动量守恒定律

参考答案

【答案】

1.A　　2.A　　3.A　　4.D　　5.B

6.D　　7.C

8.B,C

9.A,D

10.A,D

11.A,B

12.A,C,D

【解析】

1.以两船及人组成的系统为研究对象，系统在水平方向上所受合外力为零，

系统动量守恒，以人的初速度方向为正方向，由动量守恒定律可得:

$-Mv+（M+m）v=0+（M+m）v_{甲}$

计算得：$v_{甲}=\dfrac{mv}{M+m}$.

故选A.

2.解：设小物块抛出后人和车的速度为v′．取水平向右为正方向，根据动量守恒定律得

$(M+m)v_0=-mv+Mv'$

解得 $v'=\dfrac{(M+m)v_0+mv}{M}$，故A正确，BCD错误。

故选：A。

3.解：设稳定后沙车的速度为v，对于铁球和沙车组成的系统，在水平方向不受外力，系统水平方向的动量守恒，取沙车的初速度方向为正方向，根据水平方向动量守恒得：

$Mv_0=(m+M)v$

解得：$v=\dfrac{Mv_0}{M+m}$，故A正确，BCD错误。

故选：A。

4.解：A、蜗牛从滑块的一端移动到另一端的过程中，蜗牛和滑块组成的系统合外力为零，系统的动量守恒，系统原来静止状态，总动量为零，根据动量守恒定律可知，蜗牛运动后，系统的总动量仍为零，所以蜗牛运动时，滑块会向相反的方向运动，而不会静止不动，故A错误；

BCD、蜗牛从滑块的一端移动到另一端时，滑块与蜗牛运动的距离之和为L；设滑块运动的位移大小为x_1，蜗牛运动的位移大小为x_2；取滑块的运动方向为正，根据动量守恒定律得：$M\dfrac{x_1}{t}-m\dfrac{x_2}{t}=0$，可得，$\dfrac{x_2}{x_1}=\dfrac{M}{m}$，即蜗牛运动的位移大小是滑块的$\dfrac{M}{m}$倍；又由$x_1+x_2=L$，得：$x_1=\dfrac{mL}{M+m}$，故BC错误，D正确。

故选：D。

5.解：A、子弹射入木块后，木板静止不动，木块在木板上做匀减速直线运动，

对木块，由动能定理得：$-\mu(M+m)gL=0-\frac{1}{2}(M+m)v_{木块}^2$，

解得：$v_{木块}=\sqrt{2\mu gL}$，

子弹射入木块过程系统内力远大于外力，系统动量守恒，以向右为正方向，

由动量守恒定律得：$mv_0=(M+m)v_{木块}$，

解得：$v_0=6\sqrt{2\mu gL}$，故A错误；

B、对木块，由牛顿第二定律得：$a_{木块}=\frac{\mu(M+m)g}{M+m}=\mu g$，故B正确；

C、对木板，由牛顿第二定律得：$a_{木板}=\frac{\mu(M+m)g+\mu(M+M+m+m)g}{M+m}=3\mu g$，故C错误；

D、子弹射入木板过程，内力远大于外力，子弹与木板组成的系统动量守恒，以向右为正方向，

由动量守恒定律得：$mv_0=(M+m)v_{木板}$，

解得：$v_{木板}=\sqrt{2\mu gL}$，

子弹射入木板后木板向右做减速运动，木块向右做加速运动，当两者速度相等后一起做减速运动直到静止，

设经过时间t两者速度相等，则：$a_{木块}t=v_{木板}-a_{木板}t$，

解得：$t=\frac{\sqrt{2\mu gL}}{4\mu g}$，

该过程木板的位移：$x_{木板}=v_{木板}t-\frac{1}{2}a_{木板}t^2=\frac{5}{16}L$，

木块的位移：$x_{木块}=\frac{1}{2}a_{木块}t^2=\frac{1}{16}L$，

最终木块静止在距离长木板左端的距离：$d=L-(x_{木板}-x_{木块})=\frac{3}{4}L$，故D错误。

故选：B。

6.解：A、当滑块B相对于斜面加速下滑时，斜面A水平向左加速运动，所以滑块B相对于地面的加速度方向不再沿斜面方向，即沿垂直于斜面方向的合外力不再为零，所以斜面对滑块的支持力F_N不等于$mg\cos\alpha$，故A错误；

B、滑块B下滑过程中支持力对B的冲量大小为F_Nt，故B错误；

C、B下降的高度为$L\tan\alpha$，其重力势能的减小量等于$mgL\tan\alpha$，减小的重力势能转化为A，B的动能之和，则滑块B的动能要小于$mgL\tan\alpha$，故C错误；

