

材料力学试题册

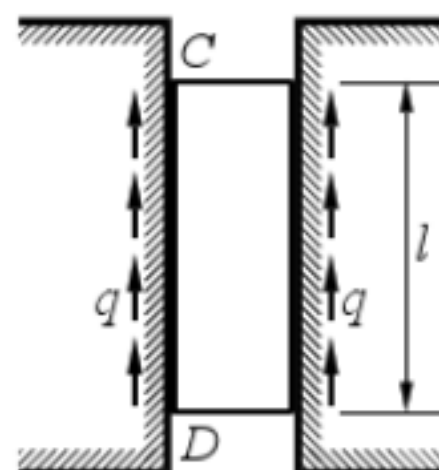
目录

试题 1. 轴向拉压.....	1
试题 2. 材料的力学性能.....	20
试题 3. 剪切与挤压的实用计算.....	22
试题 4. 扭 转.....	24
试题 5. 平面图形的几何性质.....	30
试题 6. 弯曲内力.....	32
试题 7. 弯曲应力.....	49
试题 8. 弯曲变形.....	64
试题 9. 应力状态 强度理论.....	75
试题 10. 组合变形.....	82
试题 11. 压杆稳定.....	93
试题 12. 动 载 荷.....	102
试题 13. 交变应力.....	115
试题 14. 能 量 法.....	119
试题 15. 超静定系统.....	132
试题 16. 综 合 题.....	138
试题 17. 塑性极限分析.....	150

试题 1. 轴向拉压

1. 等截面直杆 CD 位于两块夹板之间，如图示。杆件与夹板间的摩擦力与杆件自重保持平衡。设杆 CD 两侧的摩擦力沿轴线方向均匀分布，且两侧摩擦力的集度均为 q ，杆 CD 的横截面面积为 A ，质量密度为 ρ ，试问下列结论中哪一个是正确的？

- (A) $q = \rho g A$;
 (B) 杆内最大轴力 $F_{N\max} = ql$;
 (C) 杆内各横截面上的轴力 $F_N = \frac{\rho g A l}{2}$;
 (D) 杆内各横截面上的轴力 $F_N = 0$ 。

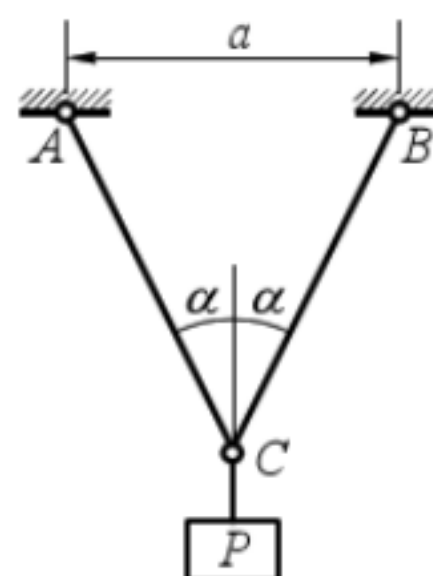


2. 低碳钢试样拉伸时，横截面上的应力公式 $\sigma = F_N/A$ 适用于以下哪一种情况？

- (A) 只适用于 $\sigma \leq \sigma_p$; (B) 只适用于 $\sigma \leq \sigma_e$;
 (C) 只适用于 $\sigma \leq \sigma_s$; (D) 在试样拉断前都适用。

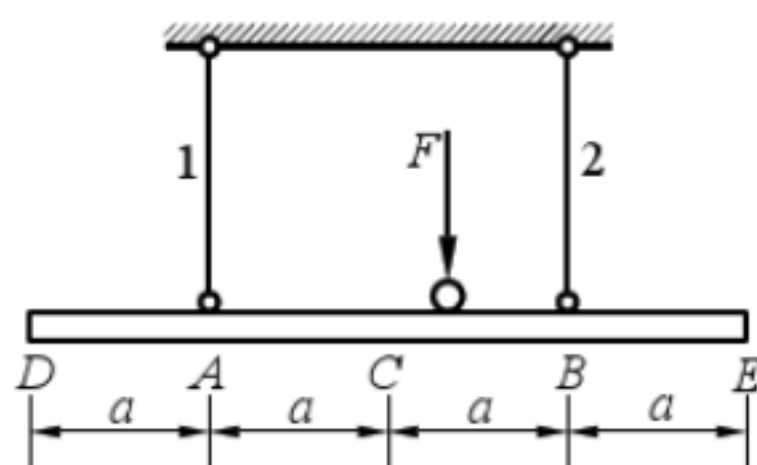
3. 在 A 和 B 两点连接绳索 ACB ，绳索上悬挂物重 P ，如图示。点 A 和点 B 的距离保持不变，绳索的许用拉应力为 $[\sigma]$ 。试问：当 α 角取何值时，绳索的用料最省？

- (A) 0° ; (B) 30° ;
 (C) 45° ; (D) 60° 。



4. 桁架如图示，载荷 F 可在横梁（刚性杆） DE 上自由移动。杆 1 和杆 2 的横截面面积均为 A ，许用应力均为 $[\sigma]$ （拉和压相同）。求载荷 F 的许用值。以下四种答案中哪一种是正确的？

- (A) $\frac{[\sigma]A}{2}$; (B) $\frac{2[\sigma]A}{3}$;
 (C) $[\sigma]A$; (D) $2[\sigma]A$ 。

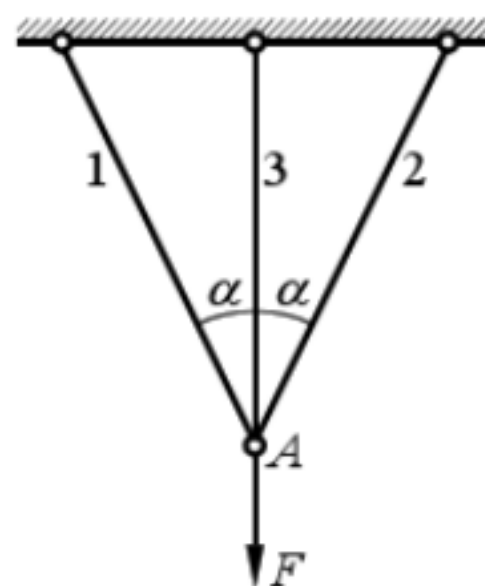


5. 设受力在弹性范围内，问空心圆杆受轴向拉伸时，外径与壁厚的下列四种变形关系中哪一种是正确的？

- (A) 外径和壁厚都增大； (B) 外径和壁厚都减小；
 (C) 外径减小，壁厚增大； (D) 外径增大，壁厚减小。

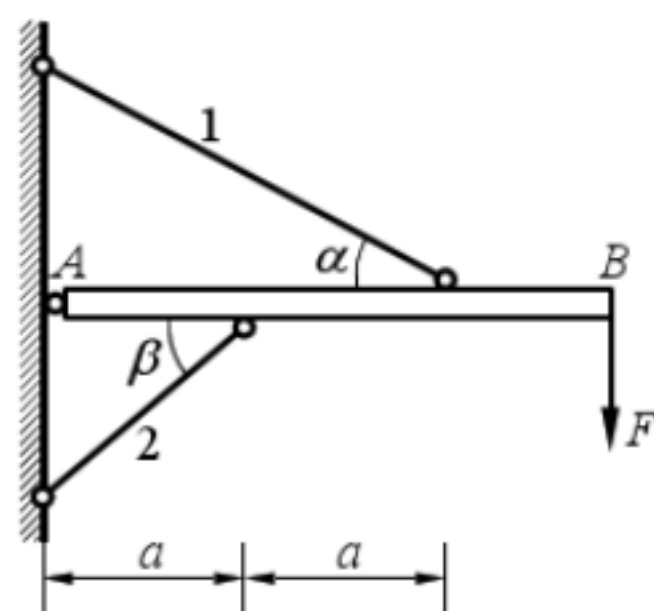
6. 三杆结构如图所示。今欲使杆 3 的轴力减小，问应采取以下哪一种措施？

- (A) 加大杆 3 的横截面面积；
- (B) 减小杆 3 的横截面面积；
- (C) 三杆的横截面面积一起加大；
- (D) 增大 α 角。



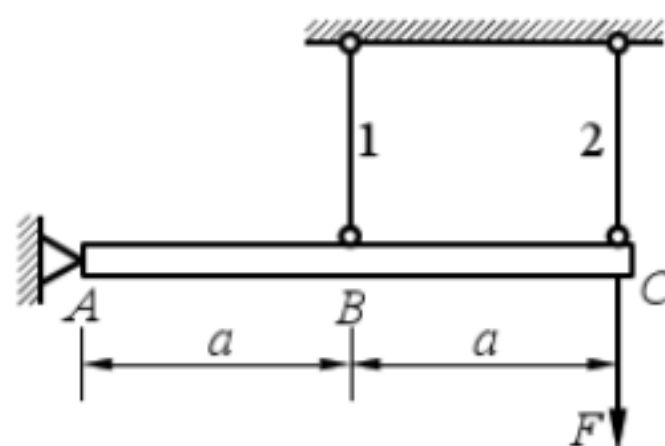
7. 图示超静定结构中，梁 AB 为刚性梁。设 Δl_1 和 Δl_2 分别表示杆 1 的伸长和杆 2 的缩短，试问两斜杆间的变形协调条件的正确答案是下列四种答案中的哪一种？

- (A) $\Delta l_1 \sin \alpha = 2\Delta l_2 \sin \beta$ ；
- (B) $\Delta l_1 \cos \alpha = 2\Delta l_2 \cos \beta$ ；
- (C) $\Delta l_1 \sin \beta = 2\Delta l_2 \sin \alpha$ ；
- (D) $\Delta l_1 \cos \beta = 2\Delta l_2 \cos \alpha$ 。



8. 图示结构， AC 为刚性杆，杆 1 和杆 2 的拉压刚度相等。当杆 1 的温度升高时，两杆的轴力变化可能有以下四种情况，问哪一种正确？

- (A) 两杆轴力均减小；
- (B) 两杆轴力均增大；
- (C) 杆 1 轴力减小，杆 2 轴力增大；
- (D) 杆 1 轴力增大，杆 2 轴力减小。

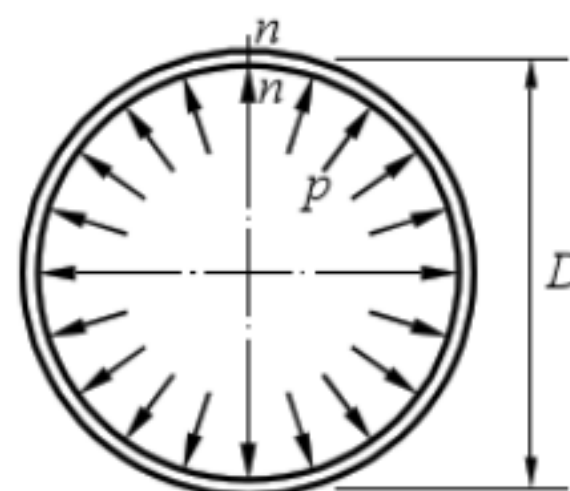


9. 结构由于温度变化，则：

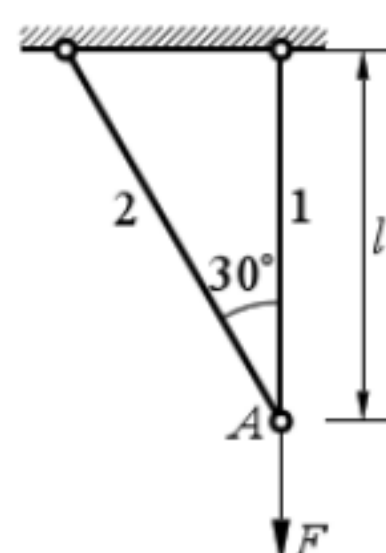
- (A) 静定结构中将引起应力，超静定结构中也引起应力；
- (B) 静定结构中将引起变形，超静定结构中将引起应力和变形；
- (C) 无论静定结构或超静定结构，都将引起应力和变形；
- (D) 静定结构中将引起应力和变形，超静定结构中将引起应力。

10. 单位宽度的薄壁圆环受力如图所示， p 为径向压强，其截面 $n-n$ 上的内力 F_N 的四种答案中哪一种是正确的？

- (A) pD ；
- (B) $\frac{pD}{2}$ ；
- (C) $\frac{pD}{4}$ ；
- (D) $\frac{pD}{8}$ 。



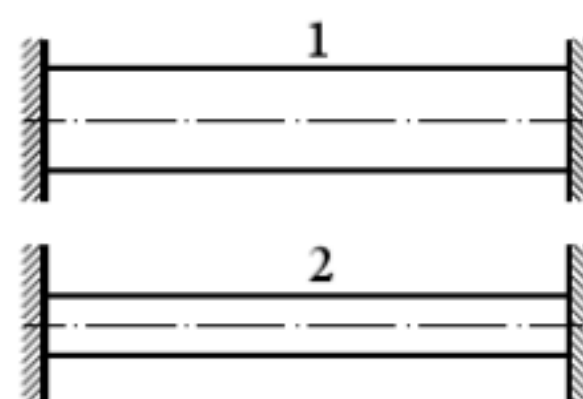
11. 图示受力结构中, 若杆 1 和杆 2 的拉压刚度 EA 相同, 则节点 A 的铅垂位移 $\Delta_{Ay} =$ _____, 水平位移 $\Delta_{Ax} =$ _____。



12. 一轴向拉杆, 横截面为 $a \times b$ ($a > b$) 的矩形, 受轴向载荷作用变形后截面长边和短边的比值为 _____。另一轴向拉杆, 横截面是长半轴和短半轴分别为 a 和 b 的椭圆形, 受轴向载荷作用变形后横截面的形状为 _____。

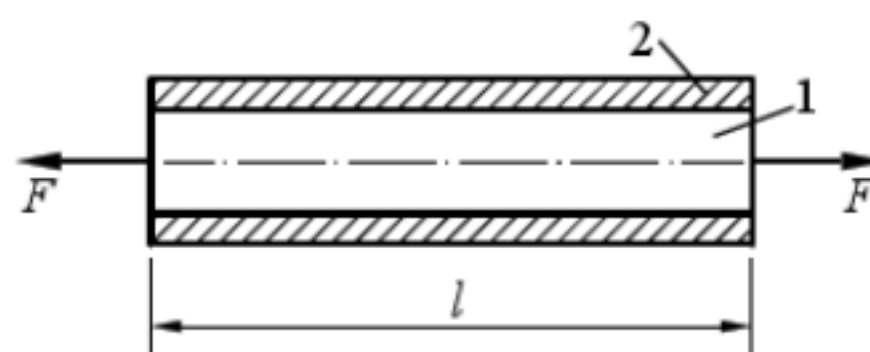
13. 一长为 l , 横截面面积为 A 的等截面直杆, 质量密度为 ρ , 弹性模量为 E , 该杆铅垂悬挂时由自重引起的最大应力 $\sigma_{\max} =$ _____, 杆的总伸长 $\Delta l =$ _____。

14. 图示杆 1 和杆 2 的材料和长度都相同, 但横截面面积 $A_1 > A_2$ 。若两杆温度都下降 ΔT , 则两杆轴力之间的关系是 F_{N1} _____ F_{N2} , 正应力之间的关系是 σ_1 _____ σ_2 。
(填入符号 $<$, $=$, $>$)

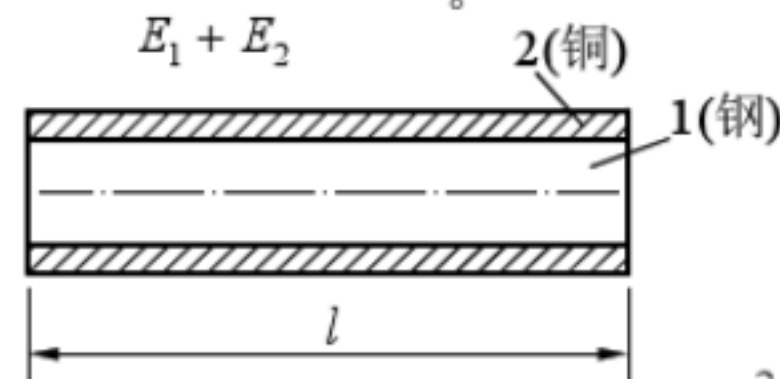


15. 试证明受轴向拉伸的圆截面杆, 其横截面沿圆周方向的线应变 ε_s 等于直径的相对改变量 ε_d 。

16. 如图所示, 一实心圆杆 1 在其外表面紧套空心圆管 2。设杆的拉压刚度分别为 $E_1 A_1$ 和 $E_2 A_2$ 。此组合杆承受轴向拉力 F , 试求其长度的改变量。(假设圆杆和圆管之间不发生相对滑动)



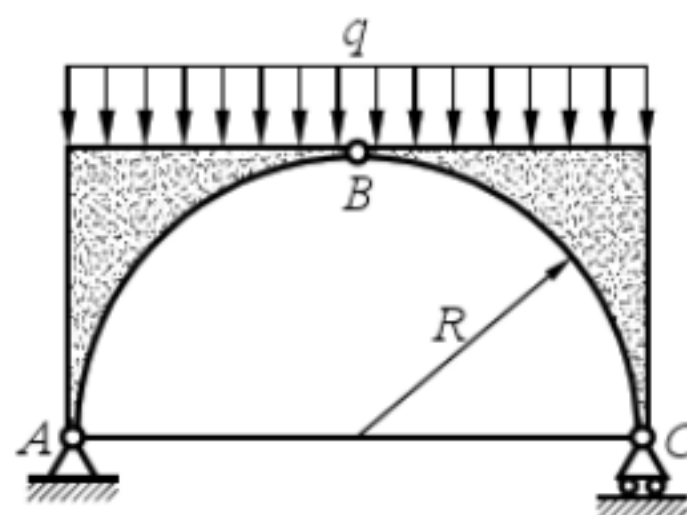
17. 设有一实心钢杆, 在其外表面紧套一铜管。材料的弹性模量和线膨胀系数分别为 E_1 , E_2 和 α_{t1} , α_{t2} , 且 $\alpha_{t2} > \alpha_{t1}$ 。两者的横截面面积均为 A 。如果两者紧套的程度不会发生相互滑动, 试证明当组合管升温 ΔT 后, 其长度改变为 $\Delta l = \frac{(\alpha_{t1} E_1 + \alpha_{t2} E_2) l \Delta T}{E_1 + E_2}$ 。



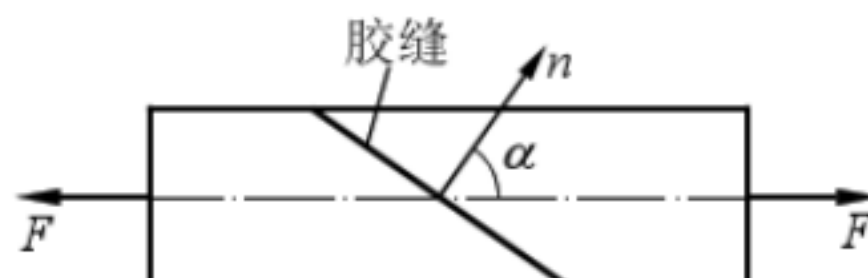
18. q 为均布载荷的集度，试作图示杆的轴力图。



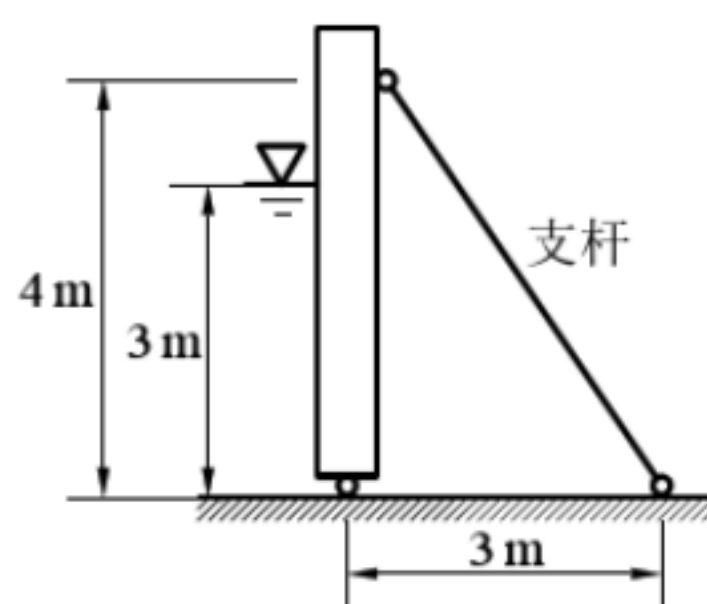
19. 如图所示，一半圆拱由刚性块 AB 和 BC 及拉杆 AC 组成，受的均布载荷 $q = 90 \text{ kN/m}$ 作用。若半圆拱半径 $R = 12 \text{ m}$ ，拉杆的许用应力 $[\sigma] = 150 \text{ MPa}$ ，试设计拉杆的直径 d 。



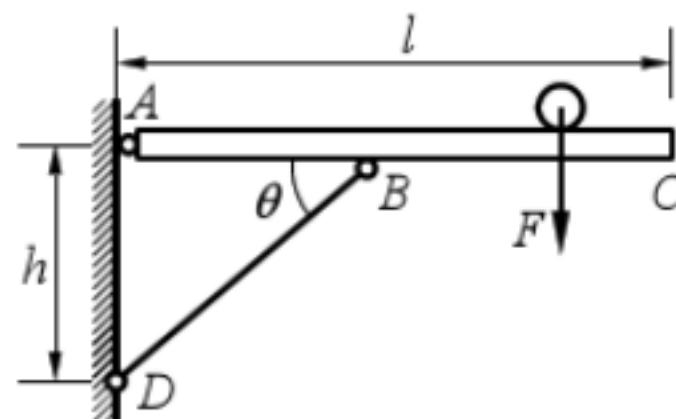
20. 图示为胶合而成的等截面轴向拉杆，杆的强度由胶缝控制，已知胶的许用切应力 $[\tau]$ 为许用正应力 $[\sigma]$ 的 $1/2$ 。问 α 为何值时，胶缝处的切应力和正应力同时达到各自的许用应力。



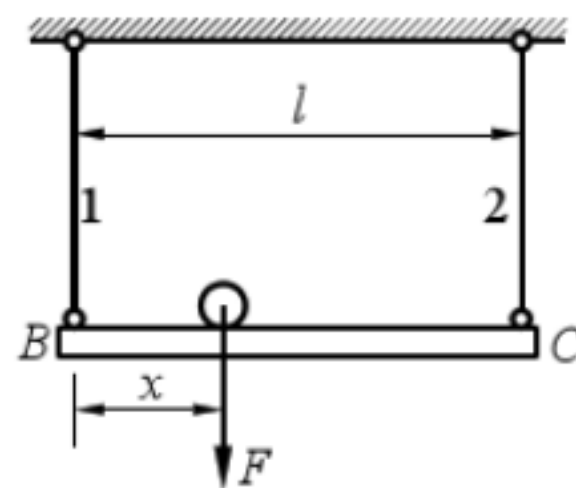
21. 图示防水闸门用一排支杆支撑（图中只画出 1 根），各杆直径为 $d = 150 \text{ mm}$ ，许用应力 $[\sigma] = 10 \text{ MPa}$ ，设闸门受的水压力与水深成正比，水的质量密度 $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，若不考虑支杆的稳定问题，试求支杆间的最大距离。（取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）



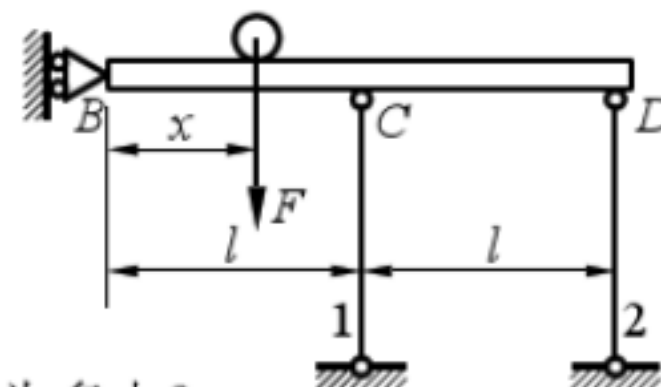
22. 图示结构中 AC 为刚性梁, BD 为斜撑杆, 载荷 F 可沿梁 AC 水平移动。试问: 为使斜撑杆的重量最小, 斜撑杆与梁之间的夹角 θ 应取何值?



23. 图示结构, BC 为刚性梁, 杆 1 和杆 2 的横截面面积均为 A , 它们的许用应力分别为 $[\sigma]_1$ 和 $[\sigma]_2$, 且 $[\sigma]_1 = 2[\sigma]_2$ 。载荷 F 可沿梁 BC 移动, 其移动范围为 $0 \leq x \leq l$ 。试求:
- (1) 从强度方面考虑, 当 x 为何值时, 许用载荷 $[F]$ 为最大, 其最大值 F 为多少?
 - (2) 该结构的许用载荷 $[F]$ 多大?

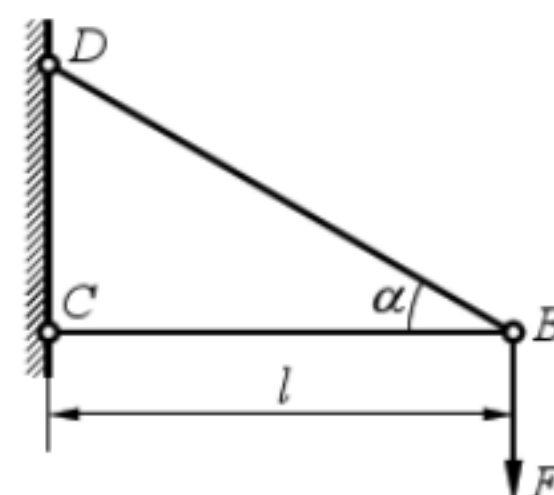


24. 图示结构, 杆 1 和杆 2 的横截面面积为 A , 材料的弹性模量为 E , 其拉伸许用应力为 $[\sigma]^+$, 压缩许用应力为 $[\sigma]^-$, 且 $[\sigma]^- = 2[\sigma]^+$, 载荷 F 可以在刚性梁 BCD 上移动, 若不考虑杆的失稳, 试求:

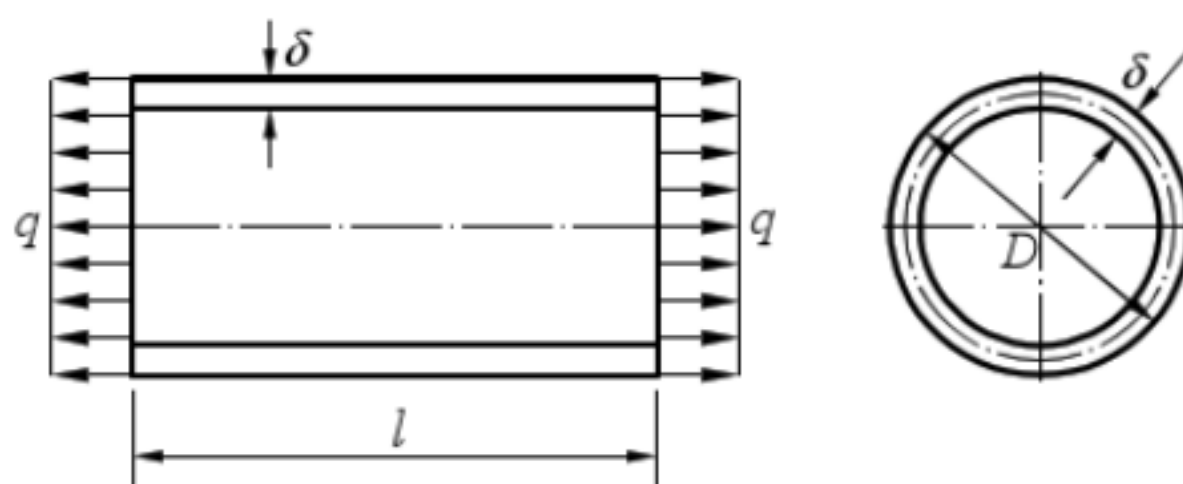


- (1) 结构的许用载荷 $[F]$ 。
- (2) 当 x 为何值时 ($0 < x < 2l$), F 的许用值最大, 且最大许用值为多少?

25. 在图示结构中，杆 BC 和杆 BD 的材料相同，且受拉和受压时的许用应力相等，已知载荷 F ，杆 BC 长 l ，许用应力 $[\sigma]$ 。为使结构的用料最省，试求夹角 α 的合理值。

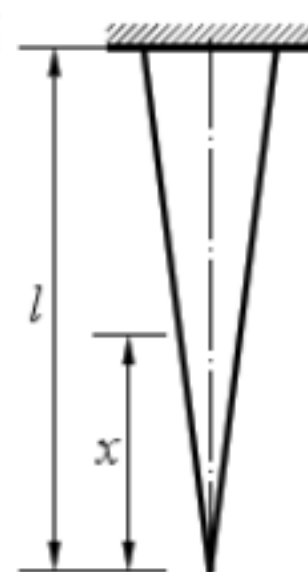


26. 如图所示，外径为 D ，壁厚为 δ ，长为 l 的均质圆管，由弹性模量 E ，泊松比 ν 的材料制成。若在管端的环形横截面上有集度为 q 的均布力作用，试求受力前后圆管的长度，厚度和外径的改变量。

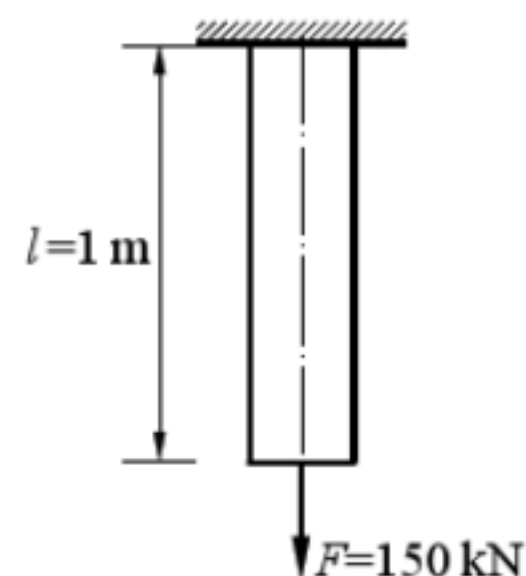


27. 正方形截面拉杆，边长为 $20\sqrt{2}$ mm，弹性模量 $E = 200$ GPa，泊松比 $\nu = 0.3$ 。当杆受到轴向拉力作用后，横截面对角线缩短了 0.012 mm，试求该杆的轴向拉力 F 的大小。

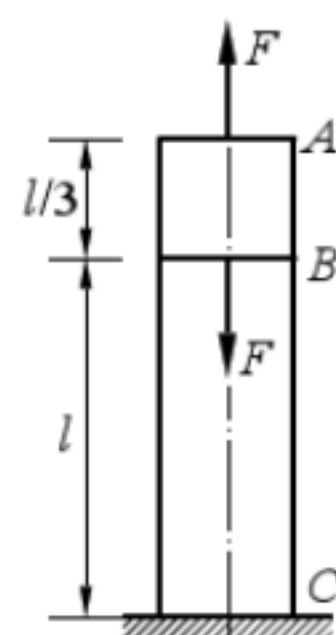
28. 图示圆锥形杆的长度为 l ，材料的弹性模量为 E ，质量密度为 ρ ，试求自重引起的杆的伸长量。



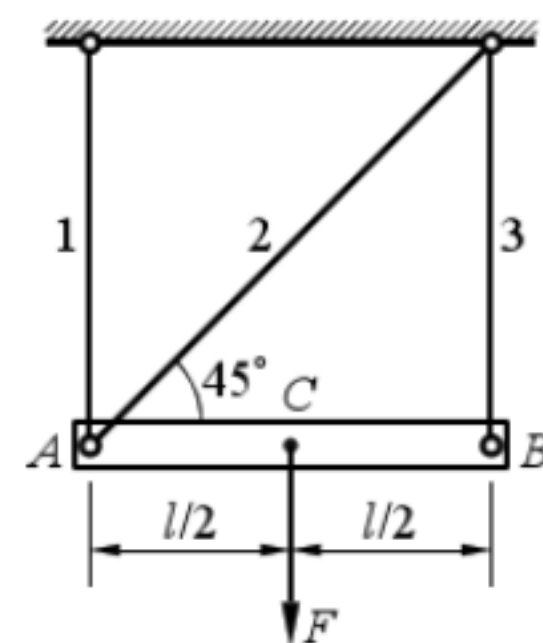
29. 设图示直杆材料为低碳钢，弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，杆的横截面积为 $A = 5 \text{ cm}^2$ ，杆长 $l = 1 \text{ m}$ ，加轴向拉力 $F = 150 \text{ kN}$ ，测得伸长 $\Delta l = 4 \text{ mm}$ 。试求卸载后杆的残余变形。



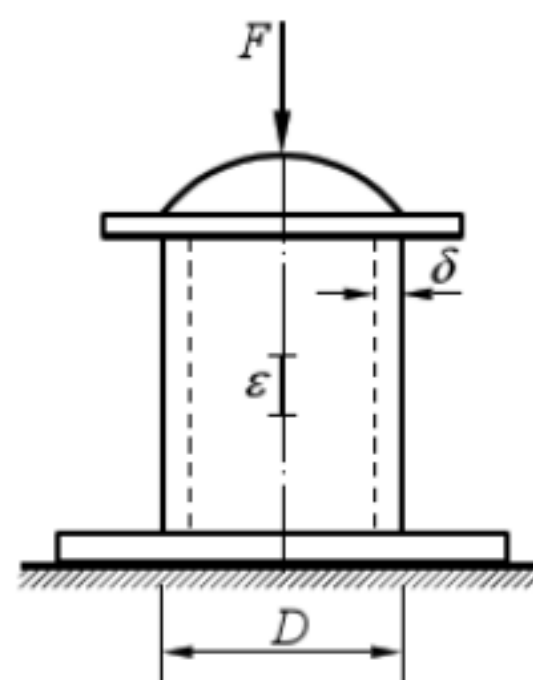
30. 图示等直杆，已知载荷 F ， BC 段长 l ，横截面面积 A ，弹性模量 E ，质量密度 ρ ，考虑自重影响。试求截面 B 的位移。



31. 已知图示结构中三杆的拉压刚度均为 $E A$ ，设杆 AB 为刚体，载荷 F ，杆 AB 长 l 。试求点 C 的铅垂位移和水平位移。

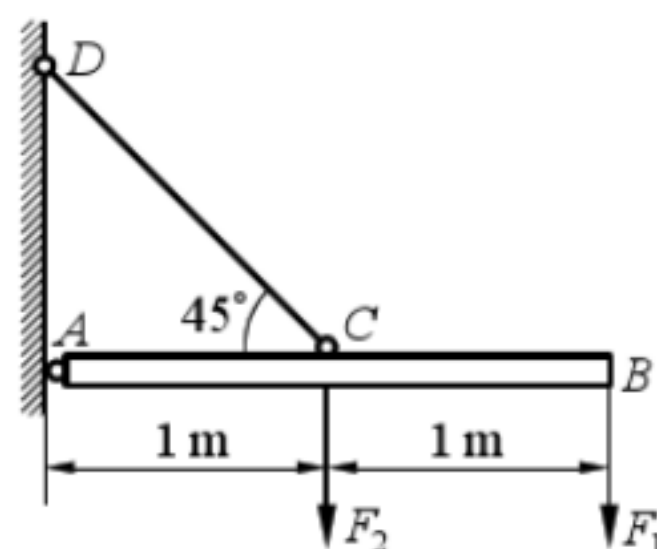


32. 电子秤的传感器是一个空心圆筒，承受轴向拉伸或压缩。已知圆筒外径 $D = 80 \text{ mm}$ ，壁厚 $\delta = 9 \text{ mm}$ ，材料的弹性模量 $E = 210 \text{ GPa}$ 。在称某重物时，测得筒壁的轴向应变 $\varepsilon = -476 \times 10^{-6}$ ，试问该物重多少？



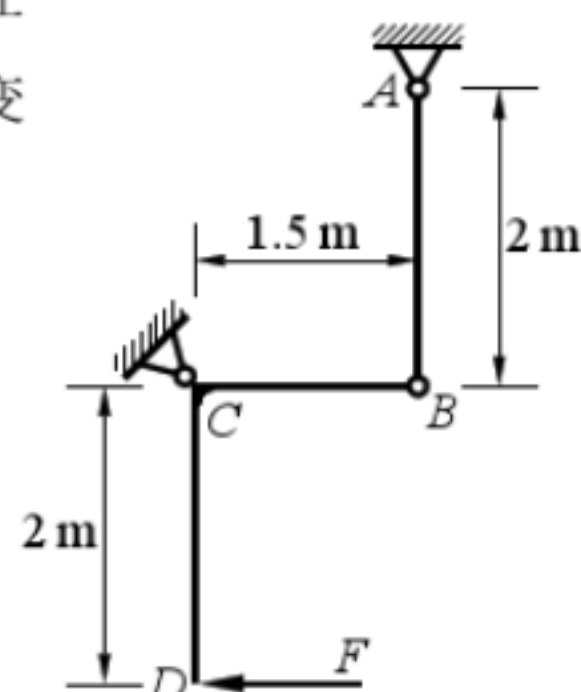
33. 图示受力结构, AB 为刚性杆, CD 为钢制斜拉杆。已知杆 CD 的横截面面积 $A = 100 \text{ mm}^2$, 弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ 。载荷 $F_1 = 5 \text{ kN}$, $F_2 = 10 \text{ kN}$, 试求:

- (1) 杆 CD 的伸长量 Δl ;
- (2) 点 B 的垂直位移 Δ_B 。

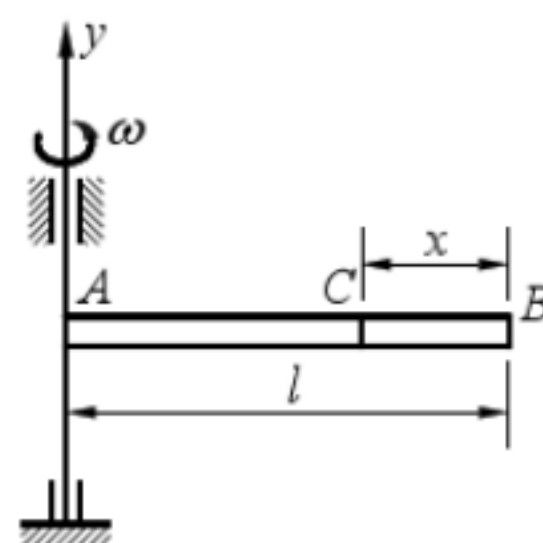


34. 如图示, 直径 $d = 16 \text{ mm}$ 的钢制圆杆 AB , 与刚性折杆 BCD 在 B 处铰接。当 D 处受水平力 F 作用时, 测得杆 AB 的纵向线应变 $\varepsilon = 0.0009$ 。已知钢材拉伸时的弹性模量 $E = 210 \text{ GPa}$ 。试求:

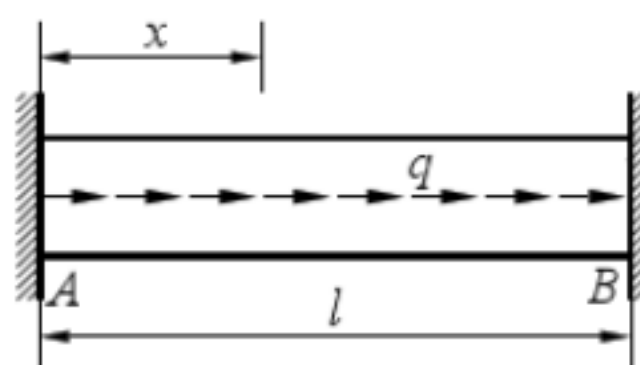
- (1) 力 F 的大小;
- (2) 点 D 的水平位移。



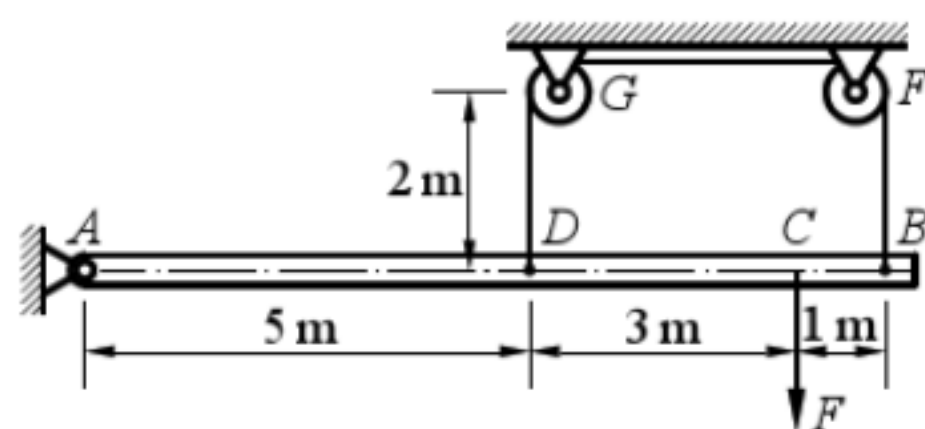
35. 如图示等直杆 AB 在水平面内绕 A 端作匀速转动, 角速度为 ω , 设杆件的横截面面积为 A , 质量密度为 ρ 。则截面 C 处的轴力 $F_{NC} =$ _____。



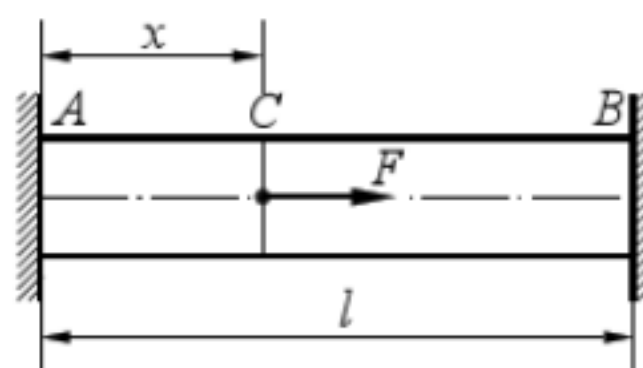
36. 如图示, 两端固定的等直杆 AB , 已知沿轴向均匀分布的载荷集度为 q , 杆长为 l , 拉压刚度为 EA , 试证明任意一截面的位移 $\delta_x = \frac{qx(l-x)}{2EA}$, 最大的位移 $\delta_{\max} = \frac{ql^2}{8EA}$ 。



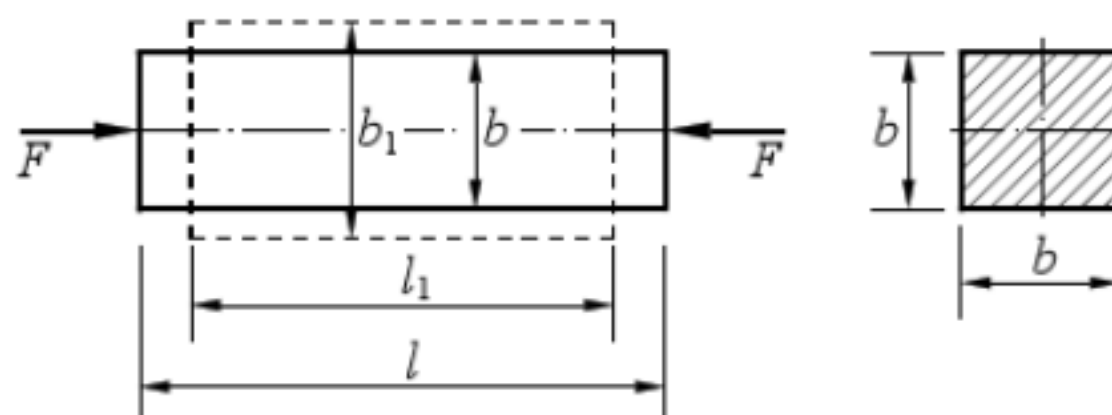
37. 图示刚性梁 AB ，在 BD 两点用钢丝悬挂，钢丝绕进定滑轮 G 、 F ，已知钢丝的弹性模量 $E = 210 \text{ GPa}$ ，横截面面积 $A = 100 \text{ mm}^2$ ，在 C 处受到载荷 $F = 20 \text{ kN}$ 的作用，不计钢丝和滑轮的摩擦，求 C 点的铅垂位移。



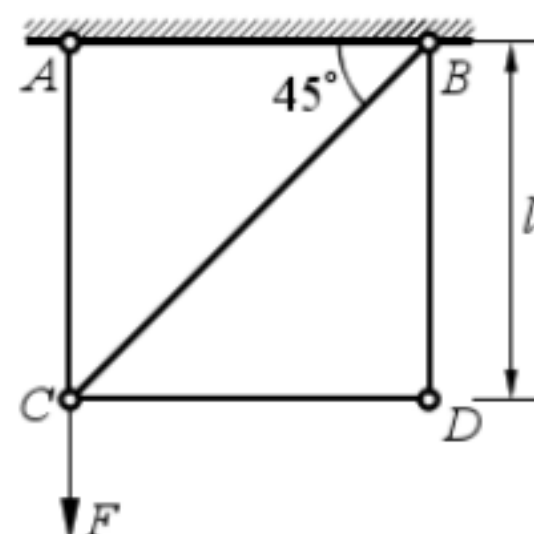
38. 图示杆件两端被固定，在 C 处沿杆轴线作用载荷 F ，已知杆横截面面积为 A ，材料的许用拉应力为 $[\sigma]^+$ ，许用压应力为 $[\sigma]^-$ ，且 $[\sigma]^- = 3[\sigma]^+$ ，问 x 为何值时， F 的许用值最大，其最大值为多少？



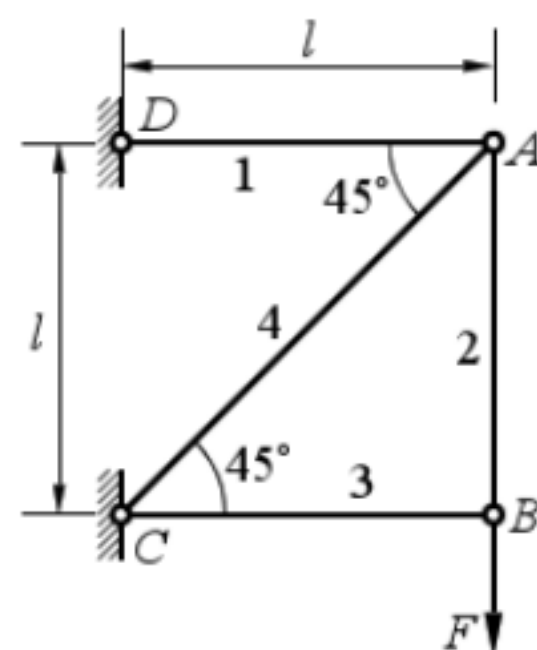
39. 欲使图示正方形截面受压杆件变形后的体积不发生变化，试求该材料的泊松比值。



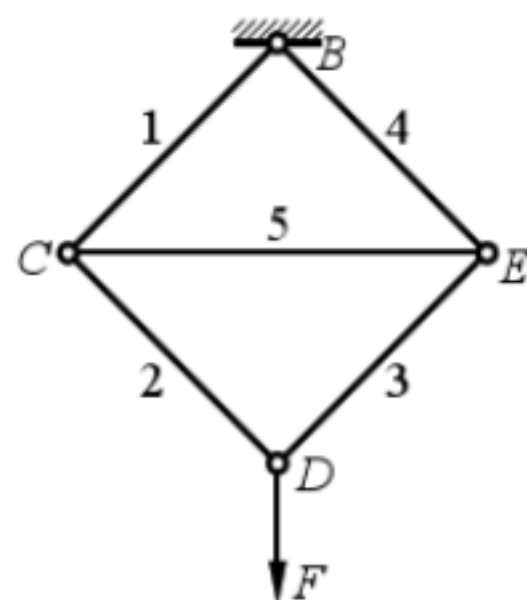
40. 平面结构中，四杆 AC ， BD ， BC ， CD 的横截面面积皆为 A ，材料的弹性模量皆为 E ，其长度如图所示，各节点皆铰接，在点 C 作用有铅垂向下的载荷 F 。试求点 D 的水平位移与铅垂位移。



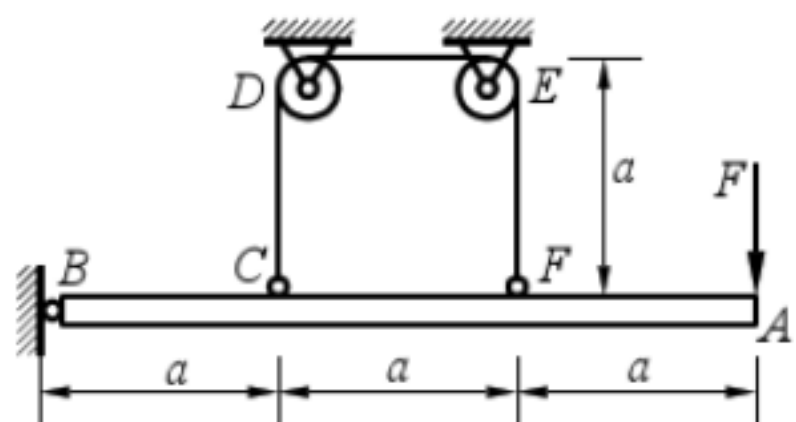
41. 图示桁架中各杆的拉压刚度为 EA ，各节点均为铰接，点 B 作用有垂直向下的力 F 。试求节点 B 的位移。



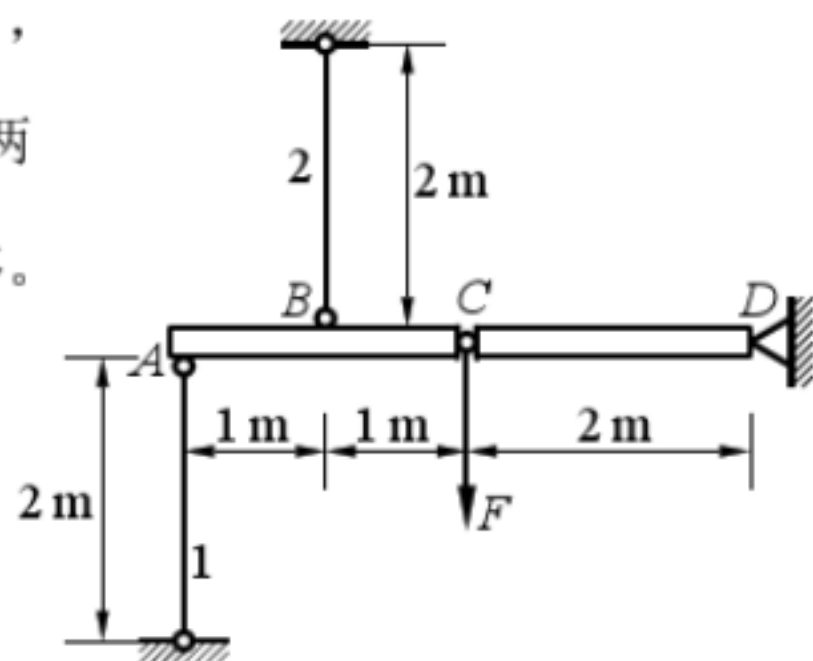
42. 如图所示，边长为 l 的正方形桁架，在点 D 作用垂直向下的力 F ，各杆的拉压刚度为 EA 。试求节点 C 、 E 、 D 的铅垂位移。



43. 刚性梁 AB 在 C 、 F 两点用钢丝绳悬挂，钢丝绳绕过定滑轮 D 和 E 。已知钢丝绳的拉压刚度为 EA ，试求点 A 的铅垂位移（不考虑绳与滑轮间的摩擦）。

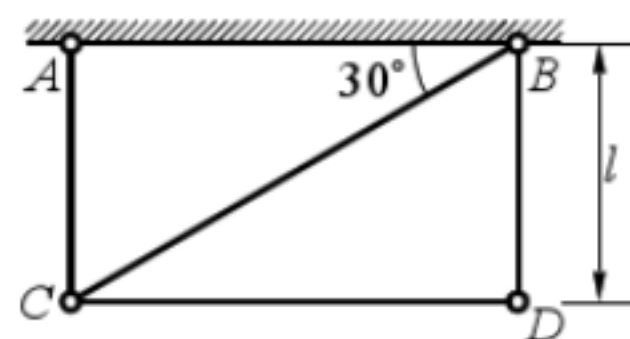


44. 图示结构中， ABC 及 CD 为刚性梁，已知 $F = 20 \text{ kN}$ ，杆 1 和杆 2 的直径分别为 $d_1 = 10 \text{ mm}$ ， $d_2 = 20 \text{ mm}$ ，两杆的弹性模量均为 $E = 210 \text{ GPa}$ 。试求铰 C 的铅垂位移。



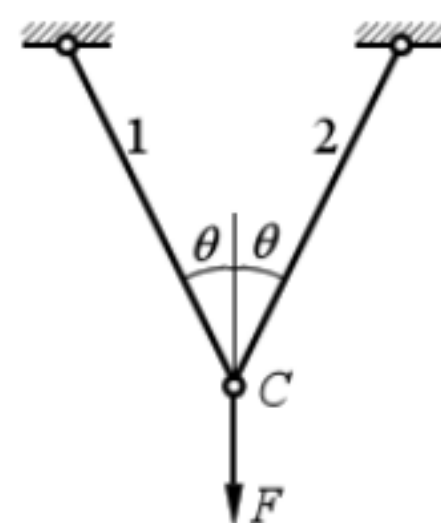
45. 图示结构中，四杆 AC , BD , BC , CD 材料相同，弹性模量皆为 E ，线膨胀系数皆为 α_l 。四根杆的横截面面积皆为 A 。各节点皆为铰接，其中杆 AC 和杆 BD 的长度为 l 。现在温度上升 ΔT ，试求：

- (1) 四杆 AC , BD , BC , CD 的内力；
- (2) 点 D 的水平位移与铅垂位移。



46. 图示桁架中，杆 1，杆 2 的长为 l ，横截面面积为 A ，其应力—应变关系曲线可用方程 $\sigma^n = B \varepsilon$ 表示，其中 n 和 B 为由实验测定的已知常数。试求节点

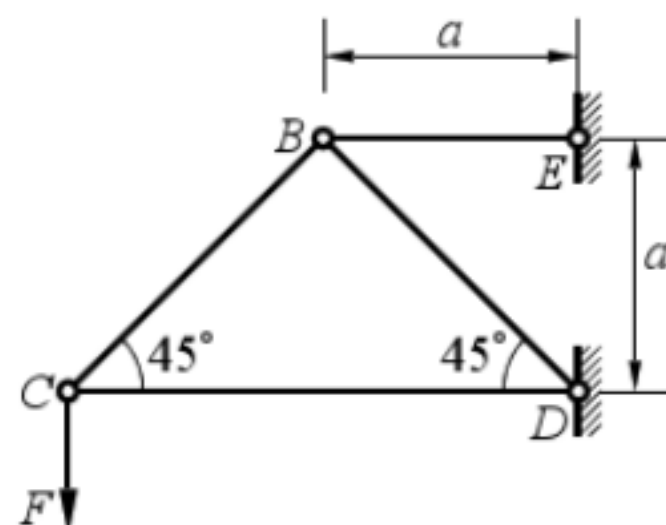
C 的铅垂位移 δ_y



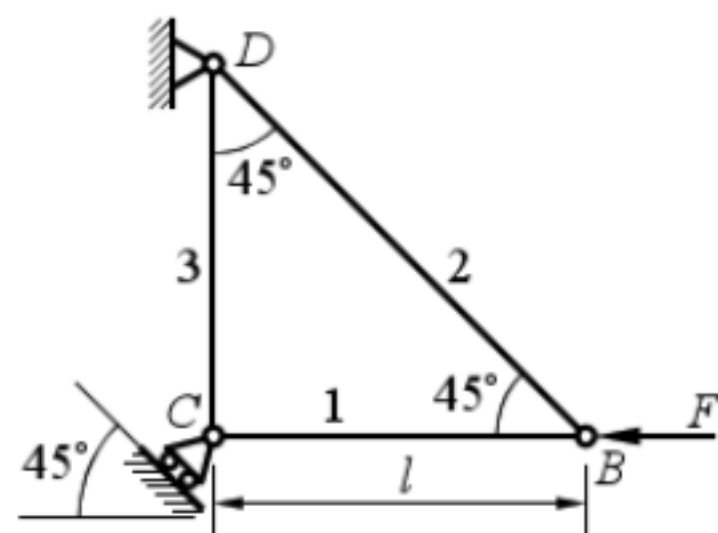
47. 图示直杆长为 l ，横截面面积为 A ，其材料的应力—应变关系为 $\sigma = C \varepsilon^m$ ，其中 C 和 m 为已知的材料常数。当直杆受轴向拉力 F 作用时，测得杆的伸长为 Δl ，试求 F 的大小。



48. 图示桁架中，杆 CD 和杆 BE 为刚性杆，其它各杆的拉压刚度为 EA 。当节点 C 作用垂直向下的力 F 时，试求节点 C 的水平位移 δ_{Cx} 和铅垂位移 δ_{Cy} 。

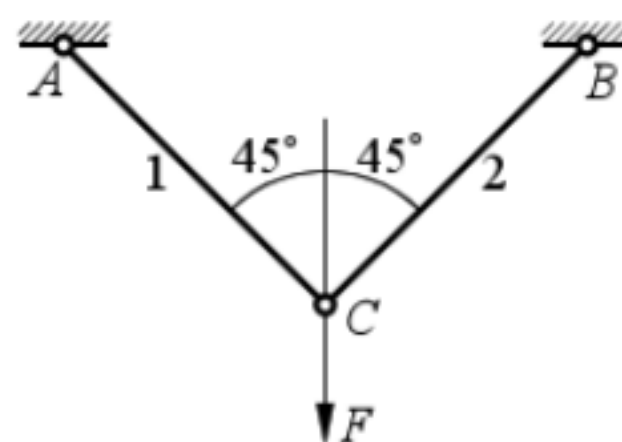


49. 图示结构中，各杆的拉压刚度均为 EA 。节点 B 作用水平向左的力 F ，试求节点 B 的水平位移 δ_x 和铅垂位移 δ_y 。



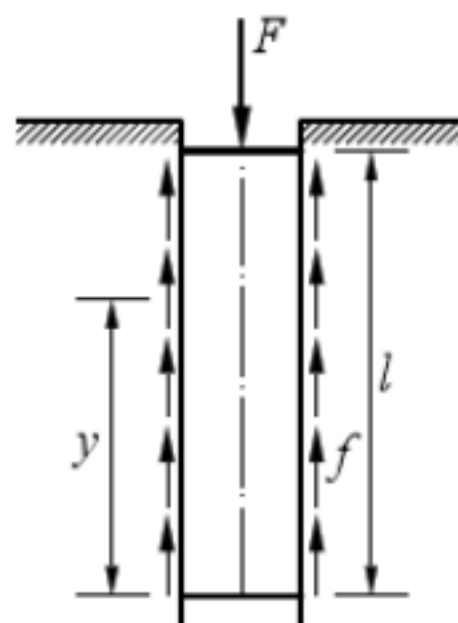
50. 外径 $D = 60 \text{ mm}$ ，内径 $d = 20 \text{ mm}$ 的空心圆截面杆，其杆长 $l = 400 \text{ mm}$ ，两端受轴向拉力 $F = 200 \text{ kN}$ 作用。若已知弹性模量 $E = 80 \text{ GPa}$ ，泊松比 $\nu = 0.3$ ，试计算该杆外径的改变量 ΔD 及体积的改变量 ΔV 。

51. 图示结构中，杆 1 和杆 2 的长度 $l_1 = l_2 = 1 \text{ m}$ ，弹性模量 $E_1 = E_2 = 200 \text{ GPa}$ ，两杆的横截面面积均为 $A = 59 \text{ mm}^2$ ，线膨胀系数 $\alpha_l = 125 \times 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 。在 C 处作用垂直向下的力 $F = 10 \text{ kN}$ 。试求温度升高 $\Delta T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ 时，杆的总线应变。

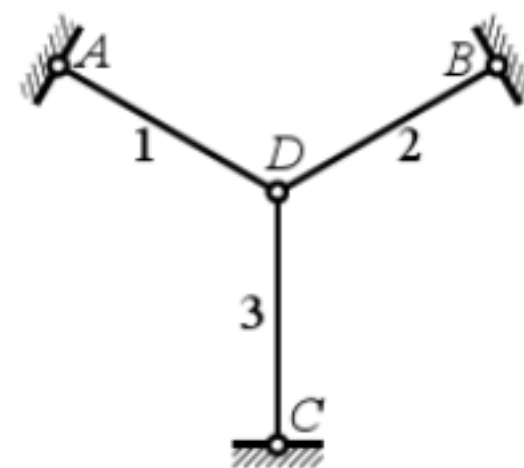


52. 一等截面摩擦木桩受力如图示，摩擦力沿杆均匀分布，其集度为 $f = ky^2$ ，其中 k 为待定常数。忽略桩身自重，试：

- (1) 求桩承受的轴力的分布规律并画出沿桩的轴力图；
- (2) 设 $l = 10 \text{ m}$ ， $F = 400 \text{ kN}$ ， $A = 700 \text{ cm}^2$ ， $E = 10 \text{ GPa}$ ，求桩的压缩量。

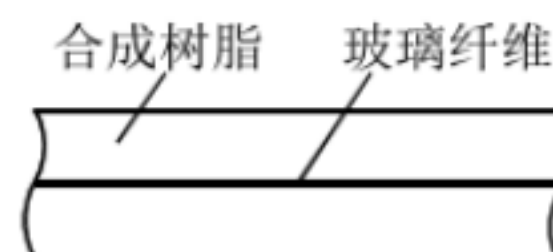


53. 图示三根钢丝，长度均为 $l = 300 \text{ mm}$ ，横截面面积均为 $A = 0.5 \text{ mm}^2$ ，材料的弹性模量 $E = 210 \text{ GPa}$ ，钢丝之间互相成 120° 角。注意钢丝只能承受拉力。试求：

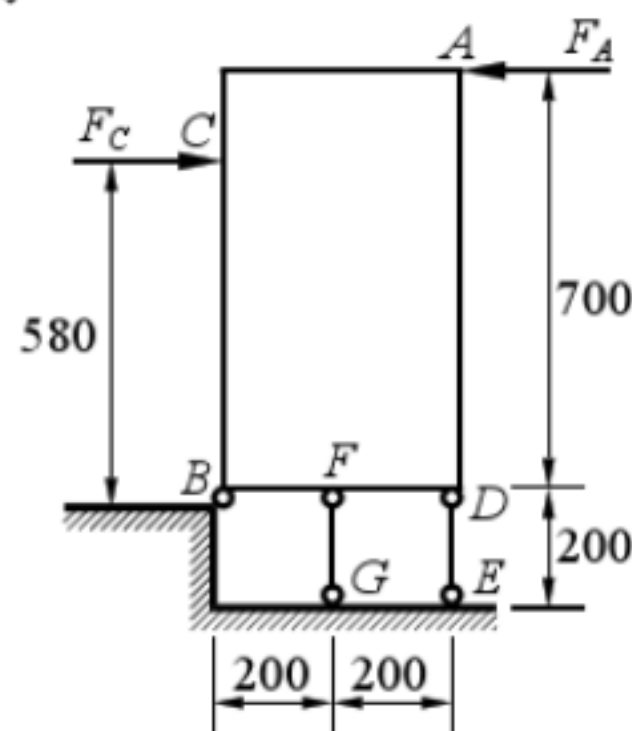


- (1) 当 $F = 500 \text{ kN}$ ，加在点 D 向下时，点 D 位移 δ ；
- (2) 当 $F = 500 \text{ kN}$ ，加在点 D 水平向右时，点 D 铅垂位移及水平位移 δ_v 及 δ_H 。

54. 在合成树脂中埋入玻璃纤维，纤维与树脂的横截面面积之比为 $1:50$ 。已知玻璃纤维和合成树脂的弹性模量分别为 $E_g = 7 \times 10^4 \text{ Pa}$ 和 $E_p = 0.4 \times 10^4 \text{ Pa}$ ，线膨胀系数分别为 $\alpha_{lg} = 8 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 和 $\alpha_{lp} = 20 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 。若温度升高 $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ，试求玻璃纤维的热应力 σ_g 。

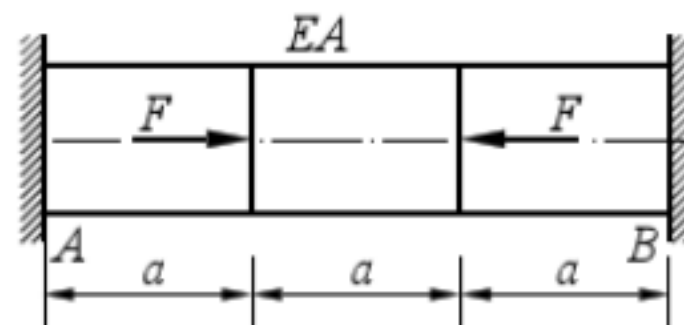


55. 图示平面 $ACBD$ 为刚性块，已知两杆 DE, FG 的材料相同，杆 DE 直径 $d_1 = 6 \text{ mm}$ ，杆 FG 直径 $d_2 = 8 \text{ mm}$ ，水平作用力的大小 $F_A = F_C = 2 \text{ kN}$ 。试求各杆内力。

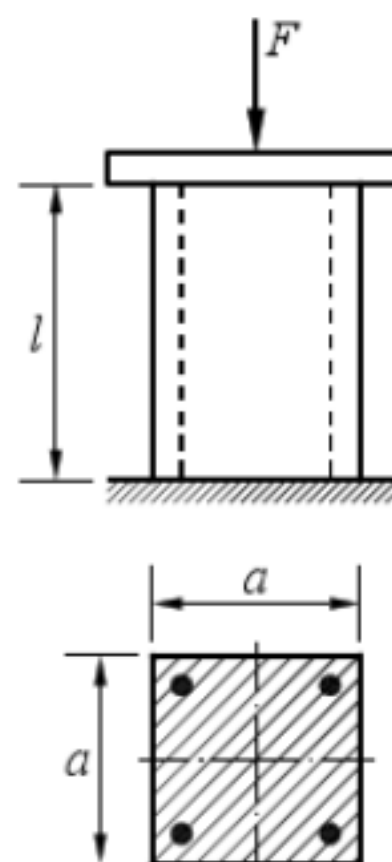


56. 在温度为 $2 \text{ }^\circ\text{C}$ 时安装的铁轨，每段长度均为 12.5 m ，两相邻段铁轨间预留的空隙为 $\Delta = 1.2 \text{ mm}$ ，已知铁轨的弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，线膨胀系数 $\alpha_l = 12.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 。试求当夏天气温升为 $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 时，铁轨内的温度应力。

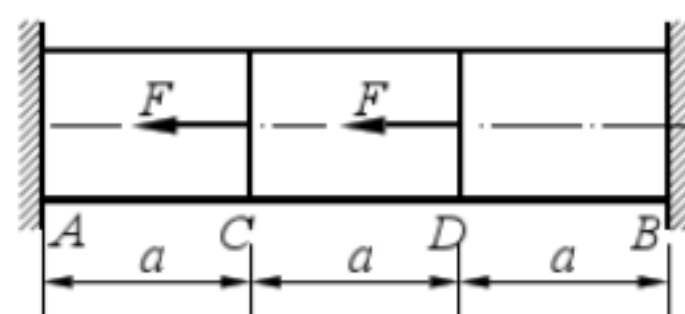
57. 如图所示受一对力 F 作用的等直杆件两端固定，已知拉压刚度 EA 。试求 A 端和 B 端的约束力。



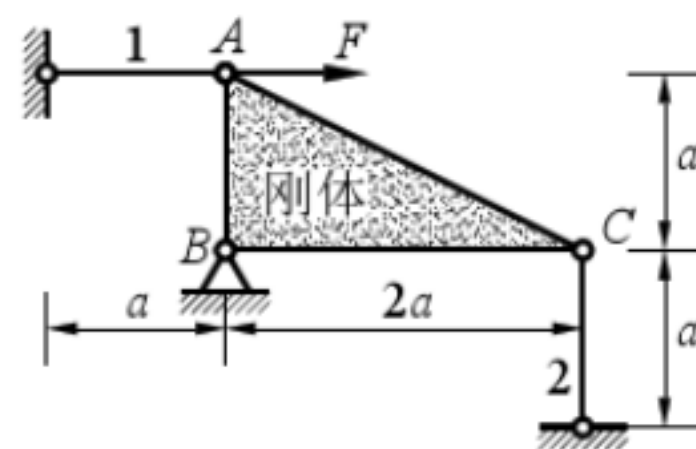
58. 图示钢筋混凝土短柱，其顶端受轴向力 F 作用。已知： $F=1\ 200\text{ kN}$ ，钢筋与混凝土的弹性模量之比 $E_g/E_h=15$ ，横截面面积之比 $A_g/A_h=1/60$ 。试求钢筋与混凝土的内力 F_{Ng} 与 F_{Nh} 。



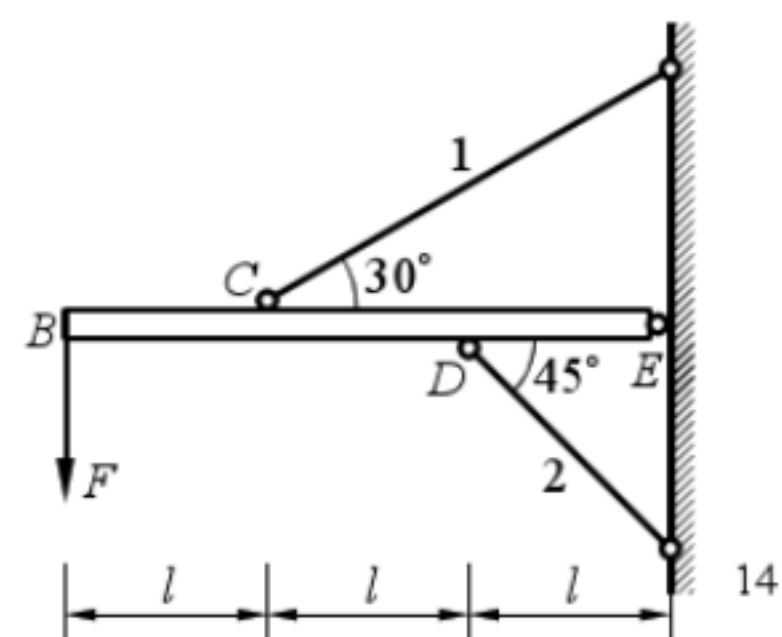
59. 如图所示受一对轴向力 F 作用的杆件。已知杆件的横截面面积为 A ，材料的弹性模量为 E 。试求杆件的约束力。



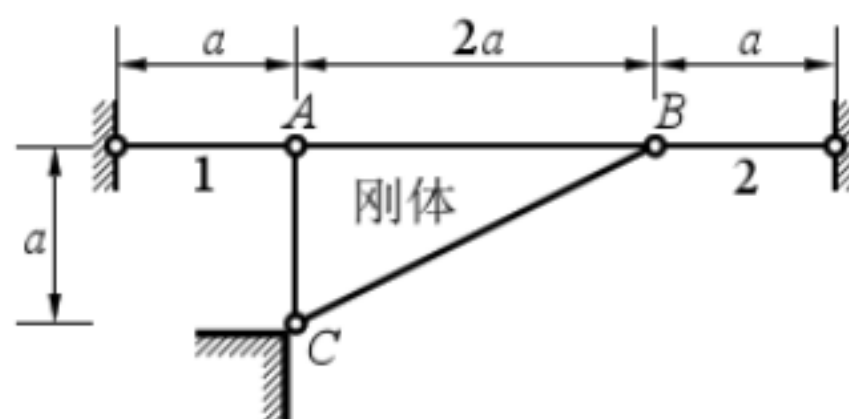
60. 图示结构中，直角三角形 ABC 为刚体，杆 1 和杆 2 的横截面面积均为 A ，弹性模量均为 E 。若在点 A 施加水平力 F ，试求杆 1 和杆 2 的轴力 F_{N1} 和 F_{N2} 。



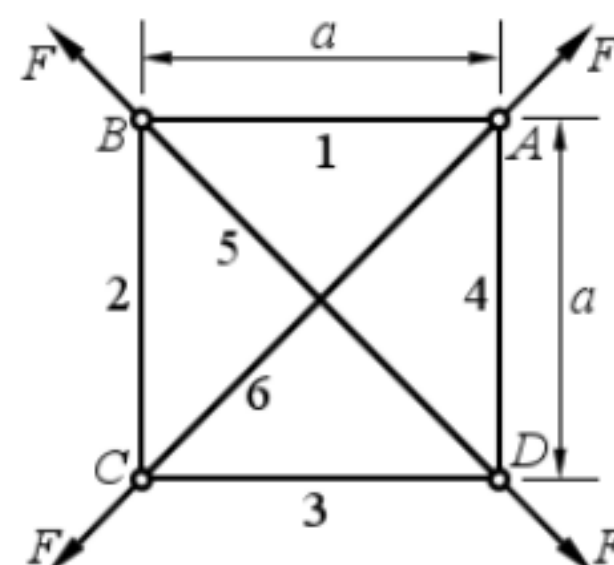
61. 图示结构中，梁 BE 视为刚体， BC 段， CD 段和 DE 段长均为 l ，点 B 作用有铅直向下的力 F 。已知杆 1 和杆 2 的拉压刚度为 EA ，许用应力为 $[\sigma]$ 。试求结构的许可载荷 $[F]$ 。



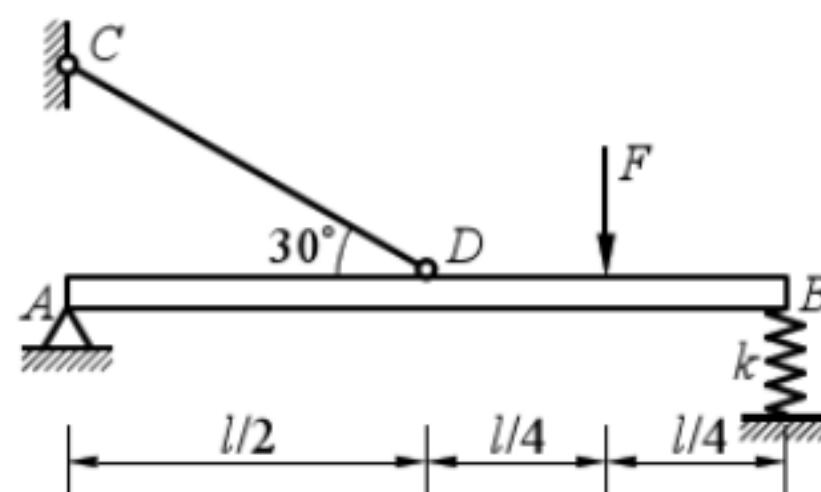
62. 图示结构, ABC 为刚体, 二杆的拉压刚度 EA 相同, 杆 2 的线膨胀系数为 α_l 。设杆 2 升温 ΔT , 试求二杆之内力 F_{N1} , F_{N2} 。



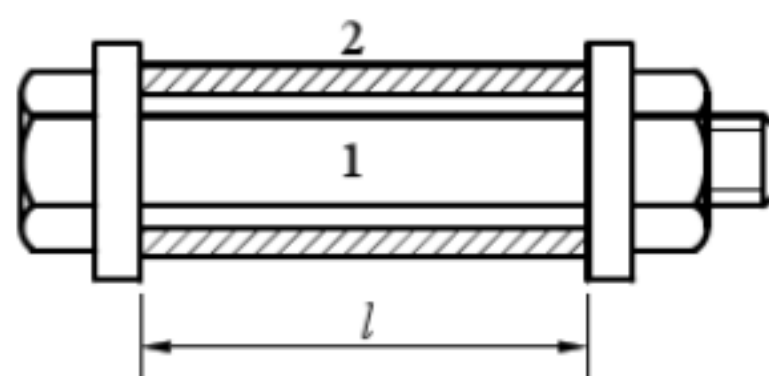
63. 由钢杆制成的正方形框架, 受力如图所示, 杆 5 和杆 6 间无联系。已知各杆的材料和横截面面积相等, 试求各杆的轴力。



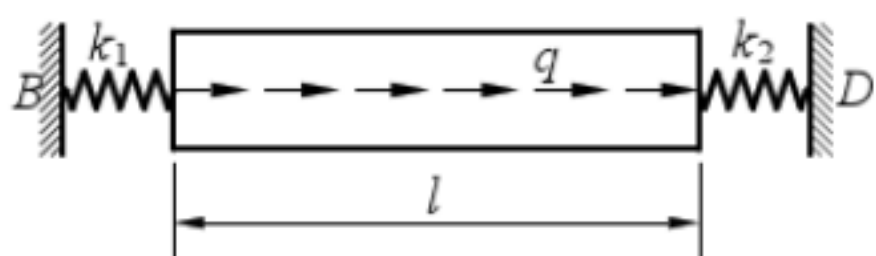
64. 图示结构, AB 为刚性杆。杆 CD 直径 $d = 20 \text{ mm}$, 弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$, 弹簧刚度 $k = 4000 \text{ kN/m}$, $l = 1 \text{ m}$, $F = 10 \text{ kN}$ 。试求钢杆 CD 的应力及 B 端弹簧的反力 F_B 。



65. 图示钢螺栓 1 外有铜套管 2。已知钢螺栓 1 的横截面面积 $A_1 = 6 \text{ cm}^2$, 弹性模量 $E_1 = 200 \text{ GPa}$, 铜套管 2 的横截面面积 $A_2 = 12 \text{ cm}^2$, 弹性模量 $E_2 = 100 \text{ GPa}$, 螺栓的螺距 $s = 3 \text{ mm}$, $l = 750 \text{ mm}$ 。试求当螺母拧紧 $1/4$ 圈时, 螺距和套管内的应力。



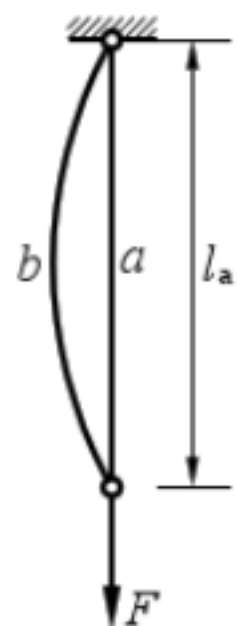
66. 图示等直杆，横截面面积为 A ，材料的弹性模量为 E ，弹簧刚度分别为 k_1 和 k_2 ($k_2 = 2k_1$)， $k_1 l = EA$ ， q 为沿轴线方向的均匀分布力。试绘制该杆的轴力图。



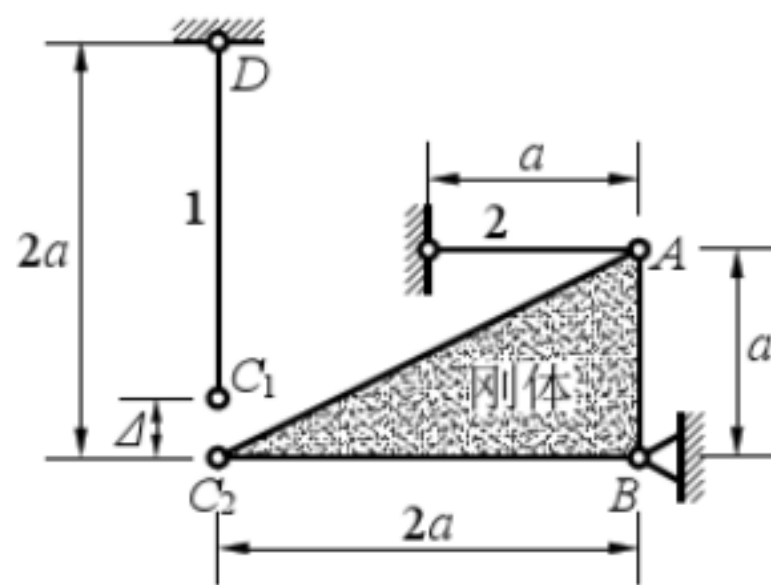
67. 悬挂载荷 $F = 20 \text{ kN}$ 的钢丝 a ，因强度不够另加截面相等的钢丝相助。已知长度 $l_a = 3 \text{ m}$ ， $l_b = 3.0015 \text{ m}$ ，横截面面积 $A_a = A_b = 0.5 \text{ cm}^2$ ，钢丝 a ， b 的材料相同，其强度极限 $\sigma_b = 1000 \text{ MPa}$ ，弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，在断裂前服从胡克定律。试求：

(1) 两根钢丝内的正应力各为多少？

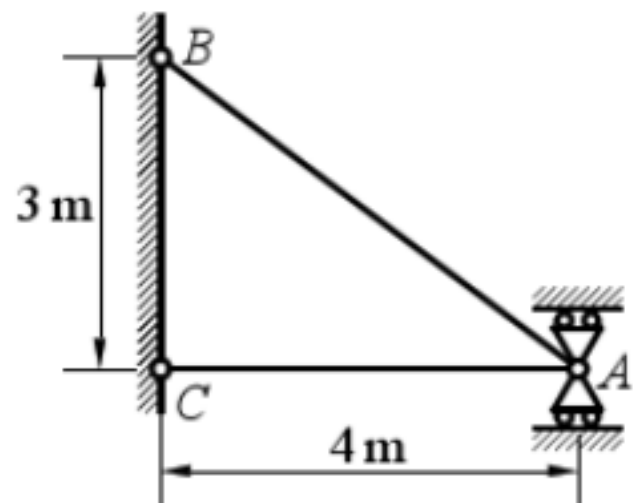
(2) 若 F 力增大， l_b 超过何值时，即使加了钢丝 b 也无用。



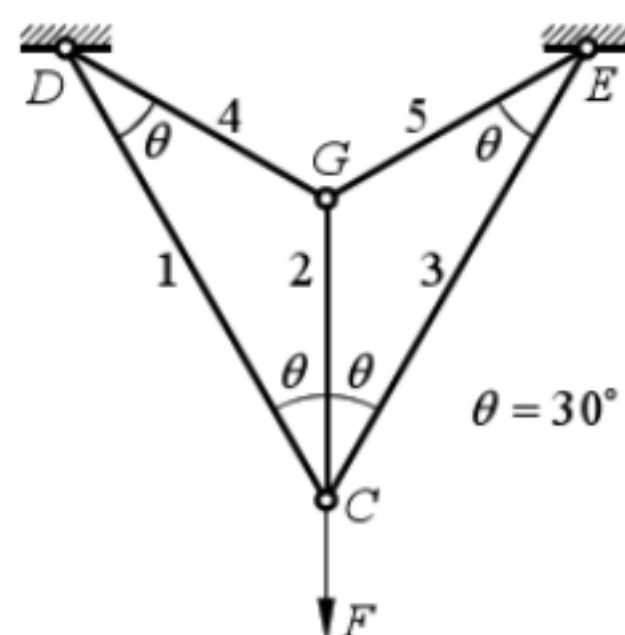
68. 图示结构中，已知 a ， Δ ，杆 1 和杆 2 的拉压刚度分别为 $E_1 A_1$ 和 $E_2 A_2$ 。当 C_1 和 C_2 联结在一起时，试求各杆的轴力。



69. 图示杆系中，点 A 为水平可动铰，已知杆 AB 和杆 AC 的横截面面积均为 1000 mm^2 ，线膨胀系数 $\alpha_l = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ 。试求当杆 AB 温度升高 $30 \text{ } ^\circ\text{C}$ 时，两杆内的应力。

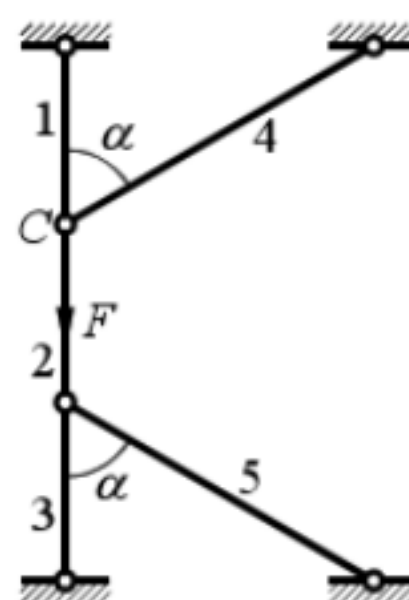


70. 图示桁架，各杆的拉压刚度为 EA ，杆 CD ， CE 长均为 l 。试计算各杆的轴力。

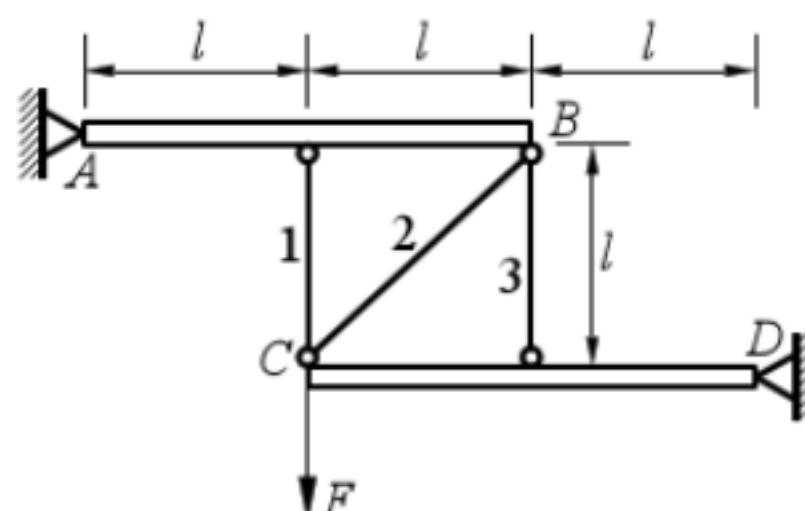


71. 横截面面积为 A_s 的钢棒受拉力 F 作用后，在其周围对称式地浇注横截面面积为 A_c 的混凝土。待混凝土凝结与钢棒形成一整体后，移去外力 F 。试求此时钢棒中的应力 σ_s 和混凝土中的应力 σ_c 。

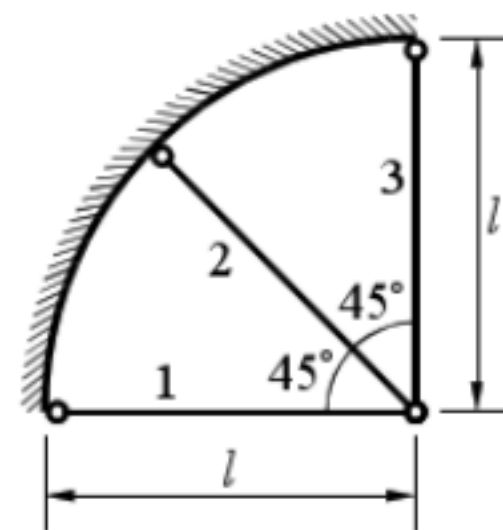
72. 图示结构杆 1, 2, 3 的拉压刚度 EA ，长度 l 均相等。杆 4 和杆 5 为刚性杆，点 C 受力 F 作用，试求各杆的轴力。



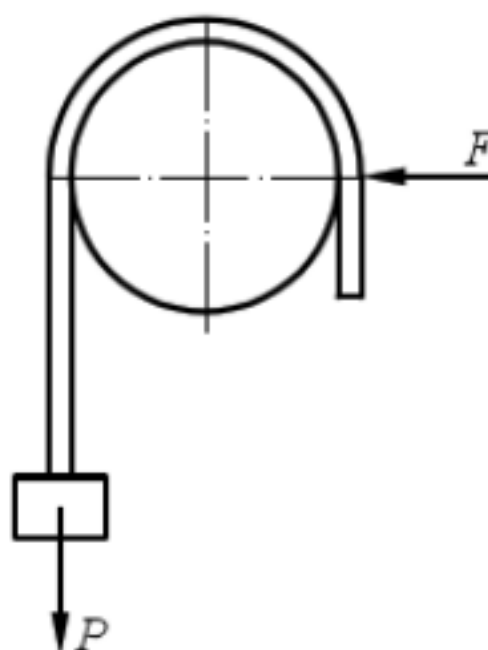
73. 图示结构， AB ， CD 为刚性杆，杆 1, 2, 3 的拉压刚度为 EA ，载荷 F 作用在 C 处，垂直向下，不考虑杆失稳，试求杆 1, 2, 3 的内力。



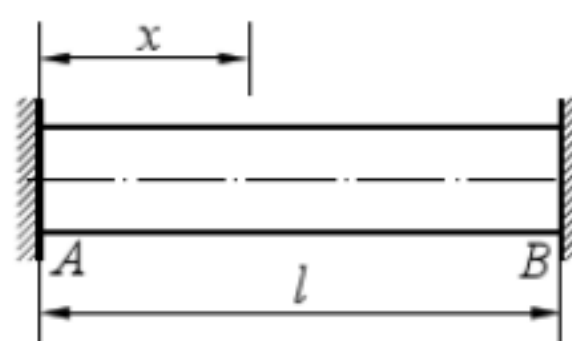
74. 图示结构中，三杆 1, 2, 3 的材料相同，横截面相同，长度相同，它们的弹性模量为 E ，温度线膨胀系数为 α_l ，横截面面积为 A ，长度为 l ，结构布置如图示。杆 2 与杆 1 成 45° 角，杆 3 与杆 1 垂直。当温度同时上升 ΔT 时，试求三杆 1, 2, 3 的轴力



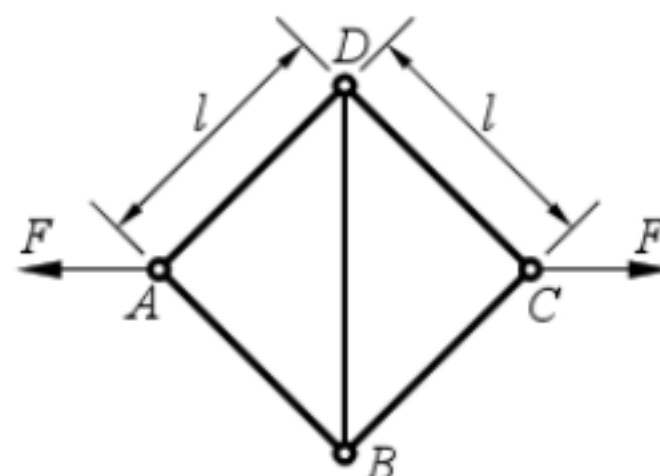
75. 绳索的横截面面积为 A ，弹性模量为 E ，缠绕挂在一端固定的轴上，重量为 P 的物体挂在绳索的一端，同时用一个刚好足以阻止重物下落的水平力 F 将绳索压紧在轴上。已知绳索与轴的静摩擦因数为 f_s ，试求力 F 的值。



76. 一等直杆两端固定在刚性墙上，已知材料的弹性模量 E 和线膨胀系数 α_l ，在室温时，杆内无应力，若杆的一端 B 升至室温以上 60°C ，另一端 A 保持室温，沿杆长度的温度改变与横截面到室温端距离 x 的平方成正比。试求杆内横截面上的正应力。

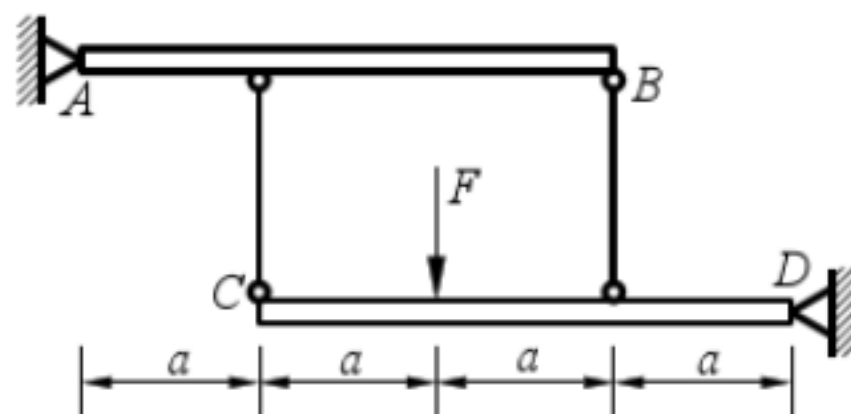


77. 铰接的正方形结构如图所示，各杆材料及截面面积均相同，弹性模量为 E ，截面积为 A 。在外力作用下， A, C 两点间距离的改变为_____。



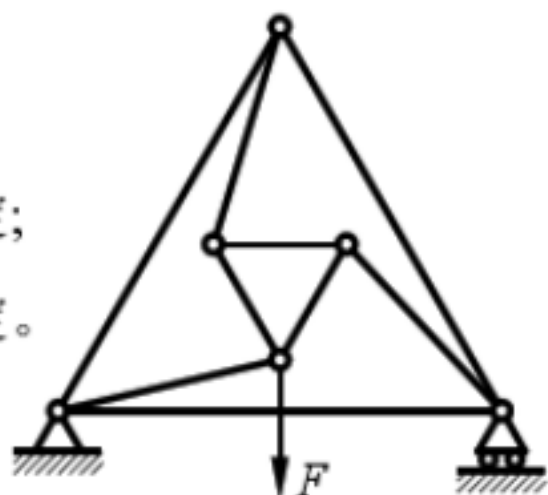
78. 如图所示, 杆 AB 和 CD 均为刚性杆, 则此结构为_____结构。

- (A) 静定; (B) 一次超静定;
(C) 二次超静定; (D) 三次超静定。



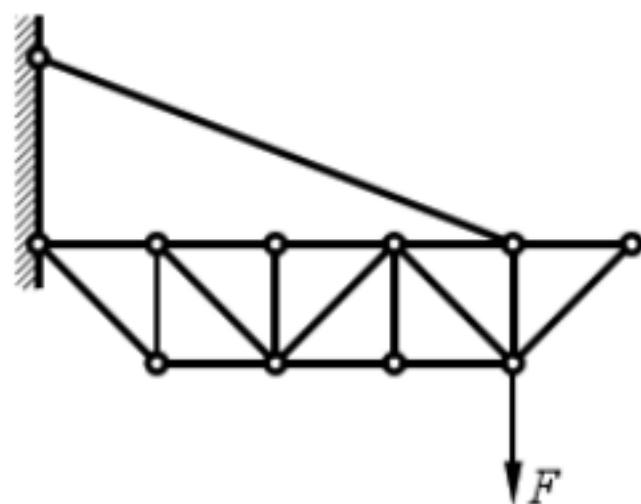
79. 图示结构为_____结构。

- (A) 静定; (B) 一次超静定;
(C) 二次超静定; (D) 三次超静定。



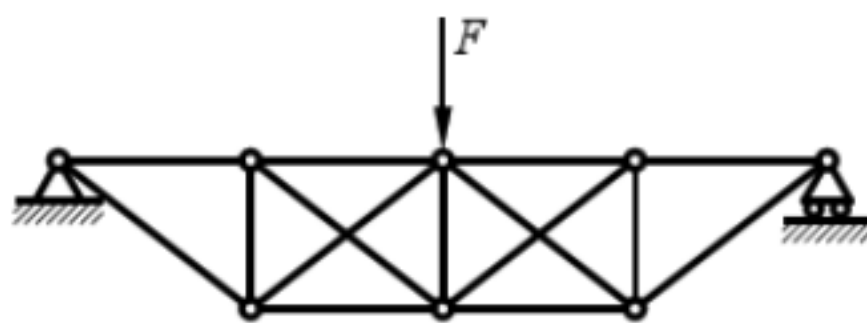
80. 图示桁架为_____结构。

- (A) 静定; (B) 二次超静定;
(C) 一次超静定; (D) 三次超静定。

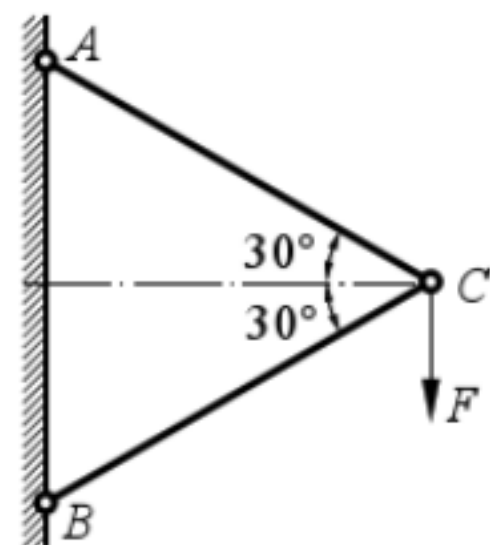


81. 图示桁架为_____结构。

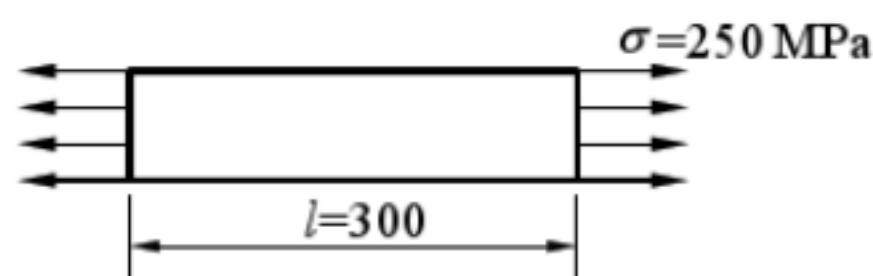
- (A) 静定; (B) 二次超静定;
(C) 一次超静定; (D) 三次超静定。



82. 一杆系结构如图所示, 设拉压刚度 EA 为常数, 则节点 C 的水平位移为_____。



83. 等直钢杆受均匀拉伸作用, 如图所示。已知钢的弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$, 钢的伸长量 $\Delta l = 6 \text{ mm}$, 此杆的塑性伸长量 $\Delta l_p =$ _____。



试题 2.材料的力学性能

1. 工程上通常以伸长率区分材料，对于脆性材料有四种结论，哪一个正确？

- (A) $d < 5\%$; (B) $d < 0.5\%$; (C) $d < 2\%$; (D) $d < 0.2\%$ 。

2. 对于没有明显屈服阶段的塑性材料，通常以 $s_{0.2}$ 表示屈服极限。其定义有以下四个结论，正确的是哪一个？

- (A) 产生 2% 的塑性应变所对应的应力值作为屈服极限；
(B) 产生 0.02% 的塑性应变所对应的应力值作为屈服极限；
(C) 产生 0.2% 的塑性应变所对应的应力值作为屈服极限；
(D) 产生 0.2% 的应变所对应的应力值作为屈服极限。

3. 关于材料的冷作硬化现象有以下四种结论，正确的是哪一个？

- (A) 由于温度降低，其比例极限提高，塑性降低；
(B) 由于温度降低，其弹性模量提高，泊松比减小；
(C) 经过塑性变形，其比例极限提高，塑性降低；
(D) 经过塑性变形，其弹性模量提高，泊松比减小。

4. 关于材料的塑性指标有以下结论，哪个是正确的？

- (A) s_s 和 d ； (B) s_s 和 ψ ； (C) d 和 ψ ； (D) s_s 、 d 和 ψ 。

5. 用标距 50 mm 和 100 mm 的两种拉伸试样，测得低碳钢的屈服极限分别为 s_{s1} 、 s_{s2} ，伸长率分别为 d_5 和 d_{10} 。比较两试样的结果，则有以下结论，其中正确的是哪一个？

- (A) $s_{s1} < s_{s2}$ ， $d_5 > d_{10}$ ； (B) $s_{s1} < s_{s2}$ ， $d_5 = d_{10}$ ；
(C) $s_{s1} = s_{s2}$ ， $d_5 > d_{10}$ ； (D) $s_{s1} = s_{s2}$ ， $d_5 = d_{10}$ 。

6. 圆柱形拉伸试样直径为 d ，常用的比例试样其标距长度 l 是_____或_____。

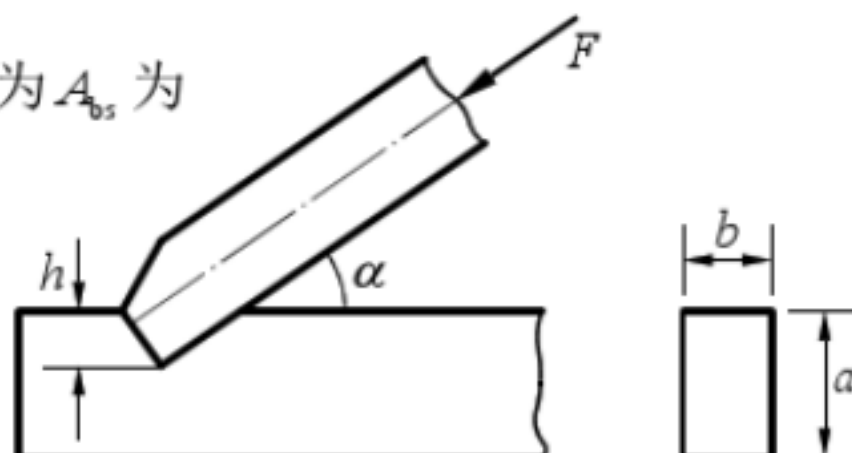
7. 低碳钢拉伸试验进入屈服阶段以后，发生_____性变形。(填“弹”、“塑”、“弹塑”)

8. 低碳钢拉伸应力-应变曲线的上、下屈服极限分别为 s_{s1} 和 s_{s2} ，则其屈服极限 s_s 为_____。
9. 灰口铸铁在拉伸时，从很低的应力开始就不是直线，且没有屈服阶段、强化阶段和局部变形阶段，因此，在工程计算中，通常取总应变为 _____ %时应力-应变曲线的割线斜率来确定其弹性模量，称为割线弹性模量。
10. 混凝土的标号是根据其 _____ 强度标定的。
11. 混凝土的弹性模量规定以压缩时的 $s - e$ 曲线中 $s =$ _____ 时的割线来确定。
12. 铸铁材料（根据拉伸、压缩、扭转）性能排序：抗拉 _____ 抗剪 _____ 抗压_____。

试题 3. 剪切与挤压的实用计算

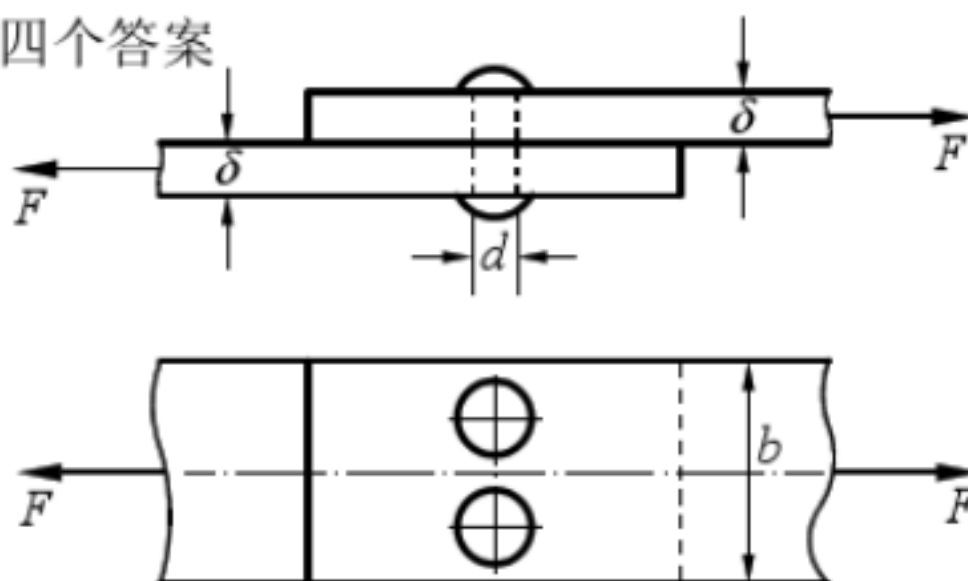
1. 图示木接头，水平杆与斜杆成 α 角，其挤压面积为 A_{bs} 为

- (A) bh ; (B) $bh \tan \alpha$;
 (C) $\frac{bh}{\cos \alpha}$; (D) $\frac{bh}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha}$ 。



2. 图示铆钉连接，铆钉的挤压应力 σ_{bs} 有如下四个答案

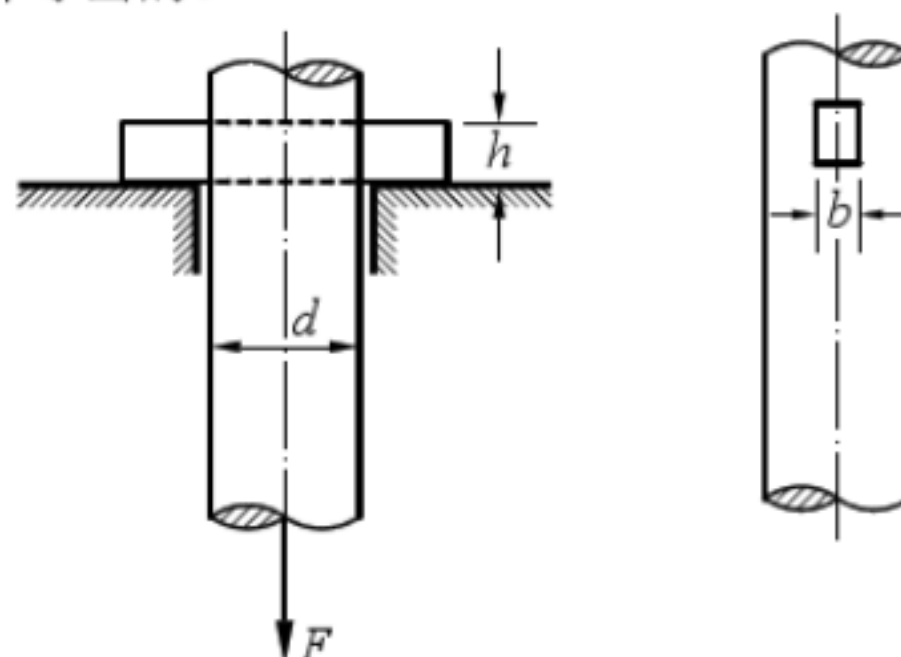
- (A) $\frac{2F}{\pi d^2}$; (B) $\frac{F}{2d\delta}$;
 (C) $\frac{F}{2b\delta}$; (D) $\frac{4F}{\pi d^2}$ 。



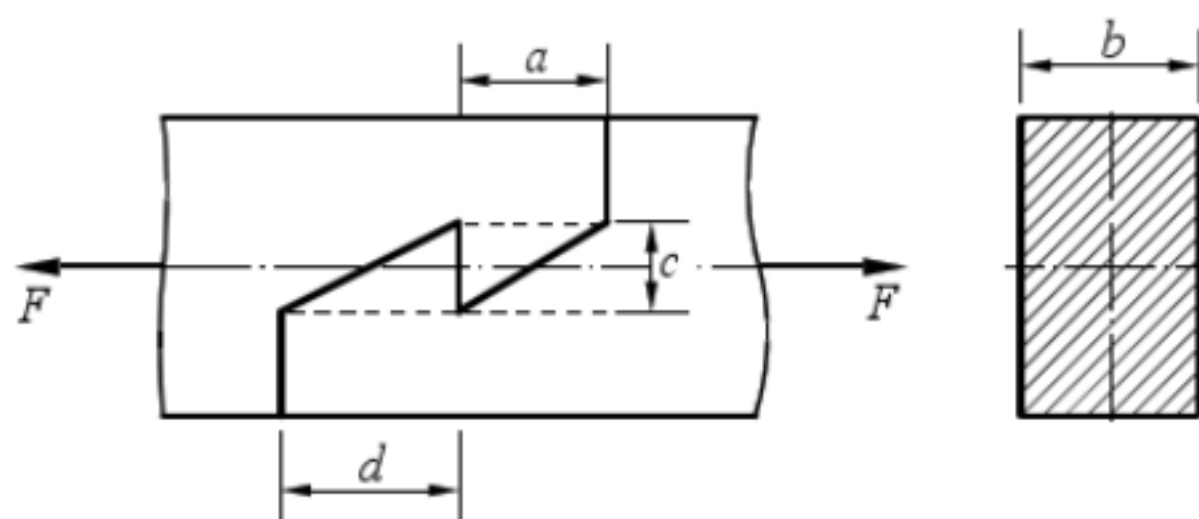
3. 切应力互等定理是由单元体

- (A) 静力平衡关系导出的； (B) 几何关系导出的；
 (C) 物理关系导出的； (D) 强度条件导出的。

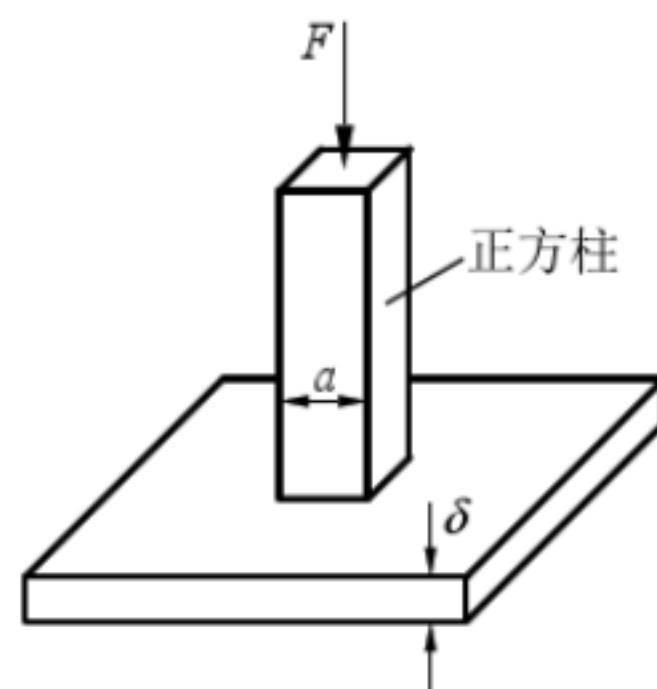
4. 销钉接头如图所示。销钉的剪切面面积为_____，挤压面面积为_____。



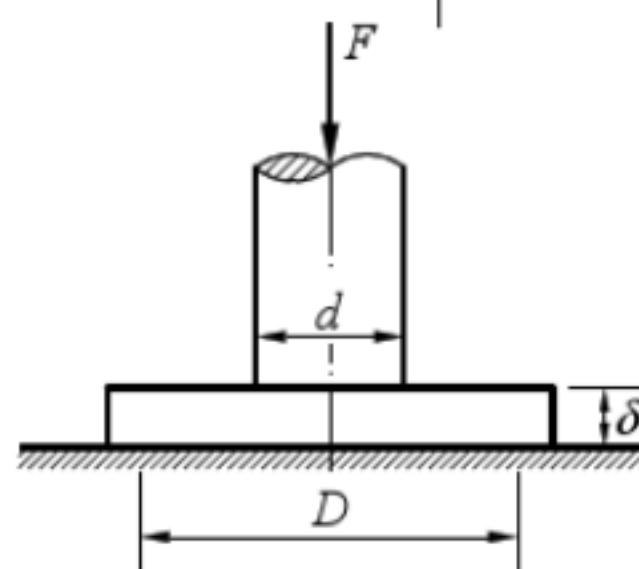
5. 木榫接头的剪切面面积为_____和_____，挤压面面积为_____。



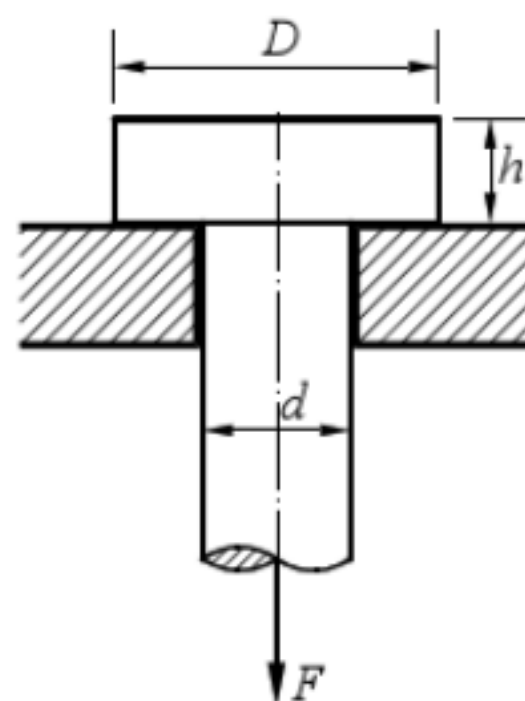
6. 图示厚度为 δ 的基础上有一方柱, 柱受轴向压力 F 作用, 则基础的剪切面面积为_____, 挤压面面积为_____。



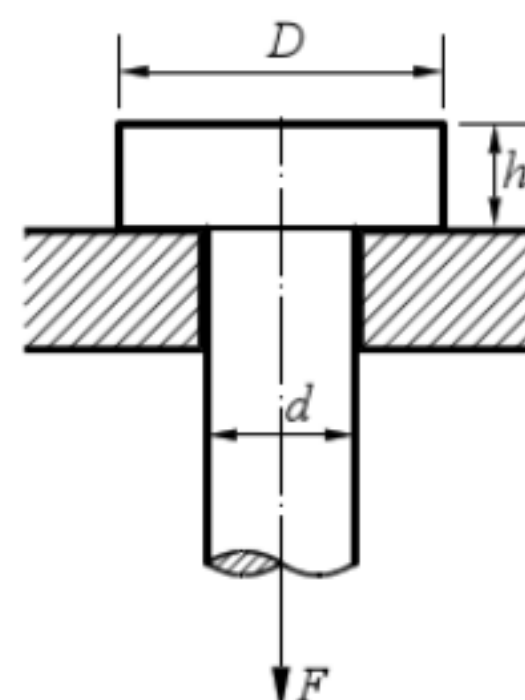
7. 图示直径为 d 的圆柱放在直径为 $D=3d$, 厚度为 δ 的圆形基座上, 地基对基座的支反力为均匀分布, 圆柱承受轴向压力 F , 则基座剪切面的剪力 $F_s =$ _____。



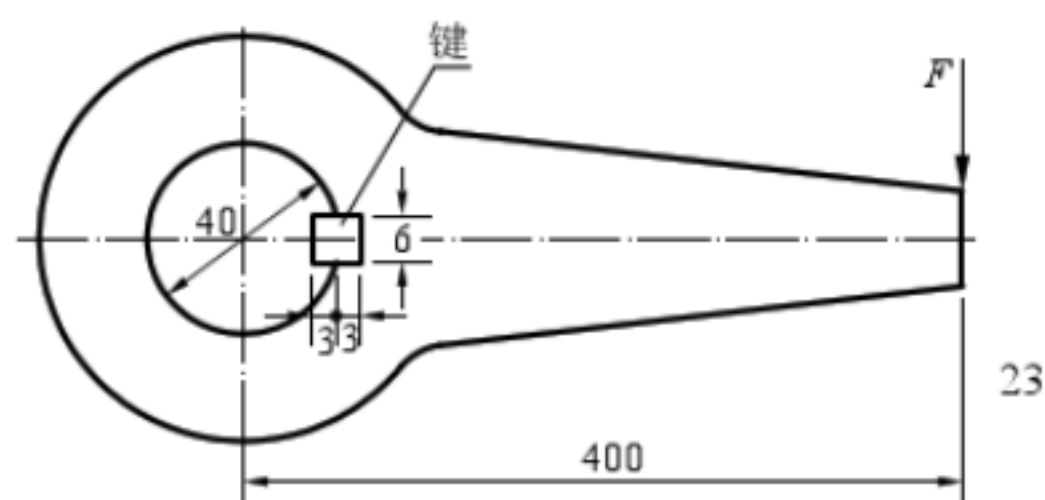
8. 拉杆及头部均为圆截面, 已知 $D=40\text{ mm}$, $d=20\text{ mm}$, $h=15\text{ mm}$ 。材料的许用切应力 $[\tau]=100\text{ MPa}$, 许用挤压应力 $[\sigma_{bs}]=240\text{ MPa}$, 试由拉杆头的强度确定许用拉力 F 。



9. 图示在拉力 F 的作用下的螺栓, 已知螺栓的许用切应力 $[\tau]$ 是拉伸许用应力的 0.6 倍。试求螺栓直径 d 和螺栓头高度 h 的合理比值。



10. 图示键的长度 $l=30\text{ mm}$, 键许用切应力 $[\tau]=80\text{ MPa}$, 许用挤压应力 $[\sigma_{bs}]=200\text{ MPa}$, 试求许可载荷 $[F]$ 。



试题 4.扭 转

1. 一直径为 D_1 的实心轴, 另一内径为 d , 外径为 D , 内外径之比为 $\alpha = d_2/D_2$ 的空心轴, 若两轴横截面上的扭矩和最大切应力均分别相等, 则两轴的横截面面积之比 A_1/A_2 有四种答案:

(A) $1 - \alpha^2$; (B) $\sqrt[3]{(1 - \alpha^4)^2}$; (C) $\sqrt[3]{[(1 - \alpha^2)(1 - \alpha^4)]^2}$; (D) $\frac{\sqrt[3]{(1 - \alpha^4)^2}}{1 - \alpha^2}$ 。

2. 圆轴扭转时满足平衡条件, 但切应力超过比例极限, 有下述四种结论:

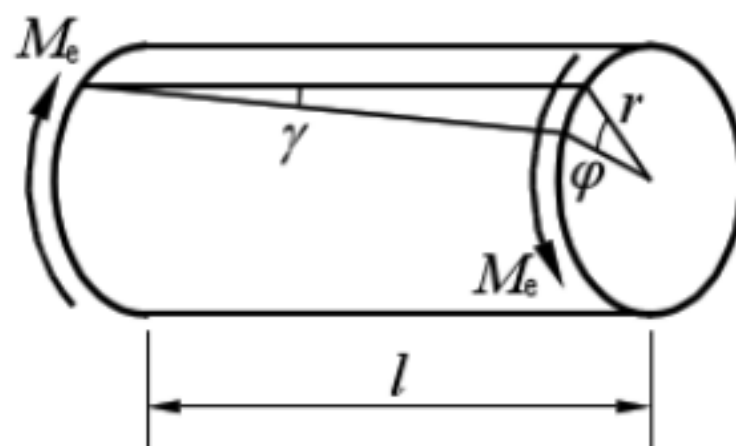
	(A)	(B)	(C)	(D)
切应力互等定理:	成立	不成立	不成立	成立
剪切胡克定律:	成立	不成立	成立	不成立

3. 一内外径之比为 $\alpha = d/D$ 的空心圆轴, 当两端承受扭转力偶时, 若横截面上的最大切应力为 τ , 则内圆周处的切应力有四种答案:

(A) τ ; (B) $\alpha\tau$; (C) $(1 - \alpha^3)\tau$; (D) $(1 - \alpha^4)\tau$ 。

4. 长为 l 、半径为 r 、扭转刚度为 GI_p 的实心圆轴如图所示。扭转时, 表面的纵向线倾斜了 γ 角, 在小变形情况下, 此轴横截面上的扭矩 T 及两端截面的相对扭转角 φ 有四种答案:

(A) $T = GI_p \gamma / r$, $\varphi = l r / \gamma$;
 (B) $T = l \gamma / (GI_p)$, $\varphi = l \gamma / r$;
 (C) $T = GI_p \gamma / r$, $\varphi = l \gamma / r$;
 (D) $T = GI_p r / \gamma$, $\varphi = r \gamma / l$ 。



5. 建立圆轴的扭转切应力公式 $\tau_\rho = T\rho/I_p$ 时, “平面假设”起到的作用有下列四种答案:

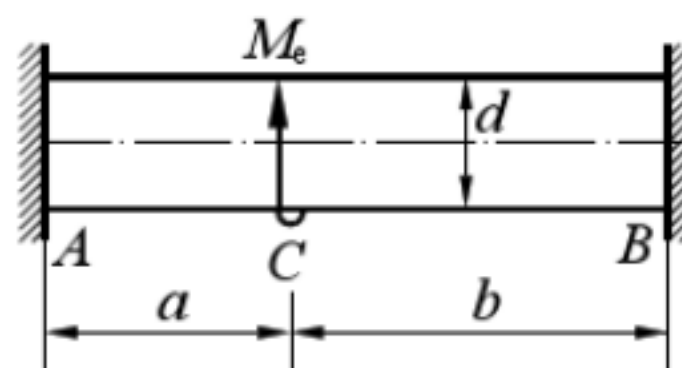
- (A) “平面假设”给出了横截面上内力与应力的关系 $T = \int_A \tau \rho dA$;
 (B) “平面假设”给出了圆轴扭转时的变形规律;
 (C) “平面假设”使物理方程得到简化;
 (D) “平面假设”是建立切应力互等定理的基础。

6. 横截面为三角形的直杆自由扭转时, 横截面上三个角点处的切应力_____。

- (A) 必最大; (B) 必最小; (C) 必为零; (D) 数值不定。

7. 图示圆轴 AB ，两端固定，在横截面 C 处受外力偶矩 M_e 作用，若已知圆轴直径 d ，材料的切变模量 G ，截面 C 的扭转角 φ 及长度 $b = 2a$ ，则所加的外力偶矩 M_e ，有四种答案：

- (A) $\frac{3\pi d^4 G \varphi}{128a}$; (B) $\frac{3\pi d^4 G \varphi}{64a}$;
 (C) $\frac{3\pi d^4 G \varphi}{32a}$; (D) $\frac{3\pi d^4 G \varphi}{16a}$ 。

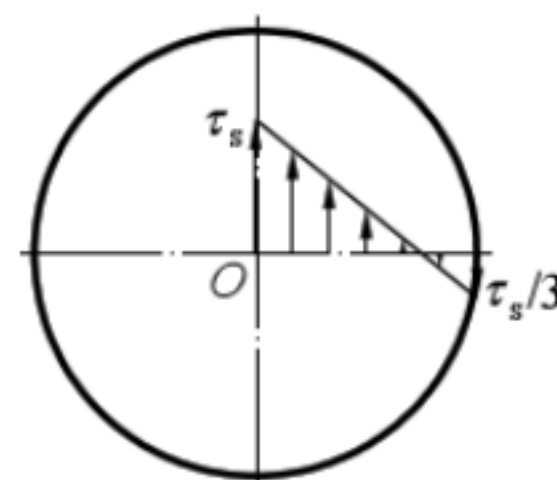


8. 一直径为 D_1 的实心轴，另一内径为 d_2 ，外径为 D_2 ，内外径之比为 $d_2/D_2 = 0.8$ 的空心轴，若两轴的长度、材料、所受扭矩和单位长度扭转角均分别相同，则空心轴与实心轴的重量比 $W_2/W_1 =$ _____。

9. 圆轴的极限扭矩是指_____扭矩。对于理想弹塑性材料，等直圆轴的极限扭矩是刚开始出现塑性变形时扭矩的_____倍。

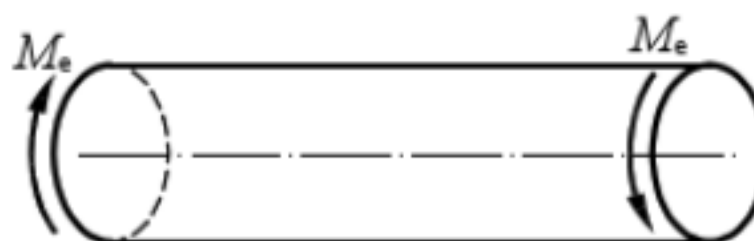
10. 矩形截面杆扭转变形的主要特征是_____。

11. 已知一理想弹塑性材料的圆轴半径为 R ，扭转加载到整个截面全部屈服，将扭矩卸掉所产生的残余应力如图所示，试证明图示残余应力所构成的扭矩为零。



12. 图示直径为 d 的实心圆轴，两端受扭转力偶 M_e 作用，其材料的切应力和切应变关系可用 $\tau = C\gamma^{1/m}$ 表示，式中 C ， m 为由实验测定的已知常数，试证明该轴的扭转切应力计算公式为：

$$\tau_\rho = \frac{M_e \rho^{1/m}}{\frac{2\pi m}{3m+1} (d/2)^{(3m+1)/m}}$$



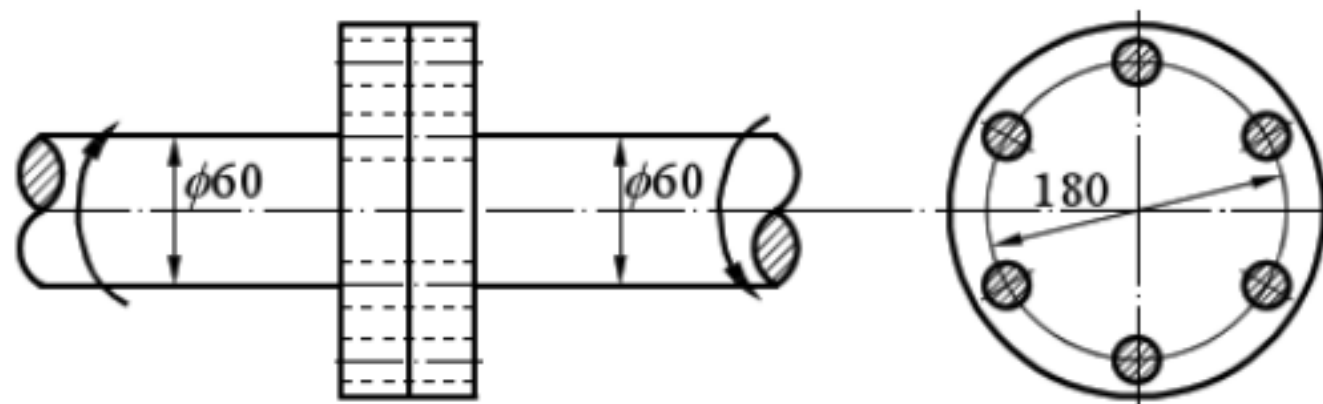
13. 薄壁圆管扭转时的切应力公式为 $\tau = \frac{T}{2\pi R_0^2 \delta}$ (R_0 为圆管的平均半径, δ 为壁厚), 试证明, 当 $R_0 \geq 10\delta$ 时, 该公式的最大误差不超过 4.53%。

14. 在相同的强度条件下, 用内外径之比 $d/D = 0.5$ 的空心圆轴取代实心圆轴, 可节省材料的百分比为多少?

