

选择题4

计算题1

选择题8

练习3 冲量与动量

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
A A C D A B D C B B E C B A C

一、选择题：将符合题意的答案前的字母填入下表中相应题号的空格内，并在题后空白处写出解题过程。

1. 质量为 20 g 的子弹沿 X 轴正向以 500 m/s 的速率射入一木块后，与木块一起仍沿 X 轴正向以 50 m/s 的速率前进，在此过程中木块所受冲量的大小为 **A**

(A) 9 N·s

(B) -9 N·s

(C) 10 N·s

(D) -10 N·s

$$mV_2 - mV_1 = 20 \times 10^{-3} \times (50 - 500) = -9 \text{ (N.s)}$$

大小为 9 N.s

2. 质量为 m 的质点，以不变速率 v 沿途中正三角形 ABC 的水平光滑轨道运动。质点越过 A 角时，轨道作用于质点的冲量大小为 **A**

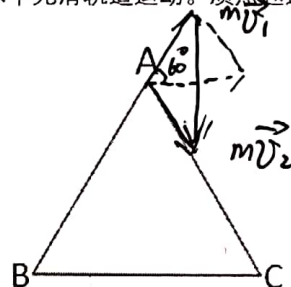
(A) $\sqrt{3} mv$

(B) $\sqrt{2} mv$

(C) mv

(D) 2 mv

$$2mvs.460^\circ = \sqrt{3} mv$$



3. 在水平冰面上以一定速度向东行驶的炮车，向东南（斜向上）方向发射一炮弹，对于炮车和炮弹这一系统，在此过程中（忽略冰面摩擦力及空气阻力） **C**

(A) 总动量守恒

(B) 总动量在炮身前进的方向上的分量守恒，其它方向动量不守恒

(C) 总动量在水平面上任意方向的分量守恒，竖直方向分量不守恒

(D) 总动量在任何方向的分量均不守恒

4. A、B 两木块质量分别为 m_A 和 m_B ，且 $m_B = 2m_A$ ，两者用一轻弹簧连接后静止于光滑水平桌面上，如图所示。若用外力将两木块压近使弹簧被压缩，然后将外力撤去，则此后两木块运动动能之比 E_{KA}/E_{KB} 为 **D**



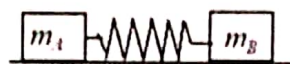
(A) 1/2 块 A、B 弹簧为一个系统

(B) $\sqrt{2}/2$ 动能守恒

(C) $\sqrt{2}$ $0 = m_A v_A - m_B v_B$

(D) 2 $m_A v_{A1} = m_B v_B = 2 m_A v_B$

$$\frac{E_{KA}}{E_{KB}} = \frac{\frac{1}{2} m_A v_{A1}^2}{\frac{1}{2} m_B v_B^2} = 2$$



$$v_B = \frac{1}{2} v_A$$

5. 一炮弹由于特殊原因在水平飞行过程中，突然炸裂成两块，其中一块作自由下落，则另

一块着地点（飞行过程中阻力不计）A 分成两块 M, m , m 自由下落

(A) 比原来更远

$$(M+m)v = m \cdot 0 + Mv'$$

(B) 比原来更近

(C) 仍和原来一样远

$$v' = \frac{M+m}{M} v \quad v' > v$$

(D) 条件不足，不能判定

6. 如图所示，砂子从 $h = 0.8 \text{ m}$ 高处下落到以 3 m/s 的速率水平向右运动的传送带上，取

重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。传送带给予刚落到传送带上的砂子的作用力的方向为 B

(A) 与水平夹角 53° 向下 砂子下落 h 到传送带上的

(B) 与水平夹角 53° 向上 速度为 $v_0 = \sqrt{2gh}$

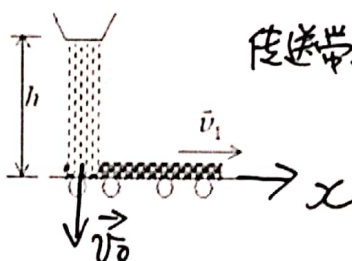
(C) 与水平夹角 37° 向上 $= 4 \text{ m/s}$

(D) 与水平夹角 37° 向下 $\vec{I} = m\vec{v}_1 - m\vec{v}_0 = m\Delta\vec{v}$

力的方向与 \vec{I} 同向，即与 $\Delta\vec{v}$ 同向

$$\tan\theta = \frac{v_0}{v_1} = \frac{4}{3}$$

$$\theta = \arctan \frac{4}{3} = 53^\circ \quad \text{与水平夹角 } 53^\circ \text{ 向上}$$



