

# 2018 春大学物理 C 作业三

## 第三章 刚体的定轴转动

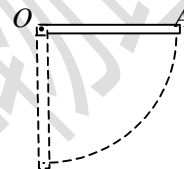
### 一、选择题

1. 一人造地球卫星到地球中心  $O$  的最大距离和最小距离分别是  $R_A$  和  $R_B$ 。设卫星对应的角动量分别是  $L_A$ 、 $L_B$ ，动能分别是  $E_{KA}$ 、 $E_{KB}$ ，则应有

- (A)  $L_B > L_A$ ,  $E_{KA} > E_{KB}$  (B)  $L_B > L_A$ ,  $E_{KA} = E_{KB}$   
(C)  $L_B = L_A$ ,  $E_{KA} = E_{KB}$  (D)  $L_B < L_A$ ,  $E_{KA} = E_{KB}$   
(E)  $L_B = L_A$ ,  $E_{KA} < E_{KB}$

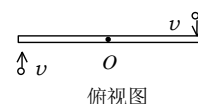
2. 均匀细棒  $OA$  可绕通过其一端  $O$  而与棒垂直的水平固定光滑轴转动，如图所示。今使棒从水平位置由静止开始自由下落，在棒摆动到竖直位置的过程中，下述说法哪一种是正确的？

- (A) 角速度从小到大，角加速度从大到小  
(B) 角速度从小到大，角加速度从小到大  
(C) 角速度从大到小，角加速度从大到小  
(D) 角速度从大到小，角加速度从小到大



3. 光滑的水平桌面上，有一长为  $2L$ 、质量为  $m$  的匀质细杆，可绕过其中点且垂直于杆的竖直光滑固定轴  $O$  自由转动，其转动惯量为  $\frac{1}{3}mL^2$ ，起初杆静止。桌面上有两个质量均为  $m$  的小球，各自在垂直于杆的方向上，正对着杆的一端，以相同速率  $v$  相向运动，如图所示。当两小球同时与杆的两个端点发生完全非弹性碰撞后，就与杆粘在一起转动，则这一系统碰撞后的转动角速度应为：

- (A)  $\frac{2v}{3L}$  (B)  $\frac{4v}{5L}$  (C)  $\frac{6v}{7L}$  (D)  $\frac{8v}{9L}$  (E)  $\frac{12v}{7L}$



4. 一水平圆盘可绕通过其中心的固定竖直轴转动，盘上站着一个人。把人和圆盘取作系统，当此人在盘上随意走动时，若忽略轴的摩擦，此系统

- (A) 动量守恒 (B) 机械能守恒 (C) 对转轴的角动量守恒  
(D) 动量、机械能和角动量都守恒 (E) 动量、机械能和角动量都不守恒

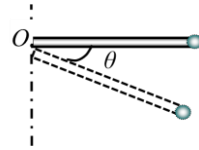
### 二、填空题

5. 一质量为  $m$  的质点沿着一条曲线运动，其位置矢量在空间直角坐标系中的表达式为  $\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$ ，其中  $a$ 、 $b$ 、 $\omega$  皆为常量，则此质点对原点的角动量  $L = \underline{\hspace{2cm}}$ ；

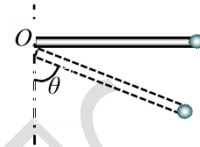
此质点所受对原点的力矩  $M = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

6. 半径为  $r = 1.5\text{m}$  的飞轮，初角速度  $\omega_0 = 10\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ，角加速度  $\beta = -5\text{rad}\cdot\text{s}^{-2}$ ，则在  $t = \underline{\hspace{2cm}}$  时角位移为零，而此时边缘上点的线速度  $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

7. 一长为  $l$ ，质量可以忽略的直杆，可绕通过其一端的水平光滑轴在竖直平面内作定轴转动，在杆的另一端固定着一质量为  $m$  的小球，如图所示。现将杆由水平位置无初转速地释放。则杆刚被释放时的角加速度  $\beta_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ ，杆与水平方向夹角为  $60^\circ$  时的角加速度  $\beta = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

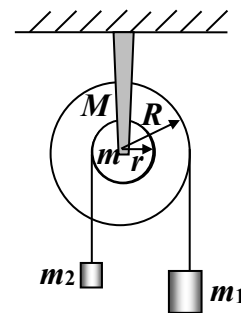


8. 长为  $L$ ，质量为  $m$  的匀质细杆，可绕通过杆的端点  $O$  并与杆垂直的水平固定轴转动。杆的另一端连接一个质量为  $m$  的小球。杆从水平位置由静止开始自由下摆，忽略轴处的摩擦，当杆转到与竖直方向成  $\theta$  角时，小球与杆的角速度为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

