

第一章 匀变速直线运动

目录

1 第 1 节 运动的描述	3
1.1 考点 1 质点、参考系和位移	3
1.1.1 质点和参考系	3
1.1.2 位移与路程	3
1.2 即练即清	3
1.3 考点 2 平均速度和瞬时速度	3
1.3.1 对应例题	4
1.3.2 高考变式	4
1.4 考点 3 加速度	5
1.4.1 速度、速度变化量、加速度的比较	5
1.4.2 加速度对速度变化的影响	5
1.5 典例	5
2 第 2 节 匀变速直线运动规律及其应用	6
2.1 考点 1 匀变速直线运动的基本规律及其应用	6
2.2 典例 1	6
2.3 典例 2	6
2.4 考点 2 匀变速直线运动的推论及其应用	7
2.5 典例 3	7
2.6 提分关键·方法提升	8
2.6.1 处理匀变速直线运动问题的方法	8
2.6.2 典例 4	8
2.7 提分关键·模型突破	9
2.7.1 刹车类问题和双向可逆类问题对比	9
2.7.2 典例 5	9
3 第 3 节 自由落体运动和竖直上抛运动多过程问题	10
3.1 考点 1 自由落体运动和竖直上抛运动	10
3.1.1 自由落体运动	10
3.1.2 竖直上抛运动	11
3.2 考点 2 匀变速直线运动中的多过程问题	12
3.3 微专题 1 运动学图像	14
3.3.1 题型 1 运动学图像	14
3.3.2 题型 2 图像间的转化	17

目录	2
3.4 微专题 2 追击相遇问题	19
3.4.1	19
3.4.2 提分关键·规律总结	20
4 第 4 节 测量做直线运动物体的瞬时速度	21
4.1 实验设备及装置图	21
4.2 操作要领及注意事项	21
4.3 数据处理	22
4.4 数据处理	22

1 第 1 节 运动的描述

1.1 考点 1 质点、参考系和位移

1.1.1 质点和参考系

1. 质点

- (1) 质点是用来代替物体的具有质量的点, 是一种理想化模型。
 (2) 把物体看作质点的条件: 物体的形状和大小对所研究问题的影响可以忽略不计。

2. 参考系

在描述物体运动时, 用来作为参考的物体叫作参考系, 通常以地面为参考系。

1.1.2 位移与路程

1. 位移: 由初位置指向末位置的有向线段, 为矢量。

2. 路程: 物体运动轨迹的长度, 为标量。

点拨提醒 位移的大小一般小于路程; 单向直线运动中, 位移的大小等于路程。

1.2 即练即清

判断正误, 正确的打 $\sqrt{}$, 错误的打 \times 。

- (1) 体积小的物体一定可以看作质点。()
 (2) 以运动的汽车为参考系时, 车内的人是运动的。()
 (3) 某轿车在 13:30 进入隧道, 行驶 2 min 30 s 离开隧道, 这里的“13:30”和“2 min 30 s”实际上指的是时刻。()
 (4) 做直线运动的物体, 其位移大小一定与路程相等。()

1.3 考点 2 平均速度和瞬时速度

	平均速度	瞬时速度	平均速率	速率
定义	位移与发生这段位移所用时间的比值, $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	物体在某一时刻的速度	路程与通过这段路程所用时间的比值	瞬时速度的大小
标矢性	矢量, 与 Δx 方向一致	矢量, 与某一时刻运动方向一致	标量	标量
联系	(1) 当时间趋近于零时, 平均速度等于瞬时速度。 (2) 平均速率为 0, 则平均速度必为 0; 平均速度为 0, 平均速率不一定为 0。			

1.3.1 对应例题

(2021 福建, 1,4 分) 一游客在武夷山九曲溪乘竹筏漂流, 途经双乳峰附近的 M 点和玉女峰附近的 N 点, 如图所示。已知该游客从 M 点漂流到 N 点的路程为 5.4 km, 用时 1 h, M、N 间的直线距离为 1.8 km, 则从 M 点漂流到 N 点的过程中 ()

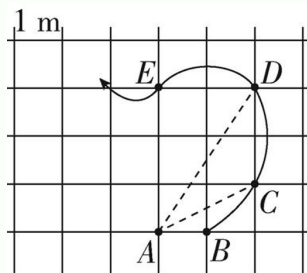
- A. 该游客的位移大小为 5.4 km
- B. 该游客的平均速率为 5.4 m/s
- C. 该游客的平均速度大小为 0.5 m/s
- D. 若以所乘竹筏为参考系, 玉女峰的平均速度为 0



1.3.2 高考变式

(结合几何知识计算) 如图所示, 物体沿曲线轨迹的箭头方向运动, 通过 AB 、 ABC 、 $ABCD$ 、 $ABCDE$ 四段轨迹所用的时间分别是 1s、2s、3s、4s。图中小方格的边长代表 1m, 下列说法不正确的是 ()

- A. 物体在 AB 段的平均速度大小为 1 m/s
- B. 物体在 ABC 段的平均速度大小为 $\frac{\sqrt{5}}{2}$ m/s
- C. 物体在 AB 段的平均速度比在 ABC 段的平均速度更能反映物体经过 A 点时的瞬时速度
- D. 物体在 $ABCDE$ 段的平均速率为 0.75 m/s



