

13.3-16/262

中等专业学校试用教材

工科专业通用

物 理

上 册



人民教育出版社

封面设计：乃洵

中等专业学校试用教材

工科专业通用

物 理

上 册

工科中专物理教材编写组编

*

人民教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海中华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 7.5 字数 162,000

1979年12月第1版 1980年5月第1次印刷

印数 00,001—90,000

书号 13012·0407 定价 0.56 元

本教材系根据一九七九年教育部审定的《中等专业学校物理教学大纲(试行草案)》编写而成,可供中等专业学校(招收初中毕业生)工科各专业试用。

本教材分上、下两册。上册包括力学、热学;下册包括电学、物理光学和原子核物理基础知识。配合本教材内容的物理实验部分另行出版单行本。

本教材由教育部组织的工科中专物理教材编写组集体编写。参加初稿分章编写工作的有大连海运学校谷守俊(上册主编)、咸阳机器制造学校刘盛鸿(下册主编)、沈阳冶金机械专科学校李仰圣、西安航空工业学校王银明、包头钢铁学院王家鹏、抚顺煤矿学校王会谦等同志。在编写过程中,注重吸取1964年第二版中专《物理学》教材的优点,同时,在内容安排取舍上,也注意了与全日制十年制初中物理教材的衔接和与后续课程的分工配合。为了方便教学,凡是选学的内容用了“*”号表示。另外,根据各地所提意见,某些章节由主编作了较大修改。最后,经北京师范大学阎金铎同志审阅。

在编写过程中,曾得到很多省、市和有关部、委教育部门,有关学校的大力支持和帮助。人民教育出版社有关编辑,上海师范学院陈泰年同志和北京冶金机电学院何汝揖同志对本教材也提出了许多宝贵意见,在此一并致谢。

