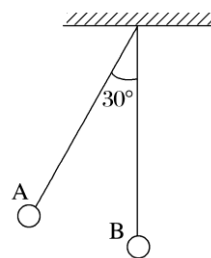


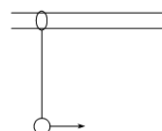


使细线与竖直方向夹角为 30° ，由静止释放 A 球，在最低点 A 球与 B 球发生弹性碰撞。不计空气阻力，则关于碰后两小球的运动，下列说法正确的是()



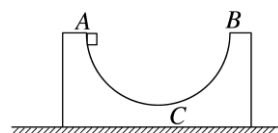
- A. A 球静止，B 球向右，且偏角小于 30°
- B. A 球向左，B 球向右，且偏角等于 30°
- C. A 球向左，B 球向右，A 球偏角大于 B 球偏角，且都小于 30°
- D. A 球向左，B 球向右，A 球偏角等于 B 球偏角，且都小于 30°

7. 如图所示，质量为 m 的滑环套在足够长的光滑水平杆上，质量为 $m_{\text{球}}=3m$ 的小球(可视为质点)用长为 L 的轻质细绳与滑环连接。滑环固定时，给小球一个水平冲量 I ，小球摆起的最大高度为 h_1 ($h_1 < L$)；滑环不固定时，仍给小球以同样的水平冲量 I ，小球摆起的最大高度为 h_2 。则 $h_1:h_2=()$



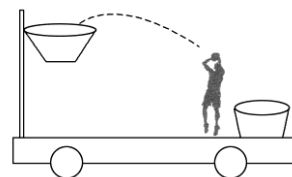
- A. 6:1
- B. 4:1
- C. 2:1
- D. 4:3

8. 如图所示，在光滑的水平面上有一质量为 M 的静止的物体，物体上有一光滑的半圆弧轨道，半径为 R ，最低点为 C ，两端 AB 一样高，现让质量为 m 的小滑块从 A 点由静止下滑，重力加速度为 g ，则在运动过程中()



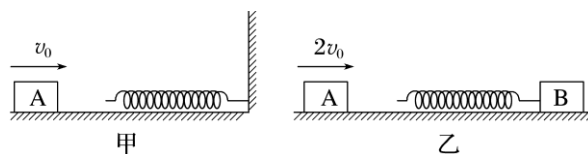
- A. 物体所能获得的最大速度为 $m\sqrt{\frac{2mgR}{M^2+Mm}}$
- B. 小滑块运动到最低点 C 时对轨道的压力大小为 $3mg$
- C. 物体向左运动的最大距离为 $\frac{2mR}{m+M}$
- D. 物体与小滑块组成的系统机械能守恒，动量也守恒

9. 如图所示，静止在光滑水平面上的小车，站在车上的人将右边筐中的球一个一个地投入左边的筐中，不计空气阻力。所有球仍在车上，那么，在投球过程中下列说法正确的是()



- A. 人和小车组成的系统所受的合外力为零，小车静止不动
- B. 人和小车组成的系统所受的合外力为零，小车向右运动
- C. 投完球后，小车将向右做匀速直线运动
- D. 投完球后，小车将静止不动

10. 如图甲所示，光滑水平面上的轻质弹簧一端固定，物体 A 以速度 v_0 向右运动压缩弹簧，测得弹簧的最大压缩量为 x ；现让该弹簧一端连接另一质量为 m 的物体 B(如图乙所示)，静止在光滑水平面上，物体 A 以 $2v_0$ 的速度向右运动压缩弹簧，测得弹簧的最大压缩量仍为 x ，已知整个过程弹簧处于弹性限度内，则()



- A. 物体 A 的质量为 $6m$
- B. 物体 A 的质量为 $3m$
- C. 弹簧压缩量为最大值 x 时的弹性势能为 mv_0^2
- D. 弹簧第一次恢复原长时，物体 B 的动量大小为 $\frac{3}{2}mv_0$

二、实验题。

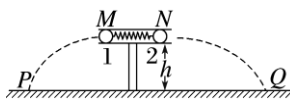
11. 如图所示为一弹簧弹射装置，在内壁光滑、水平固定的金属管中放有轻弹簧，弹簧压缩并锁定，在金

属管两端各放置一个金属小球 1 和 2(两球直径略小于管内径且与弹簧不固连)。现解除弹簧锁定，两个小球同时沿同一直线向相反方向弹射(抛出前已与弹簧分离)。然后按下述步骤进行实验：

