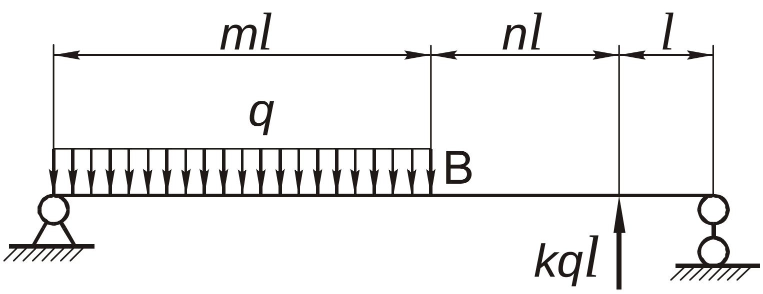
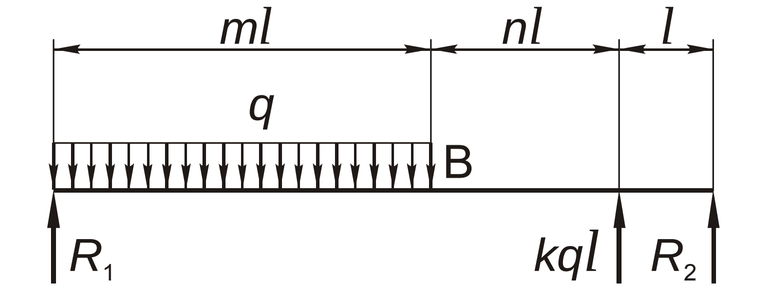
$m := 2$

$n := 1$

$k := 2$

Дана шарнирно опёртая балка, нагруженная распределённой нагрузкой и силой. Параметры обозначены на рисунке.
Требуется:
* построить эпюры Q_y, M_x, Θ и v (при трёх заданных коэффициентах);
* найти коэффициент k (при заданных m и n) из условия равнопрочности. Построить те же эпюры при найденном значении k.





$$z := 0, \frac{m+n+1}{200} .. m+n+1$$ Координата (для построения эпюр)

Функции

$$R(m,n,k) := \begin{bmatrix} \dfrac{\dfrac{m^2}{2} + m \cdot n + m - k}{m+n+1} \\ \dfrac{\dfrac{m^2}{2} - k \cdot (m+n)}{m+n+1} \end{bmatrix}$$

Функция определения реакций (R_1 и R_2). Положительные направления указаны на рисунке

$$H(z) := \Phi(z)$$ Переобозначение функции Хевисайда к традиционной нотации

$$Q(z,k,r) := r_1 - z + H(z-m) \cdot (z-m) + H(z-m-n) \cdot k$$ Функция поперечной силы (r - вектор реакций)

$$M(z,k,r) := r_1 \cdot z - \frac{z^2}{2} + H(z-m) \cdot \frac{(z-m)^2}{2} + H(z-m-n) \cdot k \cdot (z-m-n)$$ Функция изгибающего момента

$$C(r,k) := \begin{bmatrix} -\dfrac{r_1 \cdot \dfrac{(m+n+1)^3}{6} - \dfrac{(m+n+1)^4}{24} + \dfrac{(n+1)^4}{24} + \dfrac{k}{6}}{m+n+1} \\ 0 \end{bmatrix}$$ Функция констант интегрирования

$$\theta(z,k,r) := r_1 \cdot \frac{z^2}{2} - \frac{z^6}{6} + H(z-m) \cdot \frac{(z-m)^3}{6} + H(z-m-n) \cdot k \cdot \frac{(z-m-n)^2}{2} + C(r,k)_1$$ Функция угла наклона касательной

