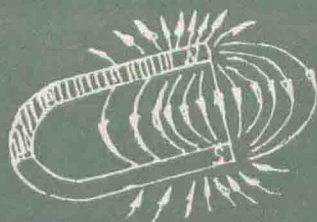
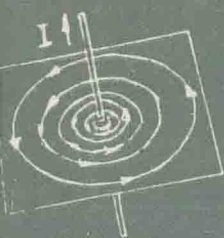
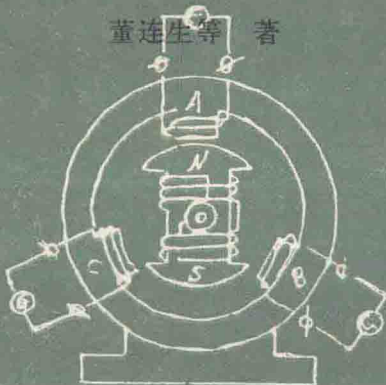


高中物理重点难点综析

—— 高考必读 ——

北京四中

董连生等 著



海豚出版社

高中物理重点、难点综析 ——高考必读

北京四中

董连生 刘长铭 周中会 钟维等编著

海豚出版社

京新登字 192 号

责任编辑：何章云 余军

封面设计：丁 鑫

高中物理重点、难点综析
——高考必读

*

海 豚 出 版 社 出 版
(北京百万庄路24号)
新华书店总店北京发行所发行
冶 金 印 刷 厂 印 刷

*

787×1092 32开 8.875 印张 148千字
1993年8月第一版 1993年8月第一次印刷
印数：1—5.000册

ISBN 7-80051-987-2/H·350

定价 5.70 元

内 容 简 介

学好物理的基本要求是对物理知识能理解，会应用。在学习和复习过程中有一本较好的参考书，能启发、指导、开拓思路，无疑是大有裨益的。为此，我们根据国家教委制定的教学大纲和高考、复习的要求，编写了这套丛书的物理分册。其内容结构是：每一章都包括知识讲解、应用指导、达标练习；力求重点突出，有较强的启发性、典型性和灵活性。书末附有各章练习的答案。

本书的编写，因时间仓促，错误和不妥之处在所难免，请批评指正。

编者 1993.5

目 录

第一章	质点的运动	(1)
第二章	力	(16)
第三章	牛顿定律	(27)
第四章	物体的平衡	(42)
第五章	动量、动量守恒	(53)
第六章	机械能	(66)
第七章	振动和波	(84)
第八章	分子运动论、热和功	(98)
第九章	气体、液体和固体	(107)
第十章	电场	(121)
第十一章	稳恒电流	(143)
第十二章	磁场	(165)
第十三章	电磁感应	(184)
第十四章	交流电	(200)
第十五章	电磁振荡和电磁波	(211)
第十六章	光的反射和折射	(220)
第十七章	光的波动性和微粒性	(247)
第十八章	原子和原子核	(258)
答 案		(267)

第一章 质点的运动

一、基础知识

本章主要研究质点在做直线运动和曲线运动中所遵循的规律，其中所涉及的重要概念和规律有：

1. 质点：用来代替物体的有质量的点叫做质点。

质点是力学中的一个重要概念。它是通过科学抽象得出的理想化模型，它是有质量的点，理解时应与数学中的几何点加以区别。我们可以根据具体情况，把物体当作质点。如在研究公路上行驶的汽车时，就可把汽车看成质点；研究地球的公转时，由于地球的直径比地球和太阳之间的距离小得多，这时也可把地球当作质点。

2. 位移和路程：

位移是用来描述质点位置变化的量，是从质点运动的初位置指向末位置的矢量，其单位是：米（m）；常用 S 表示。

路程是指质点运动的实际轨迹的长度。

位移和路程虽都有表示长度的含义，但它们有着本质的区别。位移是矢量，既有大小又有方向。它的大小等于质点的初位置与末位置之间的直线长度；它的方向为初位置指向末位置。而路程则是标量，路程的大小由质点运动的实际轨迹的长度决定，路程是没有方向的。一般情况下，位移和路程是不相等的，如一个质点沿一条圆弧线由 A 运动到 B ，则该质点运动的位移为由 A 到 B 的直线距离，而它的路程则

