

Под редакцией А.В.Ремизова

ПЛОСКАЯ СТАТИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
И ВАРИАНТЫ КУРСОВОГО ЗАДАНИЯ

© МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2018

Курсовое задание по теме «Плоская статика» содержатся задачи для курсовых заданий по плоской статике. Студент по плоской статике получает вариант, состоящий из двух задач.

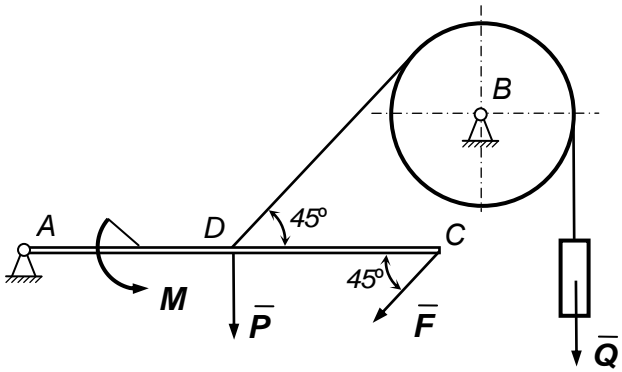
В первой задаче рассматривается равновесие системы сочленённых тел. Каждая из систем статически определима, состоит из трёх тел - стержня весом P и длиной $AC = l$, блока радиуса R и груза весом Q (в вариантах 19-32 груза нет). На стержень, кроме его веса P , действует сила F в точке D и пара сил с заданным моментом M . В вариантах 19-32 к блоку приложена пара сил с неизвестным моментом L , радиус блока $R = 1$ м. Требуется определить реакции опор – шарниров A и B . В вариантах 1 – 18 определить вес груза Q . В вариантах 19 – 32 определить пару сил с моментом L .

Во второй задаче рассматривается равновесие сочленённой в шарнире C системы из двух стержней под действием плоской системы сил, определяются реакция опор - стержневой опоры B , момент заделки A .

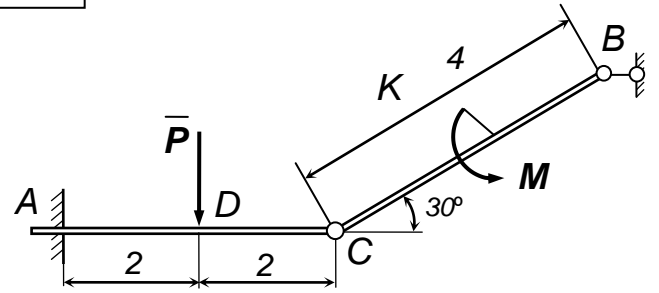
Представлены варианты курсовых заданий, примеры выполнения курсовых заданий по теме «Плоская статика» курса «Теоретическая механика».

Студенту выдается один вариант задания для самостоятельного решения, состоящий из двух типовых задач.

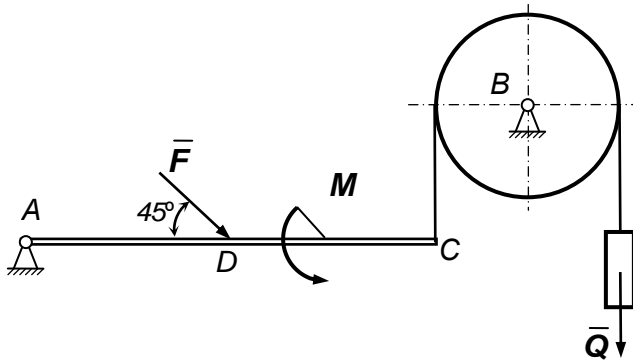
01.1

 $AC=l=2\text{ м}, AD=CD, P=10\text{ H}, F=4\text{ H}, M=\sqrt{2}\text{ Hм}$ 

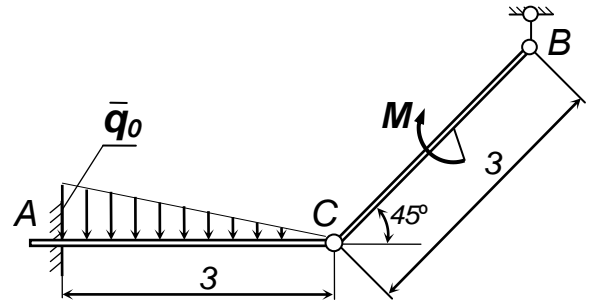
01.2

 $P = 4\text{ кН}, M = 4\text{ кНм}$

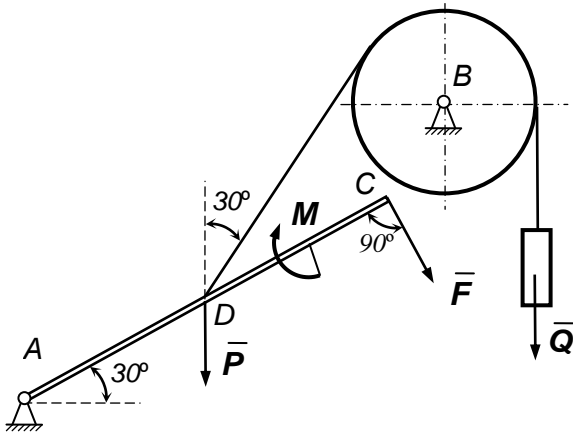
02.1

 $AC=l=1\text{ м}, AD=CD, P=6\text{ H}, F=20\text{ H}, M=2\text{ Hм}$ 

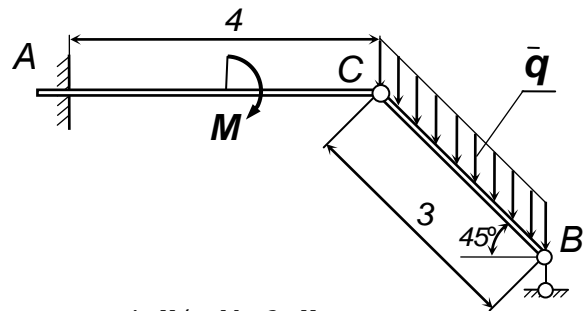
02.2

 $q_0 = 4\text{ кН/м}, M = 2\text{ кН}\cdot\text{м}$

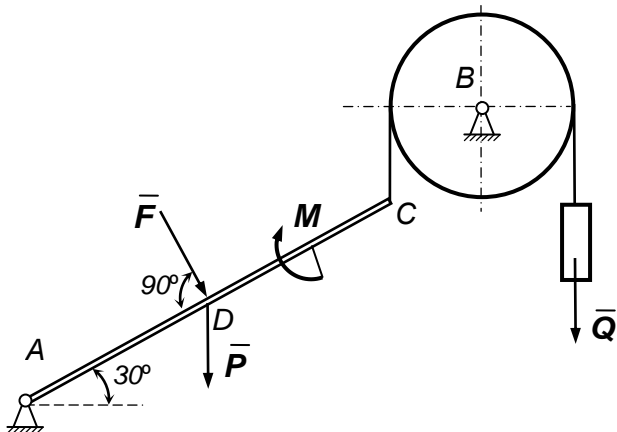
03.1

 $AC=l=2\text{ м}, AD=CD, P=2\sqrt{3}\text{ H}, F=10\text{ H}, M=2\text{ Hм}$ 

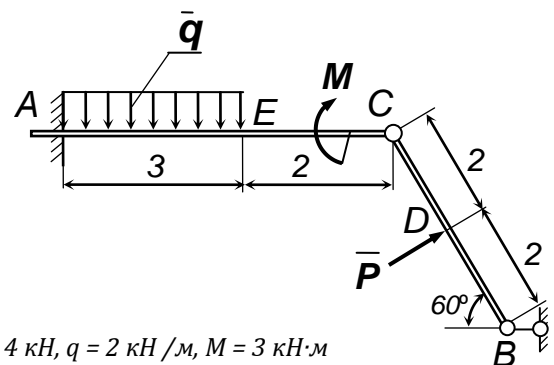
03.2

 $q = 4\text{ кН/м}, M = 2\text{ кН}\cdot\text{м}$

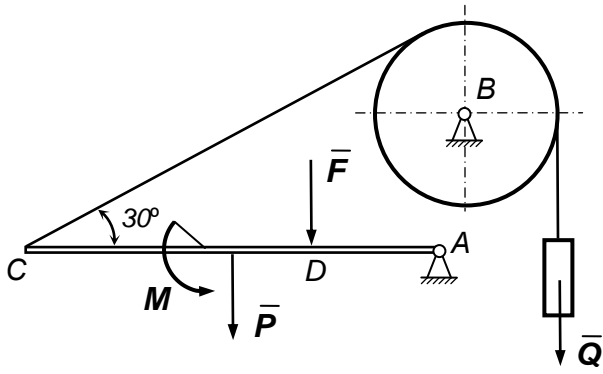
4.01

 $AC=l=1\text{ м}, AD=CD, P=10\text{ H}, F=6\sqrt{3}\text{ H}, M=\sqrt{5}\text{ Hм}$ 

