

领航 高考

GAO KAO
LING HANG

丛书主编 李成民

新精活实展平台 翱翔高飞圆梦想

- ◎ 中国教辅十大品牌之一
- ◎ 高考命题专家推荐用书
- ◎ 单册发行量突破百万册
- ◎ 中国教育电视台合作伙伴

高考大一轮复习

物理



电子科技大学出版社

一书在手 全程无忧

在高中三年里，酸甜苦辣样样俱全，悲笑泣乐时时存在，语音袅袅，意犹未尽。高考领航愿用不断超越的执著信念，陪伴您走过这段非凡旅程，圆满您的大学梦想，成就您的人生辉煌！

品质是高考领航的座右铭，创新是高考领航的恒动力。专家名师编写，打造出扛鼎中国教辅书业的力作，为复习备考注入无穷动力。可编辑教学课件光盘；一课一练，活页课时作业；模拟考试应试体验，单元质量评估；解疑释惑，详解答案……一项项凝聚着高考领航殚精竭虑的智慧，见证了高考领航永无止境的突破，更为您的逐梦之旅带来无限精彩与感动。

图书在版编目 (CIP) 数据

高考领航·物理 / 李成民主编. — 成都 : 电子科技大学出版社, 2012.6
ISBN 978-7-5647-1203-7

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第121840号

高考领航 物理

李成民主编

出版 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦 邮编: 610051)
策划编辑 岳 慧
责任编辑 岳 慧
主 页 www.uestcp.com.cn
电子邮件 uestcp@uestcp.com.cn
发 行 新华书店经销
印 刷 山东梁山印刷有限公司
成品尺寸 210mm×297mm 印张 13 字数 520千字
版 次 2012年6月第一版
印 次 2012年6月第一次印刷
书 号 ISBN 978-7-5647-1203-7
定 价 68.80元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本书如有破损、缺页、装订错误、请与我社联系。

目录

Content

必修一

第一章 运动的描述 匀变速直线运动的研究

.....	(1)
第1单元 描述运动的基本概念	(1)
第2单元 匀变速直线运动规律	(4)
第3单元 运动图象 追及、相遇问题	(8)
第4单元 实验:研究匀变速直线运动	(11)
单元总结	(15)

第二章 相互作用

第1单元 重力 弹力 摩擦力	(16)
第2单元 力的合成与分解	(20)
第3单元 受力分析 共点力的平衡	(23)
第4单元 实验	(27)
(一)探究弹力和弹簧伸长的关系	(27)
(二)验证力的平行四边形定则	(29)
单元总结	(32)

第三章 牛顿运动定律

第1单元 牛顿第一、第三定律	(33)
第2单元 牛顿第二定律	(36)
第3单元 实验:验证牛顿运动定律	(41)
单元总结	(44)

必修二

第四章 曲线运动 万有引力与航天

第1单元 曲线运动 运动的合成与分解	(45)
.....	(45)

第2单元 平抛运动	(48)
第3单元 圆周运动	(51)
第4单元 万有引力与航天	(55)
单元总结	(60)

第五章 机械能

第1单元 功和功率	(61)
第2单元 动能定理	(65)
第3单元 机械能守恒定律	(67)
第4单元 功能关系 能量守恒定律	(70)
第5单元 实验	(73)
(一)探究动能定理	(73)
(二)验证机械能守恒定律	(76)
单元总结	(79)

选修 3-1

第六章 静电场

第1单元 电场的力的性质的描述	(80)
第2单元 电场的能的性质的描述	(84)
第3单元 电容器与电容 带电粒子在电场中的运动	(88)
单元总结	(93)

第七章 恒定电流

第1单元 电流、电阻、电功、电功率	(94)
第2单元 电路的基本规律及其应用	(98)
第3单元 实验	(102)
(一)测定金属的电阻率(螺旋测微器和游标卡尺的使用)	(102)
(二)描绘小电珠的伏安特性曲线	(105)
(三)测定电源的电动势和内阻	(108)
(四)练习使用多用电表	(110)
单元总结	(114)

目录

Contents

第八章 磁场	(115)
第 1 单元 磁场及其描述 磁场对电流的作用	(115)
第 2 单元 磁场对运动电荷的作用	(119)
第 3 单元 带电粒子在复合场中的运动	(124)
单元总结	(130)

选修 3-2

第九章 电磁感应	(131)
第 1 单元 电磁感应 楞次定律	(131)
第 2 单元 法拉第电磁感应定律 自感和涡流	(134)
第 3 单元 电磁感应规律的综合应用	(139)
单元总结	(144)

第十章 交变电流 传感器	(145)
第 1 单元 交变电流的产生和描述	(145)
第 2 单元 变压器 电能的输送	(149)
第 3 单元 实验:传感器的简单使用	(152)
单元总结	(156)

选修 3-3

第十一章 热学	(157)
第 1 单元 分子动理论、热力学定律与能量守恒	(157)
第 2 单元 固体、液体与气体	(163)
第 3 单元 实验:用油膜法估测分子的大小	(166)

选修 3-4

第十二章 机械振动与机械波	(168)
第 1 单元 机械振动	(168)
第 2 单元 机械波	(170)
第 3 单元 实验:探究单摆的运动、用单摆测定重力加速度	(173)

第十三章 光学 电磁波 相对论	(176)
第 1 单元 光的折射、全反射	(176)
第 2 单元 光的波动性	(179)
第 3 单元 电磁波 相对论简介	(182)
第 4 单元 实验	(184)
(一)测定玻璃的折射率	(184)
(二)用双缝干涉测光的波长	(186)

选修 3-5

第十四章 动量守恒定律	(189)
第 1 单元 动量 动量守恒定律及其应用	(189)
第 2 单元 实验:验证动量守恒定律	(192)
第十五章 近代物理初步	(194)
第 1 单元 光电效应 波粒二象性	(194)
第 2 单元 原子结构 氢原子光谱	(196)
第 3 单元 天然放射现象 核反应 核能	(198)

必修一

第一章

运动的描述 匀变速
直线运动的研究

高考定位

●考纲要求

1. 参考系、质点
2. 位移、速度和加速度
3. 匀变速直线运动及其公式、图像

●热点提示

1. 对基本概念如平均速度、瞬时速度、加速度的理解。
2. 匀变速直线运动规律的综合应用,可单独考查,也可与其他知识如牛顿运动定律、电场知识综合考查。

I

II

II

3. 对 $x-t$ 、 $v-t$ 图像的理解及应用,常以选择题的形式考查。

●复习策略

1. 注重直线运动的概念、规律以及研究物理问题的基本思路和方法的复习,为后续复习作好充足准备。
2. 匀变速直线运动的规律及其应用是本章重点,复习中应予以关注。
3. 本章的概念、规律较多,复习时不要死记硬背,要注意领会概念的意义,把握公式、规律的来龙去脉及它们之间的内在联系。

第1单元 描述运动的基本概念

考 点 梳 理

k a o d i a n s h u l i

理清基础知识·掌握基本方法

考纲要求 1

参考系、质点 I

1. 质点

- (1) 用来代替物体的有_____的点叫做质点。
- (2) 研究一个物体的运动时,如果物体的_____和_____对问题的影响可以忽略,就可以将物体看做质点。
- (3) 质点是一种理想化的_____。

2. 参考系和坐标系

- (1) 为了研究物体的运动而假定_____的物体,叫做参考系。
- (2) 对同一物体的运动,所选择的参考系不同,对它的运动的描述可能会_____.通常以_____为参考系。
- (3) 为了定量地描述物体的位置及位置的变化,需要在参考系上建立适当的_____。

跟踪训练

1. 下列说法中与人们的日常习惯相吻合的是 ()
A. 测量三楼楼道内日光灯的高度,选择三楼地板为参考系
B. 测量井的深度,以井底为参考系,井“深”为0米

C. 以船舱中的乘客为参考系,船可能是静止的也可能是运动的

D. 以路边的房屋为参考系判断自己是否运动

考纲要求 2

位移、速度 II

1. 时刻和时间间隔

- (1) 时刻指的是某一瞬时,在时间轴上用_____来表示,对应的是位置、速度、动能等状态量。
- (2) 时间间隔是两个时刻间的间隔,在时间轴上用_____来表示,对应的是位移、路程、功等过程量。

2. 位移和路程

- (1) 位移描述物体_____的变化,用从_____指向_____的有向线段表示,是矢量。
- (2) 路程是物体运动_____的长度,是标量。

3. 平均速度和瞬时速度

(1) 平均速度:在变速运动中,物体在某段时间内的位移与_____所用时间的比值,即 $\bar{v} = \frac{x}{t}$,其方向与位移的方向相同。

(2) 瞬时速度:运动物体在_____ (或某一位置) 的速度,方向沿轨迹上物体所在点的切线方向指向前进的一侧,是矢量。

4. 速率和平均速率

(1) 速率: _____ 的大小, 是标量.

