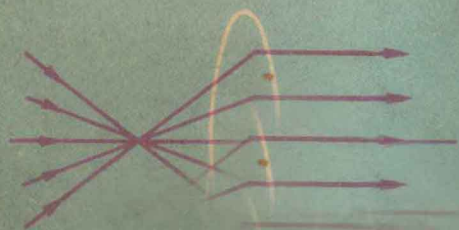
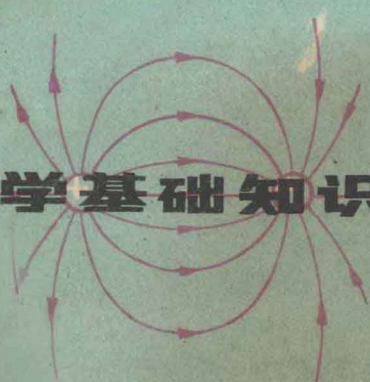


中学基础知识手册

物理



中学基础知识手册



物 理

朱 章 张绳祖

上海教育出版社

中学基础知识手册
物 理

朱 章 张绳祖

上海教育出版社出版

(上海永福路123号)

湖北人民出版社重印

湖北省新华书店发行 武汉市江汉印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张 14.25 字数 314,000

1979年8月第1版 1980年8月湖北第1次印刷

印数 1-360,000本

书号: 7150·2125 定价: 1.00元

前 言

《中学基础知识手册——物理》是参照教育部制订的中学物理教学大纲编写的,供高中学生复习巩固物理知识用。

本书在编写过程中,注意了下列几个方面:

1. 着重讲述中学物理教材中的重点、难点和关键内容,力求简明扼要地讲清物理概念和规律,对若干容易混淆的概念,则列表对比其异同。

2. 在搞清物理概念和规律的基础上,通过典型例题阐明如何正确解题,并联系物理公式的意义及其所适用的条件指出解某一类题目时应该注意的地方。

3. 为了便于查阅,在编排上采用条目形式。各条内容有它的独立性,但全书仍保持内在的系统性。

4. 为了巩固所学知识,选编了一定数量的习题,并在附录中附有答案。习题编号左上角有“*”的,在答案中附有提示。

在编写过程中,我们参考了一些书刊,选用了一些资料,谨向有关方面表示感谢。

限于我们的水平,书中难免有错误和不妥当的地方,恳请读者批评指正。

编 者

1979年4月

目 录

一、绪 论

物理学研究对象 和研究方法	1
物质与运动	2

二、力 学

运动和静止的相对性、参考系	4
机械运动的分类	6
平动和转动	6
质点和刚体	7
矢量和标量	8
速度(平均速度、即时速度)	9
加速度(平均加速度、即时加速度)	11
重力加速度	15
匀速直线运动	15
匀变速直线运动	16
关于匀速和匀变速直线运动的例题	17
运动的合成和分解	22
矢量的合成和分解法则	23
关于矢量合成和分解的例题	24
力	28
万有引力、万有引力定律	28
弹性力	28
摩擦力	31
关于摩擦力的例题	32
牛顿运动定律及其适用范围	35
重量和质量	37
用牛顿运动定律解题的例子	38
用隔离法解题的例子	42
动量、冲量、动量定理和动量守恒定律	53
用动量定理和动量守恒定律解题的例子	56
平抛运动和斜抛运动	58
圆周运动、向心力和离心力	62
关于圆周运动的例题	64
功和功率	70
机械能(动能和势能)	72

动能原理和功能原理	75
用动能原理和功能原理来解 题的例子	79
机械能的转化和守恒定律	83
用机械能的转化和守恒定律 来解题的例子	85
力矩和力偶	93
物体的平衡条件	95

用物体的平衡条件来解题的 例子	96
简谐振动	102
单摆的振动	105
用单摆公式来解题的例子	106
阿基米德定律	108
用阿基米德定律来解题的 例子	109

三、 分子物理学和热学

分子运动论	110
物体的内能和物体内能的改 变	111
温度和热量	113
热容量和比热	114
热交换定律(热平衡方程 式)	114
关于比热和热交换定律的 例题	115
热功当量和热力学第一定律	116
能量守恒定律	117
关于热和功的例题	118

溶解和凝固	119
汽化和液化	120
关于物态变化的例题	122
固体和液体的热膨胀	124
关于固体和液体热膨胀的例 题	127
气体的热膨胀	128
气体的实验定律	129
理想气体的状态方程	131
关于气态方程的例题	133
热机	134
关于热机的例题	135

