



第06讲

机械能守恒定律

能量守恒定律



课标内容要求

1. 理解机械能守恒定律，体会守恒观念对认识物理规律的重要性。能用机械能守恒定律分析生产生活中的有关问题
2. 理解能量守恒定律，能用能量守恒解决问题

目录

C O N T E N T S

01 考情分析

02 知识构建

03 考点突破

考点一 机械能及守恒的判断

考点二 机械能守恒定律的应用

考点三 能量守恒定律及其应用



01

考情分析

PART ONE

考情分析

考情分析

命题规律及方法指导

- 1. 命题重点：**机械能守恒定律不单单会考本身知识，**会结合匀变速直线运动、平抛运动、圆周运动等运动形式进行考察，利用机械能守恒去求解一些物理量**，本部分内容中高考没有做强制性要求，利用动能定理依然可解。另外机械能会与后面的**电学**结合起来，机械能与电势能转化问题进行综合考核；能量方面主要涉及**弹簧的能量与摩擦力做功**的能量转化问题，借助**板块、传送带**模型，结合动量等**碰撞**知识综合考察。在电磁感应中也经常利用能量守恒求解发热等问题
- 2. 常用方法：**微元法、函数法、图像法、比较法、极限法；理解过程与状态、过程量与状态量。
- 3. 常考题型：**选择题，计算题。

考情分析

考情分析

命题预测

- 1.本专题属于**重点、难点**内容；
- 2.高考命题考察方向
 - ①机械能守恒定律的考查：结合物体的典型运动进行考查；在综合问题的某一过程中遵守机械能守恒定律时进行考查。
 - ①能量及能量守恒定律的考察：结合典型运动考察涉及弹簧能量、摩擦力做功能量转化等问题

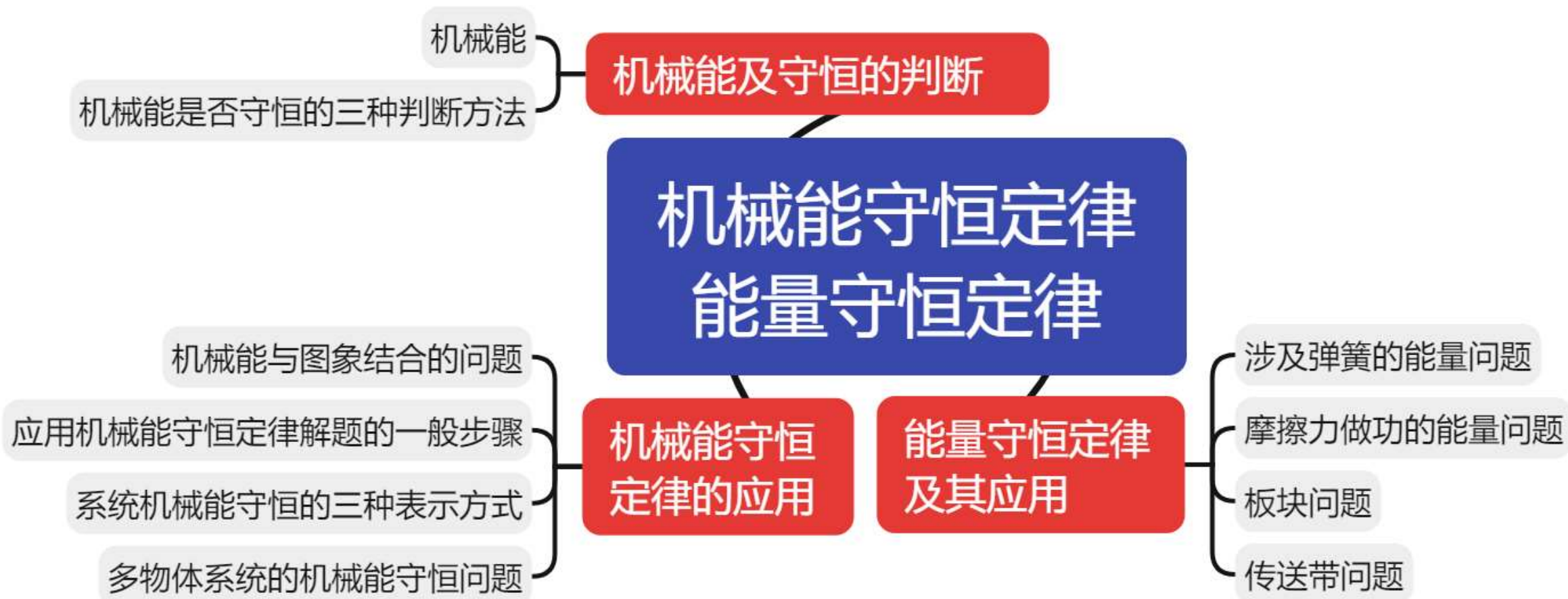
An astronaut in a white spacesuit stands on a dark, reflective surface with glowing blue lines, looking out at the Earth from space. The Earth's horizon is visible with a bright light source on the left. The background is a deep blue space filled with stars and streaks of light.

