



# 第02讲

## 力与直线运动





# 课标内容要求

1. 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成质点。
2. 理解位移、速度和加速度。理解匀变速直线运动的规律，能运用其解决实际问题
3. 通过实验，认识自由落体运动规律。

# 网络构建

$x-t$ 和 $v-t$ 图像

运动的图像

图像问题的解决思路

两类运动基本动力学问题的求解  
步骤

牛顿定律的  
应用

传送带问题

力与  
直线运动

描述运动的基本概念

直线运动  
规律

运动学问题求解的基本思路  
和方法

求解多过程问题的基本思路



## 描述运动的基本概念



## 核心提炼

### 描述运动的基本概念

- 1) 质点：质点是一个理想化的物理模型。仅凭物体的大小不能做视为质点的依据
- 2) 参考系：对同一个物体的运动，所选择的参照物不同，对它的运动的描述就会不同，通常以地球为参照物来研究物体的运动。
- 3) 路程与位移：路程和位移是完全不同的概念，仅就大小而言，一般情况下位移的大小小于路程，只有在单方向的直线运动中，位移的大小才等于路程。

## 核心提炼

### 描述运动的基本概念

4) 平均速度的两个求解公式:

①  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  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”.

②  $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$  只适用于匀变速直线运动.

5) 加速的两个计算式

①加速度的定义式:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ,

②加速度的决定式:  $a = \frac{F}{m}$ , 即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, 加速度的方向由合力的方向决定.

## 核心提炼

### 描述运动的基本概念

6) 加速度与速度关系：加速度与速度无关。只要速度在变化，无论速度大小，都有加速度；只要速度不变化（匀速），无论速度多大，加速度总是零；只要速度变化快，无论速度是大、是小或是零，物体加速度就大。

#### 7) 加速度的大小与方向作用

加速度  $\left\{ \begin{array}{l} \text{大小} \rightarrow \text{决定速度变化快慢} \left\{ \begin{array}{l} a \text{ 增大} \rightarrow \text{速度变化越来越快} \\ a \text{ 减小} \rightarrow \text{速度变化越来越慢} \end{array} \right. \\ \text{方向} \rightarrow \text{与 } v \text{ 结合决定速度增减} \left\{ \begin{array}{l} a、v \text{ 同向} \rightarrow \text{加速运动} \\ a、v \text{ 反向} \rightarrow \text{减速运动} \end{array} \right. \end{array} \right.$

## 真题研析

(2023•浙江•高考真题) “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





## 真题研析

### 解析

AB. “神舟十五号”飞船和空间站“天和”核心舱成功对接后，在轨绕地球做圆周运动，选地球为参考系，二者都是运动的，AB错误；

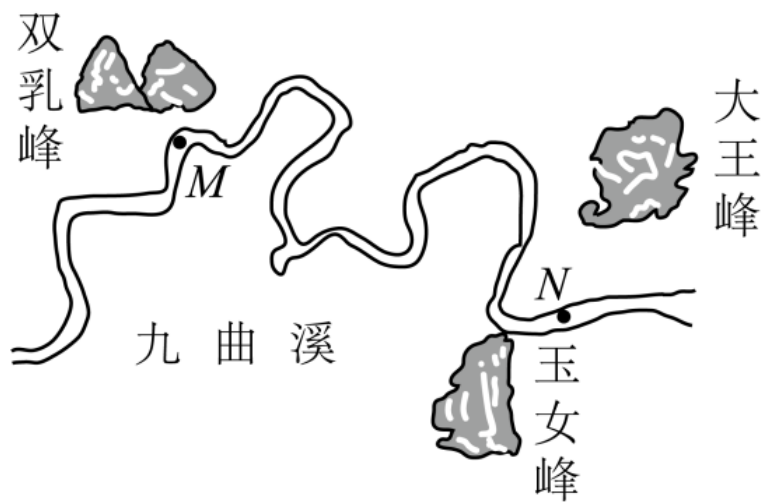
CD. “神舟十五号”飞船和空间站“天和”核心舱成功对接后，二者相对静止，C正确，D错误。

