



第3节：动力学中的“传送带”模型

广州市玉岩中学 曾洁

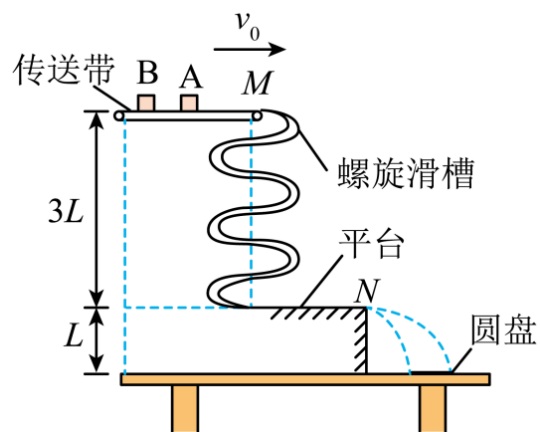
目标要求



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

- ■ ■ ■ 考点一 水平传送带
- ■ ■ ■ 考点二 倾斜传送带
- ■ ■ ■ 考点三 动力学和能量观点综合应用，图像问题

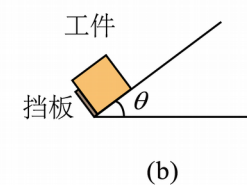
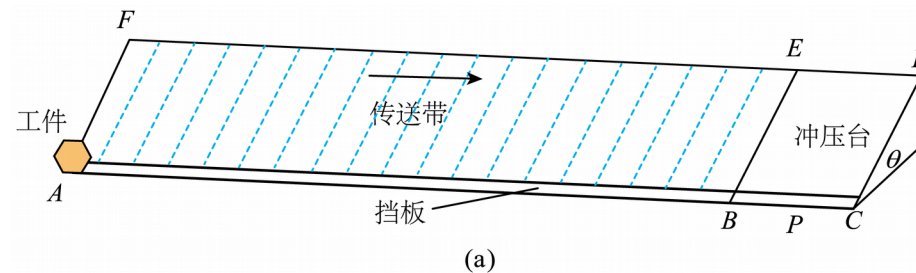
2023 广东高考 T15



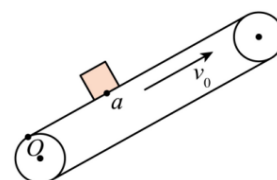
2024 湖北高考 T14



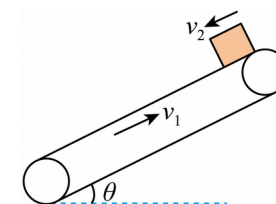
2026 广州二模 T15



2026 深圳二模 T10



2025 肇庆二模 T7



传送带问题



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

黄浦



2. 参考系 = 对地 $\longleftrightarrow$

运动学公式要对同一参考系

v-t 图

3. 倾斜 = μ ? $\tan\theta$ 能否保持相对静止

当 $\mu \geq \tan\theta$

即

$\mu mg \cos\theta \geq mg \sin\theta$
才能静止于斜面

4. 转折点 = 共速点 (如摩擦力突变, 加速度变化 ...)

