

Федеральное агентство по образованию
Московский государственный горный университет

Кафедра сопротивления материалов

Е.И. Моисеенко. Т.Н. Родина, В.В. Девятьярова

Рекомендовано УМК
по специальностям 150402 и 190207

Сопротивление материалов

*Методические указания
и
расчетно-графические задания
для самостоятельной работы студентов,
обучающихся по специальностям*

150402(170100) – Горные машины и оборудование

190207(171100) – Машины и оборудование

.....природообустройства и
защиты окружающей среды

Часть II

МОСКВА 2009

Вторая часть сборника расчетно-графических заданий по сопротивлению материалов включает в себя задачи, связанные с расчетами на прочность и жесткость элементов конструкций при различных видах нагружения. Тематика заданий обусловлена программой читаемого курса и расположением материала в нем, поэтому такие темы, как «Расчеты сжатых стержней на устойчивость», «Расчеты на прочность при повторно-переменных напряжениях» и некоторые другие, излагаемые в конце курса, не могут быть по объективным причинам включены в перечень работ, выполняемых студентами самостоятельно.

Во вторую часть сборника включены задания по следующим темам:

1. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии
2. Расчеты на прочность и жесткость при кручении
3. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе
4. Расчеты на прочность при сложном сопротивлении

Задания включают в себя как статически определимые, так и статически неопределимые задачи.

Количество задач по каждой теме, выдаваемых студентам для самостоятельной работы, определяется преподавателем.

Задача №1

Для чугунного статически определимого бруса переменного поперечного сечения требуется:

- построить эпюру продольных сил;
- из расчета на прочность определить площади поперечных сечений участков при заданном их соотношении;
- построить эпюры нормальных напряжений и перемещений;

Данные для расчета взять из таблицы 1 в соответствии с заданным номером схемы и номером варианта рассчитываемого бруса.

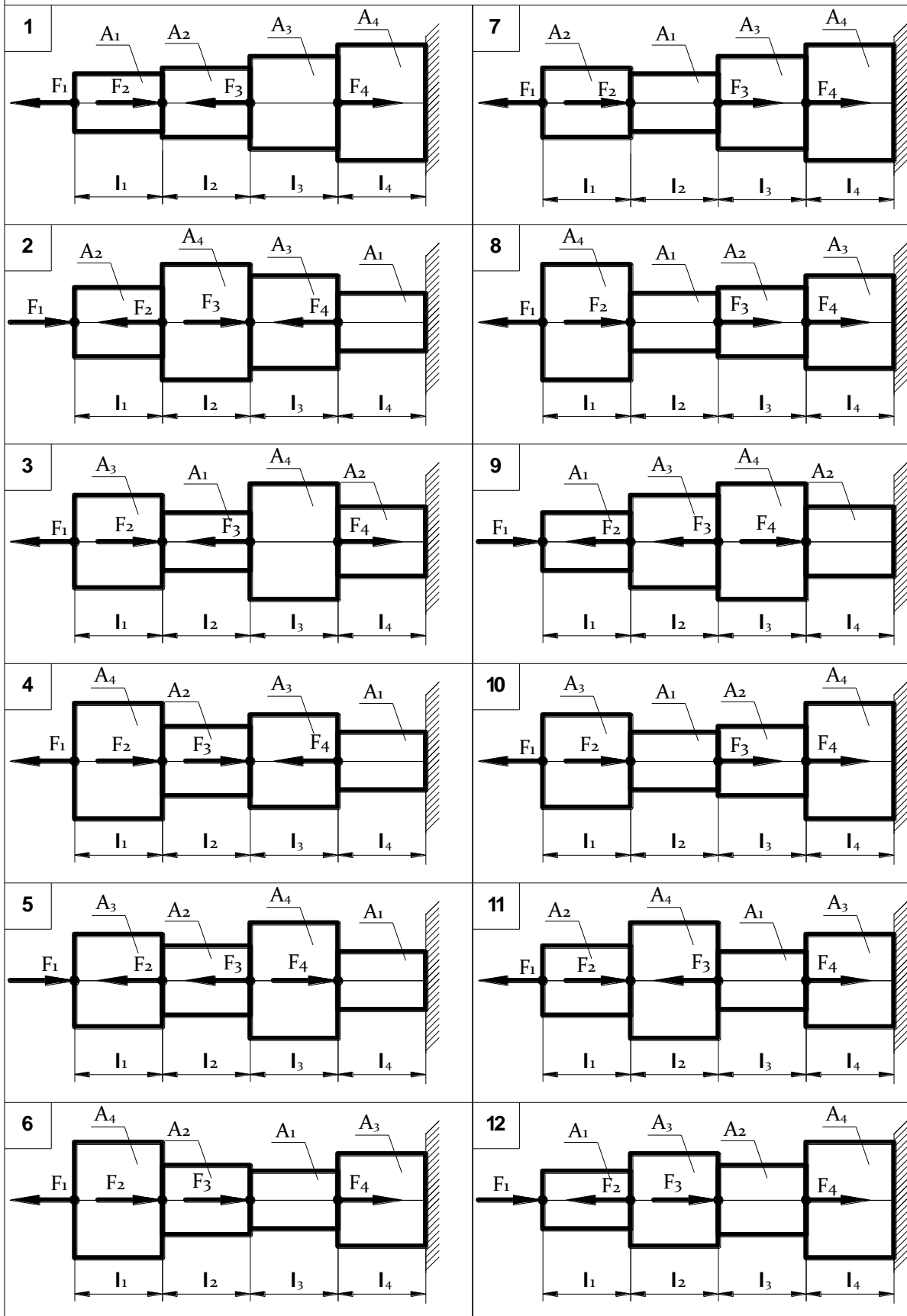
Таблица 1

Варианты	И с х о д н ы е д а н н ы е										
	F ₁ кН	F ₂ кН	F ₃ кН	F ₄ кН	l ₁ см	l ₂ см	l ₃ см	l ₄ см	A ₁ :A ₂ :A ₃ :A ₄	[σ] _р МПа	[σ] _{сж} МПа
1	40	60	30	90	50	65	70	85	1:1,2:1,8:2,0	50	110
2	20	80	90	70	40	55	85	70	1:1,3:1,6:1,8	65	125
3	50	90	80	70	75	80	45	60	1:1,4:1,8:2,0	40	85
4	60	50	80	90	35	50	65	75	1:1,5:2,0:2,4	70	120
5	40	50	20	60	65	70	55	85	1:1,6:2,5:3,0	45	90
6	90	40	60	50	45	50	75	70	1:1,8:2,2:2,5	65	130
7	80	40	90	20	60	45	80	75	1:2:2,5:3,0	50	90
8	90	50	60	80	70	55	85	65	1:1,2:1,6:1,8	40	70
9	60	80	40	90	50	45	75	70	1:1,3:1,8:2,5	75	140
10	80	60	50	60	75	45	40	60	1:1,4:1,6:2,2	55	110
11	30	90	40	60	45	60	45	75	1:1,5:1,8:2,0	70	130

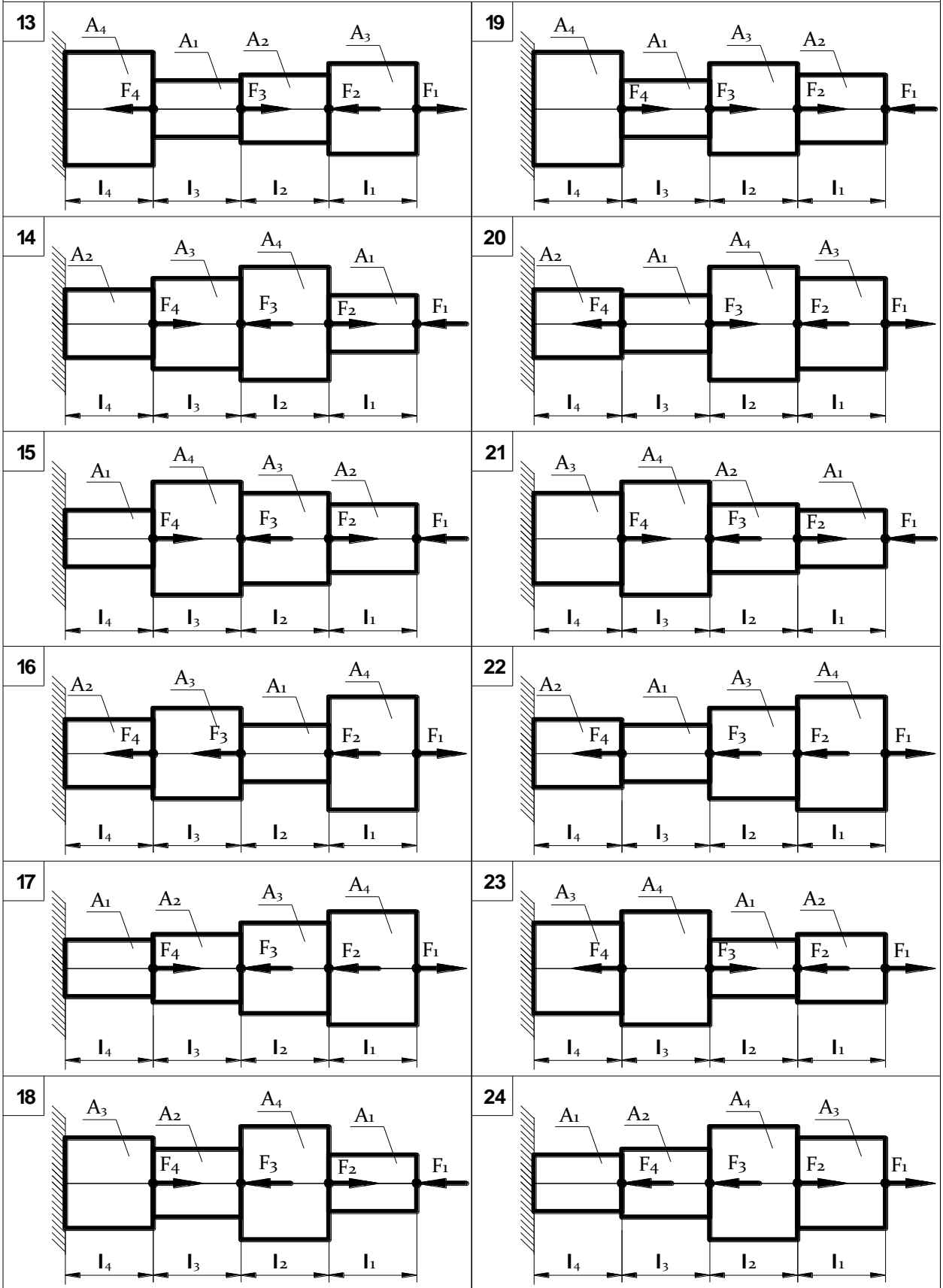
Окончание табл. 1

Варианты	F ₁ кН	F ₂ кН	F ₃ кН	F ₄ кН	l ₁ см	l ₂ см	l ₃ см	l ₄ см	A ₁ :A ₂ :A ₃ :A ₄	[σ] _p МПа	[σ] _{сж} МПа
12	40	90	30	80	75	50	70	45	1:1,6:2,0:2,4	65	120
13	60	70	50	90	80	60	75	45	1:1,8:2,4:2,8	45	70
14	50	90	70	60	50	35	75	65	1:2,0:2,4:2,8	60	110
15	40	70	90	80	85	65	70	50	1:1,2:1,5:2,2	75	130
16	90	60	50	70	40	50	80	60	1:1,3:1,5:2,0	50	85
17	80	90	40	70	45	80	55	65	1:1,4:1,5:1,8	40	75
18	40	60	30	70	70	50	45	75	1:1,5:2,2:2,5	60	125
19	90	50	60	40	65	75	85	55	1:1,6:2,2:2,5	75	135
20	60	90	50	40	70	55	40	85	1:1,8:2,0:2,6	55	120
21	30	40	60	90	65	50	75	35	1:1,2:1,4:2,4	45	80
22	60	40	70	20	85	75	55	65	1:1,3:2,0:2,2	40	65
23	50	70	60	80	65	55	80	45	1:1,4:2,0:2,4	65	110
24	60	20	90	40	75	65	75	50	1:1,5:1,6:2,2	60	85
25	60	80	70	90	60	40	80	70	1:1,6:1,8:2,2	55	100
26	50	70	60	90	85	40	70	55	1:1,8:2,5:3,0	70	135
27	70	50	40	80	80	60	50	40	1:2,0:2,6:3,0	60	100
28	90	50	60	70	40	75	60	45	1:1,4:1,6:1,8	75	125
29	70	90	30	80	75	65	55	85	1:1,6:2,0:2,4	50	100
30	80	90	50	70	80	65	45	55	1:1,5:2,2:2,5	70	125
31	40	70	50	80	55	85	65	75	1:1,2:1,8:2,2	55	90
32	30	50	90	60	45	60	75	80	1:1,3:1,8:2,4	60	120

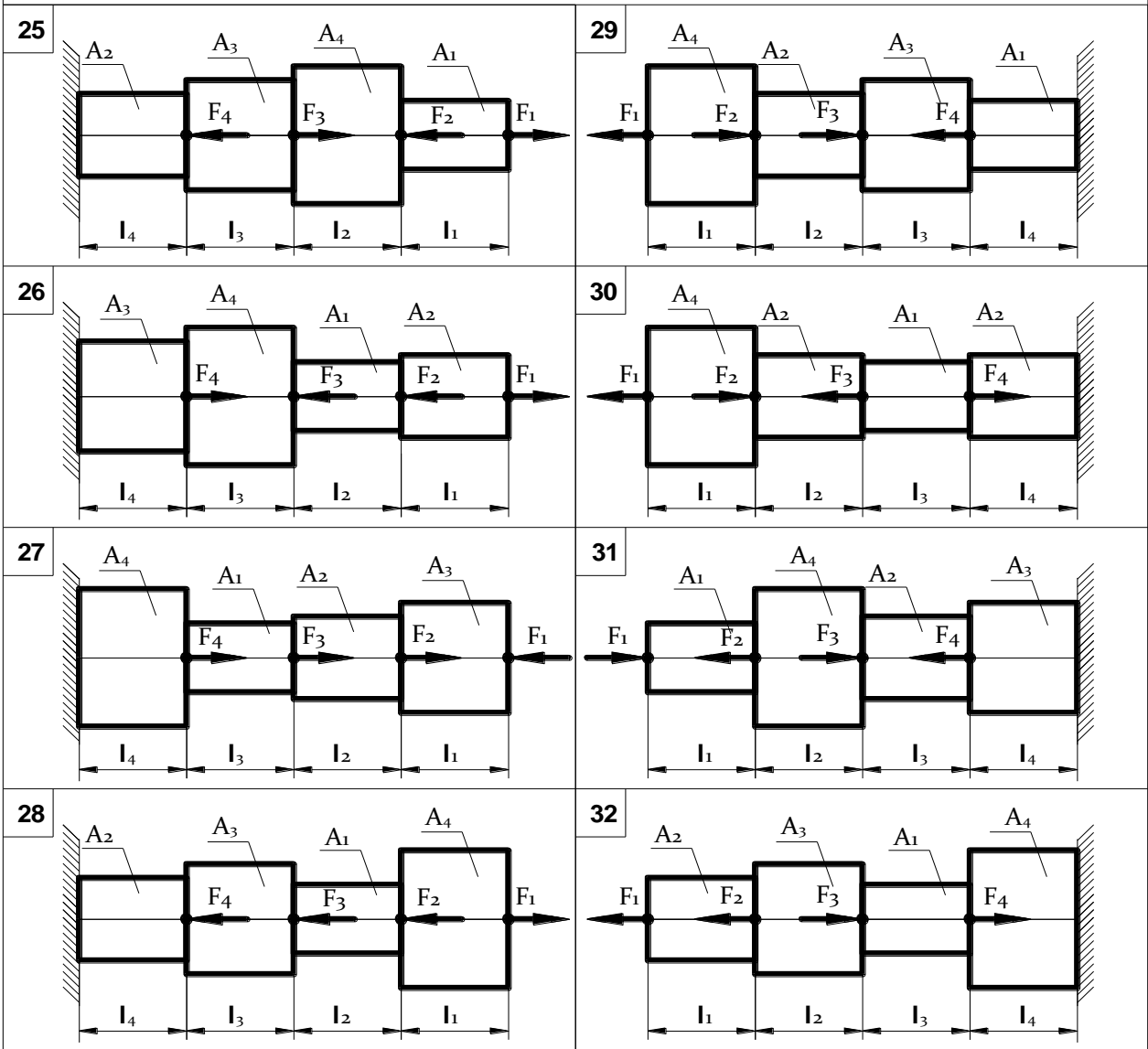
Схемы к задаче №1



Схемы к задаче №1



Схемы к задаче №1



Задача №2

Для стального статически неопределимого бруса переменного поперечного сечения требуется:

- раскрыть статическую неопределимость;
- построить эпюру продольных сил
- из расчета на прочность определить площади поперечных сечений участков;
- построить эпюры нормальных напряжений и перемещений;
- проверить жесткость бруса, приняв допускаемое значение абсолютной продольной деформации $[\Delta l]=2,5\text{мм}$.

Данные для расчета взять из таблицы 2 в соответствии с заданным номером схемы и номером варианта рассчитываемого бруса.

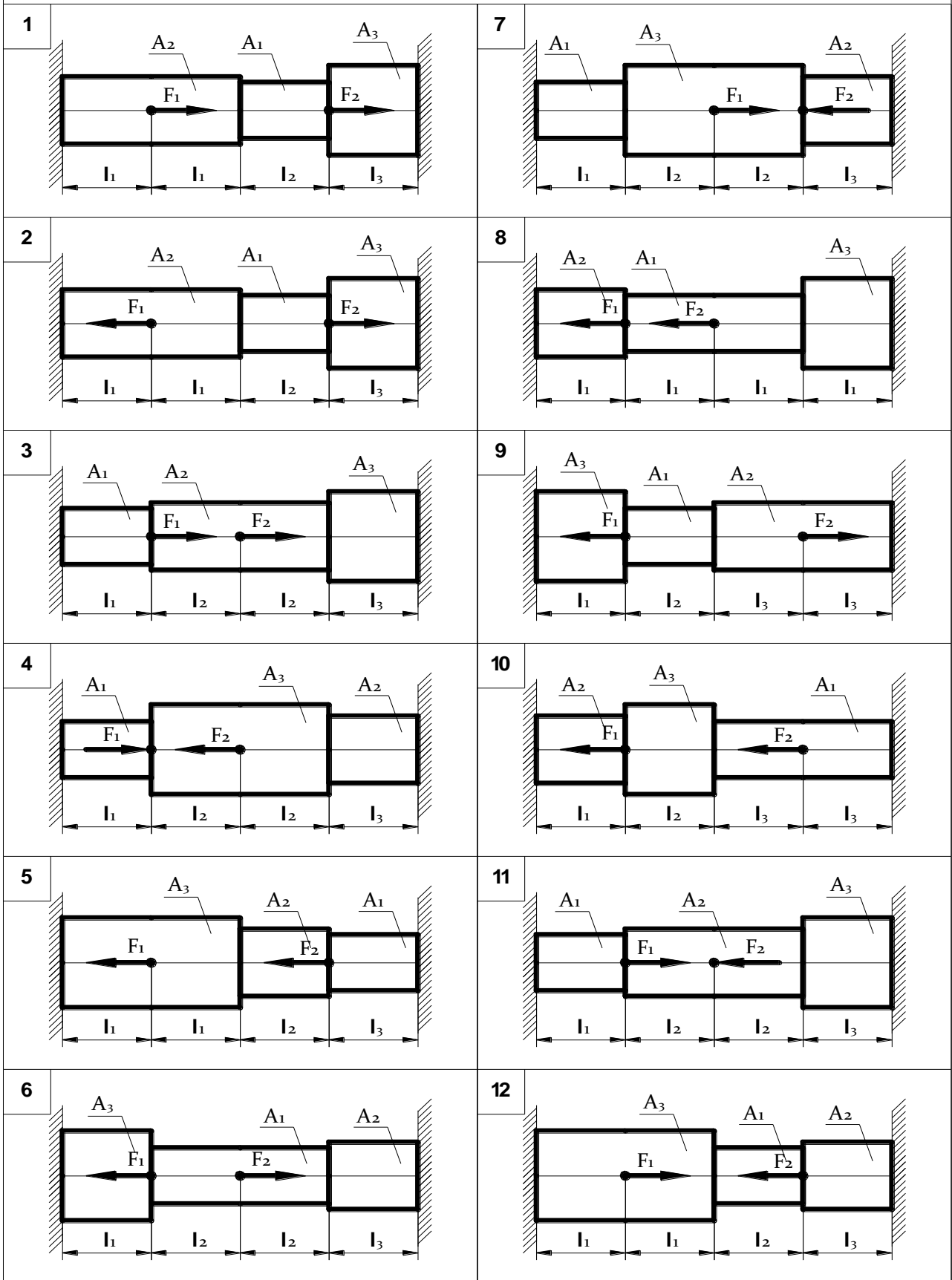
Таблица 2

Варианты	Исходные данные						
	F_1 кН	F_2 кН	l_1 см	l_2 см	l_3 см	σ_T МПа	n_T
1	2	3	4	5	6	8	9
1	5	8	60	25	45	280	1,4
2	16	10	55	45	80	240	1,6
3	18	15	75	30	55	270	2,3
4	25	16	20	60	40	260	2,8
5	12	8	70	40	75	300	1,5
6	30	20	35	50	20	290	2,9
7	25	18	80	65	75	320	2,5
8	10	5	75	60	25	280	1,7
9	15	20	70	45	60	240	2,2
10	6	8	50	30	65	270	1,8

