



图解

中国学生解题方法全书

全国教育科学“十一五”规划教育部课题
图解策略提高教与学超越性和实效性的应用研究

ZHONGGUOXUESHENGJIE TIFANGFAQUANSHU

高中物理

主 编 / 钟 山



辽宁教育出版社

1003032831060



物流码

图解

中国学生解题方法全书

ZHONGGUOXUESHENGJIETIFANGFAQUANSHU

聆听大师教诲 轻松跨越高考

名校名师的真知灼见
解题方法的系统总结
透彻全面的解题指导
中国学生的考试必备

第一教育书店：<http://www.firstedubook.com>

责任编辑：吕冰

责任校对：马慧 黄启印

封面设计：魏晋文

ISBN 978-7-5382-8687-8



9 787538 286878 >

定价：23.80元



图解

中国学生解题方法全书

高中物理

主 编 钟 山
本 册 主 编 王 德 丰
本 册 副 主 编 任 海 涛 张 希 燕
本 册 编 委 郭 忠 孝 刘 青 竹



辽宁教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

图解中国学生解题方法全书. 高中物理 / 钟山主编
—沈阳: 辽宁教育出版社, 2010. 2
ISBN 978-7-5382-8687-8

I. ①图… II. ①钟… III. ①物理课—高中—解题
IV. ①G634

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第017428号

辽宁教育出版社出版、发行
(沈阳市和平区十一纬路25号 邮政编码110003)
北京海德伟业印务有限公司印刷

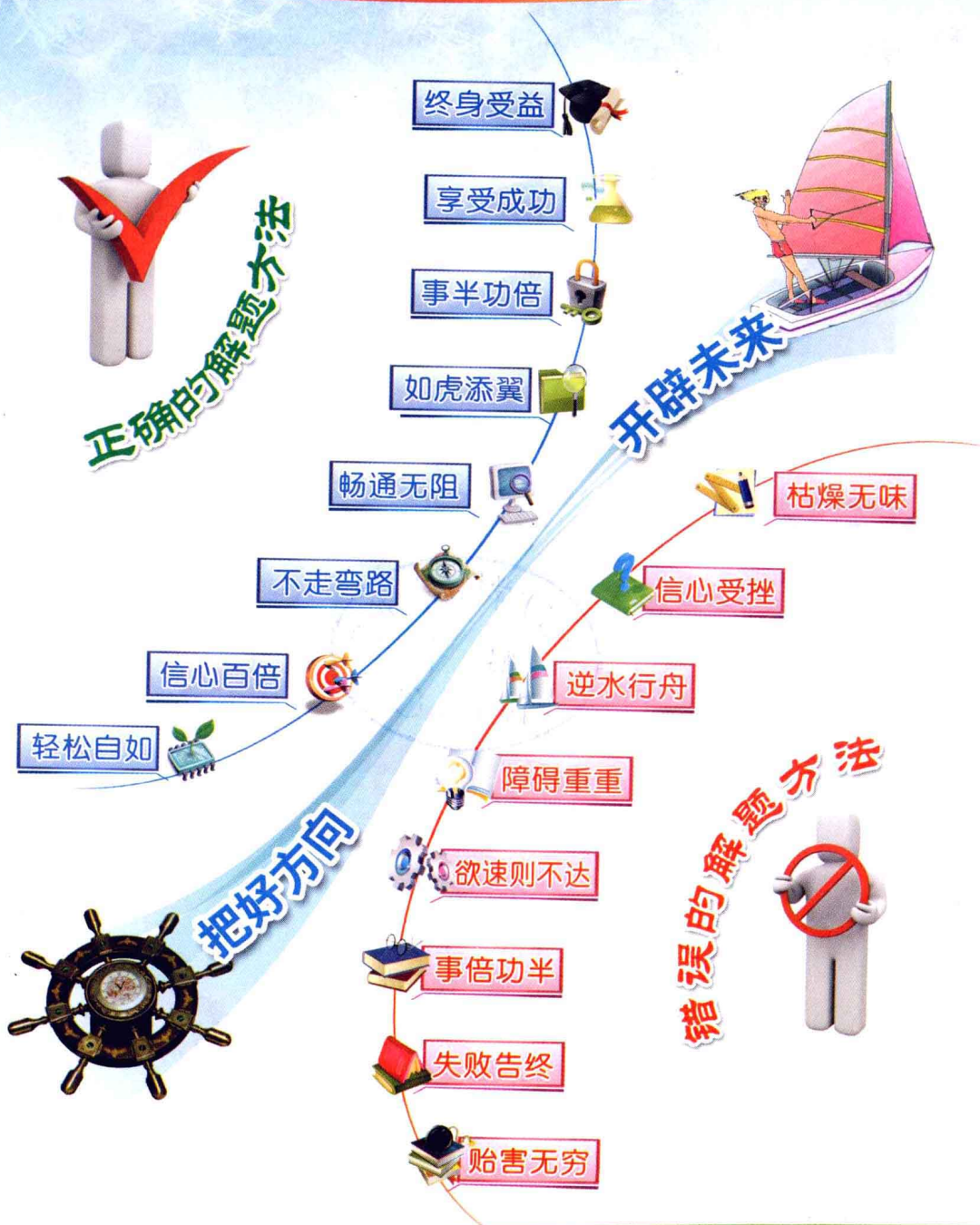
开本: 720毫米×1000毫米 1/16 字数: 540千字 印张: 17.5 插页: 2
2010年3月第1版 2010年3月第1次印刷

