



浙江省

QUANPIN XUEKAO FUXI FANG'AN

全品
选考

复习方案

主编：肖德好

物理

2025.1

2024.12

2024.11

2024.10

2024.9

2024.8

2024.7

2024.6

2024.5

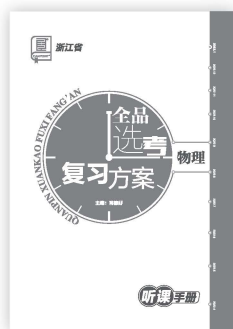
2024.4

天津出版传媒集团
天津人民出版

听课手册

用心的产品

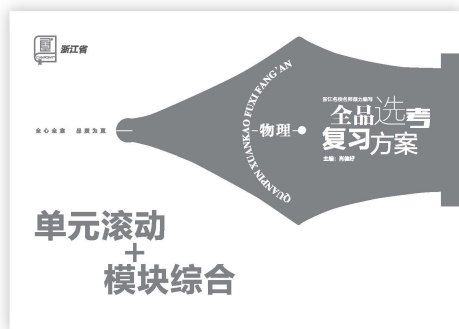
物理 浙江省



(听课手册)



(作业手册)



(单元滚动+模块综合卷)

►用心之处一：专注**选考**，打造**浙江模式**

1. 第一次选考备考时间较长，地位突出。本书细化课时，做精微专题和小练习。
2. 本书结合浙江省选考特点确定选题方向、难度和题型等，以适应浙江的选考形势。

►用心之处二：钻研**课程标准**，渗透**学科素养**

1. 新高考模式下，逐渐减弱考试大纲、考试说明的束缚，而以课程标准为根本依据。
2. 在新课程、新教材落实的过程中，新高考命题必将发生变化，渗透学科素养。本书在选题过程中，关注并落实这一变化。

►用心之处三：关注**细节**，绝少**错误**

无论困难多大，我们都将继续高举“挑战零失误”的大旗。

为确保编校质量，我们实行“三审五校”流程，如果您在成书中发现影响解题的知识性错误，可发送邮件至gzcehua@canpoint.cn指出来，也可交流使用心得，点评编写优劣，我们会从中抽取部分读者进行奖励。

温馨提示

开放式套餐——自由组合，随心选择

听课手册、作业手册、单元滚动+模块综合卷，自由组合，随心选择。

针对不同学校、不同教师对选考的不同需求，独创开放式的产品套餐，让您根据个性化的教学需求自由选购。

第一单元 运动的描述 匀变速直线运动

第1讲 运动的描述	1
►增分微课1 浙江选考物理核心素养必备常识	4
第2讲 匀变速直线运动规律及其应用	6
专题一 运动图像 追及、相遇问题	9
题型一 运动学图像	9
题型二 追及、相遇问题	11
实验一 测量做直线运动物体的瞬时速度(加速度)	13

第二单元 相互作用 物体平衡

第3讲 重力、弹力和摩擦力	16
第4讲 力的合成与分解	20
专题二 牛顿第三定律 共点力的平衡	24
题型一 牛顿第三定律 受力分析	24
题型二 共点力的平衡条件及其应用	25
题型三 动态平衡问题	26
题型四 平衡中的临界和极值问题	27
实验二 探究弹簧弹力与形变量的关系	28
实验三 探究两个互成角度的力的合成规律	31

第三单元 运动与力的关系

第5讲 牛顿第一定律、牛顿第二定律	34
第6讲 牛顿第二定律的基本应用	37
第7讲 牛顿第二定律的综合应用	41
专题三 动力学常见模型	44
题型一 传送带模型	44
题型二 滑块—木板模型	45
实验四 探究加速度与物体受力、物体质量的关系	47

第四单元 曲线运动

第8讲 运动的合成与分解	51
►增分微课2 “关联速度”类问题	54
第9讲 抛体运动	56
第10讲 圆周运动	60

素养提升

1. 轻绳、轻杆、弹性绳及轻弹簧的比较	019
2. 摩擦角问题	023
3. 系统牛顿第二定律的问题	043
4. 动量定理与微元法的综合应用	102
5. 多体碰撞的解题思路	106
6. 用等效法处理变压器问题	217

物理建模

1. 等时圆问题	040
2. 传送带模型	044
3. 圆锥摆类问题	062
4. 机车启动问题	085
5. “子弹打木块”模型	110
6. 示波管的原理	145

解答规范

1. 动力学中的两类基本问题	038
2. 动能定理在单向多过程问题中的应用	088
3. 力学三大观点的综合应用	112
4. 带电粒子在一般组合场中的运动	185
5. 动量守恒定律在电磁感应中的应用	206

专题四 圆周运动的临界问题	63
题型一 水平面内圆周运动的临界问题	63
题型二 竖直面内圆周运动的临界问题	64
* 题型三 斜面上圆周运动的临界问题	65
▶增分微课 3 抛体运动与圆周运动的综合问题	65
实验五 探究平抛运动的特点	67
实验六 探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系	70

第五单元 万有引力与宇宙航行	
第 11 讲 万有引力定律及其应用	73
第 12 讲 人造卫星 宇宙速度	76
专题五 人造卫星变轨问题 双星模型	79
题型一 卫星变轨和对接问题	79
题型二 双星及多星问题	80
题型三 星球“瓦解”、黑洞问题	81

第六单元 机械能	
第 13 讲 功、功率	82
第 14 讲 动能定理及其应用	86
专题六 动能定理在多过程问题中的应用	88
题型一 动能定理在单向多过程问题中的应用	88
题型二 动能定理在往复运动问题中的应用	90
第 15 讲 机械能守恒定律及其应用	91
第 16 讲 功能关系 能量守恒定律	94
▶增分微课 4 能量守恒定律与功能关系 STSE 问题	96
实验七 验证机械能守恒定律	97

第七单元 动量	
第 17 讲 动量定理及其应用	100
第 18 讲 动量守恒定律及其应用	103
专题七 碰撞模型的拓展	107
题型一 “滑块—斜(曲)面”模型	107
题型二 “滑块—弹簧”模型	108
题型三 “滑块—木板”模型	109
题型四 “子弹打木块”模型	110

专题八 力学三大观点的综合应用	111
题型一 动量与动能观点的综合应用	111
题型二 力学三大观点的综合应用	112
实验八 验证动量守恒定律	113

第八单元 机械振动与机械波	
第 19 讲 机械振动	117
实验九 用单摆测量重力加速度	120
第 20 讲 机械波	123
▶增分微课 5 有关振动、波动的新高考命题热点	127

第九单元 静电场	
第 21 讲 静电场中力的性质	129
▶增分微课 6 求电场强度的其他方法	133
第 22 讲 静电场中能的性质	134
专题九 电场性质的综合应用	136
题型一 电场中功能关系的综合问题	136
题型二 电场中的图像问题	137
第 23 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	139
第 24 讲 带电粒子在电场中的偏转	143
专题十 带电粒子在电场中运动的综合问题	145
题型一 等效思想在电场中的应用	145
题型二 带电粒子的能量与动量综合问题	146

