

本试卷适应范围  
机制、车辆、农  
机专业 11 级

# 南京农业大学试题纸

2012-2013 学年 二 学期 课程类型: 必修 (✓)、选修  
试卷类型: A (✓)、B

课程 材料力学 班级 学号 姓名 成绩

## 一、填空题 (共 10 分, 每空 1 分)

- 1、截面法是分析杆件 内力 的基本方法。
- 2、中性轴是梁的 横截面 与 中性层 的交线。
- 3、用 梁 的 弯 曲 正 应 力 强 度 条 件  $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma]$  可 进 行 强度校核、截面设计、确定许可载荷 三方面的计算。
- 4、一根空心轴的内、外径分别为  $d$ 、 $D$ 。当  $D=2d$  时。其抗扭截面模量为  $\frac{15}{256}\pi d^3$  或  $\frac{15}{32}\pi d^3$
- 5、构件的强度是指 抵抗破坏的能力，刚度是指 抵抗变形的能力，稳定性是指 保持原有平衡形态的能力。

## 二、选择题 (共 20 分, 每题 2 分)

- 1、一个结构中有三根拉压杆。设由这三根杆的强度条件确定的结构许可载荷分别为  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ，且  $P_1 > P_2 > P_3$ ，则该结构的实际许可载荷  $[P] =$  \_\_\_\_\_。

A、 $P_1$     B、 $P_2$     C、 $P_3$     D、 $(P_1 + P_3)/2$

- 2、两拉杆的材料和所受拉力都相同，且均处在弹性范围内。若两杆横截面面积相等，长度  $l_1 > l_2$ ，则 \_\_\_\_\_。

A、 $\Delta l_1 > \Delta l_2, \varepsilon_1 = \varepsilon_2$     B、 $\Delta l_1 = \Delta l_2, \varepsilon_1 < \varepsilon_2$   
C、 $\Delta l_1 > \Delta l_2, \varepsilon_1 < \varepsilon_2$     D、 $\Delta l_1 = \Delta l_2, \varepsilon_1 = \varepsilon_2$

- 3、下列结论中哪些是正确的？ \_\_\_\_\_

- (1) 若物体产生位移，则必定同时产生变形。  
(2) 若物体各点均无位移，则该物体必定无变形。  
(3) 若物体产生变形，则物体总有一些点要产生位移。

A、(1)，(2)。    B、(2)，(3)。    C、全对。    D、全错。

- 4、若  $\sigma_{cr}$  表示细长压杆的临界应力，则下列结论中 \_\_\_\_\_ 是正确的。

A、 $\sigma_{cr}$  与临界荷载和压杆的横截面积有关，与压杆材料无关。  
B、 $\sigma_{cr}$  与压杆的柔度  $\lambda$  有关，与压杆的材料无关。  
C、 $\sigma_{cr}$  与压杆材料和横截面的形状尺寸有关，与其它因素无关。

(D)  $\sigma_{cr}$  的值不应大于压杆材料的比例极限  $\sigma_p$

A

5. 单位长度扭转角  $\theta$  与\_\_\_\_\_无关。

- (A) 杆的长度;      B、扭矩      C、材料性质;      D、截面几何性质。

A

6. 梁采用塑性材料时, 宜采用中性轴为\_\_\_\_\_的截面。

- (A) 对称轴;      B、靠近受拉边的非对称轴;      C、靠近受压边的非对称轴;      D、任意轴。

B

7. 设某段梁承受正弯矩的作用, 则靠近顶面和靠近底面的纵向纤维\_\_\_\_\_。

- A、分别是伸长、缩短的;      (B) 分别是缩短、伸长的;      C、均是伸长的;      D、均是缩短的。

D

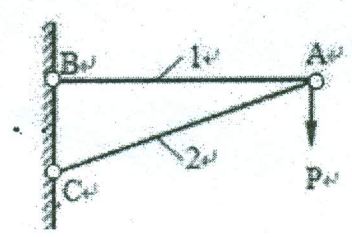
8. 在下列四种情况中\_\_\_\_\_称为纯弯曲。

- A、载荷作用在梁的纵向对称面内;  
B、载荷仅有集中力偶, 无集中力和分布载荷;  
C、梁只发生弯曲, 不发生扭转和拉压变形;  
(D) 梁的各个截面上的均无剪力, 且弯矩为常量。

