

北京工业大学 2015——2016 学年第 II 学期

《工程力学 I》 考试试卷 B 卷

考试说明： 考试时长 95 分钟； 可带计算器； 闭 卷

承诺：

本人已学习了《北京工业大学考场规则》和《北京工业大学学生违纪处分条例》，承诺在考试过程中自觉遵守有关规定，服从监考教师管理，诚信考试，做到不违纪、不作弊、不替考。若有违反，愿接受相应的处分。

承诺人： _____ 学号： _____ 班号： _____

.....

 注：本试卷共 7 大题，共 7 页，满分 100 分，考试时必须使用卷后附加的统一答题纸或草稿纸。

卷 面 成 绩 汇 总 表 (阅卷教师填写)

题号	一	二	三	四	五	六	七	总成绩
满分								
得分								

得 分

一、是非题(正确划“√”，错误划“×”)(每题 1 分，共 10 分)

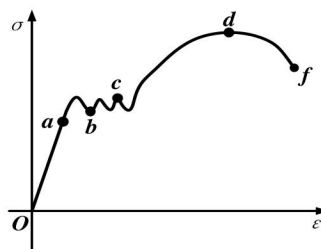
1. 刚体上某点的力，可任意移动并不改变其对刚体的作用效应。 (×)
2. 静定结构的全部支座约束力均可由静力学平衡方程求出。 (√)
3. 力系的合力一定比各分力大。 (×)
4. 构件的刚度表示构件抵抗变形的能力。 (√)
5. 某种材料拉伸实验结果延伸率 $\delta=3.4\%$ ，则可判断其是脆性材料。 (×)
6. 轴力越大，杆件越容易破坏，因此轴力大小可判断杆件的强度。 (×)
7. 在减速箱中，一般高速轴的直径较小，而低速轴的直径较大。 (√)
8. 等直梁发生平面弯曲时其横截面绕中性轴转动。 (√)
9. 过一点某一方向的线应变为零，则该方向的正应力必为零。 (×)
10. 柔度越小，压杆越容易失稳。 (×)

得分

二、单选题（每题 2 分，共 10 分）

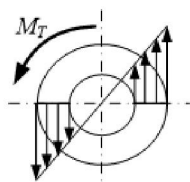
1. 低碳钢拉伸的过程如图所示，

强度极限对应的点是 【 D 】。

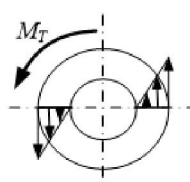
A. a 点 B. b 点 C. c 点 D. d 点

2. 空心圆轴横截面上的扭矩为
- M_T
- ，下列三种(横截面上)沿径向的应力分布图中

【 A 】是正确的。



(A)



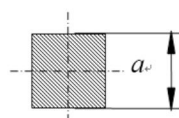
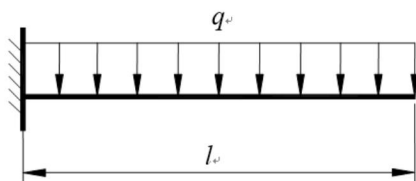
(B)



(C)

3. 图示正方形截面悬臂梁，若边长
- a
- 增大到原先的两倍而保持其他参数不变，

则梁的最大挠度减小至原来的 【 A 】



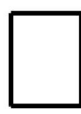
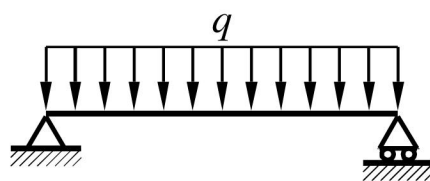
A. 1/16

B. 1/8

C. 1/2

D. 1/4

4. 图示梁的材料为铸铁，截面形式有 4 种，如图，最佳形式为 【 D 】。



(A)



(B)

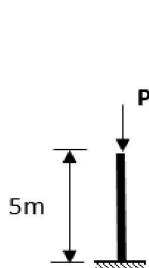


(C)

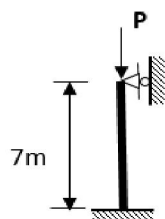


(D)

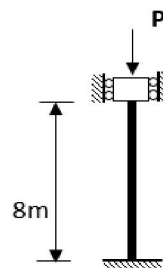
5. 图示压杆均为细长杆，其横截面形状、尺寸和材料均相同，则哪一根杆的稳定性最差 【 C 】。



(A)



(B)



(C)

