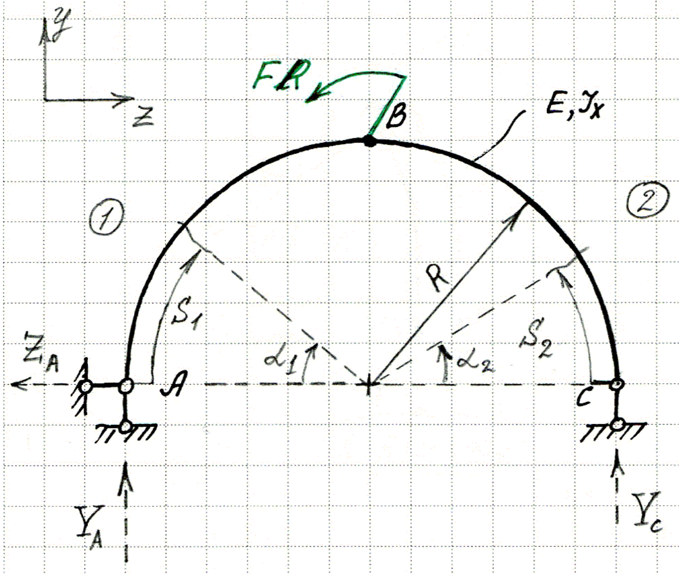


Дано: F, R

Найти: w_c, θ_c

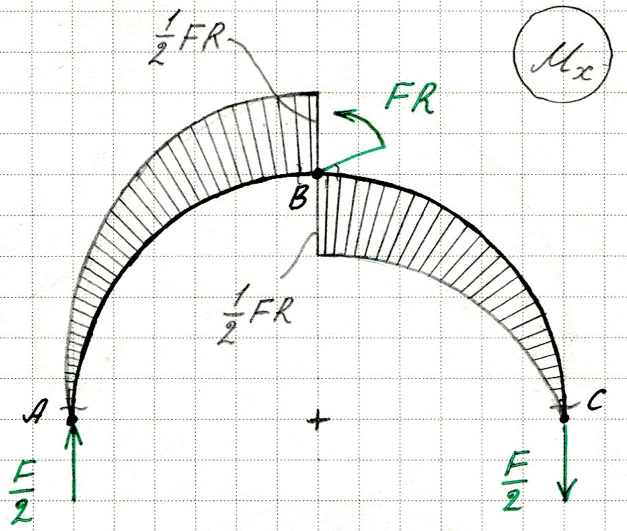
Реакции опор:

$$\sum F_z = 0 = -Z_A$$

$$\sum M_A = 0 = F \cdot R + Y_c \cdot 2R \Rightarrow Y_c = -\frac{F}{2}$$

$$\sum M_c = 0 = FR - Y_A \cdot 2R \Rightarrow Y_A = \frac{F}{2}$$

Силовая схема:



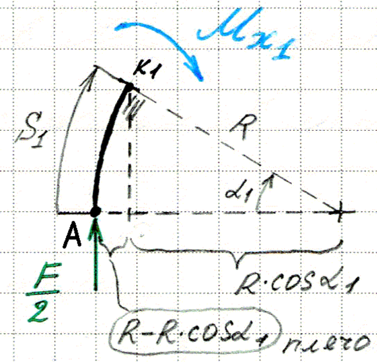
РОЗУ:

①:

S – дуговая координата;

α – угловая координата;

$\alpha = S/R$



$$\sum M_{K_1} = 0 = -M_{x_1} - \frac{F}{2} R(1-\cos\alpha_1)$$

$$M_{x_1} = \frac{FR}{2}(\cos\alpha_1 - 1)$$

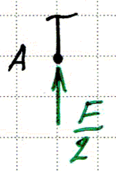
(т. A) $\alpha_1 = 0$: $M_{x_1} = 0$

(т. B) $\alpha_1 = 90°$: $M_{x_1} = -\frac{FR}{2}$

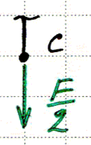
<0, значит сжаты внешние волокна

Равновесие узлов:

Ⓐ:



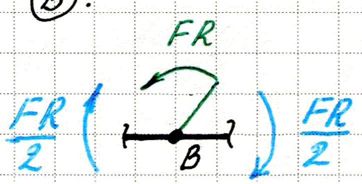
Ⓒ:



$\sum M_A \equiv 0$

$\sum M_c \equiv 0$

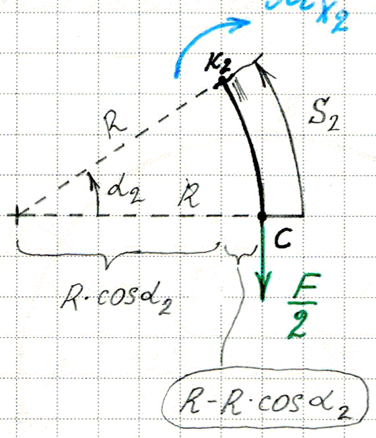
Ⓑ:



$$\sum M_B = -\frac{FR}{2} + FR - FR/2 = 0$$

Продолжение РОЗУ на следующем листе

② :



$$\sum \mathcal{M}_{K_2}=0=-\mathcal{M}_{x_2}-\frac{F}{2}\cdot R(1-\cos\alpha_2)$$

