

北京化工大学 2011—2012 年

《化工设备机械基础》期末考试试卷及参考答案

北京化工大学 2011—2012 学年第一学期

《化工机械基础》期末考试试卷

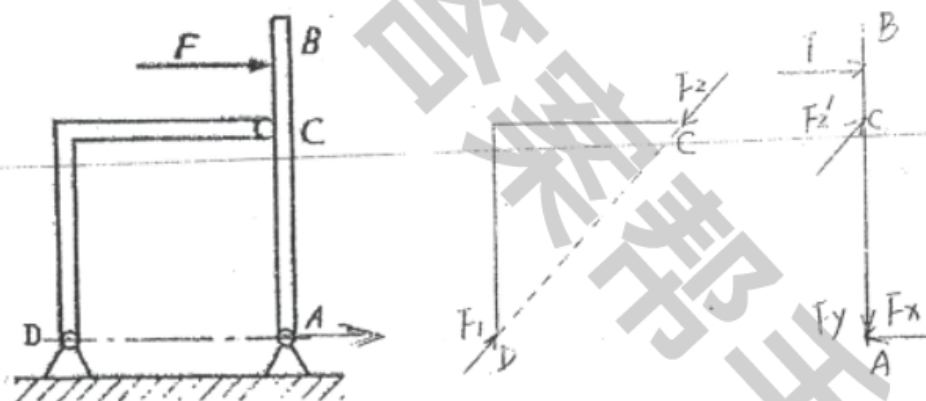
课程代码	M	E	E	1	6	4	0	0	T
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

班级: _____ 姓名: _____ 学号: _____ 分数: _____

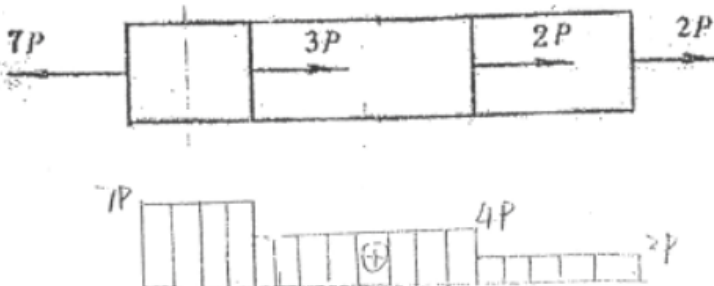
题号	一	二	三	总分
得分				

一、按照要求画图 (每题 5 分, 共 20 分)

1. 画出杆 AB 和 CD 的受力图 (忽略杆的重量)



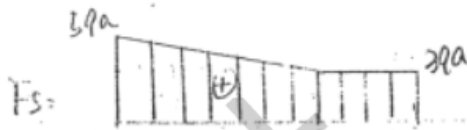
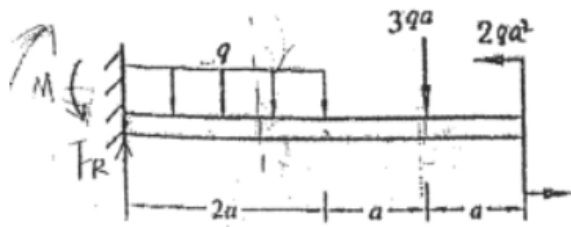
2. 画出轴力图。



$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M = 0$$

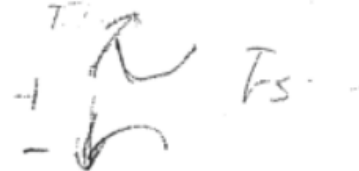
3. 画出梁的弯矩图和剪力图, 并求出 $|M_{\max}|$



$$\text{固定端 } F_R = q \cdot 2a + 3qa = 5qa$$

$$M - q \cdot 2a \cdot a - 3qa \cdot 3a + 2qa^2 = 0$$

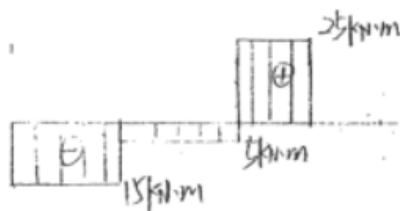
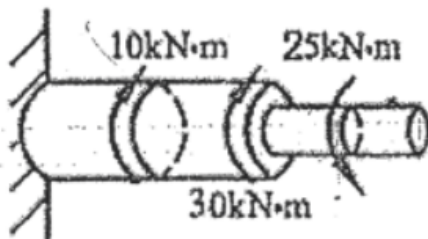
$$M = 9qa^2$$



