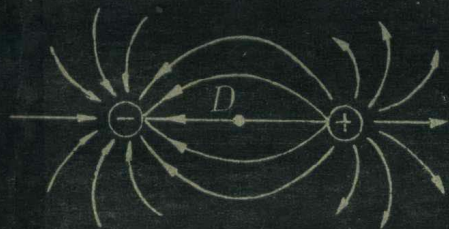


高中物理知识结构与综合练习

山东科学技术出版社



青 年 读 物

高中物理知识结构与综合练习

《高中物理知识结构与综合练习》编写组

山东科学技术出版社

一九八六年·济南

青 年 读 物

高中物理知识结构与综合练习

《高中物理知识结构与综合练习》编写组

•

山东科学技术出版社出版

(济南市南郊宾馆西路中段)

山东省新华书店发行 曲阜师范大学印刷厂印刷

•

787×1092毫米32开本 15,125印张 318千字

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数：1—10400

书号13195·153

定价2.55元

出 版 说 明

根据中学各科教学的要求，山东省教学研究室有关学科的同志组织富有经验的中学教师和教研员共同编写了《高中理科知识结构与综合练习》一套书，其中包括数学、物理、化学、生物、英语等五本。

这套书依据现行中学教材知识的科学体系，较深刻地揭示了本学科各部分知识的内在联系，帮助学生在知识结构中把握有关知识，并就知识要点、难点及学习中的疑惑问题作了重点说明。在此基础上，各部分还给出了典型例题和综合练习题，有的还附有若干套模拟试题。这套书主要供高中毕业生以及社会青年复习使用，对高中教师和非毕业班的学生平日学习也有一定的参考价值。

参加本书编写的有：翟所迪、徐成功、迟聚堂、徐仁泽、陈士栋、段庚元、牟大全、王建琦、朱立岩、田德宽、王哲兴、张叔龙、高建法、石文耀、侯汉银、林宪森、杜瑞祚、傅铨、王道祥、魏琳田、曲仲亭、孙经典、王玉梅，由郝本瑞同志审阅。

由于时间比较仓促，书中难免有不当之处，恳请读者批评指正。

1985年11月

目 录

第一章 运动学	1
一、基础知识.....	1
二、例 题.....	6
练习一.....	9
练习二.....	14
练习三.....	19
第二章 静力学	24
一、基础知识.....	24
二、例 题.....	27
练习一.....	33
练习二.....	36
练习三.....	38
第三章 动力学	42
一、基础知识.....	42
二、例 题.....	49
练习一.....	56
练习二.....	61
练习三.....	66
第四章 功和能	72
一、基础知识.....	72
二、例 题.....	78
练习一.....	86

练习二	92
练习三	97
第五章 振动和波	102
一、基础知识	102
二、例 题	111
练习一	120
练习二	125
练习三	129
第六章 热量和内能	133
一、基础知识	133
二、例 题	142
练习一	151
练习二	153
练习三	155
练习四	157
练习五	158
练习六	160
第七章 气体的性质	163
一、基础知识	163
二、例 题	170
练习一	185
练习二	192
练习三	200
第八章 电场	210
一、基础知识	210
二、例 题	218

练习一	228
练习二	234
练习三	239
第九章 稳恒电流	245
一、基础知识	245
二、例 题	251
练习一	264
练习二	271
练习三	275
第十章 磁场、电磁感应和交流电	279
一、基础知识	279
二、例 题	286
练习一	293
练习二	302
练习三	309
第十一章 电磁振荡和电磁波、电子技术	318
一、基础知识	318
二、例 题	324
练习一	326
练习二	330
第十二章 几何光学	335
一、基础知识	335
二、例 题	341
练习一	349
练习二	353
第十三章 物理光学	359

一、基础知识.....	359
二、例 题.....	364
练习一.....	370
练习二.....	375
第十四章 原子物理	382
一、基础知识.....	382
二、例 题.....	392
练习一.....	405
练习二.....	408
练习三.....	412
综合练习一.....	416
综合练习二.....	423
综合练习三.....	430
综合练习四.....	437
综合练习五.....	444
附录 部分练习题参考答案	454

