



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年创始人专注教育行业

全品

高考复习方案

主编：肖德好

听课手册
物理



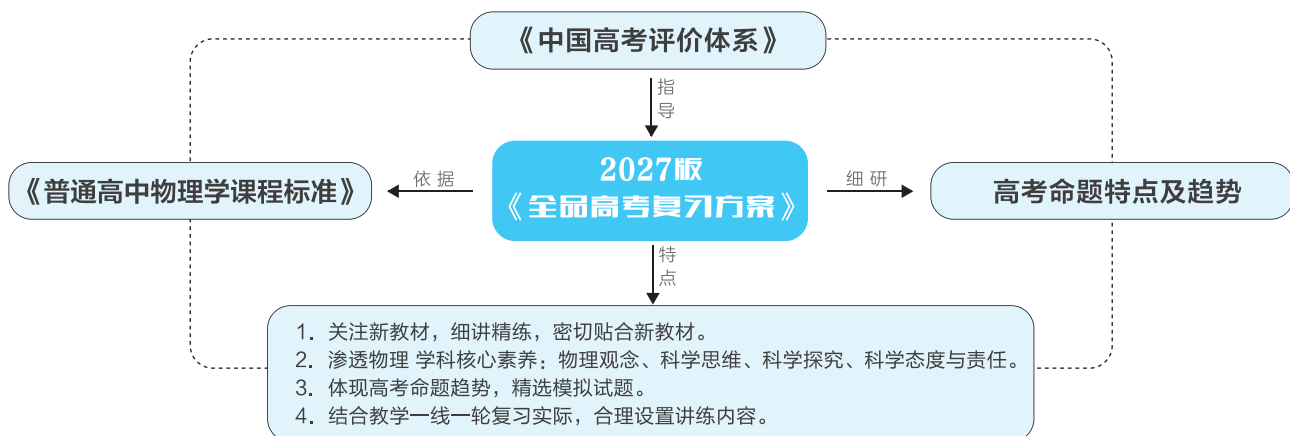
AI时代就该用AI学习
遇到问题快扫我

长江出版传媒

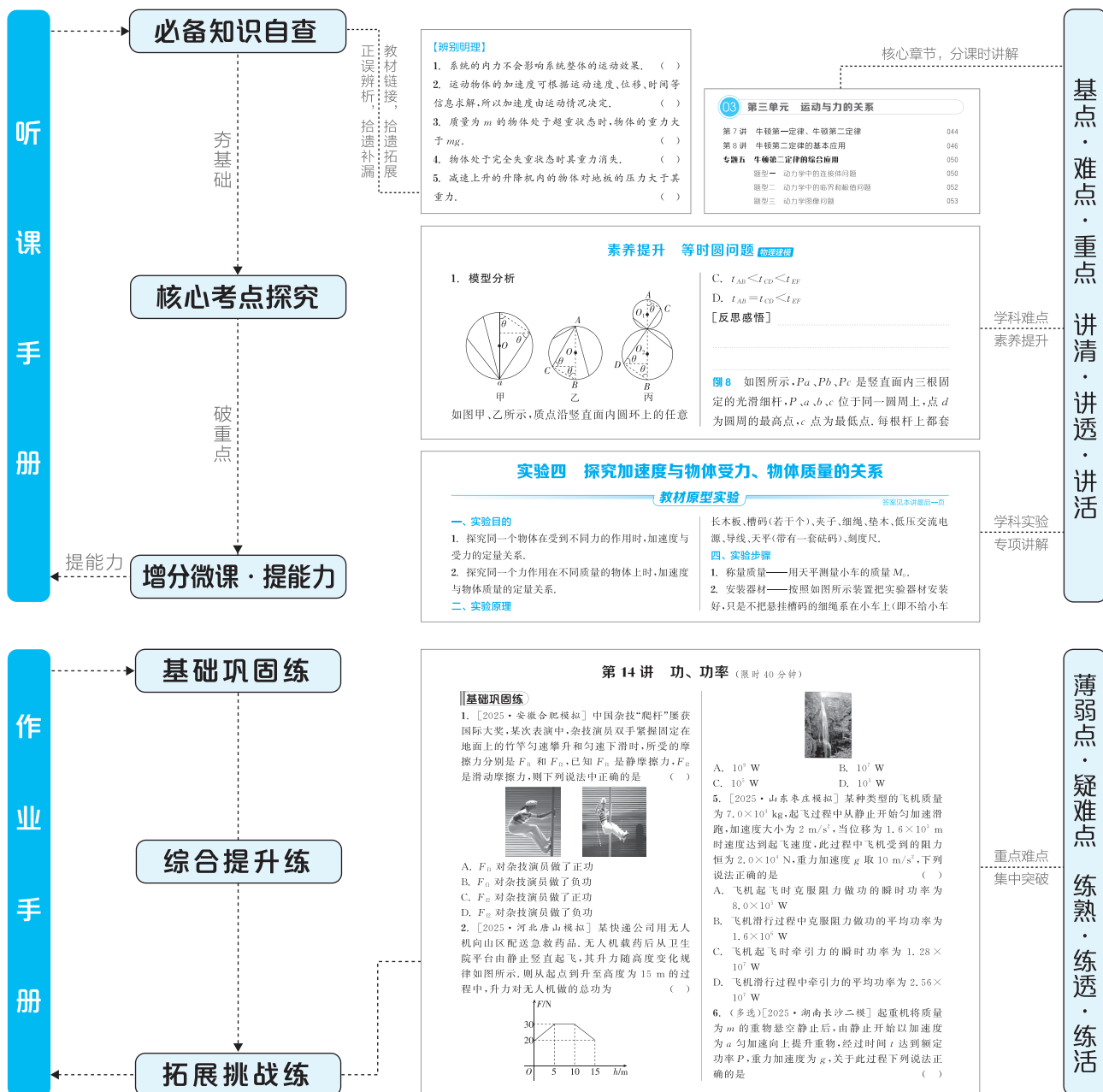
崇文书局

全品高考复习方案

物理



图书结构与特点



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	007
专题一	运动图像问题	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	012
	题型一 解决追及、相遇问题的一般方法	012
	题型二 图像法在追及、相遇问题中的综合应用	013
★ 增分微课 1	匀变速直线运动中的“形异质同”问题	014
实验一	测量做直线运动物体的瞬时速度(加速度)	015

02 第二单元 相互作用 物体平衡

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
专题三	牛顿第三定律 共点力的平衡	030
	题型一 牛顿第三定律	030
	题型二 受力分析	031
	题型三 共点力的平衡条件及其应用	032
专题四	动态平衡问题、平衡中的临界和极值问题	033
	题型一 动态平衡问题	033
	题型二 平衡中的临界和极值问题	035
实验二	探究弹簧弹力与形变量的关系	036
实验三	探究两个互成角度的力的合成规律	038

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	041
第8讲	牛顿第二定律的基本应用	043
专题五	牛顿第二定律的综合应用	048
	题型一 动力学中的连接体问题	048
	题型二 动力学中的临界和极值问题	049
	题型三 动力学图像问题	050
专题六	动力学常见模型	051
	题型一 传送带模型	051
	题型二 “滑块—木板”模型	053
实验四	探究加速度与物体受力、物体质量的关系	055

素养提升

1. 摩擦角问题	025
2. 轻绳、轻杆、弹性绳及轻弹簧的比较	028
3. 系统牛顿第二定律问题	051
4. 三体问题(拉格朗日点)	087
5. 动能定理在多过程问题中的应用	098
6. 动量定理与微元法的综合应用	115
7. “动碰动”的弹性碰撞问题	120
8. 正则动量及其应用	211
9. 用等效法处理变压器问题	241

物理建模

1. 等时圆问题	047
2. 传送带模型	051
3. 圆锥摆类问题	069
4. 机车启动问题	094
5. “子弹打木块”模型	121

解答规范

1. “滑块—木板”模型	053
2. 单物体的机械能守恒问题	101
3. 动力学、能量、动量三大观点的综合应用	126
4. 带电粒子在一般组合场中的运动	208
5. 动量守恒定律在电磁感应中的应用	230

