



2025.6

2025.5

2025.4

2025.3

2025.2

2025.1

2024.12

2024.11

2024.10

2024.9

QUANPIN  
XUANKAO  
FUXI  
FANG'AN

全品  
选考

复习方案

主编：肖德好

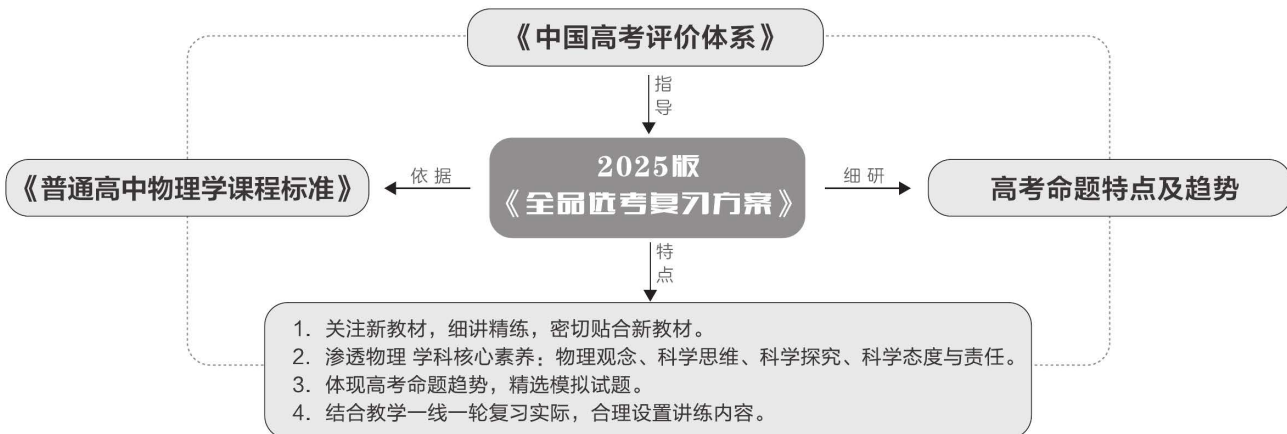
物理

新高考

夯实版

听课手册

# 新教材 新一轮 物理



## 图书结构与特点

听课手册

基础自主梳理

素养全面提升

增分微课·提能力

基础巩固练

综合提升练

拓展挑战练

作业手册

教材链接，拾遗拓展  
正误辨析，拾遗补漏

夯基础

破重点

提能力

核心章节，分课时讲解

【辨别明理】

1. 重力就是地球对物体的吸引力。 ( )
2. 重力的方向不一定指向地心。 ( )
3. 任何有规则形状的物体，它的重心一定与它的几何中心重合。 ( )
4. 重力加速度 $g$ 的大小与在地球表面的位置有关。 ( )

【第二单元 相互作用】

第4讲 重力 弹力	019
第5讲 摩擦力	022
第6讲 力的合成与分解	026
专题二 受力分析 共点力的平衡	028
题型一 受力分析	028
题型二 共点力的平衡条件及其应用	029

素养提升 滑动摩擦角问题

物体之间的滑动摩擦力与弹力总是垂直且成正比，如图所示，将支持力 $F_N$ 与滑动摩擦力 $F_f$ 的合力叫作全反力，则全反力 $F_R$ 与支持力 $F_N$ 之间的夹角 $\alpha = \arctan \frac{F_f}{F_N} = \arctan \mu$ ，可知夹角 $\alpha$ 是一个定值，这个角叫摩擦角，摩擦角只取决于动摩擦因数，即全反力的大小可变，但方向不变。

【实验二 探究弹簧弹力与形变量的关系】

教材原型实验

钩码个数	长度	伸长量 $x$	钩码质量 $m$	弹力 $F$
0	$l_0$			
1	$l_1$	$x_1 = l_1 - l_0$	$m_1$	$F_1$
...	...	...	...	...

一、实验目的

1. 会通过实验探究弹簧弹力与形变量的关系。
2. 进一步理解胡克定律，掌握以胡克定律为原理的拓展实验的分析方法。

第1讲 运动的描述 (限时40分钟)

【基础巩固练】

1. (多选)[2022·温州中学模拟] 2022年9月2日0时33分，经过约6小时的出舱活动，神舟十四号航天员陈冬、刘洋、蔡旭哲密切协同，完成出舱活动期间全部既定任务，陈冬、刘洋已安全返回天问实验舱，出舱活动取得圆满成功。下列上述出舱任务相关情景描述正确的是 ( )
- A. 文中“2022年9月2日0时33分，是时间”
- B. 以天问实验舱为参考系，神舟十四号飞船是静止的
- C. 图中，研究宇航员在舱外的活动姿态时，宇航员可以视为质点
- D. 研究神舟十四号飞船绕地球运行的周期时，飞船可以视为质点

2. 某公司最近推出共享助力车项目，顾客可以通过手机扫码的方式在规定范围内骑行电动助力车，如图所示为某老师的一次骑行，下列说法正确的是 ( )

- A. 图中14:48指时刻
- B. 图中3.6 km为本次骑行的位移
- C. 骑行中一定有某时刻瞬时速度大于4.05 m/s

【综合提升练】

7. [2022·温州模拟] 机器人大赛中，为研究机器人的运动，建立平面直角坐标系，某机器人在平面内由点(0,0)出发，沿直线运动到点(1,3)，紧接着又由点(1,3)沿直线运动到点(3,4)，所用总时间是10 s，平面直角坐标系中的横、纵坐标轴的单位长度均为1 m，则在整个过程中 ( )
- A. 机器人的运动轨迹是一条直线
- B. 机器人运动的路程为6 m

基点·难点·重点 讲清·讲透·讲活

学科难点 拓展微课

学科实验 专项讲解

薄弱点·疑难点 练熟·练透·练活

重点难点 集中突破

## 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	007
<b>专题一</b>	<b>运动图像问题</b>	009
	题型一 常规图像问题	009
	题型二 图像与图像之间的转换	010
<b>专题二</b>	<b>追及、相遇问题</b>	011
	题型一 解决追及、相遇问题的一般方法	011
	题型二 图像法在追及、相遇问题中的综合应用	012
实验一	测量做直线运动物体的瞬时速度	013

## 第二单元 相互作用物体平衡

第 4 讲	重力 弹力	018
第 5 讲	摩擦力	020
第 6 讲	力的合成与分解	022
<b>专题三</b>	<b>牛顿第三定律 共点力的平衡</b>	026
	题型一 牛顿第三定律	026
	题型二 受力分析	026
	题型三 共点力的平衡条件及其应用	027
<b>专题四</b>	<b>动态平衡问题、平衡中的临界和极值问题</b>	028
	题型一 动态平衡问题	028
	题型二 平衡中的临界和极值问题	029
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	033

## 第三单元 运动和力的关系

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
<b>专题五</b>	<b>牛顿第二定律的综合应用</b>	044
	题型一 动力学中的连接体问题	044
	题型二 动力学中的临界和极值问题	045
	题型三 动力学图像问题	046
<b>专题六</b>	<b>动力学常见模型</b>	047
	题型一 传送带模型	047
	题型二 “滑块—木板”模型	049
实验四	探究加速度与物体受力、物体质量的关系	051