由于编者水平所限,加以编写时间仓促,教材中难免有缺点和错误,恳切期望大家批评指正,以便进一步修改提高。

一九七九年十一月

目 录

绪 论	1
-----	---

第一篇 力 学

第一章 变速运动	4
----------	---

§ 1-1 参照物 运动的相对性	4
------------------	---

§ 1-2 物体的平动 质点	5
----------------	---

§ 1-3 位移和路程	7
-------------	---

§ 1-4 匀速直线运动 速度	9
-----------------	---

§ 1-5 变速直线运动 平均速度和即时速度	14
------------------------	----

§ 1-6 变速直线运动的加速度	18
------------------	----

§ 1-7 匀变速直线运动的速度	22
------------------	----

§ 1-8 匀变速直线运动的路程	25
------------------	----

§ 1-9 匀变速直线运动的公式	27
------------------	----

§ 1-10 自由落体运动	31
---------------	----

§ 1-11 运动的迭加原理 平抛运动	35
---------------------	----

本章小结	41
------	----

总复习题	45
------	----

第二章 牛顿运动定律	48
------------	----

§ 2-1 牛顿第一定律 力	48
----------------	----

§ 2-2 重力 弹性力 摩擦力	50
------------------	----

§ 2-3 力的合成	54
------------	----

§ 2-4 力的分解	61
------------	----

§ 2-5 牛顿第二定律	65
--------------	----

§ 2-6 质量和重量	69
-------------	----

§ 2-7 力学单位制	71
-------------	----

§ 2-8 牛顿第三定律	75
--------------	----

§ 2-9 物体受力分析	79
--------------	----

§ 2-10 应用牛顿定律解题	82
-----------------	----

§ 2-11 冲量 动量 动量守恒定律	86
---------------------	----

§ 2-12 牛顿力学的适用范围	92
本章小结	93
总复习题	95
第三章 匀速圆周运动 万有引力定律	98
§ 3-1 质点的匀速圆周运动	98
§ 3-2 向心力 向心加速度	100
§ 3-3 离心机构	104
§ 3-4 固体的匀速转动	107
§ 3-5 万有引力定律	111
§ 3-6 地球上物体重量的变化	112
§ 3-7 人造地球卫星 第一宇宙速度	114
本章小结	116
第四章 功与能	119
§ 4-1 功	119
§ 4-2 功率	123
§ 4-3 能	126
§ 4-4 动能 动能定理	127
§ 4-5 势能	131
§ 4-6 机械能守恒定律	134
§ 4-7 功能原理	136
§ 4-8 碰撞	140
本章小结	142
总复习题	144
第五章 机械振动和机械波	146
§ 5-1 机械振动	146
§ 5-2 简谐振动	148
* § 5-3 简谐振动与匀速圆周运动的关系	150
§ 5-4 单摆的振动	153
§ 5-5 受迫振动和共振	156
§ 5-6 振动在弹性媒质中的传播	158
§ 5-7 波长 波长和波速、频率的关系	163

§ 5-8 波的干涉	164
§ 5-9 波的衍射	167
§ 5-10 超声波 噪声	169
本章小结	171
总复习题	172
*第六章 流体力学基础	174
§ 6-1 液体的压强	174
§ 6-2 理想流体 稳流	174
§ 6-3 流体的连续性原理	177
§ 6-4 流体流动时压强和流速的关系	178
§ 6-5 伯努里方程	179
本章小结	183

第二篇 热 学

第一章 物体的热膨胀和气体的性质	184
§ 1-1 固体的热膨胀	184
§ 1-2 液体的热膨胀	187
§ 1-3 热膨胀在技术上的应用	188
§ 1-4 在压强不变情况下气体的体膨胀	189
§ 1-5 分子运动 分子力	191
§ 1-6 气体的状态参量 平衡态	195
§ 1-7 理想气体状态方程	197
§ 1-8 气体普适恒量	201
§ 1-9 饱和汽 气体的液化	203
§ 1-10 空气的湿度	209
本章小结	215
第二章 内能 热和功	219
§ 2-1 物体的内能	219
§ 2-2 热和功	219
§ 2-3 物态变化时的热交换	223
§ 2-4 热力学第一定律	227
§ 2-5 能量转换和守恒定律	232
本章小结	235

绪 论

当我们学习物理这门课程的时候,一定会提出这样的问题:什么是物理学?为什么要学习物理学?怎样学好物理学?下面我们就简要地谈谈这些问题。

大家知道,自然界是由物质组成的。大到日月星辰,小至分子、原子、电子,还有我们常见的空气、水、矿物、植物、动物等等都是物质。物质又是以各种各样的形式永不停息地运动着的。例如天体的机械运动,物体内部分子的热运动等等。物质的化合、分解以及生命现象等等,也是运动,只不过这些运动形式更加复杂罢了。

人们认识物质,就是认识物质的运动形式。因此,以物质各种不同的运动形式为研究对象,可以分成许多学科。物理学是研究物质最普遍的运动形式及其基本结构的一门科学。它包括研究机械运动的力学、研究分子热运动的热学、研究电磁运动的电磁学以及研究原子和原子核内部运动及其结构的原子物理学、光学和原子核物理学等等。这些运动形式普遍地存在于其他高级的、复杂的物质运动形式(如化学的、生物的等等)之中。所以,物理学所研究的物质运动规律,具有很大的普遍性,在自然科学中,它是重要基础知识之一。

物理学来源于实践。通过生产实践,人们可以积累丰富的物理知识,但是,还必须通过大量的科学实验,才能总结出规律性的东西,成为定律、理论。例如,古代由于引水灌溉和城市建

筑的出现,促进了力学的产生和发展。直到17世纪,牛顿在伽利略、开普勒等人对天体的观察和大量实验研究的基础上,才建立了完整的经典力学体系,成为工程技术的理论基础之一。

物理学的发展,又推动了生产技术和提高。例如当物理学中发现电磁现象的规律以后,在生产中广泛地利用电能,提高了生产力。又如近代物理学的发展,开辟了新能源——原子能,同时又使放射性同位素以及激光等新技术,广泛地应用到生产技术的各个领域,大大提高了生产技术的水平。

