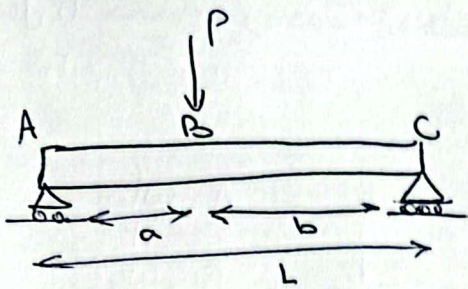


فصل ششم تحلیل تیرها : (تحلیل تیرها) رسم نمودار نیروی برشی و گشت آه خنثی

مثال ۱

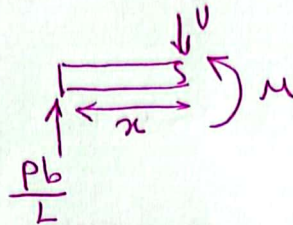
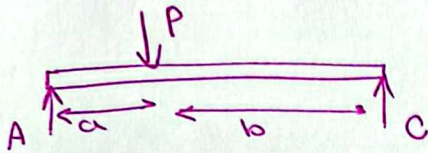


$$\sum M_C = 0 \quad LA - bP = 0 \quad A = \frac{Pb}{L}$$

$$\sum M_A = 0 \quad LC - aP = 0 \quad C = \frac{Pa}{L}$$

برای $0 < x < a$ A تا B

در این مسئله ابتدا باید گام ها را به دست می آوریم

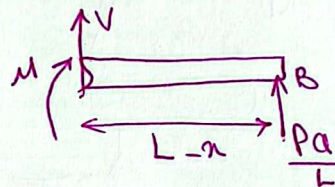
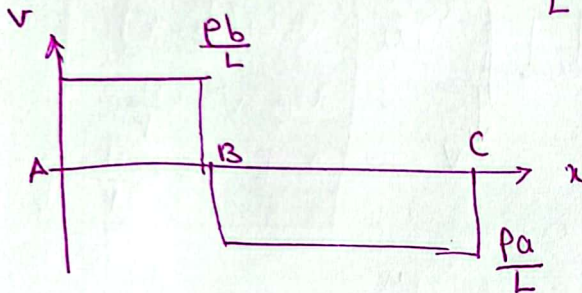


$$\sum F_y = 0 \quad V = \frac{Pb}{L}$$

$$\sum M_x = 0 \quad M - \frac{Pb}{L}x = 0 \quad M = \frac{Pbx}{L}$$

$$\begin{aligned} x=0 \quad M=0 \\ x=a \quad M = \frac{Pba}{L} \end{aligned}$$

برای $a < x < L$ B تا C



$$\sum F_y = 0 \quad V + \frac{Pa}{L} = 0 \quad V = -\frac{Pa}{L}$$

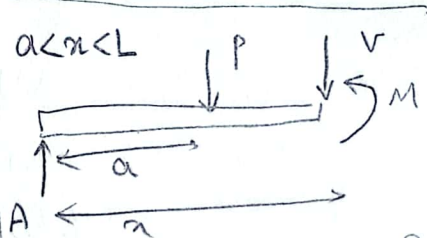
$$\sum M_x = 0 \quad -M + \frac{Pa}{L}(L-x) = 0$$

$$M = \frac{Pa(L-x)}{L}$$

$$\begin{aligned} \text{at } B \quad x=a \quad M = \frac{Pa(L-a)}{L} \\ M = \frac{Pab}{L} \end{aligned}$$

$$x=L \quad M=0$$

رسم دوم: ادامه از میانه



$$\sum M = 0 \quad -\frac{Pb}{L}x + P(x-a) + M = 0$$

$$M = \frac{Pb}{L}x - Px + Pa \Rightarrow x=a \quad M = \frac{Pb}{L}a - Pa + Pa$$

