

动量定理 动量守恒

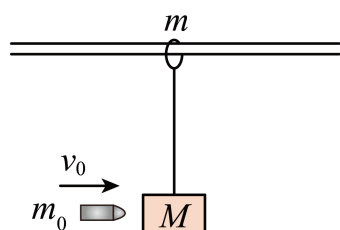
偏难题型

姓名：

教师：马祥云

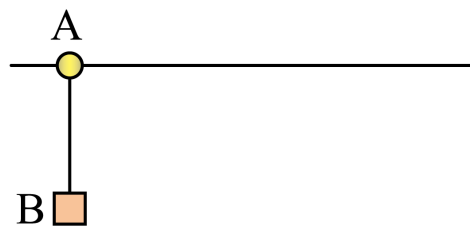
一、单选题

1. 如图所示，在固定的水平杆上，套有质量为 m 的光滑圆环，轻绳一端拴在环上，另一端系着质量为 M 的木块，现有质量为 m_0 的子弹以大小为 v_0 的水平速度射入木块并立刻留在木块中，重力加速度为 g ，下列说法正确的是（ ）



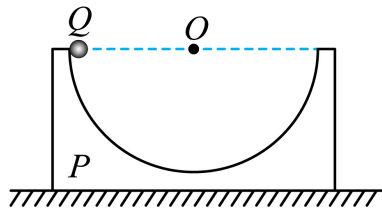
- A. 子弹射入木块后的瞬间，速度大小为 $\frac{m_0 v_0}{m_0 + m + M}$
- B. 子弹射入木块后的瞬间，绳子拉力等于 $(M + m_0)g$
- C. 子弹射入木块后的瞬间，环对轻杆的压力大于 $(M + m + m_0)g$
- D. 子弹射入木块之后，圆环、木块和子弹构成的系统动量守恒

2. 如图所示，长度为 l 的轻质细线一端与带孔小球 A 连接，另一端与木块 B 连接，小球 A 穿在光滑的固定水平杆（足够长）上，小球 A 与木块 B 质量均为 m 。 $t=0$ 时刻，给木块 B 一水平瞬时冲量 I ，使其获得 $v_0 = \sqrt{2gl}$ 的初速度，则从 $t=0$ 时刻至 B 再次运动到 A 正下方的过程中（ ）



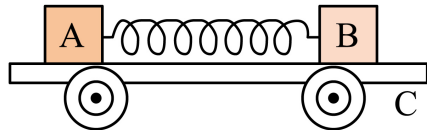
- A. A、B 沿绳方向加速度始终相等
- B. 绳对 A 球的冲量大小为 $m\sqrt{2gl}$
- C. 绳对 A 先做正功后做负功
- D. B 再次运动到 A 正下方绳子拉力为 $3mg$

3. 如图所示，一个质量为 $4m$ 的半圆槽形物体 P 放在光滑水平面上，半圆槽半径为 R ，一小物块 Q 质量为 m ，从半圆槽的最左端与圆心等高位置无初速释放，然后滑上半圆槽右端，接触面均光滑， Q 从释放到滑至半圆槽右端最高点的过程中，下列说法正确的是（ ）



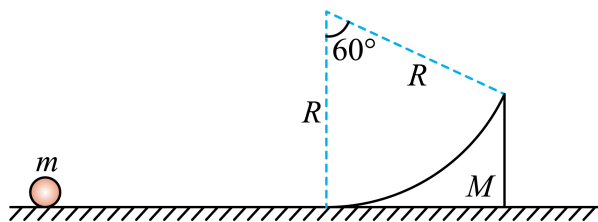
- A. P 、 Q 组成的系统满足动量守恒
- B. P 、 Q 的水平位移大小之比为 $4:1$
- C. Q 滑到半圆槽最低点时，半圆槽的速率为 $\frac{\sqrt{10gR}}{10}$
- D. Q 运动到半圆槽右端最高点时，半圆槽由于惯性的缘故还会继续运动