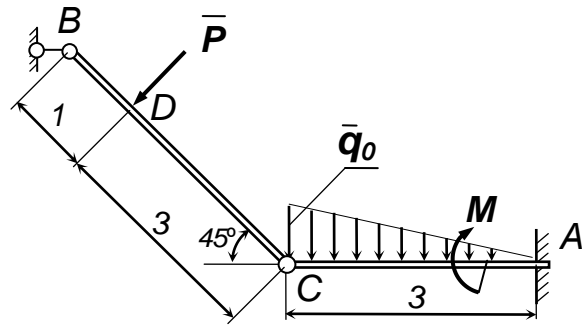
4.02

 $P = 4\text{ кН}, q = 2\text{ кН/м}, M = 3\text{ кН}\cdot\text{м}$

5.01 $AC=l=0,4\text{ м}, AD=1/3 AC, P=12\text{ Н}, F=9\text{ Н}, M=2\text{ Н}\cdot\text{м}$

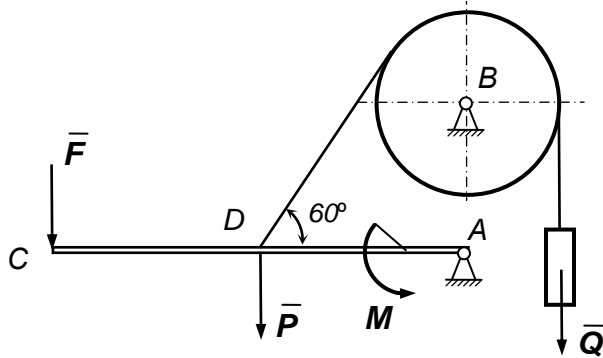


5.02

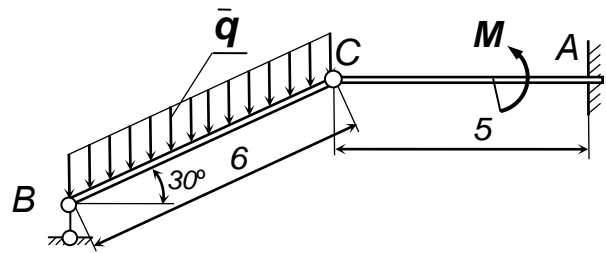


$P = 4\text{ кН}, q_0 = 4\text{ кН/м}, M = 2\text{ кН}\cdot\text{м}$

6.01 $AC=l=2\text{ м}, AD=CD, P=4\sqrt{3}\text{ Н}, F=\sqrt{3}\text{ Н}, M=2\sqrt{3}\text{ Н}\cdot\text{м}$

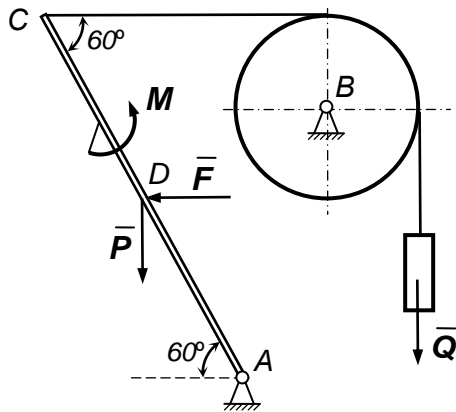


6.02

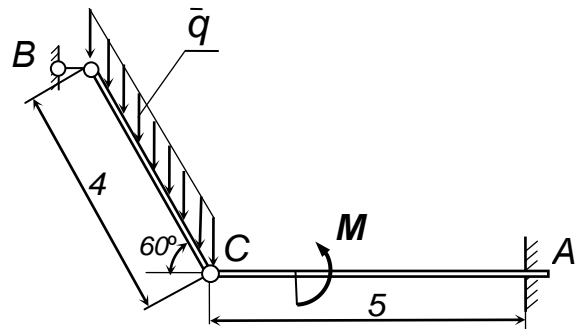


$q = 3\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

7.01 $AC=l=1\text{ м}, AD=CD, P=6\text{ Н}, F=2\sqrt{3}\text{ Н}, M=9\text{ Н}\cdot\text{м}$

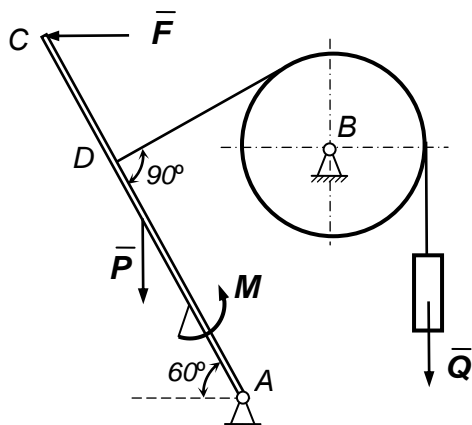


7.02

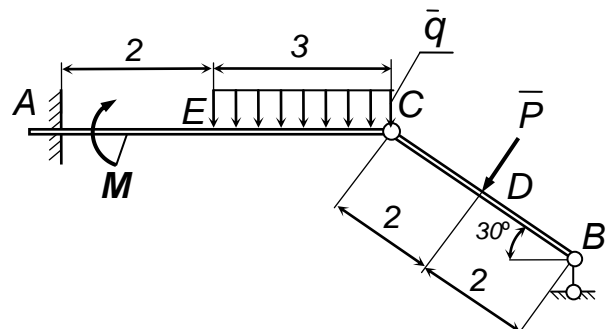


$q = 2\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

8.01 $AC=l=0,5\text{ м}, CD=1/3 AC, P=8\text{ Н}, F=4\sqrt{3}\text{ Н}, M=2\text{ Н}\cdot\text{м}$



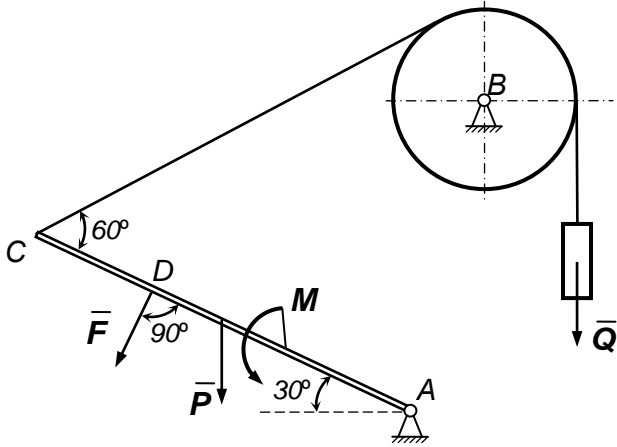
8.02



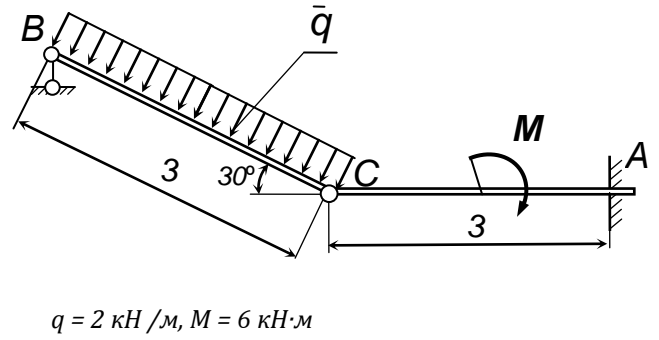
$P = 6\text{ кН}, q = 2\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