资料由公众号【工大喵】收集整理并免费分享

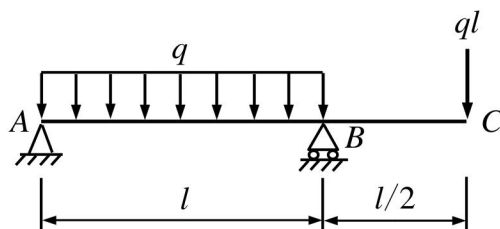
得分

三、填空题 (1-2 每空 1 分, 3-5 每空 2 分, 共 17 分)

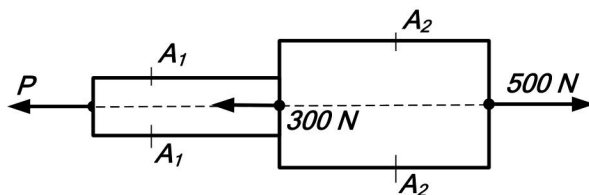
1. 根据工程力学的要求, 变形固体材料的三个基本假定是:

均匀连续假设、各向同性假设、小变形假设。

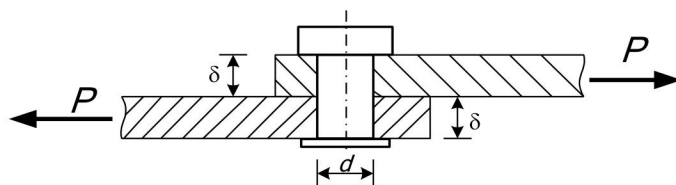
2. 根据载荷及支座情况, 写出由积分法求解挠度时下图所示外伸梁的边界条件:

 $y(0)=0$ 、 $y_1(l)=0$ 、 $y_2(l)=0$ 、 $\theta_1(l)=\theta_2(l)$ 。

3. 杆件受力如图所示, 横截面积
- $A_{1-1}=10\text{mm}^2$
- ,
- $A_{2-2}=20\text{mm}^2$
- , 此杆处于平衡状态, 则力
- $P=$
- 200 N
- 、杆件横截面最大正应力
- $\sigma_{\max}=$
- 25 MPa
- 。



4. 铆接件的连板厚度为
- δ
- , 铆钉直径为
- d
- , 则铆钉切应力 =
- $4P/\pi d^2$
- ,

挤压应力 = $P/\delta d$ 。

5. 铸铁扭转破坏时沿 45 度方向螺旋面拉断, 其原因是:
- 脆性材料抗拉性能差, 沿与轴线成 45 度螺旋面存在最大拉应力
- 。

得分

四、计算题 (15 分)

图示三角钢架由 AC 和 BC 两部分组成, A、B 为固定铰支座, C 为中间铰链。已知: 均布载荷 $q=8\text{kN/m}$, 集中力 $F=12\text{kN}$, 不计钢架自重。(1) 分别画出整体受力图、AC 受力图和 BC 受力图; (2) 试求 A、B、C 三点的约束力。

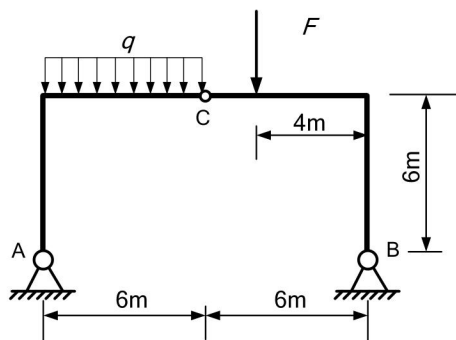
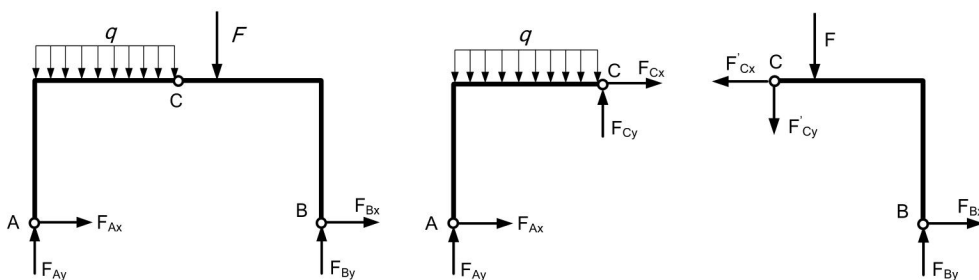