## 素养提升

1.	有关自由落体与竖直上抛运动的 STSE 问题	008
2.	直线运动中的非常规图像问题	010
3.	“弹簧”与“弹性绳”“死结”与“活结”“定杆”与“动杆”	024
4.	“晾衣绳类”活结问题	029
5.	系统牛顿第二定律的问题	047
6.	平抛运动与圆周运动的综合问题	068
7.	能量守恒定律与功能关系 STSE 问题	097
8.	动量定理与微元法的综合应用	103
9.	“几何圆模型”在磁场中的应用	189
10.	叠加场中的摆线类问题	198
11.	“二次感应”问题	203
12.	用等效法处理变压器问题	226

## 物理建模

1.	等时圆问题	043
2.	传送带模型	047
3.	圆锥摆类问题	065
4.	机车启动问题	085
5.	“动碰动”的弹性碰撞问题	108
6.	“子弹打木块”模型	110
7.	示波管的原理	149

## 解答规范

1.	匀变速直线运动中的 STSE 问题	006
2.	动力学中的两类基本问题	041
3.	动能定理在多过程问题中的应用	089
4.	力学三大观点的综合应用	113
5.	带电粒子在一般组合场中的运动	194
6.	现代科技中的电磁感应问题	215

## 第四单元 曲线运动

第9讲 运动的合成与分解	055
第10讲 抛体运动	059
第11讲 圆周运动	063
<b>专题七 圆周运动的临界问题</b>	066
题型一 水平面内圆周运动的临界问题	066
题型二 竖直面内圆周运动的临界问题	067
题型三 斜面上圆周运动的临界问题	068
实验五 探究平抛运动的特点	069
实验六 探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系	072

## 第五单元 万有引力与宇宙航行

第12讲 万有引力定律及其应用	075
第13讲 人造卫星 宇宙速度	077
<b>专题八 人造卫星变轨问题 双星模型</b>	080
题型一 卫星变轨和对接问题	080
题型二 天体的追及与相遇问题	081
题型三 双星及多星问题	082

## 第六单元 机械能

第14讲 功、功率	083
第15讲 动能定理及其应用	087
第16讲 机械能守恒定律及其应用	091
第17讲 功能关系 能量守恒定律	094
实验七 验证机械能守恒定律	097

## 第七单元 动量

第18讲 动量定理及其应用	101
第19讲 动量守恒定律及其应用	104
<b>专题九 碰撞模型的拓展</b>	108
题型一 “滑块—斜(曲)面”模型	108
题型二 “滑块—弹簧”模型	109
题型三 “子弹打木块”模型	110
题型四 “滑块—木板”模型	111
<b>专题十 力学三大观点的综合应用</b>	111
题型一 动力学与动量观点的综合应用	112
题型二 能量与动量观点的综合应用	112
题型三 力学三大观点的综合应用	113
实验八 验证动量守恒定律	114

## 第八单元 机械振动与机械波

第20讲 机械振动	118
实验九 用单摆测量重力加速度	122
第21讲 机械波	127

## 第九单元 静电场

第22讲 静电场的力的性质	130
第23讲 静电场的能的性质	136
<b>专题十一 电场中的图像问题</b>	140
题型一 $v-t$ 图像	140
题型二 $\varphi-x$ 图像(电场方向与 $x$ 轴平行)	140
题型三 $E-x$ 图像(电场方向与 $x$ 轴平行)	141
题型四 $E_p-x$ 图像、 $E_k-x$ 图像	141
第24讲 电容器 实验:观察电容器的充、放电现象	
带电粒子在电场中的直线运动	142
第25讲 带电粒子在电场中的偏转	146
<b>专题十二 带电粒子(带电体)在电场中运动的综合问题</b>	149
题型一 电场中功能关系的综合问题	149
题型二 等效思想在电场中的应用	150
题型三 带电粒子(带电体)在电场中的力电综合问题	151

## 第十单元 恒定电流

第26讲 电路及其应用	153
第27讲 电功与电热、闭合电路欧姆定律	157
<b>专题十三 电学实验基础</b>	161
题型一 基本仪器的使用与读数	161
题型二 测量电路与控制电路的设计	162
题型三 实验器材的选取与实物图的连接	163
<b>专题十四 测量电阻的其他几种方法</b>	164
题型一 伏安法的拓展应用	164
题型二 半偏法测电表内阻	165
题型三 等效替代法测电阻	167
题型四 电桥法测电阻	168
实验十 测量金属丝的电阻率	168
实验十一 用多用电表测量电学中的物理量	171
实验十二 测量电源的电动势和内阻	174



## 第十一单元 磁场

第 28 讲	磁场及其对电流的作用	178
第 29 讲	磁场对运动电荷(带电体)的作用	182
<b>专题十五</b>	<b>带电粒子在有界匀强磁场中的运动</b>	185
题型一	带电粒子在几种典型有界匀强磁场中的运动	185
题型二	带电粒子在有界匀强磁场中运动的多解问题	188
<b>专题十六</b>	<b>洛伦兹力与现代科技</b>	190
题型一	电场与磁场组合的应用实例	190
题型二	电场与磁场叠加的应用实例	192
<b>专题十七</b>	<b>带电粒子在组合场中的运动</b>	194
题型一	带电粒子在一般组合场中的运动	194
题型二	带电粒子在交变组合场中的运动	196
<b>专题十八</b>	<b>带电粒子在叠加场中的运动</b>	197

## 第十二单元 电磁感应

第 30 讲	电磁感应现象 楞次定律 实验:探究影响感应电流方向的因素	200
第 31 讲	法拉第电磁感应定律 自感和涡流	205
<b>专题十九</b>	<b>电磁感应中的电路和图像</b>	208
题型一	电磁感应中的电路问题	208
题型二	电磁感应中的图像问题	209
<b>专题二十</b>	<b>电磁感应中的动力学和能量问题</b>	211
题型一	电磁感应中的动力学问题	211
题型二	电磁感应中的能量问题	213
<b>专题二十一</b>	<b>动量观点在电磁感应中的应用</b>	216
题型一	动量定理在电磁感应中的应用	216
题型二	动量守恒定律在电磁感应中的应用	218

## 第十三单元 交变电流 电磁振荡与电磁波

### 传感器

第 32 讲	交变电流的产生及描述	219
第 33 讲	变压器 远距离输电 实验:探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系	221
第 34 讲	电磁振荡与电磁波	226
实验十三	利用传感器制作简单的自动控制装置	229

## 第十四单元 光学

第 35 讲	光的折射和全反射	232
第 36 讲	光的波动性	235
实验十四	测量玻璃的折射率	237
实验十五	用双缝干涉实验测量光的波长	240

## 第十五单元 近代物理

第 37 讲	原子结构和波粒二象性	243
第 38 讲	原子核	249

## 第十六单元 热学

第 39 讲	分子动理论 内能	252
第 40 讲	固体、液体和气体	256
第 41 讲	气体实验定律与热力学定律综合问题	260
<b>专题二十二</b>	<b>变质量气体问题和关联气体问题</b>	264
题型一	变质量气体问题	264
题型二	关联气体问题	266
实验十六	用油膜法估测油酸分子的大小	267
实验十七	探究等温情况下一定质量气体压强与体积的关系	269

作业手册 [单独成册 P322~P459]

参考答案(听课手册) [单独成册 P276~P330]

参考答案(作业手册) [单独成册 P498~P568]

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	参考系、质点
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	位移、速度和加速度
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	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

(续表)

#### 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:①物体的大小、形状等因素对所研究的问题的影响可以\_\_\_\_\_.

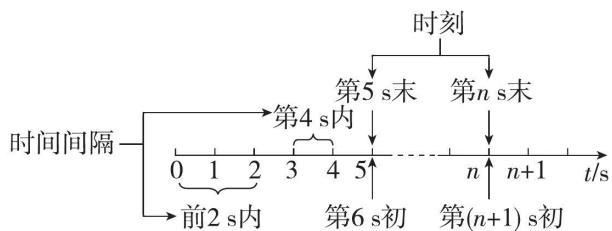
②当物体上各部分的运动状态都\_\_\_\_\_时,任何一点的运动情况都能代表物体的运动.

