

Практическая работа №3.

Определение реакций в опорах балочных систем под действием сосредоточенных сил и пар сил

К выполнению задания необходимо приступить после изучения темы 1.2. «Плоская система произвольно расположенных сил».

Цель: Уметь определять реакции в опорах балочных систем.

Образовательные результаты, соответствующие ФГОС: ОК 1- ОК 8; ПК 2.3

Краткое теоретическое обоснование

Балка — это элемент конструкции, который имеет длину гораздо больше поперечных размеров и несет на себе поперечные нагрузки.

При расчете балок на прочность при изгибе учитываются не только внешние нагрузки, но и реакции со стороны опор балок.

Существуют три типа балочных опор:

1) **шарнирно-подвижная** (рис. 1.28). Дает возможность балке вращаться вокруг центра шарнира и перемещаться в горизонтальном направлении. Для этой опоры известны точка приложения реакции (находится в центре шарнира) и направление реакции (направлена перпендикулярно поверхности опоры). Неизвестна только величина реакции;

2) **шарнирно-неподвижная** (рис. 1.29). Позволяет балке поворачиваться вокруг оси шарнира, но не дает возможности перемещаться в горизонтальном направлении. Для этой опоры известна только точка приложения реакции (находится в центре шарнира). Неизвестны величина и направление реакции. Поэтому для данной опоры необходимо найти две составляющие реакции: R_x и R_y ;

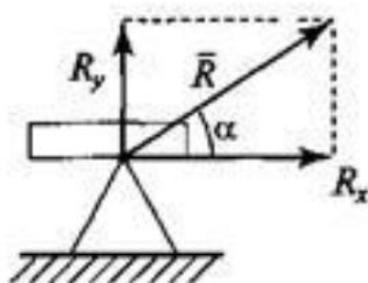


Рис 1.29

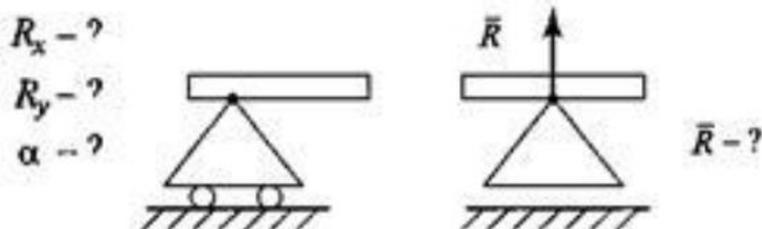


Рис. 1.28

3) с **жестким защемлением, или заделка** (рис. 1.30). Не позволяет балке ни поворачиваться, ни перемещаться. О реакции этой опоры ничего не известно. Поэтому для этой опоры необходимо найти три составляющие реакции: R_x , R_y , M .

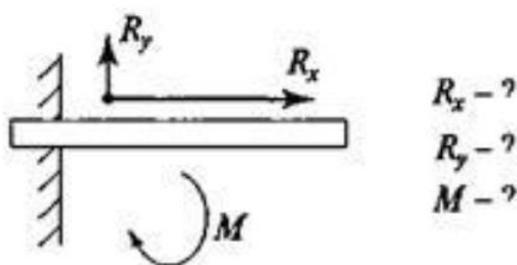


Рис 1.30

Момент пары сил. Момент пары сил численно равен произведению модуля силы на расстояние между линиями действия сил (*плечо пары*). Момент считают положительным, если пара вращает тело по часовой стрелке $M(F;F') = Fa$; $M > 0$. Плоскость, проходящая через линии действия сил пары, называется *плоскостью действия пары*.

Свойства пар

1. Пару сил можно перемещать в плоскости ее действия.
2. Эквивалентность пар. Две пары, моменты которых равны, (рис. 5) эквивалентны (действие их на тело аналогично).
3. Сложение пар сил. Систему пар сил можно заменить равнодействующей парой. Момент равнодействующей пары равен алгебраической сумме моментов пар, составляющих систему (рис. 6)

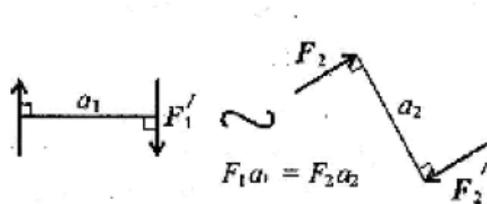


Рис. 5

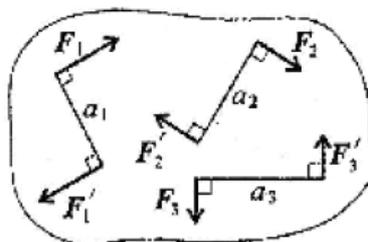


Рис. 6

$$M_{\Sigma} = F_1 a_1 + F_2 a_2 + F_3 a_3 + \dots + F_n a_n; \quad M_{\Sigma} = \sum_0^n m_k.$$

4. Равновесие пар.

