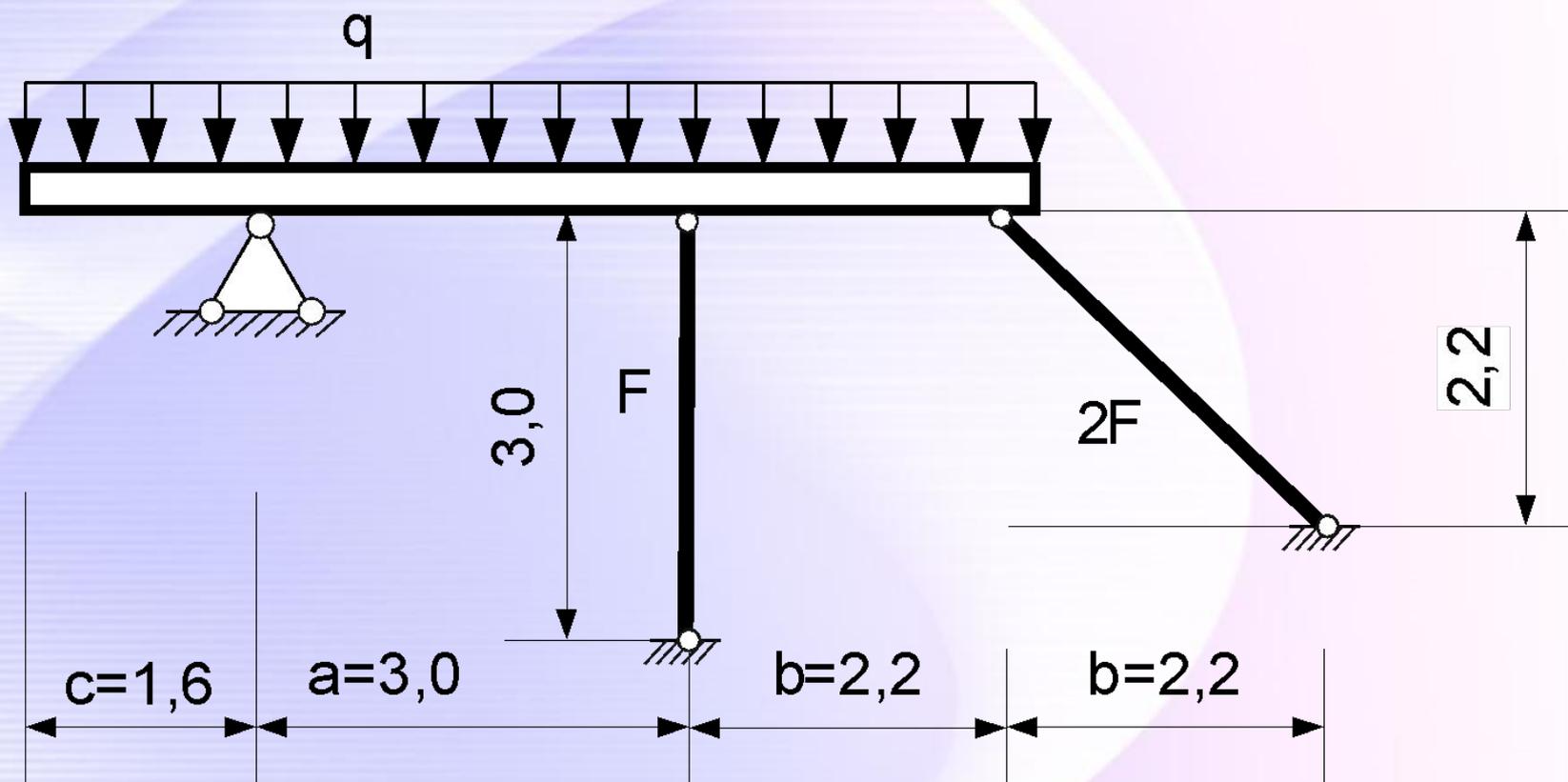


Задача 1.

