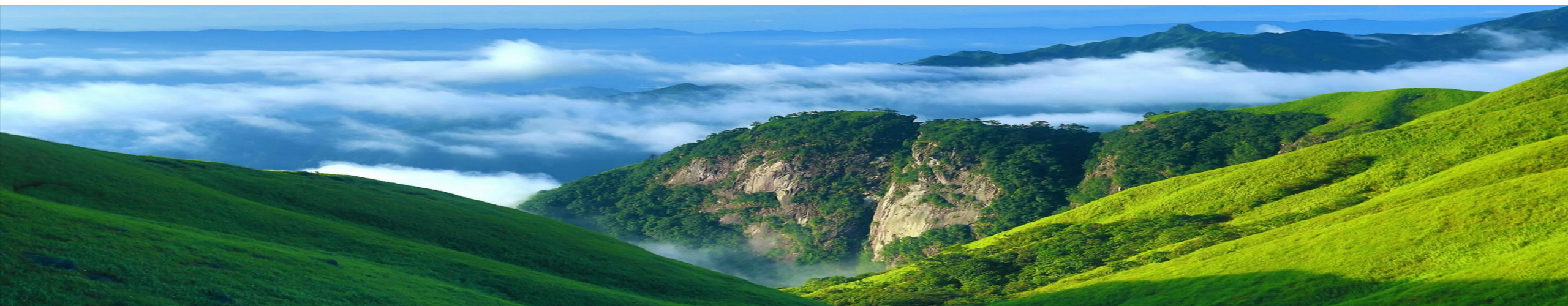
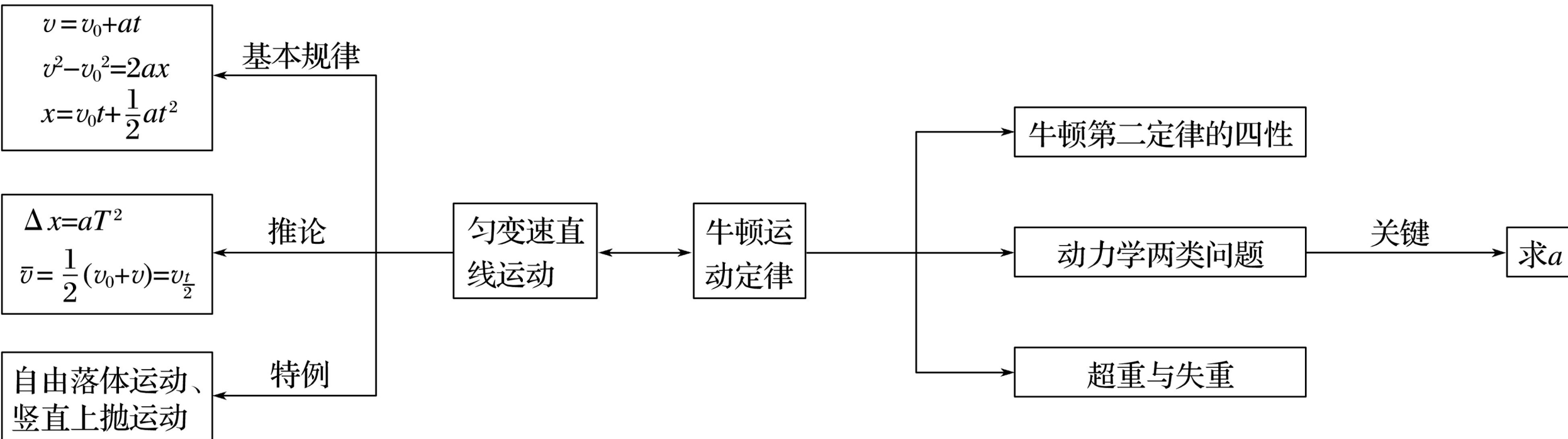