A

9. 现有钢、铸铁两种棒材, 其直径相同。从承载能力和经济效益两方面考虑, 图示结构中的两杆的合理选材方案是\_\_\_\_\_。

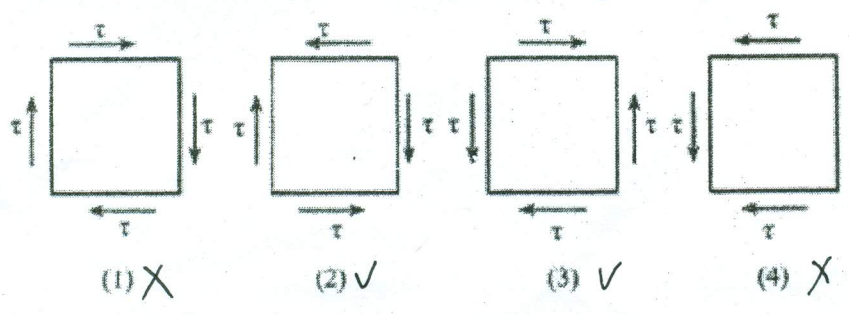
- (A) 1 杆为钢, 2 杆为铸铁;  
(B) 1 杆为铸铁, 2 杆为钢;  
(C) 两杆均为钢;  
(D) 两杆均为铸铁。



10. 根据切应力互等定理判断, 下列单元体的应力状态中哪些是错误的?

