

2025 版《慧谷文化-新亮剑》高中物理：第

一章 直线运动



第一章 直线运动

考情报告

核心素养	考点内容	高考真题	备考建议
物理观念	参考系、质点、位移、速度、加速度、匀变速直线运动	2023 全国甲 T16(运动图像) 2023 山东 T6(匀变速运动规律)	高考主要考查匀变速直线运动规律及非常规运动图像等。复习过程中要把握公式、规律的来龙去脉,明确相似概念的区别与联系。加强“图像法”、“逆向思维法”、“纸带法”等解题方法的训练,要善于分析物体的运动过程,画出物体运动过程示意图
科学思维	匀变速直线运动规律、运动图像	2023 浙江 T4(加速度平均速度) 2023 辽宁 T3($v-t$ 图像)	
科学探究	研究匀变速直线运动	2023 广东 T3($v-t$ 与 $a-t$ 图像)	
科学态度与责任	超速行车、高空抛物的危害	2022 全国甲 T15(匀变速运动规律)	
		2022 全国乙 T22(匀变速运动实验)	
		2022 辽宁 T7(匀变速运动规律)	
		2022 河北 T1(运动图像)	
		2022 湖北 T6(匀变速运动规律)	

第 1 讲 运动的描述

考点一 质点与参考系 路程与位移

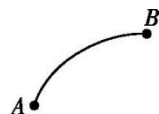
理清

知识结构

基础全通关

知识梳理 构建体系

1. 质点
- (1)用来代替物体的有①_____的点叫作质点。
- (2)在研究问题时,如果物体的②_____和③_____对所研究问题的影响可以忽略,就可以把物体看作质点。
- (3)质点是一种理想化模型,实际并不存在。
2. 参考系
- (1)参考系可以是运动的物体,也可以是静止的物体。
- (2)比较两物体的运动情况时,必须选④_____参考系。
- (3)选取不同的物体作为参考系,对同一物体运动的描述可能⑤_____。通常以⑥_____为参考系。
3. 坐标系:为了定量地描述物体的位置及位置变化,需要在参考系上建立适当的坐标系。
4. 位移与路程

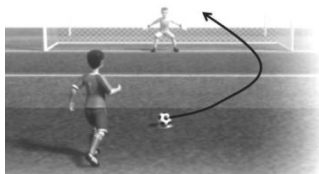
物理量位移 x 路程 s			
区别	沿曲线由 A 运动到 B	由 A 到 B 的有向线段表示物体的位移 	曲线 AB 的长度为物体的路程 
	物理意义	表示物体空间位置变化的大小和方向	表示物体运动轨迹的长度
区别	性质	(1)是⑦_____,有大小和方向 (2)位移的方向为从物体的初位置指向末位置 (3)位移的大小为有向线段的长度 (4)遵循平行四边形定则	(1)是⑧_____,只有大小,没有方向 (2)路程的大小为物体运动轨迹的长度 (3)遵循算术运算法则

联系	(1)在⑨_____运动中,位移的大小等于路程 (2)在其他情况下,位移的大小⑩____于路程
----	--

答案 ①质量 ②形状 ③大小 ④同一 ⑤不同 ⑥地面 ⑦矢量 ⑧标量 ⑨单向直线
⑩小

考教衔接 以图说法

1. 运动员踢足球的不同部位,会使球产生不同的运动。足球运动中常说的“香蕉球”是球在空中旋转,整体运动径迹类似香蕉型弧线的一种运动(如图所示)。在研究如何才能踢出香蕉球时:



(1)能把足球看作质点吗?

(2)研究什么样的问题可以把足球看作质点?

答案 (1)在研究如何才能踢出香蕉球时,足球的大小、形状不可忽略,不能把足球看作质点。
(2)研究足球的飞行轨迹时,可以把足球看作质点。(答案合理即可)

2. 将近 1000 年前,宋代诗人陈与义乘着小船在风和日丽的春日出游时作了一首诗:飞花两岸照船红,百里榆堤半日风。卧看满天云不动,不知云与我俱东(如图所示)。诗人艺术性地表达了他对运动相对性的理解。



(1)诗中描述了什么物体的运动?

(2)“卧看满天云不动,不知云与我俱东”分别是以什么物体为参考系的?

答案 (1)花、云、船、“我”。 (2)“云不动”是以船为参考系,“云与我俱东”是以地面为参考系。

角度 1 质点 参考系

1. 质点是一种理想化的物理模型,实际并不存在。
2. 物体能否被看成质点是由所研究问题的性质决定的,并不能仅由物体的大小和形状来判断。
3. 质点不同于几何“点”,是忽略了物体的大小和形状的有质量的点,而几何中的“点”仅仅表示空间中的某一位置。
4. 对参考系“两性”的认识
 - (1)任意性:参考系的选取原则上是任意的,但是为了研究方便通常选地面为参考系。
 - (2)同一性:比较不同物体的运动必须选同一参考系。

例 1 (改编)(多选)中国海监 46 船(甲)和中国海监 49 船(乙),在某领海内开展例行维权巡航。甲、乙两船并排行驶,甲船上的船员看见小岛向东移,乙船内的船员发现甲船没有动。以下说法中正确的是()。

- A. 研究甲船与乙船绕岛的运动时,两船均不能视为质点
- B. 研究甲船与乙船绕岛的运动时,两船均可以视为质点
- C. 以岛为参考系,甲船向西运动,乙船向东运动
- D. 以岛为参考系,甲、乙两船以相等的速度都向西运动

答案 BD

解析 研究两船绕岛的运动,两船均可以视为质点,B 项正确,A 项错误。甲船上的船员看见岛向东移,则以小岛为参考系,甲船向西运动;乙船上的船员发现甲船没有动,则甲、乙两船的速度大小、方向均相同,即甲、乙两船以相等的速度都向西运动,D 项正确,C 项错误。

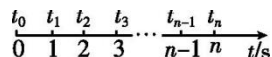
易错提醒

对参考系的两点提醒

1. 由于运动描述的相对性,凡是提到物体的运动,都应该明确参考系。
2. 对于复杂运动的物体,应选取能最简单描述物体运动情况的物体为参考系。

角度 2 时间与时刻

例 2 对于如图所示的时间轴,下列关于时刻和时间间隔的说法正确的是()。



- A. t_2 表示时刻,称为第 2 s 末或第 3 s 初,也可以称为 2 s 内
- B. $t_2 \sim t_3$ 表示时间间隔,称为第 3 s 内
- C. $t_0 \sim t_2$ 表示时间间隔,称为最初 2 s 内或第 2 s 内
- D. $t_{n-1} \sim t_n$ 表示时间间隔,称为第 $(n-1)$ s 内

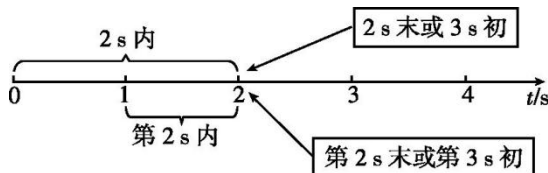
答案 B

解析 第 n s 末等于第 $(n+1)$ s 初,指的是时刻,第 n s 内不等于第 n s 内,第 n s 内指的是从 0 至 n s 末共 n s 的时间,而第 n s 内指的是从 $(n-1)$ s 末至 n s 末共 1 s 的时间。只有 B 项正确。

易错提醒

时间与时刻的理解

如图,“第 2 s 末”和“2 s 末”都与时间轴上 $t=2$ s 那一点相对应,指的是时刻;“2 s 内”是从计时开始到 2 s 末的时间间隔,时间间隔为 2 s;“第 2 s 内”是第 1 s 末或者说第 2 s 初到第 2 s 末的时间间隔,时间间隔为 1 s。



角度 3 位移与路程

位移和路程的“两点”区别

1. 决定因素不同:位移由始、末位置决定,路程由实际的运动路径决定。
2. 运算法则不同:位移应用矢量的平行四边形定则运算,路程应用标量的代数运算。

例 3 (2022 年辽宁卷)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,桥架沿轨道单向移动了 8 m,小车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

答案 C

解析 位移为矢量,该次作业中小车相对地面的位移大小 $x=\sqrt{x_1^2+x_2^2}=10\text{ m}$,C 项正确。

考点二 速度

理清

知识结构

基础全通关

知识梳理 构建体系

物理量平均速度平均速率瞬时速度			
物理意义	描述物体在一段时间(或一段位移)内①_____改变的 平均快慢及方向	描述物体沿轨迹运动的平均快慢	描述物体在某一时刻(或某一位置)的运动②_____及方向
标矢性	矢量	标量	矢量
大小与方向	对应一段位移或一段时间 (1)平均速度 $\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ (2)方向与③_____的方向相同	(1)平均速率 $\bar{v}=\frac{\Delta s}{\Delta t}$ 注意:不一定等于④_____的大小 (2)无方向	(1)当 Δt 很小时, $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$,物体在 t 时刻的速度大小叫瞬时速率 (2)方向就是物体⑤_____的方向
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时间内的平均速度视为⑥_____速度		

答案 ①位置 ②快慢 ③位移 ④平均速度 ⑤运动 ⑥瞬时

考教衔接 以图说法

如图,同学们在学校运动场上进行跑步比赛。



某同学在标准的 400 m 跑道上跑了一圈,所用时间为 42 s,该同学的平均速度是多大?