知识专题

专题2 力与物体的直线运动



网络构建



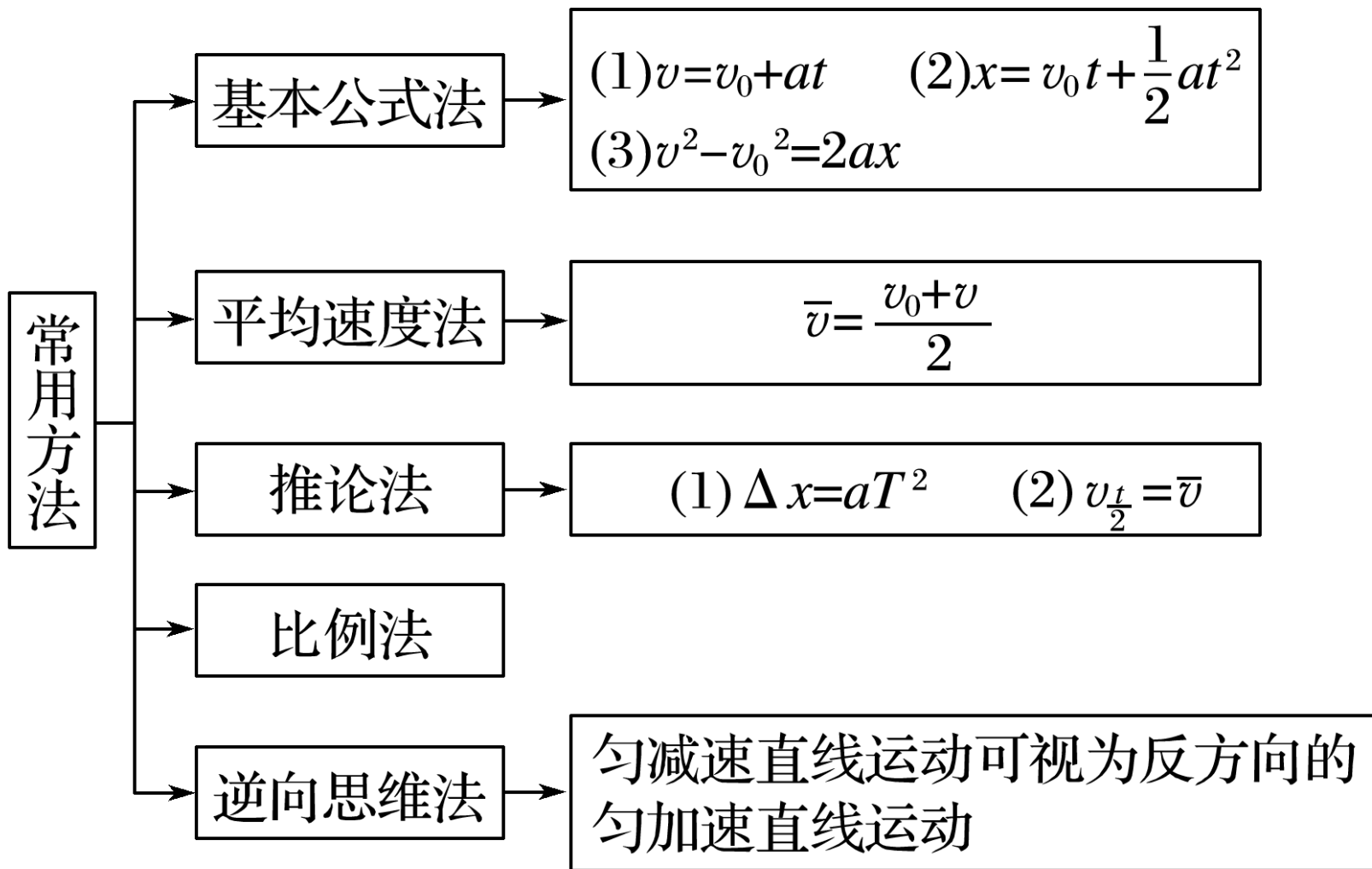
考题一 匀变速直线运动规律的应用

考题二 运动学图象问题

考题三 牛顿运动定律的应用

考题四 “传送带”、“滑块 - 木板模型”问题

1. 匀变速直线运动常用的五种解题方法



2. 追及问题的解题思路和技巧

(1) 解题思路

分析两物体运动过程 \Rightarrow 画运动示意图或 $v-t$ 图象 \Rightarrow 找两物体位移关系 \Rightarrow

列位移方程

(2) 解题技巧

① 紧抓“一图三式”，即过程示意图、时间关系式、速度关系式和位移关系式。

② 审题应抓住题目中的关键字眼，充分挖掘题目中的隐含条件，如“刚好”“恰好”“最多”“至少”等，往往对应一个临界状态，满足相应的临界条件。

③ 若被追赶的物体做匀减速运动，一定要注意追上前该物体是否已停止运动，另外还要注意最后对解的讨论分析。

3. 处理刹车类问题的思路

先判断刹车时间 $t_0 = \frac{v_0}{a}$ ，再进行分析计算。

典例剖析

例 1 如图 1 所示，云南省彝良县发生特大泥石流，一汽车停在小山坡底，司机突然发现在距坡底 240 m 的山坡处泥石流以 8 m/s 的初速度、 0.4 m/s^2 的加速度匀加速倾泻而下，假设泥石流到达坡底后速率不变，在水平地面上做匀速直线运动。已知司机的反应时间为 1 s，汽车启动后以 0.5 m/s^2 的加速度一直做匀加速直线运动。试分析司机能否安全脱离。

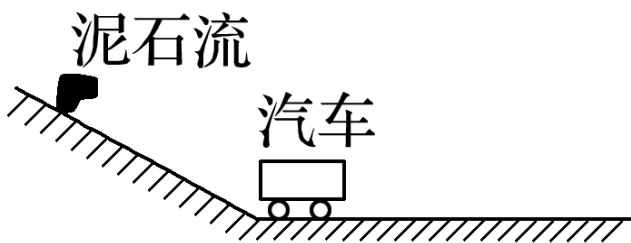


图 1

[变式训练]

