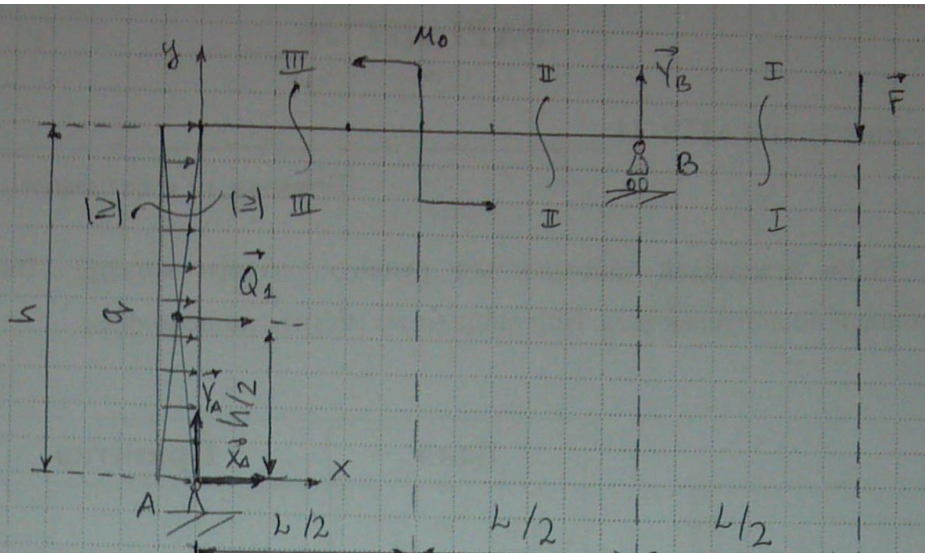
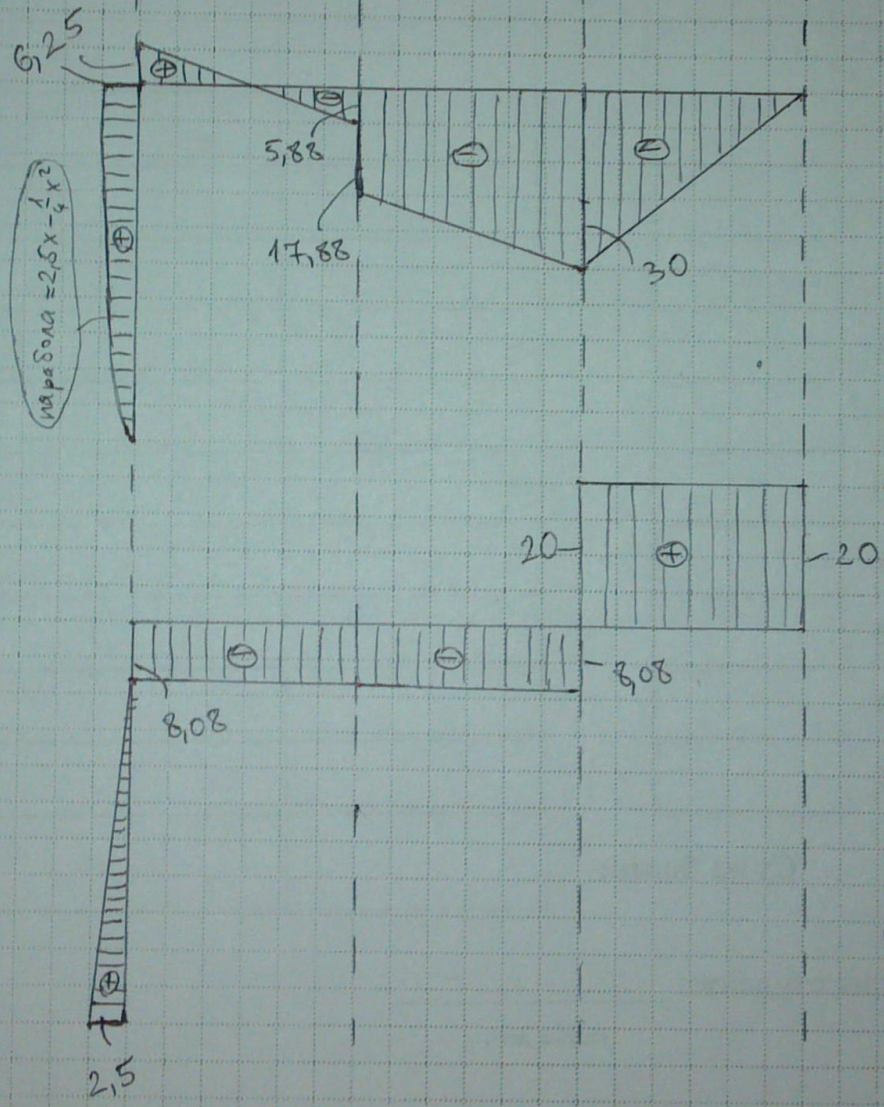
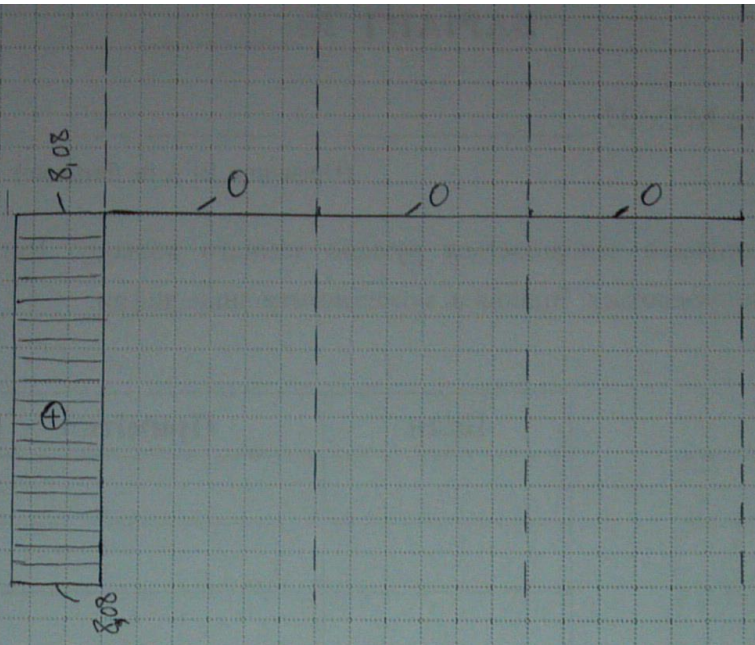
Дано:

$L = 3$ м
$h = 5$ м
$F = 20$ кН
$q = 0{,}5$ кН/м
$M_0 = 12$ кН·м

Эпюры:
M, Q, N.







(N)

Сначала определим реакции в шарнирах A и B. Так как в т. A есть неподвижный шарнир, тогда его действие заменяем реакциями $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$. В точке B расположен подвижный шарнир, его действие заменяем реакцией $\vec{Y}_B$. Рассмотрим систему координат Axy.

Отметим, что:

$$Q_1 = q \cdot h = 0{,}5 \cdot 5 = 2{,}5 \text{ (кН)}.$$

Определим $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, $\vec{Y}_B$. Для этого сначала запишем векторное уравнение равновесия:

$$\vec{X}_A + \vec{Y}_A + \vec{Y}_B + \vec{Q}_1 + \vec{F} = 0.$$

В проекции на Ax и Ay будем иметь:

$$\begin{cases} X_A + Q_1 = 0, & (1) \\ Y_A + Y_B - F = 0, & (2) \end{cases}$$

Запишем уравнение моментов относительно точки A:

$$-Q_1 \cdot \frac{h}{2} + M_0 + Y_B \cdot \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{2}\right) - F \cdot \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{2} + \frac{L}{2}\right) = 0 \qquad (3)$$

С (1): $\boxed{X_A = -Q_1 = -2{,}5 \text{ (кН)}}$.

С (3):

$$\boxed{Y_B = \frac{1}{L} \cdot \left(\frac{1}{2} Q_1 h - M_0 + \frac{3L}{2} F\right)} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 3{,}5 \cdot 5 - 12 + \frac{3 \cdot 3}{2} \cdot 20\right) =$$

$$= 28{,}08 \text{ (кН)}$$

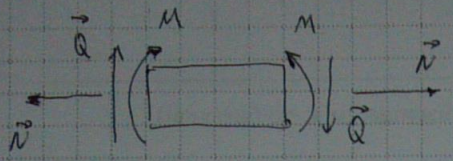
С (2):

$$\boxed{Y_A = F - Y_B = 20 - 28{,}08 = -8{,}08 \text{ (кН)}}.$$

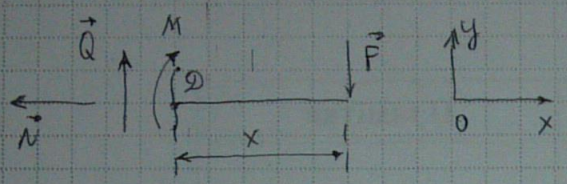
Приступим к построению эпюр.

Сделаем сечение I–I: $0 \le x \le b/2$.

Отметим, что положительные направления M, Q, N показаны на рисунке:



Тогда для сечения I–I:



В проекции на Ox и Oy будем иметь:

$$-N=0,$$
$$Q+(-F)=0.$$

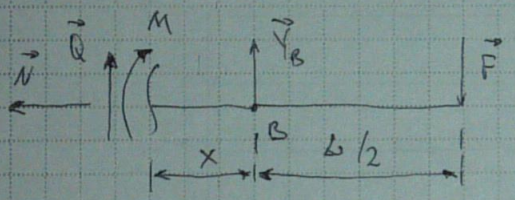
Запишем момент относительно точки D:

$$-M-F\cdot x=0.$$

Тогда:

$$N(x)=0,$$
$$Q(x)=F=20\ (кН);$$
$$M(x)=-F\cdot x=-20x\ (кН\cdot м);$$
$$M(0)=0;\quad M\left(\frac{b}{2}\right)=-20\cdot\frac{b}{2}=-20\cdot\frac{3}{2}=-30\ (кН\cdot м).$$

Сделаем сечение II–II: $0\le x\le b/2$.



