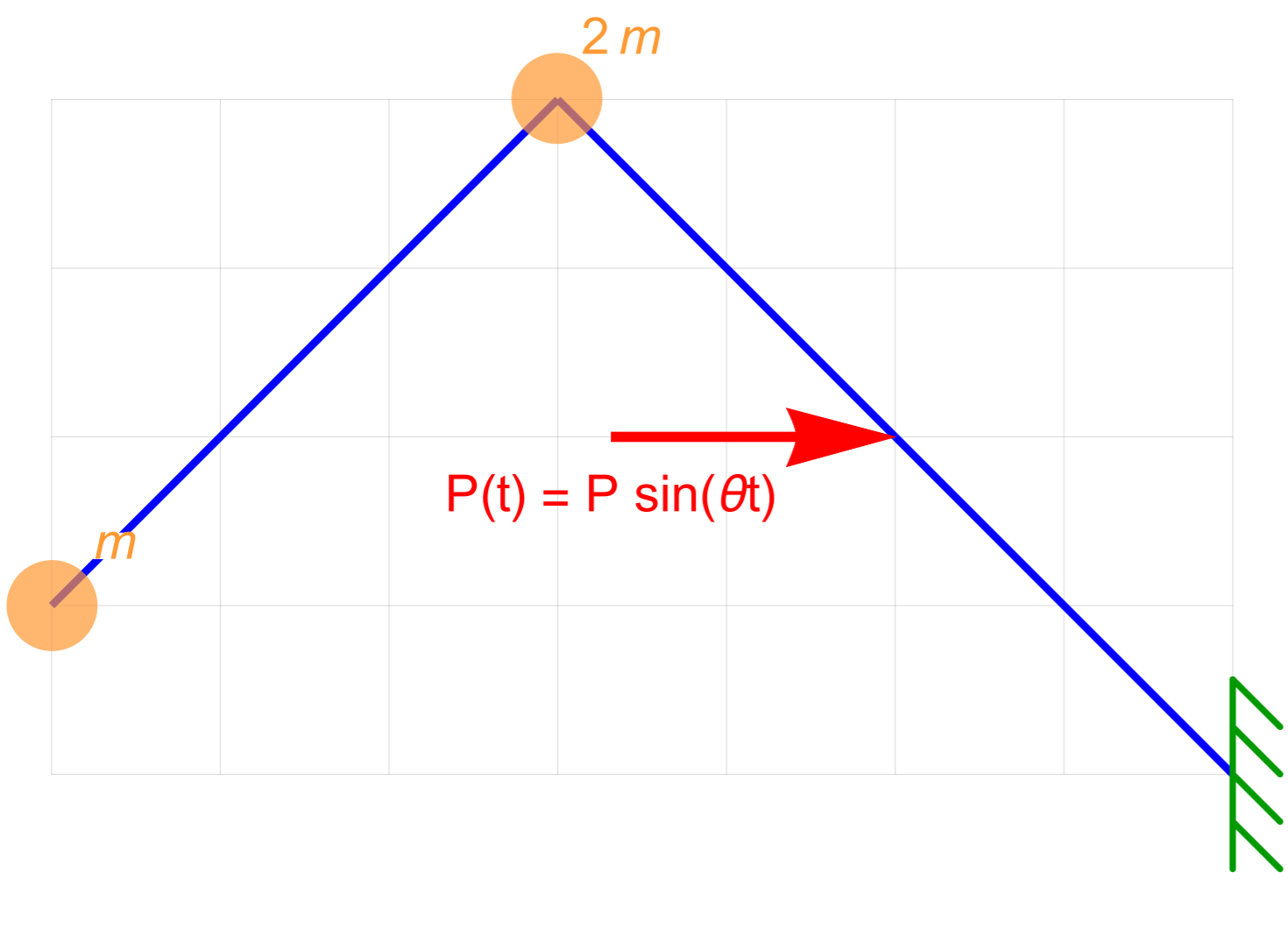
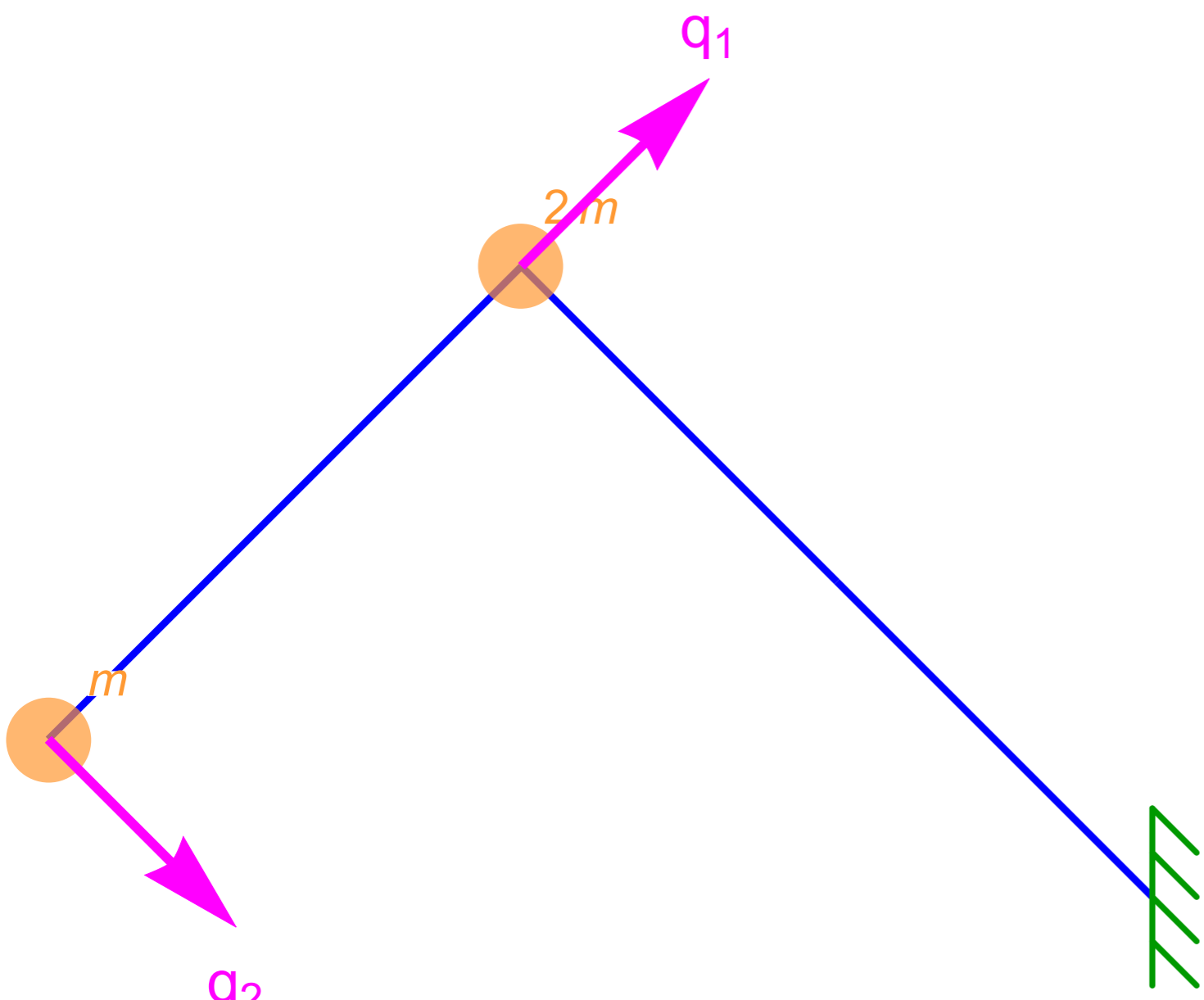