①用天平测出两球质量 m_1 、 m_2 ；

②用刻度尺测出两管口离地面的高度 h ；

③记录两球在水平地面上的落点 P 、 Q 。



回答下列问题：

(1)要测定弹射装置在弹射时所具有的弹性势能，还需测量的物理量有_____。(已知重力加速度为 g)

A. 弹簧的压缩量 Δx

B. 两球落点 P 、 Q 到对应管口 M 、 N 的水平距离 x_1 、 x_2

C. 两球从管口弹出到落地的时间 t_1 、 t_2

(2)根据测量结果，可得弹性势能的表达式为 $E_p = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

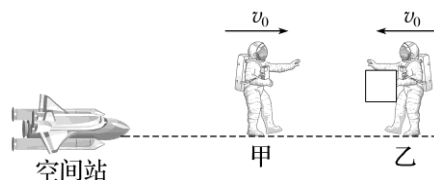
(3)由上述测得的物理量来表示，如果满足关系式_____，就说明弹射过程中两小球组成的系统动量守恒。

三、计算题。

12. 如图所示，甲、乙两名字航员正在离静止的空间站一定距离的地方执行太空维修任务。某时刻甲、乙都以大小为 $v_0 = 2 \text{ m/s}$ 的速度相向运动，甲、乙和空间站在同一直线上且可视为质点。甲和他的装备总质量为 $M_1 = 90 \text{ kg}$ ，乙和他的装备总质量为 $M_2 = 135 \text{ kg}$ ，为了避免直接相撞，乙从自己的装备中取出一质量为 $m = 45 \text{ kg}$ 的物体 A 推向甲，甲迅速接住 A 后不再松开，此后甲、乙两宇航员在空间站外做相对距离不变的同向运动，且安全“飘”向空间站。

(1)乙要以多大的速度 v 将物体 A 推出；

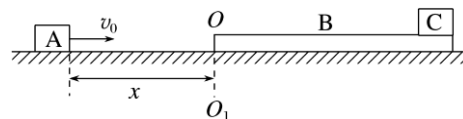
(2)设甲与物体 A 作用时间为 $t = 0.5 \text{ s}$ ，求甲与 A 的相互作用力 F 的大小。



13. 如图所示，虚线 OO_1 左侧的水平地面粗糙，右侧的水平地面光滑，在虚线左侧 20 m 处静止着一质量为 $m = 1 \text{ kg}$ 的物块 A，在虚线右侧静止着质量为 $M = 3 \text{ kg}$ 、长度为 $L = 2.4 \text{ m}$ 的长木板 B，B 的右端静止放置着另一质量为 m_0 的小物块 C，现给 A 一水平向右、大小为 $v_0 = 12 \text{ m/s}$ 的初速度，一段时间后 A 与 B 发生弹性碰撞，已知 A 与 OO_1 左侧地面间的动摩擦因数为 $\mu_1 = 0.2$ ，C 与 B 间的动摩擦因数为 $\mu_2 = 0.25$ ，重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，A、C 均可视为质点。

(1)求 A 与 B 发生碰撞后，B 速度的大小；

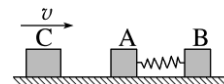
(2)若最终 C 恰好未滑离 B，求 C 的质量。



14. 如图所示，用轻弹簧相连的质量均为 2 kg 的 A、B 两物块静止于光滑的水平地面上，弹簧处于原长，质量为 4 kg 的物块 C 以 $v=6\text{ m/s}$ 的初速度在光滑水平地面上向右运动，与前方的物块 A 发生碰撞(碰撞时间极短)，并且 C 与 A 碰撞后粘在一起运动，A、B、C 位于同一直线上。在以后的运动中：

(1)当弹簧的弹性势能最大时，物块 B 的速度多大？弹簧弹性势能的最大值是多大？

(2)弹簧第一次恢复原长时物块 B 的速度多大？

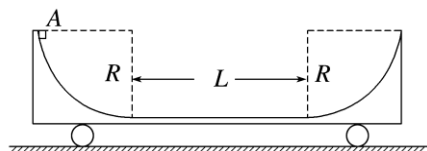


15. 如图，在光滑水平地面上有一辆质量 $M=2\text{ kg}$ 的小车，小车左右两侧均为半径 $R=0.3\text{ m}$ 的四分之一光滑圆弧轨道，两圆弧轨道之间平滑连接长 $L=0.6\text{ m}$ 的粗糙水平轨道。质量 $m=1\text{ kg}$ 的小物块(可视为质点)从小车左侧圆弧轨道顶端 A 处由静止释放，小物块和粗糙水平轨道间的动摩擦因数 $\mu=0.1$ ，重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ 。求：

