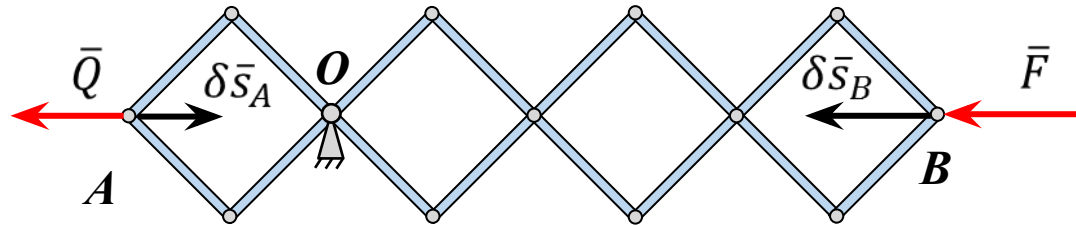


Принцип возможных перемещений (принцип Лагранжа).



Шарнирный четырехкратный параллелограмм находится под действием горизонтальной сил F и Q . Сила F задана. Определить силу Q , которая обеспечивает равновесие параллелограмма.



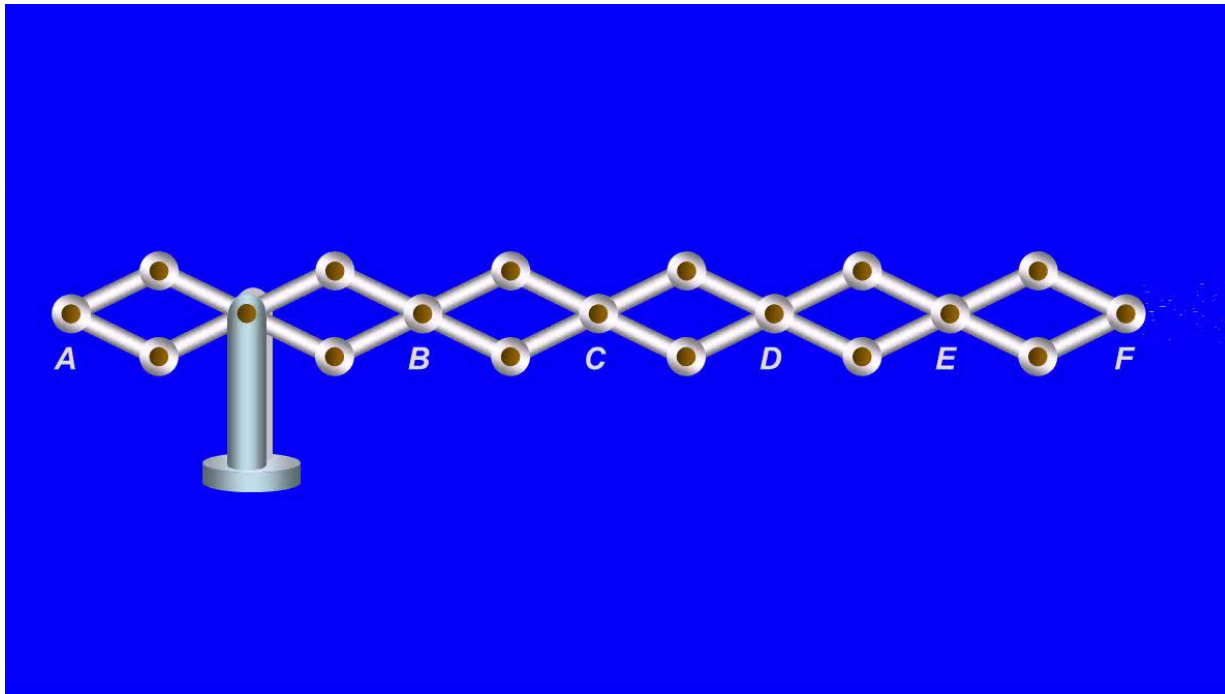
Решение:

