

一、选择题

1.D

提示 由于忽略喷气过程重力和空气阻力的影响,在喷气过程中的极短时间内,系统动量守恒,则

$$(M-m)v=mv_0$$

解得 $v=\frac{m}{M-m}v_0$,故本题选 D。

2.C

提示 对于鸡蛋撞击地面前的下落过程,根据动能定理 $mgh=\frac{1}{2}mv^2$;对于鸡蛋撞击地面的过程,设向下为正方向,由动量定理可得 $mgt-F_Nt=0-mv$ 。若每层楼高 3m,则 $h=72\text{m}$,由以上两式可得 $F_N\approx 10^3\text{N}$,选项 C 正确。

3.C

提示 在碰撞过程中,A、B 两小球组成的系统动量守恒。碰撞后两球一起沿 A 原来的速度方向运动,说明系统的总动量沿 A 原来的速度方向,由动量守恒定律可知,碰撞前 A 的动量一定大于 B 的动量。由 $p=mv$ 知:由于不知道两球的速度关系,所以无法判断两球的质量关系,也不能判断动能关系,故 A、B、D 错误,C 正确。

4.A

提示 碰撞瞬间动量守恒,规定向右为正方向,则有 $m_Av_0=\pm m_A\frac{v_0}{3}+m_B\frac{v_0}{2}$,解得 $\frac{m_A}{m_B}=\frac{3}{8}$ 或 $\frac{m_A}{m_B}=\frac{3}{4}$,所以 A 正确。

5.AC

提示 甲、乙两物块在弹簧压缩过程中,甲、乙两物块及弹簧组成的系统所受的合外力为零,动量守恒,故 A 正确;当两物块相距最近时速度相同,取碰撞前乙的速度方向为正方向,设共同速率为 v ,根据动量守恒定律有 $mv_乙-mv_甲=2mv$,解得 $v=0.5\text{m/s}$,故 B 错误;若物块甲的速率为 1m/s ,方向与原来相同,则由 $mv_乙-mv_甲=-mv_甲'+mv_乙'$,解得 $v_乙'=2\text{m/s}$;若物块甲的速率为 1m/s ,方向与原来相反,则由 $mv_乙-mv_甲=mv_甲'+$

$+mv_乙'$,解得 $v_乙'=0$,故 C 正确;若物块甲的速率达到 5m/s ,方向与原来相同,则 $mv_乙-mv_甲=-mv_甲'+mv_乙'$,解得 $v_乙'=6\text{m/s}$,两个物块的速率都增大,动能都增大,违反了能量守恒定律;若物块甲的速率达到 5m/s ,方向与原来相反,则 $mv_乙-mv_甲=mv_甲'+mv_乙'$,解得 $v_乙'=4\text{m/s}$,碰撞后,乙的动能不变,甲的动能增加,系统总动能增加,违反了能量守恒定律,所以物块甲的速率不可能达到 5m/s ,故 D 错误。

6.C

提示 把物块 P 从斜面上 0.8m 高处由静止释放,运动至粗糙水平面上的 C 点处速度恰好减为零,根据动能定理可得 $mgh-\mu mgL_{BC}=0$

代入数据解得 $\mu=0.8$

P 滑到底端的速度为

$$v_0=\sqrt{2gh}=4\text{m/s}$$

碰后 P 的速度为 v_1 ,则有

$$\frac{1}{2}mv_1^2=\mu mgL_1$$

$$v_1=\sqrt{2\mu gL_1}=\sqrt{2\times 0.8\times 10\times 0.64}\text{ m/s}=$$

3.2m/s

碰后 Q 的速度为 v_2 ,则有

$$\frac{1}{2}Mv_2^2=\mu MgL_2$$

$$v_2=\sqrt{2\mu gL_2}=\sqrt{2\times 0.8\times 10\times 0.81}\text{ m/s}=$$

3.6m/s

碰撞过程中根据动量守恒定律可得 $mv_0=mv_1+Mv_2$

联立解得 $M=0.2\text{kg}$,故 C 正确,A、B、D 错误。

二、计算题

$$7.(1)v_1=\frac{1}{3}v_0,v_2=\frac{4}{3}v_0\quad (2)0$$

提示 (1)由碰撞过程中动量守恒得

$$2mv_0=2mv_1+mv_2$$

由题意可知 $OP=v_1t$

$$OQ+PQ=v_2t$$

$$\text{解得 } v_1=\frac{1}{3}v_0,v_2=\frac{4}{3}v_0;$$

(2)两球在 O 点碰撞前后系统的机械能之差

$$\Delta E=\frac{1}{2}\times 2mv_0^2-(\frac{1}{2}\times 2mv_1^2+\frac{1}{2}\times mv_2^2)$$

