

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 30.05.2023 15:49:40
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра промышленного и гражданского строительства

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
«10» 02 (ЮЗГУ) 2022г.

**Задания к практическим занятиям и
самостоятельной работе по дисциплинам
«Основы технической механики», «Техническая механика»,
«Сопротивление материалов»**

Методические рекомендации для студентов технических
направлений и специальностей заочной и очно-заочной форм
обучения

Курск 2022

УДК 531

Составители: А.В. Масалов, А.Г. Колесников

Рецензент

Кандидат экономических наук, доцент Шлеенко А.В.

Задания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплинам «Основы технической механики», «Техническая механика», «Сопротивление материалов»: методические рекомендации для студентов технических направлений и специальностей заочной и очно-заочной форм обучения / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В. Масалов, А.Г. Колесников.- Курск, 2022.- 32с.

Излагаются задания к самостоятельной работе по дисциплинам «Основы технической механики», «Техническая механика», «Сопротивление материалов». На каждое задание приведены расчетная схема элемента конструкции и исходные данные для расчета.

Методические рекомендации предназначены для студентов технических направлений и специальностей, обучающихся на кафедре ПГС по заочной и очно-заочной формам обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Усл.Печ.Лист 1,86 .Уч.-изд.л 1,684. Тираж 50 экз. Заказ 860 Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Задача 1	5
Задача 2	8
Задача 3	11
Задача 4	13
Задача 5	16
Задача 6	19
Задача 7	23
Задача 8	25
Задача 9	27
Задача 10	30

ВВЕДЕНИЕ

Номера задач, входящих в состав контрольных определяются преподавателем.

Исходные данные для решения задач выбираются студентом из таблицы числовых данных в соответствии с его личным учебным шифром. Шифром считают две последние цифры номера зачетной книжки. Например, если номер зачетной книжки 718256, то учебным шифром будет 56.

Требования к выполнению и оформлению контрольной работы

1. Каждая работа выполняется в отдельной тетради школьного формата. Следует пронумеровать страницы и оставить поля для замечаний преподавателя.

2. На обложке тетради должны быть записаны шифр, фамилия, имя, отчество студента, предмет и номер работы.

3. Решение задач должно сопровождаться краткими пояснениями.

4. Чертежи следует выполнять карандашом с использованием чертежных инструментов, соблюдая масштаб.

5. В конце работы следует указать литературу, которой пользовался студент.

7. Студент должен письменно выполнить все указания преподавателя и ответить на замечания, сделанные преподавателем по работе.

8. Контрольные работы должны быть выполнены в срок (в соответствии с учебным планом). В период сессии работы на проверку не принимаются.

9. Работа, выполненная не по своему варианту, не зачитывается и возвращается без рецензии.

10. Студент, выполнивший все контрольные работы, допускается к экзамену (зачету).

11. Во время экзамена (зачета) зачтенные контрольные работы предоставляются преподавателю.

Задача 1

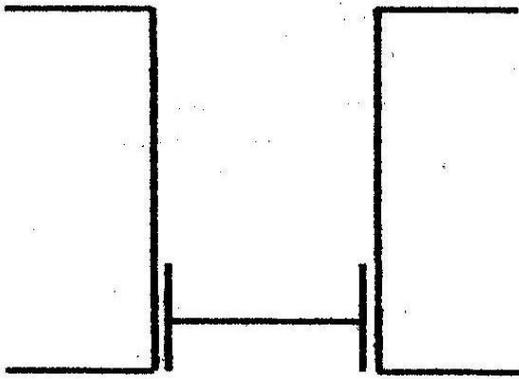
Для заданного в таблице 2 поперечного сечения требуется:

- определить положение центра тяжести сечения,
- вычислить величины главных центральных моментов инерции,
- вычертить в масштабе и указать на чертеже все оси и размеры, использующиеся в расчетах.

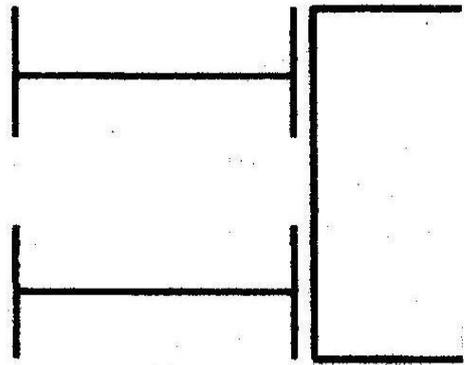
Таблица 2

Предп. цифра шифра	Номер профилей		Лист *10 ⁻³ м	Посл. цифра шифра (№ сечения по рис. 1)	Уголки	
	швеллер	двутавр			равнобокий	неравнобок.
1	20	18	400*20	1	100*100*10	110*70*8
2	30	20	300*20	2	50*50*5	125*80*10
3	18	24	400*40	3	70*70*8	140*90*10

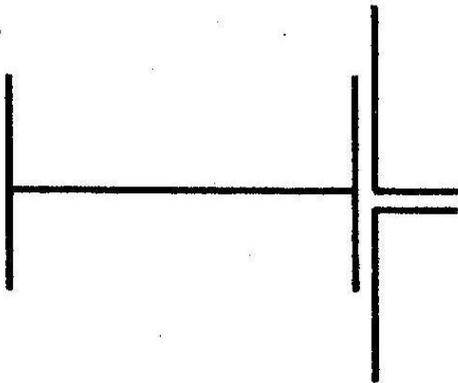
4	22	22	300*30	4	200*200*20	160*100*10
5	24	16	500*20	5	90*90*9	200*125*14
6	27	30	400*30	6	80*80*8	100*63*10
7	20	18	500*40	7	125*125*10	180*110*10
8	18	20	300*20	8	160*160*14	80*50*6
9	22	16	500*30	9	110*110*8	75*50*8
0	30	24	400*30	0	140*140*10	70*45*5



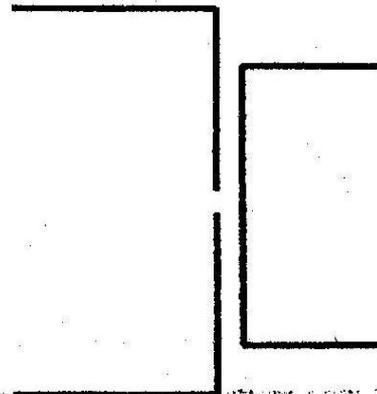
1



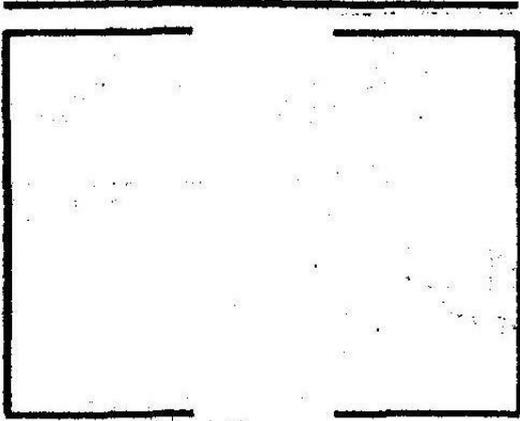
2



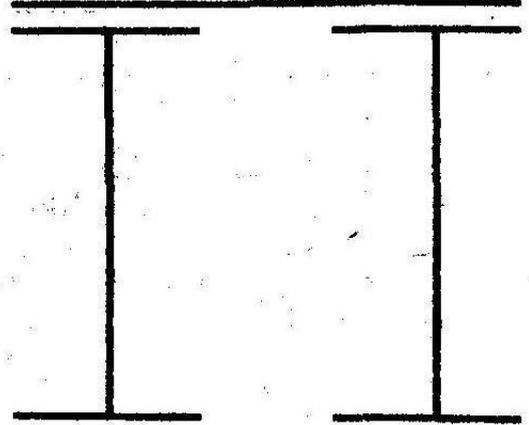
3



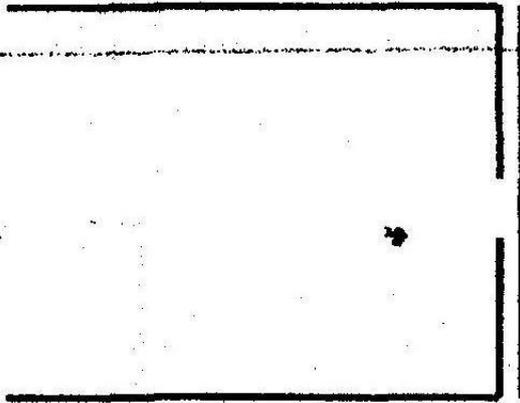
4



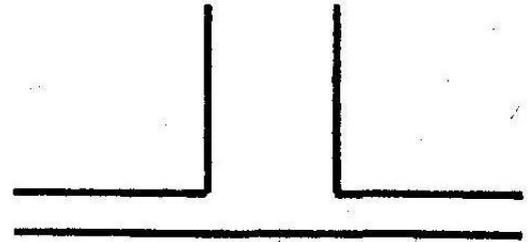
5



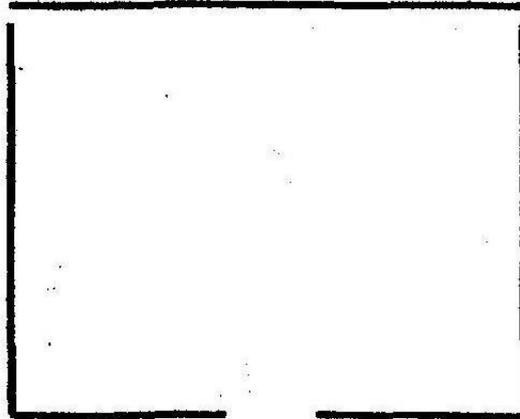
6



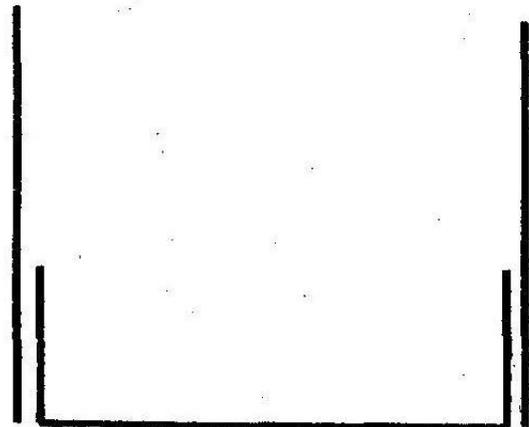
7



8



9



0

Рисунок 1

Задача 2

По исходным данным, выбранным из таблиц 3 и 4, вычертить в масштабе расчетную схему. Нагрузка приложена вдоль оси стержня $0-0^1$, и если числовое значение имеет знак „-“, то на расчетной схеме ее направление должно быть противоположно указанному в варианте нагружения по рисунку 2.

