

第2讲 动能和动能定理



CONTENTS



考点一



考点二



考点三



跟踪训练·巩固提升





01

考点一

动能定理的理解和基本应用

基础梳理

1. 动能

(1) 定义：物体由于运动而具有的能量叫作动能。

(2) 公式： $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，单位：焦耳 (J)。1 J = 1 N·m = 1 kg·m²/s²。

(3) 动能是标量、状态量。

2. 动能定理

(1) 内容：力在一个过程中对物体做的功，等于物体在这个过程中 动能的变化。

(2) 表达式： $W = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = \frac{1}{2} \underline{mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2}$ 。

(3) 物理意义：合力 做的功是物体动能变化的量度。

深化理解

1. 应用动能定理解题应抓住“两状态，一过程”，“两状态”即明确研究对象的始、末状态的速度或动能情况，“一过程”即明确研究过程，确定在这一过程中研究对象的受力情况和位置变化或位移信息。

2. 注意事项

- (1) 动能定理中的位移和速度必须是相对于同一个参考系的，一般以地面或相对地面静止的物体为参考系。
- (2) 当物体的运动包含多个不同过程时，可分段应用动能定理求解，也可以全过程应用动能定理求解。
- (3) 动能是标量，动能定理是标量式，解题时不能分解动能。

对点训练

1. **【动能定理的理解】** (多选) 质量不等, 但有相同动能的两个物体, 在动摩擦因数相同的水平地面上滑行, 直至停止, 则 ()
- A. 质量大的物体滑行的距离大
 - B. 质量小的物体滑行的距离大
 - C. 它们滑行的距离一样大
 - D. 它们克服摩擦力所做的功一样多

解析： 由动能定理可知，摩擦力对物体所做的功等于物体动能的增量，因两物体具有相同的初动能，故两物体滑行过程中克服摩擦力所做的功也相同，由 $W_f = \mu mgx$ 可知，质量越大的物体，滑行的距离 x 越小，故B、D正确。

2. 【动能定理的应用】 (2023·新课标卷15题) 无风时, 雨滴受空气阻力的作用在地面附近会以恒定的速率竖直下落。一质量为 m 的雨滴在地面附近以速率 v 下落高度 h 的过程中, 克服空气阻力做的功为(重力加速度大小为 g) ()

A. 0

B. mgh C. $\frac{1}{2}mv^2 - mgh$ D. $\frac{1}{2}mv^2 + mgh$

解析: 根据题意可知, 雨滴在地面附近下落过程做匀速直线运动, 对雨滴下落高度 h 的过程, 由动能定理有 $mgh - W_f = 0$, 即 $W_f = mgh$, B正确, A、C、D错误。



