

中学学科能力训练·备考教程

高考3+X

物

理

ZHUANTI ZONGJIE

专题总结

与综合能力训练

YU ZONGHE NENGLI XUNLIAN

■ 江仁多 黄国明 / 主编

本书收入2001年
各类最新高考真题及详解

大连理工大学出版社

中学学科能力训练·备考教程

物理

高考3+X

专题总结与综合能力训练

ZHUANTI ZONGJIE YU ZONGHE NENGLI XUNLIAN

主 编	江仁多	黄国明	
副主编	蔡新中	叶冬陵	肖辉武
编 者	江仁多	黄国明	蔡新中
	叶冬陵	肖辉武	洪 斌
	梁 欢	谢瑞玲	倪敬祥
	李建元	欧阳祺贤	易平国
	唐良能	魏就元	缪新军

大连理工大学出版社

AAA-02/15

图书在版编目(CIP)数据

高考3+X专题总结与综合能力训练·物理/江仁多,黄国明主编. —大连:大连理工大学出版社,2001.8

ISBN 7-5611-1787-6

I. 高… II. ①江… ②黄… III. 物理课-高中-教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第05913号

大连理工大学出版社出版发行
大连市凌水河 邮政编码 116024
电话:0411-4708842 传真:0411-4701466
E-mail: dulp@mail.dlptt.ln.cn
URL: http://www.dulp.com.cn
大连业发印刷有限公司印刷

开本:787毫米×1092毫米 1/16 字数:806千字 印张:25

印数:1—20000册

2001年8月第1版

2001年8月第1次印刷

责任编辑:刘 陆
封面设计:王福刚

责任校对:李 佳
版式设计:姜 华

定价:25.00元





前言

21 世纪是知识趋于一统、人才竞争愈烈的世纪。随着“3 + X”高考制度的全面推进,如何在梳理知识、培养能力的基础上加强专题性研究,以突出学科的主干知识,强化深层能力,熟练方法技巧,进行更科学有效的学习,是摆在广大教育工作者,尤其是高中毕业班教师及学生面前亟待解决的重要课题。

为了适应教育体制和考试制度改革的新形势,帮助大家更系统深入地搞好考前复习,使迎考应试工作真正步入一个新台阶,我们特组织了一批长期拼搏在高考一线的资深教师,充分运用他们厚实的专业理论知识和丰富的复习备考经验,群策群力,深入研讨,精心编撰了这套《高考 3 + X 专题总结与综合能力训练》丛书。

本丛书是专题研究类的综合性备考资料,与最新的教学大纲和考试大纲配套使用。内容紧扣《教纲》《考纲》,将学科知识归纳、高考考点解析、方法技巧传授和备考经验熔为一炉,既忠实于教材,更有拓展突破。编写时,我们力求知识归纳全面翔实,专题总结深入系统,吸取最新科研成果,紧跟高考考试改革步伐,从而突出了重点,突破了难点,具有严谨的科学性、丰富的知识性、鲜明的应试性和灵活的技巧性等特点。

丛书依据最新考试大纲,以考点为单位分若干专题编写。对于每个专题再分三个层面,即设置“考点知识网络建构”、“能力高层发展”和“综合能力训练”三个版块深入展开。

● 第一层面:考点知识网络建构

针对每一专题,提炼归纳考点知识网络,揭示本专题知识点、重点难点的内在联系,帮助考生理清知识脉络,在头脑中形成一个清晰的知识点框架,打下扎实的理论基础。



第二层面：能力高层发展

在梳理本专题知识点的基础上,归纳总结本专题知识点在高考中出现的题型、题量和难易程度,以及命题背景、题型特征、能力要求和今后考试的趋势等,同时针对本专题涉及的跨学科综合题给予详细的分析与介绍;本栏目还通过列举、分析大量的高考题或典型题,尤其是精选了 2000 年、2001 年的全国、上海和广东高考试题,具体指明考查内容、解题思路和误区点津,随题介绍解题技巧,并突出对每道题的探讨性过程,帮助考生进一步深入理解知识点,拓展解题思路,掌握解题技巧,提高解题能力。

第三层面：综合能力训练

在前两个层面的总结、复习、提高基础上,有计划、有针对性地进行实战演练,即根据国家最新高考要求及命题走向,针对本专题内容和特色选择具有不同梯度和难度的典型训练题,帮助考生进行专题综合能力强化训练,提高备考应试水平。

我们相信,只要你能认真、扎实地针对每一专题按照以上三个层面做循序渐进的复习和训练,你就一定会获得成功。这也是我们编写者和出版者对你的祝愿!



