



中学生完全攻略书系
权威·全面·速查

完全攻略

高中物理学考必备 Complete Strategies

主编◎卢银中 李百炼

◎思维解读 ◎解法归纳 ◎知识详解 ◎疑难突破



YZLI0890162221



湖南少年儿童出版社
HUNAN JUVENILE & CHILDREN'S PUBLISHING HOUSE

中学生完全攻略书系
权威·全面·速查



完全攻略

Complete Strategies 高中物理学考必备

丛书主编◎卢银中 李百炼

本册主编◎李百炼 尹有强

编委◎李百炼 唐昭信 尹有强 何财林 朱达亮
李长发 欧阳长胜 卢银中 周曙光 邓志伟



◎思维解读 ◎解法归纳 ◎知识详解 ◎疑难突破



YZLI0890162221

湖南少年儿童出版社
HUNAN JUVENILE & CHILDREN'S PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

高中物理学考必备完全攻略 / 李百炼, 尹有强编著.

—长沙: 湖南少年儿童出版社, 2011. 7

(中学生完全攻略书系)

ISBN 978 - 7 - 5358 - 6742 - 1

I. ①高… II. ①李… ②尹… III. ①中学物理课—高中—教学参考资料 IV. ①G634. 73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 131879 号

策划编辑: 徐烈军

责任编辑: 徐烈军 陈星星

质量总监: 郑 瑾

出版人: 胡 坚

出版发行: 湖南少年儿童出版社

社 址: 湖南省长沙市晚报大道 89 号 邮编: 410016

电 话: 0731 - 82196301 (销售部) 82196313 (总编室)

传 真: 0731 - 82196301 (销售部) 82196330 (综合管理部)

经 销: 湖南省新华书店

常年法律顾问: 北京市长安律师事务所长沙分所 张晓军律师

印 制: 长沙丰华印刷厂

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张: 19

版 次: 2011 年 8 月第 1 版

印 次: 2011 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 29.00 元

版权所有 侵权必究

质量服务承诺: 若发现缺页、错页、倒装等印装质量问题, 可直接向本社调换。

服务电话: 0731 - 82196362

在升学和升职竞争日趋激烈的大环境里，淘汰就是生态。当学子们担负着重荷艰难前行时，谁能想之所想、急之所急？谁能教之以良策、辅之以巨力，帮助他们以学习能手的姿态走向成功？本丛书着眼于强化学科素质，着力于应对毕业、升学考试，着手于课程的学习、巩固和过关，在课标与能力、传授与吸收、学习与检测、学考与高考之间搭建桥梁，指引津渡，让你由生手而熟手，由能手而巧手，从而轻装上阵，攻城略地，过关斩将，决胜两考。

这套“新课标完全攻略”丛书，就是为你提供全面落实新课标理念的高中课程完美攻坚方略的。它包括知识体系的网状呈现，知识点的明晰解释，典型例题的详解步骤和克难攻坚的方法技巧。编者从“学”的角度来设计“知”“能”框架，充分体现学生的认知水平和思维习惯，又以“教”的高度，由浅入深，循序渐进，及时点拨，引导学生带着工具、方法上路。它既是学生入学修业的良师益友，又是教师教学辅导的业内高参。

弄舟学海，只有找到最佳航向，才能以最短航程抵达彼岸。学习功课，只有兼顾知识基础的全面性、知识之间的相关性，才能形成综合能力，带来高质高效。本丛书从各学科特点出发，知识立意和能力立意并重，将知识点和能力点序列化，是你学习的顾问、攻坚的利器。先用知识网络引导读者“入乎其内”，辅以逐项解读，领读者“渐入佳境”，然后借鉴经典例题，将解题的“通途”和“歧路”作对比分析，达到“出乎其外”。

下面就每个章节的编写思路、流程及功能分别予以说明，以资阅读、理解和运用。

知识导图 以交柯错叶、主次分明的几何图形，完美呈现各章节的知识点，连点成线，积线成面，结面成网。缩成知识的外部形貌，析出知识的内在逻辑。读图助理解，析图助识记，按图可检索，弃图可运用。

课程导航 提示高中新课程标准对本节知识点和能力点的要求，从概念到运用。

两考定位 揭示本节知识和技能在考试中的地位和考查的要求，从学考到高考。

知识解读 依据知识网络的架构，精确描述“网”上各“点”的内涵和外延，全面解读常考的重点难点，适时勾出常见易错易混点；借助来自学考、高考及其模拟考的相关题目，详细讲解涉及各能力点的命题规律和解题思路，让学习者从“知其然”到“知其所以然”。逐“点”叙述，分项剖析；借“点”发散，激活思维；随“点”设题，查杀漏缺。这就是本书独特的编写个性。这种行文风格使得本书在教辅书林中独树一帜。初学时使用它，顿生脚踏实地、步步为营之感；复习时使用它，渐悟滤去沉渣、发现新陆之妙。

Preface

疑难透视 在全面解读知识网络的基础上，深入探讨学习者在理解、运用过程中可能遇到的疑难问题，找出瓶颈，结合实例，“依乎天理，批大郤，导大窾”，逐步达到“游刃有余”的境界。对那些难倒大多数学生的“顽疾痼弊”，则应之以“组合拳”，既列举频现于学生答卷的各类失分点并予以点拨，又专门编排了识记技巧、理解法门、解题指津、难关通道等一系列颇具针对性的方法。

巩固提高 分章节选编紧扣课程导航、两考定位和知识网络的检测卷，以巩固知识基础，强化思维品质，提高实战能力，增益学习者参加学考和高考的实力和信心。除少量借鉴近几年比较成熟的学考、高考原题或改编的模拟题外，绝大部分题目为编者原创。为利于自我测评，书末附有检测卷的全部答案和中等难度以上题目的详细解析。

编者常有两难。在承继传统和与时俱进之间，不免遇到尴尬；在打造特色和面向全体方面，不免顾此失彼。欢迎方家批评指正并及时反馈。

衷心感谢果断采用本书者，更加钦佩认真使用本书者。

编 者

尊敬的老师，在此真诚地邀请您加入睿翼文化编辑部，成为我部特约编辑。欢迎您为我编辑部撰写、审读稿件，对我们的产品提出修改意见，提供教学一线资讯。敬请您联系我们：E-mail: bdmf.2007@163.com QQ: 757775637

