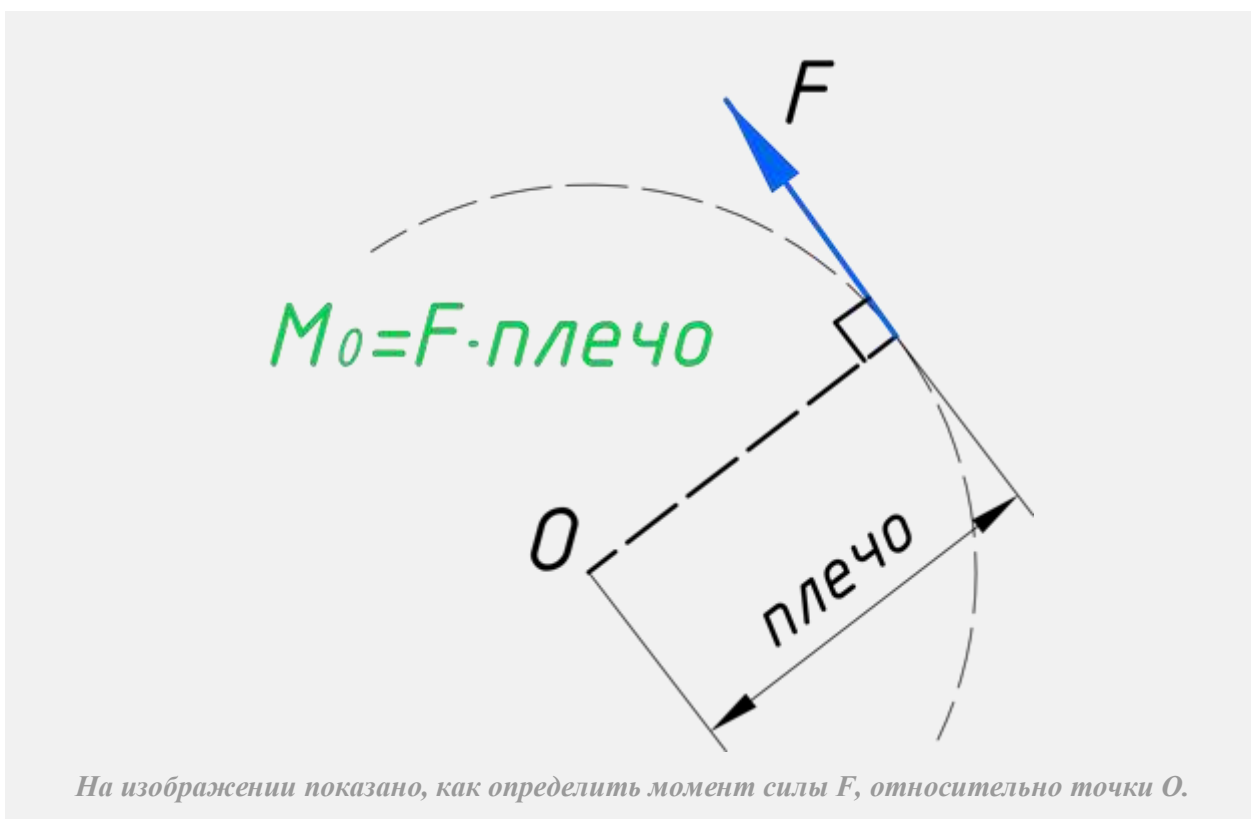


Определение реакций в опорах.

Реакция опоры — это та сила, которая возникает в опоре от действия внешней нагрузки. В зависимости от конструкции опоры и ее назначения, в ней может появляться разное количество реакций, это может быть как сила, так и момент.