解得 $\Delta E=0$ 。

$$8.(1)2\text{m/s}\quad (2)3\text{kg}$$

提示 (1)小球 A 在圆弧轨道上运动的过程中,小球 A 和圆弧轨道组成的系统水平方向上的动量守恒。

选取向右为正方向,根据动量守恒定律可知 $m_Av_1=Mv$

根据能量守恒定律可知

$$m_Agh=\frac{1}{2}m_Av_1^2+\frac{1}{2}Mv^2$$

联立解得 $v_1=2\text{m/s},v=1\text{m/s}$;

小球 A 滑到水平轨道上时速度的大小为 2m/s ;

(2)小球 A、B 碰撞过程中,动量守恒,则

$$m_Av_1=-m_Av_1'+m_Bv_2$$

根据题意可知 $v_1'=v=1\text{m/s}$

A、B 系统能量守恒

$$\frac{1}{2}m_Av_1^2=\frac{1}{2}m_Av_1'^2+\frac{1}{2}m_Bv_2^2$$

解得 $m_B=3\text{kg}$ 。

$$9.(1)2\text{kg}$$

$$(2)12\text{J}$$

$$(3)24\text{N}\cdot\text{s},\text{方向向右}$$

提示 (1)由图象可见,物体 C 以速度 $v_0=6\text{m/s}$ 与 A 相碰,立即有相同的速度 $v=2\text{m/s}$,A 与 C 相互作用时间很短,水平方向动量守恒,有

$$mv_0=(m_C+m_A)v$$

解得物块 C 的质量

$$m_C=\frac{m_Av}{v_0-v}=\frac{1}{2}m_A=2\text{kg};$$

(2)物块 C 和 A 一起运动压缩弹簧,它们的动能完全转化成弹性势能时,弹性势能最大,此时

$$E_p=\frac{1}{2}(m_A+m_C)v^2=12\text{J};$$

(3)5~15s 的时间内,B 处于静止,墙壁对 B 的作用力 F 等于轻弹簧的弹力,轻弹簧的弹力使物体 A 和 C 的速度由 2m/s 减到 0,再反弹到 2m/s 。则弹力的冲量的大小等于力 F 的冲量,为

$$I=(m_A+m_C)v-[-(m_A+m_C)v]=24\text{N}\cdot\text{s},$$

方向向右。

物理·人教(选修 3-5)答案页第 1 期

第 1 期

2 版随堂练习

§16.1 实验:探究碰撞中的不变量

1.ABD 2.D 3.BC

§16.2 动量和动量定理

一、选择题

1.ACD 2.D 3.D 4.D

二、填空题

5.12 0

三、计算题

6.(1)1.5m/s² (2)0.15 (3)130 N

3 版同步检测

A 卷

一、选择题

1.AD

提示 动量是矢量,动能是标量,所以动能变化,则动量的大小一定变化,A 正确;动能不变,速度的大小不变,但方向可能变化,所以动量可能变化,B 错误;当动量的大小不变,只是方向变化时,物体的动能不变,C 错误;动量不变的物体,速度一定不变,则动能一定不变,D 正确。

2.C

提示 木块在下滑的过程中,一直受到的是重力与斜面支持力的作用,二力的合力大小恒定为 $F=mgsin\theta$,方向也始终沿斜面向下不变。由动量定理可得 $\Delta p:\Delta p_2=(F\cdot t_1):(F\cdot t_2)=(mgsin\theta\cdot\frac{1}{2}t):(mgsin\theta\cdot\frac{1}{2}t)=1:1$ 。故选项 C 正确。

3.D

提示 由题知,物体所受的摩擦力 $F_f=F$,且为恒力,由 A 到 B 的过程中,v 越大,所用时间越短, $I_f=Ft$ 越小;因为 $W_f=F\cdot AB$,故 W_f 与 v 无关。选项 D 正确。

4.D

提示 Δt 时间内贮气瓶喷出气体的质量 $\Delta m=\rho Sv\cdot\Delta t$,对于贮气瓶、瓶内气体及喷出的气体所组成的系统,由动量定理得 $F\cdot\Delta t=\Delta m\cdot v=0$,解得 $F=\rho v^2S$,选项 D 正确。