第一章 运 动 学

一、基 础 知 识

(一) 基本概念

1. 时间与时刻

时间是过程量，时刻是瞬时量（状态量）。要注意区分几秒内、第几秒内、第几秒初、第几秒末等概念的差别。凡过程量如位移、平均速度、速度的变化、功等必须指明发生这一过程的空间或时间。凡瞬时量如速度、加速度、动能、动量等必须指明相应的空间位置或时刻。

2. 路程与位移

路程是标量，是按运动轨迹来计算的物体运动的长度。位移是原位置到物体所在位置间的直线距离，方向从原位置指向物体所在位置，是矢量。物体沿确定的方向做直线运动时的位移大小虽与路程相等，但仍不能认为位移等于路程。

3. 速度、平均速度、即时速度

(1) 速度：是表示物体运动快慢的物理量。

(2) 平均速度 $\bar{v}$ ：是物体的位移 S 与发生这段位移所用时间 t 之比，即 $\bar{v} = S/t$ 。它只能近似地反映物体运动的快慢。

(3) 即时速度：是物体在某时刻或某位置时的速度。

4. 加速度

加速度是表示物体运动速度变化快慢的物理量。即 $a = \Delta v / t = (v_t - v_0) / t$ 。加速度是矢量，其方向与速度变化 Δv 的方向相同，取决于物体受合外力的方向。

注意 a 、 Δv 、 v 的区别。

当加速度的方向与速度的方向共线时，物体作直线运动。若再规定初速度的方向为正， $a > 0$ 表示物体作加速运动， $a < 0$ 表示物体作减速运动。

当加速度的方向与速度的方向垂直时，物体作圆周运动，这时的加速度叫向心加速度，它只能改变速度的方向而不能改变速度的大小。

当加速度的方向与速度的方向既不平行也不垂直时，物体作曲线运动。

加速度是恒量（大小与方向都不变）时，物体作匀变速运动，其轨迹可能是直线也可能是曲线。

5. 角速度与线速度

物体做圆周运动时通过的弧长 S 与所用时间 t 之比叫线速度 v ，单位为米/秒；而连接物体与圆心的半径 R 所转过的角度 θ 之比叫角速度，单位为弧度/秒。它们与周期 T 、频率

f 的关系是：
$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

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

6. 运动的合成与分解

由已知分运动求合运动叫运动的合成；其逆运算叫运动的分解。位移、速度、加速度等矢量的合成与分解都按平行四边形法则进行（各分运动共线时用代数法）。各分运动是

相互独立的，但有着共同的运动时间。

(二) 基本规律

1. 匀变速直线运动

(1) 一般规律：

$$v_t = v_0 + at$$

$$S = \bar{v} t = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)t$$

$$S = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2aS$$

$$\Delta S = aT^2$$

只有在匀变速直线运动中，某段时间内的平均速度才等于这段时间内的中间时刻的即时速度或这段时间内的初速与末速的算术平均值。

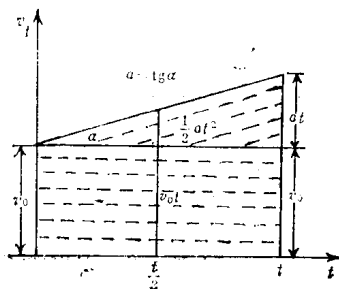


图 1—1

图1—1是匀加速直线运动的速度图线。要明确图线各部分所表示的物理意义。

(2) 初速为零的匀加速直线运动：要注意以下四式的物理意义并加以证明。

$$S_1 : S_2 : S_3 : \dots : S_n = 1 : 4 : 9 : \dots : n^2$$

$$S_I : S_{II} : S_{III} : \dots : S_N = 1 : 3 : 5 : \dots : (2N-1)$$

$$t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \dots : \sqrt{n}$$

$$t_I : t_{II} : t_{III} : \dots : t_N = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{N}-\sqrt{N-1})$$

