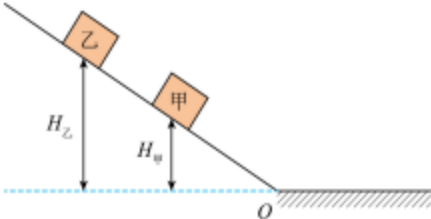
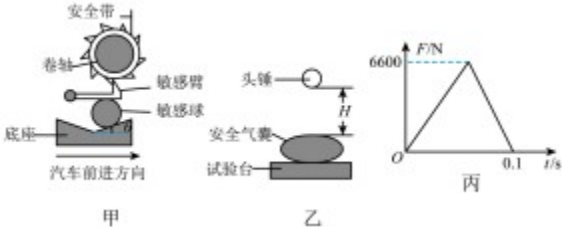
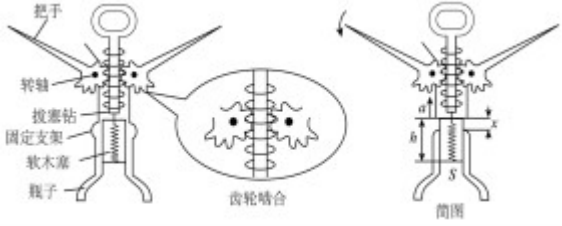
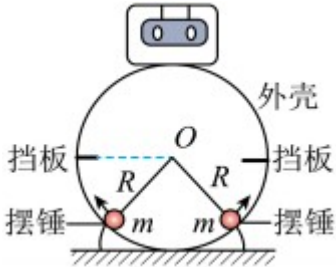
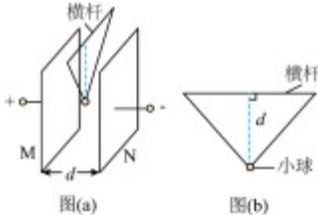


第3节：应用动能定理解决多过程问题

广州科学城中学 许阳

1. 会用动能定理解决多过程、多阶段问题。
 -
2. 会用动能定理处理往复运动等复杂问题。
 -

難題

近 3 年高考真题	基本模型	知识点
2024 年第 10 题 双滑块追及与碰撞情境 	斜面直线 + 碰撞 + 水平直线	受力分析 牛顿运动定律 动量守恒定律 功能关系
2024 年第 14 题 汽车的安全带和安全气囊情境 	自由落体 + 碰撞 + 竖直上抛	受力分析 牛顿运动定律 动量定理 功能关系
2025 年第 14 题 开瓶器取软木塞情境 	匀变速直线 + 圆周	受力分析 牛顿运动定律 圆周运动 功能关系
2026 年第 14 题 球形机器人跳跃情境 	圆周 + 碰撞 + 竖直上抛	受力分析 牛顿运动定律 动量守恒定律 功能关系
2026 年第 15 题 带电小球在极板间的往复摆动情境 	圆弧摆动的往复运动	受力分析 电场 功能关系



考点一：多过程问题



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

1. 应用动能定理解决多过程问题的两种思路

(1) 分阶段应用动能定理

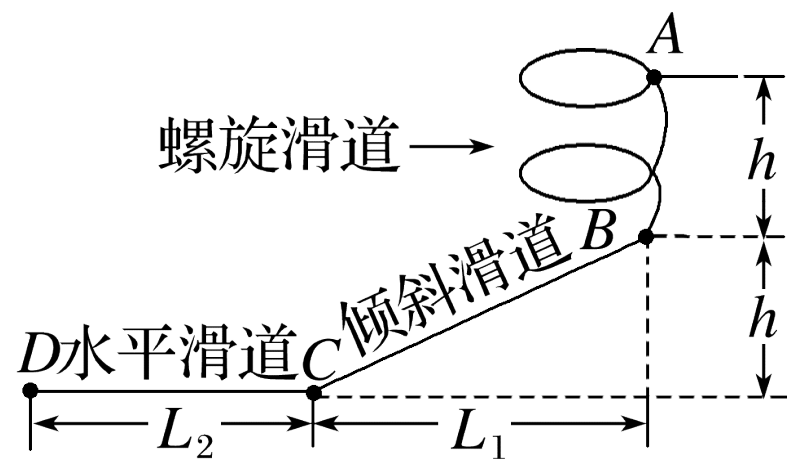
- ① 若题目需要求某一中间物理量，应分阶段应用动能定理。
- ② 物体在多个运动过程中，受到的弹力、摩擦力等力若发生了变化，力在各个过程中做功情况也不同，不宜全过程应用动能定理，可以研究其中一个或几个分过程，结合动能定理，各个击破。