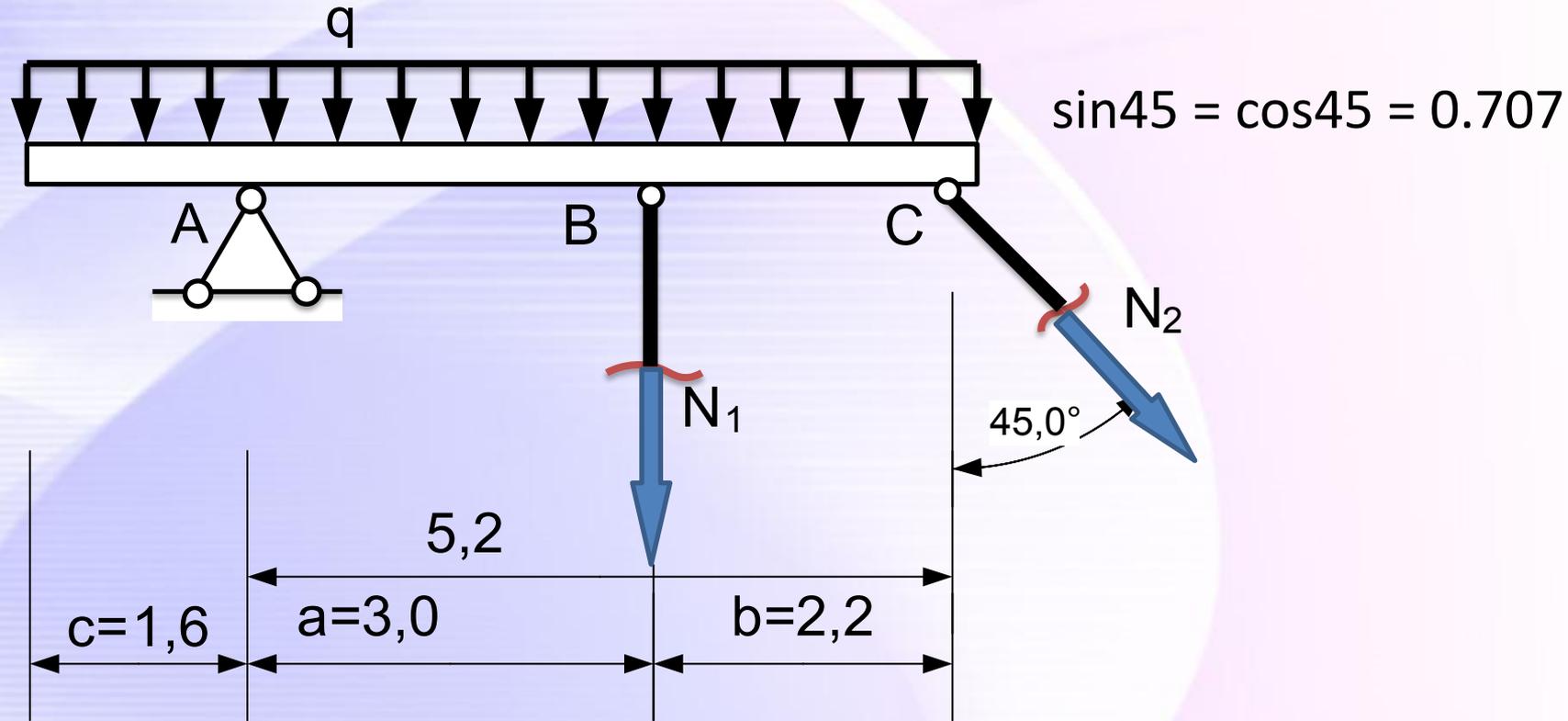
Абсолютно жесткий брус опирается на шарнирно неподвижную опору и прикреплен к двум стержням с помощью шарниров требуется:

1. найти усилия и напряжения в стержнях, выразив их через q ;
2. найти допускаемую нагрузку q_R , приравняв большее из напряжений в двух стержнях расчетному сопротивлению $R = 200 \text{ МПа}$;
3. найти предельную грузоподъемность системы q_T^k и допускаемую нагрузку $q_{\text{доп}}$, если предел текучести $\sigma_T = 240 \text{ МПа}$ и запас прочности $k=1,2$;
4. сравнить величины $q_{\text{доп}}$ полученные при расчете по допускаемым напряжениям и допускаемым нагрузкам.