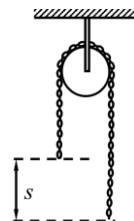


### 三、计算题

9. (3-3 题) 如图，一个固定在一起的两个同轴薄圆盘，可绕通过盘心且垂直于盘面的光滑水平轴  $O$  转动，大圆盘质量为  $M$ ，半径为  $R$ ；小圆盘质量为  $m$ ，半径为  $r$ ；两圆盘边缘上都绕有细线，分别挂有质量为  $m_1$ ， $m_2$  的物体 ( $m_1 > m_2$ )。系统从静止开始在重力作用下运动，不计一切摩擦。求(1)圆盘角加速度 (2)各段绳的张力。

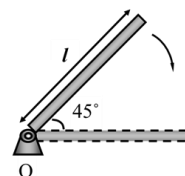


10. (3-4 题) 质量为  $m_0$  的匀质圆盘, 可绕通过盘中心且垂直于盘的固定光滑轴转动, 绕过盘的边缘挂有质量为  $m$ , 长为  $l$  的匀质柔软绳索, 设绳与圆盘间无相对滑动。求当圆盘两侧绳长之差为  $s$  时, 绳的加速度大小。



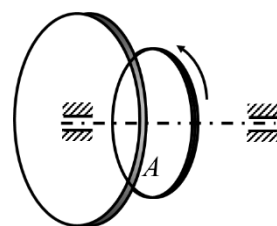
11. (3-5 题) 一根长为  $l$ 、质量为  $m$  的均匀直棒可绕其一端, 且与棒垂直的水平光滑固定轴转动, 抬起另一端使棒向上与水平面成  $45^\circ$ , 然后无初速地释放棒。已知棒对轴的转动惯量为  $\frac{1}{3}mL^2$ , 设  $l = 2\text{m}$ , 求:

- (1) 放手时棒的角加速度;
- (2) 棒转到水平位置时的角速度。

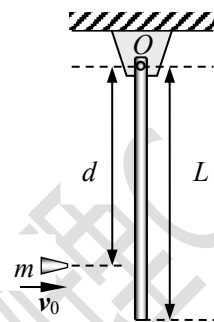


12. 一转动惯量为  $J$  的圆盘绕一固定轴转动，起初角速度为  $\omega_0$ 。设它所受阻力矩与转动角速度成正比，即  $M = -k\omega$  ( $k$  为正的常数)，求圆盘的角速度从  $\omega_0$  变为  $\omega_0/2$  时所需要的时间。

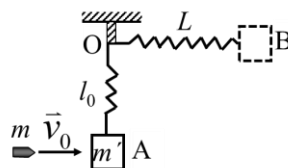
13. (教材 3-7 题) 如图所示，两飞轮 A 和 B 的轴杆在同一中心线上，设 A 轮、B 轮的转动惯量分别为  $J_A = 1.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  和  $J_B = 2.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 。开始时，A 轮转速为  $3\pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ ，B 轮静止然后两轮“啮合”，使两轮转速相同，啮合过程中无外力矩作用，求(1) 两轮啮合后的共同角速度  $\omega$ ，(2) 两轮各自所受的冲量矩。



14. (3-9 题) 如图所示, 一个长为  $L$ , 质量为  $m_0$  的匀质细杆, 可绕通过一端的水平轴  $O$  转动, 开始时杆自由悬挂。一质量为  $m$  的子弹, 以水平速度  $v_0$  射入杆中而不复出, 入射点离  $O$  点的距离为  $d$ 。试问: (1) 子弹射入杆后杆所获得的角速度; (2) 子弹射入杆的过程中 (设经历时间为  $\Delta t$ ), 杆的上端受轴的水平和竖直分力各多大? (3) 若要使杆的上端不受水平力作用, 子弹的入射位置应在何处 (该位置称为打击中心)?



15. (3-10 题) 一光滑水平面上, 质量为  $m'$  的小木块在劲度系数为  $k$  的轻弹簧一端, 弹簧另一端固定在  $O$  点, 开始时, 木块与弹簧静止在  $A$  点, 且弹簧自然长度为  $l_0$ 。一质量为  $m$  的子弹以初速度  $v_0$  击入木块并嵌入在木块内。当木块到达  $B$  点时, 弹簧的长度为  $L$ , 且  $OB \perp OA$ , 求木块到达  $B$  点时的速度。



16. (3-11 题) 如图所示, 一质量为  $m_1$ , 长为  $l$  的均匀细棒, 静止水平放置在动摩擦系数  $\mu$  的水平桌面上, 它可绕通过其端点  $O$ , 且与桌面垂直的固定光滑轴  $OO'$  转动。另有一水平运动的质量为  $m_2$  的小滑块, 从侧面垂直于棒与棒的另一端  $A$  相撞, 设碰撞时间极短。已知滑块在碰撞前、后的速度分别为  $\vec{v}_1$  和  $\vec{v}_2$ , 求碰撞后从细棒开始转动到停止转动过程所需要的时间。