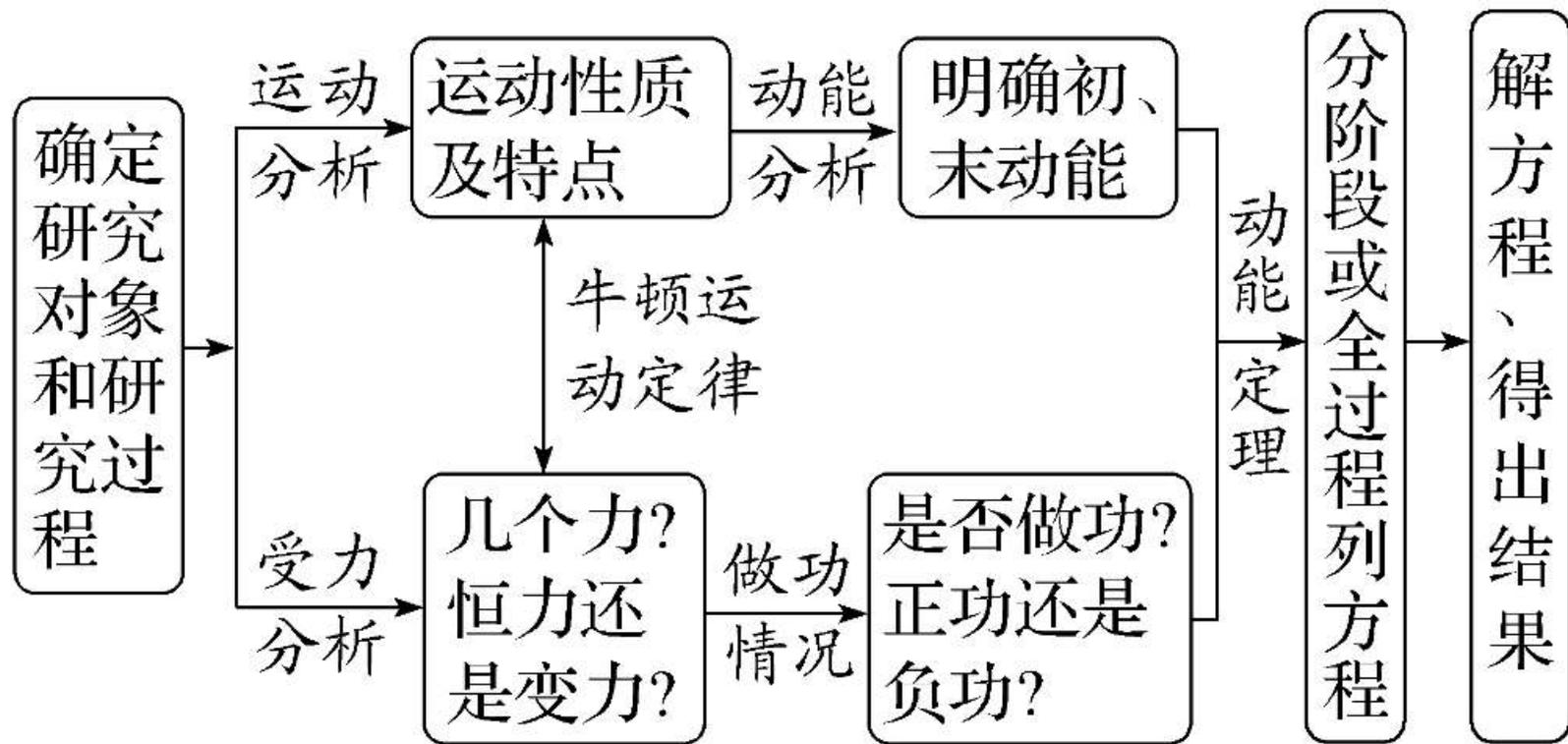
02

考点二

动能定理的综合应用

深化理解

动能定理的应用流程



【例1】 (多选) (2023·广东高考8题) 人们用滑道从高处向低处

运送货物。如图所示,可看作质点的货物从 $\frac{1}{4}$ 圆弧滑道顶端 P 点静止释放,

沿滑道运动到圆弧末端 Q 点时速度大小为 6 m/s 。已知货物质量为

20 kg ,滑道高度 h 为 4 m ,且过 Q 点的切线水平,重力加速度取 10

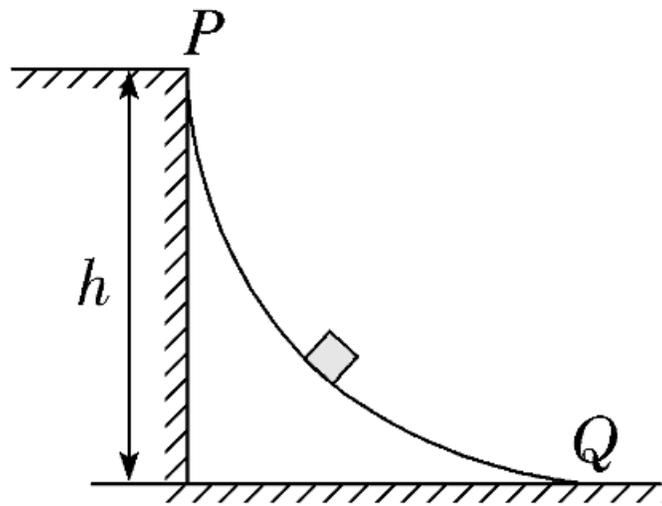
m/s^2 。关于货物从 P 点运动到 Q 点的过程,下列说法正确的有 ()