4. 如图所示， A 、 B 两物体质量之比 $m_A:m_B=3:2$ ，原来静止在平板小车 C 上， A 、 B 间有一根被压缩的弹簧，地面光滑，当弹簧突然释放后，则（ ）



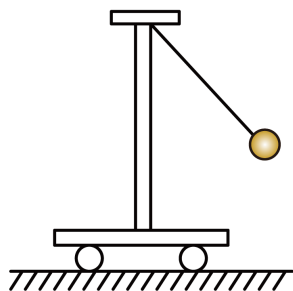
- A. 若 A 、 B 与平板车上表面间的动摩擦因数相同， A 、 B 组成系统的动量守恒
- B. 若 A 、 B 与平板车上表面间的动摩擦因数不同， A 、 B 、 C 组成系统的动量不守恒
- C. 若 A 、 B 所受的摩擦力大小相等， A 、 B 、 C 组成系统的动量守恒
- D. 若 A 、 B 所受的摩擦力大小不相等， A 、 B 、 C 组成系统的动量不守恒

5. 如图所示，有一半径为 R 、圆心角为 60° 的光滑圆弧轨道置于光滑水平面上。一小球以初速度 v_0 滑上圆弧轨道。已知圆弧轨道质量 $M=1.5m_0$ ，小球质量 $m=m_0$ ，重力加速度为 g ，若小球从圆弧轨道飞出时速度方向恰好跟水平方向成 30° 角，则（ ）



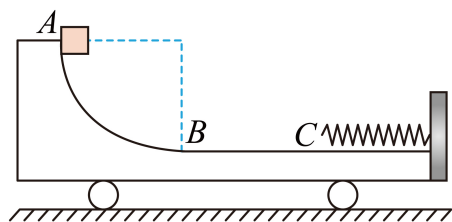
- A. 圆弧半径 $R = \frac{v_0^2}{3g}$
- B. 小球飞出时速度为 $\frac{\sqrt{3}}{6}v_0$
- C. 小球飞出时圆弧轨道的速度为 $\frac{1}{3}v_0$
- D. 小球从滑上圆弧到飞离圆弧过程中速度变化量的大小为 $\frac{\sqrt{6}}{3}v_0$

6. 如图所示，小车放在光滑的水平面上，将系绳小球拉开到一定的角度，然后同时放开小球和小车，则（ ）



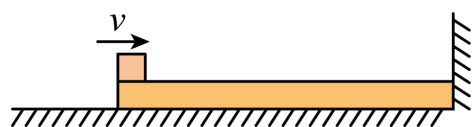
- A. 此后的过程中，小球、小车组成的系统动量守恒
- B. 此后的过程中，小球一直做圆周运动
- C. 从释放到向左摆到最高点的过程中，小球重力的平均功率为 0
- D. 从释放到向左摆到最高点的过程中，小球重力的冲量为 0

7. 如图所示，质量为 M 的小车静止在光滑水平面上，小车 AB 段是半径为 R 的四分之一光滑圆弧轨道， BC 段是光滑水平轨道， AB 和 BC 两段轨道相切于 B 点，小车右端固定一个连接轻弹簧的挡板，开始时弹簧处于自由状态，自由端在 C 点， C 点到挡板之间轨道光滑。一质量为 $m = \frac{M}{3}$ ，可视为质点的滑块从圆弧轨道的最高点由静止滑下，而后滑入水平轨道，重力加速度为 g 。下列说法正确的是（ ）



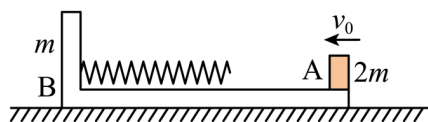
- A. 滑块到达 B 点时的速度大小为 $\sqrt{2gR}$
- B. 滑块到达 B 点时小车的速度大小为 $\sqrt{\frac{3gR}{2}}$
- C. 弹簧获得的最大弹性势能为 MgR
- D. 滑块从 A 点运动到 B 点的过程中，小车运动的位移大小为 $\frac{1}{4}R$