(2) 平均速率: _____ 与 _____ 的比值, 不一定等于平均速度的大小.

跟踪训练

2. 央视开年大戏《闯关东》中, 从山东龙口港到大连是一条重要的闯关东路线. 假设有甲、乙两船同时从龙口港出发, 甲船路线是龙口——旅顺——大连, 乙船路线是龙口——大连. 两船航行两天后都在下午 3 点到达大连, 以下关于两船全航程的描述中正确的是 ()

- A. 两船的路程相同, 位移不相同
- B. 两船的平均速度相同
- C. “两船航行两天后都在下午三点到达大连”一句中, “两天”指的是时间, “下午三点”指的是时刻
- D. 在研究两船的航行时间时, 可以把船视为质点

考纲要求 3 加速度 II

- 1. 物理意义: 描述物体 _____ 快慢的物理量.
- 2. 定义: 速度的 _____ 与发生这一变化所用 _____ 的比值.

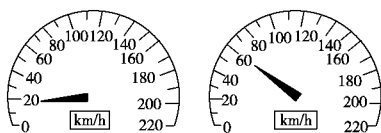
3. 定义式: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

【点拨】 (1) 公式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 是加速度的定义式, 不能说加速度与速度变化量成正比, 与时间间隔成反比.

(2) 加速度的决定式为 $a = \frac{F}{m}$, 其大小由物体受到的合力 F 和物体的质量 m 共同决定, 其方向由合力的方向决定.

跟踪训练

3. 下图所示的是汽车中的速度计, 某同学在汽车中观察速度计指针位置的变化. 开始时指针在如左图所示的位置, 经过 7 s 后指针指示在如右图所示位置, 若汽车做匀变速直线运动, 那么它的加速度大小约为 ()



- A. 7.1 m/s^2
- B. 5.7 m/s^2
- C. 1.6 m/s^2
- D. 2.6 m/s^2

要 点 透 析

yao dian tou xi

探寻热点考向 · 抓要点练规范

一、对质点的进一步理解

1. 科学抽象

质点是对实际物体的科学抽象, 是研究物体运动时, 抓住主要因素, 忽略次要因素, 对实际物体进行的简化, 是一种理想化的模型, 真正的质点是不存在的.

2. 可看做质点的条件

一个物体能否看做质点, 并非依物体自身大小来判断, 而是要看物体的大小、形状在所讨论的问题中是主要因素还是次要因素, 若是次要因素, 即使物体很大, 也能看做质点, 相反, 若物体的大小、形状是主要因素, 即使物体很小, 也不能看做质点.

3. 质点与几何“点”

质点是对实际物体进行科学抽象的模型, 有质量, 只是忽略了物体的大小和形状; 几何中的“点”仅仅表示空间中的某一位置.

【特别提醒】 质点是为了研究问题的方便而进行的科学抽象, 使所研究的复杂问题得到简化, 这是一种重要的科学研究方法.

跟踪训练

- 1. 做下列运动的物体, 能当做质点处理的是 ()
- A. 自转中的地球
- B. 旋转中的风力发电机叶片
- C. 在冰面上旋转的花样滑冰运动员
- D. 匀速直线运动的火车

二、对参考系的进一步理解

1. 对参考系的理解

(1) 运动是绝对的, 静止是相对的. 一个物体是运动的还是静止的, 都是相对于参考系而言的.

(2) 参考系的选取可以是任意的. 被选为参考系的物体, 我们假定它是静止的.

(3) 确定一个物体的运动性质时, 必须首先选取参考系, 选择不同的物体作为参考系, 可能得出不同的结论.

(4) 当比较两个物体的运动情况时, 必须选择同一个参考系.

2. 选取原则

选取参考系时, 应以观测方便和使运动的描述尽可能简单为原则, 一般应根据研究对象和研究对象所在的系统来决定. 例如研究地球公转的运动情况, 一般选太阳作为参考系; 研究地面上物体的运动时, 通常选地面或相对地面静止的物体为参考系; 研究物体在运动的火车上的运动情况时, 通常选火车为参考系. 如不特别说明, 一般是以地球作为参考系.

跟踪训练

- 2. 下列说法正确的是 ()
- A. 参考系必须是固定不动的物体
- B. 参考系可以是做变速运动的物体
- C. 地球很大, 又因有自转, 研究地球公转时, 地球不可视为质点
- D. 研究跳水运动员转体动作时, 运动员不可视为质点

三、速度、速度变化量和加速度的关系

比较项目	速度	速度改变量	加速度
物理意义	描述物体运动快慢和方向的物理量, 是状态量	描述物体速度改变的物理量, 是过程量	描述物体速度变化快慢和方向的物理量, 是状态量

定义式	$v = \frac{x}{t}$	$\Delta v = v - v_0$	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{\Delta t}$
单位	m/s	m/s	m/s ²
决定因素	v 的大小由 v ₀ 、a、t 决定	Δv 由 v 与 v ₀ 进行矢量计算，由 Δv = at 知 Δv 由 a 与 t 决定	a 不是由 v、t、Δv 来决定的，而是由 $\frac{F}{m}$ 来决定
方向	与位移 x 同向，即物体运动的方向	由 Δv = v - v ₀ 或 a 的方向决定	与 Δv 的方向一致，由 F 的方向决定，而与 v ₀ 、v 方向无关
大小	位移与时间的比值	Δv = v - v ₀	速度改变量与所用时间的比值

【特别提醒】 (1)加速度有瞬时加速度和平均加速度，对于匀变速运动而言，瞬时加速度等于平均加速度；而对于非匀变速运动，瞬时加速度不等于平均加速度。

(2)加速度与物体的速度及速度变化量无必然联系，物体的速度大，速度变化量大，加速度不一定大，而物体的速度为零时，加速度可能不为零。

跟踪训练

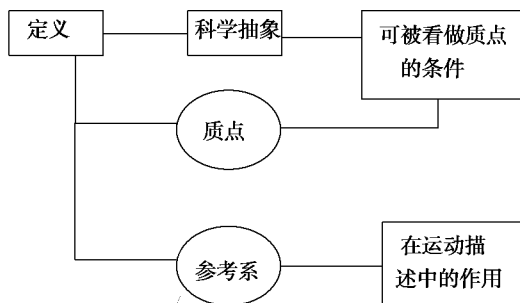
3. 下列运动可能出现的是 ()
- A. 物体的加速度增大，速度反而减小
 - B. 物体的加速度减小，速度反而增大
 - C. 物体的速度为零时，加速度却不为零
 - D. 物体的加速度始终不变，速度也始终不变

典例精讲

典例真题探究·触类旁通演练

类型一 质点和参考系

思维导图



例1 自北京奥运会后，我国又相继承办了第24届世界大学生冬运会、第11届全运会、第16届广州亚运会，至此，在全国掀起了一股运动热。下列几种比赛项目中的研究对象可视为质点的是 ()

- A. 在撑竿跳高比赛中研究运动员手中的支撑竿在支撑地面过程中的转动情况时
- B. 帆船比赛中确定帆船在大海中的位置时
- C. 跆拳道比赛中研究运动员的动作时
- D. 铅球比赛中研究铅球被掷出后在空中的飞行时间时

【思路点拨】 求解此题时应注意以下两点：

- (1)明确各选项中所要研究的问题是什么。
- (2)分析物体的大小和形状对所研究的问题而言能否忽略。

【解析】 A、C项中的研究对象的大小和形状忽略后，所研究的问题将无法继续，故A、C错；

而B、D项中的研究对象的大小和形状忽略后，所研究的问题不受影响，故B、D正确。

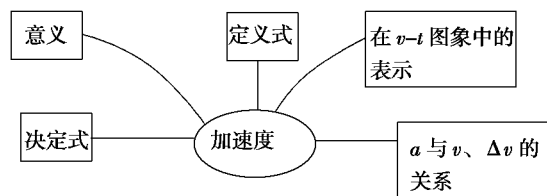
【答案】 BD

变式训练

1. 在研究下列问题时，可把汽车看做质点的是 ()
- A. 研究汽车通过某一路标所用的时间
 - B. 研究人在汽车上所处的位置
 - C. 研究汽车在斜坡上是否有翻车的危险
 - D. 计算汽车从郑州开往北京的时间

