

北京航空航天大学
2017—2018 学年 第一学期期末

《 工 程 力 学 》
考 试 A 卷

班 级_____学 号 _____

姓 名_____成 绩 _____

2018 年 1 月 15 日

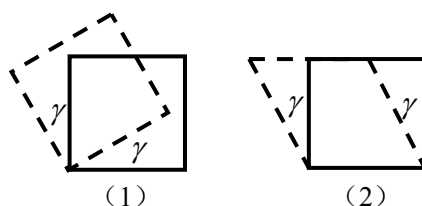
班号_____ 学号_____ 姓名_____ 成绩_____

《工程力学》期末考试试卷

一、单项选择题（每题 3 分，共 15 分）

1. 对图（1）和图（2）的微体的切应变有四种答案，正确的是 D。

- A. 两微体的切应变均为 γ 。
 B. 两微体的切应变均为 0。
 C. 微体（1）的切应变均为 γ ，微体（2）的为 0。
 D. 微体（1）的切应变均为 0，微体（2）的为 γ 。

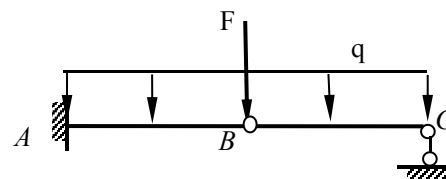


2. 低碳钢拉伸、压缩屈服极限分别为 σ_s^+ , σ_s^- , 灰口铸铁拉伸、压缩强度极限分别为 σ_b^+ , σ_b^- , 则有 C。

- A $\sigma_s^+ = \sigma_s^-$, $\sigma_b^+ = \sigma_b^-$; B $\sigma_s^+ < \sigma_s^-$, $\sigma_b^+ = \sigma_b^-$;
 C $\sigma_s^+ = \sigma_s^-$, $\sigma_b^+ < \sigma_b^-$; D $\sigma_s^+ < \sigma_s^-$, $\sigma_b^+ < \sigma_b^-$ 。

3. 用积分法求图示简支梁的挠曲轴方程时，确定积分常数需 4 个边界位移与连续条件，除 $w_A = 0, \theta_A = 0$ 外，有 B。

- A $w_{B左} = w_{B右}$, $\theta_{B左} = \theta_{B右}$; B $w_{B左} = w_{B右}$, $w_C = 0$;
 C $w_B = 0$, $w_C = 0$; D $\theta_B = 0$, $w_C = 0$ 。



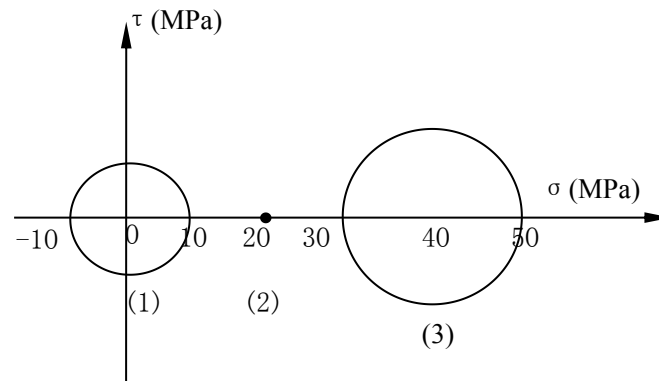
4. 在计算受力杆件的内力和变形量时，下列关于力的可传性原理和等效原理叙述正确的是： B

- A. 可传性原理和等效原理仍然成立；
 B. 可传性原理和等效原理都不再成立；
 C. 可传性原理仍然成立和而等效原理不再成立；
 D. 等效原理仍然成立而可传递性原理不再成立。