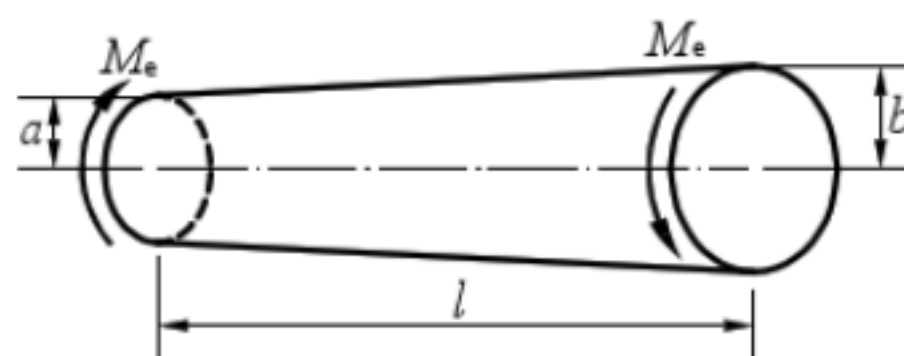
15. 一端固定的圆轴受集度为 m 的均布力偶作用, 发生扭转变形, 已知材料的许用应力 $[\tau]$, 若要求轴为等强度轴, 试确定轴直径沿轴向变化的表达式 $d(x)$ 。

16. 两段同样直径的实心钢轴, 由法兰盘通过六只螺栓连接。传递功率 $P = 80 \text{ kW}$, 转速 $n = 240 \text{ r/min}$ 。轴的许用切应力为 $[\tau_1] = 80 \text{ MPa}$, 螺栓的许用切应力为 $[\tau_2] = 55 \text{ MPa}$ 。试

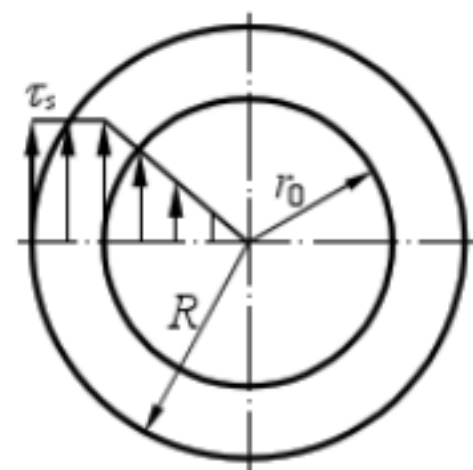
- (1) 校核轴的强度;
- (2) 设计螺栓直径。



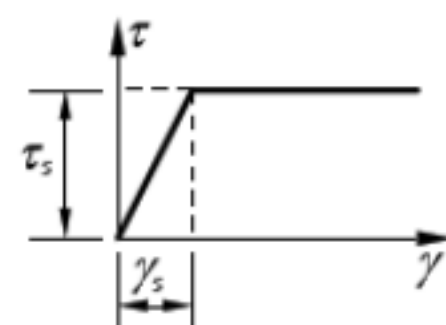
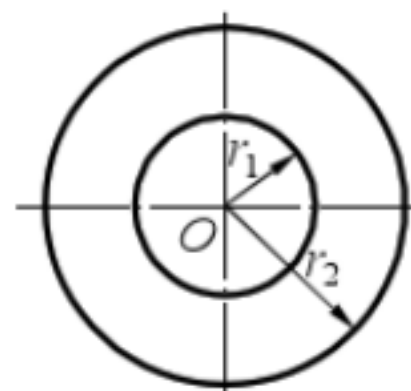
17. 图示锥形圆轴, 承受外力偶 M_e 作用, 材料的切变模量为 G 。试求两端面间的相对扭转角 φ 。



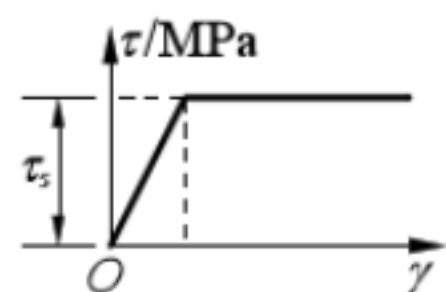
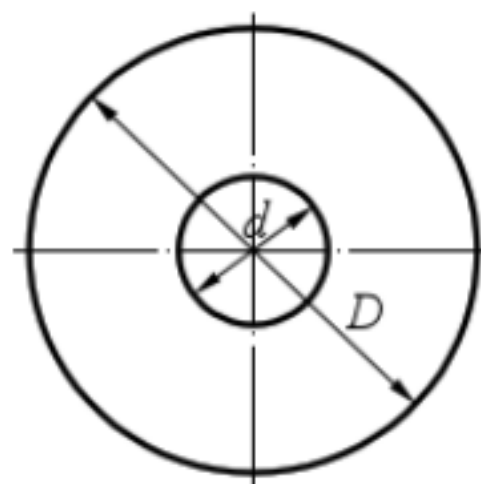
18. 一半径为 R 的实心圆轴, 扭转时处于弹塑性状态。试证明此轴弹性部分的核心半径 r_0 为 $r_0 = \sqrt[3]{4R^3 - 6T/(\pi\tau_s)}$
 式中 T 为整个截面上的扭矩, $\tau = f(\gamma)$ 可按理想弹塑性情况下的 $\tau - \gamma$ 图计算。



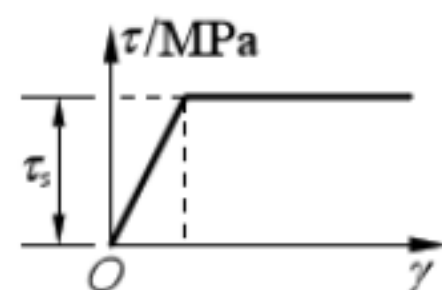
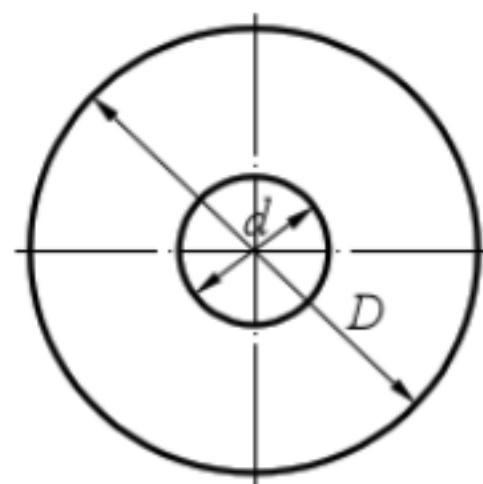
19. 已知图示空心圆截面杆, 材料的应力—应变图及截面尺寸如图示, 设 $r_1/r_2 = 1/2$ 。试求此圆截面杆外表面处开始屈服时的扭矩与整个截面屈服时的极限扭矩之比。



20. 已知直径 $D = 30 \text{ mm}$ 的一根实心钢轴扭转后在内部保持一个 $d = 10 \text{ mm}$ 的弹性核, 如图示。若材料为理想弹塑性 (应力—应变关系如图), $\tau_s = 160 \text{ MPa}$ 。试求当卸除扭矩后, 残余应力是多少? 并绘出应力分布图。

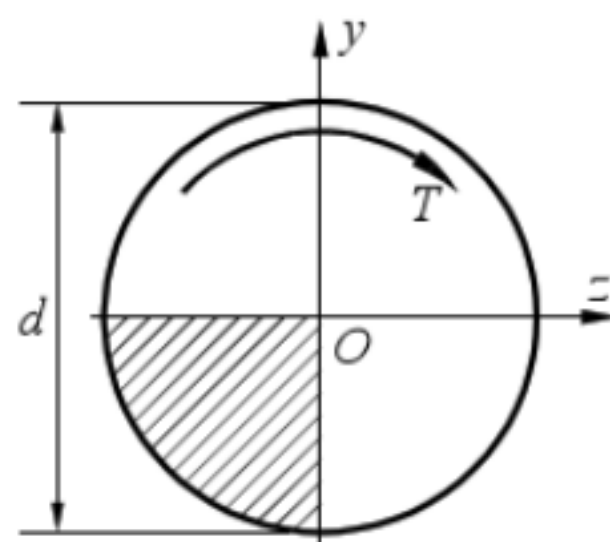


21. 已知直径 $D = 30 \text{ mm}$ 的一根实心钢轴扭转后在内部保持一个 $d = 10 \text{ mm}$ 的弹性核, 如图示。若材料为理想弹塑性 (应力—应变关系如图示), $G = 80 \text{ GPa}$, 扭转屈服应力 $\tau_s = 160 \text{ MPa}$, 试求当卸除扭矩后, 单位杆长的残余扭转角为多少?



22. 直径 $d = 25 \text{ mm}$ 的钢圆杆受轴向拉力 60 kN 作用时，在标距 0.2 m 的长度内伸长了 0.113 mm ，受扭转力偶矩 $0.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 作用时，相距 0.2 m 两截面的相对扭转角为 0.55° ，求钢材的弹性模量 E 、切变模量 G 和泊松比 ν 。

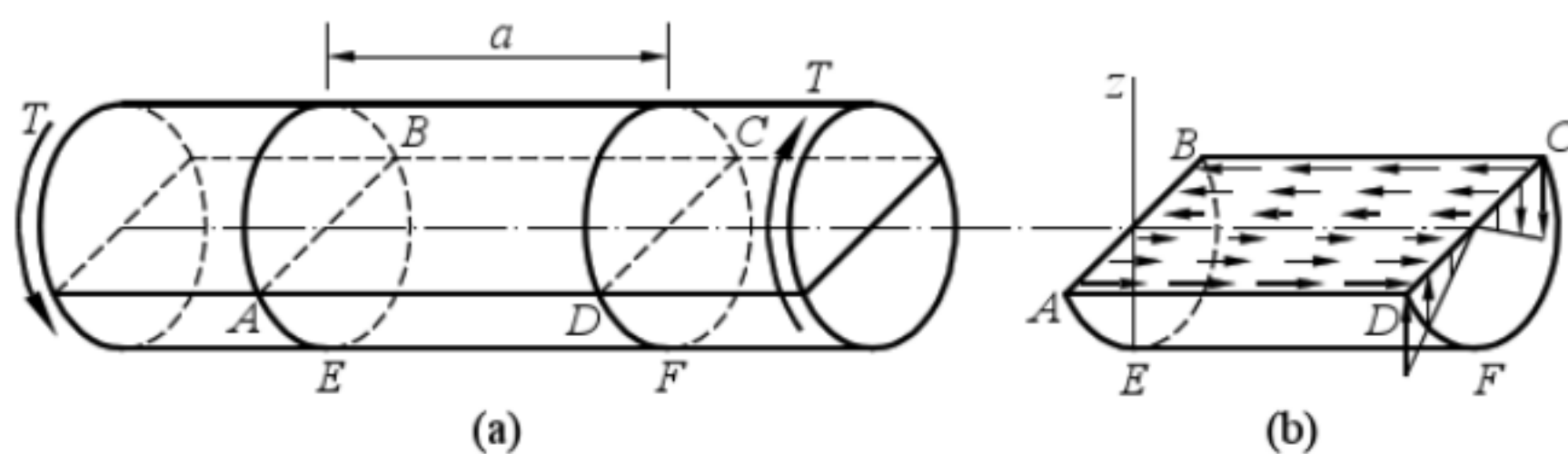
23. 设圆轴横截面上的扭矩为 T ，试求 $1/4$ 截面上扭转剪应力的合力大小，方向及作用点。



24. 已知如图 (a) 所示半径为 R 的受扭圆杆，截取一长度为 a 之隔离体，据横截面上切应力分布规律和切应力互等定理，可得隔离体各截面上的切应力分布如图 (b) 所示。试证

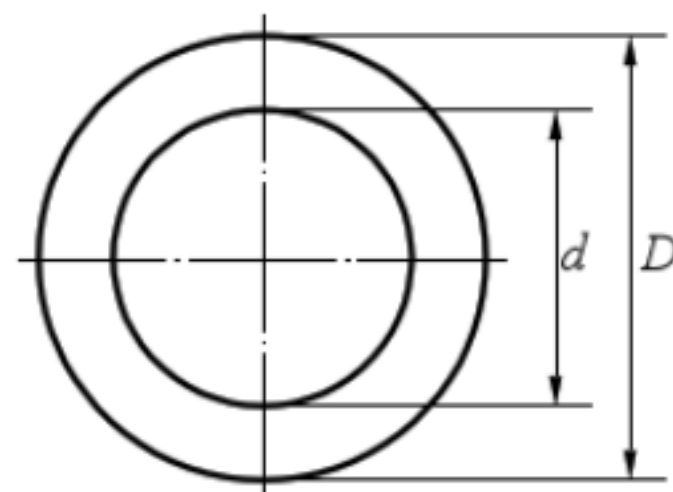
(1) 纵截面 $ABCD$ 上切应力所构成的合力偶矩之大小为 $4Ta/3\pi R$ ；

(2) 图 (b) 的隔离体满足 $\Sigma M_z = 0$ 这一平衡条件

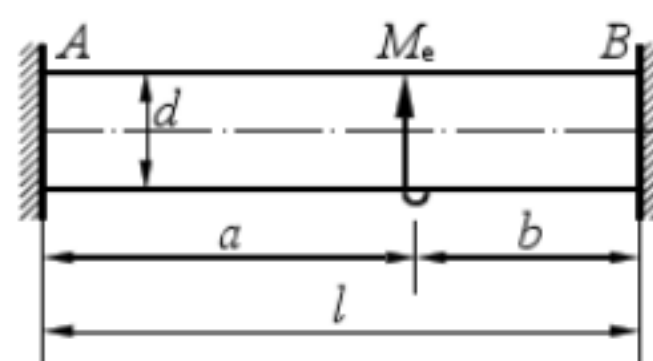


25. 半径为 R 的圆截面承受扭矩 T ，导出处于 $R/2$ 与 $3R/4$ 之间的区域内所受扭矩的表达式，用 R 和 τ_{\max} 表示结果。

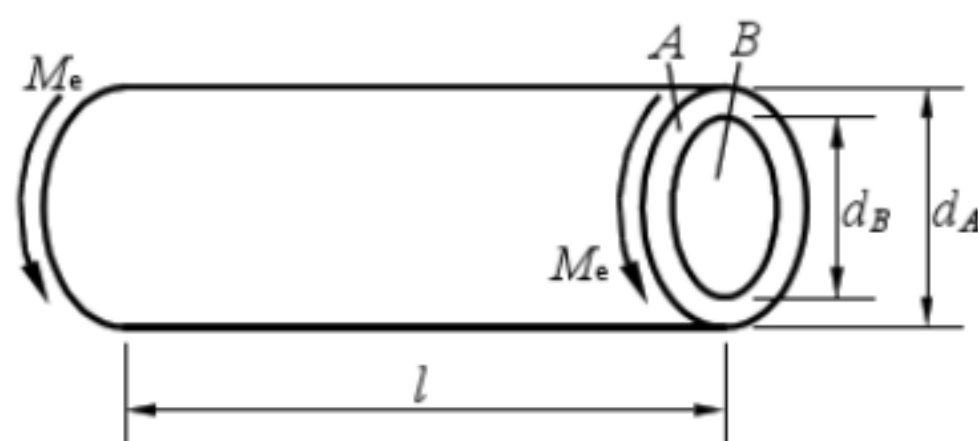
26. 一圆钢管套在一实心圆钢轴上，之间为动配合，长度均为 l ，先在实心圆轴两端加外力偶矩 M_e ，使轴受扭后，在两端把管与轴焊起来，去掉外力偶矩。求此外管与内轴的最大切应力。



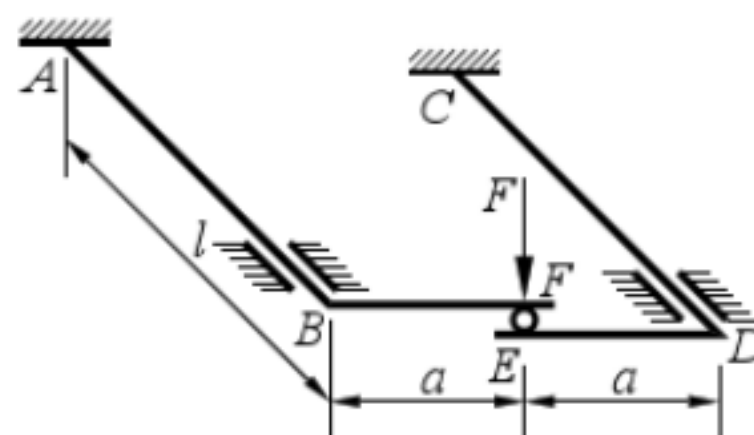
27. 图示圆轴，受 M_e 作用。已知轴的许用切应力 $[\tau]$ 、切变模量 G ，试求轴直径 d 。



28. 圆管 A 套在圆杆 B 上，将二者焊在一起，它们的切变模量分别为 G_a 和 G_b ，当管两端作用外力偶矩 M_e 时，欲使杆 B 和管 A 的 τ_{\max} 相等，试求 $d_B/d_A = ?$



29. 已知钢杆 AB 和铝杆 CD 的尺寸相同，且其材料之切变模量之比 $G_{AB}/G_{CD} = 3:1$ 。 BF 和 DE 杆为刚性杆。试求 CD 杆的 E 处所受的约束反力

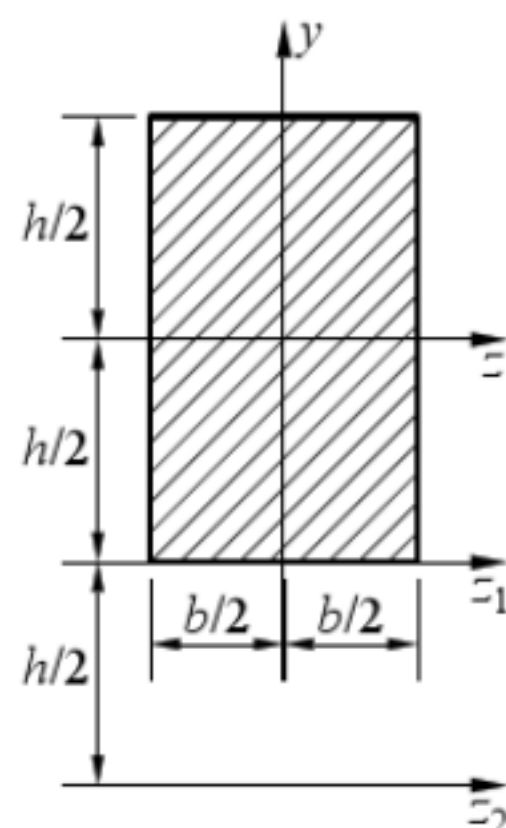


试题 5. 平面图形的几何性质

1. 由惯性矩的平行移轴公式, I_{z_2} 的答案有四种:

(A) $I_{z_2} = I_{z_1} + \frac{bh^3}{4}$; (B) $I_{z_2} = I_z + \frac{bh^3}{4}$;

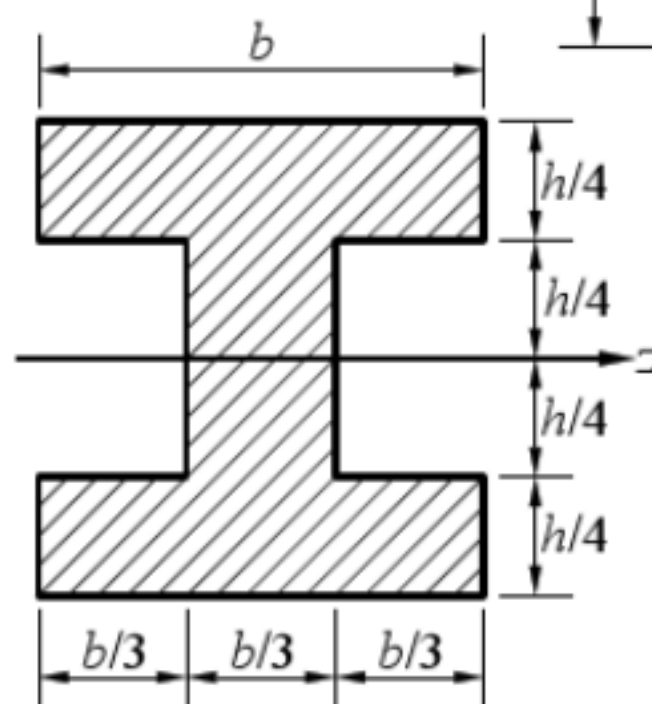
(C) $I_{z_2} = I_z + bh^3$; (D) $I_{z_2} = I_{z_1} + bh^3$ 。



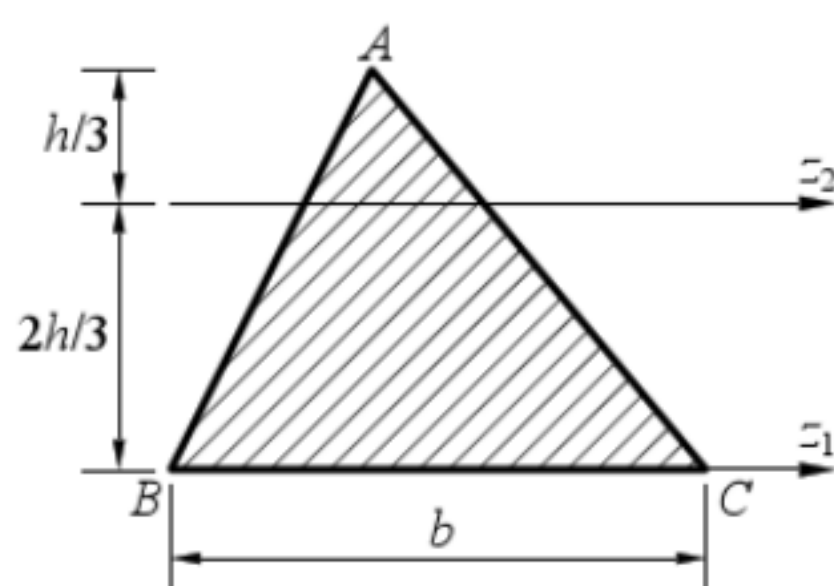
2. 工字形截面如图所示, I_z 有四种答案:

(A) $\frac{1}{12}bh^3$; (B) $\frac{1}{12}bh^3$;

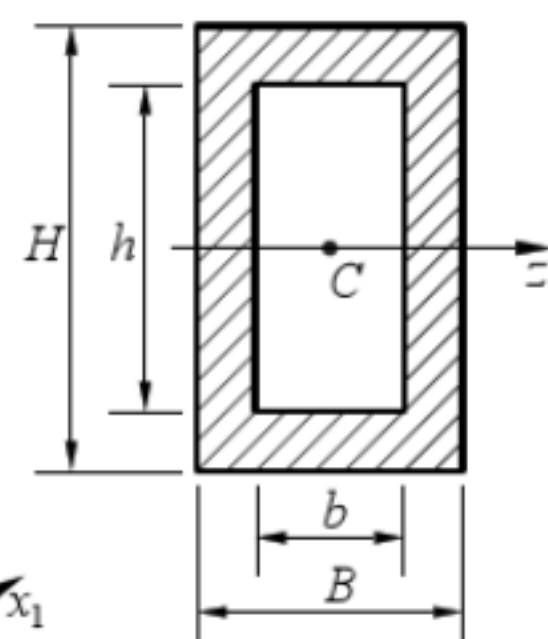
(C) $\frac{1}{32}bh^3$; (D) $\frac{2}{12}bh^3$ 。



3. 三角形 ABC , 已知 $I_{z_1} = bh^3/12$, z_2 轴 $\parallel z_1$ 轴, 则 I_{z_2} 为_____。

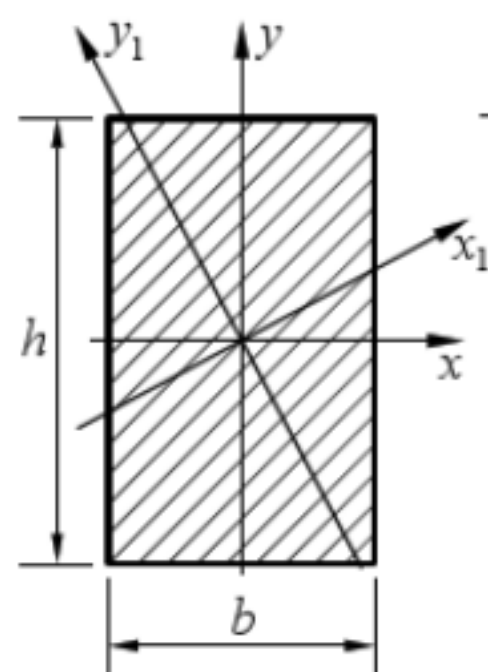


4. 图示 $B \times H$ 的矩形中挖掉一个 $b \times h$ 的矩形, 则此平面图形的 $W_z =$ _____。



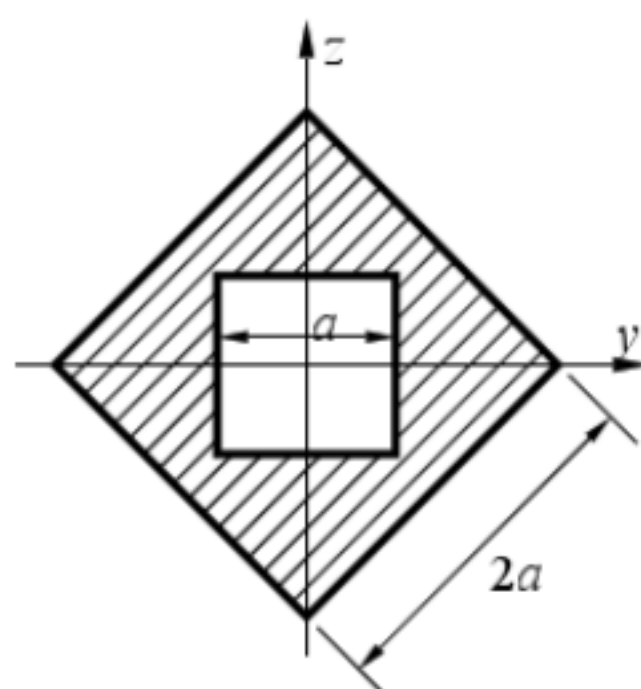
5. 对图示矩形, 若已知 I_x 、 I_y 、 b 、 h , 则

$I_{x_1} + I_{y_1} =$ _____。

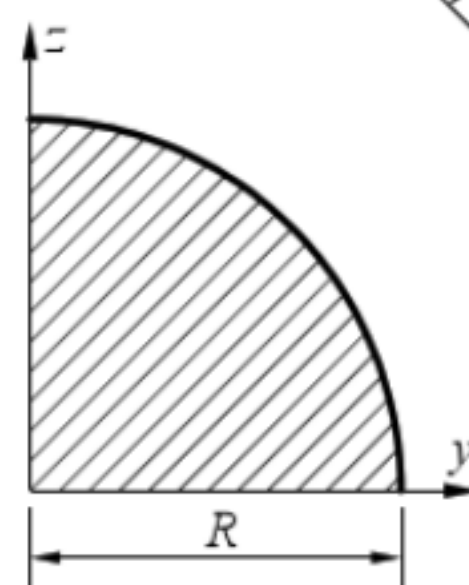


6. 任意平面图形至少有_____对形心主惯性轴，等边三角形有_____对形心主惯性轴。

7. 在边长为 $2a$ 的正方形的中心部挖去一个边长为 a 的正方形，则该图形对 y 轴的惯性矩为_____。

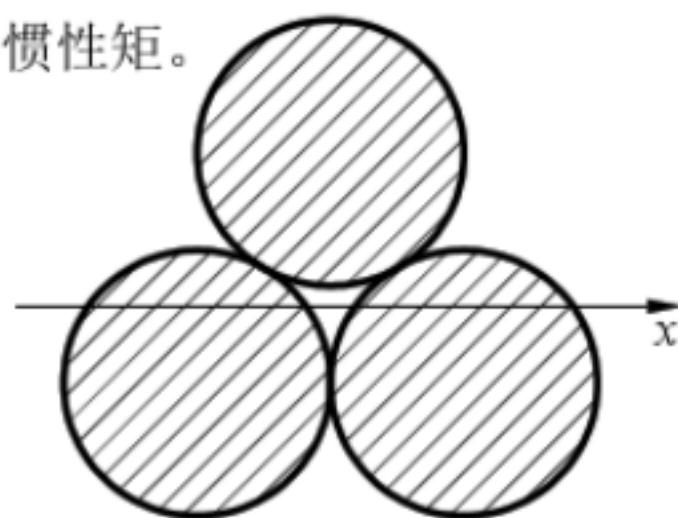


8. 试应用 I_p , I_y 及 I_z 间的关系式求直角扇形的 I_y 及 I_z 。



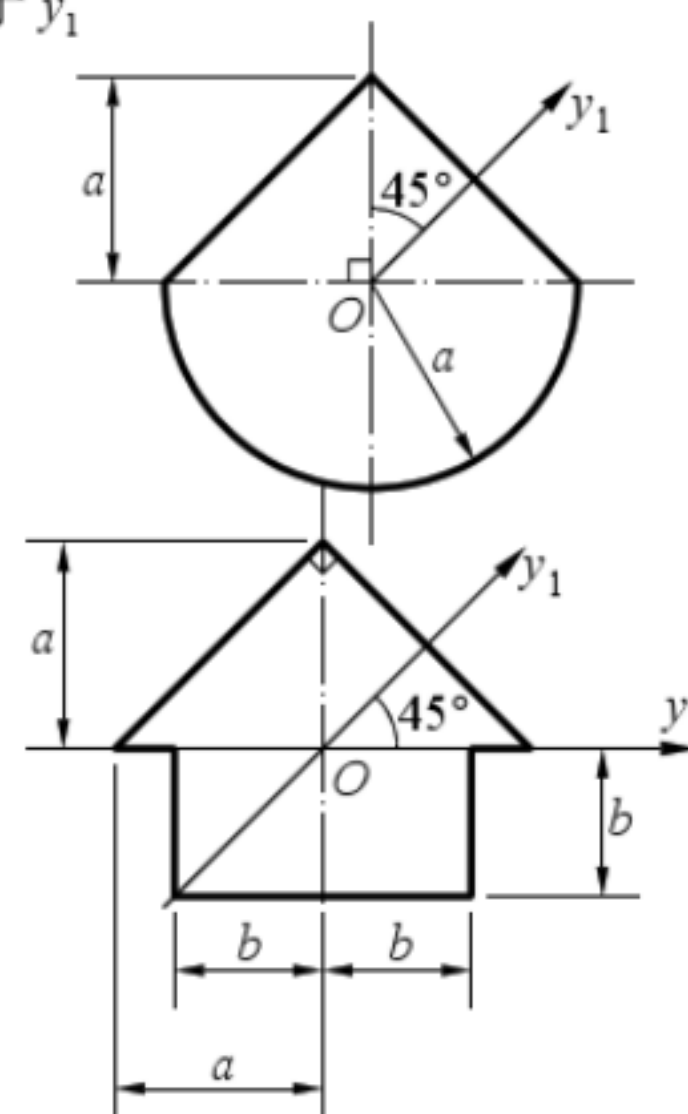
9. 求由三个直径为 d 的相切圆，构成组合截面对形心轴 x 的惯性矩。

解：三角形的形心即该组合截面的形心。



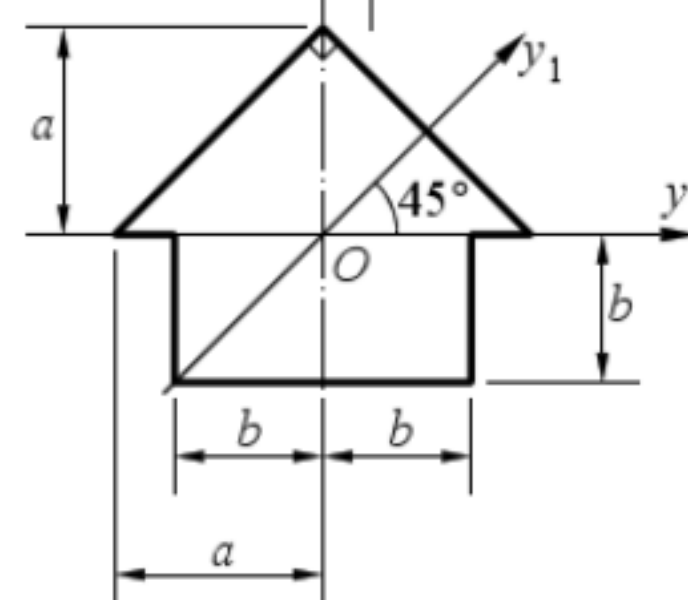
10. 图示由三角形和半圆组成的图形， y_1 轴通过 O 点，关于 y_1 轴有四种答案：

- (A)是形心轴； (B)是形心主轴；
(C)是主轴； (D)不是主轴。



11. y 轴上、下两部分图形面积相等， y_1 轴通过 O 点，关于 y_1 轴有四种答案：

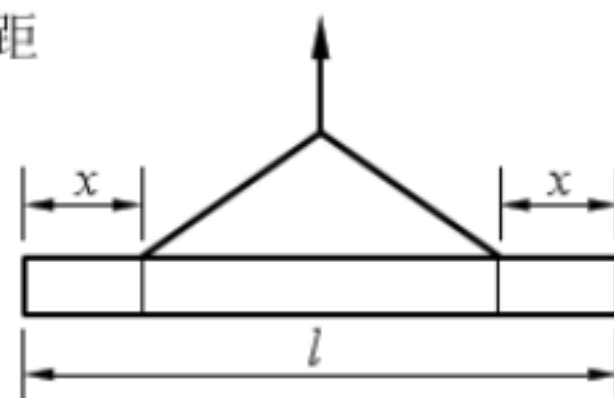
- (A)是形心轴； (B)是形心主轴；
(C)是主轴； (D)不是主轴。



试题 6. 弯曲内力

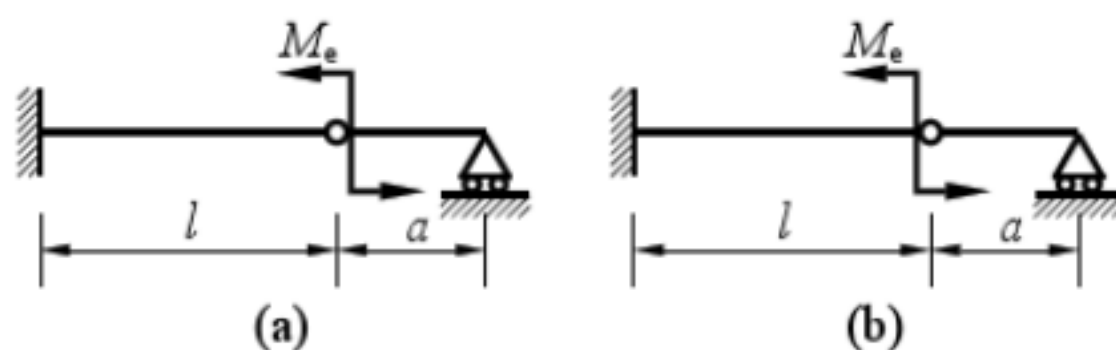
1. 长 l 的梁用绳向上吊起, 如图所示。钢绳绑扎处离梁端部的距离为 x 。梁内由自重引起的最大弯矩 $|M|_{\max}$ 为最小时的 x 值为:

- (A) $l/2$; (B) $l/6$;
(C) $(\sqrt{2}-1)l/2$; (D) $(\sqrt{2}+1)l/2$ 。



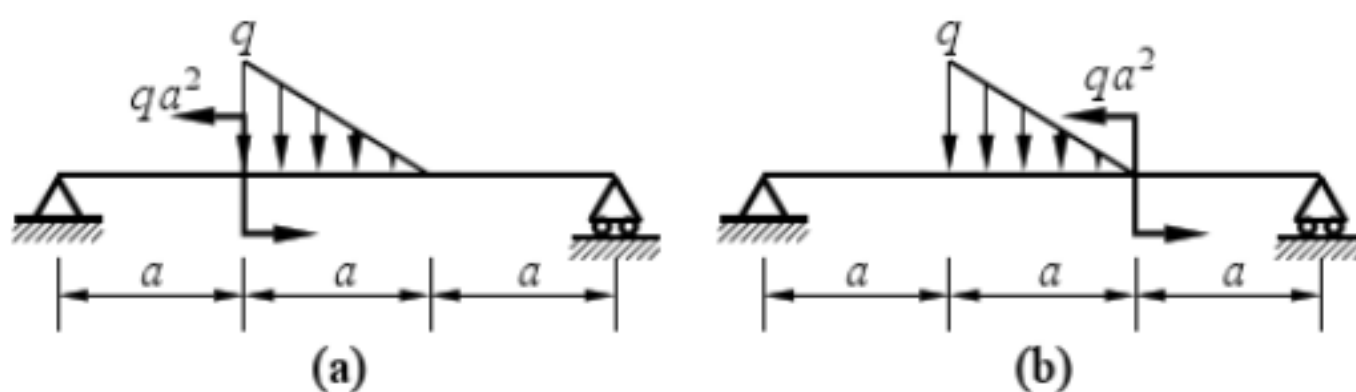
2. 多跨静定梁的两种受载情况如图(a)、(b)所示。下列结论中哪个是正确的?

- (A) 两者的剪力图相同, 弯矩图也相同;
(B) 两者的剪力图相同, 弯矩图不同;
(C) 两者的剪力图不同, 弯矩图相同;
(D) 两者的剪力图不同, 弯矩图也不同。



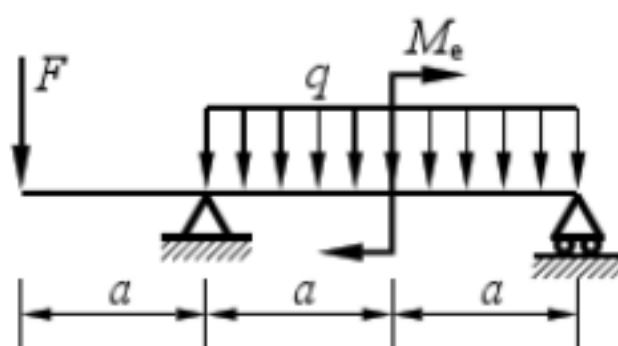
3. 图示(a)、(b)两根梁, 它们的

- (A) 剪力图、弯矩图都相同;
(B) 剪力图相同, 弯矩图不同;
(C) 剪力图不同, 弯矩图相同;
(D) 剪力图、弯矩图都不同。

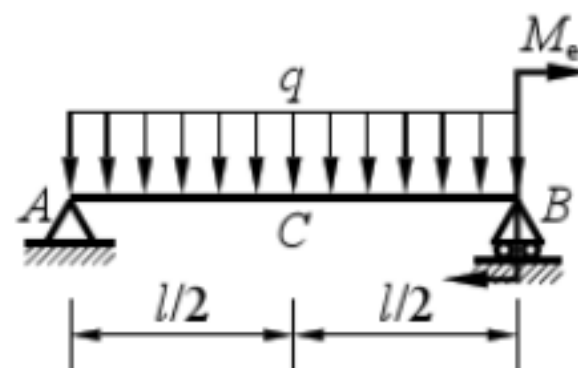


4. 图示梁, 当力偶 M_e 的位置改变时, 有下列结论:

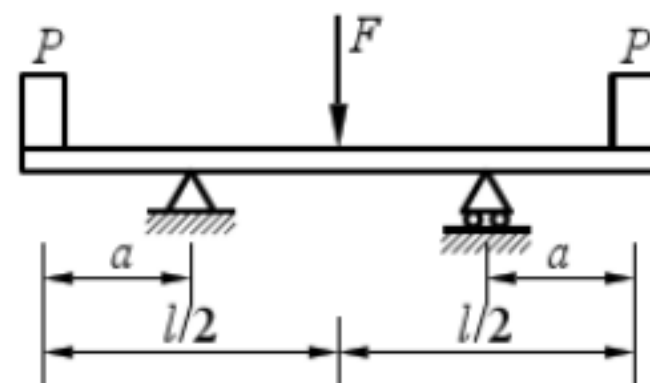
- (A) 剪力图、弯矩图都改变;
(B) 剪力图不变, 只弯矩图改变;
(C) 弯矩图不变, 只剪力图改变;
(D) 剪力图、弯矩图都不变。



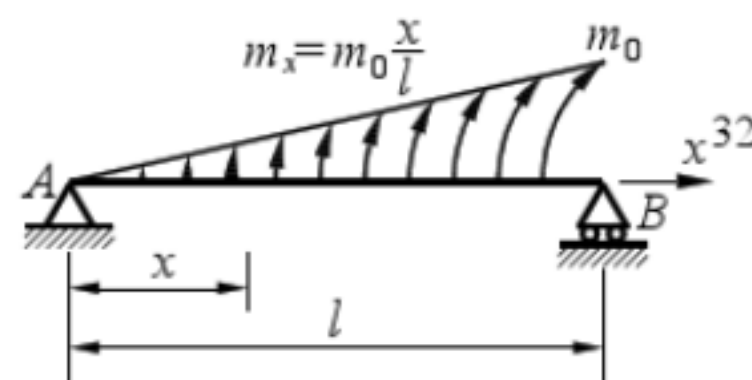
5. 图示梁 C 截面弯矩 $M_C =$ _____; 为使 $M_C = 0$, 则 $M_e =$ _____; 为使全梁不出现正弯矩, 则 $M_e \geq$ _____。



6. 图示梁, 已知 F 、 l 、 a 。使梁的最大弯矩为最小时, 梁端重量 $P =$ _____。



7. 图示梁受分布力偶作用, 其值沿轴线按线性规律分

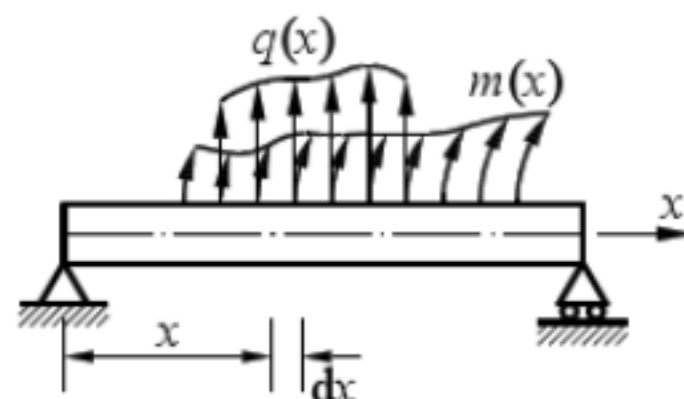


布, 则 B 端支反力为_____, 弯矩图为_____次曲线, $|M|_{\max}$ 发生在_____处。

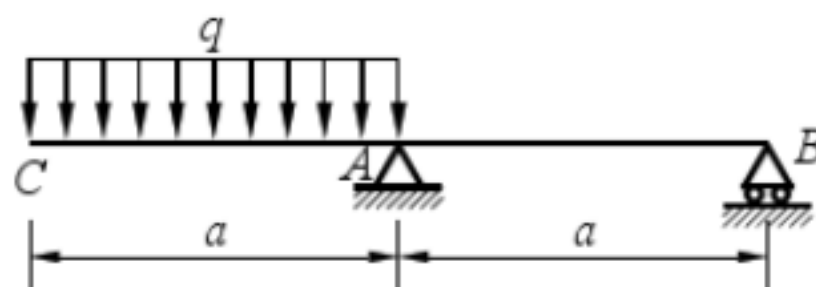
8. 图示梁, $m(x)$ 为沿梁长每单位长度上的力偶矩值,

$m(x)$ 、 $q(x)$ 、 $F_S(x)$ 和 $M(x)$ 之间的微分关系为:

$$\frac{dF_S(x)}{dx} = \underline{\hspace{2cm}}; \quad \frac{dM(x)}{dx} = \underline{\hspace{2cm}}。$$

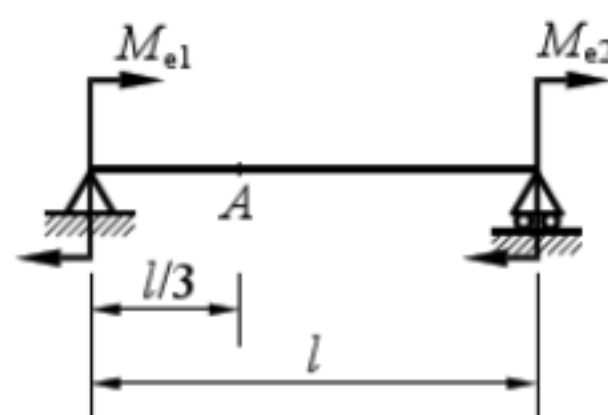


9. 外伸梁受载如图, 欲使 AB 中点的弯矩等于零时, 需在 B 端加多大的集中力偶矩 (将大小和方向标在图上)。

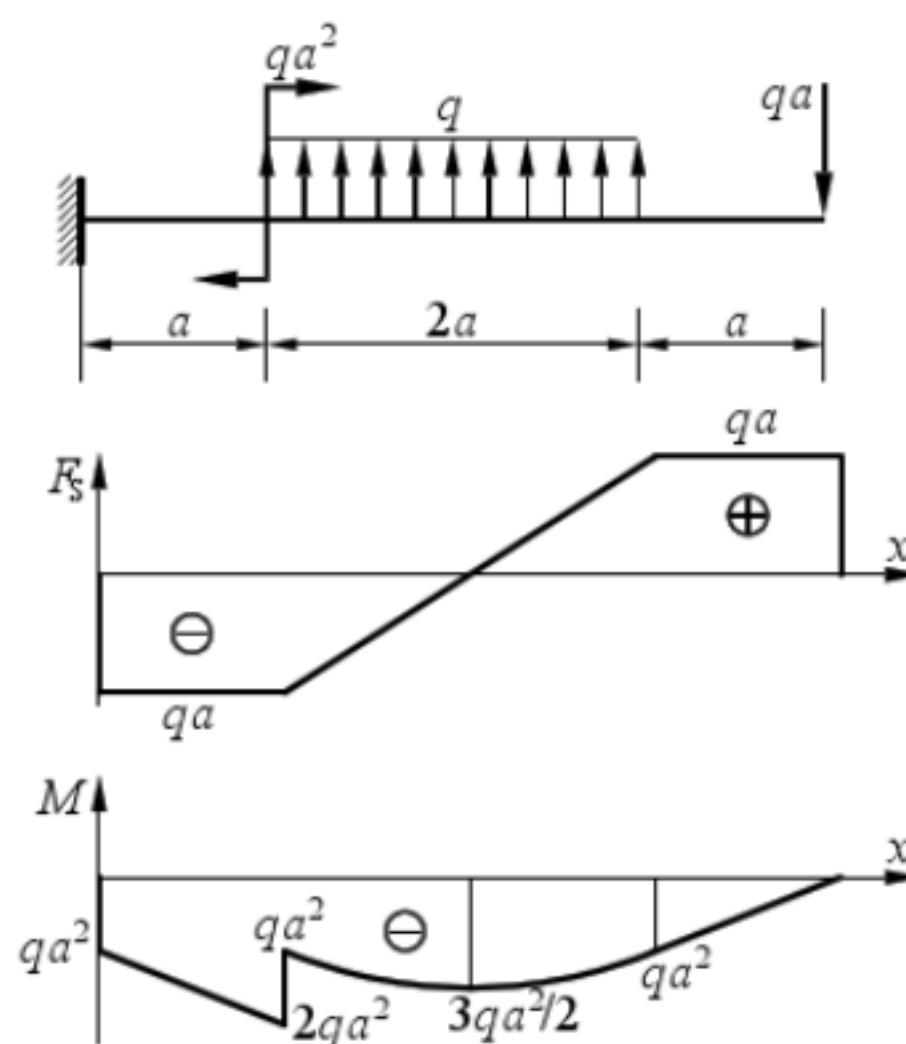
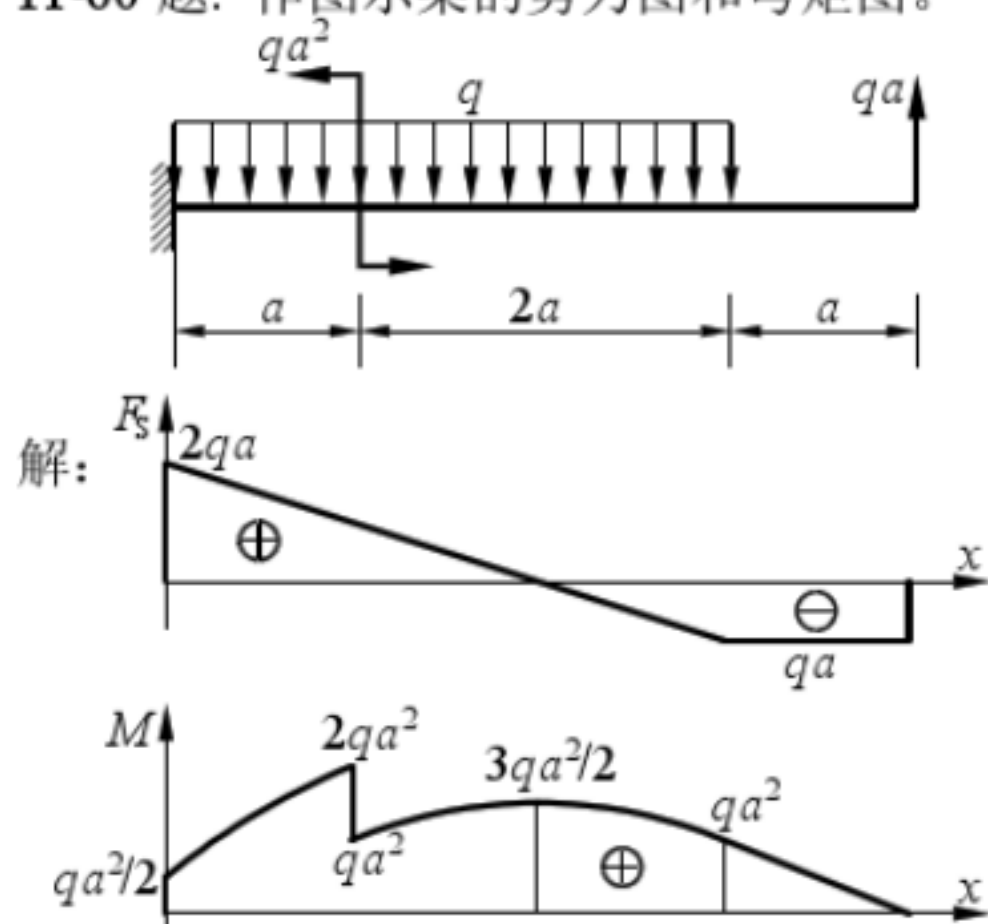


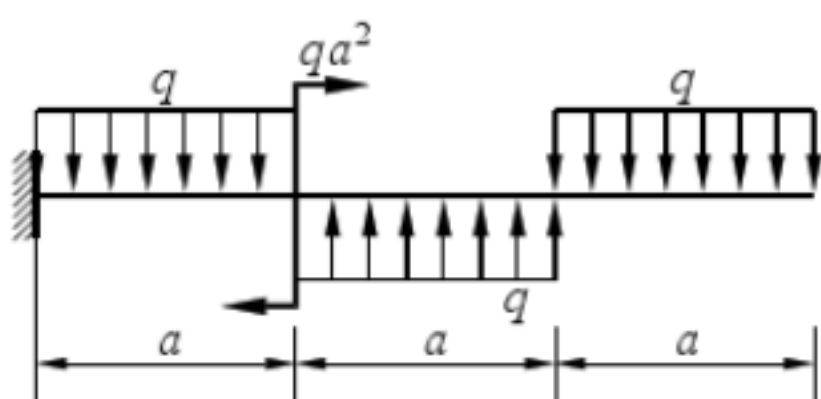
10. 简支梁受载如图, 欲使 A 截面弯矩等于零时, 则

$$M_{e1} / M_{e2} = \underline{\hspace{2cm}}。$$

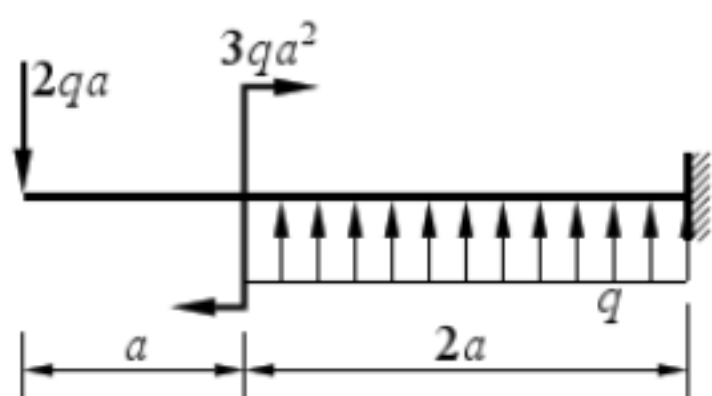
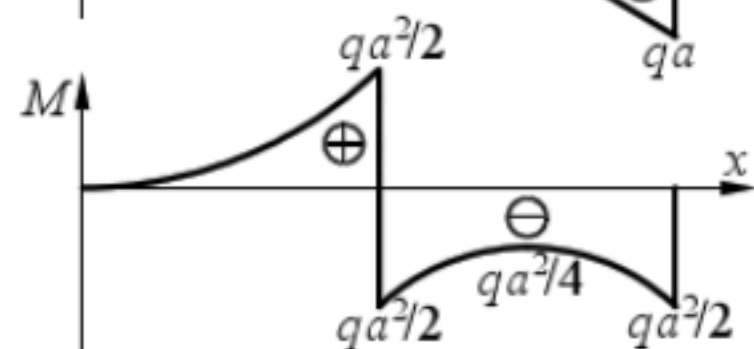
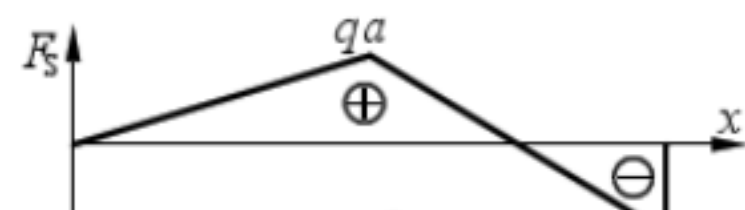
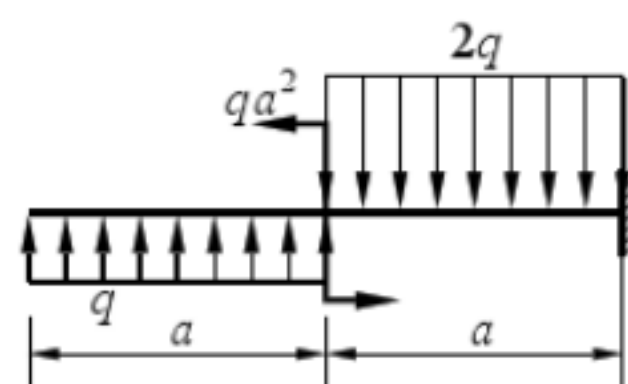
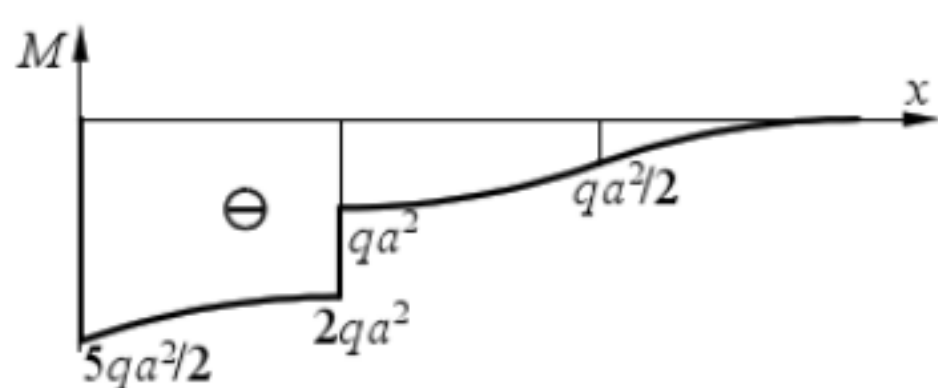
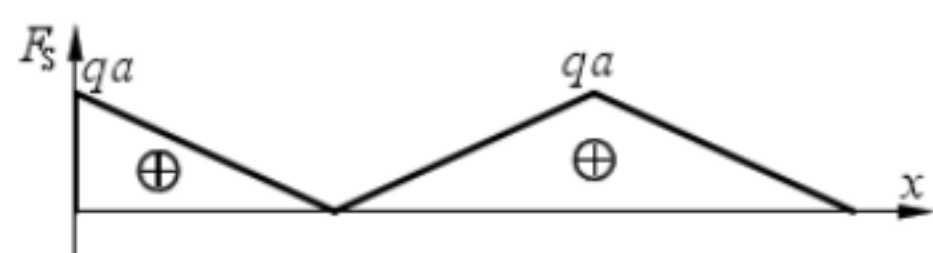


11-60 题. 作图示梁的剪力图和弯矩图。

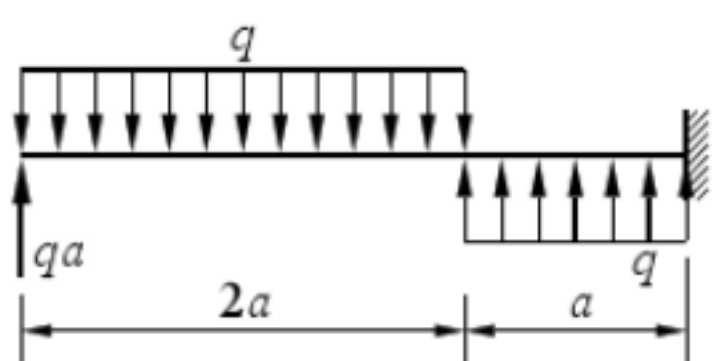
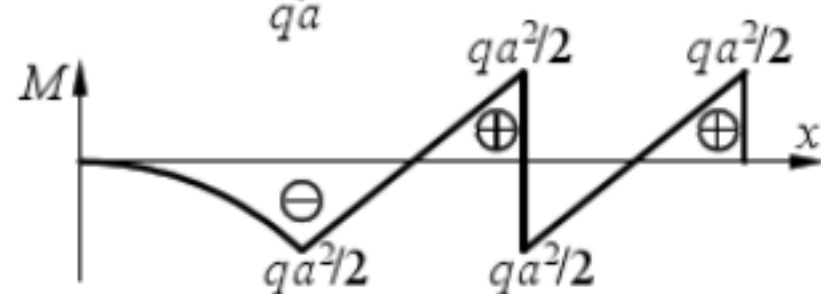
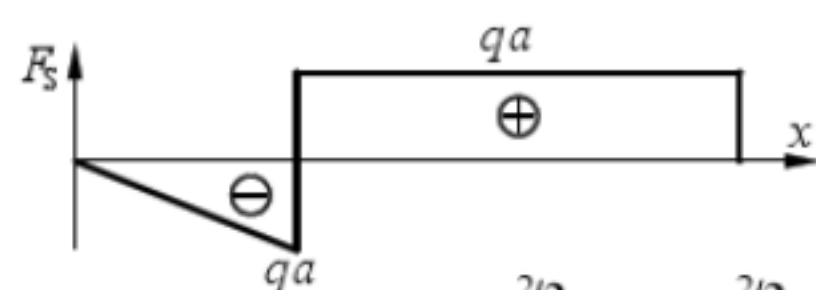
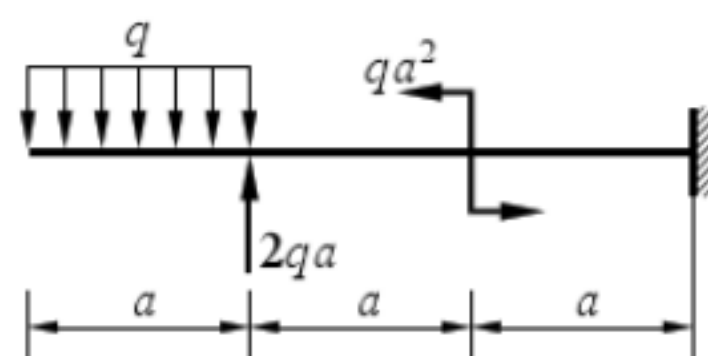
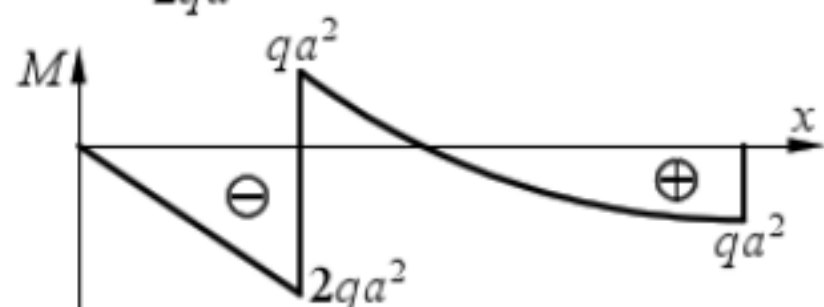




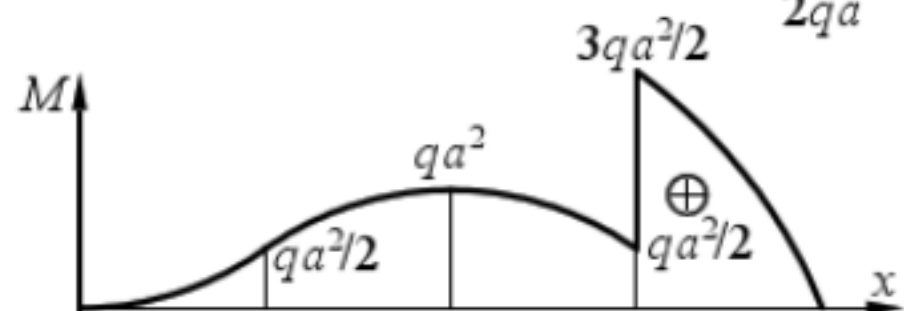
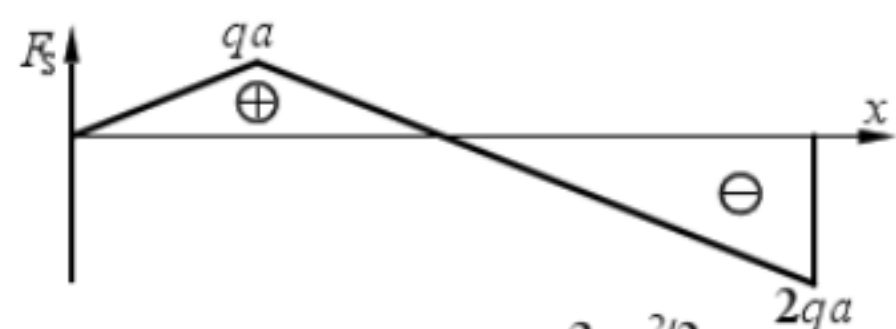
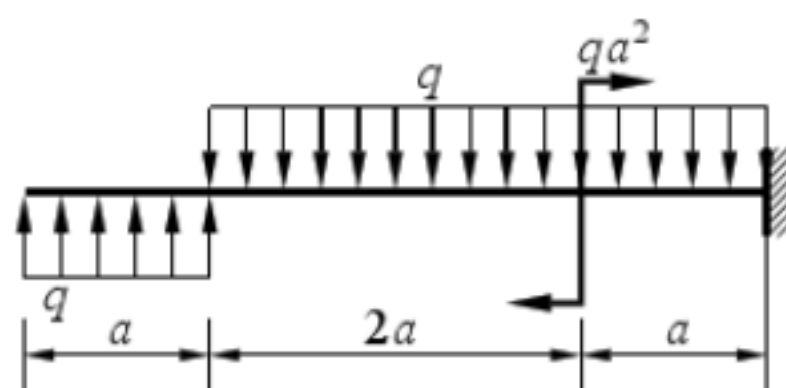
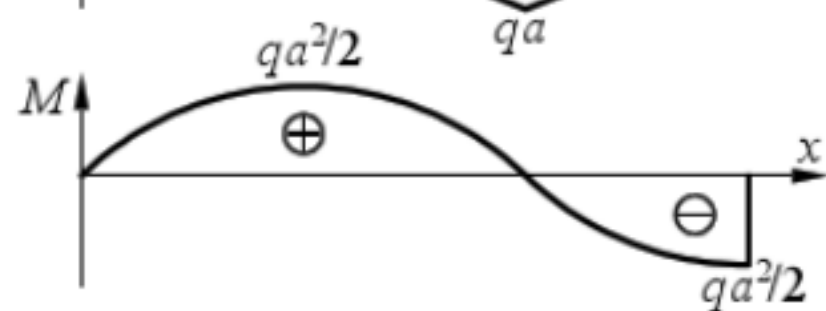
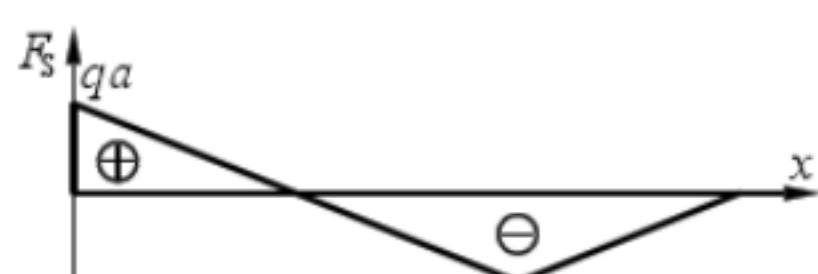
解:

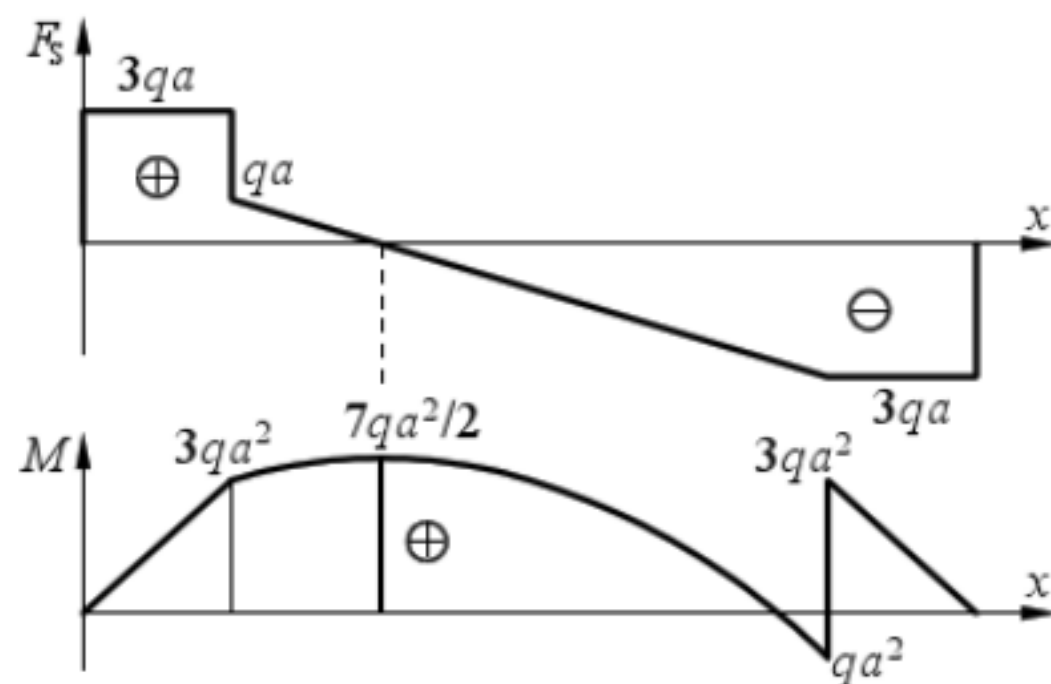
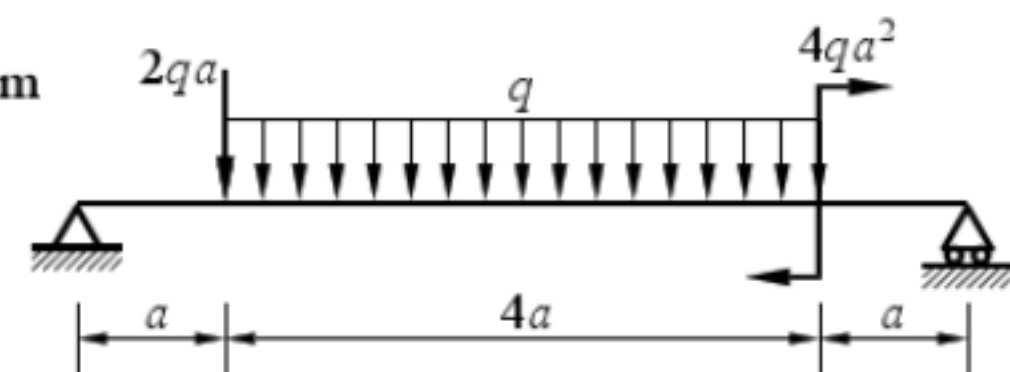
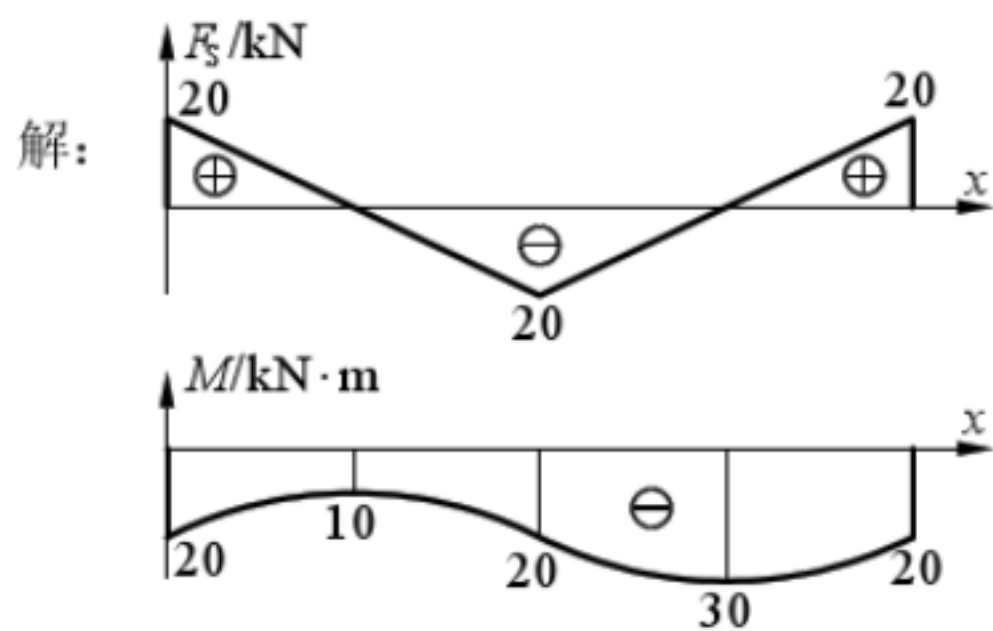
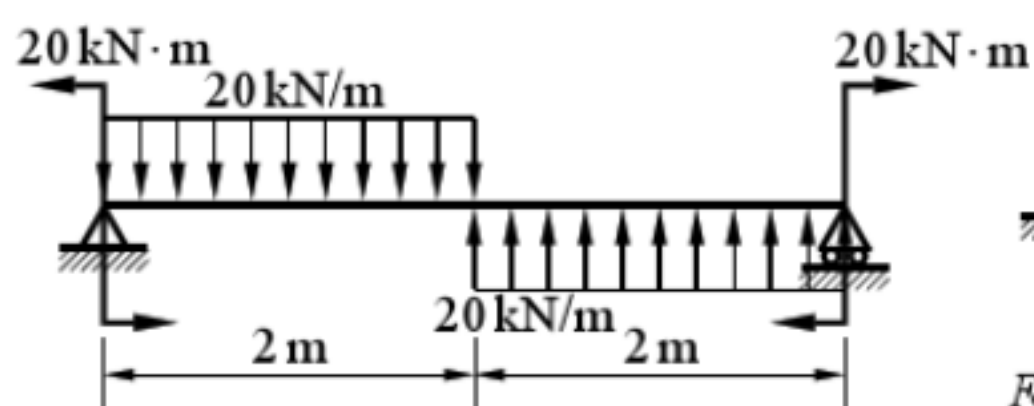
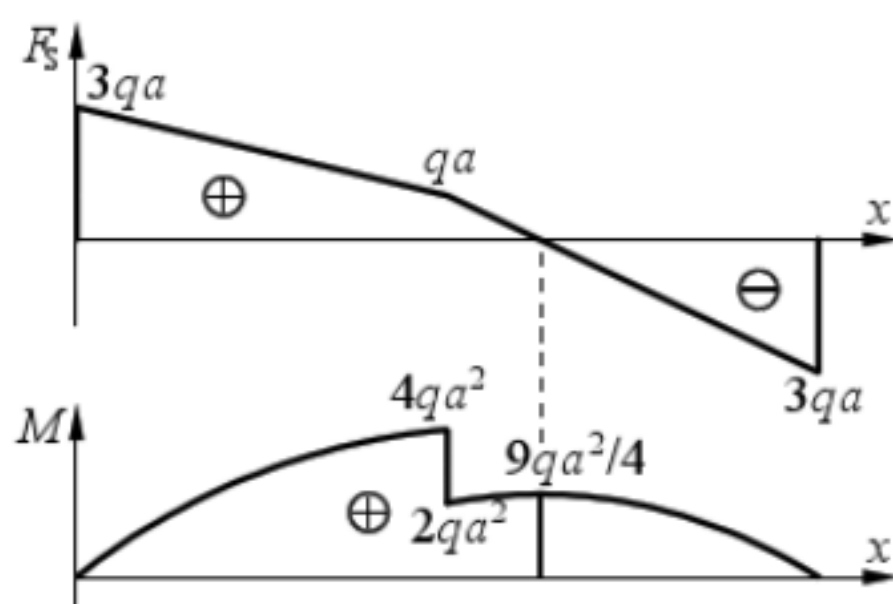
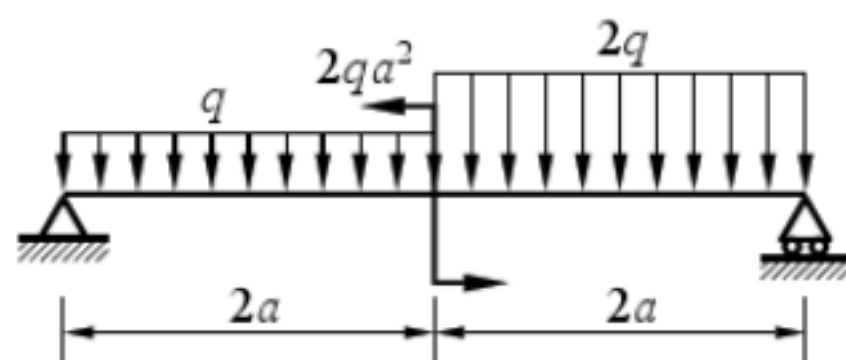
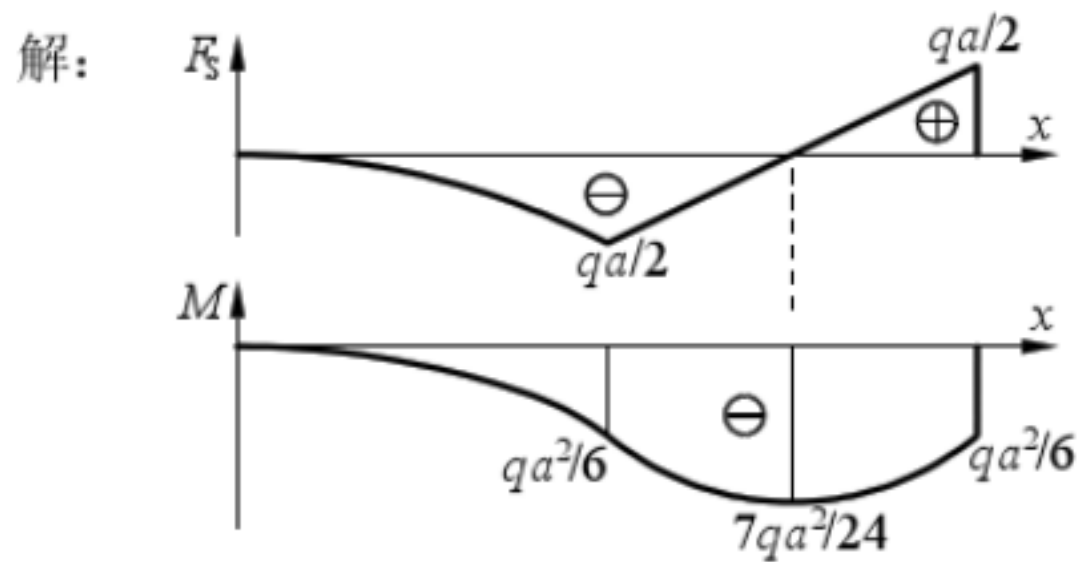
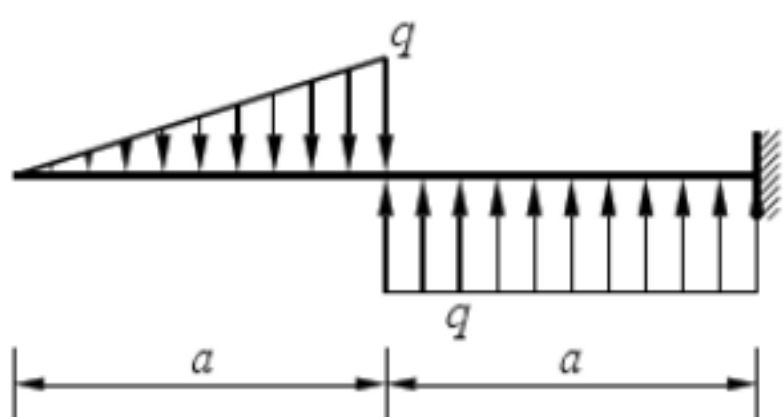
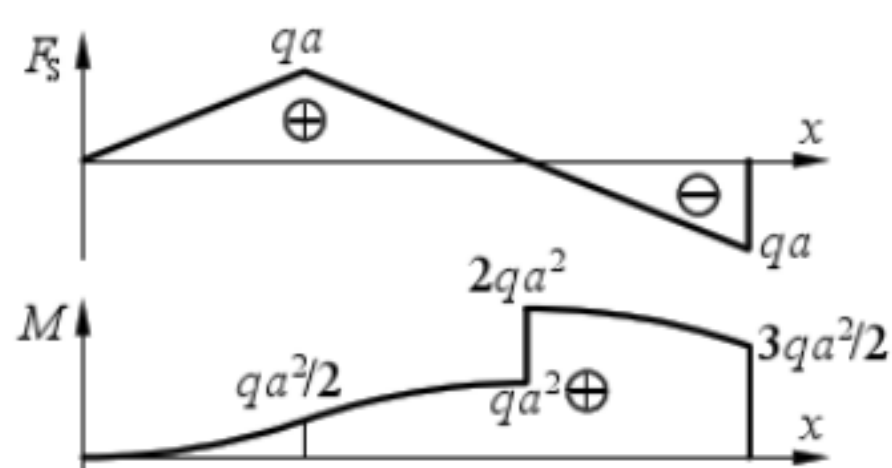
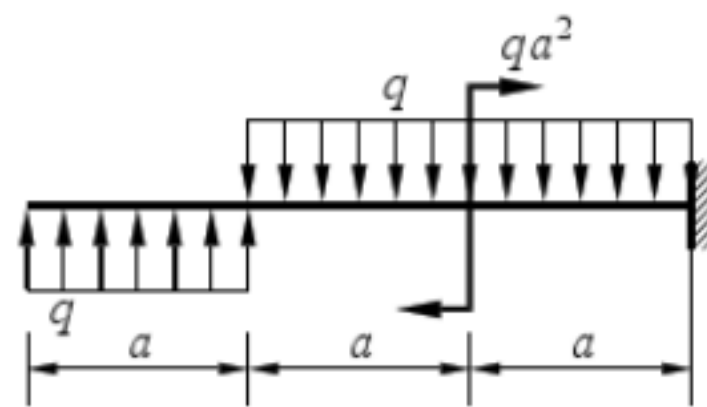
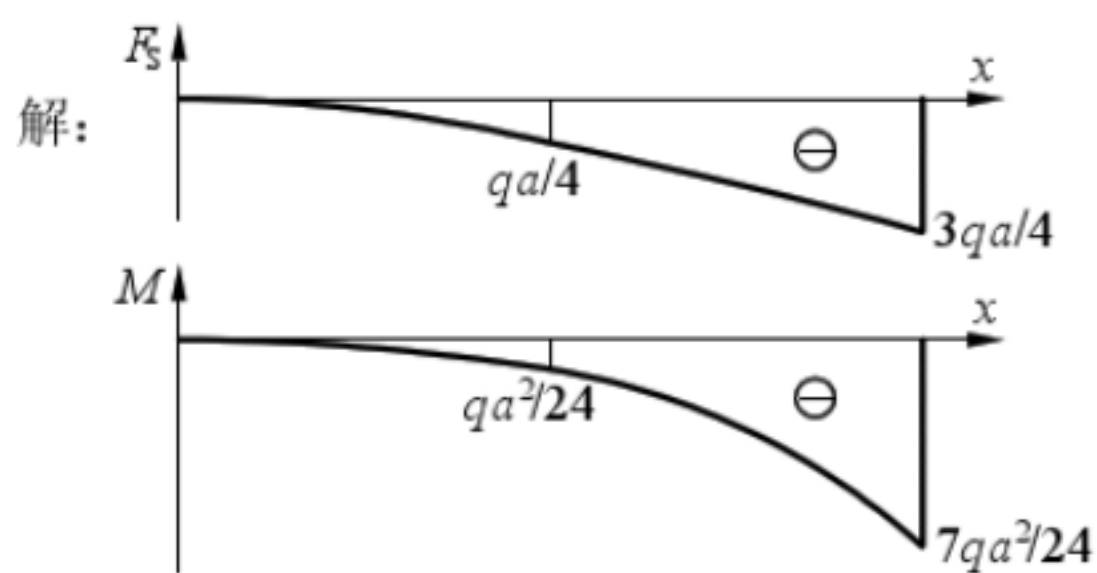
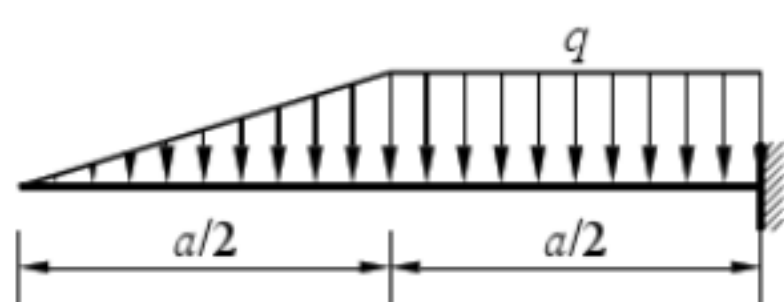


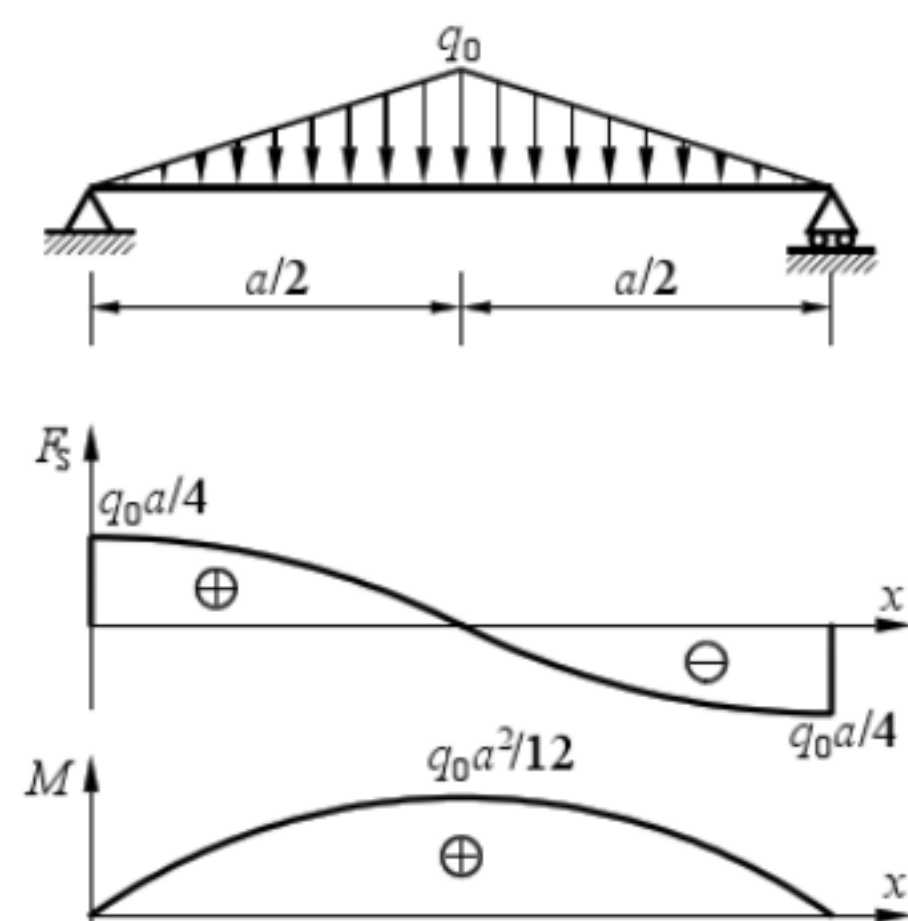
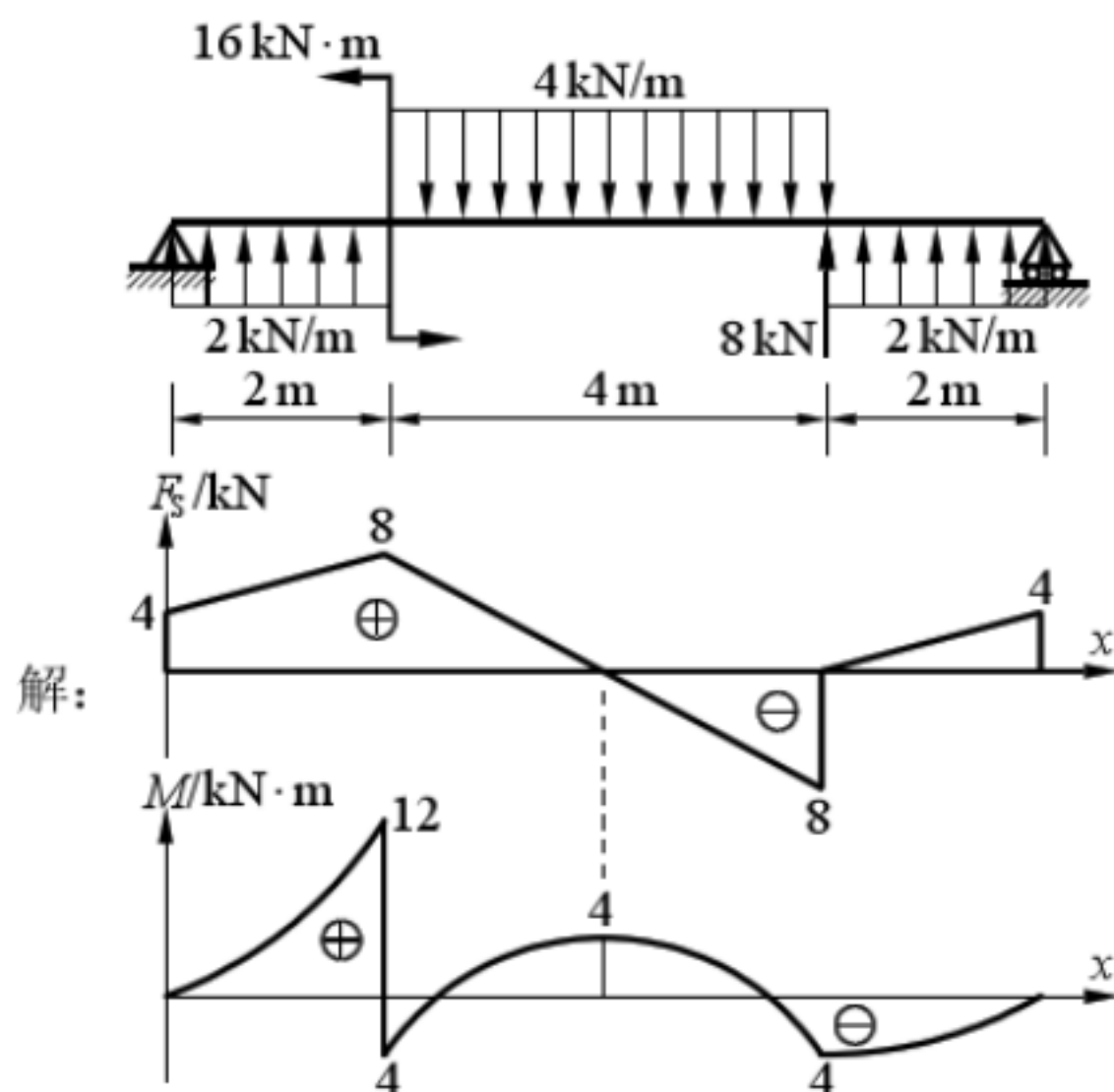
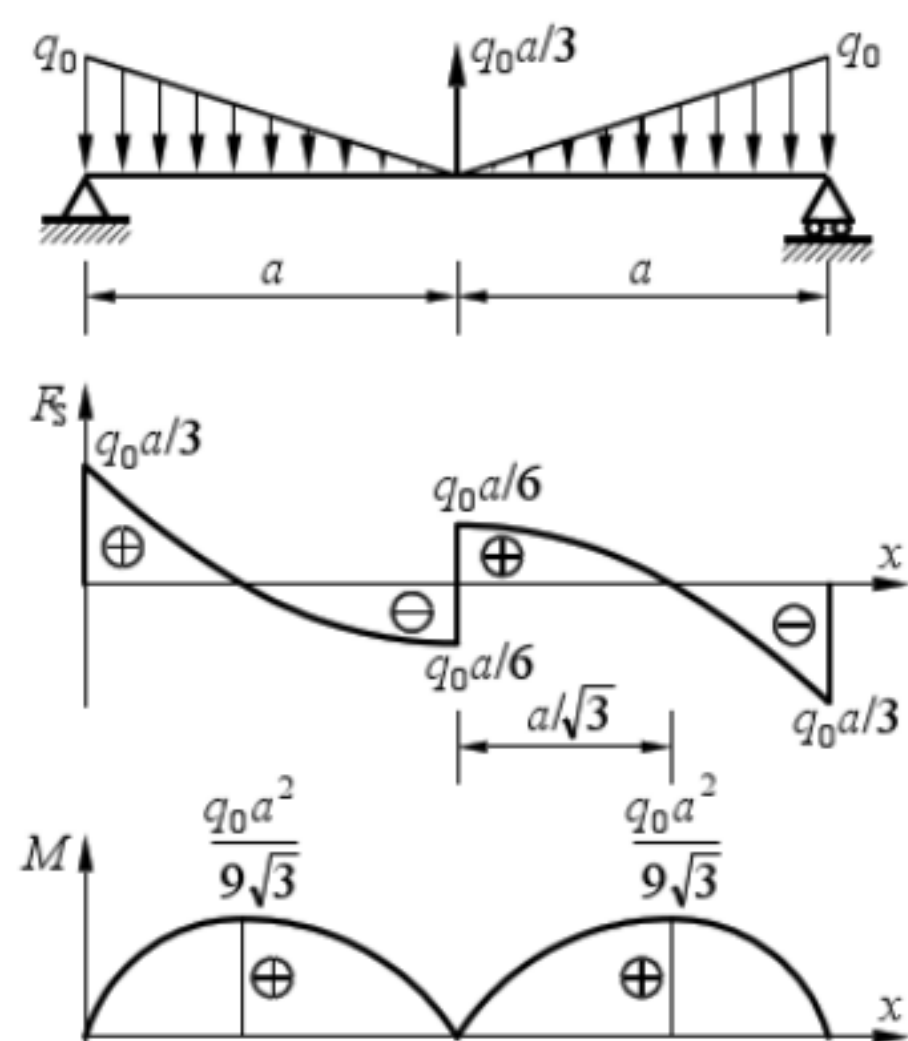
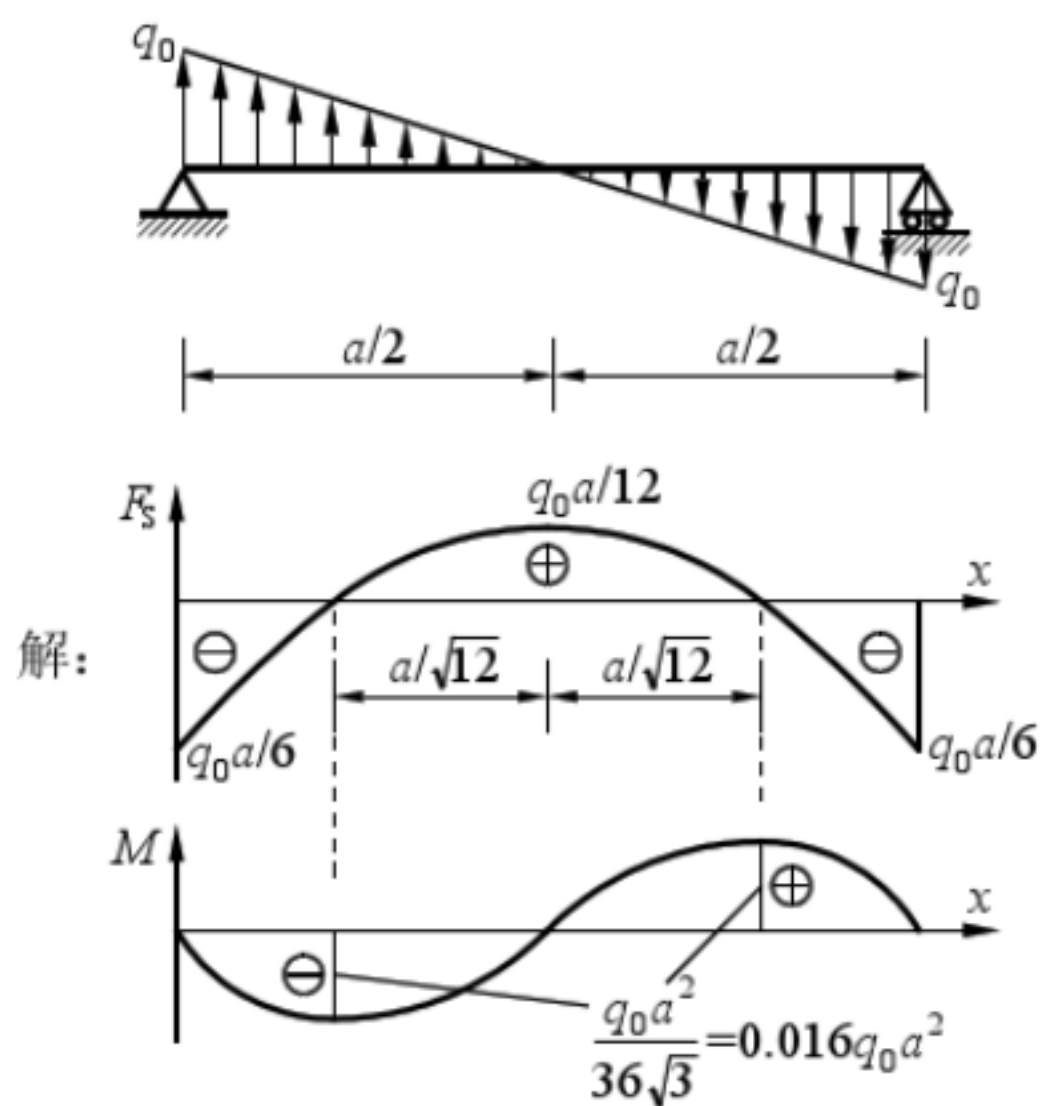
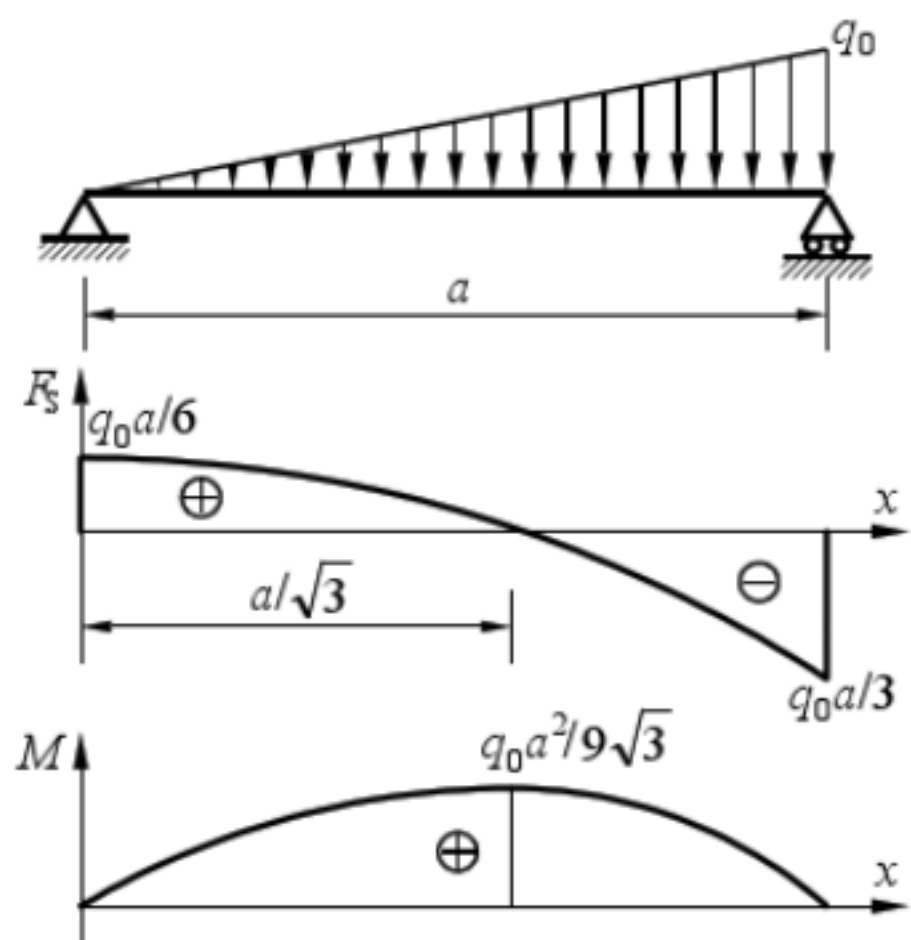
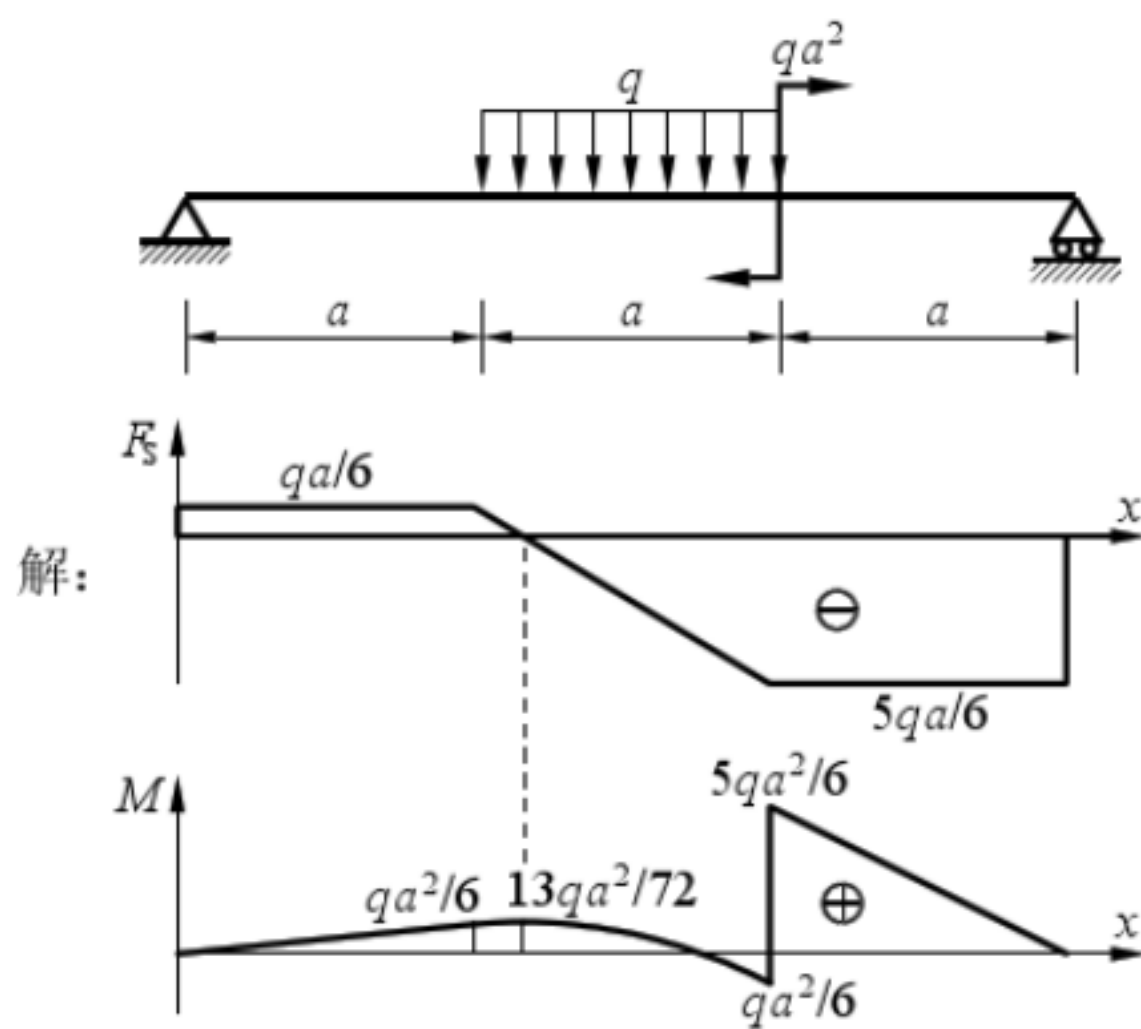
解:

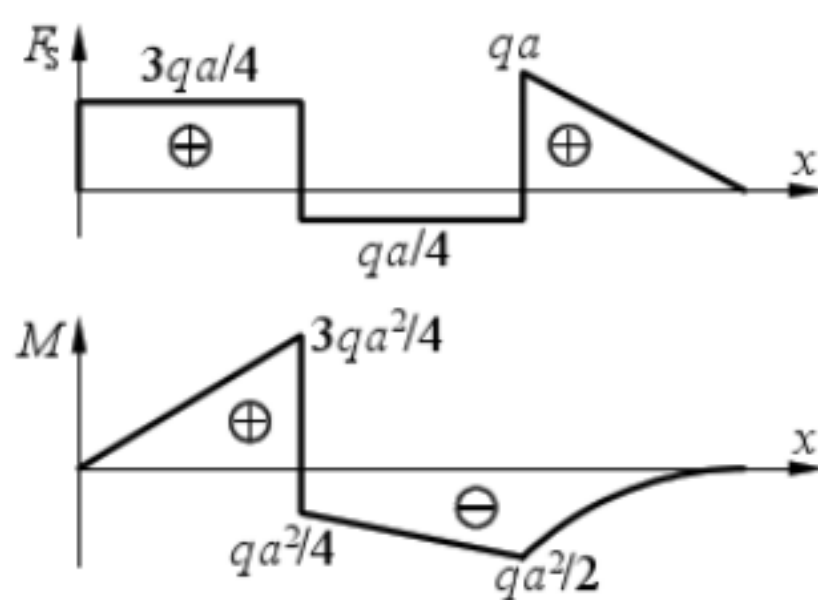
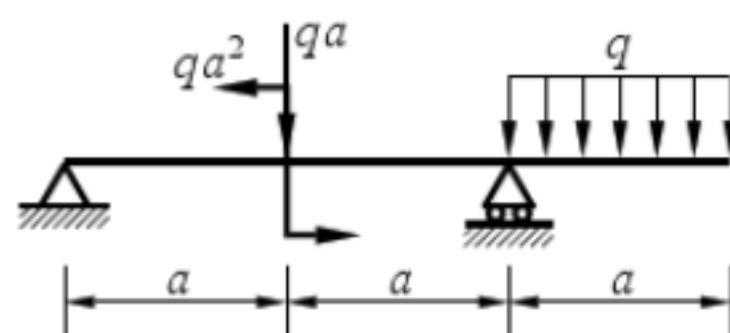
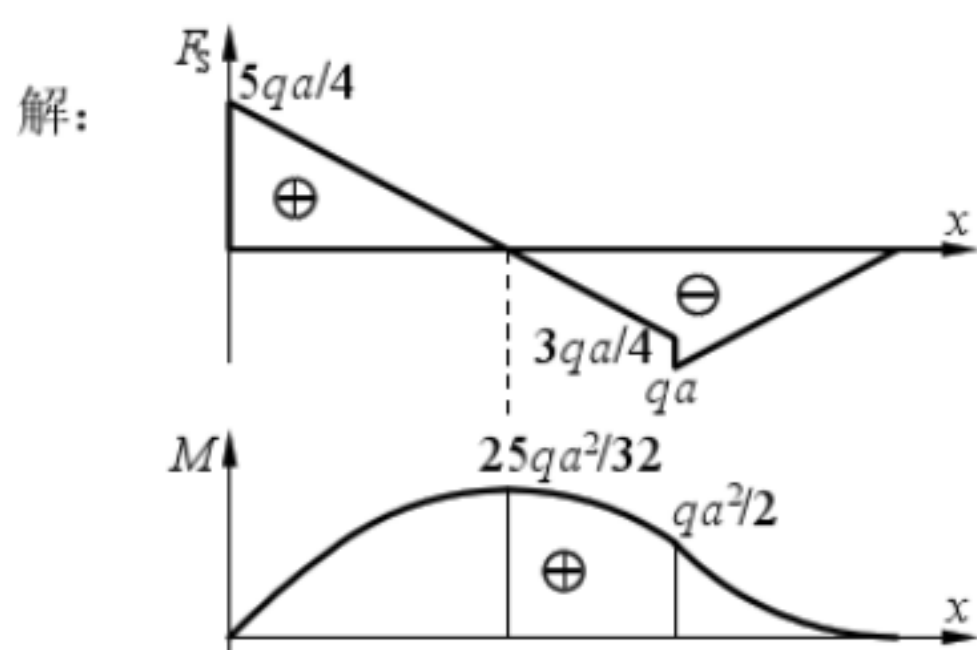
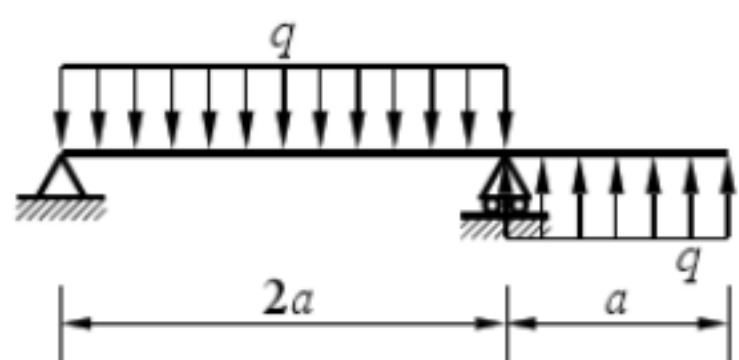
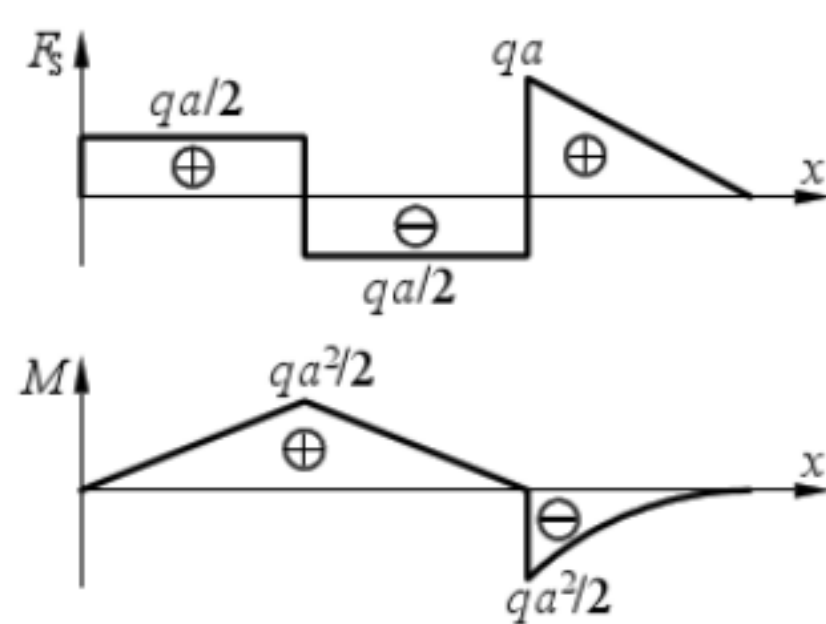
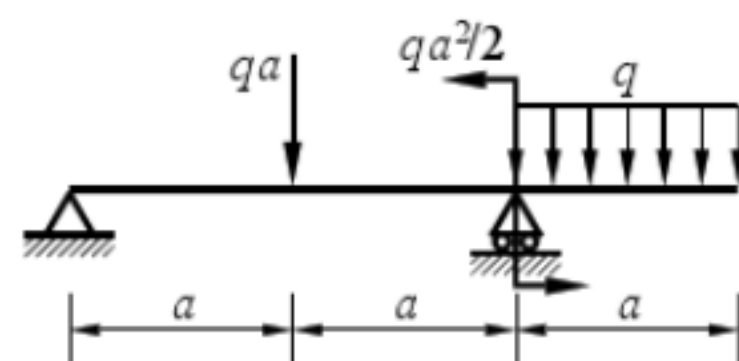
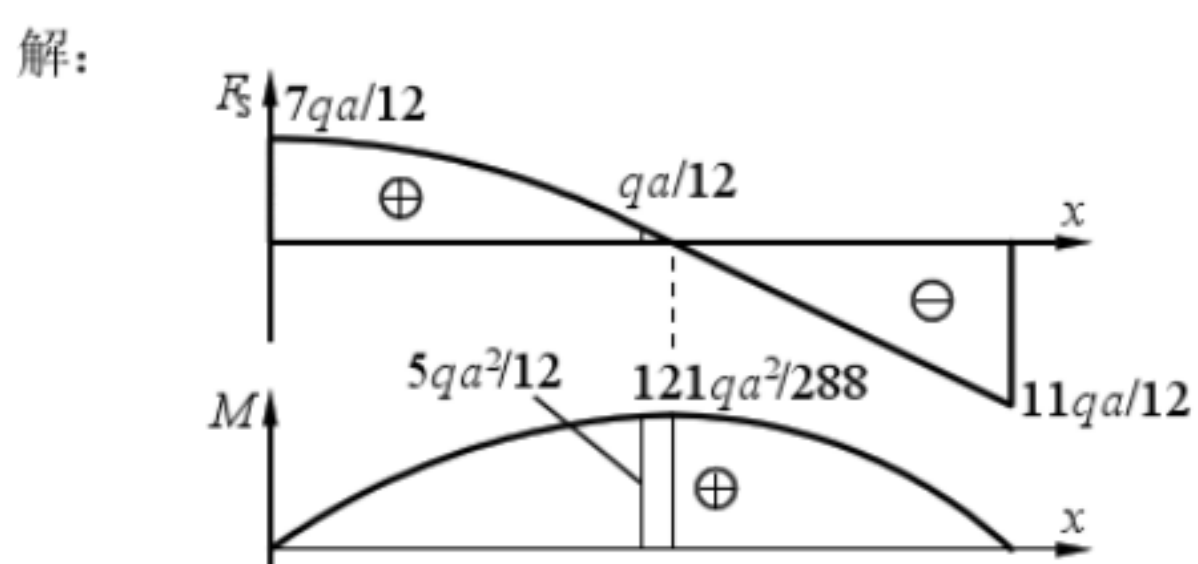
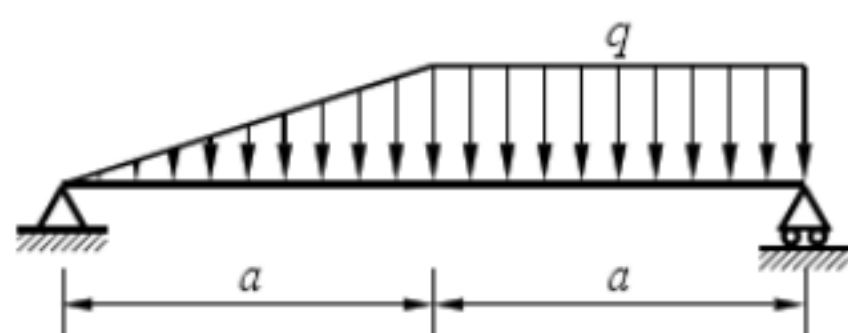
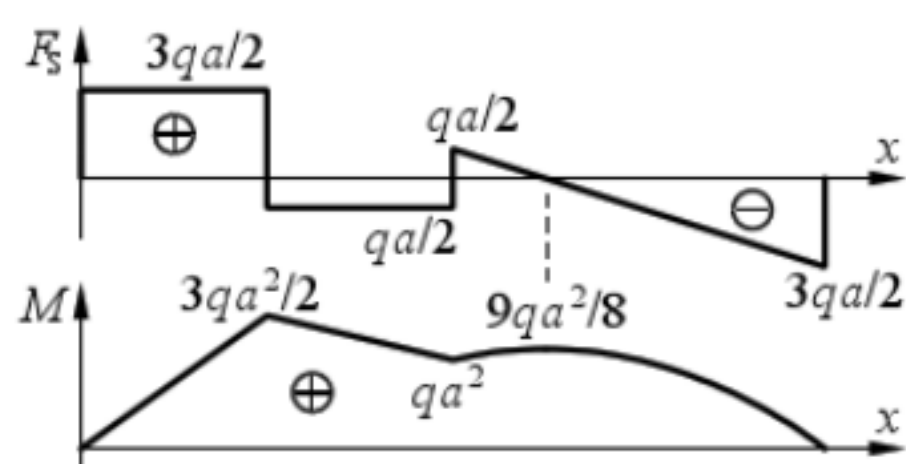
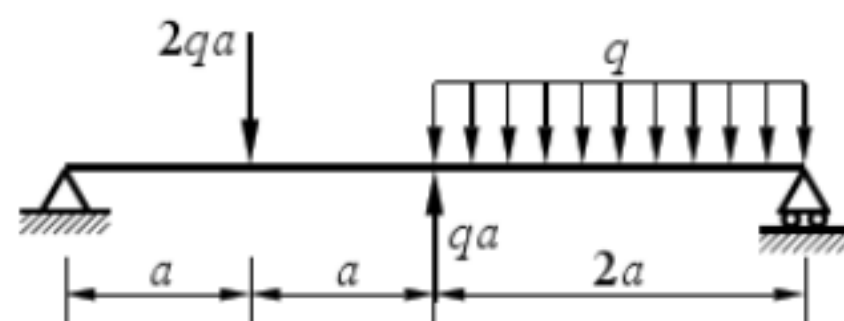
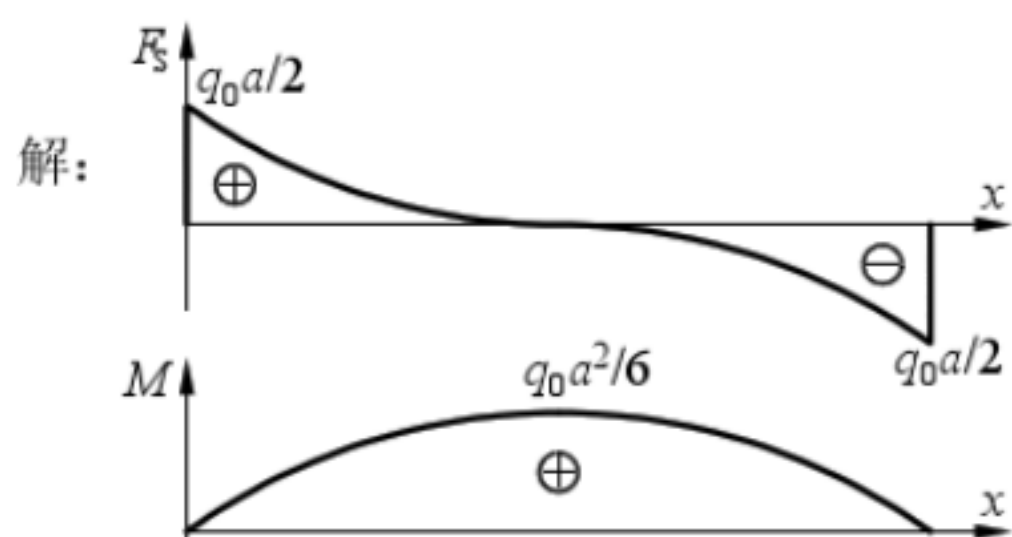


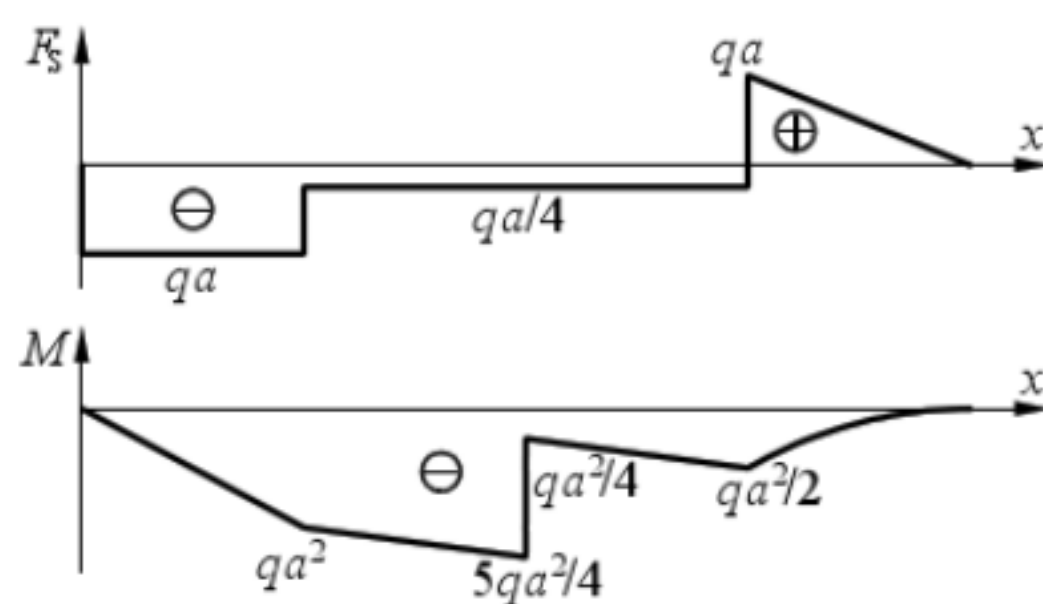
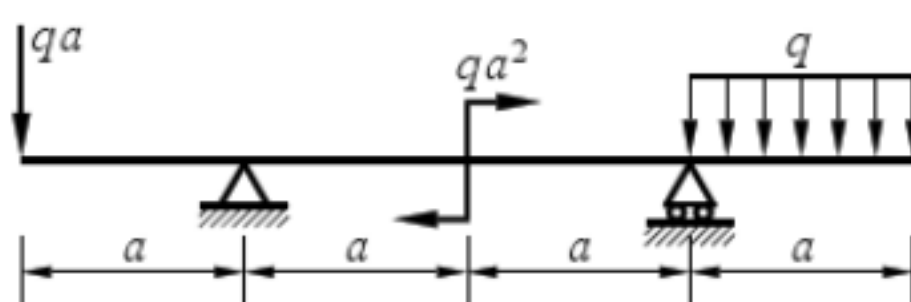
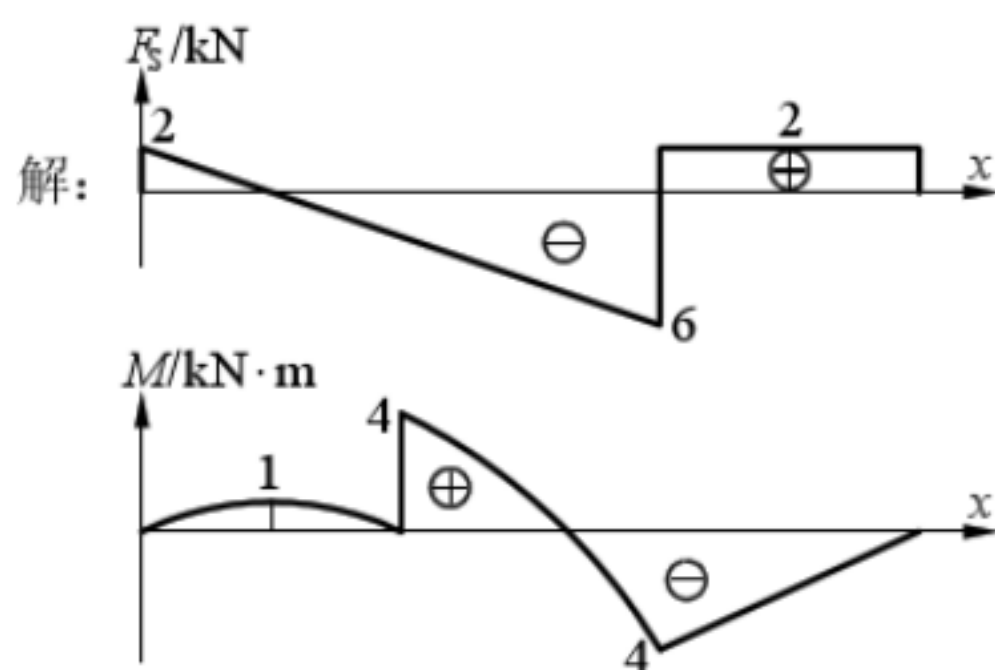
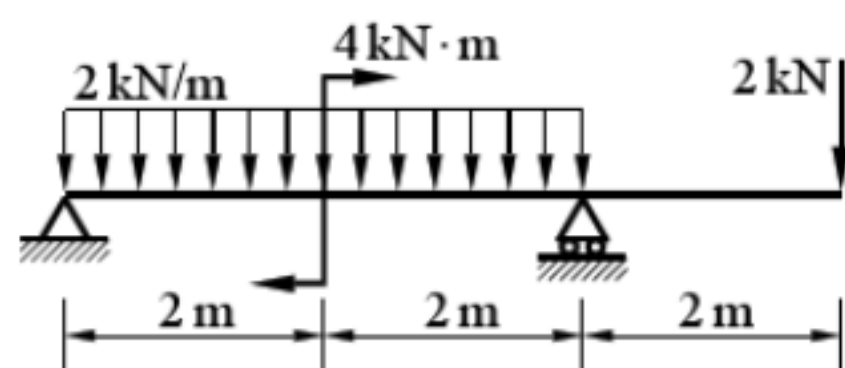
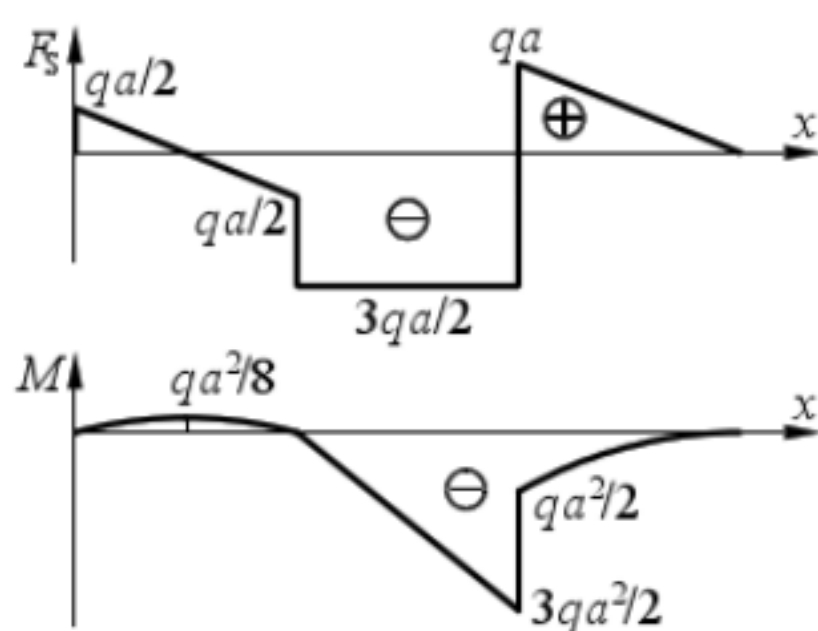
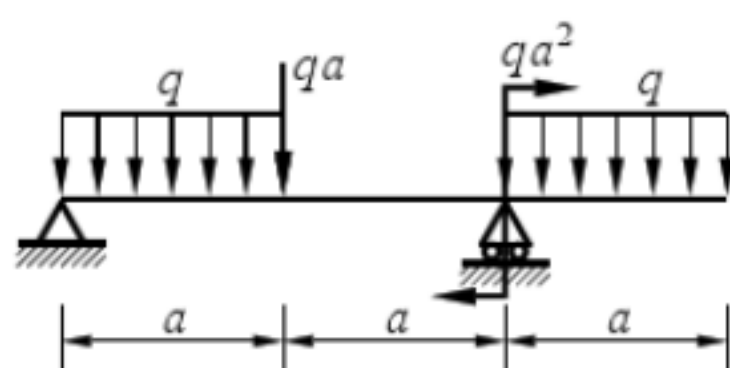
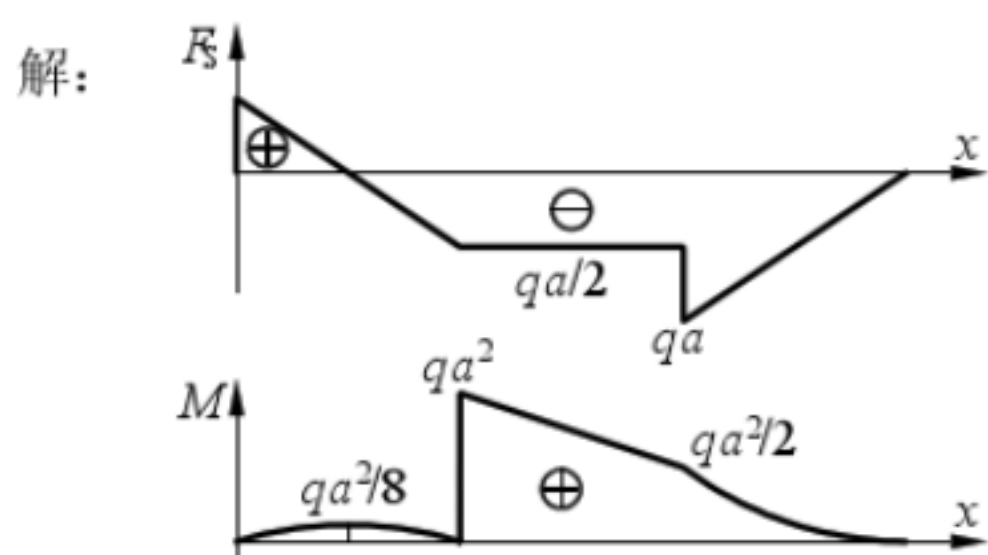
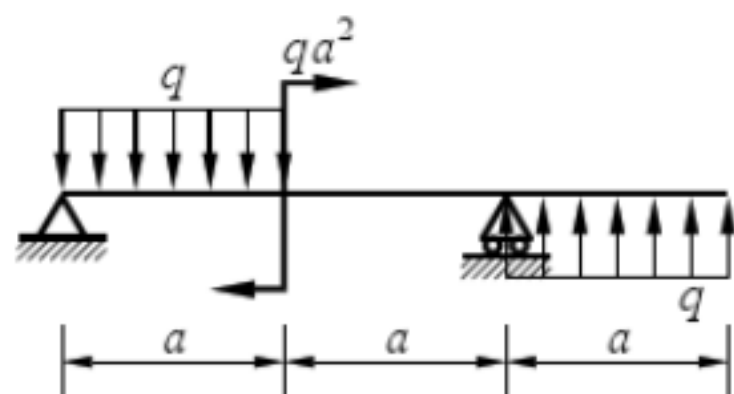
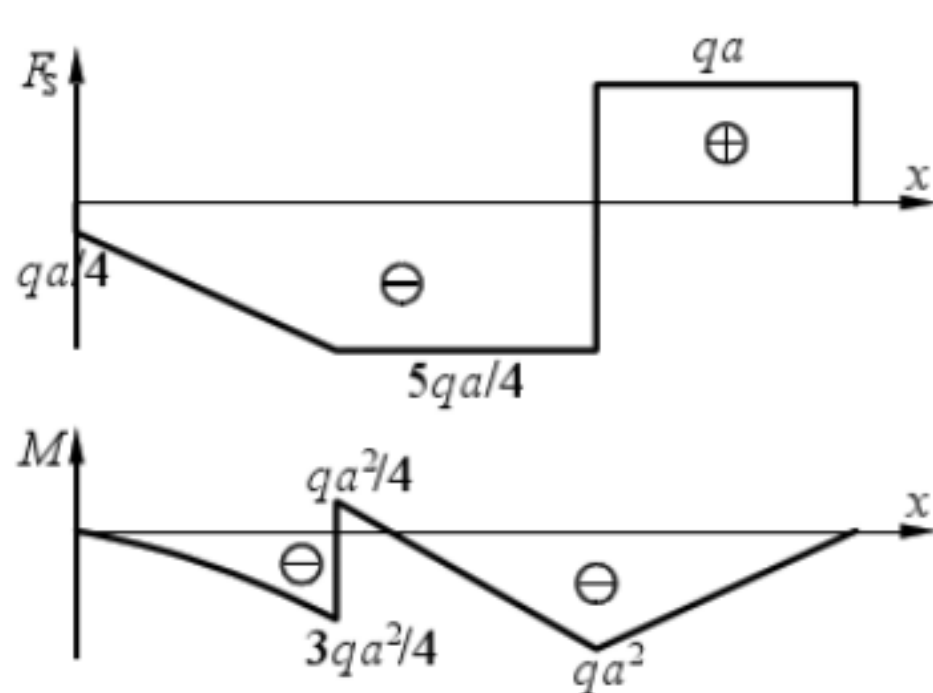
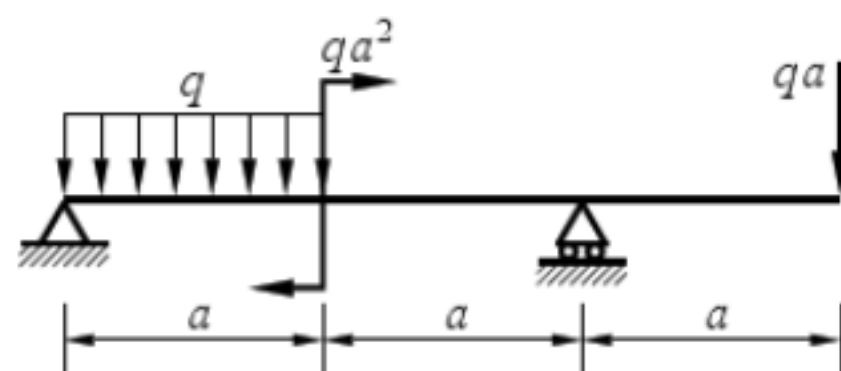
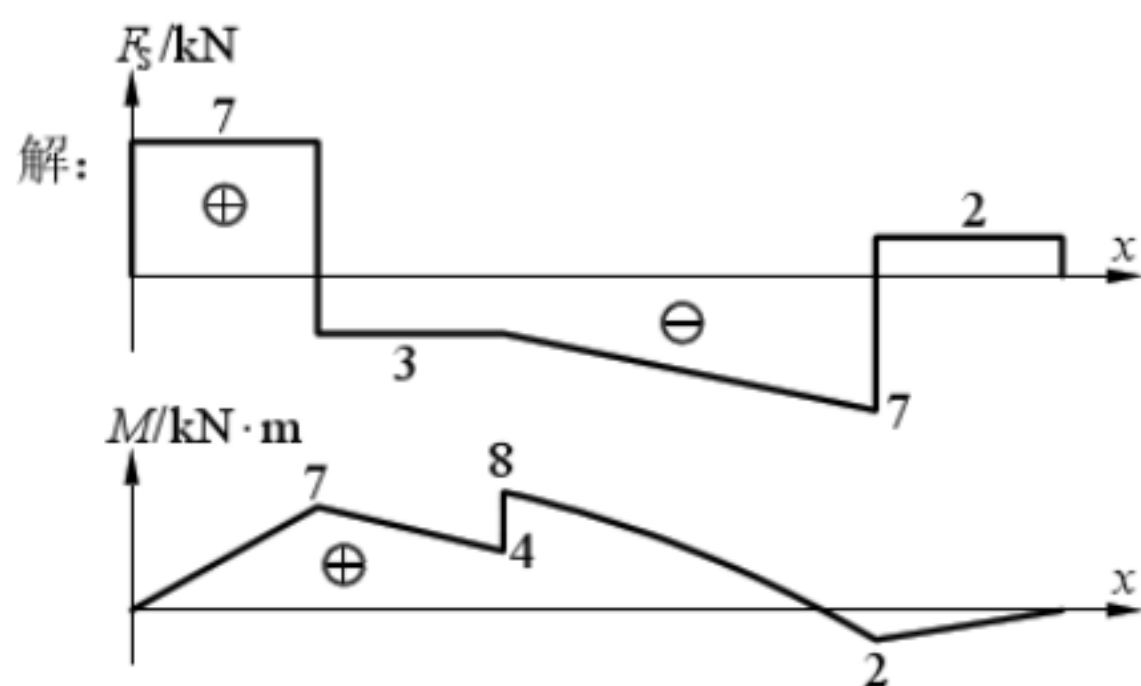
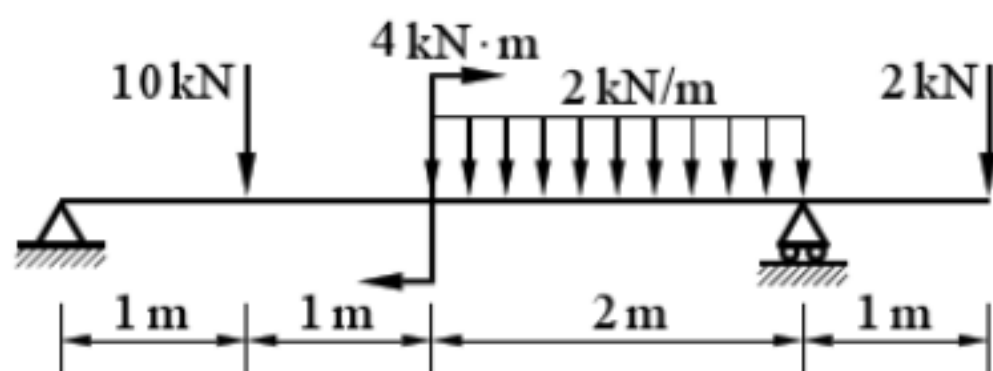
解:

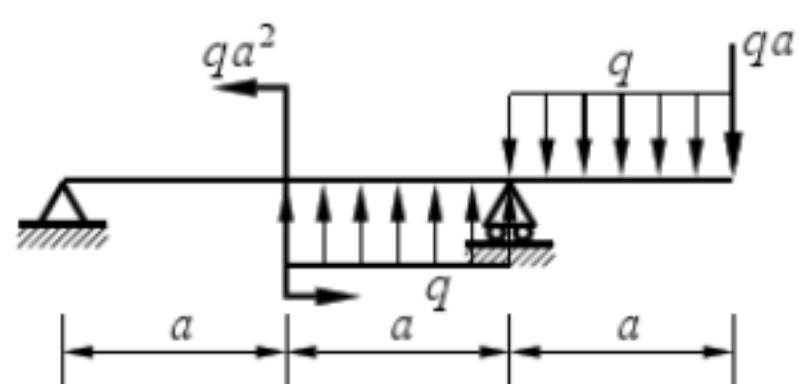




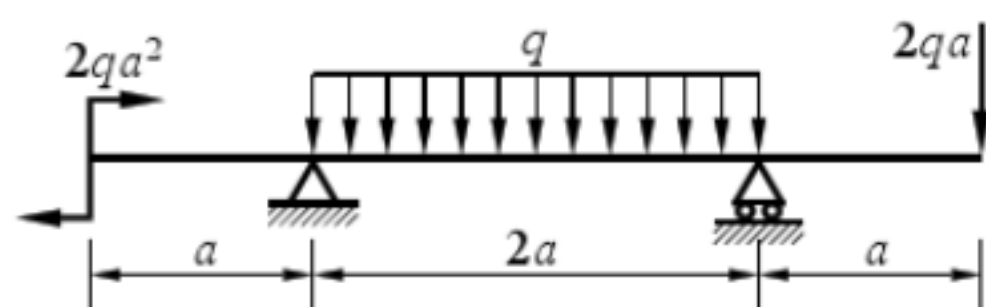
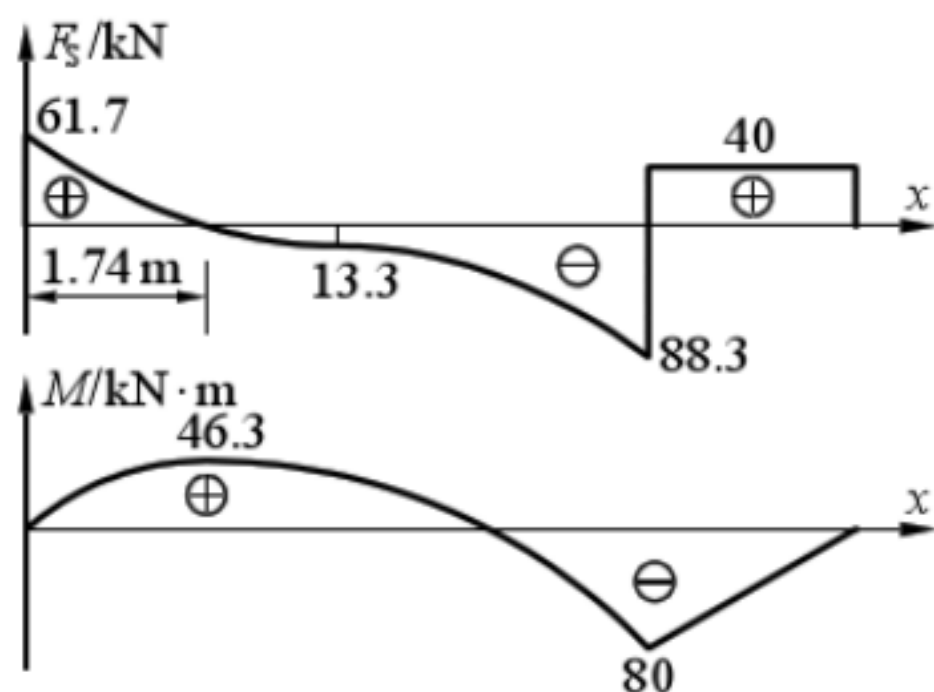
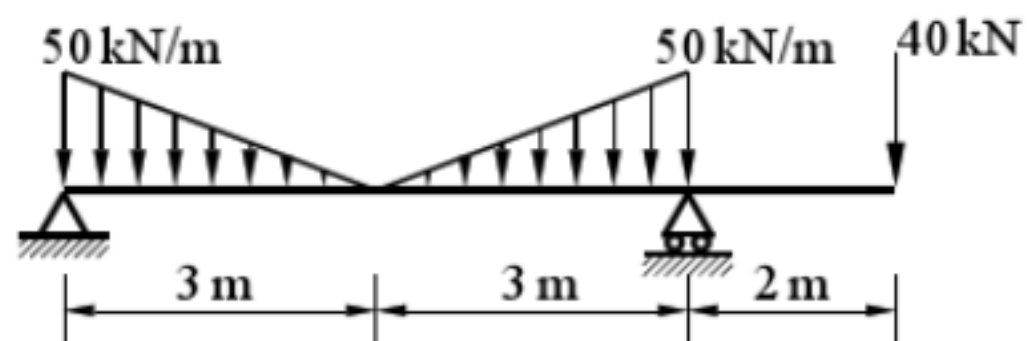
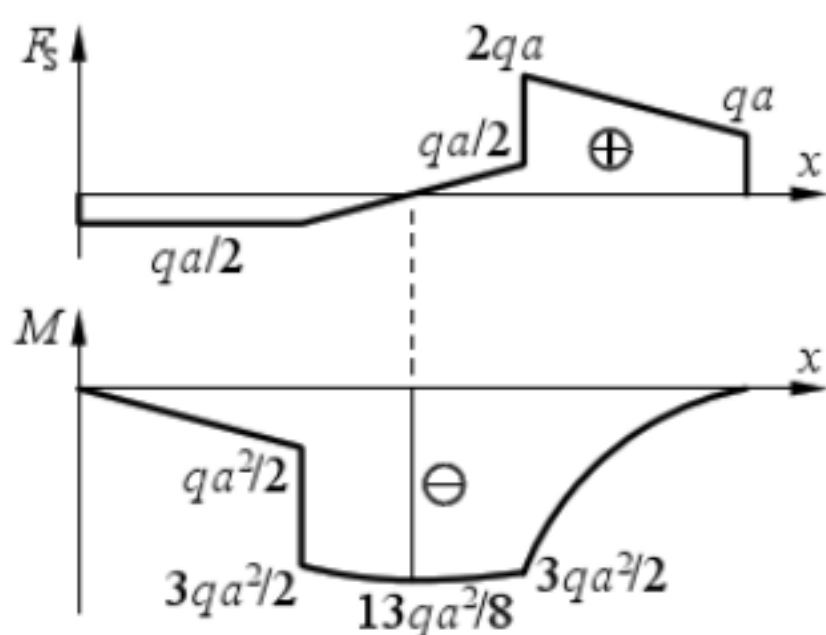




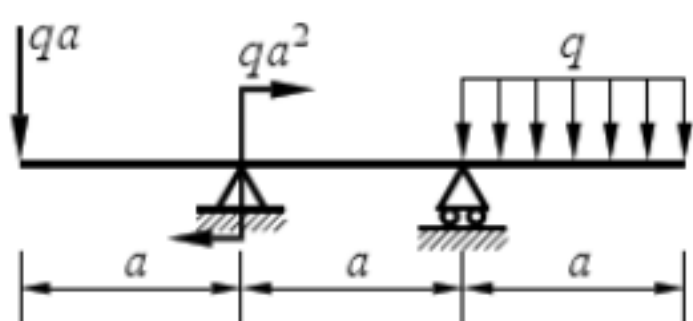
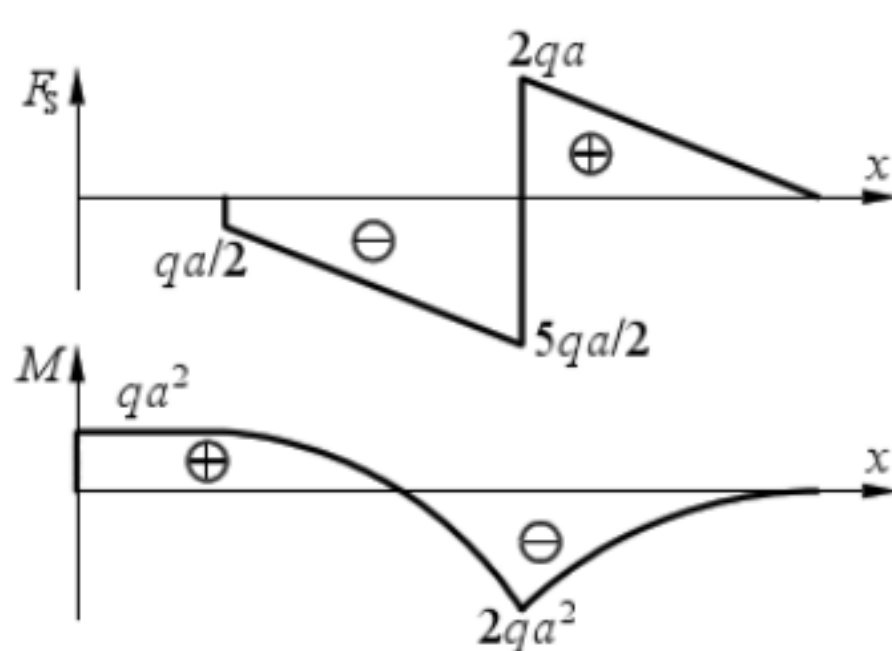
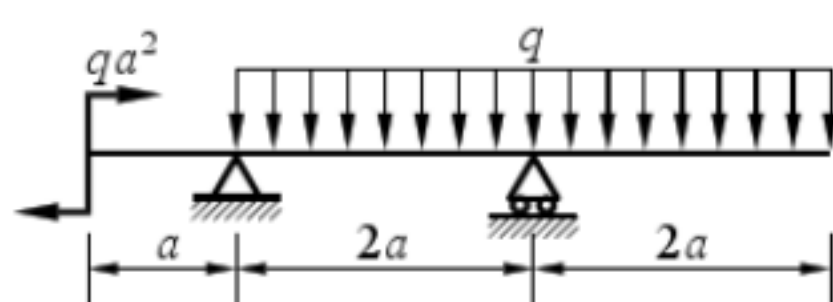
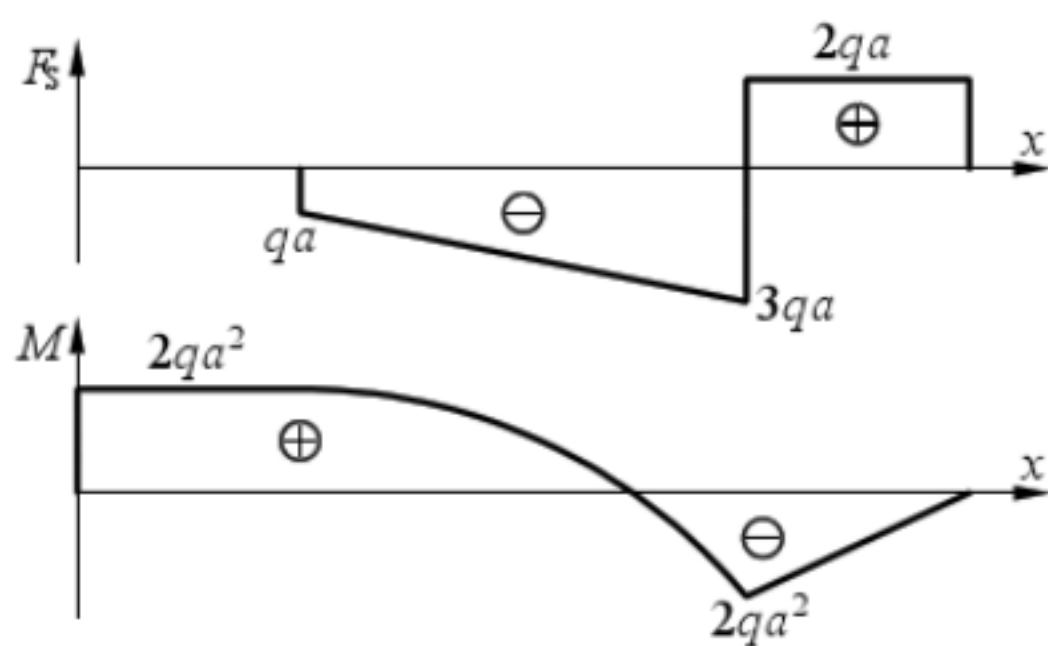




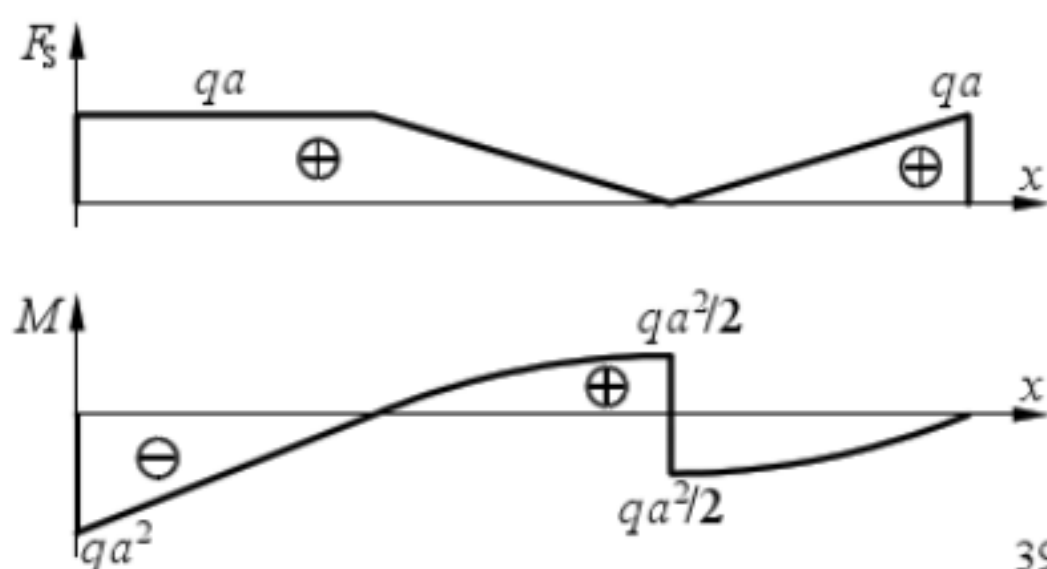
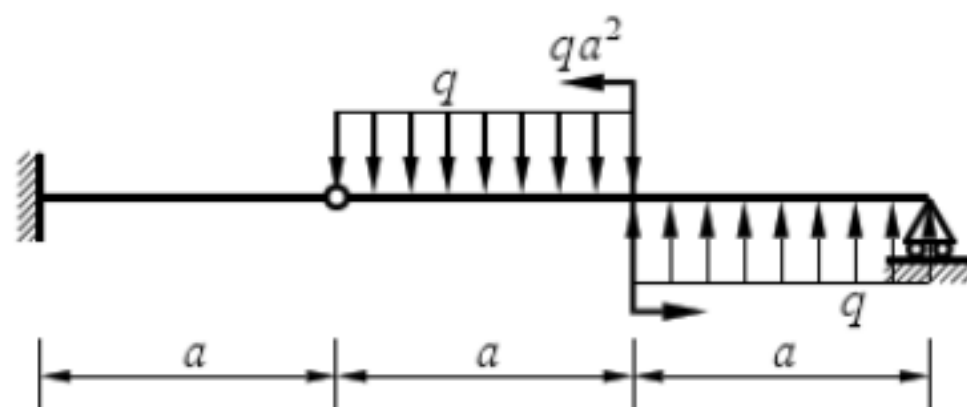
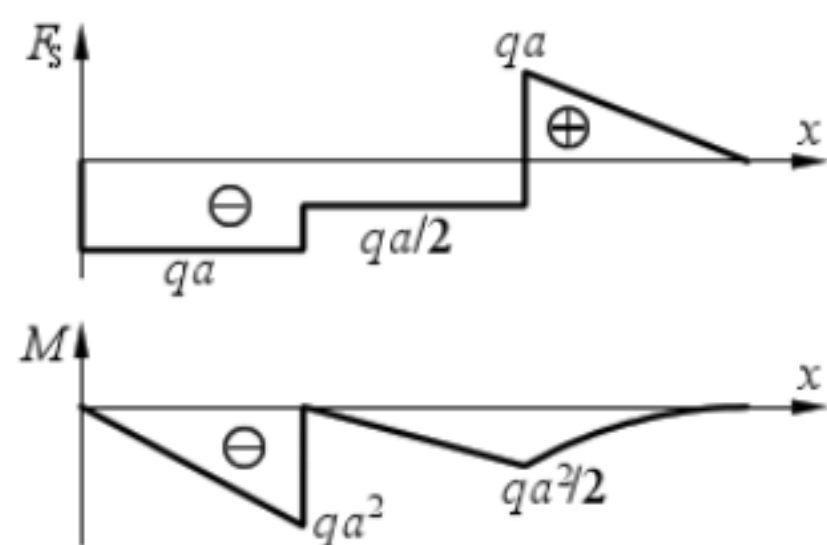
解:

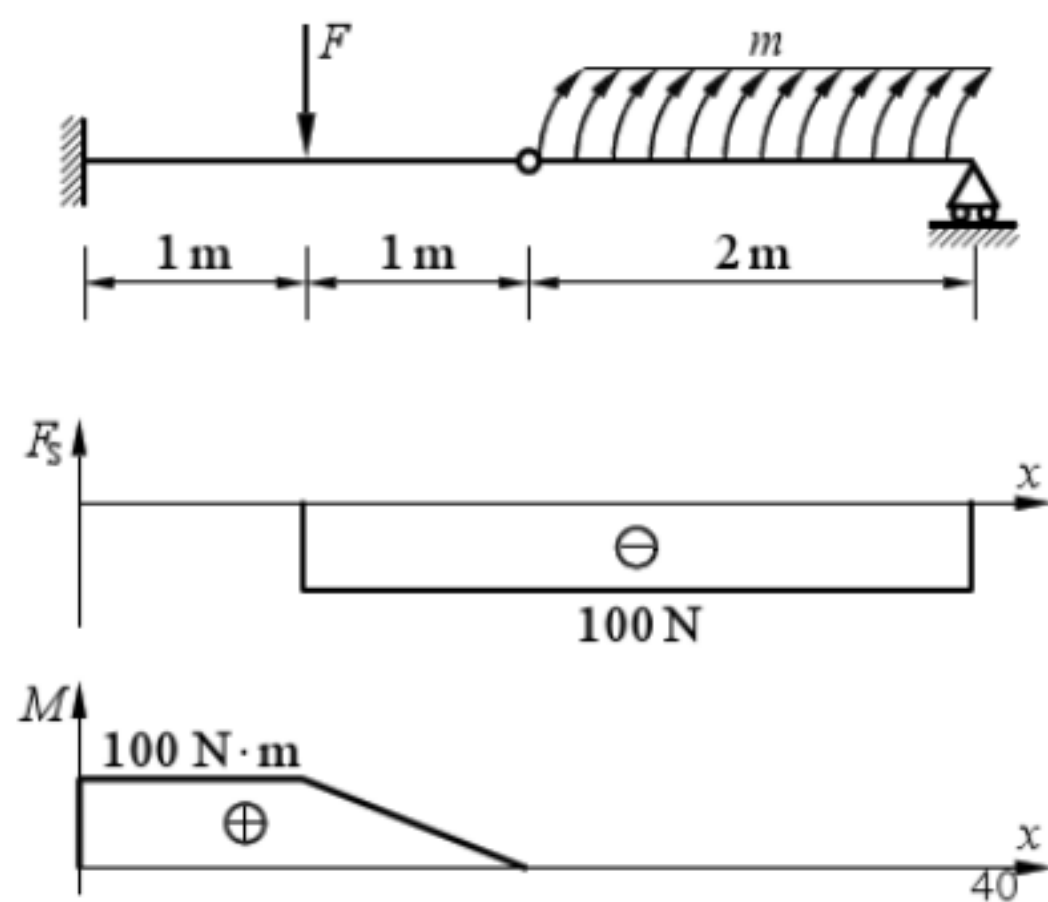
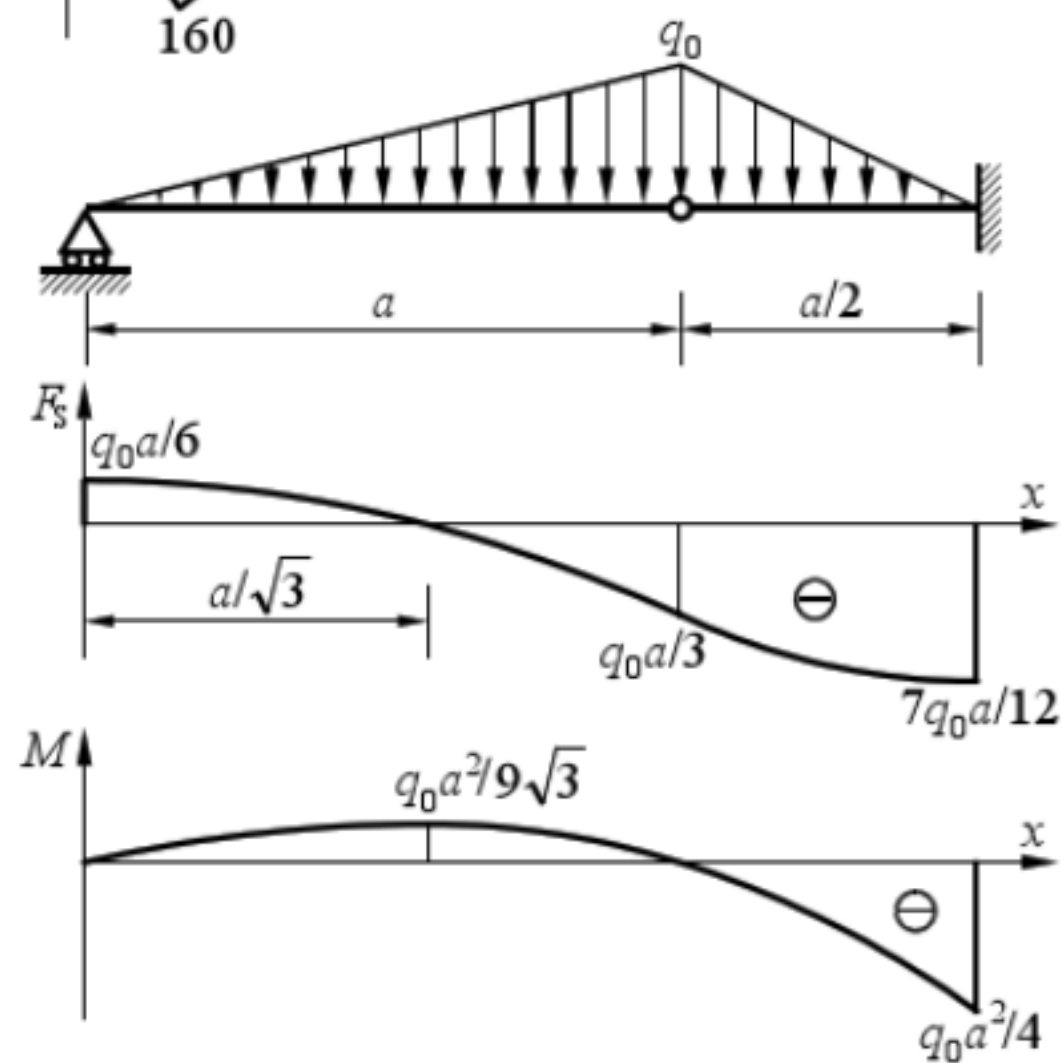
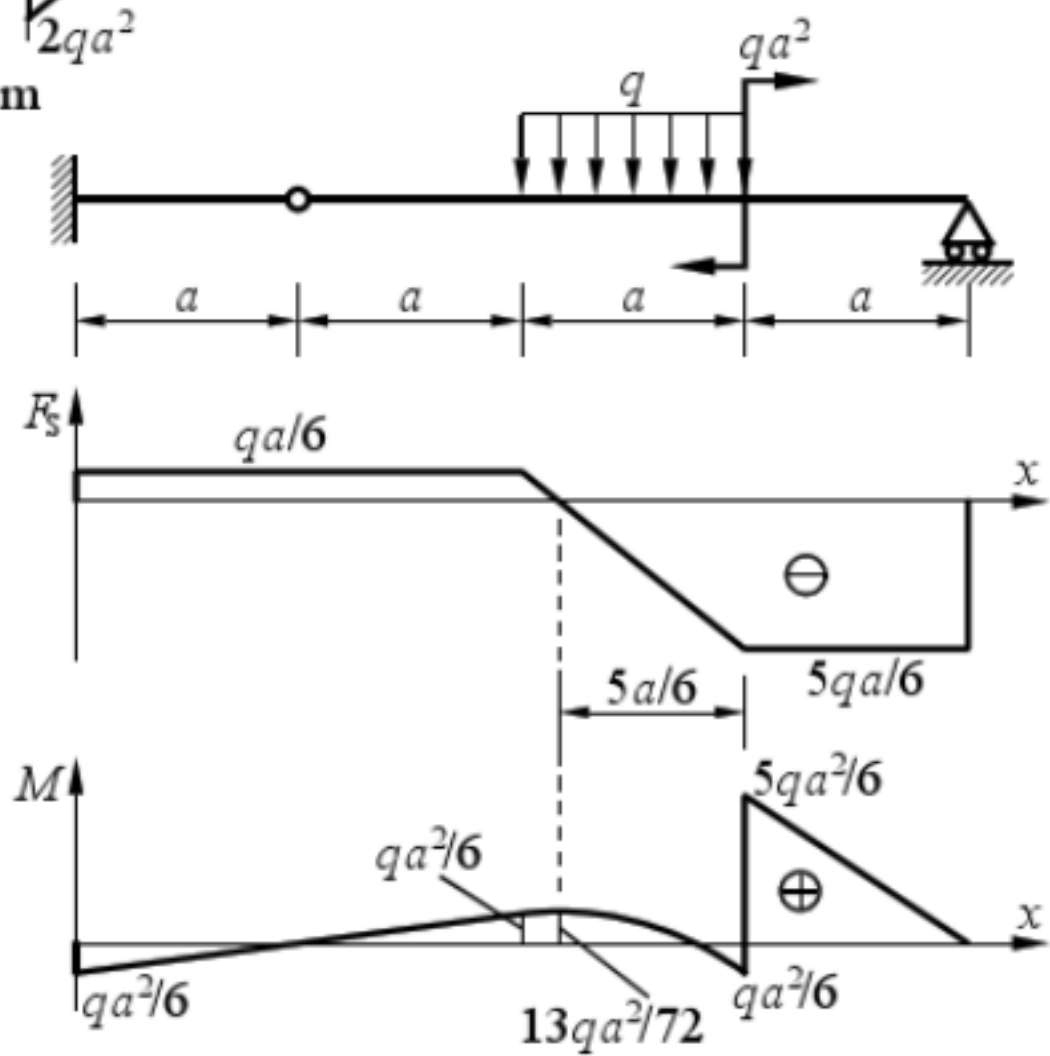
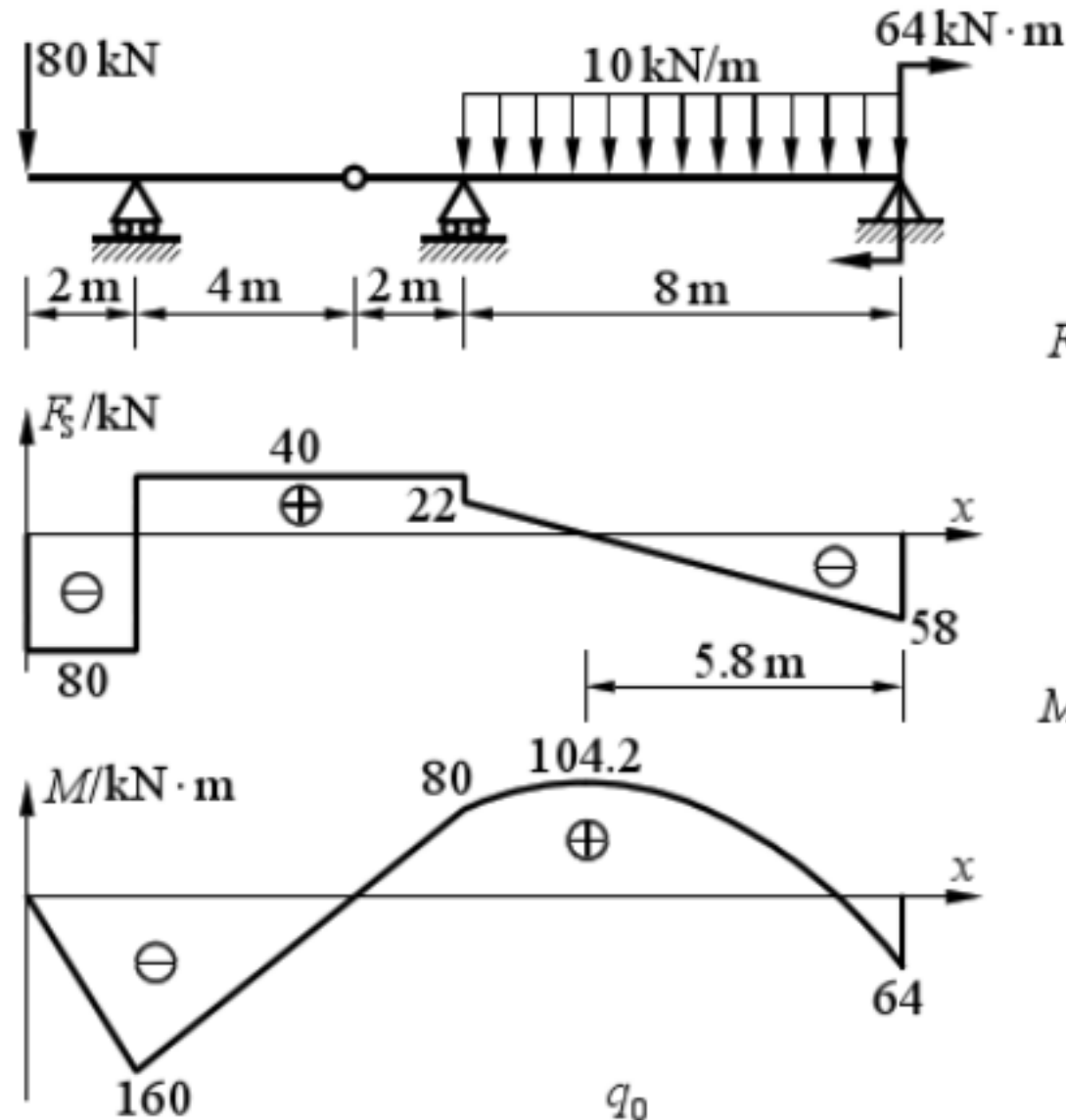
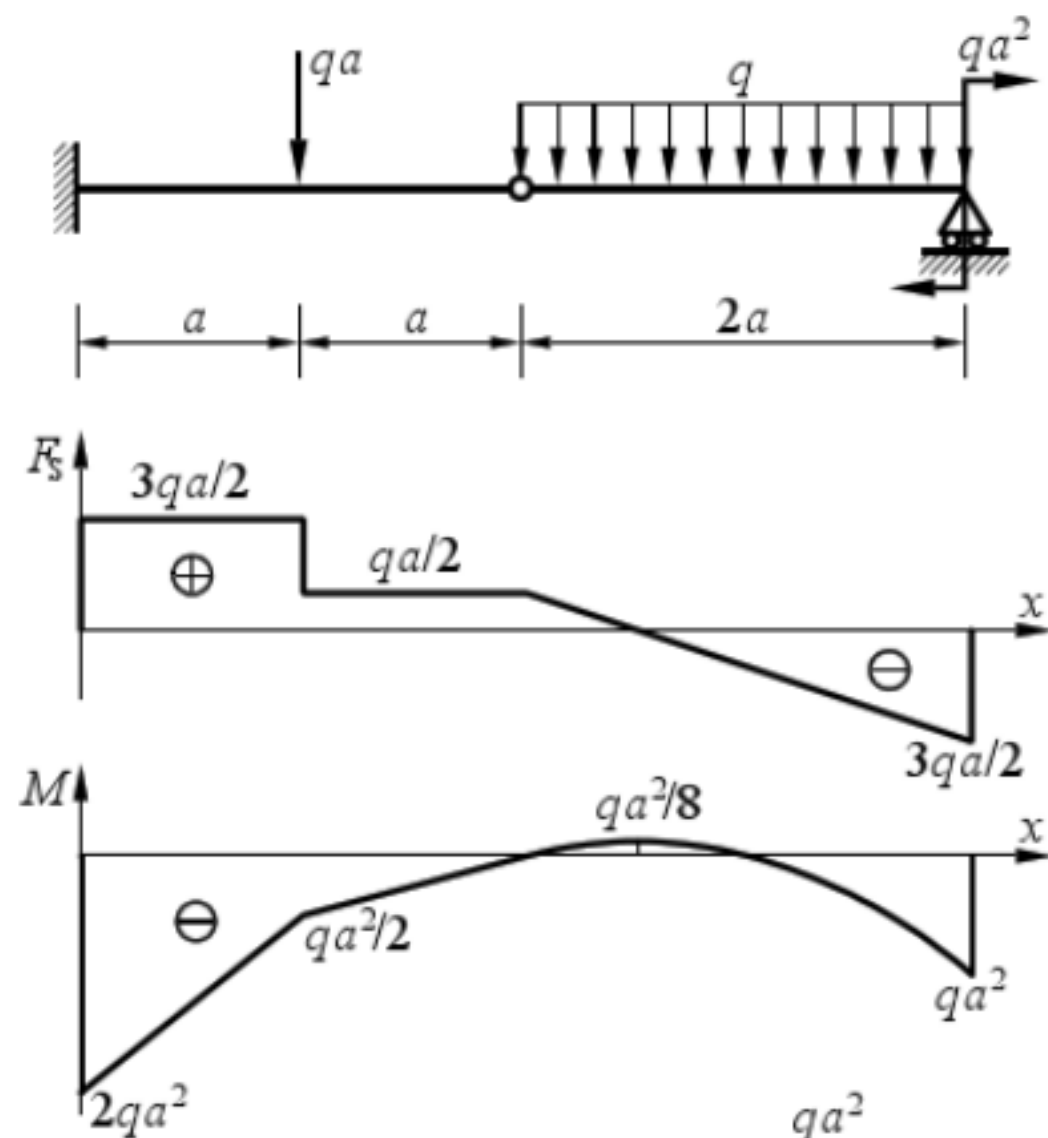
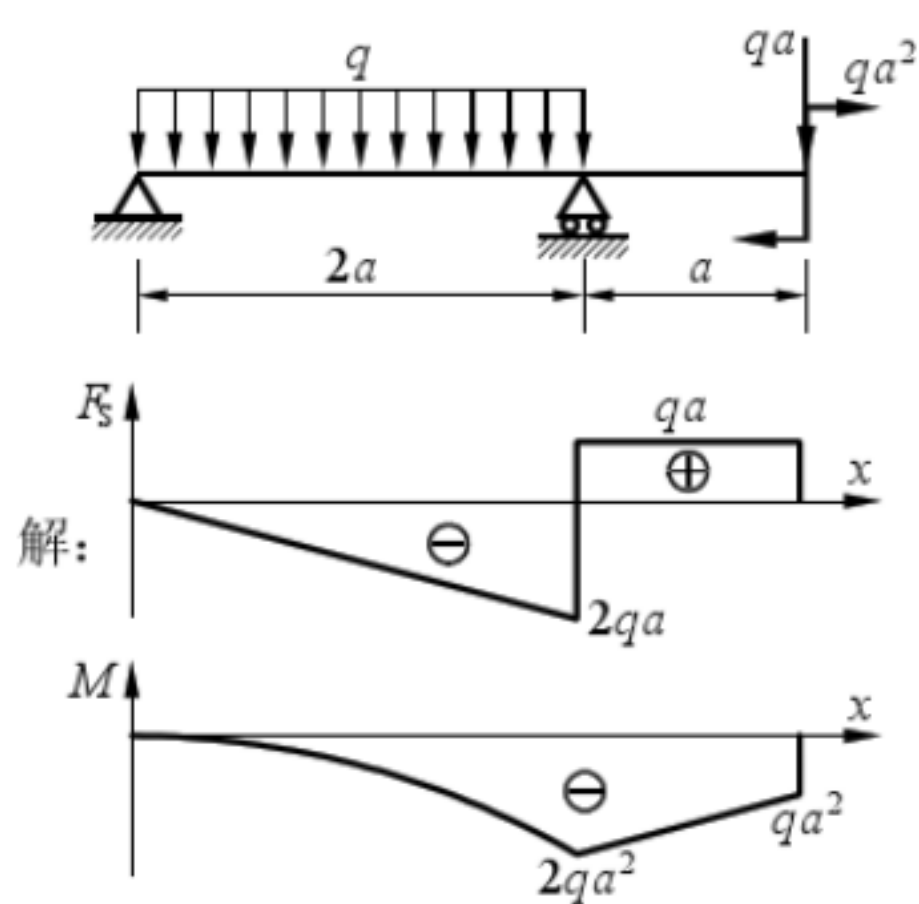


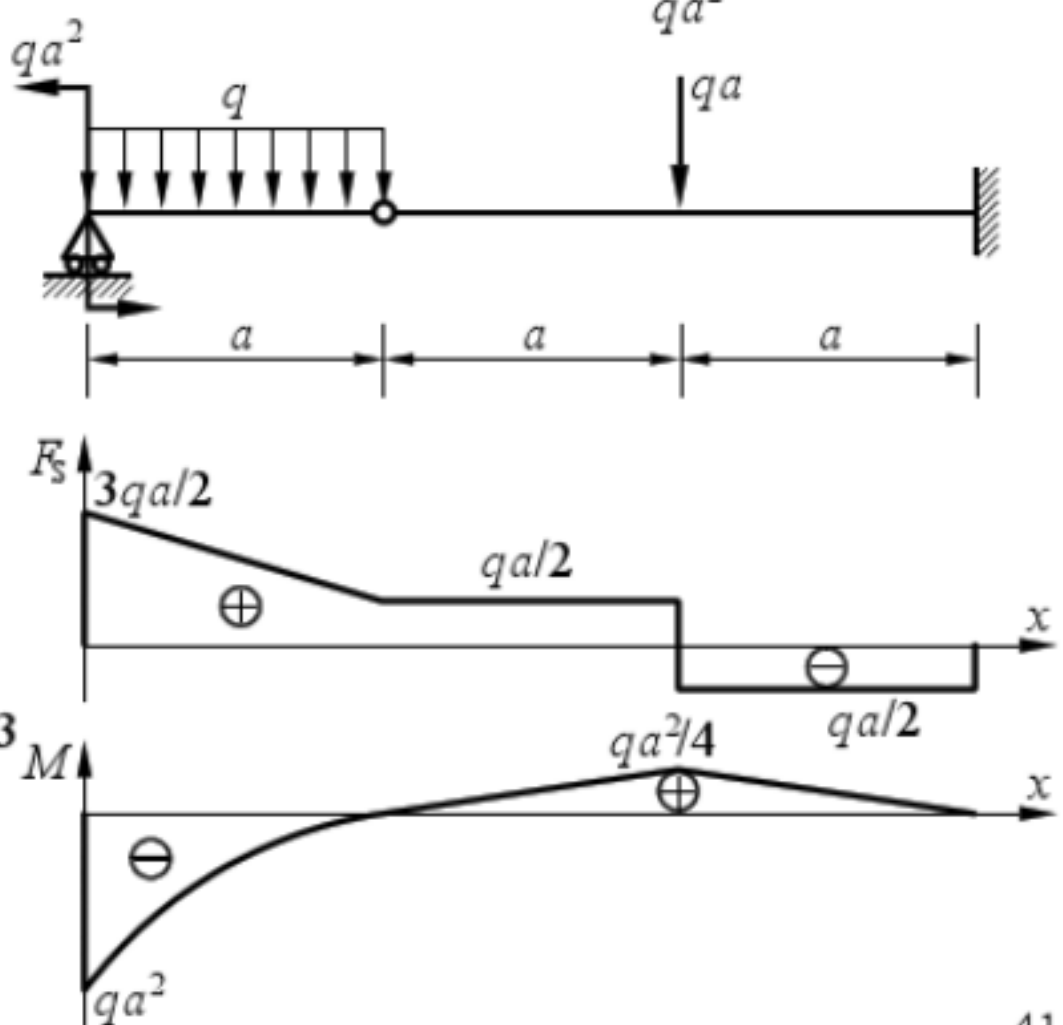
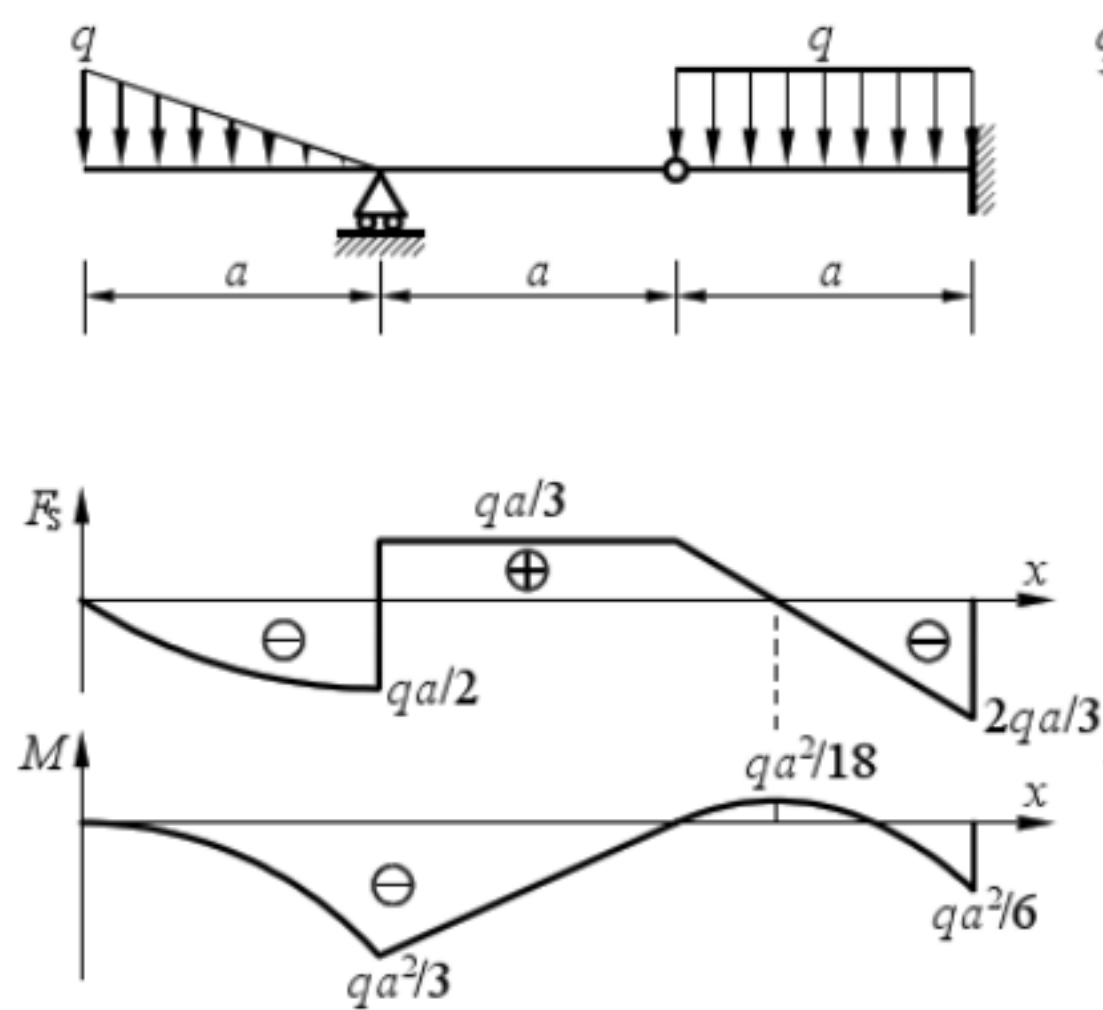
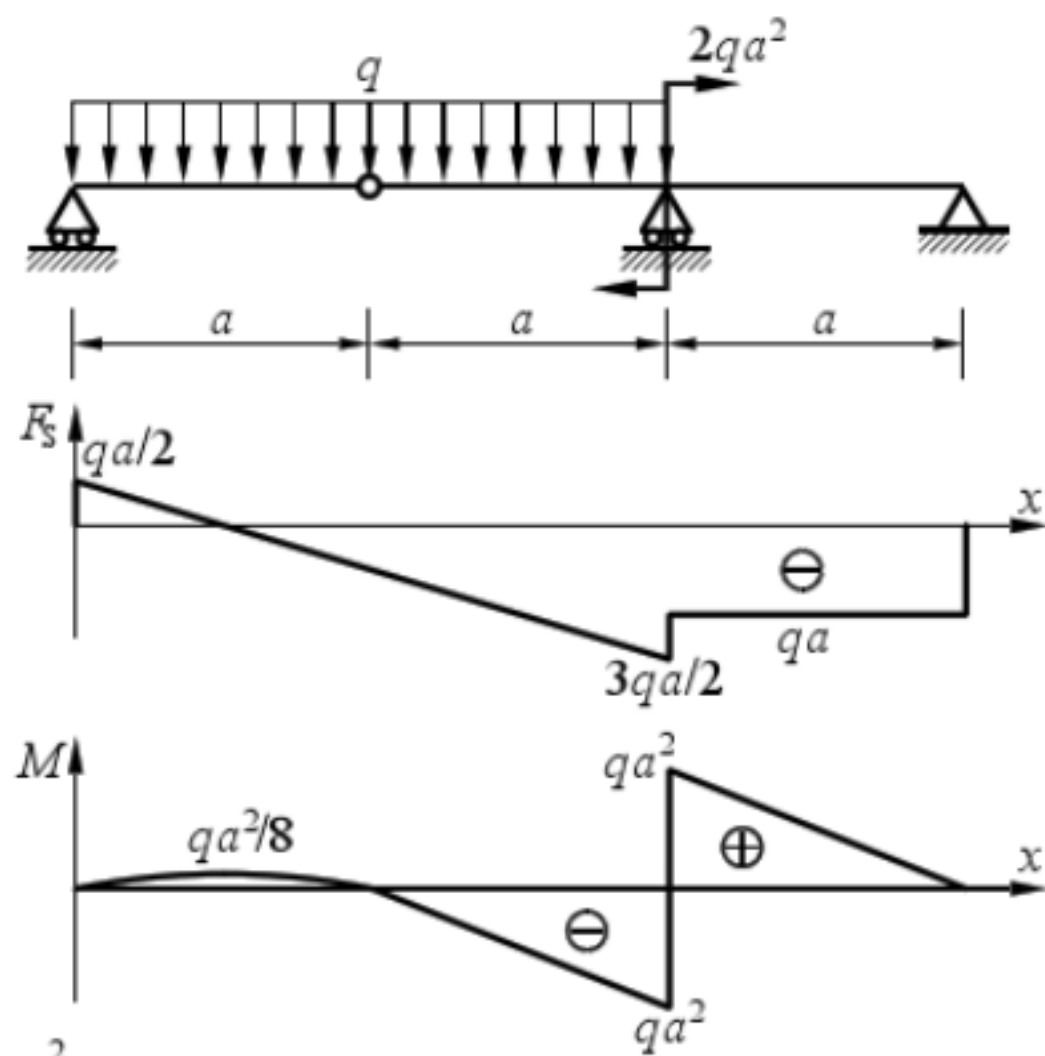
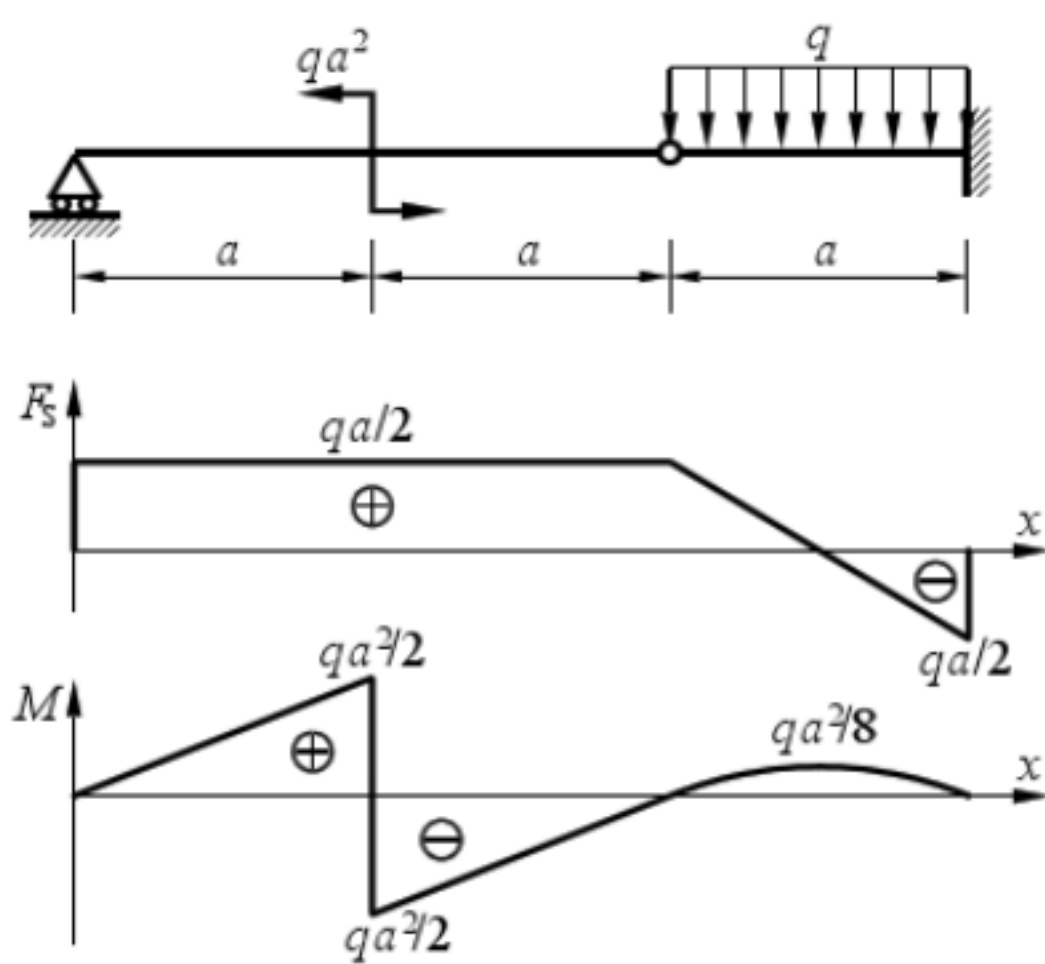
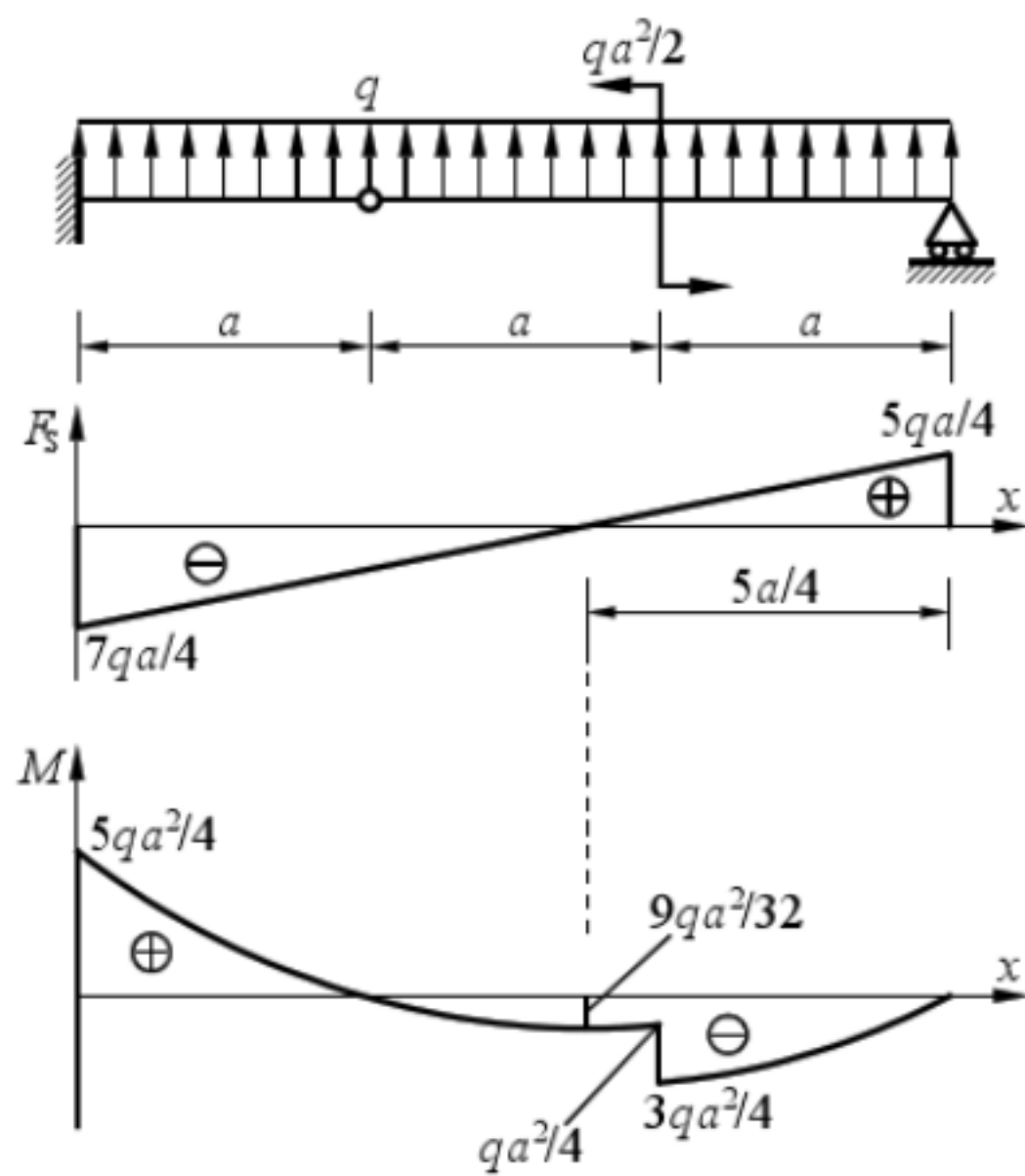
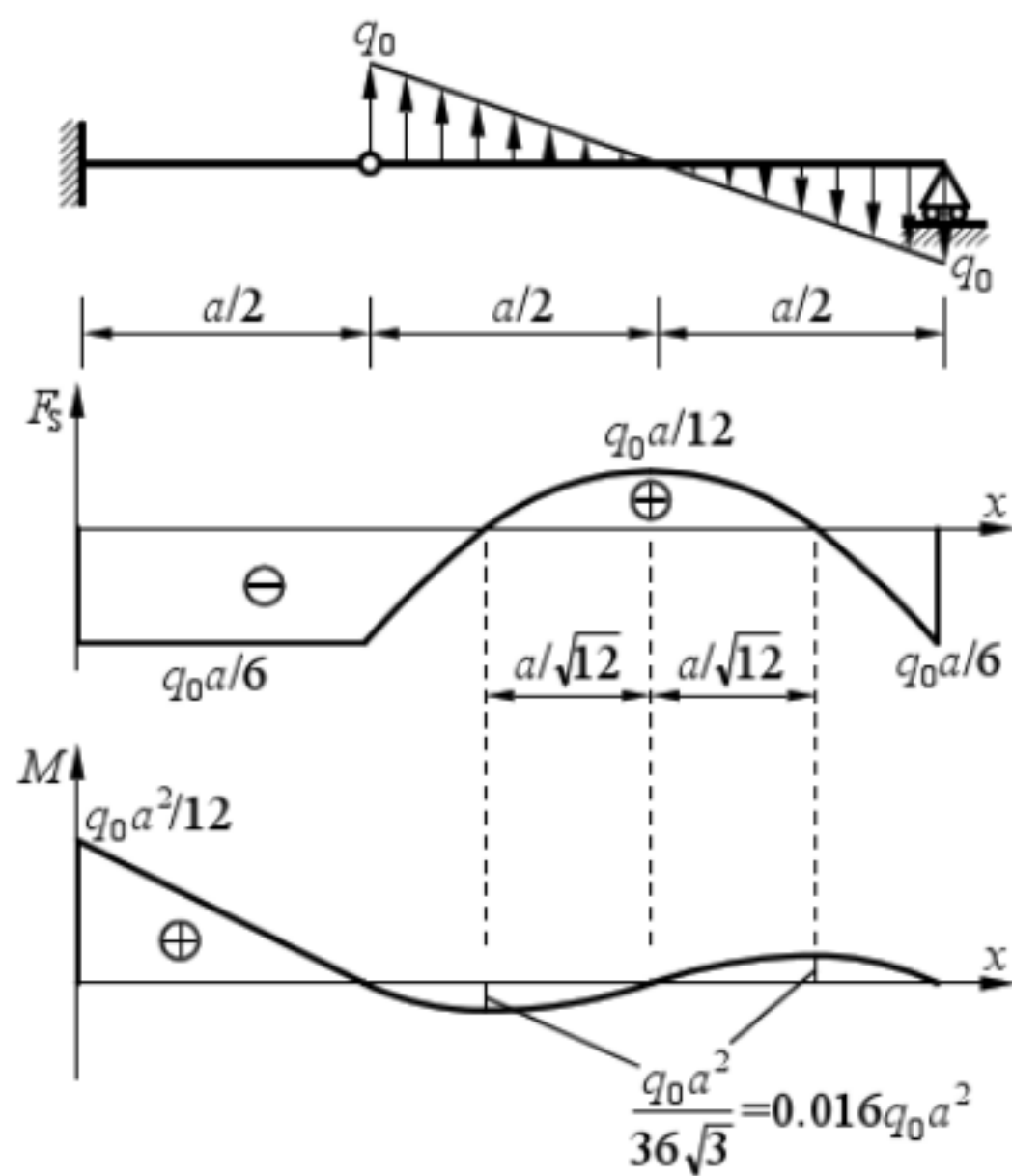
解:



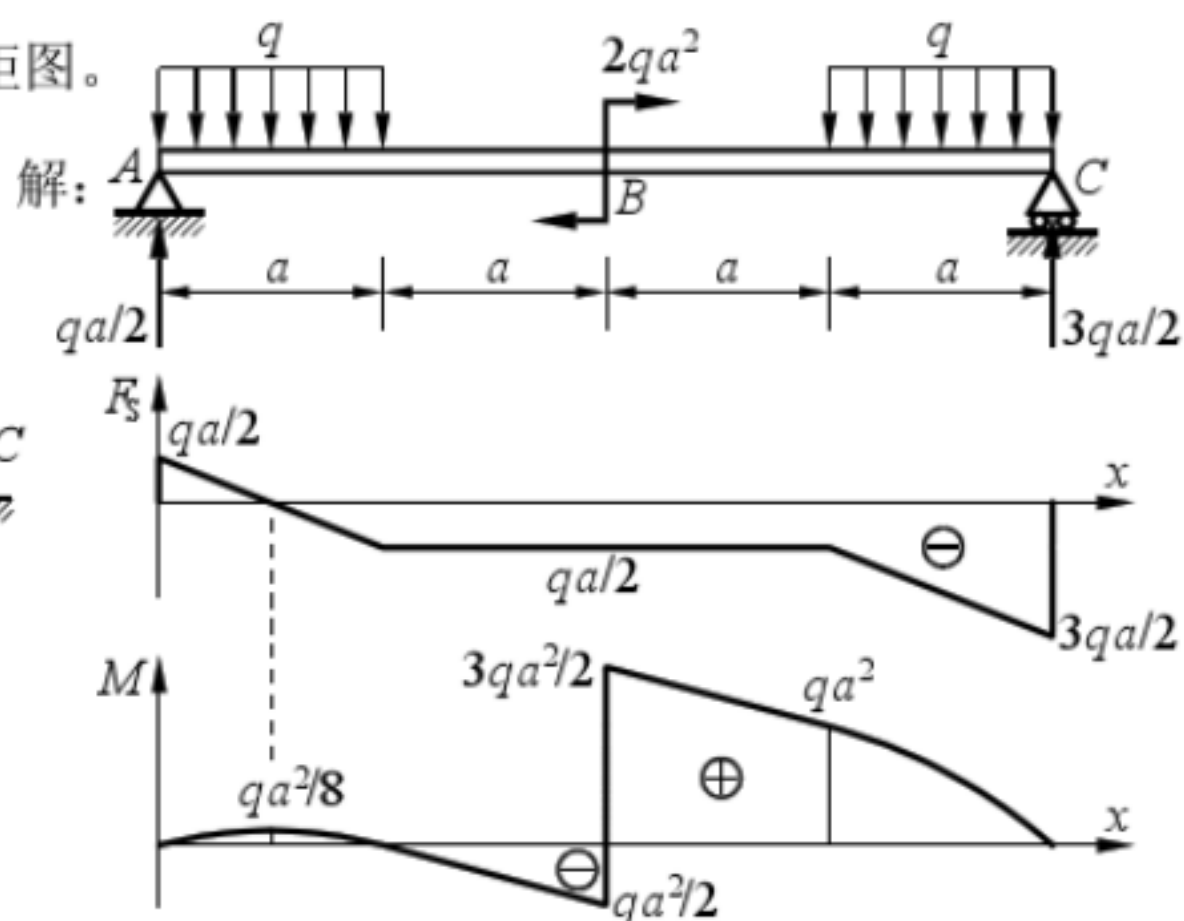
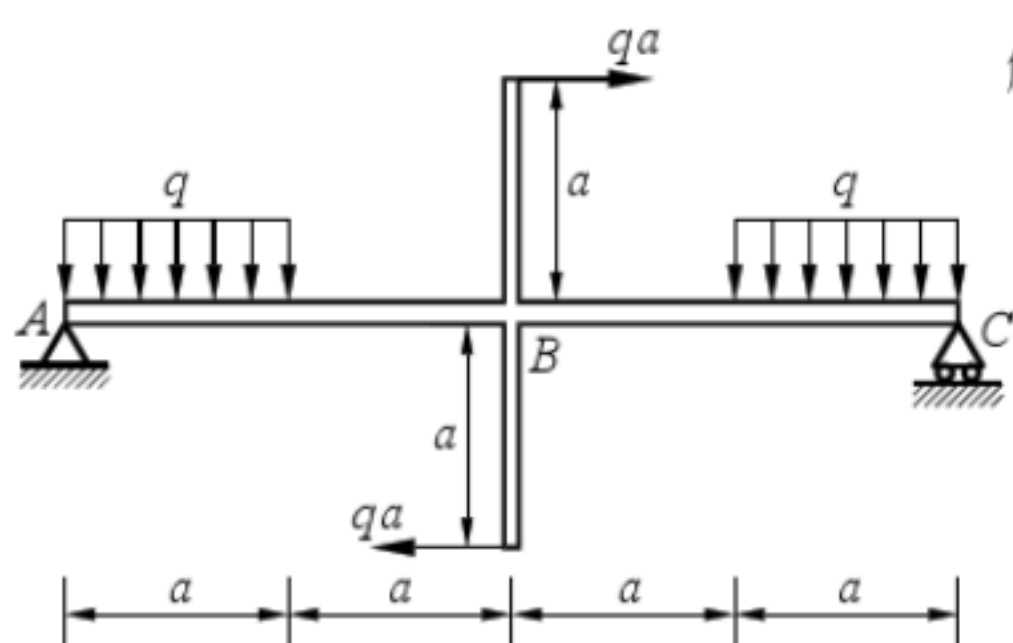
解:



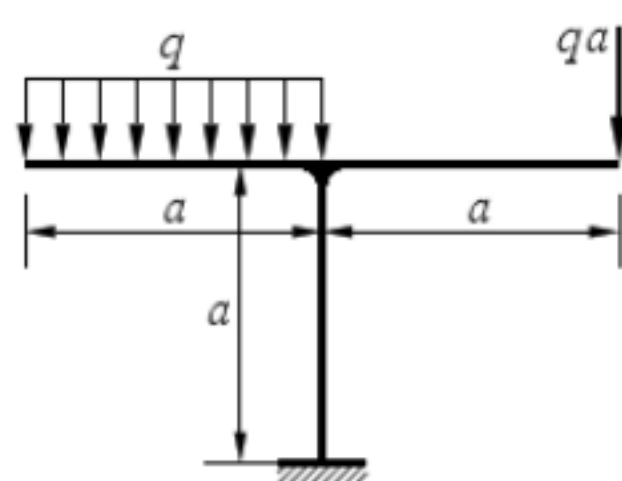




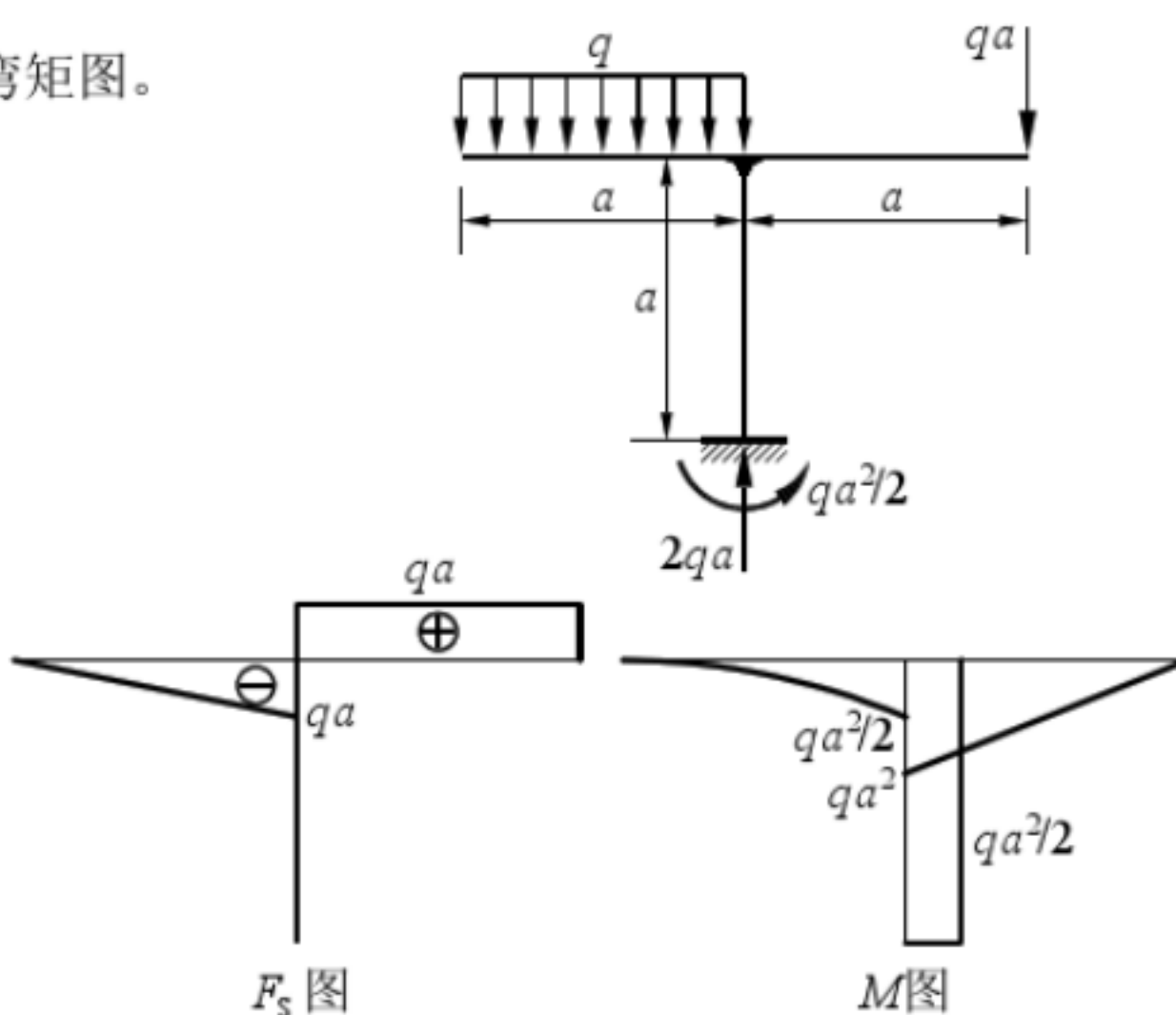
61. 图示结构，作梁 ABC 的剪力图和弯矩图。



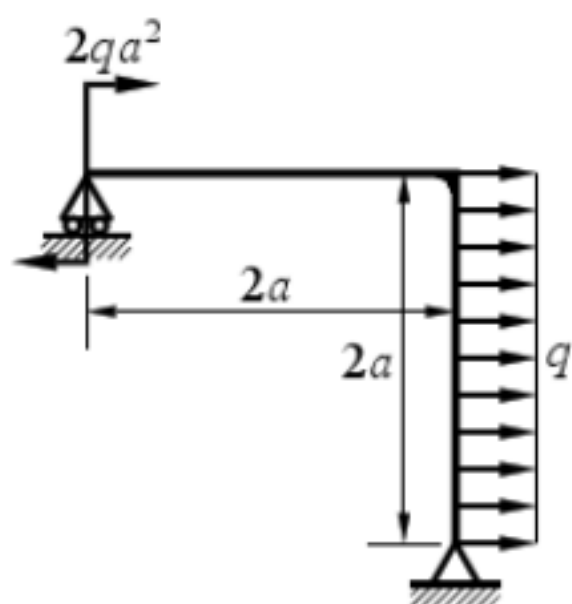
62. 作图示刚架的轴力、剪力和弯矩图。



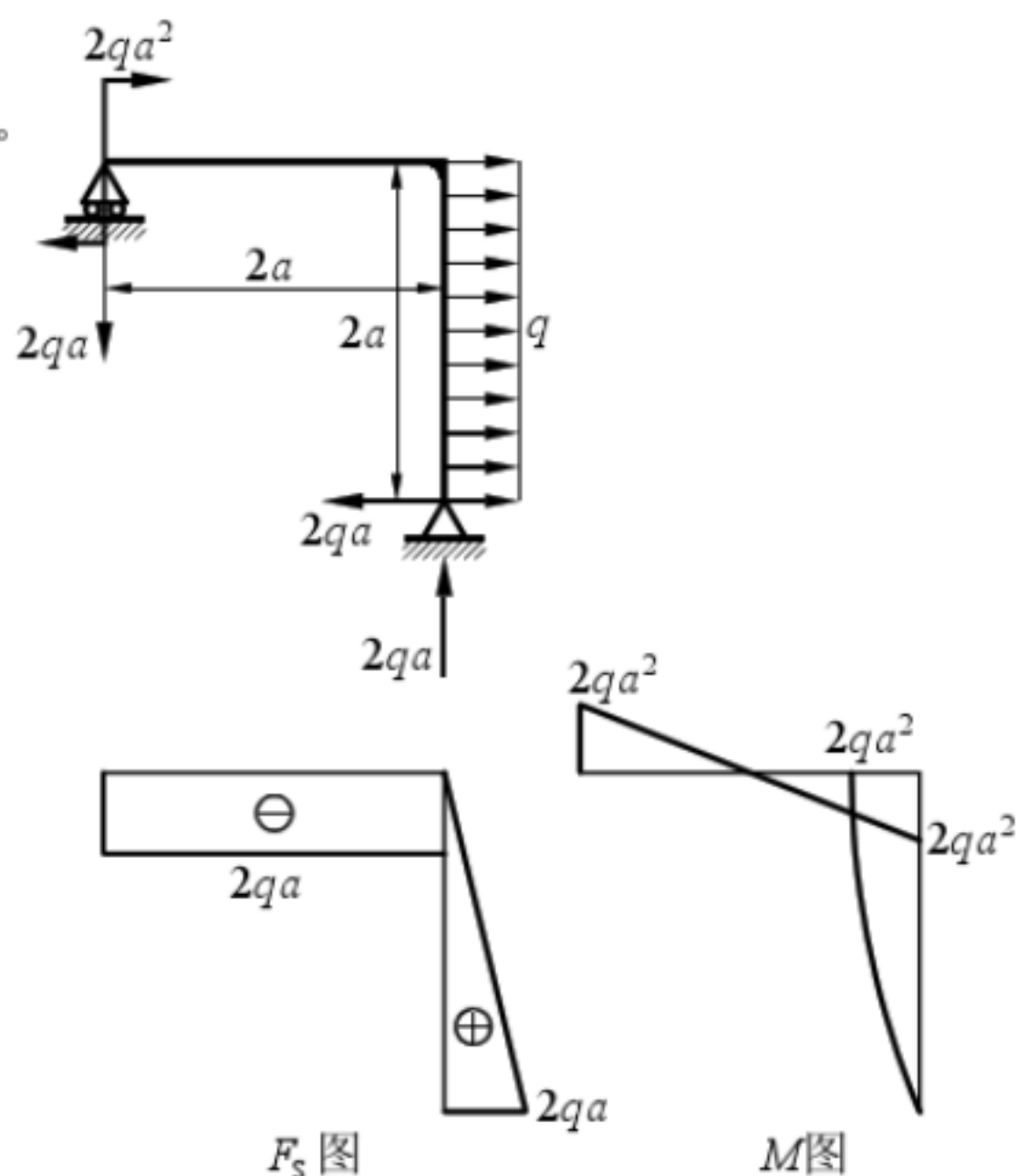
F_N 图



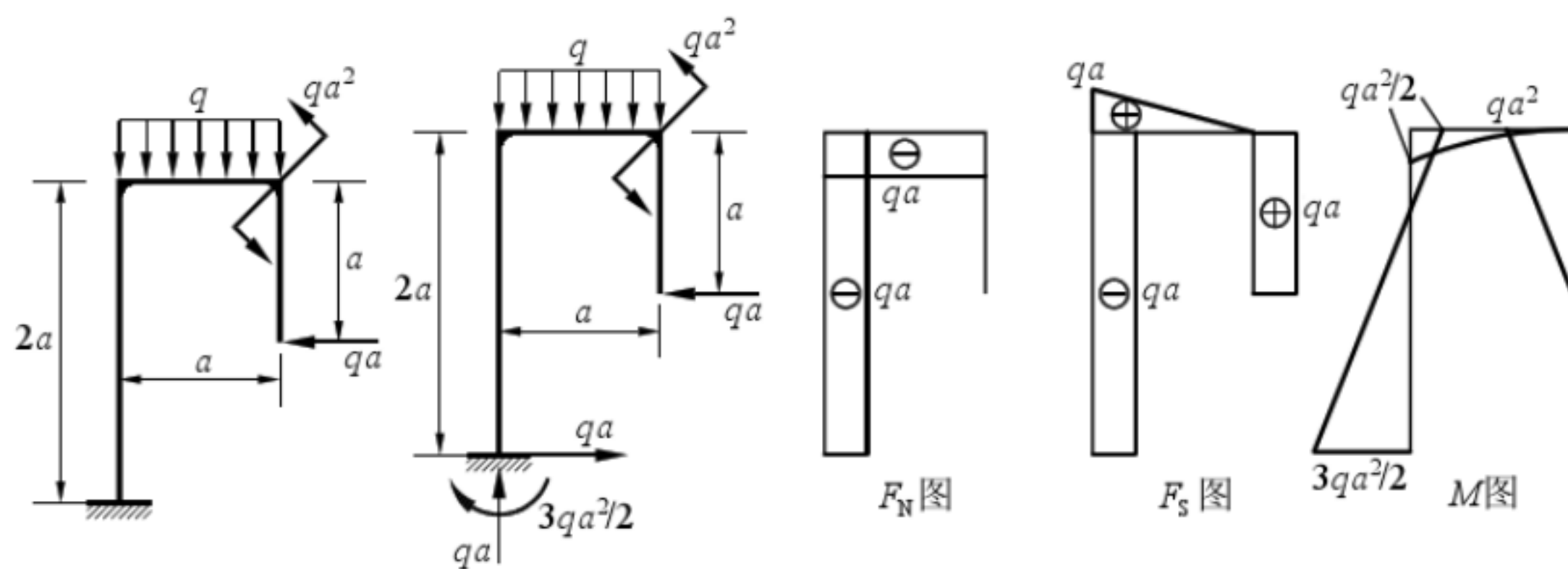
63. 作图示刚架的轴力、剪力和弯矩图。



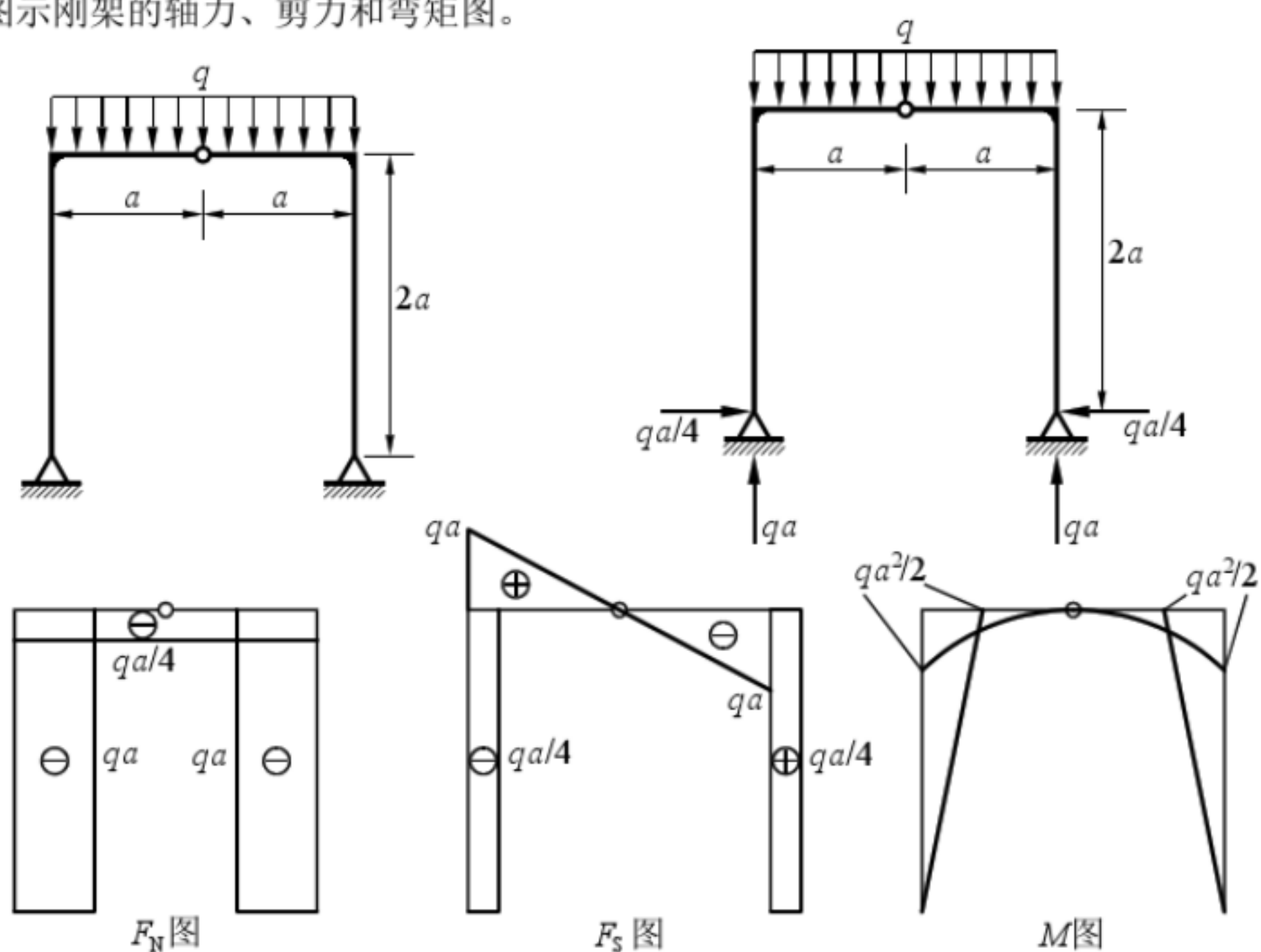
F_N 图



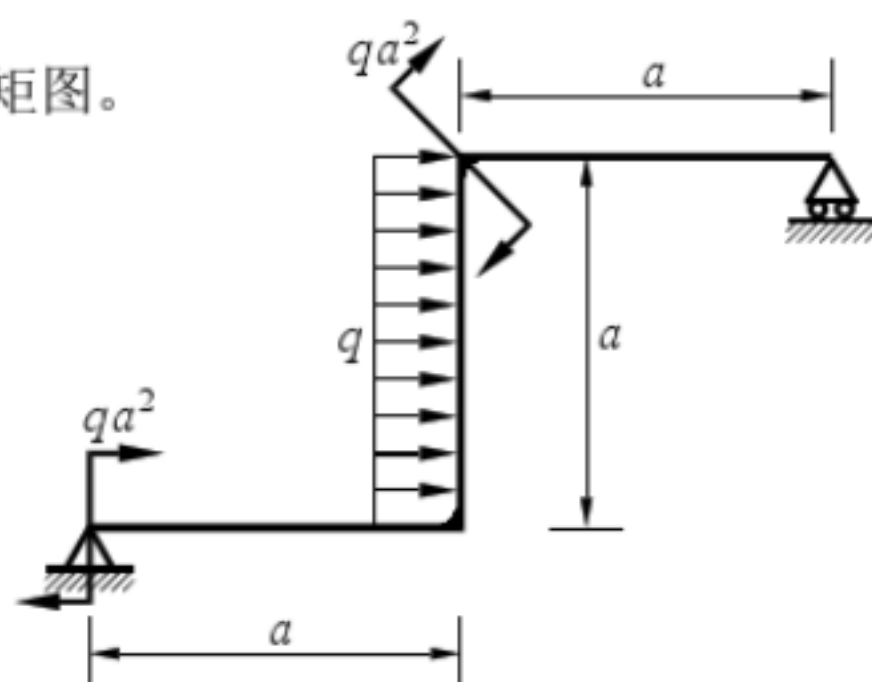
64. 作图示刚架的轴力、剪力和弯矩图。



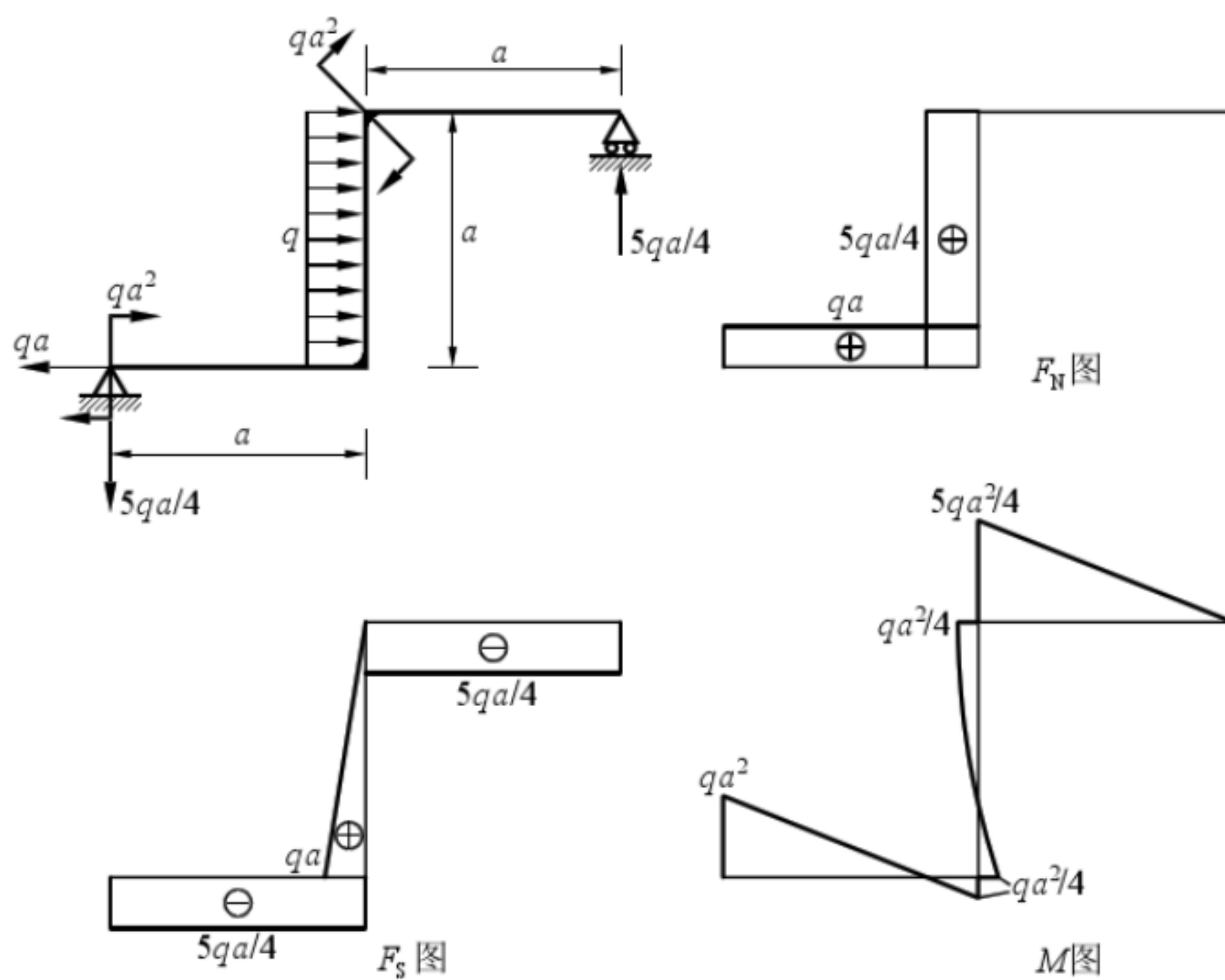
65. 作图示刚架的轴力、剪力和弯矩图。



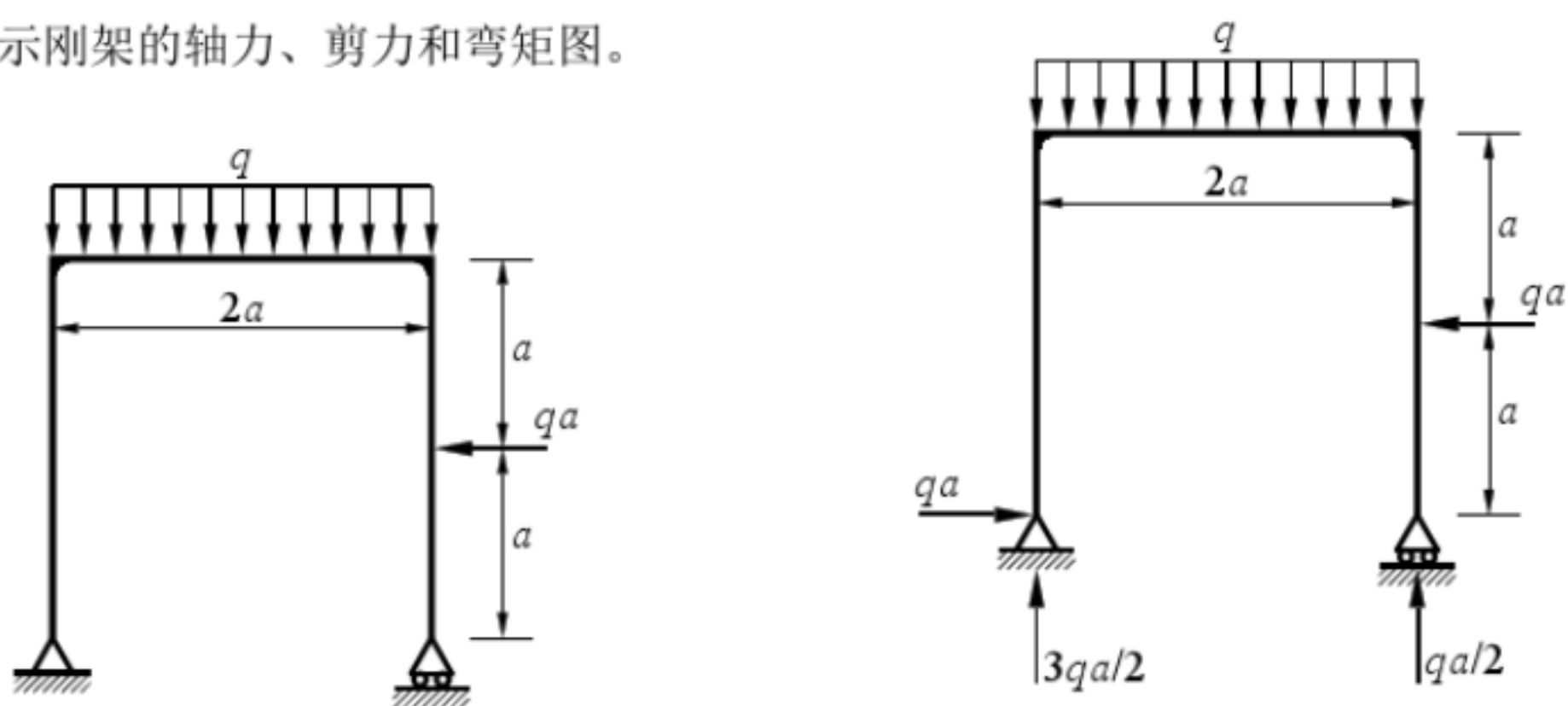
66. 作图示刚架的轴力、剪力和弯矩图。



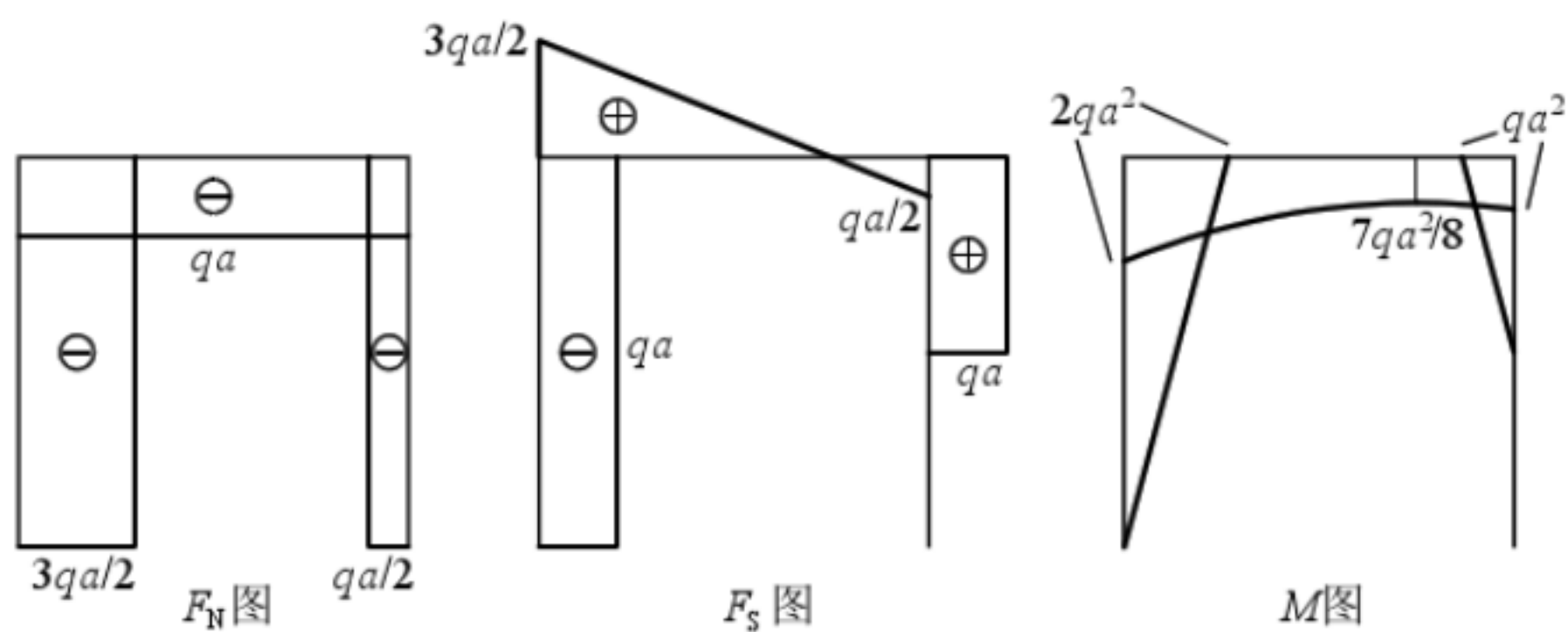
解:



67. 作图示刚架的轴力、剪力和弯矩图。

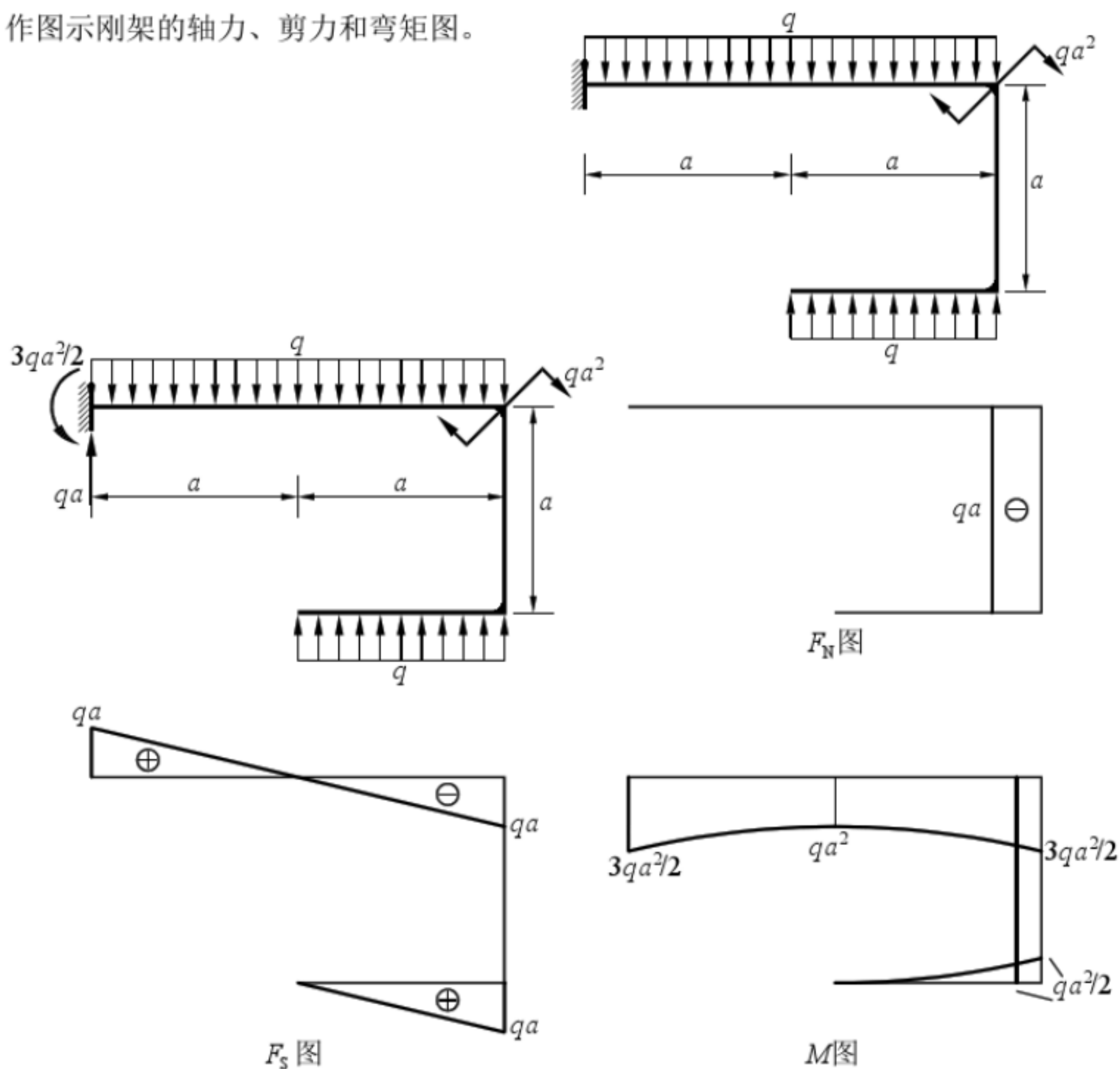


解:

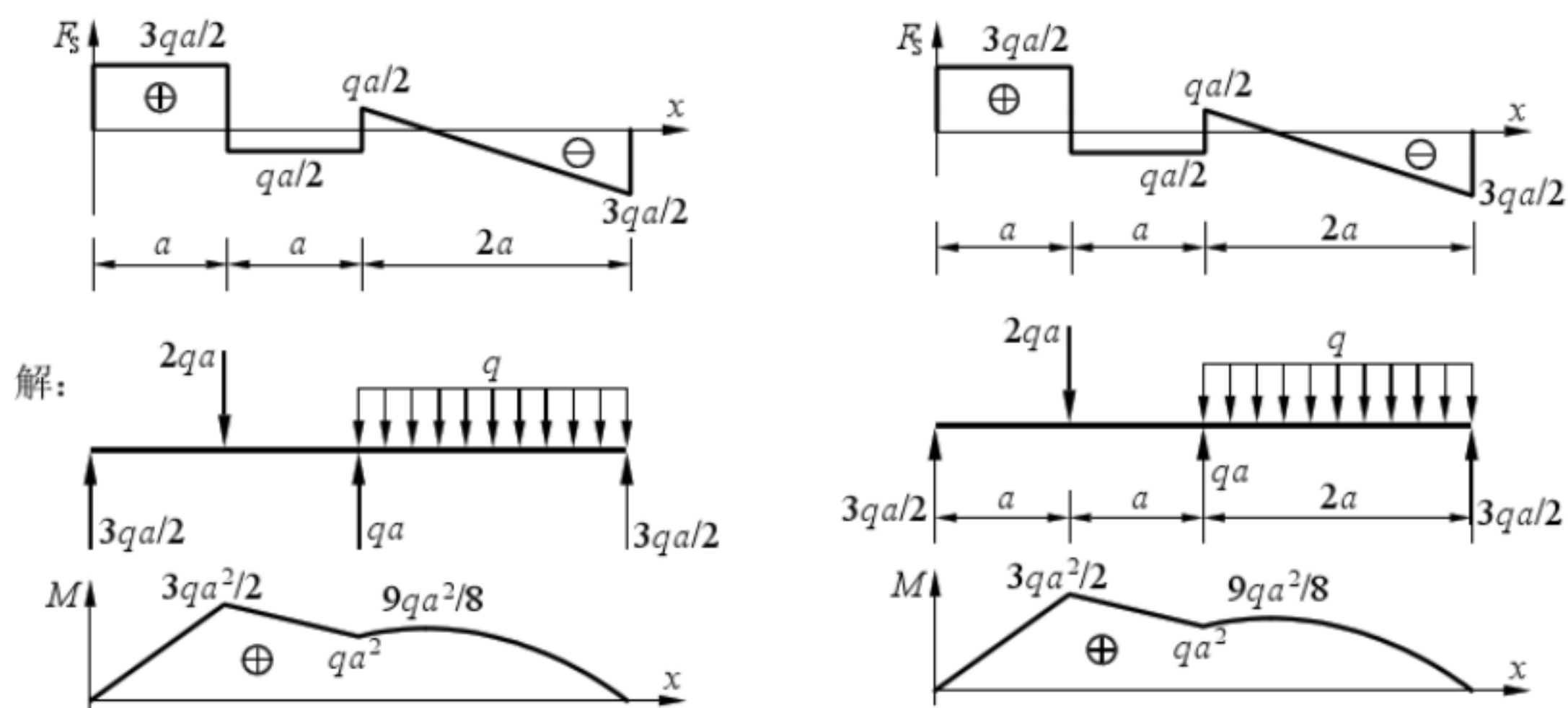


68. 作图示刚架的轴力、剪力和弯矩图。

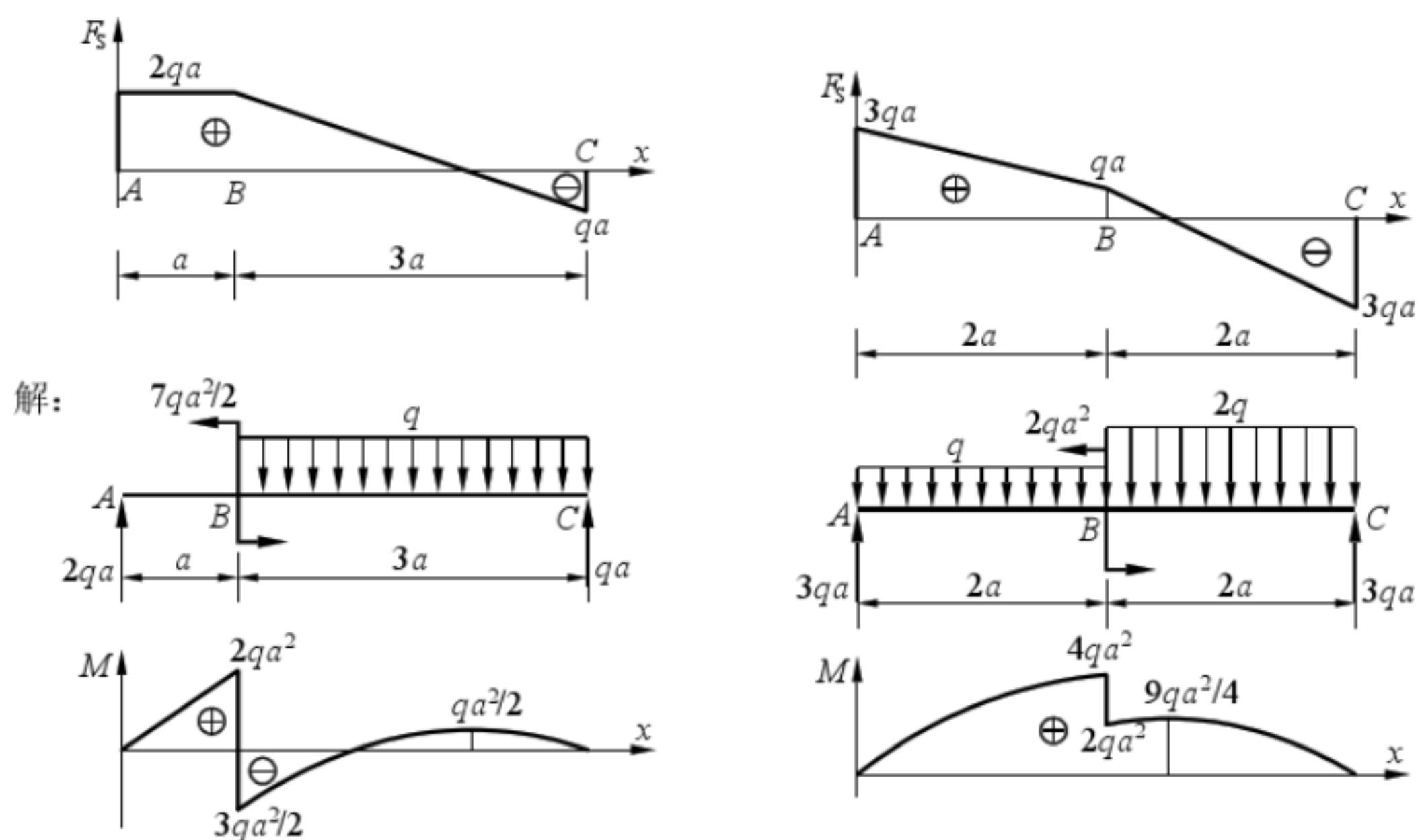
解:



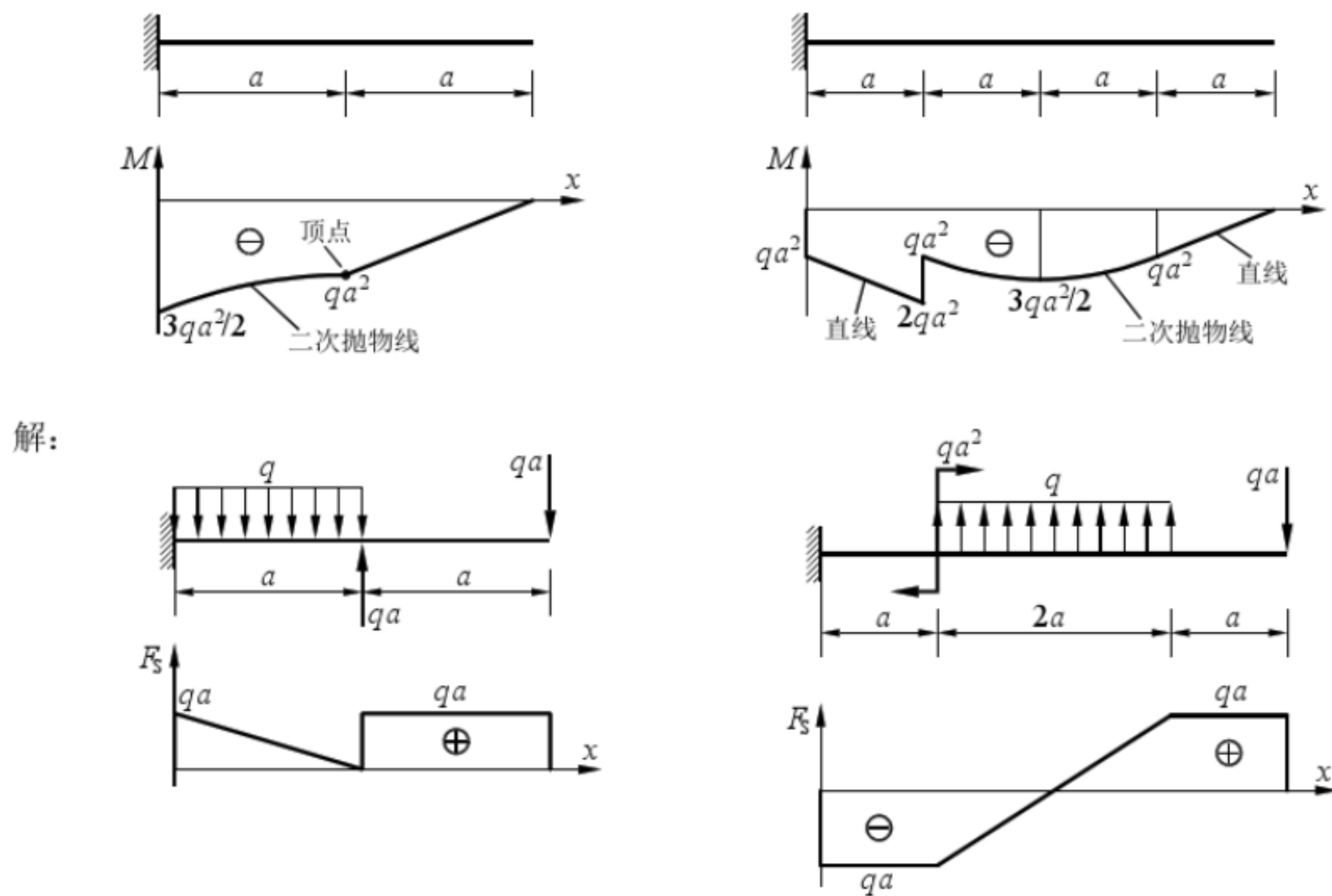
69-70. 梁的剪力图如图所示, 作弯矩图及载荷图。已知梁上没有作用集中力偶。



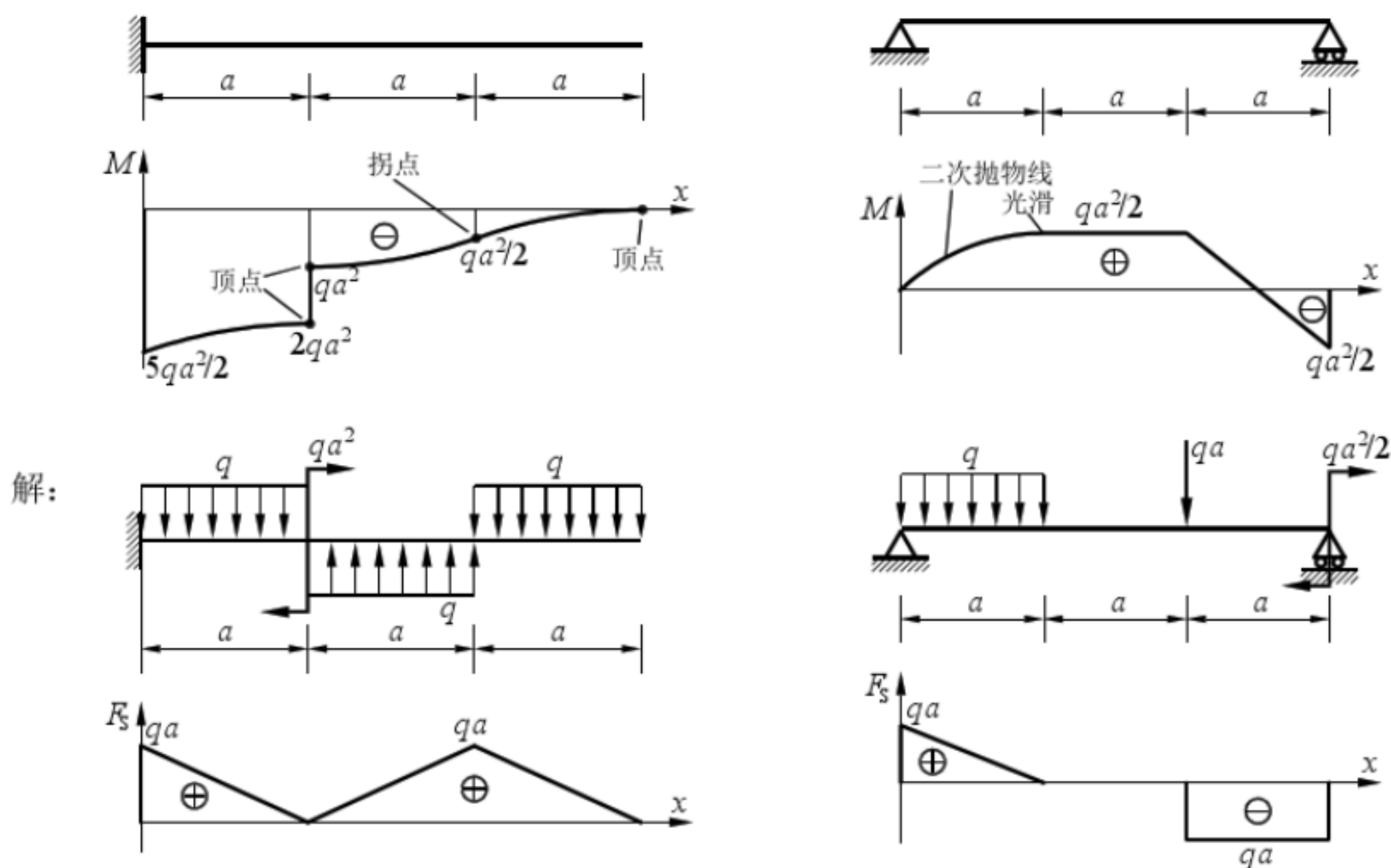
71-72. 梁的剪力图如图所示, 作弯矩图及载荷图。已知梁上 B 截面作用一集中力偶。



73-74. 已知梁的弯矩图如图所示, 作梁的载荷图和剪力图。



75-76. 已知梁的弯矩图如图所示, 作梁的载荷图和剪力图。



77. 处于 xy 平面内的开口圆环, 半径为 R , A 端固定, C 端受 $F_x=F$ 、 $F_z=F$ (垂直纸面向里) 力作用, 则 B 截面的扭矩 $T=$ _____; 弯矩 $M_x=$ _____, $M_z=$ _____。(z 轴垂直纸面向里)

答: FR ; FR ; $-FR$ 。

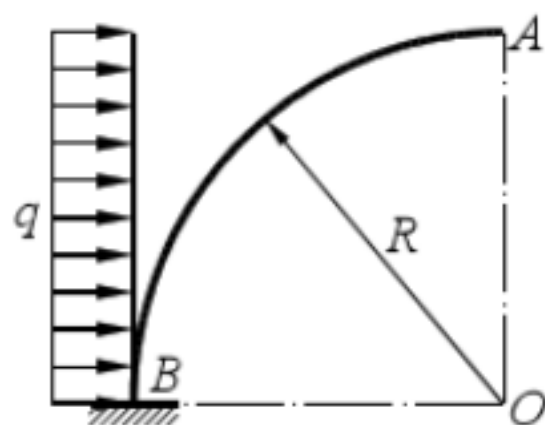
78. 一结构由直杆 AB 和曲杆 BC 在 B 点刚结而成, 支承和受载如图所示。作结构的剪力图和弯矩图。对于曲杆段要求先写出剪力方程和弯矩方程, 然后作图。

解: BC 段剪力方程和弯矩方程分别为

$$F_s(\varphi) = -\frac{F}{2} \sin \varphi, \quad M(\varphi) = -\frac{Fa}{2}(1 - \cos \varphi)$$



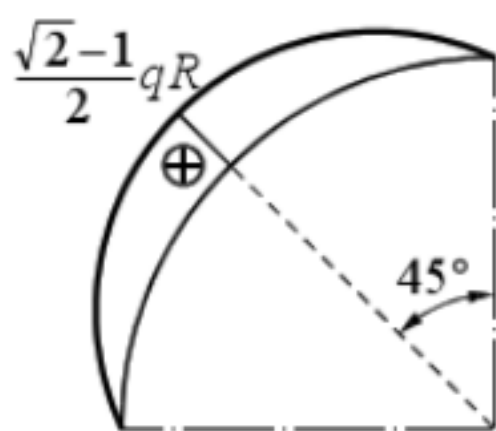
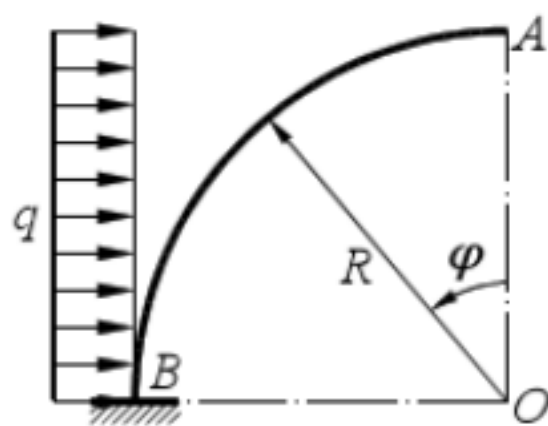
79. 写出图示曲杆的内力方程，并作内力图（轴力、剪力、弯矩图）。



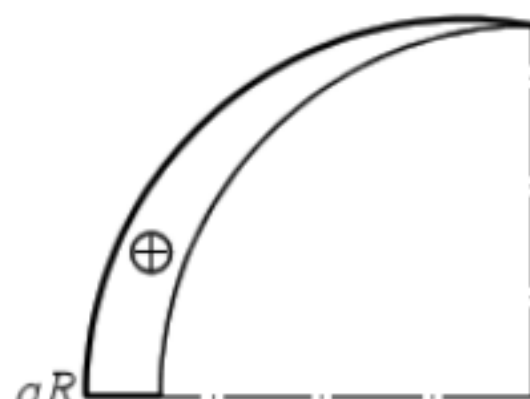
解: $F_N = qR(1 - \cos \varphi) \cos \varphi$;

$F_S = qR(1 - \cos \varphi) \sin \varphi$;

$M = \frac{qR^2}{2}(1 - \cos \varphi)^2$ 。



F_N 图



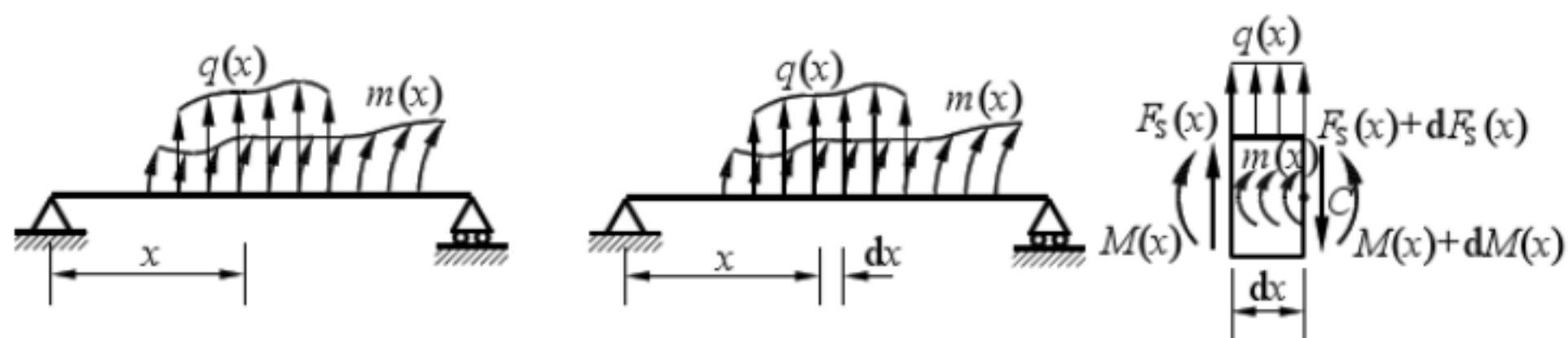
F_S 图



M 图

80. 图示梁上，作用有集度为 $q=q(x)$ 的分布载荷及 $m=m(x)$ 的分布力偶。试建立力偶矩集度 $m(x)$ 、分布载荷集度 $q(x)$ 、剪力 $F_S(x)$ 和弯矩 $M(x)$ 间的微分关系。

解:



微段 dx 的平衡方程为

$$\sum F_y = 0, F_S(x) + q(x)dx - [F_S(x) + dF_S(x)] = 0 \quad (a)$$

$$\sum M_C = 0, M(x) + dM(x) - q(x)dx \frac{dx}{2} - F_S(x)dx - M(x) - m(x)dx = 0 \quad (b)$$

由式(a)得

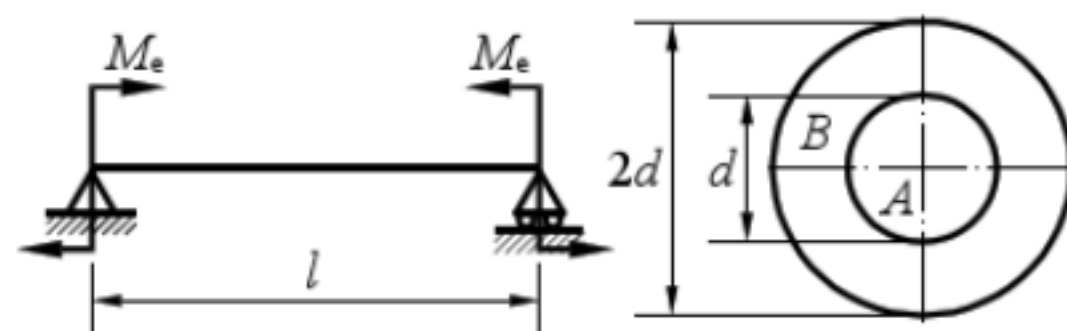
$$\frac{dF_S(x)}{dx} = q(x)$$

由式(b)并略去二阶微量，得

$$\frac{dM(x)}{dx} = F_S(x) + m(x)$$

试题 7. 弯曲应力

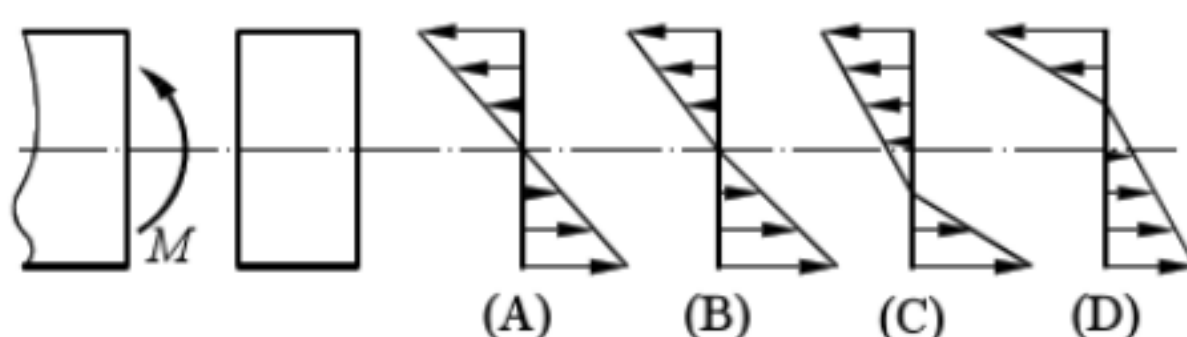
1. 圆形截面简支梁 A 、 B 套成, A 、 B 层间不计摩擦, 材料的弹性模量 $E_B = 2E_A$ 。求在外力偶矩 M_e 作用下, A 、 B 中最大



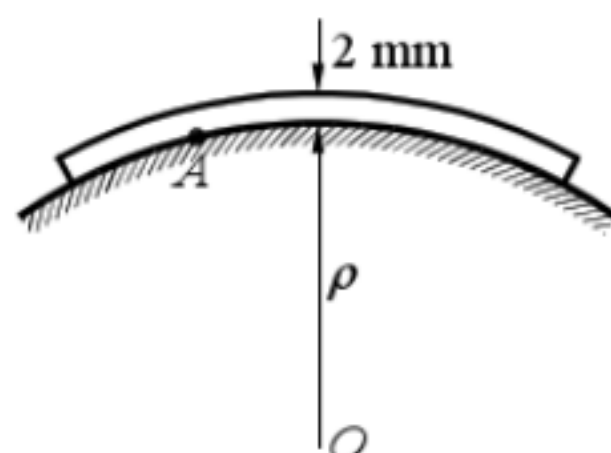
正应力的比值 $\frac{\sigma_{A \max}}{\sigma_{B \min}}$ 有 4 个答案:

- (A) $\frac{1}{6}$; (B) $\frac{1}{4}$; (C) $\frac{1}{8}$; (D) $\frac{1}{10}$ 。

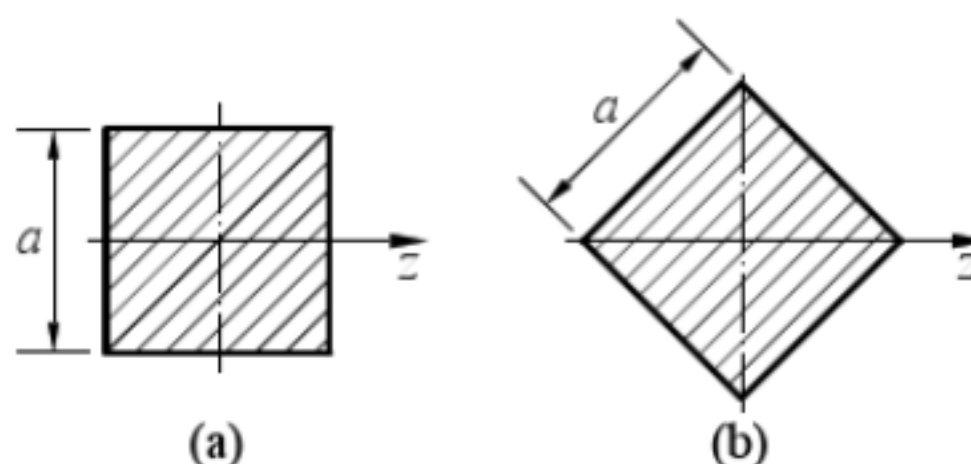
2. 矩形截面纯弯梁, 材料的抗拉弹性模量 E_t 大于材料的抗压弹性模量 E_c , 则正应力在截面上的分布图有以下 4 种答案:



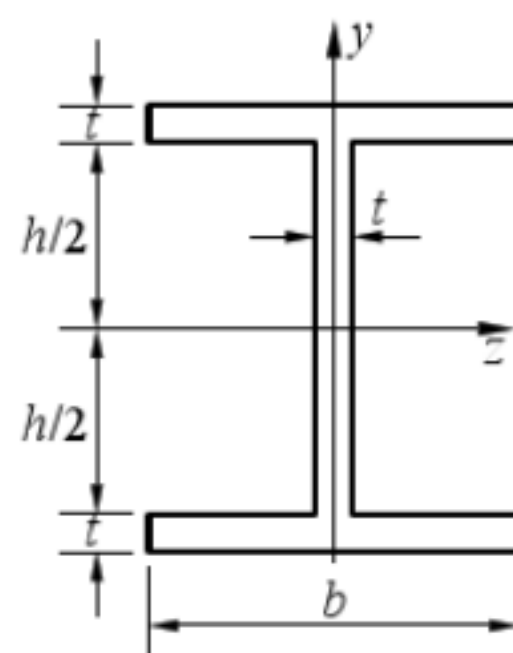
3. 将厚度为 2 mm 的钢板尺与一曲面密实接触, 已知测得钢尺点 A 处的应变为 $-\frac{1}{1000}$, 则该曲面在点 A 处的曲率半径为 _____ mm。



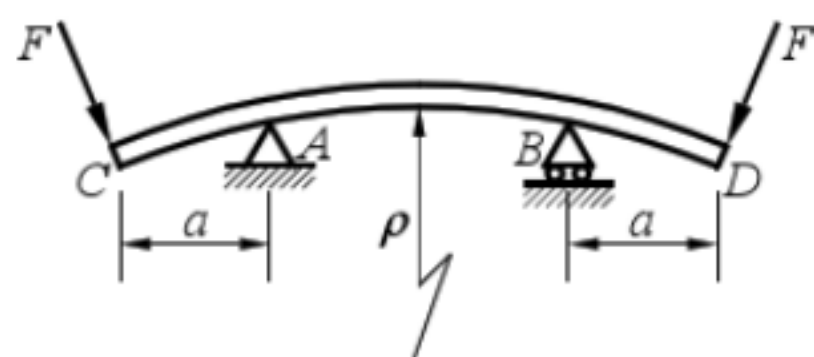
4. 边长为 a 的正方形截面梁, 按图示两种不同形式放置, 在相同弯矩作用下, 两者最大正应力之比 $\frac{(\sigma_{\max})_a}{(\sigma_{\max})_b} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



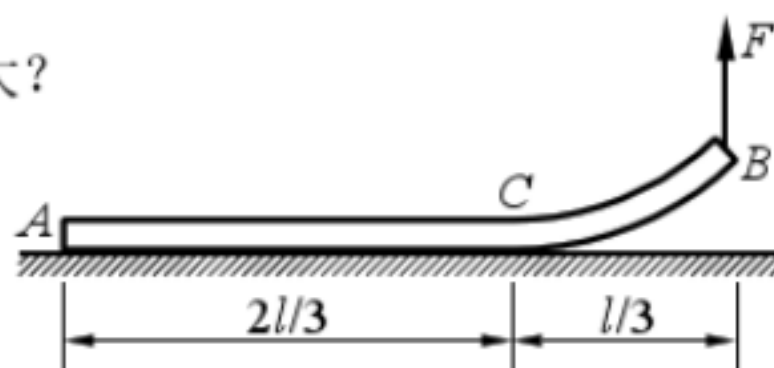
5. 一工字截面梁, 截面尺寸如图, $h = b$, $b = 10t$ 。试证明, 此梁上、下翼缘承担的弯矩约为截面上总弯矩的 88%。



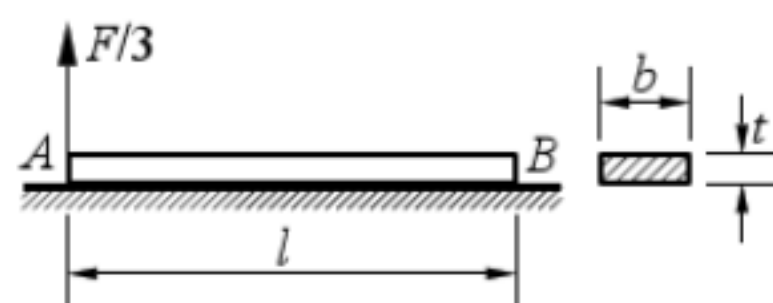
6. 直径 $d = 20 \text{ mm}$ 的圆截面钢梁受力如图，已知弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ， $a = 200 \text{ mm}$ ，欲将其中段 AB 弯成 $\rho = 12 \text{ m}$ 的圆弧，试求所需载荷，并计算最大弯曲正应力。



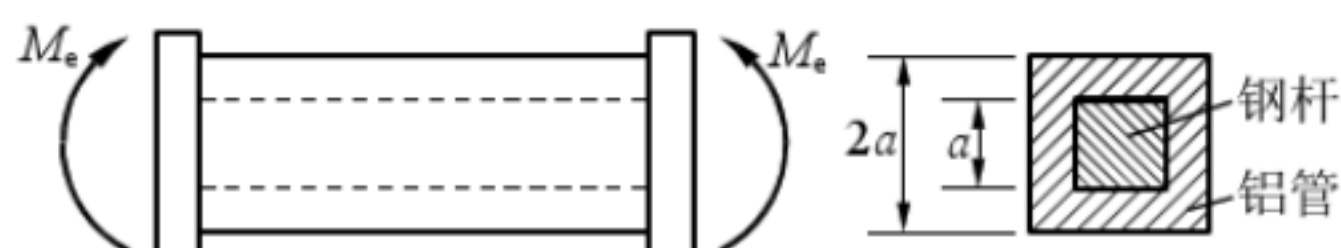
7. 钢筋横截面积为 A ，密度为 ρ ，放在刚性平面上，一端加力 F ，提起钢筋离开地面长度 $l/3$ 。试问 F 应多大？



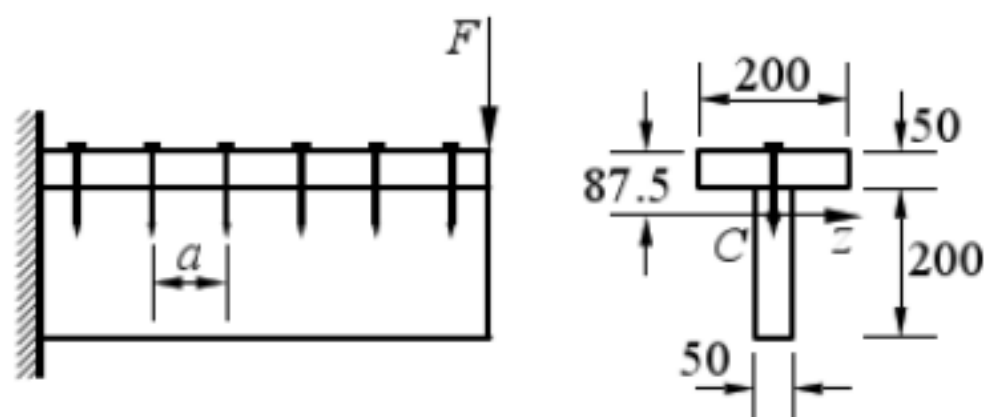
8. 矩形截面钢条长 l ，总重为 F ，放在刚性水平面上，在钢条 A 端作用 $F/3$ 向上的拉力时，试求钢条内最大正应力。



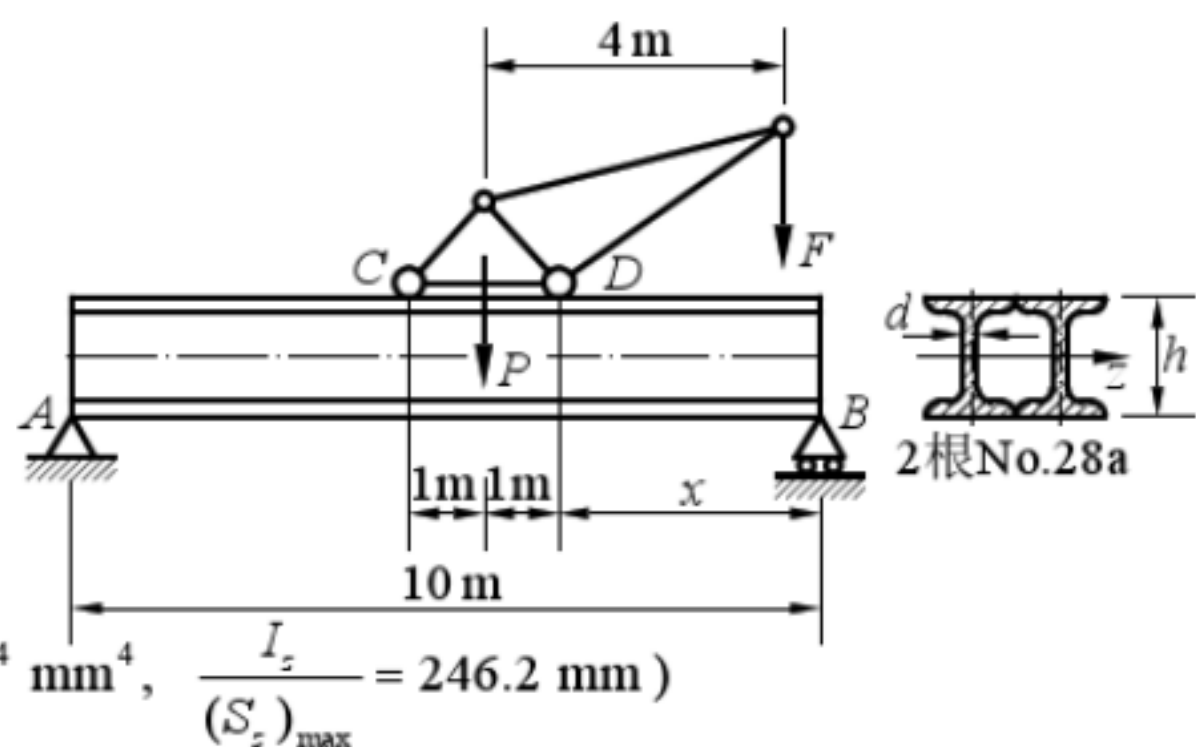
9. 图示组合梁由正方形的铝管和正方形钢杆套成，在两端用刚性平板牢固联接。已知：钢和铝的弹性模量关系为 $E_s = 3E_a$ ；在纯弯曲时，应力在比例极限内。试求铝管和钢杆的最大线应变之比 $\varepsilon_a / \varepsilon_s$ 及最大正应力之比 σ_a / σ_s 。



10. 一根木梁的两部分用单排钉连接而成，已知惯性矩 $I_z = 113.5 \times 10^{-6} \text{ m}^4$ ， $F = 3 \text{ kN}$ ，横截面如图所示，每个钉的许用剪力 $[F_s] = 700 \text{ N}$ ，试求钉沿梁纵向的间距 a 。（ C 为形心）

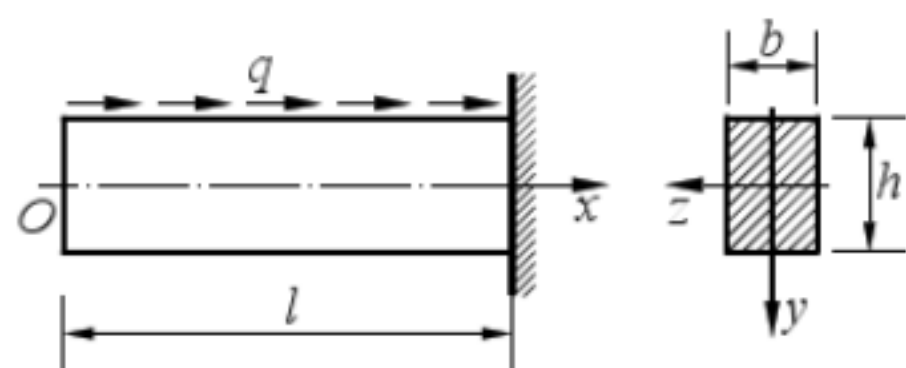


11. 图示一起重机及梁，梁由两根 No.28a 工字钢组成，可移动的起重机自重 $P = 50 \text{ kN}$ ，起重机吊重 $F = 10 \text{ kN}$ ，若 $[\sigma] = 160 \text{ MPa}$ ， $[\tau] = 100 \text{ MPa}$ ，试校核梁的强度。

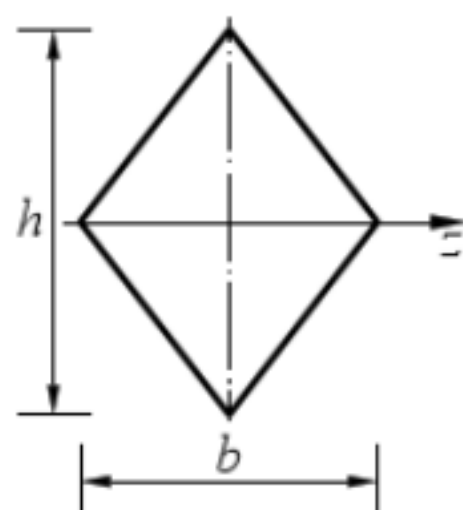


(一个工字钢的惯性矩 $I_z = 7114.14 \times 10^4 \text{ mm}^4$ ， $\frac{I_z}{(S_z)_{\max}} = 246.2 \text{ mm}$)

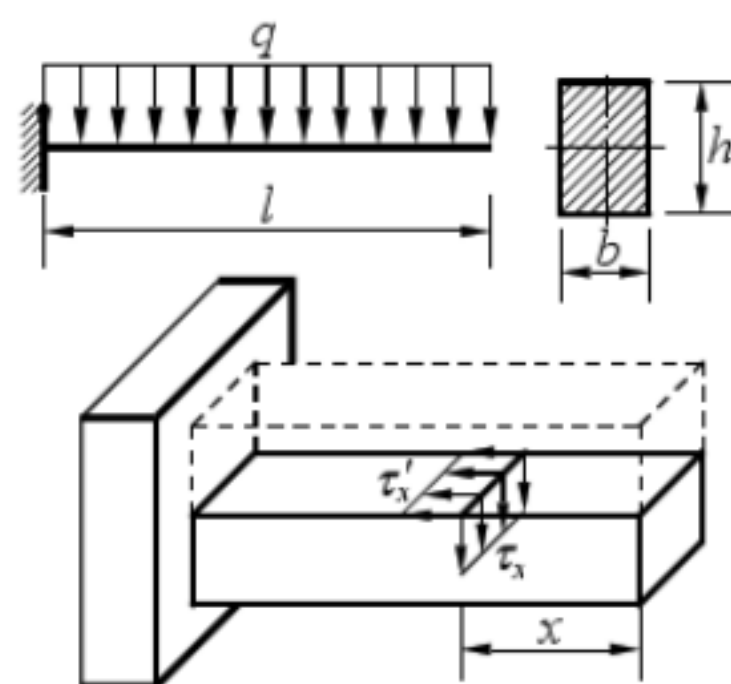
12. 矩形截面梁的上表面受有集度为 q 的水平均布载荷作用，如图所示。试导出梁横截面上切应力 τ 的公式，并画出切应力 τ 的方向及沿截面高度的变化规律。



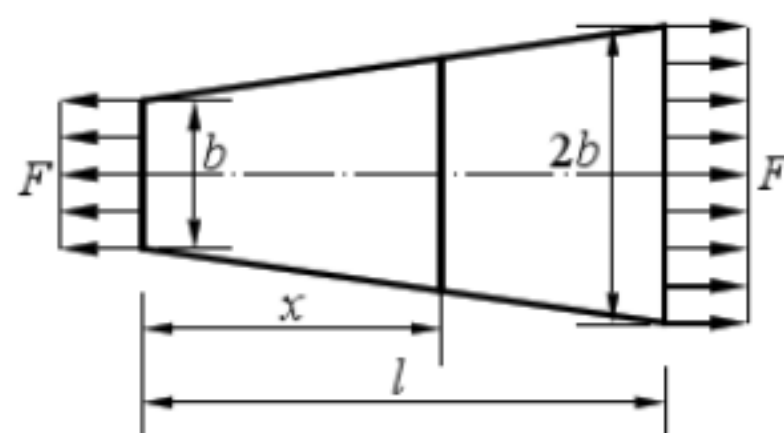
13. 试证图示菱形截面的极限弯矩与屈服弯矩之比为 2，即 $\frac{M_p}{M_s} = 2$ 。（材料为理想弹塑性）



14. 证明：图示矩形截面悬臂梁，中性层上切应力组成的合力为： $\frac{3ql^2}{4h}$ ，并指出这个力由什么来平衡。



15. 图示等厚度 t ，长 l ，变宽度矩形截面板条，受轴向拉力 F 作用。设横截面上的正应力均匀分布。试按材料力学方法证明任意 x 处横截面上切应力 τ 的分布规律表达式为： $\tau = \frac{Fy}{tb(l+x)^2}$ 。



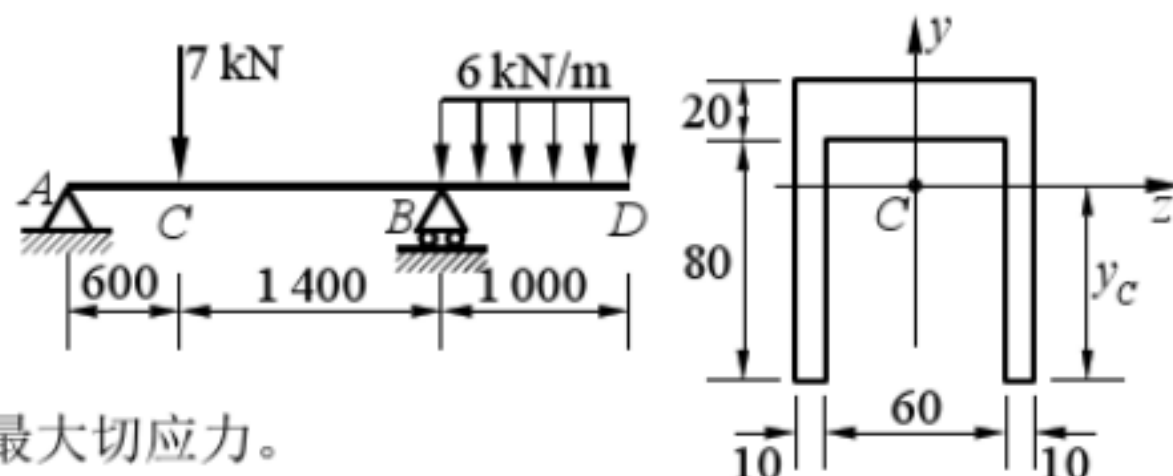
16. 图示截面梁对中性轴惯性矩

$$I_z = 291 \times 10^4 \text{ mm}^4, y_c = 65 \text{ mm}, C$$

为形心。

(1) 画梁的剪力图和弯矩图；

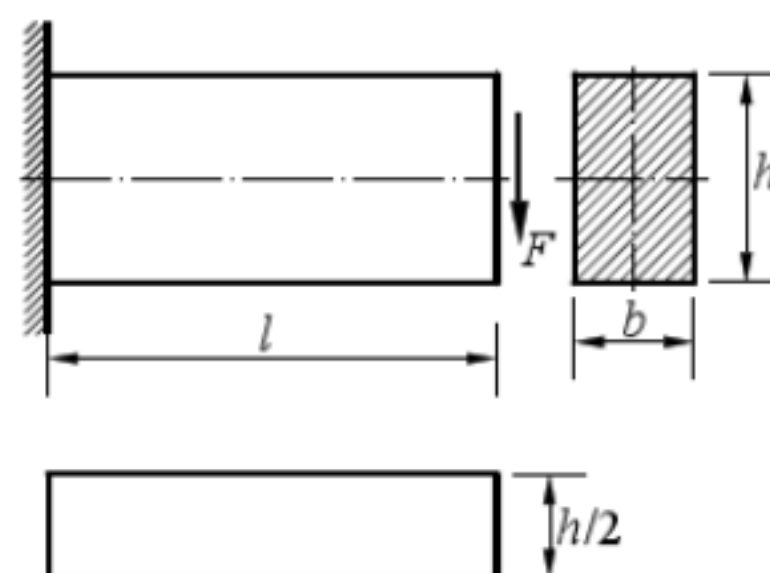
(2) 求梁的最大拉应力，最大压应力和最大切应力。



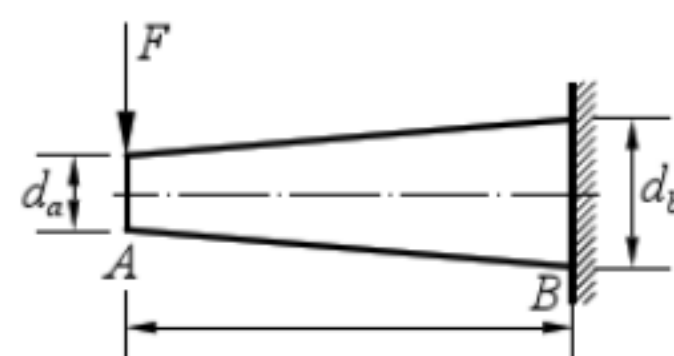
17. 矩形截面悬臂梁受力如图,设想沿中性层截开,列出图示下半部分的平衡条件并画出其受力图。

解: 中性层以下部分的受力图如图所示。

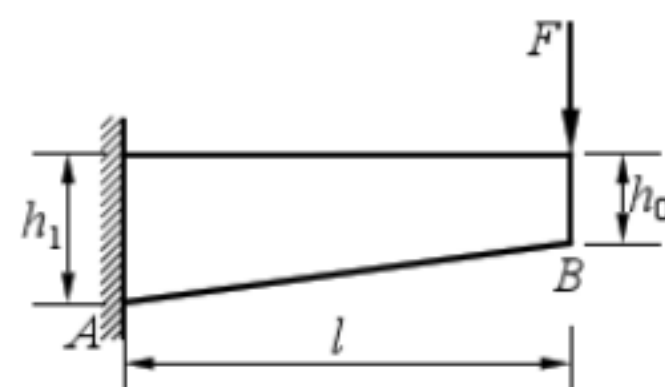
其静力平衡条件为



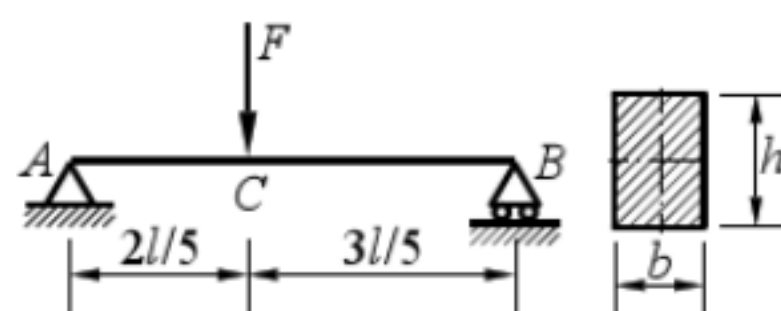
18. 小锥度变截面悬臂梁如图, 直径 $d_b = 2d_a$, 试求最大正应力的位置及大小。



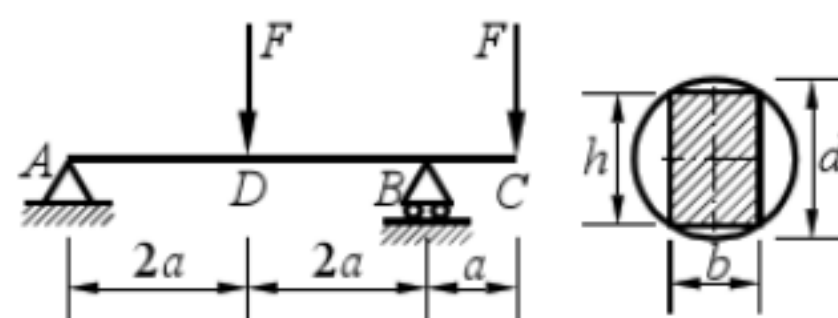
19. 图示矩形截面梁, 宽度 b 不变, 许用应力为 $[\sigma]$, 试写出强度条件表达式。



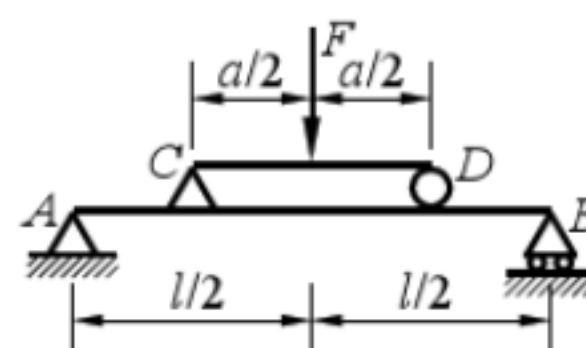
20. 梁受力如图，材料的弹性模量为 E ，已测得下边缘纵向总伸长量为 Δl ，求载荷 F 的大小。



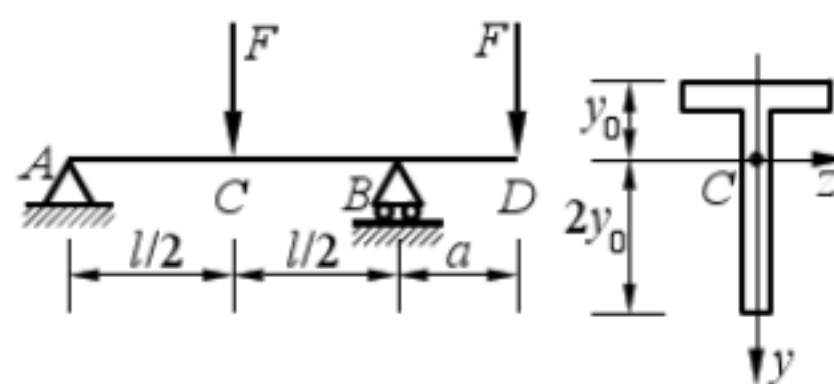
21. 矩形截面外伸梁由圆木制成，已知作用力 $F = 5 \text{ kN}$ ，许用应力 $[\sigma] = 10 \text{ MPa}$ ，长度 $a = 1 \text{ m}$ ，确定所需木材的最小直径 d 。



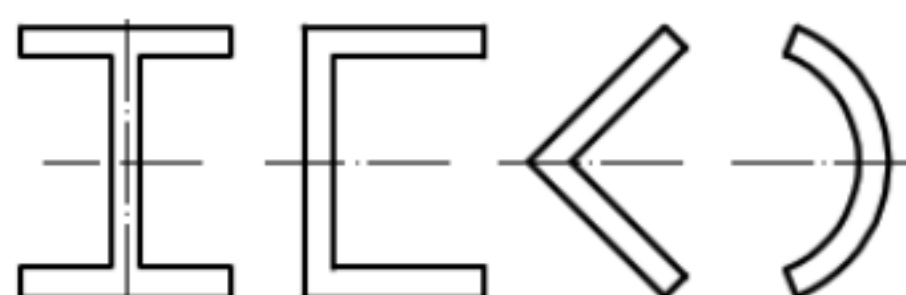
22. 当力 F 直接作用在梁 AB 中点时，梁内的最大正应力超过许用应力 30%。当配置了辅助梁 CD 后，强度满足要求，已知梁长 $l = 6 \text{ m}$ ，试求此辅助梁的跨度 a 。



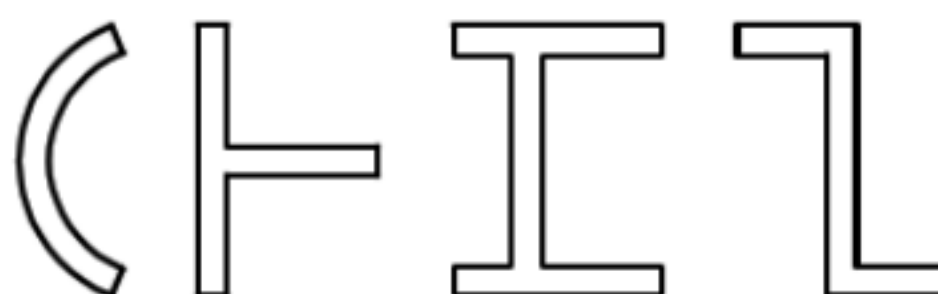
23. T 字形截面外伸梁如图所示，已知 $\frac{[\sigma]^-}{[\sigma]^+} = 3$ 。试求该梁最合理的外伸长度。



24. 试画出下列各薄壁截面弯曲中心的大致位置。若剪力 F_s 的方向垂直向下，试画出切应力流的方向。



25. 注明以下薄壁截面杆弯曲中心的大致位置。



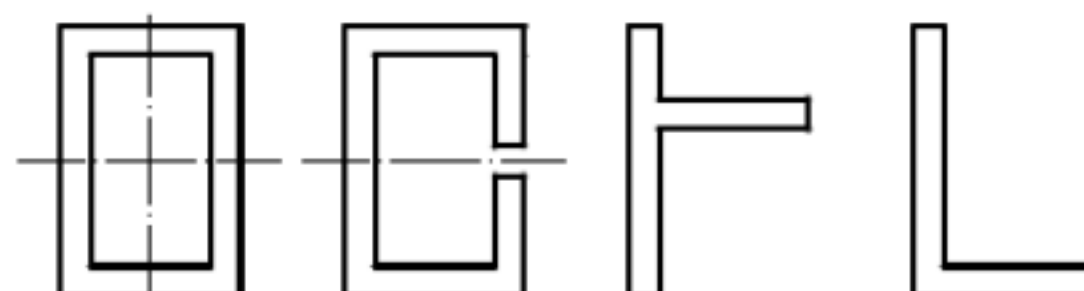
26. 图示薄壁截面梁

(1) 若剪力 F_s 方向向下，试画出各截面上切应力流的方向；

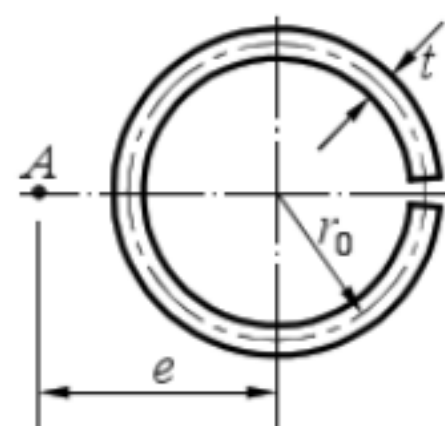
(2) 标出各截面弯曲中心点 A 的大致位置。



27. 注出下列各薄壁截面杆弯曲中心 A 的大致位置。



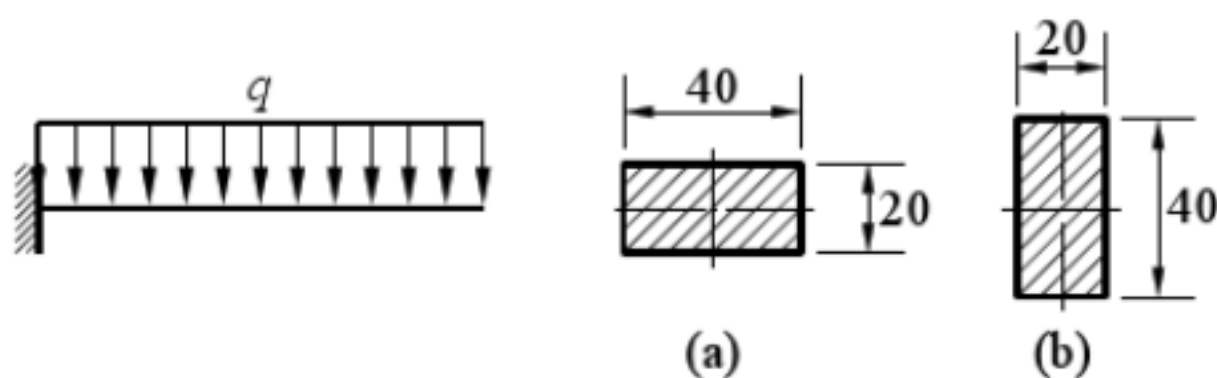
28. 试求图示开口薄壁圆环截面弯曲中心的位置，设壁厚为 t ，平均半径为 r_0 。



29. 矩形截面梁当横截面的高度增加一倍，宽度减小一半时，从正应力强度条件考虑，该梁的承载能力的变化将有 4 种答案：

(A) 不变； (B) 增大一倍； (C) 减小一半； (D) 增大三倍。

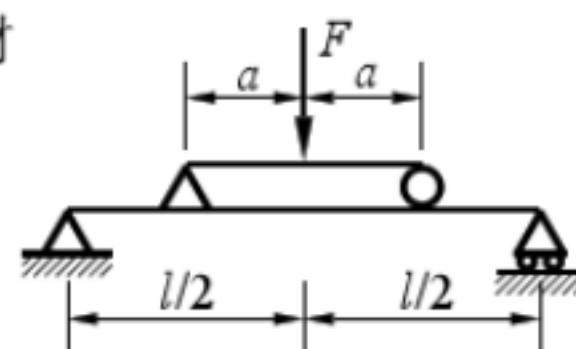
30. 图示矩形截面采用两种放置方式，从弯曲正应力强度条件，承载能力(b)是(a)的多少倍？



(A) 2； (B) 4； (C) 6； (D) 8。

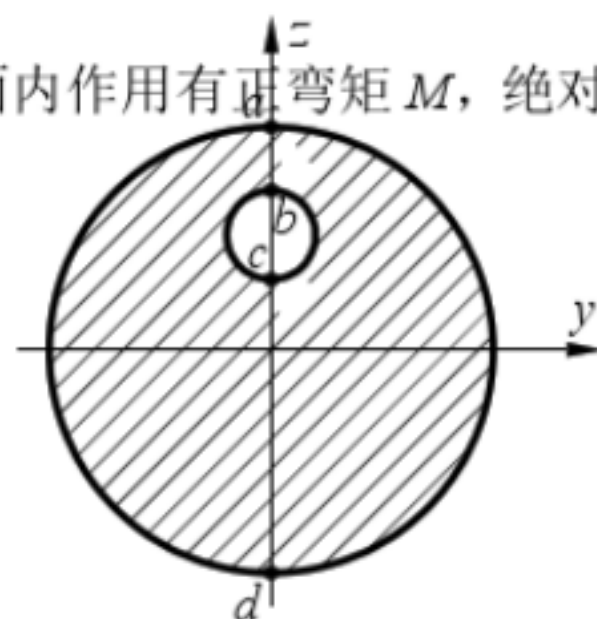
31. 图示梁，采用加副梁的方法提高承载能力，若主梁和副梁材料相同，截面尺寸相同，则副梁的最佳长度有 4 种答案：

(A)； (B) (C) $l/5$ ； (D) $l/2$ 。

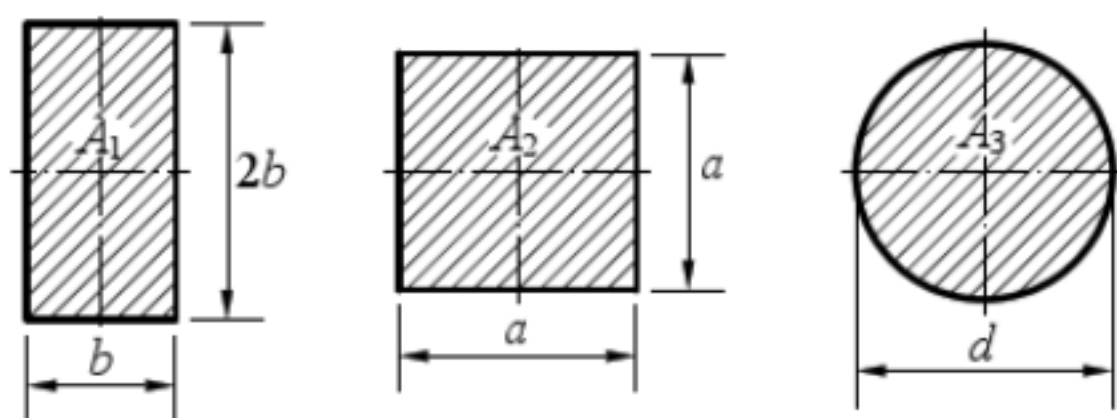


32. 梁的截面形状如图示，圆截面上半部分有一圆孔。在 xz 平面内作用有正弯矩 M ，绝对值最大的正应力位置有 4 种答案：

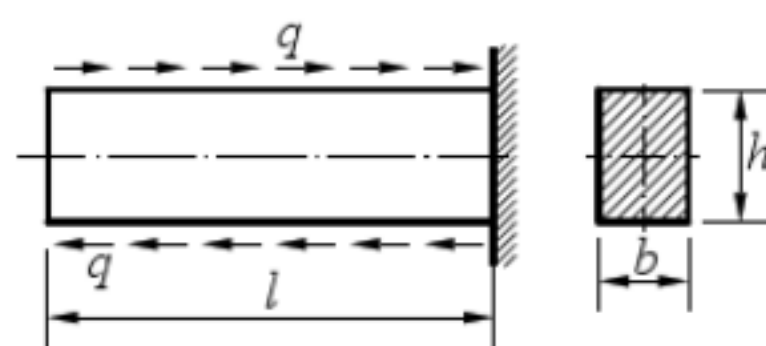
(A) 点 a ; (B) 点 b ; (C) 点 c ; (D) 点 d 。



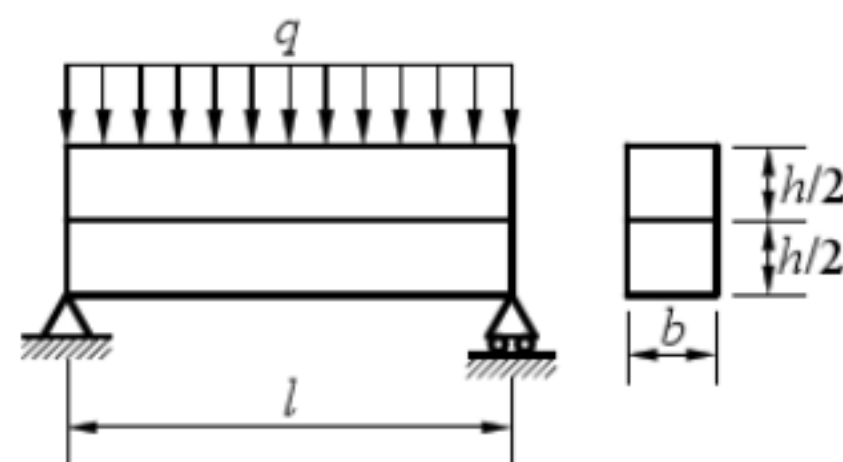
33. 图示三种截面梁，材质、截面内 M_{\max} 、 σ_{\max} 全相同，试求三梁的重量比，并指出哪种截面最经济。



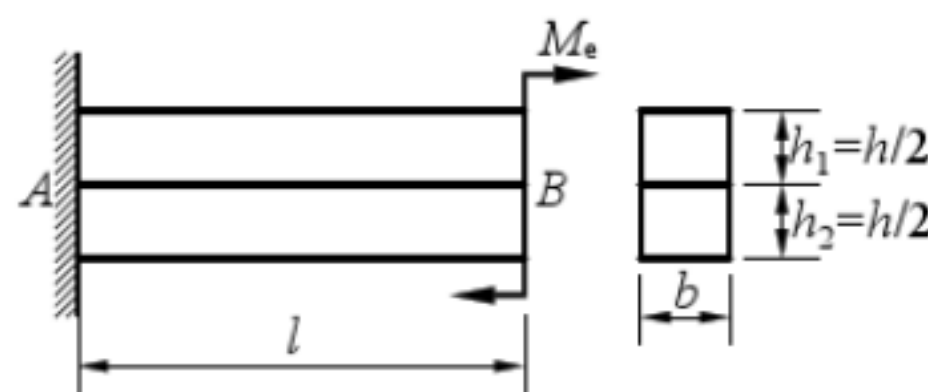
34. 矩形截面梁顶面与底面受有大小相等方向相反的均布载荷 q (kN/m) 作用。若梁截面的正应力公式 $\sigma = My/I$ 和关于切应力沿截面宽度方向均匀分布的假设仍成立，试证明梁横截面上的切应力公式为： $\tau = qhS_z / (bI_z) - q/b$ 。



35. 图示矩形截面叠层梁材料相同，若不计梁间的摩擦力，试求梁中最大切应力。



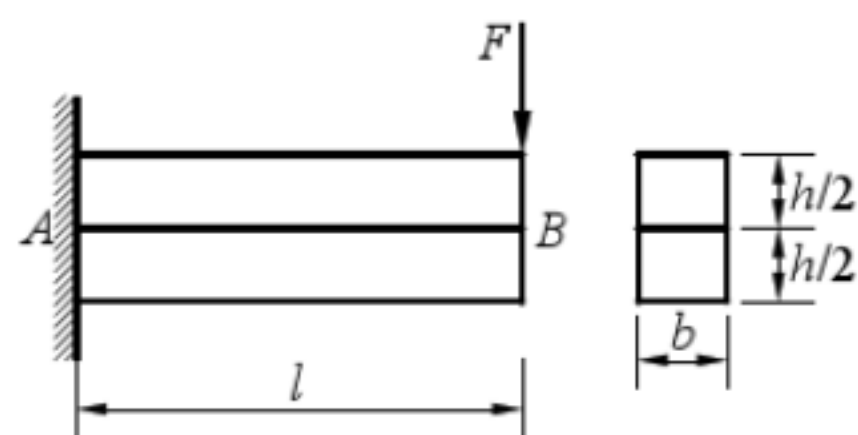
36. 自由叠合梁如图，材料的弹性模量均为 E ，已测得在力偶 M_e 作用下，上、下梁在界面 AB 处的纵向变形后的长度之差为 δ ，若不计梁间的摩擦力，试求力偶 M_e 的大小。



37. 材料相同的自由叠置梁尺寸及受力如图，已知材料的弹性模量 E ，许用应力 $[\sigma]$ 。试求：

(1) 许可载荷 $[F]$ ；

(2) 在 $[F]$ 作用下，两梁在交界面 AB 处的纵向长度之差 δ （不计梁间摩擦）

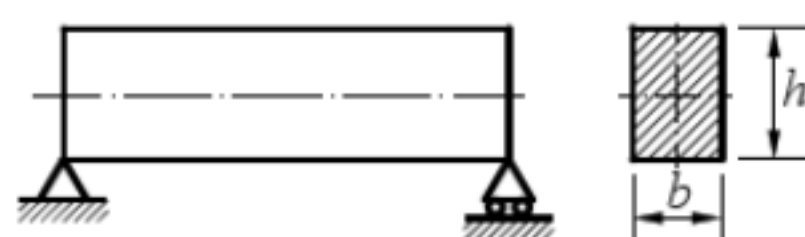


38. 矩形截面简支梁如图所示。梁上缘的温度为 t_0 ，

下缘的温度为 t_1 。 $t_1 - t_0 = 120^\circ\text{C}$ 且沿梁的高度按线

性规律变化，材料线膨胀系数为 $\alpha_t = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ，

试求由温度场引起的梁的曲率半径 ρ 。

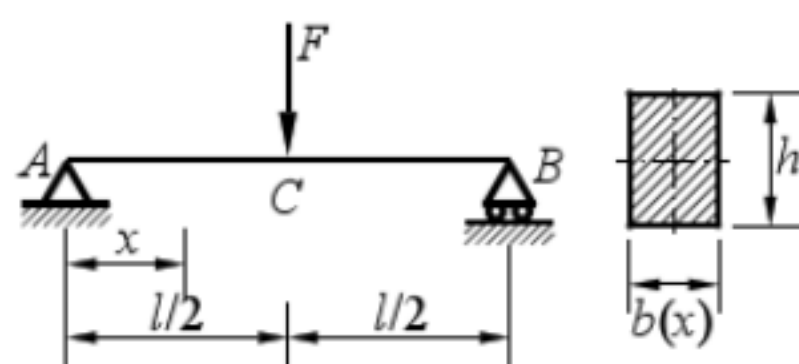


39. 图示简支梁。若横截面高度 h 保持不变，试根据

等强度的观点确定截面宽度 $b(x)$ 的变化规律。为了

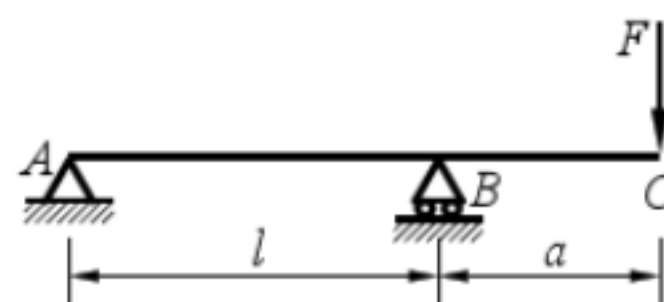
保证剪切强度，该梁的最小宽度 b_{\min} 应为多少？（假

设材料的 $[\sigma]$ 、 $[\tau]$ 为已知）

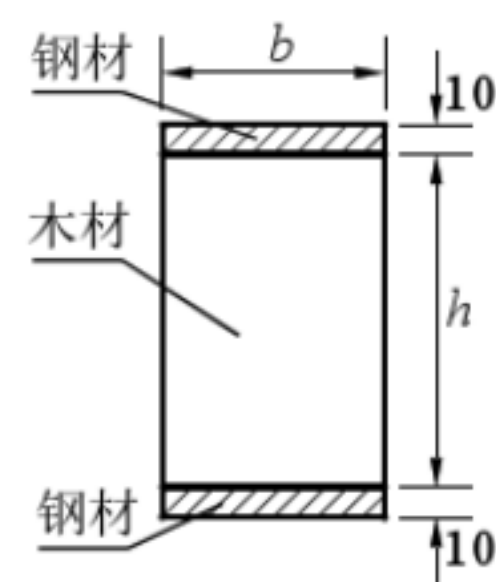


40. 图示圆截面梁，已知材料的许用应力 $[\sigma]$ 及许用切应

力 $[\tau]$ ，试按等强度梁决定梁的形状。



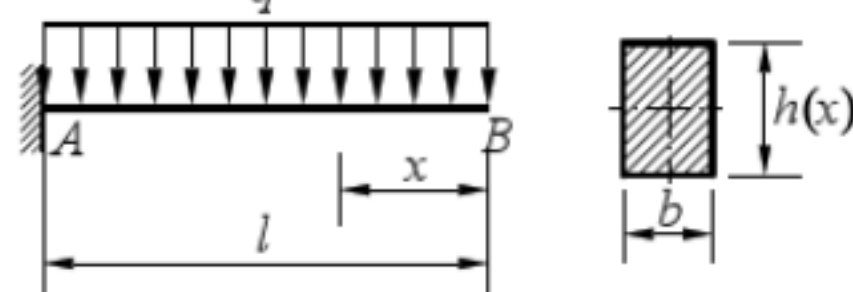
41. 矩形截面木梁， $b = 200 \text{ mm}$ ， $h = 300 \text{ mm}$ ，因强度不足，在梁顶与梁底各加 $200 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ 的钢板加固，木材与钢材的弹性模量之比 $n = E_1 / E_2 = 1/20$ ，木材的许用应力 $[\sigma] = 10 \text{ MPa}$ ，钢的许用应力 $[\sigma] = 140 \text{ MPa}$ ，试求梁能承受的最大弯矩。



42. 理想弹塑性材料梁，在极限弯矩作用下，截面上的中性轴位置有 4 种答案：

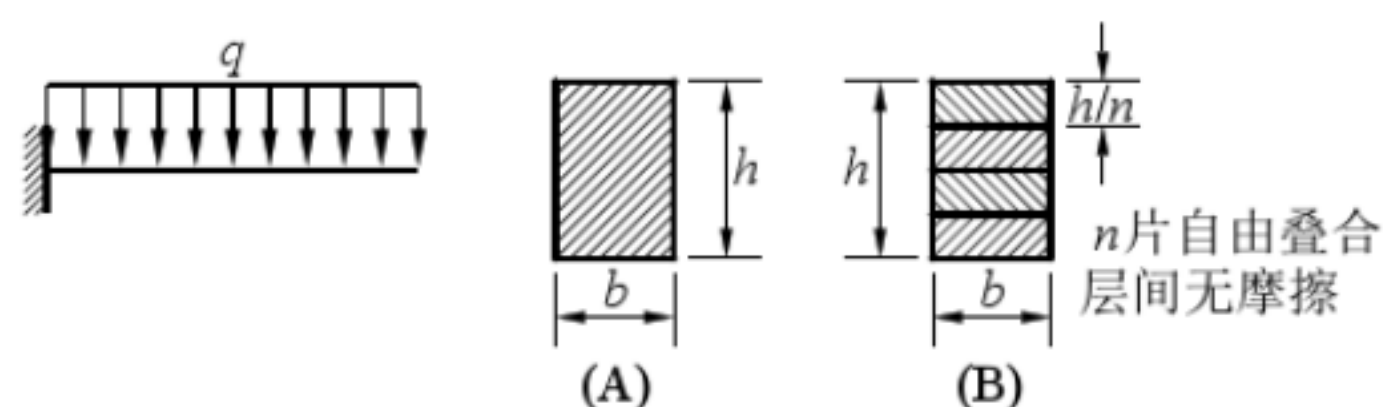
- (A) 不存在； (B) 不过截面形心；
(C) 过截面形心； (D) 将截面分成面积相等的两部分。

43. 矩形截面悬臂梁受均布载荷 q 的作用，跨度为 l ，材料的许用应力为 $[\sigma]$ ，截面宽度 b 不变，为使此梁为等强度梁，高度 h 的变化规律为 $h(x) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

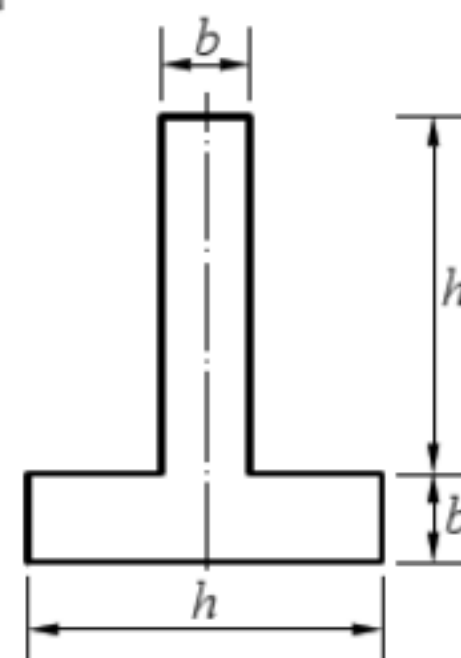


44. 变截面梁的主要优点是_____；等强度梁的条件是_____。

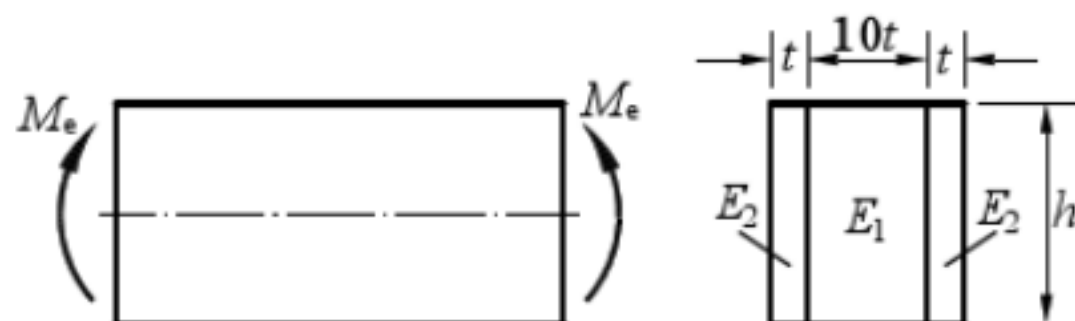
45. 图示悬臂梁截面有两种构成方式(A)、(B)，若材料相同，从强度观点出发，梁的均布许可载荷之比 $[q]_A / [q]_B = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



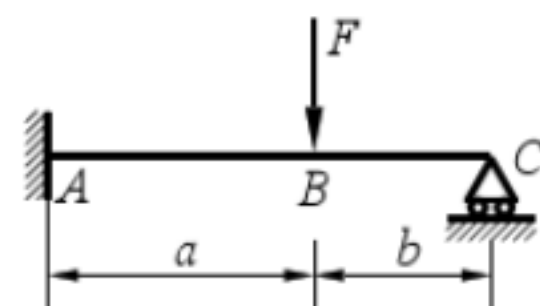
46. 梁的截面如图所示。材料为理想弹塑性材料，屈服极限为 σ_s ，则此梁的极限弯矩 $M_u = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



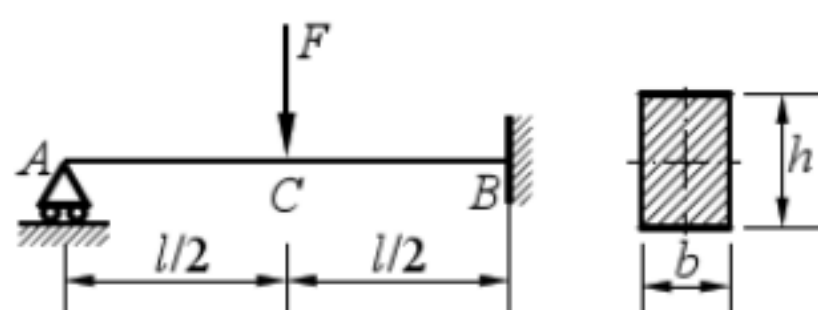
47. 图示由木、钢两种材料组成的矩形截面弯曲梁，木、钢的弹性模量分别为 $E_1 = 10 \text{ GPa}$ ， $E_2 = 210 \text{ GPa}$ ，则木材与钢材所受弯矩之比 $M_1 : M_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



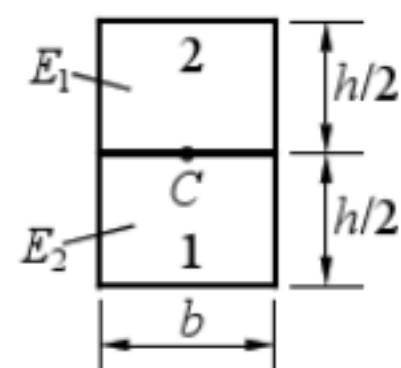
48. 梁受力如图所示。当载荷增大时，可能出现塑性铰的截面为 。



49. 由理想弹塑性材料制成的梁，当截面 B 各点全部处于屈服状态时， A 处支反力为 ，设 F, l, b, h ，屈服极限 σ_s 为已知)。

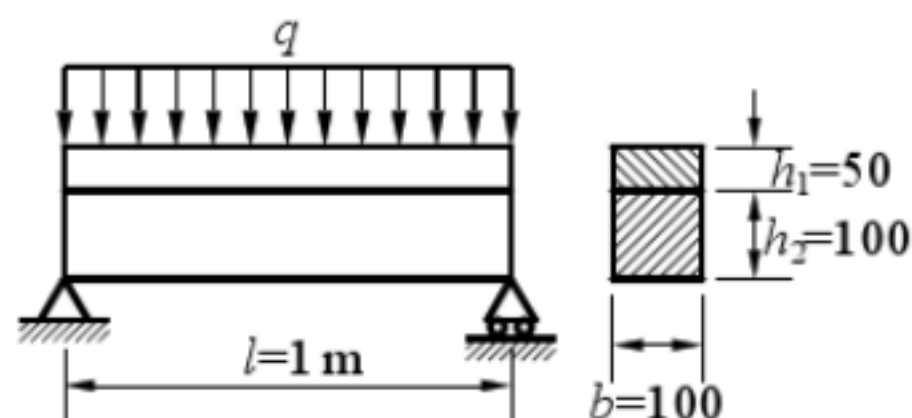


50. 纯弯曲梁，由二种弹性模量不同 ($E_1 > E_2$) 的材料粘成一体，横截面如图所示，变形仍符合平截面假定，试证明中性轴不通过形心 C 。

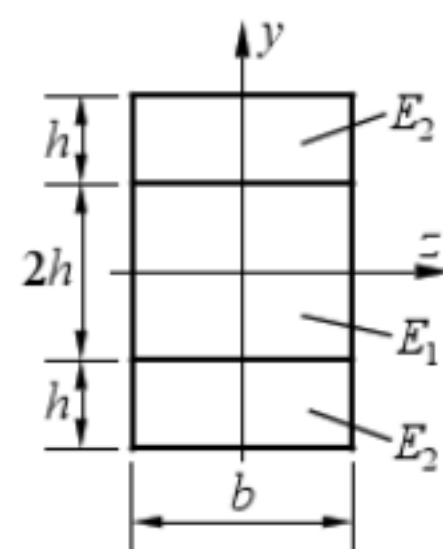


51. 某矩形截面梁，其材料的应力应变关系在弹性范围内为 $\sigma^n = E\varepsilon$ ，设平面假定成立，试证明该梁横截面上的最大正应力公式为： $\sigma_{\max} = \frac{2(2n+1)}{n} \times \frac{M}{bh^2}$ 。

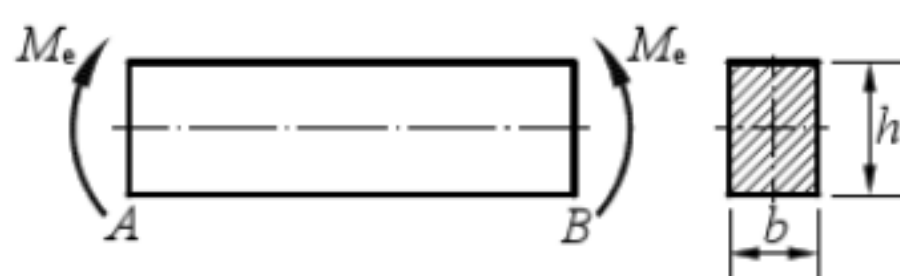
52. 自由叠合梁尺寸及受力如图所示，材料的许用应力 $[\sigma] = 8 \text{ MPa}$ ，若不考虑两梁之间的摩擦，问许用载荷 $[q]$ 为多大？



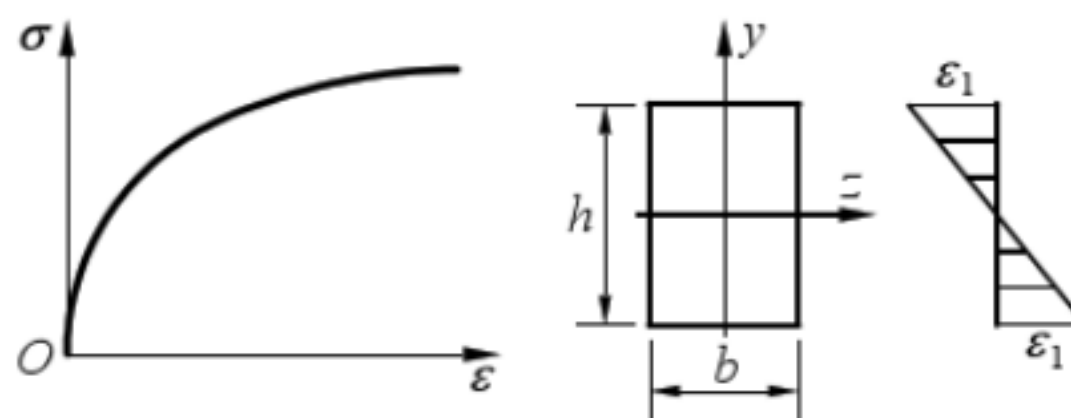
53. 梁由上、中、下三层牢固粘合而成，上下层材料的弹性模量为 E_2 ，中间层的弹性模量为 E_1 ，推导此梁在纯弯曲时，横截面上正应力的计算公式。



54. 纯弯曲矩形截面梁，用应力应变关系为 $\sigma = B\varepsilon^n$ 的材料制成，其中 B 、 n 均为常数。若平面假设成立，且中性轴仍过截面形心，试导出 n 为奇数时正应力的计算公式。

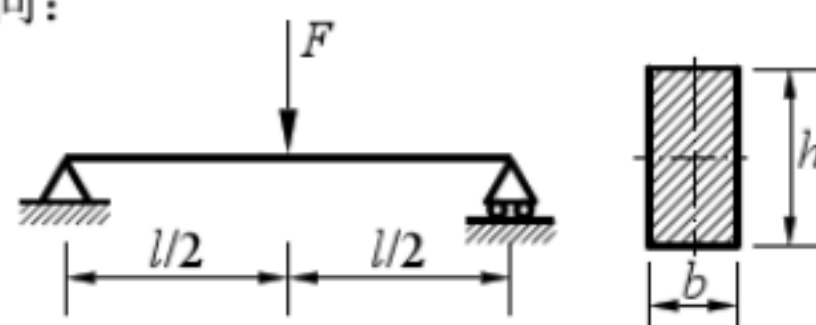


55. 某材料拉伸时的应力应变曲线为：
 $\sigma = B_1\varepsilon - B_2\varepsilon^2$ ， B_1 、 B_2 是材料常数，压缩时的应力应变曲线与拉伸相同。若平面假设成立，最大线应变为 ε_1 ，试导出矩形截面梁所受弯矩 M 的公式。

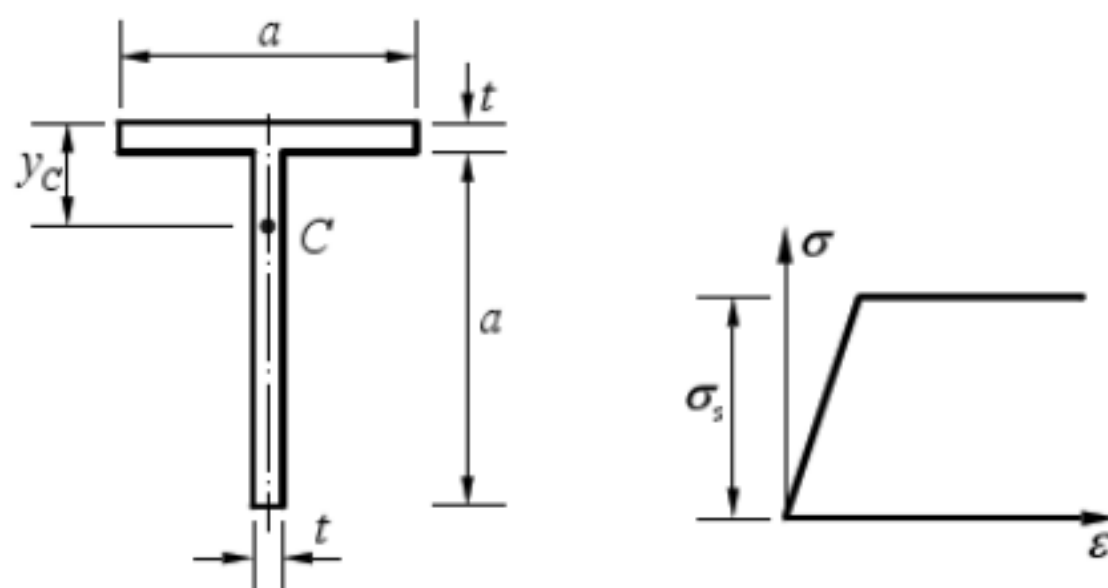


56. 一简支梁跨度 $l = 4 \text{ m}$ ，中间承受集中力 F ，截面为矩形，高 $h = 100 \text{ mm}$ ，宽 $b = 50 \text{ mm}$ ，设材料为理想弹塑性，其屈服极限 $\sigma_s = 240 \text{ MPa}$ ，试问：

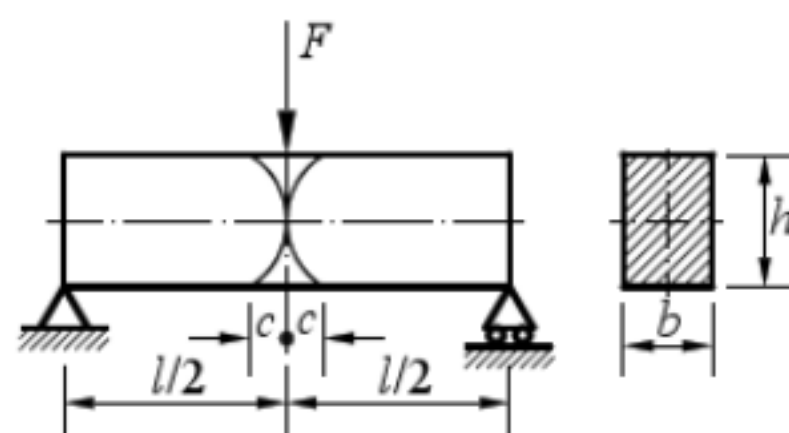
- (1) 梁中间截面完全屈服时 F 是多大；
- (2) 若将 F 卸至零，梁内残余最大正应力和边缘正应力各为多少。



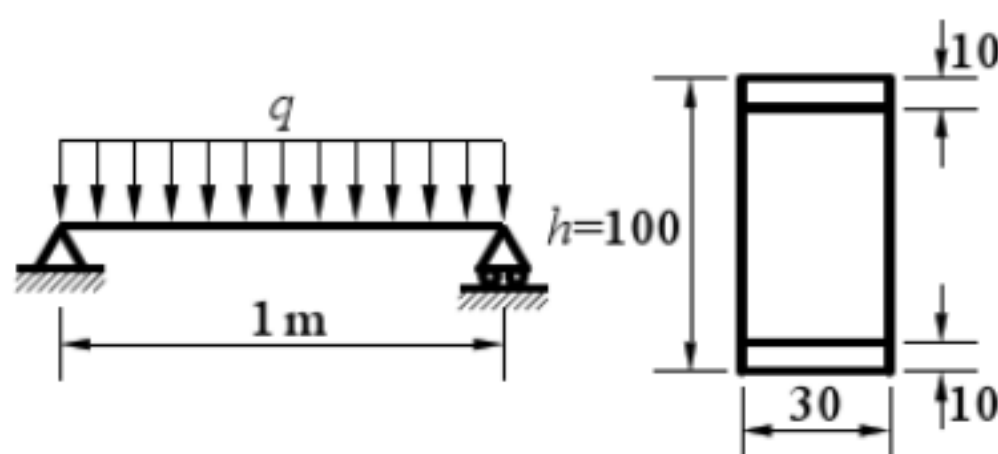
57. 一 T 形截面梁, 设 $t \ll a$ 。梁材料为理想塑性其屈服极限为 σ_s , 试求此梁的极限弯矩 M_u 与刚出现塑性变形时的弯矩 M_s 之比。



58. 图示矩形截面简支梁, 材料为理想弹塑性, 在外力 F 作用达到极限弯矩时, 中间形成塑性铰, 试求塑性区半长 C , 其 b 、 h 、 l 、 F 为已知。

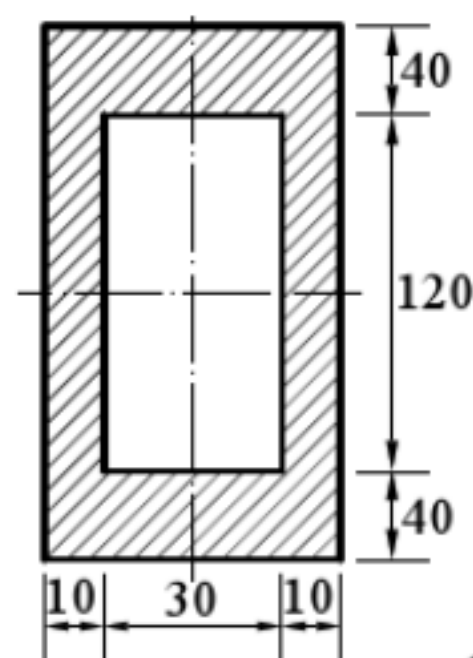


59. 图示矩形截面简支梁, 已知理想弹塑性材料的屈服极限 $\sigma_s = 250 \text{ MPa}$, 试求使跨中截面顶部及底部的屈服深度达到 10 mm 时的载荷值。

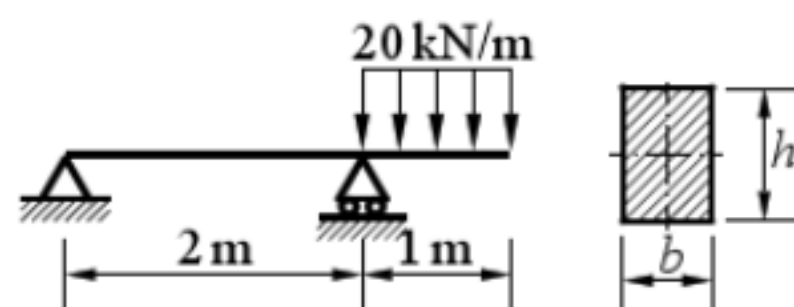


60. 图示箱式截面梁, 已知材料为理想弹塑性且屈服极限 $\sigma_s = 240 \text{ MPa}$, 试求:

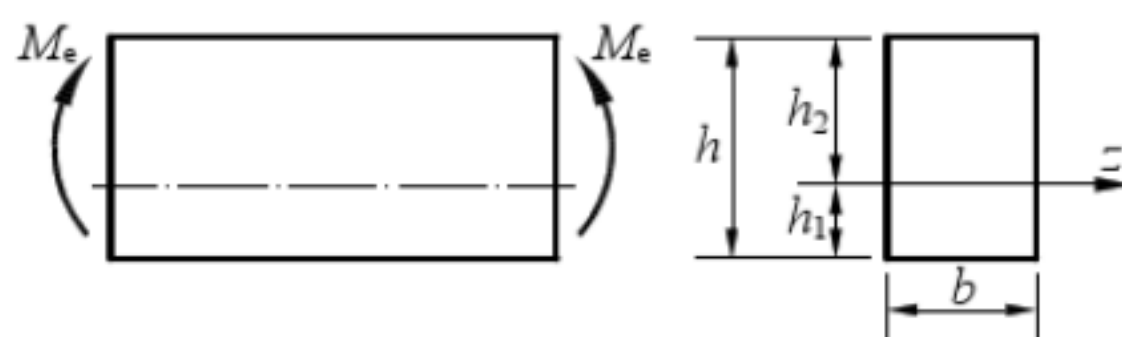
- (1) 极限弯矩 M_u ;
- (2) 弹性最大弯矩 M_e ;
- (3) 二者的比值。



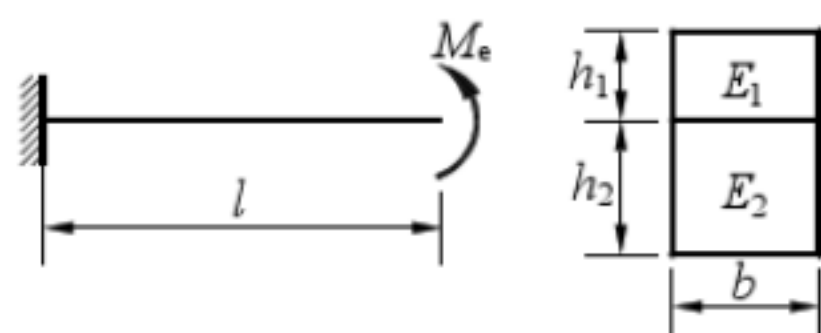
61. 已知某材料为理想弹塑性材料，屈服极限 $\sigma_s = 240 \text{ MPa}$ ，安全因数 $n = 1.5$ ，试按极限弯矩设计矩形截面尺寸。设 $h = 2b$ 。



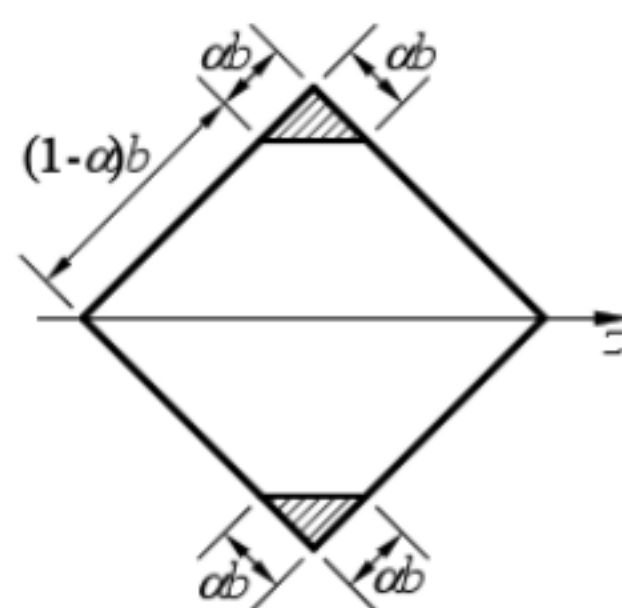
62. 矩形截面纯弯曲梁如图示。已知材料的拉伸弹性模量为 E_1 ，压缩弹性模量为 E_2 ，且 $E_1 = 4E_2$ 。设纯弯曲时平面假设仍成立，已知梁截面宽度 b ，高 h ，受拉边高 h_1 ，受压边高 h_2 ，试导出中性轴位置及弯曲正应力公式。



63. 图示矩形纯弯曲梁是由两种材料牢固粘合而成，它们的弹性模量分别为 E_1 和 E_2 ，若以胶合面为中性层，试计算 h_1 和 h_2 的比值。



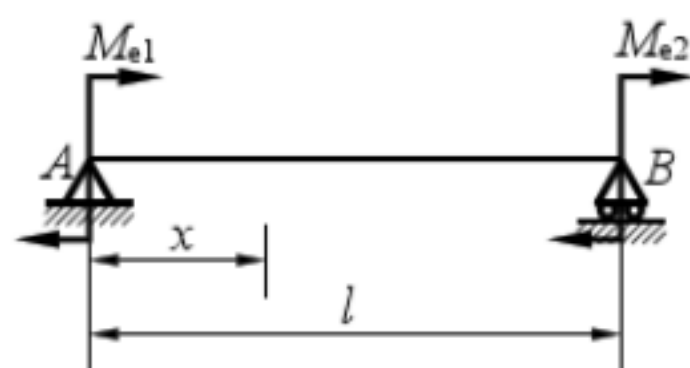
64. 一正方形截面梁，其水平对角线为中性轴，若削去顶和底的棱角，是否可以提高梁的强度？当 α 为何值时，其弯曲截面系数 W_z 最大？



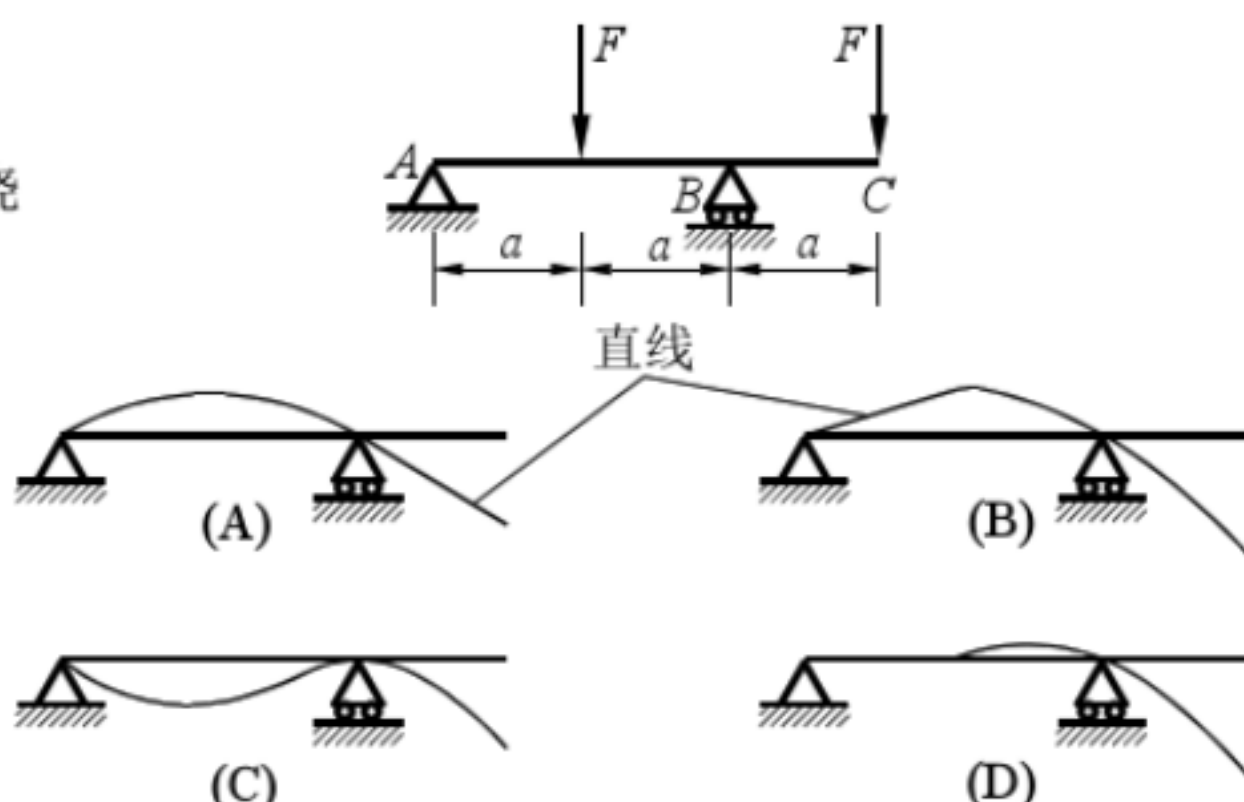
试题 8. 弯曲变形

1. 已知梁的弯曲刚度 EI 为常数, 今欲使梁的挠曲线在 $x=l/3$ 处出现一拐点, 则比值 M_{e1}/M_{e2} 为:

- (A) $M_{e1}/M_{e2}=2$; (B) $M_{e1}/M_{e2}=3$;
(C) $M_{e1}/M_{e2}=1/2$; (D) $M_{e1}/M_{e2}=1/3$ 。

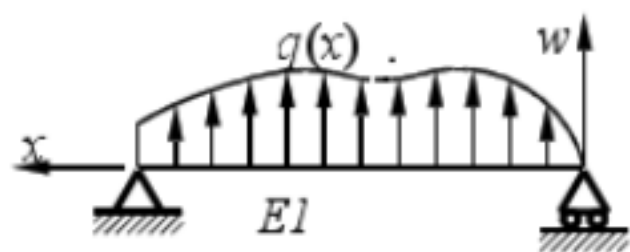


2. 外伸梁受载荷如图所示, 其挠曲线的大致形状有下列(A)、(B)、(C)、(D)四种:



3. 简支梁受载荷并取坐标系如图所示, 则弯矩 M 、剪力 F_s 与分布载荷 q 之间的关系以及挠曲线近似微分方程为:

- (A) $\frac{dM}{dx} = F_s$, $\frac{dF_s}{dx} = q$, $\frac{d^2w}{dx^2} = \frac{M(x)}{EI}$;
(B) $\frac{dM}{dx} = -F_s$, $\frac{dF_s}{dx} = -q$, $\frac{d^2w}{dx^2} = \frac{M(x)}{EI}$;
(C) $\frac{dM}{dx} = -F_s$, $\frac{dF_s}{dx} = q$, $\frac{d^2w}{dx^2} = -\frac{M(x)}{EI}$;
(D) $\frac{dM}{dx} = F_s$, $\frac{dF_s}{dx} = -q$, $\frac{d^2w}{dx^2} = -\frac{M(x)}{EI}$ 。

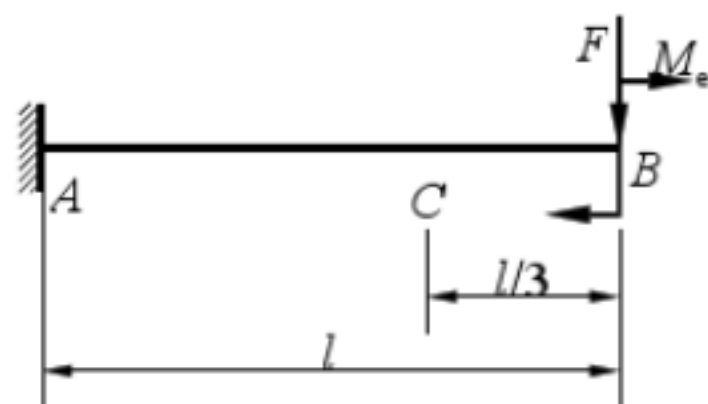


4. 弯曲刚度为 EI 的悬臂梁受载荷如图所示, 自由端的

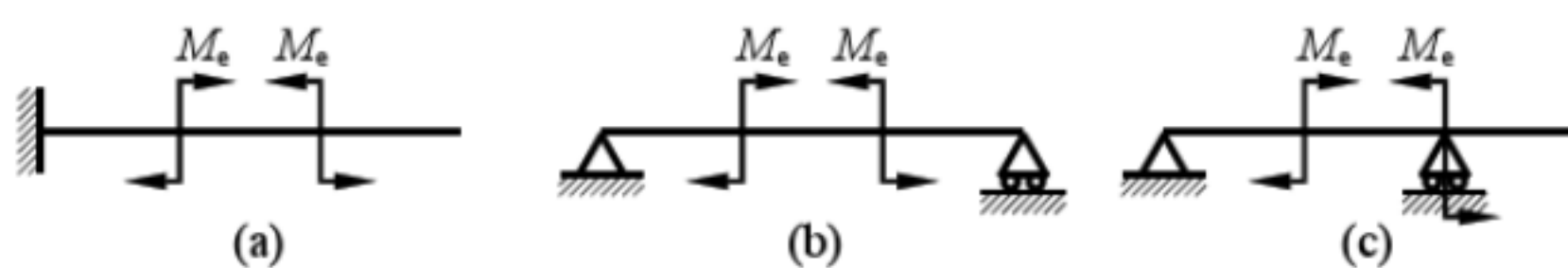
挠度 $w_B = \frac{Fl^3}{3EI} + \frac{M_e l^2}{2EI}$ (↓)

