

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ
СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

I. ПЛОСКАЯ СИСТЕМА СИЛ

СИСТЕМА ПРОИЗВОЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫХ СИЛ

Задание С.1. Определение реакций опор твердого тела

На схемах (рис. 1—4) показаны для каждого варианта три способа закрепления бруса, ось которого — ломаная линия. Задаваемая нагрузка (см. табл. 1) и размеры (м) во всех трех случаях одинаковы.

Определить реакции опор для того способа закрепления бруса, при котором реакция, указанная в табл. 1, имеет наименьший модуль.

Таблица 1

Номер варианта (рис. 1-4)	P , кН	M , кН·м	q , кН/м	Исследуемая реакция	Номер варианта (рис. 1-4)	P , кН	M , кН·м	q , кН/м	Исследуемая реакция
1	10	6	2	Y_A	16	12	6	2	M_A
2	20	5	4	M_A	17	20	4	3	Y_A
3	15	8	1	Y_B	18	14	4	2	X_A
4	5	2	1	Y_B	19	16	6	1	R_B
5	10	4	—	X_B	20	10	—	4	Y_A
6	6	2	1	M_A	21	20	10	2	M_A
7	2	4	2	X_A	22	6	6	1	Y_A
8	20	10	4	R_B	23	10	4	2	M_A
9	10	6	—	Y_A	24	4	3	1	Y_A
10	2	4	2	R_A	25	10	10	2	X_A
11	4	10	1	R_B	26	20	5	2	M_A
12	10	5	2	Y_A	27	10	6	1	X_A
13	20	12	2	Y_A	28	20	10	2	Y_A
14	15	4	3	Y_A	29	25	—	1	M_A
15	10	5	2	X_A	30	20	10	2	R_B

Пример выполнения задания. Дано: схемы закрепления бруса (рис. 5, а, б, в); $P = 5$ кН; $M = 8$ кН·м; $q = 1,2$ кН/м.

Определить реакции опор для того способа закрепления, при котором момент M_A в заделке имеет наименьшее числовое значение.

Решение. Рассмотрим систему уравновешивающихся сил, приложенных к конструкции. Действие связей на конструкцию заменим их реакциями (рис. 6): в схеме а — X_A, Y_A, M_A , в схеме б — $Y'_A,$

