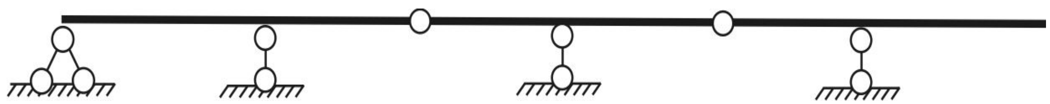
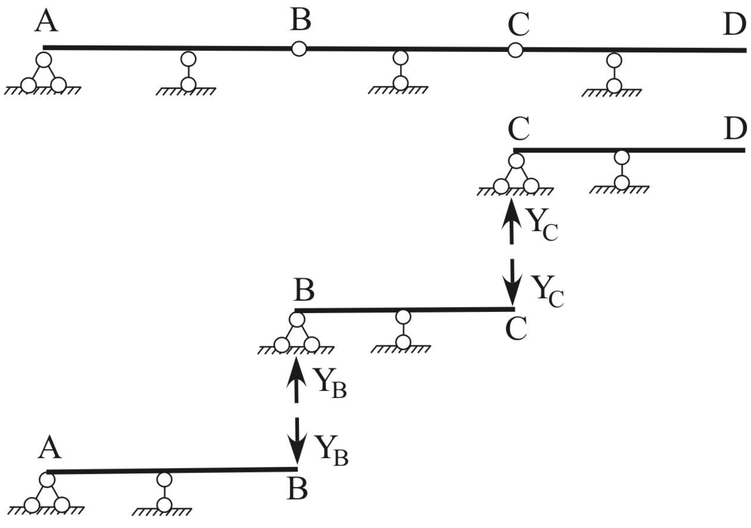
ШАРНИРНЫЕ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМЫЕ БАЛКИ

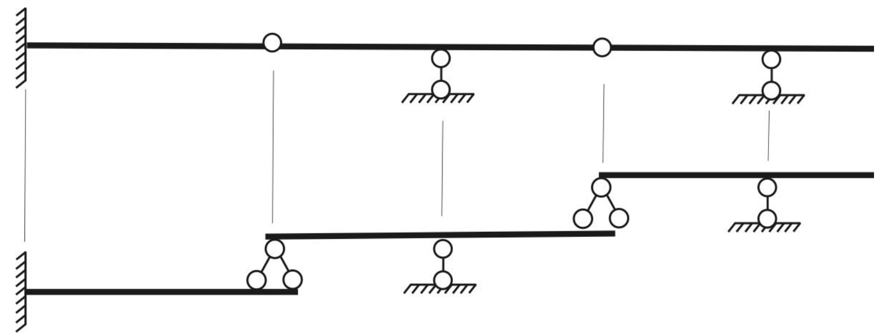
При проектировании перекрытия нескольких пролетов могут быть задействованы расчетные схемы шарнирных балок. Шарнирными называют балки, составленные из двух и более последовательно расположенных балок, концы которых связаны между собой цилиндрическими шарнирами.



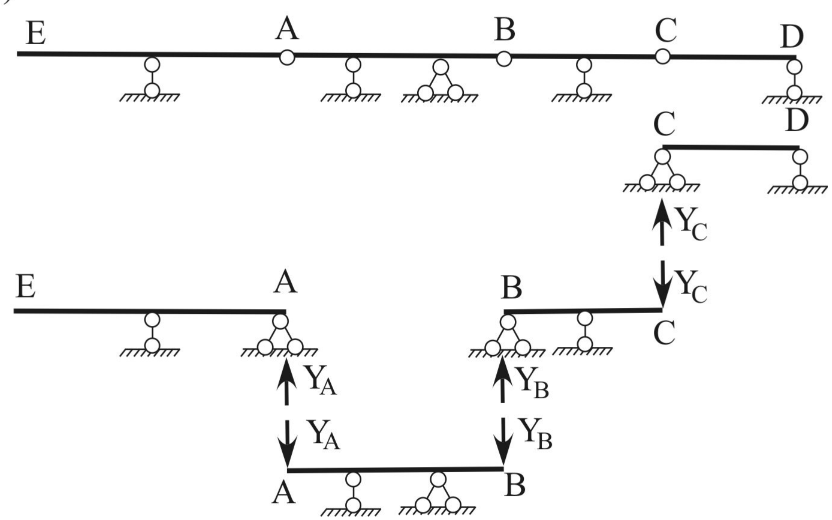
При проведении кинематического анализа и расчете многопролетной шарнирной балки полезно выделять ее основные (главные) и второстепенные (подвесные или дополнительные) части. Основными называют балки, которые сохраняют свою неподвижность по отношению к земле после устранения шарниров, объединяющих отдельные балки в одну, то есть основная балка является несущей. Второстепенные части балки прикреплены к основной шарнирами и от нее заимствуют свою неподвижность. Расчет шарнирных многопролетных балок производят в порядке обратном их образованию, то есть от второстепенных к основным.

а)





в)



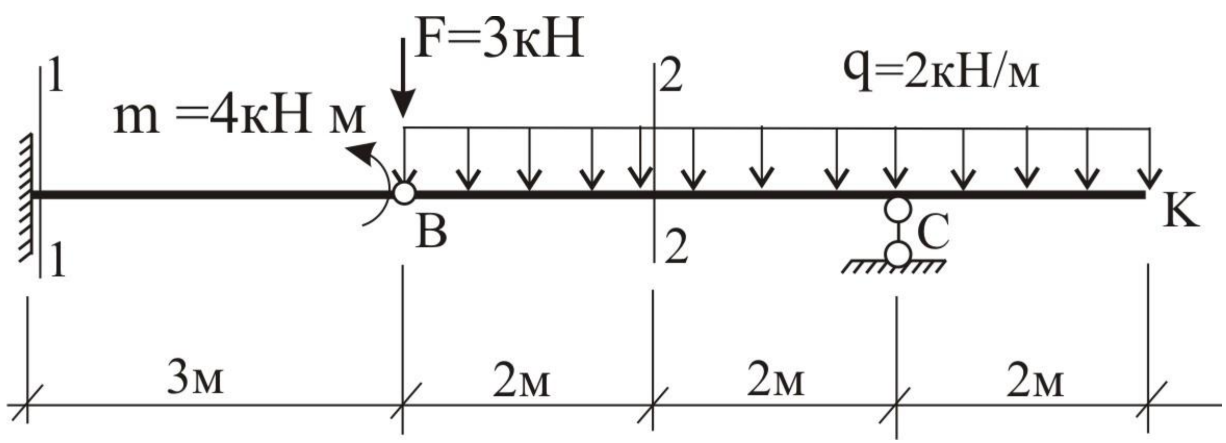
Для данной балки требуется:

1. Построить эпюры Q,M;

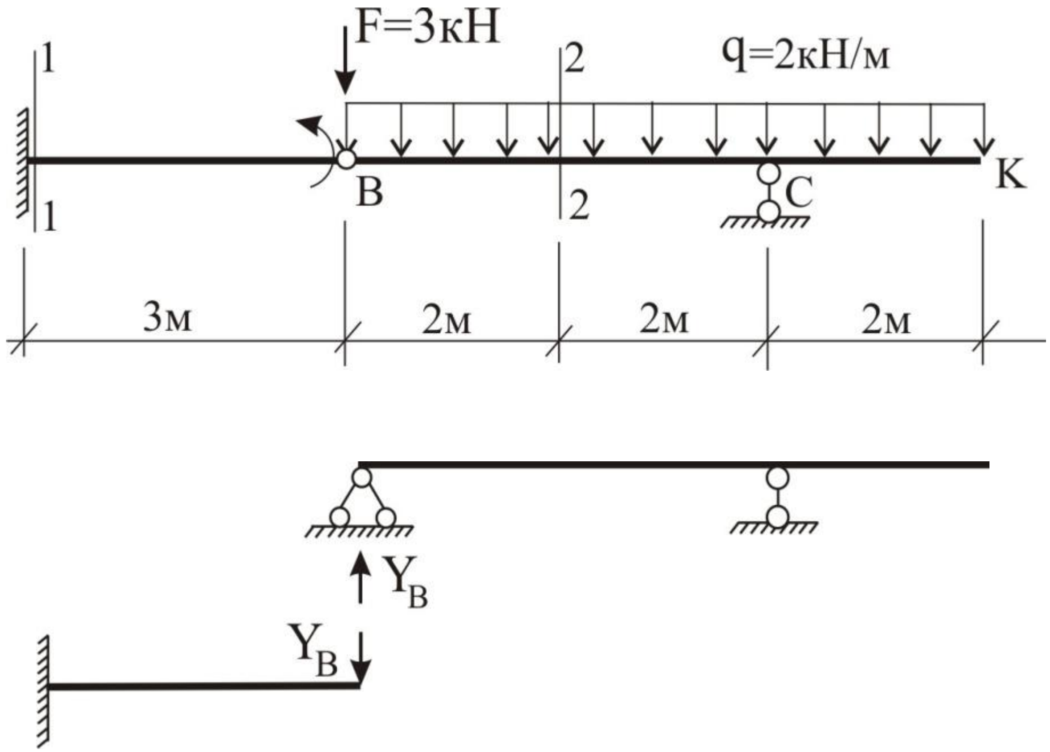
2. Построить и загрузить линии влияния Y_C, Q_1, Q_2, M_1, M_2