(3) 自由落体运动的特点: $v_0 = 0$, $a = g$ 只受重力。

(4) 竖直上抛运动: 竖直上抛运动是初速度为 v_0 、加速度为 $-g$ 的匀变速直线运动, 主要公式为

$$v_t = v_0 - gt$$

$$h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2gh$$

式中 t 从抛出时刻算起。上升阶段 $v_t > 0$, 下降阶段 $v_t < 0$ 。物体在抛出点以上时 $h > 0$, 在抛出点以下时 $h < 0$ 。由以上三式可以证明, 物体上升的最大高度

$$H = \frac{v_0^2}{2g}$$

物体上升到顶点所用的时间等于由顶点落回抛出点所用的时间。即

$$t_{\text{上}} = t_{\text{下}} = \frac{v_0}{g}$$

物体上升与下降过程中经过同一点的速度等值反向。

竖直上抛运动可分两步处理: 上升阶段按竖直上抛处理, 下降阶段按自由落体处理。也可作为一个完整的匀减速直线运动来处理, 但须规定向上为正方向。

2. 匀变速曲线运动

(1) 平抛运动: 是物体具有水平初速、只受重力、 $a = g$ 的匀加速曲线运动。它是水平方向速度为 v_0 的匀速直线运动与竖直方向的自由落体运动的合运动。主要公式为

$$S = v_0 t$$

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

$$v_y = gt$$

$$v_t = \sqrt{v_0^2 + v_y^2}$$

(2) 斜向上抛运动：是物体具有斜向上的初速 v_0 、 $a=g$ 的匀变速曲线运动。它可看作抛出方向速度为 v_0 的匀速直线运动与竖直方向的自由落体运动的合运动，据此可画出物体运动的轨迹。

斜向上抛运动也可看作是竖直初速为 v_{0y} 的竖直上抛运动与水平方向速度为 v_{0x} 的匀速直线运动的合运动。据此可建立起它的主要方程

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta$$

$$v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin \theta - gt$$

$$S = v_x t$$

$$h = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_t = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

若物体落地点与抛出点在同一水平面上，则物体在空中运动的时间与水平位移分别为

$$T = \frac{2v_0}{g} \sin \theta$$

$$S = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta$$

若物体的初速 v_0 一定，当抛射角 $\theta = 45^\circ$ 时射程最大。

3. 匀速圆周运动

物体作匀速圆周运动时所受合力不为零，物体速度的大小虽不变但方向随时变化，这都证明物体具有加速度。

物体作匀速圆周运动的加速度叫向心加速度。方向沿半径指向圆心,其大小为 $a=\omega^2 R=v^2/R$,它只能改变速度的方向而不能改变速度的大小。

使物体作匀速圆周运动的力叫向心力,它是物体沿半径方向所受的合外力,方向指向圆心,大小为

$$F=ma=m\omega^2 R=m\frac{v^2}{R}$$

(三) 应用注意事项

1. 要正确掌握描述物体运动状态的各物理量的物理意义、它们之间的区别与联系,掌握所学各种运动的特点与规律,弄清各公式的意义、成立条件、适用范围。

2. 解一个物体作多种运动的复杂问题时,最好先画出物体的速度图线,进而利用图线寻找运动过程中各量之间的关系,从而列出方程求解。

3. 解物体间的追、迎问题,最好先画出运动轨迹的草图,然后分析各量之间的关系,从而列方程求解。

4. 圆周运动的问题多数情况下需按动力学的问题处理。在竖直面内的圆周运动要注意机械能量守恒定律及极限条件 $v=\sqrt{kg}$ 。

5. 由于运动是相对的,因而要注意选择参照物。

二、例 题

【例1】水滴自屋檐由静止落下,经过高为1.8米的窗口历时0.2秒,若空气阻力不计,屋檐离窗台多高?

$$(g=10\text{米/秒}^2)$$

解 设窗高 $h_1=1.8$ 米,通过窗口的时间 $t_1=0.2$ 秒,屋

檐距窗台 h 米，水滴自屋檐落至窗台历时 t 秒，则时间 t_1 内水滴的平均速度

$$\bar{v} = \frac{h_1}{t_1} = \frac{1.8 \text{米}}{0.2 \text{秒}} = 9 \text{ (米/秒)}$$

此平均速度即水滴在 $t-0.1$ 秒时的即时速度

$$\bar{v} = g(t-0.1) \quad t=1 \text{秒}$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = 5 \text{ (米)}$$