(2) 全过程（多个过程）应用动能定理

当物体运动过程包含几个不同的物理过程，又不需要研究过程的中间状态时，可以把几个运动过程看作一个整体，巧妙运用动能定理来研究，从而避开每个运动过程的具体细节，大大减少运算。

例1 冰滑梯是东北地区体验冰雪运动乐趣的设施之一，某冰滑梯的示意图如图所示。一游客从 A 点由静止沿滑道下滑，螺旋滑道的摩擦可忽略且 AB 两点的高度差为 h ，游客与倾斜滑道和水平滑道间的动摩擦因数均为 μ ，倾斜滑道的水平距离为 L_1 ， BC 两点的高度差也为 h 。忽略游客经过轨道衔接处 B 、 C 点时的能量损失，重力加速度为 g 。求：

- (1) 游客滑至轨道 B 点时的速度 v_B 的大小；
- (2) 为确保游客安全，水平滑道 L_2 的最小长度。

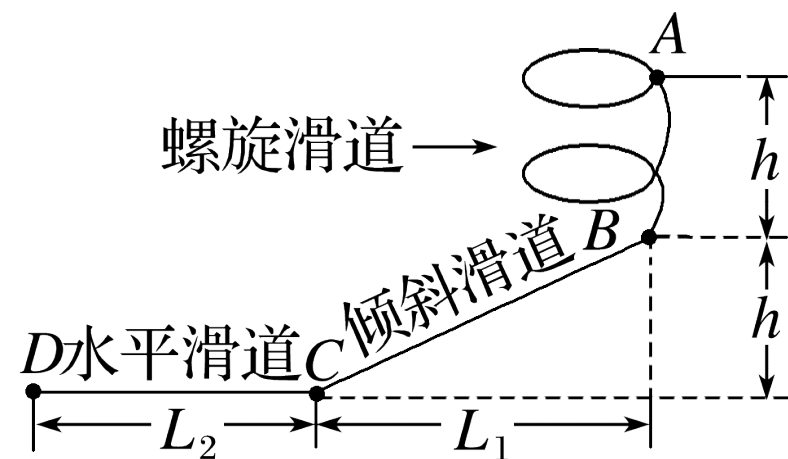


(1) 游客滑至轨道 B 点时的速度 v_B 的大小；

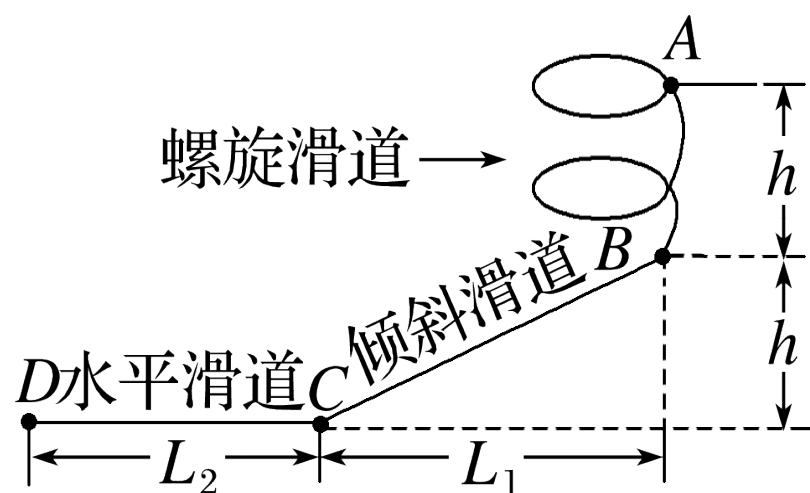
解：游客从 A 点滑到 B 点过程中，由动能定理有： $mg h = \frac{1}{2} m v_B^2 - 0$ 解得

解：游客从 A 点滑到 B 点过程中，由动能定理有： $mg h = \frac{1}{2} m v_B^2 - 0$
 $v_B =$

解得 $v_B = \sqrt{2gh}$



(2) 为确保游客安全，水平滑道 L_2 的最小长度。



解：设倾斜滑道与水平面的夹角为 θ ，游客从 B 点到 D 点停止过程中，由动能定理有：

$$mgh - \mu mg \cos \theta \cdot \frac{L_1}{\cos \theta} - \mu mg L_2 = 0 - \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$\text{解得：} L_2 = \frac{2h}{\mu} L_1$$