$$F\delta s_B - Q\delta s_A = 0$$

$$\delta s_B = 3\delta s_A$$

$$\delta s_A(3F - Q) = 0$$

$$Q = 3F$$

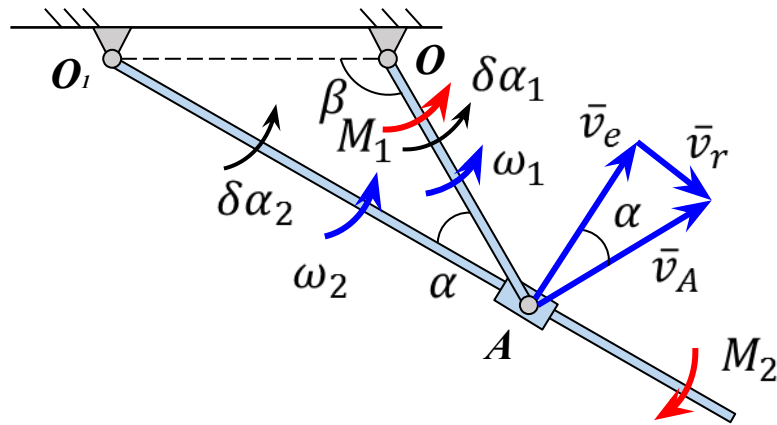


Принцип возможных перемещений (принцип Лагранжа).



В кулисном механизме, расположенном в горизонтальной плоскости, $OO_1 = OA$. К механизму приложены пары сил с моментами M_1 и M_2 . Определить соотношение между этими моментами, при котором механизм будет находиться в равновесии при любом допустимом значении угла α .

Решение:



1. Кинематический способ.

$$M_1 \delta \alpha_1 - M_2 \delta \alpha_2 = 0; \quad \frac{M_1}{M_2} = \frac{\delta \alpha_2}{\delta \alpha_1}$$

Т.к. связи стационарные, то: $\frac{\delta \alpha_2}{\delta \alpha_1} = \frac{d\alpha_2}{d\alpha_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$

$$\bar{v}_A = \bar{v}_e + \bar{v}_r; \quad v_e = v_A \cos \alpha; \quad v_e = \omega_2 O_1 A; \quad v_A = \omega_1 OA;$$

$$O_1 A = 2OA \cos \alpha; \quad \omega_2 \cdot 2OA \cos \alpha = \omega_1 OA \cos \alpha$$

$$\omega_1 = 2\omega_2 \Rightarrow M_2 = 2M_1$$

2. Аналитический способ.

$$M_1 \delta \beta + M_2 \delta \alpha = 0; \quad \beta = 180 - 2\alpha \Rightarrow \delta \beta = -2\delta \alpha$$

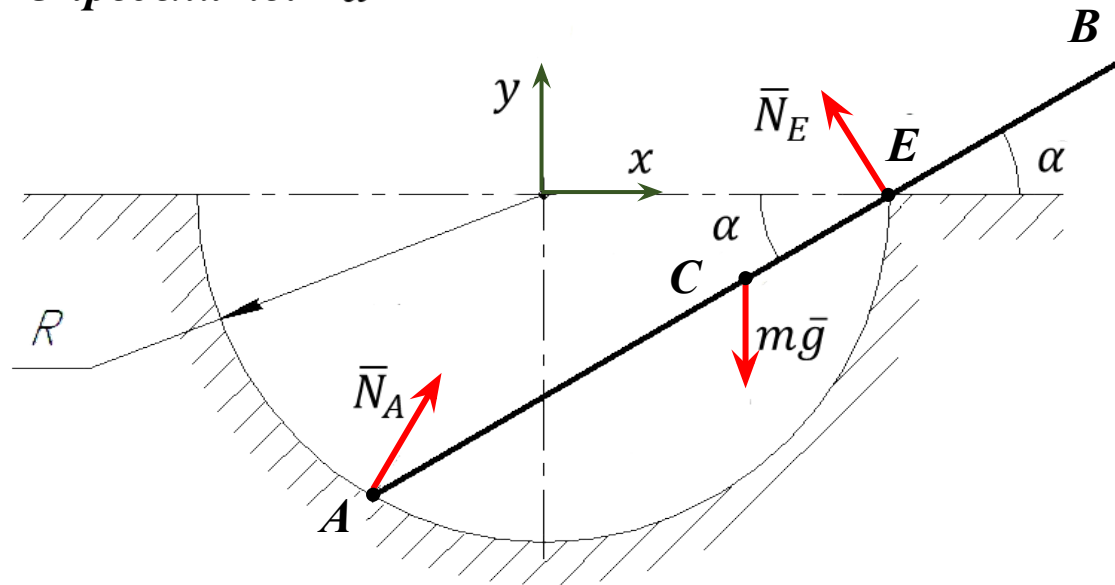
$$-2M_1 \delta \alpha + M_2 \delta \alpha = 0 \Rightarrow M_2 = 2M_1$$