第十单元 恒定电流	
第 25 讲 电路及其应用	148
第 26 讲 焦耳定律、闭合电路欧姆定律	151
专题十一 电学实验基础	155
题型一 基本仪器的使用与读数	155
题型二 测量电路与控制电路的设计	156
题型三 实验器材的选取与实物图的连接	158
实验十 测量金属丝的电阻率	159
实验十一 用多用电表测量电学中的物理量	162
实验十二 测量电源的电动势和内阻	165

第十一单元 磁场

第 27 讲	磁场的描述 磁场对电流的作用	169
第 28 讲	磁场对运动电荷(带电体)的作用	173
专题十二	带电粒子在有界匀强磁场中的运动	175
题型一	带电粒子在几种典型有界匀强磁场中的运动	175
题型二	带电粒子在有界匀强磁场中运动的临界问题	177
题型三	带电粒子在有界匀强磁场中运动的多解问题	178
增分微课 7	“几何圆模型”在磁场中的应用	179
专题十三	洛伦兹力与现代科技	182
题型一	质谱仪	182
题型二	回旋加速器	182
题型三	电场与磁场叠加的应用实例	183
专题十四	带电粒子在组合场中的运动	185
题型一	带电粒子在一般组合场中的运动	185
题型二	带电粒子在交变组合场中的运动	187
题型三	带电粒子在立体空间中的偏转	187
专题十五	带电粒子在叠加场中的运动	188
题型一	带电粒子在叠加场中的运动	188
题型二	叠加场中的摆线类问题	189

第十二单元 电磁感应

第 29 讲	电磁感应现象 楞次定律	191
实验:	探究影响感应电流方向的因素	191
第 30 讲	法拉第电磁感应定律 自感和涡流	194
专题十六	电磁感应中的电路和图像	198
题型一	电磁感应中的电路问题	198
题型二	电磁感应中的图像问题	199
专题十七	电磁感应中的动力学和能量问题	201
题型一	电磁感应的动力学问题	201
题型二	电磁感应的能量问题	203
专题十八	动量观点在电磁感应中的应用	204
题型一	动量定理在电磁感应中的应用	204

题型二	动量守恒定律在电磁感应中的应用	206
增分微课 8	现代科技中的电磁感应问题	207

第十三单元 交变电流 电磁振荡与电磁波 传感器

第 31 讲	交变电流的产生及描述	211
第 32 讲	变压器 远距离输电	214
实验:	探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系	214
第 33 讲	电磁振荡与电磁波	219
实验十三	利用传感器制作简单的自动控制装置	221

第十四单元 光学

第 34 讲	光的折射和全反射	225
第 35 讲	光的波动性	227
实验十四	测量玻璃的折射率	230
实验十五	用双缝干涉实验测量光的波长	232

第十五单元 近代物理

第 36 讲	原子结构和波粒二象性	235
第 37 讲	原子核	241

第十六单元 热学

第 38 讲	分子动理论 内能	245
第 39 讲	固体、液体和气体	249
第 40 讲	理想气体与热力学定律综合问题	253
专题十九	气体实验定律的综合应用	256
题型一	变质量气体问题	256
题型二	关联气体问题	258
实验十六	用油膜法估测油酸分子的大小	259
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	260

作业手册 [单独成册 P320~P467]

参考答案(听课手册) [单独成册 P268~P318]

参考答案(作业手册) [单独成册 P470~P520]

单元滚动+模块综合

单元过关卷(一)~单元过关卷(十二) 阶段滚动卷(一)~阶段滚动卷(三)
模块综合卷

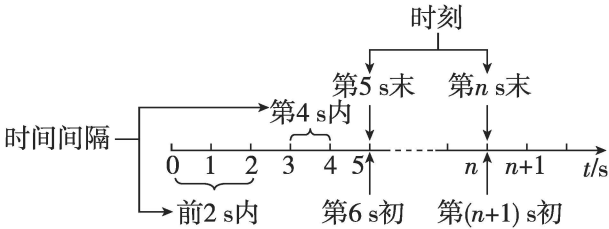
课程标准	核心考点
1. 了解近代实验科学产生的背景,认识实验对物理学发展的推动作用 2. 经历质点模型的建构过程,了解质点的含义.知道将物体抽象为质点的条件,能将特定实际情境中的物体抽象为质点.体会建构物理模型的思维方式,认识物理模型在探索自然规律中的作用 3. 理解位移、速度和加速度.通过实验,探究匀变速直线运动的特点,能用公式、图像等方法描述匀变速直线运动,理解匀变速直线运动的规律,能运用其解决实际问题,体会科学思维中的抽象方法和物理问题研究中的极限方法 4. 通过实验认识自由落体运动规律.结合物理学史的相关内容,认识物理实验与科学推理在物理学研究中的作用	参考系、质点
	位移、速度和加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

第 1 讲 运动的描述

考点一 质点、参考系、时间与位移

必备知识 精梳理

1. 质点
- (1)质点是用来代替物体的_____的点,质点是一种理想化模型.
- (2)把物体看作质点的条件:①物体的大小、形状等因素对所研究的问题的影响可以_____.
②当物体上各部分的运动状态都_____时,任何一点的运动情况都能代表物体的运动.
2. 参考系
- 在描述物体运动时,用来作为参考的物体,通常以_____为参考系.
3. 时间与位移
- (1)时间间隔与时刻(如图所示)



(2)位移与路程

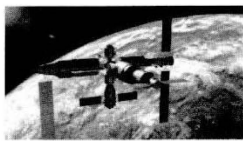
	位移	路程
定义	位移表示物体的位置变化,可用由初位置指向_____的有向线段表示	路程是物体_____的长度
矢标性	位移是_____,方向由初位置指向_____	路程是_____,没有方向
运算规则	矢量的平行四边形定则	标量的代数运算
联系	在单向直线运动中,位移的大小等于路程;其他情况下,位移的大小_____路程	

【辨别明理】

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

例 1 [2023·浙江1月选考] “神舟十五号”飞船和空间站“天和”核心舱成功对接后,在轨运行如图所示,则 ()

- A. 选地球为参考系,“天和”是静止的
B. 选地球为参考系,“神舟十五号”是静止的
C. 选“天和”为参考系,“神舟十五号”是静止的
D. 选“神舟十五号”为参考系,“天和”是运动的



[反思感悟]

例 2 [2024·浙江1月选考] 杭州亚运会顺利举行,如图所示为运动会中的四个比赛场景.在下列研究中可将运动员视为质点的是 ()



