

## 第 5.2 节 动能定理及应用

### 要点一 对动能定理的理解

1. 关于运动物体所受的合外力、合外力做的功及动能变化的关系, 下列说法正确的是 ( )

- A. 合外力为零, 则合外力做功一定为零    B. 合外力做功为零, 则合外力一定为零  
C. 合外力做功越多, 则动能一定越大    D. 动能不变, 则物体合外力一定为零

2.(多选)如图 5-2-1 所示, 电梯质量为  $M$ , 在它的水平地板上放置一质量为  $m$  的物体。电梯在钢索的拉力作用下由静止开始竖直向上加速运动, 当上升高度为  $H$  时, 电梯的速度达到  $v$ , 则在这个过程中, 以下说法中正确的是( )

{INCLUDEPICTURE"15WL5-23.TIF"}

图 5-2-1

- A. 电梯地板对物体的支持力所做的功等于  $\frac{1}{2}mv^2$     B. 电梯地板对物体的支持力所做的功大于  $\frac{1}{2}mv^2$   
C. 钢索的拉力所做的功等于  $\frac{1}{2}mv^2 + MgH$     D. 钢索的拉力所做的功大于  $\frac{1}{2}mv^2 + MgH$

### 要点二 动能定理的应用

[典例] 泥石流是在雨季由于暴雨、洪水将含有沙石且松软的土质山体经饱和稀释后形成的洪流, 它的面积、体积和流量都较大。泥石流流动的全过程虽然只有很短时间, 但由于其高速前进, 具有强大的能量, 因而破坏性极大。某课题小组对泥石流的威力进行了模拟研究, 如图 5-2-2 甲所示, 他们设计了如下的模型: 在水平地面上放置一个质量为  $m=5\text{ kg}$  的物体, 让其在随位移均匀减小的水平推力作用下运动, 推力  $F$  随位移变化如图乙所示, 已知物体与地面间的动摩擦因数为  $\mu=0.6$ ,  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ 。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-25.TIF"}

图 5-2-2

- (1)物体在运动过程中的最大加速度为多大?  
(2)在距出发点多远处, 物体的速度达到最大, 最大速度是多少?  
(3)物体在水平面上运动的最大位移是多大?

## [针对训练]

1. 相同材料制成的滑道  $ABC$ ，其中  $AB$  段为曲面， $BC$  段为水平面。现有质量为  $m$  的木块，从距离水平面  $h$  高处的  $A$  点由静止释放，滑到  $B$  点过程中克服摩擦力做功为  $\frac{1}{3}mgh$ ；木块通过  $B$  点后继续滑行  $2h$  距离后，在  $C$  点停下来，则木块与曲面间的动摩擦因数应为( )

{INCLUDEPICTURE"15WL5-26.TIF"}

图 5-2-3

- A.  $\frac{1}{3}$                       B.  $\frac{2}{3}$                       C.  $\frac{1}{6}$   
D.  $\frac{1}{12}$

2. 如图 5-2-4 所示，光滑斜面的顶端固定一弹簧，一小球向右滑行，并冲上固定在地面上的斜面。设小球在斜面最低点  $A$  的速度为  $v$ ，压缩弹簧至  $C$  点时弹簧最短， $C$  点距地面高度为  $h$ ，不计小球与弹簧碰撞过程中的能量损失，则弹簧被压缩至  $C$  点，弹簧对小球做的功为( )

{INCLUDEPICTURE"15WL5-27.TIF"}

图 5-2-4

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

## 要点三 动能定理的图像问题

[典例] 小军看到打桩机，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，如图 5-2-5 甲所示。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  $1\text{ m}$  高度时撤去拉力，撤去拉力前物体的动能  $E_k$  与上升高度  $h$  的关系图像如图乙所示。(  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ，不计空气阻力)

{INCLUDEPICTURE"15WL5-28.TIF"}

图 5-2-5

- (1) 求物体上升到  $0.4\text{ m}$  高度处  $F$  的瞬时功率。  
(2) 若物体撞击钉子后瞬间弹起，且使其不再落下，钉子获得  $20\text{ J}$  的动能向下运动。钉子总长为  $10\text{ cm}$ 。撞击前插入部分可以忽略，不计钉子重力。已知钉子在插入过程中所受阻力  $F_f$  与深度  $x$  的关系图像如图丙所示，求钉子能够插入的最大深度。