目录

第一篇 运动和力

专题一	运动基础知识及匀速运动	1
专题二	匀加速直线运动和自由落体	5
专题三	匀减速直线运动和竖直上抛	11
专题四	直线运动图象及应用	18
专题五	力及常见的三种力	24
专题六	力的合成和分解	30
专题七	共点力平衡及应用	37
专题八	力矩及应用	45
专题九	对牛顿运动定律的理解	53
专题十	牛顿定律对单个物体的应用	62
专题十一	牛顿定律对物体系的应用	72
专题十二	牛顿定律应用中涉及极值与临界的问题	80
专题十三	运动的合成与分解 平抛运动	87
专题十四	圆周运动 向心力	97
专题十五	运用牛顿定律研究圆周运动	106
专题十六	万有引力 人造卫星	115

第二篇 功和能

专题十七	功和功率及应用	125
专题十八	动能和动能定理及应用	135
专题十九	功能关系及应用	145
专题二十	机械能守恒及应用	154
专题二十一	动量定理及应用	163
专题二十二	动量守恒及在碰撞中的应用	172
专题二十三	动量守恒在反冲、爆炸中的应用	183
专题二十四	动量守恒和能量守恒的综合应用	193



第三篇 电场 磁场

专题二十五	电场的性质及描述	209
专题二十六	电场中的导体 电容器	216
专题二十七	带电粒子在电场中的运动	221
专题二十八	磁场 安培力	229
专题二十九	磁场对运动电荷的作用——洛伦兹力	236
专题三十	带电粒子在复合场中的运动及综合问题分析	244

第四篇 电 流

专题三十一	电路的基本规律	253
专题三十二	闭合电路欧姆定律及应用	260
专题三十三	电磁感应	271
专题三十四	交流电	284

第五篇 振动与波

专题三十五	机械振动 机械波	292
专题三十六	电磁振荡 电磁波	305

第六篇 热 学

专题三十七	分子动理论 热和功	312
专题三十八	气体实验定律及应用	318
专题三十九	理想气体状态方程及应用	325

第七篇 光学 原子物理

专题四十	光的反射和折射	333
专题四十一	光的本性	345
专题四十二	原子和原子核	351

第八篇 物理实验

专题四十三	物理实验的基础知识	361
专题四十四	力学部分学生实验试题	366
专题四十五	热、电、光学部分学生实验试题	374
专题四十六	设计性实验	386



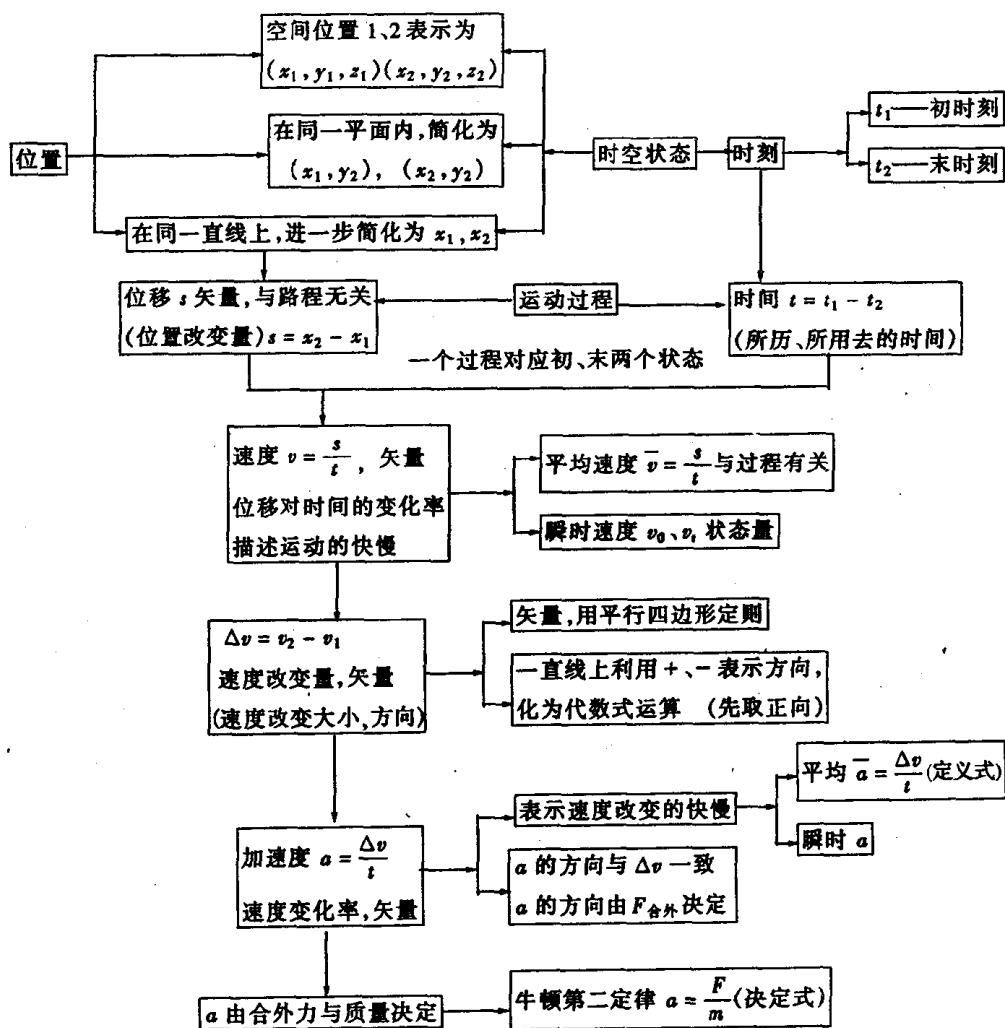
第一篇 运动和力

专题一

运动基础知识及匀速运动

考点知识网络建构

以加速度为中心的网络建构





能力高层发展

一、高考考点分析

1. 位置、位移、路程,时刻、时间,平均速度、瞬时速度都是描述运动的基本物理量,要求正确理解并能区分。
2. 加速度既是描述运动的基本物理量,又是运动与力联系的桥梁,要求深刻理解它的物理意义。
3. 匀速直线运动是最简单的,同时又是最基础的运动。