Geometria oraz obciążenia konstrukcji (wymiar oczka siatki - 1, $\theta = \sqrt{\frac{EJ}{13m}}$):

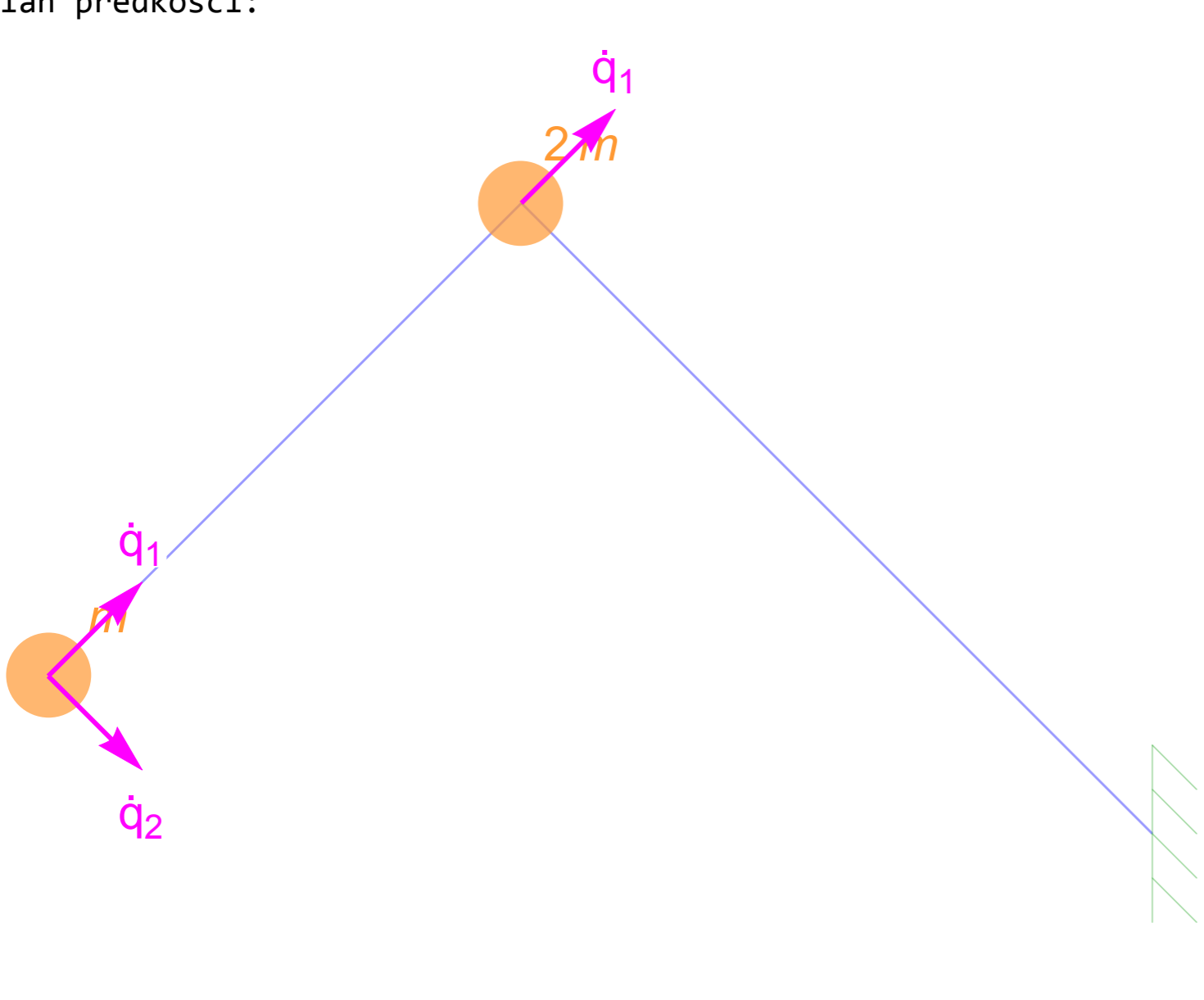


Zadanie statyki konstrukcji jest statycznie wyznaczalne.