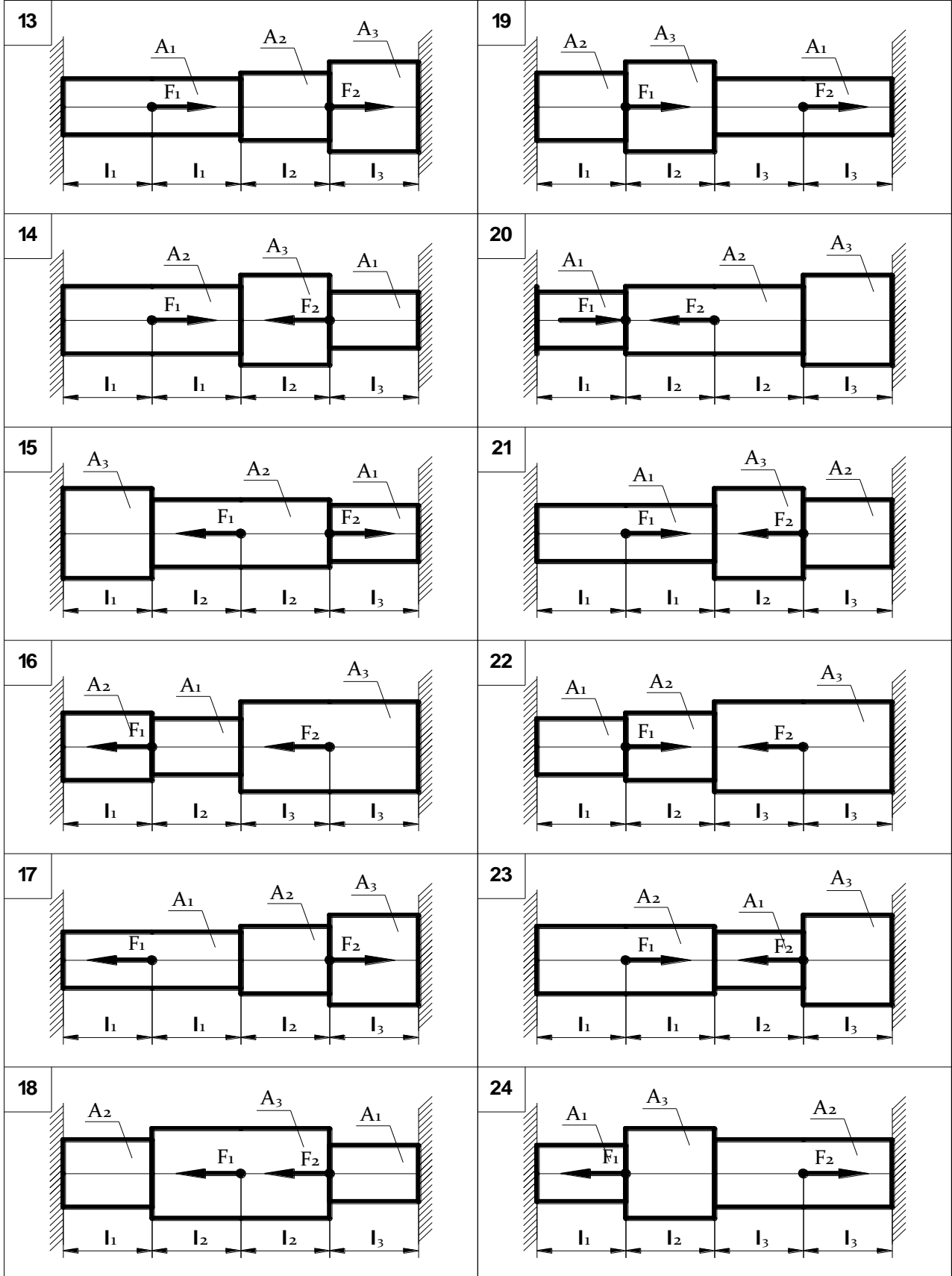
Окончание табл. 2

Варианты	F ₁ кН	F ₂ кН	l ₁ см	l ₂ см	l ₃ см	σ _T МПа	n _T
11	14	16	75	35	50	260	2,4
12	20	15	70	35	25	300	2,1
13	8	18	40	60	20	290	1,9
14	12	20	35	65	70	320	1,5
15	8	14	30	45	55	290	2,9
16	30	16	25	40	60	240	2,6
17	25	20	45	65	50	270	2,8
18	18	10	60	80	70	260	1,6
19	6	14	80	45	55	300	2,0
20	18	12	35	55	80	290	2,5
21	16	18	50	60	20	320	2,3
22	25	12	70	30	55	280	2,0
23	12	15	45	20	55	240	2,4
24	18	30	60	35	75	270	2,7
25	18	12	65	40	55	260	1,8
26	10	6	40	75	70	300	2,1
27	14	20	80	60	45	290	1,7
28	26	14	55	45	30	320	1,4
29	20	16	25	35	55	280	1,9
30	5	12	65	55	80	240	2,2
31	12	20	80	50	75	270	2,6
32	10	14	55	75	20	260	2,7

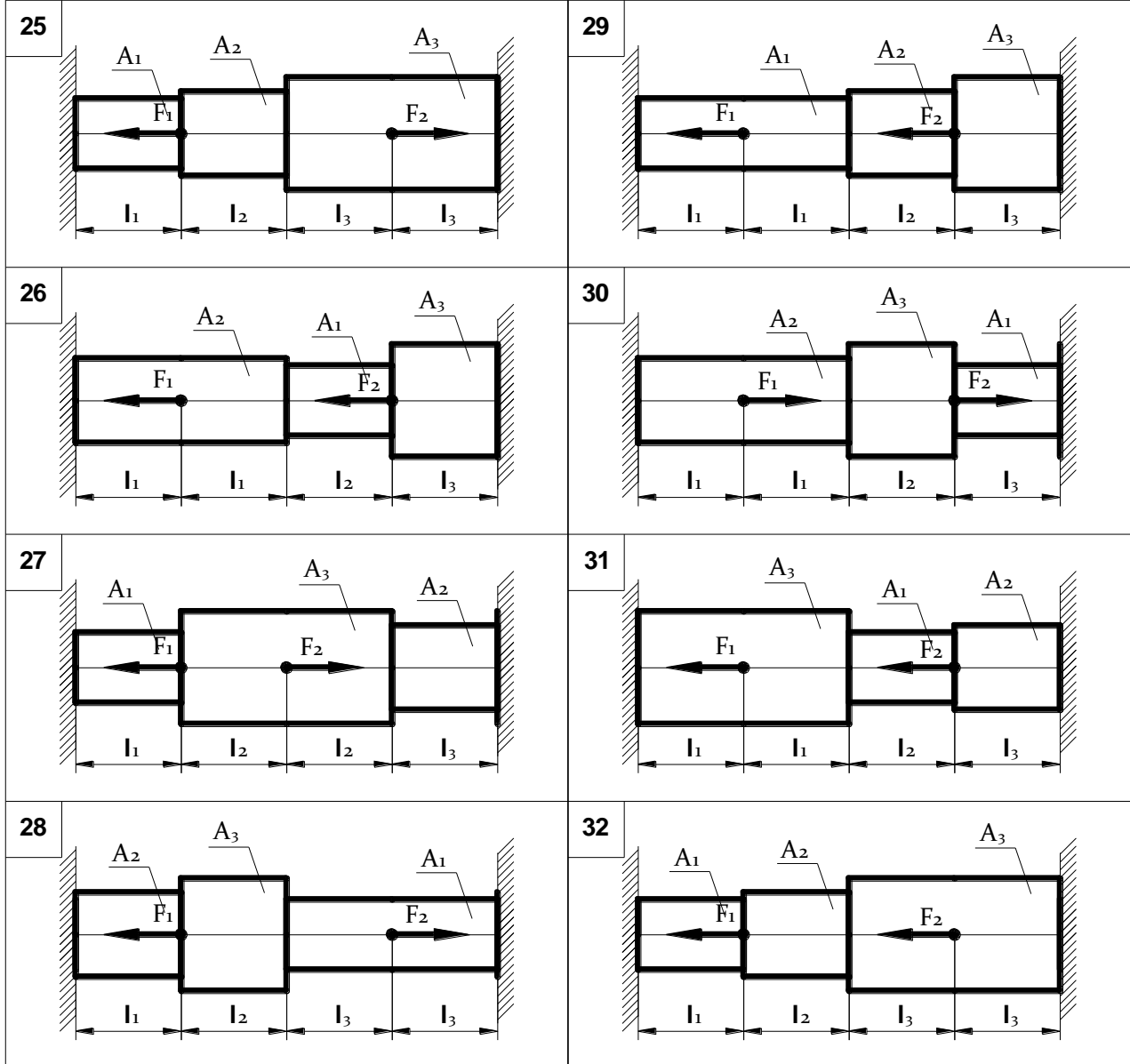
Схемы к задаче №2



Схемы к задаче №2



Схемы к задаче №2



Задача №3

Для статически неопределимой шарнирно-стержневой системы требуется:

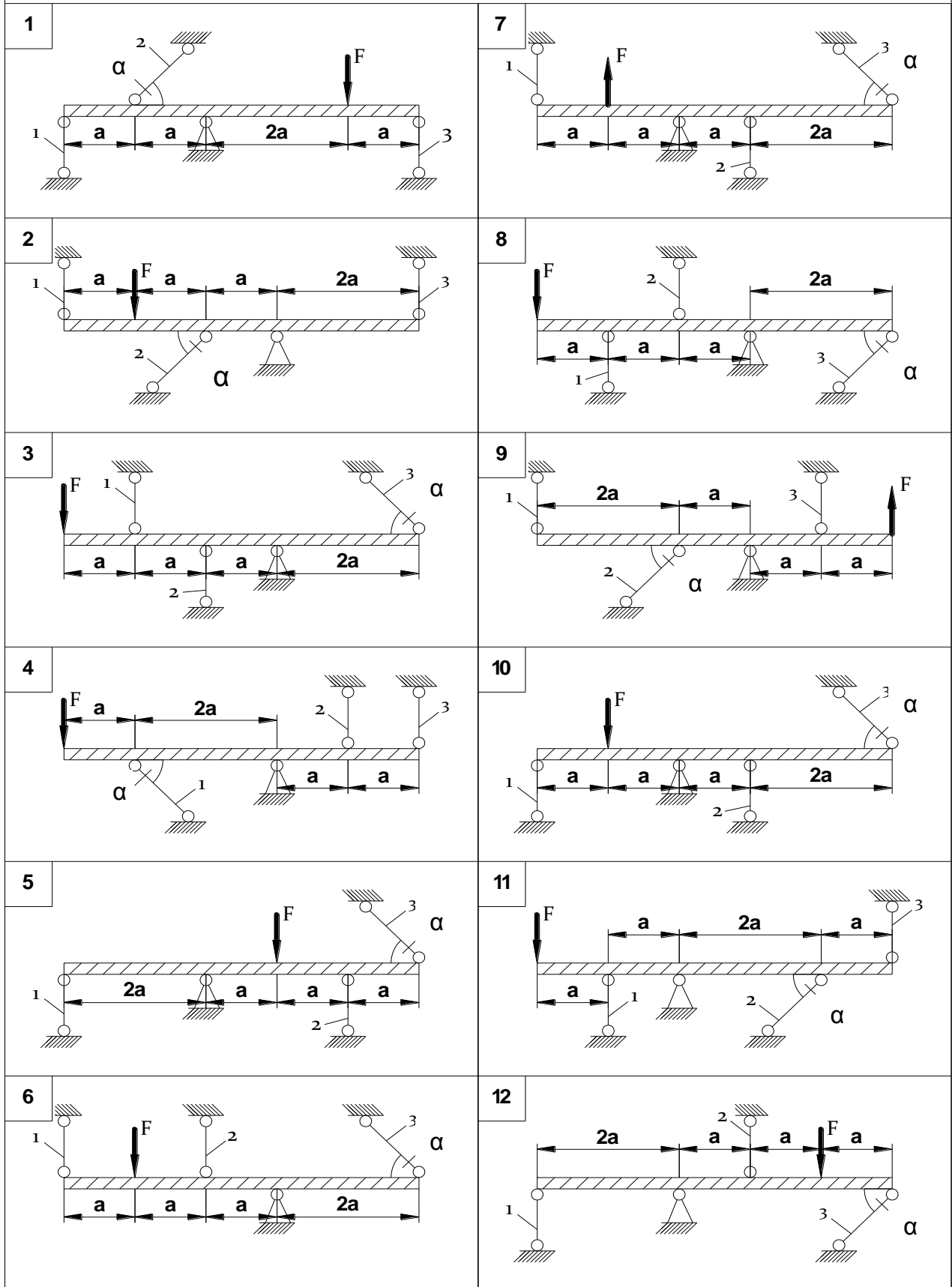
- раскрыть статическую неопределимость, выразив усилия в стержнях через неизвестную силу F ;
- из расчета на прочность определить допускаемую величину силы F .

Стержни стальные. Данные для расчета взять из таблицы 3 в соответствии с заданным номером схемы и номером варианта рассчитываемой системы.

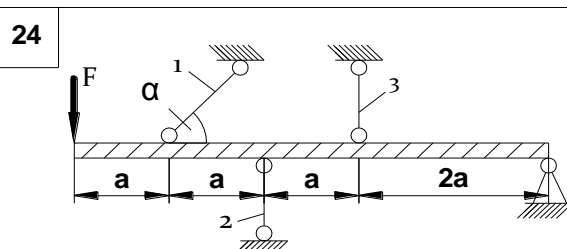
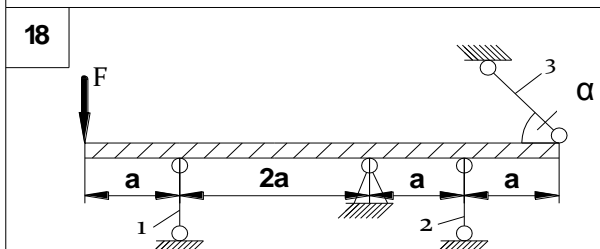
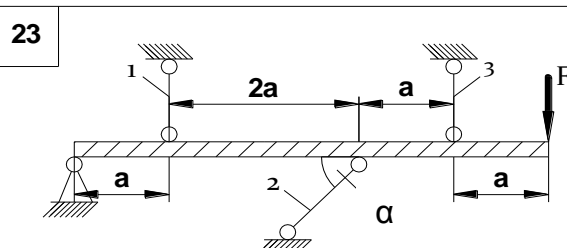
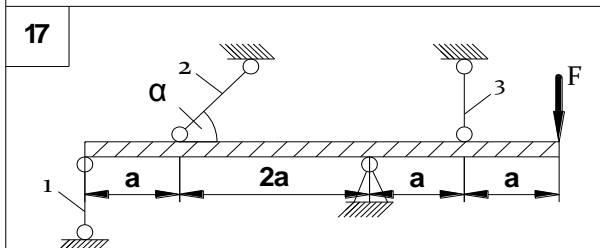
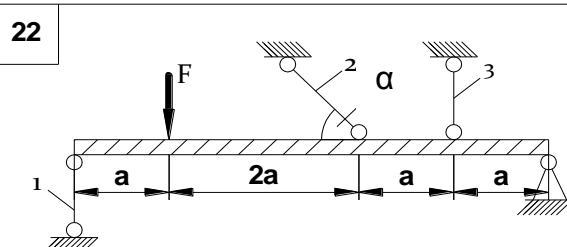
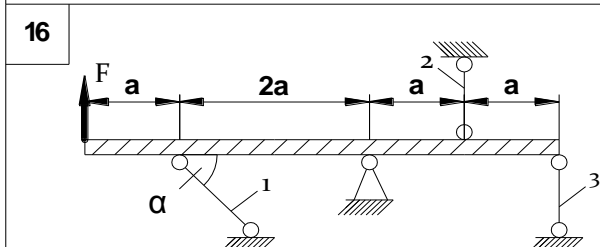
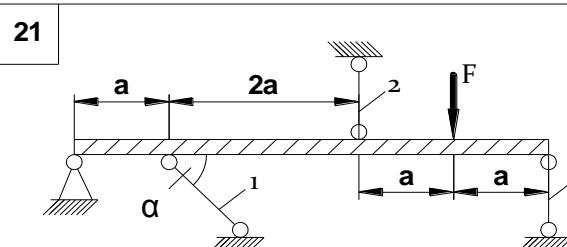
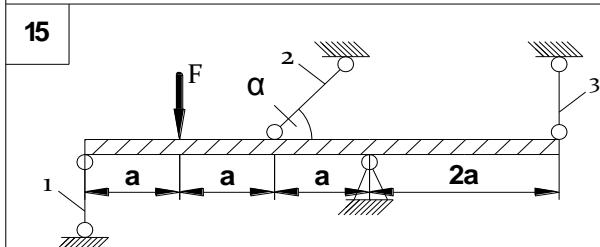
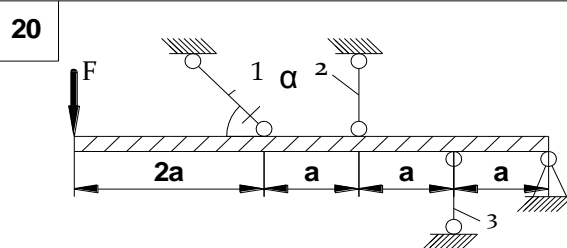
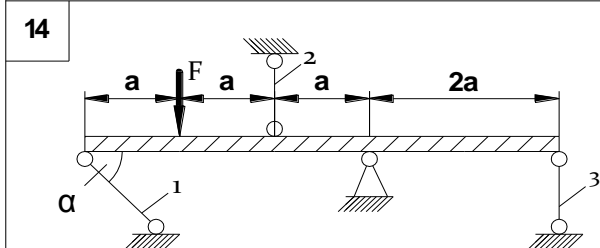
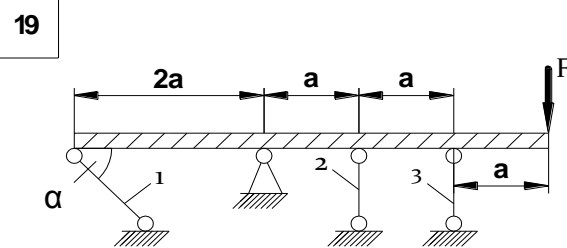
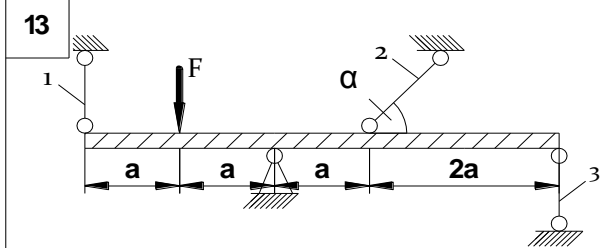
Таблица 3

Исходные данные	В а р и а н т ы					
	1	2	3	4	5	6
$A, \text{см}^2$	1,1	0,9	0,8	1,0	1,2	0,8
$l, \text{м}$	0,8	1,0	0,6	1,2	0,7	0,9
$\alpha, \text{град}$	30	45	60	30	45	60
A_1	A	$1,4A$	$2,0A$	A	$1,6A$	$1,2A$
A_2	$1,2A$	A	$1,5A$	$1,4A$	A	$1,8A$
A_3	$1,6A$	$1,8A$	A	$2,0A$	$1,5A$	A
l_1	1,81	1	1,41	1	1,81	1,61
l_2	1	1,61	1,51	1,81	1,41	1
l_3	1,41	1,21	1	1,21	1	2,01
$\sigma_T, \text{МПа}$	280	260	240	270	290	250
n_T	1,6	1,5	1,8	1,7	2,0	1,9

Схемы к задаче №3

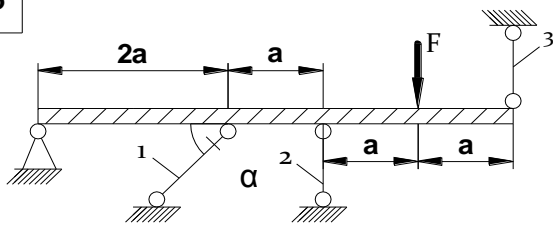


Схемы к задаче №3

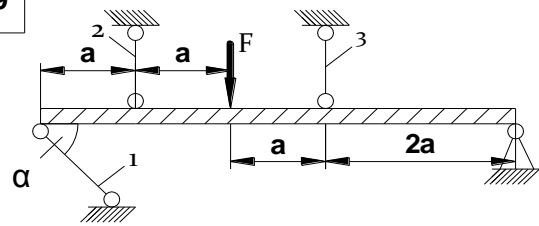


Схемы к задаче №3

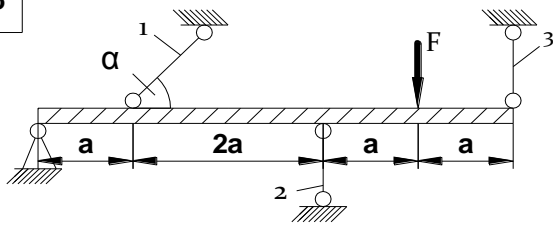
25



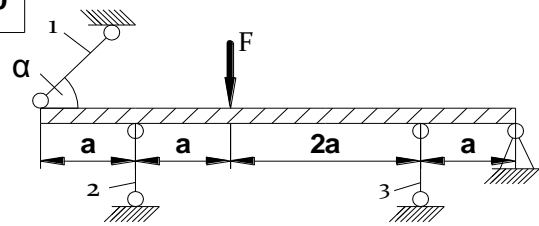
29



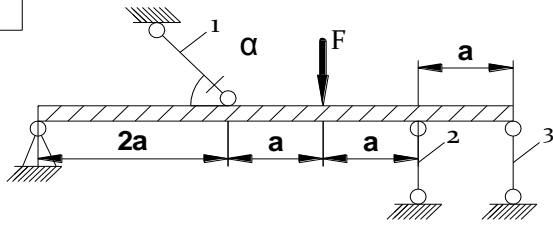
26



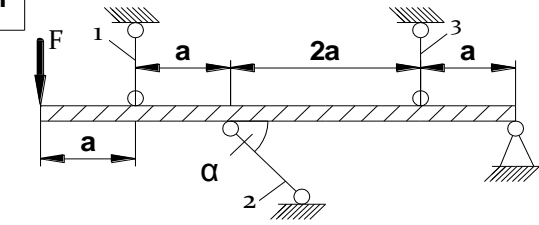
30



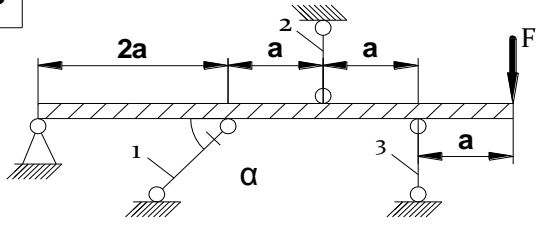
27



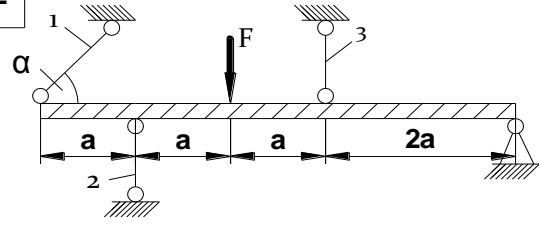
31



28



32



Задача №4

Для статически неопределимой шарнирно-стержневой системы требуется:

- раскрыть статическую неопределимость;
- определить температурные напряжения в стержнях в случае нагревания только наклонного стержня;
- проверить прочность стержней.

