

热点训练 7 冲量和动量

1. B 设穿戴者与地面碰撞过程所受平均合外力为 F ，则根据动量定理有 $F\Delta t = \Delta p$ ，解得 $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ ，不管是否有安全气囊，穿戴者的速度最终都是减为零，动量变化量不发生变化，可知安全气囊的作用是延长了穿戴者与地面的接触时间，从而减小穿戴者所受到的平均合外力，而重力不变，则地面对穿戴者的平均冲击力减小了，由于穿戴者与地面的接触时间延长了，则穿戴者所受重力的冲量增大了，A、C、D 错误，B 正确。

2. B

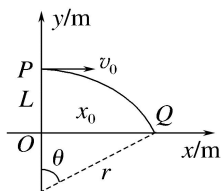


图1

垫球过程中，球的动量变化量大小应为 $\Delta p = m\upsilon - (-m\upsilon) = 2m\upsilon = 1.25 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ，故 A 错误；根据动量定理可知 $F_{\text{合}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = 12.5 \text{ N}$ ，方向与水平方向夹角为 30° 斜向上，如图所示，且根据几何关系可知 $\theta = 120^\circ$ ，根据余弦定理，则有 $F_{\text{手}} = \sqrt{(mg)^2 + F_{\text{合}}^2 - 2mgF_{\text{合}} \cos \theta} = \frac{5}{4}\sqrt{111} \text{ N}$ ，故 B 正确，C 错误；垫出后，根据竖直方向运动特点有，最大高度 $h = \frac{\upsilon_y^2}{2g} = 0.3125 \text{ m}$ ，加上之前的 1.5 m ，有 $h_m = 1.8125 \text{ m} < 1.9 \text{ m}$ ，故无法直接扣球，故 D 错误。故选 B。

3. C 设 Δt 时间吹到人身上的空气质量为 Δm ，人的迎风面积为 S ，则有 $\Delta m = \rho S\upsilon\Delta t$ ，应用动量定理有 $F\Delta t = \Delta m\upsilon$ ，解得 $F = \rho S\upsilon^2$ ，又因为迎风站立时刚好出现被风吹动、相对路面滑动的现象，所以 $F = f_m = \mu mg = 520 \text{ N}$ ，解得 $\upsilon \approx 22.4 \text{ m/s}$ ，故选 C。

4. A 设子弹的初速度为 v_0 ，质量为 m ，木块 A 的质量为 M ，在子弹与木块相互作用达到共同速度的过程中，因时间极短，二者组成的系统动量守恒，则有 $mv_0 = (M+m)v$ ，解得 $v = \frac{mv_0}{M+m}$ ，子弹和

木块一起摆动到最大摆角过程，根据机械能守恒可得 $\frac{1}{2}(M+m)v^2 = (M$

$+m)gL(1 - \cos \alpha)$ ，解得 $\cos \alpha = 1 - \frac{v^2}{2gL} = 1 - \frac{m^2v_0^2}{2gL(M+m)^2} = 1 -$

$\frac{v_0^2}{2gL\left(\frac{M}{m}+1\right)^2}$ ，则 m 越大， $\cos \alpha$ 越小，则 α 角越大。获得共同速度后，

在向上摆动的过程中， A 和 B 的机械能守恒，则初态的机械能等于末态的机械能，所以子弹的初动能与系统在最高点时的机械能之差

$\Delta E = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(M+m)v^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 \cdot \frac{M}{m+M} = \frac{Mv_0^2}{2\left(1+\frac{M}{m}\right)}$ ，则 m 越大， ΔE

越大，故选 A。

5. C 解除对弹簧的锁定， a 离开挡板后，系统动量守恒、机械能守恒。由题意可知 b 的速度最大时， a 的速度最小为零，且此时弹簧处于原长； b 的速度最小时， a 的速度最大，且此时也处于原长。设 a 的质量为 m_a ， a 的最大速度为 v_a ，根据动量守恒有 $m_bv_0 = m_bv_b +$

m_av_a ，由机械能守恒可得 $\frac{1}{2}m_bv_0^2 = \frac{1}{2}m_bv_b^2 + \frac{1}{2}m_av_a^2$ ，由图像可知 $v_0 = 3$

m/s ， $v_b = 1 \text{ m/s}$ ，解得 $v_a = 4 \text{ m/s}$ ， $m_a = 2 \text{ kg}$ ，A、B 错误；当 a 、 b

速度相等时， a 、 b 动能之和最小，根据能量守恒定律，此时弹簧势能最大。根据动量守恒定律有 $m_bv_0 = (m_b + m_a)v$ ，根据能量守恒有

$E_{p\max} = \frac{1}{2}m_bv_0^2 - \frac{1}{2}(m_b + m_a)v^2$ ，解得 $E_{p\max} = 6 \text{ J}$ ，C 正确；在 a 物体离

开挡板后，物体 a 、 b 以及弹簧组成的系统动量和机械能都守恒，D

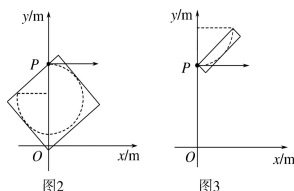
错误.

6. D 对小车 P 、 N 的碰撞过程, 由动量守恒定律有 $m_P v_P + m_N v_{N1} = m_P v'_P + m_N v'_{N1}$, 整理得 $m_P(v_P - v'_P) = m_N(v'_{N1} - v_{N1})$, 由题图 1 可知 $v_P - v'_P > v'_{N1} - v_{N1}$, 解得 $m_P < m_N$; 对小车 Q 、 N 的碰撞过程, 由动量守恒定律有 $m_Q v_Q + m_N v_{N2} = m_Q v'_Q + m_N v'_{N2}$, 整理得 $m_Q(v_Q - v'_Q) = m_N(v'_{N2} - v_{N2})$, 由题图 2 可知 $v_Q - v'_Q < v'_{N2} - v_{N2}$, 解得 $m_Q > m_N$, 综上可得 $m_Q > m_N > m_P$, D 正确.

