НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО
Факультет систем управления и робототехники

Теоретическая механика

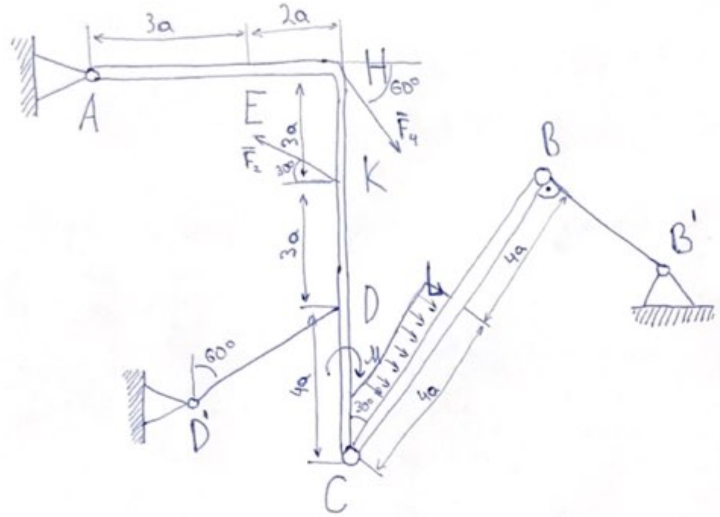
Лабораторная работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИЙ ОПОР СОСТАВНОЙ КОНСТРУКЦИИ (СИСТЕМА ДВУХ ТЕЛ)

Вариант 2.3

Студент: Кирбаба Д.Д.
Группа: R3338
Преподаватель: Скорых В.А.

г. Санкт-Петербург
2023



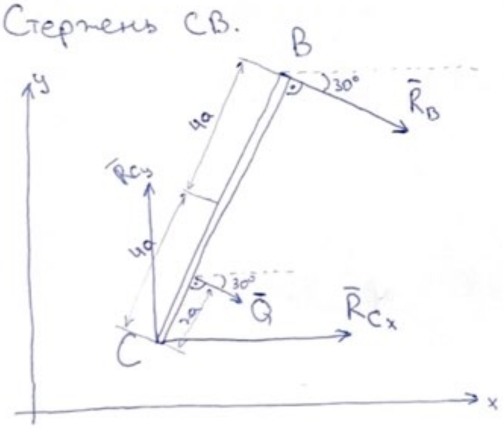
Дано: в т. C – шарнир;
в т. A – шарнирно-неподв. опора;
BB' – невесомый стержень;
DD' – невесомый стержень;
пара сил с моментом $M = 60$ кН·м
равном. распред. нагрузка на CL с $q = 20$ кН/м;
сила $F_2 = 20$ кН, $\alpha_2 = 30°$, к точке K;
сила $F_4 = 40$ кН, $\alpha_4 = 60°$, к точке H;
$a = 0{,}2$ м

Определить: реакции связей в точках A, B, C, D.

Решение

Для решения задачи расчленим систему по шарниру C и рассмотрим отдельно равновесия стержня CB и угольника AHC.

1) Стержень CB.



Заменим распредел. нагрузку на CL равнодействующей силой $\bar Q$, приложенной к середине CL под прямым углом.

Реакцию $\bar R_B$ стержня BB' направленную вдоль стержня BB' от B.

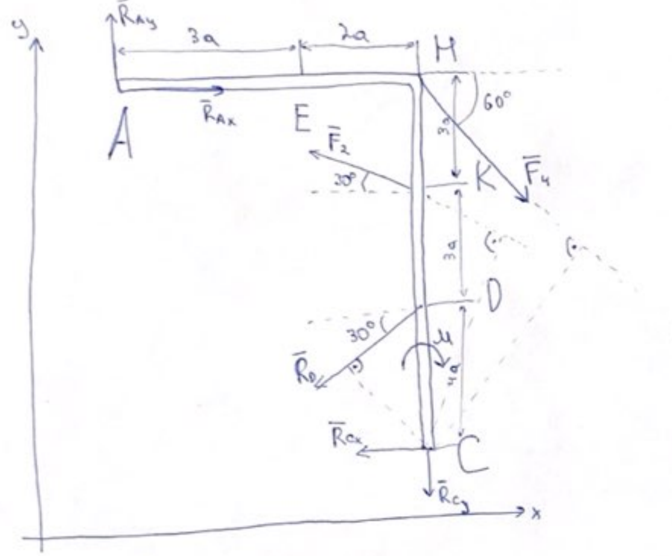
Действие отброшенного угольника AHC представим в виде двух сил $\bar R_{Cx}$ и $\bar R_{Cy}$ реакции шарнира C.