责任编辑: 吕冰 责任校对: 马慧 黄启印
封面设计: 魏晋文化 版式设计: 书友传媒

ISBN 978-7-5382-8687-8

定价: 23.80元

解题有方法 方法很重要



图解 — 中国学生解题方法全书

ZHONGGUOXUESHENGJIE TIFANGFAQUANSHU



创新的思维 超前的理念

CHUANGXINDESIWEI CHAOQIANDELINIAN

本书凝聚中国传统思维模式中最具特色的整体思维、类比思维、辩证思维、多元思维的精华，运用被誉为“打开大脑潜能的万能钥匙”和“21世纪风靡全球的解题方法与思维工具”——概念地图与思维导图，将知识与方法融为一体，以图文并茂的形式化繁为简，变抽象为直观，变枯燥乏味为兴趣盎然，有效地激活了左右半脑，使之协调互动，形成全脑思维的格局，使你能够以最敏捷的方式思考问题，以最高效的方法解决问题，以最直观的方法掌握知识，事半功倍地铺就你的成才之路。

常考知识点解题方法篇

学无定法，贵在得法。梳理知识链条，弥补知识漏洞，遵循教学步骤，揭示知识规律，从整体到细节，从理论到实践，从思想到方法，从策略到技巧，从一般到特殊，全面总结，详细分析高中物理解题的常规策略与方法技巧，给你一把打开知识大门的金钥匙，帮你把握学习主动权。

高考物理能力解题方法篇

知识是能力的基础，能力是知识的提升，传授知识与培养能力相辅相成，既授之以鱼，又授之以“渔”。以全新的理念解读新课标，以全新的视角透析高考，反映高考的最新方向与趋势，使你体验高考，提升能力。

高考题型解题方法篇

以法解题，以题讲法，举一反三，学以致用。以题型为经，以方法为纬，织成一张高考题型解题方法网。立足基础知识，着眼高考要求，贴近生活实际，注重过程分析，强化思维训练，为你提供最为全面、最为系统、最为实用、最为完备的各类解题技巧，教给你总结知识规律和以不变应万变的解题方法，使你在高考中取得好成绩！



一书在手 方法全有

图解
中国学生解
题方法全书

CHANGKAOZHISHIDIANJIEJIEFANGFAPIAN

GAOKAOWULINENGLIJIEJIEFANGFAPIAN

GAOKAOTIXINGJIEJIEFANGFAPIAN

目 录

第一篇 常考知识点解题方法篇

- (1)
- 专题 1 两种简单直线运动..... (1)
- 专题 2 运动图象、追及相遇问题
..... (8)
- 专题 3 力和力学中三种常见力
..... (13)
- 专题 4 力的合成与分解..... (21)
- 专题 5 牛顿第一定律、牛顿第三定律 (27)
- 专题 6 牛顿第二定律、物体的受力分析 (29)
- 专题 7 功和功率 (39)
- 专题 8 动能定理、功能关系 (43)
- 专题 9 机械能守恒定律 (50)
- 专题 10 运动的合成与分解
..... (57)
- 专题 11 平抛物体的运动规律及其研究..... (63)
- 专题 12 圆周运动..... (69)
- 专题 13 万有引力定律、宇宙航行
..... (77)
- 专题 14 电场力的性质 (88)
- 专题 15 电场能的性质 (96)
- 专题 16 欧姆定律、电阻定律
..... (104)
- 专题 17 电功、电功率 (111)
- 专题 18 磁场及磁场对电流的作用 (119)

- 专题 19 磁场对运动电荷的作用
..... (125)
- 专题 20 电磁感应现象、楞次定律
..... (139)
- 专题 21 法拉第电磁感应定律
..... (145)
- 专题 22 交变电流、变压器..... (153)
- 专题 23 分子动理论、热力学定律
..... (162)
- 专题 24 气体状态参量及其定量关系 (169)
- 专题 25 简谐运动及其图象 (179)
- 专题 26 机械波及其图象 (186)
- 专题 27 几何光学..... (193)
- 专题 28 物理光学..... (201)
- 专题 29 动量和动量定理 (205)
- 专题 30 动量守恒定律 (210)
- 专题 31 原子、原子物理 (217)

第二篇 高考物理能力解题方法篇

- (225)
- 理解能力..... (225)
- 推理能力..... (227)
- 分析综合能力 (229)
- 应用数学处理物理问题的能力
..... (232)
- 实验与探究能力 (237)

第三篇 高考题型解题方法篇

- (244)
- 选择题..... (244)
- 实验题 (248)
- 综合计算题 (262)



第一篇 常考知识点解题方法篇

专题 1 两种简单直线运动

学点重点考点

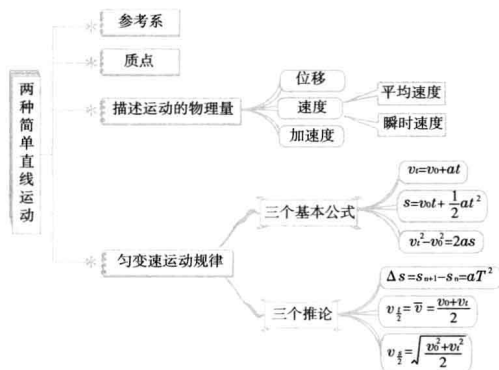
课标考点记心中 应对高考很轻松

1. 了解参考系、质点,会根据条件建立质点模型.
2. 理解位移、速度和加速度.
3. 掌握匀变速直线运动的规律并能灵活应用.

知识规律方法

知识规律是基础 技能方法是关键

知能导航图



一、质点模型的建立

1. 质点是一种科学抽象,是在研究物体运动时,抓住主要因素,忽略次要因素,对实际物体的近似,是一个理想化模型,不同于几何学中的“点”,它有质量、无体积.

