

#### ЗАДАЧА № 4

Пространственный брус с ломаным очертанием осевой линии и со взаимноперпендикулярными участками нагружен силами и моментами, как показано на рис. 4.

Вертикально расположенные участки бруса длиной  $\delta$  имеют круглое поперечное сечение диаметром  $d$ , горизонтальные длиной  $\delta$  прямоугольное сечение с размерами сторон  $h \times 2h$ .

Требуется:

1. Построить в аксонометрии эпюры внутренних силовых факторов;

2. В опасных сечениях бруса указать наиболее напряженные точки и выявить напряженное состояние в них (напряжениями от  $Q_x$ ,  $Q_y$  и  $N_x$  можно пренебречь).

3. Используя гипотезу максимальных касательных напряжений, подобрать размеры поперечных сечений каждого участка бруса.

Материал бруса - сталь;  $[σ] = 160 \text{ МПа}$ .

Исходные данные взять из таблицы 3.

Примечание:

1. сосредоточенные силы  $F_1 = k_1 qa$ ;  $F_2 = k_2 qa$ ;

2. сосредоточенный момент  $M = k_3 qa^2$

3. размеры  $b = k_4 a$ ;  $c = k_5 a$ ;

длина  $a = 1 \text{ м}$ ; нагрузка  $q = 1 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$

