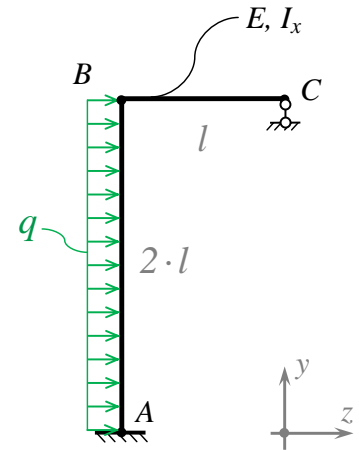


Дано: E, I_x, q, l .

Построить эпюру внутреннего изгибающего момента в плоской раме. Проверить полученное решение.



Решение (по пунктам конспекта L-01):

I. Вычисление степени статической неопределимости:

а) Количество внешних связей: $n_{\text{внеш.св.}} = 3 + 1 = 4$;

б) Количество внутренних связей: $n_{\text{внутр.св.}} = 3 \cdot K = 3 \cdot 0 = 0$;
 K – количество замкнутых контуров.

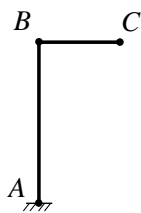
в) Степень статической неопределимости:

$$n = (n_{\text{внеш.св.}} + n_{\text{внутр.св.}}) - 3 = (4 + 0) - 3 = 1 .$$

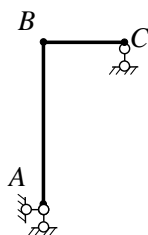
II. Раскрытие статической неопределимости:

а) Варианты основных и эквивалентных систем:

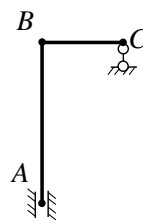
О.С. №1



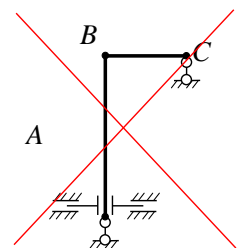
О.С. №2



О.С. №3

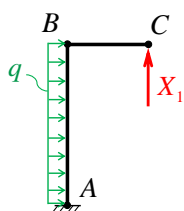


О.С. №4

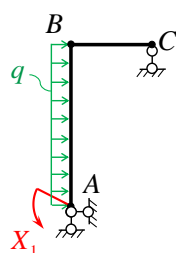


механизм

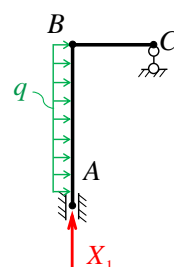
Э.С. №1



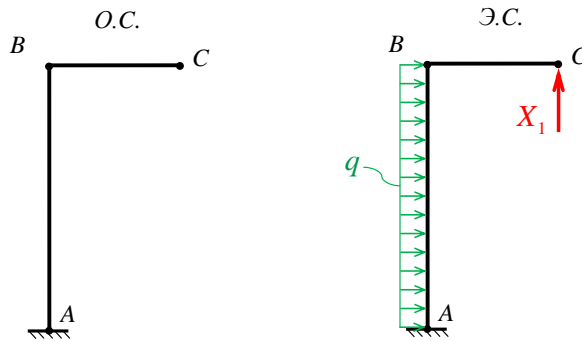
Э.С. №2



Э.С. №3

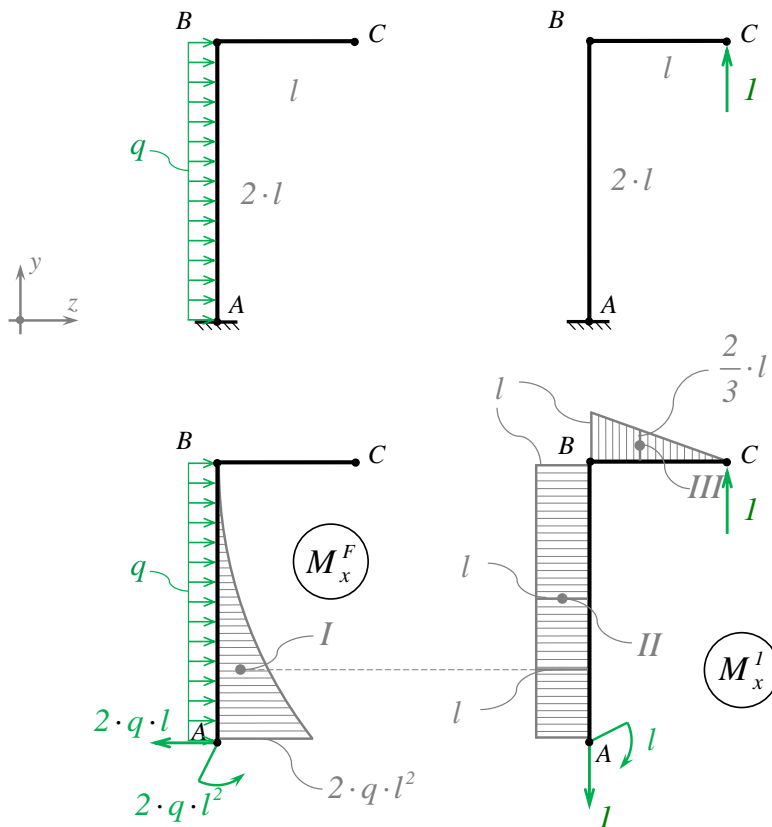


б) Выбираем первый вариант:



в) Система канонических уравнений: $X_1 \cdot \delta_{11} + \delta_{1F} = 0$

г) Коэффициенты канонических уравнений:



$$\delta_{11} = \frac{M^I \times M^I}{E \cdot I_x} = \frac{1}{E \cdot I_x} \cdot \left[(2l \cdot l) \cdot l + \left(\frac{1}{2} \cdot l \cdot l \right) \cdot \frac{2}{3} \cdot l \right] = \frac{7}{3} \cdot \frac{l^3}{E \cdot I_x} ;$$

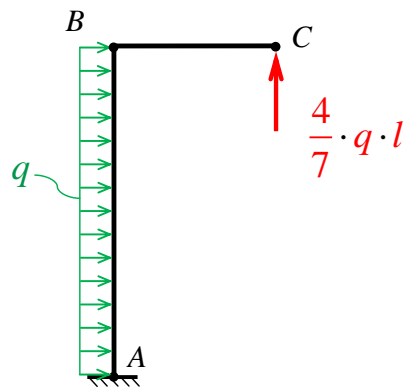
$$\delta_{1F} = \frac{M^I \times M^F}{E \cdot I_x} = \frac{1}{E \cdot I_x} \cdot \left[- \left(\frac{1}{3} \cdot 2l \cdot 2ql^2 \right) \cdot l \right] = - \frac{4}{3} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_x} .$$

д) Реакция избыточной связи:

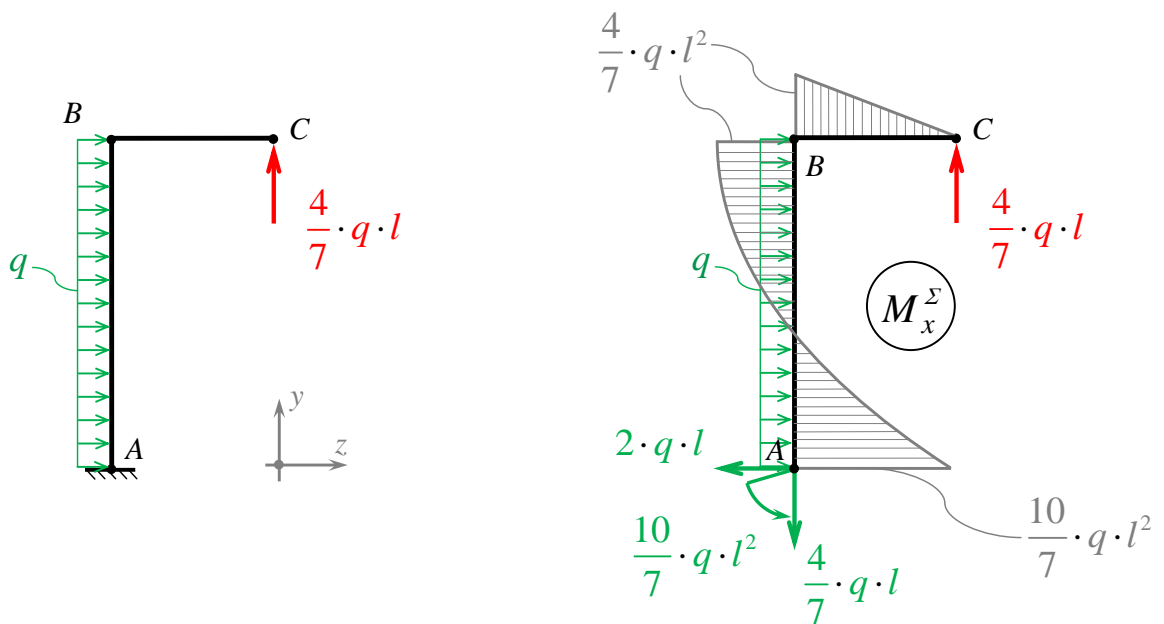
$$X_1 \cdot \delta_{11} + \delta_{1F} = 0$$

$$X_1 = -\frac{\delta_{1F}}{\delta_{11}} = \frac{4}{\beta} \cdot \frac{q \cdot l^{\cancel{*}}}{E \cancel{I_x}} \times \frac{\cancel{\beta}}{7} \cdot \frac{E \cancel{I_x}}{\cancel{\beta}} = \frac{4}{7} \cdot q \cdot l \quad .$$

е) Эквивалентная система:

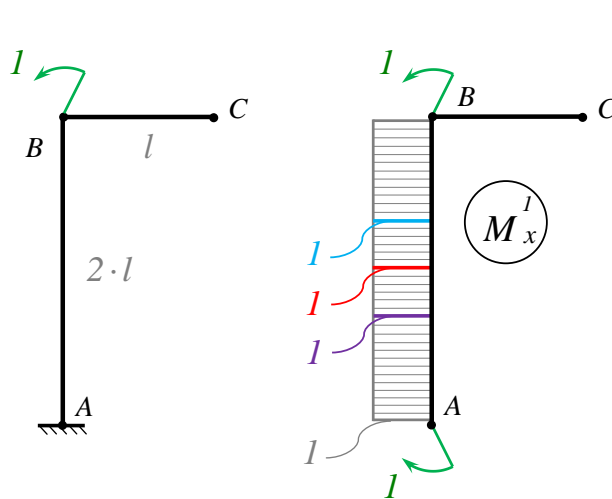
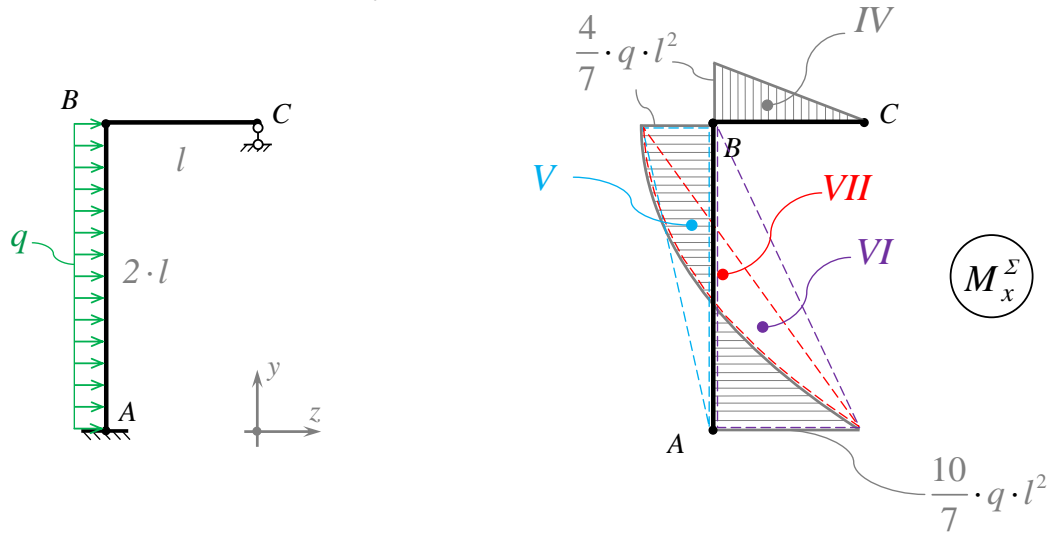


III. Завершаем решение задачи:

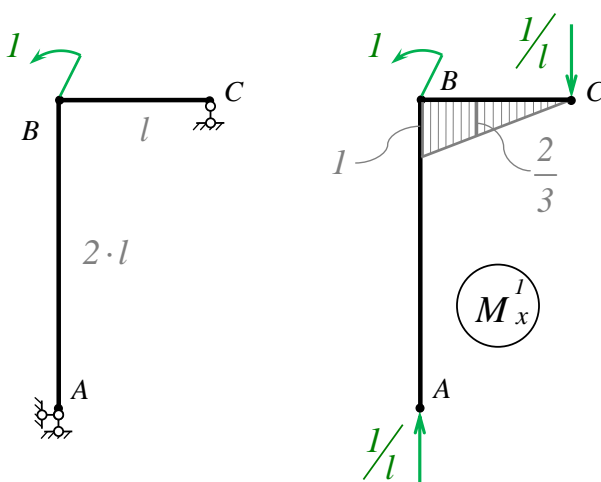


IV. Проверка правильности полученного решения (нахождение перемещения в разных основных системах):

Определим угловое смещение поперечного сечения, связанного с точкой B, используя основные системы №1 и №2.



$$\theta_B = \frac{M^\Sigma \times M^I}{E \cdot I_x} = \frac{1}{E \cdot I_x} \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 2l \cdot \frac{4}{7} ql^2 \right) \cdot I - \left(\frac{1}{2} \cdot 2l \cdot \frac{10}{7} ql^2 \right) \cdot I + \left(\frac{q \cdot (2 \cdot l)^3}{12} \right) \cdot I \right] = -\frac{4}{21} \cdot \frac{q \cdot l^3}{E \cdot I_x};$$



$$\theta_B = \frac{M^\Sigma \times M^I}{E \cdot I_x} = \frac{1}{E \cdot I_x} \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \cdot l \cdot \frac{4}{7} ql^2 \right) \cdot \frac{2}{3} I \right] = -\frac{4}{21} \cdot \frac{q \cdot l^3}{E \cdot I_x}.$$

$\theta_B = \theta$, значит суммарная эпюра M^Σ построена верно.