

练习 5 刚体力学

一、选择题：将符合题意的答案前的字母填入下表中相应题号的空格内，并在题后空白处写出解题过程。

题号	1	2	3	4	5
答案	D	C	D	D	D

1. 一个物体正在绕固定光滑轴自由转动，[D]

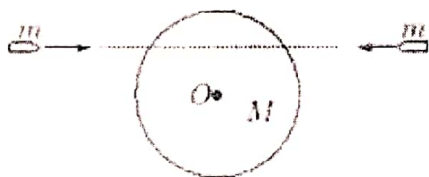
- (A) 它受热膨胀或遇冷收缩时，角速度不变；
(B) 它受热时角速度变大，遇冷时角速度变小；
(C) 它受热或遇冷时，角速度均变大；
(D) 它受热时角速度变小，遇冷时角速度变大。

受热膨胀时，转动惯量变大
由角动量守恒 $I\omega = \text{常量}$
 I 变大， ω 变小，

$$I = \int r^2 dm \quad \text{受热膨胀 } r \text{ 增大}$$

2. 一圆盘正绕垂直于盘面的水平光滑固定轴 O 转动，如图射来两个质量相同，速度大小相同，方向相反并在一条直线上的子弹，子弹射入圆盘并且留在盘内，则子弹射入后的瞬间，

圆盘的角速度 ω [C]



- (A) 增大；
(B) 不变；
(C) 减小；
(D) 不能确定。

方法一：把圆盘和两个子弹看成一个系统
系统所受合外力矩为零，由角动量守恒
 $I\omega_0 + mVR - mVR = (I + I_{\text{子弹}})\omega$
 $\omega = \frac{I}{I + I_{\text{子弹}}} \omega_0 < \omega_0$

方法二：两个子弹撞到一起后速度为 0
可以看成是两个子弹撞未到一起后，再和圆盘
结合在一起，这就相当于静止的物体和转动的
圆盘相撞并结合在一起，圆盘角速度会变小。



3. 有一质量为 M ，半径为 R ，高为 H 的匀质圆柱体，通过与其侧面上的一条母线相重合的轴的转动惯量为：[D]

(A) $1/4MR^2$;

(B) $1/2MR^2$;

(C) $2/3MR^2$;

(D) $3/2MR^2$ 。



$$I = \frac{1}{2} m R^2$$

由平行轴定理 $I = \frac{1}{2} m R^2 + m R^2 = \frac{3}{2} m R^2$

4. 几个力同时作用在一个具有光滑固定转轴的刚体上，如果这几个力的矢量和为零，则此刚体[D]

(A) 必然不会转动;

(B) 转速必然不变;

(C) 转速必然改变;

(D) 转速可能不变，也可能改变。

合外力为零，但合外力矩未必

5. 轴1、轴2和轴3互相平行，轴3通过刚体的质心，它与轴1和轴2的垂直距离各为 $d_1 = 0.600\text{ m}$ 和 $d_2 = 0.400\text{ m}$ 。若刚体对轴1和轴2的转动惯量各为 $J_1 = 6.00\text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 和 $J_2 = 5.00\text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ，则刚体对轴3的转动惯量 $J_3 =$ [D]。参数：

(A) $4.5\text{ kg} \cdot \text{m}^2$;

(B) $4.9\text{ kg} \cdot \text{m}^2$;

(C) $4.7\text{ kg} \cdot \text{m}^2$;

(D) $4.2\text{ kg} \cdot \text{m}^2$;

(E) $2.7\text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 。

$$J_1 = J_3 + m d_1^2 \quad 6 = J_3 + 0.36 m$$

$$J_2 = J_3 + m d_2^2 \quad 5 = J_3 + 0.16 m$$

$$m = 5$$

$$J_3 = J_2 - 0.16 m = 5 - 0.16 \times 5 = 4.2 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$



二、填空题：将正确答案填入空格处，并在题后空白处写出计算过程。

注意单位.

1. 质量为 $m=2.20\text{kg}$ 、半径为 $R=0.60\text{m}$ 的匀质圆环，对通过环周上一点且垂直环面的轴的

转动惯量 $J=1.6\text{kg}\cdot\text{m}^2$

$$J = mR^2 + mR^2 = 2mR^2 = 2 \times 2.2 \times 0.6^2 = 1.584 (\text{kg}\cdot\text{m}^2)$$

2. 平行轴定理是

刚体对任一转动轴的转动惯量 I 等于刚体通过质心的平行轴的转动惯量 I_c 加上刚体质量乘以两平行轴之间的距离 d 平方，即 $I = I_c + md^2$

3. 一质量为 m 、半径为 R 的圆盘对垂直于盘面紧靠盘边的轴的转动惯量为 $\frac{3}{2}mR^2$

$$I = \frac{1}{2}mR^2 + mR^2 = \frac{3}{2}mR^2$$

4. 由于地球的平均气温升高，造成两极冰山融化，海平面上升。此效应会引起地球自转的

转动惯量 变大。地球自转动能 变小。(仅填写：变大，变小或不变)

冰川融化，海平面上升，由 $\int r^2 dm$ 可得转动惯量 I 变大，根据角动量守恒，自转速度减小，转动动能变小。

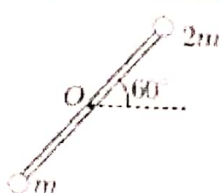
5. 一长为 L 的轻质细杆，两端分别固定质量为 m 和 $2m$ 的小球，此系统在竖直平面内可绕过

中点 O 且与杆垂直的水平光滑固定轴 (O 轴) 转动。开始时杆与水平成 60° 角，处于静止状态。

无初转速地释放以后，杆球这一刚体系统绕 O 轴转动。系统绕 O 轴的转动惯量

$J =$ _____。释放后，当杆转到水平位置时，刚体受到的合外力矩 $M =$ _____；角加速

度 $\beta =$ _____。



$$J = 2m\left(\frac{L}{2}\right)^2 + m\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{3}{4}mL^2$$

$$M = 2mg \frac{L}{2} - mg \frac{L}{2} = \frac{mgL}{2}$$

$$M = J\beta$$

$$\beta = \frac{M}{J} = \frac{\frac{mgL}{2}}{\frac{3}{4}mL^2} = \frac{2g}{3L}$$

