

**Министерство образования и науки Российской Федерации
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н.Э.
БАУМАНА
кафедра «Прикладная механика» (РК-5)**

**Домашнее задание №2
по дисциплине “Строительная механика”**

Вариант 13.

Выполнил:
Студент группы РК5-52Б
Приёмко К.С.

Проверил:
Преподаватель **Мясников В.Ю.**

Москва,
2019

Задача:

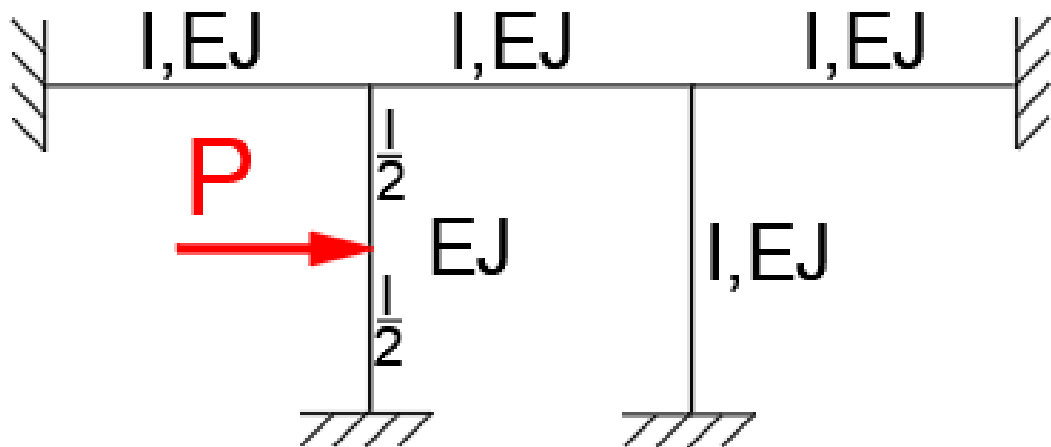
Рассчитать раму методом перемещений

1. Определить узловые перемещения
2. Построить суммарную эпюру изгибающих моментов

Порядок расчёта:

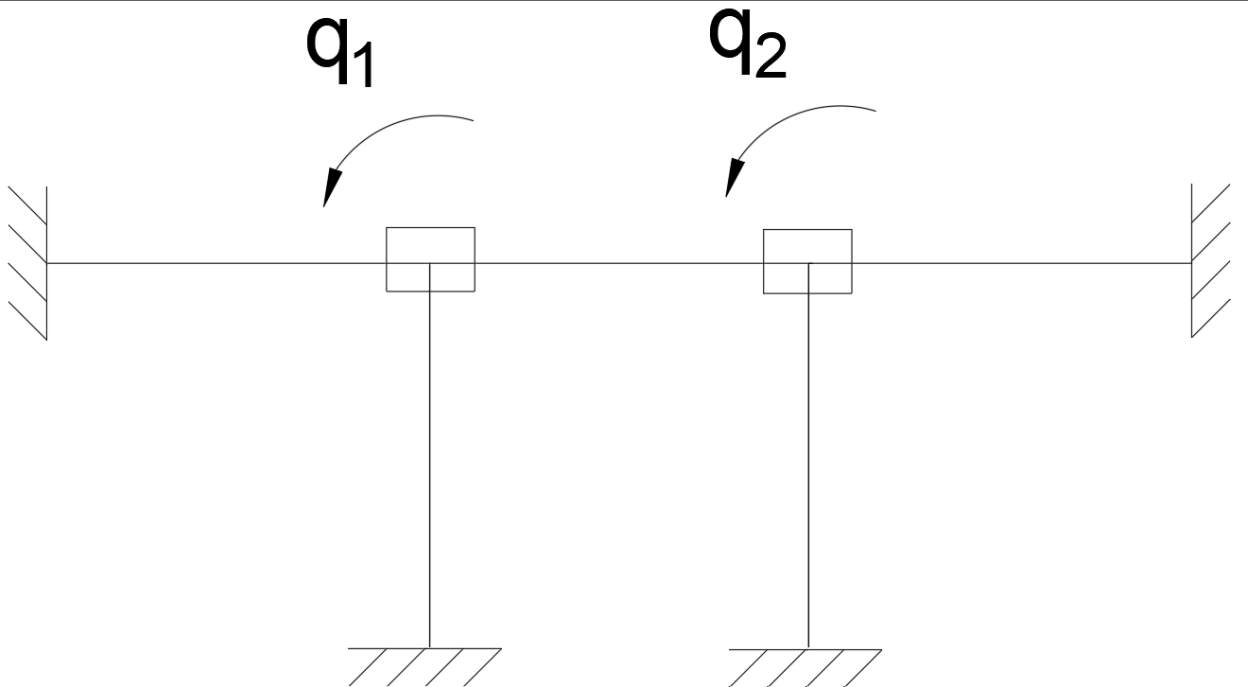
- 1) выбор основной системы
- 2) определение матрицы жёсткости
- 3) определение вектора узловых нагрузок и построение эпюры моментов от заданных сил в основной системе
- 4) определение узловых перемещений
- 5) построение суммарной эпюры