则截面 C 处挠度为:

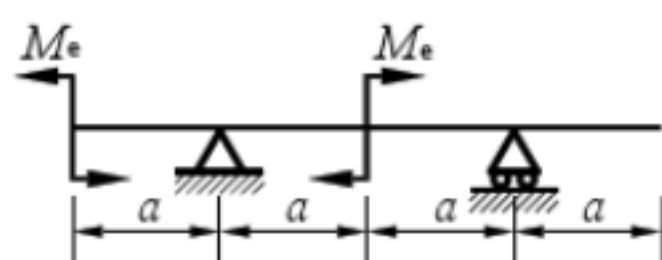
- (A) $\frac{F}{3EI} \left(\frac{2}{3}l\right)^3 + \frac{M_e}{2EI} \left(\frac{2}{3}l\right)^2$ (↓); (B) $\frac{F}{3EI} \left(\frac{2}{3}l\right)^3 + \frac{Fl/3}{2EI} \left(\frac{2}{3}l\right)^2$ (↓);
(C) $\frac{F}{3EI} \left(\frac{2}{3}l\right)^3 + \frac{M_e + (Fl/3)}{2EI} \left(\frac{2}{3}l\right)^2$ (↓); (D) $\frac{F}{3EI} \left(\frac{2}{3}l\right)^3 + \frac{M_e - (Fl/3)}{2EI} \left(\frac{2}{3}l\right)^2$ (↓)。



5. 画出(a)、(b)、(c)三种梁的挠曲线大致形状。



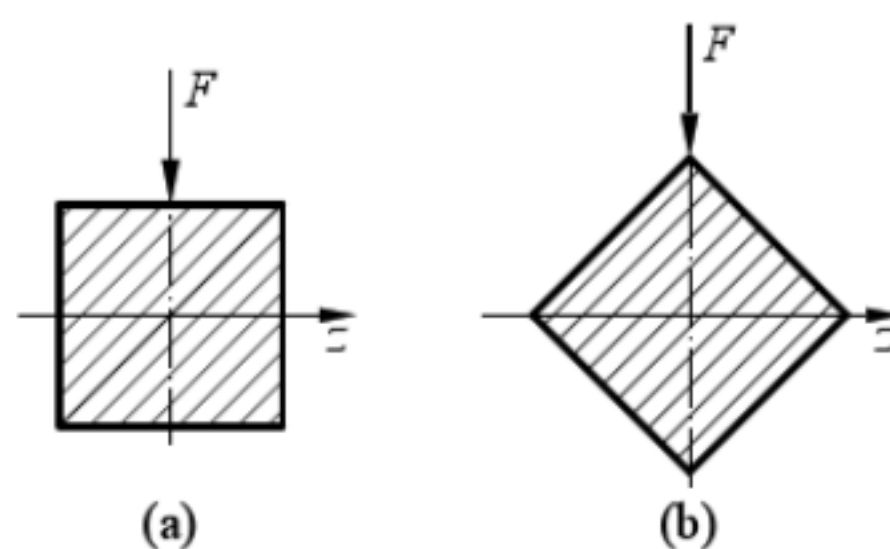
6. 试画出图示梁的挠曲线大致形状。



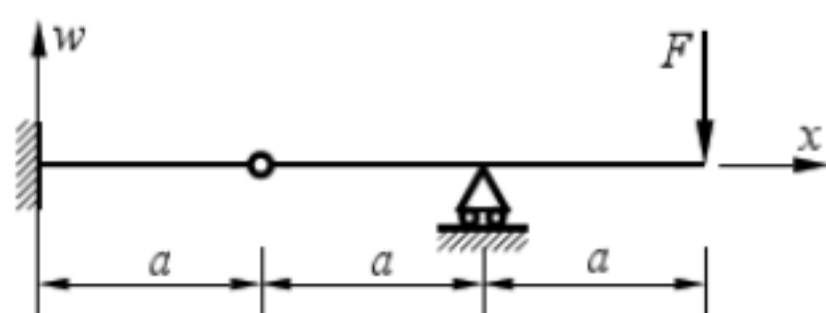
7. 正方形截面梁分别按(a)、(b)两种形式放置, 则两者间的弯曲刚度关系为下列中的哪一种:

(A) (a) > (b); (B) (a) < (b);

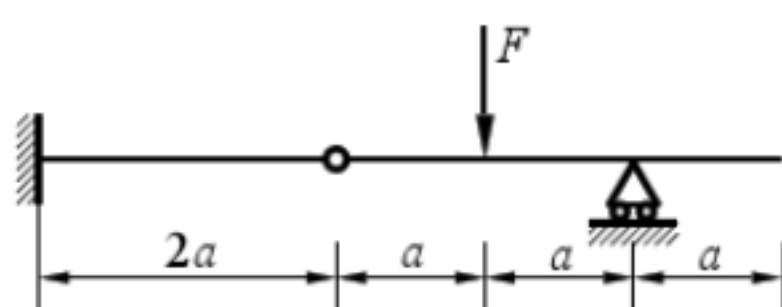
(C) (a) = (b); (D) 不一定。



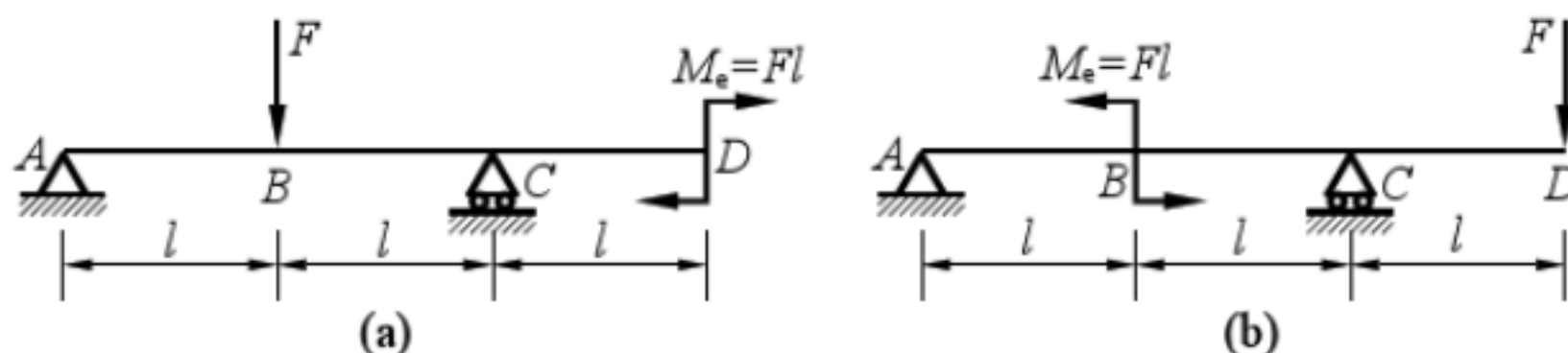
8. 试写出图示等截面梁的位移边界条件, 并定性画出梁的挠曲线大致形状。



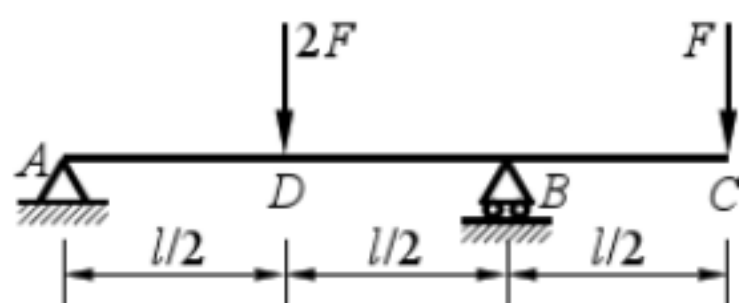
9. 试画出图示静定组合梁在集中力 F 作用下挠曲线的大致形状。



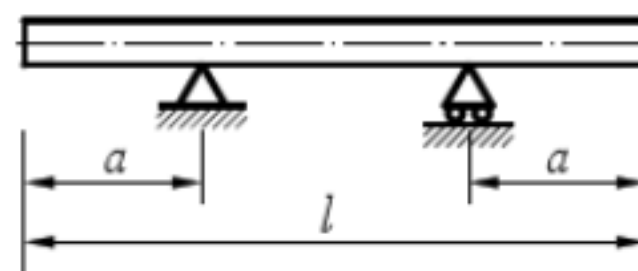
10. 画出图示各梁的挠曲线大致形状。



11. 作图示外伸梁的弯矩图及其挠曲线的大致形状。



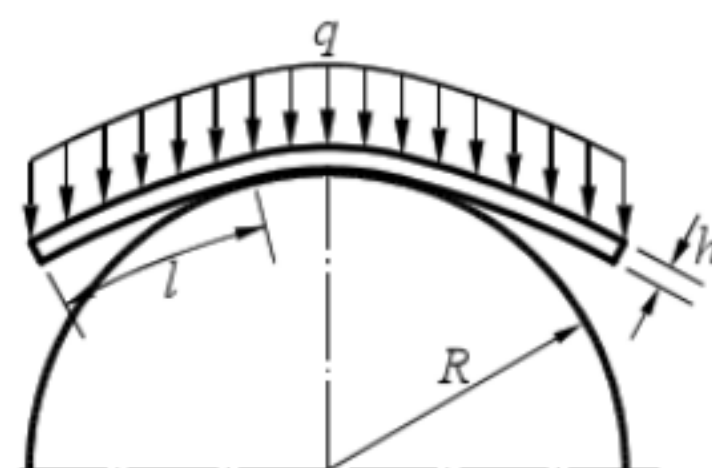
• 12. 弯曲刚度为 EI 的等截面外伸梁如图所示。当梁内任一纵向层总长度均不因其自重引起的弯曲而有所改变时,证明两支座间的距离应为 $l-2a=0.577l$ 。 [提示: $\Delta l = \int_0^l \varepsilon dx = \int_0^l \frac{w}{\rho} dx$]



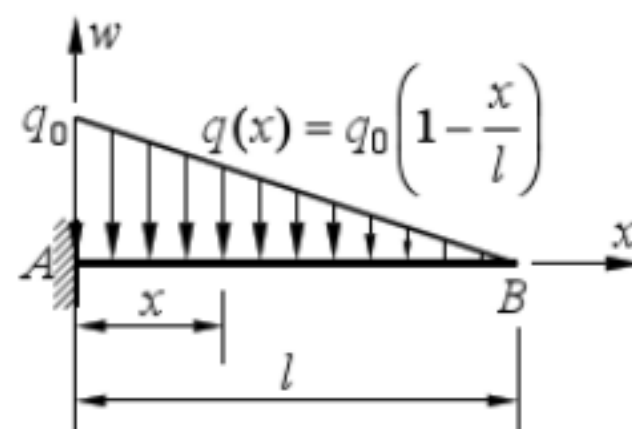
13. 等截面悬臂梁弯曲刚度 EI 为已知, 梁下有一曲面, 方程为 $w = -Ax^3$ 。欲使梁变形后与该曲面密合 (曲面不受力), 试求梁的自由端处应施加的载荷。

14. 变截面悬臂梁受均布载荷 q 作用, 已知 q 、梁长 l 及弹性模量 E 。试求截面 A 的挠度 w_A 和截面 C 的转角 θ_C 。

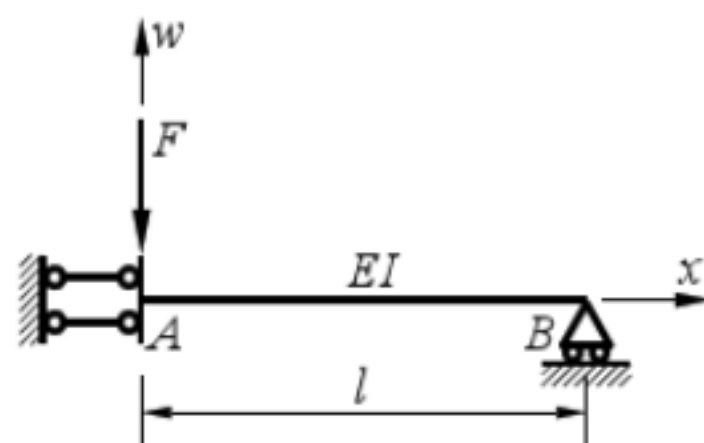
15. 在刚性圆柱上放置一长 $2R$ 、宽 b 、厚 h 的钢板, 已知钢板的弹性模量为 E 。试确定在铅垂载荷 q 作用下, 钢板不与圆柱接触部分的长度 l 及其中之最大应力。



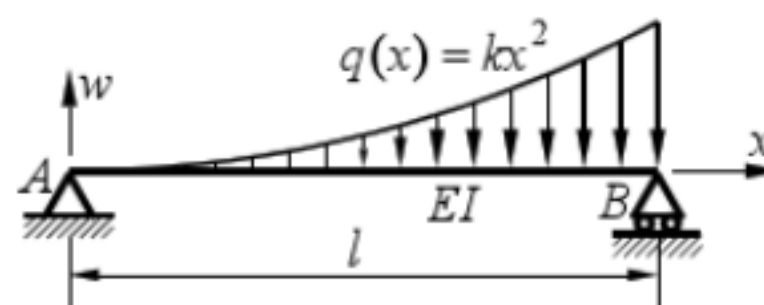
16. 弯曲刚度为 EI 的悬臂梁受载荷如图所示，试用积分法求梁的最大挠度及其挠曲线方程。



17. 图示梁的左端可以自由上下移动，但不能左右移动及转动。试用积分法求力 F 作用处点 A 下降的位移。

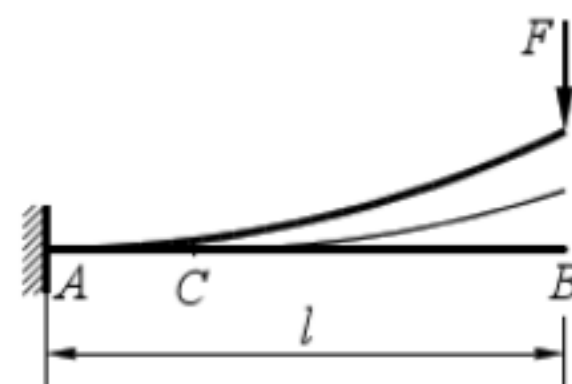


18. 简支梁上自 A 至 B 的分布载荷 $q(x) = -Kx^2$ ， K 为常数。试求挠曲线方程。



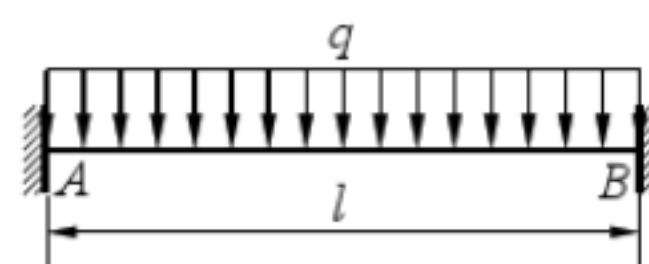
19. 弯曲刚度为 EI 的悬臂梁原有微小初曲率，其方程为 $y = Kx^3$ 。现在梁 B 端作用一集中力，如图所示。当 F 力逐渐增加时，梁缓慢向下变形，靠近固定端的一段梁将与刚性水平面接触。若作用力为 F ，试求：

- (1) 梁与水平面的接触长度；
- (2) 梁 B 端与水平面的垂直距离。



20. 图示弯曲刚度为 EI 的两端固定梁，其挠度方程为

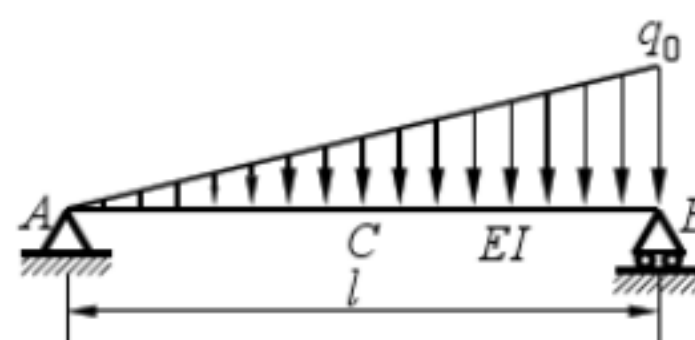
$$EIw = -\frac{qx^4}{24} + Ax^3 + Bx^2 + Cx + D$$



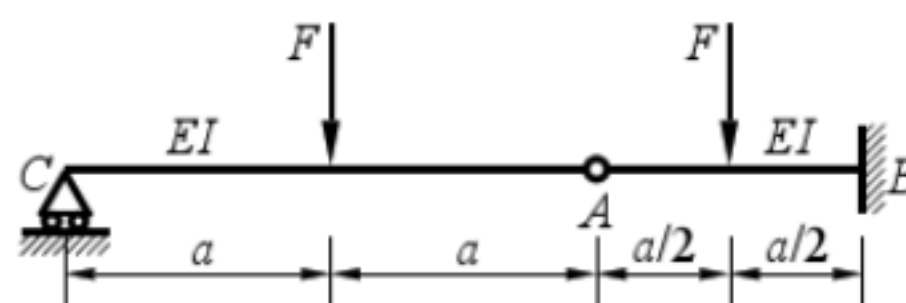
式中 A 、 B 、 C 、 D 为积分常数。试根据边界条件确定常数 A 、 B 、 C 、 D ，并绘制梁的剪力 F_S 、弯矩 M 图。

21. 已知承受均布载荷 q_0 的简支梁中点挠度为 $w = \frac{5q_0l^4}{384EI}$ ，则图示受三角形分布载荷作用

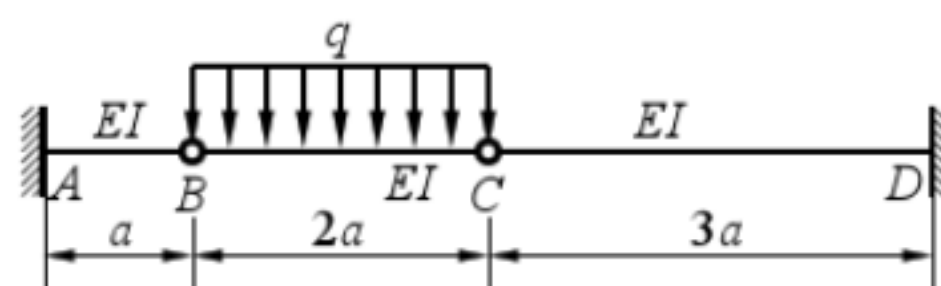
梁中点 C 的挠度为 $w_C =$ _____。



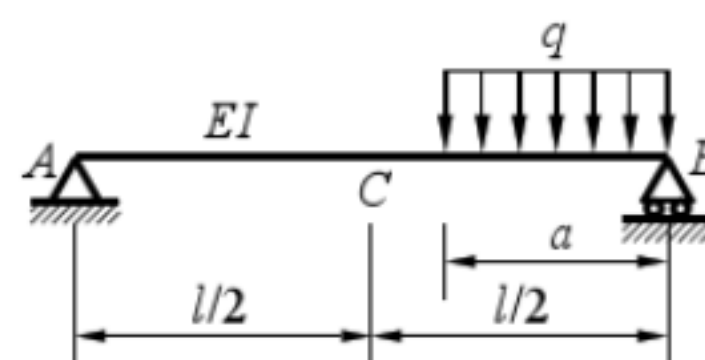
22. 试用叠加法计算图示梁 A 点的挠度 w_A 。



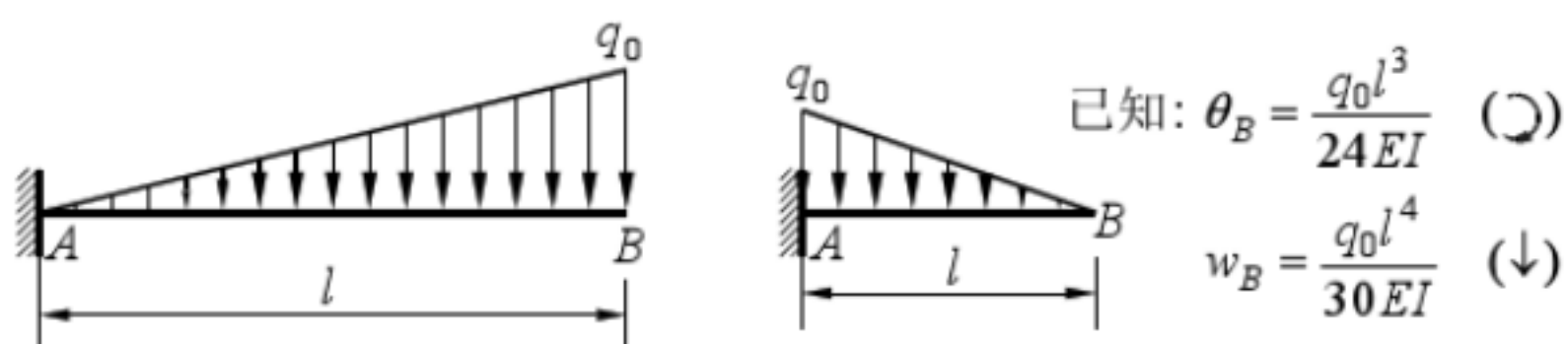
23. 试求图示梁 BC 段中点的挠度。



24. 已知梁的弯曲刚度 EI 。试用叠加法求图示梁截面 C 的挠度 w_C 。



25. 已知梁的弯曲刚度 EI 为常数。试用叠加法求图示梁 B 截面的挠度和转角。

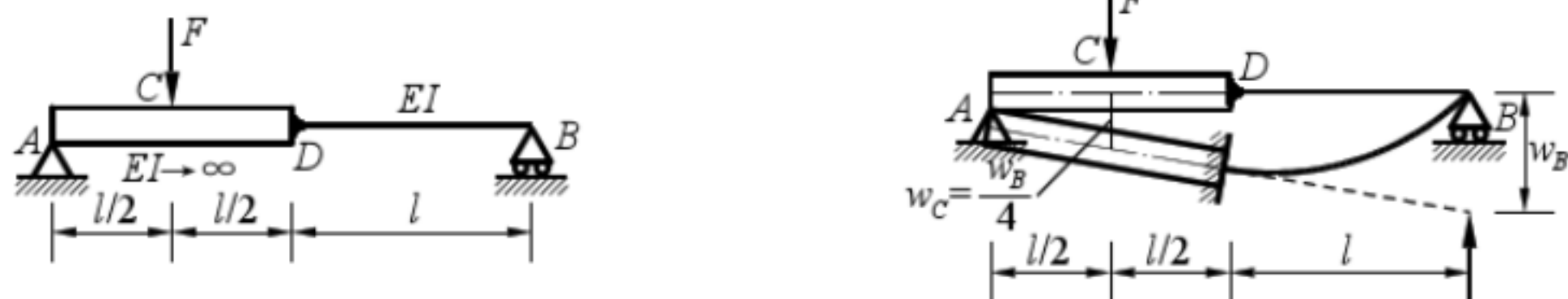


26. 试用叠加法求图示简支梁跨度中点 C 的挠度。

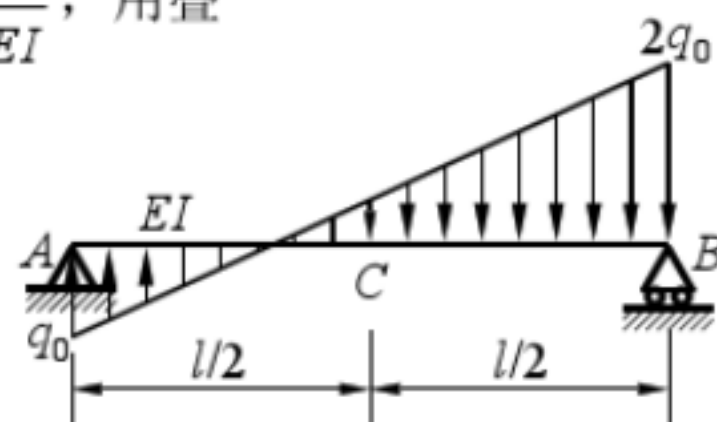
解:



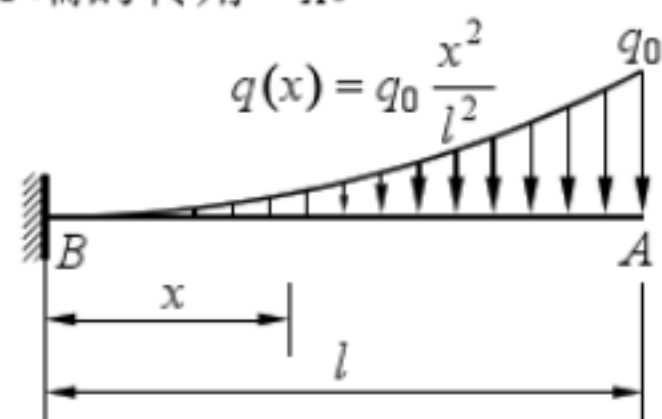
27. 试用叠加法求图示简支梁集中载荷作用点 C 的挠度。



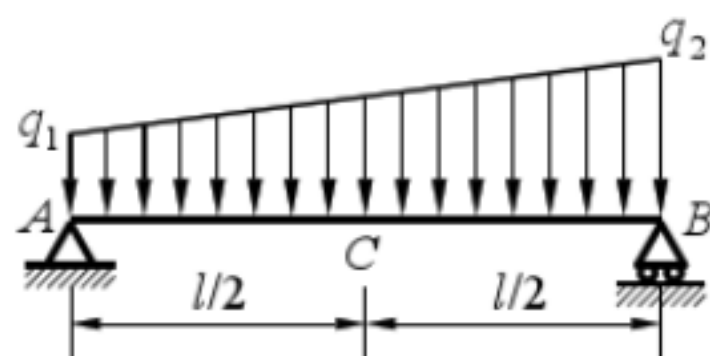
28. 已知简支梁在均布载荷作用下跨中的挠度为 $w_C = \frac{5ql^4}{384EI}$, 用叠加法求图示梁中点 C 的挠度。



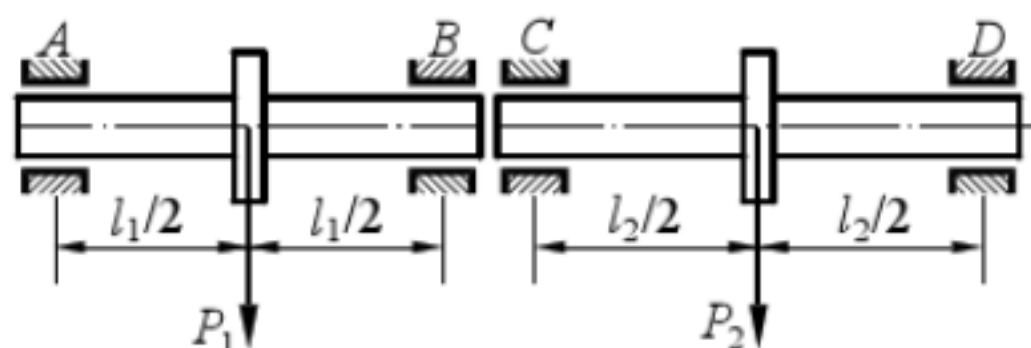
29. 弯曲刚度为 EI 的悬臂梁受载荷如图所示, 试用叠加法求 A 端的转角 θ_A 。



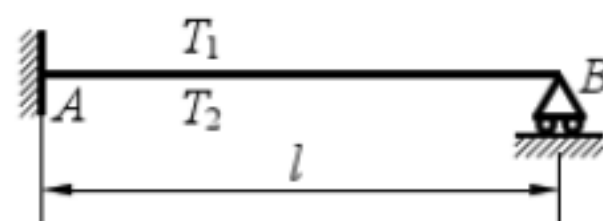
30. 弯曲刚度为 EI 的等截面梁受载荷如图所示，试用叠加法计算截面 C 的挠度 w_C 。



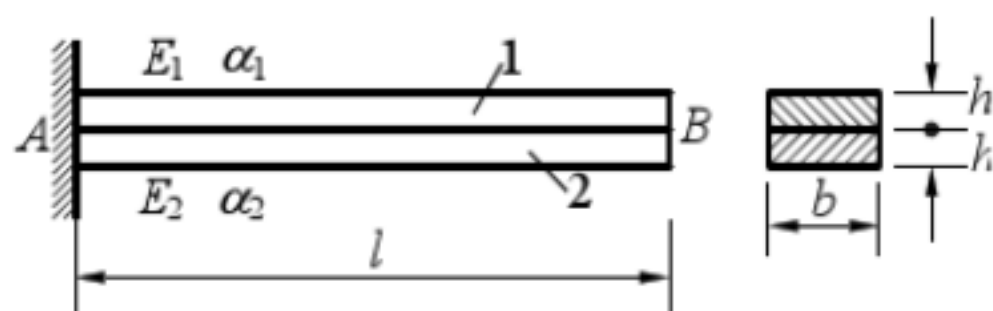
31. 如图所示两个转子，重量分别为 P_1 和 P_2 ，安装在刚度分别为 EI_1 及 EI_2 的两个轴上，支承轴是 A 、 B 、 C 、 D 四个轴承。 B 、 C 两轴承靠得极近以便于用轴套将此两轴连接在一起。如果四个轴承的高度相同，两根轴在 B 、 C 处连接时将出现“整劲”现象。为消除此现象可将 A 处轴承抬高，试求抬高的高度。



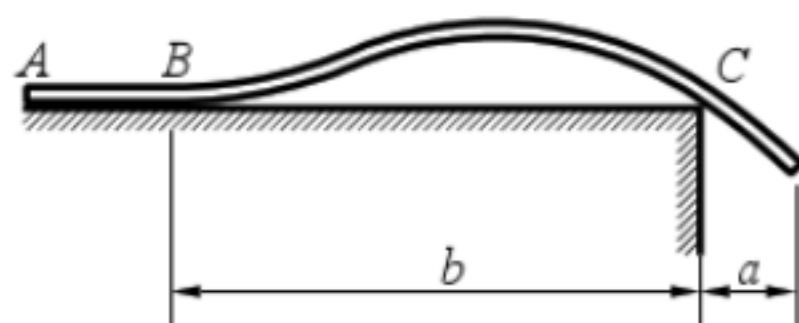
32. 图示梁 AB 的左端固定，而右端铰支。梁的横截面高度为 h ，弯曲刚度为 EI ，线膨胀系数为 α_l ，若梁在安装后，顶面温度为 t_1 ，底面温度为 t_2 ($t_2 > t_1$)，试求此梁的约束力。



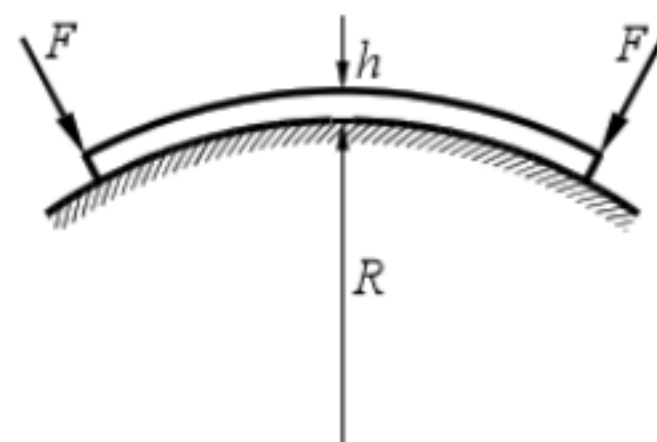
33. 图示温度继电器中两种金属片粘结的组合梁，左端固定，右端自由。两种材料的弹性模量分别为 E_1 与 E_2 。线膨胀系数分别为 α_{l1} 与 α_{l2} ，并且 $\alpha_{l1} > \alpha_{l2}$ 。试求温度升高 $t^\circ\text{C}$ 时在 B 端引起的挠度。



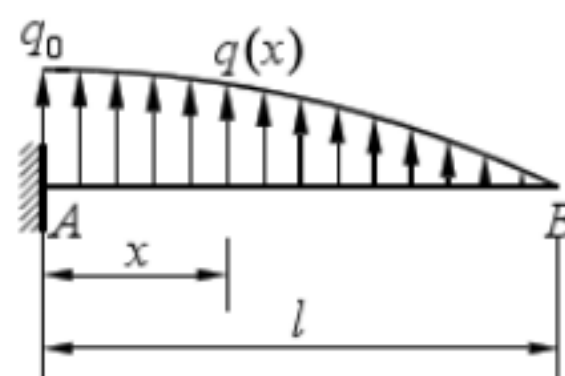
34. 单位长度重量为 q ，弯曲刚度为 EI 的均匀钢条放置在刚性平面上，钢条的一端伸出水平面一小段 CD ，若伸出段的长度为 a ，试求钢条抬高水平面 BC 段的长度 b 。



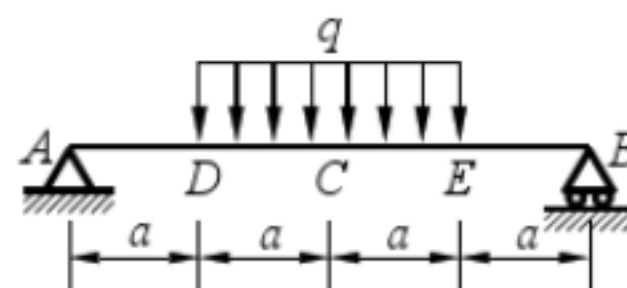
35. 图示将厚为 $h = 3 \text{ mm}$ 的带钢围卷在半径 $R = 1.2 \text{ m}$ 的刚性圆弧上, 试求此时带钢所产生的最大弯曲正应力。已知钢的弹性模量 $E = 210 \text{ GPa}$, 屈服极限 $\sigma_s = 280 \text{ MPa}$, 为避免带钢产生塑性变形, 圆弧面的半径 R 应不小于多少?



36. 一悬臂梁受分布载荷作用如图示, 荷载集度 $q(x) = q_0 \cos \frac{\pi x}{2l}$, 试用叠加原理求自由端处截面 B 的挠度 w_B , 梁弯曲刚度 EI 为常量。

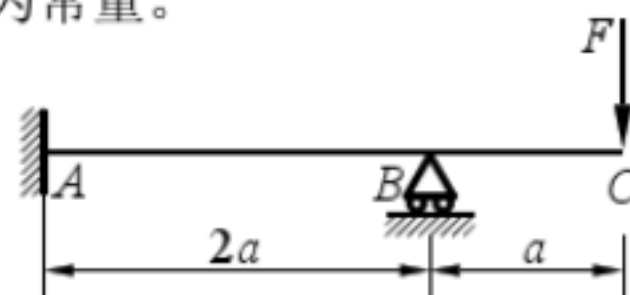


37. 试用叠加法求图示简支梁跨中截面 C 的挠度 w_C 值, 梁弯曲刚度 EI 为常量。



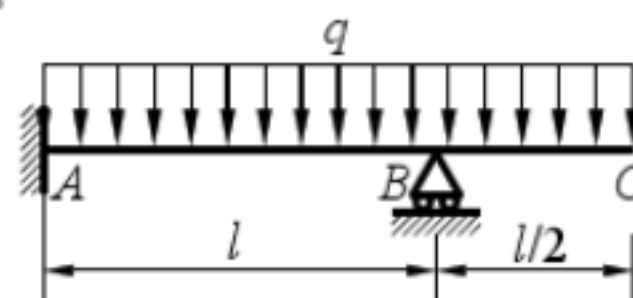
38. 试求图示超静定梁截面 C 的挠度 w_C 值, 梁弯曲刚度 EI 为常量。

解: 取悬臂梁为基本系统, $w_B = 0$

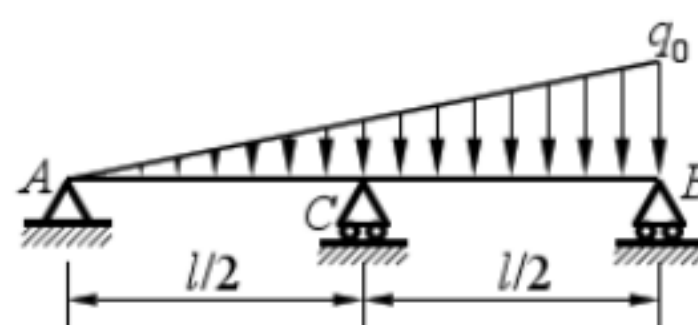


39. 试求图示超静定梁支座约束力值, 梁弯曲刚度 EI 为常量。

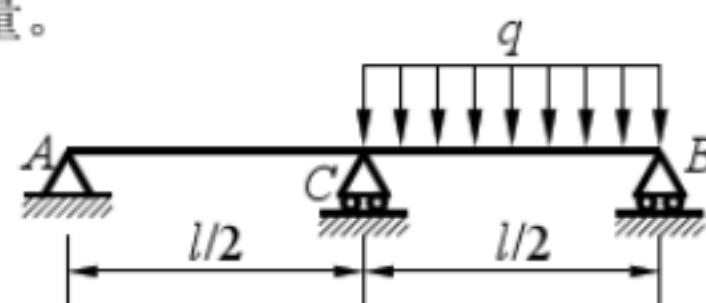
解: 取悬臂梁为基本系统, $w_B = 0$



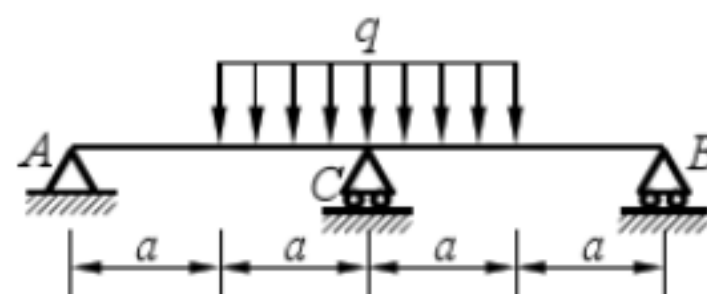
40. 试求图示超静定梁支座约束力值, 梁弯曲刚度 EI 为常量。



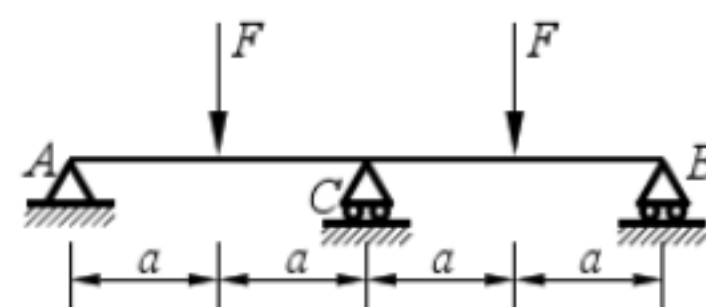
41. 试求图示超静定梁支座约束力值，梁弯曲刚度 EI 为常量。



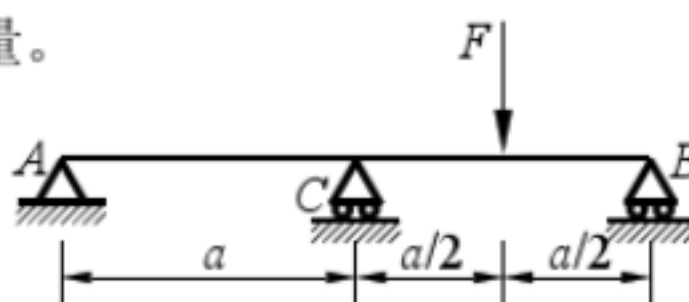
42. 试求图示超静定梁支座约束力值，梁弯曲刚度 EI 为常量。



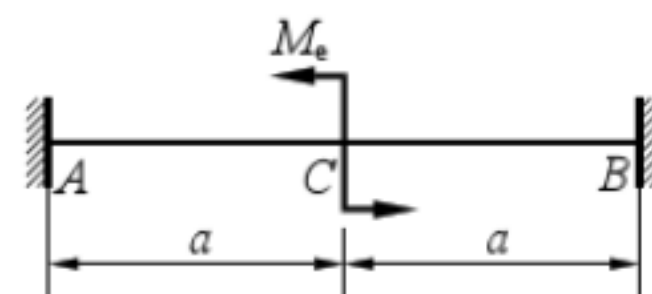
43. 试求图示超静定梁支座约束力值，梁弯曲刚度 EI 为常量。



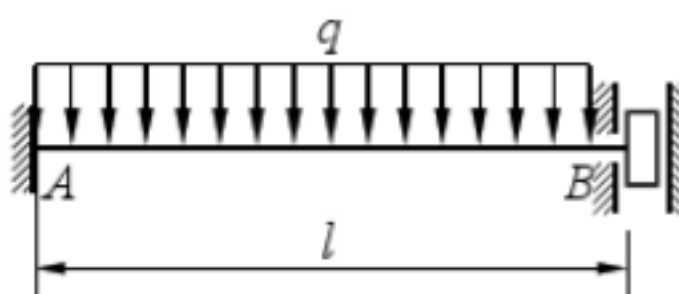
44. 试求图示超静定梁支座约束力值，梁弯曲刚度 EI 为常量。



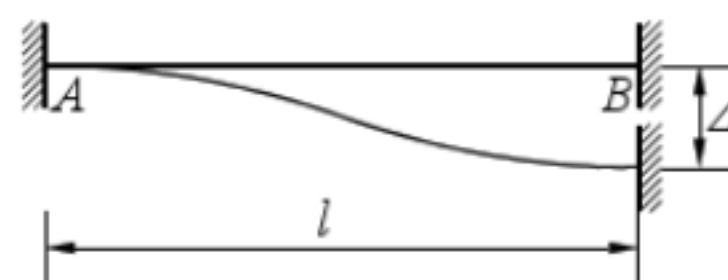
45. 试求图示超静定梁支座约束力值，梁弯曲刚度 EI 为常量。



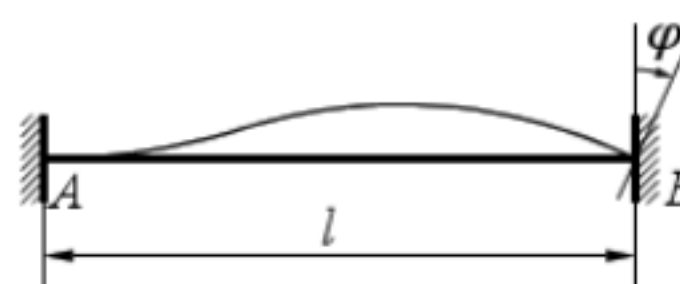
46. 图示超静定梁 A 端固定， B 端固结于可沿铅垂方向作微小移动，但不可转动的定向支座上。梁弯曲刚度 EI 为常量，试求挠度 w_B 值。



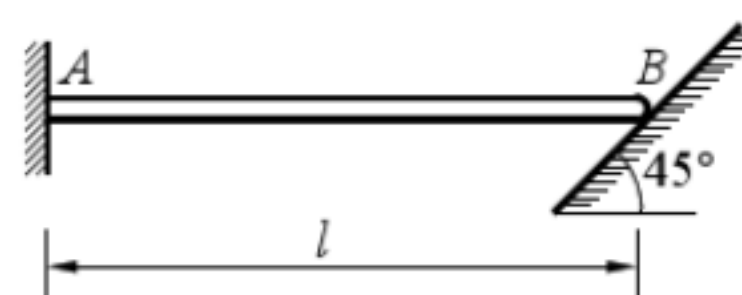
47. 图示超静定梁 AB 两端固定，弯曲刚度为 EI ，试求支座 B 下沉 Δ 后，梁支座 B 处约束力。



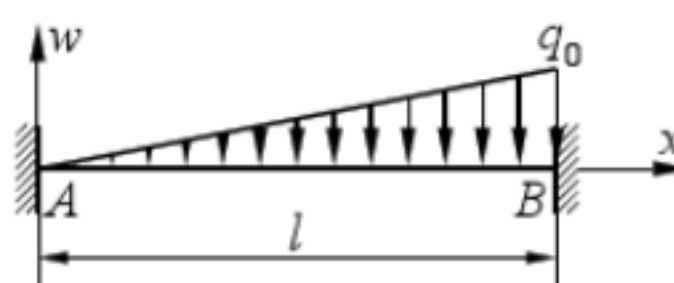
48. 图示超静定梁 AB 两端固定，弯曲刚度为 EI ，试求支座 B 转动 φ 角后，梁支座的约束力。



49. 图示悬臂梁自由端 B 处与 45° 光滑斜面接触，设梁材料弹性模量 E 、横截面积 A 、惯性矩 I 及线膨胀系数 α_l 已知，当温度升高 ΔT ，试求梁内最大弯矩 M_{\max} 。



50. 试用积分法求图示超静定梁支座约束力值，梁弯曲刚度 EI 为常量。



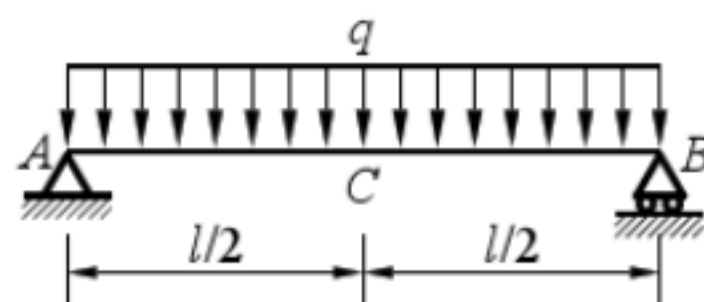
51. 梁挠曲线近似微分方程为 $w'' = \frac{M(x)}{EI}$ ，其近似性是_____，
和_____。

52. 应用叠加原理求梁的变形及位移应满足的条件是_____，和_____。

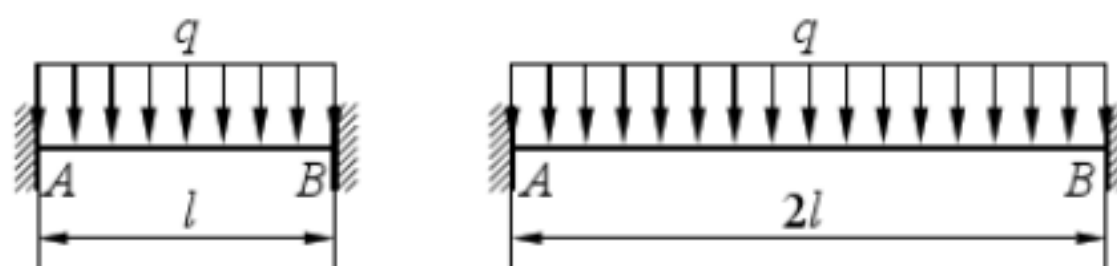
53. 梁变形中挠度和转角之间的关系为_____。

54. 等截面纯弯曲梁变形的挠曲线为_____曲线，其曲率与外力偶矩间关系为_____。

55. 图示简支梁跨中截面 C 的挠曲线曲率半径为_____。



56. 一超静定梁受载荷如图所示，当梁长 l 增加一倍，其余不变，则跨中挠度 w_C 增大_____倍。

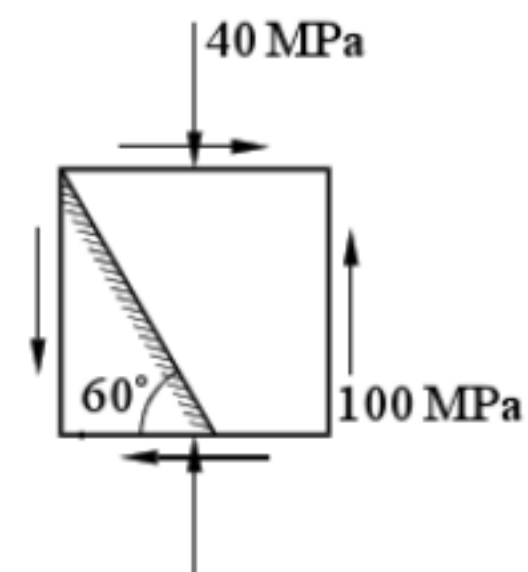


试题 9. 应力状态 强度理论

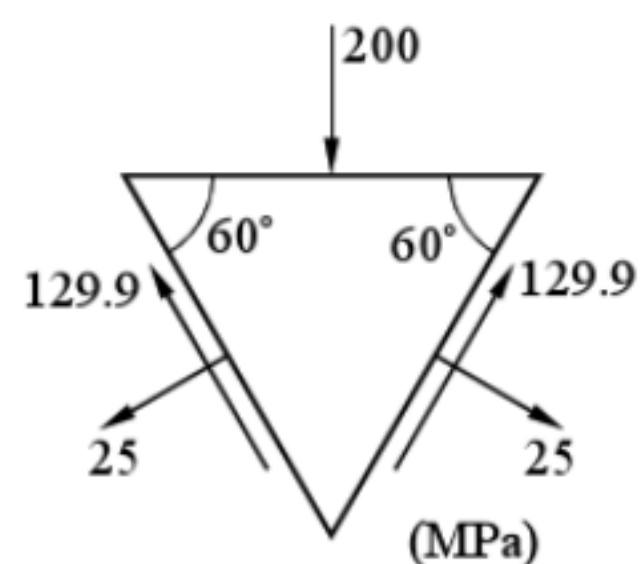
1. 图示单元体，试求

(1) 指定斜截面上的应力；

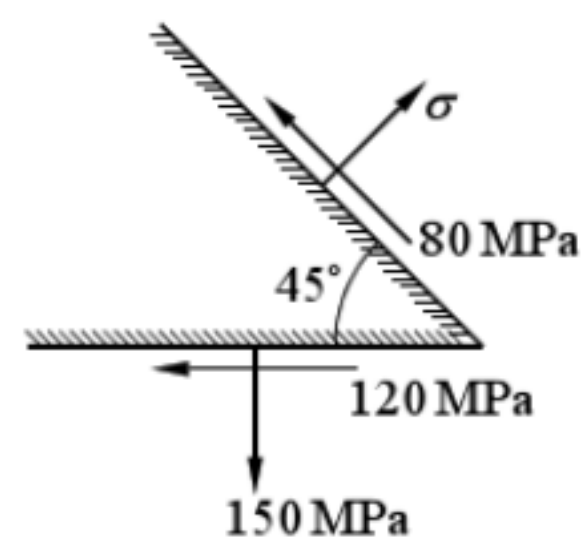
(2) 主应力大小及主平面位置，并将主平面标在单元体上。



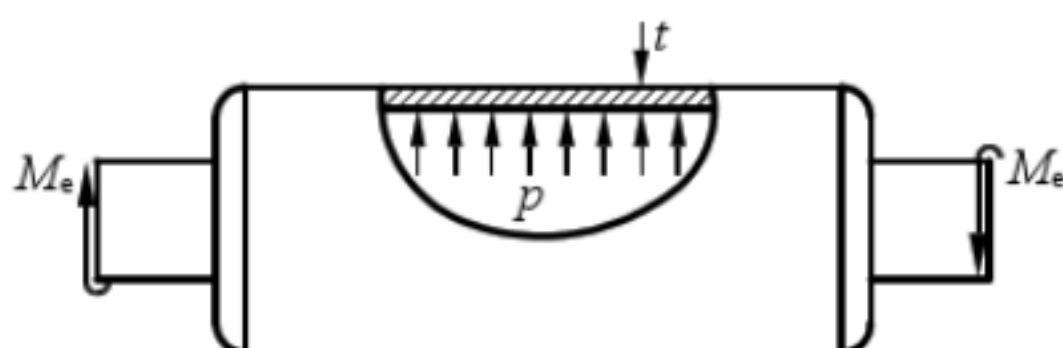
2. 某点应力状态如图示。试求该点的主应力。



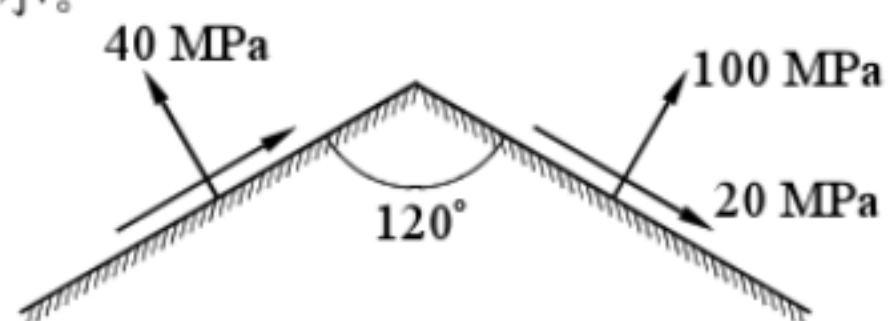
3. 一点处两个互成 45° 平面上的应力如图所示，其中 σ 未知，求该点主应力。



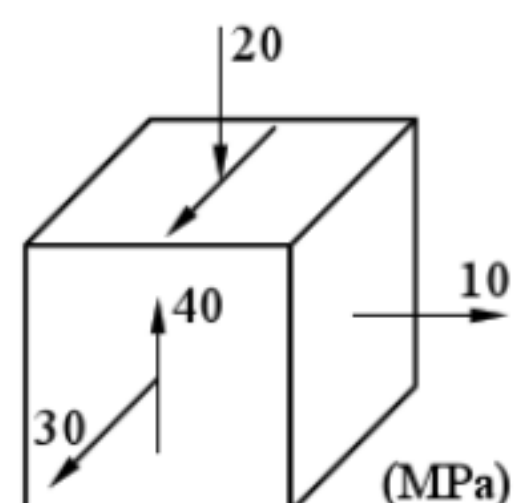
4. 图示封闭薄壁圆筒，内径 $d = 100 \text{ mm}$ ，壁厚 $t = 2 \text{ mm}$ ，承受内压 $p = 4 \text{ MPa}$ ，外力偶矩 $M_e = 0.192 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。求靠圆筒内壁任一点处的主应力。



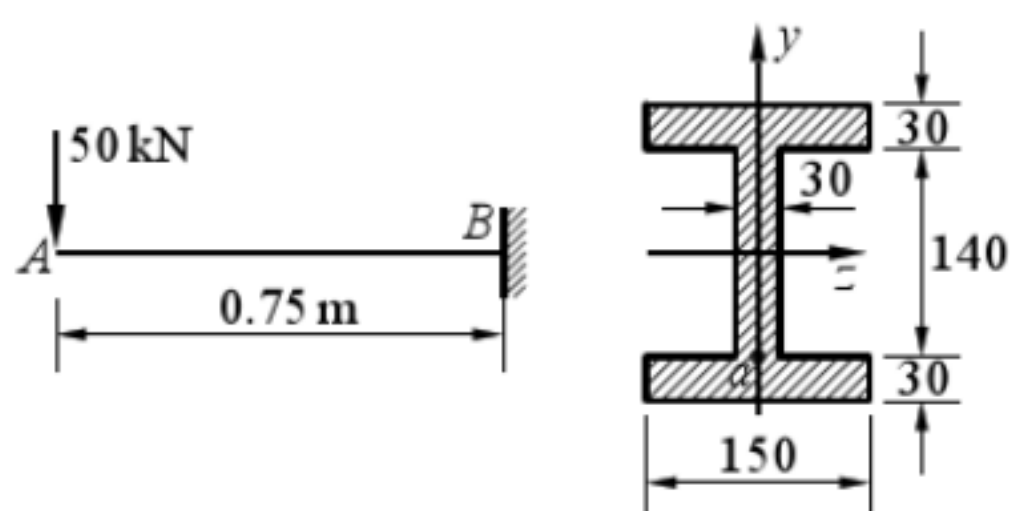
5. 受力体某点平面上的应力如图所示，求其主应力大小。



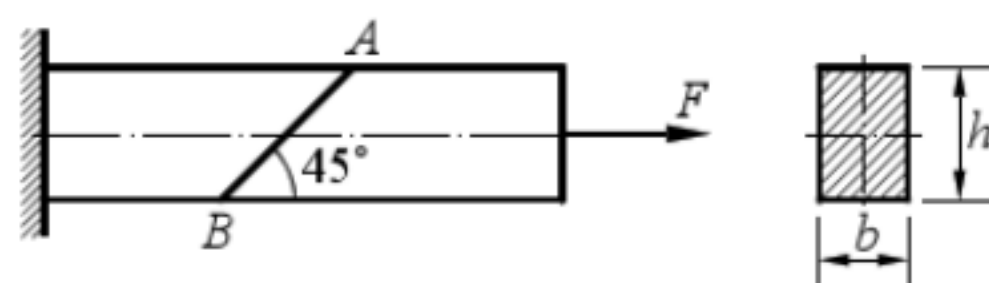
6. 某点的应力状态如图所示，求该点的主应力及最大切应力。



7. 图示工字形截面梁 AB ，截面的惯性矩 $I_z = 72.56 \times 10^{-6} \text{ m}^4$ ，求固定端截面翼缘和腹板交界处点 a 的主应力和主方向。

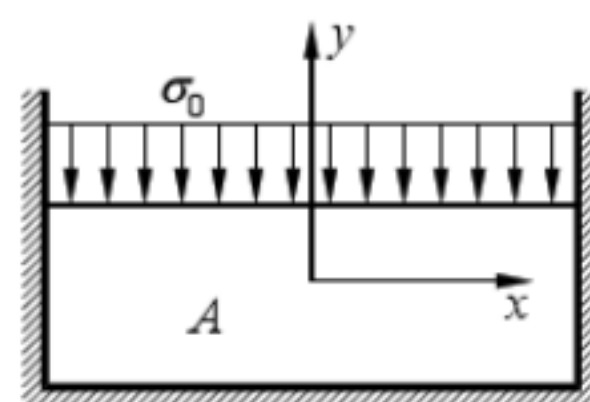


8. 图示矩形截面拉杆受轴向拉力 F ，若截面尺寸 b 、 h 和材料的弹性模量 E ，泊松比 ν 均已知，试求杆表面 45° 方向线段 AB 的改变量 $\Delta L_{AB} = ?$

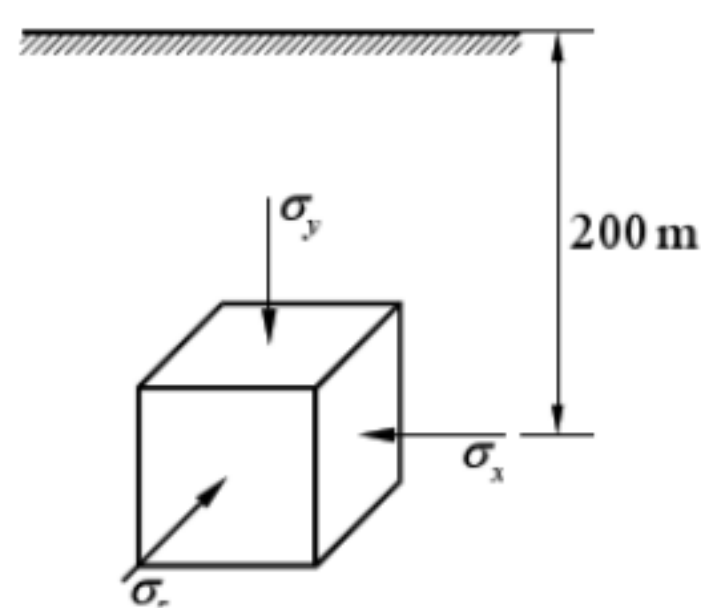


9. 一边长为 50 mm 的正方形硬铝板处于纯剪切状态，若切应力 $\tau = 80 \text{ MPa}$ ，并已知材料的弹性模量 $E = 72 \text{ GPa}$ ，泊松比 $\nu = 0.34$ 。试求对角线 AC 的伸长量。

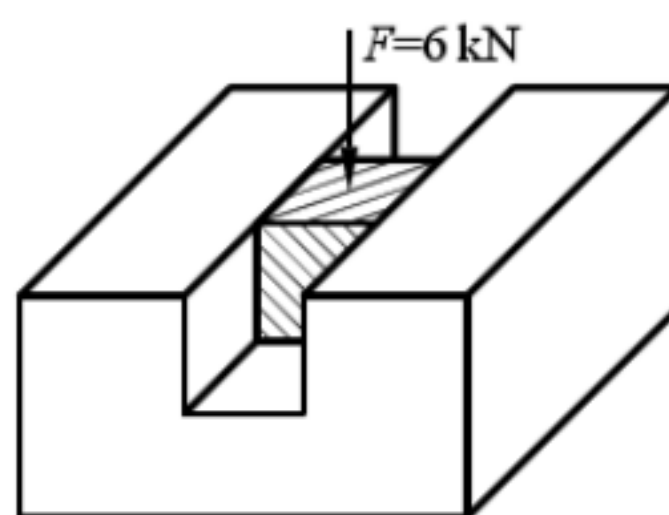
10. 一变形体 A 四周和底边均与刚性边界光滑接触，上边受均布压力 σ_0 。已知材料的弹性模量 E ，泊松比 ν ，求竖向和水平方向上的应变和应力。



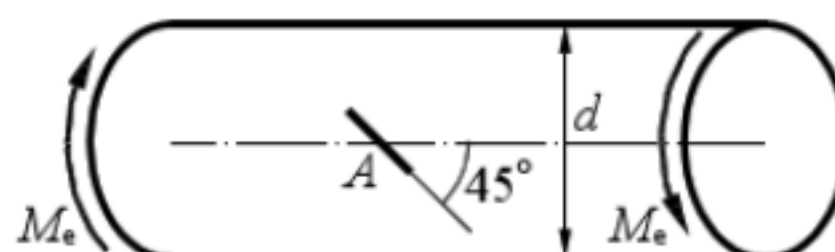
11. 设地层由石灰岩组成，其密度 $\rho = 2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，泊松比 $\nu = 0.2$ 。计算离地面 200m 深处的地压应力。



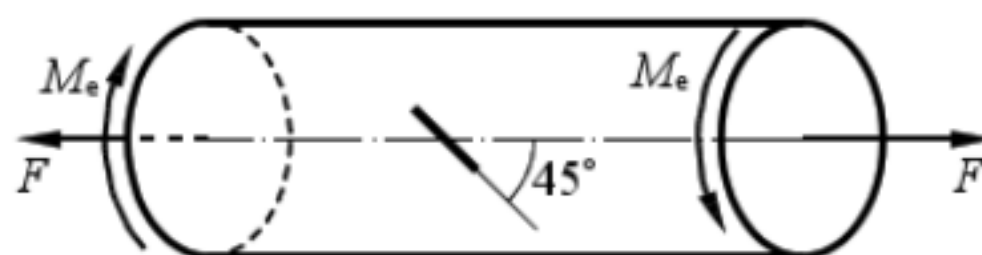
12. 一体积为 $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$ 的立方铝块，将其放入宽为 10 mm 的刚性槽中。已知铝的泊松比 $\nu = 0.33$ ，求铝块的三个主应力。



13. 直径为 D 的实心圆轴，受外力偶 M_e 作用如图。测得轴表面点 A 与轴线成 45° 方向的线应变为 ε ，试导出用 M_e 、 D 、 ε 表示的切变弹性模量 G 的表达式。



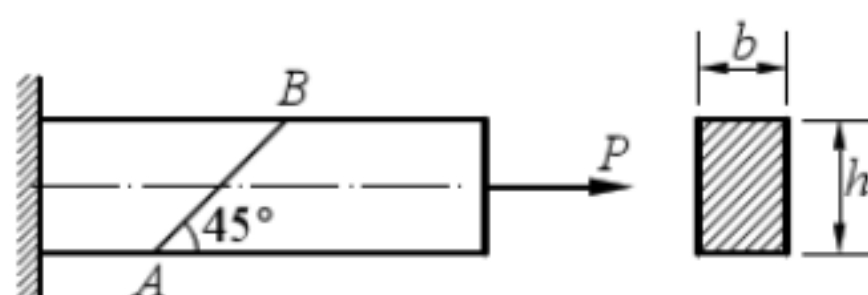
14. 直径 $d = 100 \text{ mm}$ 的圆轴，受轴向拉力 F 和力偶矩 M_e 作用。材料的弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，泊松比 $\nu = 0.3$ 。现测得圆轴表面的轴向线应变 $\varepsilon_0 = 500 \times 10^{-6}$ ， 45° 方向的线应变 $\varepsilon_{45^\circ} = 400 \times 10^{-6}$ ，求 F 和 M_e 。



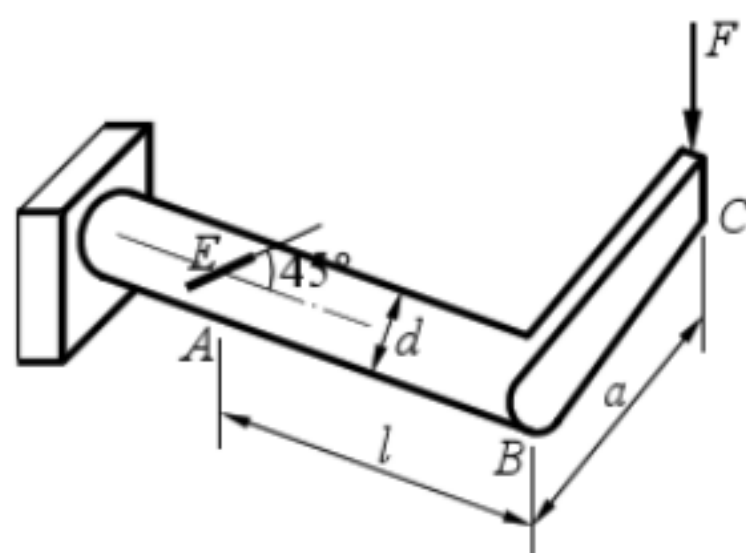
15. 直径 $d = 100 \text{ mm}$ 的实心钢球，受静水压力 $p = 42 \text{ MPa}$ 作用。求直径和体积的缩减量。设钢球的弹性模量 $E = 210 \text{ GPa}$ ，泊松比 $\nu = 0.3$ 。

16. 边长 $a = 100 \text{ mm}$ 的立方体，已知弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，泊松比 $\nu = 0.3$ 。如将立方体沉入 100 m 深的水中，求其体积变化。

17. 图示拉杆， F ， b ， h 及材料的弹性常数 E 、 ν 均为已知。试求线段 AB 的正应变和转角。



18. 图示曲拐 ABC 在水平面内，悬臂端 C 处作用铅垂集中力 F 。在上表面 E 处，沿与母线成 45° 方向贴一应变片，已测得线应变 ε_{45° ，求载荷 F 值。已知长度 l 、 a 、直径 d 及材料的常数 E 、 ν 。



19. 三个弹性常数之间的关系： $G = E/[2(1 + \nu)]$ 适用于

- (A)任何材料在任何变形阶段； (B)各向同性材料在任何变形阶段；
(C)各向同性材料应力在比例极限范围内； (D)任何材料在弹性变形范围内。

20. 一实心均质钢球，当其外表面处迅速均匀加热，则球心 O 点处的应力状态。

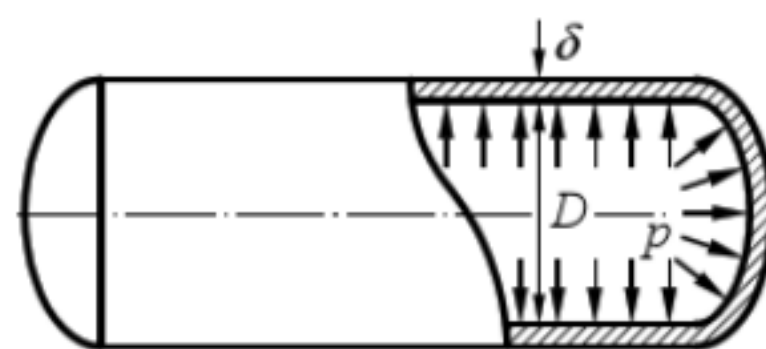
- (A)单向拉伸应力状态； (B)二向拉伸应力状态；
(C)三向等值拉伸应力状态； (D)三向压缩应力状态。

21. 混凝土立方体试样作单向压缩试验时，若在其上、下压板面上涂有润滑剂，则试样破坏时将沿纵向剖面裂开的主要原因。

- (A)最大压应力； (B)最大切应力； (C)最大伸长线应变； (D)存在横向拉应力。

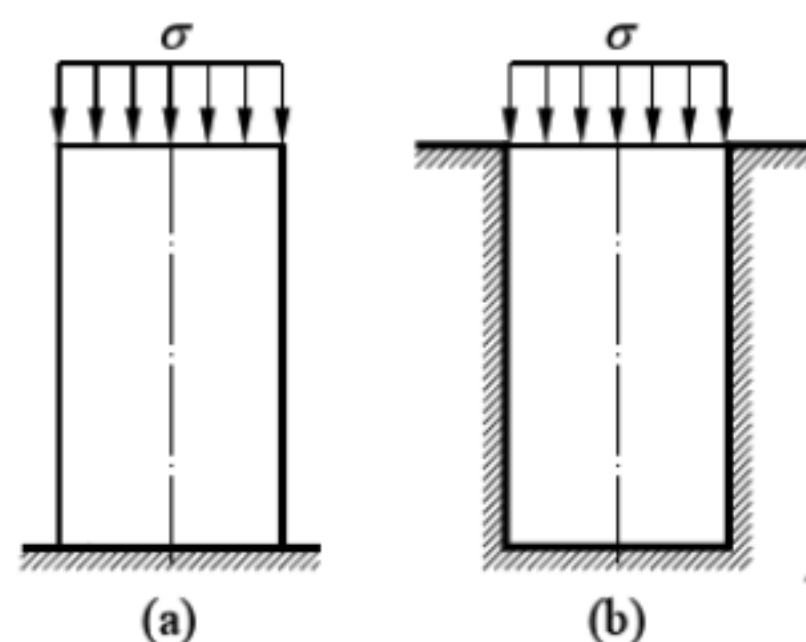
22. 已知单元体的主应力为 σ_1 ， σ_2 ，推证两相互垂直的截面上的正应力之和为常数。

23. 受内压的薄壁圆筒，已知内压为 p ，平均直径为 D ，壁厚为 t ，弹性常数为 E 、 ν 。试确定圆筒薄壁上任一点的主应力、主应变及第三、第四强度理论的相当应力。

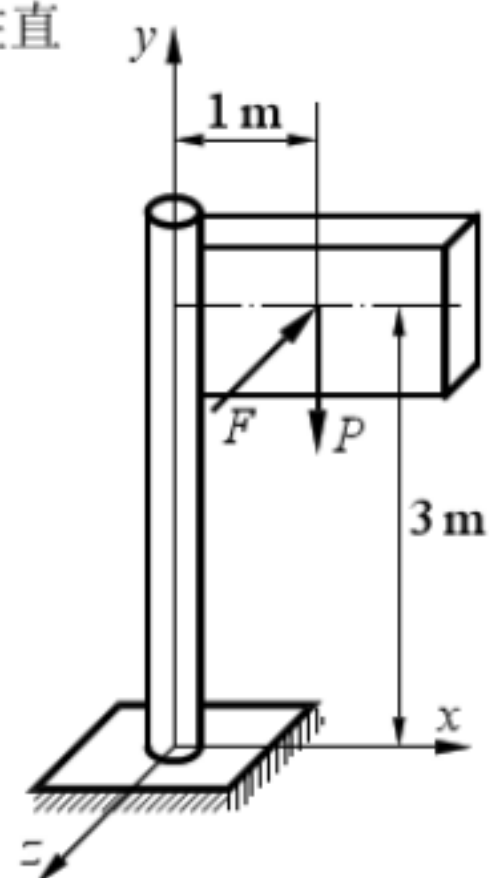


24. 图示正方形截面棱柱体，弹性常数 E 、 ν 均为已知。试比较在下列两种情况下的相当应力 σ_{is} 。

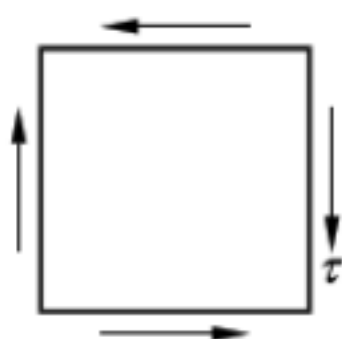
- (1) 棱柱体自由受压；
(2) 棱柱体在刚性方模内受压。



25. 图示重 $W = 1800 \text{ N}$ 的信号牌，受最大水平风力 $F = 400 \text{ N}$ ，立柱直径 $d = 60 \text{ mm}$ 。试用第三强度理论计算立柱危险点处的相当应力。

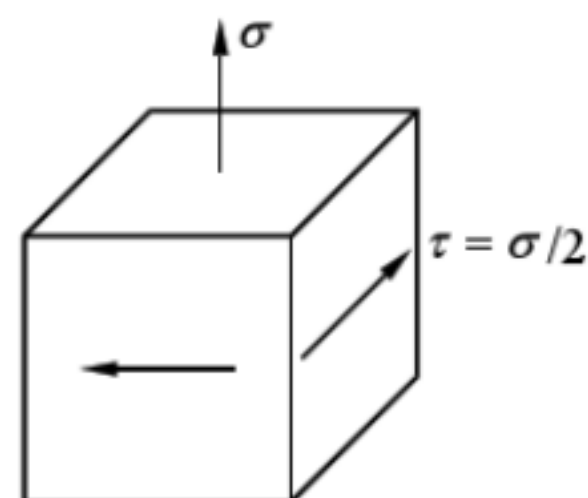


26. 纯剪切状态的单元体如图，则其第三强度理论相当应力为_____。



27. 图示单元体所示的应力状态按第四强度理论，其相当应力 σ_r 为：

- (A) $3\sigma/2$; (B) $\sigma/2$;
(C) $\sqrt{7}\sigma/2$; (D) $\sqrt{5}\sigma/2$ 。

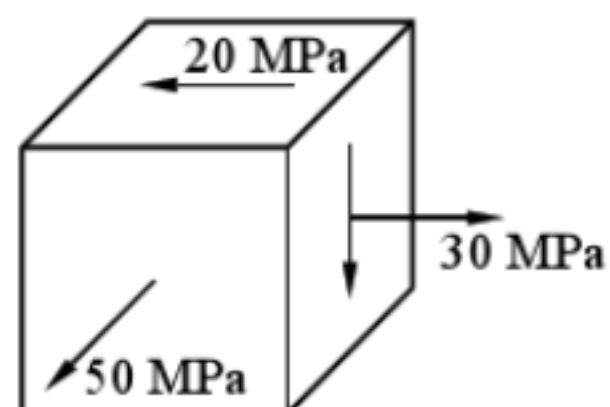


28. 第三强度理论和第四强度理论的相当应力分别为 σ_{r3} 和 σ_{r4} ，对于纯剪切状态，恒有

$\sigma_{r3} / \sigma_{r4} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

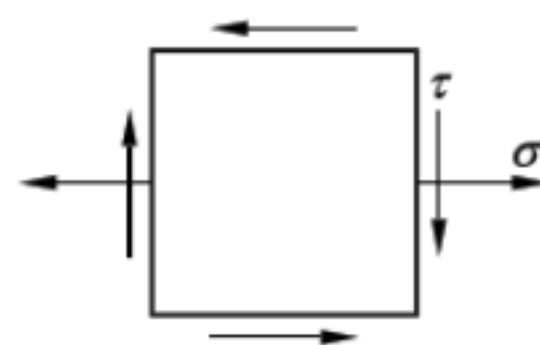
29. 按第三强度理论计算图示单元体的相当应力

$\sigma_{r3} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

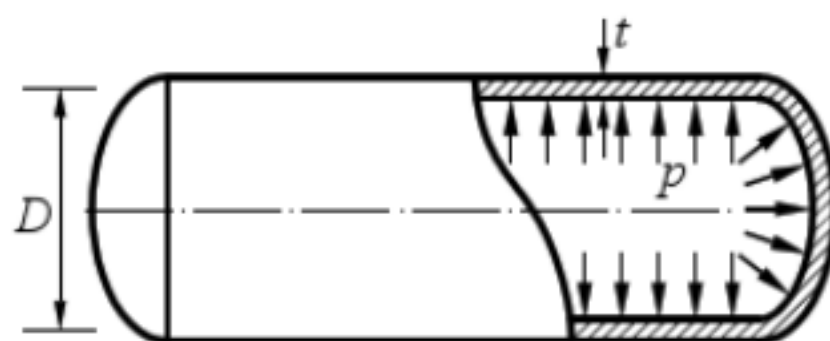


30. 图示单元体，第三、四强度理论的相当应力分别为

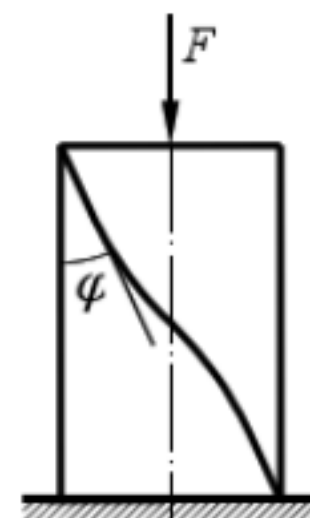
$\sigma_{\text{B3}} = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $\sigma_{\text{B4}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



31. 图示为承受气体压力 p 的封闭薄壁圆筒，平均直径为 D ，壁厚为 t ，气体压强 p 均为已知，用第三强度理论校核筒壁强度的相当应力为 $\sigma_{\text{B3}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



32. 铸铁轴向受压时，沿图示斜面破坏，试用莫尔强度理论解释该破坏面与竖直线夹角 φ 应大于 45° 还是小于 45° ？



33. 试用强度理论证明铸铁在单向压缩时的强度条件为 $\sigma \leq [\sigma^-]$ 。



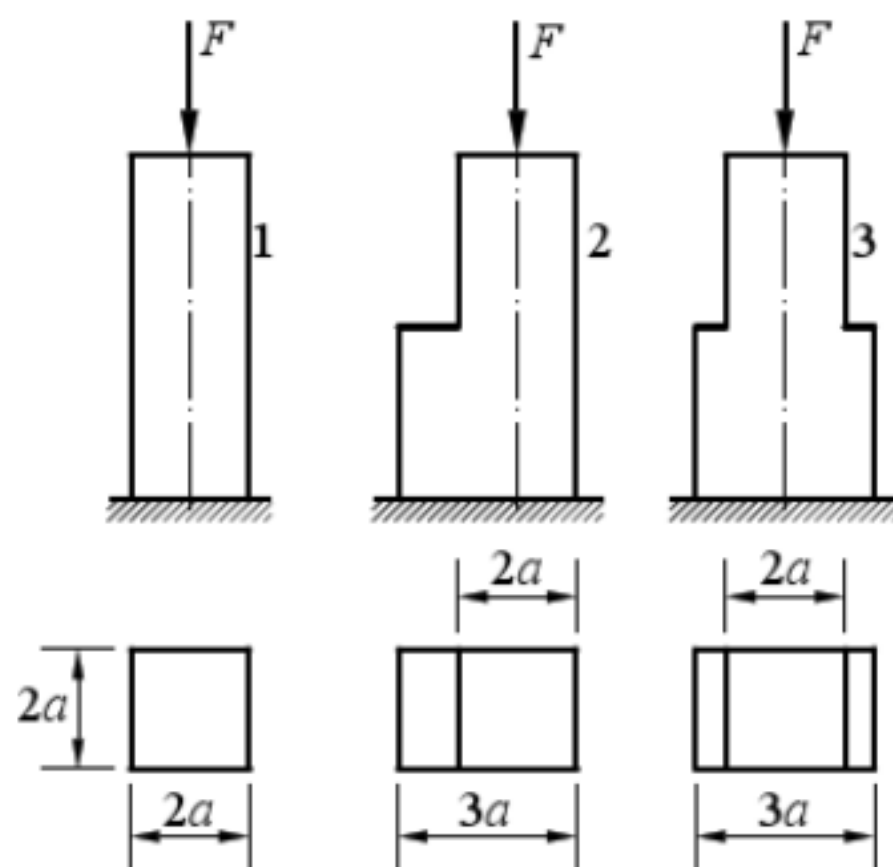
试题 10.组合变形

1. 偏心压缩杆, 截面的中性轴与外力作用点位于截面形心的两侧, 则外力作用点到形心的距离 e 和中性轴到形心的距离 d 之间的关系有四种答案:

- (A) $e = d$; (B) $e > d$; (C) e 越小, d 越大; (D) e 越大, d 越大。

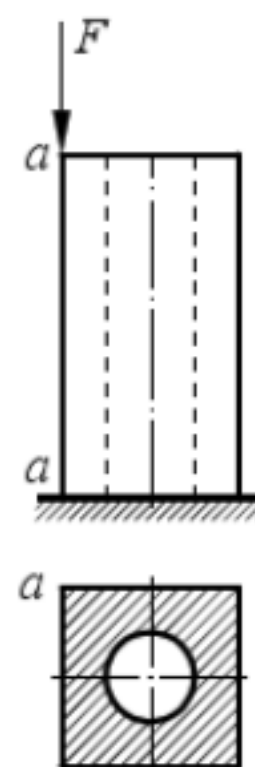
2. 三种受压杆件如图所示, 杆 1、杆 2 与杆 3 中的最大压应力 (绝对值) 分别为 $\sigma_{\max 1}$ 、 $\sigma_{\max 2}$ 和 $\sigma_{\max 3}$, 现有下列四种答案:

- (A) $\sigma_{\max 1} = \sigma_{\max 2} = \sigma_{\max 3}$;
(B) $\sigma_{\max 1} > \sigma_{\max 2} = \sigma_{\max 3}$;
(C) $\sigma_{\max 2} > \sigma_{\max 1} = \sigma_{\max 3}$;
(D) $\sigma_{\max 2} < \sigma_{\max 1} = \sigma_{\max 3}$ 。



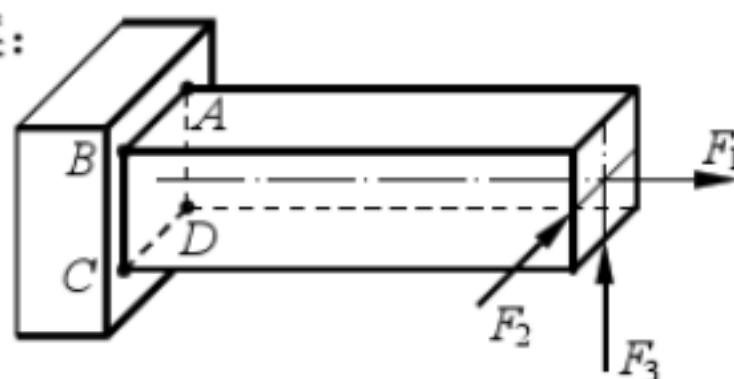
3. 图示空心立柱, 横截面外边界为正方形, 内边界为圆形 (二图形形心重合)。立柱受沿图示 $a-a$ 线的压力作用, 该柱变形有四种答案:

- (A) 斜弯曲与轴向压缩的组合;
(B) 平面弯曲与轴向压缩的组合;
(C) 斜弯曲;
(D) 平面弯曲。



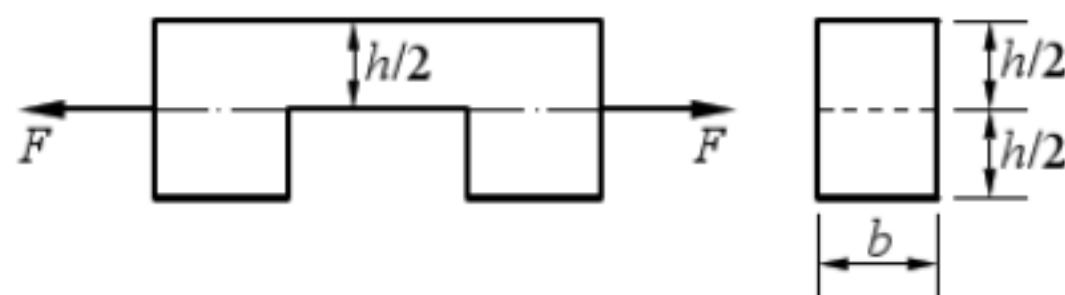
4. 铸铁构件受力如图所示, 其危险点的位置有四种答案:

- (A) A 点; (B) B 点;
(C) C 点; (D) D 点。



5. 图示矩形截面拉杆, 中间开有深度为 $h/2$ 的缺口, 与不开口的拉杆相比, 开口处最大正应力将是不开口杆的____倍:

- (A) 2 倍; (B) 4 倍;
(C) 8 倍; (D) 16 倍。



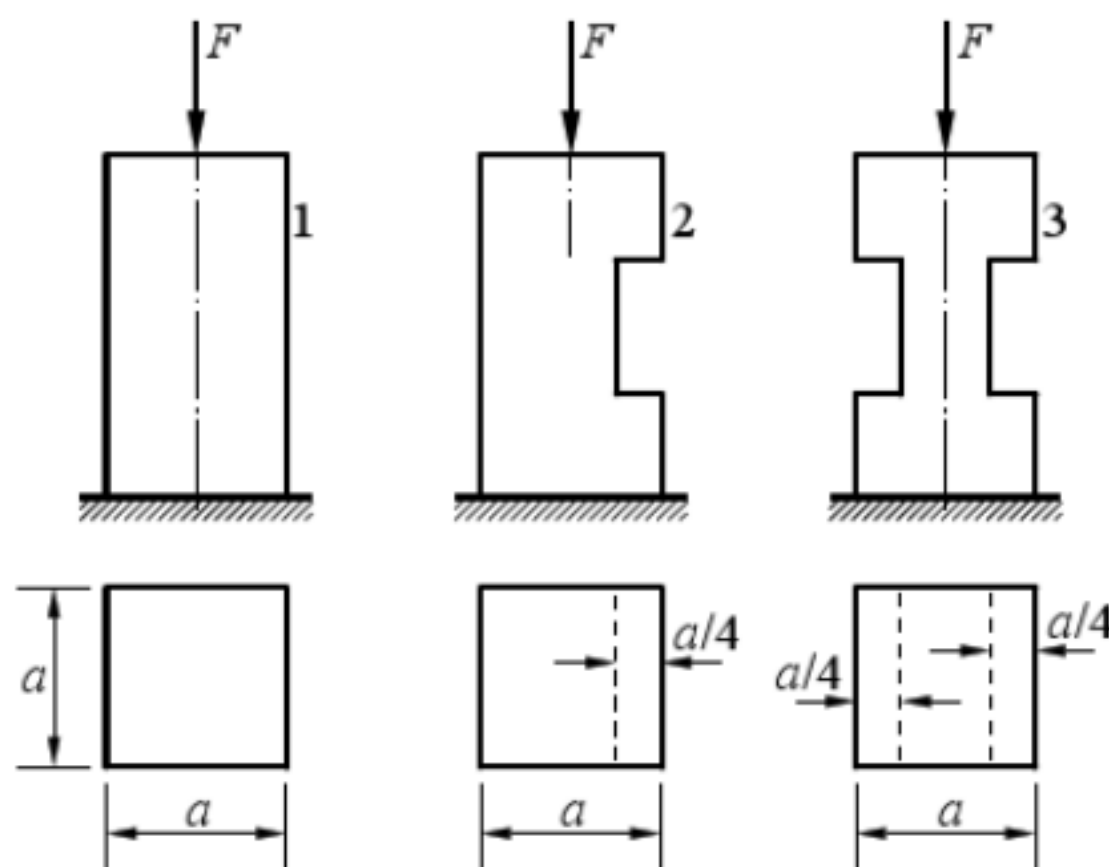
6. 三种受压杆件如图所示，杆1、杆2与杆3中的最大压应力（绝对值）分别为 $\sigma_{\max 1}$ 、 $\sigma_{\max 2}$ 和 $\sigma_{\max 3}$ ，现有下列四种

(A) $\sigma_{\max 1} < \sigma_{\max 2} < \sigma_{\max 3}$ ；

(B) $\sigma_{\max 1} < \sigma_{\max 2} = \sigma_{\max 3}$ ；

(C) $\sigma_{\max 1} < \sigma_{\max 3} < \sigma_{\max 2}$ ；

(D) $\sigma_{\max 1} = \sigma_{\max 3} < \sigma_{\max 2}$ 。



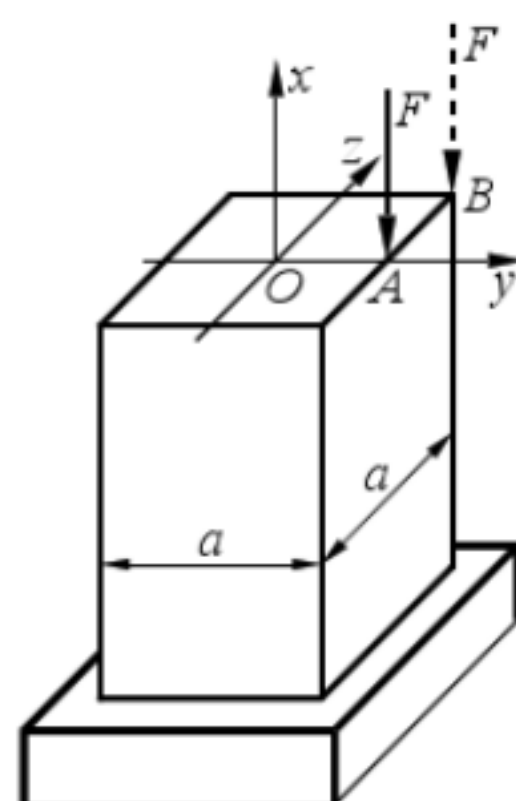
7. 正方形等截面立柱，受纵向压力 F 作用。当力 F 作用点由 A 移至 B 时，柱内最大压应力的比值 $\frac{\sigma_{A\max}}{\sigma_{B\max}}$ 有四种答案：

(A) 1:2；

(B) 2:5；

(C) 4:7；

(D) 5:2。



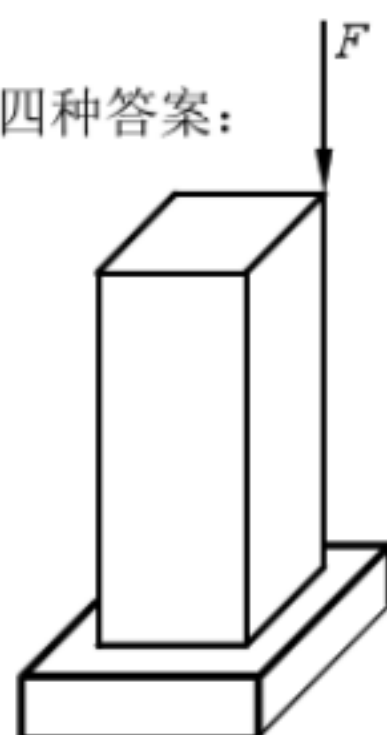
8. 图示矩形截面偏心受压杆，其变形有下列四种答案：

(A) 轴向压缩和平面弯曲的组合；

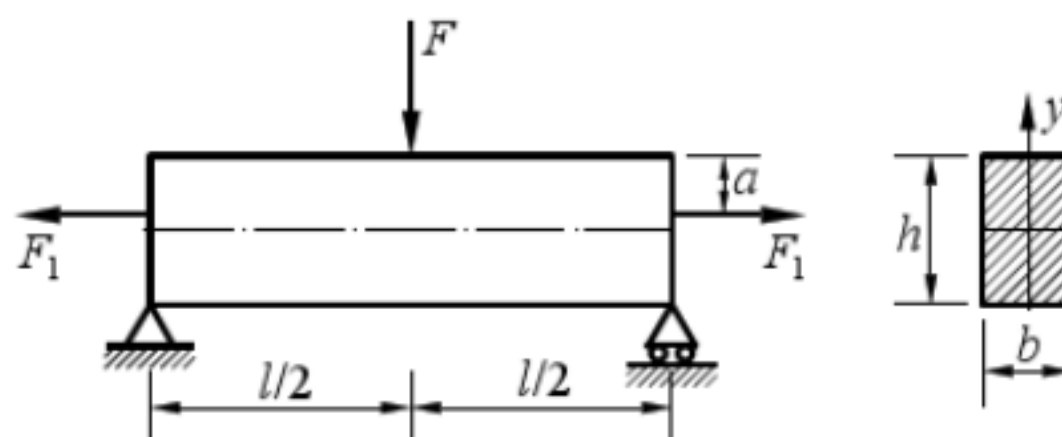
(B) 轴向压缩、平面弯曲和扭转的组合；

(C) 缩和斜弯曲的组合；

(D) 轴向压缩、斜弯曲和扭转的组合。



9. 矩形截面梁的高度 $h=100\text{ mm}$ ，跨度 $l=1\text{ m}$ 。梁中点承受集中力 F ，两端受力 $F_1=30\text{ kN}$ ，三力均作用在纵向对称面内， $a=40\text{ mm}$ 。若跨中横截面的最大正应力与最小正应力之比为5/3。试求 F 值。

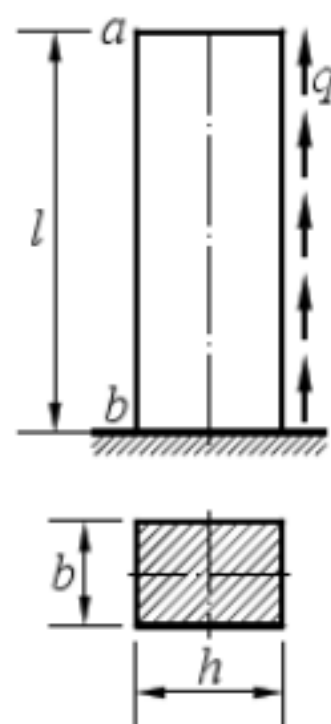


10. 偏心拉伸杆受力如图所示, 弹性模量为 E 。试求:

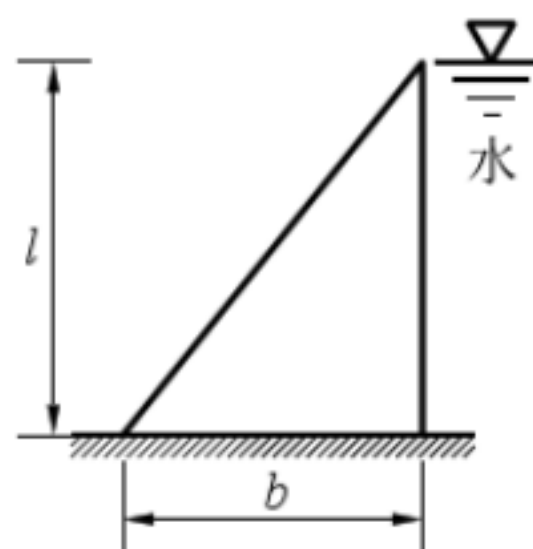
(1) 最大拉应力和最大压应力值及其所在位置;

(2) 线 AB 长度的改变量。

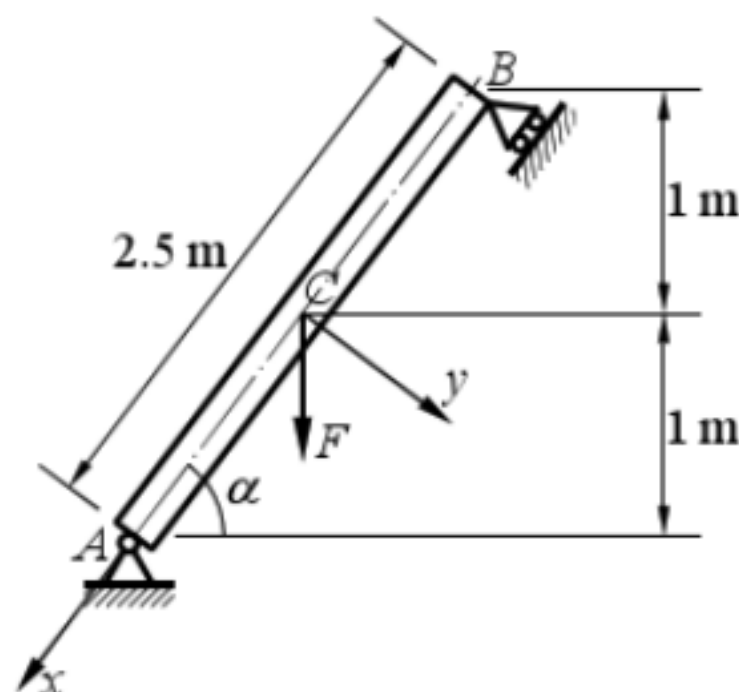
11. 矩形截面杆尺寸如图所示, 杆右侧表面受均布载荷作用, 载荷集度为 q , 材料的弹性模量为 E 。试求最大拉应力及左侧表面 ab 长度的改变量。



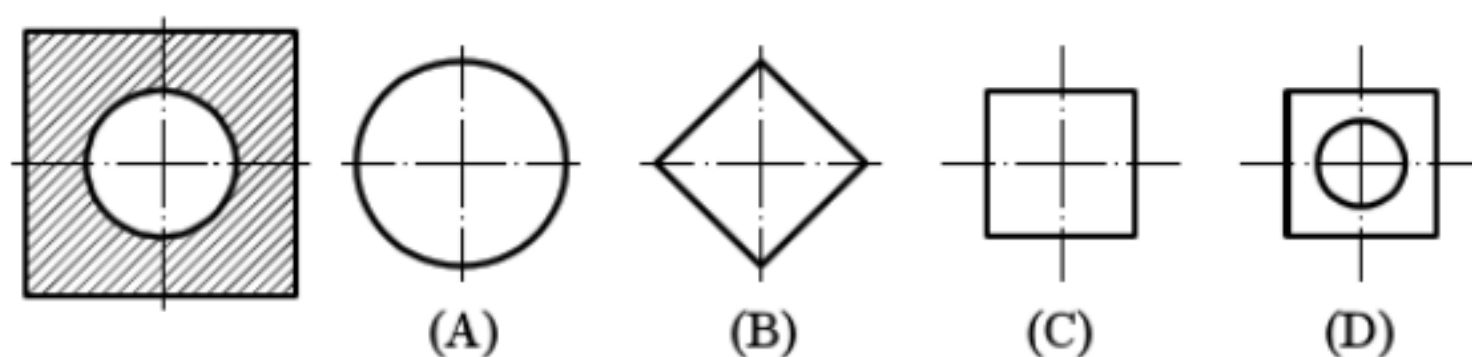
12. 图示混凝土坝, 坝高 $l = 2 \text{ m}$, 在混凝土坝的右侧整个面积上作用着静水压力, 水的质量密度 $\rho_1 = 10^3 \text{ kg/m}^3$, 混凝土的质量密度 $\rho_2 = 2.2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。试求坝中不出现拉应力时的宽度 b (设坝厚 1 米)。



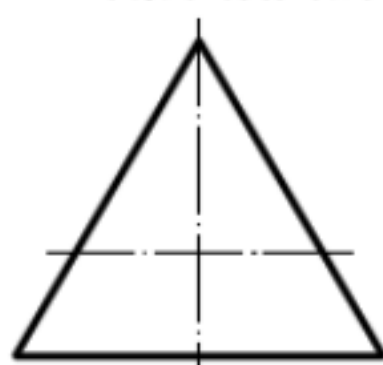
13. 梁 AB 受力如图所示, $F = 3 \text{ kN}$, 正方形截面的边长为 100 mm 。试求其最大拉应力与最大压应力。



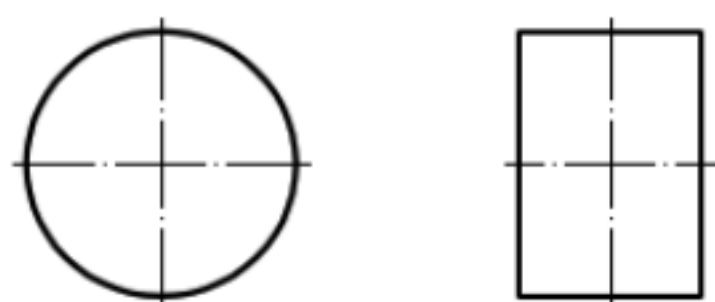
14. 图示截面为带圆孔的方形, 其截面核心图形有图(A)、(B)、(C)、(D)四种答案:



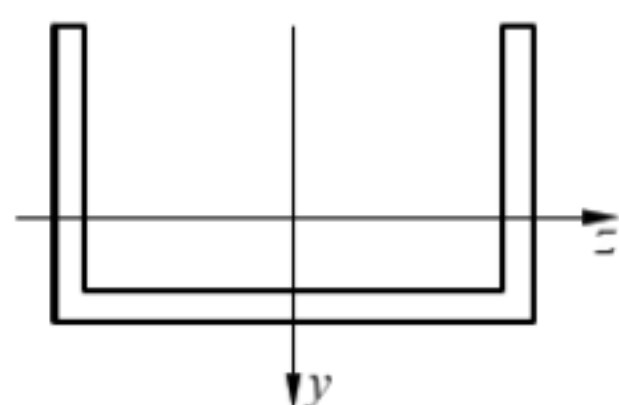
15. 画出正三角形截面的截面核心的大致形状。



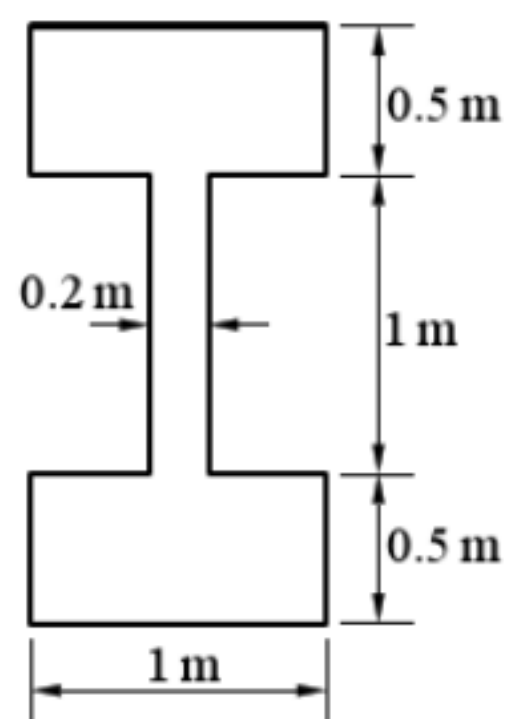
16. 分别画出下列截面的截面核心的大致形状。



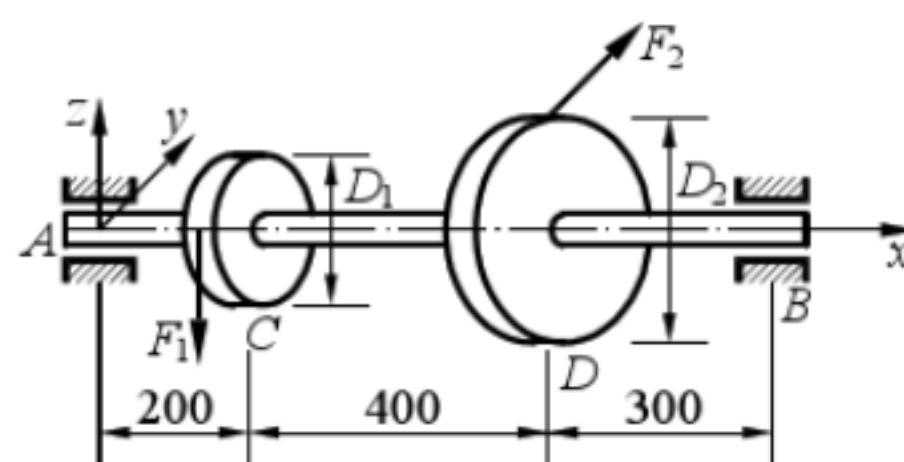
17. 画出槽形截面的截面核心的大致形状。



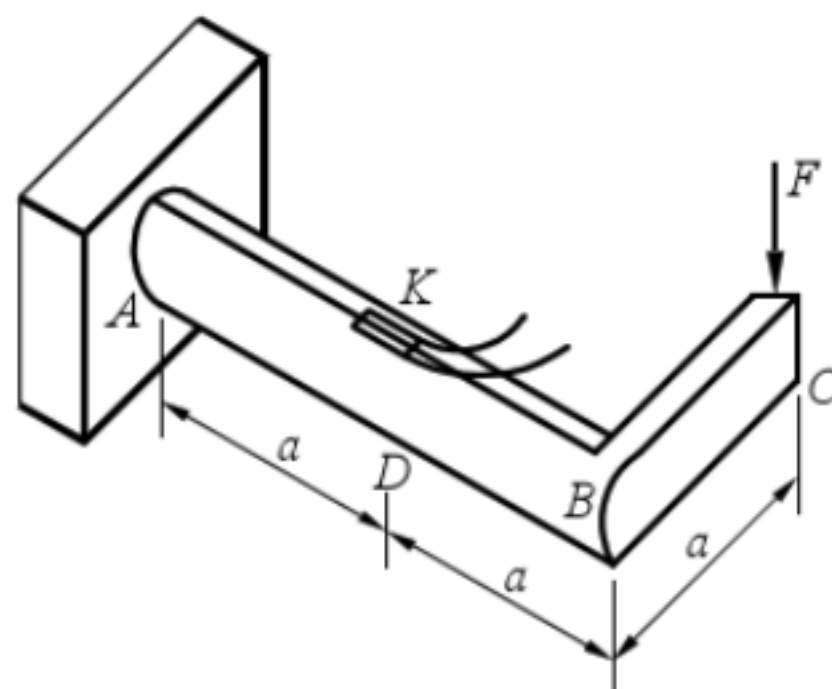
18. 试求图示截面的截面核心。



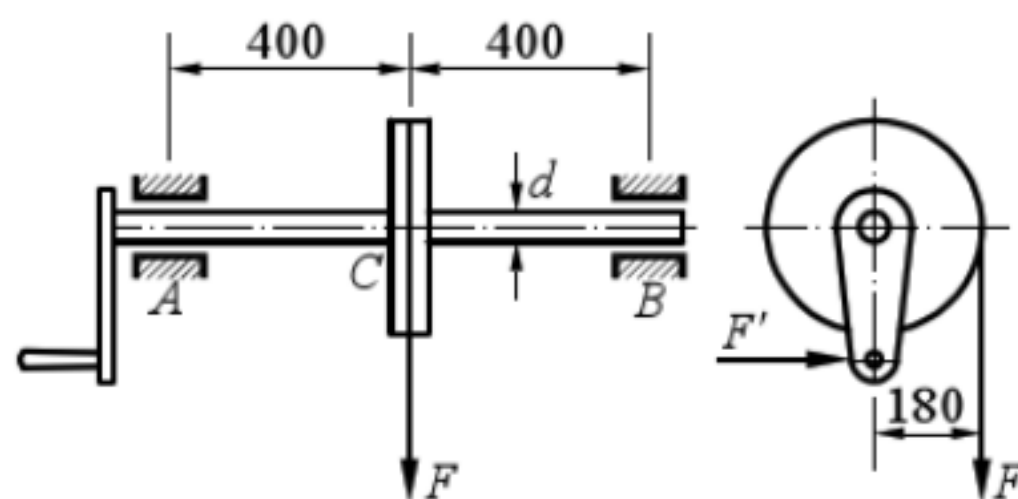
19. 等截面圆轴上安装二齿轮 C 与 D ，其直径 $D_1 = 200 \text{ mm}$ ， $D_2 = 300 \text{ mm}$ 。轮 C 上的切向力 $F_1 = 20 \text{ kN}$ ，轮 D 上的切向力为 F_2 ，轴的许用应力 $[\sigma] = 60 \text{ MPa}$ 。试用第三强度理论确定轴的直径，并画出危险点应力的单元体图。



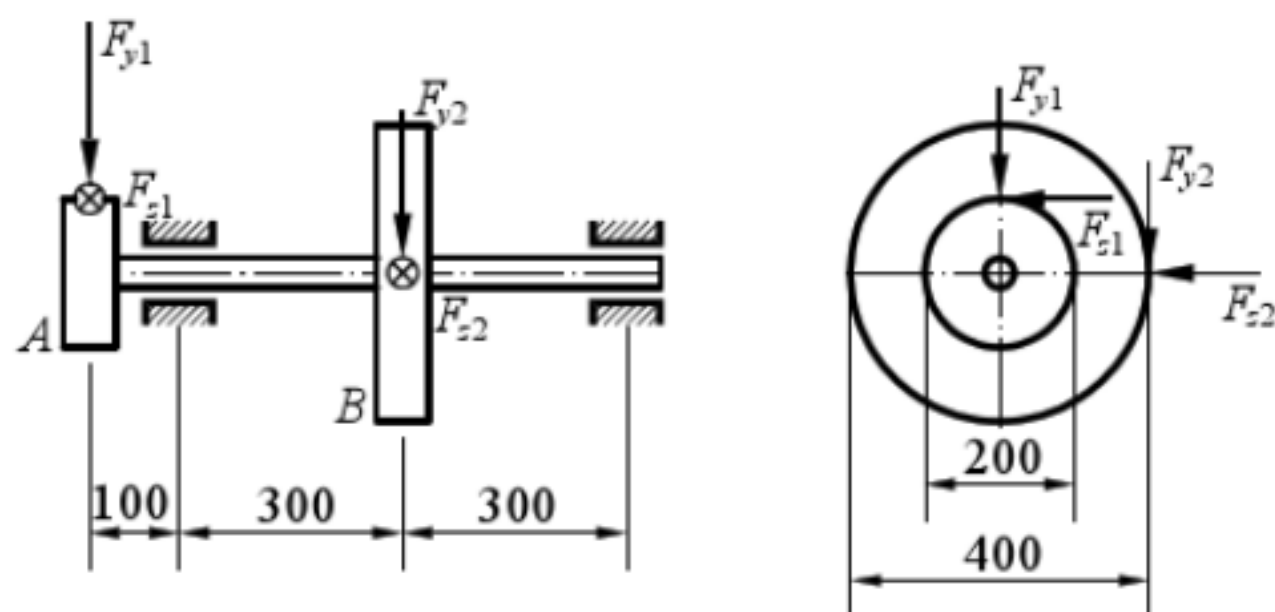
20. 图示水平直角折杆受铅直力 F 作用。圆轴 AB 的直径 $d = 100 \text{ mm}$ ， $a = 400 \text{ mm}$ ， $E = 200 \text{ GPa}$ ， $\nu = 0.25$ 。在截面 D 顶点 K 处，测得轴向线应变 $\varepsilon_0 = 2.75 \times 10^{-4}$ 。试求该折杆危险点的相当应力 σ_{r3} 。



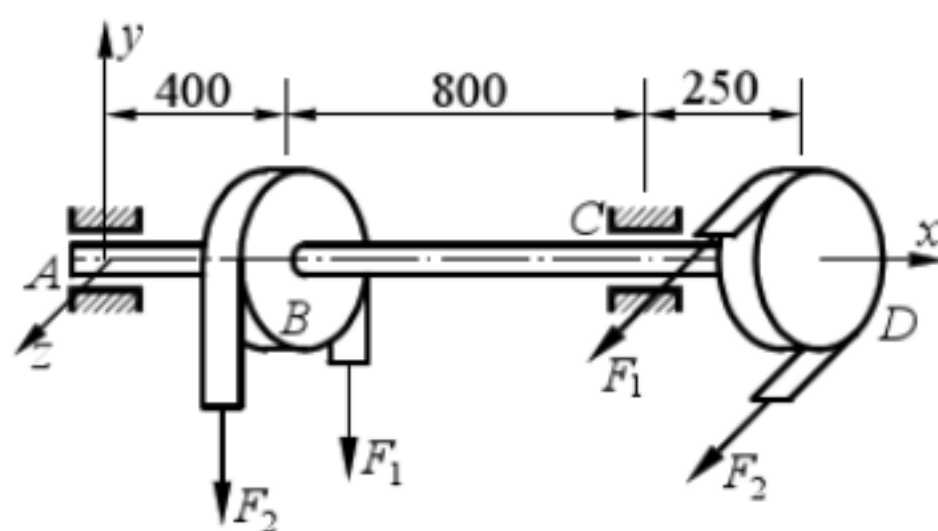
21. 手摇绞车的车轴 AB 的尺寸与受力如图所示， $d = 30 \text{ mm}$ ， $F = 1 \text{ kN}$ ， $[\sigma] = 80 \text{ MPa}$ 。试用最大切应力强度理论校核轴的强度。



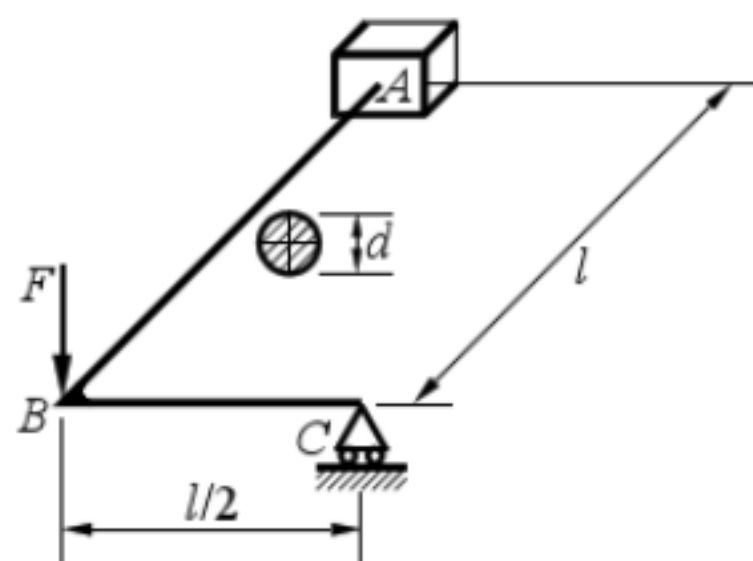
22. 图示齿轮传动轴的齿轮 A 上，作用有径向力 $F_{y1} = 3.64 \text{ kN}$ ，切向力 $F_{z1} = 10 \text{ kN}$ ，齿轮 B 上，作用有切向力 $F_{y2} = 5 \text{ kN}$ ，径向力 $F_{z2} = 1.82 \text{ kN}$ ，轴的许用应力 $[\sigma] = 100 \text{ MPa}$ 。试用第四强度理论确定轴的径。



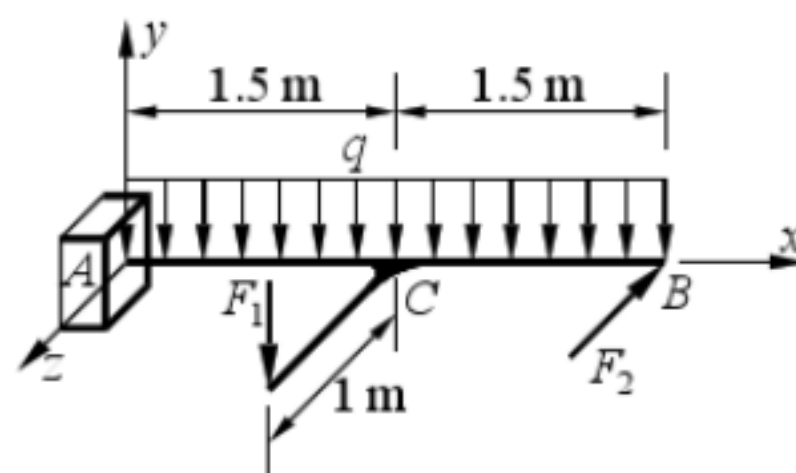
23. 图示传动轴上，皮带拉力 $F_1 = 3.9 \text{ kN}$ ， $F_2 = 1.5 \text{ kN}$ ，皮带轮直径 $D = 600 \text{ mm}$ ， $[\sigma] = 80 \text{ MPa}$ 。试用第三强度理论选择轴的直径。



24. 图示圆截面水平直角折杆，横截面直径为 d ， B 处受铅直力 F 作用，材料的弹性模量为 E ，切变模量为 G 。试求支座 C 的反力。

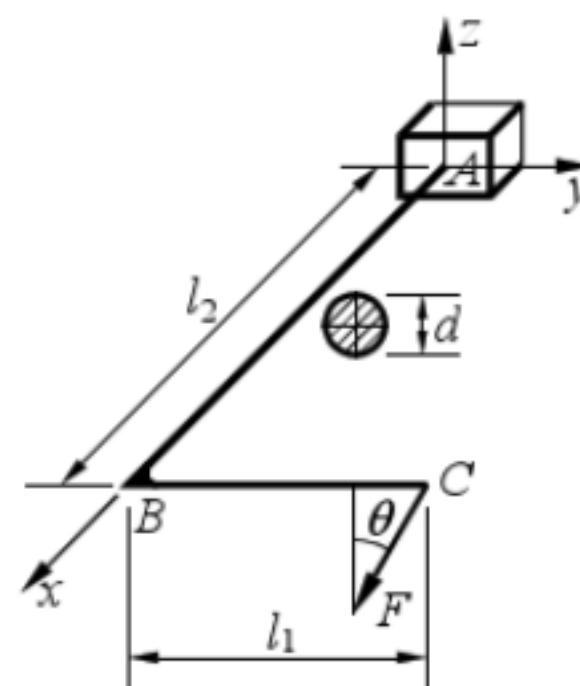


25. 图示水平刚架，各杆横截面直径均为 d ，承受铅直力 $F_1 = 20 \text{ kN}$ ，水平力 $F_2 = 10 \text{ kN}$ ，铅直均布载荷 $q = 5 \text{ kN/m}$ ， $[\sigma] = 160 \text{ MPa}$ 。试用第四强度理论选择圆杆直径。



