

Дано: E, J_x, l, F

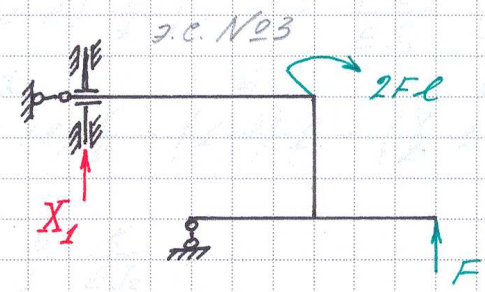
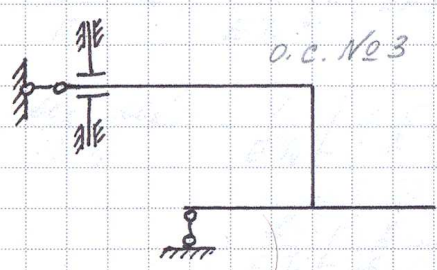
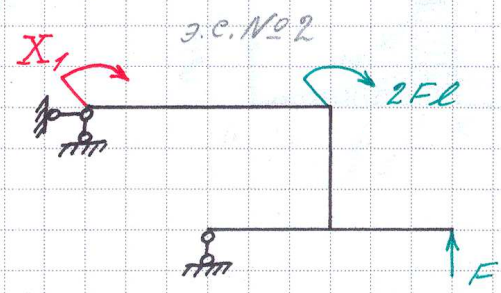
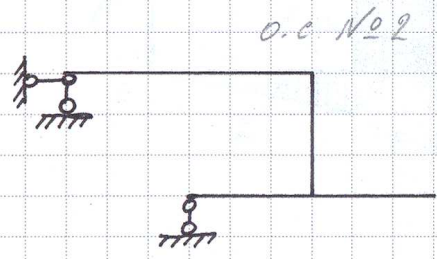
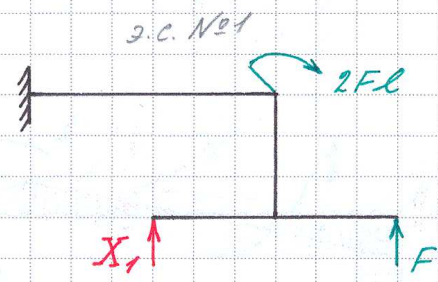
Найти: $V_K = ?$
 $\theta_B = ?$

Решение

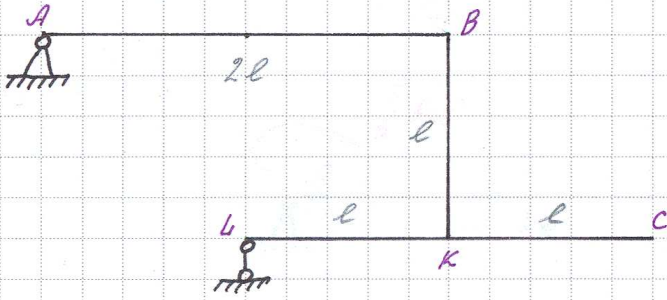
I. Степень статической неопределимости:

- а) $n_{\text{внеш. св.}} = 3 + 1 = 4$
- б) $n_{\text{внутр. св.}} = 3 \cdot 0 = 0$
- в) $n = 4 + 0 - 3 = \underline{\underline{1}}$

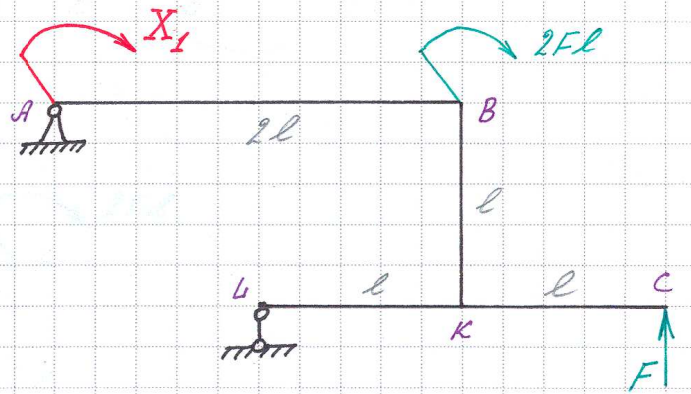
II. Раскрытие статической неопределимости:



б) Выбираем о.с. и з.с. № 2:



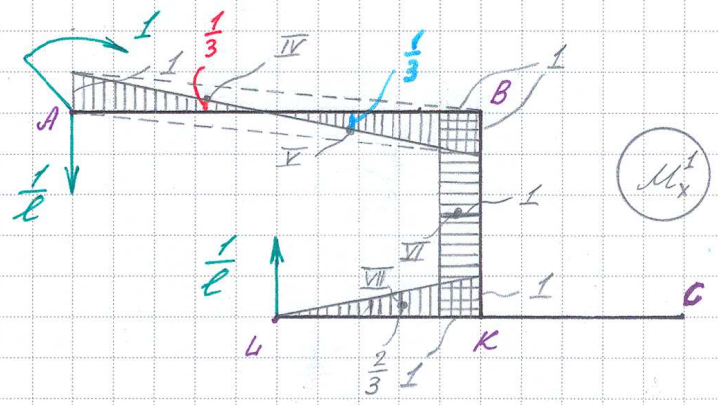
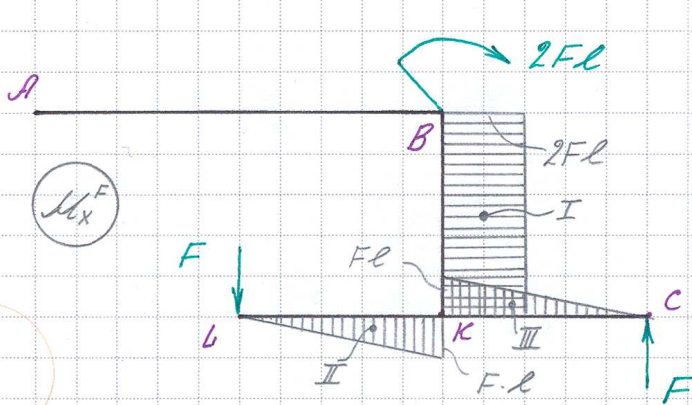
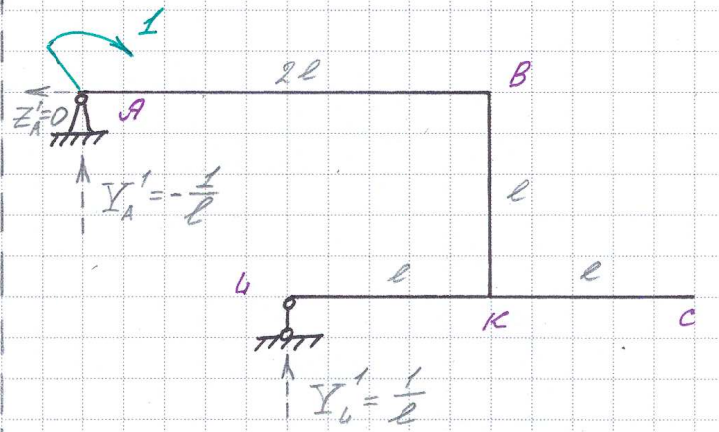
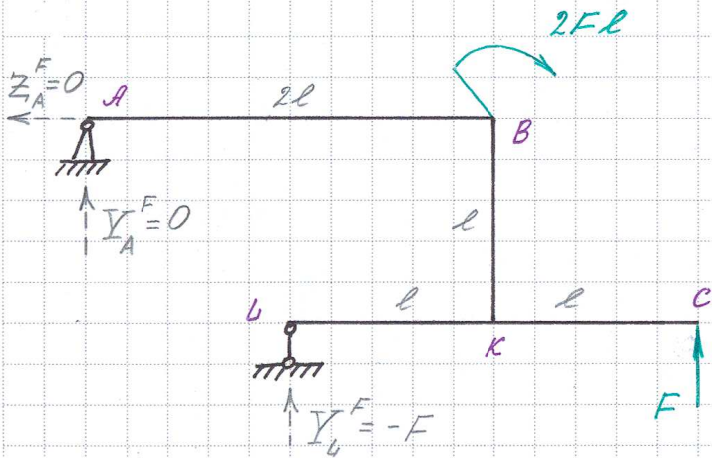
о.с. № 2



