



2025.6

2025.5

2025.4

2025.3

2025.2

2025.1

2024.12

2024.11

2024.10

2024.9

QUANPIN XUANKAO FUXI FANG'AN

全品
选考

物理

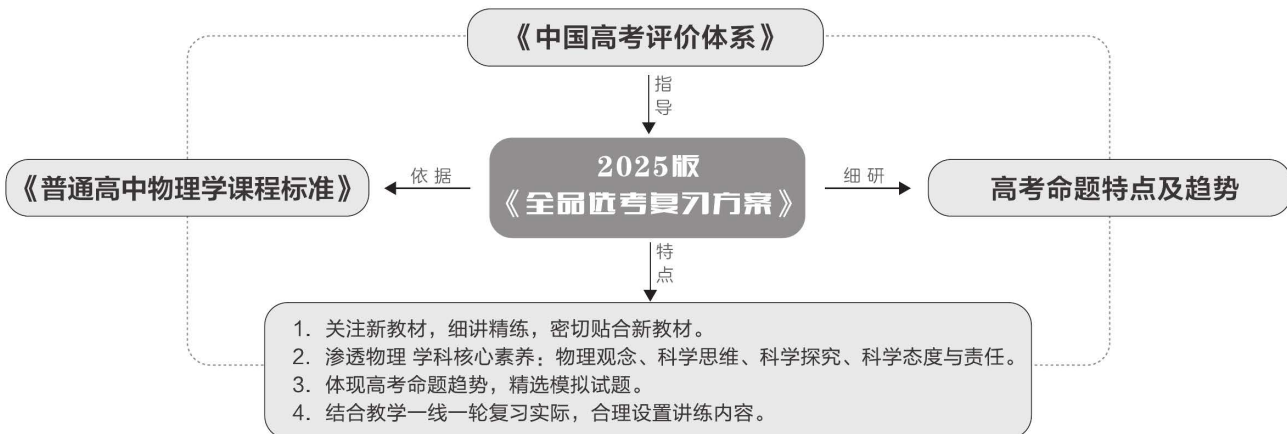
复习方案

主编：肖德好

沈阳出版发行集团
沈阳出版社

听课手册

新教材 新一轮 物理



图书结构与特点

听课手册

基础自主梳理

素养全面提升

增分微课·提能力

基础巩固练

综合提升练

拓展挑战练

作业手册

教材链接，拾遗拓展
正误辨析，拾遗补漏

夯基础

破重点

提能力

核心章节，分课时讲解

【辨别明理】

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

【第二单元 相互作用】

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

素养提升 滑动摩擦角问题

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

【实验二 探究弹簧弹力与形变量的关系】

教材原型实验

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

一、实验目的

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

第1讲 运动的描述 (限时40分钟)

【基础巩固练】

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

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

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

【综合提升练】

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

基点·难点·重点 讲清·讲透·讲活

学科难点 拓展微课

学科实验 专项讲解

薄弱点·疑难点 练熟·练透·练活

重点难点 集中突破

素养提升

1. 轻绳、轻杆、弹性绳及轻弹簧的比较	022
2. 滑动摩擦角问题	026
3. 系统牛顿第二定律问题	052
4. 动量定理与微元法的综合应用	116
5. “动碰动”的弹性碰撞问题	120
6. 用等效法处理变压器问题	243

物理建模

1. 等时圆问题	049
2. 传送带模型	053
3. 圆锥摆类问题	071
4. 机车启动问题	096
5. “子弹打木块”模型	122
6. 示波管的原理	161

解答规范

1. 动力学中的两类基本问题	046
2. 动能定理在多过程问题中的应用	100
3. 力学三大观点的综合应用	127
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

第一单元 运动的描述 匀变速直线运动

第1讲 运动的描述	001
第2讲 匀变速直线运动的规律与应用	004
第3讲 自由落体运动与竖直上抛运动、多过程问题	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	011
题型一 解决追及、相遇问题的一般方法	011
题型二 图像法在追及、相遇问题中的综合应用	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)	016

第二单元 相互作用 物体平衡

第4讲 重力 弹力	020
第5讲 摩擦力	024
第6讲 力的合成与分解	027
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	031
专题四 动态平衡问题、平衡中的临界和极值问题	032
题型一 动态平衡问题	032
题型二 平衡中的临界和极值问题	034
实验二 探究弹簧弹力与形变量的关系	035
实验三 探究两个互成角度的力的合成规律	038

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	042
第8讲 牛顿第二定律的基本应用	045
专题五 牛顿第二定律的综合应用	050
题型一 动力学中的连接体问题	050
题型二 动力学中的临界和极值问题	051
题型三 动力学图像问题	052
素养提升 系统牛顿第二定律问题	052
专题六 动力学常见模型	053
题型一 传送带模型	053
题型二 “滑块—木板”模型	055
实验四 探究加速度与物体受力、物体质量的关系	056

第四单元	曲线运动	
第 9 讲	运动的合成与分解	061
第 10 讲	抛体运动	065
第 11 讲	圆周运动	069
专题七	圆周运动的临界问题	072
	题型一 水平面内圆周运动的临界问题	072
	题型二 竖直面内圆周运动的临界问题	073
	题型三 斜面上圆周运动的临界问题	075
▶增分微课 2	平抛运动与圆周运动的综合问题	075
实验五	探究平抛运动的特点	077
实验六	探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系	081

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	084
第 13 讲	人造卫星 宇宙速度	087
专题八	人造卫星变轨问题 双星模型	090
	题型一 卫星变轨和对接问题	090
	题型二 双星及多星问题	091
	题型三 星球“瓦解”问题 黑洞	092

第六单元	机械能	
第 14 讲	功、功率	093
第 15 讲	动能定理及其应用	097
第 16 讲	机械能守恒定律及其应用	102
第 17 讲	功能关系 能量守恒定律	105
▶增分微课 3	能量守恒定律与功能关系 STSE 问题	108
实验七	验证机械能守恒定律	110