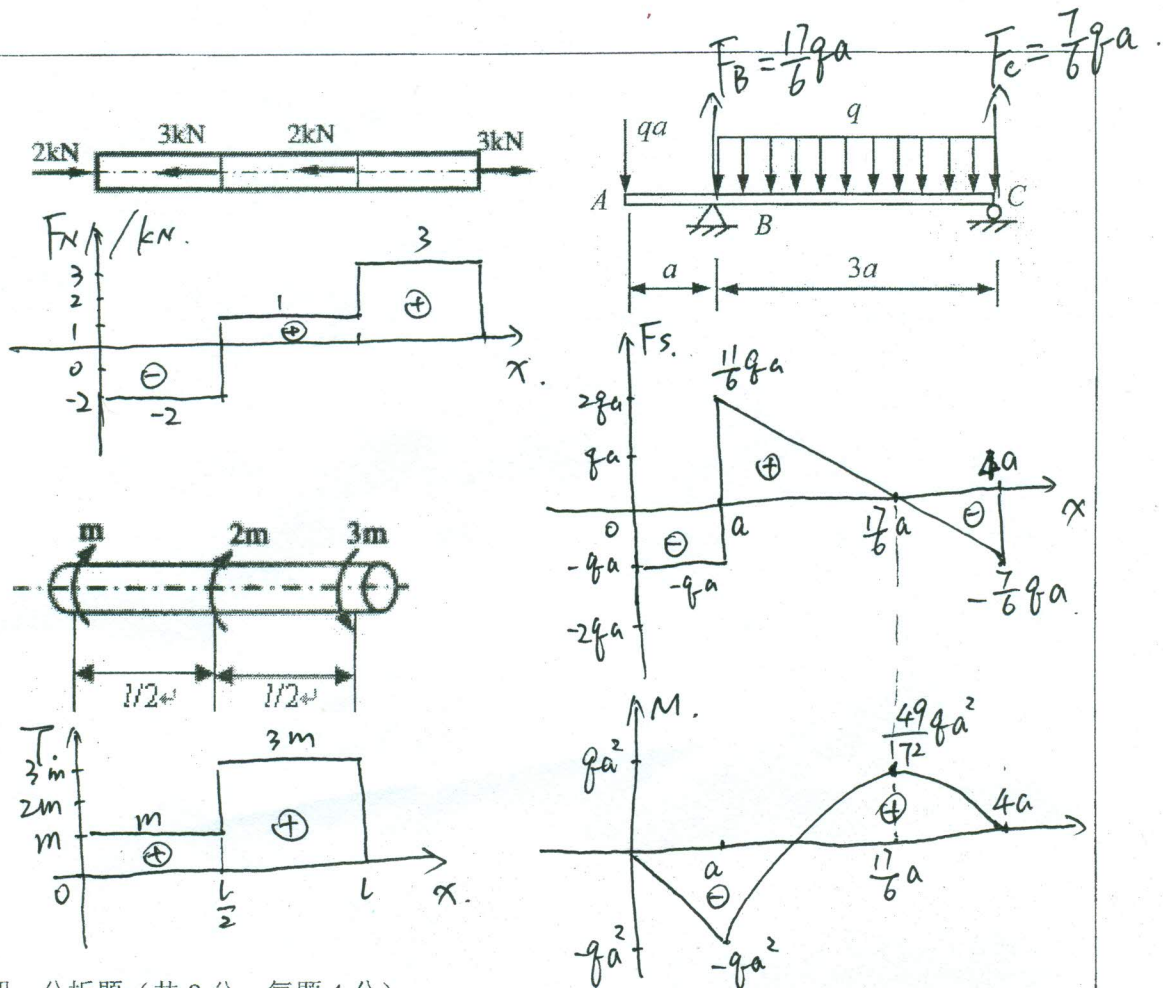
D

- A、(1), (2).      B、(3) (4).      C、(2), (3).      (D) (1), (4).



三、做下列各杆的内力图。(共 12 分, 每图 3 分)





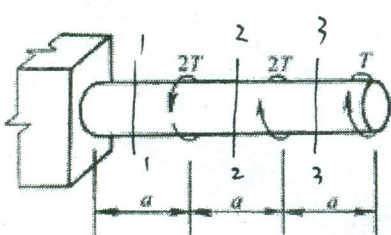
#### 四、分析题 (共 8 分, 每题 4 分)

1、圆轴发生扭转变形时, 横截面之间产生相对转动; 梁发生对称弯曲变形时, 横截面之间也将产生相对转动, 试问两者有何不同。

解: 扭转变形时, 横截面绕杆轴线产生相对转动。

弯曲变形时, 横截面绕截面的中性轴产生相对转动。

2、求图示受扭杆件的应变能  $V_\epsilon$ , 杆件的抗扭刚度为  $GI_p$ 。



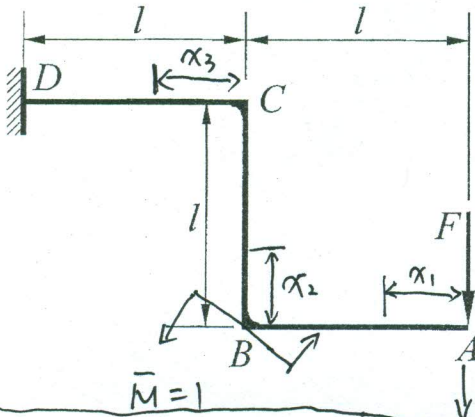
解:  $T_1 = -T$   
 $T_2 = -3T$   
 $T_3 = -T$

$$\therefore V_\epsilon = \frac{T_1^2 a}{2GI_p} + \frac{T_2^2 a}{2GI_p} + \frac{T_3^2 a}{2GI_p}$$

$$= \frac{11T^2 a}{2GI_p}$$

五、计算题 (共 50 分, 每题 10 分)

1、图示刚架中各杆的  $EI$  相同, 不计轴力和剪力对变形的影响, 用能量法求截面  $B$  的转角  $\theta_B$  和  $A$  点竖直方向的位移  $\Delta_A$ 。



解: ~~求~~ 力  $F$  作用下:

$$\begin{cases} M(x_1) = -Fx_1 \\ M(x_2) = -Fl \\ M(x_3) = -F(l+x_3) \end{cases}$$

单位荷载  $\bar{F}=1$  作用  $\bar{F}$ : (求  $\Delta_A$ )

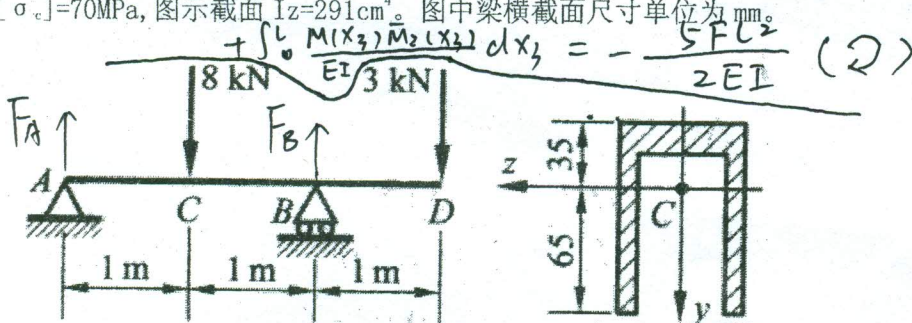
$$\begin{cases} \bar{M}_1(x_1) = -x_1 \\ \bar{M}_1(x_2) = -l \\ \bar{M}_1(x_3) = -(l+x_3) \end{cases}$$

$$\therefore \Delta_A = \int_0^l \frac{M(x_1)\bar{M}_1(x_1)}{EI} dx_1 + \int_0^l \frac{M(x_2)\bar{M}_1(x_2)}{EI} dx_2 + \int_0^l \frac{M(x_3)\bar{M}_1(x_3)}{EI} dx_3 = \frac{11Fl^3}{3EI}$$