## [针对训练]

1.用起重机提升货物,货物上升过程中的  $v-t$  图像如图 5-2-6 所示,在  $t=3\text{ s}$  到  $t=5\text{ s}$  内,重力对货物做的功为  $W_1$ 、绳索拉力对货物做的功为  $W_2$ 、货物所受合力做的功为  $W_3$ ,则( )

{INCLUDEPICTURE"15WL5-29.TIF"}

图 5-2-6

- A.  $W_1 > 0$                       B.  $W_2 < 0$                       C.  $W_2 > 0$                       D.  $W_3 > 0$

2.质量为  $10\text{ kg}$  的物体,在变力  $F$  作用下沿  $x$  轴做直线运动,力随坐标  $x$  的变化情况如图 5-2-7 所示.物体在  $x=0$  处,速度为  $1\text{ m/s}$ ,一切摩擦不计,则物体运动到  $x=16\text{ m}$  处时,速度大小为( )

{INCLUDEPICTURE"15WL5-30.TIF"}

图 5-2-7

- A.  $2\sqrt{2}\text{ m/s}$                       B.  $3\text{ m/s}$                       C.  $4\text{ m/s}$                       D.  $\sqrt{17}\text{ m/s}$

3. (多选)质量为  $1\text{ kg}$  的物体静止在水平粗糙的地面上,受到一水平外力  $F$  作用运动,如图 5-2-8 甲所示,外力  $F$  和物体克服摩擦力  $F_f$  做的功  $W$  与物体位移  $x$  的关系如图乙所示,重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ . 下列分析正确的是( )

{INCLUDEPICTURE"15WL5-31.TIF"}

图 5-2-8

- A. 物体与地面之间的动摩擦因数为  $0.2$                       B. 物体运动的位移为  $13\text{ m}$   
C. 前  $3\text{ m}$  运动过程中物体的加速度为  $3\text{ m/s}^2$                       D.  $x=9\text{ m}$  时,物体速度为  $3\sqrt{2}\text{ m/s}$

## 要点四 应用动能定理解决平抛运动、圆周运动问题

[典例] 如图 5-2-9 所示,传送带  $A、B$  之间的距离为  $L=3.2\text{ m}$ ,与水平面间夹角  $\theta=37^\circ$ ,传送带沿顺时针方向转动,速度恒为  $v=2\text{ m/s}$ ,在上端  $A$  点无初速放置一个质量为  $m=1\text{ kg}$ 、大小可视为质点的金属块,它与传送带的动摩擦因数为  $\mu=0.5$ ,金属块滑离传送带后,经过弯道,沿半径  $R=0.4\text{ m}$  的光滑圆轨道做圆周运动,刚好能通过最高点  $E$ ,已知  $B、D$  两点的竖直高度差为  $h=0.5\text{ m}$  ( $g$  取  $10\text{ m/s}^2$  )。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-32.TIF"}

图 5-2-9

- (1)金属块经过  $D$  点时的速度。  
(2)金属块在  $BCD$  弯道上克服摩擦力做的功。



[针对训练]

如图 5-2-10 所示，在粗糙水平台阶上静止放置一质量  $m=0.5\text{ kg}$  的小物块，它与水平台表面间的动摩擦因数  $\mu=0.5$ ，且与台阶边缘  $O$  点的距离  $s=5\text{ m}$ 。在台阶右侧固定了一个以  $O$  点为圆心的圆弧形挡板，并以  $O$  点为原点建立平面直角坐标系。现用  $F=5\text{ N}$  的水平恒力拉动小物块，一段时间后撤去拉力，小物块最终水平抛出并击中挡板( $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ )。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-33.TIF"}

图 5-2-10

(1)若小物块恰能击中挡板的上边缘  $P$  点， $P$  点的坐标为  $(1.6\text{ m}, 0.8\text{ m})$ ，求其离开  $O$  点时的速度大小；

(2)为使小物块击中挡板，求拉力  $F$  作用的距离范围；

(3)改变拉力  $F$  的作用时间，使小物块击中挡板的不同位置，求击中挡板时小物块动能的最小值。(结果可保留根式)