甲:跳水



乙:体操



丙:百米比赛



丁:攀岩

- A. 研究甲图运动员的入水动作
B. 研究乙图运动员的空中转体姿态

- C. 研究丙图运动员在百米比赛中的平均速度
D. 研究丁图运动员通过某个攀岩支点的动作

[反思感悟]

例 3 衢宁铁路北起浙江省衢州市终至福建省宁德市,途径 13 个客运车站,结束了 8 个县市不通铁路的历史.线路全长 379 公里,设计时速 160 公里,最快运行时间为 5 小时 17 分钟.下列说法正确的是 ()

- A. “全长 379 公里”指位移大小
B. “时速 160 公里”指路程
C. “5 小时 17 分钟”指时刻
D. 在研究运行时间时,可以把火车看成质点

[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

必备知识

精梳理

1. 平均速度与瞬时速度

	平均速度	瞬时速度
定义	物体在某一段时间内完成的位移与所用时间之比	物体在某一时刻或经过某一位置时的速度
定义式	$v = \frac{x}{t}$ (x 为位移)	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (Δt 趋于零)
矢标性	矢量,平均速度方向与物体运动方向相同	矢量,瞬时速度方向与物体运动方向相同,沿其运动轨迹的切线方向
实际应用	物理实验中通过光电门测速,把遮光条通过光电门的平均速度视为瞬时速度	

2. 平均速率与瞬时速

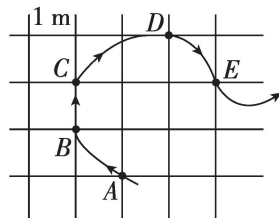
- (1)瞬时速率:瞬时速度的大小,简称速率.
(2)平均速率:物体运动的总路程与通过这段路程所用时间的比值, (选填“一定”或“不一定”)等于平均速度的大小.

【辨别明理】

1. 瞬时速度的方向就是物体在该时刻或该位置的运动方向. ()
2. 瞬时速度的大小叫速率,平均速度的大小叫平均速率. ()
3. 一个物体在一段时间内的平均速度为 0,平均速率也一定为 0. ()

例 4 [2023·舟山模拟] 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 $\frac{\sqrt{5}}{2}$ 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

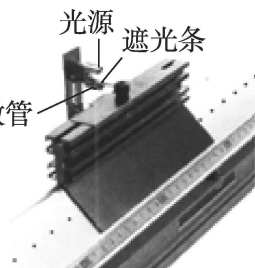


[反思感悟]

例 5 [2023·绍兴模拟] 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]

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

必备知识

精梳理

- 定义:物体 和发生这一变化所用时间之比.
- 定义式: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 单位: m/s^2 .
- 方向:与 的方向一致,由 的方向决定,而与 v_0 、 v 的方向 (选填“有关”或“无关”),是矢量.
- 物理意义:描述物体速度 的物理量.
- 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		

【辨别明理】

- 加速度为负表示减速运动,加速度为正表示加速运动. ()

- 物体的加速度增大,速度一定增大. ()
- 甲的加速度 $a_{\text{甲}} = 2 \text{ m/s}^2$,乙的加速度 $a_{\text{乙}} = -3 \text{ m/s}^2$, $a_{\text{甲}} > a_{\text{乙}}$. ()

》考向一 加速度的理解

例 6 (不定项)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 ()

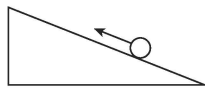
- A. 两物体都做加速直线运动,乙的速度变化快
B. 每经过 1 s,甲的速度增加 2 m/s
C. 乙做减速直线运动,它的速度变化率大
D. 甲的加速度比乙的加速度大

[反思感悟]

》考向二 加速度的计算

例 7 [2023·嘉兴模拟] 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]

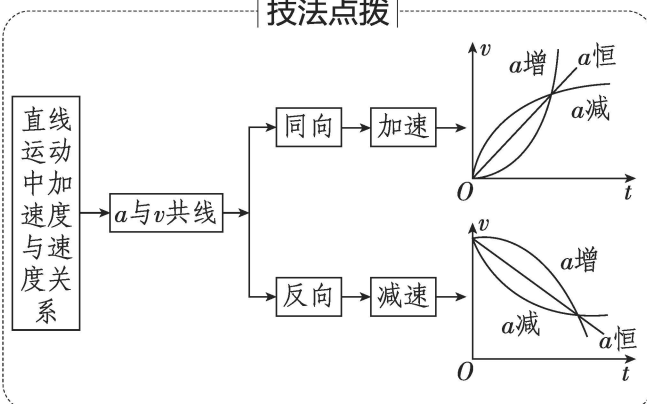
》 考向三 加速度与速度的关系

例 8 [2023·台州模拟] 关于速度、速度变化量和加速度的关系,下列说法中正确的是 ()

- A. 速度变化得越多,加速度就越大
- B. 单位时间内的速度变化越大,加速度一定越大
- C. 加速度方向保持不变,速度方向也保持不变
- D. 加速度大小不断变小,速度大小也不断变小

[反思感悟]

技法点拨



增分微课1 浙江选考物理核心素养必备常识

浙江物理选考试题有以下几个特点:1. 注重物理知识与生活实际、生产劳动的联系;2. 注重物理知识与科技的联系;3. 紧扣教材,从教材中寻找素材;4. 坚持考查“物理核心素养”;5. 注重过程,运算量大;6. 试题的传承性强,不回避热点问题.本微课以近些年浙江选考常考必备常识为主线梳理以下考点.

考点一 物理量的分类

有关物理量的分类常见的有:1. 按照描述对象的状态分为状态量和过程量;2. 按照遵循的运算法则分为矢量和标量;3. 按照是否参与参考系关联分为相对量和绝对量;4. 按照物理量关系式的由来分为比值式和决定式等多种分类方式.

》 考向一 矢量与标量

例 1 [2023·浙江6月选考] 下列四组物理量中均为标量的是 ()

- A. 电势 电场强度
- B. 热量 功率
- C. 动量 动能
- D. 速度 加速度

》 考向二 比值定义式与决定式

例 2 [2019·浙江4月选考] 下列式子属于比值定义物理量的是 ()

- A. $t = \frac{\Delta x}{v}$
- B. $a = \frac{F}{m}$
- C. $C = \frac{Q}{U}$
- D. $I = \frac{U}{R}$

考点二 物理量的单位

国际单位制的单位包括 SI 基本单位和 SI 导出单位.

