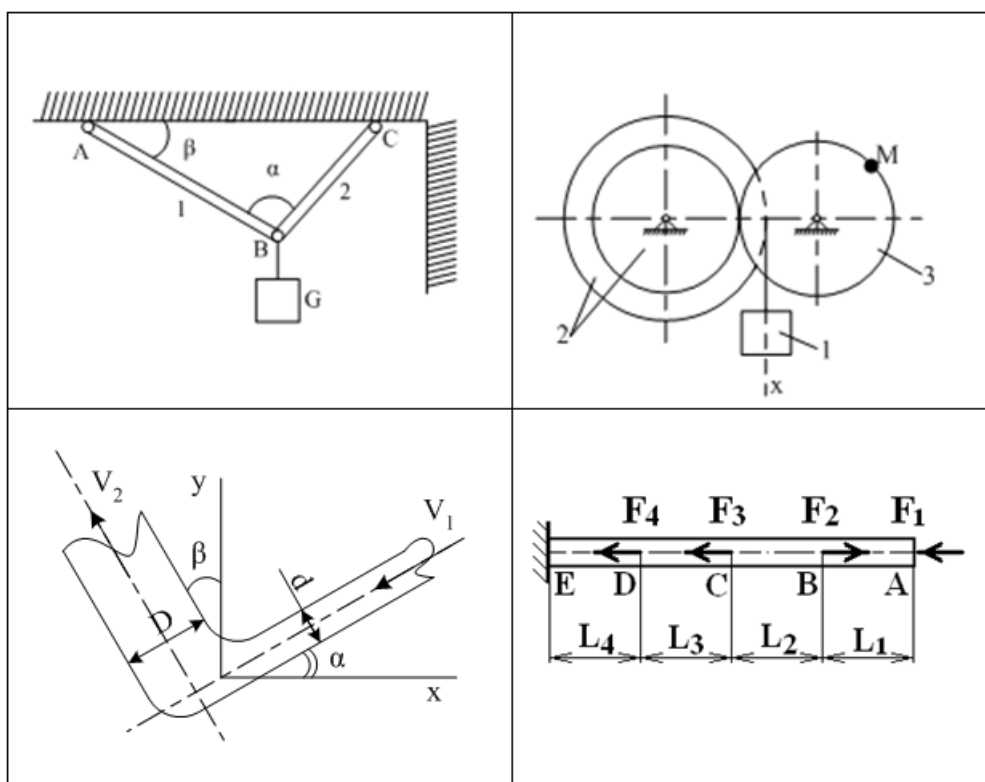


П. В. Кауров, В. Е. Головки, И. В. Ключкин

МЕХАНИКА

ЗАДАНИЯ
для самостоятельной работы студентов

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург
2016

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ–ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

П. В. Кауров, В. Е. Головко, И. В. Ключкин

МЕХАНИКА

**ЗАДАНИЯ
для самостоятельной работы студентов**

Учебно-методическое пособие

**Санкт-Петербург
2016**

УДК 539.4 (075)
ББК 30.121я7
К 301

Кауров П. В., Головкин В. Е., Ключкин И. В.

Механика. Задания для самостоятельной работы студентов: учебно-методическое пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2016. – 56 с.

В настоящем учебно-методическом пособии содержится 12 заданий по 4 разделам курса механики. В каждом задании - по 300 вариантов. Пособие предназначается для всех студентов, изучающих механику.

Рецензенты: заслуженный работник высшей школы РФ, д-р техн. наук, профессор кафедры системного анализа Санкт - Петербургского государственного технологического института (технического университета) В.А. Холоднов;

профессор кафедры инженерной графики и автоматизированного проектирования Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, канд. техн. наук И. А. Шумейко.

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве учебно-методического пособия.

Редактор и корректор Н. П. Новикова

Техн. редактор Л. Я. Титова

Темплан 2016 г., поз. 116

Подп. к печати 22.11.16. Формат 60×84/16. Бумага тип. №1. Печать офсетная. Печ. л. 3,5. Уч.- изд. л. 3,5. Тираж 100 экз. Изд № 116. Цена "С". Заказ .

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095, СПб., 198095, ул. Ивана Черных, 4.

© Высшая школа технологии и энергетики
СПбГУПТД, 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Механика играет существенную роль в подготовке бакалавров любого профиля.

Изучая эту дисциплину, студенты знакомятся с основными законами и принципами равновесия, движения и прочности твердых тел, деталей машин и элементов конструкций.

Хорошее усвоение курса механики требует не только глубокого изучения теории, но и приобретения твердых навыков решения задач. Для этого необходимо самостоятельно решить большое количество задач по всем разделам курса.

Настоящее учебное пособие содержит задачи по четырем темам курса механики: статике, кинематике, динамике и сопротивлению материалов.

Количество задач в каждом разделе позволяет выдавать индивидуальные наборы задач в зависимости от профиля подготовки бакалавра, т. е. от объема и содержания изучаемого курса механики.

1. СТАТИКА

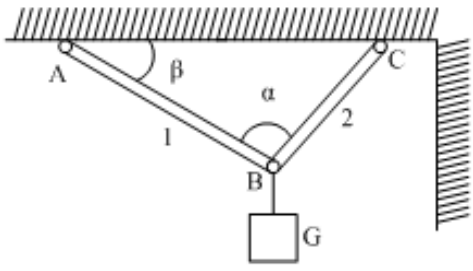
1.1. Плоская система сходящихся сил

Для механических систем определить усилия в стержнях АВ и ВС при заданных значениях веса груза G и углов α и β . Весом стержней и нитей пренебречь. Нити считать гибкими и нерастяжимыми, соединения стержней – шарнирными, блок - идеальным. Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 1.1.

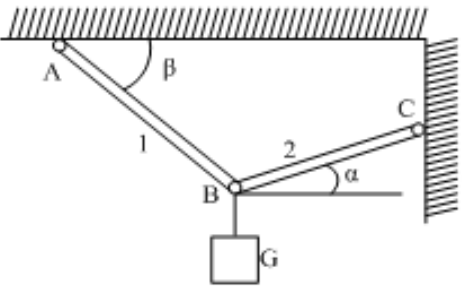
Таблица 1.1

№	α	β	G
	град	град	кН
0	30	70	10
1	75	25	15
2	40	60	30
3	70	25	25
4	60	50	20
5	35	60	25
6	80	30	15
7	45	55	30
8	30	75	10
9	25	80	20

