



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



机械能守恒定律的应用

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: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

核心提炼

机械能是否守恒的三种判断方法

$$E_k + E_p = \text{常数} \text{ 或 } E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

- 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**也没有机械能与其它形式能的转化**，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

注意：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。

真题研析

(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*）

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

不计空气阻力仅受重力，
故机械能守恒

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

核心提炼

应用机械能守恒定律解题的一般步骤

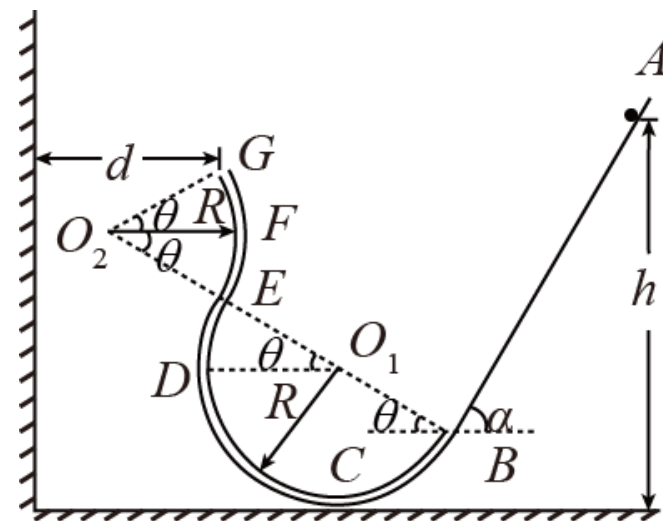
1. 选取研究对象；
2. 进行受力分析，明确各力的做功情况，判断机械能是否守恒；
3. 选取参考平面，确定初状态的机械能($E_{k1} + E_{p1}$)与末状态的机械能($E_{k2} + E_{p2}$)
4. 根据机械能守恒定律列出方程

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

5. 解方程求出结果，并对结果进行必要的讨论和说明。

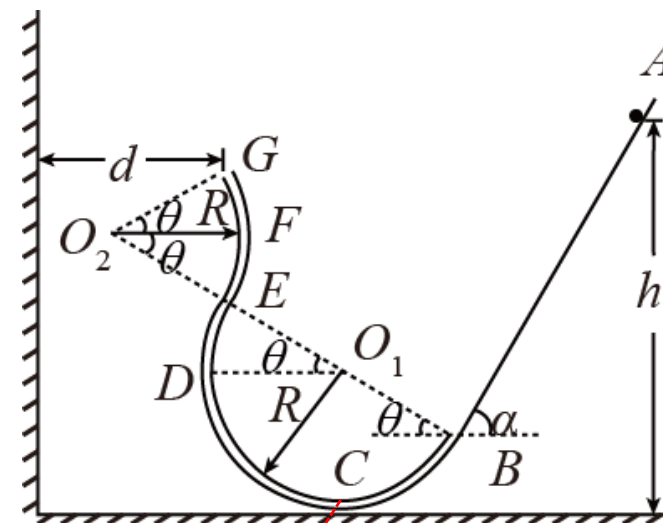
真题研析

(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

(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

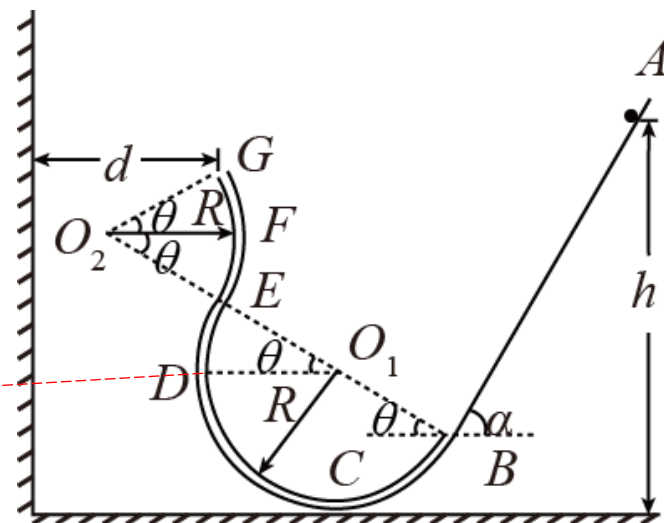
(2) 求小球在圆管内与圆心 O_1 点等高的 D 点所受弹力 F_N 与 h 的关系式;

