

# 工程力学I 2006~2007 年第 2 学期期终考试试题

(考试形式：一张 A4 纸开卷)

院(系)别 \_\_\_\_\_ 班 级 \_\_\_\_\_  
姓 名 \_\_\_\_\_ 学 号 \_\_\_\_\_  
考试日期：2007 年 7 月 04 日 (13:30-15:05)

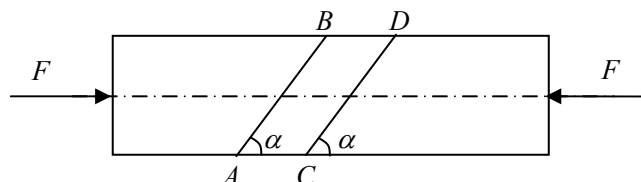
题号	一	二	三	四	五	六	七	总分
得分								

一、是非题(每题 1 分，共 10 分。在括号中：正确划√，错误划×)

- 1) 力对点之矩与矩心位置有关，力偶对点之矩与矩心位置无关。 ( T )
- 2) 二力构件的约束反力必沿构件的切线方向。 ( F )
- 3) 作用于刚体上的两个力平衡的充分必要条件是二力大小相等，方向相反，且沿同一直线。 ( T )
- 4) 只要保持力偶矩矢量的大小和方向不变，力偶在其作用面内任意移动，力偶对任意物体的作用效应不变。 ( F )
- 5) 在铸铁压缩实验中，铸铁沿 45 度方向断裂是由压缩正应力引起的。 ( F )
- 6) 利用截面法求内力时，任取截面一侧作为研究对象，所得结果不一样。 ( F )
- 7) 在单元体的主平面上切应力一定等于零，正应力不一定等于零。 ( T )
- 8) 挤压应力的计算面积是实际挤压面在垂直挤压力方向上的投影。 ( T )
- 9) 作用在梁上的顺时针转动的弯矩即为正，反之为负。 ( F )
- 10) 受单向拉伸的直杆内的任一点只有正应力，没有切应力。 ( F )

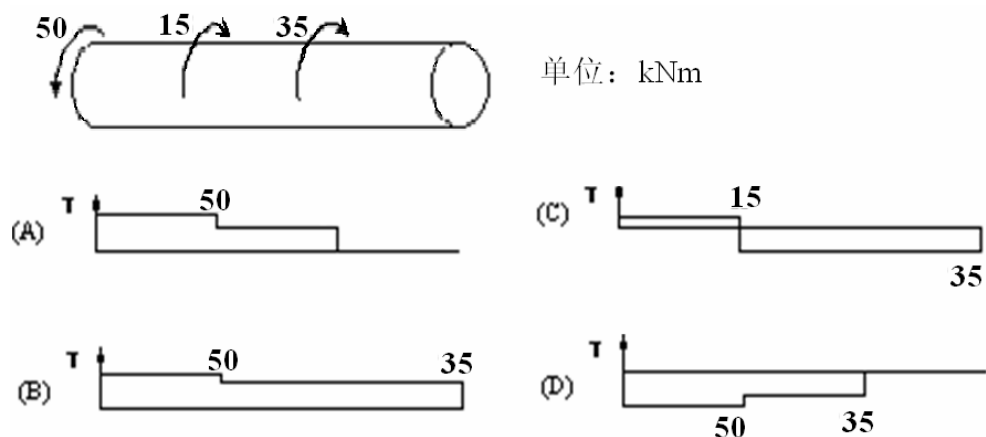
二、单选题(每题 2 分，共 14 分。将正确答案 ABCD 中的一个写在括号内)

1. 如图所示平板，两端受轴向压力作用，若在变形前在板面上画两条平行线  $AB$  和  $CD$ ，与轴线的夹角为  $\alpha$  ( $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ )，则变形后 ( B )

