

根据教育部推行的最新全日制普通中学教材编写

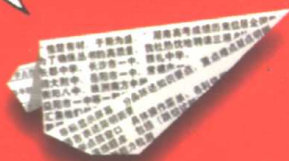
物理

高三

# 同步新课堂

主编 扈炳芳

素质型  
创新型



湖南教育出版社  
中南大学出版社

# 同步新课堂

主 编 扈炳芳  
副主编 骆宪武  
编 著 扈炳芳 罗振科 骆宪武



高三物理

湖南教育出版社  
中南大学出版社

丛书主编: 刘建琼

丛书编委: 刘建琼 陈 峰 高 健 扈炳芳  
姚建民 陈启同 皮访贫 黄仁寿  
梁高显 方陆军 丑凯三 匡志成  
林伟民 沈君仁 常立新 周哲雄

同步新课堂

高三物理

扈炳芳主编

责任编辑: 李小娜

湖南教育出版社 出版发行  
中南大学出版社

湖南新华书店经销 湖南望城湘江印刷厂印刷

880 × 1230 32 开 印张: 19 字数: 756 000

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

ISBN7 - 5355 - 3438 - 4/G · 3433

定价: 20.60 元

本书若有印刷、装订错误, 可向承印厂调换

## 领你走进《同步新课堂》

社会发展到今天,已经越来越突出地呈现出现代性。对教育而言,表现为对人的要求愈来愈高。正如对未来研究极富权威的“罗马俱乐部”总裁奥雷列奥·佩西在他的报告《未来一百年》中所说:“无论从哪个角度去提示未来,有一点必须首肯——未来是以个人素质全面发展为基础的社会。”在人民教育走过五十几个年头的时候,有识之士已经传来呼声:社会主义市场经济体制的建立和现代化的实现,最终取决于国民素质的提高和人才的培养;并且为之付诸实践。的确,一个国家的前途,不取决于它的国库之殷实,不取决于它的城堡之坚固,也不取决于它的公共设施之华丽,而在于它的公民的文明素养,即在于人们所受的教育,在于人们的远见卓识和品格的高下,简言之,在于人的素质。人的素质是国家、集体乃至个人在发展竞争中能否获得持久优势的关键。素质来自于教育,可以说:素质教育,是现代化的基石。

中学教育正在朝着素质教育方向不断发展,我们想,优秀素质的培养必须建立在对过去的积累温习,对现实的认识和对未来的设想上;必须通过一定形式来检测验证。所以必要的应试,恐怕是不能缺少的,但是必须科学规范,符合教育规律,符合社会需求,有利于社会发展。新大纲的颁发,新教材的使用,课堂新思路的探觅,尤其是  $3+x$  高考模式的出现,都是这一改革形势的具体表现。我们理当充分重视这一切,迎着浪潮,做一个弄潮志士吧!《同步新课堂》就是见证。

《同步新课堂》是一套教师教学、学生自学、家长辅导的高质量的助学丛书。在通往大学殿堂的路上,有春致秋景的招引,但也留存崎岖坎坷。它需要有裹霜露、斩荆棘的胆与识,但好风凭借力,有成就的人无不是善假于物的智者。所以,选择科学有效的助学书籍,是中学生将理想变为现实的阶梯,是由此岸抵达彼岸的船桨。但是,这需要有一双慧眼。我们应以培养创新精神和综合素质的观念来挑选帮助自己解惑答疑、巩固强化

的教学资料,具体地说,选择助学书籍着眼点在于它写什么,即材料内容;写得怎样,即编写艺术;怎么写的,即编写方法。留心这三个方面,精心揣摩,才能明白其真谛,从而作出正确评价,选择到上乘的助学书。

### 《同步新课堂》编写了什么?

依据素质教育的要求,近年来中学教育有两件大事:一是新高考,一是新教材。新高考这根指挥棒在导向综合素质和创新精神,新教材则在提供综合素质和创新精神的途径手段。《同步新课堂》将新高考和新教材交融一块,产生了这个兼济彼此的产品。它涉及到初中和高中的语文、数学、英语、物理、化学、生物六个学科。它以基础和能力为主线,以新考纲和新教材为背景,编写了教学目标、点拨方法、疑难释解、名题讲析、学科文化视角、厚实新颖的练习和创新能力检测,真正做到了内容夯实、材料新颖、合纲合本、形神兼备。