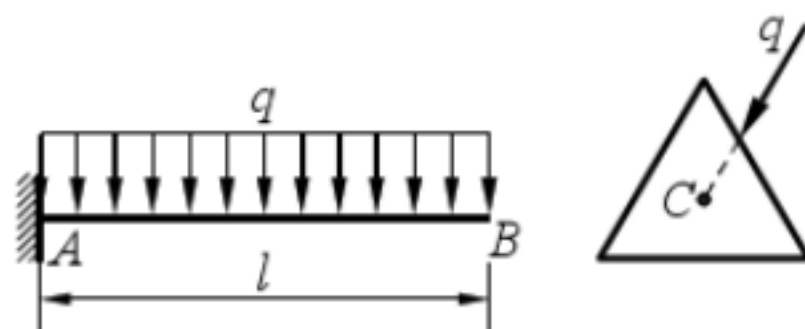
26. 图示圆截面水平直角折杆，直径 $d = 150 \text{ mm}$ ， $l_1 = 1.5 \text{ m}$ ， $l_2 = 2.5 \text{ m}$ ，力 $F = 6 \text{ kN}$ 作用在铅直面内，与 z 轴成 $\theta = 30^\circ$ ，许用压应力 $[\sigma_c] = 160 \text{ MPa}$ ，许用拉应力 $[\sigma_t] = 30 \text{ MPa}$ 。试求：

- (1) 弯矩图与扭矩图；
- (2) 危险截面的位置；
- (3) 按第一强度理论校核强度(不计轴力和剪力的影响)。



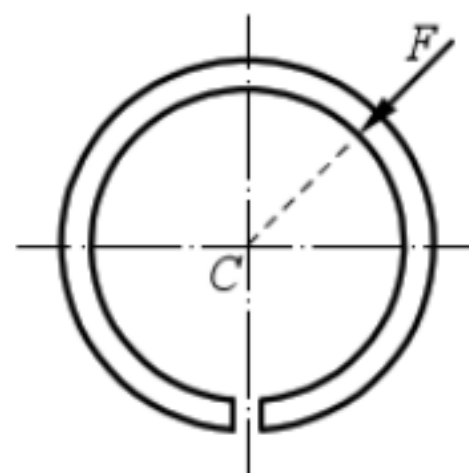
27. 悬臂梁 AB 的横截面为等边三角形, 形心在 C 点, 承受均布载荷 q , 其作用方向及位置如图所示, 该梁的变形有四种答案:

- (A) 平面弯曲; (B) 斜弯曲;
(C) 纯弯曲; (D) 弯扭组合。



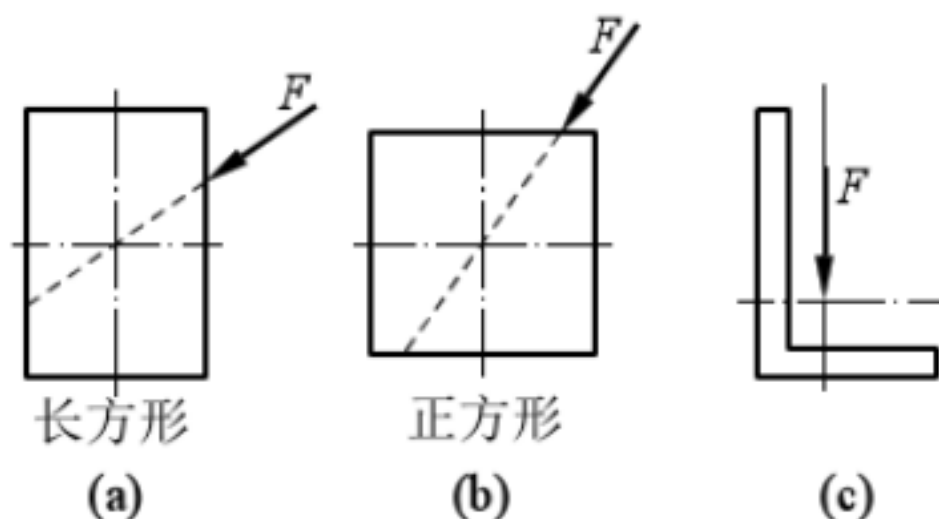
28. 开口薄壁管一端固定一端自由, 自由端受集中力 F 作用, 梁的横截面和力 F 的作用线如图所示, C 为横截面形心, 该梁的变形有四种答案:

- (A) 平面弯曲; (B) 斜弯曲;
(C) 平面弯曲+扭转; (D) 斜弯曲+扭转。



29. 悬臂梁的自由端受垂直于梁轴线的力 F 作用, 力作用方向与梁横截面形状分别如图所示, 则

图(a)的变形为_____;
图(b)的变形为_____;
图(c)的变形为_____。

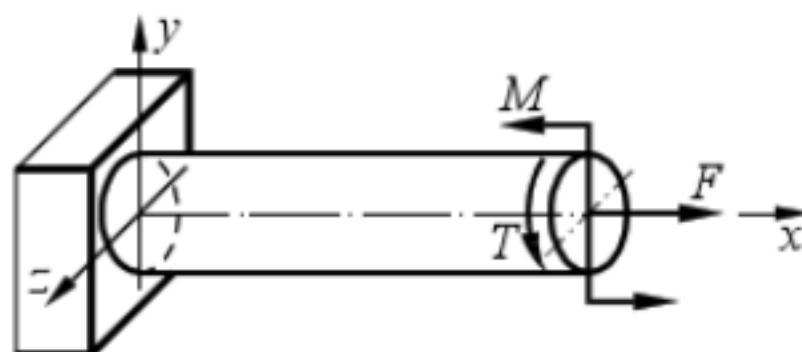


30. 按照第三强度理论, 图示杆的强度条件表达式有四种答案:

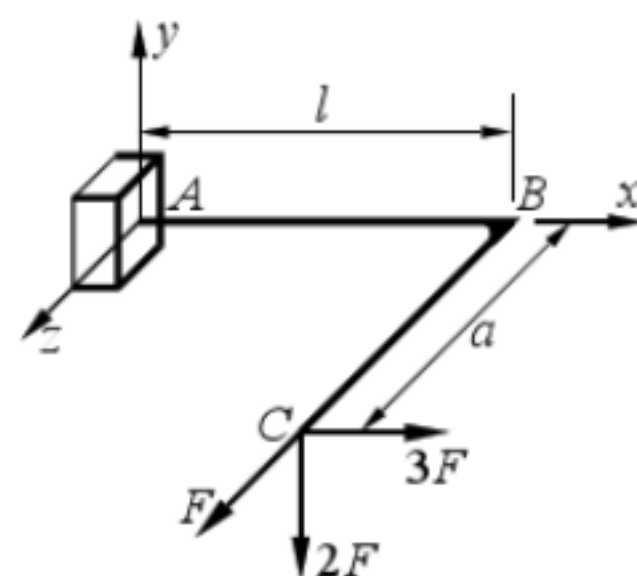
(A) $\frac{F}{A} + \sqrt{\left(\frac{M}{W_z}\right)^2 + 4\left(\frac{T}{W_p}\right)^2} \leq [\sigma];$ (B) $\frac{F}{A} + \frac{M}{W_z} + \frac{T}{W_p} \leq [\sigma];$

(C) $\sqrt{\left(\frac{F}{A} + \frac{M}{W_z}\right)^2 + \left(\frac{T}{W_p}\right)^2} \leq [\sigma];$

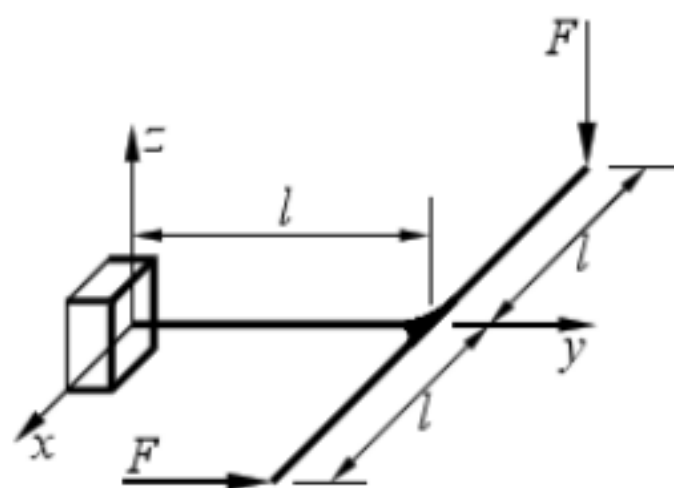
(D) $\sqrt{\left(\frac{F}{A} + \frac{M}{W_z}\right)^2 + 4\left(\frac{T}{W_p}\right)^2} \leq [\sigma].$



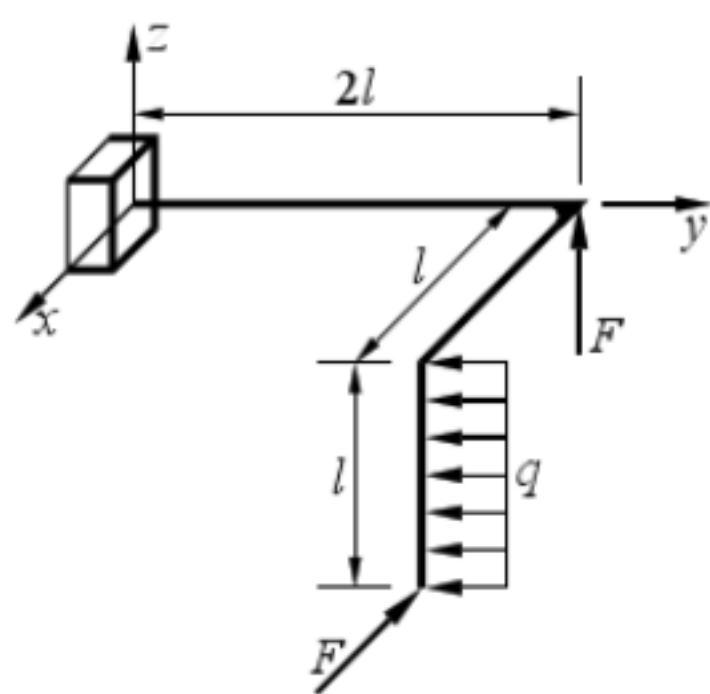
31. 图示水平的直角刚架 ABC ，各杆横截面直径均为 $d = 60 \text{ mm}$ ， $l = 400 \text{ mm}$ ， $a = 300 \text{ mm}$ ，自由端受三个分别平行于 x 、 y 与 z 轴的力作用，材料的许用应力 $[\sigma] = 120 \text{ MPa}$ 。试用第三强度理论确定许用载荷 $[F]$ 。



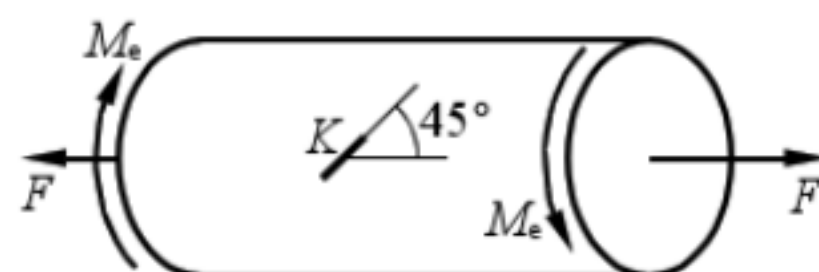
32. 试作图示刚架的内力图（除去剪力图）。



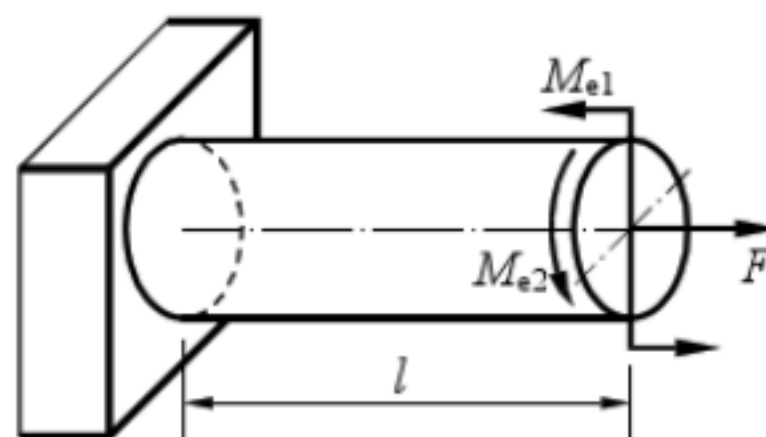
33. 试作图示空间折杆的内力图（除去剪力图）。



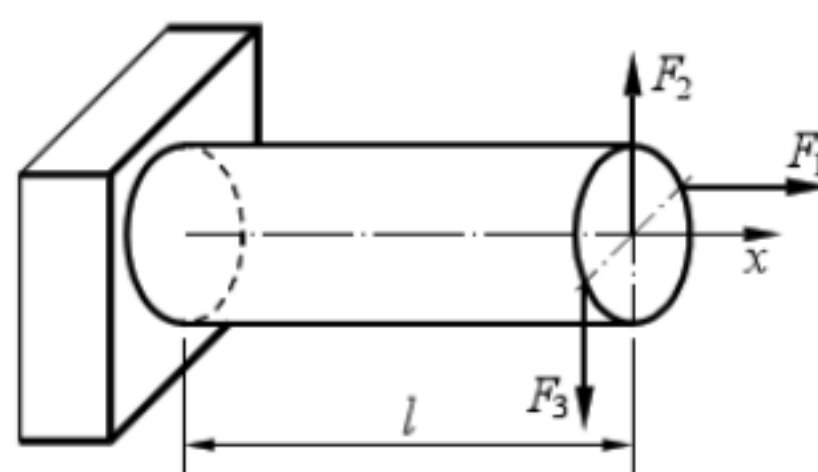
34. 图示圆杆的直径 $d = 200 \text{ mm}$ ，两端承受力与力偶， $F = 200\pi \text{ kN}$ ， $E = 200 \times 10^3 \text{ MPa}$ ， $\nu = 0.3$ ， $[\sigma] = 170 \text{ MPa}$ 。在杆表面点 K 处，测得线应变 $\varepsilon_{45^\circ} = 3 \times 10^{-4}$ 。试用第四强度理论校核杆的强度。



35. 图示圆截面钢杆的直径 $d = 20 \text{ mm}$ ，承受轴向力 F ，力偶 $M_{e1} = 80 \text{ N}\cdot\text{m}$ ， $M_{e2} = 100 \text{ N}\cdot\text{m}$ ， $[\sigma] = 170 \text{ MPa}$ 。试用第四强度理论确定许用力 $[F]$ 。

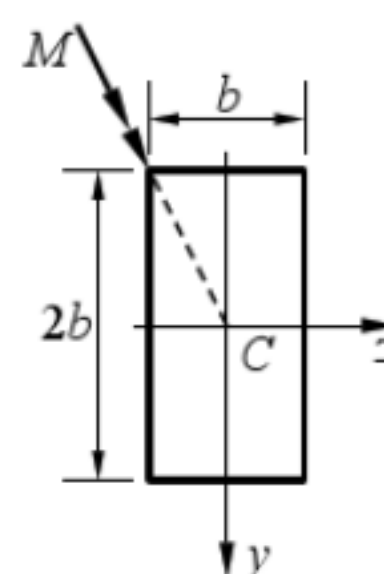


36. 图示圆杆的直径 $d = 100 \text{ mm}$ ，长度 $l = 1 \text{ m}$ ，自由端承受水平力 F_1 与铅直力 F_2 、 F_3 ， $F_1 = 120 \text{ kN}$ ， $F_2 = 50 \text{ kN}$ ， $F_3 = 60 \text{ kN}$ ， $[\sigma] = 160 \text{ MPa}$ 。试用第三强度理论校核杆的强度。



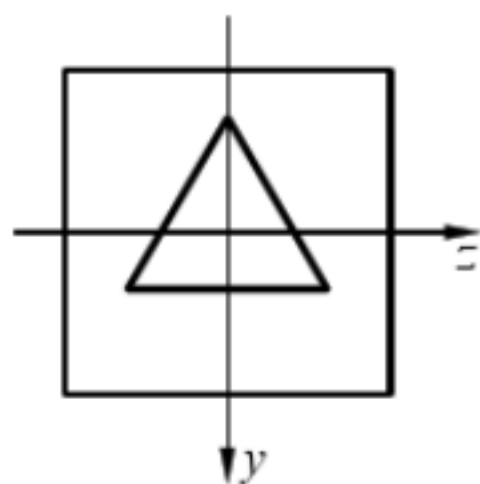
37. 梁的斜弯曲是两个互相垂直平面内_____的组合，该变形最主要的特点是_____。

38. 矩形截面梁产生斜弯曲，某横截面尺寸与弯矩矢量方向如图所示，则中性轴与 z 轴所成的角度为_____。

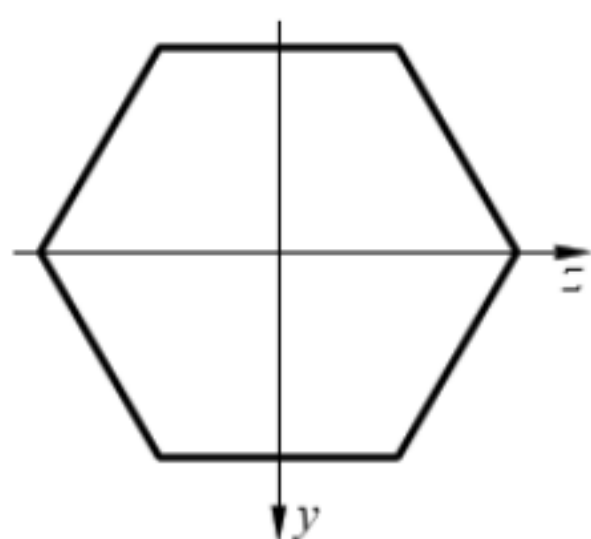


39. 边长为 a 的正方形截面梁产生拉弯组合变形，内力关系为 $M_y = M_z = \frac{F_N a}{12}$ ，则中性轴与 z 轴所成的角度为_____，截面形心到中性轴的距离为_____。

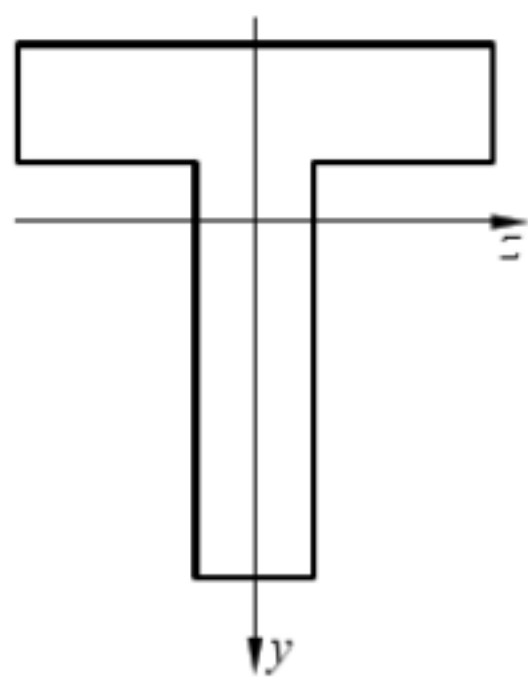
40. 画出图示空心截面的截面核心的大致形状。



41. 画出图示正六边形截面的截面核心的大致形状。

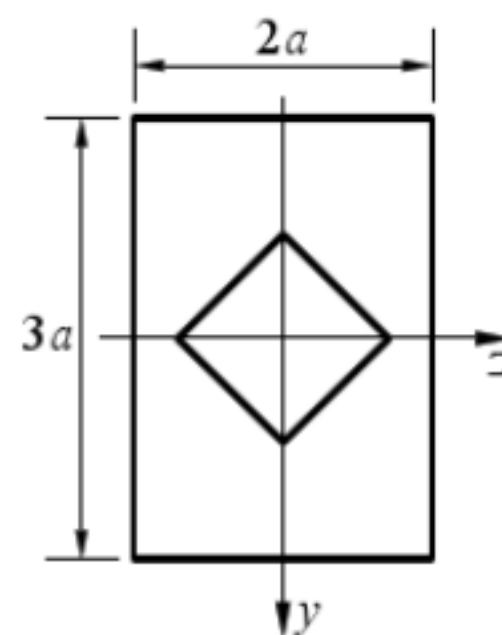


42. 画出图示 T 形截面的截面核心的大致形状。



43. 边长为 a 的正方形截面，其截面核心的边界为_____形，顶点到正方形形心的距离为_____。

44. 图示截面外边界为矩形，内边界为边长 a 的正方形，其截面核心的边界为_____形，在 z 轴上的截距为_____。



45. 等边三角形截面的截面核心的边界为_____形, 核心边界的某个顶点和三角形截面形心的连线与该顶点对应的中性轴所成的角度为_____。

46. 圆截面杆受弯矩 M 与扭矩 T 作用产生弯扭组合变形, $M = T$ 。横截面上全应力值相等的点位于 _____ 线上。

47. 圆截面杆受弯矩 M 与扭矩 T 作用产生弯扭组合变形, $M = T$ 。按最大切应力强度理论, 横截面上相当应力值相等的点位于 _____ 线上。

48. 矩形截面直杆发生扭转与弯曲组合变形, 按照最大切应力强度理论, 横截面上角点的相当应力有四种答案:

(A) $\sigma_{r_3} = \sigma$; (B) $\sigma_{r_3} = 2\tau$; (C) $\sigma_{r_3} = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$; (D) $\sigma_{r_3} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$ 。

(σ 、 τ 分别表示该点处非零的正应力与切应力大小)

49. 圆截面直杆, 轴向拉伸时轴线的伸长量为 ΔL_1 , 偏心拉伸时轴线的伸长量为 ΔL_2 , 设两种情况的作用力相同, 两个伸长量的关系有四种答案:

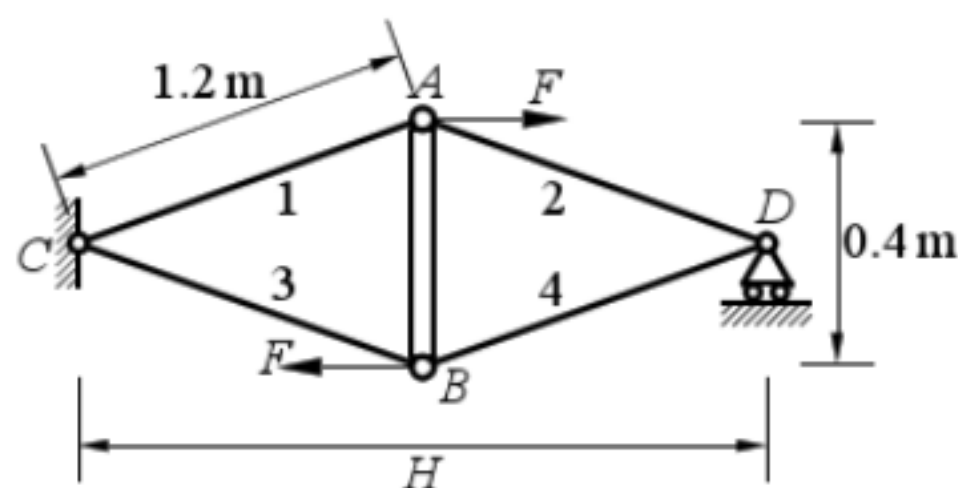
[illegible]

(C) $\Delta L_1 = \Delta L_2$; (D) 不确定。

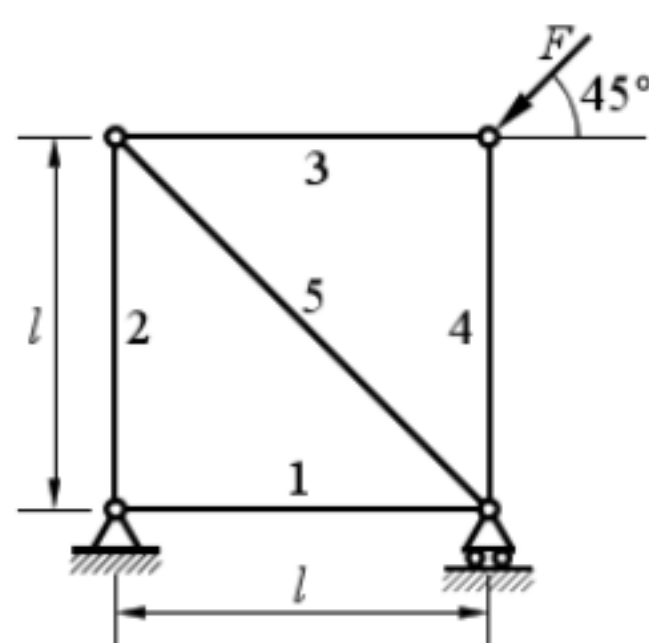
50. 偏心拉伸直杆中的最大拉应力必大于最大压应力。该论断正确与否? ()

试题 11. 压杆稳定

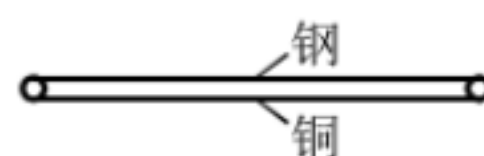
1. 图示结构, AB 为刚性杆, 其它杆均为直径 $d = 10 \text{ mm}$ 的细长圆杆, 弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$, 屈服极限 $\sigma_s = 360 \text{ MPa}$, 试求此结构的破坏载荷 F 值。



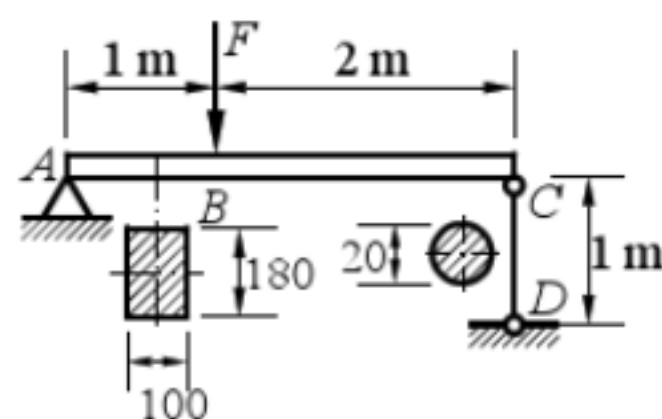
2. 图示桁架由 5 根圆截面杆组成。已知各杆直径均为 $d = 30 \text{ mm}$, $l = 1 \text{ m}$ 。各杆的弹性模量均为 $E = 200 \text{ GPa}$, $\lambda_p = 100$, $\lambda_0 = 61$, 直线经验公式系数 $a = 304 \text{ MPa}$, $b = 1.12 \text{ MPa}$, 许用应力 $[\sigma] = 160 \text{ MPa}$, 并规定稳定安全因数 $[n]_{st} = 3$, 试求此结构的许可载荷 $[F]$ 。



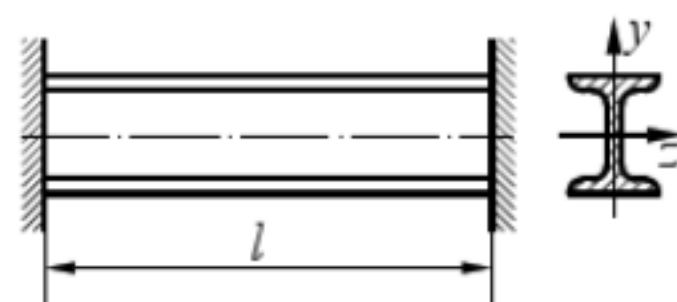
3. 钢杆和铜杆截面、长度均相同, 都是细长杆。将两杆的两端分别用铰链并联, 如图, 此时两杆都不受力。试计算当温度升高多少度时, 将会导致结构失稳? 已知杆长 $l = 2 \text{ m}$, 横截面积 $A = 20 \text{ cm}^2$, 惯性矩 $I_s = 40 \text{ cm}^4$; 钢的弹性模量 $E_s = 200 \text{ GPa}$, 铜的弹性模量 $E_c = 100 \text{ GPa}$, 钢的线膨胀系数 $\alpha_s = 12.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 铜的线膨胀系数 $\alpha_c = 16.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。



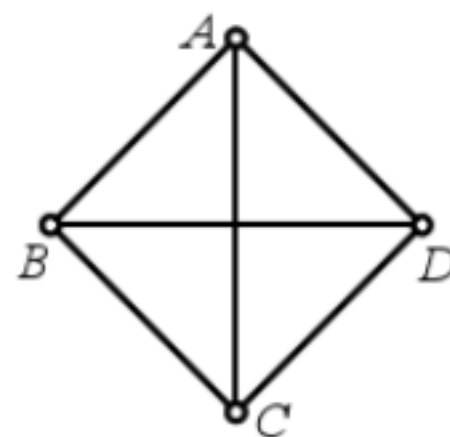
4. 图示矩形截面杆 AC 与圆形截面杆 CD 均用低碳钢制成, C, D 两处均为球铰, 材料的弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$, 强度极限 $\sigma_b = 400 \text{ MPa}$, 屈服极限 $\sigma_s = 240 \text{ MPa}$, 比例极限 $\sigma_p = 200 \text{ MPa}$, 直线公式系数 $a = 304 \text{ MPa}$, $b = 1.118 \text{ MPa}$ 。 $\lambda_p = 100$, $\lambda_0 = 61$, 强度安全因数 $[n] = 2.0$, 稳定安全因数 $[n]_{st} = 3.0$, 试确定结构的最大许可载荷 F 。



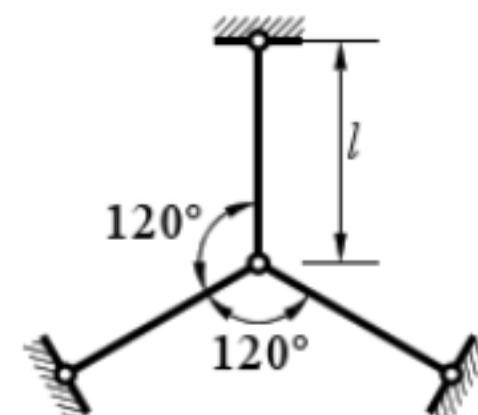
5. 图示两端固定的工字钢梁, 横截面积 $A = 26.1 \text{ cm}^2$, 惯性矩 $I_x = 1130 \text{ cm}^4$, $I_y = 93.1 \text{ cm}^4$, 长度 $l = 6 \text{ m}$, 材料的弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$, 比例极限 $\sigma_p = 200 \text{ MPa}$, 屈服极限 $\sigma_s = 240 \text{ MPa}$, 直线公式的系数 $a = 304 \text{ MPa}$, $b = 1.12 \text{ MPa}$, 线膨胀系数 $\alpha_l = 125 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$, 当工字钢的温度升高 $\Delta t = 10 ^\circ\text{C}$ 时, 试求其工作安全因数。



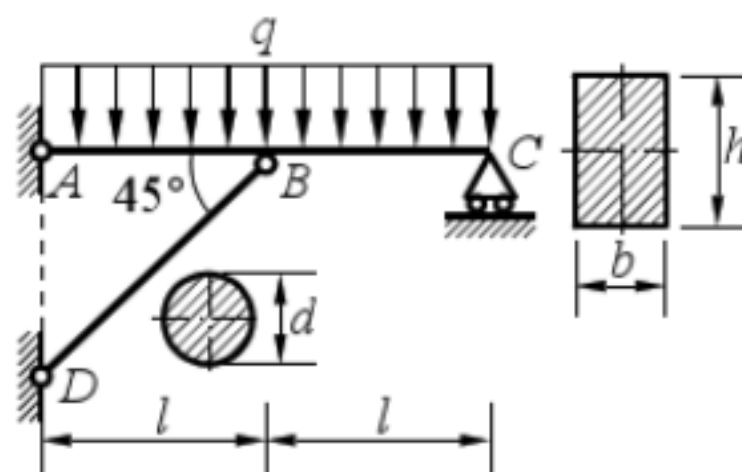
6. 图示正方形平面桁架, 杆 AB, BC, CD, DA 均为刚性杆。杆 AC, BD 为弹性圆杆, 其直径 $d = 20 \text{ mm}$, 杆长 $l = 550 \text{ mm}$; 两杆材料也相同, 比例极限 $\sigma_p = 200 \text{ MPa}$, 屈服极限 $\sigma_s = 240 \text{ MPa}$, 弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$, 直线公式系数 $a = 304 \text{ MPa}$, $b = 1.12 \text{ MPa}$, 线膨胀系数 $\alpha_l = 12.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, 当只有杆 AC 温度升高, 其他杆温度均不变时, 试求极限的温度改变量 Δt_{cr} 。



7. 图示结构，已知三根细长杆的弹性模量 E ，杆长 l ，横截面积 A 及线膨胀系数 α 均相同。
问：当升温 Δt 为多大时，该结构将失稳。



8. 图示结构 ABC 为矩形截面杆， $b = 60 \text{ mm}$ ， $h = 100 \text{ mm}$ ， $l = 4 \text{ m}$ ， BD 为圆截面杆，直径 $d = 60 \text{ mm}$ ，两杆材料均为低碳钢，弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，比例极限 $\sigma_p = 200 \text{ MPa}$ ，屈服极限 $\sigma_s = 240 \text{ MPa}$ ，直线经验公式为 $\sigma_{cr} = (304 - 1.12\lambda) \text{ MPa}$ ，均布载荷 $q = 1 \text{ kN/m}$ ，稳定安全因数 $[n]_{st} = 3$ 。试校核杆 BD 的稳定性。

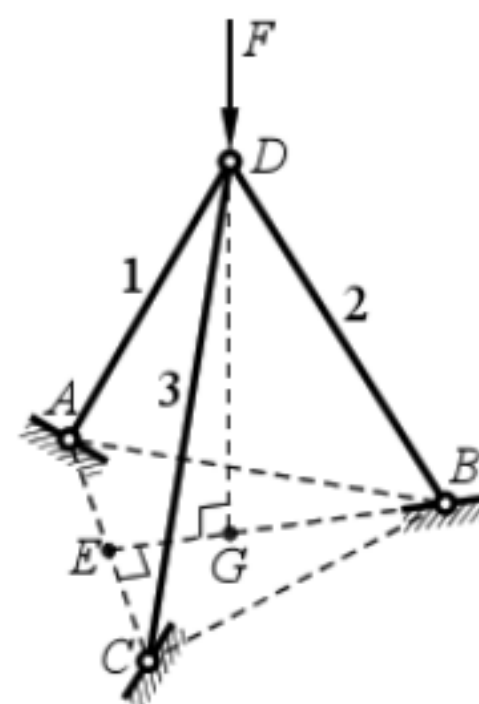


9. 正方形截面杆，横截面边长 a 和杆长 l 成比例增加，它的长细比有 4 种答案：
(A)成比例增加； (B)保持不变； (C)按 $(l/a)^2$ 变化； (D)按 $(a/l)^2$ 变化。

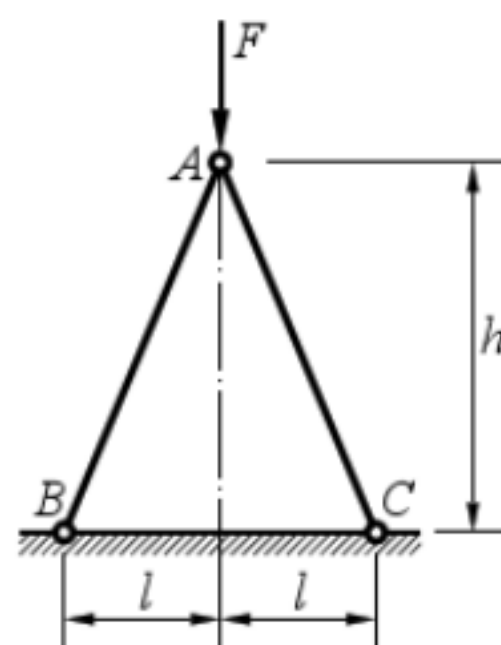
10. 非细长杆如果误用了欧拉公式计算临界力，其结果比该杆的实际临界力_____。

11. 两根细长压杆，横截面面积相等，其中一个形状为正方形，另一个为圆形，其它条件均相同，则横截面为_____的柔度大，横截面为_____的临界力大。

12. 在水平面 ABC 上用同材料的三根杆支持 F 。 A 、 B 、 C 、 D 均为铰链节点。铅直力 F 的作用线恰好通过等边三角形 ABC 的形心 G 。已知 $DG = AB = h$ 。三杆截面均为圆形，直径为 d ，材料的弹性模量为 E 。适用欧拉公式的临界柔度是 90。已知 $h = 20d$ ，试确定最大力 F 。

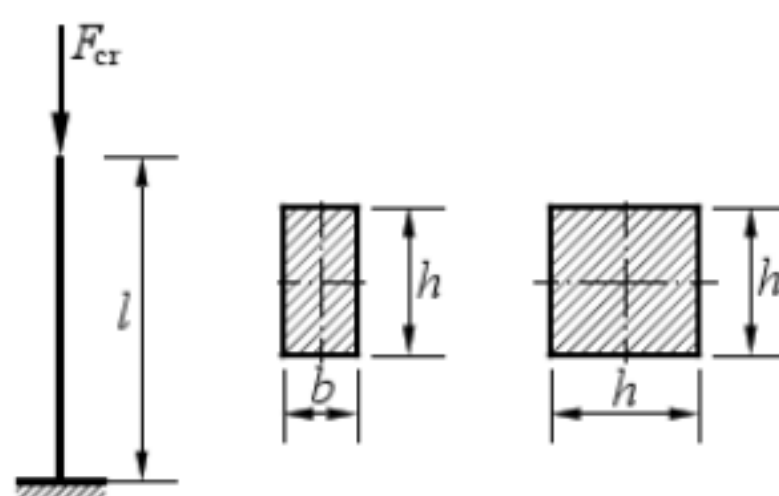


13. 图示结构，由圆杆 AB 、 AC 通过铰链联结而成，若二杆的长度、直径及弹性模量均分别相等， BC 间的距离保持不变， F 为给定的集中力。试按稳定条件确定用材最省的高度 h 和相应的杆直径 D 。（设给定条件已满足大柔度压杆的要求。）



14. 长方形截面细长压杆， $b/h=1/2$ ；如果将 b 改为 h 后仍为细长杆，临界力 F_{cr} 是原来的多少倍？有 4 种答案：

(A) 2 倍； (B) 4 倍； (C) 8 倍； (D) 16 倍。

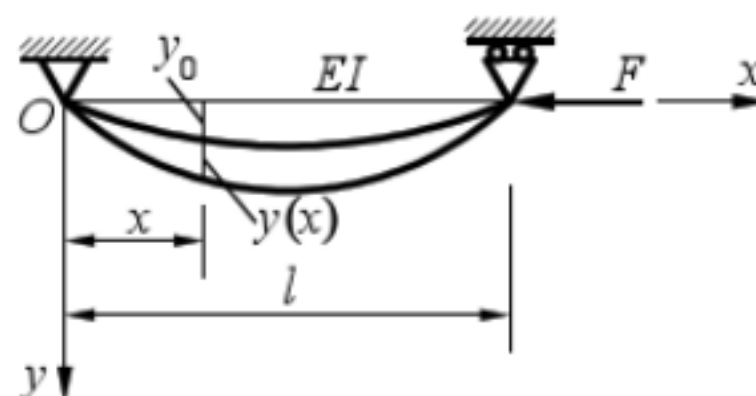


15. 压杆下端固定，上端与水平弹簧相连，如图所示，则压杆长度因数 μ 的范围有 4 种答案：

(A) $\mu < 0.5$ ； (B) $0.5 < \mu < 0.7$ ；
(C) $0.5 < \mu < 2$ ； (D) $\mu < 2$ 。

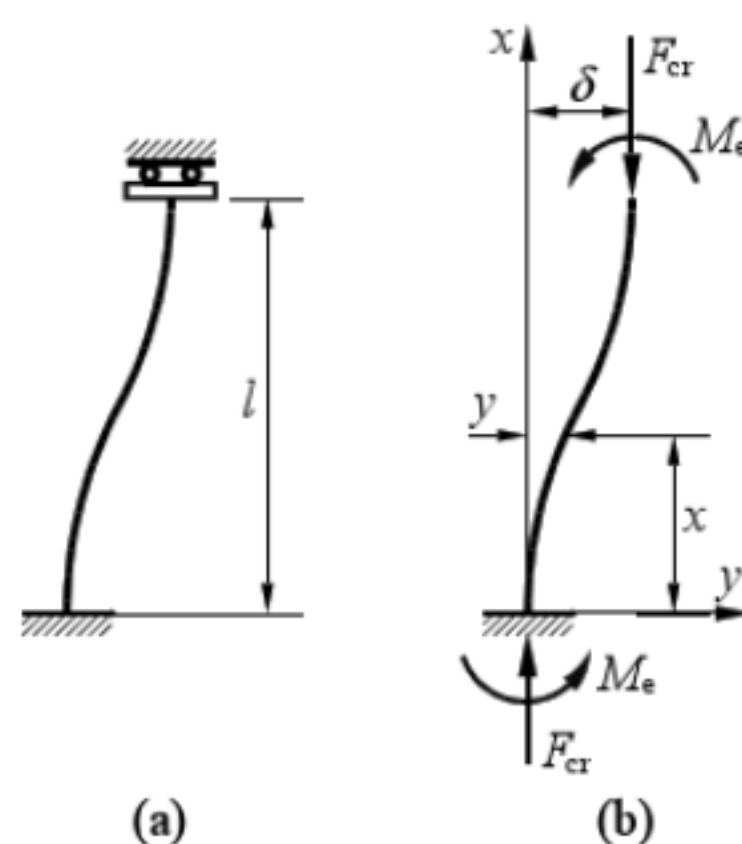


16. 圆截面的细长压杆，材料、杆长和杆端约束保持不变，若将压杆的直径缩小一半，则其临界力为原压杆的_____；若将压杆的横截面改变为面积相同的正方形截面，则其临界力为原压杆的_____。

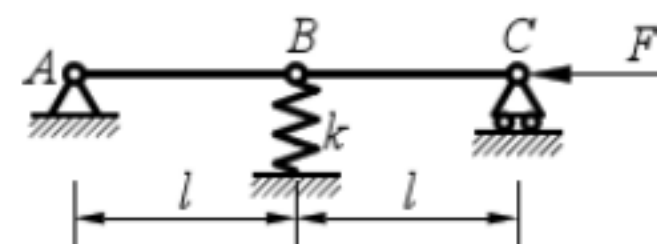


17. 试导出具有初始挠度 $y_0 = a \sin(\pi x / l)$ 的图示压杆的挠度曲线方程 $y(x)$ 。

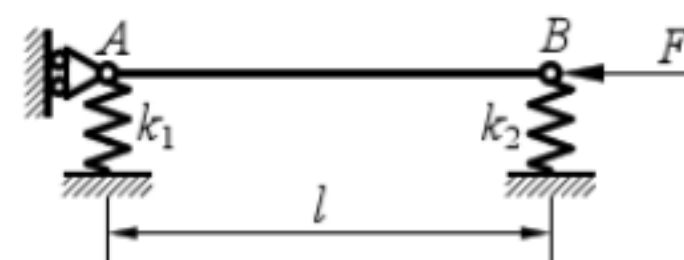
18. 某结构失稳时，挠曲线如图(a)所示，即上端可水平移动但不能转动，下端固定，试推导临界力欧拉公式及挠曲线方程。



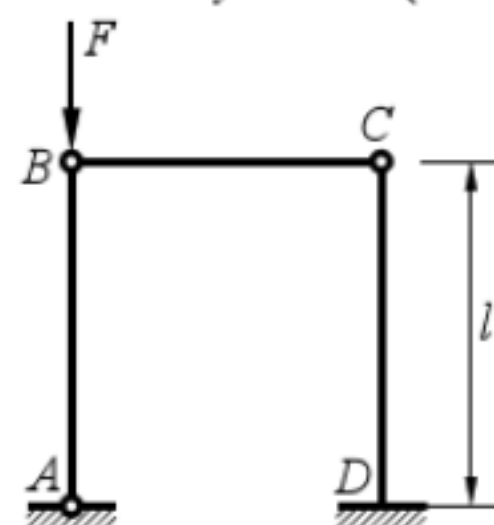
19. 图示刚性杆，由弹簧支持，弹簧刚度为 k ，试导出它的临界载荷。



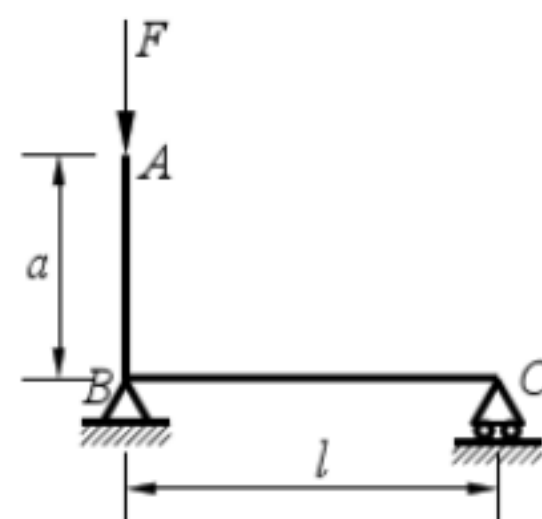
20. 图示刚性杆，由弹簧支持，左右弹簧的刚度分别为 k_1 、 k_2 ，试导出它的临界载荷。



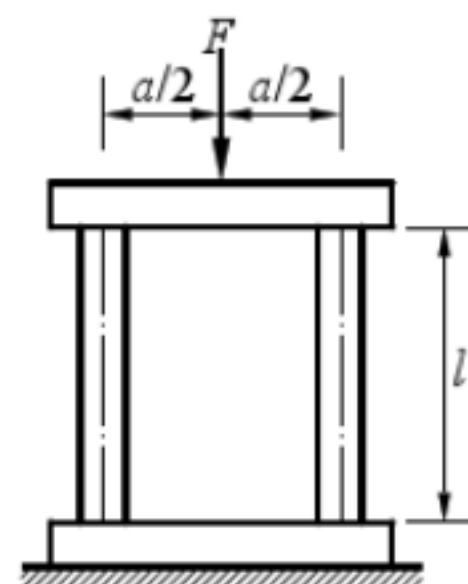
21. 导出图示结构在图形平面内失稳的临界载荷。已知：杆 AB 、 BC 均为刚性杆，杆 CD 的弯曲刚度为 EI 。注：悬臂梁端部受有横向集中力 F 时，端点的挠度公式为 $y = Fl^3 / (3EI)$ 。



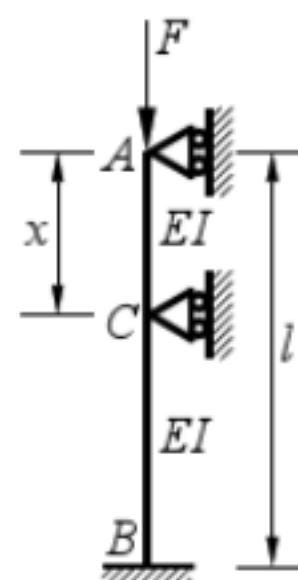
22. 图示刚架， AB 为刚性杆， BC 为弹性梁，在刚性杆顶端受铅垂载荷 F 作用，试导出该载荷的临界值。设梁 BC 的弯曲刚度 EI 为常值。



23. 两根直径为 d 的杆，上下端分别与刚性板刚性连接，试按细长杆考虑确定临界力 F_{cr} 。

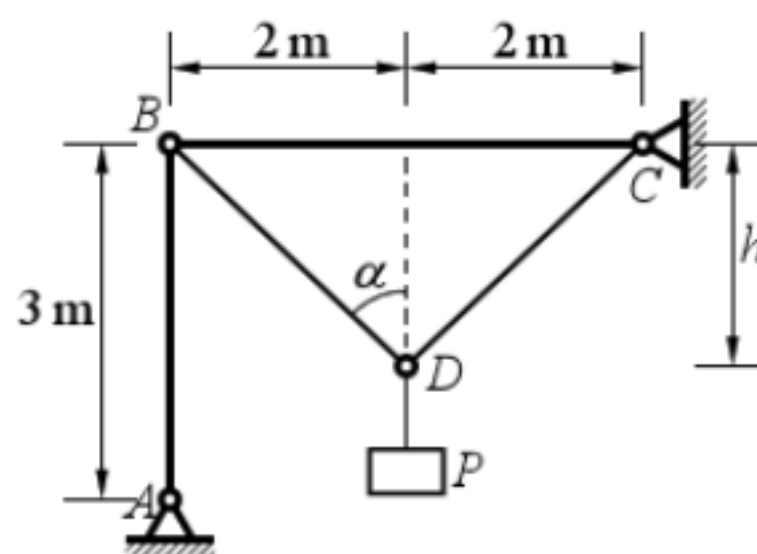


24. 图示压杆， AC 、 CB 两杆均为细长压杆，问 x 为多大时，承载能力最大？并求此时承载能力与 C 处不加支撑时承载能力的比值。



25. 图示结构， AB 和 BC 是两端铰支的细长杆，弯曲刚度均为 EI 。钢丝绳 BDC 两端分别连结在 B 、 C 两铰点处，在点 D 悬挂一重量为 P 的重块。试求：

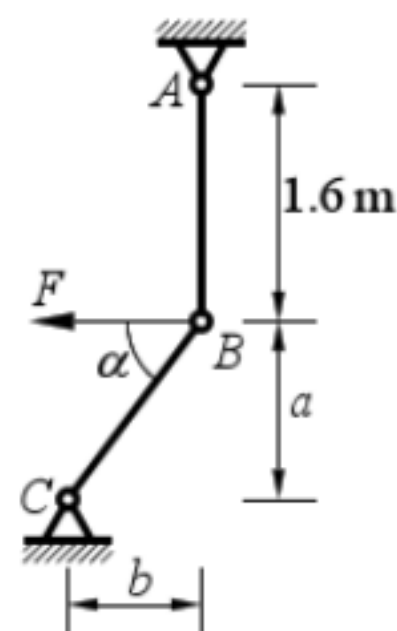
- (1) 当 $h = 3\text{ m}$ 时，能悬挂的 P 最大值是多少？
- (2) h 为何值时悬挂的重量最大？



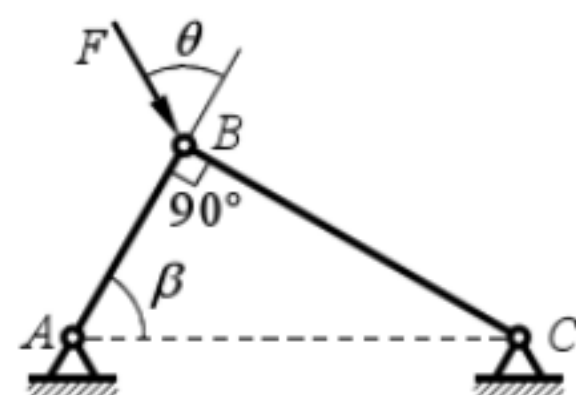
26. 铰接桁架，由竖杆 AB 和斜杆 BC 组成，两杆均为弯曲刚度为 EI 的细长杆，在节点 B 处承受水平力 F 作用。

(1) 设 $a = 1.2 \text{ m}$, $b = 0.9 \text{ m}$ ，试确定水平力 F 的最大值（用 π 、 EI 表示）。

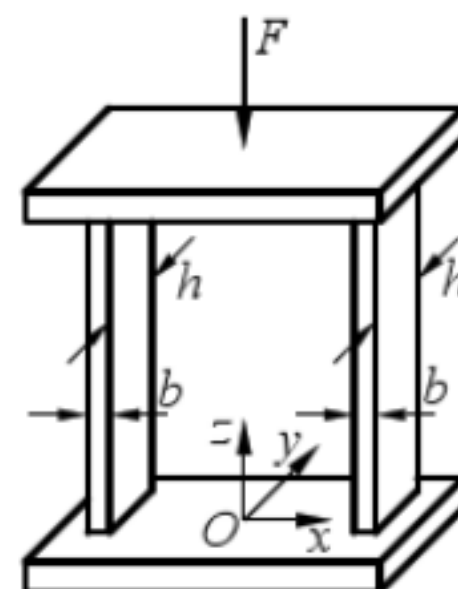
(2) 保持斜杆 BC 的长度不变，确定充分发挥两杆承载能力的 α 角。



27. 桁架 ABC 由两根具有相同截面形状和尺寸以及同样材料的细长杆组成。确定使载荷 F 为最大时的 θ 角（设 $0 < \theta < \pi$ ）。

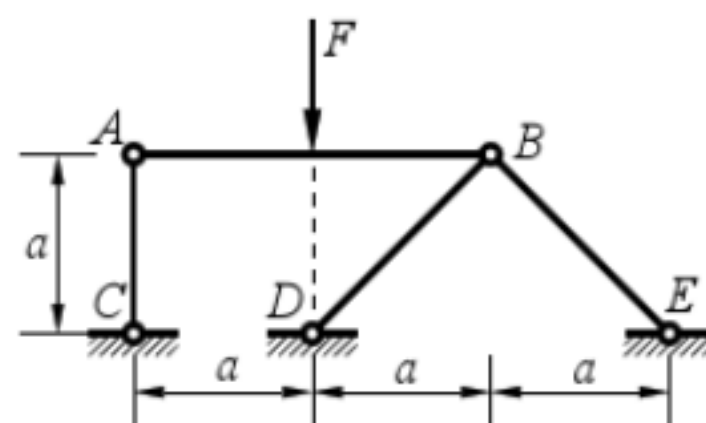


28. 图示空间框架由两根材料、尺寸都相同的矩形截面细长杆和两块刚性板固接而成。试确定压杆横截面尺寸的合理比值 h/b 。

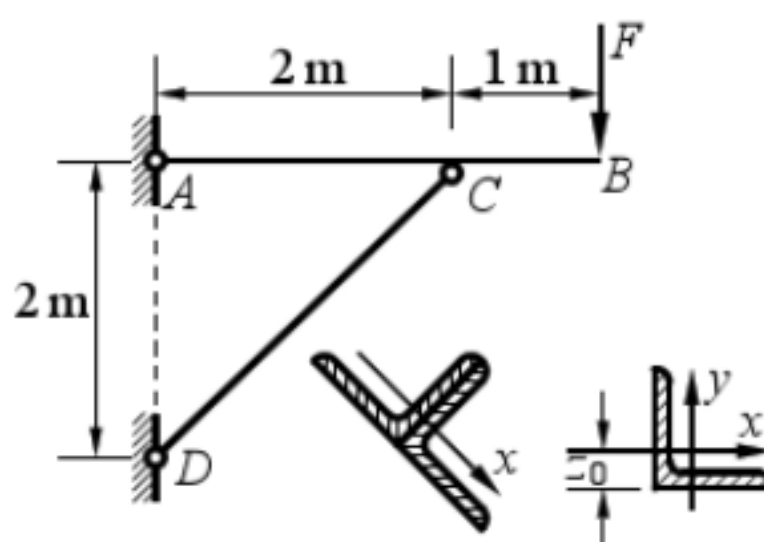


29. 在一般情况下，稳定安全因数比强度安全因数大。这是因为实际压杆总是不可避免地存在_____、_____以及_____等不利因素的影响。当柔度 λ 越大时，这些因素的影响也越_____。

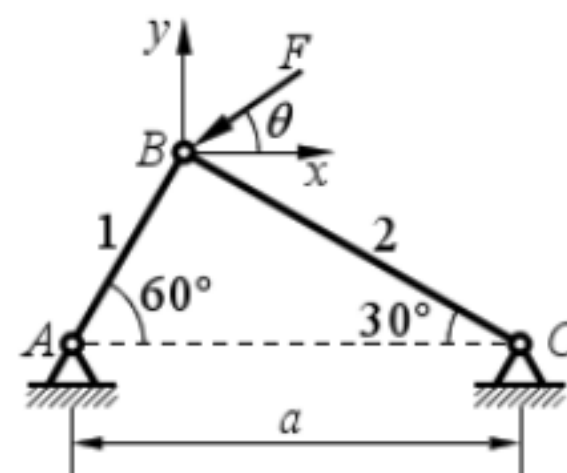
30. 图示构架, AB 为刚性杆, F 作用在跨中, AC 、 BD 、 BE 均为细长压杆, 且它的材料、横截面积均相同。设弹性模量 E 、横截面积 A 、惯性矩 I 和图示尺寸 a 已知, 稳定安全因数 $[n]_{st} = 3$, 试求许可载荷 $[F]$ 。



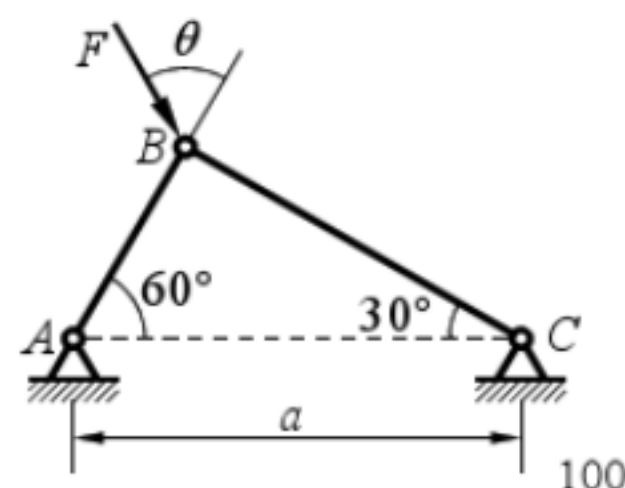
31. 托架横梁 AB 由斜杆 CD 支撑。杆 CD 由两根 $100 \times 100 \times 10$ 的等边角钢焊成, 两端 CD 为球铰。角钢的惯性矩 $I_x = 179.5 \text{ cm}^4$, 横截面积 $A = 19.26 \text{ cm}^2$, $i_0 = 2.84 \text{ cm}$ 。材料的比例极限 $\sigma_p = 200 \text{ MPa}$, 屈服极限 $\sigma_s = 235 \text{ MPa}$, 稳定直线公式系数 $a = 304 \text{ MPa}$, $b = 1.12 \text{ MPa}$, 弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ 。稳定安全因数 $[n]_{st} = 3$ 。试根据杆 CD 求托架的许可载荷 $[F]$ 。



32. 图示桁架 ABC 由两根材料相同的圆截面杆组成, 该桁架在节点 B 处受载荷 F 作用, 其方位角 θ 可在 0° 与 90° 间变化, $0 \leq \theta \leq \pi/2$ 。已知杆 1, 2 的直径分别为 $d_1 = 20 \text{ mm}$, $d_2 = 30 \text{ mm}$, $a = 2 \text{ m}$, 材料的屈服极限 $\sigma_s = 240 \text{ MPa}$, 比例极限 $\sigma_p = 196 \text{ MPa}$, 弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$, 屈服安全因数 $n_s = 2.0$, 稳定安全因数 $[n]_{st} = 2.5$ 。试计算许可载荷值 $[F]$ 。



33. 图示结构, 两细长杆弯曲刚度 EI 相同, 设载荷 F 与杆 AB 轴线的夹角为 θ , 且 $0 \leq \theta \leq \pi/2$, 稳定安全因数 $[n]_{st} = 2$, 试求许可载荷 $[F]$ 。



34. 若 σ_{cr} 表示压杆的临界应力, σ_p 为压杆材料的比例极限, 则下列结论中哪些是正确的?

- (1) 当 $\sigma_{cr} < \sigma_p$ 时, $\sigma_{cr} > \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$ (2) 当 $\sigma_{cr} > \sigma_p$ 时, $\sigma_{cr} < \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$
 (3) 当 $\sigma_{cr} = \sigma_p$ 时, $\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$ (4) 在一切情况下, $\sigma_{cr} \leq \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$

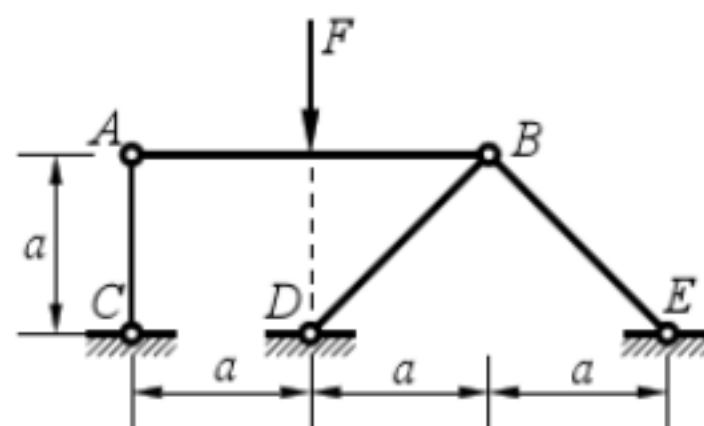
(A) (1),(2); (B) (3),(4); (C) (1),(2),(3); (D) (2),(3),(4)。

35. 设 φ 为压杆的折减系数, 下列结论中哪些是正确的?

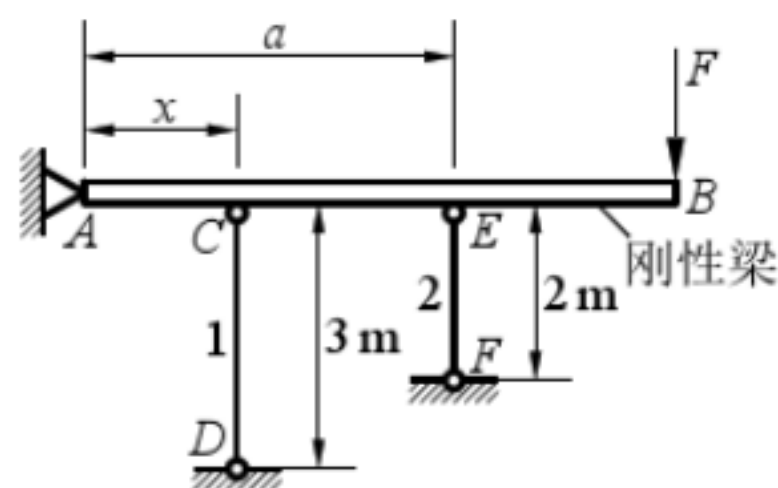
- (1) φ 值越大, 表示压杆的稳定性越好。
 (2) $\varphi=1$ 表示杆不会出现失稳破坏。
 (3) φ 值与压杆的柔度 λ 有关, 与杆件材料的性质无关。

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

36. 如图所示结构, 横梁 AB 的中央受集中力 F 作用, 木杆 AC 、 BD 、 BE 的横截面相同, 其面积为 A , 材料许用应力为 $[\sigma]$, 杆 AC 的柔度 $\lambda=100$, 试求构件的最大许可载荷。(稳定折减系数 $\varphi = \frac{3\,000}{\lambda^2}$, 假定杆 AB 满足弯曲强度条件)



37. 正方形截面压杆 CD , EF , 材料截面尺寸相同, 已知: 边长 100 mm, 许用应力 $[\sigma]=10\text{ MPa}$, 当 $\lambda \leq 80$ 时, $\varphi = 1.02 - 0.55 \times [(\lambda + 20)/100]^2$, 当 $\lambda > 80$ 时, $\varphi = 3\,000/\lambda^2$ 。试求 CD , EF 两杆能同时达到稳定许用应力时的 x 与 a 的关系。



试题 12. 动 载 荷

1. 重量为 P 的物体, 以匀速 v 下降, 当吊索长度为 l 时, 制动器刹车, 起重卷筒以等减速在 t 秒后停止转动, 如图示。设吊索的横截面积为 A , 弹性模量为 E , 动荷因数 K_d 有四种答案:

(A) $v \sqrt{\frac{EA}{gPl}}$; (B) $\frac{v}{t} \sqrt{\frac{EA}{gPl}}$; (C) $\frac{v}{gt}$; (D) $1 + \frac{v}{gt}$ 。

2. 图示一起重机悬吊一根工字钢, 由高处下降。如在时间间隔 t 内下降速度由 v_1 均匀地减小到 v_2 ($v_2 < v_1$), 则此问题的动荷因数为:

(A) $1 - \frac{v_1 + v_2}{2gt}$; (B) $1 + \frac{v_1 + v_2}{2gt}$;
(C) $1 - \frac{v_1 - v_2}{gt}$; (D) $1 + \frac{v_1 - v_2}{gt}$ 。

3. 长度为 l 的钢杆 AB , 以匀角速度绕铅垂轴 OO' 旋转, 若钢的密度为 ρ , 许用应力为 $[\sigma]$, 则此杆的最大许可角速度 ω 为 (弯曲应力不计):

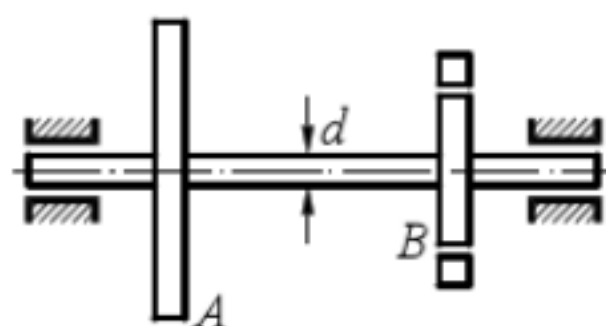
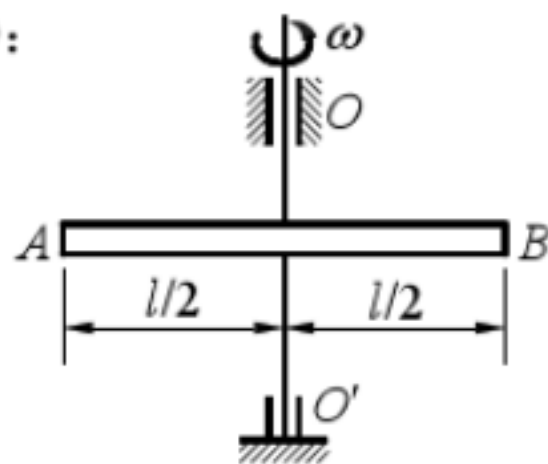
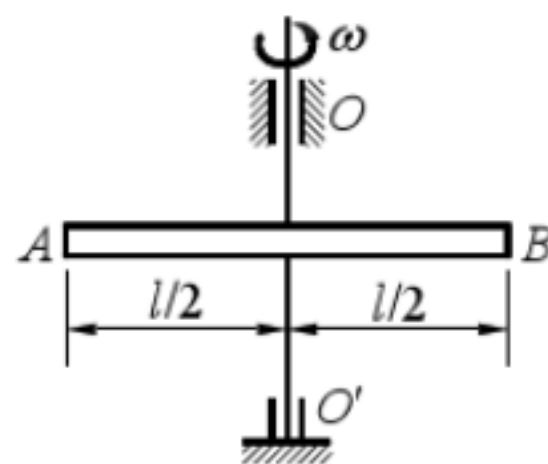
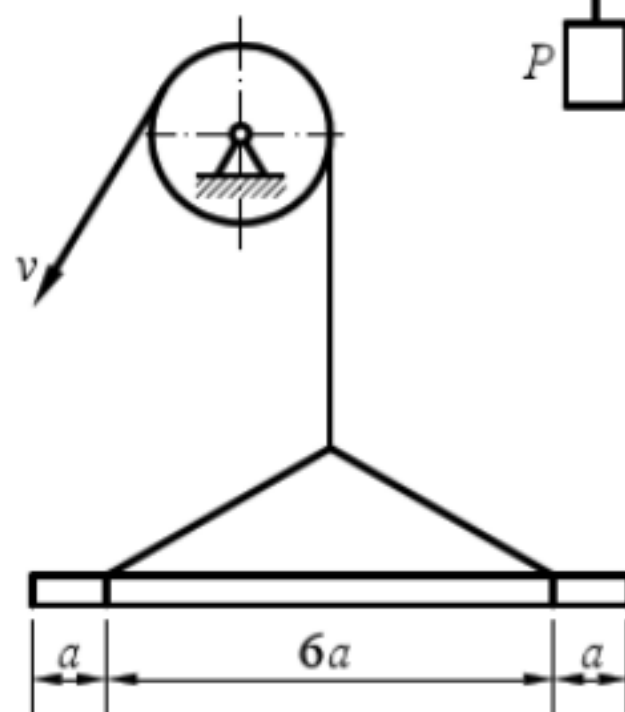
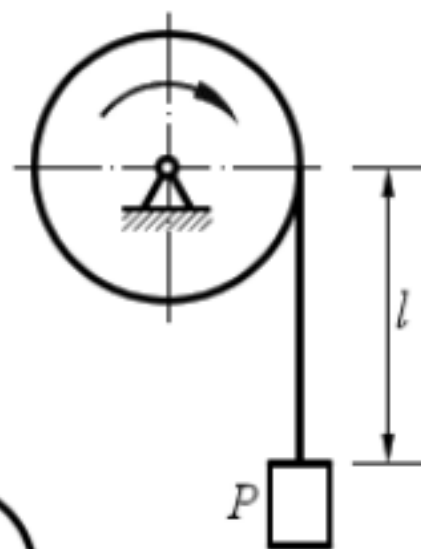
(A) $\frac{1}{l} \sqrt{\frac{[\sigma]}{\rho}}$; (B) $\frac{1}{2l} \sqrt{\frac{[\sigma]}{\rho}}$;
(C) $\frac{1}{l} \sqrt{\frac{2[\sigma]}{\rho}}$; (D) $\frac{2}{l} \sqrt{\frac{2[\sigma]}{\rho}}$ 。

4. 长度为 l 的钢杆 AB 以匀角速度绕铅垂轴 OO' 旋转。已知钢的密度 ρ 和弹性模量 E 。若杆 AB 的转动角速度为 ω , 则杆的绝对伸长 Δl 为 (弯曲应力不计):

(A) $\frac{\rho \omega^2 l^3}{12E}$; (B) $\frac{\rho \omega^2 l^3}{8E}$;
(C) $\frac{\rho \omega^2 l^3}{4E}$; (D) $\frac{\rho \omega^2 l^3}{3E}$ 。

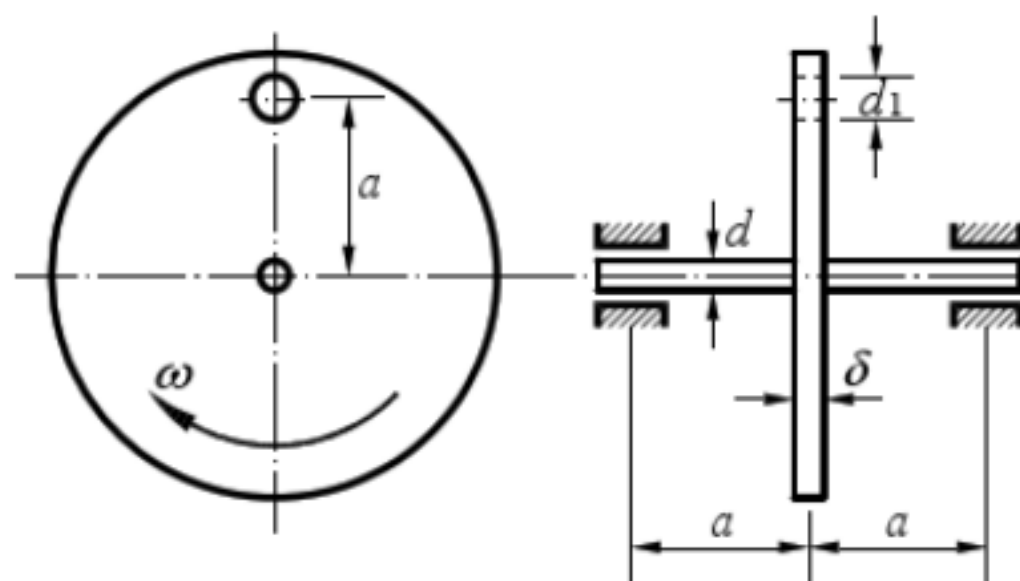
5. 直径为 d 的轴上, 装有一个转动惯量为 J 的飞轮 A 。轴的速度为 n 转/秒。当制动器 B 工作时, 在 t 秒内将飞轮刹停 (匀减速), 在制动过程中轴内最大切应力为:

(A) $\frac{16ntJ}{\pi d^3}$; (B) $\frac{n\pi J}{td^3}$; (C) $\frac{32nJ}{td^3}$; (D) $\frac{32n\pi J}{td^3}$ 。

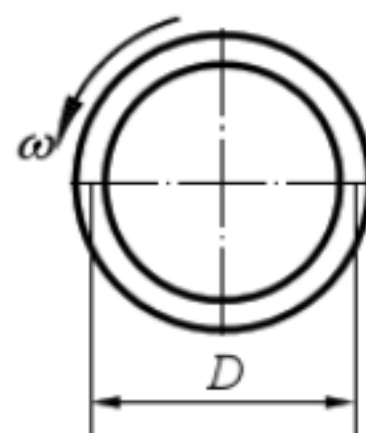


6. 图示钢质圆盘有一偏心圆孔。圆盘以匀角速度 ω 旋转，密度为 ρ 。由圆盘偏心圆孔引起的轴内横截面上最大正应力 σ_{\max} 为：

- (A) $\frac{\rho\delta(d_1a\omega)^2}{8d^3}$; (B) $\frac{\rho\delta(d_1a\omega)^2}{4d^3}$;
 (C) $\frac{4\rho\delta(d_1a\omega)^2}{d^3}$; (D) $\frac{8\rho\delta(d_1a\omega)^2}{d^3}$ 。

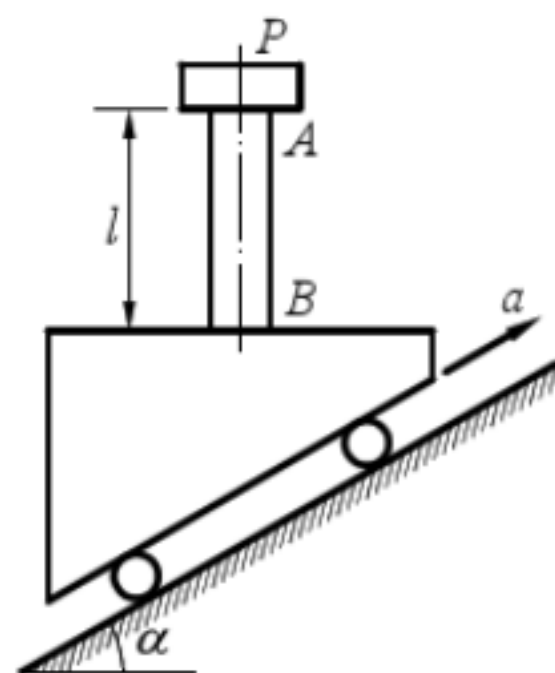


7. 材料密度为 ρ ，弹性模量为 E 的圆环，平均直径为 D ，以角速度 ω 作匀速转动，则其平均直径的增量 $\Delta D=$ _____。



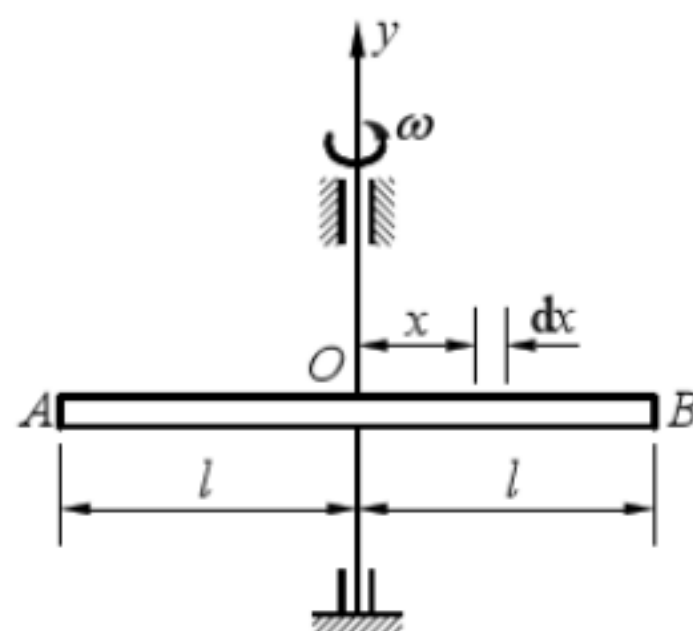
8. 杆 AB 单位长度重量为 q ，截面积为 A ，弯曲截面系数为 W ，上端连有重量为 P 的重物，下端固定于小车上。小车在与水平面成 α 角的斜面上以匀加速度 a 前进，试证明杆危险截面上最大压应力为：

$$\sigma = \frac{[P + (ql/2)]al \cos \alpha}{gW} + \frac{(P + ql)[1 + (a \sin \alpha / g)]}{A}$$

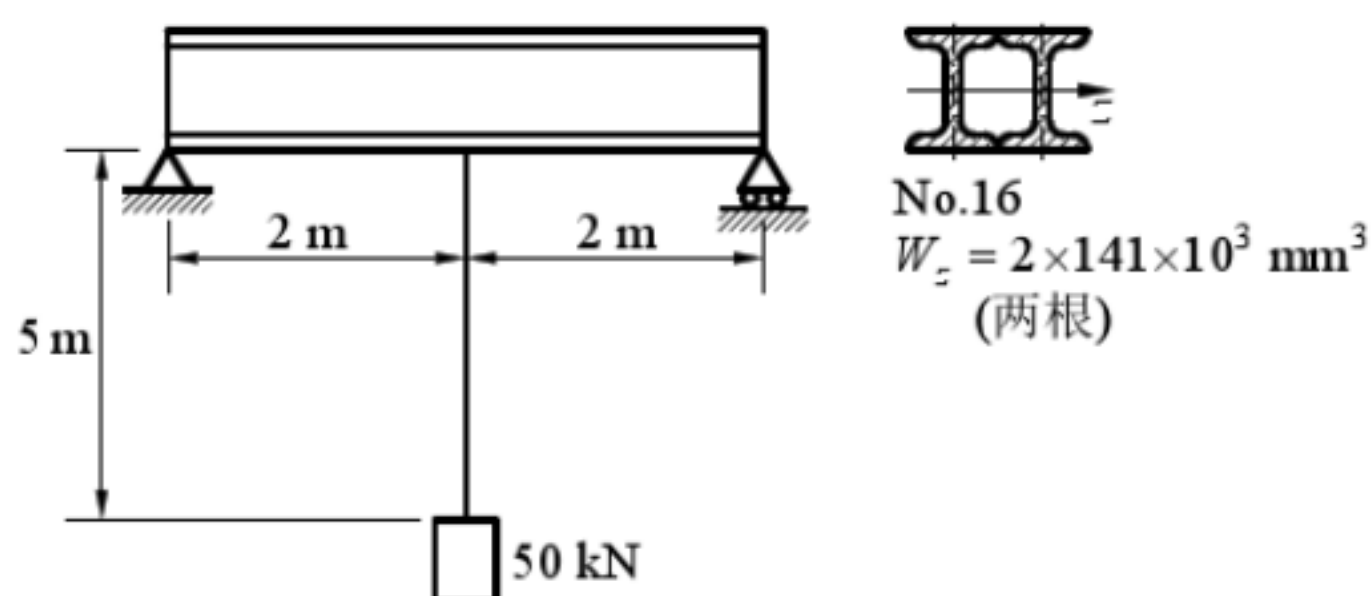


9. 杆 AB 以匀角速度 ω 绕 y 轴在水平面内旋转，杆材料的密度为 ρ ，弹性模量为 E ，试求：

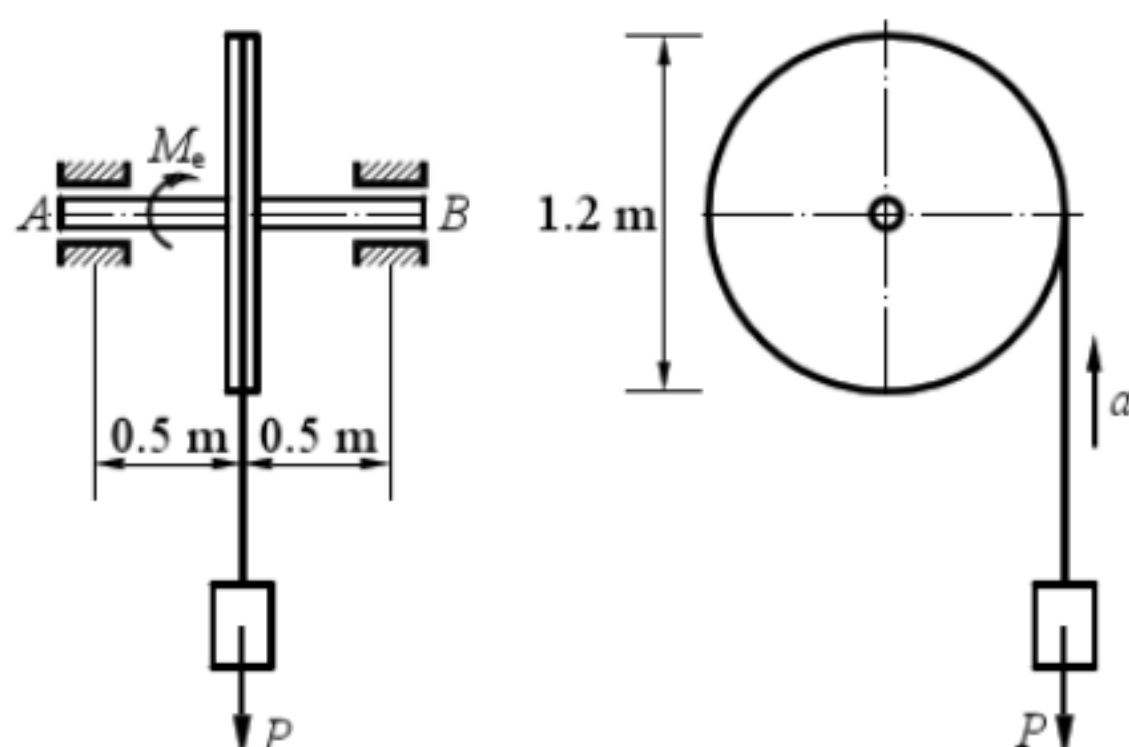
- (1) 沿杆轴线各横截面上正应力的变化规律（不考虑弯曲）；
 (2) 杆的总伸长。



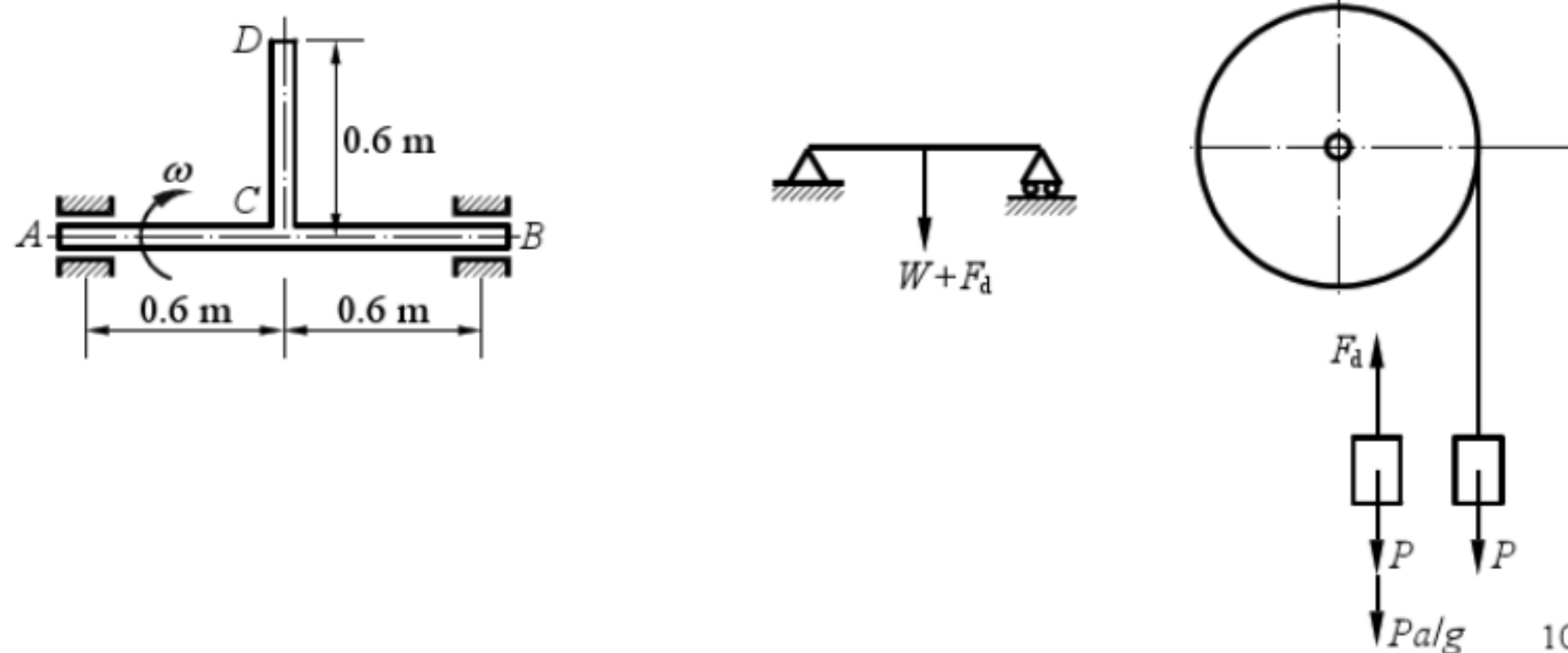
10. 图示桥式起重机主梁由两根 16 号工字钢组成，主梁以匀速度 $v=1\text{ m/s}$ 向前移动（垂直纸面），当起重机突然停止时，重物向前摆动，试求此瞬时梁内最大正应力（不考虑斜弯曲影响）。



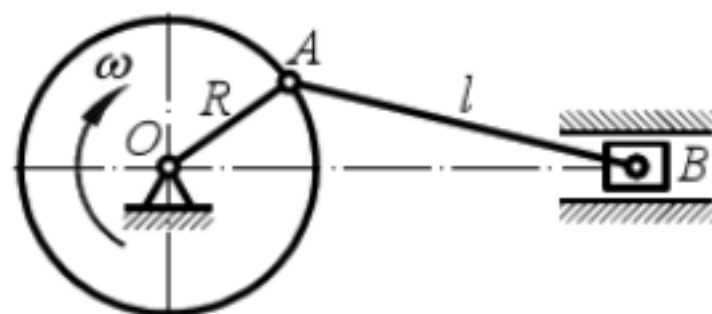
11. 图示重物 $P=40\text{ kN}$ ，用绳索以匀加速度 $a=5\text{ m/s}^2$ 向上吊起，绳索绕在一重为 $W=4.0\text{ kN}$ ，直径 $D=12\text{ mm}$ 的鼓轮上，其回转半径 $\rho=450\text{ mm}$ 。轴的许用应力 $[\sigma]=100\text{ MPa}$ ，鼓轮轴两端 A 、 B 处可视为铰支。试按第三强度理论选定轴的直径 d 。



12. 图示钢轴 AB 的直径 $d=80\text{ mm}$ ，轴上连有一相同直径的钢质圆杆 CD ，钢材密度 $\rho=7.95 \times 10^3\text{ kg/m}^3$ 。若轴 AB 以匀角速度 $\omega=40\text{ rad/s}$ 转动，材料的许用应力 $[\sigma]=70\text{ MPa}$ ，试校核杆 AB 、 CD 的强度。

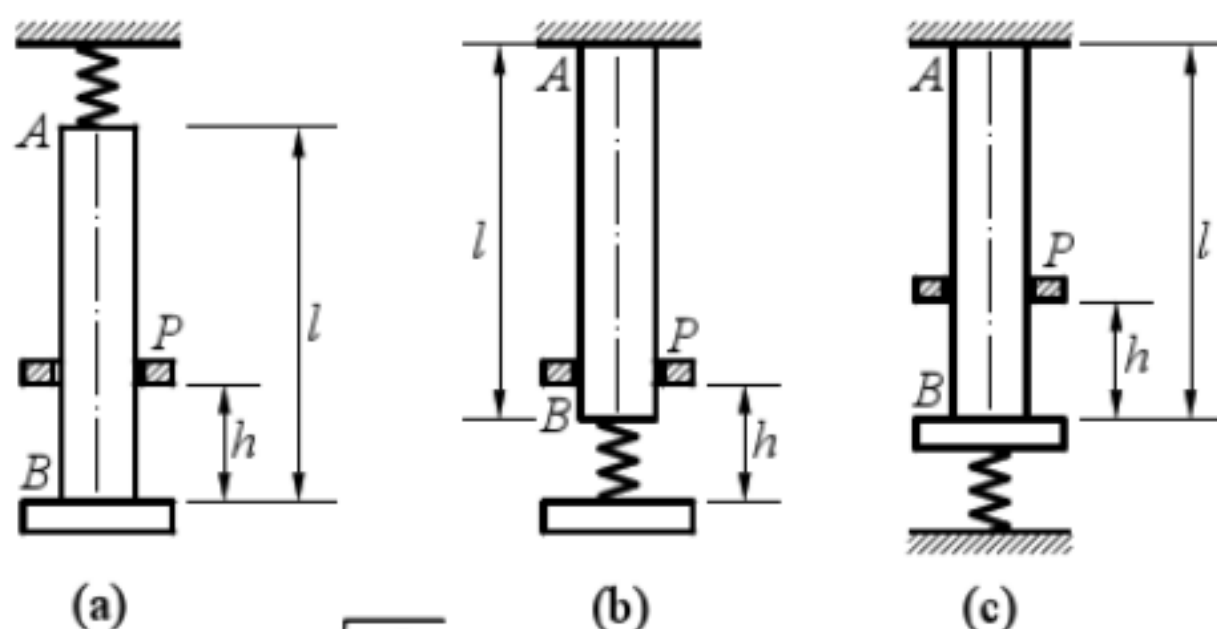


13. 图示连杆 AB , A 与曲轴的曲柄颈相连, 曲轴以等角速度 ω 绕轴 O 旋转。 B 与滑块相连, 作水平往复运动。 设 $l \gg R$, 连杆密度 ρ 、横截面面积 A 、弯曲截面系数 W_z 均为已知, 试求连杆所受的最大正应力。



14. 图示(a)、(b)、(c)三个系统中的杆 AB 的几何尺寸及重量和弹簧的刚度及长度均相同, 它们受到重量相同的重物的落体冲击, 其动荷因数分别用 $(K_d)_a$ 、 $(K_d)_b$ 、 $(K_d)_c$ 表示, 下列四种答案中:

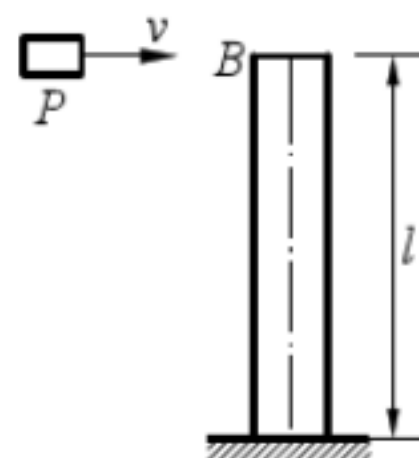
- (A) $(K_d)_a = (K_d)_b > (K_d)_c$;
 (B) $(K_d)_a < (K_d)_b < (K_d)_c$;
 (C) $(K_d)_a = (K_d)_b < (K_d)_c$;
 (D) $(K_d)_a > (K_d)_b > (K_d)_c$ 。



15. 等直杆上端 B 受横向冲击, 其动荷因数 $K_d = \sqrt{\frac{v^2}{g\Delta_{st}}}$, 当杆长 l 增加, 其余条件不变,

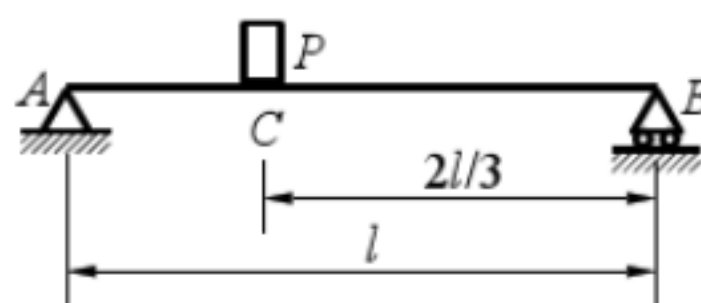
杆内最大弯曲动应力将:

- (A) 增加; (B) 减少;
 (C) 不变; (D) 可能增加或减少。



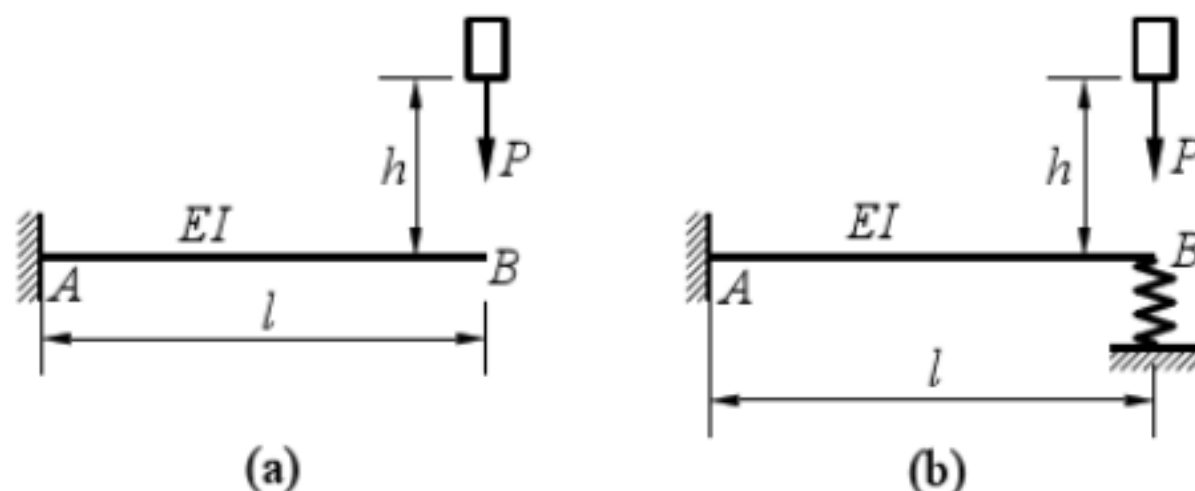
16. 图示梁在突加载荷作用下其最大弯

矩 $M_{dmax} =$ _____。

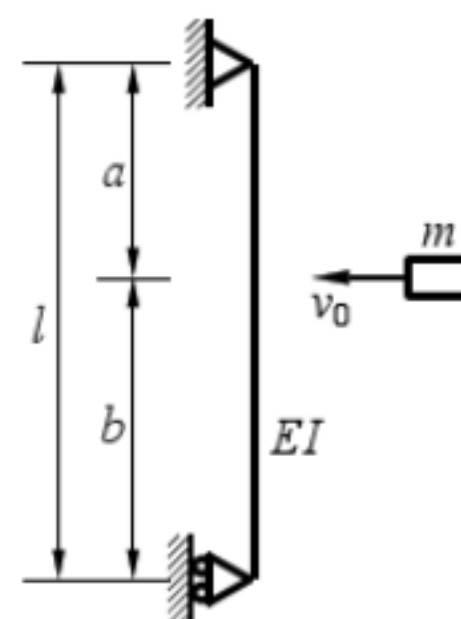


17. 两根悬臂梁如图所示, 其弯曲截面系数均为 W , 区别在于图(b)梁在 B 处有一弹簧, 重物 P 自高度 h 处自由下落。若动荷因数为 $K_d = \sqrt{\frac{2h}{\Delta_{st}}}$, 试回答:

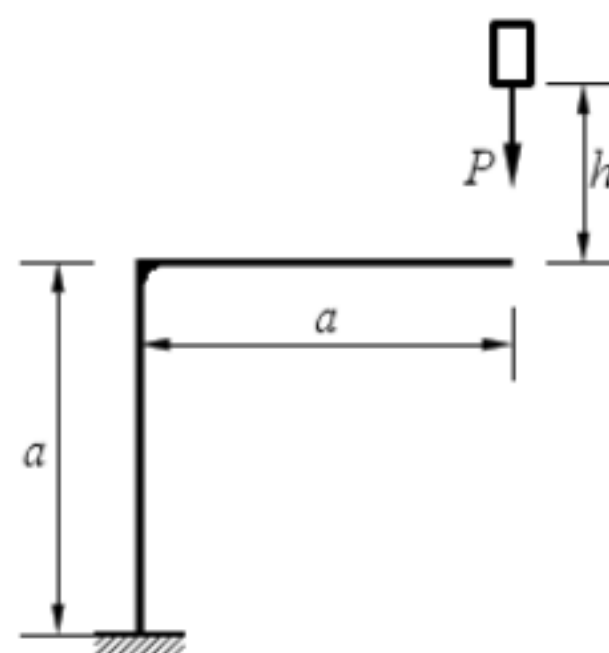
- (1) 哪根梁的动荷因数较大, 为什么?
 (2) 哪根梁的冲击应力大, 为什么?



18. 一铅垂方向放置的简支梁，受水平速度为 v_0 的质量 m 的冲击。梁的弯曲刚度为 EI 。试证明梁内的最大冲击应力与冲击位置无关。

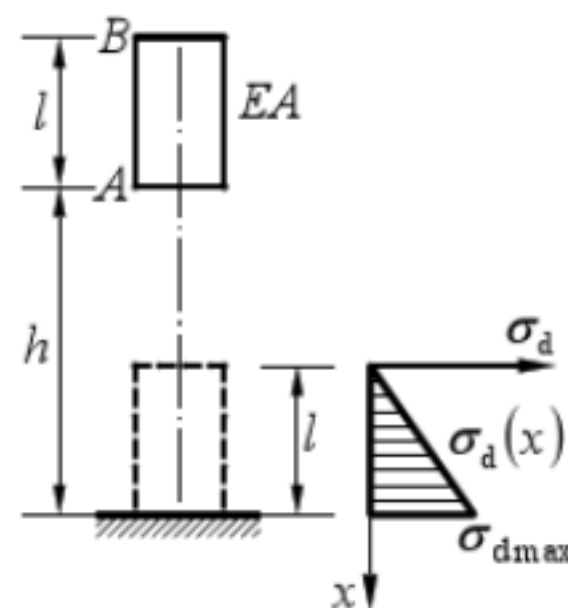


19. 图示等截面刚架的弯曲刚度为 EI ，弯曲截面系数为 W ，重量为 P 的重物自由下落时，试求刚架内 $\sigma_{d\max}$ （不计轴力）。

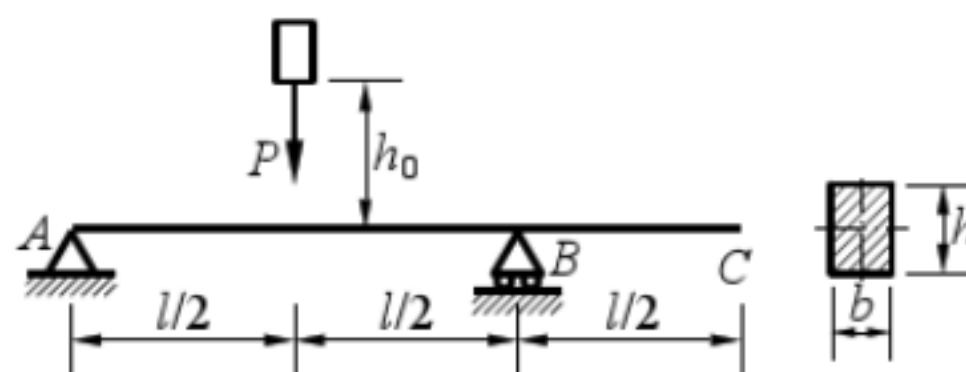


20. 图示密度为 ρ 的等截面直杆 AB ，自由下落与刚性地面相撞，试求冲击时的动荷因数。

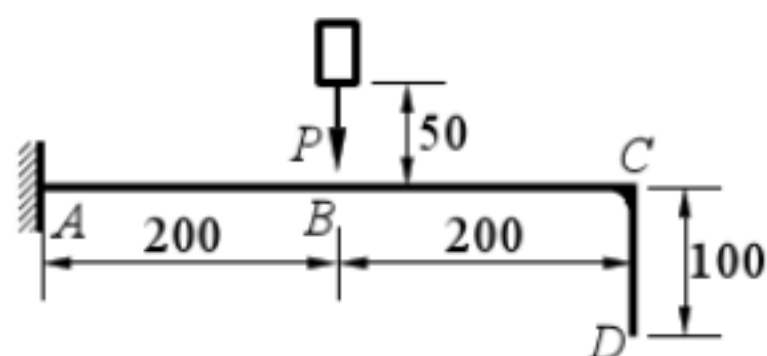
假设杆截面 x 上的动应力 $\sigma_d(x) = \frac{\sigma_{d\max} \cdot x}{l}$ 。



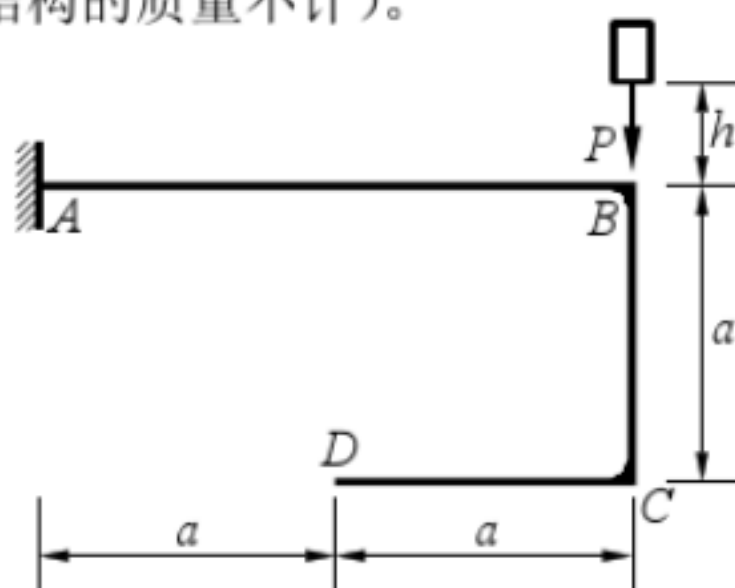
21. 自由落体冲击如图所示，冲击物重量为 P ，离梁顶面的高度为 h_0 ，梁的跨度为 l ，矩形截面尺寸为 $b \times h$ ，材料的弹性模量为 E ，试求梁的最大挠度。



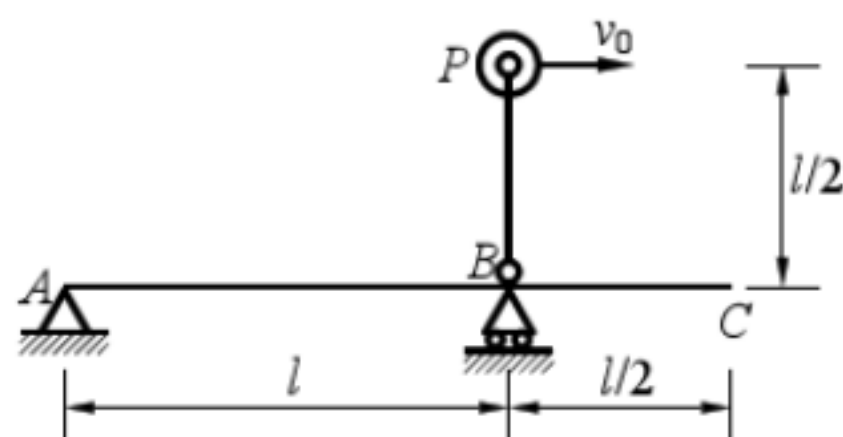
22. 图示等截面折杆在 B 点受到重量 $P=1.5\text{ kN}$ 的自由落体的冲击, 已知折杆的弯曲刚度 $EI=5\times 10^4\text{ N}\cdot\text{m}^2$ 。试求点 D 在冲击载荷下的水平位移。



23. 图示等截面折杆, 重量为 P 的重物自 h 高处自由下落于 B 处, 设各段的弯曲刚度均为 EI , 已知 P 、 a 、 h 、 EI 。试求 D 处的铅垂位移 (被冲击结构的质量不计)。



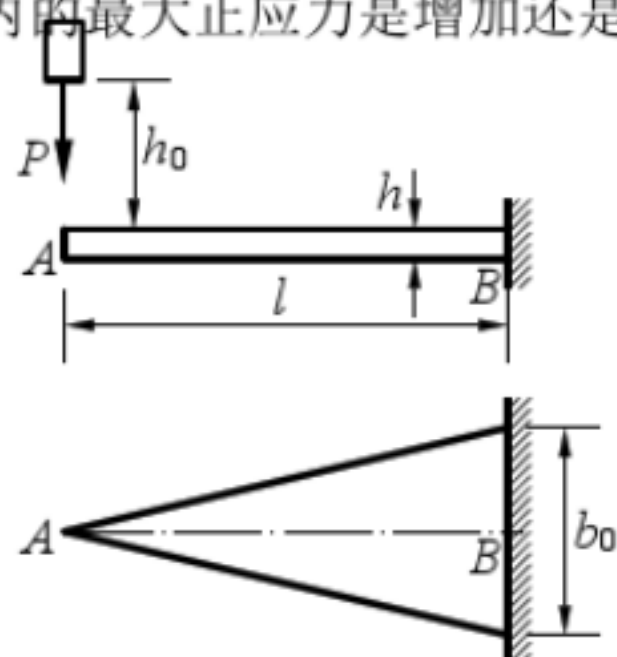
24. 重物 P 可绕点 B 在纸平面内转动, 当它在图示位置时, 其水平速度为 v_0 。梁 AC 的长度 l 和弯曲刚度 EI 为已知, 试求冲击时梁内最大正应力。



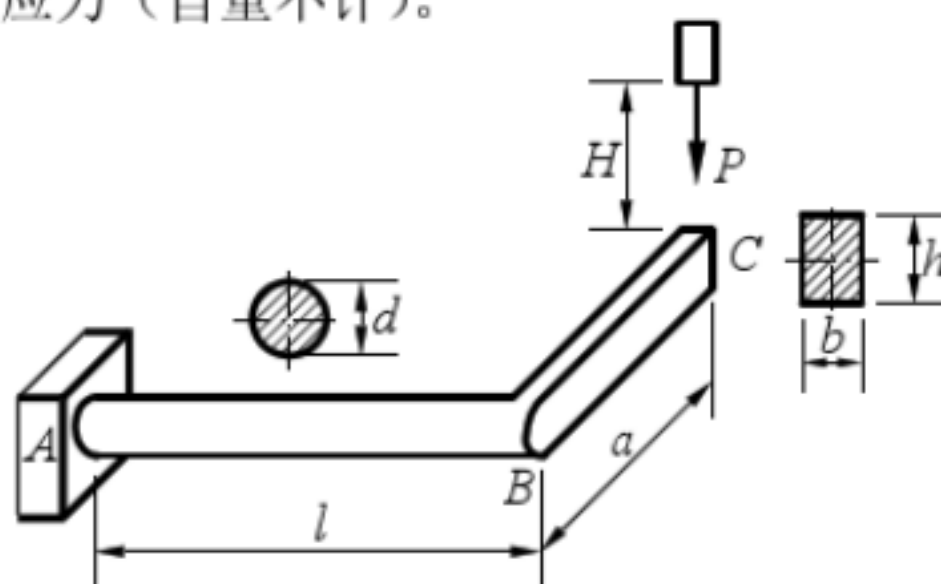
25. 图示悬臂梁 AB , 其截面高度 $h=20\text{ mm}$, 宽度按等腰三角形变化, B 端的宽度为 $b_0=50\text{ mm}$, 梁长 $l=1\text{ m}$, 在 A 端受到重量 $P=200\text{ N}$ 的重物自高度 $h=200\text{ mm}$ 处自由下落的冲击作用, 设材料的弹性模量 $E=200\text{ GPa}$ 。试求:

(1) 冲击时梁内的最大正应力;

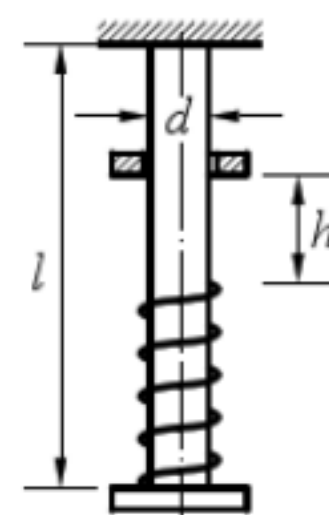
(2) 若将梁改为宽度 $b=b_0=50\text{ mm}$ 的等宽梁, h 不变, 冲击时梁内的最大正应力是增加还是减少? 其增加或减少的倍数为多少?