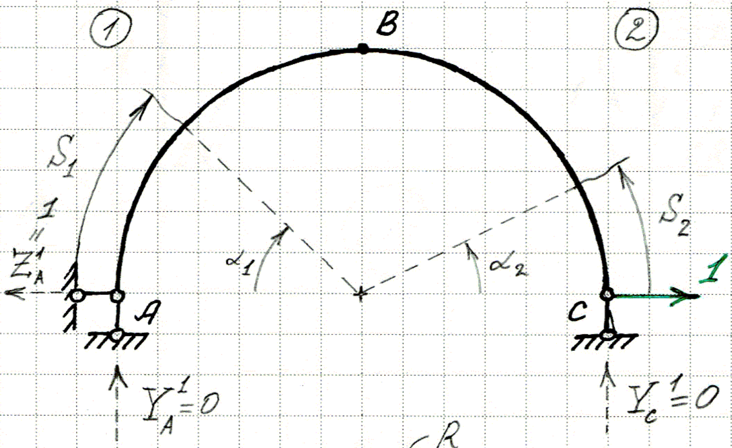
$$\mathcal{M}_{x_2}=\frac{FR}{2}\cdot(\cos\alpha_2-1)$$

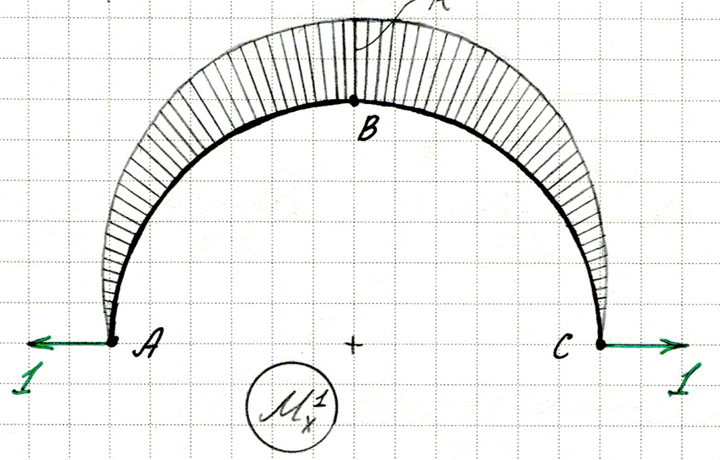
$$(\text{т.} C)\ \alpha_2=0:\ \mathcal{M}_{x_2}=0$$

$$(\text{т.} B)\ \alpha_2=90^\circ:\ \mathcal{M}_{x_2}=-\frac{FR}{2}$$

<0, значит сжаты внутренние волокна.

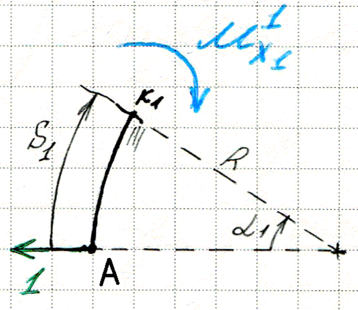
Определение горизонтального перемещения точки C:

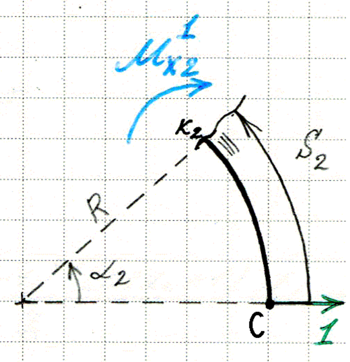




Та же нумерация участков, то же направление локальных координат S_i и то же направление изгибающих моментов $\mathcal{M}_{x_i}$ на отсечённых частях рамы в методе РОЗУ!

Получаем:



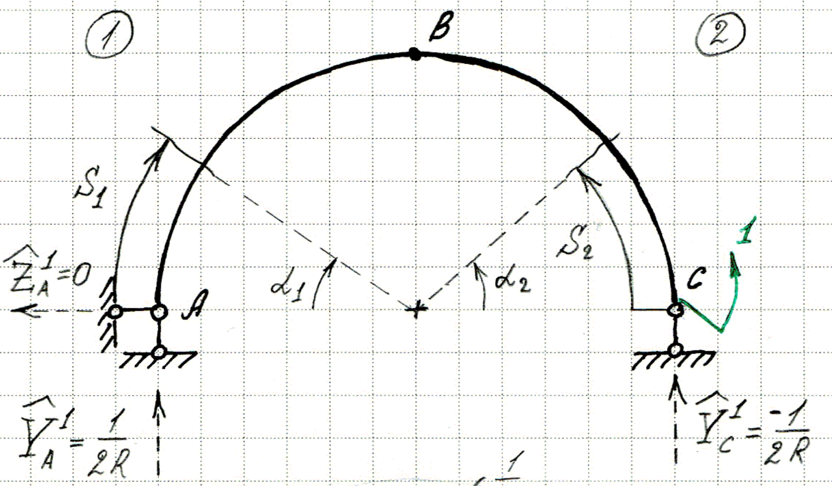


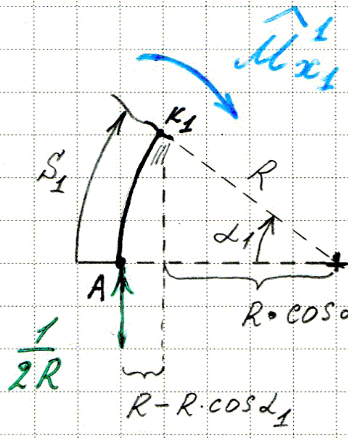
$$\mathcal{M}_{x_1}^1=-R\cdot\sin\alpha_1 \qquad \mathcal{M}_{x_2}^1=R\cdot\sin\alpha_2$$

$$W_C=\frac{\mathcal{M}_x\cdot\mathcal{M}_{x1}}{EJ_x}=\int_0^{\pi/2}\frac{\mathcal{M}_{x_1}\cdot\mathcal{M}_{x_1}^1}{EJ_x}\,d\alpha_1+\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\mathcal{M}_{x_2}\cdot\mathcal{M}_{x_2}^1}{EJ_x}\,d\alpha_2=$$

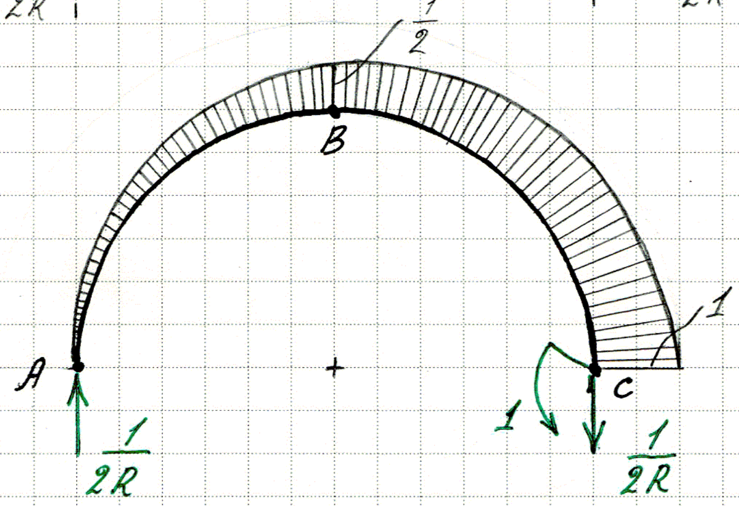
$$=-\frac{FR^2}{2}\int_0^{\pi/2}\frac{(\cos\alpha_1-1)\sin\alpha_1}{EJ_x}\,d\alpha_1+\frac{FR^2}{2}\int_0^{\pi/2}\frac{(\cos\alpha_2-1)\sin\alpha_2}{EJ_x}\,d\alpha_2=0$$

Определение углового перемещения точки C:

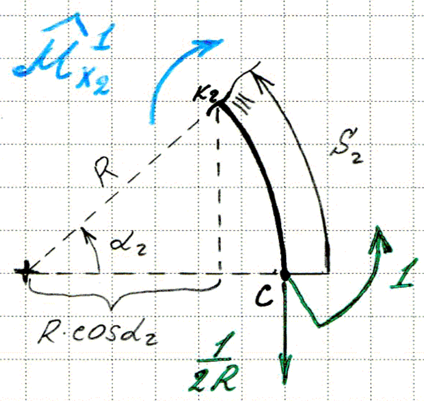




$$\widehat{\mathcal{M}}^1_{x_1} = -\frac{1}{2\cancel{R}}\cdot\cancel{R}\cdot(1-\cos\alpha_1) = \frac{\cos\alpha_1 - 1}{2}$$



$\widehat{\mathcal{M}}^1_x$



$$\widehat{\mathcal{M}}^1_{x_2} = 1 - \frac{1}{2\cancel{R}}\cdot\cancel{R}\,(1-\cos\alpha_2) = \frac{1+\cos\alpha_2}{2}$$

$$\theta_C = \frac{\mathcal{M}_x\cdot\widehat{\mathcal{M}}^1_x}{EJ_x} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\mathcal{M}_{x_1}\cdot\widehat{\mathcal{M}}^1_{x_1}}{EJ_x}\,d\alpha_1 + \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\mathcal{M}_{x_2}\cdot\widehat{\mathcal{M}}^1_{x_2}}{EJ_x}\,d\alpha_2 =$$

$$= \frac{FR}{4}\cdot\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(\cos\alpha_1-1)(\cos\alpha_1-1)}{EJ_x}\,d\alpha_1 + \frac{FR}{4}\cdot\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(\cos\alpha_2-1)(\cos\alpha_2+1)}{EJ_x}\,d\alpha_2 =$$

$$= [2\pi - 8]\,\frac{FR^2}{16EJ_x}$$