



全品

高考复习方案

CANPOINT®

YN

QUANPIN GAKAO FUXI FANG' AN

主编：肖德好

全国版

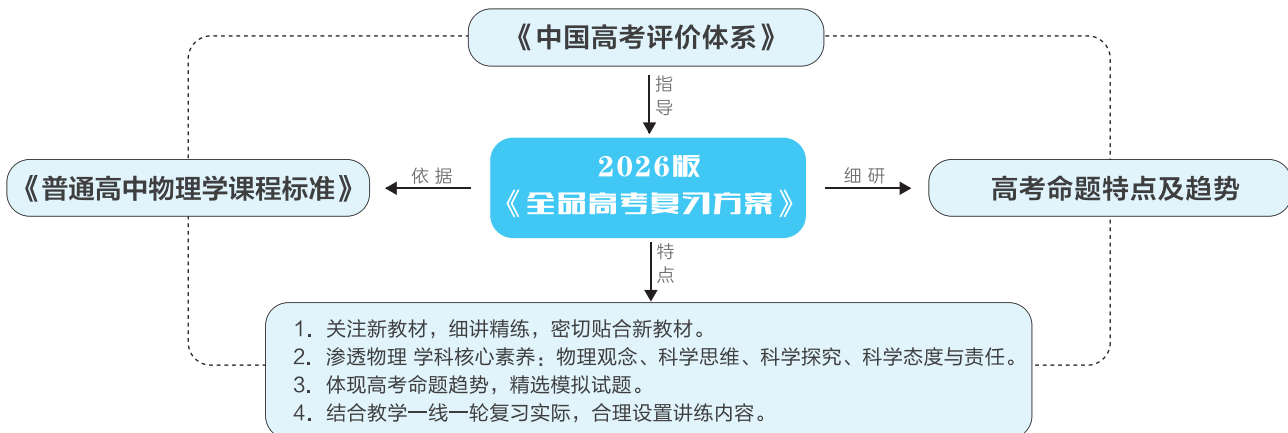
物理

听课手册

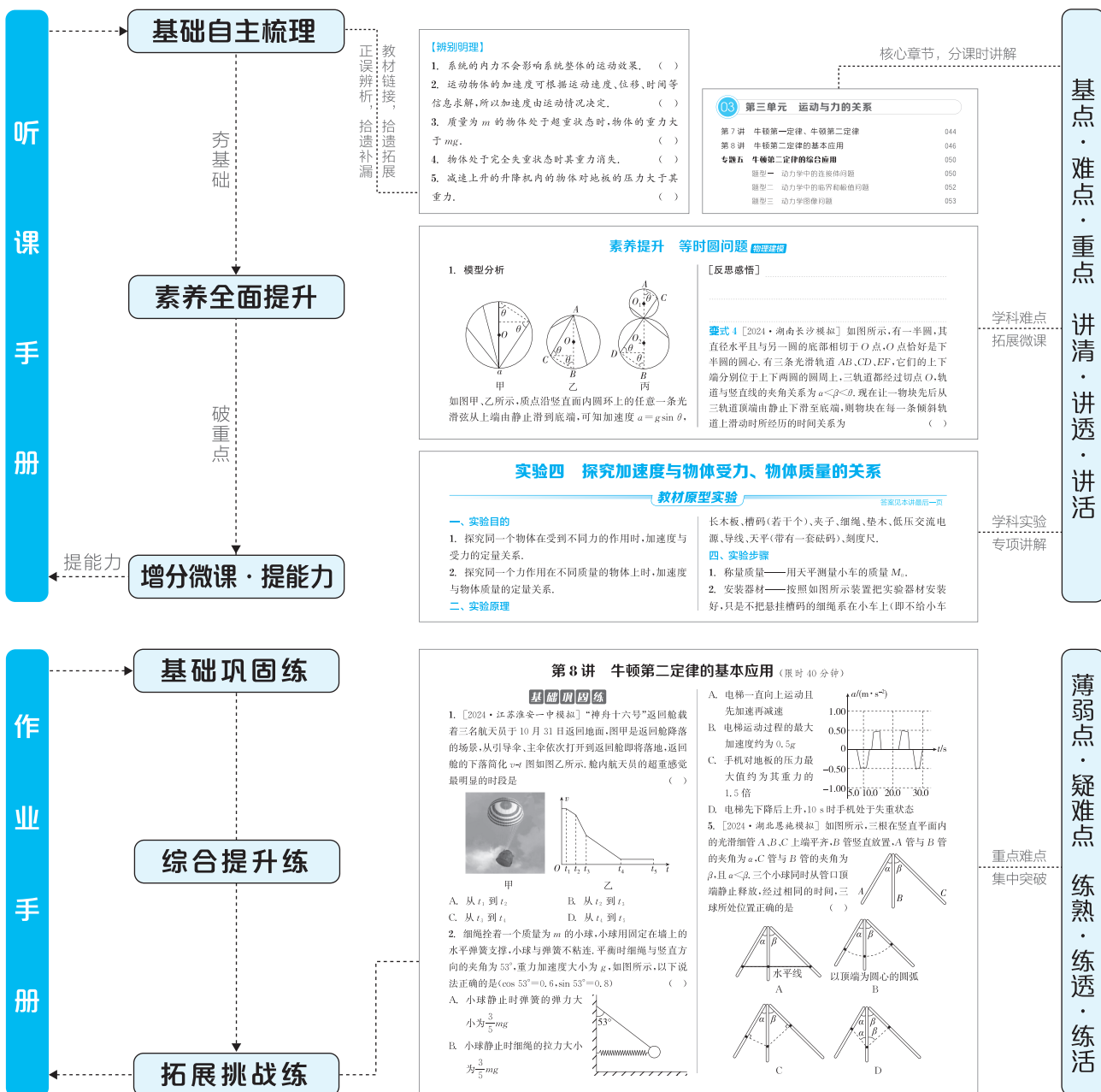
新教材 新高考 新一轮

物理

1



图书结构与特点



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	006
专题一	运动图像问题	009
	题型一 常规图像问题	009
	题型二 图像与图像之间的转换	011
专题二	追及、相遇问题	012
	题型一 解决追及、相遇问题的一般方法	012
	题型二 图像中的追及、相遇问题	013
实验一	测量做直线运动物体的瞬时速度(加速度)	014