A. 重力做的功为 360 J

B. 克服阻力做的功为 440 J

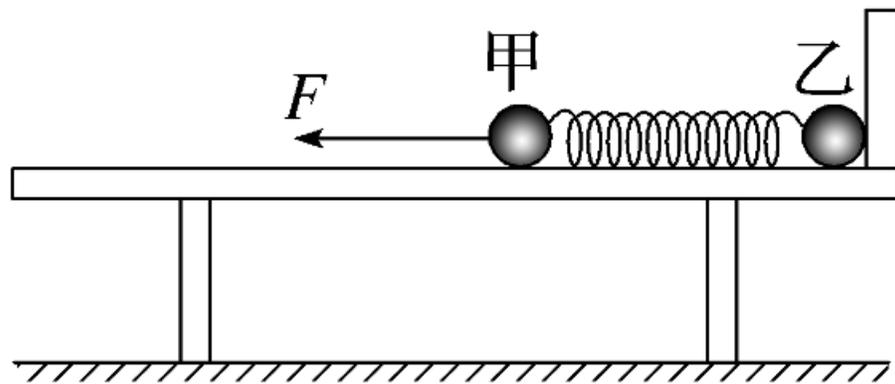
C. 经过 Q 点时向心加速度大小为 9 m/s^2

D. 经过 Q 点时对轨道的压力大小为 380 N



解析：重力做的功为 $W_G = mgh = 800 \text{ J}$ ，A错误；下滑过程，根据动能定理可得 $W_G - W_f = \frac{1}{2}mv_Q^2$ ，代入数据解得，克服阻力做的功为 $W_f = 440 \text{ J}$ ，B正确；经过Q点时向心加速度大小为 $a = \frac{v_Q^2}{h} = 9 \text{ m/s}^2$ ，C正确；经过Q点时，根据牛顿第二定律可得 $F_N - mg = ma$ ，解得货物受到的支持力大小为 $F_N = 380 \text{ N}$ ，根据牛顿第三定律可知，货物对轨道的压力大小为380 N，D正确。

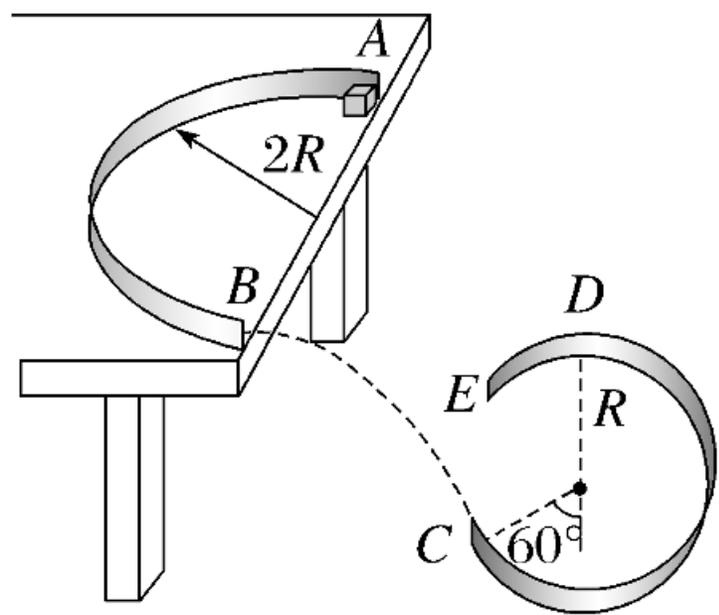
【例2】 如图，一侧有竖直挡板的足够长的实验台固定在地面上，台面水平且光滑。质量均为 $m = 0.4 \text{ kg}$ 的甲、乙两小球用一根劲度系数为 $k = 20 \text{ N/m}$ 的轻弹簧拴接在一起，小球乙与竖直挡板接触（不固定），用力推压小球甲使弹簧压缩，弹簧压缩量为 $x_1 = 0.2 \text{ m}$ 时锁定小球甲。现解除对小球甲的锁定，同时给小球甲施加一个水平向左的外力 F ，使小球甲由静止开始向左以 $a = 10 \text{ m/s}^2$ 的加速度做匀加速直线运动，当小球乙刚要离开竖直挡板时撤掉外力 F 。有关甲、乙两小球的运动情况的判断，下列说法正确的是（ ）



