

力学复习提要

年 级：高三

学 科：物理（人教版）

主讲人：潘华君

学 校：江苏省宜兴第一中学

2021-2023江苏卷考查知识统计

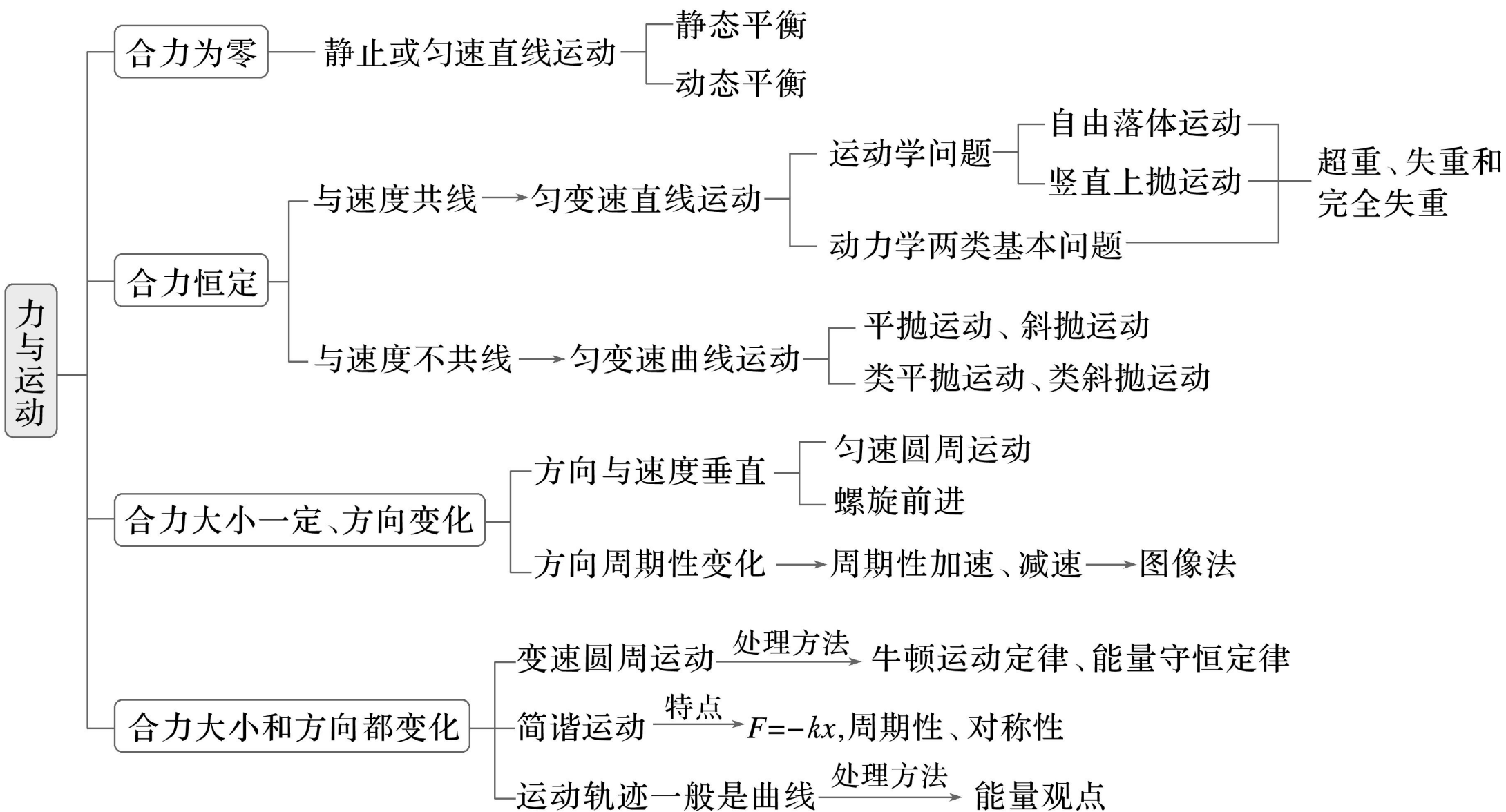
助力高考·名师导学

题型	2021 年	2022 年	2023 年
选择题	1. 原子核反应方程	1. 牛顿第二定律应用	1. 运动学 $v-t$ 图像
	2. 电容器放电时的平均电流	2. 混联电路中电功、电功率	2. 安培力计算
	3. 天体运动	3. 电流的磁场、安培力判断	3. 理想气体 $p-T$ 图像(微观解释)
	4. 导线张力(安培力、平衡)	4. 光子的频率、波长、动量、速度	4. 人造卫星
	5. 圆周运动的投影简谐运动	5. 法拉第电磁感应定律	5. 蒙气差现象
	6. 薄膜干涉条纹	6. 气体的性质(微观解释)	6. 双缝干涉条纹
	7. 全反射折射率	7. 理想气体 $p-V$ 图像	7. 平衡、牛顿第三定律
	8. 光电效应图像	8. 滑雪(斜面+ E_k-x 图像)	8. 法拉第电磁感应定律应用
	9. 斜抛运动(投篮)	9. 静电场功能(对称性)	9. 探究气体等温变化规律
	10. 静电场带电半球电势与场强	10. 斜面+多体+弹簧	10. 运动的合成与分解
			11. 斜面(动力学、功与能)
实验题	11. 验证动量定理	11. 用手机测量重力加速度	12. 探究电压表内阻对测量结果的影响
解答题	12. 交流发电机(8 分)	12. 光的折射(8 分)	13. 随圆盘转动模型(6 分)
	13. 气缸(热力学定律、实验定律)(8 分)	13. 带电粒子在磁场中运动、动量(8 分)	14. 光子动量、能量、光随球面扩展传播模型(8 分)
	14. 连接体平衡+动力学+能量(13 分)	14. 空间站机械臂(向心力、功率+万有引力)(13 分)	15. 滑雪(多过程、功能关系)(12 分)
	15. 回旋加速器(16 分)	15. 带电粒子在电场中的运动(16 分)	16. 霍尔推进器、带电粒子在复合场中的运动(15 分)

40%

40%

38%



二、处理物理问题的三大观点

力学三大观点	对应规律	表达式	选用原则
力的瞬时效果→ 动力学观点	牛顿第二定律	$F_{\text{合}} = ma$	物体做匀变速直线运动， 涉及运动细节
	匀变速直线运动规律	$v = v_0 + at$ $x = v_0 t + at^2$ $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 等	
力在空间上的积 累→能量观点	动能定理	$W_{\text{合}} = \Delta E_k$	涉及做功与能量转换
	机械能守恒定律	$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$	
	功能关系	$W_G = -\Delta E_p$ 等	
	能量守	$E_1 = E_2$	
力在时间上的积 累→动量观点	动量定理	$I_{\text{合}} = p' - p$	只涉及初末速度、力、时 间，而不涉及位移、功
	动量守恒定律	$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$	只涉及初末速度，而不涉 及力、时间

预测：难度
会有所增加



三、处理物理问题的几种常见方法

助力高考 · 名师导学

3.1 整体法和隔离法

方法	适用条件	受力分析
1、 隔离法	单独一个物体作为研究对象	内力：系统内的2个物体之间的相互作用力 外力：系统外的物体施加给这个系统的力
2、 整体法	多个物体运动状态完全相同在一定条件下可以看作一个整体，只用分析整体受到的外力	
3、 系统法	在应用机械能守恒或动量守恒时，常将相互作用的2个物体作一个系统。	机械能守恒的条件：只有重力弹力做功，所以既要分析外力还要分析内力。 动量守恒的条件：系统不受外力，所以只用分析外力是否为0，不用分析内力。



例1：如图所示，两个相同的木模质量均为 m ，靠三根竖直细线连接，在水平面上按一个“互”字型静置，上方木模呈现悬浮效果，这是利用了建筑学中的“张拉整体”(Tensegrity)结构原理。图中短线 a 上的张力 F_1 和水平面所受压力 F_2 满足

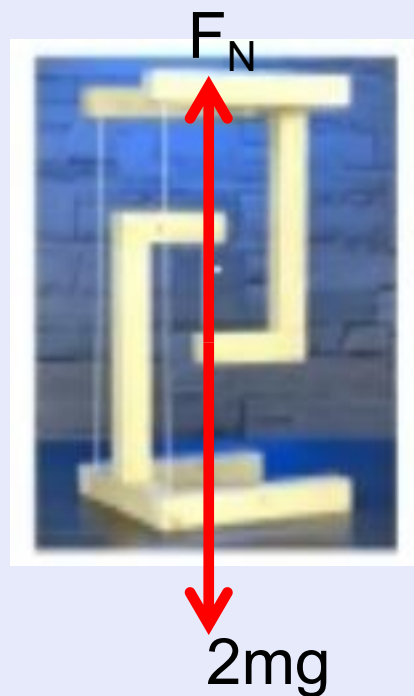
- A. $F_1 > mg$, $F_2 < 2mg$
- B. $F_1 > mg$, $F_2 = 2mg$
- C. $F_1 < mg$, $F_2 < 2mg$
- D. $F_1 < mg$, $F_2 = 2mg$