Для равновесия пар необходимо и достаточно, чтобы алгебраическая сумма моментов пар системы равнялась нулю

$$M_{\Sigma} = 0 \implies \sum_0^n m_k = 0.$$

Балочные системы

$$\sum_0^n m_{kA}(F_k) = 0; \quad \sum_0^n m_{kB}(F_k) = 0; \quad \sum_0^n F_{kx} = 0.$$

Составляются уравнения моментов относительно точек крепления балки. Поскольку момент силы, проходящей через точку крепления, равен 0, в уравнении останется одна неизвестная сила

Из уравнения $\sum_0^n F_{kx} = 0$ определяется реакция R_{Bx}

Из уравнения $\sum_0^n m_{kA}(F_k) = 0$ определяется реакция H_{By}

Из уравнения $\sum_0^n m_{kB}(F_k) = 0$ определяется реакция R_{Ay}

Для контроля правильности решения используется дополнительное уравнение.

$$\sum_0^n F_{ky} = 0.$$

Алгоритм выполнения

1. Обозначают опоры

Общепринято их обозначать буквами А и В. Простая балка имеет одну шарнирно – неподвижную и вторую шарнирно – подвижную опору.

2. **Выбрать расположение координатных осей:** совместить ось x с балкой, а ось y направить перпендикулярно оси x .

3. **Произвести необходимые преобразования:** силу, наклоненную к оси балки под углом α , заменить двумя взаимно перпендикулярными составляющими

4. Освобождают от опор и заменяют их действие на балку реакциями опор

В задачах на балку действуют только вертикальные нагрузки и сосредоточенные моменты. Реакции опор при нагрузке будут только вертикальными. Обычно их направляют вверх (против действия основной нагрузки) и обозначают реакцию опор А - R_A В – R_B

5. **Составляют уравнения равновесия вида:** $\Sigma M_A = 0$, $\Sigma M_B = 0$

Напомним, что моментом силы относительно точки называется произведение этой силы на плечо – кратчайшее расстояние от этой точки приложения силы (в общем случае до линии действия силы). Если сила стремится повернуть балку относительно рассматриваемой точки по часовой стрелке, то будем считать её момент положительным, а если против – отрицательным.

Сосредоточенный момент не умножается на расстояние до опоры, а правило знаков остаётся тем же, что для момента силы.

6. Выполняют проверку решения:

Для этого составляют уравнение равновесия: $\Sigma F_y = 0$

7. Сделать вывод о наиболее нагруженной опоре.

Пример 1: Определить величины реакций в опоре заземленной балки. Провести проверку правильности решения.

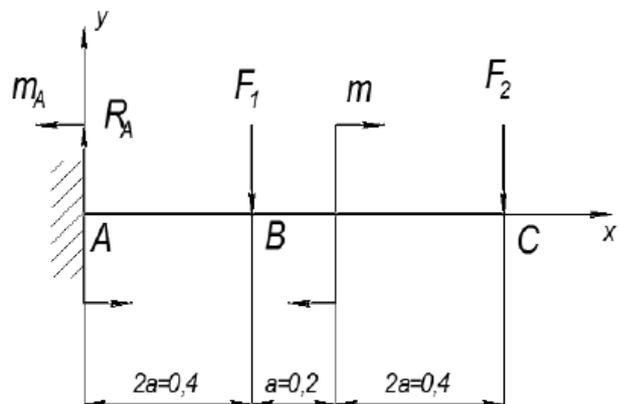
Дано:

$$F_1 = 10 \text{ кН};$$

$$F_2 = 4,4 \text{ кН};$$

$$m = 14 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$a = 0,2 \text{ м}.$$



Решение:

Составим уравнения равновесия балки:

$$\sum M_A(\vec{F}_i) = 0:$$

$$m + F_1 \cdot 2a + F_2 \cdot 5a - m_A = 0;$$

$$m_A = m + F_1 \cdot 2a + F_2 \cdot 5a = 14 + 10 \cdot 0,4 + 4,4 \cdot 1 = 22,4 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\sum M_C(\vec{F}_i) = 0:$$

$$m - m_A + R_A \cdot 5a - F_1 \cdot 3a = 0;$$

$$R_A = \frac{m_A - m + F_1 \cdot 3a}{5a} = \frac{22,4 - 14 + 10 \cdot 3 \cdot 0,2}{5 \cdot 0,2} = 14,4 \text{ кН};$$

Проверка:

Для проверки используем уравнение $\sum F_{iy} = 0$: $R_A - F_1 - F_2 = 0$ $14,4 - 10 - 4,4 = 0$ (верно)

Пример 2. На двухопорную балку действуют сосредоточенные силы и моменты (рис. 30.4). Определить реакции опор и выполнить проверку правильности решения. Определяем опорные реакции балки. Для их определения используем систему уравнений равновесия, составляем два уравнения моментов относительно шарнирных опор. Затем проводим проверку $\sum_o^x F_{iy} = 0$ правильности решения по уравнению.

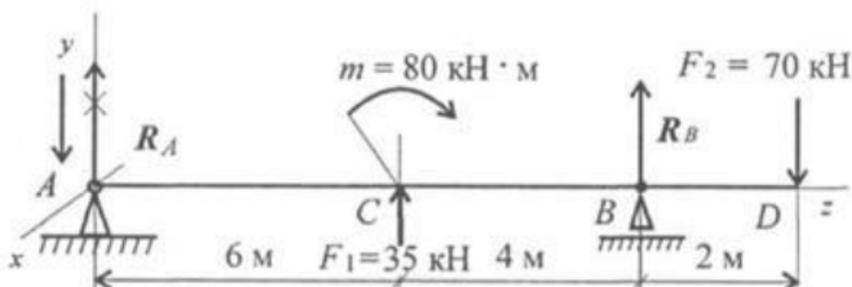


Рис. 30.