图 2-5

解: (1) 整体受力图、AB 受力图和 BC 的受力图如下图: (6 分)



(2) 求 A、B 两点的约束反力

以整体为研究对象, 列平衡方程:

$$\begin{cases} \sum M_A = 0 & -q \cdot 6 \cdot 3 - F \cdot (12-4) + F_{By} \cdot 12 = 0 \\ \sum M_B = 0 & -F_{Ay} \cdot 12 + q \cdot 6 \cdot 9 + F \cdot 4 = 0 \\ \sum F_x = 0 & F_{Ax} + F_{Bx} = 0 \end{cases}$$

$$\text{解得: } F_{By} = 20\text{kN}, F_{Ay} = 40\text{kN} \quad (4 \text{ 分})$$

以 BC 为研究对象, 列平衡方程:

$$\begin{cases} \sum M_C = 0 & -F \cdot (6-4) + F_{By} \cdot 6 + F_{Bx} \cdot 6 = 0 \\ \sum F_x = 0 & F_{Bx} - F'_{Cx} = 0 \\ \sum F_y = 0 & F_{By} - F'_{Cy} - F = 0 \end{cases}$$

$$\text{解得: } F_{Bx} = -16\text{kN}, F_{Ax} = 16\text{kN}, F'_{Cx} = -16\text{kN}, F'_{Cy} = 8\text{kN} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{A 点的约束反力: } F_{Ax} = 16\text{kN}, F_{Ay} = 20\text{kN} \quad (1 \text{ 分})$$

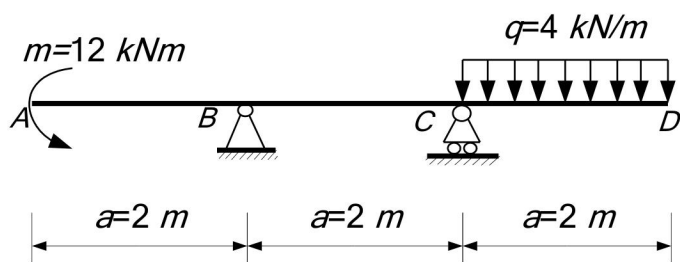
$$\text{B 点的约束反力: } F_{Bx} = -16\text{kN}, F_{By} = 40\text{kN} \quad (1 \text{ 分})$$

资料由公众号【工大喵】收集整理并免费分享

得分

五、计算题 (18 分)

梁受力如图所示：(1) 求支座约束力；(2) 画出剪力图和弯矩图。



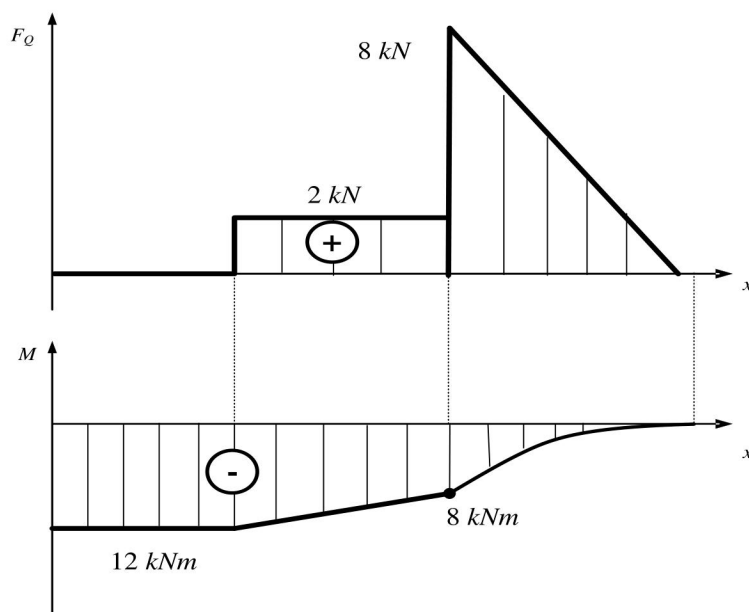
解：(1) 求约束力

列平衡方程：

$$\begin{cases} \sum M_B = 0 & m + F_C \cdot a - qa \cdot \frac{3a}{2} = 0 \\ \sum M_C = 0 & m - F_B \cdot a - qa \cdot \frac{a}{2} = 0 \end{cases}$$