$$M = \frac{Pba}{L}$$

$$x=L \quad M = \frac{Pb}{L}L - PL + Pa$$

$$M = Pb + Pa - PL = -\frac{P(a+b)}{L}$$

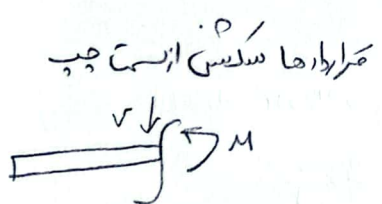
گام اول: به دست آوردن نیروهای میانه

گام دوم: انتخاب سکشن های درست

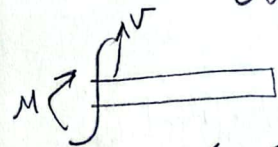
گام سوم: رسم دیاگرام ساده نیروها

گام چهارم: رسم نمودار نیروی برشی

از مساحت زیر نمودار نیروی برشی می توانیم نیروهای گشت آه خنثی را حساب کنیم

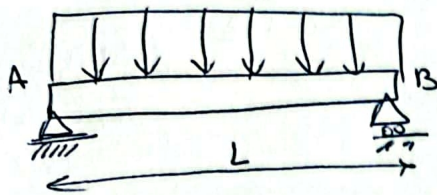


سکشن راست

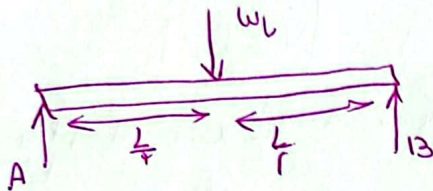


سکشن چپ
سکشن راست
سکشن میانه

مثال ۲) تحلیل پیرتخت بارگذاری (درسم نمودار نیروی برشی و گشت آرد خشی)
تبدیل بارگذاری یکنواخت به نرغال (یکنواخت) $w \times L = wL \text{ KN}$ در مرکز میل

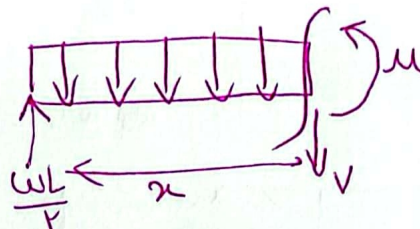


$$\begin{aligned} \uparrow M_B = 0 \quad -AL + wL \cdot \frac{L}{2} &= 0 \quad A = \frac{wL}{2} \\ \uparrow M_A = 0 \quad BL - wL \cdot \frac{L}{2} &= 0 \quad B = \frac{wL}{2} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 \quad \frac{wL}{2} - wx - V &= 0 \\ V &= w(\frac{L}{2} - x) \end{aligned}$$

$$0 < x < L$$

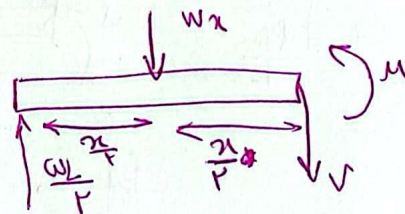


$$\begin{aligned} V &= w(\frac{L}{2} - x) \\ x=0 \quad V &= \frac{wL}{2} \\ x=L \quad V &= -\frac{wL}{2} \end{aligned}$$

$$\uparrow \sum M = 0 \quad -\frac{wL}{2}x + wx \cdot \frac{x}{2} + M = 0$$

$$M = \frac{w}{2} (Lx - x^2)$$

$$M = \frac{w}{2} x (L - x)$$

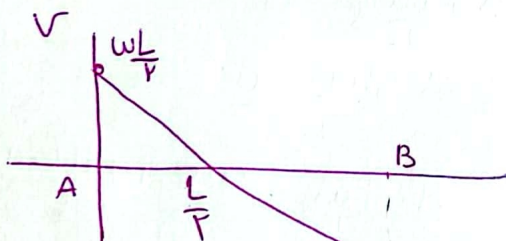
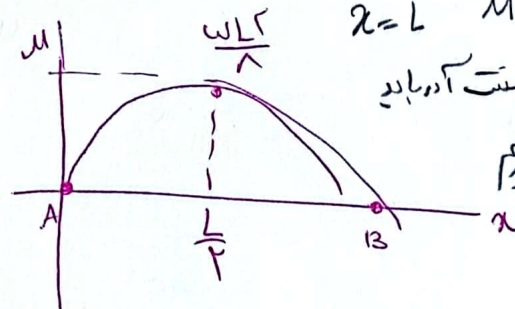


$$M = \frac{w}{2} (Lx - x^2)$$

$$x=0 \quad M=0$$

$$x=L \quad M=0$$

برای محاسبه گشت بیشترین گشت آرد باید از نقطه مشتق بگیریم



راه حل دوم برای محاسبه ماکزیمم گشت آرد

$$m = -\frac{w}{2}x^2 + \frac{wL}{2}x$$

$$x = -\frac{b}{2a} = \frac{\frac{wL}{2}}{w} = \frac{L}{2}$$

بارگذاری $x = \frac{L}{2}$ در M خواهیم داشت

$$M = \frac{wL^2}{8}$$

$$m = \frac{w}{2} (Lx - x^2)$$

$$\dot{m} = \frac{w}{2} (L - 2x) = 0$$

$$M = \frac{w}{2} L (L - \frac{L}{2}) = \frac{wL^2}{8}$$

محاسبه گشت و ماکزیمم

$$x = \frac{L}{2}$$

مأم اول: تبدیل بارگذاری یکنواخت به بارگذاری نرغال (نقطه ای) در بارگذاری یکنواخت با حاصل ضرب بار در طول میل و جایگزینی آن در مرکز سفل میل بارگذاری نرغال انجام داده ایم.