- A. 外力 F 的最大值为 $F_m = 6 \text{ N}$
- B. 小球甲被锁定时弹簧的弹性势能为 $E_p = 0.6 \text{ J}$
- C. 小球乙刚离开挡板瞬间小球甲的速度大小为 2 m/s
- D. 外力 F 对小球甲做的功为 $W_F = 0.6 \text{ J}$

解析：解除对小球甲的锁定，给小球甲施加外力的过程，根据牛顿第二定律有 $F + kx = ma$ ，当 $x = 0$ 时外力 F 最大，为 $F_m = 4 \text{ N}$ ，故A错误；小球甲被锁定时，弹簧弹力做功为 $W = \bar{F}x_1 = \frac{kx_1 + 0}{2}x_1 = 0.4 \text{ J}$ ，根据功能关系可得，弹性势能为 $E_p = W = 0.4 \text{ J}$ ，故B错误；根据运动学公式 $v^2 = 2ax_1$ ，解得 $v = 2 \text{ m/s}$ ，故C正确；解除对小球甲的锁定，给小球甲施加外力的过程，由动能定理得 $W_F + W = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得 $W_F = 0.4 \text{ J}$ ，故D错误。

【例3】 (2023·湖北高考14题) 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 \widehat{CDE} 在同一竖直平面内, 过 C 点的轨道半径与竖直方向的夹角为 60° 。小物块以某一水平初速度由 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 \widehat{CDE} 内侧, 并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；

答案： \sqrt{gR}

解析：小物块恰好运动到光滑圆弧轨道 CDE 的最高点时，

$$\text{有 } mg = m \frac{v_D^2}{R},$$

解得小物块到达 D 点的速度大小 $v_D = \sqrt{gR}$ 。

(2) B 和 D 两点间的高度差；

答案：0

解析：小物块由 C 到 D 的过程，由动能定理有

$$-mgR(1 + \cos 60^\circ) = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_C^2,$$

小物块由 B 到 C 做平抛运动，由速度的分解可知，

$$v_B = v_C \cos 60^\circ,$$

设 B 、 D 两点的高度差为 h ，小物块由 B 到 D 的过程，由动能定

$$\text{理有 } mgh = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_B^2,$$

代入数据解得 $h = 0$ 。

(3) 小物块在A点的初速度大小。

答案: $\sqrt{3gR}$

解析: 小物块由A到B的过程, 由动能定理有

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

解得小物块在A点的初速度大小 $v_A = \sqrt{3gR}$ 。



考点三

动能定理与图像问题的结合

深化理解

图像与横轴所围“面积”或图像斜率的含义

(1) $v-t$ 图像依据 $x=vt$ $v-t$ 图线与横轴围成的面积表示位移(2) $a-t$ 图像依据 $\Delta v=at$ $a-t$ 图线与横轴围成的面积表示速度的变化量

(3)

$F-x$ 图像

依据 $W=Fx$

$F-x$ 图线与横轴围成的面积表示功

(4)