亲爱的同学们，你也可通过E-mail: rets2007@163.com, QQ: 2506930876和我们的编辑直接交流。



目录

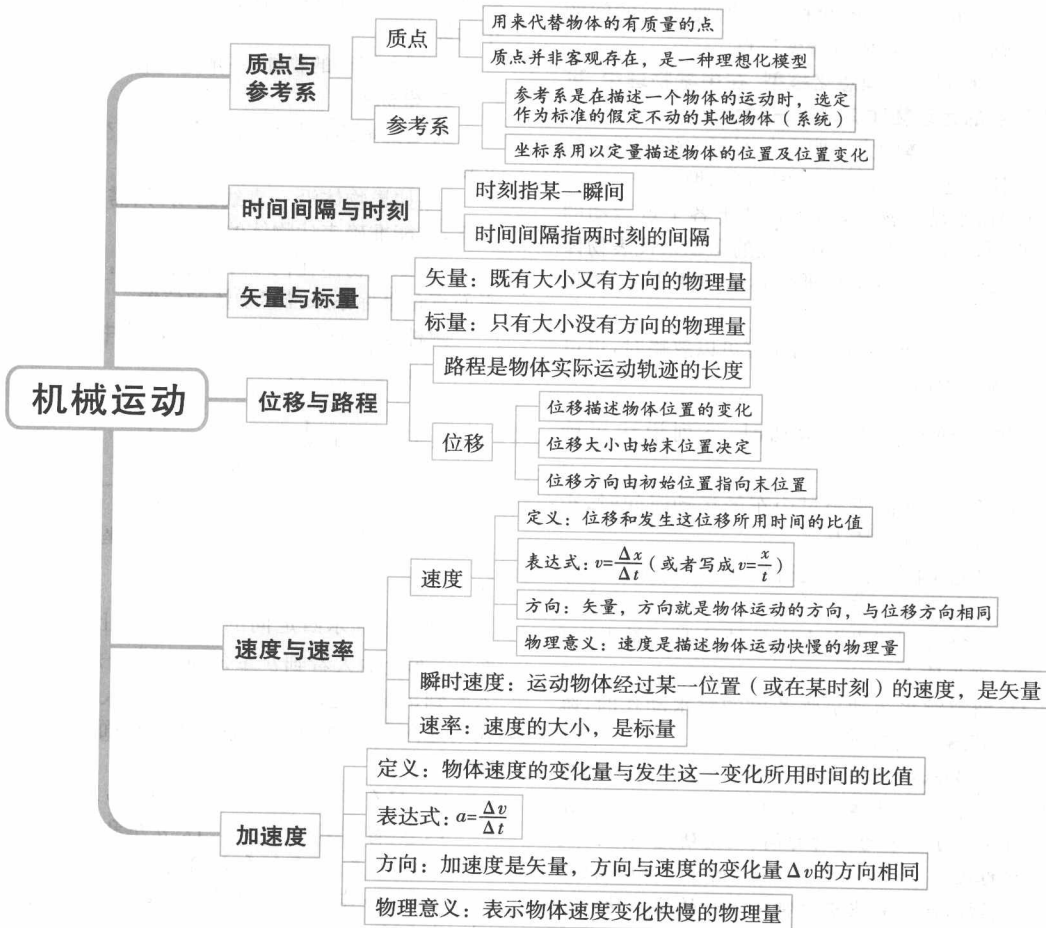
Contents

第一章 运动的描述	1
第二章 匀变速直线运动	7
第三章 相互作用	16
第四章 牛顿运动定律	32
第五章 曲线运动	45
第六章 万有引力与航天	59
第七章 机械能守恒定律	70
第八章 静电场	84
第九章 恒定电流	101
第十章 磁场	119
第十一章 电磁感应	135
第十二章 交变电流 传感器	148
第十三章 分子动理论	159
第十四章 气体	168
第十五章 物态和物态变化	176
第十六章 热力学定律	183
第十七章 机械振动	191
第十八章 机械波	203
第十九章 光	218
第二十章 电磁波	234
第二十一章 相对论简介	242
第二十二章 动量守恒定律	247
第二十三章 波粒二象性	263
第二十四章 原子结构	270
第二十五章 原子核	277
参考答案与解析	287

Chapter 1

第一章 运动的描述

知识导图...



知识导图

课标导航

两考定位

知识解读

疑难透视

巩固提高

课程导航...

1. 理解参考系、质点、时间间隔、时刻、位移、路程、速度、加速度等基本概念。
2. 会根据条件建立质点模型。
3. 理解相关知识之间的联系和区别(如时间间隔和时刻、位移和路程、速度和速率、速度和加速度)

两考定位...

1. 高考中单纯对描述运动的物理量的考查不多,但其有关概念几乎渗透到高考的各个考点之中。学业水平考试中常有对描述运动的物理量的考查。
2. 考查运动学的基本概念多以选择题形式出现。

知识解读...

一、机械运动

1. 定义

一个物体相对于另一个物体的位置的改变。

2. 分类

按运动形式可分为平动、转动、振动等;按轨迹可分为直线运动和曲线运动。

二、质点

1. 定义:用来代替物体而具有质量的点。

2. 实际物体看做质点的条件

当物体的大小和形状相对于所要研究的问题可以忽略不计时,物体可看做质点。

3. 质点是一个理想化模型,在中学物理中,可视为质点的运动物体有以下三种情况

(1)运动物体的大小跟它与所研究的对象间的距离相比可忽略不计时,该物体可当做质点。

(2)做平动的物体,由于物体上各个点运动的情况相同,可以选物体上任一点的运动来代表物体的运动,故平动的物体在研究其运动性质时,可将它视为质点。

(3)有转动,但相对平动而言可以忽略时,也可以把物体视为质点。

例 1 研究物体的运动时,下列说法正确的是 ()

- A. 研究小峰同学坐过山车的运动时间时,小峰不可视为质点
- B. 研究飞机做特技飞行的技术动作时,飞机不可视为质点
- C. 研究“神七”飞向太空的轨迹时,“神七”可视为质点
- D. 研究跳水运动员陈若琳的跳水动作时,陈若琳可视为质点

解析:如果物体的大小和形状在所研究的问题中属次要因素,该物体就可看做质点。无论是研究小峰同学坐过山车的运动时间,还是研究“神七”飞向太空的轨迹,小峰同学、“神七”的大小和形状均可忽略不计;而研究飞机做特技飞行的技术动作和研究跳水运动员陈若琳的跳水动作时,陈若琳、飞机的大小和形状是不可忽略的,故选项 B、C 正确。

思路点拨:本题考查的是物体可看做质点的条件。理解物体无论大小、形状如何,只要相对于所要研究的问题其大小和形状可以忽略不计时,物体就可看做质点。同一个物体有时可看做质点,有时却不能看做质点。

