



2025.6

2025.5

2025.4

2025.3

2025.2

2025.1

2024.12

2024.11

2024.10

2024.9

QUANPIN XUNKAO FUXI FANG'AN

全品
选考

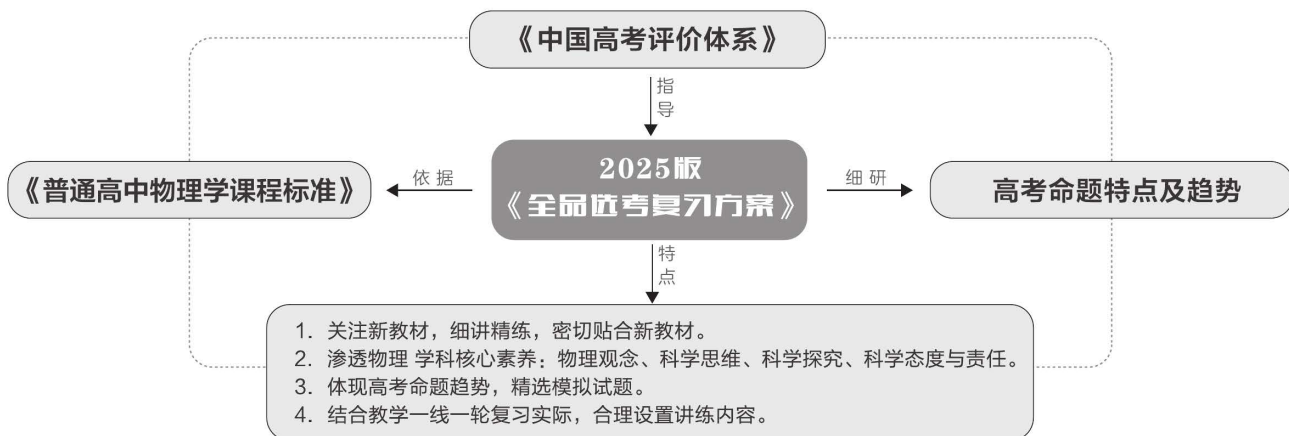
复习方案

主编：肖德好

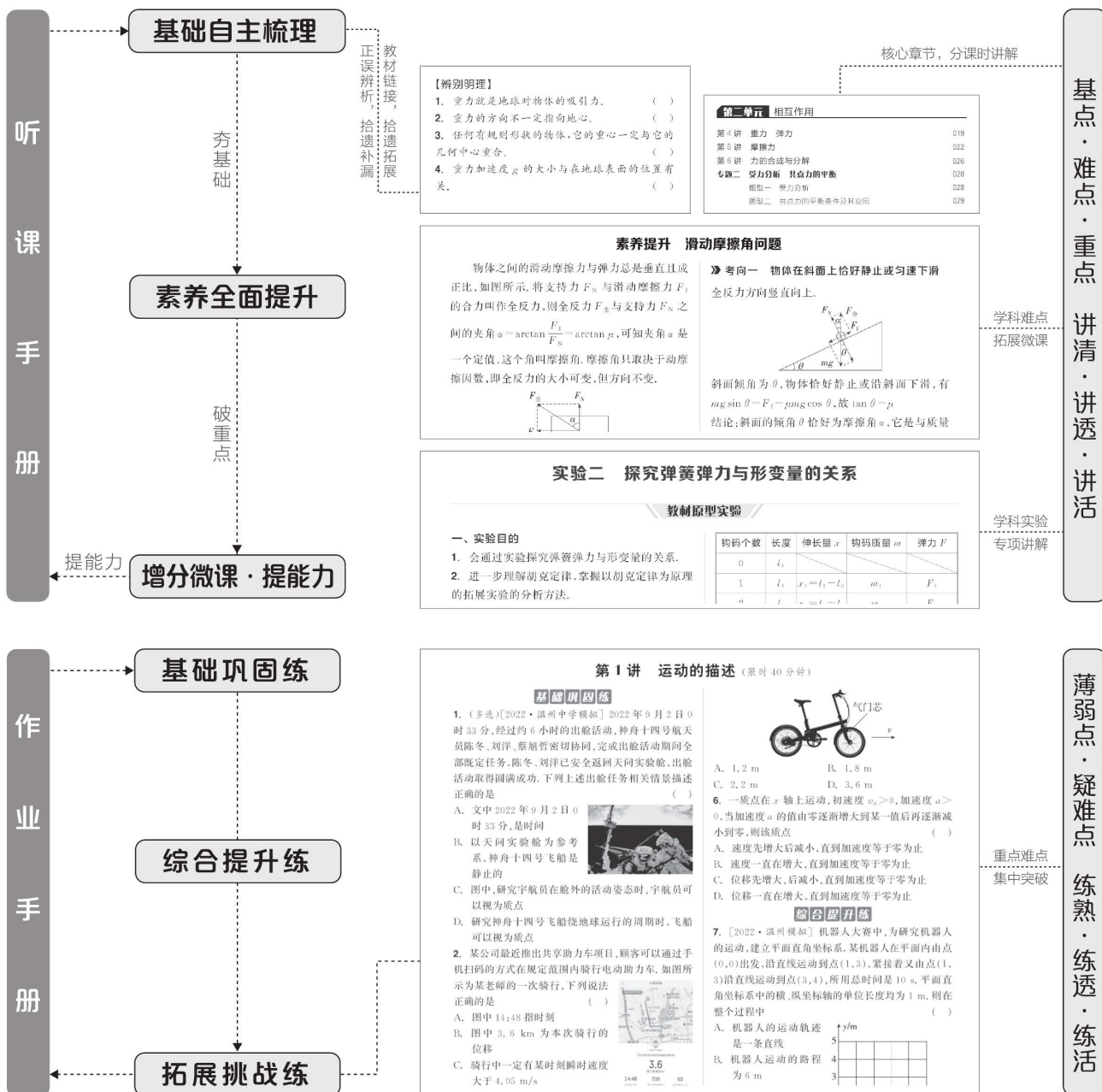
物理
LK

新教材 新一轮

物理



图书结构与特点



第一单元 运动的描述与匀变速直线运动

第 1 讲	描述直线运动的基本概念	001
第 2 讲	匀变速直线运动的规律及应用	004
第 3 讲	自由落体和竖直上抛运动	007
专题一	运动图像问题	010
题型一	$s-t$ 图像	010
题型二	$v-t$ 图像	010
题型三	图像间的相互转换	011
专题二	追及与相遇问题	012
题型一	情境分析法(条件分析法)	013
题型二	图像分析法	013
题型三	函数分析法	014
实验一	测量做直线运动物体的瞬时速度(加速度)	014

第二单元 相互作用 力与平衡

第 4 讲	重力、弹力	018
第 5 讲	摩擦力	021
第 6 讲	力的合成与分解	024
专题三	受力分析 共点力的平衡	027
题型一	受力分析	027
题型二	共点力的平衡及其应用	027
专题四	动态平衡问题 平衡中的临界、极值问题	029
题型一	动态平衡问题	029
题型二	平衡中的临界、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

第三单元 牛顿运动定律

第 7 讲	牛顿运动定律的理解	039
第 8 讲	牛顿第二定律的基本应用	042
专题五	牛顿第二定律的综合应用	047
题型一	动力学中的连接体问题	047
题型二	动力学中的临界和极值问题	048
题型三	动力学图像问题	049
专题六	动力学中的典型“模型”	050
题型一	传送带模型	050
题型二	“滑块—木板”模型	052
实验四	探究加速度与物体受力、物体质量的关系	053

素养提升

1. 有关自由落体和竖直上抛运动中的 STSE 问题	009
2. 直线运动中的非常规图像问题	011
3. 系统分析中牛顿第二定律的应用	049
4. 圆锥摆类问题	068
5. 抛体和圆周运动相结合问题	072
6. 三体问题(拉格朗日点)	085
7. 几何关系在万有引力中的应用	088
8. 机车启动问题	092
9. 动能定理在多过程问题中的应用	095
10. 倾斜杆转动类的功能问题	102
11. 动量定理与微元法的综合应用	109
12. 多体与多次碰撞的解题思路	114
13. 等效思想在电场中的应用	154
14. 叠加场中的摆线类和螺旋线类问题	196
15. 用等效法处理变压器问题	222

物理建模

1. 等时圆问题	046
2. 传送带模型	050
3. 竖直面内圆周运动临界与极值问题	070
4. 双星、多星及黑洞问题	087
5. 机车启动问题	092
6. “子弹打木块”模型	115
7. “滑块—弹簧”模型	117
8. 质谱仪	189
9. 互感器和自耦变压器	220

解答规范

1. 动力学中的典型“模型”	050
2. 动能定理在多过程问题中的应用	095
3. 动力学、动量、能量的综合应用	120
4. 带电粒子在匀强电场中的动量问题	151
5. 带电粒子在一般组合场中的运动	192
6. 电磁感应中的能量问题	209