(1)小物块第一次滑到左侧圆弧轨道末端时，小物块与小车的速度大小之比；

(2)小物块第一次滑到右侧圆弧轨道上的最大高度 h ；

(3)整个运动过程小物块在粗糙水平轨道上经过的路程 s 及全过程小车在地面上发生的位移 x 的大小。



江苏省仪征中学高二物理寒假作业(一)答案解析

1. C [A、B、D 均是通过延长作用时间从而减小冲击力，都可以用动量定理解释；C 选项中将热水瓶胆做成双层，中间的空气抽去是为了保温，不是为了减小冲击力，不能用动量定理解释，故选 C。]
2. C [设大人与车的总质量为 M ，小孩的质量为 m ，由于小孩在离开车座时的水平速度为零，则根据人、车系统水平方向动量守恒可得 $(m + M)v_0 = Mv$ ，代入数据求得 $v = 4 \text{ m/s}$ ，故 C 正确。]
3. B [设宇航员反冲获得的最小速度为 u ，则有 $u = \frac{x}{t} = \frac{7.5}{100} \text{ m/s} = 0.075 \text{ m/s}$ ，设喷出气体的质量为 m ，宇航员连同装备的质量为 M ，喷出气体的过程系统动量守恒，以气体的速度方向为正方向，由动量守恒定律得 $mv - (M - m)u = 0$ ，解得 $m \approx 0.15 \text{ kg}$ ，选项 B 正确。]
4. D [由于子弹射入木块的时间极短，系统的动量守恒，取向右为正方向，根据动量守恒定律得 $mv_0 = (M + m)v$ ，解得 $v = \frac{mv_0}{M + m}$ 。从弹簧被压缩到木块第一次回到原来的位置过程中，系统速度大小不变，方向改变，对木块(含子弹)，根据动量定理得 $I = - (M + m)v - (M + m)v = - 2(M + m) \cdot \frac{mv_0}{M + m} = - 2mv_0$ 。由于弹簧的质量不计，则墙对弹簧的弹力等于弹簧对木块的弹力，所以墙对弹簧的冲量大小等于弹簧对木块的冲量大小，为 $2mv_0$ ，故 D 正确。]
5. D [高压水枪单位时间喷出水的质量 $m_0 = \rho V = \rho \pi \frac{D^2}{4} \cdot v = \frac{1}{4} \rho \pi v D^2$ ，故 A、B 错误；设水柱对车的平均冲力为 F ，由动量定理得 $Ft = mv$ ，即 $Ft = \frac{1}{4} \rho \pi v D^2 \cdot t \cdot v$ ，解得 $F = \frac{1}{4} \rho \pi v^2 D^2$ ，选项 C 错误；高压水枪产生的压强 $p = \frac{F}{S} = \frac{\frac{1}{4} \rho \pi v^2 D^2}{\frac{1}{4} \pi D^2} = \rho v^2$ ，则当高压水枪喷口的出水速度变为原来的 2 倍时，压强变为原来的 4 倍，选项 D 正确。]
6. C [设 A 球到达最低点的速度为 v ，在最低点 A 球与 B 球发生弹性碰撞后，A 球的速度为 v_A ，B 球的速度为 v_B ，取向右为正方向
由动量守恒定律可得 $m_A v = m_A v_A + m_B v_B$
由两球发生弹性碰撞可得 $\frac{1}{2} m_A v^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$
可得 $v_A = - \frac{2}{3} v$ ， $v_B = \frac{1}{3} v$ ，A 球向左，B 球向右，A 球偏角大于 B 球偏角，且都小于 30° ，故选项 C 正确。]
7. B [滑环固定时，设小球获得冲量 I 后对应的初速度为 v_0 ，根据机械能守恒定律，有 $\frac{1}{2} m_{\text{球}} v_0^2 = m_{\text{球}} g h_1$ ，解得 $h_1 = \frac{v_0^2}{2g}$ ；滑环不固定时，小球初速度仍为 v_0 ，在小球摆起最大高度 h_2 时，它们速度都为 v ，在此过程中小球和滑环组成的系统机械能守恒，水平方向动量守恒，则 $m_{\text{球}} v_0 = (m + m_{\text{球}})v$ ， $\frac{1}{2} m_{\text{球}} v_0^2 = \frac{1}{2} (m + m_{\text{球}}) v^2 + m_{\text{球}} g h_2$ ，由以上各式可得 $h_2 = \frac{v_0^2}{8g}$ ，则 $h_1 : h_2 = 4 : 1$ ，故 B 正确。]
8. C [物体和小滑块组成的系统竖直方向所受合外力不为 0，系统动量不守恒，但水平方向所受合外力为零，则水平方向动量守恒；由于只有重力做功，系统机械能守恒，当小滑块到达最低点时，物体的速度最大，则 $mv_1 - Mv_2 = 0$ ， $mgR = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} M v_2^2$ ，解得物体所能获得的最大速度为 $v_2 = m \sqrt{\frac{2gR}{M^2 + Mm}}$ ，故 A、D 错误；当光滑的半圆弧轨道固定在水平地面上时，由机械能守恒定律可知 $\frac{1}{2} m v^2 = mgR$ ，由牛顿第二定律

