分电学，第四部分光学，第五部分原子物理学，第六部分实验。

本书基本按照中学物理教材的自然章节顺序编写，编者根据中学物理教学大纲的精神，在深入研究教材的基础上，取其精华，系统归纳，精心整理而成。本书文字简明扼要，重点突出，条理明晰，提纲挈领。概念叙述深入浅出，便于理解；定理公式一目了然，便于记忆；法则定律编排清楚，便于掌握和运用。本书既可为中学生复习物理、巩固基础而用，又可作为工具书来使用。

由于我们水平有限，错误或不妥之处，恳请读者批评、指正。

编 者

1990年3月

目 录

第一部分 力学	1
一、测量.....	1
二、密度.....	13
三、力.....	15
四、压强.....	30
五、浮力.....	33
六、直线运动.....	37
七、运动定律.....	44
八、曲线运动.....	50
九、万有引力定律.....	57
十、简单机械.....	63
十一、物体的平衡.....	69
十二、机械能.....	74
十三、动量.....	87
十四、机械振动.....	94
十五、机械波.....	103
十六、声学初步知识.....	107
第二部分 分子物理学和热学	114
一、热膨胀 热传递.....	114
二、热量.....	119
三、分子运动论.....	125
四、内能 能的转化和守恒定律.....	131

五、气体的性质.....	136
六、固体和液体的性质.....	151
七、物态变化.....	156
八、热机.....	171
第三部分 电学	177
一、简单的电现象.....	177
二、电场.....	186
三、稳恒电流.....	202
四、物质的导电性.....	222
五、磁场.....	240
六、电磁感应.....	252
七、交流电.....	262
八、电磁振荡和电磁波.....	287
九、用电常识.....	296
第四部分 光学	298
一、几何光学.....	298
二、光的本性.....	316
第五部分 原子物理	325
一、原子结构.....	325
二、原子核.....	331
第六部分 实验	342
一、实验仪器仪表简介.....	342
二、典型实验.....	351

第一部分 力 学

一、测 量

(一) 测量

1. 测量

测量就是将待测的物理量与一个公认的同类标准进行比较。这个标准量叫做该物理量的单位。

2. 单位、单位制

测量任何一个物理量都必须确定它的单位。物理量很多，并不需要对每个物理量都规定一个独立单位。在实际工作中，我们往往选择几个基本的物理量作为基本单位，再利用基本量与其它物理量的关系，用基本单位来组成其它量的单位，这个组成的一套单位体系叫做单位制。国际上通用的单位制叫做国际单位制。其国际代号为SI，它选取长度、质量、时间、电流强度、热力学温度、物质的量、发光强度七个物理量为基本量，它们相应的单位为基本单位。在国际单位制中取米（长度单位）、千克（质量单位）、秒（时间单位）作为基本单位。

3. 准确程度

测量所能达到的准确程度是由量具的最小刻度决定的。比如用最小刻度是厘米的尺来测量，厘米下一位的毫米数要靠眼睛来估计，所以测量只能准确到厘米。测量需要达到的

准确程度跟测量的要求有关系。

4. 误差

测量值与真实值之间的差异叫做误差。误差和错误不同，错误是应该而且是可以避免的，而误差是不能绝对避免的。误差的产生跟测量工具有关系，还跟测量的人和测量环境有关系。从来源看，误差可以分成系统误差和偶然误差两种。

系统误差是由于仪器本身不精确或实验方法粗略及实验原理不完善而产生的。偶然误差是由各种偶然因素对实验者、测量仪器、被测物理量的影响而产生的。

在实际工作中，应尽可能地减小上述两种误差。比如尽量校准测量仪器，改进实验方法，设计在原理上更为完善的实验，多进行几次测量来求平均值（平均值的位数，应与测量值的位数相同，可以计算到比测量值多一位，然后四舍五入），测量时尽量做到认真细致、尽最大可能减小视差等等。