02

网络构建

PART TWO

网络构建





考点一 机械能及守恒的判断

核心提炼

机械能

1) 重力势能: $E_p = mgh$.

①重力势能是地球和物体组成的系统共有的，而不是物体单独具有的.

②重力势能的大小和零势能面的选取有关.

③重力势能是标量，但有“+”、“-”之分.

2) 弹性势能: $E_p = \frac{1}{2}k\Delta x^2$.

3) 动能: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, 单位: 焦耳(J). $1J = 1N \cdot m = 1kg \cdot m^2 / s^2$

核心提炼

机械能是否守恒的三种判断方法

- 1) 利用做功判断：若物体或系统**只有重力(或弹簧的弹力)做功**，虽受其他力，但**其他力不做功(或做功代数和为0)**，则机械能守恒。
- 2) 利用能量转化判断：若物体或系统**与外界没有能量交换**，物体或系统**也没有机械能与其他形式能的转化**，则机械能守恒。
- 3) 利用机械能的定义判断：若**物体动能、势能之和不变**，则机械能守恒。
- 4) 对一些**绳子突然绷紧**，物体间**非弹性碰撞**等问题，除非题目特别说明，**机械能必定不守恒**，完全非弹性碰撞过程机械能也不守恒。

1 (2023·全国·高考真题) 一同学将铅球水平推出，不计空气阻力和转动的影响，铅球在平抛运动过程中（**B**）

不计空气阻力仅受重力，
故机械能守恒

A. 机械能一直增

B. 加速度保持不变

C. 速度大小保持不变

D. 被推出后瞬间动能最大

仅受重力，合外力不变
加速度不变

平抛运动是匀变速曲线运动
速度大小不断变大

真题研析

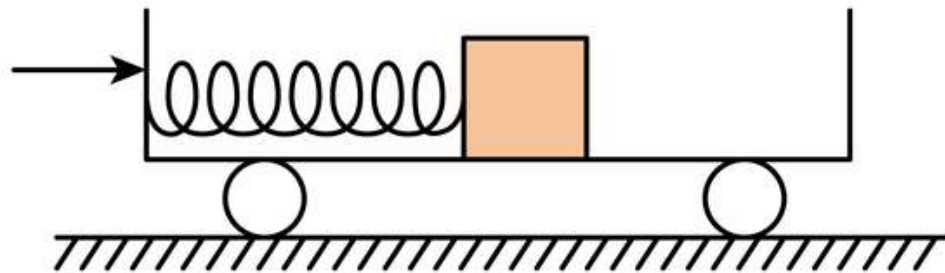
【考向】机械能守恒的判断

2 (2021·全国·高考真题) 如图, 光滑水平地面上有一小车, 一轻弹簧的一端与车厢的挡板相连, 另一端与滑块相连, 滑块与车厢的水平底板间有摩擦。用力向右推动车厢使弹簧压缩, 撤去推力时滑块在车厢底板上相对

滑动。在地面参考系 (可视为惯性系) 中, 从撤去推力开始, 小车、弹簧有摩擦, 且撤去推力后滑块在车厢底板上有相对滑动, 即摩擦力做功, 机械能不守恒

B)

- A. 动量守恒, 机械能守恒
- B. 动量守恒, 机械能不守恒
- C. 动量不守恒, 机械能守恒
- D. 动量不守恒, 机械能不守恒





考点二 机械能守恒定律的应用

核心提炼

应用机械能守恒定律解题的一般步骤

1. 选取研究对象；
2. 进行受力分析，明确各力的做功情况，判断机械能是否守恒；
3. 选取参考平面，确定初、末状态的机械能或确定动能和势能的改变量；
4. 根据机械能守恒定律列出方程；
5. 解方程求出结果，并对结果进行必要的讨论和说明。