故选C。

## 真题研析

**(2021·福建·高考真题)**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 $5.8\text{km}$ ，用时 $1\text{h}$ ，M、N间的直线距离为 $1.8\text{km}$ ，则从M点漂流到N点的过程中（ ）

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



## 真题研析

### 解析

A. 位移指的是从M点漂流到N点的有向线段，故位移大小为1.8km，故A错误；

B. 从M点漂流到N点的路程为 5.4km，用时 1h，则平均速率为  $\overline{v_{\text{率}}} = \frac{s}{t} = \frac{5.4}{1} \text{ km/h}$  故B错误；

C. 该游客的平均速度大小为  $\overline{v} = \frac{x}{t} = \frac{1.8}{1} \text{ km/h} = 0.5 \text{ m/s}$  故C正确；

D. 以玉女峰为参考系，所乘竹筏的平均速度为 0.5m/s，若以所乘竹筏为参考系，玉女峰的平均速度也为0.5m/s，故D错误；

故选C。



## 运动的图像

核心提炼

x-t图像与v-t图像对比

关系	x-t图像	v-t图像
图像		
运动性质	①②静止, ①静止在原点, ②静止位置为正. ③④⑤⑥做匀速直线运动, ③④⑥向正方向运动, ⑤向反方向运动, ③的初位置在原点, ④⑤的初位置为正, ⑥的初位置为负. ⑦⑧⑨为匀变速直线运动, ⑦是初速度为零的匀加速, 是初速度不为零的匀加速, ⑨为匀减速	①静止, ②向正方向做匀速直线运动, ③④⑤⑥做匀变速直线运动. ③④为匀加速, ③是初速度为零的匀加速, ④的初速度为正. ⑤⑥为匀减速, ⑤的初速度为正, ⑥的初速度为负
斜率	速度 (右倾为正, 左倾为负)	加速度 (右倾为正, 左倾为负)
交点	同一位置	同一速度



核心提炼

x-t图像与v-t图像对比

关系	x-t图像	v-t图像
图像		
面积		位移
横截距	经过原点的时刻(速度方向不变)	速度为零的时刻(速度即将反向)
纵截距	初位置(原点以上为正,原点以下为负)	初速度(原点以上为正,原点以下为负)
运动判断	水平直线表示静止. 倾斜直线表示物体做匀速直线运动. 抛物线表示物体做匀变速直线运动,开口向上为匀加速直线运动,顶点在原点是初速度为零的匀加速直线运动,开口向下为匀减速直线运动	水平直线表示静止或匀速. 倾斜直线表示物体做匀变速直线运动,初速度和加速度同向为匀加速直线运动;初速度和加速度反向为匀减速直线运动



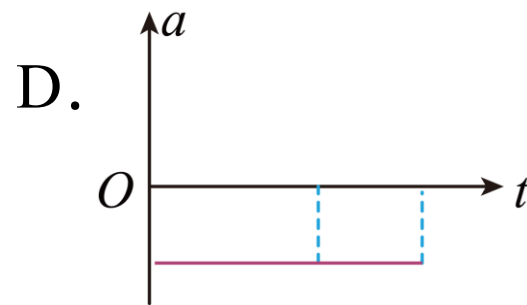
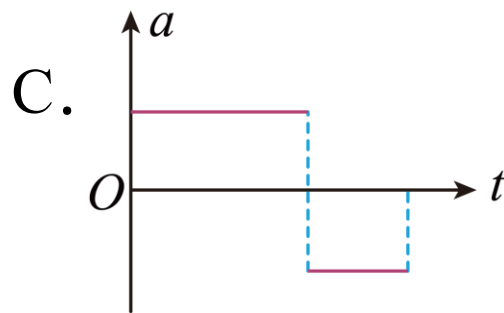
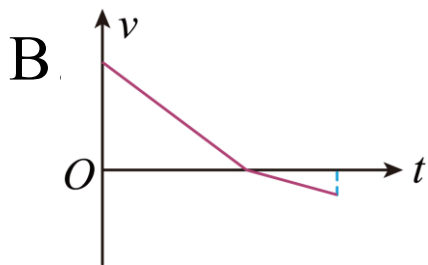
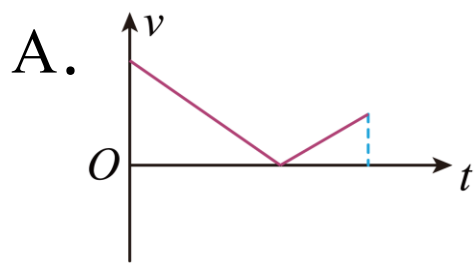
# 核心提炼