机械能守恒

$$mgh = \frac{1}{2}mv_D^2 + mgR$$

牛顿第二定律

$$F_N = m\frac{v_D^2}{R}$$



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

真题研析

(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

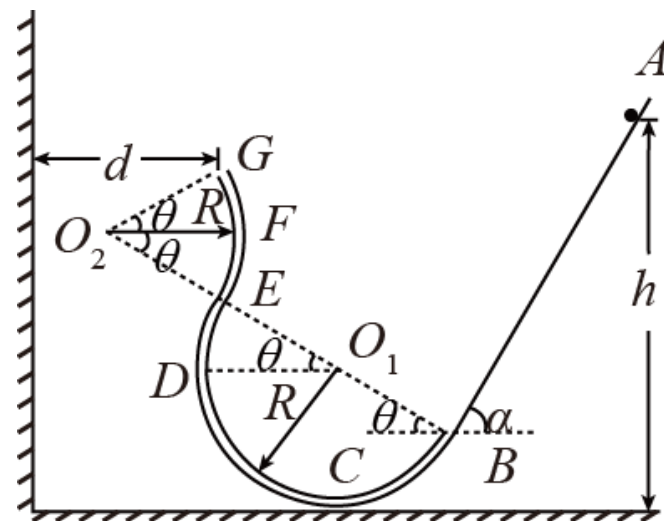
$$\begin{cases} d = v_x t = v_x \frac{v_y}{g} \\ v_x = v_G \sin \theta \Rightarrow v_G = 2\sqrt{gR} \\ v_y = v_G \cos \theta \\ d = \sqrt{3}R \end{cases}$$