3.1 整体法和隔离法

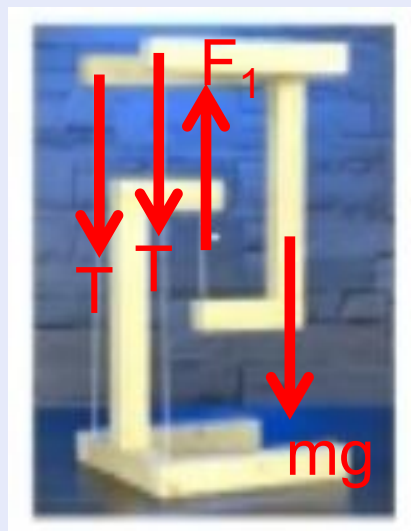
助力高考·名师导学

方法探讨：这道试题以建筑学中的“张拉整体”结构为背景，考查了同学们的阅读能力和信息提取能力。在物理方法上，主要考查了受力分析中的“整体法和隔离法”的选择。



对地压力：

$$F_2 = F_N = 2mg$$



$$F_1 > mg$$

小结：

- (1) 审题—翻译—物理问题——建模
- (2) 选择合适的研究对象
- (3) 转换法

3.1 整体法和隔离法

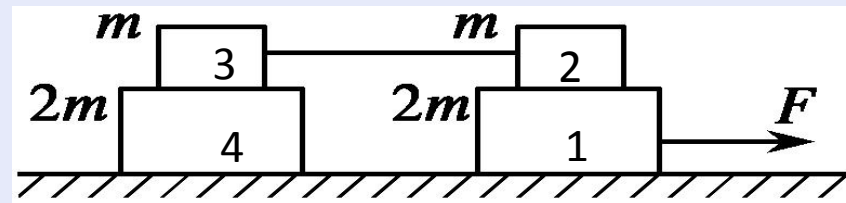
例2：如图所示，光滑水平面上放置质量分别为 m 和 $2m$ 的四个木块，其中两个质量为 m 的木块间用不可伸长的轻绳相连，木块间的最大静摩擦力是 μmg 。现用水平拉力 F 拉其中一个质量为 $2m$ 的木块，使四个木块以同一加速度运动，则轻绳对3木块的最大拉力为

A. $\frac{3\mu mg}{5}$

B. $\frac{3\mu mg}{4}$

C. $\frac{3\mu mg}{2}$

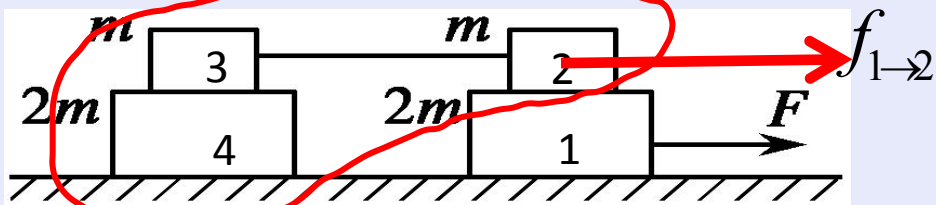
D. $3\mu mg$



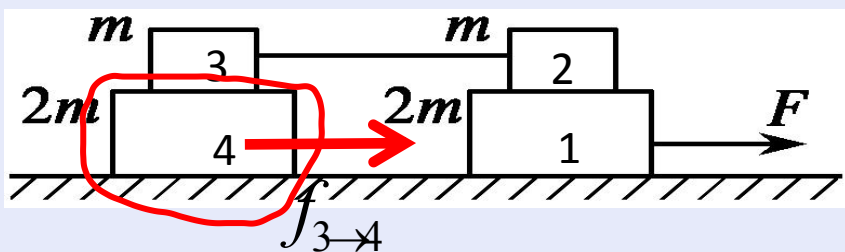
审题：

- (1) 四个木块的状态？——整体法？隔离法？
- (2) 最大拉力？——临界状态

3.1 整体法和隔离法



$$f_{1 \rightarrow 2} = 4ma$$



$$f_{3 \rightarrow 4} = 2ma$$

绳的拉力最大时，1与2间的摩擦力刚好为最大静摩擦力 μmg ，以2、3、4三块为研究对象

$$\mu mg = 4ma$$

对3、4木块构成的整体有

$$T = 3ma$$

$$\text{解得： } T = \frac{3}{4} \mu mg$$

小结1:

- (1) 选择合适的研究对象
- (2) 临界状态的分析

小结2:

上述情景中，隔离法与整体法，不是相互对立的，应把这两种方法有机地结合起来，灵活运用。但须注意的是：无论哪种方法均以尽可能减少非待求量的出现为原则，从而有效、快捷地解决问题。



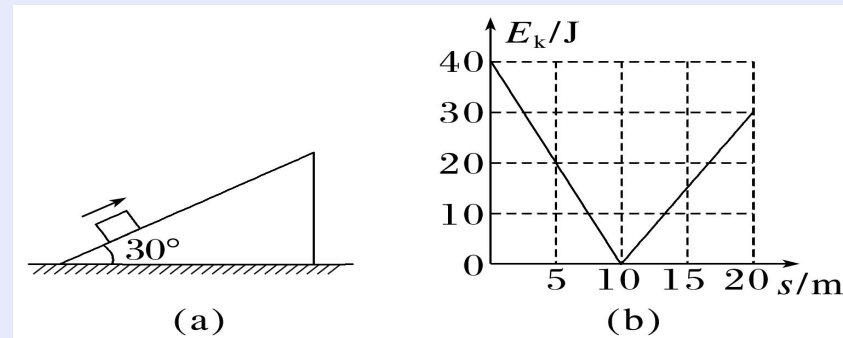
三、处理物理问题的几种常见方法

助力高考·名师导学

3.2 图像法

例3：如图(a)所示，一物块以一定初速度沿倾角为 30° 的固定斜面上滑，运动过程中摩擦力大小 f 恒定，物块动能 E_k 与运动路程 s 的关系如图(b)所示。重力加速度大小取 10 m/s^2 ，物块质量 m 和所受摩擦力大小 f 分别为()

- A. $m=0.7\text{ kg}$, $f=0.5\text{ N}$
- B. $m=0.7\text{ kg}$, $f=1.0\text{ N}$
- C. $m=0.8\text{ kg}$, $f=0.5\text{ N}$
- D. $m=0.8\text{ kg}$, $f=1.0\text{ N}$

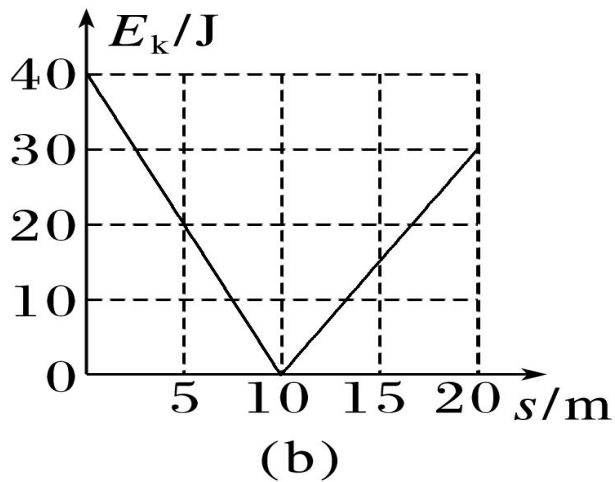
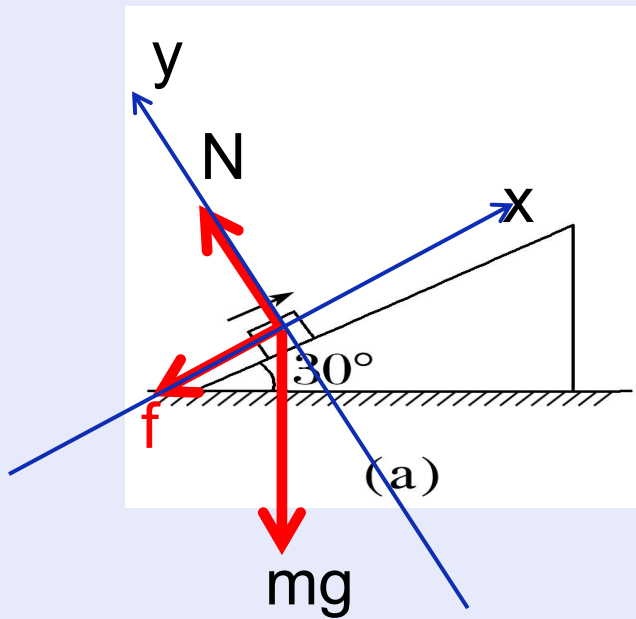