核心提炼

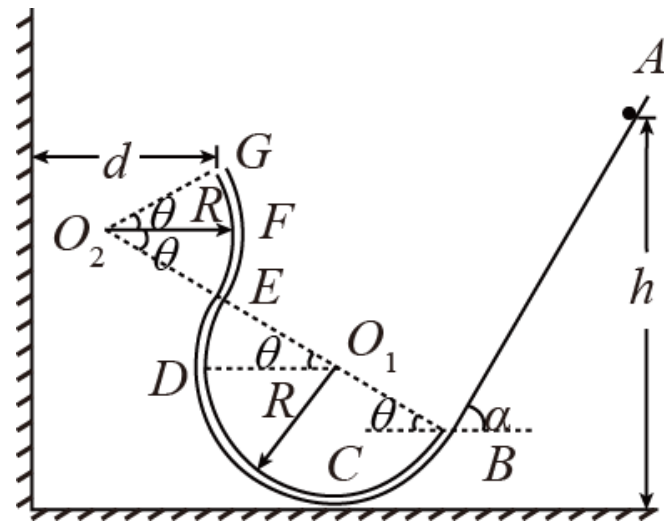
多物体系统的机械能守恒问题

- 1) 对多个物体组成的系统，要注意判断物体运动过程中系统的机械能是否守恒。一般情况为：不计空气阻力和一切摩擦，系统的机械能守恒。
- 2) 注意寻找用绳或杆相连接的物体间的速度
- 3) 列机械能守恒方程时，先确定系统中哪些能量增加、哪些能量减少，一般选用 $\Delta E_k = -\Delta E_p$ 或 $\Delta E_A = -\Delta E_B$ 的形式解决问题。

真题研析

【考向】单个物体的机械能守恒

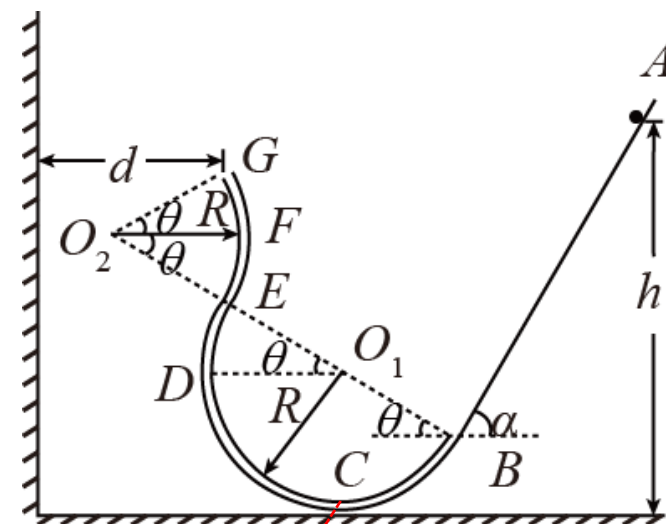
1. (2021·浙江·高考真题) 如图所示, 竖直平面内由倾角 $\alpha=60^\circ$ 的斜面轨道 AB 、半径均为 R 的半圆形细圆管轨道 $BCDE$ 和圆周细圆管轨道 EFG 构成一游戏装置固定于地面, B 、 E 两处轨道平滑连接, 轨道所在平面与竖直墙面垂直。轨道出口处 G 和圆心 O_2 的连线, 以及 O_2 、 E 、 O_1 和 B 等四点连成的直线与水平线间的夹角均为 $\theta=30^\circ$, G 点与竖直墙面的距离 $d=\sqrt{3}R$ 。现将质量为 m 的小球从斜面的某高度 h 处静止释放。小球只有与竖直墙面间的碰撞可视为弹性碰撞, 不计小球大小和所受阻力。



真题研析

【考向】单个物体的机械能守恒

(1) 若释放处高度 $h=h_0$ ，当小球第一次运动到圆管最低点 C 时，求速度大小 v_c 及在此过程中所受合力的冲量的大小和方向；



机械能守恒

$$mgh_0 = \frac{1}{2}mv_c^2$$

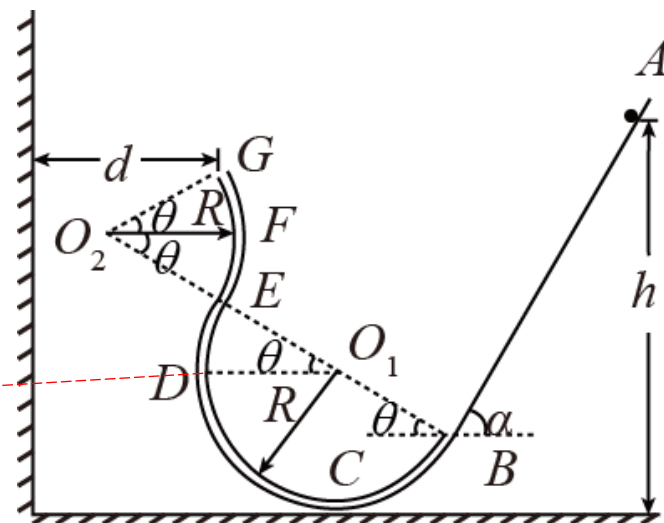
【答案】 (1) $v = \sqrt{2gh_0}$, $I = m\sqrt{2gh_0}$, 水平向左

真题研析

【考向】单个物体的机械能守恒

(2) 求小球在圆管内与圆心 O_1 点等高的 D 点所受弹力 F_N 与 h 的关系式;

$$\begin{aligned} & \text{机械能守恒} \\ & mgh = \frac{1}{2}mv_D^2 + mgR \\ & \text{牛顿第二定律} \\ & F_N = m\frac{v_D^2}{R} \end{aligned}$$