类型二 对加速度的理解及应用

思维导图



例2 有些国家的交通管理部门为了交通安全，特别制定了死亡加速度为500g(g=10 m/s²)，以醒世人，意思是如果行车加速度超过此值，将有生命危险，那么大的加速度，一般情况下车辆是达不到的，但如果发生交通事故时，将会达到这一数值，试问：

(1)一辆以72 km/h的速度行驶的货车与一辆以54 km/h的速度行驶的摩托车相向而行发生碰撞，碰撞时间为2.1×10⁻³ s，摩托车驾驶员是否有生命危险？

(2)为了防止碰撞，两车的驾驶员同时紧急刹车，货车、摩托车急刹车后到完全静止所需时间分别为4 s、3 s，货车的加速度与摩托车加速度大小之比是多少？

(3)为避免碰撞，开始刹车时两车距离至少为多少？

【思路点拨】 由于货车的质量远大于摩托车的质量，在都没有采取刹车措施的情况下，两车相撞时，货车的速度变化很小，而摩托车碰撞后的速度与货车相同。

【解析】 (1) 两车碰撞过程中,取摩托车的初速度方向为正方向,摩托车的速度变化量为 $\Delta v = v_2 - v_1 = -72 \text{ km/h} - 54 \text{ km/h} = -126 \text{ km/h} = -35 \text{ m/s}$

两车相碰撞时摩托车的加速度为

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-35 \text{ m/s}}{2.1 \times 10^{-3} \text{ s}} \approx -16667 \text{ m/s}^2$$

故得 $1666.7g > 500g$

因此摩托车驾驶员有生命危险.

(2) 设货车、摩托车的加速度大小分别为 a_1 、 a_2 , 根据加速度定义得: $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1}$, $a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2}$

$$\text{所以 } a_1 : a_2 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} : \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{72}{4} : \frac{54}{3} = 1 : 1.$$

$$(3) x = x_1 + x_2 = \bar{v}_1 t_1 + \bar{v}_2 t_2 = 10 \text{ m/s} \times 4 \text{ s} + 7.5 \text{ m/s} \times 3 \text{ s} = 62.5 \text{ m}.$$

【答案】 (1) 有生命危险 (2) 1 : 1 (3) 62.5 m

【名师点评】 在应用公式 $a = \frac{v - v_0}{t}$ 计算加速度时,要注意以下两个方面:(1) 应选取正方向及各量的符号;(2) 各物理量单位统一到国际单位. 求比值时两项的单位对应即可.

变式训练

2. 有下列几种情景,请根据所学知识选择对情景的分析和判断正确的是 ()

- ① 点火后即将升空的火箭 ② 高速公路上沿直线高速行驶的轿车为避免事故紧急刹车 ③ 运动的磁悬浮列车在轨道上高速行驶 ④ 太空中的空间站在绕地球做匀速转动

- A. 因火箭还没运动,所以加速度一定为零
B. 轿车紧急刹车,速度变化很快,所以加速度很大
C. 高速行驶的磁悬浮列车,因速度很大,所以加速度也一定很大
D. 尽管空间站匀速转动,加速度也不为零

第2单元 匀变速直线运动规律

考 点 梳 理

理清基础知识·掌握基本方法

考纲要求 匀变速直线运动及其公式 II

1. 定义和分类

(1) 匀变速直线运动:物体在一条直线上运动,且 不变.

(2) 匀加速直线运动: a 与 v .

(3) 匀减速直线运动: a 与 v .

2. 三个基本公式

(1) 速度公式: .

(2) 位移公式: .

(3) 位移速度关系式: .

3. 两个重要推论

(1) 物体在一段时间内的平均速度等于这段时间 的瞬时速度,还等于初末时刻速度矢量和的 ,

$$\text{即: } \bar{v} = v_{\frac{t}{2}} = \frac{v_0 + v}{2}.$$

(2) 任意两个连续相等的时间间隔 T 内的位移之差为一恒量,即: $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = \dots = x_n - x_{n-1} = \underline{\hspace{2cm}}$. 可以推广到 $x_m - x_n = (m-n)aT^2$.

4. 自由落体运动

(1) 条件:物体受 ,从 开始下落.

(2) 运动性质:初速度 $v_0 = 0$,加速度为重力加速度 g 的 运动.

(3) 基本规律

① 速度公式 $v = \underline{\hspace{2cm}}$.

② 位移公式 $h = \underline{\hspace{2cm}}$.

③ 速度位移关系式: $v^2 = \underline{\hspace{2cm}}$.

5. 竖直上抛运动规律

(1) 运动特点:加速度为 g ,上升阶段做 运动,下降阶段做 运动.

(2) 基本规律

① 速度公式: .

② 位移公式: .

③ 速度位移关系式: $v^2 - v_0^2 = \underline{\hspace{2cm}}$.

④ 上升的最大高度: $H = \underline{\hspace{2cm}}$.

⑤ 上升到最高点所用时间: $t = \underline{\hspace{2cm}}$.

跟踪训练

某物体以 30 m/s 的初速度竖直上抛,不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 , 5 s 内物体的 ()

- A. 路程为 65 m
B. 位移大小为 25 m ,方向向上
C. 速度改变量的大小为 10 m/s
D. 平均速度大小为 13 m/s ,方向向上

要 点 透 析

探寻热点考向·抓要点练规范

yao dian tou xi

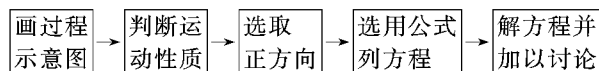
一、对匀变速直线运动公式的理解和应用

1. 正、负号的规定

直线运动可以用正、负号表示矢量的方向,一般情况下,我们规定初速度的方向为正方向,与初速度同向的物理量取正值,反向的物理量取负值,当 $v_0=0$ 时,一般以 a 的方向为正方向。

2. 物体先做匀减速直线运动,速度减为零后又反向做匀加速直线运动,全程加速度不变,对这种情况可以将全程看做匀变速直线运动,应用基本公式求解。

3. 解题的基本思路



【特别提醒】 (1)将匀变速运动规律与实际生活相联系时,要从情境中抽象出应选用的物理规律。

(2)注意联系实际,切忌硬套公式,例如刹车和沿斜面上滑两类减速问题,应首先判断刹车时间,判断物体能否返回和上滑时间等。

跟踪训练

1. 一物体在与初速度相反的恒力作用下做匀变速直线运动, $v_0=20\text{ m/s}$,加速度大小为 $a=5\text{ m/s}^2$,求:

- (1)物体经多少秒后回到出发点?
- (2)由开始运动算起,求6 s末物体的速度。

二、解决匀变速直线运动的常用方法

运动学问题的求解一般有多种方法,除了直接套用基本公式求解外,还有其他一些方法,具体如下:

方法	分析说明
平均速度法	定义式 $\bar{v}=\frac{x}{t}$ 对任何性质的运动都适用,而 $\bar{v}=\frac{1}{2}(v_0+v)$ 只适用于匀变速直线运动
中间时刻速度法	利用“任一时间段 t 中间时刻的瞬时速度等于这段时间 t 内的平均速度”即 $v_{\frac{t}{2}}=\bar{v}$
比例法	适用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
逆向思维法	把运动过程的“末态”作为“初态”的反向研究问题的方法,一般用于末态已知的情况
图像法	应用 $v-t$ 图像,可把较复杂的问题转变为较为简单的数学问题解决
推论法	匀变速直线运动问题,若出现相等的时间间隔问题,应优先考虑用 $\Delta x=aT^2$ 求解

【特别提醒】 以上六种方法各有其适用的条件,使用时要在认真分析问题的特点后选择适当的方法进行解题。

跟踪训练

2. 汽车进行刹车试验,若速度从 8 m/s 匀减速到零所用的时间为 1 s ,按规定速率为 8 m/s 的汽车刹车后位移不得超过 5.9 m ,那么上述刹车试验是否符合规定 ()

- 位移为 8 m ,符合规定
- 位移为 8 m ,不符合规定
- 位移为 4 m ,符合规定
- 位移为 4 m ,不符合规定

三、竖直上抛运动的理解

1. 竖直上抛运动研究方法:竖直上抛运动的实质是加速度恒为 g 的匀变速运动,处理时可采用两种方法:

(1)分段法:将全程分为两个阶段,即上升过程的匀减速阶段和下落过程的自由落体阶段。

(2)全程法:将全过程视为初速度为 v_0 ,加速度 $a=-g$ 的匀变速直线运动,必须注意物理量的矢量性。习惯上取 v_0 的方向为正方向,则 $v>0$ 时,物体正在上升; $v<0$ 时,物体正在下降; $h>0$ 时,物体在抛出点上方; $h<0$ 时,物体在抛出点下方。

2. 重要特性

(1)对称性:如图所示,物体以初速度 v_0 竖直上抛,A、B为途中的任意两点,C为最高点,则:

①时间对称性:物体上升过程中从 $A\rightarrow C$ 所用时间 t_{AC} 和下降过程中从 $C\rightarrow A$ 所用时间 t_{CA} 相等,同理有 $t_{AB}=t_{BA}$ 。

②速度对称性:物体上升过程经过A点的速度与下降过程经过A点的速度大小相等。

③能量对称性:物体从 $A\rightarrow B$ 和从 $B\rightarrow A$ 重力势能变化的大小相等,均等于 mgh_{AB} 。

(2)多解性:当物体经过抛出点上方某个位置时,可能处于上升阶段,也可能处于下降阶段,造成多解。

【特别提醒】 当物体先做匀减速直线运动,又反向做匀加速直线运动,且全程加速度恒定时,其运动特点与竖直上抛运动相似,这类运动称之为“类竖直上抛运动”,也可以用以上方法处理。

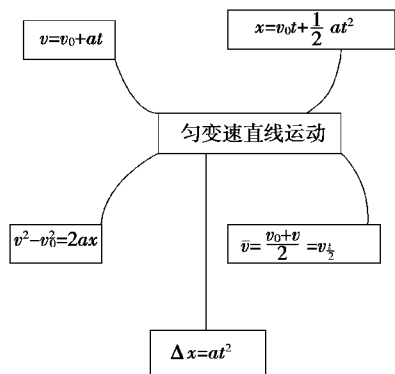
跟踪训练

3. 一物体从某一行星表面竖直向上抛出(不计空气阻力)。设抛出时 $t=0$,得到物体上升高度随时间变化的 $h-t$ 图像如图所示,则该行星表面重力加速度大小与物体被抛出时的初速度大小分别为 ()

- $8\text{ m/s}^2, 20\text{ m/s}$
- $10\text{ m/s}^2, 25\text{ m/s}$
- $8\text{ m/s}^2, 25\text{ m/s}$
- $10\text{ m/s}^2, 20\text{ m/s}$

类型一 匀变速直线运动规律的应用

思维导图



例1 (2011年课标全国)甲乙两辆汽车都从静止出发做加速直线运动,加速度方向一直不变.在第一段时间间隔内,两辆汽车的加速度大小不变,汽车乙的加速度大小是甲的两倍;在接下来的相同时间间隔内,汽车甲的加速度大小增加为原来的两倍,汽车乙的加速度大小减小为原来的一半.求甲、乙两车各自在这两段时间间隔内走过的总路程之比.

【思路点拨】 解答本题时要把握以下两点:

(1) 两辆汽车的运动情景相似,因此所列方程相似.

(2) 汽车在第一、二段时间间隔内,加速度不同,可分别利用位移公式列方程求路程.

【解析】 设汽车甲在第一段时间间隔末(时刻 t_0) 的速度为 v , 第一段时间间隔内行驶的路程为 x_1 , 加速度为 a ; 在第二段时间间隔内行驶的路程为 x_2 . 由运动学公式得

$$v=at_0$$

$$x_1=\frac{1}{2}at_0^2$$

$$x_2=vt_0+\frac{1}{2}(2a)t_0^2$$

设汽车乙在时刻 t_0 的速度为 v' , 在第一、二段时间间隔内行驶的路程分别为 x_1' 、 x_2' . 同理有

$$v'=(2a)t_0$$

$$x_1'=\frac{1}{2}(2a)t_0^2$$

$$x_2'=v't_0+\frac{1}{2}at_0^2$$

设甲、乙两车行驶的总路程分别为 s 、 s' , 则有

$$s=x_1+x_2$$

$$s'=x_1'+x_2'$$

联立以上各式解得, 甲、乙两车各自行驶的总路程之比为

$$\frac{s}{s'}=\frac{5}{7}$$

【答案】 $\frac{5}{7}$

【名师点评】 (1) 解决运动学问题时要善于根据题意画出运动示意图, 这样可以使复杂的运动变得直观, 更利于情景的分析.

(2) 应用匀变速直线运动的有关公式时, 要注意各公式的适用条件, 合理地选择公式会给解题带来方便.

变式训练

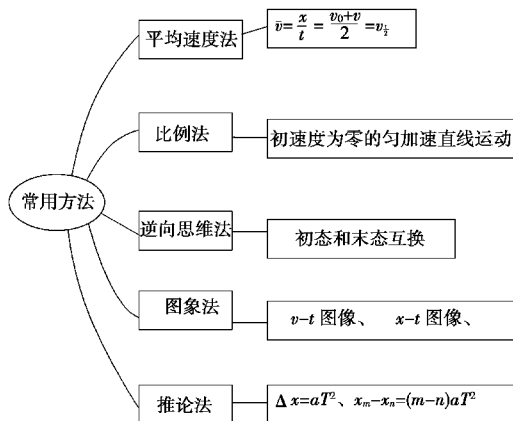
1. 汽车自 O 点由静止开始在平直公路上做匀加速直线运动, 途中 6 s 时间内依次经过 P 、 Q 两根电线杆. 已知 P 、 Q 相距 60 m , 车经过 Q 点时的速率为 15 m/s . 则:

(1) 汽车的加速度为多少?

(2) O 、 P 两点间距离为多少?

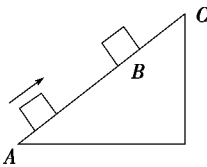
类型二 多种方法分析匀变速直线运动

思维导图



例2 物体以一定的初速度冲上

固定的光滑的斜面, 到达斜面最高点 C 时速度恰好为零, 如右图所示, 已知物体运动到斜面长度 $3/4$ 处的 B 点时, 所用时间为 t , 求物体从 B 滑到 C 所用的时间.



【解析】 解法一: 逆向思维法

物体向上匀减速冲上斜面, 相当于向下匀加速滑下斜面

$$\text{故 } x_{BC}=\frac{1}{2}at_{BC}^2$$

$$x_{AC}=\frac{1}{2}a(t+t_{BC})^2$$

$$\text{又 } x_{BC}=\frac{1}{4}x_{AC}$$

$$\text{解得 } t_{BC}=t$$

解法二: 中间时刻速度法

$$\bar{v}_{AC}=\frac{1}{2}(v+v_0)=\frac{v_0}{2}$$

$$\text{由 } v_0^2=2ax_{AC}, v_B^2=2ax_{BC}$$

$$\text{又 } x_{BC} = \frac{1}{4}x_{AC}, \text{ 解得 } v_B = \frac{v_0}{2}$$

可以看出 v_B 正好等于 AC 段的平均速度, 因此 $t_{BC} = t$.

解法三: 比例法

对于初速度为零的匀变速直线运动, 在连续相等的时间里通过的位移之比为:

$$x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1)$$

$$\text{现有: } x_{BC} : x_{BA} = \frac{x_{AC}}{4} : \frac{3}{4}x_{AC} = 1 : 3$$

通过 x_{AB} 的时间为 t , 故通过 x_{BC} 的时间 $t_{BC} = t$.

【答案】 t

【名师点评】 应用匀变速直线运动规律解题时, 往往可以有多种方法, 但选择的方法不同, 解答的难易程度会有不同.

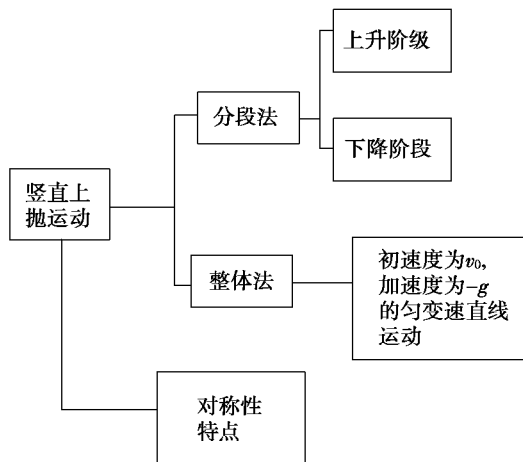
变式训练

2. 一辆汽车以 72 km/h 的速度行驶, 现因故紧急刹车并最终停止运动. 已知汽车刹车过程加速度的大小为 5 m/s^2 , 则从开始刹车经过 5 s, 汽车通过的距离是多少?