传送带速度 $v_1 = 3 \text{ m/s}$

7. 如图所示，一斜面固定在卡车上，一物块置于该斜面上。在卡车沿水平方向加速起动的过

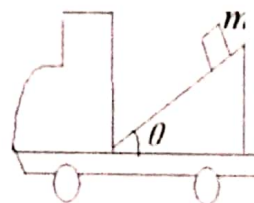
程中，物块在斜面上无相对滑动。此时斜面上摩擦力对物块的冲量的方向 D

(A) 是水平向前的

(B) 只可能沿斜面向上

(C) 只可能沿斜面向下

(D) 沿斜面向上或向下均有可能



摩擦力的方向 既可能斜向上，又可能斜向下。



分析: 球B与板A碰撞过程中, 球B水平方向上不受外力作用, 水平动量不变. 在竖直方向, A和B碰撞, 内力远大于外力, 系统动量守恒, 又因 $m_A = m_B$.

8. 质量为 m 的平板 A, 用竖立的弹簧支持而处在水平位置, 如图. 从平台上投掷一个质量也是 m 的球 B, 球的初速为 v , 沿水平方向. 球由于重力作用下落, 与平板发生完全弹性碰撞.

假定平板是光滑的. 则与平板碰撞后球的运动方向应为 **C**

(A) A0 方向

(B) A1 方向

(C) A2 方向

(D) A3 方向

水平方向不受外力, 动量守恒.

$$m_{\text{球}} v_{\text{球平}} = m_{\text{球}} v_{\text{球平}} + m_{\text{板平}}$$

水平方向 $v_{\text{板平}} = 0$

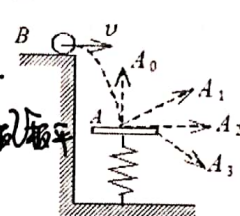
$v_{\text{球平}}$ 就是题目已知 v , 则 $v_{\text{球平}} = v$ 向右

竖直方向

动量守恒 (内力 \gg 外力)

$$m_{\text{球}} v_{\text{球竖}} = m_{\text{板}} v_{\text{板竖}}$$

$$v_{\text{球竖}} = 0$$



所以碰撞后两者交换速度. 即: 球碰撞后竖直方向速度为零.

9. 两木块 A、B 的质量分别为 m_1 和 m_2 , 用一个质量不计、劲度系数为 k 的弹簧连接起来.

把弹簧压缩 x_0 并用线扎住, 放在光滑水平面上, A 紧靠墙壁, 如图所示, 然后烧断扎线. 判断下列说法哪个正确 **B** 正确.

上述过程中, 墙壁弹力不做功, $A_{\text{外}} + A_{\text{非保}} = 0$, 系统机械能守恒.

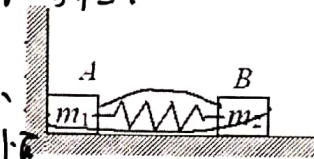
(A) 弹簧由初态恢复为原长的过程中, 以 A、B、弹簧为系统,

动量守恒 (A) 不对. 在弹簧恢复原长的过程中, 墙壁对 A 有弹力作用, 系统所受外力不为零, 动量不守恒.

(B) 在上述过程中, 系统机械能守恒

(C) 当 A 离开墙后, 整个系统动量守恒, 机械能不守恒

(D) A 离开墙后, 整个系统的总机械能为 $\frac{1}{2} k x_0^2$, 总动量为零



(C) 不对. A 离开墙后, $\Sigma F_{\text{外}} = 0$, $A_{\text{外}} + A_{\text{非保}} = 0$, 系统动量守恒, 机械能守恒.

(D) 不对. 在弹簧伸长过程中, 动量不守恒, 动量不可能恒为零.

10. 一子弹以水平速度 v_0 射入一静止于光滑水平面上的木块后, 随木块一起运动. 对于这一过程正确的分析是 **B**

(A) 子弹、木块组成的系统机械能守恒

(B) 子弹、木块组成的系统水平方向的动量守恒

(C) 子弹所受的冲量等于木块所受的冲量

(D) 子弹动能的减少等于木块动能的增加

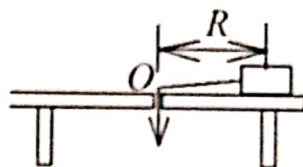
子弹与木块系统水平方向合外力为零, 水平方向动量守恒.