Для полученной расчетной схемы требуется:

- построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений,
- из условия прочности в опасном сечении определить размеры поперечных сечений каждой ступени,
- определить линейное перемещение заданного сечения.

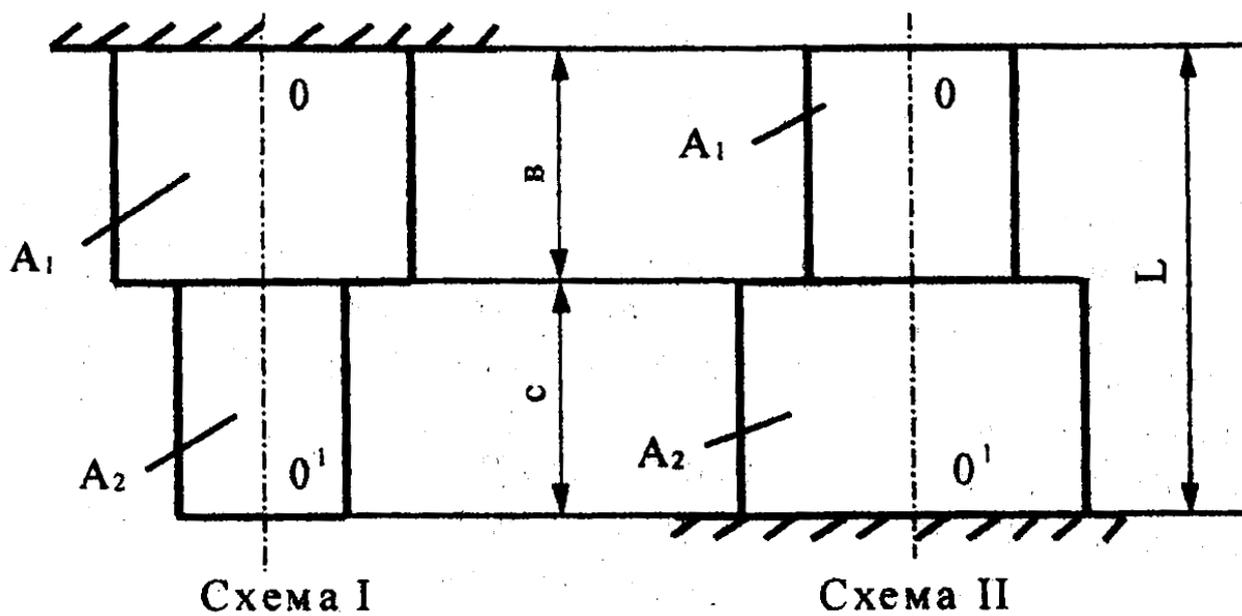
Для всех вариантов принять $a=0,5$ м, $q=10$ кН/м, $E=2 \cdot 10^5$ МПа. Студенты строительных специальностей принимают $R=210$ МПа, машиностроительных $[\sigma]=160$ МПа.

Таблица 3

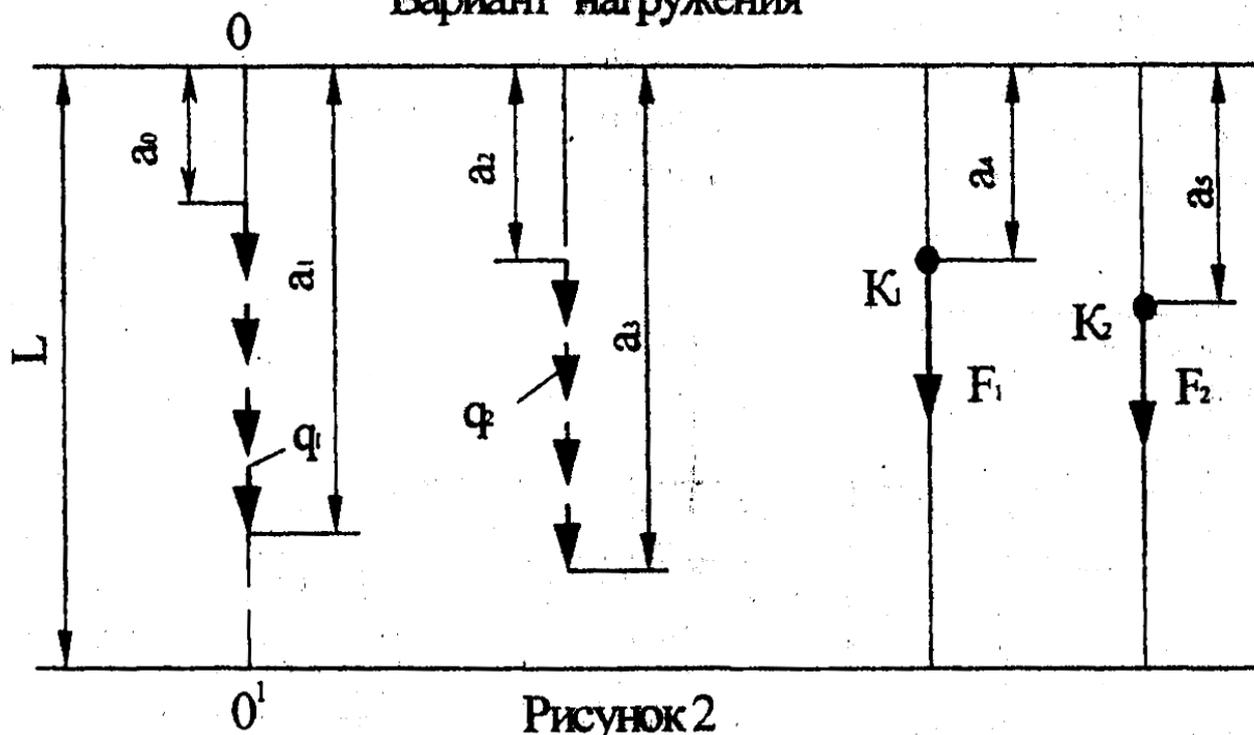
Предпос. цифра шифра	A_2	q_1	q_2	F_1	F_2	Поперечное сечение	Перемещ. сечения
1	2A	q	2q	-2qa	qa	круглое	K_1
2	A	2q	-q	2qa	-3qa	квадратное	K_2
3	A	-q	-2q	3qa	2qa	прям. $h/b=2$	K_2
4	A	q	2q	3qa	-2qa	круглое	K_1
5	2A	-2q	q	qa	3qa	квадратное	K_1
6	A	2q	2q	qa	-3qa	прям. $h/b=3$	K_2
7	A	q	-2q	-qa	2qa	круглое	K_2
8	2A	-2q	2q	-3qa	3qa	квадратное	K_1
9	A	-q	-q	-2qa	2qa	прям. $h/b=1,5$	K_1
0	A	-q	-2q	qa	-2qa	квадратное	K_2

Таблица 4

Последняя цифра шифра	N схемы	A_1	B	C	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
1	I	3A	a	5a	0	a	3a	6a	a	6a
2	II	2A	2a	4a	2a	3a	0	a	0	3a
3	I	4A	3a	3a	a	3a	3a	4a	4a	6a
4	II	4A	4a	2a	5a	6a	0	4a	3a	0
5	I	3A	5a	a	a	4a	5a	6a	6a	5a
6	II	2A	3a	3a	3a	5a	a	3a	0	a
7	I	3A	4a	2a	2a	4a	0	a	6a	4a
8	II	2A	5a	a	3a	5a	0	2a	0	5a
9	I	4A	2a	4a	0	2a	4a	6a	2a	6a
10	II	3A	a	5a	0	a	3a	6a	4a	0



Вариант нагружения



Задача 3

По исходным данным, выбранным из таблиц 5 и 6, вычертить в масштабе расчетную схему. Нагрузка расположена вдоль оси стержня. 0-0¹, и если числовое значение имеет знак „-“, то на расчетной схеме ее направление должно быть противоположно указанному в варианте нагружения по рисунку 3.

Для полученной расчетной схемы требуется:

- построить эпюру крутящих моментов и определить в общем виде значения максимальных касательных напряжений в опасных сечениях каждого участка,
- из условия прочности в опасном сечении стержня определить размеры поперечных сечений каждой ступени,
- определить угол поворота заданного сечения.

Для всех вариантов принять: $a=0,5\text{м}$, $t_e=10\text{кНм/м}$, $G=8\cdot 10^4\text{МПа}$, студенты строительных специальностей принимают $R_r=100\text{МПа}$, машиностроительных $[\tau]=80\text{МПа}$.