是该圆弧的长度。只有当质点沿某一方向做直线运动时，位移的大小和路程才是相等的。

3. 速度：速度是描述质点运动的方向和位置变化快慢的物理量。其定义为：质点运动的位移 $\vec{s}$ 和通过这段位移所用的时间 t 的比值 s/t 为该质点在这段时间内的平均速度 v 。

如果质点做变速运动，平均速度只能粗略地描述质点运动的快慢。要精确地描述物体在某一时刻运动的快慢，则应用即时速度来表示。即时速度是指当时间 $t \rightarrow 0$ 时，即在无限短的时间内质点运动的平均速度，为该时刻的即时速度。在这里要注意的是，平均速度对应于一段时间，同是一个质点的运动，取的时间不同所对应的平均速度可能不相等。而即时速度则是对应于某一时刻。

速度是矢量，其方向为质点运动的方向，从定义上看也就是在时间 t 内质点位移 $\vec{s}$ 的方向。速度的符号为： v ，单位为：米/秒。

4. 速率：速率也是描述质点运动快慢的物理量，但速率与速度不同，速率为标量，只有大小，不能代表质点运动的方向。

在曲线运动中，质点运动的实际曲线的长度与通过这条路径所用的时间的比值为该质点在这段时间内的平均速率。这种情况下，平均速率与平均速度的大小是不相等的。当时间 $t \rightarrow 0$ 时，在极短的时间内的平均速率即为质点在该时刻的即时速率。这时，很短时间内的质点运动可看作是直线运动，位移和路程大小相等，所以即时速度的大小就等于即时速率。

5. 加速度：加速度是描述质点运动变化快慢的物理量。质点运动中速度的变化量 Δv 与这一变化所用的时间 t 之比值叫这段时间的加速度。加速度也称为速度的变化率，即

$\Delta v/t$ 。加速度是矢量，其方向为速度变化的方向，单位是：米/秒²，符号为 a 。

加速度与速度没有什么必然的联系，不能说速度越大的物体，其加速度越大；也不能说加速度为零，速度必然为零，或速度为零，加速度必然为零等等。所以决定加速度大小、方向的，并不是速度，而是物体所受的合外力和物体自身的质量。另外，理解加速度为速度的变化量也是错误的，速度的变化量为 Δv ，这不能表明质点运动变化的快慢，如两质点的速度都从 1 米/秒变为 3 米/秒，但一个用 2 秒钟，另一个用 1 秒钟，能说这两个质点速度变化一样快吗？显然不能。因此描述质点速度变化快慢程度，应看单位时间内速度的变化量，即速度的变化率。所以，加速度的本质应理解为速度的变化率。另外，加速度的方向，从根本上来讲是由质点所受合外力的方向决定的。

6. 质点直线运动的规律：

(1) 匀速直线运动：物体在一条直线上运动，如果在相等时间内的位移相等，这种运动为匀速直线运动。该运动所遵循的规律为：

$$s = vt$$

其中 v 是个定值，质点在做匀速直线运动时，其加速度为零。这是一种理想化的运动。

匀速直线运动的规律可用图象来表示。图 1-1 为匀速直线运动的位移—时间图象，从中可以找出质点在此运动中的位移和时间的关系，其中位移图线的斜率为匀速运动的速度。图 1-2 为匀速直线运动的速度—时间图象，匀速运动的速度不随时间变化，所以它的速度图线是一条与横轴平行的直线。图线在纵轴上的截距为速度的大小，图线与两坐标轴所包围

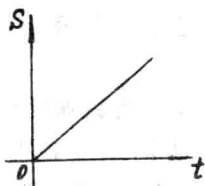


图 1-1

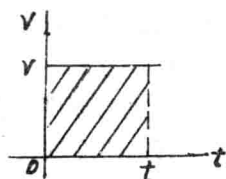


图 1-2

的面积为质点在某段时间内所通过的位移。

(2) 匀变速直线运动：物体在一条直线上运动，若物体在运动中加速度保持恒定，则，该物体做匀变速直线运动。匀变速直线运动所遵循的规律为：

$$v_t = v_0 + at; s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

或：
$$s = \bar{v} t = \frac{v_0 + v_t}{2} \cdot t$$

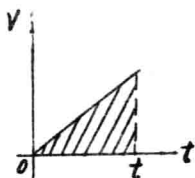


图 1-3

匀变速直线运动包括匀加速直线运动和匀减速直线运动。当加速度方向与速度方向一致时，质点做加速运动；当加速度方向与速度方向相反时，质点做减速运动。

匀变速直线运动的速度与时间的关系也可以用图象来表示，如图 1-3 所示。匀变速直线运动的加速度是一个定值，所以该运动的速度和时间成线性关系，图中图线的斜率为质点运动的加速度。图线与两坐标轴所围的面积为质点运动的位移。