11. 如图所示, 一个小物体, 位于光滑的水平桌面上, 与一绳的一端相连结, 绳的另一端穿过桌面中心的小孔 O. 该物体原以角速度 ω 在半径为 R 的圆周上绕 O 旋转, 今将绳从小孔缓慢往下拉. 则物体 **E**

- (A) 动能不变, 动量改变
(B) 动量不变, 动能改变
(C) 角动量不变, 动量不变
(D) 角动量改变, 动量改变
(E) 角动量不变, 动能、动量都改变

合外力矩为零, 角动量守恒.



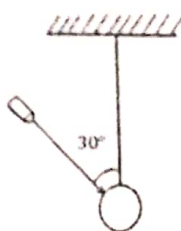
12. 在系统不受外力作用的非弹性碰撞过程中 **C**

- (A) 动能和动量都守恒;
(B) 动能和动量都不守恒;
(C) 动能不守恒、动量守恒;
(D) 动能守恒、动量不守恒。

系统不受外力, 既合外力为零, 动量守恒
非弹性碰撞 $A_{非保} \neq 0$ 动能不守恒

13. 质量为 20g 的子弹, 以 400 m/s 的速率沿图示方向射入一原来静止的质量为 980g 的摆球中, 摆线长度不可伸缩. 子弹射入后开始与摆球一起运动的速率为 **B**

- (A) 2 m/s 设子弹质量为 m , $m = 20g = 0.02kg$
(B) 4 m/s 摆球质量为 M , $M = 980g = 0.98kg$
(C) 7 m/s 水平方向没有力的作用, 水平方向
(D) 8 m/s 动量守恒. $mU_2 \sin 30^\circ = (M+m)U$



$$U = \frac{mU_2 \sin 30^\circ}{M+m} = \frac{0.02 \times 400 \times \frac{1}{2}}{0.02 + 0.98} = 4 (m/s)$$

14. 一质量为 M 的斜面原来静止于水平光滑平面上, 将一质量为 m 的木块轻轻放于斜面上, 如图, 如果此后木块能静止于斜面上, 则斜面将 **A**

- (A) 保持静止
(B) 向右加速运动
(C) 向右匀速运动



(D) 向左加速运动

15 体重和身高相同的甲乙两人，分别用双手握住跨过无摩擦轻滑轮的绳子各一端。他们从同以高度由初速度为零向上爬，经过一定时间，甲相对绳子的速率是乙相对绳子速率的两倍，

则到达顶点的情况是 C

(A) 甲先到达

(B) 乙先到达

(C) 同时达到

(D) 谁先达到不能确定

角动量守恒

$$m_1 v_1 R = m_2 v_2 R$$

$$v_1 = v_2$$

二、填空题：将正确答案填入空格处，并在题后空白处写出计算过程。

1. 初速度为 $\vec{v}_0 = 5\vec{i} + 4\vec{j}$ (m/s)，质量为 $m=0.05\text{kg}$ 的质点，受到冲量 $\vec{I} = 2.5\vec{i} + 2\vec{j}$ (N·s)

的作用，则质点的末速度（矢量）为 $55\vec{i} + 44\vec{j}$ (m/s)

注意单位

$$\vec{I} = m\vec{v} - m\vec{v}_0$$

2. 如图所示，质量 $m=2.0\text{kg}$ 的质点，受合力 $\vec{F} = 12t\vec{i}$ 的作用，沿 ox 轴作直线运动。已知 $t=0$ 时 $x_0=0$ ， $v_0=0$ ，则从 $t=0$ 到 $t=3\text{s}$ 这段时间内，合力 \vec{F} 的冲量 \vec{I} 为 $54\vec{i}$ (N·s)，质

