

### 作业 1

- $\vec{v} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{\Delta t} = 0$ ,  $\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{2v_1 \sin(\theta/2)}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta v}$
- (1)  $\vec{v}(t=1s) = 2\vec{i} + 9\vec{j}$ ; (2)  $\vec{v} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{\Delta t} = 2\vec{i} + 39\vec{j}$ ,  $\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = 36\vec{j}$ .
- 质点 A 运动的轨道方程为  $y = 18 - \frac{3}{2}x$ , 直线;  
质点 B 运动的轨道方程为  $y = 17 - \frac{4}{9}x^2$ , 抛物线;  
质点 C 运动的轨道方程为  $x^2 + y^2 = 16$ , 圆;  
质点 D 运动的轨道方程为  $\left(\frac{x}{5}\right)^2 + \left(\frac{y}{6}\right)^2 = 1$ , 椭圆.
- (1) 速度函数:  $v = \frac{dx}{dt} = -u \ln(1-bt)$ ; 加速度函数:  $a = \frac{dv}{dt} = \frac{ub}{1-bt}$ ;  
(2)  $v(t=0s) = 0$ ;  $v(t=100s) = 4.86 \times 10$ ;  
 $a(t=0s) = 22.5 \text{ ms}^{-2}$   $a(t=100s) = 90 \text{ ms}^{-2}$ ;
- $v = \sqrt{5x^2 + 6x + 36}$ .
- $a_n$  增大,  $a_\tau$  不变,  $a$  增大;  $\tan \alpha = \frac{a_n}{a_\tau}$ , 由于  $a_n$  增大,  $a_\tau$  不变, 所以  $\alpha$  增大.

### 作业 2

- 切向加速度量值  $a_\tau = \frac{g^2 t}{\sqrt{v_0^2 + (gt)^2}}$ ; 法向加速度  $a_n = \sqrt{g^2 - a_\tau^2} = \frac{gv_0}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}}$ .
- 切向加速度为  $a_\tau = \frac{d^2 s}{dt^2} = 48 \text{ m/s}^2$ ; 法向加速度为  $a_n = \frac{v^2}{R} = 2.304 \times 10^4 \text{ m/s}^2$ .
- (1) 质点上升到轨道最高点法向加速度最大, 其值为  $a_{n\max} = g$ , 切向加速度量值为零;  
(2) 因为只考虑  $y > 0$  的区域, 所以当质点下落到和抛出点同一高度时, 夹角  $\theta$  最大, 法向加速度最小,  $a_n = g \cos \theta_0$ , 切向加速度为  $a_\tau = g \sin \theta_0$ .
- (1)  $t = 1 \text{ s}$ ; (2)  $S = 1.5 \text{ m}$ ;  $\theta = 0.5 \text{ rad}$ .
- $\vec{v}_{BA} = -2\vec{i} + 2\vec{j} \text{ ms}^{-1}$ .
- 地面上测得的风速  $\vec{v} = 36\vec{i} - 18\vec{j} \text{ km/h}$ .
- 切向加速度  $a_t = 0.2 \text{ m/s}^2$ , 法向加速度  $a_n = 3.6 \text{ m/s}^2$ .

### 作业 3

- $\begin{cases} f - mg = 0 \\ f + Mg = Ma \end{cases} \rightarrow a = \frac{m+M}{M} g$ .
- $a + a_0 = (g + 2a_0)/3$ .
- $\omega \leq \sqrt{\frac{\mu g}{R}}$ .

4.  $F \leq \mu_0(m+M)mg/M$ .
5. (1)  $a_M = g \frac{m \sin \theta \cos \theta}{M + m \sin^2 \theta}$ ; (2)  $a_m = g \frac{(M+m) \sin \theta}{M + m \sin^2 \theta}$ .
6. (1) 子弹速度随时间变化的函数式为  $v(t) = v_0 \exp(-\frac{k}{m}t)$ ;
- (2)  $x_{\max} = \frac{m}{k} v_0$ .

#### 作业 4

1. (1)  $\vec{I} = m(-\vec{i} + 3\vec{j})$  (NS).
2.  $v = 6 \text{ ms}^{-1}$ .
3.  $\vec{I} = -m(\sqrt{v_A^2 + 2\pi\alpha R^2} + v_A)\vec{i}$ .
4.  $F = 215.6 \text{ N}$ .
5.  $t_1 < t_2$ .