7. 运动的合成与分解：

运动的合成与分解是研究曲线运动的基本方法，它的主要内容有：

(1) 质点运动的位移、速度、加速度的合成与分解都遵

从平行四边形法则。

(2) 在处理曲线运动时，可以把一个实际的运动分解成在几个（一般是两个）方向上的分运动。这样可以把一个复杂的运动看成几个简单运动的合运动来处理。

(3) 物体在任何一个方向的运动，都按其本身的运动规律进行，不会因为其它方向的运动是否存在而受到影响，这是运动的独立性原理。运动的合成与分解遵从这一原理。

8. 曲线运动的特点及产生条件：

质点的运动方向时刻在改变的运动为曲线运动。曲线运动是一种变速运动。当质点运动的方向（即时速度的方向）与它所受合外力方向不在一条直线上，成一定夹角 α ，且 $0 < \alpha < 180^\circ$ 时，质点做曲线运动。曲线运动的速度沿轨道的切线方向，且必有加速度。

9. 抛体运动：物体只在重力作用下的运动为抛体运动。抛体运动依据物体初速度的不同又分为：

(1) 自由落体运动：物体只受重力作用，从静止开始下落的运动为自由落体运动。这种运动所遵循的规律为：

$$v_t = gt; s = \frac{1}{2}gt^2$$

其中，物体的加速度为重力加速度 g ；初速度为零。

(2) 竖直上抛运动：物体只受重力作用，初速度不为零且方向向上，这种运动叫竖直上抛运动，它所遵循的规律为：

$$v_t = v_0 - gt; s = v_0t - \frac{1}{2}g \cdot t^2$$

其中，物体的加速度为重力加速度 g ，初速度为 v_0 。竖直上抛运动又可视为向下的自由落体运动和向上的以速度为 v_0 的匀速直线运动的合成。

(3) 平抛运动：物体只受重力作用，初速度不为零且方向沿水平方向。这种运动为平抛运动。平抛运动可以看成是水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动的合成。它所遵循的规律为：

$$x = v_0 t$$

$$y = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

其中加速度为重力加速度 g ，初速度为 v_0 。平抛运动属于匀变速曲线运动。

10. 匀速圆周运动：轨迹为圆、速率不变的运动为匀速圆周运动。质点做匀速圆周运动时，所受合外力的方向总是指向圆心的，因此质点运动的加速度为向心加速度，它始终指向圆心，与质点的速度方向总是垂直的，它的作用只是改变速度的方向，而不改变速度的大小。匀速圆周运动是一种变速运动。描述匀速圆周运动的物理量有：

(1) 角速度：它是描述物体作圆周运动时运动快慢的量。它的定义是：质点和圆心的连线所转过的角度 $\Delta\phi$ 和转过这一角度所用的时间 t 的比值，即 $\omega = \Delta\phi/t$ 。 ω 为角速度的符号，其单位为：弧度/秒。

(2) 线速度：它也是描述质点作圆周运动时运动快慢的量。它的定义为：质点通过的弧长 Δs 和所用时间 t 的比值。即 $v = \Delta s/t$ ； v 为线速度的符号，其单位为：米/秒。

线速度与角速度的关系为： $v = \omega R$ ，其中 R 为匀速圆周运动的半径。

(3) 匀速圆周运动的周期及转数：

质点作匀速圆周运动时，转一周所需的时间为匀速圆周运动的周期 T ，它的公式为：

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{v}$$

匀速圆周运动的转数 n 为：

$$n = \frac{\omega}{2\pi}$$

(4) 匀速圆周运动的向心加速度：

$$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

11. 实验：

(1) 练习使用打点计时器：了解打点记时器的构造，用它研究匀速直线运动。

(2) 测匀变速直线运动的加速度：用打点计时器研究匀变速直线运动，通过公式： $\Delta s = aT^2$ ，来计算质点的加速度。其中 Δs 为连续相等时间 T 内的位移差， T 为相邻两计数点所间隔的时间。另外，通过公式： $v_n = (s_n + s_{n+1})/2T$ ，来测定质点在第 n 个计数点位置时的即时速度。