#### 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

	位移	路程
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】

1. 只有质量和体积都很小的物体才能看作质点. ( )

2. 参考系必须选择静止不动的物体. ( )

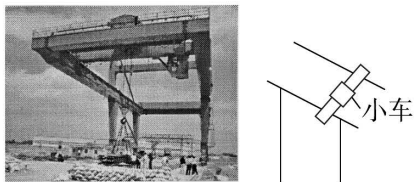
3. 描述物体的运动情况时,选择不同的参考系不会影响其结果. ( )

4. 做直线运动的物体,其位移的大小一定等于路程. ( )

**例 1** [2023·浙江湖州模拟] 2023年5月30日上午9时31分,搭载神舟十六号载人飞船的长征二号F遥十六运载火箭在酒泉卫星发射中心成功发射.历时约6.5小时后,成功对接于空间站天和核心舱径向端口.3名航天员随后从神舟十六号载人飞船进入空间站天和核心舱,并计划出舱完成空间站维护维修等任务.下列说法正确的是 ( )

- A. 对接完成后,以空间站组合体为参考系,神舟十六号飞船是静止的
- B. 研究宇航员在舱外的活动姿态时,宇航员可以被视作质点
- C. 研究神舟十六号飞船绕地球运行的周期时,飞船不可以被视作质点
- D. 题中“9时31分”是指时间间隔

**例 2** [2022·辽宁卷] 如图所示,桥式起重机主要由可移动“桥架”“小车”和固定“轨道”三部分组成.在某次作业中,桥架沿轨道单向移动了 8 m,小车在桥架上单向移动了 6 m,该次作业中小车相对地面的位移大小为 ( )



- A. 6 m  
B. 8 m  
C. 10 m  
D. 14 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	$v = \frac{x}{t}$ ( $x$ 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	

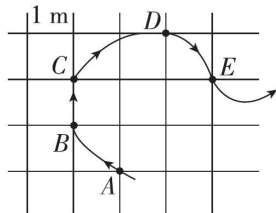
#### 2. 平均速率与瞬时速

- (1) 瞬时速: \_\_\_\_\_ 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. ( )

**例 3** [2023·山东青岛模拟] 物体沿曲线的箭头方向运动,运动轨迹如图所示(小正方形边长为 1 m). AB、ABC、ABCD、ABCDE 四段运动轨迹所用的运动时间分别是 1 s、2 s、3 s、4 s. 下列说法正确的是 ( )



- A. 物体过 B 点的速度等于 AC 段的平均速度

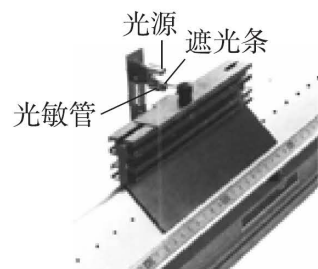
B. 物体过 C 点的速度大小一定是  $\frac{\sqrt{5}}{2}$  m/s

- C. ABC 段的平均速度比 ABCD 段的平均速度更能反映物体处于 B 点时的瞬时速度  
D. 物体在 ABCDE 段的运动速度方向时刻改变

[反思感悟]

**例 4** 如图所示,气垫导轨上滑块经过光电门时,其上的遮光条将光遮住,电子计时器可自动记录遮光时间  $\Delta t$ ,测得遮光条的宽度为  $\Delta x$ ,用  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  近似代表滑块通过光电门的瞬时速度.为使  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  更接近瞬时速度,下列措施中正确的是 ( )

- A. 换用宽度更窄的遮光条  
B. 提高测量遮光条宽度的仪器的精确度  
C. 使滑块的释放点更靠近光电门  
D. 减小气垫导轨与水平面的夹角



[反思感悟]

### 技法点拨

1.  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  是平均速度的定义式,适用于所有的运动,求平均速度要找准“位移”和发生这段位移所需的“时间”;而  $\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$  只适用于匀变速直线运动.  
2. 由平均速度  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  可知,当  $\Delta t \rightarrow 0$  时,平均速度就可以认为是某一时刻或某一位置的瞬时速度.测出物体在微小时间  $\Delta t$  内发生的微小位移  $\Delta x$ ,就可求出瞬时速度,这样瞬时速度的测量便可转化为微小时间  $\Delta t$  和微小位移  $\Delta x$  的测量.



## 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

物理量	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	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$\Delta v = v - v_0$	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
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. ( )

### ► 考向一 加速度的理解

- 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] \_\_\_\_\_

### ► 考向二 加速度的计算

**例 6** [2023·广东广州模拟]“打羽毛球”是一种常见的体育健身活动.在一次羽毛球比赛中,羽毛球以大小为  $6 \text{ m/s}$  的速度水平向右飞来时,运动员迅速挥拍将羽毛球以  $16 \text{ m/s}$  的速度水平向左击出.若球拍击打羽毛球的时间为  $0.1 \text{ s}$ ,以向左为正方向,则运动员击球过程中,羽毛球的平均加速度为 ( )

- A.  $100 \text{ m/s}^2$
- B.  $-100 \text{ m/s}^2$
- C.  $220 \text{ m/s}^2$
- D.  $-220 \text{ m/s}^2$

[反思感悟] \_\_\_\_\_

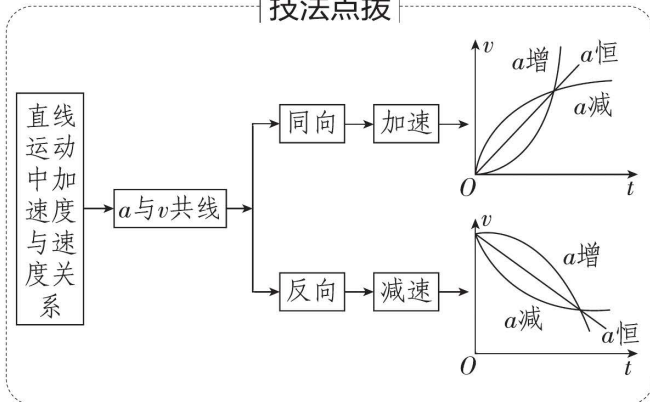
### ► 考向三 加速度与速度的关系

**例 7** (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





## 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

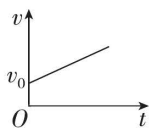
#### 必备知识

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. ( )

**例 1** [人教版必修第一册改编] 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.  $40 \text{ m}$

[反思感悟]

**例 2** (多选) [2023·江苏徐州模拟] 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  $5 \text{ m/s}$

[反思感悟]

#### 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, 到最高点后仍能以原加速度匀加速下滑, 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:  $v_{\frac{t}{2}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ .

(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  $x_I : x_{II} : x_{III} : \dots : x_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .

(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  $t_I : t_{II} : t_{III} : \dots : t_n = \underline{\hspace{2cm}}$ .

