

中学物理复习资料

上册

中学物理复习资料

上册

湖北省中小学教学教材研究室

武汉师范学院

武昌实验中学

武汉市教师进修学院

合编

前 言

为了适应教育革命深入发展的大好形势，努力提高中学物理教学质量，我们编写了这本《中学物理复习资料》。主要是供高中二年级学生和社会知识青年系统复习之用，也可作中学物理教师教学的参考。本资料按力学、分子物理学和热学、电磁学、电子技术初步知识、光学、原子结构的顺序进行编排。分上、下册，共十五个单元，每个单元由复习提要、例题和习题三个部分组成。书末编有补充习题，物理量、量度公式及常用单位和常用常数等附录。文字力求通俗易懂，便于读者自学。

本资料各单元的复习提要，是以湖北省编写的中学物理教材（一九七三年版）为主要依据；同时参照中央教育部一九七七年颁发的《全日制中学物理教学大纲（试行草案）》的要求，略有加深加广。其中增加的内容注有星号，以示区别，供读者自行取舍。考虑到便于读者系统地复习中学物理基础知识，复习提要较为详细，但同时也注意突出重点。在例题的选取上，注意规范性，以便读者有题可循，能举一反三，习题部分，选取了有关计算、问答、论证、作图和实验等多种类型的物理问题，以引导读者复习时重视理论联系实际，全面进行练习，努力打好基础，但限于篇幅，教材中的习题没有录入，对那些基本习题读者可按自己学习的实际情况选择练习。

本资料在编写过程中，得到我省、市部分院校及有关部门的大力支持。华师一附中、华工附中、武汉市一中、四中、六

中、十六中、十七中、二十六中、二十八中、三十二中、三十四中、朝阳中学、球场路中学、西马路中学、三阳路中学等校参加了初稿的编写，华中师范学院函授教研室参加了审查定稿工作。特此表示感谢。

由于时间仓促，加之我们水平有限，本资料可能存在一些缺点和错误，希读者批评指正。

编者——

目 录

前言

一、运动学	(1)
二、静力学	(25)
三、动力学	(60)
四、功和能	(96)
五、曲线运动	(124)
六、流体力学	(151)
七、振动和波	(166)
八、分子物理学和热学	(179)

一、运 动 学

运动学这部分内容，只研究物体位置的变化和时间的关系，而不涉及引起物体运动状态发生变化的原因。在学习这部分内容时，必须有两个基本思想。首先，应该认识到自然界中一切物体都在运动着，绝对不动的物体是不存在的。而当我们说某个物体在运动的时候，总是相对于某些其他假定不动的物体而言，这些被假定不动的物体称为参照物，实际上它们也是在运动着。因此，当我们在研究某一个物体的运动状态时，思想上就必须明确这个运动或静止是以什么物体作为参照物。这是一个非常重要的问题。在一般情况下，描述一个物体的运动状态都是以地球为参照物。第二，需要明确的是在研究物体的运动时，如果它的大小和形状在一定问题中可以忽略不计，那么，我们就可以把这个物体当作质点来研究。运动学这一章主要是研究匀变速直线运动的规律，而匀速直线运动只是它的一种特殊情况。这一章的重点在于掌握匀变速直线运动规律的三个公式，并能应用它去解决一些常见的匀变速直线运动问题。

（一）描述物体运动的几个物理量

1. 路程和位移表示运动质点在空间位置变动的物理量。

(1) 路程是沿着物体运动轨迹计算的长度。它是一个标量。
位移的大小是由起点到终点所联成的直线段决定。它是矢量。
位移的方向总是由起点指向终点。

(2) 在没有往返运动的直线运动中，位移和路程在数值上是相等的，但是在有往返运动的直线运动中和曲线运动中，两者的数值是不等的，因此，必须严格加以区别，而不能混淆。

