

任课教师：_____ 学号：_____ 姓名：_____

2019 春大学物理 C 作业三

第三章 刚体的定轴转动

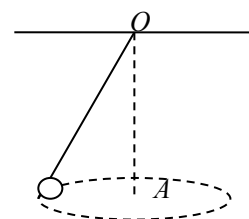
一、简答题

1. 刚体的最基本运动形式是什么，分析刚体运动与质点运动的区别和联系。

2. 刚体定轴转动，规定逆时针方向为正方向，问在以下条件下刚体作什么运动：

(1) $\theta > 0$ ，而 $\omega < 0$ ；(2) $\omega > 0$ ，而 $\alpha < 0$ ；(3) $\omega < 0$ ，而 $\alpha < 0$

3. 一质量为 m 的小球系于绳的一端，在光滑圆锥面上绕 Z 轴作圆周运动，分析小球动量是否守恒？机械能是否守恒？角动量是否守恒？



4. 花样溜冰运动员在表演绕其自身快速旋转这一动作，利用了什么原理？

二、选择题

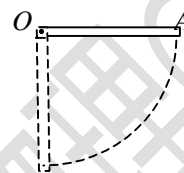
5. 一人造地球卫星到地球中心 O 的最大距离和最小距离分别是 R_A 和 R_B 。设卫星对应的角动量分别是 L_A 、 L_B ，动能分别是 E_{KA} 、 E_{KB} ，则应有

(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) $L_B = L_A$, $E_{KA} < E_{KB}$

[]

6. 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？

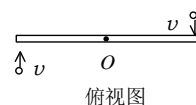
(A) 角速度从小到大，角加速度从大到小
 (B) 角速度从小到大，角加速度从小到大
 (C) 角速度从大到小，角加速度从大到小
 (D) 角速度从大到小，角加速度从小到大



[]

7. 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) $\frac{12v}{7L}$



[]

8. 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

[]

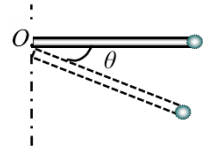
三、填空题

9. 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 、 ω 皆为常量，则此质点对原点的角动量 $L = \underline{\hspace{2cm}}$ ；

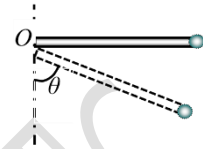
此质点所受对原点的力矩 $M = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

10. 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 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

11. 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度地释放。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° 时的角加速度 $\beta = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

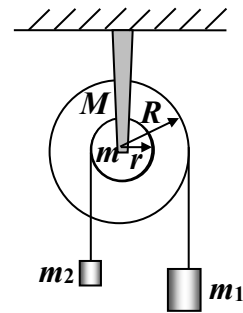


12. 长为 L ，质量为 m 的匀质细杆，可绕通过杆的端点 O 并与杆垂直的水平固定轴转动。杆的另一端连接一个质量为 m 的小球。杆从水平位置由静止开始自由下摆，忽略轴处的摩擦，当杆转到与竖直方向成 θ 角时，小球与杆的角速度为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

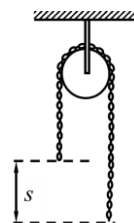


四、计算题

13. (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。

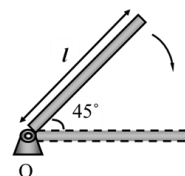


14. (3-4 题) 质量为 m_0 的匀质圆盘, 可绕通过盘中心且垂直于盘的固定光滑轴转动, 绕过盘的边缘挂有质量为 m , 长为 l 的匀质柔软绳索, 设绳与圆盘间无相对滑动。求当圆盘两侧绳长之差为 s 时, 绳的加速度大小。



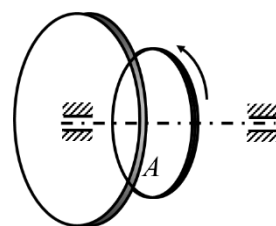
15. (3-5 题) 一根长为 l 、质量为 m 的均匀直棒可绕其一端, 且与棒垂直的水平光滑固定轴转动, 抬起另一端使棒向上与水平面成 45° , 然后无初速转地棒释放。已知棒对轴的转动惯量为 $\frac{1}{3}mL^2$, 设 $l = 2\text{m}$, 求:

- (1) 放手时棒的角加速度;
- (2) 棒转到水平位置时的角速度。

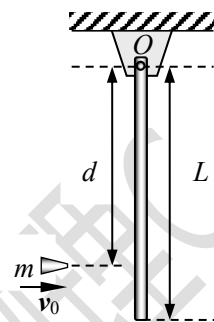


16. 一转动惯量为 J 的圆盘绕一固定轴转动，起初角速度为 ω_0 。设它所受阻力矩与转动角速度成正比，即 $M = -k\omega$ (k 为正的常数)，求圆盘的角速度从 ω_0 变为 $\omega_0/2$ 时所需要的时间。

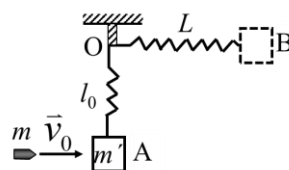
17. (教材 3-7 题) 如图所示，两飞轮 A 和 B 的轴杆在同一中心线上，设 A 轮、B 轮的转动惯量分别为 $J_A = 1.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 和 $J_B = 2.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 。开始时，A 轮转速为 $3\pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ ，B 轮静止然后两轮“啮合”，使两轮转速相同，啮合过程中无外力矩作用，求(1) 两轮啮合后的共同角速度 ω ，(2) 两轮各自所受的冲量矩。



18. (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 Δt), 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)?



19. (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。



20. (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 μ 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。