答案:BC

三、参考系和坐标系

1. 参考系

在描述一个物体的运动时,选定作为标准的假定不动的其他物体(系统)叫参考物(系)。

(1)描述一个物体是否运动,决定于它相对于所选的参考系的位置是否变化,由于所选取的参考系并不是真正静止的,所以物体运动的描述只能是相对的。

(2)描述同一运动时,若以不同的物体作为参考系,观察的结果可能不同。

(3)参考系的选取原则上是任意的。但实际问题中,应以研究问题方便,对运动的描述尽可能简单为原则。

地面上运动的物体,一般选地面为参考系。

2. 坐标系

要定量地描述物体的位置及位置变化,需要建立适当的坐标系。

(1)如果物体沿一直线运动,只需建立直线坐标系,就能准确表达物体的位置。

(2)如果物体在同一平面内运动,就需要建立平面直角坐标系来描述物体的位置。

两种坐标系如图 1-1 所示,其中 $x_A = 2 \text{ m}$, $x_B = 3 \text{ m}$, $y_B = 4 \text{ m}$ 。

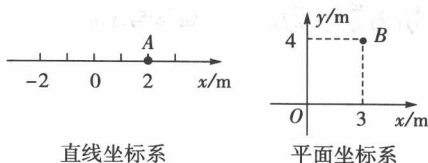


图 1-1

例 2 在东西走向的平直公路上,有三辆客车。a 车上的人看到 b 车匀速向东运动, c 车上的人看到 a 车匀速向西运动, b 车上的人看到路旁的树匀速向东运动,则这三辆车相对地面可能静止的是 ()

- A. 只有 a 车
- B. 只有 b 车
- C. 只有 c 车
- D. a 车和 c 车

解析:b 车上的人看到路旁的树匀速向东运动,可判定 b 车是向西匀速运动的; a 车上的人看到 b 车匀速向东运动,可判定 a 车是向西匀速运动的,而且 a 车比 b 车运动得快; c 车上的人看到 a 车匀速向西运动, c 车有可能向西运动,但速度比 a 车要慢,也可能向东运动,还有可能是静止的,故选项 C 正确。

思路点拨:本题考查的是参考系的选取。有多个参考系时,首先要选取容易判断的物体分析,然后根据运动和静止的相对性,逐个分析判断物体相

对于各选定参考系的运动情况。

答案: C

四、时刻和时间间隔

1. 时刻

时刻指的是某一瞬时,在时间轴上,用一个点来表示,如第2 s末、第2 s初等,时刻是状态量。如图1-2所示。

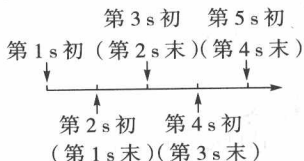


图1-2

2. 时间间隔

时间间隔指的是两个时刻之间的间隔,在时间轴上用一段线段来表示,如前2 s内、第2 s内等,时间是过程量。如图1-3所示。

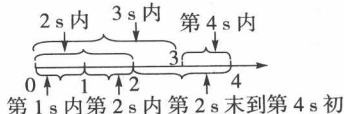


图1-3

五、位移和路程

1. 位移

用来描述物体位置的变化物理量,用由初位置指向末位置的有向线段表示。有向线段的长度表示位移的大小,有向线段的方向表示位移的方向。

2. 路程

物体实际运动轨迹的长度。

如图1-4所示,AB表示位移,折线ACB和弧线ADB的长度表示路程。

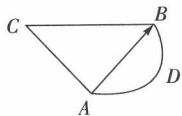


图1-4

3. 位移和路程的区别与联系

	位 移	路 程
区 别	描述质点位置变化,用从初位置指向末位置的有向线段表示	描述质点实际运动轨迹的长度
	有大小,也有方向	有大小,无方向
	由质点的初、末位置决定,与质点运动轨迹无关	既与质点的初、末位置有关,也与质点运动路径有关
联 系	①都是描述质点运动的空间特征 ②都是过程量 ③一般说来,位移的大小不大于相应的路程,只有质点做单向直线运动时,位移的大小才等于路程	

例3 某人站在楼房顶层从O点竖直向上抛出一个球,上升的最大高度离O点的距离为20 m,然后落回到抛出点O下方15 m的B点,则小球在这一运动过程中通过的路程和位移分别为(取竖直向上为正方向) ()

- A. 15 m, 15 m B. 55 m, 15 m
C. 15 m, -15 m D. 55 m, -15 m

解析: 小球上升的距离为20 m,它从最高点下落到B点的距离为35 m,所以小球在题设过程中通过的路程为55 m。小球的初位置是O点,末位置为B点,O到B点的有向线段长度为15 m,方向竖直向下,与规定的正方向相反,所以小球在题设过程中通过的位移为-15 m。故选项D正确。

思路点拨: 本题考查的是路程与位移的区别。路程是物体实际运动轨迹的长度,位移是从物体的初位置指向末位置的有向线段,正或负表示位移的方向与规定的正方向相同或相反。

答案: D

六、矢量和标量

1. 矢量

既有大小又有方向的物理量。例如位移、力、速度等。

2. 标量

只有大小没有方向的物理量。例如路程、质量、时间等。

3. 矢量和标量的区别

矢量是有方向的,标量没有方向;标量相加时,只需按算术加法的法则运算就行了,矢量则不然,不能直接相加减,而应按矢量运算法则进行。

七、速度与速率

1. 速度

(1)定义:物体运动的位移和发生这段位移所用时间的比值。

(2)表达式: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (或者写成 $v = \frac{x}{t}$)。

(3)物理意义:速度是描述物体运动快慢的物理量,也可以说是描述物体位置变化快慢的物理量。速度越大,表示物体运动得越快。

(4)方向:速度是矢量,速度的方向就是物体运动的方向,与位移方向相同。

(5)单位:国际单位为米每秒,符号是 m/s,常用单位还有:千米每小时(km/h),厘米每秒等(cm/s)。

2. 平均速度

(1)定义:运动物体的位移和发生这段位移所

用时间的比值,常用字母 $\bar{v}$ 表示。

(2)表达式: $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 。

(3)平均速度表示做变速运动的物体在某一段时间(或位移)内的平均快慢程度,只能粗略地描述物体的运动快慢。

(4)方向:平均速度是矢量,其方向与一段时间内发生的位移方向相同。

3. 瞬时速度

(1)定义:运动物体经过某一位置(或在某时刻)的速度。

(2)物理意义:瞬时速度是精确描述做变速运动的物体在某个时刻(或位置)的运动情况的物理量,反映某个时刻(或位置)的运动快慢程度。

(3)方向:瞬时速度是矢量,其方向与物体经过某一位置时的运动方向相同。

注意:平常我们所说的速度既可能是平均速度,也可能是瞬时速度,要根据上、下文来判断。

4. 速度和速率的比较

项目	速度	速率
定义	运动物体在某一时刻(或某一位置)的速度叫瞬时速度,简称速度	瞬时速度的大小,叫做瞬时速率,简称速率
意义	描述物体的运动快慢和运动方向	描述物体的运动快慢,不描述运动方向
性质	矢量	标量
关系	两者大小总是相等	

