

高中物理

综合复习50讲

西安市八十五中学物理教研组 编

陕西人民教育出版社

高中物理综合复习50讲

西安市八十五中学物理教研组编

陕西人民教育出版社

高中物理综合复习50讲

西安市八十五中学物理教研组 编

陕西人民教育出版社出版

(西安市和平门外标新街2号)

陕西省新华书店发行 渭南市印刷厂印刷

开本 $787\times 1092\frac{1}{32}$ 印张12 字数250,700

1985年12月第1版 1985年12月第1次印刷

印数1—20,000

统一书号: 7387·122 定价: 1.90元

前 言

本书是根据现行中学物理教材的内容，在总结编者多年物理教学经验的基础上编写的，可供高中毕业生总复习使用，也可作为中学物理教师平时教学时的参考。

全书基本按教材内容的顺序编写，分五十讲。在编写过程中，既照顾到知识的系统性，又利于按小单元进行复习。对于物理概念和规律，书中作了适当的综合和概括，有些地方还作了进一步的论述，内容略高于教材，以利于学生更深刻更系统地掌握中学物理的基础知识。对于基本规律的应用，多数作了较详细的阐述，特别是重点和难点的地方，分析、讲述得更充分、细致，并着眼于提高学生分析问题和解决问题的能力。对于物理实验，集中在几个专题进行复习讲解，以便使学生对中学物理实验有较为系统的概念。在例题和习题的选择方面，注意了典型性、思考性和综合性，并有适当数量的各种类型的练习题目，书后附有练习题答案。

参加本书编写工作的有田禾雨、赵嘉琛、李甲乙、吴永仁等同志。由于时间仓促，水平所限，有不妥之处，恳请读者指正。

本书承陕西教育学院常毅、韩学理同志审校，并提出许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

目 录

第一章 变速运动

第一讲 几个基本问题的讨论	(1)
第二讲 直线运动的规律	(6)
第三讲 曲线运动	(12)
练习一	(18)

第二章 力 物体的平衡

第四讲 力	(21)
第五讲 物体受力情况分析	(26)
第六讲 物体的平衡	(31)
第七讲 流体的平衡	(36)
练习二	(43)

第三章 运动定律

第八讲 牛顿运动定律	(49)
第九讲 牛顿运动定律的应用 (一)	(54)
第十讲 牛顿运动定律的应用 (二)	(58)
练习三	(66)

第四章 圆周运动 万有引力

第十一讲 匀速圆周运动的规律	(70)
第十二讲 万有引力 人造地球卫星	(77)
练习四	(82)

第五章 机械能

第十三讲 功和功率	(85)
-----------------	--------

第十四讲	机械能	(92)
第十五讲	功能关系	(97)
练习五		(109)
第六章 动量		
第十六讲	动量及其变化规律	(114)
第十七讲	动量守恒定律的应用	(120)
第十八讲	力学基本规律的总结	(123)
练习六		(129)
第七章 机械振动和机械波		
第十九讲	简谐振动	(133)
第二十讲	机械波	(141)
第二十一讲	振动图象和波动图象	(144)
练习七		(149)
第八章 气态方程		
第二十二讲	理想气体状态方程	(152)
第二十三讲	理想气体状态变化图象	(163)
练习八		(169)
第九章 内能 能的转化和守恒定律		
第二十四讲	内能 热力学第一定律	(174)
第二十五讲	物态变化 热和功	(180)
练习九		(186)
第十章 电场		
第二十六讲	静电场及其特性	(190)
第二十七讲	电场与物质的作用	(197)
第二十八讲	电容器	(205)
练习十		(209)
第十一章 稳恒电流		
第二十九讲	电路结构分析	(213)

第三十讲 欧姆定律及稳恒电路中的能量转化	(225)
练习十一	(234)
第十二章 磁场	
第三十一讲 磁场及其特征	(237)
第三十二讲 磁场对物质的作用	(241)
练习十二	(247)
第十三章 电磁感应	
第三十三讲 电磁感应现象的产生	(251)
第三十四讲 电磁感应现象的定量描述	(255)
练习十三	(262)
第十四章 交流电	
第三十五讲 交流电的变化规律	(267)
第三十六讲 交流电路的特征	(272)
练习十四	(278)
第十五章 电磁波和电子技术基础	
第三十七讲 电磁振荡和电磁波	(282)
第三十八讲 电子技术基础	(286)
练习十五	(292)
第十六章 光学	
第三十九讲 光的反射和折射	(295)
第四十讲 透镜成像	(302)
第四十一讲 光学仪器	(308)
第四十二讲 光的波动性	(312)
第四十三讲 光的粒子性	(317)
练习十六	(320)
第十七章 原子结构和原子核	
第四十四讲 光谱	(326)
第四十五讲 原子的结构、定态和能级	(328)