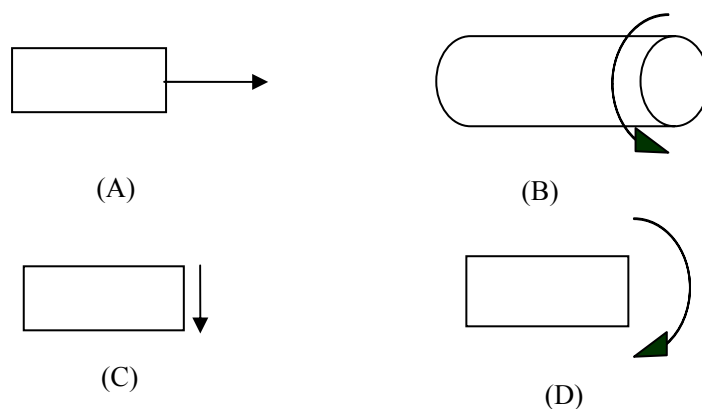


- (A)  $AB \parallel CD$ ,  $\alpha$  减小;  
(B)  $AB \parallel CD$ ,  $\alpha$  增大;  
(C)  $AB \parallel CD$ ,  $\alpha$  不变;  
(D)  $AB$  不平行于  $CD$ 。

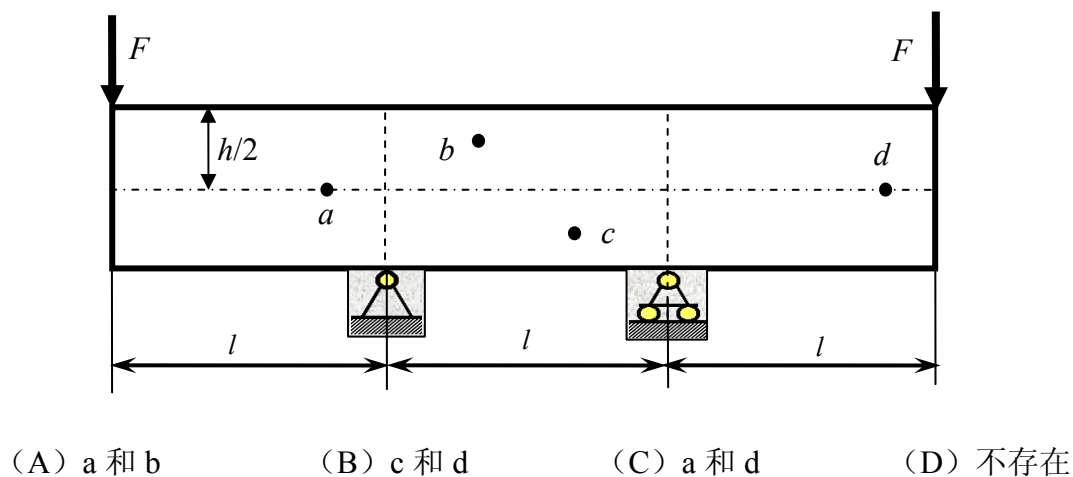
2. 下图所示，正确的扭矩图是（ D ）



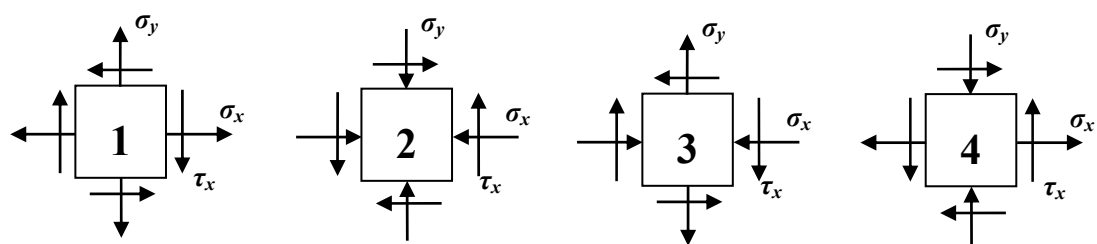
3. 下面标注的内力中，符号为负的是（ D ）



4. 图示结构中，梁的截面是边长为  $h$  的正方形，在横向力引起的切应力不能忽略的情况下， $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  四个点（其中  $a$ 、 $d$  两个点在中性层上）中应力状态为纯剪应力状态的有（ C ）。

