

## 第5章 刚体的定轴转动

5-1 一刚体以  $60\text{r/min}$  的转速绕  $z$  轴做匀速转动 ( $\omega$  沿  $z$  轴正方向). 设某时刻刚体上一点  $p$  的位置矢量为  $\boldsymbol{r} = 3\boldsymbol{i} + 4\boldsymbol{j} + 5\boldsymbol{k}$ , 其单位为“ $10^{-2}\text{m}$ ”, 若以“ $10^{-2}\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ”为速度单位, 则该时刻  $p$  点的速度为( ).

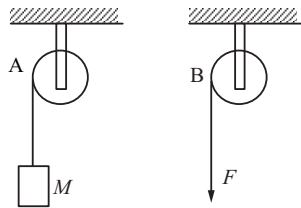
- (A)  $\boldsymbol{v} = 94.2\boldsymbol{i} + 125.6\boldsymbol{j} + 157.0\boldsymbol{k}$  (B)  $\boldsymbol{v} = -25.1\boldsymbol{i} + 18.8\boldsymbol{j}$   
(C)  $\boldsymbol{v} = -25.1\boldsymbol{i} - 18.8\boldsymbol{j}$  (D)  $\boldsymbol{v} = 31.4\boldsymbol{k}$

5-2 有一半径为  $R$  的水平圆转台, 可绕通过其中心的竖直固定光滑轴转动, 转动惯量为  $J$ , 开始时转台以匀角速度  $\omega_0$  转动, 此时有一质量为  $m$  的人站在转台中心. 随后人沿半径向外跑去, 当人到达转台边缘时, 转台的角速度为( ).

- (A)  $\frac{J}{J+mR^2}\omega_0$  (B)  $\frac{J}{(J+m)R^2}\omega_0$   
(C)  $\frac{J}{mR^2}\omega_0$  (D)  $\omega_0$

5-3 如图所示, A、B 为两个相同的绕着轻绳的定滑轮. A 滑轮挂一质量为  $M$  的物体, B 滑轮受拉力  $F$ , 而且  $F = Mg$ . 设 A、B 两滑轮的角加速度分别为  $\beta_A$  和  $\beta_B$ , 不计滑轮轴的摩擦, 则有( ).

- (A)  $\beta_A = \beta_B$   
(B)  $\beta_A > \beta_B$   
(C)  $\beta_A < \beta_B$   
(D) 开始时  $\beta_A = \beta_B$ , 以后  $\beta_A < \beta_B$



题 5-3 图

5-4 一飞轮的转动惯量为  $J$ , 在  $t=0$  时角速度为  $\omega_0$ , 此后飞轮经历制动过程, 阻力矩  $M$  的大小与角速度  $\omega$  的平方成正比, 比例系数  $k > 0$ , 当  $\omega = \omega_0/3$  时, 飞轮的角加速度  $\beta =$  \_\_\_\_\_, 从开始制动到  $\omega = \omega_0/3$  时, 所经过的时间  $t =$  \_\_\_\_\_.

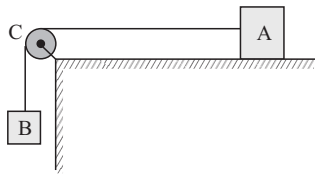
5-5 一个滑轮,半径为  $10\text{cm}$ ,转动惯量为  $1.0 \times 10^{-2} \text{kg} \cdot \text{m}^2$ ,有一变力  $F = 0.50t + 0.30t^2 (\text{N})$  沿切线方向作用在滑轮的边沿上,滑轮所受力矩为 \_\_\_\_\_  $\text{N} \cdot \text{m}$ . 如果滑轮最初处于静止状态,则在  $3.0\text{s}$  后的角速度为 \_\_\_\_\_  $\text{rad/s}$ .

5-6 一个圆柱体,质量为  $M$ ,半径为  $R$ ,可绕固定的通过其中心轴线的光滑轴转动,原来处于静止. 现有一质量为  $m$ 、速度为  $v$  的子弹,沿圆周切线方向射入圆柱体边缘. 子弹嵌入圆柱体后的瞬间,圆柱体与子弹一起转动的角速度 = \_\_\_\_\_. (已知圆柱体绕固定轴的转动惯量  $J = \frac{1}{2}MR^2$ )

5-7 氧分子对垂直于两氧原子连线的对称轴的转动惯量为  $1.94 \times 10^{-46} \text{kg} \cdot \text{m}^2$ ,氧分子质量为  $5.30 \times 10^{-26} \text{kg}$ . 若氧气中有一个氧分子具有  $500\text{m/s}$  的平动速率,且这个分子的转动动能是其平动动能的 \_\_\_\_\_ 倍,这个分子转动角速度大小为 \_\_\_\_\_ ( $\text{rad/s}$ ).

5-8 一人手执两个哑铃,两臂平伸坐在以  $\omega_0$  角速度旋转的转轴处,摩擦可不计,现突然将两臂收回,转动惯量为原来的  $\frac{1}{4}$  倍,则收臂后的转动动能是收臂前的 \_\_\_\_\_ 倍.

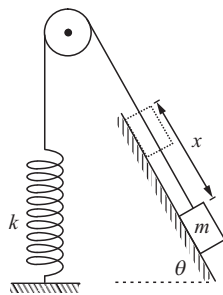
5-9 如图,滑块 A,重物 B 和滑轮 C 的质量分别为  $m_A = 50\text{kg}$ ,  $m_B = 200\text{kg}$  和  $m_C = 15\text{kg}$ ,滑轮半径为  $R = 0.10\text{m}$ ,  $J_0 = m_C R^2 / 2$ ,滑块 A 与桌面之间,滑轮与轴承间均无摩擦,绳质量可不计,绳与滑轮间无相对滑动. 求滑块 A 的加速度及滑轮两边绳中的张力.