第七单元	动量	
第 18 讲	动量定理及其应用	114
第 19 讲	动量守恒定律及其应用	117
专题九	“子弹打木块”模型和“滑块—木板”模型	122
	题型一 “子弹打木块”模型	122
	题型二 “滑块—木板”模型	123
专题十	“滑块—斜(曲)面”模型和“滑块—弹簧”模型	124
	题型一 “滑块—斜(曲)面”模型	124
	题型二 “滑块—弹簧”模型	125

※专题十一	力学三大观点的综合应用	126
	题型一 动力学与动量观点的综合应用	126
	题型二 能量与动量观点的综合应用	126
	题型三 力学三大观点的综合应用	127
实验八	验证动量守恒定律	128

第八单元	机械振动与机械波	
第 20 讲	机械振动	132
实验九	用单摆测量重力加速度	135
第 21 讲	机械波	138
▶增分微课 4	有关振动、波动的新高考命题热点	143

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	154
	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	155
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	162
	题型一 电场中功能关系的综合问题	162
	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	163

第十单元	恒定电流	
第 26 讲	电路及其应用	165
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	176
	题型二 半偏法测电表内阻	177
	题型三 等效替代法测电阻	178
	题型四 电桥法测电阻	178

实验十 测量金属丝的电阻率	179
实验十一 用多用电表测量电学中的物理量	182
实验十二 测量电源的电动势和内阻	186

第十一单元 磁场

第 28 讲 磁场及其对电流的作用	190
第 29 讲 磁场对运动电荷(带电体)的作用	194
专题十六 带电粒子在有界匀强磁场中的运动	197

题型一 带电粒子在几种典型有界匀强磁场中的运动	197
题型二 带电粒子在有界匀强磁场中运动的临界问题	199
题型三 带电粒子在有界匀强磁场中运动的多解问题	200

专题十七 “几何圆模型”在磁场中的应用

题型一 放缩圆:入射点相同,粒子速度大小不等、方向相同	201
题型二 旋转圆:入射点相同,粒子速度大小相等、方向不同	201
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	202
题型四 磁聚焦与磁发散问题	203

专题十八 洛伦兹力与现代科技

题型一 电场与磁场的组合应用实例	204
题型二 电场与磁场叠加的应用实例	206

专题十九 带电粒子在组合场中的运动

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
题型三 带电粒子在立体空间中的运动	210

专题二十 带电粒子在叠加场中的运动

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	212

第十二单元 电磁感应

第 30 讲 电磁感应现象 楞次定律	
实验:探究影响感应电流方向的因素	214
第 31 讲 法拉第电磁感应定律 自感和涡流	218
专题二十一 电磁感应中的电路和图像	222
题型一 电磁感应中的电路问题	222

题型二 电磁感应中的图像问题	223
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

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	236
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	239
第 34 讲 电磁振荡与电磁波	245
实验十三 利用传感器制作简单的自动控制装置	247

第十四单元 光学

第 35 讲 光的折射和全反射	251
第 36 讲 光的波动性	254
实验十四 测量玻璃的折射率	257
实验十五 用双缝干涉实验测量光的波长	259

第十五单元 近代物理

第 37 讲 原子结构和波粒二象性	262
第 38 讲 原子核	268

第十六单元 热学

第 39 讲 分子动理论 内能	272
第 40 讲 固体、液体和气体	276
第 41 讲 理想气体与热力学定律综合问题	281
专题二十四 气体实验定律的综合应用	284
题型一 变质量气体问题	284
题型二 关联气体问题	285
实验十六 用油膜法估测油酸分子的大小	286
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	288

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

第1讲 运动的描述

知识自查必备

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 $a_{甲} = 12 \text{ m/s}^2$,乙的加速度 $a_{乙} = -15 \text{ m/s}^2$, $a_{甲} < a_{乙}$. ()
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 [2023·浙江温州模拟] 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 [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,桥架先沿轨道单向移动了 8 m,小车又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

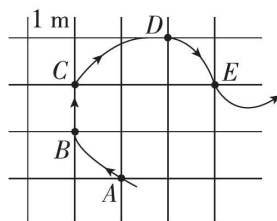
[反思感悟]

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

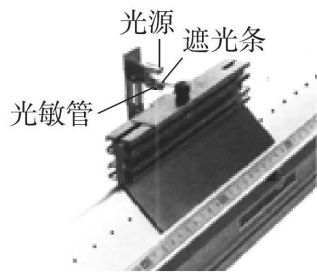
例 3 [2023·长春模拟] 物体沿曲线的箭头方向运动,运动轨迹如图所示(小正方形格边长为 1 m). AB、ABC、ABCD、ABCDE 四段运动轨迹所用的运动时间分别是 1 s、2 s、3 s、4 s. 下列说法正确的是 ()



- 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

[反思感悟]

例 4 [2023·武汉模拟] 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 Δx ,用 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 近似代表滑块通过光电门的瞬时速度.为使 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 更接近瞬时速度,下列措施中正确的是 ()



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

[反思感悟]

变式 [2023·湖南长沙模拟] 一位摄影爱好者在羽毛球比赛现场拍到一张球拍击球的照片,由于选用的曝光时间(十五分之一秒)太长,照片非常模糊,现把照片中球拍运动轨迹用粗线画出来.下列数据能大致反映运动员当时的挥拍速度大小的是 ()



- A. 6 km/h B. 50 km/h
C. 200 km/h D. 360 km/h

[反思感悟]

技法点拨

- $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 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.
- 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
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

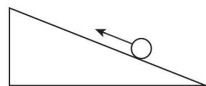
例 5 (多选)甲、乙两个物体沿同一直线向同一方向运动时,取物体的初速度方向为正,甲的加速度恒为 2 m/s^2 ,乙的加速度恒为 -3 m/s^2 ,则下列说法中正确的是 ()

- 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 [2023·太原模拟] 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/s^2 ,方向沿斜面向上
B. 大小为 1 m/s^2 ,方向沿斜面向下
C. 大小为 4 m/s^2 ,方向沿斜面向上
D. 大小为 8 m/s^2 ,方向沿斜面向下

[反思感悟]