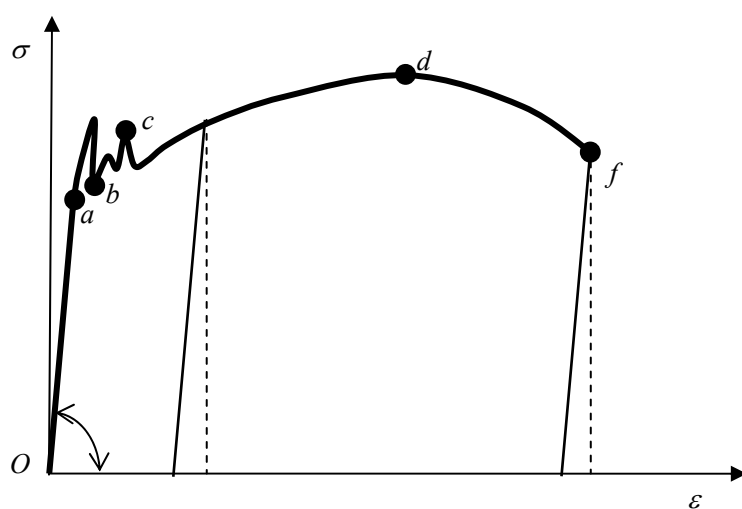


5. 如下图所示 4 个单元体，已知  $\sigma_y = \sigma_x = \tau_x = 100\text{MPa}$ ，其中单向应力状态的是（ A ）



- (A) 1 和 2                      (B) 3 和 4                      (C) 1 和 3                      (D) 4 个都是

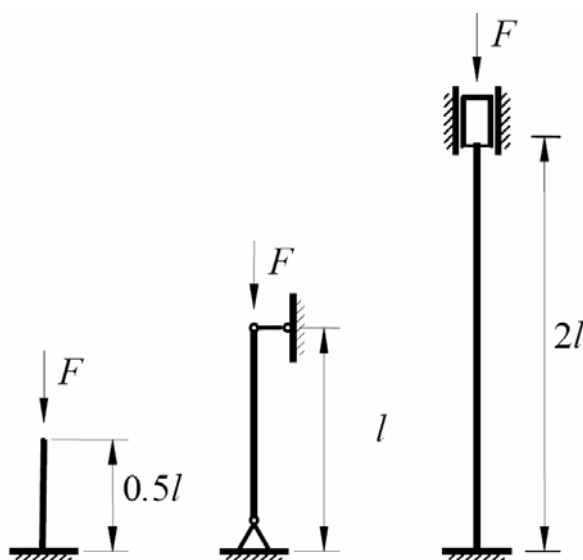
6. 低碳钢拉伸的过程，大致分为四个阶段，如图所示，屈服极限对应的点是（ B ）。



- (A) a 点                      (B) b 点                      (C) c 点                      (D) d 点

