

江苏省仪征中学 2021-2022 学年度第二学期高一物理学科导学案

专题：多物体组成的系统机械能守恒问题（习题课）

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 授课日期：2022.05.04

本课在课程标准中的表述：会分析多个物体组成的系统的机械能守恒问题。

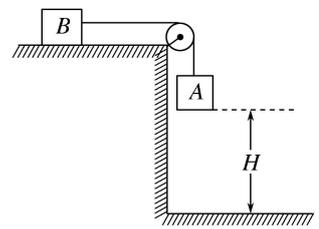
[学习目标]

- 1.能灵活应用机械能守恒定律的三种表达形式.
- 2.会分析多个物体组成的系统的机械能守恒问题.
- 3.掌握非质点类物体的机械能守恒问题的处理方法.

[课堂学习]

一、绳（杆）连接的问题

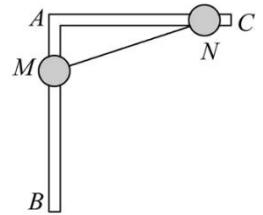
1. 如下图所示，轻绳连接 A 、 B 两物体， A 物体悬在空中距地面 H 高处， B 物体放在水平面上。若 A 物体质量是 B 物体质量的 2 倍，不计一切摩擦。由静止释放 A 物体，以地面为零势能参考面。当 A 的动能与其重力势能相等时， A 距地面的高度是



()

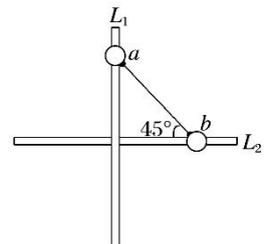
- A. $\frac{1}{5}H$ B. $\frac{2}{5}H$ C. $\frac{3}{5}H$ D. $\frac{4}{5}H$

变式训练 1. 如图所示，光滑细杆 AB 、 AC 在 A 点连接， AB 竖直放置， AC 水平放置，两个相同的中心有小孔的小球 M 、 N ，分别套在 AB 和 AC 上，并用一细绳相连，细绳恰好被拉直，现由静止释放 M 、 N ，在运动过程中，下列说法正确的是 ()



- A. M 球的机械能守恒 B. M 球的机械能增大
C. M 和 N 组成的系统机械能守恒 D. 绳的拉力对 N 做负功

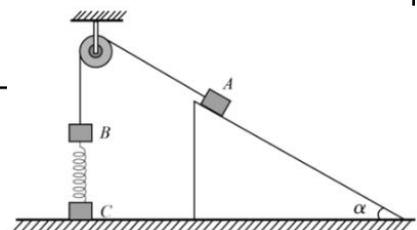
变式训练 2. 如图所示，竖直平面内固定两根足够长的细杆 L_1 、 L_2 ，两杆不接触，且两杆间的距离忽略不计。两个小球 a 、 b （视为质点）质量均为 m ， a 球套在竖直杆 L_1 上， b 球套在水平杆 L_2 上， a 、 b 通过铰链用长度为 l 的刚性轻杆 L 连接，将 a 球从图示位置（轻杆与 L_2 杆夹角为 45° ）由静止释放，不计一切摩擦，已知重力加速度为 g 。在此后的运动过程中，下列说法中正确的是



()

- A. a 球和 b 球所组成的系统机械能不守恒 B. b 球的速度为零时， a 球的加速度大小为零
C. b 球的最大速度为 $\sqrt{(2+\sqrt{2})gl}$ D. a 球的最大速度为 $\sqrt{\sqrt{2}gl}$

方法总结：



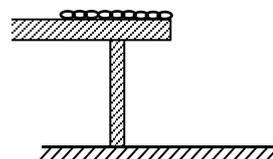
为 k 的轻质弹簧相连，C 放在水平地面上。现用手控制住 A，并使细线刚刚拉直但无拉力作用，并保证滑轮左侧细线竖直、右侧细线与斜面平行。已知 A 的质量为 $5m$ ，B、C 的质量均为 m ，重力加速度为 g ，细线与滑轮之间的摩擦不计，开始时整个系统处于静止状态。释放 A 后，A 沿斜面下滑至速度最大时 C 恰好离开地面。下列说法不正确的是（ ）