з.с. № 2

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

2)

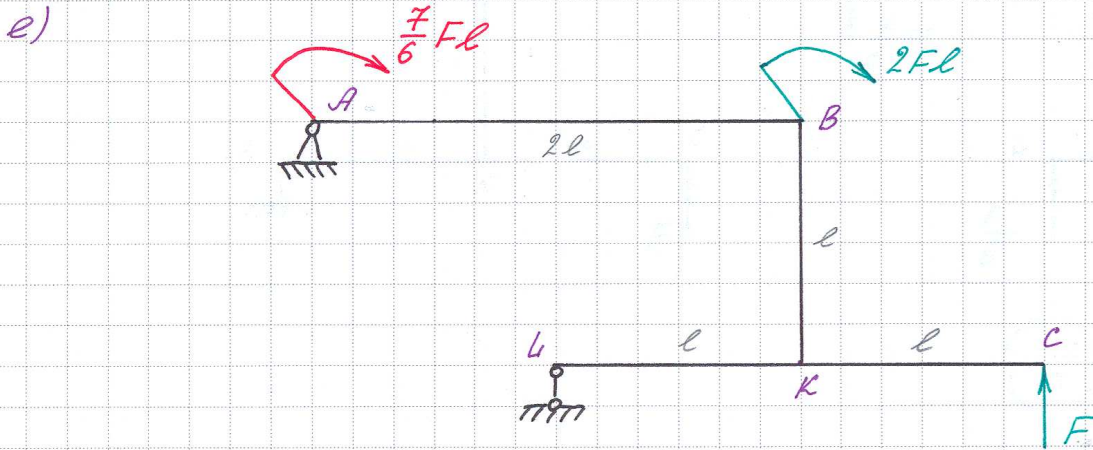


$$\delta_{1F} = \frac{M_x^1 \cdot M_x^F}{EJ_x} = \frac{1}{EJ_x} \left[-(2Fl \cdot l) \cdot I - \left(\frac{1}{2} Fl \cdot l\right) \cdot \frac{2}{3} \right] = -\frac{7}{3} \cdot \frac{Fl^2}{EJ_x};$$

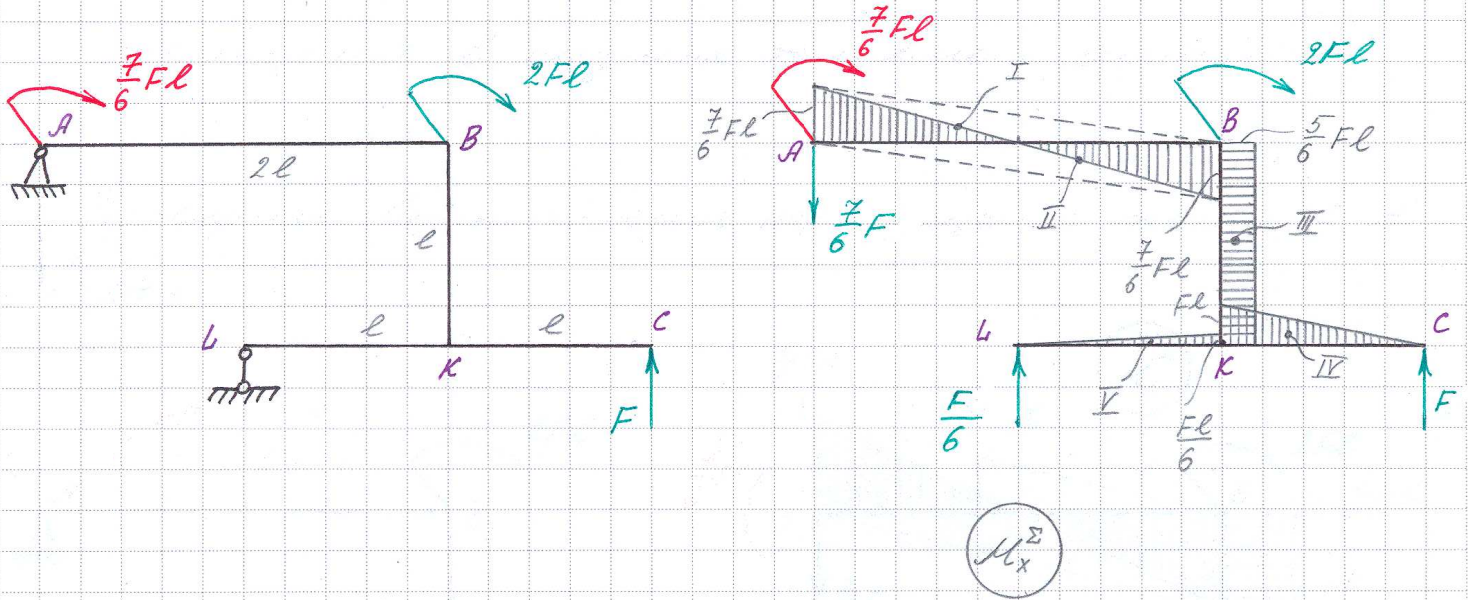
$$\delta_{11} = \frac{M_x^1 \cdot M_x^1}{EJ_x} = \frac{1}{EJ_x} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2l\right) \frac{1}{3} + \left(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2l\right) \frac{1}{3} + (1 \cdot l) \cdot I + \left(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot l\right) \frac{2}{3} \right] =$$