第四单元 抛体运动 圆周运动

第9讲 运动的合成与分解	058
第10讲 抛体运动	061
第11讲 圆周运动	065
专题七 圆周运动的临界与极值问题	069
题型一 水平面内圆周运动临界与极值问题	069
题型二 竖直面内圆周运动临界与极值问题	070
题型三 斜面上圆周运动的临界与极值问题	071
实验五 探究平抛运动的特点	073
实验六 探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系	076

第五单元 万有引力定律及航天

第12讲 万有引力定律及应用	079
第13讲 人造卫星 宇宙速度	082
专题八 人造卫星变轨与对接问题 双星模型	086
题型一 卫星变轨和对接问题	086
题型二 双星、多星及黑洞问题	087

第六单元 功和机械能

第14讲 功 功率	089
第15讲 动能 动能定理	093
第16讲 机械能守恒定律及其应用	097
第17讲 功能关系 能量守恒定律	099
实验七 验证机械能守恒定律	104

第七单元 动量及其守恒定律

第18讲 动量 动量定理	107
第19讲 动量守恒定律及其应用	110
专题九 “子弹打木块”模型和“滑块—木板”模型	115
题型一 “子弹打木块”模型	115
题型二 “滑块—木板”模型	116
专题十 “滑块—弹簧”模型和“滑块—斜(曲)面”模型	117
题型一 “滑块—弹簧”模型	117
题型二 “滑块—斜(曲)面”模型	117
专题十一 力学三大观点的综合应用	119
题型一 动量与动能观点的综合应用	119
题型二 动力学、动量、能量的综合应用	120
实验八 验证动量守恒定律	121

第八单元 机械振动与机械波

第20讲 机械振动	125
实验九 用单摆测量重力加速度	128
第21讲 机械波	131

第九单元 静电场

第22讲 静电场及其应用	135
第23讲 静电场中的能量	140
专题十二 静电场中的图像综合问题	142
题型一 电场中的 $v-t$ 图像	142
题型二 $\varphi-x$	143
题型三 $E-x$ 图像	143
题型四 E_p-x 图像、 E_k-x 图像	144
第24讲 电容器 实验：观察电容器的充、放电现象	144
带电粒子在电场中的直线运动	144
第25讲 带电粒子在电场中的偏转	148
专题十三 带电粒子在电场中运动的力电综合问题	151
题型一 电场中功能关系的综合应用	151
题型二 带电体在匀强电场中的动量问题	151
题型三 等量同种(异种)电荷电场中的功能、动量问题	153

第十单元 恒定电流

第26讲 电路的基本概念及其规律	155
第27讲 电动势 闭合电路欧姆定律	159
专题十四 电学实验基础	162
题型一 基本仪器的使用与读数	162
题型二 电路的选取、测量与设计	163
题型三 实验器材的选取与实物图的连接	164
专题十五 测量电阻的多种方法	165
题型一 伏安法的拓展应用(差值法)	165
题型二 半偏法测电表内阻	166
题型三 等效替代法测电阻	167
* 题型四 电桥法测电阻	167
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
专题十六	带电粒子在有界匀强磁场中运动的运动	184
题型一	带电粒子在几种典型有界匀强磁场中的运动	184
题型二	带电粒子在有界匀强磁场中运动的临界问题	185
题型三	带电粒子在有界匀强磁场中运动的多解问题	186
专题十七	“几何圆模型”在磁场中的应用	187
题型一	放缩圆:入射点相同,粒子速度大小不等、方向相同	187
题型二	旋转圆:入射点相同,粒子速度大小相等、方向不同	187
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	188
题型四	磁聚焦与磁扩散	188
专题十八	洛伦兹力与现代科技	189
题型一	质谱仪	189
题型二	回旋加速器	190
题型三	其他科技应用案例	191
专题十九	带电粒子在组合场中的运动	192
题型一	带电粒子在一般组合场中的运动	192
题型二	带电粒子在交变组合场中的运动	194
专题二十	带电粒子在叠加场中的运动	194
题型一	带电粒子在叠加场中的直线运动	194
题型二	带电粒子在叠加场中的曲线运动	195
题型三	立体空间中的叠加场问题	195

第十二单元 电磁感应及其应用

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	198
第 31 讲	法拉第电磁感应定律、自感和涡流	202
专题二十一	电磁感应中的电路和图像	205
题型一	电磁感应中的电路问题	205
题型二	电磁感应中的图像问题	206
专题二十二	电磁感应中的动力学和能量问题	208

题型一	电磁感应的动力学问题	208
题型二	电磁感应的能量问题	209
专题二十三	动量观点在电磁感应中的应用	210
题型一	动量定理在线框模型中的应用	210
题型二	动量定理在“棒—轨”模型中的应用	211
题型三	动量守恒定律在“棒—轨”模型中的应用	212

第十三单元 交变电流 电磁波 传感器

第 32 讲	交变电流的产生和描述	214
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	217
第 34 讲	电磁振荡与电磁波	223
实验十三	利用传感器制作简单的自动控制装置	226

第十四单元 光学

第 35 讲	光的折射、全反射	229
第 36 讲	光的干涉、衍射和偏振	232
实验十四	测量玻璃的折射率	235
实验十五	用双缝干涉实验测量光的波长	237

第十五单元 热学

第 37 讲	分子动理论 内能	240
第 38 讲	固体、液体和气体	244
第 39 讲	热力学定律及图像问题	248
专题二十四	气体实验定律的综合应用	250
题型一	玻璃管液封模型	250
题型二	气缸活塞类模型	251
题型三	变质量气体模型	252
实验十六	用油膜法估测油酸分子的大小	253
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	254

第十六单元 原子物理和波粒二象性

第 40 讲	原子和原子核	257
第 41 讲	光电效应 波粒二象性	262

课程标准	核心考点
1. 经历质点模型的构建过程,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.体会构建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 2. 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 3. 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 描述直线运动的基本概念

知识自查必备

答案见本讲最后一页

一、时间 参考系 质点 位移

1. 参考系

(1)定义:用来描述物体运动的_____称为参考系.

(2)参考系的选取

①参考系的选取是_____的,既可以是_____的物体,也可以是_____的物体,选作参考系的物体应看作静止不动,通常选_____为参考系.

②比较两物体的运动情况时,必须选_____参考系.

③对于同一个运动,选择的参考系不同,描述运动的结果就_____.

2. 时间与时刻

在表示时间的数轴上,时刻用_____表示,表示某一瞬时;时间用_____表示,即两个时刻的间隔.

3. 质点

(1)定义:用来代替物体的具有_____的点.

(2)将物体看成质点的两种情况

①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相同,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.

4. 位移和路程

(1)定义:位移描述物体的_____变化,可直观地

用从_____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_____指向_____;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_____路程;其他情况下,位移的大小_____路程.

二、速度

1. 平均速度:物体运动的位移与所用_____的比值,即 $\bar{v} = \frac{s}{t}$,是矢量,其方向与_____的方向相同.

2. 瞬时速度:物体在_____ (时刻)的速度,是矢量,其方向与物体的_____方向相同.

3. 瞬时速率:瞬时速度的_____,是标量,简称速率.

4. 平均速率:物体运动的_____与所经历_____之比,不一定等于平均速度的大小.

三、加速度

1. 定义:物体运动_____与发生这一变化所用时间之比.

2. 定义式: $a = \frac{v_t - v_0}{t}$,单位是 m/s^2 .

3. 物理意义:描述速度变化的_____.

4. 方向:与_____的方向相同,由物体所受_____的方向决定,而与 v_0 、 v_t 的方向无关,是矢量.

【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. 甲的加速度 $a_{\text{甲}} = 12 \text{ m/s}^2$,乙的加速度 $a_{\text{乙}} = -15 \text{ m/s}^2$, $a_{\text{甲}} < a_{\text{乙}}$. ()

核心考点探究

考点一 质点、参考系、时间与时刻、位移与路程

例 1 [2023·湖南长沙模拟] 海军航空大学某基地组织飞行训练,歼-15 战机呼啸天空,与空中的月亮同框,形成“飞鲨逐月”的浪漫景象,如图为摄影师在同一位置前后拍下两张照片,下列说法正确的是 ()



- A. 以月亮为参考系,战机是静止的
- B. 以战机里的飞行员为参考系,战机是运动的
- C. 两次拍摄相差 20 秒,这 20 秒是指时间间隔
- D. 研究战机在空中的飞行姿态,可以把战机看作质点

[反思感悟]

例 2 [2023·浙江丽水模拟] 2023 年 3 月丽水马拉松在万地广场鸣枪开跑,马拉松全程 42.195 千米,最终岑万江以 2 小时 17 分 20 秒的成绩,获得马拉松男子组冠军,以下说法正确的是 ()

- A. 42.195 千米是此次行程的位移大小
- B. 2 小时 17 分 20 秒指的是时间间隔
- C. 42.195 千米是此次行程的路程,路程为矢量
- D. 在研究岑万江在比赛中的运动轨迹时不可以把他看成质点

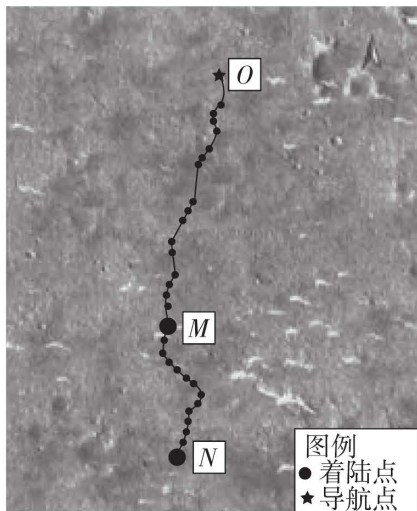
[反思感悟]

技法点拨

质点是一种理想化模型,实际并不存在.类似的理想化模型还有“轻杆”“光滑平面”“点电荷”等,这些都是突出主要因素、忽略次要因素而建立的物理模型,目的是使一些复杂的问题简单化.