3. Определить v_K, θ_B

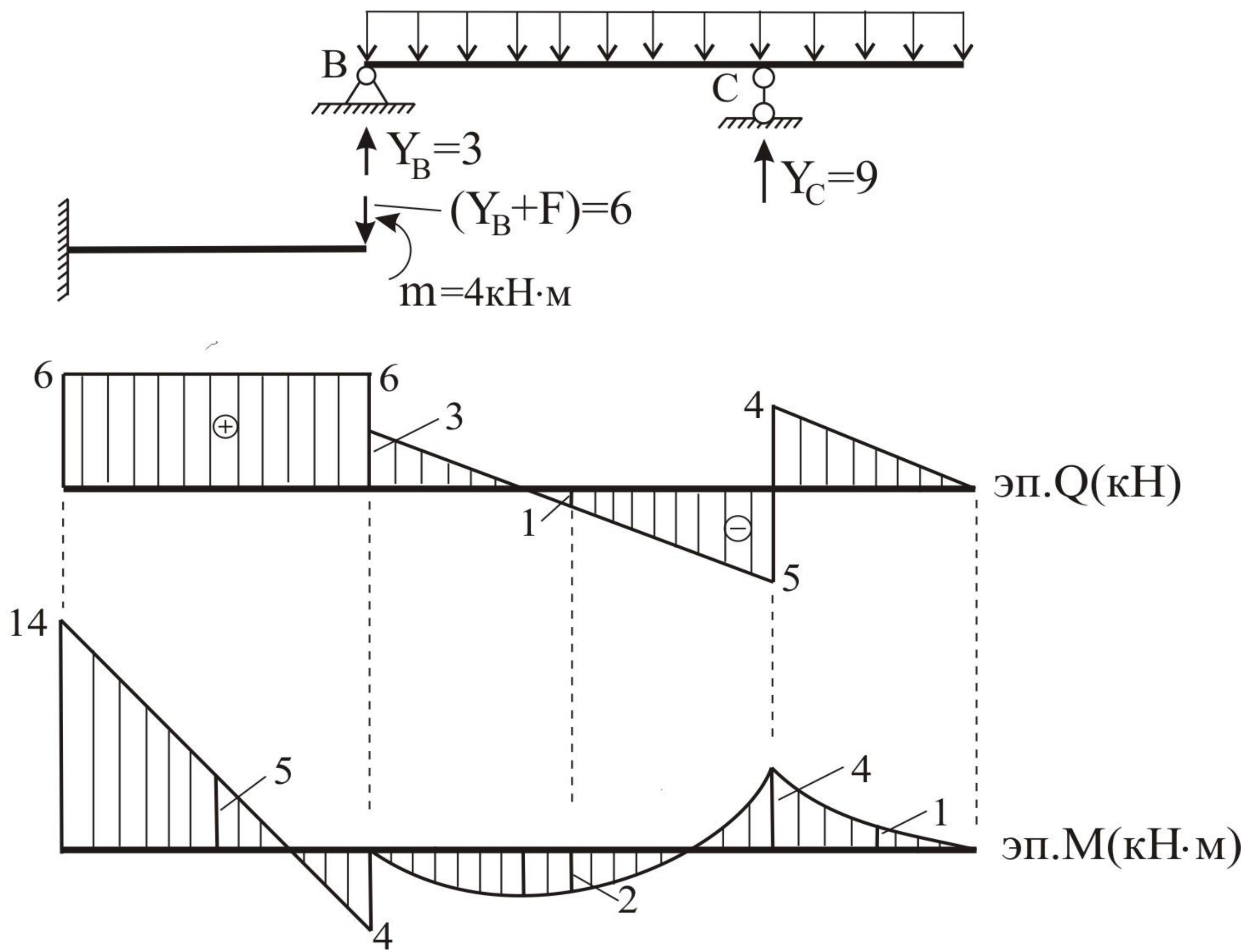
EI=const



Строим поэтажную схему балки



1. Построение эпюр Q, M



Если X величина какого-либо усилия (N, Q, M) или перемещения в определенном месте сооружения, то **линией влияния** X называют график ее зависимости от «x» – координаты местоположения движущейся по сооружению и сохраняющей постоянное направление единичной силы F=1. Другими словами, линия влияния представляет собой диаграмму, при построении которой функцией является исследуемая величина усилия или перемещения, а независимой переменной – координата точки приложения подвижного груза F=1. Каждая ордината линии влияния, представленной в виде эпюры по длине сооружения, численно равна значению изучаемой величины при положении в этом месте груза F=1.

Отметим следующие характерные особенности построения линий влияния усилий кинематическим способом:

1) мысленно устраняем связь, препятствующую рассматриваемому усилию совершить работу. Получаем механизм с одной степенью свободы. Действие отброшенной связи заменяем соответствующим положительно направленным усилием X;

2) сообщаем этому механизму возможное перемещение таким образом, чтобы сила X совершала положительную работу на перемещении δ_x . В результате приходим к эпюре возможных перемещений;

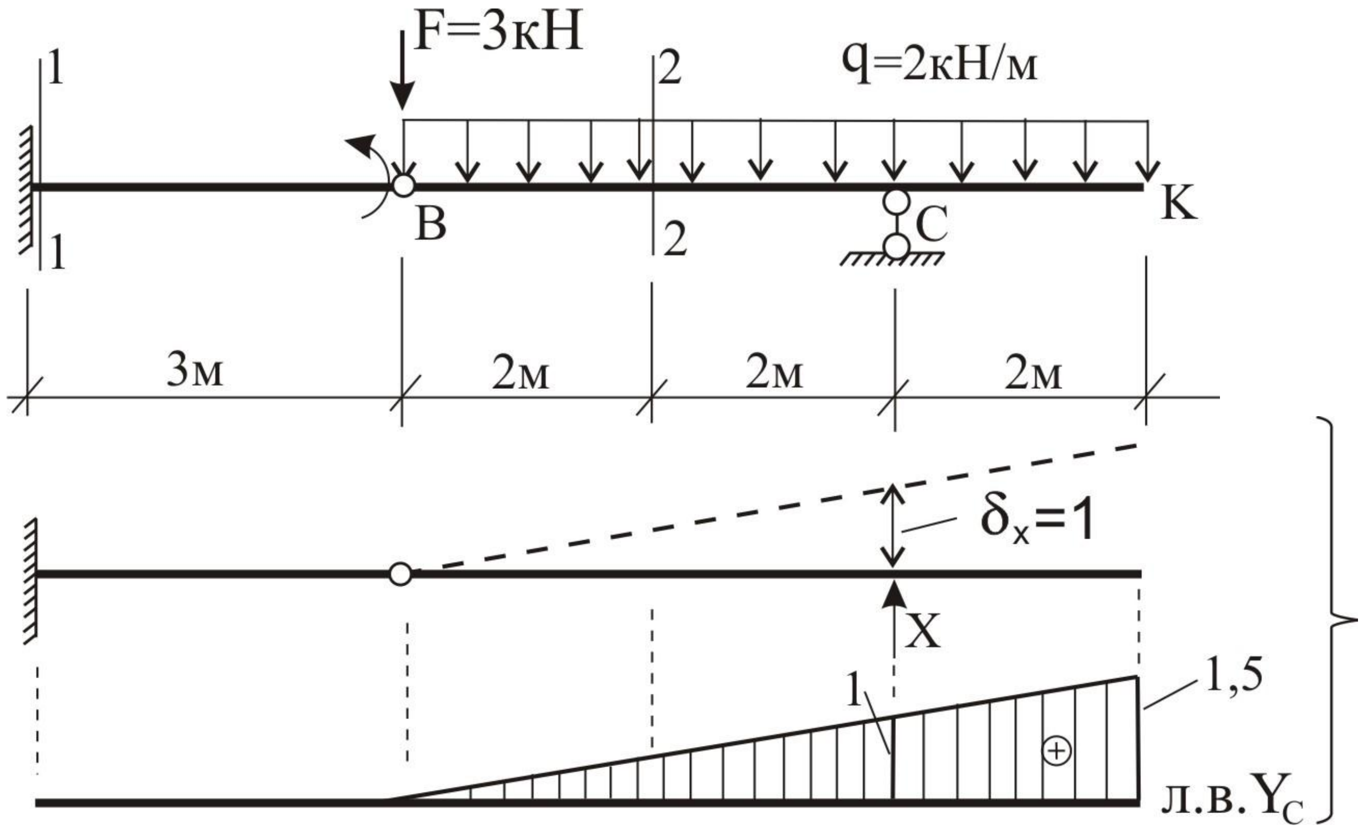
3) Линия влияния совпадает с эпюрой возможных перемещений, если ее измерять в масштабе, для которого δ_x =1. Ординаты линии влияния, оказавшиеся выше оси отсчета, считаются положительными, и – наоборот.