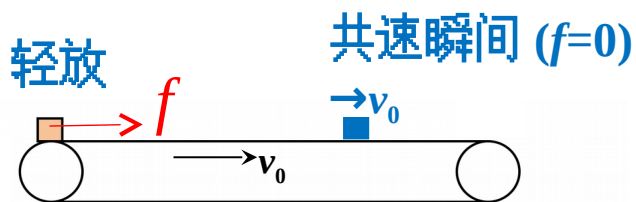


一、水平传送带



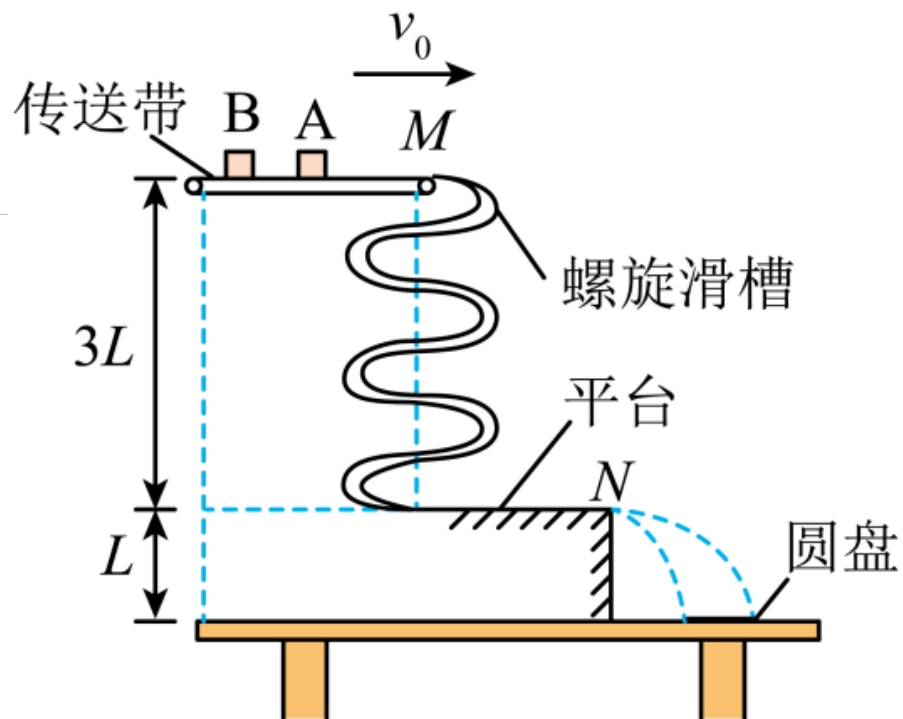
1. (2023广东高考真题) 如图为某药品自动传送系统的示意图。该系统由水平传送带、竖直螺旋滑槽和与滑槽平滑连接的平台组成，滑槽高为 $3L$ ，平台高为 L 。药品盒 A 、 B 依次被轻放在以速度 v_0 匀速运动的传送带上，在与传送带达到共速后，从 M 点进入滑槽， A 刚好滑到平台最右端点 N 停下，随后滑下的 B 以 $2v_0$ 的速度与 A 发生正碰，碰撞时间极短，碰撞后 A 、 B 恰好落在桌面上圆盘内直径的两端。已知 A 、 B 的质量分别为 m 和 $2m$ ，碰撞过程中损失的能量为碰撞前瞬间总动能的 $\frac{1}{4}$ 。 A 与传送带间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度为 g ， AB 在滑至 N 点之前不发生碰撞，忽略空气阻力和圆盘的高度，将药品盒视为质点。求：

- (1) A 在传送带上由静止加速到与传送带共速所用的时间 t ；
- (2) B 从 M 点滑至 N 点的过程中克服阻力做的功 W ；
- (3) 圆盘的圆心到平台右端 N 点的水平距离 s 。



匀加： $\mu mg = ma \rightarrow a = \mu g$

$$t = \frac{v}{a}$$





一、水平传送带



2. (2024 湖北高考真题) 如图所示, 水平传送带以 5m/s 的速度顺时针匀速转动, 传送带左右两端的距离为 3.6m 。传送带右端的正上方有一悬点 O , 用长为 0.3m 、不可伸长的轻绳悬挂一质量为 0.2kg 的小球, 小球与传送带上表面平齐但不接触。在 O 点右侧的 P 点固定一钉子, P 点与 O 点等高。将质量为 0.1kg 的小物块无初速轻放在传送带左端, 小物块运动到右端与小球正碰, 碰撞时间极短, 碰后瞬间小物块的速度大小为 1m/s 、方向水平向左。小球碰后绕 O 点做圆周运动, 当轻绳被钉子挡住后, 小球继续绕 P 点向上运动。已知小物块与传送带间的动摩擦因数为 0.5 , 重力加速度大小 $g=10\text{m/s}^2$ 。

(1) 求小物块与小球碰撞前瞬间, 小物块的速度大小;

(2) 求小物块与小球碰撞过程中, 两者构成的系统损失的总动能;

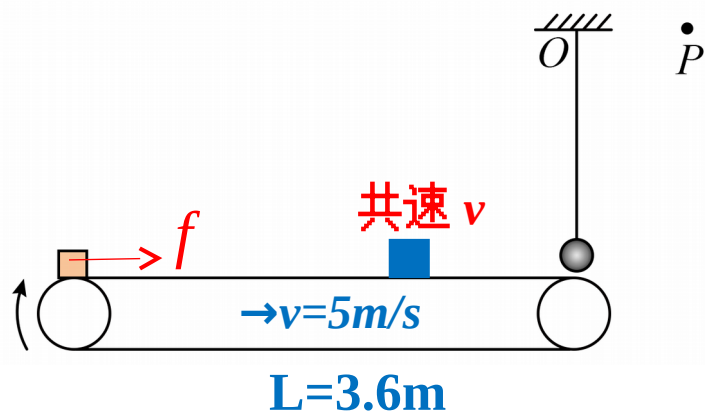
(3) 若小球运动到 P 点正上方, 绳子不松弛, 求 P 点到 O 点的最小距离。