Współrzędne Lagrange'a:



Plan prędkości:



Energia kinetyczna jako forma kwadratowa wektora $\dot{\mathbf{q}}$:

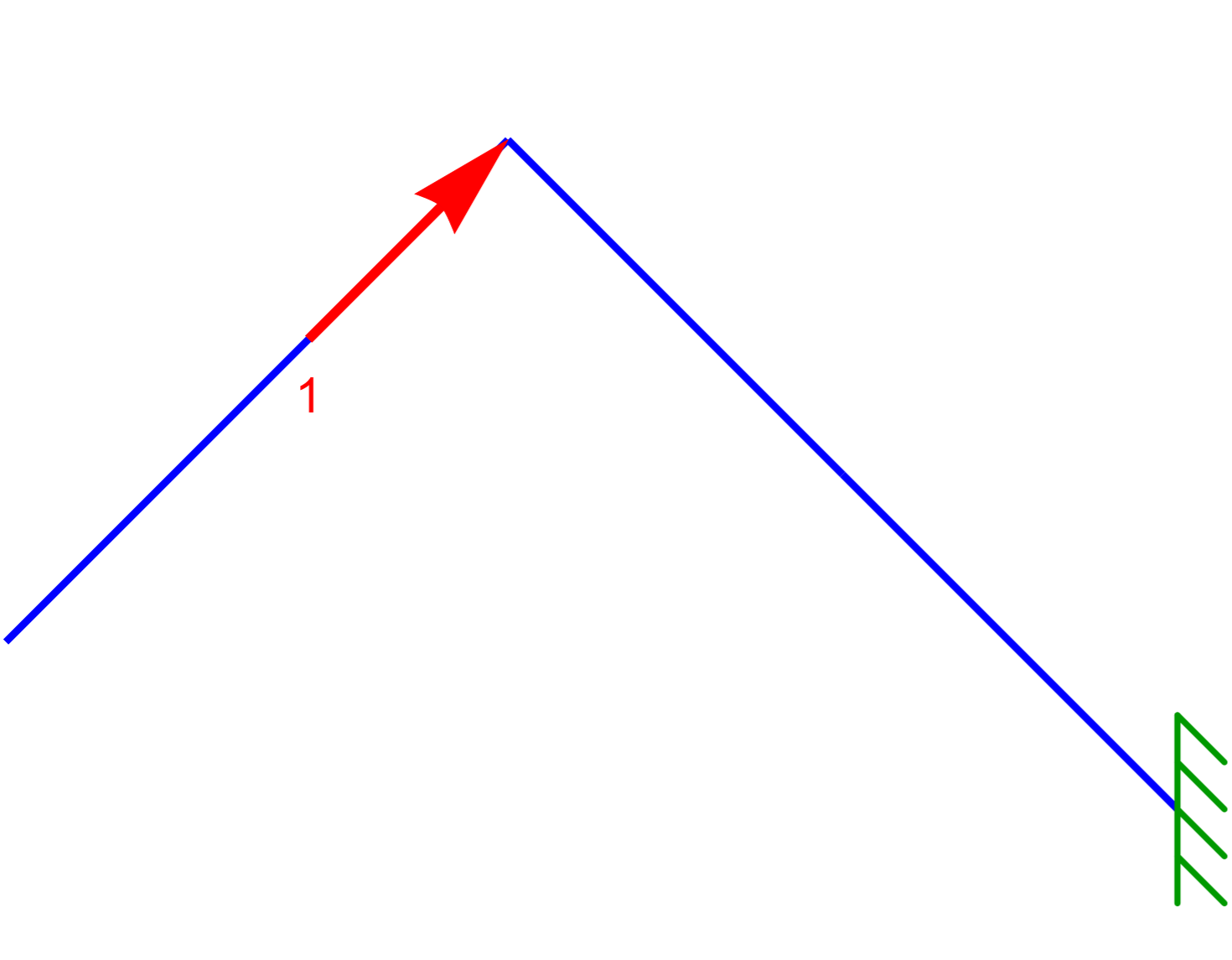
$$2 E_k (\dot{\mathbf{q}}) = m [\dot{q}_2^2 + \dot{q}_1^2] + 2m \dot{q}_1^2 = 3m \dot{q}_1^2 + m \dot{q}_2^2 = \dot{\mathbf{q}}^T \mathbf{M} \dot{\mathbf{q}}$$

Macierz mas:

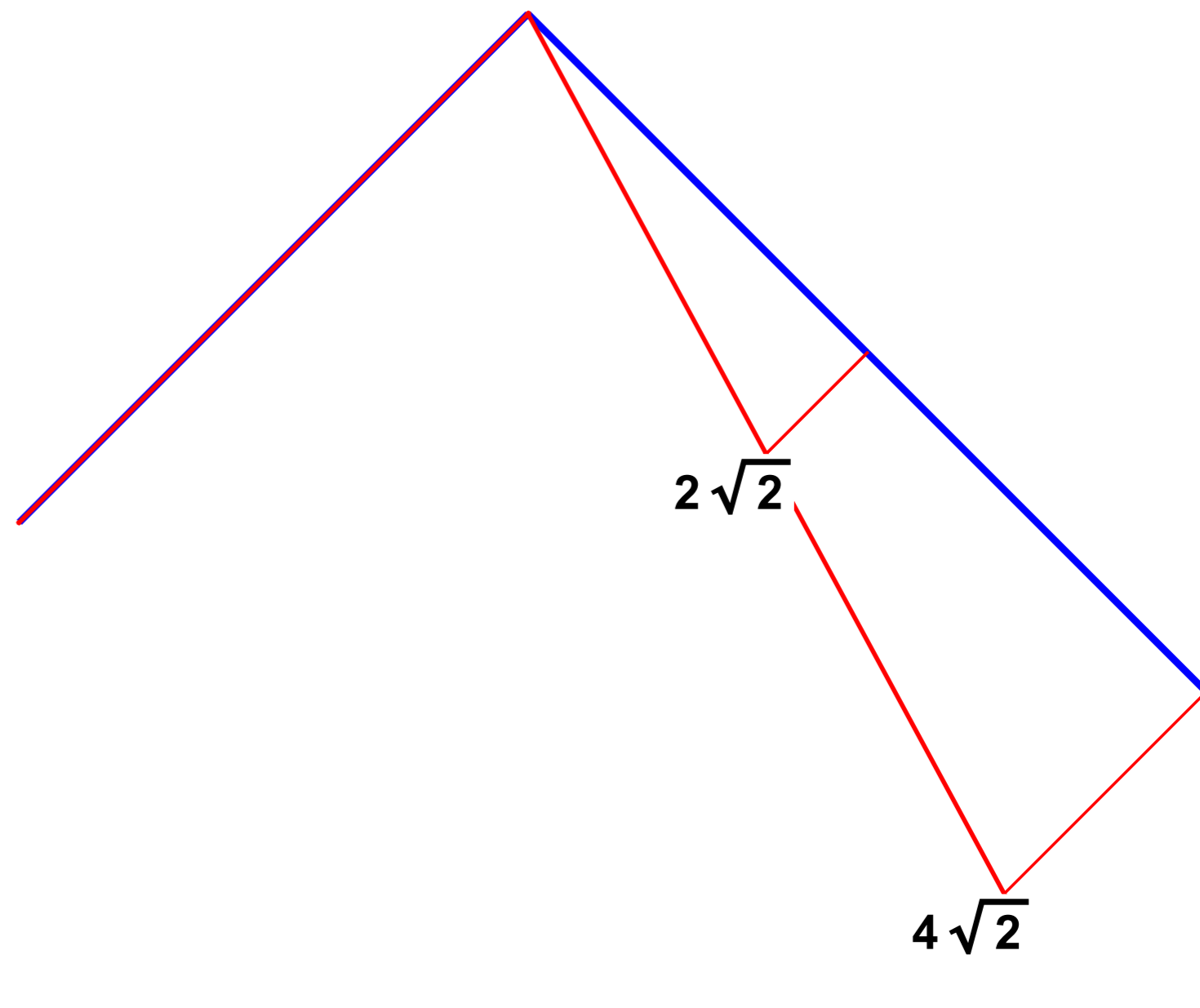
$$\mathbf{M} = m \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Wykresy momentów zginających od jednostkowych sił bezwładności:

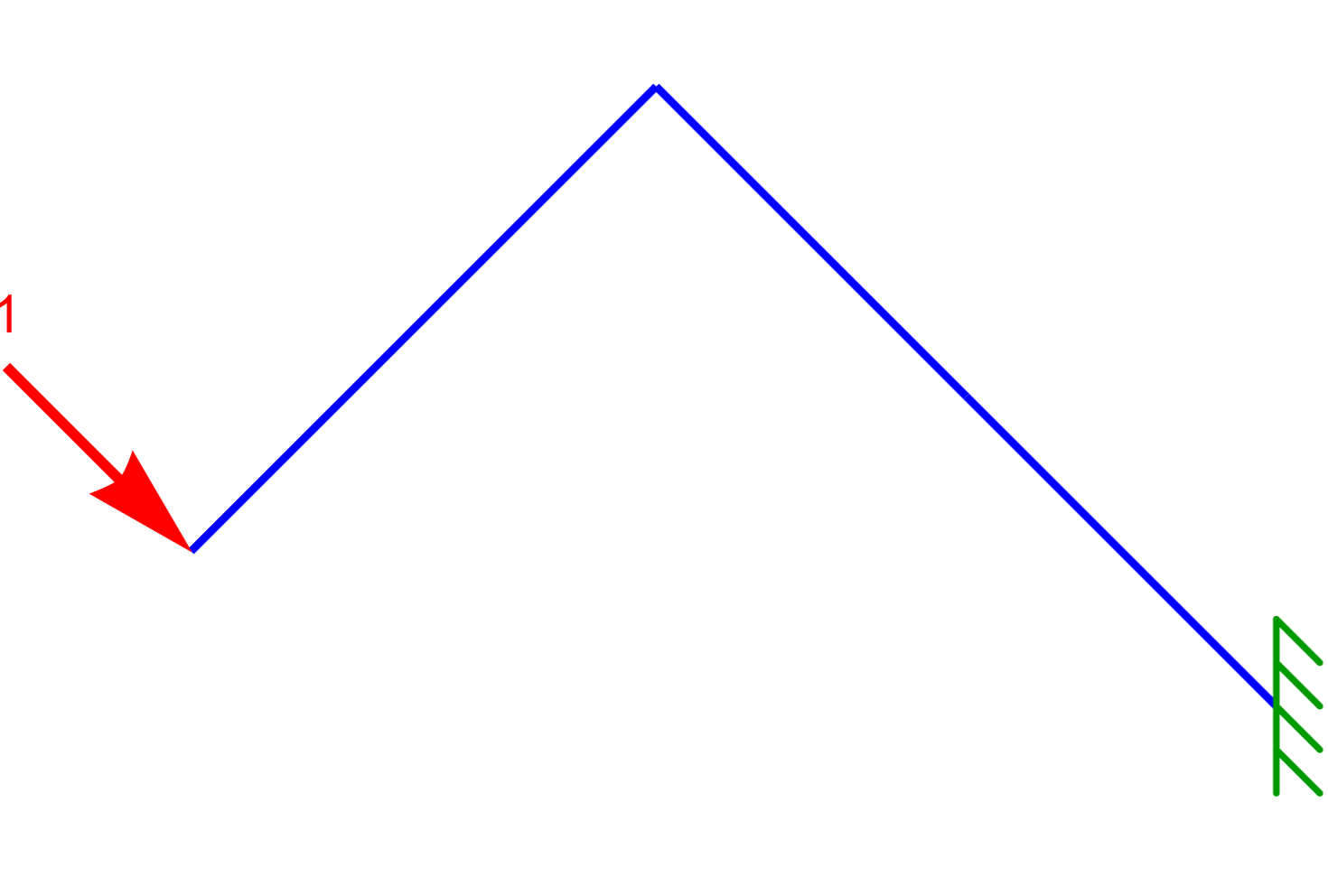
- od q_1 :