Для полученной плоской системы сил составим ур-я равновесия:

$$\begin{cases} \sum_{k=1}^{n_1} F_{kx} = R_{Cx} + R_B \cdot \cos 30° + Q \cdot \cos 30° = 0 \\ \sum_{k=1}^{n_2} F_{ky} = R_{Cy} - R_B \cdot \sin 30° - Q \cdot \sin 30° = 0 \\ \sum_{k=1}^{n_3} M_C(\bar F_k) = -Q \cdot 2a - R_B \cdot 8a = 0 \end{cases} \quad \Leftrightarrow$$

$$<=> \begin{cases} R_{Cx} = -R_B \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - Q \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = -6\sqrt{3} \text{ кН} \approx -10{,}392 \text{ кН} \\ R_{Cy} = Q \cdot \frac{1}{2} + R_B \cdot \frac{1}{2} = q \cdot 4a \cdot \frac{1}{2} + R_B \cdot \frac{1}{2} = 6 \text{ кН} \\ R_B = -\frac{Q}{4} = -\frac{q \cdot 4a}{4} = -q \cdot a = -4 \text{ кН} \end{cases}$$

2) Теперь рассмотрим равновесие угольника AHC



На угольник действуют:
- пара сил с моментом M;
- силы $\bar{F}_2$ и $\bar{F}_4$;
- реакция $\bar{R}_D$ стержня DD' напр. вдоль стержня DD' от D;
- реакции $\bar{R}_{Ax}$ и $\bar{R}_{Ay}$ шарнирно-неподвижной опоры A;
- действие отброшенного стержня CB представим в виде $\bar{R}_{Cx}$ и $\bar{R}_{Cy}$, направленные противоположно.

Составим уравнения:

$$\begin{cases} \sum\limits_{k=1}^{n_5} F_{kx} = R_{Ax} - R_{Cx} + F_4 \cdot \cos 60^\circ - F_2 \cdot \cos 30^\circ - R_D \cdot \cos 30^\circ = 0 \\ \sum\limits_{k=1}^{n_5} F_{ky} = R_{Ay} - R_{Cy} - F_4 \cdot \sin 60^\circ + F_2 \cdot \sin 30^\circ - R_D \sin 30^\circ = 0 \\ \sum\limits_{k=1}^{n_6} M_C(\bar{F}_k) = -R_{Ay} \cdot 5a - R_{Ax} \cdot 10a - F_4 \cdot \sin 30^\circ \cdot 10a + F_2 \cdot \sin 60^\circ \cdot 7a + \\ \qquad + R_D \sin 60^\circ \cdot 4a + M = 0 \end{cases}$$

$$\Updownarrow$$

$$\begin{cases} R_{Ax} = R_{Cx} - F_4 \cdot \frac{1}{2} + F_2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + R_D \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3} - 20 + \frac{\sqrt{3}}{2} R_D \\ R_{Ay} = R_{Cy} + F_4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - F_2 \cdot \frac{1}{2} + R_D \cdot \frac{1}{2} = 20\sqrt{3} - 4 + \frac{1}{2} R_D \\ R_D = \left(-M - F_2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1{,}4 + F_4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 + R_{Ax} \cdot 2 + R_{Ay}\right) \cdot \frac{5}{2\sqrt{3}} = \left(-20 - 14\sqrt{3} + 2R_{Ax} + R_{Ay}\right)\frac{5}{2\sqrt{3}} \end{cases}$$

$$\Updownarrow$$

$$\begin{cases} R_{Ax} \approx 9{,}294 \text{ кН} \\ R_{Ay} \approx 43{,}554 \text{ кН} \\ R_D \approx 25{,}826 \text{ кН} \end{cases}$$

Ответ: $R_{Ax} = 9{,}294$ кН, $R_{Ay} = 43{,}554$ кН,
$R_B = -4$ кН,
$R_{Cx} = -10{,}392$ кН, $R_{Cy} = 6$ кН,
$R_D = 25{,}826$ кН.
Знаки указывают, что силы $\bar{R}_B$, $\bar{R}_{Cx}$ направлены противоположно, показанным на рисунках.