مأم دوم: به دست آوردن نیروهای تکیه گاهی و رسم دیاگرام

مأم سوم: انتخاب شکست مناسب و رسم نمودار نیروی برشی مساحت زیر نمودار این نمودار به ما تیلر یا گشت آرد خشی می دهد.

مأم چهارم: چون بارگذاری یکنواخت است نمودار نیروی برشی تابع درجه اول خواهد شد به تبع نمودار گشت آرد خشی درجه دوم خواهد شد برای محاسبه ماکزیمم گشت آرد در این حالت باید از M مشتق گرفته و برابر صفر قرار دهیم.

مثال ۳) نمودار نیروی برشی و گشت آرماتور کششی و تیر را تحلیل کن

تحلیل نمودار نیروی برشی و گشت آرماتور کششی
(۱) تیر را بریده ایم

$$\sum M_B = 0$$

$$-R_A \times 4 + 3 \times 4 + 1.5 \times 4 = 0 \Rightarrow R_A = 4 \text{ kN}$$

$$R_A = 4 \text{ kN}$$

$$A \rightarrow C \quad V = 4 \text{ kN}$$

$$C \rightarrow D \quad V = -4 \text{ kN}$$

$$D \rightarrow E \quad V = -4$$

$$E \rightarrow B \quad V = -4 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0$$

(۲) تیر را بریده ایم

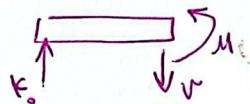
$$-1.5 \times 4 - 3 \times 4 + 1.5 \times 4 + R_B \times 4 = 0$$

$$R_B = 4 \text{ kN}$$

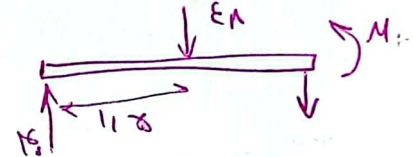
$$\text{در نقطه C} \quad \sum M_i = 0 \quad M - 1.5 \times 4 = 0$$

$$M_C = 4 \text{ kN.m}$$

$$\sum F_c = 0 \quad V = 4 \text{ kN}$$



$$\sum M_i = 0$$



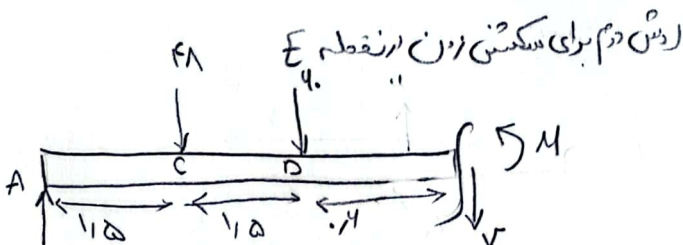
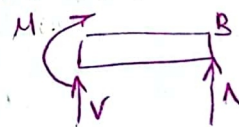
$$\sum M_i = 0 \quad -3 \times 4 + 1.5 \times 4 + M_B = 0$$

$$\sum F_D = 0 \quad 4 - 4 - V = 0 \quad V = -4 \text{ kN} \quad M = 4 \text{ kN.m}$$

$$\text{در نقطه E} \quad \sum M_i = 0 \quad \sum F_c = 0 \quad V = -4 \text{ kN}$$

$$-M + 4 \times 1 = 0$$

$$M = 4 \text{ kN.m}$$



$$V_{max} = 4 \text{ kN}$$

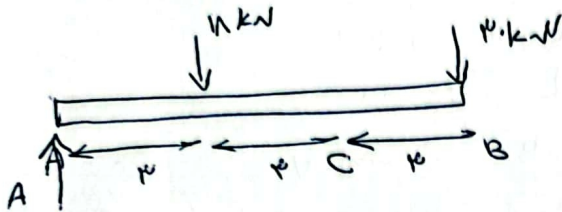
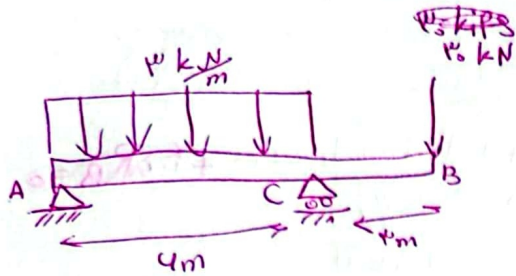
$$M_{max} = 4 \text{ kN.m}$$