9.01

$AC=l=2\text{ м}, CD=1/3 AC, P=10\text{ H}, F=6\sqrt{3}\text{ H}, M=\sqrt{3}\text{ Hм}$



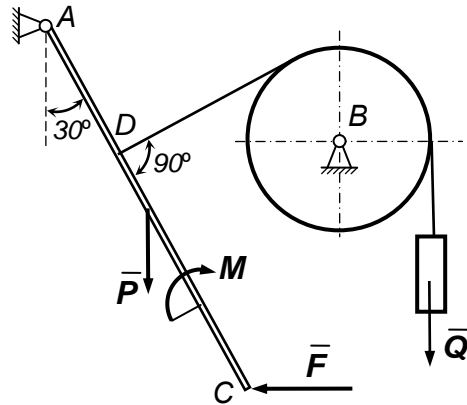
9.02



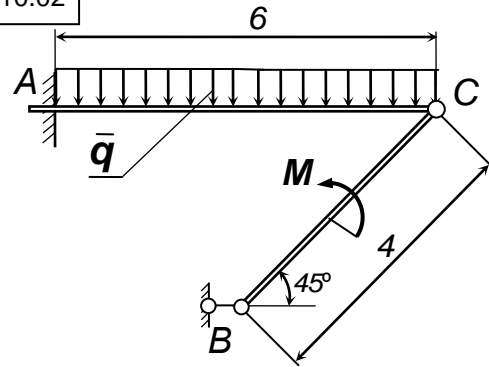
$q = 2\text{ кН/м}, M = 6\text{ кН}\cdot\text{м}$

10.01

$AC=l=2\text{ м}, AD=1/3 AC, P=8\text{ H}, F=2\text{ H}, M=6\text{ Hм}$



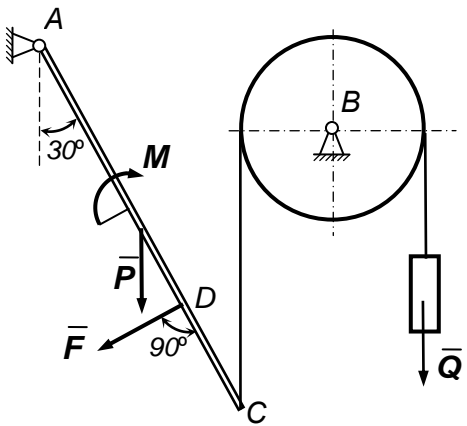
10.02



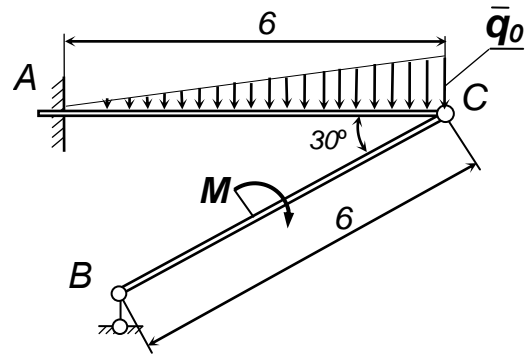
$q = 2\text{ кН/м}, M = 6\text{ кН}\cdot\text{м}$

11.01

$AC=l=2\text{ м}, CD=1/3 AC, P=1\text{ H}, F=12\text{ H}, M=6\text{ Hм}$



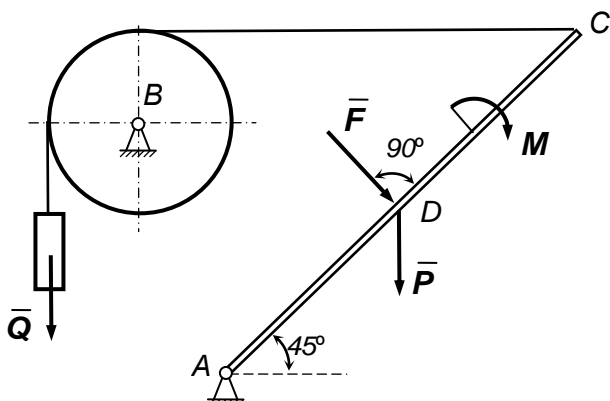
11.02



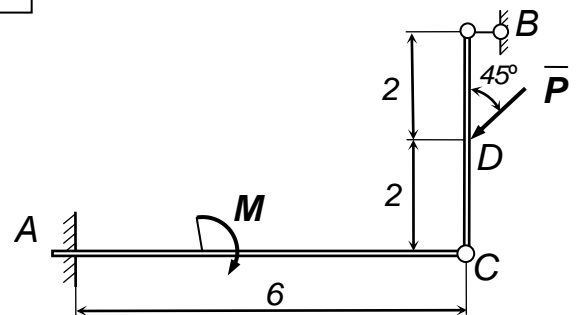
$q_0 = 2\text{ кН/м}, M = 6\text{ кН}\cdot\text{м}$