Наличие линии влияния позволяет определять соответствующую характеристику сооружения для различных вариантов силового воздействия. Делают это путем, так называемого, загружения линии влияния.

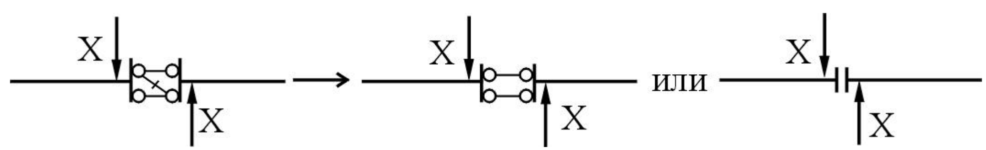
$$X = \sum_i F_i \cdot y_i + \sum_j q_j \cdot \omega_j + \sum_k M_k \cdot tg\alpha_k$$

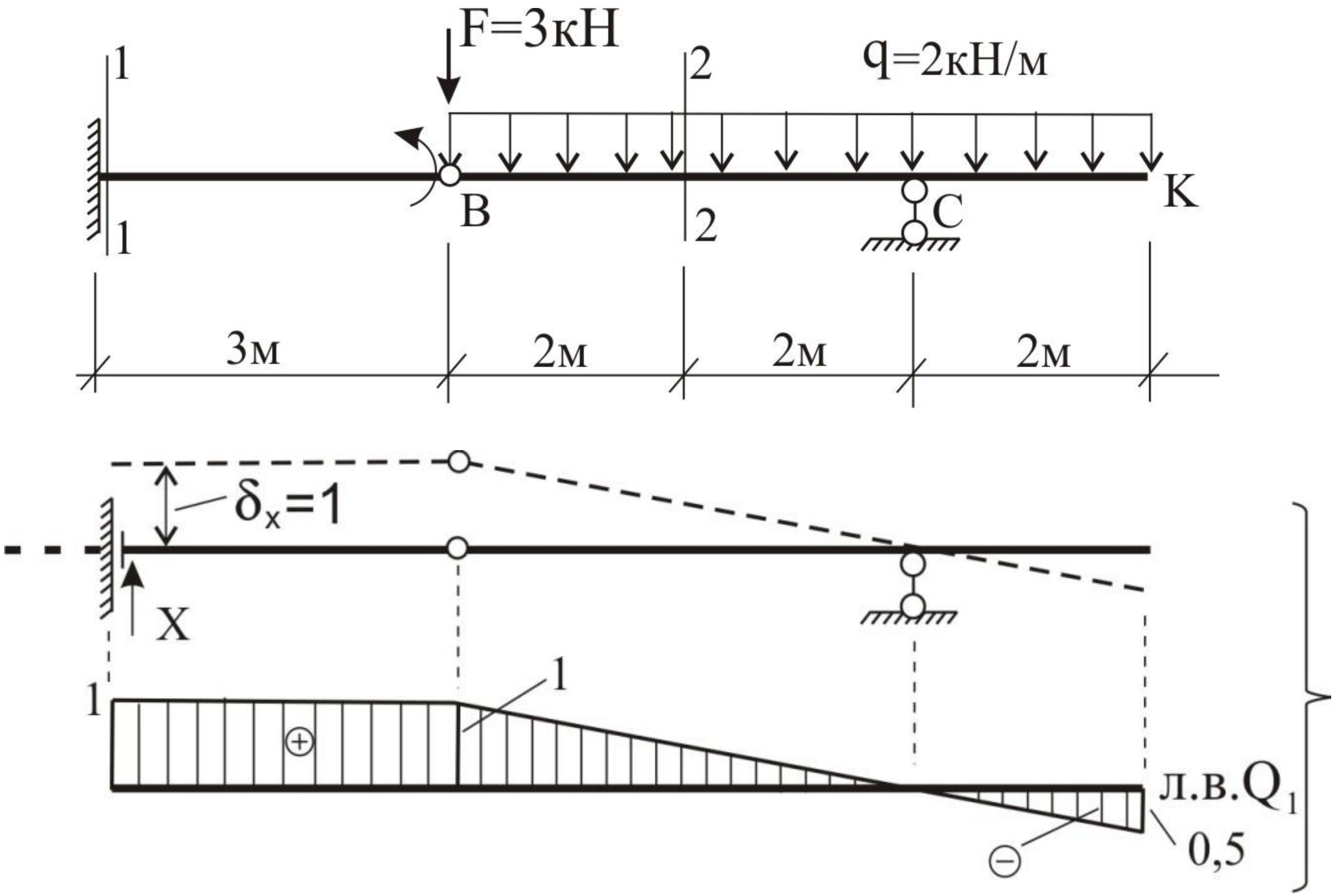
Нагрузки F и q следует считать положительными, если их направление совпадает с направлением единичного подвижного груза F = 1. Полагаем, что момент m > 0, если он вращает по ходу часовой стрелки. Знаки «у» и ω следует брать согласно знаков л.в. Х. Знак $tg\alpha$ определен знаком производной dy/dx.