#### 作业 5

1. (1)  $L_A = L_B$ ; (2)  $E_{KA} > E_{KB}$ .
2. (1)  $\omega' = 4\omega_0$ ; (2)  $\frac{3}{2}mr^2\omega_0^2$ .
3.  $A = 2F_0R^2$ .
4. (1)  $A = G \frac{M_e m h}{R_e(R_e + h)}$ ; (2)  $v = \sqrt{\frac{2GM_e h}{R_e(R_e + h)}}$ .
5. (1)  $A = -\frac{mg\mu}{2L}(L-a)^2$ ; (2)  $v = \sqrt{\frac{g}{L}[(L^2 - a^2) - \mu(L-a)^2]}$ .

#### 作业 6

1. (1)  $v = \sqrt{2gR/3}$ ; (2)  $H = \frac{4}{3}R$ .

2. A: 错。如果系统不受外力作用, 则动量肯定守恒; 如果非保守内力做功不为零, 则系统的机械能不守恒;

B: 错。如果系统所受合外力为零, 则动量肯定守恒; 但合外力为零的系统, 如果合外力做功不为零, 即使系统不受非保守内力, 系统的机械能也不守恒;

C: 正确。系统不受外力, 合外力为零, 动量肯定守恒; 不受外力, 外力的功肯定为零, 内力都是保守力, 非保守内力做功肯定为零, 机械能必然守恒;

D: 错。外力对一个系统做的功为零, 但如果非保守内力做功不为零, 则系统的机械能不守恒; 外力对一个系统做的功为零, 不能保证系统的动量不变。

3. (1)  $E_p = G \frac{2mM}{3R}$ ; (2)  $E_p = -G \frac{mM}{3R}$ .
4.  $A = 3 \text{ J}$ .
5.  $v = d \sqrt{\frac{k}{2m}}$ .

6. (1) 小球对桌面的速度  $v_1 = \sqrt{\frac{2MgR}{m+M}}$ , 容器对桌面的速度  $v_2 = -\frac{m}{M} \sqrt{\frac{2gMR}{(m+M)}}$ ;

(2) 小球受到向上的支持力  $N = mg[1 + \frac{2(m+M)}{M}]$ ;

(3) 物块相对桌面移动的距离  $L = \frac{m}{m+M} R$ .

7  $v = \sqrt{\frac{M}{M+m} 2gL}$ .

## 作业 7

1.  $J_A < J_B$ .

2. 几个力的矢量和为零, 外力矩的矢量和不一定为零。

(1) 合力矩为零时, 刚体静止或匀速转动; (2) 合力矩不为零时, 加速转动。

3. (1)  $\omega = 15 \text{ rad/s}$ ,  $\theta = 22.5 \text{ rad}$ ;

(2)  $v = 6.25 \text{ m/s}$ ;  $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = 156.31 \text{ m/s}^2$ .

4. (1)  $h = 2.45 \text{ m}$ ; (2)  $T = 39.2 \text{ N}$ .

5. (1)  $\alpha = -\frac{K\omega_0^2}{9J}$ ; (2)  $t = \frac{2J}{K\omega_0}$ .

6.  $\alpha' > \alpha$

## 作业 8

1. (1)  $J_M > J_H$ ; (2)  $E_{kM} > E_{kH}$ .

2. C; 因为有内能, 是非保守力做功, 系统的机械能不守恒; 但合力矩为零, 角动量守恒。

3.  $\omega = \frac{mv'R}{J + mR^2} = 0.095 \text{ rad/s}$ .

4.  $\cos \theta = 1 - \frac{75}{296} \frac{v^2}{gL}$ .

5.  $v_A = \omega L = \sqrt{3gL}$ .

6. (1) 对于小球和圆环构成的系统, 重力与转轴平行, 所以力矩为零, 系统的内力不改变角动量, 所以系统的角动量守恒。

当小球在 B 位置时  $J_0\omega_0 = J_0\omega_B + mR^2\omega_B \rightarrow \omega_B = \frac{J_0\omega_0}{J_0 + mR^2}$ ;

当小球在 C 位置时  $J_0\omega_0 = J_0\omega_c + m0^2\omega_c \rightarrow \omega_c = \omega_0$ .

(2) 以地球、圆环、小球为系统, 系统不受外力, 做功为零。内力有重力和小球与环壁之间的压力, 重力为保守内力; 而小球和环壁的压力为非保守内力, 但是小球受的力(与环壁垂直)与小球相对于环的速度方向(与环壁相切)始终垂直, 所以这对力做功为零。因

此系统的机械能守恒：  $mg2R + \frac{1}{2}J_0\omega_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J_0\omega_0^2 \rightarrow v = \sqrt{4gR}$  . C 点时环为瞬时惯性系，对地的速度和对环的速度一样。

7. 系统动量守恒，系统受合外力为零；系统角动量守恒，系统受合外力矩为零。