Схема нагружения:



Решение:

1) выбор основной системы

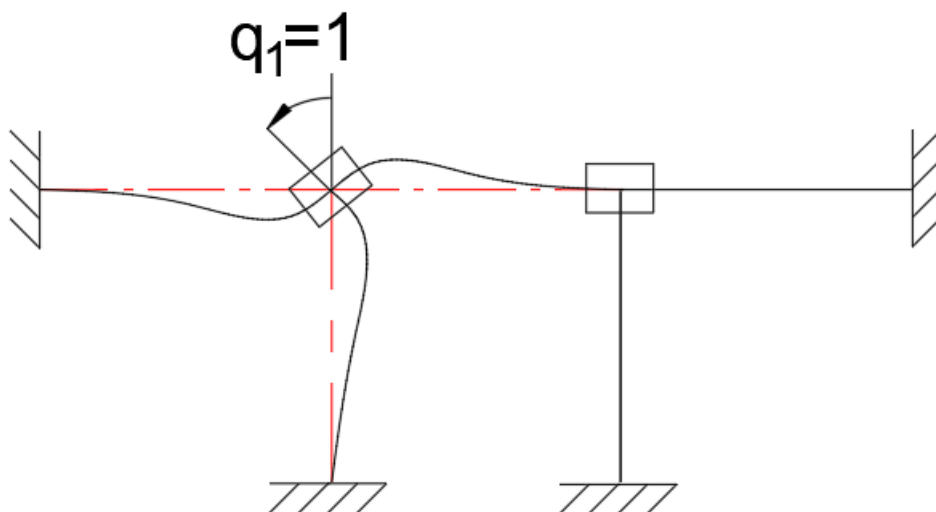


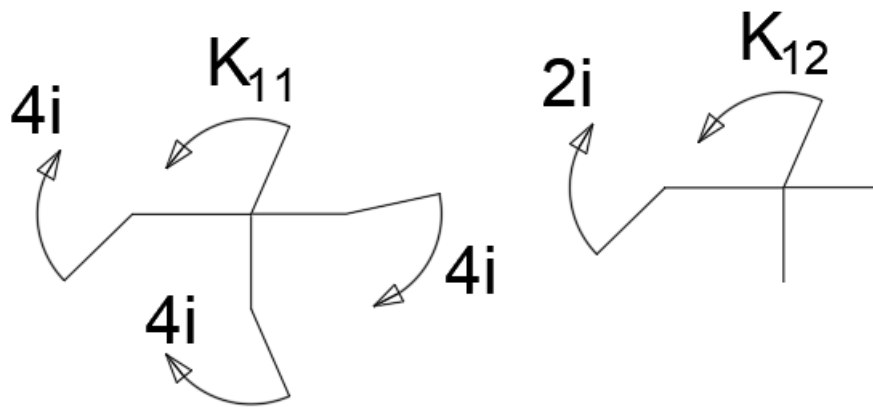
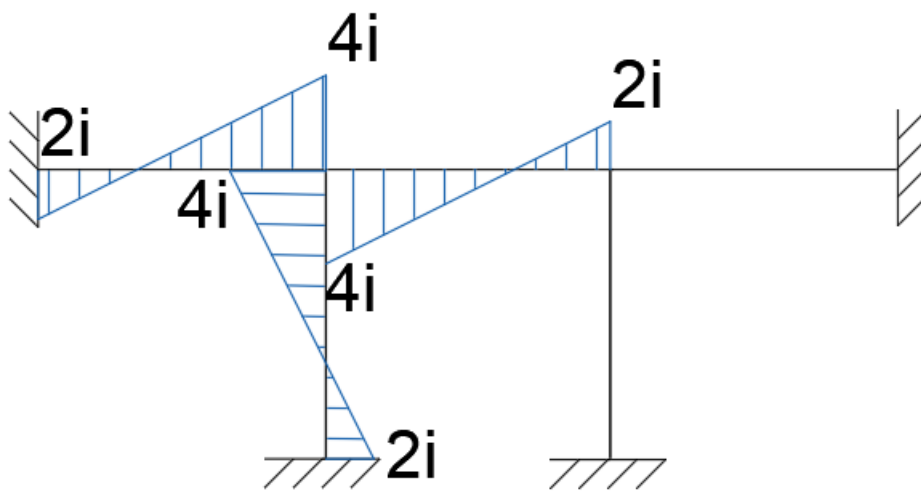
2) Определение матрицы жёсткости

Если $q_1=1$ (Эпюра M_1)

