

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

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 授课日期：2022.05.03

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.

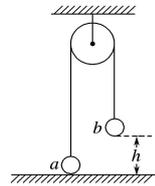
[课堂学习]

一、多物体组成的系统机械能守恒问题

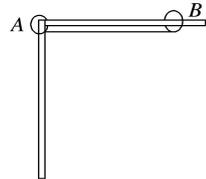
1. 当动能、势能仅在系统内相互转化或转移时，系统的机械能守恒.
2. 机械能守恒定律表达式的选取技巧
 - (1)当研究对象为单个物体时，可优先考虑应用表达式 $E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$ 或 $\Delta E_k = -\Delta E_p$ 来求解.
 - (2)当研究对象为两个物体组成的系统时：
 - ①若两个物体的重力势能都在减小(或增加)，动能都在增加(或减小)，可优先考虑应用表达式 $\Delta E_k = -\Delta E_p$ 来求解.
 - ②若 A 物体的机械能增加， B 物体的机械能减少，可优先考虑用表达式 $\Delta E_A = -\Delta E_B$ 来求解.
 - ③从机械能的转化角度来看，系统中一个物体某一类型机械能的减少量等于系统中其他类型机械能的增加量，可用 $E_{\text{减}} = E_{\text{增}}$ 来列式.
 - (3)对于关联物体的机械能守恒问题，应注意寻找用绳或杆相连接的物体间的速度关系、位移与高度变化量 Δh 的关系.

例 1：如图所示，一不可伸长的柔软轻绳跨过光滑的轻质定滑轮，绳两端各系一小球 a 和 b . a 球质量为 m ，静止于地面； b 球质量为 $3m$ ，用手托住，高度为 h ，此时轻绳刚好被拉紧. 从静止开始释放 b 球，则当 b 球刚落地时 a 球的速度为(不计空气阻力，重力加速度为 g)()

- A. \sqrt{gh}
B. $\sqrt{2gh}$
C. $\sqrt{3gh}$
D. $\sqrt{6gh}$

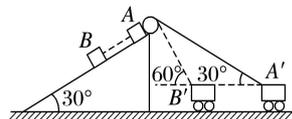


例 2：如图所示，质量都为 m 的 A 、 B 两金属环用细线相连后，分别套在两互成直角的水平光滑细杆和竖直光滑细杆上，细线长 $l=0.4$ m，今将细线拉直后使 A 和 B 从同一高度上由静止释放，求当运动到使细线与水平方向成 30° 角时，金属环 A 和 B 的速度大小. (g 取 10 m/s^2)



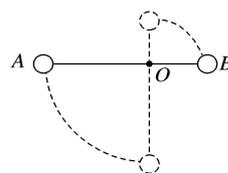
针对训练：如图所示，倾角为 30° 、足够长的光滑斜面体固定在水平地面上，顶端 A 点处固定有一光滑轻质定滑轮，一根轻绳跨过定滑轮，一端与斜面上质量为 $m=2 \text{ kg}$ 的小滑块相连，另一端与光滑水平地面上质量为 $M=10 \text{ kg}$ 的小车相连. 开始小滑块位于斜面顶端 A 点处，小车位于水平地面 A' 点，轻绳恰好伸直且与水平地面间的夹角为 30° . 由静止释放小滑块，某时刻小滑块经过斜面上 B 点时测得速度为 $v=0.5 \text{ m/s}$ ，此时小车经过水平地面 B' 点，轻绳与水平地面间的夹角为 60° ，滑块、小车和定滑轮均可视为质点，重力加速度 g 取 10 m/s^2 . 求：

- (1) 小车经过水平地面 B' 点时的速度 v' 的大小；
- (2) A 、 B 两点间的距离 L .



例 3: 如图所示, 质量不计的硬直杆的两端分别固定质量均为 m 的小球 A 和 B , 它们可以绕光滑轴 O 在竖直面内自由转动. 已知 $OA=2OB=2l$, 将杆从水平位置由静止释放. (重力加速度为 g)

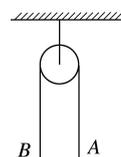
- (1) 在杆转动到竖直位置时, 小球 A 、 B 的速度大小分别为多少?
 (2) 在杆转动到竖直位置的过程中, 杆对 A 球做了多少功?



二、链条类物体的机械能守恒问题

1. 在应用机械能守恒定律处理实际问题时, 经常遇到像“链条”“液柱”类的物体, 其在运动过程中将发生形变, 其重心位置相对物体也发生变化, 因此这类物体不能再看成质点来处理.
2. 物体虽然不能看成质点来处理, 但因只有重力做功, 物体整体机械能守恒. 一般情况下, 可将物体分段处理, 确定质量分布均匀的规则物体各部分的重心位置, 根据初、末状态物体重力势能的变化列式求解.