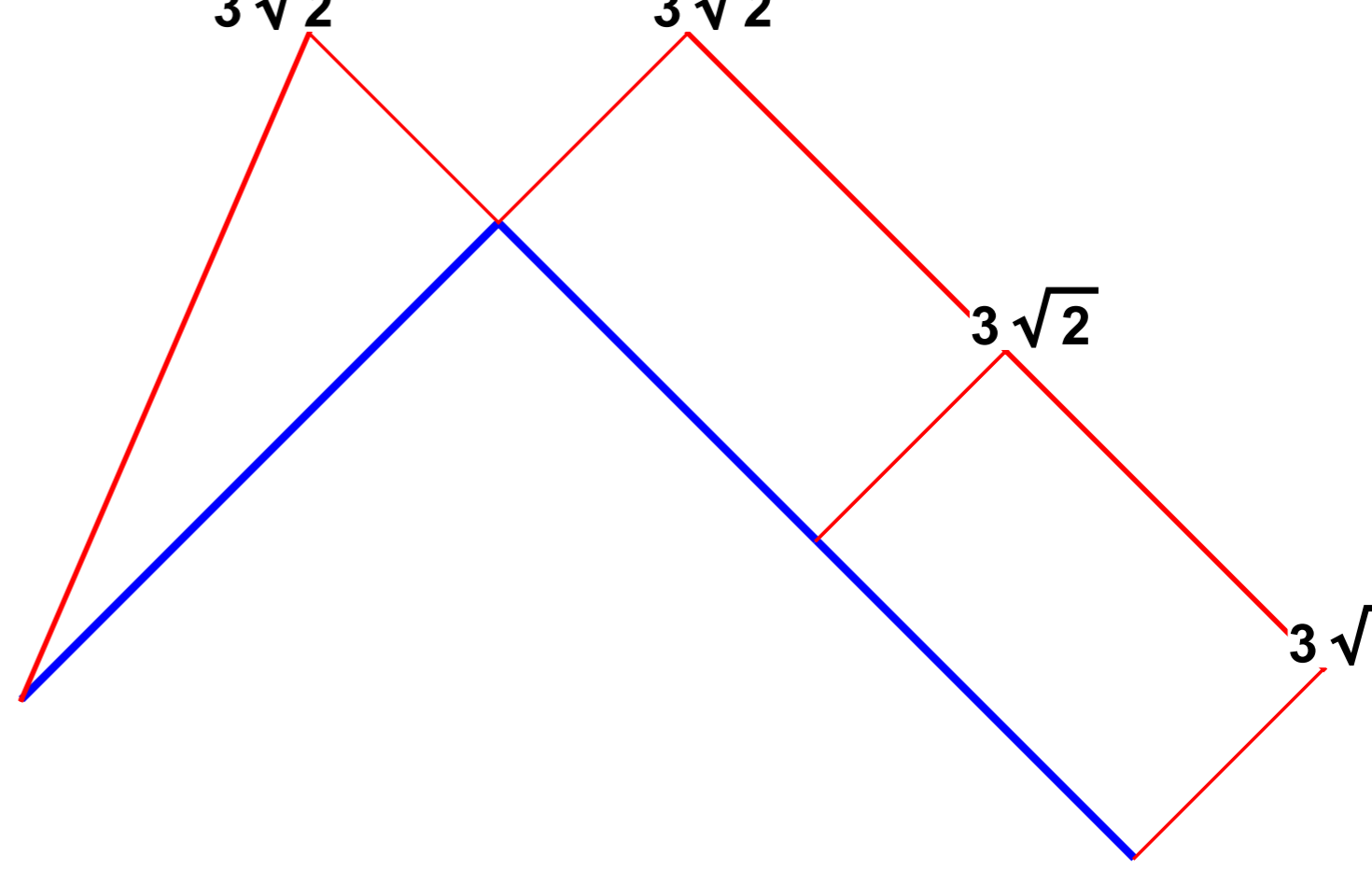
$M_1 [1]$:



- od q_2 :