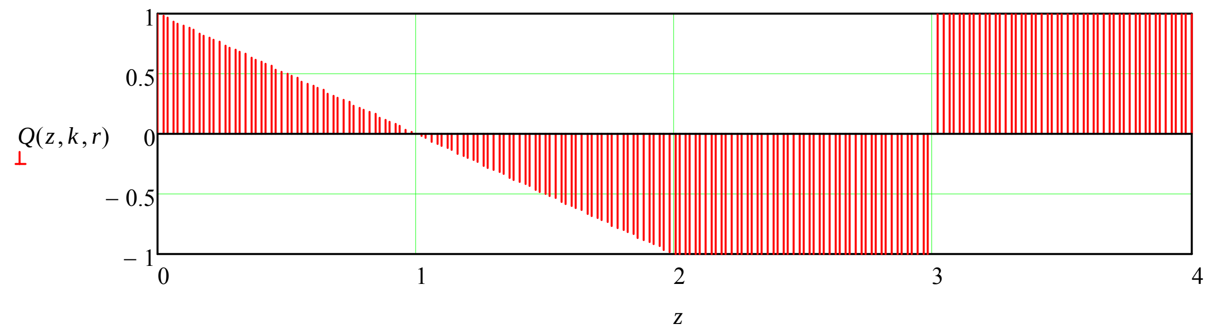
$$v(z,k,r) := r_1 \cdot \frac{z^3}{6} - \frac{z^4}{24} + H(z-m) \cdot \frac{(z-m)^4}{24} + H(z-m-n) \cdot k \cdot \frac{(z-m-n)^3}{6} + C(r,k)_1 \cdot z + C(r,k)_2$$ Функция прогиба

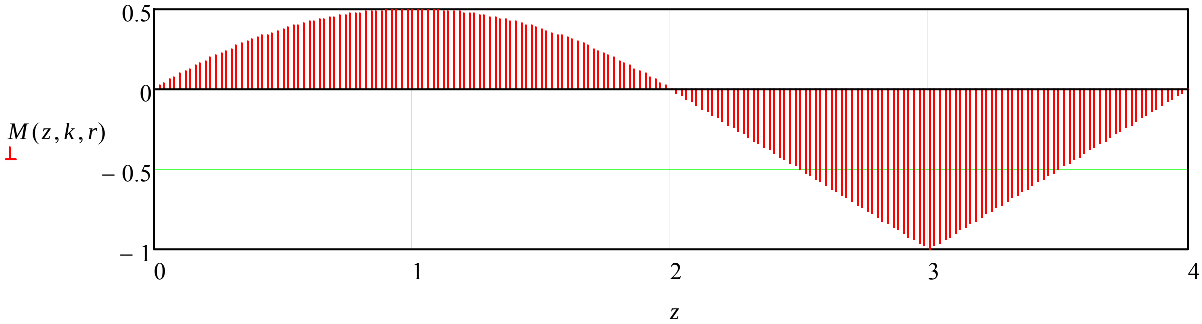
Решение (построение эпюр)

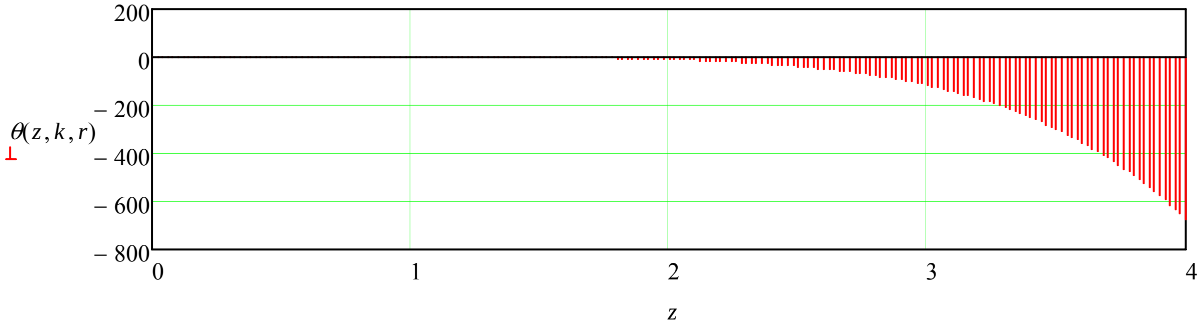
$$r := R(m,n,k) \qquad r^T \rightarrow (1 \ \ -1) = (1 \ \ -1)$$ Реакции опор

