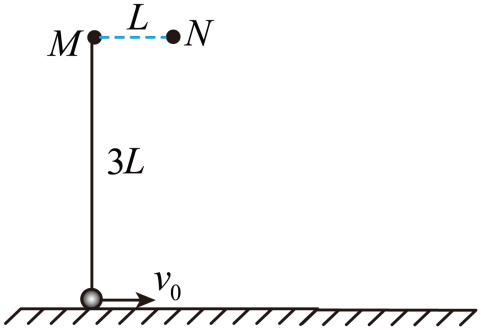
# 专题6·功、功率及功能关系

**题型1动能定理的应用**难度★★考频★★★

|  |
| --- |
| 备考策略  应用牛顿第二定律和运动学规律解题时,涉及的有关物理量比较多,对运动过程的细节也要仔细研究,而应用动能定理解题只需考虑外力做功和初、末两个状态的动能,并且可以把不同的运动过程合并为一个全过程来处理*.*  一般情况下,由牛顿第二定律和运动学规律能够解决的问题,用动能定理也可以求解,并且更为简捷*.*  用动能定理解题流程: |

题型例析

例1 [安徽2025·14,14分]如图，M、N为固定在竖直平面内同一高度的两根细钉，间距。一根长为的轻绳一端系在M上，另一端竖直悬挂质量的小球，小球与水平地面接触但无压力。时，小球以水平向右的初速度开始在竖直平面内做圆周运动。小球牵引着绳子绕过N、M，运动到M正下方与M相距L的位置时，绳子刚好被拉断，小球开始做平抛运动。小球可视为质点，绳子不可伸长，不计空气阻力，重力加速度g取。



（1）求绳子被拉断时小球的速度大小，及绳子所受的最大拉力大小；

（2）求小球做平抛运动时抛出点到落地点的水平距离；

（3）若在时，只改变小球的初速度大小，使小球能通过N的正上方且绳子不松弛，求初速度的最小值。

解析▶本题的题眼是“运动到M正下方与M相距L的位置时，绳子刚好被拉断”*.*动能定理应用时可以分过程,也可针对整个过程,一般对整个过程应用动能定理时解答更简单*.*

（1）小球从最下端以速度v0抛出到运动到M正下方距离为L的位置时，根据机械能守恒定律，

在该位置时根据牛顿第二定律，

解得，。

（2）小球做平抛运动时，，

解得x=4m。

（3）若小球经过N点正上方绳子恰不松弛，则满足，

从最低点到该位置由动能定理，

解得。

答案（1），；（2）4m；（3）

例2 [湖南2023*·*8,5分](多选)如图,固定在竖直面内的光滑轨道*ABC* 由直线段*AB*和圆弧段*BC*组成 , 两段相切于*B*点 ,*AB*段与水平面夹角为*θ*,*BC*段圆心为*O*,最高点为*C*,*A*与*C*的高度差等于圆弧轨道的直径2*R.*小球从*A*点以初速度*v*0冲上轨道,能沿轨道运动恰好到达*C*点,重力加速度为*g*,下列说法正确的是(　　)



A*.*小球从*B*到*C*的过程中,对轨道的压力逐渐增大

B*.*小球从*A*到*C*的过程中,重力的功率始终保持不变

C*.*小球的初速度*v*0=

D*.*若小球初速度*v*0增大,小球有可能从*B*点脱离轨道

解析▶本题的题眼是“小球从*A*点以初速度*v*0冲上轨道,能沿轨道运动恰好到达*C*点”*.*小球能沿轨道运动恰好到达*C*点,属于外轨道,小球在*C*点的速度为零*.*

由题知,小球能沿轨道运动恰好到达*C*点,则小球在*C*点的速度为*vC*=0,则小球从*C*到*B*的过程中,由动能定理有*mgR*(1-cos *α*)=*mv*2,*F*N=*mg*cos *α*-*m*,联立有*F*N=3*mg*cos *α*-2*mg*,则从*C*到*B*的过程中*α*由0增大到*θ*,则cos *α*逐渐减小,故*F*N逐渐减小,由牛顿第三定律得,小球从*B*到*C*的过程中,对轨道的压力逐渐增大,故A正确;*A*到*B*的过程中重力的功率为*P*=*mgv*sin *θ*,由于*A*到*B*的过程中小球的速度逐渐减小,则*A*到*B*的过程中小球重力的功率始终减小,故B错误;从*A*到*C*的过程中,由动能定理有-*mg*·2*R*=0-*m*,解得*v*0=2,故C错误;若小球在*B*点恰好脱离轨道,有*mg*cos *θ*=*m*,则*vB*=,则若小球初速度*v*0增大,小球在*B*点的速度有可能为,故小球有可能从*B*点脱离轨道,故D正确*.*