审题：

- (1) 运动情景：物体在斜面上滑动
- (2) 信息：文字+图像
- (3) 图上所得？
- (4) 图图转换



(4) 图图转换



(5) 数形结合

0~10 m内物块上滑, 由动能定理得
 $-mgs\sin 30^\circ \cdot s - fs = E_k - E_{k0}$
 整理得

$$E_k = E_{k0} - (mgs\sin 30^\circ + f)s$$

斜率的绝对值

$$|k| = mgs\sin 30^\circ + f = 4 \text{ N}$$

10~20 m内物块下滑, 由动能定理得
 $(mgs\sin 30^\circ - f)(s - s_1) = E_k$
 整理得

$$E_k = (mgs\sin 30^\circ - f)s - (mgs\sin 30^\circ - f)s_1$$

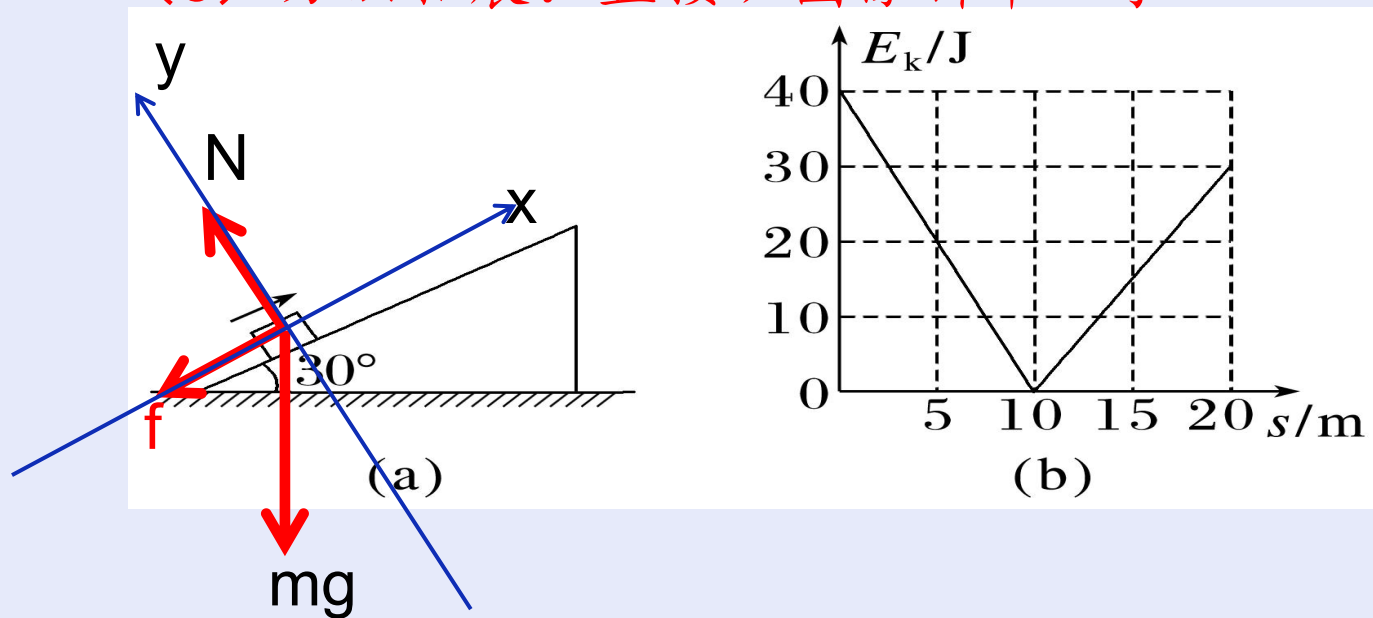
斜率 $k' = mgs\sin 30^\circ - f = 3 \text{ N}$

解得 $f = 0.5 \text{ N}$, $m = 0.7 \text{ kg}$

3.2 图像法

助力高考 · 名师导学

(6) 方法拓展：直接从图像斜率入手



$$|k| = \left| \frac{\Delta E_K}{\Delta S} \right| = \left| \frac{F_{\text{合}} \Delta S}{\Delta S} \right| = F_{\text{合}}$$

$$0 \sim 10 \text{ m} \quad |k| = mg \sin 30^\circ + f = 4 \text{ N}$$

$$10 \sim 20 \text{ m} \quad k' = mg \sin 30^\circ - f = 3 \text{ N}$$

3.2 图像法

图像问题是历年各地高考中的高频考点，重点考查同学们的识图过程中的信息获取能力、图像翻译和转化能力。读图过程中，要把一张图像翻译或转化为一个物理问题，显化物理过程，寻找规律并快速、准确的解决问题。

处理图像问题的基本思想

(1) 读图：

- ①看坐标——看清纵横两个坐标轴所代表的物理量，明确图像反映的是哪两个物理量的变化关系；
- ②看数据——图像中，如果涉及到具体的数据，要看清纵横坐标的起始点数据，看清两轴所代表的物理量的单位；
- ③看走势——看清图线的变化趋势，分辨直、曲线。

(2) 图图转换：解答图像题时，不能“就图论图”，我们首先要做的就是将“给定图像”翻译成一个物理问题，然后结合图像把这个问题的物理过程显化出来。只有结合实际的物理过程，才可以更清晰的判断、选择。

(3) 解答方法选择:

① 定性角度——图像题尤其是图像类选择题，为了快速、正确解答，往往可以采用“推理+定性”的方法。具体方法如，比较法、排除法等。

② 定量角度——主要有两种研究点，一是从“整体”上研究图像特征，即采用的是数形结合的思想，如可以运用所学的各类物理原理，推导“y轴物理量”随“x轴物理量”变化关系式，从“数”的角度理解“形”的特征，包括图像上的“点”、“交点”、“斜率”、“截距”、“面积”等。二是从“局部”研究，通常是从斜率角度入手。

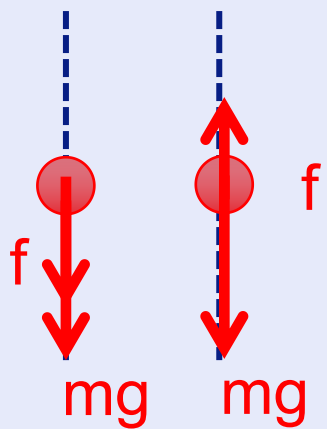
3.2 图像法

助力高考 · 名师导学

例4：将小球以大小为 v_0 的初速度竖直上抛，受到的空气阻力大小与其速率成正比， t_1 时刻到达最高点。下落过程中小球一直加速， t_2 时刻落回抛出点。下列说法中正确的是

- A. t_1 时刻小球的加速度为零
- B. 小球运动过程中加速度逐渐变大
- C. 小球上升过程中与下降过程中受到的空气阻力冲量大小相等
- D. 小球上升过程中与下降过程中受到的空气阻力冲量大小不相等

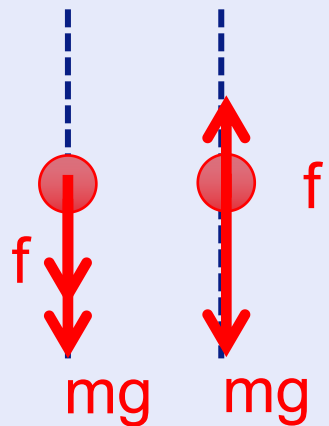
(1) 文字描述——运动情景图：理清思路，快速分析



上升过程中： $mg + kv = ma \Rightarrow v \downarrow, a \downarrow$

下降过程中： $mg - kv = ma \Rightarrow v \uparrow, a \downarrow$

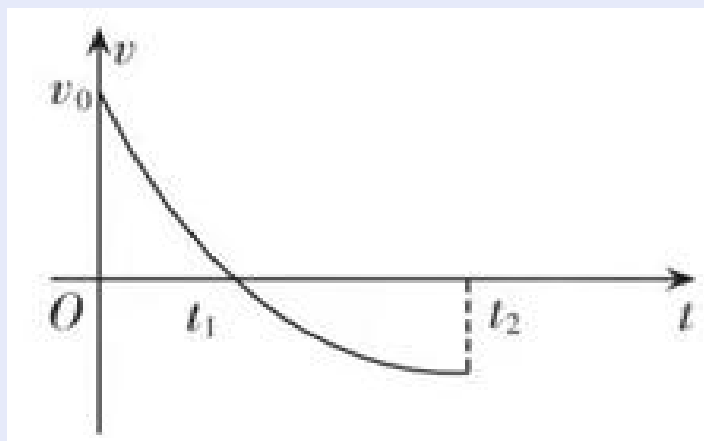
问题： f 是个变力，怎么来比较上升过程中与下降过程中小球受到的空气阻力冲量大小？



