



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30<sup>+</sup>年创始人专注教育行业

# 全品

## 选考复习方案

主编：肖德好



AI智慧教辅



AI时代就该用AI学习  
遇到问题快扫我

# 物理 听课手册

## 基础版

沈阳出版发行集团

 沈阳出版社

# CONTENTS

## 目录



扫码添加全品伴学师  
获取学习服务

### 01 第一单元 运动的描述 匀变速直线运动

第1讲	运动的描述	001
第2讲	匀变速直线运动的规律与应用	004
第3讲	自由落体运动与竖直上抛运动 多过程问题	006
专题一	直线运动中的图像问题	009
	题型一 常规图像问题	009
	题型二 非常规图像问题	010
专题二	追及、相遇问题	011
	题型一 追及、相遇问题	011
	题型二 图像中的追及、相遇问题	012
实验一	测量做直线运动物体的瞬时速度(加速度)	013

### 02 第二单元 相互作用——力

第4讲	重力 弹力 摩擦力	017
★ 增分微课 1	摩擦力的突变问题	020
第5讲	力的合成与分解	022
第6讲	牛顿第三定律 共点力的平衡	024
专题三	动态平衡问题、平衡中的临界和极值问题	026
	题型一 动态平衡问题	026
	题型二 平衡中的临界和极值问题	028
★ 增分微课 2	“死结”和“活结” “动杆”和“定杆”模型	028
实验二	探究弹簧弹力与形变量的关系	030
实验三	探究两个互成角度的力的合成规律	034

### 03 第三单元 运动与力的关系

第7讲	牛顿第一定律、牛顿第二定律	038
第8讲	牛顿第二定律的基本应用	040
★ 增分微课 3	等时圆模型	043
专题四	牛顿第二定律的综合应用	044
	题型一 动力学中的图像问题	044
	题型二 动力学中的连接体问题	045
	题型三 动力学中的临界和极值问题	046
专题五	“传送带”模型中的动力学问题	047
	题型一 水平传送带模型	048
	题型二 倾斜传送带模型	049
专题六	“滑块—木板”模型中的动力学问题	050
	题型一 平面上的板块问题	050
	※ 题型二 斜面上的板块问题	051
实验四	探究加速度与物体受力、物体质量的关系	051

### 物理建模

1. 等时圆模型	043
2. “滑块—木板”模型中的动力学问题	050
3. 圆锥摆类问题	068
4. 双星、多星问题	084
5. “滑块—斜(曲)面”模型	115
6. “滑块—弹簧”模型	116
7. “子弹打木块”模型	117
8. 等效思想在电场中的应用	161
9. 解决带电粒子在有界磁场中的临界问题的三种方法	198
10. 变质量气体问题	258

### 解答规范

1. 动力学中的两类基本问题	041
2. 动能定理在单向多过程问题中的应用	093
3. 能量与动量观点的综合应用	120
4. 带电粒子在一般组合场中的运动	204
5. 动量定理在电磁感应中的应用	222

## 04 第四单元 曲线运动

第 9 讲 曲线运动 运动的合成与分解	055
第 10 讲 平抛运动	058
第 11 讲 斜抛运动 抛体运动中的临界问题	061
实验五 探究平抛运动的特点	063
第 12 讲 圆周运动	066
★ 增分微课 4 圆锥摆类问题	068
专题七 圆周运动的临界问题	070
题型一 水平面内圆周运动的临界问题	070
题型二 竖直面内圆周运动的临界问题	071
※ 题型三 斜面上圆周运动的临界问题	072
★ 增分微课 5 平抛运动与圆周运动的综合问题	073
实验六 探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系	075

## 05 第五单元 万有引力与宇宙航行

第 13 讲 万有引力定律及其应用	078
第 14 讲 人造卫星 宇宙速度	081
专题八 卫星变轨问题 双星、多星问题	083
题型一 卫星变轨和对接问题	083
题型二 双星、多星问题	084
题型三 天体的追及相遇问题	085

## 06 第六单元 机械能

第 15 讲 功、功率	086
★ 增分微课 6 变力做功的分析与计算	089
第 16 讲 动能定理及其应用	090
专题九 应用动能定理解决多过程问题	093
题型一 动能定理在单向多过程问题中的应用	093
题型二 动能定理在往复运动问题中的应用	094
第 17 讲 机械能守恒定律及其应用	095
★ 增分微课 7 含弹簧系统的机械能守恒问题	097
第 18 讲 功能关系 能量守恒定律	099
专题十 动力学和能量观点的综合应用	102
题型一 传送带模型综合问题	102
题型二 用动力学和能量观点解决多过程多运动组合问题	103
实验七 验证机械能守恒定律	103

## 07 第七单元 动量

第 19 讲 动量定理及其应用	107
第 20 讲 动量守恒定律及其应用	110
第 21 讲 碰撞 反冲现象	112
专题十一 “滑块—斜(曲)面”模型和“滑块—弹簧”模型	115
题型一 “滑块—斜(曲)面”模型	115
题型二 “滑块—弹簧”模型	116
专题十二 “子弹打木块”模型和“滑块—木板”模型	117
题型一 “子弹打木块”模型	117
题型二 “滑块—木板”模型	118
专题十三 力学三大观点的综合应用	119
题型一 动力学与动量观点的综合应用	119
题型二 能量与动量观点的综合应用	120
题型三 力学三大观点的综合应用	120
实验八 验证动量守恒定律	121

## 08 第八单元 机械振动与机械波

第 22 讲 机械振动	125
实验九 用单摆测量重力加速度	129
第 23 讲 机械波	132

## 09 第九单元 静电场

第 24 讲 静电场中力的性质	138
★ 增分微课 8 非点电荷的电场强度叠加	142
第 25 讲 静电场中能的性质	144
专题十四 静电场中的图像问题	148
题型一 $v-t$ 图像	148
题型二 $E-x$ 图像	149
题型三 $\varphi-x$ 图像	150
题型四 $E_p-x$ 图像、 $E_k-x$ 图像	150
第 26 讲 电容器 带电粒子在电场中的直线运动	151
实验十 观察电容器的充、放电现象	154
第 27 讲 带电粒子在电场中的偏转	157
※ 专题十五 带电粒子在交变电场中的运动	159
题型一 带电粒子在交变电场中的直线运动	159
题型二 带电粒子在交变电场中的偏转	160
专题十六 带电粒子在电场中运动的综合问题	161
题型一 电场中功能关系的综合应用	161
题型二 等效思想在电场中的应用	161
题型三 电场中能量、动量的综合问题	162

## 10 第十单元 恒定电流

第 28 讲	电路及其应用	164
第 29 讲	闭合电路的欧姆定律	168
专题十七	电学实验基础	172
题型一	基本仪器的使用与读数	172
题型二	测量电路与控制电路的设计	173
题型三	实验器材的选取与实物图的连接	174
专题十八	测量电阻的其他几种方法	175
题型一	差值法	175
题型二	等效替代法	176
题型三	半偏法	177
题型四	电桥法	178
实验十一	测量金属丝的电阻率	179
实验十二	用多用电表测量电学中的物理量	182
实验十三	测量电源的电动势和内阻	186

## 11 第十一单元 磁场

第 30 讲	磁场及其对电流的作用	190
第 31 讲	磁场对运动电荷(带电体)的作用	194
专题十九	磁场中的“动态圆”模型	198
题型一	解决带电粒子在有界磁场中的临界问题的三种方法	198
题型二	磁聚焦与磁发散	200
专题二十	洛伦兹力与现代科技	200
题型一	电场与磁场组合的应用实例	200
题型二	电场与磁场叠加的应用实例	202
专题二十一	带电粒子在组合场中的运动	204
题型一	带电粒子在一般组合场中的运动	204
题型二	带电粒子在交变组合场中的运动	206
专题二十二	带电粒子在叠加场和立体空间中的运动	206
题型一	带电粒子在叠加场中的运动	206
题型二	带电粒子在立体空间中的运动	207
★ 增分微课 9	配速法处理叠加场中的摆线类问题	208

## 12 第十二单元 电磁感应

第 32 讲	电磁感应现象 楞次定律
--------	-------------

实验十四	探究影响感应电流方向的因素	210
第 33 讲	法拉第电磁感应定律 自感和涡流	214
专题二十三	电磁感应中的电路和图像问题	217
题型一	电磁感应中的电路问题	217
题型二	电磁感应中的图像问题	218
专题二十四	电磁感应中的动力学和能量问题	219
题型一	电磁感应中的动力学问题	219
题型二	电磁感应中的能量问题	221
专题二十五	动量观点在电磁感应中的应用	222
题型一	动量定理在电磁感应中的应用	222
题型二	动量守恒定律在电磁感应中的应用	223