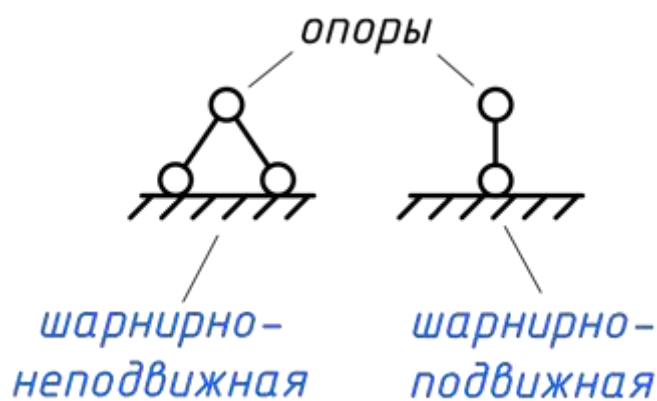
Момент силы — это произведение силы на плечо. Где плечо — это кратчайшее расстояние от точки до силы, то есть перпендикуляр.



Так же, для моментов, нужно задаться каким-то правилом знаков. Сила относительно точки может поворачивать как по часовой стрелке, так и против нее. Если сила относительно точки крутит ПРОТИВ часовой стрелке, то момент положительный.

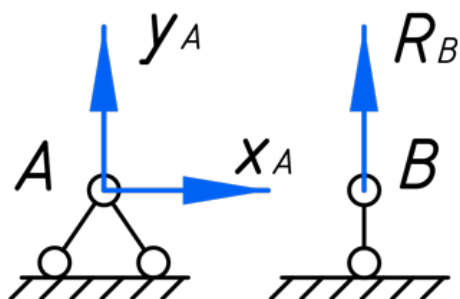
- Если она крутит ПО часовой стрелки, то соответственно момент отрицательный.





Шарнирно-подвижная опора препятствует вертикальному перемещению элементу конструкции, в связи с чем, в ней, под действием внешней нагрузки возникает вертикальная реакция. Обозначают ее обычно как R_i , где i — точка крепления опоры.

Шарнирно-неподвижная опора имеет две реакции: вертикальную и горизонтальную. Так как препятствует перемещению в этих двух направлениях.

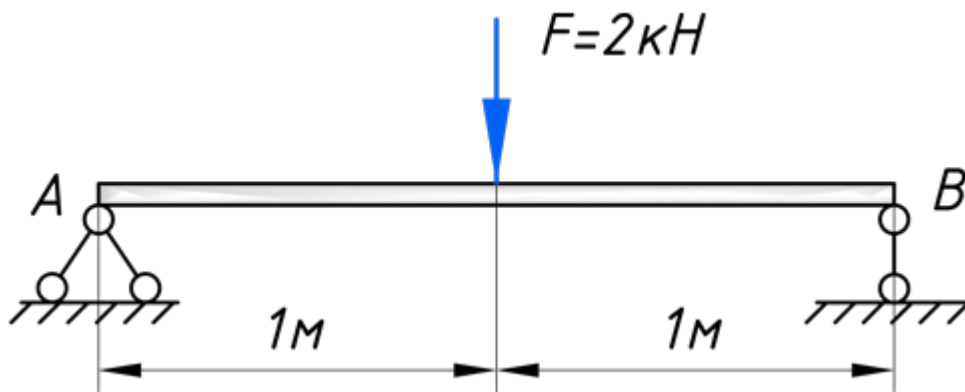


Примеры определения сил реакций опор

Вроде, всю подготовительную информацию дал, теперь будем рассматривать конкретные примеры. И начнем с простейшей расчетной схемы балки.

Определение реакций опор для балки

:



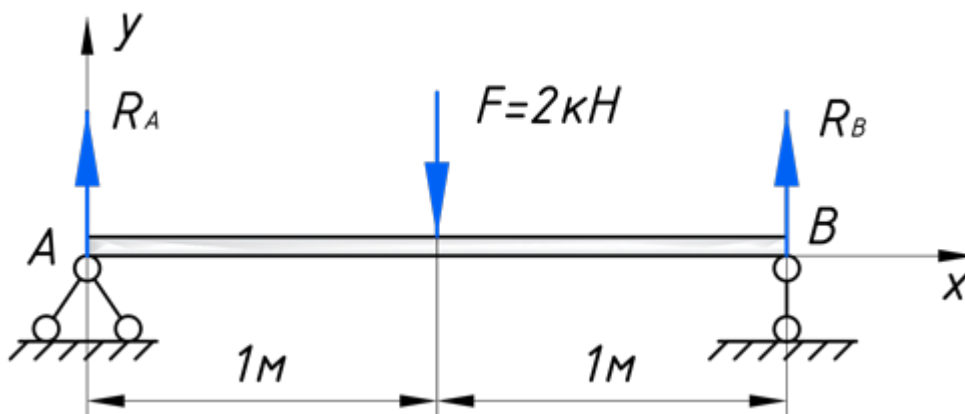
Для этой расчетной схемы, выгодно записать такое условие равновесия:

$$\begin{cases} \sum M_A = 0 \\ \sum M_B = 0 \\ \sum F_{ky} = 0 \end{cases}$$

То есть, будем составлять две суммы моментов относительно опорных точек, из которых можно сразу выразить реакции в опорах. В шарнирно-неподвижной опоре горизонтальная реакция будет равна нулю, ввиду того, что горизонтальные силы отсутствуют.

Последним уравнением, взяв сумму проекций на вертикальную ось, сможем проверить правильность нахождения опорных реакций, это сумма должна быть равна нулю.

Введем систему координат, пусть ось x вдоль балки, а ось y вертикально. Обозначим реакции в опорах как R_A и R_B :



Запишем уравнение моментов, относительно точки A. Сила F поворачивает ПО часовой стрелки, записываем ее со знаком МИНУС и умножаем на плечо. Сила R_B поворачивает ПРОТИВ часовой стрелки, пишем ее со знаком ПЛЮС и умножаем на плечо. Все это приравняем к нулю:

$$\sum M_A = -F \cdot 1 + R_B \cdot 2 = 0$$

Из полученного уравнения выражаем реакцию R_B .

$$R_B = \frac{F \cdot 1}{2} = \frac{2 \cdot 1}{2} = 1 \text{ кН}$$

Первая реакция найдена! Вторая реакция находится аналогично, только теперь уравнение моментов записываем относительно другой точки:

$$\sum M_B = F \cdot 1 - R_A \cdot 2 = 0$$

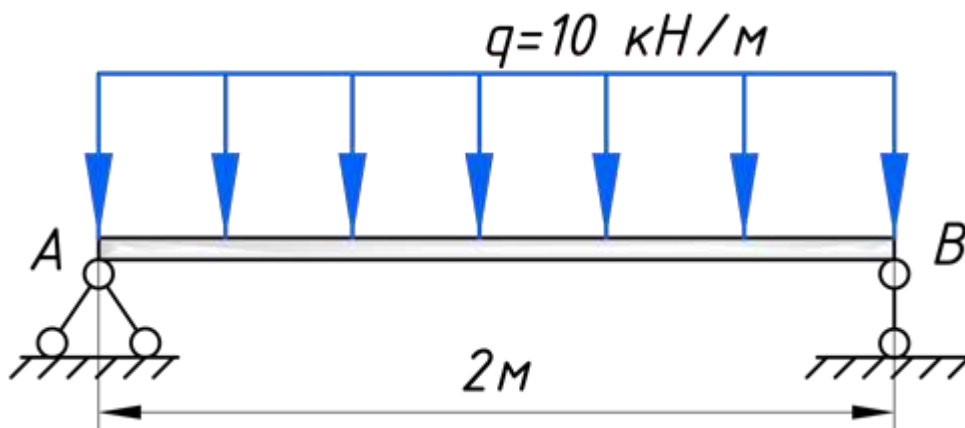
$$R_A = \frac{F \cdot 1}{2} = \frac{2 \cdot 1}{2} = 1 \text{ кН}$$

После нахождения реакций, делаем проверку:

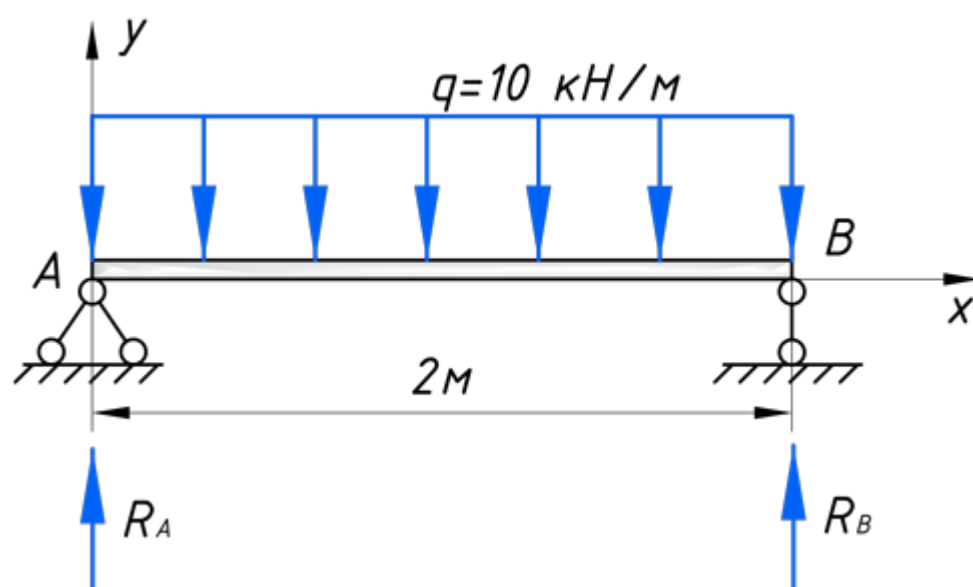
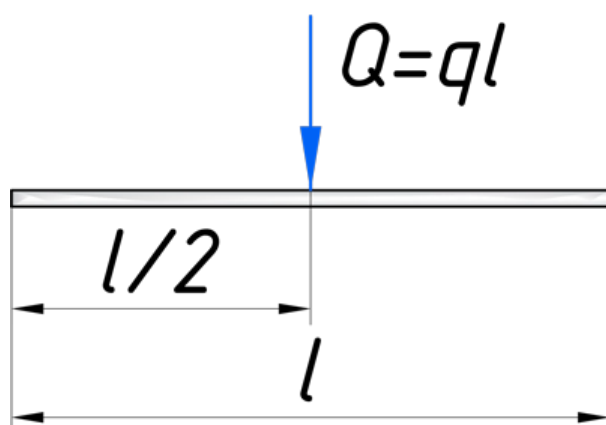
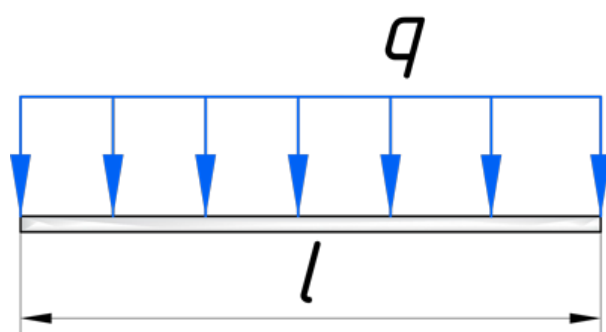
$$\text{Проверка: } \sum F_{ky} = R_A + R_B - F = 0$$

Определение реакций опор для балки с распределенной нагрузкой

Теперь рассмотрим балку, загруженную распределенной нагрузкой:



Перед тем как посчитать реакции опор, распределенную нагрузку нужно свернуть до сосредоточенной силы. Если умножить интенсивность q на длину участка, на которой действует нагрузка, получим силу Q . Сила Q будет находиться ровно посередине балки, как и сила F в нашем первом примере:



$$\Sigma M_A = R_B \cdot 2 - q \cdot 2 \cdot 1 = 0$$

$$R_B = \frac{q \cdot 2 \cdot 1}{2} = 10 \text{ kH}$$

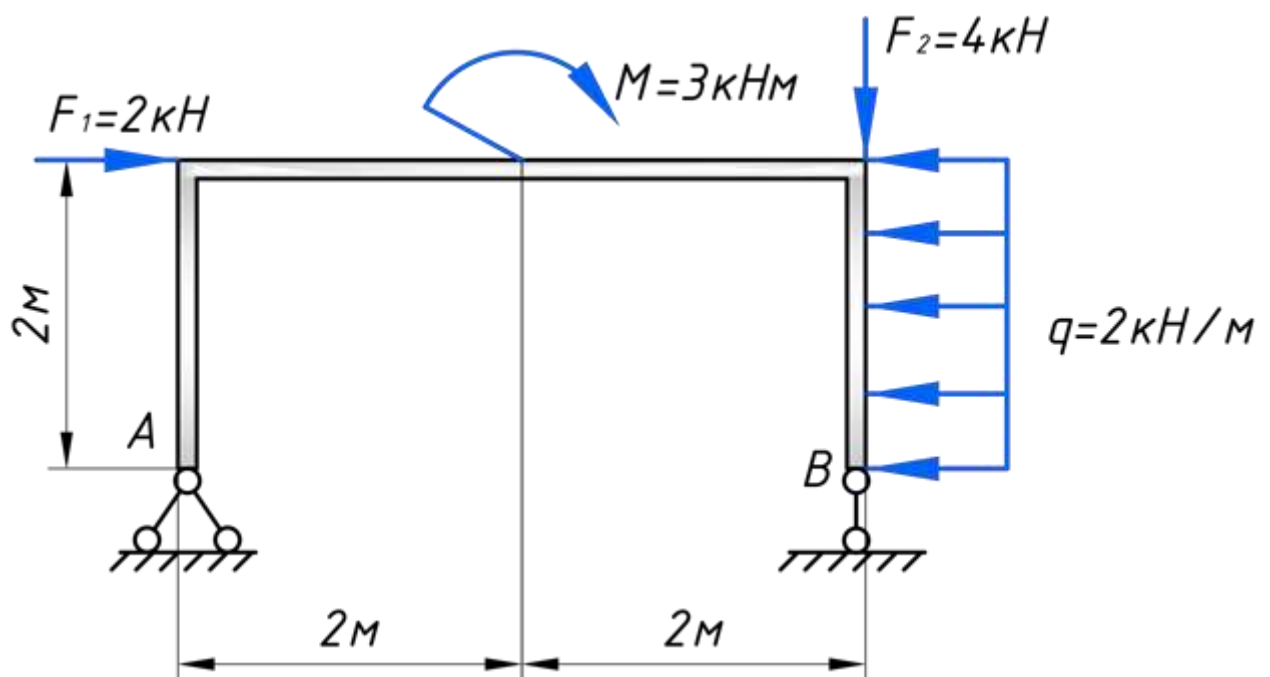
$$\Sigma M_B = -R_A \cdot 2 + q \cdot 2 \cdot 1 = 0$$