2. 一个物体能否视为质点,要具体情况具体分析.

(1) 平动的物体可以视为质点,所谓平动,就是物体运动时物体上任意两点之间的连线都是平行的,其上任一点的运动与整体的运动有相同的特点,如水平传送带上的物体随传送带的运动.

(2) 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.如汽车在运行时,虽然车轮有转动,但我们关心的是车辆整体运动的快慢,故汽车可以看成质点.

(3) 物体的大小、形状对所研究问题的影响可以忽略不计时,可视物体为质点.如地球是足够大的,但地球绕太阳公转时,地球的大小就变成次要因素,我们完全可以把地球当做质点看待.当然,在研究地球自转时,就不能把地球看成质点了.又如研究一个同学的跑动速度时,可以看成质点,但观察他做广播体操时,就不能看成质点了.

二、速度、加速度、速度改变量的比较

比较项目	速度	加速度	速度改变量
物理意义	描述物体运动快慢和方向的物理量,是一状态量	描述物体速度变化快慢和方向的物理量,是一状态量	描述物体速度改变程度的物理量,是一过程量
定义式	$v = s/t$	$a = \frac{v_t - v_0}{t}$ 或 $a = \Delta v/t$	$\Delta v = v_t - v_0$
单位	m/s	m/s^2	m/s

续表

比较项目	速度	加速度	速度改变量
决定因素	v 的大小由 s 与 t 决定	a 不是由 v 、 t 、 Δv 决定的, a 由 $\Delta v/t$ 的比值决定	Δv 由 v_t 与 v_0 决定, 而且 $\Delta v = a \cdot t$, 也由 a 与 t 决定
方向	与位移 s 同向, 即物体运动的方向	与 Δv 方向一致, 而与 v_0 、 v_t 方向无关	由 $\Delta v = v_t - v_0$ 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	$\Delta v = v_t - v_0$

三、匀变速直线运动的基本规律

	匀加速直线运动	匀减速直线运动	公式特点	
选取正方向	初速度方向	初速度方向		
加速度	$a = \text{常量} > 0$, 大小、方向都不变, 方向与正方向相同	$a = \text{常量} < 0$, 大小、方向都不变, 方向与正方向相反		
基本公式	速度变化量 Δv	$v_t - v_0 = at > 0$	$v_t - v_0 = at < 0$	跟时间 t 有关
	末速度 v_t	$v_t = v_0 + at$	$v_t = v_0 + at$	公式中没有位移
	位移 s	$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	式中无末速度
	平均速度 \bar{v}	$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$	$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$	仅适用于匀变速直线运动
导出公式	速度—位移公式	$v_t^2 = v_0^2 + 2as$	$v_t^2 = v_0^2 + 2as$	式中无时间
	位移 s	$s = \frac{1}{2} (v_0 + v_t) t$	$s = \frac{1}{2} (v_0 + v_t) t$	式中无加速度

四、匀变速直线运动的推论

1. 初速度为零, 相同时间间隔

设从 $t=0$ 开始计时, 以 T 为时间单位, 则

(1) $1T$ 末、 $2T$ 末、 $3T$ 末... 瞬时速度之比为: $v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = 1 : 2 : 3 : \dots : n$.

(2) 第一个 T 内、第二个 T 内、第三个 T 内... 位移之比为: $s_I : s_{II} : s_{III} : \dots : s_N = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1)$.

(3) $1T$ 内、 $2T$ 内、 $3T$ 内... 位移之比为: $s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$.

2. 初速度为零, 相同位移间隔

(1) 通过连续相等的位移所用时间之比为 $t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$.

(2) 通过连续相等位移瞬时速度之比为: $v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \dots : \sqrt{n}$.

五、匀变速直线运动的三个重要结论

1. 做匀变速直线运动的物体, 在相邻的相等时间间隔 T 内的位移的差是一个恒量, 即 $\Delta s =$

$$s_{n+1} - s_n = aT^2.$$

2. 做匀变速直线运动的物体, 在某段时间内的平均速度等于这段时间的中间时刻的瞬时速度, 即 $v_{t/2} = \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$.

3. 做匀变速直线运动的物体, 在某段位移中点的瞬时速度等于初速度 v_0 和末速度 v_t 的平方和一半的平方根, 即 $v_{s/2} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$.

题型范例精析

题目类型归纳全 解答习题不困难

题型一 参考系的选择与物体的相对运动

例 1 甲、乙、丙三架观光电梯, 甲中乘客看一高楼在向下运动, 乙中乘客看甲在向下运动, 丙中乘客看甲、乙都在向上运动. 这三架电梯相对地面的运动情况可能是 ()

- A. 甲向上运动, 乙向下运动, 丙不动
B. 甲向上运动, 乙向上运动, 丙不动

C. 甲向上运动,乙向上运动,丙向下

D. 甲向上运动,乙向上运动,丙也向上运动,但比甲、乙都慢

解析 在复杂的物理情境中,要想办法化难为简.如果我们先选择同向或反向运动的物体作参考系,运动的相对性是复杂的;但如果先选择静止的物体作参考系研究物体的相对运动再逐渐延伸就简单多了.此题中,先选楼房为参考系.电梯中的乘客看其他物体时,是以自己所乘的电梯为参考系的,甲中乘客看高楼向下运动,说明甲相对于地面一定在向上运动.同理,乙看到甲在向下运动,说明乙相对地面也是向上运动,且运动得比甲快.丙电梯无论是静止,还是在向下运动,或者以比甲、乙都慢的速度在向上运动,丙中乘客看见甲、乙两电梯都会感到两电梯是在向上运动. **答案:BCD**