1. “蛟龙号”是我国首台自主研发的作业型深海载人潜水器，它是目前世界上潜能力最强的潜水器。假设某次海试活动中，“蛟龙号”完成海底任务后竖直上浮，从上浮速度为 v 时开始计时，此后“蛟龙号”匀减速上浮，经过时间 t 上浮到海面，速度恰好减为零，则“蛟龙号”在 t_0 ($t_0 < t$) 时刻距离海平面的深度为 ()

A. $\frac{vt}{2}$

B. $vt_0(1 - \frac{t_0}{2t})$

C. $\frac{vt_0^2}{2t}$

D. $\frac{v(t - t_0)^2}{2t}$

2. 如图 2 所示，甲从 A 地由静止匀加速跑向 B 地，当甲前进距离为 s_1 时，乙从距 A 地 s_2 处的 C 点由静止出发，加速度与甲相同，最后二人同时到达 B 地，则 A 、 B 两地距离为 ()

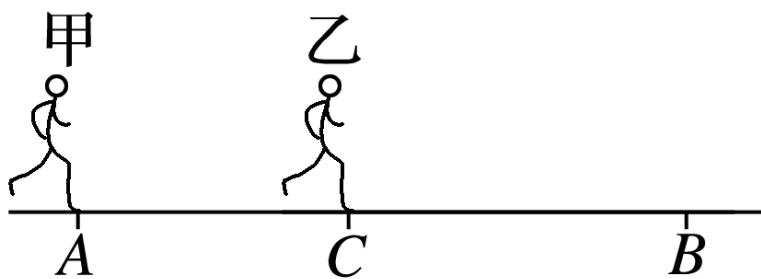


图 2

- A. $s_1 + s_2$ B. $\frac{(s_1 + s_2)^2}{4s_1}$ C. $\frac{s_1^2}{4(s_1 + s_2)}$ D. $\frac{(s_1 + s_2)^2}{(s_1 - s_2)s_1}$

知识精讲

1. $x - t$ 图象、 $v - t$ 图象和 $a - t$ 图象的对比分析

项目 图象	斜率	纵截距	图象与 t 轴 所围的面积	特例	
				匀速直线运动	匀变速直线运动
$x - t$ 图 象	速度	初位置	—	倾斜的直线	抛物线
$v - t$ 图 象	加速度	初速度	位移	与时间轴 平行的直线	倾斜的直线

2. 图象问题要“四看”“一注意”

- (1) 看坐标轴：看清坐标轴所表示的物理量，明确因变量（纵轴表示的量）与自变量（横轴表示的量）之间的制约关系。
- (2) 看图象：识别两个相关量的变化趋势，从而分析具体的物理过程。
- (3) 看纵坐标、“斜率”和“面积”： $v - t$ 图象中根据坐标值、“斜率”和“面积”可分析速度、加速度和位移的大小、方向特点。 $x - t$ 图象中根据坐标值、“斜率”可分析位移、速度的大小、方向特点。
- (4) 看交点：明确图线与图线的交点、图线与坐标轴的交点的物理意义。
- (5) 一注意：利用 $v - t$ 图象分析两个物体的运动时，要注意两个物体的出发点，即注意它们是从同一位置出发，还是从不同位置出发。若从不同位置出发，要注意出发时两者的距离。

典例剖析

例 2 甲、乙两物体从同一地点同时开始沿同一方向运动，甲物体运动的 $v - t$ 图象为两段直线，乙物体运动的 $v - t$ 图象为两段半径相同的圆弧曲线，如图 3 所示，图中 $t_4 = 2t_2$ ，则在 $0 \sim t_4$ 时间内，以 **?** 说法正确的是 ()

- A. 甲物体的加速度不变
- B. 乙物体做曲线运动
- ✓** C. 两物体 t_1 时刻相距最远， t_4 时刻相遇
- D. 甲物体的平均速度等于乙物体的平均速度

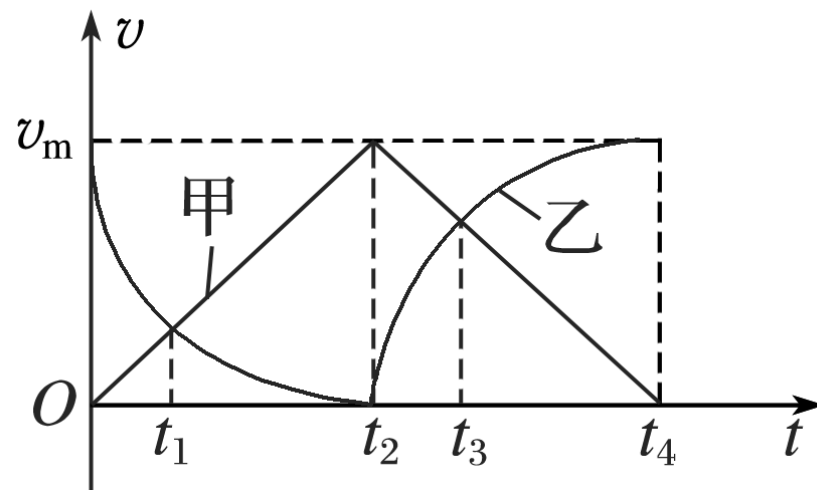


图 3

[变式训练]