【答案】 (2) $F_N = 2mg(\frac{h}{R} - 1)(h \geq R)$

真题研析

【考向】单个物体的机械能守恒

(3) 若小球释放后能从原路返回到出发点，高度 h 应该满足什么条件？

① 小球恰好在G点返回：由机械能守恒得

$$mgh = mg(R + 3R \sin \theta)$$

$$\Rightarrow h = 2.5R$$

② 小球与墙面垂直碰撞后原路返回：小球与墙面碰撞后，进入G前做平抛运动，则

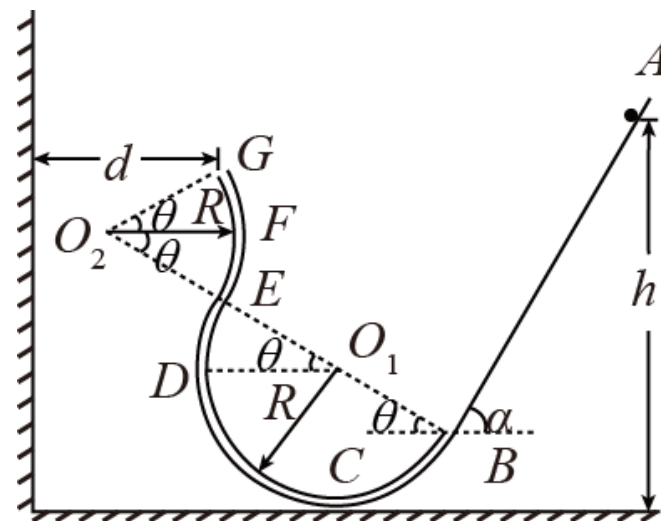
$$\begin{cases} d = v_x t = v_x \frac{v_y}{g} \\ v_x = v_G \sin \theta \Rightarrow v_G = 2\sqrt{gR} \\ v_y = v_G \cos \theta \\ d = \sqrt{3}R \end{cases}$$

【答案】 (3) $h \leq \frac{5}{2}R$ 或 $h = \frac{9}{2}R$

由机械能守恒定律

$$mg(h - \frac{5}{2}R) = \frac{1}{2}mv_G^2$$

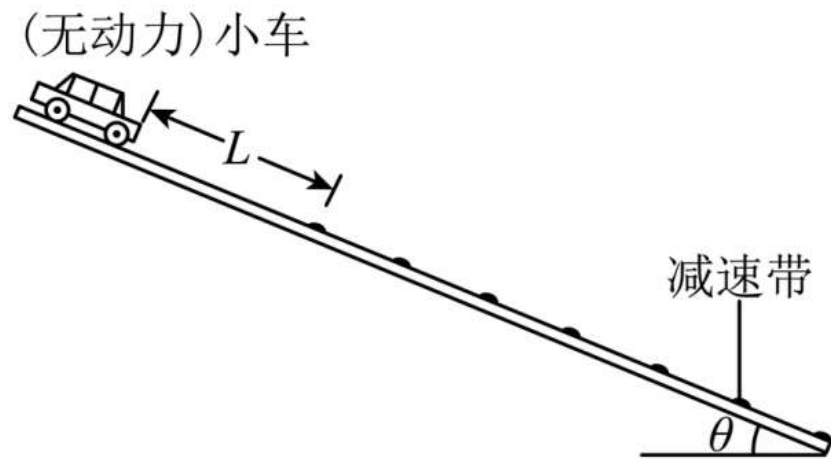
$$\Rightarrow h = 4.5R$$



真题研析

—【考向】多个物体(系统)的机械能守恒

2 (2021·全国·高考真题) 如图, 一倾角为 θ 的光滑斜面上有 50 个减速带 (图中未完全画出), 相邻减速带间的距离均为 d , 减速带的宽度远小于 d ; 一质量为 m 的无动力小车 (可视为质点) 从距第一个减速带 L 处由静止释放。已知小车通过减速带损失的机械能与到达减速带时的速度有关。观察发现, 小车通过第 30 个减速带后, 在相邻减速带间的平均速度均相同。小车通过第 50 个减速带后立刻进入与斜面光滑连接的水平地面, 继续滑行距离 s 后停下。已知小车与地面间的动摩擦因数为 μ , 重力加速度大小为 g 。