答案AD

**题型2功能关系的应用**难度★★考频★★★

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 备考策略  1*.*常见的功能关系   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 能量 | 功能关系 | 表达式 | | 势能 | 重力做功等于重力势能减少量 | *W*=*E*p1-*E*p2=-Δ*E*p | | 弹力做功等于弹性势能减少量 | | 静电力做功等于电势能减少量 | | 分子力做功等于分子势能减少量 | | 动能 | 合外力做功等于物体动能变化量 | *W*=*E*k2-*E*k1=*mv*2-*m* | | 机械能 | 除重力和系统内弹力之外的其他力做功等于机械能变化量 | *W*其他=*E*2-*E*1=Δ*E* | | 摩擦产生  的内能 | 一对相互作用的滑动摩擦力做功之和的绝对值等于产生的内能 | *Q*=*F*f·*x*相对 | | 电能 | 克服电场力做功等于电能增加量 | *W*克电=*E*电2-*E*电1=Δ*E* |   2*.*功能关系的使用  (1)根据功能关系可以由功求对应的能量变化,也可以根据能量变化求对应力做的功,进而求解其他相关量*.*  (2)动能定理是最常用的功能关系*.*  (3)单独应用功能关系的情况较少,在很多问题中,功能关系经常与动能定理、机械能守恒定律或能量守恒定律相结合*.* |

题型例析

例3 [全国乙2023*·*21,6分](多选)如图,一质量为*M*、长为*l*的木板静止在光滑水平桌面上,另一质量为*m*的小物块(可视为质点)从木板上的左端以速度*v*0开始运动*.*已知物块与木板间的滑动摩擦力大小为*f*,当物块从木板右端离开时(　　)

A*.*木板的动能一定等于*fl*

B*.*木板的动能一定小于*fl*

C*.*物块的动能一定大于*m*-*fl*

D*.*物块的动能一定小于*m*-*fl*

解析▶本题的题眼是“一质量为*M*、长为*l*的木板静止在光滑水平桌面上”*.*

方法一:公式法

根据功能关系,摩擦内能、相对位移与摩擦力的乘积和动能变化量是等式关系*.*

设物块离开木板时的速度为*v*1,此时木板的速度为*v*2,由题意可知*v*1>*v*2,设物块的对地位移为*xm*,木板的对地位移为*xM*,根据功能关系可得*fl*=*m*-,整理可得*m*=*m*-*fl*-*M*<*m*-*fl*,故D正确,C错误;因摩擦产生的摩擦热*Q*=*fl*=*f*(*xm*-*xM*),根据运动学公式*xm*=·*t*,*xM*=·*t*,因为*v*0>*v*1>*v*2,可得*xm*>2*xM*,则*xm*-*xM*=*l*>*xM*,所以*W*=*fxM*<*fl*,故B正确,A错误*.*

方法二:*v*-*t*图像法

画出物块与木板运动示意图甲和*v*-*t*图像乙*.*

甲　乙

对物块,由动能定理有-*fx*1=*m*-*m*,对木板,由动能定理有*fx*2=*M*,根据*v*-*t*图像面积表示位移可知,*x*2=*S*△*COF*,*x*1=*SABFO*,*l*=*x*1-*x*2=*SABCO*>*x*2=*S*△*COF*,因此*fl*>*fx*2=*M*,故A错误,B正确;对系统,由功能关系有*fl*=*m*-,解得物块动能*m*=*m*-*fl*-*M*<*m*-*fl*,故C错误,D正确*.*

答案BD

例4 [湖南永州2023三模](多选)如图甲所示,物体以一定初速度从倾角*α*=37*°*的斜面底端沿斜面向上运动,上升的最大高度为4*.*0 m*.*选择地面为参考平面,上升过程中,物体的机械能*E*随高度*h*的变化如图乙所示*.*重力加速度*g*=10 m/s2,sin 37*°*=0*.*6,cos 37*°*=0*.*8,则(　　)