04 第四单元 曲线运动

第 9 讲 运动的合成与分解	059
第 10 讲 抛体运动	062
第 11 讲 圆周运动	067
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 2 平抛运动与圆周运动的综合问题	072
实验五 探究平抛运动的特点	074
实验六 探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系	077

05 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	080
第 13 讲 人造卫星 宇宙速度	083
专题八 人造卫星变轨问题 双星模型	088
题型一 卫星变轨和对接问题	088
题型二 双星及多星问题	090

06 第六单元 机械能

第 14 讲 功、功率	091
第 15 讲 动能定理及其应用	095
第 16 讲 机械能守恒定律及其应用	099
第 17 讲 功能关系 能量守恒定律	103
★ 增分微课 3 能量守恒定律与功能关系 STSE 问题	107
实验七 验证机械能守恒定律	108

07 第七单元 动量

第 18 讲 动量定理及其应用	112
第 19 讲 动量守恒定律及其应用	116
专题九 “子弹打木块”模型和“滑块—木板”模型	121
题型一 “子弹打木块”模型	121
题型二 “滑块—木板”模型	122
专题十 “滑块—曲面”模型和“滑块—弹簧”模型	123
题型一 “滑块—曲面”模型	123
题型二 “滑块—弹簧”模型	124

专题十一 动力学、能量、动量三大观点的综合应用	125
题型一 动力学与动量观点的综合应用	125
题型二 能量与动量观点的综合应用	125
题型三 动力学、能量、动量三大观点的综合应用	126
实验八 验证动量守恒定律	126

08 第八单元 机械振动与机械波

第 20 讲 机械振动	131
实验九 用单摆测量重力加速度	135
第 21 讲 机械波	139
★ 增分微课 4 有关振动、波动的新高考命题热点	143

09 第九单元 静电场

第 22 讲 静电场中力的性质	145
★ 增分微课 5 求电场强度的其他方法	149
第 23 讲 静电场中能的性质	150
专题十二 静电场中图像综合问题	154
题型一 $E-x$ 图像	154
题型二 $\varphi-x$ 图像	154
题型三 E_p-x 图像、 E_k-x 图像	155
题型四 电场分布与 $v-x$ 图像相结合问题	155
第 24 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	156
第 25 讲 带电粒子在电场中的偏转	159
专题十三 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问题	161
题型二 等效思想在电场中的应用	162
题型三 带电粒子的能量和动量综合问题	162

10 第十单元 恒定电流

第 26 讲 电路及其应用	164
第 27 讲 焦耳定律、闭合电路欧姆定律	168
专题十四 电学实验基础	173
题型一 基本仪器的使用与读数	173
题型二 测量电路与控制电路的设计	174
题型三 实验器材的选取与实物图的连接	175
专题十五 测量电阻的其他几种方法	176
题型一 伏安法的拓展应用(差值法)	176
题型二 半偏法测电表内阻	178
题型三 等效替代法测电阻	179
题型四 电桥法测电阻	180

实验十	测量金属丝的电阻率	181
实验十一	用多用电表测量电学中的物理量	184
实验十二	测量电源的电动势和内阻	188

11 第十一单元 磁场

第 28 讲	磁场及其对电流的作用	192
第 29 讲	磁场对运动电荷(带电体)的作用	196
专题十六	带电粒子在有界匀强磁场中的运动	198
题型一	带电粒子在几种典型有界匀强磁场中的运动	198
题型二	带电粒子在有界匀强磁场中运动的临界问题	201
题型三	带电粒子在有界匀强磁场中运动的多解问题	202
专题十七	“几何圆模型”在磁场中的应用	203
题型一	放缩圆:入射点相同,粒子速度大小不等、方向相同	203
题型二	旋转圆:入射点相同,粒子速度大小相等、方向不同	203
题型三	平移圆:粒子速度大小相等、方向相同,但入射点在一条直线上移动	204
题型四	磁聚焦与磁发散问题	204
专题十八	洛伦兹力与现代科技	205
题型一	质谱仪与回旋加速器	205
题型二	洛伦兹力其他科技应用模型	206
专题十九	带电粒子在组合场中的运动	208
题型一	带电粒子在一般组合场中的运动	208
题型二	带电粒子在交变组合场中的运动	210
专题二十	带电粒子在叠加场中的运动	211
题型一	带电粒子在叠加场中的运动	211
※题型二	叠加场中的摆线类问题	213
※题型三	叠加场中的螺旋线类问题	214

12 第十二单元 电磁感应

第 30 讲	电磁感应现象 楞次定律	215
	实验:探究影响感应电流方向的因素	215
第 31 讲	法拉第电磁感应定律 自感和涡流	219

专题二十一	电磁感应中的电路和图像	223
题型一	电磁感应中的电路问题	223
题型二	电磁感应中的图像问题	224
专题二十二	电磁感应中的动力学和能量问题	225
题型一	电磁感应中的动力学问题	225
题型二	电磁感应中的能量问题	227
专题二十三	动量观点在电磁感应中的应用	228
题型一	动量定理在电磁感应中的应用	228
题型二	动量守恒定律在电磁感应中的应用	230

★增分微课 6 现代科技中的电磁感应问题 232

13 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	234
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	237
第 34 讲	电磁振荡与电磁波	242
实验十三	利用传感器制作简单的自动控制装置	245

14 第十四单元 光学

第 35 讲	光的折射和全反射	250
第 36 讲	光的波动性	253
实验十四	测量玻璃的折射率	256
实验十五	用双缝干涉实验测量光的波长	259

15 第十五单元 热学

第 37 讲	分子动理论 内能	262
第 38 讲	固体、液体和气体	266
第 39 讲	理想气体与热力学定律综合问题	272
专题二十四	气体实验定律的综合应用	275
题型一	变质量气体问题	275
题型二	关联气体问题	276
实验十六	用油膜法估测油酸分子的大小	277
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	279

16 第十六单元 近代物理

第 40 讲	原子结构和波粒二象性	281
第 41 讲	原子核	286

作业手册 [单独成册 P355~P520]

参考答案(听课手册) [单独成册 P292~P354]

参考答案(作业手册) [单独成册 P522~P600]



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(加速度)

第 1 讲 运动的描述

必备知识自查

答案见本讲最后一页

一、质点、参考系

1. 质点

(1)定义:用来代替物体的有质量的点.

(2)将物体看成质点的两种情况

①物体看作质点的条件:物体的_____和_____对研究问题的影响可以忽略;

②物体上各点的运动情况完全_____,整个物体的运动也可以简化为一个点的运动,把物体的质量赋予这个点.

2. 参考系

(1)定义:在描述物体运动时,用来作为参考的物体.

(2)选取:可任意选取,但对同一物体的运动,所选的参考系不同,运动的描述可能会不同,通常以地面为参考系.

二、位移和路程

1. 定义:位移表示物体的位置变化,可用由_____指向_____的有向线段表示;路程是物体运动轨迹的长度.

2. 区别:位移是矢量,方向由初位置指向末位置;路程是标量,没有方向.

3. 联系:在单向直线运动中,位移的大小等于路程;其他情况下,位移的大小_____路程.

三、速度

1. 平均速度:物体的位移与发生这段位移所用_____之比,即 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,是矢量,其方向与位移的方向相同.

2. 瞬时速度:运动物体在某一时刻或_____的速度,是矢量,方向沿轨迹的_____方向.

3. 速率:_____的大小,是标量.

4. 平均速率:物体运动的路程与通过这段路程所用时间的比值.

四、加速度

1. 定义:物体速度的_____与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 Δv 的方向一致,由_____的方向决定,而与初速度 v_0 、末速度 v 的方向无关.

4. 物理意义:描述物体速度变化_____的物理量.