2. 速度 表示质点运动快慢程度的物理量。

(1) 平均速度 在变速运动中，某一段路程跟通过这段路程所用的时间的比叫做运动质点在这段路（或这段时间）中的平均速度。

平均速度表示变速运动质点在某段时间内或某段路程上运动的粗略描述。

计算公式： $\bar{v} = \frac{S}{t}$ 或 $\bar{v} = \frac{V_0 + V_t}{2}$ （后者只适用于匀变速直线运动）。

实用意义：平均速度虽然不能表示质点在任何时刻的运动真实快慢程度，但是已知某段时间内的平均速度，就可以比较简单地计算出某段时间内，变速运动的质点所通过的路程，即把复杂的变速运动当作匀速运动来处理。即用关系式表示为：

$$S = \bar{v} \cdot t$$

注意：对变速运动而言，不同时间间隔内，或不同的路程上，平均速度一般是不同的。

(2) 即时速度 作变速运动的质点在某一时刻或某一位置的速度叫即时速度。

如图 1—1 所示：质点作变速运动，从 t 时刻开始，经过一小段时间 Δt ，质点从 A 运动到 B，经过了一小段路程 ΔS 。质点在这小段路程 ΔS 上的速度是连续不断地在变化着，因此，时间 Δt （路程 ΔS ）内的平均速度与 t 时刻（A 位置）的即时速度不论

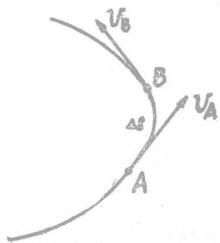


图 1—1

在数值上或方向上都有区别。但是，如果 Δt 逐渐缩短则 ΔS 也逐渐缩短，即B点越接近于A点，那么，在这极短时间 Δt （极短路程 ΔS ）内可把运动看作是匀速的。这时的平均速度 $\frac{\Delta S}{\Delta t}$ 将趋于一极限值。由此，可知当 $\Delta t \rightarrow 0$ ，B点无限接近于A点时，平均速度的极限值就代表 t 时刻的即时速度，而速度方向也就是 t 时刻该物体在A点的切线指向物体运动的方向，所以速度也是矢量。根据以上分析：

某一时刻或某一位置的即时速度等于从该时刻（或某位置）开始的极短时间（极短路程）内平均速度的极限值。可以表示如下：

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

(3)速度的单位 速度单位是路程和时间单位的组合单位。常用单位有厘米/秒，米/秒，公里/小时，1米/秒=3.6公里/小时。

3.加速度 质点作变速运动时，速度的变化跟发生这种变化所用的时间的比叫加速度。

加速度表示作变速运动的质点速度变化快慢程度的物理量。

(1)加速度的计算 $a = \frac{V_t - V_0}{t}$

对非匀变速运动来说，上述公式只能计算出质点在某段时间 t 内的平均加速度。而某一时刻或某一位置的即时加速度应等于从某一时刻（某一位置）开始的极短时间 Δt （极短路程 ΔS ）内平均加速度的极限值。

(2)加速度是矢量，对变速直线运动而言，正加速度表示

加速度方向与速度方向相同，物体作加速运动。负加速度表示加速度方向与速度方向相反，物体作减速运动。如果加速度方向与速度方向成一定角度，此角度大于 0° 小于 180° ，则物体作曲线运动。