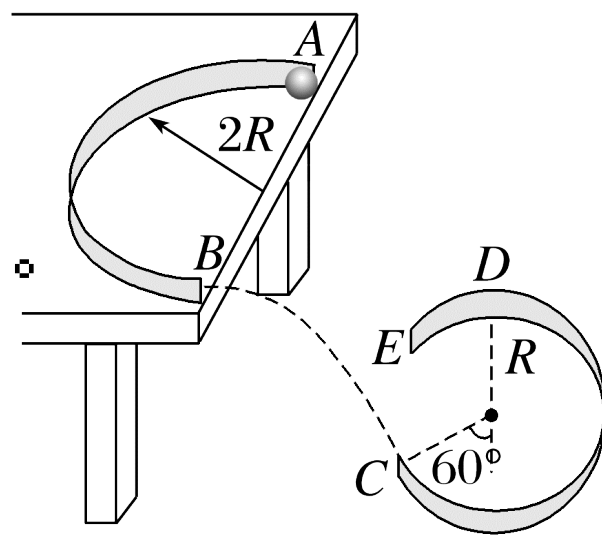
注意：

- (1) **重力、弹簧弹力做功**取决于物体的初、末位置，与路径无关。
- (2) **大小恒定的阻力或摩擦力做功**的数值等于力的大小与路程的乘积。

例2

如图为某游戏装置原理示意图：水平桌面上固定一半圆形竖直挡板，其半径为 $2R$ ，内表面光滑，挡板的两端 A 、 B 在桌面边缘， B 与半径为 R 的固定光滑圆弧轨道 CDE 在同一直线上，过 C 点的轨道半径与竖直方向的夹角为 60° 。某小物块以某初速度由 A 点切入挡板内侧，从 B 点飞出桌面后，在 C 点沿圆弧切线方向进入轨道，恰好能到达轨道的最高点 D 。小物块与桌面之间的动摩擦因数为 $\frac{1}{2\pi}$ ，重力加速度大小为 g ，忽略空气阻力，小物块

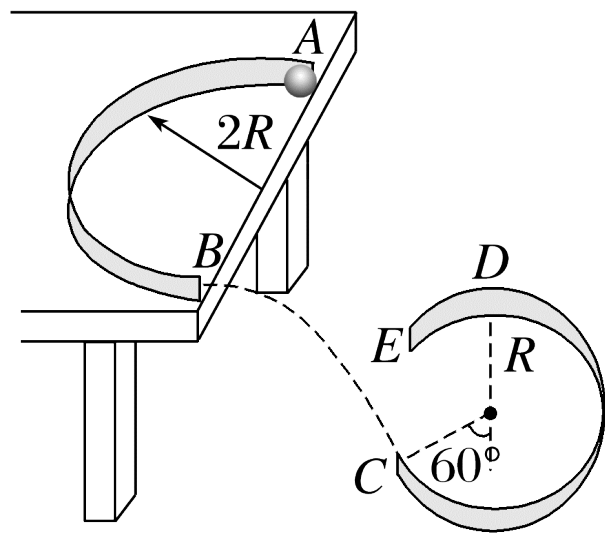
可视为质点。求：(1) 小物块到达 D 点的速度大小；
(2) B 和 D 两点的高度差；(3) 小物块在 A 点的初速度大小。



(1) 小物块到达 D 点的速度大小 ；

解：由题知，小物块恰好能到达轨道的最高点 D ，则：

在 D 点有 $m = mg$ ，解得 $v_D =$
在 D 点有 $m \frac{v_D^2}{R} = mg$ ，解得 $v_D = \sqrt{gR}$