例 4: 如图所示, 总长为 L 的光滑匀质铁链跨过一个光滑的轻质小滑轮, 不计滑轮大小, 开始时下端 A 、 B 相平齐, 当略有扰动时其 A 端下落, 则当铁链刚脱离滑轮的一瞬间, 铁链的速度为多大? (重力加速度为 g)



[课后作业] 完成课后作业

[课后感悟] _____

专题：多物体组成的系统机械能守恒问题

研制人：熊小燕

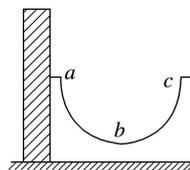
审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 时间：2022.05.03 作业时长：30 分钟

【基础练习】

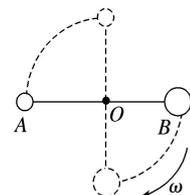
1. 如图所示，将一个内外侧均光滑的半圆形槽置于光滑的水平面上，槽的左侧有一竖直墙壁。现让一小球自左端槽口 a 点由静止开始进入槽内，则下列说法正确的()

- A. 小球在半圆形槽内运动的全过程中，只有重力对它做功
- B. 小球经过最低点 b 时处于失重状态
- C. 小球能够到达与 a 点等高的右侧 c 点
- D. 小球与槽组成的系统在整个过程中机械能守恒



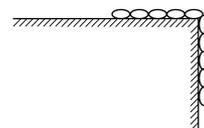
2. 如图所示， A 和 B 两个小球固定在一根轻杆的两端， $m_B > m_A$ ，此杆可绕穿过其中心的水平轴 O 无摩擦地转动。现使轻杆从水平位置无初速度释放，发现杆绕 O 沿顺时针方向转动，则杆从释放至转动 90° 的过程中()

- A. B 球的动能增大，机械能增大
- B. A 球的重力势能和动能都减小
- C. A 球的重力势能和动能的增加量等于 B 球的重力势能的减少量
- D. A 球和 B 球的总机械能守恒



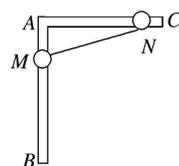
3. 如图所示，一个质量为 m 、质量分布均匀的细链条长为 L ，置于光滑水平桌面上，用手按住一端，使 $\frac{L}{2}$ 部分垂在桌面下(桌面高度大于链条长度，重力加速度为 g)。现将链条由静止释放，则其上端刚离开桌面时链条的动能为()

- A. 0
- B. $\frac{1}{2}mgL$
- C. $\frac{1}{4}mgL$
- D. $\frac{3}{8}mgL$



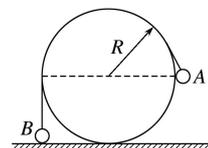
4. 如图所示，光滑细杆 AB 、 AC 在 A 点连接， AB 竖直放置， AC 水平放置，两中心有孔的相同小球 M 、 N ，分别套在 AB 和 AC 上，并用一不可伸长的细绳相连，细绳恰好被拉直，现由静止释放 M 、 N ，在 N 球碰到 A 点前的运动过程中，下列说法中正确的是()

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



5. 如图所示，可视为质点的小球 A 、 B 用不可伸长的轻质细线连接，跨过固定在水平地面上、半径为 R 的光滑圆柱， A 的质量为 B 的 3 倍。当 B 位于地面时， A 恰与圆柱轴心等高。将 A 由静止释放(A 落地时，立即烧断细线)， B 上升的最大高度是()

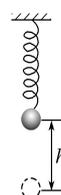
- A. $\frac{4R}{3}$
- B. $\frac{3R}{2}$
- C. $\frac{5R}{3}$
- D. $2R$



【能力练习】

6. 如图所示，在轻弹簧的下端悬挂一个质量为 m 的小球 A ，将小球 A 从弹簧原长位置由静止释放，小球 A 能够下降的最大高度为 h 。若将小球 A 换为质量为 $3m$ 的小球 B ，仍从弹簧原长位置由静止释放，重力加速度为 g ，不计空气阻力，则小球 B 下降 h 时的速度为()

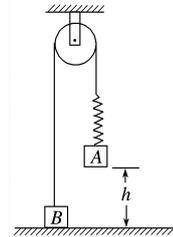
- A. $2\sqrt{\frac{gh}{3}}$
- B. $2\sqrt{gh}$
- C. $\sqrt{2gh}$



D. $\sqrt{\frac{gh}{2}}$

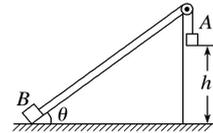
7. 如图所示, 物体 A 、 B 通过不可伸长的细绳及轻质弹簧连接在光滑轻质定滑轮两侧, 物体 A 、 B 的质量都为 m . 开始时细绳伸直, 用手托着物体 A 使弹簧处于原长且 A 与地面的距离为 h , 物体 B 静止在地面上. 放手后物体 A 下落, 与地面即将接触时速度大小为 v , 此时物体 B 对地面恰好无压力, 不计空气阻力, 重力加速度为 g , 则下列说法正确的是()

- A. 弹簧的劲度系数为 $\frac{mg}{h}$
- B. 此时弹簧的弹性势能等于 $mgh + \frac{1}{2}mv^2$
- C. 此时物体 B 的速度大小也为 v
- D. 此时物体 A 的加速度大小为 g , 方向竖直向上