1.4 考点 3 加速度

1.4.1 速度、速度变化量、加速度的比较

	速度	速度变化量	加速度 (速度变化率)
物理意义	描述物体运动的快慢和方向	描述物体速度的变化	描述物体速度变化的快慢和方向
定义式	$\frac{\Delta x}{\Delta t}$	$\Delta v = v - v_0$ (矢量差)	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{\Delta t}$
方向	与 Δx 同向, 即物体运动的方向	由 v_0 与 v 的方向共同确定, 与 a 的方向一致	由 F_a 的方向决定, 与 Δv 同向, 但与 v_0 、 v 的方向无必然联系
联系	三者大小无必然联系, v 很大时, Δv 可以很小, 甚至为零, 此时 a 可能很大, 也可能很小, 甚至可能为零		

1.4.2 加速度对速度变化的影响

(1) 大小决定速度变化快慢

a 减小, 速度变化越来越慢

a 增大, 速度变化越来越快

(2) 正负决定速度增减

a 与 v 同向, 速度增大

a 与 v 反向, 速度减小

提示 “+”“-” 只表示加速度方向, 不作为比较大小的依据

点拨提醒: 物体做加速运动还是减速运动由加速度方向与速度方向的关系决定, 与加速度大小的变化无关。

1.5 典例

(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

2 第 2 节 匀变速直线运动规律及其应用

2.1 考点 1 匀变速直线运动的基本规律及其应用

1. 匀变速直线运动的特点

加速度不变且不为 0。

速度随时间均匀变化, 相同时间内速度变化量相同, 速度变化量方向与加速度方向相同。

2. 匀变速直线运动的基本规律

速度与时间关系: $v = v_0 + at$ (不涉及位移)。

位移与时间关系: $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ (不涉及末速度)。

速度与位移关系: $v^2 - v_0^2 = 2ax$ (不涉及时间)。

2.2 典例 1

(2023 届内蒙古赤峰二中月考) 2022 年 7 月 20 日, 我国正式开放国内首个无人化出行服务商业化试点, 首批 30 辆无人化车辆正式获准开展常态化付费出行服务。无人驾驶汽车反应时间短, 如果从发现紧急情况到车开始减速, 酒驾驾驶员需要 $t_1 = 1.2\text{ s}$, 无人驾驶汽车需要 $t_2 = 0.2\text{ s}$, 酒驾驾驶员驾驶汽车以某速度匀速行驶, 从发现情况到停下来的运动距离为 $x_1 = 44\text{ m}$, 无人驾驶汽车在同样的条件下从发现情况到停下来的运动距离为 $x_2 = 24\text{ m}$, 则 ()

- A. 汽车的初速度大小为 10 m/s
- B. 汽车刹车时的加速度大小为 8 m/s^2
- C. 汽车刹车后 3 s 内的位移大小为 20 m
- D. 汽车刹车后 1 s 末的速度大小为 5 m/s

2.3 典例 2

(2023 届山东枣庄调研) 在公路上行驶的汽车, 从司机发现前方异常情况到车速减为 0, 汽车前进了一段距离。为保证安全, 这段距离内不能有车辆和行人, 因此把它称为安全距离。通常情况下, 人的反应时间和汽车系统的反应时间之和为 1.0 s (这段时间汽车仍保持原速不变)。若晴天汽车在干燥的路面上以 108.0 km/h 的速度行驶时, 得到的安全距离为 120.0 m 。设雨天汽车刹车时的加速度为晴天时的 $\frac{1}{2}$, 则下列说法正确的是 ()

- A. 晴天时, 汽车刹车的加速度大小为 3.75 m/s^2
- B. 雨天时, 汽车刹车的加速度大小为 2.0 m/s^2
- C. 雨天时, 若要求安全距离为 100.0 m , 则汽车行驶的最大速度为 72 km/h
- D. 雨天时, 若要求安全距离为 100.0 m , 则汽车行驶的最大速度为 90.0 km/h

2.4 考点2 匀变速直线运动的推论及其应用

1. 匀变速直线运动的三个常用推论

平均速度: $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{v_0+v}{2} = v_{\frac{t}{2}}$ (中间时刻速度)。

中间位置速度: $v_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2+v^2}{2}}$ 。

点拨提醒: 无论是匀加速直线运动还是匀减速直线运动, 均有 $v_{\frac{x}{2}} > v_{\frac{t}{2}}$ 。

任意两个连续相等时间间隔 T 内的位移之差 Δx 相等, 即

$$\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = \cdots = x_n - x_{n-1} = aT^2。$$