四、 电 学

电子论简述	138
库仑定律	140
关于库仑定律的例题	141
电场	144
电场强度	145

关于电场强度的例题	148
电势能、电势和电势差	153
关于电势能、电势和电势差 的例题	161
电流和电流强度	168

电阻和电阻定律	170
电压和电动势	172
直流电路的欧姆定律	176
关于电阻定律和欧姆定律的 例题	178
电阻的串联、并联和混联	185
关于电阻连接的例题	189
电源的串联、并联和混联	198
关于电源的串联、并联和混 联的例题	203
电功和电功率	209
焦耳-楞次定律	213
关于电功、电功率和焦耳- 楞次定律的例题	214
基尔霍夫定律	218
磁场	225
磁力线、磁通量和磁感应强 度	226
电流周围的磁场	229
磁介质、磁导率和磁场强度	231
关于磁场的例题	234
磁场对电流的作用	237
关于磁场对电流的作用的例 题	240

楞次定律和发电机右手定则、 电磁感应定律	241
关于感生电动势的计算的例 题	253
自感现象	255
关于自感现象的例题	258
交流电的产生及其变化规 律	259
关于交流电的例题	268
变压器	269
三相交流电	273
电阻器、电容器和电感器	279
关于电阻器、电容器和电感 器的例题	289
半导体的电性能、 N 型半导 体和 P 型半导体	292
PN 结的形成及其单向导电 性	295
晶体二极管整流电路	299
关于晶体二极管单相整流电 路的例题	306
滤波器	308
晶体三极管的基本结构及其 放大作用	311

五、光 学

光的反射定律	318
面镜成象的作图法和公式	319
关于平面镜和球面镜成象的	

例题	325
光的折射定律	329
全反射	331

关于折射率和全反射的例题	331
透镜成象的作图法和公式	336
关于透镜的例题	340
光的干涉和衍射	347

光的色散和光谱	349
光电效应	351
关于光的色散和光电效应的例题	353
光的本性(波粒二象性)	355

六、原子和原子核物理

原子的核式结构	358
原子核的组成(核反应方程式)	359
原子核的结合能	360
原子核的裂变和聚变	362

原子能的应用	363
基本粒子	364
关于原子和原子核物理的例题	365

习 题

力学习题	370
分子物理学和热学习题	384
电学习题	388

光学习题	412
原子和原子核物理习题	416

附 录

中学物理中的公式摘要	417
应该记忆的常数	426

习题答案	428
------------	-----

一、绪 论

物理学研究对象和研究方法 物理学是自然科学中的一个重要部门,它研究自然界中最基本、最普遍的物质运动形式(其中包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内部的运动等)的最一般的客观规律和物质的基本结构,并研究这些运动形式之间的相互联系和相互转化的规律,及其在工农业生产上的应用。

学习物理学,首先要正确理解物理概念、定律和理论,并了解它们在生产实践中的应用,还应该学习物理学的研究方法,了解各种规律怎样被发现,以及人类对于物质世界的认识怎样逐步深入,逐渐养成分析问题和解决问题的能力,为进一步学习物理学打好扎实的基础。

物理学的研究方法是观察、实验、提出假说和建立理论。观察和实验是研究物理学的基础。

观察是就自然界中发生的某种现象,在不改变自然条件的情况下,进行观测研究。例如,研究天体的运行和大气中的现象都采取观察的方法。

实验是在人工的控制条件下,利用适当的仪器,使现象反复重演,进行观察研究。在实验中,常把复杂的条件加以简化,突出主要因素,排除或减小次要因素的作用。这是一种重要的研究方法。例如,利用单摆测重力加速度的实验,可忽略摆锤的大小和质量以及摆绳的质量等次要因素。

有了足够丰富的观察、实验的资料,经过分析、概括、判

断、推理等,将它们抽象到更一般的形式,再经过反复考验,被证明可以足够正确地反映某些客观规律时,就引导到定律和理论的建立。

在定律和理论的建立过程中,对所研究的问题往往需要提出一个可能的解答,这就叫假设。假设是在一定的观察、实验基础上概括和抽象出来的。在一定范围内经过不断的考验,被证明为正确的,就构成定律或理论的一部分。例如,在一定的实验基础上提出来的物质结构的分子、原子假设及其推导出来的结果,因为能解释物质气态、液态、固态的许多现象,所以就发展成为一套完整的分子运动论的一部分^①。所以在现代物理的研究中,假设常常起着很重要的作用,并且被广泛地应用着。随着物理学的研究越来越深入,假设将会起更大的作用。