### 《同步新课堂》编写得怎样?

一言以蔽之,既科学又艺术。这套丛书以独创电脑视窗模式为纵轴,以课堂节奏的律谱为横轴,将多媒体的流水线与课堂的学习节拍结合,纵横交错,网络密集,延伸得有章有法。它循纲而发,依本而行,同步教材而又不拘纲本;源于文本而又高于文本。它比较同类的“同步辅导书”,方法性、新颖性、可读性、效果性更强。它突出同种异类的比较,解题思路的激活,推理过程的活化,思维品质的提高。它选择启发性强又有新意的各类练习题进行思路方法训练,并按“基础、提高、创新”的梯度进行合理安排。在名题讲析中,它强调分析问题的思路及推理过程,注意典型错误的化解,帮助学生学会运用知识、掌握正确的学习方法和解题技巧,提高分析问题、解决问题的能力。它注意了不同的阅读方法和解题方法,多文比较,一题多解,题目变形、扩展和引申。它重视学生视野的开拓,学习兴趣的培养,学习原动力的激发。它以特别的栏目来作艺术的表现,像各学科在“导学点拨窗口”这个大栏目中,分别设有【风景剪辑】、【漫游物理世界】、【新视角揽胜】、【视野聚焦】等,显现出了新颖、有趣、可读的优势。

### 《同步新课堂》怎么编写?

“惟楚有材,于斯为盛。”湖湘文化的阳光是充足的,水分是充沛的,土

壤是肥沃的。她哺育的学子,从来就有一股不屈和奋进,流淌的血液里永远都活跃着争一流的基因。她的兴盛从来就潜在地向世人透着一种文化的智慧。这种智慧呈现于教育的长廊里,熠熠闪亮。《同步新课堂》就是这种智慧的最直接表现。它的撰写者是三湘名校——长郡中学、长沙市一中、湖南师大附中、雅礼中学、岳阳市一中、常德市一中、衡阳市八中、益阳市一中、石门县一中、株洲南方中学和省市教育科学研究所的一批特级高级教师、优秀教研员。它汇集了他们处理新教材的新理念,设计新课堂的新思路,以及训练测试的新模式;它是仰仗他们多年在教育一线上的教学科研能力,重新构建、整合而成的新生代。《同步新课堂》历经过严密的教育教学的观察实验和严格的逻辑推理;对其材料与方法、讲析与训练都做过去伪存真、去粗取精、由此及彼、由表及里的筛选工作;它准确地找到了素质与创新之间的相互关系和作用,对教与学的互化思路、因果变化,形成了规律性的教育认识。它的材料运用丰富全面,事例解说客观求实,训练实践举一反三,结论重复可比、逻辑严密。

《同步新课堂》的“导标显示屏幕”,是一张知识网络的交通图。通过屏幕告诉你学什么,考什么,这就是你教或学的一本谱。“导学点拨窗口”,各学科设栏同中有异,相当一位资深的导游——知识渊博,能力极强,可以领你进入知识宝库,获取知识的滋润。“能力演练题库”按“跟踪试题”、“提高试题”、“创新试题”三个档次拉开梯度,起点基础,路线正确,目标高远,为你提供了一个科学的训练基地。你从基础起步,尽最快的速度攀升,可直达能力发展的高峰。“创新能力检测”是为你设置的、以一个章节或单元为基本单位的、以高考或中考的试卷分值和新颖精典厚实的试题为手段的检验室。走过这个检验室,让你心中有数,胸有成竹。

读《同步新课堂》,可以让你尽情吸吮“新课堂”中的缤纷景致、甘泉琼浆,你一定会满载而归。请认准向你招手的丛书“卡通同龄”符号。祝愿你书到功成。

《同步新课堂》丛书编写组

2001年6月

# 目 录

|      |                 |        |
|------|-----------------|--------|
| 第一章  | 直线运动 .....      | ( 1 )  |
| 第二章  | 力 物体的平衡 .....   | ( 38 ) |
| 第三章  | 牛顿定律 .....      | ( 80 ) |
| 第四章  | 曲线运动 万有引力 ..... | (121)  |
| 第五章  | 动量 动量守恒 .....   | (147)  |
| 第六章  | 功和能 .....       | (186)  |
| 第七章  | 机械振动和机械波 .....  | (232)  |
| 第八章  | 分子运动论 热和功 ..... | (257)  |
| 第九章  | 气体 .....        | (266)  |
| 第十章  | 电场 .....        | (315)  |
| 第十一章 | 稳恒电流 .....      | (356)  |
| 第十二章 | 磁场 .....        | (418)  |
| 第十三章 | 电磁感应 .....      | (450)  |
| 第十四章 | 交流电 .....       | (500)  |
| 第十五章 | 电磁振荡和电磁波 .....  | (514)  |
| 第十六章 | 光的反射和折射 .....   | (525)  |
| 第十七章 | 光的本性 .....      | (571)  |
| 第十八章 | 原子和原子核 .....    | (581)  |