**例 3** (多选) [2023·北京大兴区模拟] 在一平直公路上, 一辆汽车从  $O$  点由静止开始做匀加速直线运动,  $8 \text{ s}$  内经过相距  $80 \text{ m}$  的  $A$ 、 $B$  两点, 已知汽车经过  $B$  点时的速度为  $15 \text{ m/s}$ , 则 ( )

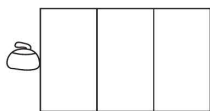


- A. 汽车经过 A 点时的速度为 5 m/s  
 B. A 点与 O 点间的距离为 20 m  
 C. 汽车从 O 点到 A 点需要的时间为 5 s  
 D. 汽车从 O 点到 B 点的平均速度为 7.5 m/s

[反思感悟]

**例 4** (多选)[2023·湖南长沙模拟] 如图所示,一冰壶以速度  $v$  垂直进入三个完全相同的矩形区域做匀减速直线运动,且刚要离开第三个矩形区域时速度恰好为零,则下列关于冰壶依次进入每个矩形区域时的速度之比  $v_1 : v_2 : v_3$  和穿过每个矩形区域所用的时间之比  $t_1 : t_2 : t_3$  正确的为 ( )

- A.  $v_1 : v_2 : v_3 = 3 : 2 : 1$   
 B.  $v_1 : v_2 : v_3 = \sqrt{3} : \sqrt{2} : 1$   
 C.  $t_1 : t_2 : t_3 = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$   
 D.  $t_1 : t_2 : t_3 = (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : (\sqrt{2} - 1) : 1$



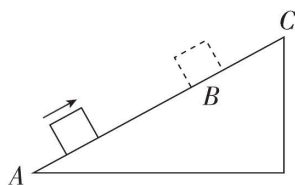
[反思感悟]

**例 5** [2023·江西九江模拟] 一质点做匀加速直线运动,经过位移  $x_1$ ,速度的变化量为  $\Delta v$ ;紧接着经过位移  $x_2$ ,速度的变化量仍为  $\Delta v$ . 则质点的加速度为 ( )

- A.  $(\Delta v)^2 \left( \frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right)$       B.  $(\Delta v)^2 \left( \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} \right)$   
 C.  $\frac{(\Delta v)^2}{x_2 - x_1}$       D.  $\frac{(\Delta v)^2}{x_2 + x_1}$

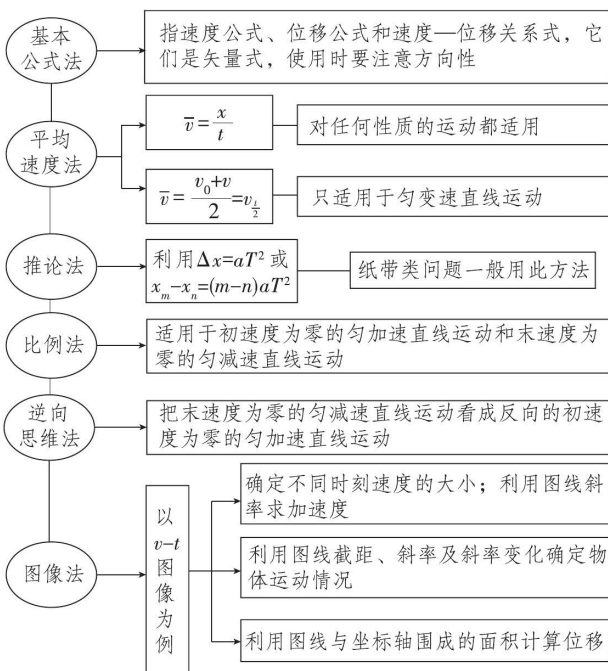
[反思感悟]

**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)



### 技法点拨

解决匀变速直线运动的六种方法



## 素养提升 匀变速直线运动中的 STSE 问题 解答规范

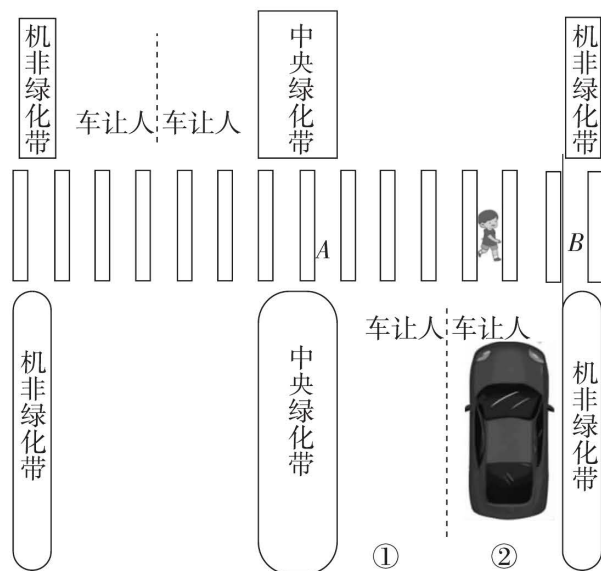
1. 读懂题意,在草纸上画出多过程运动的情景示意图.
2. 转折点的速度是联系两个运动过程的纽带,因此,对两运动过程列方程时要充分利用转折点的速度.
3. 利用图像分析多过程问题能很好地反映物体的运动规律,直观、形象,且有助于计算.
  - (1)将物体的运动过程按运动规律的不同进行划分.
  - (2)理清各运动之间的联系,如速度关系、位移关系、时间关系等.

**例 7** 因高铁的运行速度快,对制动系统的性能要求较高,高铁列车上安装有多套制动装置——制动风翼、电磁制动系统、空气制动系统、摩擦制动系统等.在一段直线轨道上,某高铁列车正以  $v_0=288\text{ km/h}$  的速度匀速行驶,列车长突然接到通知,前方  $x_0=5\text{ km}$  处道路出现异常,需要减速停车.列车长接到通知后,经过  $t_1=2.5\text{ s}$  将制动风翼打开,高铁列车获得  $a_1=0.5\text{ m/s}^2$  的平均制动加速度减速,减速  $t_2=40\text{ s}$  后,列车长再将电磁制动系统打开,结果列车在距离异常处  $500\text{ m}$  的地方停下来.

- (1)求列车长打开电磁制动系统时,列车的速度大小;  
 (2)求制动风翼和电磁制动系统都打开时,列车的平均制动加速度大小.

规范答题区	自评项目 (共 100 分)	自评得分
	书写工整无涂抹(20分)	
	有必要的文字说明(20分)	
	使用原始表达式、无代数过程(30分)	
	有据①②得③等说明(10分)	
	结果为数字的带有单位,求矢量的有方向说明(20分)	

**例 8** (多选)[2023·湖北武汉模拟]“道路千万条,安全第一条”,我国《道路交通安全法》第四十七条规定:机动车行经人行横道时,应当减速行驶;遇行人正在通过人行横道,应当停车让行.一辆汽车在平直公路上以  $54\text{ km/h}$  的速度沿车道②匀速行驶,驾驶员发现前方无信号灯的斑马线上有行人以  $0.6\text{ m/s}$  的速度通过 A 处,立即轻踩刹车,汽车以  $2\text{ m/s}^2$  的加速度减速行驶,当速度降为  $18\text{ km/h}$  时深踩刹车,汽车以  $5\text{ m/s}^2$  的加速度减速行驶,最终停在停止线前  $2\text{ m}$  处,如图所示.当行人匀速运动到达 B 处后,驾驶员启动汽车继续沿车道②行驶.已知  $AB=6\text{ m}$ ,下列说法正确的是 ( )



- A. 汽车停车让行的时间至少为  $4\text{ s}$   
 B. 汽车停车让行的时间至少为  $10\text{ s}$   
 C. 汽车刚开始减速的位置距停止线  $50.5\text{ m}$   
 D. 汽车刚开始减速的位置距停止线  $54.5\text{ m}$

[反思感悟] .....