02 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	023
第 7 讲	牛顿第三定律 共点力的平衡	025
专题三	动态平衡问题、平衡中的临界和极值问题	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	030
实验二	探究弹簧弹力与形变量的关系	031
实验三	探究两个互成角度的力的合成规律	035

03 第三单元 运动与力的关系

第 8 讲	牛顿第一定律、牛顿第二定律	039
第 9 讲	牛顿第二定律的基本应用	042
专题四	牛顿第二定律的综合应用	045
	题型一 动力学中的连接体问题	045
	题型二 动力学中的临界和极值问题	046
	题型三 动力学图像问题	047
专题五	动力学常见模型	048
	题型一 传送带模型	048
	题型二 “滑块—木板”模型	050
实验四	探究加速度与物体受力、物体质量的关系	052

04 第四单元 曲线运动

第 10 讲	运动的合成与分解	056
第 11 讲	抛体运动	060
第 12 讲	圆周运动	063

素养提升

1. 匀变速直线运动中的 STSE 问题	006
2. 有关自由落体与竖直上抛运动的 STSE 问题	008
3. 直线运动中的非常规图像问题	011
4. “死结”和“活结”“动杆”和“定杆”模型	027
5. “晾衣绳类”活结问题	030
6. 系统牛顿第二定律的问题	048
7. 平抛运动与圆周运动的综合问题	069
8. 三体问题(拉格朗日点)	081
9. 机车启动问题	086
10. 能量守恒定律与动能关系 STSE 问题	098
11. 动量定理与微元法的综合应用	107
12. 气体碰撞的解题思路	112
13. 叠加场中的摆线类问题	203
14. 用等效法处理变压器问题	232

物理建模

1. 等时圆问题	044
2. 传送带模型	048
3. 圆锥摆类问题	066
4. “子弹打木块”模型	114
5. 示波管的原理	153

解答规范

1. 动力学中的两类基本问题	042
2. 动能定理在单向多过程问题中的应用	091
3. 力学三大观点的综合应用	117
4. 带电粒子在一般组合场中的运动	200
5. 现代科技中的电磁感应问题	221

专题六 圆周运动的临界问题	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	069
实验五 探究平抛运动的特点	070
实验六 探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系	073

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	076
第 14 讲 人造卫星 宇宙速度	078
专题七 人造卫星变轨问题 双星及多星问题	081
题型一 卫星变轨和对接问题	081
题型二 天体的追及与相遇问题	082
题型三 双星及多星问题	083

06 第六单元 机械能

第 15 讲 功、功率	084
第 16 讲 动能定理及其应用	087
专题八 动能定理在多过程问题中的应用	091
题型一 动能定理在单向多过程问题中的应用	091
题型二 动能定理在往复运动问题中的应用	092
第 17 讲 机械能守恒定律及其应用	093
第 18 讲 功能关系 能量守恒定律	095
专题九 动力学和能量观点的综合应用	099
题型一 传送带模型综合问题	099
题型二 滑块—木板模型综合问题	099
题型三 用动力学和能量观点解决多过程多运动组合问题	100
实验七 验证机械能守恒定律	101

07 第七单元 动量

第 19 讲 动量定理及其应用	105
第 20 讲 动量守恒定律及其应用	108
专题十 “滑块—斜(曲)面”模型和“滑块—弹簧”模型	112
题型一 “滑块—斜(曲)面”模型	112
题型二 “滑块—弹簧”模型	113
专题十一 “子弹打木块”模型和“滑块—木板”模型	114
题型一 “子弹打木块”模型	114
题型二 “滑块—木板”模型	115
专题十二 力学三大观点的综合应用	116
题型一 动力学与动量观点的综合应用	116

题型二 能量与动量观点的综合应用	116
题型三 力学三大观点的综合应用	117
实验八 验证动量守恒定律	117

08 第八单元 机械振动与机械波

第 21 讲 机械振动	122
实验九 用单摆测量重力加速度	126
第 22 讲 机械波	129

09 第九单元 静电场

第 23 讲 静电场的力的性质	134
增分微课 1 求电场强度的四种方法	139
第 24 讲 静电场的能的性质	140
专题十三 电场中的图像问题	145
题型一 $v-t$ 图像	145
题型二 $\varphi-x$ 图像	145
题型三 $E-x$ 图像	146
题型四 E_p-x 图像、 E_k-x 图像	146
第 25 讲 电容器 带电粒子在电场中的直线运动	
实验: 观察电容器的充、放电现象	147
第 26 讲 带电粒子在电场中的偏转	151
专题十四 带电粒子(带电体)在电场中运动的综合问题	154
题型一 电场中功能关系的综合问题	154
题型二 等效思想在电场中的应用	155
题型三 带电粒子(带电体)在电场中的力电综合问题	156

10 第十单元 恒定电流

第 27 讲 电路及其应用	157
第 28 讲 焦耳定律、闭合电路欧姆定律	161
专题十五 电学实验基础	165
题型一 基本仪器的使用与读数	165
题型二 测量电路与控制电路的设计	166
题型三 实验器材的选取与实物图的连接	167
专题十六 测量电阻的其他几种方法	168
题型一 伏安法的拓展应用	168
题型二 半偏法测电表内阻	169
题型三 等效替代法测电阻	171
题型四 电桥法测电阻	172
实验十 测量金属丝的电阻率	172
实验十一 用多用电表测量电学中的物理量	175
实验十二 测量电源的电动势和内阻	178

11 第十一单元 磁场

第 29 讲	磁场及其对电流的作用	182
第 30 讲	磁场对运动电荷(带电体)的作用	186
专题十七	带电粒子在有界匀强磁场中的运动	189
题型一	带电粒子在几种典型有界匀强磁场中的运动	189
题型二	带电粒子在有界匀强磁场中的临界极值问题	192
题型三	带电粒子在有界匀强磁场中运动的多解问题	192
★ 增分微课 2	“几何圆模型”在磁场中的应用	194
专题十八	洛伦兹力与现代科技	196
题型一	电场与磁场组合的应用实例	196
题型二	电场与磁场叠加的应用实例	198
专题十九	带电粒子在组合场中的运动	200
题型一	带电粒子在一般组合场中的运动	200
题型二	带电粒子在交变组合场中的运动	202
专题二十	带电粒子在叠加场中的运动	203
★ 增分微课 3	带电粒子在立体空间中的偏转	205