$$= \frac{l}{EJ_x} \left[\frac{2}{6} + \frac{2}{6} + 1 + \frac{1}{3} \right] = \frac{6}{3} \cdot \frac{l}{EJ_x};$$

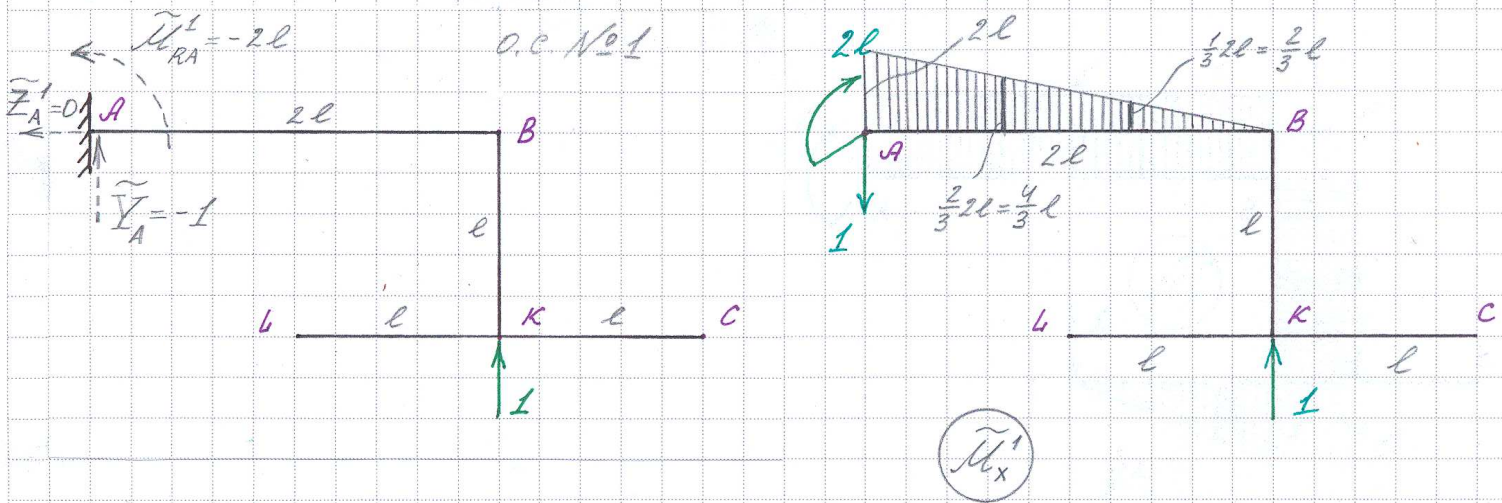
$$g) X_1 = - \frac{\delta_{1F}}{\delta_{11}} = - \frac{- \frac{7}{3} \frac{Fl^2}{EJ_x}}{\frac{6l}{3EJ_x}} = \frac{7}{3} \frac{Fl^2}{EJ_x} \cdot \frac{3}{6} \frac{EJ_x}{l} = \frac{7}{6} Fl ;$$