【辨别明理】

1. 参考系必须是静止的物体. ()
2. 做直线运动的物体,其位移大小一定等于路程. ()
3. 平均速度的方向与位移方向相同. ()
4. 瞬时速度的方向就是物体在该时刻或该位置的运动方向. ()
5. 瞬时速度大小叫速率,平均速度大小叫平均速率. ()
6. 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. ()
7. 甲的加速度 $a_{\text{甲}} = 12 \text{ m/s}^2$,乙的加速度 $a_{\text{乙}} = -15 \text{ m/s}^2$, $a_{\text{甲}} < a_{\text{乙}}$. ()
8. 物体的加速度增大,速度可能减小. ()

核心考点探究

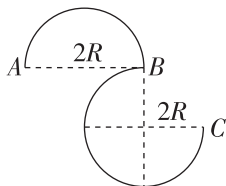
考点一 质点、参考系、时间与位移

例 1 [2025·湖北八校联考] 2025 年武汉马拉松于 3 月 23 日上午 7 点 30 分在沿江大道三阳路口正式开跑,终点欢乐谷.此赛事迎来历史性时刻——正式升级为世界田联金标赛事,成为国内又一场兼具国际影响力与本土特色的马拉松盛典.比赛中,中国选手何杰表现优异,夺得国内男子组冠军,用时 2 小时 10 分 28 秒跑完全马 42.195 km,成功打破中国籍男子马拉松赛会纪录.下列说法正确的是 ()

- A. 7 点 30 分是指的时间间隔
- B. 何杰跑完全程的位移是 42.195 km
- C. 研究运动员的跑步速度不用选择参考系
- D. 研究运动员比赛行进轨迹时可将运动员看成质点

[反思感悟]

例 2 [2026·江苏致远中学开学考] 如图所示,物体沿两个半径为 R 的圆弧由 A 运动到 C,则它的位移和路程分别为 ()



- A. $\frac{5\pi}{2}R$, 方向由 A 指向 C; $\sqrt{10}R$
- B. $\frac{5\pi}{2}R$, 方向由 A 指向 C; $\sqrt{5}R$

C. $\sqrt{10}R$, 方向由 A 指向 C; $\frac{5\pi}{2}R$

D. $\sqrt{10}R$, 方向由 C 指向 A; $\frac{5\pi}{2}R$

[反思感悟]

技法点拨

1. 质点是一种理想化的物理模型,实际并不存在.
2. 在研究两个物体间的相对运动时,选择其中一个物体为参考系,可以使分析和计算更简单.
3. 位移的矢量性是研究问题时应切记的性质.

考点二 平均速度、瞬时速度

例 3 某赛车手在一次野外训练中,先利用地图计算出出发地和目的地之间的直线距离为 9 km,从出发地到目的地用了 5 分钟,赛车上的里程表指示的里程数值增加了 15 km,当他经过某路标时,车内速度计指示的示数为 150 km/h,那么可以确定的是 ()

- A. 在整个过程中赛车手的瞬时速度是 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. 经过路标时的瞬时速度是 150 km/h

[反思感悟]

(续表)

物理量	速度 v	速度的变化量 Δv	加速度 a
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, 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		

► 考向一 加速度的理解

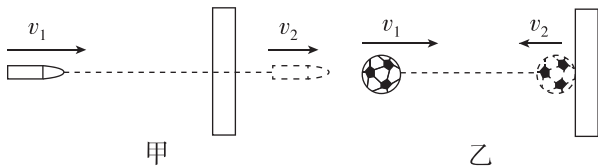
例 5 (多选) 甲、乙两个物体沿同一直线向同一方向运动时, 取物体的初速度方向为正, 甲的加速度恒为 2 m/s^2 , 乙的加速度恒为 -3 m/s^2 , 则下列说法中正确的是 ()

- 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] _____

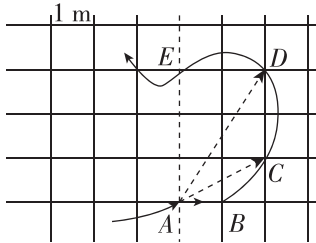
► 考向二 加速度的计算

例 6 [2025 · 河南新乡模拟] 如图所示, 弹丸和足球的初速度均为 $v_1 = 5 \text{ m/s}$, 方向向右. 设它们分别与木板作用的时间都是 0.01 s , 弹丸击穿木板后速度大小变为 2 m/s , 足球与木板作用后反向弹回的速度大小为 5 m/s , 则下列弹丸和足球作用到木板上时加速度大小及方向正确的是 ()



- A. 弹丸: 300 m/s^2 , 方向向左
B. 弹丸: 700 m/s^2 , 方向向右
C. 足球: 300 m/s^2 , 方向向左
D. 足球: 700 m/s^2 , 方向向右

例 4 如图所示, 物体沿曲线轨迹的箭头方向运动, 在 AB 、 ABC 、 $ABCD$ 、 $ABCDE$ 四段轨迹上运动所用的时间分别是 1 s 、 2 s 、 3 s 、 4 s , 已知方格的边长表示 1 m , 下列说法错误的是 ()



- A. 物体在 AB 段的平均速度大小为 1 m/s
B. 物体在 ABC 段的平均速度大小为 $\frac{\sqrt{5}}{2} \text{ m/s}$
C. AB 段的平均速度比 ABC 段的平均速度更能反映物体处于 A 点时的瞬时速度
D. 物体在 B 点的速度等于 ABC 段的平均速度

[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 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

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

» 考向三 加速度与速度的关系

例 7 [2025·湖南长沙模拟] 在一档展现我国人民生活水平飞速发展的电视节目中,导演用富有感染力的视角拍摄了高铁列车、新能源汽车、C919 大飞机等国产先进交通工具的逐步普及.关于以上交通工具的说法正确的是 ()

- A. 高铁列车刹车过程中,速度越来越小,加速度也越来越小
- B. 新能源汽车在平直道路上行驶时,速度的方向向前,加速度的方向可能向后
- C. 新能源汽车在平直道路上行驶时,若速度变化很大,则加速度一定很大
- D. C919 大飞机在高空沿直线加速飞行过程中,速度很大,则加速度也一定很大

[反思感悟] _____

技法点拨

判断物体做加速运动还是减速运动,关键是看物体的加速度与速度方向的关系.

- (1) a 和 v 同向 $\rightarrow \begin{cases} a \text{ 不变, } v \text{ 随时间均匀增加} \\ a \text{ 增大, } v \text{ 增加得越来越快} \\ a \text{ 减小, } v \text{ 增加得越来越慢} \end{cases}$
- (2) a 和 v 反向 $\rightarrow \begin{cases} a \text{ 不变, } v \text{ 随时间均匀减小} \\ a \text{ 增大, } v \text{ 减小得越来越快} \\ a \text{ 减小, } v \text{ 减小得越来越慢} \end{cases}$

一、1. (2)①大小 形状 ②相同

二、1. 初位置 末位置 3. 小于

三、1. 时间 2. 某一位置 切线 3. 瞬时速度

四、1. 变化量 2. $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 3. 合力 4. 快慢

【辨别明理】

1. $\times$ 2. $\times$ 3. $\checkmark$ 4. $\checkmark$ 5. $\times$ 6. $\times$
7. $\checkmark$ 8. $\checkmark$

第 2 讲 匀变速直线运动的规律与应用

必备知识自查

答案见本讲最后一页

1. 匀变速直线运动

沿着一条直线且_____不变的运动.

2. 匀变速直线运动的基本规律

(1)速度与时间的关系式: $v =$ _____.

(2)位移与时间的关系式: $x =$ _____.

(3)速度与位移的关系式:_____ = $2ax$.

3. 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: $\Delta x =$ _____. $x_m - x_n =$ _____ aT^2 .

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

(3)位移中点速度: $v_{\frac{x}{2}} =$ _____.

4. 初速度为零的匀变速直线运动的推论

(1) T 末、 $2T$ 末、 $3T$ 末、 $\cdots$ 、 nT 末的瞬时速度之比为 $v_1 : v_2 : v_3 : \cdots : v_n =$ _____.