12 第十二单元 电磁感应

第 31 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	207
第 32 讲	第 32 讲 法拉第电磁感应定律 自感和涡流	211
专题二十一	电磁感应中的电路和图像	214
题型一	电磁感应中的电路问题	214
题型二	电磁感应中的图像问题	216
专题二十二	电磁感应中的动力学和能量问题	218
题型一	电磁感应中的动力学问题	218
题型二	电磁感应中的能量问题	220
专题二十三	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 33 讲	交变电流的产生及描述	225
第 34 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	227
第 35 讲	电磁振荡与电磁波	233
实验十三	利用传感器制作简单的自动控制装置	236

14 第十四单元 光学

第 36 讲	光的折射和全反射	240
第 37 讲	光的波动性	243
实验十四	测量玻璃的折射率	246
实验十五	用双缝干涉实验测量光的波长	248

15 第十五单元 热学

第 38 讲	分子动理论 内能	251
第 39 讲	固体、液体和气体	255
第 40 讲	气体实验定律与热力学定律综合问题	259
专题二十四	变质量气体问题和关联气体问题	262
题型一	变质量气体问题	262
题型二	关联气体问题	264
实验十六	用油膜法估测油酸分子的大小	264
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	266

16 第十六单元 近代物理

第 41 讲	原子结构和波粒二象性	269
第 42 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

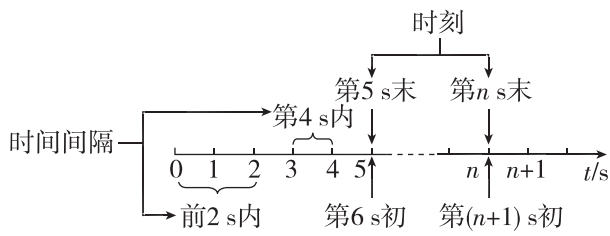
- (1)质点是用来代替物体的_____的点,质点是一种理想化模型.
- (2)把物体看作质点的条件:①物体的大小、形状等因素对所研究的问题的影响可以_____.
②当物体上各部分的运动状态都_____时,任何一点的运动情况都能代表物体的运动.

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
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】

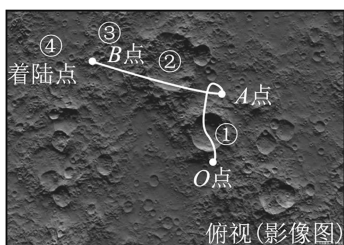
1. 只有质量和体积都很小的物体才能看作质点. ()
2. 参考系必须选择静止不动的物体. ()
3. 描述物体的运动情况时,选择不同的参考系不会影响其结果. ()
4. 做直线运动的物体,其位移的大小一定等于路程. ()

典例精析

明思路

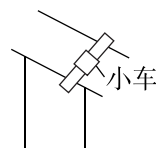
例 1 [2024·吉林长春模拟] 2024 年 6 月 25 日 14 时 7 分,嫦娥六号返回器携带来自月背的月球样品安全着陆.这次探月工程突破了月球逆行轨道设计与控制、月背智能采样、月背起飞上升等关键技术.如图为某次嫦娥六号为躲避陨石坑的一段飞行路线,下列说法中正确的是 ()

- A. 2024 年 6 月 25 日 14 时 7 分指的是时间间隔
B. 研究嫦娥六号月背起飞上升时可以把它简化成质点
C. 嫦娥六号由图中 O 点到 B 点的路程一定大于此过程的位移的大小
D. 嫦娥六号着陆地球的过程中,以嫦娥六号为参考系,地球是静止不动的



[反思感悟]

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	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (x 为位移)	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (Δt 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

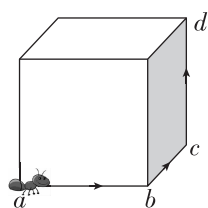
例 3 下列事例中有关速度的说法正确的是 ()
A. 汽车速度计上显示 80 km/h,指的是平均速度
B. 某段高速公路上的限速为 120 km/h,指的是瞬时速度

- C. 京沪高铁从北京到上海的速度约为 300 km/h,指的是瞬时速度
D. 在 400 m 比赛中,处于第 1 跑道的同学跑了完整一圈,他的成绩为 100.0 s,则他在整个过程中的平均速度大小为 4 m/s

[反思感悟]

例 4 [2024·江西南昌模拟] 小蚂蚁从 a 点沿着边长为 L 的立方体的三条棱 ab 、 bc 、 cd 运动到 d 点,在三条棱上运动的时间相同,则小蚂蚁 ()

- A. 从 a 运动到 c 的位移大小为 $2L$
B. 从 a 到 c 的位移与从 b 到 d 的位移相同
C. 从 a 到 c 的平均速度是从 a 到 b 平均速度的 $\sqrt{2}$ 倍
D. 从 a 到 b 的平均速度是从 a 到 d 平均速度的 $\sqrt{3}$ 倍



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 Δt 内发生的微小位移 Δx ,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 Δt 和微小位移 Δx 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: 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 Δv	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, Δv 由 a 和 Δt 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, Δv 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

► 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 m/s^2 ,乙的加速度恒为 -3 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 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

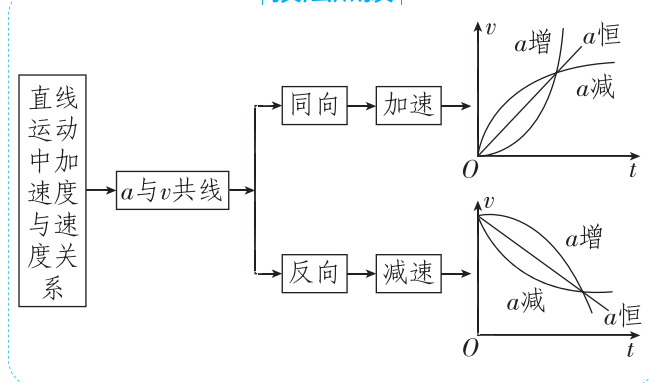
[反思感悟]