例 4 有关瞬时速度、平均速度和平均速率,下列说法正确的是 ()

- 瞬时速度是指物体在某一位置或某一时刻的速度
- 平均速度是物体在一段时间内的位移与发生这段位移所用时间的比值
- 做变速运动的物体,平均速率就是平均速度的大小
- 物体做变速运动时,平均速度是指物体通过的路程与所用时间的比值

解析:根据定义可知,瞬时速度是指运动物体经过某一位置(或在某一时刻)的速度,平均速度与一段时间或一段位移相对应,平均速率是指物体运动的路程与所用时间的比值。故选项 A、B 正确。

答案: AB

八、加速度

1. 定义

物体速度的变化量与发生这一变化所用时间的比值。

2. 表达式

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

3. 单位

在国际单位制中,加速度的单位是 m/s^2 ,读作米每二次方秒。

4. 物理意义

表示物体速度变化快慢的物理量,在数值上等于单位时间内速度的变化量。加速度大,表示运动物体速度变化得快;加速度小,表示运动物体速度变化得慢。

理解时应注意:加速度 a 不是反映运动的快慢,也不是反映速度变化量的大小,而是反映速度变化的快慢,即速度的变化率($\Delta v/\Delta t$)。

5. 矢量性

加速度是矢量,方向与速度的变化量 Δv 的方向相同,与速度方向没有必然联系。

6. 速度、速度改变量、加速度的比较

项目	速度	加速度	速度改变量
物理意义	描述物体运动快慢的物理量,是状态量	描述物体速度变化快慢的物理量,是状态量	描述物体速度改变程度的物理量,是过程量
定义式	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$\Delta v = v - v_0$
单位	m/s	m/s^2	m/s
决定因素	v 的大小由 x 与 t 决定	a 不是由 v 、 t 、 Δv 来决定的, a 由 $\Delta v/\Delta t$ 的比值决定	Δv 由 v 与 v_0 决定,而且 $\Delta v = a \cdot t$,也由 a 与 t 决定
方向	与位移 x 同向,即物体运动的方向	与 Δv 方向一致,而与 v_0 、 v 方向无关	由 $\Delta v = v - v_0$ 或 $\Delta v = a \cdot t$ 决定方向
大小	位移与时间的比值	速度改变量与所用时间的比值	$\Delta v = v - v_0$

例5 关于速度和加速度的关系,下列说法正确的是 ()

- A. 速度越大,则加速度越大
- B. 速度变化量越大,则加速度越大
- C. 加速度很大,速度可能很小
- D. 速度变化得越快,则加速度越大

解析: 加速度是表示物体速度变化快慢的物理量。加速度不是反映运动的快慢,速度大,加速度有可能小;加速度不是反映速度变化量的大小,速度变化量大,所需的时间可能长,加速度可能小;加速度大,表示运动物体速度变化得快,但速度可能很小。故选项 C、D 正确。

思路点拨: 本题考查速度和加速度的关系,关键在于弄清楚加速度的物理意义,弄清楚加速度对速度变化的影响;加速度既有大小,又有方向,是矢量。加速度的方向决定速度是增大还是减小,加速度的大小决定速度增大或减小的快慢。

答案: CD

疑难透视...

1. 平均速度的计算问题

计算平均速度时,要找准对应时间内的位移,利用平均速度等于总位移与总时间的比值来求解。平均速度的常用计算方法有:①利用定义式

$\bar{v} = \frac{x}{t}$,这种方法适用于任何运动形式;②利用公

式 $\bar{v} = \frac{v+v_0}{2}$,这种方法只适用于匀变速直线运动。

例6 一质点做单向直线运动。(1)若前一半时间的平均速度为 $v_1 = 4 \text{ m/s}$,后一半时间的平均速度为 $v_2 = 6 \text{ m/s}$,则全程的平均速度为多少?(2)若前一半位移的平均速度为 $v_1 = 4 \text{ m/s}$,后一半位移的平均速度为 $v_2 = 6 \text{ m/s}$,则全程的平均速度为多少?

解析: 由平均速度的计算公式 $v = \frac{x_{\text{总}}}{t_{\text{总}}}$ 则有

$$(1) \text{ 全程的平均速度 } \bar{v}_1 = \frac{x_1}{t} = \frac{v_1 \cdot \frac{t}{2} + v_2 \cdot \frac{t}{2}}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 5 \text{ m/s}$$

$$(2) \text{ 全程的平均速度 } \bar{v}_2 = \frac{x_2}{t} = \frac{x}{\frac{x}{2v_1} + \frac{x}{2v_2}} =$$

$$\frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = 4.8 \text{ m/s}$$

思路点拨: 本题考查对平均速度的理解,要充

分理解平均速度的定义“运动物体的位移和发生这段位移所用时间的比值”。(1)问已知的是两个“一半时间”,则要把两段的总位移表示出来;(2)问已知的是两个“一半位移”,则要把两段的时间表示出来,最后利用定义式求解。

答案: (1) 5 m/s (2) 4.8 m/s

2. 运动的相对性问题

对运动的研究都是相对于某一参考系而言,同一运动相对于不同的参考系,会有不同的结果。比如,一辆匀速运动的汽车,对等速同向运动的汽车、对速度比它大的同向运动的汽车,分别是静止和向后运动。

研究地面上物体的运动,常以地面为参考系,有时为了研究的方便,也可以巧妙地选用其他物体做参考系(如两车的追击问题),从而可简化求解过程。

例7 一列长为 $L = 100 \text{ m}$ 的队伍,行进速度为 $v_1 = 3 \text{ m/s}$,通讯员从队尾以速度 $v_2 = 5 \text{ m/s}$ 赶到排头,又立即以速度 v_2 返回队尾。求这段时间内队伍前进的距离。

解析: 选取队伍为参考系,设通讯员赶到排头所用的时间为 t_1 ,则有 $L = (v_2 - v_1)t_1$ ①

设通讯员返回队尾所用的时间为 t_2 ,则有 $L = (v_2 + v_1)t_2$ ②

队伍在这段时间内前进的距离 $x = v_1(t_2 + t_1)$ ③

联立①②③可得 $x = 750 \text{ m}$

思路点拨: 本题考查匀速运动的相对性问题,其关键在于两个相对运动的物体,参考系如何选择,选准了参考系,便可简化求解过程。

答案: 750 m

巩固提高...

