

《工程力学 II》期末考试试卷 A 卷答案

考试说明：考试时长 95 分钟、一张 A4 纸开卷

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 8 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“×”) (10 分)

1. 力在坐标轴上的投影就是分力。 (×)
2. 力偶不能合成为一个合力，力偶只能有力偶来平衡。 (√)
3. 力偶可以在作用面内任意转动和移动，而不影响它对刚体的作用。 (√)
4. 梁发生平面弯曲时其横截面绕横截面上的纵向对称轴转动。 (×)
5. 低碳钢抗剪能力差，扭转破坏时，通常沿与轴线成 45° 的螺旋面拉断。 (×)
6. 一般在减速箱中，高速轴的直径较大，而低速轴的直径较小。 (×)
7. 未知量不能全部由平衡方程求出，这样的问题称为静不定问题或超静定问题。 (√)
8. 选择合理截面形状，增大惯性矩，可以提高梁的弯曲刚度。 (√)

9. 对于塑性材料的一般应力状态通常采用第一强度理论，对于脆性材料的压应力状态通常采用第三强度理论和第四强度理论。 (×)

10. 临界载荷是压杆保持稳定平衡的最大力，也是使压杆失稳的最小力。

(√)

得分

二、填空题 (16 分)

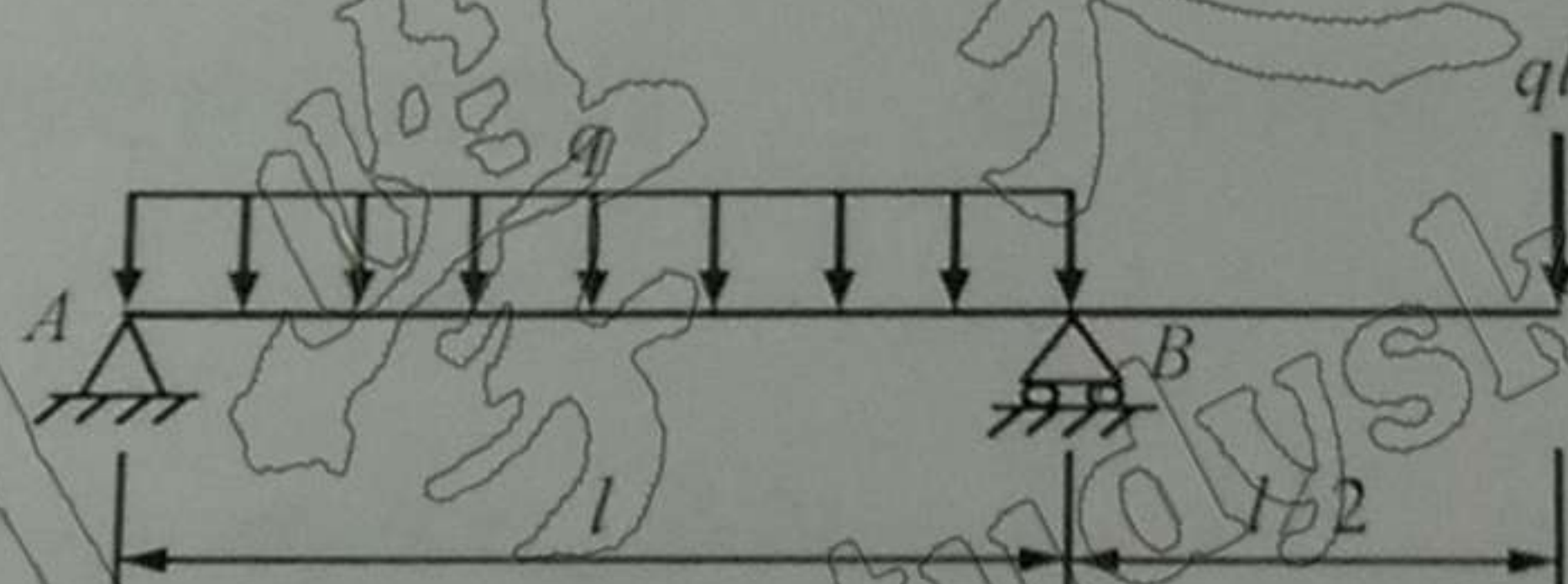
1. 在材料力学中对构件的具体要求分别是：足够的强度、足够的刚度、足够的稳定性。

2. 塑性材料在拉伸试验的过程中，其 $\sigma - \varepsilon$ 曲线可分为四个阶段，即：

弹性阶段、屈服阶段、强化阶段、颈缩阶段。

3. 试根据载荷及支座情况，写出由积分法求解时下图所示梁边界条件：

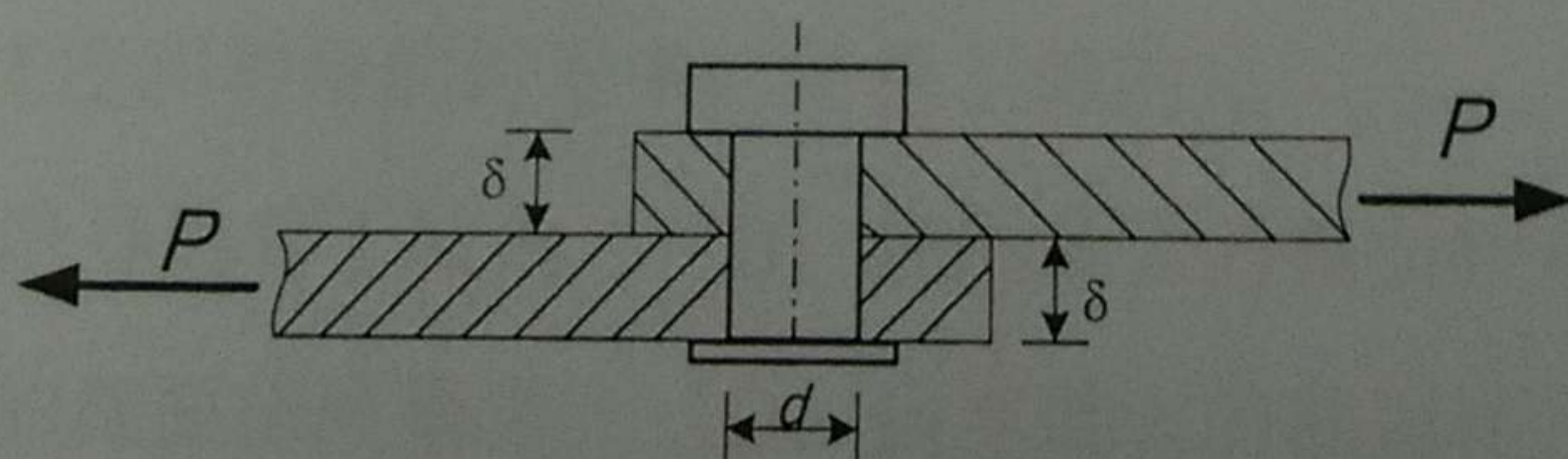
$y(0) = 0$ 、 $y_1(l) = 0$ 、 $y_2(l) = 0$ 、 $\theta_1(l) = \theta_2(l)$ 。