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



► 考向二 加速度的计算

例 7 (多选)[2024·河北保定模拟] 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 m/s ,2 s 后该物体速度的大小为 8 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 m/s
- B. 速度变化量的大小可能小于 4 m/s
- C. 加速度的大小可能大于 4 m/s^2
- D. 加速度的大小可能等于 2 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

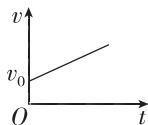
必备知识

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】

- 匀变速直线运动的加速度是均匀变化的. ()
- 匀变速直线运动的速度是均匀变化的. ()
- 匀变速直线运动中,经过相同的时间,速度变化量相同. ()
- 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 m/s 的速度行驶的汽车,制动后做匀减速直线运动,在 3 s 内前进 36 m ,则汽车在 5 s 内的位移为 ()

A. 50 m B. 45 m C. 40.5 m D. 40 m

[反思感悟]

例2 (多选)[2024·河北唐山模拟] 在足够长的光滑固定斜面上,有一物体以 10 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 m/s^2 、方向沿斜面向下,当物体的位移大小为 7.5 m 时,下列说法正确的是 ()

- 物体运动时间可能为 1 s
- 物体运动时间可能为 3 s
- 物体运动时间可能为 $(2 + \sqrt{7}) \text{ s}$
- 物体此时的速度大小一定为 5 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: $v_{\frac{t}{2}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} v$.

(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、 $\cdots$ 、 nT 末的瞬时速度之比 $v_1 : v_2 : v_3 : \cdots : v_n = \underline{\hspace{2cm}}$.

(2)前 T 内、前 $2T$ 内、前 $3T$ 内、 $\cdots$ 、前 nT 内的位

移之比 $x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n =$ _____.

(3) 第 1 个 T 内、第 2 个 T 内、第 3 个 T 内、…、第 n 个 T 内的位移之比 $x_I : x_{II} : x_{III} : \dots : x_n =$ _____.

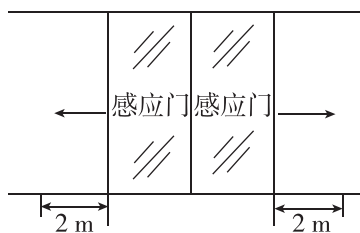
(4) 前 x 内、前 $2x$ 内、前 $3x$ 内、…、前 nx 内的时间之比 $t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n =$ _____.

(5) 第 1 个 x 内、第 2 个 x 内、第 3 个 x 内、…、第 n 个 x 内的时间之比 $t_I : t_{II} : t_{III} : \dots : t_n =$ _____.

典例精析

明思路

例 3 [2024·海南卷] 商场自动感应门如图所示,人走进时两扇门从静止开始同时向左、右平移,经 4 s 恰好完全打开,两扇门移动距离均为 2 m,若门从静止开始以相同加速度大小先匀加速运动后匀减速运动,完全打开时速度恰好为 0,则加速度的大小为 ()

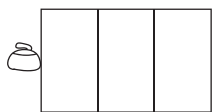


- A. 1.25 m/s^2 B. 1 m/s^2
C. 0.5 m/s^2 D. 0.25 m/s^2

[反思感悟]

例 4 (多选)[2024·湖北武汉模拟] 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 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 m/s^2

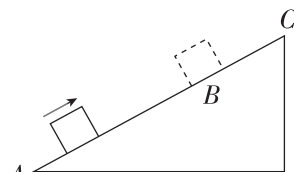
C. 送货车在第 1 个 4 s 末的速度大小为 3.2 m/s

D. 送货车在第 2 个 4 s 内的平均速度大小为 3.6 m/s

[反思感悟]

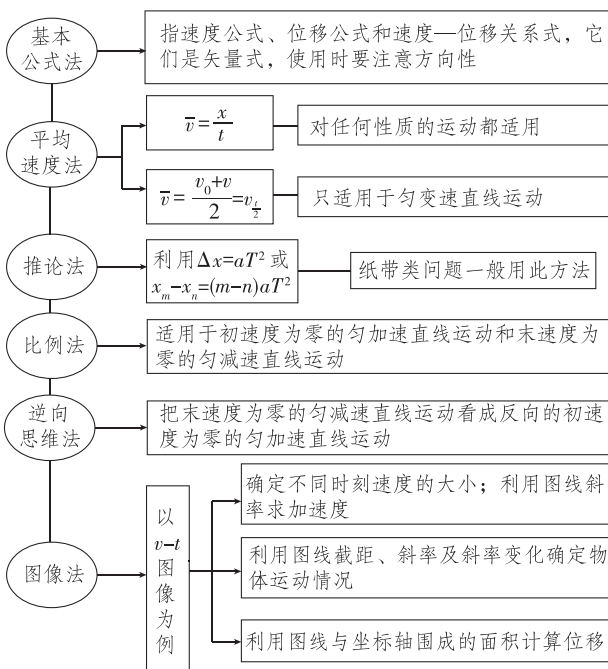
例 6 物体以一定的初速度从斜面底端 A 点冲上固定的光滑斜面,斜面总长度为 x_{AC} ,物体到达斜面最高点 C 时速度恰好为零,如图所示,已知物体向上运动到距斜面底端 $\frac{3}{4}x_{AC}$ 处

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

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.

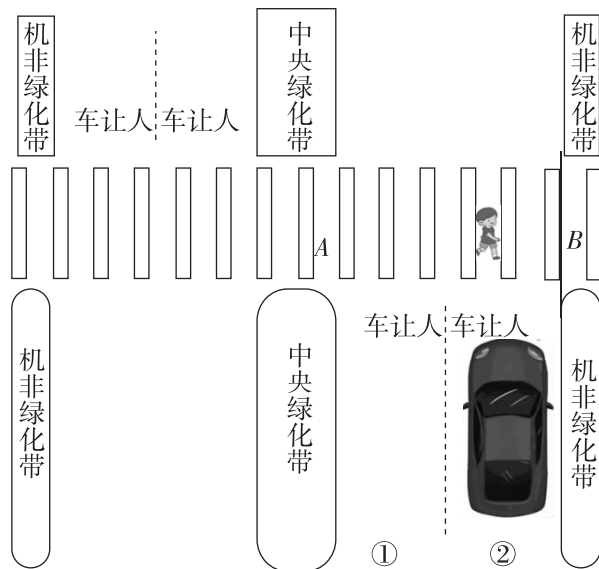
(2)理清各运动之间的联系,如速度关系、位移关系、时间关系等.