E_k-x 图像

依据

$Fx=E_k-E_{k0}$

E_k-x 图线的斜率表示合外力

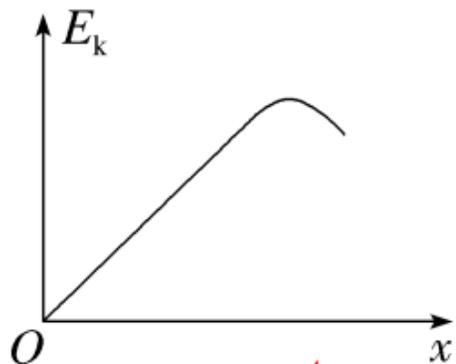
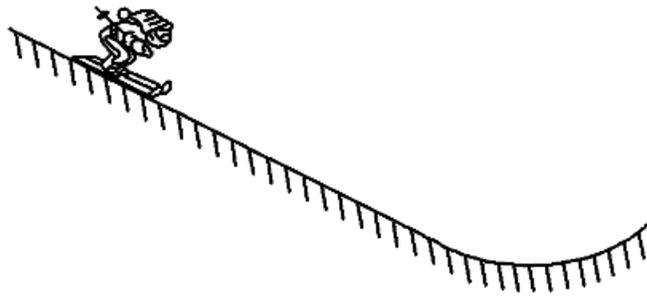
(5)

$P-t$ 图像

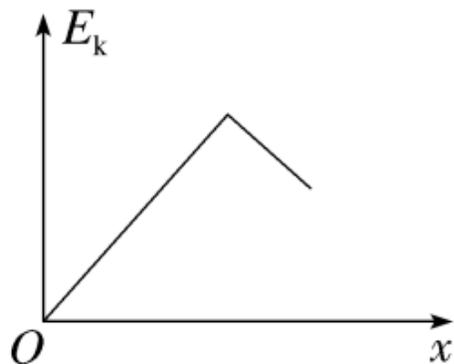
依据 $W=Pt$

$P-t$ 图线与横轴围成的面积表示功

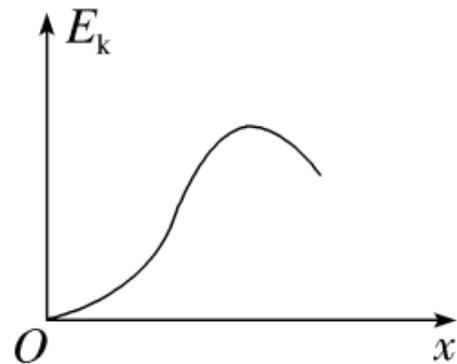
【例4】 (2022·江苏高考8题) 某滑雪赛道如图所示, 滑雪运动员从静止开始沿斜面下滑, 经圆弧滑道起跳。将运动员视为质点, 不计摩擦力及空气阻力, 此过程中, 运动员的动能 E_k 与水平位移 x 的关系图像正确的是 ()



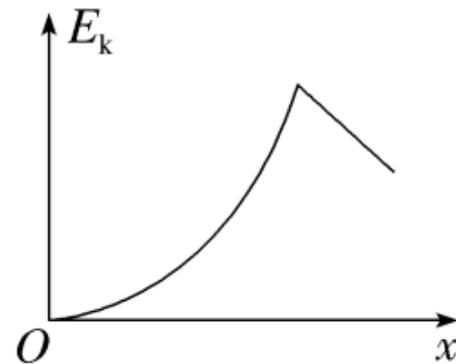
A ✓



B



C



D

解析：设斜面倾角为 θ ，不计摩擦力和空气阻力，由题意可知运动员在沿斜面下滑过程中根据动能定理有 $E_k = mgx \tan \theta$ ，下滑过程中开始阶段倾角 θ 不变， $E_k - x$ 图像为一条过原点的直线；经过圆弧轨道过程中 θ 先减小后增大，即图像斜率先减小后增大，故选A。

【例5】 (多选) (2023·新课标卷20题) 一质量为1 kg的物体在水平拉力的作用下,由静止开始在水平地面上沿 x 轴运动,出发点为 x 轴零点,拉力做的功 W 与物体坐标 x 的关系如图所示。物体与水平地面间的动摩擦因数为0.4,重力加速度大小取 10 m/s^2 。下列说法正确的是