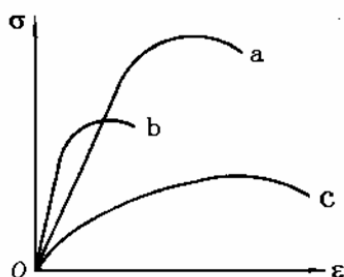
7. 图示三根压杆，横截面面积及材料各不相同，但它们的（ B ）相同。

- (A) 长度因数；              (B) 相当长度；              (C) 柔度；              (D) 临界压力。

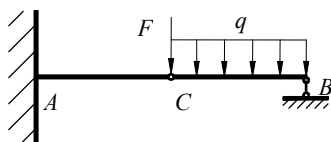


### 三、填空题（每空 2 分，共 20 分）

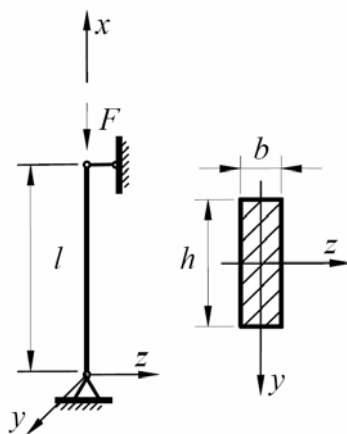
1. 对于一个研究对象，平面力偶系可以列\_\_\_\_\_1\_\_\_\_\_个平衡方程，平面任意力系可以列\_\_\_\_\_3\_\_\_\_\_个平衡方程。
2. 工程设计的任务之一就是保证构件在确定的外力作用下正常工作而不失效：即保证构件具有足够的强度、刚度和稳定性。
3. 某轴的转速为 50 转/秒，传递的功率为 300 马力，该轴所承受的扭矩是0.702kNm。
4. 三种材料  $a$ 、 $b$ 、 $c$  的应力-应变曲线分别如图所示，其中强度由大到小的排列顺序是a,b,c，刚度由大到小的排列顺序是b,a,c。



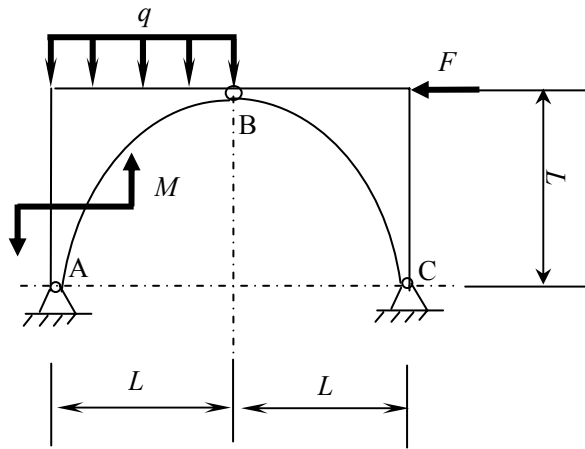
3. 如下图所示梁，C 点为铰链连接，用积分法求下的挠曲轴方程时，确定积分常数需要 4 个条件，除  $y_A=0, \theta_A=0$  外，另外两个条件是 $y_c^+ = y_c^-$ ， $y_B=0$ 。



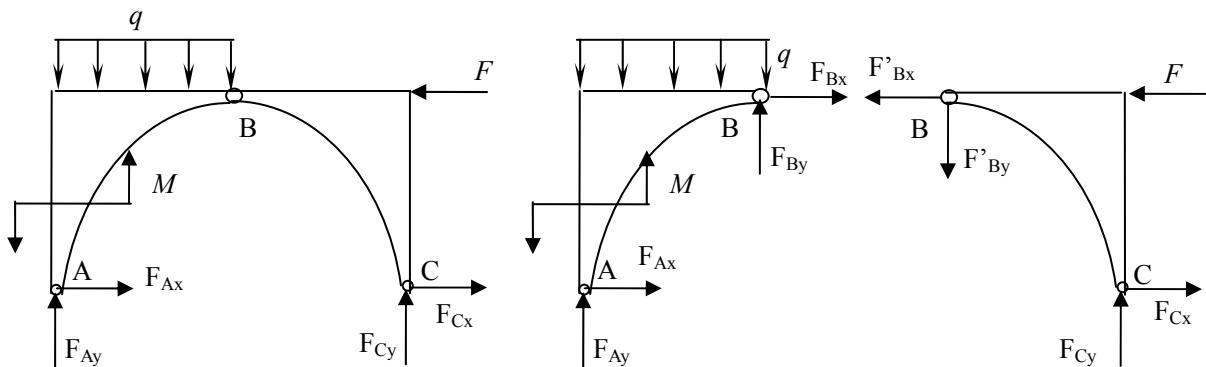
6. 图示两端铰支压杆，材料弹性模量为  $E$ ，杆长为  $l$ ，截面形状为矩形，并且  $b < h$ ，如果该杆为大柔度杆，那么该杆的临界压力  $F_{cr} = \frac{\pi^2 E b^3 h}{12 l^2}$ 。（用符号表示）