5.BD

提示 以不同的速度抽出纸条时,铁块所受摩擦力相同,抽出纸条的速度越大,铁块与纸条相互作用的时间越短,故 B 正确,C 错误;抽出纸条的速度越大,铁块受到合力的冲量越小,铁块获得的速度越小,铁块平抛的水平位移越小,所以 A 错误,D 正确。

6.D

提示 根据题意,风力 $F=kS,k\cdot\frac{S_0}{2}=mg$,因此人站立时 $F_1=k\cdot\frac{S_0}{8}=\frac{mg}{4}$,平躺时 $F_2=kS_0=2mg$ 。由 A 至 B 过程: $mg-F_1=ma_1,a_1=\frac{3g}{4}$,由 B 至 C 过程: $F_2-mg=m a_2,a_2=g,a_1<a_2$,A 错误;因为表演者在 A、C 位置速度为 0,因此 $v_B=a_1t_{AB}=a_2t_{BC}$,故 $t_{AB}>t_{BC}$,B 错误;从 A 至 B 过程表演

者的动能变化量大小等于从 B 至 C 过程动能变化量大小,从 B 至 C 过程,由动能定理有 $mgh_{BC}-W_{F2}=0-E_{kB},W_{F2}=mgh_{BC}+E_{kB}$,C 错误;从 B 至 C 过程,由动量定理有 $mgt_{BC}-F_2t_{BC}=0-mv_B,F_2t_{BC}=mgt_{BC}+mv_B>mv_B=0$,因此 D 项对。

7.A

提示 规定竖直向上为正方向,对小球受力分析,受到竖直向下的重力和竖直向上的弹力作用,故根据动量定理可得 $I_F-I_G=mv$,所以弹簧对小球的弹力的冲量 $I_F=mv+I_G$,B 错误;地面对弹簧的支持力和弹簧对地面的弹力是一对相互作用力,所以 $N=F$,故 $|I_N|=|I_F|=mv+|I_G|>mv$,A 正确;根据动能定理得 $W_F-W_G=\frac{1}{2}mv^2$,所以 $W_F=W_G+\frac{1}{2}mv^2>\frac{1}{2}mv^2$,由于弹簧没有发生位移,所以地面对弹簧的支持力不做功,故 C、D 错误。

8.AB

提示 由题目可知 $F=2\text{N},F'=-1\text{N}$,由动量定理 $Ft=mv_1-mv_0$,可知 $t=1\text{s}$ 时, $Ft=mv_1$,代入数据可得 $v=\frac{Ft_1}{m}=\frac{2\times 1}{2}\text{m/s}=1\text{m/s}$,故 A 正确; $t=2\text{s}$ 时, $p=Ft_2$,代入数据可得 $p=4\text{kg}\cdot\text{m/s}$,故 B 正确; $t=3\text{s}$ 时, $p=Ft_2+F'(t_3-t_2)$,代入数据可得 $p=3\text{kg}\cdot\text{m/s}$,故 C 错误; $t=4\text{s}$ 时,由 $Ft_2+F'(t_4-\frac{1}{2}t_2)=mv_4$,代入数据可得 $v_4=\frac{Ft_2+F'(t_4-t_2)}{m}=\frac{2\times 2-1\times(4-2)}{2}\text{m/s}=1\text{m/s}$,故 D 错误。

二、填空题

9.①用水平仪测量并调试使得导轨水平

②A 至 C 的距离 L_1 、B 至 D 的距离 L_2

$$\textcircled{3}0\quad (M+m)\frac{L_1}{t_1}-M\frac{L_2}{t_2}$$

提示 ①为了保证滑块 A、B 作用后做匀速直线运动,必须使气垫导轨水平,需要用水平仪加以调试。

②要求出 A、B 两滑块在卡销放开后的速度,需测出 A 至 C 的时间 t_1 和 B 至 D 的时间 t_2 ,并且要测量出两滑块到挡板的运动距离 L_1 和 L_2 ,再由公式 $v=\frac{s}{t}$ 求出其速度。

③设向左为正方向,根据所测数据求得两滑块的速度分别为 $v_A=\frac{L_1}{t_1}$, $v_B=-\frac{L_2}{t_2}$ 。作用前两滑块静止, $v=0$,速度与质量乘积之和为 0;作用后两滑块的速度与质量乘积之和为 $(M+m)\frac{L_1}{t_1}-M\frac{L_2}{t_2}$ 。