答案 零。因他跑一圈的位移为零,故这段时间内他的平均速度为零。

突破 考点题型

命题全研透

角度 1 平均速度与瞬时速度

1. 平均速度与瞬时速度的区别及联系

(1)区别:平均速度是过程量,表示物体在某段位移或某段时间内的平均运动快慢程度;瞬时速度是状态量,表示物体在某一位置或某一时刻运动的快慢程度。

(2)联系:瞬时速度是运动时间 $\Delta t \rightarrow 0$ 时的平均速度。

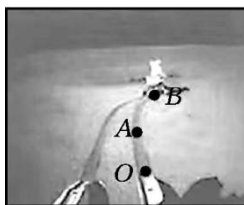
2. 平均速度与瞬时速度的判断方法与技巧

(1)判断是否为瞬时速度,关键是看该速度是否对应“位置”或“时刻”。

(2)求平均速度要找准“位移”和发生这段位移所用的“时间”。

例 4 (2023 年浙江 6 月卷)图为“玉兔二号”巡视器在月球上从 O 处行走走到 B 处的照片,轨迹 OA

段是直线, AB 段是曲线,巡视器质量为 135 kg,则巡视器()。



- A. 受到月球的引力大小为 1350 N
- B. 在 AB 段运动时一定有加速度
- C. 在 OA 段与 AB 段的平均速度方向相同
- D. 从 O 到 B 的位移大小等于 OAB 轨迹长度

答案 B

解析 在月球上的重力加速度 g 小于地球表面重力加速度,故质量为 135 kg 的巡视器受到月球的引力小于 1350 N,A 项错误;巡视器在 AB 段运动时做曲线运动,速度方向一定改变,一定有加速度,B 项正确;平均速度的方向与位移方向相同,由题图可知 OA 段与 AB 段位移方向不同,故平均速度方向不相同,C 项错误;根据位移的定义可知从 O 到 B 的位移大小等于 OB 连线的长度,D 项错误。

核心归纳

平均速度与瞬时速度的关系

- 对于匀速直线运动,瞬时速度与平均速度相等。
- 计算平均速度时应注意:平均速度的大小与物体的运动过程有关,求解平均速度时必须明确是哪一段位移或哪一段时间内的平均速度。

角度 2 平均速度与平均速率的关系

- 平均速度是位移与时间之比,平均速率是路程与时间之比。
- 一般情况下,平均速率大于平均速度的大小。
- 单向直线运动中,平均速率等于平均速度的大小。

例 5 (2024 届大连质检)一质点沿直线 Ox 方向做变速运动,它与 O 点的距离 x 随时间 t 变化的关系式为 $x=5+2t^3$ (m),它的速度随时间 t 变化的关系式为 $v=6t^2$ (m/s),该质点在 $t=2$ s 时的速度大小和 $t=2$ s 到 $t=3$ s 间的平均速度的大小分别为()。

- A. 12 m/s 39 m/s
- B. 24 m/s 38 m/s
- C. 12 m/s 19.5 m/s

D. 24 m/s 13 m/s

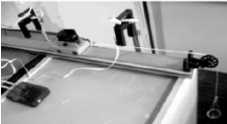
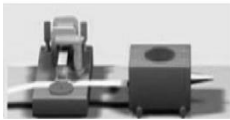
答案 B

解析 质点在 $t=2$ s 时的速度 $v=6t^2=24$ m/s。 $t=2$ s 时, $x_2=21$ m; $t=3$ s 时, $x_3=59$ m, 根据平均速度 $\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 得 2 s ~ 3 s 内平均速度的大小 $\bar{v}=\frac{x_3-x_2}{\Delta t}=38$ m/s, B 项正确。

强化 学科思维

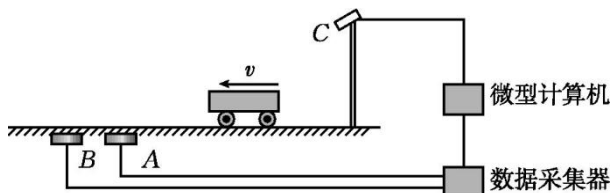
培优巧拓展

测量速度的三种方法

方法阐述	
光电门法 	根据 $\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$, 当时间很短时, 平均速度可近似认为等于瞬时速度。本方法是将物体通过光电门时的平均速度认为近似等于物体通过光电门中间位置时的瞬时速度
打点计时器法 	物体做匀变速直线运动, 某段时间内中间时刻的瞬时速度等于这段时间的平均速度, 由此测量瞬时速度
超声波法 	(1) 发出和接收超声波的时间差为 t, 反射波运动的时间为 $\frac{1}{2}t$, 确定运动物体在两次反射超声波时到测速仪的距离 x_1、x_2, 则 $\Delta x=x_2-x_1$; (2) 根据记录确定两次反射超声波的时间间隔 Δt; (3) 由 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 求物体运动的速度

角度1 传感器测速

例6 (2024 届陕西质检)(多选)一段高速公路限速 120 km/h ,为监控车辆是否超速,设置了一些“电子警察”系统,其工作原理如图所示:路面下埋设两个传感器线圈 A 和 B (距离为 L),当有车辆经过线圈正上方时,传感器能向数据采集器发出一个电信号;若有一辆汽车(在本题中可看作质点)经过该路段,两传感器先后向数据采集器发送信号,时间间隔为 Δt ,经微型计算机处理后得出该车的速度。若超速,则计算机将控制架设在路面上方的照相机 C 对汽车拍照,留下违章证据。根据以上信息,下列说法正确的是()。



- A. 计算汽车速度的表达式为 $v = \frac{L}{\Delta t}$
- B. 计算汽车速度的表达式为 $v = \frac{2L}{\Delta t}$
- C. 若 $L=8\text{ m}$, $\Delta t=0.2\text{ s}$,则照相机将会拍照
- D. 若 $L=8\text{ m}$, $\Delta t=0.3\text{ s}$,则照相机将会拍照

答案 AC

解析 计算汽车速度的原理是利用短时间内的平均速度来代替瞬时速度,故汽车速度的表达式为 $v = \frac{L}{\Delta t}$,A 项正确,B 项错误;若 $L=8\text{ m}$, $\Delta t=0.2\text{ s}$,则汽车的速度 $v = \frac{L}{\Delta t} = 40\text{ m/s} = 144\text{ km/h} > 120\text{ km/h}$,超速,照相机将会拍照,C 项正确;若 $L=8\text{ m}$, $\Delta t=0.3\text{ s}$,则汽车的速度 $v = \frac{L}{\Delta t} = 96\text{ km/h} < 120\text{ km/h}$,未超速,照相机不会拍照,D 项错误。

方法总结

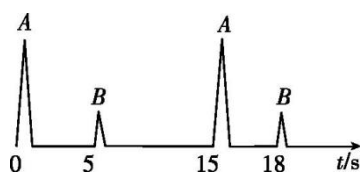
用极限法求瞬时速度

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。

角度 2 超声波测速

例 7 巡警驾驶一辆警车在一段平直的高速公路上以某一速度巡航, 他想知道车内速度仪表指示的速度是否准确。当他准备穿越公路正前方山崖下的隧道时, 他通过车载超声波系统向前方发射了两个超声波脉冲, 超声波系统显示的图形如图所示, 其中 A 为发射的超声波脉冲, B 为接收到的超声波脉冲。已知一个超声波脉冲持续的时间很短, 声音在空气中的传播速度为 336 m/s 。求:



(1) 警车行驶的速度大小 v_1 。

(2) 山崖第一次反射超声波的时刻 t 。(结果保留 4 位有效数字)

答案 (1) 24 m/s (2) 2.679 s

解析 由题图知, $t_0=0$ 时刻, 警车第一次发射超声波脉冲, 经 $t_1=5 \text{ s}$ 接收到返回的超声波信号; 又经过 $\Delta t=10 \text{ s}$ 警车第二次发射超声波脉冲, 经 $t_2=3 \text{ s}$ 接收到返回的超声波信号。

(1) 设空气中声速为 v_2 , 则 $v_2=336 \text{ m/s}$ 。第一次发射超声波脉冲时车与隧道口的距离为 x_1 , 第二次发射超声波脉冲时车与隧道口的距离为 x_2 , 则有

$$2x_1 - v_1 t_1 = v_2 t_1$$

$$2x_2 - v_1 t_2 = v_2 t_2$$

$$\text{又 } x_1 - x_2 = v_1 (\Delta t + t_1)$$

解得 $v_1=24 \text{ m/s}$ 。

(2)由(1)得 $x_1=900\text{ m}$

依题意有 $x_1=v_2 t$

解得 $t\approx 2.679\text{ s}$ 。

考点三 加速度

理清 知识结构

基础全通关

知识梳理 构建体系

1. 定义式: $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$, 单位: ①_____。
2. 物理意义: 描述②_____的快慢。
3. 决定因素: a 不是由 v 、 Δt 、 Δv 决定的, 而是由 $\frac{F}{m}$ 决定的。
4. 方向: 与 Δv 的方向一致, 由③_____的方向决定, 而与 v_0 、 v 的方向无关。

