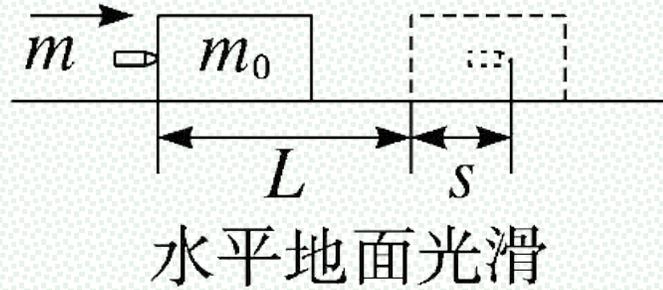


第4讲 专题提升 动量守恒定律在子弹打木块模型、 “滑块—木板”模型中的应用

专题概述:子弹打木块模型和“滑块—木板”模型是力学中非常典型的两个模型,在高考中常以压轴题的形式出现,通常应用动量观点和能量观点进行分析,属于力学综合问题。子弹打木块过程极短,系统水平方向动量守恒,能量守恒;滑块在滑板上滑行过程中,两者之间存在相互作用,如果地面光滑,则系统动量守恒,能量守恒。

题型一 子弹打木块模型

1. 模型图示



2. 模型特点

- (1) 子弹水平打进木块的过程中,系统水平方向的动量守恒。
- (2) 系统的机械能有损失。

3.两种情境

(1)子弹嵌入木块中,两者速度相等,机械能损失最多(完全非弹性碰撞)

$$\text{动量守恒: } mv_0 = (m + m_0)v$$

$$\text{能量守恒: } Q = F_f \cdot s = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m_0 + m)v^2$$

(2)子弹穿透木块

$$\text{动量守恒: } mv_0 = mv_1 + m_0v_2$$

$$\text{能量守恒: } Q = F_f \cdot d = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}m_0v_2^2 + \frac{1}{2}mv_1^2$$

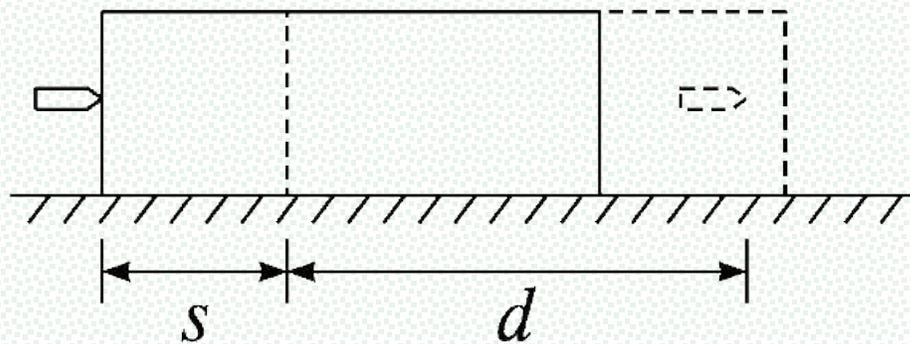
典题1 (多选)(2023天津和平模拟)如图所示,质量为 m_0 的木块静止在光滑的水平面上,一颗质量为 m 的子弹以速度 v_0 水平射入木块并留在木块中,木块获得的速度为 v_1 ,子弹受到的平均阻力为 F_f ,射入深度为 d ,此过程中木块位移为 s ,下列说法正确的是(**BD**)

A. 子弹损失的动能等于 $F_f d$

B. 子弹损失的动能等于 $F_f(s+d)$

C. 子弹损失的动能为 $\frac{1}{2}mv_0^2$

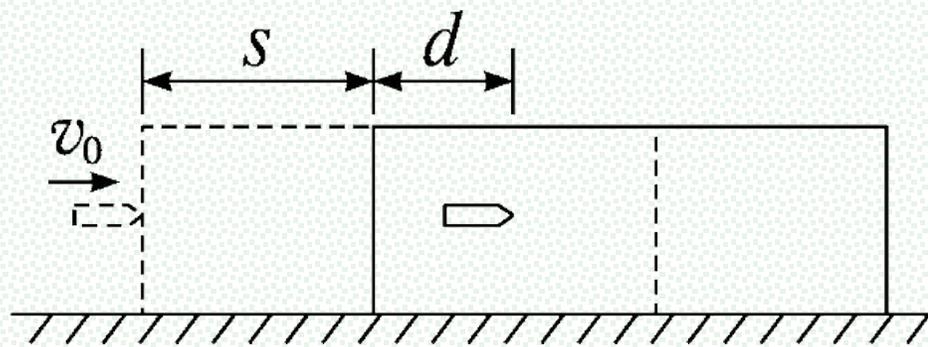
D. 子弹、木块组成的系统损失的动能等于 $F_f d$



解析 对子弹应用动能定理可得, $-F_f(s+d) = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 故子弹损失的动能 $\Delta E_{\text{损}} = F_f(s+d) = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$, A、C 错误, B 正确; 对木板应用动能定理可得, $F_fs = \frac{1}{2}m_0v_1^2$, 联立可得, $F_fd = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m+m_0)v_1^2$, 故子弹、木块组成的系统损失的动能等于 F_fd , D 正确。

典题2 质量为 m 的子弹,以初速度 v_0 射入静止在光滑水平面上的木块,并留在其中,如图所示。木块质量为 M ,长度为 L ,子弹射入木块的深度为 d ,在子弹射入木块的过程中木块移动距离为 s 。假设木块对子弹的阻力始终保持不变,下列说法正确的是(C)