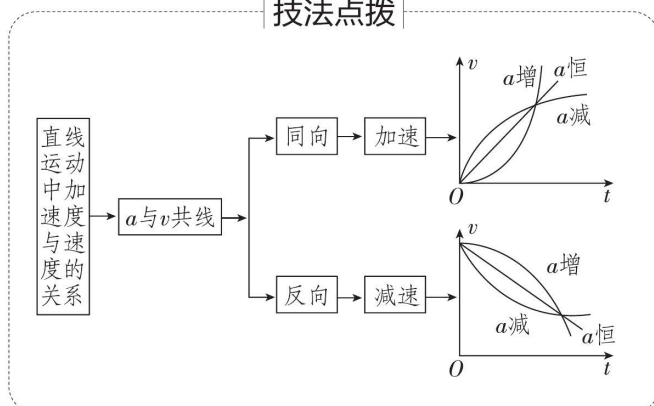
考向三 加速度与速度的关系

例 7 (多选)一个物体做变速直线运动,物体的加速度(方向不变)大小从某一值逐渐减小到零,则在此过程中,关于该物体的运动情况的说法可能正确的是 ()

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

[反思感悟]

技法点拨



一、(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. × 2. × 3. √ 4. √ 5. × 6. ×
 7. √ 8. √

第2讲 匀变速直线运动的规律与应用

知识自查必备

答案见本讲最后一页

1. 匀变速直线运动

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

(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. 匀变速直线运动的三个常用推论

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

$x_m - x_n = \underline{\hspace{2cm}} aT^2$.

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

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

4. 初速度为零的匀变速直线运动的推论

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

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

(3)第 1 个 T 内、第 2 个 T 内、第 3 个 T 内、 \dots 、第 n

个 T 内的位移之比为 $x'_1 : x'_2 : x'_3 : \dots : x'_n = \underline{\hspace{2cm}}$.

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

(5)第 1 个 X 内、第 2 个 X 内、第 3 个 X 内、 \dots 、第 n 个 X 内的时间之比为: $t'_1 : t'_2 : t'_3 : \dots : t'_n = \underline{\hspace{2cm}}$.

【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. 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. ()

4. 物体从某高度处由静止下落一定做自由落体运动. ()

5. 物体做竖直上抛运动的速度为负值时,位移也为负值. ()

核心考点探究

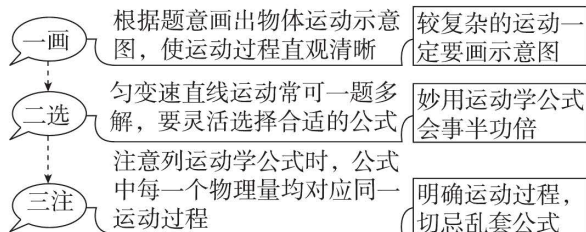
考点一 匀变速直线运动的基本规律

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

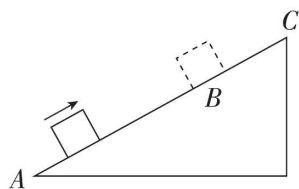


例 1 [人教版必修第一册改编] 以 18 m/s 的速度行驶的汽车,制动后做匀减速直线运动,在 3 s 内前进 36 m ,则汽车在 5 s 内的位移为 ()

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

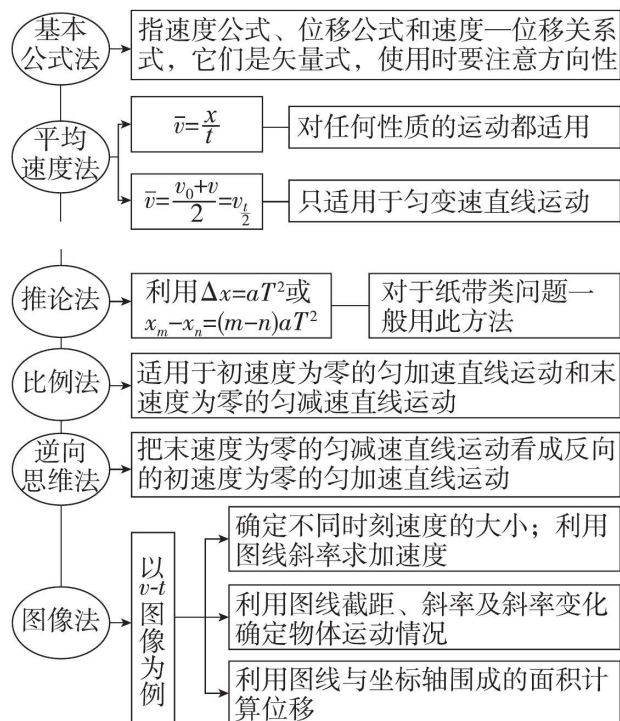
例 2 一个物体从静止开始以加速度 a_1 做匀加速直线运动,经过时间 t 改为做加速度大小为 a_2 的匀减速运动,又经过时间 t 物体回到开始位置,求两个加速度大小之比 $\frac{a_1}{a_2}$.

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)



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



【思维拓展】若“已知物体向上运动到距斜面顶端 $\frac{1}{4}l$ 处的 B 点”改为“已知物体运动到距斜面顶端 $\frac{1}{4}l$ 处的 B 点”,对答案有什么影响?

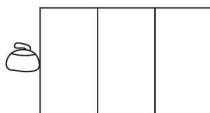
例 4 (多选) 在一平直公路上, 一辆汽车从 O 点由静止开始做匀加速直线运动, 8 s 内经过相距 80 m 的 A 、 B 两点, 已知汽车经过 B 点时的速度为 15 m/s , 则 ()



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

[反思感悟]

例 5 (多选) [2023·河北沧州模拟] 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 $t_1 : t_2 : t_3$ 对应为 ()



- 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]

考点三 单体多过程匀变速直线运动问题

1. 读懂题意, 在草纸上画出多过程运动的情景示意图.

2. 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.

3. 一般的解题步骤

- (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.

4. 解题关键

多过程运动的转折点的速度是联系两个运动过程的纽带. 因此, 对转折点速度的求解往往是解题的关键.

例 6 [2023·山东青岛模拟] 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 a_2 .