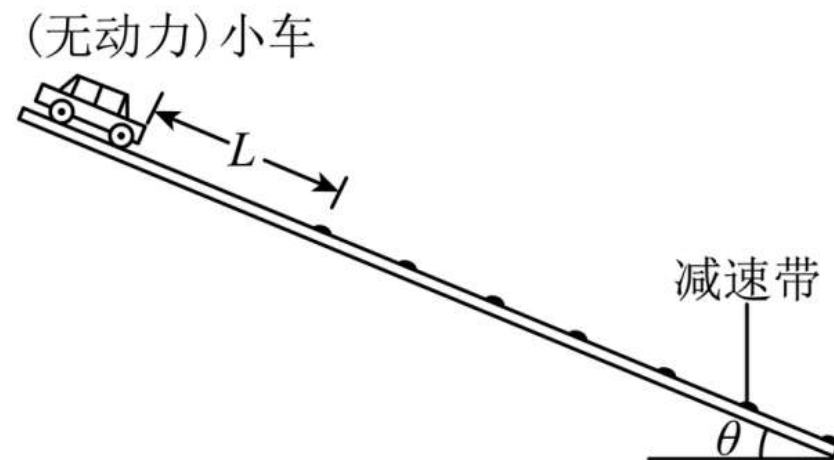
真题研析

—【考向】多个物体(系统)的机械能守恒

(1) 求小车通过第 30 个减速带后, 经过每一个减速带时损失的机械能;

由机械能守恒定律

$$\begin{cases} mgd \sin \theta + E_{k0} = E_{\text{损失机械}} + E_k \\ E_k = E_{k0} \end{cases}$$



【答案】 (1) $mgd \sin \theta$

真题研析

—【考向】多个物体(系统)的机械能守恒

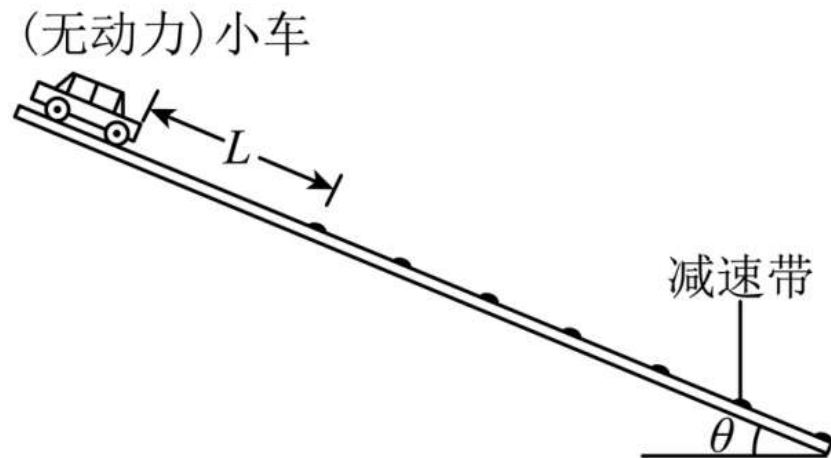
(2)求小车通过前 30 个减速带的过程中在每一个减速带上平均损失的机械能;

小车通过第50个减速带之后速度为 v ，由动能定理得

$$-\mu mgs = 0 - \frac{mv^2}{2}$$

小车通过第30个减速带后速度也为 v 。小车通过前30个减速带过程中，损失的机械能为

$$\Delta E = mg(L + 29d)\sin\theta - \frac{1}{2}mv^2$$



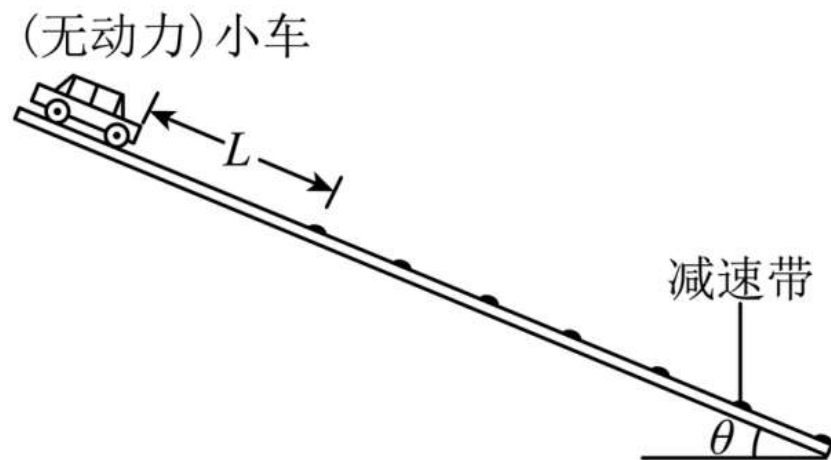
【答案】 (2) $\frac{\Delta E}{30} = \frac{mg(L + 29d)\sin\theta - \mu mgs}{30}$

真题研析

—【考向】多个物体(系统)的机械能守恒

(3)若小车在前 30 个减速带上平均每一个损失的机械能大于之后每一个减速带上损失的机械能, 则 L 应满足什么条件?

$$\frac{\Delta E}{30} = \frac{mg(L + 29d)\sin\theta - \mu mgs}{30} > mgd\sin\theta$$



【答案】 (3) $L > d + \frac{\mu s}{\sin\theta}$



考点三 能量守恒定律及其应用

核心提炼

涉及弹簧的能量问题

从能量的角度看,弹簧是储能元件.处理涉及弹簧的能量问题时,要特别注意:

1) 当涉及弹簧的弹力做功时,由于弹簧的弹力是变力,故一般不直接采用功的定义式求解.中学阶段通常根据动能定理、机械能守恒定律或能量守恒定律来间接求解弹簧弹力做的功或弹簧储存的弹性势能.