$$q_1 = 1$$

$$i = \frac{EJ}{l}$$

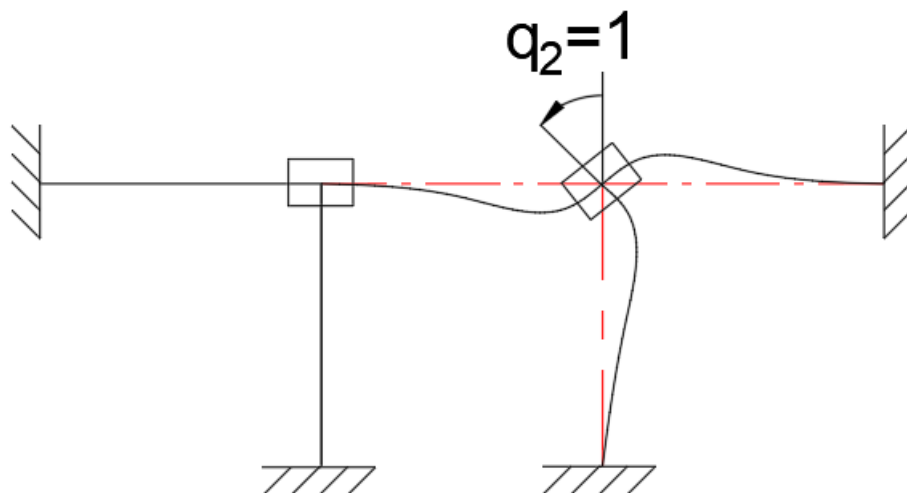


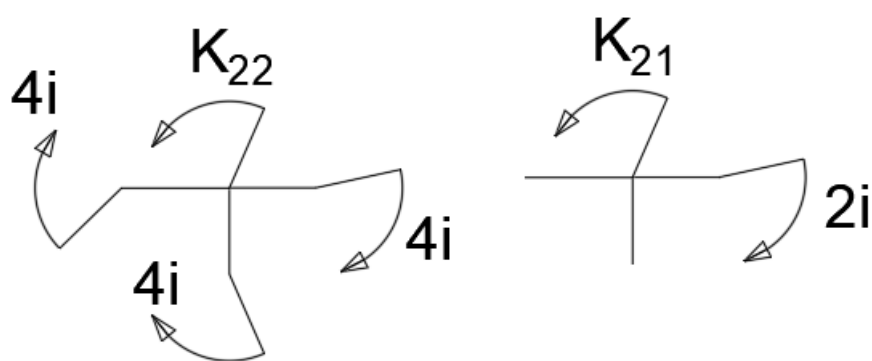
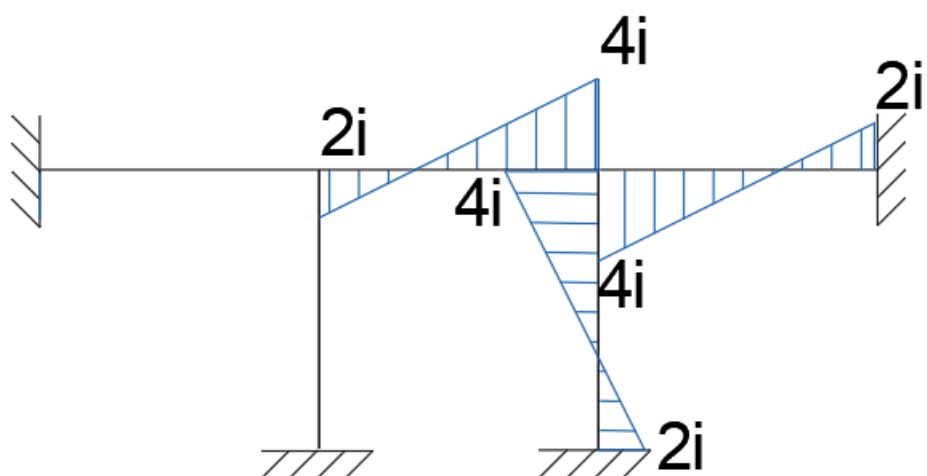