知识拓展: 第 m 个时间 T 内位移与第 n 个时间 T 内位移之差 $x_m - x_n = (m-n)aT^2$ 。

2. 初速度为 0 的匀加速直线运动的几个重要推论

T 末、 $2T$ 末、 $3T$ 末…… nT 末的速度之比

$$v_1 : v_2 : v_3 : \cdots : v_n = 1 : 2 : 3 : \cdots : n。$$

前 T 、前 $2T$ 、前 $3T$ ……前 nT 的位移之比

$$x_1 : x_2 : x_3 : \cdots : x_n = 1 : 4 : 9 : \cdots : n^2。$$

从静止开始第一个 T 内、第二个 T 内、第三个 T 内……第 n 个 T 内的位移之比

$$x'_1 : x'_2 : x'_3 : \cdots : x'_n = 1 : 3 : 5 : \cdots : (2n-1)。$$

从静止开始通过前 x 位移、前 $2x$ 位移、前 $3x$ 位移……前 nx 位移所用时间之比

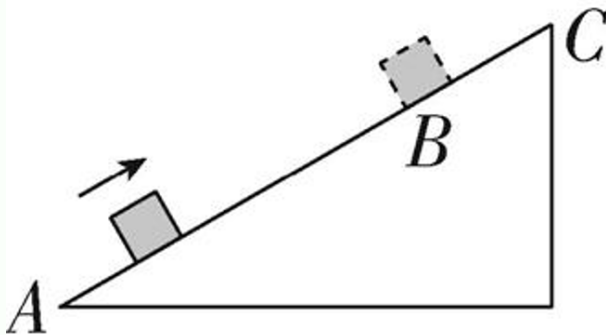
$$t_1 : t_2 : t_3 : \cdots : t_n = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \cdots : \sqrt{n}。$$

从初位置开始第一段 x 、第二段 x 、第三段 x ……第 n 段 x 所用时间之比

$$t'_1 : t'_2 : t'_3 : \cdots : t'_n = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \cdots : (\sqrt{n}-\sqrt{n-1})。$$

2.5 典例 3

物体以一定的初速度冲上固定的光滑斜面, 斜面总长度为 l , 到达斜面最高点 C 时速度恰好为零。如图, 已知物体运动到距斜面底端 $\frac{3}{4}$ 处的 B 点时, 所用时间为 t , 求物体从 B 滑到 C 所用的时间。



2.6 提分关键·方法提升

2.6.1 处理匀变速直线运动问题的方法

基本公式法	指 $v = v_0 + at$, $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$, $v^2 - v_0^2 = 2ax$, 它们均是矢量式, 使用时要注意其方向性
平均速度法	对任何性质的运动都适用 只适用于匀变速直线运动
比例法	适用于初速度为 0 的匀加速直线运动与末速度为 0 的匀减速直线运动
逆向思维法	把末速度为 0 的匀减速直线运动转换为反向的初速度为 0 的匀加速直线运动
位移差法	利用 $\Delta x = aT^2$ 解决匀变速直线运动的问题 解决连续相等间隔的匀变速直线运动的问题 解决实验中获取的匀变速直线运动的数学问题
图像法	利用图像的面积计算位移; 利用斜率求加速度; 比较不同时刻速度的大小。

2.6.2 典例 4

(2024 届河南鹤壁毛坦高级中学期中) 一辆汽车在平直公路上匀速行驶, 遇到紧急情况, 突然刹车, 从开始刹车起运动过程中的位移 (单位: m) 与时间 (单位: s) 的关系式为 $x = 30t - 2.5t^2$ (m), 下列分析正确的是 ()

- A. 刹车过程中最后 1 s 内的位移大小是 5 m
- B. 刹车过程中在相邻 1 s 内的位移差的绝对值为 10 m
- C. 从刹车开始计时, 8 s 内通过的位移大小为 80 m
- D. 从刹车开始计时, 第 1 s 内和第 2 s 内的位移大小之比为 11: 9

2.7 提分关键·模型突破

2.7.1 刹车类问题和双向可逆类问题对比

	运动特点	求解方法
刹车类问题	做匀减速直线运动到速度为 0 后立即停止运动, 加速度 a 突然消失	求解时要先确定物体的速度减为 0 所需要的时间
双向可逆	例如沿光滑斜面上滑的小球, 到最后仍能以原加速度匀加速返回, 全过程加速度大小、方向均不变	求解时可对全过程列式, 选好正方向并注意 x 、 y 、 a 等矢量的正、负号

2.7.2 典例 5

(2023 山东, 6, 3 分) 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 点时的瞬时速度为 ()



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

3 第3节 自由落体运动和竖直上抛运动多过程问题

3.1 考点1 自由落体运动和竖直上抛运动

3.1.1 自由落体运动

1. 运动特点：初速度为 0，加速度为 g 的匀加速直线运动。
2. 基本规律
 - (1) 速度与时间关系式： $v = gt$ 。
 - (2) 位移与时间关系式： $h = \frac{1}{2}gt^2$ 。
 - (3) 速度与位移关系式： $v^2 = 2gh$ 。

典例 1 (2021 湖北, 2,4 分) 2019 年, 我国运动员陈芋汐获得国际泳联世锦赛女子单人 10 米跳台冠军。某轮比赛中, 陈芋汐在跳台上倒立静止, 然后下落, 前 5 m 完成技术动作, 随后 5 m 完成姿态调整。假设整个下落过程近似为自由落体运动, 重力加速度大小取 10 m/s^2 , 则她用于姿态调整的时间约为 ()

- A. 0.2 s
- B. 0.4 s
- C. 1.0 s
- D. 1.4 s

高考变式 (构建经典模型) 物体从某一高度自由下落, 落地前最后 1 s 的位移为 25 m。不计空气阻力, $g = 10 \text{ m/s}^2$, 求物体开始下落时距地面的高度。

