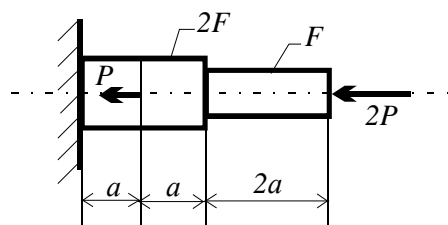
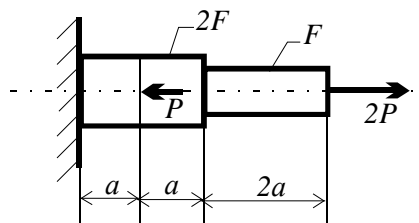


Билет №1.



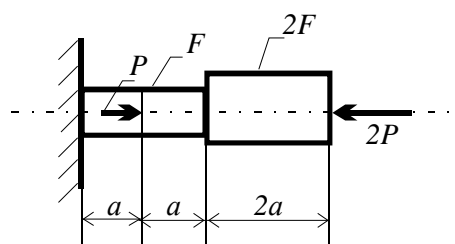
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №2.



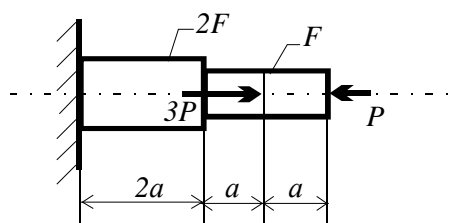
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №3.



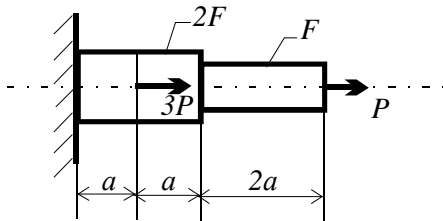
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №4.



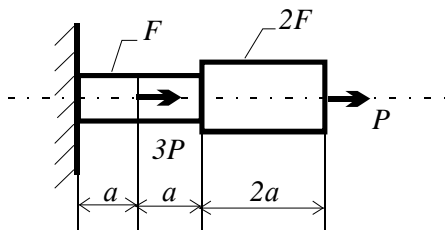
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №5.



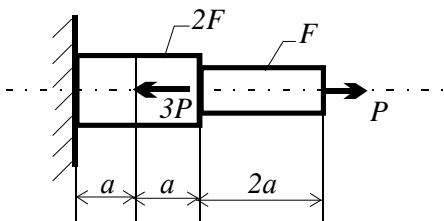
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №6.



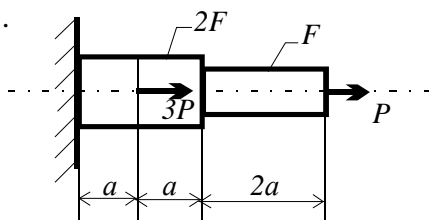
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №7.



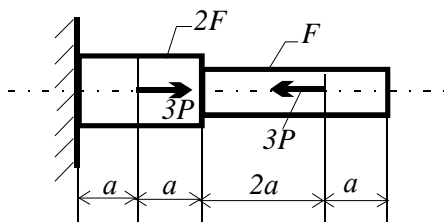
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №8.



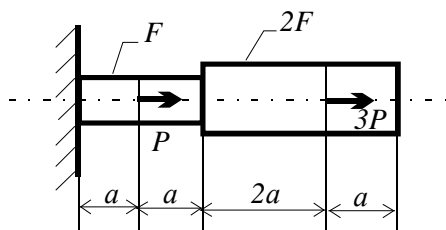
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №9.



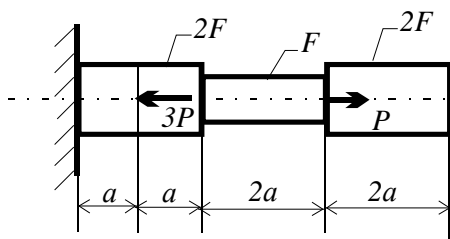
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №10.



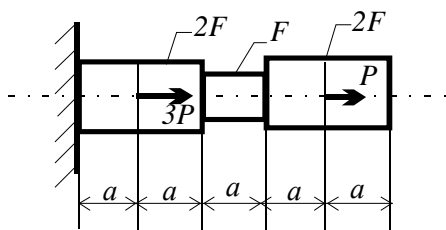
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №11.