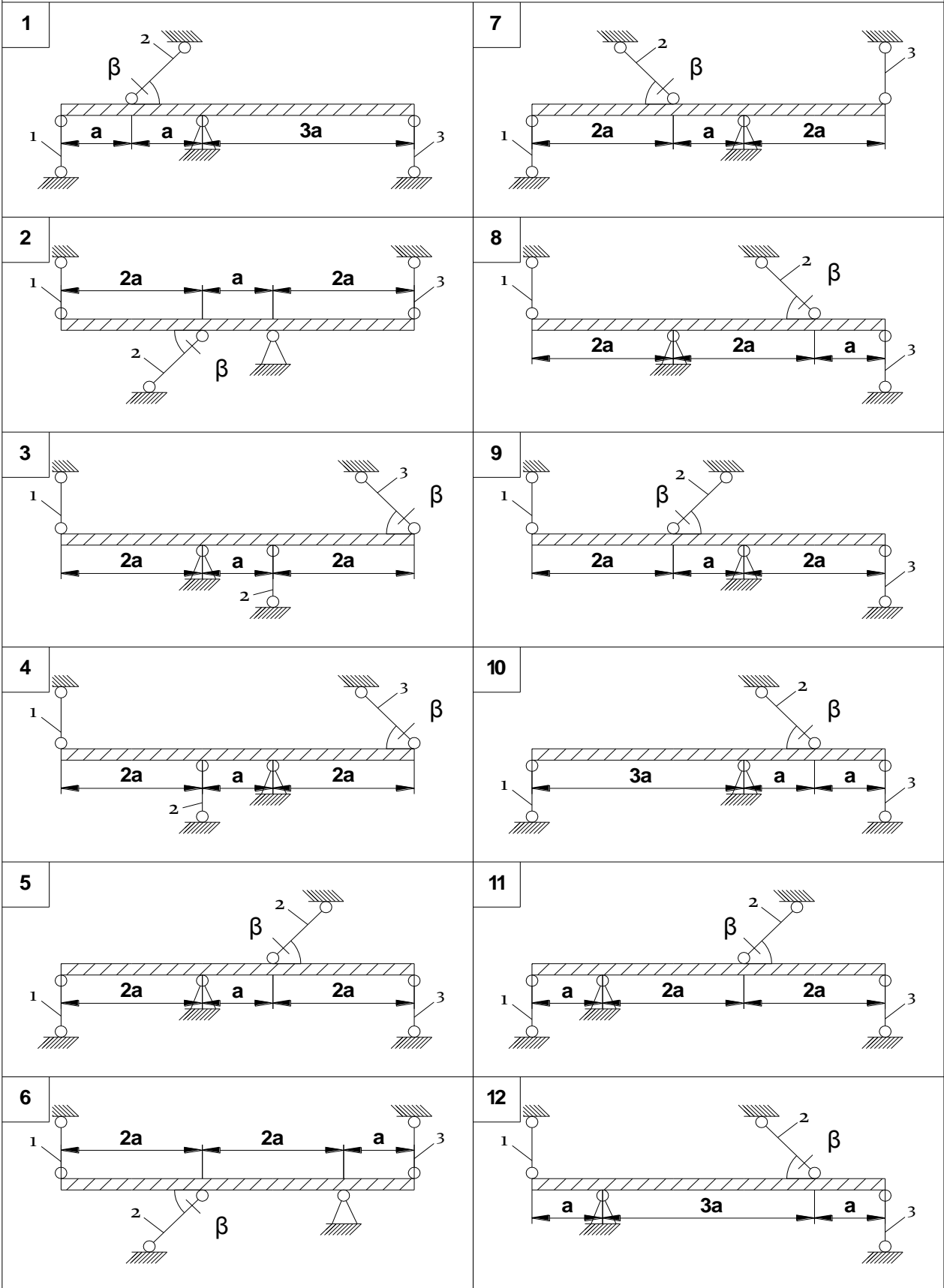
Стержни стальные. Коэффициент линейного расширения стали $\alpha=125 \cdot 10^{-7}$ 1/град. Модуль продольной упругости принять равным $E=2,1 \cdot 10^5$ МПа.

Данные для расчета взять из таблицы 4 в соответствии с заданным номером схемы и номером варианта рассчитываемой системы.

Таблица 4

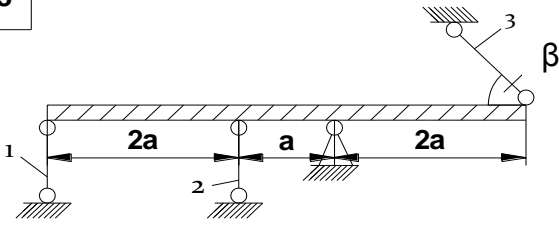
Исходные данные	В а р и а н т ы					
	1	2	3	4	5	6
A_1	1,8А	1,4А	А	1,2А	1,5А	А
A_2	1,2А	А	1,8А	А	1,8А	1,6А
A_3	А	1,6А	1,5А	1,4А	А	2,0А
l_1	1,4l	l	1,6l	l	2,0l	1,5l
l_2	l	1,8l	1,2l	1,6l	1,5l	l
l_3	1,6l	1,2l	l	1,8l	l	1,4l
β , град	60	30	45	60	30	45
Δt° , град	80	60	50	70	85	75
σ_T , МПа	220	240	260	250	300	210
n_T	1,8	1,7	1,5	1,9	2,0	1,6

Схемы к задаче №4

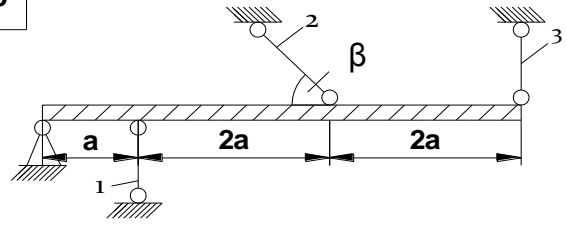


Схемы к задаче №4

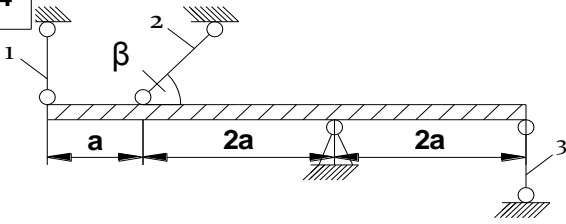
13



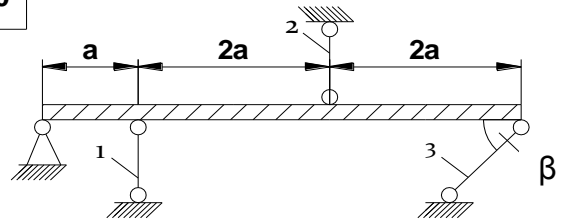
19



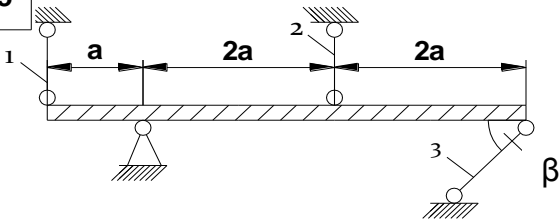
14



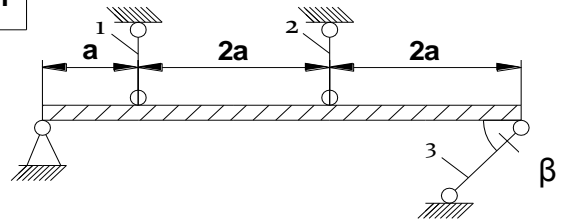
20



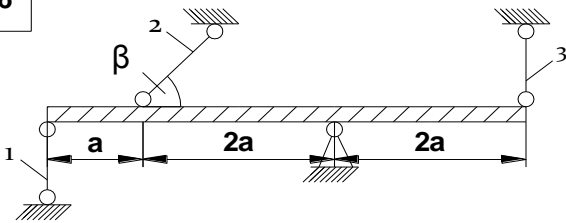
15



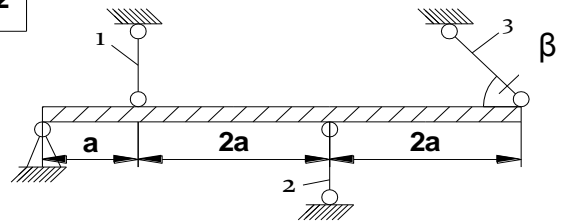
21



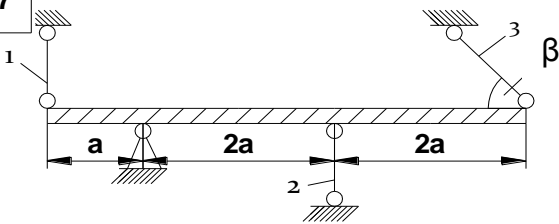
16



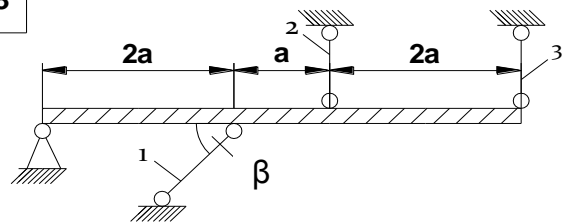
22



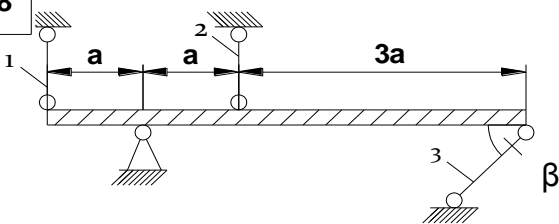
17



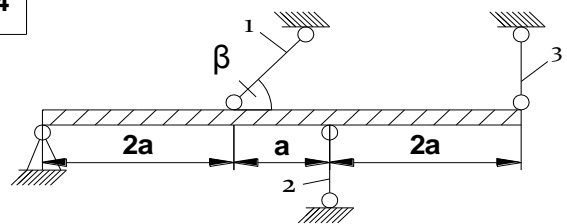
23



18

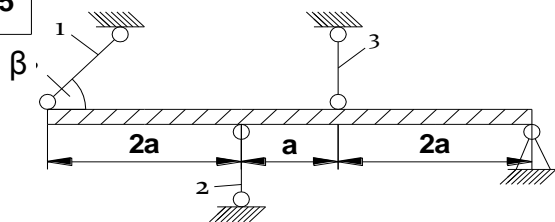


24

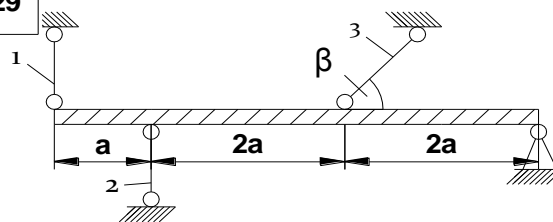


Схемы к задаче №4

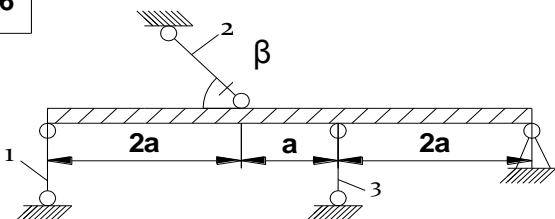
25



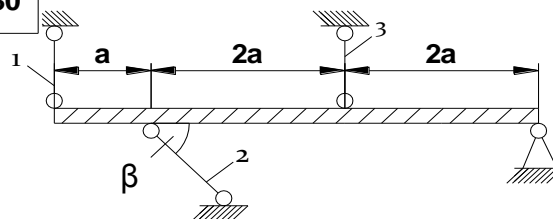
29



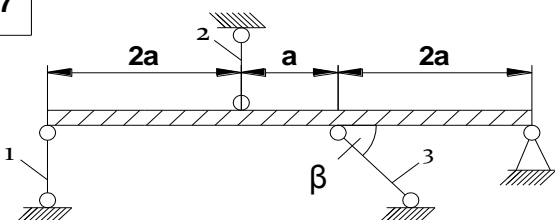
26



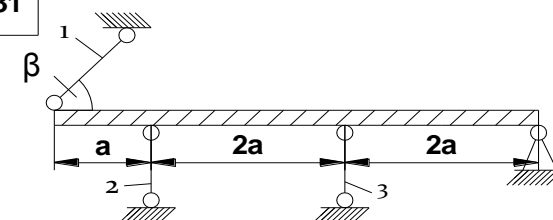
30



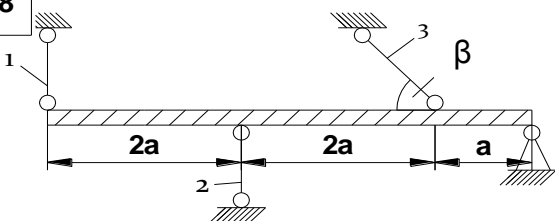
27



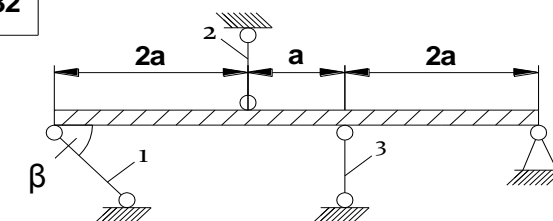
31



28



32



Задача №5

Для стального стержня круглого поперечного сечения требуется:

- построить эпюру крутящих моментов;
- из расчета на прочность определить диаметр стержня в опасном сечении;
- построить эпюру углов поворота.

Данные для расчета взять из таблицы 5 в соответствии с заданным вариантом. Знак минус перед табличным значением момента означает, что его направление, показанное на заданной схеме, следует изменить на противоположное.

Таблица 5

№№ вар.	№№ схем	M ₁ кНм	M ₂ кНм	M ₄ кНм	M ₅ кНм	l ₁ см	l ₂ см	l ₃ см	l ₄ см	σ _T МПа	n _T
1	4	5	-8	8	-2	30	50	40	25	300	1,8
2	1	4	-9	8	-6	25	40	30	50	290	1,6
3	2	-3	6	6	-4	40	30	25	60	320	1,5
4	3	-4	-3	6	-8	50	25	60	40	500	2,0
5	2	6	3	-4	7	60	30	50	25	360	1,9
6	1	8	-6	4	3	25	60	45	30	380	1,7
7	4	-6	10	9	-5	45	35	55	60	500	2,1
8	3	-10	4	5	-7	35	40	60	55	650	2,4
9	1	2	4	-4	7	55	60	35	50	340	1,8
10	4	7	5	-6	9	40	30	50	60	280	1,5
11	2	5	-3	-4	9	25	60	45	50	320	1,9
12	3	-10	16	5	-3	50	45	40	55	85	2,5
13	2	8	-12	-12	7	30	55	45	25	500	2,3
14	4	-8	10	-14	9	45	25	30	40	500	2,0
15	1	-4	10	8	-2	35	60	55	45	290	1,7
16	3	2	-7	14	-6	25	55	50	40	270	1,6
17	4	10	-14	-11	8	50	60	40	60	300	1,8
18	3	5	-9	15	-7	35	40	60	30	320	1,9
19	2	-4	14	9	-3	26	34	40	50	650	2,1
20	1	10	-12	14	-8	34	26	50	40	240	1,5
21	4	5	-8	-10	4	40	42	55	60	280	1,8
22	2	-7	15	-18	6	42	55	60	38	270	1,6
23	1	12	-4	-7	9	38	46	52	66	500	2,0
24	3	4	-11	-15	12	32	52	48	62	320	1,7

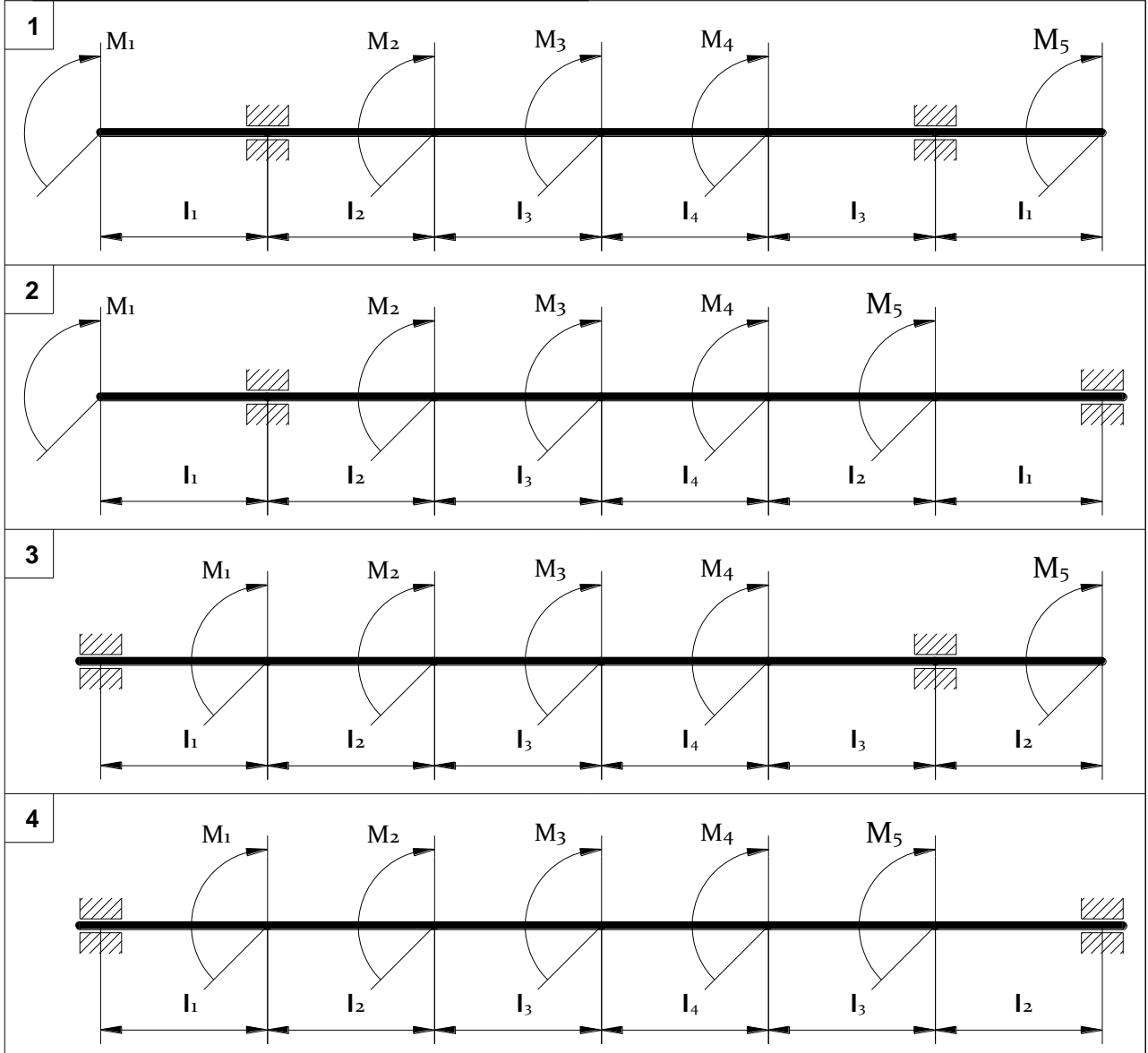
Таблица5 (продолжение)