5. 测量注意事项

（1）为了快速、正确地测量，要先根据实际情况确定测量需要达到的准确程度，然后再根据要求选用适当的测量工具。

（2）要掌握正确的测量方法。

（3）要养成严格按照测量规则进行操作的良好习惯。

（4）记录测量结果时，必须在测量数值后面写出所用的单位。

（5）写测量数值时，一定要把估计的一位数字也写上，这个数字也是有意义的。

（二）长度的测量

1. 长度单位

测量长度，必须先确定一个标准长度。用标准长度去量被测的长度，才能得出被测长度的数值。这个被确定的标准长度叫做长度单位。

2. 国际制单位：米

(1) 定义：1米等于氪—86原子的 $2p_{10}$ 和 $5d_5$ 能级之间跃迁所对应的辐射在真空中的1650763.73个波长的长度。

(2) 与其它单位间关系：

1 米 = 3 尺，

1 千米(km) = 1000 米(m)，

1 米(m) = 10 分米(dm)，

1 分米(dm) = 10 厘米(cm)，

1 厘米(cm) = 10 毫米(mm)，

1 毫米(mm) = 1000 (μ m)。

3. 常用量具

量 具	刻 度 尺	游 标 卡 尺	螺 旋 测 微 计
准确程度	10mm, 1mm	0.1mm, 0.05mm, 0.02mm	0.01mm

4. 刻度尺

(1) 刻度尺的最小刻度有厘米、毫米两种。

(2) 使用注意事项：

①测量时要使刻度尺上的刻度与量度的直线处处密合。

②用厚刻度尺测量时，需把尺的刻度面如图 1—1 那样放置，不能和图 1—2 一样。

③观察刻度线时，视线要跟尺垂直，见图 1—3。

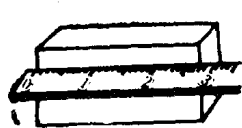


图 1—1

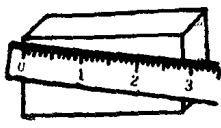


图 1—2

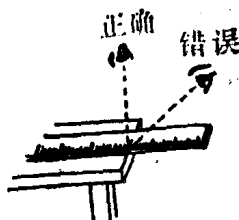


图 1—3

5. 游标卡尺

(1) 用游标卡尺测量长度比刻度尺更精密。随刻度的不同，测量的准确程度可达 0.1mm 、 0.05mm 或 0.02mm 。

(2) 构造：如图 1—4，左测脚 1、3 固定在主尺 (a) 上，右测脚 2、4 固定在游标 (b) 上。(c) 为固定在游标上的窄片 (深度尺)。

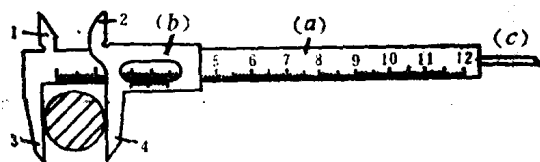


图 1—4

(3) 使用：游标卡尺可以测量工件的外径、内径、长度、深度、壁厚、孔距等尺寸。

① 测量内径、槽宽或孔距时，可用两个内测脚与被测对象轻轻接触。

② 测量外径、壁厚时，应使两个外测脚与被测对象轻轻接触。

③ 测量孔和槽的深度时，应使深度尺和尺身轻轻与被测对象接触。

④接触后，适当拧紧紧固螺丝，再取读数。

(4) 读数法则 (以0.1mm卡尺为例)

①先读整数。游标上零刻度线所指主尺上刻度的整数部分，就是以毫米为单位的整数。

②再读小数。看游标零刻度线右边的第几刻度线与主尺上的刻度线对齐，小数部分就是毫米的十分之几。

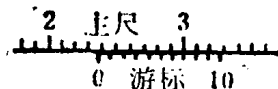
因为，主尺的9mm = 游标的10格，

所以，游标的1格 = 0.9mm，

游标的1格与主尺1格相差0.1mm。

③把两个读数相加，即得所测的长度 (未考虑零误差)。

例：图1—5读数为
23.7mm。



6. 螺旋测微器 (千分尺)

图1—5

(1) 螺旋测微器是一种精密量具，其测量的准确度为0.01mm。

(2) 构造：如图1—6所示，螺旋测微器有两大部分，一部分是框架F与固定刻度S和小砧A连在一起，另一

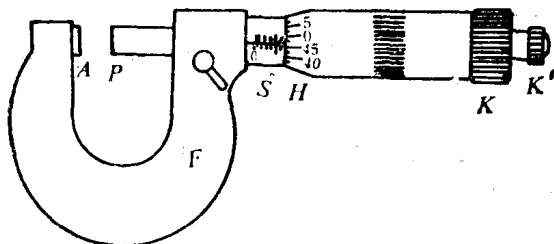


图1—6

部分是旋钮 K 、微调旋钮 K' 和可动刻度 H 、可动小砧 P 连在一起，通过精密螺纹套在 S 上。旋钮 K 每转一周，小砧 P 前进或后退 0.5mm 。可动刻度分成 50 等分，所以旋转一个刻度时，小砧 P 前进或后退的距离恰好是 0.01mm ，因此螺旋测微器可以准确到 0.01mm 。