答案 ① m/s^2 ②速度变化 ③合力

考教衔接 以图说法

1. 图 1: $\Delta v=v_2-v_1$, Δv 的方向与 v_1 的方向相同。

图 2: $\Delta v=v_1-v_2$, Δv 的方向与 v_1 的方向相反。(均选填“相同”或“相反”)

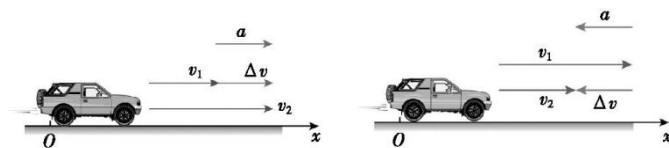
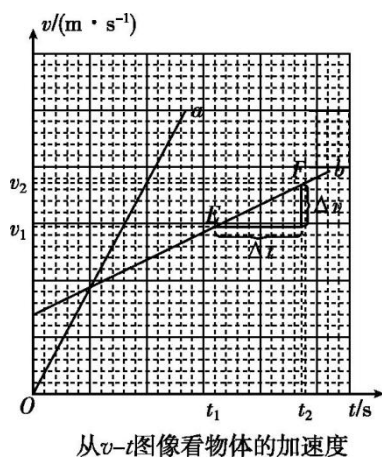


图1 速度增大时的情况

图2 速度减小时的情况

2. 在 $v-t$ 图像中, 图线的斜率反映加速度的大小。如图所示, 对应图线 b 的物体的加速度

$a_2=\frac{\Delta v}{\Delta t}$, 对应图线 a 的物体的加速度 a_1 > a_2 。



突破

考点题型

命题全研透

角度 1 加速度的理解

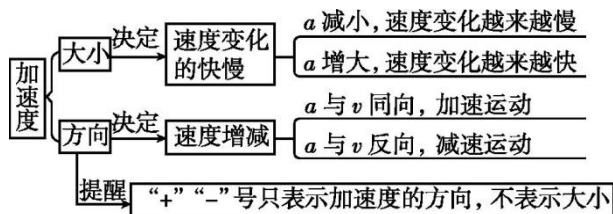
三个概念的比较

比较项目	速度	速度变化量	加速度
物理意义	描述物体运动快慢和方向的物理量,是状态量	描述物体速度改变的物理量,是过程量	描述物体速度变化快慢的物理量,是状态量
定义式	$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$	$\Delta v=v-v_0$	$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v-v_0}{t}$
决定因素	v 的大小由 v_0 、 a 、 Δt 决定	Δv 由 v 与 v_0 进行矢量运算得出,由 $\Delta v=a \Delta t$ 知 Δv 由 a 与 Δt 决定	a 不是由 v 、 t 、 Δv 决定的,而是由 $\frac{F}{m}$ 决定的
方向	与运动方向一致	由 $v-v_0$ 或 a 的方向决定	与 Δv 的方向一致,由 F 的方向决定,而与 v_0 、 v 的方向无关

例 8 (2024 届本溪质检)(多选)一个做变速直线运动的物体,加速度逐渐减小到零,那么该物体的运动情况可能是()。

- A. 速度不断增大,到加速度为零时,速度达到最大,而后做匀速直线运动
- B. 速度不断减小,到加速度为零时,物体做匀减速直线运动,而后物体运动停止
- C. 速度不断减小到零,然后向相反方向做加速运动,最后物体做匀速直线运动
- D. 速度不断减小,到加速度为零时速度减小到最小,而后物体做匀速直线运动

思维导图



答案 ACD

解析 如果物体的初速度与加速度方向相同,在加速度逐渐减小的过程中,物体速度不断增大,当加速度为零时,速度达到最大,以后做匀速运动,A 项正确;如果物体的初速度与加速度方向相反,在加速度逐渐减小的过程中,物体的速度也逐渐减小,当加速度为零时,若物体的速度没减小到零,则以后以较小的速度做匀速运动,若速度减为零,而加速度没减为零,则物体将反向加速,加速度为零后,再做反向的匀速直线运动,C、D 两项正确,B 项错误。

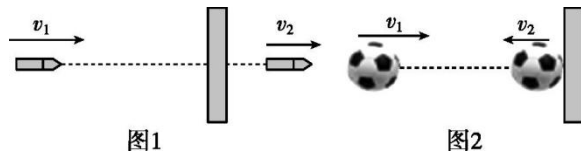
角度 2 加速度的计算

1. $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (定义式),当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, a 为瞬时加速度。

2. $a = \frac{F}{m}$ (决定式),加速度的大小由物体受到的合力 F 和物体的质量 m 共同决定。

3. a 的方向由合力 F 的方向决定。

例 9 如图所示,子弹和足球的初速度均为 $v_1=10\text{ m/s}$,方向向右。设它们与木板作用的时间都是 0.1 s 。



- (1)子弹击穿木板后速度大小变为 7 m/s ,求子弹击穿木板时加速度的大小及方向。
 (2)足球与木板作用后反向弹回的速度大小为 7 m/s ,求足球与木板碰撞反弹时的加速度大小及方向。

答案 (1) 30 m/s^2 ,方向与初速度方向相反 (2) 170 m/s^2 ,方向与初速度方向相反

解析 (1)设子弹初速度方向为正方向,则子弹的初速度 $v_1=10\text{ m/s}$,末速度 $v_2=7\text{ m/s}$,根据加速度的定义知,此过程中子弹的加速度 $a_1=\frac{7-10}{0.1}\text{ m/s}^2=-30\text{ m/s}^2$,负号表示加速度的方向与初速度的方向相反。

(2)设足球初速度方向为正方向,则足球的初速度 $v_1=10\text{ m/s}$,末速度 $v_2=-7\text{ m/s}$,根据加速度的定义知,此过程中足球的加速度 $a_2=\frac{-7-10}{0.1}\text{ m/s}^2=-170\text{ m/s}^2$,负号表示加速度的方向与初速度的方向相反。

方法提示

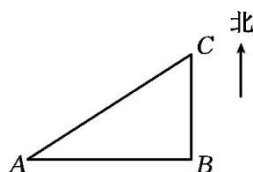
1. 速度的变化量 $\Delta v=v_2-v_1$ 为矢量式。对同一条直线上矢量的运算,选定正方向后,将 v_1 (初速度)与 v_2 (末速度)用正、负号表示,从而转化为代数运算。

2. 速度的变化量 Δv 的方向与 a 的方向相同。

练创新试题 知命题导向

新情境新视角 从知识到见识

1. (改编)(多选)如图所示,某人从 A 点出发,先以 2 m/s 的速度向东走了 40 s 到达 B 点,接着以 3 m/s 的速度向北走了 20 s , 到达 C 点。则关于此人在这 60 s 内的平均速率和平均速度的说法正确的是 ()。



- A. 平均速率为 $\frac{7}{3}\text{ m/s}$
- B. 平均速率为 $\frac{5}{3}\text{ m/s}$
- C. 平均速度大小为 $\frac{7}{3}\text{ m/s}$
- D. 平均速度大小为 $\frac{5}{3}\text{ m/s}$

答案 AD

解析 由题意可知 $s_1 = s_{AB} = v_1 t_1 = 2 \times 40\text{ m} = 80\text{ m}$, $s_2 = s_{BC} = v_2 t_2 = 3 \times 20\text{ m} = 60\text{ m}$, 人在 60 s 内走过的路程 $s = s_1 + s_2 = 80\text{ m} + 60\text{ m} = 140\text{ m}$, 位移大小 $s' = \sqrt{s_1^2 + s_2^2} = \sqrt{80^2 + 60^2}\text{ m} = 100\text{ m}$, 所以平均速率 $v_1 = \frac{s}{t} = \frac{140}{60}\text{ m/s} = \frac{7}{3}\text{ m/s}$, A 项正确, B 项错误; 平均速度大小 $v_2 = \frac{s'}{t} = \frac{100}{60}\text{ m/s} = \frac{5}{3}\text{ m/s}$, D 项正确, C 项错误。

2. **原创新题** 在 2021 年东京奥运会男子 100 m 半决赛中, 我国选手以 9 秒 83 的成绩打破亚洲纪录! 与他同组参赛的意大利选手也以 9 秒 84 的成绩刷新了欧洲纪录。在此次比赛中, 下列说法正确的是 ()。

- A. 起跑时我国选手的速率一定大于意大利选手的
- B. 到达终点时我国选手的瞬时速度一定大于意大利选手的
- C. 起跑过程中我国选手的加速度一定大于意大利选手的
- D. 全程中我国选手的平均速度一定大于意大利选手的

答案 D

解析 由题意可知 100 m 赛跑中我国选手所用时间小于意大利选手的,故全程中我国选手的平均速度一定大于意大利选手的,D 项正确;不能判断起跑时、到达终点时两人的瞬时速度大小,也不能判断起跑过程中两人加速度的大小,A、B、C 三项错误。