$$K_{11} = 12i$$

$$K_{21} = 2i$$

$$q_2 = 1$$





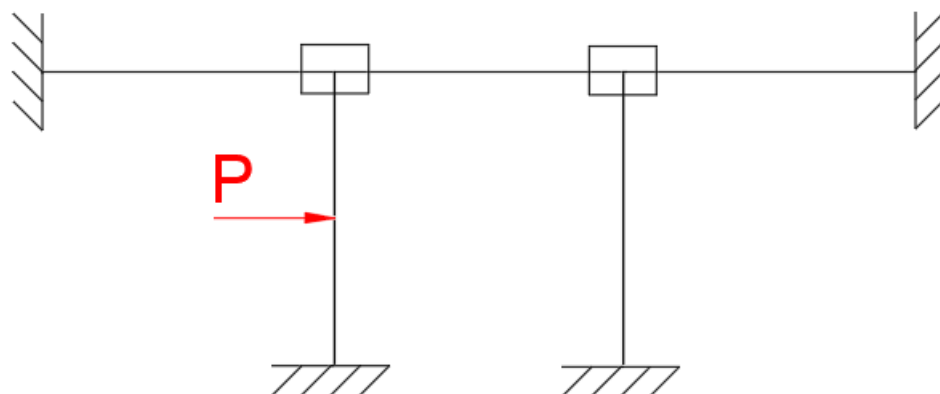
$$K_{12} = 2i$$

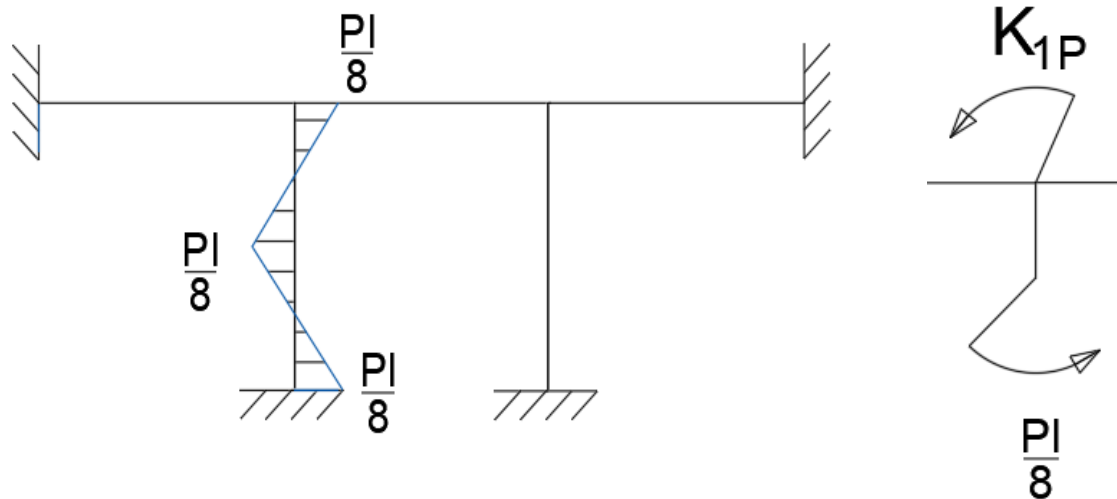
$$K_{22} = 12i$$

Составляем матрицу жесткости

$$[K] = \begin{bmatrix} 12 & 2 \\ 2 & 12 \end{bmatrix} \frac{EJ}{l}$$

3) определение вектора узловых нагрузок и построение эпюры моментов от заданных сил в основной системе





$$K_{1P} = -\frac{Pl}{8}$$

$$K_{2P} = 0$$

$$\{q\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix}$$

$$\{K_p\} = \begin{Bmatrix} -\frac{Pl}{8} \\ 0 \end{Bmatrix}$$

4) определение узловых перемещений

С помощью канонического уравнения метода перемещений сможем найти искомые величины

$$[K]\{q\} + \{K_p\} = \{0\}$$

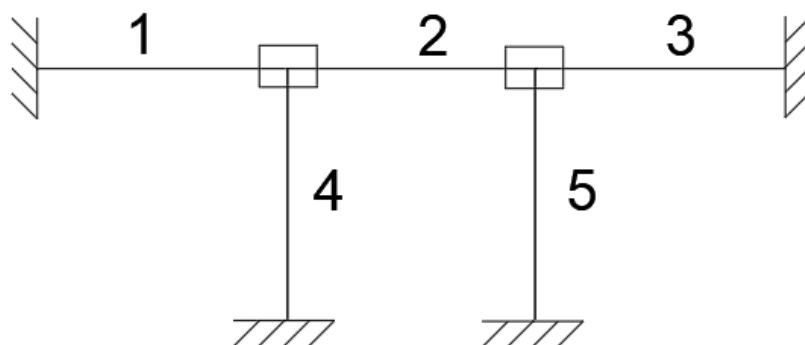
Решаем систему уравнений и получаем, что

$$q_1 = \frac{3Pl^2}{280EJ}$$

$$q_2 = \frac{-Pl^2}{560EJ}$$

5) построение суммарной эпюры

$$M_\Sigma = M_P + \sum_i M_i q_i$$



Получаем

$$M_1^* = M_1 q_1 = -2 \frac{EJ}{l} q_1 = \frac{-3}{140} Pl \left(\frac{3}{70} Pl \right)$$