D、系统水平方向不受外力，水平方向动量守恒，设A、B两者水平位移大小分别为x_1、x_2，取水平向左为正方向，由动量守恒定律得：$M\frac{x_1}{t}-m\frac{x_2}{t}=0$

即有：$Mx_1=mx_2$，又 $x_1+x_2=L$，解得：$x_1=\frac{mL}{M+m}$，故D正确。

故选：D。

7.解：设滑块的质量为m，则盒的质量为2m。对整个过程，

由动量守恒定律可得$mv=3mv_{共}$

解得$v_{共}=\frac{v}{3}$

故选项AB均错误；

由能量守恒定律可知$\mu mgx=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}\cdot 3m\cdot\left(\frac{v}{3}\right)^2$

解得$x=\frac{v^2}{3\mu g}$

故选项C正确，选项D错误。

故选：C。

8.AB选项：因为M与m系统在竖直方向合外力不为0，所以M与m系统动量不守恒，A选项错误，B选项正确；

CD选项：因为M与m系统在水平方向合外力为0，所以M与m系统动量不守恒，但水平方向动量守恒，设大球M的水平位移大小为x，小球m滑到最低点所用的时间为t，发生的水平位移大小为$R-r-x$，取水平向左方向为正方向．由人船模型可知：$m\frac{R-r-x}{t}=M\frac{x}{t}$，解得： M的对地位移大小为$x=\frac{R-r}{6}$；m的对地位移大小为$\frac{5(R-r)}{6}$，C选项正确，D选项错误．

故选BC．

9.解：AB、设甲、乙两物体的质量为m，甲与乙、甲与桌面间动摩擦因数为μ，对乙施加水平向右的瞬时冲量I，由动量动量得：$I=mv_0$

由于甲对乙的摩擦力为：$f_1=\mu mg$

根据牛顿第三定律得乙对甲得摩擦力水平向右，大小为：$f_2=f_1=\mu mg$

而地面对甲得最大静摩擦力为：$f_{max}=2\mu mg$

由于：$f_2<f_{max}$，所以乙在甲上运动的过程中，甲是静止不动的，乙恰好未从甲上滑落，说明乙向右做匀减速直线运动速度恰好减到零，由运动学公式得：$L=\frac{v_0^2}{2\mu g}=\frac{I^2}{2\mu m^2 g}$

规定向右为正方向，对乙由动量定理得：$-\mu mg\cdot t=0-mv_0$

代入数据解得乙减速的时间为： $t=\frac{I}{\mu mg}$

此时对甲施加水平向右的瞬时冲量I，由动量动量得：$I=mv_{甲}$

此时对乙受力分析，由牛顿第二定律得： $\mu mg=ma_1$，对甲受力分析，由牛顿第二定律得： $\mu mg+\mu\cdot 2mg=ma_2$

设经过时间t_1甲、乙达到共速，有：$v_{甲}-a_2t_1=a_1t_1$

解得乙加速的时间为： $t_1=\frac{I}{4\mu mg}$

达到共速后时速度为： $v_1=a_1t_1=\frac{I}{4m}$

共速以后二者一起向右做匀减速直线运动，对甲、乙系统由牛顿第二定律得： $\mu\cdot 2mg=2ma$

解得一起匀减速的加速度大小为：$a=\mu g$

由运动学公式得一起减速时间为： $t_2=\frac{0-v_1}{-a}=\frac{I}{4\mu mg}$

所以乙加速时间与减速时间相同，故A正确；甲先以加速度a_2匀减速直线运动，达到共速后再和乙一起以a做匀减速直线运动，甲这两个过程中的加速度不一样，所以甲做匀减速运动直到停止说法是不正确的，故B错误；

CD、在时间t_1甲运动的位移为： $x_2=v_{甲}t_1-\frac{1}{2}a_2t_1^2=\frac{5I^2}{32\mu m^2 g}$

乙运动的位移为： $x_1=\frac{1}{2}a_1t_1^2=\frac{I^2}{32\mu m^2 g}$

乙相对甲向左的位移大小为：$\triangle x=x_2-x_1=\frac{I^2}{8\mu m^2 g}=\frac{L}{4}$，故C错误，D正确。

故选：AD。

10.解：A、滑块a和小球b相互作用的过程，系统水平方向合外力为零，系统水平方向动量守恒，小球b到达Q点时，根据动量守恒定律得滑块a和小球b的速度均为零，有：$2m=m\frac{s_b}{t}$，即$2ms_a=ms_b$，$s_a+s_b=R+R\sin53°$，解得$s_a=0.6R$，故A正确；