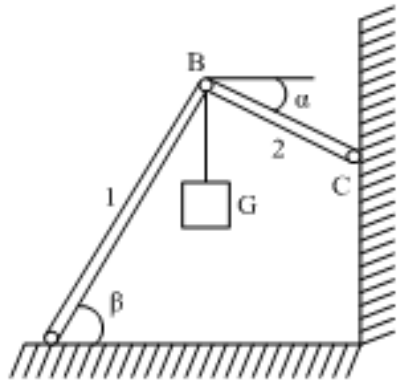
1



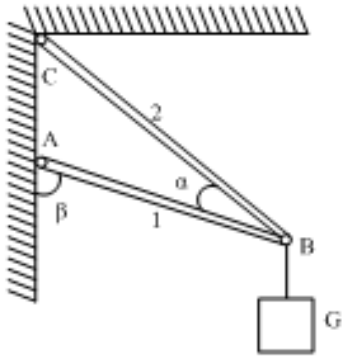
2



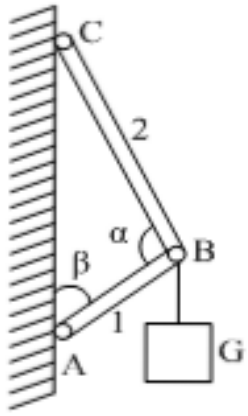
3



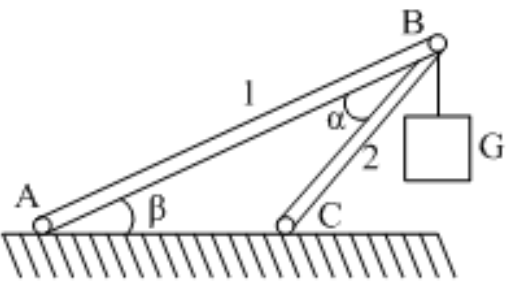
4



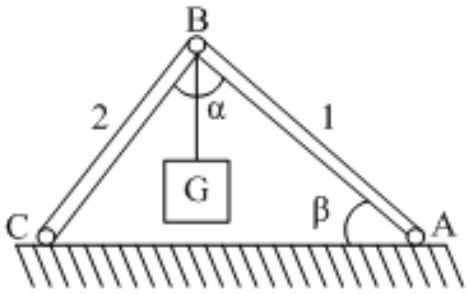
5



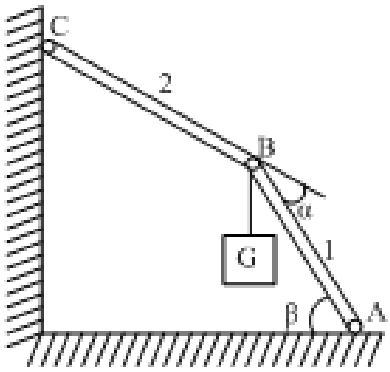
6



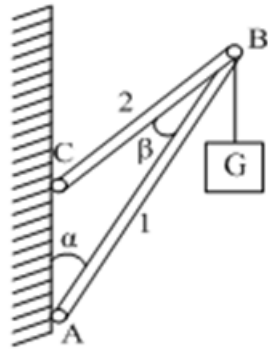
7



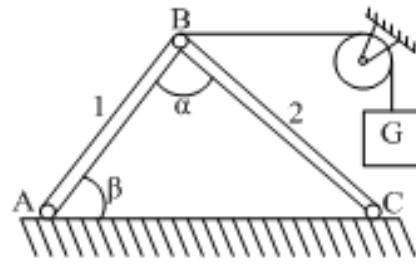
8



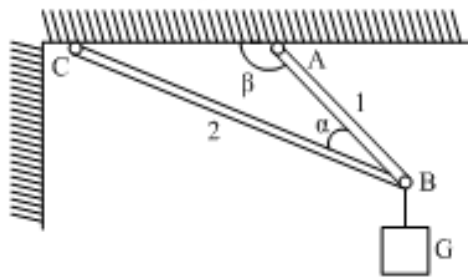
9



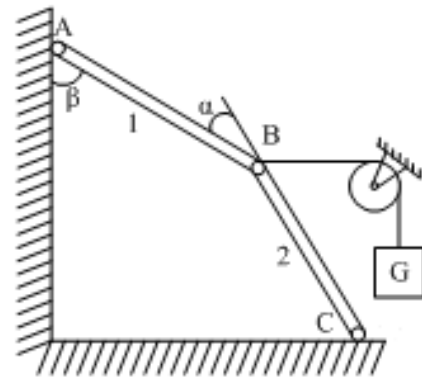
10



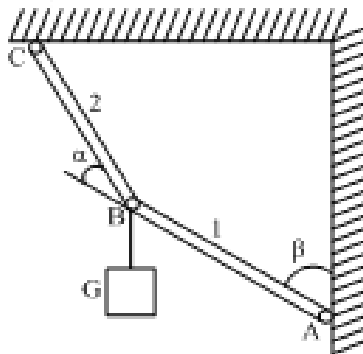