$$R_A = \frac{q \cdot 2 \cdot 1}{2} = 10 \text{ кН}$$

Проверка: $\sum F_{ky} = R_A + R_B - q \cdot 2 = 0$

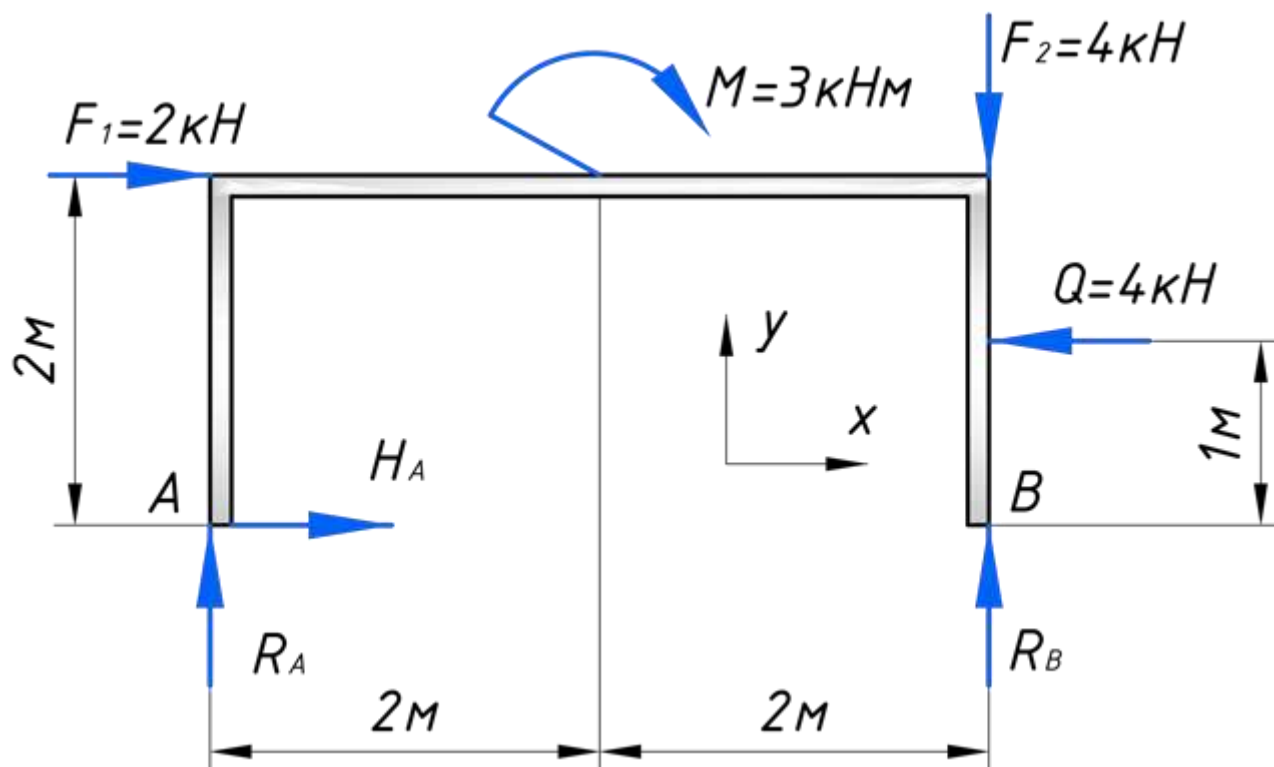
Определение опорных реакций для плоской рамы

Теперь, после освоения азов по расчету реакций, предлагаю выполнить расчет плоской рамы. Для примера, возьмем раму, нагруженную всевозможными видами нагрузок:



Проводим ряд действий с расчетной схемой рамы:

- заменяем опоры на реакции;
- сворачиваем распределенную нагрузку до сосредоточенной силы;
- вводим глобальную систему координат x и y .



Для такой расчетной схемы, лучше использовать следующую форму условий равновесия:

$$\begin{cases} \sum M_A = 0 \\ \sum F_{kx} = 0 \\ \sum F_{ky} = 0 \end{cases}$$

Составив первое уравнение, относительно точки А, сразу найдем реакцию в опоре В:

$$\sum M_A = -F_1 \cdot 2 - M - F_2 \cdot 4 + Q \cdot 1 + R_B \cdot 4 = 0$$

$$R_B = \frac{F_1 \cdot 2 + M + F_2 \cdot 4 - Q \cdot 1}{4}$$

$$R_B = \frac{2 \cdot 2 + 3 + 4 \cdot 4 - 4 \cdot 1}{4} = 4.75 \text{ кН}$$

Записав второе уравнение, сумму проекций на ось x, найдем горизонтальную реакцию H_A :