№№ вар.	№№ схем	M ₁ кНм	M ₂ кНм	M ₄ кНм	M ₅ кНм	l ₁ см	l ₂ см	l ₃ см	l ₄ см	σ _т МПа	n _т
25	2	5	-12	14	-4	28	36	55	44	800	2,2
26	4	-2	8	12	-4	36	42	28	60	290	1,9
27	3	-10	12	-14	6	32	52	42	62	800	2,3
28	1	9	-3	-4	8	42	60	52	32	260	1,5
29	3	-6	8	-15	5	30	58	42	62	340	1,8
30	2	-3	9	14	-7	28	46	38	58	360	1,9
31	1	4	3	-7	9	44	48	55	65	800	2,4
32	4	5	-10	17	-7	48	32	50	44	850	2,5
33	2	8	-2	-12	16	30	62	42	50	290	1,5
34	4	-3	7	-12	5	34	64	36	42	260	1,7
35	1	12	-4	6	4	32	46	56	35	300	1,8
36	3	6	-2	-3	8	45	52	60	38	320	1,6
37	2	4	-16	15	-10	44	55	48	54	380	2,0
38	1	9	-7	-5	10	50	48	62	36	800	2,2
39	4	6	-16	14	-9	52	30	45	60	340	1,9
40	3	-7	5	5	-8	26	44	52	58	270	1,6
41	2	4	-14	-12	6	25	38	46	52	800	2,3
42	3	3	5	7	2	34	60	52	42	280	1,5
43	4	-6	12	-18	6	36	56	40	30	800	2,4
44	1	7	-17	-6	2	40	26	60	56	360	1,8
45	3	9	-15	-12	4	44	54	38	26	380	1,9
46	2	-10	6	3	-15	42	62	28	52	320	1,7
47	4	5	-12	-8	6	36	42	48	54	850	2,5
48	3	4	-10	17	-5	32	62	38	46	500	2,1
49	2	-9	7	12	-15	24	34	50	45	290	1,6
50	4	8	-12	-9	3	26	44	36	54	280	1,5
51	1	12	-4	-6	10	40	32	45	56	270	1,8
52	2	-6	12	16	-8	20	32	42	50	290	1,7
53	1	-5	12	6	-4	34	26	52	40	500	2,0
54	3	8	-4	-9	12	40	52	38	44	260	1,6
55	2	4	-14	12	-8	26	48	35	60	500	2,1
56	1	3	-10	-9	4	32	50	46	54	240	1,5
57	4	6	3	-7	10	30	45	55	58	800	2,2
58	2	12	-9	-8	16	35	55	42	62	320	1,8
59	3	-10	14	-18	6	36	40	58	46	800	2,3
60	4	6	-10	12	-4	46	50	45	38	340	1,9
61	1	-4	-6	4	-10	38	42	55	46	800	2,4

Таблица5 (окончание)

№№ вар.	№№ схем	M ₁ кНм	M ₂ кНм	M ₄ кНм	M ₅ кНм	l ₁ см	l ₂ см	l ₃ см	l ₄ см	σ _T МПа	n _T
62	2	-6	12	12	-4	34	54	60	45	360	1,5
63	1	7	-17	20	-5	45	48	62	56	850	2,5
64	4	10	-8	-12	16	42	60	54	30	290	1,6
65	3	7	-15	-10	6	50	42	36	48	270	1,8
66	4	-2	-6	4	-8	48	38	55	58	260	1,7
67	1	5	-8	-16	4	26	46	60	50	320	1,9
68	2	6	4	-5	10	24	52	44	40	800	2,2
69	3	4	8	-10	12	28	36	40	50	500	2,0
70	4	8	-10	9	-3	25	48	36	52	300	1,6
71	3	4	-14	-12	7	36	52	54	40	290	1,7
72	1	-3	-5	2	-6	32	46	55	45	850	2,4
73	2	-4	-10	6	-12	25	55	36	38	500	2,1
74	3	5	-8	15	-5	38	44	60	55	280	1,5
75	4	10	-16	18	-6	45	60	54	58	300	1,8

Схемы к задаче №5



Задача №6

Для стального статически неопределимого ступенчатого стержня круглого поперечного сечения требуется:

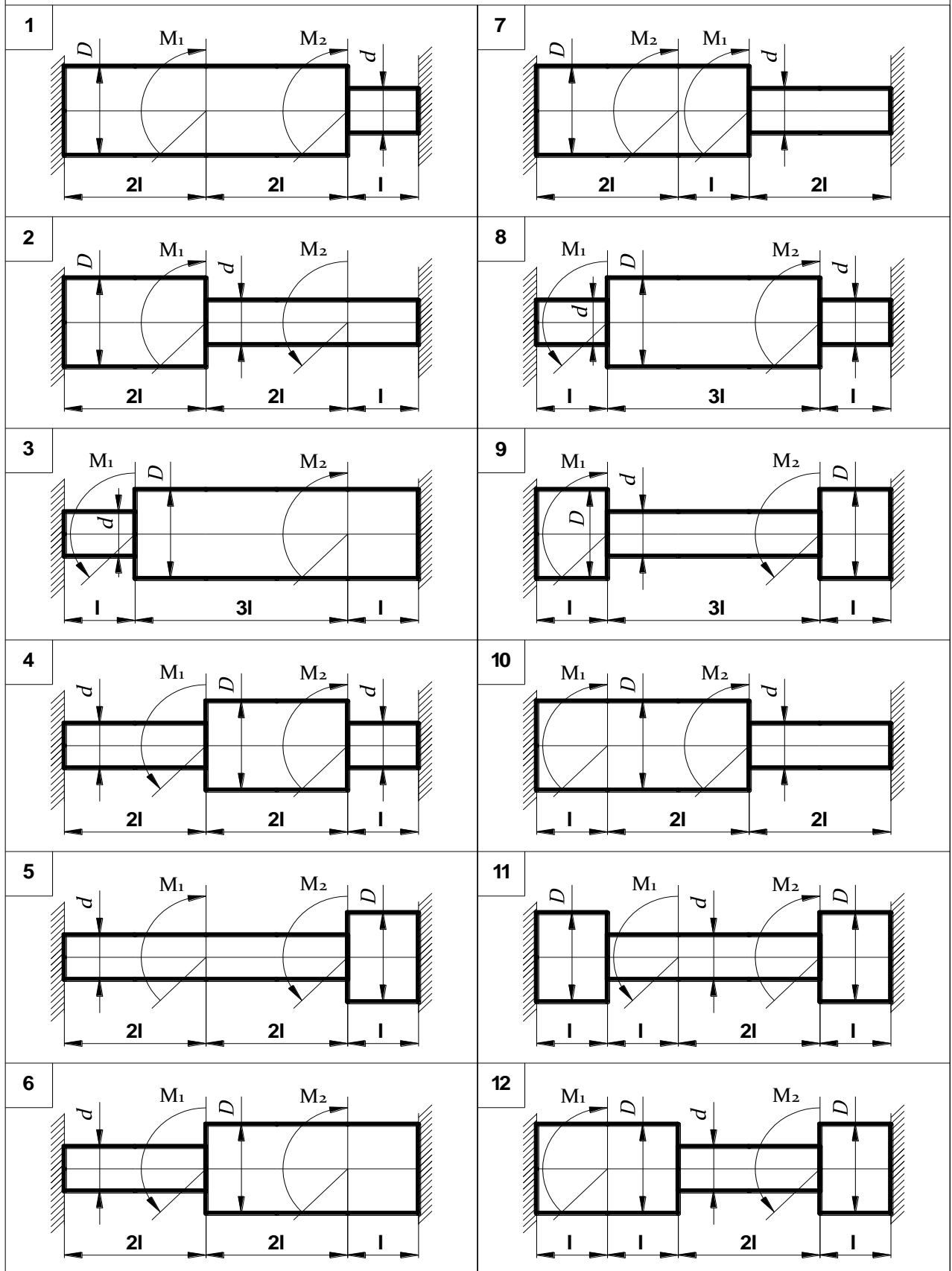
- раскрыть статическую неопределимость;
- построить эпюру крутящих моментов;
- из расчета на прочность определить размеры поперечных сечений участков при заданном соотношении диаметров;
- построить эпюру углов поворота;
- построить эпюру относительных углов закручивания;
- проверить жесткость стержня.

Данные для расчета взять из таблицы 6 в соответствии с заданным номером схемы и номером варианта рассчитываемого стержня.

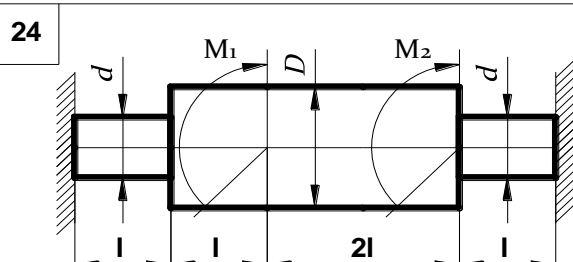
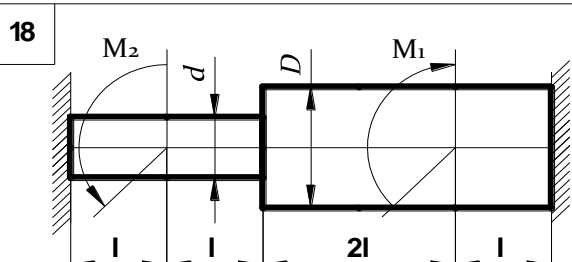
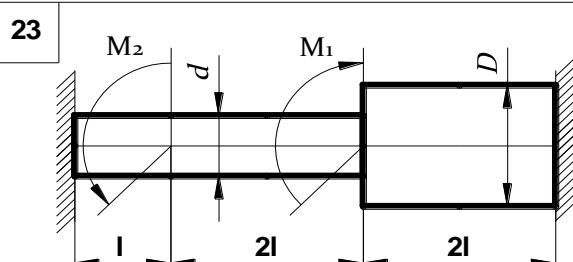
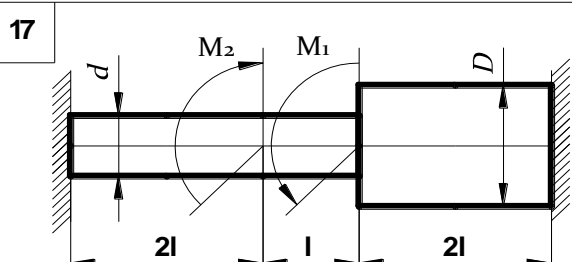
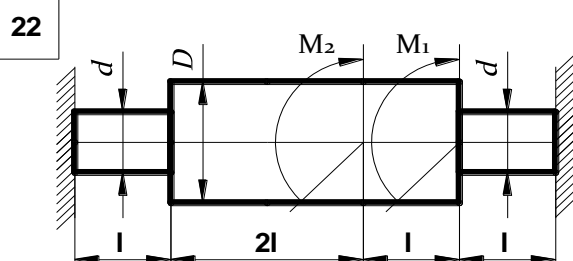
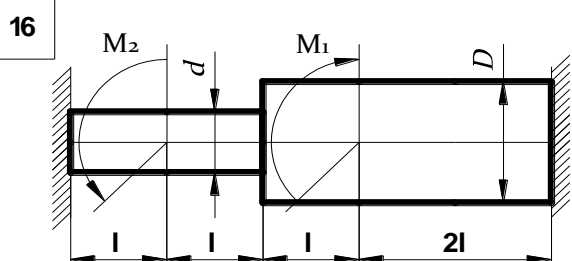
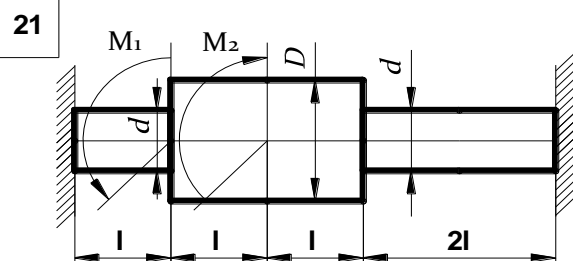
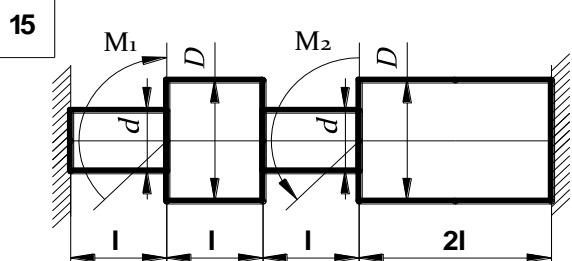
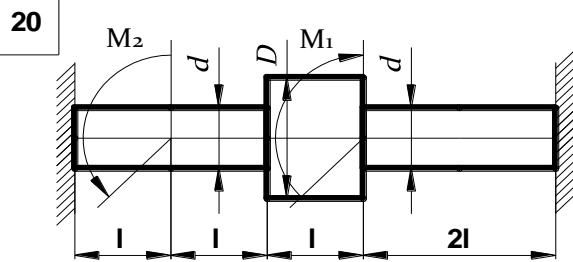
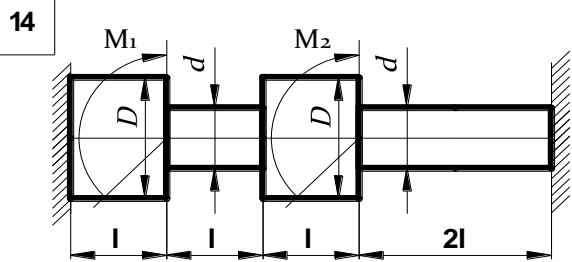
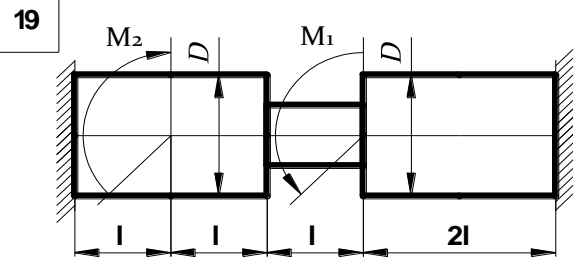
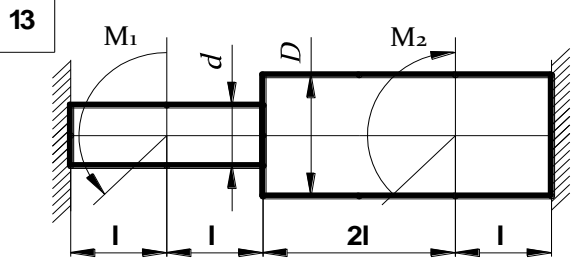
Таблица 6

Исходные данные	В а р и а н т ы					
	1	2	3	4	5	6
M, кНм	4	3,5	5	5,5	6	4,5
l, см	50	45	40	60	35	55
M ₁	2M	M	3M	1,5M	4M	2M
M ₂	M	3M	2M	3M	2,5M	4M
D/d	2	2,5	1,5	2,5	3	2
σ_T , МПа	380	360	300	320	340	300
n _T	1,6	1,5	1,8	1,7	1,9	1,5
[θ], 1/м	0,007	0,005	0,006	0,007	0,008	0,006

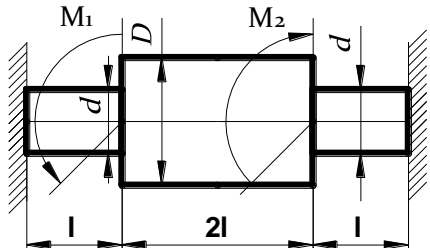
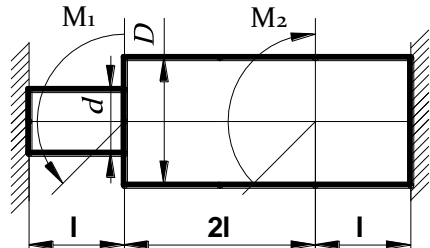
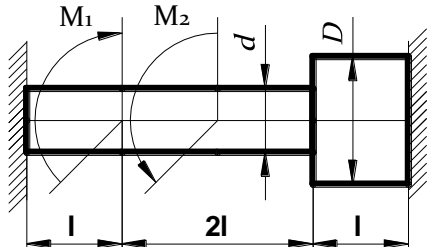
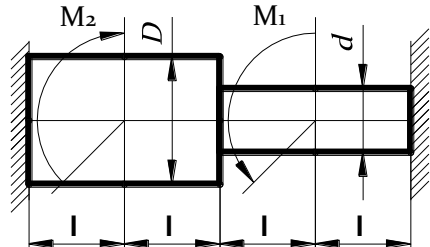
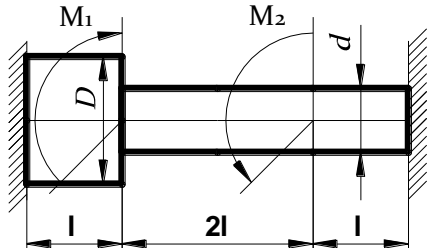
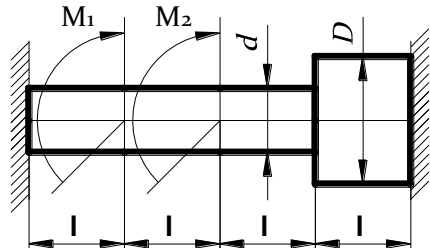
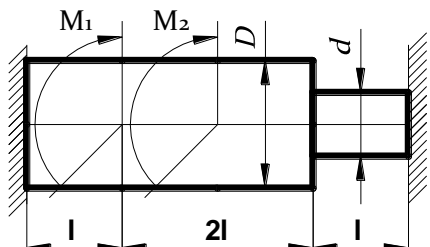
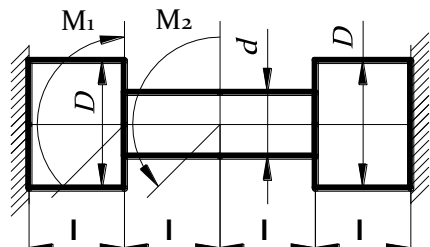
Схемы к задаче №6



Схемы к задаче №6



Схемы к задаче №6

<p>25</p> 	<p>29</p> 
<p>26</p> 	<p>30</p> 
<p>27</p> 	<p>31</p> 
<p>28</p> 	<p>32</p> 

Задача №7

Для статически определимой балки требуется:

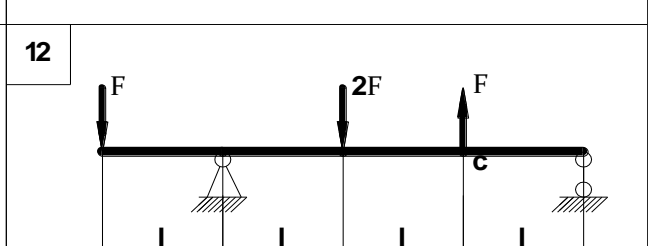
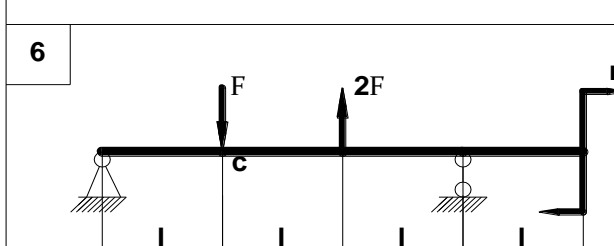
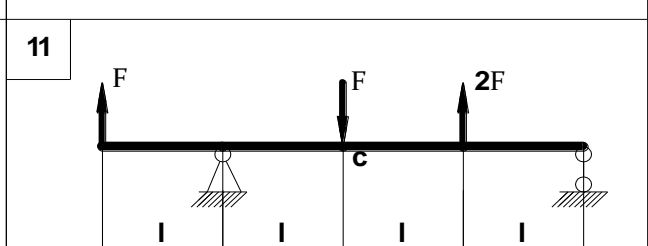
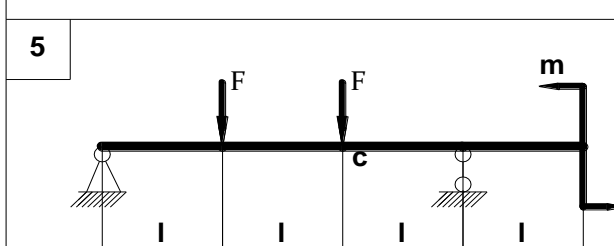
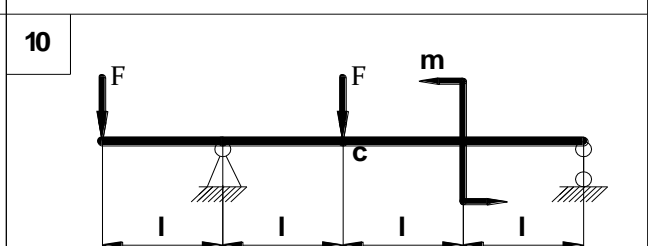
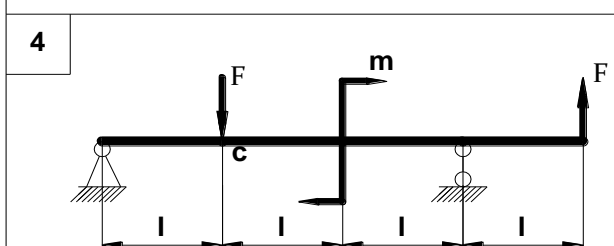
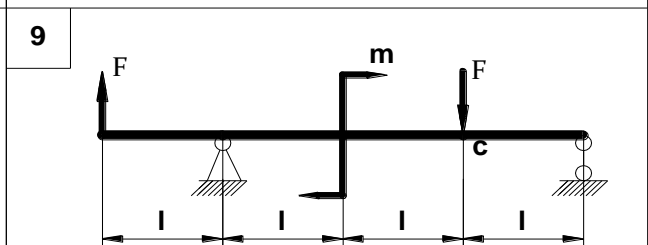
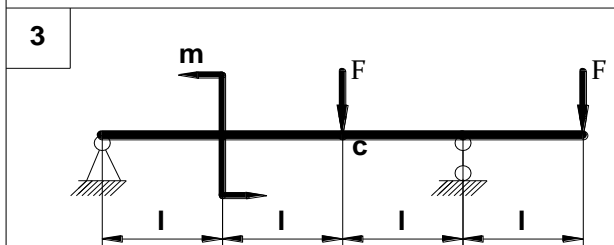
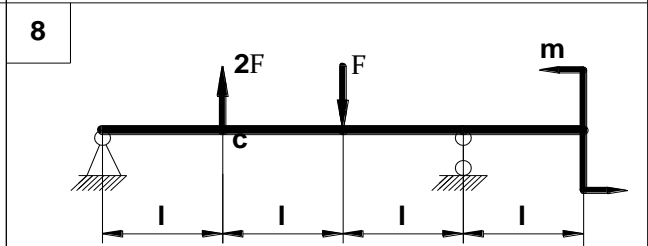
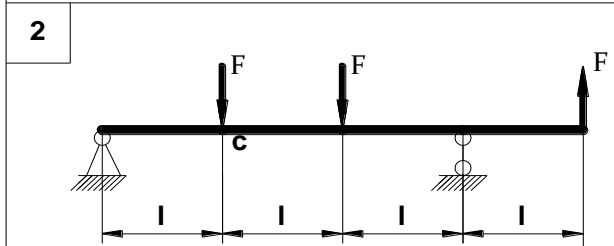
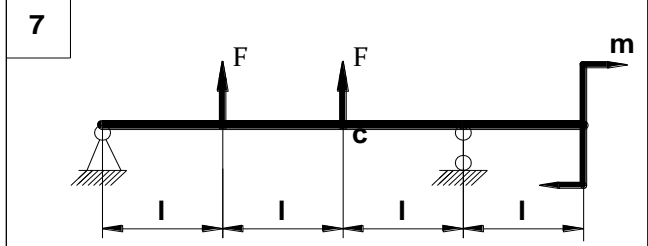
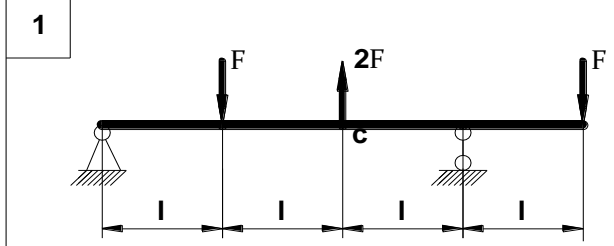
- определить опорные реакции;
- построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, определив значения сил и моментов в общем виде;
- из расчета на прочность определить размеры различных поперечных сечений балки и дать их сравнительную оценку;
- определить прогиб балки в точке «С», используя графо-аналитический способ вычисления перемещений;
- проверить жесткость балки для заданных типов поперечных сечений, приняв величину допускаемого прогиба, равную $1/250$ длины пролета балки.

Данные для расчета взять из таблицы 7 в соответствии с заданным номером схемы и номером варианта рассчитываемой балки, приняв при этом $m=Fl$.

Таблица 7

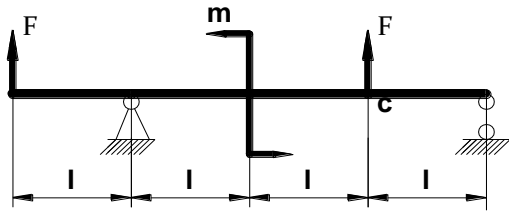
Варианты	И с х о д н ы е д а н н ы е				
	F, кН	$l, м$	$\sigma_T, МПа$	n_T	Типы сечений
1	30	1,4	280	1,8	1, 5, 10, 11
2	35	1,2	250	1,6	2, 6, 7, 9
3	40	0,8	260	2,0	3, 5, 7, 10
4	32	1,3	320	2,1	4, 6, 11, 12
5	36	1,1	290	1,9	1, 8, 9, 11
6	38	0,9	270	1,7	3, 6, 7, 8

Схемы к задаче №7

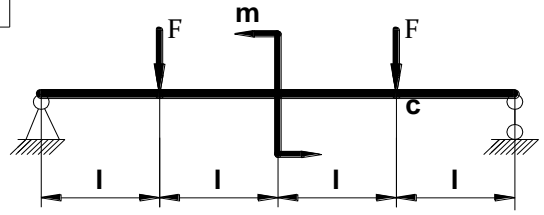


Схемы к задаче №7

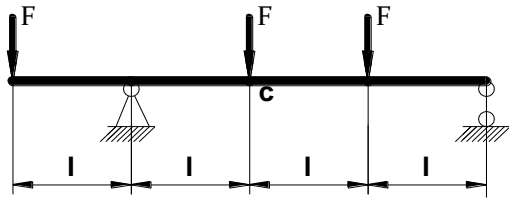
13



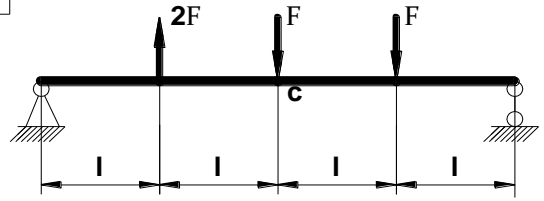
19



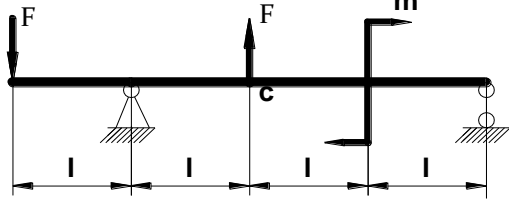
14



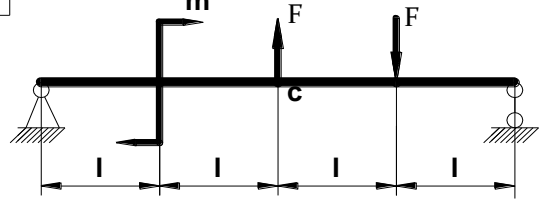
20



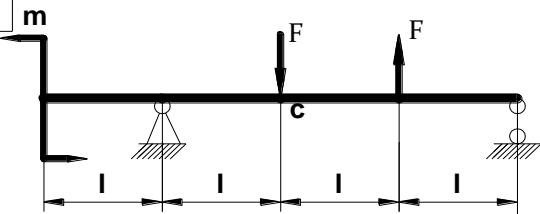
15



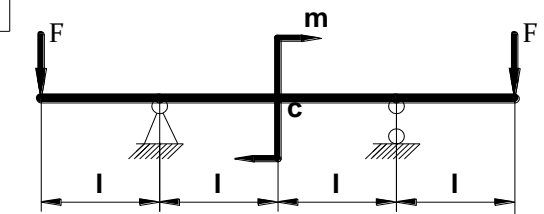
21



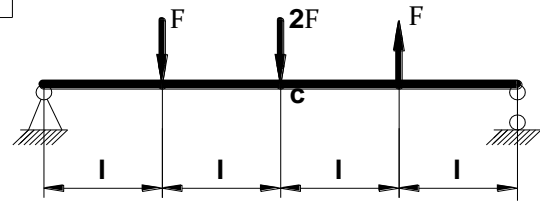
16



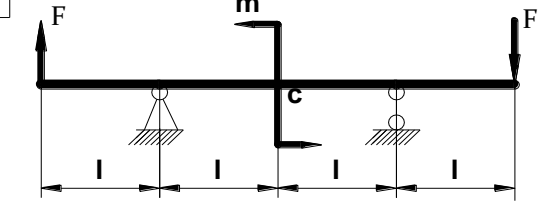
22



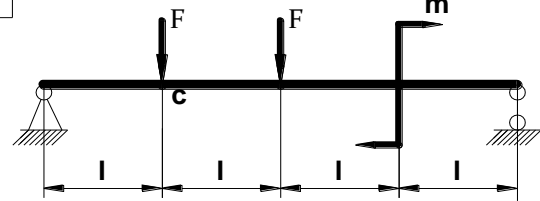
17



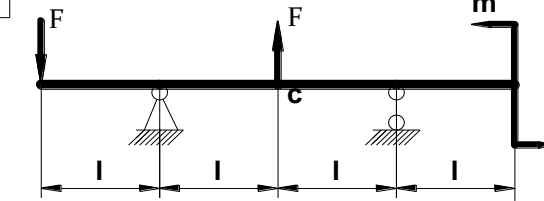
23



18

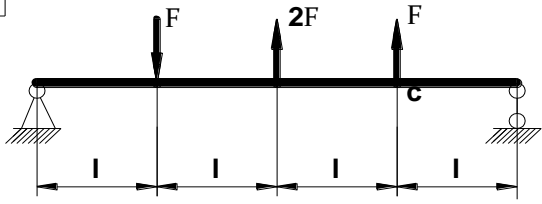


24

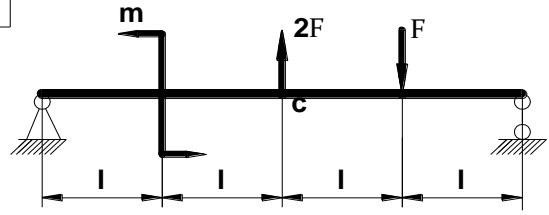


Схемы к задаче №7

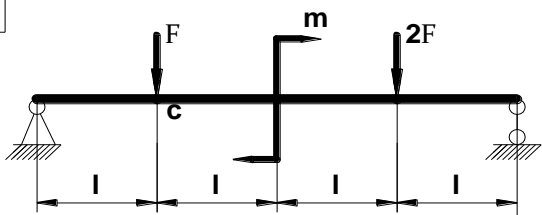
25



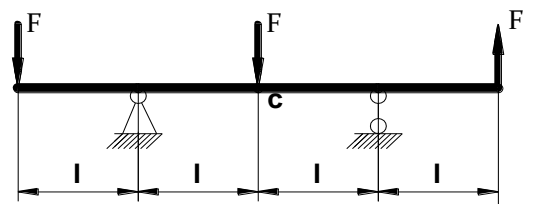
29



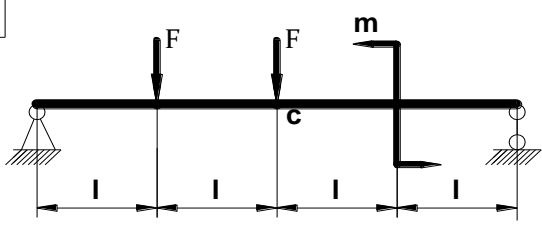
26



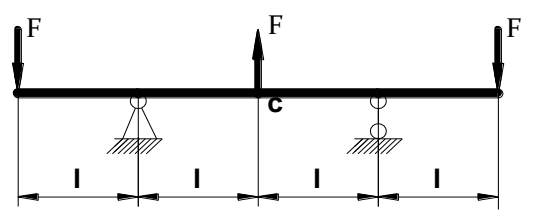
30



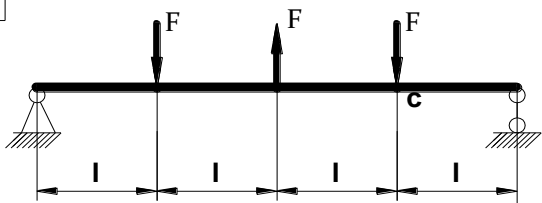
27



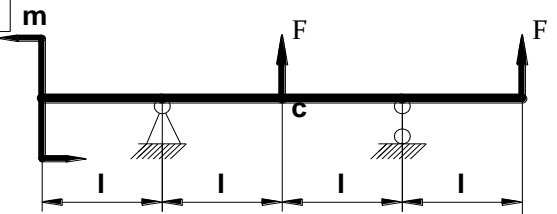
31



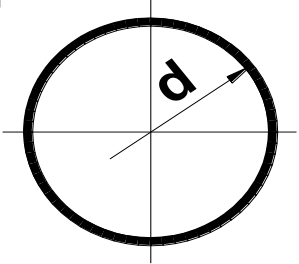
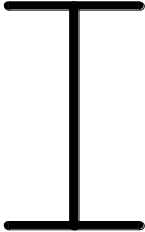
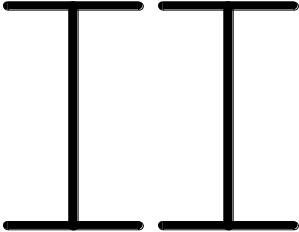
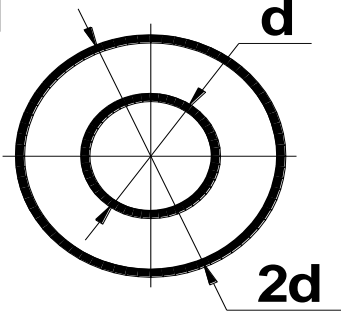
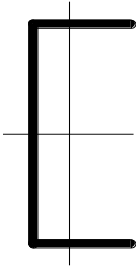
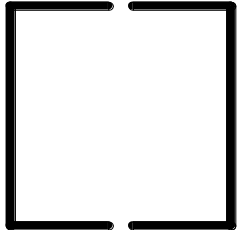
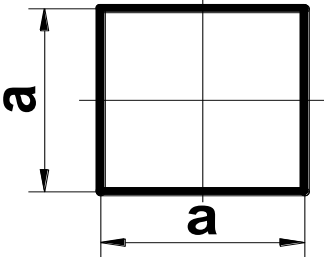


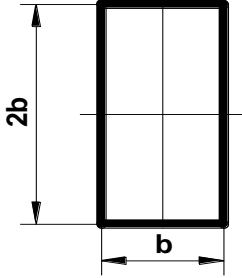


28



32



Типы сечений балок (к задаче №7)

<p>1</p> 	<p>5</p> 	<p>9</p> 
<p>2</p> 	<p>6</p> 	<p>10</p> 
<p>3</p> 	<p>7</p> 	<p>11</p> 
<p>4</p> 	<p>8</p> 	<p>12</p> 

Задача №8

Для дважды статически неопределимой балки квадратного поперечного сечения требуется:

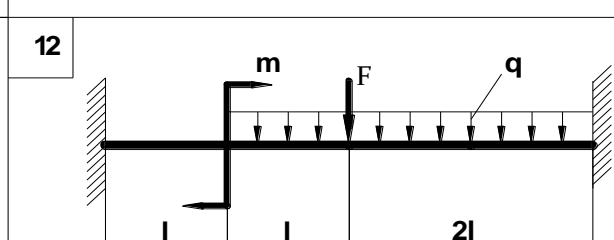
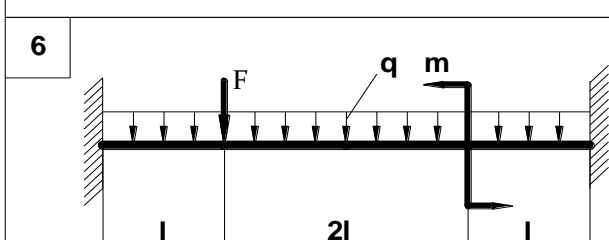
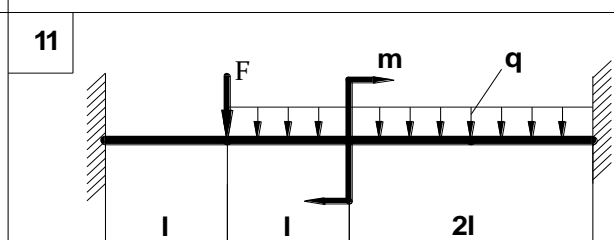
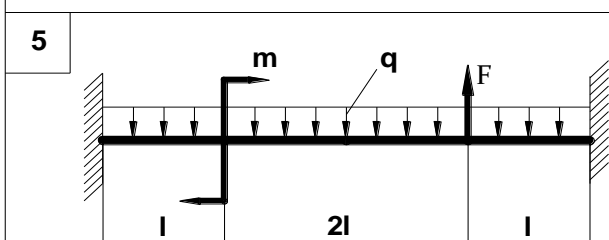
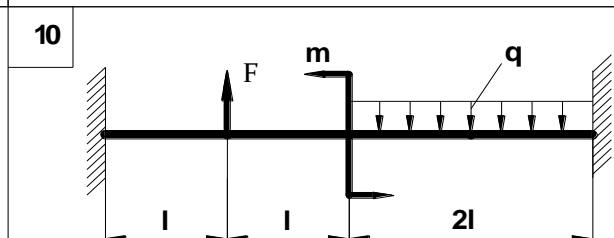
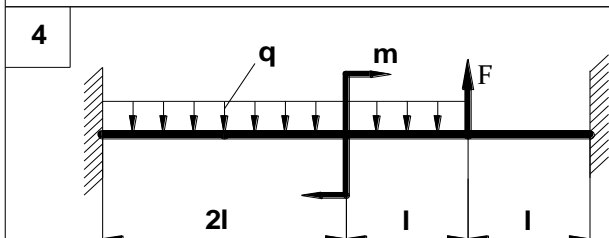
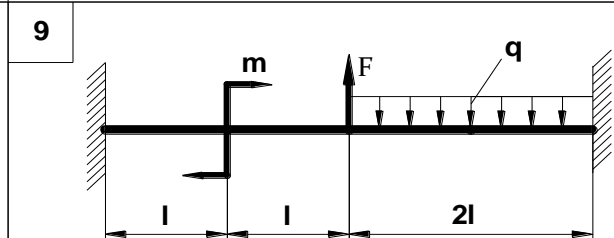
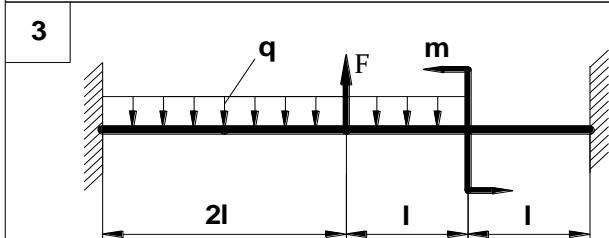
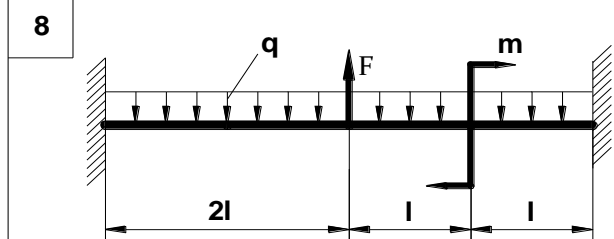
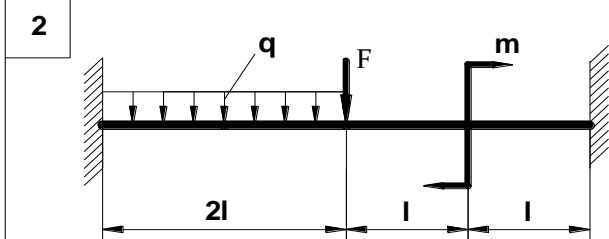
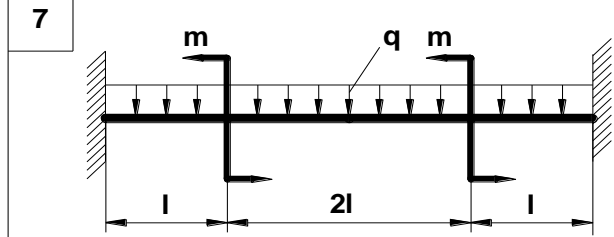
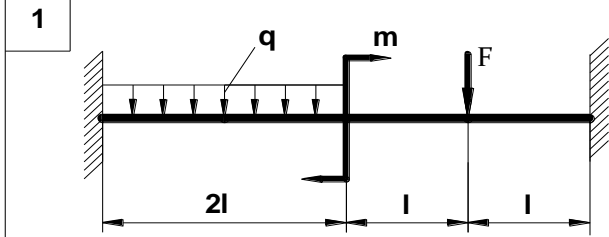
- раскрыть статическую неопределимость, используя канонические уравнения метода сил;
- построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, определив значения сил и моментов в общем виде;
- из расчета на прочность определить размер поперечного сечения.

Данные для расчета взять из таблицы 8 в соответствии с заданным номером схемы и номером варианта рассчитываемой балки.