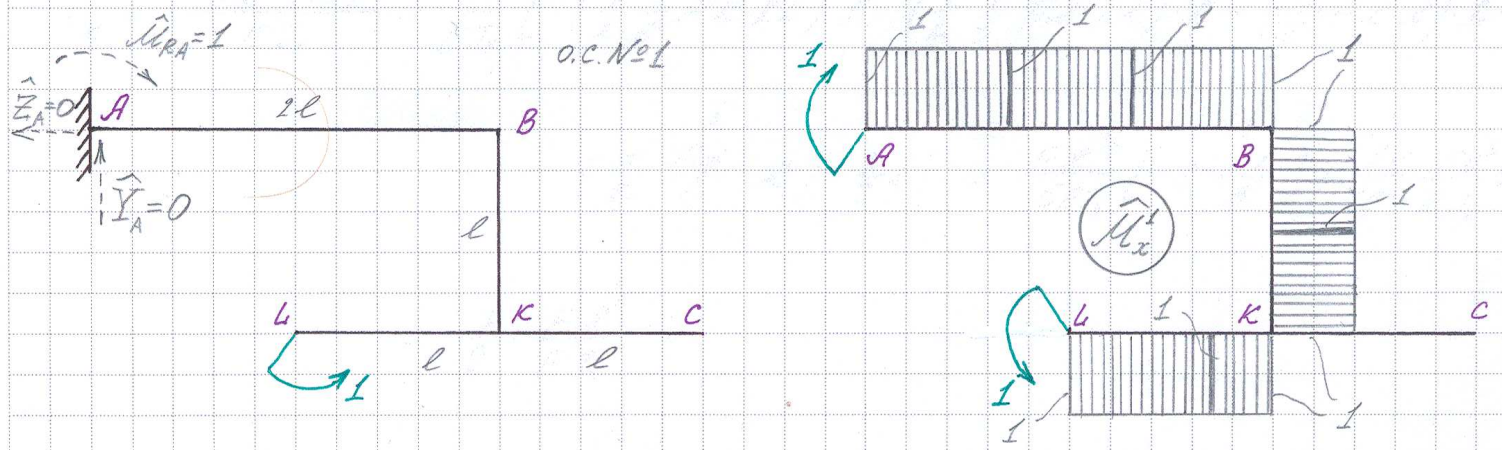
III. Завершаем решение задачи:



Перемещения точек находят, прикладывая к ним единичную фиктивную нагрузку в любой о.с.:



$$V_K = \frac{M_x^\Sigma \cdot \tilde{M}_x^1}{EJ_x} = \frac{1}{EJ_x} \left[\left(\frac{1}{2} \frac{7FL}{6} \cdot 2l \right) \cdot \frac{4}{3}l - \left(\frac{1}{2} \frac{7FL}{6} \cdot 2l \right) \frac{2}{3}l \right] = \frac{7}{9} \frac{FL^3}{EJ_x}$$