考点二 平均速度、瞬时速度、平均速率、瞬时速率

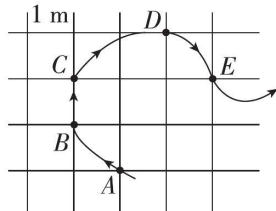
例 3 [2023·福建卷] “祝融号”火星车沿如图所示路线行驶,在此过程中揭秘了火星乌托邦平原浅表分层结构,该研究成果被列为“2022 年度中国科学十大进展”之首.“祝融号”从着陆点 O 处出发,经过 61 天到达 M 处,行驶路程为 585 米;又经过 23 天,到达 N 处,行驶路程为 304 米.已知 O 、 M 间和 M 、 N 间的直线距离分别约为 463 米和 234 米,则火星车 ()



- A. 从 O 处行驶到 N 处的路程为 697 米
- B. 从 O 处行驶到 N 处的位移大小为 889 米
- C. 从 O 处行驶到 M 处的平均速率约为 20 米/天
- D. 从 M 处行驶到 N 处的平均速度大小约为 10 米/天

变式 [2023·长春模拟] 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 $\frac{\sqrt{5}}{2} \text{ m/s}$
- 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



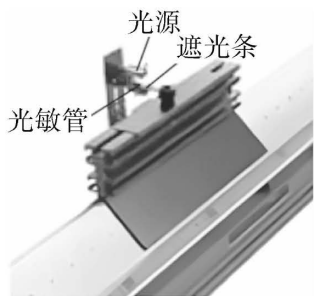
例 4 (多选)[2023·厦门模拟] 如图所示,气垫导轨上滑块经过光电门时,其上的遮光条将光遮住,电子计时器可自动记录遮光时间 Δt ,测得遮光条的宽度为 Δs , $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ 近似代表滑块通过光电门时的瞬时速度,则下列说法正确的是 ()

A. Δt 越大, $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ 越接近瞬时速度

B. Δt 越小, $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ 越接近瞬时速度

C. $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ 是否接近瞬时速度与 Δt 的大小无关

D. 为使 $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ 更接近瞬时速度,可换用宽度更窄的遮光条



[反思感悟]

技法点拨

1. $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ 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 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ 只适用于匀变速直线运动。

2. 由平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ 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 Δs ,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 Δs 的测量。

例 5 [2023·天津一中模拟] 测速不是目的,平安驾驶才是关键.区间测速作为测速系统中较为常见的一种方式,可应用于对交通流量的自动分析、统计,也可作为对违法、违规车辆进行处理的法律依据.如图所示为某一路段上一块交通标志牌,一辆汽车以 70 km/h 的速度驶入测速区间,经 15 min 后仍以 70 km/h 的速度驶离测速区间,则 ()

A. 标志牌上“21.06 km”指的是该区间的直线距离

B. 标志牌上“70”指的是该路段上汽车行驶的最低速度为 70 km/h

C. 该辆汽车在此区间未超速

D. 该辆汽车在此区间内的平均速率约为 23.4 m/s



[反思感悟]

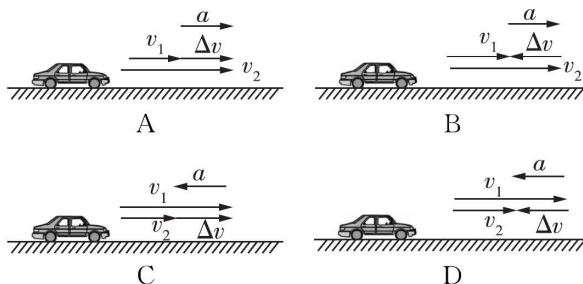
考点三 加速度

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	表示速度变化的大小和方向	表示速度变化的快慢和方向,即速度的变化率
公式	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	$\Delta v = v - v_0$	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
单位	m/s	m/s	m/s ²
关系	三者无必然联系, v 很大, Δv 可以很小,甚至为 0, a 可大可小		

考向一 加速度的理解

例 6 [2023·莆田模拟] 汽车的初速度是 v_1 ,经过一段时间后速度变为 v_2 ,用 Δv 表示 Δt 时间内速度的变化量,为了在图中表示加速度 a ,我们以初速度 v_1 的箭头端为起点,以后来的速度 v_2 的箭头端为终点,作出一个新的箭头,表示速度的变化量 Δv .则下图中能正确表示汽车做减速运动的是 ()



[反思感悟]

考向二 加速度的计算

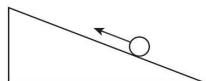
例 7 [2023·厦门一中模拟] 如图所示,物体以 5 m/s 的初速度沿光滑的斜面向上做减速运动,经过 2 s 速度大小变为 3 m/s,则物体的加速度可能是 ()

A. 大小为 1 m/s²,方向沿斜面向上

B. 大小为 1 m/s²,方向沿斜面向下

C. 大小为 4 m/s²,方向沿斜面向上

D. 大小为 8 m/s²,方向沿斜面向下



[反思感悟]

》考向三 物体“加速”“减速”的判断

例 8 [2023·陕西西安模拟] 礼花弹从专用炮筒中射出后,在到达最高点时炸开,构成各种美丽的图案,如图所示.有关礼花弹腾空的过程,以下说法正确的是 ()



- A. 礼花弹的速度越大,加速度一定越大
- B. 礼花弹的速度变化越快,加速度一定越大
- C. 礼花弹的速度变化量越大,加速度一定越大
- D. 礼花弹某时刻速度为零,其加速度一定为零

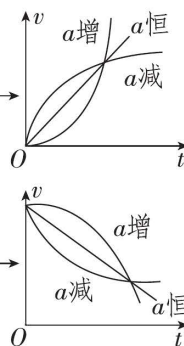
[反思感悟]

技法点拨

直线运动中加速度与速度关系

同向 → 加速

反向 → 减速



- 一、1. (1)参照物 (2)①任意 运动 静止 地面 ②同一 ③不一定相同 2. 点 线段
3. (1)质量 (2)①大小 形状 4. (1)位置 初位置 末位置 (2)初位置 末位置 (3)等于 小于
二、1. 时间 位移 2. 某位置 运动 3. 大小
4. 路程 时间

- 三、1. 速度的变化 3. 快慢 4. 速度变化 合力

【辨别明理】

1. × 2. × 3. √ 4. √ 5. × 6. √

第2讲 匀变速直线运动的规律及应用

知识自查必备

答案见本讲最后一页

1. 匀变速直线运动:

加速度_____的直线运动.

2. 基本公式

(1)速度与时间的关系式: $v_t =$ _____.

(2)位移与时间的关系式: $s =$ _____.

(3)速度与位移的关系式:_____.

3. 重要推论

(1)平均速度: $\bar{v} = v_{\frac{t}{2}} = \frac{v_0 + v_t}{2}$,即一段时间内的平均速度等于这段时间_____时刻的瞬时速度,也等于这段时间初、末时刻速度矢量和的_____.

(2)位移中点速度: $v_{\frac{s}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$.

(3)任意两个连续相等时间间隔(T)内的位移之差_____,即 $\Delta s = s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \cdots = s_n - s_{n-1} =$ _____.

位移差公式可以推广到 $s_m - s_n =$ _____.

(4)初速度为零的匀加速直线运动的推论

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 T 内、 $2T$ 内、 $3T$ 内、 $\cdots$ 、 nT 内的位移之比

为: $s_1 : s_2 : s_3 : \cdots : s_n =$ _____.

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: $s_I : s_{II} : s_{III} : \cdots : s_N =$ _____.

④通过前 s 、前 $2s$ 、前 $3s$ 、 $\cdots$ 、前 ns 时的速度之比为: $v_1 : v_2 : v_3 : \cdots : v_n =$ _____.

⑤通过前 s 、前 $2s$ 、前 $3s$ 、 $\cdots$ 、前 ns 的位移所用时间之比为: $t_1 : t_2 : t_3 : \cdots : t_n =$ _____.