## 第一章 直线运动

## 【高考考标与要求】

| 内 容                                                                                                  | 要求     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. 机械运动, 参考系, 质点                                                                                     | A      |
| 2. 位移和路程                                                                                             | B      |
| 3. 匀速直线运动、速度、速率. 位移公式 $s = vt$ . $s-t$ 图. $v-t$ 图                                                    | B      |
| 4. 变速直线运动、平均速度、瞬时速度(简称速度)                                                                            | B      |
| 5. 匀变速直线运动、加速度. 公式 $v = v_0 + at$ , $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ ,<br>$v^2 - v_0^2 = 2as$ , $v-t$ 图 | B      |
| 6. 运动的合成和分解                                                                                          | B      |
| 7. 练习使用打点计时器                                                                                         | 实<br>验 |
| 8. 测定匀变速直线运动的加速度                                                                                     |        |
| 9*. 长度的测量                                                                                            |        |

说明: 1. 要求会正确使用刻度尺、打点计时器等仪器.

2. 要求知道有效数字的概念, 会用有效数字表达直接测量的结果.

(注: “\*”表示按新课程版要求所加的考点, “说明”按新课程版要求说明.)

## 第一节 基本概念

## 导标显示屏幕

| 知识目标 | 目 标 导 航                                                                         |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 质点   | 用来代替物体的有质量的几何点, 是一种理想化模型, 当物体做平动, 或物体的线度与物体运动的距离相比很小时, 物体的大小和形状已不重要, 该物体可模型化为质点 |
| 参照物  | 为研究物体的运动而假设不动的物体. 参照物不同, 对同一个运动的观察结果可能不同                                        |



| 知识目标     | 目 标 导 航                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 时间与时刻    | 1. 时刻是时间轴上的一个确定的点, 不占有时间. 时刻与物体的运动状态相对应<br>2. 时间是时间轴上两时刻之间的一段间隔, 它和运动过程相对应                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 位置、位移和路程 | 1. 位置是位置坐标系中的一个几何点, 与时刻对应<br>2. 位移是描述质点位置改变的物理量; 是由初位置指向末位置的有向线段; 是矢量; 和物体运动的具体路径无关; 与时间对应<br>3. 路程是物体实际通过的路径的长度; 是标量; 与时间对应                                                                                                                                                                                                                                 |
| 速度与速率    | 速度是描写质点运动状态的物理量. 它表示质点的运动快慢及运动方向, 是质点位移 $s$ 和时间 $t$ 的比值, 是矢量<br>(1) 平均速度 $\bar{v} = s/t$ , 反映质点在 $t$ 时间内的平均运动快慢, 其方向为位移 $s$ 的方向(注: 曲线运动中, 平均速度方向无意义)<br>(2) 瞬时速度 $v = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{s}{t}$ , 表示质点在 $t$ 时刻(或某位置)的速度. 它精确反映了物体运动的快慢及运动方向, 其方向是沿质点运动轨迹的切线方向<br>(3) 平均速率 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ , 是标量, 其中 $s$ 是质点在时间 $t$ 内的路程<br>(4) 速率是指瞬时速度的大小 |
| 加速度      | 是描写质点速度变化快慢及变化方向的物理量. 速度的变化 $\Delta v$ 和这一变化所用的时间 $\Delta t$ 的比值 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ , 叫做这段时间的平均加速度 $\bar{a}$ ;<br>$\Delta t \rightarrow 0$ 时, $\bar{a}$ 的极限值叫做即时加速度 $a$ , $a = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$                                                                                                                    |

### 导学点拨窗口

#### 【点击重点难点】

1. 速度、速度的增量和速度的变化率是 3 个不同的物理概念. 速度  $v$  与质点的运动状态相对应, 为质点本身所具有. 它由比值  $\frac{s}{t}$  来定义, 与位移  $s$  和时间  $t$  无关. 速度增量  $\Delta v = v_t - v_0$ , 它是质点在时间  $t$  内的速度变化, 与运动过程相对应,  $\Delta v$  的大小与时间  $t$  (或位移  $s$ ) 有关. 速度的变化率  $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ , 又叫做加速度, 表示的是质点速度的变化快慢及变化方向, 它与速度  $v$ 、速度增量  $\Delta v$ 、时间  $t$ 、位移  $s$  无关, 它由质点所受的合外力  $F$  及质点质量  $m$  来确定.

