

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：动能定理和机械能守恒定律的综合应用

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 授课日期：2022.05.05

本课在课程标准中的表述：能灵活运用动能定理和机械能守恒定律解决综合题目。

[学习目标]

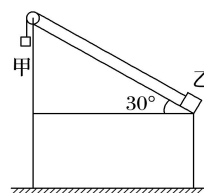
- 1.知道动能定理与机械能守恒定律的区别，体会二者在解题时的方法异同。
- 2.能灵活运用动能定理和机械能守恒定律解决综合题目。

[课堂学习]

一、动能定理和机械能守恒定律的比较

规律 比较	机械能守恒定律	动能定理
表达式	$E_1 = E_2$ $\Delta E_k = -\Delta E_p$ $\Delta E_A = -\Delta E_B$	$W = \Delta E_k$
使用范围	只有重力或弹力做功	无条件限制
研究对象	物体与地球组成的系统	质点
物理意义	重力或弹力做功的过程是动能与势能转化的过程	合外力对物体做的功是动能变化的量度
应用角度	守恒条件及初、末状态机械能的形式和大小	动能的变化及合外力做功情况
选用原则	(1)无论直线运动还是曲线运动，条件合适时，两规律都可以应用，都要考虑初、末状态，都不需要考虑所经历过程的细节 (2)能用机械能守恒定律解决的问题都能用动能定理解决；能用动能定理解决的问题不一定能用机械能守恒定律解决 (3)动能定理比机械能守恒定律应用更广泛、更普遍	

例 1：如图，足够长的光滑斜面倾角为 30° ，质量相等的甲、乙两物块通过轻绳连接放置在光滑轻质定滑轮两侧，并用手托住甲物块。使两物块都静止，移开手后，甲物块竖直下落，当甲物块下降 0.8 m 时，求乙物块的速度大小(此时甲未落地， $g=10\text{ m/s}^2$)。请用机械能守恒定律和动能定理分别求解，并比较解题的难易程度。



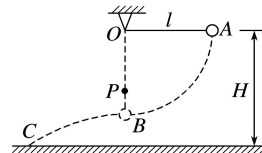
二、动能定理和机械能守恒定律的综合应用

动能定理和机械能守恒定律，都可以用来求能量或速度，但侧重不同，动能定理解决物体运动，尤其计算对该物体的做功时较简单，机械能守恒定律解决系统问题往往较简单，两者的灵活选择可以简化运算过程。

例 2: 一条长为 0.80 m 的轻绳一端固定在 O 点, 另一端连接一质量 $m=0.10\text{ kg}$ 的小球, 悬点 O 距离水平地面的高度 $H=1.00\text{ m}$, 开始时小球处于 A 点, 此时轻绳拉直处于水平方向上, 如图 2 所示, 让小球从静止释放, 当小球运动到 B 点时, 轻绳碰到悬点 O 正下方一个固定的光滑小钉子 P 时立刻断裂, 不计轻绳断裂的能量损失, 取重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$, 不计空气阻力.

(1) 求当小球运动到 B 点时的速度大小;

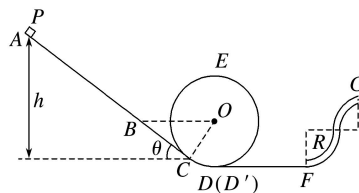
(2) 绳断裂后小球从 B 点抛出并落在水平地面的 C 点, 求小球落到 C 点时的瞬时速度的大小.



针对训练: 如图所示, 斜面 ABC 下端与圆轨道 CDE 相切于 C 点, 整个装置竖直固定, D 是圆轨道的最低点, 斜面的倾角 $\theta=37^\circ$, B 与圆心 O 等高, 圆轨道半径 $r=0.5\text{ m}$, 斜面高 $h=1.4\text{ m}$. 现有一个质量 $m=1\text{ kg}$ 的小物块 P (视为质点) 从斜面上端 A 点由静止下滑, 经竖直圆轨道回到最低点 D' 以后经直轨道 $D'F$ 冲上两个半径均为 $R=0.4\text{ m}$ 的圆管轨道, 所有轨道均光滑, 取 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, g 取 10 m/s^2 , 忽略空气阻力, 求:

(1) 物块到达 D 点时对轨道的压力大小;

(2) 若物块要在不脱离轨道的基础上能通过圆管轨道最高点 G , 则物块释放的高度 H (距离斜面底端的高度) 至少为多少?