历届高考单独就此命题极少,但作为运动的基本概念,这些物理量广泛渗透于各种力学问题(还包括电学、热学等)之中,打好基础的重要性显而易见。从 1999 年上海高考出一道匀速直线运动的填空题来看,近年来对匀速运动的应用方面的考查有所加强。试题题型为选择和填空。

二、高考考题类型

1. 几个运动物理量的概念辨析

【例 1】下列所描述的运动中,有可能存在的是()。

- A. 路程很长而位移很小 B. 速度变化量很大而加速度很小
C. 速度变化越来越快而加速度却越来越小 D. 瞬时速度越来越大而加速度越来越小

→解题过程 答案:A,B,D。做半径很大的圆周运动一周,路程为 $2\pi R$,而位移为 0,所以 A 项可能。由 $\Delta v = at$,只要 t 足够大,尽管 a 很小, Δv 也可以很大,所以 B 项可能。速度变化越快即是速度变化率大,也就是加速度大,所以 C 项不可能。作直线运动的物体只要加速度的方向与速度方向相同,其速度都增大,而与 a 的大小变化无关,所以 D 项可能。

→解题关键 对加速度的正确理解。

→误区点津 易混淆速度与加速度。注意两个“变化率”的区别。

【例 2】汽车从甲城以速度 v_1 沿直线一直行驶到乙城,紧接着又从乙城以速度 v_2 沿直线返回到达甲、乙两城中点的丙小镇。则汽车在这一全过程的平均速度 $\bar{v} =$ 。

→解题过程 据题意画出运动示意图,如图 1-1 所示。设甲、乙相距 s ,则丙、乙相距 $s/2$ 。由甲到乙历时 $t_1 = \frac{s}{v_1}$,由乙到丙历时 $t_2 = \frac{s/2}{v_2}$;所以全程历时为 $t = t_1 + t_2$,而全程的位移大小等于甲到丙的直线距离为 $s/2$ 。



图 1-1

$$\text{故 } \bar{v} = \frac{s/2}{s/v_1 + s/2v_2} = \frac{v_1 v_2}{v_1 + 2v_2}$$

→解题关键 正确理解平均速度的概念。

→误区点津 易错解为 $(v_1 + v_2)/2$ 。注意平均速度不是速度的平均。

【例 3】一物体初速 $v_0 = v$,经时间 t ,速度大小变化为 $v_t = 2v$ 。试求:下列三种情况中,速度改变量 Δv 的大小和方向。(1)若 v_t 与 v_0 同向;(2) v_t 与 v_0 反向;(3) v_t 与 v_0 垂直。

→解题思路 求矢量的改变量,要用几何法求矢量差。先将 v_0 矢量移至 v_t 矢量处(即从同一点分别作 v_t 、 v_0 矢量),然后将两箭头端点相连组成一个矢量三角形,相连接的这一边为其矢量差,方向由初矢量末端指向末矢量的末端,按边长求大小。

→解题过程 三种情况的 Δv 如图 1-2 中的(a)、(b)、(c)所示。

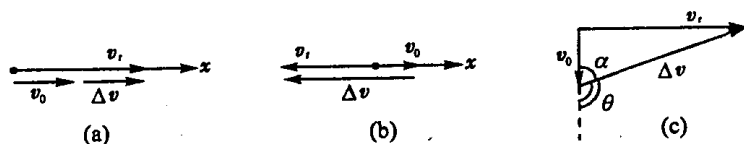


图 1-2

由(a), $\Delta v_1 = 2v - v = v$, Δv_1 的方向与 v_0 同向。

由(b), $\Delta v_2 = (-2v) - v = -3v$, Δv_2 的方向与 v_0 反向。



由(c), $\Delta v_3 = \sqrt{(2v)^2 + v^2} = \sqrt{5}v$ 。 Δv_3 的方向与 v_0 成 θ 角。注意,不是图中的 α 角! 因 $\tan \alpha = \frac{2v}{v} = 2$, 所以 $\alpha = \arctan 2$ 。

故 $\theta = 180^\circ - \alpha = 180^\circ - \arctan 2$ 。

→**解题关键** 只有在一直线上时,几何运算才能化为代数运算,才能用正、负号表示矢量的方向。

→**误区点津** 方向角易于出错,图(c)中误为 α 。

方向角应是两个矢量正方向间的夹角,图(c)中的 α 角是 v 与 v_0 反方向的夹角,因此 v 与 v_0 的方向角应是 θ 。

2. 匀速直线运动的应用

【例4】2001年“3+2”高考试题 某测量员是这样利用回声测距离的:他站在两平行峭壁间某一位置鸣枪,经过1.00秒钟第一次听到回声,又经过0.50秒钟再次听到回声,已知声速为340m/s,则两峭壁间的距离为_____m。