11



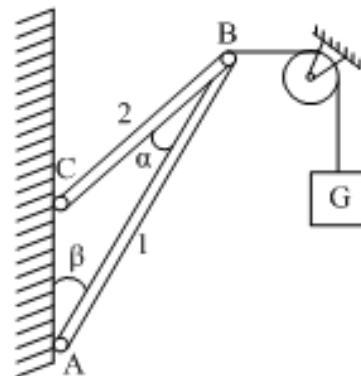
12



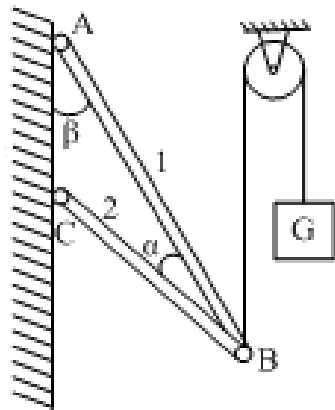
13



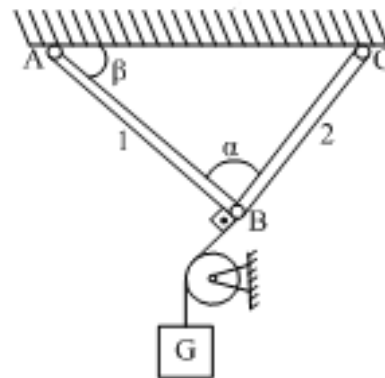
14



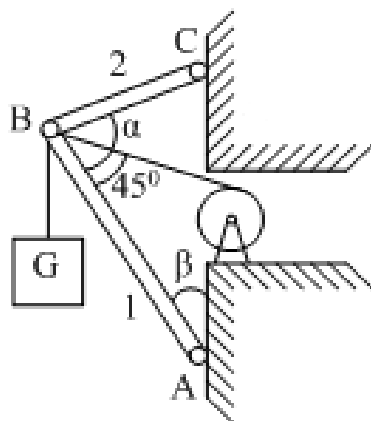
15



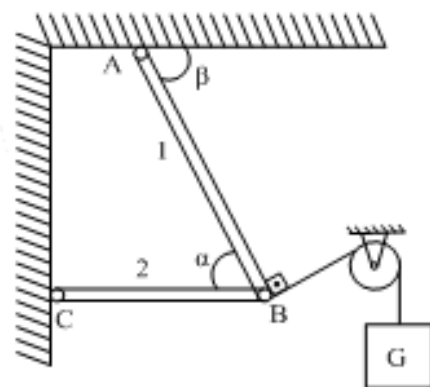
16



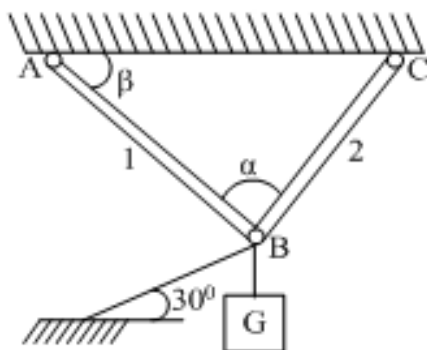
17



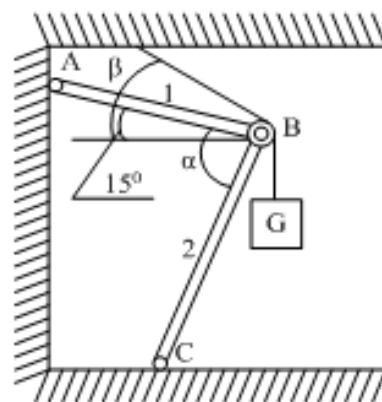
18



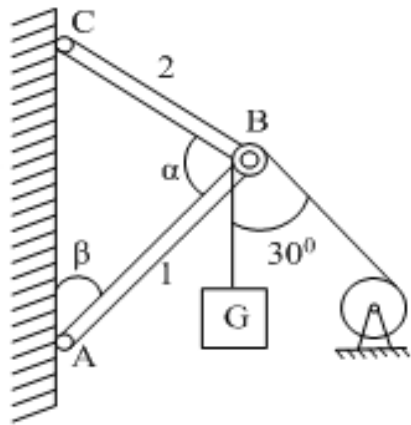
19



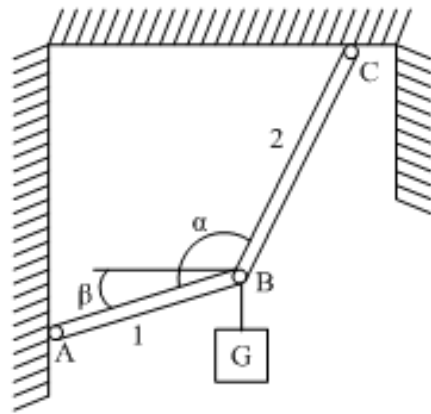
20



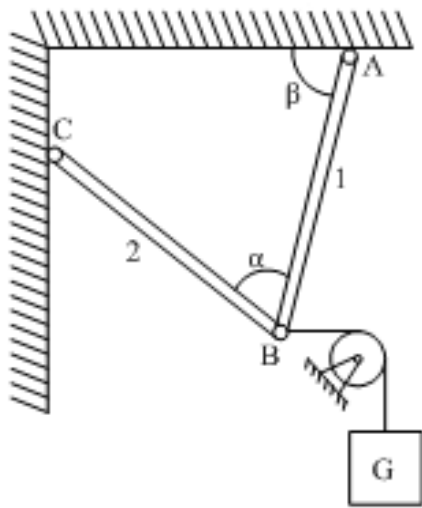
21



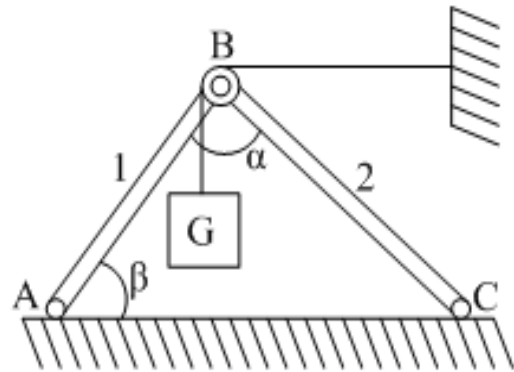