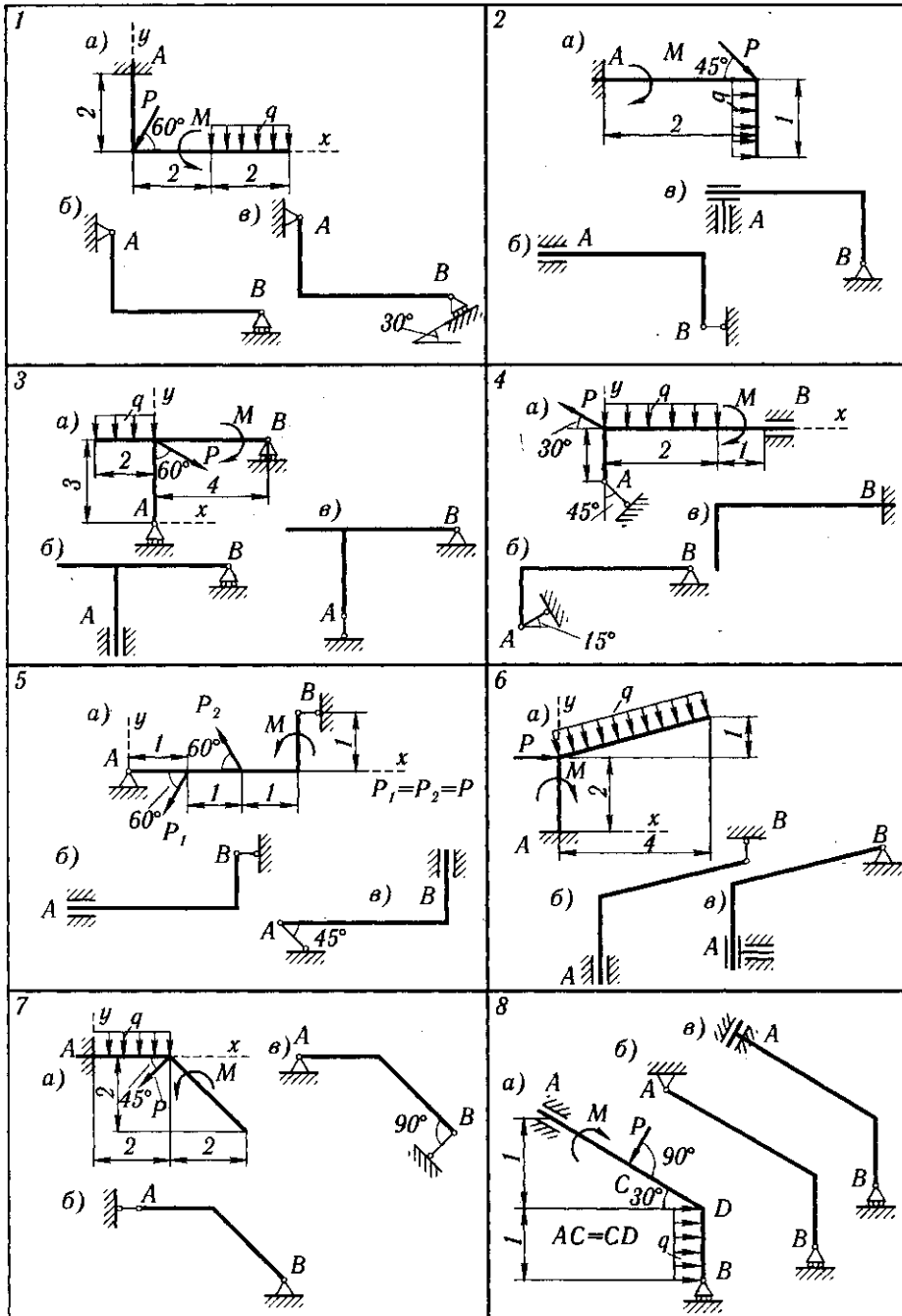


Рис. 1

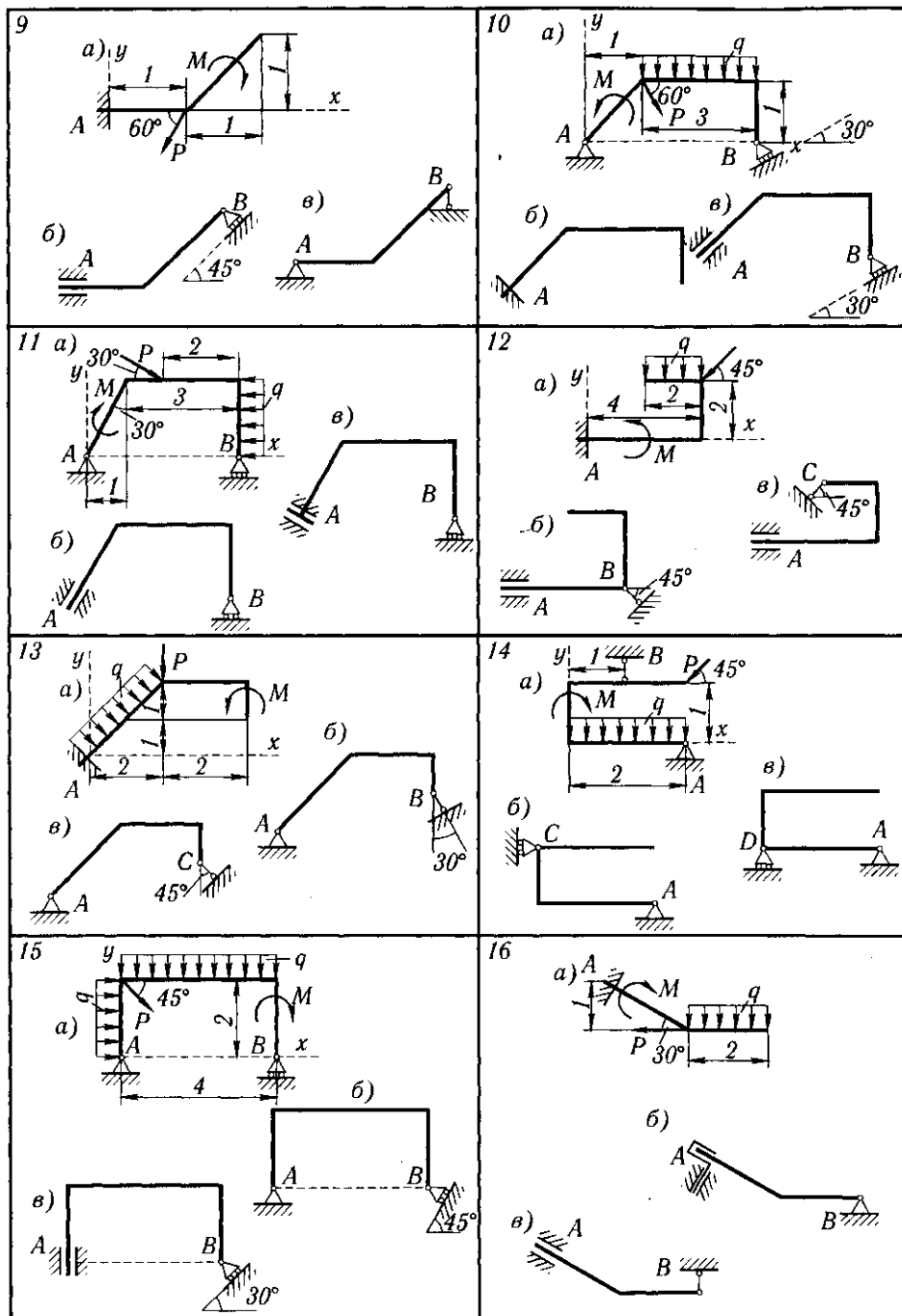


Рис. 2

