

中学物理十八讲

修 订 本



甘肃人民出版社

中学物理十八讲

(修订本)

刘永旺 马国璞 编

甘肃人民出版社

中学物理十八讲

(修订本)

刘永旺 马国璞 编

甘肃人民出版社出版

(兰州第一新村51号)

甘肃省新华书店发行 平凉地区印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张14 字数298,000

1978年12月第1版

1983年1月第2版 1985年4月第6次印刷

印数: 304,041 — 330,940

书号: 13096·42 定价: 1.55元

前 言

本书以教育部中学物理教学大纲(草案)为依据,把现行初高中物理课的内容糅合在一起,分成为力学、热学、电学、光学及原子结构五大部分;以讲座的形式,按学习顺序编成十八个单元,供知识青年、中学生系统地复习物理学参考。

本书在编写过程中,根据编者的教学实践,每讲都有针对性地指出其重点、应掌握的基本定律和概念;所选的例题尽量使其具有代表性,对一些有多种求解方法的例题,都作了详细的介绍;另外,书中反复强调了一些极易混淆的重要概念,并指出混淆的症结所在;每讲后面留有适当的计算题和概念性的问答题,其中还选择了一些综合性程度较高的习题以及历年来全国高考试题,以帮助读者更好地综合运用所学的物理知识,进一步提高分析能力、解题技巧和速度,书后还附有个别习题的提示和全部习题答案。

由于我们的思想和业务水平低,加上编写时间短促,对书中存在的缺点、错误,敬希广大读者批评指正。

编 者

1978年4月

ABC 99/5

修 订 说 明

本书自出版以来，受到广大读者的欢迎和热情支持。为了使本书能更好地适应中学物理教学大纲和全国统编课本内容的需要，这次主要从以下几个方面作了修订和补充：

1. 对各讲部分内容作了补充，增加了具有典型性的习题，改正了习题答案中的疏漏及不足；
2. 对原书各讲进行了调整，即将第二、六讲合并成第二讲，第四、五讲合并成第四讲；
3. 新增加了第六讲，系统地介绍动量知识；增加了第八讲，专门对振动和波作了系统介绍。

编 者

1981年5月

目 录

力 学

第一讲	简单量度	(1)
第二讲	质点运动	(12)
第三讲	物体的平衡	(43)
第四讲	运动和力	(69)
第五讲	功和能	(103)
第六讲	动量 动量守恒定律	(133)
第七讲	流体力学	(154)
第八讲	机械振动和机械波	(170)

热 学

第九讲	分子运动与热现象	(200)
第十讲	气态方程	(214)

电 学

第十一讲	电学基础知识	(232)
第十二讲	电场	(252)
第十三讲	稳恒电流	(280)
第十四讲	电磁感应	(300)
第十五讲	交流电和交流电路	(326)
第十六讲	无线电半导体基础知识	(352)

光 学

第十七讲 几何光学和光的本性	(370)
----------------------	---------

原子与原子核物理

第十八讲 原子结构	(393)
-----------------	---------

附 录:

习题答案	(405)
------------	---------

附表 1—7	(439)
--------------	---------

力 学

第一讲 简单量度

本讲着重复习有关简单量度的物理量，初步了解单位体系之间的相互转化关系，并能区别和比较质量与重量、比重与密度的同异点。

§1 物质与运动

自然界是由物质组成的。一切物质总是在不断地变化和发展的。机械运动，分子和原子的运动等，大量事实都说明自然界各种各样的现象不是别的，而是物质各种不同运动形态的表现。而每种运动形态，都具有本身所固有的规律。自然科学的任务，就是要认识我们周围物质世界的规律。物理学是自然科学的一种，它的内容是研究物质的基本性质和探求物质运动的普遍规律，并在实践中应用这些规律，去能动地改造客观世界。