3. 如图 4 所示, $x - t$ 图象反映了甲、乙两车在同一条直线上行驶的位移随时间变化的关系, 已知乙车做匀变速直线运动, 其图线与 t 轴相切于 10 s 处, 下列说法正确的是 ()

- A. 5 s 时两车速度相等
- ✓ B. 甲车的速度为 4 m/s
- ✓ C. 乙车的加速度大小为 1.6 m/s^2
- ✓ D. 乙车的初位置在 $x_0 = 80 \text{ m}$ 处

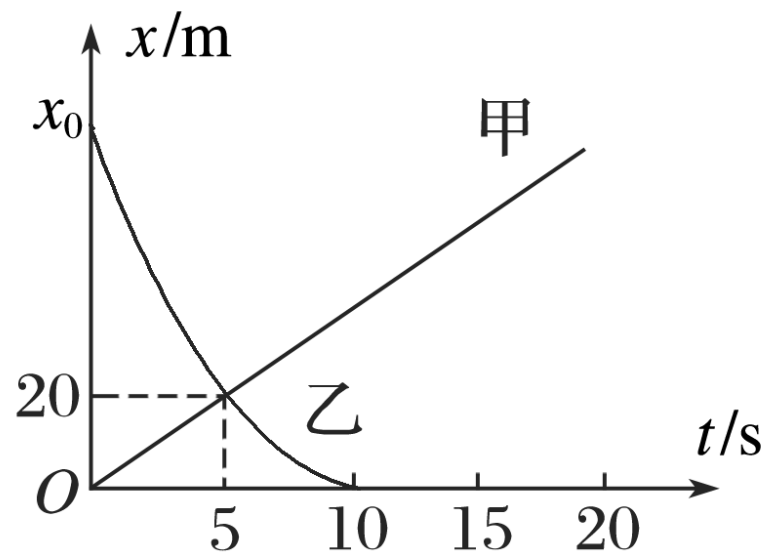


图 4

4. 静止在光滑水平面上的物体，同时受到在同一直线上的力 F_1 、 F_2 作用， F_1 、 F_2 随时间变化的图象如图所示，则物体在 $0 \sim 2t$ 时间内 ()