4. 提高压杆稳定性的措施主要有：改善杆端约束情况、减少压杆的长度、选择合适的截面形状、合理选用材料。

5. 铆接件的连接板厚度为 δ ，铆钉直径为 d ，则铆钉切应力 = $\frac{4P}{\pi d^2}$ ，挤

压应力 = $\frac{P}{\delta d}$ 。



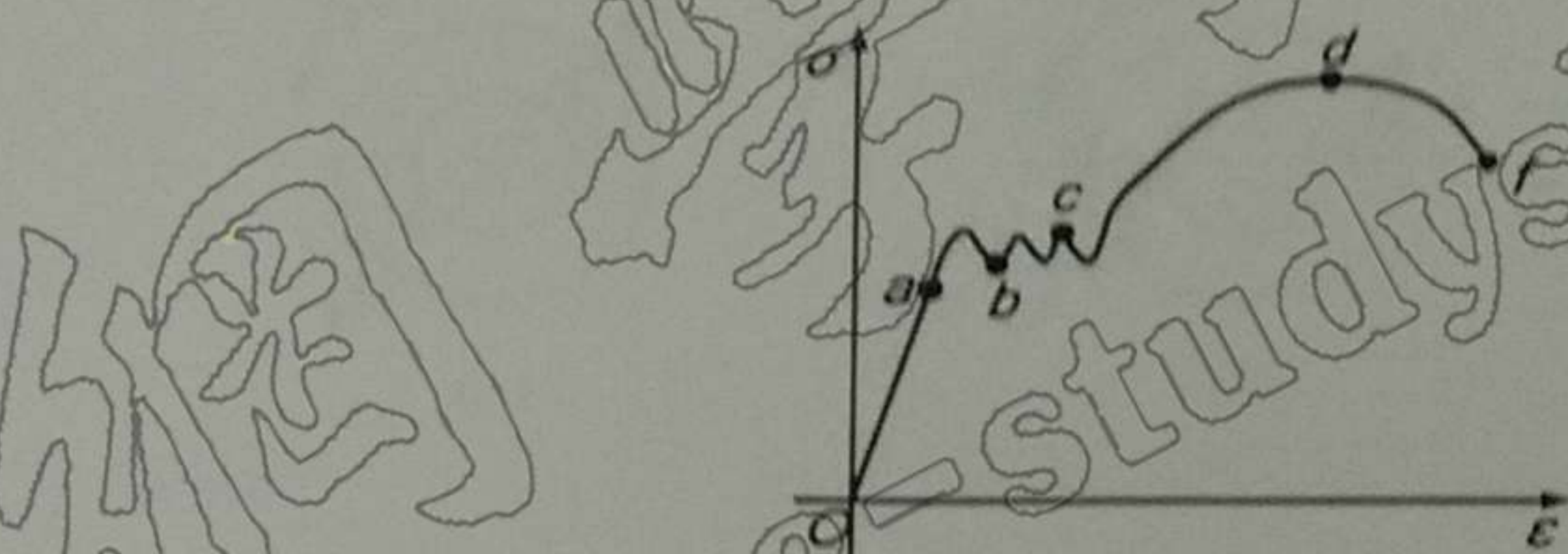
得分

三、选择题 (18 分)