(2) B 和 D 两点的高度差：

解：由题知，小物块从 C 点沿圆弧切线方向进入轨道

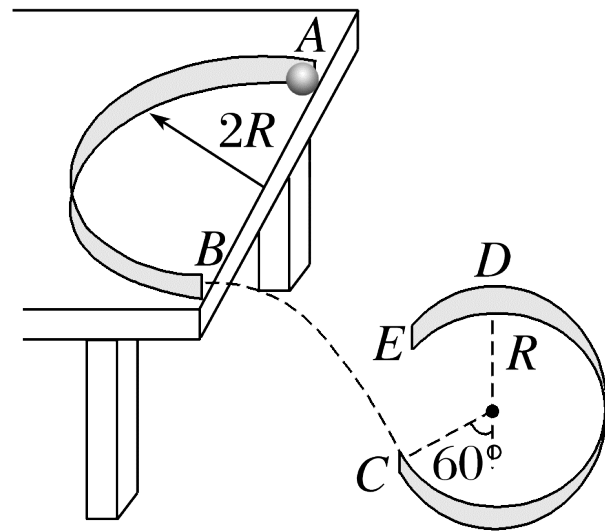
内侧，则在 C 点有： $\cos 60^\circ = \frac{v_B}{v_C}$
 小物块从 C 到 D 的过程中，根据动能定理有：

小物块从 C 到 D 的过程中，根据动能定理有：
 $-mg(R + R\cos 60^\circ) = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_C^2$

则小物块从 B 到 D 的过程中，根据动能定理有： $mgH_{BD} = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$

联立解得 $v_B = \sqrt{gR}$ ， $H_{BD} = 0$
 则小物块从 B 到 D 的过程中，根据动能定理有： $mgH_{BD} = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$

联立解得 $v_B = \sqrt{gR}$ ， $H_{BD} = 0$



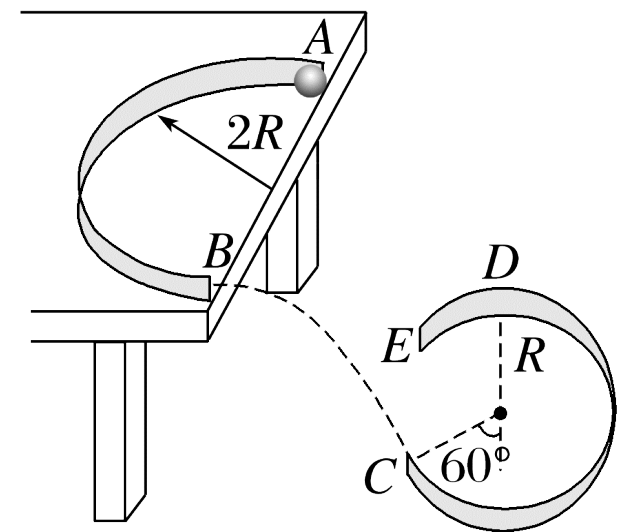
(3) 小物块在 A 点的初速度大小。

解：小物块从 A 到 B 的过程中，根据动能定理有：

$$-\mu mgs = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2, \quad s = \pi \cdot 2R$$

解得： $v_A = \sqrt{3gR}$ 。

解得： $v_A = \sqrt{3gR}$ 。



总结提升

多过程问题的分析方法

1. 将“多过程”拆分为许多“子过程”，各“子过程”间由“衔接点”连接。
2. 对各“子过程”进行受力和运动分析，必要时画出受力图 and 过程示意图。
3. 根据“子过程”和“衔接点”的模型特点选择合理的物理规律列方程。
4. 分析“衔接点”速度、加速度等的关联，确定各段间的时间关联，并列出具体的辅助方程。
5. 联立方程组，分析求解，对结果进行必要的验证或讨论。



考点二：往复运动



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

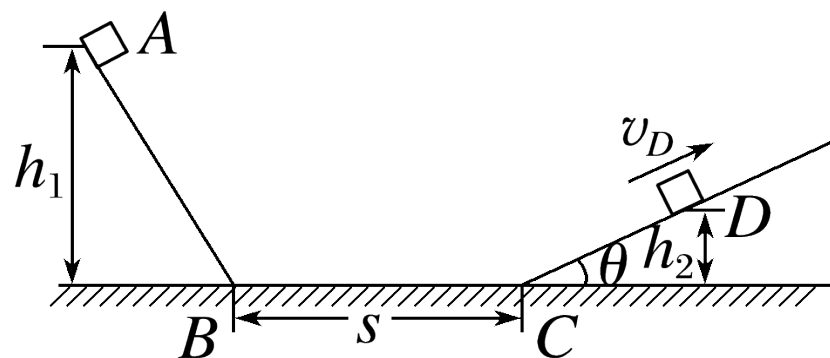
1. **往复运动问题**：在有些问题中物体的运动过程具有重复性、往返性，描述运动的物理量多数是变化的，而且重复的次数又往往是无限制的或者难以确定的。
2. **解题策略**：此类问题多涉及滑动摩擦力或其他阻力做功，其做功的特点是与路程有关，运用牛顿运动定律及运动学公式将非常烦琐，甚至无法解出，由于动能定理只涉及物体的初、末状态，所以用动能定理分析这类问题可使解题过程简化。