(2)前 T 内、前 $2T$ 内、前 $3T$ 内、 $\cdots$ 、前 nT 内的位移之比为 $x_1 : x_2 : x_3 : \cdots : x_n =$ _____.

(3)第 1 个 T 内、第 2 个 T 内、第 3 个 T 内、 $\cdots$ 、第 n 个 T 内的位移之比为 $x_1' : x_2' : x_3' : \cdots : x_n' =$ _____.

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

(5)第 1 个 x 内、第 2 个 x 内、第 3 个 x 内、 $\cdots$ 、第 n 个 x 内的时间之比为: $t_1' : t_2' : t_3' : \cdots : t_n' =$ _____.

【辨别明理】

1. 匀变速直线运动是加速度均匀变化的运动. ()

2. 匀加速直线运动的位移是均匀增大的. ()

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. ()

5. 匀变速直线运动中,位移随时间均匀变化. ()
6. 初速度为零的匀变速直线运动的位移与时间的平方成正比. ()

核心考点探究

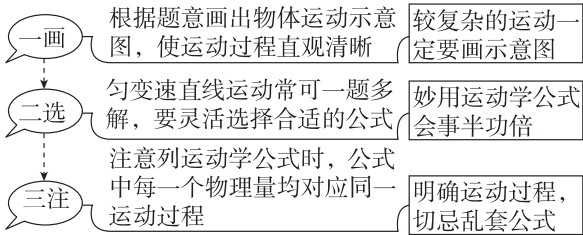
考点一 匀变速直线运动的基本规律

1. 匀变速直线运动公式选用技巧

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.

2. “一画,二选,三注”解决匀变速直线运动问题



例 1 [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 ()

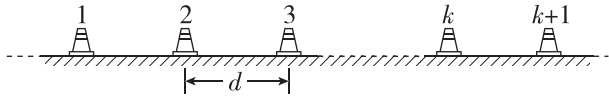
- A. $x = \frac{1}{18}at^2$ B. $x = \frac{1}{16}at^2$
- C. $x = \frac{1}{8}at^2$ D. $x = \frac{1}{2}at^2$

[反思感悟]

例 2 [2024·广西卷] 如图所示,轮滑训练场沿直线等间距地摆放着若干个定位锥筒,锥筒间距 $d = 0.9 \text{ m}$,某同学穿着轮滑鞋向右匀减速

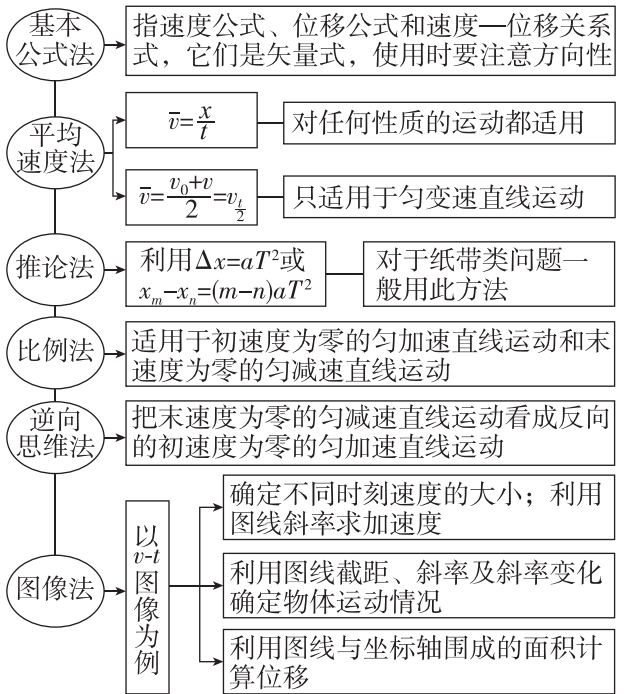
滑行. 现测出他从 1 号锥筒运动到 2 号锥筒用时 $t_1 = 0.4 \text{ s}$,从 2 号锥筒运动到 3 号锥筒用时 $t_2 = 0.5 \text{ s}$. 求该同学:

- (1)滑行的加速度大小;
- (2)最远能经过几号锥筒.

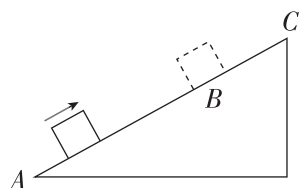


考点二 匀变速直线运动的重要推论及应用

解决匀变速直线运动的六种方法

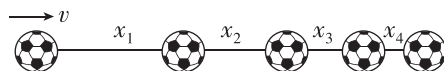


例 3 物体以一定的初速度从斜面底端 A 点冲上固定的光滑斜面,斜面总长度为 x_{AC} ,物体到达斜面最高点 C 时速度恰好为零,如图所示,已知物体向上运动到距斜面底端 $\frac{3}{4}x_{AC}$ 处的 B 点时,所用时间为 t ,求物体从 B 滑到 C 所用的时间.(本题可尝试用多种方法解答)



【思维拓展】“已知物体向上运动到距斜面底端”中的“向上”两个字删掉,对答案有什么影响?

例 4 [2025·福建福州联考] 北京时间 2025 年 7 月 16 日,中国男足最终以排名第三的成绩,结束了 2025 年东亚杯征程,如图所示为一个足球被踢出后每隔 0.1 s 拍下的频闪照片, $x_1=1.05\text{ m}$, $x_2=0.75\text{ m}$, $x_3=0.45\text{ m}$, $x_4=0.15\text{ m}$,由此可以判定 ()



- A. 足球做匀变速直线运动
- B. 足球的加速度大小为 20 m/s^2
- C. 足球的初速度大小 $v=15\text{ m/s}$
- D. 整个过程中足球的平均速度大小为 8 m/s

【反思感悟】

例 5 [2025·山东潍坊二模] 如图所示,子弹垂直射入并排在一起固定的相同木块,穿过第 12 块木块后速度变为 0.子弹视为质点,在各木块中运动的加速度都相同.从子弹射入开始,到分别接触第 4、7、10 块木块所用时间之比为 ()



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

【反思感悟】

1. 加速度

2. (1) $v_0 + at$ (2) $v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ (3) $v^2 - v_0^2$

3. (1) aT^2 (2) $\frac{v_0 + v}{2}$ (3) $\sqrt{\frac{v_0^2 + v^2}{2}}$

4. (1) $1:2:3:\dots:n$ (2) $1:4:9:\dots:n^2$

(3) $1:3:5:\dots:(2n-1)$ (4) $1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\dots:\sqrt{n}$ (5) $1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}):\dots:(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$

【辨别明理】

1. $\times$ 2. $\times$ 3. $\checkmark$ 4. $\checkmark$ 5. $\times$ 6. $\checkmark$

第3讲 自由落体运动与竖直上抛运动

必备知识自查

答案见本讲最后一页

一、自由落体运动

1. 基本规律

(1)从静止开始的、只受重力作用的匀加速直线运动.

(2)基本公式: $v =$ _____; $h =$ _____;
 $v^2 = 2gh$.

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间隔内位移之比为

(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 $\Delta h =$ _____.

二、竖直上抛运动

1. 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,下降阶段做自由落体运动.

(2)基本公式

①速度与时间的关系式: _____;

②位移与时间的关系式: $x =$ _____.

2. 竖直上抛运动的特性

(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.

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.