四、三铰拱尺寸如图，A、B、C 三点为铰链连接。已知：分布载荷  $q = 2\text{kN/m}$ ，力偶矩  $M = 4\text{kNm}$ ，集中力  $F = 1\text{kN}$ ， $L = 2\text{m}$ ，不计拱自重。(1) 试画出整体受力图、AB 受力图和 BC 的受力图；(2) 试求 A、C 两点的约束反力及 B 点的内力。(14 分)



解：(1) 整体受力图、AB 受力图和 BC 的受力图如下图：



(2) 求 A、C 两点的约束反力及 B 点的内力

研究对象：整体

$$\begin{aligned}\sum m_A = 0: & F_{Cy} \cdot 2L + M - q \cdot L \cdot L/2 + F \cdot L = 0 \\ & F_{Cy} = q \cdot L / 4 - M / (2L) - F/2 = 2 \cdot 2 / 4 - 4 / (2 \cdot 2) - 1/2 = -0.5 \text{ kN} \\ \sum m_C = 0: & M + F \cdot L - F_{Ay} \cdot 2L + q \cdot L \cdot 3L/2 = 0 \\ & F_{Ay} = M / (2L) + F/2 + q \cdot 3L/4 = 4 / (2 \cdot 2) + 1/2 + 2 \cdot 3 \cdot 2 / 4 = 4.5 \text{ kN}\end{aligned}$$

研究对象：BC 杆

$$\begin{aligned}\sum m_B = 0: & F_{Cx} \cdot L + F_{Cy} \cdot L = 0 \\ & F_{Cx} = -F_{Cy} = 0.5 \text{ kN} \\ \sum X_i = 0: & F_{Cx} - F'_{Bx} - F = 0 & F'_{Bx} = F_{Cx} - F = 0.5 - 1 = -0.5 \text{ kN} \\ \sum Y_i = 0: & F_{Cy} - F'_{By} = 0 & F'_{By} = F_{Cy} = -0.5 \text{ kN}\end{aligned}$$

研究对象：整体

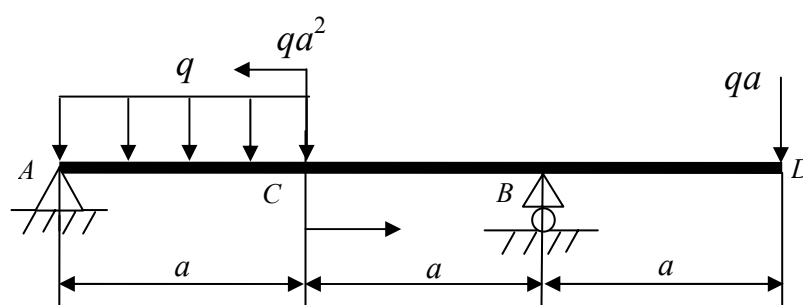
$$\sum X_i = 0: F_{Ax} + F_{Cx} - F = 0 \quad F_{Ax} = F - F_{Cx} = 1 - 0.5 = 0.5 \text{ kN}$$