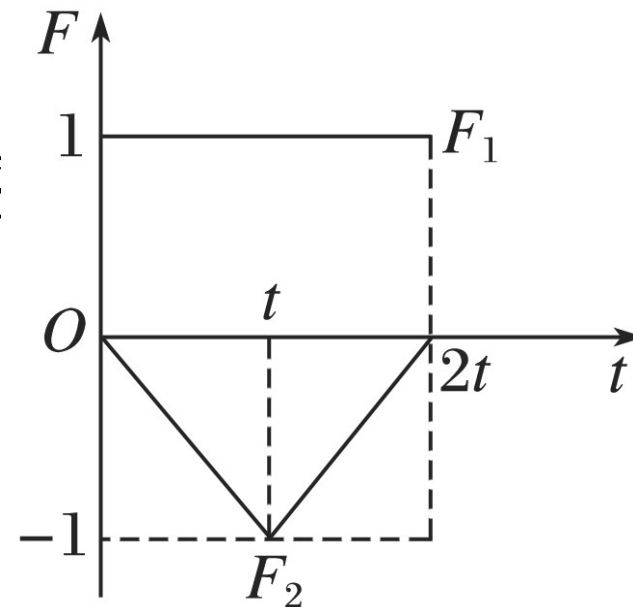


图 5

✓ A. 离出发点越来越远

B. 速度先变大后变小

C. 速度先变小后变大

D. 加速度先变大后变小

解析 由图线可知，物体受到的合力先减小后增大，加速度先减小后增大，速度一直变大，物体离出发点越来越远，选项 A 正确。

方法指导

1. 动力学的两类基本问题

- (1) 由因推果——已知物体的受力情况，确定物体的运动情况。
- (2) 由果溯因——已知物体的运动情况，确定物体的受力情况。

桥梁：牛顿第二定律 $F = ma$

2. 超重和失重现象的判断技巧

(1) 从受力的角度判断：当物体所受向上的拉力（或支持力）大于重力时，物体处于超重状态，小于重力时处于失重状态，等于零时处于完全失重状态。

(2) 从加速度的角度判断：当物体具有向上的加速度时处于超重状态，具有向下的加速度时处于失重状态，向下的加速度为重力加速度时处于完全失重状态。

(3) 从速度变化的角度判断：物体向上加速或向下减速时，超重；物体向下加速或向上减速时，失重。

3. 瞬时性问题的处理

(1) 牛顿第二定律是力的瞬时作用规律，加速度和力同时产生、同时变化、同时消失，分析物体在某一时刻的瞬时加速度，关键是分析该瞬时前后的受力情况及其变化。

(2) 明确两种基本模型的特点：

① 轻绳的形变可瞬时产生或恢复，故绳的弹力可以瞬时突变。

② 轻弹簧（或橡皮绳）两端均连有物体时，形变恢复需较长时间，其弹力的大小与方向均不能突变。

4. 整体法和隔离法的优点及使用条件

(1) 整体法：

① 优点：研究对象减少，忽略物体之间的相互作用力，方程数减少，求解简捷。

② 条件：连接体中各物体具有共同的加速度

(2) 隔离法：

① 优点：易看清各个物体具体的受力情况。

② 条件：当系统内各物体的加速度不同时，一般采用隔离法；求连接体内各物体间的相互作用力时必须用隔离法。

例 3 (2016·四川理综·10) 避险车道是避免恶性交通事故的重要设施，由制动坡床和防撞设施等组成，如图 6 竖直平面内，制动坡床视为与水平面夹角为 θ 的斜面。一辆长 12 m 的载有货物的货车因刹车失灵从干道驶入制动坡床，当车速为 23 m/s 时，车尾位于制动坡床的底端，货物开始在车厢内向车头滑动，当货物在车厢内滑动了 4 m 时，车头距制动坡床顶端 38 m，再过一段时间，货车停止。已知货车质量是货物质量的 4 倍，货物与车厢间的动摩擦因数为 0.4；货车在制动坡床上运动受到的坡床阻力大小为货车和货物总重的 0.44 倍。货物与货车可分别

平板，取 $\cos \theta = 1$ ， $\sin \theta = 0.1$ ， $g = 10$

求：

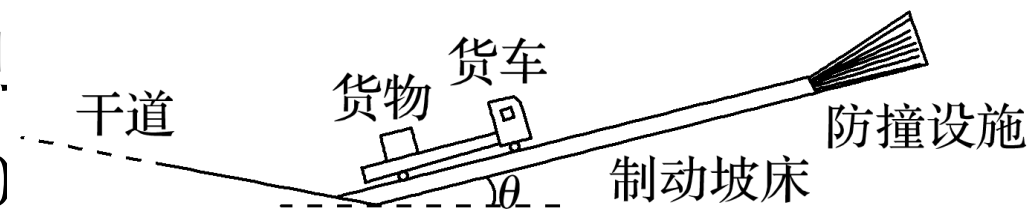


图 6

(1) 货物在车厢内滑动时加速度的大小和方向

解析 设货物的质量为 m ，货物在车厢内滑动过程中，货物与车厢的动摩擦因数 $\mu = 0.4$ ，受摩擦力大小为 f ，加速度大小为 a_1 ，则

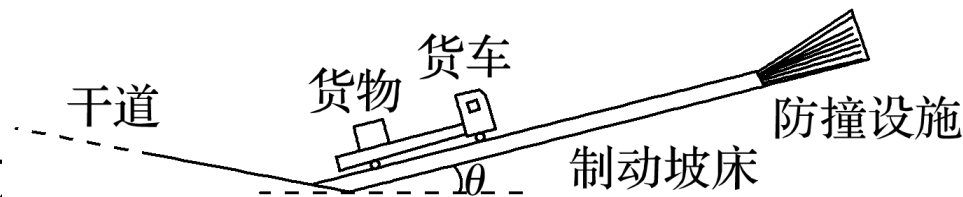
$$f + mg\sin\theta = ma_1 \quad \text{①}$$

$$f = \mu mg\cos\theta \quad \text{②}$$

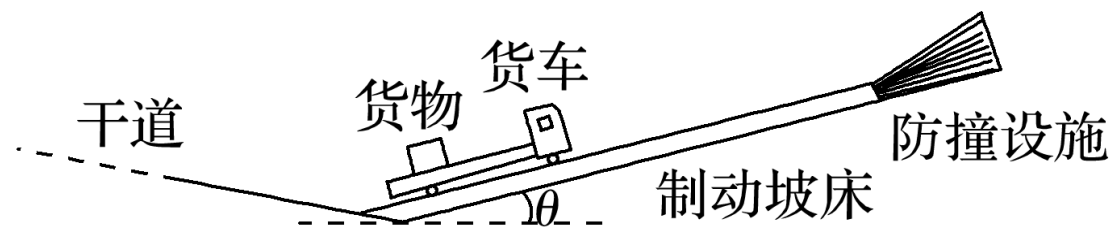
$$\text{联立①②并代入数据得 } a_1 = 5 \text{ m/s}^2 \quad \text{③}$$

a_1 的方向沿制动坡床向下。

答案 5 m/s^2 方向沿制动坡床向下



(2) 制动坡床的长度.