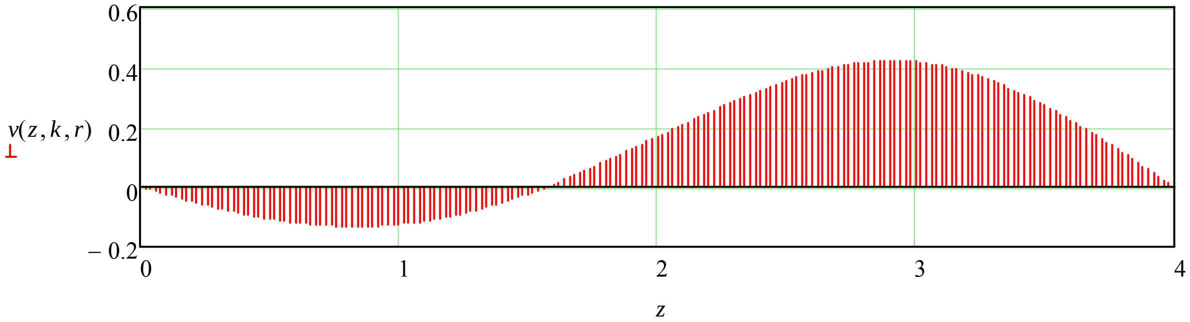
$if(M(m+n+1,k,r) = 0,\text{"OK"},\text{"Ошибка!"}) = \text{"OK"}$ Проверка - на правой опоре момент равен нулю

$if(v(m+n+1,k,r) = 0,\text{"OK"},\text{"Ошибка!"}) = \text{"OK"}$ Проверка - на правой опоре прогиб равен нулю









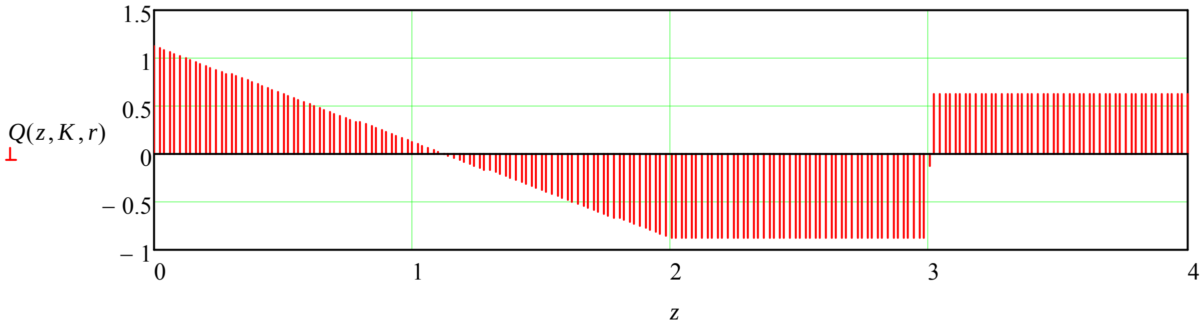
Решение (равнопрочность)

$f(m,n,k) := \dfrac{\left(R(m,n,k)_1\right)^2}{2} + R(m,n,k)_2$ — Условие равнопрочности

$K := root(f(m,n,k),k,0,2)$ $\quad K = 1.508$ — Искомое значение коэффициента

$r := R(m,n,K)$ $\quad r^T = (1.123 \quad -0.631)$ — Реакции при найденном значении коэффициента

$if\left[\dfrac{(r_1)^2}{2} = -r_2, \text{"OK"}, \text{"Ошибка!"}\right] = \text{"OK"}$ — Проверка условия равнопрочности

