

碰撞模型的拓展

【目标要求】 1.会分析、计算“滑块—弹簧”模型有关问题.2.理解“滑块—斜(曲)面”模型与碰撞的相似性，会解决相关问题.

题型一 “滑块—弹簧”模型

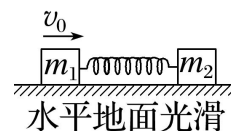
1. 模型图示
2. 模型特点

(1)动量：两个物体与弹簧相互作用的过程中，若系统所受外力的矢量和为零，则系统动量_____.

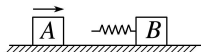
(2)能量：系统所受的外力为零或除弹簧弹力以外的内力不做功，系统机械能_____.

(3)弹簧处于最长(最短)状态时两物体速度相等，弹性势能_____，系统动能通常最小(相当于完全非弹性碰撞，两物体减少的动能转化为弹簧的弹性势能).

(4)弹簧恢复原长时，弹性势能为零，系统动能_____ (相当于刚完成弹性碰撞).

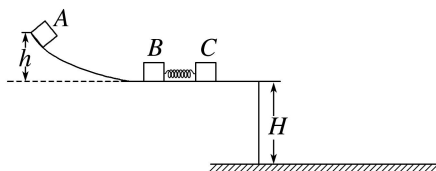


【例 1】 如图所示，质量分别为 1 kg 、 3 kg 的滑块 A 、 B 位于光滑水平面上，现使滑块 A 以 4 m/s 的速度向右运动，与左侧连有轻弹簧的滑块 B 发生相互作用. 求二者在发生相互作用的过程中，



- (1)弹簧的最大弹性势能；
- (2)滑块 B 的最大速度.

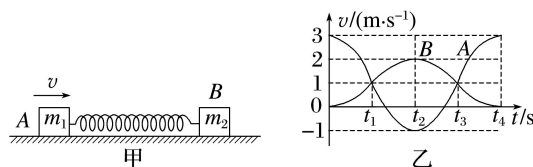
【例 2】 如图所示，一轻质弹簧的一端固定在滑块 B 上，另一端与滑块 C 接触但未连接，该整体静止放在离地面高为 $H=5\text{ m}$ 的光滑水平桌面上. 现有一滑块 A 从光滑曲面上离桌面 $h=1.8\text{ m}$ 高处由静止开始滑下，与滑块 B 发生碰撞并粘在一起压缩弹簧推动滑块 C 向前运动，经过一段时间，滑块 C 脱离弹簧，继续在水平桌面上匀速运动一段距离后从桌面边缘飞出. 已知 $m_A=1\text{ kg}$ ， $m_B=2\text{ kg}$ ， $m_C=3\text{ kg}$ ，取 $g=10\text{ m/s}^2$ ，不计空气阻力. 求：



- (1)滑块 A 与滑块 B 碰撞结束瞬间的速度大小；
- (2)被压缩弹簧的最大弹性势能；
- (3)滑块 C 落地点与桌面边缘的水平距离.

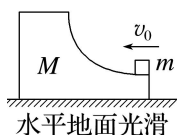
【例 3】如图甲所示，一个轻弹簧的两端与质量分别为 m_1 和 m_2 的两物块 A 、 B 相连接并静止在光滑的水平地面上。现使 A 以 3 m/s 的速度向 B 运动压缩弹簧，速度—时间图像如图乙，则有()

- A. 在 t_1 、 t_3 时刻两物块达到共同速度 1 m/s ，且弹簧都处于压缩状态
- B. 从 t_3 到 t_4 时刻弹簧由压缩状态恢复原长
- C. 两物块的质量之比为 $m_1 : m_2 = 2 : 1$
- D. 在 t_2 时刻 A 与 B 的动能之比 $E_{k1} : E_{k2} = 1 : 8$



题型二 “滑块—斜(曲)面”模型

1. 模型图示

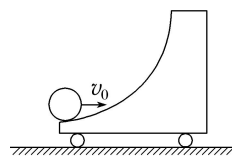


2. 模型特点

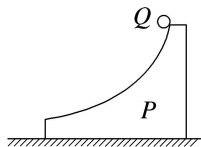
- (1) 上升到最大高度： m 与 M 具有共同水平速度 $v_{共}$ ，此时 m 的竖直速度 $v_y = 0$ 。系统水平方向动量守恒_____；系统机械能守恒_____（设 h 为滑块上升的最大高度）， h 不一定是弧形轨道的高度（相当于完全非弹性碰撞，系统减少的动能转化为 m 的重力势能）。
- (2) 返回最低点： m 与 M 分离点。水平方向动量守恒_____；系统机械能守恒_____（相当于完成了弹性碰撞）。

【例 4】质量为 M 的带有 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧轨道的小车静止置于光滑水平面上，如图所示，一质量也为 M 的小球以速度 v_0 水平冲上小车，到达某一高度后，小球又返回小车的左端，重力加速度为 g ，则()

- A. 小球以后将向左做平抛运动
- B. 小球将做自由落体运动
- C. 此过程小球对小车做的功为 Mv_0^2
- D. 小球在圆弧轨道上上升的最大高度为 $\frac{v_0^2}{2g}$

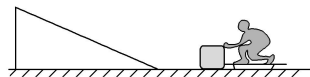


【例 5】 如图所示，光滑弧形滑块 P 锁定在光滑水平地面上，其弧形底端切线水平，小球 Q (视为质点) 的质量为滑块 P 的质量的一半，小球 Q 从滑块 P 顶端由静止释放， Q 离开 P 时的动能为 E_{k1} 。现解除锁定，仍让 Q 从滑块顶端由静止释放， Q 离开 P 时的动能为 E_{k2} ， E_{k1} 和 E_{k2} 的比值为()



- A. $\frac{1}{2}$ B. $\frac{3}{4}$ C. $\frac{3}{2}$ D. $\frac{4}{3}$

【例 6】 如图，光滑冰面上静止放置一表面光滑的斜面体，斜面体右侧一蹲在滑板上的小孩和其面前的冰块均静止于冰面上。某时刻小孩将冰块以相对冰面 3 m/s 的速度向斜面体推出，冰块平滑地滑上斜面体，在斜面体上上升的最大高度为 $h=0.3 \text{ m}$ (h 小于斜面体的高度)。已知小孩与滑板的总质量为 $m_1=30 \text{ kg}$ ，冰块的质量为 $m_2=10 \text{ kg}$ ，小孩与滑板始终无相对运动。取重力加速度的大小 $g=10 \text{ m/s}^2$ 。



- (1)求斜面体的质量；
- (2)通过计算判断，冰块与斜面体分离后能否追上小孩？