(3) 研究平抛物体的运动：用这个实验描出平抛物体运动的轨迹，测出 x 、 y ，根据平抛运动公式，求出平抛运动的初速度 $v_0 = x \sqrt{\frac{g}{2y}}$ 。

二、应用指导

1. 在解决匀变速直线运动时，经常运用以下几个推论：

(1) $v_t^2 = v_0^2 + 2as$ 。

(2) 对于 $v_0 = 0$ 的匀变速直线运动，若时间之比为 $t_1 : t_2 : t_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$ ，则位移之比为 $s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1 : 4 : 9 : \dots$ 。

(3) 作 $v_0 = 0$ 的匀变速直线运动的质点，在连续相等的时间

间的位移之比为 $s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1)$ 。

(4) 匀变速直线运动的物体在连续相等的时间 t 内的位移差 Δs 是一个恒量，且等于 at^2 。

即：
$$\Delta s = at^2$$

(5) 匀变速直线运动在某段时间内的平均速度等于这段时间首末即时速度的平均值，也等于这段时间内中间时刻的即时速度。即：

$$\bar{v} = (v_0 + v_t) / 2 = v_{\text{中}}$$

熟悉这些推论，在解决一些问题时，比较方便。

2. 做运动学的题，一般要选取一个正方向，某物理量与所选取的正方向一致时，该量的符号取正，反之取负。如在研究竖直上抛时，取向上为正，则初速度 v_0 为正，而加速度为负即 $-g$ ；若以起始点为坐标原点，当质点在起始点上方时，其位移为正，若落在起始点下方时，位移为负。

例 1. 一个小型火箭从地面上竖直向上发射，加速度大小为 8 米/秒^2 ，10 秒末从火箭上掉下来一个小球，求：

(1) 小球从离开火箭到落回地面用了多少时间。

(2) 小球着地时的速度大小。

(3) 小球着地时火箭上升的高度。（ $g=10 \text{ 米/秒}^2$ ）

分析，做运动学题，搞清物体的运动过程是很重要的。这里，火箭开始做匀加速直线运动，10 秒末，当小球离开火箭时，由于惯性作用，小球有一个向上的速度，所以在小球离开火箭以后，它并非做自由落体运动，而是做竖直上抛运动。

解：(1) 先求出小球离开火箭时的速度，因火箭开始做匀加速直线运动，所以有：

$$v_0 = at_1 = 8 \times 10 = 80 \text{ (米/秒)}$$

∴ 小球以 80 米/秒的速度竖直上抛。

从小球离开火箭到落回地面，它的位移大小即为小球离开火箭时的高度：

$$h = \frac{1}{2}at_1^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^2 = 400 \text{ (米)}$$

若以小球离开火箭时的位置为坐标原点，以小球的速度方面为正方向，则落回地面时小球的位移为 -400 米，有：

$$-400 = v_0 t_2 - \frac{1}{2}g t_2^2, \text{ 即}$$

$$-400 = 80t_2 - 5t_2^2$$

解方程得：

$$t_2 = 20 \text{ (秒)}, t_2' = -4 \text{ (秒) (舍)}$$

∴ 从离开火箭到落回地面需 20 秒的时间。

(2) 落回地面时的速度 v_t 为：

$$v_t = v_0 - gt_2 = 80 - 10 \times 20 = -120 \text{ (米/秒)}$$

负号表明小球落地时速度向下与 v_0 方向相反，这时的速度大小为 120 米/秒。

(3) 从小球离开火箭到落回地面，经历时间为 20 秒。这段时间火箭继续向上做匀加速直线运动。

$$h' = v_0 t_2 + \frac{1}{2}a t_2^2 = 80 \times 20 + \frac{1}{2} \times 8 \times 20^2 = 3200 \text{ (米)}$$

∴ 火箭在小球着地时上升的高度为：

$$H = 3200 + 400 = 3600 \text{ (米)}$$

例 2. 一辆火车以速度 v_1 在平直轨道上向前行驶，发现它的前方相距 s 处有另一辆火车正以 v_2 ($v_2 < v_1$) 的速度同向匀速行驶。后车为了不致于与前车相撞，立即做匀减速运动，后车刹车后的加速度大小至少为多少才可能避免撞车事故？