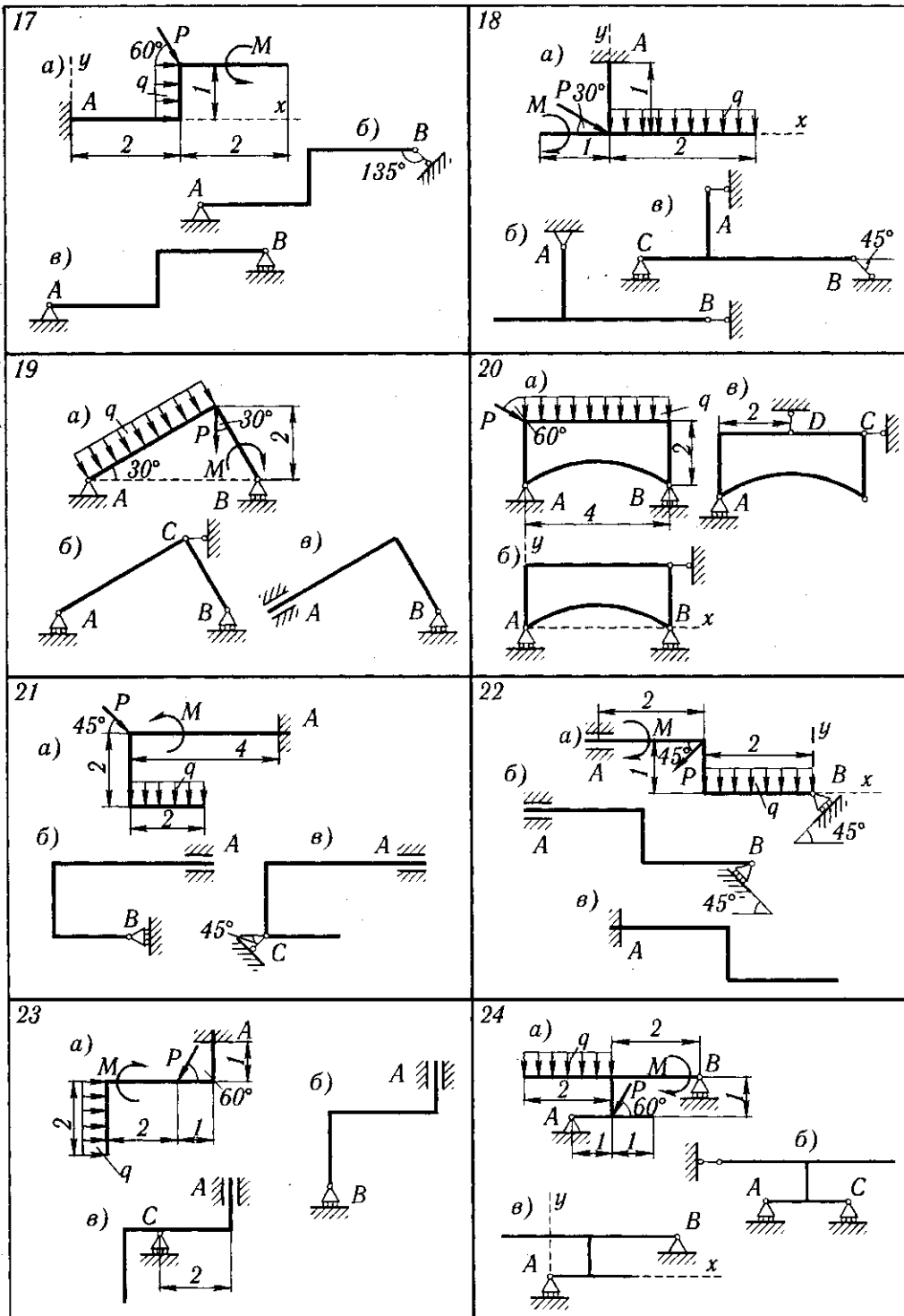


Рис. 3

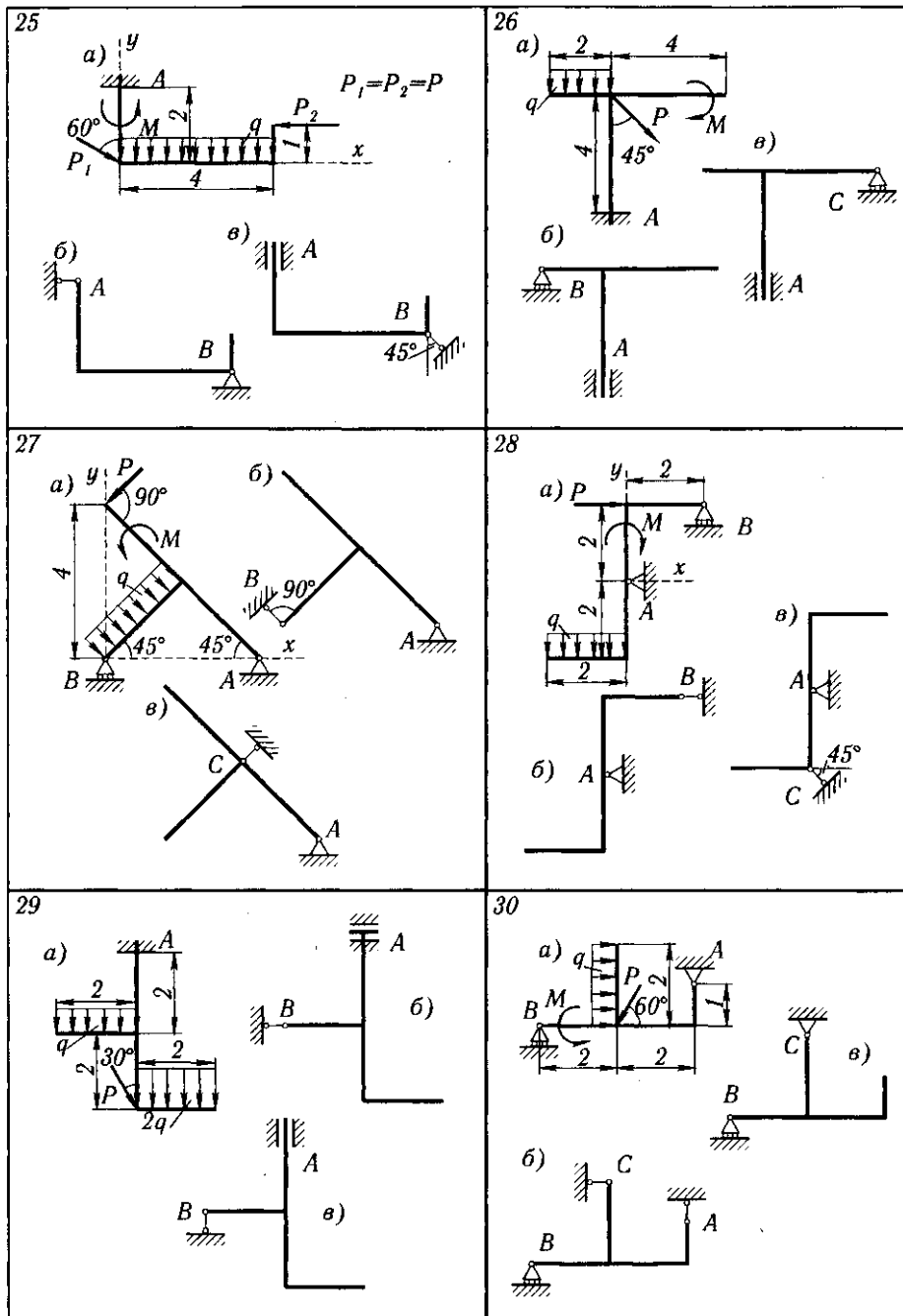


Рис. 4

M'_A и R_B , в схеме в — M''_A , X_B и Y_B . Равномерно распределенную нагрузку интенсивностью q заменяем равнодействующей