# 第3讲 自由落体运动与竖直上抛运动

## 考点一 自由落体运动

### 必备知识

精梳理

#### 1. 自由落体运动的基本规律

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

(2)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: $v^2 = \underline{\hspace{2cm}}$ .

#### 2. 自由落体运动推论比例公式

可充分利用自由落体运动初速度为零的特点、比例关系及推论等规律解题.

(1)从运动开始连续相等的时间内位移之比为  $1:3:5:7:\dots$ .

(2)从运动开始的一段时间内的平均速度  $\bar{v} = \frac{h}{t} =$

$$\frac{v}{2} = \frac{1}{2}gt.$$

(3)连续相等的时间  $T$  内位移的增加量相等, 即  $\Delta h = gT^2$ .

#### 【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. 自由落体运动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. ( )

#### ► 考向一 自由落体运动基本规律的应用

**例 1** [2023·云南玉溪模拟] 某小区楼房年久老化, 靠路边的楼房墙体有一块混凝土脱落, 混凝土下落过程可看作自由落体运动, 离地面最后 2 m 下落所用的时间为 0.1 s, 重力加速度大小  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ , 则这块混凝土脱落处到地面的高度约为 ( )

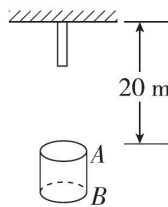
A. 10 m    B. 12 m    C. 21 m    D. 15 m

[反思感悟] \_\_\_\_\_

**例 2** [2023·湖北孝感模拟] 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  $t_2$ .



#### ► 考向二 自由落体运动中的“比例关系”问题

**例 3** [2023·湖南长沙模拟] 一石块从楼房阳台边缘做自由落体运动, 到达地面, 若把它在空中运动的距离分为相等的三段, 如果它在第一段距离内所用的时间是 1 s, 则它在第三段距离内所用的时间是 ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ) ( )

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

[反思感悟] \_\_\_\_\_

**例 4** [2023·浙江杭州模拟] 科技馆中的一个展品如图所示, 在较暗处有一个不断均匀滴水的水龙头, 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  $10 \text{ m/s}^2$ ) ( )

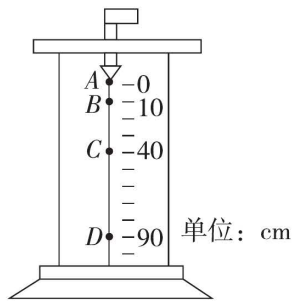
A. 水滴在下落过程中通过相邻两点之间的时间间隔满足  $t_{AB} < t_{BC} < t_{CD}$

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: $x = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ .

#### 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, $v = v_0 - gt$ , $h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ (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】

- 物体做竖直上抛运动,速度为负值时,位移也为负值. ( )
- 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. ( )

**例 5** 一个从地面上竖直上抛的物体,它两次经过一个较低点  $A$  的时间间隔是  $5 \text{ s}$ ,两次经过一个较高点  $B$  的时间间隔是  $3 \text{ s}$ ,则  $A$ 、 $B$  之间的距离是(不计空气阻力,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ) ( )

- A.  $80 \text{ m}$                       B.  $40 \text{ m}$   
C.  $20 \text{ m}$                       D. 无法确定

### 【反思感悟】

**例 6** (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】

## 素养提升 有关自由落体与竖直上抛运动的 STSE 问题

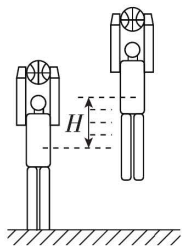
在我们生活的环境中,如果空气阻力的作用比较小,可以忽略,则物体从静止开始下落的运动可以近似看作自由落体运动,如苹果的落地等现象,由此可见我们的周围存在很多这样的运动. 同理,物体以竖直向上的初速度抛出(或跳起)可以近似看作做竖直上抛运动.

**例 7** 如图所示,篮球架下的运动员原地垂直起跳扣篮,离地后重心上升的最大高度为  $H$ . 上升第一个  $\frac{H}{4}$

所用的时间为  $t_1$ , 第四个  $\frac{H}{4}$  所用的时

间为  $t_2$ . 不计空气阻力,则  $\frac{t_2}{t_1}$  满足 ( )

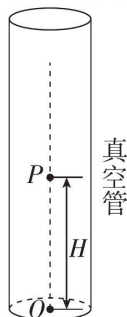
- A.  $1 < \frac{t_2}{t_1} < 2$                   B.  $2 < \frac{t_2}{t_1} < 3$   
C.  $3 < \frac{t_2}{t_1} < 4$                   D.  $4 < \frac{t_2}{t_1} < 5$



### 【反思感悟】

**例 8** [2023·四川成都模拟] 在地质、地震、勘探、气象和地球物理等领域的研究中,需要重力加速度  $g$  的精确值,这可由实验精确测得. 近年来测  $g$  值的一种方法叫“对称自由下落法”,它是将测  $g$  转变为测量长度和时间,具体做法是:如图所示,将真空长直管沿竖直方向放置,自其中  $O$  点竖直上抛小球,测得小球从离开  $O$  点到落回  $O$  点所用的时间为  $T_1$ ,小球在运动过程中经过比  $O$  点高  $H$  的  $P$  点,小球从离开  $P$  点到落回  $P$  点所用的时间为  $T_2$ ,则  $g$  等于 ( )

- A.  $\frac{4H}{T_1^2 - T_2^2}$                   B.  $\frac{8H}{T_1^2 - T_2^2}$   
C.  $\frac{8H}{(T_1 - T_2)^2}$                   D.  $\frac{H}{4(T_1 - T_2)^2}$



# 专题一 运动图像问题

## 题型一 常规图像问题

### 必备知识

精梳理

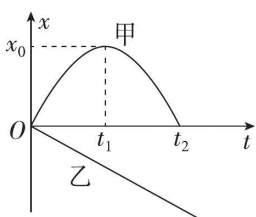
根据图像中横、纵坐标轴所代表的物理量,明确该图像是位移—时间图像( $x-t$ 图像),还是速度—时间图像( $v-t$ 图像),或是加速度—时间图像( $a-t$ 图像),这是解读运动图像信息的前提。

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)

### 考向一 $x-t$ 图像

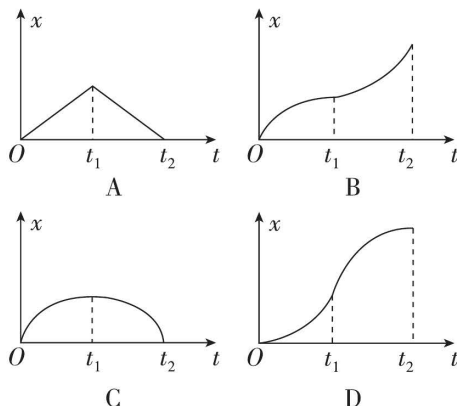
**例 1** [2023·河北唐山模拟] 甲、乙两个物体从同一地点同时出发,沿同一直线运动,运动过程中的  $x-t$  图像如图所示,下列说法正确的是 ( )