第四十六讲 原子核	(332)
第四十七讲 原子核的结合能	(335)
练习十七	(339)
第十八章 物理实验概述	
第四十八讲 实验的基本要求和分类	(343)
第四十九讲 实验误差和数据处理	(346)
第五十讲 实验举例	(350)
练习十八	(354)
答案	(357)

第一章 变速运动

本章研究物体的机械运动规律。怎样才算了解了物体的运动规律呢？研究物体的运动，如果我们知道了物体的位置和速度怎样随时间而改变，因而知道了物体在任一时刻的位置和速度，就表示我们知道了物体的运动规律，即知道了物体的运动状况。换句话说，如果我们能找到运动物体的位移和时间、速度和时间的函数关系

$$\vec{s} = \vec{s}(t) \quad \vec{v} = \vec{v}(t)$$

就不仅可以追溯这个物体过去的运动情况，而且也可以预言这个物体未来的运动情况。深刻理解这一点，将会使我们在求解运动学问题时胸有成竹，有条不紊。

在中学物理中，通常可以用质点这样一个理想化模型来代表物体。就是说，我们所研究的运动物体，或者其各部分的运动情况相同，或者其形状、大小可以忽略不计。

第一讲 几个基本问题的讨论

定量地表述物体（质点）的运动规律，要用到一些基本的概念、物理量和方法。

一、时间和时刻

时刻是一个瞬时，在时间坐标轴上用一点表示。“某秒末”、“何时”、“经过某位置时”等说法都是时刻的常用

表述。时间是两个时刻的间隔，在时间坐标轴上用一段距离来表示。“前几秒”、“后几秒”、“第几秒内”、“多久”等说法都是时间的常用表述。在物理公式中，时刻可用 t 表示，时间可用 $\Delta t = t - t_0$ 表示， t_0 为初始时刻， t 为末了时刻。当选取 $t_0 = 0$ 时， $\Delta t = t$ ，二者用同一符号且数值相同。如

$$s = v\Delta t = v(t - t_0) \quad v_t = a\Delta t = a(t - t_0)$$

若取 $t_0 = 0$ ，则化为

$$s = vt \quad v_t = at$$

此时 t 既可理解为时刻，也可以理解为时间。既可说“ t 秒末的位置”“ t 秒末的速度”，也可说“ t 秒内的位移”“经 t 秒后达到的速度”。

二、标量和矢量

对只用一个数值就可以完全确定的标量，我们已经熟悉了。在物理学中，还有一类量：既有数值、又有方向并遵从平行四边形运算法则，称为矢量。应该充分认识矢量的方向的重要性。两个同类矢量即使大小相等，也不能说完全相同。两个物体运动速度大小相等，经过一定时间后，其位移、位置因方向不同会有很大差异。因此，要完整地表述一个矢量，不但要指出其大小，而且要指明其方向。

由于矢量有方向，其运算规则和标量迥然不同。求矢量的和，一般要用平行四边形法则或由它推广而来的三角形法则、多边形法则，称为几何和。当几个矢量平行（共线）时，几何和变为代数和。当几个矢量既平行又同向时，几何和又变为算术和。在表达式中，等式两边都应是矢量。下述表示式

$$\vec{s} = 5 \text{ 米}$$

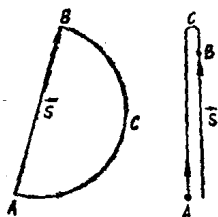
$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2$$

都是不对的。

三、路程和位移

在日常生活中，路程这个量使用很广泛。“他跑完了五千米”，指的就是路程。在物理学中，严格地描述物体的位置变化要用位移矢量，即从初位置指向末位置的有向线段。位移的大小有时也叫距离。

路程是物体实际路径的长度，和位移的大小一般是不相等的，如图 1-1 所示。只有在物体沿直线单向运动时，位移的大小才等于路程。



位移 $\vec{s} = \vec{AB}$ ，路程为曲线 ACB 的长度

图 1-1

和路程相比，位移能更明确地表示物体位置的变化。“一个物体从 A 点竖直向上运动，通过了 50 米的路程”，我们并不明确它最后的位置。“一个物体从 A 点竖直向上，其位移为 30 米”，这就明确地表明了它所处的位置。

