

第 5.3 节 机械能守恒定律及其应用

要点一 机械能守恒的理解与判断

1. 关于机械能是否守恒, 下列说法正确的是()

- A. 做匀速直线运动的物体机械能一定守恒
 - B. 做匀速圆周运动的物体机械能一定守恒
 - C. 做变速运动的物体机械能可能守恒
 - D. 合外力对物体做功不为零, 机械能一定不守恒
2. 如图 5-3-1 所示, 斜劈劈尖顶着竖直墙壁静止于水平面上, 现将一小球从图示位置静止释放, 不计一切摩擦, 则在小球从释放到落至地面的过程中, 下列说法正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-45.TIF"}

图 5-3-1

- A. 斜劈对小球的弹力不做功
- B. 斜劈与小球组成的系统机械能守恒
- C. 斜劈的机械能守恒
- D. 小球重力势能减小量等于斜劈动能的增加量

3. 如图 5-3-2 所示, 用轻弹簧相连的物块 A 和 B 放在光滑的水平面上, 物块 A 紧靠竖直墙壁, 一颗子弹沿水平方向射入物块 B 后留在其中, 由子弹、弹簧和 A 、 B 所组成的系统在下列依次进行的过程中, 机械能不守恒的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-46.TIF"}

图 5-3-2

- A. 子弹射入物块 B 的过程
- B. 物块 B 带着子弹向左运动, 直到弹簧压缩量最大的过程
- C. 弹簧推着带子弹的物块 B 向右运动, 直到弹簧恢复原长的过程
- D. 带着子弹的物块 B 因惯性继续向右运动, 直到弹簧伸长量达最大的过程

要点二 单个物体的机械能守恒

[典例] 如图 5-3-3 所示, 半径为 R 的光滑半圆轨道 ABC 与倾角 $\theta=37^\circ$ 的粗糙斜面轨道 DC 相切于 C , 圆轨道的直径 AC 与斜面垂直。质量为 m 的小球从 A 点左上方距 A 高为 h 的斜上方 P 点以某一速度水平抛出, 刚好与半圆轨道的 A 点相切进入半圆轨道内侧, 之后经半圆轨道沿斜面刚好滑到与抛出点等高的 D 处。已知当地的重力加速度为 g , 取 $R=\frac{50}{9}h$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 不计空气阻力, 求:

{INCLUDEPICTURE"15WL5-47.TIF"}

图 5-3-3

- (1) 小球被抛出时的速度 v_0 ;
- (2) 小球到达半圆轨道最低点 B 时, 对轨道的压力大小;
- (3) 小球从 C 到 D 过程中克服摩擦力做的功 W 。

[针对训练]

1. 取水平地面为重力势能零点。一物块从某一高度水平抛出, 在抛出点其动能与重力势能恰好相等。不计空气阻力。该物块落地时的速度方向与水平方向的夹角为()

- A. $\frac{\pi}{6}$ B. $\frac{\pi}{4}$ C. $\frac{\pi}{3}$
- D. $\frac{5\pi}{12}$

2. 如图 5-3-4 所示, 压力传感器能测量物体对其正压力的大小, 现将质量分别为 M 、 m 的物块和小球通过轻绳固定, 并跨过两个水平固定的定滑轮(滑轮光滑且较小), 当小球在竖直面内左右摆动且高度相等时, 物块始终没有离开水平放置的传感器。已知小球摆动偏离竖直方向的最大角度为 θ , 滑轮 O 到小球间轻绳长度为 l , 重力加速度为 g , 求:

{INCLUDEPICTURE"15WL5-49.TIF"}

图 5-3-4

- (1) 小球摆到最低点速度大小;
- (2) 小球摆到最低点时, 压力传感器示数为 0, 则 M/m 的大小。

要点三 多物体的机械能守恒

[典例] 一半径为 R 的半圆形竖直圆柱面，用轻质不可伸长的细绳连接的 A 、 B 两球悬挂在圆柱面边缘两侧， A 球质量为 B 球质量的 2 倍，现将 A 球从圆柱边缘处由静止释放，如图 5-3-5 所示。已知 A 球始终不离开圆柱内表面，且细绳足够长，若不计一切摩擦，求：