- 甲物体始终沿同一方向运动
- 乙物体运动过程中位移增大得越来越快
- 在  $0\sim t_2$  时间内,某时刻甲、乙两物体的速度相同



D. 在  $0\sim t_2$  时间内,甲、乙两物体在  $t_1$  时刻相距最远  
[反思感悟]

**例 2** [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 ( )

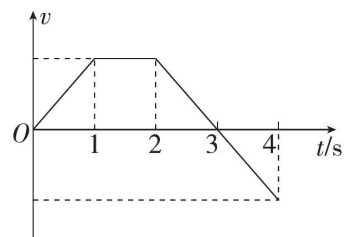


[反思感悟]

### 考向二 $v-t$ 图像

**例 3** [2023·湖北黄冈模拟] 某物体做直线运动的  $v-t$  图像如图所示,已知  $0\sim 4$  s 内的总路程为 5 m.由图可推知,该物体 ( )

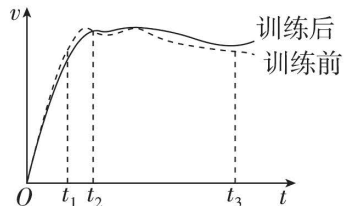
- 1.5 s 时的速度大小为 1 m/s
- 第 1 s 内和第 3 s 内的运动方向相反
- 第 1 s 内和第 4 s 内的位移相同
- 第 3 s 内和第 4 s 内的加速度相同



[反思感悟]

**例 4** [2022·河北卷] 科学训练可以提升运动成绩,某短跑运动员科学训练前后百米全程测试中,速度  $v$  与时间  $t$  的关系图像如图所示.由图像可知 ( )

- $0\sim t_1$  时间内,训练后运动员的平均加速度大
- $0\sim t_2$  时间内,训练前、后运动员跑过的距离相等
- $t_2\sim t_3$  时间内,训练后运动员的平均速度小
- $t_3$  时刻后,运动员训练前做减速运动,训练后做加



速运动

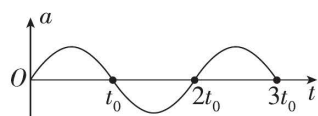
[反思感悟]

### ► 考向三 $a-t$ 图像

**例 5** (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]

## 题型二 图像与图像之间的转换

### 必备知识

精梳理

1. 图像转换是近几年高考的热点,有一定的综合性和拓展空间. 其分析思路如下:

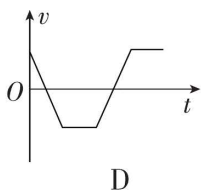
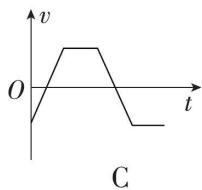
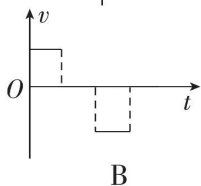
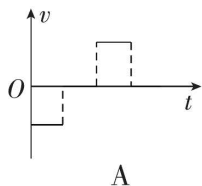
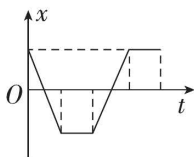
$v-t$  图像  $\Rightarrow$  运动情况  $\begin{cases} x-t \text{ 图像} \\ a-t \text{ 图像} \Rightarrow \text{受力情况} \end{cases}$

( $F-t$  图像)  $\Rightarrow$  功能关系……

2. 转换时要注意以下三点:

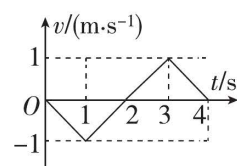
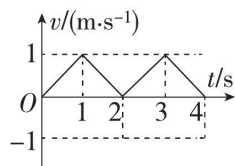
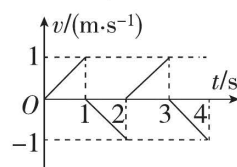
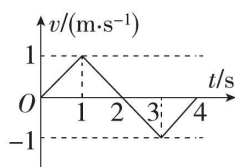
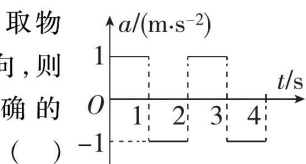
- (1) 合理划分运动阶段,分阶段进行图像转换;
- (2) 注意相邻运动阶段的衔接,尤其是运动参量的衔接;
- (3) 注意图像转换前后核心物理量间的定量关系.

**例 6** 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 ( )



[反思感悟]

**例 7** 一物体由静止开始沿直线运动,其加速度随时间变化的规律如图所示. 取物体开始运动的方向为正方向,则物体运动的  $v-t$  图像正确的是 ( )

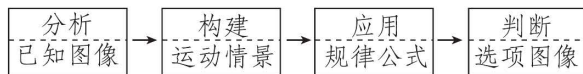


[反思感悟]

### 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.

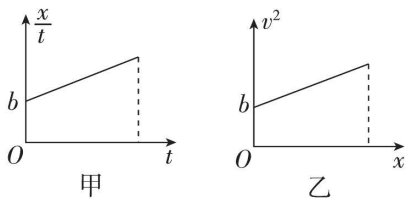
## 素养提升 直线运动中的非常规图像问题

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  $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$  可得  $\frac{x}{t}=v_0+\frac{1}{2}at$ , 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

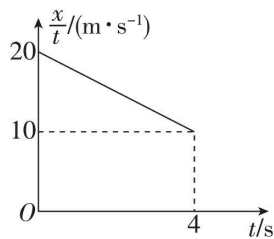
由  $v^2 - v_0^2 = 2ax$  可知  $v^2 = v_0^2 + 2ax$ , 截距  $b$  为  $v_0^2$ , 图像斜率  $k$  为  $2a$ , 如图乙所示.

## 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: $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow \frac{x}{t^2} = \frac{v_0}{t} + \frac{1}{2}a$ 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 8** [2023·诸暨模拟] 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 ( )

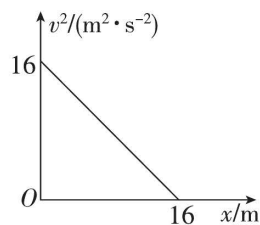
- A. 动力车的初速度为 10 m/s  
 B. 刹车过程动力车的加速度大小为  $0.5 \text{ m/s}^2$   
 C. 刹车过程持续的时间为 8 s  
 D. 从开始刹车时计时, 经过 8 s, 动力车的位移为 40 m



[反思感悟] .....

**例 9** 一辆汽车做直线运动, 其  $v^2-x$  图像如图所示. 关于汽车的运动, 下列说法正确的是 ( )

- A. 汽车的加速度大小为  $1 \text{ m/s}^2$   
 B. 汽车的初速度为 16 m/s  
 C. 汽车第 4 s 末的速度为 1 m/s  
 D. 汽车前 10 s 内的位移为 16 m



[反思感悟] .....

# 专题二 追及、相遇问题

## 题型一 解决追及、相遇问题的一般方法

### 必备知识

精梳理

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) 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** 汽车 A 以  $v_A = 4 \text{ m/s}$  的速度向右做匀速直线运动,发现前方相距  $x_0 = 7 \text{ m}$  处、以  $v_B = 10 \text{ m/s}$  的速度同向运动的汽车 B 正开始匀减速刹车直到静止后保持不动,其刹车的加速度大小  $a = 2 \text{ m/s}^2$ . 从刚刹车开始计时,求:

- (1) A 追上 B 前, A、B 间的最远距离;
- (2) 经过多长时间 A 恰好追上 B.

