弹簧模型中的力与能

目录

【模型一】静力学中的弹簧模型
【模型二】动力学中的弹簧模型
【模型三】与动量、能量有关的弹簧模型

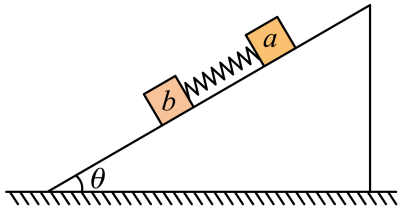
模型讲解

【模型一】 静力学中的弹簧模型

静力学中的弹簧模型一般指与弹簧相连的物体在弹簧弹力和其他力的共同作用下处于平衡状态的问题，涉及的知识主要有胡克定律、物体的平衡条件等，难度中等偏下。

案例剖析

例 1 (2024·全国·高三专题练习) 如图所示，倾角为 θ 的斜面固定在水平地面上，两个质量均为 m 的物块 a、b 用劲度系数为 k 的轻质弹簧连接，两物块均恰好能静止在斜面上。已知物块 a 与斜面间的动摩擦因数是物块 b 与斜面间的动摩擦因数的两倍，可认为最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度大小为 g，弹簧始终在弹性限度内。则弹簧的长度与原长相比（　　）



A. 可能伸长了 $\dfrac{mg\sin\theta}{3k}$　　B. 可能伸长了 $\dfrac{2mg\sin\theta}{3k}$

C. 可能缩短了 $\dfrac{mg\sin\theta}{3k}$　　D. 可能缩短了 $\dfrac{2mg\sin\theta}{3k}$

【答案】A

【详解】AB．设 b 与斜面间的动摩擦因数为 μ 弹簧的形变量为 x，对 a 物体受力分析，由平衡条件得

$$kx+mg\sin\theta=2\mu mg\cos\theta$$

对 b 物体受力分析，由平衡条件得

$$kx+\mu mg\cos\theta=mg\sin\theta$$

解得

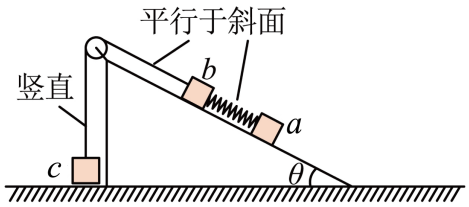
$$x=\frac{mg\sin\theta}{3k}$$

A 正确，B 错误；

CD．因物块 a 与斜面间的动摩擦因数大于物块 b 与斜面间的动摩擦因数，当弹簧处于压缩状态时两物体不能均恰好能静止在斜面上，CD 错误；

故选 A。

例 2 (2023 上·黑龙江哈尔滨·高三校联考期末) 如图所示，倾角为 θ 且表面光滑的斜面固定在水平地面上，轻绳跨过光滑定滑轮，一端连接物体 c，另一端连接物体 b，b 与物体 a 用轻弹簧连接，c 与地面接触且 a、b、c 均静止。已知 a、b 的质量均为 m，重力加速度大小为 g。则（　　）



A. c 的质量一定等于 $2m\sin\theta$

B. 剪断竖直绳瞬间，b 的加速度大小为 $g\sin\theta$

C. 剪断竖直绳之后，a、b 将保持相对静止并沿斜面下滑

D. 剪断弹簧瞬间，绳上的张力大小为 $mg\sin\theta$

【答案】D

【详解】A．根据平衡条件对 a、b 整体受力分析可得

$$T=2mg\sin\theta$$

对 c 受力分析可得

$$m_cg=2mg\sin\theta+F_N$$

可知

$$m_c\geqslant 2m\sin\theta$$

故 A 错误；

D．剪断弹簧的瞬间，弹簧弹力消失，因 $m_c>m_b\sin\theta$，故物体 b 仍保持静止，b 的加速度为 0，绳子拉力

$$T=mg\sin\theta$$

故 D 正确；

B．弹簧的弹力为

$$kx=mg\sin\theta$$

剪断竖直绳后瞬间，弹簧弹力不突变，此时对 b 物体

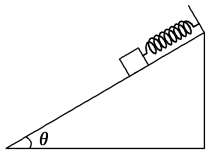
$$kx+mg\sin\theta=ma$$

则加速度为 $2g\sin\theta$，故 B 错误；

C．剪断竖直绳后瞬间，弹簧弹力不变，a 的加速度大小为 0，与 b 物体的加速度不同，两物体不会保持相对静止沿斜面下滑，故 C 错误。

故选 D。

例 3 如图所示，一质量为 m 的木块与劲度系数为 k 的轻质弹簧相连，弹簧的另一端固定在斜面顶端。木块放在斜面上能处于静止状态。已知斜面倾角 $\theta=37°$，木块与斜面间的动摩擦因数 $\mu=0.5$。弹簧在弹性限度内，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g，$\sin\ 37°=0.6$，$\cos\ 37°=0.8$。则（　　）