题型二 质点模型的建立

例2 下列说法中正确的是()

A. 研究“神舟”七号绕地球飞行时,飞船可看成质点

B. 研究子弹穿过一张薄纸的时间时,子弹不可看成质点

C. 研究火车通过路旁的一根电线杆的时间时,火车可看成质点

D. 研究电子绕原子核的运动情况时,电子可看成质点

解析 “神舟”七号的尺寸比飞船到地球的距离小得多,可以把飞船看成一个质点;子弹、火车的长度分别比一张纸的厚度和电线杆的直径大得多,因此不能把子弹和火车看成质点;电子的大小比电子到原子核的距离小几千倍,故可以把电子看成质点. **答案:ABD**

题型三 位移和路程的辨别

例3 下列说法正确的是()

A. 沿直线运动的物体,位移和路程是相等的

B. 质点沿不同的路径由A到B,其路程可能不同而位移是相同的

C. 质点通过一段位移,其路程可能是零

D. 质点运动的位移大小可能大于路程

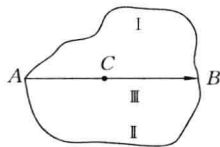
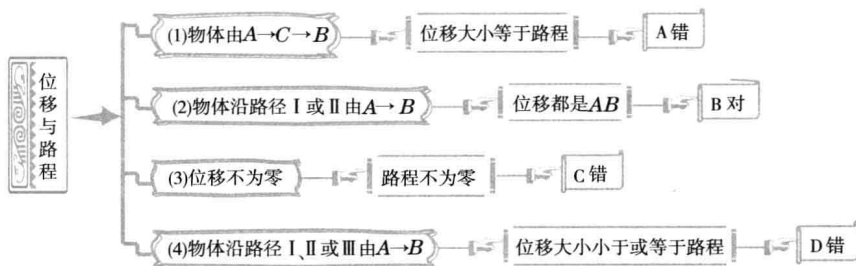


图 1-1-1

图解分析:如图 1-1-1 所示,则

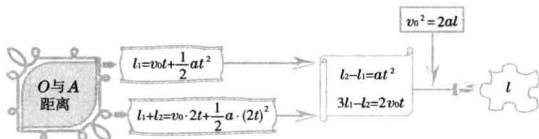


答案:B

题型四 匀变速直线运动规律的应用

例4 (2008·全国I) 已知O、A、B、C为同一直线上的四点,AB间的距离为 l_1 ,BC间的距离为 l_2 ,一物体自O点由静止出发,沿此直线做匀加速运动,依次经过A、B、C三点,已知物体通过AB段与BC段所用的时间相等.求O与A的距离.

图解分析:设经过A点的速度为 v_0 ,O与A之间的距离为 l ,则



解:设物体的加速度为 a ,到达A点的速度为 v_0 ,通过AB段和BC段所用的时间为 t ,则有

$$l_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad ①$$

$$l_1 + l_2 = 2v_0 t + 2at^2 \quad ②$$

$$\text{联立①②式得 } l_2 - l_1 = at^2 \quad ③$$

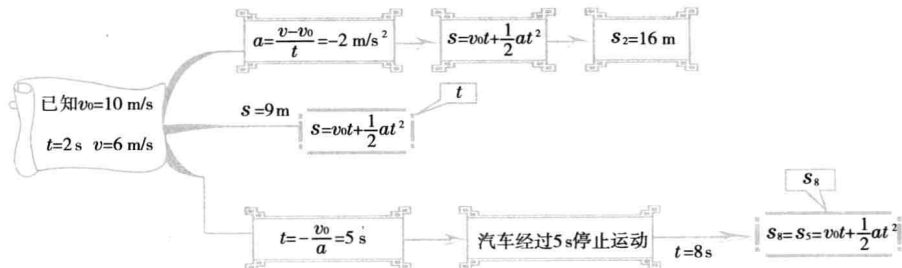
$$3l_1 - l_2 = 2v_0 t \quad ④$$

$$\text{设 } O \text{ 与 } A \text{ 间的距离为 } l, \text{ 则有 } l = \frac{v_0^2}{2a} \quad ⑤$$

$$\text{联立 } ③④⑤ \text{ 式得 } l = \frac{(3l_1 - l_2)^2}{8(l_2 - l_1)}$$

$$\text{答案: } \frac{(3l_1 - l_2)^2}{8(l_2 - l_1)}$$

图解分析:



解: (1) 取初速度方向为正方向, 汽车刹车后做匀减速直线运动, 由 $v = v_0 + at$ 得

$a = (v - v_0) / t = [(6 - 10) / 2] \text{ m/s}^2 = -2 \text{ m/s}^2$, “-”号表示加速度的方向与初速度方向相反. 再由 $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$, 可求得 $s = 16 \text{ m}$, 也可以用平均速度求解 $s = (v_0 + v) t / 2 = 16 \text{ m}$.

(2) 由位移公式 $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$, 可得 $9 = 10t + \frac{1}{2} \times (-2)t^2$, 解得 $t_1 = 1 \text{ s}, t_2 = 9 \text{ s}$. 将 $t_2 = 9 \text{ s}$ 代入速度公式 $v = v_0 + at$ 得 $v = -8 \text{ m/s}$, 即汽车刹车后, 以与原来等大的加速度倒退回来到达位移 9 m 处, 实际上这种情况是不可能发生的, 所以前进 9 m 所用的时间为 1 s .