Таблица 5

Предпоследняя цифра шифра	d_2	t_{e1}	t_{e2}	T_{e1}	T_{e2}	Угол поворота сечения
1	1,5d	2 t_e	t_e	2 $t_e a$	-3 $t_e a$	K_1
2	2d	- t_e	-2 t_e	3 $t_e a$	2 $t_e a$	K_2
3	d	-2 t_e	t_e	- $t_e a$	2 $t_e a$	K_3
4	d	t_e	2 t_e	-2 $t_e a$	- $t_e a$	K_3
5	1,5d	2 t_e	2 t_e	-3 $t_e a$	- $t_e a$	K_2
6	2d	- t_e	- t_e	2 $t_e a$	2 $t_e a$	K_1
7	d	t_e	t_e	-2 $t_e a$	2 $t_e a$	K_1
8	1,5d	-2 t_e	-2 t_e	3 $t_e a$	$t_e a$	K_2
9	d	t_e	- t_e	$t_e a$	$t_e a$	K_3
0	2d	2 t_e	- t_e	2 $t_e a$	$t_e a$	K_3

Таблица 6

Последняя цифра шифра	N схемы	d_1	b	c	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
1	I	d	$2a$	$4a$	0	a	$2a$	$5a$	$5a$	$6a$
2	II	$1,5d$	a	$5a$	0	$2a$	$4a$	$5a$	a	0
3	I	$2d$	$4a$	$2a$	a	$3a$	$4a$	$6a$	$3a$	$4a$
4	II	$1,5d$	$3a$	$3a$	$3a$	$4a$	0	$3a$	$4a$	$3a$
5	I	d	$3a$	$3a$	0	$2a$	$3a$	$5a$	$3a$	$6a$
6	II	d	$5a$	a	a	$4a$	$5a$	$6a$	0	$5a$
7	I	$1,5d$	$5a$	a	$2a$	$3a$	$4a$	$5a$	$6a$	$2a$
8	II	d	$4a$	$2a$	a	$4a$	$4a$	$5a$	a	0
9	I	d	a	$5a$	0	a	$3a$	$5a$	$6a$	a
10	II	$2d$	$2a$	$4a$	a	$2a$	$4a$	$5a$	0	$2a$

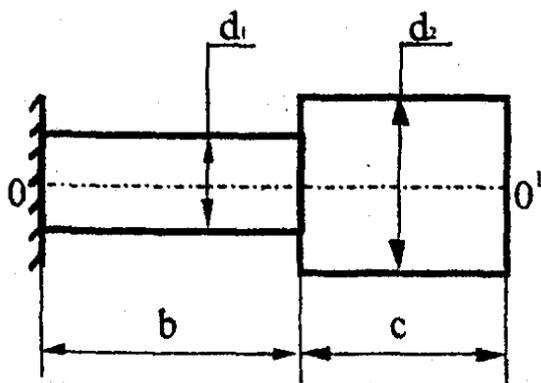


Схема I

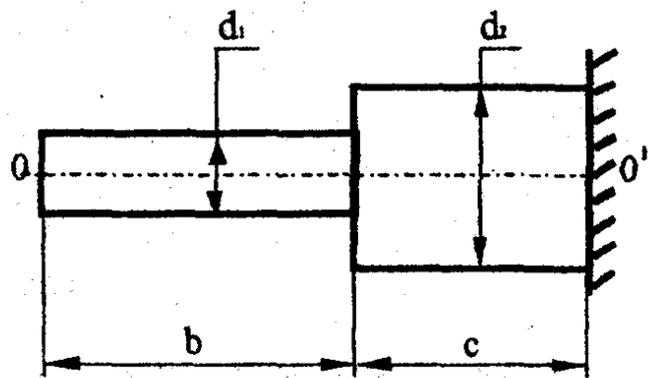


Схема II

Вариант нагружения

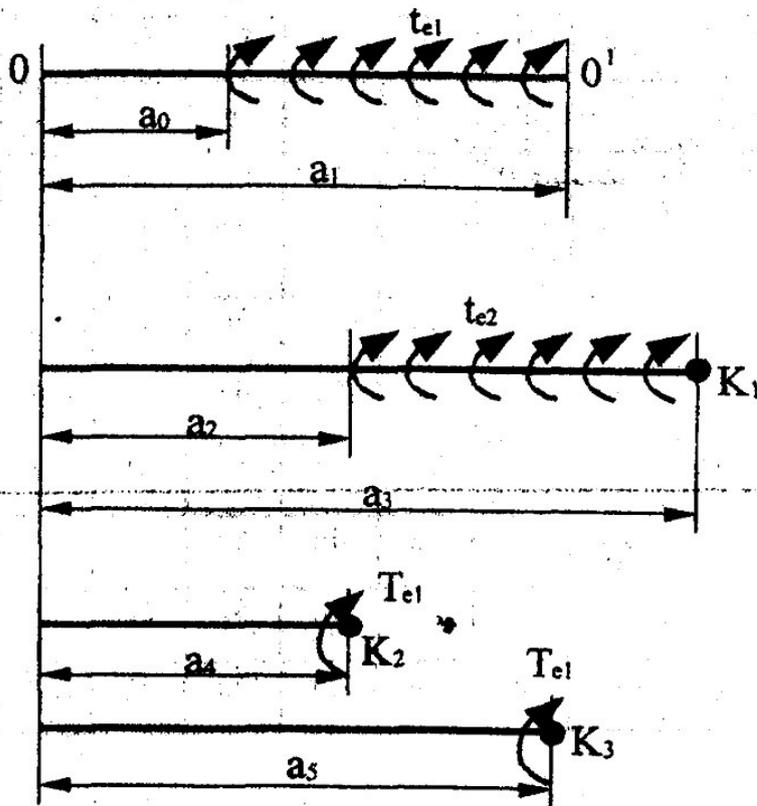


Рисунок 3

Задача 4

По исходным данным, выбранным из таблиц 7 и 8, вычертить в масштабе расчетную схему. Нагрузка расположена перпендикулярно оси балки, и если числовое значение имеет знак „-“, то на расчетной схеме ее направление должно быть противоположно указанному в варианте нагружения по рисунку 4.

Для полученной расчетной схемы требуется:

- построить эпюры Q и M , записав для каждого участка выражения внутренних усилий в общем виде,

- из условия прочности в опасном сечении подобрать поперечное сечение,

- определить перемещение заданного сечения.

Для всех вариантов принять $a=0,5\text{м}$, $q=10\text{кН/м}$, $E=2\cdot 10^5\text{МПа}$, студентам строительных специальностей принять $R=210\text{МПа}$, машиностроительных $[\sigma]=160\text{МПа}$.

Таблица 7

Предп. цифра шифра	с	q_1	q_2	F_1	F_2	M_c	Поп. сеч.	Перемещение	
								про-гиб	угол повор.
1	10а	q	0	0	qa	qa^2	I	K_1	
2	8а	0	-2q	qa	0	$-qa^2$	II		K_2
3	9а	2q	0	0	-3qa	$2qa^2$		K_3	
4	10а	0	2q	-2qa	0	$-4qa^2$			K_1
5	10а	-2q	0	3qa	0	$3qa^2$	I	K_2	
6	8а	0	-q	0	2qa	$-2qa^2$	II		K_3
7	9а	-q	0	-3qa	0	$2qa^2$		K_1	
8	10а	0	q	0	2qa	$-2qa^2$			K_2
9	8а	2q	0	-2qa	0	qa^2	I	K_1	
0	9а	0	-2q	4qa	0	$-3qa^2$	II		K_3

Таблица 8

Последняя цифра шифра	N схемы	b	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
1	I	0	a	4a	6a	10a	5a	a	4a
2	II	0	0	3a	7a	9a	0	7a	9a
3	III	2a	2a	6a	7a	10a	0	7a	10a
4	III	a	0	4a	9a	10a	4a	9a	0
5	II	0	6a	9a	0	3a	7a	0	6a
6	I	0	4a	10a	0	2a	5a	2a	10a
7	I	0	0	6a	7a	10a	3a	6a	10a
8	II	0	5a	10a	0	4a	2a	0	5a
9	III	2a	0	4a	7a	10a	0	4a	10a
10	III	0	2a	4a	7a	10a	4a	7a	0

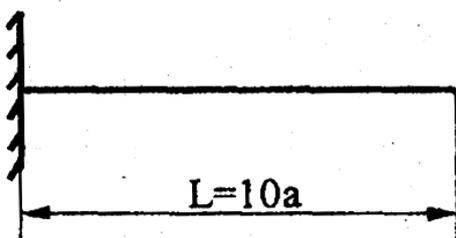


Схема I

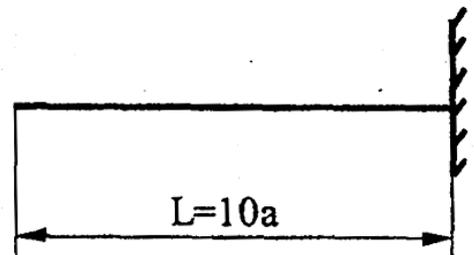


Схема II

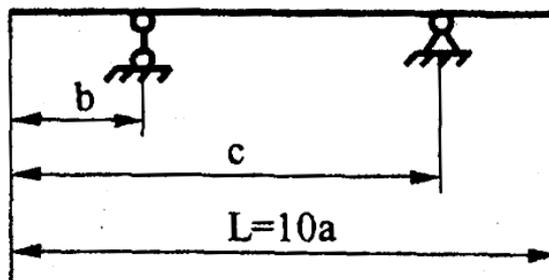


Схема III

Вариант нагружения

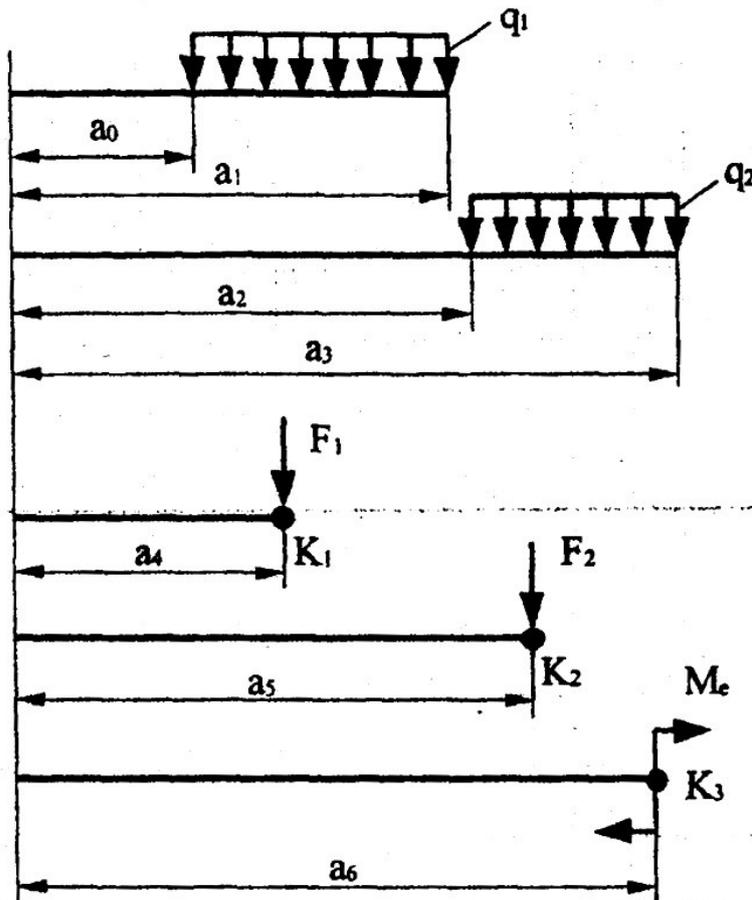


Рисунок 4

Задача 5

Короткий чугунный стержень, поперечное сечение которого изображено на рисунке 5, сжимается силой F_1 и растягивается силой F_2 , приложенными в точках, указанных в таблице 9.