A. 弹簧可能处于压缩状态

B. 弹簧的最大形变量为 $\dfrac{3mg}{5k}$

C. 木块受到的摩擦力可能为零

D. 木块受到的摩擦力方向一定沿斜面向上

【答案】C

【解析】木块与斜面间的最大静摩擦力 $f_{max}=\mu mg\cos\theta=0.4mg$，木块重力沿斜面方向的分力为 $G_1=mg\sin\theta=0.6mg$，由 $G_1>f_{max}$ 可知，弹簧弹力的方向不可能向下，即弹簧不可能处于压缩状态，故 A 错误；弹簧有最大形变量时满足 $G_1+f_{max}=k\Delta x_m$，解得 $\Delta x_m=\dfrac{mg}{k}$，故 B 错误；当 $G_1=F_{弹}$ 时，木块受到的摩擦力为零，故 C 正确；当 $G_1>F_{弹}$ 时，木块受到的摩擦力沿斜面向上，当 $G_1<F_{弹}$ 时，木块受到的摩擦力沿斜面向下，故 D 错误。

【规律方法】(1) 弹簧的最大形变量对应弹簧弹力的最大值。

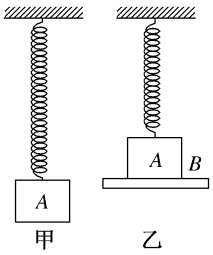
(2) 当木块刚好不上滑时所受静摩擦力达到最大值，此时弹簧弹力最大。

【模型二】动力学中的弹簧模型

动力学中的弹簧模型主要涉及关联物体在弹簧作用下的运动，该运动过程中弹簧的弹力往往是变力，物体的加速度、速度等物理量均与弹簧的形变量有关，试题难度中等。

案例剖析

例 1 如图甲所示，一根质量可以忽略不计的轻弹簧，劲度系数为 k，下面悬挂一个质量为 m 的砝码 A。手拿一块质量为 M 的木板 B，用木板 B 托住 A 向上压缩弹簧到一定程度，如图乙所示。此时如果突然撤去木板 B，则 A 向下运动的加速度为 $a(a>g)$。现用手控制使 B 以加速度 $\dfrac{a}{3}$ 向下做匀加速直线运动。



(1) 求砝码 A 做匀加速直线运动的时间；

(2) 求出砝码 A 做匀加速直线运动过程的起始和终止时刻手对木板 B 的作用力大小的表达式。

【解题指导】

(1) 木板 B 与砝码 A 脱离之前，砝码 A 做加速度为 $\dfrac{a}{3}$ 的匀加速直线运动。

(2) 木板 B 与砝码 A 脱离瞬间，相互作用力为零。

【答案】(1)$2\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　(2)$F_1=M\left(g-\dfrac{a}{3}\right)+\dfrac{2ma}{3}$　$F_2=M\left(g-\dfrac{a}{3}\right)$

【解析】(1) 设最初弹簧被压缩的长度为 x_0，根据牛顿第二定律对 A 有 $kx_0+mg=ma$

解得 $x_0=\dfrac{m(a-g)}{k}$

设 A 和 B 以加速度 $\dfrac{a}{3}$ 向下做匀加速运动过程的终止时刻弹簧的压缩量为 x_1，根据牛顿第二定律对 A 有

$kx_1+mg=\dfrac{ma}{3}$

解得 $x_1=\dfrac{m\left(\frac{a}{3}-g\right)}{k}$

设 A 和 B 一起做匀加速运动的时间为 t_1，在这段时间内，A 运动的位移为 $s=x_0-x_1$

根据 $s=\frac{1}{2}\cdot\frac{a}{3}t_1^2$

解得 $t_1=2\sqrt{\frac{m}{k}}$。

(2) 起始时刻 A 受三个力，

满足 $mg+kx_0-N_1=\frac{ma}{3}$

B 受三个力，满足 $Mg+N_1-F_1=\frac{Ma}{3}$

又 $kx_0+mg=ma$

联立解得 $F_1=M\left(g-\frac{a}{3}\right)+\frac{2ma}{3}$

A 与 B 脱离时 B 受两个力，

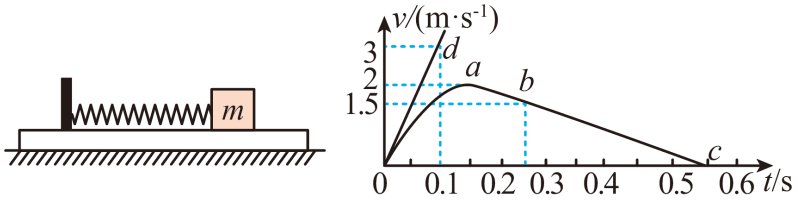
满足 $Mg-F_2=\frac{Ma}{3}$

解得 $F_2=M\left(g-\frac{a}{3}\right)$。

【题后总结】(1) 木板 B 与砝码 A 脱离瞬间弹簧不一定处于自然伸长状态。

(2) 物体间脱离的标志是相互作用力为零，此时两物体的加速度、速度均相同。

例 2 (2024·全国·高三专题练习) 如图甲所示，水平地面上固定一带挡板的长木板，一轻弹簧左端固定在挡板上，右端接触滑块，弹簧被压缩 $0.4m$ 后锁定，$t=0$ 时解除锁定，释放滑块。计算机通过滑块上的速度传感器描绘出滑块的 $v-t$ 图像如图乙所示，其中 Oab 段为曲线，bc 段为直线，倾斜直线 Od 是 $t=0$ 时的速度图线的切线，已知滑块质量 $m=2.0\,\mathrm{kg}$，g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$，则下列说法正确的是（　　）