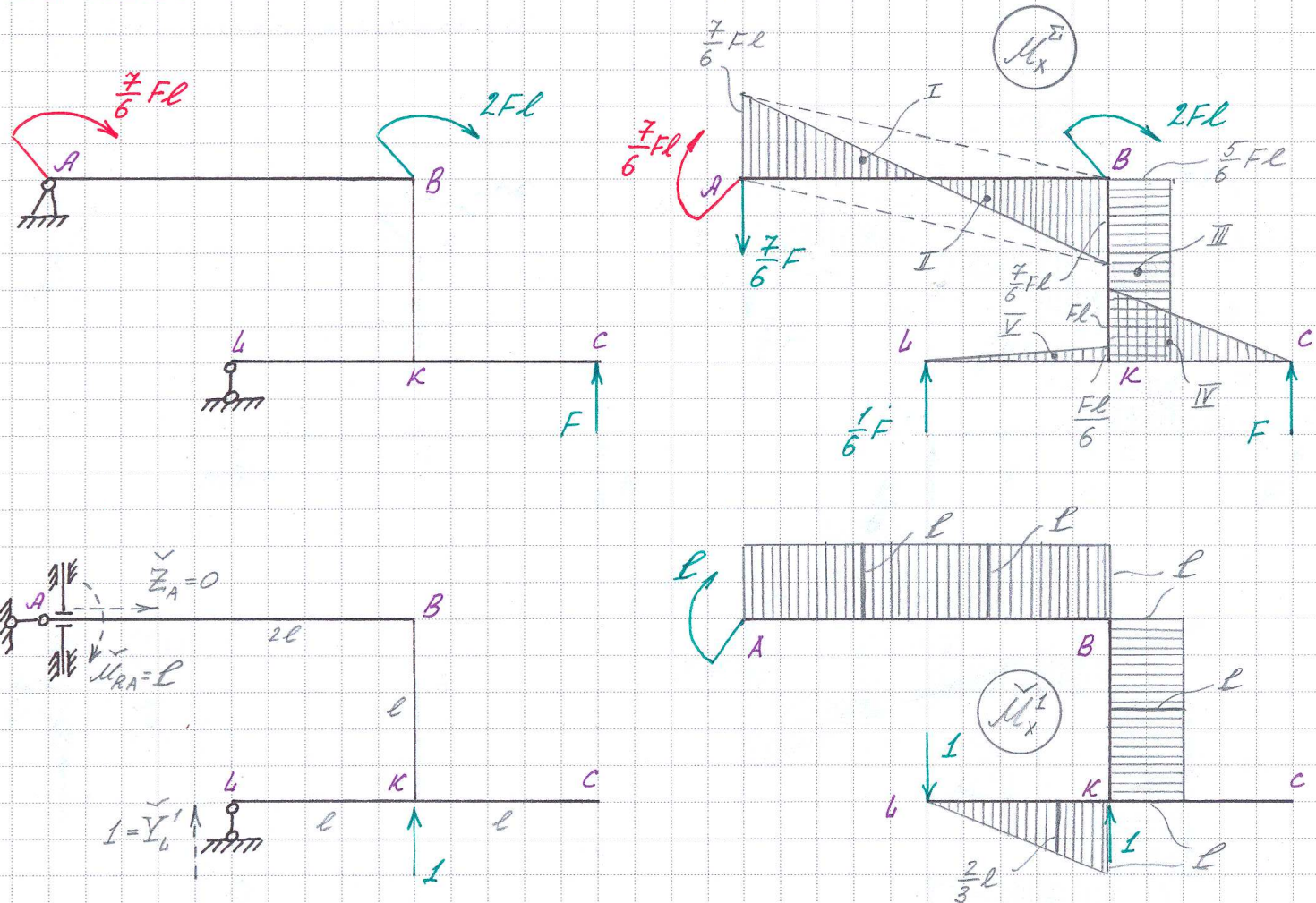


$$\Theta_K = \frac{M_x^\Sigma \cdot \tilde{M}_x^1}{EJ_x} = \frac{1}{EJ_x} \left[\left(\frac{1}{2} \frac{7FL}{6} \cdot 2l \right) \cdot 1 - \left(\frac{1}{2} \frac{7FL}{6} \cdot 2l \right) \cdot 1 + \left(\frac{5FL}{6} \cdot l \right) \cdot 1 - \left(\frac{1}{2} \frac{FL}{6} \cdot l \right) \cdot 1 \right] = \frac{3}{4} \frac{FL^2}{EJ_x}$$