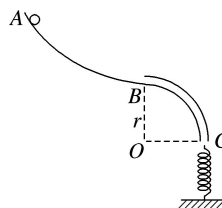


例 4: 如图所示, 曲面 AB 与半径为 r 、内壁光滑的四分之一细圆管 BC 平滑连接于 B 点, 管口 B 端切线水平, 管口 C 端正下方立一根轻弹簧, 轻弹簧一端固定, 另一端恰好与管口 C 端齐平. 质量为 m 的小球 (可视为质点) 在曲面上某点由静止释放, 进入管口 B 端时, 上管壁对小球的作用力为 mg .

(1) 求小球到达 B 点时的速度大小 v_B ;

(2) 若释放点距 B 点的高度为 $2r$, 求小球在曲面 AB 上运动时克服阻力所做的功 W ;

(3) 小球通过 BC 后压缩弹簧, 压缩弹簧过程中弹簧弹性势能的最大值为 E_p , 求弹簧被压缩的最大形变量 x .



[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：动能定理和机械能守恒定律的综合应用

研制人：熊小燕

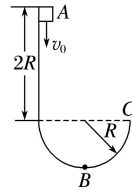
审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 时间：2022.05.05 作业时长：30 分钟

[基础练习]

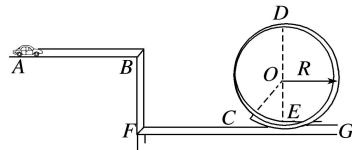
1.如图所示，质量为 m 的物体，以某一初速度从 A 点向下沿光滑的轨道运动，不计空气阻力，若物体通过轨道最低点 B 时的速度为 $3\sqrt{gR}$ ，求：

- (1)物体在 A 点时的速度大小；
- (2)物体离开 C 点后还能上升的高度。



2.如图所示为一遥控电动赛车(可视为质点)和它的运动轨道示意图。假设在某次演示中，赛车从 A 位置由静止开始运动，工作一段时间后关闭电动机，赛车继续前进至 B 点后水平飞出，赛车能从 C 点无碰撞地进入竖直平面内的圆形光滑轨道， D 点和 E 点分别为圆形轨道的最高点和最低点。已知赛车在水平轨道 AB 段运动时受到的恒定阻力为 0.4 N ，赛车质量为 0.4 kg ，通电时赛车电动机的输出功率恒为 2 W ， B 、 C 两点间高度差为 0.45 m ，赛道 AB 的长度为 2 m ， C 与圆心 O 的连线与竖直方向的夹角 $\alpha=37^\circ$ ，空气阻力忽略不计， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ，取 $g=10\text{ m/s}^2$ ，求：

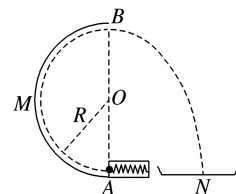
- (1)赛车通过 C 点时的速度大小；
- (2)电动机工作的时间；
- (3)要使赛车能通过圆轨道最高点 D 后沿轨道回到水平赛道 EG ，轨道半径 R 需要满足什么条件？



[能力练习]

3.如图是弹簧枪发射钢珠前，测量弹簧的弹性势能的装置， M 为半径 $R=1.6\text{ m}$ 、固定于竖直平面内的光滑半圆弧轨道， A 、 B 分别是轨道的最低点和最高点； N 为钢珠接收罩，它是一个与轨道的最低点 A 相平的足够大的接收罩，在 A 点放置水平向左的弹簧枪(枪的大小可忽略不计)，可向 M 轨道发射速度不同的质量均为 $m=0.01\text{ kg}$ 的小钢球，弹簧枪可将弹性势能完全转化为小钢珠的动能。 g 取 10 m/s^2 。

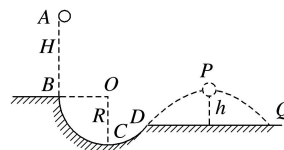
- (1)某次发射的小钢珠沿轨道恰好能经过 B 点，水平飞出后落到 N 的某一点上，求该次发射钢珠前，弹簧的弹性势能 E_{p1} ；
- (2)另一次发射的小钢珠沿轨道从 B 点水平飞出后落到 N 上的位置与 A 点的水平距离为 $s=4.8\text{ m}$ ，求此次发射钢珠前，弹簧的弹性势能 E_{p2} 。



4.如图所示, 竖直平面内有一半径 $R=0.5\text{ m}$ 的光滑圆弧槽 BCD , B 点与圆心 O 等高, 一水平面与圆弧槽相接于 D 点, 质量 $m=0.5\text{ kg}$ 的小球从 B 点正上方 H 高处的 A 点自由下落, 由 B 点进入圆弧轨道, 从 D 点飞出后落在水平面上的 Q 点, D 、 Q 间的距离 $s=2.4\text{ m}$, 球从 D 点飞出后的运动过程中相对于水平面上升的最大高度 $h=0.8\text{ m}$, 取 $g=10\text{ m/s}^2$, 不计空气阻力, 求:

(1) 小球释放点到 B 点的高度 H ;

(2) 经过圆弧槽最低点 C 时轨道对小球的支持力大小 F_N .