1. SI 基本单位: SI 基本单位在量纲上彼此独立. 国际单位制以下表中的 7 个单位为基础.

物理量	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克(公斤)	kg
时间	秒	s
电流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
发光强度	坎[德拉]	cd
物质的量	摩[尔]	mol

2. SI 导出单位: 导出单位是用基本单位以代数形式表示的单位. 高中阶段常见的 SI 导出单位如下:

物理量	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
频率	赫[兹]	Hz	1 Hz = 1 s ⁻¹
力	牛[顿]	N	1 N = 1 kg · m/s ²
压强	帕[斯卡]	Pa	1 Pa = 1 N/m ²
功、能量	焦[耳]	J	1 J = 1 N · m
功率	瓦[特]	W	1 W = 1 J/s
电荷[量]	库[仑]	C	1 C = 1 A · s
电压、电动势	伏[特]	V	1 V = 1 W/A
电容	法[拉]	F	1 F = 1 C/V
电阻	欧[姆]	Ω	1 Ω = 1 V/A

(续表)

物理量	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
磁通[量]	韦[伯]	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$
磁感应强度	特[斯拉]	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2$
电感	亨[利]	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb/A}$

例 3 [2023·浙江 1 月选考] 下列属于国际单位制中基本单位符号的是 ()

- A. J B. K C. W D. Wb

[反思感悟]

例 4 [2021·浙江 1 月选考] 如图所示是我国自主研发的全自动无人值守望远镜,它安装在位于南极大陆的昆仑站,电力供应仅为 $1 \times 10^3 \text{ W}$. 若用国际单位制基本单位的符号来表示 W, 正确的是 ()

- A. $\text{N} \cdot \text{s}$
B. $\text{N} \cdot \text{m/s}$
C. $\text{kg} \cdot \text{m/s}$
D. $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$

[反思感悟]



考点三 物理学史及常识类考查

浙江选考注重物理学史、物理概念的考查,尤其是发散型选项,四个独立选项,分别考查不同的概念、规律和应用,知识覆盖面广.

例 5 (不定项)[2024·浙江 1 月选考] 下列说法正确的是 ()

- A. 相同温度下,黑体吸收能力最强,但辐射能力最弱
B. 具有相同动能的中子和电子,其德布罗意波长相同
C. 电磁场是真实存在的物质,电磁波具有动量和能量
D. 自然光经玻璃表面反射后,透过偏振片观察,转动偏振片时可观察到明暗变化

[反思感悟]

例 6 (不定项)[2023·浙江 6 月选考] 下列说法正确的是 ()

- A. 热量能自发地从低温物体传到高温物体
B. 液体的表面张力方向总是跟液面相切
C. 在不同的惯性参考系中,物理规律的形式是不同的
D. 当波源与观察者相互接近时,观察者观测到波的频率大于波源振动的频率

[反思感悟]

题组演练

1. [2024·浙江 1 月选考] 下列属于国际单位制基本单位符号的是 ()

- A. s
B. N
C. F
D. T

2. [2022·浙江 1 月选考] 单位为 J/m 的物理量是 ()

- A. 力
B. 功
C. 动能
D. 电场强度

3. [2021·浙江 6 月选考] 据《自然》杂志 2021 年 5 月 17 日报道,中国科学家在稻城“拉索”基地(如图所示)探测到迄今为止最高能量的 γ 射线,能量值为 $1.40 \times 10^{15} \text{ eV}$, 即 ()

- A. $1.40 \times 10^{15} \text{ V}$
B. $2.24 \times 10^{-4} \text{ C}$
C. $2.24 \times 10^{-4} \text{ W}$
D. $2.24 \times 10^{-4} \text{ J}$



4. [2022·浙江 6 月选考] 下列说法正确的是 ()

- A. 链球做匀速圆周运动过程中加速度不变
B. 足球下落过程中惯性不随速度增大而增大
C. 乒乓球被击打过程中受到的作用力大小不变
D. 篮球飞行过程中受到空气阻力的方向与速度方向无关

5. (不定项)[2023·浙江 1 月选考] 下列说法正确的是 ()

- A. 利用电容传感器可制成麦克风
B. 物体受合外力越大,则动量变化越快
C. 利用红外传感器可制成商场的自动门
D. 牛顿运动定律不适用,则动量守恒定律也不适用

第2讲 匀变速直线运动规律及其应用

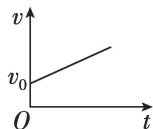
考点一 匀变速直线运动的规律及其应用

必备知识

精梳理

1. 匀变速直线运动:沿着一条直线且_____不变的运动.

如图所示,匀变速直线运动的 $v-t$ 图线是一条倾斜的直线.



2. 匀变速直线运动的基本规律及公式选用

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.

3. “一画,二选,三注”解决匀变速直线运动问题

一画

根据题意画出物体运动示意图,使运动过程直观清晰

较复杂的运动一定要画示意图

二选

匀变速直线运动常可一题多解,要灵活选择合适的公式

妙用运动公式会事半功倍

三注

注意列运动学方程时,方程中每一个物理量均对应同一运动过程

明确运动过程,切忌乱套公式

【辨别明理】

- 匀变速直线运动的加速度是均匀变化的. ()
- 匀变速直线运动的速度是均匀变化的. ()
- 匀变速直线运动中,经过相同的时间,速度变化量相同. ()

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

[反思感悟]

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 改为反向加速度大小为 a_2 的匀变速直线运动,又经过时间 t 物体回到开始位置,求两个加速度大小之比 $\frac{a_1}{a_2}$.

技法点拨

两类特殊的匀减速直线运动

刹车类	特点为匀减速到速度为零后即停止运动,加速度 a 突然消失,求解时要注意确定其实际运动时间.如果问题涉及最后阶段(到停止运动)的运动,可把该阶段看成反向的初速度为零、加速度不变的匀加速直线运动
双向运动类	如沿光滑斜面上滑的小球,到最高点后仍能以原加速度匀加速下滑,全过程加速度大小、方向均不变,求解时可对全过程列式,但必须注意 x, v, a 等矢量的正负号及物理意义

考点二 匀变速直线运动的推论及其应用

必备知识

精梳理

1. 匀变速直线运动的常用推论

(1)平均速度公式:做匀变速直线运动的物体在一段时间内的平均速度等于这段时间内初、末时刻速度矢量和的一半,还等于_____的瞬时速度.即

$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2} = v_{\frac{t}{2}}$. 此公式可用于求某时刻的瞬时

速度.

(2)位移差公式:连续相邻相等的时间间隔 T 内的位移差相等.即: $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = \cdots = x_n - x_{n-1} = aT^2$.

不相邻相等的时间间隔 T 内的位移差 $x_m - x_n = (m - n)aT^2$. 此公式可用于求加速度.

2. 初速度为零的匀加速直线运动的五个重要比例式

(1) T 末、 $2T$ 末、 $3T$ 末、 $\cdots$ 、 nT 末的瞬时速度之比

$v_1 : v_2 : v_3 : \cdots : v_n = \underline{\hspace{2cm}}$.

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

之比 $x_1 : x_2 : x_3 : \cdots : x_n = \underline{\hspace{2cm}}$.

(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 $x_{\text{I}} : x_{\text{II}} : x_{\text{III}} : \cdots : x_N = \underline{\hspace{2cm}}$.