22



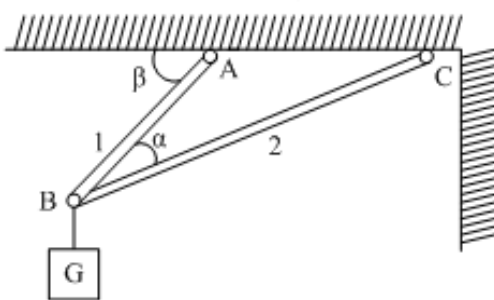
23



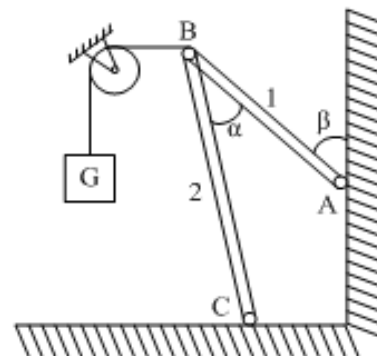
24

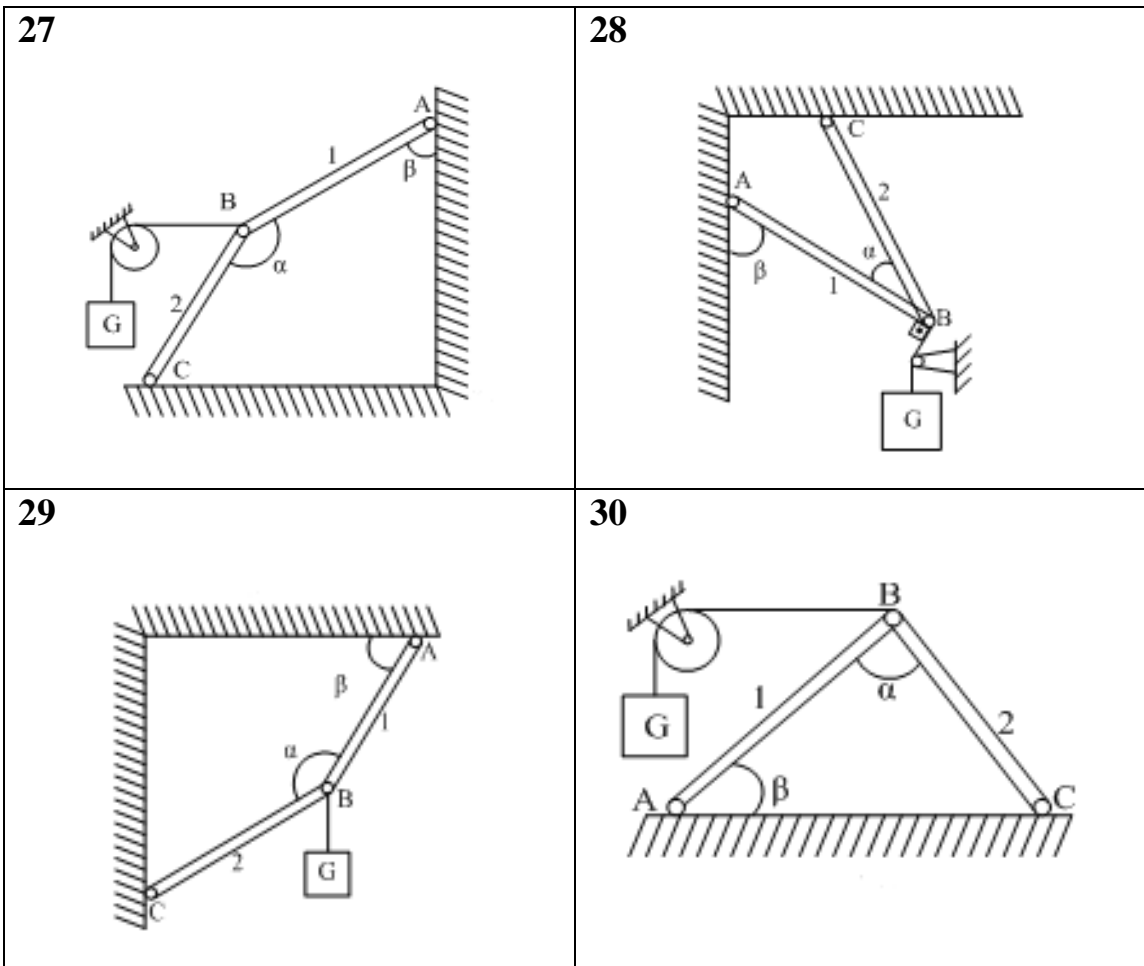


25



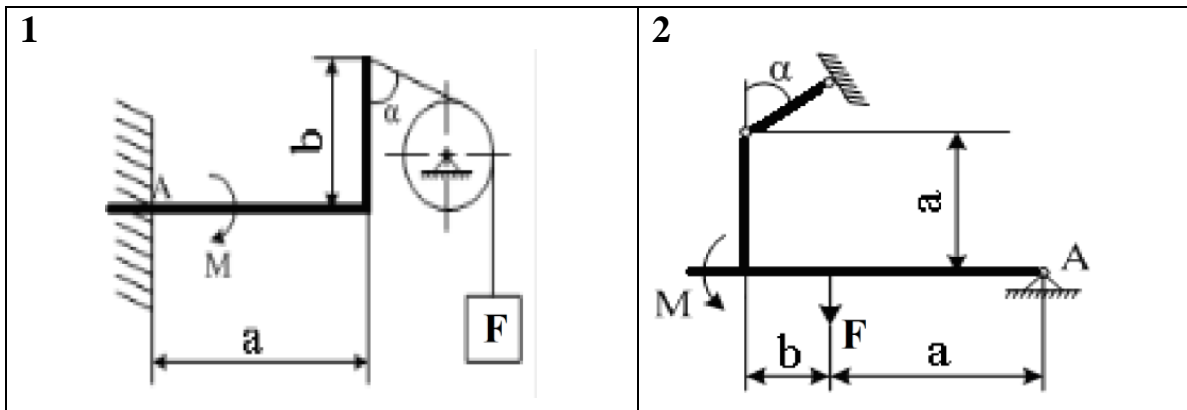
26



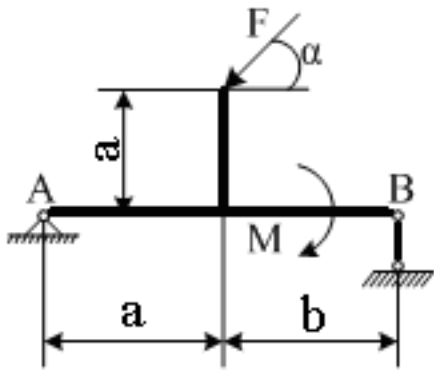


1.2. Равновесие твердого тела под действием плоской системы сил

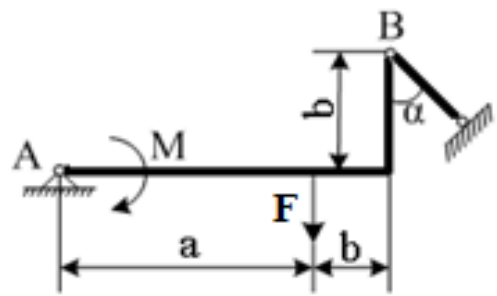
Определить опорные реакции рамы при действии заданной нагрузки. Весом рамы пренебречь. Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 1.2.