(3) 设汽车刹车所用的最长时间为 t , 则汽车经过时间 t 速度变为零. 由速度公式 $v = v_0 + at$, 可得 $t = 5 \text{ s}$, 这说明汽车刹车后经过 5 s 就停下了, 在 8 s 的刹车时间内, 汽车的后 3 s 实际上是静止不动的. 因此刹车距离 $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 = (10 \times 5) \text{ m} + [\frac{1}{2} \times (-2) \times 5^2] \text{ m} = 25 \text{ m}$.

答案: (1) 16 m 2 m/s^2 , 方向与初速度方

题型五 刹车运动问题

例 5 汽车以 10 m/s 的速度在平直公路上匀速行驶, 刹车后经 2 s 速度变为 6 m/s , 求:

- (1) 刹车后 2 s 内前进的距离以及刹车过程中的加速度;
- (2) 刹车后前进 9 m 所用的时间;
- (3) 刹车后 8 s 内前进的距离.

向相反 (2) 1 s (3) 25 m

小贴士: 在汽车刹车问题中, 汽车速度变为零后将停止运动, 分析时应首先确定所需的最长时间.

方法技巧 绝招

解题方法与技巧 提高成绩是法宝

方法一 基本公式法(解析法)

公式 $v_t = v_0 + at, s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2, v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 是研究匀变速直线运动的最基本的规律, 合理地运用和选择三式中的任意两式是求解运动学问题最常用的基本方法.

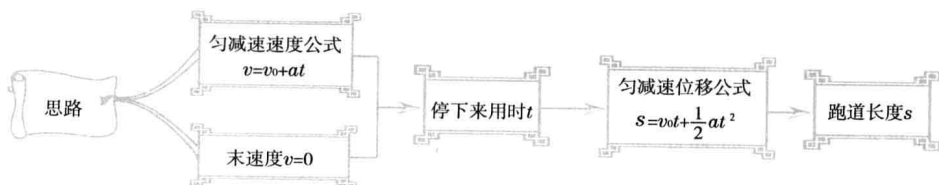
例 6 航天飞机着陆时速度很大, 可用阻力伞使它减速(图 1-1-2).



图 1-1-2 减速滑行的航天飞机

假设一架航天飞机在一条笔直的水平跑道上着陆, 刚着陆时速度为 100 m/s , 在着陆的同时立即打开阻力伞, 加上地面的摩擦作用, 产生大小为 4 m/s^2 的加速度, 研究一下, 这条跑道至少要有多长?

图解分析: 设减速运动时间为 t , 则:



航天飞机刚着陆时的速度,就是它做匀减速运动的初速度,根据加速度的定义,可算出它做这一运动的时间,然后利用位移公式,可算出位移,也就是跑道的最小长度。

解:初速度 $v_0=100\text{ m/s}$,加速度 $a=-4\text{ m/s}^2$,设经时间 t 停住,末速度 $v=0$ 。由速度公式: $v=v_0+at$,得减速运动的时间 $t=\frac{v-v_0}{a}=\frac{0-100}{-4}\text{ s}=25\text{ s}$

在这段时间内做减速运动的位移为

$$s=v_0t+\frac{1}{2}at^2=100\times 25\text{ m}+\frac{1}{2}\times(-4)\times 25^2\text{ m}=1\ 250\text{ m}$$

所以跑道长度至少为 $1\ 250\text{ m}$ 。

答案: $1\ 250\text{ m}$

方法二 平均速度法

定义式 $\bar{v}=\frac{s}{t}$ 对任何性质的运动都适用,

而 $\bar{v}=\frac{v_0+v_t}{2}$ 只适用于匀变速直线运动。在匀变速直线运动中,有一类是质点在其中某段时间 t 内走过位移 s (或某段时间 t 内的平均速度),要求某一未知物理量的题型,如果巧妙地用“ $v_{\frac{t}{2}}=\bar{v}$ ”这一关系式,便可以简化解题过程。

例 7 (2007·江苏南京)如图 1-1-3 所示,

某种类型的飞机起飞滑行时,从静止开始做匀加速直线运动,加速度大小为 4.0 m/s^2 ,飞机速度达到 85 m/s 时离开地面升空。如果在飞机达到起飞速度时,突然接到命令停止起飞,飞行员立即使飞机制动,飞机做匀减速直线运动,加速度大小为 5.0 m/s^2 。如果要求你为该类型的飞机设计一条跑道,使飞机在这种情况下停止起飞而不滑出跑道,你设计的跑道长度至少要有多长?



图 1-1-3

解析 飞机先由静止匀加速达到最大速

度 v_{\max} ,随即又减速到静止,整个过程中的平均速度 $\bar{v}=\frac{v_{\max}}{2}$ ①

加速阶段所用时间设为 t_1 ,则 $v_{\max}=a_1t_1$ ②

减速阶段可看成初速度为零、反向的匀加速直线运动,设所用时间为 t_2 ,则 $v_{\max}=a_2t_2$ ③

跑道最小长度设为 s ,则 $s=\bar{v}(t_1+t_2)$ ④

代入数值,解①②③④得 $s=\frac{v_{\max}}{2}(t_1+t_2)\approx$

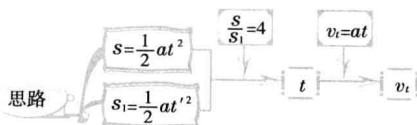
$1\ 626\text{ m}$ 答案: $1\ 626\text{ m}$

方法三 逆向思维法(反演法)

逆向过程处理(逆向思维)是把运动过程的“末端”作为“初态”的反向研究问题的方法。如物体做匀加速运动看成反向的匀减速运动,物体做匀减速运动看成反向匀加速运动处理。该方法一般用在末状态已知的情況。

例 8 某物体做加速度为 $a=2\text{ m/s}^2$ 的匀减速直线运动,停止运动前 2 s 内的位移是整个位移的 $\frac{1}{4}$,求物体运动的初速度大小。