8. 如图所示, 质量都是 m 的物体 A 和 B , 通过不可伸长的轻绳跨过轻质定滑轮相连, 固定斜面光滑, 倾角为 θ , 不计绳子和滑轮之间的摩擦及空气阻力. 开始时 A 物体离地的高度为 h , B 物体位于斜面的底端且与 B 相连的绳与斜面平行, 用手托住 A 物体, A 、 B 两物体均静止, 重力加速度为 g , 撤去手后, 求:

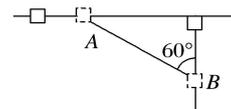
- (1) A 物体将要落地时的速度大小;
- (2) A 物体落地后, B 物体由于惯性将继续沿斜面上升, 则 B 物体在斜面上的最远点离地的高度 (B 未与滑轮相撞).



[提升练习]

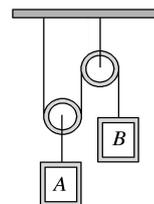
★9. 有一竖直放置的“T”形架, 表面光滑, 滑块 A 、 B 分别套在水平杆与竖直杆上, A 、 B 用一不可伸长的轻细绳相连, A 、 B 质量相等, 且可看作质点, 重力加速度为 g . 如图所示, 开始时细绳水平伸直, A 、 B 静止. 由静止释放 B 后, 已知当细绳与竖直方向的夹角为 60° 时, 滑块 B 沿着竖直杆下滑的速度为 v , 则连接 A 、 B 的绳长为()

- A. $\frac{4v^2}{g}$
- B. $\frac{3v^2}{g}$
- C. $\frac{2v^2}{3g}$
- D. $\frac{4v^2}{3g}$



★10. 如图所示, 轻质动滑轮下方悬挂重物 A 、轻质定滑轮下方悬挂重物 B , 悬挂滑轮的轻质细线竖直. 开始时, 重物 A 、 B 处于静止状态, 释放后 A 、 B 开始运动. 已知 A 、 B 的质量均为 m , 假设摩擦阻力和空气阻力均忽略不计, 重力加速度为 g , 当 A 的位移为 h 时()

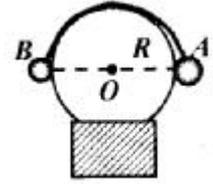
- A. B 的位移为 $2h$, 方向向上
- B. A 、 B 速度大小始终相等
- C. A 的速度大小为 $\sqrt{\frac{2}{5}gh}$
- D. B 的机械能减少 $2mgh$



《专题：多物体组成的系统机械能守恒问题》补充练习

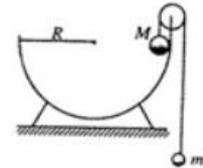
1. 质量分别为 $2m$ 和 m 的可看作质点的小球 A 、 B , 用不计质量不可伸长的细线相连, 跨在固定的半径为 R

的光滑圆柱的两侧. 开始时 A 球和 B 球与圆柱轴心同高, 然后释放 A 球, 则 B 球到达最高点速率为多少?



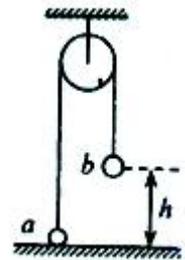
2. 如图, 在半径为 R 的半圆形光滑固定轨道右边缘, 装有小定滑轮, 两边用轻绳系着质量分别为 m 和 $M(M=3m)$ 的物体, 由静止释放后, M 可从轨道右边缘沿圆弧滑至最低点, 则它在最低点的速率为()

- A、 \sqrt{gR} B、 $2\sqrt{\frac{2gR}{7}}$
- C、 $2\sqrt{\frac{(3-\sqrt{2})gR}{7}}$ D、 $\sqrt{\frac{(3-\sqrt{2})gR}{2}}$



3. 如图所示, 一足够长且不可伸长的柔软轻绳跨过光滑轻定滑轮, 绳两端各系一小球 a 和 b , a 球静置于地面, 并用手托住 b 球, 使轻绳刚好绷紧, 此时 b 球距地面高度 $h=0.6m$. 由静止释放 b 球, 在 b 球着地前的瞬间, a 球立即与轻绳脱离. 已知 $m_b=2m_a$, g 取 $10m/s^2$, 不计空气阻力. 求:

- (1) b 球着地时的速度大小;
- (2) a 球从开始脱离轻绳至再次回到地面的时间.



4. 如图所示, 物块 A 的质量为 M , 物块 B、C 的质量都是 m , 且 $m < M < 2m$. 三物块用细线通过轻质滑轮连接, 物块 B 与物块 C 的距离和物块 C 到地面的距离都是 l . 现将物块 A 下方的细线剪断, 若物块 A 距滑轮足够远且不计一切阻力. 求:

- (1) 物块 A 上升的最大速度.
- (2) 若 B 不能着地, 求 $\frac{M}{m}$ 满足的条件;
- (3) 若 B 能着地, 求物块 A 上升的最大高度.