12.01

$AC=l=1\text{ м}, AD=CD, P=14\text{ H}, F=8\text{ H}, M=5\text{ Hм}$

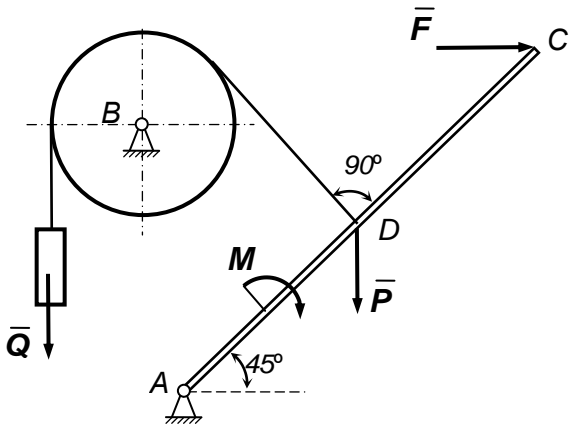


12.02

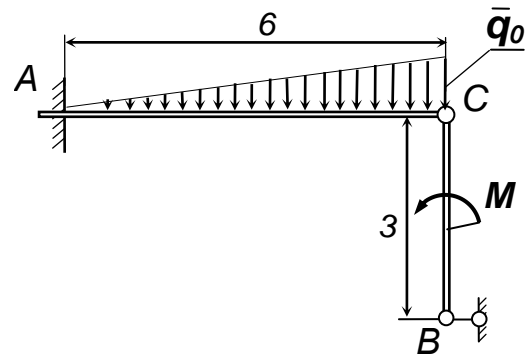


$P = 10\text{ кН}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

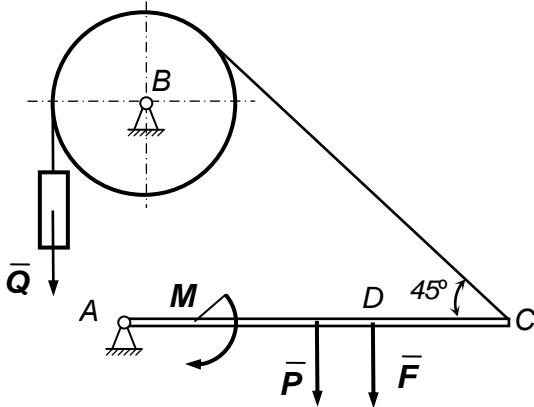
13.1

 $AC=l=1\text{ м}, AD=CD, P=10\text{ Н}, F=10\text{ Н}, M=0,5\text{ Нм}$ 

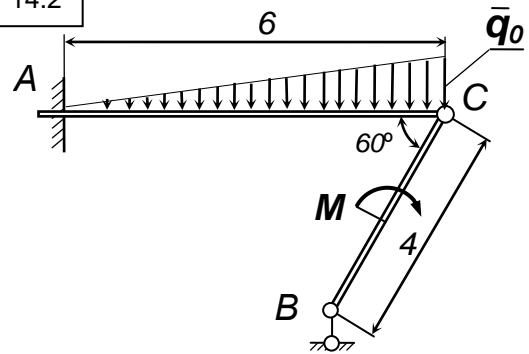
13.2

 $q_0 = 4\text{ кН/м}, M = 8\text{ кН}\cdot\text{м}$

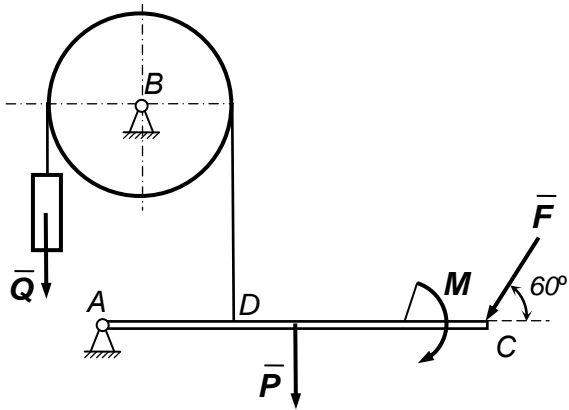
14.1

 $AC=l=1,2\text{ м}, AD=2/3 AC, P=6\text{ Н}, F=15\text{ Н}, M=3,6\text{ Нм}$ 

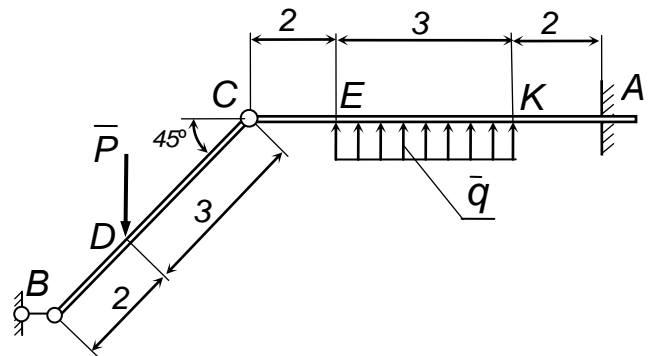
14.2

 $q_0 = 3\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

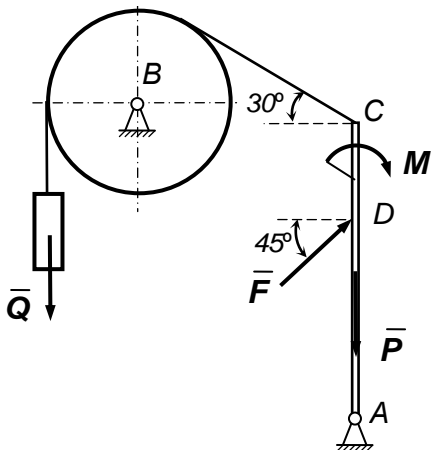
15.1

 $AC=l=0,5\text{ м}, AD=1/3 AC, P=8\text{ Н}, F=2\sqrt{3}\text{ Н}, M=1\text{ Нм}$ 

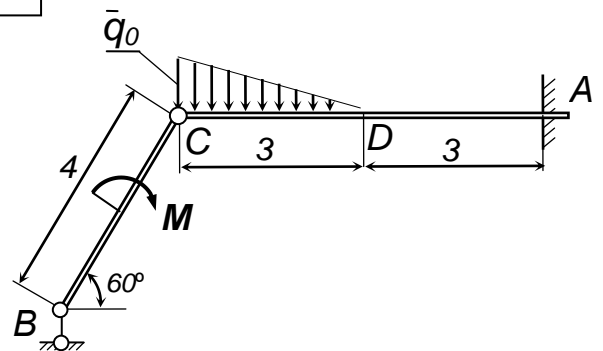
15.2

 $P = 10\text{ кН}, q = 2\text{ кН/м}$

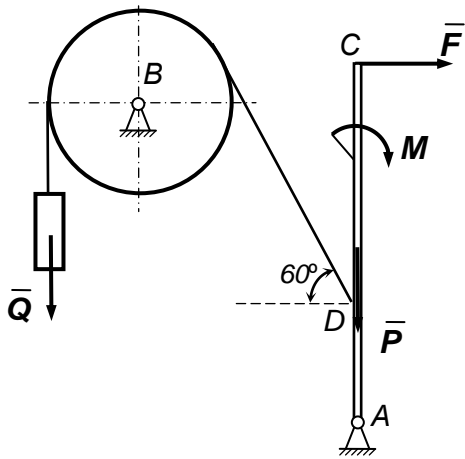
16.1

 $AC=l=2\text{ м}, AD=2/3 AC, P=12\text{ Н}, F=6\sqrt{3}\text{ Н}, M=\sqrt{3}\text{ Нм}$ 