1. 一列高速动车从甲地开往乙地,下列叙述中,指时间的是 ()

- A. 高速动车在上午 10 点 10 分从甲地出发
- B. 高速动车共运行了 1 小时零 6 分
- C. 高速动车在上午 11 点 16 分到达乙地
- D. 高速动车在中途某站停了 1 分钟

2. 关于位移和路程,下列说法正确的是 ()

- A. 位移和路程大小相等,只是方向不一定相同
- B. 位移用来描述直线运动,路程用来描述曲线运动
- C. 位移取决于物体的始末位置,路程取决于物

体实际运动的轨迹

D. 位移和路程任何时候都是相同的

3. 一质点在恒力作用下以 6 m/s 的速度开始做直线运动, 经过 4 s 的时间后回到出发点, 速率仍为 6 m/s , 但方向与原速度方向相反, 则质点在该运动过程中的加速度大小为 ()

A. 0 m/s^2
B. 1.5 m/s^2
C. 3 m/s^2
D. 1.5 m/s^2 与 3 m/s^2 之间

4. 下列直线运动的位移—时间($x-t$)图象中, 表示物体做匀速运动的是 ()

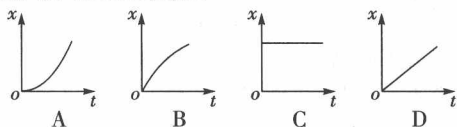


图 1-5

5. 甲、乙、丙三架观光电梯, 甲中的乘客看到高楼在向下运动; 乙中的乘客看到甲在向下运动; 丙中的乘客看到甲、乙都在向上运动, 这三架电梯相对地面的可能运动情况是 ()

A. 甲向上, 乙向下, 丙不动
B. 甲、乙都向上, 丙不动
C. 甲、乙都向上, 丙向下
D. 甲、乙、丙都向上

6. 一物体做直线运动, 第 3 s 内的位移是 2 m , 第 4 s 内的位移是 2.5 m , 下列说法正确的是 ()

A. 这两秒内平均速度是 2.25 m/s
B. 第 3 s 末的瞬时速度是 2.25 m/s
C. 物体的加速度是 0.125 m/s^2
D. 物体的加速度是 0.5 m/s^2

7. 如图 1-6 所示, A、B、C 三个质点同时同地沿一直线运动, 其位移—时间图象如图所示, 则在 $0 \sim t_0$ 这段时间内, 下列说法正确的是 ()

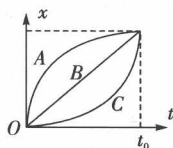


图 1-6

A. 质点 A 的位移最大
B. 质点 C 的平均速度最小
C. 三个质点的路程相等
D. 三个质点的平均速度一定相等

8. 足球守门员将一个以 2 m/s 速度迎面飞来的足球以 10 m/s 的速度踢回, 若守门员踢球的时间为 0.1 s , 则足球这段时间内的平均加速度的大小为 m/s^2 ; 足球沿草地做直线运动, 速度不断减小, 2.5 s 后足球运动到距发球点 20 m 的后卫队员处, 则此过程中, 足球运动的平均速度大小为 m/s .

9. 一起重机在竖直向上吊运重物时的速度变化如下表所示:

t/s	0	0.5	1	1.5	2	3	4	5	6	7	8	9	10
v (m/s)	0	0.25	0.5	0.75	1	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	0.8	0

(1) 在如图 1-7 所示的坐标系中作出重物的速度—时间图线;

(2) 在表格中所列时间内, 哪段时间内重物在做加速运动? 哪段时间内重物做匀速运动? 哪段时间内重物在做减速运动?

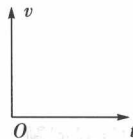


图 1-7

10. 如图 1-8 所示是一位同学利用电磁打点计时器打出的一条纸带, 相邻点的时间间隔为 0.02 s , 纸带旁边是一支最小刻度为 1 mm 的直尺, 求拖着纸带做直线运动的物体在 AC 这段时间内的平均速度和在 B 点的瞬时速度。

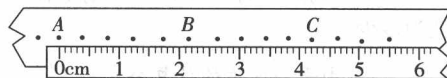


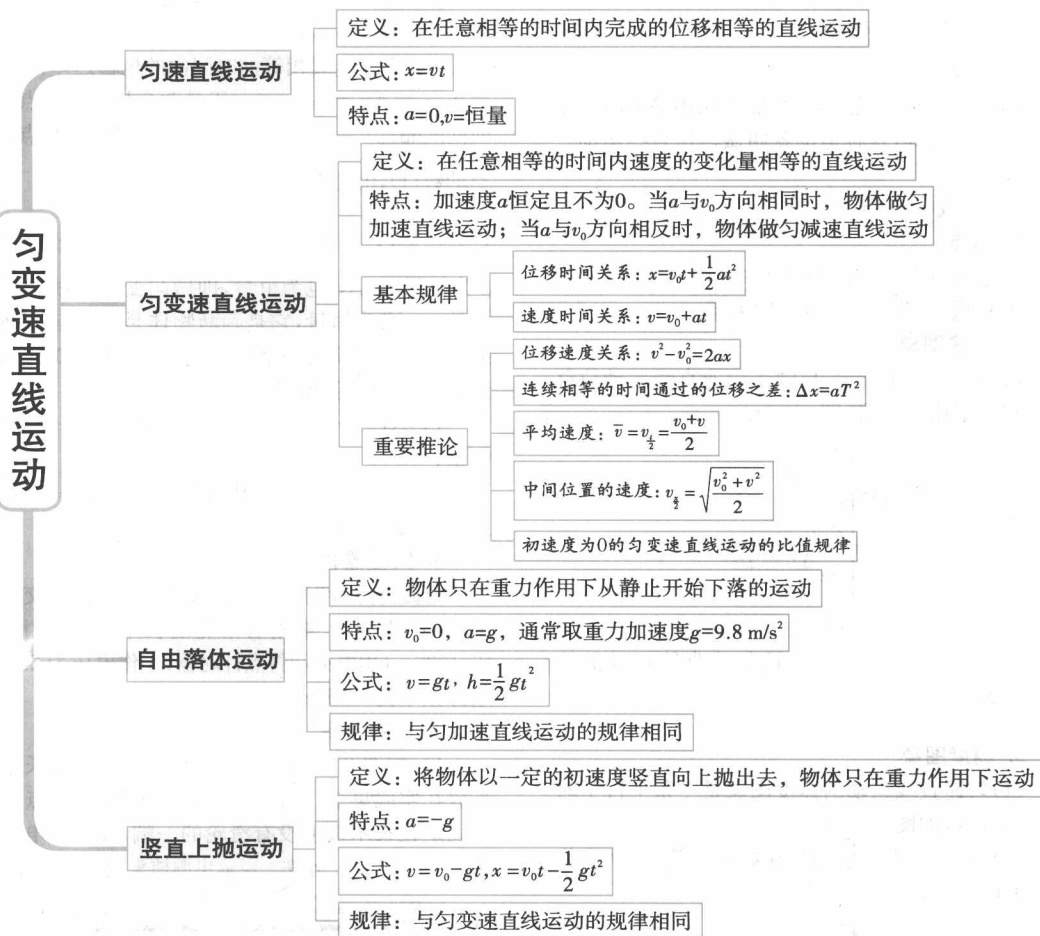
图 1-8

Chapter

2

第二章
匀变速直线运动

知识导图...