[变式训练]

5. 为了让乘客乘车更为舒适，某探究小组设计了一种新的交通工具，乘客的座椅能随着坡度的变化而自动调整，使座椅始终保持水平，如图 7 所示，当此车加速上坡时，盘腿坐在座椅上的一位乘客（ ? ）

- A. 处于失重状态
- B. 不受摩擦力的作用
- C. 受到向前（水平向右）的摩擦力作用
- D. 所受力的合力竖直向上

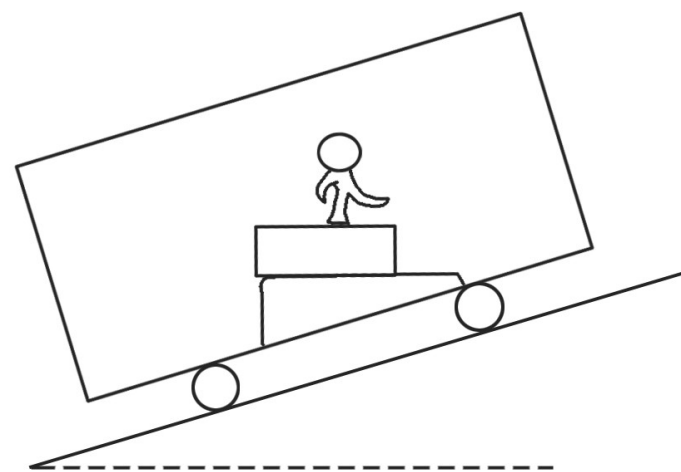


图 7

6. 如图 8 所示， A 、 B 两小球分别连在弹簧两端， B 端用绳子固定在倾角为 30° 的光滑斜面上，若不计弹簧质量，在绳子被剪断瞬间， A 、 B 两球的加速度分别是 **?** ()

A. 都等于 $\frac{g}{2}$

B. $\frac{g}{2}$ 和 0

C. $\frac{M_A + M_B}{M_B} \cdot \frac{g}{2}$ 和 0

✓ D. 0 和 $\frac{M_A + M_B}{M_B} \cdot \frac{g}{2}$

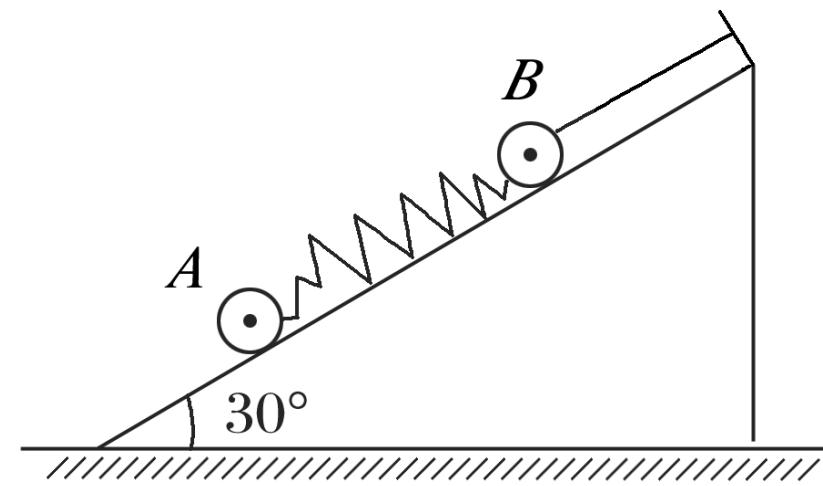


图 8

7. 如图 9 所示用力 F 拉 a 、 b 、 c 三个物体在光滑水平面上运动，现在中间的物体 b 上加一块橡皮泥，它和中间的物体一起运动，且原拉力 F 不变，那么加上橡皮泥以后，两段绳的拉力 F_{Ta} 和 F_{Tb} 的变化情况是 ()

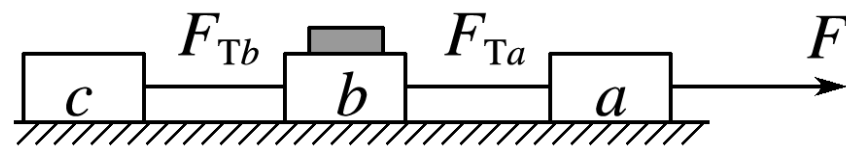


图 9

✓ A. F_{Ta} 增大

B. F_{Tb} 增大

C. F_{Ta} 减小

D. F_{Tb} 减小

✓

方法指导

1. 传送带问题分析的要点是物体与传送带间的摩擦力，关注点是两个时刻：

(1) 初始时刻物体相对于传送带的速度或滑动方向决定了该时刻摩擦力的方向。

(2) 物体与传送带速度相等的时刻摩擦力的大小(或有无)、性质(滑动摩擦力或静摩擦力)或方向会发生改变。正确判断这两个时刻的摩擦力，才能正确确定物体的运动性质。

2. 分析滑块—木板类模型时要抓住一个转折和两个关联

(1) 一个转折——滑块与木板达到相同速度或者滑块从木板上滑下是受力和运动状态变化的转折点。

(2) 两个关联——转折前、后受力情况之间的关联和滑块、木板位移与板长之间的关联。一般情况下，由于摩擦力或其他力的转变，转折前、后滑块和木板的加速度都会发生变化，因此以转折点为界，对转折前、后进行受力分析是建立模型的关键。