1. 变形体在外力作用下抵抗变形的能力，称为 【 B 】。

- A. 强度 B. 刚度 C. 稳定性 D. 塑性

2. 低碳钢拉伸的过程如图所示，屈服极限对应的点是 【 B 】。



- A. a 点 B. b 点 C. c 点 D. d 点

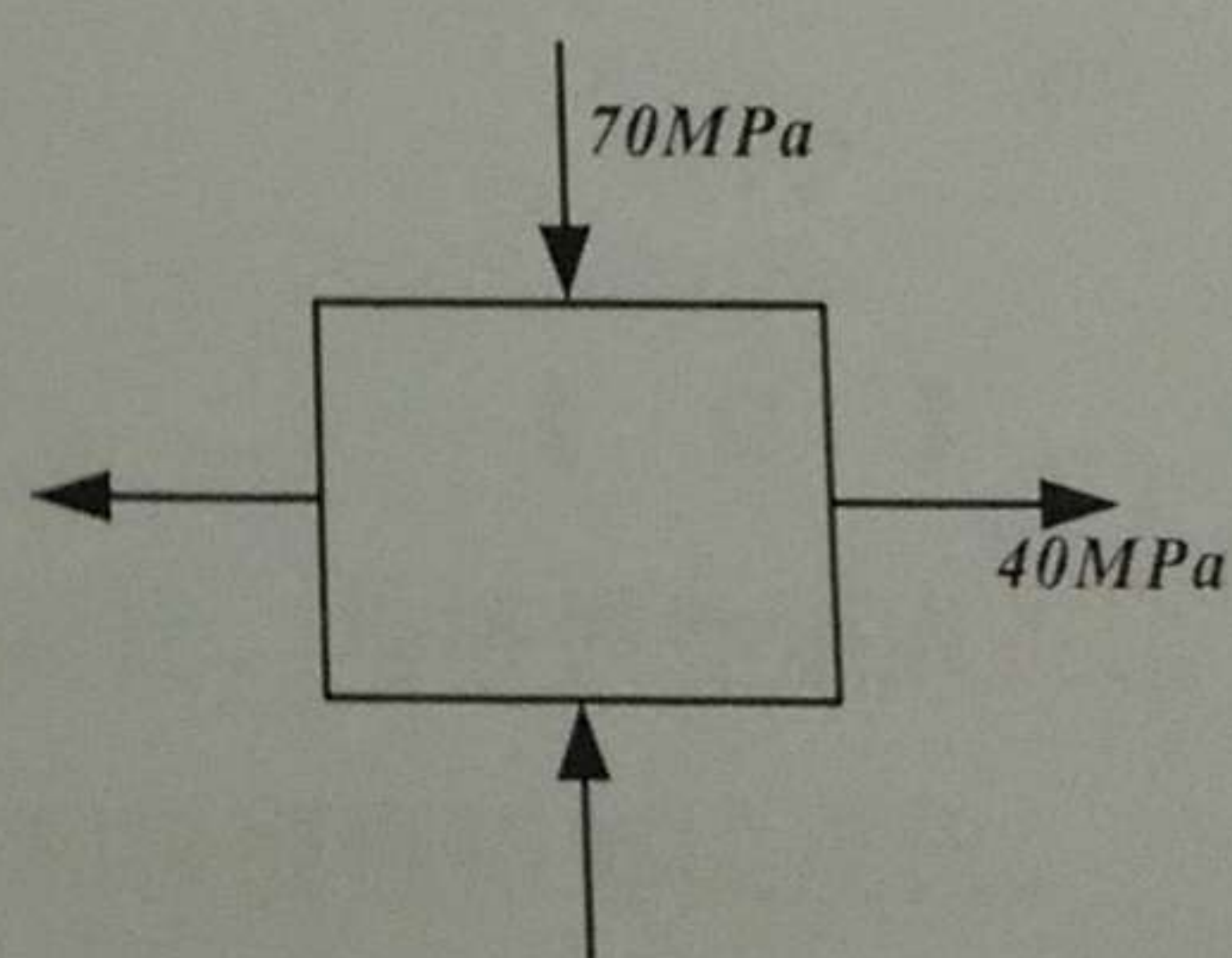
3. 梁发生平面弯曲时，其横截面绕 【 D 】 旋转。

- A. 梁的轴线 B. 横截面上的纵向对称轴
C. 中性层与纵向对称面的交线 D. 中性轴

4. 图示应力状态，其 σ_1 ， σ_3 及 τ_{\max} 各为

【 C 】。

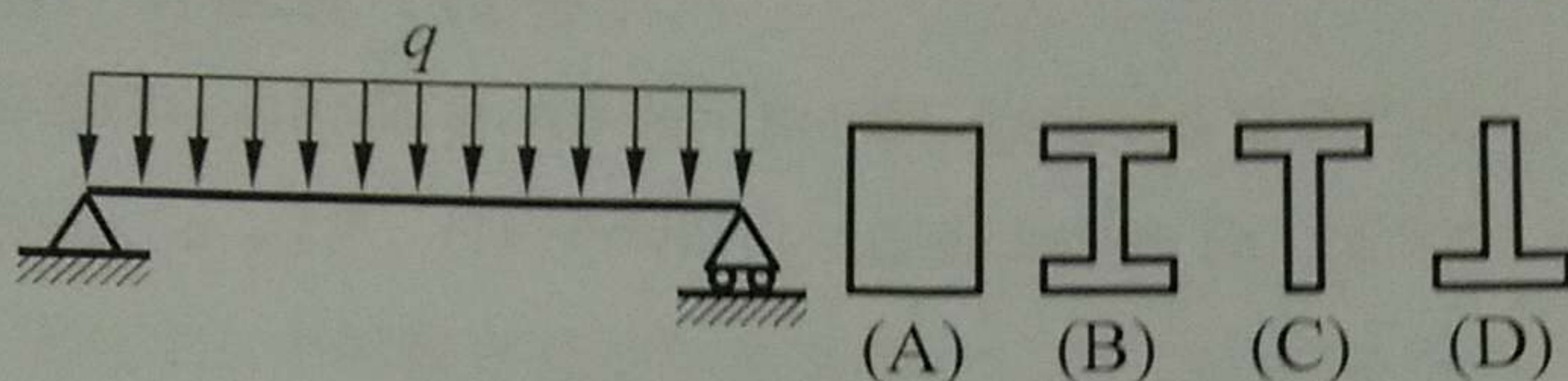
- (A) $\sigma_1 = 40 \text{ MPa}$, $\sigma_3 = 0$, $\tau_{\max} = 40 \text{ MPa}$
(B) $\sigma_1 = 70 \text{ MPa}$, $\sigma_3 = 40 \text{ MPa}$, $\tau_{\max} = 55 \text{ MPa}$
(C) $\sigma_1 = 40 \text{ MPa}$, $\sigma_3 = -70 \text{ MPa}$, $\tau_{\max} = 55 \text{ MPa}$
(D) $\sigma_1 = 70 \text{ MPa}$, $\sigma_3 = 0$, $\tau_{\max} = 35 \text{ MPa}$