课程导航...

1. 掌握匀变速直线运动的基本概念。
2. 熟练掌握匀变速直线运动的基本规律及其形成过程，会灵活运用匀变速直线运动规律解决有关运动学问题。
3. 学会分析、计算在同一直线上的两个物体

的追及、相遇问题。

两考定位...

1. 匀变速直线运动的基本概念和基本规律是高考考查的热点，也是学业水平考试的必考内容。
2. 考查基本概念多以选择题形式出现，考查

知识导图

课程导航

两考定位

知识解读

难点透视

巩固提高

匀变速直线运动规律高考中多以计算题形式出现,且都是联系实际,解决与生产、生活、科技密切联系的具体问题,考查学生解决实际问题的能力。学业水平考试中主要考查学生对匀变速直线运动基本规律的理解。

3. 匀变速直线运动规律在高考中经常与牛顿运动定律、功能关系及动量、带电粒子在电场、磁场中的运动相结合,进行综合考查。对运用数学工具的能力也有要求。

知识解读...

一、匀速直线运动

1. 定义

物体在一条直线上运动,如果在相等的时间里完成的位移相等,这种运动就叫做匀速直线运动。

2. 公式

$$x=vt \text{ 或 } v=x/t.$$

3. 特点

①速度恒定即速度大小、方向均不变;②加速度等于0;③位移与时间成正比关系: $x=vt$ 。

4. 位移图象

(1)如图2-1所示,反映了匀速直线运动位移与时间成正比的规律,即 $x=vt$;

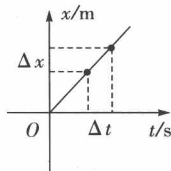


图 2-1

(2)该图象的斜率等于该匀速直线运动的速度, $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 。

5. 速度图象

(1)匀速直线运动的速度图象是一条平行于时间轴的直线,如图2-2所示;

(2)图2-2中矩形面积在数值上等于 Δt 内物体位移的大小。

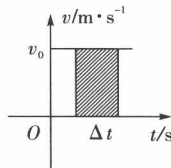


图 2-2

二、实验:用打点计时器测速度

1. 实验目的

练习使用打点计时器,学会用打上点的纸带研究物体的运动规律。

2. 实验原理

测定物体做匀变速直线运动最基本的是测出位移和时间的关系,运用匀变速直线运动的规则,对纸带数据进行处理。

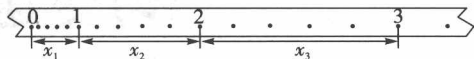


图 2-3

如图2-3所示,从计数点“0”开始每隔4个点记做一个计数点。 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 是相邻两计数点间的距离, Δx 是两个连续相等的时间内的位移之差,即 $\Delta x_1 = x_2 - x_1, \Delta x_2 = x_3 - x_2 \dots$, T 是两个相邻计数点间的时间间隔且 $T=0.02(n+1)$ s(n 为相邻两计数点间的点的数目),由运动学公式 $x_1 = v_0 T + \frac{1}{2} a T^2$; $x_2 = v_1 T + \frac{1}{2} a T^2$ 。得 $\Delta x = x_2 - x_1 = a T^2$, T 是恒量,当 a 为恒量时, Δx 也为恒量,即做匀变速直线运动的物体 Δx 必为恒量,它是判断物体是否做匀变速直线运动的必要条件。若物体做初速度为0的匀加速直线运动,其判断条件是:

(1) $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = \dots = x_n - x_{n-1} =$ 恒量;

(2) $\Delta x = 2x_1$ (x_1 为从开始运动到第一个计数点之间的距离)。

3. 实验器材

电磁打点计时器、纸带、复写纸片、低压交流电源、小车、细绳、一端附有滑轮的长木板、刻度尺、钩码、导线。(用电火花打点计时器,工作电压为220 V,电源频率为50 Hz)

4. 实验步骤

(1)按图2-4所示,把一端附有滑轮的长木板平放在实验桌上,并使滑轮伸出桌面,把打点计时器固定在长木板上没有滑轮的一端,连接好电路。

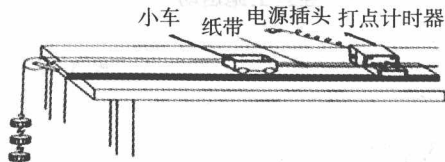


图 2-4

(2)把细绳的一端固定在小车上,跨过滑轮后在另一端挂上适量的钩码,让纸带穿过打点计时器的限位孔后一端固定在小车上,用手拉住小车。

(3)先接通电源,后放开小车,让小车运动,这样打点计时器就在纸带上打下一系列点,取下纸带,更换新纸带,至少重复 3 次。

(4)选打点清晰的纸带进行研究,舍去开头比较密集的点,确定好计数始点,每隔 4 个计时点取一个计数点,使时间间隔 $T=0.1$ s。

(5)用毫米刻度尺量出各计数点之间的距离 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, 用逐差法计算加速度的值,最后求其平均值(计算出各计数点对应的瞬时速度,作出 $v-t$ 图象,求得直线的斜率即为物体运动的加速度)。

5. 注意事项

(1)细绳尽可能与平板平行,以确保细绳对小车的拉力不变。

(2)开始释放小车时,小车应尽量靠近打点计时器。

(3)小车的加速度应适当大一些,以能在纸带长约 50 cm 的范围内清楚地取 7~8 个计数点为宜。

(4)要防止钩码落地撞坏与小车跟定滑轮相撞,应采取一些防范措施。

(5)要区别计时器打出的点与人为选取的计数点(一般把计时器打出的 5 个点作为 1 个计数点)。选取的计数点不少于 6 个。

(6)不要分段测量各段位移,应尽可能地一次测量完毕(可先统一量出各计数点到计数起点“0”之间的距离)。读数时估读到毫米的下一位。

6. 实验误差分析

本实验参与计算的量有 x 和 T , 因此误差来源于 x 和 T , 当调整好了打点计时器后, 电压的频率很稳定, 其误差小于 ± 0.2 Hz, 所以可将打点计时误差忽略不计。若测各个 x 时用分度值为 1 mm 的刻度尺, 其误差一般不超过 0.5 mm, 若点子打得清晰而小, 则误差可小于 0.2 mm, 因此我们应选择点子打得小而清晰的纸带。且要用分度值为 1 mm 的刻度尺估计到 0.1 mm。并要求眼睛要正对点和刻度尺, 以尽量减小误差。应按逐差法处理数据求加速度的平均值, 其好处是各个数据都得到了利用, 达到正、负偶然误差充分互相抵消的作用。如