→**解题过程** 答案:425。设此测量员距一峭壁距离为 x_1 , 距另一峭壁距离为 x_2 , 则两壁距离

$$s = x_1 + x_2 \quad ①$$

由匀速运动规律

$$2x_1 = v \times 1 \quad ②$$

$$2x_2 = v \times 1.5 \quad ③$$

联立以上三式则有

$$2s = v(1 + 1.5) = 340 \times 2.5 \quad ④$$

解式④则得 $s = 425(\text{m})$ 。

→**解题关键** 弄清物理情境和物理过程,若能用简图表示出运动过程,解答就不易出错。

→**误区点津** 易错解为255m。误将式③错写为“ $2x_2 = v \times 0.5$ ”,其原因是审题不仔细,对“又经过0.5秒,再次听到回声”理解错误。“再次”肯定比第1次听到回声的1秒,所历时间更长。所以不是0.5秒而是1.5。

3. 利用相对速度简化求解过程

【例5】某大型商场的自动扶梯正在匀速向上运送顾客,现甲、乙两人先后沿着扶梯向上奔跑,甲、乙在扶梯上向上奔跑的速度分别为1.5m/s和1.8m/s,甲、乙登阶梯数分别为42级和45级。则自动扶梯匀速运动的速度为_____m/s;若平均每级阶梯上都站有一名顾客,则站在此扶梯上的顾客数为_____人。

→**解题思路** 在扶梯上向上奔跑的速度为人相对于运动扶梯的相对速度 v' ,而人与扶梯匀速运动的方向相同,所以人对地的速度为 $(v + v')$ 。注意到人沿扶梯向上奔跑的距离不论扶梯是否运动,都与登上的阶梯级数成正比。设扶梯长为 L ,阶梯级数为 n (即是站在自动扶梯上的顾客数)。

→**解题过程** 答案:1,70。甲在扶梯上的时间 $t_1 = \frac{L}{v_1' + v}$ ①

相对扶梯走过的距离 $s' = v_1' t_1$ ②

由比例关系有 $\frac{n}{42} = \frac{L}{s'}$ ③

联立以上三式得 $\frac{n}{42} = \frac{1.5 + v}{1.5}$ ④

对乙,同理可得 $\frac{n}{45} = \frac{1.8 + v}{1.8}$ ⑤

由④、⑤两式联立得 $\frac{45}{42} = \frac{1.8(1.5 + v)}{1.5(1.8 + v)}$ ⑥

解式⑥得 $v = 1\text{m/s}$,将 n 代入④(或⑤)式得, $n = 70(\text{级})$ 。

→**解题关键** 设辅助物理量,找出比例关系。这里要求较强的分析和综合能力。

【例6】铁道的钢轨每根是25m,车轮滚过钢轨的每一接头处要发生一次撞击声,火车厢内一乘客为估测火车行驶的速度。他从某一撞击声开始计时,并数到第100声,记下经历的时间为125s,则估测出火车在这段时间内的平均速度为_____m/s。(保留二位有效数字)

→**解题思路** 根据听到的撞击声次数和平均速度、每根钢轨的长度,可求出在相应的这段时间内火车行



驶的路程。

→解题过程 答案:20。若从0数到100次,则 $s_1 = 100 \times 25\text{m}$;若从1数到100次,则 $s_2 = (100 - 1) \times 25\text{m}$ 。

由 $\bar{v} = s/t$, 可得: $\bar{v}_1 = 20\text{m/s}$ 或 $\bar{v}_2 = 19.8\text{m/s}$ 。

→解题关键 此题为估测物理量的实验问题,是身边的物理学,课本中的许多“小实验”就是引导我们理论联系身边的实际,试题不难。

→误区点津 两种解答,前者是较科学的过程计数,起始点(声)是第一个过程(通过一根钢轨)的开始而不是完成了这一过程,坐标的原点也是标为0。这在测定单摆的周期时,通过测 n 次(30~50次)全振动的的时间 t ,再由 $T = t/n$ 计算。当小球某次从平衡位置经过时开始计时,并数“0”而不是数“1”即是此理。而后者是习惯性的教法,从“1”开始,数的是“点”数而非“间隔”(过程)数。此题因是估测,且要求保留二位有效数字,最后结果一样都为 20m/s 。

综合能力训练

1. 某物体自距地面 6m 高处下落,碰水平地面后,向上到距地面 4m 高处。则在这个过程中,此物体的运动的路程为_____ m ;位移的大小为_____ m ,位移的方向为_____。

2. 一支长 100m 的队伍匀速行进,通讯员从队尾赶到队前传令后立即返回;当他返回队尾时,队伍已前进 300m 。则在这一过程中通讯员的位移是()。

A. 100m

B. 200m

C. 300m

D. 400m

3. 下列说法中,正确的是()。

A. 速度是描述物体位置变化大小的物理量

B. 速度是描述物体位置变化快慢的物理量

C. 加速度是描述速度变化大小的物理量

D. 加速度是描述速度变化快慢的物理量

4. 关于速度的下列说法中,正确的是()。

A. 平均速度就是速度的平均值

B. 速度的方向总是与位移的方向相同

C. 汽车以 v 的速度经过一座大桥, v 是指瞬时速度

D. 炮弹以 v 的速度从炮口射出, v 是指瞬时速度

5. 一质点在运动中,前一半时间内的平均速度为 4m/s ,后一半时间内的平均速度为 8m/s ,则全程的平均速度为_____ m/s 。若前半程内的平均速度为 4m/s ,后半程内的平均速度为 8m/s ,则全程的平均速度为_____ m/s 。