求解得： $F_B = 2 \text{ kN}$, $F_C = 6 \text{ kN}$

(2) 剪力图和弯矩图

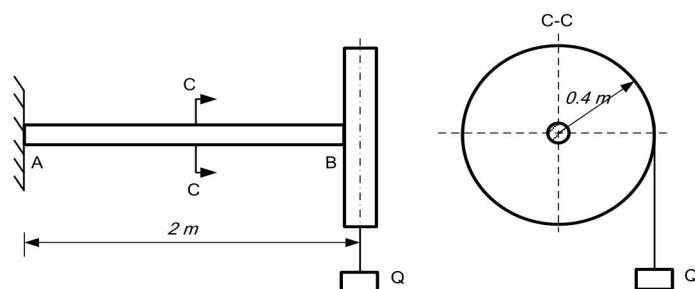


得分

六、计算题 (15 分)

如图圆轴长 $l = 2\text{m}$, A 端固定, B 端固定一个轮子, 半径 $R = 0.4\text{m}$, 轮子上悬挂一重物 $Q = 12.0\text{kN}$, 不计轴和轮子重力。若 $[\sigma] = 120\text{MPa}$,

- (1) 画出圆轴扭矩图和弯矩图;
- (2) 按第四强度理论设计圆轴直径。

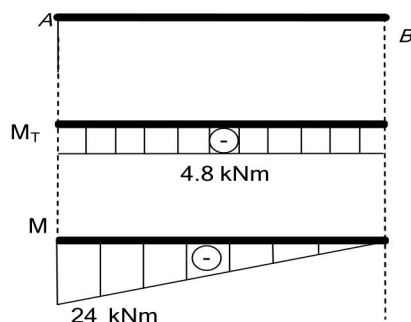


解: 1) 外力分析:

外力偶矩: $M_T = Q \cdot R = 12 \cdot 0.4 = 4.8\text{ kNm}$

横向力: $F = Q = 12\text{ kN}$

2) 内力分析:



危险截面为 A 截面, 最大弯矩: $M_{\max} = F \cdot l = 12 \cdot 2 = 24\text{ kNm}$

3) 设计截面

$$\sigma_{r4} = \frac{\sqrt{M^2 + 0.75T^2}}{W} = \frac{\sqrt{M^2 + 0.75T^2}}{\pi d^3 / 32} \leq [\sigma]$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32\sqrt{M^2 + 0.75T^2}}{\pi[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{32\sqrt{24000^2 + 0.75 \cdot 4800^2}}{3.14 \cdot 120 \cdot 10^6}} = 0.1274\text{m} = 127.4\text{mm}$$

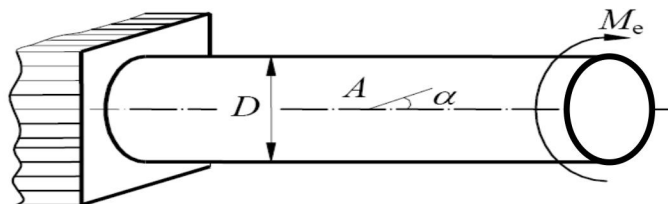
4) 结论: 圆轴的直径取 130mm。

得分

七、计算题 (15 分)

如图所示, 直径为 $D = 60\text{mm}$ 的圆轴一端固定, 另一端受到外力偶矩 M_e 的作用, 圆轴的许用应力 $[\tau] = 60\text{MPa}$, 许用转角 $[\theta] = 1^\circ/\text{m}$ 。

- 1) 试计算轴能承载的最大外力偶矩 M_e ;
- 2) 若 $E=200\text{GPa}$, $G=76.9\text{GPa}$, $\mu=0.3$, 试求圆轴外表面 A 点与母线成 $\alpha = 30^\circ$ 方向上的正应变。



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

根据强度设计: $\tau_{\max} = \frac{T}{W_p} = \frac{16T}{\pi D^3} \leq [\tau]$

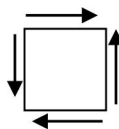
$$D \geq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 * 2.5 * 10^3}{3.14 * 60 * 10^6}} = 0.0596\text{m}$$

根据刚度设计: $\theta_{\max} = \frac{T}{GI_p} \frac{180}{\pi} = \frac{32T}{G\pi D^4} \frac{180}{\pi} \leq [\theta]$

$$D \geq \sqrt[4]{\frac{32T}{G\pi[\theta]} * \frac{180}{\pi}} = \sqrt[4]{\frac{32 * 2.5 * 10^3}{76.9 * 10^9 * 3.14 * 1} * \frac{180}{3.14}} = 0.066$$