【例2】起重机手要把重物提到50米高的楼顶，已知起重机的最大加速度为 ± 2 米/秒²，

①起重机手应如何控制起重机，才能使重物在最短时间内运到楼顶？

②若起重过程中速度不得超过4米/秒，起重机手又该如何控制，才能使重物在最短时间运到楼顶？

解 已知 $S=50$ 米

①加速度最大为 $a=2$ 米/秒²

而最大速度无限制，起重机先匀加速上升 t 秒，然后立即改为匀减速上升 t 秒达楼顶，所用时间最短，其速度图线如图1—2所示。图中之三角形即上升的位移。由面积公式得

$$S = 2 \times \frac{1}{2}at^2$$

$$t = \sqrt{\frac{S}{a}} = \sqrt{\frac{50}{2}} = 5 \text{ (秒)}$$

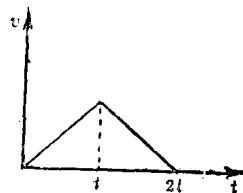


图 1—2

②起重机上升的最大速度 $v=4$ 米/秒，而最大加速度 $a=2$ 米/秒²，起重机应先匀加速上升 t_1 秒，速度达 v 后改为匀速上升 t_2 秒，最后匀减速上升 t_1 秒到楼顶，所用时间最短，

其速度图线如图1—3所示，图中梯形的面积即上升的位移。由图可知：

$$v = at_1$$

$$\bar{S} = \frac{1}{2}v(2t_1 + 2t_2)$$

$$t_1 = \frac{v}{a} = \frac{4}{2} = 2 \text{ (秒)}$$

$$t_2 = \frac{S}{v} = \frac{50}{4} = 12.5 \text{ (秒)}$$

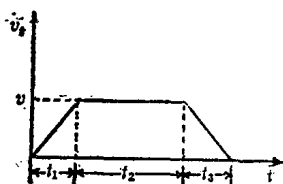


图 1—3

【例3】甲列车正以72千米/小时的速度行驶，司机突然发现乙列车在其正前方100米处，以36千米/小时的速度匀速朝同一方向行驶，甲车司机立即刹车匀减速行驶，问甲车的加速度最小是多大才不致有撞车的危险。

解 已知 $v_1 = 72 \text{ 千米/小时} = 20 \text{ 米/秒}$

$v_2 = 36 \text{ 千米/小时} = 10 \text{ 米/秒}$ ， $S = 100 \text{ 米}$

不致发生撞车危险的条件是：甲车追上乙车时两车的速度相等，据此得

$$v_2 = v_1 - at$$

$$S_1 = v_1 t - \frac{1}{2} at^2$$

$$S_2 = v_2 t$$

$$S = S_1 - S_2$$

联立以上四式即可得

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

$$= \frac{(20 - 10)^2}{2 \times 100}$$

$$= 1.5 \text{ (米/秒}^2\text{)}$$

练习

1. 选择题 (将正确答案的号码填在括号中)

(1) 关于平均速度 $\bar{v}$ 的下列说法哪些正确? []

① 质点不管作什么运动, 它的平均速度都等于位移与发生这段位移所用时间之比。

② 质点做变速运动时的平均速度都等于它的初速与末速的算术平均值。

③ 在匀变速运动中某段时间内的平均速度等于这段时间的中间时刻的即时速度。

④ 在匀变速运动中某段位移内的平均速度等于这段位移中点的即时速度。

(2) 物体作匀变速直线运动时: []

① 物体的速度总是跟时间成正比。

② 物体速度的变化总是跟时间成正比。

③ 物体速度的变化率总是跟时间成正比。

④ 物体的位移总是跟时间的平方成正比。

(3) 一物体做自由落地运动 ($g=10\text{米/秒}^2$), 经四秒落地, 那么它 []

① 4秒初的速度是30米/秒。 ② 4秒末的速度是40米/秒。

③ 4秒内的平均速度是20米/秒。

④ 第4秒内的平均速度是35米/秒。

(4) 一物体作竖直上抛运动, 上升阶段的平均速度是9.8米/秒, 那么它上升的最大高度是: []

① 4.9米 ② 9.8米 ③ 14.7米 ④ 19.6米

(5) 一物体作竖直上抛运动, 经 t_1 秒上升到最大高度