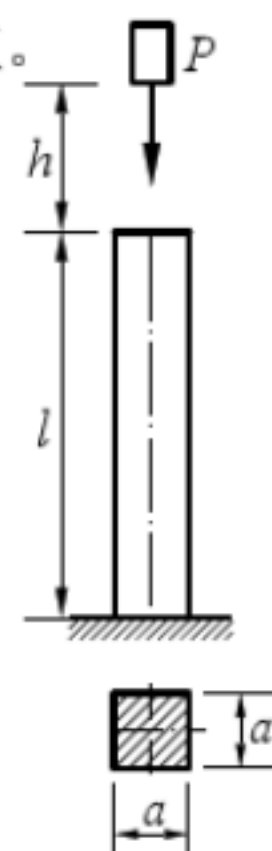
26. 图示重物 P 从高度 h_0 处自由下落到钢质曲拐上, AB 段为圆截面, CB 段为矩形截面, 试按第三强度理论写出截面 A 的危险点的相当应力 (自重不计)。



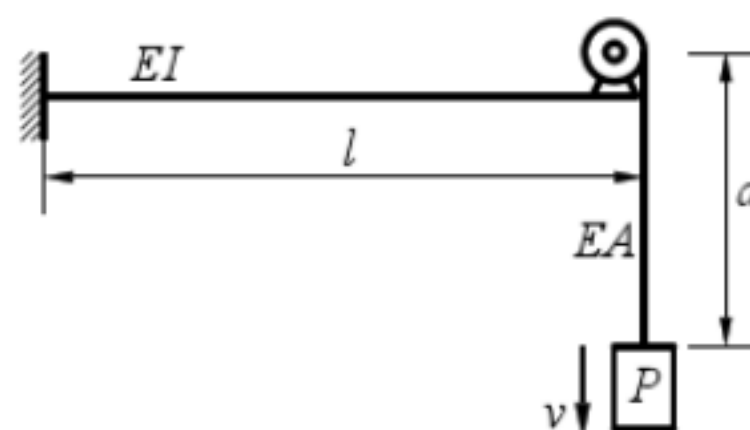
27. 图示钢质圆杆, 受重为 P 的自由落体冲击, 已知圆杆的弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$, 直径 $d = 15 \text{ mm}$, 杆长 $l = 1 \text{ m}$, 弹簧刚度 $k = 300 \text{ kN/m}$, $P = 30 \text{ N}$, $h = 0.5 \text{ m}$, 试求钢杆的最大应力。



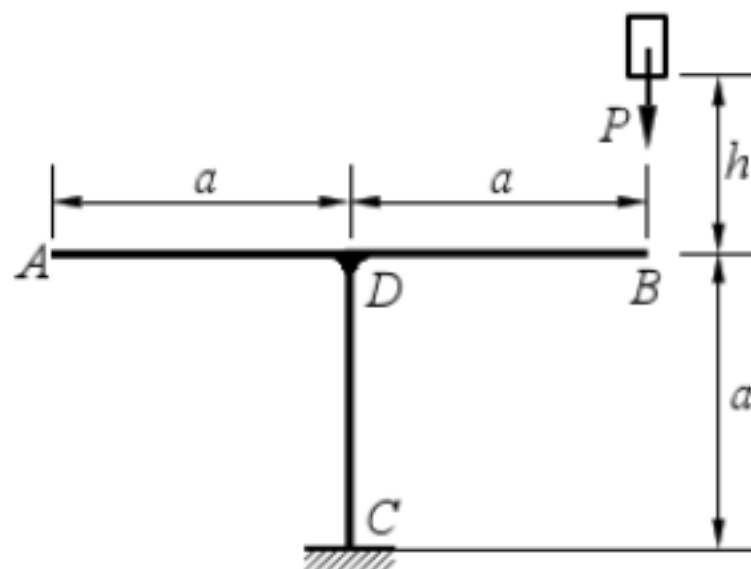
28. 已知图示方形钢杆的截面边长 $a = 50 \text{ mm}$, 杆长 $l = 1 \text{ m}$, 弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$, 比例极限 $\sigma_p = 200 \text{ MPa}$, $P = 1 \text{ kN}$ 。试按稳定条件计算允许冲击高度 h 值。



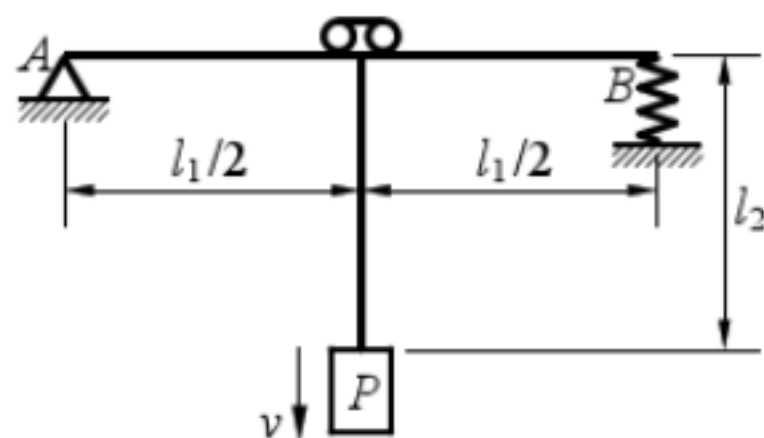
29. 图示悬臂钢梁, 自由端处吊车将重物以匀速 v 下放, 已知梁长为 l , 梁的弯曲刚度为 EI , 绳长为 a , 绳的横截面面积为 A , 绳材料的弹性模量为 E , 重物重量为 P , 梁、吊车和钢绳的质量不计。试求吊车突然制动时, 钢绳中的动应力。



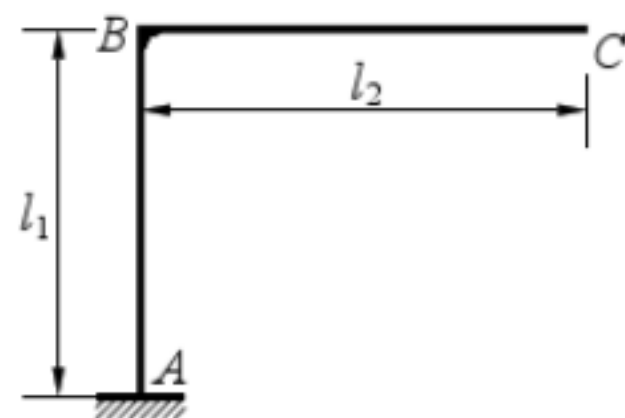
30. 图示重量为 P 的物体自由落下冲击刚架，刚架各杆的弯曲刚度 EI 均相同，试求点 A 沿铅垂方向的位移（不计轴力影响）。



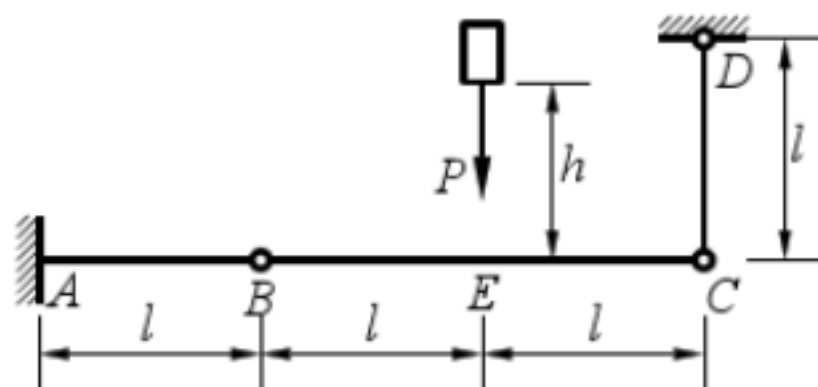
31. 图示梁 AB 的 B 端放置在弹簧上，其弹簧刚度为 k ，梁中点处的绞车以速度 v 匀速下放重物 P ，已知梁的弹性模量 E_1 、截面惯性矩 I_1 、梁长 l_1 和绳的弹性模量 E_2 、横截面积 A_2 、绳长 l_2 ，当绳长为 l_2 时，绞车突然刹住，试求此时动荷因数（不计梁和绳的重量）。



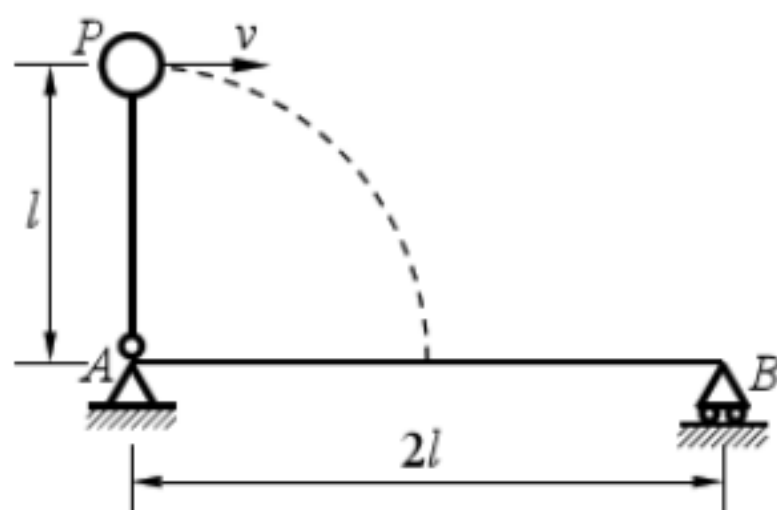
32. 折杆 ABC (AB 与 BC 正交) 如图示，杆 AB 与 BC 的弯曲刚度均为 EI ， AB 的扭转刚度为 GI_p ，当质量为 m 的弹丸以垂直于 ABC 平面的速度 v 撞击点 C 时，求点 C 的最大位移。



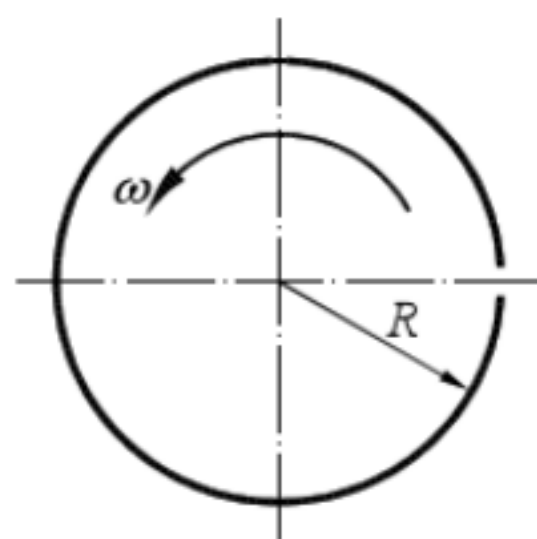
33. 图示各杆材料的弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，横截面均为边长 $a = 10 \text{ mm}$ 正方形，冲击物重 $P = 20 \text{ N}$ ， $l = 600 \text{ mm}$ ，许用应力 $[\sigma] = 160 \text{ MPa}$ ，试求许可高度 h 。



34. 已知图示梁 AB 的弯曲刚度 EI 和弯曲截面系数 W , 重量为 P 的物体绕梁的 A 端转动, 当它在铅垂位置时, 水平速度为 v , 试求梁受 P 冲击时梁内最大正应力。

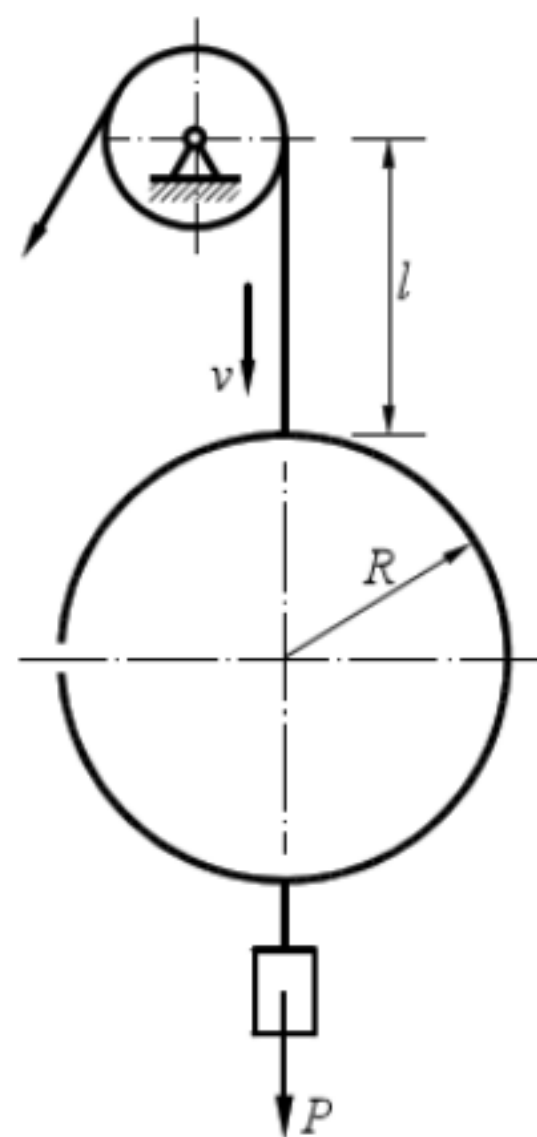


35. 图示带微小切口之细圆环, 横截面面积为 A , 弯曲刚度为 EI , 半径为 R , 材料密度为 ρ , 当此圆环绕其中心以角速度 ω 在环所在面内旋转时, 试求环切口处的张开位移 (小变形)。

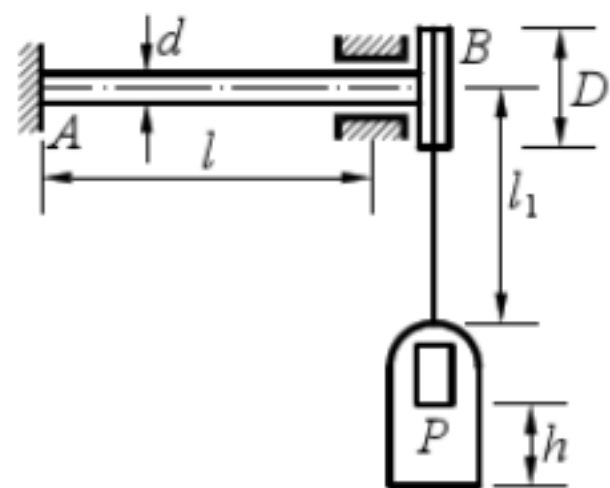


36. 图示有切口的薄壁圆环, 下端吊有重物 P , 吊索与环的弹性模量 E 相同, 吊索横截面积为 A , 圆环截面惯性矩为 I , 圆环平均半径为 R , 当重物 P 以速度 v 下降至吊索长度为 l 时, 突然刹住, 试求此时薄壁切口张开量的大小。

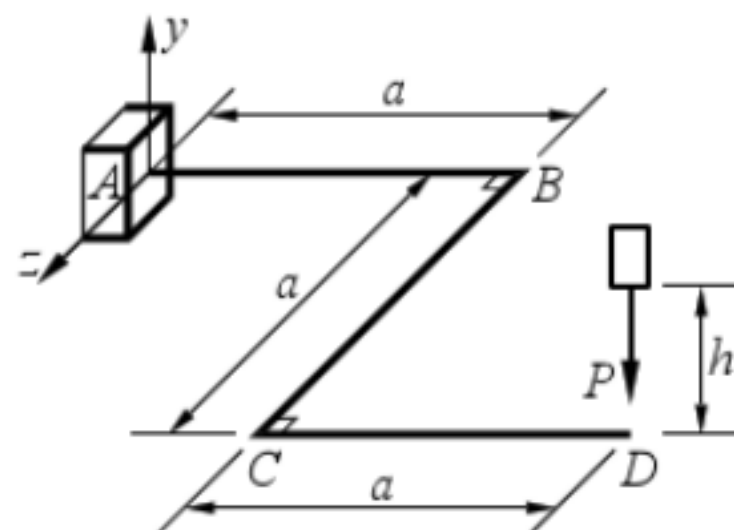
提示: $K_d = 1 + \sqrt{\frac{v^2}{g\Delta_{st}}}$



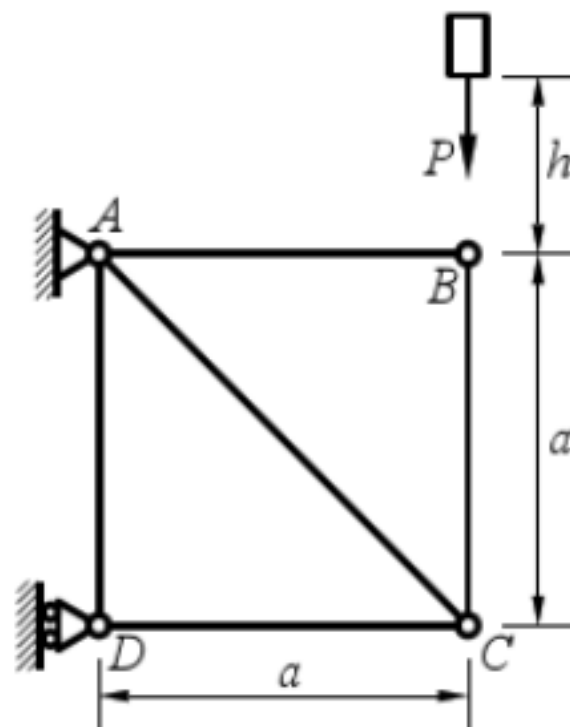
37. 图示圆杆直径 $d = 60 \text{ mm}$ ，长 $l = 2 \text{ m}$ ，右端有直径 $D = 0.4 \text{ m}$ 的鼓轮，轮上绕以绳，绳长 $l_1 = 10 \text{ m}$ ，横截面积 $A = 100 \text{ mm}^2$ ，弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，重量 $P = 1 \text{ kN}$ 的物体自 $h = 0.1 \text{ m}$ 处自由落下于吊盘上，若杆的切变模量 $G = 80 \text{ GPa}$ ，试求杆内最大切应力和绳内最大正应力。



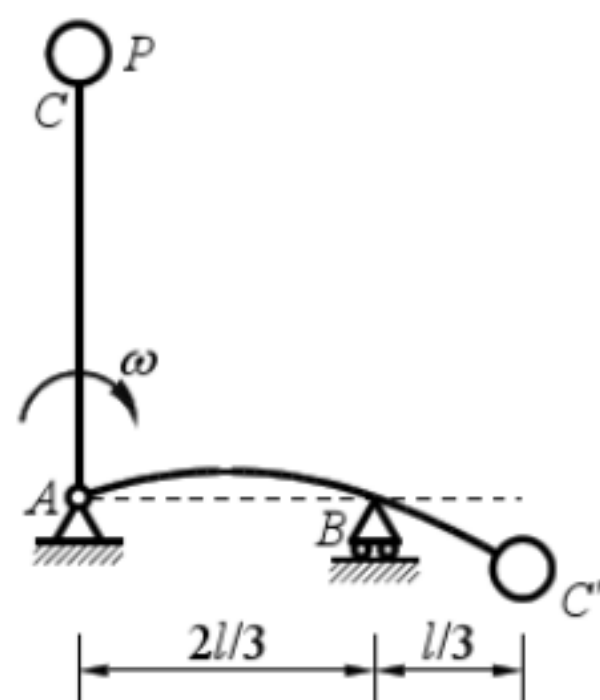
38. 图示位于水平面内的托架 $ABCD$ 由直径为 d 的圆钢制成， A 端固定， D 端自由。一重量为 P 的物体自高 h 处自由下落在点 D 。已知 a 、 P 、 h 、 d 、弹性模量 E 及切变模量 G ，且 $E = 2.5G$ 。试按第三强度理论求相当应力 σ_{r3} 。



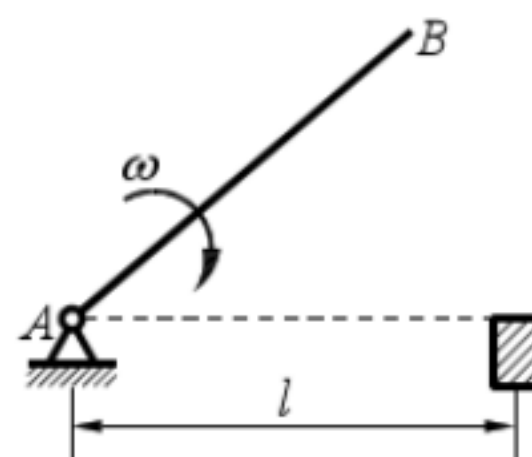
39. 图示正方形桁架，一重量为 P 的物体自高度 h 处自由下落在节点 B 处。已知各杆的拉压刚度均为 EA ，且弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，横截面积 $A = 100 \text{ mm}^2$ ， $a = 1 \text{ m}$ ， $P = 5 \text{ kN}$ ， $h = 3 \text{ mm}$ 。试求点 B 的铅垂位移。（不考虑受压杆件的稳定问题）



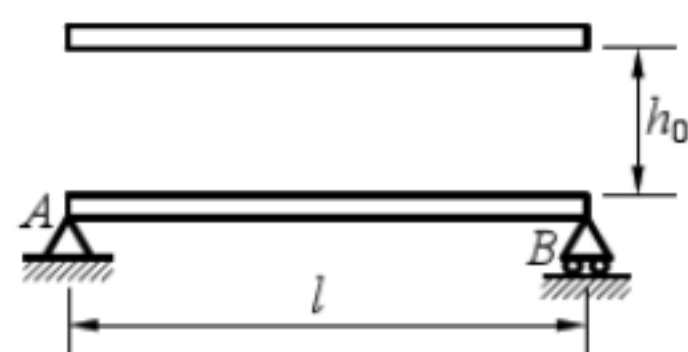
40. 如图所示，直杆 AC 长为 l ，弯曲刚度为 EI ，弯曲截面系数为 W ，在水平面内绕过 A 点的铅垂轴以匀角速度 ω 转动，杆的 C 端为一重为 P 的物体。如因支座 B 的约束，杆 AC 突然停止转动，试求杆 AC 内的最大冲击应力（忽略杆 AC 的质量）。



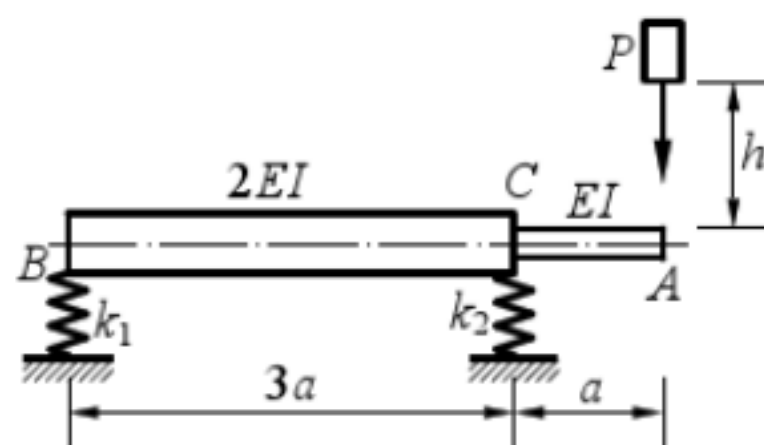
41. 匀质杆 AB 如图所示，已知杆的长度 l ，密度 ρ ，截面积 A ，弯曲刚度 EI ，弯曲截面系数 W 。该杆绕端点 A 以匀角速度 ω 在水平面内转动。若旋转时因 B 端突遇障碍而停止转动，试求杆内的最大正应力。



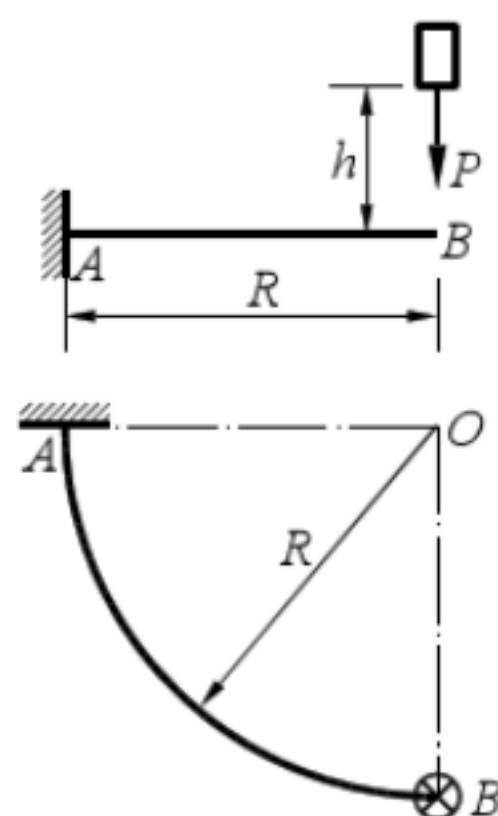
42. 密度为 ρ ，长为 l ，宽为 b 高为 h 的矩形截面梁，从高为 h_0 的地方水平地自由下落在刚性支座 A 、 B 上。不计梁变形产生的势能变化，试求该梁的最大应力。



43. 变截面外伸梁 BA 支承于两弹性支座上，一重量为 P 的重物从高度 h 处自由下落冲击在其外伸端 A 处，如图所示。若梁的弯曲刚度 EI 及支座的刚度系数 k_1 及 k_2 均为已知，试求点 A 处的挠度。

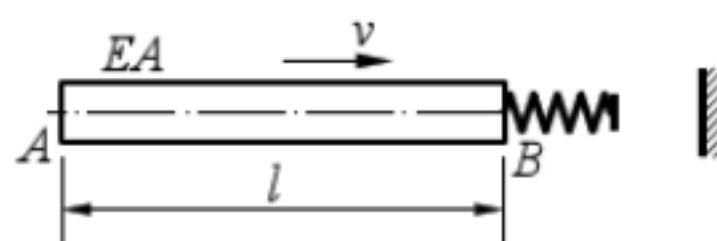


44. 轴线为水平平面内四分之一圆周的杆如图所示，一重量为 P 的重物自高度 h 处自由下落冲击在自由端 B 处。已知曲杆的横截面是直径为 d 的圆形，材料的弹性模量为 E ，且切变模量 $G=0.4E$ 。试按第三强度理论写出其相当应力 σ_{r3} 。



45. 图示钢杆 AB 以速度 v 作水平运动，在杆前端装有缓冲弹簧。不计弹簧质量，已知其刚度系数为 $k = \frac{EA}{2l}$ ，杆的横截面积为 A ，长度为 l ，材料的密度为 ρ ，弹性模量为 E 。试求

此杆冲击在刚性墙上时杆中的最大应力。



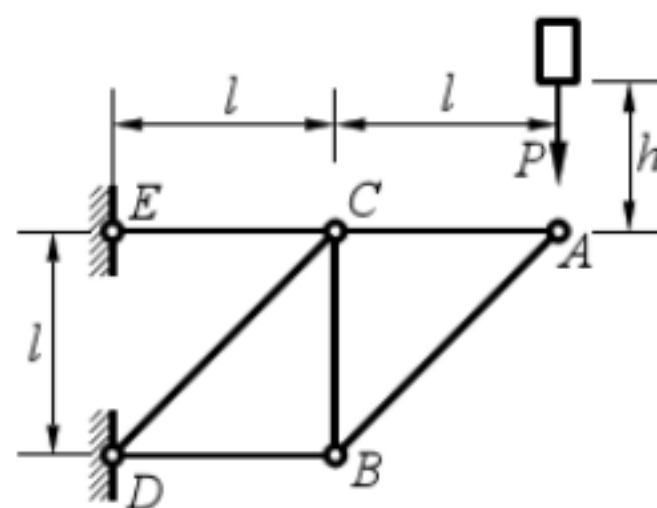
46. 等截面矩形截面悬臂梁高 h ，宽 b ，长 l 。一重量为 P 的重物从高 $h_0 = \frac{48Pl^3}{EI}$ 处自由下落冲击在其自由端。已知材料的弹性模量 E ，截面轴惯性矩 I 。不计梁的质量，试求：

落冲击在其自由端。已知材料的弹性模量 E ，截面轴惯性矩 I 。不计梁的质量，试求：

(1) 此时梁内的最大冲击正应力 $\sigma_{d\max}$ ；

(2) 设计为两段各长 $l/2$ 的阶梯状变截面梁，梁高 h 保持不变，梁宽在靠自由端一段为 b_1 ，靠固定段一段为 b_2 。在梁内最大冲击正应力不变的条件下，按最省材料原则，此梁比等直梁可节省多少材料？

47. 一重量为 P 的物体自高度 h 处自由下落在图示桁架节点 B 处。已知 P 、 l 、 h 且各杆的拉压刚度均为 EA ，试求点 B 的铅垂位移（不考虑受压杆件的稳定问题）。



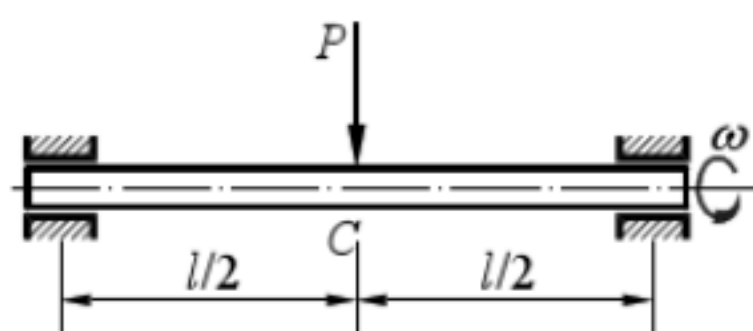
试题 13. 交变应力

1. 自行车运动时，其前轮轴横截面上危险点的应力为：

- (A) 脉动循环应力； (B) 对称循环应力； (C) 不变的弯曲应力； (D) 非对称的循环应力。

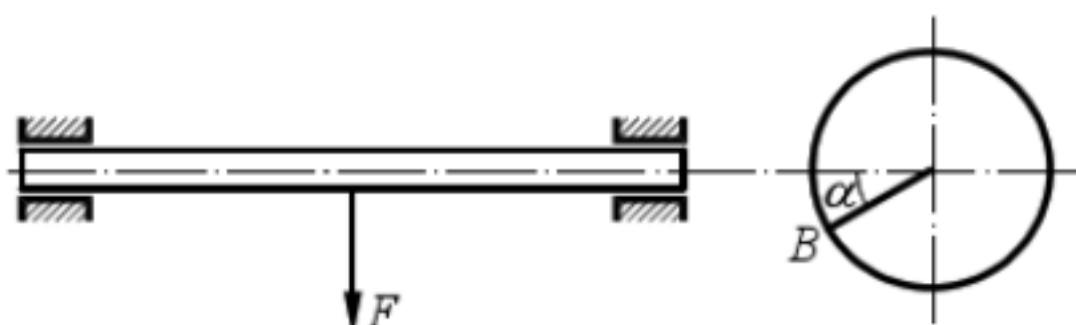
2. 圆轴受力如图，当它以等角速度 ω 旋转时，其横截面上危险点的应力为：

- (A) 脉动循环； (B) 对称循环；
(C) 不变的弯曲应力； (D) 非对称的循环。



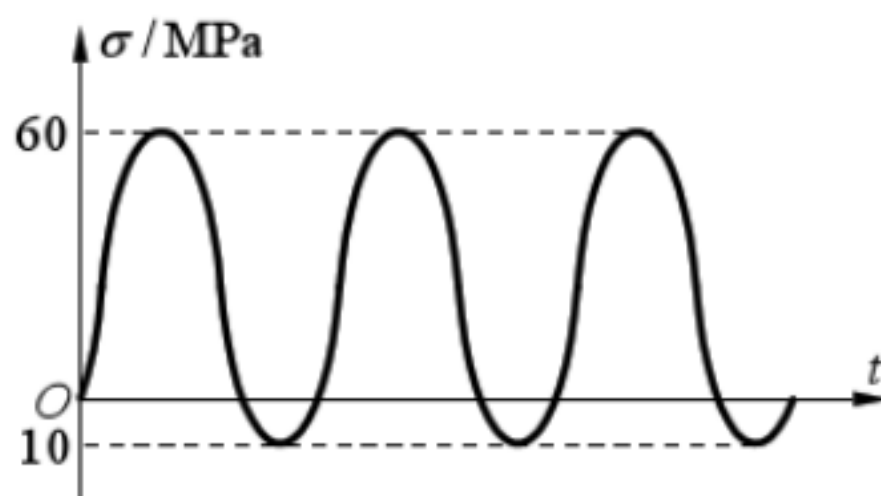
3. 受 F 力作用的圆轴，在 $\alpha = \pm 30^\circ$ 范围内往复转动，则跨中横截面上点 B 的应力循环为：

- (A) 对称循环； (B) 脉动循环；
(C) 非脉动循环； (D) 静荷。



4. 在图示交变应力 $\sigma - t$ 曲线情况下，其平均应力、应力幅和循环特征为：

- (A) $s_m = 25 \text{ MPa}$, $s_a = 35 \text{ MPa}$, $r = -6$;
(B) $s_m = 25 \text{ MPa}$, $s_a = 35 \text{ MPa}$, $r = -1/6$;
(C) $s_m = 35 \text{ MPa}$, $s_a = 25 \text{ MPa}$, $r = -6$;
(D) $s_m = 35 \text{ MPa}$, $s_a = 25 \text{ MPa}$, $r = -1/6$ 。



5. 可以提高构件持久极限的有效措施为：

- (A) 增大构件的几何尺寸； (B) 提高构件表面的光洁度；
(C) 减小构件连结部分的圆角半径； (D) 尽量采用强度极限高的材料。

6. 已知材料对称循环应力的疲劳极限 s_{-1} 、有效应力集中因数 K_σ 、尺寸因数 e_σ 、表面质量因数 b ，规定安全因数 n ，则构件在对称循环下的许用应力为：

- (A) $bs_{-1}/(ne_\sigma K_\sigma)$ ； (B) $K_\sigma s_{-1}/(ne_\sigma b)$ ；
(C) $e_\sigma K_\sigma s_{-1}/(nb)$ ； (D) $e_\sigma bs_{-1}/(nK_\sigma)$ 。

7. 已知材料对称循环应力的疲劳极限 s_{-1} 、有效应力集中因数 K_σ 、尺寸因数 e_σ 、表面质量因数 b ，构件的最大应力 s_{\max} ，则构件在对称循环下的疲劳安全系数 n 为：

- (A) $s_{-1}/[bs_{\max}/(e_\sigma K_\sigma)]$ ； (B) $s_{-1}/[K_\sigma s_{\max}/(e_\sigma b)]$ ；
(C) $s_{-1}/(e_\sigma K_\sigma s_{\max}/b)$ ； (D) $s_{-1}/(e_\sigma bs_{\max}/K_\sigma)$ 。

8. 材料在对称循环下的持久极限为 s_{-1} ，脉动循环下的持久极限为 s_0 ，静载荷下的强度极限为 s_b ，它们之间的关系为：

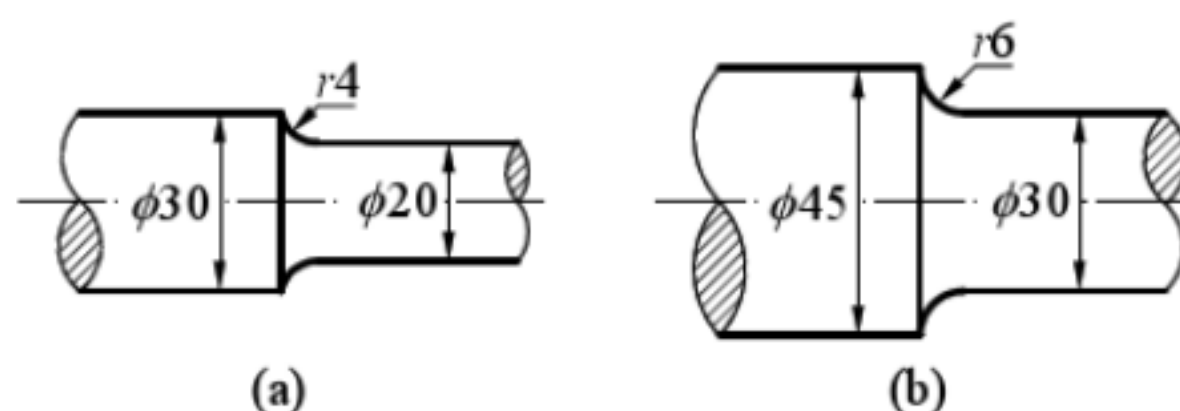
- (A) $s_{-1} > s_0 > s_b$ ； (B) $s_b > s_0 > s_{-1}$ ； (C) $s_0 > s_{-1} > s_b$ ； (D) $s_b > s_{-1} > s_0$ 。

9. 影响构件持久极限的主要因素有构件外形、构件尺寸、表面质量、其影响因数分别为有效应力集中因数 K_σ 、尺寸因数 e_s 、表面质量因数 b 。它们的值域为：

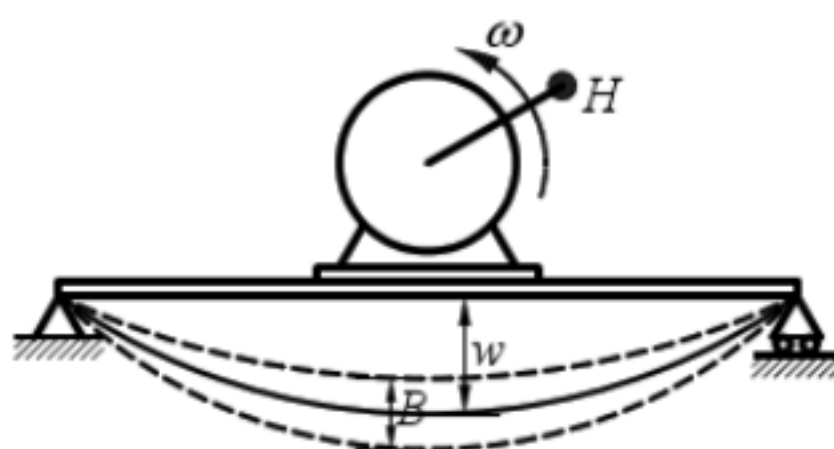
- (A) $K_\sigma > 1$ ， $e_s < 1$ ， $b < 1$ ； (B) $K_\sigma < 1$ ， $e_s > 1$ ， $b > 1$ ；
(C) $K_\sigma < 1$ ， $e_s > 1$ ， $b < 1$ ； (D) $K_\sigma > 1$ ， $e_s < 1$ ， b 可大于 1，也可小于 1。

10. 图(a)、图(b)两种材料相同，尺寸如图示，则两轴应力集中因数 K_σ 、尺寸因数 e 所满足的关系为：

- (A) $(K_\sigma)_a > (K_\sigma)_b$ ， $e_a > e_b$ ；
(B) $(K_\sigma)_a = (K_\sigma)_b$ ， $e_a < e_b$ ；
(C) $(K_\sigma)_a = (K_\sigma)_b$ ， $e_a > e_b$ ；
(D) $(K_\sigma)_a < (K_\sigma)_b$ ， $e_a < e_b$ 。



11. 图示简支梁在电动机重量作用下，中间截面的挠度 $w = 5 \text{ mm}$ ，开动电机后，梁发生强迫振动，中间截面的振幅 $B = 3 \text{ mm}$ ，则梁内危险点在重量作用下的循环特征 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ ，开动电机后的循环特征 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



12. 螺栓受轴向的最大拉力 $F_{\max} = 6 \text{ kN}$ ，最小拉力 $F_{\min} = 5 \text{ kN}$ 作用，螺栓直径 $d = 12 \text{ mm}$ ，其交变应力的循环特征 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ ，应力幅值 $s_a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ MPa}$ ，平均应力 $s_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ MPa}$ 。

13. 在交变应力作用下,经过多次应力循环后,构件表面将形成宏观裂纹,裂纹附近区域的材料处于 应力状态。

14. 同一材料，在相同的变形形式中，当循环特征 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 时，其持久极限最低。

15. 三根材料相同的试件，分别在循环特征 $r = -1$ ， $r = 0$ ， $r = 0.5$ 的交变应力下进行疲劳试验，则：

(1) $r =$ _____ 的持久极限最大；

(2) $r =$ _____ 的持久极限最小。

16. 构件的持久极限比材料的持久极限 _____（填“高”或“低”），影响构件的持久极限的主要因素有：

(1) _____；

(2) _____；

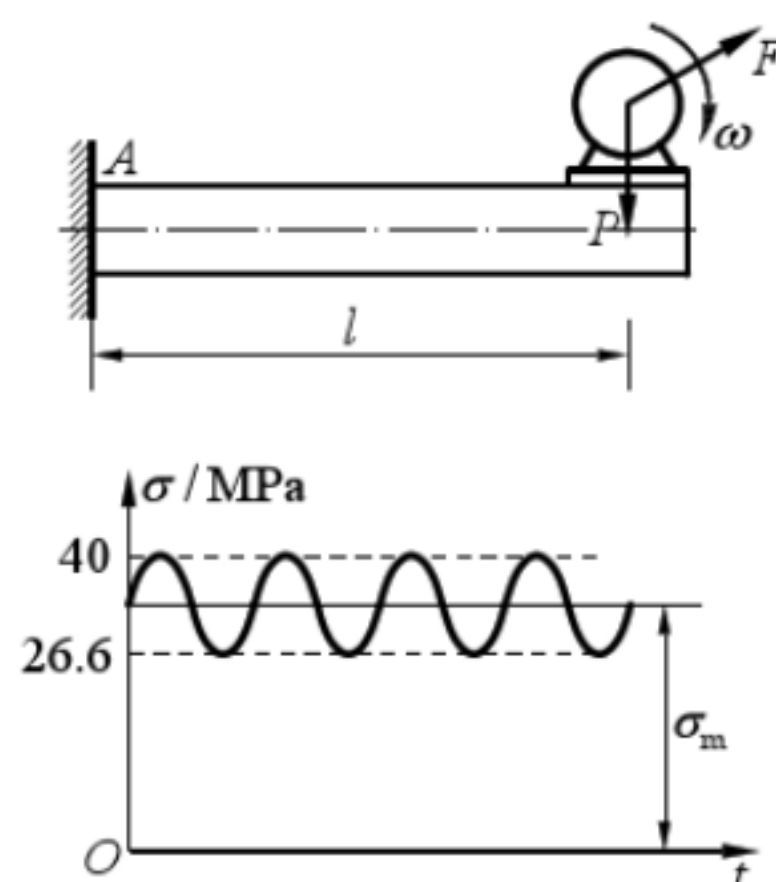
(3) _____。

17. 疲劳破坏的主要特征有 _____；

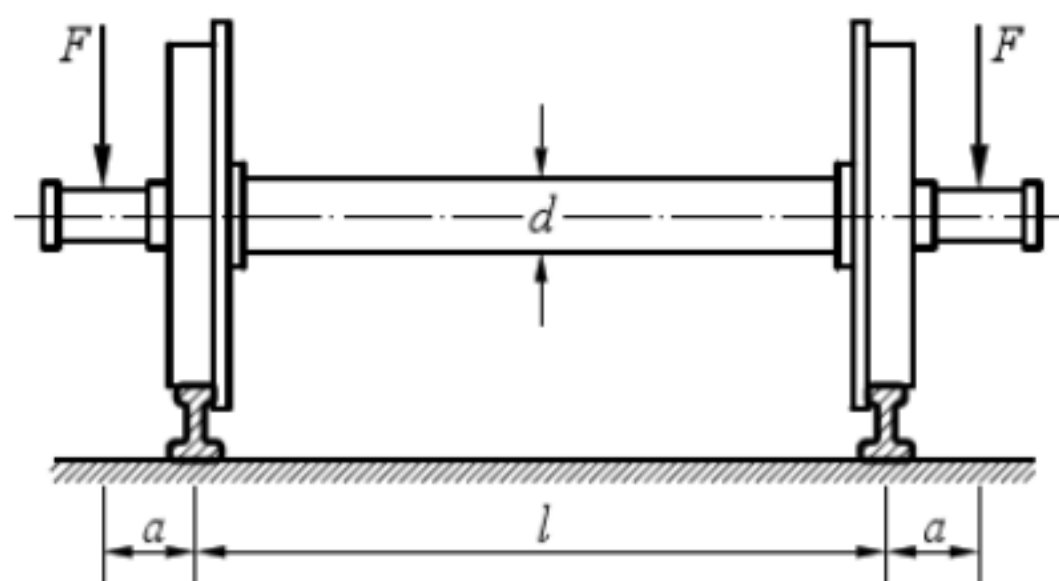
_____；

_____。

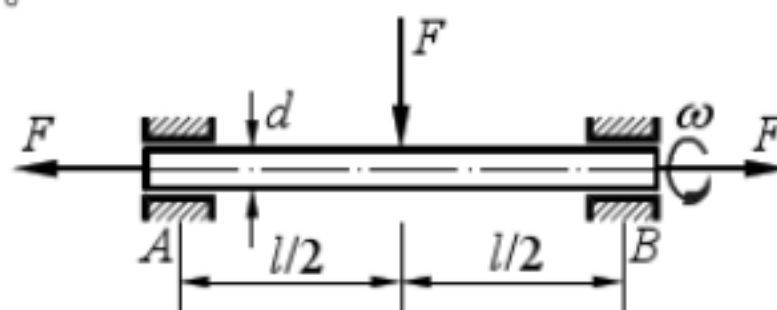
18. 电机重 1 kN ，装在矩形截面悬臂梁自由端部，梁的弯曲截面系数 $W_z = 30 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ ，由于电机转子不平衡引起的离心惯性力 $F = 200 \text{ N}$ ， $l = 1 \text{ m}$ 。试绘出固定端截面 A 点的 $s-t$ 曲线，并求点 A 应力的循环特征 r ，最大应力 s_{\max} ，最小应力 s_{\min} ，平均应力 s_m 和应力幅度 s_a 。



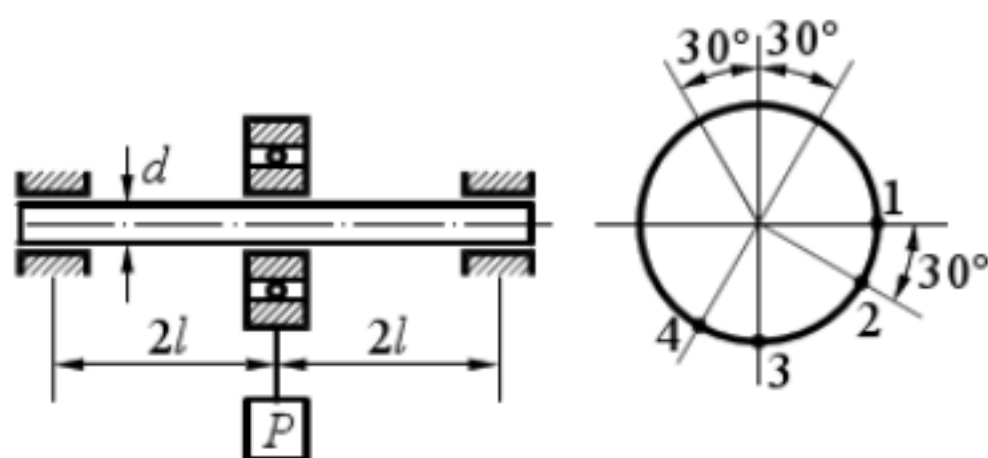
19. 火车车轴受力如图， $a = 500 \text{ mm}$ ， $l = 1435 \text{ mm}$ ， $d = 150 \text{ mm}$ ， $F = 50 \text{ kN}$ 。试求车轴中段截面边缘上任意一点的最大应力 σ_{\max} 、最小应力 σ_{\min} 和循环特征 r 。



20. 圆轴 AB 以等角速度 ω 旋转，尺寸和受力如图所示，载荷方向不变。试求危险点的最大应力 σ_{\max} ，最小应力 σ_{\min} ，应力幅 σ_a 及平均应力 σ_m 。



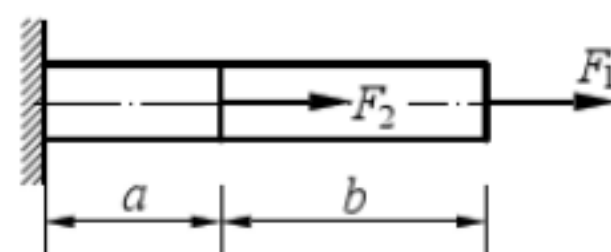
21. 重物 P 通过轴承作用于圆轴如图。若圆轴在 $\pm 30^\circ$ 范围内摆动，试求危险截面上点 1、2、3、4 的循环特征。



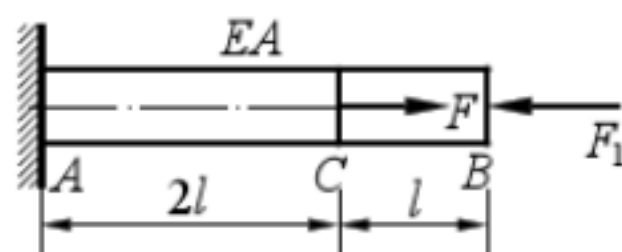
22. 柴油机活塞杆的直径 $d = 60 \text{ mm}$ ，当汽缸发火时，活塞杆受轴向压力 520 kN ；吸气时，所受轴向拉力 120 kN 。试求杆的平均应力和应力幅。

试题 14. 能 量 法

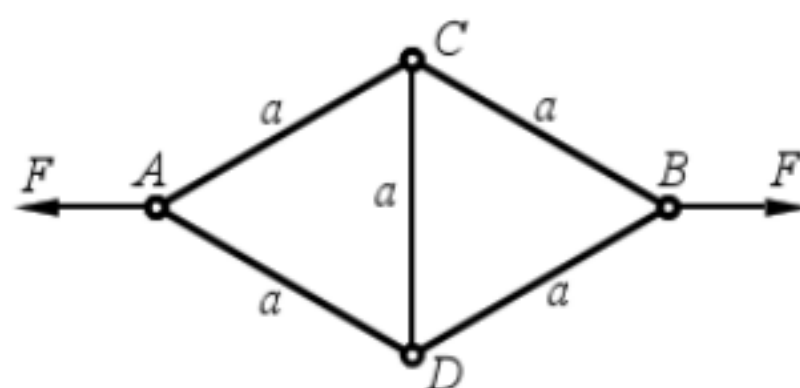
1. 试就图示杆件的受载情况，证明构件内弹性应变能的数值与加载次序无关。



2. 直杆支承及受载如图，试证明当 $F_1 = \frac{2F}{3}$ 时，杆中应变能最小，并求出此时的应变能值。



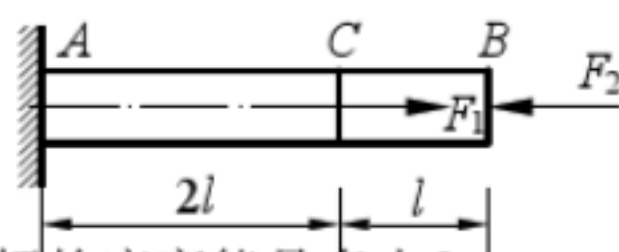
3. 图示杆系的各杆 EA 皆相同，杆长均为 a 。求杆系内的总应变能，并用功能原理求 A 、 B 两点的相对线位移 Δ_{AB} 。



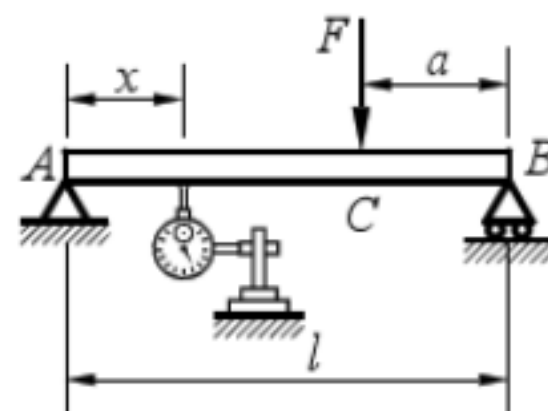
4. 杆 AB 的拉压刚度为 EA ，求

(a) 在 F_1 及 F_2 二力作用下，杆的弹性应变能；

(b) 令 F_2 为变量， F_2 为何值时，杆中的应变能最小？此时杆的应变能是多少？

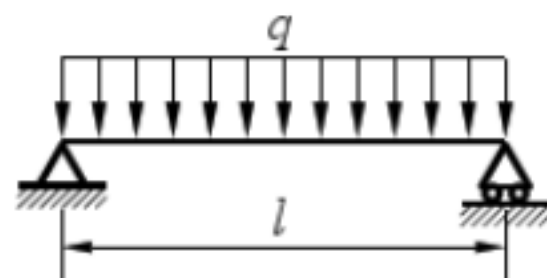


5. 力 F 可以在梁上自由移动。为了测定 F 力作用在 C 点时梁的弯曲轴线，可以利用千分表测各截面的铅垂位移。问：如果不动千分表而移动 F 力，则千分表应放在 $x =$ _____ 处，其根据是_____。

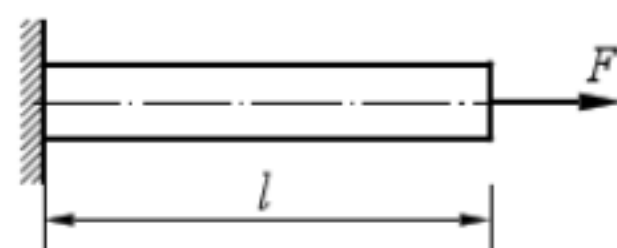


6. 试用能量法证明各向同性材料的三个弹性常数 E 、 G 、 ν 间有关系：
$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

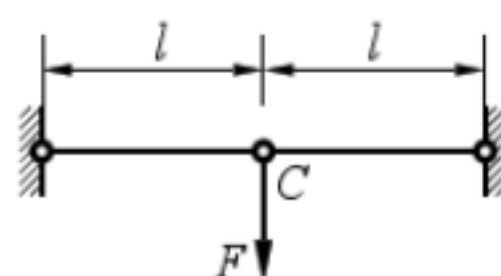
7. 图示简支梁，受均布荷载 q 作用，试问与广义力 q 相对应的广义位移是什么？并给予证明。



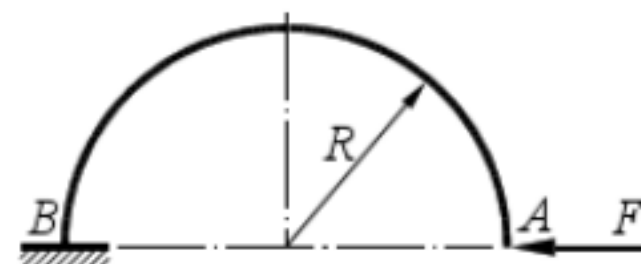
8. 图示等截面直杆，受轴向载荷 F 作用，已知杆件的横截面积为 A ，材料的应力应变关系为 $\sigma = C\varepsilon^{1/2}$ ，其中 C 为已知常数。试计算外力所作的功。



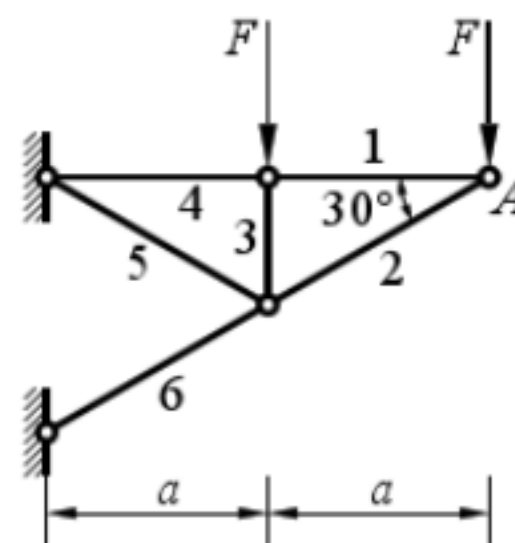
9. 处于水平线上的两杆铰接如图所示，两杆拉压刚度均为 EA 。试求在图示力 F 作用下的应变能。



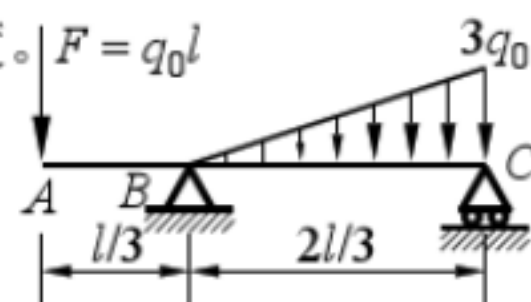
10. 试用莫尔积分法求图示曲杆在力 F 作用下，截面 A 的水平位移 Δ_{Ax} 及铅垂位移 Δ_{Ay} 。 EI 为已知。



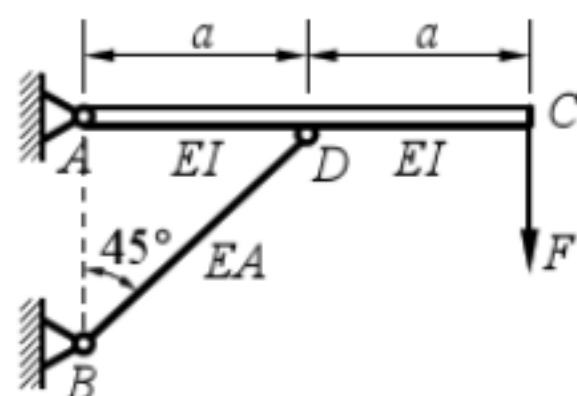
11. 用莫尔法求图示桁架点 A 的水平位移 Δ_{Ax} 。各杆 EA 均相同。



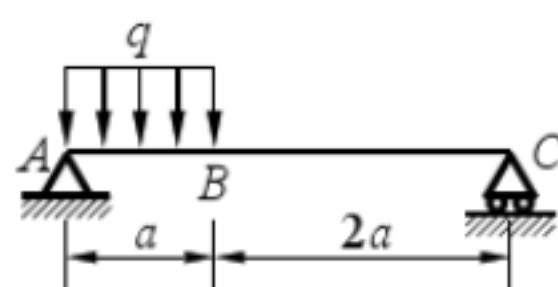
12. 已知梁的 EI 为常量，试用单位载荷法求下列外伸梁 A 点的挠度。 $F = q_0 l$



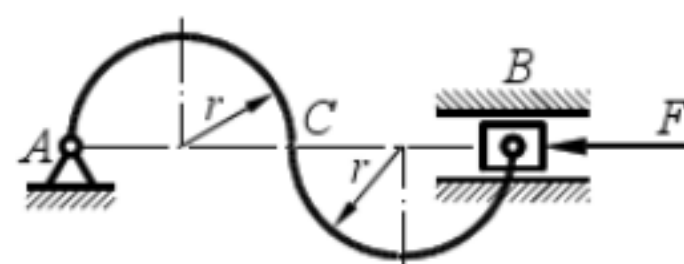
13. 试用莫尔积分法求图示结构 C 点的铅垂位移。已知杆 AC 的弯曲刚度 EI 和 BD 杆的拉压刚度 EA 。受弯构件不计剪力和轴力的影响； BD 杆不会失稳。



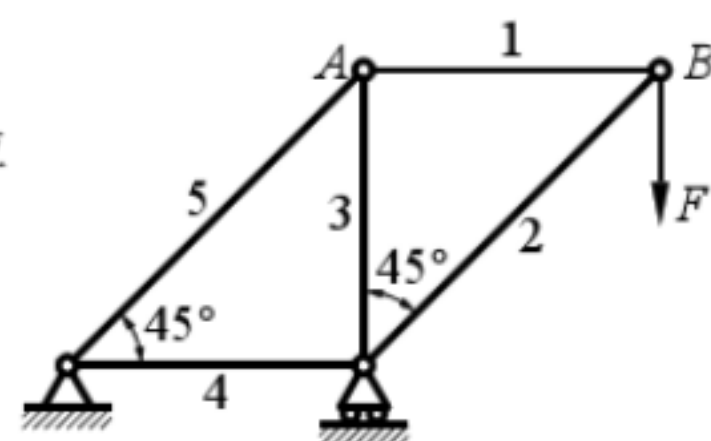
14. 简支梁受均布载荷 q 作用如下，弯曲刚度 EI 已知。试用莫尔积分法求横截面 A 、 C 之间的相对角位移 θ_{AC} 。



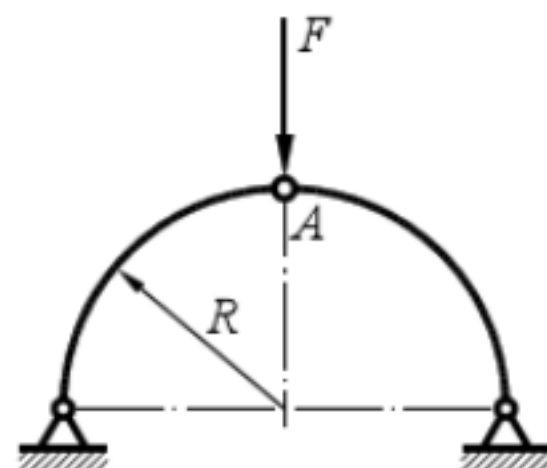
15. 由两个半圆组成“S”形的等截面弹簧片，截面的弯曲刚度为 EI 。该弹簧在 B 端受水平力 F 作用。试用莫尔积分法求该弹簧的刚度。



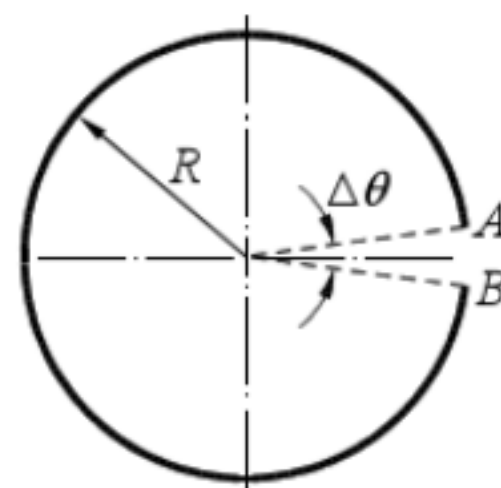
16. 试用单位载荷法求图示桁架中杆 AB 的转角。各杆的拉压刚度 EA 相同，且均为常数。



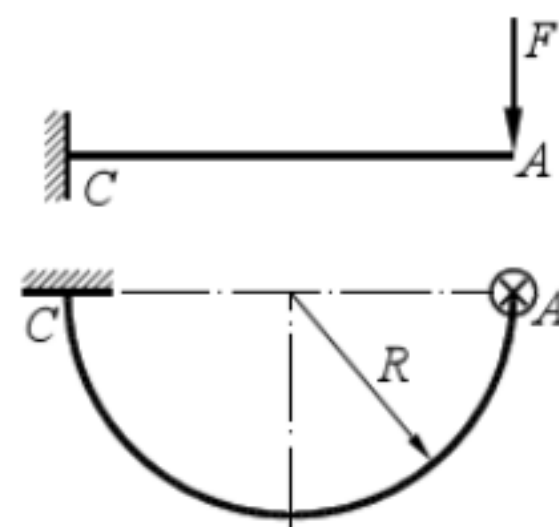
17. 试用单位载荷法计算图示结构中铰链 A 左、右两截面间的相对转角 θ_A 。设各杆的弯曲刚度 EI 相同，且均为常数。



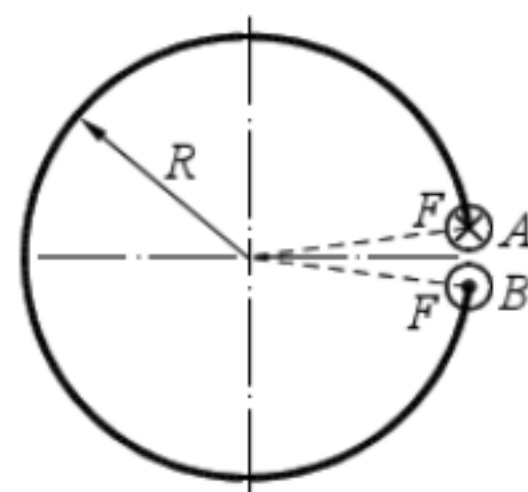
18. 图示一缺口圆环， $\Delta\theta$ 为很小的角度， $\Delta\theta$ 、 EI 和 R 均已知。为使缺口处两截面恰好密合，试问在缺口处的两截面上应加多大的力偶 M 。必须验证此时两截面的相对线位移为 $R\cdot\Delta\theta$ 。（用莫尔积分法）



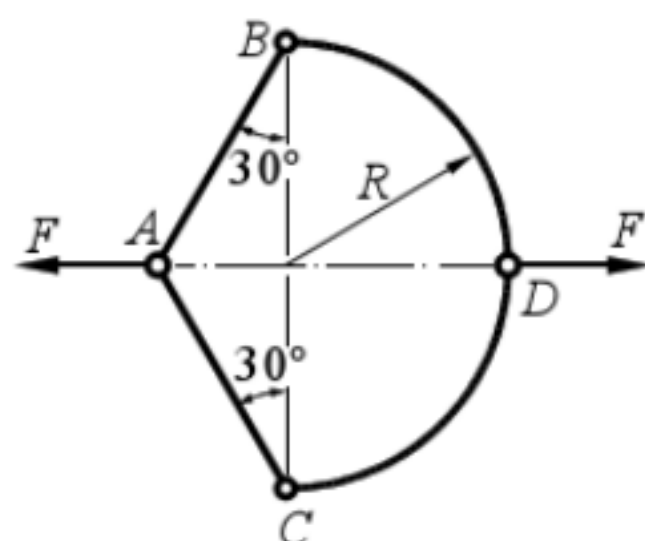
19. 图示位于水平面内的半圆形构件，其平均半径为 R ， C 端固定 A 端自由并作用一铅垂力 F 。杆的 EI 及 GI_p 均为常数。用莫尔积分法求 A 端铅垂位移和水平位移的表达式。



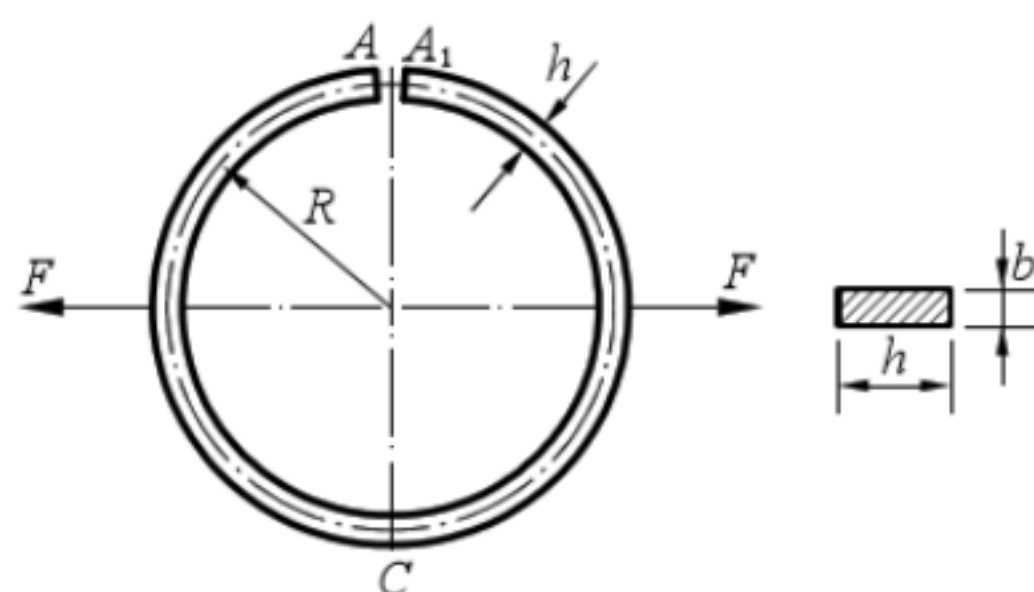
20. 半径为 R 的开口圆环受力如图所示， A 点 F 力垂直纸面向外， B 点 F 力垂直纸面向里。 EI 及 GI_p 均为常数。试用莫尔积分法求开口处 A 及 B 两点的相对铅垂位移。



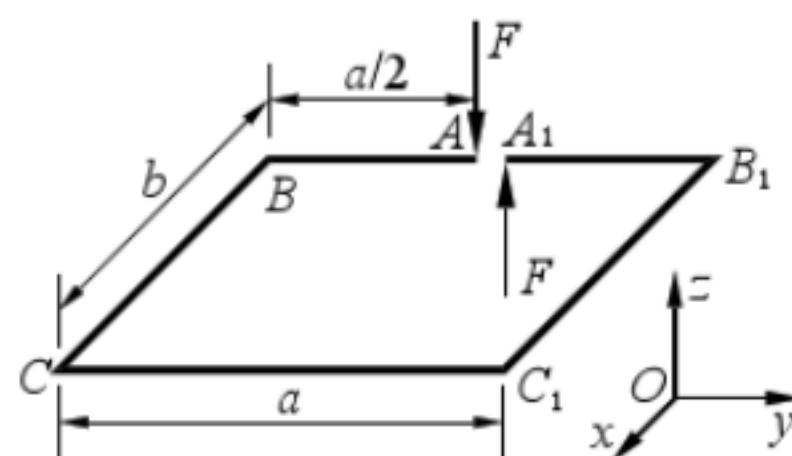
21. 由拉杆 AB 、 AC 和小曲率杆 BDC 组成的结构及其受力情况如图。已知各杆的截面积均为 A ，弯曲刚度均为 EI 。试用莫尔积分法求 B 、 C 两点之间的相对位移。



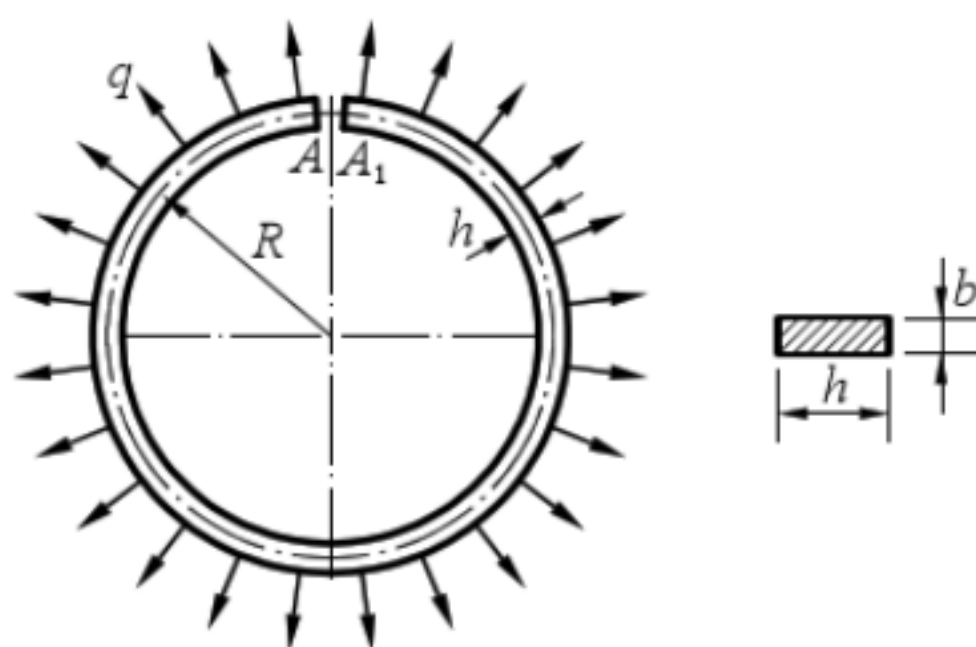
22. 薄壁圆环的受力如图所示。已知该环的宽度 b 、厚度 h （见图），弹性模量 E 。试用莫尔积分法求缺口两侧面的相对线位移和相对角位移。



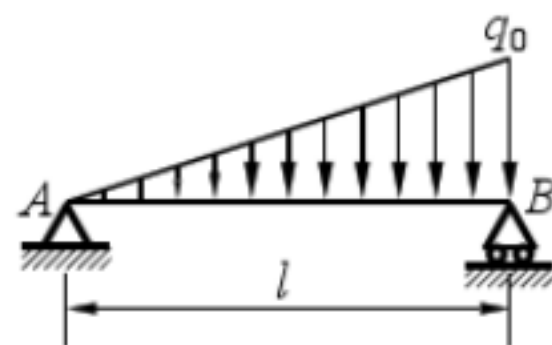
23. 图示刚架各杆的 EI 和 GI_p 分别相同，并均为已知。试用莫尔积分法求由于力 F 的作用使缺口两侧上下错开的距离。



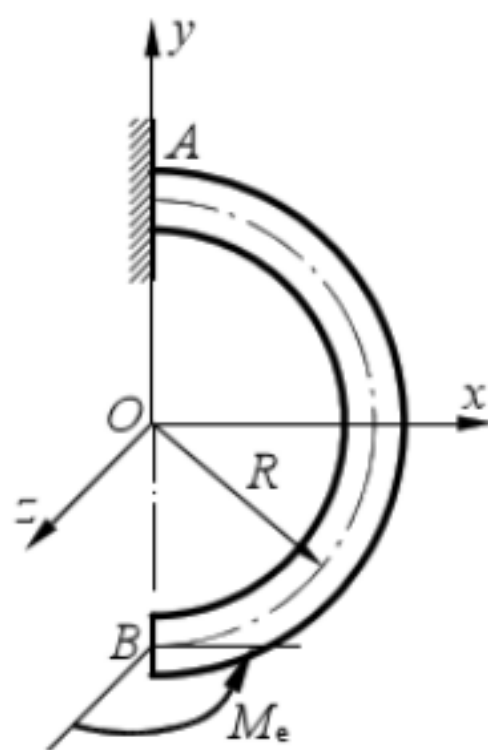
24. 承受径向均布载荷半径为 R 的开口薄壁圆环如图。已知该环的 b 、 h 、弹性模量 E 。求缺口两侧面的张开位移。



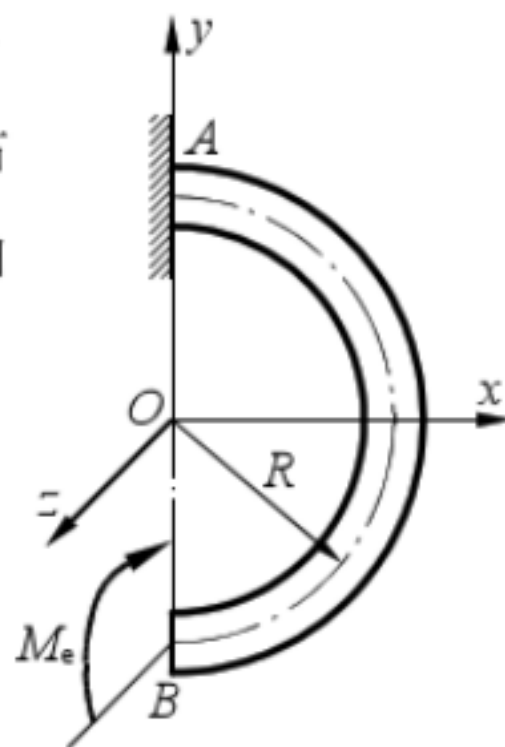
25. 已知梁的弯曲刚度 EI 为常数。试用莫尔积分法求图示三角形分布载荷作用下简支梁两端截面的转角 θ_A 和 θ_B 。



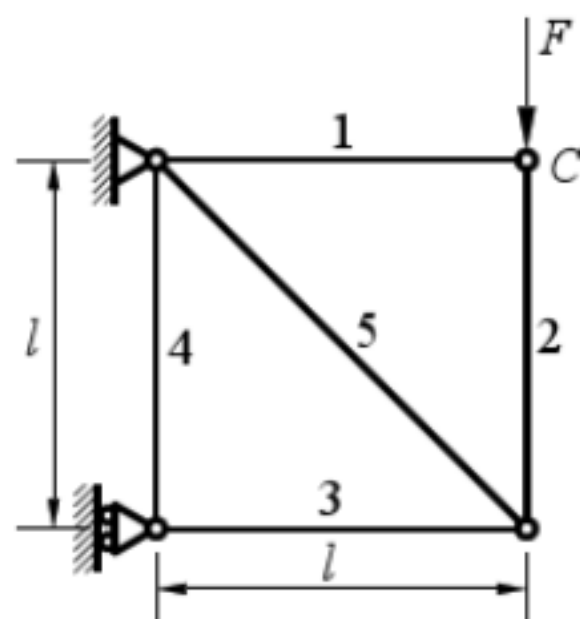
26. 一半径为 R 的半圆形曲杆，杆截面直径为 d ， $d \leq R$ 。此曲杆 A 端固定，在自由端 B 承受一力偶 M_e (M_e 作用面平行于 xOz 平面， z 轴垂直于图面)。试用莫尔积分法求 B 点的 z 向位移。设杆的弯曲和扭转刚度分别是 EI 和 GI_p 。



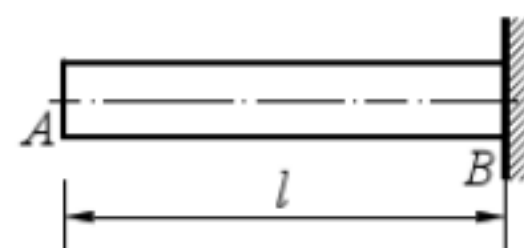
27. 一半径为 R 的半圆形曲杆，杆截面直径为 d ， $d \leq R$ 。此曲杆 A 端固定，在自由端 B 承受一位于 yz 面内的力偶 M_e (xyz 构成右手直角坐标系)。试用莫尔积分法求 B 端的 z 向位移。设杆的弯曲和扭转刚度分别是 EI 和 GI_p 。



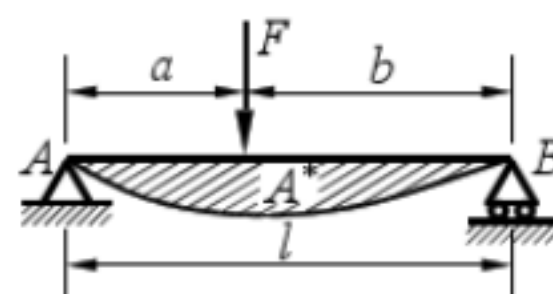
28. 图示桁架，各杆的横截面面积均为 A ，拉压应力应变关系呈非线性，拉伸时， $\sigma = B\varepsilon^{1/2}$ ，压缩时， $\sigma = -B(-\varepsilon)^{1/2}$ ， B 为材料常数。试用单位载荷法计算节点 C 的铅垂位移 Δ_{Cy} 。



29. 图示矩形截面梁 AB ，设其底面和顶面的温度分别升高 $T_1^\circ\text{C}$ 和 $T_2^\circ\text{C}$ ($T_1 > T_2$)，且沿横截面高度 h 按线性规律变化。试用单位载荷法计算横截面 A 的铅垂位移 Δ_{Ay} 和水平位移 Δ_{Ax} 。材料的线膨胀系数为 α 。



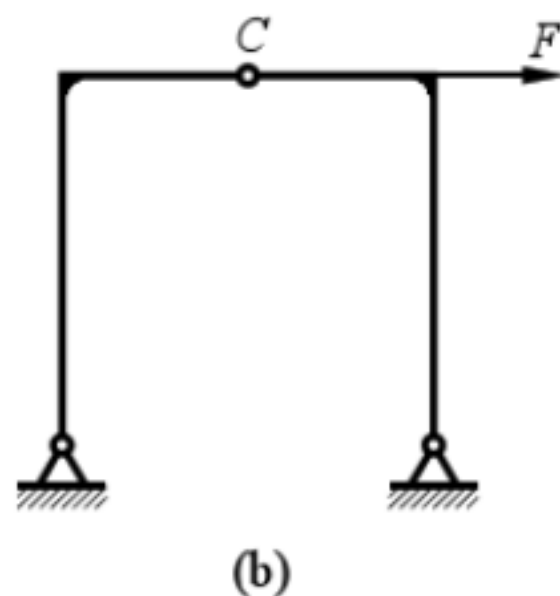
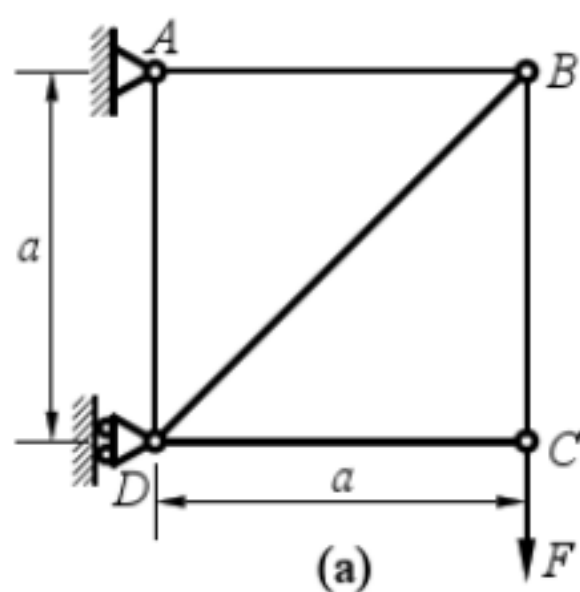
30. 对于图示线弹性简支梁，试用单位载荷法计算变形后梁的轴线与变形前梁的轴线所围成的面积 A^* 。已知 EI 为常数。



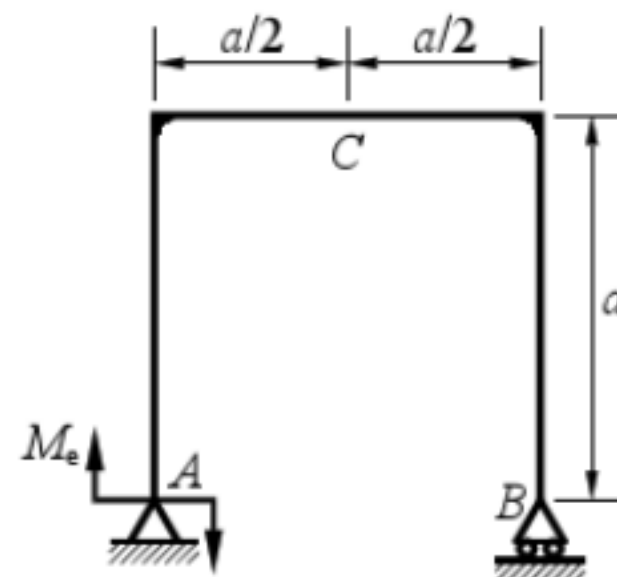
31. 画出下列两结构对所求位移的单位力

(a) 求 BD 杆转动的角 θ_{BD} 时；

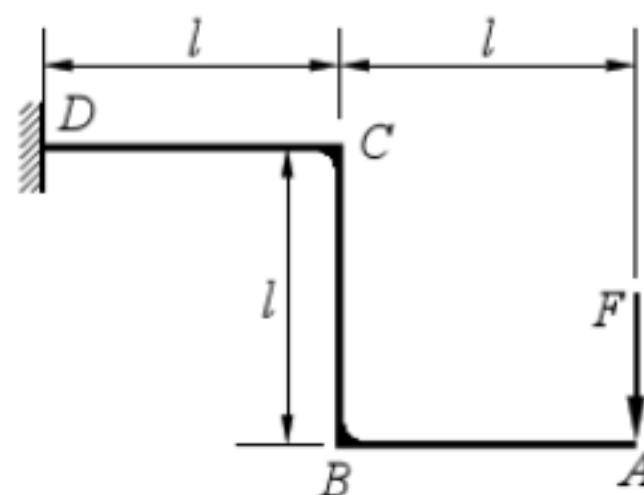
(b) 求铰链 C 左、右两截面的相对转角 θ_C 时。



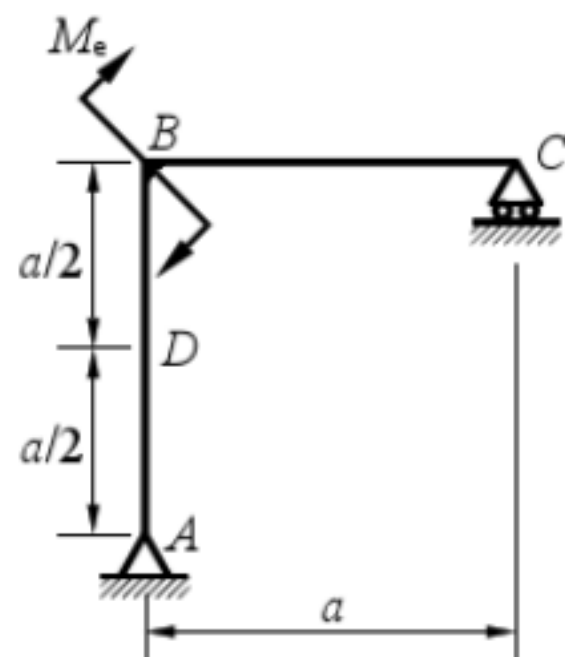
32. 试用图乘法求图示刚架 B 截面的水平位移 Δ_{Bx} 及 C 截面的铅垂位移 Δ_{Cy} (EI 为常量)。



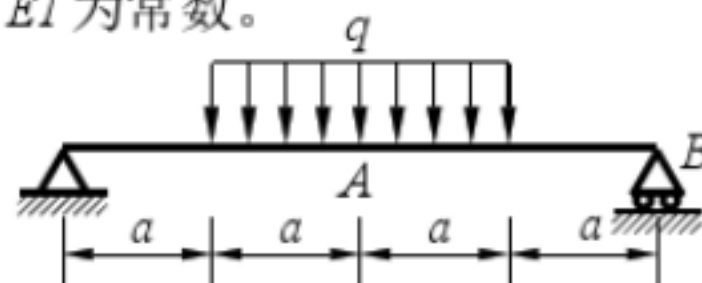
33. 图示刚架中各杆的 EI 相同, 不计轴力和剪力对变形的影响, 用图乘法求截面 B 的转角 θ_B 和 A 、 C 两点间的相对位移 Δ_{AC} 。



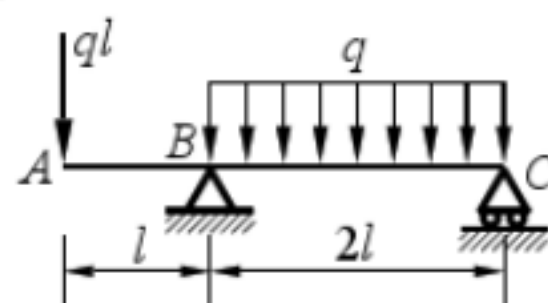
34. 用图乘法求图示刚架截面 C 水平位移及转角, 截面 D 的水平位移, EI 为常数。



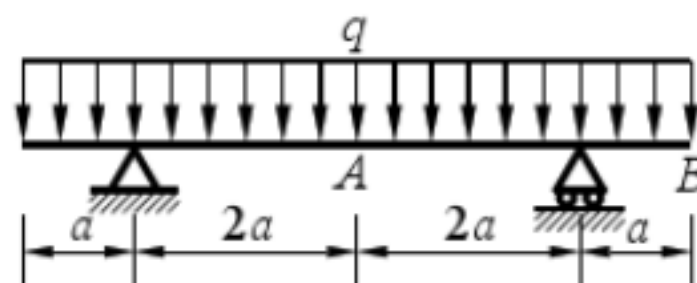
35. 用图乘法求图示简支梁截面 A 的挠度及截面 B 的转角, EI 为常数。



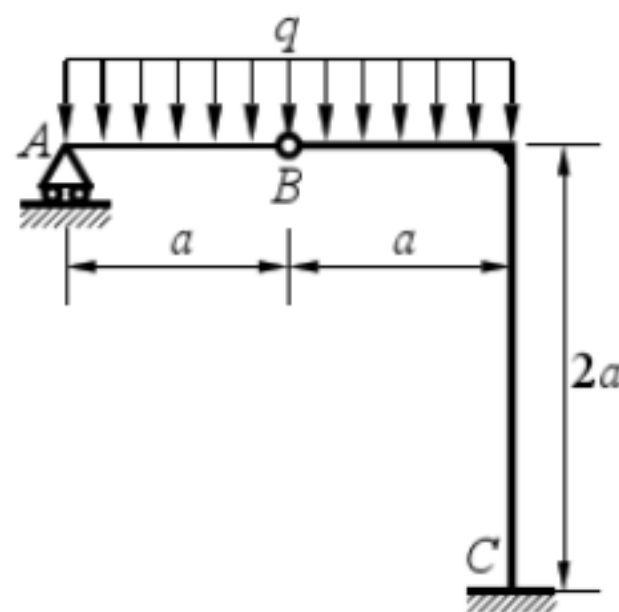
36. 用图乘法求图示梁截面 A 的挠度及截面 B 的转角, EI 为常数。



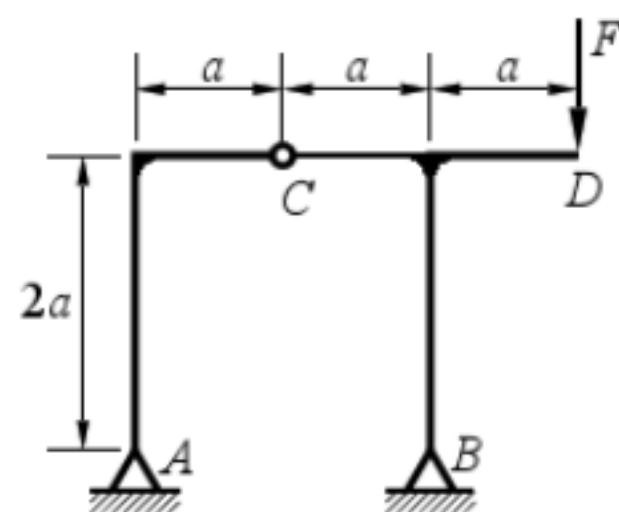
37. 用图乘法求图示梁截面 A 的挠度及截面 B 的转角, EI 为常数。



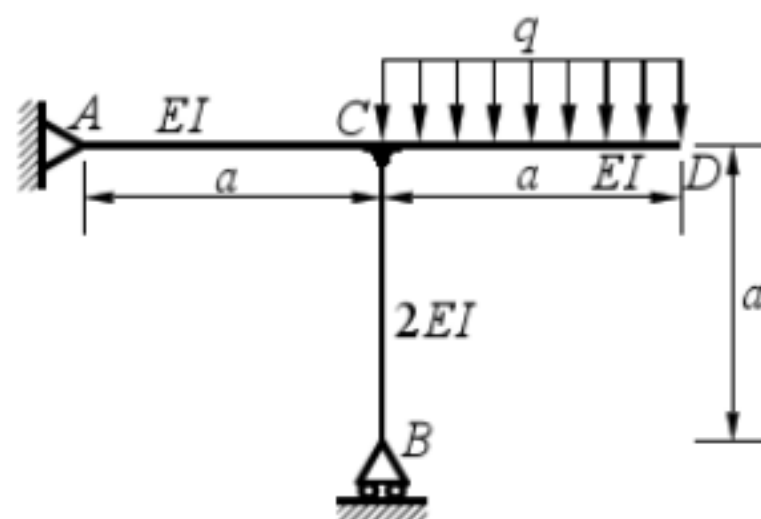
38. 用图乘法求图示刚架铰链 B 处左右两截面的相对转角 $\theta_{BB'}$, EI 为常数, 不计轴力和剪力对变形的影响。



39. 图示刚架 EI 为常数，试用图乘法求铰链 C 处的铅垂位移 w_C 左右两截面的相对转角 $\theta_{CC'}$ ，不计轴力和剪力对变形的影响。

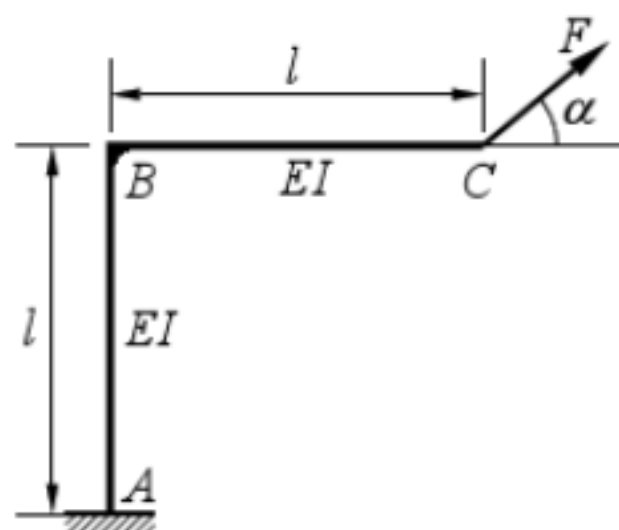


40. 用图乘法求图示刚架截面 C 的转角 θ_C ，不计轴力和剪力对变形的影响。

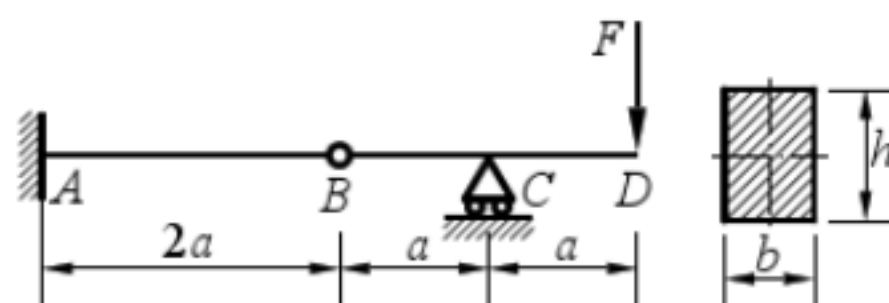


41. 图示刚架在自由端受集中力 F 作用， AB 、 BC 的弯曲刚度为 EI 。现欲使 C 点位移发生在沿力 F 的方向。试问力 F 应沿什么方向？

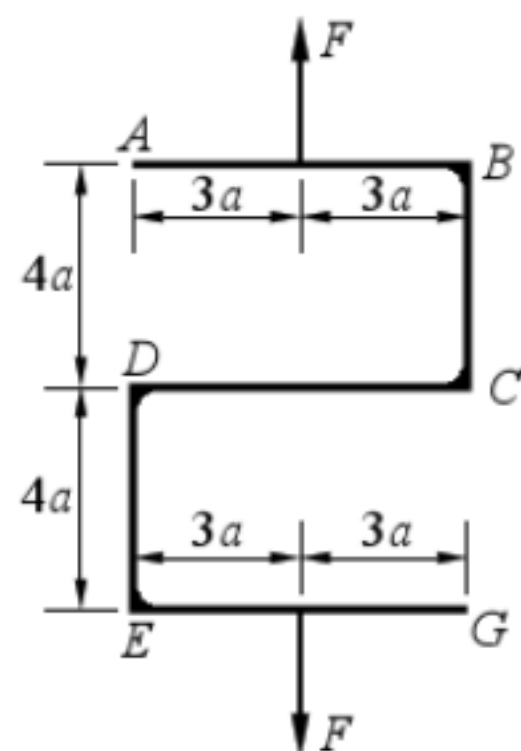
(用图乘法求解，规定 α 角在 $0 < \alpha < \pi/2$ 区间内变化)



42. 矩形截面梁 AB 、 CD 如图所示。已知材料的弹性模量 E ，现测得力 F 作用下，中间铰 B 左右两截面相对转角 $\theta_B = 1$ ，试用图乘法求梁横截面上的最大正应力。

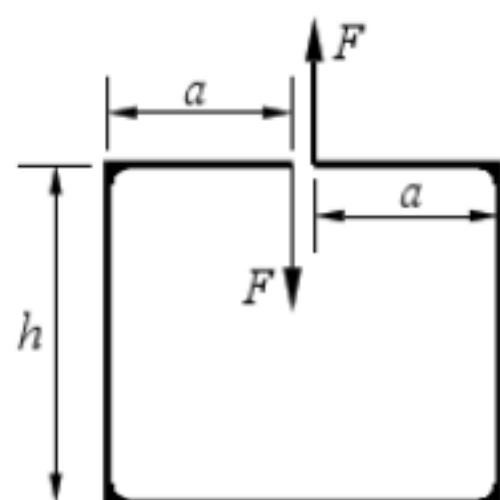


43. 已知图示刚架各段 EI 相同, 不计轴力和剪力对变形的影响。试用图乘法求该刚架 A 、 G 端沿连线 AG 的张开位移 δ_{AG} 。



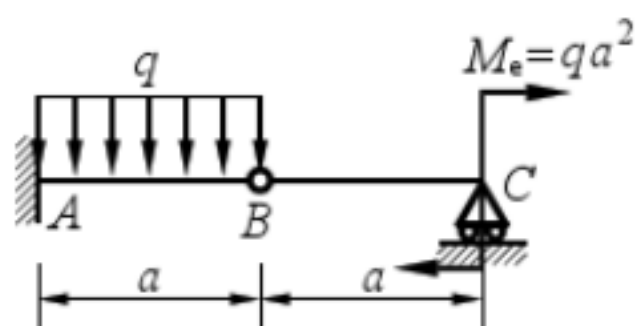
44. 开口刚架各段的 EI 相等且已知, 受力如图。试用图乘法求开口两侧截面由于 F 力引起的相对铅垂位移和相对角位移。

解: $\delta_V = 2 \frac{Fa^2(2a+3h)}{3EI}$, $\theta = 0$

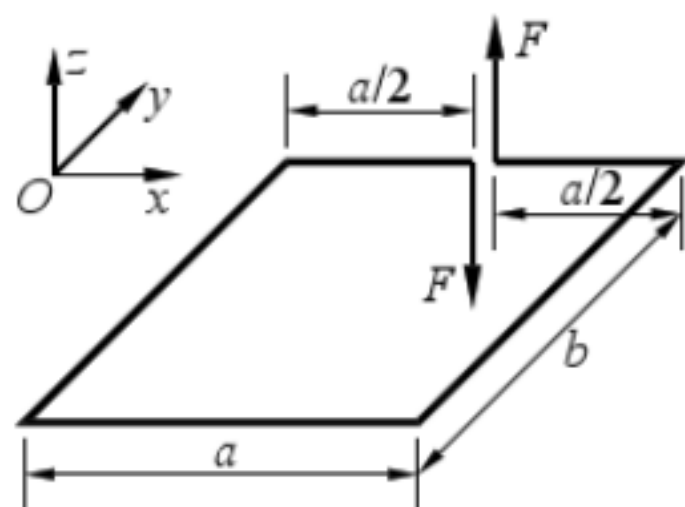


45. 带中间铰链的等直梁 ABC 受力如图所示, 已知 q 、 a 及弯曲刚度 EI 。试用图乘法求:

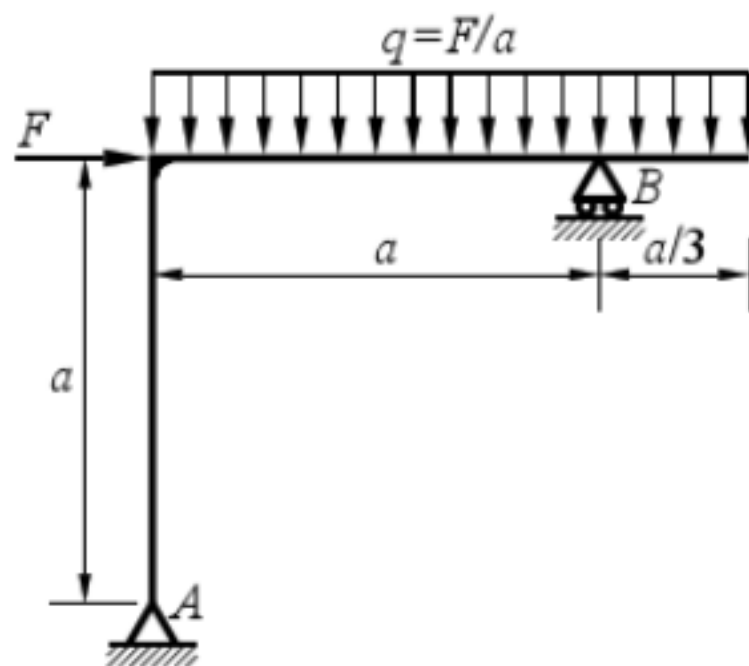
- (1) 中间铰链 B 左右两侧截面的相对转角;
- (2) B 点的铅垂位移。



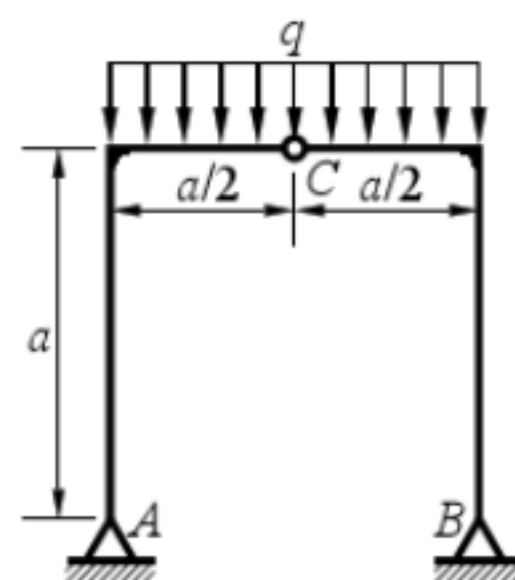
46. 图示平面刚架各杆的 EI 和 GI_p 均相同。试用图乘法求在铅垂力 F 作用下缺口两侧沿铅垂方向的相对位移 Δ 。



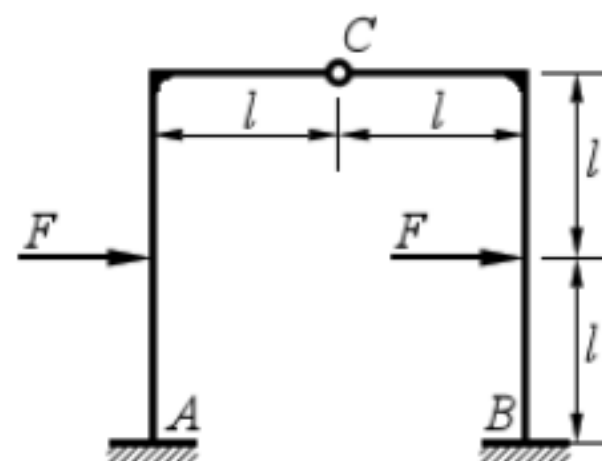
47. 用图乘法求图示刚架 A 截面转角 θ_A 及 B 截面水平位移 Δ_{Bx} , EI 为常数。



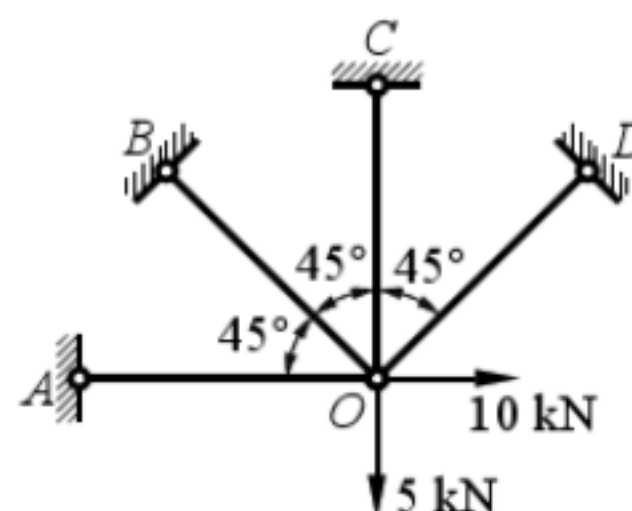
48. 用图乘法求图示刚架 A 截面的转角 θ_A 及 C 处的铅垂位移 Δ_{Cy} , EI 为常数。



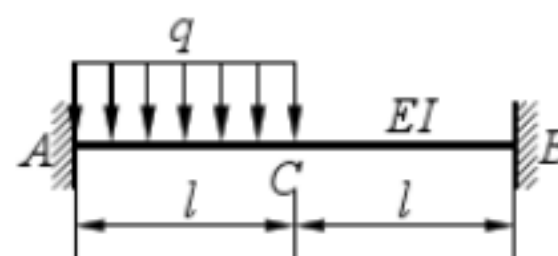
49. 求图示刚架的处的约束力。已知各杆弯曲刚度相同（略去剪力和轴力的影响）。



50. 四根材料、面积均相同的弹性杆，铰接于 O 点，另一端则分别支承在刚性铰接点 A 、 B 、 C 、 D 处，各杆的长度均为 l 。试用能量法求在图示载荷作用下各杆的内力。

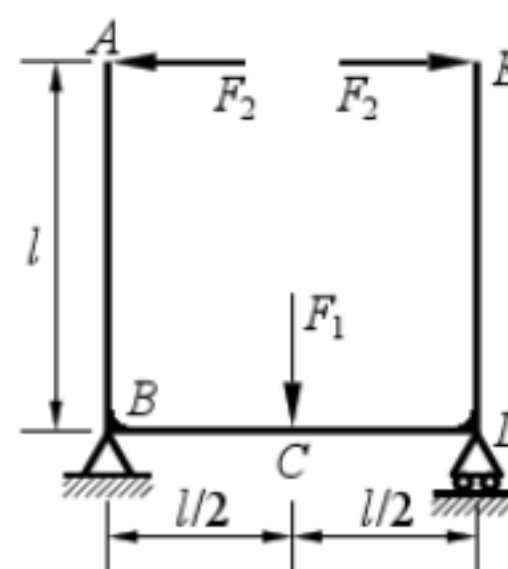


51. 用能量法求图示等截面梁中央横截面 C 的弯矩 M_C 。

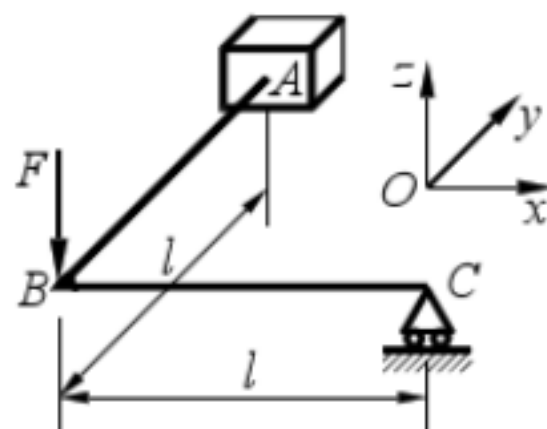


52. 图示刚架各段杆的 EI 相同，受力如图。

- (1) 用能量法计算 A 、 E 两点的相对线位移 δ_{AE} ；
- (2) 欲使 A 、 E 间无相对线位移，试求 F_1 与 F_2 的比值；
- (3) 试大致画出刚架在 A 、 E 间无相对线位移情况下的变形曲线。

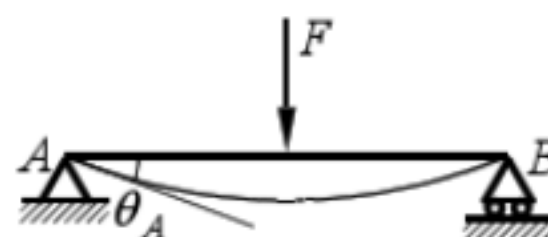


53. 图示平面刚架 ABC 的各杆均为直径等于 d 的圆截面杆，材料为低碳钢，已知弹性常数 $G = 0.4E$ 。试用能量法求 F 力作用点的铅垂位移 w_B 。(略去剪力的影响)

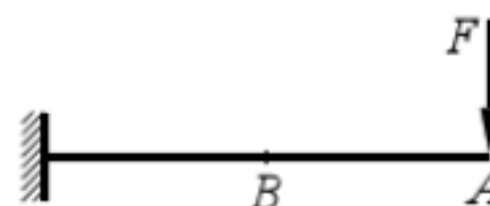


54. 欲测定图示梁端截面的转角 θ_A ，但只有测量挠度的仪器，怎样用改变加载方式的方法达到此目的？

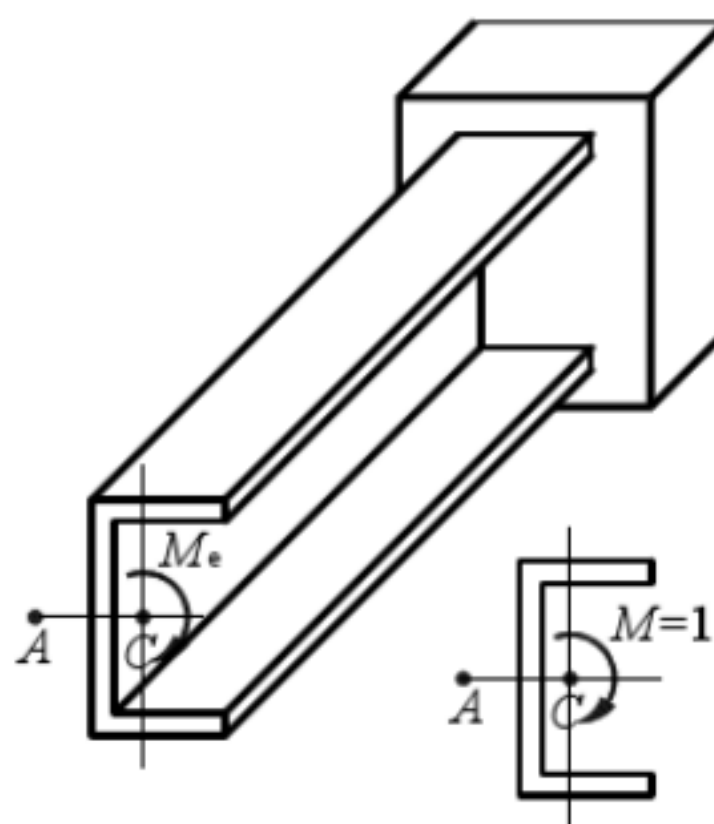
解：利用功的互等定理，在 A 处施加一个数值等于 F 的力偶 M ，并测出这时 C 处的挠度 w_C ，则此值即为欲测之力 F 作用下的 θ_A 。



55. 图示悬臂梁，由于条件的限制，测挠度的千分表只能安装在自由端 A 点之下，但加力装置允许在梁的任意位置是加载。现欲测载荷 F 作用在 A 点时的挠度值，则载荷 F 应加在_____处。



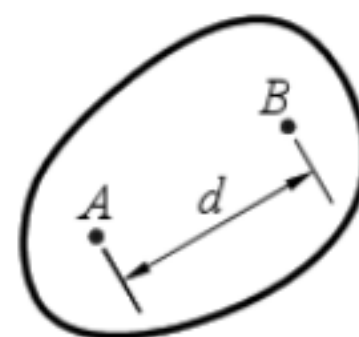
56. 试用位移互等定理证明，图示悬臂梁在扭转力偶 M_e 作用下，其横截面绕截面的弯曲中心 A 转动，即 A 点铅垂位移等于零。



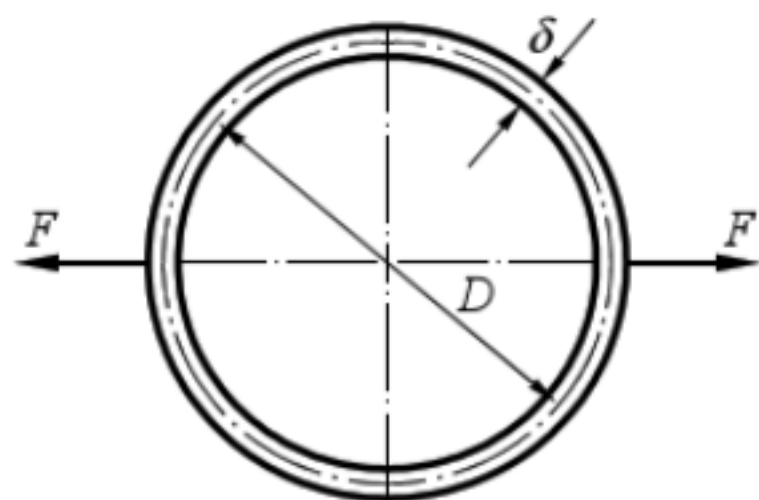
57. 在形状任意的弹性体上有两点 A 、 B 相距为 d 。该弹性体的弹性模量为 E ，泊松比为 ν 。试求

(1) 若在弹性体的表面有集度为 q 的均布压力作用，试求 A 、 B 两点间距离的变化。

(2) 若在 A 、 B 两点作用一对大小相等、方向相反、作用在一条直线上的集中力 F ，试求该弹性体的体积变化。



58. 一薄壁圆环, 厚度为 δ , 宽度为 1, 平均直径为 D , 受力如图。试根据互等定理求解变形后与受力前圆环所围面积的改变量。

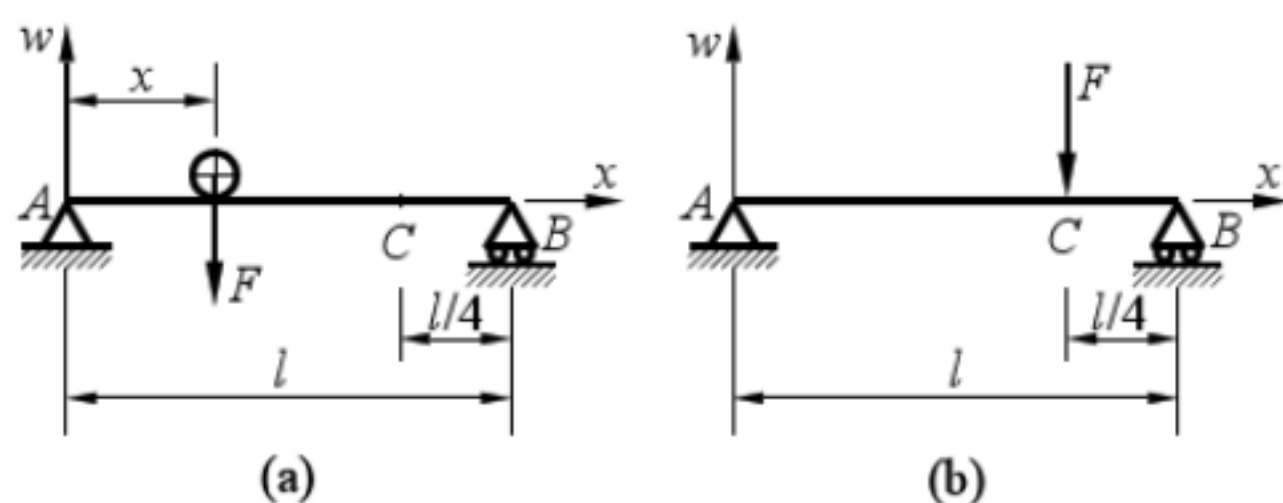


59. 等截面简支梁 AB 上有一移动的集中载荷 F , 如图(a)。已知载荷 F 在截面 C 处时(图 b)梁的挠度曲线方程为

$$w = -Fx(15l^2/16 - x^2)/(24EI) \quad (0 \leq x \leq 3l/4)$$

$$w = -F[4(x - 3l/4)^3 + 15l^2x/16 - x^3]/(24EI) \quad (3l/4 \leq x \leq l)$$

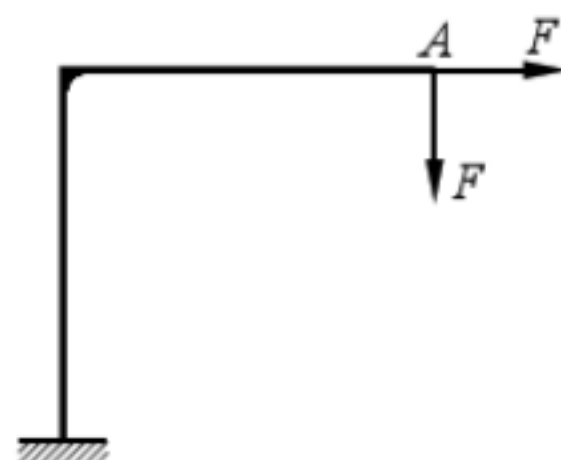
试写出截面挠度 w_{CF} 随载荷 F 的位置 x 变化的关系式。



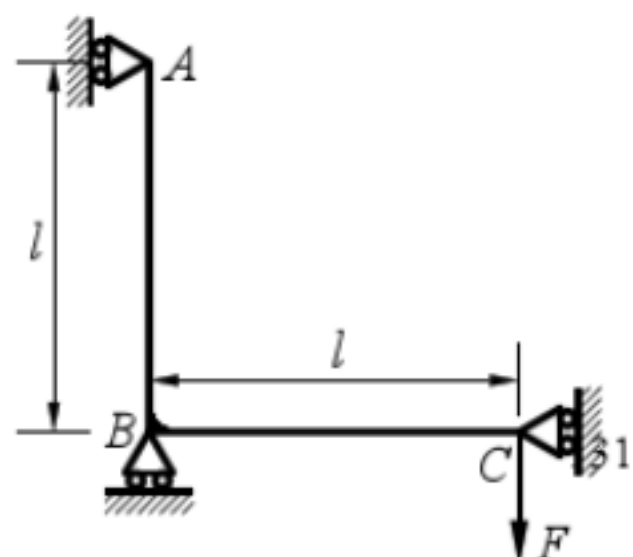
60. 曲杆受力如图, 其弹性应变能为 V_ϵ , 则 $\partial V_\epsilon / \partial M$ 的值表示_____。



61. 图示刚架采用卡氏第二定理求位移, 则 $\partial V_\epsilon / \partial F$ 代表_____。

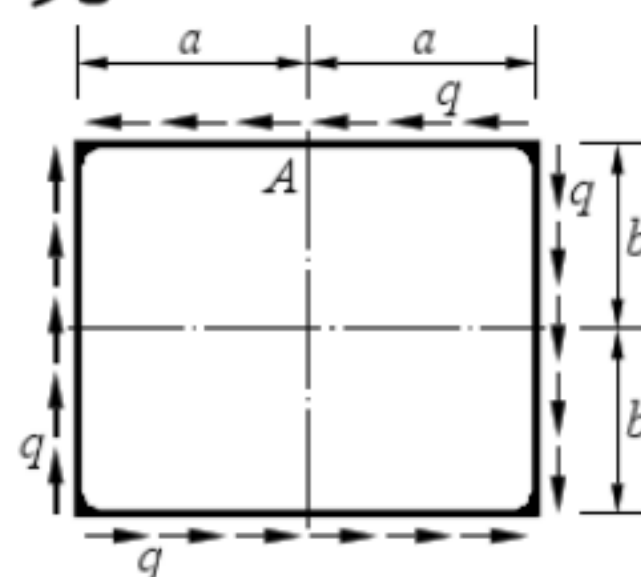


62. 图示刚架各段弯曲刚度均为 EI 。不计轴力和剪力的影响。试用卡氏第二定理求 B 截面的转角。

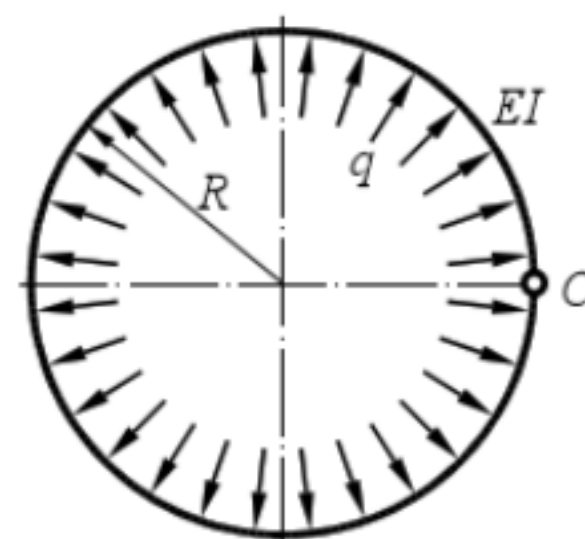


试题 15.超静定系统

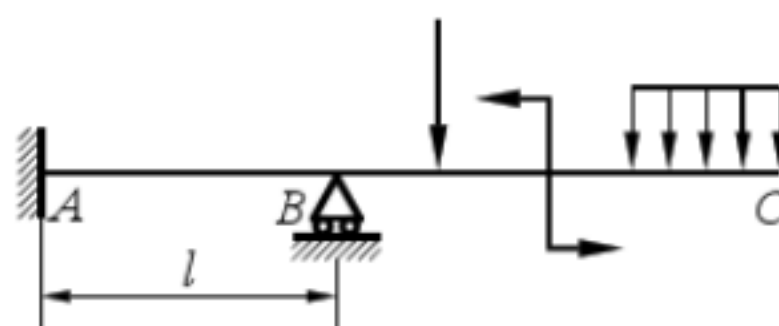
1. 平面框架受切向分布载荷 q , 则截面 A 上的弯矩、轴力、剪力分别为: $M_A = \underline{\hspace{2cm}}$, $F_{NA} = \underline{\hspace{2cm}}$, $F_{sA} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



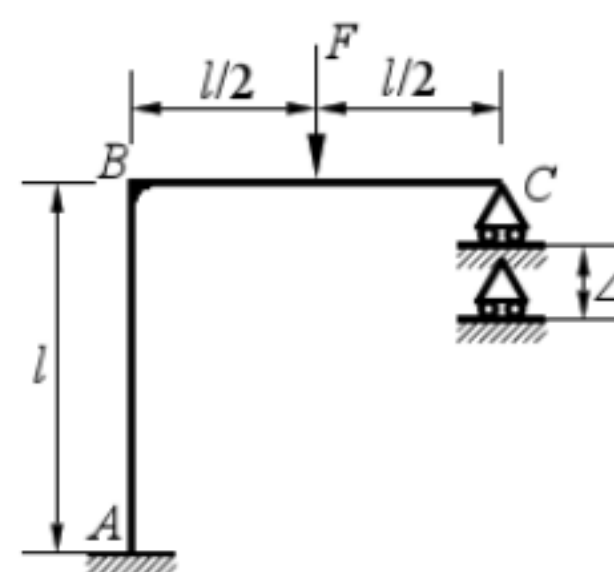
2. 图示薄圆环 C 处为铰链, 承受沿环向均布载荷 q 作用, 已知环内弯曲刚度 EI , 试证明该环横截面上的弯矩为零。



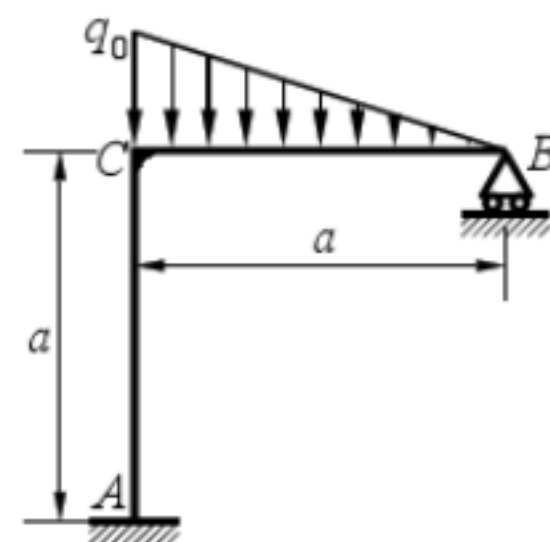
3. 试证明当任意载荷作用于梁 ABC 的外伸部分时, 若 AB 跨内无任何外载荷, 则截面 A 上的弯矩在数值上等于截面 B 上的弯矩之半。



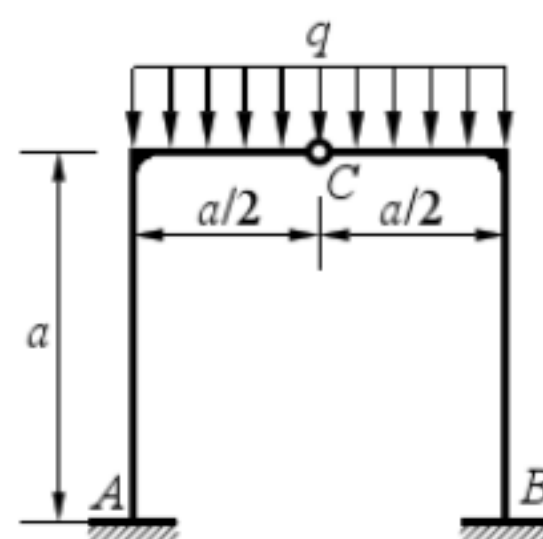
4. 刚架的弯曲刚度为 EI , 承受力 F 后, 支座 C 有一下陷量 Δ , 试求刚架 C 处的反力。