$$M = -9qa^2 + 5qa \cdot a - 2qa^2$$

$$|M_{\max}| = 9qa^2$$

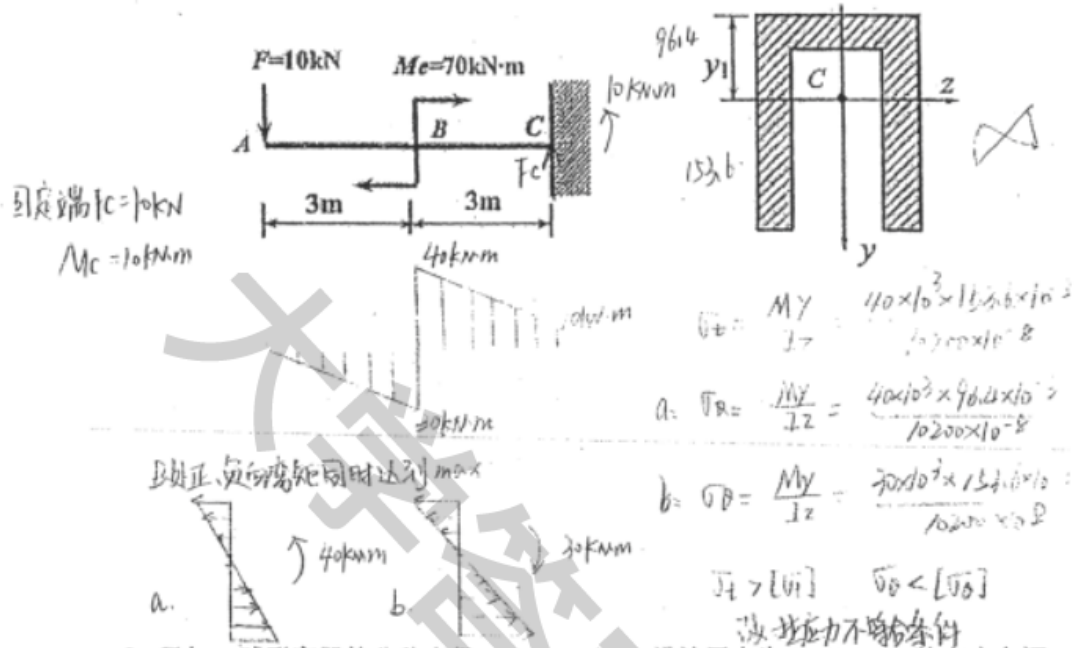
4. 画出轴的扭矩图, 并求出 $|T_{\max}|$



$$|T_{\max}| = 25kN \cdot m$$

二、计算题 (65 分)

1. 铸铁梁的载荷及横截面尺寸如图所示。已知许用拉应力 $[\sigma_t]=35\text{MPa}$ ，许用压应力 $[\sigma_c]=120\text{MPa}$ ，截面对形心轴 z 的惯性矩 $I_z=10200\text{cm}^4$ ，且 $|y_1|=96.4\text{mm}$ ，截面总高为 250mm 。校核梁的弯曲正应力强度。(15 分)



2. 已知一球形容器的公称直径 $DN=1000\text{mm}$ ，设计压力为 12.8MPa 。装有安全阀。材质为低碳钢 Q235-B，介质无大腐蚀性，双面对焊，局部探伤， $\phi=0.85$ ，材料在设计温度下的许用应力为 104MPa ，试设计该容器的名义厚度、有效厚度和设计厚度，并验证是否满足最小厚度要求。(10 分)