2. 对加速度要准确理解. 加速度大小表示质点速度变化的快慢, 加速度的“+”, “-”表示速度变化的方向. 例如  $a = 2 \text{ m/s}^2$ , 表示质点在规定的正方向上每秒钟增加  $2 \text{ m/s}$  的速度;  $a = -2 \text{ m/s}^2$ , 表示质点在规定的正方向上每秒钟减少  $2 \text{ m/s}$  的速度, 或者说质点在反方向上每秒钟增加  $2 \text{ m/s}$  的速度.

3. 平均速度和速度的平均是不同的概念. 平均速度是  $\bar{v} = \frac{s}{t}$ , 为定义式; 速度的平均是  $v_{\text{平}} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ . 只有在匀变速直线运动中, 平均速度和速度的平均才相等.

### 【训练思路方法】

【例1】 下列所描述的运动中, 可能的有 ( )

- A. 速度变化很大时, 加速度很小
- B. 速度变化方向为正, 加速度方向为负
- C. 速度变化越来越快, 加速度越来越小
- D. 速度越来越大, 加速度越来越小

【分析和解答】 正确答案为 A、D.

引起速度变化的原因是质点的加速度, 故速度变化方向就是加速度的方向, 所以 B 错. 速度变化的快慢是用加速度来表示的, 所以 C 错. 速度变化的多少由  $\Delta v = a\Delta t$  决定, 尽管  $a$  很小, 只要  $\Delta t$  足够长,  $\Delta v$  可以很大, 所以 A 正确. 只要质点具有与速度同向的加速度, 而不管加速度大小怎么变化, 质点的速度就会增大, 所以 D 正确.

【总结与提高】 学习物理, 务求准确理解概念, 不但能够“来龙”, 还要能够“去脉”. 能在环境干扰中, 清楚同一概念的不同说法, 清楚不同概念之间的联系与区别以及因果关系.

【例2】 汽车从甲地到丙地做直线运动, 乙地在甲、丙两地的中点, 车从甲到乙的速度是  $60 \text{ km/h}$ , 从乙到丙的速度为  $30 \text{ km/h}$ , 求此车从甲到丙的全过程的平均速度.

【分析和解答】 汽车从甲地到丙地不是匀变速运动, 故我们不能用  $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$  来求平均速度, 只能用定义式  $\bar{v} = \frac{s}{t}$  来求解.

设甲、乙和乙、丙之间的距离均为  $s$ , 从甲到乙的时间为  $t_1$ , 从乙到丙的时间为  $t_2$ , 由匀速直线运动中的  $t = \frac{s}{v}$  可得:

$$t_1 = \frac{s}{v_1} \quad t_2 = \frac{s}{v_2}$$

则从甲到丙的平均速度为:

$$\bar{v} = \frac{2s}{t_1 + t_2} = \frac{2s}{\frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2}} = \frac{2}{\frac{1}{60} + \frac{1}{30}} \text{ km/h} = 40 \text{ km/h}$$

〔总结与提高〕 对于本题,有些同学按  $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$  求得  $\bar{v} = \frac{60 + 30}{2} \text{ km/h} = 45 \text{ km/h}$  这一错误结果. 究其原因是不分析物理过程,不注意公式的适用条件,乱套公式造成的,这是学习物理的大忌,望同学们注意.

〔例3〕 某质点的初速度  $v_0 = 20 \text{ m/s}$ , 质点的加速度在第1 s内  $a_1 = -5 \text{ m/s}^2$ , 第2 s内  $a_2 = -4 \text{ m/s}^2$ , 第3 s内  $a_3 = -3 \text{ m/s}^2$ , 第4 s内  $a_4 = -2 \text{ m/s}^2$ , 第5 s内  $a_5 = -1 \text{ m/s}^2$ , 第5 s末后  $a = 0$ . 则质点最后的速度怎样?

〔分析和解答〕 从质点的整个运动过程来看,质点不是做匀变速直线运动,故不能用  $v_t = v_0 + at$  求解. 但就每1 s看,质点做匀变速运动,可用  $v_t = v_0 + at$  求解,但运算较繁. 如果我们理解了加速度描写的是质点速度变化的快慢和变化方向,该题就容易求解了.

在前5 s内,质点的速度共减小  $(5 + 4 + 3 + 2 + 1) \text{ m/s}$ , 故质点在第5 s末的速度  $v = (20 - 15) \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$ . 第5 s后,质点无加速度,故速度  $v = 5 \text{ m/s}$  不变化. 故质点最后的速度为  $5 \text{ m/s}$ , 方向与初速度方向相同.

〔总结与提高〕 对有些物理问题,不一定要按物理公式求解,通过对物理过程的分析后,可用物理概念求解. 这样做,既深化了对概念的理解和应用,又提高了物理思维的品质.