2. Построение и загружение линий влияния

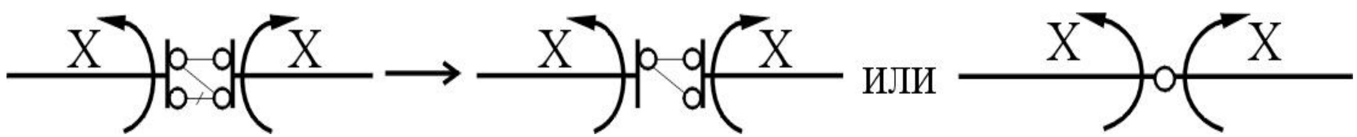


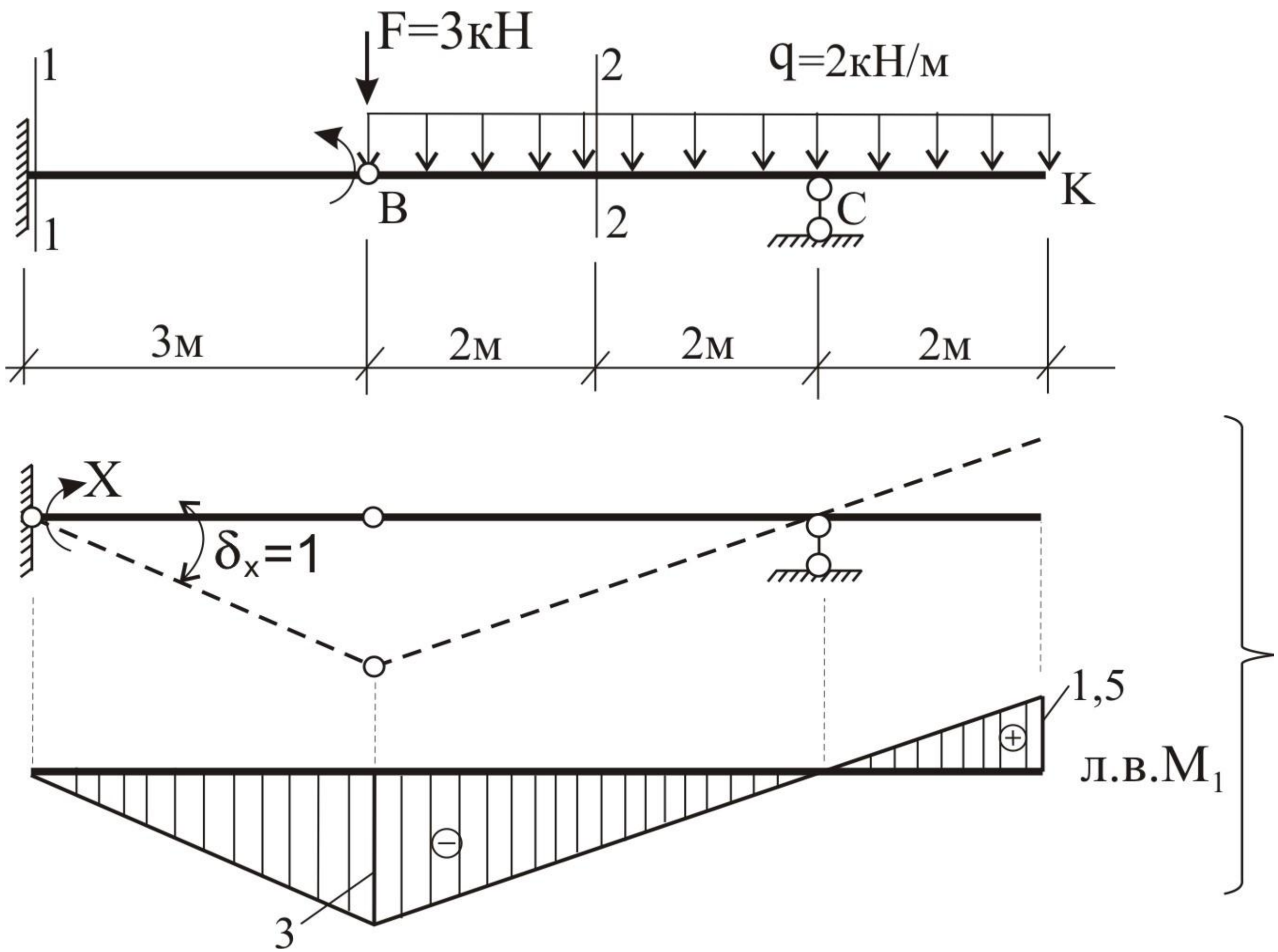
$$Y_C = 2 \cdot \frac{1.5 \cdot 6}{2} = 9кН,$$