⑥通过连续相同的位移所用时间之比为: $t_I : t_{II} : t_{III} : \cdots : t_N =$ _____.

【辨别明理】

- 1. 匀变速直线运动是加速度均匀变化的运动. ()
- 2. 匀变速直线运动是速度均匀变化的直线运动. ()
- 3. 匀加速直线运动的位移是均匀增大的. ()
- 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. ()

考点一 匀变速直线运动的基本规律

恰当选用公式

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_t, a, t	s	$v_t = v_0 + at$
v_0, a, t, s	v_t	$s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$
v_0, v_t, a, s	t	$v_t^2 - v_0^2 = 2as$
v_0, v_t, t, s	a	$s = \frac{v_t + v_0}{2}t$

例 1 [2023·山东卷] 如图所示,电动公交车做匀减速直线运动进站,连续经过 R 、 S 、 T 三点,已知 ST 间的距离是 RS 的两倍, RS 段的平均速度是 10 m/s , ST 段的平均速度是 5 m/s ,则公交车经过 T 点时的瞬间速度为 ()

- A. 3 m/s B. 2 m/s
C. 1 m/s D. 0.5 m/s



[反思感悟]

变式 1 (多选) [2023·福州模拟] 在足够长的光滑斜面上,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 ()

- A. 物体运动的时间可能为 3 s
B. 物体运动的时间可能为 4 s
C. 物体的运动时间可能为 $(2+\sqrt{7}) \text{ s}$
D. 此时的速度大小一定为 5 m/s

[反思感悟]

例 2 在研究某公交车的刹车性能时,让公交车沿直线运行到最大速度后开始刹车,公交车开始刹车后位移与时间的关系满足 $s = 16t - t^2$ (物理量均采用国际制单位),下列说法正确的是 ()

- A. 公交车刹车的加速度大小为 1 m/s^2
B. 公交车从刹车开始 10 s 内的位移为 60 m
C. 公交车刹车后停下前最后 1 s 内的位移为 1 m
D. 公交车刹车后第 1 s 内的平均速度为 14 m/s

[反思感悟]

技法点拨

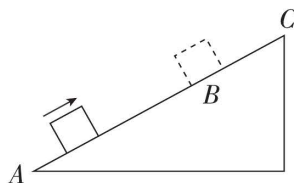
应注意的问题:

(1)对于刹车类问题,当车的速度为零时,车停止运动,其加速度也突变为零.求解此类问题应先判断车停下所用的时间,再选择合适的公式求解.

(2)对双向可逆类问题,求解时可分过程列式,也可对全过程列式,但必须注意 s 、 v 、 a 等矢量的正负号及物理意义.

考点二 匀变速直线运动的重要推论及其应用

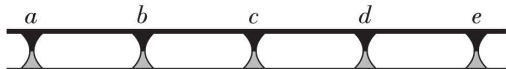
例 3 [2023·漳州模拟] 物体以一定的初速度从斜面底端 A 点冲上固定的光滑斜面,斜面总长度为 s_{AC} ,物体到达斜面最高点 C 时速度恰好为零,如图所示,已知物体向上运动到距斜面底端 $\frac{3}{4}s_{AC}$ 处的 B 点时,所用时间为 t ,求物体从 B 滑到 C 所用的时间. (本题可尝试用多种方法解答)



变式 2 [2023·福州模拟] 如图甲所示是一跨线桥的照片,乙图中 a 、 b 、 c 、 d 、 e 是五个连续等距的桥墩. 由于突发事件,一汽车从 a 点开始做匀减速直线运动,通过 ad 段的时间为 t ,恰好停在 e 点,则汽车通过 ae 段的时间为 ()



甲



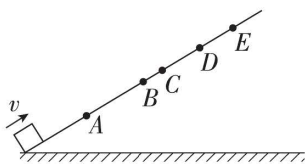
乙

- A. $(2+\sqrt{2})t$ B. $(2-\sqrt{2})t$
C. $2t$ D. t

[反思感悟]

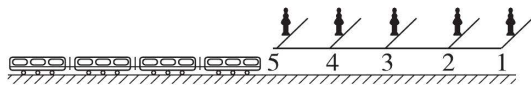
例 4 如图所示,一小滑块沿足够长的斜面以初速度 v 向上做匀减速直线运动,依次经 A 、 B 、 C 、 D 到达最高点,已知 $AB=BD=6$ m, $BC=1$ m,滑块从 A 到 C 和从 C 到 D 所用的时间都是 2 s. 设滑块经 A 、 B 、 C 和 D 时的速度分别为 v_A 、 v_B 、 v_C 和 v_D , 则 ()

- A. $v_A=5$ m/s
B. $v_B=4$ m/s
C. $v_C=4$ m/s
D. $v_D=2$ m/s



[反思感悟]

例 5 [2023·湖北宜昌模拟] 高铁站台上,5 位旅客在各自车厢候车线处候车. 若动车每节车厢长为 l ,动车进站时做匀减速直线运动,站在 2 号候车线处的旅客发现 1 号车厢经过他所用的时间为 t ,动车停下时该旅客刚好在 2 号车厢门口(2 号车厢最前端),如图所示,则 ()



- A. 动车从经过 5 号候车线处的旅客开始到停止运动,经历的时间为 t
B. 动车从经过 5 号候车线处的旅客开始到停止运动,平均速度为 $\frac{l}{t}$
C. 1 号车厢头部经过 5 号候车线处的旅客时的速度为 $\frac{4l}{t}$
D. 动车的加速度大小为 $\frac{l}{t^2}$

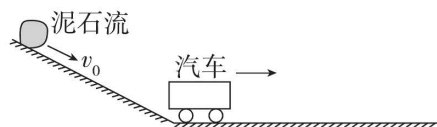
[反思感悟]

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 6 [2023·四川内江模拟] 如图所示,一小汽车停在小山坡底部,突然司机发现山坡上距坡底 $s_1=60$ m 处,因地震产生的小泥石流以 $v_0=4$ m/s 的初速度、 $a_1=0.4$ m/s² 的加速度匀加速倾斜而下,泥石流到达坡底后以 $a_2=0.3$ m/s² 的加速度沿水平地面做匀减速直线运动,司机从发现险情到发动汽车共用了 $t_0=2$ s,设汽车启动后一直以 $a_3=0.5$ m/s² 的加速度,沿与泥石流同一水平方向做匀加速直线运动. 求:

- (1)泥石流到达坡底速度的大小;
- (2)泥石流与汽车相距的最近距离.



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)	

变式 3 [2022·湖北卷] 我国高铁技术全球领先,乘高铁极大节省了出行时间.假设两火车站 W 和 G 间的铁路里程为 1080 km, W 和 G 之间还均匀分布了 4 个车站.列车从 W 站始发,经停 4 站后到达终点站 G .设普通列车的最高速度为 108 km/h,高铁列车的最高速度为 324 km/h.若普通列车和高铁列车在进站和出站过程中,加速度大小均为 0.5 m/s^2 ,其余行驶时间内保持各自的最高速度匀速运动,两种列车在每个车站停车时间相同,则从 W 到 G 乘高铁列车出行比乘普通列车节省的时间为 ()

A. 6 小时 25 分钟 B. 6 小时 30 分钟
C. 6 小时 35 分钟 D. 6 小时 40 分钟

[反思感悟] _____

1. 保持不变
2. (1) v_0+at (2) $v_0t+\frac{1}{2}at^2$ (3) $v_t^2-v_0^2=2as$
3. (1)中间 一半 (3)相等 aT^2 $(m-n)aT^2$
4. ① $1:2:3:\cdots:n$ ② $1^2:2^2:3^2:\cdots:n^2$
- ③ $1:3:5:\cdots:(2n-1)$ ④ $1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\cdots:\sqrt{n}$
- ⑤ $1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\cdots:\sqrt{n}$ ⑥ $1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}):\cdots:(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$
- 【辨别明理】
1. $\times$ 2. $\sqrt{}$ 3. $\times$ 4. $\sqrt{}$

第 3 讲 自由落体和竖直上抛运动

知识自查必备

答案见本讲最后一页

一、自由落体运动

1. 概念: 物体只在重力作用下从 _____ 开始下落的运动.
2. 规律
- (1)速度公式: $v=$ _____ ;
- (2)位移公式: $h=$ _____ ;
- (3)速度—位移关系式: $v^2=$ _____ .