Принцип возможных перемещений (принцип Лагранжа).



Дано: $AB = 2l, R, m$.

Определить: α



Решение:

$$-mg \delta y_C = 0 \Rightarrow \delta y_C = 0$$

$$y_C = -CE \sin \alpha;$$

$$CE = AE - AC; AE = 2R \cos \alpha$$

$$y_C = -(2R \cos \alpha - l) \sin \alpha = -R \sin 2\alpha - l \sin \alpha$$

$$\delta y_C = -2R \cos 2\alpha \delta \alpha - l \cos \alpha \delta \alpha = 0$$

$$-2R(1 - 2\cos^2 \alpha) - l \cos \alpha = 0$$

$$4R\cos^2 \alpha - 2R - l \cos \alpha = 0$$

$$\cos \alpha = \frac{l + \sqrt{l^2 + 32R^2}}{8R}$$

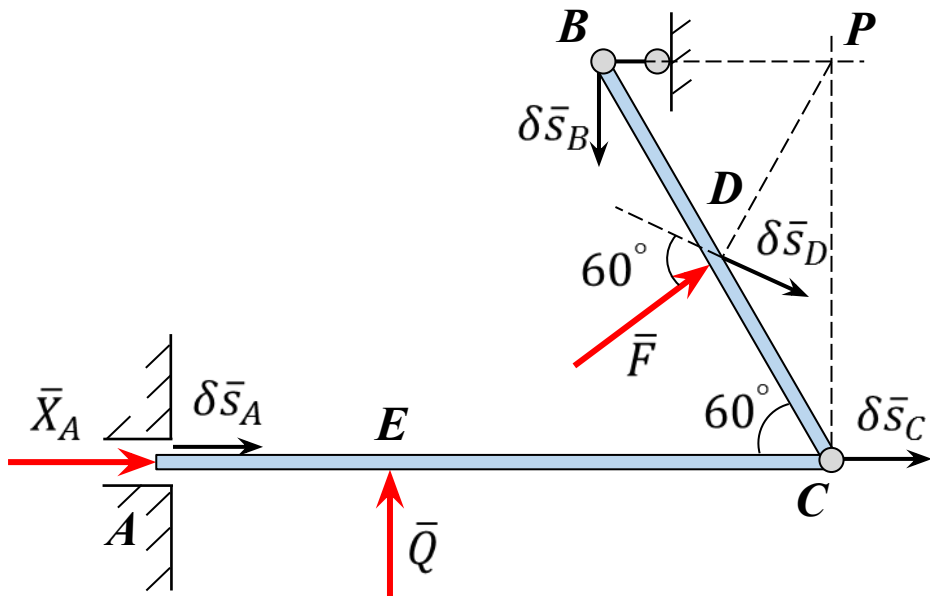
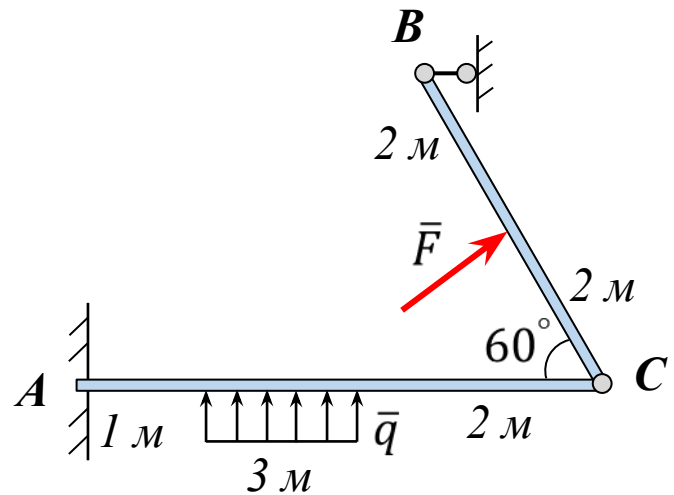
Принцип возможных перемещений (принцип Лагранжа).