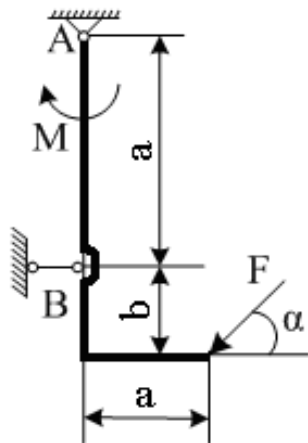
3



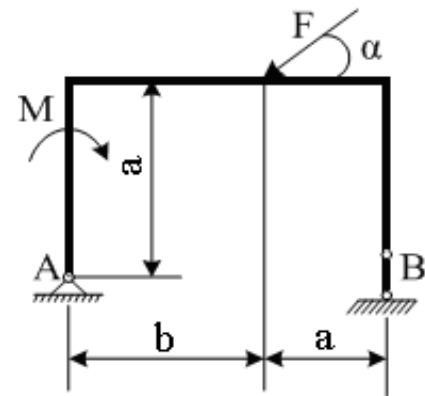
4



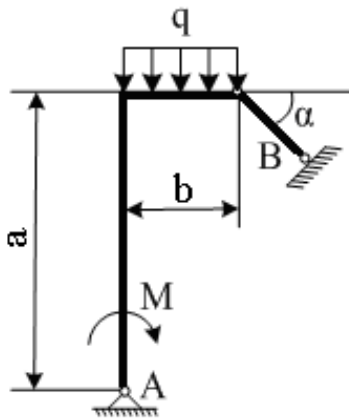
5



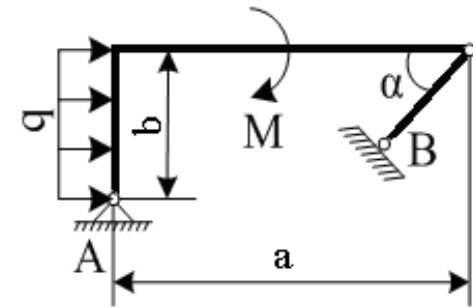
6



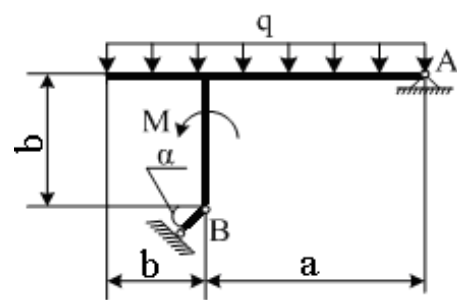
7



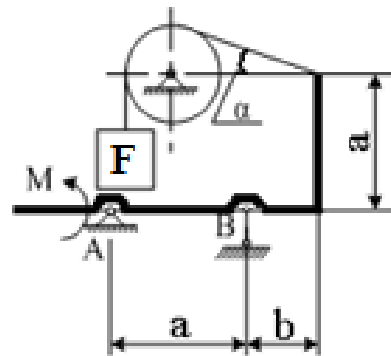
8



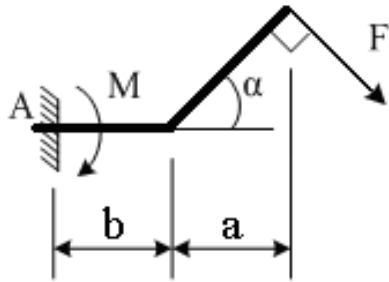
9



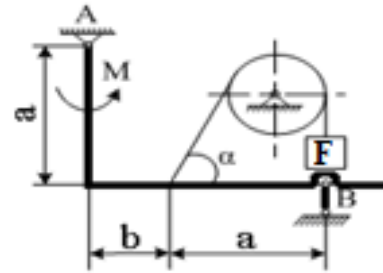
10



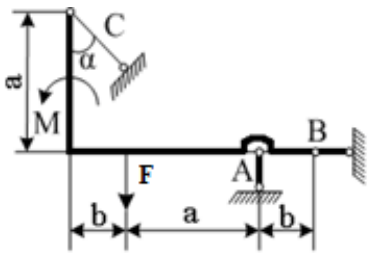
11



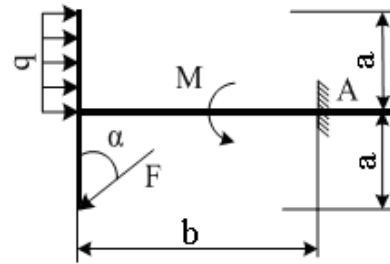
12



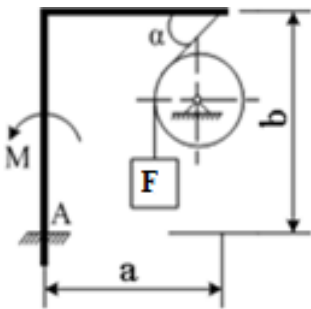
13



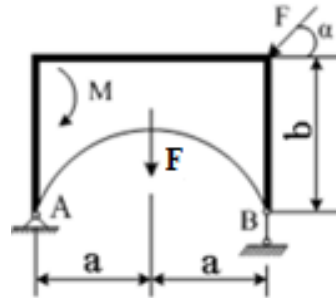
14



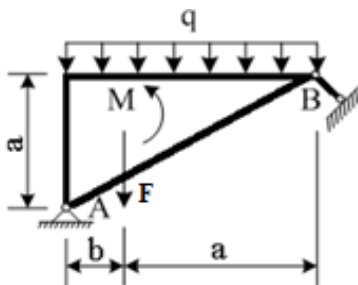
15



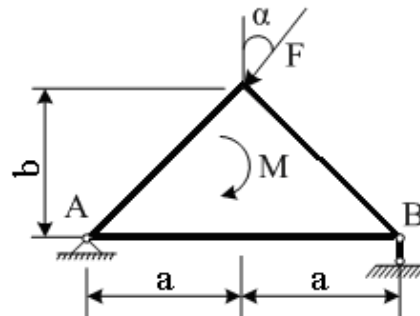
16



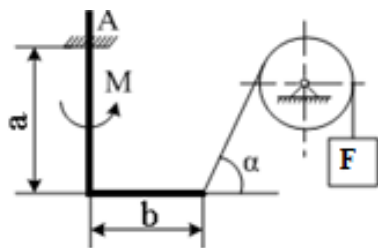
17



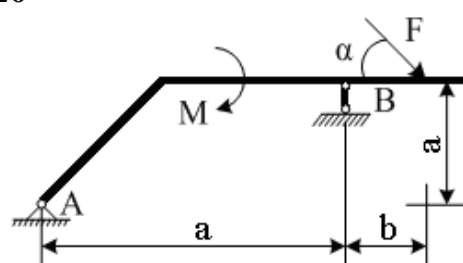
18



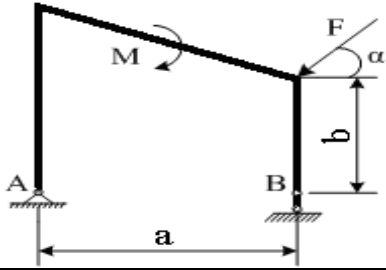
19



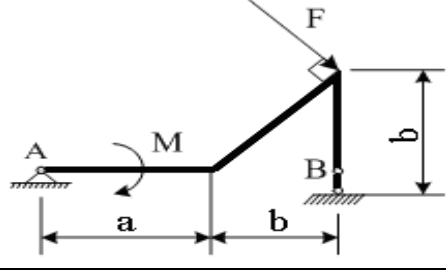
20



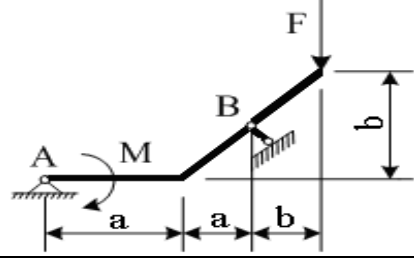
21



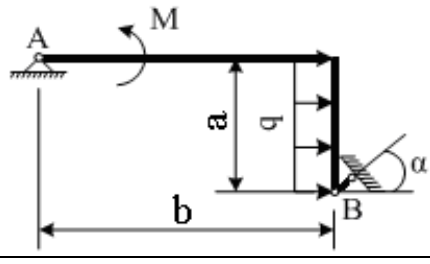
22



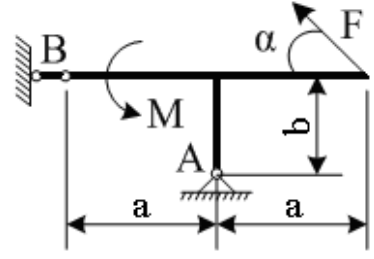