3. **原创新题** 港珠澳大桥是世界最长的跨海大桥,为香港、澳门、珠海三地提供了一条快捷通道。

港珠澳大桥的一段平直部分如图所示,一辆小汽车在该路面上从 A 点沿直线运动到 C 点所用的时间为 t ,B 为 AC 段的中点,小汽车在 AB 段运动的平均速度为 v ,在 BC 段运动的平均速度为 $2v$ 。求小汽车在 AC 段运动的平均速度大小。



答案 $\frac{4v}{3}$

解析 设 AC 段长度为 x ,则小汽车在 AB 段运动的时间 $t_1 = \frac{x}{2v}$,在 BC 段运动的时间 $t_2 = \frac{x}{2v}$,小汽车在 AC 段的平均速度大小 $\bar{v} = \frac{x}{t_1 + t_2}$

解得 $\bar{v} = \frac{4v}{3}$ 。

训练 逐点排查

素能快提升

见《高效训练》P1

基础练

1. (改编)下列选项中,研究对象能看成质点的是()。



图 1



图 2



图 3



图 4

- A. 图 1 中“神舟十五号”载人飞船与中国空间站核心舱径向端口对接
- B. 图 2 中观察跳水运动员的入水姿态时
- C. 计算图 3 中从北京西站开往武汉站的高铁列车行驶的时间时
- D. 图 4 中古代航海导航时的司南

答案 C

解析 “神舟十五号”载人飞船与中国空间站核心舱径向端口对接时,要将两者的舱门对接并锁牢,两者均不能视为质点,A 项错误;观察跳水运动员的入水姿态时,运动员不能视为质点,B 项错误;北京西站到武汉站的路程远大于一列高铁列车的长度,计算一列高铁列车从北京西站开往武汉站的行驶时间时,该高铁列车可视为质点,C 项正确;导航时的司南相当于磁针,具有 N、S 两极,不能视为质点,D 项错误。

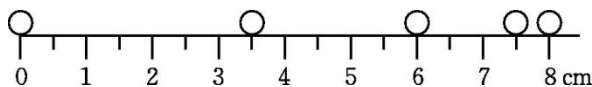
2. (2024 届广州质检)(多选)“枫叶落秋风,片片枫叶转。”离地 10 m 的枫树树梢上的一片枫叶在萧瑟的秋风中缓慢飘落到地面,完成了它最后叶落归根的使命。若枫叶下落时间为 5 s,则下列说法正确的是()。

- A. 枫叶下落过程中的平均速度一定是 2 m/s
- B. 枫叶下落过程中的平均速度可能大于 2 m/s
- C. 枫叶刚着地时的瞬时速度一定等于 2 m/s
- D. 枫叶刚着地时的瞬时速度可能等于 1 m/s

答案 BD

解析 枫叶在秋风的吹动下通常不会沿直线下落到地面,也就是说枫叶的位移大小可能大于 10 m,由于枫叶的下落时间为 5 s,由平均速度的定义式 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可知,A 项错误,B 项正确;枫叶的下落是难以确定的变速运动,它运动的速度可能会时大时小,C 项错误,D 项正确。

3. (2024 届长沙质检)粗糙水平桌面上,小球正在做匀减速直线运动,用照相机对着小球每隔 0.1 s 拍照一次,得到一幅频闪照片,用刻度尺量得照片上小球各位置如图所示,已知照片与实物的比例为 1 : 10,则()。



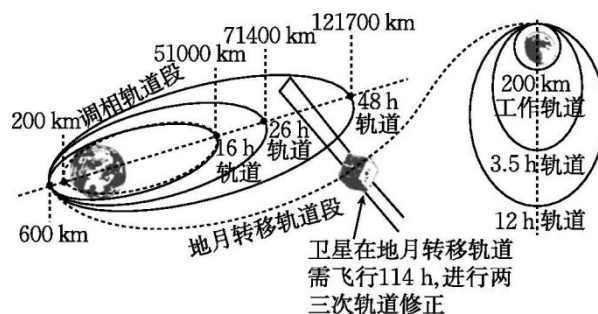
- A. 图中对应的小球在通过 8 cm 距离内的平均速度是 0.2 m/s

- B. 图中对应的小球在通过 8 cm 距离内的平均速度是 1.6 m/s
- C. 图中对应的小球通过 6 cm 处的瞬时速度是 2.5 m/s
- D. 图中对应的小球通过 6 cm 处的瞬时速度是 2 m/s

答案 D

解析 照相机每隔 0.1 s 拍照一次,所以图中对应小球通过 8 cm 距离所用的时间 $t=0.4$ s;照片与实物的比例为 1:10,所以图中 8 cm 对应的实际位移 $x=80$ cm=0.8 m,则小球在通过图中 8 cm 距离内的平均速度 $\bar{v}=\frac{x}{t}=2$ m/s,A、B 两项错误。图中对应小球通过 6 cm 处的瞬时速度可用图中 3.5 cm 到 7.5 cm 这一段的平均速度表示,图中 3.5 cm 到 7.5 cm 这一段对应的实际位移 $x'=40$ cm=0.4 m,所用时间 $t'=0.2$ s,所以小球通过图中 6 cm 处的瞬时速度 $v'=\frac{0.4}{0.2}$ m/s=2 m/s,C 项错误,D 项正确。

4. (改编)我国绕月探测卫星“嫦娥五号”由“长征三号甲”运载火箭成功送入太空,“嫦娥五号”卫星在飞向 380000 km 外的月球的漫长旅途中,需要进行一系列高度复杂且充满风险的操作,即进行 3 次绕地球变轨,然后进入地月转移轨道,再进行 3 次绕月球变轨运动,最后降落在月球表面。“嫦娥五号”升空的路线图如图所示,下列说法正确的是()。



- A. 图中描述卫星绕地球运行情境的 3 个椭圆轨道都是以地球为参考系的
- B. 图中描述卫星绕月球运行情境的 3 个椭圆轨道都是以卫星为参考系的
- C. 图中描述卫星运行情境的所有轨道都是以地球为参考系的
- D. 图中描述卫星运行情境的所有轨道都是以太阳为参考系的

答案 A

解析 从题图中可看出,“嫦娥五号”绕地球运行的 3 个椭圆轨道,地球的位置没有发生变化,绕月球运行的 3 个椭圆轨道,月球的位置没有发生变化,因此描述卫星绕地球运行情境的 3 个椭圆轨道是以地球为参考系的,描述卫星绕月球运行情境的 3 个椭圆轨道是以月球为参考系的,A 项正确。

提升练

5. **原创新题** (多选)网约车的出现,为老百姓出行提供了更多样的选择,解决了打车难的问题。一网约车结算单的截屏图片如图所示,结算单上方为导航地图,下方为一些与行程有关的数据,下列说法正确的是()。

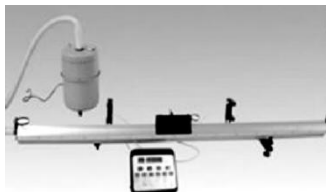


- A. 研究汽车在导航地图中的位置时,可以把汽车看作质点
 B. 数据中 35 分钟表示的是某个时刻
 C. 数据中 31.1 公里表示的是此次行程的位移大小
 D. 数据中 31.1 公里表示的是此次行程的路程

答案 AD

解析 研究汽车在导航地图中的位置时,汽车的大小和形状可忽略不计,可以把汽车看作质点,A 项正确;数据中 35 分钟表示的是时间间隔,B 项错误;数据中 31.1 公里表示的是此次行程的路程,C 项错误,D 项正确。

6. (教材习题改编)为了测定气垫导轨上滑块的加速度,滑块上安装了宽度 $d=3.0\text{ mm}$ 的遮光板。如图所示,滑块在牵引力作用下先后匀加速通过两个光电门,配套的数字毫秒计记录了遮光板通过第一个光电门的时间 $\Delta t_1=0.030\text{ s}$,通过第二个光电门经过的时间 $\Delta t_2=0.010\text{ s}$,遮光板从开始遮住第一个光电门到开始遮住第二个光电门经过的时间 $\Delta t=3.0\text{ s}$,则滑块的加速度约为()。

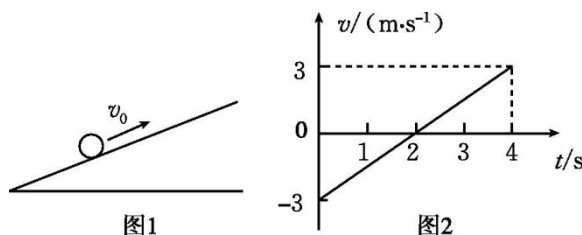


- A. 0.067 m/s^2 B. 0.67 m/s^2
C. 0.02 m/s^2 D. 0.2 m/s^2

答案 A

解析 遮光板两次挡住光电门时的速度分别为 $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1} = \frac{0.003}{0.030} \text{ m/s} = 0.1 \text{ m/s}$, $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2} = \frac{0.003}{0.010} \text{ m/s} = 0.3 \text{ m/s}$, 则加速度 $a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} \approx 0.067 \text{ m/s}^2$, A 项正确。