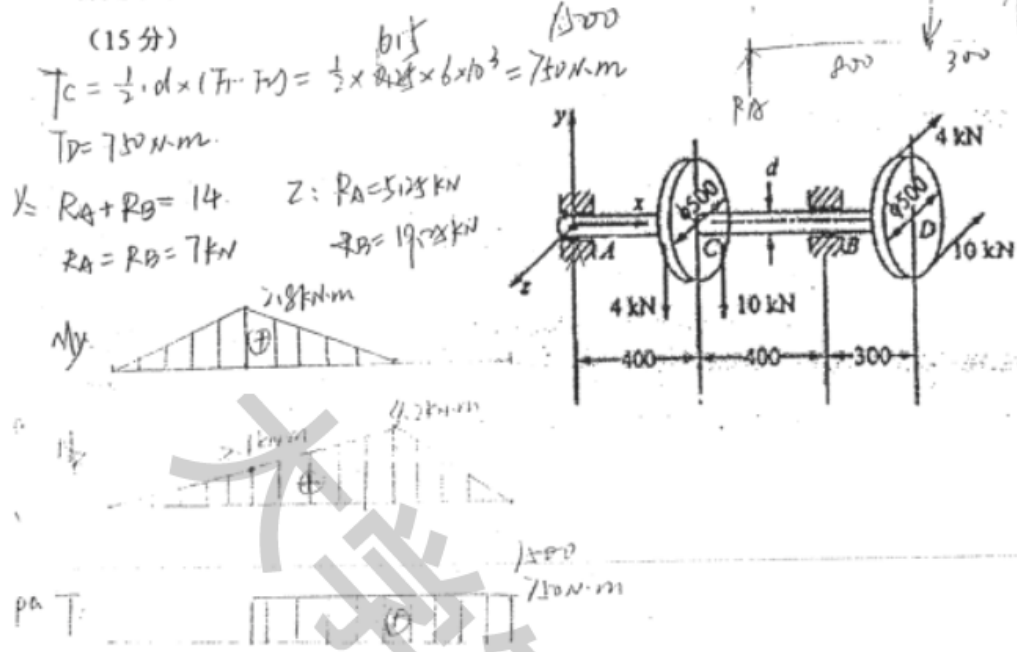
钢板厚度	26-30	32-34	36-40	42-50	52-60	65-80
负偏差 C_1	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.8

$$\frac{p(D_i + \delta_e)}{2\delta_e} \leq [\sigma] \phi \quad p_c = 12.8\text{MPa} \quad \phi_w = \frac{p}{p_c}$$

$$\delta = \frac{p_c D_i}{4[\sigma] \phi - p_c} = \frac{12.8 \times 10^6 \times 1000 \times 10^{-3}}{4 \times 104 \times 0.85 - 12.8 \times 10^6} = 37.56\text{mm} \quad \frac{p_w \phi}{4}$$

$$C_1 = 1.1 \quad C_2 = 1 \quad \delta_e = \delta + C_1 = 37.9\text{mm}$$

3. 如图所示的传动轴，已知 C 轮皮带的拉力方向都是垂直的，D 轮皮带的拉力方向都是水平的，轴的许用应力 $[\sigma] = 160 \text{ MPa}$ ，不计自重，试选择实心圆轴的直径 d 。



C截面 $M = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} = 3.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\sigma = \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{W} \leq 160 \text{ MPa}$ $W = \frac{\pi d^3}{32}$

$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \sqrt{M^2 + T^2}}{\pi \times 160 \times 10^6}} = 0.06108 \text{ m}$

$d \geq 61.08 \text{ mm}$

$\frac{(1000 + 37.9)}{2.79 \times 4}$

4. DN2000 的低碳钢外压圆筒，许用应力 $[\sigma]' = 60 \text{ MPa}$ ，筒体长 4500mm，名义壁厚 10mm，两侧封头凸面高度 500mm，封头直边高 25mm，介质无腐蚀。试计算筒1能承受的许可外压，并判断发生侧向失稳后筒体横截面上产生的波形数是等于 2 还是大于 2？（15 分）。

钢板厚度	8-25	26-30	32-34	36-40	42-50	52-60	65-80
负偏差 C1	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.8

$$p_{cr} = 2.2E \left(\frac{\delta_e}{D_0} \right)^3 \quad p_{cr}' = 2.59E \frac{(\delta_e/D_0)^{2.5}}{L/D_0}$$

$$E = 2 \times 10^5 \text{ MPa}, \quad L_{cr} = 1.17 D_0 \sqrt{\frac{D_0}{\delta_e}} \quad L_{cr}' = \frac{1.3E' \delta_e}{[\sigma]' \sqrt{\frac{D_0}{\delta_e}}}$$

$$L = 4500 + 2 \times 500 = 5500 \text{ mm}$$

$$C_1 = 0.8, C_2 = 1 \text{ mm}$$

$$\delta_e = \delta - C_1 - C_2 = 8.2 \text{ mm}$$

$$D_0 = 2000 + 2\delta_e = 2016.4 \text{ mm}$$

$$p_r = 2.2E \left(\frac{\delta_e}{D_0} \right)^3 = 29.6 \text{ kPa}$$

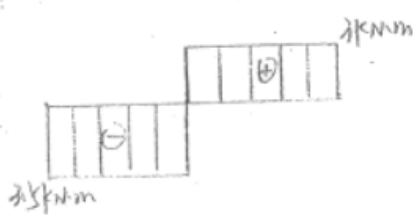
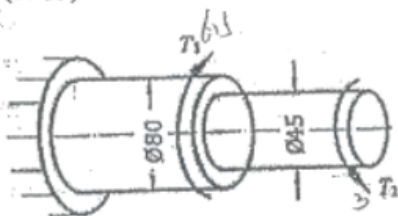
$$L_{cr} = 1.17 D_0 \sqrt{\frac{D_0}{\delta_e}} = 2266 \text{ mm}$$