$F - mg = \frac{mv^2}{R}$, 滑块运动到最低点 C 时轨道对滑块的支持力大小 $F = 3mg$, 根据牛顿第三定律可知滑块运动到最低点 C 时对轨道的压力大小为 $3mg$, 现在光滑的半圆弧轨道在水平面上运动, 滑块运动到最低点 C 时对轨道的压力大小不是 $3mg$, 故 B 错误; 由水平方向动量守恒, 得 $mx_1 = Mx_2$, $x_1 + x_2 = 2R$, 解得物体向左运动的最大距离为 $x_2 = \frac{2mR}{m+M}$, 故 C 正确。]

9. D [在投球过程中, 人和车(含篮球)系统所受的合外力不为零, 但水平方向不受外力, 系统水平方向动量守恒, 篮球有水平向左的动量, 则人和车系统获得水平向右的动量, 所以人和车系统所受的合外力不为零, 小车向右运动, AB 错误; 由题知投完球后所有球仍在车上, 人、车和球速度相同, 根据系统水平方向动量守恒知, 小车的速度为零, C 错误, D 正确。]

10. B [弹簧固定时, 当弹簧压缩量最大时, 弹性势能最大, 物体 A 的动能转化为弹簧的弹性势能, 根据系统的机械能守恒得弹簧被压缩过程中最大的弹性势能等于 A 的初动能, 设 A 的质量为 m_A , 即有 $E_{pm} = \frac{1}{2}m_A v_0^2$, 当弹簧一端连接另一质量为 m 的物体 B 时, A 与弹簧相互作用的过程中 B 将向右运动, A、B 速度相等时, 弹簧的弹性势能最大, 选取 A 的初速度的方向为正方向, 由动量守恒定律得 $m_A \cdot 2v_0 = (m + m_A)v$, 由机械能守恒定律得 $E_{pm} = \frac{1}{2}m_A(2v_0)^2 - \frac{1}{2}(m_A + m)v^2$, 联立得 $m_A = 3m$, $E_{pm} = \frac{3}{2}mv_0^2$, 故 A、C 错误, B 正确; 弹簧第一次恢复原长时, 由动量守恒定律得 $m_A \cdot 2v_0 = m_A v_1 + mv_2$, 由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}m_A(2v_0)^2 = \frac{1}{2}m_A v_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$, 物体 B 的动量大小为 $p_B = mv_2$, 解得 $p_B = 3mv_0$, 选项 D 错误。]

11. (1)B(2 分) (2) $\frac{m_1 g x_1^2}{4h} + \frac{m_2 g x_2^2}{4h}$ (2 分) (3) $m_1 x_1 = m_2 x_2$ (2 分)

解析 (1)根据机械能守恒定律可知, 弹簧的弹性势能等于两球刚被弹出时的动能之和, 而要求解动能还必须还要知道两球弹射的初速度 v_0 , 由平抛运动规律可知 $v_0 = \frac{x}{\sqrt{\frac{2h}{g}}}$, 故还需要测出两球落点 P 、 Q 到对应管口

M 、 N 的水平距离 x_1 、 x_2 ;

(2)小球被弹开时获得的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{mgx^2}{4h}$, 故弹性势能的表达式为 $E_p = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2 = \frac{m_1 g x_1^2}{4h} + \frac{m_2 g x_2^2}{4h}$;

(3)如果满足关系式 $m_1 v_1 = m_2 v_2$, 即 $m_1 x_1 = m_2 x_2$, 那么就说明弹射过程中两小球组成的系统动量守恒。

12. (1)5.2 m/s (2)432 N

解析 (1)规定水平向左为正方向, 甲、乙两宇航员最终的速度大小均为 v_1 , 方向向左。对甲、乙以及物体 A 组成的系统根据动量守恒定律可得 $M_2 v_0 - M_1 v_0 = (M_1 + M_2)v_1$ (2 分)

对乙和 A 组成的系统, 根据动量守恒定律可得

$$M_2 v_0 = (M_2 - m)v_1 + mv(2 \text{ 分})$$

联立解得 $v = 5.2 \text{ m/s}$, $v_1 = 0.4 \text{ m/s}$ 。(1 分)