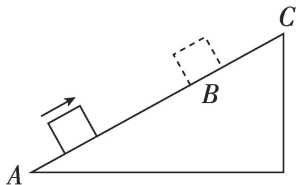
(4) 前 x 内、前 $2x$ 内、前 $3x$ 内、 $\cdots$ 、前 nx 内的时间

之比 $t_1 : t_2 : t_3 : \cdots : t_n = \underline{\hspace{2cm}}$.

(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 $t_{\text{I}} : t_{\text{II}} : t_{\text{III}} : \cdots : t_n = \underline{\hspace{2cm}}$.

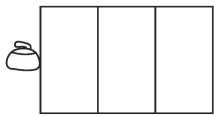
例 3 物体以一定的初速度从斜面底端 A 点冲上固定的光滑斜面, 斜面总长度为 x_{AC} , 物体到达斜面最高点 C 时速度恰好为零, 如图所示, 已知物体向上运动到距斜面底端 $\frac{3}{4}x_{AC}$ 处的 B 点时, 所用时间为 t , 求物体从 B 滑到 C 所用的时间. (本题可尝试用多种方法解答)



【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 (不定项)[2023·宁波模拟] 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】

技法点拨

解决匀变速直线运动的六种方法

基本公式法	指速度公式、位移公式和速度—位移关系式, 它们是矢量式, 使用时要注意方向性
平均速度法	$\bar{v} = \frac{x}{t}$ 对任何性质的运动都适用
	$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2} = v_{\frac{t}{2}}$ 只适用于匀变速直线运动
推论法	利用 $\Delta x = aT^2$ 或 $x_m - x_n = (m-n)aT^2$ 对于纸带类问题一般用此方法
比例法	适用于初速度为零的匀加速直线运动和末速度为零的匀减速直线运动
逆向思维法	把末速度为零的匀减速直线运动看成反向的初速度为零的匀加速直线运动
图像法	以 $v-t$ 图像为例
	确定不同时刻速度的大小; 利用图线斜率求加速度
	利用图线截距、斜率及斜率变化确定物体运动情况
	利用图线与坐标轴围成的面积计算位移

考点三 自由落体运动与竖直上抛运动

必备知识

精梳理

1. 自由落体的基本规律

(1)从静止开始,只受_____作用的匀加速直线运动.

(2)基本公式: $v=gt$; $h=\frac{1}{2}gt^2$; $v^2=$ _____.

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_____.

(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 $\Delta h=gT^2$.

3. 竖直上抛运动的基本规律

(1)运动特点:初速度方向竖直向上,加速度为 g ,上升阶段做匀减速运动,下降阶段做_____运动.

(2)基本规律

①速度与时间的关系式:_____.

②位移与时间的关系式: $x=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$.

4. 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 到 C 所用时间 t_{AC} 和下降过程中从 C 到 A 所用时间 t_{CA} 相等,同理 $t_{AB}=t_{BA}$.

②速度对称:物体上升过程经过 A 点的速度与下降过程经过 A 点的速度大小相等.

(2)多解性:当物体经过抛出点上方某个位置时,可能处于上升阶段,也可能处于下降阶段,造成多解,在解决问题时要注意这个特性.

【辨别明理】

1. 物体从某高度处由静止下落,一定做自由落体运动. ()

2. 自由落体运动中相等时间内速度变化量相同. ()

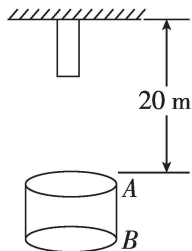
3. 物体做竖直上抛运动,以竖直向上为正方向,速度为负值时,位移也为负值. ()

4. 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. ()

例 5 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?

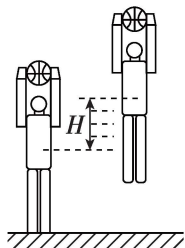


例 6 (不定项)在塔顶边缘将一物体竖直向上抛出,抛出点为 A ,物体上升的最大高度为 20 m. 不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 ,设塔足够高,则物体位移大小为 10 m 时,物体运动的时间可能为 ()

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

变式 如图所示,篮球架下的运动员原地垂直起跳扣篮,离地后重心上升的最大高度为 H . 上升第一个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间为 t_1 ,第四个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间为 t_2 . 不计空气阻力,则 $\frac{t_2}{t_1}$ 满足 ()

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



[反思感悟]

专题一 运动图像 追及、相遇问题

题型一 运动学图像

► 考向一 常规图像问题

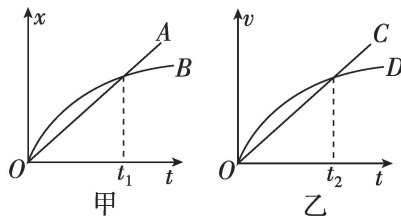
根据图像中横、纵坐标轴所代表的物理量,明确该图像是位移—时间图像($x-t$ 图像),还是速度—时间图像($v-t$ 图像),或是加速度—时间图像($a-t$ 图像),这是解读运动图像信息的前提.

图像	$x-t$ 图像	$v-t$ 图像	$a-t$ 图像
图像实例			
图线含义	图线①表示质点做匀速直线运动(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表示质点做匀减速直线运动	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表示质点做匀加速直线运动	图线③表示质点做加速度减小的运动
图点含义	交点④表示此时三个质点相遇	交点④表示此时三个质点有相同的速度	交点④表示此时三个质点有相同的加速度
	点⑤表示 t_1 时刻质点位移为 x_1 (图中阴影部分的面积没有意义)	点⑤表示 t_1 时刻质点速度为 v_1 (图中阴影部分面积表示质点在 $0 \sim t_1$ 时间内的位移)	点⑤表示 t_1 时刻质点加速度为 a_1 (图中阴影部分面积表示质点在 $0 \sim t_1$ 时间内的速度变化量)

【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. ()

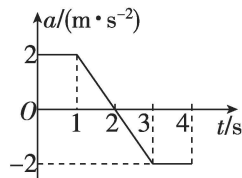
例 1 四辆小车从同一地点向同一方向运动的情况如图甲、乙所示,下列说法正确的是 ()



- A 车做直线运动,B 车做曲线运动
- 这四辆车均从静止开始运动
- 在 $0 \sim t_2$ 时间内,C、D 两车在 t_2 时刻相距最远
- 在 $0 \sim t_2$ 时间内,C、D 两车间的距离先增大后减小

[反思感悟]