$$L_{cr}' = 2099 \text{ mm}$$

$$L_{cr} < L < L_{cr}'$$

$$\delta_e/D_0 = 8.2/2016.4 = 0.004 < 0.01$$

5. 如图所示阶梯圆轴，已知外力偶矩 $T_1 = 6.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ， $T_2 = 3 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ，材料的许用切应力 $[\tau] = 110 \text{ MPa}$ ， $G = 80 \text{ GPa}$ ，单位长度扭转角 $[\theta] = 1.2^\circ/\text{m}$ 。试校核该圆轴的强度和刚度。（10 分）



$$\tau = \frac{T}{W_t} \quad W_t = \frac{\pi}{16} D^3$$

$$\tau_1 = \frac{T_1}{W_{t1}} = \frac{6.5 \times 10^3}{\frac{\pi}{16} \times (80 \times 10^{-3})^3} = 167.6 \text{ MPa} > 110 \text{ MPa}$$

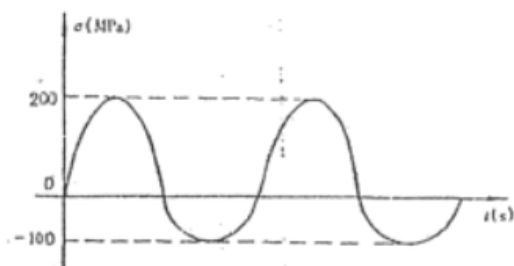
$$\tau_2 = \frac{T_2}{W_{t2}} = \frac{3 \times 10^3}{\frac{\pi}{16} \times (45 \times 10^{-3})^3} = 74.8 \text{ MPa} < 110 \text{ MPa}$$

$$\text{刚度: } \theta = \frac{T}{GJ_p} = \frac{6.5 \times 10^3}{80 \times 10^9 \times \frac{\pi}{32} (80 \times 10^{-3})^4} = 0.093 \text{ rad/m} = 5.34^\circ/\text{m} > 1.2^\circ/\text{m}$$

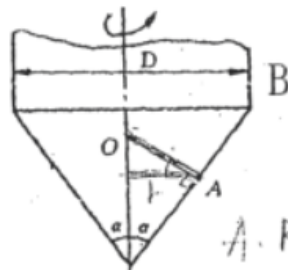
$$\theta = \frac{T}{GJ_p} = \frac{3 \times 10^3}{80 \times 10^9 \times \frac{\pi}{32} (45 \times 10^{-3})^4} = 0.0109 \text{ rad/m} = 0.623^\circ/\text{m} < 1.2^\circ/\text{m}$$

三、概念题 (15 分)

1. 有一构件内某一点处的交变应力随时间变化的图线如图所示。则该点交变应力的循环特征是 $\frac{1}{2}$ ，应力幅度是 150MPa 平均应力是 50MPa 。

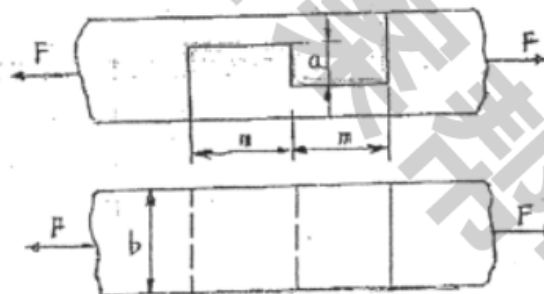


第 1 题



第 2 题

2. 写出 A 点和 B 点的第一曲率半径 R_1 、第二曲率半径 R_2 。
3. 标准椭圆封头和碟形封头加直边的原因是 防止应力集中。
4. 内压容器的壁厚为 16mm ，公称直径为 1600mm ，则该容器为 薄壁 (薄壁还是厚壁容器)。
5. 公称直径为 $\Phi 219\text{mm}$ 的氧气瓶，壁厚为 6.5mm ，则中径为 225.5mm ，外径为 232mm ，内径为 206mm 。
6. 试计算图中的剪切面面积与挤压面面积。



7. 图中所画剪应力分布图是否正确，说明原因？其中 M_x 为截面扭矩。