图解分析:设整个过程物体运动的位移为 s ,停止运动前 2 s 内的位移为 s_1 ,初速度为 v_1 ,则:



解:可把该过程看成初速度为零的匀加速直线运动(加速度大小与原加速度大小相等),

由 $s=\frac{1}{2}at^2$,有 $\frac{s_1}{s}=\frac{\frac{1}{2}at'^2}{\frac{1}{2}at^2}=\frac{1}{4}$ 得 $t=4\text{ s}$,故

$v_1=at=2\times 4\text{ m/s}=8\text{ m/s}$ 。 答案: 8 m/s

方法四 图象法

应用 $v-t$ 图象,可把较复杂的问题转变为较为简单的数学问题解决,尤其是用图象分析,可避开繁杂的计算,快速找出答案。

例 9 甲、乙、丙三辆汽车同时以相同的速

度 v 经过某一路标,此后甲一直做匀速直线运动,乙先加速后减速,丙先减速后加速,它们经过下一个路标时的速度仍为 v ,则()

- A. 甲车先经过下一个路标
- B. 乙车先经过下一个路标
- C. 丙车先经过下一个路标
- D. 无法判断谁先经过下一个路标

解析 如图 1-1-4

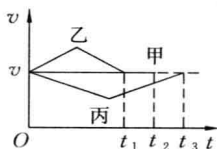


图 1-1-4

所示,乙先加速后减速,初速度为 v ,末速度为 v ,其全程平均速度 $v_1 > v$;丙先减速后加速,初速度为 v ,末

速度为 v ,其全程平均速度 $v_2 < v$;甲车匀速运动,其全程平均速度 $v_3 = v$ 。它们经过下一个路标时位移相同,由 $s = \bar{v}t$ 可得,乙车所用的时间最短,丙车所用的时间最长。 答案:B

技巧:在 $v-t$ 图象中,图线与坐标轴所围的面积在数值上等于在该段时间内位移的大小。

方法五 中间时刻速度法

利用“任一时间 t 中间时刻的瞬时速度等于这段时间 t 内的平均速度”,即 $v_{\frac{t}{2}} = \bar{v}$,适用于任何一个匀变速直线运动,有些题目应用它可以避免常规解法中用位移公式列出的含有 t^2 的复杂式子,从而简化解题过程,提高解题速度。

例 10 物体以一定的初速度冲上固定的光滑斜面,到达斜面最高点 C 时速度恰为零,如图 1-1-5 所示,已知物体运动到斜面长度 $3/4$ 处的 B 点时,所用的时间为 t ,求物体从 B 滑到 C 所用的时间。

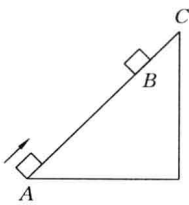


图 1-1-5

图解分析:设物体运动的加速度为 a ,初速度为 v_0 ,此过程可看成末速度为零的匀减速直线运动,则:

$$\begin{array}{c} v_0^2 = 2as_{AC} \\ \downarrow \\ \bar{v}_{AC} = \frac{v_0}{2} \leftarrow S_{BC} = \frac{1}{4} s_{AC} \\ \uparrow \\ v_B^2 = 2as_{BC} \end{array}$$

解:利用中间时刻的瞬时速度等于这段位移的平均速度

$$\bar{v}_{AC} = (v_t + v_0)/2 = (v_0 + 0)/2 = v_0/2.$$

$$\text{又 } v_0^2 = 2as_{AC}, v_B^2 = 2as_{BC}, s_{BC} = \frac{1}{4}s_{AC}.$$

由以上各式解得 $v_B = v_0/2$

可以看出 v_B 正好等于 AC 段的平均速度,因此 B 点是中间时刻的位置,因此 $t_{BC} = t$ 。

答案:t

点评:此公式只适用于匀变速直线运动。

方法六 对称法

有些运动具有对称性,利用对称性解题有时比较方便,如在空气阻力不计,竖直上抛运动的物体在抛出点以上任一高度时,上升和下落的速度大小相等、方向相反,这是速度的对称性,通过任一段竖直距离时,上升和下落的时间相等,这是时间的对称性。

例 11 一个从地面竖直上抛的物体,它两次经过一个较低点 a 的时间间隔是 T_a ,两次经过一个较高点 b 的时间间隔是 T_b ,则 a 、 b 之间的距离为()

A. $\frac{1}{8}g(T_a^2 - T_b^2)$ B. $\frac{1}{4}g(T_a^2 - T_b^2)$

C. $\frac{1}{2}g(T_a^2 - T_b^2)$ D. $\frac{1}{2}g(T_a - T_b)$

解析 由上抛运动时间的对称性可知,物

体从 a 点到最高点的时间 $t_a = \frac{T_a}{2}$,物体从 b 点

到最高点的时间 $t_b = \frac{T_b}{2}$,故 a 、 b 之间的距离为

$$\Delta h = \frac{1}{2}g\left(\frac{T_a}{2}\right)^2 - \frac{1}{2}g\left(\frac{T_b}{2}\right)^2 = \frac{1}{8}g(T_a^2 - T_b^2).$$

答案:A

点评:对称思想是非常重要的思想,对称现象非常普遍,特别是对于竖直上抛运动要用好对称性和往复性。

方法七 利用推论法

对于初速度为零的匀加速直线运动与末速度为零的匀减速直线运动,可利用初速度为零的匀加速直线运动的重要特征的比例关系,用比例法求解。

例 12 一矿井深 125 m,从井口每隔一定时间自由下落一个小球,当第 11 个小球开始下落时,第 1 个小球刚好到达井底,则相邻小球的

时间间隔是多少? 这时第 3 个小球和第 5 个小球相距多远?