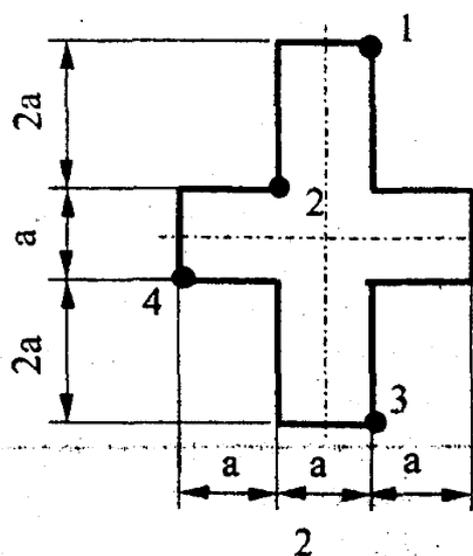
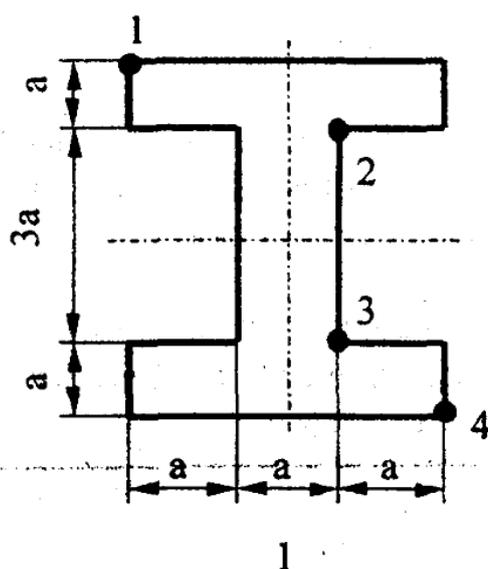
Требуется:

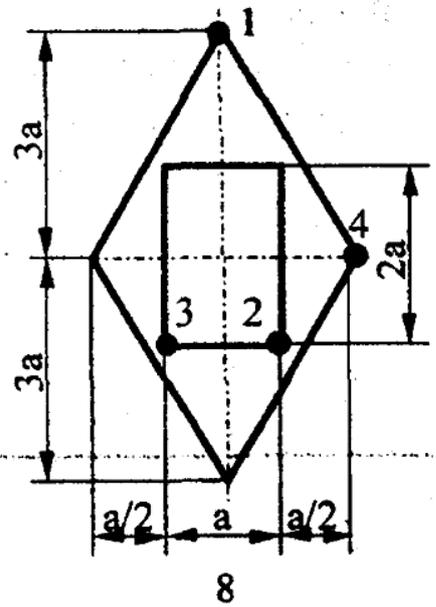
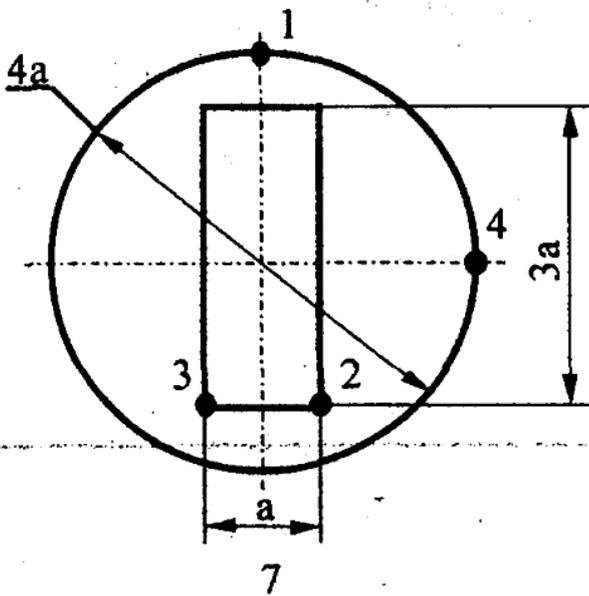
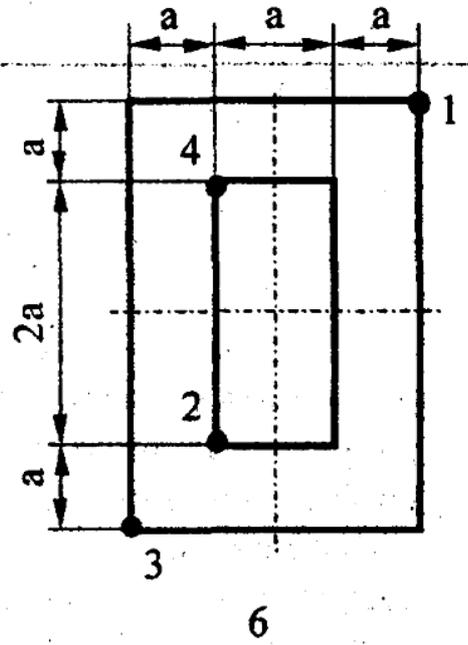
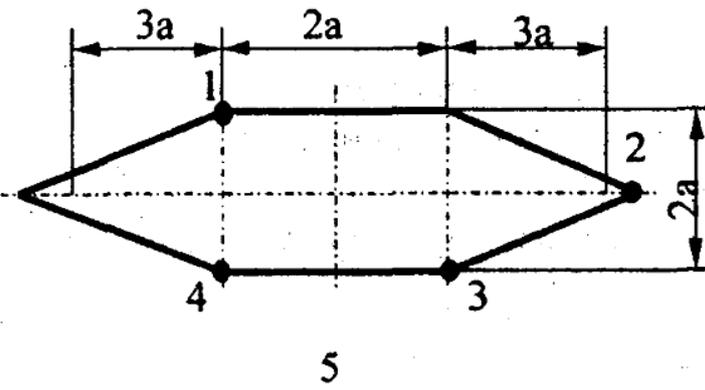
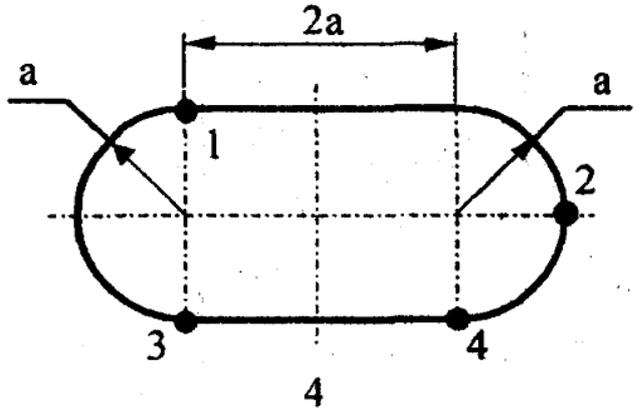
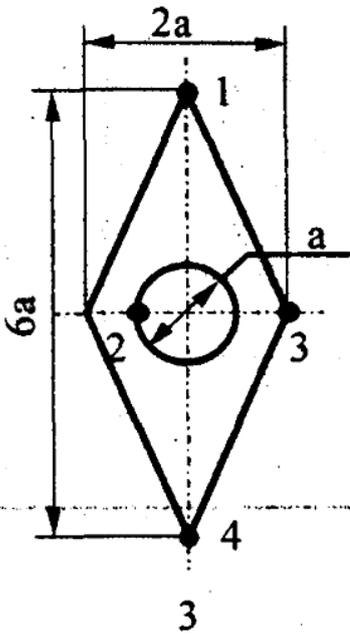
- вычислить наибольшее растягивающее и сжимающее напряжение в поперечном сечении, выразив их через F и размеры поперечного сечения,
- найти расчетную нагрузку,
- построить ядро сечения.

Данные выбрать из таблицы 9.

Таблица 9

Предп. цифра шифра	Нагрузка F_1		a $\cdot 10^{-2}$ м	R_p мПа	Последн. цифра шифра (форма сечения)	Нагрузка F_2		R_c мПа
	знач.	точка прилож.				знач.	точка прилож.	
1	2F	1	5	20	1	F	3	100
2	3F	4	6	21	2	2F	2	120
3	2F	4	4	22	3	3F	3	130
4	3F	1	3	23	4	2F	2	140
5	F	1	2	24	5	F	3	150
6	3F	4	3	25	6	F	2	60
7	F	4	4	26	7	2F	3	80
8	2F	1	5	27	8	3F	2	90
9	F	1	6	28	9	2F	3	70
0	2F	4	3	30	0	F	2	100