Заданная схема

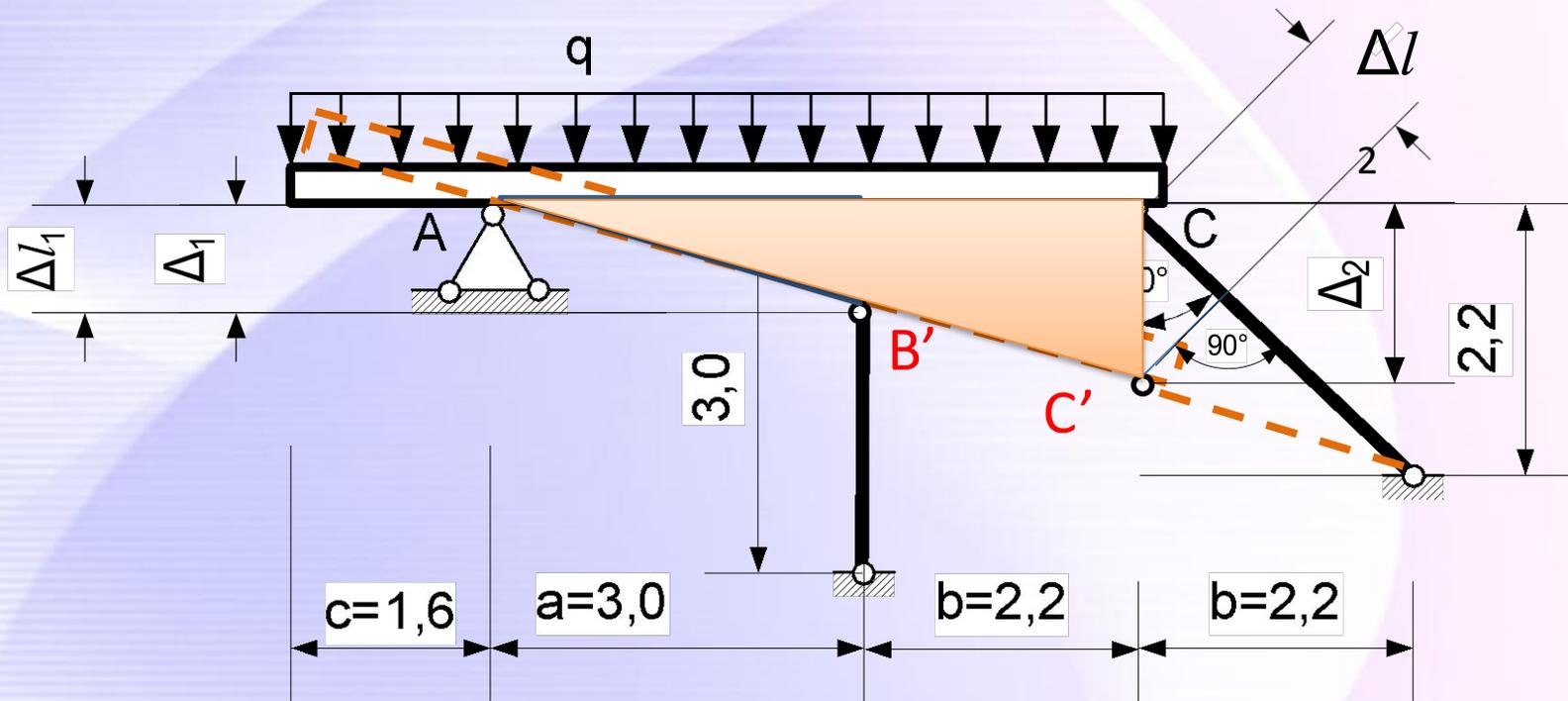
1. Статическая сторона задачи



$$\sum M_a = 0: N_1 \cdot 3 + N_2 \cdot 5,2 \cdot 0,7071 + q \cdot 6,8 \cdot 1,8 = 0$$

$$N_1 \cdot 3 + N_2 \cdot 3,67692 = -q \cdot 12,24 \quad (1)$$

2. Геометрическая сторона задачи.