典例剖析

例 4 (18 分) 如图 10 所示, 传送带与水平面的夹角为 30° , 传送带 I 与水平面的夹角为 37° , 两传送带与一小段光滑的水平面 BC 平滑连接. 两传送带均沿顺时针方向匀速率运行. 现将装有货物的箱子轻放至传送带的 A 点, 运送到水平面上后, 工作人员将箱子内的物体取下, 箱子速度不变继续运动到传送带 II 上, 传送带 II 的 D 点与高处平台相切. 已知箱子的质量 $M = 1 \text{ kg}$, 物体的质量 $m = 3 \text{ kg}$, 传送带的速度 $v_1 = 8 \text{ m/s}$, AB 长 $L_1 = 15 \text{ m}$, 与箱子间的动摩擦因数为 $\mu_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}$. 传送带 II 的速度 $v_2 = 4 \text{ m/s}$, CD 长 $L_2 = 8 \text{ m}$, 由于水平面 BC 上不小心撒上水, 致使箱子与传送带 II 间的动摩擦因数变为 $\mu_2 = 0.5$. 重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$. 求:

(1) 装着物体的箱子在传送带 I 上运动的时间;

(2) 计算说明箱子能否运送到高处平台上?

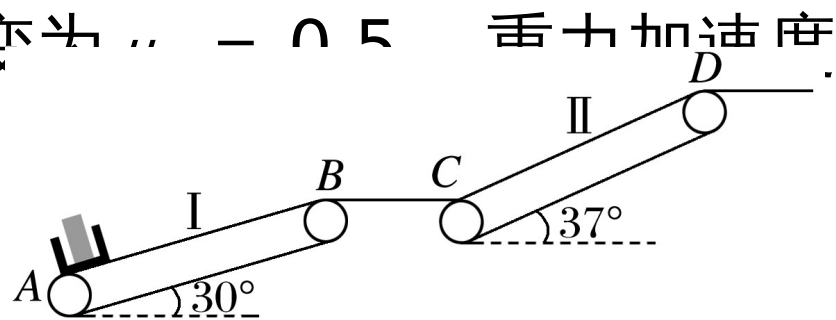


图 10

[思维规范流程]

步骤 1 : 在传送带 止列牛顿

第二定律方程 :

假设共速 , 列运动学方程 :

加速时间 :

匀速时间 :

总时间 :

$$\text{对整体 : } \underline{\mu_1(M + m)g \cos 30^\circ - (M + m)g \cdot \sin 30^\circ}$$

$$= (M + m)a_1 \quad \textcircled{1}$$

$$\text{得 } a_1 = \frac{2.5 \text{ m/s}^2}{\frac{v_1^2}{2a_1}} \quad \textcircled{2}$$

$$x_1 = \frac{v_1^2}{2a_1} = \frac{12.8 \text{ m}}{2} (< 15 \text{ m}) \quad \textcircled{3}$$

$$t_1 = \frac{L - x_1}{v_1} = \frac{3.2 \text{ s}}{1} \quad \textcircled{4}$$

$$t_2 = \frac{0.275 \text{ s}}{1} \quad \textcircled{5}$$

$$t = t_1 + t_2 = 3.475 \text{ s} \quad \textcircled{6}$$

步骤 2，在传送带 II
上列牛顿第二定律
方程：

$$\text{对箱子：} \frac{\mu_2 Mg \cos 37^\circ + Mg \sin 37^\circ}{=} = Ma_2 \quad \textcircled{7}$$

$$\text{得 } a_2 = \frac{10 \text{ m/s}^2}{\frac{v_2^2 - v_1^2}{-2a_2}} \quad \textcircled{8}$$

$$x_2 = \frac{-2a_2}{=} = \frac{2.4 \text{ m}}{=} (< 8 \text{ m})$$

假设共速，判断箱
子的运动，

⑨

$$Mg \sin 37^\circ > \mu_2 Mg \cos 37^\circ$$

因

⑩

列牛顿第二定律方程：

故箱子继续减速

$$\frac{Mg \sin 37^\circ - \mu_2 Mg \cos 37^\circ}{\quad} = Ma_3$$

⑪

$$\text{得 } a_3 = \frac{2 \text{ m/s}^2}{\quad} \quad \text{⑫}$$

$$x_3 = \frac{-2a_3}{\quad} = \frac{4 \text{ m}}{\quad} \quad \text{⑬}$$

$$x_3 = 6.4 \text{ m} < 8 \text{ m} \quad \text{⑭}$$

_____ 运送到高处平台上。 ⑮

结论

①⑦⑪ 各式 2 分，其余各式 1

分

[变式训练]