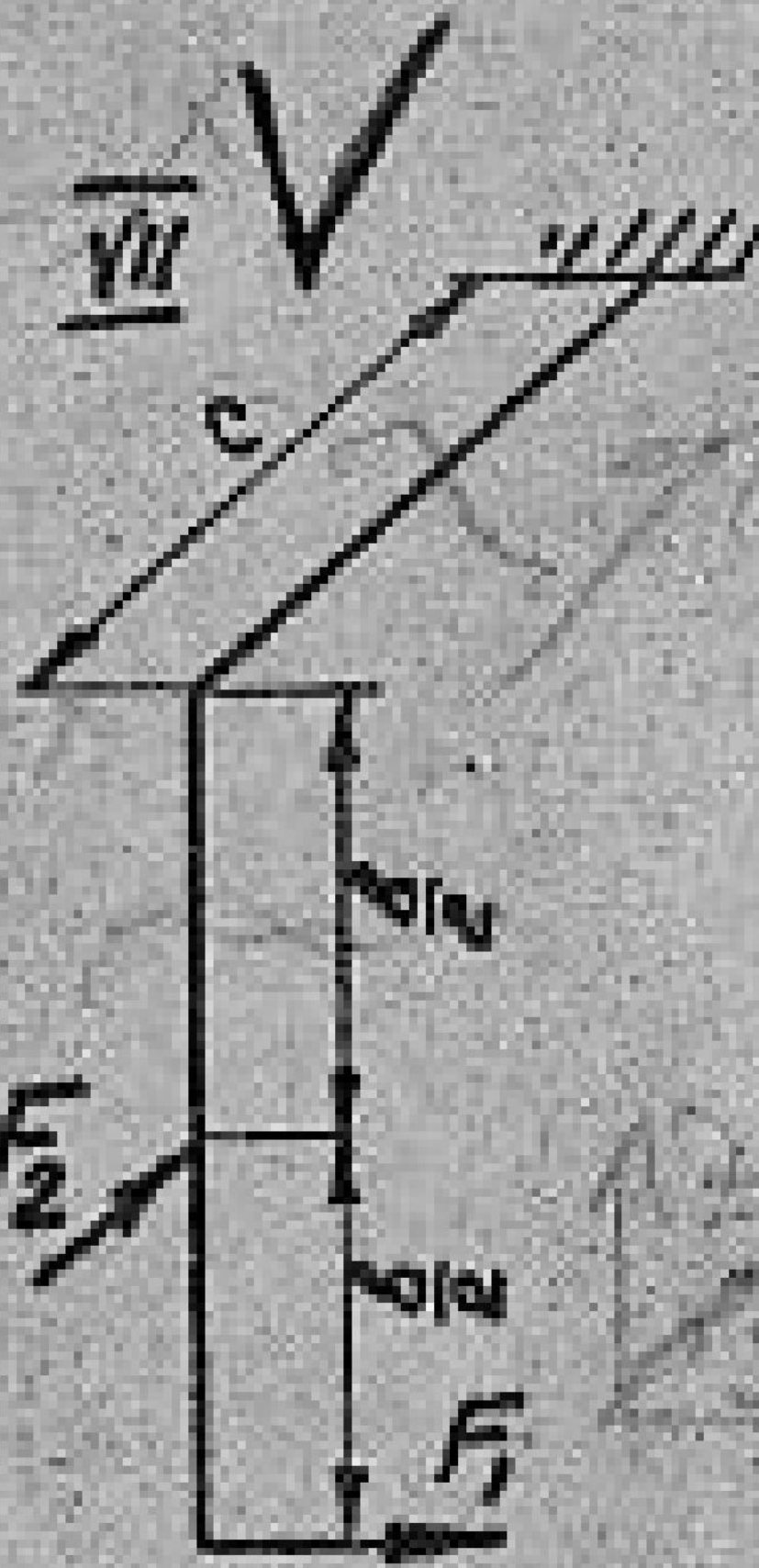
33543  
654

63419  
AB81D

Таблица 3

номер строки	Схема	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$
1	I	10	1	1	1	1,4
2	II	5	2	1,5	0,9	1,3
3	III	2	3	2	0,8	1,2
4	IV	3	4	2,5	0,7	1,1
5	V	4	5	3	0,6	1,0
6	VI	6	6	3,5	0,5	0,9
7	VII	8	7	4	1,1	0,8
8	VIII	9	8	4,5	1,2	0,7
9	IX	1	9	5	1,3	0,6
0	0	11	10	6	1,4	0,5
	Б	А	В	Г	Д	А







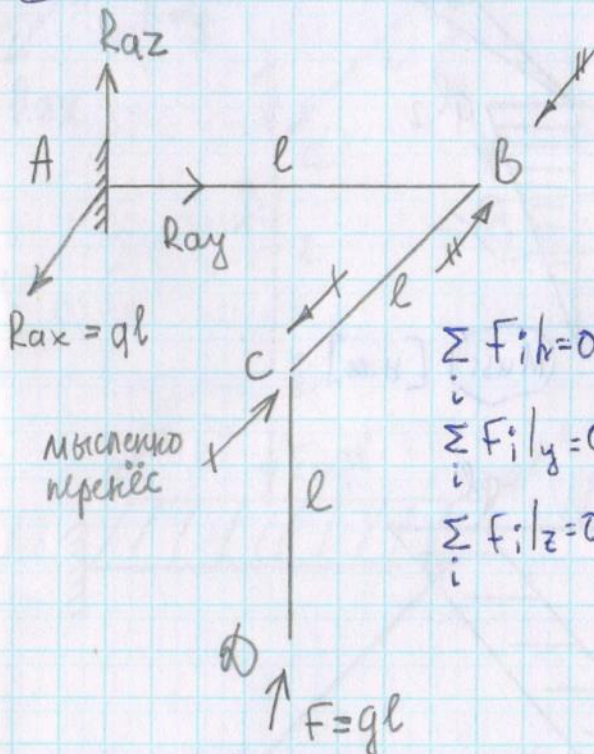
# ПРИМЕР

сепар.

1.04.16

Расчет на прочность пространственных лосакох стержней

①

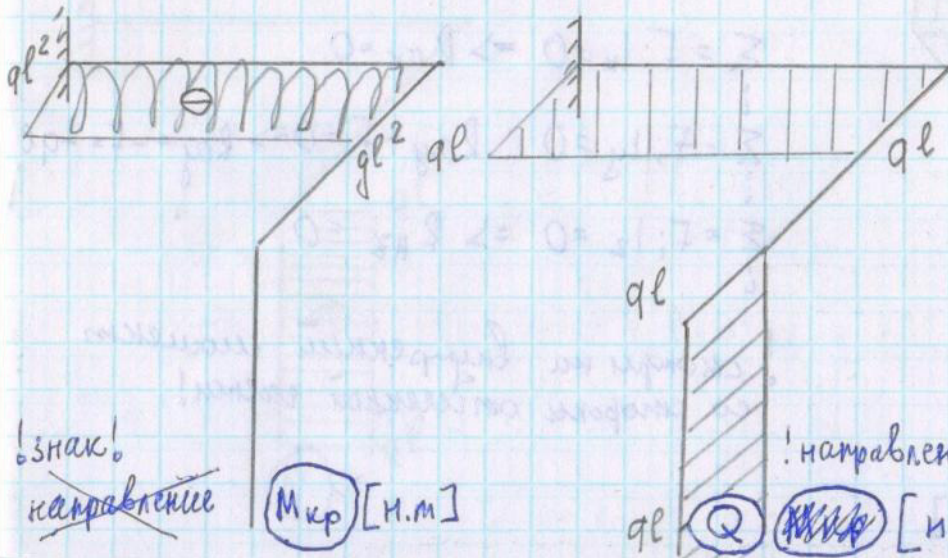
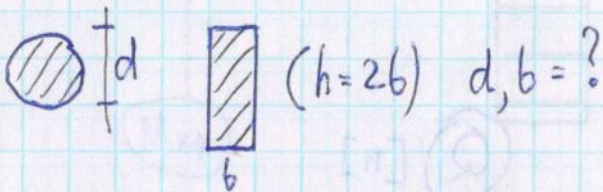