四、速度和速率

为了描述物体运动的快慢，我们引入即时速度（简称速度）矢量

$$\vec{v} = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{\vec{s} - \vec{s}_0}{t - t_0} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

对匀速直线运动，速度是恒矢量，若取 $s_0 = 0$ 、 $t_0 = 0$ ，则匀速运动的速度为

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

变速直线运动和曲线运动的情形，速度是变化的。所谓“变化”，既可能是速度大小的变化，也可能是速度方向的变化，还可能是大小方向都变化。

速度的大小，即速度数值的绝对值，叫速率。在有些情形（例如圆周运动），因速度方向很明确，我们就只研究其速率。

对变速运动，可用平均速度矢量

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

粗略地描述物体在某段位移上或某一时间内运动的快慢，与匀速运动的速度定义式相比较，形式相似，但内涵是不同的。

有时也用平均速率

$$\overline{v} = \frac{s}{t}$$

这个概念。这里 s 是路程而不是位移的大小。要注意的是，除了物体在一直线上单向运动外，一般情况下，平均速率并不等于平均速度的大小。例如物体沿半径为 R 的圆周在 t 秒内运动半周，平均速率 $\overline{v} = \frac{\pi R}{t}$ ，而平均速度的大小为

$$|\vec{v}| = \frac{2R}{t}.$$

五、加速度

为了描述物体速度变化快慢引入加速度矢量

$$\vec{a} = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

当加速度恒定不变时

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

可见，加速度的方向和速度增量的方向相同，加速度的大小等于速度对时间的变化率。

加速度是重要的物理量，和物体受的外力有密切的关系，是联系运动学和动力学的纽带。必须强调，加速度和速度无论在数值上还是在方向上都无密切的因果关系。不少同学对此理解不深，往往会出现一些糊涂的观念。

六、参照物和坐标系

由于机械运动的相对性，我们在研究物体的运动时，必须按实际情况选定一个认为是静止的物体作为依据。这个物体叫参照物。一物体的运动路径、位移矢量、速度矢量在选用不同的参照物时是不同的。例如，在一匀速直线运动的车厢中让一物体自由下落。若以车厢作参照物，那么物体是作直线运动（自由落体）；若以地面作参照物，那么物体是作曲线运动（平抛运动）。因此，路径形状、速度、位移都只有相对意义。选择参照物的标准是研究物体运动时要简便。在研究地面上物体的运动时，一般以地球作参照物。不过，有时选用某个相对地面运动的物体可能更好些，例如上述车厢中的下落物体，就应选车厢作参照物进行研究，以地面作参照物反而很麻烦。着重指出，在动力学中，只能选用静止或匀速直线运动的物体作参照物。

为了精确地描述物体相对于参照物的运动，可取一与参照物固连（即相对静止）的坐标系。在直线运动情形，只需一个坐标轴（例如 x 轴），当选好原点、定出正方向后，一

一个坐标值就准确地表示出了物体的位置；一个带正负号的数值 $s = x_2 - x_1$ 就可以把位移的大小和方向表示出来；速度、加速度也可以用一个带正负号的数表示。这样一来，矢量的几何和即简化为代数和。当物体在平面上运动时，则要用平面直角坐标系。

七、运动规律的表述方法

精确地描述物体运动情况，就要把物体的运动规律表述为某种函数关系。函数的表述方法有三种：公式法、图象法、表格法。对物理规律的公式表述法是司空见惯了；表格法在实验中使用得更多些；图象法也是行之有效的、应用很广的一种物理规律表述法，应当象应用物理公式那样熟练地用图象表述运动规律，求解物理问题。在力学中，常用位移——时间图象和速度——时间图象。对于匀变速运动，要会从图象看出速度（初速度、末速度）、位移的大小和方向、加速度的大小和方向，会转换成运动公式，以及在简单情况下，由一种图象转换成另一种图象。

第二讲 直线运动的规律

直线运动是最简单、最基本的运动形式，它有很多实际应用，也是研究复杂运动形式的基础。

表面看来，由于物体运动的形式不同，因而描述物体运动的公式比较繁多。其实，就中学物理而言，最典型的运动形式是匀变速直线运动，即加速度恒定的直线运动，最基本的公式只有两个，即匀变速运动的速度公式和位移公式。当物体从初始位移 s_0 、初始时刻 t_0 、初始速度 v_0 开始，以恒