解析 设井深为 H , 小球下落的总时间为 t , 由 $H = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $t = 5$ s, 所以, 相邻两个小球之间的时间间隔为 $T = 0.5$ s. 求第 3 个小球和第 5 个小球间的距离时, 可借用推论: $s_1 : s_2 : s_3 : s_4 : s_5 = 1 : 3 : 5 : 7 : 9$, 且 $s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 = 125$ m 解得第 3 个小球和第 5 个小球间的距离 $s_4 = \frac{7}{1+3+5+7+9} \times 125$ m = 35 m.

答案: 0.5 s 35 m

方法八 思维转换法

在物理问题的求解中, 若按正常的求解有困难时, 往往可以变换思维方法, 使研究问题与已知的规律和理论联系起来, 从而方便求解问题.

例 13 有若干颗相同的小球, 从斜面上的某一位置每隔 0.1 s 无初速度地释放 1 颗, 在连续释放若干颗小球后, 对准斜面上正在滚动的部分小球拍摄到如图

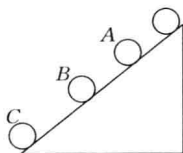


图 1-1-6

1-1-6 所示的照片, 测得 $AB = 15$ cm, $BC = 20$ cm. 求:

- (1) 拍摄照片时 B 球的速度;
- (2) A 球上面还有几颗正在滚动的小球?

解析 拍摄得到的小球的照片中, A、B、C... 各小球的位置正是首先释放的某球每隔 0.1 s 所在的位置, 这样就把本题转换成一个物体在斜面上做初速度为零的匀加速直线运动的问题了. 求拍摄时 B 球的速度就是求首先释放的那个球运动到 B 处的速度; 求 A 球上面还有几个正在滚动的小球转换为首先释放的那个球运动到 A 处经过了几个时间间隔 (0.1 s).

$$(1) v_B = \frac{AB+BC}{2\Delta t} = \frac{0.15+0.20}{2 \times 0.1} \text{ m/s} = 1.75 \text{ m/s}.$$

$$(2) \text{小球运动的加速度 } a = \frac{\Delta s}{(\Delta t)^2} = \frac{BC-AB}{(\Delta t)^2} = \frac{0.20-0.15}{0.1^2} \text{ m/s}^2 = 5 \text{ m/s}^2.$$

$$B \text{ 球已运动的时间 } t_B = \frac{v_B}{a} = \frac{1.75}{5} \text{ s} =$$

0.35 s.

设在 A 球上面正在滚动的小球的颗数为 n , $n = \frac{t_B}{\Delta t} - 1 = \frac{0.35}{0.1} - 1 = 2.5$ (颗)

取整数 $n = 2$ 颗, 即 A 球上面还有 2 颗正在滚动的小球. 答案: (1) 1.75 m/s (2) 2

点评: 将多个球的运动转化为一个球的运动是解决本题的关键所在.

方法九 转换法

运动学问题的研究必须选取参考系, 而参考系的选取原则上是任意的, 但是一般情况下, 我们总是取地面或相对地面静止的物体为参考系. 在研究有相对运动的两个以上物体间的运动时, 如果能够巧妙地选取另一相对运动的物体作为参考系, 那将会大大简化解题过程, 从而达到化难为易、事半功倍的效果.

1. 逆向思考, 动静转换

例 14 一列火车做匀加速直线运动, 已知车头与车尾通过某路标时的速度为 v_1 和 v_2 , 试求该列火车中点通过此路标时的速度.

解析 设火车不动, 长为 L , 则路标沿相反方向以加速度 a 做匀加速直线运动, 通过车头与车尾的速度分别为 v_1 和 v_2 . 于是, 由 $v_2^2 - v_0^2 = 2as$, 得: $v_2^2 - v_1^2 = 2aL$ ①

$$v_{\text{中}}^2 - v_1^2 = 2a \frac{L}{2} \quad ②$$

$$\text{由①②两式得 } v_{\text{中}} = \sqrt{(v_1^2 + v_2^2)/2}$$

$$\text{答案: } \sqrt{(v_1^2 + v_2^2)/2}$$

点评: 该题若按一般学生的习惯思维, 取静止路标为参考系, 以列车为研究对象, 则由于列车在这里不能视为质点, 从而导致物理情景模糊, 使问题难以解决. 这里我们不妨作逆向思考, 动静转换, 即以火车为参考系, 以路标为研究对象, 便可使问题简化.

2. 相对转换, 化难为易

例 15 (2009 · 南昌模拟) 某航空母舰上的战斗机在起飞过程中最大加速度是 $a = 4.5 \text{ m/s}^2$, 飞机速度要达到 $v_0 = 60 \text{ m/s}$ 才能起飞, 航空母舰甲板长为 $L = 289 \text{ m}$, 为使飞机安全起飞, 航空母舰应以一定速度航行以保证起飞安全, 求航空母舰最小速度 v 是多少? (设飞机起飞对航空母舰的状态没有影响, 飞机的运动可以看作匀加速直线运动)

某同学求解过程如下:

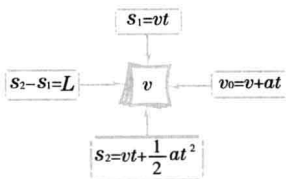
由运动学知识知 $v_0^2 - v^2 = 2aL$,

解得 $v = \sqrt{v_0^2 - 2aL}$.