理论是从许多现象中概括和抽象出来的最本质的东西,所以一个能够正确反映客观实在的理论,不仅能解释已知现象,而且还能够预言未知的现象,指导进一步的实践,通过实践,使理论获得进一步的发展。所以,物理学的研究是实践和理论的统一,实践具有决定的作用,理论具有指导的作用。从实践到理论,再从理论回到实践。如果从新的实践中得出的结果和理论有矛盾,就必须对这理论或对它所依据的某些基本假设加以修改,甚至放弃,而在新的实践基础上,另外建立能正确反映客观实在的新的理论^②。这样循环往复,物理学的研究就能不断地向前发展。

物质与运动 自然界所有客观存在着的東西都叫做物质,整个自然界就是由各种各样运动着的物质组成的。

① 参看本书第 110 页“分子运动论”。

② 参看本书第 355 页“光的本性”。

物质存在的基本形态是实物和场。

实物是由具有质量^①(指静止质量)的基本粒子所组成。它通常具有三种状态——固态、液态和气态。固体是具有一定体积和形状的物质。液体是具有一定体积,但形状随容器而改变的物质。气体是没有固定体积和形状,能自发充满容器的物质。

场(物理场,即相互作用场)存在于整个空间,例如引力场、电磁场等。

实物同场又有不可分割的联系,任何实物粒子都不能脱离有关的场而独立存在。实物之间的相互作用,是依靠有关的场来实现。例如,物体在地球引力场中受到地球引力作用,带电粒子在电磁场中受到电磁力作用。

物质的性质可分为两大类:一种是无须物质发生本质的变化就能确定的性质,叫做物理性质。例如,密度、熔点、电阻率等。另一种是只有当物质在其分子(或晶体)起化学反应时方才显出来的性质,叫做化学性质。例如,物质的可燃性,铁会生锈的性质等。

运动是物质的存在形式及其固有属性。它包括自然界所发生的一切过程,从简单的位置变动起直到思维止。物理学所讨论的是机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内部的运动等。

物质和运动是不可分离的,一切物质都在永不停息地运动着。自然界一切现象都是物质的各种不同的运动形式的表现。运动是物质的存在形式、物质的固有属性,所以物质不能离开运动而存在,同样运动也不能离开物质而存在。

^① 光子是一种没有质量的特殊粒子。

二、力 学

运动和静止的相对性、参考系 判断一个物体是运动还是静止，一定要指明它相对于那一个物体而讲的。在研究物体运动时，我们就必须选择其它物体或物体系作为参考的标准，并把它当作不动，这种被选作参考标准的物体或物体系叫做参考系(或称参照系)。当物体相对于参考系的位置发生变化时，物体是在运动；位置没有变化时，物体是静止的。例如，乘客静坐在行驶的车厢里，相对车厢讲(就是把车厢作为参考系)，乘客是不动的，因为他和车厢的相对位置没有变化；相对于地面上的固定树木、房屋讲，乘客是动的，因为他随着车厢和这些树木、房屋的相对位置发生了变化。地面上的树木、房屋相对于地球讲是不动的。事实上，因为树木、房屋随着地球对太阳的公转和自转而一起运动，所以相对太阳来说，地面上的树木、房屋都不是静止而是在运动着，也就是说，把太阳作为参考系来讲，地球是在运动着。但太阳是环绕银河系中心以一定的速度运动着，而银河系本身也在太空中不断运动。所以，当我们研究物体的机械运动时，当做不动的物体实际上都在运动着。在自然界中，绝对静止不动的物体是没有的，所有的物体都在运动着，所有的运动和静止都是相对的。