方案1：化变为恒

微元+求和 $\longrightarrow$ 对数学要求较高

方案2：图像法



图像上面积表示上升和下降的两段位移大小

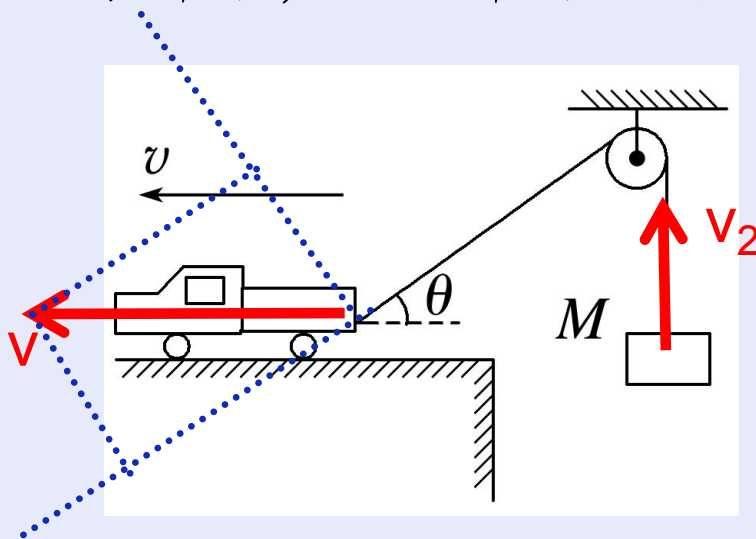
变换纵坐标：将“ v ”变成“ $f=kv$ ”，这样“ $v-t$ 图”变成了“ $f-t$ 图”，面积就变成了阻力的冲量。

高中物理矢量较多，一要时时有矢量观；二要熟练的运用合成与分解进行矢量运算。其中，正交分解法，最为常用，横贯高中物理各个章节。

例3，涉及的是力的正交分解。

例5：如图所示，在不计滑轮摩擦和绳子质量的条件下，当汽车匀速向左运动时，物体 M 的受力和运动情况是()

- A. 绳的拉力等于 M 所受的重力
- B. 绳的拉力大于 M 所受的重力
- C. 物体 M 向上做匀速运动
- D. 物体 M 向上做匀加速运动

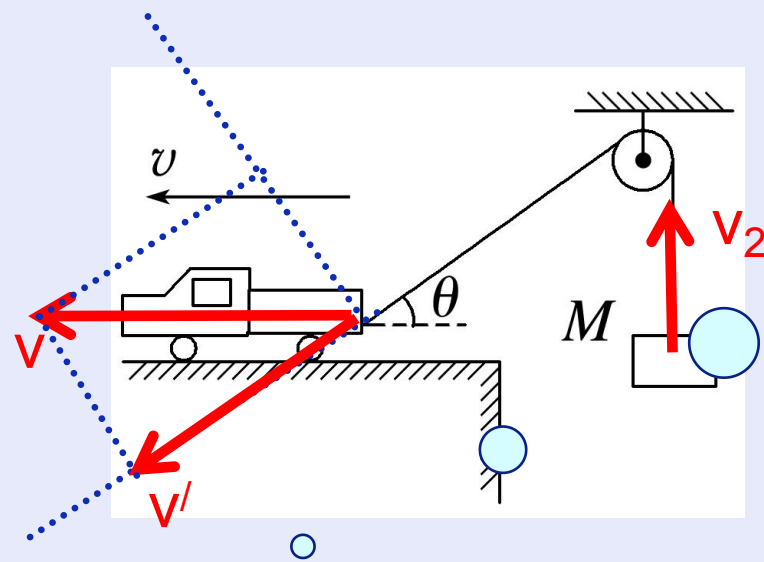


审题：

- (1) 模型——连接体问题中的牵连速度问题
- (2) 两个物体的实际速度有什么效果？

3.3正交分解法

助力高考·名师导学



分解依据？
分解哪个速度？

拓展：

设此时绳子上的拉力大小为 F
对 M ，拉力的瞬时功率为

$$P_2 = FV_2$$

对汽车，拉力的瞬时功率为

$$P_1 = FV\cos\theta$$

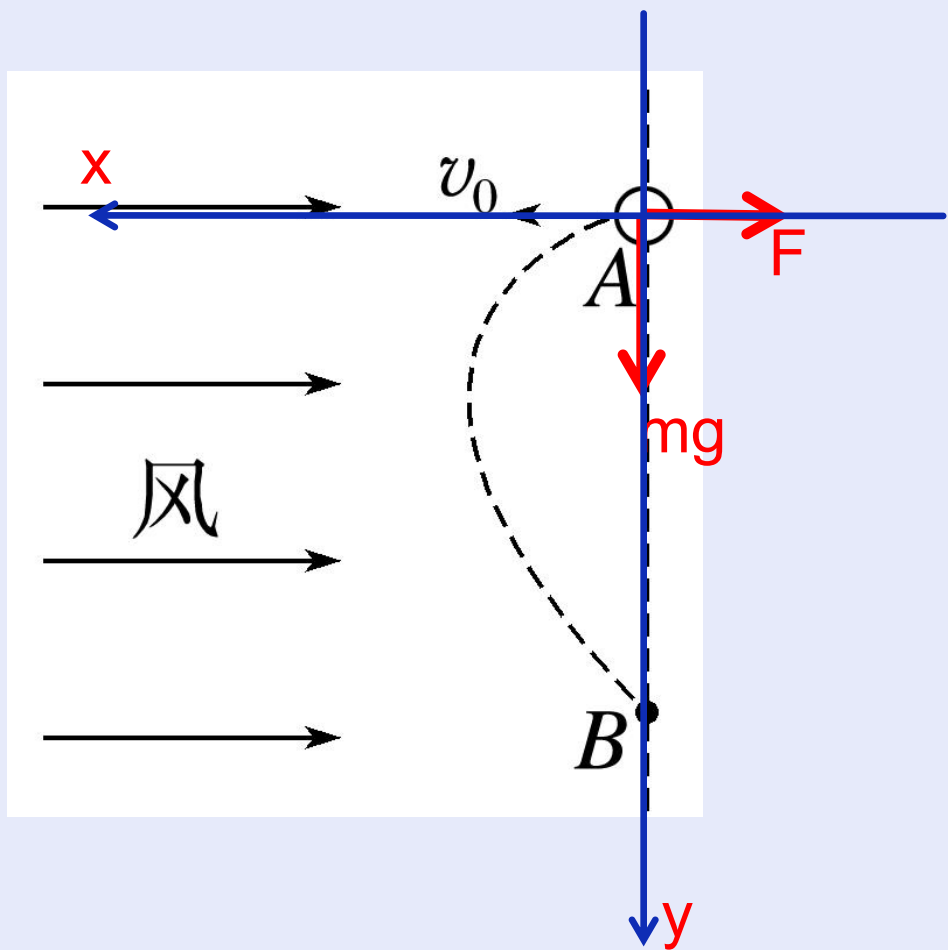
不计滑轮摩擦和绳子质量

$$P_1 = P_2$$

$$\text{即： } V_2 = V\cos\theta$$

$V_2 = v' = v\cos\theta$ ， θ 减小， v' 增大，即物体 M 向上做加速运动。当 θ 趋向零度时， v' 趋向 v ，所以 v' 变化不均匀，所以不是匀加速运动，故选项C、D错误；由于物体 M 向上做加速运动，由 $F - mg = ma$ 可知，绳子的拉力大于物体 M 所受的重力，故选项A错误，B正确。

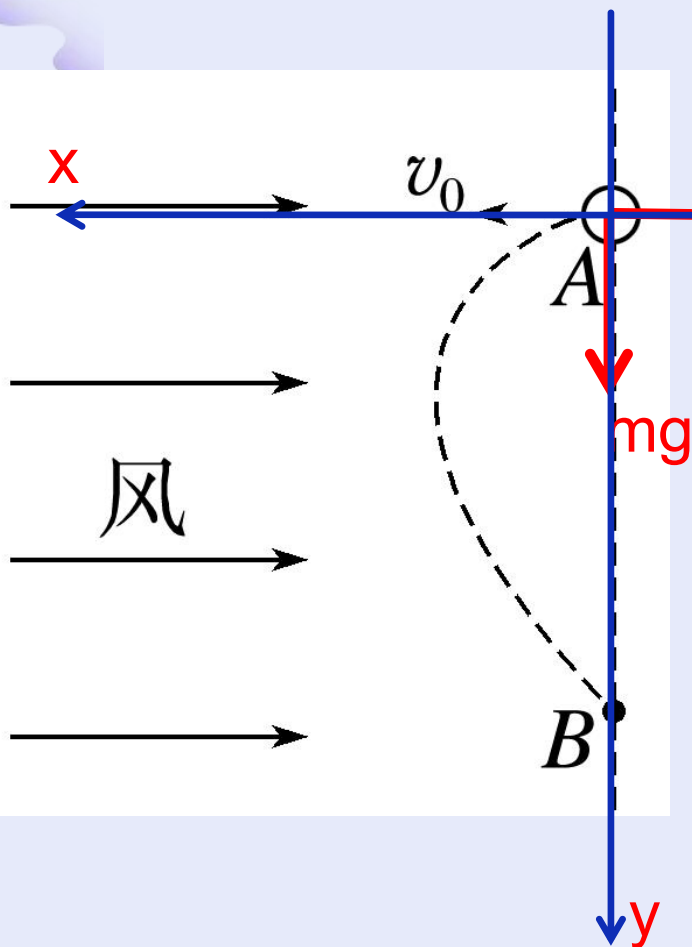
例6：如图所示，在风洞实验室中，从A点以水平速度 v_0 向左抛出一个质量为 m 的小球(可视为质点)，小球抛出后所受空气作用力沿水平方向，其大小为 F ，经过一段时间小球运动到A点正下方的B点处，重力加速度为 g ，在此过程中，求：(1)小球离A、B所在直线的最远距离；(2)A、B两点间的距离；(3)小球的最大速率 $v_{\max}$ 。



审题：

- (1) 与常见模型（平抛运动）的区别？
- (2) 受力分析？
- (3) 运动分析？怎么处理这类问题？

匀变速曲线运动



(1) 小球离 A 、 B 所在直线的最远距离?