7. (多选)如图 1 所示, $t=0$ 时, 一小球以初速度 v_0 沿光滑的长直斜面向上运动, 小球运动的 $v-t$ 图像如图 2 所示。下列判断正确的是()。

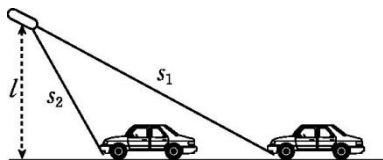


- A. 在 $t_1=1 \text{ s}$ 和 $t_2=3 \text{ s}$ 时小球的速度相同
B. 在 $t=2 \text{ s}$ 时小球的加速度为零
C. 小球沿斜面上滑过程中的平均速度大小为 1.5 m/s
D. 小球沿斜面下滑过程中的加速度大小为 1.5 m/s^2

答案 CD

解析 $t_1=1 \text{ s}$ 和 $t_2=3 \text{ s}$ 时小球的速度大小相等、方向相反, A 项错误; $t=2 \text{ s}$ 时小球的速度为零, 加速度不为零, B 项错误; 小球做匀变速直线运动, 初速度大小 $v_0=3 \text{ m/s}$, 上滑过程末速度为零, 故平均速度大小 $\bar{v} = \frac{v_0}{2} = 1.5 \text{ m/s}$, C 项正确; 小球沿斜面上滑与下滑过程中的加速度均为 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3}{2} \text{ m/s}^2 = 1.5 \text{ m/s}^2$, 方向沿斜面向下, D 项正确。

8. (2024 届德阳质检)测速仪能够测量运动物体的瞬时速率, 其测量精度较高, 广泛应用于交通管理等领域。如图所示, 测速仪向汽车发射一束激光, 经反射后被接收装置接收。只要测出从发射到接收所经历的时间, 便可得到测速仪到汽车的距离。在测量时, 测速仪在 $\Delta t=0.1 \text{ s}$ 内分别发射两束激光, 对汽车进行两次这样的测量, 得到距离 $s_1=10 \text{ m}$ 、 $s_2=7.5 \text{ m}$ 。已知测速仪高 $l=6 \text{ m}$, 则汽车的速度大小为()。



- A. 80 m/s B. 45 m/s C. 35 m/s D. 25 m/s

答案 C

解析 汽车在 Δt 时间内运动的距离 $\Delta x = \sqrt{s_1^2 - l^2} - \sqrt{s_2^2 - l^2} = 3.5 \text{ m}$, 则车速 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 35 \text{ m/s}$, C 项正

确。

9. (2024 届荆州调研)(多选)沿直线做匀变速运动的一列火车和一辆汽车的速度分别为 v_1 和 v_2 , v_1 、 v_2 在各个时刻的大小如表所示, 从表中数据可以看出()。

t/s	0	1	2	3	4
$v_1/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	18.0	17.5	17.0	16.5	16.0
$v_2/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	9.8	11.0	12.2	13.4	14.6

- A. 火车的速度变化较慢 B. 汽车的加速度较小
C. 火车的位移在减小 D. 汽车的位移在增加

答案 AD

解析 从表格中可得火车的加速度 $a_{\text{火}} = \frac{\Delta v_{\text{火}}}{\Delta t_{\text{火}}} = -0.5 \text{ m/s}^2$, 汽车的加速度 $a_{\text{汽}} = \frac{\Delta v_{\text{汽}}}{\Delta t_{\text{汽}}} = 1.2 \text{ m/s}^2$, 故火

车的加速度较小, 火车的速度变化较慢, A 项正确, B 项错误。由于汽车和火车的速度一直为正值, 速度方向不变, 则位移都在增加, C 项错误, D 项正确。

预测练

10. 一动车每节车厢的长度 $L=25 \text{ m}$, 整车长度 $s=250 \text{ m}$ 。在某次乘务员相对车厢以 $v=2 \text{ m/s}$ 的速度通过两节车厢的过程中, 全车恰好匀速通过一座大桥(如图), 车上显示的速度 $v_0=144 \text{ km/h}$, 则该大桥的长度约为()。



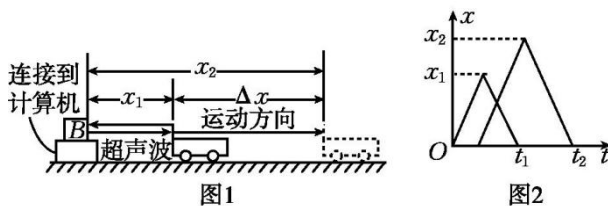
- A. 750 m B. 1000 m C. 1050 m D. 1250 m

答案 A

解析 乘务员通过两节车厢的时间 $t = \frac{2L}{v} = 25 \text{ s}$, 设大桥的长度为 x , 根据题意有 $s + x = v_0 t$, 代入数

据解得 $x = 750 \text{ m}$, A 项正确。

11. (2024 届宁波质检)(多选)一速度传感器的工作原理图如图 1 所示, 在这个系统中 B 为一个能发射超声波的固定装置。工作时 B 向被测物体发出超声波脉冲, 脉冲被运动的物体反射后又被 B 接收到。从 B 发射超声波开始计时, 经时间 Δt_0 再次发射超声波脉冲, 图 2 是连续两次发射的超声波的位移—时间图像, 则下列说法正确的是()。



- A. 超声波的速度 $v_{\text{声}} = \frac{2x_1}{t_1}$
- B. 超声波的速度 $v_{\text{声}} = \frac{2x_2}{t_2}$
- C. 物体的平均速度 $\bar{v} = \frac{2(x_2 - x_1)}{t_2 - t_1 + 2\Delta t_0}$
- D. 物体的平均速度 $\bar{v} = \frac{2(x_2 - x_1)}{t_2 - t_1 + \Delta t_0}$

答案 AD

解析 超声波的速度 $v_{\text{声}} = \frac{2x_1}{t_1}$, A 项正确, B 项错误; 由题图 2 可以得出物体运动 $x_2 - x_1$ 距离所用

时间为 $\frac{t_2 - \Delta t_0}{2} + \Delta t_0 - \frac{t_1}{2}$, 所以物体的平均速度 $\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{\frac{t_2 - \Delta t_0}{2} + \Delta t_0 - \frac{t_1}{2}} = \frac{2(x_2 - x_1)}{t_2 - t_1 + \Delta t_0}$, C 项错误, D 项正确。

第 2 讲 匀变速直线运动规律

对应学生用书 P7

考点一 匀变速直线运动规律及应用

理清 知识结构

基础全通关

知识梳理 构建体系

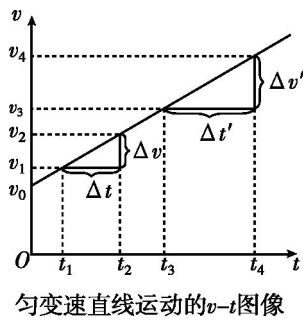
匀变速直线运动及三个基本公式

定义	物体在一条直线上且①_____不变的运动
分类	(1)匀加速直线运动:a 与 v②_____ (2)匀减速直线运动:a 与 v③_____
规律	(1)速度公式:v=④_____ (2)位移公式:x=⑤_____ (3)速度—位移关系式:v ² -v ₀ ² =⑥_____

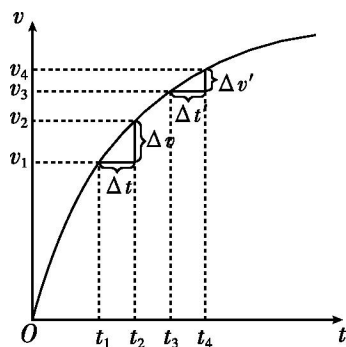
答案 ①加速度 ②同向 ③反向 ④ v_0+at ⑤ $v_0t+\frac{1}{2}at^2$ ⑥ $2ax$

考教衔接 以图说法

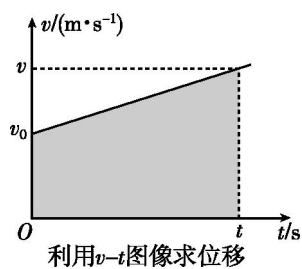
1. 匀变速直线运动的 $v-t$ 图像,是一条 倾斜直 线,速度的变化 Δv 与发生这一速度变化所需时间 Δt 成 正 比。



2. 图中 $\Delta t=\Delta t'$,对应的速度变化量不相等,且逐渐 减小,可见:物体做加速度 减小 的 加速 运动。



3. 在 $v-t$ 图像中,图线与时间轴所围的“面积”表示 位移。



突破 考点题型

命题全研透

角度 1 匀变速直线运动的理解

1. 特点

(1) 加速度 a 恒定不变。

(2) 速度随时间均匀变化。

2. 分类

(1) 匀加速直线运动: a 与 v 同向, 物体的速度随时间均匀增大。

(2) 匀减速直线运动: a 与 v 反向, 物体的速度随时间均匀减小。

例 1 (教材习题改编)(多选)关于匀变速直线运动中加速度的正负,下列说法中正确的是()。

A. 匀加速直线运动中,加速度一定是正值

- B. 匀减速直线运动中,加速度一定是负值
- C. 在匀加速直线运动中,加速度也有可能取负值
- D. 在规定了初速度方向为正方向的前提下,匀加速直线运动的加速度取正值