$$\sum F_i|_x = 0 \Rightarrow R_{ax} = F = ql$$

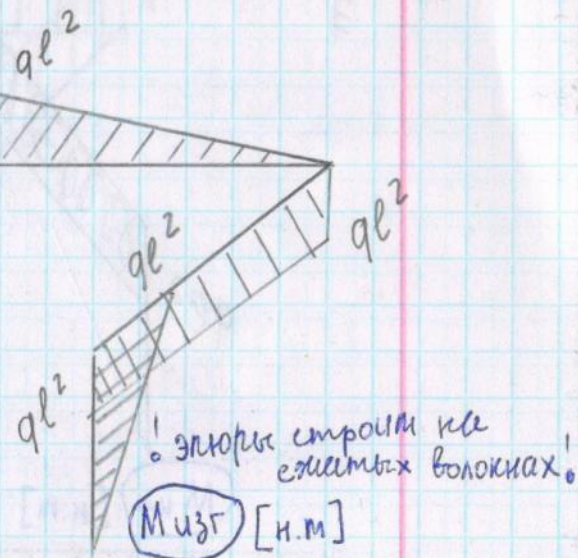
$$\sum F_i|_y = 0 \Rightarrow R_{ay} = 0$$

$$\sum F_i|_z = 0 \Rightarrow R_{az} = 0$$