例3

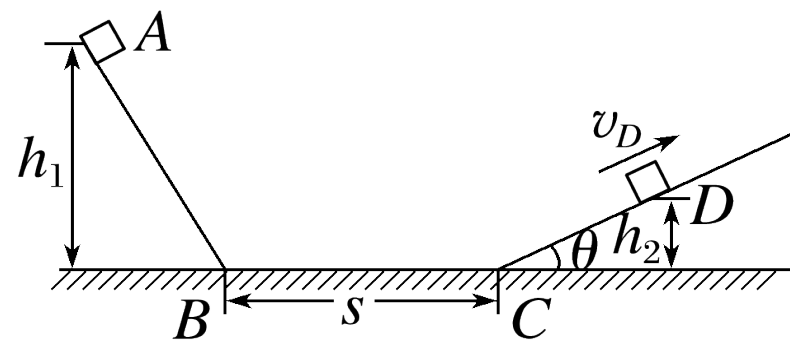
如图所示，装置由 AB 、 BC 、 CD 三段轨道组成，轨道交接处均由很小的圆弧平滑连接，其中轨道 AB 、 CD 段是光滑的，水平轨道 BC 的长度 $s = 5\text{ m}$ ，轨道 CD 足够长且倾角 $\theta = 37^\circ$ ， A 、 D 两点离轨道 BC 的高度分别为 $h_1 = 4.30\text{ m}$ 、 $h_2 = 1.35\text{ m}$ 。现让质量为 m 的小滑块自 A 点由静止释放。已知小滑块与轨道 BC 间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$ ，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ，

$\cos 37^\circ = 0.8$ ，求：

- (1) 小滑块第一次到达 B 点时的速度大小；
- (2) 小滑块最终停止的位置距 C 点的距离。



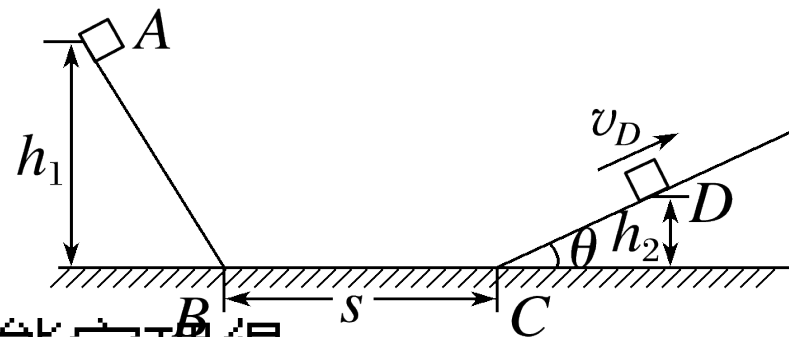
(1) 小滑块第一次到达 B 点时的速度大小；



解：滑块从 A 到 B 的过程中，只有重力做功，由动能定理得 $mgh_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$