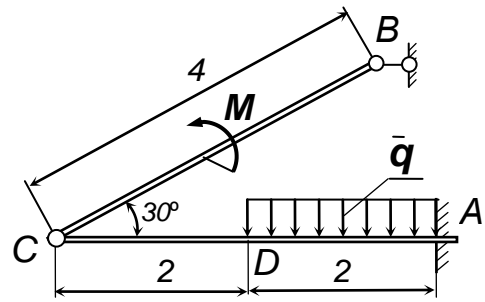
16.2

 $q_0 = 4\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

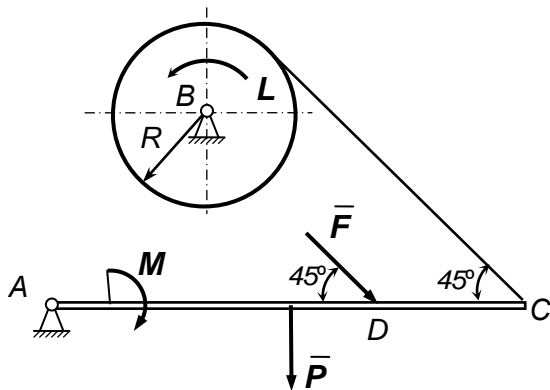
17.1

 $AC=l=0,5\text{ м}, AD=1/3 AC, P=16\text{ Н}, F=2\text{ Н}, M=0,5\text{ Нм}$ 

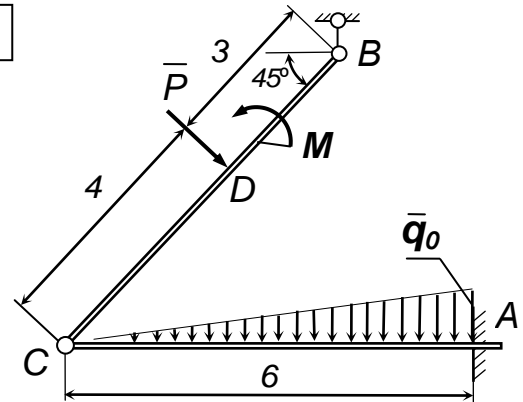
17.2

 $q = 2\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

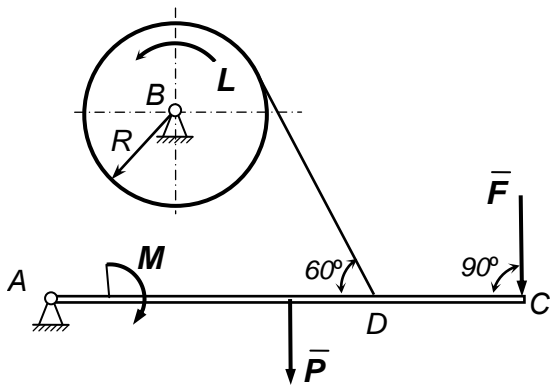
18.1

 $AC=l=2\text{ м}, AD=2/3 AC, P=10\text{ Н}, F=18\text{ Н}, M=4\text{ Нм}$ 

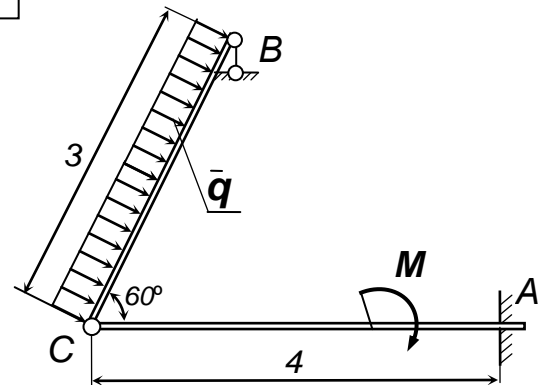
18.2

 $P = 6\text{ кН}, q_0 = 4\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

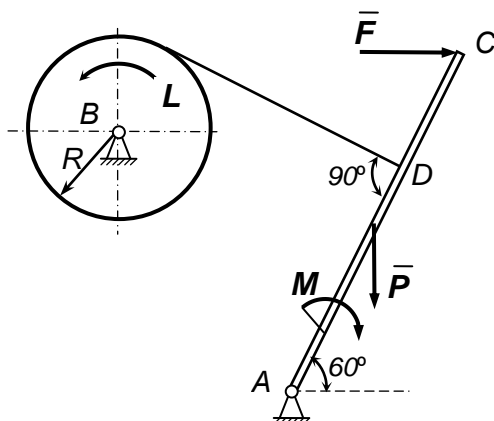
19.1

 $AC=l=0,5\text{ м}, AD=2/3 AC, P=8\text{ Н}, F=14\text{ Н}, M=1\text{ Нм}$ 

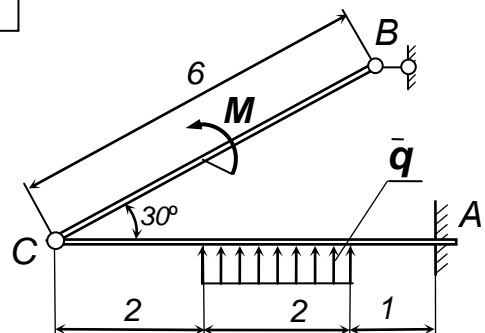
19.2

 $q = 2\text{ кН/м}, M = 6\text{ кН}\cdot\text{м}$

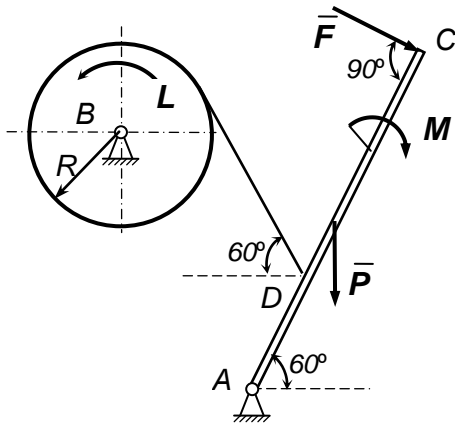
20.1

 $AC=l=3\text{ м}, AD=2/3 AC, P=16\text{ Н}, F=4\sqrt{3}\text{ Н}, M=2\text{ Нм}$ 

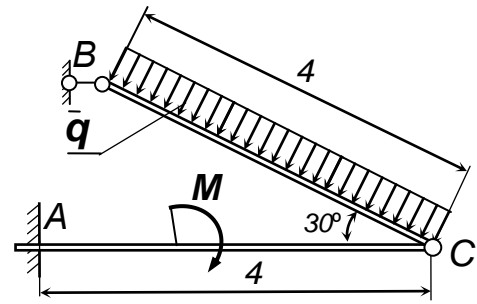
20.2

 $q = 2\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

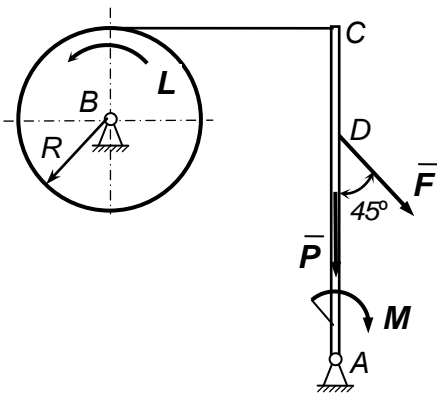
21.1

 $AC=l=3\text{ м}, AD=1/3 AC, P=4\text{ H}, F=1\text{ H}, M=3\text{ Hм}$ 

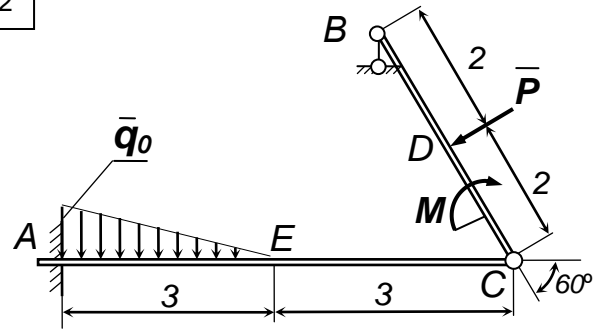
21.2

 $q = 2\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

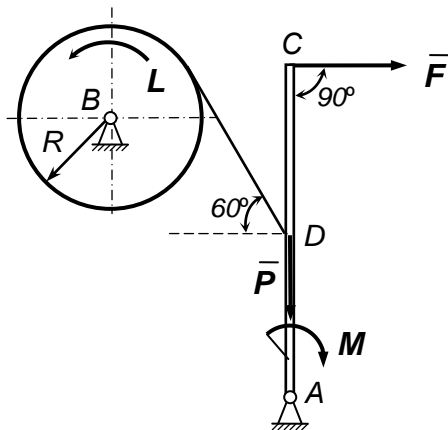
22.1

 $AC=l=2\text{ м}, AD=2/3 AC, P=4\text{ H}, F=6\sqrt{2}\text{ H}, M=10\text{ Hм}$ 

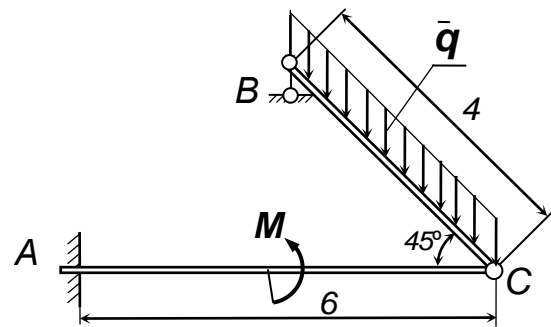