## 13 第十三单元 交变电流 电磁振荡与电磁波 传感器

第 34 讲	交变电流的产生及描述	224
第 35 讲	变压器 远距离输电	
实验十五	探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系	226
★ 增分微课 10	用等效法处理变压器问题	231
第 36 讲	电磁振荡与电磁波 传感器	
实验十六	利用传感器制作简单的自动控制装置	233

## 14 第十四单元 光学

第 37 讲	光的折射和全反射	237
第 38 讲	光的波动性	240
第 39 讲	光学实验	244

## 15 第十五单元 热学

第 40 讲	分子动理论 内能	250
第 41 讲	固体、液体和气体	254
专题二十六	气体实验定律的综合应用	258
题型一	变质量气体问题	258
题型二	关联气体问题	260
第 42 讲	气体实验定律与热力学定律综合问题	261
第 43 讲	热学实验	264

## 16 第十六单元 近代物理

第 44 讲	光电效应	268
第 45 讲	波粒二象性 物质波 原子结构与玻尔理论	271
第 46 讲	原子核	275



# 第一单元 运动的描述 匀变速直线运动

课程标准	核心考点
1. 了解近代实验科学产生的背景,认识实验对物理学发展的推动作用 2. 经历质点模型的建构过程,了解质点的含义.知道将物体抽象为质点的条件,能将特定实际情境中的物体抽象为质点.体会建构物理模型的思维方式,认识物理模型在探索自然规律中的作用 3. 理解位移、速度和加速度.通过实验,探究匀变速直线运动的特点,能用公式、图像等方法描述匀变速直线运动,理解匀变速直线运动的规律,能运用其解决实际问题,体会科学思维中的抽象方法和物理问题研究中的极限方法 4. 通过实验认识自由落体运动规律.结合物理学史的相关内容,认识物理实验与科学推理在物理学研究中的作用	参考系、质点
	位移、速度和加速度
	匀变速直线运动及其公式、图像
	实验:测量做直线运动物体的瞬时速度

## 第1讲 运动的描述

### 考点一 质点、参考系、时间与位移

#### 必备知识

精梳理

#### 1. 质点

(1)质点是用来代替物体的\_\_\_\_\_的点,质点是一种理想化模型.

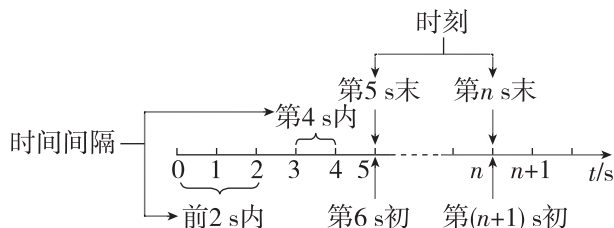
(2)把物体看作质点的条件:物体的大小、形状等因素对所研究的问题的影响可以\_\_\_\_\_.或当物体上各部分的运动状态都\_\_\_\_\_时,任何一点的运动情况都能代表物体的运动.

#### 2. 参考系

在描述物体运动时,用来作为参考的物体.通常以\_\_\_\_\_为参考系.

#### 3. 时间与位移

(1)时间间隔与时刻(如图所示)



#### (2)位移与路程

	位移	路程
定义	位移表示物体的位置变化,可用由初位置指向_____的有向线段表示	路程是物体的_____长度
标矢性	位移是_____,方向由初位置指向_____	路程是_____,没有方向
运算规则	矢量的平行四边形定则	标量的代数运算
联系	在单向直线运动中,位移的大小等于路程;其他情况下,位移_____路程	

#### 【辨别明理】

- 只有质量和体积都很小的物体才能看作质点. ( )
- 参考系必须选择静止不动的物体. ( )
- 描述物体的运动情况时,选择不同的参考系不会影响其结果. ( )
- 做直线运动的物体,其位移的大小一定等于路程. ( )



**例 1** 某次速度滑冰 500 米比赛在标准 400 米椭圆形冰道上进行. 在速度滑冰男子 500 米决赛中, 某运动员的成绩是 34 秒 95. 该运动员最终凭借这一成绩以 0.02 秒的优势战胜对手. 下列说法正确的是 ( )

- A. 该运动员在本次比赛中的位移是 500 米  
 B. 比赛用时 34 秒 95, “34 秒 95”指的是时刻  
 C. 以自己为参考系, 该运动员感觉终点线迎面而来  
 D. 研究该运动员在弯道处的技术动作时, 该运动员可以被看成质点

[反思感悟]

**例 2** [2026·福建龙岩开学考] 某篮球运动员在原地拍球, 球从 1.5 m 高处落下, 又被地板弹回, 在离地 1 m 处被接住. 则球通过的路程和位移的大小分别是 ( )

- A. 2.5 m, 2.5 m      B. 2.5 m, 0.5 m  
 C. 1.5 m, 1 m      D. 1.5 m, 0.5 m

[反思感悟]

## 考点二 平均速度、瞬时速度

### 必备知识

精梳理

#### 1. 平均速度与瞬时速度

	平均速度	瞬时速度
定义	物体在某一段时间内完成的位移与所用时间之比	物体在_____或经过_____时的速度
定义式	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ( $\Delta x$ 为位移)	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ( $\Delta t$ 趋于零)
标矢性	矢量, 平均速度方向与物体_____方向相同	矢量, 瞬时速度方向与物体运动方向相同, 沿其运动轨迹_____方向
实际应用	物理实验中通过光电门测速, 把遮光条通过光电门的平均速度视为瞬时速度	

#### 2. 平均速率与瞬时速率

- (1) 瞬时速率: \_\_\_\_\_ 的大小, 简称速率.  
 (2) 平均速率: 物体运动的 \_\_\_\_\_ 与通过这段路程所用时间的比值.

#### 【辨别明理】

1. 瞬时速度的方向就是物体在该时刻或该位置的运动方向. ( )  
 2. 一个物体在一段时间内的平均速度为 0, 平均速率也一定为 0. ( )

## 典例精析

明思路

**例 3** 某赛车手在一次野外训练中, 利用地图计算出的出发地和目的地的直线距离为 9 km, 从出发地到目的地用时为 5 min, 赛车上的里程表

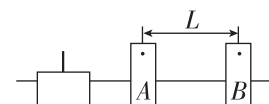
显示的里程数增加了 15 km, 当他经过某路标时, 车内速度计的示数为 150 km/h, 下列说法正确的是 ( )

- A. 在整个过程中赛车手的瞬时速度一直是 108 km/h  
 B. 在整个过程中赛车手的平均速度是 180 km/h  
 C. 在整个过程中赛车手的平均速率是 108 km/h  
 D. 赛车手经过该路标时的瞬时速率是 150 km/h

[反思感悟]

**例 4** 如图所示, 气垫导轨上装有两个光电计时装置 A 与 B, A、B 间距离为  $L = 30$  cm. 为了测量滑块的加速度, 在滑块上安装了一个宽度为  $d = 1$  cm 的遮光条, 现让滑块以某一加速度通过 A、B, 记录遮光条通过 A、B 的时间分别为 0.010 s、0.005 s, 滑块从 A 到 B 所用时间为 0.200 s, 则下列说法正确的是 ( )

- A. 滑块通过 A 的速度大小  
 为 1 cm/s  
 B. 滑块通过 B 的速度大小为 2 cm/s  
 C. 滑块的加速度大小为  $5 \text{ m/s}^2$   
 D. 滑块在 A、B 间的平均速度大小为 3 m/s



## 考点三 加速度

### 必备知识

精梳理

1. 定义:物体\_\_\_\_\_和发生这一变化所用时间之比.
2. 定义式: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ,单位: $\text{m/s}^2$ .
3. 方向:与\_\_\_\_\_的方向一致,由\_\_\_\_\_的方向决定,而与  $v_0$ 、 $v$  的方向\_\_\_\_\_ (选填“有关”或“无关”),是矢量.
4. 物理意义:描述物体速度\_\_\_\_\_的物理量.
5. 速度、速度的变化量和加速度的对比

	速度 $v$	速度的变化量 $\Delta v$	加速度 $a$
物理意义	表示运动的快慢和方向,是状态量	表示速度变化的大小和方向,是过程量	表示速度变化的快慢和方向,即速度的变化率,是状态量
公式	$v = \frac{x}{t}$	$\Delta v = v - v_0$	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
决定因素	由物体的运动状态决定	由 $\Delta v = a \Delta t$ 知, $\Delta v$ 由 $a$ 和 $\Delta t$ 决定	由 $a = \frac{F}{m}$ 知, $a$ 由 $F$ 和 $m$ 决定
关系	三者的大小无必然联系, $v$ 很大时, $\Delta v$ 可以很小,甚至为 0, $a$ 可大可小		