(3) 使用：螺旋测微器可测量厚度、宽度、外径等。

把被测物置于固定小砧与可动小砧之间，转动旋钮，当两小砧快要接触时，旋转保险螺栓，使两小砧继续靠拢直到和被测物体接触，当保险螺栓发出“咯、咯”声后便可停止转动。这时即可从旋钮上的可动刻度在固定刻度上的位置观察读数。若要保留读数，可以拧紧锁紧装置。

(4) 读数方法（未考虑零误差）

①先读整数。从固定刻度 S 的露出部分最右边一条刻度线，读出毫米的整数值（注意有表示半毫米的刻线）。

②再读小数。从固定刻度尺的横线对着的可动刻度线读出小数。

例：图 1—7 所示读数为 6.72mm 。图 1—8 所示读数为 0.37mm

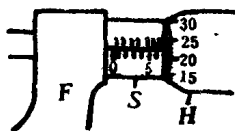


图 1—7

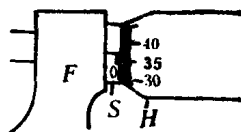


图 1—8

(三) 质量的测量

1. 质量

物体所含物质的多少叫做质量。质量是物体本身的一种

属性，它不随物体的形状、温度、状态而改变，质量也不随物体的位置而改变。

在日常生活和科学技术中人们经常需要测量物体的质量。

2. 国际制单位：千克（公斤）

（1）定义：①为了测量物体的质量，需要定出质量的单位。

②最早人们规定在 4°C 时 1 升纯水的质量为 1 千克。现在根据这个规定，用铂铱合金制成了一个质量是 1 千克的圆柱体，作为 1 千克的标准，叫做国际千克原器（如图 1—9），保存在法国巴黎的国际计量局里。

（2）与其它单位间关系：

$$1 \text{ 千克} = 2 \text{ 斤},$$

$$1 \text{ 吨(t)} = 1000 \text{ 千克(kg)},$$

$$1 \text{ 千克(kg)} = 1000 \text{ 克(g)},$$

$$1 \text{ 克(g)} = 1000 \text{ 毫克(mg)}.$$

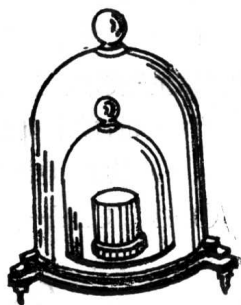


图 1—9

3. 常用量具

测量物体质量的量具很多，如磅秤、托盘秤、杆秤、天平等等，它们都是利用杠杆的原理制成的。使用的时候，要根据需要选用合适的量具。实验室的物体质量一般是天平来称的。

4. 天平

（1）天平是根据等臂杠杆的原理制成的，当横梁平衡时，物体的质量与砝码质量相等。

（2）每架天平都配有一套砝码（如图 1—10）作为标准质量，装在砝码盒里。砝码的质量通常是：

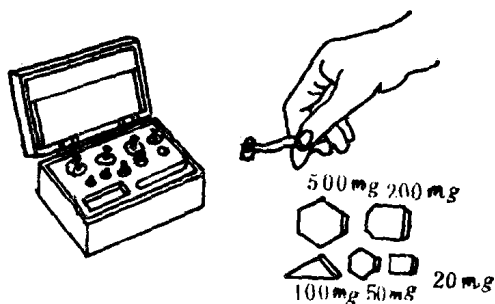


图 1—10

①1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50, 100克;

②10, 20, 20, 50, 100, 200, 200, 500毫克。

(3) 天平是比较精密的测量质量的量具。它的准确程度用“感量”表示。感量是表示使指针由平衡位置变动 1 分度所需要增减的微小质量。这个质量越小, 说明天平越精密。

(4) 构造 (中学生实验常用的物理天平)

①主要部分是一个横梁。横梁两端 A、B 处和中央 C 处

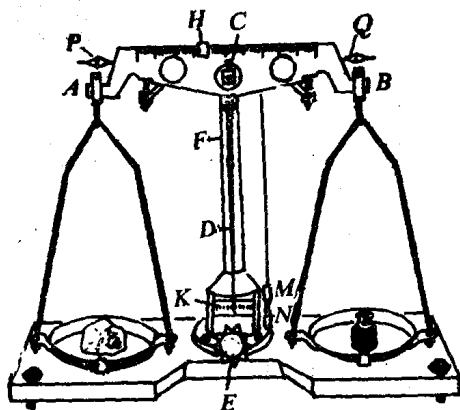


图 1—11

A、B、C—刀口 F—支柱 D—指针 K—标尺 E—止动旋钮
H—游码 M、N—小锥体 P、Q—横梁螺旋

各有一个钢制的三棱柱，每个三棱柱上都有一个特别锋利的棱，叫做刀口。中央的刀口向下支在支柱顶端的浅槽中，天平的横梁可以凭这个刀口左右摆动。两端刀口向上，各挂一个称量用的盘子。

