

Отвечать на задачи необходимо полным, развернутым ответом (решением). Пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы. Не забудьте указать номер задачи, на которую Вы отвечаете, например, 4.  
Условия задачи переписывать не нужно.

Задача 4

Удаление ребра  $= 0 \Rightarrow \sigma = 0$

Используем моменты, берущиеся в ранней точке от действия сил:

$$\sigma = \frac{M}{W}, \quad M = P \cdot l, \quad W_1 = \frac{bh^2}{6}, \quad W_2 = \frac{hb^2}{6}$$

Вопрос: ~~Анализировать~~ ~~выяснить~~

Примечание: соотношение моментов по леву стержня не монотонно, решение справедливо для любого его сечения, не только при  $x = l$ .

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1} = \frac{-P_1 l}{W_1}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{W_2} = \frac{+P_2 l}{W_2}$$

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = 0 \quad \text{— по условию}$$

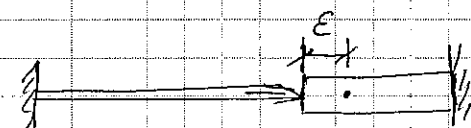
$$\frac{-P_1 l}{W_1} + \frac{P_2 l}{W_2} = 0 \Rightarrow \frac{P_1 l}{W_1} = \frac{P_2 l}{W_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{\frac{bh^2}{6}}{\frac{hb^2}{6}} = \frac{bh^2}{hb^2} = \frac{h}{b}$$

$$\text{По условию } \frac{h}{b} = k$$

$$\text{Ответ: } \frac{P_1}{P_2} = k$$

Задача 2



$$P = R_1 + R_2$$

$$N_1 = \epsilon EF$$

$$N_2 = \epsilon \cdot 2EF$$

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Открытая многопрофильная олимпиада  
«Строительная олимпиада имени Н.С. Стрелецкого»  
по профилю Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

ЧИСТОВИК

Вариант № 1

(без № варианта работа не проверяется и аннулируется)

При обнаружении в чистовике записей, не относящихся к решаемому варианту, работа не проверяется и аннулируется

БЛАНК ОТВЕТОВ № 1

(в столбце «Ответ» необходимо написать итоговый ответ на задачу)

| Задача № | Ответ                                                                                                                                                              | Служебное поле |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1        | 1) $P = \gamma_c R F (1 + 2(\sin^2 \alpha_1 + \sin^2 \alpha_2 + \sin^2 \alpha_3))$<br>2) $P = \gamma_c R F (1 + 2(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2 + \sin \alpha_3))$ | 15             |
| 2        |                                                                                                                                                                    | 0              |
| 3        | $a = \frac{1}{12} \cdot l$                                                                                                                                         | 20             |
| 4        | $\frac{P_1}{P_2} = k$                                                                                                                                              | 20             |
| 5        | 1) Трехосное деформированное состояние                                                                                                                             | 0              |
| Итого:   |                                                                                                                                                                    | 55             |

Изменение неправильного ответа

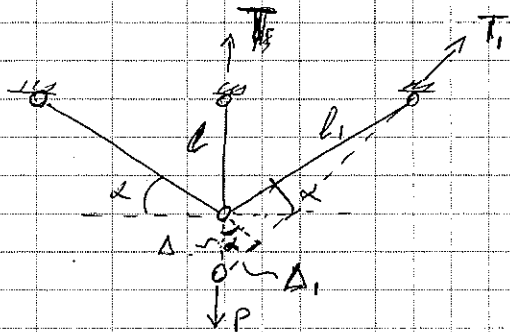
(для отмены неправильного ответа укажите номер задачи и впишите правильный ответ)

| Задача № | Ответ | Служебное поле |
|----------|-------|----------------|
|          |       |                |
|          |       |                |
|          |       |                |
|          |       |                |

Отвечать на задачи необходимо полным, развернутым ответом (решением). Пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы. Не забудьте указать номер задачи, на которую Вы отвечаете, например, 4. Условия задачи переписывать не нужно.

### Задача 1

Рассмотрим треугольную заготовку:



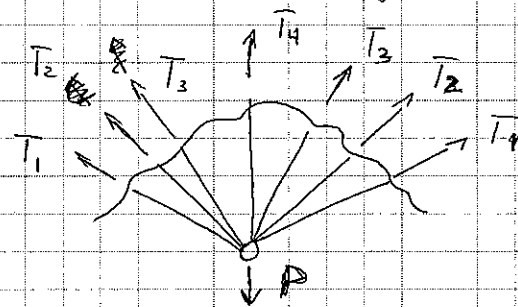
$$l_1 = \frac{l}{\sin \alpha} \quad \Delta_1 = \Delta \cdot \sin \alpha$$

$$\epsilon = \frac{\Delta}{l}$$

$$\epsilon_1 = \frac{\Delta_1}{l_1} = \frac{\Delta \cdot \sin \alpha}{l / \sin \alpha} = \frac{\Delta}{l} \cdot \sin^2 \alpha = \epsilon \cdot \sin^2 \alpha$$

$$T_1 = \epsilon_1 E F = \epsilon \cdot \sin^2 \alpha E F = T \cdot \sin^2 \alpha$$