### 能力演练题库

#### 〔跟踪试题〕

1. 甲、乙二物体先后从同一位置自由落下,如以乙为参照物,则甲的运动状态是 ( )
  - A. 静止
  - B. 做匀速直线运动
  - C. 做匀加速直线运动
  - D. 做变加速直线运动
2. 对于加速度,下列说法正确的是 ( )
  - A. 加速度为零的质点一定处于静止状态
  - B. 物体的加速度减小,其速度必随之减小
  - C. 物体的加速度增大,其速度不一定增大
  - D. 物体的加速度越大,其速度变化越大
3. 有两个做匀变速运动的质点,那么 ( )
  - A. 经过相同的时间,速度大的质点加速度必大
  - B. 若初速度相同,速度变化大的质点加速度必大
  - C. 若加速度相同,初速大的质点的末速度必大
  - D. 相同的时间内,加速度大的质点的速度变化必大
4. 一个电子在匀强磁场中沿半径为  $R$  的圆周运动,转了3圈回到原位置. 运动过程中位移大小的最大值和路程的最大值分别是 ( )

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

B.  $2R, 2R$

C.  $2\pi R, 2R$

D.  $2R, 6\pi R$

5. 一个运动员在百米赛跑中, 测得他在 50 m 处的瞬时速度是 6 m/s, 16 s 末到达终点时的瞬时速度为 7.5 m/s, 则全程内的平均速度是 ( )

A. 6 m/s

B. 6.25 m/s

C. 6.75 m/s

D. 7.5 m/s

6. 汽车沿平直公路做加速度为  $0.5 \text{ m/s}^2$  的匀加速运动, 那么在任意 1 s 内

( )

A. 汽车的末速度一定等于初速度的 0.5 倍

B. 汽车的初速度一定比前 1 s 内的末速度大 0.5 m/s

C. 汽车的末速度比前 1 s 内的初速度大 0.5 m/s

D. 汽车的末速度一定比初速度大 0.5 m/s

### 【提高试题】

7. 物体沿直线以速度  $v_1$  走了  $s$ , 又以同向的速度  $v_2$  走了  $s$ , 它在这  $2s$  位移的平均速度  $\bar{v} = \underline{\hspace{2cm}}$ . 若以速度  $v_1$  走了时间  $t$ , 又以同向的速度  $v_2$  走了  $t$ , 在时间  $2t$  内的平均速度  $\bar{v}' = \underline{\hspace{2cm}}$ .

8. 某人沿着半径为 50 m 的圆周运动, 从 A 点开始通过半圆到达 B 点所用的时间为 100 s, 则他在这段时间内的平均速度大小是  $\underline{\hspace{2cm}}$  m/s, 方向  $\underline{\hspace{2cm}}$ ; 平均速率是  $\underline{\hspace{2cm}}$  m/s.

9. 球以 20 m/s 的速度水平射来, 球员把球以 40 m/s 的速度反踢回去, 踢球时间为 0.02 s, 求球的加速度.

10. 一支队伍匀速前进, 通讯兵从队尾到队前并又立即返回. 当通讯兵回到队尾时, 队伍已前进了 200 m. 在这个过程中, 通信兵的位移大小是  $\underline{\hspace{2cm}}$  m.

### 【创新试题】

11. 某质点从静止出发, 第 1 s 内该质点具有  $a_1 = 1 \text{ m/s}^2$  的恒定加速度, 第 2 s 内  $a_2 = 0$ , 第 3 s 内具有  $a_3 = 1 \text{ m/s}^2$  的恒定加速度, 第 4 s 内  $a_4 = 0 \dots$  求物质点在第 100 s 末的速度及前 100 s 内的位移.

12. 甲、乙两列相距 100 km 的火车, 均以 50 km/h 的速度相向而行, 同时有一只鸟在甲火车头处以 60 km/h 的速率飞向乙车, 当鸟到达乙火车头时, 便立即掉头又以原速率飞向甲车, 当鸟回到甲火车头后又立即掉头飞向乙车, 如此反复进行. 试问:

(1) 当两车相遇时, 小鸟飞行了多少路程?

(2) 在这期间小鸟的平均速度是多少?