Решение:

1. Определение реакций в опорах. Уравнения равновесия:

$$\sum m_A = 0$$

$$- F_1 \cdot 6 + m - R_B \cdot 10 + F_2 \cdot 12 = 0;$$

$$- 35 \cdot 6 + 80 - R_B \cdot 10 + 70 \cdot 12 = 0;$$

$$R_B \cdot 10 = - 210 + 80 + 840;$$

$$R_B = 71 \text{ кН}.$$

$$\sum m_B = 0; R_A \cdot 10 + F_1 \cdot 4 + m + F_2 \cdot 2 = 0;$$

$$R_A \cdot 10 + 80 + 35 \cdot 4 + 70 \cdot 2 = 0$$

$$R_A \cdot 10 = - 80 - 140 - 140 = - 360$$

$$R_A = - 36 \text{ кН}.$$

Реакция в опоре направлена в обратную сторону.

Проверка: $\sum F_y = 0$; $- R_A + F_1 + R_B - F_2 = 0$; $- 36 + 35 + 71 - 70 = 0$.

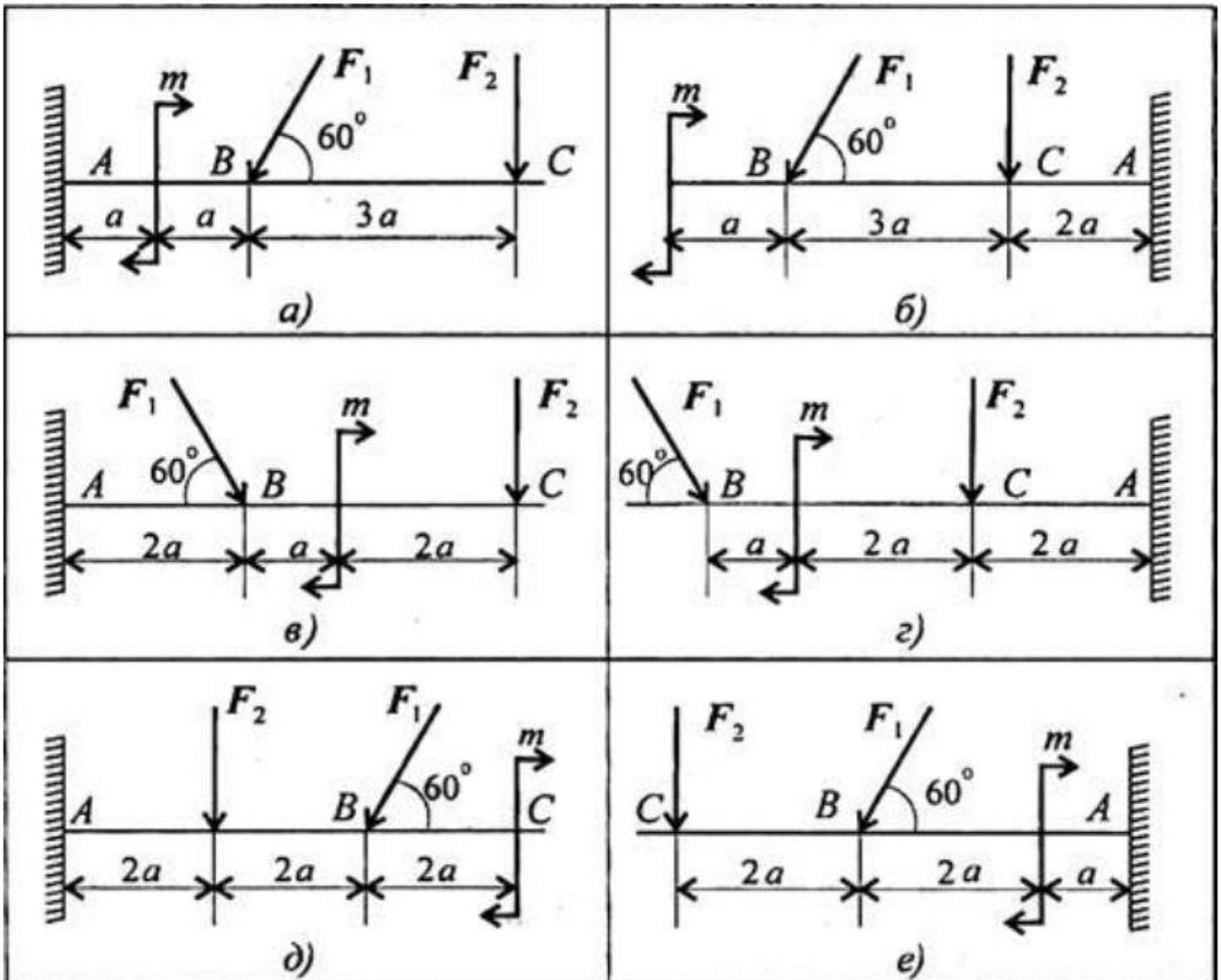
Реакции определены верно

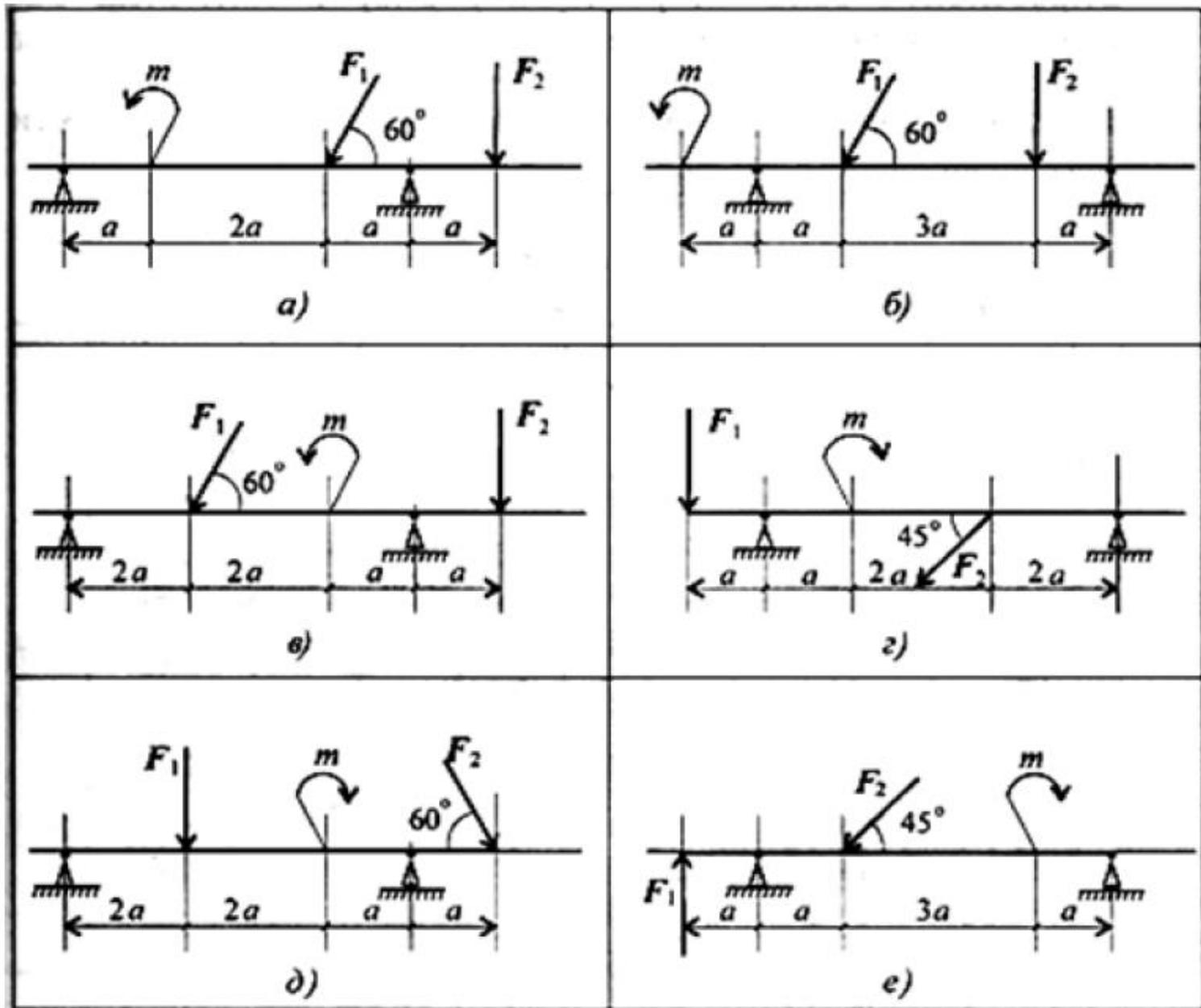
Задание: Определить величины реакций в опорах балочных систем под действием сосредоточенных сил и распределенной нагрузки. Провести проверку правильности решения.