三、计算题

10.(1)10kg·m/s,方向竖直向下



(2) $10\sqrt{2}\text{ kg}\cdot\text{m/s}$,方向与水平方向夹角为 45° ,斜向下

提示 由于平抛运动的竖直分运动为自由落体运动,故 $h=\frac{1}{2}gt^2$

$$\text{落地时间 } t=\sqrt{\frac{2h}{g}}=1\text{s}。$$

(1)因为水平方向上是匀速运动, v_0 保持不变,所以小球的速度增量为 $\Delta v=\Delta v_y=gt=10\text{m/s}$

所以 $\Delta p=m\cdot\Delta v=10\text{kg}\cdot\text{m/s}$,方向竖直向下;

(2)由速度合成知,落地速度

$$v=\sqrt{v_0^2+v_y^2}$$

$$=\sqrt{10^2+10^2}\text{ m/s}$$

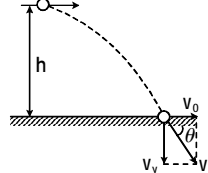
$$=10\sqrt{2}\text{ m/s}$$

所以小球落地时的动量大小为

$$p'=mv=10\sqrt{2}\text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

由下图知 $\tan\theta=\frac{v_y}{v_0}=\frac{10}{10}=1$

则小球落地的动量的方向与水平方向的夹角为 45° ,斜向下。



B 卷

一、选择题

1.D

提示 根据合外力的冲量等于动量变化量和速度图象即可判断。

2.D

提示 物体以大小为 v_1 的竖直速度与地面碰撞后以大小为 v_2 的速度反弹。物体在与地面碰撞过程的初、末状态动量皆已确定。根据动量定理便可以求出碰撞过程中钢球受到的冲量。设垂直地面向上的方向为正方向,对钢球应用动量定理得 $Ft-mgt=mv_2-(-mv_1)=mv_2+mv_1$,由于碰撞时间极短,t 趋于零,则 mgt 趋于零。所以 $Ft=m(v_2+v_1)$,即弹力的冲量方向向上,大小为 $m(v_2+v_1)$ 。

二、计算题

3.5m/s

提示 以在很短时间 Δt 内,落在杯中的水柱 Δm 为研究对象,水柱受向下的重力 Δmg 和向上的作用力 F。设向上的方向为正,由动量定理得 $(F-\Delta mg)\Delta t=0-(-\Delta mv)$ 因 Δm 很小, Δmg 可忽略不计,并且 $\frac{\Delta m}{\Delta t}=0.7\text{kg/s}$

$$F=\frac{\Delta m}{\Delta t}v=0.7v(\text{N})$$

台秤的读数 $G_{读}=(m_{杯}+m_{水})g+F$
 $78.5=(0.5+0.7\times 10)\times 10+0.7v$
 解得 $v=5\text{m/s}$ 。

提示 木块和铁块用细绳栓连后在水里悬浮,木块与铁块组成的系统所受合外力为零,在铁块沉入水底且木块浮出水面之前,根据 $F=\rho gV_{\text{排}}$,系统受到的浮力不变,重力也不变,所以系统合力为零,系统动量守恒;在整个过程中木块受到的浮力大于铁块所受浮力,浮力对木块做的正功多。根据机械能守恒条件可知,系统机械能增加,故 A 正确,B、C、D 错误。

提示 物体和车厢组成的系统所受的合力为零,物体与小车发生 n 次碰撞的过程中系统的动量守恒,只需考虑初、末状态,可忽略中间过程,则 m 的初速度为 $v_1=v_0$, M 的初速度为 $v_2=0$;作用后它们的末速度相同,即 $v_1'=v_2'=v$,由动量守恒定律得 $mv_0=(m+M)v$,解得 $v=\frac{mv_0}{m+M}$,方向与 v_0 相同,水平向右,C 正确。

提示 抛球的过程动量守恒,第一种方式全部抛出,取向右为正方向, $0=nmv-Mv'$,得 $v'=\frac{nmv}{M}$;第二种方式是将小球一个接一个地抛出,每抛出一个小球列动量守恒方程,由数学归纳的思想可得 $v'=\frac{nmv}{M}$,C 正确。

提示 当小球上升到滑块上端时,小球与滑块水平方向速度相同,设为 v_1 ,根据水平方向动量守恒有 $mv_0=(m+M)v_1$ 根据机械能守恒定律有

$$\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}(m+M)v_1^2+mgR$$

根据题意,有 $M=4m$

联立两式解得 $v_0=5\text{m/s}$,故本题选B。

提示 两车碰撞过程中系统动量守恒,两车相撞后向南滑行,则系统动量方向向南,即 $p_{\text{客}}>p_{\text{卡}}$, $1500\times20>3000\times v$,解得 $v<10\text{m/s}$,故 A 正确。