### 【辨别明理】

1. 物体的速度很大,加速度一定不为零. ( )
2. 物体的速度为零,加速度可能很大. ( )
3. 甲的加速度  $a_{\text{甲}} = 2 \text{ m/s}^2$ ,乙的加速度  $a_{\text{乙}} = -3 \text{ m/s}^2$ ,  $a_{\text{甲}} > a_{\text{乙}}$ . ( )
4. 物体的加速度增大,速度一定增大. ( )

### 典例精析

明思路

- 例 5** (多选)甲、乙两个物体沿同一直线向同一方向运动时,取物体的初速度方向为正,甲的加速度恒为  $2 \text{ m/s}^2$ ,乙的加速度恒为  $-3 \text{ m/s}^2$ ,则下列说法中正确的是 ( )
- A. 两物体都做加速直线运动,乙的速度变化快

- B. 每经过 1 s,甲的速度增加  $2 \text{ m/s}$   
 C. 乙做减速直线运动,它的速度变化率大  
 D. 甲的加速度比乙的加速度大

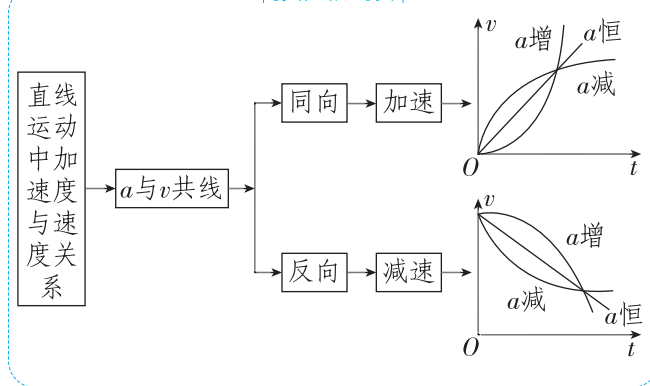
### 【反思感悟】

**例 6** (多选)一个物体做变速直线运动,物体的加速度(方向不变)大小从某一值逐渐减小到零,则在此过程中,关于该物体的运动情况的说法可能正确的是 ( )

- A. 物体速度不断增大,加速度减小到零时,物体速度最大  
 B. 物体速度不断减小,加速度减小到零时,物体速度为零  
 C. 物体速度减小到零后,反向加速再匀速  
 D. 物体速度不断增大,然后逐渐减小

### 【反思感悟】

### 技法点拨



**例 7** (多选)一物体做加速度不变的直线运动,某时刻该物体速度的大小为  $4 \text{ m/s}$ ,2 s 后该物体速度的大小为  $8 \text{ m/s}$ .在这 2 s 内该物体的 ( )

- A. 速度变化量的大小可能大于  $8 \text{ m/s}$   
 B. 速度变化量的大小可能小于  $4 \text{ m/s}$   
 C. 加速度的大小可能大于  $4 \text{ m/s}^2$   
 D. 加速度的大小可能等于  $2 \text{ m/s}^2$

### 【反思感悟】

## 第2讲 匀变速直线运动的规律与应用

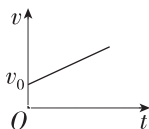
### 考点一 匀变速直线运动的基本规律及其应用

#### 必备知识

精梳理

#### 1. 匀变速直线运动

- (1) 匀变速直线运动: 沿着一条直线且\_\_\_\_\_不变的运动.
- (2) 如图所示, 匀变速直线运动的  $v-t$  图线是一条倾斜的直线.



#### 2. 匀变速直线运动的基本规律

- (1) 速度与时间的关系式:  $v = \underline{\hspace{2cm}}$ .
- (2) 位移与时间的关系式:  $x = \underline{\hspace{2cm}}$ .
- (3) 速度与位移的关系式:  $\underline{\hspace{2cm}} = 2ax$ .

#### 3. 匀变速直线运动的公式选用技巧

题目中所涉及的物理量	没有涉及的物理量	适宜选用公式
$v_0, v, a, t$	$x$	$v = v_0 + at$
$v_0, a, t, x$	$v$	$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$
$v_0, v, a, x$	$t$	$v^2 - v_0^2 = 2ax$

注意: 通常以初速度  $v_0$  的方向为正方向; 当  $v_0 = 0$  时, 一般以加速度  $a$  的方向为正方向. 速度、加速度、位移的方向与正方向相同时取正, 相反时取负.

#### 【辨别明理】

1. 匀变速直线运动的加速度是均匀变化的. ( )
2. 匀变速直线运动的速度是均匀变化的. ( )
3. 匀变速直线运动中, 经过相同的时间, 速度变化量相同. ( )
4. 在匀变速直线运动中, 中间时刻的速度一定小于该段时间内位移中点的速度. ( )

#### 典例精析

明思路

**例1** 以  $18 \text{ m/s}$  的速度行驶的汽车, 制动后做匀减速直线运动, 在  $3 \text{ s}$  内前进  $36 \text{ m}$ , 则汽车在  $5 \text{ s}$  内的位移为 ( )

- A.  $50 \text{ m}$                       B.  $45 \text{ m}$   
C.  $40.5 \text{ m}$                     D.  $40 \text{ m}$

**例2** 一辆沿平直公路匀速行驶的汽车, 突然以  $1 \text{ m/s}^2$  的加速度加速行驶, 经  $12 \text{ s}$  发生的位移为  $180 \text{ m}$ , 求:

- (1) 汽车原来匀速行驶时的速度大小;  
(2) 汽车加速后第  $10 \text{ s}$  末的速度大小;  
(3) 开始加速后, 汽车在前  $3 \text{ s}$  内的位移大小;  
(4) 开始加速后, 汽车在第  $3 \text{ s}$  内的位移大小.

**例3** (多选) 在足够长的光滑固定斜面上, 有一物体以  $10 \text{ m/s}$  的初速度沿斜面向上运动, 物体的加速度大小始终为  $5 \text{ m/s}^2$ 、方向沿斜面向下, 当物体的位移大小为  $7.5 \text{ m}$  时, 下列说法正确的是 ( )

- A. 物体运动时间可能为  $1 \text{ s}$   
B. 物体运动时间可能为  $3 \text{ s}$   
C. 物体运动时间可能为  $(2 + \sqrt{7}) \text{ s}$   
D. 物体此时的速度大小一定为  $5 \text{ m/s}$

#### 技法点拨

两类特殊的匀减速直线运动

刹车类	特点为匀减速到速度为零后即停止运动, 加速度 $a$ 突然消失, 求解时要注意确定其实际运动时间. 如果问题涉及最后阶段 (到停止运动) 的运动, 可把该阶段看成反向的初速度为零、加速度不变的匀加速直线运动
双向运动类	如沿光滑斜面上滑的小球, 到最高点后仍能以前加速度匀加速下滑, 全过程加速度大小、方向均不变, 求解时可对全过程列式, 但必须注意 $x, v, a$ 等矢量的正负号及物理意义



## 考点二 匀变速直线运动的推论及其应用

### 必备知识

精梳理

#### 1. 匀变速直线运动的三个常用推论

(1) 两个连续相同时间内的位移差:  $\Delta x = \underline{\hspace{2cm}}$ .  $x_m - x_n = \underline{\hspace{2cm}} aT^2$ .

(2) 中间时刻速度:  $v_{\frac{t}{2}} = \underline{\hspace{2cm}} = \bar{v}$ .

(3) 位移中点速度:  $v_{\frac{x}{2}} = \underline{\hspace{2cm}}$ .

#### 2. 初速度为零的匀加速直线运动的五个重要比例式

(1)  $T$  末、 $2T$  末、 $3T$  末、 $\dots$ 、 $nT$  末的瞬时速度之比  $v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .

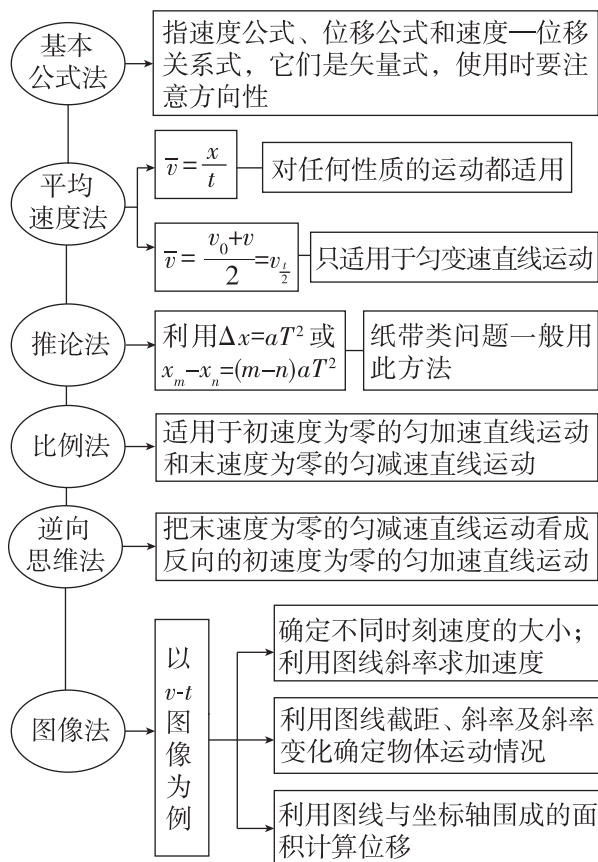
(2) 前  $T$  内、前  $2T$  内、前  $3T$  内、 $\dots$ 、前  $nT$  内的位移之比  $x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .

(3) 第 1 个  $T$  内、第 2 个  $T$  内、第 3 个  $T$  内、 $\dots$ 、第  $n$  个  $T$  内的位移之比  $x_{\text{I}} : x_{\text{II}} : x_{\text{III}} : \dots : x_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .

(4) 前  $x$  内、前  $2x$  内、前  $3x$  内、 $\dots$ 、前  $nx$  内的时间之比  $t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .

(5) 第 1 个  $x$  内、第 2 个  $x$  内、第 3 个  $x$  内、 $\dots$ 、第  $n$  个  $x$  内的时间之比  $t_{\text{I}} : t_{\text{II}} : t_{\text{III}} : \dots : t_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .

#### 3. 解决匀变速直线运动的六种方法



### 典例精析

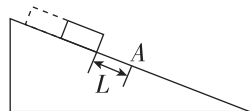
明思路

**例 4** 一辆无人送货车正在做匀加速直线运动. 某时刻起开始计时, 在第一个 4 s 内位移为 9.6 m, 第二个 4 s 内位移为 16 m, 下面说法正确的是 ( )

- A. 计时时刻送货车的速度为 0  
 B. 送货车的加速度大小为  $1.6 \text{ m/s}^2$   
 C. 送货车在第 1 个 4 s 末的速度大小为  $3.2 \text{ m/s}$   
 D. 送货车在第 2 个 4 s 内的平均速度大小为  $3.6 \text{ m/s}$

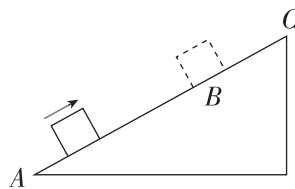
**例 5** [2024 · 山东卷] 如图所示, 固定的光滑斜面上有一木板, 其下端与斜面上 A 点距离为  $L$ . 木板由静止释放, 若木板长度为  $L$ , 通过 A 点的时间间隔为  $\Delta t_1$ ; 若木板长度为  $2L$ , 通过 A 点的时间间隔为  $\Delta t_2$ .  $\Delta t_2 : \Delta t_1$  为 ( )

- A.  $(\sqrt{3}-1) : (\sqrt{2}-1)$   
 B.  $(\sqrt{3}-\sqrt{2}) : (\sqrt{2}-1)$   
 C.  $(\sqrt{3}+1) : (\sqrt{2}+1)$   
 D.  $(\sqrt{3}+\sqrt{2}) : (\sqrt{2}+1)$



**例 6** 物体以一定的初速度从斜面底端 A 点冲上固定的光滑斜面, 斜面总长度为  $x_{AC}$ , 物体到达斜面最高点 C 时速度恰好为零, 如图所示,

已知物体向上运动到距斜面底端  $\frac{3}{4}x_{AC}$  处的 B 点时, 所用时间为  $t$ , 求物体从 B 滑到 C 所用的时间. (本题可尝试用多种方法解答)



## 第3讲 自由落体运动与竖直上抛运动 多过程问题

### 考点一 自由落体运动

#### 必备知识

精梳理

1. 自由落体运动: 物体只受 \_\_\_\_\_, 从 \_\_\_\_\_ 开始下落.

2. 运动特点: 初速度为 \_\_\_\_\_, 加速度为 \_\_\_\_\_ 的匀加速直线运动.

3. 基本规律:

(1) 速度与时间的关系式:  $v = \underline{\hspace{2cm}}$ .

(2) 位移与时间的关系式:  $h = \underline{\hspace{2cm}}$ .

(3) 速度与位移的关系式:  $v^2 = \underline{\hspace{2cm}}$ .

4. 自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动, 故初速度为零的匀加速直线运动的规律、比例关系及推论等都适用.

#### 【辨别明理】

1. 物体从某高度处由静止下落一定做自由落体运动. ( )

2. 做自由落体运动的物体相等时间内速度变化量相同. ( )

3. 做自由落体运动的物体相邻的 1 s 内位移差约为 9.8 m. ( )

#### 典例精析

明思路

**例 1** [2025·湖北十堰多校 5 月适应性考试] 一无人机在空中悬停, 某时刻从机身底部无初速度地释放一金属小球, 小球落地前 1 s 内下落的距离是无人机底部距地面高度的  $\frac{11}{36}$ . 若不计

空气阻力, 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ , 则小球着地时速度大小为 ( )

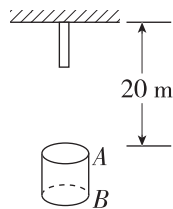
- A.  $60 \text{ m/s}$                       B.  $58 \text{ m/s}$   
C.  $54 \text{ m/s}$                       D.  $50 \text{ m/s}$

#### 【反思感悟】

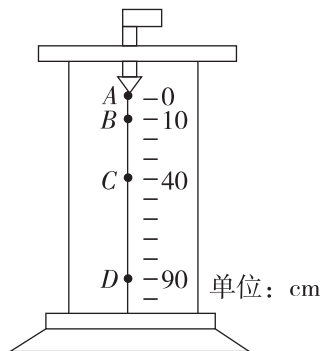
**例 2** 如图所示, 木杆长 5 m, 上端固定在某一点, 由静止放开后让它自由落下 (不计空气阻力), 木杆通过悬点正下方 20 m 处的圆筒 AB, 圆筒 AB 长为 5 m,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ , 求:

(1) 木杆通过圆筒的上端 A 所用的时间  $t_1$ ;

(2) 木杆通过圆筒 AB 所用的时间  $t_2$ .



**例 3** 科技馆中的一个展品如图所示, 在较暗处有一个不断地均匀滴水的水龙头, 在一种特殊的闪光灯的照射下, 若调节闪光时间间隔使其正好与水滴从 A 下落到 B 的时间相同, 可以看到一种奇特的现象, 水滴似乎不再下落, 而是像固定在图中的 A、B、C、D 四个位置不动. 对出现的这种现象, 下列描述正确的是 ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ) ( )



A. 水滴在下落过程中通过相邻两点之间的时间间隔满足  $t_{AB} < t_{BC} < t_{CD}$

B. 闪光的时间间隔是  $\frac{\sqrt{2}}{10} \text{ s}$

C. 水滴在相邻两点间的平均速度满足  $\bar{v}_{AB} : \bar{v}_{BC} : \bar{v}_{CD} = 1 : 4 : 9$

D. 水滴在各点的速度满足  $v_B : v_C : v_D = 1 : 3 : 5$

#### 【反思感悟】

## 考点二 竖直上抛运动

### 必备知识

精梳理

#### 1. 竖直上抛运动的基本规律

(1)运动特点:初速度方向竖直向上,加速度为  $g$ , 上升阶段做匀减速运动,下降阶段做\_\_\_\_\_运动.

(2)基本规律

①速度与时间的关系式:\_\_\_\_\_;

②位移与时间的关系式: $x=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$ .

#### 2. 竖直上抛运动的特性(如图所示)

(1)对称性

①时间对称: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  $t_{AB}=t_{BA}$ .

②速度对称: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.

(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,在解决问题时要注意这个特性.