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 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.

例 8 (多选)[2024·湖南长沙模拟]“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:机动车行至人行横道时,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 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 m/s 的速度通过 A 处,立即轻踩刹车,汽车以 2 m/s^2 的加速度减速行驶,当速度降为 18 km/h 时深踩刹车,汽车以 5 m/s^2 的加速度减速行驶,最终停在停止线前 2 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 s
B. 汽车停车让行的时间至少为 10 s
C. 汽车刚开始减速的位置距停止线 50.5 m
D. 汽车刚开始减速的位置距停止线 54.5 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 . ()

典例精析

明思路

》考向一 自由落体运动基本规律的应用

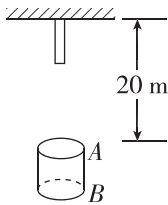
例 1 [2024·河北石家庄模拟] 某小区楼房年久老化,靠路边的楼房墙体有一块混凝土脱落,混凝土下落过程可看作自由落体运动,离地面最后 2 m 下落所用的时间为 0.1 s ,重力加速度大小 g 取 10 m/s^2 ,则这块混凝土脱落处到地面的高度约为 ()

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

【反思感悟】

例 2 [2024·湖南长沙模拟] 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 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 .



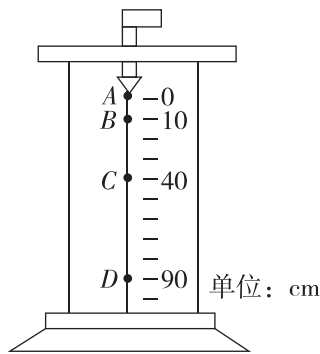
》考向二 自由落体运动中的“比例关系”问题

例 3 [2024·湖北武汉模拟] 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 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 [2024·浙江温州模拟] 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 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】

- 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. ()

典例精析

明思路

例5 (多选)[2024·四川成都模拟] 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 m/s^2),则下列说法正确的是 ()

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

【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 m . 不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 ,设塔足够高,则物体位移大小为 10 m 时,物体运动的时间可能为 ()

- $(2-\sqrt{2})\text{ s}$
- $(2+\sqrt{2})\text{ s}$
- $(2+\sqrt{6})\text{ s}$
- $\sqrt{6}\text{ s}$

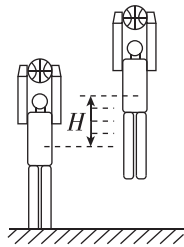
【反思感悟】

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

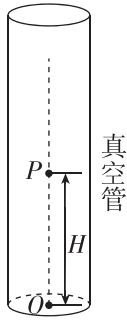
我们的周围存在很多这样的运动. 同理,物体以竖直向上的初速度抛出(或跳起)可以近似看作做竖直上抛运动.

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. $4 < \frac{t_2}{t_1} < 5$

例 8 [2024 · 辽宁沈阳模拟] 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

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.

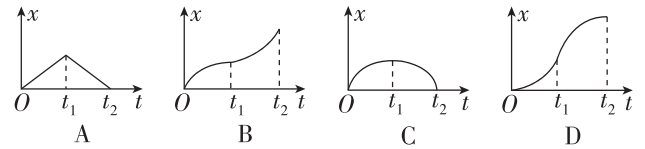
图像	$x-t$ 图像	$v-t$ 图像	$a-t$ 图像
图像实例			
图线含义	图线①表示质点向正方向做匀速直线运动(斜率表示速度 v)	图线①表示质点做匀加速直线运动(斜率表示加速度 a)	图线①表示质点做加速度增大的运动
	图线②表示质点静止	图线②表示质点做匀速直线运动	图线②表示质点做匀变速直线运动
	图线③表示质点向负方向做匀速直线运动	图线③表示质点做匀减速直线运动	图线③表示质点做加速度减小的运动

(续表)

图像	$x-t$ 图像	$v-t$ 图像	$a-t$ 图像
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)

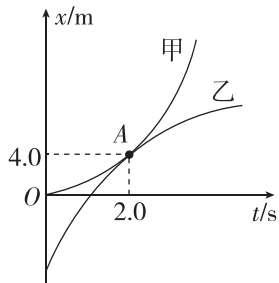
考向一 $x-t$ 图像

例 1 [2023 · 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 [2024·陕西西安模拟] 如图所示为甲、乙两物体在同一直线上做匀变速直线运动的位移—时间图像,两图像相切于A点,其坐标为(2.0 s,4.0 m).已知甲物体的初速度为零,乙物体的加速度大小为 1 m/s^2 ,由图像可知 ()

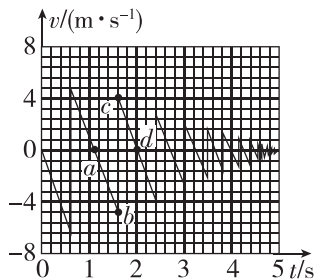


- A. 甲、乙两物体的运动方向相反,加速度方向相同
- B. 乙物体的初速度大小为 6 m/s
- C. 甲物体的加速度大小为 4 m/s^2
- D. $t=0$ 时刻,甲、乙两物体相距 10 m

[反思感悟] _____

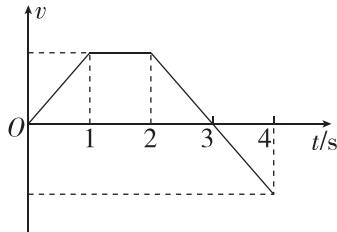
» 考向二 $v-t$ 图像

例3 [2024·河北卷] 篮球比赛前,常通过观察篮球从一定高度由静止下落后的反弹情况判断篮球的弹性.某同学拍摄了该过程,并得出了篮球运动的 $v-t$ 图像,如图所示.图像中 a 、 b 、 c 、 d 四点中对应篮球位置最高的是 ()



- A. a 点
- B. b 点
- C. c 点
- D. d 点

例4 [2024·湖南长沙模拟] 某物体做直线运动的 $v-t$ 图像如图所示,已知 $0\sim 4\text{ s}$ 内的总路程为 5 m .由图可推知,该物体 ()