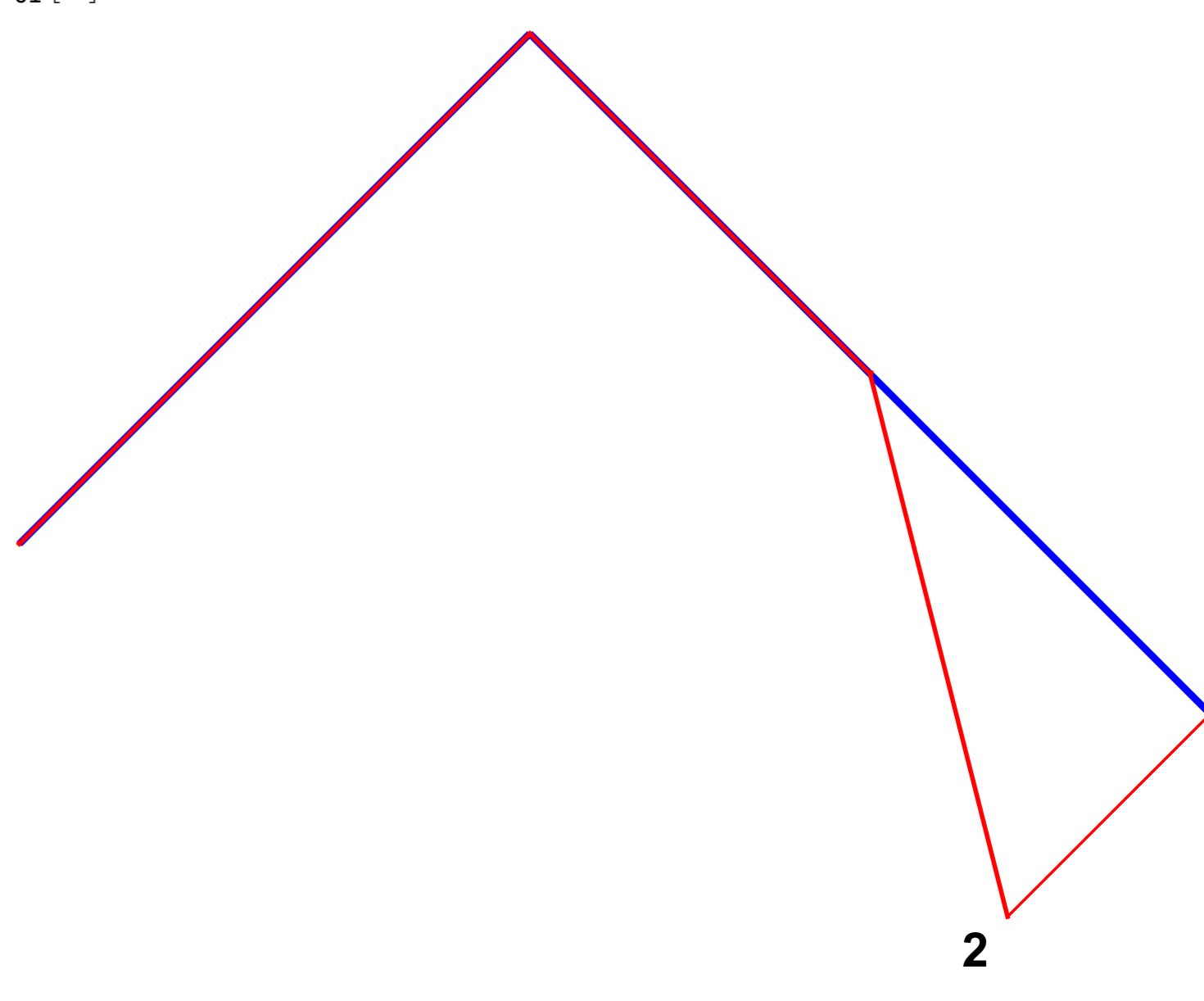
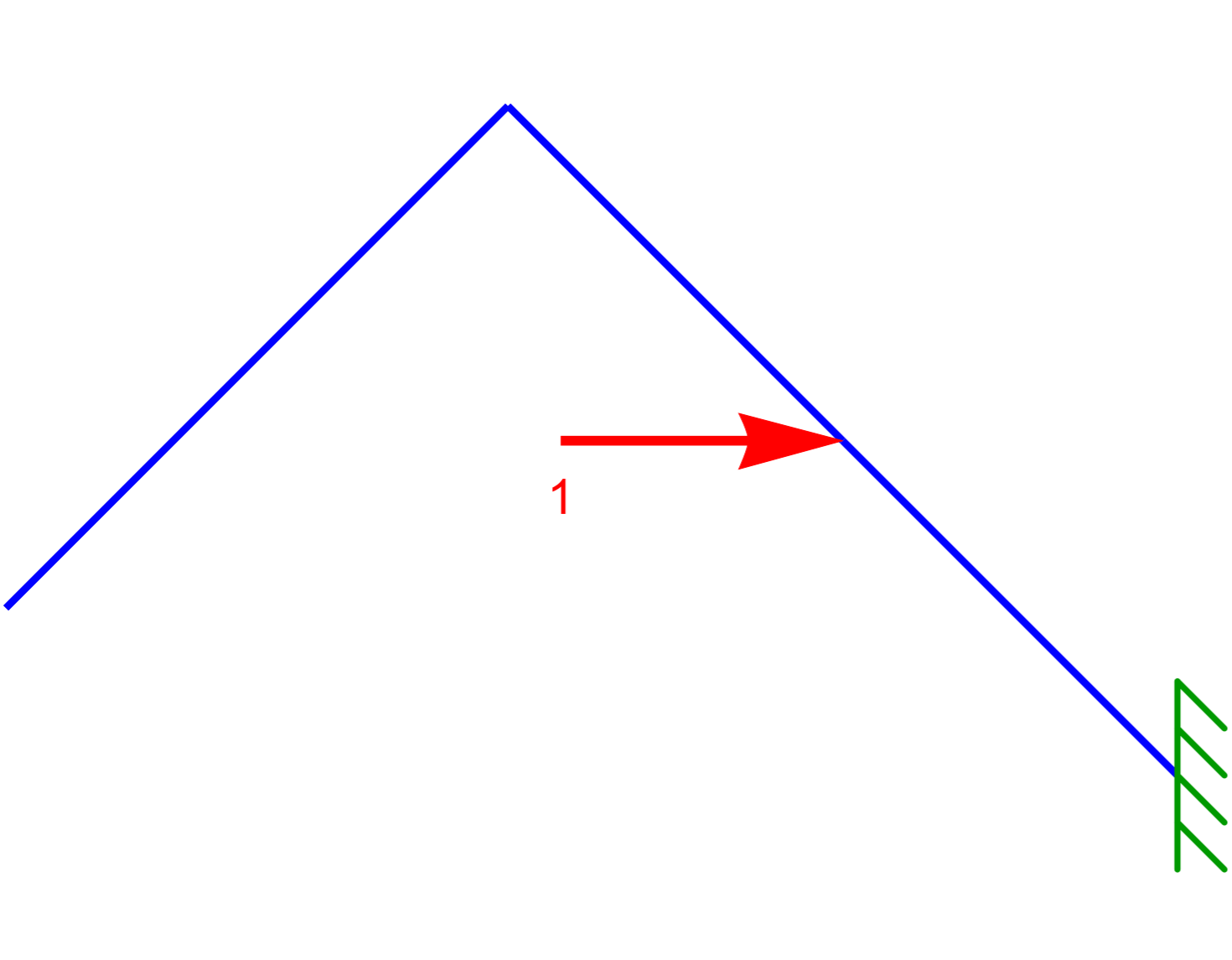