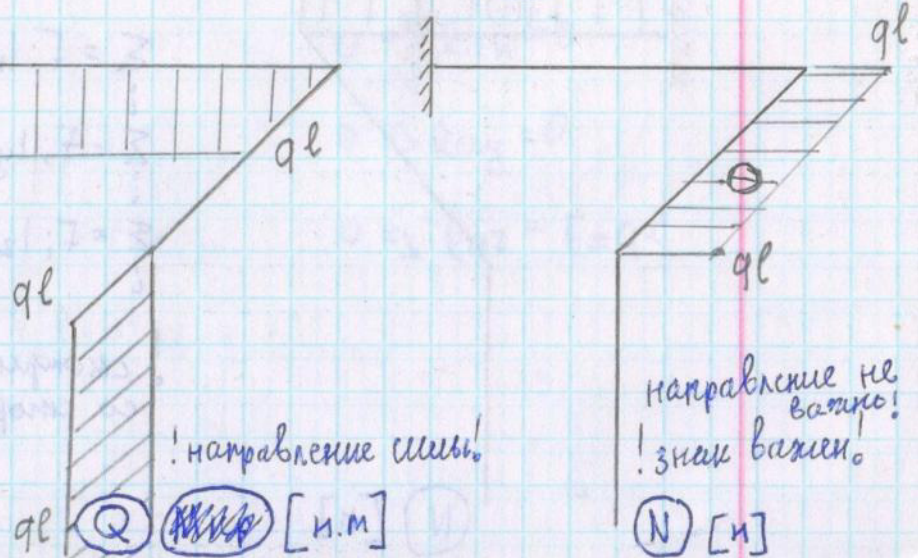
$M_{изг}$ ,  $M_{кр}$ ,  $Q$ ,  $N$



! знак!  
направление

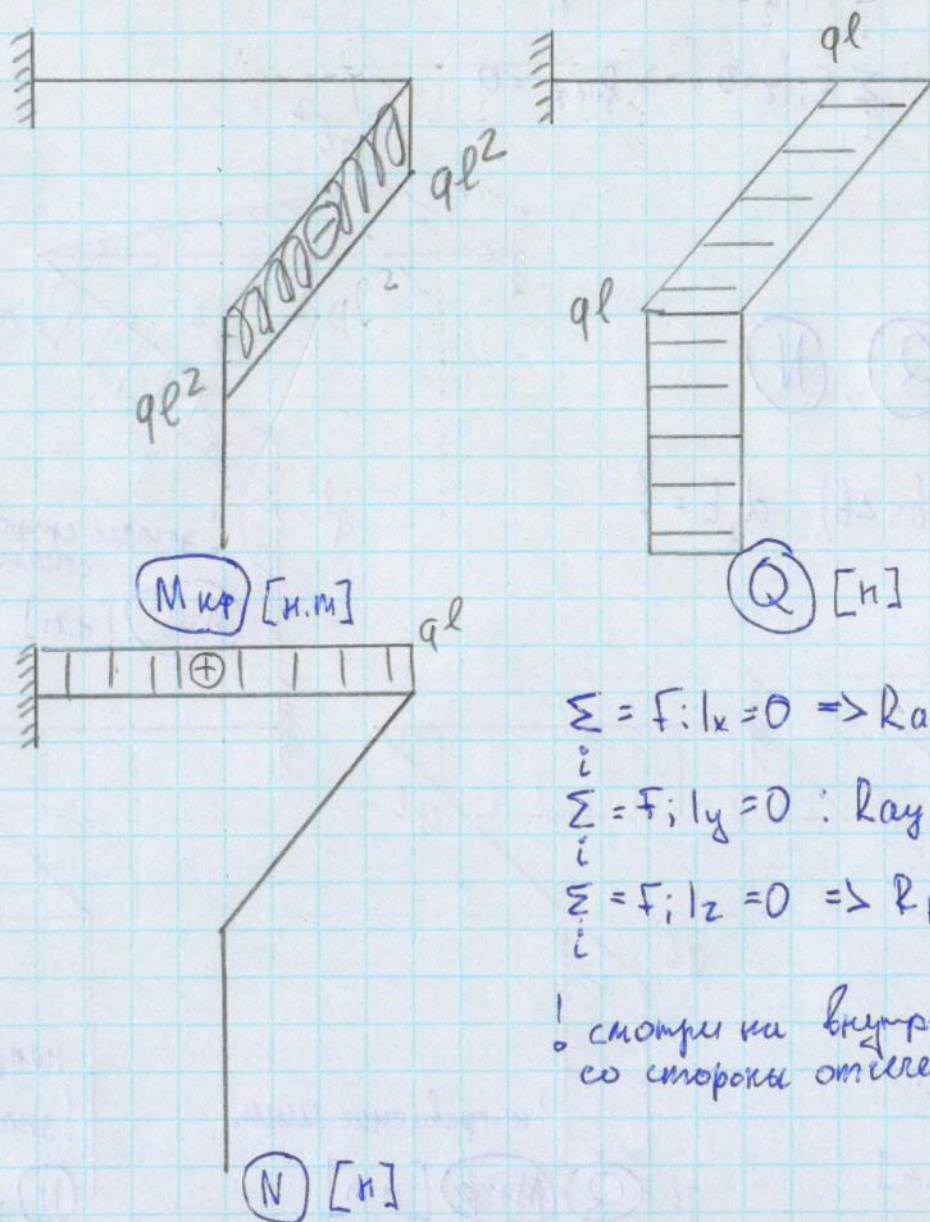
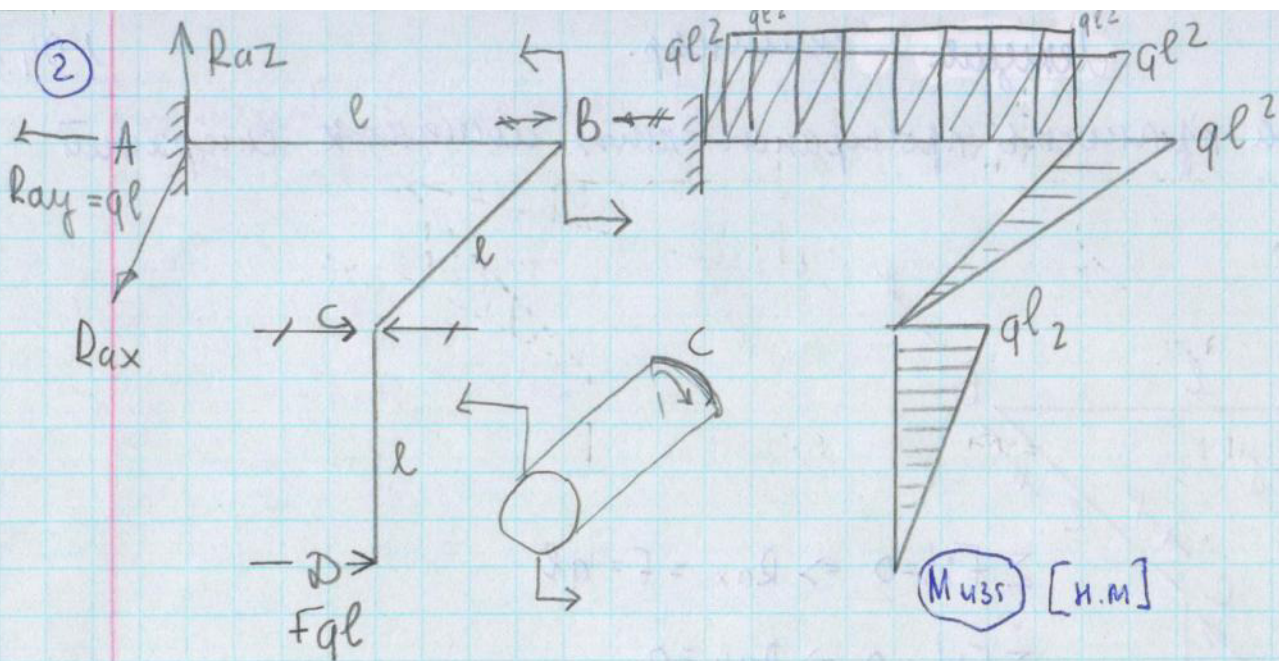