8. 如图所示，在光滑的水平面上，质量为 $4m$ 、长为 L 的木板右端紧靠竖直墙壁，与墙壁不粘连。质量为 m 的滑块（可视为质点）以水平向右的速度 v 滑上木板左端，滑到木板右端时速度恰好为零。现滑块以水平速度 kv (k 未知) 滑上木板左端，滑到木板右端时与竖直墙壁发生弹性碰撞，滑块以原速率弹回，刚好能够滑到木板左端而不从木板上落下，重力加速度大小为 g 。下列说法正确的是（ ）



- A. 滑块向右运动的过程中，加速度大小为 $\frac{2v^2}{L}$
- B. 滑块与木板间的动摩擦因数为 $\frac{v^2}{8gL}$
- C. $k=2$
- D. 滑块弹回瞬间的速度大小为 $\frac{\sqrt{5}v}{2}$

9. 如图所示，在光滑的水平面上静止放一质量为 m 的木板 B ，木板表面光滑，左端固定一轻质弹簧。质量为 $2m$ 的木块 A 以速度 v_0 从木板的右端水平向左滑上木板 B 。在木块 A 与弹簧相互作用的过程中，下列判断正确的是（ ）



- A. 弹簧压缩量最大时，A 的运动速率最小
- B. B 板的加速度一直增大
- C. 弹簧给木块 A 的冲量大小为 $\frac{2mv_0}{3}$
- D. 弹簧的最大弹性势能为 $\frac{mv_0^2}{3}$

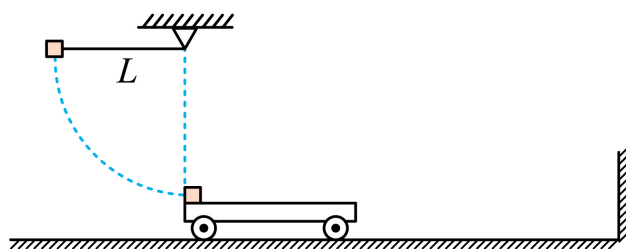
10. 一质点做曲线运动，在前一段时间内速度大小由 v 增大到 $2v$ ，在随后的一段时间内速度大小由 $2v$ 增大到 $5v$ 。前后两段时间内，合外力对质点做功分别为 W_1 和 W_2 ，合外力的冲量大小分别为 I_1 和 I_2 。下列关系式一定成立的是（ ）

- A. $W_2 = 3W_1$, $I_2 \leq 3I_1$
- B. $W_2 = 3W_1$, $I_2 \geq I_1$
- C. $W_2 = 7W_1$, $I_2 \leq 3I_1$
- D. $W_2 = 7W_1$, $I_2 \geq I_1$

二、解答题

11. 如图所示，质量为 m 的小车静止在光滑水平面上，距其右端 $\frac{L}{3\mu}$ 处有一弹性挡板，在其左端的正上方 L 处有一固定景点，通过长为 L 的细绳悬挂一质量为 $2m$ 的小滑块，细绳能承受的最大拉力为滑块重力的 3.25 倍，把细绳水平拉直并给小滑块一个竖直向下的初速度，当小滑块到达最低点时，细绳恰好被拉断，小滑块滑上小车，滑块和小车间的动摩擦因数为 μ ，小车与挡板碰撞过程时间极短，碰后小车速度大小不变，滑块没有从小车上滑下，求

- (1) 小滑块的初速度大小 v_0 和细线拉断瞬间小滑块的速度大小 v ；
- (2) 第一次碰撞过程中挡板对小车的冲量；
- (3) 小车从第一次与挡板碰撞到第二次与挡板碰撞所经历的时间。