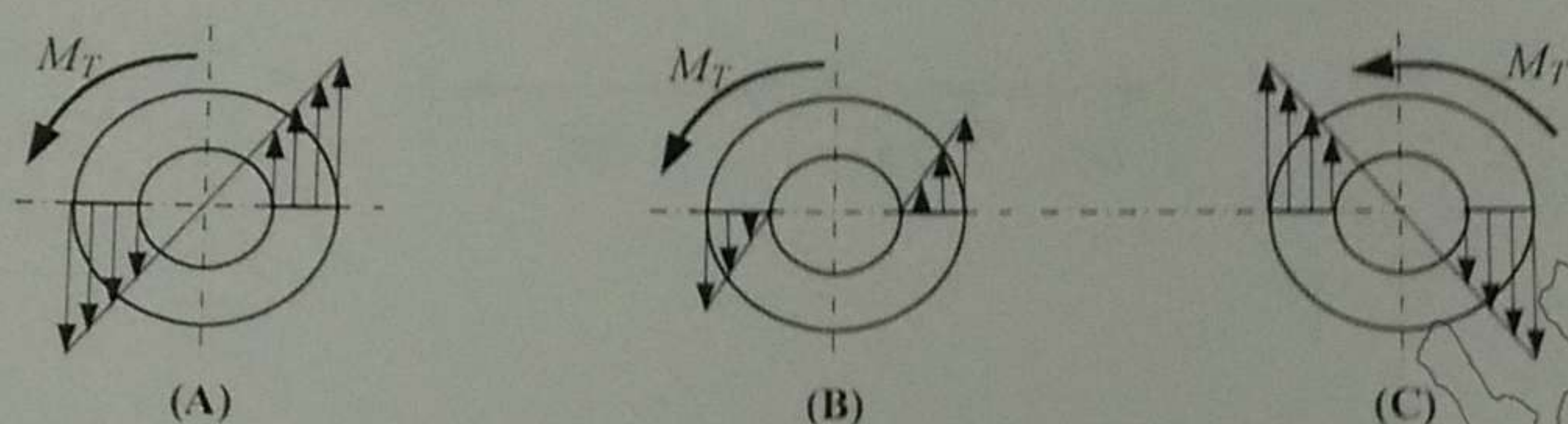
5. 下面关于梁、挠度和转角的讨论中，结论正确的是 【 A 】

- A. 挠度的一阶导数等于转角 B. 挠度最大的截面转角最大
C. 转角为零的截面挠度最大 D. 挠度最大的截面转角为零

6. 图示梁的材料为铸铁，截面形式有 4 种，如图，最佳形式为 【 D 】

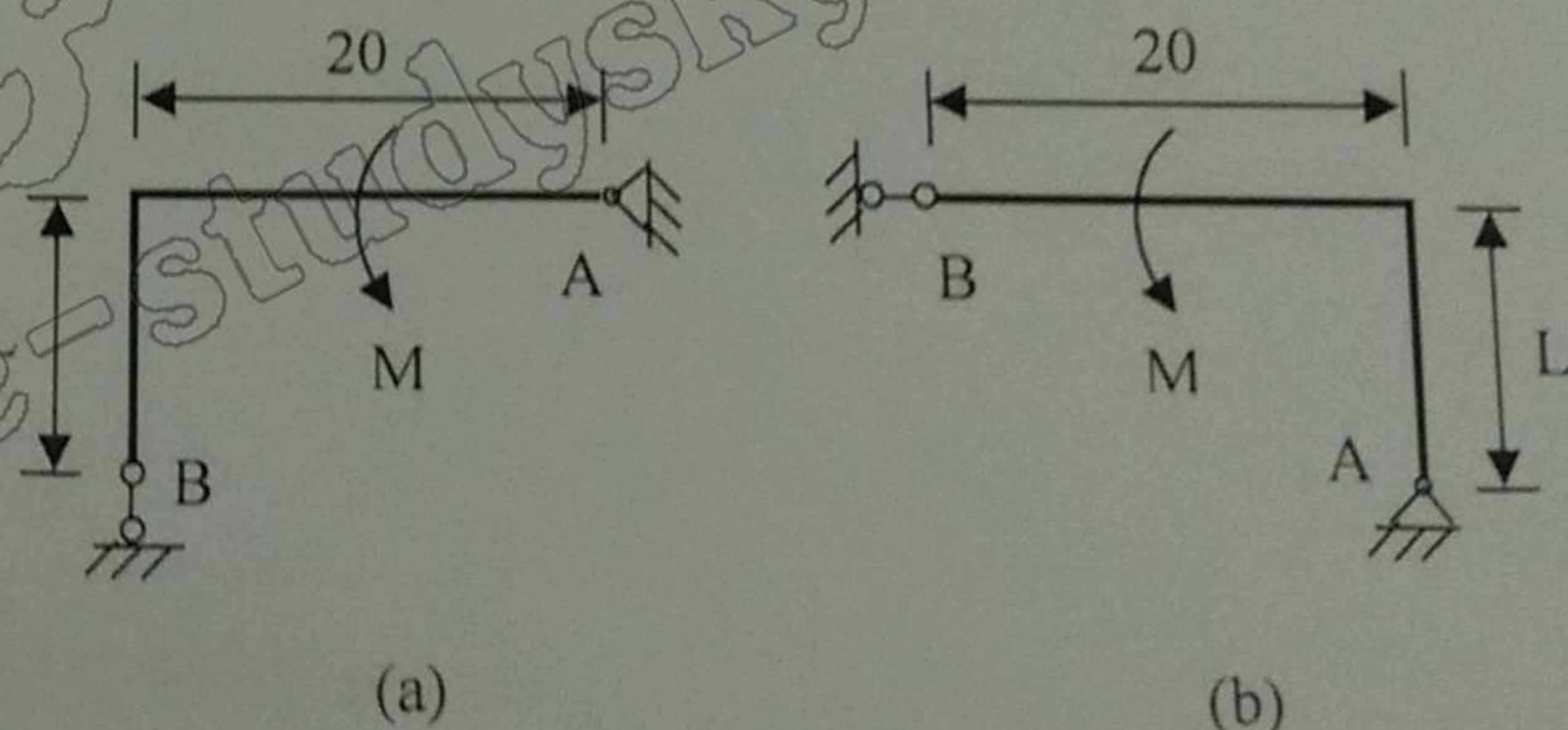


7. 空心圆轴扭转变形时，横截面上的应力分布规律正确的是 【 A 】。



8. 直角杆自重不计，其上作用一力偶矩为 M 的力偶，则图(a)中 B 点约束反力比图(b)中 B 点约束反力的关系为 【 B 】。

- (A) 大于
(B) 小于
(C) 相等
(D) 不能确定



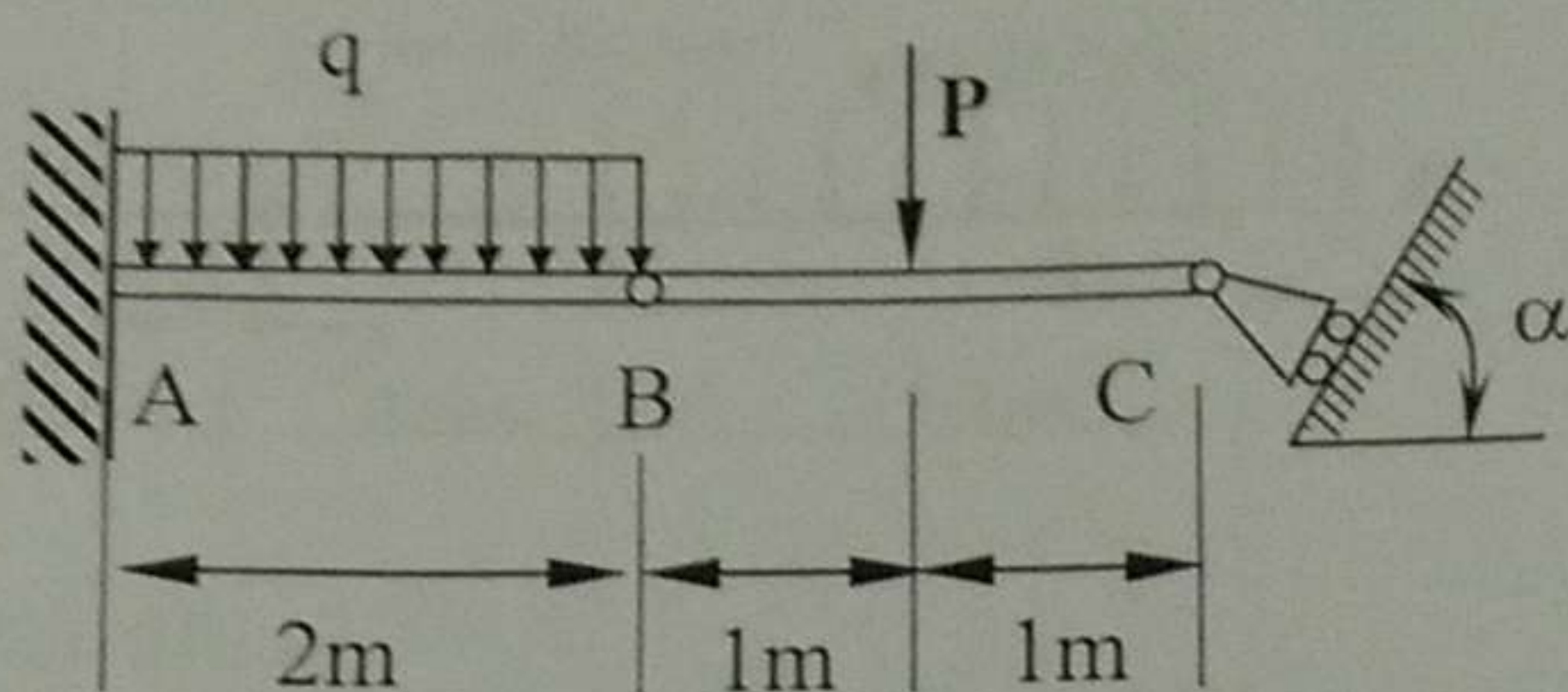
9. 圆轴扭转剪应力 【 C 】。

- A. 与扭矩和极惯性矩都成正比 B. 与扭矩成反比，与极惯性矩成正比
C. 与扭矩成正比，与极惯性矩成反比 D. 与扭矩和极惯性矩都成反比。

得分

四、计算题 (14 分)