- A. C 刚离开地面时，B 的加速度为零
- B. 从释放 A 到 C 刚离开地面的过程中，A、B、C 组成的系统机械能守恒
- C. 弹簧恢复原长瞬间，细线中的拉力大小为 $\frac{4mg}{3}$
- D. A 的最大速度为 $g\sqrt{\frac{2m}{3k}}$

方法总结：

三、非质点问题

3. 如图所示，一均匀链条质量为 m ，长为 L ，放在光滑的桌面上，由于小部分伸出而滑离桌面（这小部分的长度可以忽略），桌子的高度为 h ，（已知 $L < h$ ）。求链条的前端刚触地时的速度。



方法总结：

[课后作业] 完成课后作业

[课后感悟] _____

江苏省仪征中学 2021—2022 学年度第二学期高一物理学科作业

专题：多物体组成的系统机械能守恒问题（习题课）

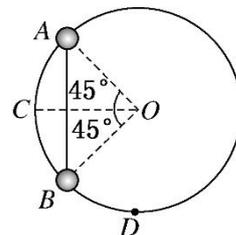
研制人：熊小燕

审核人：邱勇

[基础练习]

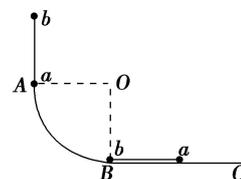
1. 半径为 R 、圆心为 O 的光滑圆环固定在竖直平面内， OC 水平， D 是圆环最低点。

质量为 $2m$ 的小球 A 与质量为 m 的小球 B 套在圆环上，两球之间用轻杆相连。两球初始位置如图所示，由静止释放，当 A 运动至 D 点时， B 的动能为 ()



- A. $\frac{\sqrt{2}}{2}mgR$ B. $\frac{\sqrt{2}}{6}mgR$ C. $\frac{4+\sqrt{2}}{2}mgR$ D. $\frac{4+\sqrt{2}}{6}mgR$

2. 如图所示，有一光滑轨道 ABC ， AB 部分为半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆弧， BC 部分水平，质量均为 m 的小球 a 、 b 固定在竖直轻杆的两端，轻杆长为 R ，不计小球大小。开始时 a 球处在圆弧上端 A 点，由静止释放小球和轻杆，使其沿光滑轨道下滑，则下列说法正确的是 ()

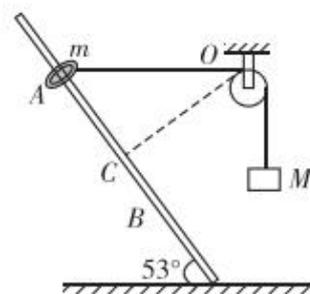


- A. a 球下滑过程中机械能保持不变
B. b 球下滑过程中机械能保持不变

C. a 、 b 球滑到水平轨道上时速度大小为 $\sqrt{3gR}$

D. 从释放 a 、 b 球到 a 、 b 球滑到水平轨道上，整个过程中轻杆对 a 球做的功为 $2mgR$

3. 如图所示，固定的光滑细杆与水平面的夹角为 53° ，质量 $m = 0.2\text{kg}$ 的圆环套在杆上，圆环用轻绳通过光滑定滑轮与质量 $M = 0.8\text{kg}$ 的物块相连。开始时圆环位于 A 位置时，连接圆环的轻绳 OA 水平， OA 长为 5m ， C 为杆上一点， OC 垂直于杆。现将圆环由静止释放，圆环向下运动并经过 C 下方某一位置 B 。重力加速度 g 取 10 m/s^2 ， $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ ，则圆环 ()



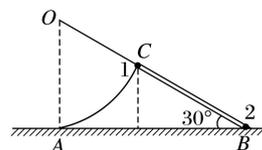
- A. 从 A 运动到 B 的过程中，物块的动能一直增大
B. 从 A 运动到 B 的过程中，圆环和物体的机械能先增加后减小
C. 到达 C 位置时，圆环的速度为 $8\sqrt{2}\text{ m/s}$
D. 圆环沿杆下滑的最低点与 A 点关于 C 对称