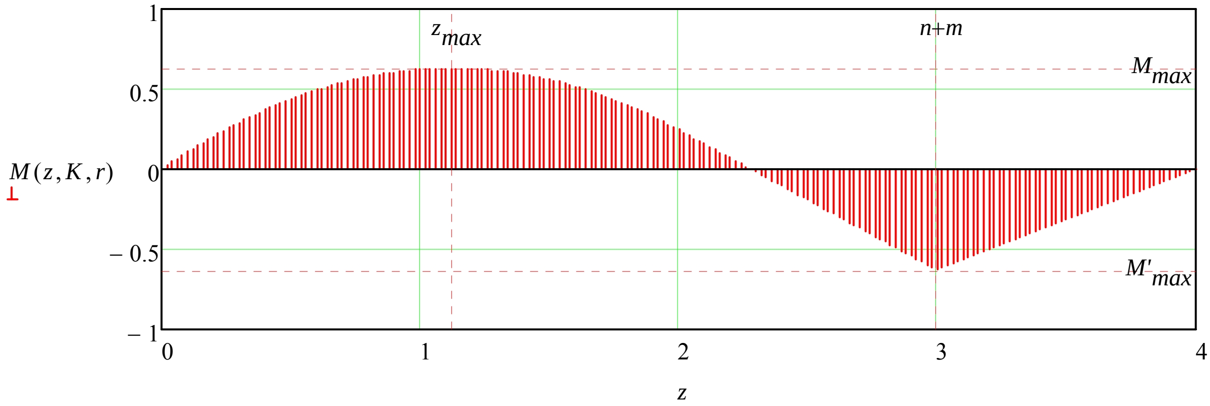


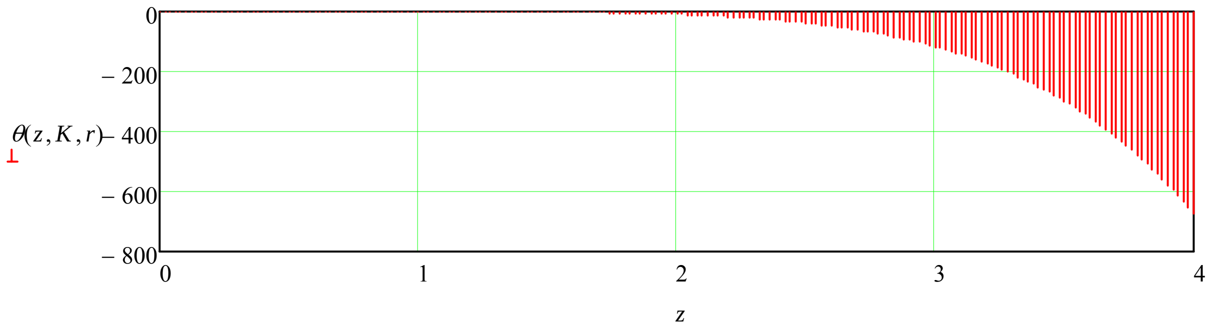
$z_{max} := r_1$ $\quad z_{max} = 1.123$ — Координата, доставляющая максимум функции момента (на первом участке)

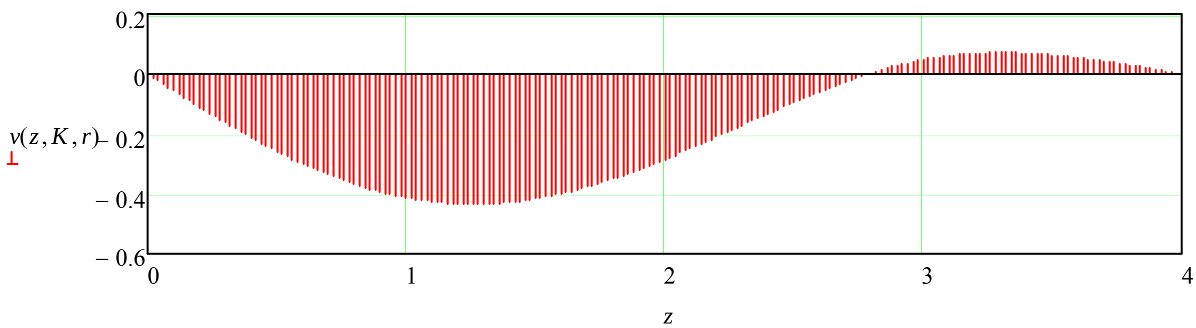
$M_{max} := M(z_{max},K,r)$ $\quad M_{max} = 0.631$ — Первый максимальный момент

$M'_{max} := r_2$ $\quad M'_{max} = -0.631$ — Второй максимальный момент (с координатой $(m+n)l$)

$if\left(M_{max} = -M'_{max}, \text{"OK"}, \text{"Ошибка!"}\right) = \text{"OK"}$ — Еще одна проверка условия равнопрочности


1
0.5
0
− 0.5
− 1
$M(z,K,r)$
z_{max}
$n+m$
M_{max}
M'_{max}
0
1
2
3
4
z


0
− 200
− 400
− 600
− 800
$\theta(z,K,r)$
0
1
2
3
4
z


0.2
0
− 0.2
− 0.4
− 0.6
$v(z,K,r)$
0
1
2
3
4
z