! эпюры строим на сжатых волокнах!



направление не важно!  
! знак важен!





$$\sum F_i | x = 0 \Rightarrow R_{ax} = 0$$

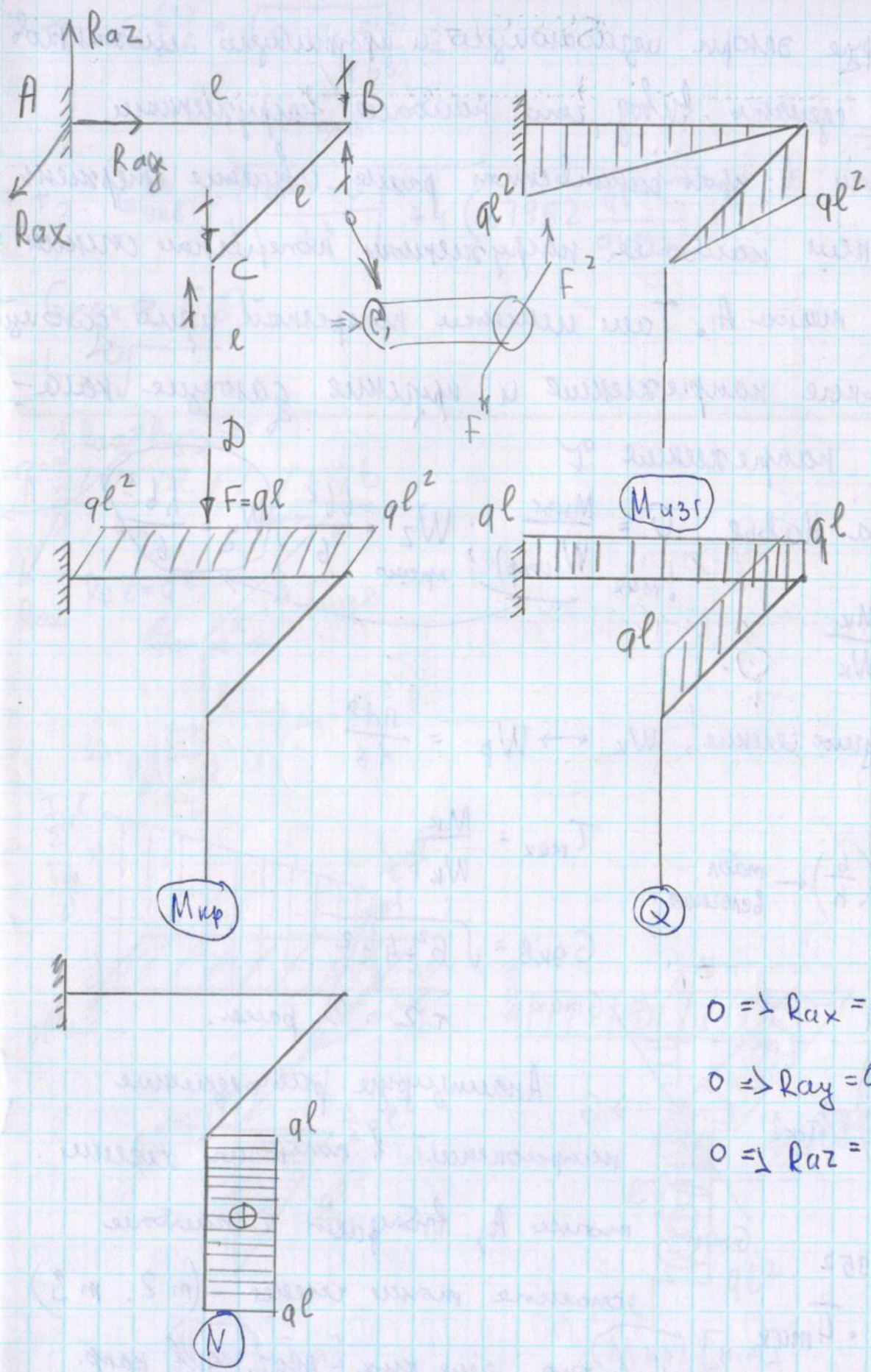
$$\sum F_i | y = 0 : R_{ay} + F = 0 \Rightarrow R_{ay} = -F = -ql$$