解得小滑块第一次到达 B 点时的速度大小 $v_1 = \sqrt{2gh_1} = 8.6 \text{ m/s}$

(2) 小滑块最终停止的位置距 C 点的距离。



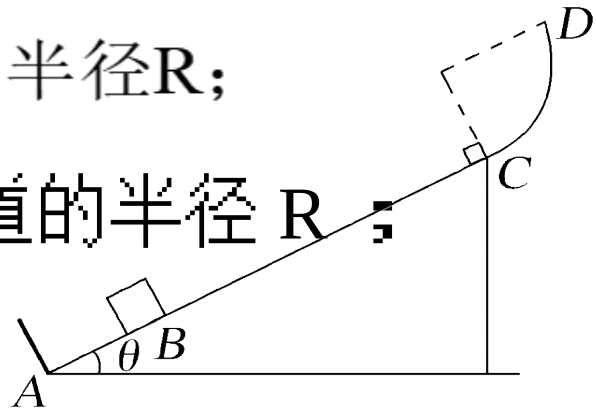
解：滑块最终静止在 BC 上，对全过程，运用动能定理得：

$$mgh_1 - \mu mgs_1 = 0 - 0, \text{ 解得 } s_1 = 8.6 \text{ m}$$

小滑块最终停止的位置距 C 点的距离： $x = s_1 - s = 3.6 \text{ m}$ 。

例4 如图所示,一个斜面体固定在水平地面上,斜面体A端固定一与斜面垂直的挡板,斜面AB段光滑、BC段粗糙,BC段长为 L 。光滑圆轨道与斜面体在C点相切。质量为 m 的小物块(可看作质点)从B点开始以一定的初速度沿斜面向上运动,小物块滑上圆轨道后恰好不脱离圆轨道,之后物块原路返回与挡板碰撞后又沿斜面向上运动,到达C点时速度为零。已知物块与斜面BC段的动摩擦因数为 0.2 ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,斜面倾角 $\theta=37^\circ$,重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$,求:

(1)小物块第一次到达C点时的速度大小;
 (2)圆轨道的半径 R ;
 (3)小物块在斜面BC段滑行的最大路程。



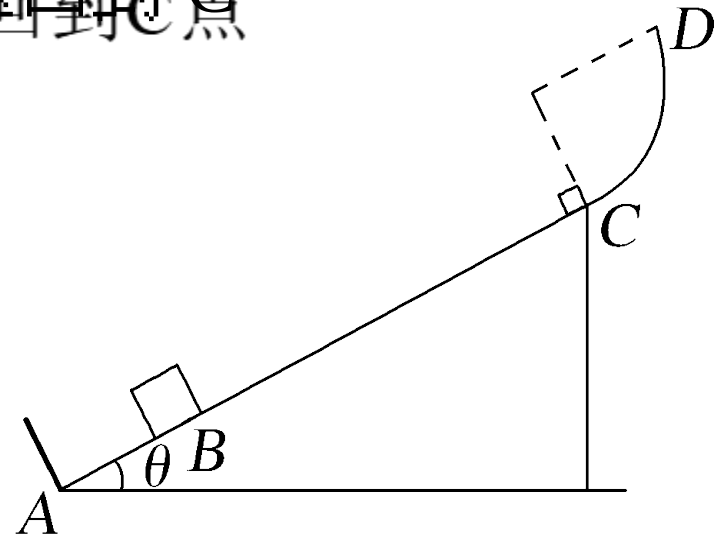
(1) 小物块第一次到达 C 点时的速度大小；

解：小物块第一次到 C 点至小物块碰撞后返回到 C 点速度为零，由动能定理可得：

$$-\mu mg \cos \theta \cdot 2L = 0 - \frac{1}{2} m v_C^2$$

联立解得： $v_C = 0$ 。

联立解得： $v_C = \frac{4}{5} \sqrt{gL}$ 。



(2) 圆轨道的半径 R ；

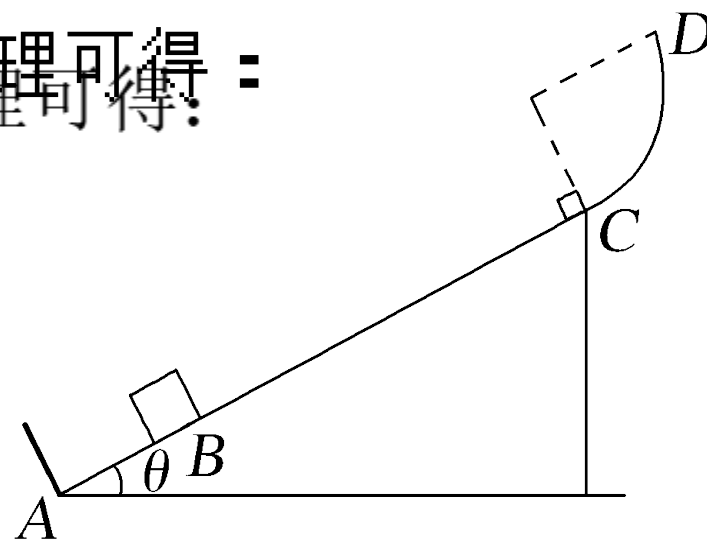
解：依题意，小物块恰好不脱离圆轨道，分析可知，物块到达与圆心等高处速度恰好为零。