$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{3}{5,2} \quad \Delta_1 = \Delta l_1 \quad \Delta_2 = \frac{\Delta l_2}{0.707}$$

$$\frac{0.7047 \cdot \Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{3}{5,2} \quad 5,2\Delta l_1 - 4,2427\Delta l_2 = 0 \quad (2)$$

3. Физическая сторона

$$\Delta l = \frac{Nl}{EF}$$

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{EF_1} = \frac{3 \cdot N_1}{EF}$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{EF_2} = \frac{\sqrt{(2.2^2 + 2.2^2)} \cdot N_2}{2EF} = \frac{3.111N_2}{2EF}$$

Подставляем Δl_1 и Δl_2 в формулу (2).

$$\begin{aligned} 5,2\Delta l_1 - 4,2427\Delta l_2 &= 5,2 \cdot \frac{3 \cdot N_1}{EF} - 4,2427 \cdot \frac{3.111N_2}{2EF} = \\ &= 15,6 \frac{N_1}{EF} - 6,6 \frac{N_2}{EF} = 0 \end{aligned}$$

Имеем $15,6N_1 - 6,6N_2 = 0$ (3)

4. Решаем систему уравнений (1) и (3):

$$\begin{cases} 3N_1 + 3,67692 N_2 = -q \cdot 12,24 \\ 15,6N_1 - 6,6N_2 = 0 \end{cases}$$

$$N_1 = -1,047q; \quad N_2 = -2,4746q$$

5. Определяем $q_{\text{доп},R}$ приравняв большее из напряжений в двух стержнях расчетному сопротивлению $R = 200 \text{ МПа}$

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F_1} = \frac{-1,047q}{F} = \frac{-1,047q}{16 \cdot 10^{-4}} = -654,375q$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{F_2} = \frac{-2,4746q}{2F} = \frac{-2,4746q}{32 \cdot 10^{-4}} = -773,3125q$$

$$773,3125q_{\text{доп},R} = R = 200 \cdot 10^3 (\text{кПа})$$

$$q_{\text{доп},R} = \frac{200 \cdot 10^3}{773,3125} = 258,63 (\text{кН/м})$$

6. Находим предельную грузоподъемность системы q_T^k и допускаемую нагрузку $q_{доп,Т}$, если предел текучести $\sigma_T = 240$ МПа и запас прочности $k=1,2$

Приравниваем $N_{1\text{ пр}} = \sigma_T \cdot F_1 = 240 \cdot F$; $N_{2\text{ пр}} = \sigma_T \cdot F_2 = 240 \cdot 2F$

Решаем уравнение статики $3N_1 + 3,677 N_2 = -q \cdot 12,24$

$$\begin{aligned} 3 \cdot \sigma_T \cdot F_1 + 3,677 \cdot \sigma_T \cdot F_2 &= \\ -12,24 q_T^k & \\ 240 \cdot 10^3 \cdot 16 \cdot 10^{-4} \cdot (3 + 3,677 \cdot 2) &= -12,24 q_T^k; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_T^k &= 324,83 \\ &(\text{кН}) \end{aligned}$$

Допускаемая нагрузка $q_{доп,Т} = q_T^k / k = 324,83 / 1,2 = 270,69$
(кН/м)

7. Сравниваем полученные $q_{доп}$, по расчетному сопротивлению в п. 5 ($q_{доп,R} = 258,63$ кН/м) и допускаемым нагрузкам в п.6. ($q_{доп,T} = 270,69$ кН/м)

$$\frac{q_{доп,T}}{q_{доп,R}} = \frac{270,69}{258,63} = 1,05$$

Вывод: Предельная грузоподъемность системы $q_{доп,T}$ вычисленная через σ_T в 1,05 раз больше предельной грузоподъемности системы $q_{доп,R}$ вычисленная через расчетное сопротивление R.