**例 2** [2023·长沙模拟] 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,而 B 车同时做初速度为零、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?(尝试用多种方法进行求解)

## 题型二 图像法在追及、相遇问题中的综合应用

### 必备知识

精梳理

常见追及情景

(1) 速度小者追速度大者

情景	图像	说明
匀加速追 匀速		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 $x_0 + \Delta x$ ( $x_0$ 为两物体初始距离)
匀速追匀 减速		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		

特别提醒: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

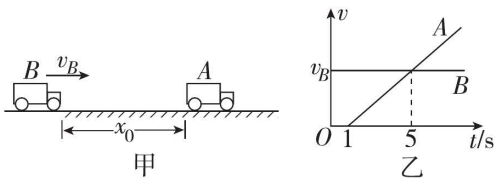
(2) 速度大者追速度小者

情景	图像	说明
匀减速追 匀速		开始追赶时,两物体间距离为 $x_0$ ,之后两物体间的距离在减小,当两物体速度相等时,即 $t = t_0$ 时刻:
匀速追匀 加速		① 若 $\Delta x = x_0$ ,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 $\Delta x < x_0$ ,则不能追上,此时两物体最小距离为 $x_0 - \Delta x$
匀减速追匀 加速		③ 若 $\Delta x > x_0$ ,则相遇两次,设 $t_1$ 时刻 $\Delta x = x_0$ ,两物体第一次相遇,则 $t_2$ 时刻两物体第二次相遇( $t_2 - t_0 = t_0 - t_1$ )

**例 3** 如图甲所示, A 车原来临时停在一水平路面上, B 车在后面匀速向 A 车靠近, A 车司机发现后启动 A 车, 以 A 车司机发现 B 车为计时起点 ( $t=0$ ), A、B 两车的  $v-t$  图像如图乙所示. 已知 B 车在第 1 s 内与 A 车的距离缩短了  $x_1=12$  m.

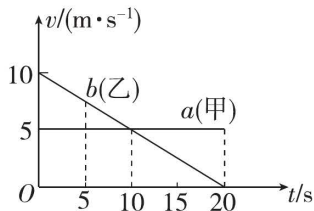
(1) 求 B 车运动的速度大小  $v_B$  和 A 车的加速度  $a$  的大小;

(2) 若 A、B 两车不会相撞, 则 A 车司机发现 B 车时 ( $t=0$ ) 两车的距离  $x_0$  应满足什么条件?



**例 4** [2023·云南师大附中模拟] 甲、乙两辆汽车在同一条平直的公路上沿同一方向做直线运动, 已知  $t=0$  时刻甲车在乙车前方 25 m 处. 在描述两车运动的  $v-t$  图中(如图所示), 直线  $a$ 、 $b$  分别描述了甲、乙两车在  $0\sim 20$  s 的运动情况. 关于两辆汽车之间的位置关系, 下列说法正确的是 ( )

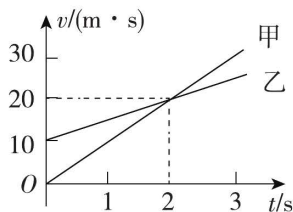
- A. 在  $0\sim 10$  s 内两车逐渐远离  
 B. 在  $10\sim 20$  s 内两车逐渐靠近  
 C. 在  $0\sim 20$  s 内两车的位移相等  
 D.  $t=20$  s 时两车在公路上相遇



[反思感悟]

**例 5** (多选) 甲、乙两车在平直公路上同向行驶, 其  $v-t$  图像如图所示. 已知两车在  $t=3$  s 时并排行驶, 则 ( )

- A. 在  $t=1$  s 时, 甲车在乙车后  
 B. 在  $t=0$  时, 甲车在乙车前 7.5 m  
 C. 两车另一次并排行驶的时刻是  $t=2$  s  
 D. 甲、乙车两次并排行驶的位置之间沿公路方向的距离为 40 m



[反思感悟]

## 实验一 测量做直线运动物体的瞬时速度

### 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

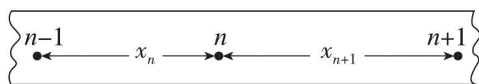
- (1) 沿直线运动的物体, 若任意相等时间内的位移相等, 则物体做\_\_\_\_\_运动.
- (2) ①沿直线运动的物体在连续相等时间  $T$  内的位

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

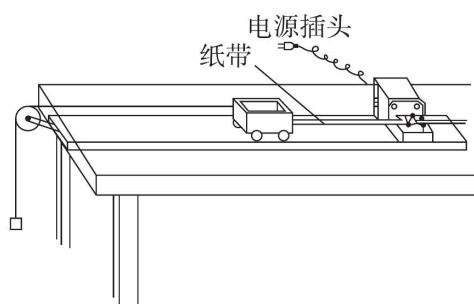
电火花计时器(或电磁打点计时器)、一端附有滑轮的长木板、小车、纸带、细绳、槽码、刻度尺、导线、交流电源、\_\_\_\_\_.

### 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.

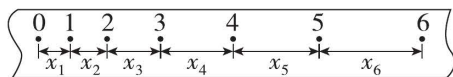


#### 2. 测量与记录

(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.



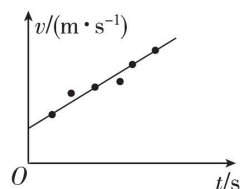
(3) 利用一段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度, 求得打计数点 1、2、3、4、5 时小车的瞬时速度.

(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.

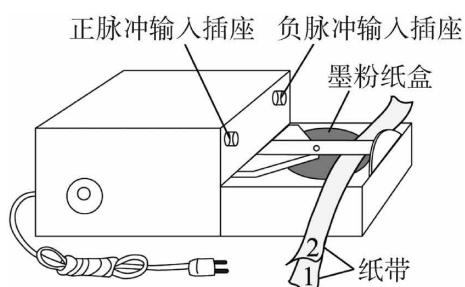
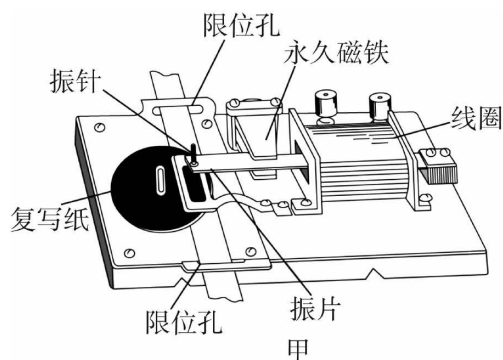
### 七、注意事项

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.



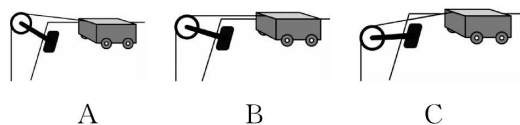
**例 1** 图中的甲、乙是高中物理实验中常用的两种打点计时器,请回答下面的问题:

(1)图乙是\_\_\_\_\_ (填“电磁打点计时器”或“电火花计时器”),电源采用的是\_\_\_\_\_ (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\_\_\_\_\_.