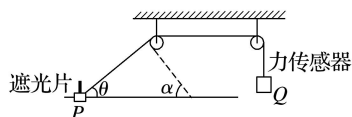


[提升练习]

★5. 如图所示, 带有遮光片(宽度为 d) 的物体 P (质量为 $M=2m$) 套在光滑水平直杆上, 系在物体 P 上的细线跨过两个定滑轮与物体 Q (质量为 m) 相连. 细线与物体 Q 相连处设置有力传感器可以测出细线中的拉力. 已知细线无弹性, 定滑轮与光滑直杆都在竖直平面内, 定滑轮与光滑直杆之间的距离为 h , 不计空气阻力. 将物体 P 在图示位置(细线与水平直杆夹角为 $\theta=30^\circ$) 由静止释放, 重力加速度为 g .

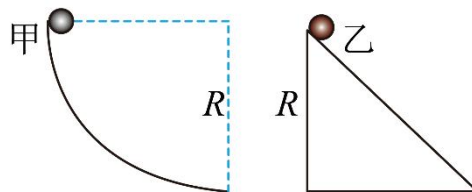
(1) 求物体 P 的最大速度;

(2) 若物体 P 沿直杆运动到细线与水平直杆的夹角为 $\alpha=45^\circ$ 时(如图位置), 力传感器示数为 F , 求此时物体 Q 的速度大小和加速度大小.



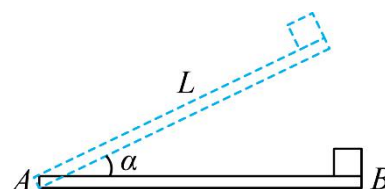
《专题：动能定理和机械能守恒定律的综合应用》补充练习

1. 如图所示，甲、乙两小球质量相同且均可视为质点，小球甲从竖直固定的 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧轨道顶端由静止滑下，轨道半径为 R ，圆弧底端切线水平，小球乙从高为 R 的光滑斜面顶端由静止滑下。下列判断正确的是（ ）



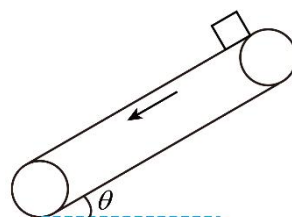
- A. 两小球到达底端时的速度相同
- B. 两小球到达底端时机械能相同
- C. 两小球由静止到运动到底端的过程中重力做功不相同
- D. 两小球到达底端时，甲小球重力做功的瞬时功率大于乙小球重力做功的瞬时功率

2. 如图所示，板长为 L ，板的 B 端静止放有质量为 m 的小物体，物体与板的动摩擦因数为 μ 。开始时板水平，在缓慢转过一个不太大的角度 α 的过程中，小物体保持与板相对静止，则在这个过程中（ ）

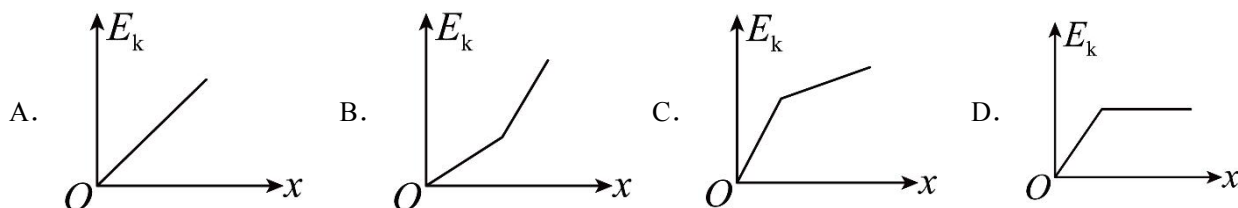


- A. 摩擦力对小物体做功为 $\mu mgL \cos \alpha (1 - \cos \alpha)$
- B. 摩擦力对小物体做功为 $mgL \sin \alpha (1 - \cos \alpha)$
- C. 弹力对小物体做功为 $mgL \sin \alpha$
- D. 板对小物体做功为 $mgL \sin \alpha \cos \alpha$