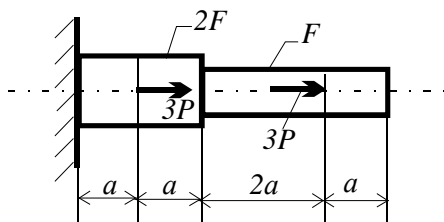
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №12.



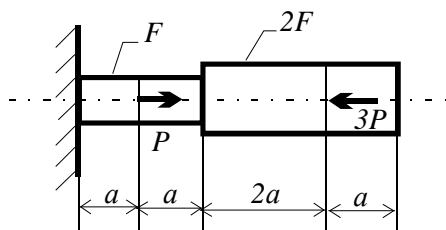
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №13.



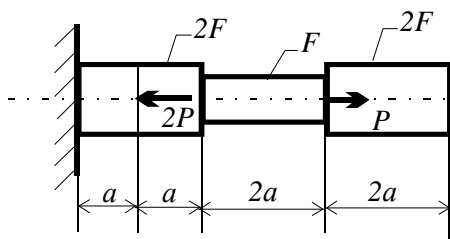
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №14.



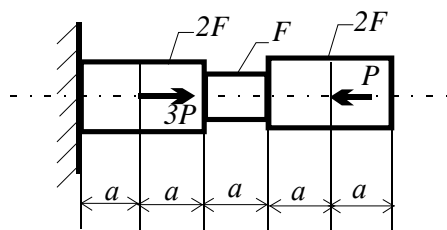
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №15.



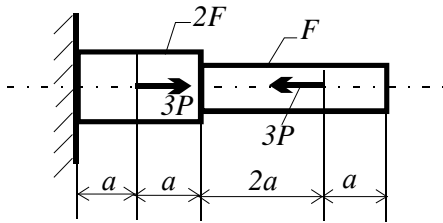
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №16.



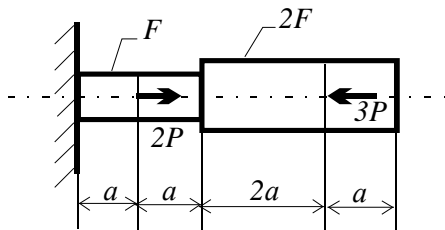
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №17.



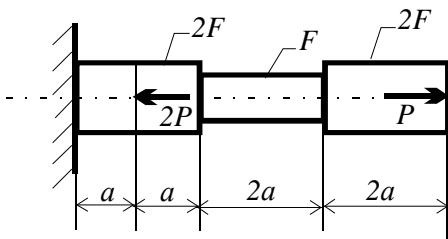
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №18.



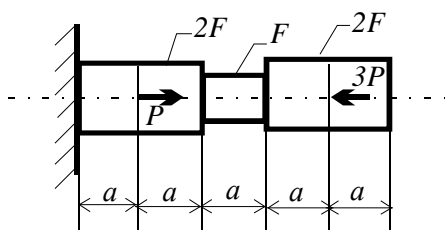
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №19.



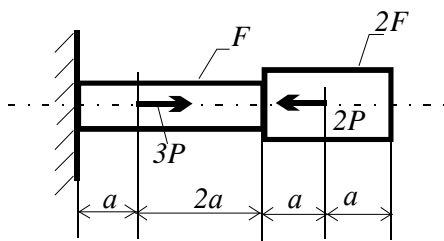
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №20.



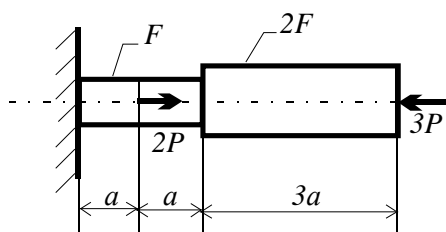
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №21.



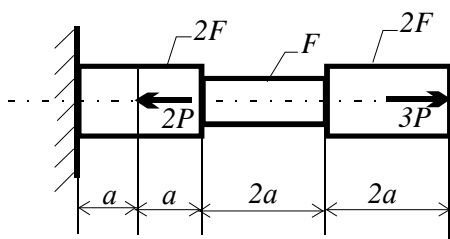
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет № 22



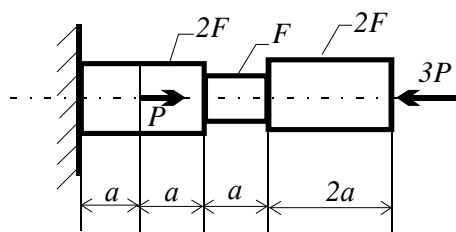
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №23.



