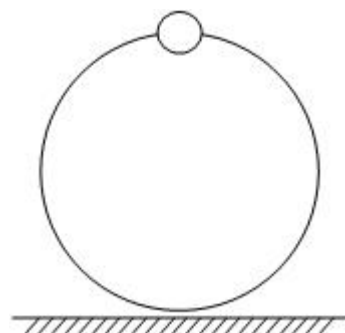




【机械能守恒定律】高考必考题

一、选择题

- 1 如图，一光滑大圆环固定在桌面上，环面位于竖直平面内，在大圆环上套着一个小环。小环由大环的最高点从静止开始下滑，在小环下滑的过程中，大圆环对它的作用力（ ）



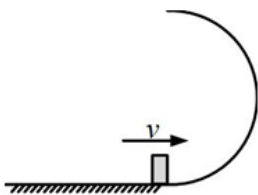
- A. 一直不做功
B. 一直做正功
C. 始终指向大圆环圆心
D. 始终背离大圆环圆心

答案 A

解析 大圆环对小环的作用力方向先是沿着径向向外，而后沿着径向指向圆心，和速度方向垂直，永不做功。
故选A。

考点 一机械能
└ 功

- 2 如图，半圆形光滑轨道固定在水平地面上，半圆的直径与地面垂直。一小物块以速度 v 从轨道下端滑入轨道，并从轨道上端水平飞出，小物块落地点到轨道下端的距离与轨道半径有关，此距离最大时对应的轨道半径为（重力加速度大小为 g ）（ ）



A. $\frac{v^2}{16g}$

B. $\frac{v^2}{8g}$

C. $\frac{v^2}{4g}$

D. $\frac{v^2}{2g}$

答案 B**解析**

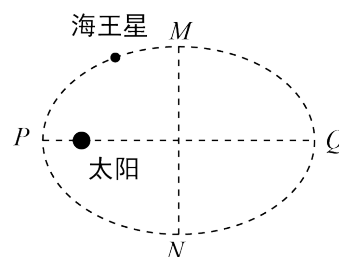
由 $-mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ 、 $2R = \frac{1}{2}gt^2$ 、 $x = v_2t$ ，可得 $x = \sqrt{\frac{4v_1^2 R}{g} - 16R^2}$ ；由抛物线极值关系可得， $R = \frac{v^2}{8g}$ 。

故选B。

考点 一机械能

—机械能和机械能守恒定律
—机械能守恒定律

- 3 如图，海王星绕太阳沿椭圆轨道运动， P 为近日点， Q 为远日点， M 、 N 为轨道短轴的两个端点，运行的周期为 T_0 。若只考虑海王星和太阳之间的相互作用，则海王星在从 P 经 M 、 Q 到 N 的运动过程中（ ）



- A. 从 P 到 M 所用的时间等于 $T_0/4$ B. 从 Q 到 N 阶段，机械能逐渐变大
C. 从 P 到 Q 阶段，速度逐渐变小 D. 从 M 到 N 阶段，万有引力先做负功后做正功

答案 CD**解析**

天体椭圆运行中，从远日点向近日点运行时，天体做加速运动，万有引力做正功，引力势能转化为动能；反之，做减速运动，引力做负功，动能转化为引力势能；而整个过程机械能守恒。从这个规律出发，CD正确，B错误。同时由于速度的不同，运动 $\frac{1}{4}$ 个椭圆



的时间一定不同．并且，近日点的 $\frac{1}{4}$ 个椭圆的时间要比 $\frac{1}{4}T$ 小，所以A错误．

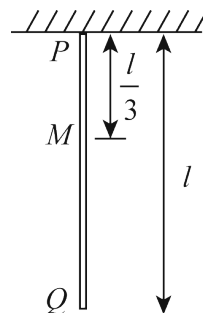
故选C、D．

考点 一机械能

—机械能和机械能守恒定律

—机械能守恒定律

- 4 如图，一质量为 m 、长度为 l 的均匀柔软细绳 PQ 竖直悬挂．用外力将绳的下端 Q 缓慢地竖直向上拉起至 M 点， M 点与绳的上端 P 相距 $\frac{l}{3}$ ．重力加速度大小为 g ．在此过程中，外力做功为（ ）



A. $\frac{1}{9}mgl$

B. $\frac{1}{6}mgl$

C. $\frac{1}{3}mgl$

D. $\frac{1}{2}mgl$

答案 A

解析 设此时绳的最低点为D点，MD段绳的重心为MD的中点， $MD = \frac{1}{3}l$ ，那么MQ重心上升的距离为 $h = \frac{1}{2} \times \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \right) l = \frac{1}{6}l$ ，绳MQ的质量为 $m_1 = \frac{2}{3}m$ ，外力做的功即为绳子增加的重力势能， $W = m_1gh = \frac{1}{9}mgl$ ，故A正确．