$$\sum F_{kx} = F_1 + H_A - Q = 0$$

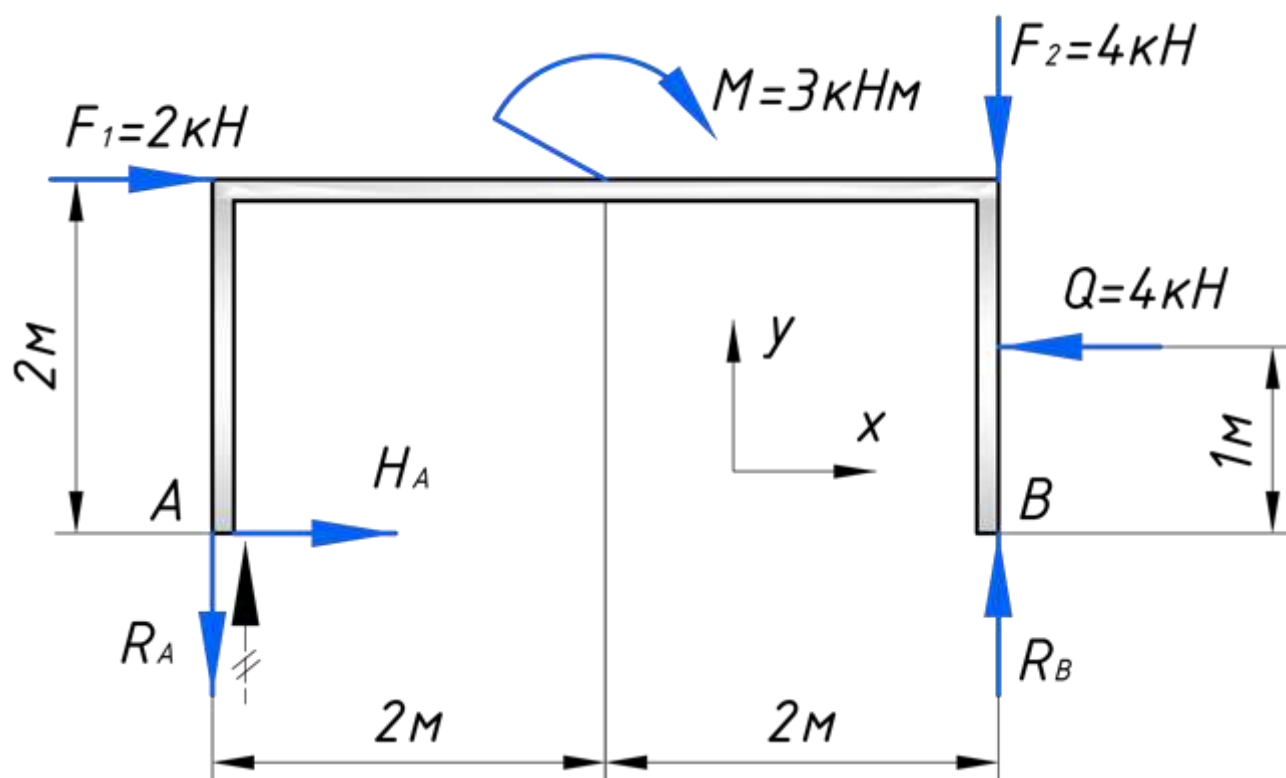
$$H_A = -F_1 + Q = -2 + 4 = 2 \text{ кН}$$

И, наконец, третье уравнение, позволит найти реакцию R_A :

$$\sum F_{ky} = R_A + R_B - F_2 = 0$$

$$R_A = -R_B + F_2 = -4.75 + 4 = -0.75 \text{ кН}$$

Расчет же показал, что R_A , направлена в другую сторону:



В итоге, получили следующие реакции в опорах рамы:

$$R_B = 4.75 \text{ кН}; H_A = 2 \text{ кН}; R_A = 0.75 \text{ кН}.$$

Проверка:

$$\sum M_B = 0$$

$$\begin{aligned} \sum M_B &= Q \cdot 1 - M - F_1 \cdot 2 + R_A \cdot 4 = \\ &= 4 \cdot 1 - 3 - 2 \cdot 2 + 0.75 \cdot 4 = 0 \end{aligned}$$

Как видим, расчет реакций выполнен правильно

Домашнее задание определить реакции опор по данной схеме нагружения