图示静定多跨梁，由 AB 梁和 BC 梁用中间铰 B 联接而成。已知 $P=10\text{kN}$ ， $q=2.5\text{kN/m}$ ， $\alpha=45^\circ$ 。(1) 分别画出 AB 受力图和 BC 受力图；(2) 试求固定端 A、支座 C、中间铰 B 处的约束反力。



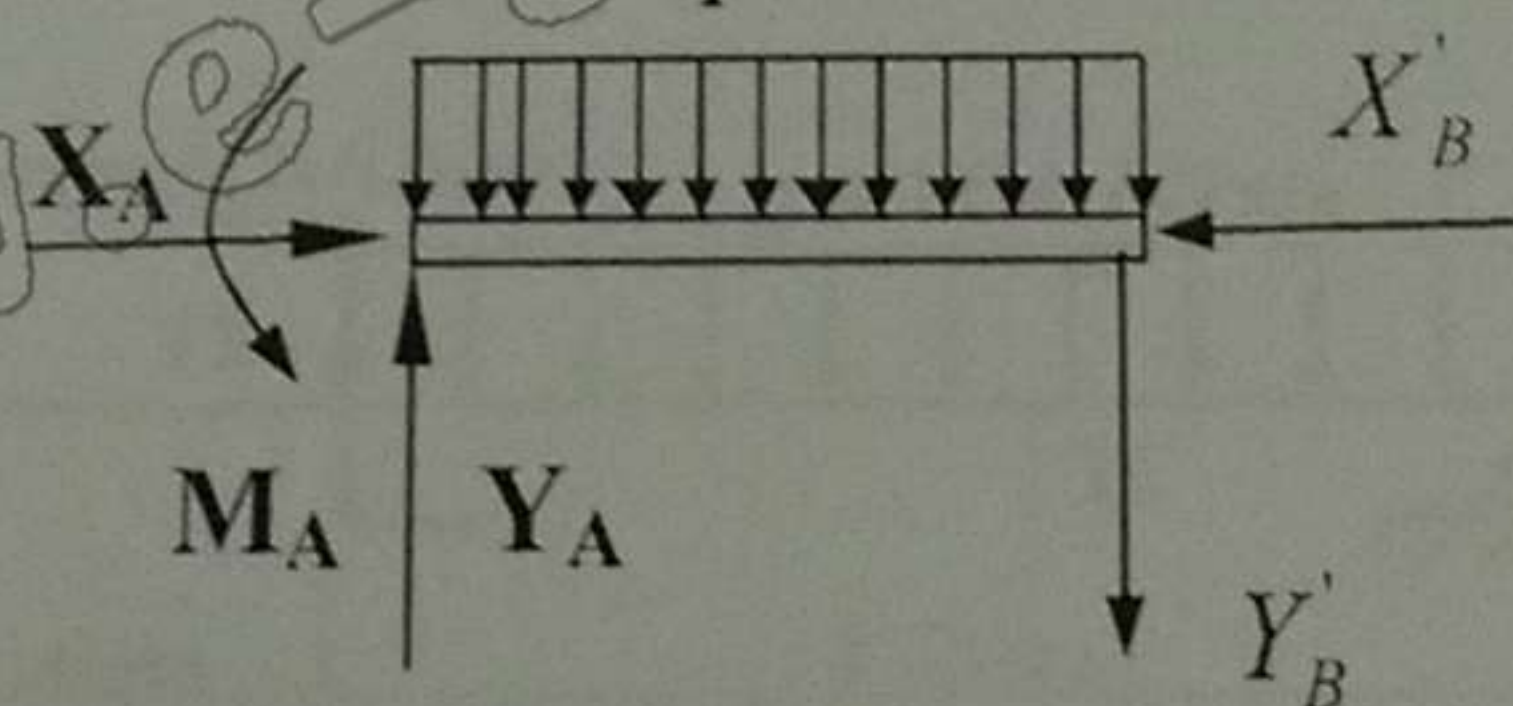
解：

以 BC 为研究对象

$$\begin{cases} \sum X = 0 \\ \sum Y = 0 \\ \sum M_B = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} X_B - F_C \sin \alpha = 0 \\ Y_B - P + F_C \cos \alpha = 0 \\ -P \times 1 + F_C \cos \alpha \times 2 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_C = 7.07\text{kN} \\ X_B = 5.0\text{kN} \\ Y_B = 5.0\text{kN} \end{cases}$$

再以 AB 为研究对象

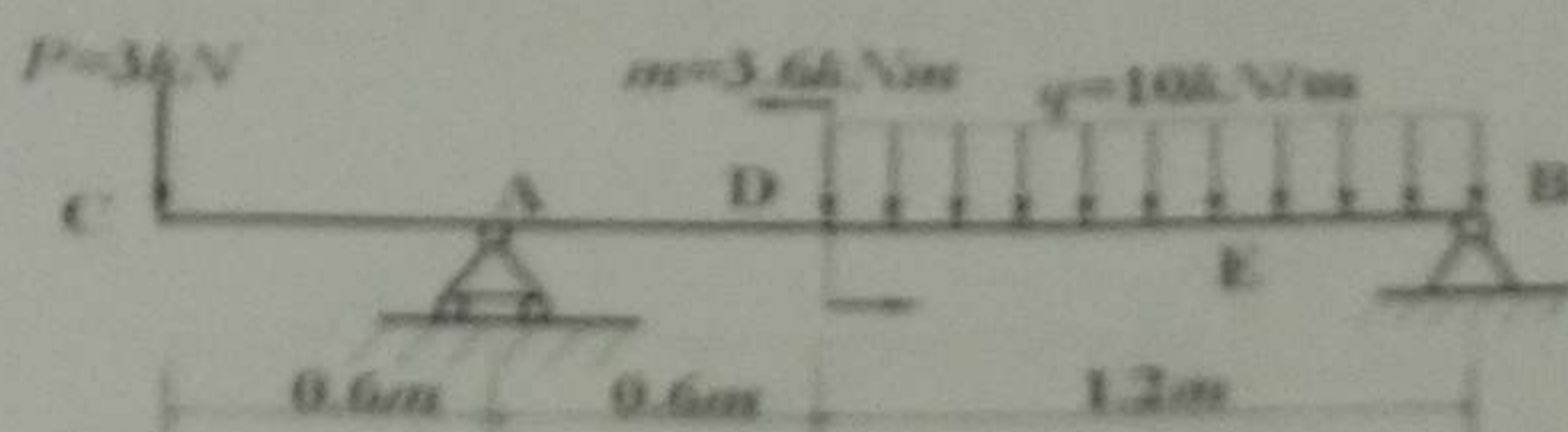


$$\begin{cases} \sum X = 0 \\ \sum Y = 0 \\ \sum M_A = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} X_A - X'_B = 0 \\ Y_A - 2q - Y'_B = 0 \\ M_A - \frac{2^2}{2}q - 2Y'_B = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M_A = 15\text{kN} \cdot \text{m} \\ X_A = 5.0\text{kN} \\ Y_A = 10.0\text{kN} \end{cases}$$