例 7 [2023·湖南长沙模拟] 某学校航模社团在某次模型火箭低空飞行回收实验中,火箭上升到最大高度后从 48 m 高度处由静止开始先向下做匀加速直线运动,接着向下做匀减速直线运动,匀加速阶段加速度大小是匀减速阶段加速度大小的 3 倍,成功降落地面时速度为零,向下运动的总时间为 8 s. 不计火箭质量的变化和空气阻力,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,求:

- (1)火箭向下运动的最大速度;
 (2)向下加速的时间.

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) $(m-n)$ (3) $\frac{v_0 + v}{2}$ (4) $\sqrt{\frac{v_0^2 + v^2}{2}}$

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. \times 5. \times

第 3 讲 自由落体运动与竖直上抛运动、多过程问题

知识自查必备

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: $v = \underline{\hspace{2cm}}$; $h = \underline{\hspace{2cm}}$;
 $v^2 = 2gh$.

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内位移之比为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

(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 $\Delta h = \underline{\hspace{2cm}}$.

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: $\underline{\hspace{2cm}}$;

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

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. 重的物体总是比轻的物体下落得快. ()
2. 同一地点, 轻重不同的物体 g 值一样大. ()
3. 自由落体运动中相等时间内速度变化量相同. ()
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 [2023·湖南长沙模拟] 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]

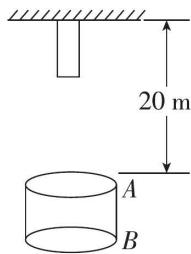
例 2 [2023·湖北荆州模拟] 如图是小球自由下落的频闪照片. 频闪仪每隔 0.04 s 闪光一次. 照片中的数字是小球距释放点的距离. 由题目的已知条件和照片所给的信息, 可以判断出 ()

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

[反思感悟]

例 3 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 处圆筒 AB , 圆筒 AB 长为 5 m, g 取 10 m/s^2 , 则:

- (1) 木杆通过圆筒的上端 A 所用的时间 t_1 是多少?
- (2) 木杆通过圆筒 AB 所用的时间 t_2 是多少?



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	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

例 4 (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 ()

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

[反思感悟]

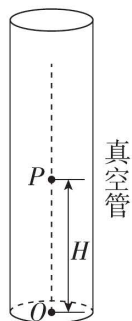
变式 (多选)某同学用一氦气球悬挂一重物(可视为质点),从地面释放后沿竖直方向做初速度为零的匀加速直线运动, t 时间后,悬挂重物的细线断裂,又经过 $\frac{t}{2}$ 的时间,重物恰好落到地面,重物脱落后仅受到重力作用,重力加速度大小为 g ,下列说法正确的是 ()

- 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

[反思感悟]

例 5 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. $\frac{H}{4(T_1 - T_2)^2}$

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. × 2. √ 3. √ 4. × 5. √

专题一 运动图像问题

热点题型探究

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,明确该图像的类别,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)

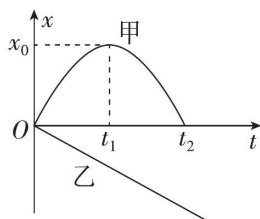
图像	$x-t$ 图像	$v-t$ 图像	$a-t$ 图像
图点含义	交点④表示此时三个质点相遇	交点④表示此时三个质点有相同的速度	交点④表示此时三个质点有相同的加速度
	点⑤表示 t_1 时刻质点位移为 x_1 (图中阴影部分的面积没有意义)	点⑤表示 t_1 时刻质点速度为 v_1 (图中阴影部分面积表示质点在 $0 \sim t_1$ 时间内的位移)	点⑤表示 t_1 时刻质点加速度为 a_1 (图中阴影部分面积表示质点在 $0 \sim t_1$ 时间内的速度变化量)

【辨别明理】

- $x-t$ 图像表示物体运动的轨迹. ()
- $x-t$ 图像中的图线过 t 轴表明速度方向一定发生变化. ()
- $v-t$ 图像上两图线的交点表示两物体此时相遇. ()
- $v-t$ 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. ()
- $x-t$ 、 $v-t$ 和 $a-t$ 图像都只能描述直线运动. ()

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

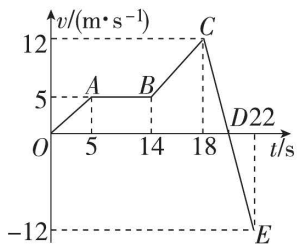
- A. 甲物体始终沿同一方向运动
 B. 乙物体运动过程中位移增大得越来越快
 C. 在 $0 \sim t_2$ 时间内,某时刻甲、乙两物体的速度相同
 D. 在 $0 \sim t_2$ 时间内,甲、乙两物体在 t_1 时刻相距最远



[反思感悟]

例 2 [2023·山东青岛模拟] 如图所示为一质点做直线运动的 $v-t$ 图像,下列说法正确的是 ()

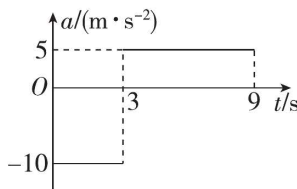
- A. BC 段表示质点通过的位移大小为 34 m
 B. 在 18~22 s 时间内,质点的位移大小为 24 m
 C. 整个过程中,BC 段的加速度最大
 D. 整个过程中,E 点所对应时刻的位置离出发点最远



[反思感悟]

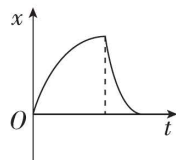
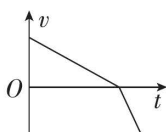
例 3 (多选) 一汽车在高速公路上以 $v_0 = 30 \text{ m/s}$ 的速度匀速行驶. $t=0$ 时刻,驾驶员采取某种措施,汽车运动的加速度随时间变化关系如图所示. 以初速度方向为正方向,下列说法正确的是 ()

- A. $t=6 \text{ s}$ 时汽车速度为 5 m/s
 B. $t=3 \text{ s}$ 时汽车速度为零
 C. 前 9 s 内汽车的平均速度为 15 m/s
 D. 前 6 s 内汽车的位移为 90 m

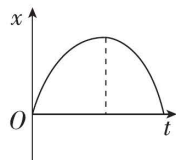


[反思感悟]

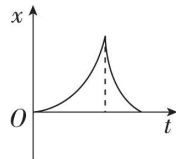
例 4 [2023·河南郑州模拟] 一质点由原点开始做直线运动的 $v-t$ 关系图像如图所示,则该质点的 $x-t$ 关系图像可大致表示为下图中的 ()



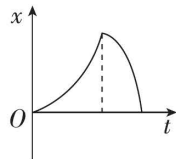
A



B



C

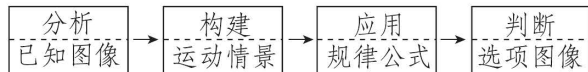


D

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:



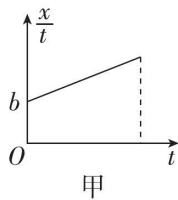
(2) 要注意应用解析法和排除法,两者结合提高选择题图像类题型的解题准确率和速度.