#### 3. 竖直上抛运动研究方法

分段法	(1)上升阶段: $a=g$ 的匀减速直线运动 (2)下降阶段:自由落体运动
全程法	(1)初速度 $v_0$ 向上、加速度为 $-g$ 的匀变速直线运动, $v=v_0-gt$ , $h=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$ (以竖直向上为正方向) (2)若 $v>0$ ,物体上升;若 $v<0$ ,物体下落 (3)若 $h>0$ ,物体在抛出点上方;若 $h<0$ ,物体在抛出点下方

### 【辨别明理】

1. 物体做竖直上抛运动,速度为负值时,位移也为负值. ( )

2. 做竖直上抛运动的物体,在上升过程中,速度变化量方向是竖直向下的. ( )

### 典例精析

明思路

**例 4** (多选)为研究抛体运动的规律,小池同学将一个物体从某位置以  $v_0=10\text{ m/s}$  的初速度竖直向上抛出,设抛出瞬间为  $t=0$  时刻(不计空气阻力, $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ),则下列说法正确的是 ( )

- A.  $t=1\text{ s}$  时物体恰好到达最高点
- B. 从  $t=0$  到  $t=2\text{ s}$ ,物体经过的路程为  $20\text{ m}$
- C. 物体运动到与出发点相距  $5\text{ m}$  时对应的时刻可能是  $t=3\text{ s}$
- D. 物体在第一个  $0.5\text{ s}$  内与第三个  $0.5\text{ s}$  内的位移大小之比为  $3:1$

### 【反思感悟】

**例 5** (多选)在塔顶边缘将一物体竖直向上抛出,抛出点为  $A$ ,物体上升的最大高度为  $20\text{ m}$ . 不计空气阻力, $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ,设塔足够高,则物体位移大小为  $10\text{ m}$  时,物体运动的时间可能为 ( )

- A.  $(2-\sqrt{2})\text{ s}$
- B.  $(2+\sqrt{2})\text{ s}$
- C.  $(2+\sqrt{6})\text{ s}$
- D.  $\sqrt{6}\text{ s}$

### 【反思感悟】

## 考点三 多过程问题

### 必备知识

精梳理

1. 匀变速直线运动多过程问题是指一个物体的运动包含几个阶段,各阶段的运动性质不同,满足不同的运动规律.

2. 解题关键:交接处的速度是连接各阶段运动

的纽带.

#### 3. 解题的一般步骤

(1)准确选取研究对象,根据题意画出物体在各阶段运动的示意图,直观呈现物体运动的全过程.

(2)明确物体在各阶段的运动性质,找出题目给定的已知量、待求未知量,设出中间量,确定过程衔接点的物理量.

(3)合理选择运动学公式,列出物体在各阶段的运动方程及物体各阶段间的关联方程.

### 典例精析

明思路

**例 6** [2025·安徽卷] 汽车由静止开始沿直线从甲站开往乙站,先做加速度大小为  $a$  的匀加速运动,位移大小为  $x$ ;接着在  $t$  时间内做匀速运动;最后做加速度大小也为  $a$  的匀减速运动,到达乙站时速度恰好为 0. 已知甲、乙两站之间的距离为  $8x$ , 则 ( )

A.  $x = \frac{1}{18}at^2$

B.  $x = \frac{1}{16}at^2$

C.  $x = \frac{1}{8}at^2$

D.  $x = \frac{1}{2}at^2$

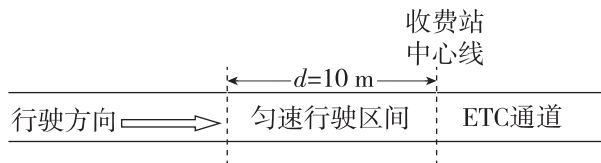
[反思感悟]

**例 7** [教材题改编] ETC 是不停车电子收费系统的简称. 最近,某市对某 ETC 通道的通行车速进行提速,车通过 ETC 通道的流程如图所示. 为简便计算,假设汽车以  $v_0 = 28 \text{ m/s}$  的速度朝收费站沿直线匀速行驶,如过 ETC 通道,需要在收费站中心线前  $d = 10 \text{ m}$  处正好匀减速至  $v_1 = 5 \text{ m/s}$ ,匀速通过中心线后,再匀加速至  $v_0$  正常行驶. 设汽车匀加速和匀减速过程中的加速度大小均为  $1 \text{ m/s}^2$ ,忽略汽车车身长度.

(1)汽车过 ETC 通道时,求从开始减速到恢复正常行驶过程中所需要的时间;

(2)汽车过 ETC 通道时,求从开始减速到恢复正常行驶过程中的位移大小;

(3)提速后汽车以  $v_2 = 10 \text{ m/s}$  的速度通过匀速行驶区间,其他条件不变,求汽车提速后过 ETC 通道过程中比提速前节省的时间. (结果保留两位小数)



# 专题一 直线运动中的图像问题

## 题型一 常规图像问题

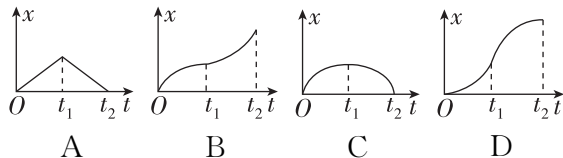
根据图像中横、纵坐标轴所代表的物理量,明确该图像是位移—时间图像( $x-t$  图像),还是速度—时间图像( $v-t$  图像),或是加速度—时间图像( $a-t$  图像),这是解读运动图像信息的前提.

图像	$x-t$ 图像	$v-t$ 图像	$a-t$ 图像
图像实例			
图线含义	图线①表示质点向正方向做匀速直线运动(斜率表示速度 $v$ )	图线①表示质点做匀加速直线运动(斜率表示加速度 $a$ )	图线①表示质点做加速度增大的运动
	图线②表示质点静止	图线②表示质点做匀速直线运动	图线②表示质点做匀变速直线运动
	图线③表示质点向负方向做匀速直线运动	图线③表示质点做匀减速直线运动	图线③表示质点做加速度减小的运动
图点含义	交点④表示此时三个质点相遇	交点④表示此时三个质点有相同的速度	交点④表示此时三个质点有相同的加速度
	点⑤表示 $t_1$ 时刻质点位移为 $x_1$ (图中阴影部分的面积没有意义)	点⑤表示 $t_1$ 时刻质点速度为 $v_1$ (图中阴影部分面积表示质点在 $0 \sim t_1$ 时间内的位移)	点⑤表示 $t_1$ 时刻质点加速度为 $a_1$ (图中阴影部分面积表示质点在 $0 \sim t_1$ 时间内的速度变化量)

**例 1** [2023 · 全国甲卷] 一小车沿直线运动,从  $t=0$  开始由静止匀加速至  $t=t_1$  时刻,此后做匀减速运动,到  $t=t_2$  时刻速度降为零. 在下列小车位移  $x$  与时间  $t$  的关系曲线中,可能正

确的是

( )



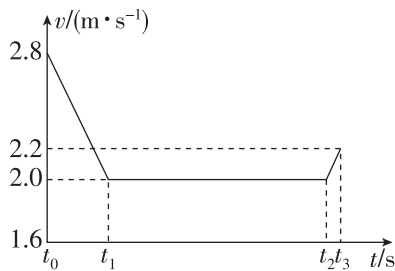
[反思感悟]

**例 2** [2025 · 福建卷] 在 2024 年巴黎奥运会上,我国游泳运动员创造了男子百米自由泳新的世界纪录. 在此次比赛中,运动员起跳后于  $t_0$  时刻入水. 入水后的运动过程可近似分为三个阶段:  $t_0 \sim t_1$  段的前程游为匀减速直线运动,  $t_1 \sim t_2$  段为匀速游,  $t_2 \sim t_3$  段的冲刺游为匀加速直线运动;速率  $v$  随时间  $t$  变化的图像如图所示. 已知  $t_0 = 0.9 \text{ s}$ ,  $t_1 = 10.4 \text{ s}$ ,  $t_2 = 44.4 \text{ s}$ ,  $t_3 = 46.4 \text{ s}$ , 求该运动在

(1)  $t_0 \sim t_1$  段的平均速度大小;

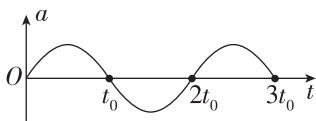
(2)  $t_2 \sim t_3$  段的加速度大小;

(3)  $t_2 \sim t_3$  段的位移大小.





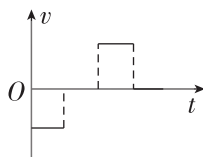
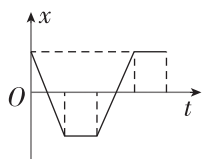
**例3** (多选)[2023·湖北卷]  $t=0$  时刻,质点  $P$  从原点由静止开始做直线运动,其加速度  $a$  随时间  $t$  按图示的正弦曲线变化,周期为  $2t_0$ . 在  $0\sim 3t_0$  时间内,下列说法正确的是 ( )



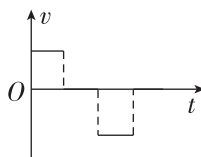
- A.  $t=2t_0$  时,  $P$  回到原点  
 B.  $t=2t_0$  时,  $P$  的运动速度最小  
 C.  $t=t_0$  时,  $P$  到原点的距离最远  
 D.  $t=\frac{3}{2}t_0$  时,  $P$  的运动速度与  $t=\frac{1}{2}t_0$  时相同

[反思感悟]

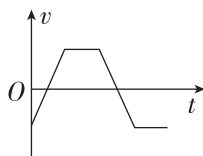
**例4** 一质点的位移—时间图像如图所示,能正确表示该质点的速度  $v$  与时间  $t$  关系的图像是图中的 ( )



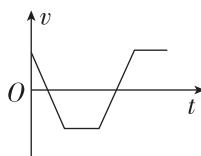
A



B



C



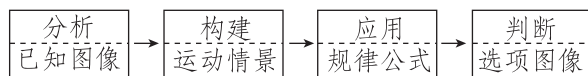
D

[反思感悟]

### 技法点拨

图像间的相互转化一般流程

(1) 解决图像转换类问题的一般流程:



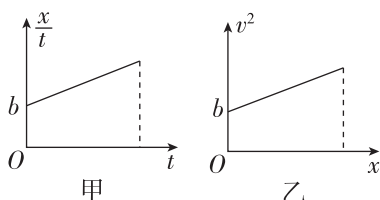
(2) 要注意应用解析法和排除法,两者结合提高选择题图像类题型的解题准确率和速度.