22.2

 $P = 10\text{ кН}, q_0 = 6\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

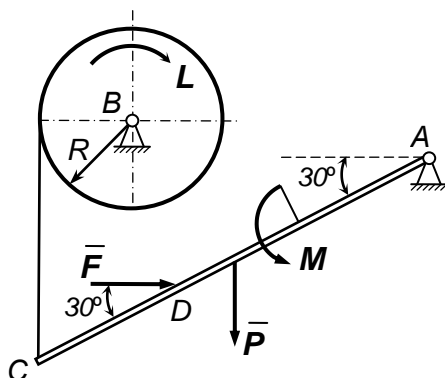
23.1

 $AC=l=1\text{ м}, AD=CD, P=5\text{ H}, F=3\text{ H}, M=2\text{ Hм}$ 

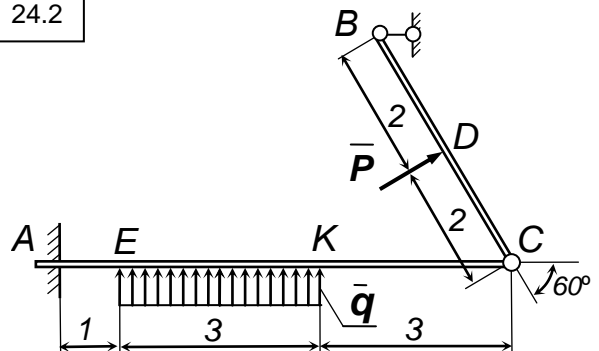
23.2

 $q = 2\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

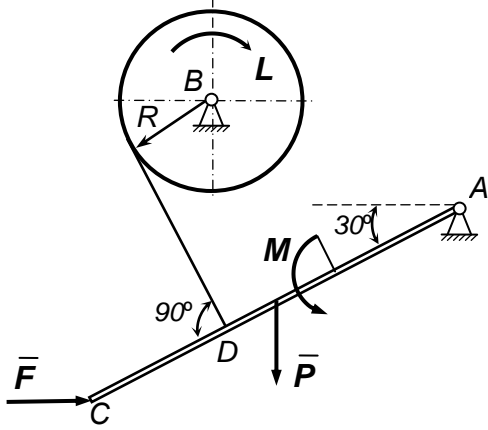
24.1

 $AC=l=2\text{ м}, AD=2/3 CD, P=2\text{ H}, F=6\sqrt{3}\text{ H}, M=2\sqrt{3}\text{ Hм}$ 

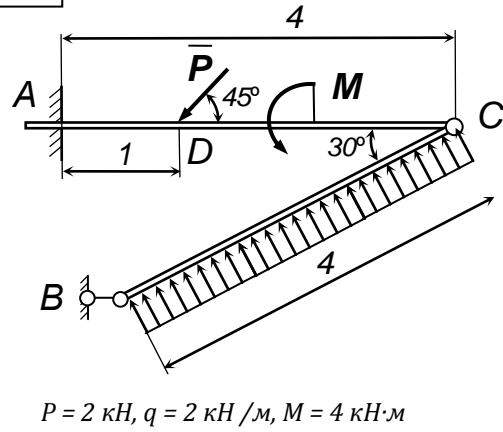
24.2

 $P = 10\text{ кН}, q = 2\text{ кН/м}$

25.1 $AC=l=1\text{ м}, AD=2/3 AC, P=8\sqrt{3}\text{ Н}, F=16\text{ Н}, M=2\text{ Н}\cdot\text{м}$

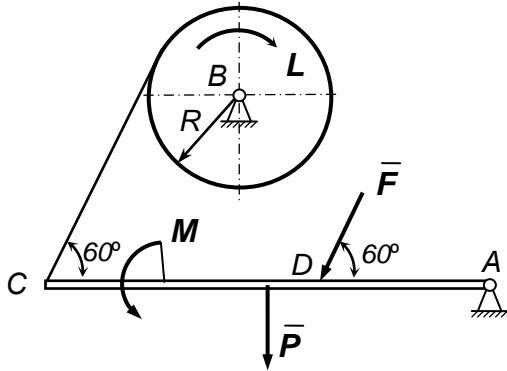


25.2

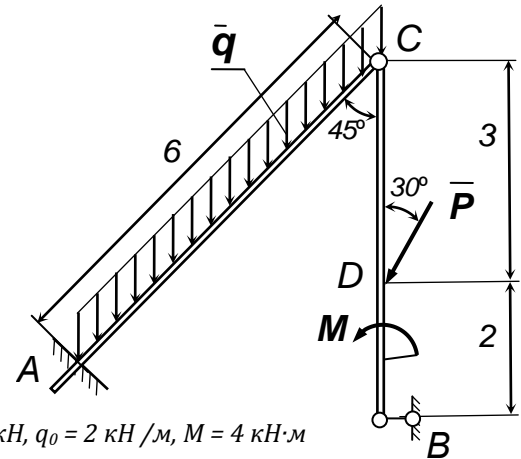


$P = 2\text{ кН}, q = 2\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

26.1 $AC=l=2\text{ м}, AD=1/3 AC, P=2\sqrt{3}\text{ Н}, F=12\text{ Н}, M=2\sqrt{3}\text{ Н}\cdot\text{м}$

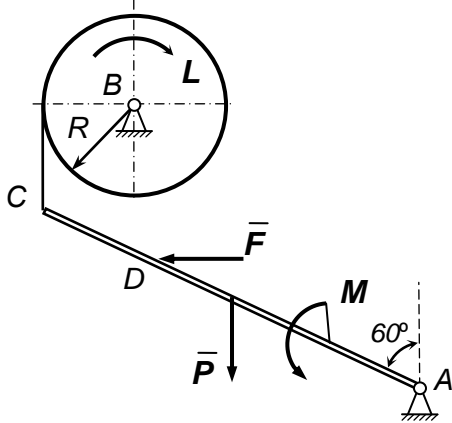


26.2

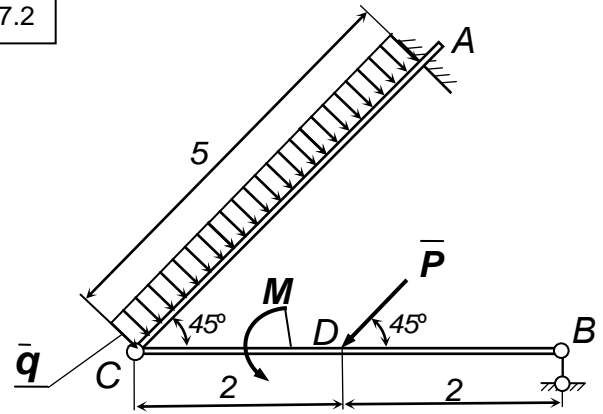


$P = 10\text{ кН}, q_0 = 2\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

27.1 $AC=l=2\text{ м}, AD=2/3 AC, P=10\text{ Н}, F=3\sqrt{3}\text{ Н}, M=\sqrt{3}\text{ Н}\cdot\text{м}$

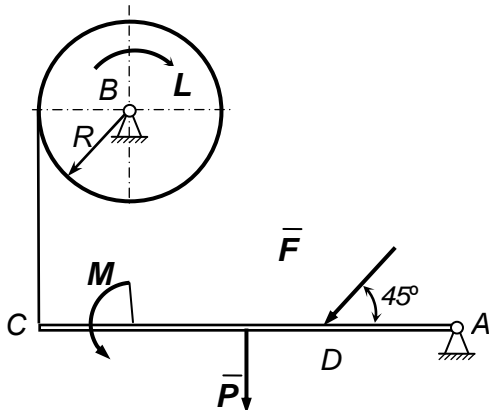


27.2

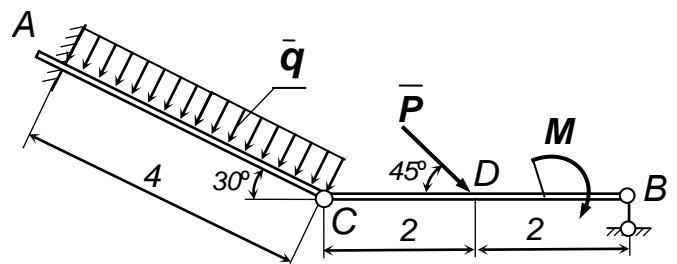


$P = 10\text{ кН}, q = 2\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

28.1 $AC=l=1\text{ м}, AD=1/3 AC, P=12\text{ Н}, F=6\sqrt{2}\text{ Н}, M=2\text{ Н}\cdot\text{м}$