【辨别明理】

1. 同一地点,轻重不同的物体 g 值一样大. ()

2. 自由落体运动中相等时间内速度变化量相同. ()

3. 不计空气阻力,物体从某高度由静止下落,任意两个连续相等的时间间隔 T 内的位移之差恒定. ()

4. 物体做竖直上抛运动,速度为负值时,位移也一定为负值. ()

5. 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. ()

核心考点探究

考点一 自由落体运动

例1 [2025·陕西咸阳模拟] 巴黎奥运会女子单人10米跳台比赛中,运动员在跳台上倒立静止,然后下落,前一半位移完成技术动作,后一半位移完成姿态调整后几乎无水花进入水面.假设整个下落过程近似为自由落体运动,则运动员用于完成技术动作和姿态调整的时间之比

为 ()

A. 1 : 1

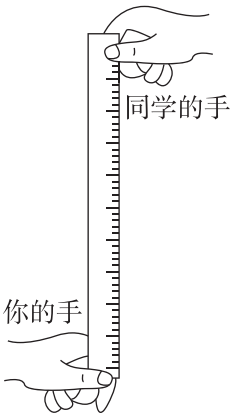
B. 1 : $\sqrt{2}$

C. $(\sqrt{2}-1) : 1$

D. $(\sqrt{2}+1) : 1$

[反思感悟] _____

例2 如图所示,用一把直尺可以测量神经系统的反应速度.请你的同学用手指拿着一把长30 cm的直尺,你在零刻度线做抓尺的准备,当他松开直尺,你见到直尺向下落时,立即用手抓住直尺,记录抓住处的刻度,重复以上步骤多次.现有甲、乙、丙三位同学相互测定神经系统的反应速度得到以下数据(单位:cm, g 取 10 m/s^2 ,不计空气阻力),下列说法正确的是 ()



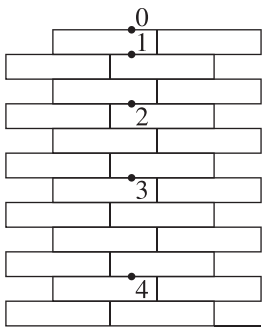
	第一次	第二次	第三次
甲	23	22	20
乙	24	9	21
丙	19	16	12

- A. 甲同学的最快的反应时间为 0.4 s
 B. 乙同学第二次实验的测量数据是准确的
 C. 若将该直尺的刻度改造成“反应时间”,则其刻度均匀
 D. 若某同学的反应时间约为 0.3 s ,则不能用该直尺测量他的反应时间

[反思感悟] _____

例3 (多选)[2025·河北廊坊模拟] 小球从靠近竖直砖墙的某位置由静止释放,用频闪方法拍摄的小球位置如图中0、1、2、3、4所示.已知连续两次闪光的时间间隔均为 T ,每块砖的厚度为 d ,重力加速度为 g ,空气阻力不计.由此可知 ()

- A. 小球下落过程中的加速度大小为 $\frac{d}{T^2}$
 B. 小球经过位置2时的瞬时速度大小为 $2gT$
 C. 小球经过位置3时的瞬时速度大小为 $3gT$
 D. 小球从位置1到位置4过程中的平均速度大小为 $\frac{3d}{T}$

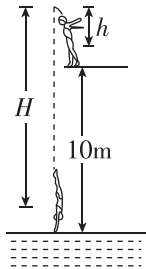


考点二 竖直上抛运动

竖直上抛运动的两种研究方法

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

例4 [2025·湖北孝感调研] 在某次跳水比赛中,一位运动员从离水面 10 m 高的平台上向上跃起,举起双臂直体离开台面,此时其重心位于从手到脚全长的中点,跃起后重心升高 0.45 m 达到最高点,落水时身体竖直,手先入水(在此过程中运动员水平方向的运动忽略不计),求:(计算时,可以把运动员看作全部质量集中在重心的一个质点, g 取 10 m/s^2)
 (1)运动员起跳时的速度大小 v_0 ;
 (2)从离开跳台到手接触水面所经历的时间 t (本问结果可保留根号).



技法点拨

1. 多过程问题的解题步骤

(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.

(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.

2. 多过程问题的解题关键

多运动过程的连接点的速度是联系两个运动过程的纽带,因此,对连接点速度的求解往往是解题的关键.

例 5 高抛发球是网球发球的一种,是指运动员把网球竖直向上抛出,在网球下降过程中某时刻将网球击出.若某次竖直抛出的网球在上升

的过程中,开始 0.6 s 内上升的高度与最后 0.6 s 内上升的高度之比为 4 : 1,不计空气阻力,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,则网球 ()

A. 最后 0.6 s 内上升的高度为 2.1 m

B. 最初 0.6 s 中间时刻的速度大小为 15 m/s

C. 上升过程的时间为 1.7 s

D. 上升的最大高度为 11.25 m

一、1. (2) gt $\frac{1}{2}gt^2$ 2. (1) 1 : 3 : 5 : 7 : ...

(3) gT^2

二、1. (2) ① $v = v_0 - gt$ ② $v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$

【辨别明理】

1. $\checkmark$ 2. $\checkmark$ 3. $\checkmark$ 4. $\times$ 5. $\checkmark$

专题一 运动图像问题

热点题型探究

答案见本讲最后一页

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,明确该图像类别,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

(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)

【辨别明理】

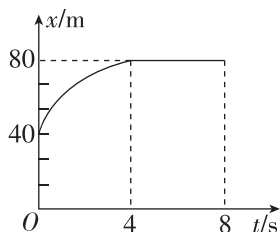
1. $x-t$ 图像表示物体运动的轨迹. ()

2. $x-t$ 图像中的图线过 t 轴表明速度方向一定发生变化. ()

3. $v-t$ 图像上两图线的交点表示两物体此时相遇. ()

4. $v-t$ 图像中图线的斜率表示物体的加速度, $x-t$ 图像中图线的斜率表示物体的速度. ()

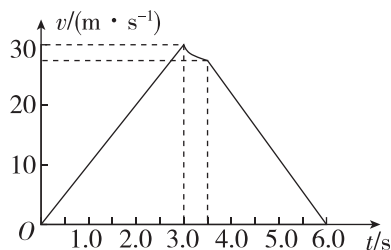
例1 [2025·山东潍坊模拟] 汽车自动驾驶技术依赖于传感器,实时感知周围环境并进行决策.在一次测试中,一辆自动驾驶汽车因感知到前方存在障碍物而紧急刹车,刹车过程可看作匀减速直线运动.以开始刹车时为计时零点,自动驾驶汽车的 $x-t$ 图像如图所示,则自动驾驶汽车 ()



- A. 前4 s内刹车的加速度大小为 4 m/s^2
 B. 计时零点的速度大小为 40 m/s
 C. 前4 s内平均速度大小为 10 m/s
 D. $0\sim 4 \text{ s}$ 内和 $0\sim 8 \text{ s}$ 内平均速度大小相等

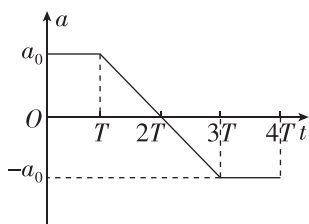
[反思感悟]

例2 [2024·福建卷] 某公司在封闭公路上对一新型电动汽车进行直线加速和刹车性能测试,某次测试的速度—时间图像如图所示.已知 $0\sim 3.0 \text{ s}$ 和 $3.5\sim 6.0 \text{ s}$ 内图线为直线, $3.0\sim 3.5 \text{ s}$ 内图线为曲线,则该车 ()



- A. 在 $0\sim 3.0 \text{ s}$ 内的平均速度大小为 10 m/s
 B. 在 $3.0\sim 6.0 \text{ s}$ 内做匀减速直线运动
 C. 在 $0\sim 3.0 \text{ s}$ 内的位移大小比在 $3.0\sim 6.0 \text{ s}$ 内的大
 D. 在 $0\sim 3.0 \text{ s}$ 内的加速度大小比在 $3.5\sim 6.0 \text{ s}$ 内的小

例3 [2025·山东烟台模拟] 一架无人机从静止开始竖直向上做直线运动,其加速度 a 随时间 t 变化的关系图像如图所示,对于无人机在 $0\sim 4T$ 时间内的运动,下列说法正确的是 ()



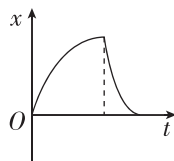
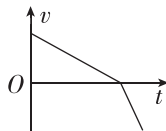
- A. $t=2T$ 时刻,无人机的速度为 $2a_0T$

B. $t=4T$ 时刻,无人机的速度最大

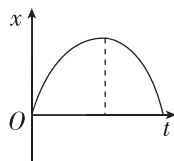
C. $0\sim 2T$ 时间内,无人机的位移为 $\frac{3}{2}a_0T^2$

D. $3T\sim 4T$ 时间内,无人机的位移为 $\frac{1}{2}a_0T^2$

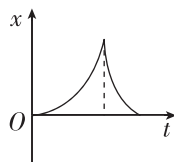
例4 一质点由原点开始做直线运动的 $v-t$ 关系图像如图所示,则该质点的 $x-t$ 关系图像可大致表示为 ()



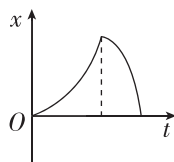
A



B



C

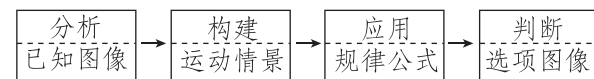


D

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:



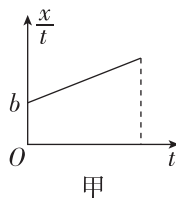
(2) 要注意应用解析法和排除法,两者结合提高选择题图像类题型的解题准确率和速度.