{INCLUDEPICTURE"15WL5-50.TIF"}

图 5-3-5

- (1) A 球沿圆柱内表面滑至最低点时速度的大小；
- (2) A 球沿圆柱内表面运动的最大位移。

[针对训练]

1. (多选)如图 5-3-6 所示，轻质弹簧的一端与固定的竖直板 P 连接，另一端与物体 A 相连，物体 A 置于光滑水平桌面上， A 右端连接一细线，细线绕过光滑的定滑轮与物体 B

相连。开始时托住 B ，让 A 处于静止且细线恰好伸直，并且由静止释放 B ，直至 B 获得最大速度。下列有关该过程的分析正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-53.TIF"}

图 5-3-6

- A. B 物体受到细线的拉力保持不变
- B. A 物体与 B 物体组成的系统机械能不守恒
- C. B 物体机械能的减少量小于弹簧弹性势能的增加量
- D. 当弹簧的拉力等于 B 物体的重力时， A 物体的动能最大

2. 质量分别为 m 和 $2m$ 的两个小球 P 和 Q ，中间用轻质杆固定连接，杆长为 L ，在离 P 球 $\frac{L}{3}$ 处有一个光滑固定轴 O ，如图 5-3-7 所示。现在把杆置于水平位置后自由释放，在 Q 球顺时针摆动到最低位置时，求：

{INCLUDEPICTURE"15WL5-54.TIF"}

图 5-3-7

- (1) 小球 P 的速度大小；
- (2) 在此过程中，杆对小球 P 做的功。

要点四 用机械能守恒定律解决非质点问题

[典例] 如图 5-3-8 所示，一条长为 L 的柔软匀质链条，开始时静止在光滑梯形平台上，斜面上的链条长为 x_0 ，已知重力加速度为 g ， $L < BC$ ， $\angle BCE = \alpha$ ，试用 x_0 、 x 、 L 、 g 、 α 表示斜面上链条长为 x 时链条的速度大小(链条尚有一部分在平台上且 $x > x_0$)。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-55.TIF"}

图 5-3-8

[针对训练]

1.如图 5-3-9 所示,粗细均匀,两端开口的 U 形管内装有同种液体,开始时两边液面高度差为 h ,管中液柱总长度为 $4h$,后来让液体自由流动,当两液面高度相等时,右侧液面下降的速度为()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-56.TIF"}

图 5-3-9

- A. $\sqrt{\frac{1}{8}gh}$ B. $\sqrt{\frac{1}{6}gh}$ C. $\sqrt{\frac{1}{4}gh}$ D. $\sqrt{\frac{1}{2}gh}$

2. (多选)如图 5-3-10 所示,倾角 $\theta=30^\circ$ 的光滑斜面固定在地面上,长为 l 、质量为 m 、粗细均匀、质量分布均匀的软绳置于斜面上,其上端与斜面顶端齐平。用细线将物块与软绳连接,物块由静止释放后向下运动,直到软绳刚好全部离开斜面(此时物块未到达地面),在此过程中()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-58.TIF"}

图 5-3-10

- A. 物块的机械能逐渐增加
- B. 软绳的重力势能减少了 $\frac{1}{4}mgl$
- C. 物块重力势能的减少量等于软绳机械能的增加量
- D. 软绳重力势能减少量小于其动能的增加量

3. 长为 L 的均匀链条，放在光滑的水平桌面上，且使其长度的 $\frac{1}{4}$ 垂在桌边，如图 5-3-11 所示，松手后链条从静止开始沿桌边下滑，则链条滑至刚刚离开桌边时的速度大小为多大？

{INCLUDEPICTURE"15WL5-59.TIF"}

图 5-3-11