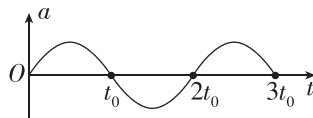


- A. 1.5 s 时的速度大小为 1 m/s
- B. 第 1 s 内和第 3 s 内的运动方向相反
- C. 第 1 s 内和第 4 s 内的位移相同
- D. 第 3 s 内和第 4 s 内的加速度相同

[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

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:

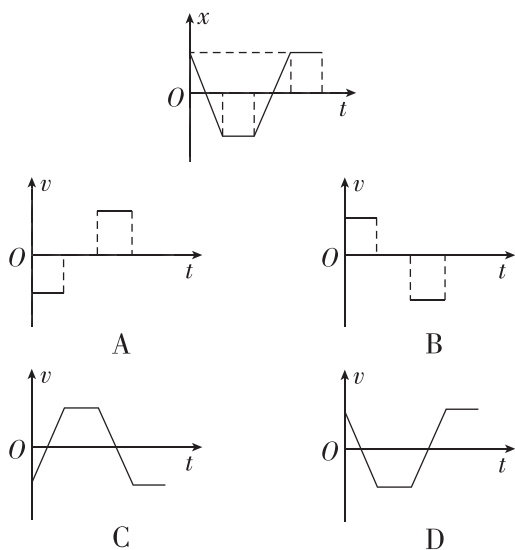
$v-t$ 图像 $\Rightarrow$ 运动情况 $\begin{cases} x-t \text{ 图像} \\ a-t \text{ 图像} \Rightarrow \text{受力情况} \end{cases}$

$(F-t \text{ 图像}) \Rightarrow$ 功能关系……

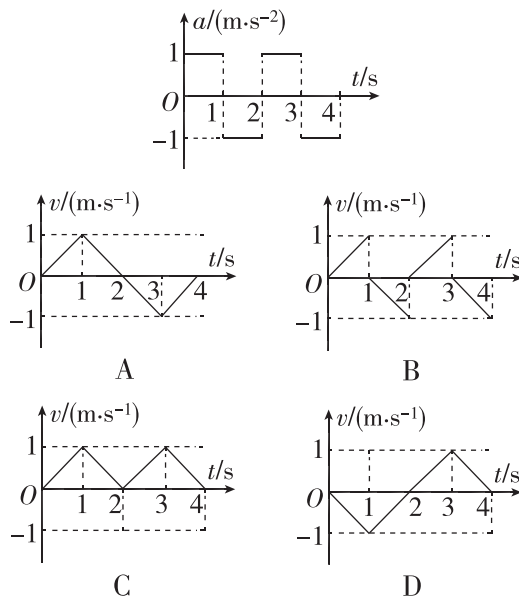
2. 转换时要注意以下三点:

- (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 ()



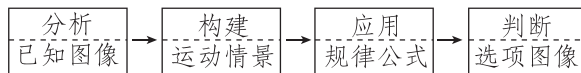
例7 一物体由静止开始沿直线运动,其加速度随时间变化的规律如图所示.取物体开始运动的方向为正方向,则物体运动的 $v-t$ 图像正确的是 ()



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:



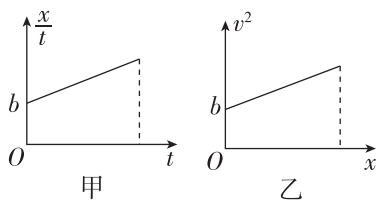
(2) 要注意应用解析法和排除法,两者结合提高选择题图像类题型的解题准确率和速度.

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.



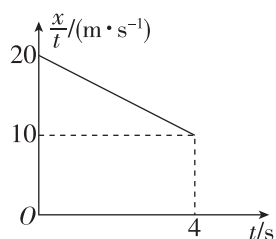
2. 函数法解决 v^2-x 图像

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

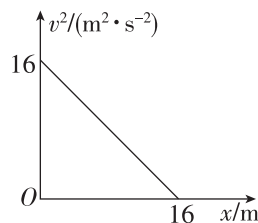
图像种类	$a-x$ 图像	$\frac{1}{v}-x$ 图像	$\frac{x}{t^2}-\frac{1}{t}$ 图像
示例			
解题关键	公式依据: $v^2-v_0^2=2ax$ $\rightarrow ax=\frac{v^2-v_0^2}{2}$ 面积意义: 速度平方变化量的一半 $\left(\frac{v^2-v_0^2}{2}\right)$	公式依据: $t=\frac{x}{v}$ 面积意义: 运动时间 (t)	公式依据: $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2 \rightarrow \frac{x}{t^2}=\frac{v_0}{t}+\frac{1}{2}a$ 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 [2024·广东广州模拟] 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 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 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 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

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 Δx 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时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 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 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 [2024·湖北武汉模拟] 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,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?(尝试用多种方法进行求解)

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:

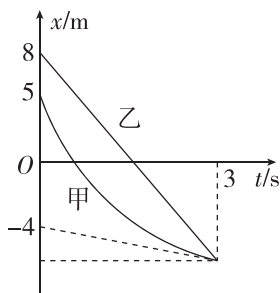
(1)利用图像中斜率、面积、交点的含义进行定性分析或定量计算.

(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.

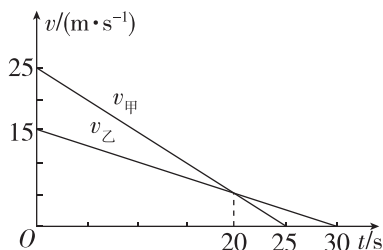
3. 若为 $x-t$ 图像,注意交点的意义,图像相交即代表两物体相遇;若为 $a-t$ 图像,可转化为 $v-t$ 图像进行分析.