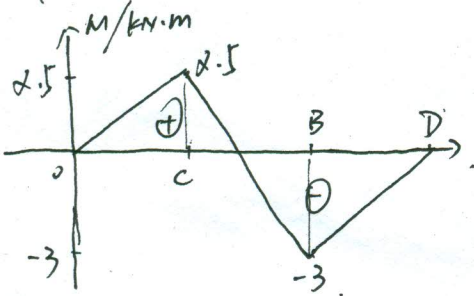
单位荷载  $\bar{M}=1$  作用  $\bar{M}$ :

$$\begin{cases} \bar{M}_2(x_1) = 0 \\ \bar{M}_2(x_2) = 1 \\ \bar{M}_2(x_3) = 1 \end{cases} \therefore \theta_B = \int_0^l \frac{M(x_1)\bar{M}_2(x_1)}{EI} dx_1 + \int_0^l \frac{M(x_2)\bar{M}_2(x_2)}{EI} dx_2 + \int_0^l \frac{M(x_3)\bar{M}_2(x_3)}{EI} dx_3$$

2、校核图示梁的正应力强度。已知材料的拉伸许用应力为  $[\sigma_t] = 40\text{MPa}$ , 压缩许用应力为  $[\sigma_c] = 70\text{MPa}$ , 图示截面  $I_z = 291\text{cm}^4$ 。图中梁横截面尺寸单位为  $\text{mm}$ 。



解:  $F_A = 2.5\text{kN}$ ,  $F_B = 8.5\text{kN}$ .



$\therefore$  危险截面为 B、C 截面。

① 考虑 B 截面 (上拉下压)。

$$\text{上边缘 } \sigma_{B\max}^+ = \frac{3\text{kN}\cdot\text{m} \times 35\text{mm}}{291\text{cm}^4} = 36.1\text{MPa} < [\sigma_t]$$

$$\text{下边缘 } \sigma_{B\max}^- = \frac{3\text{kN}\cdot\text{m} \times 65\text{mm}}{291\text{cm}^4} = 67\text{MPa} < [\sigma_c]$$

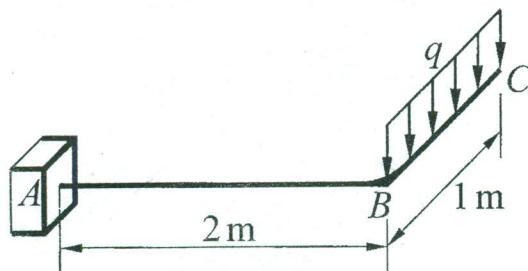
② 考虑 C 截面 (上压下拉)。

$$\text{下边缘 } \sigma_{C\max}^+ = \frac{2.5\text{kN}\cdot\text{m} \times 65\text{mm}}{291\text{cm}^4} = 55.84\text{MPa} > [\sigma_t]$$

$\therefore$  不符合正应力强度要求。

3、图示水平直角折杆，横截面直径  $d=6\text{ cm}$ ，铅直均布载荷  $q=0.8\text{ kN/m}$ ，

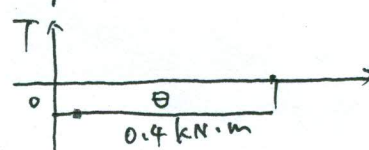
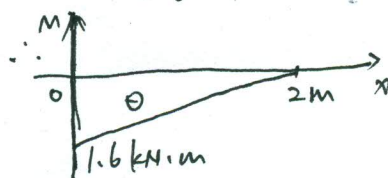
$[\sigma]=80\text{ MPa}$ 。试用第三强度理论校核 AB 段强度。



$$\sigma_{r3} = \frac{1}{W} \sqrt{M^2 + T^2} = 77.8\text{ MPa} < [\sigma]$$

$\therefore$  满足强度要求。

解:  $F = q \times 1\text{ m} = 0.8\text{ kN}$   
 $m = \frac{1}{2} q \times 1\text{ m}^2 = 0.4\text{ kN}\cdot\text{m}$