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = \frac{1}{3} \left(\frac{x_4 - x_1}{3T^2} + \frac{x_5 - x_2}{3T^2} + \frac{x_6 - x_3}{3T^2} \right) \\ = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}, \text{使计算结果更接近真实值。}$$

按 $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = \dots = aT^2$ 可以判断物体是否做匀变速运动, 但若用公式 $a = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{x_2 - x_1}{T^2}$ 计算, a 值一般误差较大, 它只是粗测

匀变速直线运动加速度的一种方法。

7. 方法与技巧

(1) 纸带问题的特点和一般处理方法

打点计时器在纸带上留下物体运动的点迹如图 2-5 所示, 这类问题具有的共同特点及特殊的处理方法如下:

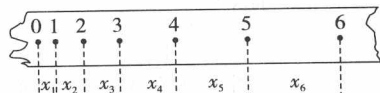


图 2-5

①这些点迹代表了运动物体在不同时刻的位置。

②每隔相等时间留一个点迹, 即任何相邻两点之间的运动时间都相等。

③选取一些比较清晰的点迹, 依次标记 0, 1, 2, 3, ... 代表这些点。

④相邻两点之间的距离依次记做 $x_1, x_2, x_3, \dots$

⑤加速度的基本算法 $a = \frac{\Delta x}{T^2}$, T 为打点周期, 即任何相邻两点之间的运动时间。 $\Delta x = x_{n+1} - x_n$, $n=1, 2, 3, \dots$ 比较精确的计算方法:

$$a = \frac{x_6 + x_5 + x_4 - (x_3 + x_2 + x_1)}{9T^2}.$$

⑥瞬时速度的计算方法: $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$, $n=1, 2, 3, \dots$

(2) 由纸带求物体运动加速度的方法

①逐差法: 根据 $x_4 - x_1 = (x_4 - x_3) + (x_3 - x_2) + (x_2 - x_1) = 3aT^2$, 同理有 $x_5 - x_2 = x_6 - x_3 = \dots = 3aT^2$, 求出 $a_1 = \frac{x_4 - x_1}{3T^2}$, $a_2 = \frac{x_5 - x_2}{3T^2}$, ..., 再算出 $a_1, a_2, \dots$ 的平均值, 这就是我们所求的匀变速直线运动的加速度。

② $v-t$ 图象法: 由公式可得 $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$, 即 $v_1 = \frac{x_1 + x_2}{2T}$, 由公式求得物体在打点 1、点 2、...、点 n 时的瞬时速度(注: 点 1、点 2、...、点 n 为计数点), 再作出 $v-t$ 图象, 图线的斜率即为该物体做匀变速运动的加速度。

例 1 某课外兴趣小组在探究小车的速度随时间变化规律的实验中, 得到如图 2-6 所示的实验纸带, 实验中打点计时器交流电的频率为 50 Hz, 纸带前面的几个点较模糊, 因此从 A 点开始每打五个点取一个计数点, 其中 B、C、D、E 点的对应速度 $v_B = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s, $v_C = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s, $v_D = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s, $v_E = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s, 由此解得 F 点的速

度 $v_F = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s。小车从 B 运动到 C 的加速度 $a_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s², 从 C 运动到 D 的加速度 $a_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s², 从 D 运动到 E 的加速度 $a_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s²。

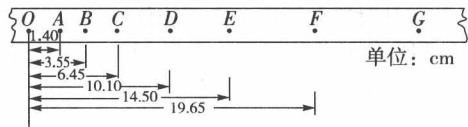


图 2-6

解析: B 点的瞬时速度为 A、C 两点间的平均速度, 其余类推。由题意可知, 每两个计数点之间的时间间隔为

$$T = 0.02 \times 5 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$$

B 点的速度为 A、C 两点间的平均速度

$$v_B = x_{AC} / 2T = (6.45 - 1.40) / (2 \times 0.1) = 25.25 \text{ (cm/s)}$$

C 点的速度为 B、D 两点间的平均速度

$$v_C = x_{BD} / 2T = (10.10 - 3.55) / (2 \times 0.1) = 32.75 \text{ (cm/s)}$$

同理可得: $v_D = 40.25 \text{ cm/s}$; $v_E = 47.75 \text{ cm/s}$

从 B、C、D、E 四点的位置关系和速度的关系我们可以提出自己的假设: 速度是越来越大, 大小之间是否存在一定的规律。利用 $v-t$ 图象对数据进行处理, 发现相邻相等时间内的速度之差相等。

$$v_C - v_B = 32.75 - 25.25 = 7.50 \text{ (cm/s)}$$

$$v_D - v_C = 40.25 - 32.75 = 7.50 \text{ (cm/s)}$$

$$v_E - v_D = 47.75 - 40.25 = 7.50 \text{ (cm/s)}$$

因此 F 点的速度为 $v_F = 55.20 \text{ cm/s}$

由加速度的定义: $a = \Delta v / \Delta t$ 可知小车从 B 运动到 C 的加速度 $a_1 = (v_C - v_B) / T = (32.75 - 25.25) / 0.1 = 75.0 \text{ cm/s}^2 = 0.75 \text{ m/s}^2$ 。

同理可得: 小车从 C 运动到 D 的加速度 $a_2 = 0.75 \text{ m/s}^2$, 小车从 D 运动到 E 的加速度 $a_3 = 0.75 \text{ m/s}^2$ 。

所以小车做加速度大小不变的直线运动。

思路点拨: 本题中“从 A 点开始每打五个点取一个计数点”说明 O 点不是计数点, 而是位移的参考点, 且相邻两计数点之间的时间间隔为 0.1 s, 而不是 0.02 s; 利用中间时刻的速度等于这段位移的平均速度求解每点的瞬时速度; 利用 $v-t$ 图象对数据的处理, 发现连续相等时间内的速度之差相等, 再由加速度的定义式求解加速度。