2) 弹簧的弹性势能与弹簧的规格和形变程度有关,对同一根弹簧而言,无论是处于伸长状态还是压缩状态,只要形变量相同,其储存的弹性势能就相同.

核心提炼·考向探究

摩擦力做功的能量问题

1) 无论是静摩擦力还是滑动摩擦力都可以对物体可以做正功，也可以做负功，还可以不做功。

2) 静摩擦力做功的能量问题

①静摩擦做功只有机械能从一个物体转移到另一个物体，而没有机械能转化为其他形式的能。

②一对静摩擦力所做功的代数和总等于零，而总的机械能保持不变。

3) 滑动摩擦力做功的能量问题

①滑动摩擦力做功时，一部分机械能从一个物体转移到另一个物体，另一部分机械能转化为内能，因此滑动摩擦力做功有机械能损失。

②一对滑动摩擦力做功的代数和总是负值，总功 $W = -F_f x_{\text{相对}}$ ，即发生相对滑动时产生的热量。

核心提炼·考向探究

板块问题

1) 动力学分析:

①分别对滑块和木板进行受力分析（注意摩擦力方向），根据牛顿第二定律求出各自的加速度；

②从放上滑块到二者速度相等，所用时间相等，由 $t = \frac{\Delta v_2}{a_2} = \frac{\Delta v_1}{a_1}$ ，可求出共同速度 v 和所用时间 t ，

③由位移公式可分别求出二者的位移。

2) 功和能分析：对滑块和木板分别运用动能定理，或者对系统运用能量守恒定律。

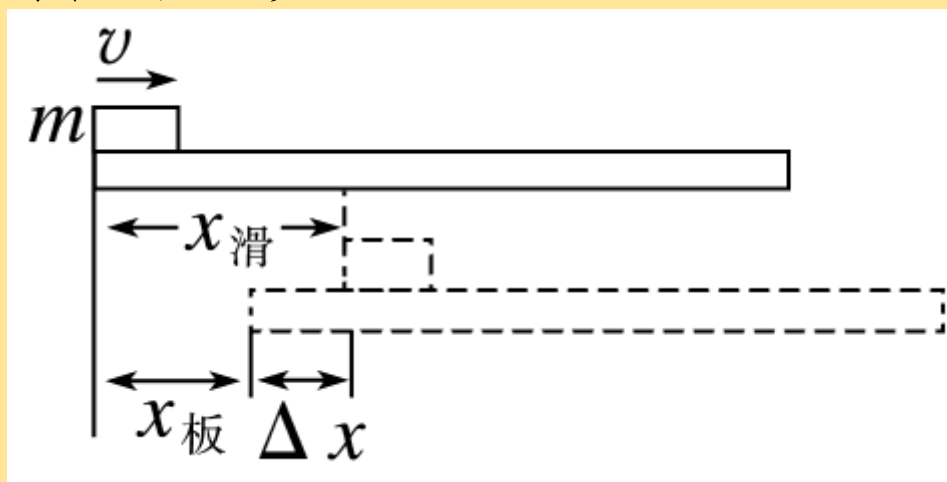
核心提炼·考向探究

板块问题

技巧点拨

要注意区分三个位移：

- ①求摩擦力对滑块做功时用滑块对地的位移 $x_{\text{滑}}$ ；
- ②求摩擦力对木板做功时用木板对地的位移 $x_{\text{板}}$ ；
- ③求摩擦生热时用相对位移 Δx 。



核心提炼

传送带问题

1) 动力学分析：首先要正确分析物体的运动过程，做好受力分析，然后利用运动学公式结合牛顿第二定律求物体及传送带在相应时间内的位移，找出物体和传送带之间的位移关系。