二、竖直上抛运动

1. 概念: 将物体以一定初速度 _____ 抛出, 只在 _____ 作用下的运动.
2. 规律

- (1)速度公式: $v=$ _____ ;
- (2)位移公式: $h=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$;
- (3)速度—位移关系式: $v^2-v_0^2=$ _____ .
3. 运动特点: 加速度为 _____ , 上升阶段做匀减速运动, 下降阶段做 _____ .
- 【辨别明理】
1. 重的物体总是比轻的物体下落得快. ()
2. 在同一地点, 轻重不同的物体的 g 值一样大. ()

3. 做自由落体运动的物体在 1 s 内速度大小增加约 9.8 m/s. ()
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. 物体做竖直上抛运动, 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

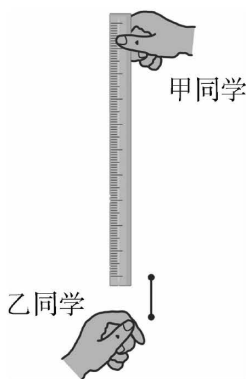
考点一 自由落体运动

► 考向一 自由落体运动基本公式的应用

例 1 (多选) [2023 · 广东广州模拟] 如图所示, 用一把直尺可以测量神经系统的反应速度. 现有甲、乙两同学, 甲同学用手指拿着一把长 50 cm 的直尺, 乙同学把手放在零刻度线位置做抓尺的准备, 当甲同学松开直尺, 乙同学见到直尺下落时, 立即用手抓住直尺, 记录抓住处的刻度尺读数, 重复以上步骤多次. 现得到以下数据(单位: cm), g 取 10 m/s^2 , 则下列说法正确的是 ()

第一次	第二次	第三次
30	45	20

- A. 第二次测量的反应时间最短
- B. 第三次测量的反应时间为 0.2 s
- C. 第二次抓住之前的瞬间, 直尺的速度约为 1 m/s
- D. 若某同学的反应时间为 0.4 s, 则该直尺将无法测量该同学的反应时间



[反思感悟] _____

► 考向二 自由落体运动中公式的拓展应用

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 : ...

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 $\Delta h = gT^2$.

例 2 [2023 · 湖北荆州模拟] 如图是小球自由下落的频闪照片. 频闪仪每隔 0.04 s 闪光一次. 照片中的数字是小球距释放点的距离. 由题目的已知条件和照片所给的信息, 可以判断出 ()

- A. 照片中数字的单位是 mm 0.00 _____ ☐
- B. 小球受到的空气阻力不可忽略 0.78 _____ ☐
- C. 无法求出小球运动到 A 位置的速度 3.16 _____ ☐
- 7.05 _____ ☐
- 12.42 _____ ☐ A
- D. 释放小球的瞬间频闪仪刚好 19.35 _____ ☐
- 闪光

[反思感悟] _____

变式 1 (多选) [2023 · 重庆八中模拟] 如图是人教版高中物理必修第一册封面上的沙漏照片. 同学们发现照片中的砂粒在空中时都看不出砂粒本身的形状, 而是成了条条痕迹, 砂粒的疏密分布也不均匀. 若近似认为砂粒下落的初速度为 0, 忽略空气阻力, 不计砂粒间的相互影响, 设砂粒随时间均匀漏下, 同学们有以下推断, 其中正确的是 ()

- A. 出口下方 6 cm 处的速度约是 2 cm 处的 $\sqrt{3}$ 倍
- B. 出口下方 6 cm 处的速度约是 2 cm 处的 3 倍
- C. 出口下方 0~2 cm 范围内的砂粒数等于 2~8 cm 范围内的砂粒数
- D. 出口下方 0~2 cm 范围内的砂粒数少于 2~8 cm 范围内的砂粒数



[反思感悟] _____

考点二 竖直上抛运动

1. 竖直上抛运动的两种研究方法

分段法	将全程分为两个阶段, 即上升过程的匀减速阶段和下落过程的自由落体阶段
全程法	将全过程视为初速度为 v_0 、加速度 $a = -g$ 的匀变速直线运动, 必须注意物理量的矢量性. 习惯上取 v_0 的方向为正方向, 则 $v > 0$ 时, 物体正在上升; $v < 0$ 时, 物体正在下降; $h > 0$ 时, 物体在抛出点上方; $h < 0$ 时, 物体在抛出点下方

2. 竖直上抛运动的主要特性

对称性	①速度对称:上升和下降过程经过同一位置时速度等大、反向 ②时间对称:上升和下降过程经过同一段高度所用的时间相等
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,形成多解,在解决问题时要注意这个特性

例 3 [2023·福州三中模拟] 研究人员为检验某一产品的抗撞击能力,乘坐热气球并携带该产品竖直升空,当热气球以 10 m/s 的速度匀速上升到某一高度时,研究人员从热气球上将产品自由释放,测得经 11 s 产品撞击地面. 不计产品所受的空气阻力,求产品的释放位置距地面的高度. (g 取 10 m/s^2)

变式 2 (多选)(多选) 某同学用一氦气球悬挂一重物(可视为质点),从地面释放后沿竖直方向做初速度为零的匀加速直线运动, t 时间后,悬挂重物的细线断裂,又经过 $\frac{t}{2}$ 的时间,重物恰好落到地面,重物脱落后仅受到重力作用,重力加速度大小为 g , 下列说法正确的是 ()

A. 细线断裂前氦气球匀加速上升时的加速度大小为 $\frac{g}{2}$

B. 细线断裂前重物匀加速上升时的加速度大小为 $\frac{g}{8}$

C. 重物落地时速度大小等于细线断裂时重物的速度大小的三倍

D. 由于条件不足,无法确定细线断裂时重物的速度与落地时的速度的关系

素养提升 有关自由落体和竖直上抛运动的 STSE 问题

例 4 [2023·厦门双十中学模拟] 音乐喷泉是一种为了娱乐而创造出来的可以活动的喷泉,随着音乐变换,竖直向上喷出的水柱可以高达几十米,为城市的人们在夜间增添一份美轮美奂的视觉和听觉的盛宴. 现有一音乐喷泉,喷出的水经 2 s 到达最高点,把水喷射的总高度分成四等份,水通过前两等份高度用时记为 t_1 ,通过最后一等份高度用时记为 t_2 . 空气阻力不计,则 $\frac{t_2}{t_1}$ 满足 ()

- A. $1 < \frac{t_2}{t_1} < 3$ B. $3 < \frac{t_2}{t_1} < 5$
- C. $5 < \frac{t_2}{t_1} < 7$ D. $7 < \frac{t_2}{t_1} < 9$

[反思感悟]

变式 3 在东京奥运会女子蹦床决赛中,中国选手朱雪莹夺得冠军. 如图所示,某次比赛中,朱雪莹双脚离开蹦床后竖直向上运动,把上升过程分为等距的三段,朱雪莹从下至上运动过程中,依次经历三段的时间记为 t_1 、 t_2 、 t_3 . 则 $t_1:t_2:t_3$ 最接近 ()

- A. $3:6:10$ B. $3:4:10$
- C. $3:6:20$ D. $3:4:20$

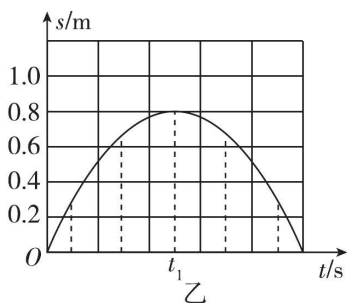


[反思感悟]

例 5 (多选)[2023·江西南昌模拟] 如图甲所示,起重将一重物向上吊起,重物从地面由静止开始向上做匀加速直线运动,上升 8 s 时,从重物上掉下一个小物块,从物块刚掉落时开始计时,物块在空中运动的位移随时间变化关系如图乙所示. 重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,不计空气阻力,下列说法正确的是 ()



甲



专题一 运动图像问题

热点题型探究

题型一 $s-t$ 图像

1. 图像的意义: $s-t$ 图像反映了做直线运动的物体的位移随时间变化的规律.

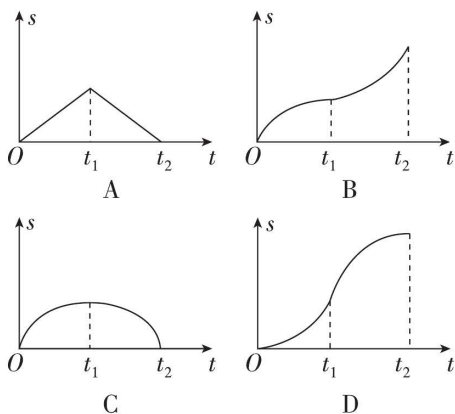
2. $s-t$ 图像中的“交点”“斜率”“截距”的意义

(1)交点:两图线有交点,说明两物体相遇.

(2)斜率:表示速度的大小及方向.

(3)截距:纵轴截距表示 $t=0$ 时刻的初始位置,横轴截距表示位移为零的时刻.