### 【参考答案】

1. B

2. C

3. D

4. D

5. B

6. D

7.  $\frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}, \frac{v_1 + v_2}{2}$

8. 1. 由 A 指向 B, 3.14    9.  $-3\,000\text{ m/s}^2$     10. 200    11.  $50\text{ m/s}$ ,  $2\,525\text{ m}$   
 12. (1) $60\text{ km}$ , (2) $50\text{ km/h}$

## 第二节 匀变速直线运动的规律及应用

### 导标显示屏幕

| 知识目标    | 目标导航                                                                                                            |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 匀变速直线运动 | 物体在一条直线上运动, 在相等的时间内速度变化相等                                                                                       |
| 基本公式    | 1. 速度公式: $v_t = v_0 + at$<br>2. 位移公式: $\begin{cases} s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \\ s = \bar{v} t \end{cases}$ |
| 导出关系    | 1. $v_t^2 - v_0^2 = 2as$<br>2. $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$<br>3. $v_{\frac{t}{2}} = \bar{v}$                |

### 导学点拨窗口

#### 【点击重点难点】

1. 在基本公式及导出关系中, 除时间  $t$  外, 其他量都为矢量, 故在解题中, 首先要选好正方向, 与正方向相反的物理量用负值代入计算. 一般选初速度  $v_0$  的方向为正, 有时也可能选加速度  $a$  的方向为正.

2. 对于速度减为零后将不再运动的匀减速运动, 它有最大运动时间  $t = \frac{v_0}{a}$ , 对应有最大位移  $s = \frac{v_0^2}{2a}$ . 若题给时间  $t > \frac{v_0}{a}$ , 就不加分析而死代位移公式, 就会得出错误结果. 例如, 汽车刹车问题.

3. 利用匀变速直线运动的特点解题, 常可收到化难为易、简捷明快的效果. 图 1-1 为匀变速直线运动的各物理量及符号:

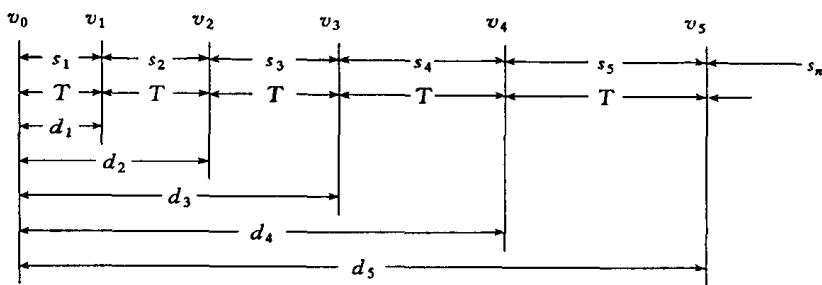


图 1-1

(1) 在连续相等时间内的位移差为一恒量, 即:

$$\Delta s = s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \cdots = s_n - s_{n-1} = aT^2$$

(2) 某段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的速度, 即:

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = v_{\frac{t}{2}} = v_0 + a \left( \frac{t}{2} \right)$$

(3) 某段时间内的平均速度等于这段时间的初、末速度的算术平均值, 即:

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

(4) 质点在某段位移中点的即时速度等于这段位移两端初、末初速度的几何平均值, 即:

$$v_{\frac{s}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$$

(5) 若质点从静止出发, 则在  $T$  内,  $2T$  内,  $3T$  内... 的位移之比等于从 1 开始的连续自然数的平方之比, 即:

$$d_1 : d_2 : d_3 : \cdots : d_n = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \cdots : n^2$$

(6) 若质点从静止出发, 则在连续相等时间内的位移之比等于由 1 开始的连续自然奇数之比, 即:

$$s_1 : s_2 : s_3 : \cdots : s_n = 1 : 3 : 5 : \cdots : (2n - 1)$$

(7) 若质点的初速度为零, 则质点在  $T$  末,  $2T$  末,  $3T$  末, ...,  $nT$  末的速度之比等于由 1 开始的连续自然数之比, 即:

$$v_1 : v_2 : v_3 : \cdots : v_n = 1 : 2 : 3 : \cdots : n$$

(8) 若质点的初速度为零, 则质点通过连续相等的位移所用的时间之比为:

$$t_1 : t_2 : t_3 : \cdots : t_n = 1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : \cdots : (\sqrt{n} - \sqrt{n-1})$$

以上特点, 希望同学们能证明它, 弄清它们的来龙去脉, 做到心中有数, 用起来游刃有余。

4. 匀减速运动可看做是匀加速运动的逆过程, 在处理运动学问题时, 可灵活运用这一规律。

## 【训练思路方法】

〔例 1〕 一辆汽车从原点  $O$  由静止出发沿  $x$  轴做直线运动, 为研究汽车运动规律而记下它在各时刻的位置和速度, 见下表:

|                          |   |     |   |     |   |    |    |    |
|--------------------------|---|-----|---|-----|---|----|----|----|
| 时 刻: $t/s$               | 0 | 1   | 2 | 3   | 4 | 5  | 6  | 7  |
| 位置坐标: $x/m$              | 0 | 0.5 | 2 | 4.5 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| 瞬时速度: $v/m \cdot s^{-1}$ | 0 | 1   | 2 | 3   | 4 | 4  | 4  | 4  |

(1) 判断汽车在所观察时间内的运动性质;

(2) 求汽车在前 4 s 内的加速度;

(3) 求汽车在前 3.5 s 末的瞬时速度;

(4) 求汽车在第 8 s 末的瞬时速度.