## 图像问题的解题思路

一看 坐标轴	<p>①确认纵、横坐标轴对应的物理量及其单位</p> <p>②注意纵、横坐标是否从零刻度开始</p>
二看 截距、 斜率、面积	<p>图线在坐标轴上的截距表示运动的初始情况</p> <p>斜率通常能够体现某个物理量(如<math>v-t</math>图像的斜率反映了加速度)的大小、方向及变化情况</p> <p>最常见的是<math>v-t</math>图像中面积表示位移大小,要注意时间轴下方的面积表示位移为负,说明这段位移方向与正方向相反</p>
三看 交点、 转折点、 渐近线	<p>交点往往是解决问题的切入点,注意交点表示物理量相等,不一定代表物体相遇</p> <p>转折点表示物理量发生突变,满足不同的函数关系式,如<math>v-t</math>图像中速度由增变减,表明加速度突然反向</p> <p>利用渐近线可以求出该物理量的极值或确定它的变化趋势</p>

## 真题研析

**(2023·广东·高考真题)** 铯原子喷泉钟是定标“秒”的装置。在喷泉钟的真空系统中，可视为质点的铯原子团在激光的推动下，获得一定的初速度。随后激光关闭，铯原子团仅在重力的作用下做竖直上抛运动，到达最高点后再做一段自由落体运动。取竖直向上为正方向。下列可能表示激光关闭后铯原子团速度或加速度随时间变化的图像是（ ）



## 真题研析

### 解析

AB. 铯原子团仅在重力的作用，加速度 $g$ 竖直向下，大小恒定，在图像中，斜率为加速度，故斜率不变，所以图像应该是一条倾斜的直线，故选项AB错误；

CD. 因为加速度恒定，且方向竖直向下，故为负值，故选项C错误，选项D正确。

故选D。

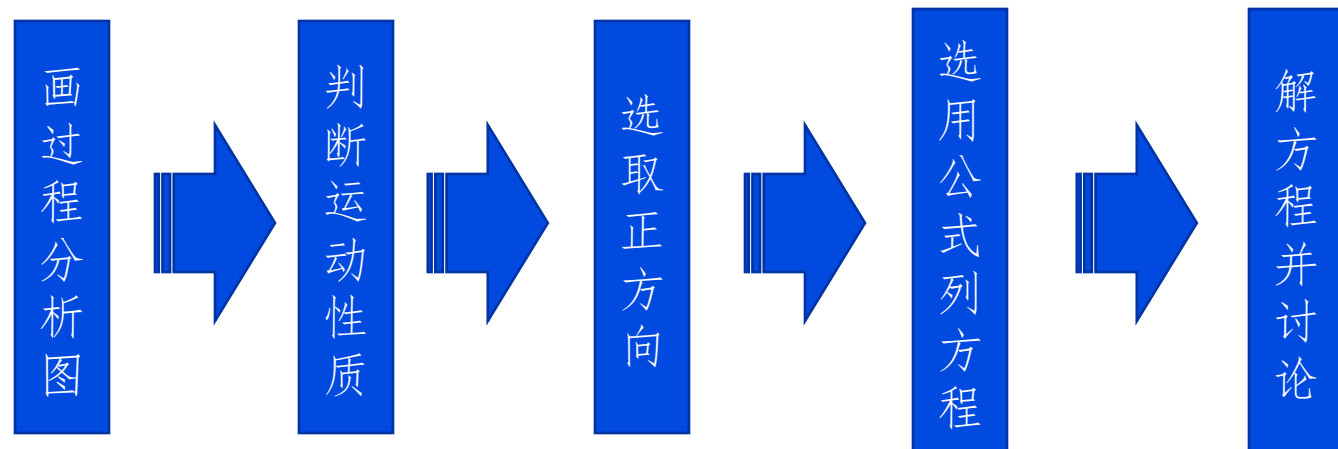


# 直线运动的规律

## 核心提炼

# 运动学问题求解的基本思路及方法

1) 基本思路:



## 核心提炼

### 运动学问题求解的基本思路及方法

#### 2) 基本方法

(1)基本公式法：描述匀变速直线运动的基本物理量涉及 $v_0$ 、 $v$ 、 $a$ 、 $x$ 、 $t$ 五个量,知道其中任何三个物理量就可以根据三个基本公式 ( $v_t = v_0 + at, x = v_0t + \frac{1}{2}at^2, v_t^2 - v_0^2 = 2ax$ ) 求出其他物理量。

(2)平均速度法： $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} = \frac{x}{t}$  适合解决不需要知道加速度的匀变速运动类问题

(3)推论法：利用匀变速直线运动的推论  $\Delta x = aT^2$  或  $x_n - x_m = (n-m)aT^2$ ，解决已知相同时间内相邻位移的或相同时间内跨段位移的问题（如纸带类问题求加速度）

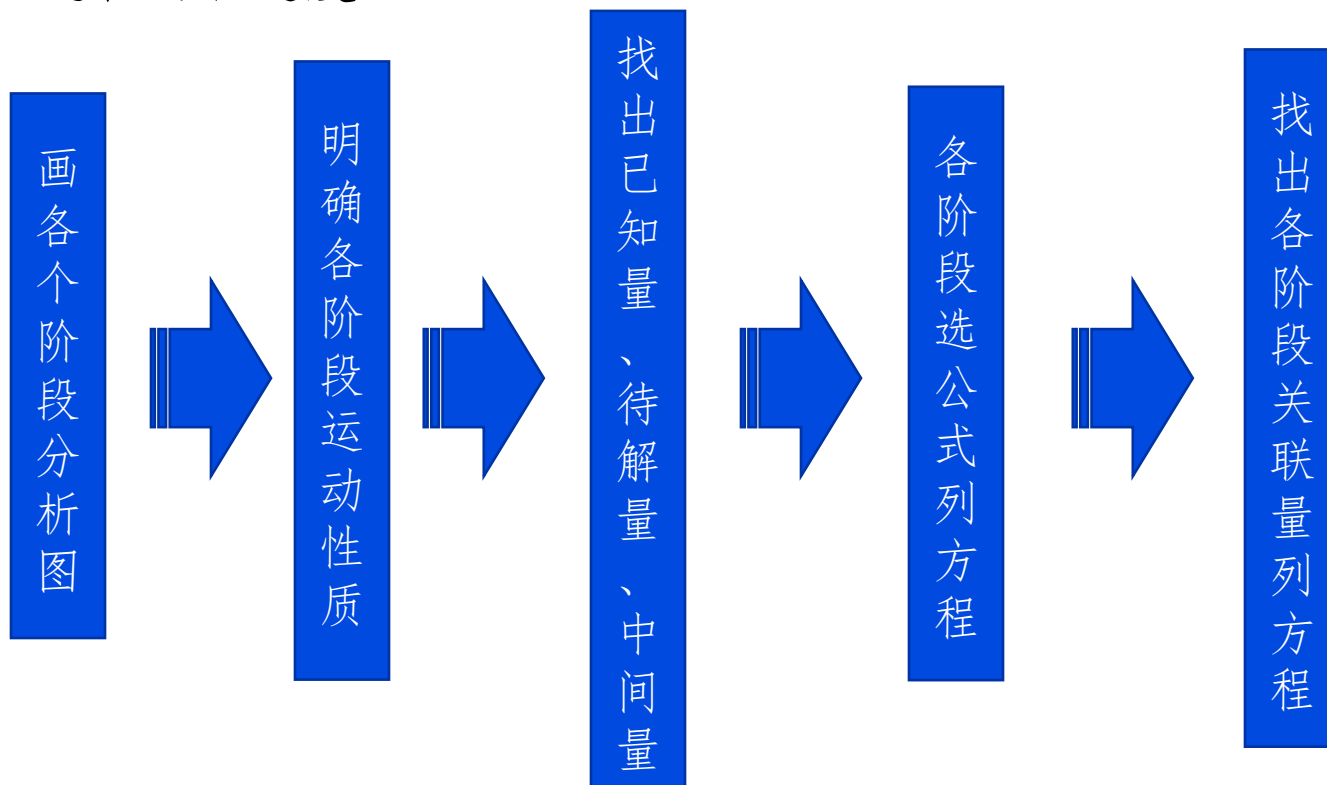
(4)图像法：利用 $v$ - $t$ 图像解决问题



## 核心提炼

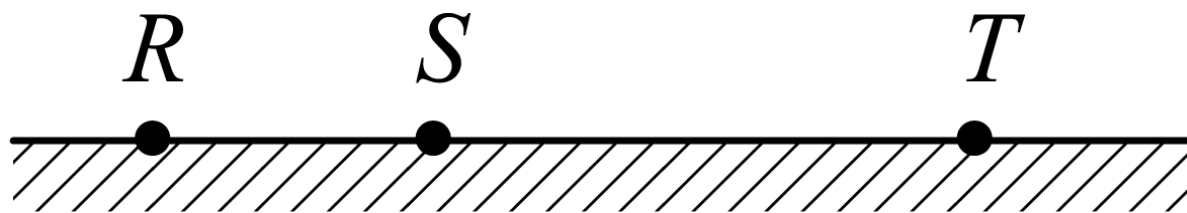
### 求解多过程问题的基本思路

如果一个物体的运动包含几个阶段，就要分段分析，**速度往往是各个阶段联系的纽带**，即前过程的末速度是后过程的初速度。



## 真题研析

**(2023·山东·高考真题)**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 $10\text{m/s}$ ， $ST$ 段的平均速度是 $5\text{m/s}$ ，则公交车经过 $T$ 点时的瞬时速度为（ ）



- A.  $3\text{m/s}$     B.  $2\text{m/s}$     C.  $1\text{m/s}$     D.  $0.5\text{m/s}$