类型三

竖直抛体运动的分析

思维导图



例3 某校一课外活动小组自制一枚火箭, 设火箭发射后, 始终在垂直于地面的方向上运动. 火箭点火后可认为做匀加速直线运动, 经过 4 s 到达离地面 40 m 高处时燃料恰好用完, 若不计空气阻力, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 求:

- (1) 燃料恰好用完时火箭的速度;
- (2) 火箭上升离地面的最大高度;
- (3) 火箭从发射到残骸落向地面过程的总时间.

【思路点拨】 解答本题时应把握以下几点

- (1) 火箭的运动可分为三个阶段
- (2) 明确重物在每一阶段的运动性质
- (3) 选择恰当的公式列式求解

【解析】 设燃料用完时火箭的速度为 v_1 , 加速度为 a , 所用时间为 t_1 , 火箭的运动分为两个过程, 第一个过程为做匀加速上升运动, 第二个过程为做竖直上抛运动.

$$(1) \text{ 对第一个过程有 } h_1 = \frac{v_1}{2} t_1,$$

$$\text{代入数据解得 } v_1 = 20 \text{ m/s.}$$

$$(2) \text{ 对第二个过程有 } h_2 = \frac{v_1^2}{2g},$$

$$\text{代入数据解得 } h_2 = 20 \text{ m}$$

所以火箭上升离地面的最大高度

$$h = h_1 + h_2 = 40 \text{ m} + 20 \text{ m} = 60 \text{ m.}$$

(3) 解法一: 分段法

从燃料用完到运动至最高点的过程中, 由 $v_1 = gt_2$ 得

$$t_2 = \frac{v_1}{g} = 2 \text{ s}$$

从最高点到落回地面的过程中, 由 $h = \frac{1}{2}gt_3^2$,

$$\text{而 } h = 60 \text{ m, 代入得 } t_3 = 2\sqrt{3} \text{ s,}$$

$$\text{故总时间 } t_{\text{总}} = t_1 + t_2 + t_3 = (6 + 2\sqrt{3}) \text{ s.}$$

解法二: 整体分析法

考虑火箭从燃料用完到落回地面的全过程, 以竖直向上为正方向, 全过程为初速度 $v_1 = 20 \text{ m/s}$, 加速度 $g = -10 \text{ m/s}^2$, 位移 $h = -40 \text{ m}$ 的匀变速直线运动, 即有 $h = v_1 t + \frac{1}{2}gt^2$, 代入数据解得 $t = (2 + 2\sqrt{3}) \text{ s}$ 或 $t = (2 - 2\sqrt{3}) \text{ s}$ (舍去),

$$\text{故 } t_{\text{总}} = t_1 + t = (6 + 2\sqrt{3}) \text{ s.}$$

答案: (1) 20 m/s (2) 60 m (3) $(6 + 2\sqrt{3}) \text{ s}$

变式训练

3. 在某一高度以 $v_0 = 20 \text{ m/s}$ 的初速度竖直上抛一个小球 (不计空气阻力), 当小球速度大小为 10 m/s 时, 以下判断正确的是 (g 取 10 m/s^2) ()

- 小球在这段时间内的平均速度大小可能为 15 m/s , 方向向上
- 小球在这段时间内的平均速度大小可能为 5 m/s , 方向向下
- 小球在这段时间内的平均速度大小可能为 5 m/s , 方向向上
- 小球的位移大小一定是 15 m

第3单元 运动图像 追及、相遇问题

考点梳理

kao dian shu li

理清基础知识·掌握基本方法

考纲要求 匀变速直线运动的图像 II

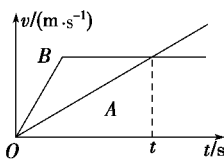
1. 直线运动的 $v-t$ 图像
 - (1) 图像的物理意义: 反映了物体做直线运动的 _____ 随 _____ 变化的规律.
 - (2) 图线斜率的意义: 斜率的大小表示物体 _____, 斜率正负表示物体 _____.
2. 直线运动的 $x-t$ 图像
 - (1) 图像的物理意义: 反映了做直线运动的物体 _____ 随 _____ 变化的规律.
 - (2) 图线斜率的意义: 图线上某点切线的斜率大小表示物体 _____, 斜率正负表示 _____.
 - (3) 图线与时间轴围成的“面积”的意义
 - ① 图线与时间轴围成的面积表示相应时间内的 _____.

② 若此面积在时间轴的上方, 表示这段时间内的位移方向为 _____; 若此面积在时间轴的下方, 表示这段时间内的位移方向为 _____.

跟踪训练

如图为质量相等的两个质点 A、B 在同一直线上运动的 $v-t$ 图像. 由图可知 ()

- A. 在 t 时刻两个质点在同一位置
- B. 在 t 时刻两个质点速度相等
- C. 在 $0 \sim t$ 时间内质点 B 比质点 A 位移大
- D. 在 $0 \sim t$ 时间内合外力对两个质点做功相等



要点透析

yao dian tou xi

探寻热点考向·抓要点练规范

一、运动图像的认识

运动学图像主要有 $x-t$ 图像和 $v-t$ 图像, 运用运动学图像解题总结为“六看”:

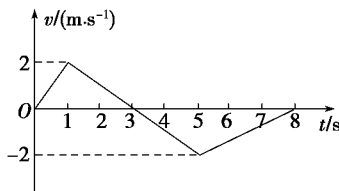
1. “轴” $\left\{ \begin{array}{l} \text{横轴为时间 } t \\ \text{纵轴为 } x \text{ 代表 } x-t \text{ 图像} \\ \text{纵轴为 } v \text{ 代表 } v-t \text{ 图像} \end{array} \right.$
2. “线” $\left\{ \begin{array}{l} x-t \text{ 图像上倾斜直线表示匀速直线运动} \\ v-t \text{ 图像上倾斜直线表示匀变速直线运动} \end{array} \right.$
3. “斜率” $\left\{ \begin{array}{l} x-t \text{ 图像上斜率表示速度} \\ v-t \text{ 图像上斜率表示加速度} \end{array} \right.$
4. “面积” $\left\{ \begin{array}{l} x-t \text{ 图像上面积无实际意义} \\ v-t \text{ 图像上图线和时间轴围成的面积表示位移} \end{array} \right.$
5. “纵截距” $\left\{ \begin{array}{l} x-t \text{ 图像表示初位置} \\ v-t \text{ 图像表示初速度} \end{array} \right.$
6. “特殊点” $\left\{ \begin{array}{l} \text{拐点(转折点)一般表示从一种运动变为另一种运动} \\ \text{交点在 } x-t \text{ 图像上表示相遇, 在 } v-t \text{ 图像上表示速度相等} \end{array} \right.$

【特别提醒】 (1) $x-t$ 图像和 $v-t$ 图像中能反映的空间关系只有一维, 因此 $x-t$ 图像和 $v-t$ 图像只能描述直线运动.

(2) 两个物体的运动情况如果用 $x-t$ 图像来描述, 从图像可知两物体起始时刻的位置, 如果用 $v-t$ 图像来描述, 则从图像中无法得到两物体起始时刻的位置关系.

跟踪训练

1. 质点做直线运动的 $v-t$ 图像如图所示, 规定向右为正方向, 则该质点在前 8 s 内平均速度的大小和方向分别为 ()



- A. 0.25 m/s 向右
- B. 0.25 m/s 向左
- C. 1 m/s 向右
- D. 1 m/s 向左

二、运动图像的应用

1. 应用图像解题的意义

(1) 用图像解题可使解题过程简化, 思路更清晰, 而且解析法更巧妙、更灵活. 在有些情况下运用解析法可能无能为力, 但是图像法则会使你豁然开朗.

(2) 利用图像描述物理过程更直观. 物理过程可以用文字表述, 也可以用数学式表达, 还可以用物理图像描述. 如果能够用物理图像描述, 一般来说会更直观且容易理解.