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

由机械能守恒定律

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

$$\Rightarrow h = 4.5R$$

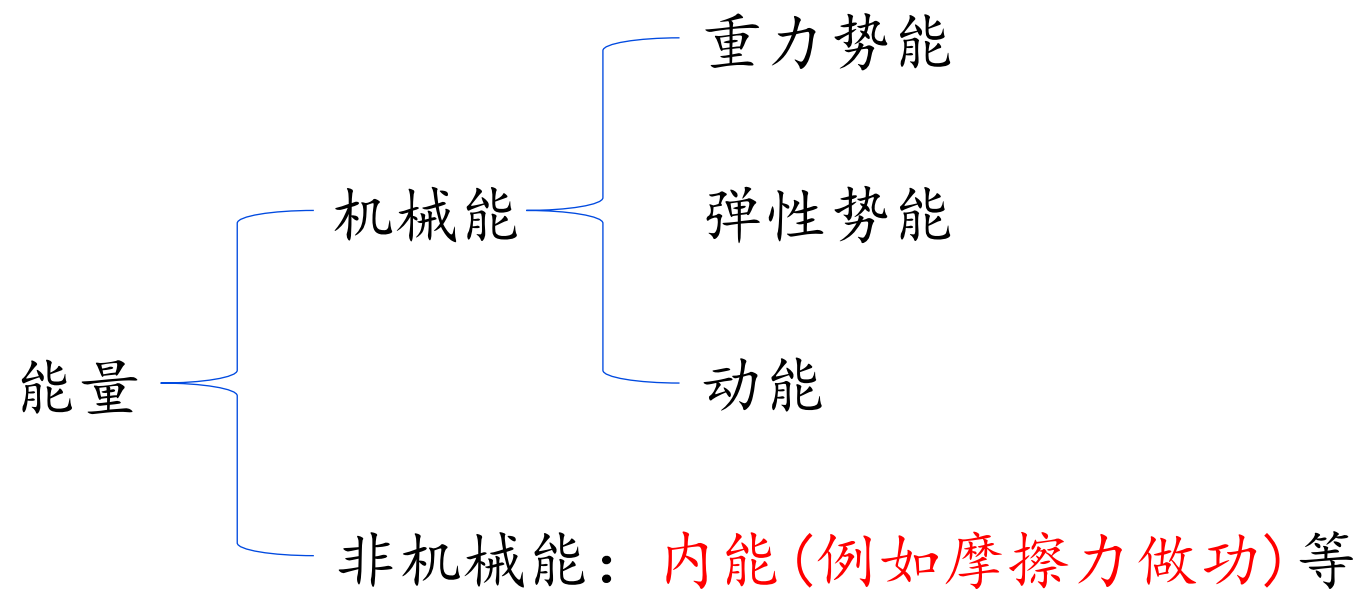




能量守恒定律及其应用

核心提炼

能量



$$E_{\text{机械}} + E_{\text{非机械}} = \text{常数}$$

核心提炼

摩擦力做功的能量问题

1) 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它形式的能。

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。

2) 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。

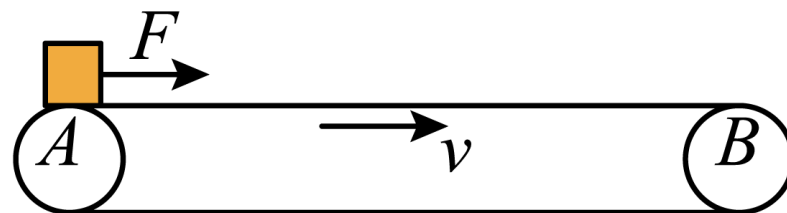
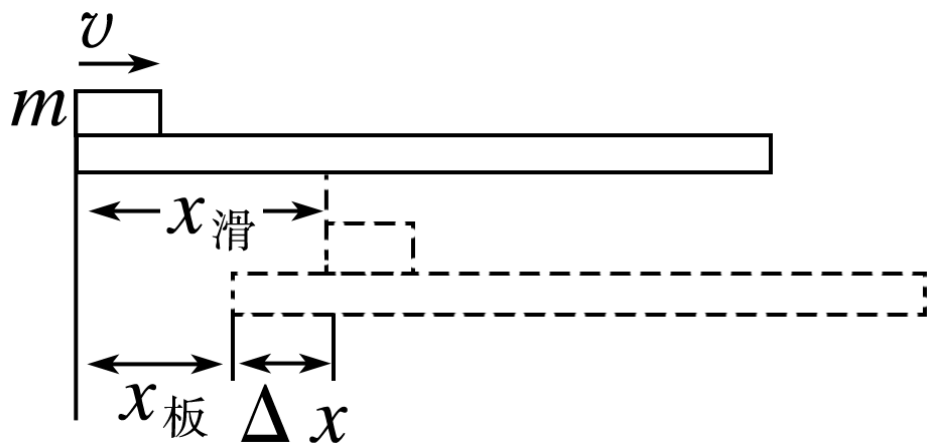
②一对滑动摩擦力做功的代数和总是负值，总功 $W = F_f x_{\text{相对}}$ ，即发生相对滑动时产生的热量。

核心提炼

板块问题

滑块与木板（传送带）之间滑动摩擦力做的功所产生的热量为

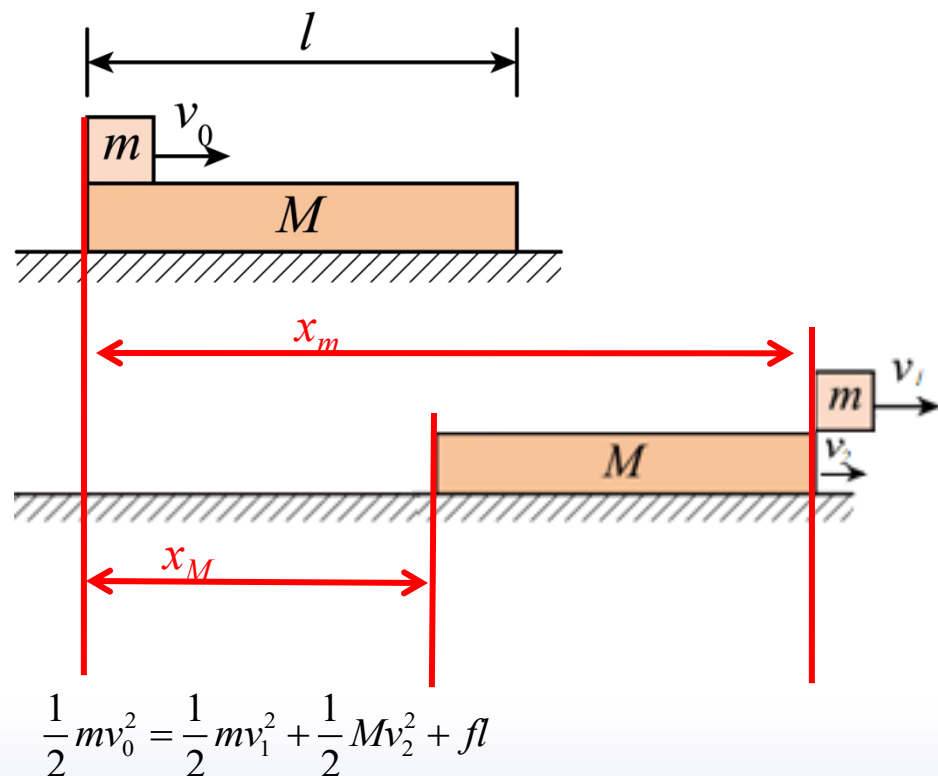
$$Q = F_f(x_{\text{滑}} - x_{\text{板/带}}) = F_f \Delta x$$



真题研析

(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)从木板上的左端以速度 v_0 开始运动。已知物块与木板间的滑动摩擦力大小为 f , 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 $\frac{1}{2}mv_0^2 - fl$



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 $x_m = \frac{v_0 + v_1}{2} \cdot t$

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

由于 $v_0 > v_1 > v_2$

所以 $x_m > 2x_M$

故 $x_m - x_M = l > x_M$

$$\text{故 } W = fx_M = \frac{1}{2}Mv_2^2 < fl$$

故A错误, B正确;

题型特训

(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