§2 长度，面积，体积

由于物质运动时，必然在空间占有一定的活动范围，这样就必須了解确定空间范围的物理量，即长度、面积、体

积，并规定它们的单位。

(一)长度在国际单位制(公制)中的基本单位是 米(m)。

它的最初规定是经过巴黎地球子午线周长的 $\frac{1}{40,000,000}$ 作为 1 米。1960年第11届国际计量大会规定，1 米等于氪原子在真空中辐射的橙色光波波长(6057.8021埃)的1650763.73倍，并以此作为基准器。这种测量器的性能稳定，没有变形，不怕毁坏，各国都可复制应用。米与其它长度单位的关系是：

$$1 \text{ 米} = 10 \text{ 分米} \quad 1 \text{ 分米} = 10 \text{ 厘米}$$

$$1 \text{ 厘米} = 10 \text{ 毫米} \quad 1 \text{ 公里} = 1000 \text{ 米}$$

在我国通常使用的单位是里，丈，尺，寸，这些也叫市制。它们的关系是：

$$1 \text{ 丈} = 10 \text{ 尺} \quad 1 \text{ 尺} = 10 \text{ 寸} \quad 1 \text{ 里} = 150 \text{ 丈}$$

市制与公制单位的关系是：

$$1 \text{ 米} = 3 \text{ 尺} \quad 1 \text{ 公里} = 2 \text{ 里}$$

据此，我们很容易对任何两个长度单位之间进行换算，

〔例一〕 1 丈 = ? 分米 = ? 毫米

$$\begin{aligned} \text{〔解〕: } 1 \text{ 丈} &= 10 \text{ 尺} = 10 \times \frac{1}{3} \text{ 米} = 10 \times \frac{1}{3} \times 10 \text{ 分米} \\ &= 33\frac{1}{3} \text{ 分米} \end{aligned}$$

$$\text{又: } 1 \text{ 丈} = \frac{100}{3} \text{ 分米} = \frac{100}{3} \times 100 \text{ 毫米} = 3333\frac{1}{3} \text{ 毫米}$$

〔例二〕 0.15里 = ? 米

$$\text{〔解〕: } 0.15 \text{ 里} = 0.15 \times \frac{1}{2} \text{ 公里} = 0.15 \times \frac{1}{2} \times 1000 \text{ 米}$$

$$= 75 \text{ 米}$$

总结以上计算，我们可以找到这样一个规律，即进行单位换算时，可分两步进行，先写出单位间数量关系，再进行数字运算。

(二)点的伸延可以成线段，线段的横向伸延成面，面的纵向伸长便成了体。所以；面积和体积的单位也可由单位长度组成的正方形，正立方体的面积和体积确定。它们之间的关系是：

$$1 \text{ 米}^2 = 1 \text{ 米} \times 1 \text{ 米} = 10 \text{ 分米} \times 10 \text{ 分米} = 100 [\text{分米}]^2$$

$$1 [\text{分米}]^2 = 1 \text{ 分米} \times 1 \text{ 分米} = 10 \text{ 厘米} \times 10 \text{ 厘米} \\ = 100 [\text{厘米}]^2$$

$$1 [\text{厘米}]^2 = 1 \text{ 厘米} \times 1 \text{ 厘米} = 10 \text{ 毫米} \times 10 \text{ 毫米} \\ = 100 [\text{毫米}]^2$$

同理， $1 \text{ 丈}^2 = 1 \text{ 丈} \times 1 \text{ 丈} = 10 \text{ 尺} \times 10 \text{ 尺} = 100 \text{ 尺}^2$

$$1 \text{ 尺}^2 = 1 \text{ 尺} \times 1 \text{ 尺} = 10 \text{ 寸} \times 10 \text{ 寸} = 100 \text{ 寸}^2$$

另外， $1 \text{ 亩} = 60 \text{ 丈}^2$

(三)在体积单位中

$$1 \text{ 米}^3 = 1 \text{ 米} \times 1 \text{ 米} \times 1 \text{ 米} = 10 \text{ 分米} \times 10 \text{ 分米} \times 10 \text{ 分米} \\ = 1000 [\text{分米}]^3$$

$$1 [\text{分米}]^3 = 1 \text{ 分米} \times 1 \text{ 分米} \times 1 \text{ 分米} \\ = 10 \text{ 厘米} \times 10 \text{ 厘米} \times 10 \text{ 厘米} \\ = 1000 [\text{厘米}]^3$$

$$1 [\text{厘米}]^3 = 1 \text{ 厘米} \times 1 \text{ 厘米} \times 1 \text{ 厘米} = 10 \text{ 毫米} \times 10 \\ \text{毫米} \times 10 \text{ 毫米} = 1000 [\text{毫米}]^3$$