- A. d 可能大于 s ,也可能小于 s
- B. s 可能大于 L ,也可能小于 L
- C. s 一定小于 d , s 一定小于 L
- D. 若子弹质量减小, d 和 s 不一定同时变小



解析 木块和子弹组成的系统合外力为零,系统动量守恒,有 $mv_0=(m+M)v$,解

得 $v=\frac{mv_0}{m+M}=\frac{v_0}{1+\frac{M}{m}}$,木块增加的动能等于阻力与木块的位移乘积

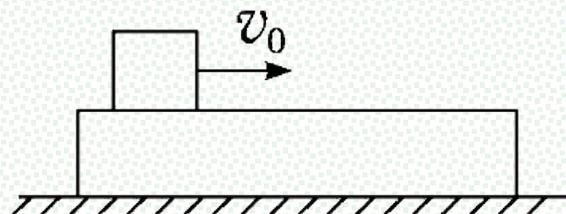
$F_{\text{f}}s=\frac{1}{2}Mv^2=\frac{mMv_0^2}{2(m+M)}\cdot\frac{m}{m+M}=\frac{Mv_0^2}{2\left(1+\frac{M}{m}\right)^2}$,系统损失的机械能等于阻力与两个物体

相对位移的乘积 $F_{\text{f}}d=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}(m+M)v^2=\frac{mMv_0^2}{2(m+M)}$,由此计算可得, s 一定小于

d ,而 d 小于 L ,所以 s 一定小于 L ,若子弹质量减小, d 一定变小, s 一定变小。故
选 C。

题型二 “滑块—木板”模型

1. 模型图示



水平地面光滑

2. 模型特点

- (1) 系统的动量守恒,但机械能不守恒,摩擦力与两者相对位移的乘积等于系统减少的机械能。
- (2) 若滑块未从木板上滑下,当两者速度相同时,木板速度最大,相对位移最大。

3. 求解方法

(1)用动力学观点分析“滑块—木板”模型时要抓住一个转折和两个关联。

①一个转折——滑块与木板达到相同速度或者滑块从木板上滑下是受力和运动状态变化的转折点。

②两个关联——转折前、后受力情况之间的关联和滑块、木板位移和板长之间的关联。

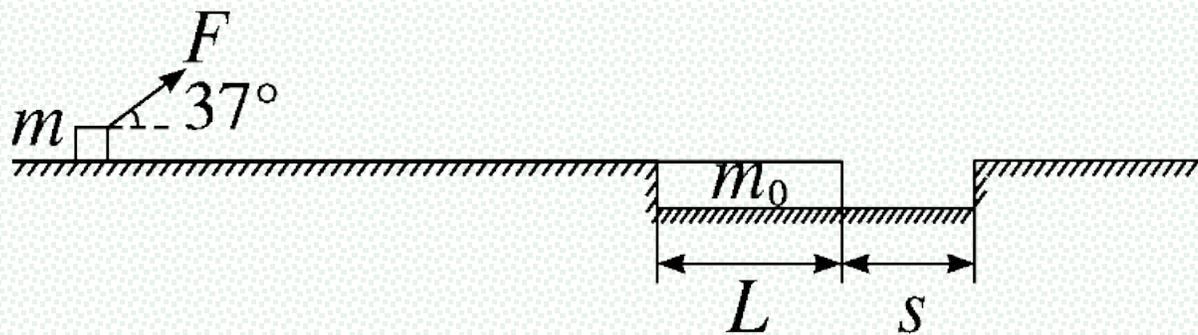
(2)用动量和功能观点分析“滑块—木板”模型要抓住一个条件和两个分析及一个规律。

①一个条件——滑块和木板组成的系统所受的合外力为零是系统动量守恒的条件。

②两个分析——滑块和木板相互作用过程的运动分析和作用前后的动量分析。

③一个规律——能量守恒定律是分析相互作用过程能量转化必定遵守的规律,且牢记摩擦生热的计算公式 $Q=F_f \cdot d_{\text{相对}}$ 。

典题3 (2024河北秦皇岛模拟)某娱乐活动的部分闯关环节可简化抽象为下面的情境。如图所示,长 $L=6\text{ m}$ 、质量 $m_0=1.1\text{ kg}$ 的木板静止在光滑水平面上,左右平台无限长且与木板等高,木板左端与左平台接触,质量 $m=1.1\text{ kg}$ 的小滑块在恒力 F 作用下从静止开始运动,力 F 与水平方向的夹角为 37° , F 作用 2 s 后撤去,小滑块又滑行 1 s 后以 $v_1=10\text{ m/s}$ 的速度离开平台后滑上木板,小滑块与所有接触面间的动摩擦因数均为 $\mu=0.5$,小滑块可视为质点,重力加速度取 10 m/s^2 。已知 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$ 。求:



(1)撤去力 F 时小滑块的速度大小;

(2)力 F 的大小;

(3)要使小滑块与木板共速后,木板才与右侧平台相碰, s 的取值范围。

答案 (1)15 m/s (2)12.5 N (3) $s \geq 2.5$ m

解析 (1)撤去力 F 后,小滑块在滑行1 s过程中由动量定理有 $-\mu mgt_2 = mv_1 - mv_0$,
解得撤去力 F 时滑块的速度 $v_0 = 15$ m/s。

(2)小滑块在滑行2 s过程中由动量定理有 $[F \cos 37^\circ - \mu(mg - F \sin 37^\circ)]t_1 = mv_0 - 0$

解得 $F = 12.5$ N。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/996113201043011002>