3. 如图所示，倾角为 θ 的足够长倾斜传送带沿逆时针方向以恒定速率运行，一个物块无初速度地放在传送带上端，传送带与物体间动摩擦因数 $\mu < \tan \theta$ 下列描述小物块动能 E_k 随物块沿传送带运动距离 x 的变化规律中正确的是（ ）



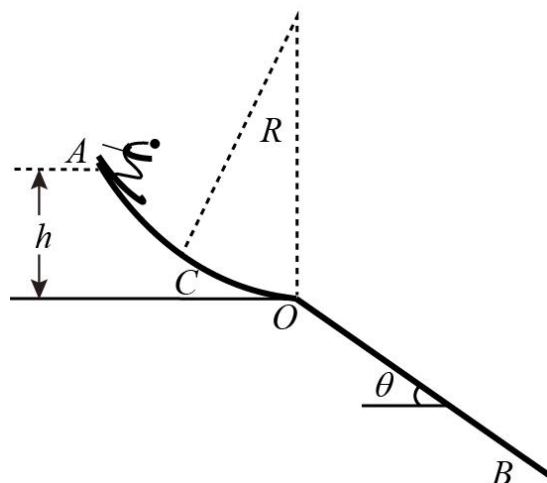
（ ）



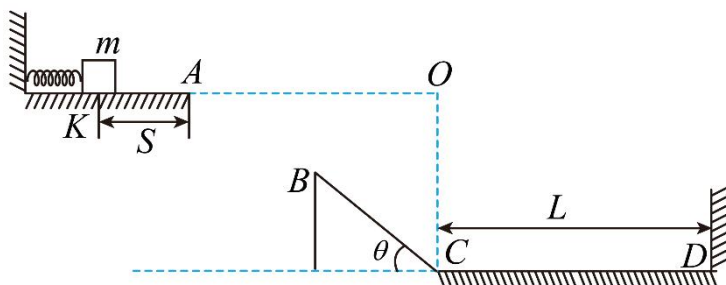
4. 第 24 届冬季奥运会将于 2022 年在北京和张家口举行，国人瞩目，万众期盼。跳台滑雪项目是冬奥会极具观赏性的项目之一、“跳台滑雪”可以简化为如图所示的模型， AO 为助滑道，其中 OC 段是半径为 R 的一小段圆弧（与 AC 段平滑对接）； OB 为着陆坡，其倾角为 θ 。质量为 m 的运动员从助滑道上的 A 点由静止自由下滑，然后从 O 点沿水平方向飞出，最后落在着陆坡上某点（图中未画出）。已知 A 点与 O 点的高度差为 $h = \frac{R}{2}$ ，重力加速度为 g 。运动员和滑雪板整体可看作一个质点，一切摩擦和空气阻力均可忽略。求运动员：

- (1) 滑到 O 点时对滑道的压力大小；
- (2) 从 O 点飞出到离着陆坡 OB 的距离最大的过程经历的时间；

(3) 当运动员掉落至斜面上时重力的瞬时功率。



5. 如图，在离地面一定高度的水平台上，一根轻质弹簧左端固定，处于原长时右端离平台末端 A 距离为 $S=2\text{m}$ 。先将一质量为 $m=3\text{kg}$ 的小物块向左压缩弹簧到 K 处锁住，小物块与弹簧不栓连，并可视视为质点，小物块与水平台面间的动摩擦因数为 $\mu_0=0.5$ 。再打开 K 处的锁扣，物块从静止开始运动到平台末端 A 处以水平速度 $v_0=4\text{m/s}$ 飞出，并恰能沿光滑斜面 BC 运动， $S_{BC}=\frac{8\sqrt{3}}{3}\text{m}$ 。 BC 斜面倾角 $\theta=60^\circ$ ，轨道最低点 C 与地面上长为 $L=12\text{m}$ 的水平粗糙轨道 CD 平滑连接，小物块沿轨道 BCD 运动与右边墙壁发生碰撞。 g 取 10m/s^2 ，求：



- (1) 求弹簧恢复原长时物块速度？
- (2) 求水平台离地面的高度 h ；
- (3) 若小物块与墙壁只发生一次碰撞，碰后速度等大反向，反向运动过程中没有冲出 B 点，最后停在轨道 CD 上，求小物块与轨道 CD 间的动摩擦因数 μ 的取值范围。