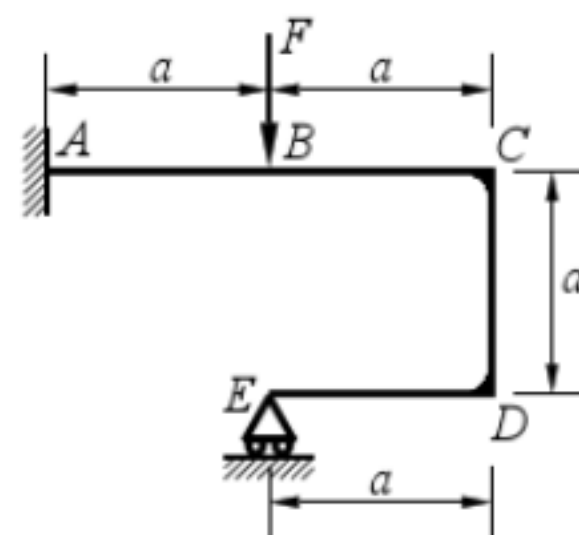
5. 已知刚架的弯曲刚度为 EI 。试求刚架支座 B 处的反力 F_{By} 。



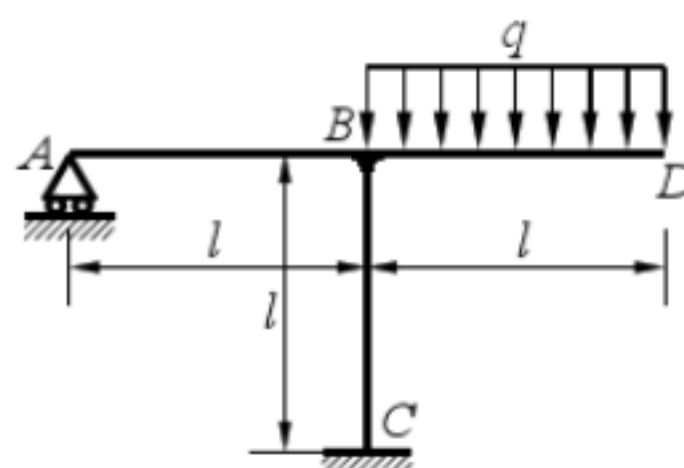
6. 两刚架由 C 点铰链连接，已知刚架的弯曲刚度为 EI 。试求铰链 C 处的反力。



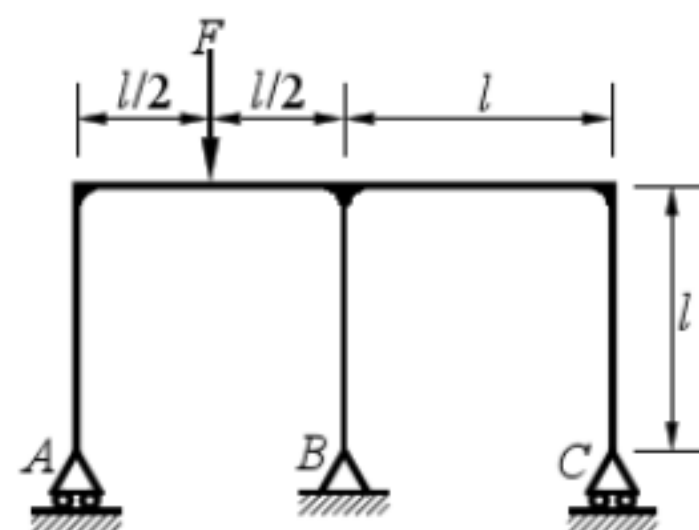
7. 已知刚架的弯曲刚度为 EI ，试求刚架内最大弯矩及其作用位置。



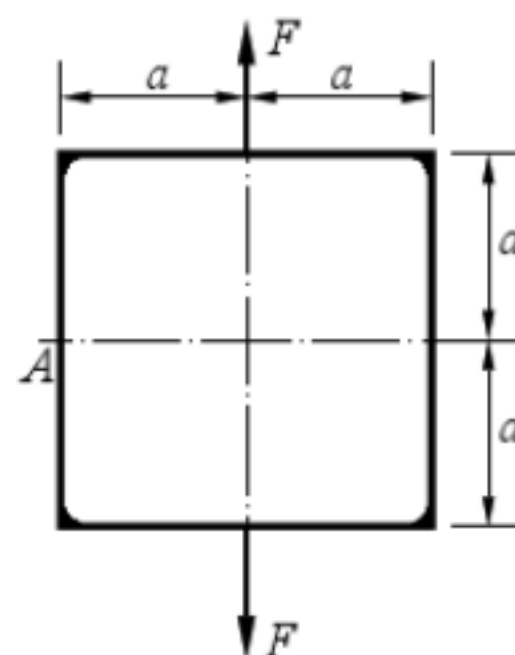
8. 已知刚架的弯曲刚度为 EI 。试求刚架支座 A 的反力和最大弯矩及其作用位置。



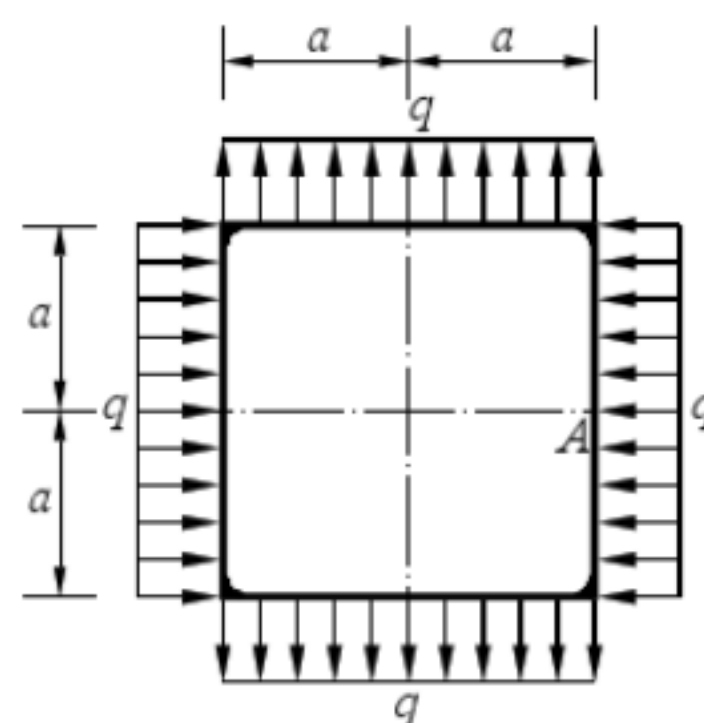
9. 图示两跨刚架，已知 $F = 60 \text{ kN}$ ， $l = 6 \text{ m}$ ， $EI = 3 \times 10^5 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$ ，试以 C 处竖直反力作为多余约束求解此刚架。



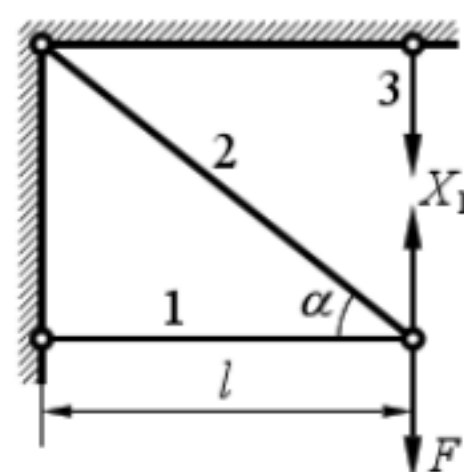
10. 已知结构的弯曲刚度为 EI ，试求对称轴上 A 截面的内力。



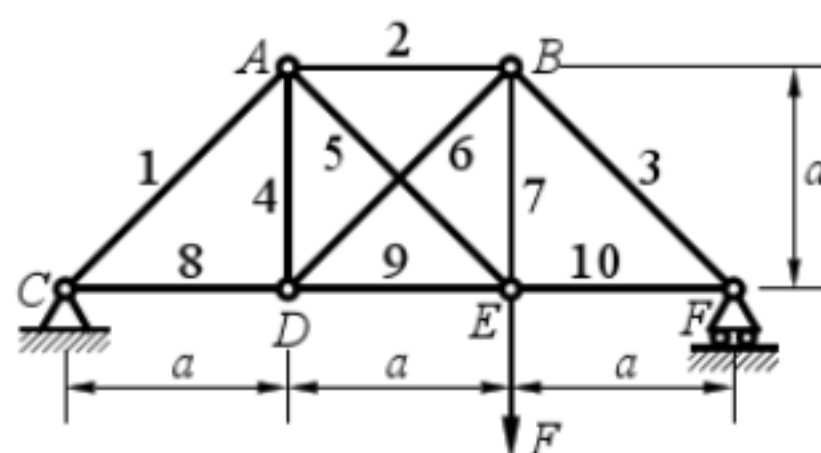
11. 已知刚架的弯曲刚度为 EI 。试求截面 A 处弯矩 M_A 。



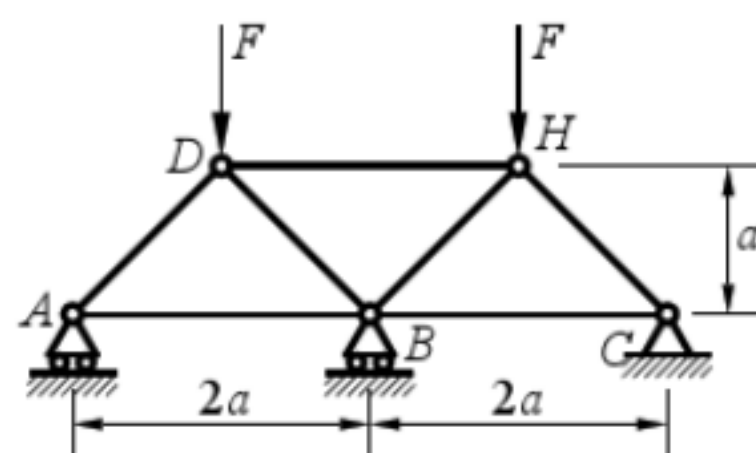
12. 已知桁架各杆的拉压刚度为 EA ，求各杆的轴力。



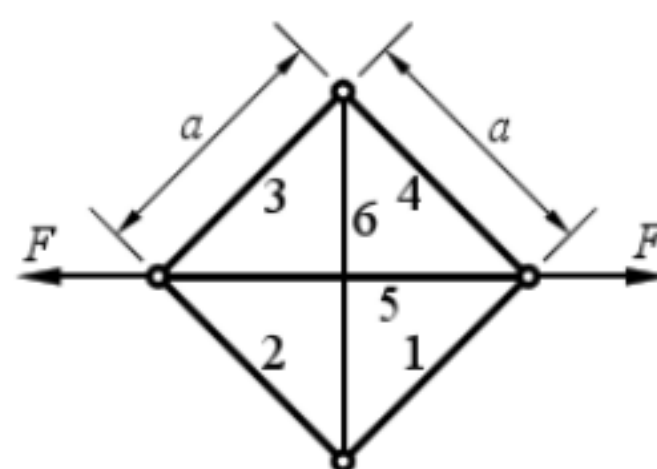
13. 图示平面桁架，已知各杆的拉压刚度为 EA ，其中杆 1、2、3 横截面面积为 30 cm^2 ，其余各杆面积为 15 cm^2 ， $a = 6 \text{ m}$ ， $F = 130 \text{ kN}$ 。试求杆 2 轴力。



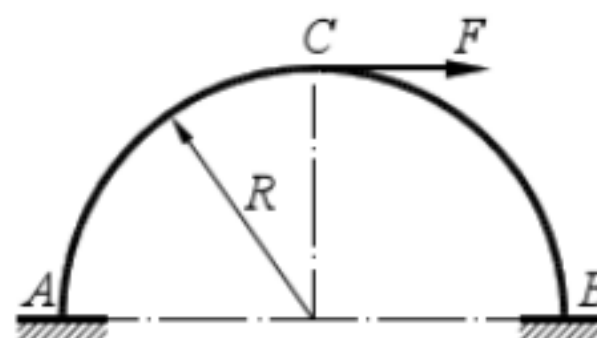
14. 已知桁架各杆的拉压刚度为 EA ，试求各杆的轴力。



15. 已知图示桁架各杆的拉压刚度为 EA ，试求各杆轴力。

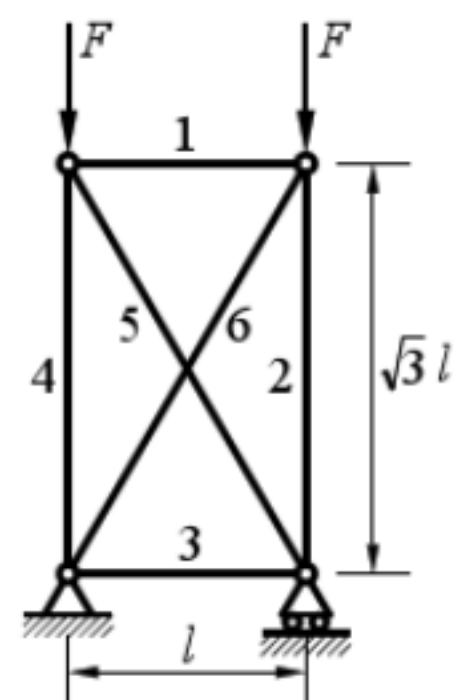


16. 已知图示半圆曲杆的弯曲刚度为 EI ，试求曲杆支座 A 处垂直反力 F_A 。

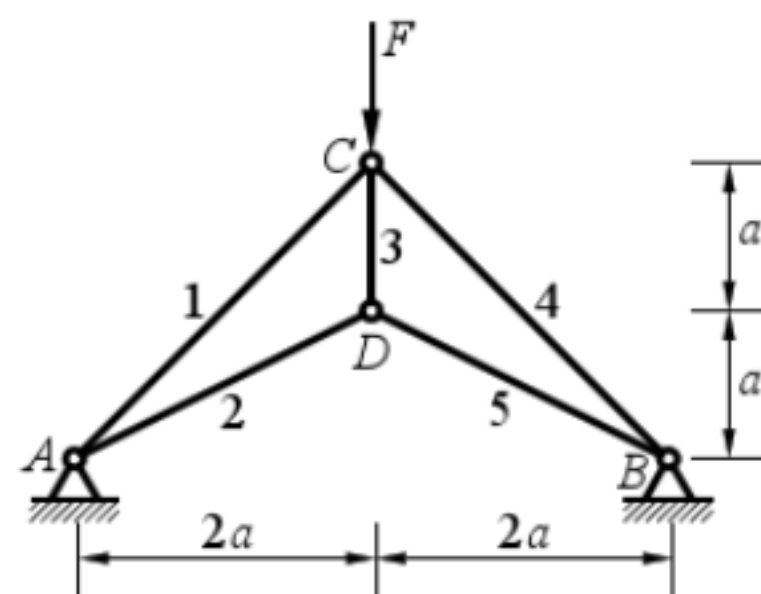


17. 已知桁架各杆的拉压刚度为 EA ，试求各杆的轴力。

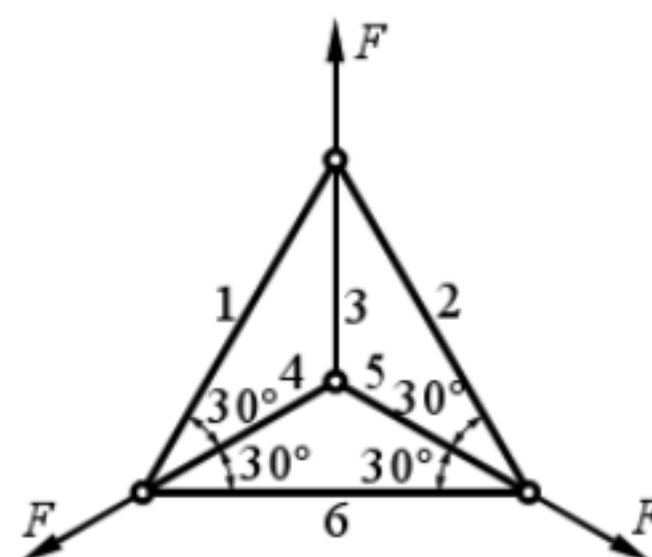
解：以杆 6 的轴力 X_1 为多余反力



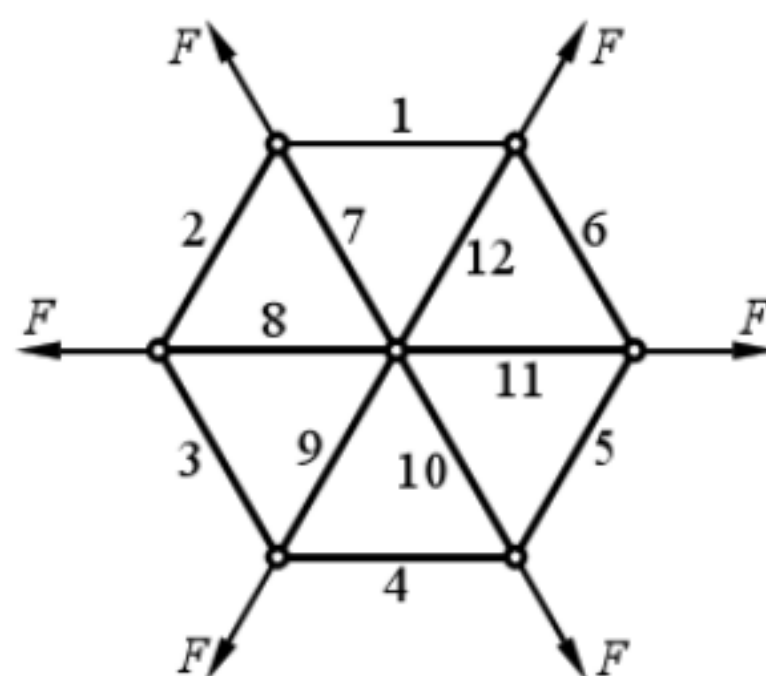
18. 已知桁架各杆的拉压刚度为 EA ，试求各杆的轴力。



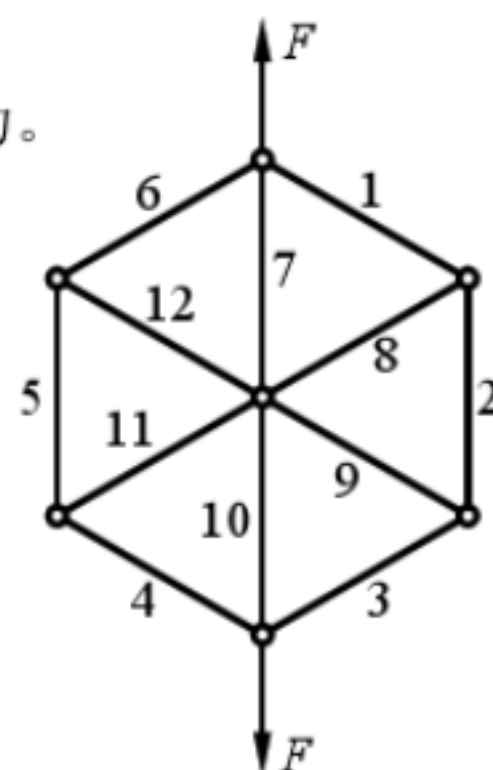
19. 已知图示桁架各杆的拉压刚度为 EA ，试求各杆轴力。



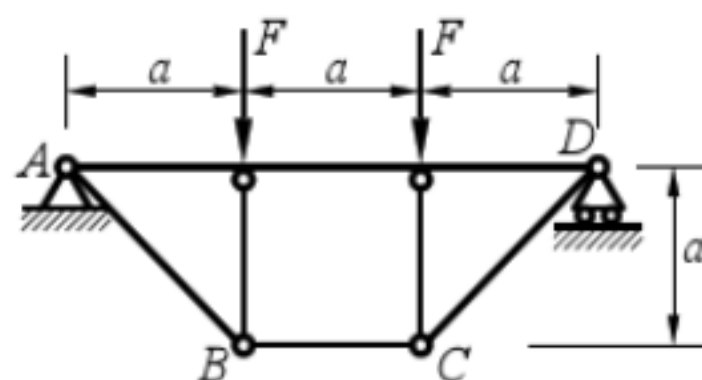
20. 已知桁架各杆的长度均为 a ，各杆的拉压刚度为 EA ，试求各杆轴力。



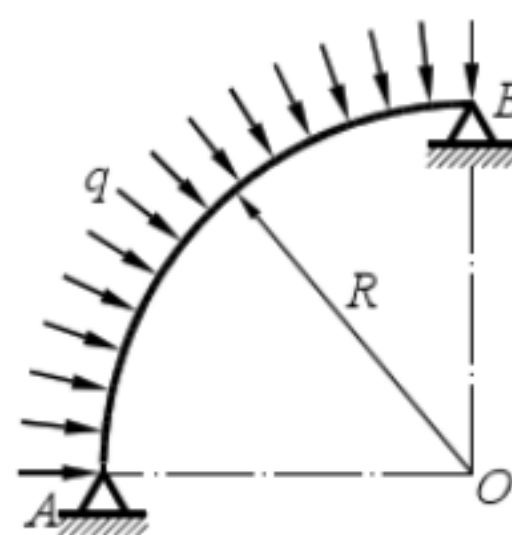
21. 已知桁架各杆的长度均为 a ，拉压刚度为 EA 。试求各杆轴力。



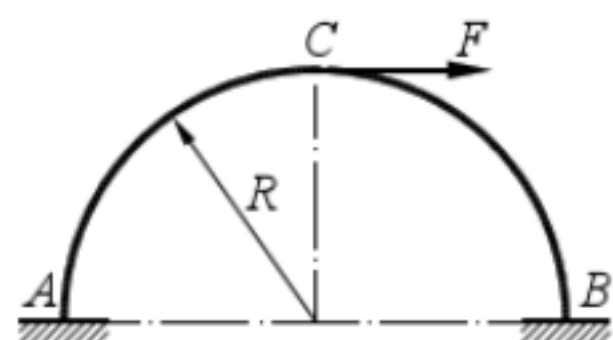
22. 已知图示结构各杆的拉压刚度为 EA ，横梁 AD 的弯曲刚度为 EI 。试求杆 BC 的轴力。



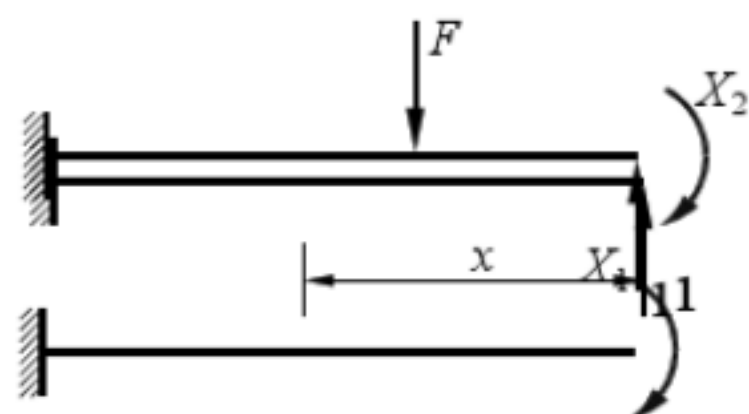
23. 已知图示圆环的弯曲刚度为 EI , 求支座 B 处的水平反力 F_{Bx} 。



24. 已知图示半圆曲杆的弯曲刚度为 EI , 试求曲杆支座 A 处垂直反力 F_A 。

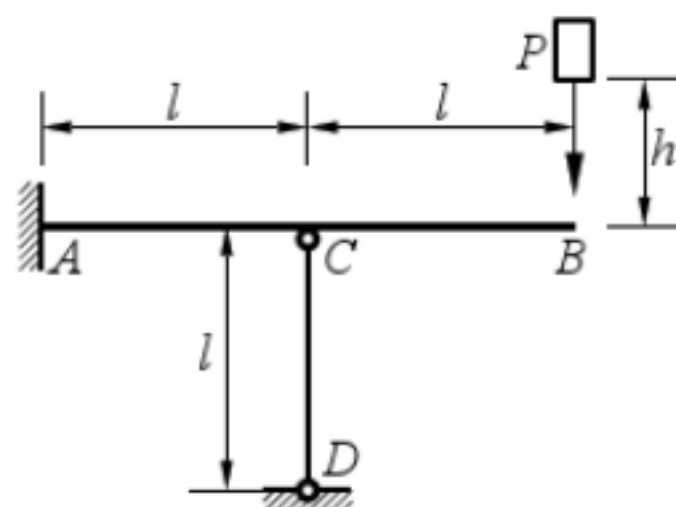


25. 已知梁的弯曲刚度为 EI ，求图示梁的支反力。

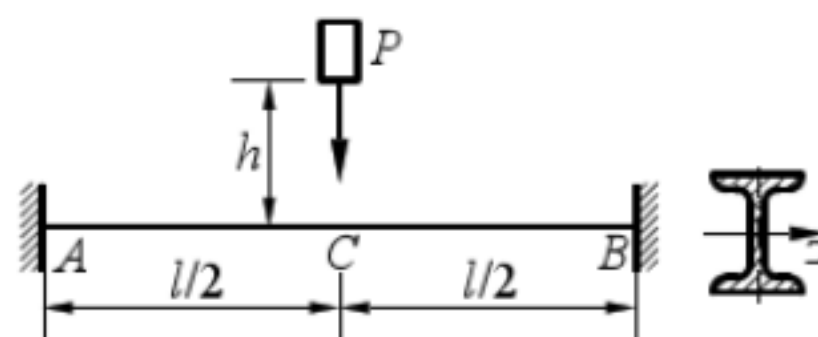


试题 16.综合题

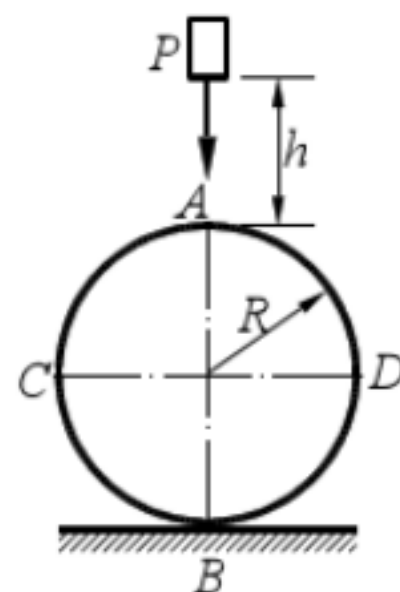
1. 图示结构均用 Q235 钢制成, 弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$, 屈服极限 $\sigma_s = 235 \text{ MPa}$, 强度安全因数 $n_s = 1.5$, $l = 1.2 \text{ m}$ 。在梁端 B 正上方有一重量为 $P = 5 \text{ kN}$ 的物体, 自高度 $h = 5 \text{ mm}$ 处自由下落。已知梁 AB 为工字钢, 截面惯性矩 $I_z = 1.13 \times 10^7 \text{ mm}^4$, 弯曲截面系数 $W_z = 1.41 \times 10^5 \text{ mm}^3$; 杆 CD 为大柔度杆, 横截面直径 $D = 40 \text{ mm}$, 稳定安全因数 $n_{st} = 3$ 。试校核该结构是否安全。



2. 图示重物 $P = 100 \text{ N}$ 自梁 AB 正上方高 $h = 200 \text{ mm}$ 处自由下落于梁 AB 的中点 C 处。已知 $l = 5 \text{ m}$, 梁 AB 为工字钢 No.20a, 查表知其横截面惯性矩 $I_z = 2370 \text{ cm}^4$, 弯曲截面系数 $W_z = 237 \text{ cm}^3$, 材料弹性模量 $E = 200 \text{ MPa}$ 。试求梁内的最大正应力(梁 AB 的自重不计)。



3. 图示重量为 P 的重物自高为 h 处自由下落冲击于薄壁圆环顶点 A , 已知弯曲刚度 EI 为常数。试求点 A 的动位移。



4. 图示杆 AC 与弹簧相连, 受到重量为 P 的重物自高 h 处自由下落的冲击。杆 AC 长为 l ,

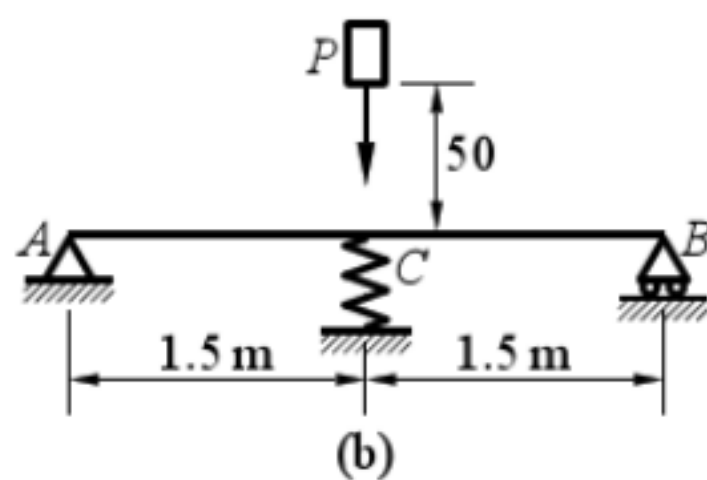
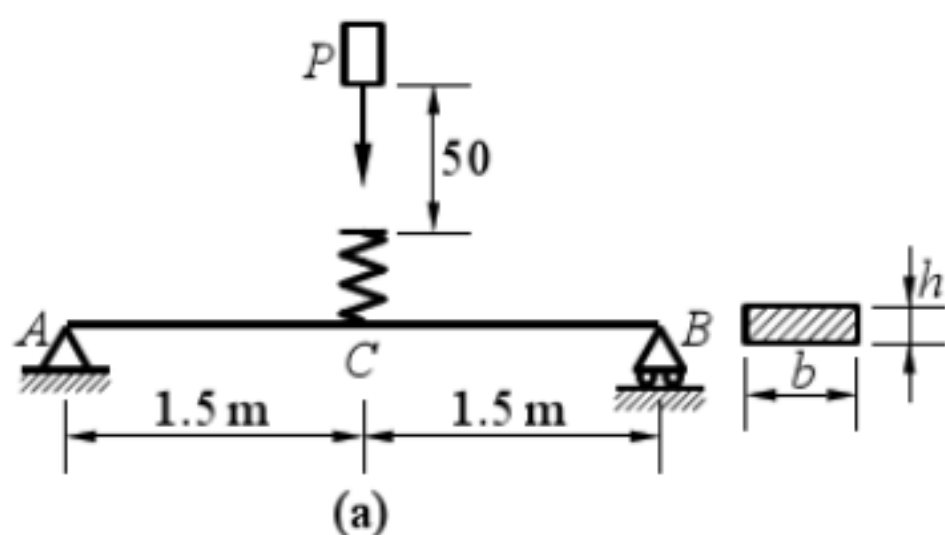


横截面面积为 A ，材料弹性模量为 E ，弹簧刚度为 k N/mm，在未受冲击时弹簧不受力。试导出 C 处的最大动位移 δ_{max} 的计算公式。

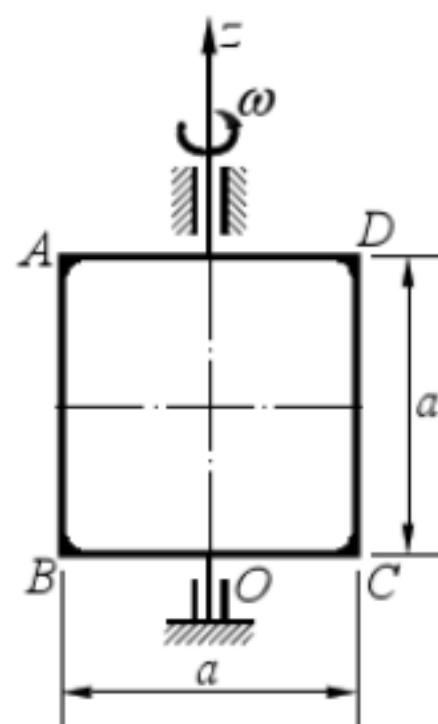
5. 图示截面为 $b \times h = 75 \times 25 \text{ mm}^2$ 的矩形铝合金简支梁，跨中点 C 增加一弹簧刚度为 $k = 18 \text{ kN/m}$ 的弹簧。重量 $P = 250 \text{ N}$ 的重物自 C 正上方高 $h = 50 \text{ mm}$ 处自由落下，如图(a)所示。若铝合金梁的弹性模量 $E = 70 \text{ GPa}$ 。试求：

(1) 冲击时，梁内的最大正应力。

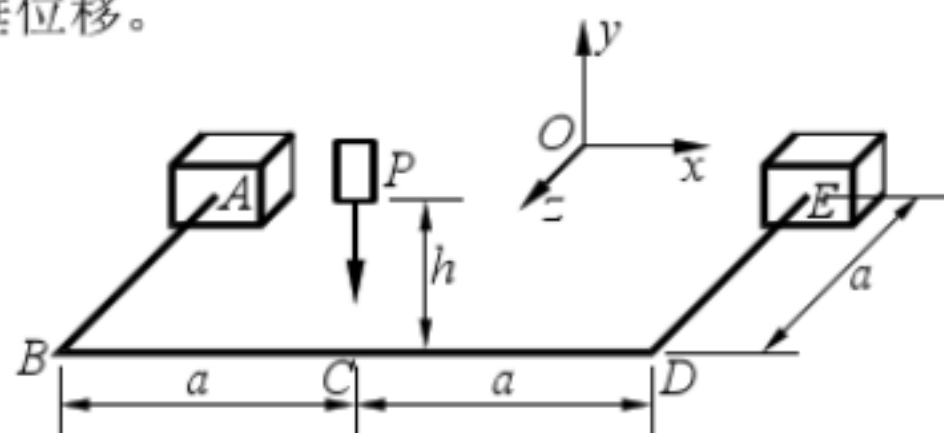
(2) 若弹簧如图(b)所示放置，梁内最大正应力又为多大？



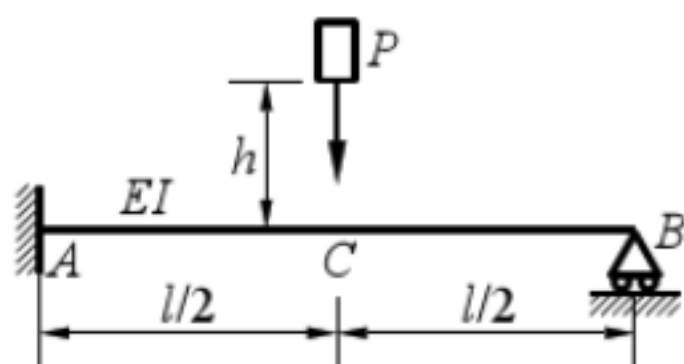
6. 图示正方形框架，绕 z 轴以匀角速度 ω 旋转，已知框架各段横截面面积均为 A ，材料密度为 ρ ，试作框架弯矩图。



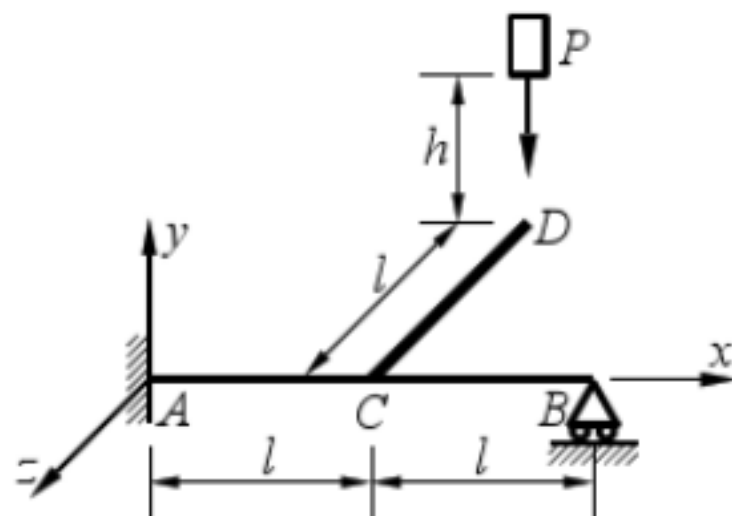
7. 图示重量为 $P = 2 \text{ kN}$ 的重物，自高度 $h = 10 \text{ mm}$ 处自由下落冲击直径为 d 的圆横截面杆组成的水平框架上的点 C 处。已知弯曲刚度 $EI = 133.6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$ ， $a = 1 \text{ m}$ ，切变模量 $G = 0.4E$ （ E 为材料的弹性模量）。试求截面 C 的最大铅垂位移。



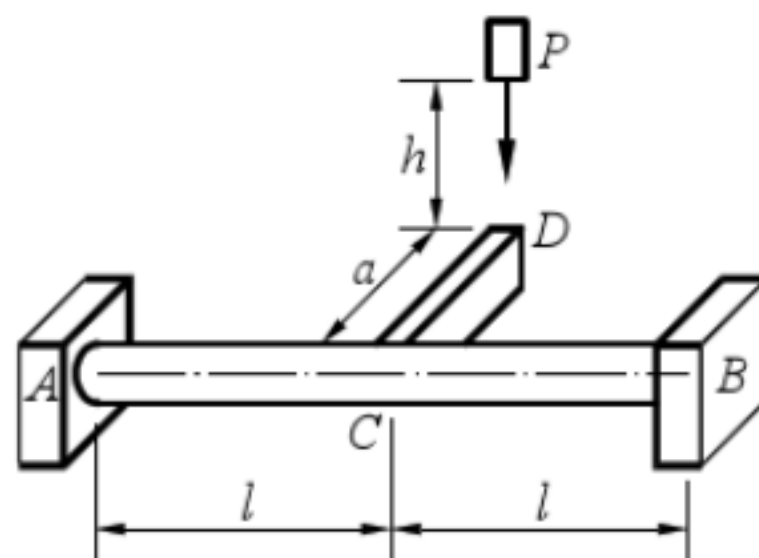
8. 图示 A 端固定、 B 端铰支的超静定梁，受高 $h = 0.01l$ 处的重量为 P 的自由落体冲击。求：
 (1) 动荷因数 K_d ；
 (2) 若 A 端改为铰支(其他不变)，动荷因数是变大还是缩小？



9. 图示结构，圆杆 AB 和刚性杆 CD 相互垂直地刚结于 C ，且在 Oxz 平面内。 B 为球铰，杆 AB 相对 B 端可转动。重量为 P 的重物自点 D 正上方高 h 处自由下落，若材料的弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，切变模量 $G = 0.4E$ ， $l = 1 \text{ m}$ ， $P = 2 \text{ kN}$ ， $h = 0.1 \text{ m}$ ，圆杆 AB 直径 $d = 50 \text{ mm}$ ，试用第 3 强度理论（最大切应力理论）求梁 AB 上危险点的相当应力 σ_{B} 。

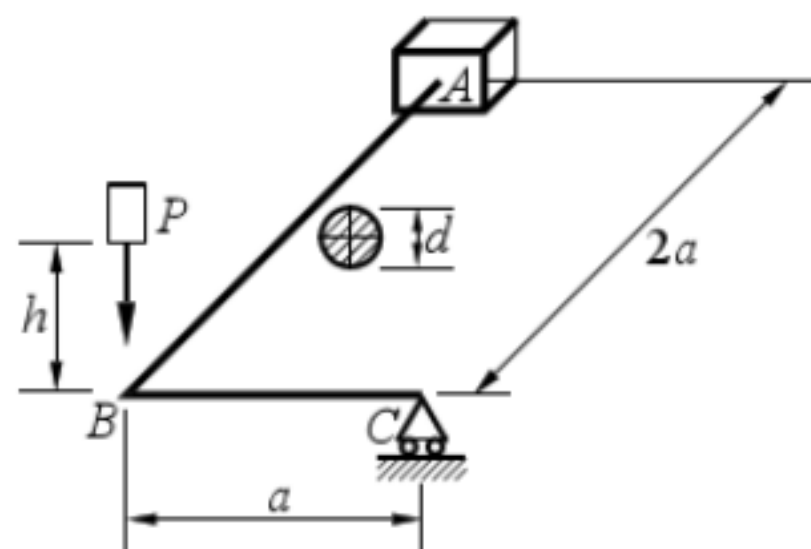


10. 图示两端固定的圆轴 AB ，直径 $d = 30 \text{ mm}$ ，由 Q235 钢制成，材料的弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，泊松比 $\nu = 0.3$ ， $l = 1 \text{ m}$ ， CD 为刚性臂， $a = 40 \text{ mm}$ ，重物重 $P = 100 \text{ N}$ 自 D 处正上方高 $h = 30 \text{ mm}$ 处自由落下，试用第三强度理论（最大切应力理论）求危险点处的相当动应力 σ_{rd} 。

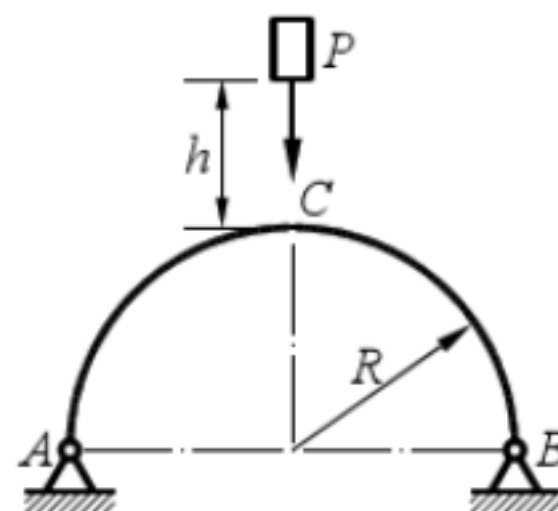


11. 图示 $a = 1 \text{ m}$ ，直径 $d = 80 \text{ mm}$ 的等截面直角折杆 ABC 位于水平面内， B 处为刚结点。重量为 $P = 2 \text{ kN}$ 的重物自 B 处正上方 $h = 0.5 \text{ m}$ 处自由落下冲击折杆 B 处。已知材料的弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，切变模量 $G = 0.4E$ ，试求：

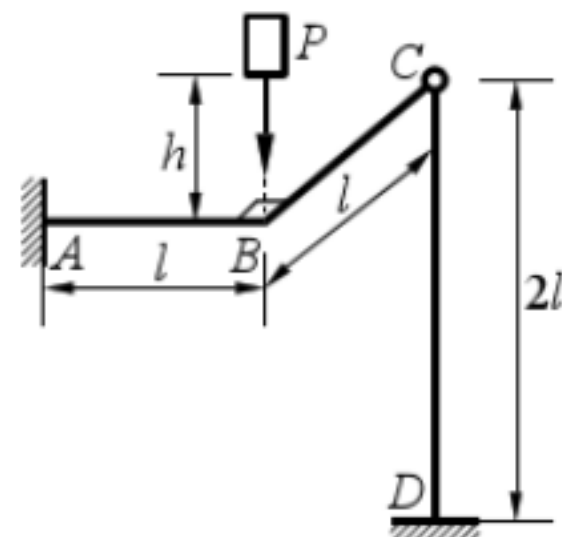
- (1) B 点的铅直位移 Δ_B ；
- (2) 危险截面的相当应力 $(\sigma_{\text{r3}})_d$ 。



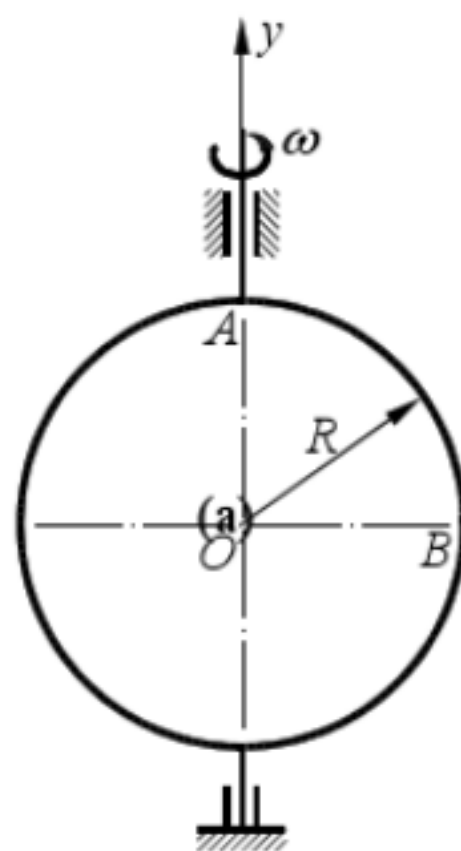
12. 图示重量为 P 的重物自高度 h 处自由下落于双铰拱中点 C 处，已知双铰拱的弯曲刚度为 EI ，试求点 C 处动位移。



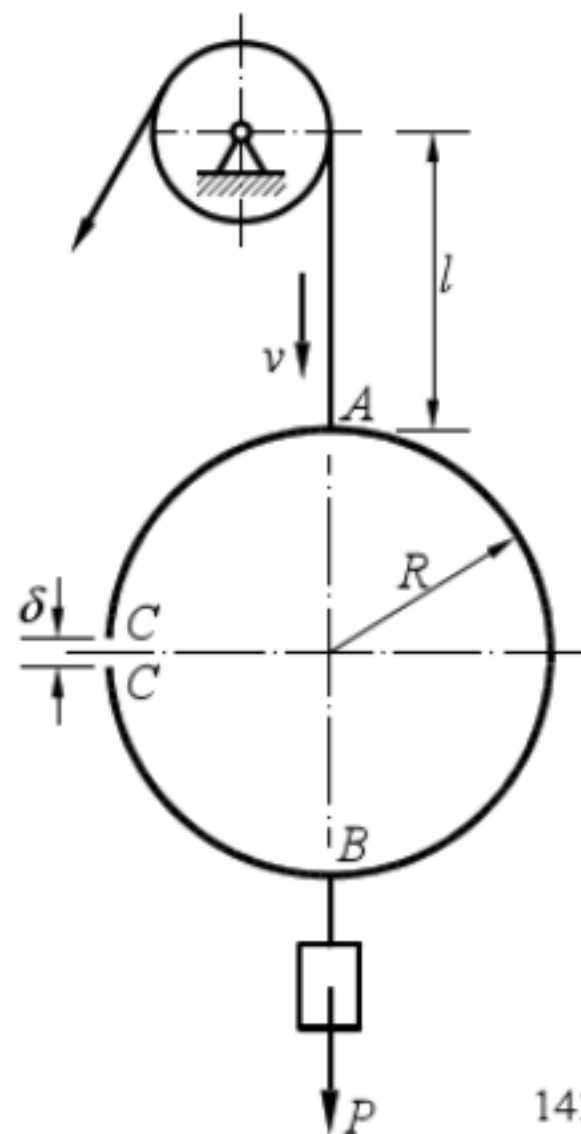
13. 图示等圆截面直角曲拐 ABC 位于水平面内, $AB \perp BC$, 直径 $d = 50 \text{ mm}$, 圆截面杆 CD 直径 $d_0 = 20 \text{ mm}$, ABC 和 CD 均由 Q235 钢制成, 弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$, 泊松比 $\nu = 0.3$, $l = 1 \text{ m}$, 重物 $P = 2 \text{ kN}$ 自 B 处正上方高 $h = 25 \text{ mm}$ 处落下, 杆 CD 的稳定安全因数 $n_{st} = 3$, 试校核杆 CD 是否安全。



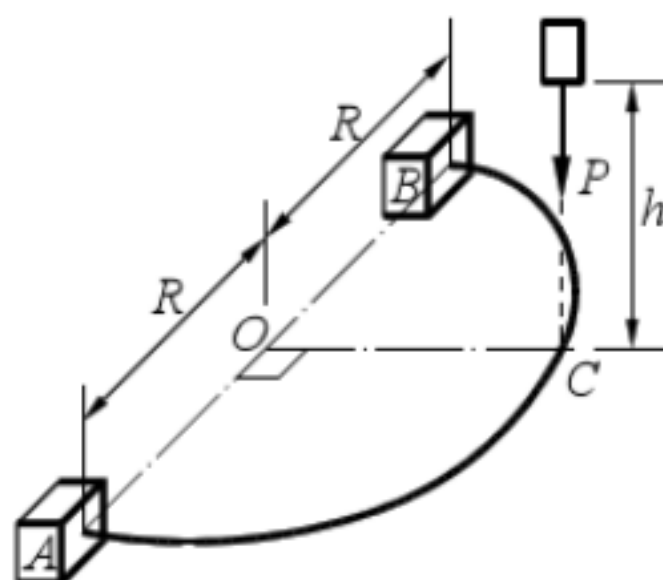
14. 图示半径为 R 的圆环, 以等角速度 ω 绕在圆环平面内的直径轴 Oy 旋转, 圆环的材料密度为 ρ , 横截面积为 A , 试求圆环截面 A 和 B 的弯矩值。



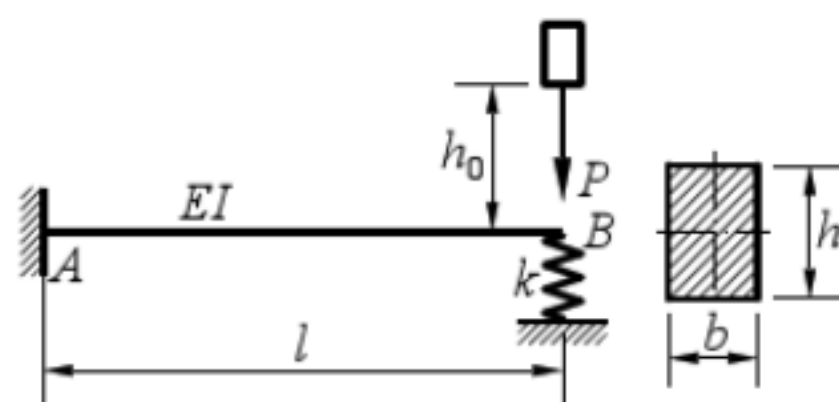
15. 图示吊索悬挂有带一切口的薄壁圆环, 圆环有切口, 不受力时切口宽度为零, 环的下端吊有重量为 P 的物体。已知吊索横截面面积为 A , 圆环横截面的惯性矩为 I , 圆环平均半径为 R , 圆环和吊索的弹性模量均为 E , 吊索与圆环的自重不计。当重物 P 以速度 v 匀速下降至吊索长度为 l 时, 突然刹住。试求此时薄壁圆环切口张开量 δ 的大小。



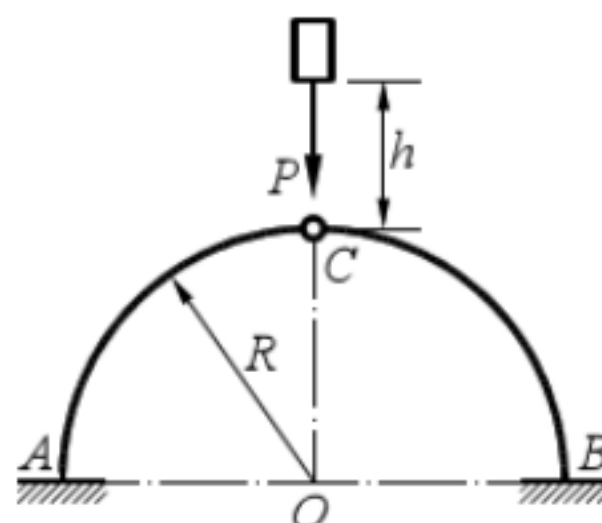
16. 图示半圆形圆截面钢杆位于水平面内， $R = 500 \text{ mm}$ ，已知杆的弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，切变模量 $G = 80 \text{ GPa}$ ，杆横截面直径 $d = 20 \text{ mm}$ 。重量为 $P = 100 \text{ N}$ 的重物自杆跨中点 C 正上方高 $h = 10 \text{ mm}$ 处自由下落冲击跨中点 C 。试求杆对称截面 C 中的动弯矩（在水平面内的内力素都很小，可略去不计）。



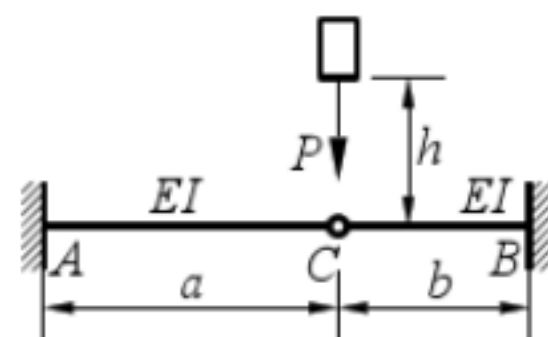
17. 图示弯曲刚度为 EI 的悬臂梁 AB ，在 B 端有弹簧刚度为 k 的弹簧支承，受重为 P 的自由落体冲击梁的 B 端。已知梁横截面高度为 h ，宽度为 b ，梁长为 l ，弹性模量为 E ，许用应力为 $[\sigma]$ ，且 $kl^3 = 3EI$ ， $Pl = [\sigma]W/2$ 。试求梁允许承受自由落体冲击的最大高度 h_0 。



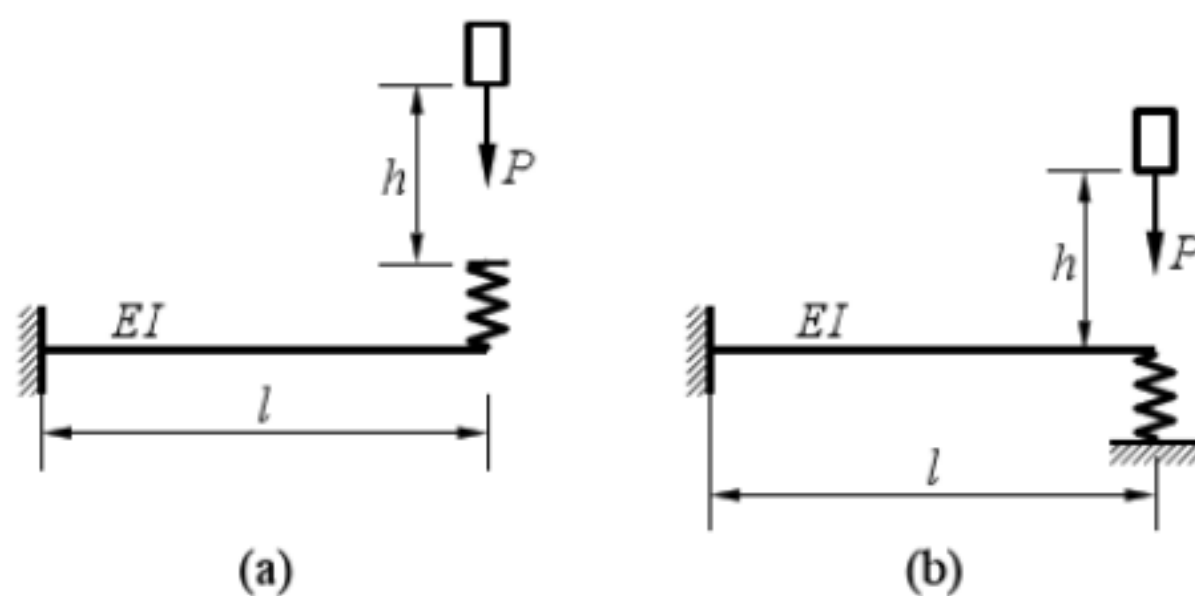
18. 图示等截面小曲率杆位于铅垂面内，在线弹性范围工作，横截面的弯曲刚度为 EI ，轴线曲率半径为 R 。重量为 P 的重物自 C 正上方高 h 处自由下落于 C 处。试求 C 处铅垂动位移。



19. 图示梁在中间铰 C 的正上方受到自高 h 处自由下落的重量为 P 的重物冲击。已知梁的弯曲刚度 EI 、弯曲截面系数 W 和许用应力 $[\sigma]$ 及 $a > b$ ，试写出强度校核的具体表达式。



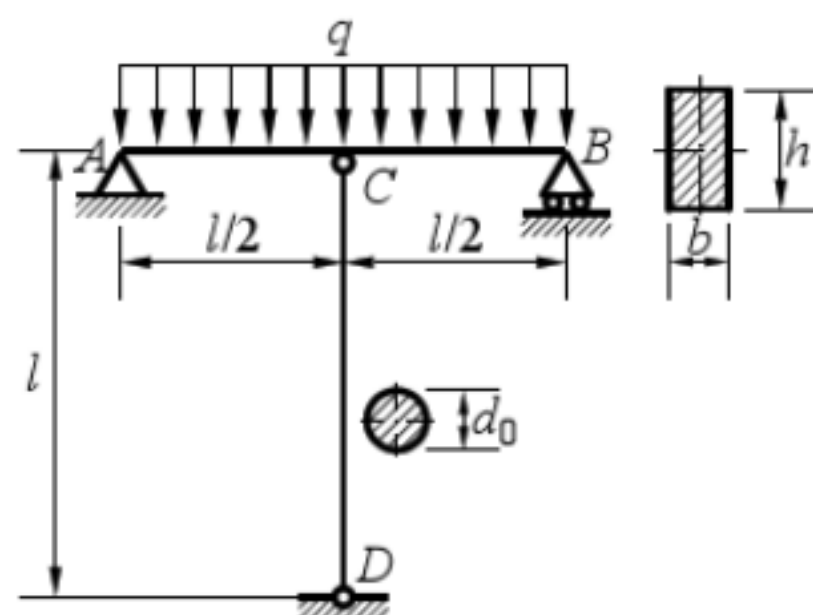
20. 图示相同两梁，受自由落体冲击，已知弹簧刚度 $k = 3EI/l^3$ 。如 h 远大于冲击点的静挠度，试求两种情况下的动荷因数之比及最大动应力之比。



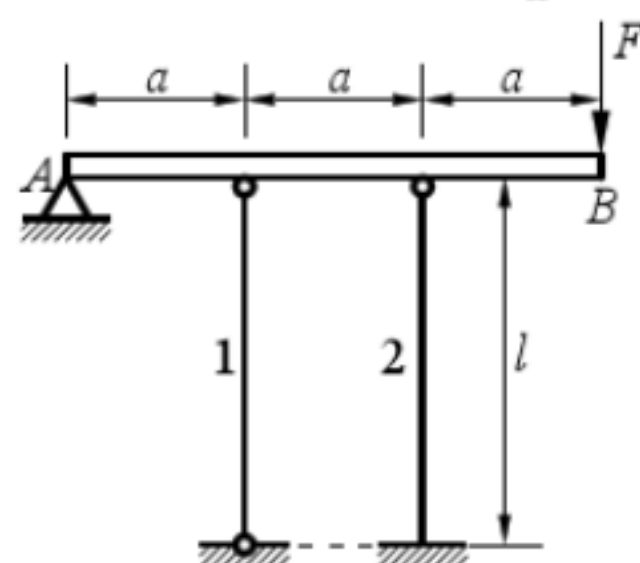
21. 图示梁 AB 和杆 CD 由 Q235 钢制成，弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ， $l = 1 \text{ m}$ ，梁 AB 横截面为矩形，其高 $h = 40 \text{ mm}$ ，宽 $b = 20 \text{ mm}$ ，杆 CD 横截面直径 $d_0 = 20 \text{ mm}$ 。试求：

(1) 杆 CD 的临界力 F_{cr} ；

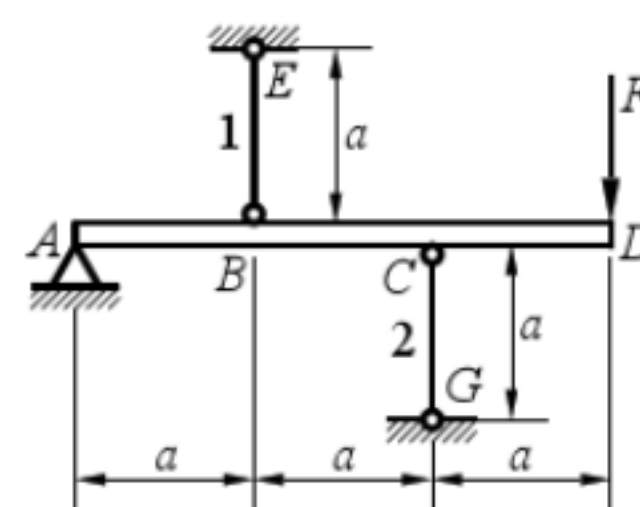
(2) 按杆 CD 的稳定问题计算临界分布载荷 q_{cr} 。



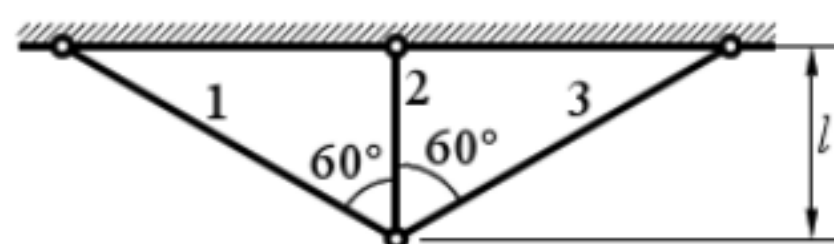
22. 图示平面结构，刚性横梁 AB 与圆横截面直径相同的杆 1 和 2 均由 Q235 钢制成，弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，直径均为 $d = 26 \text{ mm}$ ，杆长 $l = 1.3 \text{ m}$ 。试求此结构的临界载荷 F_{cr} 。



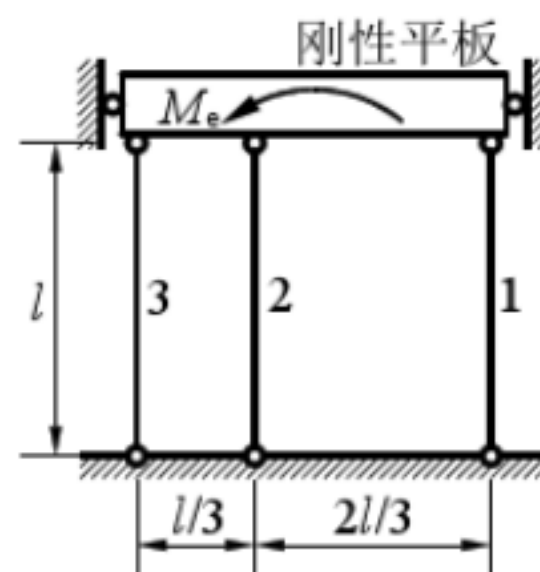
23. 图示刚性横梁 AD ， $a = 1.2 \text{ m}$ ，杆 1、2 均由 Q235 钢制成，屈服极限 $\sigma_s = 235 \text{ MPa}$ ，弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，横截面均为圆形，直径 $d_1 = 30 \text{ mm}$ ， $d_2 = 36 \text{ mm}$ 。试求结构的极限载荷 F_u 。



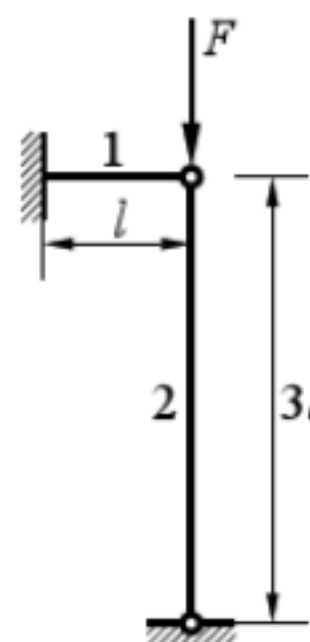
24. 图示杆 1、2、3 材料相同，弹性模量 $E = 200 \text{ GPa}$ ，三杆横截面均为圆形，直径都是 $d = 30 \text{ mm}$ 。安装后升温 $\Delta T = 50^\circ \text{C}$ ，已知 $l = 450 \text{ mm}$ ，线膨胀系数 $\alpha_l = 12.5 \times 10^{-6} \text{ } 1/^\circ \text{C}$ ，稳定安全因数 $n_{st} = 2$ ，许用应力 $[\sigma] = 100 \text{ MPa}$ ，材料能采用欧拉公式的临界柔度值为 $\lambda_p = 100$ 。试校核此结构的强度和结构平面内的稳定性。



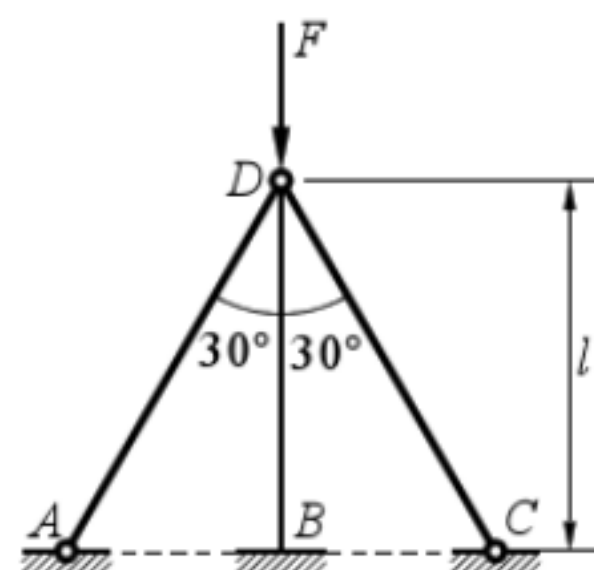
25. 图示杆 1、2、3 与刚性平板相连，杆端均为铰链。三杆材料相同，弹性模量为 E ，三杆截面均为圆截面，直径都是 d ，在平板上加有力偶 M 。已知 $l = 30d$ ，采用欧拉公式的临界柔度值为 $\lambda_p = 100$ 。试求此结构中有一杆失稳时的 M 值。



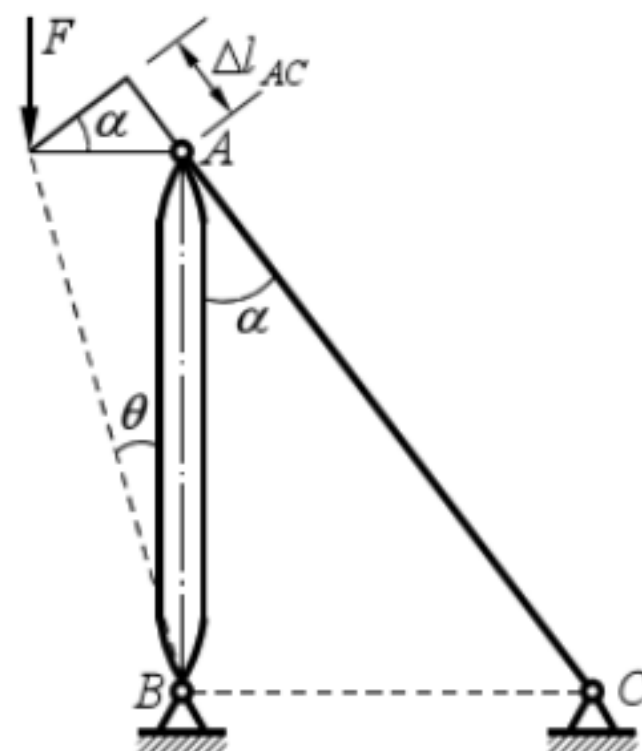
26. 图示由 Q235 钢制成的杆 1、2 的弹性模量均为 E ，杆 1、2 的横截面均为正方形，边长分别是 $2a$ 和 a 。已知 $l = 10a$ ，适用欧拉公式的临界柔度值为 $\lambda_p = 100$ 。试求杆 2 失稳时载荷 F 的临界值。



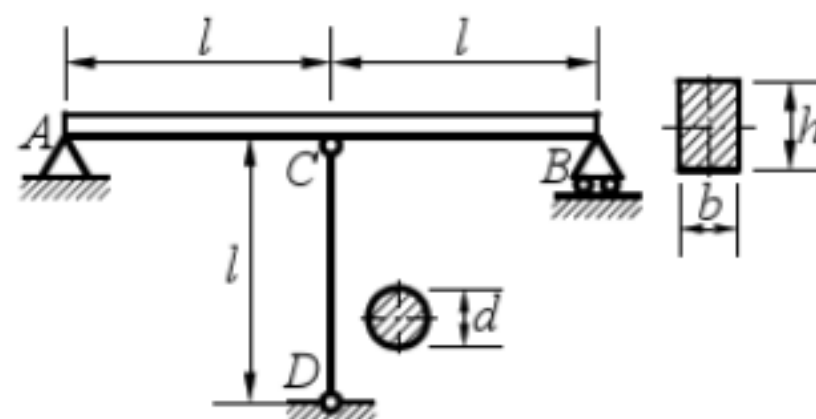
27. 图示由材料弹性模量 E 和横截面惯性矩 I 均相同的 3 根圆截面大柔度杆组成一平面支架， A 、 C 、 D 三点为铰接， B 处为固定端。试确定该支架因局部失稳时的 F 值（要分别考虑支架平面内及与支架平面垂直面内的稳定问题）。



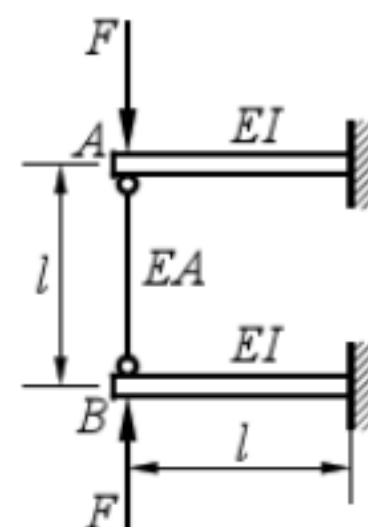
28. 图示结构, AB 是刚性杆, AC 是线弹性杆, 杆 AC 拉压刚度为 EA 。试求此桁架在桁架平面内失稳时的临界载荷 F_{cr} 。



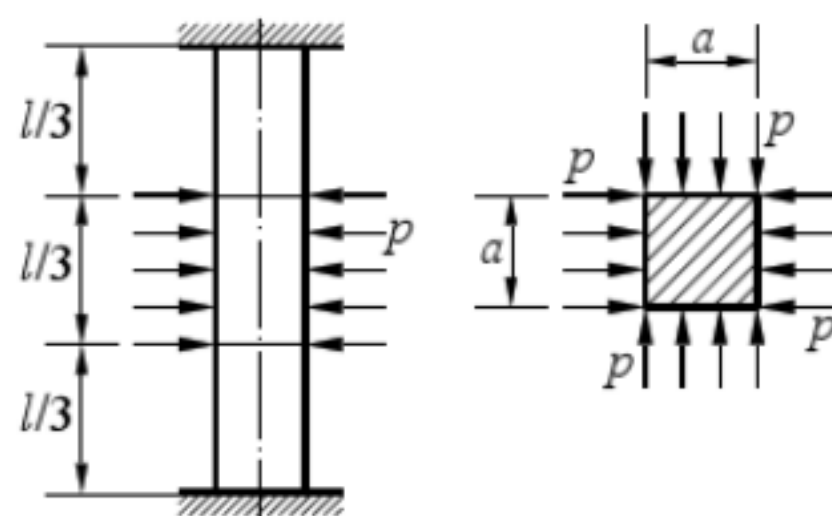
29. 图示梁 AB 的中点用一细长圆杆 CD 支撑, 梁与杆具有相同的弹性模量 E 。梁的上表面温度降低 ΔT °C, 下表面温度升高 ΔT °C, 设温度沿梁高度线性变化。已知梁的横截面尺寸 b, h , 以及材料的线膨胀系数 α_t $1/^\circ\text{C}$, 杆 CD 的直径为 d 、长度为 l 。试求此结构的临界变化温度 ΔT 。



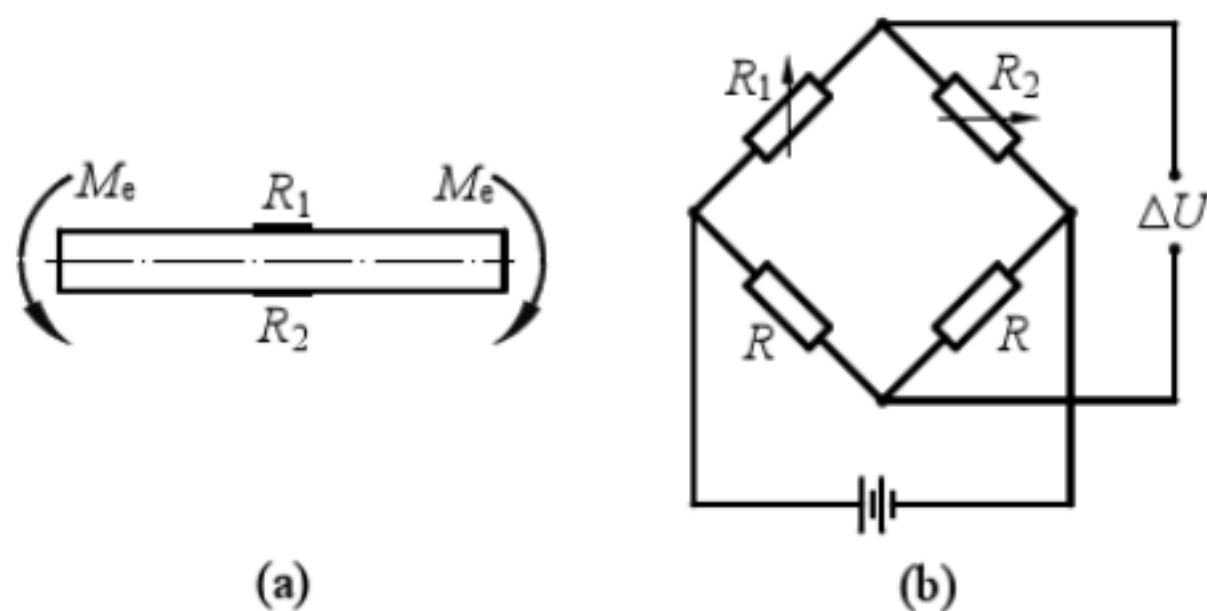
30. 试求使细长连杆 AB 保持直线状态的最大载荷 F_{max} 。



31. 图示边长 $a = 10 \text{ mm}$ 的正方形截面钢杆两端被固定，在中段三分之一长度上，四周侧面作用均布压力 $p = 100 \text{ MPa}$ 。设泊松比 $\nu = 0.3$ ，试求杆两端的约束反力。



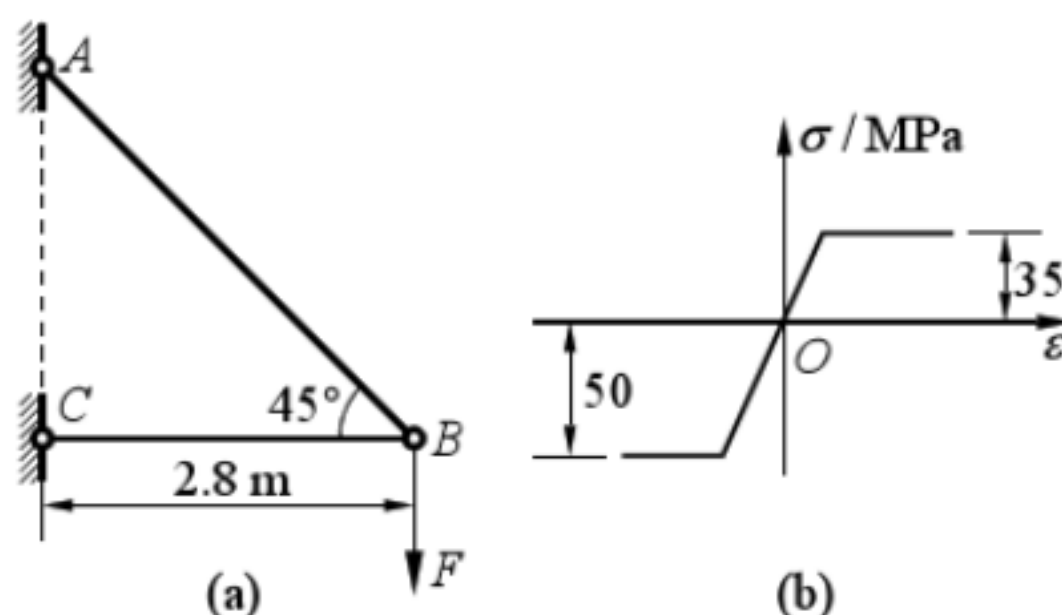
32. 图(a)所示纯弯梁试样，电阻片 R_1 和 R_2 分别粘贴在试件的上下表面，并按图(b)半桥接线，实验中测出应变仪读数为 ε_R ，材料的弹性模量为 E ，试求试件的最大弯曲正应力。



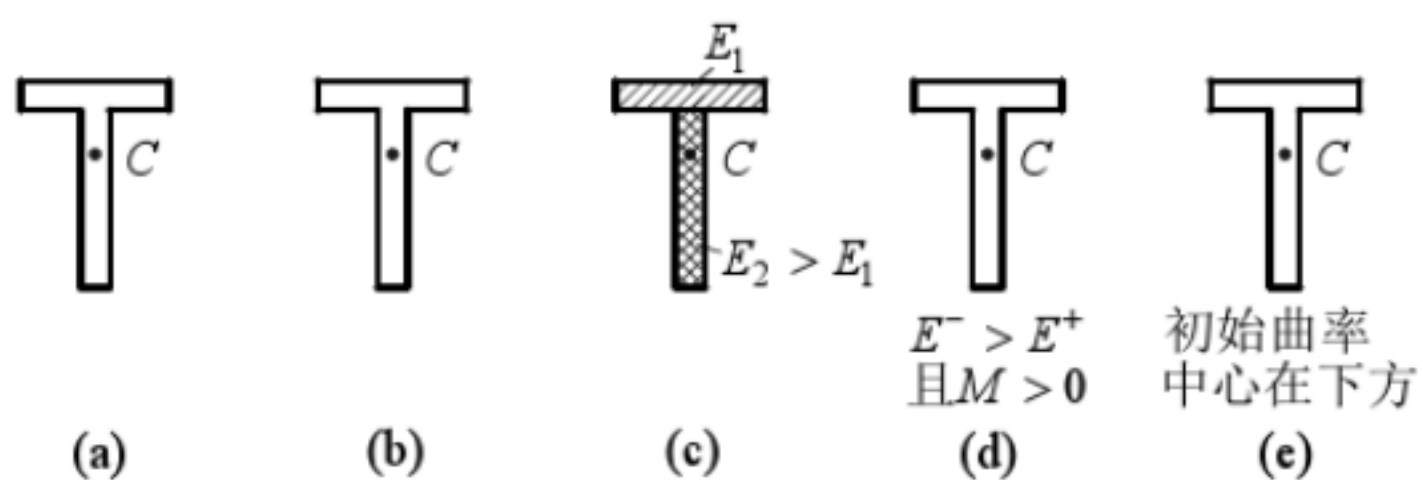
33. 图示结构由两根横截面相同的圆管铰接而成，圆管的横截面积 $A = 55 \text{ mm}^2$ ，惯性矩 $I_z = 4\,200 \text{ mm}^4$ ，材料的 $\sigma - \varepsilon$ 曲线如图所示，弹性模量 $E = 210 \text{ GPa}$ ，试：

(1) 问随着载荷 F 的增大，哪根圆管先失效；

(2) 求结构能承受的极限载荷 F 。

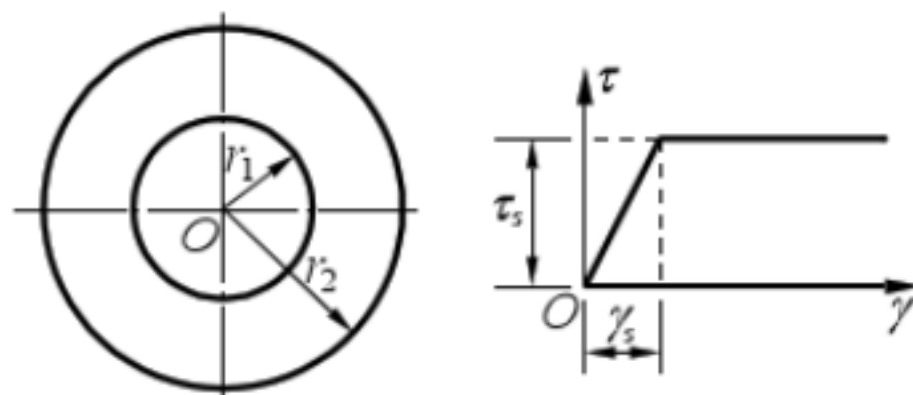


34. 对于均质梁、不同材料组合梁、材料拉压弹性模量不等梁、平面曲梁，在纯弯曲时横截面上中性轴的位置均由静力学关系式确定。试画出下列各情况下中性轴（水平方向）的位置，图中 C 为形心。图(a)为均质直梁弹性弯曲；图(b)为均质直梁全塑性弯曲；图(c)为异料组合梁弹性弯曲；图(d)为 $E^+ \neq E^-$ 时的弹性弯曲；图(e)为曲梁的弹性弯曲。



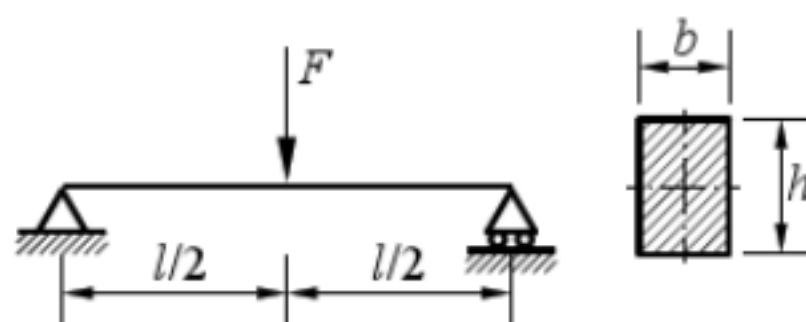
试题 17. 塑性极限分析

1. 图示空心圆截面杆，材料为理想弹塑性。设 $r_2 = 2r_1$ ，试求此圆截面杆外表面处开始屈服时的扭矩与整个横截面屈服时的极限扭矩之比。



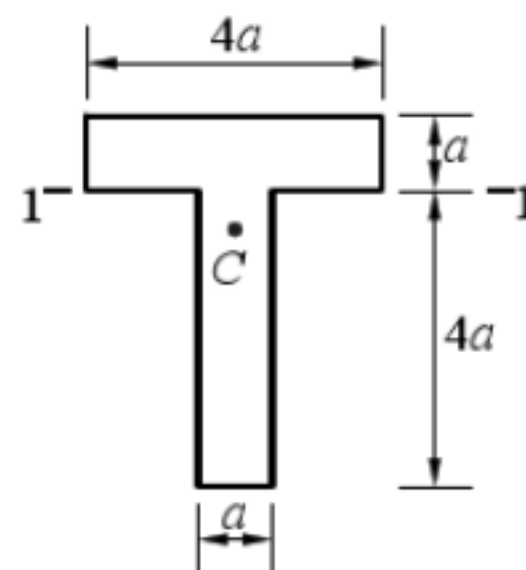
2. 图示理想弹塑性矩形截面梁，极限弯矩与弹性最大弯矩之比有四种答案：

(A) 3; (B) 2; (C) 1.5; (D) 1。

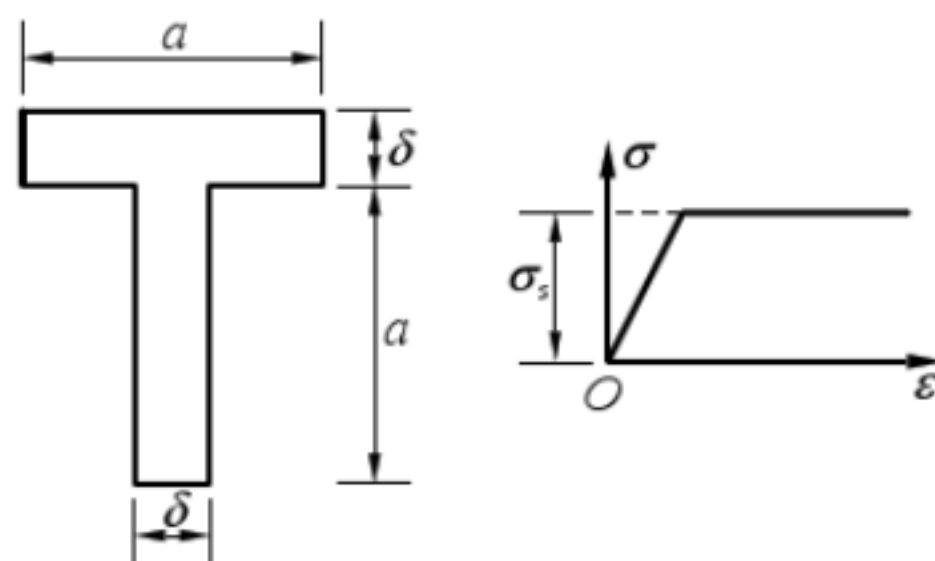


3. 图示 T 形截面梁，在对称面内纯弯曲。材料为低碳钢，可视作理想弹塑性。当截面内最大正应力进入材料的屈服极限后，继续加载，其中性轴位置有四种答案：

(A) 永过截面形心 C; (B) 从截面形心向上移;
(C) 从截面形心向下移; (D) 永过截面 1-1 线。

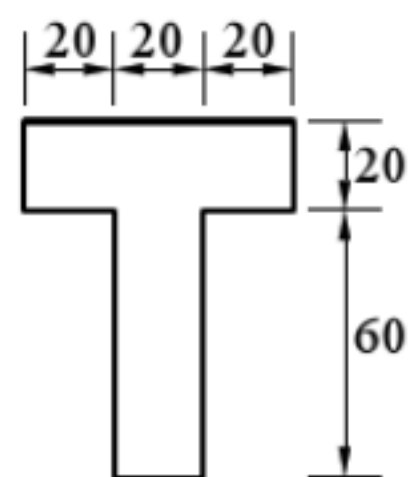


4. T 形横截面梁，在对称面内弯曲，设 $\delta \ll a$ ，材料为理想弹塑性，屈服应力为 σ_s 。试求梁的极限弯矩与刚出现塑性变形时的弯矩之比。



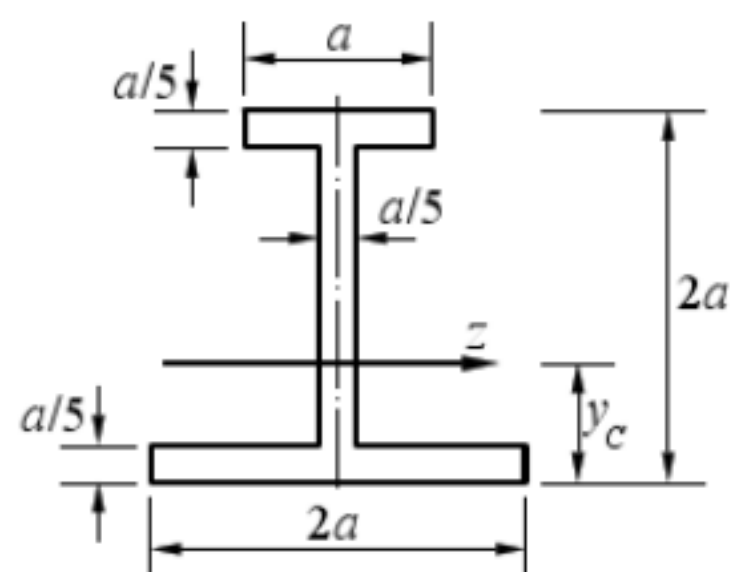
5. 图示 T 形横截面梁，材料为理想弹塑性，屈服应力 $\sigma_s = 240 \text{ MPa}$ 。试求梁的极限弯矩，及塑性弯曲截面系数

与弹性弯曲截面系数的比值。

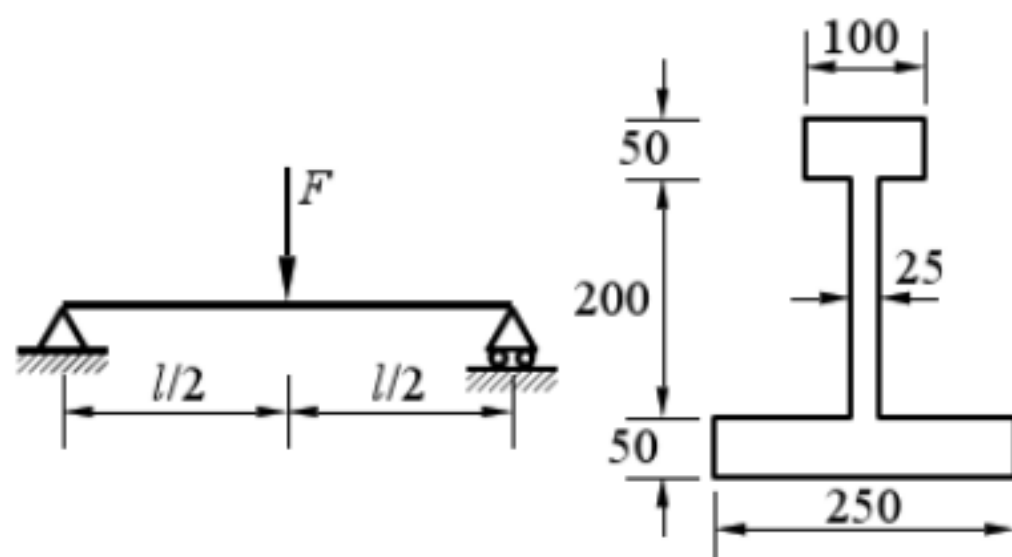


6. 梁的横截面如图所示，在对称面内纯弯曲。当截面完全进入塑性状态时，试求：

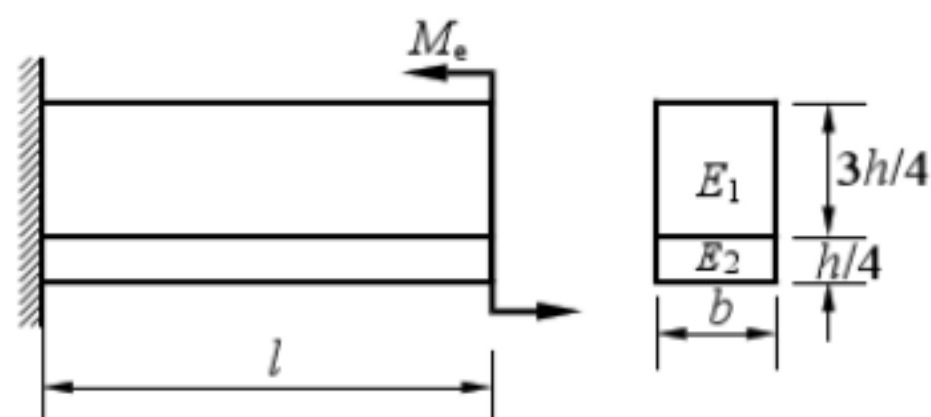
- (1) 截面中性轴 z 的位置；
- (2) 塑性弯曲截面系数 W_p 。



7. 工字形截面简支梁如图所示， $l = 4\text{ m}$ 。材料为理想弹塑性，屈服应力 $\sigma_s = 240\text{ MPa}$ ，安全因数 $n = 1.6$ 。试按极限弯矩确定许用载荷。



8. 矩形截面梁由两种理想弹塑性材料牢固粘合而成，如图所示。屈服应力 $\sigma_{s2} = 2\sigma_{s1}$ 。试求极限弯矩。



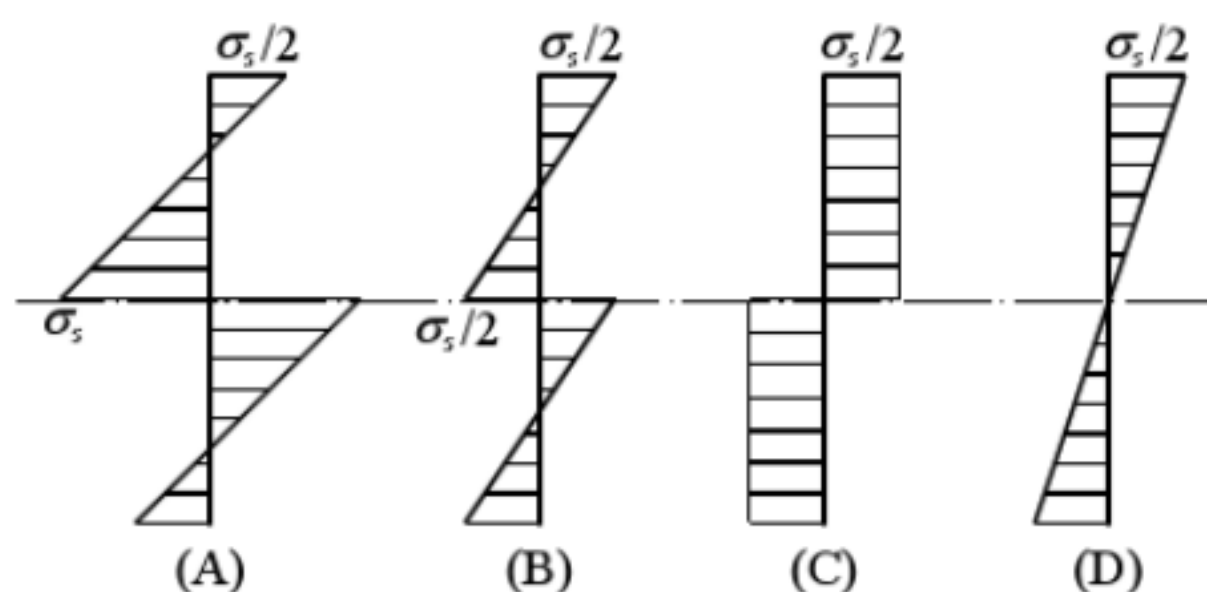
9. 对于理想弹塑性的实心圆杆，其屈服扭矩与极限扭矩之比有四种答案：

- (A) 1:2; (B) 3:4; (C) 2:3; (D) 4:5。

10. 关于塑性铰，有四种描述：

- (A) 塑性铰所在截面两侧两段梁的转动方向与极限弯矩的方向一致；
- (B) 塑性铰能够抵抗弯矩；
- (C) 当截面上的弯矩小于极限弯矩时，塑性铰的效应也就随之消失；
- (D) 一根梁上只能出现一个塑性铰。

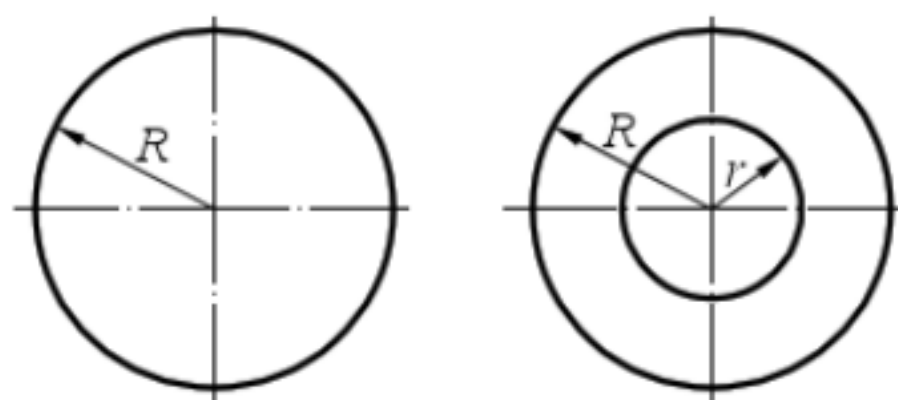
11. 材料为理想弹塑性的矩形截面简支梁，跨中点承受集中力，达到塑性极限载荷后，卸载，跨中截面的残余应力分布有四种答案：



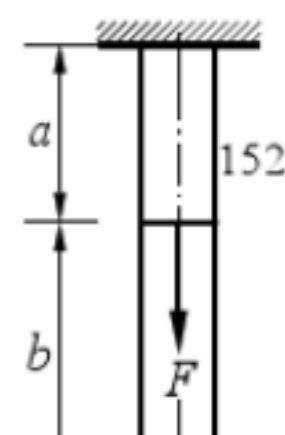
12. 静定梁的塑性极限载荷应满足下列三个条件：(1)在静力学上，满足_____；(2)梁各横截面的弯矩值均小于或等于_____；(3)结构将成为具有_____个自由度的破坏机构。

13. 梁在平面弯曲时，若处于线弹性阶段，则横截面的中性轴必定通过_____，若截面达到完全塑性，且材料为理想弹塑性，则此时横截面的中性轴必定_____。

14. 由理想弹塑性材料制成的实心 and 空心圆轴分别如图所示，材料为理想弹塑性，屈服应力为 τ_s ，则实心圆轴的塑性极限扭矩为_____；空心圆轴的塑性极限扭矩为_____。

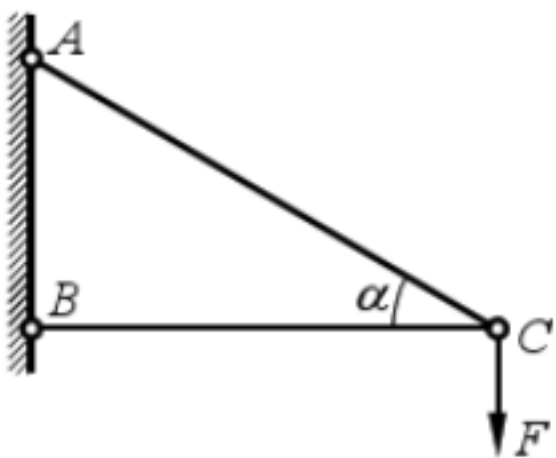


15. 超静定杆受力如图所示，横截面面积为 A ，设 $a < b$ 。材



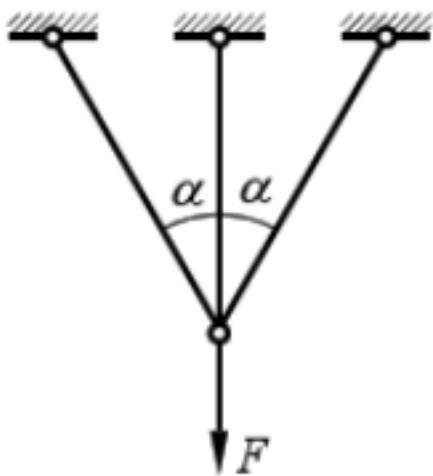
料为理想弹塑性，屈服应力为 σ_s ，则杆初始屈服时的载荷为 _____；杆完全屈服时的载荷为 _____。

16. 简单桁架如图所示，两杆的横截面面积均为 A ，材料为理想弹塑性，屈服应力为 σ_s ，则桁架的极限载荷为 _____。

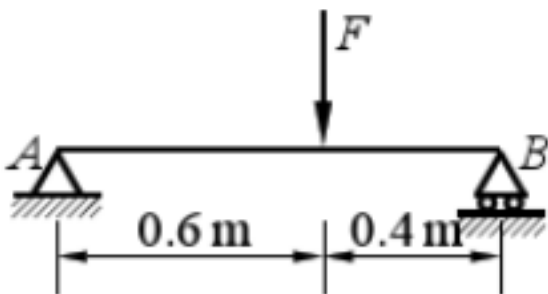


17. 塑性铰与真实铰的主要区别是： _____。

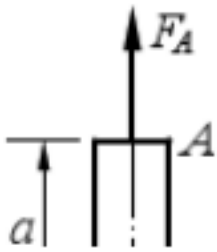
18. 超静定杆系受力如图所示，各杆的横截面面积均为 A ，材料为理想弹塑性，屈服应力为 σ_s 。试求杆系的屈服载荷 F_s 和塑性极限载荷 F_p 。



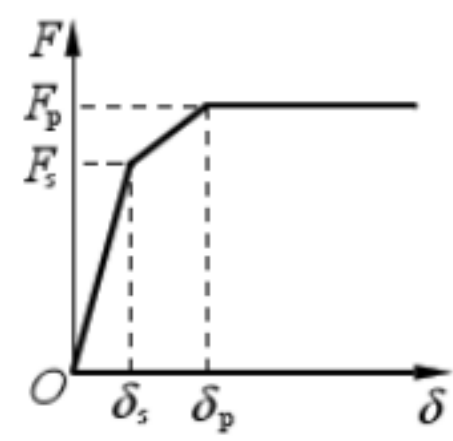
19. 简支梁受力如图，圆截面直径 $d = 20\text{ mm}$ ，塑性弯曲截面系数 $W_p = d^3 / 6$ ，材料为理想弹塑性，屈服应力为 $\sigma_s = 240\text{ MPa}$ 。试求梁的塑性极限载荷 F_p 。



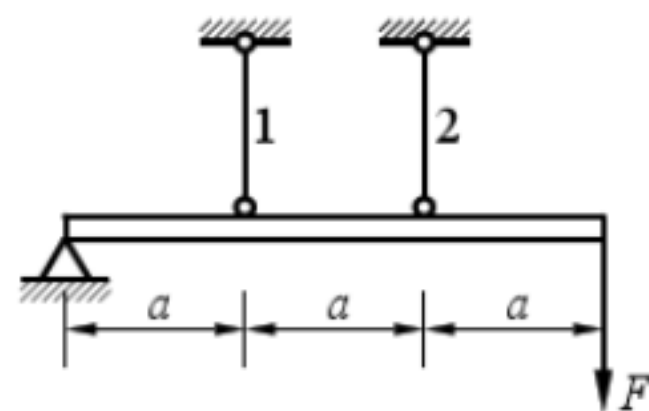
20. 超静定杆受力如图所示，横截面面积为 A ，设 $a < b$ ，材料为理想弹塑性，弹性模量为 E ，屈服应力为 σ_s 。试作截面 C 的轴向



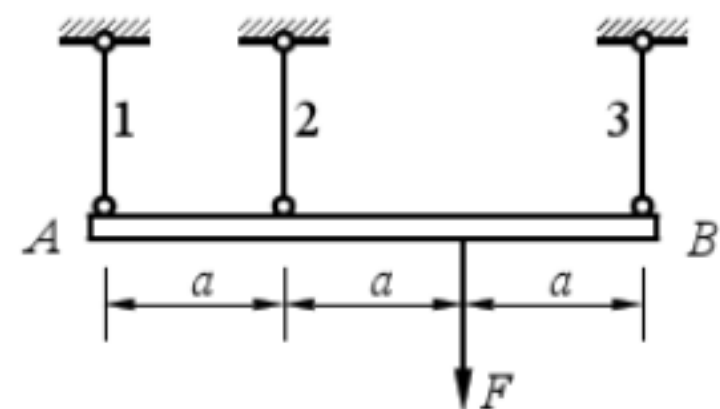
位移 δ 和载荷 F 间的关系曲线。



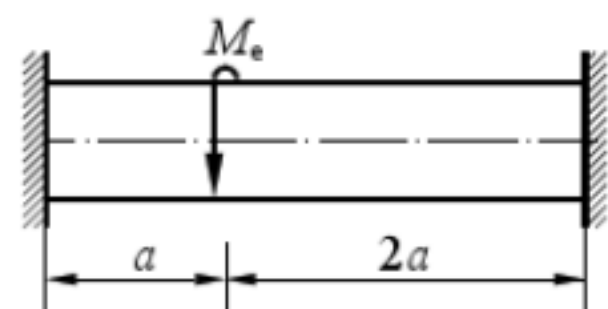
21. 图示结构的水平杆为刚性杆，杆 1、2 由同一理想弹塑性材料制成，屈服应力为 σ_s ，横截面面积均为 A 。试求初始屈服时的屈服载荷 F_s 和完全屈服时的塑性极限载荷 F_p 。



22. 图示超静定结构的水平杆 AB 为刚性杆，杆 1、2 和 3 由同一理想弹塑性材料制成，屈服应力为 σ_s ，横截面面积分别为 A_1 、 A_2 和 A_3 ，且 $A_1 = A_3 = A$ ， $A_2 = 2A$ 。试求塑性极限载荷 F_p 。



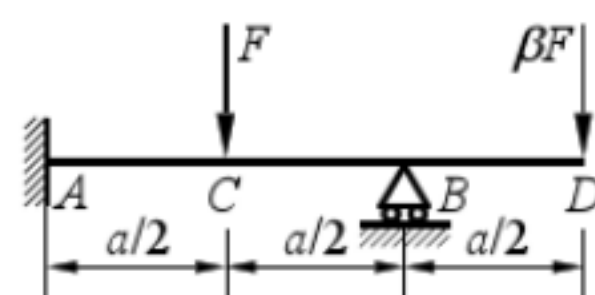
23. 图示两端固定的圆截面杆，受力偶矩 M_e 作用，杆的直径 $d = 40\text{ mm}$ ，材料为理想弹塑性，屈服应力 $\tau_s = 100\text{ MPa}$ 。试求极限力偶矩。



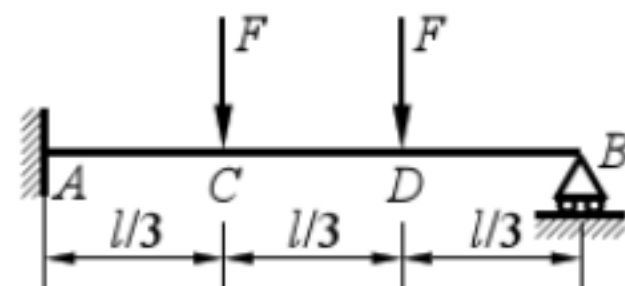
25. 圆轴的直径为 D ，材料为理想弹塑性，屈服应力为 τ_s 。在扭转达到极限状态后，卸载。试求轴的残余应力。

26. 图示梁在截面 C 和 D 上，分别承受集中力 F 和 βF ， $0 < \beta < 1$ 。材料为理想

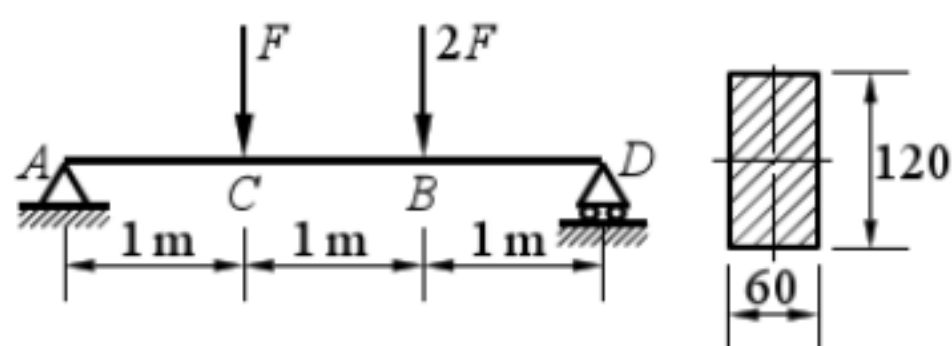
弹塑性，梁的塑性极限弯矩为 M_p 。试求极限载荷 F_p ， β 为何值时梁上总载荷的极限值最大。



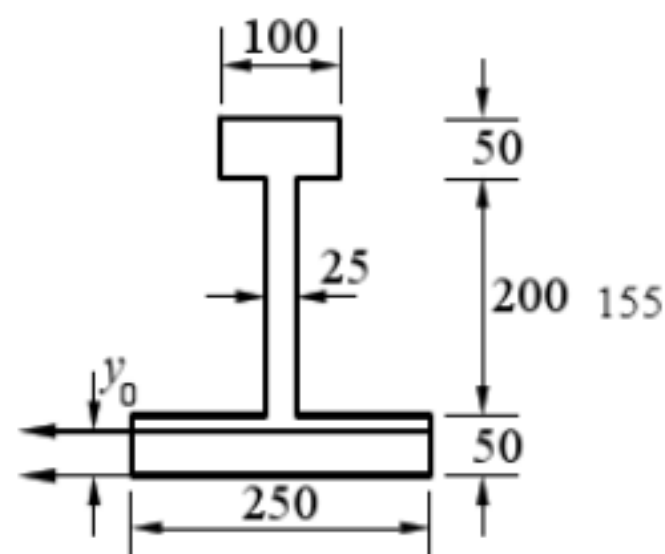
27. 图示梁左端固定，右端铰支，承受两个相等的集中力 F 。材料为理想弹塑性，梁的塑性极限弯矩为 M_p 。试求极限载荷 F_p 。

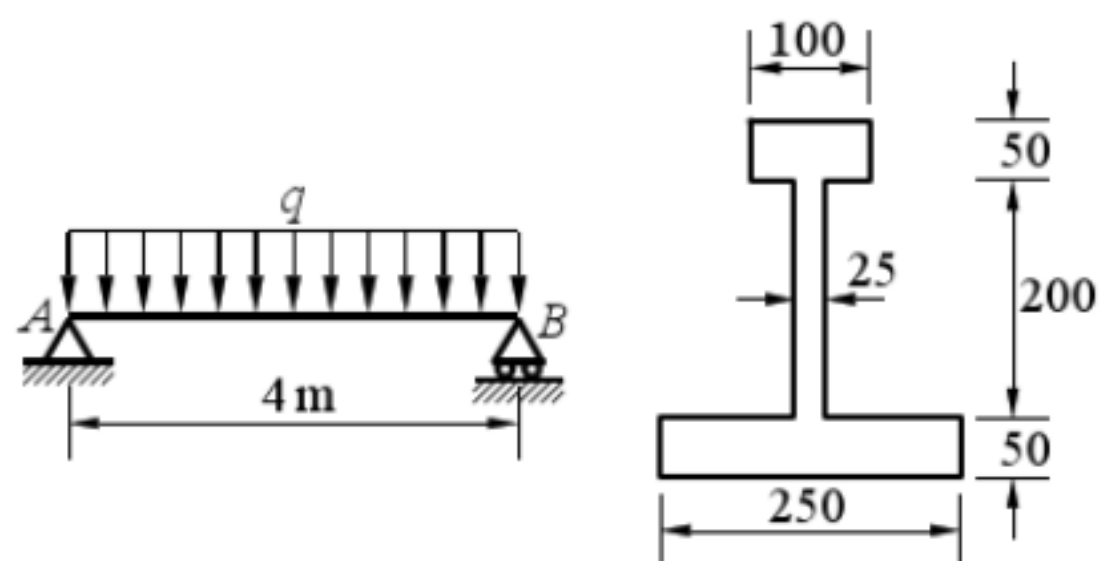


28. 矩形截面简支梁受力如图所示，材料为理想弹塑性，屈服应力 $\sigma_s = 235 \text{ MPa}$ 。试求极限载荷 F_p 。



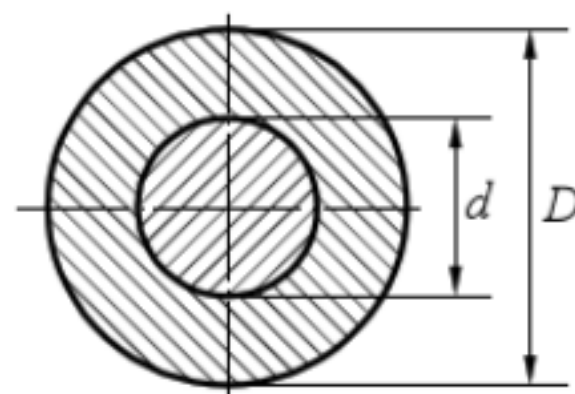
29. 受均布载荷作用的简支梁，截面形状和尺寸如图所示。材料为理想弹塑性，屈服应力为 $\sigma_s = 235 \text{ MPa}$ 。试求极限载荷 q_p 。



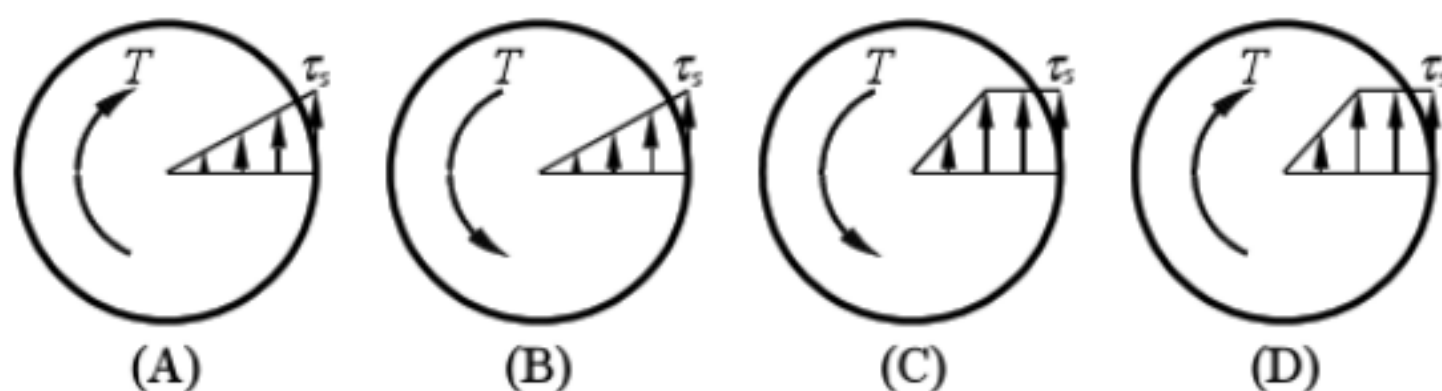


30. 矩形截面梁的高为 h 、宽为 b ，横截面上的弯矩为 M ，处于弹塑性状态，即 $M_s < M < M_p$ 。材料为理想弹塑性，弹性模量为 E ，屈服应力为 σ_s 。试求梁的曲率半径 ρ 。

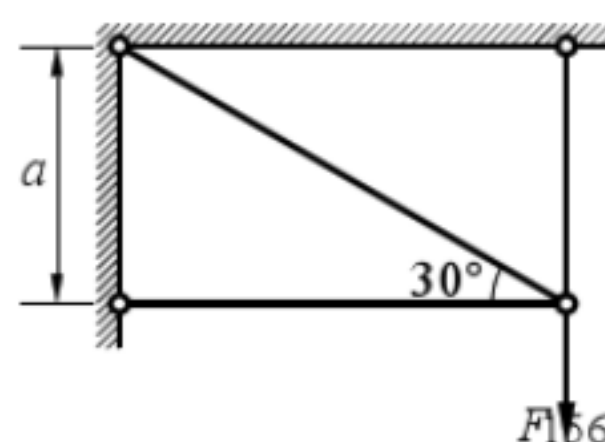
31. 种理想弹塑性材料牢固粘合而成，如图所示，其芯部和外部材料的屈服应力分别为 τ_{s1} 和 τ_{s2} ，切变模量分别为 G_1 和 G_2 。圆轴的塑性极限扭矩为_____。



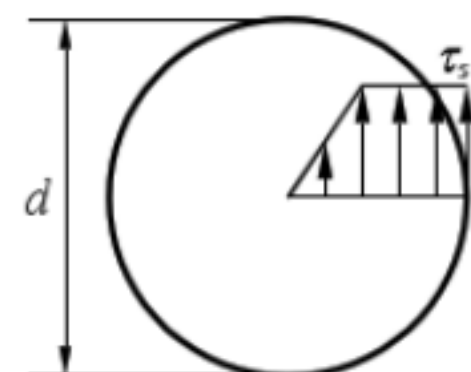
32. 性材料的实心圆轴扭转，当扭矩 T 超过屈服扭矩 T_p 时，横截面上切应力沿半径方向的分布有下列四种答案：



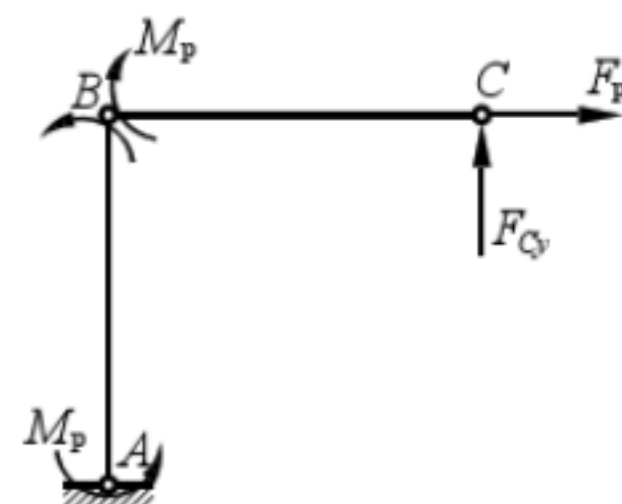
33. 系受力如图所示，各杆的横截面面积均为 A ，材料为理想弹塑性，屈服应力为 σ_s 。试求杆系的塑性极限载荷 F_p 。



34. 的直径为 d ，横截面上的扭矩为 T ，处于理想弹塑性状态，即 $T_s < T < T_p$ 。材料为理想弹塑性，屈服应力为 τ_s ，切变模量为 G 。试求圆轴的单位长度扭转角。



35. 性材料制成的刚架如图所示，水平与铅直杆的截面积相同，极限弯矩为 M_p 。试求刚架的极限载荷。



36. 一次超静定桁架，材料为理想弹性塑性。在外力作用下，桁架的一根杆件进入塑性状态前后，计算各杆内力方法的最主要区别是_____。

37. 圆轴扭转时的屈服扭矩是指_____。

38. 由理想弹塑性材料制成的矩形截面简支梁，中点处承受横向集中力，当梁中间截面弯矩达到极限弯矩时，横截面上塑性区高度随轴向坐标的变化形式有四种答案：

- (A)直线； (B)抛物线； (C)三次曲线； (D)不确定。