〔分析和解答〕 汽车的运动性质由初速度、速度变化规律及运动轨迹构成. 从题意和题给数据可知汽车的轨迹为直线, 初速为 0. 而要看汽车速度的变化规律, 可以从以下五个方法中选其一考虑: ①相等时间内的速度变化; ②头  $1T$ 、 $2T$ 、 $3T$ … 内的位移之比; ③从静止出发, 在连续相等时间内的位移之比; ④连续相等时间内相邻位移之差; ⑤  $v-t$  图.

(1) 汽车在前 4 s 内做初速度为 0 的匀加速度直线运动, 其判断方法如下:

汽车在相等的时间内速度变化相等, 即每过 1 s 速度都增加 1 m/s.

其他判断方法请同学们自己练习.

因为汽车在第 4 s 末至第 7 s 末的 3 s 内, 每 1 s 内通过的位移都相等(为 4 m), 所以在该段时间内, 汽车以 4 m/s 的速度做匀速直线运动.

(2) 汽车在前 4 s 内的加速度大小  $a = \frac{v_4 - v_0}{t} = \frac{4 - 0}{4} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2$ .

(3) 求汽车在前 3.5 s 末的瞬时速度有如下方法:

方法 1:  $v_t = at = 1 \times 3.5 \text{ m/s}$ .

方法 2: 某段时间中间时刻的瞬时速度等于该段时间内的平均速度, 所以

$$v_{t\text{中}} = \bar{v}_t = \frac{x_4 - x_3}{t} = \frac{8 - 4.5}{1} \text{ m/s} = 3.5 \text{ m/s}.$$

方法 3:  $v_{t\text{中}} = \bar{v}_t = \frac{v_3 + v_4}{2} = \frac{3 + 4}{2} \text{ m/s} = 3.5 \text{ m/s}$ .

方法 4: 从图 1-2 所示的  $v-t$  图可知  $v_{t\text{中}} = 3.5 \text{ m/s}$ .

(4) 因为只观察和记录了汽车在前 7 s 内的运动情况, 故无法确定第 8 s 末的瞬时速度(不能认为是 4 m/s).

〔总结与提高〕 处理运动学问题的方法很多, 可以说解无定法, 但准确理解每一物理概念的功能和弄清运动的过程是灵活解题的关键.

【例2】 一辆汽车刹车后，以大小为  $1 \text{ m/s}^2$  的加速度做匀减速直线运动。若测出在某  $1 \text{ s}$  内汽车通过的位移为  $6.5 \text{ m}$ ，则此后汽车还能行驶的时间为 ( )

- A.  $5 \text{ s}$   
B.  $6 \text{ s}$   
C.  $6.5 \text{ s}$   
D. 因为刹车时车速未知，不能确定

【分析和解答】 根据末速度为  $0$  的匀减速直线运动的逆运动，就是匀加速直线运动，且在连续相等时间内的位移之比为奇数比。

设  $s_n = 6.5 \text{ m}$  是在第  $n$  个  $1 \text{ s}$  内通过的位移， $s_1$  为第  $1$  个  $1 \text{ s}$  通过的位移，则有：

$$s_n = s_1(2n - 1)$$

$$n = \frac{1}{2} \left( \frac{s_n}{s_1} + 1 \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{6.5}{\frac{1}{2} \times 1 \times 1^2} + 1 \right) = 7$$

所以，从逆向来看，在此以前汽车已行驶  $(7 - 1) = 6 \text{ s}$ ，即从正向看，汽车还能行驶  $6 \text{ s}$ ——应选答案 B。

另外，也可以根据含末速度  $v_t$  的匀变速直线运动位移公式  $s = v_t t + \frac{1}{2} a t^2$  进行计算。设该秒末即时速度为  $v_t$ ，则：

$$s_n = v_t + \frac{1}{2} a t^2, v_t = \frac{s_n}{t} - \frac{1}{2} a t = \left( \frac{6.5}{1} - \frac{1}{2} \times 1 \times 1 \right) \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}$$