параметр	Вариант															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	а	б	в	г	д	е	а	б	в	г	д	е	а	б	в	г
F_1 , кН	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	36
F_2 , кН	4,4	4,8	7,8	8,4	12	12,8	17	18	22,8	24	25	27	29	31,5	33	34,5
m , кН*М	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	1
a , м	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	1	1

продолжение

параметр	Вариант															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33
	а	б	в	г	д	е	а	б	в	г	д	е	а	б	в	г
F_1 , кН	26	28	30	32	34	36	38	36	10	12	14	16	18	20	22	24
F_2 , кН	22,8	24	25	27	29	31,5	33	34,5	4,4	4,8	7,8	8,4	12	12,8	17	18
m , кН*М	6	5	4	3	2	1	2	1	14	13	12	11	10	9	8	7
a , м	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	1	1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5

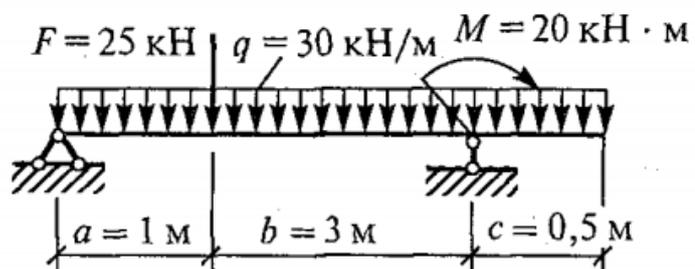




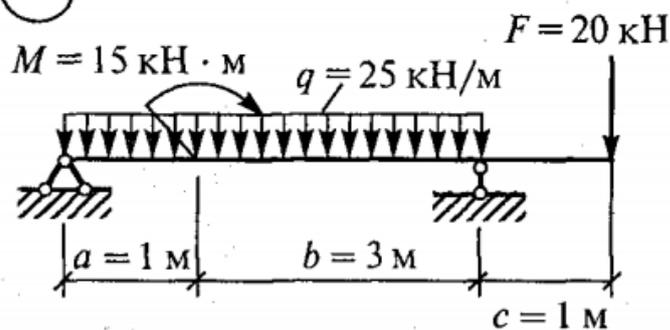
Задание 2.