B、根据功能关系得小球b从释放到滑到Q点的过程中克服摩擦力做的功为$W=mgR\cos53°=0.6mgR$，故B错误；

C、当b第一次到达半圆轨道最低点P时，根据动量守恒定律有$2mv_a=mv_b$，解得$v_a=$，

由牛顿运动定律得$N-mg=m\frac{(v_a+v_b)^2}{R}$，解得N=mg，根据牛顿第三定律可得对轨道的压力N'=N=mg，故C错误；

D、小球从P点到Q点，根据功能关系可得克服摩擦力做的功为$W=+\frac{1}{2}mv_a^2-mgR(1-\cos53°)=0.2mgR$，

由功能关系结合圆周运动的知识得，小球b第一次返回到P点的过程中克服摩擦力做的功W′<0.2mgR，

故小球b第一次返回到P点时系统的总动能$E_k>mgR(1-\cos53°)-W'=0.2mgR$，

根据动量守恒定律可得$mv'_b=2mv'_a$，解得$v'_b>2$，故D正确。

故选：AD。

11.解：A、当A球与弹簧接触以后，在弹力作用下减速运动，而B球在弹力作用下加速运动，弹簧逐渐被压缩，当A、B速度相同时，弹簧的第一次最短。

设A、B的共同速度为v，选取向右为正方向，A、B系统动量守恒：$mv_0=(m+2m)v$ ①

可得：$v=\frac{v_0}{3}$ ②

故A正确；

B、设B球与挡板碰撞前瞬间的速度为v_B，此时A的速度为v_A，由系统动量守恒可得：$mv_0=mv_A+2mv_B$ ③

由械能守恒可得：$\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}mv_A^2+\frac{1}{2}\cdot2mv_B^2$ ④

联立③④可得：$v_A=-\frac{v_0}{3}$，，故B正确；

C、B碰墙反向运动后，速度大小大于A的速度，故定能与A再次发生碰撞，当A、B速度相同（设为$v_{共}$）时，弹簧势能第二次最大，设为E_m，

则：$mv_A-2mv_B=3mv_{共}$ ⑤

又：$\frac{1}{2}mv_A^2+\frac{1}{2}\cdot2mv_B^2=\frac{1}{2}\times3mv_{共}^2+E_m$ ⑥

联立解得：，故C错误；

D、设第一次弹簧的最大势能为E，由机械能守恒：$\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}(m+2m)v^2+E$ ⑦

联立①⑦两式得：$E=mv_0^2$ ⑧

由于所有的过程都没有机械能的损失，所以在两次弹簧压缩到最短时，动能与弹簧弹性势能的和相等，由于两次弹簧压缩到最短时弹簧的弹性势能不相等，所以物块A和B的动能的和也不相等，故D错误。

故选：AB。

12.解：A、小滑块做平抛运动，进入圆弧轨道时速度与圆弧相切，有：$\tan53°=\frac{v_y}{v_0}$，竖直方向做自由落体运动，有$v_y=\sqrt{2gH}=4\ m/s$，联立两式解得$v_0=3\ m/s$，故A正确：

B、小滑块进入圆弧轨道后，两者相互作用，在相对轨道滑动过程中，系统水平方向上动量守恒，设滑块滑到圆弧轨道末端时向右的速度大小为v_1，此时长木板向左的速度大小为v_1'，

根据动量守恒定律可得：$mv_0=mv_1-Mv_1'$，

根据能量守恒定律可得：$\frac{1}{2}m(v_0^2+v_y^2)+mgR(1-\cos53°)=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}Mv_1'^2$，

联立解得$v_1=5\ m/s$（$v_{12}=-\frac{19}{5}m/s$舍去），$v_1'=0.5\ m/s$，故B错误；

C、小滑块在长木板上表面的运动过程中，小滑块与长木板都做减速运动，设经过时间t小滑块运动到C点；

小滑块加速度$a_1=\mu g=2\ m/s^2$，长木板的加速度$a_2=\frac{\mu mg}{M}=0.5\ m/s^2$，

小滑块的位移$x_1=v_1t-\frac{1}{2}a_1t^2$，长木板的位移$x_2=v't-\frac{1}{2}a_2t^2$，

两者的位移关系$x_1+x_2=L$，联立解得$t=0.2\ s$（$t_{12}=4.2s$舍掉），

小滑块离开长木板时长木板的速度$v_{板}=v_2'=v_1'-a_2t=0.4\ m/s$，故C正确；

D、小滑块离开长木板时的速度$v_2=v_1-a_1t=4.6\ m/s$，

小滑块离开长木板后做平抛运动，飞行时间$t'=\sqrt{\frac{2h}{g}}=0.3s$，

平抛运动的水平位移$x'=v_2t'=1.38\ m$，

长木板在小滑块做平抛运动的时间内向左运动的距离$x''=v_1't_1'=0.12\ m$，

小滑块落到水平西上瞬间与长木板右侧的水平距离$s=x'+x''=1.5m$，故D正确。

故选：ACD。