碰撞　练习

1. 整个过程分为两部分：（1）子弹 A 击中木块 B 并以共同速度运动过程中，弹簧仍为原长，即墙壁对系统没有作用力，则在此过程中系统在光滑水平面上水平方向合外力为零，水平方向动量守恒；但**该过程是非弹性碰撞，系统能量有损失，机械能不守恒**。（2）随后，子弹和木块将以共同运动速度推动弹簧发生形变，当子弹和木块的速度减小到零时，弹簧压缩到最短，在此过程中**系统在水平方向上受到墙壁的作用力不为零，水平方向动量不守恒**；但这段过程中系统只有弹簧的弹性力（保守内力）做功，系统机械能守恒。
综上，**在子弹开始射入到弹簧压缩到最短的整个过程中系统动量不守恒，机械能不守恒**。　　**本题选（D）**

2. （1）**保守力做功等于势能的减少**，$W_{保A\to B}=E_{pA}-E_{pB}$，所以**保守力做正功时系统内相应势能减少**。
（2）保守力做功与路径无关，**保守力沿一闭合路径做功为零**。
（3）作用力与反作用力（又称为一对力）做功之和与参照系的选择无关，但**一对力做功之和不一定为零**，例如子弹打入木块时受到的摩擦阻力及反作用力做功之和就不为零，有部分能量损失。　　**本题选（C）**

3. （A）（C）由于动量 $\vec{P}=m\vec{v}$，速度 $\vec{v}$ 均为矢量，不仅有大小，还有方向。当斜面倾角不同时，速度方向不同，故**速度不同，动量也不同**。　　**本题选（B）**
（B）（D）斜面光滑且高度相同，下滑过程中重力做功等于质点动能的增加，$mgh=\dfrac{1}{2}mv^2$，**动能相同**，速度大小也相同，$v=\sqrt{2gh}$，但因倾角不同，速度在水平方向的分量不同，则**动量在水平方向的分量也不同**。

4. 系统不受外力作用，则系统动量守恒；非弹性碰撞过程中动能不守恒。　　**本题选（C）**

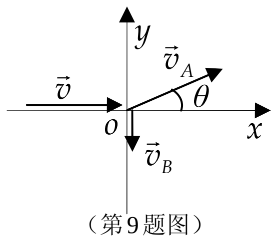
5. 小球从高度为 H 的地方自由落下，则小球着地前速度大小为 $v=\sqrt{2gH}$；与地面碰撞后弹起的高度为 h，则小球弹起的速度大小为 $v'=\sqrt{2gh}$；设竖直向上为正方向，碰撞时间为 t，且忽略重力的影响，地面对小球的冲量作用等于小球动量的变化：$\overline{F}t=mv'-(-mv)\Rightarrow$ 平均冲击力：$\overline{F}=\dfrac{m}{t}(\sqrt{2gh}+\sqrt{2gH})$，**本题选（D）**
时间 t 为定值，当质量 m 一定时，h 越大，平均冲击力才越大；当 h 一定时，平均冲击力与小球质量成正比。

6. 质点的加速度：$a=\dfrac{F}{m}=6t$，　由 $a=\dfrac{dv}{dt}$ $\Rightarrow$ $\int_0^v dv=\int_0^3 6tdt$ $\Rightarrow$ 第 3s 末的速度大小：$v=27\,\mathrm{m/s}$；
前 3s 内该力做功等于质点动能的增加：$W_F=\dfrac{1}{2}mv^2-0=27^2=729\mathrm{J}$.

7. 质点质量 $m=0.02\mathrm{kg}$，在 A 点处的速度：$\vec{v}_A=20\times(\dfrac{\sqrt{2}}{2}\vec{i}+\dfrac{\sqrt{2}}{2}\vec{j})\mathrm{m/s}$，在 B 点处的速度：$\vec{v}_B=-20\vec{i}\ \mathrm{m/s}$，
作用于质点的冲量等于质点动量的变化：$\vec{I}=m\vec{v}_B-m\vec{v}_A=(-\dfrac{2+\sqrt{2}}{5}\vec{i}-\dfrac{\sqrt{2}}{5}\vec{j})\mathrm{N\cdot s}=(-0.683\vec{i}-0.283\vec{j})\mathrm{N\cdot s}$.

8. 立定跳远过程可看成**斜抛运动**。设人站在地面上跳远时，初速度大小为 v_0，与水平方向夹角为 θ，可得：
站在地面上可跳远：$x_m=v_0\cos\theta\cdot\dfrac{2v_0\sin\theta}{g}=5\mathrm{m}$；
人站在小车上跳远时，**相对小车**的初速度仍为 v_0，夹角为 θ，设小车的速度大小为 u，由于人和小车构成的系统在水平方向动量守恒：$m(v_0\cos\theta-u)-Mu=0$ $\Rightarrow$ $(m+M)u=mv_0\cos\theta\Rightarrow u=\dfrac{m}{m+M}v_0\cos\theta$，
那么，**站在小车上可跳远**：$x'_m=(v_0\cos\theta-u)\cdot\dfrac{2v_0\sin\theta}{g}=\dfrac{M}{m+M}v_0\cos\theta\cdot\dfrac{2v_0\sin\theta}{g}=3.5\mathrm{m}$.

9. 如图，设 B 球以水平速度 $\vec{v}=v\vec{i}$ 入射，碰后，B 球速度：$\vec{v}_B=-\dfrac{v}{2}\vec{j}$，A 球速度为 $\vec{v}_A$，

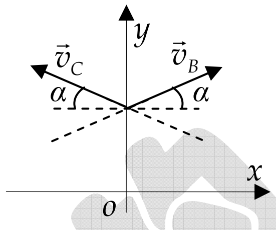


（第9题图）

由动量守恒：$m\vec{v}=m\vec{v}_A+m\vec{v}_B \;\Rightarrow\;$ A 球速度为：$\vec{v}_A=\vec{v}-\vec{v}_B=v\vec{i}+\dfrac{v}{2}\vec{j}$，

$\Rightarrow\; \tan\theta=\dfrac{1}{2} \;\Rightarrow\;$ **碰后 A 球与 B 球入射速度** $\vec{v}$ **成夹角：**$\theta=\arctan\dfrac{1}{2}$.

10. 如图，发射后 t 秒炮弹的速度为 $(v_0-gt)\vec{j}$，爆炸过程中动量守恒：



（第 10 题图）

$$3m(v_0-gt)\vec{j}=m(v\cos\alpha\,\vec{i}+v\sin\alpha\,\vec{j})+m(-v\cos\alpha\,\vec{i}+v\sin\alpha\,\vec{j}),$$

$$\Rightarrow\; 3(v_0-gt)=2v\sin\alpha \;\Rightarrow\; v=\frac{3(v_0-gt)}{2\sin\alpha},$$

若炮弹在上升过程中爆炸，$t<\dfrac{v_0}{g}$，夹角 α 为正值，**B**、**C** 两块沿水平方向斜向上，速度大小：$\dfrac{3(v_0-gt)}{2\sin\alpha}$；

若炮弹在下降过程中爆炸，$t>\dfrac{v_0}{g}$，夹角 α 为负值，**B**、**C** 两块沿水平方向斜向下，速度大小：$\dfrac{3(gt-v_0)}{2\sin\alpha}$.