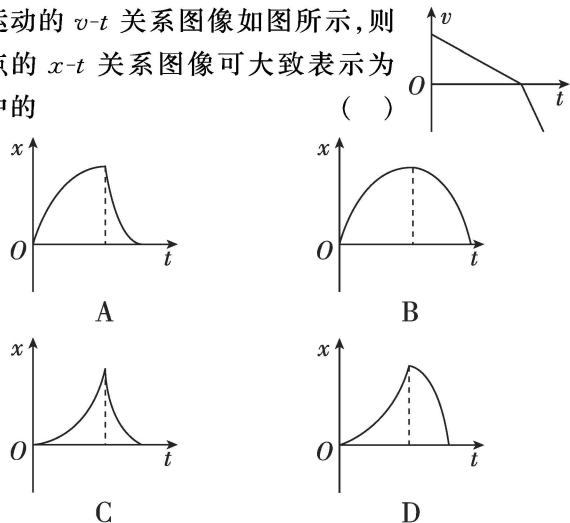
例 2 一物体由静止开始,在粗糙的水平面上沿直线运动,其加速度 a 随时间 t 变化的 $a-t$ 图像如图所示.若选物体开始运动的方向为正方向,那么,下列说法中正确的是 ()



- 在 $0 \sim 2$ s 的时间内,物体先做匀速直线运动后做匀减速运动
- 在 2 s 时物体的位移最大
- 在 $2 \sim 3$ s 的时间内,物体速度的变化量为 -1 m/s
- 在 $0 \sim 4$ s 的时间内,物体的位移为 0

[反思感悟]

例 3 [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 ()

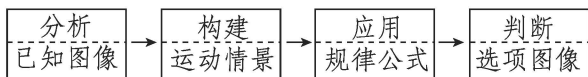


[反思感悟]

技法点拨

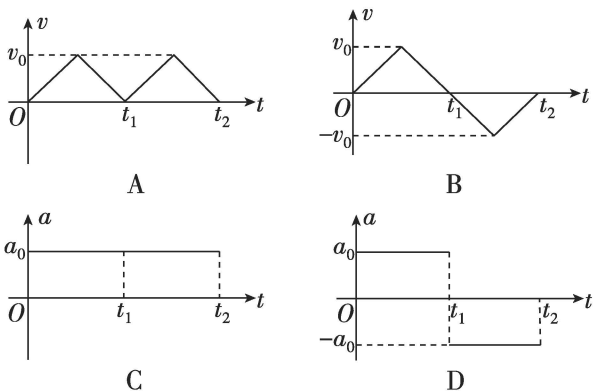
图像间的相互转化一般流程

(1) 解决图像转换类问题的一般流程:



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

例 4 随着科技的发展, 无人机送快递成为新的探究热点. 在某次升降测试中, 无人机提着货物由静止开始竖直向上匀加速至速度大小为 v_0 , 紧接着匀减速至速度为 0, 随后竖直向下先匀加速至速度大小为 v_0 后再匀减速至速度为 0 回到出发点. 全程加速度大小均为 a_0 , 以竖直向上为正方向, 下列图像中能正确描述无人机在整个运动过程中的速度或加速度随时间变化的是 ()

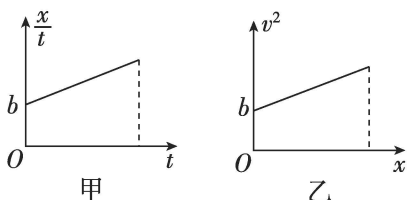


[反思感悟]

考向二 非常规图像

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.



2. 函数法解决 v^2-x 图像

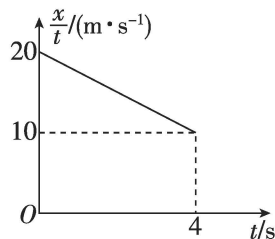
由 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 可知 $v^2 = v_0^2 + 2ax$, 截距 b 为 v_0^2 , 图像斜率 k 为 $2a$, 如图乙所示.

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 ($\frac{v^2 - v_0^2}{2}$)	公式依据: $t = \frac{x}{v}$ 面积意义: 运动时间 (t)	公式依据: $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow \frac{x}{t^2} = \frac{v_0}{t} + \frac{1}{2} a$ 斜率意义: 初速度 v_0 纵截距意义: 加速度的一半 ($\frac{a}{2}$)

例 5 [2023 · 诸暨模拟] 为检测某新能源动力车的刹车性能, 现在平直公路上做刹车实验, 如图所示是动力车在刹车过程中位移和时间的比值 $\frac{x}{t}$ 与 t 之间的关系图像, 下列说法正确的是 ()

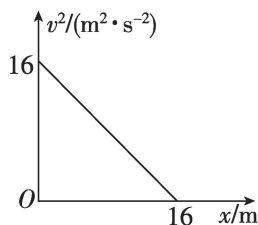
- A. 动力车的初速度为 10 m/s
B. 刹车过程动力车的加速度大小为 0.5 m/s^2
C. 刹车过程持续的时间为 8 s
D. 从开始刹车时计时, 经过 8 s, 动力车的位移为 40 m



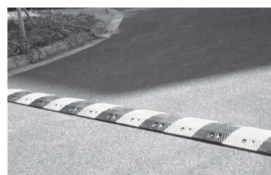
[反思感悟]

例 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 ()

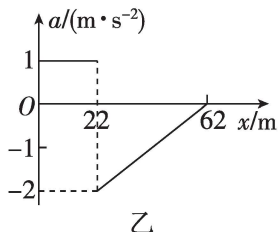
- A. 汽车的加速度大小为 1 m/s^2
B. 汽车的初速度为 16 m/s
C. 汽车第 4 s 末的速度为 1 m/s
D. 汽车前 10 s 内的位移为 16 m



例 7 (不定项) 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 $v_0=10\text{ m/s}$, 此时加速度方向与速度方向相同; $x=62\text{ m}$ 时摩托车到达减速带处, 设摩托车在 $0\sim 22\text{ m}$ 位移内所用的时间为 t , 到达减速带时的速度大小为 v , 则



甲



乙

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

[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。

题型二 追及、相遇问题

必备知识

精梳理

追及与相遇问题的实质是研究两个物体的时空关系, 只要满足两个物体在同时到达同一地点, 即说明两个物体相遇。

1. 分析思路

可概括为“一个临界条件”和“两个等量关系”。

(1) 一个临界条件: 速度相等. 它往往是物体间能否追上或两者距离最大、最小的临界条件, 也是分析、判断问题的切入点;

(2) 两个等量关系: 时间等量关系和位移等量关系. 通过画草图找出两物体的位移关系是解题的突破口。

2. 常用分析方法

(1) 情境分析法: 抓住“两物体能否同时到达空间某位置”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。

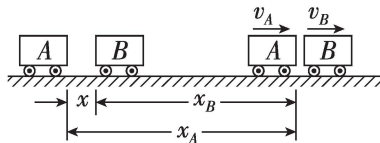
当 $t = -\frac{b}{2a}$ 时, 函数有极值, 代表两者距离的最大或最小值。