6. 某同学先向正东方向行走 30m ,用时 20s ;然后折向正南方行走 40m ,用时 25s 。则这同学在行走 45s 的时间内,走的路程是_____ m ,它的位移是_____ m ,平均速度的大小是_____ m/s ,平均速度的方向为_____。

7. 一质点沿半径为 R 的圆周运动一周,回到原处。它在运动过程中路程的最大值、位移的最大值分别是()。

A. $2\pi R, 2\pi R$

B. $\pi R, 2\pi R$

C. $2\pi R, 2R$

D. $2R, 2\pi R$

8. 一质点做加速度恒为 0.5m/s^2 的直线运动,那么在任 1s 内()。

A. 质点的末速度一定为初速度的 0.5 倍

B. 质点的初速度一定比前 1s 的末速度大 0.5m/s

C. 质点的末速度一定比前 1s 的初速度大 0.5m/s

D. 质点的末速度一定比初速度大 0.5m/s

9. 甲、乙两车分别以速度 15m/s 、 10m/s 都向正东方向行驶,坐在甲车上的乘客看到乙车的运动情况是以_____ m/s 的速度,向_____方向运动。

10. 在学校田径运动会上,百米赛跑复赛时,有两名学生担任给第一名运动员计时的终点裁判。甲听到发令枪响后开始计时,乙看到发令枪冒出白烟开始计时,若甲记录的时间为 12.49s ,已知声音在空气中的速度为 340m/s ,则乙记录的时间为_____ s 。此运动员跑百米的平均速度为_____ m/s 。(保留二位有效数字)

【参考答案】

1. 10, 2, 竖直向下 2. C 3. B D 4. D 5. 6, $16/3 = 5.3$ 6. 70, 50, $10/9 = 1.1$, 东偏南 53° 7. C 8. D

9. 5, 正西 10. 12.78, 7.8



专题二

匀加速直线运动和自由落体

考点知识网络建构

1. 匀加速直线运动的特点

加速度 a 恒定, $a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_t - v_0}{t}$, 且方向与初速 v_0 同向。

2. 公式

基本公式:

$$v_t = v_0 + at \quad ①$$

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

推导公式:

$$v_t^2 = v_0^2 + 2as \quad ③$$

$$s = v_t t - \frac{1}{2} at^2 \quad ④$$

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

以上公式实际上都是矢量式, 取 v_0 方向为正向, a 、 s 、 v_t 、 $\bar{v}$ 的方向都与 v_0 相同, 均为正。

3. 小车拉着纸带做匀加速直线运动, 计算“纸带”的加速度和瞬时速度的推导公式

用打点计时器在纸带上打出点, 记录了小车在连续相等的时间内的运动情况。相邻两点的间隔时间均为 $T_0 = 0.02s$ 。如果每隔 5 个点取一个计数点, 则相邻两计数点的间隔时间为 $T = 5T_0 = 0.1s$ 。其余类推。

只要用刻度尺测量出连续相邻的计数点间的间距, 即第 1 个 T 秒、第 2 个 T 秒……的相应距离 s_1 、 s_2 、 $\dots$ 、 s_n 。如图 2-1 所示, 即可直接求出加速度 a 和通过 1 到 $(n-1)$ 点的即时速度。

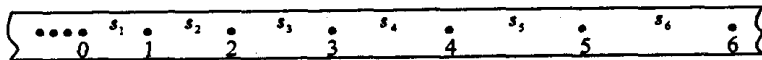


图 2-1

$$(1) \quad a = \frac{s_2 - s_1}{T^2} = \frac{s_3 - s_2}{T^2} = \dots = \frac{s_n - s_{n-1}}{T^2} = \frac{\Delta s}{T^2} \quad ⑥$$

$$(2) \quad a = \frac{s_2 - s_1}{T^2} = \frac{s_3 - s_1}{2T^2} = \frac{s_4 - s_1}{3T^2} = \dots = \frac{s_n - s_1}{(n-1)T^2} \quad ⑦$$

一般在测 a 时, 为了减小误差采用逐差法: $a_1 = \frac{s_4 - s_1}{3T^2}$, $a_2 = \frac{s_5 - s_2}{3T^2}$, $a_3 = \frac{s_6 - s_3}{3T^2}$, 再由 $\bar{a} =$

$\frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$, 作为 a 的测量结果。

$$(3) \quad v_1 = \frac{s_1 + s_2}{2T}, v_2 = \frac{s_2 + s_3}{2T}, \dots, v_{n-1} = \frac{s_n + s_{n-1}}{2T} \quad ⑧$$