甲　　乙

A. 滑块被释放后，先做匀加速直线运动，后做匀减速直线运动

B. 弹簧恢复原长时，滑块速度最大

C. 弹簧的劲度系数 $k=175N/m$

D. 该过程中滑块的最大加速度为 $35\mathrm{m/s^2}$

【答案】C

【详解】AB. 根据 $v-t$ 图线的斜率表示加速度可知，滑块被释放后，先做加速度逐渐减小的加速直线运动，弹簧弹力与摩擦力相等时速度最大，此时加速度为零，弹簧处于压缩状态，随后加速度反向增加，从弹簧恢复原长时到滑块停止运动，加速度不变，故 AB 错误；

D. 由题中图像知，滑块脱离弹簧后的加速度大小

$$a_1=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{1.5}{0.55-0.25}\mathrm{m/s^2}=5\mathrm{m/s^2}$$

根据牛顿第二定律，摩擦力大小为

$$F_f=\mu mg=ma_1=2\times5N=10N$$

刚释放时滑块的加速度大小为

$$a_2=\frac{3}{0.1}\mathrm{m/s^2}=30\mathrm{m/s^2}$$

结合上述可知，滑块的最大加速度为 30m/s^2，故 D 错误；

C．刚释放滑块时，由牛顿第二定律得

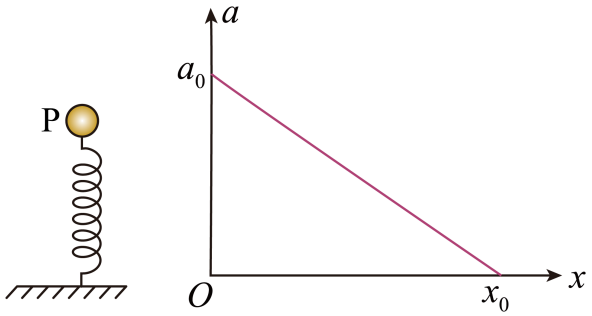
$$kx-F_f=ma_2$$

代入数据解得

$$k=175\ \ N/m$$

故 C 正确。故选 C。

例 3 (2023 上·北京顺义·高三北京市顺义区第一中学校考阶段练习) 在某星球表面将一轻弹簧竖直固定在水平面上，把质量为 m 的小球 P(可视为质点) 从弹簧上端由静止释放，小球沿竖直方向向下运动，小球的加速度 a 与弹簧压缩量 x 间的关系如图所示，其中 a_0 和 x_0 为已知量。下列说法中不正确的是（　　）



A. 小球向下运动至速度为零时所受弹簧弹力大小为 ma_0

B. 弹簧劲度系数为 $\dfrac{ma_0}{x_0}$

C. 小球向下运动过程中的最大动能为 $\dfrac{1}{2}ma_0x_0$

D. 当弹簧压缩量为 x_0 时，弹簧的弹性势能为 $\dfrac{1}{2}ma_0x_0$

【答案】A

【详解】A．设该星球的重力加速度为 g_0，小球刚放到弹簧上时，满足 $x=0$，只受星球吸引力的作用，由图知 $g_0=a_0$，方向竖直向下；当弹簧的压缩量为 x_0 时，小球的加速度为 0，此时弹簧的弹力为

$$F=\text{mg}_0=ma_0$$

之后小球继续向下运动直至速度为 0，弹簧的压缩量继续增大，可知当小球的速度为 0 时，弹簧的弹力 $F>ma_0$，故 A 错误，符合题意；

B．设竖直向下为正方向，故对小球受力分析可知

$$\text{mg}_0-kx=ma$$

故小球运动的加速度大小为

$$a=-\frac{k}{m}x+g_0$$

当 $a=0$ 时，$x=x_0$，可得

$$k=\frac{\text{mg}_0}{x_0}=\frac{ma_0}{x_0}$$

故 B 正确，不符合题意；

C．由图可知，当弹簧的压缩量为 x_0 时，小球的加速度为 0，此时小球的速度最大，动能最大；由动能定理可得

$$E_{\text{km}}=\text{mg}_0x_0-\frac{1}{2}kx_0^2=\frac{1}{2}ma_0x_0$$

故 C 正确，不符合题意；

D．当弹簧的压缩量为 x_0 时，弹簧的弹性势能为

$$E_p=\frac{1}{2}kx_0^2=\frac{1}{2}ma_0x_0$$

故 D 正确，不符合题意。

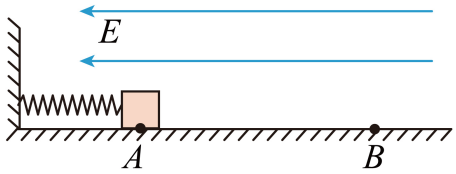
故选 A。

【模型三】与动量、能量有关的弹簧模型

与动量、能量有关的弹簧模型常涉及碰撞问题和弹簧弹力做功问题，因弹力为变力，一般不直接用功的定义式确定其功的大小，因此，常应用动能定理、机械能守恒定律或能量守恒定律来间接求解弹力做功或弹性势能。

案例剖析

例 1 (2023 上·江苏南通·高三统考期末) 如图所示，处于压缩状态的绝缘轻质弹簧一端固定，另一端与带正电荷的物块连接在一起，整个装置处于水平向左的匀强电场 E 中。物块由 A 点静止释放，沿绝缘水平面向右运动到最大位移的 B 点，并经过一段时间后静止。物块与水平面间的动摩擦因数恒定，弹簧未超过弹性限度，则整个过程中（　　）