②中央支柱有两部分：外支柱是一个空心圆管子，固定在天平底板上。内支柱是一根较细的金属圆柱，用下端的止动旋钮控制其升降。内支柱升高，横梁才能绕中央刀口摆动。降低时，横梁架在支柱上，就不能摆动。

③天平都配备砝码，刻在砝码上的数字表示砝码的质量。天平横梁上有游码，当游码沿横梁上的标尺向右移动时，就等于向天平盘上加以毫克为单位的小砝码。

(5) 调节方法

①使天平的底板水平。

a. 先观察重垂线的小锤尖端相对于底板上的小锥体尖端的左右位置，分析底板下面左右螺旋哪个偏高(或偏低)，要把它调到一样高。方法是把低的调高或高的调低，或同时反方向转动两个螺旋，直到使两尖端位置只有前后差别，没有左右差别。

b. 再分析底板螺旋与底板的固定脚，哪里高哪里低？然后同时把两个螺旋同方向转动，直至两尖端对准，则底板水平。

②调节天平平衡(即横梁平衡)。

a. 游码放在零位置。

b. 用止动螺旋将横梁稍稍抬起，看清横梁哪端向下(或向上)倾斜，立即将支柱放下，使刀口离开浅槽以保护刀口。

c. 调节向下(或向上)倾斜一侧的横梁一端的螺旋，

使之靠近（或离开）中央刀口。再用止动螺旋将横梁稍稍抬起进行观察，再进行调节。直到指针的摆动在标尺中央线的左右幅度相等为止，即表示天平平衡了。

（6）使用

①先使横梁止动。

②把被测物体放在左盘里，先估计一下被测质量，再把一个质量相近的砝码放在右盘里，运用上述的调节方法，增减砝码也可同时使用游码，使天平平衡为止。

③砝码的总质量加上游码所对的刻度值，即等于被测物体的质量。

④三种称量方法。

a. 直接称量法：把被测物体放在天平左盘里，在右盘中加入适当砝码，使天平平衡。由于：

$$G_1 L_1 = G_2 L_2 \quad (L_1、L_2 \text{ 分别为天平两臂长}) ,$$

$$m_1 g_1 L_1 = m_2 g_2 L_2 ,$$

$$\because g_1 = g_2, L_1 = L_2,$$

$$\therefore m_1 = m_2。$$

即被测重物的质量等于砝码质量。

b. 交换称量法：使用交换称量法的目的在于消除天平两臂不等带来的误差。即把物体放在左盘里测得的质量为 m_1 ，把物体放在右盘里测得的质量为 m_2 ，被测物体的实际质量：

$$m = \sqrt{m_1 m_2}。$$

由于 m_1 、 m_2 的差别很小，一般采用近似式：

$$m = \frac{1}{2} (m_1 + m_2)。$$

c. 代替称量法：使用代替称量法也是为了消除不等臂

天平所带来的测量误差。称量时，物体放在左盘，砝码（或其它重物）放在右盘，使其平衡。随后取出被测物体，用另一组精密砝码代替物体放于左盘，重新使天平平衡，这时被测物体的质量便等于精密砝码的质量。

（7）注意事项

①被测物体的质量不能超过天平的称量范围。每架天平的称量范围一般都刻在天平上，也可根据配套砝码决定，全套砝码的总质量即是称量范围。

②取放砝码要用镊子夹取，不要直接用手，以防生锈或腐蚀。砝码用完后要及时放回砝码盒内。

③不要把潮湿或有腐蚀性的物体以及化学药品直接放在天平盘内称量。

④注意保护刀口。测量过程中只有在观察横梁是否平衡时，才能让中央刀口支在浅槽中。取放物体、加减砝码和调节螺旋时，都要用止动旋钮使横梁止动。使用完毕要使天平止动，并把称盘摘离刀口，以减少磨损。

⑤天平用完后要保护好，不要放在易震、高温和潮湿的地方。

（8）实验室里还常常用到托盘天平（如图 1—12），托盘天平用起来比较简便，但是准确程度比物理天平差些。

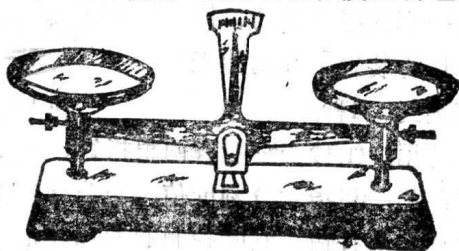


图 1—12