2. 运用图像解答物理问题的重要步骤

(1) 认真审题, 根据题中所求解的物理量, 结合相应的物理规律确定所需的横纵坐标表示的物理量.

(2) 根据题意, 找出两物理量的制约关系, 结合具体的物理过程和相应的物理规律作出函数图像.

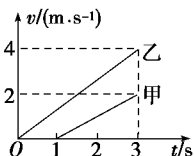
(3) 由所作图像结合题意, 运用函数图像进行表达、分析和推理, 从而找出相应的变化规律, 再结合相应的数学工具(即方程)求出相应的物理量.

【特别提醒】 (1) 利用图像分析物体的运动时, 关键是从图像中找出有用的信息或将题目中的信息通过图像直观反映出来.

(2) 速度图像向上倾斜不一定做加速运动, 向下倾斜不一定做减速运动, 关键分析速度 v 与加速度 a 的方向关系.

跟踪训练

2. 甲、乙两质点在同一直线上做匀加速直线运动的 $v-t$ 图像如右图所示, 在 3 s 末两质点在途中相遇. 由图像可知 ()



- A. 相遇前甲、乙两质点的最远距离为 2 m
- B. 相遇前甲、乙两质点的最远距离为 4 m
- C. 出发前两质点的位置是乙在甲之前 4 m
- D. 出发前两质点的位置是甲在乙之前 4 m

三、追及、相遇问题分析

1. 讨论追及、相遇的问题, 其实质就是分析讨论两物体在相同时间内能否到达相同的空间位置问题.

(1) 两个关系: 即时间关系和位移关系, 这两个关系可通过画草图得到.

(2) 一个条件: 即两者速度相等, 它往往是物体间能否追上、追不上或(两者)距离最大、最小的临界条件, 也是分析判断的切入点.

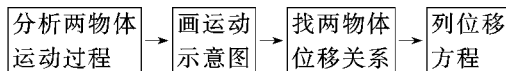
2. 常见的情况

物体 A 追物体 B, 开始时, 两个物体相距 x_0 .

(1) A 追上 B 时, 必有 $x_A - x_B = x_0$, 且 $v_A \geq v_B$.

(2) 要使两物体恰好不相撞, 两物体同时到达同一位置时相对速度为零, 必有 $x_A - x_B = x_0, v_A = v_B$, 若使两物体保证不相撞, 此时应有 $v_A < v_B$.

3. 解题思路和方法



【特别提醒】 分析追及和相遇问题的技巧

(1) 紧抓“一图三式”即过程示意图, 时间关系式、速度关系式和位移关系式.

跟踪训练

3. 在公园的草坪上主人和小狗正玩飞碟游戏, 如图所示, 已知飞碟在空中飞行 $t_0 = 10$ s 后落地, 飞碟在水平方向上做匀速直线运动, $v_0 = 9$ m/s; 小狗在 2 秒内匀加速到 $v = 8$ m/s, 然后以此速度匀速运动. 当抛出飞碟的同时小狗应在离主人多远的地方立即启动, 沿飞碟运动方向跑去才能恰好接住飞碟? (小狗与飞碟可视为质点, 且运动在同一直线上)

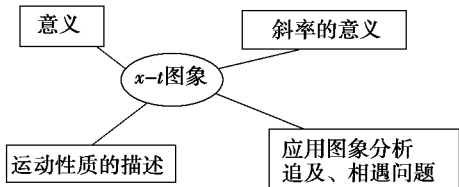


典例精讲

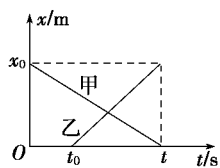
典例真题探究·触类旁通演练

类型一 $x-t$ 图像的理解及应用

思维导图



【例 1】 如右图所示, 为甲、乙两物体相对于同一坐标的 $x-t$ 图像, 则下列说法正确的是 ()



- ① 甲、乙均做匀变速直线运动
 - ② 甲比乙早出发时间 t_0
 - ③ 甲、乙运动的出发点相距 x_0
 - ④ 甲的速率大于乙的速率
- A. ①②③ B. ①④
C. ②③ D. ②③④

【思路点拨】 应用位移—时间图像可以求质点在任意时间的位移, 可以求发生一段位移所用的时间, 图像的斜率

表示速度. 因此, 应用位移—时间图像还可以判断物体做什么运动.

【解析】 图像是 $x-t$ 图线, 甲、乙均做匀速直线运动;

乙与横坐标的交点表示甲比乙早出发时间 t_0 , 甲与纵坐标的交点表示甲、乙运动的出发点相距 x_0 .

甲、乙运动的速率用图线的斜率绝对值表示, 由图可知甲的速率小于乙的速率, 应选 C.

【答案】 C

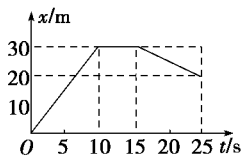
【名师点评】 (1) 分析运动图像问题时, 要注意区别是 $v-t$ 图像还是 $x-t$ 图像.

(2) 要注意加速度、速度、位移等在运动图像中的表示.

变式训练

1. 一遥控玩具小车在平直路上运动的位移—时间图像如图所示, 则 ()

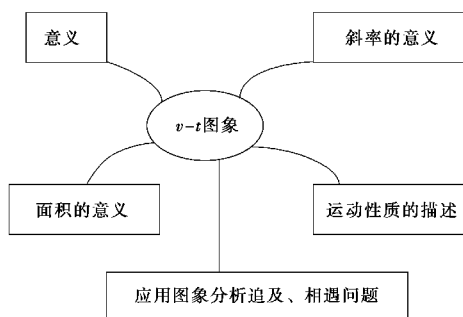
- A. 15 s 末汽车的位移为 300 m
- B. 20 s 末汽车的速度为 -1 m/s
- C. 前 10 s 内汽车的加速度为 3 m/s²
- D. 前 25 s 内汽车做单方向直线运动



类型二

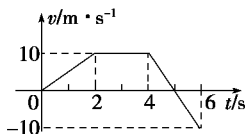
$v-t$ 图像的理解及应用

思维导图



例2 (2011年海南单科)

一物体自 $t=0$ 时开始做直线运动,其速度图线如图所示,下列选项正确的是 ()



- A. 在 $0\sim 6$ s 内,物体离出发点最远为 30 m
- B. 在 $0\sim 6$ s 内,物体经过的路程为 40 m
- C. 在 $0\sim 4$ s 内,物体的平均速率为 7.5 m/s
- D. 在 $5\sim 6$ s 内,物体所受的合外力做负功

【思路点拨】 解答本题时应把握以下三点:

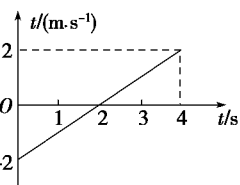
- (1)速度的正负表示物体运动的速度方向.
- (2)斜率的正负表示物体运动的加速度方向.
- (3)“面积”的正负表示物体位移的方向.

【解析】 在速度图像中,纵坐标的正负表示物体运动的方向,由图知在 $t=5$ s 时物体开始反向加速,物体离出发点的距离开始减小,即在 $t=5$ s 时物体离出发点最远,而速度图线与时间轴所围的面积表示物体的位移的大小,故可求出最远距离为 35 m,路程为 40 m,A 错误、B 正确.由图知 $0\sim 4$ s 内物体通过的路程为 30 m,故此时间段内物体的平均速率 $\bar{v} = \frac{s}{t} = 7.5$ m/s,C 正确.由于 $5\sim 6$ s 内物体从静止开始反向匀加速运动,其动能增大,由动能定理可知合外力应对物体做正功,D 错误.

【答案】 BC

变式训练

2. (2012年铜陵模拟) 如图所示,表示一物体在 $0\sim 4$ s 内做匀变速直线运动的 $v-t$ 图像. 根据图像,以下几种说法正确的是 ()

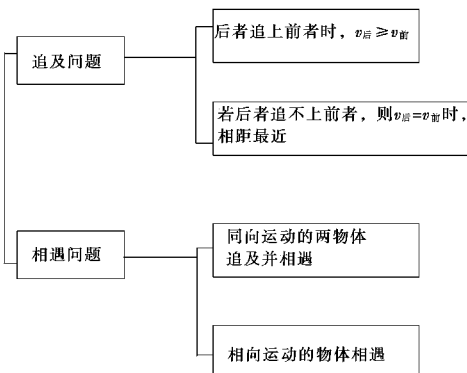


- A. 物体始终沿正方向运动
- B. 物体先向负方向运动,在 $t=2$ s 后开始向正方向运动
- C. 在 $t=2$ s 前物体加速度为负方向,在 $t=2$ s 后加速度为正方向
- D. 在 $t=2$ s 前物体位于出发点负方向上,在 $t=2$ s 后位于出发点正方向上

类型三

追及、相遇问题的分析

思维导图



例3

A、B 两辆汽车在笔直的公路上同向行驶. 当 B 车在 A 车前 84 m 处时, B 车速度为 4 m/s, 且正以 2 m/s^2 的加速度做匀加速运动; 经过一段时间后, B 车加速度突然变为零. A 车一直以 20 m/s 的速度做匀速运动. 经过 12 s 后两车相遇. 问 B 车加速行驶的时间是多少?