$M_2 [1]$:



Wykresy momentów zginających od jednostkowego obciążenia wymuszającego:

$M_{01} [1]$:



Macierz podatności:

$$d_{11} = \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) (\frac{2}{3} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1)]_2 + \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) (\frac{2}{3} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 + \frac{1}{3} \cdot 4 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) + (\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) (\frac{1}{3} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 + \frac{2}{3} \cdot 4 \cdot \sqrt{2} \cdot 1)]_3 = 60.340 \frac{13}{EJ}$$

$$d_{12} = d_{21} = \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) (-3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1)]_2 + \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) (-3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) + (\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) (-3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1)]_3 = -67.882 \frac{13}{EJ}$$

$$d_{22} = \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) (\frac{2}{3} \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1)]_1 + \frac{1}{EJ} [(3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) (3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1)]_2 + \frac{1}{EJ} [(3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) (3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1)]_3 = 127.279 \frac{13}{EJ}$$

$$\mathbf{D} = \frac{13}{EJ} \begin{pmatrix} 60.340 & -67.882 \\ -67.882 & 127.279 \end{pmatrix}$$

Przemieszczenia od jednostkowego obciążenia wymuszającego:

$$d_{10} = \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) (\frac{1}{3} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 + \frac{2}{3} \cdot 4 \cdot \sqrt{2} \cdot 1)]_3 = 13.333 \frac{13}{EJ}$$

$$d_{20} = \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 1) (-3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1)]_3 = -12.000 \frac{13}{EJ}$$

ZADANIE DRGAŃ HARMONICZNYCH

- poszukiwanie funkcji przemieszczeń postaci:

$$\mathbf{q}(t) = \mathbf{a} \sin(\theta t) = \mathbf{a} \sin\left(\sqrt{\frac{EJ}{13m}} \cdot 0.500 t\right)$$

- równania ruchu:

$$(\mathbf{I} - \theta^2 \mathbf{D} \mathbf{M}) \mathbf{a} = \mathbf{d}_0 \mathbf{P}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} - 1.0000 \begin{pmatrix} 60.340 & -67.882 \\ -67.882 & 127.279 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3.000 & 0 \\ 0 & 1.000 \end{pmatrix} \mathbf{a} = \frac{13 \cdot P}{EJ} \begin{pmatrix} 13.333 \\ -12.000 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -180.019 & 67.882 \\ 203.647 & -126.279 \end{pmatrix} \mathbf{a} = \frac{13 \cdot P}{EJ} \begin{pmatrix} 13.333 \\ -12.000 \end{pmatrix}$$

Wektor amplitud przemieszczeń:

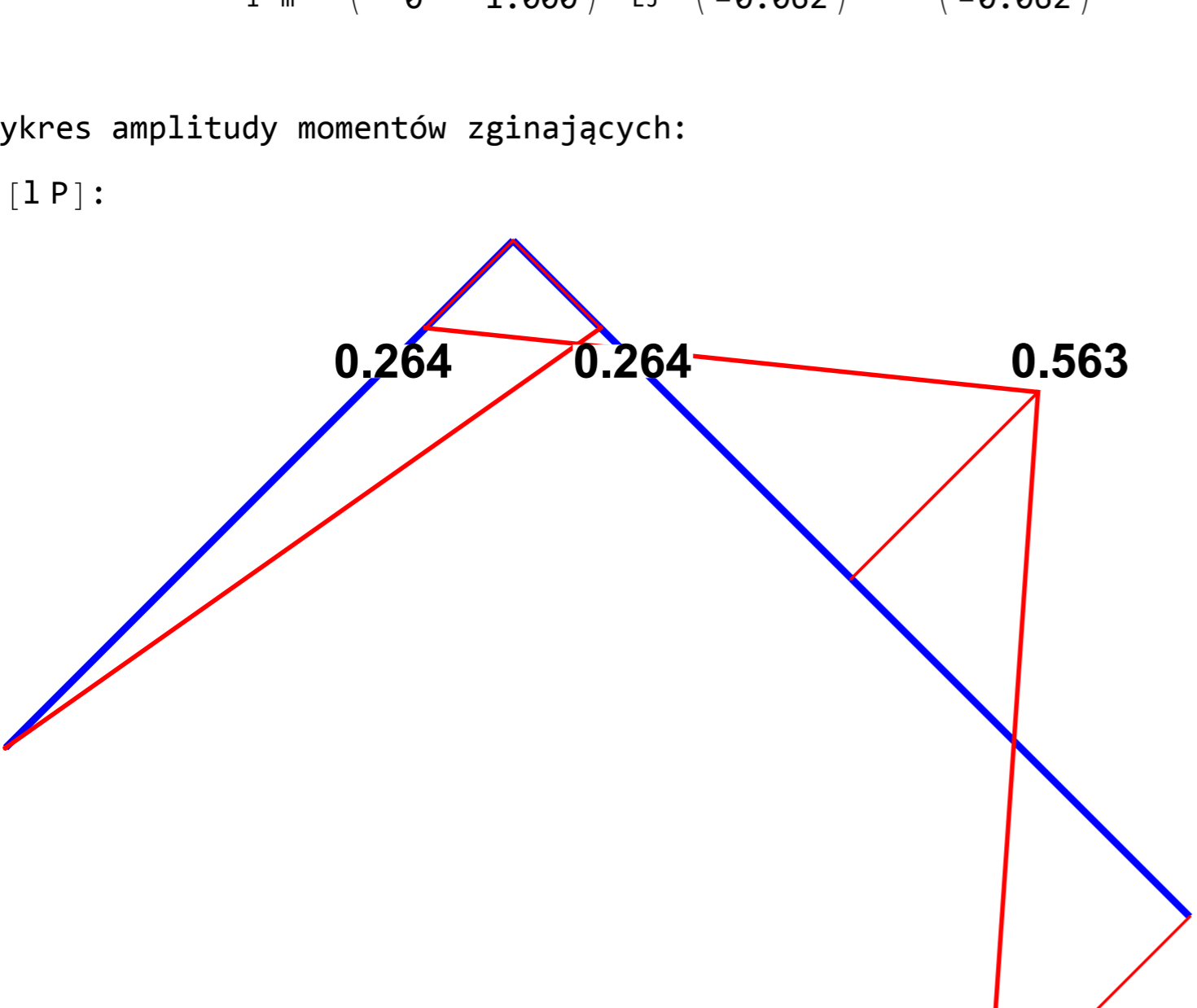
$$\mathbf{a} = \frac{13 \cdot P}{EJ} \begin{pmatrix} -0.098 \\ -0.062 \end{pmatrix}$$