题型二 非常规图像问题

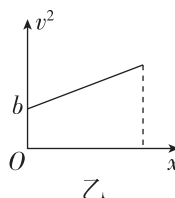
对于非常规运动图像,可由运动学公式推导出两个物理量间的函数关系,来分析图像的斜率、截距、面积的含义.

1. 函数法解决 $\frac{x}{t}-t$ 图像

由 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 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.



甲



乙

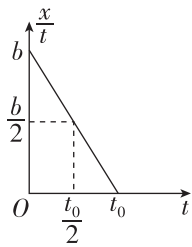
2. 函数法解决 v^2-x 图像

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 $\left(\frac{a}{2}\right)$

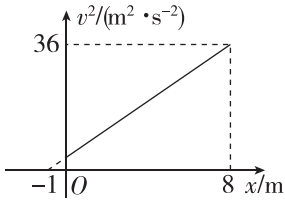
例 5 (多选)[2025·广东东莞联考] 广州正谋划与其他超大城市间高速磁悬浮通道及实验线建设,预留京港澳、沪广高速磁悬浮通道.某磁悬浮列车进站过程中的 $\frac{x}{t}-t$ 图像如图所示,进站过程的运动可视为匀减速直线运动.下列说法正确的是 ()



- A. 列车进站的初速度大小为 $2b$
- B. 列车进站过程中的加速度大小为 $\frac{2b}{t_0}$
- C. 列车从开始进站到停止所用的时间为 $\frac{t_0}{2}$
- D. 列车进站过程通过的距离为 $\frac{bt_0}{2}$

[反思感悟]

例 6 一质点以一定的初速度从 A 点开始向相距 8 m 的 B 点做直线运动,运动过程中其速度的二次方 v^2 与位移 x 之间的关系图线如图所示,下列说法正确的是 ()



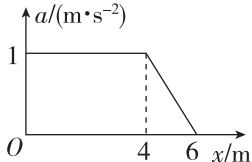
- A. 质点做加速度增大的变加速运动
- B. 质点做匀加速运动,其加速度大小为 1 m/s^2
- C. 质点运动的初速度大小为 2 m/s
- D. 质点从 A 点运动到 B 点所用的时间为 8 s

[反思感悟]

例 7 图甲为门式起重机,它可以从列车上将静止的集装箱竖直向上提升到一定高度.若选竖直向上为正方向,测得集装箱竖直方向运动过程中的加速度 a 随位移 x 变化的规律如图乙所示.下列判断正确的是 ()



甲



乙

- A. 在 $4\sim 6\text{ m}$ 内,集装箱做匀减速运动
- B. 在 $x=4\text{ m}$ 时,集装箱的速度为 $2\sqrt{2}\text{ m/s}$
- C. 在 $0\sim 4\text{ m}$ 内,集装箱运动的时间为 4 s
- D. 集装箱上升到 6 m 时速度为 0

[反思感悟]

技法点拨

- 用函数思想分析图像：
图像反映了两个变量(物理量)之间的函数关系,因此要由运动学公式推导出两个物理量间的函数关系,来分析图像的意义.
- 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.

【辨别明理】

1. $\times$ 2. $\times$ 3. $\times$ 4. $\checkmark$

专题二 追及、相遇问题

热点题型探究

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.

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.

例 1 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?

例 2 一辆汽车在十字路口等候绿灯,当绿灯亮时汽车以 $a = 3 \text{ m/s}^2$ 的加速度开始行驶,恰在这一时刻一辆自行车以 $v_{\text{自}} = 6 \text{ m/s}$ 的速度匀速驶来,从旁边超过汽车.

(1)汽车从路口开动后,在追上自行车之前经过多长时间两车相距最远? 此时距离是多少?

(2)什么时候汽车能追上自行车? 此时汽车的速度是多少?

技法点拨

(1)临界条件法: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.

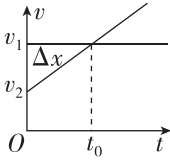
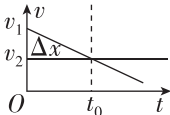
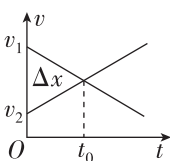
当 $t = -\frac{b}{2a}$ 时,函数有极值,代表两者距离的最大或最小值.

(3)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.

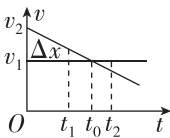
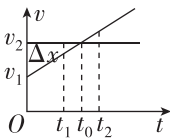
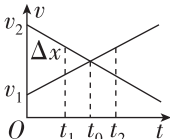
题型二 图像法在追及、相遇问题中的综合应用

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) 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
匀速追 匀减速		
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: 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
匀速追 匀加速		② 若 $\Delta x < x_0$,则不能追上,此时两物体最小距离为 $x_0 - \Delta x$ 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 ($t_2 - t_0 = t_0 - t_1$)
匀减速 追匀加速		

例 3 某一平直的赛场上,一辆赛车前方 200 m 处的不同赛道上有一安全车正以 10 m/s 的速度匀速前进,这时赛车由静止出发以 6 m/s^2 的加速度起动.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.

变式 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?(用临界条件法和图像法两种方法解题)

增分微课1 匀变速直线运动中的“形异质同”问题

匀变速直线运动的问题中常常会有遵循的物理规律相同,但提供的物理情景新颖、信息陌生、物理过程独特的一类问题,对于这类问题往往感觉难度大,束手无策.其实这类问题看似陌生,实则与我们平时练习的题目同根同源,只不过是命题人将原来的题目进行“改头换面”而已,对这类问题我们称之为形异质同.

► 考向一 竖直上抛与沿光滑斜面上滑

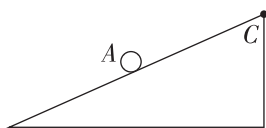
竖直上抛运动和沿光滑斜面上滑的运动规律类似,物体均先匀减速运动再反向匀加速运动,且加速度大小和方向均相同.

例1 将一物体自空中的A点以一定的初速度竖直向上抛出,3 s后物体的速率变为10 m/s,则关于物体此时的位置和速度方向,下列说法可能正确的是(不计空气阻力, g 取10 m/s²) ()

- A. 在A点上方15 m处,速度方向竖直向上
- B. 在A点下方15 m处,速度方向竖直向下
- C. 在A点上方75 m处,速度方向竖直向上
- D. 在A点上方75 m处,速度方向竖直向下

变式1 一个小球沿光滑斜面向上运动,初速度大小为5 m/s,C为斜面的最高点,A、C间距离为5 m.小球在 $t=0$ 时刻自A点出发,4 s后途经A下方的B点(B点未在图上标出).则下列说法正确的是 ()

- A. 小球加速度的最大值为2.5 m/s²
- B. 小球加速度的最小值为2.5 m/s²
- C. 若小球加速度大小为5 m/s²,则斜面至少长为25 m
- D. 小球到达B点速度大小可能是4.5 m/s

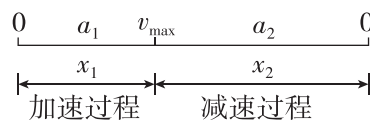


[反思感悟]

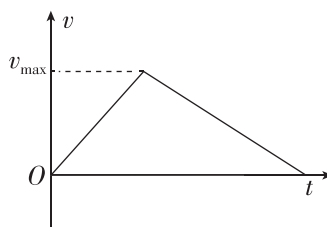
► 考向二 “0→ $v_{\max}$ →0”运动情景的多过程问题

物体初速度为零,先以 a_1 的加速度匀加速运动一段距离 x_1 ,速度达到最大值 $v_{\max}$;接着再以大小为 a_2 的加速度做匀减速直线运动,运动一段

距离 x_2 后速度减为零.运动示意图和 $v-t$ 图像如图甲、乙所示.