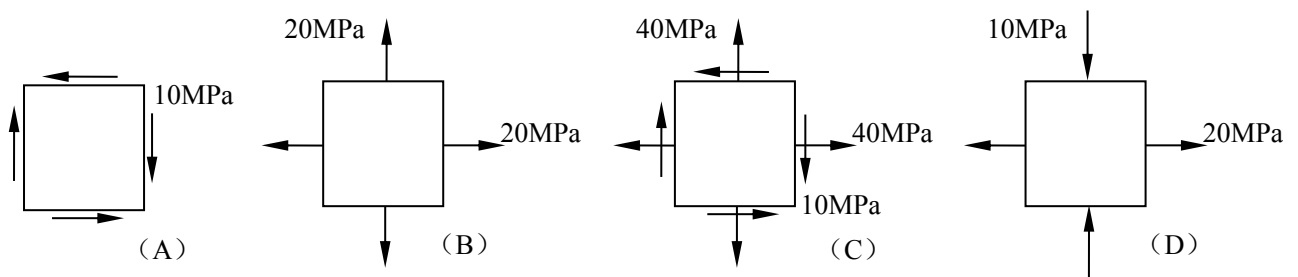
5. 将实心圆截面细长压杆改为面积相等的空心圆截面压杆，其它条件不变，则： C

- A. 杆的柔度增加，临界载荷增加； B. 杆的柔度增加，临界载荷减小；
 C. 杆的柔度减小，临界载荷增加； D. 杆的柔度减小，临界载荷减小。

二、填空题（前四题每空 1 分，最后一题 3 分，共 16 分）



1. 与上图所示应力圆（1）对应的平面应力微体是下图中的__A__，与应力圆（2）对应的平面应力微体是__B__，与应力圆（3）对应的平面应力微体是__C__。

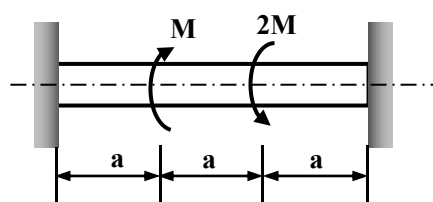


- 2、封闭的薄壁圆筒，其内径为 D ，壁厚 t ，内压为 p ，若筒壁材料的弹性模量为 E ，泊松比 μ ，则薄壁圆筒的轴向应变： $\frac{pD(1-2\mu)}{4Et}$ ；环向应变为： $\frac{pD(1-0.5\mu)}{2Et}$ ；

- 3、一般认为第一强度理论适用于 脆性（填“脆性”“塑性”）材料，且受力以 受拉（填“受拉”“受压”）为主；第二强度理论适用于 脆性 材料，且受力以 受压 为主；第三和第四强度理论适用于 塑性 材料；

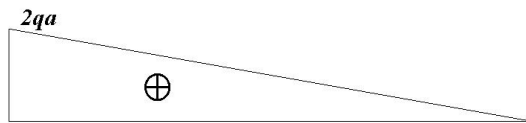
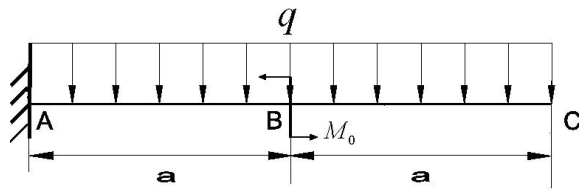
4. 材料力学的基本假设有：连续性假设，各向同性假设以及均匀性假设。

- 5、如下图所示轴两端固定，外扭矩距分别为 M 和 $2M$ ，轴的变形在线弹性变形范围内，则轴的最大扭矩为 M 。

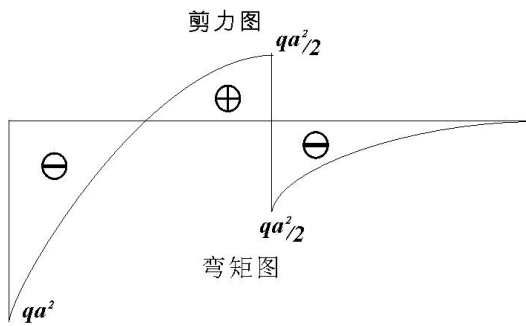


三、计算题（共 5 道小题）

1、如图所示梁， $M_0 = qa^2$ 。试绘制剪力、弯矩图。（10 分）



线型 3 分， 两个特征值各 0.5 分



线型 2+2 分， 四个特征值各 0.5 分

2. 下图所示简单杆系的两杆长 $l = 1m$ ，AB 杆横截面积 $A_1 = 100mm^2$ ，AC 杆横截面积 $A_2 = 200mm^2$ ，铅垂载荷 $F = 10\sqrt{3}KN$ ，材料的弹性模量 $E = 100GPa$ ，试求两杆的应力和 A 点的铅垂位移。（14 分）

解：

$$F = 10\sqrt{3}KN, \quad F_{N,AB} = F_{N,AC} = F / (2 \cos 30^\circ) = 10KN \quad (4 \text{ 分})$$

$$\sigma_{AB} = F / A_1 = 100MPa$$

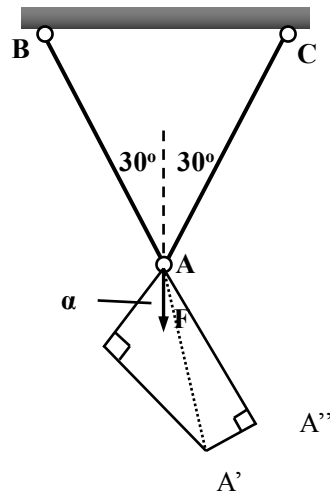
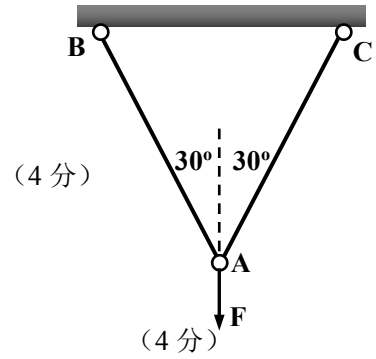
$$\sigma_{AC} = F_{AC} / A_2 = 50MPa$$