反过来,生产技术的发展,一方面为物理学提出了许多新的课题和任务,例如在生产上用热机作动力以后,为了提高它的效率,就要求从理论上解决这个问题;另一方面也为物理实验提供了越来越新的较完善的实验手段,从而又促进了物理学的发展。

由此可见,物理学的发展与生产技术的发展关系十分密切,它们互相影响,彼此推动。同时还可以看出,物理学是生产技术,尤其是工程技术的重要理论基础。因此,作为未来的工程技术人员,现在学好物理学是十分重要的。

中专物理学,是在初中物理学的基础上,适当地提高了一步。初中物理学多半是一些现象的叙述,偏重于定性的研究。中专物理学将要研究一些现象的本质以及一些物理量之间的定量关系。通过学习,我们将不仅能掌握较为系统的物理知识,还能学到正确研究问题的方法。学好物理学,将为学习专业和一些后续课程(如工程力学、电工学等)打下良好的基础。

那么,怎样才能学好物理学呢?

我们已经知道,物理学是一门实验科学,物理定律和理论,是建立在观察和实验基础上的。我们学习过程中的演示和实验,都是一些重要物理现象和规律的再现,必须充分重视,并且要学

会透过现象看本质的本领。通过物理实验还要学会使用仪器和测量技能，培养独立解决问题的能力。

在物理学中，将要建立许多物理概念。在学习物理概念以及同它相联系的物理量时，要掌握它们本身的含意，了解为什么要提出这个概念，它是怎样建立起来的。对于物理量，要明确它的大小和方向都取决于什么条件，它的单位是怎样规定的等问题。

在学习物理定律和理论时，不仅要掌握它们本身的内容，还必须弄清它们是怎样在经验事实的基础上，通过抽象思维而建立起来的。这样做能够使我们更深入地理解物理定律和理论的内容，明确它们的使用条件和适用范围，同时，还能培养我们科学的抽象思维能力。另外，还必须应用它们去正确地解释现象，分析和计算问题。

物理学中的概念、定律，常常用数学形式表达，成为物理公式。我们要清楚公式中各符号所代表的物理量，明确整个公式的物理意义和使用条件。在计算问题时，首先要分析题意，明确已知条件和要解决的问题，弄清物理过程，从而确定所要使用的公式。在进行数学运算以前，一定要统一单位制，通过文字运算得出表达式，然后再往式中代入数字。得出计算结果后，还要根据实际情况判断答案是否合理。那种不分析物理过程，不讲条件，只是死套公式的作法，肯定是学不好物理学的。

学习物理课不能只满足于完成作业，或者是只忙于完成作业，这样会使学习越来越被动。应该把注意力放在切实弄懂、弄通那些基本概念和基本理论上。只有这样，我们才可能举一反三，学得灵活、主动。当然，要达到这样的要求，是要花力气的。但是，只要大家努力学习，刻苦钻研，并且不断改进学习方法，一定能够学好物理学。

第一篇 力 学

自然界是由物质组成的，一切物质都在运动着。物质的运动形式是多种多样的，其中最简单、最基本的运动是机械运动。力学就是研究机械运动规律的一门学科。

力学知识是工程技术的重要基础之一。在生产技术中广泛地应用力学定律来解决有关的问题，如机器设计中的运动分析和动力计算等。其他物理现象，如热现象、电磁现象中，都伴随着机械运动，因此力学知识也是研究物理学其他部分的基础。

第一章 变速运动

§ 1-1 参照物 运动的相对性

参照物 一个物体对于其他物体的相对位置的变动(包括物体各部分之间相对位置的变动)叫做**机械运动**，简称运动。我们判断一个物体是否运动，总是要用其他物体作参考。例如，要判断汽车是否运动，常用地面上的电线杆(或房屋)作参考；判断船是否在航行，常用河岸作参考。在判断物体运动时，被选作参考用的物体，叫做**参照物**。上面所说的电线杆、房屋和河岸，都是参照物。

运动的相对性 在研究物体运动时，若选择的参照物不同，

则得到的结果也不同。例如观察坐在行驶中的火车里的乘客，如以车厢作参照物，乘客是静止的(对车厢的相对位置没有变动)；如以地面作参照物，则乘客是运动的。又如在无风的雨天里观察雨滴的运动时，如以地面作参照物，雨滴是竖直落下的；如以行驶着的汽车作参照物，则雨滴是从汽车的前方向后倾斜落下的。