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]

变式 1 [2023·宁德模拟] a 、 b 两车在同一平直公路上行驶, a 车做匀速直线运动, b 车做匀减速直线运动,两车的位置 s 随时间 t 的变化关系图线如图所示,直线 a 和曲线 b 刚好在 $t=t_1$ 时相切,则 ()

- A. 物块从重物上掉落时,重物的速度大小为 2 m/s
- B. 重物加速上升的加速度大小为 0.5 m/s^2
- C. 重物加速上升的加速度大小为 1 m/s^2
- D. 物块从重物上掉落时,重物离地的高度为 16 m

[反思感悟]

一、1. 静止 2. (1) gt (2) $\frac{1}{2}gt^2$ (3) $2gh$

二、1. 竖直向上 重力 2. (1) $v_0 - gt$

(3) $-2gh$ 3. g 自由落体运动

【辨别明理】

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

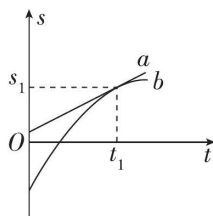
A. t_1 时刻两车刚好并排行驶

B. a 车的速度一直小于 b 车的速度

C. t_1 时刻 a 车的速度大于 b 车的速度

D. 从 0 到 t_1 时间内,两车运动的位移相等

[反思感悟]



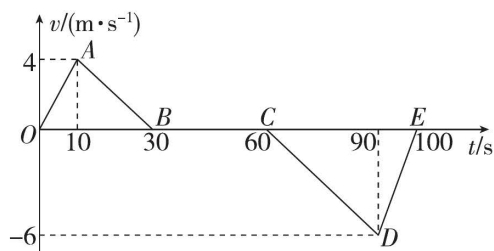
题型二 $v-t$ 图像

1. 图像的意义: $v-t$ 图像反映了做直线运动的物体的速度随时间变化的规律,它只能描述物体做直线运动的情况.

2. 图像的斜率: $v-t$ 图像(或切线)的斜率表示物体的加速度.斜率的绝对值表示加速度的大小,斜率为正表示加速度沿规定的正方向,但物体不一定做加速运动;斜率为负,则加速度沿负方向,但物体不一定做减速运动.

3. $v-t$ 图像中图线与 t 轴所围“面积”表示这段时间内物体的位移. t 轴上方的“面积”表示位移沿正方向, t 轴下方的“面积”表示位移沿负方向,如果上方与下方的“面积”大小相等,说明物体恰好回到出发点.

例 2 (多选)[2023·龙岩模拟] 无人机空中配送的技术已渐渐应用于快速发展的物流行业.某科技小组在测试无人机的工作性能时,绘制出无人机运动的 $v-t$ 图像如图所示,取竖直向下为正方向,由图像信息可知 ()



- A. 无人机在 BC 段一定停在地面上
 B. 无人机在 AB 和 CD 段加速度相同
 C. 无人机在这 100 s 内的平均速度为 $\frac{18}{7}$ m/s
 D. 无人机在这 100 s 内的平均速度为 -0.6 m/s

[反思感悟]

变式 2 [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 ()

- A. $0 \sim t_1$ 时间内,训练后运动员的平均加速度大
 B. $0 \sim t_2$ 时间内,训练前、后运动员跑过的距离相等
 C. $t_2 \sim t_3$ 时间内,训练后运动员的平均速度小
 D. 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]

题型三 图像间的相互转换

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,两者结合可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

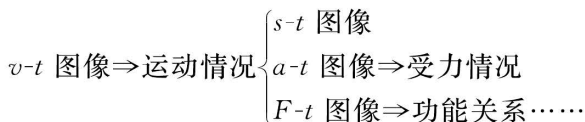
1. 用函数思想分析图像

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,从而分析图像的斜率、截距、面积的含义.

2. 三类图像

(1) $a-t$ 图像:由 $\Delta v = a \Delta t$ 可知图像中图线与横轴所围面积表示速度变化量,如图甲所示.

3. 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:

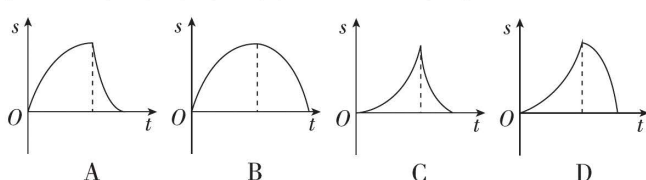


4. 转换时要注意以下三点:

- (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.

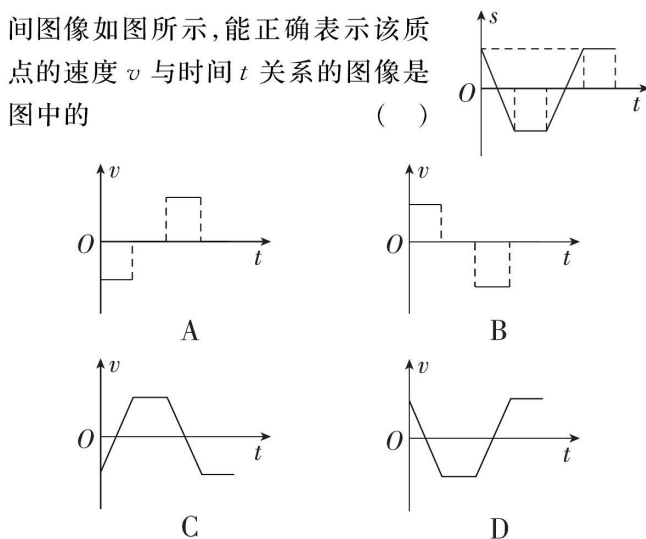
例 3 一质点由原点开始做直线运动的

$v-t$ 关系图像如图所示,则该质点的 $s-t$ 关系图像可大致表示为下图中的 ()



[反思感悟]

变式 3 [2023 · 浙江金华模拟] 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 ()

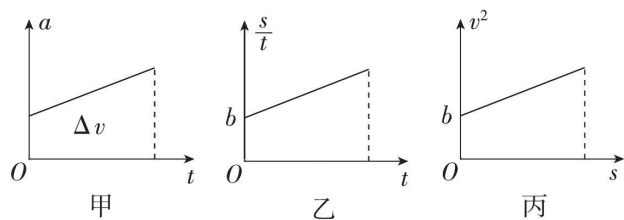


[反思感悟]

(2) $\frac{s}{t}-t$ 图像:由 $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 可得 $\frac{s}{t} = v_0 + \frac{1}{2} a t$,

截距 b 为初速度 v_0 ,图像的斜率 k 为 $\frac{1}{2} a$,如图乙所示.

(3) v^2-s 图像:由 $v^2 - v_0^2 = 2as$ 可知 $v^2 = v_0^2 + 2as$,截距 b 为 v_0^2 ,图像斜率 k 为 $2a$,如图丙所示.



» 考向一 $a-t$ 图像

例 4 (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] _____

» 考向二 $\frac{s}{t}-t$ 图像

例 5 [2023·浙江慈溪中学模拟] 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 $\frac{s}{t}$ 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

[反思感悟] _____

» 考向三 v^2-s 图像

例 6 [2023·河北唐山模拟] 在某试验场地的水平路面上甲、乙两车在相邻平行直车道上行驶. 当甲、乙两车并排行驶的瞬间,同时开始刹车,刹车过程中两车速度的二次方 v^2 随刹车位移 s 的变化规律如图所示. 下列说法正确的是 ()

- A. 乙车先停止运动
 B. 甲、乙两车刹车过程中加速度大小之比为 $1:12$
 C. 从开始刹车起经 4 s ,两车再次恰好并排相遇
 D. 甲车停下时两车相距 3.25 m

[反思感悟] _____

专题二 追及与相遇问题

热点题型探究

1. 分析思路

可概括为“两个等量关系”“一个临界条件”.

(1)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时间关系和位移关系是解题的突破口.

(2)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. 能否追上的判断方法

物体 B 追赶物体 A :开始时,两个物体相距 s_0 ,到 $v_A = v_B$ 时,若 $s_A + s_0 < s_B$,则能追上;若 $s_A + s_0 = s_B$,则恰好能追上;若 $s_A + s_0 > s_B$,则不能追上.

3. 特别提醒

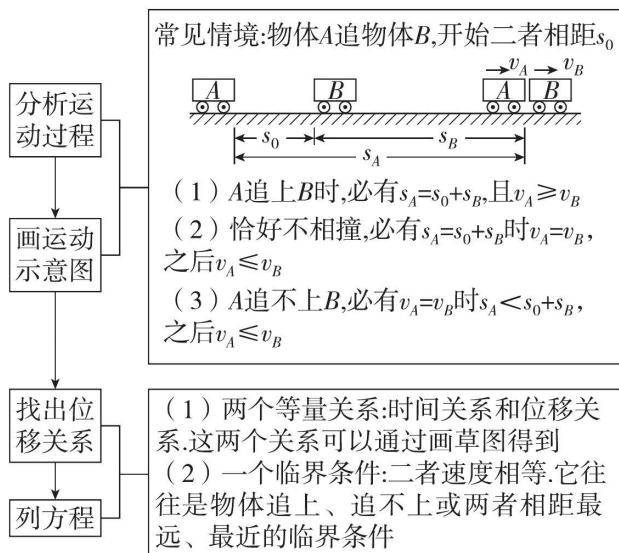
若被追赶的物体做匀减速直线运动,一定要注意判断被追上前该物体是否已经停止运动.