(3) 在变速直线运动中，若无往返情况，加速度只表示运动质点速度大小变化的快慢程度，而在曲线运动中，加速度同时表示了运动质点速度的大小和方向变化的快慢程度。

(4) 加速度的单位是速度单位和时间单位的组合单位。常用单位有米/秒²，厘米/秒²。

(二) 匀速直线运动的规律

1. 用公式表示 $V = \frac{S}{t}$

2. 用图象表示

速度图象如图1—2所示：

(1) 匀速直线运动的速度图象是平行于时间轴的直线。此直线离时间轴距离越大，表示运动物体的速度越大。

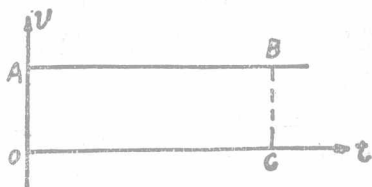


图1—2

(2) 运动物体在时间 t 内所经过的路程，在数值上等于矩形面积 OABC 的数值。

路程图象如图1—3所示：

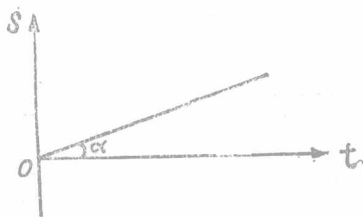


图1—3

(1) 匀速直线运动的路程图象是一条经过坐标原点的倾斜直线。

(2) 路程图象的斜率表示运动物体的速度。故斜率越大，表示运动物体的速度越大。即：

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{t} = V$$

3. 特征 匀速直线运动的速度是不随时间变化的恒量。

(三) 匀变速直线运动的规律

1. 用公式表示：

$$V_t = V_0 + at$$

$$S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$V_t^2 - V_0^2 = 2aS$$

(1) 上述公式对匀减速运动而言，加速度 a 取负值。

(2) 当加速度 a 为零时，上述公式反映了匀速直线运动规律，所以它只是匀变速直线运动的一个特例。

2. 用图象表示
匀减速直线运动的速度图象

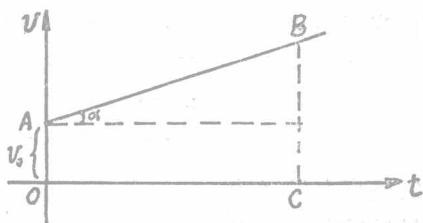


图1—4

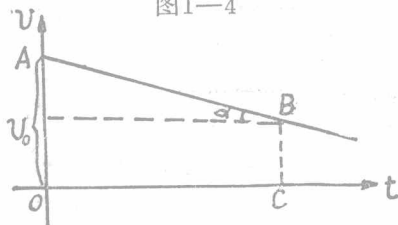


图1—5

(1) 速度图象的起点与坐标原点O的距离表示初速度 V_0 。

(2) 速度图象的斜率表示匀变速直线运动的加速度 a 。

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_t - V_0}{t} = a$$

(3) 物体在 t 时间内经过的路程, 在数值上等于面积OABC的数值。

3. 特征 匀变速直线运动的加速度是不随时间变化的恒量。

(四) 匀变速直线运动的两个特例

1. 自由落体运动 一般来说物体在不考虑空气阻力的条件下, 只受重力作用, 由静止开始竖直下落的运动叫自由落体运动。它是初速度为0的匀加速直线运动, 加速度等于 g 。根据表示匀变速直线运动规律的三个普遍公式; 当 $V = 0$, $a = g$ 则可得出表示自由落体运动规律的三个相应的公式:

$$V_t = gt$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$V_t^2 = 2gh \text{ 或 } V_t = \sqrt{2gh}$$

2. 竖直上抛运动 指的是物体在不考虑空气阻力的条件下, 只受重力作用在竖直方向的上抛运动。它是加速度等于 g 的匀变速直线运动。根据表示匀变速直线运动规律的三个普遍公式:

当 $a = -g$, 则可得出表示竖直上抛运动规律的三个相应的公式:

$$V_t = V_0 - gt$$

$$h = V_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$V_0^2 - V_t^2 = 2gh$$

因为竖直上抛运动最终会发生回落运动，因此，公式中的 h 指的是位移。位移的正负号表示运动质点的位置是在抛出点以上还是抛出点以下。公式中末速度的正负号表示末速度的方向。如果末速度是正值，表示与初速度方向相同，物体在继续向上运动。末速度是负值，表示与初速度方向相反，物体在作回落运动。

竖直上抛运动的特点：

(1) 上升至最大的高度的计算：

$$\text{上升至最高点时} \because V_t = 0 \therefore h_m = \frac{V_0^2}{2g}$$

(2) 上升至最高点需要的时间 t_m 的计算：

$$\text{上升至最高点时} \because V_t = 0 \therefore t_m = \frac{V_0}{g}$$



(3) 上升过程中经过某一位置的速度 V_t 与从最高点回到同一位置时的速度 $V_{t'}$ 数值相等。

$$\therefore V_t = -V_{t'}$$

(4) 从某一位置上升到最高点的时间 t 与物体从最高点回到同一位置时所需时间 t' 相等。

$$t = t'$$

(五) 解运动学习题时注意事项

1. 表示匀变速直线运动规律的三个基本公式，表示了 V_0 、 V_t 、 a 、 S 、 t 五个物理量之间的相互关系。这五个量中除了 t 是标量外，其余四个量都是矢量。在解题时必须注意到它们的方向。而且还须明确对特定的某一种运动来说， a 和 V_0 是不随时间变化的恒量（在质点运动过程中是不变的）。 t 、 S 、 V_t 都是变量。每两个变量间都存在一定的函数关系，这就是三个基本公式所表示的。第一个速度公式表示了 V_t 和 t 的函数关系。