【思路点拨】 分析运动过程, 运用位移关系和时间关系列方程, 并结合运动学公式求解, 分析时要注意 B 车的加速度为零后, B 车做匀速直线运动.

【解析】 设 A 车的速度为 v_A , B 车加速行驶时间为 t , 两车在 t_0 时相遇. 则有

$$x_A = v_A t_0 \quad (1)$$

$$x_B = v_B t + \frac{1}{2} a t^2 + (v_B + a t)(t_0 - t) \quad (2)$$

式中, $t_0 = 12$ s, x_A, x_B 分别为 A、B 两车相遇前行驶的路程. 依题意有

$$x_A = x_B + x \quad (3)$$

式中 $x = 84$ m, 由①②③式得

$$t^2 - 2t_0 t + \frac{2[(v_B - v_A)t_0 - x]}{a} = 0 \quad (4)$$

代入题给数据 $v_A = 20$ m/s, $v_B = 4$ m/s, $a = 2$ m/s²

$$\text{有 } t^2 - 24t + 108 = 0 \quad (5)$$

$$\text{解得 } t_1 = 6 \text{ s}, t_2 = 18 \text{ s} \quad (6)$$

$t_2 = 18$ s 不合题意, 舍去. 因此, B 车加速行驶的时间为 6 s.

【答案】 6 s

【名师点评】 (1) 在追及、相遇问题中, 速度相等往往是临界条件, 也往往会成为解题的突破口.

(2) 在追及、相遇问题中常有三类物理方程:

①位移关系方程; ②时间关系方程;

③临界关系方程.

变式训练

3. 在同一水平面上, 一辆小车从静止开始以 1 m/s^2 的加速度前进, 有一人在车后与车相距 $x_0 = 25$ m 处, 同时开始以 6 m/s 的速度匀速追车, 人与车前进方向相同, 则人能否追上车? 若追不上, 求人跟车的最小距离是多少?

第4单元 实验:研究匀变速直线运动

基 础 落 实

基础知识·点点落实

一、实验目的

用打点计时器探究小车速度随时间变化的规律。

二、实验原理

1. 打点计时器

(1)作用:计时仪器,每隔 0.02 s 打一次点。

(2)工作条件:

①电磁打点计时器:4~6 V 的交流电源。

②电火花计时器:220 V 的交流电源。

(3)纸带上各点的意义:

①表示和纸带相连的物体在不同时刻的位置。

②通过研究纸带上各点之间的间隔,可以判断物体的运动情况。

2. 利用纸带判断物体是否做匀变速直线运动的方法

(1)沿直线运动的物体在连续相等时间内不同时刻的速度分别为 $v_1, v_2, v_3, v_4, \dots$, 若 $v_2 - v_1 = v_3 - v_2 = v_4 - v_3 = \dots$, 则说明物体在相等时间内速度的增量相等, 由此说明物体在做匀变速直线运动, 即 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta v_1}{\Delta t} = \frac{\Delta v_2}{\Delta t} = \dots$ 。

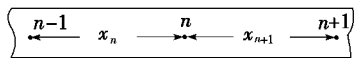
(2)沿直线运动的物体在连续相等时间内的位移分别为 $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$, 若 $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3 = \dots$, 则说明物体在做匀变速直线运动, 且 $\Delta x = aT^2$ 。

(3)沿直线运动的物体在连续相等时间内的位移分别为 $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$, 若 $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3 = \dots$, 则说明物体在做匀变速直线运动, 且 $\Delta x = aT^2$ 。

3. 速度、加速度的求解方法

(1)“平均速度法”求速度,

即 $v_n = \frac{(x_n + x_{n+1})}{2T}$, 如下图所示。



(2)“逐差法”求加速度, 即

$a_1 = \frac{x_4 - x_1}{3T^2}, a_2 = \frac{x_5 - x_2}{3T^2}, a_3 = \frac{x_6 - x_3}{3T^2}$, 然后取平均值,

即 $\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$, 这样使所给数据全部得到利用, 以提高准确性。

(3)“图像法”求加速度, 即由“平均速度法”求出多个点的速度, 画出 $v-t$ 图, 直线的斜率即加速度。

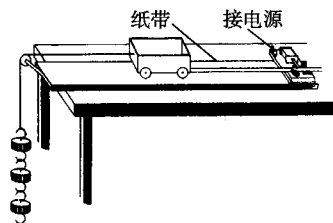
三、实验器材

打点计时器、纸带、一端附有定滑轮的长木板、小车、细绳、钩码、刻度尺、电源。

四、实验步骤

1. 把附有滑轮的长木板放在实验桌上, 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。

2. 把一条细绳拴在小车上, 细绳跨过滑轮, 下边挂上合适的钩码, 把纸带穿过打点计时器, 并把它的一端固定在小车的后面。实验装置见下图, 放手后, 看小车能否在木板上平稳地加速滑行。



3. 把小车停在靠近打点计时器处, 先接通电源, 后放开小车, 让小车拖着纸带运动, 打点计时器就在纸带上打下一系列的点, 换上新纸带, 重复三次。

4. 从几条纸带中选择一条比较理想的纸带, 舍掉开始一些比较密集的点, 在后面便于测量的地方找一个开始点, 以后依次每五个点取一个计数点, 确定好计数始点, 并标明 0、1、2、3、4..., 测量各计数点到 0 点的距离 x , 并记录填入表中。

位置编号	0	1	2	3	4	5
时间 t/s						
x/m						
$v/(m \cdot s^{-1})$						

5. 计算出相邻的计数点之间的距离 $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \dots$

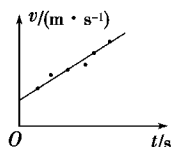
6. 利用一段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度求得各计数点 1、2、3、4、5 的瞬时速度, 填入上面的表格中。

7. 增减所挂钩码数, 再做两次实验。

五、数据处理及实验结论

1. 由实验数据得出 $v-t$ 图像

(1) 根据表格中的 v, t 数据, 在平面直角坐标系中仔细描点, 如右图可以看到, 对于每次实验, 描出的几个点都大致落在一条直线上.

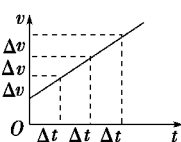


(2) 做一条直线, 使同一次实验得到的各点尽量落到这条直线上, 落不到直线上的点, 应均匀分布在直线的两侧, 这条直线就是本次实验的 $v-t$ 图像, 它是一条倾斜的直线.

2. 由实验得出的 $v-t$ 图像进一步得出小车运动的速度随时间变化的规律.

有两条途径进行分析:

(1) 小车运动的 $v-t$ 图像是一条倾斜的直线如右图, 当时间增加相同的值 Δt , 速度也会增加相同的值 Δv , 由此得出结论: 小车的速度随时间均匀变化.



(2) 既然小车的 $v-t$ 图像是一条倾斜的直线, 那么 v 随 t 变化的函数关系式为 $v=kt+b$, 所以小车的速度随时间均匀变化.

六、注意事项

1. 交流电源的电压及频率要符合要求.
2. 实验前要检查打点的稳定性和清晰程度, 必要时调节振针的高度和更换复写纸.
3. 开始释放小车时, 应使小车靠近打点计时器.
4. 先接通电源, 计时器工作后, 再放开小车, 当小车停止运动时及时断开电源.
5. 要防止钩码落地和小车跟滑轮相撞, 当小车到达滑轮前及时用手按住它.
6. 牵引小车的钩码个数要适当, 以免加速度过大而使纸带上的点太少, 或者加速度太小, 而使各段位移无多大差别, 从而使误差增大, 加速度的大小以能在 50 cm 长的纸带上清楚地取得六、七个计数点为宜.