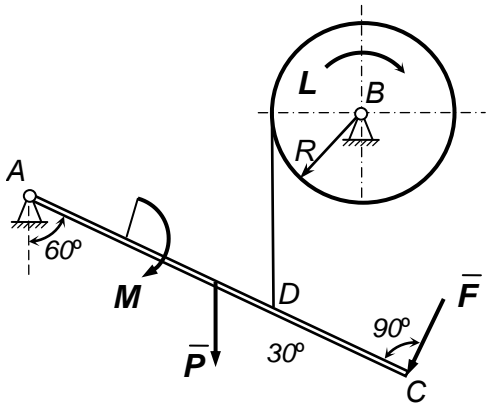


28.2

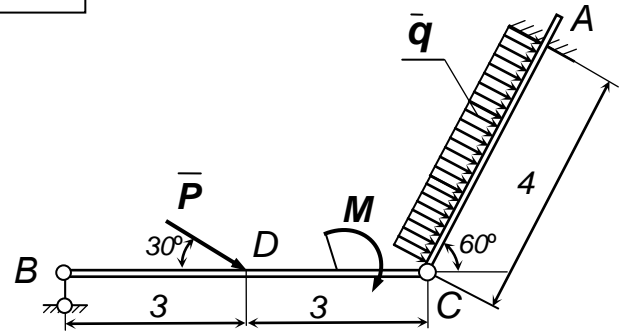


$P = 10\text{ кН}, q = 2\text{ кН/м}, M = 6\text{ кН}\cdot\text{м}$

29.1 $AC=l=2\text{ м}, AD=2/3 AC, P=8\sqrt{3}\text{ H}, F=6\text{ H}, M=4\text{ Hм}$

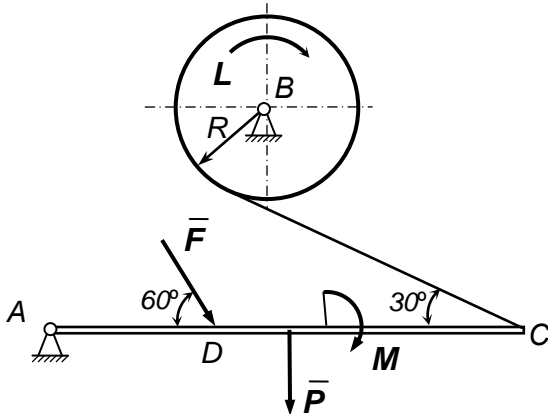


29.2

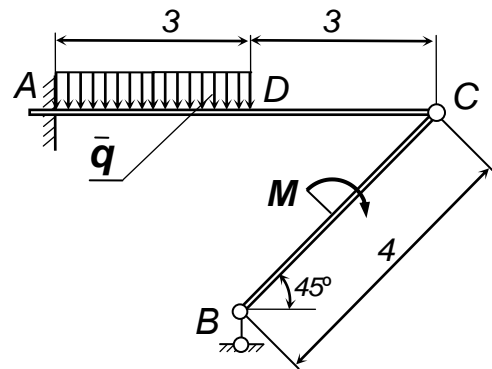


$P = 4\text{ кН}, q = 2\text{ кН/м}, M = 4\text{ кН}\cdot\text{м}$

30.1 $AC=l=0,5\text{ м}, AD=1/3 AC, P=15\text{ H}, F=\sqrt{3}\text{ H}, M=1\text{ Hм}$

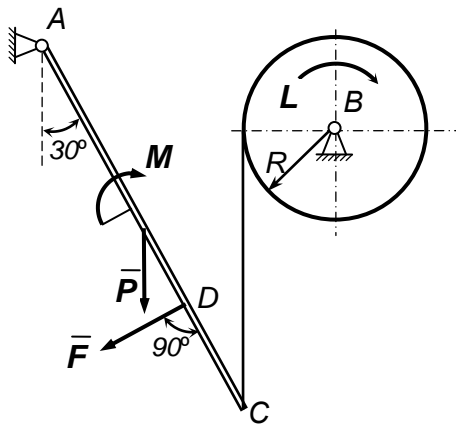


30.2

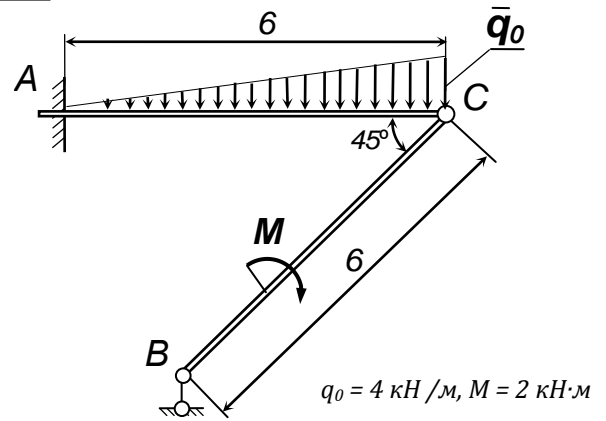


$q = 4\text{ кН/м}, M = 8\text{ кН}\cdot\text{м}$

31.2 $AC=l=2\text{ м}, AD=2/3 AC, P=10\text{ H}, F=8\text{ H}, M=4\text{ Hм}$

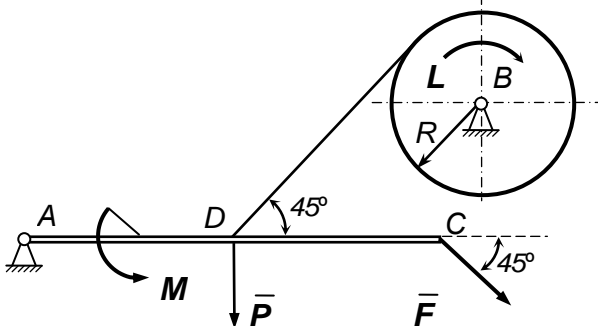


31.2

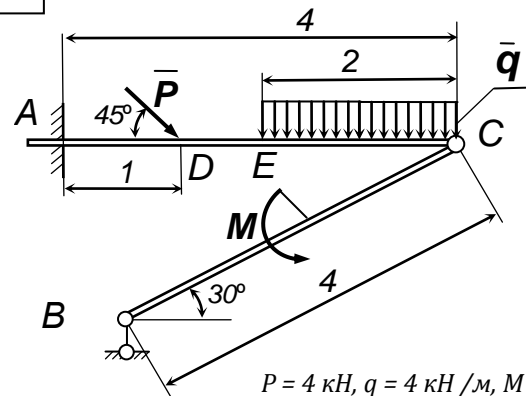


$q_0 = 4\text{ кН/м}, M = 2\text{ кН}\cdot\text{м}$

32.1 $AC=l=2\text{ м}, AD=CD, P=10\text{ H}, F=4\sqrt{2}\text{ H}, M=4\text{ Hм}$

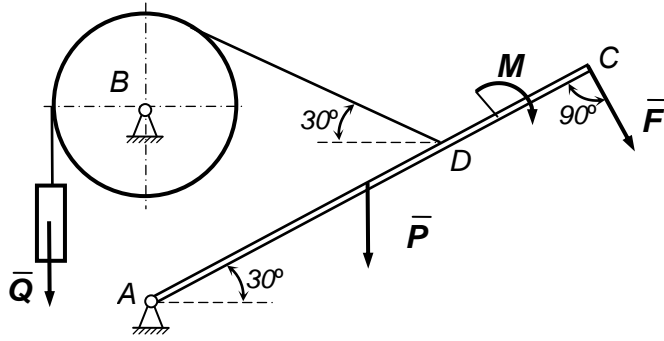


32.2



$P = 4\text{ кН}, q = 4\text{ кН/м}, M = 2\text{ кН}\cdot\text{м}$

Примеры выполнения домашнего задания.
Первая задача

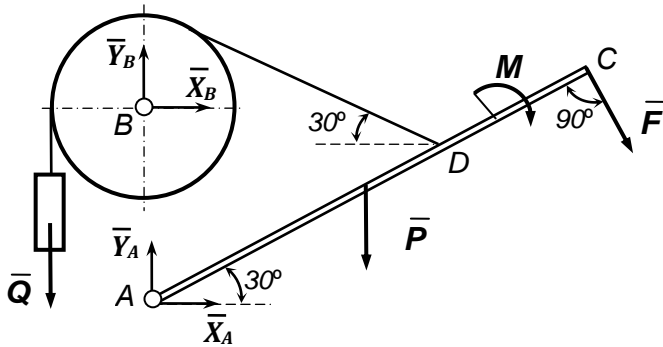


Дано: $AC=l=3$ м, $AD=2/3 AC=2$ м, $P=10$ кН,
 $F=5$ кН, $M=4$ кН·м.
Требуется определить реакции опор – шарниров A и B и вес груза Q

Решение.