## 题型二 非常规图像问题

对于非常规运动图像,可由运动学公式推导出两个物理量间的函数关系,来分析图像的斜率、截距、面积的含义.

### 1. 函数法解决 $\frac{x}{t}$ - $t$ 图像

由  $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$  可得  $\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2} a t$ , 截距  $b$  为初速度  $v_0$ , 图像的斜率  $k$  为  $\frac{1}{2} a$ , 如图甲所示.



### 2. 函数法解决 $v^2$ - $x$ 图像

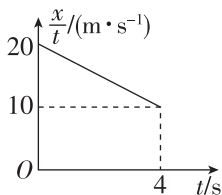
由  $v^2 - v_0^2 = 2ax$  可知  $v^2 = v_0^2 + 2ax$ , 截距  $b$  为  $v_0^2$ , 图像斜率  $k$  为  $2a$ , 如图乙所示.

### 3. 其他非常规图像

图像种类	$a$ - $x$ 图像	$\frac{1}{v}$ - $x$ 图像	$\frac{x}{t^2}$ - $\frac{1}{t}$ 图像
示例			
解题关键	公式依据: $v^2 - v_0^2 = 2ax \rightarrow ax = \frac{v^2 - v_0^2}{2}$ 面积意义: 速度平方变化量的一半 $\left(\frac{v^2 - v_0^2}{2}\right)$	公式依据: $t = \frac{x}{v}$ 面积意义: 运动时间( $t$ )	公式依据: $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow \frac{x}{t^2} = \frac{v_0}{t} + \frac{1}{2} a$ 斜率意义: 初速度 $v_0$ 纵截距意义: 加速度的一半 $\left(\frac{a}{2}\right)$

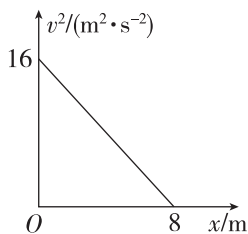
**例 5** 为检测某新能源动力车的刹车性能,现在平直公路上做刹车实验,如图所示是动力车在刹车过程中位移和时间的比值  $\frac{x}{t}$  与  $t$  之间的关系图像,下列说法正确的是 ( )

- A. 动力车的初速度为 10 m/s  
 B. 刹车过程动力车的加速度大小为  $0.5 \text{ m/s}^2$   
 C. 刹车过程持续的时间为 8 s  
 D. 从开始刹车时计时,经过 8 s,动力车的位移为 40 m



**例 6** [2026·河北定州中学开学考] 给某物体一个初速度,使其沿直线运动,运动过程中的  $v^2-x$  关系如图所示,下列说法正确的是 ( )

- A. 物体做变加速直线运动  
 B. 物体运动的初速度大小为 16 m/s  
 C. 物体运动的加速度大小为  $2 \text{ m/s}^2$   
 D. 物体通过 8 m 的位移所用的时间为 4 s



## 专题二 追及、相遇问题

### 题型一 追及、相遇问题

追及与相遇问题的实质是研究两个物体的时空关系,只要满足两个物体在同时到达同一地点,即说明两个物体相遇.

#### 1. 分析思路

可概括为“一个临界条件”和“两个等量关系”.

(1)一个临界条件:速度相等.它往往是物体间能否追上或两者距离最大、最小的临界条件,也是分析、判断问题的切入点;

(2)两个等量关系:时间等量关系和位移等量关系.通过画草图找出两物体的位移关系是解题的突破口.

#### 2. 常用分析方法

(1)情境分析法:抓住“两物体能否同时到达空间同一位置”这一关键,认真审题,挖掘题目中的隐含条件,建立物体运动关系的情境图.

(2)二次函数法:设运动时间为  $t$ ,根据条件列方程,得到关于二者之间的距离  $\Delta x$  与时间  $t$  的二次函数关系,  $\Delta x = 0$  时,表示两者相遇.

①若  $\Delta > 0$ ,即有两个解,说明可以相遇两次;

②若  $\Delta = 0$ ,一个解,说明刚好追上或相遇;

③若  $\Delta < 0$ ,无解,说明追不上或不能相遇.

当  $t = -\frac{b}{2a}$  时,函数有极值,代表两者距离的最大或最小值.

(3)图像分析法:将两者的速度—时间图像在同一坐标系中画出,然后利用图像分析求解.

(4)变换参考系法:一般情况下,我们习惯于选地面为参考系,但有时研究两个以上相对运动物体间运动时,如果能巧妙选取合适的参考系,会简化解题过程,起到化繁为简的效果.

特别注意:若被追赶的物体做匀减速直线运动,一定要注意判断被追上前该物体是否已经停止运动.

**例 1** 某一长直的赛道上,一辆赛车前方 200 m 处有一安全车正以 10 m/s 的速度匀速前进,这时赛车从静止出发以  $2 \text{ m/s}^2$  的加速度追赶.求:

- (1)赛车出发 3 s 末的瞬时速度大小;  
 (2)赛车追上安全车所需的时间及追上时的速度大小;  
 (3)追上之前两车间的最大距离.

**【拓展】**若当赛车刚追上安全车时,赛车手立即刹车,使赛车以  $4 \text{ m/s}^2$  的加速度做匀减速直线运动,则两车再经过多长时间第二次相遇?(设赛车可以从安全车旁经过而不相碰,用情景分析法和图像法两种方法解题)

**例 2** 在水平轨道上有两列火车 A 和 B 相距为  $x$ , A 车在后面做初速度为  $v_0$ 、加速度大小为  $2a$  的匀减速直线运动,同时 B 车做初速度为零、加速度为  $a$  的匀加速直线运动,两车运动方向相同.要使两车不相撞(未相遇),A 车的初速度  $v_0$  应满足什么条件?(尝试用多种方法求解)

## 题型二 图像中的追及、相遇问题

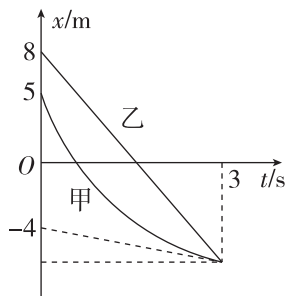
### 1. $x-t$ 图像、 $v-t$ 图像中的追及相遇问题:

- (1)利用图像中斜率、面积、交点的含义进行定性分析或定量计算.
- (2)有时将运动图像还原成物体的实际运动情况更便于理解.

2. 利用  $v-t$  图像分析追及相遇问题:在有些追及相遇情景中可根据两个物体的运动状态作出  $v-t$  图像,再通过图像分析计算得出结果,这样更直观、简捷.

3. 若为  $x-t$  图像,注意交点的意义,图像相交即代表两物体相遇;若为  $a-t$  图像,可转化为  $v-t$  图像进行分析.

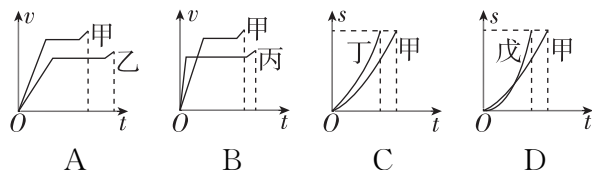
**例 3** (多选)甲、乙两质点沿同一直线运动,其中甲做匀变速直线运动,乙以大小为  $5 \text{ m/s}$  速度做匀速直线运动,在  $t = 3 \text{ s}$  时,两质点相遇,他们的位置随时间变化及相遇时切线数据如图所示,在  $0 \sim 3 \text{ s}$  时间内,下列判断正确的是 ( )



- A. 相遇时甲质点的速度大小为  $3 \text{ m/s}$
- B. 甲质点的初速度大小为  $7 \text{ m/s}$
- C. 甲质点的加速度大小为  $2 \text{ m/s}^2$
- D. 在  $t = 1.5 \text{ s}$  时,甲、乙两质点相距最远

**[反思感悟]**

**例 4** (多选)赛龙舟是端午节的传统活动.下列  $v-t$  和  $s-t$  图像描述了五条相同的龙舟从同一起点线同时出发、沿长直河道划向同一终点线的运动全过程,其中能反映龙舟甲与其他龙舟在途中出现船头并齐的有 ( )



**[反思感悟]**

# 实验一 测量做直线运动物体的瞬时速度（加速度）

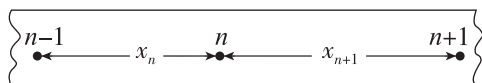
## 教材原型实验

### 一、实验目的

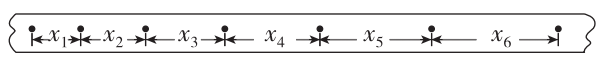
1. 练习正确使用打点计时器,学会利用打下点的纸带研究物体的运动.
2. 测量匀变速直线运动的瞬时速度和加速度.  
( $\Delta x = aT^2$  或  $v-t$  图像).