甲　　乙

A*.*物体的质量*m*=1*.*25 kg

B*.*物体与斜面间的动摩擦因数*μ*=0*.*5

C*.*物体上升过程的加速度大小*a*=9*.*6 m/s2

D*.*物体回到斜面底端时的动能*E*k=30 J

解析▶本题的题眼是“物体的机械能*E*随高度*h*的变化如图乙所示”*.*

根据题意可知,运动到最高点时速度为0,结合图乙可知,此时的重力势能为50 J,又有*E*p=*mgh*,解得*m*=1*.*25 kg,故A正确;根据题意可知,物块上滑过程中,除重力以外只有摩擦力做功,由功能关系可知-*μmg*cos *α*·=*E*-*E*0,解得*μ*=0*.*45,故B错误;根据题意,由牛顿第二定律有*mg*sin *α*+*μmg*cos *α*=*ma*,解得*a*=9*.*6 m/s2,故C正确;根据题意可知,物块下滑过程中摩擦力做功与上滑过程中摩擦力做功相等均为*Wf*=Δ*E*=-30 J,整个过程由动能定理有2*Wf*=*E*k-*E*0,其中*E*0=80 J,解得*E*k=20 J,故D错误*.*

答案AC

例5 [湘豫名校2023三模](多选)如图所示,一倾角为*α*=30*°*的光滑斜面固定在水平面上,斜面的底端固定一垂直斜面的挡板,上端固定一定滑轮*O.*劲度系数为*k*=的轻弹簧下端固定在挡板上,上端与质量为2*m*的物块*Q*连接*.*一跨过定滑轮*O*的轻绳一端与物块*Q*连接,另一端与套在水平固定的光滑直杆上质量为*m*的物块*P*连接*.*初始时物块*P*在水平外力*F*作用下静止在直杆的*A*点,且恰好与直杆没有相互作用,轻绳与水平直杆的夹角也为*α.*去掉水平外力*F*,物块*P*由静止运动到*B*点时轻绳与直杆间的夹角*β*=53*°.*已知滑轮到水平直杆的垂直距离为*d*,重力加速度大小为*g*,弹簧轴线、物块*Q*与定滑轮之间的轻绳与斜面平行,不计滑轮大小及摩擦,sin 53*°*=0*.*8,cos 53*°*=0*.*6*.*则下列说法正确的是(　　)



A*.*物块*P*在*A*点时弹簧的伸长量为

B*.*物块*P*从*A*点运动到*B*点时,物块*Q*的势能减少量等于*P*、*Q*两物块增加的总动能

C*.*物块*P*从*A*点运动到*B*点的过程中,轻绳拉力对物块*P*做的功为*mgd*

D*.*物块*P*运动到*B*点时,物块*Q*的速度大小为

解析▶本题的题眼是“初始时物块*P*恰好与直杆没有相互作用”*.*

对物块*P*在*A*点时进行受力分析,其恰好与直杆没有相互作用,所以轻绳拉力竖直向上的分力与其重力大小相等,有*T*sin *α*=*mg*,所以轻绳拉力*T*=2*mg*,对物块*Q*进行受力分析,沿斜面方向上有*T*=2*mg*sin *α*+*F*弹,解得此时弹簧弹力为*F*弹=*mg*,由胡克定律可得弹簧此时的伸长量为*x*==,故A错误;

弹簧的伸长量与压缩量相等时,弹簧的弹性势能相等*.*

物块*P*到*B*点时,由几何关系可得物块*Q*沿斜面向下滑动*OA*-*OB*=2*d*-=,所以弹簧此时压缩量为,所以此时弹簧的弹性势能与物块*P*在*A*点时的相同,物块*P*从*A*点运动到*B*点的过程中,弹簧弹力做功为零,所以由能量守恒定律得,物块*Q*重力势能减少量等于*P*、*Q*两物块增加的总动能之和,故B正确;物块*P*到*B*点时,*P*、*Q*速度满足*vQ*=*vP*cos *β*=*vP*,物块*P*从*A*点运动到*B*点的过程中,由功能关系有2*mg*·sin *α*=*m*+·2*m*,联立解得*vP*=,*vQ*=,故D正确;对物块*P*从*A*运动到*B*的过程中,由动能定理可得轻绳拉力做功*W*=*m*=,故C错误*.*

答案BD