X
X
X
X
или
X
X

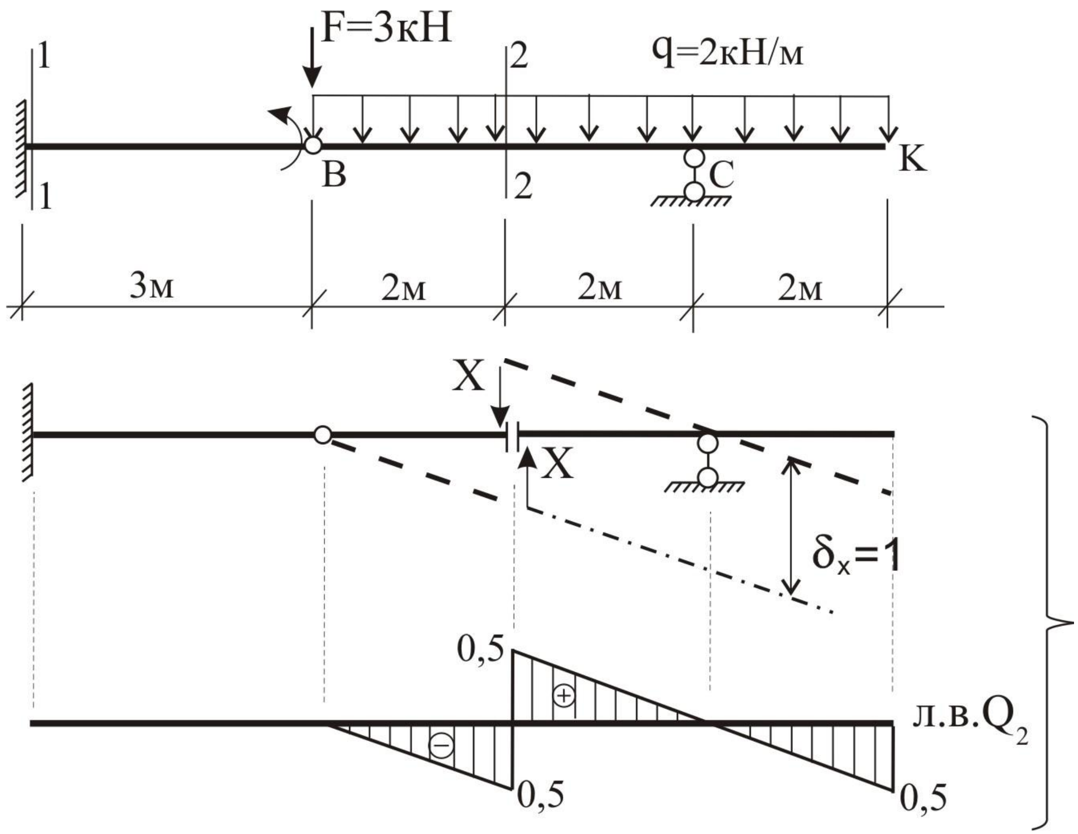


$$Q_1 = 3 \cdot 1 + 2 \cdot \frac{1 - 0.5}{2} \cdot 6 = 6\text{кН},$$

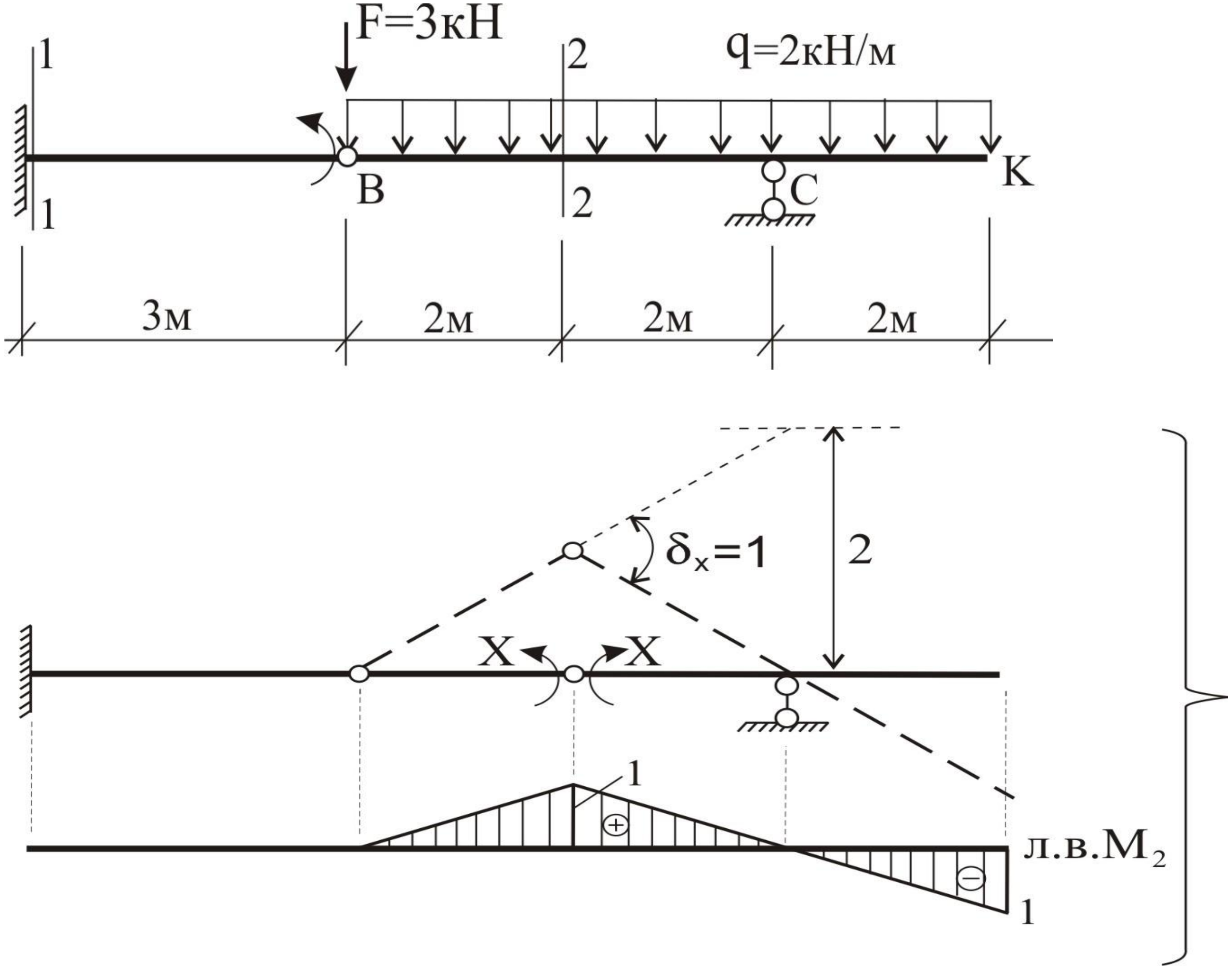

X
X
X
X
или
X
X



$$M_1 = -4\cdot\left(-\frac{3}{3}\right) - 3\cdot 3 + 2\cdot\left(-\frac{3-1.5}{2}\right)\cdot 6 = -14\text{кН}\cdot\text{м},$$