答案 CD

解析 加速度的正负取决于正方向的选取,加速度方向与规定的正方向相同时加速度为正值,反之为负值,所以无论是匀加速直线运动还是匀减速直线运动,加速度都有可能是正值,也有可能是负值,A、B 两项错误,C 项正确;当规定初速度方向为正方向时,匀加速直线运动中的加速度与速度方向相同,故取正值,D 项正确。

角度 2 匀变速直线运动规律

1. 匀变速直线运动基本公式

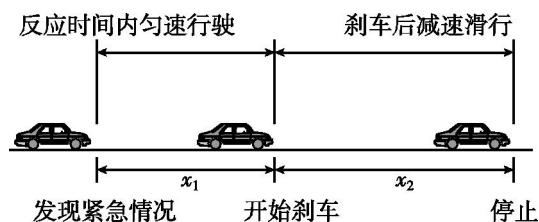
已知量	未知量	适宜选用的公式
v_0 、 v 、 a 、 t	x	速度公式: $v=v_0+at$
v_0 、 a 、 t 、 x	v	位移公式: $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$
v_0 、 v 、 a 、 x	t	速度位移关系式: $v^2-v_0^2=2ax$

2. 运动学公式中正、负号的规定

通常选取初速度的方向为正方向,与初速度同向的矢量取正值,相反则取负值;若 $v_0=0$,一般以 a 的方向为正方向。

例 2 在高速公路上,有时会发生“追尾”事故——后面的汽车撞上前面的汽车。设某人驾车正以 108 km/h 的速度沿平直高速公路行驶,该车刹车时产生的加速度大小为 5 m/s^2 ,该人的反应时间(从意识到应该停车到操作刹车的时间)为 0.5 s。计算行驶时的安全车距至少为多少?

思维导航



答案 105 m

解析 汽车原来的速度 $v_0=108 \text{ km/h}=30 \text{ m/s}$,在反应时间 $t_1=0.5 \text{ s}$ 内,汽车做匀速直线运动的

位移 $x_1=v_0 t_1=30 \times 0.5 \text{ m}=15 \text{ m}$

刹车后,汽车做匀减速直线运动,滑行时间 $t_2=\frac{0-30}{-5} \text{ s}=6 \text{ s}$

汽车刹车后滑行的位移 $x_2=v_0 t_2+\frac{1}{2}at_2^2=30 \times 6 \text{ m}+\frac{1}{2} \times (-5) \times 6^2 \text{ m}=90 \text{ m}$

所以行驶时的安全车距应为 $x=x_1+x_2=15 \text{ m}+90 \text{ m}=105 \text{ m}$ 。

考点二 匀变速直线运动的推论

理清 知识结构

基础全通关

匀变速直线运动相关规律的选择

求位移	$x=v_0 t+\frac{1}{2}at^2$	不涉及末速度,由时间、初速度、加速度求位移时优先考虑此法
	$x=\frac{v^2-v_0^2}{2a}$	不涉及时间,由速度、速度加速度求位移时优先考虑此法
	$x=\bar{v}t=\frac{v+v_0}{2}t$	不涉及加速度,由速度、时间求位移时优先考虑此法

求速度	$v=v_0+at$	不涉及位移,由时间、初速度、加速度求速度时优先考虑此法
	$v=\sqrt{v_0^2+2ax}$	不涉及时间,由位移、初速度、加速度求速度时优先考虑此法
	$v_t=\bar{v}=\frac{x}{t}$	已知位移、时间,可以求解平均速度(中间时刻的瞬时速度)
求加速度	$a=\frac{v-v_0}{t}$	不涉及位移,由速度、时间求加速度时优先考虑此法
	$a=\frac{v^2-v_0^2}{2x}$	不涉及时间,由速度、位移求加速度时优先考虑此法
	$a=\frac{\Delta x}{T^2}$	纸带类问题(题目中出现等分时间信息)求加速度的依据
	由运动学图像求加速度	如:在 $v-t$ 图像中图线的斜率表示加速度

突破 考点题型

命题全研透

角度 1 平均速度公式的应用

1. 对任何运动,有 $\bar{v}=\frac{x}{t}$ 。

2. 对匀变速直线运动,有:

(1) 某段时间中间时刻的瞬时速度等于该段时间的平均速度: $\bar{v}=v_{\frac{t}{2}}=\frac{v_0+v}{2}$ 。

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

例 3 (2023 年山东卷)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 点时的瞬时速度为()。



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

答案 C

解析 设RS间的距离为 x ,则根据题意有 $\bar{v}_1 = \frac{x}{t_1} = \frac{v_R + v_S}{2}$, $\bar{v}_2 = \frac{2x}{t_2} = \frac{v_S + v_T}{2}$,可得 $t_2 = 4t_1$, $v_T = v_R - 10$ m/s;
由匀变速直线运动速度与时间的关系有 $v_T = v_R - a \cdot 5t_1$,则 $a t_1 = 2$ m/s;
又 $\bar{v}_1 = v_R - a \frac{t_1}{2}$,解得 $v_R = 11$ m/s, $v_T = 1$ m/s, C 项正确。

【延伸思考】在匀变速直线运动中中间时刻的瞬时速度 $v_{\frac{t}{2}}$ 与中间位置的瞬时速度 $v_{\frac{x}{2}}$ 哪个大?

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

角度2 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 的应用

1. 公式特点:该公式不涉及时间。

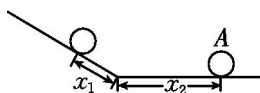
2. 两种特殊情况

(1)当 $v_0 = 0$ 时, $v^2 = 2ax$ 。

(2)当 $v = 0$ 时, $-v_0^2 = 2ax$ 。

例4 如图所示,物体A在斜面上由静止匀加速滑下 x_1 后,又匀减速地在水平面上滑过 x_2 后停下,测

得 $x_2 = 2x_1$,则物体在斜面上的加速度 a_1 与在水平面上的加速度 a_2 的大小关系为()。



- A. $a_1 = a_2$ B. $a_1 = 2a_2$
C. $a_1 = \frac{1}{2}a_2$ D. $a_1 = 4a_2$

答案 B

解析 物体在斜面上的初速度为零,设末速度为 v ,则有 $v^2-0=2a_1x_1$;同理,在水平面上有

$v^2-0=2a_2x_2$,可得 $a_1x_1=a_2x_2$,故 $a_1=2a_2$,B 项正确。

角度 3 $\Delta x=aT^2$ 的应用

1. 匀变速直线运动中,在连续相等的时间 T 内的位移之差为一恒定值,即 $\Delta x=aT^2$ 。

2. 应用

(1) 判断物体是否做匀变速直线运动 如果 $\Delta x=x_2-x_1=x_3-x_2=\cdots=x_n-x_{n-1}=aT^2$ 成立,则 a 为一恒量,说明物体做匀变速直线运动。

(2) 求加速度:利用连续相等时间段内的位移差 Δx ,可求得 $a=\frac{\Delta x}{T^2}$ 。

例 5 一质点做匀加速直线运动时,速度变化 Δv 时发生位移 x_1 ,紧接着速度变化同样的 Δv 时发生位移 x_2 ,则该质点的加速度为()。

- A. $(\Delta v)^2\left(\frac{1}{x_1}+\frac{1}{x_2}\right)$ B. $\frac{2(\Delta v)^2}{x_2-x_1}$
C. $(\Delta v)^2\left(\frac{1}{x_1}-\frac{1}{x_2}\right)$ D. $\frac{(\Delta v)^2}{x_2-x_1}$

答案 D

解析 因质点做匀加速直线运动,加速度不变,所以速度变化量相同,所经历的时间相同,设时间为 t ,则有 $\Delta v=at$, $x_2-x_1=at^2$,联立可得 $a=\frac{(\Delta v)^2}{x_2-x_1}$,D 项正确。

考点三 自由落体运动

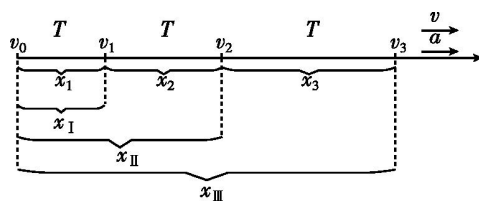
理清

知识结构

基础全通关

知识梳理 构建体系

1. 初速度为零的匀变速直线运动的四个常用推论



(1) $1T$ 末, $2T$ 末, $3T$ 末, $\dots$, nT 末瞬时速度之比 $v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = \textcircled{1}$ _____。

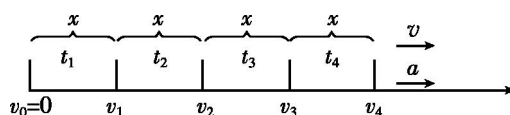
(2) $1T$ 内, $2T$ 内, $3T$ 内, $\dots$, nT 内位移之比 $x_I : x_{II} : x_{III} : \dots : x_n = \textcircled{2}$ _____。