解题导引: 题干中有“不计空气阻力”和“自由下落”, 说明物体做自由落体运动。但 25 m 的位移是最后 1 s 的位移, 这段位移的初速度并不是 0, 不能对该段位移直接用自由落体运动规律。最后 1 s 内, 已知物体运动的位移和时间很容易对该过程的平均速度, 匀加速直线运动中某段的平均速度等于该段过程中同时刻的瞬时速度是解题的关键。

3.1.2 竖直上抛运动

1. 运动特点：初速度方向竖直向上，加速度为 g ，上升阶段做匀减速直线运动，下降阶段做自由落体运动。

2. 对称性

时间对称性	速度对称性	能量对称性
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	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	物体从 A 到 B 和从 B 到 A 重力势能变化量的大小相等，均等于 mgh_{AB}

3. 多解性

(1) 当物体经过抛出点上方某个位置（最高点除外）时，可能处于上升阶段，也可能处于下降阶段，从而造成多解。

(2) 当只知道物体与抛出点的距离关系时，物体可能在抛出点上方，也可能在抛出点下方，从而造成多解。

4. 解题方法

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

典例 2 (多选) 从高为 20 m 的位置以 20 m/s 的初速度竖直上抛一物体, g 取 10 m/s^2 , 当物体到抛出点距离为 15 m 时, 所经历的时间可能是 ()

A. 1 s

B. 2 s

C. 3 s

D. $(2 + \sqrt{7})\text{ s}$

3.2 考点 2 匀变速直线运动中的多过程问题

1. 多过程问题

(1) 单物体的多运动一个物体的运动包含几个阶段, 各阶段的运动性质不同, 满足不同的运动规律。

(2) 多物体的单一运动研究多物体在空间上重复同样的运动时, 可利用一个物体的运动取代多个物体的运动, 照片中多个物体所处的位置可以为是一个物体在不同时刻所处的位置, 如水龙头滴水、直升机定点空降、小球在斜面上每隔一定时间间隔连续释放等, 均可把多物体问题转化为单物体问题求解。

2. 解题关键

多过程运动在转折点的速度是联系相邻的两个运动过程的纽带, 转折点速度的求解往往是解题的关键。

- (1) 判断各阶段的运动性质, 画出运动示意图
- (2) 分析各阶段的已知量
- (3) 确定分析思路
 - 若某段已知量充分, 以该段为突破口进行研究
 - 若多段已知量不充分, 则设未知量, 根据各阶段之间的关联列式求解
- (4) 选择合适公式, 列式求解

典例 3 (2022 全国甲、15、6 分) 长为 l 的高速列车在平直轨道上正常行驶, 速率为 v_0 。要通过前方一长为 L 的隧道, 当列车的任一部分处于隧道内时, 列车速率都不允许超过 v ($1 < v_0$)。已知列车加速和减速时加速度的大小分别为 a 和 $2a$, 则列车从减速开始至回到正常行驶速率 v_0 所用时间至少为 ()

- A. $\frac{v_0-v}{2a} + \frac{L+l}{v}$ B. $\frac{v_0-v}{a} + \frac{L+2l}{v}$ C. $\frac{3(v_0-v)}{2a} + \frac{L+l}{v}$ D. $\frac{3(v_0-v)}{a} + \frac{L+2l}{v}$

解题导引 “所用时间至少为”意味着要求最短时间, 这就要求在加速和减速过程中, 以最大加速度进行加速和减速, 在匀速过程中以最大速度 v 匀速通过隧道。“当列车的任一部分处于隧道内”描述的是从列车头刚进隧道到列车尾刚要出隧道的过程, 这段位移内, 列车的速率都不超过 v 。

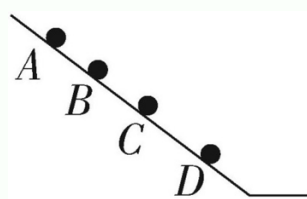
列车 → 隧道 → 匀减速 → 匀速 → 匀加速

典例 4 如图甲所示为游客滑冰滑梯的场景, 在工作人员的引导下, 每间隔相同时间从滑梯顶端由静止开始滑下一名游客, 将某次拍到的滑梯上同时有多名游客的照片简化为如图乙所示 (此时仍有游客在排队准备下滑), 假设游客在滑梯上做匀加速直线运动, 已知 A 、 B 和 B 、 C 间的距离分别为 2.5 m 和 3.5 m , 求:

- (1) C 、 D 间的距离;
- (2) 此时 A 到滑梯顶端的距离。



甲

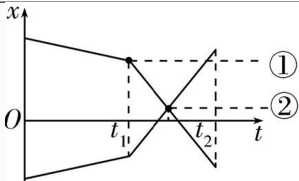
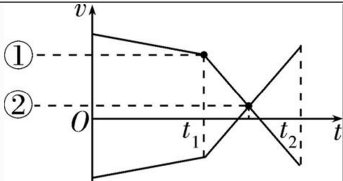


乙

3.3 微专题 1 运动学图像

3.3.1 题型 1 运动学图像

两类常规的运动学图像

	$x-t$ 图像	$v-t$ 图像
图例		
纵截距	$t=0$ 时刻质点的位置	$t=0$ 时刻质点的速度
斜率	$k_{x,t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 表示速度	$k_{v,t} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 表示加速度
拐点	速度变化	加速度变化
交点	两质点同时刻在同一位置 (相遇)	速度相同
面积	无意义	表示位移
倾斜直线	匀速直线运动	匀变速直线运动
共同点	x -图像、 v -图像都描述直线运动, 图线不代表运动轨迹	