$$Q_2 = -2 \cdot \frac{0.5 \cdot 2}{2} = -1.0\text{кН},$$

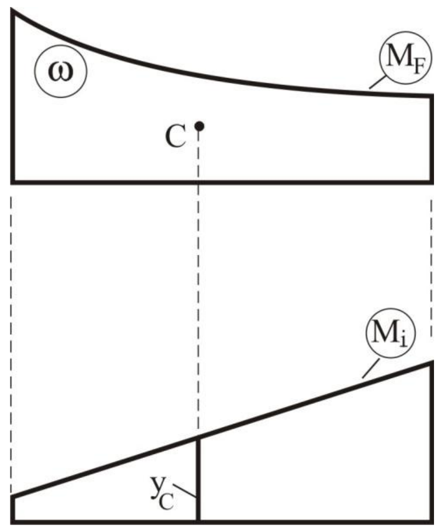


$$M_2 = 2 \cdot \left(\frac{1 \cdot 2}{2} \right) = 2\text{кН} \cdot \text{м}.$$

3. Определение перемещений

ИНТЕГРАЛ МОРА

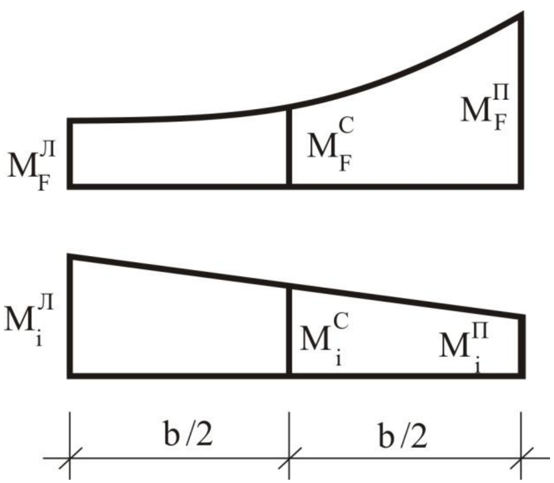
$$\Delta_i = \sum \int \frac{M_i M}{EI} dx$$



правило Верещагина

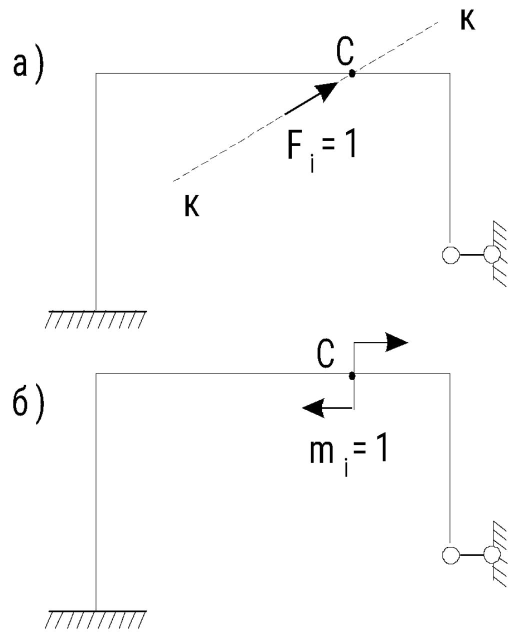
$$\int \frac{M_i M_F}{EI} dx = \frac{\omega \cdot y_c}{EI}$$

формула Симпсона

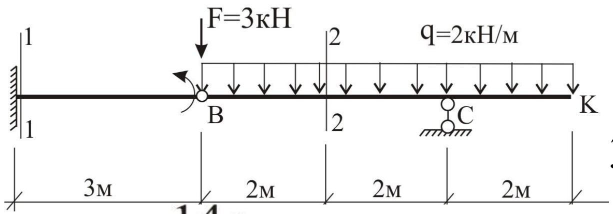


$$\int \frac{M_i M_F}{EI} dx =$$

$$= \frac{1}{EI} \cdot \frac{b}{6} (M_i^Л M_F^Л + 4 M_i^C M_F^C + M_i^П M_F^П)$$

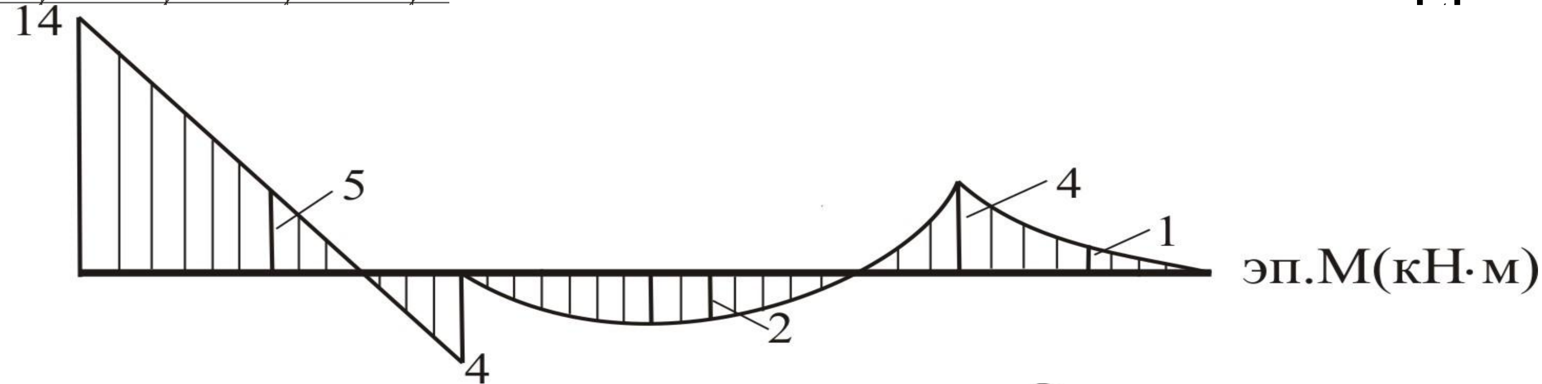


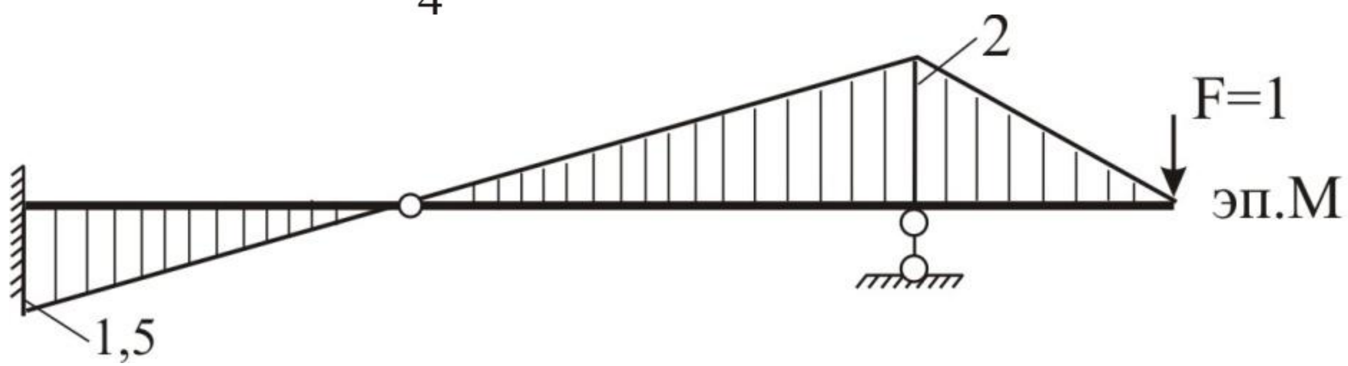
Выбор фиктивного (единичного) состояния обусловлен видом искомого перемещения. Так, например, при определении линейного перемещения точки С оси рамы в направлении "к-к" соответствующим фиктивным состоянием является рама с приложенной в этой точке силой $F_i = 1$ с линией действия по "к-к", а при определении угла поворота оси стержня в сечении С - прикладывается пара с моментом $m_i = 1$.