注意 纸带中“0”点所对应的瞬时速度一般并不是0,而是 v_0 。可用 $v_1 = v_0 + at$ 计算。同理,最后一个计数点相应的瞬时速度 $v_n = v_{n-1} + aT$,例如图中的 $v_6 = v_5 + aT$ (式中 $v_5 = \frac{s_5 + s_6}{2T}$)。

4. 初速度为0的匀加速直线运动的运动规律

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

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

$$v_t^2 = 2as \quad (3)$$

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

主要实际应用,起动过程。

5. 自由落体运动

不计空气阻力,物体由空中从静止开始下落的运动。它是 $v_0 = 0, a = g$ 的匀加速直线运动。地球表面附近的重力加速度 g 的大小,一般均取 9.8 m/s^2 ;粗略计算时可取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, g 的方向为竖直向下。

自由落体的运动规律同上,只不过用已知的 g 代替 a ,竖直方向的位移一般用 h 表示。

6. 初速为0的匀加速直线运动的几个重要推论

(1) 设 T 为单位时间,则有:

① $1T$ 秒末、 $2T$ 秒末…… nT 秒末的瞬时速度之比为: $v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = 1 : 2 : 3 : \dots : n$ 。

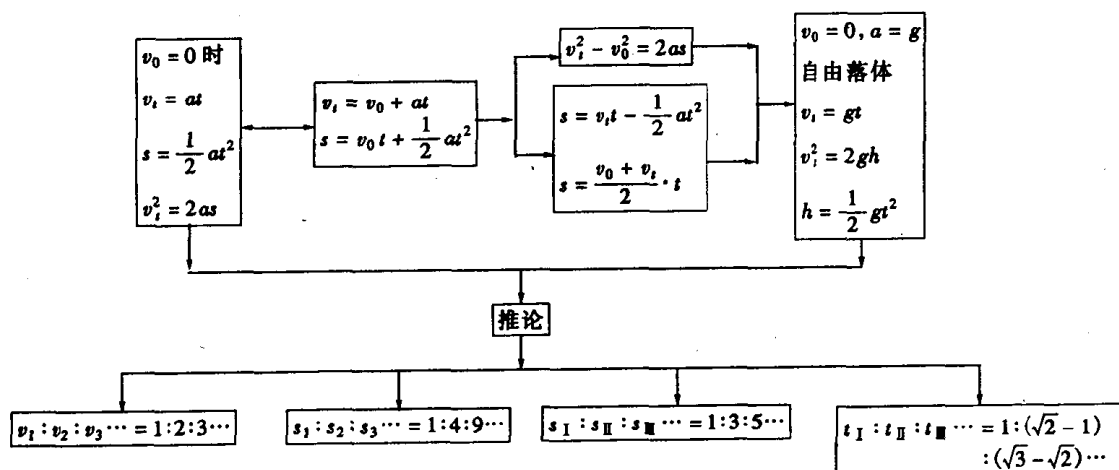
② $1T$ 秒内、 $2T$ 秒内…… nT 秒内的位移之比为: $s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$ 。

③ 第一个 T 秒内、第二个 T 秒内……第 n 个 T 秒内位移之比为: $s_I : s_{II} : s_{III} : \dots : s_n = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n - 1)$ 。

(2) 设 s 为单位位移,则有

通过第一个 s 、第二个 s ……第 n 个 s 所用时间之比为: $t_I : t_{II} : t_{III} : \dots : t_n = 1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{n} - \sqrt{n-1})$ 。

以匀加速直线运动基本公式为中心的网络建构



能力高层发展

一、高考考点分析

1. 深刻理解并熟练掌握匀加速直线运动规律及推论。用函数形式表达规律,并通过定量计算分析解答实验问题。

2. 主要应用于机车等物体的起动,物体自由落体的实际,这是高考试题涉及的直线运动的主要运动模型之一。虽然历届高考中单独就此专题的命题不多,题型也一般为选择和填空。但在综合解答题中却广泛涉及这种运动,尤其是与牛顿运动定律的综合问题,是动力学问题的两大类型的一种,由运动和力的角



度分析解答的问题。

二、高考考题类型

1. 导出公式的推导

【例1】试由匀加速直线运动的基本公式,推导出:(1) $v_t^2 - v_0^2 = 2as$; (2)纸带计算公式: $a = \frac{s_4 - s_1}{3T^2}$

→解答 (1)因

$$v_t = v_0 + at \quad ①$$

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

由①②中消去 t ,即以 $t = \frac{v_t - v_0}{a}$ 代入②式,

$$s = v_0 \left(\frac{v_t - v_0}{a} \right) + \frac{1}{2} a \left(\frac{v_t - v_0}{a} \right)^2$$

$$s = \frac{v_0 v_t - v_0^2}{a} + \frac{v_t^2 - 2v_0 v_t + v_0^2}{2a}$$

通分,整理后得, $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 。

(2)由纸带图 2-1,得

$$s_1 = v_0 T + \frac{1}{2} aT^2 \quad ①$$

$$s_4 = v_3 T + \frac{1}{2} aT^2 \quad ②$$

$$v_3 = v_0 + a \times 3T \quad ③$$

由② - ①式得

$$s_4 - s_1 = (v_3 - v_0) T \quad ④$$

将③式代入④式

$$s_4 - s_1 = [(v_0 + 3aT) - v_0] T \quad ⑤$$

$$\text{整理⑤式即得 } a = \frac{s_4 - s_1}{3T^2}$$

→解题关键 准确和灵活应用基础公式进行推理。

2. “纸带”推导公式的应用

【例2】一质点做匀加速直线运动,由 A 到 B 和由 B 到 C 所用时间均为 2s,且前 2s 和后 2s 的位移分别为 8m 和 12m。求该质点的加速度、初速度和末速度。