(3) 第一个 T 内, 第二个 T 内, 第三个 T 内, $\dots$, 第 n 个 T 内位移之比

$x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n = \textcircled{3}$ _____。

(4) 从静止开始通过连续相等的位移所用时间之比

$t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = \textcircled{4}$ _____。



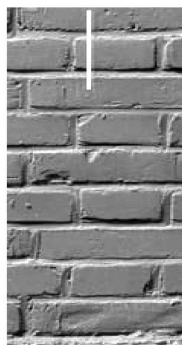
2. 自由落体运动是初速度为 0、加速度为 g 的匀加速直线运动。

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

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

考教衔接 以图说法

1. 有一架照相机,其光圈(进光孔径)随被摄物体的亮度自动调节,而快门(曝光时间)是固定不变的。为估测这架照相机的曝光时间,实验者从某砖墙前的高处使一个石子自由落下,拍摄石子在空中的照片如图所示。石子自由下落,它在照片上留下了一条模糊的径迹。已知石子从地面以上 2.5 m 的高度下落,每块砖的平均厚度为 6 cm,可估算这张照片的曝光时间为_____s。



答案 0.02

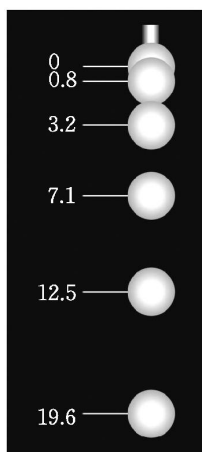
解析 由 $\Delta t = t_2 - t_1$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \times (2.5 - 7 \times 0.06)}{9.8}} \text{ s} \approx 0.65 \text{ s}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \times (2.5 - 9 \times 0.06)}{9.8}} \text{ s} \approx 0.63 \text{ s}$$

解得 $\Delta t = 0.02 \text{ s}$ 。

2. 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。小球自由下落时的频闪照片示意图如图所示,频闪仪每隔 0.04 s 闪光一次。照片中的数字是小球落下的距离,单位是厘米。计算小球落到位置“12.5”时的速度为_____ m/s ,小球下落的加速度为_____ m/s^2 。(结果保留 3 位有效数字)



答案 1.56 9.69

解析 根据某段时间的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度,得 $v_{12.5} = \frac{19.6 - 7.1}{2 \times 0.04} \times 10^{-2}$ m/s = 1.56 m/s

用逐差法求得加速度 $a = \frac{(19.6 - 7.1) - (7.1 - 0.8)}{(2 \times 0.04)^2} \times 10^{-2}$ m/s² = 9.69 m/s²。

突破 考点题型

命题全研透

角度 1 初速度为零的匀加速直线运动的推论应用

例 6 我国某跳水小将在 2021 年东京奥运会女子单人 10 m 跳台跳水比赛中,以三跳满分的成绩,惊艳世界,赢得奥运比赛金牌。若该运动员入水后向下的运动可视为匀减速直线运动,入水后经过 $7t$ 时间速度减为零,则她在入水后的前 $2t$ 内、 $4t$ 内、 $6t$ 内通过的位移之比为()。

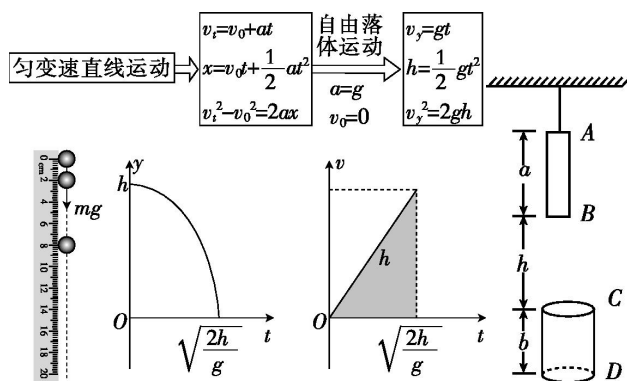
- A. 3 : 2 : 1 B. 7 : 5 : 3
C. 3 : 5 : 6 D. 7 : 12 : 15

答案 C

解析 可将该运动员入水后的运动逆过来看作初速度为零的匀加速直线运动,根据匀加速直线运动规律可知,连续相等的时间间隔内的位移之比为 $1 : 3 : 5 : 7 : \dots$,全程时间分成 $7t$,则 $2t$ 内、 $4t$ 内、 $6t$ 内通过的位移之比为 $(1+3) : (1+3+5) : (1+3+5+7) = 3 : 5 : 6$,C 项正确。

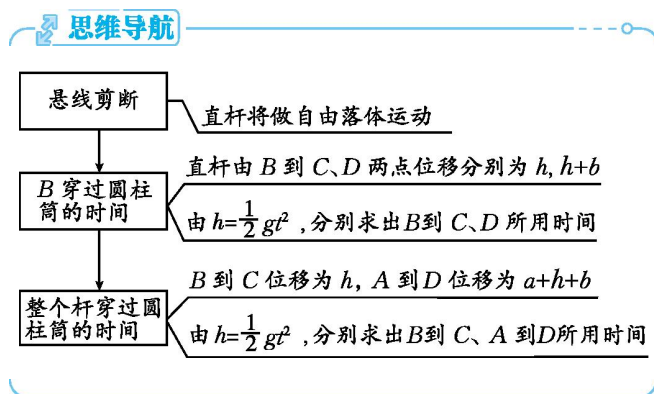
角度 2 自由落体运动

例 7 如图所示,悬挂的直杆 AB 长为 a ,在 B 端以下 h 处有一长为 b 的无底圆柱筒 CD,若将悬线剪断,问:



(1) 直杆下端 B 穿过圆柱筒的时间是多少?

(2) 整个直杆 AB 穿过圆柱筒的时间是多少?



答案 (1) $\sqrt{\frac{2(h+b)}{g}} - \sqrt{\frac{2h}{g}}$

(2) $\sqrt{\frac{2(h+a+b)}{g}} - \sqrt{\frac{2h}{g}}$

解析 (1) 直杆下端 B 穿过圆柱筒, 即从 B 下落到 C 点 (自由下落 h) 起到 B 下落到 D 点 (自由下落 $h+b$) 止。由 $s = \frac{1}{2} gt^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$

则 B 下落到 C 点所需时间 $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, B 下落到 D 点所需时间 $t_2 = \sqrt{\frac{2(h+b)}{g}}$

则直杆下端 B 穿过圆柱筒的时间 $\Delta t_1 = t_2 - t_1 = \sqrt{\frac{2(h+b)}{g}} - \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 。

(2)整个直杆 AB 穿过圆柱筒,即从 B 下落到 C 点(自由下落 h)起到 A 下落到 D 点(自由下落 $h+a+b$)

止。同理可得整个直杆 AB 穿过圆柱筒的时间 $\Delta t_2 = \sqrt{\frac{2(h+a+b)}{g}} - \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 。

考点四 竖直上抛运动

理清

知识结构

基础全通关

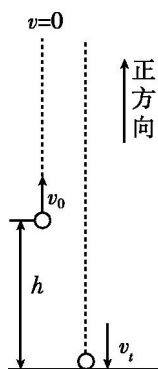
知识梳理 构建体系

1. 上升阶段:初速度为 v_0 、加速度为 $-g$ 的匀减速运动。下落阶段:自由落体运动。

2. 全过程:竖直上抛运动是一种匀变速直线运动。

考教衔接 以图说法

如图,将一小球从地面上方以一定的初速度竖直上抛,以抛出点为坐标原点,向上为正方向,建立位移坐标系。



(1)小球在上升过程中,其速度的变化量沿何方向?

(2)当小球的速度为负值时,其位移也为负值吗?

答案 (1)竖直向下。

(2)不一定。当小球下落到抛出点上方时位移为正;落到抛出点下方时位移为负。

角度 1 竖直上抛运动

分段法	上升阶段: $a=g$ 的匀减速直线运动
	下降阶段:自由落体运动
全程法	初速度 v_0 向上、加速度 g 向下的匀变速直线运动。 $v=v_0-gt,h=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$ (以竖直向上为正方向) 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
图例	The diagram illustrates the two stages of vertical projectile motion. On the left, the '上升阶段' (Ascent Stage) is shown with an upward arrow. It lists: '匀减速直线运动(竖直向上为正方向)' (Uniform deceleration linear motion, vertical upward as positive direction), time $t=\frac{v_0}{g}$, displacement $h=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$, velocity $v=v_0-gt$, acceleration $-g$ (vertical downward), and initial velocity v_0 (vertical upward). On the right, the '下降阶段' (Descent Stage) is shown with a downward arrow. It lists: '自由落体运动(竖直向下为正方向)' (Free fall motion, vertical downward as positive direction), time $t=\frac{v}{g}$, displacement $h=\frac{1}{2}gt^2$, velocity $v=gt$, acceleration g (vertical downward), and initial velocity 0. A central '运动时间' (Motion time) label connects the two stages. A person is depicted at the bottom left, throwing the object.