提示 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;滑块 B 下滑过程中支持力对 B 的冲量大小为 $F_N t$,故 B 错误;由于滑块 B 有竖直方向的分加速度,所以系统竖直方向合外力不为零,系统的动量不守恒,故 C 错误;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 $Mx_0=mx_2$,又 $x_1+x_2=L$,解得 $x_1=\frac{m}{M+m}L$,故 D 正确。

提示 (1)子弹射穿木块过程系统动量守恒,以向右为正方向,由动量守恒定律得

$$mv_0=mv_1+Mv_2$$

代入数据解得 $v_2=5\text{m/s}$;

(2)子弹射出木块后做平抛运动,木块做匀速直线运动,竖直方向有 $h=\frac{1}{2}gt^2$

子弹落地时,子弹与木块间的距离 $d=v_1t-v_2t$

代入数据解得 $d=0.5\text{m}$ 。

提示 (1)对于物块从轨道底端上

升到顶端的过程,由机械能守恒可得

$$\frac{1}{2}mv^2=mgR$$

解得 $v=4\text{m/s}$;

(2)对于物块从木板左端滑到右滑的过程,由动能守恒定理可得

$$Fx-\mu mgL=\frac{1}{2}mv^2$$

解得 $x=1\text{m}$;

(3)设物块相对板向左滑动距离 Δx 后,与木板达到相同速度 v' ,取向左为正方向,由动量守恒定律得

$$mv=(M+m)v'$$

解得 $v'=1\text{m/s}$

由动能守恒定律得

$$\mu mg\Delta x=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}(M+m)v'^2$$

解得 $\Delta x=1.5\text{m}<L=1.75\text{m}$ 。

故物块最终不能滑离木板。

提示 设发射子弹的数目为 n ,选择 n 颗子弹和木块 M 组成的系统为研究对象。系统在水平方向所受的合外力为零,满足动量守恒的条件。设木块 M 以 v_1 向右运动,连同 n 颗子弹在射入前向左运动为系统的初状态,子弹射入木块后停下来为末状态。选子弹运动的方向为正方向,由动量守恒定律有 $nmv_2-Mv_1=0$,得 $n=\frac{Mv_1}{mv_2}$,所以选项 C 正确。

提示 (1)滑块 A 从圆弧轨道最高点到底点的过程中机械能守恒

$$mgR=\frac{1}{2}mv^2$$

滑块 A 、 B 相碰动量守恒

$$mv=2mv'$$

得碰撞后瞬间 A 和 B 整体的速率

$$v'=\frac{1}{2}v=1\text{m/s};$$

(2)根据动能定理有

$$\frac{1}{2}(2m)v'^2=\mu(2m)gl$$

得 A 和 B 整体沿水平桌面滑动的距离

$$l=\frac{v'^2}{2\mu g}=0.25\text{m}。$$

提示 两球碰前由机械能守恒得

$$mgL(1-\cos 60^\circ)=\frac{1}{2}mv_1^2, \text{解得 } v_1=\sqrt{gL},$$

两球相碰过程动量守恒 $mv_1=2mv_2$,得

$$v_2=\frac{1}{2}\sqrt{gL}, \text{碰后两球一起摆动,机械}$$

能守恒,则有 $\frac{1}{2}\times 2mv_2^2=2mgh$,解得 $h=\frac{1}{8}L$ 。

提示 水平方向上,系统不受外力,因此在水平方向动量守恒,开始时小球水平方向动量为零,当撞到油泥,是完全非弹性碰撞,碰撞后总动量为零,故碰撞后二者速度为零,即小车静止不动,故 A 正确,B、C、D 错误。

提示 A 与 B 碰撞过程动量守恒,

有 $m_Av_A=(m_A+m_B)v_{AB}$,所以 $v_{AB}=\frac{v_A}{2}=2\text{m/s}$ 。

当弹簧被压缩到最短时, A 、 B 的动能完全转化成弹簧的弹性势能,所以 $E_p=\frac{1}{2}(m_A+m_B)v_{AB}^2=8\text{J}$ 。

提示 从碰撞前后动量守恒 $p_A+p_B=p_A'+p_B'$ 验证, A 、 B 、 C 三选项皆有可能。

从总动能不增加即 $\frac{p_A^2}{2m_A}+\frac{p_B^2}{2m_B}\geq\frac{p_A'^2}{2m_A}+\frac{p_B'^2}{2m_B}$ 来看,只有 A 可能。