故选A．

考点 一机械能

—势能

—重力势能

- 5 一根轻质弹性绳的两端分别固定在水平天花板上相距80cm的两点上，弹性绳的原长也为80cm．将一钩码挂在弹性绳的中点，平衡时弹性绳的总长度为100cm；再将弹性绳的两端缓慢移至天花板上的同一点，则弹性绳的总长度变为（弹性绳的伸长始终处于弹性限度内）（ ）

A. 86cm

B. 92cm

C. 98cm

D. 104cm



答案 B

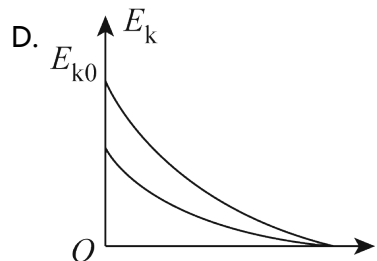
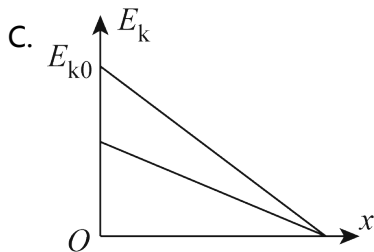
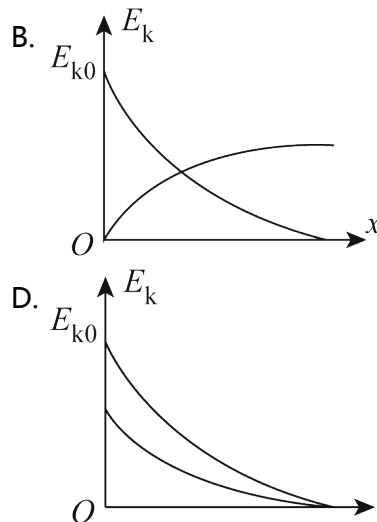
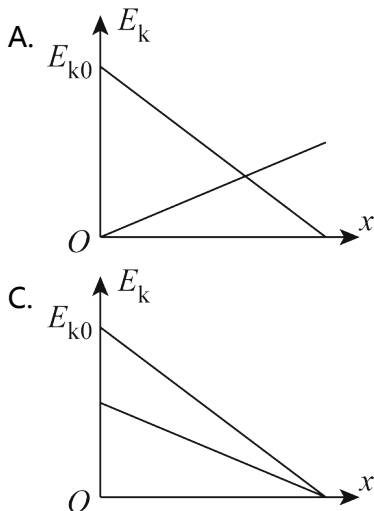
解析 根据胡克定律, $T = k\Delta x_1$, 将弹性绳的两端移动到同一点, 则 $2k\Delta x_2 = mg$, $\Delta x_1 = 10\text{cm}$, 则 $\Delta x_2 = 6\text{cm}$, 总长度为 $80\text{cm} + 2 \times 6\text{cm} = 92\text{cm}$, 故B项正确.
故选B.

考点 一相互作用

— 共点力平衡

— 三个力的动态平衡

6 一小物块沿斜面向上滑动, 然后滑回到原处. 物块初动能为 E_{k0} , 与斜面间的动摩擦因数不变, 则该过程中, 物块的动能 E_k 与位移 x 关系的图线是 ()



答案 C

解析 设斜面的倾角为 θ , 物块的质量为 m , 去沿斜面向上为位移正方向, 根据动能定理可得:
上滑过程中: $-mgx \sin \theta - \mu mgx \cos \theta = E_k - E_{k0}$, 所以 $E_k = E_{k0} - (mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta)x$
; 下滑过程中: $mgx' \sin \theta - \mu mgx' \cos \theta = E_k - 0$, 所以 $E_k = (mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta)x'$; 根据能量守恒定律可得, 最后的总动能减小, 所以C正确的, ABD错误.
故选C.

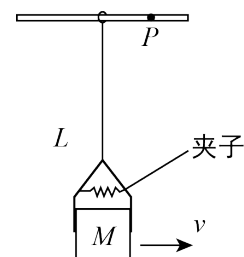
考点 一机械能

— 动能和动能定理



动能定理

- 7 如图所示，一小物块被夹子夹紧，夹子通过轻绳悬挂在小环上，小环套在水平光滑细杆上，物块质量为 M ，到小环的距离为 L ，其两侧面与夹子间的最大静摩擦力均为 F 。小环和物块以速度 v 向右匀速运动，小环碰到杆上的钉子 P 后立刻停止，物块向上摆动。整个过程中，物块在夹子中没有滑动。小环和夹子的质量均不计，重力加速度为 g 。下列说法正确的是（ ）



- A. 物块向右匀速运动时，绳中的张力等于 $2F$ B. 小环碰到钉子 P 时，绳中的张力大于 $2F$
C. 物块上升的最大高度为 $\frac{2v^2}{g}$ D. 速度 v 不能超过 $\sqrt{\frac{(2F - Mg)L}{M}}$

