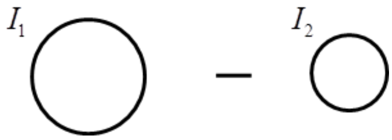
6.3

　球の慣性モーメントは，$I=\dfrac{2}{5}MR^2$ である．また，球の質量は，$M=\rho\dfrac{3}{4}\pi R^3$ である．
中空の球の慣性モーメントは，以下のように表せる．



$$I=I_1-I_2=\frac{2}{5}(M_1R_1^2-M_2R_2^2)\ .$$

ただし，$M=M_1-M_2=4kg$ であり，$\dfrac{M_1}{M_2}=\dfrac{R_1^3}{R_2^3}$ となる．従って，

$$I=\frac{2}{5}(M_1R_1^2-M_2\frac{R_2^3}{R_1^3}R_2^3)=\frac{2}{5}M_1(R_1^2-\frac{R_2^5}{R_1^3})$$

となる．また，$R_1=D_1/2=10cm$，$R_2=D_2/2=7.5cm$ なので，

$$M_1-M_1\frac{R_2^3}{R_1^3}=4 \text{ なので，} M_1=\frac{4}{1-\dfrac{R_2^3}{R_1^3}}=6.919kg$$

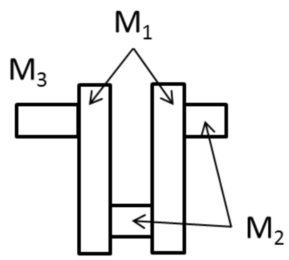
これらを代入すると，$I=2.1108=2.1\times10^{-2}kg\cdot m^2$ となる．
また，回転半径は $k=\sqrt{\dfrac{I}{M}}=7.3cm$ となる．

6.4

　クランク軸の慣性モーメントを平行軸の定理を使って求める．ここで，右図の面に垂直な軸回りの板の慣性モーメントは

$$I_{PG}=M\frac{b^2+h^2}{12}$$

であり，同様に円柱の慣性モーメントは



$$I_Z=\frac{1}{2}MR^2$$

である．各部分の質量は

$$M_1=\rho 320\cdot50\cdot100$$

$$M_2=\rho\pi(\frac{150}{2})^2\cdot150$$

$$M_3=\rho\pi(\frac{150}{2})^2\cdot250$$

　各部の X'X 軸回りの慣性モーメントは

$$I_1=M_1\frac{320^2+500^2}{12}+M_1110^2=5.17504kg\,m^2$$

$$I_2=\frac{M_2}{2}(\frac{150}{2})^2=0.05815014371kg\,m^2$$

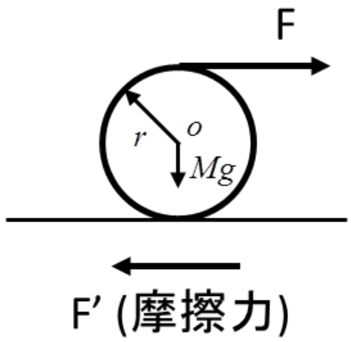
$$I_2' = \frac{M_2}{2}\left(\frac{150}{2}\right)^2 + M_2\,220^2 = 1.0588499506\,kg\,m^2$$

$$I_3' = \frac{M_3}{2}\left(\frac{150}{2}\right)^2 + M_3\,220^2 = 1.411799341\,kg\,m^2$$

全体では，$I = 2I_1 + I_2 + I_2' + I_3 = 12.878 = 12.9\,kg\,m^2$

6.12

円柱の運動方程式は,



$$Ma = F - F'$$

$$I\alpha = Fr + F'r$$

ただし，$I = M\dfrac{r^2}{2}$ および $a = r\alpha$ である．

これらより，円柱の加速度 a は,

$$M\frac{r^2}{2}\frac{a}{r} = Fr + F'r \quad より \quad M\frac{a}{2} = F + F'$$

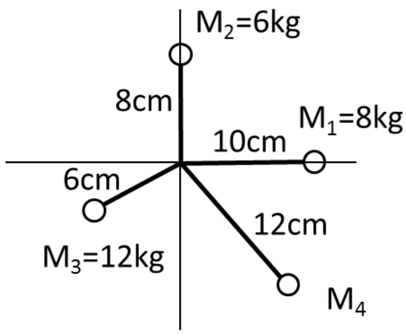
並進運動の運動方程式により F' を消去すると

$$M\left(a + \frac{a}{2}\right) = 2F \quad より，加速度は \quad a = \frac{4F}{3M} \quad である．$$

6.13

３個の質量の不釣合いを釣り合せる．

i	M_i	r_i	θ_i	$F_{ix} = M_i r_i \omega^2 \cos\theta_i$	$F_{iy} = M_i r_i \omega^2 \sin\theta_i$
1	8	10	0°	80	0
2	6	8	90°	0	48
3	12	6	210°	-62.35	-36
4	x	12	θ_4	$12x\cos\theta_4$	$12x\sin\theta_4$



F_{ix} および F_{iy} の合力はゼロになるので,

$$80 - 62.35 + 12x\cos\theta_4 = 0$$

$$48 - 36 + 12x\sin\theta_4 = 0$$

よって,

$$\frac{\sin\theta_4}{\cos\theta_4} = \frac{-12}{-17.65} \quad より, \quad \theta_4 = 214.2^\circ$$

これより

$$x = \frac{-17.65}{12\cos\theta_4} = 1.778 = 1.8\,kg \quad である．$$