F 将小球的运动沿水平方向和竖直方向分解, 水平方向有

$$F = ma_x$$

$$0 - v_0^2 = -2a_x x_{\max}$$

$$\text{解得: } x_{\max} = \frac{mv_0^2}{2F}$$

(2) A 、 B 两点间的距离?

水平方向速度减小为零所需时间

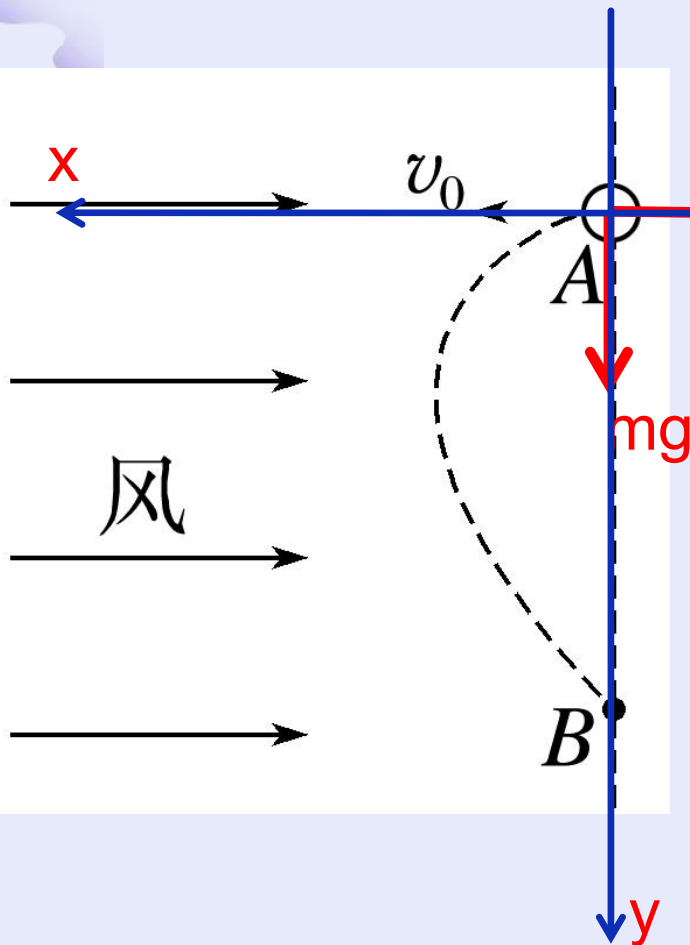
$$t_1 = \frac{0 - v_0}{-a_x}$$

由对称性知小球从 A 运动到 B 的总时间

$$t = 2t_1$$

竖直方向上有

$$y = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{2m^2gv_0^2}{F^2}$$



(3) 小球的最大速率 $v_{\max}$.

F 小球运动到B点时速率最大, 此时有

$$v_x = v_0$$

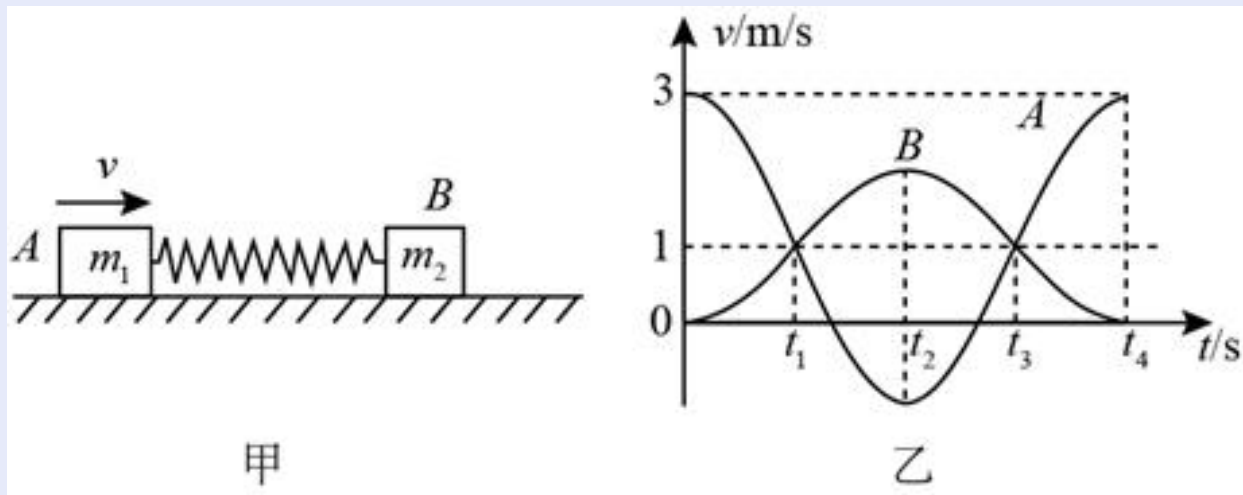
$$v_y = gt$$

解得:

$$v_{\max} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \frac{v_0}{F} \sqrt{F^2 + 4m^2g^2}.$$

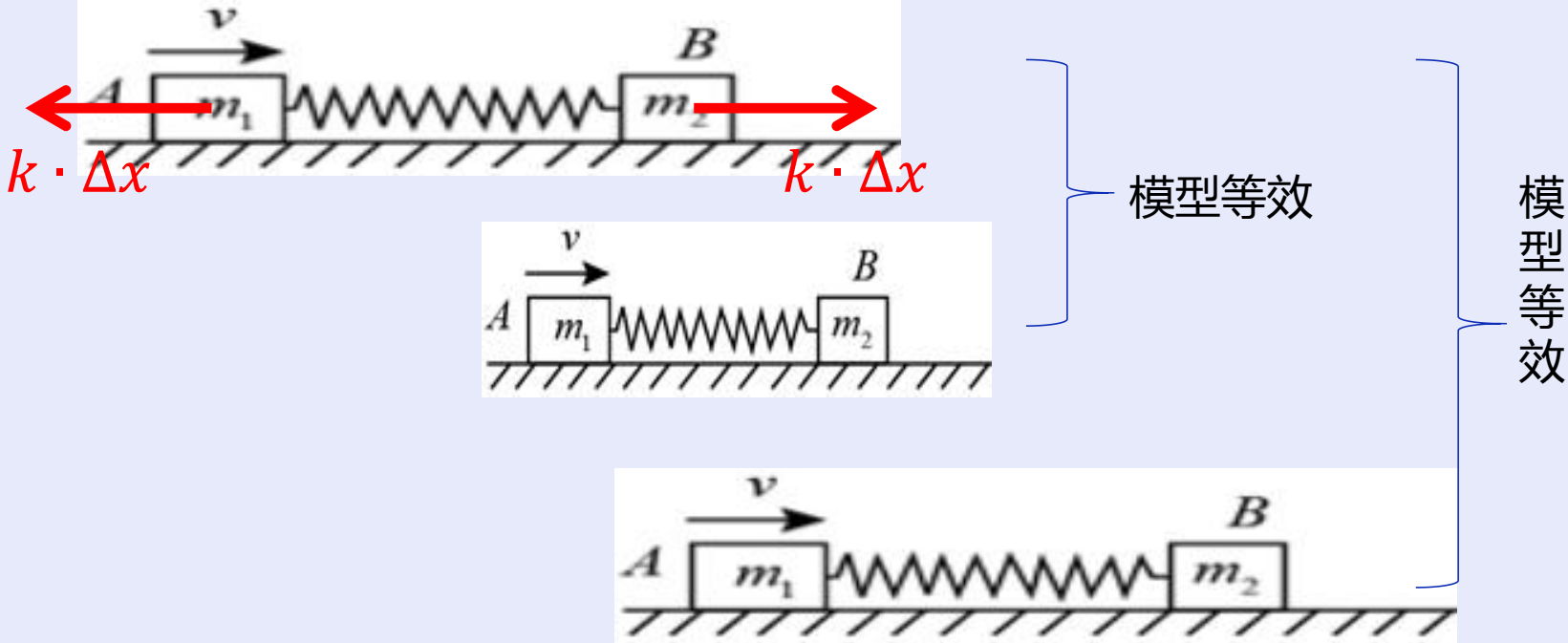
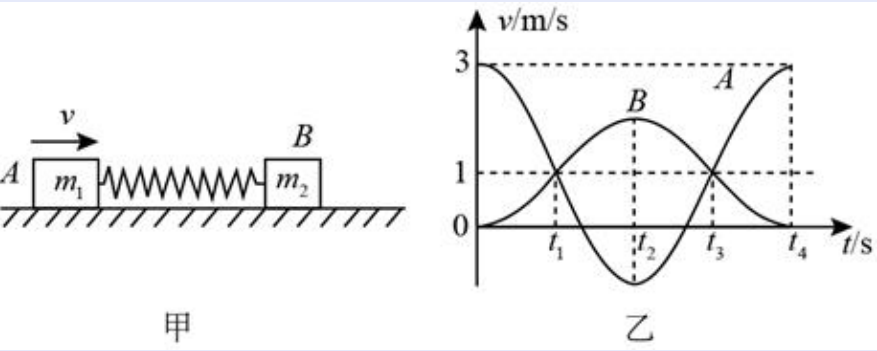
四、三大观点的综合应用