23



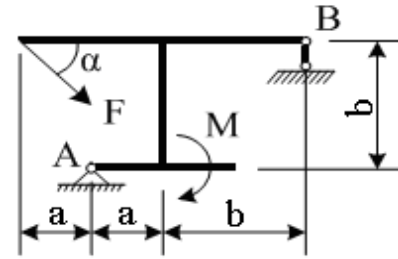
24



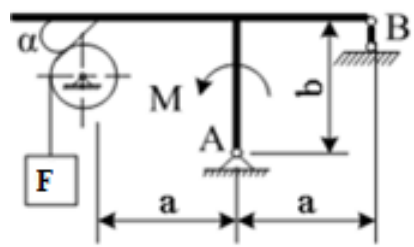
25



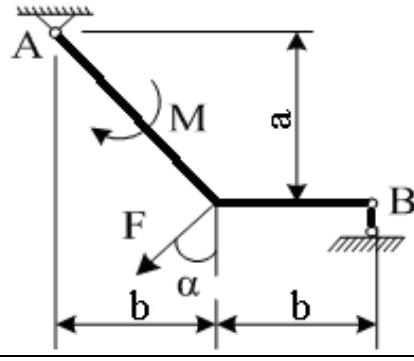
26



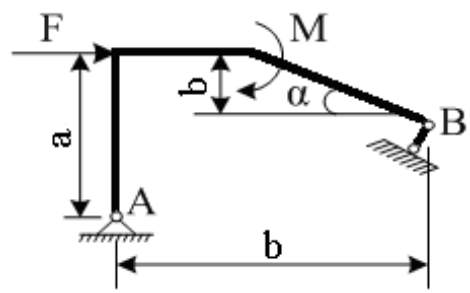
27



28



29



30

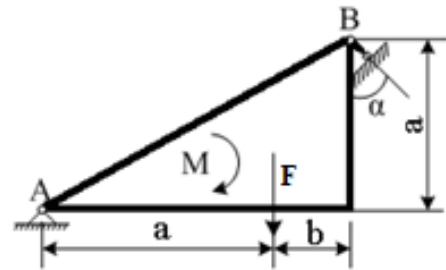


Таблица 1.2

№	F	q	M	α	a	b
	кН	кН/м	кНм	град.	м	м
0	10	40	40	10	1	3
1	50	20	60	30	2	4
2	20	45	50	20	4	2
3	40	25	10	50	2	4
4	30	10	70	10	3	2
5	50	30	20	40	3	1
6	20	50	70	50	2	3
7	40	15	90	20	4	3
8	10	35	30	40	1	4
9	30	5	80	30	4	1

1.3. Равновесие твёрдого тела под действием пространственной системы сил

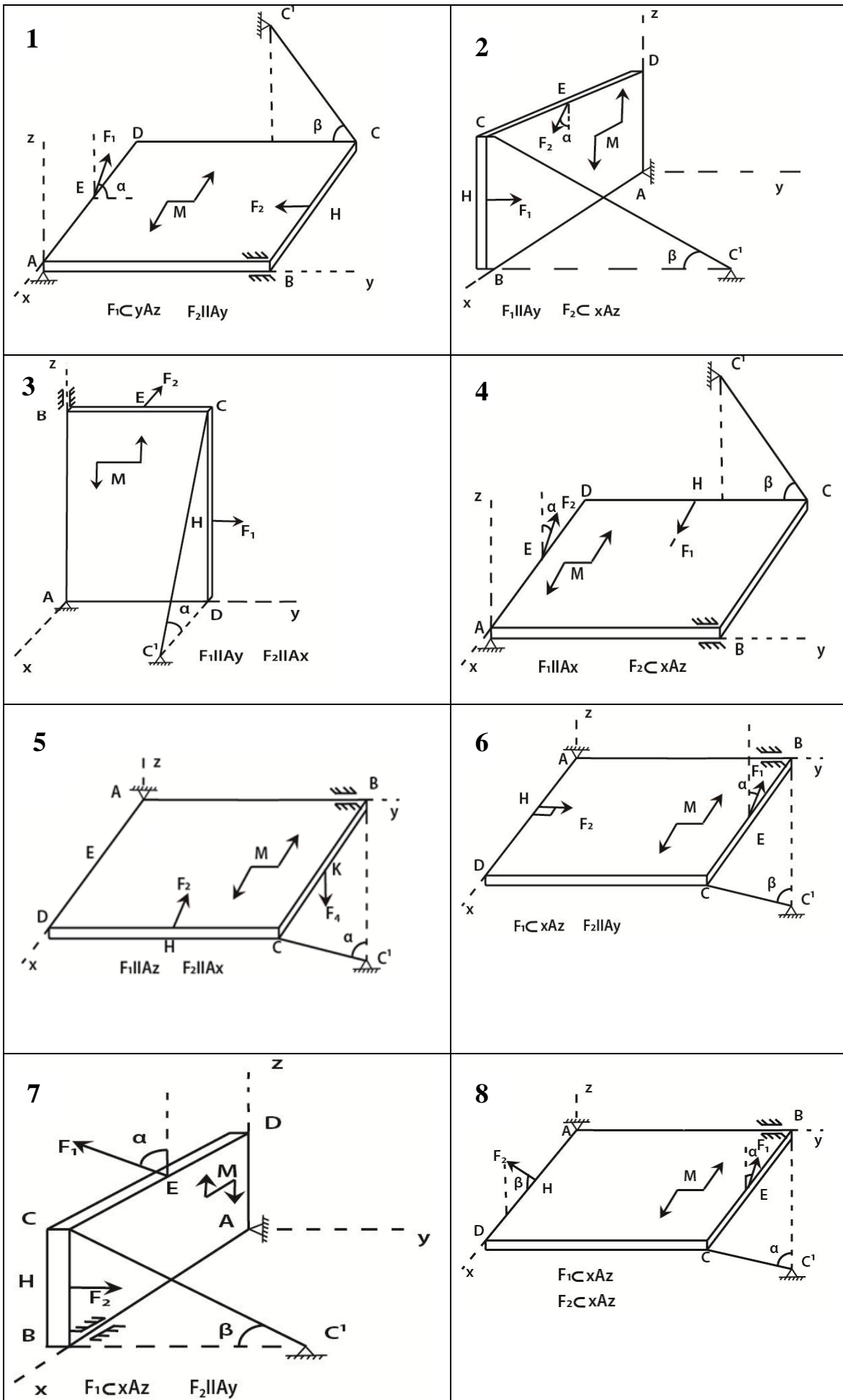
Прямоугольная однородная плита ABCD весом P со сторонами AB и BC закреплена в точке A при помощи шарового шарнира, в точке B - при помощи цилиндрического шарнира, а в точке C удерживается стержнем CC^1 . К плоскости плиты приложена пара сил M , а к серединам граней плиты H и E приложены соответствующие две силы F_1 и F_2 . Остальные величины показаны на рисунках.