得分

五、计算题 (16 分)

梁受力如图所示，(1) 求支座反力；(2) 写出剪力方程和弯矩方程，作出剪力图和弯矩图，并标出 $|F_Q|_{\max}$ 和 $|M|_{\max}$ 。



解：(1) 求约束力，受力图如图所示：

$$\begin{cases} \sum X = 0 \\ \sum M_A = 0 \\ \sum M_B = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} X_B = 0 \\ 3 \times 0.6 - Y_A \times 1.8 + 3.6 + 10 \times 1.2 \times 0.6 = 0 \\ 3 \times 0.6 + 3.6 - 10 \times 1.2 \times 1.2 + Y_B \times 1.8 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} X_B = 0 \\ Y_A = 10 \text{ kN} \\ Y_B = 5 \text{ kN} \end{cases}$$

(2) 剪力方程：AC 段： $F_Q(x) = -3$, $(0 \leq x < 0.6)$

AD 段： $F_Q(x) = -3 + 10 = 7$, $(0.6 \leq x < 1.2)$

DB 段： $F_Q(x) = -3 + 10 - (x - 1.2) \times 10 = 19 - 10x$, $(1.2 \leq x < 2.4)$

弯矩方程：AC 段： $M(x) = -3x$, $(0 \leq x < 0.6)$

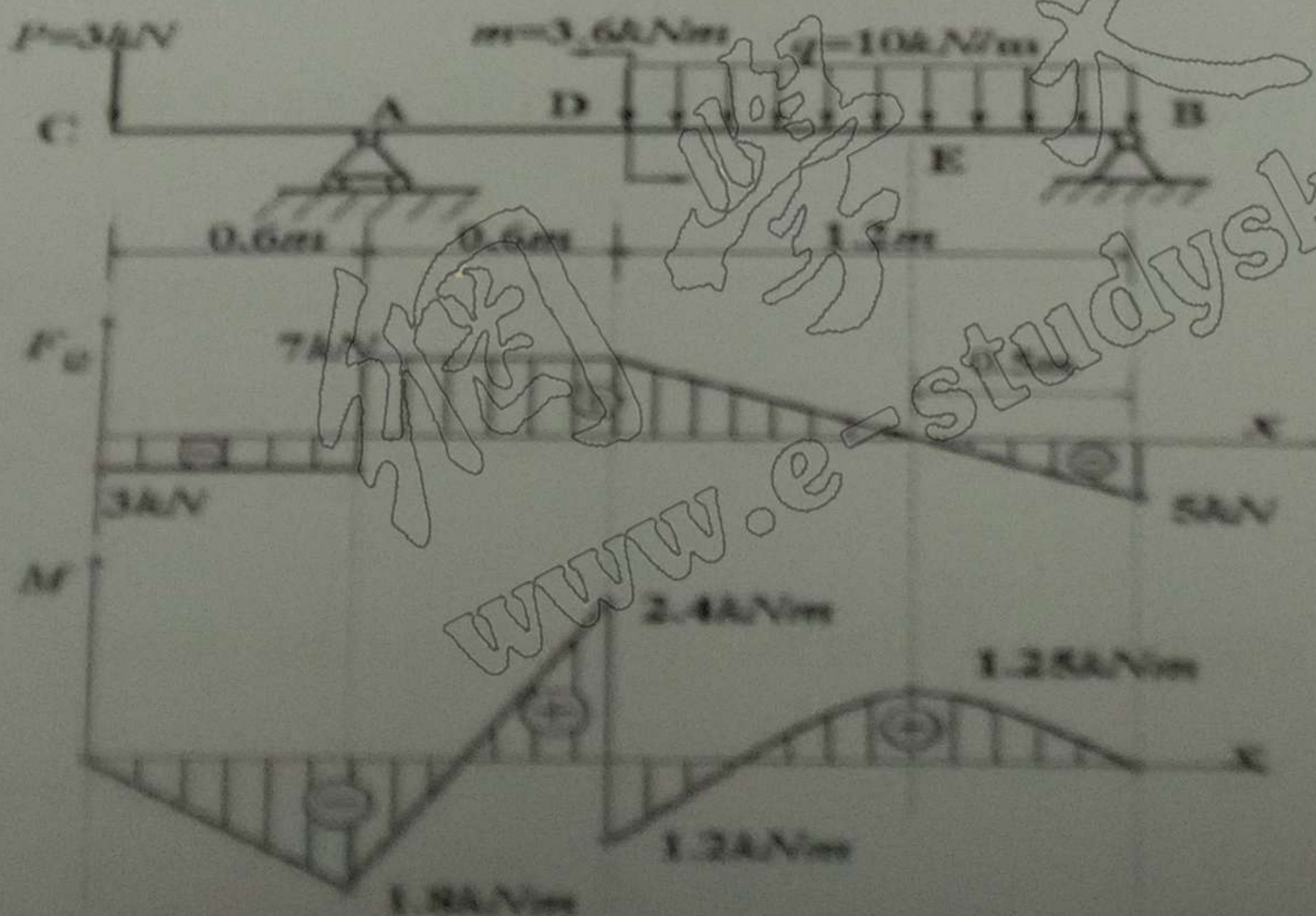
AD 段： $M(x) = -3x + 10 \times (x - 0.6)$, $(0.6 \leq x < 1.2)$

DB 段： $M(x) = -3x + 10 \times (x - 0.6) - 3.6 - (x - 1.2) \times 10 \times \frac{(x - 1.2)}{2}$