由此可见，描述物体的运动情况，跟选择的参照物有关，机械运动的这种性质叫做**运动的相对性**。

究竟选择哪一个(或哪一些)物体作参照物，则要看问题的性质和研究的方便而定。研究物体在地面上运动时，一般都用地面或静止在地面上的物体作参照物；研究地球和其他行星绕太阳运行时，都用太阳作参照物。

在以后研究的各种不同的运动中，如果没有特别说明，一般是用地球或静止在地球上的物体作参照物。

习 题

1. 平常我们说太阳升起和落下时，是用什么物体作参照物的？
2. 用行驶的汽车作参照物，路旁的电线杆的运动情况怎样？
3. 当你坐在教室里听课时，你是静止的还是运动的？
4. 两辆在公路上行驶的汽车，在某一段时间里，它们间的距离保持不变。试说明在这段时间里，用什么物体作参照物，这两辆汽车都是静止的；用什么物体作参照物，它们又都是运动的。

§ 1-2 物体的平动 质点

机械运动(简称运动)有各种不同的形式，但是最基本的只有两种：平动和转动。

平动 火车车厢在平直轨道上的运动，内燃机汽缸中活塞

的运动，抽屉从桌内拉出时的运动等，它们都有一个共同的特点：即物体上任何两点之间所连成的直线，在物体运动过程中是平行移动的，并且物体上各点运动情况都一样。这种运动叫做平动(图 1-1)。

质点 在平动过程中，物体上各点的运动情况都一样。因此，整个物体的运动情况可以由任一点的运动情况代表。所以，在研究物体平动时，可以不考虑它的形状和大小，而把这个物体当作一个具有质量的点来看待，这样的点叫做质点。质点是实际物体的一种理想模型。物理上习惯采用某种理想模型来处理问题，这在以后经常会遇到。

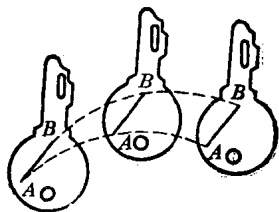


图 1-1 物体的平动

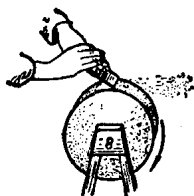


图 1-2 砂轮的转动

在研究其他运动时，有时物体的形状和大小可以忽略不计，在这种情况下，也可以把该物体看作质点。例如，当研究地球绕太阳公转的运动情况时，因地球直径(1.3×10^7 米)比它离太阳的距离(1.5×10^{11} 米)小到可以忽略不计，故可以把地球当作质点来看待。但当研究地球自转时，我们就不能忽略它的形状和大小了。

砂轮运动时，砂轮各部分都绕着通过中心的轴线作圆周运动(图 1-2)，这样的运动叫转动。物体转动时，物体上各点的运动情况一般是不同的，这和物体的平动有显著的区别。

习 题

1. 在下列运动中, 哪些物体作平动:
 - (1) 小孩从滑梯上滑下时, 小孩的运动;
 - (2) 在平直公路上行驶的汽车车厢的运动;
 - (3) 开门时门的运动;
 - (4) 立在桌上的书倒下时, 书的运动。
2. 举出一些你在生产、生活中所见到的平动和转动的例子。
3. 在什么情况下, 运动的物体可看作质点?