例 3 (多选)[2024·山东德州模拟] 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 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 m/s
- B. 甲质点的初速度大小为 7 m/s
- C. 甲质点的加速度大小为 2 m/s^2
- D. 在 $t=1.5\text{ s}$ 时,甲、乙两质点相距最远

例 4 [2024·江苏扬州模拟] 入冬以来,雾霾天气频发,发生交通事故的概率比平常高出许多,保证雾霾中行车安全显得尤为重要;在雾霾天气的平直公路上,甲、乙两汽车同向匀速行驶,乙在前,甲在后.某时刻两车司机听到警笛提示,同时开始刹车,结果两车刚好没有发生碰撞.图示为两车刹车后做匀减速直线运动的 $v-t$ 图像,以下分析正确的是 ()



- A. 两车开始刹车时的距离为 87.5 m
- B. 甲刹车的加速度的大小为 0.5 m/s^2
- C. $t=20\text{ s}$ 时乙车的速度为 5 m/s
- D. 两车都停下来后相距 25 m

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

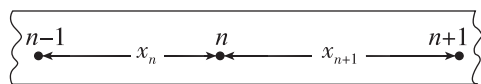
(1)沿直线运动的物体,若任意相等时间内的位移相等,则物体做_____运动.

(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

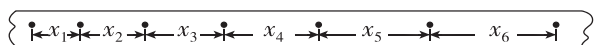
(1)“中间点”的瞬时速度: 如图甲中的 n 点. n 点的瞬时速度 $v_n =$ _____.



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、_____.

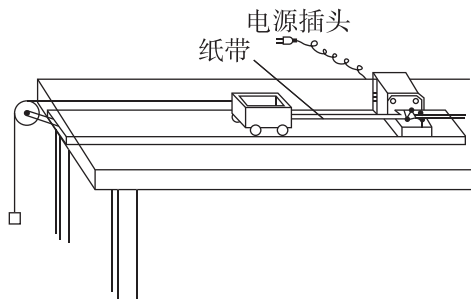
四、实验步骤

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.

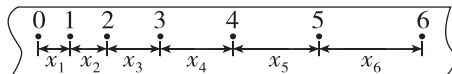
(2)把一条细绳的一端拴在小车上, 细绳跨过滑轮, 下端挂上合适的槽码, 纸带穿过打点计时器, 并将纸带的一端固定在小车的后面. 实验装置如图所示, 放手后, 看小车能否在木板上平稳地_____滑行.



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.



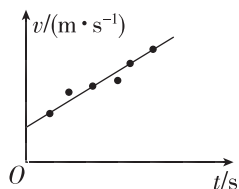
(3)利用一段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度, 求得打计数点 1、2、3、4、5 时小车的瞬时速度.

(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

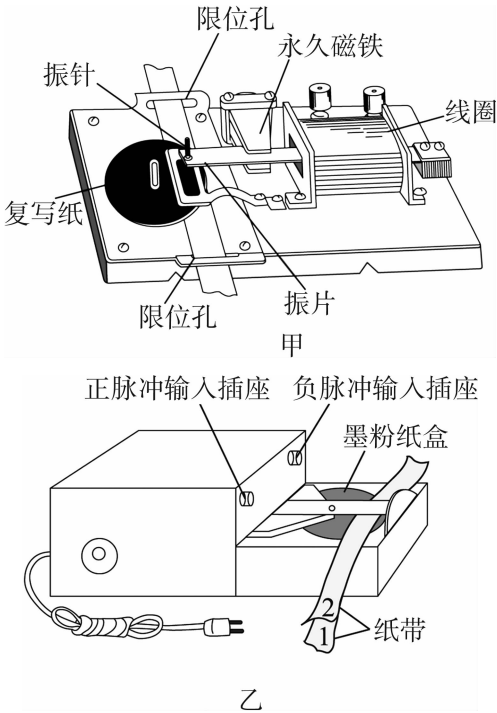
- 1. 纸带运动时摩擦力不均匀, 打点不稳定引起误差.
- 2. 计数点间距测量有偶然误差.
- 3. 作图有误差.

七、注意事项

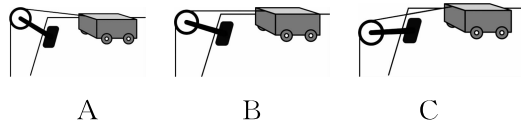
- 1. 平行: 纸带、细绳要与长木板平行.
- 2. 两先两后: 实验中应先接通电源, 后让小车运动; 实验完毕应先断开电源, 后取下纸带.
- 3. 防止碰撞: 在到达长木板末端前应让小车停止运动, 防止槽码落地及小车与滑轮相撞.
- 4. 减小误差: 小车的加速度应适当大些, 可以减小长度测量的相对误差, 加速度大小以能在约 50 cm 的纸带上清楚地取出 6~7 个计数点为宜.
- 5. 小车从靠近打点计时器位置释放.

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”).

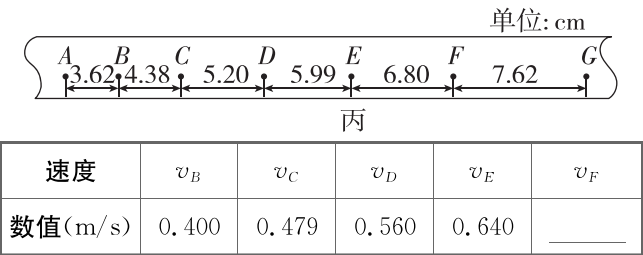


(2) 某同学在“探究小车速度随时间变化的规律”的实验中, 关于轨道末端滑轮高度的调节正确的是 _____.

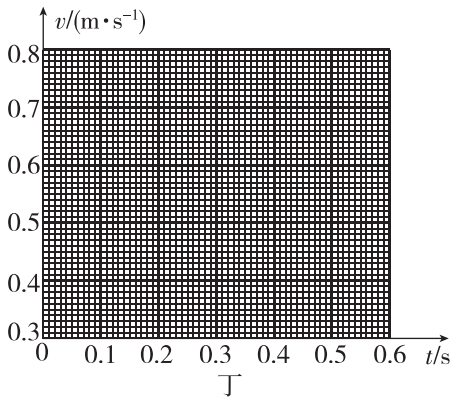


(3) 该同学用打点计时器记录了被小车拖动的纸带的运动情况, 在纸带上确定出 A、B、C、D、E、F、G 共 7 个计数点, 相邻两点间的距离如图丙所示, 每两个相邻的计数点之间还有 4 个点未画出, 电源频率为 50 Hz.