题型二 非常规图像问题

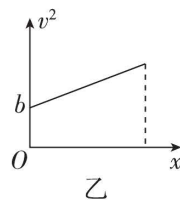
对于非常规运动图像,可由运动学公式推导出两个物理量间的函数关系,来分析图像的斜率、截距、面积的含义.

1. 函数法解决 $\frac{x}{t}-t$ 图像

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



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

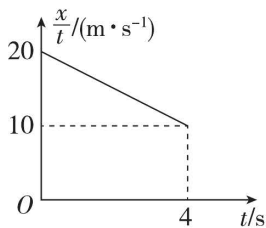
图像种类	$a-x$ 图像	$\frac{1}{v}-x$ 图像	$\frac{x}{t^2}-\frac{1}{t}$ 图像
示例			

(续表)

图像种类	$a-x$ 图像	$\frac{1}{v}-x$ 图像	$\frac{x}{t^2}-\frac{1}{t}$ 图像
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 $(\frac{v^2 - v_0^2}{2})$	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 $(\frac{a}{2})$

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 $\frac{x}{t}$ 与 t 之间的关系图像,下列说法正确的是 ()

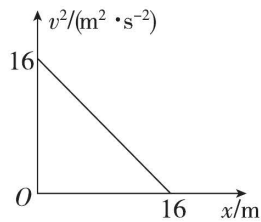
- A. 动力车的初速度为 10 m/s
 B. 刹车过程动力车的加速度大小为 0.5 m/s²
 C. 刹车过程持续的时间为 8 s
 D. 从开始刹车时计时,经过 8 s,动力车的位移为 40 m



[反思感悟]

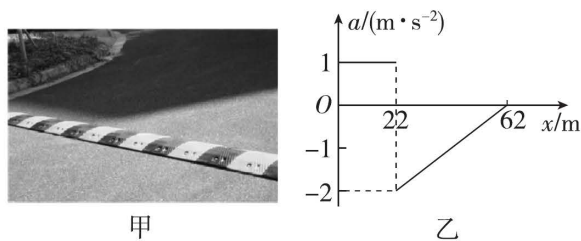
例 6 一辆汽车做直线运动,其 v^2-x 图像如图所示.关于汽车的运动,下列说法正确的是 ()

- A. 汽车的加速度大小为 1 m/s²
 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]

例 7 (多选)某学校门口平直公路上设有图甲所示减速带,一摩托车经过此路段过程中司机控制摩托车的加速度 a 随位移 x 变化的图像如图乙所示, $x=0$ 时车速 $v_0=10$ m/s,此时加速度方向与速度方向相同; $x=62$ m 时摩托车到达减速带处,设摩托车在 0~22 m 位移内所用的时间为 t ,到达减速带时的速度大小为 v ,则 ()



- A. $t=2$ s
 B. $t=3$ s
 C. $v=8$ m/s
 D. $v=10$ m/s

技法点拨

1. 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.

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.

【辨别明理】

1. × 2. × 3. × 4. √ 5. ×

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.

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.

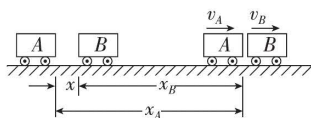
当 $t = -\frac{b}{2a}$ 时, 函数有极值, 代表两者距离的最大或最小值.

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

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

例 1 [2023 · 长沙模拟] 在水平轨道上有两列火车 A 和 B 相距为 x , A 车在后面做初速度为 v_0 、加速度大小为 $2a$ 的匀减速直线运动, 而 B 车同时做初速度为零、加速度为 a 的匀加速直线运动, 两车运动方向相同. 要使两车不相撞 (未相遇), A 车的初速度 v_0 应满足什么条件?

[导思] 方法一: 情景分析法



方法二: 函数判断法

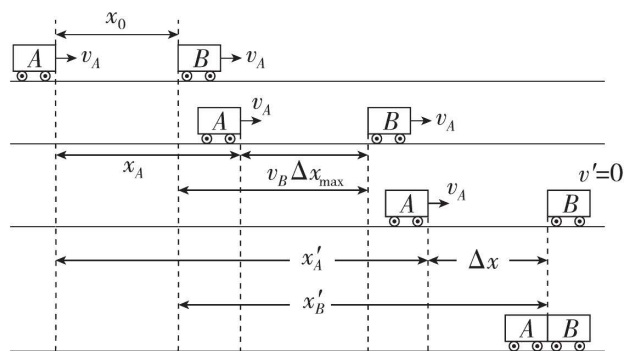
方法三: 变换参考系法

例 2 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 $x_0 = 7 \text{ m}$ 处以 $v_B = 10 \text{ m/s}$ 的速度同向运动的汽车 B 正开始匀减速刹车直到静止后保持不动, 其刹车的加速度大小 $a = 2 \text{ m/s}^2$. 从刚刹车开始计时, 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?