故乙要以 5.2 m/s 的速度将物体 A 推出。

(2)对甲根据动量定理有 $Ft = M_1 v_1 - M_1(-v_0)$ (2 分)

解得 $F = 432 \text{ N}$ 。(1 分)

13. (1)4 m/s (2)1 kg

解析 (1)选 A 为研究对象, 在 OO_1 左侧运动阶段, 设 A 与 B 碰撞前 A 的速度为 v , $v^2 = v_0^2 - 2a_1 x$ (1 分)

由牛顿第二定律可知 $\mu_1 mg = ma_1$ (1 分)

联立解得 $v = 8 \text{ m/s}$ (1 分)

A 与 B 发生弹性碰撞的瞬间, C 的速度未发生变化, 则碰撞过程中 A 和 B 组成的系统动量守恒、机械能守恒, 有

$$mv = mv_1 + Mv_2 \text{ (1 分)}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 \text{ (1 分)}$$

解得 B 的速度大小为 $v_2 = 4 \text{ m/s}$ 。(1 分)

(2)对 B 与 C, 根据动量守恒定律和能量守恒定律可知

$$Mv_2 = (m_0 + M)v_3 \text{ (1 分)}$$

$$\mu_2 m_0 gL = \frac{1}{2}Mv_2^2 - \frac{1}{2}(m_0 + M)v_3^2 \text{ (2 分)}$$

解得 $m_0 = 1 \text{ kg}$ 。(1 分)

14. (1)3 m/s 12 J (2)6 m/s

解析 (1)当 A、B、C 三者的速度相等时弹簧的弹性势能最大。由于 A、B、C 三者组成的系统动量守恒, 有

$$m_C v = (m_A + m_B + m_C)v_2 \text{ (1 分)}$$

解得 $v_2 = 3 \text{ m/s}$ (1 分)

即弹簧弹性势能最大时 B 的速度为 3 m/s

由于 A、C 两者组成的系统碰撞前后瞬间动量守恒, 有

$$m_C v = (m_A + m_C)v_1 \text{ (1 分)}$$

解得 $v_1 = 4 \text{ m/s}$ (1 分)

设弹簧的弹性势能最大为 E_p , 根据机械能守恒定律得

$$E_p = \frac{1}{2}(m_A + m_C)v_1^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B + m_C)v_2^2 \text{ (2 分)}$$

解得 $E_p = 12 \text{ J}$ (1 分)

(2)C、A 碰撞后为初状态, 再次恢复原长为末状态, 则由系统动量守恒得

$$(m_C + m_A)v_1 = (m_C + m_A)v_3 + m_B v_B \text{ (2 分)}$$

由系统能量守恒得

$$\frac{1}{2}(m_C + m_A)v_1^2 = \frac{1}{2}(m_C + m_A)v_3^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 \text{ (2 分)}$$

解得 $v_B = 6 \text{ m/s}$ 。(1 分)

15. (1)2 : 1 (2)0.24 m (3)3 m 0.3 m

解析 (1)小物块和小车组成的系统水平方向动量守恒, 设水平向右为正方向, 小物块第一次滑到左侧圆弧轨道末端时速度大小为 v_1 , 小车速度大小为 v_2

$$0 = mv_1 - Mv_2 \text{ (2 分)}$$

得 $v_1 : v_2 = 2 : 1$ (1 分)

(2)小物块第一次滑到右侧圆弧轨道上的最大高度 h 处时, 小物块和小车有相同的水平速度 v' , 有 $0 = (m + M)v'$ (2 分)

由系统能量守恒得

$$mgR = mgh + \mu mgL + \frac{1}{2}(m + M)v'^2 \text{ (2 分)}$$

联立解得 $h = 0.24 \text{ m}$ (1 分)

(3)小物块最终与小车相对静止,

有 $0 = (m + M)v''$ (1 分)

整个过程，由系统能量守恒得 $mgR = \mu mgs$ (1 分)

得 $s = 3 \text{ m}$ (1 分)

则 $s = 5L$

可知，物块在小车的水平轨道最右端(或右侧圆弧底端)相对小车静止，则物块相对小车发生位移 $x_{\text{总}} = R + L$

系统水平方向动量守恒，设小物块水平向右发生位移大小为 x_1 ，小车水平向左发生位移大小为 x ，有

$mx_1 = Mx$ (1 分)

又 $x_1 + x = x_{\text{总}}$ (1 分)

得 $x = 0.3 \text{ m}$ 。(1 分)