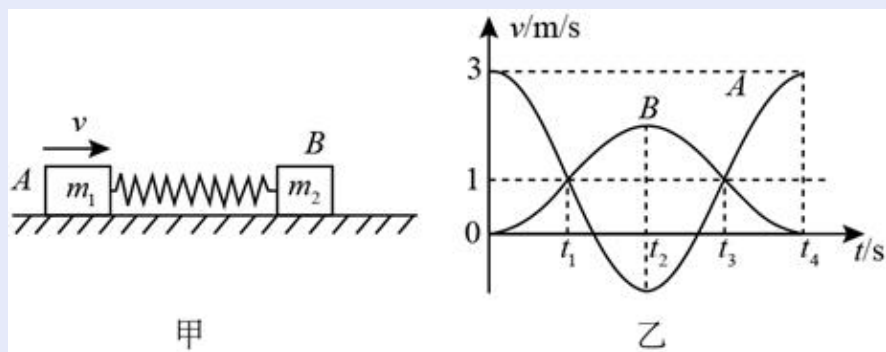
例7：如图甲所示，一轻弹簧的两端与质量分别为 m_1 和 m_2 的两物块A、B相连接，并静止在光滑的水平面上。现使A瞬时获得水平向右的速度 3m/s ，以此刻为计时起点，两物块的速度随时间变化的规律如图乙所示，已知 $m_1=1\text{kg}$ ，试求：（1）物块B的质量；（2）弹簧的最大弹性势能；（3） t_2 时刻B的速度达最大，求此时刻A物块速度的大小。



审题：

- （1）模型？ 滑块+弹簧模型
- （2）运动情景？ 图像+过程分析



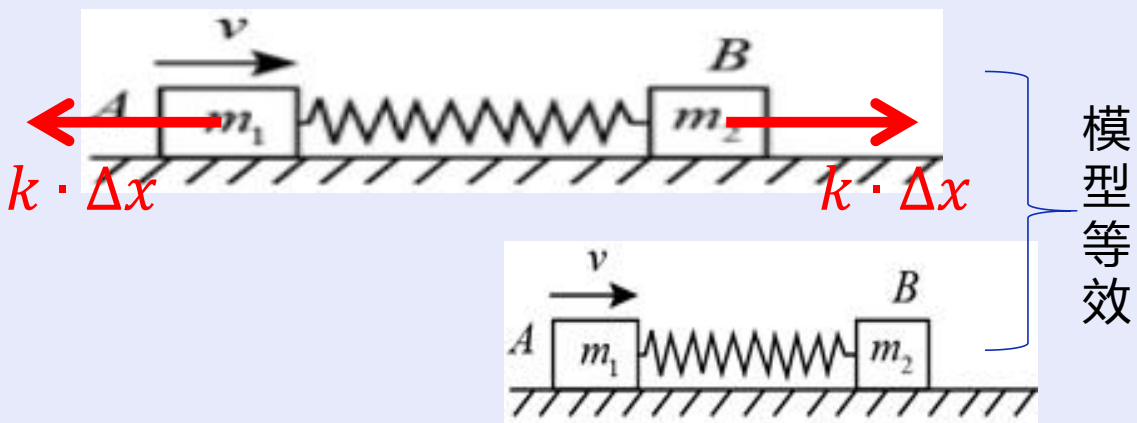


(1) 物块B的质量;

(1) 由图像可知 A 物块的初速度 $v_0 = 3 \text{ m/s}$,
 t_1 时刻两物块达共速 $v = 1 \text{ m/s}$,

由动量守恒得 $m_1 v_0 = (m_1 + m_2) v$

解得 $m_2 = 2 \text{ kg}$



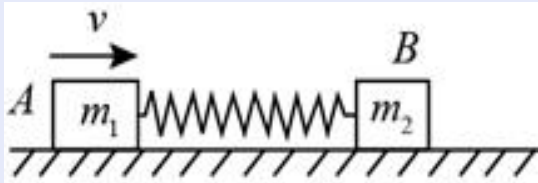
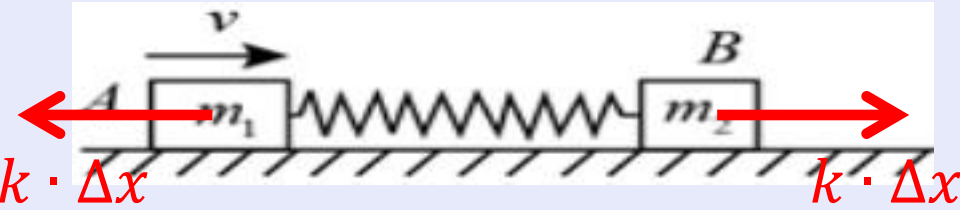
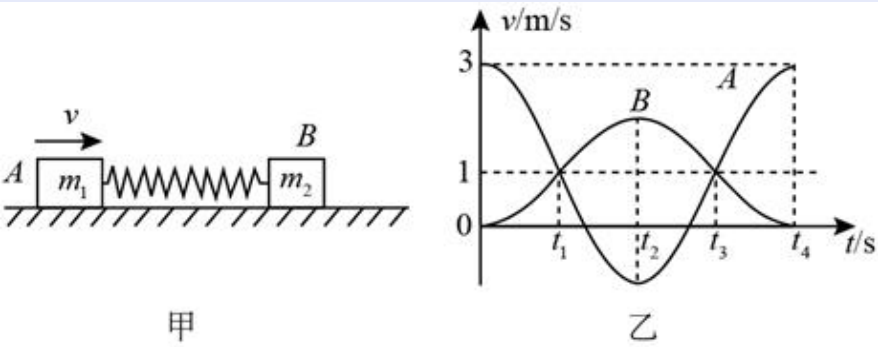
(2) 弹簧的最大弹性势能;

(2) 由图像可知 t_1 时刻弹簧的压缩量最大,
 此时弹性势能最大,

由能量守恒得 $E_p = \frac{1}{2} m_1 v_0^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2$

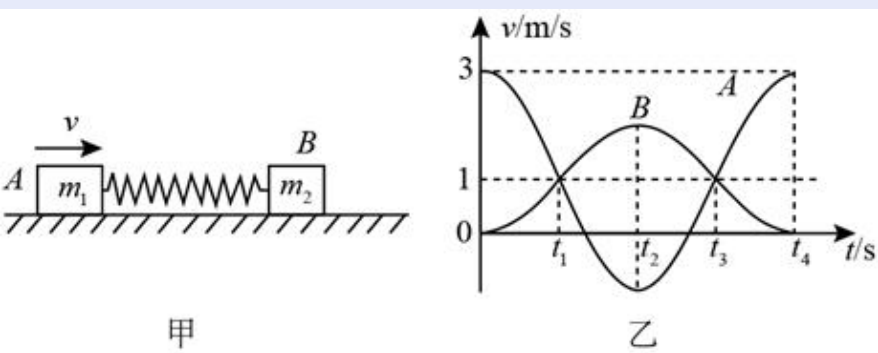
解得 $E_p = 3 \text{ J}$

(3) t_2 时刻B的速度达最大，
求此时刻A物块速度的大小。



模型等效

(3) B 速度最大时，弹簧恢复原长，
由动量守恒 $m_1 v_0 = m_1 v_A + m_2 v_B$
由能量守恒 $\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_A^2 + \frac{1}{2} m_2 v_B^2$
解得 $v_A = -1 \text{ m/s}$
所以，A 的速度大小为 1 m/s

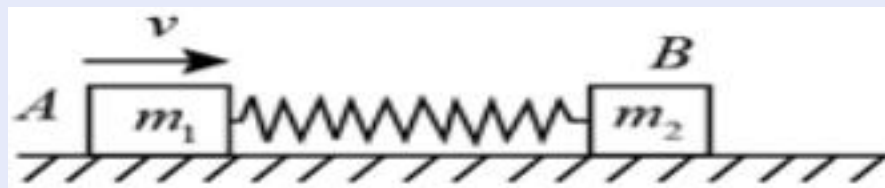
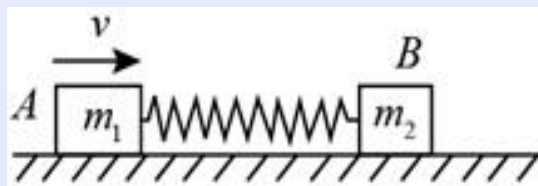