在各种各样运动中，也可能会出现这样的运动，就是在运动中的两物体，它们之间的相对位置不变。例如，甲、乙两艘

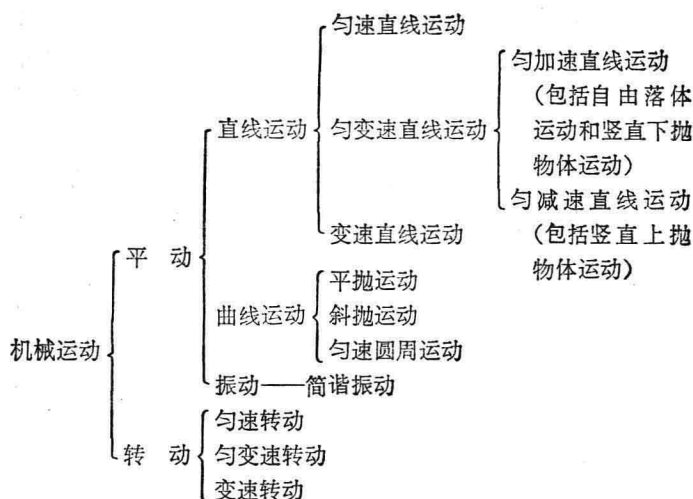
轮船在江中以相同快慢沿同一方向航行，则甲轮相对乙轮是静止的，而乙轮相对甲轮也是静止的，这样的运动状态叫做相对静止。地面上的山、河、建筑物等，虽然它们都随着地球而运动，但它们间的相对位置没有变化，所以它们互相保持着相对静止。

由于运动的相对性，同一物体的运动状态从不同的参考系来观察，结果可能是不同的。例如，卡车载着机器在公路上行驶，坐在卡车上的人看到机器是静止的，站在公路旁的人看到这机器正驶近或离开他运动着；而对面开来的另一卡车的驾驶员就认为这机器是迎面飞驶而来的。这三种说法哪一种是正确的呢？应该说，它们都是正确的。因为他们从三个不同参考系来观察同一机器的运动，所以得出不同的结果。因此，只有先选定一个参考系才能正确地描述物体的运动，不选定参考系，就无法确定物体的运动情况（位置、快慢等等）。

参考系的选择没有一定，主要看问题的性质和研究的方便。例如要研究物体对地球的运动，最方便的是选择地球作参考系；要研究地球和各行星对太阳的运动，最好选择太阳作参考系。

平常我们说物体是在运动或静止，都是指相对于地球而讲的，在一般不作特殊说明的情况下，我们都选择地面或对面静止的物体作为参考系。在这种情况下，为了简便起见，可以把“相对运动”简称为“运动”，把“相对静止”简称为“静止”。

机械运动的分类



平动和转动

运动形式	平 动	转 动
定 义	运动物体上任意两点所连成的直线,在整个运动过程中,始终保持平行,这种运动叫做平动。	运动物体上,除转动轴上各点外,其它各点都绕同一转动轴线作大小不同的圆周运动,这种运动叫做转动。
特 征	物体上各点的运动轨迹都相同。运动轨迹是直线的叫做直线运动,是曲线的叫做曲线运动。 在同一时刻,运动物体上各点的速度和加速度都相同。	物体上各点的运动轨迹是以转轴为中心的同心圆。 在同一时刻,转动物体上各点的线速度和线加速度(指切向加速度)不尽相同。距转轴较近的点,其线速度和线加速度都较小。但角速度和角加速度都相同。

(续表)

运 动 形 式	平 动	转 动
注 意 事 项	物体作平动时, 物体上各点的速度和加速度是完全相同的, 因此在研究物体的平动时, 可以不必考虑物体的大小和形状, 而把它作为质点来处理。我们在力学中研究物体的匀速运动、匀变速运动、匀速圆周运动、平抛和斜抛运动的规律时, 就是忽略了物体本身的形状和大小, 而把它当作质点来处理的。	物体作转动时, 物体上各点的线速度和线加速度不尽相同, 这时如仅研究转动物体上一点的运动情况是不够的, 我们就不能把转动物体作为质点来处理。如果我们只需要研究作复杂运动的物体上任一点的运动情况时, 那就是只考虑它的平动而不考虑它的转动, 物体的大小和形状就可忽略不计。