[导思] 情景分析



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

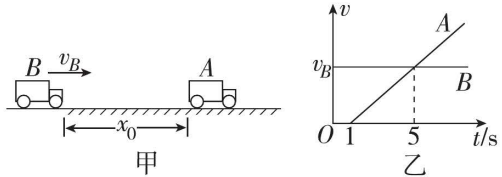
2. 速度大者追速度小者

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 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 ($t_2 - t_0 = t_0 - t_1$)
匀速追匀加速		
匀减速追匀加速		

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

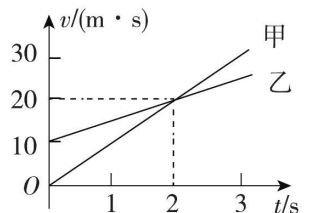
(1) 求 B 车运动的速度大小 v_B 和 A 车的加速度 a 的大小;

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



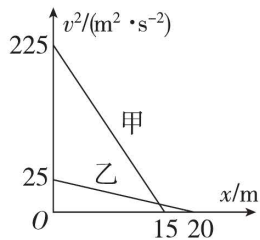
变式 (多选) 甲、乙两车在平直公路上同向行驶,其 $v-t$ 图像如图所示. 已知两车在 $t=3$ s 时并排行驶, 则 ()

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



[反思感悟]

例 4 [2023·江苏南通模拟] 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 x 的变化规律如图所示. 则下列说法正确的是 ()



- 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] _____

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.

应用示例

► 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/s^2) ()

- 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

[反思感悟] _____

变式 1 [2023·广东广州模拟] 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, 如果物体的加速度始终为 5 m/s^2 , 方向沿斜面向下, 那么经过 3 s 时的速度大小和方向是 ()

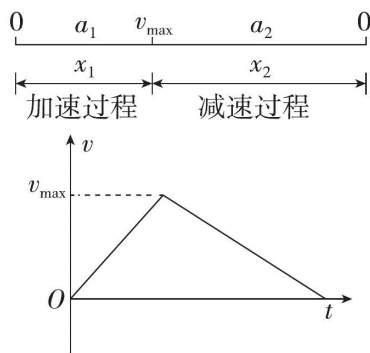
- A. 25 m/s , 沿斜面向上
- B. 5 m/s , 沿斜面向下
- C. 5 m/s , 沿斜面向上
- D. 25 m/s , 沿斜面向下

[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 $v-t$ 图像如图所示.



例 2 一名消防队员在模拟学习训练中, 沿着长为 12 m 的竖立在地面上的钢管从顶端由静止先匀加速再匀减速下滑, 滑到地面时速度恰好为零. 如果他加速时的加速度大小是减速时加速度大小的 2 倍, 下滑的总时间为 3 s, 那么该消防队员 ()

- A. 下滑过程中的最大速度为 4 m/s
- B. 加速与减速运动过程的时间之比为 1 : 2
- C. 加速与减速运动过程的平均速度之比为 2 : 1
- D. 加速与减速运动过程的位移之比为 1 : 4

[反思感悟] _____

变式 2 如图所示, 竖井中的升降机可将地下深处的矿石快速运送到地面. 某一竖井的深度为 104 m, 升降机运行的最大速度为 8 m/s , 加速度大小不超过 1 m/s^2 . 假定升降机到井口的速度为 0, 则将矿石从井底提升到井口的最短时间是 ()



- A. 13 s
- B. 16 s
- C. 21 s
- D. 26 s

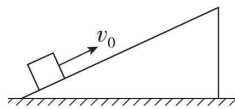
» 考向三 竖直上抛有阻力与沿粗糙斜面上滑

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中间某位置向上滑动,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 ?



题组演练

1. (多选)[2023·武汉模拟] 将一小物体以初速度 v_0 竖直上抛,若物体所受的空气阻力大小不变,则小物体到达最高点前最后一秒内和离开最高点后第一秒内通过的路程 x_1 和 x_2 以及速度的变化量 Δv_1 和 Δv_2 的大小关系为 ()

- A. $\Delta v_1 < \Delta v_2$ B. $\Delta v_1 > \Delta v_2$
 C. $x_1 < x_2$ D. $x_1 > x_2$

2. [2023·河北石家庄模拟] 有一部电梯,启动时匀加速上升的加速度大小为 2 m/s^2 ,制动时匀减速上升的加速度大小为 1 m/s^2 ,中间阶段电梯可匀速运行,电梯运行上升的高度为 48 m .

- (1) 若电梯运行时限速不超过 9 m/s ,则电梯升到最高处的最短时间是多少?
- (2) 如果电梯先加速上升,然后匀速上升,最后减速上升,全程共用时间为 15 s ,则上升的最大速度是多少?

3. 可爱的企鹅喜欢在冰面上玩游戏. 如图所示, 有一企鹅在倾角为 37° 的倾斜冰面上, 先以加速度 $a = 0.5 \text{ m/s}^2$ 从冰面底部由静止开始沿直线向上“奔跑”, $t = 8 \text{ s}$ 时, 突然卧倒以肚皮贴着冰面向前滑行, 最后退滑到出发点, 完成一次游戏(企鹅在滑动过程中姿势保持不变). 若企鹅肚皮与冰面间的动摩擦因数 $\mu = 0.25$, 已知 $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$, g 取 10 m/s^2 . 求:

- (1) 企鹅向上“奔跑”的位移大小;
- (2) 企鹅在冰面滑动的加速度大小;
- (3) 企鹅退滑到出发点时的速度大小. (计算结果可用根式表示)



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

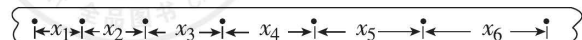
- (1) “中间点”的瞬时速度: 如图甲中的第 n 个点.

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).

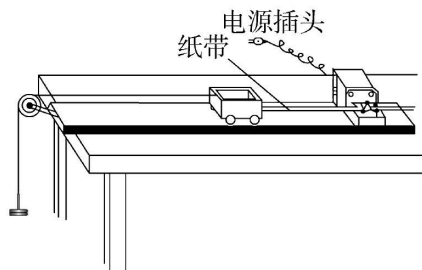
四、实验步骤

1. 仪器安装

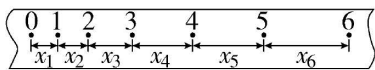
- (1) 把附有滑轮的长木板放在实验桌上, 并使滑轮伸出桌面, 把打点计时器固定在长木板上没有滑轮的一端, 连接好电路.
- (2) 把一条细绳的一端拴在小车上, 细绳跨过滑轮, 下端挂上合适的槽码, 纸带穿过打点计时器, 并将纸带的一端固定在小车的后面. 实验装置如图所示, 放手后, 看小车能否在木板上平稳地加速滑行.