### 二、实验原理

1. 利用纸带判断物体运动性质的方法  
(1)沿直线运动的物体,若任意相等时间内的位移相等,则物体做\_\_\_\_\_运动.  
(2)①沿直线运动的物体在连续相等时间  $T$  内的位移分别为  $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$ , 若  $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3 = \dots$ , 且对任意时间间隔  $T$  均成立,则说明物体在做\_\_\_\_\_运动, 且  $\Delta x = aT^2$ .  
②利用“平均速度法”确定多个点的瞬时速度,作出物体运动的  $v-t$  图像,若图像是一条倾斜的直线,则物体做\_\_\_\_\_运动.
2. 由纸带计算瞬时速度和加速度  
(1)“中间点”的瞬时速度:如图甲中的  $n$  点.  $n$  点的瞬时速度  $v_n =$ \_\_\_\_\_.



甲

- (2)利用纸带求物体加速度的两种方法  
①逐差法:所测数据全部得到利用,精确度较高.  

$$a_1 = \frac{x_4 - x_1}{3T^2}, a_2 = \frac{x_5 - x_2}{3T^2}, a_3 = \frac{x_6 - x_3}{3T^2} \Rightarrow a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = \underline{\hspace{2cm}}.$$
  
②图像法:利用  $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$  求出打各点时物体的瞬时速度,然后作出  $v-t$  图像,用  $v-t$  图像的斜率求物体运动的加速度.

### 三、实验器材

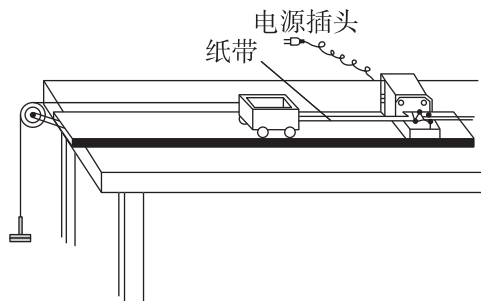
电火花计时器(或电磁打点计时器)、一端附有

滑轮的长木板、小车、纸带、细绳、槽码、刻度尺、导线、交流电源、\_\_\_\_\_.

### 四、实验步骤

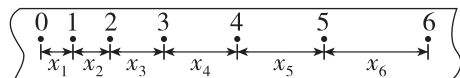
#### 1. 仪器安装

- (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)把一条细绳的一端拴在小车上,细绳跨过滑轮,下端挂上合适的槽码,纸带穿过打点计时器,并将纸带的一端固定在小车的后面.实验装置如图所示,放手后,看小车能否在木板上平稳地\_\_\_\_\_滑行.



#### 2. 测量与记录

- (1)把小车停在靠近打点计时器处,先\_\_\_\_\_,后\_\_\_\_\_,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.随后立即关闭电源,换上新纸带,重复三次.
- (2)从三条纸带中选择一条比较理想的,舍掉开头一些比较密集的点,从后边便于测量的点开始确定计数点.为了计算方便和减小误差,通常用连续打点五次的时间作为时间单位,即  $T = 5 \times 0.02 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$ . 如图所示,正确使用毫米刻度尺测量并计算每相邻两计数点之间的距离.

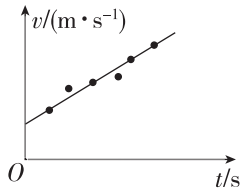


- (3)利用一段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度,求得打计数点 1、2、3、4、5 时小车的瞬时速度.
- (4)增减所挂槽码数,或在小车上放置重物,再做两次实验.

## 五、数据处理

### 1. 由实验数据得出 $v-t$ 图像

根据表格中的  $v$ 、 $t$  数据,在平面直角坐标系中仔细描点,作一条直线,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,偏离直线太远的点可舍去不要.如图所示,这条直线就是本次实验的  $v-t$  图像,它是一条倾斜的直线.因此小车做匀加速直线运动,加速度就是  $v-t$  图像的斜率.



### 2. 公式法

若  $x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3 = \dots$ , 则小车做匀变速直线运动, 加速度  $a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}$ .

## 六、误差分析

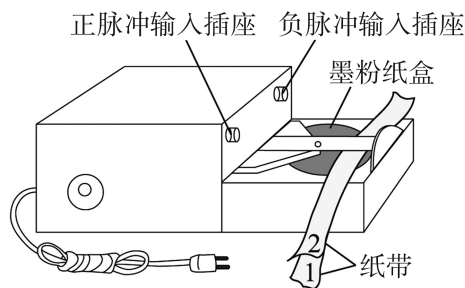
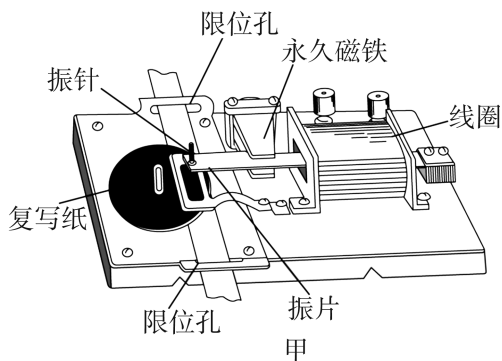
1. 纸带运动时摩擦力不均匀,打点不稳定引起误差.
2. 计数点间距测量有偶然误差.
3. 作图有误差.

## 七、注意事项

1. 平行:纸带、细绳要与长木板平行.
2. 两先两后:实验中应先接通电源,后让小车运动;实验完毕应先断开电源,后取下纸带.
3. 防止碰撞:在到达长木板末端前应让小车停止运动,防止槽码落地及小车与滑轮相撞.
4. 减小误差:小车的加速度应适当大些,可以减小长度测量的相对误差,加速度大小以能在约 50 cm 的纸带上清楚地取出 6~7 个计数点为宜.
5. 小车从靠近打点计时器位置释放.

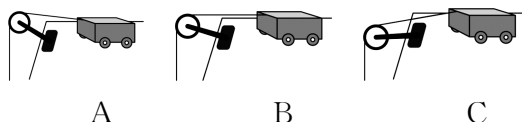
**例 1** 图中的甲、乙是高中物理实验中常用的两种打点计时器,请回答下面的问题:

(1)图乙是\_\_\_\_\_ (选填“电磁打点计时器”或“电火花计时器”),电源采用的是\_\_\_\_\_ (选填“交流 8 V”“交流 220 V”或“四节蓄电池”).



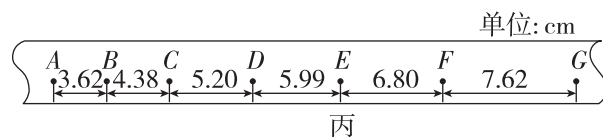
乙

(2)某同学在“探究小车速度随时间变化的规律”的实验中,关于轨道末端滑轮高度的调节正确的是\_\_\_\_\_.



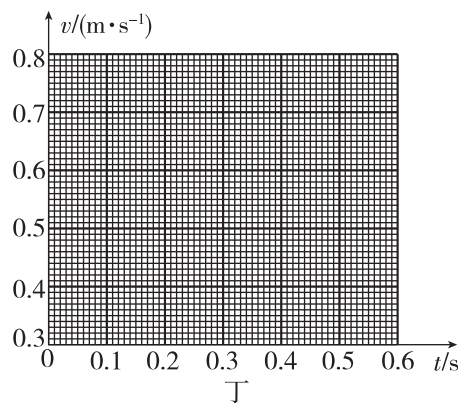
(3)该同学用打点计时器记录了被小车拖动的纸带的运动情况,在纸带上确定出 A、B、C、D、E、F、G 共 7 个计数点,相邻两点间的距离如图丙所示,每两个相邻的计数点之间还有 4 个点未画出,电源频率为 50 Hz.