提示 以整个导弹为研究对象,取 v_0 的方向为正方向。根据爆炸的瞬间系统在水平方向上动量守恒,有 $Mv_0=(M-m)v'+mv$,则得另一块的速度为 $v'=\frac{Mv_0-mv}{M-m}$,若 $Mv_0>mv$,则 $v'>0$,说明另一块沿 v_0 的方向飞去;若 $Mv_0<mv$,则 $v'<0$,说明另一块沿 v_0 的反方向飞去;若 $Mv_0=mv$,则 $v'=0$,说明另一块做自由落体运动,故选 C。

提示 设人、枪(包括子弹)的总质量为 M ,每颗子弹质量为 m ,子弹射出速度为 v_0 ,射出第 1 颗子弹,有 $0=(M-m)v-mv_0$,设人射出 n 颗子弹后的速度为 v' ,则 $(M-nm)v'=nmv_0$,可得 $v=\frac{nmv_0}{M-nm}$,因 $M-m>M-nm$,所以 $v'>nv$,故选项 D 正确。

提示 设物体的质量为 m , t_0 时刻受盒子碰撞获得速度 v ,根据动量守恒定律 $Mv_0=mv$

$3t_0$ 时刻物体与盒子右壁碰撞使盒子速度又变为 v_0 ,说明碰撞是弹性碰撞

$$\text{则 } \frac{1}{2}Mv_0^2=\frac{1}{2}mv^2, \text{解得 } m=M。$$

提示 (1)木板与竖直墙碰撞后,以原速率反弹,设向左为正方向,由动量守恒定律

$$m_2v_0-m_1v_0'=(m_1+m_2)v$$

$v=0.4\text{m/s}$,方向向左,不会与竖直墙再次碰撞。

由能量守恒定律

$$\frac{1}{2}(m_1+m_2)v_0^2=\frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2+\mu m_1gs_1$$

解得 $s_1=0.96\text{m}$;

(2)木板与竖直墙碰撞后,以原速率反弹,由动量守恒定律

$$m_2v_0-m_1v_0'=(m_1+m_2)v'$$

$v'=-0.2\text{m/s}$,方向向右,将与竖直墙再次碰撞,最后木板停在竖直墙处由能量守恒定律

$$\frac{1}{2}(m_1+m_2)v_0^2=\mu m_1gs_2$$

解得 $s_2=0.512\text{m}$ 。

提示 对于碰撞问题要遵循三个规律:动量守恒定律,碰后系统的机械能不增加和碰撞过程要符合实际情况。本题属于迎面对碰,碰撞前,系统的总动量为 $2\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 。选项 A 中,系统碰后的动量变为 $-2\text{kg}\cdot\text{m/s}$,不满足动量守恒定律,选项 A 错误;选项 B 中,系统碰后的动量变为 $2\text{kg}\cdot\text{m/s}$,满足动量守恒定律,但碰后 a 球动量大小不变, b 球动量增加,根据关系式 $E_k=\frac{p^2}{2m}$ 可知, a 球的动能不变, b 球动能增加,系统的机械能增大了,所以选项 B 错误;选项 D 中,显然满足动量守恒,碰后系统的机械能也没增加,但是碰后 a 球运动方向不变, b 球静止,这显然不符合实际情况,选项 D 错误;经检验,选项 C 满足碰撞所遵循的三个规律,故本题选 C。

提示 此题属“人船模型”问题, m 与 M 组成的系统在水平方向上动量守恒,设 m 在水平方向上对地位移为 x_1 , M 在水平方向对地位移为 x_2 ,因此

$$0=mx_1-Mx_2 \quad \text{①}$$

$$\text{且 } x_1+x_2=\frac{h}{\tan\alpha} \quad \text{②}$$

由①②可得 $x_2=\frac{mh}{(M+m)\tan\alpha}$,故本

题选 C。

提示 “水火箭”喷出水流做反冲运动,设火箭原来总质量为 m ,喷出水流的流量为 Q ,水的密度为 ρ ,水流的喷出速度为 v ,火箭的反冲速度为 v' ,由动量守恒定律得 $(m-\rho Qt)v'=\rho Qtv$ 火箭启动后 2s 末的速度为 $v'=\frac{\rho Qtw}{m-\rho Qt}=\frac{10^3\times 2\times 10^4\times 2\times 10}{1.4-10^3\times 2\times 10^4\times 2}\text{m/s}=4\text{m/s}。$