作业 1

1． $t=2\sqrt{R/g}$ （***R*** 为圆环的半径）。

2． $\bar{\vec{v}}=\dfrac{\vec{r}_2-\vec{r}_1}{\Delta t}=0$.

$$\bar{\vec{a}}=\frac{\vec{v}_2-\vec{v}_1}{\Delta t}=\frac{2v_1\sin(\theta/2)}{\Delta t}\cdot\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta v}.$$

3．（**1**）$\vec{v}(t=1s)=2\vec{i}+9\vec{j}$；（**2**）$\bar{\vec{v}}=\dfrac{\vec{r}_2-\vec{r}_1}{\Delta t}=2\vec{i}+39\vec{j}$，$\bar{\vec{a}}=\dfrac{\vec{v}_2-\vec{v}_1}{\Delta t}=36\vec{j}$.

4． 质点 **A** 运动的轨道方程为 $\boldsymbol{y}=18-\dfrac{3}{2}\boldsymbol{x}$，直线；

质点 **B** 运动的轨道方程为 $y=17-\dfrac{4}{9}x^2$，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 $\left(\dfrac{x}{5}\right)^2+\left(\dfrac{y}{6}\right)^2=1$，椭圆。

5．（1）速度函数： $v=\dfrac{dx}{dt}=-u\ln(1-bt)$；加速度函数： $a=\dfrac{dv}{dt}=\dfrac{ub}{1-bt}$；

（2）$v(t=0s)=0$ ；$v(t=100s)=4.16\times10^3\ \text{ms}^{-1}$；

$a(t=0s)=22.5\ \text{ms}^{-2}$ $a(t=100s)=90\ \text{ms}^{-2}$.

6． $v=\sqrt{6x+5x^2+36}$.

7． a_n 增大，a_τ 不变，a 增大；$\tan\alpha=\dfrac{a_n}{a_\tau}$，由于 a_n 增大，a_τ 不变，所以 α 增大。

作业 2

1． $\vec{a}=a_\tau\vec{\tau}+a_n\vec{n}=\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\vec{\tau}+\dfrac{v^2}{R}\vec{n}$；其大小为 $a=|\vec{a}|=\sqrt{\left(\dfrac{dv}{dt}\right)^2+\left(\dfrac{v^2}{R}\right)^2}$.

2． 切向加速度量值 $a_\tau=\dfrac{g^2t}{\sqrt{{v_0}^2+(gt)^2}}$；法向加速度 $a_n=\sqrt{g^2-{a_\tau}^2}=\dfrac{gv_0}{\sqrt{{v_0}^2+g^2t^2}}$.

3． 切向加速度为 $a_t=\alpha R=4.8\ \text{m/s}^2$；法向加速度为 $a_n=\omega^2R=230.4\ \text{m/s}^2$.

4． $\vec{v}_{BA}=-2\vec{i}+2\vec{j}\ \text{ms}^{-1}$.

5．（1）$t=1\ \text{s}$；（2）$S=1.5\ \text{m}$；$\theta=0.5\ \text{rad}$.

6．（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 $\boldsymbol{y}>\boldsymbol{0}$ 的区域，所以当质点下落到和抛出点同一高度时，夹角 $\boldsymbol{\theta}$ 最大，法向加速度最小，$a_n=g\cos\theta_0$ ，切向加速度为 $a_\tau=g\sin\theta_0$.

7． 地面上测得的风速 $\vec{v}=36\vec{i}-18\vec{j}$ km/h.

8． 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

1. $T/T'=1/\cos^2\theta$.

2. $a=\dfrac{m+M}{M}g$.

3. $a+a_0=(g+2a_0)/3$.

4. $\omega\le\sqrt{\dfrac{\mu g}{R}}$ **.**

5. $F\le\mu_0(m+M)mg/M$ **.**

6.（1）子弹速度随时间变化的函数式为 $v(t)=v_0\exp(-\dfrac{k}{m}t)$；（2）$x_{\max}=\dfrac{m}{k}v_0$

作业 4

1. (1) $\vec{I}=m(-\vec{i}+3\vec{j})$ N/s.

2. $\boldsymbol{v}=6$ ms^{-1} **.**

3. $t=0.4$ s，$V=1.33$ m/s.

4. $\vec{I}=-m(\sqrt{v_A^2+2\alpha R^2\pi}+v_A)\vec{i}$ **.**

5. $F=196+19.6=215.6$ N.

6. 竖直方向动量守恒，可得：$t_1<t_2$.

作业 5

1.（1）$L_A=L_B$；（2）$E_{KA}>E_{KB}$.

2.（1）$\omega'=4\omega_0$；（2）$\dfrac{3}{2}mr^2\omega_0{}^2$.

3. $A=2F_0R^2$.

4. $A=\dfrac{m^2g^2}{2k}$.

5.（1）$A=G\dfrac{Mmh}{R_e(R_e+h)}$ **；**（2）$v=\sqrt{\dfrac{2GMh}{R_e(R_e+h)}}$ **.**

6.（1）$A=-\dfrac{mg\mu}{2L}(L-a)^2$；

（2）$v=\sqrt{\dfrac{g}{L}[(L^2-a^2)-\mu(L-a)^2]}$.

作业 6

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

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）$E_P = G\dfrac{2mM}{3R}$;（2）$E_P = -G\dfrac{mM}{3R}$.

4. $A = 3\ \text{J}$.

5. $v = d\sqrt{\dfrac{k}{2m}}$.

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

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

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

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

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) $v = 6.25\ \text{m/s}$；$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{1.25^2 + 156.25^2} = 156.31\ \text{m/s}^2$.

4. （1）$h = 2.45\ \text{m}$;

（2）$T = 39.2\ \text{N}$.

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

6. $\alpha' > \alpha$.

作业 8

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

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

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

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

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 $J_0\omega_0 = J_0\omega_B + mR^2\omega_B \to \omega_B = \dfrac{J_0\omega_0}{J_0 + mR^2}$；

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

（2） 以地球、圆环、小球为系统，系统不受外力，做功为 **0.** 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，但是小球受的压力（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 **0.** 因此系统的机械能守恒： $mg2R + \frac{1}{2}J_0{\omega^2}_0 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J_0{\omega^2}_0 \to v = \sqrt{4gR}$，

C 点时环为瞬时惯性系，对地的速度和对环的速度一样。

7．因为整个系统的轴向方向的外力矩为零，系统沿该方向的角动量守恒。系统的总角动量为零，轮子产生角动量，必然有一个大小相等方向相反的角动量产生。这样车轮沿一个方向转动，人(转盘)会沿相反方向转动。

8．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。