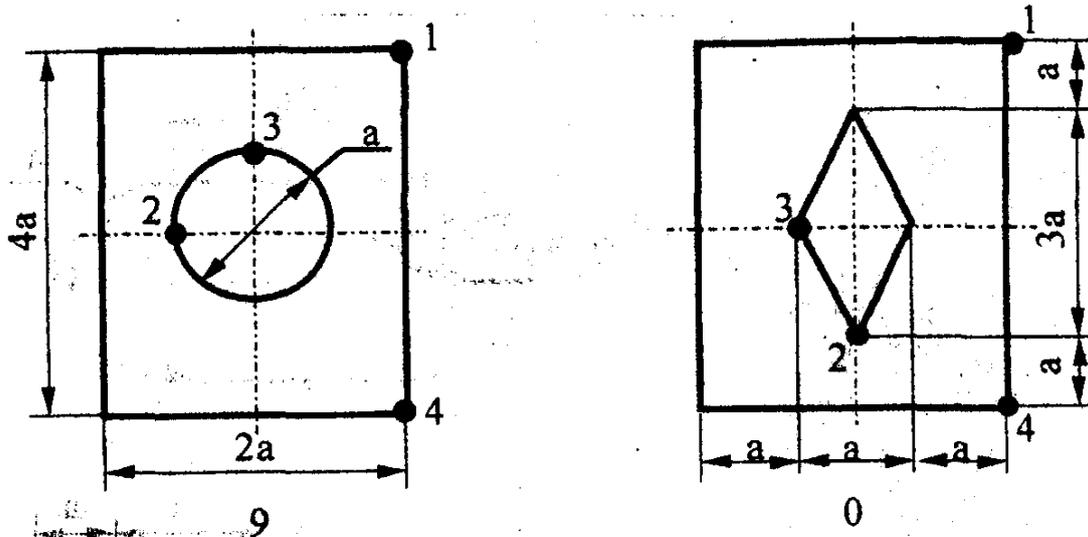


Рисунок 5

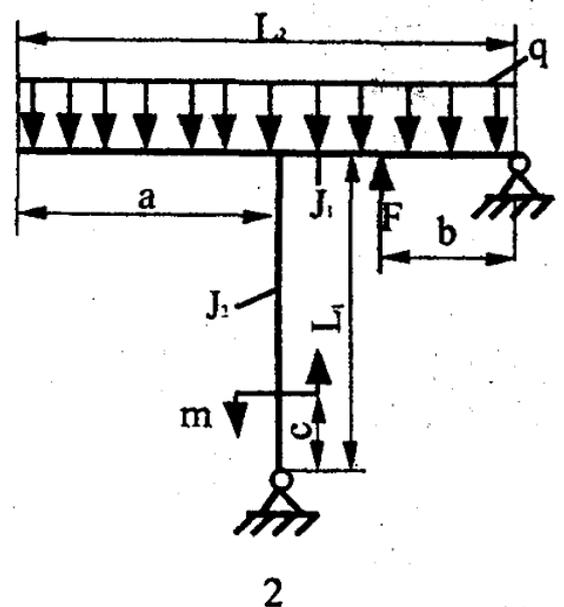
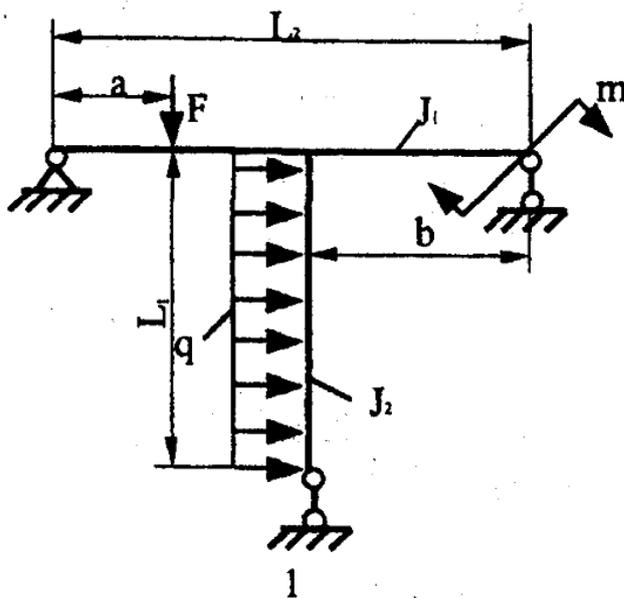
Задача 6

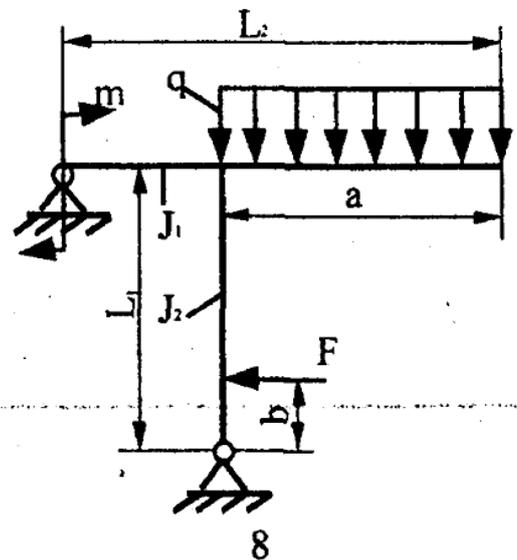
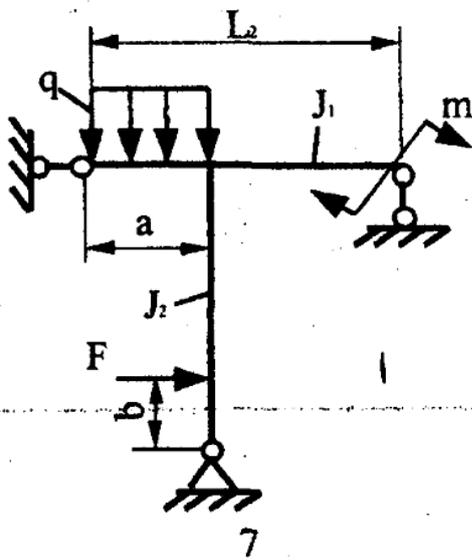
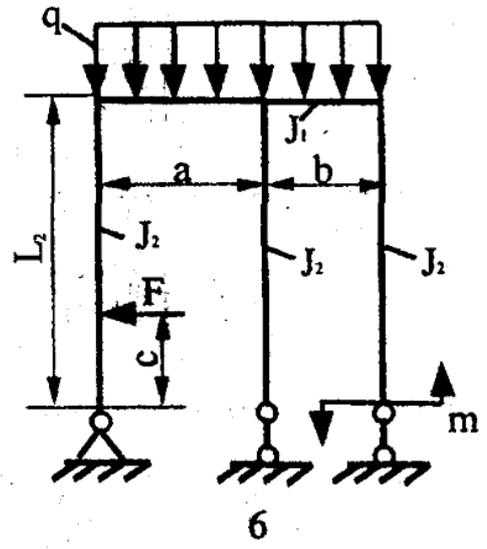
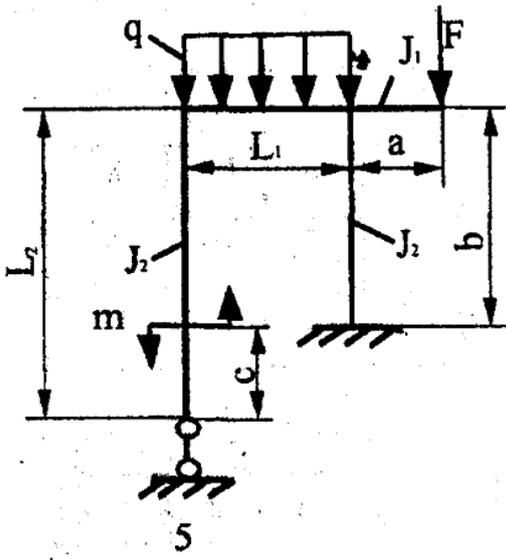
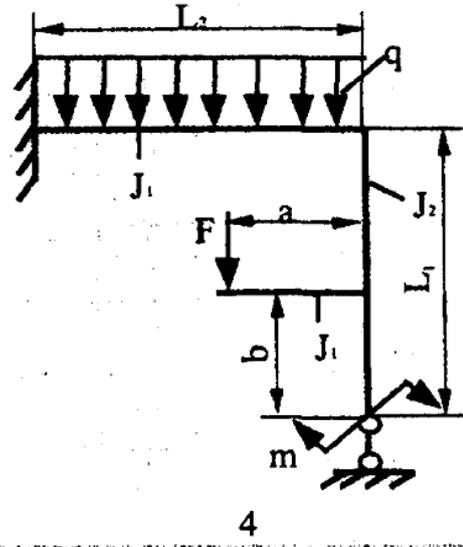
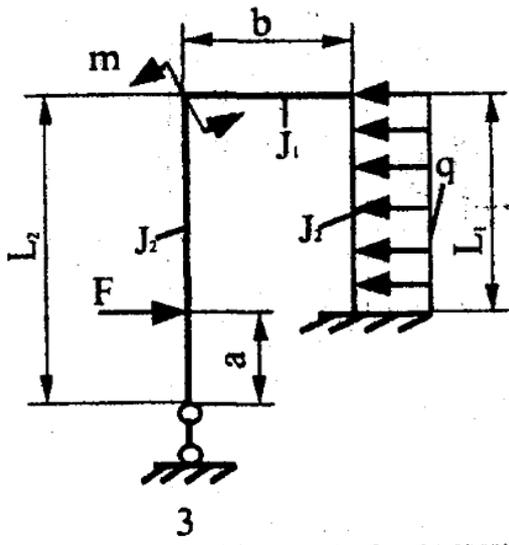
Для заданной рамы по рисунку 6 требуется:

- установить степень статической неопределимости,
 - выбрать основную систему,
 - записать каноническое уравнение и определить необходимые коэффициенты,
 - построить эп.М, эп. Q и эп. N,
 - провести деформационную проверку,
 - определить размеры сечений, если стойка выполнена из трубы $d/D=0,8$, а ригель из двутаврового профиля.
- Для всех вариантов принять $L_1=5L$, $L_2=7L$, $[\sigma]=160\text{МПа}$. Данные выбрать из таблицы 10.

Таблица 10

Предпос. цифра шифра	a	b	c	J_1/J_2	Последн. цифра шифра (схема по рис.6)	q кН/ м	L м	F qL	m QL ₂
1	2L	L	3L	2	1	8	0,6	10	6
2	3L	2L	L	3	2	6	0,8	8	10
3	2L	3L	2L	4	3	4	1,0	12	8
4	3L	L	3L	6	4	2	1,2	10	6
5	2L	2L	L	2	5	10	0,6	6	10
6	3L	3L	2L	3	6	8	0,8	8	8
7	2L	L	3L	4	7	6	1,0	8	10
8	3L	2L	L	6	8	4	0,8	10	8
9	2L	3L	2L	2	9	2	1,2	10	6
0	3L	L	3L	3	0	10	0,6	6	10





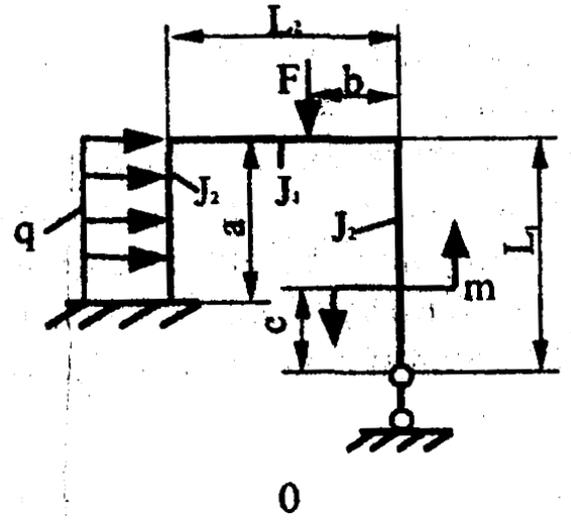
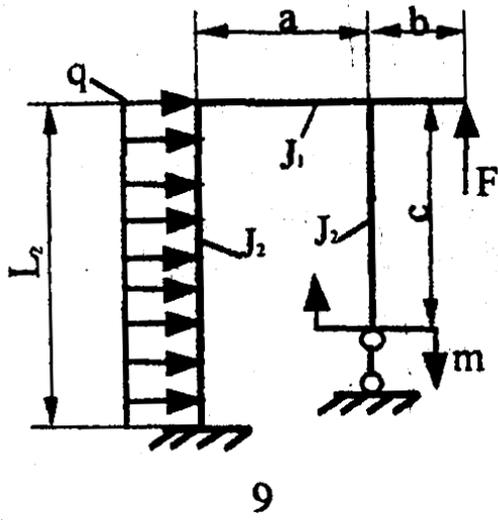