小物块由 C 点运动到该点，根据动能定理可得：

$$-mgR\cos\theta = 0 - \frac{1}{2}mv_C^2$$

联立解得： $R = \frac{1}{2}L^2$

联立解得： $R = \frac{2}{5}L$



(3) 小物块在斜面 BC 段滑行的最大路程。

解：方法一

依题意，有： $mg\sin\theta=0.6mg>\mu mg\cos\theta=0.16mg$

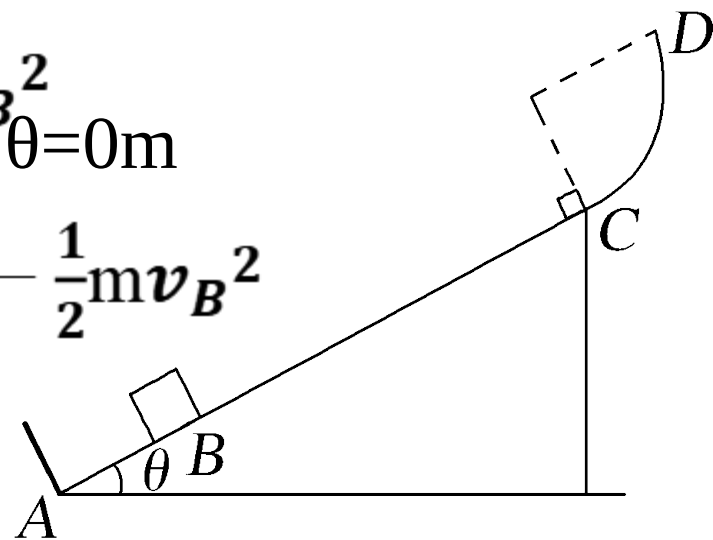
可知，小物块最终将在 A、B 之间做往复运动，设小物块在斜面 BC 段滑行的最大路程为 s ，由动能定理，可得小物块从 B 点开始运动到第一次到达 C 点过程，有：

$$-mgL\sin\theta - \mu mgL\cos\theta = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

从 B 点开始运动到最后停在 B 点时，有：

$$-\mu mgscos\theta = 0 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\text{解得：} s = \frac{27}{4}L。$$



方法二：依题意，有： $mg\sin\theta=0.6mg>\mu mg\cos\theta=0.16mg$

可知，小物块最终将在A、B之间做往复运动，对从第一次到C点速度

$v_C=4\sqrt{gL}$ 至最后往复运动到B点速度为零的过程分析，设该过程在斜面BC段

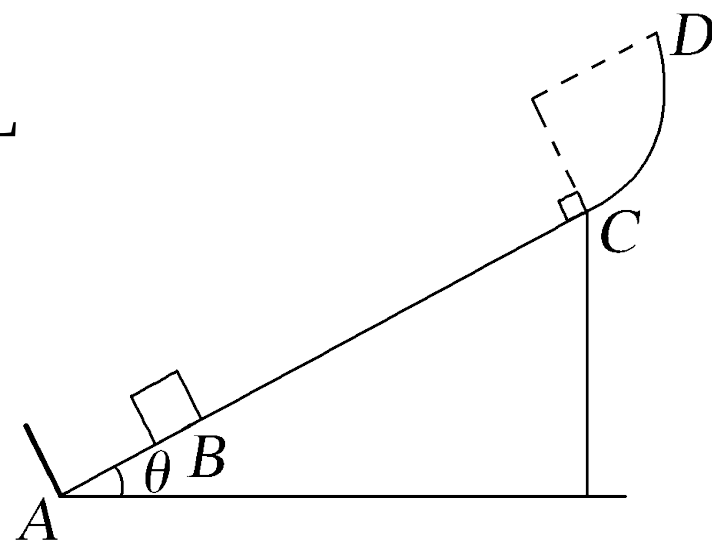
滑行的路程为 s_0 ，由功能关系可得： $mgL\sin\theta-\mu mg\cos\theta\cdot s_0=0-\frac{1}{2}mv_C^2$

解得： $s_0=L$

解得物块在斜面BC段滑行的最大路程： $s=s_0+L$

则解得物块在斜面BC段滑行的最大路程： $s=s_0+L$

解得： $s=\frac{27}{4}L$ 。



总结提升

往复运动问题的分析方法

1. 应用动能定理求解往复运动问题时，要确定物体的初状态和最终状态。
2. 重力做功与物体运动的路径无关，可用 $W_G = mgh$ 直接求解。
3. 滑动摩擦力做功与物体运动的路径有关，可用 $W_f = -fs$ 求解，其中 s 为物体相对滑行的总路程。



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