3. **Определение перемещений**

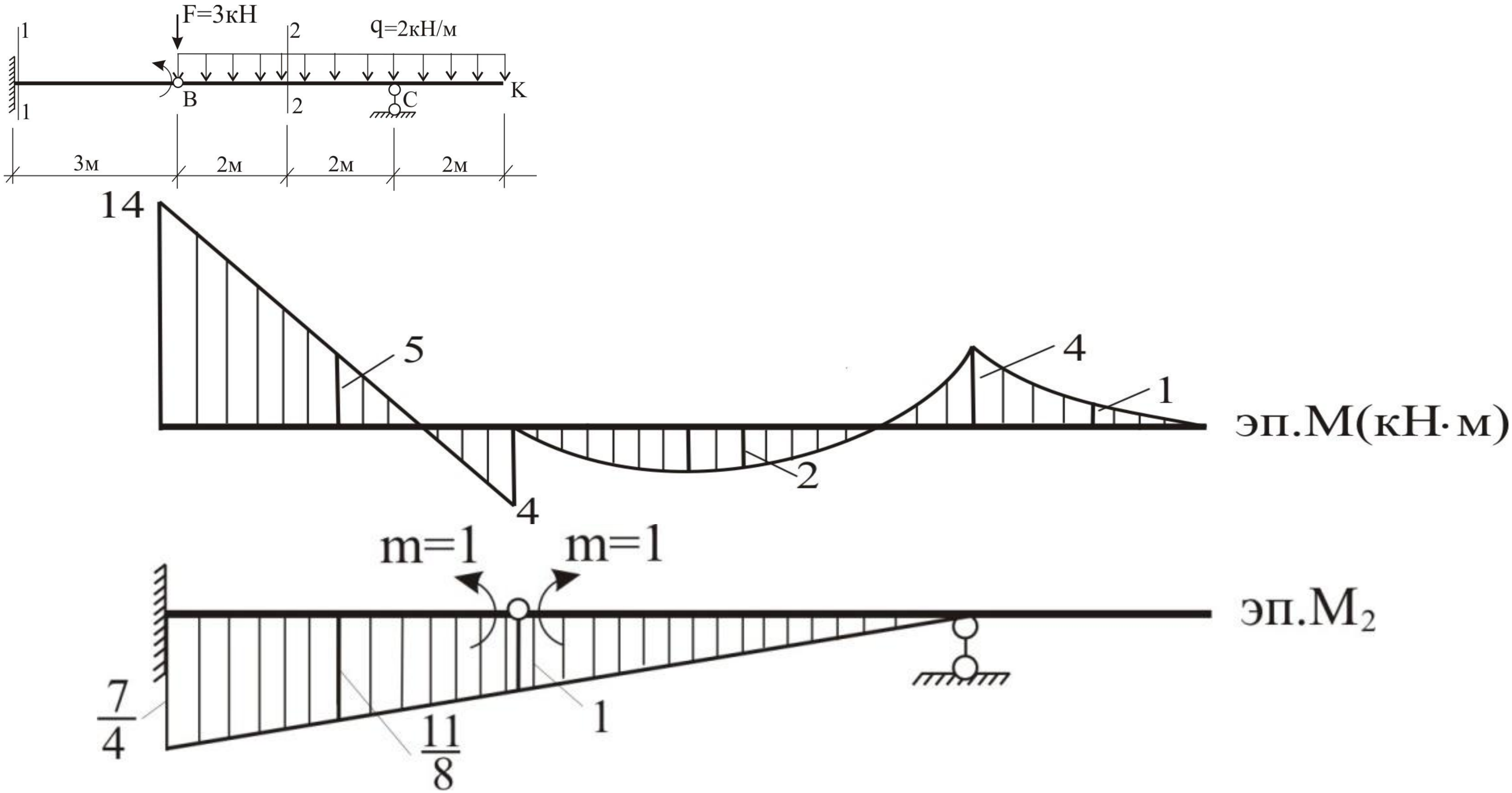
$$\Delta_i = \sum \frac{M_i M}{EI} dx$$





$$v_K = \Delta_1 = \sum \int \frac{M_1 M}{EI} dx = \frac{1}{EI}\left[\frac{3}{6}(-14 \cdot 1.5 - 4 \cdot 5 \cdot 0.75 + 0)\right] -$$

$$-\frac{1}{EI}\left[\frac{4}{6}(0 + 4 \cdot 2 \cdot 1 + 4 \cdot 2) + \frac{2}{6}(4 \cdot 2 + 4 \cdot 1 \cdot 1 + 0)\right] \approx -\frac{24.7}{EI}$$



$$\theta_B = \Delta_2 = \sum \int \frac{M_2 M}{EI} dx = \frac{1}{EI}\left[\frac{3}{6}\left(-14 \cdot \frac{7}{4} - 4 \cdot 5 \cdot \frac{11}{8} + 4 \cdot 1\right) + \frac{4}{6}\left(0 + 4 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} + 0\right)\right] = \approx -\frac{21.3}{EI}.$$