题 5-9 图

- 5-10 以力  $F$  将一块粗糙平面紧压在轮上, 平面与轮之间的滑动摩擦系数为  $\mu$ , 轮的初角速度为  $\omega_0$ , 问转过多少角度时轮停止转动? 已知轮的半径为  $R$ , 质量为  $m$ , 可视为匀质圆盘, 转动惯量为  $J = mR^2/2$ ; 轴的质量忽略不计; 压力  $F$  均匀分布在轮面上.

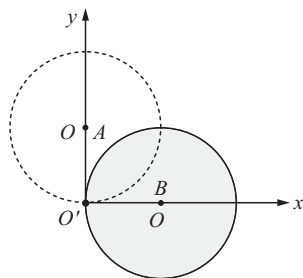
- 5-11 滑轮对中心轴的转动惯量为  $J$ , 半径为  $R$ , 物体的质量为  $m$ , 弹簧的劲度系数为  $k$ , 斜面的倾角为  $\theta$ , 物体与斜面间光滑, 系统从静止状态释放, 且释放时弹簧无伸长 (如图所示), 求物体下滑  $x$  距离时的速率.



题 5-11 图

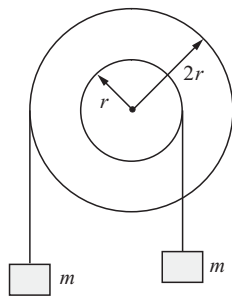
**5-12** 一质量为  $m$ 、半径为  $R$  的匀质薄圆盘,可绕光滑的水平轴  $O'$  在竖直平面内自由转动,如图所示,圆盘相对于轴的转动惯量为  $3mR^2/2$ ,开始时,圆盘静止在竖直位置上,当它转动到水平位置时,求:

- (1) 圆盘的角加速度;
- (2) 圆盘的角速度;
- (3) 圆盘中心  $O$  点的加速度.



题 5-12 图

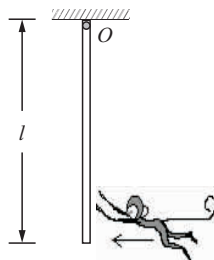
**5-13** 质量分别为  $m$  和  $2m$ , 半径分别为  $r$  和  $2r$  的两个均匀圆盘,同轴地粘在一起,可以绕通过盘心且垂直盘面的水平光滑固定轴转动,对转轴的转动惯量为  $9mr^2/2$ ,大小圆盘边缘都绕有绳子,绳子下端都挂一质量为  $m$  的重物,如图所示,求盘的角加速度的大小.



题 5-13 图

**5-14** 质量为  $m$ , 长为  $l$  的匀质木棒可绕  $O$  轴自由转动, 转动惯量为  $J = ml^2/3$ , 开始时木棒铅直悬挂, 现在有一只质量为  $m$  的小猴以水平速度  $v_0$  抓住棒的一端 (如图), 求:

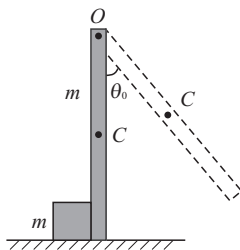
- (1) 小猴与棒开始摆动时的角速度;
- (2) 小猴与棒摆到最大高度时, 棒与铅直方向的夹角.



题 5-14 图

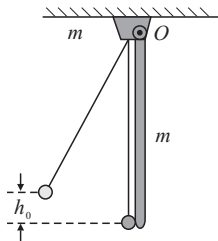
**5-15** 如图所示, 一质量为  $m$ , 长为  $l$  的匀质细杆, 以  $O$  点为轴, 从静止在与竖直方向成  $\theta_0$  角处自由下摆, 到竖直位置时与光滑桌面上一质量为  $m$  的静止物块 (可视为质点) 发生弹性碰撞, 已知杆对  $O$  轴的转动惯量为  $ml^2/3$ . 求:

- (1) 棒开始转动时的角加速度;
- (2) 棒转到竖直位置碰撞前的角速度  $\omega_1$  及棒中央点  $C$  的速度;
- (3) 碰撞后杆的角速度  $\omega_2$  和物块的线速度  $v_2$ .



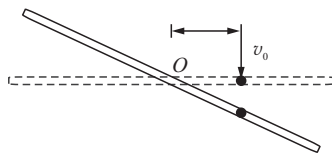
题 5-15 图

- 5-16** 如图所示单摆和直杆等长  $l$ , 等质量  $m$ , 悬挂于同一点  $O$ , 摆锤拉到高度  $h_0$  ( $h_0 \leq l$ ) 放开, 与静止的直杆做弹性碰撞, 已知直杆绕  $O$  点的转动惯量  $J = ml^2/3$ , 求碰撞后其直杆下端可上升的最大高度  $h$ .



题 5-16 图

- \*\*5-17** 一长为  $l$  的匀质细杆, 可绕通过中心  $O$  的固定水平轴在铅垂平面内自由转动 (转动惯量为  $ml^2/12$ ), 开始时杆静止于水平位置. 一质量与杆相同的昆虫以速率  $v_0$  垂直落到距  $O$  点  $l/4$  处的杆上, 昆虫落下后立即向杆的端点爬行, 如图所示. 若要使杆以匀角速度转动, 试求昆虫沿杆爬行的速率.



题 5-17 图