Задание для самостоятельной работы 2. Определить опорные реакции балки на двух опорах по данным одного из вариантов, показанных на рис. 7. Проверить правильность их определения.

1



2



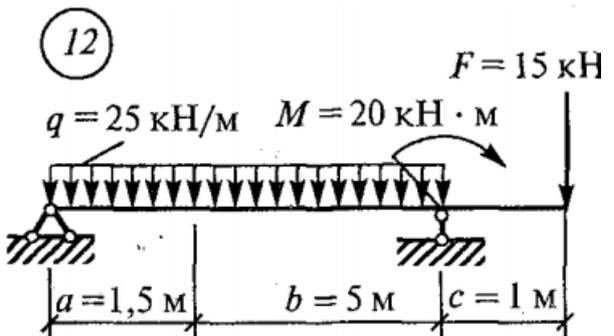
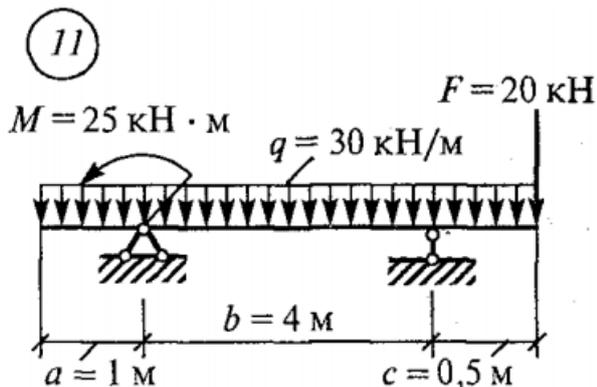
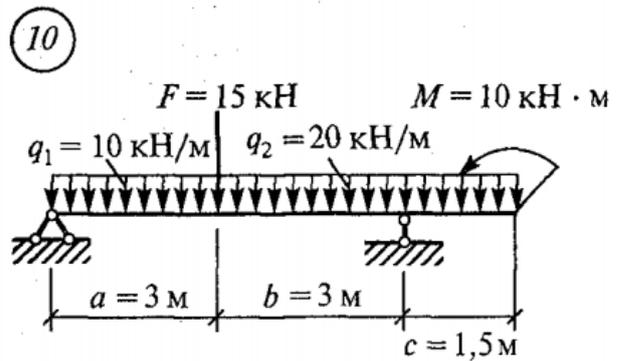
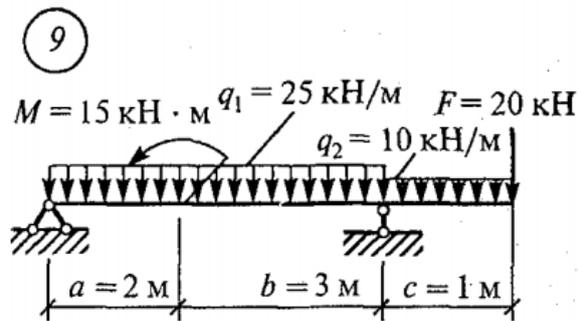