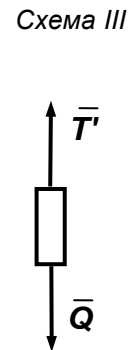
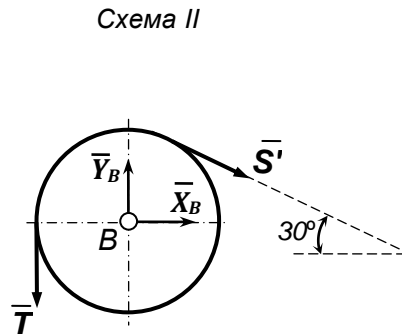
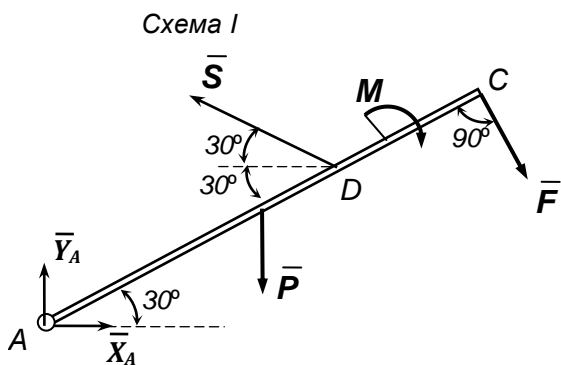
Освободим механическую систему от связей (шарниры A и B), заменив их реакциями связей.

$$\bar{R}_A = \bar{X}_A + \bar{Y}_A; \bar{R}_B = \bar{X}_B + \bar{Y}_B.$$



Расчленим механическую систему.

Рассмотрим равновесие стержня AC (схема I).



$$1) \sum_k M_A(\bar{F}_k) = 0; S \cdot \sin 60^\circ \cdot AD - F \cdot AC - M - P \cdot \frac{AC}{2} \cdot \cos 30^\circ = 0$$

$$S = \frac{F \cdot AC + M + P \cdot \frac{AC}{2} \cdot \cos 30^\circ}{AD \cdot \sin 60^\circ} = \frac{5 \cdot 3 + 4 + 10 \cdot 1,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 18,47 \text{ кН}$$

$$2) \sum_k F_{kx} = 0; X_A - S \cdot \cos 30^\circ + F \cdot \sin 30^\circ = 0; X_A = S \cdot \cos 30^\circ - F \cdot \sin 30^\circ = 18,47 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 5 \cdot 0,5 = 13,3 \text{ кН}$$

$$3) \sum_k F_{ky} = 0; Y_A + S \cdot \sin 30^\circ - F \cdot \cos 30^\circ - P = 0; Y_A = -S \cdot \sin 30^\circ + F \cdot \cos 30^\circ + P = -18,47 + 5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 10 = -4,14 \text{ кН}$$

Рассмотрим равновесие блока (схема II).

$$4) \sum_k M_B(\bar{F}_k) = 0; S' \cdot R - T \cdot R = 0; T = S' = S = 18,47 \text{ кН}$$

$$5) \sum_k F_{kx} = 0; X_B + S \cdot \cos 30^\circ = 0; X_B = -S \cdot \cos 30^\circ = -18,47 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = -16 \text{ кН}$$

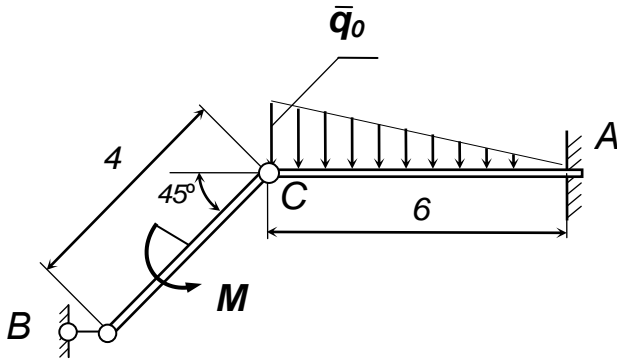
$$6) \sum_k F_{ky} = 0; Y_B - S' \cdot \sin 30^\circ - T = 0; Y_B = S' \cdot \sin 30^\circ + T = 18,47 \cdot 0,5 + 18,47 = 27,7 \text{ кН}$$

Рассмотрим равновесие груза (схема III).

$$7) \sum_k F_{ky} = 0; T' - Q = 0; Q = T' = T = 18,47 \text{ кН}$$

Ответ: $X_A = 13,3 \text{ кН}; Y_A = -4,14 \text{ кН}; X_B = -16 \text{ кН}; Y_B = 27,7 \text{ кН}; Q = 18,47 \text{ кН}$

Вторая задача



Дано: $q_0 = 6 \text{ Н/м}, M = 4 \text{ Нм}$.

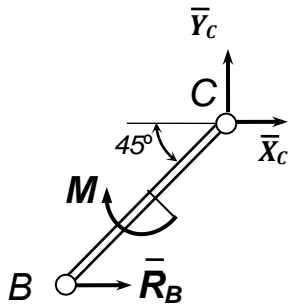
Требуется определить реакции опор - заделки **A**, стержневой опоры **B**, а также шарнира **C**.

Освободим механическую систему от связей - заделки **A**, стержневой опоры **B**, заменив их реакциями связей. $\bar{R}_A = \bar{X}_A + \bar{Y}_A; M_A, \bar{R}_B$. Распределённую нагрузку приведём к равнодействующей силе $Q = q_0 \cdot AC / 2 = 6 \cdot 6 / 2 = 18 \text{ кН}$.

Расчленим механическую систему.

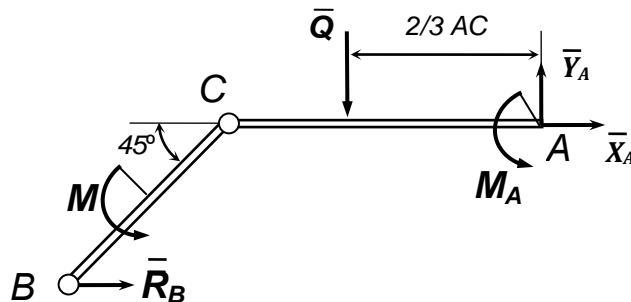
Рассмотрим равновесие стержня BC (схема I).

Схема I



$$1) \sum_k M_C(\bar{F}_k) = 0; R_B \cdot BC \cdot \sin 45^\circ - M = 0; R_B = \frac{M}{BC \cdot \sin 45^\circ} = \frac{4}{4 \cdot \sqrt{2}} \cdot 2 = \sqrt{2} = 1,414 \text{ кН}$$

Схема II



Рассмотрим равновесие всей механической системы (схема II).

$$2) \sum_k M_A(\bar{F}_k) = 0; R_B \cdot BC \cdot \sin 45^\circ - M + Q \cdot \frac{2}{3} AC + M_A = 0;$$

С учётом уравнения (1) имеем:

$$M_A = -Q \cdot \frac{2}{3} AC = -18 \cdot 4 = -72 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Ответ: $M_A = -72 \text{ кН} \cdot \text{м}; R_B = 1,414 \text{ кН}$