Рисунок 6

Задача 7

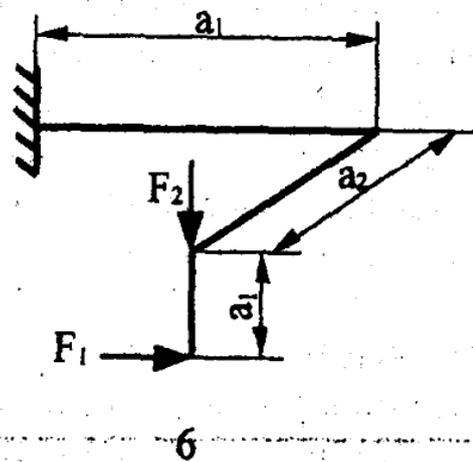
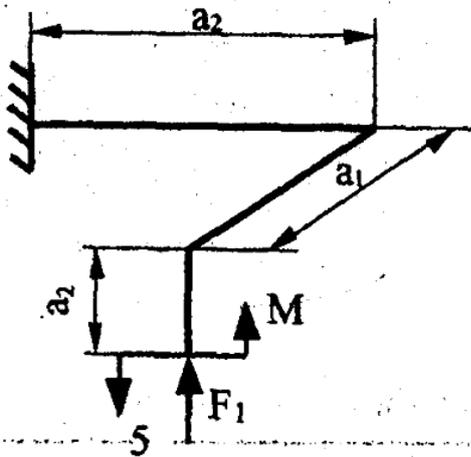
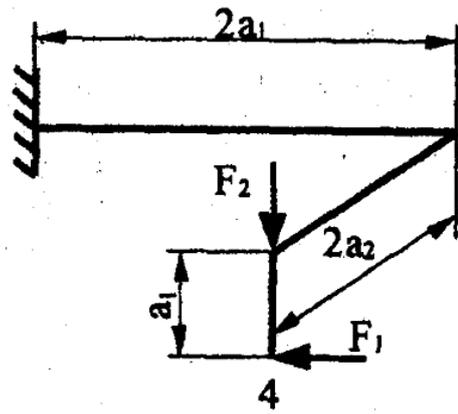
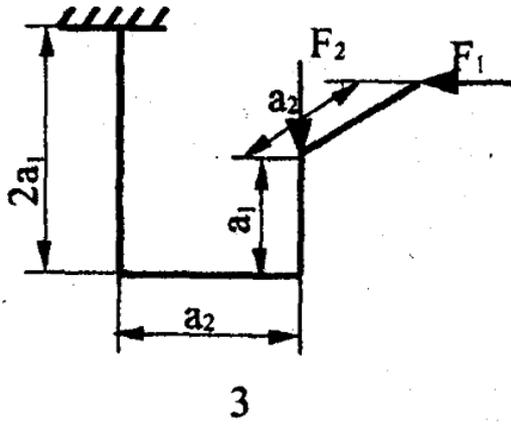
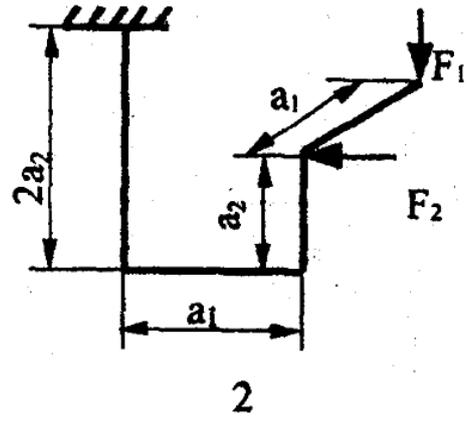
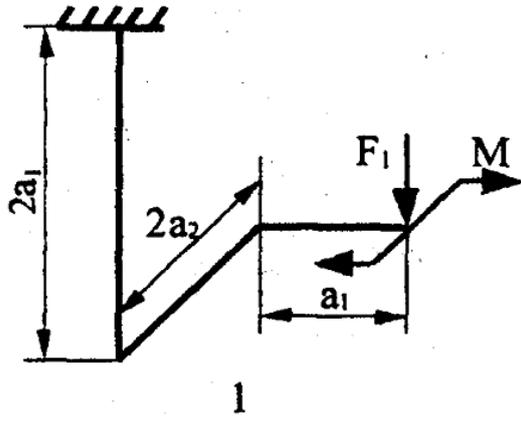
Для заданного пространственного бруса по рисунку 7 требуется:

- построить эпюры крутящих и изгибающих моментов,
- для каждого участка бруса определить опасное сечение,
- подобрать поперечное сечение бруса трубчатого профиля ($d/D=0,8$) по третьей гипотезе предельных состояний.

Исходные данные выбрать из таблицы 11.

Таблица 11

Предпол. цифра шифра	a_1 м	F_1 кН	M кН/м	Последняя цифра шифра (номер схемы)	a_2 м	F_2 кН	R МПа
1	2	4	1	1	1	2	300
2	3	2	3	2	2	3	200
3	4	3	4	3	3	1	250
4	1	4	2	4	4	4	200
5	2	1	4	5	1	3	300
6	3	2	3	6	2	1	250
7	4	3	2	7	3	2	200
8	1	4	1	8	4	1	300
9	2	3	4	9	3	4	250
0	3	2	1	0	2	3	200



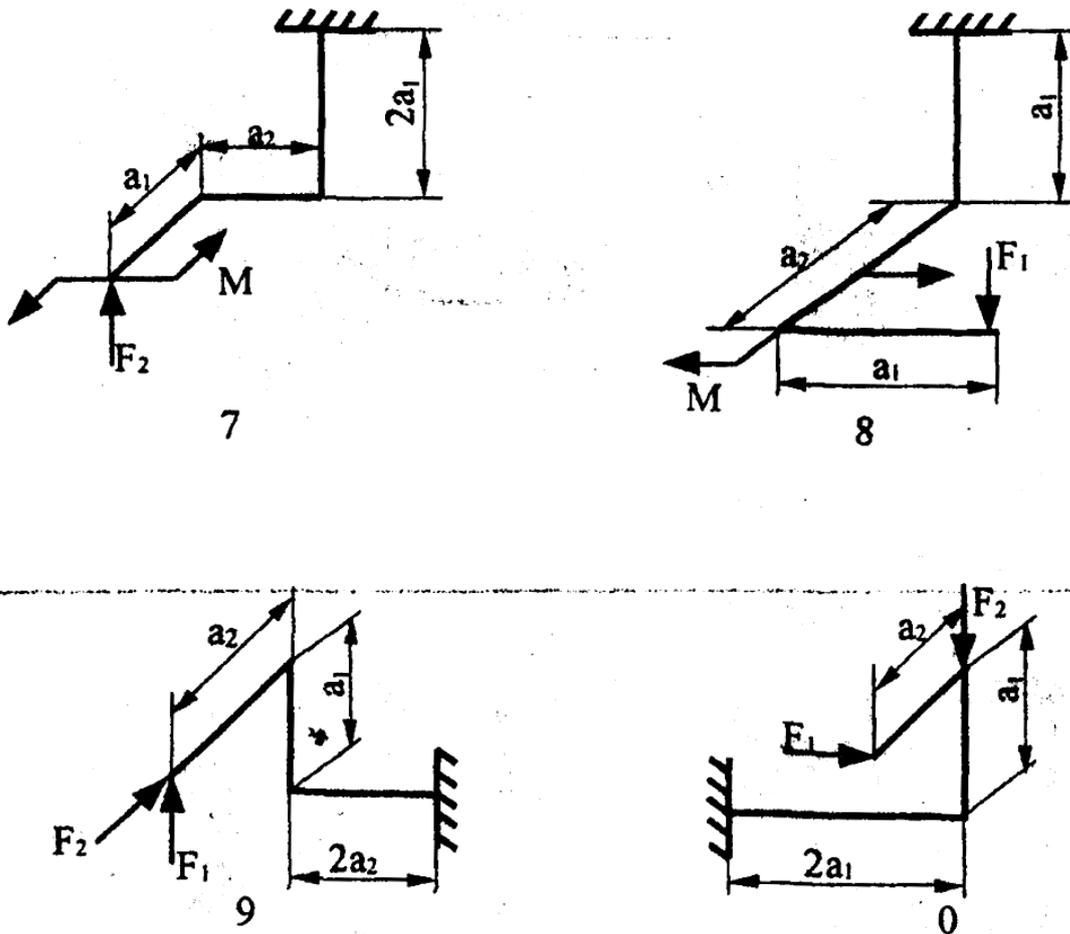


Рисунок 7

Задача 8

Шкив диаметром D_1 , жестко закрепленный на валу диаметром d , получает вращение через ременную передачу с углом наклона ветвей ремня к горизонту α от приводного механизма и передает мощность N жестко посаженной на валу шестерне, диаметр начальной окружности которой D_2 . Со стороны зубчатого колеса исполнительного механизма на шестерню действуют окружная F_t и радиальная F_r силы, направления которых заданы углом отклонения ϕ силы F_r от вертикали. При этом $F_r = 0,364F_t$. Частота вращения вала ω .