4. 圆心为 O 、半径为 R 的光滑圆弧轨道 AC 与倾角 $\theta=30^\circ$ 的光滑斜面 BC

固定在一起，如图所示，其中 O 、 C 、 B 三点共线， OA 竖直。质量分别为 m_1 、 m_2 的两小球 1、2 用轻绳相连挂在 C 点两侧 (C 点处有一小段圆弧)，开始时小球 1 位于 C 处，小球 2 位于斜面底端 B 处，现由静止释放小球 1，小球 1 沿圆弧轨道下滑，已知 $m_1=6m_2$ ，重力加速度为 g ，则在小球 1 由 C 点下滑到 A 点的过程中 ()

A. 小球 1 的机械能守恒

B. 轻绳对小球 2 做功为 $\frac{7}{9}m_2gR$



C. 小球 1 的机械能减小 $\frac{7}{9}m_1gR$

D. 重力对小球 1 做功的功率一直在增大

[能力练习]

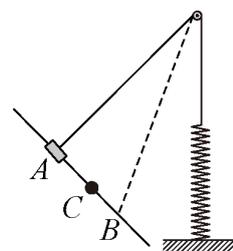
5. 如图所示，在竖直平面内，倾斜长杆上套一小物块，跨过轻质定滑轮的细线一端与物块连接，另一端与固定在水平面上的竖直轻弹簧连接。使物块位于 A 点，细线自然拉直且垂直于长杆，弹簧处于原长。现将物块由 A 点静止释放，物块沿杆运动的最低点为 B ， C 是 AB 的中点。弹簧始终在弹性限度内，不计一切阻力，则（ ）

A. 物块从 A 运动到 B 点过程中机械能不断减小

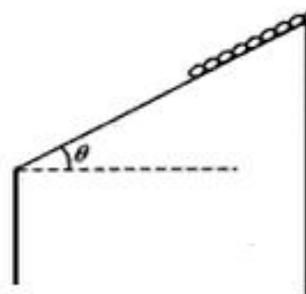
B. 物块在 B 点时加速度等于零

C. A 到 C 过程物块所受合力做的功大于 C 到 B 过程物块克服合力做的功

D. 物块下滑过程中，弹簧的弹性势能在 A 到 C 过程的增量等于 C 到 B 过程的增量



6. 如图所示，有一条长为 L 的均匀金属链条，一半长度在光滑斜面上，斜面倾角为 θ ，另一半长度沿竖直方向下垂在空中，当链条从静止开始释放后链条滑动，求链条刚好全部滑出斜面时的速度是多大？

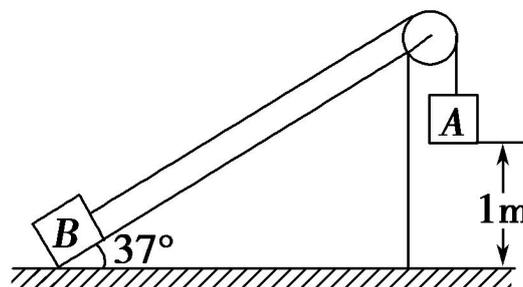


[提升练习]

★7. 质量均为 $m=1\text{kg}$ 的物体 A 和 B 分别系在一根不计质量的细绳两端，绳子跨过固定在倾角为 $\theta=37^\circ$ 的斜面顶端的定滑轮上，斜面固定在水平地面上，开始时把物体 B 拉到斜面底端，这时物体 A 离地面的高度为 $h=1\text{m}$ ，如图所示。若斜面足够长， B 与斜面、细绳与滑轮间的摩擦不计，从静止开始放手让它们运动。（ g 取 10m/s^2 ）求：