分析：后车之所以可以追上前方火车，是因为后面火车

比前面火车的速度要快，只要后车在与前车相遇之前，减速到与前车速度相同，就不会发生相撞。

解：设后车的加速度为 a ，刚好能撞上前车，所用时间为 t ，则：

$$S_{\text{前}} = v_2 t, S_{\text{后}} = v_1 t - \frac{1}{2} a t^2$$

$$S = S_{\text{后}} - S_{\text{前}} = (v_1 - v_2) t - \frac{1}{2} a t^2 \quad (1)$$

车刚与前车相撞时，后车的速度 $v_1' = v_1 - at$ ，且 $v_1' = v_2$ ，则：

$$v_2 = v_1 - at, t = \frac{v_1 - v_2}{a}$$

代入①式得：

$$S = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2a} \quad (2)$$

∴ 要使两车不发生相撞，后车加速度大小应为：

$$a \geq \frac{(v_1 - v_2)^2}{2S}$$

例 3. 飞机以 200 米/秒的速度水平匀速飞行，机上人每隔 2 秒放落一个物体，当第 6 个物体 F 离机时，第 1 个物体 A 刚好落地。不计阻力， g 取 10 米/秒²，求 A 落地时第 4 个物体 D 的高度，并画出 6 个物体的空间位置。

分析：放落的物体在水平方向不受力，都有与飞机同样的水平速度，所以若以地为参照物，落下的物体均作平抛运动，且在水平方向的位置任何时刻都相同。6 个物体的空间位置如图 1-4 所示。当 A 落地时，第 4 个物体 D 的高度为：

$$\begin{aligned} H &= \frac{1}{2} g t_A^2 - \frac{1}{2} g t_D^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 10 \times (10^2 - 4^2) \end{aligned}$$

=420 米

注:F 开始下落时,A 已下落了 5 个 2 秒,D 只下落了 2 个 2 秒,故 D 物距地 420 米高。

三、达 标 练 习

(一)、选择题:

1. 关于速度和加速度,下列说法正确的是:

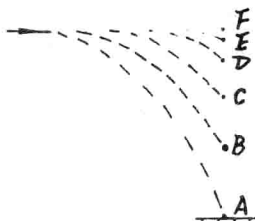
A. 速度是描述运动物体位置变化大小的物理量,而加速度是描述物体运动的速度变化快慢的物理量;

B. 运动物体的加速度变化大小跟速度的变化快慢在实质上是同一个意思;

C. 速度的变化率表示速度变化的快慢,速度的变化大小表示速度的增量大小;

D. 速度是描述运动物体位置变化快慢的物理量,加速度是描述运动物体的速度变化快慢的物理量。

图 1-4



2. 物体作自由落体运动,把下落高度分成相等的两段,则通过上半段的时间和通过下半段的时间之比为:

A. 1 : 1; B. 1 : 2;

C. 1 : ($\sqrt{2} - 1$);

D. 1 : ($\sqrt{3} - \sqrt{2}$).

3. 接 2 题,通过上半段的平均速度和通过下半段的平均速度之比为:

A. 1 : 3; B. 1 : 4;

- C. $1 : (\sqrt{2} - 1)$;
D. $1 : (\sqrt{3} - \sqrt{2})$ 。

[]

3. 接2题, 通过上半段的平均速度和通过下半段的平均速度之比为:

- A. $1 : 3$; B. $1 : 4$;
C. $1 : (\sqrt{2} - 1)$;
D. $1 : (\sqrt{2} + 1)$ 。

[]

4. 一列火车在平直的铁轨上匀速运动, 从窗口落下一个小球, 那么从路旁的甲和车厢里的乙来观察, 小球的运动将是:

- A. 甲: 自由落体, 乙: 自由落体;
B. 甲: 斜向下匀速直线运动, 乙: 自由落体运动;
C. 甲: 平抛运动, 乙: 自由落体;
D. 甲: 自由落体, 乙: 平抛运动。

[]

5. 从地面竖直向上抛出物体 A, 与此同时从高处自由下落物体 B. A 和 B 在空中的某一高度的速率都是 V (相遇但不相碰), 那么以下说法正确的是:

- A. A 的初速度是 $2V$, B 落地的速度是 $2V$;
B. A 和 B 落地时间相等;
C. A 和 B 相遇处一定是 B 下落点高度的一半;
D. A 上升的最大高度和 B 下落点的高度不相等。

[]

(二)、填空题:

1. 由静止开始作匀加速直线运动的物体前 2 秒内的平均