答案 D

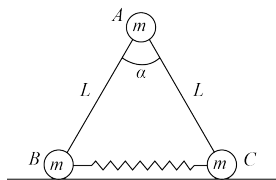
- 解析 A. 物块向右匀速运动时，对夹子和物块组成的整体进行分析，其在重力和绳拉力的作用下平衡，即绳中的张力等于 Mg ，故A错误；
B. 绳子的拉力总是等于夹子对物块摩擦力的大小，因夹子对物块的最大摩擦力为 $2F$ ，故任何时间 $T \leq 2F$ ，故B错误；
C. 当物块到达最高点速度为零时，动能全部转化为重力势能，物块能达到最大的上升高度，整个过程中，物块在夹子中没有滑动，即摩擦力不做功，系统机械能守恒： $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ ，则物块上升的最大高度 $h = \frac{v^2}{2g}$ ，故C错误；
D. 小环碰到钉子后，绳与夹子物块整体形成一个单摆，此时夹子对物块的拉力最大，并且物块的拉力与物块重力的合力提供物块的向心力： $T - Mg = m\frac{v^2}{L}$ ；由上可知， $T \leq 2F$ ，联立得 $m\frac{v^2}{L} + Mg \leq 2F$ ，整理得： $v \leq \sqrt{\frac{(2F - Mg)L}{M}}$ ，故D正确。
故选D。

考点 一机械能

动能和动能定理
动能定理



- 8 如图所示，三个小球A、B、C的质量均为 m ，A与B、C间通过铰链用轻杆连接，杆长为 L ，B、C置于水平地面上，用一轻质弹簧连接，弹簧处于原长。现A由静止释放下降到最低点，两轻杆间夹角 α 由 60° 变为 120° ，A、B、C在同一竖直平面内运动，弹簧在弹性限度内，忽略一切摩擦，重力加速度为 g 。则此下降过程中（ ）



- A. A的动能达到最大前，B受到地面的支持力小于 $\frac{3}{2}mg$
 B. A的动能最大时，B受到地面的支持力等于 $\frac{3}{2}mg$
 C. 弹簧的弹性势能最大时，A的加速度方向竖直向下
 D. 弹簧的弹性势能最大值为 $\frac{\sqrt{3}}{2}mgL$

答案 AB

解析 AB. A的动能最大时，设B和C受到地面的支持力大小均为 F ，此时整体在竖直方向受力平衡，可得 $2F = 3mg$ ，所以 $F = \frac{3}{2}mg$ ；在A的动能达到最大前一直是加速下降，处于失重情况，所以B受到地面的支持力小于 $\frac{3}{2}mg$ ，故A、B正确；
 C. 当A达到最低点时动能为零，此时弹簧的弹性势能最大，A的加速度方向向上，故C错误；
 D. A下落的高度为： $h = L \sin 60^\circ - L \sin 30^\circ$ ，根据功能关系可知，小球A的机械能全部转化为弹簧的弹性势能，即弹簧的弹性势能最大值为 $E_P = mgh = \frac{\sqrt{3}-1}{2}mgL$ ，故D错误。
 故选AB。

考点 一 动量
 动量守恒定律

二、计算题

9



一质量为 $8.00 \times 10^4 \text{ kg}$ 的太空飞船从其飞行轨道返回地面。飞船在离地面高度 $1.60 \times 10^5 \text{ m}$ 处以 $7.50 \times 10^3 \text{ m/s}$ 的速度进入大气层，逐渐减慢至速度为 100 m/s 时下落到地面。取地面为重力势能零点，在飞船下落过程中，重力加速度可视为常量，大小取为 9.8 m/s^2 。（结果保留2位有效数字）

- (1) 分别求出该飞船着地前瞬间的机械能和它进入大气层时的机械能；
- (2) 求飞船从离地面高度 600 m 处至着地前瞬间的过程中克服阻力所做的功，已知飞船在该处的速度大小是其进入大气层时速度大小的 2.0% 。

答案 (1) $4.0 \times 10^8 \text{ J}$; $2.4 \times 10^{12} \text{ J}$
(2) $9.7 \times 10^8 \text{ J}$

解析 (1) $E_{\text{地}} = \frac{1}{2}mv_{\text{地}}^2$, $E_{\text{地}} = 4.0 \times 10^8 \text{ J}$,
 $E_{\text{大}} = \frac{1}{2}mv_{\text{大}}^2 + mgh_{\text{大}}$, $E_{\text{大}} = 2.4 \times 10^{12} \text{ J}$.
(2) $v = 2\%v_{\text{大}}$, $h = 600 \text{ m}$,
由动能定理得： $mgh - W_f = \frac{1}{2}mv_{\text{地}}^2 - \frac{1}{2}mv^2$, $W_f = 9.7 \times 10^8 \text{ J}$.

考点 一机械能
 ├ 机械能和机械能守恒定律
 └ 机械能基础