所以，A 点的约束反力：  $F_{Ax} = 0.5 \text{ kN}$ ，  $F_{Ay} = 4.5 \text{ kN}$

C 点的约束反力：  $F_{Cx} = 0.5 \text{ kN}$ ，  $F_{Cy} = -0.5 \text{ kN}$

B 点的内力：  $F_{Bx} = -0.5 \text{ kN}$ ，  $F_{By} = -0.5 \text{ kN}$

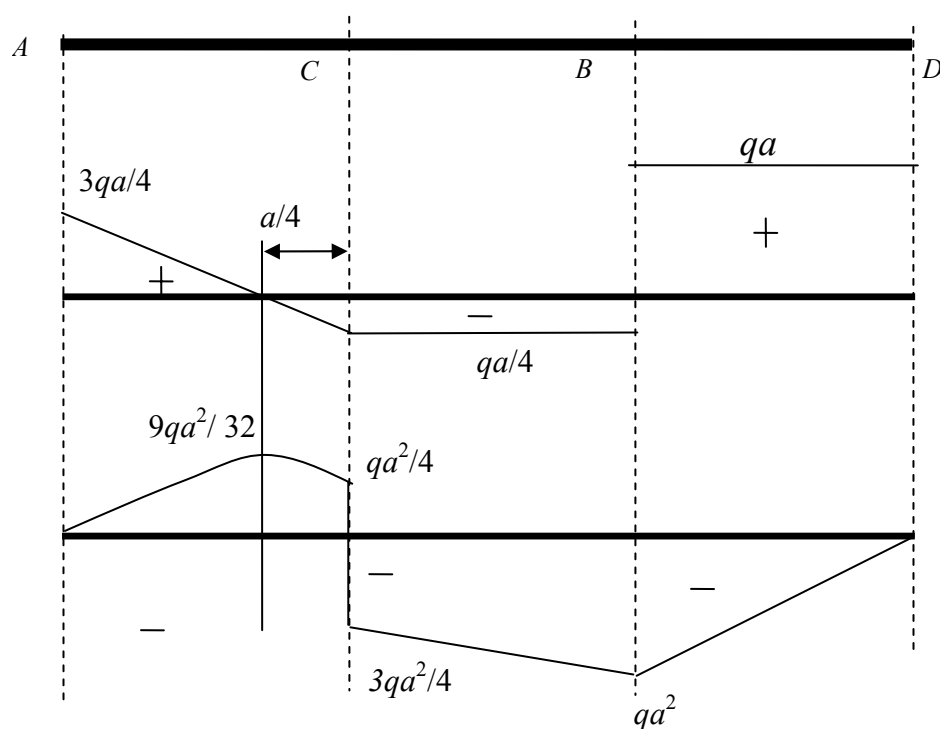
五、外伸梁的受力如图所示，已知：  $q = 1 \text{ kN/m}$  和  $a = 1 \text{ m}$ ，试画出梁的剪力图和弯矩图。（12 分）



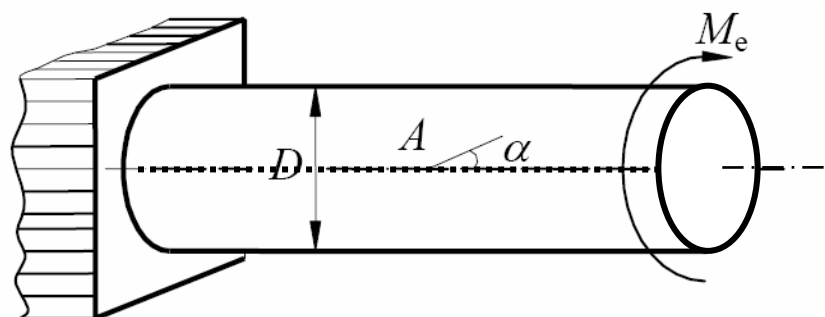
解：求支反力（2 分）

$$\sum m_A = 0: F_B \cdot 2a + qa^2 - qa \cdot \frac{a}{2} - qa \cdot 3a = 0 \quad F_B = \frac{5qa}{4}$$

$$\sum m_B = 0: -F_A \cdot 2a + qa^2 + qa \cdot \frac{3a}{2} - qa \cdot a = 0 \quad F_A = \frac{3qa}{4}$$

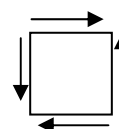


六、如图所示，圆轴一端固定，另一端受到外力偶矩  $M_e=2.5 \text{ kNm}$  的作用，圆轴直径  $D=60 \text{ mm}$ 。1) 若  $[\tau]=60\text{MPa}$ ，试校核轴的强度；2) 试画出圆轴外表面的一点 A 点的应力状态；3) 若  $E=200\text{GPa}$ ， $\mu=0.28$ ，试求在 A 点与母线成  $\alpha=30^\circ$  方向上的正应变。(10 分)



解：1) 圆轴的最大扭矩:  $T = M_e = 2.5 \text{ kNm}$

$$\tau_{\max} = \frac{T}{W_p} = \frac{16T}{\pi D^3} = \frac{16 * 2.5 * 1000}{\pi * (60 * 10^{-3})^3} = 58.946 \text{ MPa} \leq [\tau]$$