代入数据后得到 $v = \sqrt{60^2 - 2 \times 4.5 \times 289} \text{ m/s}$
 $= \sqrt{999} \text{ m/s} \approx 31.6 \text{ m/s}$.

经检查,计算无误.该同学所得结论是否有错误或不完善之处?若有,请予以改正或补充.

图解分析:以海水为参考系,设在时间 t 内航空母舰和飞机的位移分别为 s_1 和 s_2 ,则:



该同学的解法是错误的,正确解法如下:

若航空母舰匀速运动,以海水为参考系,设在 t 时间内航空母舰和飞机的位移分别为 s_1 和 s_2 ,由运动学知识得: $s_1 = vt, s_2 = vt + \frac{1}{2}at^2, s_2 - s_1 = L, v_0 = v + at$,联立解得: $v = 9 \text{ m/s}$.

答案: 9 m/s

点评:本题中的解错在 L 为飞机相对航空母舰的位移,而 v_0, v 均为飞机相对海水的速度.在使用匀变速直线运动公式时,各物理量要相对于同一参考系.

3. 虚拟推理,情景转换

例 16 某人在河中划船逆流航行,经过 A 地时草帽落入水中,半小时后他才发觉,此时船已行至 B 点,于是立即调转船头追赶,在 A 点下游 5.4 km 处的 C 点追上,该船相对静水的速率 v_1 不变,求水流速度 v_2 .

解析 该题如果取地面为参考系,速度要进行矢量合成,且往返时速度方向相反,运动过程复杂,极易造成思维混乱而出错.这时我们不妨做虚拟推理,把流动的水看成是静止的,并取水为参考系,则船相对于水和水中的草帽将以速度 v_1 先背离运动半小时后,立即返回时也只需半小时,所以从草帽落水到追上草帽共历时 1 小时.这样的情景转换,一下子使混浊问题清晰明了.即水流速度为: $v_2 = \frac{s}{t} = \frac{5.4 \times 10^3}{3600} \text{ m/s} = 1.5 \text{ m/s}$. 答案: 1.5 m/s

专题 2 运动图象、追及相遇问题

学点 重点 考点

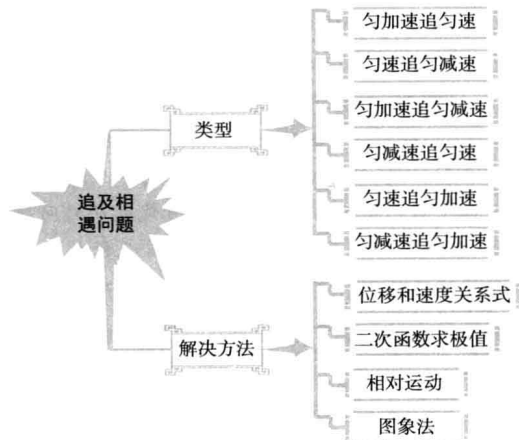
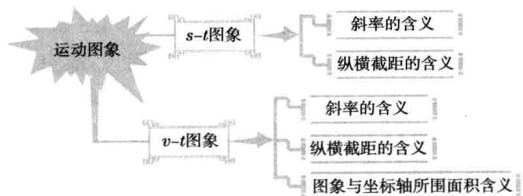
课标考点记心中 应对高考很轻松

1. 理解 $s-t$ 图象和 $v-t$ 图象的物理意义.
2. 应用 $s-t$ 图象和 $v-t$ 图象分析物体的运动.
3. 应用匀变速直线运动规律处理追及相遇问题.

知识 规律 方法

知识规律是基础 技能方法是关键

知能导航图



一、用图象法解决追及问题

类型	图象	说明
匀加速追匀速		
匀速追匀减速		① $t=t_0$ 以前,后面物体与前面物体间距离增大 ② $t=t_0$ 时,两物体相距最远为 $s_0 + \Delta s$ ③ $t=t_0$ 以后,后面物体与前面物体间距离减小 ④ 能追上且只能相遇一次
匀加速追匀减速		
匀减速追匀速		开始追及时,后面物体与前面物体间的距离减小,当两物体速度相等时,即 $t=t_0$ 时刻:
匀速追匀加速		① 若 $\Delta s = s_0$,则恰能追上,两物体只能相遇一次,这也是避免相撞的临界条件 ② 若 $\Delta s < s_0$,则不能追上,此时两物体最小距离为 $s_0 - \Delta s$ ③ 若 $\Delta s > s_0$,则相遇两次,设 t_1 时刻 $\Delta s_1 = s_0$,两物体第一次相遇,则 t_2 时刻两物体第二次相遇
匀减速追匀加速		

二、追及与相遇问题

两物体在同一条直线上运动,两物体间的距离发生变化时,可能会出现最大距离、最小距离或者是相遇的情况,这类问题称为追及相遇问题。

1. 追和被追的两物体的速度相等(同向运动)是能追上、追不上、两者距离有极值的临界条件。

速度大者减速(如匀减速直线运动)追速度小者(如匀速运动):

(1)两者速度相等,追者位移仍小于被追者位移,则永远追不上,此时二者间有最小距离。

(2)若速度相等时,有相同位移,则刚好追上,也是二者相遇时避免碰撞的临界条件。

(3)若位移相同时追者速度仍大于被追者的速度,则被追者还能有一次追上追者,二者速度相等时,二者间距离有一个最大值。

2. 速度小者加速(如初速度为零的匀加速直线运动)追速度大者(如匀速运动):

(1)当两者速度相等时二者间有最大距离。

(2)当两者位移相等时,即后者追上前者。

3. 求解此类问题的方法,除了以上所述根据追及的主要条件和临界条件联立方程外,还有利用二次函数求极值,及应用图象法和相对