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)



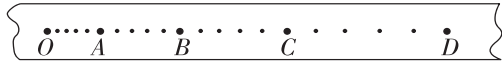
② 将 B、C、D、E、F 对应的瞬时速度标在图丁所示的直角坐标系中, 并画出小车的瞬时速度随时间变化的关系图线;



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 [2024 · 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 _____ (选填“左”或“右”) 端与小车相连.

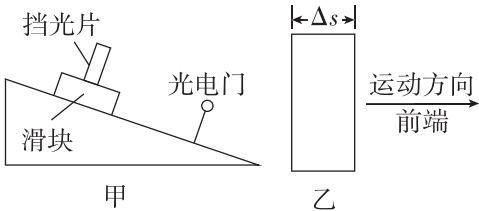
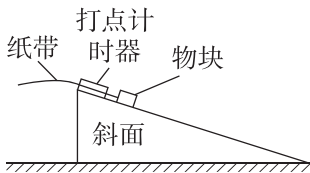
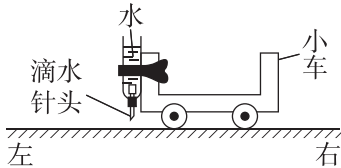
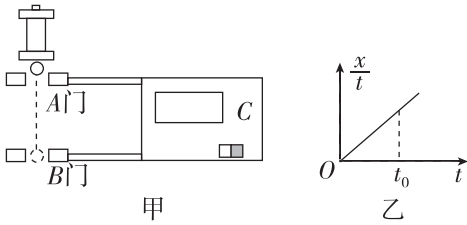
(3) 用刻度尺量得 $OA = 1.20$ cm, $OB = 2.80$ cm, $OC = 4.80$ cm, $OD = 7.20$ cm, 打 B 点时纸带的速度大小为 _____ m/s, 纸带运动的加速度大小为 _____ m/s^2 .

- (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_____ (选填“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] _____
- _____
- _____

拓展创新实验

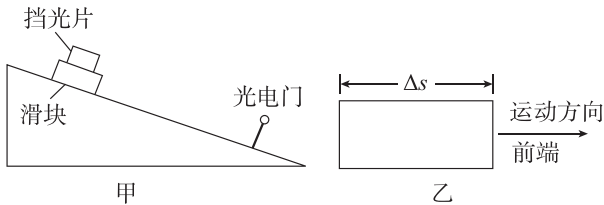
关于测量速度的其他方法

创新角度	实验装置图	创新解读
实验原理的创新		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
		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		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
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 (实验原理的创新) 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;

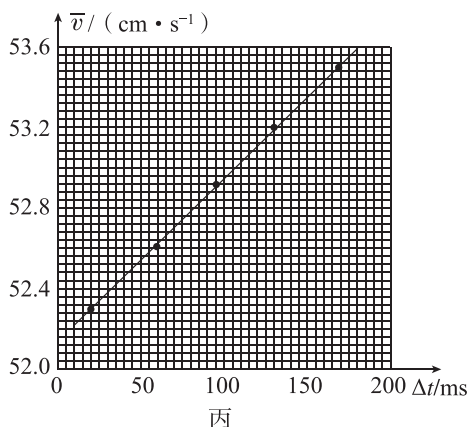


- ②当滑块上的挡光片经过光电门时,用光电计时器测得光线被挡光片遮住的时间 Δt ;
- ③用 Δs 表示挡光片沿运动方向的长度,如图乙所示, $\bar{v}$ 表示滑块在挡光片遮住光线的 Δt 时间内的平均速度大小,求出 $\bar{v}$;

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.

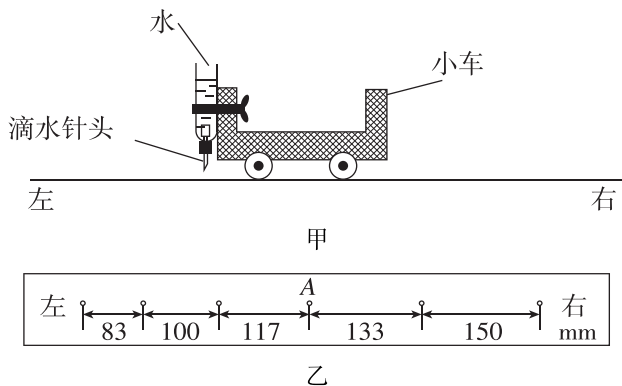


完成下列填空:

(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 Δt 的关系式为 $\bar{v} = \underline{\hspace{2cm}}$.

(2)由图丙可求得, $v_A = \underline{\hspace{2cm}}$ cm/s, $a = \underline{\hspace{2cm}}$ cm/s². (结果均保留 3 位有效数字)

例 4 (实验器材的创新)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 $\underline{\hspace{2cm}}$ (选填“从右向左”或“从左向右”)运动的.

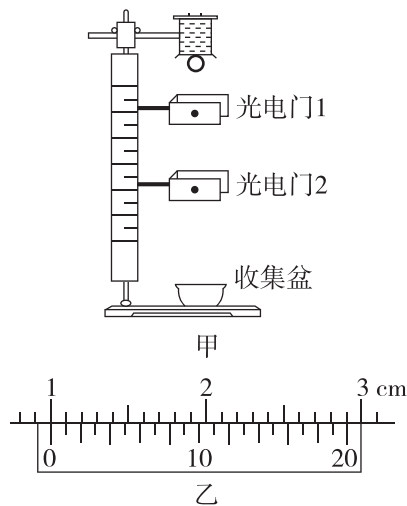
(2)该小组同学根据图乙的数据判断出小车做匀变速运动.小车运动到图乙中 A 点位置时的速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ m/s,加速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ m/s². (结

果均保留 2 位有效数字)

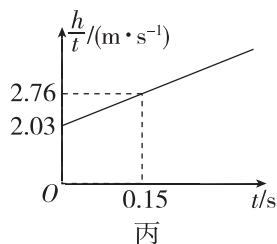
[反思感悟]

例 5 (实验过程的创新)[2024·广东广州模拟]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 $D = \underline{\hspace{2cm}}$ 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 $\underline{\hspace{2cm}}$;当地重力加速度的测量值 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s² (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 $\underline{\hspace{2cm}}$ (选填“偏小”“相等”或“偏大”).

[反思感悟]