A. 当物块处于 B 点时，弹簧弹力具有最大值　　B. 当物块向左运动到 AB 中点时加速度为零

C. 物块可能静止在 AB 中点右侧的某个位置　　D. 弹簧的弹性势能的减小量等于产生的摩擦热

【答案】C

【详解】AC．物块由 A 运动到 B，根据动能定理可知

$$W_{弹}-W_f-W_{电}=0$$

$$W_{弹}=E_{pA}-E_{pB}$$

可知

$$E_{pA}>E_{pB}$$

故弹簧的原长位置在 AB 中点右侧，当物块处于 A 点时，弹簧形变量最大弹力有最大值，由物块的受力关系可知，物块可能静止的位置在原长位置的左边或右边，A 错误，C 正确；

B．由上分析可知，弹簧原长位置在 AB 中点右侧，当物块向左运动到 AB 中点时，根据物块在 AB 中点的受力可知，物块所受弹力和摩擦力均向右，则合力可能不为零，故当物块向左运动到 AB 中点时加速度可能不为零，B 错误；

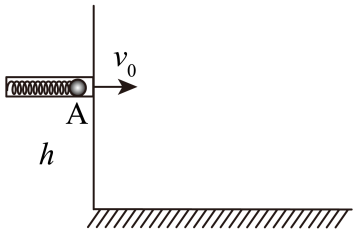
D．全过程由能量守恒可知

$$W'_{弹}-W'_{电}=Q$$

故弹簧的弹性势能的减小量大于产生的摩擦热，D 错误；故选 C。

例 2 (2023 上·湖北·高三统考期末) 如图所示在竖直壁上有一个可以上下移动的小球抛射装置 A，小球质量为 m，改变小球在管中的初始位置，使弹簧的弹性势能与装置高度 h 满足：$E_p=\frac{1}{2}m\frac{K^2}{h}$（$K$ 为已知常量）。静

止的小球在弹簧的作用下水平抛出，不计一切阻力，重力加速度为g。下列说法正确的是（　　）



A. 常数K的单位为$\sqrt{m^3}\cdot s^{-1}$

B. 小球离开抛射装置的速度$v_0=K\sqrt{h}$

C. A的高度不同，小球水平落点也不同

D. 当弹性势能为$E_p=\frac{1}{2}Km\sqrt{2g}$时，小球落到水平面的动能最大

【答案】A

【详解】A．由能量守恒定律得

$$E_p=\frac{1}{2}m\frac{K^2}{h}=\frac{1}{2}mv_0^2$$

化简可得

$$K=v_0\sqrt{h}$$

所以K的单位为

$$\mathrm{m/s}\cdot\sqrt{m}=\sqrt{m^3}\cdot s^{-1}$$

A正确；

B．由能量守恒定律

$$E_p=\frac{1}{2}m\frac{K^2}{h}=\frac{1}{2}mv_0^2$$

可得，小球离开抛射装置的速度为

$$v_0=\frac{K}{\sqrt{h}}$$

B错误；

C．根据平抛运动知识

$$h=\frac{1}{2}gt^2$$

水平位移

$$x=v_0t$$

联立解得

$$x=\frac{K}{\sqrt{h}}\cdot\sqrt{\frac{2h}{g}}=K\cdot\sqrt{\frac{2}{g}}$$

所以小球的水平落点与h无关，C错误；

D．由能量守恒定律知，小球落到水平面上的动能为

$$E_k=E_p+mgh=\frac{1}{2}m\frac{K^2}{h}+mgh$$

由数学知识，当

$$\frac{1}{2}m\frac{K^2}{h}=mgh$$

小球落到水平面的动能最小，即

$$h=\frac{K}{\sqrt{2g}}$$

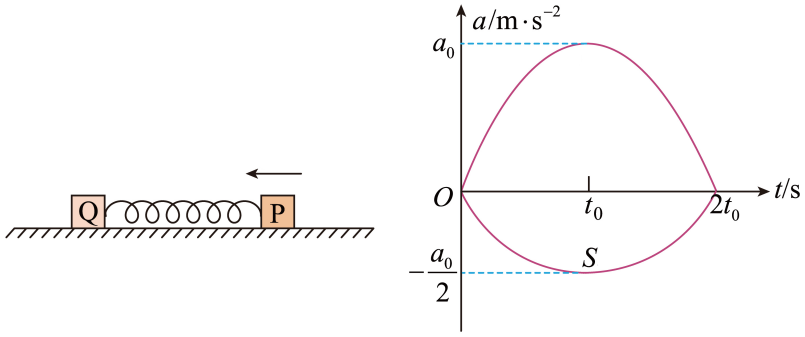
此时弹簧的弹性势能为

$$E_p=\frac{1}{2}m\frac{K^2}{\frac{K}{\sqrt{2g}}}=\frac{1}{2}Km\sqrt{2g}$$

即当弹性势能为 $E_p=\frac{1}{2}Km\sqrt{2g}$ 时，小球落到水平面的动能最小，D 错误。

故选 A。

例 3 (2023 上·广西桂林·高三校考阶段练习) 如图所示，质量为 m 的物块 P 与物块 Q(质量未知) 之间拴接一轻弹簧，静止在光滑的水平地面上，弹簧恰好处于原长。现给 P 物体一瞬时初速度，并把此时记为 0 时刻，规定向右为正方向，$0\sim2t_0$ 内 P、Q 物块运动的 $a-t$ 图像如图所示，已知 t_0 时刻 P、Q 的加速度最大，其中 t 轴下方部分的面积大小为 S，则 (　　)