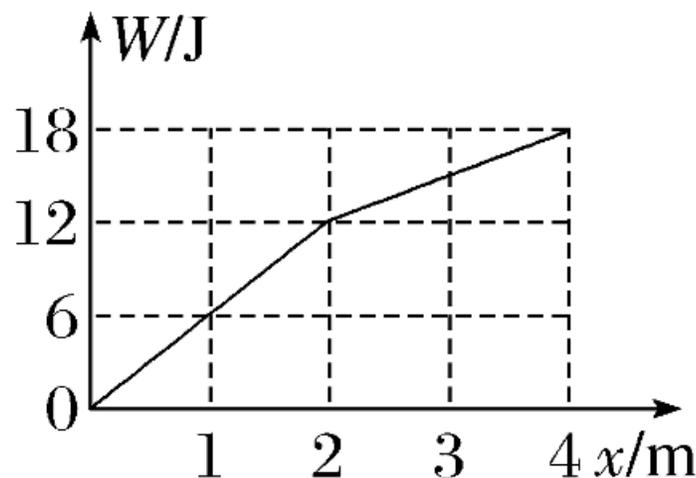
()

A. 在 $x = 1 \text{ m}$ 时,拉力的功率为6 W

B. 在 $x = 4 \text{ m}$ 时,物体的动能为2 J

C. 从 $x = 0$ 运动到 $x = 2 \text{ m}$,物体克服摩擦力做的功为8 J

D. 从 $x = 0$ 运动到 $x = 4 \text{ m}$ 的过程中,物体的动量最大为 $2 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$



解析：物体所受的滑动摩擦力大小为 $F_f = \mu mg = 4 \text{ N}$ ， $0 \sim 1 \text{ m}$ 的过程，由动能定理有 $W_1 - \mu mgx_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$ ，解得 $v_1 = 2 \text{ m/s}$ ，又 $W - x$ 图像的斜率表示拉力 F ，则 $0 \sim 2 \text{ m}$ 的过程，拉力 $F_1 = 6 \text{ N}$ ，故 $x = 1 \text{ m}$ 时拉力的功率 $P_1 = F_1v_1 = 12 \text{ W}$ ，A错误； $0 \sim 4 \text{ m}$ 的过程，由动能定理有 $W_4 - \mu mgx_4 = E_{k4} - 0$ ，则在 $x = 4 \text{ m}$ 时，物体的动能 $E_{k4} = 2 \text{ J}$ ，B正确； $0 \sim 2 \text{ m}$ 的过程，物体克服摩擦力做的功 $W_{f2} = F_fx_2 = 8 \text{ J}$ ，C正确；由 $W - x$ 图像可知， $2 \sim 4 \text{ m}$ 的过程，拉力 $F_2 = 3 \text{ N}$ ，则 $F_1 > F_f > F_2$ ，所以物体在 $0 \sim 2 \text{ m}$ 的过程做加速运动， $2 \sim 4 \text{ m}$ 的过程做减速运动，故 $0 \sim 4 \text{ m}$ 的过程，物体在 $x = 2 \text{ m}$ 处速度最大，由动能定理有 $W_2 - F_fx_2 = \frac{1}{2}mv_2^2$ ，解得 $v_2 = 2\sqrt{2} \text{ m/s}$ ，故物体的最大动量为 $p_m = 2\sqrt{2} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ，D错误。

【例6】 打桩机是利用冲击力将桩贯入地层的桩工机械。某同学对打桩机的工作原理产生了兴趣。他构建了一个打桩机的简易模型，如下图所示。他设想，用恒定大小的拉力 F 拉动绳端 B ，使物体从 A 点（与钉子接触处）由静止开始运动，上升一段高度后撤去 F ，物体运动到最高点后自由下落并撞击钉子，将钉子打入一定深度。按此模型分析，若物体质量 $m = 1 \text{ kg}$ ，上升了 1 m 高度时撤去拉力，撤去拉力前物体的动能 E_k 与上升高度 h 的关系图像如下图所示。（ g 取 10 m/s^2 ，不计空气阻力）

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/957151021042010005>