答案: 22.25; 32.75; 40.25; 47.75; 55.20; 0.75; 0.75; 0.75

三、匀变速直线运动的速度与时间的关系

1. 匀变速直线运动的定义

沿着一条直线, 且加速度不变的运动叫做匀变

速直线运动。

2. 匀变速直线运动的分类

(1) 匀加速直线运动: 速度随时间均匀增加的匀变速直线运动。

(2) 匀减速直线运动: 速度随时间均匀减小的匀变速直线运动。

3. 速度与时间的关系表达式: $v = v_0 + at$

(1) v 、 v_0 、 a 都是矢量, 既有大小, 又有方向, 与选定的正方向相同的矢量在公式中取正值, 与选定的正方向相反的矢量取负值。

(2) 公式推导: 如图 2-7 所示, 从 0 到 t 时刻, 速度由 v_0 变为 v , 则 $\Delta t = t - 0$, $\Delta v = v - v_0$, 由加速度的定义式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可得 $v = v_0 + at$ 。

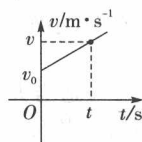


图 2-7

4. 匀变速直线运动的 $v-t$ 图象

(1) 匀变速直线运动的 $v-t$ 图象是一条倾斜的直线, 斜率表示物体运动的加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 。如图 2-8 所示, 直线 a 反映了速度随时间是均匀增加的, 即是匀加速直线运动的图象; 直线 b 反映了速度随时间是均匀减小的, 即是匀减速直线运动的图象。

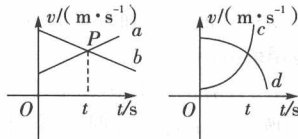


图 2-8

图线是曲线的, 图线上某点切线的斜率表示该点对应时刻的加速度, 如图 2-8 所示, c 表示物体在做加速度增大的变加速运动; d 表示物体在做加速度增大的变减速运动。

(2) 两条速度图象的交点表示该时刻两物体速度相等。如图 2-8 所示中直线 a 和直线 b 的交点 P 。

(3) $v-t$ 图象的图线与坐标轴所围图形面积表示物体在该段时间内的位移的大小, 如图 2-9 所示, $OABC$ 所围面积即为物体在 $0 \sim t$ 时刻内的位移。

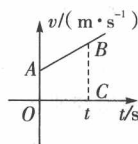


图 2-9

例2 从同一地点同时开始沿同一直线运动的两个物体 I、II 的速度图象如图 2-10 所示。在 $0 \sim t$ 时间内, 下列说法中正确的是 ()

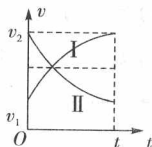


图 2-10

- A. I、II 两个物体所受的加速度都在不断减小
 B. I 物体所受的加速度不断增大, II 物体所受的加速度不断减小
 C. I 物体的位移不断增大, II 物体的位移不断减小
 D. I、II 两个物体的平均速度大小都是 $(v_1 + v_2)/2$

解析: 由图可知, 图线 I、II 的斜率都逐渐减少, 所以加速度逐渐减小, 故选项 A 正确, 选项 B 错误; 因为图线与坐标轴所围图形面积表示物体在该段时间内的位移的大小, 所以图线 I、II 的位移都在逐渐增大, 故选项 C 错误; 图线 I、II 的速度不是线性变化, 故选项 D 错误。

答案: A

四、匀变速直线运动的位移与时间的关系

1. 匀变速直线运动位移与时间关系表达式

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

2. 对位移与时间关系表达式的理解

(1) 该式跟 $v = v_0 + at$ 综合应用, 可以解决所有的匀变速直线运动问题。匀变速直线运动的两个基本关系式:

① 速度公式: $v = v_0 + at$

② 位移公式: $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

(2) 公式中的 x 、 v_0 、 a 都是矢量, 应用时必须选取统一的方向为正方向。

例3 一辆汽车刹车前速度为 25 m/s , 刹车获得的加速度大小为 10 m/s^2 , 求:

- (1) 汽车刹车开始后 10 s 内滑行的距离 x_0 ;
 (2) 从开始刹车到汽车位移为 30 m 时所经历的时间 t ;
 (3) 汽车静止前 1 s 内滑行的距离 x' 。

解析: (1) 取刹车前速度方向为正方向。由运动学规律可知 $v_0 + at = 0$

$$\text{解得 } t = -\frac{v_0}{a} = \frac{25}{10} \text{ s} = 2.5 \text{ s} < 10 \text{ s}$$

汽车刹车后经过 2.5 s 停下来, 因此 10 s 内汽车的位移只是 2.5 s 内的位移, 由位移公式可知

$$x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 25 \times 2.5 - \frac{1}{2} \times 10 \times 2.5^2 = 31.25 \text{ (m)}$$

(2) 根据 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$$\text{解得 } t_1 = 2 \text{ s}, t_2 = 3 \text{ s}$$

t_2 是汽车经 t_1 后继续前进到达最远点后, 再反向加速运动重新到位移 30 m 处时所经历的时间, 由于汽车刹车是单向运动, 很显然, t_2 不合题意。

(3) 把汽车减速到速度为 0 的过程, 看做初速为 0 的匀加速度运动过程, 求出汽车以 10 m/s^2 的加速度经过 1 s 的位移 $x' = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 5 \text{ (m)}$, 逆向思维法。

思路点拨: 汽车刹车是单向运动, 其速度减小到 0 就停止运动, 分析运动过程要分清楚各阶段的运动性质, 即汽车在减速, 还是已经停止。将汽车减速到 0 的运动看成是初速为 0 的匀加速运动, 可以使问题的解答更简捷。

答案: (1) 31.25 m (2) 2 s (3) 5 m

五、匀变速直线运动的位移与速度的关系

1. 匀变速直线运动的位移与速度的关系表达式

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$

其中 v_0 和 v 是初、末时刻的速度, x 是这段时间内的位移, a 为加速度。

2. 对位移与速度的关系表达式的理解

(1) 关系式是由匀变速直线运动的两个基本关系式消去时间 t 后推导出来的, 因为不含时间, 所以应用起来较方便。

(2) 公式中四个矢量 v 、 v_0 、 a 、 x 也要规定统一的正方向。

例4 飞机从北京飞至昆明后, 如果以 60 m/s 的速度着陆后, 做匀减速直线运动, 着陆后的加速度大小为 6 m/s^2 , 求:

- (1) 飞机着陆后 12 s 内滑行的位移 x ;
 (2) 飞机在整个减速过程中的平均速度;
 (3) 飞机静止前 4 s 内滑行的位移 x' 。

解析: (1) 取初速度方向为正方向, 则有 $a = -6 \text{ m/s}^2$, 飞机在地面滑行的最长时间 $t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{0 - 60}{-6} \text{ s} = 10 \text{ s}$, 所以飞机 12 s 内滑行的位移为 10 s