Таблица 8

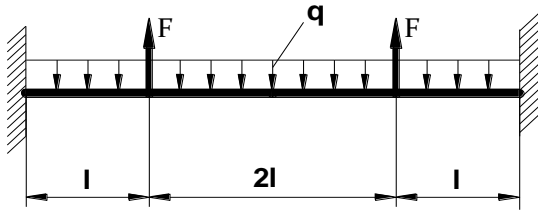
Исходные данные	В а р и а н т ы					
	1	2	3	4	5	6
q , кН/м	20	16	12	15	18	14
l , м	0,8	0,9	1,2	0,7	0,6	1,1
F	ql	$2ql$	ql	$2ql$	ql	$2ql$
m	$2ql^2$	ql^2	ql^2	$2ql^2$	$2ql^2$	ql^2
σ_T , МПа	280	270	250	260	290	270
n_T	1,6	1,8	1,5	1,7	1,9	1,4

Схемы к задаче №8

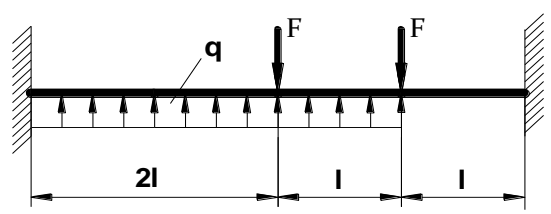


Схемы к задаче №8

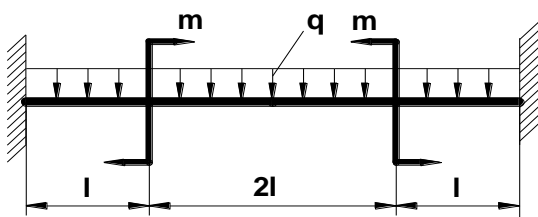
13



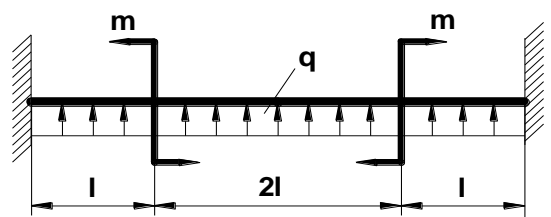
19



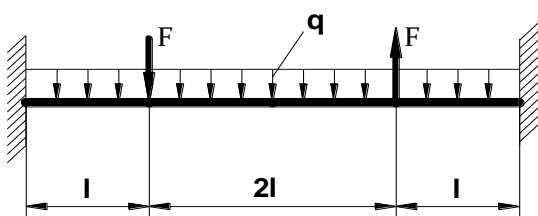
14



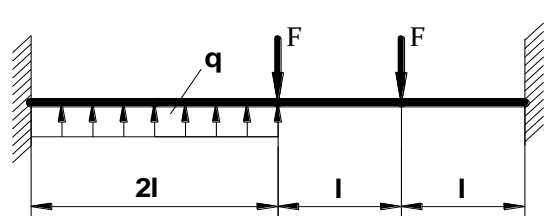
20



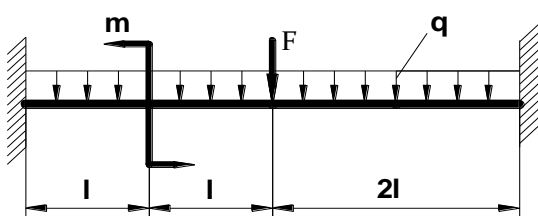
15



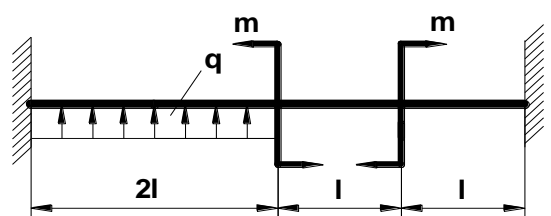
21



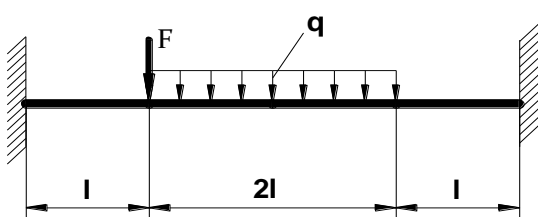
16



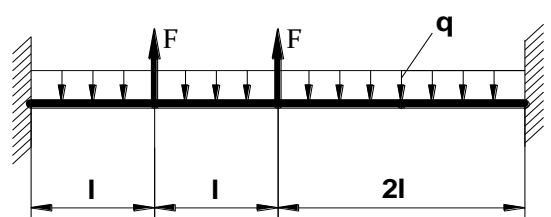
22



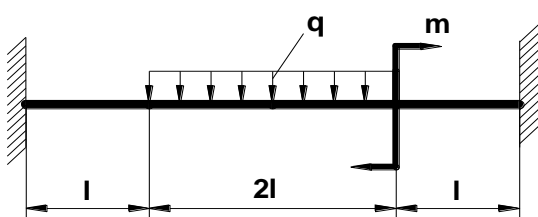
17



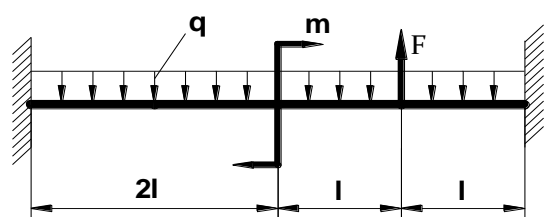
23



18

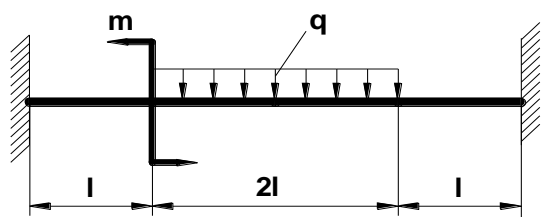


24

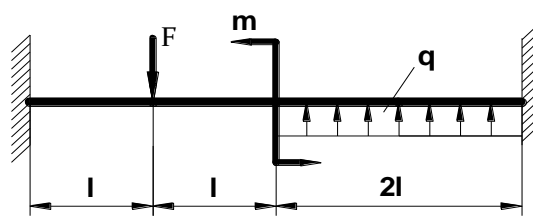


Схемы к задаче №8

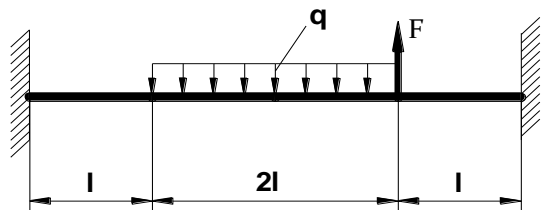
25



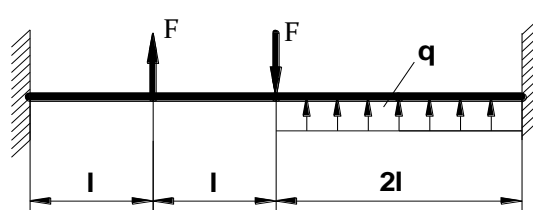
29



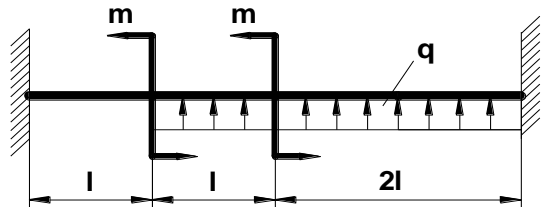
26



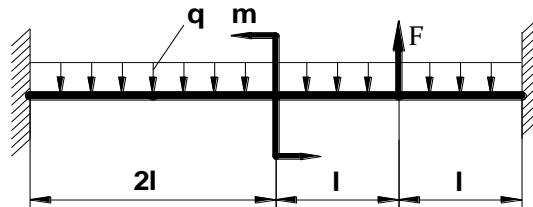
30



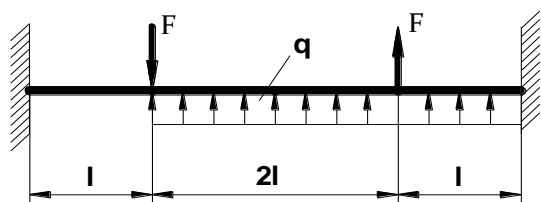
27



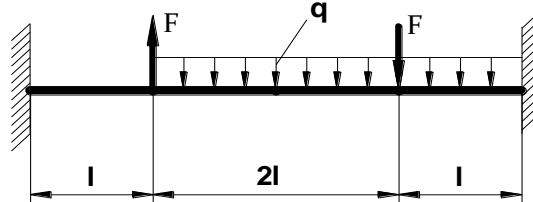
31



28



32



Задача №9

Для дважды статически неопределимой неразрезной балки круглого поперечного сечения требуется:

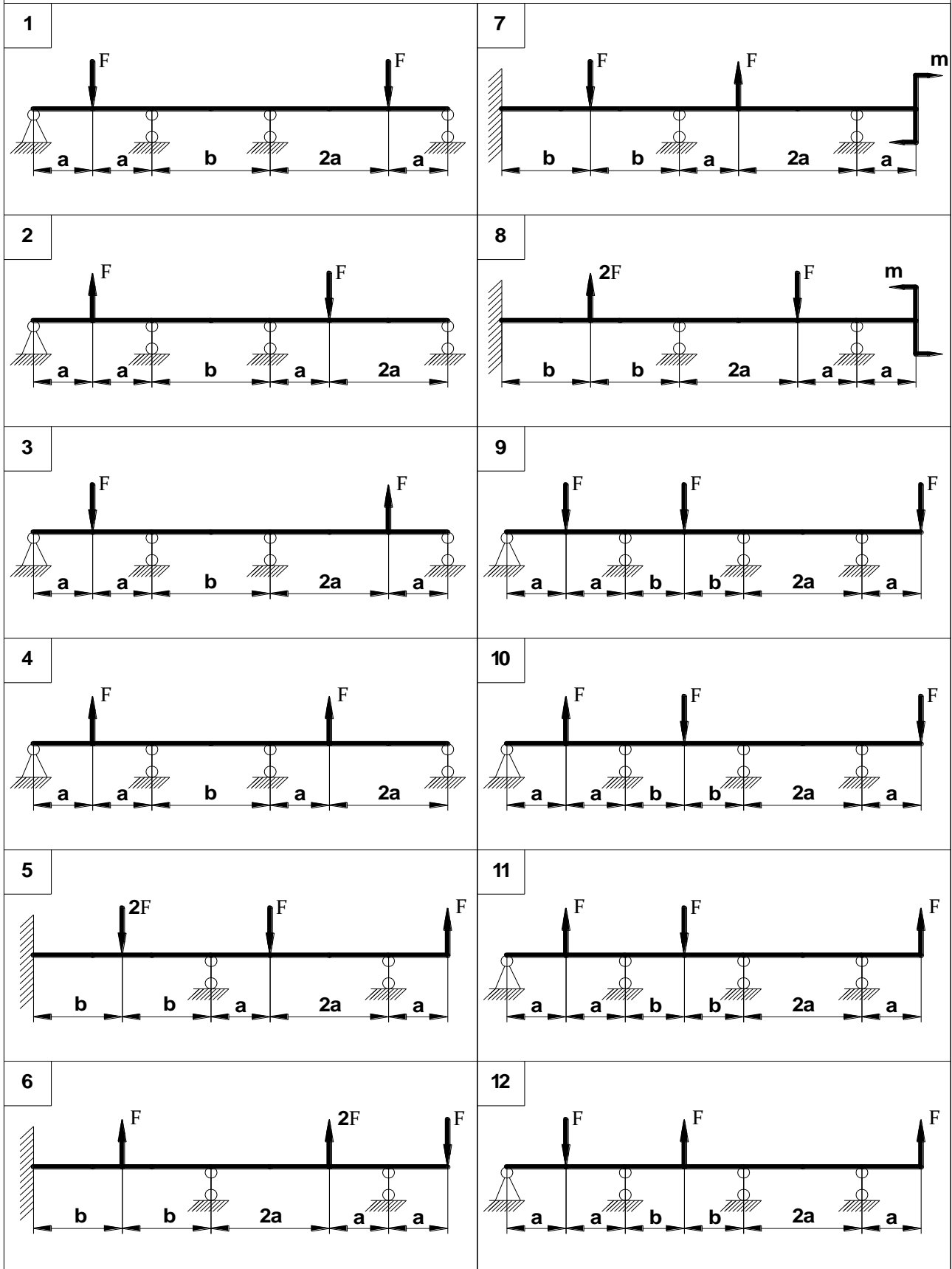
- раскрыть статическую неопределимость, используя уравнение трех моментов;
- построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, определив значения сил и моментов в общем виде;
- из расчета на прочность определить диаметр балки в опасном сечении.

Данные для расчета взять из таблицы 9 в соответствии с заданным номером схемы и номером варианта рассчитываемой балки, приняв при этом $m=Fl$.

Таблица 9

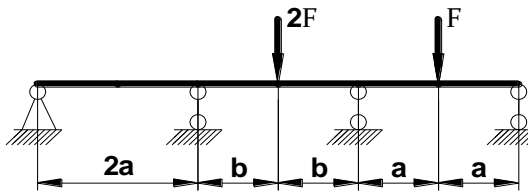
Исходные данные	В а р и а н т ы					
	1	2	3	4	5	6
F, кН	20	18	24	25	22	28
l, м	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	0,9
a	1	1	1	1	1	1
b	21	21	31	21	31	1
σ_T , МПа	280	320	270	260	300	290
n_T	1,5	1,7	1,8	1,6	1,9	1,4

Схемы к задаче №9

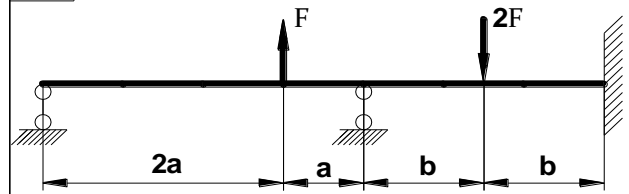


Схемы к задаче №9

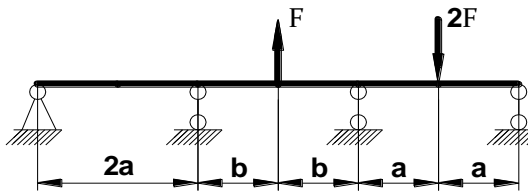
13



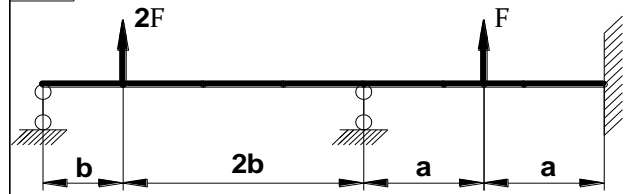
19



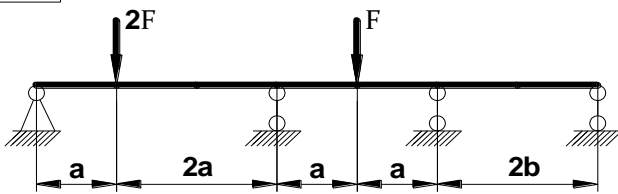
14



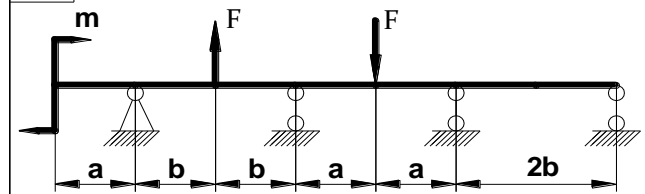
20



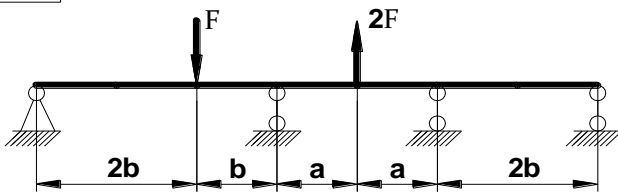
15



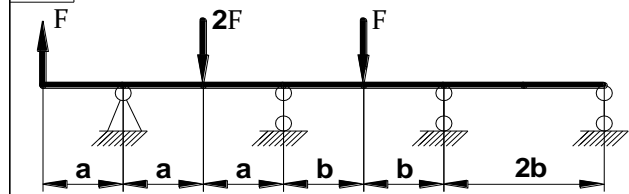
21



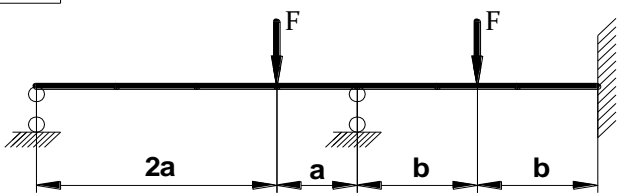
16



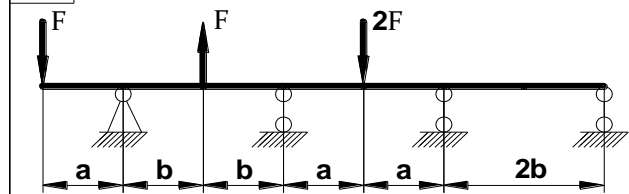
22



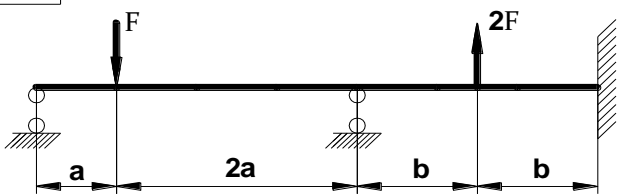
17



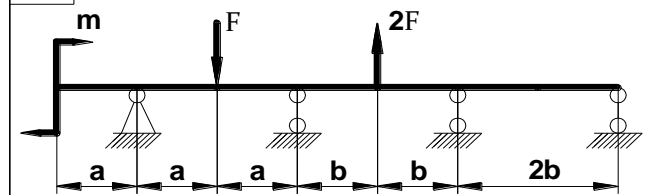
23



18

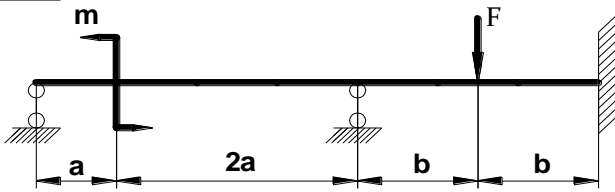


24

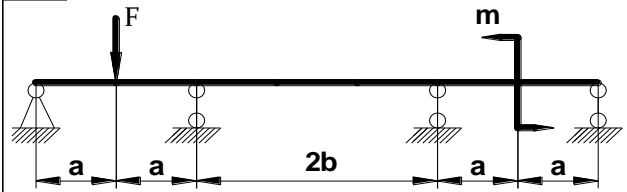


Схемы к задаче №9

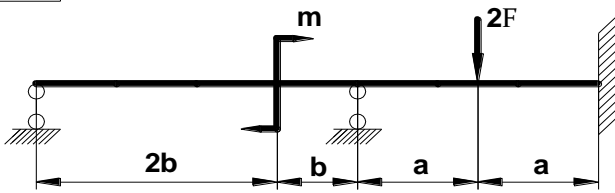
25



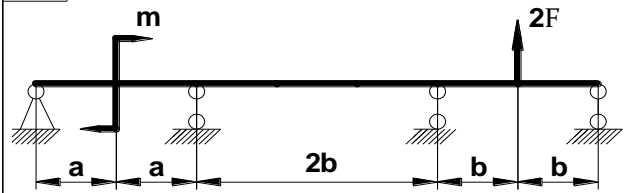
29



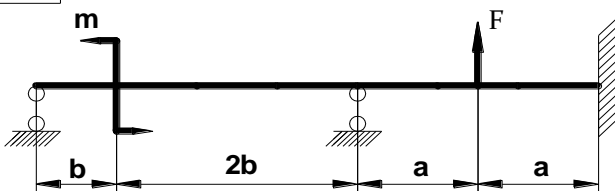
26



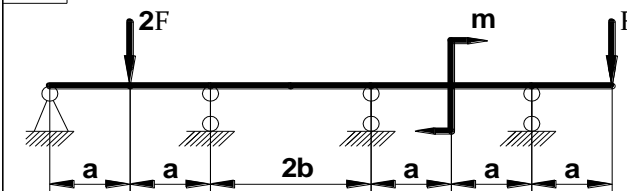
30



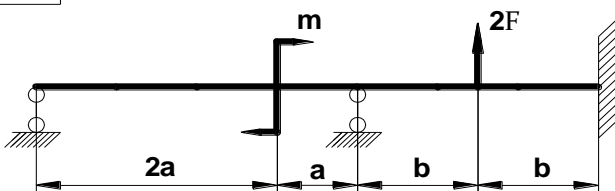
27



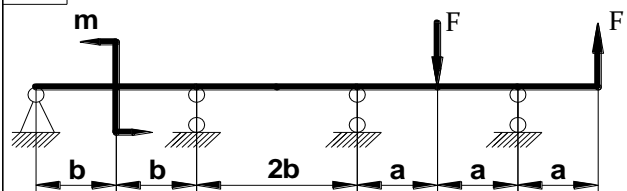
31



28



32



Задача №10

Для балки, находящейся под внешней нагрузкой, действующей в вертикальной и горизонтальной плоскостях, требуется:

- построить эпюру изгибающих моментов в вертикальной плоскости;
- построить эпюру изгибающих моментов в горизонтальной плоскости;
- определить положение опасного сечения;
- из расчета на прочность определить размеры заданных преподавателем поперечных сечений;
- определить положение силовой и нейтральной линии в опасном сечении балки.