§ 1-3 位移和路程

位移 质点运动时, 它的位置要随着时间而改变。为了确定运动物体的位置变化, 我们引入一个叫做位移的物理量。设质点原来在 A 点, 经过一段时间, 质点沿路径(又叫轨迹) C 运动到 B 点。如图 1-3 所示。这时质点的位移可以用有向线段 \overline{AB} 来表示, 其大小是两位置间的距离(AB 线段), 其方向是初始位置到终止了位置的方向(由 A 指向 B 的箭头方向)。具有大小和方向的量叫做矢量。仅由大小就可以确定的量叫做标量。位移是矢量, 力是矢量, 在初中学过的速度也是矢量。

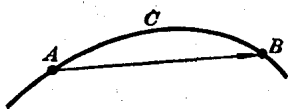


图 1-3 位移矢量

矢量和标量服从不同的运算规则。因为标量只有大小没有方向, 所以同性质的标量的运算可以直接相加减。但矢量因同时有大小和方向, 不能直接相加减, 故要按照矢量运算法则进行运算, 这在后面 § 2-3 中将要学到。

为了区分矢量与标量, 在书写时要表示某量是矢量, 可在代表这个量的符号上面加一个箭头, 如 \vec{F} 和 \vec{v} ; 在印刷时常用粗体

字表示矢量,如 F 和 v 。符号 F 或 v 只表示矢量的大小,没有涉及方向。

位移矢量通常用 s 来表示。

路程 路程和位移是两个不同的概念。路程就是质点运动所经过的路径的长短。图 1-3 中质点由 A 到 B , 它的路程就是由 C 代表的那段曲线, 即弧线 \widehat{AB} 。路程是标量。而位移是反映质点位置变化的, 与质点沿什么路径由初位置到末位置无关。所以, 位移不反映真实的运动路径。对于质点在一直线上的运动(图 1-4), 质点由始点 O 运动到点 A 时的路程是 OA , 质点由 O 到 A 再返回 O 时的路程是 $2OA$, 而这两种情况下, 前者位移的大小为 OA , 后者位移的大小为零。对于方向总不改变的直线运动, 质点在某段时间内位移的大小和质点

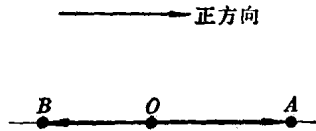


图 1-4

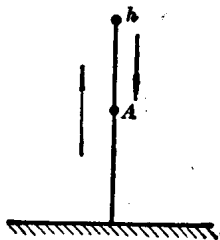
在这段时间内通过的路程相等。因此, 在本章讨论的大多数情况中(质点做方向不变的直线运动), 为简单起见, 往往只提路程而不提位移。

当质点在直线上运动时, 我们通常规定一个方向为正方向, 譬如规定向右为正方向, 那么, 质点由 O 点到 A 点, 其位移 OA 的方向与正方向相同, 则位移为正; 若质点由 O 点到 B 点, 其位移方向与正方向相反, 故为负。

习 题

1. 矢量是由哪些因素决定的? “位移相等”和“位移的大小相等”这两种说法含义是否相同?
2. 一位同学把手榴弹投出 50 米远, 这 50 米是指位移的大小, 还是指手榴弹通过的路程?
3. 竖直向上抛出一石子, 石子上升到最高点 h 后又返回到 A (见题 3

图), 指出这一段时间里质点的位移和通过的路程。



题 3 图

4. 直线运动中, 什么情况下质点的位移和路程在数值上相等, 什么情况下不相等?

§ 1-4 匀速直线运动 速度

物体的运动, 可按其轨迹分为直线运动和曲线运动。也可按速度分为匀速运动和变速运动。

匀速直线运动 匀速直线运动在初中是用路程定义的, 现在我们改用位移来定义它。物体在一直线上运动, 如果在任意相等的时间内位移都相等, 这种运动叫做匀速直线运动。简称匀速运动。

怎样判断一个物体是在作匀速直线运动呢? 图 1-5(a) 表示一个质点从始点 O 出发, 每经 1 秒钟依次运动到 A 、 B 、 C 、……各个位置。可见, 在每 1 秒的时间内, 质点的位移都是 1 米, 那么能否说它就是匀速运动呢? 这需要进一步分析。因为现在只知道它在每 1 秒的时间内位移都相等, 而不知道它在任意相等的时间内位移是否都相等。设另一观察者测得它在每隔 0.2 秒的时间里质点到达的位置为 a 、 b 、 c 、 d 、 A 、……等等, 如图 1-5(b) 所示。可见, 在每 0.2 秒的时间内位移并不都相等。由此我们断定该质点的运动不是匀速运动。如果这个观察者所测得的结果