轴的强度满足要求。

2) A点的应力状态如下：

3) 切应力为  $\tau_x = -58.946 \text{ MPa}$ ，则  $30^\circ$  方向的方位面上的正应力为：

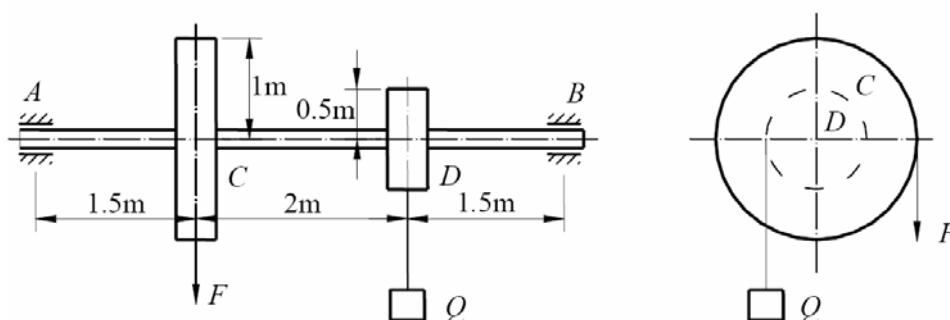
$$\sigma_{30^\circ} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_x \sin 2\alpha = \frac{0+0}{2} + \frac{0-0}{2} \cos(2 * 30^\circ) - (-58.946) \sin(2 * 30^\circ) \\ = 51.049 \text{ MPa}$$

$-60^\circ$  方向的方位面上的正应力为：

$$\sigma_{-60^\circ} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_x \sin 2\alpha = \frac{0+0}{2} + \frac{0-0}{2} \cos(-2 * 60^\circ) - (-58.946) \sin(-2 * 60^\circ) \\ = -51.049 \text{ MPa}$$

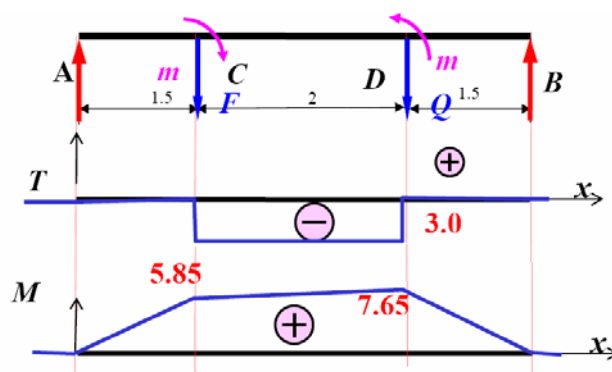
$$30^\circ \text{ 方向的正应变为 } \varepsilon_{30^\circ} = \frac{1}{E} (\sigma_{30^\circ} - \mu \sigma_{-60^\circ}) = \frac{1}{200 \times 10^9} [51.049 \times 10^6 - 0.28 * (-51.049 \times 10^6)] = 3.3 \times 10^{-4}$$

七、如图，轴上安装有  $C$  和  $D$  两个轮子，不计轮子和轴的重力， $C$  轮半径为  $1.0\text{m}$ ， $D$  轮半径为  $0.5\text{m}$ ， $C$  轮受到绳的拉力， $D$  轮上悬挂一重物  $Q=6.0\text{kN}$ ，该轴处于平衡状态。若  $[\sigma]=120\text{MPa}$ ，试按第三强度理论设计轴的直径。(10 分)



解：1) 求支反力：  $F_A=3.9\text{kN}$ ；  $F_B=5.1\text{kN}$

2) 画内力图



3) 设计

弯扭组合，圆轴，危险截面为 D 截面

$$\sigma_{r3} = \sigma_1 - \sigma_3 = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{W} = \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{\frac{\pi d^3}{32}} \leq [\sigma]$$

$$d^3 \geq \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{\frac{\pi}{32}[\sigma]} = \frac{32\sqrt{M^2 + T^2}}{\pi[\sigma]} = \frac{32\sqrt{7.65^2 + 3.0^2} \text{ kNm}}{\pi 120 \text{ MPa}}, \quad d \geq 88.68 \text{ mm}$$