$M(x) = -5(x - 1.2)^2 + 7x - 9.6$, $(1.2 \leq x < 2.4)$

或者 $M(x) = -5(2.4 - x)^2 + 5(2.4 - x)$, $(1.2 \leq x < 2.4)$

(3) 剪力图和弯矩图

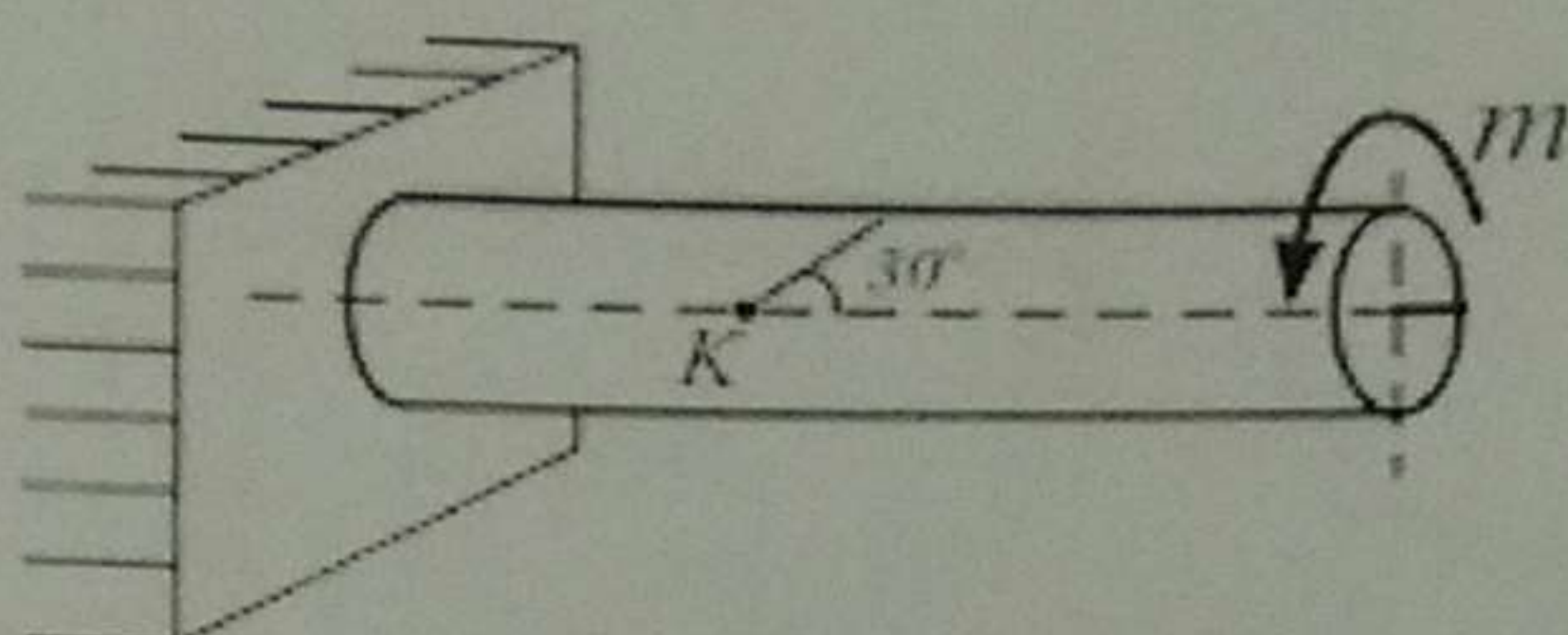


得分

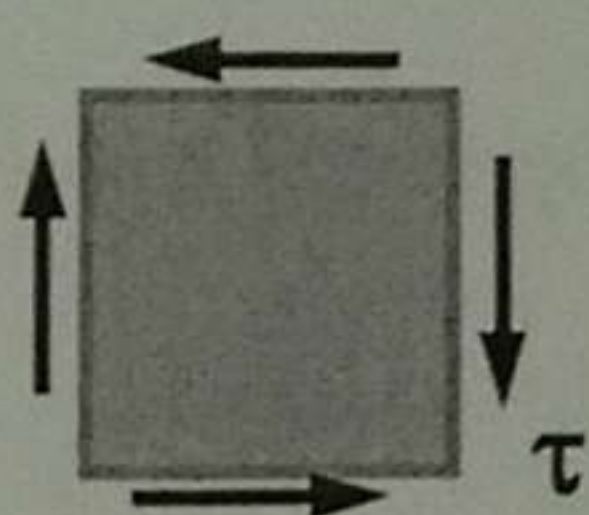
六、计算题 (14 分)

圆轴受力如图所示， $m=1.2\text{kNm}$ ，直径 $d=50\text{mm}$ ，材料弹性模量 $E=200\text{GPa}$ ，泊松比 $\mu=0.3$ 。

- (1) 试画出圆轴表面一点 K 处的应力状态；
- (2) 试求 K 点与水平线成 30° 方向上的正应变。



解：(1) K 点原始单元体应力状态



(2) 首先：

$$\tau = \frac{m}{W_p} = \frac{16m}{\pi d^3} = 48.89 \text{ MPa},$$

30° 方向的方位面上的正应力为： $\sigma_x = 0, \sigma_y = 0, \tau_x = \tau, \alpha = 120^\circ$

$$\begin{aligned} \sigma_{30^\circ} &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_x \sin 2\alpha \\ &= -48.89 \times \sin(2 \times 120^\circ) = 48.89 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 42.34 \text{ MPa} \end{aligned}$$

-60° 方向的方位面上的正应力为：

$$\begin{aligned} \sigma_{-60^\circ} &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_x \sin 2\alpha \\ &= -48.89 \times \sin[2 \times (120^\circ + 90^\circ)] = -48.89 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = -42.34 \text{ MPa} \end{aligned}$$