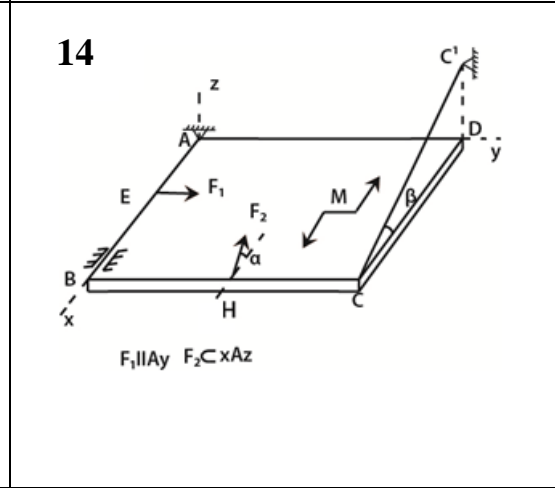
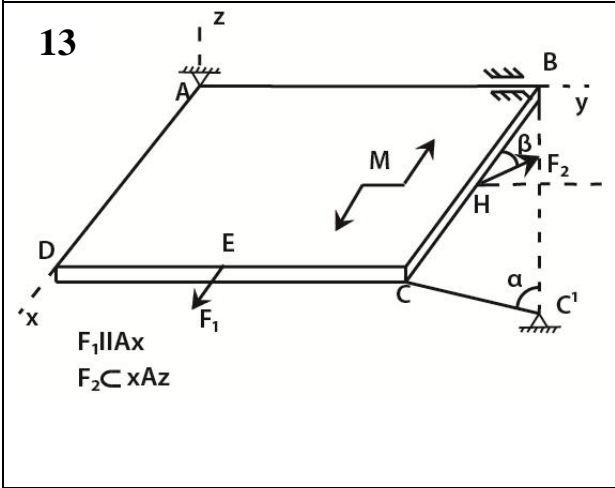
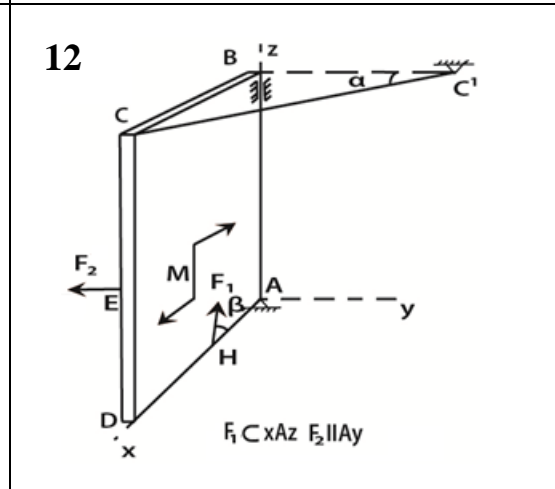
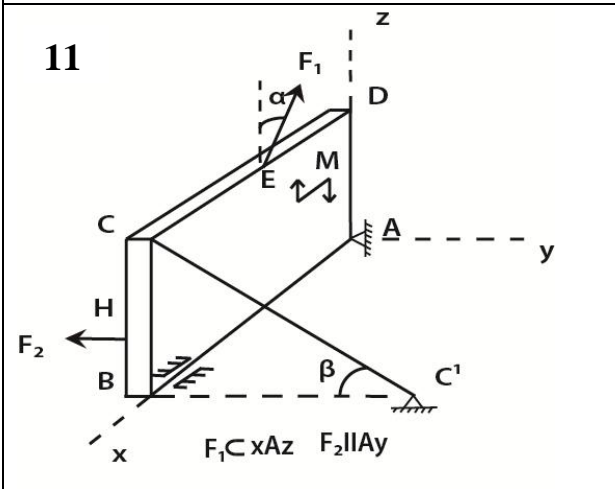
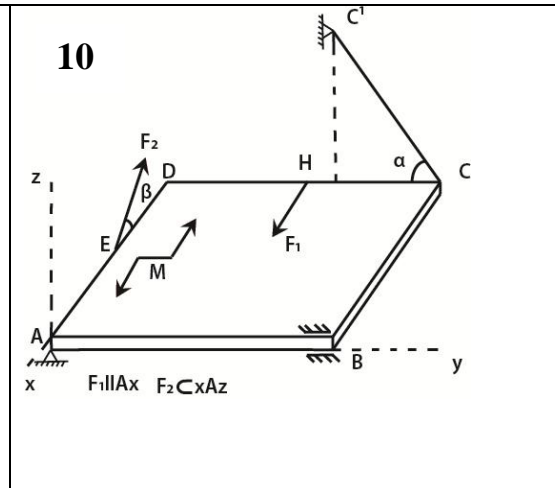
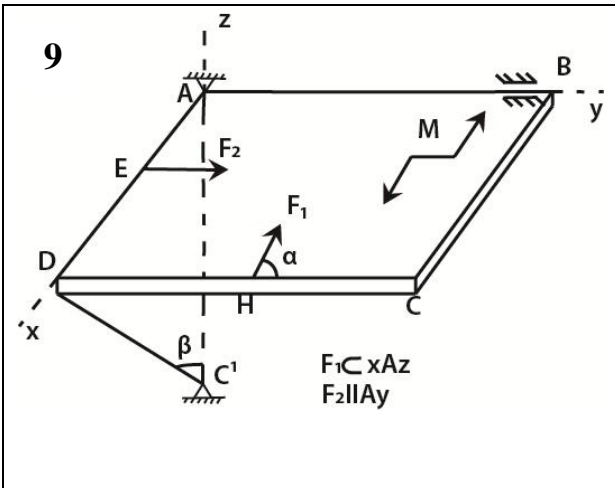
Определить реакции шарниров A и B и стержня CC^1 , крепления C и C^1 - шарнирные.