$$Q = q \cdot 2 = 2,4 \text{ кН.}$$

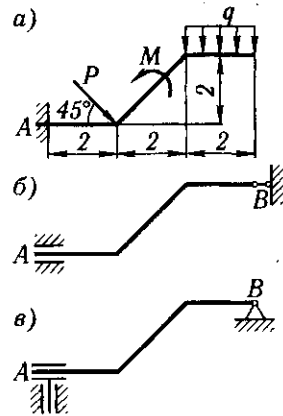


Рис. 5

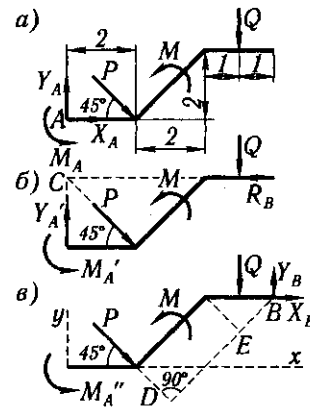


Рис. 6

Чтобы выяснить, в каком случае момент в заделке является наименьшим, найдем его для всех трех схем, не определяя пока остальных реакций.

Для схемы а

$$\sum M_{iA} = 0; M_A - P \cdot 2 \sin 45^\circ + M - Q \cdot 5 = 0.$$

Вычисления дают

$$M_A = 11,07 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Для схемы б

$$\sum M_{iC} = 0; M'_A + M - Q \cdot 5 = 0 \text{ и } M'_A = 4,00 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Для схемы в

$$\sum M_{iB} = 0; M''_A + P \cdot BD + M + Q \cdot 1 = 0 \text{ и } M''_A = -31,61 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Здесь

$$BD = BE + ED = \sqrt{2} + 2\sqrt{2} = 4,24 \text{ м.}$$

Таким образом, наименьший момент в заделке получается при закреплении бруса по схеме б. Определим остальные опорные реакции для этой схемы:

$$\begin{aligned} \sum X_i = 0; P \cos 45^\circ - R_B = 0, & \text{ откуда } R_B = 3,54 \text{ кН;} \\ \sum Y_i = 0; Y'_A - P \cdot \sin 45^\circ - Q = 0, & \text{ откуда } Y'_A = 5,94 \text{ кН.} \end{aligned}$$

Результаты расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2

Схема по рис. 6	Момент $M_A(M'_A, M''_A), \text{кН} \cdot \text{м}$	Силы, кН	
		Y'_A	R_B
а	11,07	—	—
б	4,00	5,94	3,54
в	-31,61	—	—

Задание С.2. Определение реакций опор и сил в стержнях плоской фермы

Определить реакции опор фермы на заданную нагрузку, а также силы во всех ее стержнях способом вырезания узлов. Схемы ферм показаны на рис. 7—9. Необходимые для расчета данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

Номер варианта (рис. 7-9)	P_1	P_2	P_3	a	h	α , град	Номера стержней
	кН			м			
1	4	9	2	2,0	—	30	3, 8, 9
2	10	3	4	2,5	—	60	2, 5, 7
3	2	12	6	3,0	—	60	4, 5, 10
4	10	10	5	4,0	—	60	5, 6, 11
5	2	4	2	—	2,0	60	4, 5, 10
6	3	7	5	4,0	3,0	—	8, 9, 11
7	4	6	3	4,0	—	60	4, 6, 12
8	5	7	7	3,2	—	45	3, 4, 5
9	10	8	2	5,0	—	60	6, 7, 12
10	3	4	5	4,4	3,3	—	3, 5, 7
11	2	6	8	2,5	3,0	—	2, 7, 8
12	5	7	2	4,0	—	60	4, 5, 10
13	4	6	2	4,8	3,6	—	4, 5, 10
14	3	5	5	3,0	—	60	5, 6, 8
15	2	2	10	4,0	6,0	—	2, 6, 9
16	5	6	2	5,0	—	60	3, 5, 6
17	4	4	10	4,0	6,0	—	4, 7, 8
18	5	2	8	—	5,0	60	1, 4, 8
19	8	4	10	5,0	10,0	60	4, 5, 7
20	2	3	5	4,0	6,0	—	5, 6, 8
21	3	2	7	6,0	—	45	5, 8, 9
22	4	2	9	4,0	—	45	2, 6, 8
23	5	8	8	4,0	9,0	30	4, 7, 9
24	6	10	2	3,6	—	45	4, 5, 10
25	7	10	5	4,4	3,3	—	8, 10, 11
26	8	12	2	4,0	—	30	4, 5, 9
27	9	4	4	4,0	3,0	—	5, 9, 11
28	10	5	3	5,0	—	30	3, 5, 6
29	12	8	2	6,0	—	45	5, 6, 11
30	5	10	4	4,0	2,0	—	6, 7, 12

Дополнительно определить силы в трех стержнях фермы от той же нагрузки способом Риттера (номера стержней указаны в табл. 3).