$$M_2^* = M_1 q_1 + M_2 q_2 = \frac{-11}{280} Pl \left(\frac{Pl}{70} \right)$$

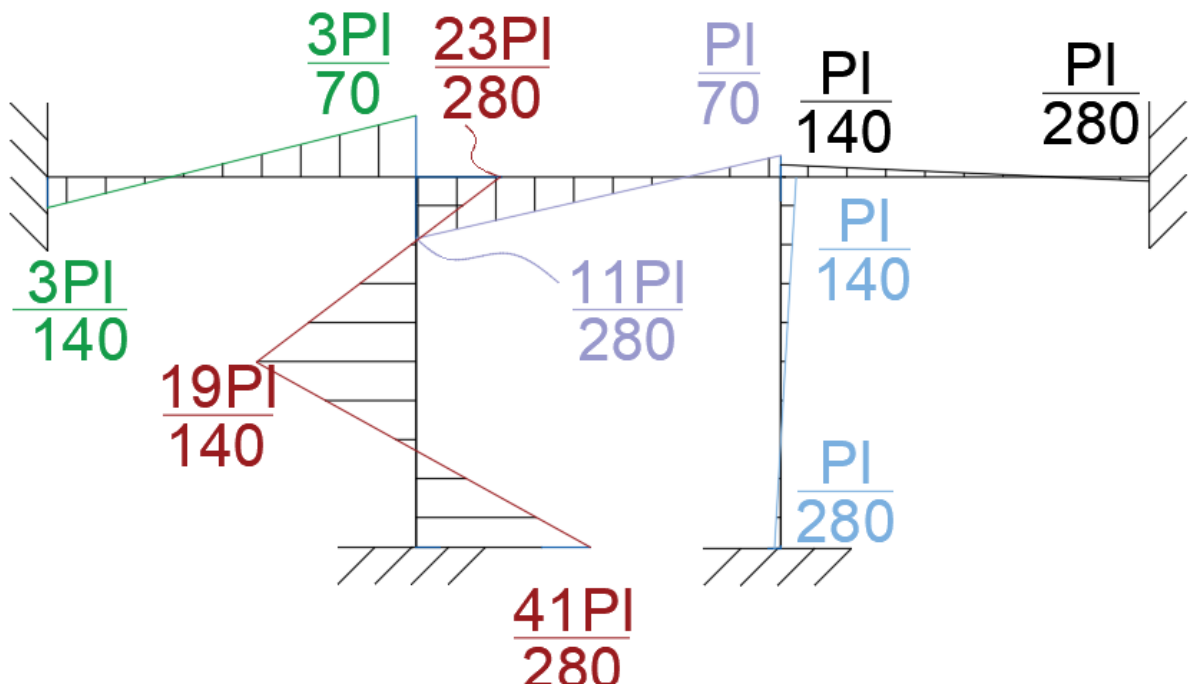
$$M_3^* = M_3 q_2 = -\frac{Pl}{140} \left(-\frac{Pl}{280} \right)$$

$$M_4^* = M_P + M_4 q_1 = -\frac{41Pl}{280} \left(-\frac{23Pl}{280} \right)$$

$$M_4^{*mid} = M_{Pmid} + M_{4mid} q_1 = \frac{Pl}{8} + q_1 = \frac{19Pl}{140}$$

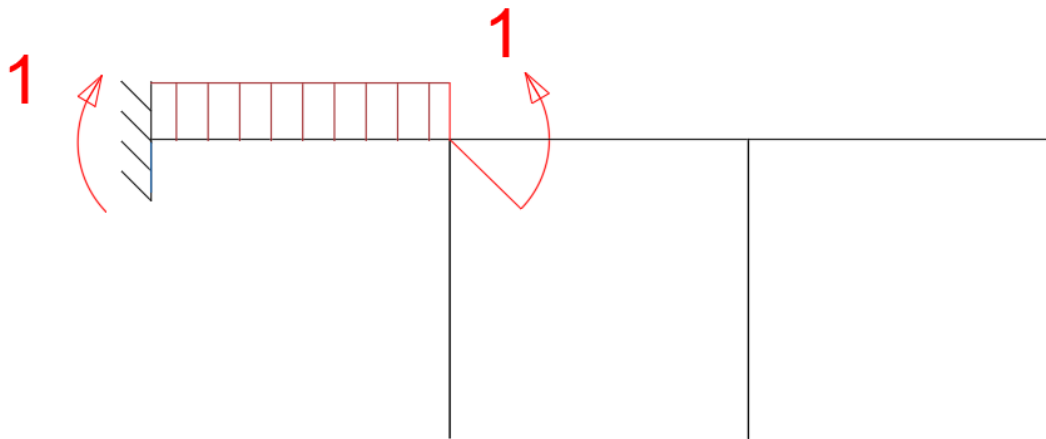
$$M_5^* = M_5 q_2 = \frac{Pl}{280} \left(-\frac{Pl}{140} \right)$$

В конечном итоге:



Суммарный момент в узлах системы равен нулю, что подтверждает отсутствие ошибки в расчётах.

Проверка результата. Надём угловое перемещение в нижней точке 4-го участка (см рис снизу)



$$\theta = \frac{l}{6 EJ} \left[\frac{-3}{140} Pl + 4 \frac{3}{280} Pl + \frac{3}{70} Pl \right] = \frac{3Pl^2}{280EJ} = q1;$$