A. 物体 Q 的质量为 $\frac{1}{2}m$

B. $2t_0$ 时刻 Q 物体的速度大小为 $v_Q=S$

C. t_0 时刻弹簧的弹性势能为 $\frac{3mS^2}{4}$

D. $t_0\sim2t_0$ 时间内弹簧对 P 物体做功不为零

【答案】BC

【详解】A. $0\sim2t_0$ 时间内 Q 所受弹力方向向左，P 所受弹力方向始终向右；t_0 时刻，P、Q 所受弹力最大且大小相等，由牛顿第二定律可得

$$\frac{F_{弹}}{m_P}=\frac{F_{弹}}{m}=a_0$$

$$\frac{F_{弹}}{m_Q}=\frac{a_0}{2}$$

解得物体 Q 的质量为

$$m_Q=2m$$

故 A 错误；

B. 根据 $a-t$ 图像与横轴围成的面积表示速度变化量，可知 $0\sim2t_0$ 时间内，Q 物体的速度变化量大小为

$$\Delta v_Q=S=v_Q-0$$

则 $2t_0$ 时刻 Q 物体的速度大小为 $v_Q=S$，故 B 正确；

C. t_0 时刻两物体具体相同的速度 v，根据对称性可知，t_0 时刻 P、Q 物体的速度大小为

$$v=\frac{S}{2}$$

设物体 P 的初速度为 v_0，根据动量守恒可得

$$mv_0=(m+2m)v$$

解得

$$v_0=3v=\frac{3}{2}S$$

设 t_0 时刻弹簧的弹性势能为 E_p，根据能量守恒可得

$$E_p=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}\times 3mv^2$$

联立解得

$$E_p=\frac{3mS^2}{4}$$

故 C 正确；

D．设 $2t_0$ 时刻 P 物体的速度为 v_P；根据动量守恒可得

$$mv_0=mv_P+2mv_Q$$

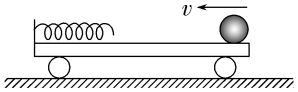
解得

$$v_P=-\frac{S}{2}=-v$$

可知 $2t_0$ 时刻 P 物体的速度大小等于 t_0 时刻 P 物体的速度大小，则 $2t_0$ 时刻 P 物体的动能等于 t_0 时刻 P 物体的动能，故 t_0~$2t_0$ 时间内弹簧对 P 物体做功为零，故 D 错误。

故选 BC。

例 4 (2024·湖北省重点中学 4 月联考) 如图所示，带有挡板的小车质量为 m，上表面光滑，静止于光滑水平面上。轻质弹簧左端固定在小车上，右端处于自由伸长状态。质量也为 m 的小球，以速度 v 从右侧滑上小车，在小球刚接触弹簧至与弹簧分离的过程中，以下判断正确的是（　　）



A. 弹簧的最大弹性势能为 $\frac{1}{2}mv^2$

B. 弹簧的最大弹性势能为 $\frac{1}{4}mv^2$

C. 弹簧对小车做的功为 $\frac{1}{4}mv^2$

D. 弹簧对小球做功为 $\frac{1}{2}mv^2$

【答案】 B

【解析】 当小球和小车的速度相同时弹簧的弹性势能最大，取向左为正方向，由系统动量守恒和机械能守恒分别有 $mv=2mv'$，$\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\cdot 2mv'^2+E_p$，联立得到弹簧最大的弹性势能为 $E_p=\frac{1}{4}mv^2$，A 错误，B 正确；设小球与弹簧分离时，小车和小球的速度分别为 v_1 和 v_2，由系统动量守恒和机械能守恒分别得到 $mv=mv_1+mv_2$，

$\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}mv_2^2$，解得 $v_1=v$，$v_2=0$，对小车，由动能定理得弹簧对小车做的功 $W_1=\frac{1}{2}mv_1^2-0=\frac{1}{2}mv^2$，$C$ 错误；对小球，由动能定理得弹簧对小球做的功为 $W_2=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv^2=0-\frac{1}{2}mv^2=-\frac{1}{2}mv^2$，$D$ 错误。

【规律与方法】在处理与轻弹簧相关的动量守恒问题中，物体与弹簧相互作用时，弹簧弹力一般是变力，若将弹簧及其两端的物体作为系统，弹簧弹力是内力，系统动量守恒时不讨论弹簧弹力的变化，处理此类问题时要注意以下三点：

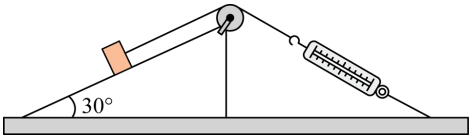
(1) 与弹簧两端相连的两个物体速度相等时，弹簧的长度最长或最短，此时弹簧中储存的弹性势能最大。