Дано: F, q

Определить: X_A, M_A

Решение:



$$X_A \delta s_A + F \cos 60^\circ \delta s_D = 0$$

$$\delta s_A = \delta s_C$$

$$\frac{\delta s_C}{CP} = \frac{\delta s_B}{BP} = \frac{\delta s_D}{DP}$$

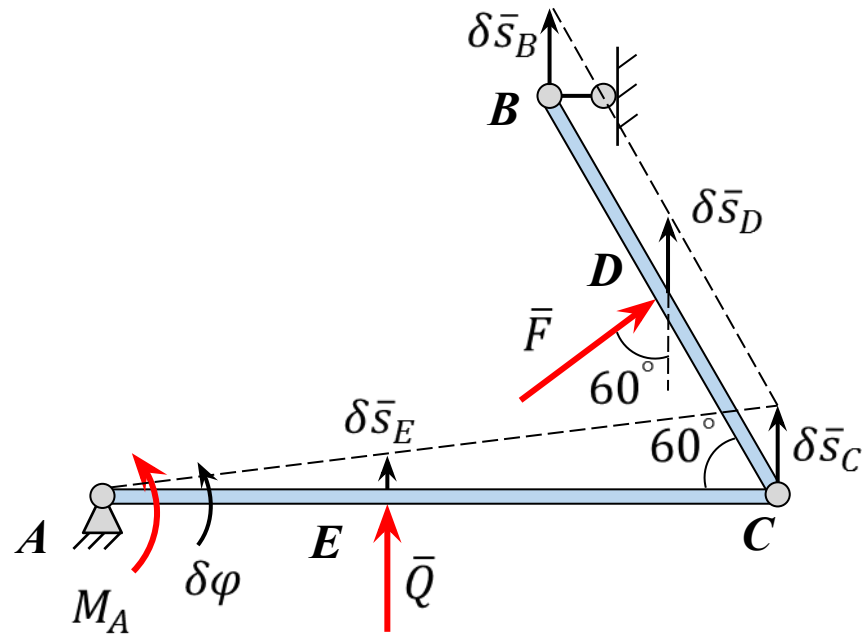
$$BP = DP \Rightarrow \delta s_B = \delta s_D$$

$$\frac{BP}{CP} = \frac{\delta s_B}{\delta s_C} = \operatorname{tg} 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\delta s_A = \delta s_C = \delta s_D \sqrt{3}$$

$$X_A \delta s_D \sqrt{3} + F \frac{1}{2} \delta s_D = 0 \Rightarrow X_A = -F \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

Принцип возможных перемещений (принцип Лагранжа).



$$M_A \delta\varphi + Q\delta s_E + F\cos 60^\circ \delta s_D = 0$$

$$\delta s_E = AE\delta\varphi$$

$$\delta s_C = \delta s_D = AC\delta\varphi$$

$$M_A \delta\varphi + QAE\delta\varphi + F\frac{1}{2}AC\delta\varphi = 0$$

$$M_A = -QAE - F\frac{1}{2}AC$$