小结：本题涉及的是弹簧+2滑块模型。

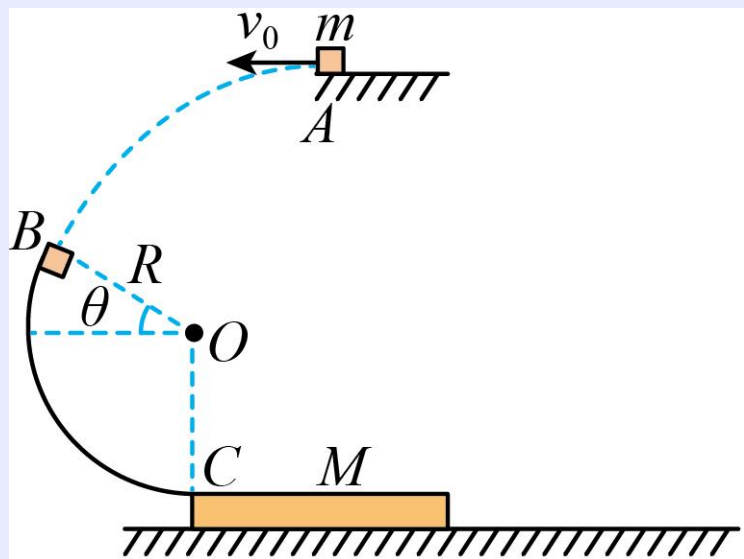
(1) 结合图像和运动情景，做好过程分析。

(2) 由于涉及到多个物体组成的系统，优先考虑两个守恒定律。

(3) 模型类比。

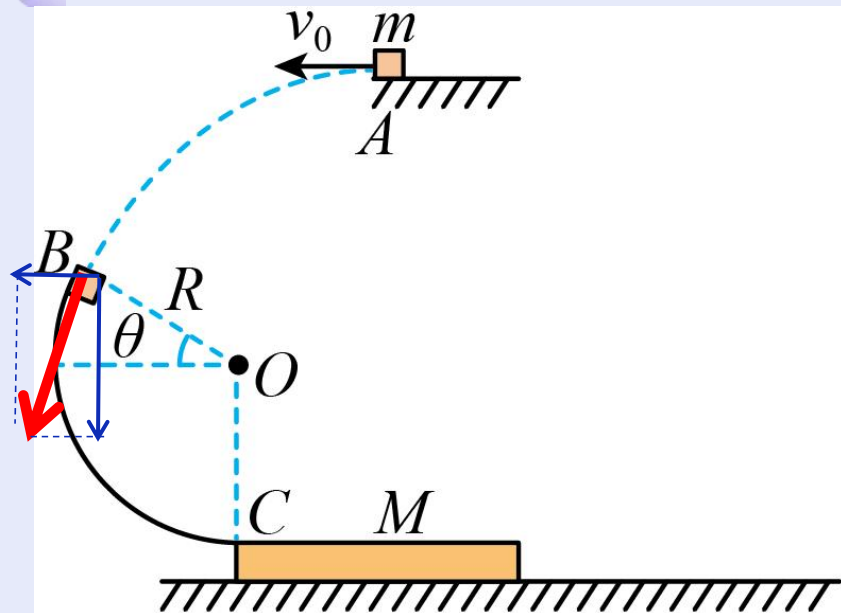


例 8: 如图所示, 半径 $R=1.0\text{m}$ 的光滑圆弧轨道固定在竖直平面内, 轨道的一个端点 B 和圆心 O 的连线与水平方向间的夹角 $\theta=37^\circ$, 另一端点 C 为轨道的最低点。 C 点右侧的水平地面上紧挨 C 点放置一木板, 木板质量 $M=1\text{kg}$, 上表面与 C 点等高。质量 $m=1\text{kg}$ 的物块 (可视为质点) 从空中 A 点以 $v_0=1.2\text{m/s}$ 的速度水平抛出, 恰好从轨道的 B 端沿切线方向进入轨道。已知物块与木板间的动摩擦因数 $\mu=0.2$, 不计木板与地面间的摩擦, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 取 $g=10\text{m/s}^2$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力。试求: (1) 物块运动到 B 点时的速度; (2) 物块经过轨道上的 C 点时对轨道的压力大小; (3) 木板至少多长才能使物块不从木板上滑下。



审题:

- (1) 运动模型? 平抛、圆周、直线的串接
- (2) 装置模型? 板块模型



(1) 物块运动到B点时的速度;

(1) 物块经过B点的速度和竖直方向的夹角为 θ ,

$$v_B = \frac{v_0}{\sin \theta} = \frac{1.2}{0.6} = 2 \text{ m/s}$$

(2) 物块经过轨道上的C点时对轨道的压力大小;

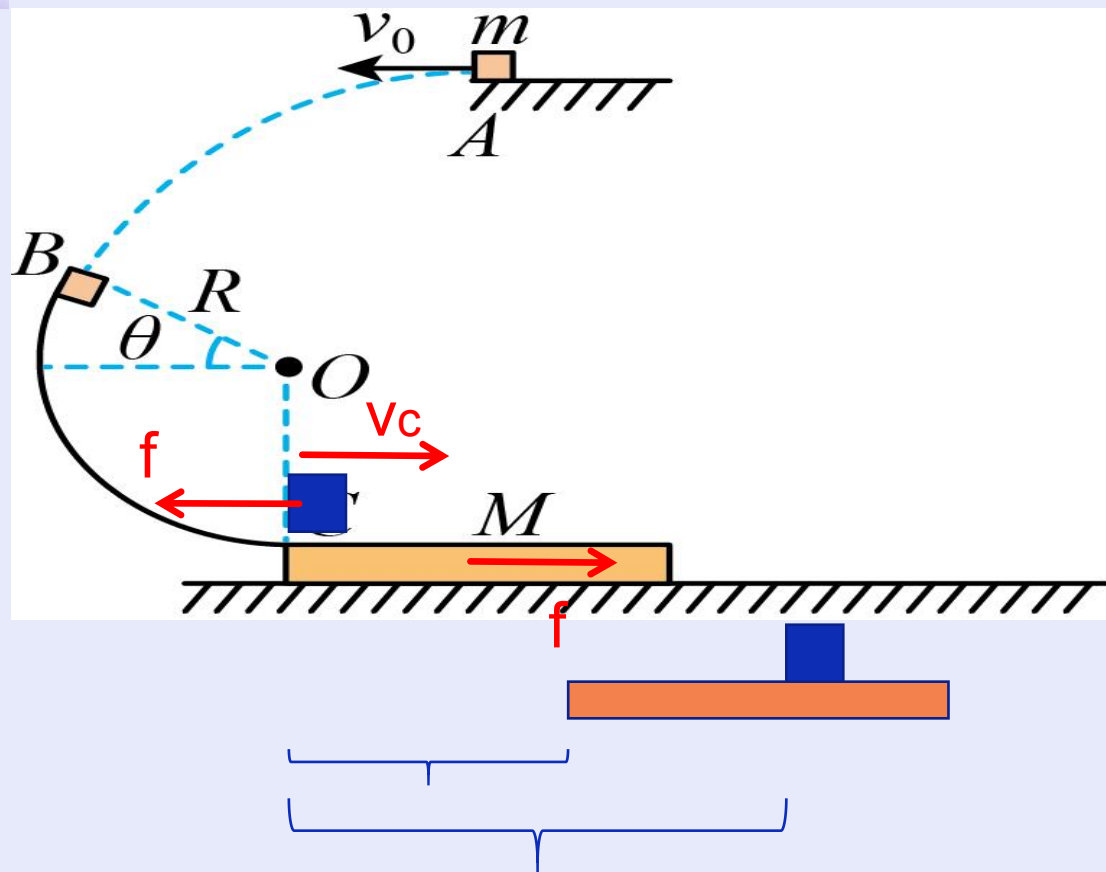
(2) 从B到C, 由动能定理知 $mg(R + R \sin \theta) = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$