$$\sum F_i | z = 0 \Rightarrow R_{az} = 0$$

! смотри на внутренний момент со стороны отсеченной части!



3



$$0 \Rightarrow R_{ax} = 0$$

$$0 \Rightarrow R_{ay} = 0$$

$$0 \Rightarrow R_{az} = F = ql$$



Анализируя эпюры изгибающего и крутящего моментов можно сделать вывод, что наиболее нагруженным элементом в пространственной раме является стержень АВ; в нём наиболее нагруженной поперечной сечением является точка А. Там имеют поперечный изгиб дающий нормальные напряжения и кручение дающее касательное напряжение  $\tau$

Формула Навье  $\sigma = \frac{M_{изг}}{W_{(comp)}}$ ;  $W_z = \frac{bh^2}{6}$ ;  $W_y = \frac{hb^2}{6}$

$\sigma_{max}$  прямо

$$\tau_{max} = \frac{M_k}{W_k}$$

если круглое сечение!  $W_k \leftrightarrow W_p = \frac{\pi d^3}{16}$

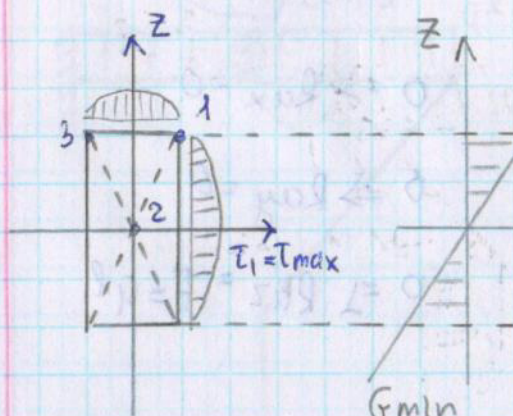
$$\propto b^3$$

$\uparrow const \left(\frac{b}{h}\right) \leftarrow \text{табл. величина}$

$$\tau_{max} = \frac{M_k}{W_k}$$

$$\sigma_{эпв} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$$

т. 2 т. 3 рассм.



$$0,7952$$

$$\tau_2 = \gamma \cdot \tau_{max}$$

Анализируя распределение напряжений в поперечной сечении точки А, выделяет 2 наиболее опасные точки сечения — (т. 2. т. 3) и опр. где них макс. экв. напр.