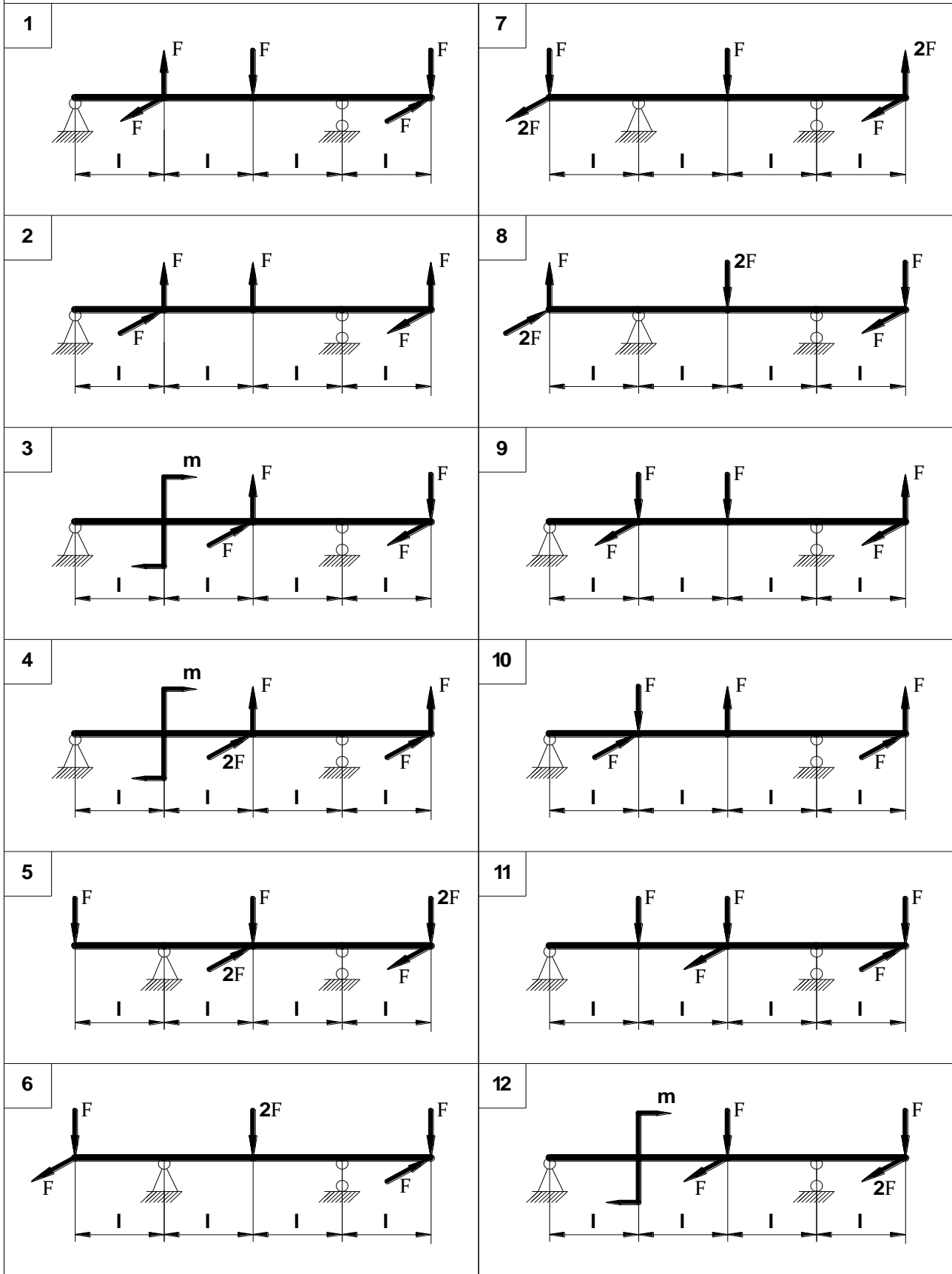
Данные для расчета взять из таблицы 10 в соответствии с заданным номером схемы и номером варианта рассчитываемой балки.

Таблица 10

Исходные данные	В а р и а н т ы					
	1	2	3	4	5	6
F, кН	12	10	14	15	12	10
l , м	0,6	0,8	0,7	0,8	0,5	0,9
m	F1	3F1	2F1	F1	2F1	3F1
σ_T , МПа	320	260	280	240	300	270
n_T	1,8	1,9	1,6	1,4	1,7	1,5

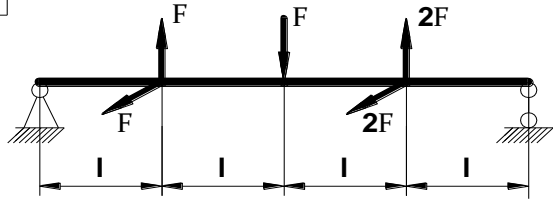
Типы сечений: круг, квадрат, прямоугольник, швеллер, двутавр.

Схемы к задаче №10

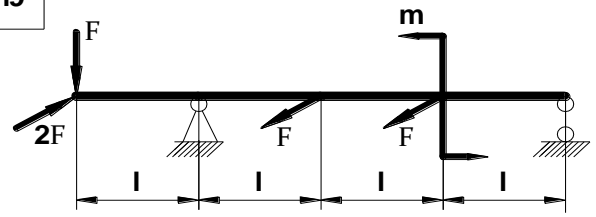


Схемы к задаче №10

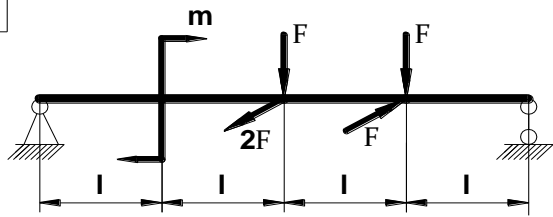
13



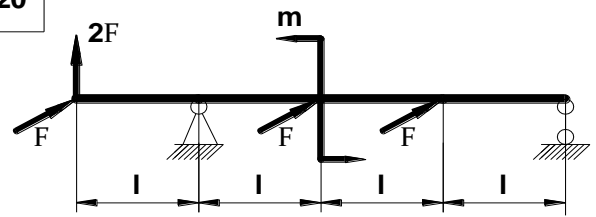
19



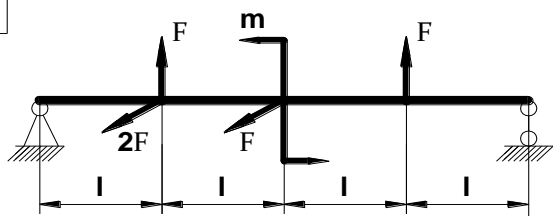
14



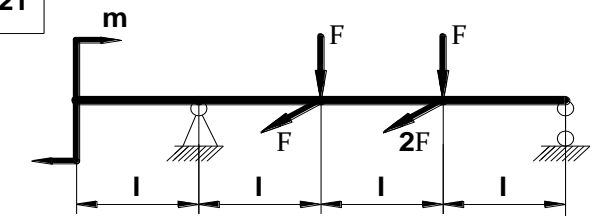
20



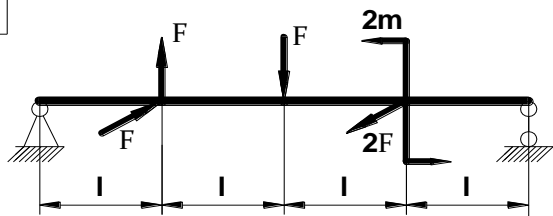
15



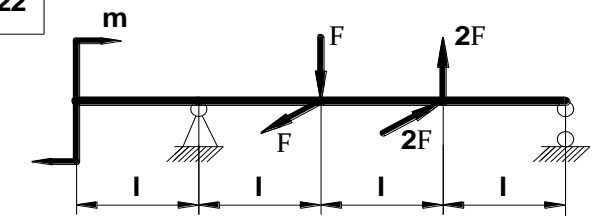
21



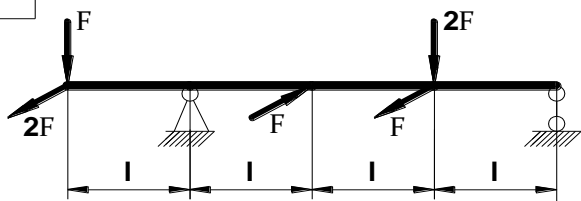
16



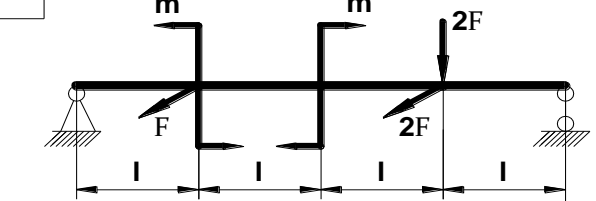
22



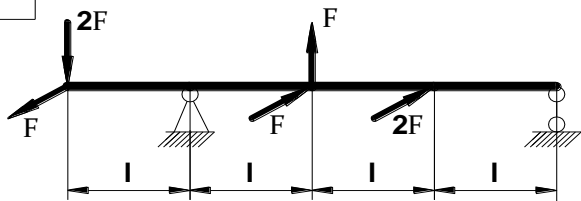
17



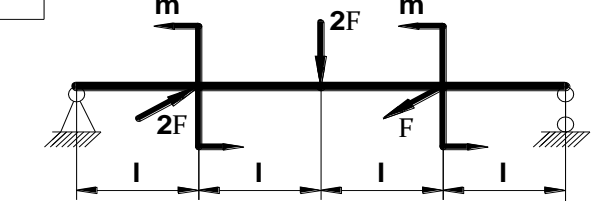
23



18

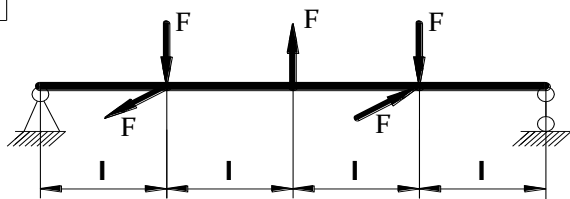


24

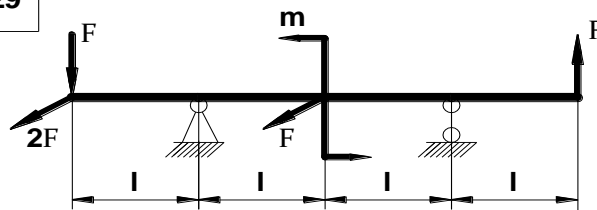


Схемы к задаче №10

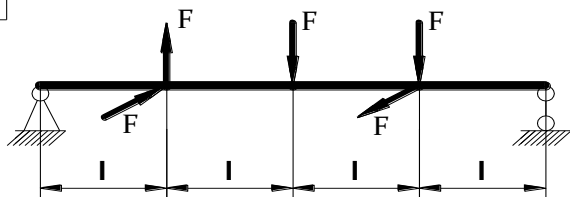
25



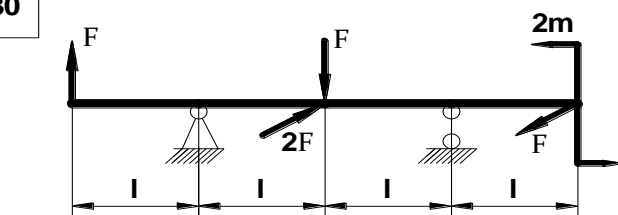
29



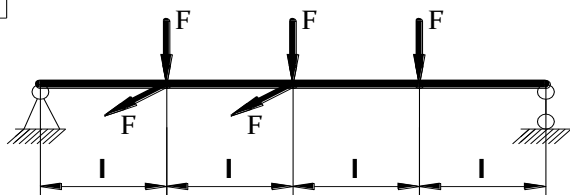
26



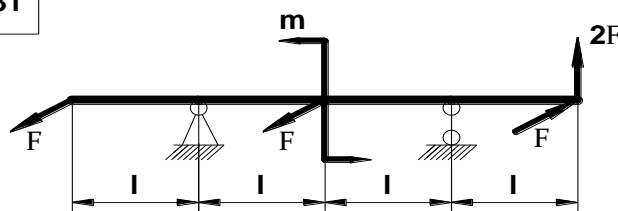
30



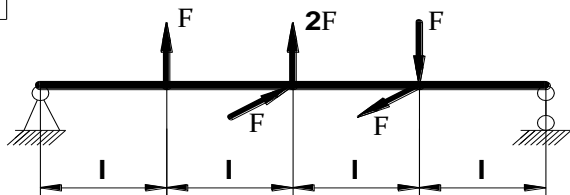
27



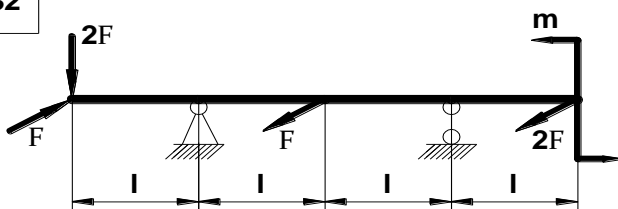
31



28



32



Задача №11

Для стержня круглого поперечного сечения, испытывающего совместное действие изгиба и кручения, требуется:

- составить расчетную схему;
- построить эпюру изгибающих моментов в вертикальной плоскости;
- построить эпюру изгибающих моментов в горизонтальной плоскости;
- построить эпюру крутящих моментов;
- определить положение опасного сечения;
- из расчета на прочность определить диаметр стержня в опасном сечении.

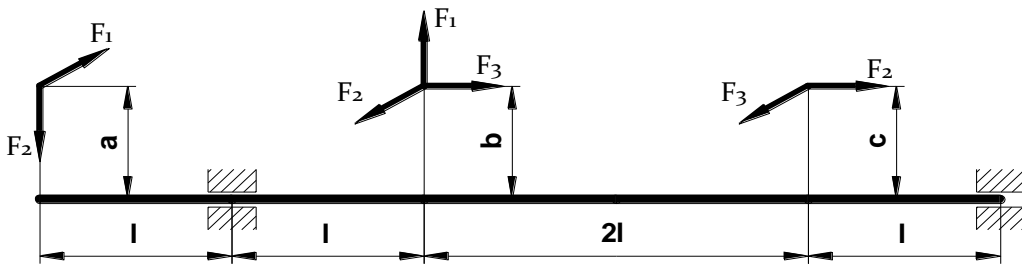
Данные для расчета взять из таблицы 11 в соответствии с заданным номером схемы и номером варианта рассчитываемого стержня.

Таблица 11

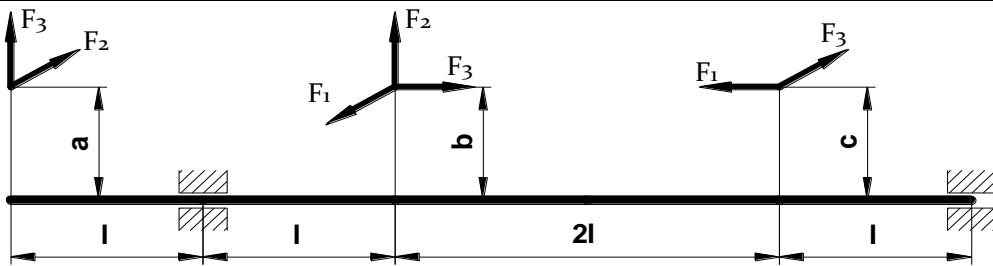
Исходные данные	В а р и а н т ы					
	1	2	3	4	5	6
F_1 , кН	36	18	26	-	16	42
F_2 , кН	22	30	15	28	-	24
F_3 , кН	20	44	32	18	25	-
l , м	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6
a , см	-	12	14	30	40	22
b , см	16	-	28	18	25	32
c , см	25	18	-	22	40	35
σ_T , МПа	320	500	300	350	290	550
n_T	1,7	1,8	1,6	1,5	1,4	1,9