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

由 $x = v_0t + at^2$ 可得 $\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$, 纵截距 b 表示初速度 v_0 , 图线的斜率 k 表示 $\frac{1}{2}a$

由 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 可得 $v^2 = v_0^2 + 2ax$, 纵截距 b 表示 v_0^2 , 图线斜率 k 表示 $2a$

亦可得 $ax = \frac{v^2 - v_0^2}{2}$, 图线与 x 轴所围面积表示速度二次方的变化量 $\Delta(v^2)$ 的一半

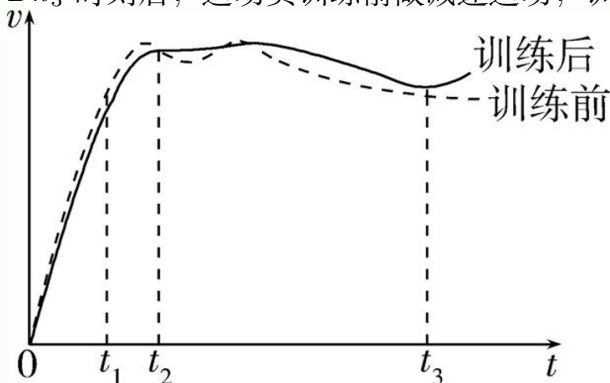
四类非常规运动学图像

	<p>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 Δv。</p>
	<p>由 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 可得 $\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$，纵截距 b 表示初速度 v_0，图线的斜率 k 表示 $\frac{1}{2}a$。</p>
	<p>由 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 可得 $v^2 = v_0^2 + 2ax$，纵截距 b 表示 v_0^2，图线斜率 k 表示 $2a$。</p>
	<p>由 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 可得 $ax = \frac{v^2 - v_0^2}{2}$，图线与 x 轴所围面积表示速度二次方的变化量 $\Delta(v^2)$ 的一半。</p>

典例 123

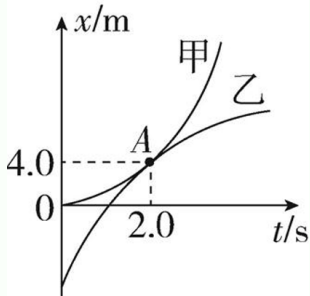
典例 1 (2022 河北, 1,4 分) 科学训练可以提升运动成绩。某短跑运动员科学训练前后百米全程测试中，速度 v 与时间 t 的关系图像如图所示。由图像可知 ()

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



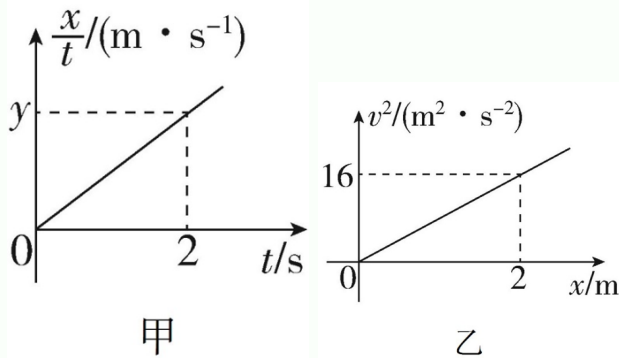
典例 2 (2024 届陕西宝鸡二模) 如图所示为甲、乙两物体在同一直线上做匀变速直线运动的位移-时间图像, 两图线相切于 A 点, 其坐标为 (2.0 s, 4.0 m)。已知甲物体的初速度为零, 乙物体的加速度大小为 1 m/s^2 , 由图像可知 ()