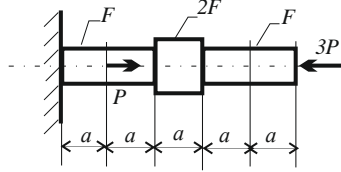
Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Билет №24.



Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100$ МПа; нагрузка $P = 10$ кН, длины участков стержня $a = 0,1$ м. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Задача на растяжение-сжатие



Задан статически определимый стержень, работающий на растяжение-сжатие. Материал стержня – сталь, модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемые напряжения принять равными $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$; нагрузка $P = 10 \text{ кН}$, длины участков стержня $a = 0,1 \text{ м}$. Подобрать площадь поперечного сечения F , определить полное удлинение стержня Δl . Построить эпюры продольных сил N , нормальных напряжений σ , перемещений сечений стержня Δ .

Решение

Определим продольные силы на каждом участке нагружения, пользуясь методом сечений.

I участок: $0 \leq z \leq 2a$

$$N_1 = -3P,$$

II участок: $2a \leq z \leq 3a$

$$N_2 = -3P,$$

III участок: $3a \leq z \leq 4a$

$$N_3 = -3P,$$

IV участок: $4a \leq z \leq 5a$

$$N_4 = -3P + P = -2P,$$

Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F_1} = \frac{-3P}{F}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{F_2} = \frac{-3P}{2F} = -1,5 \frac{P}{F}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{F_3} = \frac{-3P}{F}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_4}{F_4} = \frac{-2P}{F}$$

Опасным участком, т.е. участком на котором возникают максимальные напряжения, являются первый и третий участки нагружения. Составим условие прочности для опасного участка:

$$\sigma_{\max} = |\sigma_{1,3}| = 3 \frac{P}{F} \leq [\sigma]$$

Определим площадь сечения из условия прочности:

$$F \geq \frac{3P}{[\sigma]} = \frac{30000 \text{ Н}}{100 \cdot 10^6 \text{ Па}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 3 \text{ см}^2$$

Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F_1} = \frac{-3P}{F} = \frac{-30000}{3 \cdot 10^{-4}} \text{Па} = -100 \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{F_2} = -1,5 \frac{P}{F} = \frac{-15000}{3 \cdot 10^{-4}} \text{Па} = -50 \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{F_3} = \frac{-3P}{F} = \frac{-30000}{3 \cdot 10^{-4}} \text{Па} = -100 \text{ МПа}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_4}{F_4} = \frac{-2P}{F} = \frac{-20000}{3 \cdot 10^{-4}} \text{Па} = -66,7 \text{ МПа}$$

Абсолютные удлинения участков стержня:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{E F_1} = \frac{\sigma_1 l_1}{E} = \frac{-3P \cdot 2a}{EF} = -6 \frac{Pa}{EF}$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{E F_2} = \frac{\sigma_2 l_2}{E} = \frac{-1,5P \cdot a}{EF} = -1,5 \frac{Pa}{EF}$$

$$\Delta l_3 = \frac{N_3 l_3}{E F_3} = \frac{\sigma_3 l_3}{E} = \frac{-3P \cdot a}{EF} = -3 \frac{Pa}{EF}$$

$$\Delta l_4 = \frac{N_4 l_4}{E F_4} = \frac{\sigma_4 l_4}{E} = \frac{-2P \cdot a}{EF} = -2 \frac{Pa}{EF}$$

Определим абсолютное удлинение бруса, как сумму удлинения участков:

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4 = -12,5 \frac{Pa}{EF} = \frac{-12,5 \cdot 10000 \cdot 0,1}{2 \cdot 10^{11} \cdot 3 \cdot 10^{-4}} = -0,208 \cdot 10^{-3} \text{ м} = -0,208 \text{ мм}$$

Определим продольные перемещения поперечных сечений, совпадающих с границами участков нагружения:

сечение A (жесткая заделка): $\Delta_A = 0;$

сечение B : $\Delta_B = \Delta_A + \Delta l_4 = -2 \frac{Pa}{EF};$

сечение C : $\Delta_C = \Delta_B + \Delta l_3 = -5 \frac{Pa}{EF};$

сечение D : $\Delta_D = \Delta_C + \Delta l_2 = -6,5 \frac{Pa}{EF};$

сечение E : $\Delta_E = \Delta_D + \Delta l_1 = -12,5 \frac{Pa}{EF}$