$$\sum F_c = 0 \quad 4 - 4 - 4 - V = 0 \quad V = -4 \text{ kN}$$

$$E \quad \sum M_i = 0 \Rightarrow -4 \times 3.5 + 4 \times 1.5 + 4 \times 1 + M = 0 \quad M = 4 \text{ kN}$$

$$\sum M_i = 0 \Rightarrow M = 0$$

مسئله ۴) مقدار نیروی برشی و گشتاور را نسبت به پیر را تحلیل کن



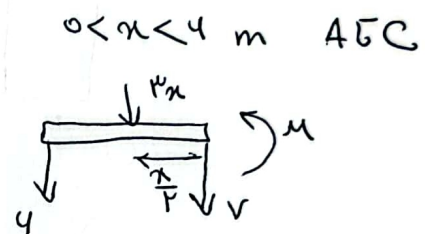
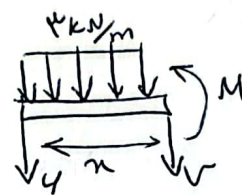
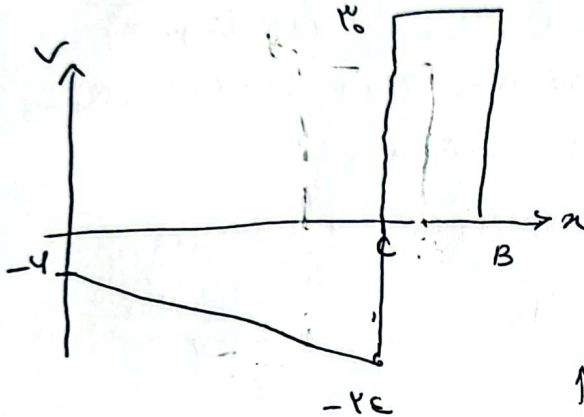
$$\sum M_C = 0 \quad -4A + 10 \times 11 - 3 \times 4 \times 2 = 0$$

$$A = 4 \text{ kN}$$

نیروی تکیه گاه

$$\sum M_A = 0 \quad 4C - 10 \times 11 - 9 \times 2 = 0$$

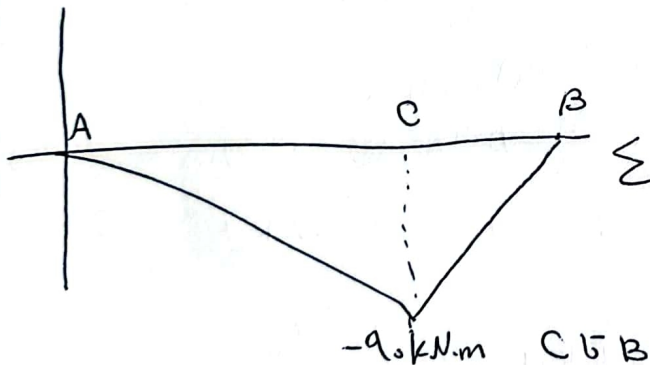
$$C = 24 \text{ kN}$$



$$\uparrow \sum F_y = 0$$

$$-4 + 3x - V = 0 \quad x=0 \quad V=-4$$

$$V = -4 - 3x \quad x=4 \quad V=-24$$

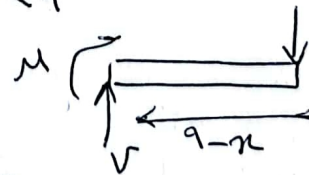


$$\sum M_x = 0 \quad -4x - (3x)(\frac{x}{2}) - M = 0$$

$$M = -4x - 1.5x^2$$

$x=0 \quad M=0$
 $x=4 \quad M = -4 \times 4 - 1.5(16) = -9 \text{ kN.m}$
 $M = 9 \text{ kN.m}$