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

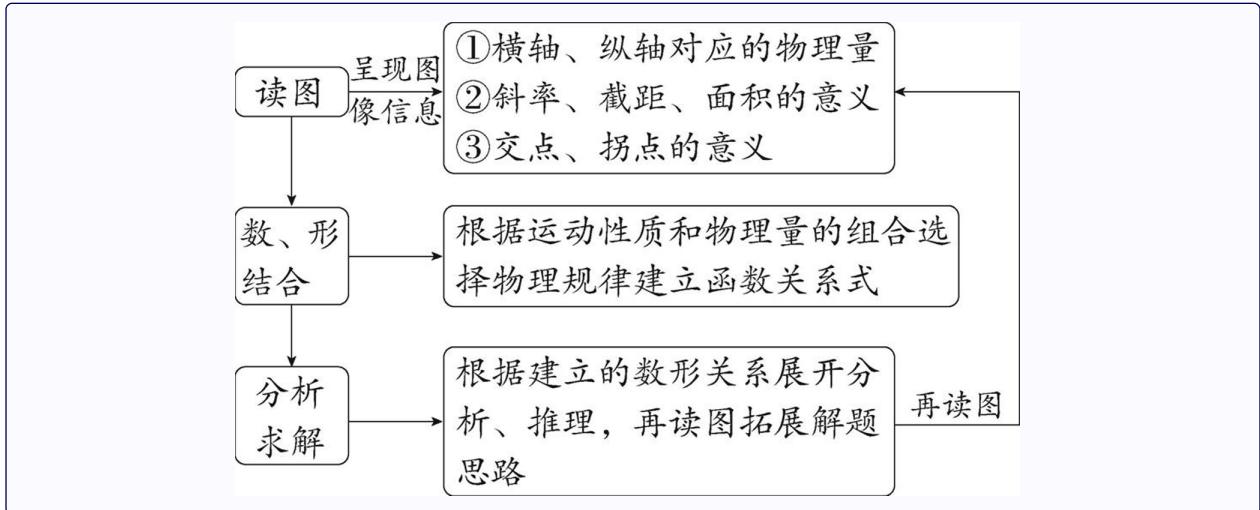


典例 3 (2023 届山西临汾二模) 一个物体在光滑的水平面上受到水平恒力 F 的作用, 从静止开始做匀加速直线运动, 其 $x/t-t$ 图像如图甲所示, v^2-x 图像如图乙所示, 根据图像的特点与信息分析, 下列说法正确的是 ()

- A. $x = 1 \text{ m}$ 时物体的速度为 8 m/s
 B. 图乙的斜率是图甲的斜率的 2 倍
 C. 图甲中的 $y = 8 \text{ m/s}$
 D. $t = 1 \text{ s}$ 时物体的速度为 4 m/s



提分关键·方法提升



3.3.2 题型2 图像间的转化

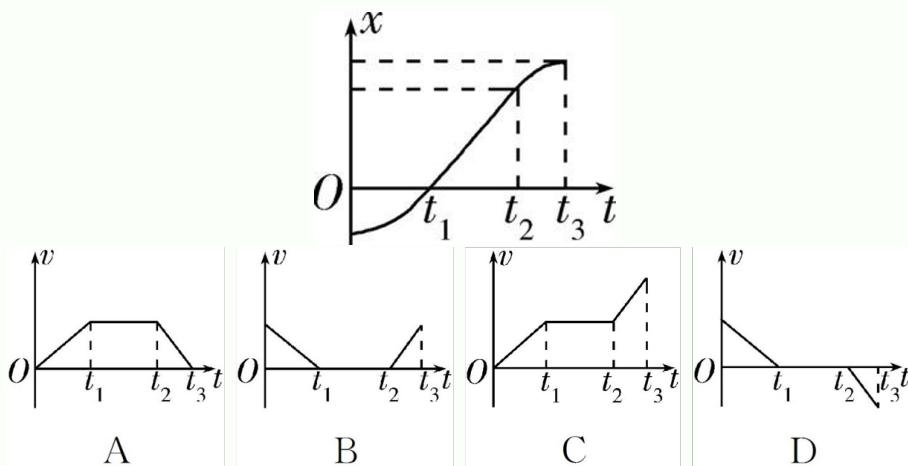
1. 解决图像转换类问题的一般流程

分析已知图像 \rightarrow 构建运动情景 \rightarrow 应用规律公式 \rightarrow 判断选项

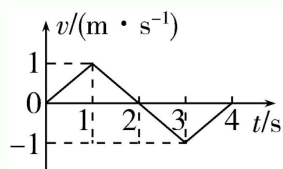
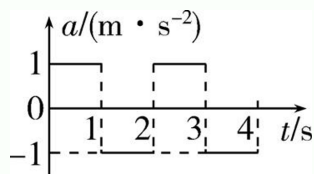
2. 解决图像转换类问题的三个关键点

- (1) 注意合理划分运动阶段, 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, 这是图像转换的依据。

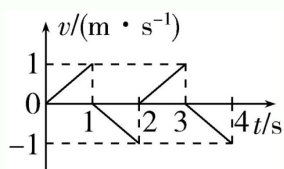
典例 4 (2021 辽宁,3,4 分) 某驾校学员在教练的指导下沿直线路段练习驾驶技术, 汽车的位置 x 与时间 t 的关系如图所示, 则汽车行驶速度 v 与时间 t 的关系图像可能正确的是 ()



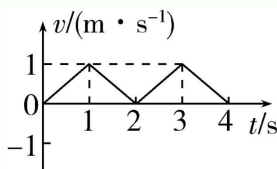
高考变式 (由 $a-t$ 向 $v-t$ 转换) 一物体由静止开始沿直线运动, 其加速度随时间变化的规律如图所示。取物体开始运动的方向为正方向, 下列关于物体运动的 $v-t$ 图像正确的是 ()



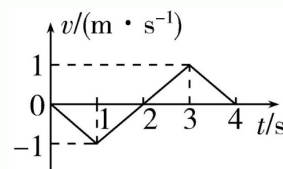
A



B



C



D

3.4 微专题 2 追击相遇问题

3.4.1

1. 追及相遇问题的物理本质

追及相遇问题的物理本质是研究两个物体的时空关系, 而其中的核心“相遇”是指两个物体在同一时刻处于同一位置。

2. 分析追及相遇问题的出发点

(1) 时间关系: 若同时运动同时停止, 则 t 相同; 若两个物体运动有先后顺序, 则 $t_{\text{先}} = t_{\text{后}} + t_0$

(2) 位移关系: 在确定两物体位移关系时通常需要借助两物体运动示意图。此外还要注意, 两物体是否从同一地点出发, 如不是, 还要考虑初始位置之间的距离。

(3) 速度关系: 速度相同是判断两物体间距离最大或最小、能否追上或相撞的临界条件。

3. 解决追及相遇问题的常用方法

(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) 函数分析法

设从开始到相遇的时间为 t , 根据条件列位移关系方程, 得到关于 t 的一元二次方程, 用判别式进行讨论。若 $\Delta > 0$, 即有两个解, 说明可以相遇两次; 若 $\Delta = 0$, 即有一个解, 说明刚好追上或刚好不相撞或相遇一次; 若 $\Delta < 0$, 说明追不上或不能相遇。