①试根据纸带上各个计数点间的距离,计算出打下 F 点时小车的瞬时速度,并填入下表中;(结果保留三位有效数字)



速度	$v_B$	$v_C$	$v_D$	$v_E$	$v_F$
数值(m/s)	0.400	0.479	0.560	0.640	_____

②将 B、C、D、E、F 对应的瞬时速度标在图丁所示的直角坐标系中,并画出小车的瞬时速度随时间变化的关系图线;

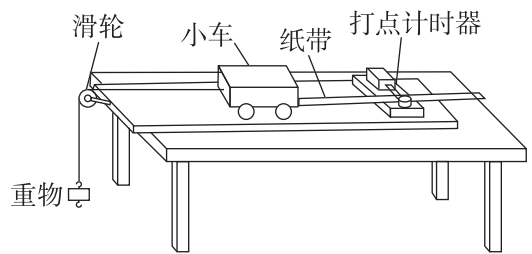


③由速度—时间图像可得小车的加速度为\_\_\_\_\_.(结果保留两位小数)

[反思感悟]



**例2** [2025·北京卷] 利用打点计时器研究匀变速直线运动的规律,实验装置如图甲所示。

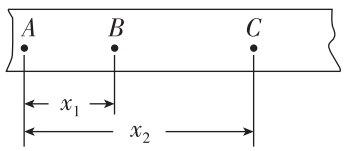


甲

(1)按照图甲安装好器材,下列实验步骤正确的操作顺序为\_\_\_\_\_ (填各实验步骤前的字母)。

- A. 释放小车
- B. 接通打点计时器的电源
- C. 调整滑轮位置,使细线与木板平行

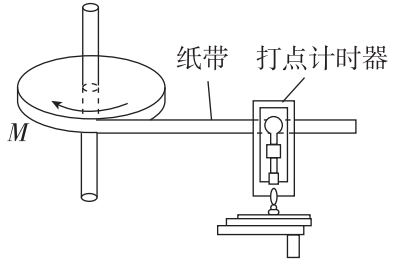
(2)实验中打出的一条纸带如图乙所示,A、B、C为依次选取的三个计数点(相邻计数点间有4个点未画出),可以判断纸带的\_\_\_\_\_ (填“左端”或“右端”)与小车相连。



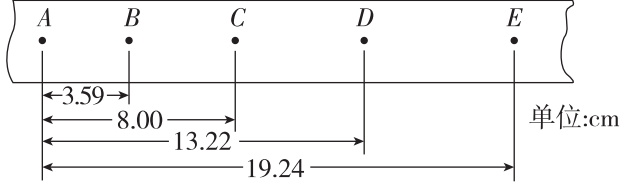
乙

(3)图乙中相邻计数点间的时间间隔为  $T$ ,则打B点时小车的速度  $v =$  \_\_\_\_\_。

(4)某同学用打点计时器来研究圆周运动.如图丙所示,将纸带的一端固定在圆盘边缘处的M点,另一端穿过打点计时器.实验时圆盘从静止开始转动,选取部分纸带如图丁所示.相邻计数点间的时间间隔为  $0.10\text{ s}$ ,圆盘半径  $R = 0.10\text{ m}$ .则这部分纸带通过打点计时器的加速度大小为\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ ;打点计时器打B点时圆盘上M点的向心加速度大小为\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ . (结果均保留两位有效数字)



丙



丁

[反思感悟] \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**拓展创新实验**

**关于测量速度的其他方法**

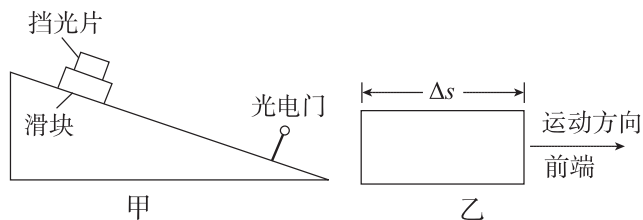
创新角度	实验装置图	创新解读
实验原理的创新	<p>甲</p>	1. 滑块在斜面上靠重力沿斜面向下的分力与摩擦力的合力获得加速度 2. 挡光片经过光电门的平均速度作为滑块速度 3. 平均速度的大小与挡光片的长度有关
	<p>乙</p>	1. 物块在斜面上靠重力沿斜面向下的分力与摩擦力的合力获得加速度 2. 由纸带确定物块的加速度 3. 结合牛顿第二定律求动摩擦因数
实验器材的创新	<p>左 右</p>	1. 用滴水针头替代打点计时器打纸带 2. 小车在水平桌面上因摩擦做匀减速运动

创新角度	实验装置图	创新解读
实验过程的创新		1. 铁球靠重力产生加速度 2. 铁球从 A 到 B 的时间可由数字毫秒表读出 3. 铁球的加速度由 $\frac{x}{t}-t$ 图像分析得出

**例 3** 某同学研究在固定斜面上运动物体的平均速度、瞬时速度和加速度之间的关系. 使用的器材有: 斜面、滑块、长度不同的矩形挡光片、光电计时器.

实验步骤如下:

①如图甲所示, 将光电门固定在斜面下端附近, 将一挡光片安装在滑块上, 记下挡光片前端相对于斜面的位置, 令滑块从斜面上方由静止开始下滑;



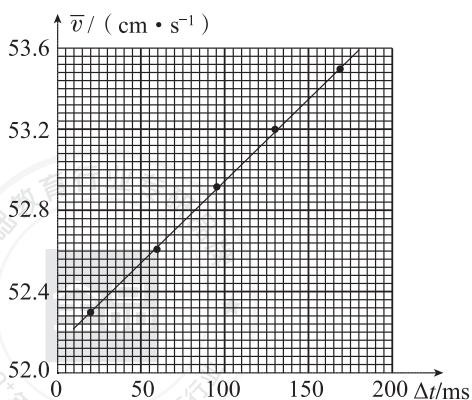
②当滑块上的挡光片经过光电门时, 用光电计时器测得光线被挡光片遮住的时间  $\Delta t$ ;

③用  $\Delta s$  表示挡光片沿运动方向的长度, 如图乙所示,  $\bar{v}$  表示滑块在挡光片遮住光线的  $\Delta t$  时间内的平均速度大小, 求出  $\bar{v}$ ;

④将另一挡光片换到滑块上, 使滑块上的挡光片前端与①中位置相同, 令滑块由静止开始下滑, 重复步骤②、③;

⑤多次重复步骤④;

⑥利用实验中得到的数据作出  $\bar{v}-\Delta t$  图, 如图丙所示.

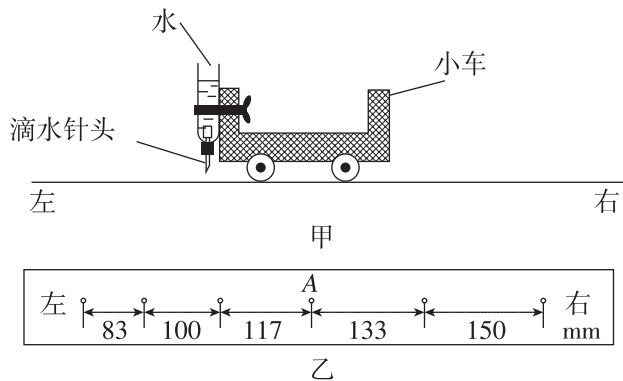


完成下列填空:

(1) 用  $a$  表示滑块下滑的加速度大小, 用  $v_A$  表示挡光片前端到达光电门时滑块的瞬时速度大小, 则  $\bar{v}$  与  $v_A$ 、 $a$  和  $\Delta t$  的关系式为  $\bar{v} =$  \_\_\_\_\_.

(2) 由图丙可求得,  $v_A =$  \_\_\_\_\_ cm/s,  $a =$  \_\_\_\_\_ cm/s<sup>2</sup>. (结果均保留 3 位有效数字)

**例 4** 某探究小组为了研究小车在桌面上的直线运动, 用自制“滴水计时器”计量时间. 实验前, 将该计时器固定在小车旁, 如图甲所示. 实验时, 保持桌面水平, 用手轻推一下小车. 在小车运动过程中, 滴水计时器等时间间隔地滴下小水滴, 图乙记录了桌面上连续的 6 个水滴的位置. (已知滴水计时器每 30 s 内共滴下 45 个小水滴)



(1) 由图乙可知, 小车在桌面上是 \_\_\_\_\_ (选填“从右向左”或“从左向右”) 运动的.

(2) 该小组同学根据图乙的数据判断出小车做匀变速运动. 小车运动到图乙中 A 点位置时的速度大小为 \_\_\_\_\_ m/s, 加速度大小为 \_\_\_\_\_ m/s<sup>2</sup>. (结果均保留 2 位有效数字)

[反思感悟] \_\_\_\_\_