Требуется:

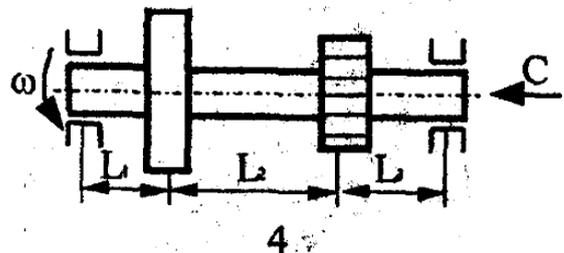
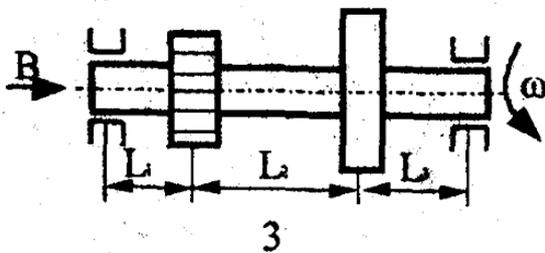
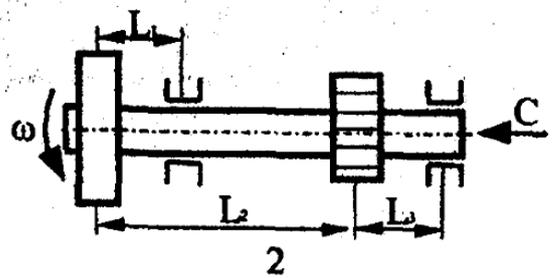
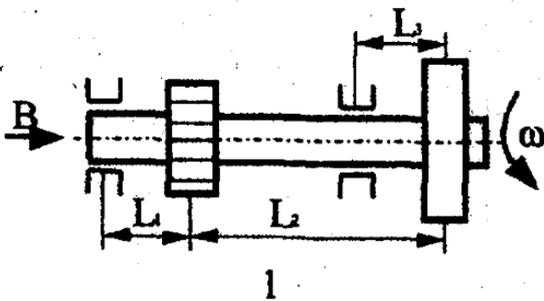
- вычертить расчетную схему вала в масштабе по выбранным исходным данным с указанием необходимых размеров,

- подобрать диаметр d вала по четвертой гипотезе предельных состояний, приняв $[\sigma]=100\text{МПа}$.

Данные выбрать из таблицы 12.

Таблица 12

Предпос. цифра шифра	N кВт	ω рад/с	D_1 м	α град.	L_1 м	Последняя цифра шифра (№ схемы по рис.8)	D_2 м	ϕ град	L_2 м	L_3 м
1	8	30	0,20	0	0,20	1	0,10	30	0,50	0,24
2	10	20	0,25	10	0,22	2	0,12	35	0,52	0,26
3	12	40	0,40	20	0,24	3	0,14	40	0,54	0,28
4	14	60	0,38	30	0,26	4	0,16	45	0,58	0,30
5	15	70	0,36	40	0,28	5	0,18	50	0,62	0,22
6	20	80	0,40	50	0,30	6	0,20	55	0,70	0,20
7	6	20	0,32	60	0,18	7	0,22	60	0,48	0,18
8	11	40	0,30	70	0,16	8	0,24	65	0,46	0,16
9	9	30	0,28	80	0,14	9	0,25	70	0,44	0,14
0	22	80	0,38	90	0,12	0	0,15	75	0,42	0,32



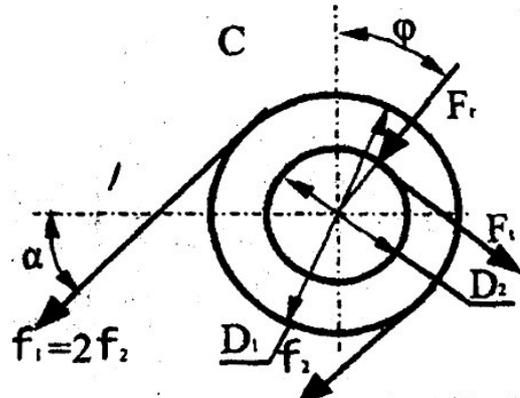
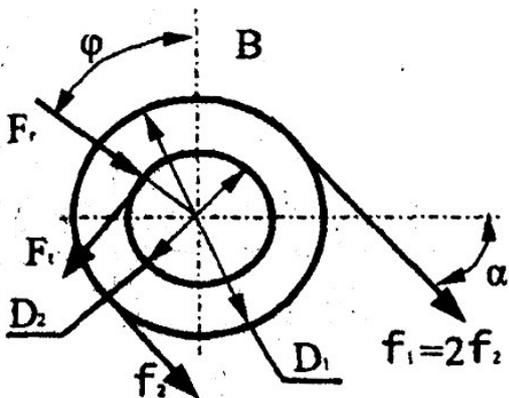
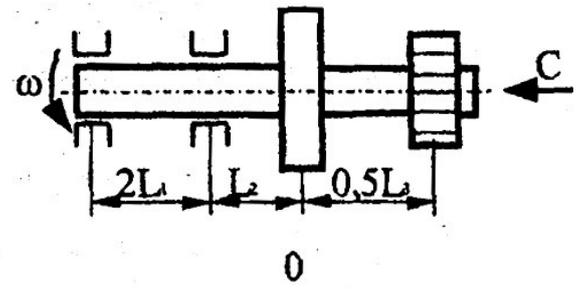
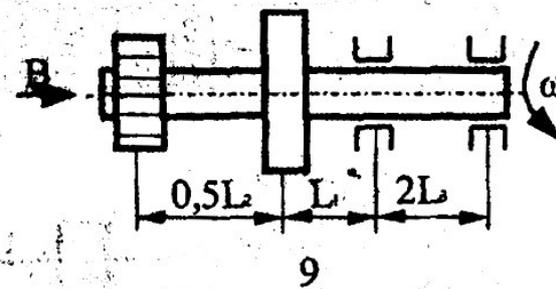
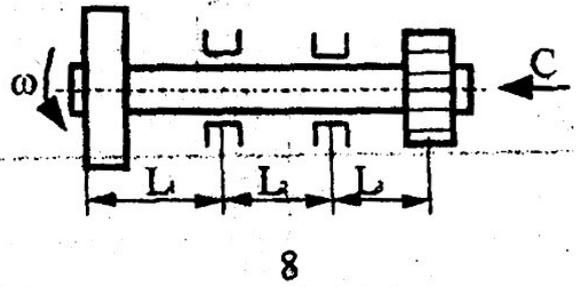
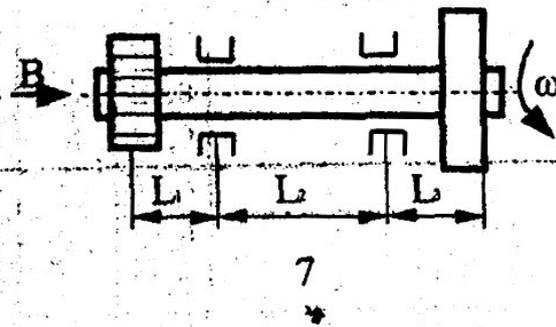
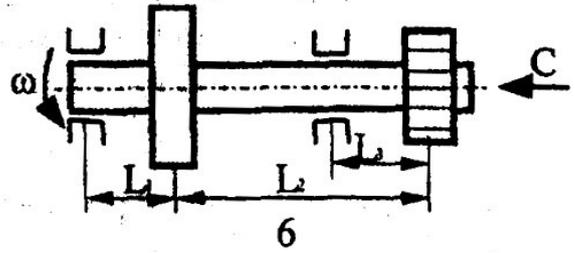
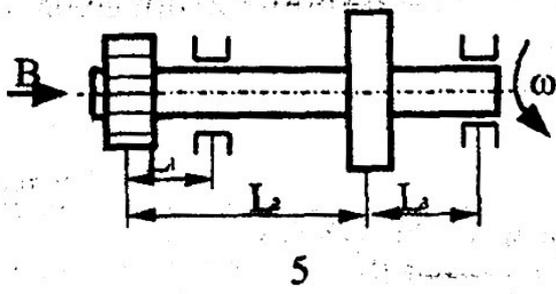


Рисунок 8

Задача 9

Стальной стержень длиной L сжимается силой F .

Требуется:

- определить размеры заданного поперечного сечения из условия устойчивости методом последовательных приближений,
- найти значение критической силы и коэффициент запаса устойчивости.

Принять для строительных специальностей $R=200\text{МПа}$, машиностроительных $[\sigma]=160\text{МПа}$.

Данные выбрать из таблицы 13.

Таблица 13

Предпоследняя цифра шифра	Схема закрепл. по рис.9	L м	Последняя цифра (тип сечения по рис.10)	F кН
1	А	4,0	1	600
2	Б	5,0	2	700
3	В	6,0	3	800
4	Г	7,0	4	900
5	Г	8,0	5	1000
6	В	9,0	6	1100
7	Б	10,0	7	1200
8	А	11,0	8	1000
9	А	12,0	9	800
0	Б	6,0	0	600

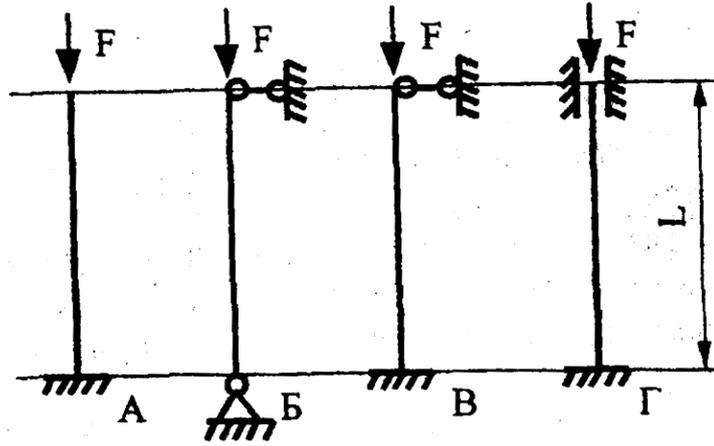
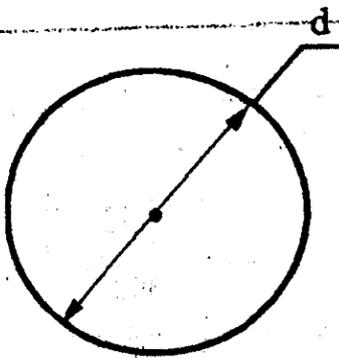
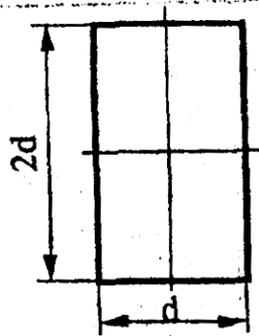