(2) 对于碰撞问题，由于碰撞时间极短，碰撞过程中物体的位移忽略不计，弹簧的长度来不及变化，弹性势能不变。

(3) 由于弹簧一般会发生弹性形变，涉及弹性势能的变化问题时，还要运用能量守恒定律解题。

综合应用

题目 1 **(2024·安徽安庆·统考一模)** 如图所示，与水平面夹角为 30° 的固定斜面上有一质量 $m=1.0\text{kg}$ 的物体。细绳的一端摩擦不计的定滑轮与固定的弹簧秤相连。物体静止在斜面上，弹簧秤的示数为 $4.9N$，关于物体受力的判断 (取 $g=9.8\text{m/s}^2$)，下列说法正确的是（　　）



A. 斜面对物体的摩擦力大小为零

B. 斜面对物体的摩擦力大小为 $4.9N$，方向沿斜面向上

C. 斜面对物体的支持力大小为 $4.9N$，方向沿斜面向上

D. 斜面对物体的支持力大小为 $4.9N$，方向垂直斜面向上

【答案】A

【详解】AB. 物体重力沿斜面方向下的分力

$$G_x=mg\sin30^\circ=4.9N$$

与弹簧的弹力相等，根据共点力平衡，知物体不受摩擦力作用，故 A 正确、B 错误；

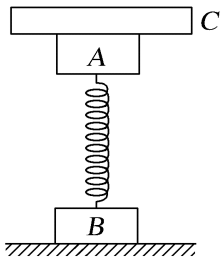
CD. 物体处于静止状态，受力平衡，在垂直于斜面方向有

$$N=mg\cos30^\circ=4.9\sqrt{3}N$$

方向垂直于斜面向上，故 CD 错误。

故选 A。

题目 2 **(2023·陕西·一模)** 如图所示，质量均为 m 的木块 A 和 B 用一轻弹簧相连，竖直放在光滑的水平面上，木块 A 上放有质量为 $2m$ 的木块 C，三者均处于静止状态。现将木块 C 迅速移开，若重力加速度为 g，则在木块 C 移开的瞬间（　　）



A. 木块 B 对水平面的压力大小迅速变为 2mg　　B. 弹簧的弹力大小为 mg

C. 木块 A 的加速度大小为 $2g$　　D. 弹簧的弹性势能立即减小

【答案】C

【详解】BD. 移开木块 C 前，由平衡条件可知，弹簧弹力大小为

$$F=2\text{mg}+\text{mg}=3\text{mg}$$

地面对 B 的支持力大小为

$$N=2\mathrm{mg}+\mathrm{mg}+\mathrm{mg}=4\mathrm{mg}$$

因移开木块C瞬时，弹簧压缩量不变，则弹簧弹力、弹性势能均不变，故BD错误；

A．木块C移开瞬间，木块B所受重力、弹簧的弹力不变，故地面对B的支持力也不变，由牛顿第三定律知，木块B对水平面的压力大小为$4\mathrm{mg}$，故A错误；

C．撤去木块C瞬间，对木块A，由牛顿第二定律有

$$3mg-mg=ma$$

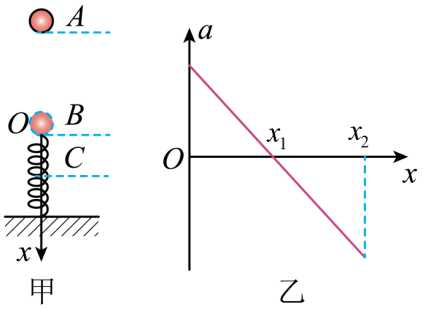
解得

$$a=2g，方向竖直向上$$

故C正确。

故选C。

题目 3 **(2023下·江苏徐州·高三统考阶段练习)** 如图甲所示，轻弹簧竖直固定在水平面上，质量为m的小球从A点自由下落，至B点时开始压缩弹簧，小球下落的最低位置为C点。以B点为坐标原点O，沿竖直向下建立x轴，小球从B到C过程中的加速度－位移图像如图乙所示，重力加速度为g。在小球从B运动到C的过程中，下列说法正确的是（　　）