第二个位移公式表示了 S 和 t 的函数关系。第三个公式表示了 V_t 与 S 的函数关系。

对每一个公式来说只是表示了其中四个量之间的关系，所以已知三个量就可以通过某一公式计算第四个量。

但是当已知的三个量都是变量 V_t 、 S 、 t 、而要计算恒量 a 和 V_0 时，则应用其中任何一个公式都不能直接得解。因为每一个公式只包含了两个变量之间的关系，已知三个变量中，总有一个量用不上，而公式中又同时存在两个未知恒量 a 和 V_0 。在这种情况下，就必须适当选用其中的两个公式，分别代入三个已知变量，解联立方程求解。

总之，使用公式时，必须明确公式中各个量的物理意义及函数关系，这样才能思路清楚，准确选用公式，以免盲目套用公式而得出错误结果或得不到解答。

2. 用匀变速直线运动的三个基本公式处理匀变速直线运动的问题时，必须注意加速度的符号。具体来说有两种处理方法：其一是把公式中加速度 a 的正、负号在公式中反应出来， a 与 V_0 同向为正，反之为负。这样运算的结果只考虑绝对值。其二是直接用公式计算，计算结果中的正、负号则表示速度、加速度的方向。

3. 解题时必须首先分析质点运动的性质，从而才能正确选用公式。在分析质点的运动性质时，又必须考虑物体惯性的表现。例如从正在上升的直升飞机上落下的物体，由于惯性，物体离开飞机时，仍具有与飞机相同的瞬时速度，因此，物体离开飞机后是作竖直上抛运动而不是自由落体运动。又如从水平飞行的飞机上空投一个重物，则重物离开飞机时，由于惯性，仍具有与飞机相同的水平瞬时速度，故物体作平抛运动。

〔例一〕一队正在以5.4公里/小时的速度匀速行进的步

兵，通讯员从队列末尾骑马到队列前端传令后，立即返回末尾，总共用10分钟，如果队列长1200米，且通讯员骑马匀速行进。求他的速度。

已知： $V_1 = 5.4$ 公里/小时 $= 1.5$ 米/秒， $S = 1200$ 米， $t = 10$ 分 $= 600$ 秒

求： 通讯员速度 $V_2 = ?$

解： 通讯员由队尾到前端时，他相对于队列的速度是 $V_2 - V_1$ 。则所需时间 $t_1 = \frac{S}{V_2 - V_1}$ 逆方向
↓

通讯员由前端返回队尾，他相对于队列的速度是 $V_2 + V_1$ 。则所需时间 $t_2 = \frac{S}{V_2 + V_1}$

根据题意 因 $t_1 + t_2 = t$

$$\text{则 } \frac{S}{V_2 - V_1} + \frac{S}{V_2 + V_1} = t$$

$$\frac{1200}{V_2 - 1.5} + \frac{1200}{V_2 + 1.5} = 600,$$

解方程得 $\begin{cases} V_2 = 4.5 \text{ 米/秒} = 16.2 \text{ 公里/小时}, \\ V_2 = -0.5 \text{ 米/秒 (不合理舍去)}. \end{cases}$

答： 通讯员骑马的速度是16.2公里/小时。

〔例二〕 A、B两地相距180公里，由这两个地方各有一辆汽车同时相向开出，由A地出发的汽车的速度是40公里/小时，由B地出发的汽车的速度是50公里/小时，在同一坐标图上作出它们的路程图象，利用图象求出它们在出发后经过多少时间相遇和相遇的地方距A点的路程是多少。

解： 在同一坐标上作两车的路程图象时，必须先确定某一地点作为坐标原点，今以A地点作为坐标原点，它和B点的距离将是时间 t 的增函数，从B地出发的汽车当汽车尚未开行时，和