2) 功能关系分析

①功能关系分析：电机所做的功 $W = \Delta E_k (+\Delta E_p) + Q$

②对 W 和 Q 的理解：

I、因放上物体而使电动机多消耗的电能： W

II、传送带克服摩擦力做的功： $W_f = F_f \cdot x_{\text{传}}$ ；

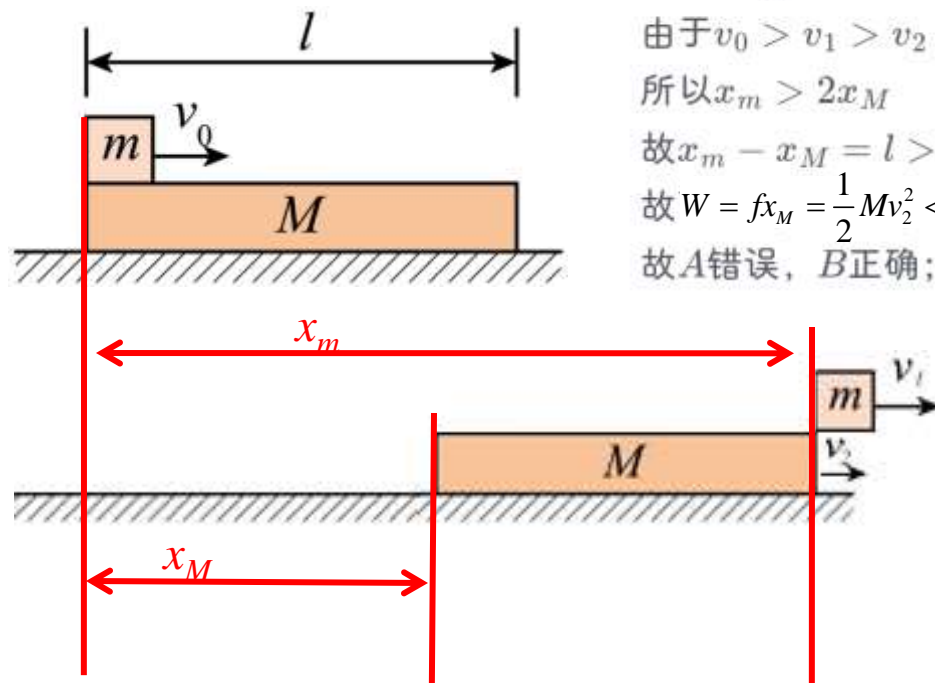
III、产生的内能： $Q = W_f = -F_f \cdot x_{\text{相对}}$ 。

真题研析

【考向】板块问题

1. (2023·全国·高考真题) (多选) 如图, 一质量为 M 、长为 l 的木板静止在光滑水平桌面上, 另一质量为 m 的小物块 (可视为质点) 从木板的左端以速度 v_0 开始运动。已知物块与木板间的滑动摩擦系数为 μ 。当物块从木板右端离开时 (BD)

- A. 木板的动能一定等于 fl
- B. 木板的动能一定小于 fl
- C. 物块的动能一定大于 $\frac{1}{2}mv_0^2 - fl$
- D. 物块的动能一定小于 $\frac{1}{2}mv_0^2 - fl$



$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 + fl$$

AB、因摩擦产生的热量为

$$Q = fl = f(x_m - x_M)$$

根据运动学公式可得 $x_m = \frac{v_0 + v_1}{2} \cdot t$

$$x_M = \frac{v_2}{2} \cdot t$$

由于 $v_0 > v_1 > v_2$

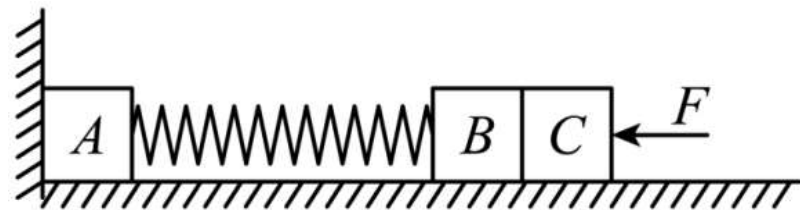
所以 $x_m > 2x_M$

故 $x_m - x_M = l > x_M$

故 $W = fx_M = \frac{1}{2}Mv_2^2 < fl$

故A错误, B正确;

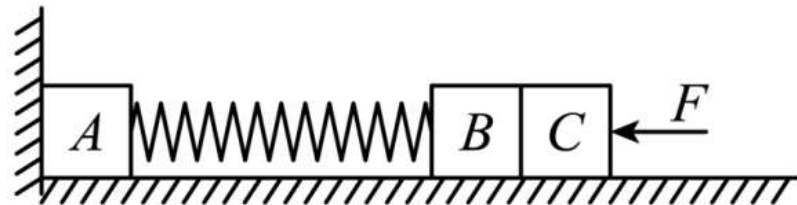
2. (2021 · 山东 · 高考真题) 如图所示, 三个质量均为 m 的小物块 A、B、C, 放置在水平地面上, A 紧靠竖直墙壁, 一劲度系数为 k 的轻弹簧将 A、B 连接, C 紧靠 B, 开始时弹簧处于原长, A、B、C 均静止。现给 C 施加一水平向左、大小为 F 的恒力, 使 B、C 一起向左运动, 当速度为零时, 立即撤去恒力, 一段时间后 A 离开墙壁, 最终三物块都停止运动。已知 A、B、C 与地面间的滑动摩擦力大小均为 f , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 弹簧始终在弹性限度内。(弹簧的弹性势能可表示为: $E_p = \frac{1}{2}kx^2$, k 为弹簧的劲度系数, x 为弹簧的形变量)