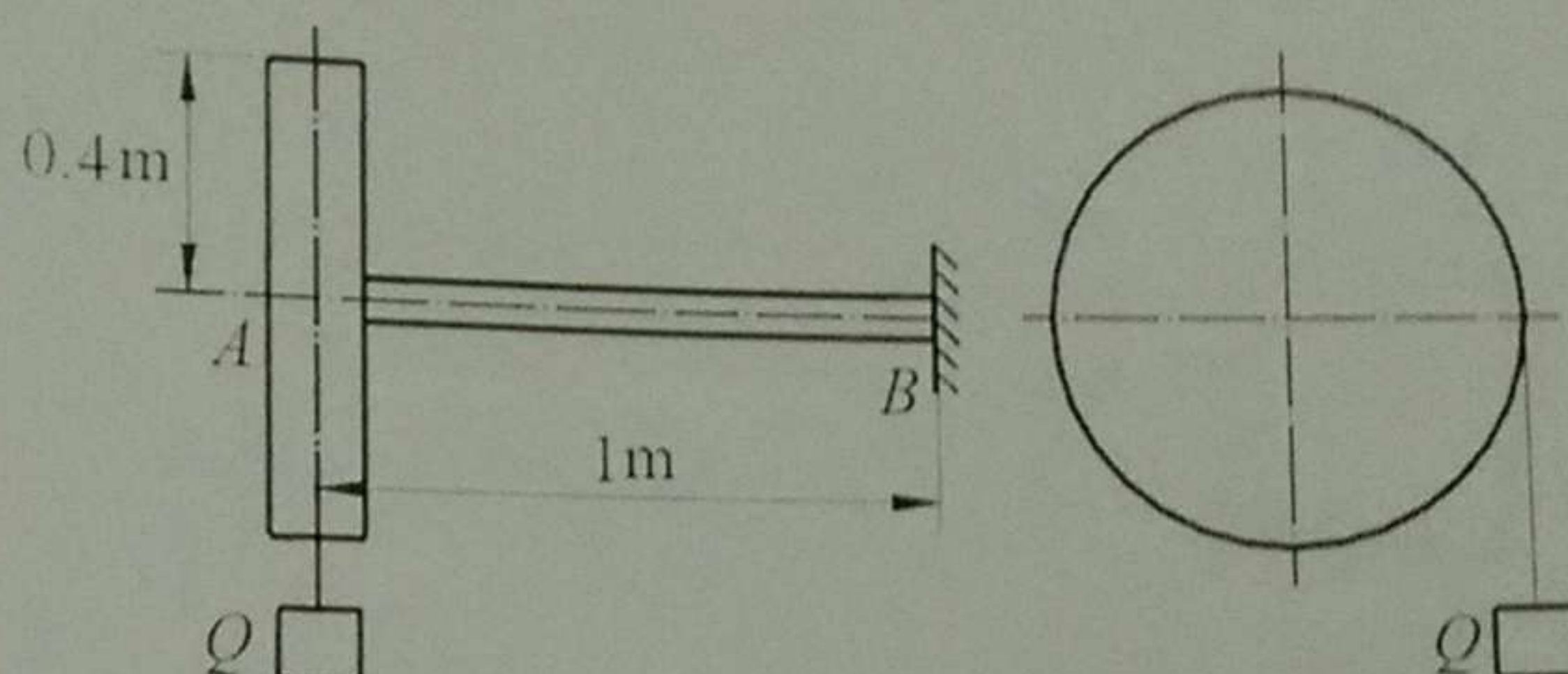
30° 方向的正应变为

$$\sigma_{30^\circ} = \frac{1}{E} (\sigma_{30^\circ} - \mu \sigma_{-60^\circ}) = \frac{1}{200 \times 10^3} [42.34 - 0.3 \times (-42.34)] = 2.75 \times 10^{-4}$$

得分

七、计算题 (12 分)

如图，圆轴长 $l = 1\text{m}$ ，B 端固定，A 端固定一个轮子，轮子的半径 $R = 0.4\text{m}$ ，轮子上悬挂一重物 $Q = 8.0\text{kN}$ ，不计轴和轮子的重力。若 $[\sigma] = 120\text{MPa}$ ，试按第四强度理论设计该轴的直径。



解：1) 外力分析：

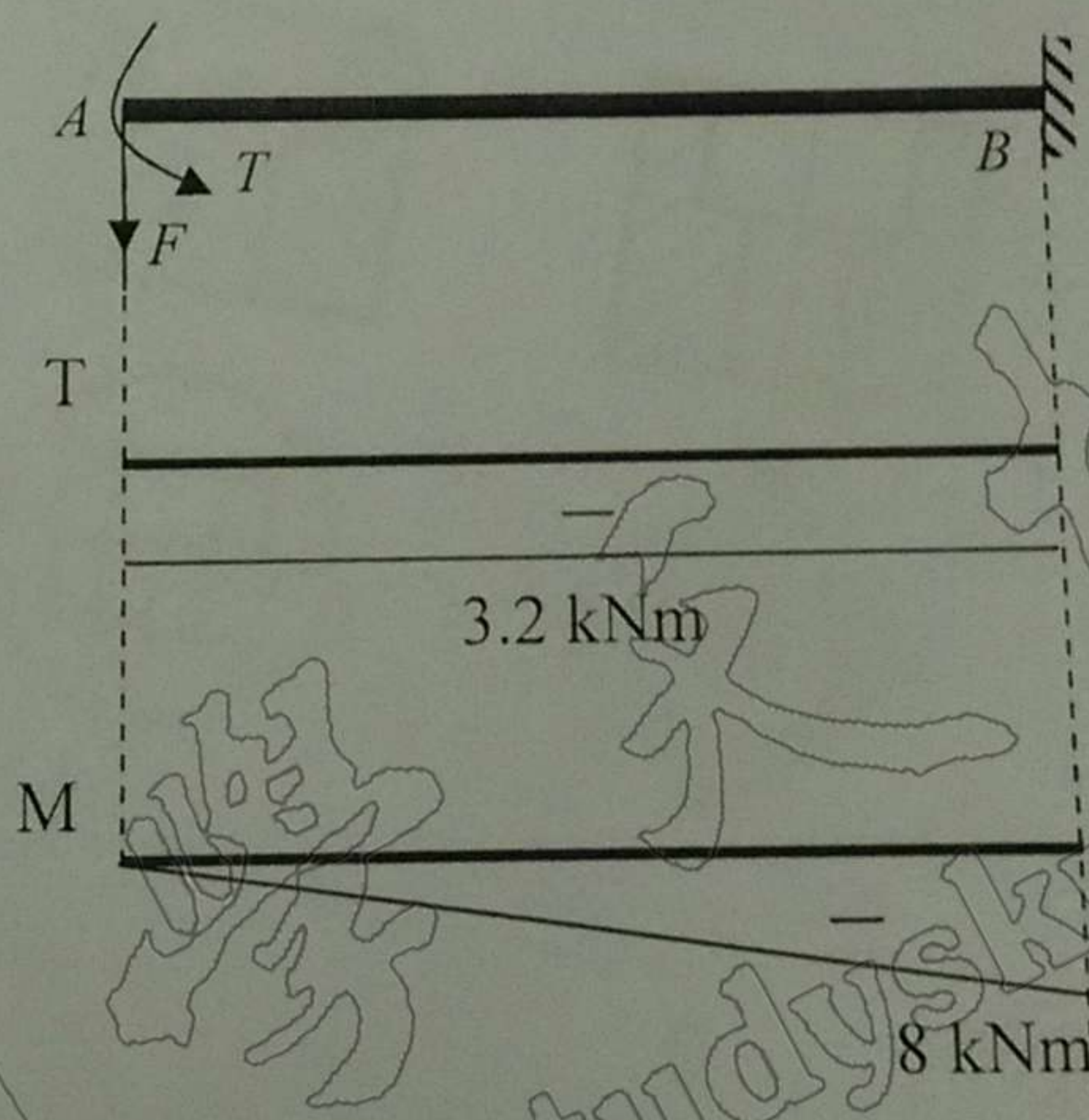
$$\text{外力偶矩: } T = Q \cdot R = 8 \cdot 0.4 = 3.2 \text{ (kNm)}$$

$$\text{横向力: } F = Q = 8\text{kN}$$

2) 内力分析：

画内力图

$$\text{最大弯矩: } M_{\max} = F \cdot l = 8 \cdot 1 = 8 \text{ (kNm)}$$



危险截面为 B 截面

3) 设计截面

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

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32\sqrt{M^2 + 0.75T^2}}{\pi[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{32\sqrt{8000^2 + 0.75 \cdot 3200^2}}{3.14 \cdot 120 \cdot 10^6}} = 0.0896\text{m} = 89.6\text{mm}$$

4) 结论：圆轴的直径取 90mm。