$$1 \text{ 丈}^3 = 1 \text{ 丈} \times 1 \text{ 丈} \times 1 \text{ 丈} = 10 \text{ 尺} \times 10 \text{ 尺} \times 10 \text{ 尺} \\ = 1000 \text{ 尺}^3$$

$$1 \text{ 尺}^3 = 1 \text{ 尺} \times 1 \text{ 尺} \times 1 \text{ 尺} = 10 \text{ 寸} \times 10 \text{ 寸} \times 10 \text{ 寸} \\ = 1000 \text{ 寸}^3$$

和长度单位的换算规律一样，在进行面积与体积单位换算时，同样应按两步，即先写出单位间的数量关系之后，再进行数字运算。

〔例一〕 $4.5 \text{ 亩} = ? \text{ 米}^2$

〔解〕： $\because 1 \text{ 丈}^2 = 1 \text{ 丈} \times 1 \text{ 丈} = \frac{10}{3} \text{ 米} \times \frac{10}{3} \text{ 米} = \frac{100}{9} \text{ 米}^2$

$$\therefore 4.5 \text{ 亩} = 4.5 \times 60 \text{ 丈}^2 = 4.5 \times 60 \times \frac{100}{9} \text{ 米}^2 \\ = 3000 \text{ 米}^2$$

〔例二〕 $900 \text{ 寸}^3 = ? \text{ [分米]}^3$

〔解〕： $\because 1 \text{ 寸} = \frac{1}{10} \text{ 尺} = \frac{1}{10} \times \frac{10}{3} \text{ 分米} = \frac{1}{3} \text{ 分米}$

$$\therefore 1 \text{ 寸}^3 = 1 \text{ 寸} \times 1 \text{ 寸} \times 1 \text{ 寸} \\ = \frac{1}{3} \text{ 分米} \times \frac{1}{3} \text{ 分米} \times \frac{1}{3} \text{ 分米} = \frac{1}{27} \text{ [分米]}^3$$

故 $900 \text{ 寸}^3 = 900 \times \frac{1}{27} \text{ [分米]}^3 = 33\frac{1}{3} \text{ [分米]}^3$

§ 3 时间的单位

由于运动物质在其发展变化过程中所具有的延续性，这样就必须引入时间的概念。

时间在公制中的基本单位是秒(s)。其他的时间单位有年、月、日、小时、分等。它们之间的关系是：

$$1 \text{ 年} = 12 \text{ 月} \quad 1 \text{ 月} = 30 \text{ 日} \quad 1 \text{ 日} = 24 \text{ 小时}$$

1 小时 = 60 分 1 分 = 60 秒
很容易算出 1 小时 = 3,600 秒

§ 4 竖直方向与水平方向

重垂线自由下垂的方向叫竖直方向，它不同于自由落体下落的方向，应注意其区别。竖直方向在建筑上经常用到，所以必须掌握它。

在地球表面不大的范围内，静止的水平面的方向叫水平方向。它在建筑上也是经常用到的。水平方向与竖直方向是相互垂直的关系。

§ 5 重量与质量

质量表示物体含有物质多少的物理量，或者说量度物体惯性大小的物理量。它的公制基本单位是公斤（kg），和其他单位的关系是：

1 吨 = 1000 公斤 1 公斤 = 1000 克

1 克 = 1000 毫克

在我国质量的单位有斤、两等。

1 斤 = 10 两 1 公斤 = 2 斤

任何物体置于地球上，它就一定要受到地球的吸引力，这个引力的方向是向下的，在同一地点，它的大小与物体的质量成正比。通常，我们把由于地球吸引物体而产生的向下的力，叫做物体的重量。

物体的重量与物体的质量是两个完全不同的物理量。

它们的区别如下：

	概 念 上	测 量 上	位 置 上	应 用 上
质 量	物质的多少， 惯性的量度。	用天平和秤	与所在地区 无 关	燃煤、吃饭 用质量。
重 量	由地球引力引起， 力的量度。	用计力计，弹 簧 秤。	与所在地区 有 关	举重，拉力 等用重量。