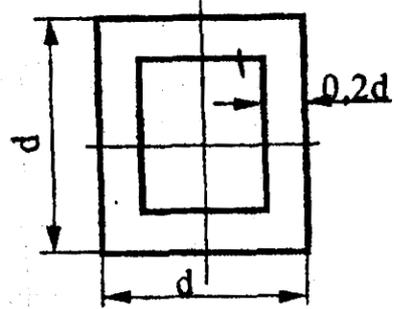
Рисунок 9



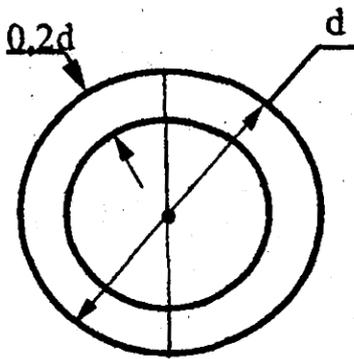
1



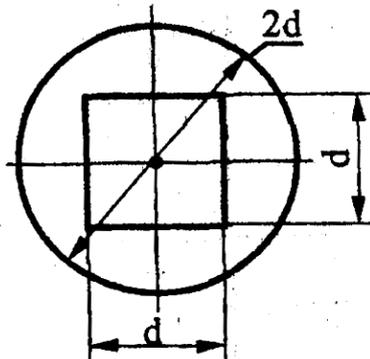
2



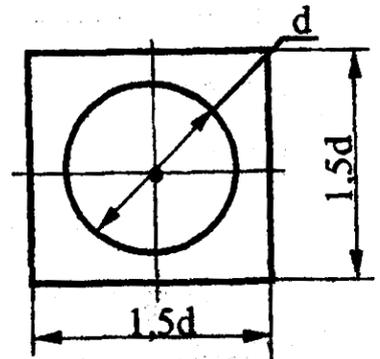
3



4



5



6

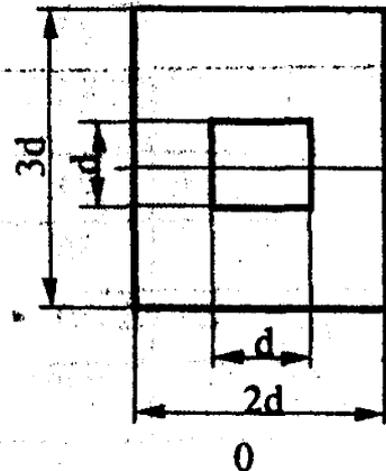
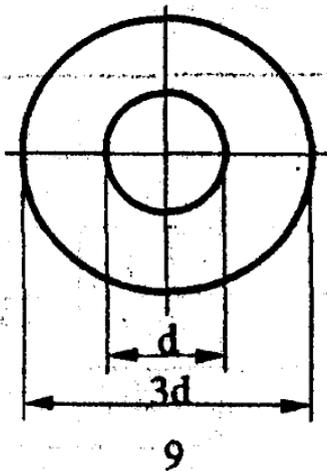
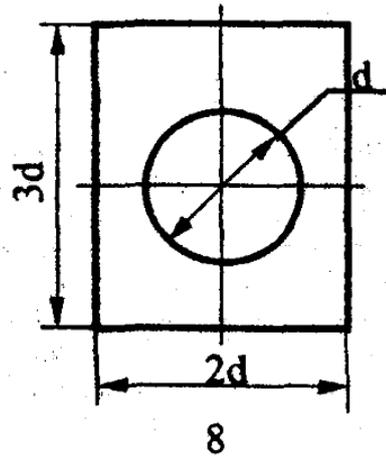
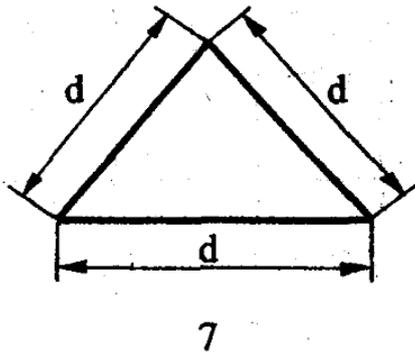


Рисунок 10

Задача 10

На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах по рисунку 11, с высоты h падает груз Q .

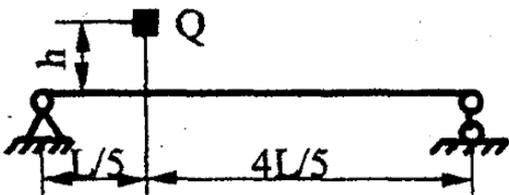
Требуется:

- найти наибольшее нормальное напряжение в балке,
- решить аналогичную задачу при условии, что правая опора заменена пружиной, податливость которой (т.е. осадка от груза 1 кН) равна α ,
- сравнить полученные результаты.

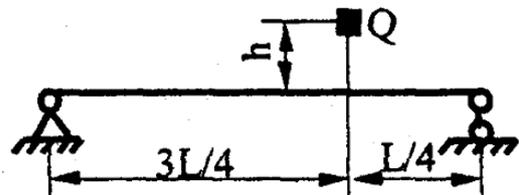
Данные выбрать из таблицы 14.

Таблица 14

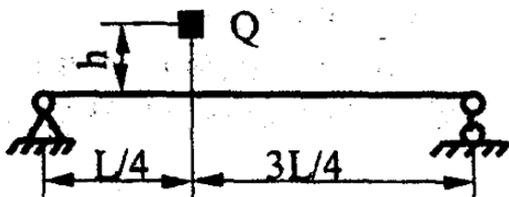
Предпослед. цифра шифра	№ двугавра	L м	Последняя цифра шифра (номер схемы)	Q кН	h^* 10^{-2} м	$10^3 \alpha$ м/кН
1	20	2,1	1	1,1	11	21
2	20а	2,2	2	1,2	12	22
3	22	2,3	3	0,3	3	23
4	24	2,4	4	0,4	4	24
5	27	2,5	5	0,5	5	25
6	30	2,6	6	0,6	6	26
7	33	2,7	7	0,7	7	27
8	36	2,8	8	0,8	8	28
9	30	2,9	9	0,9	9	29
0	20	3,0	0	1,0	10	30



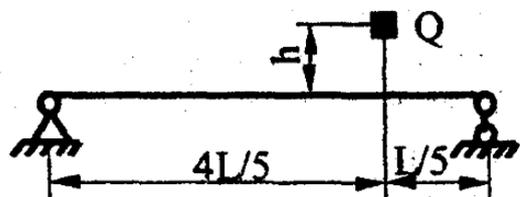
1



2



3



4

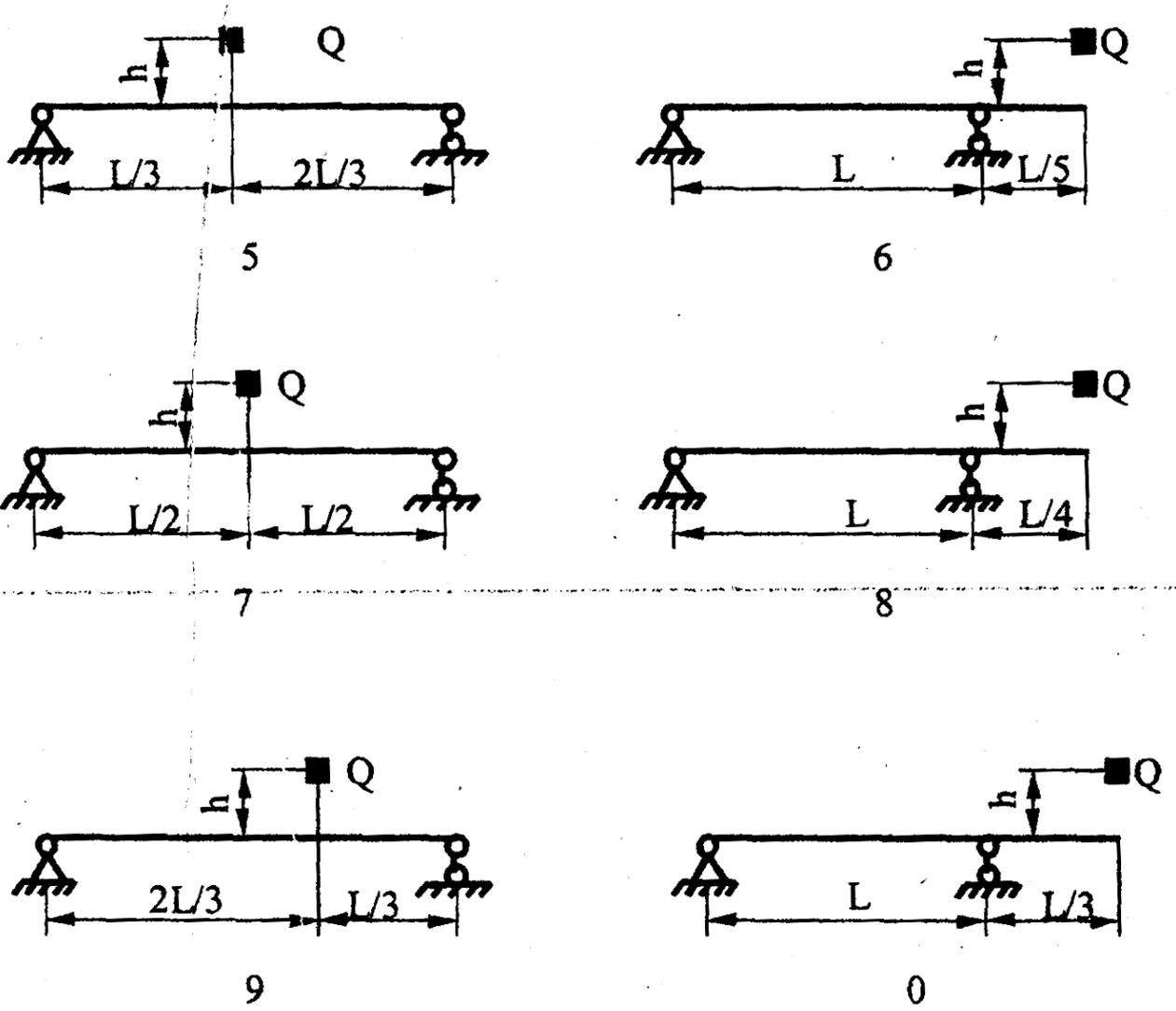


Рисунок 11