7. D 碰前 B 和 C 共同向左运动, 因此碰撞瞬间 C 相对地面向左运动, A 错误; 规定向右为正方向, A 、 B 碰撞过程动量守恒, 则有 $m v_A - m v_B = 2m v_1$, 解得两者碰后瞬间的共同速度 $v_1 = 1 \text{ m/s}$, 从 A 、 B 碰后到三者共速的过程, A 、 B 、 C 组成的系统动量守恒, 则有 $2m v_1 - m v_C = 3m v$, 解得三者共同速度 $v = 0$, 所以最终三者静止, 对滑块 C 由牛顿第二定律得 $\mu mg = ma$, 解得 $a = 5 \text{ m/s}^2$, 从碰后到三者相对静止的时间为 $t = \frac{v_C}{a} = 0.4 \text{ s}$, B 错误; 由能量守恒定律得, 从碰撞后到三者相对静止的过程因摩擦而产生的热量为 $Q = \frac{1}{2} \times 2m v_1^2 + \frac{1}{2} m v_C^2 = 3 \text{ J}$, C 错误; 该过程由功能关系得 $Q = \mu mg x_{\text{相对}}$, 解得 C 相对长板滑动的距离 $x_{\text{相对}} = 0.6 \text{ m}$, D 正确.

8. CD 根据动量定理有 $I = 0 - m v_0 = -m v_0$, 故合力冲量大小为 $m v_0$, 故 A 错误; 小球上滑的时间为 $t = \frac{v_0}{g \sin \theta}$, 重力的冲量大小为 $I_G = mgt = \frac{m v_0}{\sin \theta}$, 故 B 错误; 小球所受洛伦兹力大小为 $Bqv = Bq(v_0 - at) = -Bq at + Bq v_0$, 其中 $a = g \sin \theta$, 洛伦兹力大小随时间线性变

化，故洛伦兹力冲量大小为 $I_{洛} = q \times \frac{v_0}{2} \times B \times \frac{v_0}{g \sin \theta} = \frac{qBv_0^2}{2g \sin \theta}$ ，故 C 正确；



若 $v_0 = \frac{2mg \cos \theta}{qB}$ ，0 时刻小球所受洛伦兹力为 $Bqv_0 = 2mg \cos \theta$ ，

小球在垂直细杆方向所受合力为零，可得 $Bqv = mg \cos \theta + F_N$ ，即 $F_N = Bqv - mg \cos \theta = Bq(v_0 - at) - mg \cos \theta = mg \cos \theta - Bqtg \sin \theta$ ，则小球在整个减速过程的 F_N-t 图像如图，图线与横轴围成的面积表示弹力的冲量，可得弹力的冲量为零，故 D 正确。

9. BD 弹药爆炸的过程，由动量守恒定律有 $3mv_A = mv_B$ ，由能量守恒定律有 $\Delta E = \frac{1}{2} \times 3mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2$ ，B 嵌入 C 的过程，由动量守恒定律有 $mv_B = (m+5m)v_D$ ，D 在滑轨上的运动过程，由动能定理有 $-\mu \cdot (m+5m)gS_1 = \frac{1}{2}(m+5m)v_0^2 - \frac{1}{2}(m+5m)v_D^2$ ，D 脱离滑轨后做平抛运动，则有 $S_2 = v_0t$ ， $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，D 的初动能 $E_{kD} = \frac{1}{2}(m+5m)v_D^2$ ，爆炸后瞬间 A 的动能 $E_{kA} = \frac{1}{2} \times 3mv_A^2$ ，解得 $E_{kA} = 2E_{kD}$ ， $\Delta E = 48mgh \left(1 + \frac{S_2^2}{4h^2} \right)$ ，D 从开始运动至落地的过程，根据动能定理有 $-\mu \cdot (m+5m)gS_1 + (m+5m)gh = \frac{1}{2}(m+5m)v^2 - \frac{1}{2}(m+5m)v_D^2$ ，解得 $v = v_D$ ，则 D 的初动能与其落地时的动能相等，A、C 错误，B、D 正确。

10. AB 以小球 A 为研究对象，由平衡条件可得 $mg = kx_0$ ，解得弹

簧的劲度系数 $k = \frac{mg}{x_0}$, A 正确; 设 B 与 A 碰撞前瞬间的速度大小为 v_0 , 根据运动学公式可得 $v_0^2 = 2g3x_0$, B 与 A 的碰撞过程满足动量守恒, 则有 $mv_0 = 2mv$, 联立解得 B 与 A 碰撞后瞬间的速度大小为 $v = \frac{\sqrt{6gx_0}}{2}$, B 正确; 小球 A 、 B 回到 O 点时, 弹簧弹力为 0 , 两球受到重力作用, 加速度不为零, C 错误; 碰撞后两球一直做简谐运动, 两球恰能回到 O 点, 此时两球的加速度为 g , 方向向下, 根据简谐运动的对称性可知两球处于最低点时的加速度大小为 g , 方向向上, 设最低点弹簧的压缩量为 x_1 , 则有 $kx_1 - 2mg = 2ma = 2mg$, 解得 $x_1 = 4x_0$, 设此过程中弹簧的最大弹性势能为 E_{pm} , 根据系统机械能守恒可得 $E_{pm} = 2mgx_1 = 8mgx_0$, D 错误.