A. 小球在B点时的动能最大

B. 小球在C点时加速度大于g

C. 图像中$x_1=x_2-x_1$

D. 小球的动能与弹簧的弹性势能之和先减小后增大

【答案】B

【详解】A．小球在B点时，合力为重力，合力和速度同向，会继续加速，B点时的速度不是最大。A错误；

B．小球若从B点由静止释放，到达最低点时，由对称性，最低点加速度向上，大小为g

$$F_N-mg=\mathrm{mg}$$

$$F_N=2\mathrm{mg}$$

小球从A点自由下落，小球在C点时，弹力比上述情况要大，加速度向上，大于g。B正确；

C．设在D点，弹力和小球重力平衡，D点速度为v_D，由微元法可知图像与x轴所包围的上部分面积

$$S_1=\frac{1}{2}(v_D^2-v_B^2)$$

图像与x轴所包围的下部分面积

$$S_2=\frac{1}{2}(v_D^2-v_C^2)$$

因为

$$v_B>v_C=0$$

得

$$S_1<S_2$$

因此

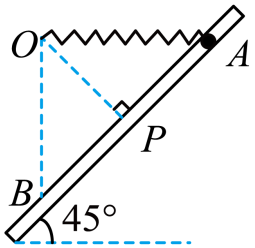
$$x_1<x_2-x_1$$

C错误；

D．小球和弹簧、地球组成的系统机械能守恒，小球从B运动到C的过程中，小球的重力势能一直在减小，小球的动能与弹簧的弹性势能之和一直在增大。D错误。

故选B。

题目 4 **(2023·全国·高三专题练习)** 如图所示，光滑细杆AB倾斜固定，与水平方向夹角为45°，一轻质弹簧的一端固定在O点，另一端连接质量为m的小球，小球套在细杆上，O与细杆上A点等高，O与细杆AB在同一竖直平面内，OB竖直，OP垂直于AB，且$OP=L$，当小球位于细杆上A、P两点时，弹簧弹力大小相等。现将小球从细杆上的A点由静止释放，在小球沿细杆由A点运动到B点的过程中(已知重力加速度为g，弹簧一直处于弹性限度内且不弯曲)，下列说法中正确的是（　　）



A. 弹簧的弹性势能先减小后增大

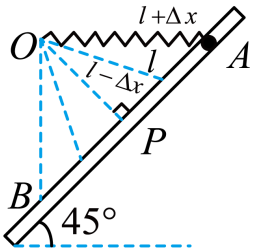
B. 小球运动过程中弹簧弹力的瞬时功率为零的位置有两个

C. 小球运动到B点时的动能为$2mgL$

D. 弹簧弹力做正功过程中小球沿杆运动的距离等于小球克服弹簧弹力做功过程中小球沿杆运动的距离

【答案】D

【详解】A．由题意可知，当小球位于细杆上A、P两点时，弹簧弹力大小相等，则有小球位于细杆上A点时弹簧处于拉伸状态，小球在P点时弹簧处于压缩状态，在小球沿细杆由A点运动到B点时，弹簧的形变量先减小后增大，再减小后增大，则弹簧的弹性势能先减小后增大，再减小后增大，如图所示，A错误；



B．在AP间和PB间各有一个位置弹簧处于原长的状态，小球的加速度大小为

$$a=g\sin 45^\circ=\frac{\sqrt{2}}{2}g$$

方向沿杆向下；在P点弹簧的弹力垂直杆，小球受合力为$mg\sin 45^\circ$，方向沿杆向下，即小球的加速度大小为$\frac{\sqrt{2}}{2}g$，方向沿杆向下，因此小球运动过程中弹簧弹力的瞬时功率是零的位置有三个，B错误；

C．小球沿杆从A到B的运动中，弹簧的弹力对小球做功是零，由动能定理可得，小球运动到B点时的动能为

$$E_k=\mathrm{mg}\cdot 2L\sin 45^\circ=\sqrt{2}mgL$$

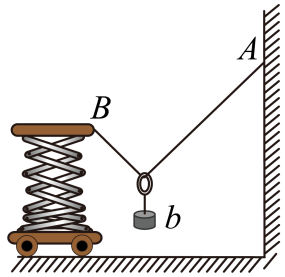
C错误；

D．由题意可知，小球沿杆从A到P的运动中，弹簧的弹力对小球做功是零，小球从A点由静止释放到弹簧恢复原长，弹簧弹力对小球做正功，小球从弹簧恢复原长到运动到P点，弹簧弹力对小球做负功，即小球克服弹簧弹力做功，弹力对小球做正功和做负功大小相等，大小等于弹簧的弹性势能，大小又等于mg·

$\frac{L}{2}\sin45°$，因此从 A 到 P 运动过程中弹簧弹力做正功过程中小球沿杆运动的距离等于小球克服弹簧弹力做功过程中小球沿杆运动的距离，同理从 P 到 B 运动过程中弹簧弹力做正功过程中小球沿杆运动的距离也等于小球克服弹簧弹力做功过程中小球沿杆运动的距离，选项 D 正确。

故选 D。

题目 5 **(2023 上·西藏林芝·高三统考期末)** 如图所示，某建筑工地用一可以移动的升降机来吊装重物，轻绳穿过下方吊着重物的光滑圆环，A、B 两点分别固定在建筑和升降机上。下列说法正确的是（　　）



A. 升降机缓慢上升时，绳中的张力不变　　B. 升降机缓慢下降时，绳中的张力变小

C. 升降机缓慢向右移动时，绳中的张力变小　　D. 升降机缓慢向左移动时，绳中的张力不变

【答案】AC

【详解】AB．光滑圆环受力情况如图所示，设绳长为 l，升降机和建筑间距离为 d，根据几何知识可知

$$\sin\theta=\frac{d}{l}$$

根据平衡条件有

$$2F\cos\theta=\mathrm{mg}$$

解得

$$F=\frac{\mathrm{mg}}{2\sqrt{1-\frac{d^2}{l^2}}}$$

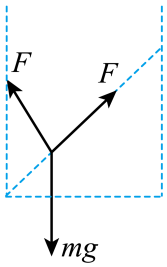
升降机缓慢上升或下降时，d 和 l 不变，绳中的张力不变，故 A 正确，B 错误；

CD．由

$$F=\frac{\mathrm{mg}}{2\sqrt{1-\frac{d^2}{l^2}}}$$

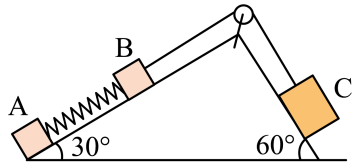
可知，升降机缓慢向右移动时，d 变小，绳中的张力变小；升降机缓慢向左移动时，d 变大，绳中的张力变大，故 C 正确，D 错误。