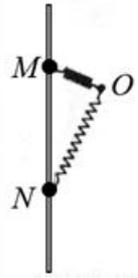
(1) 物体 A 着地时的速度大小；

(2) 若物体 A 着地瞬间物体 B 与细绳之间的连接断开，则从此时刻起物体 B 又回到斜面的底端所需的时间。



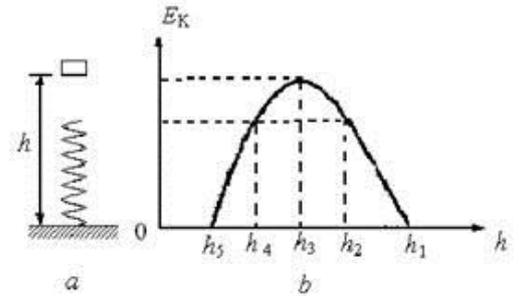
《专题：多物体组成的系统机械能守恒问题（习题课）》补充练习

1. 如图所示，小球套在光滑的竖直杆上，轻弹簧一端固定于O点，另一端与小球相连。现将小球从M点由静止释放，它在下降的过程中经过了N点。已知M、N两点处，弹簧对小球的弹力大小相等，且 $\angle ONM < \angle OMN < 90^\circ$ 。在小球从M点运动到N点的过程中（ ）



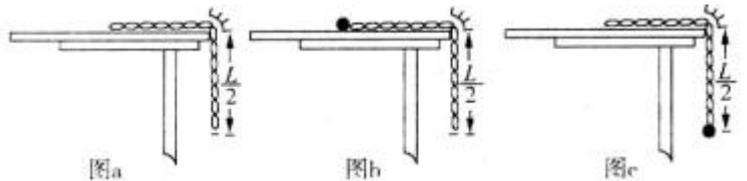
- A. 小球的机械能先减少后增加
- B. 有两个时刻小球的加速度等于重力加速度
- C. 弹簧长度最短时，弹力对小球做功的功率为零
- D. 小球到达N点时的动能等于其在M、N两点的重力势能差

2. 如图a所示，小物体从竖直弹簧上方离地高 h_1 处由静止释放，其动能 E_k 与离地高度 h 的关系如图b所示。其中高度从 h_1 下降到 h_2 ，图象为直线，其余部分为曲线， h_3 对应图象的最高点，轻弹簧劲度系数为 k ，小物体质量为 m ，重力加速度为 g 。以下说法正确的是（ ）



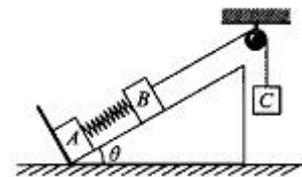
- A. 小物体下降至高度 h_3 时，弹簧形变量为0
- B. 小物体下落至高度 h_5 时，加速度最大
- C. 小物体从高度 h_2 下降到 h_4 ，弹簧的弹性势能增加了 $2m^2g^2/k$
- D. 小物体从高度 h_1 下降到 h_5 ，弹簧的最大弹性势能为 $mg(h_1-h_5)$

3. 一根质量为 m 、长为 L 的均匀链条一半放在光滑的水平桌面上，另一半悬在桌边，桌面足够高，如图a所示。若将一个质量为 m 小球分别拴在链条左端和右端，如图b、图c所示。约束链条的挡板光滑，三种情况均由静止释放，当整根链条刚离开桌面时关于它们的速度关系，下列判断中正确的是（ ）



- A. $v_a = v_b = v_c$
- B. $v_a < v_b < v_c$
- C. $v_c > v_a > v_b$
- D. $v_a > v_c > v_b$

4. 如图所示，带有挡板的光滑斜面固定在水平地面上，斜面倾角 $\theta = 30^\circ$ ，质量均为 2kg 的A、B两物体用轻弹簧拴接在一起，弹簧的劲度系数为 5N/cm ，质量为 4kg 的物体C用细线通过光滑的轻质定滑轮与物体B连接，开始时A、B均静止在斜面上，A紧靠在挡板处，用手托住C，使细线刚好被拉直，现把手拿开，让C由静止开始运动，从C开始运动到A刚要离开挡板的过程中，则正确的是（ g 取 10m/s^2 ）（ ）



- A. 初状态弹簧的压缩量为 2cm
- B. 末状态弹簧的伸长量为 2cm
- C. 物体B、C组成的系统机械能守恒
- D. 物体C克服绳的拉力所做的功为 0.8J