定加速度 a 沿直线运动时, t 秒末速度和位移分别是

$$v_t = v_0 + a(t - t_0) \quad (1A)$$

$$s = s_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2 \quad (2A)$$

也称它们为运动方程。当选取 $s_0 = 0$ 、 $t_0 = 0$ 时, 变为通常的形式

$$v_t = v_0 + at \quad (1)$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2. \quad (2)$$

有了这两个方程, 原则上就可以求解中学物理中的所有运动学问题。

有时用它们的导出式更方便。如题给条件无时间, 也不须求时间, 则可事先从 (1) (2) 式中消去时间 t , 得到速度—位移关系式

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as. \quad (3)$$

须知, 这个公式并没有引入新的规律, 它只是 (1) (2) 式的“化身”, 可以代替 (1) (2) 式中的任何一个, 使求解某些问题来得简便些。又如, 题给条件无加速度, 也不须求加速度, 则可事先从 (1) (2) 式中消去加速度 a , 得

$$s = \frac{v_0 + v_t}{2} t. \quad (4)$$

与平均速度定义式 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 比较, 可知在匀变速运动中, 平均速度

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} \quad (5)$$

这里也没有引入任何新的规律。

由基本方程 (1) (2) 不难证明匀变速运动有如下一些特点:

1. 在初速度为零的匀加速运动中, 从运动开始起, 各连续相等的时间内物体通过的位移之比等于从 1 开始的连续奇数之比。即

$$s_1:s_2:s_3:\cdots = 1:3:5:\cdots$$

2. 在匀变速运动中, 物体在连续相等的时间间隔内通过的位移值是一等差级数。即

$$s_n - s_{n-1} = \text{恒量}.$$

在实验中常常用上述特点来判定物体是否作匀变速运动。

由上述几个公式, 只要注意到不同运动形式的特点, 不难得到匀速运动 ($a=0$)、自由落体运动 ($v_0=0, a=g$)、竖直上抛运动 ($a=-g$) 等直线运动形式的运动方程以及竖直上抛运动的上升时间 ($v_t=0, t=\frac{v_0}{g}$)、从抛出到落回原地的时间 ($s=0, t=\frac{2v_0}{g}$)、上升的最大高度 ($v_t=0, h=\frac{v_0^2}{2g}$) 等计算式, 这里不再赘述。

例 1 一物体从屋檐自由下落, 在 0.25 秒内经过一 3 米高的窗子。问窗顶在屋檐下多少米处? ($g=10$ 米/秒²)

求解物理习题时, 应先仔细审题, 力求准确地理解题意, 明确运动过程。比如本题, 可能会不加思索写出如下错误的解答:

$$s = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.25^2 \text{ 米} = 0.3 \text{ 米}.$$

其次要画出草图（或叫示意图），这样可以加深理解题意，使解题过程简捷清晰。本题的示意图如图1-2所示。第三，要选择一个合适的坐标系。本题的坐标系已标在图1-2上。在此基础上就可以列方程求解了。

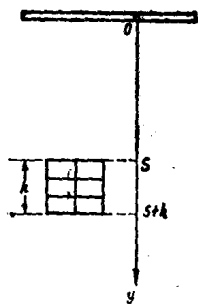


图 1-2

解 设窗顶距屋檐 S 米，物体自由下落 t 秒到达窗顶。则有

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

因物体从窗顶到窗底所用时间为 $t_0 = 0.25$ 秒，取窗高为 h ，又有

$$s + h = \frac{1}{2}g(t + t_0)^2 \quad (2)$$

由 (1) (2) 式可得

$$\begin{aligned} s &= \frac{1}{2}g \left[\frac{h}{gt_0} - \frac{1}{2}t_0 \right]^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times \\ &\quad \times \left[\frac{3}{10 \times 0.25} - \frac{1}{2} \times 0.25 \right]^2 \text{ 米} \\ &= 5.8 \text{ 米} \end{aligned}$$

求解物理习题一定要写出方程，一般先进行文字运算得关系式，再代入数据（同时写出单位）计算结果。切忌不列方程而只作纯粹数字式的运算。

通常，解题过程到此就算完毕。然而，还可以进一步探讨一下：解的结论有无新的含义？还有无其他解法？哪种解法更好些？从中再挖掘些知识，积累些经验，探索规律性，