Wektor prac wirtualnych sił bezwładności:

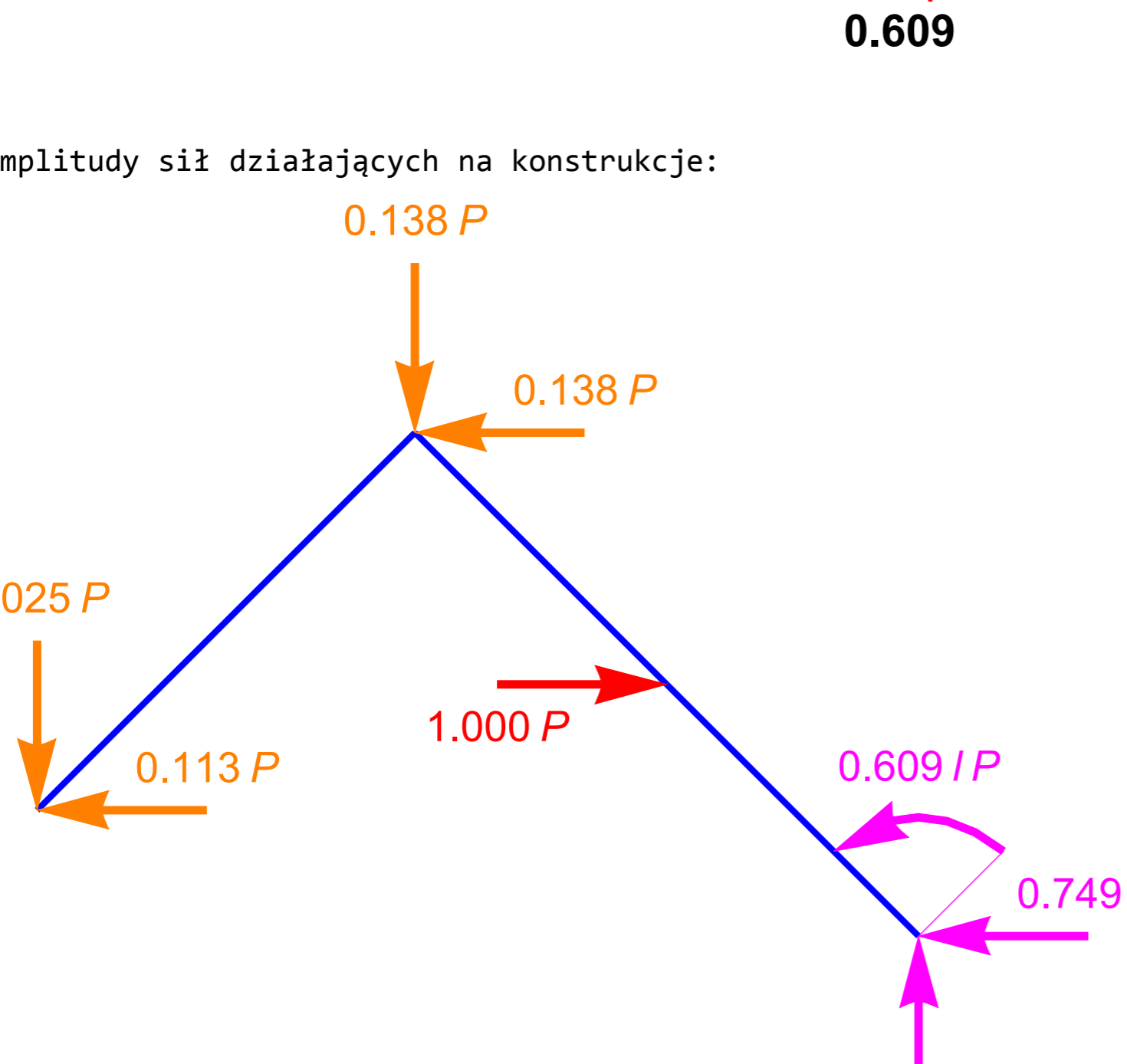
$$\hat{\mathbf{B}} = \theta^2 \mathbf{M} \mathbf{a} = \frac{EJ}{13m} \begin{pmatrix} 3.000 & 0 \\ 0 & 1.000 \end{pmatrix} \frac{13 \cdot P}{EJ} \begin{pmatrix} -0.098 \\ -0.062 \end{pmatrix} = P \begin{pmatrix} -0.293 \\ -0.062 \end{pmatrix}$$

Wykres amplitudy momentów zginających:

$\hat{M} [1P]$:



Amplitudy sił działających na konstrukcję:



Zadanie przygotował Karol Bołbotowski.