甲



乙

例2 深圳赛格大厦高355.8 m,游客乘坐观光电梯可以鸟瞰市景,颇为壮观.已知某段运行过程中,观光电梯从一楼经历加速、匀速、减速的过程到达某一楼层,电梯加速、减速过程可视为匀变速直线运动且加速度大小均为1 m/s²,电梯运行高度为48 m,用时16 s,则 ()

- A. 电梯匀速运行的时间为10 s
- B. 电梯匀速运行的时间为6 s
- C. 电梯运行的最大速度为4 m/s
- D. 电梯运行的最大速度为6 m/s

变式2 [2025·浙江温州模拟] 如图所示为酒店送餐机器人.某次送餐中,机器人从电梯口静止开始做直线运动到达客房门口,到达客房门口时速度恰好为零,全程长10 m.机器人运动的最大速度为2 m/s,加速时最大加速度为0.5 m/s²,减速时最大加速度为1 m/s².则酒店机器人该次送餐的最短时间为 ()

- A. 5 s
- B. 6 s
- C. 8 s
- D. 10 s



[反思感悟]

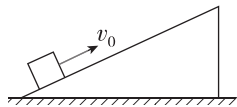
► 考向三 竖直上抛有阻力与沿粗糙斜面上滑

例 3 小明以初速度 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 竖直向上抛出一个质量 $m = 0.1 \text{ kg}$ 的小皮球,最后在抛出点接住.假设小皮球在空气中所受阻力大小为重力的 $\frac{1}{10}$, g 取 10 m/s^2 . 求:

- (1) 小皮球上升的最大高度;
- (2) 小皮球上升和下降的时间.

变式 3 如图所示, $t = 0$ 时刻,一个物体以 $v_0 = 8 \text{ m/s}$ 的初速度在足够长粗糙斜面上某位置向上滑动,做加速度大小为 2 m/s^2 的减速运动,运动到最高点之后,又以加速度 1 m/s^2 沿斜面向下滑动.

- (1) 求第 1 s 末与第 5 s 末的速度;
- (2) 经过多长时间,物体的速度大小为 4 m/s ?
- (3) 经过多长时间,物体与出发点相距 12 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

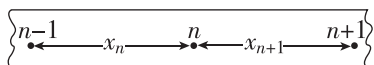
1. 利用纸带判断物体运动性质的方法

- (1) 沿直线运动的物体,若任意相等时间内的位移相等,则物体做匀速直线运动.
- (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 $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3 = \dots$, 则说明物体在做匀变速直线运动,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,则物体做匀变速直线运动.

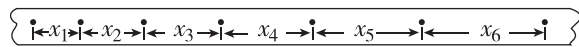
2. 由纸带计算瞬时速度和加速度

- (1) “中间点”的瞬时速度:如图所示中的第 n 个点. 第 n 个点的瞬时速度 $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$.



(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.



$$a_1 = \frac{x_4 - x_1}{3T^2}, a_2 = \frac{x_5 - x_2}{3T^2}, a_3 = \frac{x_6 - x_3}{3T^2} \Rightarrow a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}.$$

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

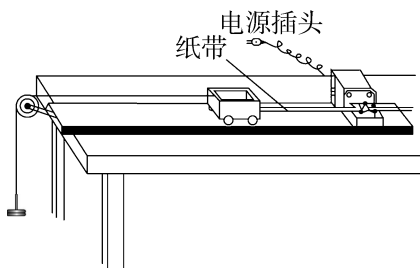
电火花计时器(或电磁打点计时器)、一端附有滑轮的长木板、小车、纸带、细绳、槽码、刻度尺、导线、交流电源、复写纸片(或墨粉纸盘).

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.

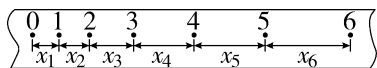
(2)把一条细绳的一端拴在小车上,细绳跨过滑轮,下端挂上合适的槽码,纸带穿过打点计时器,并将纸带的一端固定在小车的后面.实验装置如图所示,放手后,看小车能否在木板上平稳地加速滑行.



2. 测量与记录

(1)把小车停在靠近打点计时器处,先接通电源,后放开小车,让小车拖着纸带运动,打点计时器就在纸带上打下一系列的点,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 $T=5 \times 0.02 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$,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.



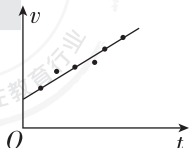
(3)利用一段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度,求得计数点 1、2、3、4、5 对应的瞬时速度.

(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. 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 $a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}$.

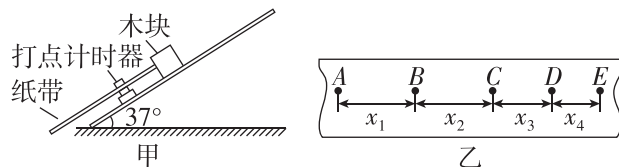
六、误差分析

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 [2025·陕西咸阳模拟] 某同学利用如图甲所示的装置测量木块的加速度. 首先将木板倾斜固定在水平面上,木板与水平面间的夹角为 37° ,木板底端固定一打点计时器,将纸带一端固定在木块上,另一端穿过打点计时器. 接通电源,给木块一沿木板向上的初速度,打出的纸带如图乙所示,测得相邻两计数点之间的距离分别为 $x_1 = 28.40 \text{ cm}$ 、 $x_2 = 20.20 \text{ cm}$ 、 $x_3 = 12.10 \text{ cm}$ 、 $x_4 = 4.00 \text{ cm}$. 已知纸带上相邻两个计数点间还有四个点未画出,打点计时器使用交流电的频率为 50 Hz, $\sin 37^\circ = 0.6$,重力加速度 g 取 10 m/s^2 .

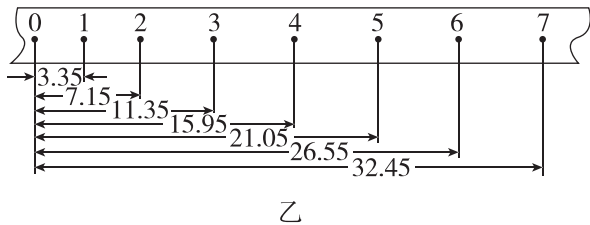
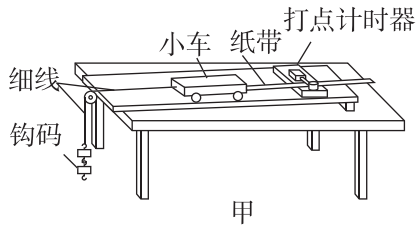


(1)通过计算纸带数据可得木块运动的加速度大小为 _____ m/s^2 (计算结果保留 2 位有效数字).

(2)该同学按课本“练习与应用”中提到的方法,将图中的4段纸带剪开贴到坐标纸上,发现这些纸带的左上顶点在一条倾斜直线上,说明木块做_____运动.若此图中直

线斜率为 k (其中 $k=\frac{\Delta y}{\Delta x}$, k 无单位),纸带宽为 d ,则加速度 a 的表达式为_____.