Составим уравнение равновесия заготовке:



$$(1) \quad P = T_4 + 2(T_1 \cdot \sin \alpha_1 + T_2 \cdot \sin \alpha_2 + T_3 \cdot \sin \alpha_3)$$

- 1) Очевидно, что при равных  $EF$  наибольшее напряжение является сферическим, в котором действует усилие  $T_4$ . С учетом изложенного ранее, преобразуем уравнение (1):

$$P = T_4 + 2(T_4 \cdot \sin^3 \alpha_1 + T_4 \cdot \sin^3 \alpha_2 + T_4 \cdot \sin^3 \alpha_3)$$

При  $\sigma = \chi_c \cdot R$  ( $T_4 = \sigma F = \chi_c R F$ )

$$P = \chi_c R F + 2 \cdot \chi_c R F (\sin^3 \alpha_1 + \sin^3 \alpha_2 + \sin^3 \alpha_3)$$

$$P = \chi_c R F (1 + 2(\sin^3 \alpha_1 + \sin^3 \alpha_2 + \sin^3 \alpha_3))$$

- 2) Система будет стремиться к необратимому росту деформации, когда предел текучести будет достигнут во всех сферических, т.е.

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = \chi_c R F$$

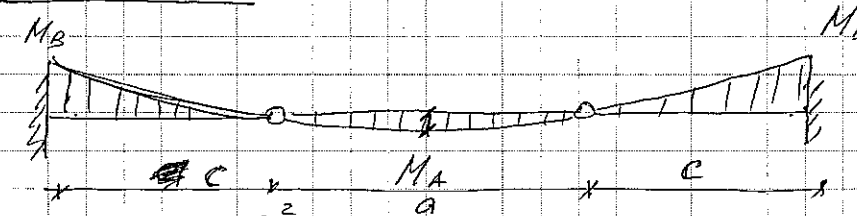
Отвечать на задачи необходимо полным, развернутым ответом (решением). Пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы. Не забудьте указать номер задачи, на которую Вы отвечаете, например, 4. Условия задачи переписывать не нужно.

Подставим в уравнение (1) получаем:

$$P = \chi_c R F + 2(\chi_c R F \cdot \sin^3 \alpha_1 + \chi_c R F \cdot \sin^3 \alpha_2 + \chi_c R F \cdot \sin^3 \alpha_3)$$

$$P = \chi_c R F (1 + 2(\sin^3 \alpha_1 + \sin^3 \alpha_2 + \sin^3 \alpha_3))$$

### Задача 3



$$\begin{cases} M_A = \frac{q a^2}{8} \\ M_B = \frac{q}{2} (a c + c^2) \end{cases}$$

$$2c + a = l \rightarrow c = \frac{l-a}{2}$$

$$M_B = \frac{q}{2} \left( a \cdot \frac{l-a}{2} + \frac{1}{4} (l^2 + a^2 - 2la) \right) =$$

$$= \frac{q}{2} \left( \frac{1}{2} a l - \frac{1}{2} a^2 + \frac{1}{4} l^2 + \frac{1}{4} a^2 - \frac{1}{2} l a \right) =$$

$$M_B = \frac{q}{2} \left( \frac{1}{4} l^2 - \frac{1}{4} a^2 \right)$$

Еще раз запишем уравнение моментов:

$$\begin{cases} M_A = \frac{q a^2}{8} \\ M_B = \frac{q}{2} \left( \frac{1}{4} l^2 - \frac{1}{4} a^2 \right) \end{cases}$$

При росте  $a$ :  $M_A$  - растет,  $M_B$  - убывает.

Следовательно, при  $\frac{M_A}{M_B} = \frac{M_B}{M_A} = 1$  максимальное значение момента в системе будет минимальным. (при изменении соотношения один из моментов будет больше, а другой меньше).

$$\frac{M_B}{M_A} = \frac{\frac{q}{2} \left( \frac{1}{4} l^2 - \frac{1}{4} a^2 \right)}{\frac{q a^2}{8}} = \frac{4 \left( \frac{1}{4} l^2 - \frac{1}{4} a^2 \right)}{a^2} = \frac{l^2}{a^2} - 1 = 1$$

$$\frac{l^2}{a^2} - 1 = 1 \rightarrow \frac{l^2}{a^2} = 2 \rightarrow \frac{l}{a} = \sqrt{2} \rightarrow a = \frac{l}{\sqrt{2}}$$

Ответ:  $a = \frac{1}{\sqrt{2}} l$