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。



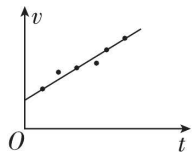
(3)利用一段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度,求得计数点 1、2、3、4、5 对应的瞬时速度。

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

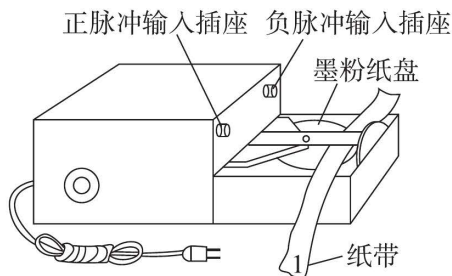
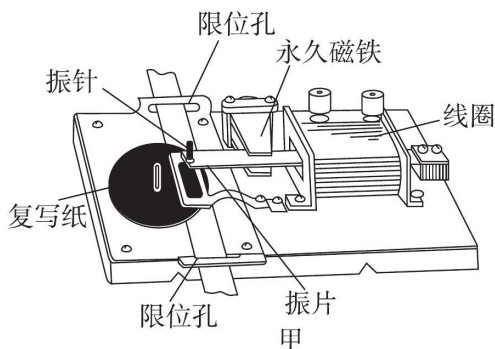
六、误差分析

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。

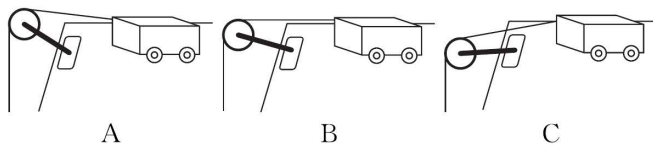
例 1 图中的甲、乙是高中物理实验中常用的两种打点计时器,请回答下面的问题:



乙

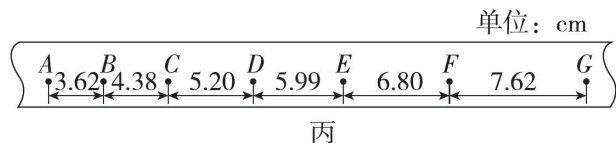
(1)图乙是_____ (填“电磁打点计时器”或“电火花计时器”),电源采用的是_____ (填“交流 8 V”“交流 220 V”或“四节蓄电池”);

(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,交流电频率为 50 Hz。

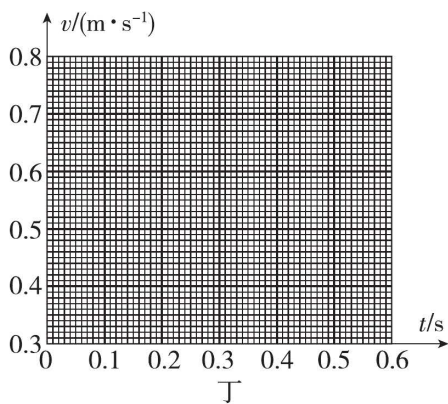
①试根据纸带上各个计数点间的距离,计算出打下 F 点时小车的瞬时速度,并填入下表中;(结果保留三位有效数字)



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

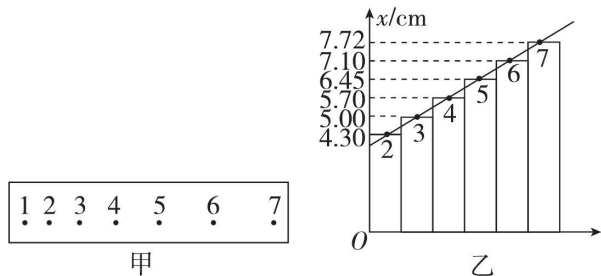
②将 B、C、D、E、F 对应的瞬时速度标在图丁所示的直角坐标系中,并画出小车的瞬时速度随时间变化的关系图线;

③由速度—时间图像可得小车的加速度为_____。(结果保留两位小数)



变式 [2023·湖北黄石模拟] 某同学在做“研究匀变速直线运动”的实验中,由打点计时器得到表示小车运动过程的一条清晰纸带,纸带的一部分如图甲所示,纸带上两相邻计数点的时间间隔 $T=0.10\text{ s}$. 该同学将纸带从每个计数点处截断,得到 6 条短纸带,再把 6

条短纸带的下端对齐贴在纸上,以纸带下端为横轴建立直角坐标系,并将刻度尺边缘紧靠纵轴,其示数如图乙所示.(以下结果均保留 2 位有效数字)

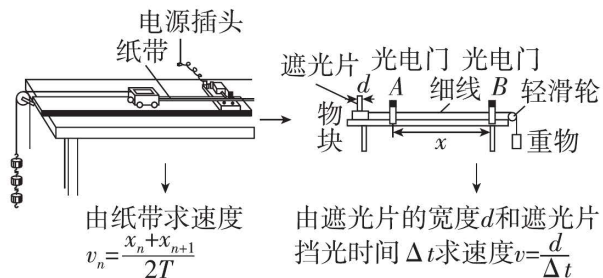


- 打下计数点“2”时,小车的速度大小为 _____ m/s.
- 小车的加速度大小为 _____ m/s^2 .
- 在此实验中,若该同学所用交流电的频率小于 50 Hz,则加速度的测量值 _____ (选填“>”“=”或“<”)真实值.

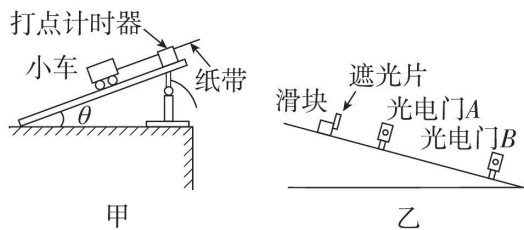
拓展创新实验

关于测量速度的其他方法

1. 实验器材的改进及速度的测量方法(如图 所示)



2. 获得加速度方法的改进



靠重物所受的拉力获得加速度→长木板倾斜靠重力获得加速度,如图甲、乙所示.