(3) 图像分析法: 在同一坐标系中画出两物体的运动学图像。

若为 $x-t$ 图像, 图线相交即代表两物体相遇。

若为 $v-t$ 图像, 利用图线与坐标轴围成的面积进行分析。

若为 $a-t$ 图像, 可转化为 $v-t$ 图像进行分析。

(4) 相对运动分析法: 以其中一个物体为参考系, 确定另一个物体的相对初速度和相对加速度, 从而把研究两个物体的运动问题, 转化为研究一个物体的运动问题。

教考衔接 (人教版必修一 P55, B组, T3 改编) 在平直的公路上, 一辆小汽车前方 26 m 处有一辆大客车正以 12 m/s 的速度匀速前进, 这时小汽车从静止出发以 1 m/s^2 的加速度追赶。

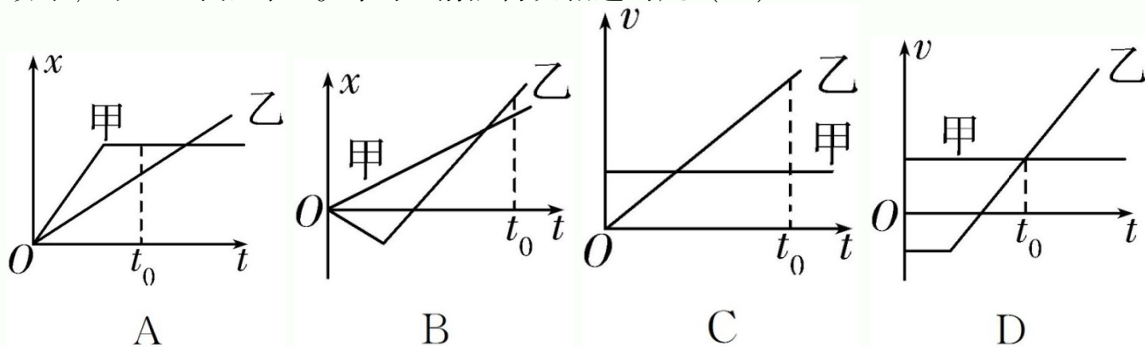
(1) **(回归教材)** 小汽车何时追上大客车? 追上时小汽车的速度有多大? 追上前小汽车与大客车之间的最远距离是多少?

(2) **(情境变式 1)** 在平直的公路上, 一辆小汽车后方 22 m 处有一辆大客车正以 12 m/s 的速度匀速前进, 这时小汽车从静止出发以 1 m/s^2 的加速度运动。两车均可看成质点, 且处于平直公路的两条相邻车道上。大客车能追上小汽车吗? 若不能追上, 求出两车的最近距离; 若能追上, 求出两车相遇的次数, 以及追上时小汽车的速度。

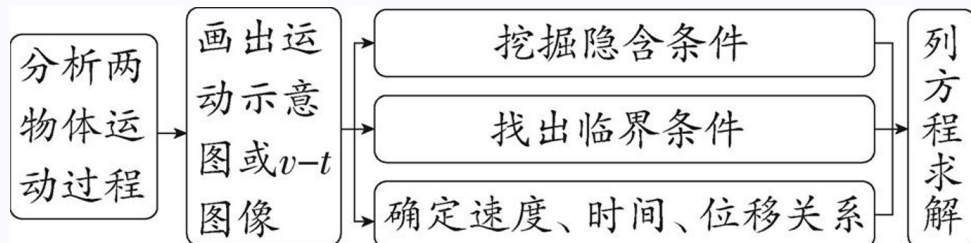
(3) **(情境变式 2)** 在平直的公路上, 一辆小汽车前方有一辆大客车, 某时刻两车相距 60 m, 这时大客车速度为 12 m/s, 正以大小为 2 m/s^2 的加速度做减速运动, 小汽车从静止出发以 4 m/s^2 的加速度运动, 小汽车最大速度为 16 m/s。则小汽车何时追上大客车?

(4) **(拓展变式)** 在水平轨道上有两列火车 A 和 B 相距 $x = 600 \text{ m}$, A 车在后面做初速度为 v_0 、加速度大小为 $a_A = 2 \text{ m/s}^2$ 的匀减速直线运动, 而 B 车同时做初速度为零、加速度为 $a_B = 1 \text{ m/s}^2$ 的匀加速直线运动, 两车运动方向相同, 要使两车不相撞, 求 A 车的初速度 v_0 满足的条件。

(5) **(链接高考)** (2021 海南, 10, 4 分)(多选) 甲、乙两人骑车沿同一平直公路运动, $t = 0$ 时经过路边的同一路标, 下列位移-时间 ($x-t$) 图像和速度-时间 ($v-t$) 图像对应的运动中, 甲、乙两人在 t_0 时刻之前能再次相遇的是 ()