解得 $v_C = 6 \text{ m/s}$

在C点, 由牛顿第二定律知 $F_N - mg = m \frac{v_C^2}{R}$

解得 $F_N = 46 \text{ N}$

由牛顿第三定律知, 物块对轨道的压力为 46 N。



(3) 木板至少多长才能使物块不从木板上滑下。

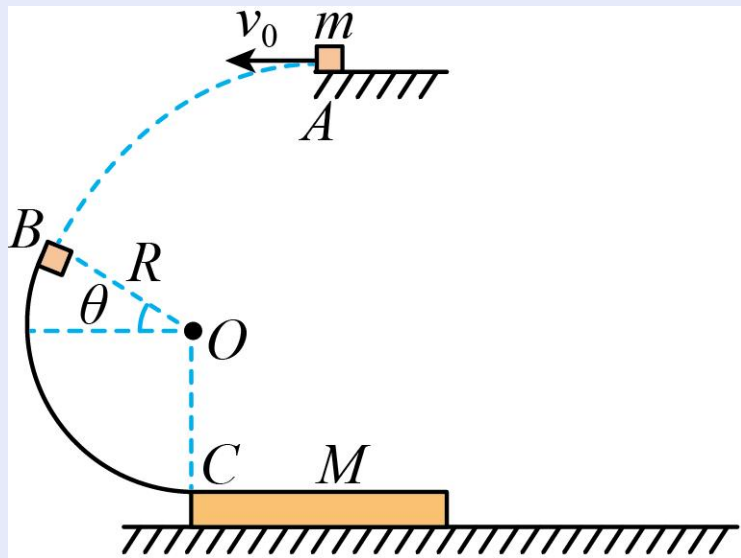
(3) 物块在木板上滑动时，二者动量守恒，则有

$$mv_c = (m + M)v_{\text{共}}$$

设木板最小长度为 L ，根据系统能量守恒有

$$\mu mgL = \frac{1}{2}mv_c^2 - \frac{1}{2}(m + M)v_{\text{共}}^2$$

解得 $L = 4.5\text{m}$

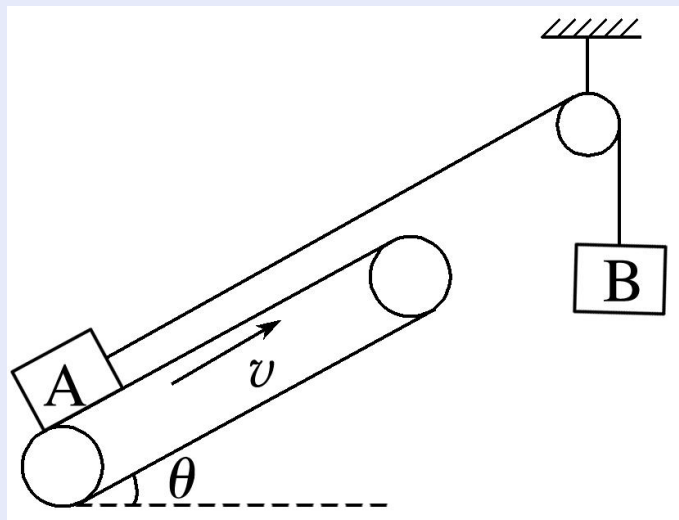


小结：本题涉及板块模型，涉及了多个运动。

(1) 做好过程的拆分，结合受力和初速度条件，把整个运动拆分为几个子运动，然后按各自运动的特点去研究。但是，要特别注意的是，两个过程的转折点，各个物理量有没有发生突变。

(2) 多个物体、多过程，要选择合适的规律去研究。

例9: 如图, 一长 $L=6\text{ m}$ 的倾斜传送带在电动机带动下以速度 $v=4\text{ m/s}$ 沿顺时针方向匀速转动, 传送带与水平方向的夹角 $\theta=37^\circ$, 质量 $m_1=4\text{ kg}$ 的小物块A和质量 $m_2=2\text{ kg}$ 的小物块B由跨过定滑轮的轻绳连接, A与定滑轮间的绳子与传送带平行, 不可伸长的轻绳足够长。某时刻将物块A轻轻放在传送带底端, 已知物块A与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.5$, 不计滑轮的质量与摩擦, 在A运动到传送带顶端前物块B都没有落地。取 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ 。求: (1)物块B刚下降时的加速度 a 的大小; (2)物块A从底端到达顶端所需的时间 t ; (3)物块A从底端到达顶端时, 电动机多做的功 W 。



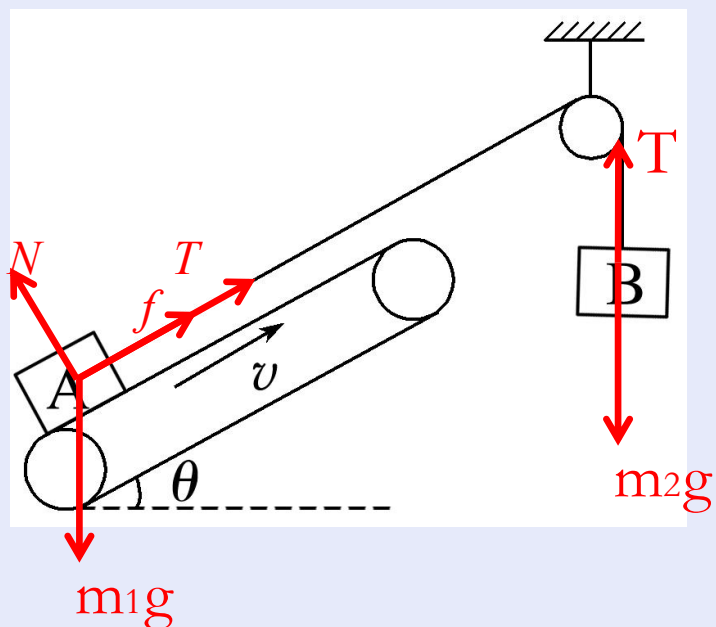
审题:

(1) 模型?

传送带模型+连接体模型

(2) 条件: 显性条件? 隐性条件?

(3) 受力分析、运动分析?



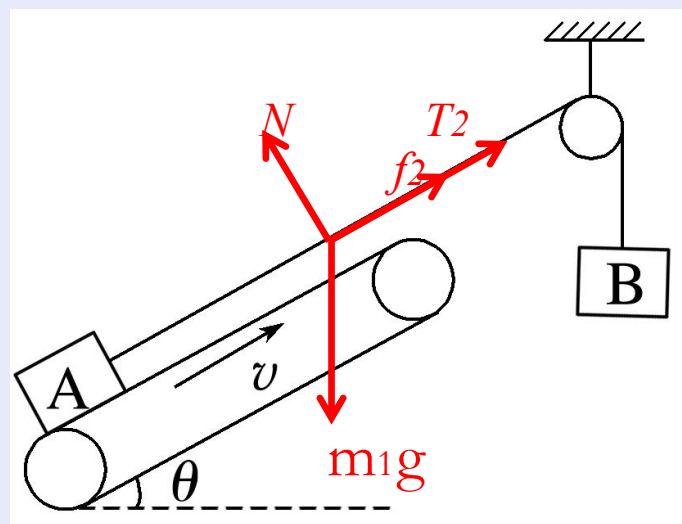
(1) 物块B刚下降时的加速度 a 的大小;

(1) 对A $T + \mu m_1 g \cos \theta - m_1 g \sin \theta = m_1 a$

对B $m_2 g - T = m_2 a$

解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$

(2) 物块A从底端到达顶端所需的时间 t ;



(2) 当 A 达到与传送带共速所用时间 $t_1 = \frac{v}{a} = 2 \text{ s}$

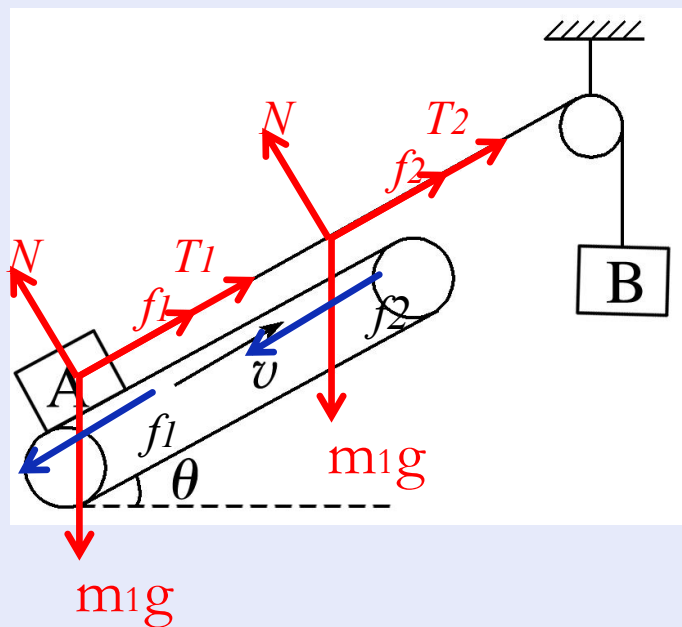
A 的位移 $x_1 = \frac{v}{2} t_1 = 4 \text{ m}$

之后匀速, 时间 $t_2 = \frac{L - x_1}{v} = 0.5 \text{ s}$

物块 A 从底端到达顶端所需的时间

$t = t_1 + t_2 = 2.5 \text{ s}$

(3)物块A从底端到达顶端时，电动机多做的功 W 。



(3) 物块 A 从底端到达顶端时，

与传送带的相对位移 $\Delta x = vt_1 - x_1 = 4 \text{ m}$

根据能量守恒得

$$W + m_2gL = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 + \mu m_1g \cos \theta \Delta x + m_1gL \sin \theta$$

解得 $W = 136 \text{ J}$

拓展：从做功角度理解

三大观点的综合应用

(1)单个物体：宜选用动量定理、动能定理和牛顿运动定律。若其中涉及时间的问题，应选用动量定理；若涉及位移的问题，应选用动能定理；若涉及加速度的问题，只能选用牛顿第二定律。

(2)多个物体组成的系统：优先考虑两个守恒定律，若涉及碰撞、爆炸、反冲等问题，应选用动量守恒定律，然后再根据能量关系分析解决。

(3) 系统化思维方法

*对多个物理过程进行整体思维，即把几个过程合为一个过程来处理，如用动量守恒定律解决比较复杂的运动。

*对多个研究对象进行整体思维，即把两个或两个以上的独立物体合为一个整体进行考虑，如应用动量守恒定律时，就是把多个物体看成一个整体(或系统)。

单击此处添加副标题内容

谢谢