不是图 1-5(b) 所示, 而是图 1-5(c) 所示, 即在每 0.2 秒的时间内位移都是 0.2 米, 而且不管我们把时间间隔取得多么短, 它在这些相等的时间内通过的位移都相等, 这时我们才能说它是匀速运动。

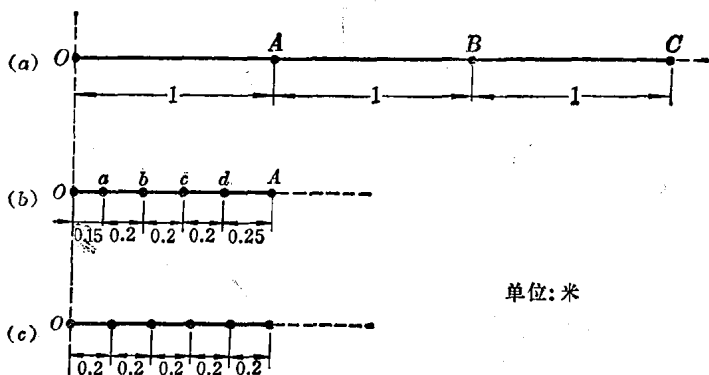


图 1-5

由图 1-5(c) 可见, 在匀速运动中, 质点的位移和发生这个位移所经历的时间成正比。

在匀速直线运动中, 位移和发生这个位移所需的时间的比, 叫做匀速直线运动的速度。速度常用“ v ”表示。如图 1-6 所示, 设质点在 t_0 时刻位于 A 点, 在 t 时刻到达 B 点, 在 $\Delta t \textcircled{1} = t - t_0$ 的时间内发生的位移是 $\Delta s = s - s_0$, 由速度的定义得:

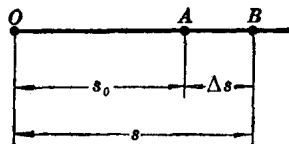


图 1-6

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1-1)$$

① “ Δ ”是数学符号, 代表增量的意思。设某量 x 在 t_0 时为 x_0 , 经过时间 t 后变为 x_t , 则后一时刻的值 x_t 减去前一时刻的值 x_0 , 即为 $t - t_0$ 时间内量 x 的增量, 数学上表示为 $\Delta x = x_t - x_0$ 。

上式中位移是矢量,时间是标量,所以速度也是矢量。速度的大小叫做速率,它是表示质点运动快慢的。速度的方向就是位移的方向,也就是质点运动的方向。因此,速度是表示物体运动快慢和方向的物理量。

由式(1-1)可以决定速度的单位。我们常用的速度单位有厘米/秒(cm/s)、米/秒(m/s)、千米/小时(km/h)等。在国际单位制(SI)中,速度的单位为米/秒,读作米每秒。本书在计算中采用国际单位制。

有了速度公式(1-1),我们可以确定作匀速运动的质点在任一时间内所通过的路程。即

$$\Delta s = v \Delta t$$

或

$$s - s_0 = v(t - t_0)$$

为了简便起见,若选开始时 $t_0 = 0$, 这时质点所处的位置为 O 点, 即 $s_0 = 0$, 则上式可简化为

$$s = vt \quad (1-2)$$

(1-2)中的 s 可理解为质点的位移,也可理解为质点所通过的路程。因匀速运动的路程和位移的大小相等,所以(1-2)式又叫匀速直线运动的路程公式。

匀速直线运动的图象 匀速直线运动的路程和时间的关系,不仅可用式(1-2)来表示,也可以用图象来表示。表示路程和时间关系的图象叫做路程-时间图象。

在直角坐标中(图 1-7)取横轴表示时间,纵轴表示路程。将各个时刻和相应的位置用点在坐标平面上表示出来,并把这些点连成线,就得到路程-时间图象。在 $s = vt$ 中, s 与 t 成正比,它的图象是通过坐标原点的直线。图 1-7 就是图 1-5(c)所示的匀速运动图象。