点的末速度大小为 $v = 27$ (m/s)。

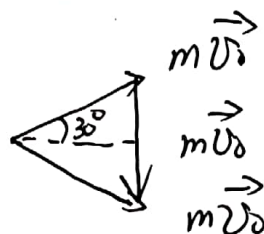
$$\vec{I} = \int_0^3 \vec{F} dt = \int_0^3 12t \vec{i} dt = \frac{1}{2} t^2 \Big|_0^3 \vec{i} = 54\vec{i} \text{ (N·s)}$$

$$\vec{I} = m\vec{v} - m\vec{v}_0 \quad \vec{v} = 27\vec{i} \quad |\vec{v}| = 27 \text{ (m/s)}$$

3. 一质量为 m 的物体，以初速 \vec{v}_0 从地面抛出，抛射角为 30° ，如忽略空气阻力，则从抛出到刚要接触地面的过程中

(1) 物体动量增量的大小为 $m v_0$

(2) 物体动量增量的方向为 竖直向下



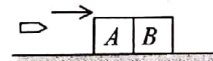
4. 设作用在质量为 1 kg 的物体上的力 $F = 6t + 3$ (SI)。如果物体在这一力的作用下，由静止开始沿直线运动，在 0 到 2.0 s 的时间间隔内，这个力作用在物体上的冲量大小 $I =$ $18\text{ N}\cdot\text{s}$ 。

$$I = \int_0^2 F dt = \int_0^2 (6t + 3) dt = 3t^2 + 3t \Big|_0^2 = 18 (\text{N}\cdot\text{s})$$

5. 两块并排的木块 A 和 B ，质量分别为 m_1 和 m_2 ，静止地放置在光滑的水平面上，一子弹水平地穿过两木块，设子弹穿过两木块所用的时间分别为 Δt_1 和 Δt_2 ，木块对子弹的阻力为恒力 F ，则子弹穿出后，木块 A 的速度大小为 $\frac{F\Delta t_1}{m_1 + m_2}$ ，木块 B 的速度大小为 $\frac{F\Delta t_1}{m_1 + m_2} + \frac{F\Delta t_2}{m_2}$ 。

以 A, B 为系统，分析子弹刚穿过 A 时，系统所受的冲量

及动量变化 $F\Delta t_1 = (m_1 + m_2)v_A - 0$ $v_A = \frac{F\Delta t_1}{m_1 + m_2}$



当子弹进入 B 时， B 已有初速 $F\Delta t_2 = m_2 v_B - m_2 v_A$

$$v_B = v_A + \frac{F\Delta t_2}{m_2} = \frac{F\Delta t_1}{m_1 + m_2} + \frac{F\Delta t_2}{m_2}$$

三、计算题：要规范答题，写出必要的文字说明，方程和演算步骤。

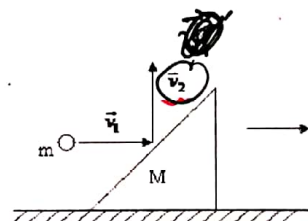
1. 如图所示，质量为 M 的滑块正沿着光滑水平地面向右滑动，一质量为 m 的小球水平向右飞行，以速度 v_1 (对地) 与滑块斜面相碰，碰后竖直向上弹起，速率为 v_2 (对地)。若碰撞

时间为 Δt ，试计算此过程中滑块对地的平均作用力和滑块速度增量的大小。

解：以滑块和小球为系统，两物碰撞前 M 的速度为 v_1' ，碰撞后为 v_2'

系统水平方向合外力为零，水平方向动量守恒

$$mv_1 + Mv_1' = Mv_2'$$



竖直方向 $\int_0^{\Delta t} (\bar{N} - mg - Mg) dt = mv_2$ (\bar{N} 为地面对滑块的平均作用力)

滑块速度增量大小为 $\Delta v = v_2' - v_1' = \frac{mv_1}{M}$

$$\bar{N} = \frac{mv_2}{\Delta t} + (m + M)g$$

滑块对地面的平均作用力 6
练习 3

大小等于 \bar{N}



分析: 因穿透时间极短, 故可认为物体M没有离开平衡位置 (因此作用于子弹、物体系统上的外力均在竖直方向上, 则系统在水平方向上动量守恒.)
 2. 质量为 $M=1.5\text{ kg}$ 的物体, 用一根长为 $l=1.25\text{ cm}$ 的细绳悬挂在天花板上, 今有一质量为 $m=10\text{ g}$ 的子弹以 $v_0=500\text{ m/s}$ 的水平速度射穿物体, 刚穿出物体时子弹的速度大小 $v=30\text{ m/s}$, 设穿透时间极短. 求:

(1) 子弹刚穿出时绳中张力的大小

(2) 子弹在穿透过程中所受的冲量

解: 设子弹穿出物体时, 物体的速度为 v'

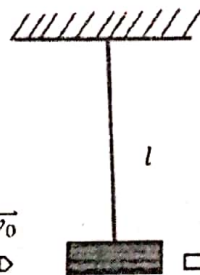
(1) 有 $mv_0 = mv + Mv'$

$$v' = \frac{m(v_0 - v)}{M} = \frac{10 \times 10^{-3} \times (500 - 30)}{1.5} = 3.13 \text{ (m/s)}$$

$$T - Mg = m \frac{v'^2}{l} \quad T = Mg + m \frac{v'^2}{l} = 1.5 \times 9.8 + 1.5 \times \frac{3.13^2}{1.25} = 26.5 \text{ (N)}$$

$$(2) I = \int f dt = mv - mv_0 = m(v - v_0) = 10 \times 10^{-3} \times (30 - 500) = -4.7 \text{ (N} \cdot \text{s)}$$

负号表示, 冲量方向与 v_0 方向相反.



设 v_0 方向为正方向

3. 子弹在枪膛中前进时受到的合力与时间的关系为 $F = 400 - \frac{4 \times 10^5}{3} t$. 式中, F 以 N 计,

t 以 s 计. 设子弹的出口速率为 $300\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 假设子弹离开枪口时合力刚好为零, 则:

(1) 子弹在枪膛中运动的时间;

(2) 子弹受到的冲量;

(3) 子弹的质量.

解: (1) 令 $F=0$, 得子弹在枪膛中运动的时间 $t = 3 \times 10^{-3}\text{ s}$

$$(2) I = \int_0^t F dt = \int_0^t (400 - \frac{4 \times 10^5}{3} t) dt = 400t - \frac{2 \times 10^5}{3} t^2$$

将 $t = 3 \times 10^{-3}\text{ s}$ 代入 得 $I = 0.6\text{ N} \cdot \text{s}$

$$(3) I = mv - 0 \quad m = \frac{I}{v} = \frac{0.6}{300} = 2 \times 10^{-3} \text{ (kg)}$$

4. 如图所示, 有两个长方形的物体 A 和 B 紧靠放在光滑的水平桌面上, 已知 $m_A = 2\text{ kg}$, m_B

$= 3\text{ kg}$, 有一质量 $m = 100\text{ g}$ 的子弹以速率 $v_0 = 800\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 水平射入长方体 A, 经 0.01 s , 又射

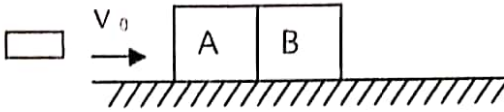


入长方体B，最后停留在长方体B内未射出。设子弹射入A时所受的摩擦力为 $3 \times 10^3 \text{ N}$ ，求：

(1) 子弹在射入A的过程中，B受到A的作用力的大小。

(2) 当子弹留在B中时，A和B的速度大小。

子弹在A中时，A、B有共同的速度 v_1

解：(1) 对于子弹、A、B系统  合外力为零，动量守恒

题 3-5 图

$$mv_0 = mv_0' + (m_A + m_B)v_1 \quad (1)$$

对于子弹，在A中受摩擦力，由动量定理 $f \cdot t = mv_0' - mv_0 \quad (2)$

对于物体B，由动量定理 $N_{AB}t = m_B v_1 \quad (3)$

①-③联立 得 $N_{AB} = 1.8 \times 10^3 \text{ N}$ 方向向右

(2) 子弹穿出A后以速率 v_1 作匀速直线运动，子弹进入B中与B有共同速率 v_2

对于子弹和B系统 $mv_0' + m_B v_1 = (m + m_B)v_2 \quad (4)$

①②④联立

5. 有一水平运动的皮带将砂子从一处运到另一处，砂子经一垂直的静止漏斗落到皮带上，皮带以恒定的速率 v 水平地运动。忽略机件各部位的摩擦及皮带另一端的其它影响，试问：

(1) 若每秒有质量为 $\Delta M = dM/dt$ 的砂子落到皮带上，要维持皮带以恒定速率 v 运动，

得 $v_2 = 22 \text{ m/s}$
 $v_1 = 6 \text{ m/s}$