→解题思路 作出该质点的运动示意图,如图 2-2。

一般做匀加速直线运动的物体,尤其是有“连续相等时间”的条件,可考虑用“纸带法”解题。

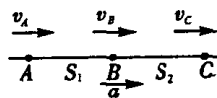


图 2-2

→解题过程 设相等的时间为 $T = 2s$,则 $s_1 = 8m$, $s_2 = 12m$ 。

$$\text{由 } a = \frac{s_2 - s_1}{T^2} \quad ①$$

$$\text{可解得 } a = \frac{12 - 8}{2^2} = 1m/s^2。$$

$$\text{由 } v_B = \frac{s_1 + s_2}{2T} \quad ②$$

$$\text{可解得 } v_B = \frac{12 + 8}{2 \times 2} = 5m/s。$$

$$\text{又因 } v_B = v_A + aT \quad ③$$

$$\text{所以 } v_A = 3m/s$$

$$v_C = v_B + aT \quad ④ \text{ 所以 } v_C = 7m/s。$$

→解题关键 灵活选用适用的公式可简化解题过程。

→误区点津 解此类问题时,要注意题给条件,不能误以为初速度一定为零!

【例3】一质点作匀加速直线运动,从 A 至 C。已知初速 $v_0 = 3m/s$,末速 $v_t = 7m/s$ 。求(1)运动过程中



间时刻的瞬时速度。(2)运动通过位移中点的瞬时速度。

→**解题思路** 作出质点的运动示意图,如图2-3所示。因质点做匀加速直线运动,瞬时速度不断增大,所以前半段时间(即前一个 $t/2$)内的平均速度小于后半段时间内的平均速度,因而前半段时间内的位移小于 $s/2$,如图中的 AB , B 点即为 $t/2$ 秒末质点所经过的位置。 B' 为位移的中点,显然, $v_B < v_{B'}$ 即 $v_{t/2} < v_{s/2}$ 。

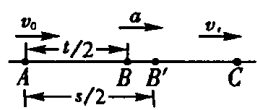


图2-3

→**解题过程** (1)依据

$$v_{t/2} = v_0 + a(t/2) \quad ①$$

$$v_t = v_{t/2} + a(t/2) \quad ②$$

$$\text{由①②得 } v_{t/2} = \frac{v_0 + v_t}{2} = \frac{3+7}{2} = 5\text{m/s}。$$

(2)因为

$$v_{s/2}^2 = v_0^2 + 2a(s/2) \quad ③$$

$$v_t^2 = v_{s/2}^2 + 2a(s/2) \quad ④$$

$$\text{由③④得 } v_{s/2} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}} = \sqrt{\frac{3^2 + 7^2}{2}} = \sqrt{29}\text{m/s}。$$

→**解题关键** 对两个容易混淆的瞬时速度的理解区分。解题时画出运动示意图,能帮助我们分析运动过程和状态。

【例4】一物体从光滑斜面的顶端由静止滑下,到达底端时速度为 v ,历时为 t ,则物体滑到斜面中点时的瞬时速度为_____,历时为_____。

→**解题思路** 物体在下滑过程中加速度 a 不变,作初速为0的匀加速直线运动,用基本公式和导出公式可求解。

→**解题过程** 由

$$v^2 = 2aL \quad ①$$

$$v_{s/2}^2 = 2a(L/2) \quad ②$$

$$\text{可解得 } v_{s/2} = v/\sqrt{2} = \sqrt{2}v/2。$$

$$\text{由推论有:通过第1个 } L/2 \text{ 的时间 } t_I \text{ 与通过第2个 } L/2 \text{ 的时间 } t_{II} \text{ 之比为 } t_I : t_{II} = 1 : (\sqrt{2} - 1) \quad ③$$

$$\text{而 } t_{II} = t - t_I \quad ④$$

$$\text{④代入③有 } \frac{t_I}{t - t_I} = \frac{1}{(\sqrt{2} - 1)} \quad ⑤$$

$$\text{解⑤式得 } t_I = \sqrt{2}t/2$$

→**解题关键** 在直接利用推论解题时,一要注意条件是否满足,二要结合实际问题灵活变通。

→**误区点津** 易将位移中点与中间时刻混淆,导致错解。

3. 在实际中估测加速度

【例5】1999年上海市高考试题 为了测定某辆轿车在平直路上起动时的加速度(轿车起动时的运动可近似看做匀加速运动),某人拍摄了一张在同一底片上多次曝光的照片(如图2-4)。如果拍摄时每隔2s曝光一次,轿车车身总长为4.5m,那么这辆轿车的加速度约为()。