但是，重量与质量又有密切的关系：在同一地点，物体的重量与质量成正比，所以人们通常取质量的公斤数作为重量的公斤数。如一个体重是60公斤的人，质量说成是60公斤（注意，在一般情况下是近似的公斤数相同）。

由于物体的质量和重量在形式上，以及数量和单位上的相同，往往使部分读者造成对二者概念的混淆，这要引起足够的注意。

〔例一〕 某人称糖 1 公斤，这是指质量还是重量？

〔解〕： 某人买糖 1 公斤，这当然是指质量，表示这包糖含有糖的物质是 1 公斤。但是，由于通常取重量的公斤数与质量的公斤数相同，所以人们并不需要特别强调指出，是“质量 1 公斤的糖”还是“重量 1 公斤的糖”，甚至是非天平的衡器称出的 1 公斤重的糖，质量也近似地是 1 公斤。

〔例二〕 如果考虑地球不同位置重量的变化，试回答：

①质量 1 公斤的物体，分别放在北京、广州称重量是否一样？何处大些？

②放置在北京和广州重量相同的物体，质量是否一样？何处大些？

〔解〕： ①不一样。在广州比北京略轻一些。因为同一

物体的重量随所在纬度的不同而变化，纬度低，重量变小，而广州的纬度较北京纬度低。

②不一样。在广州比在北京的质量略大一些。

§ 6 比重与密度

比重是指某物质单位体积的重量，叫做该物质的比重。密度是指某物质的单位体积的质量，叫做该物质的密度。

同质量与重量的关系一样，在一般情况下，比重和密度，在数值和单位上都是相同的。但二者的意义不同。如水的比重是1克/[厘米]³，表示体积是1[厘米]³的水重1克。同样，水的密度也是1克/[厘米]³，表示体积1[厘米]³的水质量是1克。

为了区别比重与密度，比重用字母 d 表示；密度用字母 D 表示。它们与体积 V ，重量 W ，质量 m 的关系可用公式表示：

$$d = \frac{W}{V} \qquad D = \frac{m}{V}$$

比重与密度的单位，一般常用的有三个：克/[厘米]³、公斤/[分米]³、吨/米³。同一物质的比重和密度，用以上三个单位中的任何一个，数值是不变的，作题时可根据具体情况选用。

比重与密度都是物质特有的属性之一。同一种物质的比重和密度，在地球表面可以看成是相同的，计算时可以从比重表查出（请见附表1）。

〔例一〕 一个重量为78公斤的钢球，体积是20[分米]³，

问此球是空心还是实心？若是空心，其空心部分有多大？

〔解〕：∵ $d_{\text{钢}} = 7.8 \text{ 公斤/〔分米〕}^3$

∴ 若为实心， $20〔\text{分米}〕^3$ 的钢球应重：

$$\begin{aligned} W &= dV_{\text{球}} = 7.8 \text{ 公斤/〔分米〕}^3 \times 20〔\text{分米}〕^3 \\ &= 156 \text{ 公斤} \end{aligned}$$

而钢球实重78公斤，所以是空心的。

78公斤钢所占的体积：

$$V_{\text{实}} = \frac{W}{d} = \frac{78 \text{ 公斤}}{7.8 \text{ 公斤/〔分米〕}^3} = 10〔\text{分米}〕^3$$

而钢球的体积为 $20〔\text{分米}〕^3$ ，所以空心部分的体积是：

$$V_{\text{空}} = V_{\text{球}} - V_{\text{实}} = 20〔\text{分米}〕^3 - 10〔\text{分米}〕^3 = 10〔\text{分米}〕^3$$

〔例二〕 已知木模的重量是6.3公斤，木的比重是0.7克/〔厘米〕³。现在用它来浇铸200个铝铸件，问最少要熔化多少公斤铝？

〔解〕： $d_{\text{木}} = 0.7 \text{ 克/〔厘米〕}^3 = 0.7 \text{ 公斤/〔分米〕}^3$

$$d_{\text{铝}} = 2.7 \text{ 公斤/〔分米〕}^3$$

在铸造中，铸件的体积和木模的体积是一样的。

$$V_{\text{木}} = \frac{W_{\text{木}}}{d_{\text{木}}} = \frac{6.3 \text{ 公斤}}{0.7 \text{ 公斤/〔分米〕}^3} = 9〔\text{分米}〕^3$$

$$\therefore V_{\text{铝}} = V_{\text{木}}$$

∴ 一个铸件的重量：

$$\begin{aligned} W_{\text{铝}} &= d_{\text{铝}} V_{\text{铝}} = 2.7 \text{ 公斤/〔分米〕}^3 \times 9〔\text{分米}〕^3 \\ &= 24.3 \text{ 公斤} \end{aligned}$$