或 $\frac{v}{2}t_1$

物块匀加至共速:

$$\mu mg = ma \rightarrow a = \mu g \quad t_1 = \frac{v}{a} \quad S_1 = \frac{v^2}{2a} \text{ 得 } S_1 = 2.5\text{m} < L$$

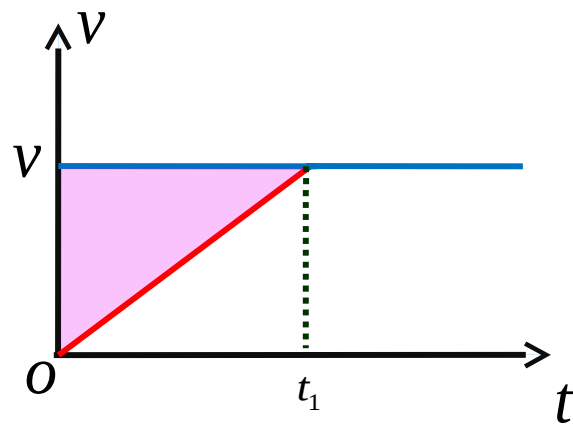
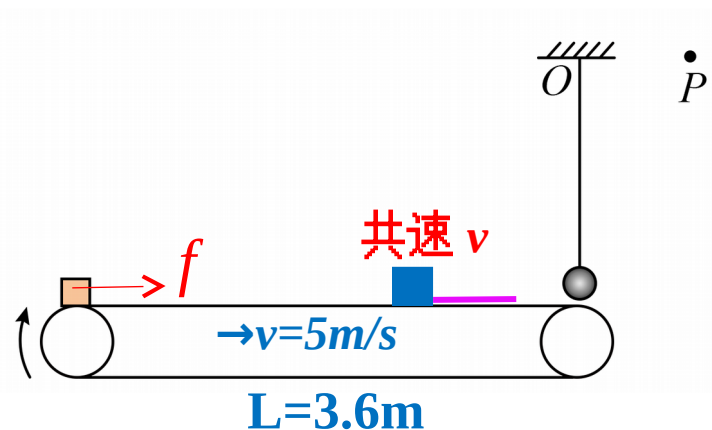
物块先匀加速直线运动, 共速后再匀速直线运动, 碰前速度 $v=5\text{m/s}$





【加问】(4) 求小物块在传送带上运动的时间；

量；
(5) 小物块 (与小球碰撞前) 在传送带上运动的过程中与传送带摩擦产生的热



球碰撞前) 多消耗的电能。

物块匀加 $= a = \mu g$ $t_1 = \frac{v}{a}$ $S_1 = \frac{v^2}{2a}$ 得 $S_1 = 2.5m < L$ 或 $\frac{v}{2}t_1$

匀速 $= t_2 = \frac{L - S_1}{v}$ 得 $t_2 = 0.22s$

全程 $= t = t_1 + t_2 = 1.22s$

皮带匀速 $S_{\text{带}} = vt_1$

相对位移 (划痕) $\Delta S = S_{\text{带}} - S_1 = vt_1 - \frac{v}{2}t_1$ 得 $\Delta S = 2.5m$

摩擦生热 $= Q = \mu mg \Delta S$ 得 $Q = 1.25J$

电动机多消耗的能量 $\xrightarrow{\text{电动机对皮带做功}}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{物块动能增量} \frac{1}{2}mv^2 \\ \text{摩擦生热} Q = f\Delta S \end{array} \right.$

电机多消耗的电能 $= E = \frac{1}{2}mv^2 + Q$ 得 $E = 2.5J$

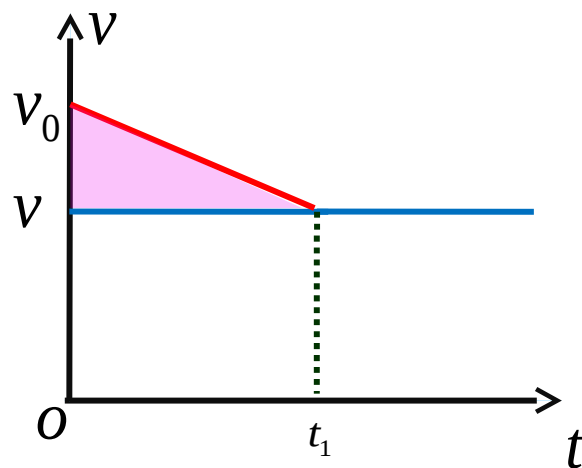
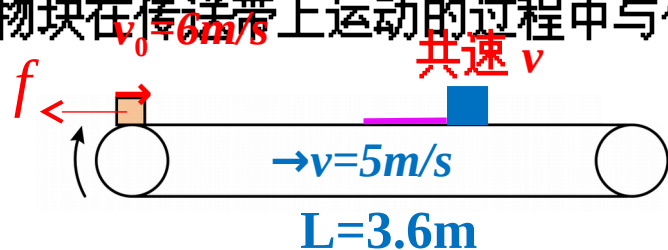