$$\Delta l_{AB} = Fl / (EA_1) = 1mm$$

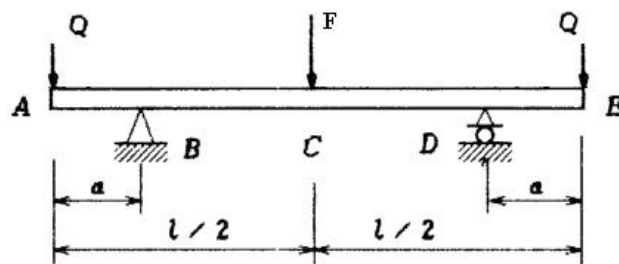
$$\Delta l_{AC} = Fl / (EA_2) = 0.5mm \quad (3 \text{ 分})$$

$$\frac{\Delta l_{AC}}{\cos \alpha} = \frac{\Delta l_{AB}}{\cos(60^\circ - \alpha)} \rightarrow \alpha = 60^\circ \quad \text{说明 A' 与 A'' 重合，即为最终变形。}$$

$$f_A = \Delta l_{AB} \cdot \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mm \text{ 或 } 0.866mm \quad (3 \text{ 分})$$



3. 图示梁的弯曲刚度为 EI ，长度 l 及 a 已知，求梁中点 C 在载荷 F 作用下的铅垂位移（15 分）（各种梁的挠度公式见附录）



仅有 F 力时： $w_{c1} = -F(l-2a)^3 / (48EI)$ (5 分)

两侧有 Q 力： $M_e = Qa$ (3 分)

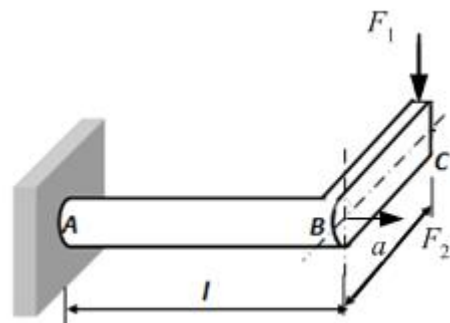
$$M_e \text{ 引起 } C \text{ 点的位移 } w_{c2} = 2 \times \left[\frac{M_e \left(\frac{l}{2} - a \right)}{6(l-2a)EI} \times [3(l-2a)^2] / 4 \right] = \frac{Qa \times (l-2a)^2}{8EI} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{故 } C \text{ 端的总的铅垂位移 } w_c = w_{c1} + w_{c2} = \frac{Qa \times (l-2a)^2}{8EI} - \frac{F(l-2a)^3}{48EI}$$

(4 分)

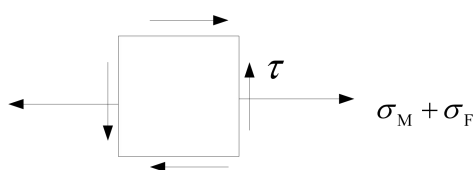
4. 图示水平面内的钢质拐轴，A 端固定，已知实心轴 AB 的直径 $d=30\text{mm}$ ，轴的长度为 $l=200\text{mm}$ ，拐臂的长度为 $a=150\text{mm}$ ，轴材料的许用应力 $[\sigma]=200\text{MPa}$ 。C 端承受铅垂载荷 $F_1=1\text{KN}$ ，B 端沿轴向承受水平载荷 $F_2=1\text{KN}$ 的作用。

试根据**第四强度理论**校核实心轴 AB 的强度（忽略弯曲应力的影响）。(15 分)