4. 解答追及和相遇问题的三种方法

情境分析法	抓住“两物体能否同时到达空间某位置”这一关键,认真审题,挖掘题目中的隐含条件,建立一幅物体运动关系的情境图
图像分析法	将两个物体运动的速度—时间关系或位移—时间关系画在同一图像中,然后利用图像分析求解相关问题
函数判断法	设相遇时间为 t ,根据条件列方程,得到关于位移 s 与时间 t 的函数关系,由此判断两物体追及或相遇情况

题型一 情境分析法 (条件分析法)

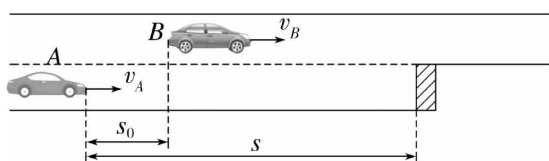
情境分析法的基本思路



例 1 [2023·江西赣州模拟] 在赣州市南河大桥扩建工程中,双向桥梁已完成了某一通车方向的建设,为保持双向车辆正常通行,临时将其改成双向车道.如图所示,引桥与桥面对接处,有两车道合并一车道的对接口,A、B两车相距 $s_0=4\text{ m}$ 时,B车正以 $v_B=4\text{ m/s}$ 速度匀速行驶,A车正以 $v_A=7\text{ m/s}$ 的速度借道超越同向行驶的B车,此时A车司机发现前方距离车头 $s=16\text{ m}$ 处的并道对接口,A、B两车长度均为 $L=4\text{ m}$,且不考虑A车变道过程的影响.

(1)若A车司机放弃超车,且立即驶入与B车相同的行驶车道,A车至少以多大的加速度匀减速刹车,才能避免与B车相撞?

(2)若A车司机加速超车,A车的最大加速度为 $a=3\text{ m/s}^2$,请通过计算分析A车能否实现安全超车.



变式 1 汽车A以 $v_A=4\text{ m/s}$ 的速度向右做匀速直线运动,前方相距 $s_0=7\text{ m}$ 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,则:

(1)A追上B前,A、B间的最远距离为多少?

(2)经过多长时间,A恰好追上B?

题型二 图像分析法 物理建模

1. 速度小者追速度大者

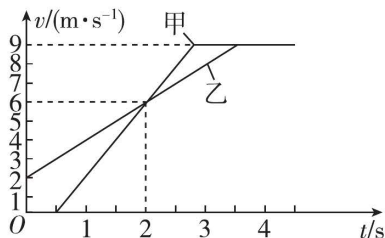
情景	图像	说明
匀加速追匀速		① $t=t_0$ 以前,后面物体与前面物体间距离增大 ② $t=t_0$ 时,两物体相距最远,为 $s_0+\Delta s$ (s_0 为两物体初始距离) ③ $t=t_0$ 以后,后面物体与前面物体间距离减小 ④能追上且只能相遇一次
匀速追匀减速		
匀加速追匀减速		

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:
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 2 [2023·宁德模拟] 甲、乙两位同学在平直跑道上做加速跑训练,速度记录仪详细记录了两位同学的训练数据,如图所示,已知两位同学在第 1 s 末同时经过教练身边,则下列说法正确的是 ()



- A. 甲、乙两位同学同时出发
B. $t=0$ 时刻,甲在乙的前面 1.25 m 处
C. 在第 2 s 末两人相距最远
D. 甲、乙两人全程会相遇两次

[反思感悟]

题型三 函数分析法

函数分析法的解题技巧——在匀变速运动的位移表达式中有时间的二次方,可列出位移方程,利用二次函数求极值的方法求解。

设两物体在 t 时刻相遇,然后根据位移关系列出关于 t 的方程 $f(t)=0$:

- (1)若 $f(t)=0$ 有正实数解,说明两物体能相遇。
(2)若 $f(t)=0$ 无正实数解,说明两物体不能相遇。

例 3 (多选)[2023·北京海淀区模拟] 甲、乙两辆车(均可视为质点)在同一平直道路上的两并排车道上同向行驶,初始时甲车在乙车前方 s_0 处,甲的位移—时间关系和乙的速度—时间关系分别为 $s_{\text{甲}}=t^2+10t$ 和 $v_{\text{乙}}=t+20$,式中各物理量均取国际单位制单位,下列说法正确的是 ()

- A. 无论 s_0 取何值,两车都不可能相遇
B. 若 $s_0=50$ m,则两车只相遇 1 次
C. 若 $s_0=40$ m,则两车相遇 2 次
D. 若 $s_0=10$ m,则两车只相遇 1 次

[反思感悟]

技法点拨

二次函数法相遇的讨论

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 Δs 与时间 t 的二次函数关系, $\Delta s=0$ 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 $\Delta = 0$,即只有一个解,说明刚好追上或相遇;③若 $\Delta < 0$,即无解,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值或最小值。

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

- 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。
- 测量匀变速直线运动的瞬时速度和加速度($\Delta s = aT^2$ 或 $v-t$ 图像)。

二、实验原理

- 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。

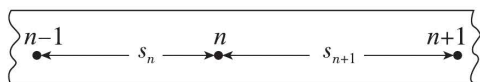
(2)①沿直线运动的物体在连续相等时间 T 内的位移分别为 $s_1, s_2, s_3, s_4, \dots$,若 $\Delta s = s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = s_4 - s_3 = \dots$,且对任意时间间隔 T 均成立,则说明物体在做匀变速直线运动,且 $\Delta s = aT^2$ 。

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。

- 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

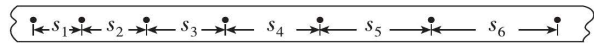
$$\text{瞬时速度 } v_n = \frac{s_n + s_{n+1}}{2T}.$$



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.



$$a_1 = \frac{s_4 - s_1}{3T^2}, a_2 = \frac{s_5 - s_2}{3T^2}, a_3 = \frac{s_6 - s_3}{3T^2} \Rightarrow a =$$

$$\frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = \frac{(s_4 + s_5 + s_6) - (s_1 + s_2 + s_3)}{9T^2}.$$

②图像法:利用 $v_n = \frac{s_n + s_{n+1}}{2T}$ 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

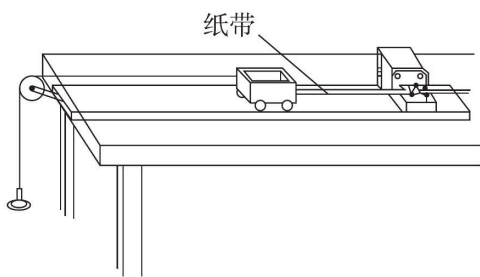
电火花打点计时器(或电磁打点计时器)、一端附有滑轮的长木板、小车、纸带、细绳、槽码、刻度尺、导线、交流电源、复写纸片.

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.

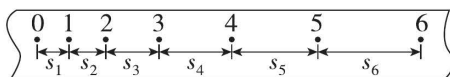
(2)把一条细绳的一端拴在小车上,细绳跨过滑轮,下端挂上合适的槽码,纸带穿过打点计时器,并将纸带的一端固定在小车的后面.实验装置如图所示,放手后,看小车能否在木板上平稳地加速滑行.



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 $T = 5 \times 0.02 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$.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.



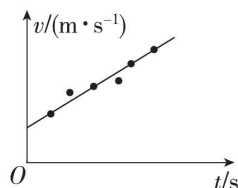
(3)利用一段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度,求得打计数点 1、2、3、4、5 时小车的瞬时速度.

(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 $s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = s_4 - s_3 = \dots$, 则小车做匀变速直线运动,加速度 $a = \frac{(s_4 + s_5 + s_6) - (s_1 + s_2 + s_3)}{9T^2}$.

六、注意事项

1. 要求:电磁打点计时器用“4~6 V 50 Hz”交流电源,电火花打点计时器用“220 V 50 Hz”交流电源.

2. 平行:纸带、细绳要和长木板平行.

3. 靠近:释放小车前,应使小车停在靠近打点计时器的位置.

4. 先后顺序:实验时应先接通电源,后释放小车;实验后先断开电源,后取下纸带.

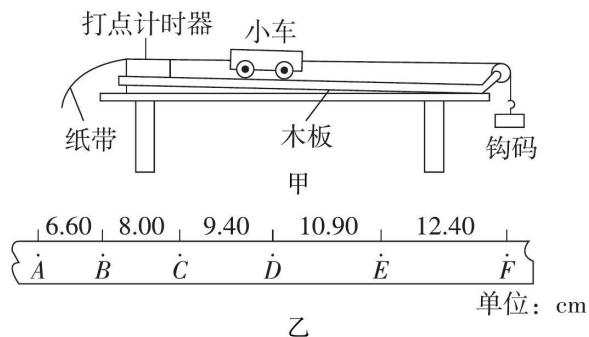
5. 防止碰撞:在到达长木板末端前应让小车停止运动,防止槽码落地、小车与滑轮碰撞.