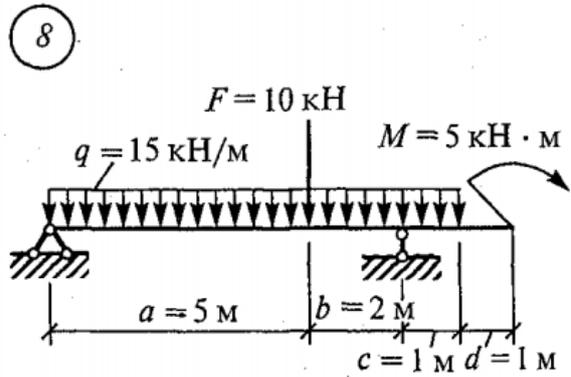
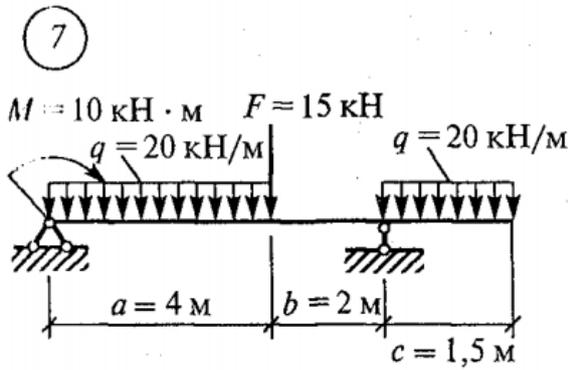
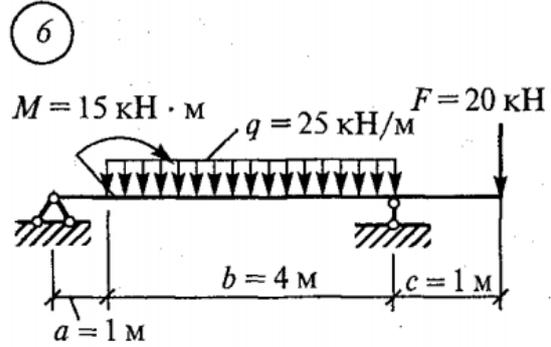
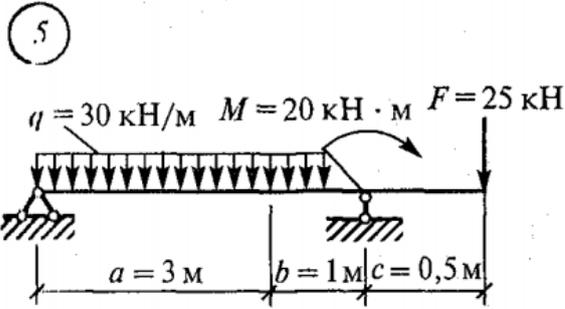
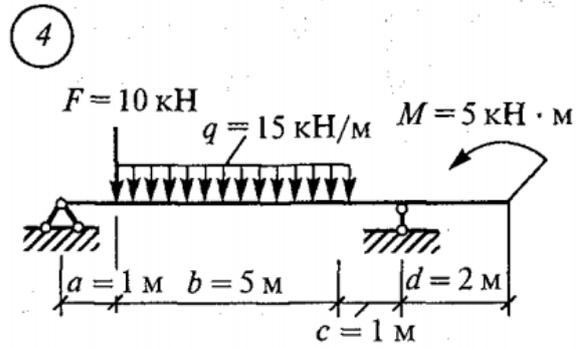
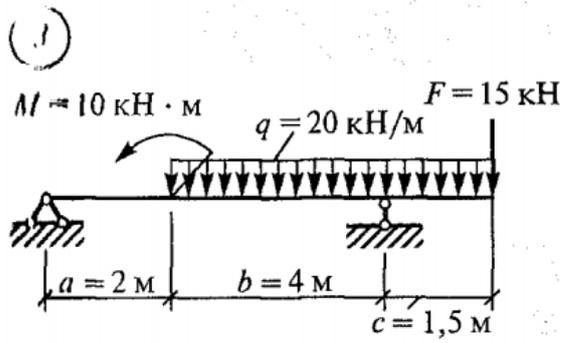
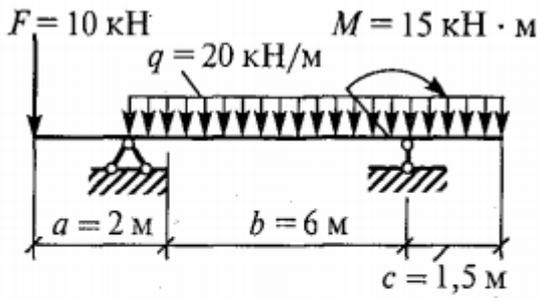
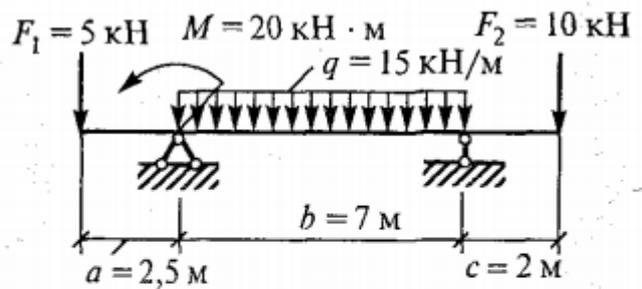