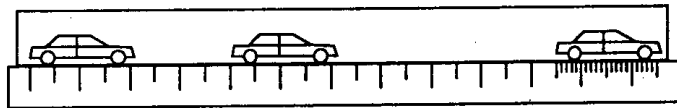


图2-4

A. 1m/s^2

B. 2m/s^2

C. 3m/s^2

D. 4m/s^2

→**解题过程** 答案:B。观察图片,知每小格量度为 $4.5\text{m}/3 = 1.5\text{m}$,以车尾为考察点,则轿车第1个2s内位移为 $s_1 = 1.5 \times 8 = 12(\text{m})$,第2个2s内的位移为 $s_2 = 1.5 \times 13.3 \approx 20(\text{m})$,所以

$$a = \frac{s_2 - s_1}{T^2} = \frac{20 - 12}{2^2} = 2\text{m/s}^2$$

→**解题关键** 是匀变速直线运动在连续两个相等的时间内其位移的差 $\Delta s = aT^2$ 这一推论的灵活应用。



“闪频照相”与“打点计时”的原理相同,“打点计时”局限在小距离、实验室内,“闪频照相”则距离可大可小,且间隔时间可以自行调节,便于在实际测量中应用。

【例6】某同学假期出外旅游,在车厢内用手表估测火车出站加速过程的加速度。他利用所学过的知识,知道每根钢轨的长度为25 m,从听到的某一次撞击声(车轮与钢轨接头处发出的)开始计时,并从0开始数听到撞击声次数,数到20次时刚好历时3分钟;由于注意力不够集中,接下来的2分钟撞击声次数未数清,但他将第6分钟内的撞击声次数数清了,为14次。假设火车在这6分钟内做匀加速直线运动,他根据以上测得的数据所估测出的加速度为_____ m/s^2 。

→解题过程 由前3分钟(即180s)火车前进的距离为 $20 \times 25\text{m}$,可求这段时间内的平均速度 $\bar{v}_1 = \frac{500}{180} = \frac{25}{9} (\text{m/s})$,这速度即是其中间时刻的瞬时速度,所以 $v_{90} = \frac{25}{9} \text{m/s}$ 。

同理,第6分钟内的平均速度 $\bar{v}_2 = \frac{14 \times 25}{60} = \frac{35}{6} (\text{m/s})$,即是这第6个1分钟中点时刻的瞬时速度,也是从开始计时的300s末的瞬时速度,所以 $v_{300} = \frac{35}{6} (\text{m/s})$ 。

火车由 v_{90} 变为 v_{300} 历时 $t = 210\text{s}$ 。

$$\text{由 } a = \frac{v_{300} - v_{90}}{t} = \frac{(35/6) - (25/9)}{210} = \frac{5.8 - 2.8}{210} = 0.014 (\text{m/s}^2)$$

→解题关键 是将“纸带”计算迁移应用,所以此题主要是考查迁移知识运用于实际的能力。

4. 解答自由落体运动的两种基本方法

【例7】一石块自某大厦的楼顶作自由落体运动,测得最后1s下落的高度为35m。则此大厦的高度为_____。(取 $g = 10\text{m/s}^2$)

→解题思路 先画出石块运动示意图。如图2-5所示。设自A下落,最后1s由B至地面C,虽知 $BC = 35\text{m}$,但 v_B 不知。

→解题过程 方法一:转化为两个自由落体来处理。

$$\text{从A至C:} \quad H = \frac{1}{2}gt^2 \quad ①$$

$$\text{从A至B:} \quad H - 35 = \frac{1}{2}g(t-1)^2 \quad ②$$

由①②联立解得 $H = 80\text{m}$ 。

方法二:直接研究从B→C的运动,设过B、C两点的速度分别为 v_B 、 v_C ,即是这段运动的初、末速。

$$\text{则有 } \bar{v} = \frac{s}{t} \text{ 即 } (v_B + v_C)/2 = 35/1 \quad ①$$

由 $v_t^2 - v_0^2 = 2gh$ 分别有

$$\text{对 } B \rightarrow C, \quad v_C^2 - v_B^2 = 2 \times 10 \times 35 \quad ②$$

$$\text{对 } A \rightarrow C, \quad v_C^2 = 2 \times 10H \quad ③$$

由①②③联立也可解得 $H = 80\text{m}$ 。

→解题关键 在运用公式解题时,要注意所研究的过程。比较两种解法,各有所长。

→误区点津 前者需要转换为两个自由落体,才能用自由落体的基本公式求解。后者直接研究题给条件的过程,属初速不为0的竖直下抛运动,可利用导出公式求解。易于出现的错误是将竖直下抛当作自由落体来做。

5. 直接运用导出公式用比例关系求解

【例8】一列火车电机车牵引着16节等长的车厢,不计车厢间隙。某同学站在站台上与第1节车厢的最前点相齐,当列车开始匀加速运动,测得第1节车厢通过他的时间为3s。试求

(1)第16节车厢通过他历时多久?

(2)此列车通过他历时多久?

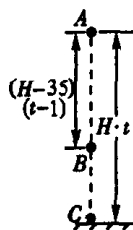


图2-5