$$4 < x < 9$$



$$\sum F_y = 0 \quad V - 10 = 0 \quad V = 10 \text{ kN}$$

$$\sum M = 0 \quad -M - (9-x)(10) = 0$$

$$M = 10x - 90$$

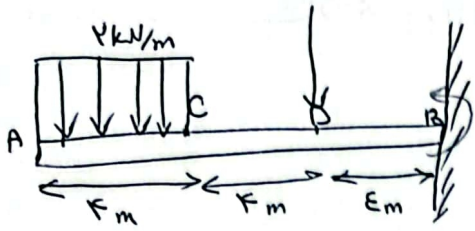
$x=4 \quad M = 10 \times 4 - 90 = -90 \text{ kN.m}$
 $x=9 \quad M = 10 \times 9 - 90 = 0$

$$V_{max} = 10 \text{ kN} \quad x=9 \quad 10 - 10 = 0$$

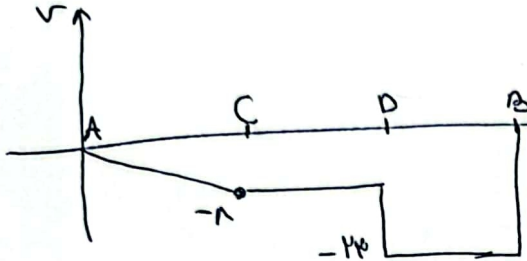
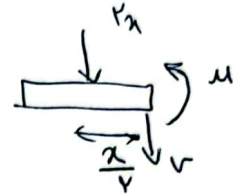
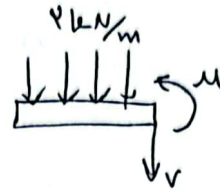
$$M_{max} = 9 \text{ kN.m}$$

مثال ۵) نمودار گشت آرد و فیوزی بر روی رابنه سیر را تعیین کن

۱۵ kN



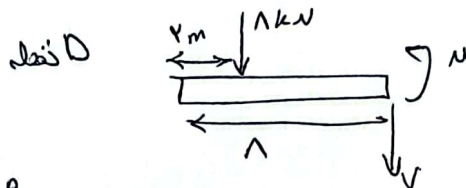
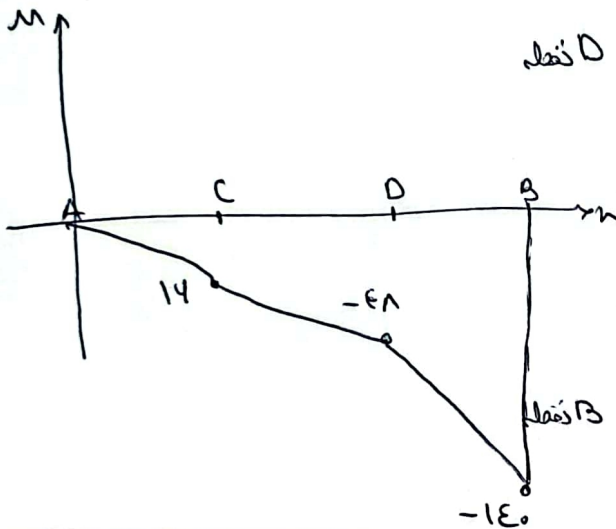
A-C
 $0 < x < 4$



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow -V - 2x = 0 \Rightarrow V = -2x$$

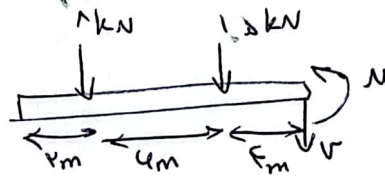
$$\sum M = 0 \Rightarrow M + (2x)(\frac{x}{2}) = 0 \Rightarrow M = -x^2$$

at C $\Rightarrow V = -8 \text{ kN}, M = -14 \text{ kN}\cdot\text{m}$



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow -8 - V = 0 \Rightarrow V = -8 \text{ kN}$$

$$\sum M = 0 \Rightarrow 8 \times 2 - M = 0 \Rightarrow M = -16 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



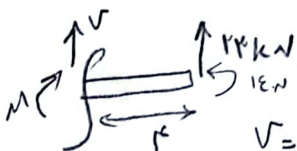
$$\sum F_y = 0 \Rightarrow -8 - 16 - V = 0 \Rightarrow V = -24 \text{ kN}$$

$$\sum M = 0 \Rightarrow -8 \times 2 - 16 \times 4 - M = 0 \Rightarrow M = -14 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