真题研析

【考向】涉及弹簧的能量问题

(1) 求 B、C 向左移动的最大距离 x_0 和 B、C 分离时 B 的动能 E_k ；



从开始到推 B、C 向左移动到最大距离的过程中，以 B、C 和弹簧为研究对象，由功能关系得：

$$Fx_0 = 2fx_0 + \frac{1}{2}kx_0^2$$

$$\text{整理得到：} x_0 = \frac{2F - 4f}{k}$$

弹簧恢复原长时 B、C 分离，从弹簧最短到 B、C 分离，此时 BC 的速度相等，即动能相等，设为 E_k ，以 B、C 和弹簧为研究对象，由能量守恒得：

$$\frac{1}{2}kx_0^2 = 2fx_0 + 2E_k$$

$$\text{解得：} E_k = \frac{F^2 - 6fF + 8f^2}{k}$$

【答案】 (1) $x_0 = \frac{2F - 4f}{k}$ 、 $E_k = \frac{F^2 - 6fF + 8f^2}{k}$

真题研析

【考向】涉及弹簧的能量问题

(2) 为保证 A 能离开墙壁，求恒力的最小值 F_{\min} ；

当 A 刚要离开墙时，设弹簧的伸长量为 x ，以 A 为研究对象，由平衡条件得： $kx = f$

若 A 刚要离开墙壁时 B 的速度恰好等于零，这种情况下恒力为最小值 F_{\min} ，从弹簧恢复原长到 A 刚要离开墙的过程中，以 B 和弹簧为研究对象，由能量守恒得：

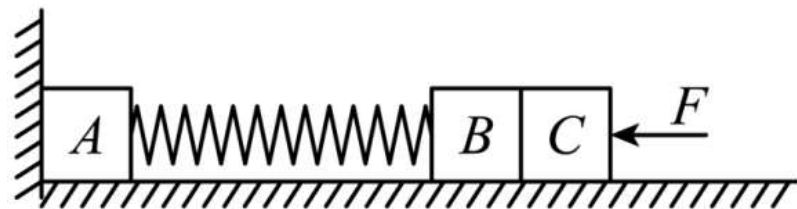
$$E_k = \frac{1}{2}kx^2 + fx$$

$$\text{联立代入得到： } F_{\min} = (3 \pm \frac{\sqrt{10}}{2})f$$

根据题意舍去 $F_{\min} = (3 - \frac{\sqrt{10}}{2})f$ 因为要大于 BC 受到的摩擦力

$$\text{得到： } F_{\min} = (3 + \frac{\sqrt{10}}{2})f$$

【答案】 (2) $F_{\min} = (3 + \frac{\sqrt{10}}{2})f$

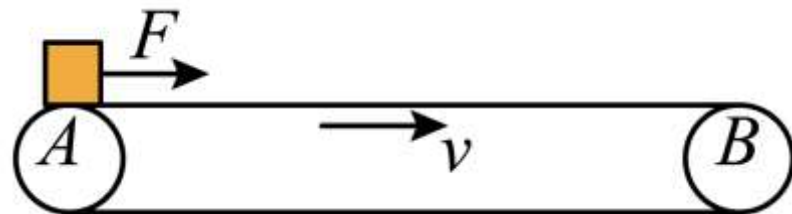


真题研析

—【考向】涉及板块、传送带的能量问题

3. (2023·全国·校联考模拟预测)(多选)如图所示, 水平传送带以恒定速度 $v=5\text{m/s}$ 顺时针匀速运行, 左、右两端 A 、 B 之间距离 $L=8\text{m}$ 。现将一质量 $m=2\text{kg}$ 可看做质点的物块轻轻放到传送带的 A 端, 同时对物块施加一水平向右的恒力 $F=6\text{N}$ 。已知物块与传送带之间的动摩擦因数为 $\mu=0.2$, 重力加速度 g 取 10m/s^2 。物块从 A 端运动到 B 端的过程中, 下列说法正确的是 (**BD**)

- A. 物块先匀加速运动后匀速运动
- B. 物块从 A 端运动到 B 端的时间为 2s
- C. 物块运动到 B 端时, 恒力 F 的瞬时功率为 30W
- D. 物块与传送带间因克服摩擦产生的焦耳热为 12J





感谢观看
THANK YOU