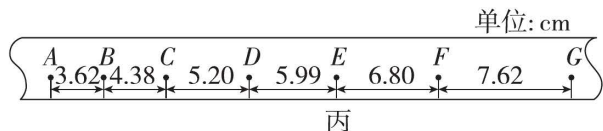
A

B

C

(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)

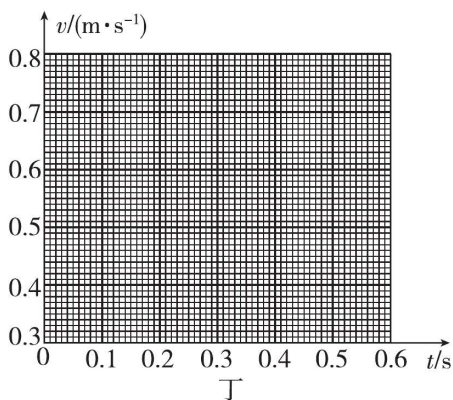


丙

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

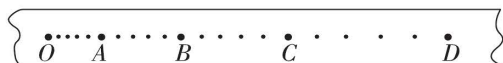
的直角坐标系中,并画出小车的瞬时速度随时间变化的关系图线;



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** [2023·吉林长春模拟]“用打点计时器研究匀变速直线运动”的实验中,某同学打出了如图所示的一条纸带.



(1)若打点计时器所接电源的频率为 50 Hz,则打点计时器打点的时间间隔为\_\_\_\_\_ s.在该实验中,每隔 4 个点取 1 个计数点,依次得到了 O、A、B、C、D 等几个计数点,如图所示.

(2)小车由静止开始运动,则纸带的\_\_\_\_\_ (填“左”或“右”)端与小车相连.

(3)用刻度尺量得  $OA = 1.20$  cm,  $OB = 2.80$  cm,  $OC = 5.80$  cm,  $OD = 7.20$  cm,打 B 点时纸带的速度大小为\_\_\_\_\_ m/s,纸带运动的加速度大小为\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ .

(4)如果当时电网中交变电流的频率变大,而做实验的同学并不知道,那么加速度的测量值比实际值\_\_\_\_\_ (填“偏大”或“偏小”).

(5)关于打点计时器的使用,下列说法正确的是\_\_\_\_\_.

- A. 电磁打点计时器使用的是 6 V 以下的直流电源
- B. 在测量物体速度时,先接通打点计时器的电源,后让物体运动
- C. 使用的电源频率越高,打点的时间间隔就越小
- D. 电源的电压越高,打点的时间间隔就越小

[反思感悟] \_\_\_\_\_



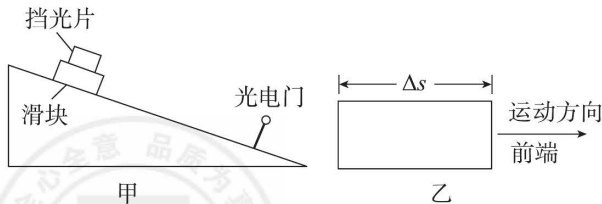
关于测量速度的其他方法

创新角度	实验装置图	创新解读
实验原理的创新		<ol style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>2. 挡光片经过光电门的平均速度作为滑块速度</li> <li>3. 平均速度的大小与挡光片的长度有关</li> </ol>
		<ol style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>2. 由纸带确定物块的加速度</li> <li>3. 结合牛顿第二定律求动摩擦因数</li> </ol>
实验器材的创新		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 用滴水针头替代打点计时器打纸带</li> <li>2. 小车在水平桌面上因摩擦做匀减速运动</li> </ol>
实验过程的创新		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 铁球靠重力产生加速度</li> <li>2. 铁球从 A 到 B 的时间可由数字毫秒表读出</li> <li>3. 铁球的加速度由 <math>\frac{x}{t}-t</math> 图像分析得出</li> </ol>

**例 3** [2017·全国卷 II] 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；



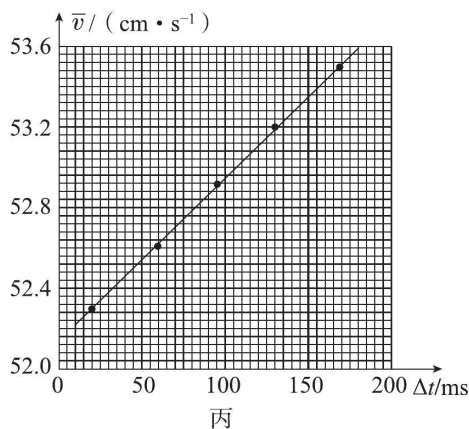
②当滑块上的挡光片经过光电门时，用光电计时器测得光线被挡光片遮住的时间  $\Delta t$ ；

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。



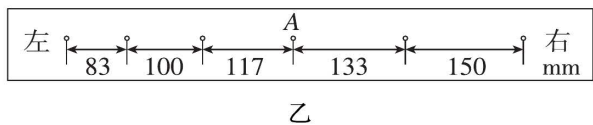
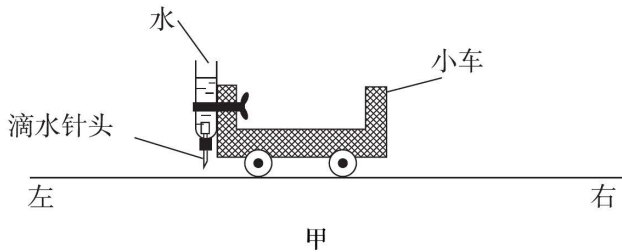
完成下列填空：

(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)

[反思感悟] \_\_\_\_\_

**例 4** [2017·全国卷 I] 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 46 个小水滴)



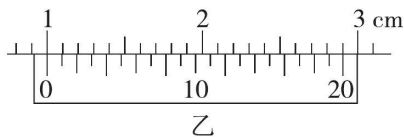
(1)由图乙可知,小车在桌面上是 \_\_\_\_\_ (选填“从右向左”或“从左向右”)运动的.

(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] \_\_\_\_\_

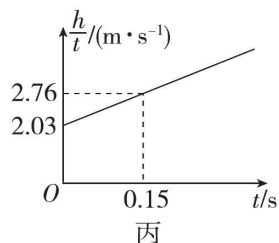
**例 5** [2023·广东深圳模拟] 某物理小组利用如图甲所示的装置测当地的重力加速度  $g$ .在铁架台上安装两个光电门,光电门 1 固定,光电门 2 可上下移动.将电磁铁通电,小铁球静止在电磁铁下端,调整两光电门的位置,让电磁铁断电后,小球沿竖直线通过两个光电门,光电计时器能记录小铁球从光电门 1 运动至光电门 2 的时间  $t$ .

(1)用游标卡尺测量小铁球的直径,测量结果如图乙所示,则小铁球的直径  $D =$  \_\_\_\_\_ cm.



(2)使小铁球由静止下落,用铁架台上的固定刻度尺测出两个光电门之间的距离  $h$  及对应的运动时间  $t$ . 保证光电门 1 的位置不变,多次改变光电门 2 的高度,并测出多组  $h$  和  $t$ ,以  $\frac{h}{t}$  为纵坐标,以  $t$  为横坐标,作出

$\frac{h}{t}-t$  的关系图线如图丙所示,若不考虑小铁球直径对实验的影响,则图中纵截距的含义是 \_\_\_\_\_;当地重力加速度的测量值  $g =$  \_\_\_\_\_ m/s<sup>2</sup> (结果保留两位有效数字).



(3)如果考虑空气阻力对实验的影响,则重力加速度的测量值与真实值相比 \_\_\_\_\_ (选填“偏小”“相等”或“偏大”).

[反思感悟] \_\_\_\_\_