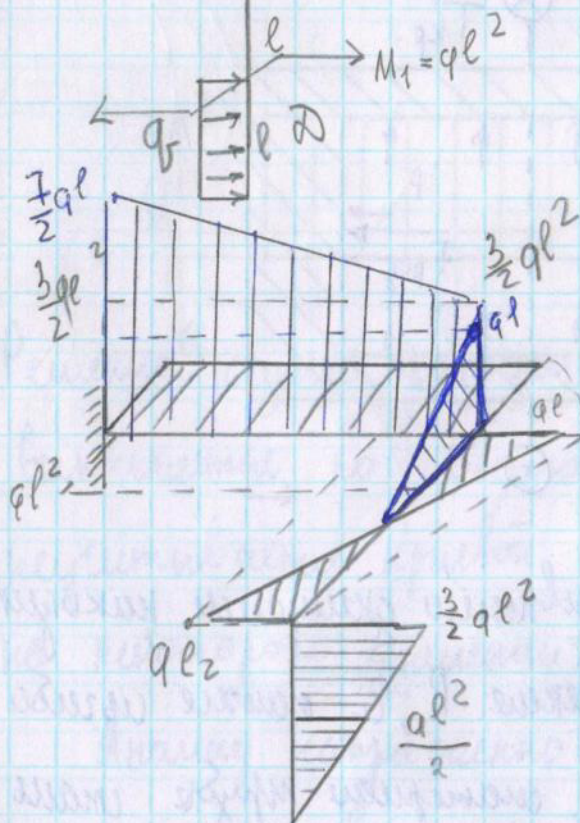
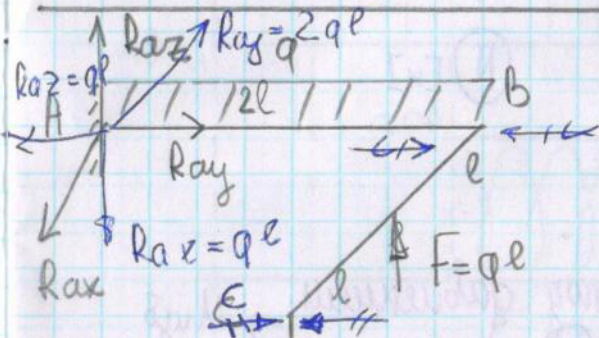
$$\tau_2: \sigma_{\text{экр}}^{(2)} = \sqrt{0 + 4 \frac{ql^2}{0,493b^3}} = \dots$$

$$\tau_3: \sigma_{\text{экр}}^{(3)} = \sqrt{\left(\frac{ql^2 - G}{b^3}\right)^2 + 4 \left(0,7952 \frac{ql^2}{0,493b^3}\right)^2} = \dots$$

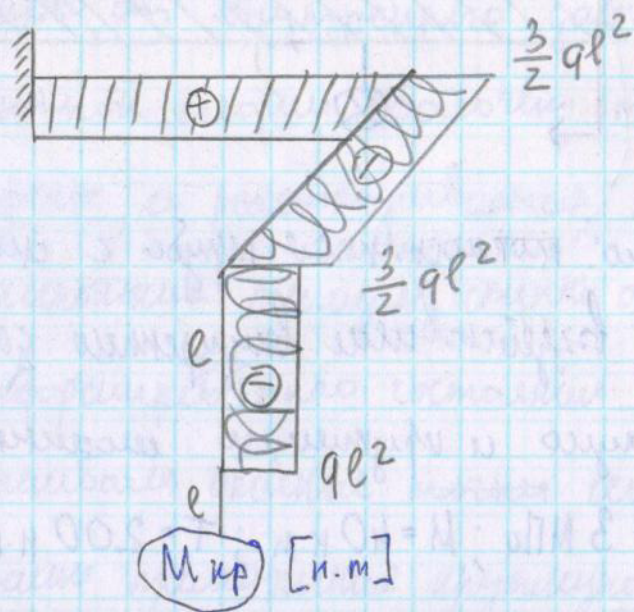
$$\sigma_{\text{max}} \leq [\sigma]$$

$$b = \sqrt[3]{\dots}$$

учебник  
Попова  
стр 284  
таблица



$M_{\text{изг}}$  [н.м]



$M_{\text{кр}}$  [н.м]