6. 减小误差:细绳另一端挂的槽码个数要适当,避免速度过大而使纸带上打的点太少,或者速度太小而使纸带上打的点过于密集.

7. 纸带选取:选择一条点迹清晰的纸带,舍弃点密集部分,适当选取计数点.

8. 准确作图:在坐标纸上,纵、横轴选取合适的单位长度(避免所描点过密或过疏而导致误差过大),仔细描点连线,不能连成折线或曲线,应作一条直线.

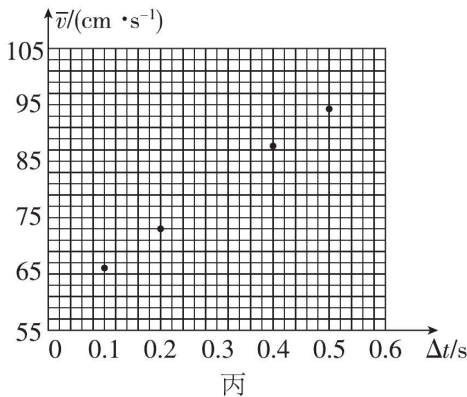
例 1 [2023·全国甲卷] 某同学利用如图甲所示的实验装置探究物体做直线运动时平均速度与时间的关系. 让小车左端和纸带相连. 右端用细绳跨过定滑轮和钩码相连. 钩码下落, 带动小车运动, 打点计时器打出纸带. 某次实验得到的纸带和相关数据如图乙所示.



(1) 已知打出图乙中相邻两个计数点的时间间隔均为 0.1 s , 以打出 A 点时小车位置为初始位置, 将打出 B 、 C 、 D 、 E 、 F 各点时小车的位移 Δs 填到表中, 小车发生相应位移所用时间和平均速度分别为 Δt 和 $\bar{v}$. 表中 $\Delta s_{AD} =$ _____ cm, $\bar{v}_{AD} =$ _____ cm/s.

位移区间	AB	AC	AD	AE	AF
Δs (cm)	6.60	14.60	Δx_{AD}	34.90	47.30
$\bar{v}$ (cm/s)	66.0	73.0	$\bar{v}_{AD}$	87.3	94.6

(2) 根据表中数据得到小车平均速度 $\bar{v}$ 随时间 Δt 的变化关系, 如图丙所示. 补全图丙中实验点.



(3) 从实验结果可知, 小车运动的 $\bar{v}-\Delta t$ 图线可视为一条直线, 此直线用方程 $\bar{v} = k\Delta t + b$ 表示, 其中 $k =$ _____ cm/s², $b =$ _____ cm/s. (结果均保留 3 位有效数字)

(4) 根据(3)中的直线方程可以判定小车做匀加速直线运动, 得到打出 A 点时小车速度大小 $v_A =$ _____, 小车的加速度大小 $a =$ _____. (结果用字母 k 、 b 表示)

[反思感悟] _____

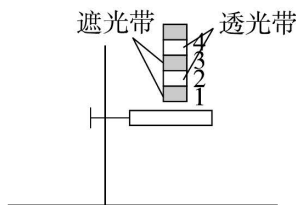
拓展创新实验

创新角度	实验装置图	创新解读
实验原理的创新		(1) 遮光带经过光电门的平均速度作为滑块速度 (2) 平均速度近似滑块速度的精确度与遮光带的长度有关
实验方法的创新		(1) 用滴水计时器替代打点计时器 (2) 小车在斜面上靠重力沿斜面的分力与摩擦力的合力获得加速度
实验过程的创新		(1) 钢球靠重力产生加速度 (2) 钢球由 A 到 B 的时间可由光电计时器读出 (3) 钢球的加速度由 $\frac{h}{t}-t$ 图线分析得出

► 考向一 实验原理的创新

例 2 [2022·辽宁卷] 某同学利用如图所示的装置测量重力加速度, 其中光栅板上交替排列着等宽度的遮光带和透光带 (宽度用 d 表示). 实验时将光栅板置于光电传感器上方某高度, 令其自由下落穿过光电传感器. 光电传感器所连接的计算机可连续记录遮光带、

透光带通过光电传感器的时间间隔 Δt .



(1) 除图中所用的实验器材外, 该实验还需要 _____

(填“天平”或“刻度尺”);

(2)该同学测得遮光带(透光带)的宽度为 4.50 cm,记录时间间隔的数据如下表所示:

编号	1 遮光带	2 透光带	3 遮光带	...
$\Delta t/(10^{-3} \text{ s})$	73.04	38.67	30.00	

根据上述实验数据,可得编号为 3 的遮光带通过光电传感器的平均速度大小 $v_3 =$ _____ m/s(结果保留两位有效数字);

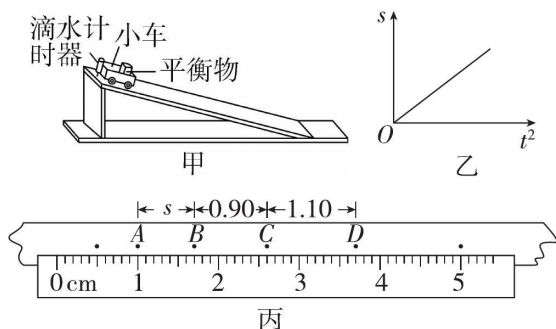
(3)某相邻遮光带和透光带先后通过光电传感器的时间间隔分别为 Δt_1 、 Δt_2 ,则重力加速度 $g =$ _____ (用 d 、 Δt_1 、 Δt_2 表示);

(4)该同学发现所得实验结果小于当地的重力加速度,请写出一条可能的原因: _____.

[反思感悟] _____.

» 考向二 实验方法的创新

例 3 [2023·江苏泰州模拟] 实验室中某同学用如图甲所示的滴水法测量小车在斜面上运动时的加速度.实验过程如下:在斜面上铺上白纸,用图钉固定;把滴水计时器固定在小车的末端,在小车上固定一平衡物;调节滴水计时器的滴水速度,使其每 0.2 s 滴一滴(以滴水计时器内盛满水为准);在斜面顶端放置一浅盘,把小车放在斜面顶端,把调好的滴水计时器盛满水,使水滴能滴入浅盘内;然后撤去浅盘并同时放开小车,于是水滴在白纸上留下标志小车运动规律的点迹;小车到达斜面底端时立即将小车移开.



(1)关于本实验,下列说法中正确的是 _____;

- A. 本实验中还需要用到秒表记录时间
- B. 在斜面上做实验是为了平衡小车下滑过程中的摩

擦力

C. 小车的质量越大,运动时加速度就越大

D. 滴水计时器的计时原理和打点计时器的计时原理类似

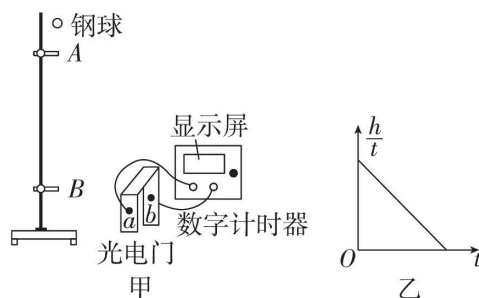
(2)经多次实验后发现,测量每个点迹到放开小车时的点迹的距离 s 和对应的时间 t ,以 s 为纵横、 t^2 为横轴建立直角坐标系,在坐标纸上描点,连线后总能得到如图乙所示的图像,这 _____ (填“可以”或“不能”)说明运动中小车的速度随时间均匀变化,理由是 _____.

(3)白纸上部分点迹如图丙所示,从图中读出 A、B 两点间距 $s =$ _____ m; AD 段对应的加速度为 _____ m/s^2 .

[反思感悟] _____.

» 考向三 实验过程的创新

例 4 某同学用如图甲的实验装置测量当地的重力加速度 g ,钢球自由下落过程中,先后通过光电门 A、B,钢球通过光电门 A 时光电计时器开始计时,通过光电门 B 时就停止计时,得到钢球从 A 到 B 所用时间 t ,用刻度尺测出 A、B 间高度 h ,保持钢球下落的位置和光电门 B 的位置不变,改变光电门 A 的位置,重复前面的实验,测出多组 h 、 t 的值.



(1)由于钢球下落位置和光电门 B 的位置均不变,因此小球到达 B 点的速度 v_B 不变,则球的运动可以看成是反向的 _____ (填“匀加速”或“匀减速”)直线运动,故反向运动的位移表达式 $h =$ _____ (用 v_B 、 g 、 t 表示).

(2)根据测得的多组 h 、 t 的值,算出每组的 $\frac{h}{t}$,作出

$\frac{h}{t}-t$ 图像如图乙,若图线斜率的绝对值为 k ,则当地的重力加速度 $g =$ _____.