∴ 200个铸件的重量：

$$W = 200 \times 24.3 \text{ 公斤} = 4,860 \text{ 公斤}$$

所以说，最少要熔化4,860公斤的铝

§ 7 基本单位与导出单位

长度、时间、质量的基本单位在公制中是米(m)、秒(s)、公斤(kg)。比基本单位大或小的单位,如公里、时、吨等叫辅助单位。利用这两种单位可以导出其它单位如面积、体积和密度等。

例如面积单位,如果长度单位取“米”,它一定是“米²”,长度单位取“厘米”,它一定是“[厘米]²”。

再如密度单位,如果长度单位取“米”,质量单位取“吨”,那么体积单位一定是“米³”,密度单位就一定是“吨/米³”。依次类推,就有“公斤/[分米]³”、“克/[厘米]³”。这都是推导出来的。所以这些单位是导出单位。

习 题 一

1. 南京长江大桥全长6700米合多少公里?多少分米?多少厘米?又合多少丈?多少尺?多少寸?多少里?

2. 一张桌子的面积是7200[厘米]²、合多少米²?多少[分米]²?多少[毫米]²?

3. 在我国以5尺为一步,作为长度单位,那么一亩地是多少[步]²?300[步]²合多少米²?

4. 某生产队种了20亩玉米,如果平均每1米²种6株玉米,试问这20亩田里种多少株玉米?

5. 某生产队用二台流量为5升/秒的水泵向山地抽水浇地。若山地共有30亩,水漫过地的高度平均是3寸,水泵站每日工作10小时,问几天可以浇地一遍?

6. 北京十三陵水库的土石方工程是190万米³,如果把这些土石

方筑成高1丈，宽2尺的墙，这堵墙的长度是多少里？

7. 在空气中由于空气具有浮力，称得物体的重量总是比在真空中称得的重量略少一些。试问在空气中称出重量是1斤的棉花和铁，放在真空中哪一个重量大些？哪个的质量多些？

8. 物体在月球表面上受到的重力，大约等于在地球表面上所受重力的 $\frac{1}{6}$ 。如果一个质量是60公斤的宇宙飞行员登上月球，那么他在月球上的重量是多少？

9. 一个瓶子最多能装1公斤水，试问这个瓶子能否装下1公斤酒精和1公斤硫酸？若分别用该瓶装酒精和硫酸，最多各能装多少（比重见附表1）？

10. 1米^3 的冰和 1米^3 的水哪个重？ 1米^3 的冰化成水、体积是多大？

11. 一间房子长6米，宽5米，高4米，试问这间房子里的空气重量是多少？

12. 车箱的载重量是40吨，容积是 90米^3 ，问该车箱是否可以装满容重是 $670\text{公斤}/\text{米}^3$ 的马铃薯？为什么？

13. 某工人需要截面积是 $25(\text{毫米})^2$ 的铜导线100米。领料时，试问他应当领多少公斤的铜导线？

14. 盐水选种在配制盐水时，134克盐水的体积恰好是 $125[\text{厘米}]^3$ 。问制成200公斤同样的盐水，它的体积应当是多少 $[\text{厘米}]^3$ ？

15. 一根绳子能支持200公斤重量，用这根绳子能不能提起 0.05米^3 的钢梁？为什么？

16. 煤油可用运油车来运输。如果每节运油车的容量是 50米^3 ，运输1000吨煤油需要多少节运油车？

17. 用车运来4.5吨砂铺路面，砂的厚度5厘米，若公路宽8米，这一车砂能铺多长的一段路（砂子的比重为 $1.5\text{克}/[\text{厘米}]^3$ ）？

18. 有一个用铜、金两种金属做成的工艺品，重20公斤，体积 $1.8[\text{分米}]^3$ ，求这件工艺品中含金、铜各多少公斤？