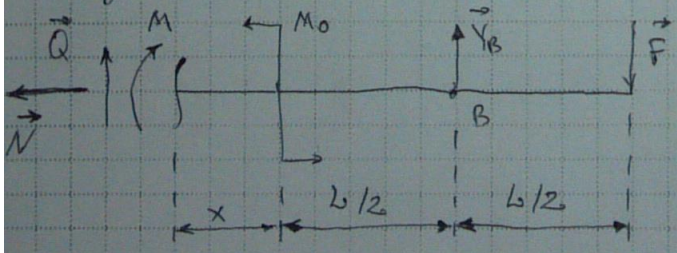
Тогда:

$$-N=0,$$
$$Q+Y_B-F=0,$$
$$-M+Y_B\cdot x-F\cdot\left(x+\frac{b}{2}\right)=0.$$

Тогда:

$$N(x)=0,$$
$$Q(x)=F-Y_B=20-28{,}08=-8{,}08\ (кН),$$
$$M(x)=Y_B\cdot x-F\cdot x-F\cdot\frac{b}{2}=28{,}08\cdot x-20\cdot x-20\cdot\frac{3}{2}=8{,}08x-30\ (кН\cdot м).$$
$$M(0)=-30\ кН\cdot м;$$
$$M\left(\frac{b}{2}\right)=8{,}08\cdot\frac{3}{2}-30\approx-17{,}88\ (кН\cdot м).$$

Сделаем сечение III–III: $0\le x\le b/2$.



Тогда:

$$-N=0,$$
$$Q+Y_B-F=0,$$
$$-M+M_0+Y_B\cdot\left(x+\frac{b}{2}\right)-$$
$$-F\cdot\left(x+\frac{b}{2}+\frac{b}{2}\right)=0.$$

Тогда:

$N(x) = 0$,

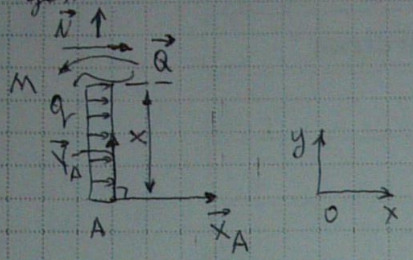
$Q(x) = F - Y_B = 20 - 8{,}08 = -8{,}08$ (кН).

$M(x) = M_0 + Y_B \cdot x + Y_B \cdot \frac{b}{2} - F \cdot x - F \cdot L = 12 + 28{,}08 \cdot x + 28{,}08 \cdot \frac{3}{2} -$

$- 20 \cdot x - 20 \cdot 3 = 8{,}08x - 5{,}88$ (кН·м).

$M(0) = -5{,}88$ кН·м; $M\left(\frac{b}{2}\right) = 8{,}08 \cdot \frac{3}{2} - 5{,}88 = 6{,}25$ (кН·м).

Сделаем сечение IV–IV: $0 \le x \le h$.



Тогда:

$X_A + q \cdot x + Q = 0$,

$Y_A + N = 0$,

$M + q \cdot x \cdot \frac{x}{2} + X_A \cdot x = 0$.

Тогда:

$N(x) = -Y_A = -(-8{,}08) = 8{,}08$ (кН).

$Q(x) = -X_A - q \cdot x = -(-2{,}5) - 0{,}5x = 2{,}5 - 0{,}5x$ (кН).

$Q(0) = 2{,}5$ кН; $Q(h) = 2{,}5 - 0{,}5 \cdot 5 = 0$ (кН).

$M(x) = -X_A \cdot x - \frac{1}{2} q x^2 = -(-2{,}5)x - \frac{1}{2} \cdot 0{,}5 x^2 = 2{,}5x - 0{,}25x^2$ (кН·м)

$M(0) = 0$ кН·м; $M(h) = 2{,}5 \cdot 5 - \frac{1}{4} \cdot 5^2 = 6{,}25$ (кН·м).

$\frac{dM}{dx} = 0 \Rightarrow 2{,}5 - 0{,}5x = 0 \Rightarrow x_1 = \frac{2{,}5}{0{,}5} = 5 = h$.

$M_{max} = M(5) = 6{,}25$ кН·м.

Строим эпюры изгибающих моментов $M(x)$, поперечных сил $Q(x)$ и продольных сил $N(x)$.

Ответ: $M_{max} = 30$ кН·м;

$Q_{max} = 20$ кН;

$N_{max} = 8{,}08$ кН.