(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。

例 8 [2023·湖州模拟] 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

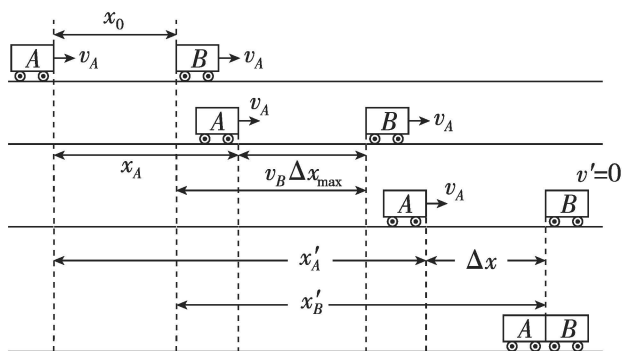
方法四: 图像分析法

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 $x_0 = 7 \text{ m}$ 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



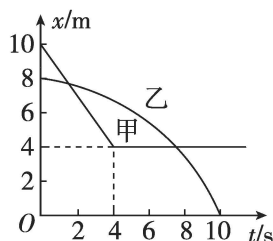
变式 2 两辆完全相同的汽车, 沿水平道路一前一后匀速行驶, 速度均为 v_0 . 若前车突然以恒定的加速度 a 刹车, 在它刚停住时, 后车以加速度 $2a$ 开始刹车. 已知前车在刹车过程中所行驶的路程为 s , 若要保证两辆车在上述情况中不发生碰撞, 则两车在匀速行驶时保持的距离至少应为 ()

- A. $\frac{1}{2}s$ B. $\frac{3}{2}s$
C. $2s$ D. $\frac{5}{2}s$

[反思感悟]

例 9 甲、乙两辆玩具车在同一平直路面上行驶, 二者运动的 $x-t$ 图像如图所示, 其中乙车的 $x-t$ 图像是关于 x 轴对称的抛物线的一部分, 则下列说法正确的是 ()

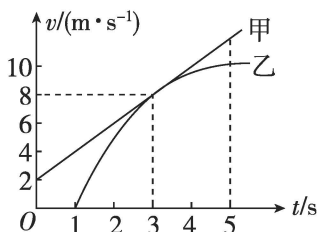
- A. 甲车先做匀减速直线运动, 后做匀速直线运动
B. 乙车一定做初速度为零的匀加速直线运动
C. 甲车在 $0 \sim 10 \text{ s}$ 内的平均速度为 -1.5 m/s
D. 在 $0 \sim 10 \text{ s}$ 内甲、乙两车相遇两次, 且相遇时速度可能相等



[反思感悟]

例 10 [2023 · 杭州二中模拟] 甲车和乙车从同一位置出发沿平直公路行驶, 它们运动的速度—时间图像分别为如图所示的直线甲和曲线乙, $t = 3 \text{ s}$ 时, 直线甲和曲线乙刚好相切, 有关两车在 $0 \sim 5 \text{ s}$ 内的运动, 下列说法正确的是 ()

- A. 甲、乙在 $t = 3 \text{ s}$ 时相距最远, 最远距离小于 7 m
B. $t = 1 \text{ s}$ 时, 两车距离为 2.5 m
C. $t = 2 \text{ s}$ 时, 乙车的加速度大于 2 m/s^2
D. 乙车始终做加速运动, 且加速度先增大后减小



[反思感悟]

实验一 测量做直线运动物体的瞬时速度(加速度)

教材原型实验

一、实验目的

1. 练习正确使用打点计时器,学会利用打下点的纸带研究物体的运动.
2. 测量匀变速直线运动的瞬时速度和加速度($\Delta x = aT^2$ 或 $v-t$ 图像).

二、实验原理

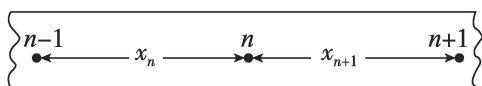
1. 利用纸带判断物体运动性质的方法

- (1)沿直线运动的物体,若任意相等时间内的位移相等,则物体做_____运动.
- (2)①沿直线运动的物体在连续相等时间 T 内的位移分别为 $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$, 若 $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3 = \dots$, 且对任意时间间隔 T 均成立,则说明物体在做_____运动,且 $\Delta x = aT^2$.

②利用“平均速度法”确定多个点的瞬时速度,作出物体运动的 $v-t$ 图像,若图像是一条倾斜的直线,则物体做_____运动.

2. 由纸带计算瞬时速度和加速度

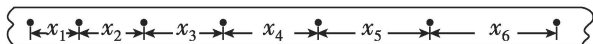
- (1)“中间点”的瞬时速度:如图甲中的 n 点. n 点的瞬时速度 $v_n =$ _____.



甲

(2)利用纸带求物体加速度的两种方法

- ①逐差法:所测数据全部得到利用,精确度较高.



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

- ②图像法:利用 $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$ 求出打各点时物体的瞬时速度,然后作出 $v-t$ 图像,用 $v-t$ 图像的斜率求物体运动的加速度.

三、实验器材

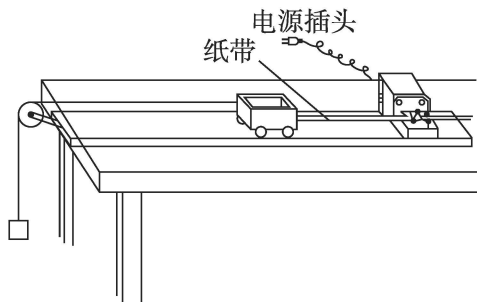
电火花计时器(或电磁打点计时器)、一端附有滑轮的长木板、小车、纸带、细绳、槽码、刻度尺、导线、交流电源、_____.

四、实验步骤

1. 仪器安装

- (1)把附有滑轮的长木板放在实验桌上,并使滑轮伸出桌面,把打点计时器固定在长木板上没有滑轮的一端,连接好电路.

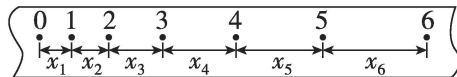
- (2)把一条细绳的一端拴在小车上,细绳跨过滑轮,下端挂上合适的槽码,纸带穿过打点计时器,并将纸带的一端固定在小车的后面.实验装置如图所示,放手后,看小车能否在木板上平稳地_____滑行.



2. 测量与记录

- (1)把小车停在靠近打点计时器处,先_____,后_____,让小车拖着纸带运动,打点计时器就在纸带上打下一系列的点.随后立即关闭电源,换上新纸带,重复三次.

- (2)从三条纸带中选择一条比较理想的,舍掉开头一些比较密集的点,从后边便于测量的点开始确定计数点.为了计算方便和减小误差,通常用连续打点五次的时间作为时间单位,即 $T = 5 \times 0.02 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$.如图所示,正确使用毫米刻度尺测量并计算每相邻两计数点之间的距离.