زگانی که در نقطه B جیم طلب باشد جای
نظری های کلیه های گشت آرد فیوزی اینجا می شود

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow 8 + 16 = V_B$$

$$V_B = 24 \text{ kN}$$



$$V = -24 \text{ kN}$$

$$M =$$

$$\sum M = 0$$

$$-8 \times 2 - 16 \times 4 + M_B = 0 \Rightarrow M_B = 14 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

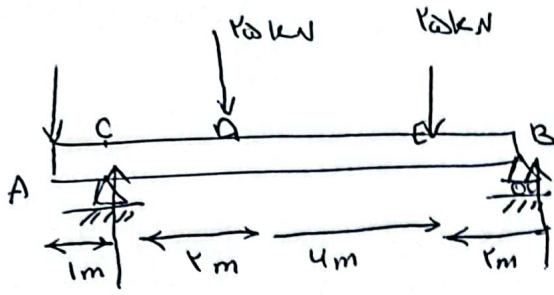
$$V = 24 \text{ kN}$$

$$V_{\max} = 14 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ردیف در

یہ ترین در خانہ : یٹر ایو را حاصل تحلیل کن

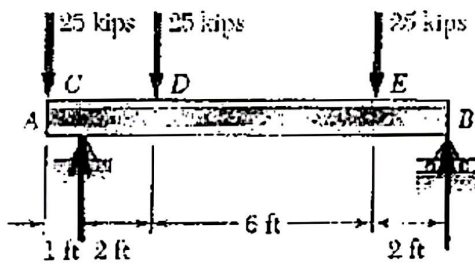
نمودار نیروی برشی و گشتاور خمشی آن را رسم کن



۲۲

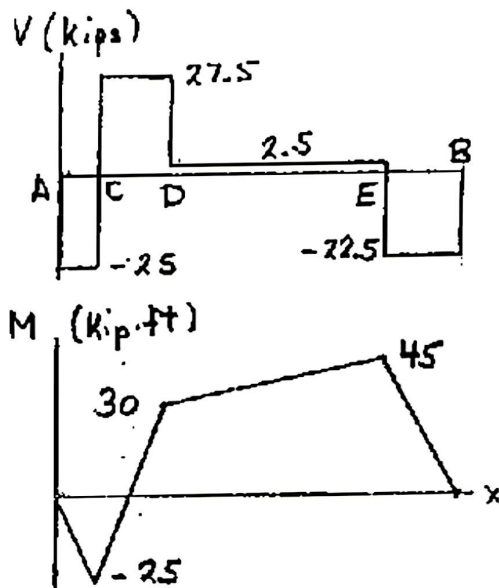
Problem 5.21

5.21 and 5.22 Draw the shear and bending-moment diagrams for the beam and loading shown and determine the maximum normal stress due to bending.



$$\begin{aligned} \sum M_B &= 0 \\ (11)(25) - 10C + (8)(25) + (2)(25) &= 0 \\ C &= 52.5 \text{ kips} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_C &= 0 \\ (1)(25) - (2)(25) - (8)(25) + 10B &= 0 \\ B &= 22.5 \text{ kips} \end{aligned}$$

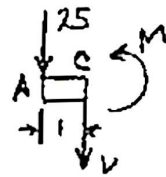


Shear

$$\begin{aligned} A \text{ to } C^- & V = -25 \text{ kips} \\ C^+ \text{ to } D^- & V = 27.5 \text{ kips} \\ D^+ \text{ to } E^- & V = 2.5 \text{ kips} \\ E^+ \text{ to } B & V = -22.5 \text{ kips} \end{aligned}$$

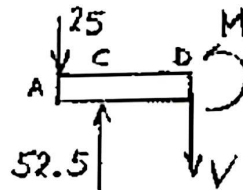
Bending moments

At C



$$\begin{aligned} \sum M_C &= 0 \\ (1)(25) + M &= 0 \\ M &= -25 \text{ kip}\cdot\text{ft} \end{aligned}$$

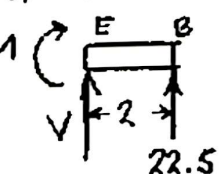
At D



$$\begin{aligned} \sum M_D &= 0 \\ (3)(25) - (2)(52.5) + M &= 0 \end{aligned}$$

$$M = 30 \text{ kip}\cdot\text{ft}$$

At E



$$\sum M_E = 0$$

$$-M + (2)(22.5) = 0$$

$$M = 45 \text{ kip}\cdot\text{ft}$$

$$\max |M| = 45 \text{ kip}\cdot\text{ft} = 540 \text{ kip}\cdot\text{in}$$