IV. Проверка правильности решения (определение одного перемещения в разных основных системах):

Проверим вертикальное перемещение точки К в

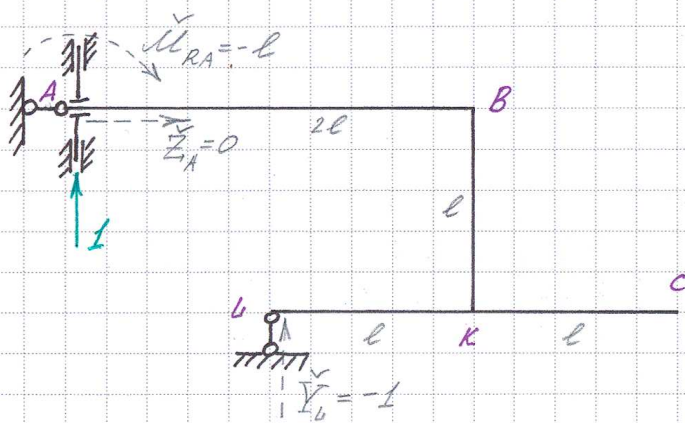
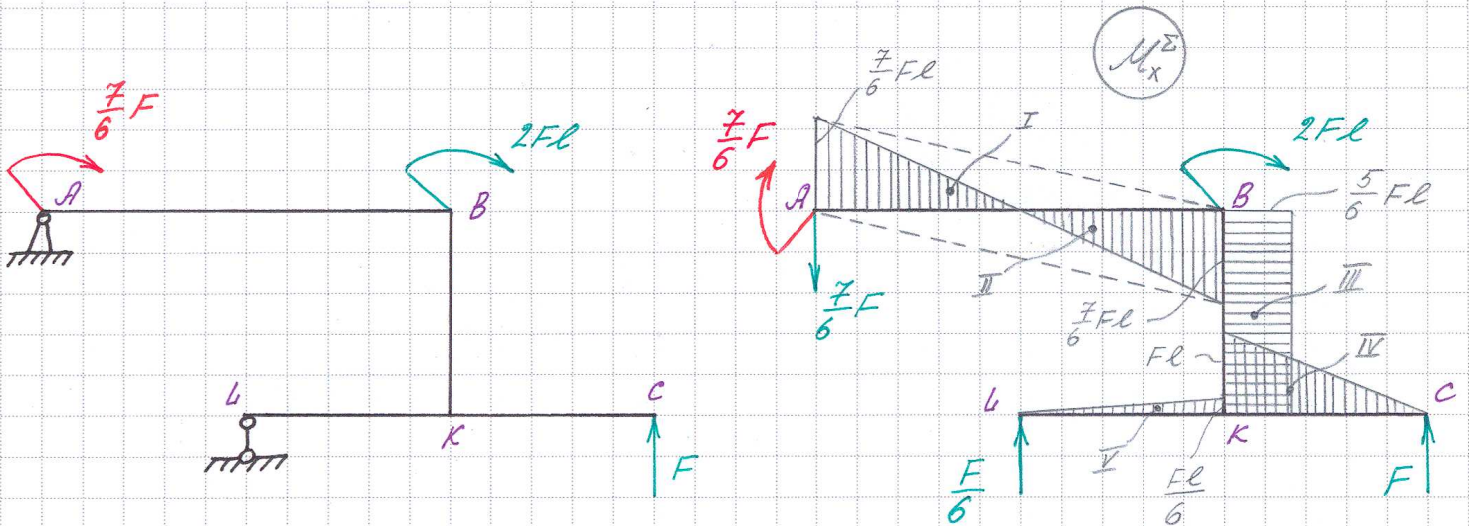
о.с. №3:



$$V_K = \frac{M_x^\Sigma \cdot M_x^I}{EJ_x} = \frac{1}{EJ_x} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{7}{6} Fl \cdot 2l \right) \cdot l - \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{7}{6} Fl \cdot 2l \right) \cdot l + \left(\frac{5}{6} Fl \cdot l \right) \cdot l - \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{Fl}{6} \cdot l \right) \cdot \frac{2}{3} l \right] = \frac{Fl^3}{6EJ_x} \left[5 - \frac{1}{3} \right] = \frac{14}{18} \frac{Fl^3}{EJ_x} = \frac{7}{9} \frac{Fl^3}{EJ_x}$$

IV. Проверка правильности решения (вычисление перемещения или угла поворота, заведомо равного нулю):

В о.с. №3 вычислим вертикальное перемещение заданной точки А:



$$V_A = \frac{M_x^z \cdot M_x^1}{EJ_x} =$$

$$= \frac{1}{EJ_x} \left[-\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{7}{6} Fl \cdot 2l\right) \frac{l}{3} - \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{7}{6} Fl \cdot 2l\right) \frac{l}{3} + \left(\frac{5}{6} Fl \cdot l\right) \cdot l - \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{Fl}{6} \cdot l\right) \cdot \frac{2}{3} l \right] =$$

$$= \frac{Fl^3}{18EJ_x} [-7 - 7 + 15 - 1] = \underline{\underline{0}}$$