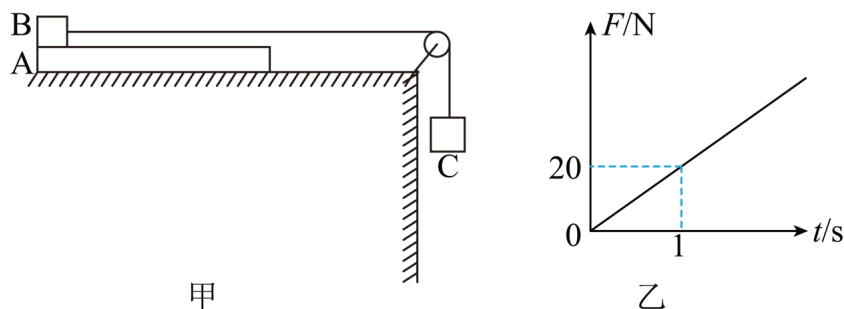


12. 如图甲所示, 平台的水平面是光滑的, 竖直面为粗糙的, 平台的右角上固定一定滑轮, 在水平面上放着一质量 $m_A = 2.0\text{kg}$, 厚度可忽略不计的薄板 A, 薄板 A 长度 $L = 1.5\text{m}$, 在板 A 上叠放着质量 $m_B = 1.0\text{kg}$, 大小可忽略的物块 B, 物块 B 与板 A 之间的动摩擦因数为 $\mu = 0.6$, 一轻绳绕过定滑轮, 轻绳左端系在物块 B 上, 右端系住物块 C, 物块 C 刚好可与竖直接触。起始时用手托住 C 物块, 令各物体都处于静止状态, 绳被拉直, 物块 B 位于板 A 的左端点, 然后放手, 设板 A 的右端距滑轮足够远, 台面足够高, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 忽略滑轮质量及其与轴之间的摩擦, g 取 10m/s^2 , 求:

(1) 若物块 C 质量 $m_c = 1.0\text{kg}$, 求板 A 和物块 B 之间摩擦力的大小;

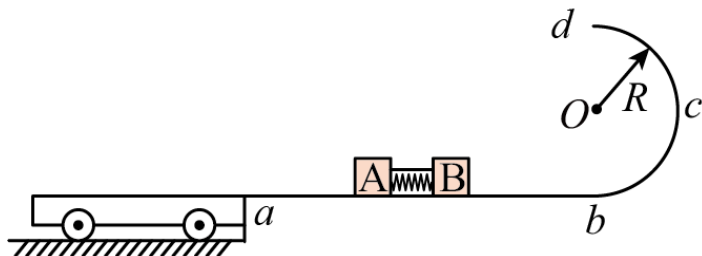
(2) 若物块 C 质量 $m_c = 1.0\text{kg}$, 固定住物块 B, 物块 C 静止, 现剪断轻绳, 同时也对物块 C 施加力 F , 方向水平向左, 大小随时间变化如图乙所示, 断绳时刻开始计时, 经过 $t' = 4\text{s}$, 物块 C 恰好停止运动, 求物块 C 与竖直面之间的动摩擦因数 μ' ;

(3) 若物块 C 质量 $m'_c = 3.0\text{kg}$, 从放手开始计时, 经过 $t = 3\text{s}$, 物块 C 下降的高度。



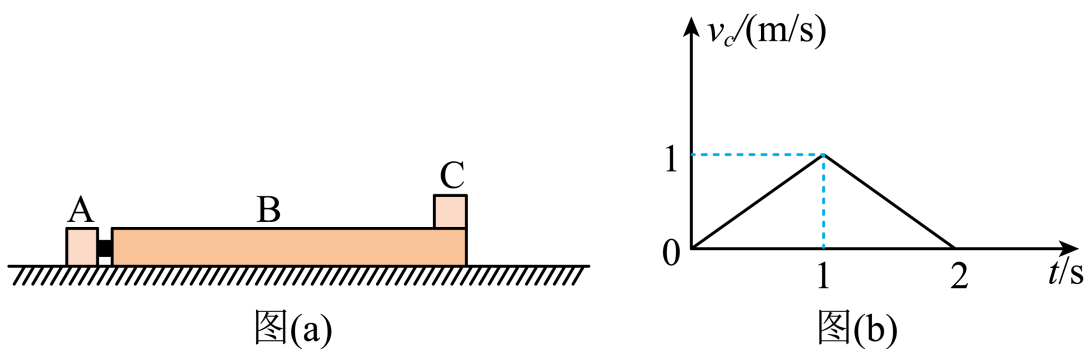
13. 如图所示, 光滑轨道 $abcd$ 固定在竖直平面内, ab 水平, bcd 为半圆, 圆弧轨道的半径 $R = 0.32\text{m}$, 在 b 处与 ab 相切。在直轨道 ab 上放着质量分别为 $m_A = 2\text{kg}$ 、 $m_B = 1\text{kg}$ 的物块 A、B (均可视为质点), 用轻质细绳将 A、B 连接在一起, 且 A、B 间夹着一根被压缩的轻质弹簧 (未被拴接)。轨道左侧的光滑水平地面上停着一质量为 $M = 2\text{kg}$ 、长 $L = 1\text{m}$ 的小车, 小车上表面与 ab 等高。现将细绳剪断, 与弹簧分开之后 A 向左滑上小车, B 向右滑动且恰好能冲到圆弧轨道的最高点处。物块 A 与小车间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$, 重力加速度 g 取 10m/s^2 。求:

- (1) 物块 B 运动到最低点 b 时对轨道的压力；
- (2) 细绳剪断之前弹簧的弹性势能；
- (3) 物块 A 相对小车滑动多远的距离。



14. 如图 (a) 所示, 质量为 $m_A = 4.0\text{kg}$ 的物块 A 与质量为 $m_B = 2.0\text{kg}$ 的长木板 B 并排放置在粗糙的水平面上, 二者之间夹有少许塑胶炸药, 长木板 B 的右端放置有可视为质点的小物块 C. 现引爆塑胶炸药, 爆炸后物块 A 可在水平面上向左滑行 $s = 1.2\text{m}$, 小物块 C 的速度随时间变化图像如图(b)所示. 已知物块 A 和长木板 B 与水平面间的动摩擦因数均为 $\mu_0 = \frac{1}{6}$, 物块 C 未从长木板 B 上掉落, 重力加速度 g 取 10m/s^2 , 求:

- (1) 炸药爆炸后瞬间长木板 B 的速度大小；
- (2) 小物块 C 的质量 m_C ；
- (3) 小物块 C 静止时距长木板 B 右端的距离 d 。



15. 如图所示, 轨道 $ABCD$ 由半径 $R_1 = 1.2\text{m}$ 的光滑四分之一圆弧轨道 AB 、长度 $L_{BC} = 0.6\text{m}$ 的粗糙水平轨道 BC 以及足够长的光滑水平轨道 CD 组成。质量 $m_1 = 2\text{kg}$ 的物块 P 和质量 $m_2 = 1\text{kg}$ 的物块 Q 压缩着一轻质弹簧并锁定 (物块与弹簧不连接), 三者静置于 CD 段中间, 物块 P 、 Q 可视为质点。紧靠 D 的右侧水平地面上停放着质量 $m_3 = 3\text{kg}$ 的小车, 其上表面 EF 段粗糙, 与 CD 等高, 长度 $L_{EF} = 1.2\text{m}$; FG 段为半径 $R_2 = 1.8\text{m}$ 的四分之一光滑圆弧轨道; 小车与地面间的阻力忽略不计。 P 、 Q 与 BC 、 EF 间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.5$, 重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$, 现解除弹簧锁定, 物块 P 、 Q 由静止被弹出 (P 、 Q 脱离弹簧后立即撤走弹簧), 其中物块 P 进入 CBA 轨道, 而物块 Q 滑上小车。不计物块经过各连接点时的机械能损失。

(1) 若物块 P 经过 CB 后恰好能到达 A 点, 求物块 P 通过 B 点时, 物块 P 对圆弧轨道的弹力;

(2) 若物块 P 经过 CB 后恰好能到达 A 点, 试分析物块 Q 能否冲出小车上的 G 点, 若能冲出 G 点, 求出物块 Q 从飞离 G 点到再次回到 G 点过程中小车通过的位移; 若物块 Q 不能飞离 G 点, 请说明理由;

(3) 若弹簧解除锁定后, 物块 Q 向右滑上小车后能通过 F 点, 并且后续运动过程始终不滑离小车, 求被锁定弹簧的弹性势能取值范围。