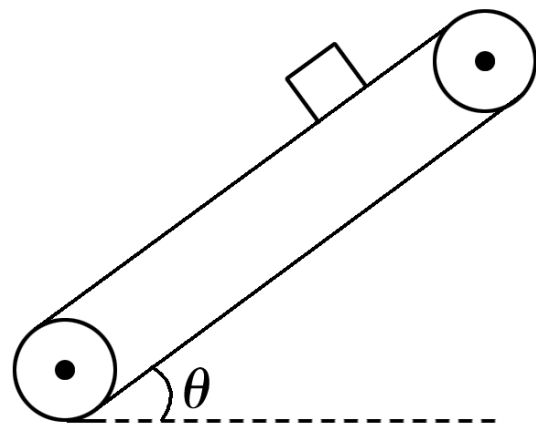
8. 如图 11 甲所示，足够长的传送带与水平面夹角为 θ ，在传送带上某位置轻轻放置一小滑块，小滑块与传送带间动摩擦因数为 μ ，小滑块速度随时间变化关系如图乙所示， v_0 、 t_0 已知，则 ()

✓ A. 传送带一定逆时针转动

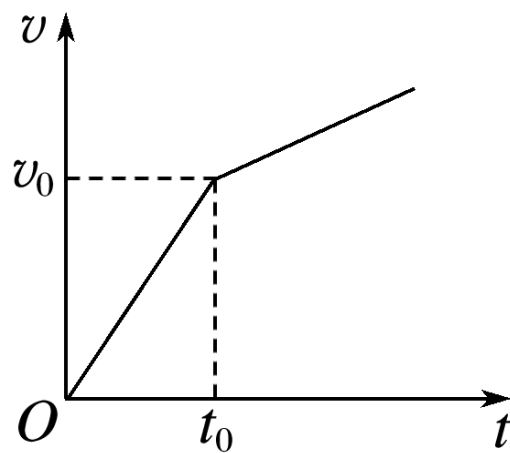
B. $\mu = \tan \theta + \frac{v_0}{gt_0 \cos \theta}$

C. 传送带的速度大于 v_0

✓ D. t_0 后滑块的加速度为 $2g \sin \theta - \frac{v_0}{t_0}$



甲



乙

图 11

9. 正方形木板水平放置在地面上，木板的中心静置一小滑块（可视为质点），如图 12 所示为俯视图，为将木板从滑块下抽出，需要对木板施加一个作用线通过木板中心点的水平恒力 F 。已知木板边长 $L = 2 \text{ m}$ 、质量 $M = 3 \text{ kg}$ ，滑块质量 $m = 2 \text{ kg}$ ，滑块与木板、木板与地面间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.2$ ， g 取 10 m/s^2 ，设最大静摩擦力等于滑动

(1) 要将木板抽出，水平恒力 F 需满足的条件；

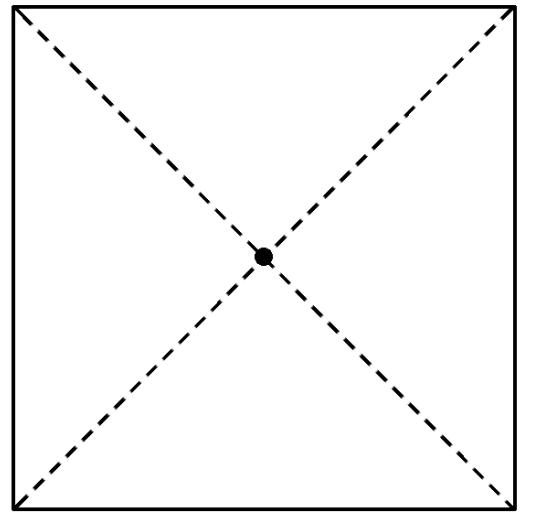


图 12

(2) 当水平恒力 $F = 29 \text{ N}$ 时，在木板抽出时滑块能获得的最大速率。

解析 要使滑块获得的速度最大，则滑块在木板上相对滑动的距离最大，故应沿木板的对角线方向抽木板。

设此时木板加速度为 a_1 ，则有：

$$F - \mu(M + m)g - \mu mg = Ma_1$$

$$\text{由：} \frac{1}{2}a_1 t^2 - \frac{1}{2}\mu g t^2 = \frac{\sqrt{2}}{2}L \quad v_{\max} =$$

$$\text{联立解得：} v_{\max} = \frac{4\sqrt{3}}{3} \text{ m/s} \quad \mu g t$$

答案 $\frac{4\sqrt{3}}{3} \text{ m/s}$