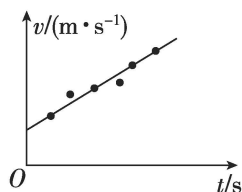


- (3)利用一段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度,求得打计数点 1、2、3、4、5 时小车的瞬时速度.
- (4)增减所挂槽码数,或在小车上放置重物,再做两次实验.

五、数据处理

1. 由实验数据得出 $v-t$ 图像

根据表格中的 v, t 数据,在平面直角坐标系中仔细描点,作一条直线,使同一次实验得到的各点尽量落到这条直线上,落不到直线上的点应均匀分布在直线的两侧,偏离直线太远的点可舍去不要.如图所示,这条直线就是本次实验的 $v-t$ 图像,它是一条倾斜的直线.因此小车做匀加速直线运动,加速度就是 $v-t$ 图像的斜率.



2. 公式法

若 $x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3 = \dots$, 则小车做匀变速直线运动, 加速度 $a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}$.

六、误差分析

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

七、注意事项

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

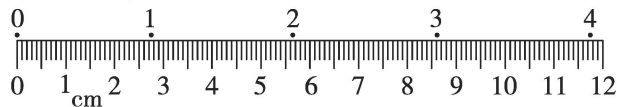
例 1 [2023·浙江 1 月选考] 在“探究小车速度随时间变化的规律”的实验中, 实验装置如图所示.



(1) 需要的实验操作有 _____ . (不定项)

- A. 调节滑轮使细线与轨道平行
- B. 倾斜轨道以补偿阻力
- C. 小车靠近打点计时器静止释放
- D. 先接通电源再释放小车

(2) 经正确操作后打出一条纸带, 截取其中一段如图所示. 选取连续打出的点 0、1、2、3、4 为计数点, 则计数点 1 的读数为 _____ cm. 已知打点计时器所用交流电源的频率为 50 Hz, 则打计数点 2 时小车的速度大小为 _____ m/s. (结果均保留 3 位有效数字)



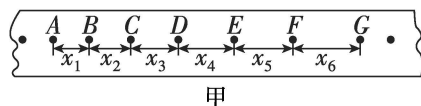
技法点拨

从理论上讲, 可将 Δt 趋近于无穷小的平均速度作为瞬时速度. 从实验角度看, Δx 越大, 则速度的测量误差越大.

例 2 某同学用打点计时器测量小车的瞬时速度和加速度, 实验室提供了以下器材:

(1) 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、弹簧测力计. 其中在本实验中不需要的器材是 _____ .

(2) 如图甲所示是某同学由打点计时器得到的表示小车运动过程的一条清晰纸带, 纸带上两相邻计数点间还有四个点没有画出, 打点计时器打点的时间间隔 $T = 0.02$ s, 其中 $x_1 = 7.05$ cm、 $x_2 = 7.68$ cm、 $x_3 = 8.33$ cm、 $x_4 = 8.95$ cm、 $x_5 = 9.61$ cm、 $x_6 = 10.26$ cm.

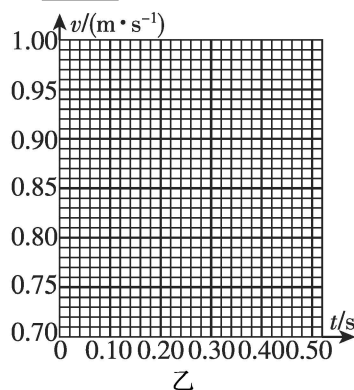


表中列出了打点计时器打下 B、C、F 时小车的瞬时速度, 请在表中填入打点计时器打下 D、E 两点时小车的瞬时速度.

对应点	B	C	D	E	F
$v/(m \cdot s^{-1})$	0.737	0.801	_____	_____	0.994

(3) 以 A 点为计时起点, 在坐标图中画出小车的速度—时间关系图线.

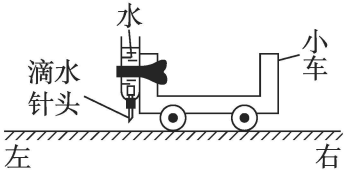
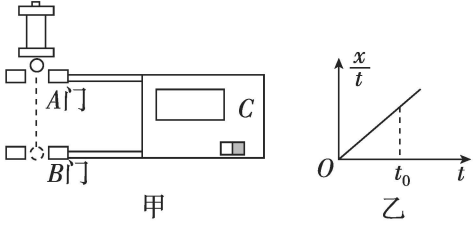
(4) 根据画出的小车的速度—时间关系图线计算出小车的加速度 $a =$ _____ m/s^2 (结果保留两位有效数字).



拓展创新实验

关于测量速度的其他方法

创新角度	实验装置图	创新解读
实验原理的创新		1. 滑块在斜面上靠重力沿斜面向下的分力与摩擦力的合力获得加速度 2. 挡光片经过光电门的平均速度作为滑块速度 3. 平均速度的大小与挡光片的长度有关

创新角度	实验装置图	创新解读
实验器材的创新		1. 用滴水针头替代打点计时器打纸带 2. 小车在水平桌面上因摩擦做匀减速运动
实验过程的创新		1. 铁球靠重力产生加速度 2. 铁球从 A 到 B 的时间可由数字毫秒表读出 3. 铁球的加速度由 $\frac{x}{t}-t$ 图像分析得出

例 3 [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

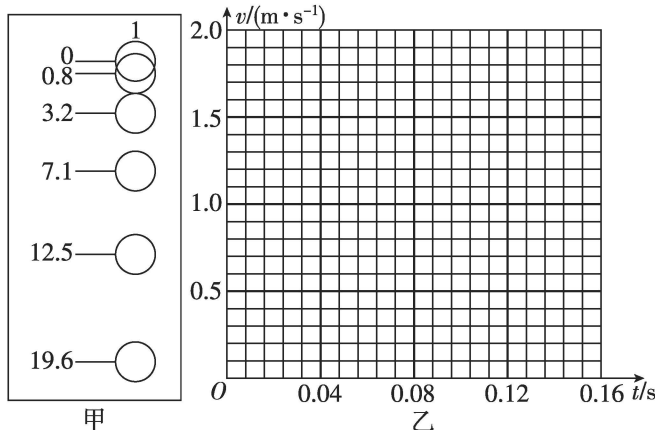
回答下列问题:

(1) 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: _____;

(2) 当 $x = 507 \text{ m}$ 时, 该飞行器速度的大小 $v =$ _____ m/s ;

(3) 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).

例 4 [2023·丽水模拟] 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 .

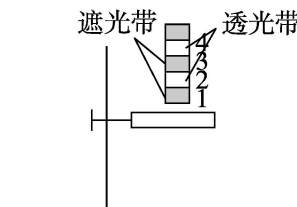
时刻 t/s	0	0.04	0.08	0.12	0.16
速度 $v(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	0		0.79	1.16	1.56

(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”).

例 5 [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 _____ (选填“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	2	3	...
	遮光带	透光带	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: _____.