

# 北京工业大学

## 工程力学(II) 期终考试答案

考试日期: 2009 年 1 月 8 日

考试时间: 13:30~15:05

一、是非题(每题 2 分, 共 10 分。在括号中: 正确划√, 错误划×。)

1. 某力系对任意点的矩都为 0, 则该力系平衡。 (√)
2. 平动刚体的运动轨迹一定是直线。 (×)
3. 等截面圆杆受纯扭转时, 杆内任一点处只有切应力而无正应力。 (×)
4. 脆性材料的抗压强度一般要高于抗拉强度。 (√)
5. 一钢球放入热油中破坏, 它将是外部因拉应力而脆裂。 (×)

二、 填空或简答题(每题 5 分, 共 30 分)

1. 若一平面力系向其作用面内任意两点简化, 所得的主矢相等, 主矩也相等, 且主矩不为零。该平面力系简化的最后结果是 (b) 一个力偶

2. 小车的质量为  $m$  (不计车轮重), 以速度  $v$  水平向右运动。车上一均匀圆盘质量也为  $m$ , 半径  $r$ , 以角速度  $\omega$  转动, 如图, 系统的动量为  $2mv$ , 系统的动能为

$$mv^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} mr^2 \right) \omega^2 = mv^2 + \frac{1}{4} mr^2 \omega^2$$

3. 已知  $AB=2L$ ,  $OA=L$ ,  $\omega=\text{常数}$ , 均质连杆  $AB$  的质量为  $m$ , 曲柄  $OA$ 、滑块  $B$  的质量不计。则图示瞬时系统的动能的大小为  $\frac{2}{3} mL^2 \omega^2$ 。

4. 低碳钢拉伸试验曲线分四个阶段, 各阶段名称为: 弹性 阶段, 屈服 阶段, 强化 阶段, 截面收缩 阶段。强度指标有: 屈服极限, 强度极限。

5. 单元体的应力状态如图, 计算与  $x$  轴夹角  $60^\circ$  ( $\alpha=60^\circ$ ) 的截面上的应力状态。

答:  $\sigma_x = 20 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_y = -40 \text{ MPa}$ ,  $\tau_x = 30 \text{ MPa}$ ,

$$\sigma_\alpha = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_x \sin 2\alpha, \quad \tau_\alpha = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\alpha + \tau_x \cos 2\alpha$$

$$\sigma_{60^\circ} = \frac{20 - 40}{2} + \frac{20 + 40}{2} \cos 120^\circ - 30 \sin 120^\circ = -25 - 15\sqrt{3} = -50.98 \text{ MPa}$$

$$\tau_{60^\circ} = \frac{20 + 40}{2} \sin 120^\circ + 30 \cos 120^\circ = 15\sqrt{3} - 15 = 10.98 \text{ MPa}$$

6. 图示材料相同、直径相等的细长圆杆中, c 杆能承受压力最大; a 杆

能承受压力最小。

三、(15 分) 结构如图, 已知: 分布力  $q=100\text{N/m}$ ,  $a=0.5\text{m}$ ; 集中力偶  $m=100\text{Nm}$ 。求: A、B 端的约束反力。

解: BC 为二力构件

由整体平衡:

$$\Sigma X = 0 \quad X_A + N_B \times \frac{2}{\sqrt{5}} = 0, \quad \Sigma Y = 0 \quad Y_A + N_B \times \frac{1}{\sqrt{5}} - q \times 2a = 0,$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad -2qa^2 + m + N_B \times \frac{2}{\sqrt{5}} \times 2a = 0$$

$$X_A = 50 (\text{N}), \quad Y_A = 125 (\text{N})$$

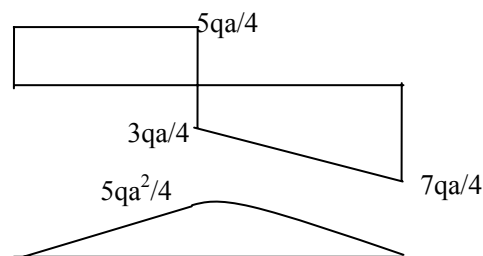
$$N_A = -25\sqrt{5} (\text{N}) \quad X_B = -50 (\text{N}), \quad Y_B = -25 (\text{N})$$

四、(10 分) AB 为  $d=10\text{mm}$  的圆截面钢杆, 从 AB 杆的强度考虑, 此结构的许可载荷  $[P]=6.28\text{kN}$ 。若 AB 杆的强度安全因素  $n=1.5$ , 试求材料的屈服极限。

$$\text{解: } N_{AB} = 2P, \quad [N_{AB}] = 12.56\text{kN}$$

$$[\sigma] = \frac{[N_{AB}]}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4 \times 12.56 \times 10^3}{\pi \times (0.01)^2} = 160\text{MPa}, \quad \sigma_s = n[\sigma] = 240\text{MPa}$$

五、(10 分) (10 分) 分布力集度为  $q$ , 集中力  $P=2qa$  作用于梁 AB 的中点, 画梁的剪力图和弯矩图。



六、(10 分) 圆截面杆受弯扭作用, 已知: 圆截面直径为  $D=30\text{mm}$ ;  $m=200\text{Nm}$ ;  $M=300\text{Nm}$ 。  $[\sigma]=200\text{MPa}$ 。按第四强度理论校核强度。

$$W_z = \frac{\pi D^3}{32} = \frac{\pi \times 30^3 \times 10^{-9}}{32} = 2.651 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \quad \sigma = \frac{M}{W_z} = \frac{300}{2.651 \times 10^{-6}} = 113.2 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{m}{W_T} = \frac{200}{2 \times 2.651 \times 10^{-6}} = 37.7 \text{ MPa} \quad \sigma_{r4} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 130.7 \text{ MPa} \quad \text{安全。}$$

$$\text{或 } \sigma_{r4} = \frac{\sqrt{M^2 + 0.75m^2}}{W_z} = \frac{\sqrt{300^2 + 0.75 \times 200^2}}{2.651 \times 10^{-6}} = 130.7 \text{ MPa}$$

七、(15 分) 系统如图, O 轮为均质圆盘可绕 O 转动, 圆盘质量为 m, 半径 R=0.5 米; 物块 A 质量 2m。系统从静止释放。求: A 物体下落高度为 h 时 A 物的加速度和 O 端的约束反力。

$$\text{解: 轮 } J_o = \frac{1}{2} m R^2 = \frac{1}{8} m, \quad \varepsilon R = a_A, \quad \omega = \frac{v_A}{R}$$

$$\frac{1}{2} J_o \omega^2 + \frac{1}{2} m_A v_A^2 = m_A g h \rightarrow \frac{5}{4} v_A^2 = 2 g h$$

$$\text{两边求导: } \frac{5}{2} v_A a_A = 2 g v_A, \quad a_A = \frac{4}{5} g$$

$$T = m_A g - m_A a_A = \frac{2}{5} m g$$

$$Y_o = m g + \frac{2}{5} m g = \frac{7}{5} m g$$