质点和刚体

概 念	意 义	适 用 条 件
质 点	当不考虑物体本身的大小和形状, 并把质量看作集中在一点时, 我们就把这种物体看成质点。运用质点代替物体研究问题时, 可以不考虑物体上各点之间运动状态的差别。质点是力学中的一个科学抽象概念, 我们把它叫做理想模型。可看成质点的物体往往并不很小, 因此不能把它和微观粒子如电子等混同起来。	如果研究的问题不涉及转动或者物体的大小跟问题中所涉及到的距离相比较是很微小, 那么就可以将这实际的物体抽象为质点。例如物体在平动时, 内部各处的运动情况都相同, 就可以把它看成质点。又如, 地球绕太阳公转, 就可把地球看作是质点, 但在研究地球自转时就不能把它当作质点来处理。所以同一物体是否可以被看成质点, 完全决定于我们所要研究的问题的性质。
刚 体	在任何力的作用下, 体积和形状都不发生改变的物体叫做刚体。刚体也是力学中的一个科学抽象概念, 即理想模型。实际上任何物体受外力作用时, 它的形状必有改变, 实际物体都不是真正的刚体。如果物体本身的变化不影响整个运动过程, 可以把该物体当作刚体来处理, 使研究的问题大为简化, 而所得结果仍和实际情况相当符合。	在很多情况下, 物体各部分的变形都很微小, 我们不深入研究物体各部分间相互作用的本质, 仅仅研究物体的整个运动, 那就可以忽略物体的体积和形状的改变, 把它当作刚体来处理。

矢量和标量

	矢 量	标 量
定 义	既有大小又有方向，相加时并遵从平行四边形法则的物理量。	只由大小来确定而没有方向性的物理量。
实 例	位移、速度、加速度、力、电场强度、磁场强度等。	路程、速率、体积、质量、时间、密度、功、功率、势能、动能、温度、热量、电阻等。
表示法	可用带有箭头的线段来表示。箭头的指向代表矢量的方向，线段的长度则按选定的比例尺画出，代表矢量的大小。	只可用数量表示。
加 减 运算法	用几何法(矢量的合成和分解应 按平行四边形法则进行①)。	用代数加减法。

必须注意:

1. 用图表示矢量时，不能漏画矢号，箭头所指方向要符合实际情况，在同一问题中，标度确定后就不能任意更改。

2. 用正负号表示矢量的方向性时，可指定某一方向为正，与它相反的方向则为负。例如，在竖直上抛运动中，如指定与初速度同方向的位移为正，则与初速度反方向的位移应为负；又如，指定作用力的方向为正，则反作用力的方向即为负。

3. 位移和路程的区别：位移是矢量，它的大小是运动物体起点到终点的直线距离，它的方向是从起点指向终点。路程是标量，它是物体在运动中所通过的实际路线的长短而没有方向的量。路程也可以是起点和终点之间的任何一条曲线，如果质点在运动过程中经过一段时间后回到原处，路程不为零，位移则等于零。

4. 速度和速率的区别：速度是矢量，它是描述物体运动方向和位置变化快慢程度的物理量。速率是标量，它是描述物体运动快慢程度而不考虑方向性的物理量。

① 参看本书第 23 页“矢量的合成和分解法则”。

速度(平均速度、即时速度) 速度是描述物体运动的方向和位置变化快慢程度的物理量,它是矢量。

我们可以任意规定直线的一个方向为正,速度的方向和它相同时,速度是正的;和它相反时,速度是负的。但我们必须注意,速度的正负仅表示直线运动的方向,而运动是没有正负之分的。

1. 匀速直线运动的速度——匀速度

物体作匀速直线运动时的速度叫做匀速度。匀速直线运动是指在任何相等时间内所通过的路程都相等的运动,所以匀速度的量值是以运动物体所通过的路程(s)和通过这段路程所需的时间(t)的比值来量度,设 v 表示匀速度,则

$$v = \frac{s}{t}。$$

由上式可知,匀速度的量值是等于单位时间内实际通过的路程,所以它是运动物体的真实速度。

2. 变速运动的速度

(1) 平均速度($\bar{v}$) 平均速度是描述作变速运动的物体的位置改变的平均快慢程度的物理量,是以作变速运动的物体所通过的路程(s)跟通过这段路程所需的时间(t)的比值来量度,即

$$\bar{v} = \frac{s}{t}。$$

应用平均速度的公式时,必须注意:在变速运动里, $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 不是一个恒量,在不同段路程上的平均速度 $\bar{v}$ 是不同的,在应用 $\bar{v}$ 时应明确是哪一段路程上的 $\bar{v}$ 。因此,在某段路程的 $\bar{v}$ 只能用于该段路程的计算上。同样,在不同时间间隔的平均速度也是各不相同的,必须指明是在哪一段时间间隔内, $\bar{v}$ 就