A地相距180公里 ($t=0, S=180$ 公里, 即图中B点), 它和A地的距离将是时间的减函数。

两直线的交点C说明两汽车在这时刻和A地距离都是相同的, 即它们相遇了。

C点纵坐标读数为相遇处距A地距离, 横坐标读数为自出发到相遇所需的时间。从图中可知 $S=80$ 公里, $t=2$ 小时。

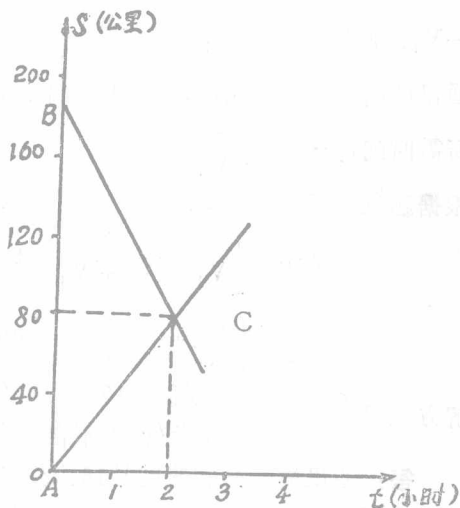


图1—6

〔例三〕下面几句话是否正确, 为什么?

(1) 两个作匀变速直线运动的物体, 如果运动的时间相同, 那么速度变化大的, 它的加速度也大。

(2) 两个作匀变速直线运动的物体, 如果它们的初速度相同, 那么速度变化大的它的加速度也大。

(3) 两个作匀变速直线运动的物体, 如果它们的加速度相

同，那么初速度大的它的末速度也大。

解：

(1) 这句话是正确的。

根据 $a = \frac{V_t - V_0}{t}$ ，加速度的大小决定于速度变化的大小以及发生这么大的速度变化所需要的时间。现在两个物体运动的时间相同，则加速度的大小就决定于速度变化的大小，速度变化大的物体，它的加速度也大。

(2) 这句话不正确。

根据 $a = \frac{V_t - V_0}{t}$ ，加速度的大小除了决定于速度变化的大小，还要决定于发生这么大的速度变化所需要的时间。两个运动物体初速度相同，而速度变化大的只能说明它的末速度大而不能说明加速度大。这句话不正确就在于没有考虑时间的因素。

(3) 这句话不正确。

根据 $V_t = V_0 + at$ ，运动物体末速度的大小决定于 V_0 、 a 、 t 三个因素，现在两个运动物体加速度相同，初速度大的那个物体并不能说明末速度大，因为决定末速度的大小还必须考虑时间 t 的因素。因此，决定任何物理量都必须考虑时间

〔例四〕一个做匀加速运动的物体的初速度是2米/秒，在第一秒末的速度是3米/秒，求(1)5秒末的速度，(2)5秒内通过的路程，(3)5秒内和第5秒内的平均速度，(4)第5秒内通过的路程。用算法和图象法来解本题。

算法：

已知： $V_0 = 2$ 米/秒 $V_1 = 3$ 米/秒

求： V_5 ， S_5 ， $\overline{V}_5$ ， $\overline{V}_v$ ， S_v 。

解：先求加速度 a

根据 $a = \frac{V_t - V_0}{t}$

$$\therefore a = \frac{3 - 2}{1} = 1 \text{ 米/秒}^2$$

(1) 求 V_5

根据 $V_t = V_0 + at$

$$\therefore V_5 = 2 + 1 \times 5 = 7 \text{ (米/秒)}$$

(2) 求 S_5

根据 $S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$

$$\therefore S_5 = 2 \times 5 + \frac{1}{2} \times 1 \times 5^2 = 22.5 \text{ (米)}。$$

(3) 求 $\overline{V}_5$, $\overline{V}_v$

根据 $\overline{V} = \frac{S}{t}$

$$\therefore \overline{V}_5 = \frac{S_5}{5} = \frac{22.5}{5} = 4.5 \text{ (米/秒)}。$$

根据 $V_t = V_0 + at$

$$V_4 = 2 + 1 \times 4 = 6 \text{ (米/秒)}。$$

根据 $\overline{V} = \frac{V_0 + V_t}{2}$

$$\therefore \overline{V}_v = \frac{V_4 + V_5}{2} = \frac{6 + 7}{2} = 6.5 \text{ (米/秒)}。$$

(4) 求 S_v

根据 $S = \overline{V} \cdot t$

$$\therefore S_v = \overline{V} \cdot t = 6.5 \times 1 = 6.5 \text{ (米)}。$$

用图象法解本题：

解：作物体的速度图象：从已知条件，可先在坐标图上求