3. 用频闪照相的方法、滴水法或光电计时器、手机录像代替打点计时器.

通过以上装置的改进能最大限度地减少因长木板和打点计时器的限位孔的阻力而导致的小车加速度不恒定,使小车尽可能做匀加速直线运动,以提高实验的精确度.

例 2 [2022·全国乙卷] 用雷达探测一高速飞行器的位置.从某时刻($t=0$)开始的一段时间内,该飞行器可视为沿直线运动,每隔 1 s 测量一次其位置,坐标为 x ,结果如下表所示:

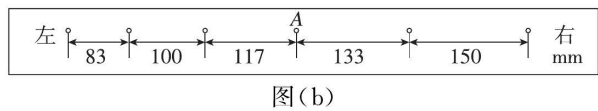
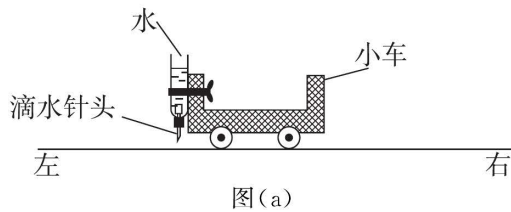
t/s	0	1	2	3	4	5	6
x/m	0	507	1094	1759	2505	3329	4233

回答下列问题:

- 根据表中数据可判断该飞行器在这段时间内近似做匀加速运动,判断的理由是: _____;
- 当 $x=507\text{ m}$ 时,该飞行器速度的大小 $v=$ _____ m/s ;
- 这段时间内该飞行器加速度的大小 $a=$ _____ m/s^2 (保留 2 位有效数字).

[反思感悟] _____

例 3 [2017·全国卷 I] 某探究小组为了研究小车在桌面上的直线运动,用自制“滴水计时器”计量时间.实验前,将该计时器固定在小车旁,如图(a)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(b)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(b)可知,小车在桌面上是_____ (选填“从右向左”或“从左向右”)运动的.

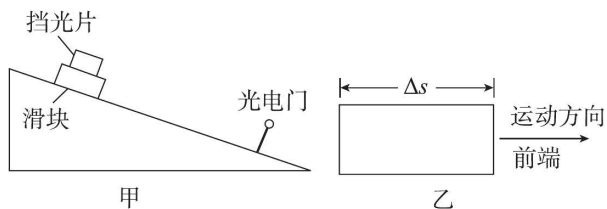
(2)该小组同学根据图(b)的数据判断出小车做匀变速运动.小车运动到图(b)中 A 点位置时的速度大小为_____ m/s,加速度大小为_____ m/s^2 . (结果均保留 2 位有效数字)

[反思感悟]

例 4 [2017·全国卷 II] 某同学研究在固定斜面上运动物体的平均速度、瞬时速度和加速度之间的关系.使用的器材有:斜面、滑块、长度不同的矩形挡光片、光电计时器.

实验步骤如下:

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



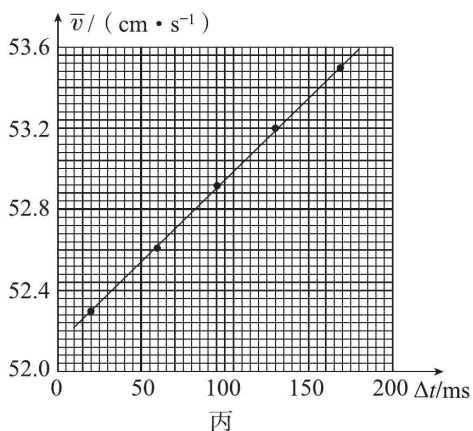
②当滑块上的挡光片经过光电门时,用光电计时器测得光线被挡光片遮住的时间 Δt ;

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.



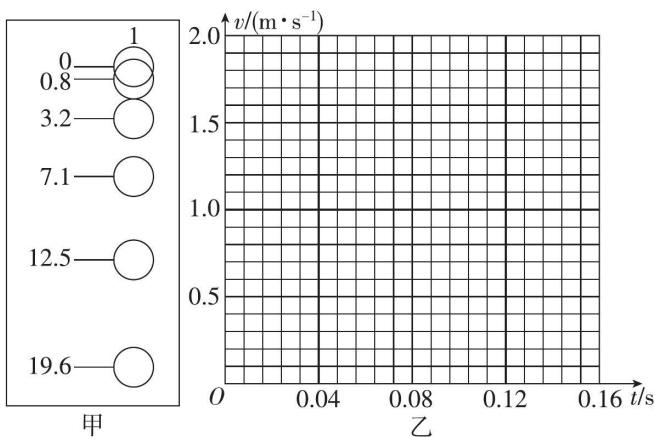
完成下列填空:

(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 $\bar{v} =$ _____.

(2)由图丙可求得, $v_A =$ _____ cm/s , $a =$ _____ cm/s^2 . (结果均保留 3 位有效数字)

[反思感悟]

例 5 [2023·南昌模拟] 频闪摄影是研究变速运动常用的实验手段.在暗室中,照相机的快门处于常开状态,频闪仪每隔一定时间发出一次短暂的强烈闪光,照亮运动的物体,于是胶片上记录了物体在几个闪光时刻的位置,它们到初始点的实际距离经过比例测算已经在图上标出,长度单位为 cm ,如图甲所示.已知频闪仪每隔 0.04 s 闪光一次,某次闪光时小球刚好释放.



(1)根据运动学规律可计算各个位置的速度,得到如下表格, 0.04 s 时小球的速度为_____ m/s .

时刻 t/s	0	0.04	0.08	0.12	0.16
速度 $v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	0		0.79	1.16	1.56

(2)根据表格数据,在图乙中绘出小球下落的 $v-t$ 图像.

(3)根据所描绘的图像,可得小球下落的加速度大小为_____ m/s^2 (保留三位有效数字).

(4)若频闪仪实际闪光的时间间隔小于 0.04 s ,测得小球下落的加速度大小比真实值_____ (选填“偏大”“偏小”或“不变”).

[反思感悟]