AB 轴为弯拉扭组合变形

危险点的应力状态如图所示



$$M = F_1 l = 200 \text{ N}\cdot\text{m} \quad (4')$$

$$T = F_2 a = 150 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$\sigma = \frac{F_2}{A} + \frac{M}{W_z} = 76.90 \text{ MPa} \quad (4)$$

$$\tau = \frac{T}{W_p} = 28.29 \text{ MPa} \quad (2')$$

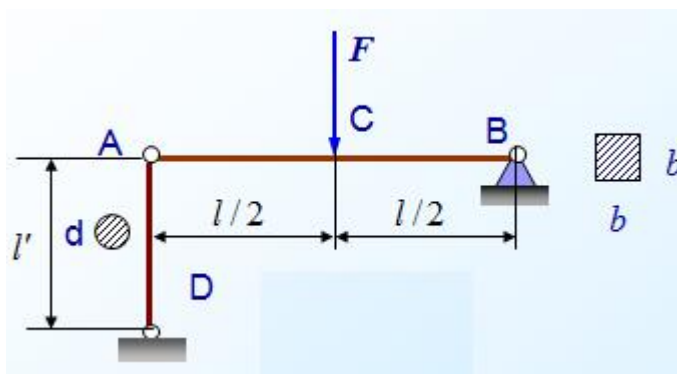
由第四强度理论：

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 91.18 \text{ MPa} \leq [\sigma] = 200 \text{ MPa} \quad (4)$$

故安全

(1)

5. 图示结构，水平梁 AB 两端铰支，长 $l=2\text{m}$ ，截面正方形，边长 $b=150\text{mm}$ ；立柱 AD 高 $l'=0.8\text{m}$ ，截面圆形，直径 $d=36\text{mm}$ ， $\lambda_p=99.3$ ， $\lambda_0=57$ ，临界应力经验公式为 $\sigma_{cr} = 304 - 1.12 \lambda$ ，水平梁的许用应力 $[\sigma]=160\text{MPa}$ ，立柱的稳定性安全因子 $n_{st}=3$ 。综合考虑梁的强度及立柱的稳定性，求结构的许用载荷 $[F]$ [15 分]



解：(1) 对梁 $M_{\max} = \frac{1}{4}Fl$ (3')

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \leq [\sigma] \quad (3)$$

$$\frac{\frac{1}{4}Fl}{\frac{b^3}{6}} = [\sigma] \Rightarrow [P] = \frac{2[\sigma]b^3}{3l} = \frac{2 \times 160 \times 150^3}{3 \times 2000} = 180 \times 10^3 \text{ N} = 180 \text{ kN} \quad (2')$$

(2) 对柱 AD

$$i = \frac{d}{4} = 9 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{1 \times 800}{9} = 88.89 > \lambda_0 < \lambda_p \quad (2')$$

中柔度杆

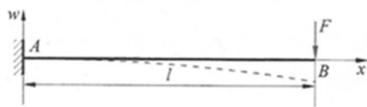
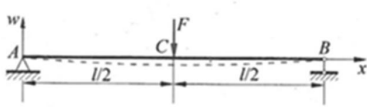
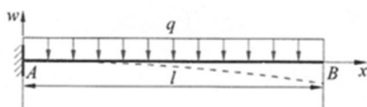
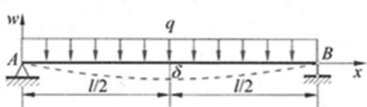
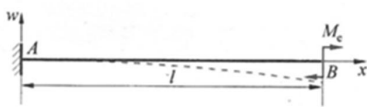
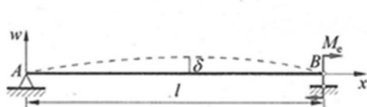
$$\sigma_{cr} = 304 - 1.12 \times 88.89 = 204.4 \text{ MPa} \quad (2')$$

$$[\sigma_{cr}] = \frac{\sigma_{cr}}{3} = 68.13 \text{ MPa}$$

$$[P] = 2[N_{cr}] = 2[\sigma_{cr}] \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 2 \times 68.13 \times \pi \times 36^2 / 4 = 138.7 \times 10^3 \text{ N} = 138.7 \text{ kN} \quad (2')$$

$$\text{故：}[F] = \min(138.7 \text{ kN}, 180 \text{ kN}) = 138.7 \text{ kN} \quad (1')$$

附录:

| 梁的简图 | 挠度和转角 | 梁的简图 | 挠度和转角 |
|---|---|--|---|
|  | $w_B = -\frac{Fl^3}{3EI}$ $\theta_B = -\frac{Fl^2}{2EI}$ |  | $w_C = -\frac{Fl^3}{48EI}$ $\theta_A = -\theta_B = -\frac{Fl^2}{16EI}$ |
|  | $w_B = -\frac{ql^4}{8EI}$ $\theta_B = -\frac{ql^3}{6EI}$ |  | $\delta = -\frac{5ql^4}{384EI}$ $\theta_A = -\theta_B = -\frac{ql^3}{24EI}$ |
|  | $w_B = -\frac{M_c l^2}{2EI}$ $\theta_B = -\frac{M_c l}{EI}$ |  | $\theta_A = \frac{M_c l}{6EI}$ $\theta_B = -\frac{M_c l}{3EI}$ |