Схемы к задаче №11

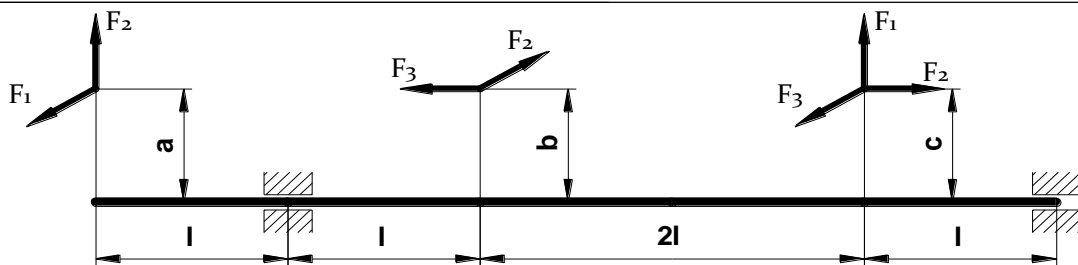
1



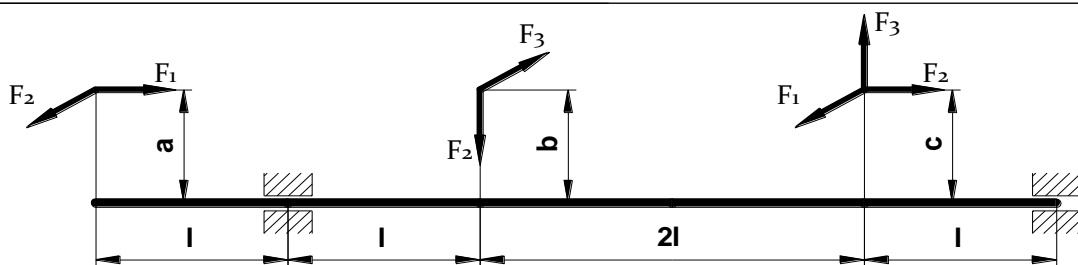
2



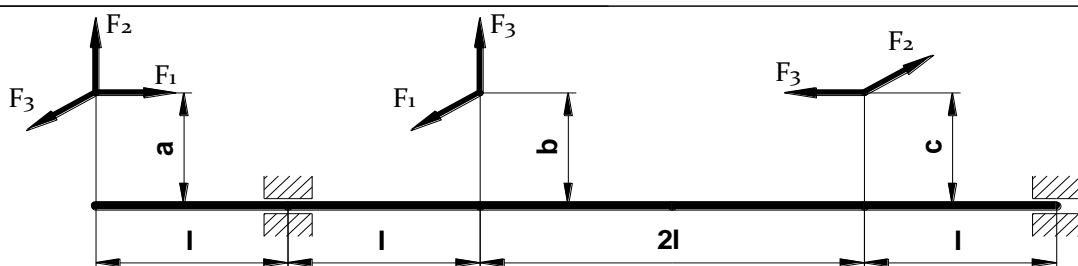
3



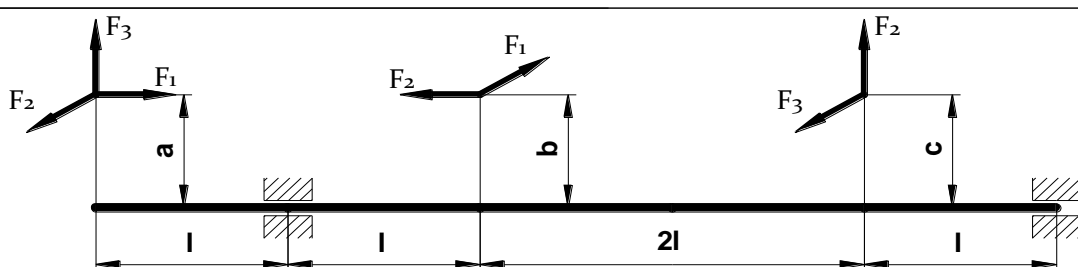
4



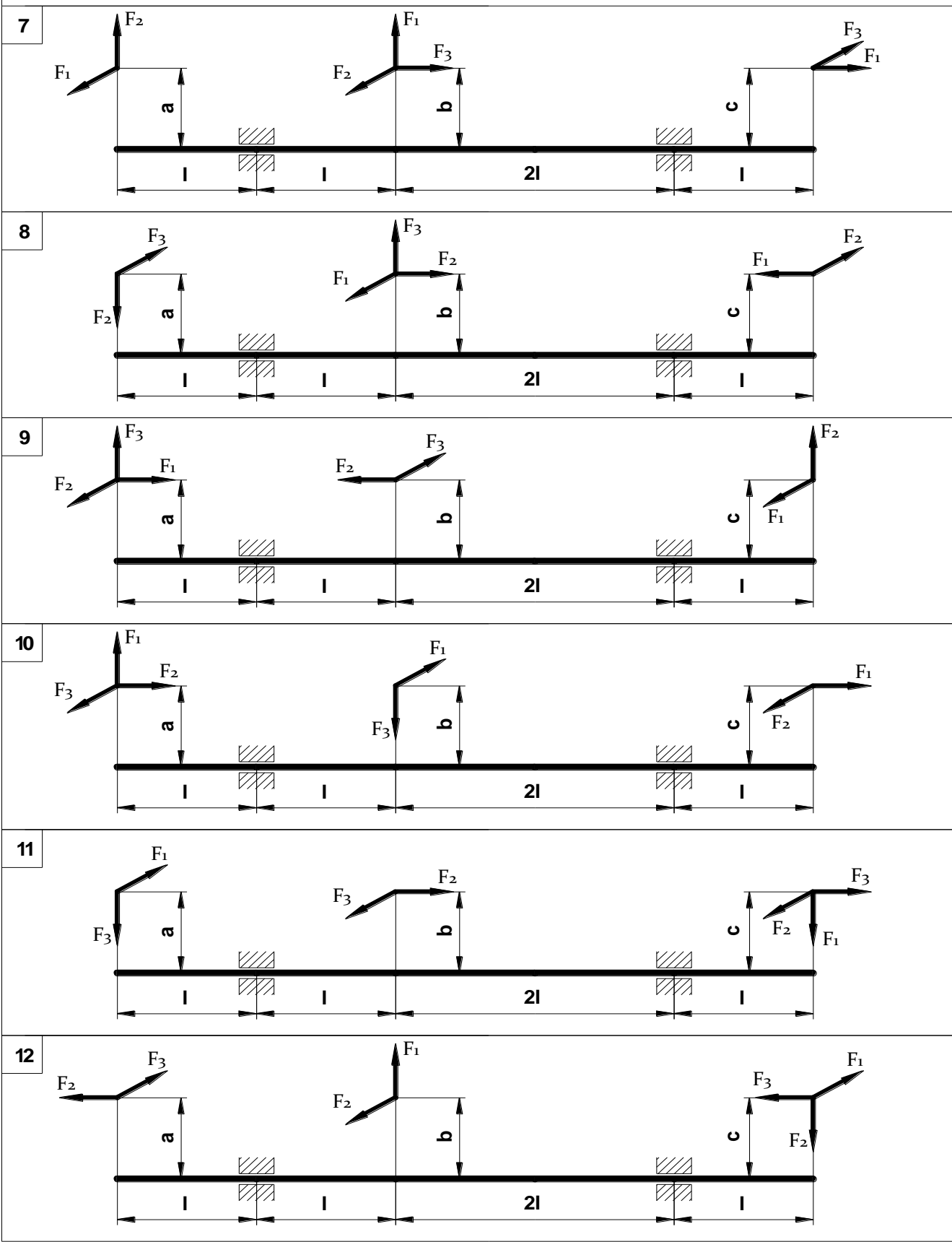
5



6

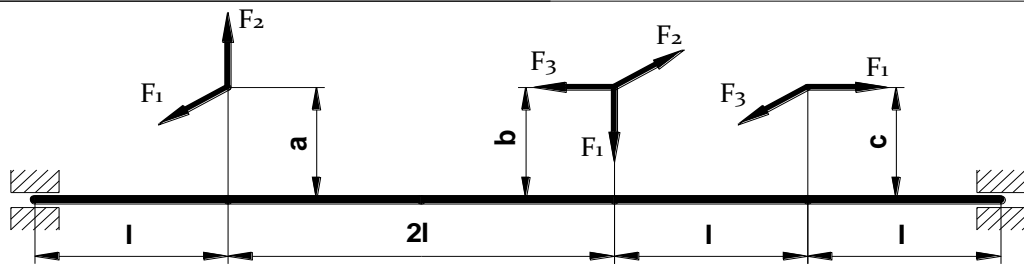


Схемы к задаче №11

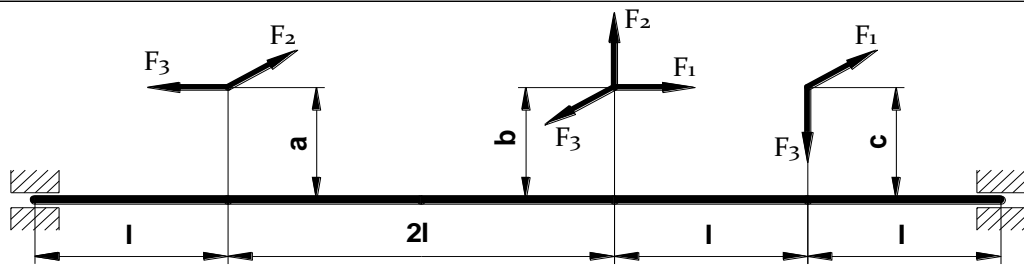


Схемы к задаче №11

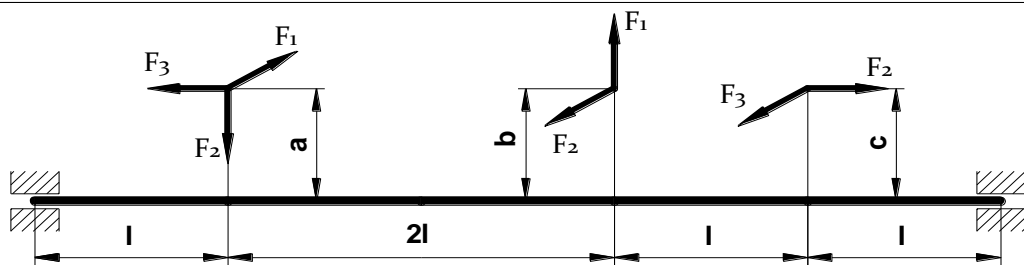
13



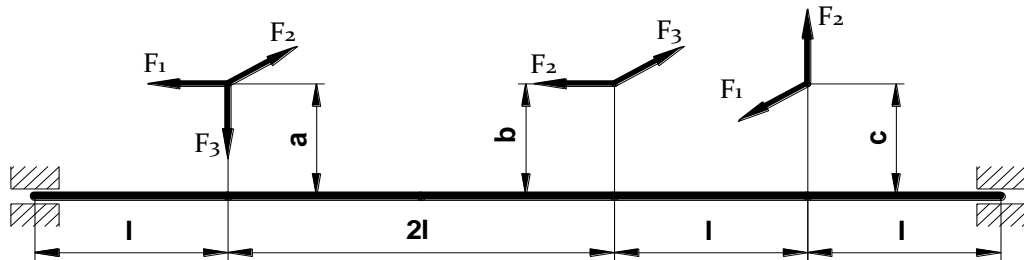
14



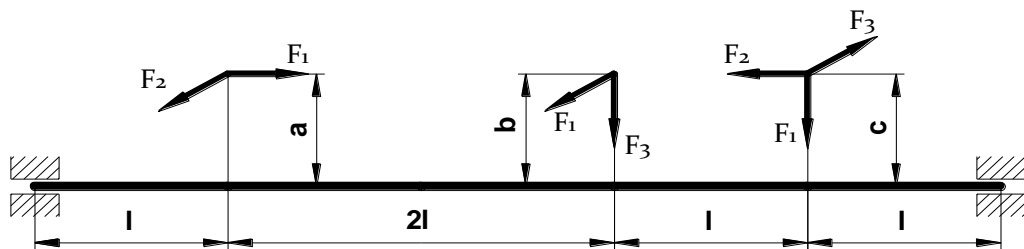
15



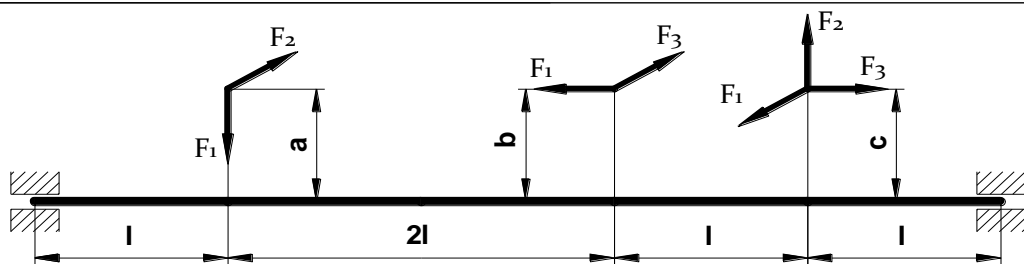
16



17

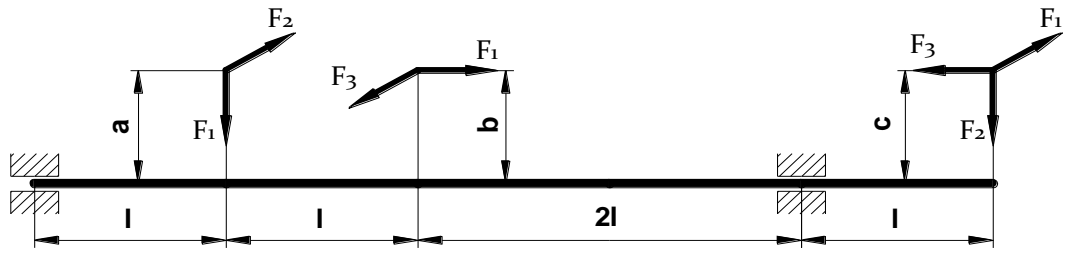


18

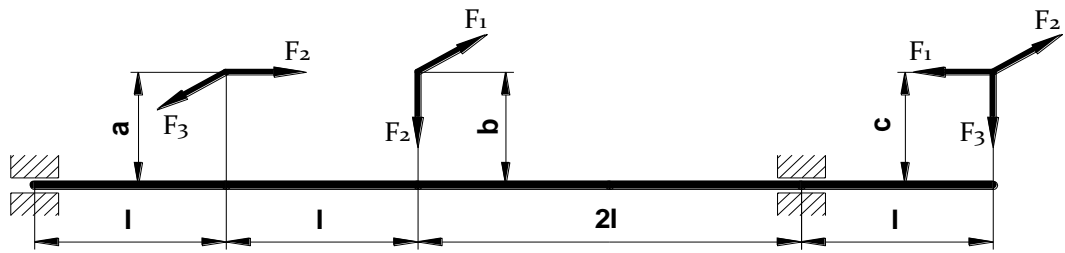


Схемы к задаче №11

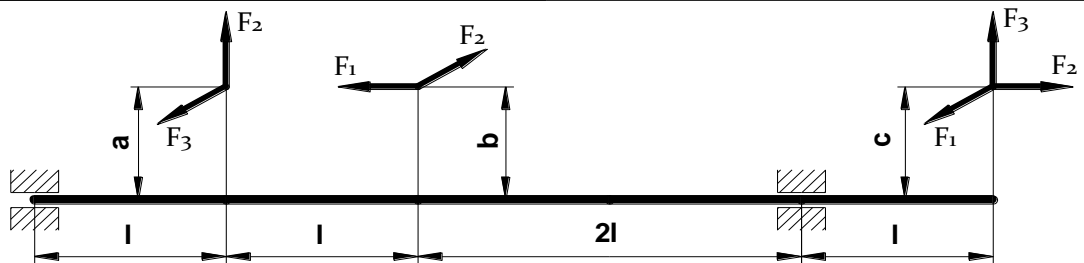
19



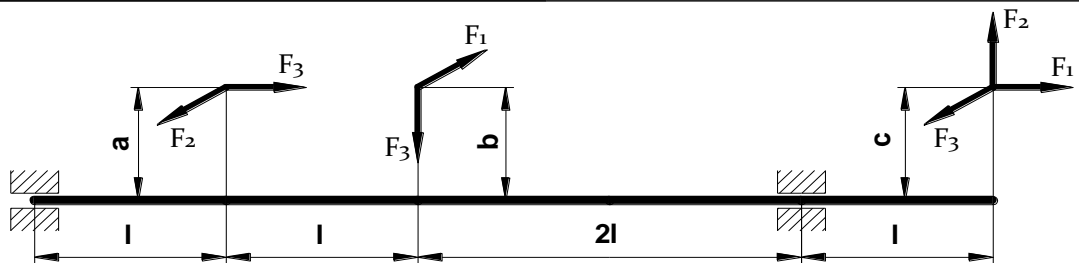
20



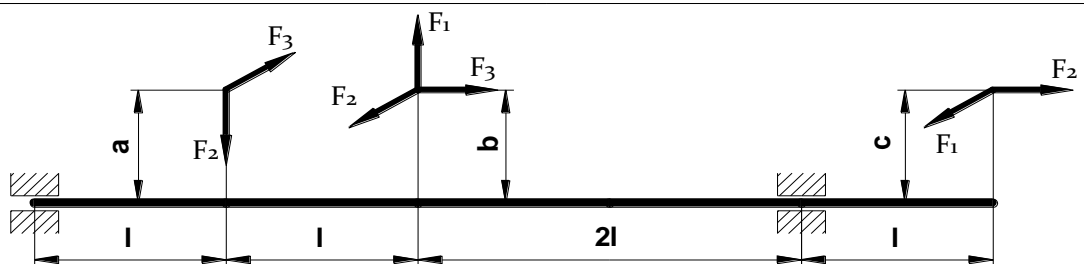
21



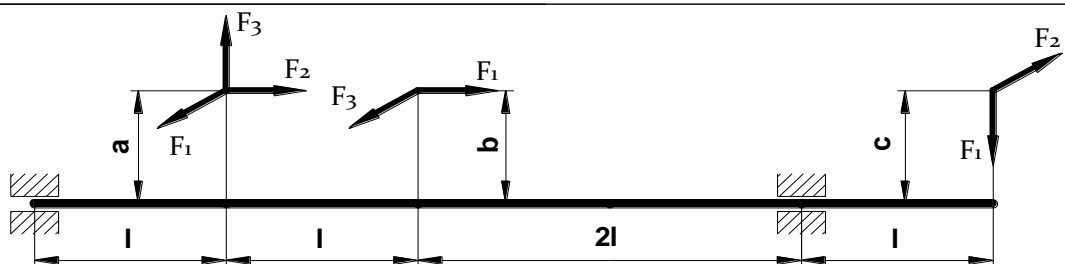
22



23

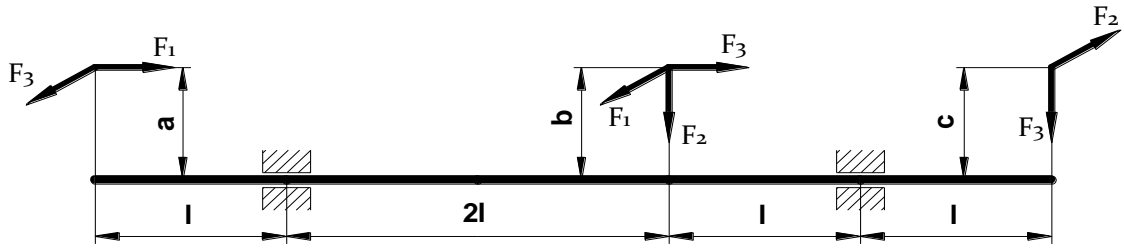


24

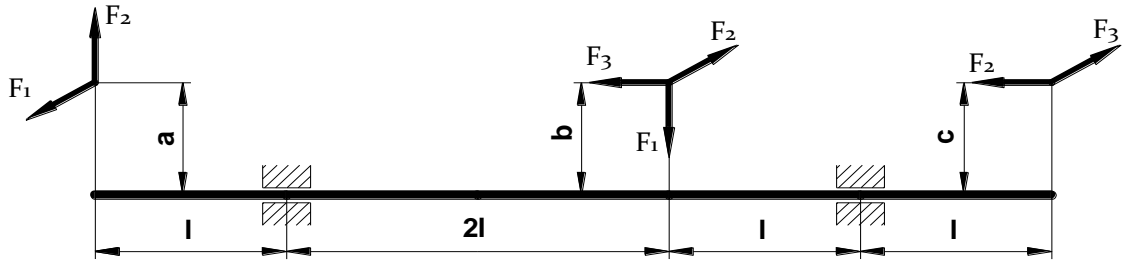


Схемы к задаче №11

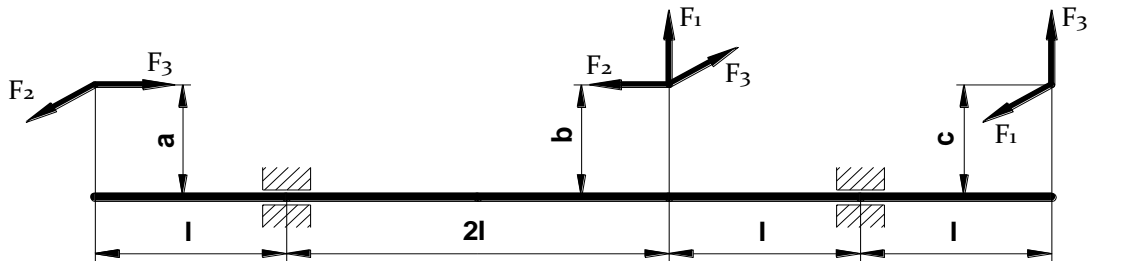
25



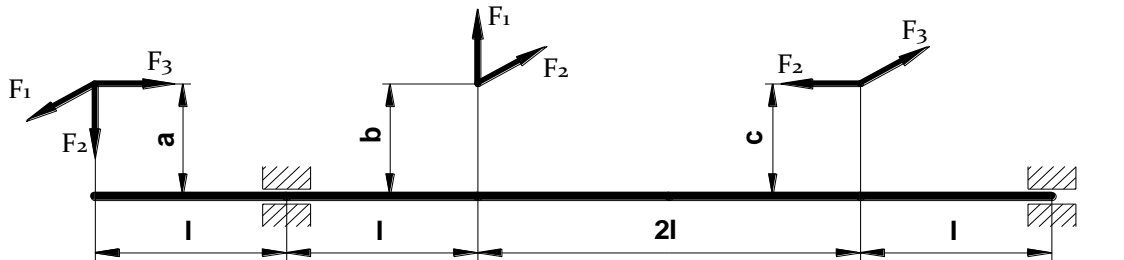
26



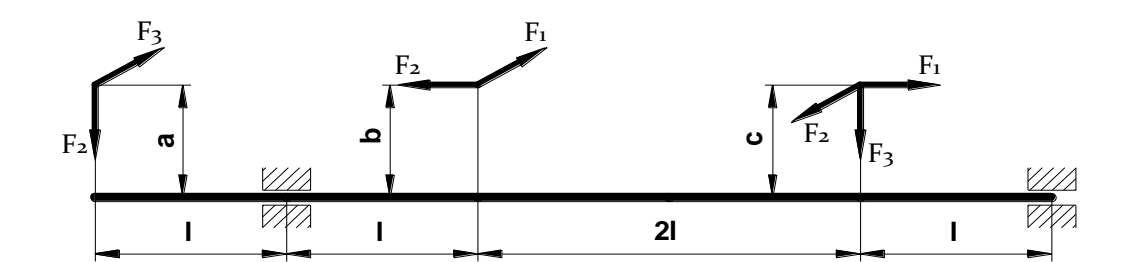
27



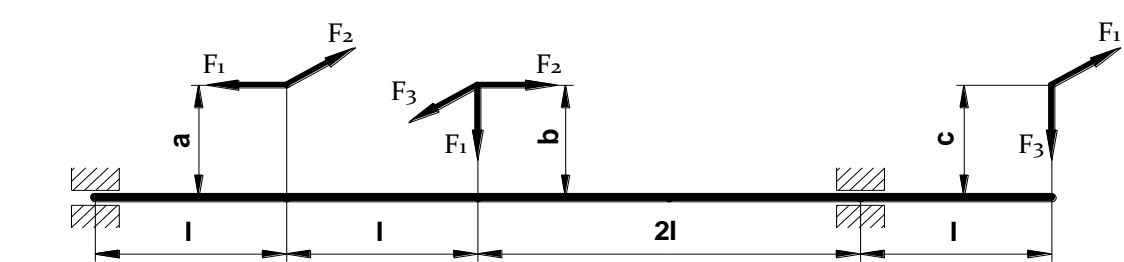
28



29

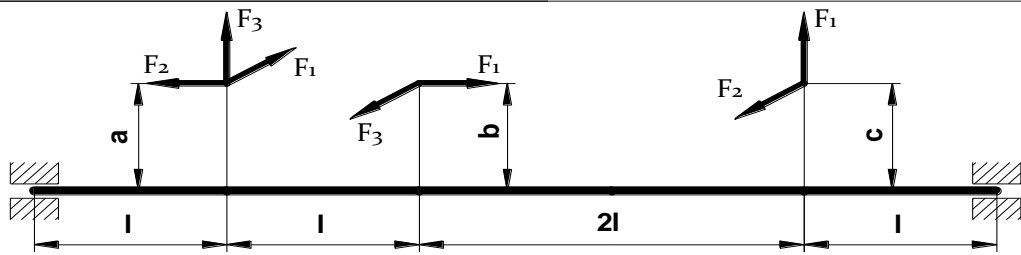


30

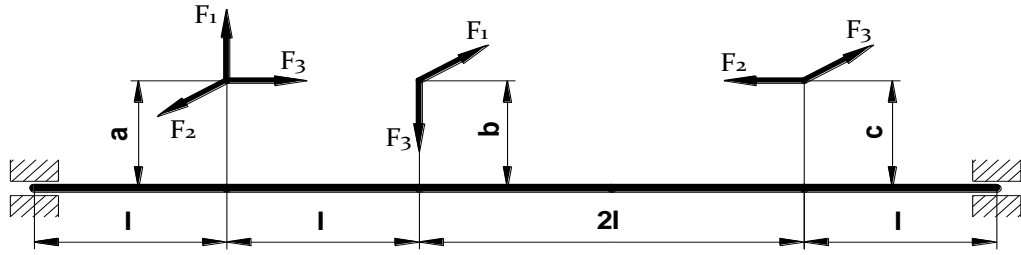


Схемы к задаче №11

31



32



Темплан 2009 г., поз.321

Технический редактор Бондаренко М.А.

Подписано в печать _____ Формат 60x90/16

Объем 3,25 п.л. Тираж 150 экз. Заказ №

Типография МГГУ. Москва, Ленинский проспект, 6