## 真题研析

### 解析

由题知，电动公交车做匀减速直线运动，且设 $RS$ 间的距离为 $x$ ，则根据题意有 $\bar{v}_{RS} = \frac{x}{t_1} = \frac{v_R + v_S}{2}$ ， $\bar{v}_{ST} = \frac{2x}{t_2} = \frac{v_S + v_T}{2}$ ，联立解得 $t_2 = 4t_1$ ， $v_T = v_R - 10$ ，再根据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 $at_1 = 2\text{m/s}$ ，其中还有 $v_{\frac{t_1}{2}} = v_R - a \cdot \frac{t_1}{2}$ ，解得 $v_R = 11\text{m/s}$ ，联立解得 $v_T = 1\text{m/s}$

故选C。



## 牛顿运动定律的应用

## 核心提炼

### 两类基本动力学问题的求解步骤

- 1) 确定研究对象：根据问题需要和解题方便，选择**某个物体或某几个物体**组成的系统整体为研究对象
- 2) 分析受力情况和运动情况：画好**示意图**、**情景示意图**，明确物体的运动性质和运动过程
- 3) 选取正方向或建立坐标系：通常以初速度方向为正方向，若无初速度则以加速度的方向为某一坐标轴的正方向
- 4) 确定题目类型：
  - ①已知运动求力类问题→确定加速度  $a$ ：寻找题目中3个运动量（ $v_t$ 、 $v_0$ 、 $a$ 、 $x$ 、 $t$ ），根据运动学公式（ $v_t = v_0 + at$ 、 $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 、 $v_t^2 - v_0^2 = 2ax$ ）求解
  - ②已知力求运动类问题→确定合力  $F_{\text{合}}$ ：若以物体只受到两个力作用，通常用合成法；若受到3个及3个以上的力，一般用正交分解法。求解  $F_{\text{合}}$