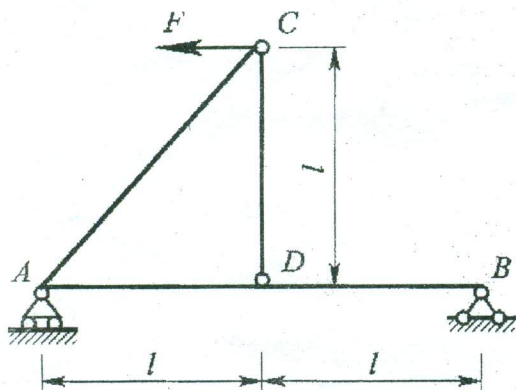
$$W = \frac{\pi}{32} d^3$$

$$M = 1.6\text{ kN}\cdot\text{m}, T = 0.4\text{ kN}\cdot\text{m}$$

4、如图所示的结构中，AC 及 CD 为  $d=40\text{ mm}$  的圆形截面杆， $l=1\text{ m}$ ，材料均为 Q235 钢，

$\sigma_p = 200\text{ MPa}, \sigma_s = 235\text{ MPa}, a = 304\text{ MPa}, b = 1.12\text{ MPa}, E = 206\text{ GPa}$ ，规定稳定安全

因数  $n_{st}=4$ ，试按 AC 杆的稳定性确定许可荷载  $[F]$ 。



$$F_{cr} = 127.746\text{ kN}$$

$$F_{AC} = \sqrt{2}F \leq \frac{F_{cr}}{n_{st}}$$

$$\therefore F \leq 22.586\text{ kN}$$

解: AC, CD 为二杆.  
 以 C 点为对象.

$$\therefore F_{AC} = \sqrt{2}F \text{ (压)}$$

$$l_{AC} = \sqrt{2}l = \sqrt{2}\text{ m}$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_p}} = 100$$

$$\lambda_2 = \frac{a - \sigma_s}{b} = 62$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{d}{4} = 10\text{ mm}$$

$$\lambda = \mu l_{AC} / i = \frac{1 \times \sqrt{2}\text{ m}}{10\text{ mm}} = 141.4$$

$\lambda > \lambda_1$ ，大柔度杆。

$$\therefore \sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = 101.6\text{ MPa}$$

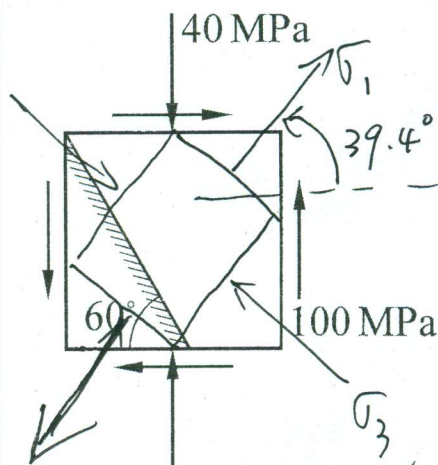
$$F_{cr} = \sigma_{cr} \cdot A = \sigma_{cr} \cdot \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$$



5、图示单元体，试求

(1) 指定斜截面上的应力；

(2) 主应力大小及主平面位置，并将主平面标在单元体上。



解: (1).  $\sigma_x = 0, \sigma_y = -40 \text{ MPa}$ .

$\tau_{xy} = -100 \text{ MPa}, \alpha = 30^\circ$ .

$\therefore \tau_\alpha = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cdot \sin 2\alpha + \tau_{xy} \cdot \cos 2\alpha$   
 $= -32.68 \text{ MPa}, 76.6 \text{ MPa}$

$\sigma_\alpha = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cdot \cos 2\alpha - \tau_{xy} \cdot \sin 2\alpha$   
 $= -32.68 \text{ MPa}$

$\sigma_\alpha = 76.6 \text{ MPa}, \tau_\alpha = -32.68 \text{ MPa}$

(2).  $\left. \begin{matrix} \sigma_{\max} \\ \sigma_{\min} \end{matrix} \right\} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = \begin{cases} 82 \text{ MPa} \\ -122 \text{ MPa} \end{cases}$

$\therefore \sigma_1 = 82 \text{ MPa}, \sigma_2 = 0, \sigma_3 = -122 \text{ MPa}$

$\tan 2\alpha_0 = -\frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y} = 5$

$\alpha_0 = 39.4^\circ \text{ 或 } 84.4^\circ$

此三处84.4应为: 129.4或-50.6

$\therefore \sigma_x > \sigma_y, |39.4^\circ| < |84.4^\circ|$

$\therefore 39.4^\circ \text{ 确定 } \sigma_1, 84.4^\circ \text{ 确定 } \sigma_3$