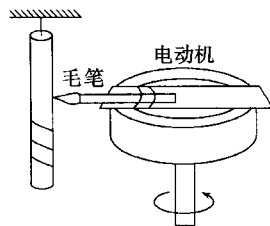
7. 要区别计时器打出的点与人为选取的计数点, 一般在纸带上每隔四个点取一个计数点, 即时间间隔为 $T=0.02 \times 5 \text{ s}=0.1 \text{ s}$.

8. 要多测几组, 尽量减小误差.

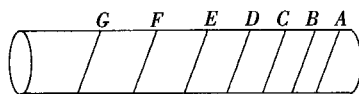
9. 描点时最好用坐标纸, 在纵、横轴上选取合适的单位, 用细铅笔认真描点.

七、实验改进

物块带动小车做加速运动时, 因受轨道等各方面的影响, 致使小车加速度不恒定, 即小车不能真正做匀加速直线运动, 若采用如下图①装置则可避免. 将包有白纸的总质量为 m 的圆柱金属棒替代纸带和重物, 蘸有颜料的毛笔固定在马达上并随之匀速转动, 使之替代打点计时器. 当烧断挂圆柱的线后, 圆柱金属棒竖直自由落下, 毛笔就在圆柱金属棒面上的纸上画出记号, 得到对应的纸带, 如下图②所示.



图①



图②

测出在同一条竖直线上各相邻的两条画线之间的间隔 x_1, x_2, x_3, \dots , 利用逐差法 $\Delta x = aT^2$, 根据电动机转动的周期 T , 即可求出金属棒下落的加速度 a .

典 例 精 讲

dian li jing jiang

典例真题探究·触类旁通演练

类型一

对实验原理的理解

例 1 在做“研究匀变速直线运动”的实验时, 为了能够较准确地测出加速度, 将你认为正确的选项前面的字母填在横线上: _____

- A. 把附有滑轮的长木板放在实验桌上, 并使滑轮伸出桌面
- B. 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
- C. 再把一条细绳拴在小车上, 细绳跨过滑轮, 下边挂上合适的钩码, 每次必须由静止释放小车
- D. 把纸带穿过打点计时器, 并把它的一端固定在小车的后面
- E. 把小车停在靠近打点计时器处, 接通直流电源后, 放开小车, 让小车拖着纸带运动, 打点计时器就在纸带上打下

一系列的点, 换上新纸带, 重复三次

F. 从三条纸带中选择一条比较理想的纸带, 舍掉开头比较密集的点, 在后边便于测量的地方找一个开始点, 并把每打五个点的时间作为时间单位. 在选好的开始点下面记作 0, 往后第六个点作为计数点 1, 依此标出计数点 2、3、4、5、6, 并测算出相邻两点间的距离

G. 根据公式 $a_1 = \frac{x_4 - x_1}{3T^2}$, $a_2 = \frac{x_5 - x_2}{3T^2}$, $a_3 = \frac{x_6 - x_3}{3T^2}$ 及 $\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$ 求出 \bar{a}

【解析】 在实验中尽可能地保证小车做匀变速直线运动, 同时也要求纸带能尽可能地直接反映小车的运动情况, 既要减小运动误差也要减小纸带的分析误差. 其中 E 项中的电源应采用交流电源, 而不是直流电源.

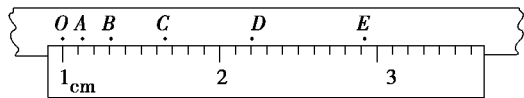
【答案】 ABCDFG

类型二

实验数据的处理

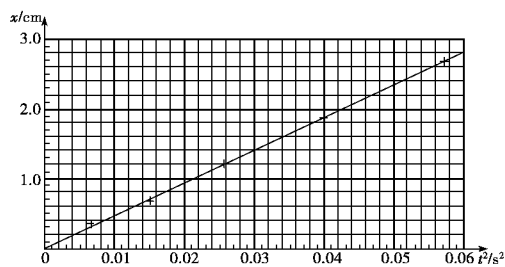
例2 (2011年广东理综)图是“研究匀变速直线运动”

实验中获得的一条纸带, O, A, B, C, D 和 E 为纸带上六个计数点. 加速度大小用 a 表示.



① OD 间的距离为 _____ cm.

② 图是根据实验数据绘出的 $x-t^2$ 图线 (x 为各计数点同一起点的距离), 斜率表示 _____, 其大小为 _____ m/s^2 (保留三位有效数字).



【解析】 由于物体做的是匀变速直线运动, 所以从某一点开始运动的位移 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$, 由于 $x-t^2$ 图线是一条倾斜直线, 因此 $v_0=0$, 则 $x=\frac{a}{2}t^2$, 这样, 我们就可以知道 $x-t^2$ 图的斜率为 $\frac{a}{2}$, 通过图线可求得斜率为 0.464.

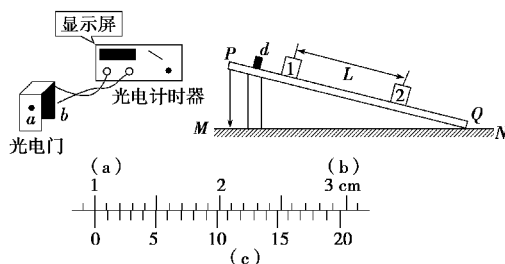
【答案】 ① 1.18~1.22 ② $\frac{1}{2}a$ 0.458~0.464

探 究 创 新

tan jiu chuang xin

题型攻关·热点集训

光电计时器是一种研究物体运动情况的常用计时仪器, 其结构如图(a)所示, a, b 分别是光电门的激光发射和接收装置, 当有物体从 a, b 间通过的, 光电计时器就可以精确地把物体从开始挡光到挡光结束的时间记录下来. 现利用图(b)所示的装置测量滑块和长木板间的动摩擦因数, 图中 MN 是水平桌面, Q 是长木板与桌面的接触点, 1 和 2 是固定在长木板上适当位置的两个光电门, 与之连接的两个光电计时器没有画出, 长木板顶端 P 点悬有一铅锤, 实验时, 让滑块从长木板的顶端滑下, 光电门 1、2 各自连接的计时器显示的挡光时间分别为 $1.0 \times 10^{-2} s$ 和 $4.0 \times 10^{-3} s$. 用精度为 0.05 mm 的游标卡尺测量滑块的宽度为 d , 其示数如图(c)所示.



(1) 滑块的宽度 $d =$ _____ cm.

(2) 滑块通过光电门 1 时的速度 $v_1 =$ _____ m/s, 滑块通过光电门 2 时的速度 $v_2 =$ _____ m/s. (结果保留两位有效数字)

(3) 由此测得的瞬时速度 v_1 和 v_2 只是一个近似值, 它们实质上是通过光电门 1 和 2 时的 _____, 要使瞬时速度的测量值更接近于真实值, 可将 _____ 的宽度减小一些.

专 题 讲 座

zhuān tí jiǎng zuò

提炼方法·规避误区

物理实验中的数据处理方法

一、数据处理方法解读

在实验过程中, 通常要得出一些实验数据, 要确定各物理量之间的关系, 就要对实验中得出的数据进行处理, 从而得出物理规律. 数据处理的方法有多种, 一般情况下, 可有以下一些处理数据的方法.

1. 平均值法

取算术平均值是为减小偶然误差而常用的一种数据处理方法. 通常在同样的测量条件下, 对于某一物理量进行多次测量的结果不会完全一样, 用多次测量的算术平均值作为测量结果, 实验误差最小.

2. 公式法

根据测定的两组或多组数据代入公式求解的方法. 公式法的应用要领是充分利用数据取平均值或利用差值较大的两组数据.

3. 列表法

实验中将数据列成表格, 可以简明地显示出有关物理量之间的关系, 便于检查测量结果和运算是否合理, 有助于发现和分析问题, 列表法还常是图像法的基础. 列表时应注意表格要直观地反映有关物理量之间的关系, 便于分析; 表格要清楚地反映测量的次数, 测得的物理量的名称及单位; 表中所列数据要准确地反映测量值的有效数字.

4. 图解法

根据实验数据通过列表、描图、求斜率和坐标轴上的截距, 表示所未知量. 选取适当的自变量, 通过作图可以找到或反映物理量之间的变化关系, 并找出其中的规律, 确定对应量的函数关系. 作图法是最常用的实验数据处理方法之一.