所以汽车还能行驶的时间为：

$$t' = \frac{v_t}{a} = \frac{6}{1} \text{ s} = 6 \text{ s}$$

本题也可用  $6.5 \text{ m}$  内的平均速度求解，请同学们试一试。

【总结与提高】 逆向思维是进行科学研究的重要方法之一，其客观基础是在一定的条件下，一切物质运动(如机械运动、热运动、电运动和光的传播等)都具有可逆性，即在时间反演或者空间反演时，物理规律具有不变的特性，因此可以从正向过程迁移到逆向过程。利用逆向思维方法，不仅可以使分析和解决问题的思路变得极为简捷，而且还常常使陷入“山重水复疑无路”的正向思维，走向“柳暗花明又一村”的境界。

### 能力演练题库

#### 【跟踪试题】

1. 两个物体做匀变速直线运动，在给定的时间内，位移的大小决定于 ( )

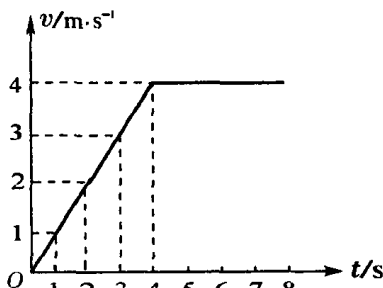


图 1-2



- A. 加速度      B. 初速度      C. 末速度      D. 平均速度

2. 质点从静止开始做匀加速直线运动, 在第一个 2 s、第二个 2 s 和第 5 s 内三段位移之比是\_\_\_\_\_.

3. 质点由静止开始做匀加速直线运动, 若在第 4 s 内位移为  $s$  m, 则第 6 s 内的位移为\_\_\_\_\_m, 前 5 s 内通过的位移为\_\_\_\_\_m, 第 4 s 初的速度为\_\_\_\_\_m/s.

4. 质点由静止开始做匀加速直线运动, 若通过第 4 m 所用的时间为  $t$  s, 则通过第 6 m 所用的时间为\_\_\_\_\_s, 通过前 5 m 所用的时间为\_\_\_\_\_s, 第 4 m 初的速度为\_\_\_\_\_m/s.

### 【提高试题】

5. 以 8 m/s 的速度行驶的小汽车, 紧急刹车后的加速度大小为  $6 \text{ m/s}^2$ , 则刹车后 4 s 内的位移为\_\_\_\_\_m.

6. 一物体作匀变速直线运动, 某时刻速度大小为 4 m/s, 1 s 后速度的大小变为 10 m/s. 在这 1 秒内该物体的 ( )

- A. 位移的大小可能小于 4 m  
B. 位移的大小可能大于 10 m  
C. 加速度的大小可能小于  $4 \text{ m/s}^2$   
D. 加速度的大小可能大于  $10 \text{ m/s}^2$

7. 如图 1-3 所示, 有三个光滑斜面  $a$ 、 $b$ 、 $c$ , 倾角分别为  $15^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ , 三个斜面的底边长度相同, 都为  $l$ . 一个滑块分别从这三个斜面的顶端由静止开始滑下, 设从斜面  $a$ 、 $b$ 、 $c$  滑至底端所用的时间分别为  $t_a$ 、 $t_b$ 、 $t_c$ , 则 ( )

- A.  $t_a > t_b > t_c$       B.  $t_a < t_b < t_c$   
C.  $t_a > t_c > t_b$       D.  $t_a < t_c < t_b$

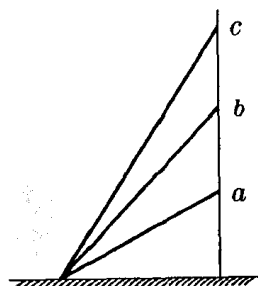


图 1-3

8. 如图 1-4 所示,  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  为空间中以  $O$  点出发的四条光滑轨道. 有四个小物体同时从  $O$  点由静止出发, 分别沿  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  轨道运动, 经过时间  $t$ , 四物体在 ( )

- A. 同一平面上      B. 同一球面上  
C. 同一斜面上      D. 同一抛物面上

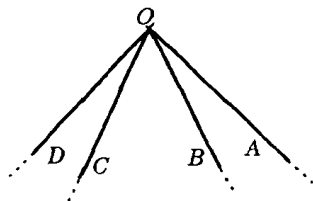


图 1-4

9. 质点做匀加速直线运动, 由  $A$  到  $B$  和由  $B$  到  $C$  所用的时间均是 2 s, 且前 2 s 和后 2 s 的位移分别为 8 m 和 12 m, 求该质点的加速度、初速度和末速度.

10. 质点做匀加速直线运动, 它在第 3 s 和第 6 s 内的位移分别是 2.4 m 和