Рис. 7. Продолжение

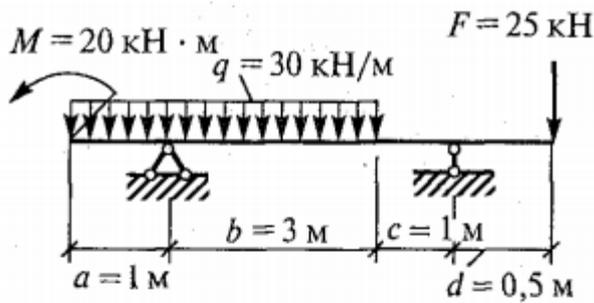
13



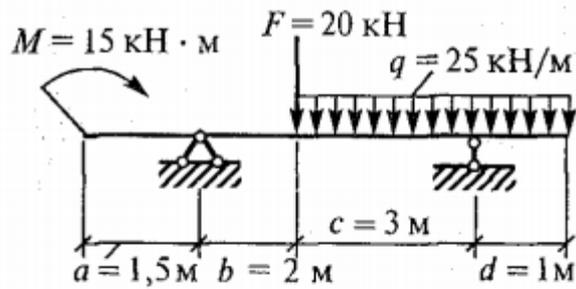
14



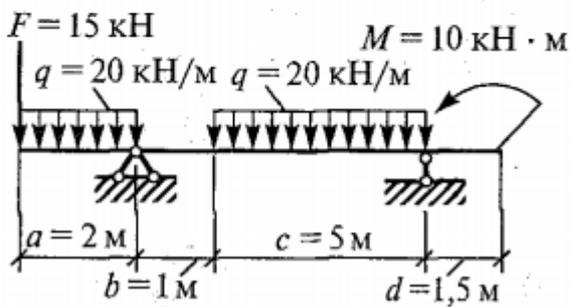
15



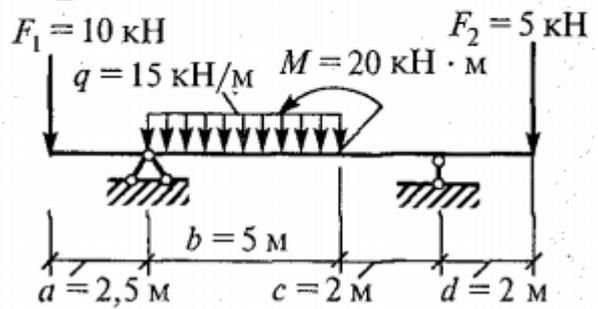
16



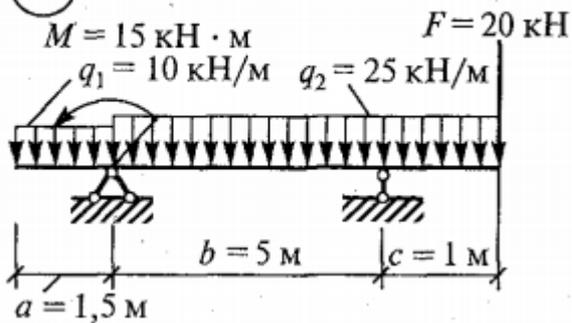
17



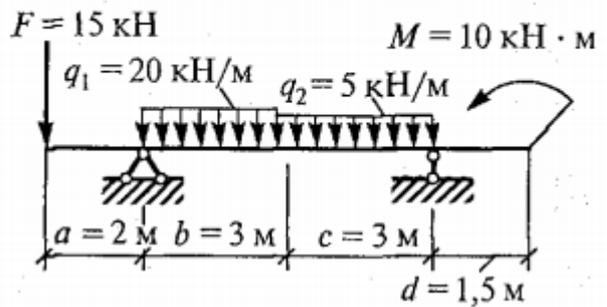
18



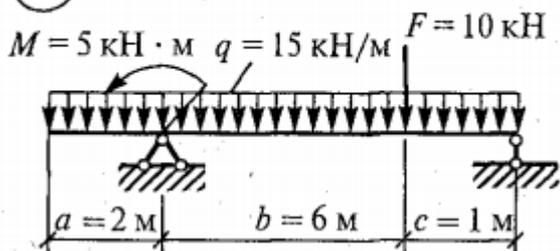
19



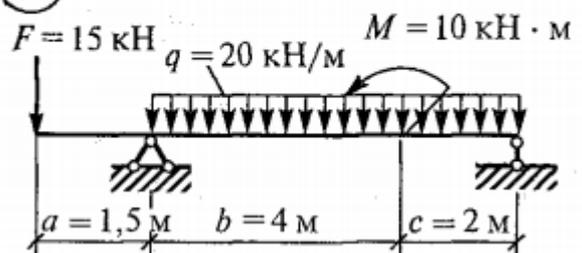
20



21



22



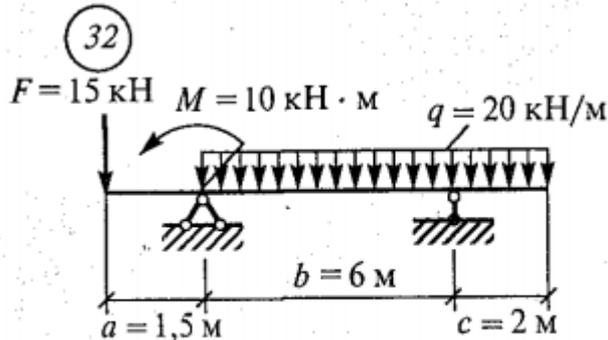
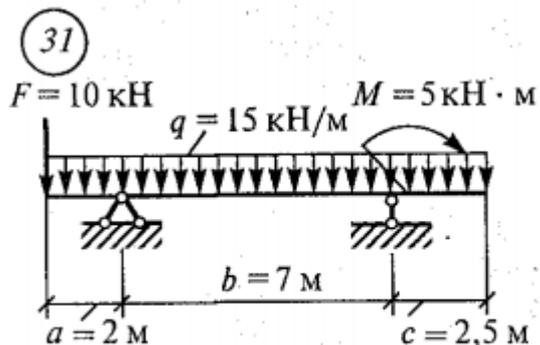
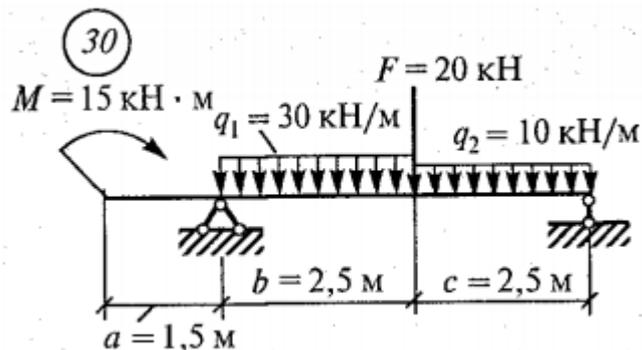
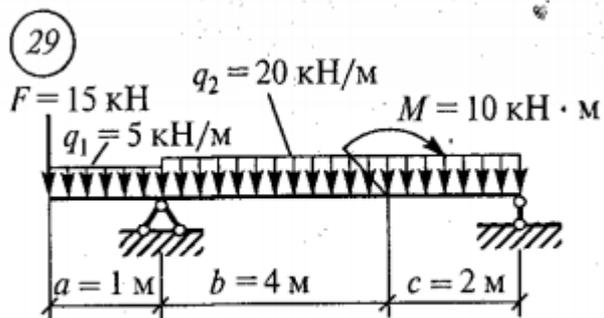
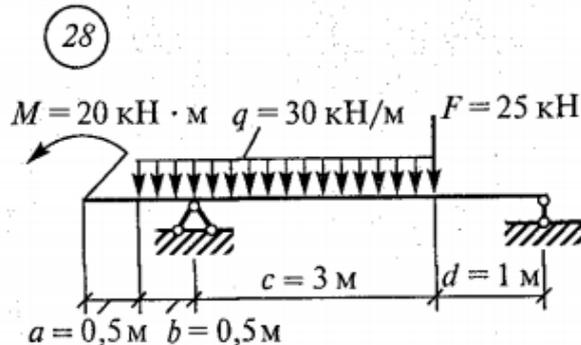
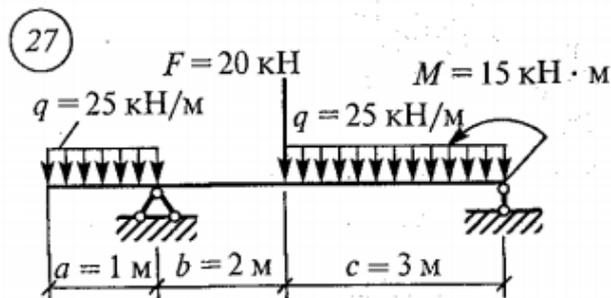
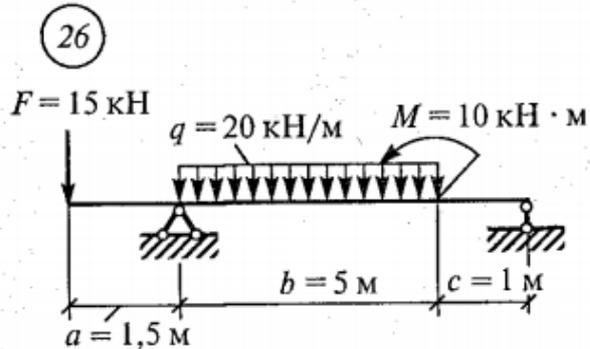
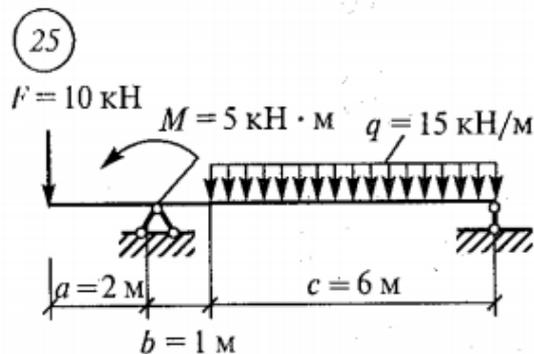
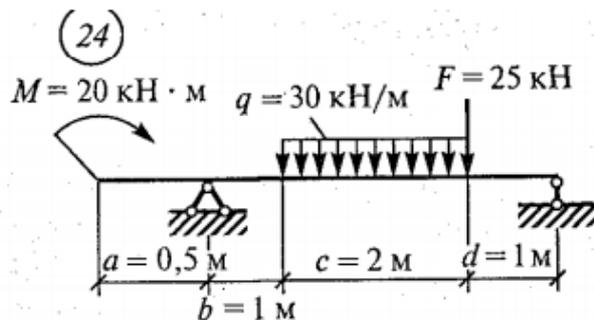
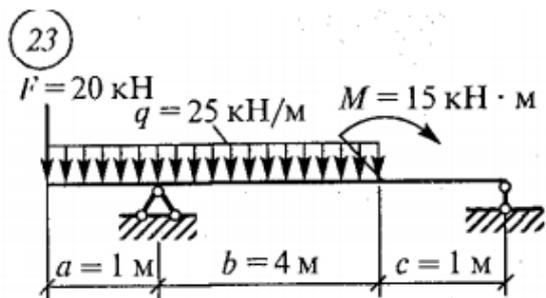


Рис. 7. Продолжение

ФГБОУ ВО МГТУ Многопрофильный колледж

Дисциплина "Техническая механика"

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

по теме:

Определение реакции опор в балочной системе

ВАРИАНТ

Проверил преподаватель

Сарсенбаева /ИМ

Выполнил студент гр С-19-1

2020-2021 уч.год

Имя, № папки	Полит и дата
Взнос, лист №	Имя, № папки
Полит и дата	Полит и дата

Цель: _____

Оборудование (приборы, материалы, дидактическое обеспечение) _____

Рисунок:

Дано:

Определить реакции в заделке:

Расчётная схема:

1 Выбираем объект, равновесие которого рассматриваем: **балка**
Обозначаем опору **A**

2 Освобождаем от опоры и заменяем их действие на балку реакциями:

4. Проанализируем, полученную систему сил.

5. Выбираем систему координат - проводим оси «X» и «Y»

6. Составляем уравнения равновесия вида:

$$\Sigma F_x = 0, \quad \Sigma F_y = 0, \quad \Sigma M_A = 0$$

Решение уравнений:

Выполняем проверку решения: Для этого составляют уравнение равновесия относительно мнимой точки (B)

$$\Sigma M_{(B)} = 0$$

Вывод: _____