故选 AC。



题目 6 **(2023 上·河南许昌·高三校考阶段练习)** 一横截面为直角三角形的木块如图所示放置，质量均为 m 的 A、B 两物体用轻质弹簧相连放在倾角为 $30°$ 的斜面上，物体 C 放在倾角为 $60°$ 的斜面上，B 与 C 之间用轻质细线连接，A、C 质量的比值为 $\frac{\sqrt{3}}{4}$，整个装置处于静止状态，已知物体 A、B 与斜面间的动摩擦因数相

同($\mu<1$)且最大静摩擦力等于滑动摩擦力，弹簧弹力大小为mg，C与斜面间无摩擦，则（　　）



A. 物体A、B均受到摩擦力作用且等大反向

B. 物体A受摩擦力作用且大小为$\frac{1}{2}$mg，物体B不受摩擦力作用

C. 弹簧处于拉伸状态，A、B两物体所受摩擦力大小均为$\frac{1}{2}$mg，方向均沿斜面向下

D. 剪断弹簧瞬间，物体A仍处于静止状态

【答案】CD

【详解】ABC．根据题意可知，物体C的质量为$\frac{4\sqrt{3}}{3}m$，其重力沿斜面的分力为2mg，取A、B及中间的弹簧为系统，则有

$$2\mathrm{mg}=2mg\sin30^\circ+f$$

所以

$$f=\mathrm{mg}$$

又动摩擦因数$\mu<1$，所以A、B一定受摩擦力作用，且方向均沿斜面向下，由于物体A受到的摩擦力方向沿斜面向下，所以弹簧处于拉伸状态，物体A、B的受力分析分别如下图1、2所示

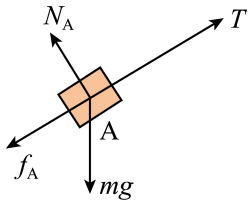


图1

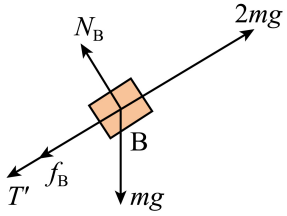


图2

根据受力平衡有

$$T=mg\sin30^\circ+f_A$$
$$T'+f_B+mg\sin30^\circ=2\mathrm{mg}$$

将$T=T'=\mathrm{mg}$代入得

$$f_A=f_B=\frac{1}{2}\mathrm{mg}$$

故AB错误，C正确；

D．由上述分析可知，对于A，斜面对它的最大静摩擦力

$$f_m>\frac{\mathrm{mg}}{2}$$

剪断弹簧瞬间，A受摩擦力向上，由于

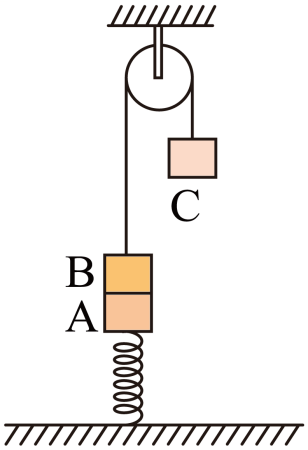
$$mg\sin30^\circ=\frac{\mathrm{mg}}{2}<f_m$$

物体A仍处于静止状态，故D正确。

故选CD。

题目 7 (2024·全国·高三专题练习) 如图所示，物块A、B、C的质量均为m，其中物块A、B上下叠放，A放在轻弹簧上，B、C通过一绕过光滑轻质定滑轮的轻绳相连，用手托住C使绳子处于恰好伸直无拉力的状态。某一时刻突然释放C，一段时间后A、B分离，此时C还未触地，重力加速度为g，下列说法正确的是

(　　)



A. 释放C后瞬间，A、B间的弹力大小为mg　　B. A、B分离之前物块B做匀加速运动

C. A、B分离时，物块A的速度恰好达到最大值　　D. A、B分离时，连接B、C的绳子拉力大小为mg

【答案】CD

【详解】释放C前，弹簧上的弹力为

$$T=2\mathrm{mg}$$

释放C后瞬间，弹簧弹力瞬时不变，对A、B、C整体，根据牛顿第二定律，有

$$\mathrm{mg}=3ma$$

解得

$$a=\frac{1}{3}g$$

对A，有

$$T-mg-F_N=ma$$

解得

$$F_N=\frac{2}{3}\mathrm{mg}$$

A错误；

B．　A、B分离前，A、B、C加速度相同，对整体，有

$$\mathrm{mg}+T-2\mathrm{mg}=3ma$$

C向下运动，弹力T减小，所以加速度减小，B错误；

C．　A、B分离时，对B、C整体，有

$$mg-mg=2ma$$

解得

$$a=0$$

此时，A加速度也恰好为0，弹簧弹力为

$$T'=\mathrm{mg}$$

之后A继续向上运动，弹簧弹力小于重力，A减速，所以在A、B分离时，物块A的加速度为0，速度恰好达到最大值，C正确；

D．　A、B分离时，对B、C整体，有

$$mg-mg=2ma$$

解得

$$a=0$$

对C，绳上拉力为

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/687116024146006036