轴的直径为66mm。

- 2) A点的应力状态如下:



- 3) 切应力为 $\tau_x = -58.946\text{MPa}$, 则 30° 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° 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° 方向的正应变为 $\varepsilon_{30^\circ} = \frac{1}{E} (\sigma_{30^\circ} - \mu \sigma_{-60^\circ}) = \frac{1}{200E9} [51.049E3 - 0.28 * (-51.049E3)] = 3.3E-4$

资料由公众号【工大喵】收集整理并免费分享

附录：您可能用到的公式（不包括完成试卷需要的所有公式；所有公式也不全为完成试卷所需）

<p>1 静力学平衡条件： $\Sigma \vec{F} = 0$、$\Sigma \vec{M} = 0$ $\Sigma F_x = 0$、$\Sigma F_y = 0$、$\Sigma F_z = 0$ $\Sigma M_x = 0$、$\Sigma M_y = 0$、$\Sigma M_z = 0$</p> <p>2 应力定义： $p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta A}$</p> <p>3 胡克定律： $\sigma = E\varepsilon$、$\tau = G\gamma$</p> <p>4 泊松比： $-\mu = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$</p> <p>5 轴向拉压应力与变形： $\sigma = \frac{F_N}{A}$、$\Delta l = \frac{F_N l}{EA}$</p> <p>6 轴向拉压强度条件： $\sigma_{\max} = \left(\frac{F_N}{A} \right)_{\max} \leq [\sigma]$、$[\sigma] = \frac{\sigma_u}{n}$</p>	<p>7 圆轴扭转应力与变形： $\tau_\rho = \frac{M_T \rho}{I_p}$、$\frac{d\phi}{dx} = \frac{M_T}{GI_p}$、$\phi = \frac{M_T l}{GI_p}$</p> <p>8 圆轴扭转强度条件： $\tau_{\max} = \frac{M_T}{W_p} \leq [\tau]$</p> <p>9 载荷集度、剪力与弯矩微分关系： $\frac{dF_Q}{dx} = q$、$\frac{dM}{dx} = F_Q$、$\frac{d^2 M}{dx^2} = q$</p> <p>10 弯曲应力与强度条件： $\sigma = \frac{My}{I_z}$、$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_z} \leq [\sigma]$</p> <p>11 压杆稳定临界力： $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{l^2}$、$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2}$</p>
<p>12 弯曲变形： $\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI_z}$、$\theta = y'(x)$、$y'' = \frac{M(x)}{EI}$ $y = \int y' dx = \iint y'' dx dx = \frac{\iint M(x) dx dx}{EI} = \frac{\iiint F_Q(x) dx dx dx}{EI} = \frac{\iiint q(x) dx dx dx dx}{EI}$</p> <p>13 平面应力状态主应力计算： $\begin{cases} \sigma_{\max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \\ \sigma_{\min} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \end{cases} \quad \tan 2\alpha_0 = -\frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$</p> <p>14 平面应力状态斜截面上应力计算： $\sigma_\alpha = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_x \sin 2\alpha$ $\tau_\alpha = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\alpha + \tau_x \cos 2\alpha$</p> <p>15 相当应力： $\sigma_{r1} = \sigma_1$、$\sigma_{r3} = \sigma_1 - \sigma_3$、$\sigma_{r4} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}$</p>	
<p>16 组合变形： $\sigma_{r3\text{圆轴弯扭}} = \frac{\sqrt{M^2 + M_T^2}}{W}$ $\sigma_{r4\text{圆轴弯扭}} = \frac{\sqrt{M^2 + 0.75M_T^2}}{W}$</p>	<p>17 广义胡克定律： $\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \mu \left(\frac{\sigma_y}{E} + \frac{\sigma_z}{E} \right)$、 $\varepsilon_y = \frac{\sigma_y}{E} - \mu \left(\frac{\sigma_x}{E} + \frac{\sigma_z}{E} \right)$、 $\varepsilon_z = \frac{\sigma_z}{E} - \mu \left(\frac{\sigma_x}{E} + \frac{\sigma_y}{E} \right)$</p>
<p>18 剪切挤压强度条件：</p>	<p>$\tau = \frac{F_Q}{A}$、$\sigma_{bs} = \frac{F_{bs}}{A_{bs}}$</p>

资料由公众号【工大喵】收集整理并免费分享

草 稿 纸

姓名: _____

学号: _____