## 核心提炼

### 两类基本动力学问题的求解步骤

5) 列方程求解剩下物理量：根据牛顿第二定律  $F_{\text{合}} = ma$  或者  $\begin{cases} F_x = ma_x \\ F_y = ma_y \end{cases}$  列方程求解，必要时对结果进行讨论

#### 技 巧 点 拨

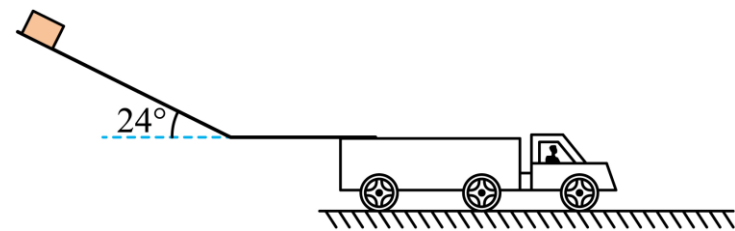
解题关键

- ① 两类分析——物体的 **受力分析** 和物体的 **运动过程分析**；
- ② 两个桥梁——**加速度** 是联系运动和力的桥梁；**速度** 是各物理过程间相互联系的桥梁。



## 真题研析

**(2022·浙江·高考真题)**物流公司通过滑轨把货物直接装运到卡车中。如图所示，倾斜滑轨与水平面成 $24^\circ$ 角，长度 $l=4\text{m}$ ，水平滑轨长度可调，两滑轨间平滑连接。若货物从倾斜滑轨顶端由静止开始下滑，其与滑轨间的动摩擦因数均为 $\mu=\frac{2}{9}$ ，货物可视为质点（取 $\cos 24^\circ=0.9$ ， $\sin 24^\circ=0.4$ ，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ）。



- (1) 求货物在倾斜滑轨上滑行时加速度 $a_1$ 的大小；
- (2) 求货物在倾斜滑轨末端时速度 $v$ 的大小；
- (3) 若货物滑离水平滑轨末端时的速度不超过 $2\text{m/s}$ ，求水平滑轨的最短长度 $l_2$ 。