【变式1】如图所示，水平传送带以 $v=5\text{m/s}$ 的速度顺时针匀速转动，传送带左右两端的距离为 $L=3.6\text{m}$ 。质量 $m=0.1\text{kg}$ 的物块以 $v_0=6\text{m/s}$ 的初速度滑上传送带，物块与传送带

间的动摩擦因数为 $\mu=0.5$ ，重力加速度大小 $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

(1) 物块在传送带上运动的时间；

(2) 物块在传送带上运动的过程中与传送带摩擦产生的热量。



物块匀减： $\mu mg = ma$ $t_1 = \frac{v - v_0}{-a}$ $S_1 = \frac{v_0 + v}{2} t_1$

得 $t_1 = 0.2\text{s}$ 得 $S_1 = 1.1\text{m} < L$

匀速： $t_2 = \frac{L - S_1}{v}$ 得 $t_2 = 0.5\text{s}$

全程： $t = t_1 + t_2 = 0.7\text{s}$

皮带匀速 $S_{\text{带}} = vt_1$

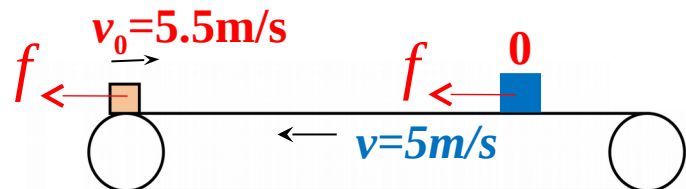
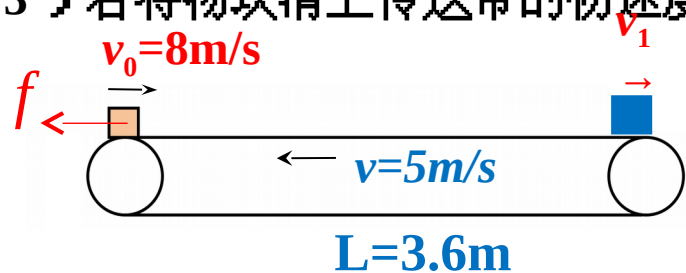
相对位移 (划痕)
摩擦生热

$\Delta S = S_{\text{带}} - S_1 = vt_1 - \frac{v_0 + v}{2} t_1$ 得 $\Delta S = 0.1\text{m}$
得 $Q = 0.05\text{J}$



【变式2】如图所示，水平传送带以 $v=5\text{m/s}$ 的速度逆时针匀速转动，传送带左右两端的距离为 $L=3.6\text{m}$ 。质量 $m=0.1\text{kg}$ 的物块以 $v_0=8\text{m/s}$ 的初速度滑上传送带，物块与传送带间的动摩擦因数为 $\mu=0.5$ ，重力加速度大小 $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 求物块滑出传送带时的速度；
 (2) 若将物块滑上传送带的初速度变为 5.5m/s ，其他条件不变，求物块滑出传送带时的速度；
 (3) 若将物块滑上传送带的初速度变为 4m/s ，其他条件不变，求物块滑出传送带时的速度。



相对位移 (划痕)

$$\Delta S_1 = \frac{v_0^2}{2a} + v_0 \frac{v}{a}$$

$$\Delta S_2 = v \frac{v}{a} - \frac{v^2}{2a}$$

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

$$Q = f \Delta S$$

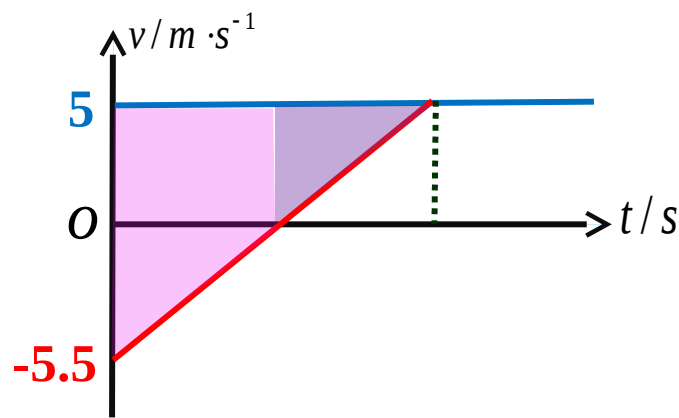
(1) 物块匀减至零 $\mu mg = ma$ $S_1 = \frac{v_0^2}{2a}$ 得 $S_1 = 6.4\text{m} > L$