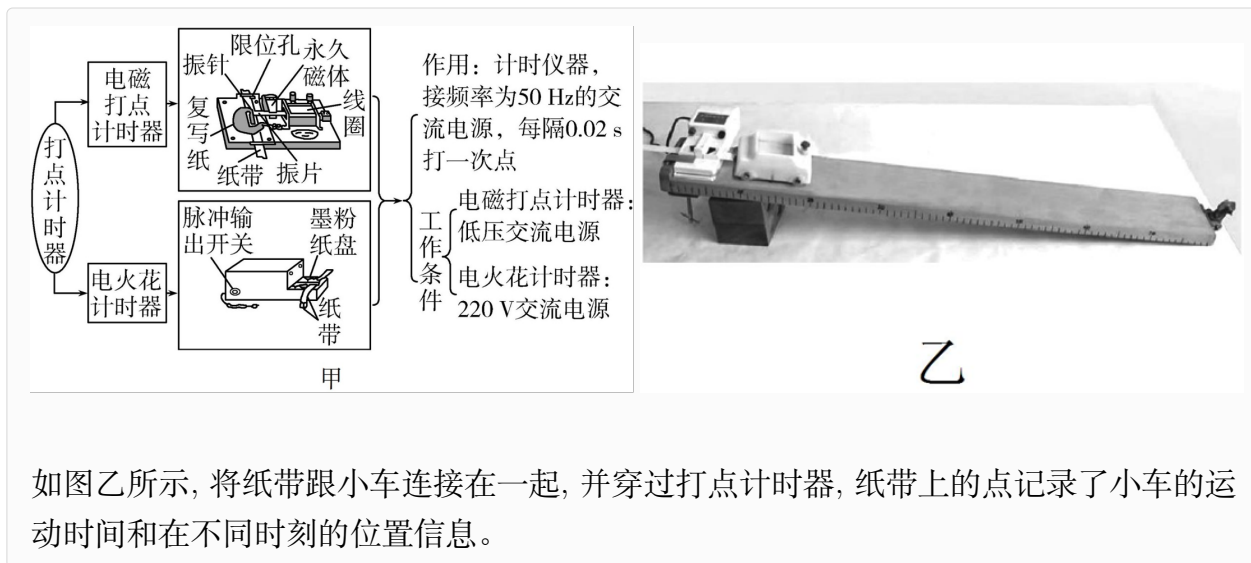
3.4.2 提分关键·规律总结



注意: 抓住一个条件、用好两个关系。一个条件: 速度相等, 这是判断两物体能否追上、相撞或计算两者最远、最近距离的临界条件。两个关系: 时间关系和位移关系, 可以通过画示意图找关系。

4 第4节 测量做直线运动物体的瞬时速度

4.1 实验设备及装置图



4.2 操作要领及注意事项

1. 操作要领

- (1) 平行：细绳、纸带与长木板平行。
- (2) 靠近：小车释放前，应靠近打点计时器的位置。
- (3) 先后：实验时先接通电源，后释放小车；实验后先断开电源，后取下纸带。
- (4) 防撞：小车到达滑轮前让其停止运动，防止与滑轮相撞或掉下桌面摔坏。
- (5) 适当：悬挂槽码要适当，避免纸带打出的点太少或过于密集。

2. 注意事项

- (1) 不需要平衡摩擦力。
- (2) 不需要满足悬挂槽码质量远小于小车质量。
- (3) 区分计时点和计数点：计时点是指打点计时器在纸带上打下的点。计数点是指测量和计算时在纸带上人为所选取的点。

4.3 数据处理

1. 由纸带判断物体做匀变速直线运动的方法

如图所示, 0、1、2、...为时间间隔相等的各计数点, x_1 、 x_2 、 x_3 、...为相邻两计数点间的距离, 若

$$\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = x_4 - x_3 = C \quad (\text{常量}),$$

则说明与纸带相连的物体的运动为匀变速直线运动。



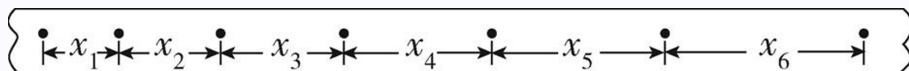
2. 由纸带求物体速度的方法

匀变速直线运动某段时间中间时刻的瞬时速度等于这段时间的平均速度, 即

$$v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}.$$

3. 由纸带求物体加速度的两种方法

(1) 用逐差法求加速度



$$a_1 = \frac{x_4 - x_1}{3T^2}, \quad a_2 = \frac{x_5 - x_2}{3T^2}, \quad a_3 = \frac{x_6 - x_3}{3T^2}$$

则平均加速度为:

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

(2) 用图像法求加速度

先根据公式

$$v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$$

求出所选的各计数点对应的瞬时速度, 后作出 $v-t$ 图像, 图线的斜率等于物体的加速度。

4.4 数据处理

1. 利用平均速度来代替运动物体在某计数点对应的瞬时速度会带来系统误差。为了减小误差, 应取以计数点为中心的较小位移 Δx 来求平均速度。

2. 分段测量计数点间的距离会带来误差。减小此误差的方法: 一次测出各计数点到起始计数点的距离, 再分别计算出各计数点间的距离。

3. 为减小作图时产生的偶然误差, 应选取合适的坐标单位, 利用坐标纸作图。