例 8 (2024 届邵阳模拟)(多选)将某物体以 30 m/s 的初速度竖直上抛,不计空气阻力, $g=10\text{ m/s}^2$ 。

则 5 s 内物体的()。

A. 路程为 65 m

B. 位移大小为 25 m,方向向上

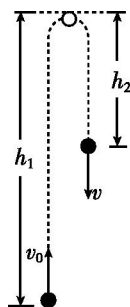
C. 速度改变量的大小为 10 m/s

D. 平均速度大小为 13 m/s,方向向上

答案 AB

解析 解法 1(分阶段法)

物体上升的时间 $t_{\text{上}} = \frac{v_0}{g} = \frac{30}{10} \text{ s} = 3 \text{ s}$, 物体上升的最大高度 $h_1 = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{30^2}{2 \times 10} \text{ m} = 45 \text{ m}$ 。物体从最高点自由下落 2 s 的高度 $h_2 = \frac{1}{2}gt_{\text{下}}^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 \text{ m} = 20 \text{ m}$, 运动过程如图所示, 则总路程为 65 m, A 项正确。5 s 末, 物体离抛出点的高度为 25 m, 即位移的大小为 25 m, 方向竖直向上, B 项正确。5 s 末, 物体的速度大小 $v = gt_{\text{下}} = 10 \times 2 \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$, 方向竖直向下, 取竖直向上为正方向, 则速度改变量 $\Delta v = (-v) - v_0 = (-20 \text{ m/s}) - 30 \text{ m/s} = -50 \text{ m/s}$, 即速度改变量的大小为 50 m/s, 方向竖直向下, C 项错误; 平均速度大小 $\bar{v} = \frac{h_1 - h_2}{t} = \frac{25}{5} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$, 方向竖直向上, D 项错误。



解法 2(全过程法)

由竖直上抛运动的规律可知物体经 3 s 到达最大高度 $h_1 = 45 \text{ m}$ 处。将物体运动的全程视为匀减速直线运动, 则有 $v_0 = 30 \text{ m/s}$, $a = -g = -10 \text{ m/s}^2$, 故 5 s 内物体的位移 $h = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 25 \text{ m} > 0$, 说明物体 5 s 末在抛出点上方 25 m 处, 故路程为 65 m, 位移大小为 25 m, 方向竖直向上, A、B

两项正确。速度的变化量 $\Delta v = at = -50 \text{ m/s}$, C 项错误。5 s 末, 物体的速度 $v = v_0 + at = -20 \text{ m/s}$, 所

以平均速度 $\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2} = 5 \text{ m/s} > 0$, 方向竖直向上, D 项错误。

核心归纳

竖直上抛运动的两种特性

特性	说明
对称性	时间对称性 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 速度对称性 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 能量对称性 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} C B A $\uparrow v_0$
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

角度 2 两类匀减速直线运动

问题	说法
刹车类问题	汽车匀减速到速度为零后立即停止运动, 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、加速度大小不变的匀加速直线运动
双向可逆	如果物体先做匀减速直线运动, 减速为零后又反向做匀加速直线运动,

且全过程加速度大小、方向均不变,求解时可对全过程列式,但必须注意 x 、 v 、 a 类问题等矢量的正负号及物理意义

例 9 一列动车组进站做匀减速直线运动,每节车厢长 $L=25\text{ m}$ 。某人站在站台上 8 号车厢停车线上,他发现 6 号车厢经过他的时间 $t_0=4\text{ s}$,车最后停止时第 8 号车厢头刚好停在站台上 8 号车厢停车线处。则动车组运行的加速度大小约为()。

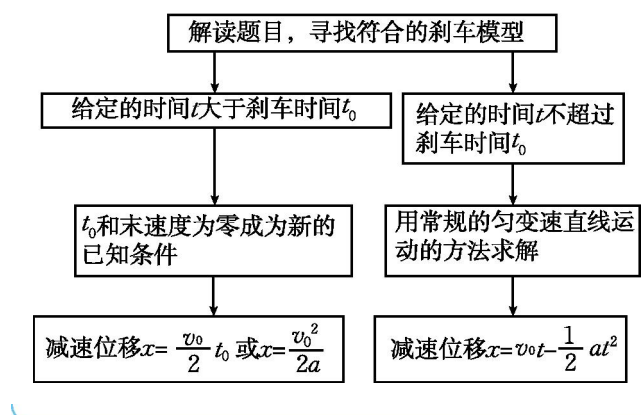
- A. 2 m/s^2 B. 1 m/s^2
C. 0.5 m/s^2 D. 0.14 m/s^2

答案 C

解析 设第 6 号车厢头经过人所在处时车速为 v_1 ,则有 $v_1^2=2a \cdot 2L$;第 6 号车厢尾经过人所在处时车速为 v_2 ,则有 $v_2^2=2aL$;又 $v_1-v_2=at_0$,解得 $a \approx 0.5\text{ m/s}^2$,C 项正确。

例 10 (2024 届营口质检)一汽车以某一速度在平直公路上匀速行驶。行驶过程中,司机忽然发现前方有一警示牌,立即刹车。刹车后,汽车立即做匀减速直线运动,直至停止。已知从刹车开始计时,汽车在 $0 \sim 2\text{ s}$ 内的位移大小为 48 m , $4\text{ s} \sim 6\text{ s}$ 内的位移大小为 3 m 。用 v_0 、 a 分别表示汽车匀速行驶时的速度大小及刹车后的加速度大小,则()。

- A. $a=\frac{45}{8}\text{ m/s}^2, v_0=\frac{237}{8}\text{ m/s}$
B. $a=\frac{32}{3}\text{ m/s}^2, v_0=\frac{104}{3}\text{ m/s}$
C. $a=8\text{ m/s}^2, v_0=32\text{ m/s}$
D. $a=6\text{ m/s}^2, v_0=30\text{ m/s}$



答案 D

解析 汽车在 $0 \sim 2$ s 内的位移 $x_1 = v_0 t_2 - \frac{1}{2} a t_2^2$, 在 4 s 时的速度 $v = v_0 - a t_4$, 则 4 s $\sim$ 6 s 内的位移 $x_2 = v t - \frac{1}{2} a t^2$, 代入数据解得 $v_0 = 29.625$ m/s, $a = 5.625$ m/s²; 但当 $t = 6$ s 时, 可得速度 $v_6 = -4.125$ m/s, 这说明在 $t = 6$ s 时汽车已停止运动, 因此上面的计算不成立。则 4 s $\sim$ 6 s 内有 $0 - v^2 = -2 a x_2$, 可得 $a = 6$ m/s², $v_0 = 30$ m/s (另一解 $a = \frac{32}{3}$ m/s², $v_0 = \frac{104}{3}$ m/s, 则汽车在 3.25 s 时停止运动, 不合题意, 故舍去), D 项正确。

强化 学科思维

培优巧拓展

单个多过程直线运动

解答多过程问题的基本思路	解题关键
(1)画:分清各阶段运动过程,画出草图;	多过程运动的转折点的速度是联系两个运动
(2)找:找出交接处的速度与各段间的位移—过程的纽带,因此,转折点速度的求解往往是解	
时间关系;	题的关键

(3)列:列出各运动阶段的运动方程;

(4)解:联立求解,算出结果

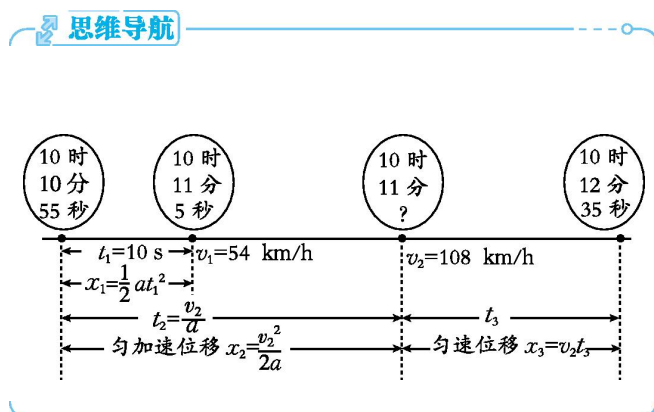
角度 1 单向多过程

例11 (2024 届温州模拟)出租车载客后,从高速公路入口处驶入高速公路,已知出租车从 10 时 10 分 55 秒开始做初速度为零的匀加速直线运动,经过 10 s 时,速度计显示速度为 54 km/h。

(1)求这时出租车离出发点的距离。

(2)出租车继续做匀加速直线运动,当速度计显示速度为 108 km/h 时,出租车开始做匀速直线运动。

10 时 12 分 35 秒时计价器里程表示数应为多少千米?(车启动时,计价器里程表示数为零)



答案 (1)75 m (2)2.7 km

解析 (1)画出出租车运动过程示意图(见思维导航图),呈现运动情境

由题意可知经过 10 s 时,速度计上显示的速度 $v_1 = 15\text{ m/s}$

由速度公式得 $a = \frac{v_1}{t_1} = 1.5\text{ m/s}^2$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/668062125011006141>