变式 小华同学在做“研究匀变速直线运动”的实验中,将打点计时器固定在某处,在细线拉力的作用下小车拖着穿过打点计时器的纸带在水平木板上运动,如图甲所示,由打点计时器得到表示小车运动过程的一条清晰纸带的一段,如图乙所示.在打点计时器打出的纸带上确定出八个计数点,相邻两个计数点之间还有四个点未画出,并用刻度尺测出了各计数点到0计数点的距离,图中标数据的单位是cm,电源频率为50 Hz.

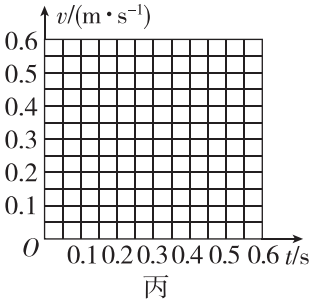


(1)小华利用家庭电源来做实验,因此应该选择_____计时器,工作电压为_____.

(2)根据纸带提供的信息,小华同学已经计算出了打下1、2、3、4、5这五个计数点时小车的速度大小,请你帮助他计算出打下计数点6时小车的速度大小为_____ (结果保留3位有效数字).

计数点	1	2	3	4	5	6
t/s	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
$v/(m \cdot s^{-1})$	0.358	0.400	0.440	0.485	0.530	

(3)以速度大小 v 为纵坐标、时间 t 为横坐标在坐标纸上建立直角坐标系,请根据上表中的 v 、 t 数据,在图丙坐标系中描点并作出小车运动的 $v-t$ 图像.



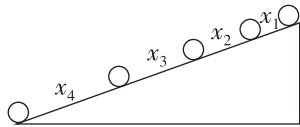
(4)根据 $v-t$ 图像可知,小车的加速度大小为_____ m/s^2 (保留2位有效数字),计时起点的瞬时速度大小为_____ m/s (保留3位有效数字).

(5)如果当时电路中的交流电压频率为51 Hz,而做实验的同学并不知道,那么加速度的测量值与实际值相比_____ (选填“偏大”“偏小”或“不变”).

拓展创新实验

► 考向一 实验器材的创新

例2 [2025·广东惠州模拟] 如图所示,一个小球沿斜面向下运动,用每间隔 $\frac{1}{10}$ s曝光一次的频闪相机拍摄不同时刻小球位置的照片,即照片上出现的相邻两个小球的像之间的时间间隔为 $\frac{1}{10}$ s,测得小球在几个连续相等时间内的位移(数据见表),则



x_1/cm	x_2/cm	x_3/cm	x_4/cm
8.20	9.30	10.40	11.50

(1)小球在连续相等时间内的位移之差_____ (选填“相等”或“不相等”),小球的运动性质属于_____直线运动.

(2) 甲、乙两位同学计算小球加速度的方法如下:

$$\text{甲同学: } a_1 = \frac{x_2 - x_1}{T^2}, a_2 = \frac{x_3 - x_2}{T^2}, a_3 = \frac{x_4 - x_3}{T^2}, a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3};$$

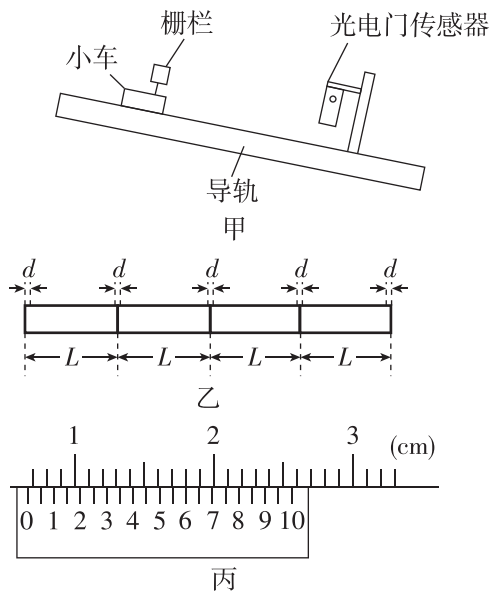
$$\text{乙同学: } a_1 = \frac{x_3 - x_1}{2T^2}, a_2 = \frac{x_4 - x_2}{2T^2}, a = \frac{a_1 + a_2}{2}.$$

则甲、乙两位同学中 _____ (选填“甲”或“乙”) 同学的计算方法较准确, 加速度为 _____ m/s^2 .

(3) 图中频闪相机拍摄第二张照片的时刻小球的瞬时速度为 _____ m/s .

► 考向二 实验方法的创新

例 3 [2025 · 河北张家口模拟] 图甲为用于测量小车加速度的实验装置示意图. 由于设备出现故障, 目前仅有一个光电门能够正常工作. 为了进行实验, 兴趣小组在小车上安装了一个特殊设计的栅栏 (如图乙所示). 该栅栏由宽度相同的不透明条带和宽度相同的透明条带交替排列组成, 其中 $L \gg d$.



实验步骤如下:

(1) 用游标卡尺测量不透明条带的宽度 d , 游标卡尺的示数如图丙所示, 其读数为 _____ mm .

(2) 调整栅栏, 使栅栏与导轨平行.

(3) 将小车从斜面顶端由静止释放, 用光电门测出遮光时间依次分别为 t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 .

(4) 小车的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}}$. (用 d, L, t_1 和 t_2 表示)

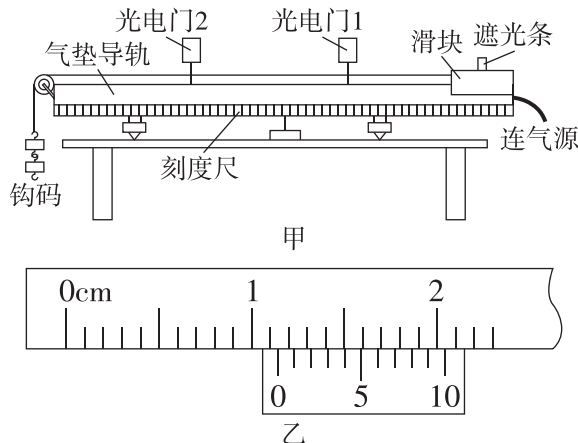
(5) 为了精确求出加速度, 测出释放小车时, 各

不透明条带到光电门沿斜面方向的距离 x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 , 根据所测量的数据作出 $\frac{1}{t^2} - x$ 图像, 得到图像的斜率为 k , 则 $a = \underline{\hspace{2cm}}$. (用 k, d 表示)

(6) 如果栅栏没有调整到与斜面平行, 由此引起的误差会使加速度的测量值 _____ (选填“<”“>”或“=”) 真实值.

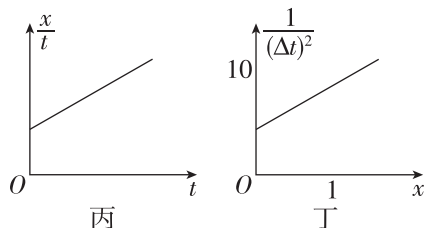
► 考向三 数据处理创新

例 4 [2025 · 福建南平模拟] 如图甲所示为在气垫导轨上研究匀变速直线运动的示意图, 滑块上装有宽度为 d 的遮光条, 滑块在钩码作用下先后通过两个光电门, 用光电计时器记录遮光条通过光电门 2 的时间 Δt 及遮光条从光电门 1 运动到光电门 2 的时间 t , 用刻度尺测出两个光电门之间的距离 x .



(1) 用游标卡尺测量遮光条的宽度 d , 示数如图乙所示, 则 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ cm ;

(2) 保持其他实验条件不变, 只调节光电门 2 的位置, 滑块每次都从同一位置由静止释放.



①若记录几组 x 及对应 t 的数据, 作出 $\frac{x}{t} - t$ 图像如图丙所示, 其斜率为 k_1 , 则滑块的加速度大小为 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 k_1 表示);

②若记录几组 x 及对应 Δt 的数据, 作出 $\frac{1}{(\Delta t)^2} - x$ 图像如图丁所示, 其斜率为 k_2 , 则滑块的加速度大小为 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 k_2, d 表示).