设物块滑出传送带的速度为 v_1 $v_1^2 - v_0^2 = -2aL$ 得 $v_1 \approx 5.3\text{m/s}$

(2) 物块匀减至零 $S_1 = \frac{v_0^2}{2a}$ 得 $S_1 = 3.025\text{m} < L$

反向匀加至与传送带共速 共速瞬间 ($f=0$)

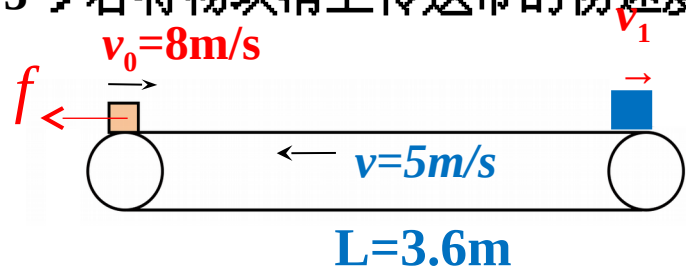
之后相对皮带静止做匀速直线运动 滑出时 $v = 5\text{m/s}$





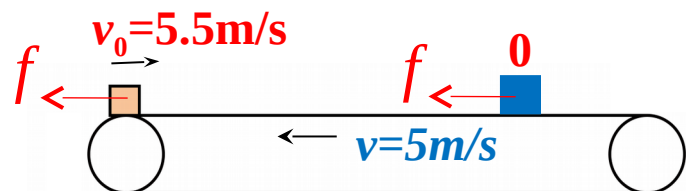
【变式2】如图所示，水平传送带以 $v=5\text{m/s}$ 的速度逆时针匀速转动，传送带左右两端的距离为 $L=3.6\text{m}$ 。质量 $m=0.1\text{kg}$ 的物块以 $v_0=8\text{m/s}$ 的初速度滑上传送带，物块与传送带间的动摩擦因数为 $\mu=0.5$ ，重力加速度大小 $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 求物块滑出传送带时的速度；
 (2) 若将物块滑上传送带的初速度变为 5.5m/s ，其他条件不变，求物块滑出传送带时的速度；
 (3) 若将物块滑上传送带的初速度变为 4m/s ，其他条件不变，求物块滑出传送带时的速度。



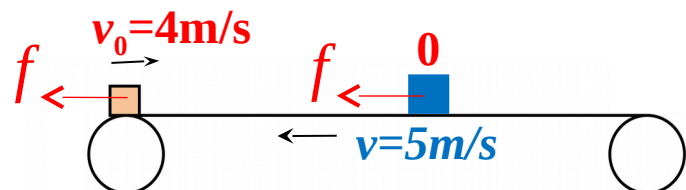
(1) 物块匀减至零 $\mu mg = ma$ $S_1 = \frac{v_0^2}{2a}$ 得 $S_1 = 6.4\text{m} > L$

设物块滑出传送带的速度为 v_1 ：
 $v_1^2 - v_0^2 = -2aL$ 得 $v_1 \approx 5.3\text{m/s}$



(2) 物块匀减至零 $S_1 = \frac{v_0^2}{2a}$ 得 $S_1 = 3.025\text{m} < L$

反向匀加至与传送带共速 共速瞬间 ($f=0$)
 之后相对皮带静止做匀速直线运动 滑出时 $v=5\text{m/s}$



(3) 物块匀减至零 $S_1 = \frac{v_0^2}{2a}$ 得 $S_1 = 1.6\text{m} < L$

根据对称性，反向匀加至 4m/s 滑出时 $v=4\text{m/s}$



1. 水平传送带

小结

情景	滑块的运动情况	
	传送带不足够长	传送带足够长
	一直加速	先加速后匀速
	$v_0 < v$ 时，一直加速	$v_0 < v$ 时，先加速再匀速
	$v_0 > v$ 时，一直减速	$v_0 > v$ 时，先减速再匀速
	滑块一直减速到右端	滑块先减速到速度为 0，后被传送带传回左端。 若 $v_0 < v$ 返回到左端时速度为 v_0 ，若 $v_0 > v$ 返回到左端时速度为 v 。



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