## 真题研析

### 解析

(1) 根据牛顿第二定律可得  $mg \sin 24^\circ - \mu mg \cos 24^\circ = ma_1$

代入数据解得  $a_1 = 2\text{m/s}^2$

(2) 根据运动学公式  $2a_1l_1 = v^2$

解得  $v = 4\text{m/s}$

(3) 根据牛顿第二定律  $\mu mg = ma_2$

根据运动学公式  $-2a_2l_2 = v_{\text{max}}^2 - v^2$

代入数据联立解得  $l_2 = 2.7\text{m}$

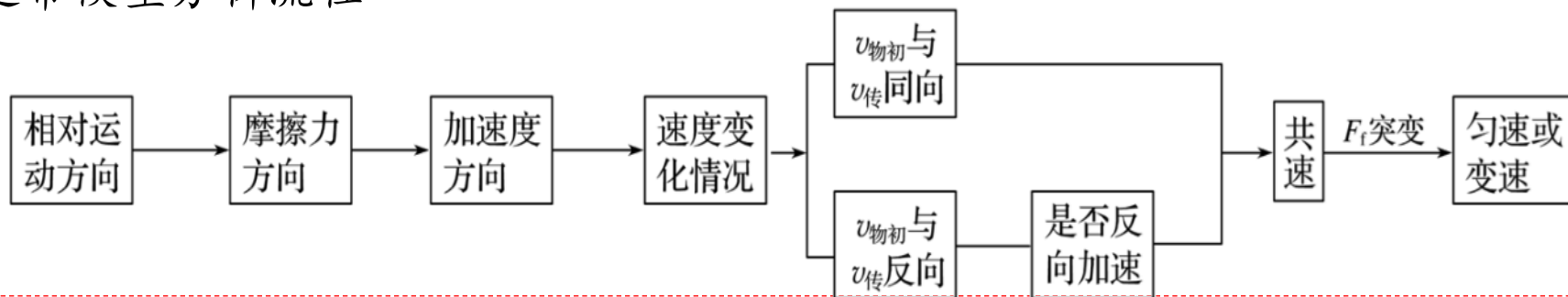
# 核心提炼

## 传动带问题

### 1) 传送带的基本类型

传送带运输是利用货物和传送带之间的摩擦力将货物运送到其他地方，有水平传送带和倾斜传送带两种基本模型。

### 2) 传送带模型分析流程



### 技 巧 点 拨

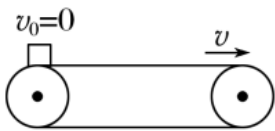

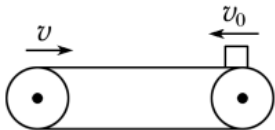
求解的关键在于根据物体和传送带之间的相对运动情况，确定摩擦力的大小和方向。当物体的速度与传送带的速度相等时，物体所受的摩擦力有可能发生突变，速度相等前后对摩擦力的分析是解题的关键。

核心提炼

传动带问题

3) 类型

①水平传送带常见类型及滑块运动情况

类型	滑块运动情况
	①可能一直加速 ②可能先加速后匀速
	① $v_0 > v$ 时，可能一直减速，也可能先减速再匀速 ② $v_0 = v$ 时，一直匀速 ③ $v_0 < v$ 时，摩擦力为动力，可能一直加速，也可能先加速再匀速
	①传送带较短时，摩擦力为阻力，滑块一直减速到达左端 ②传送带足够长时，摩擦力先为阻力，滑块先向左减速，减速到零后摩擦力再为动力，物体反向加速运动回到右端。

核心提炼

传动带问题

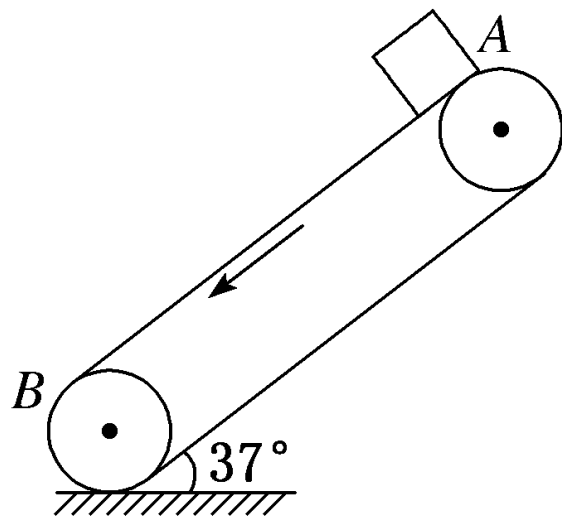
3) 类型

②倾斜传送带常见类型及滑块运动情况

类型	滑块运动情况
	<div>①可能一直加速</div> <div>②可能先加速后匀速</div>
	<div>①可能一直加速</div> <div>②可能先加速后匀速</div> <div>③可能先以 <math>a_1</math> 加速再以 <math>a_2</math> 加速</div>

## 真题研析

如图所示，传送带与水平地面的夹角为  $\theta = 37^\circ$ ，AB 的长度为 64 m，传送带以 20 m/s 的速度沿逆时针方向转动，在传送带上端 A 点无初速度地放上一个质量为 8 kg 的物体（可视为质点），它与传送带之间的动摩擦因数为 0.5，求物体从 A 点运动到 B 点所用的时间。（ $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ， $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）





## 真题研析

### 解析

开始时物体下滑的加速度  $a_1 = g(\sin 37^\circ + \mu \cos 37^\circ)$   
 $= 10 \text{ m/s}^2$ ,

运动到与传送带共速的时间  $t_1 = \frac{v}{a_1} = \frac{20}{10} \text{ s} = 2 \text{ s}$ ,

下滑的距离  $x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = 20 \text{ m}$ ;

由于  $\tan 37^\circ = 0.75 > 0.5$ , 故物体 2 s 后继续加速下滑,

此时  $a_2 = g(\sin 37^\circ - \mu \cos 37^\circ) = 2 \text{ m/s}^2$ ,

$x_2 = x - x_1$ ,

根据  $x_2 = vt_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2$ ,

解得  $t_2 = 2 \text{ s}$ 。

故共用时间  $t = t_1 + t_2 = 4 \text{ s}$ 。