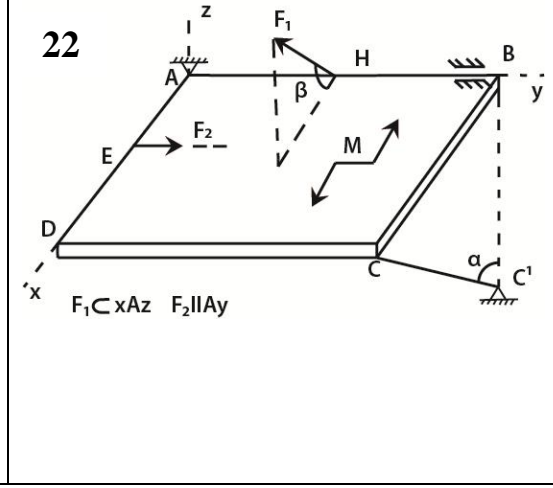
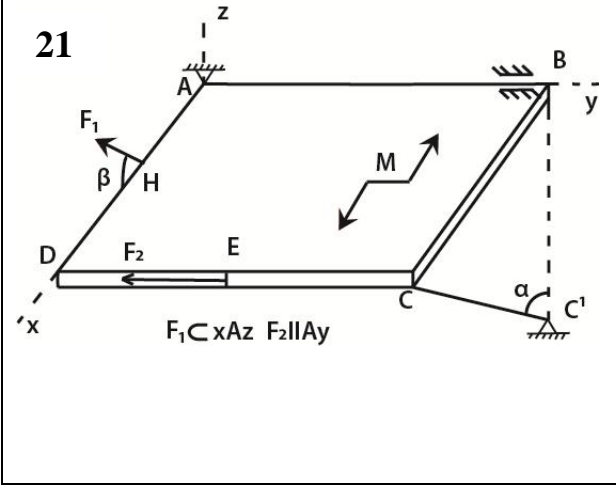
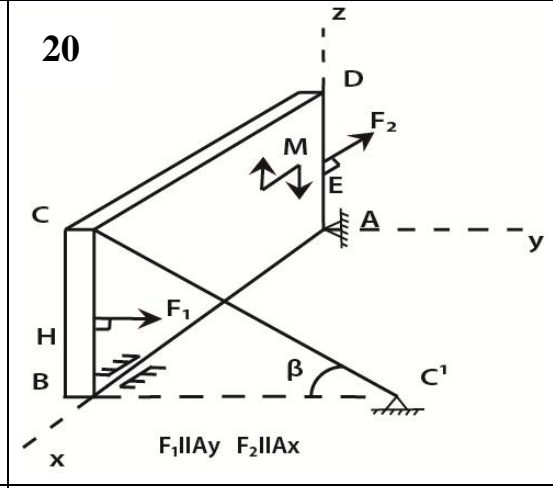
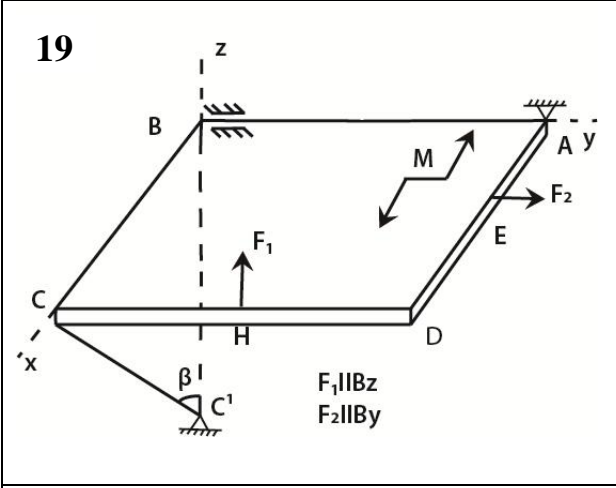
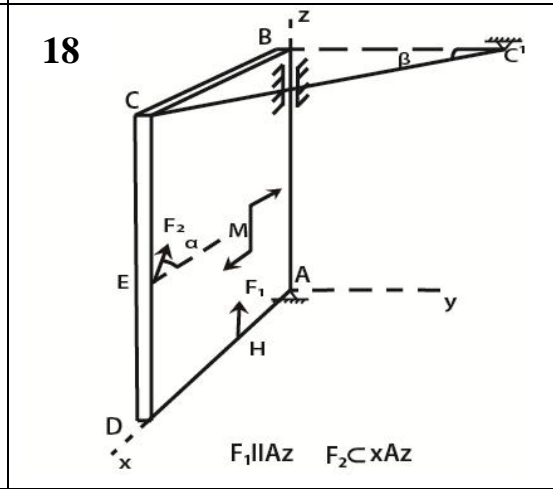
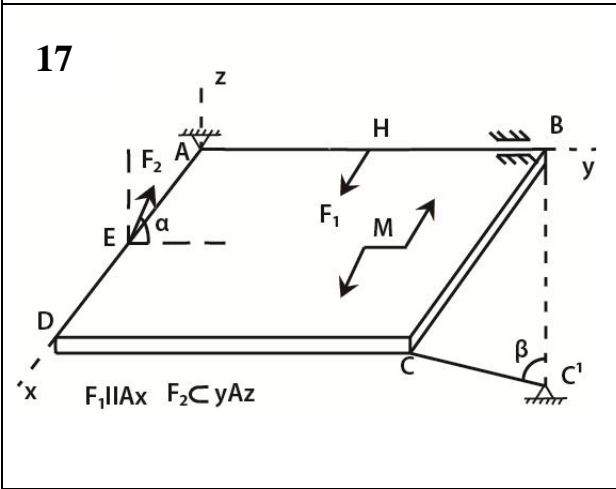
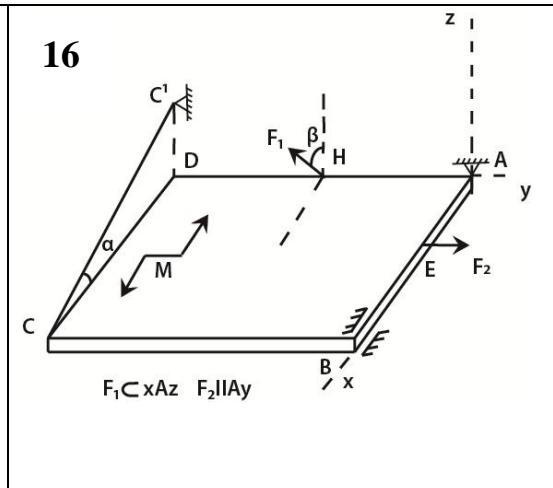
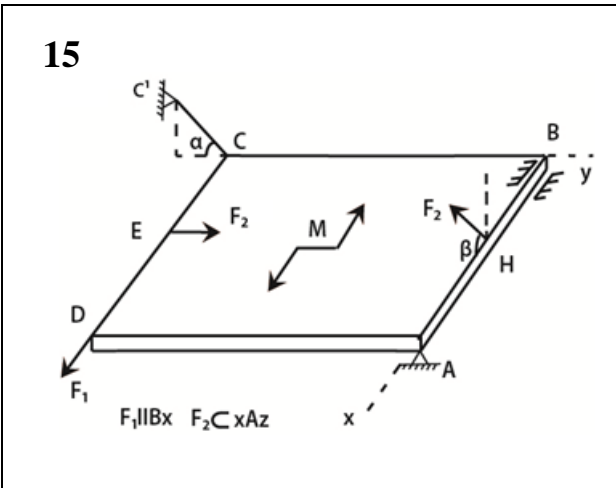
Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 1.3.

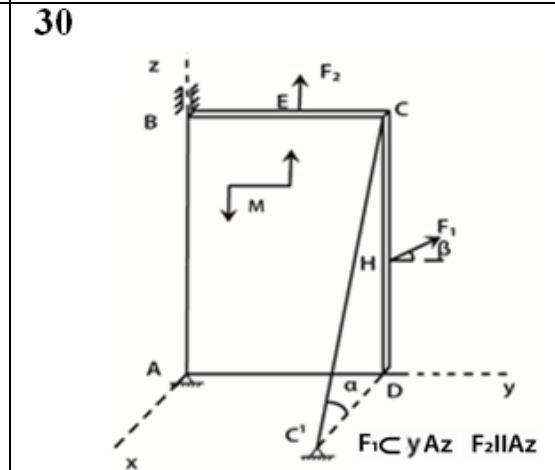
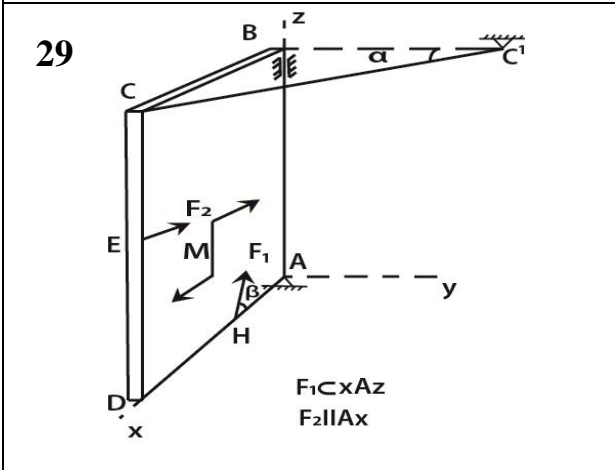
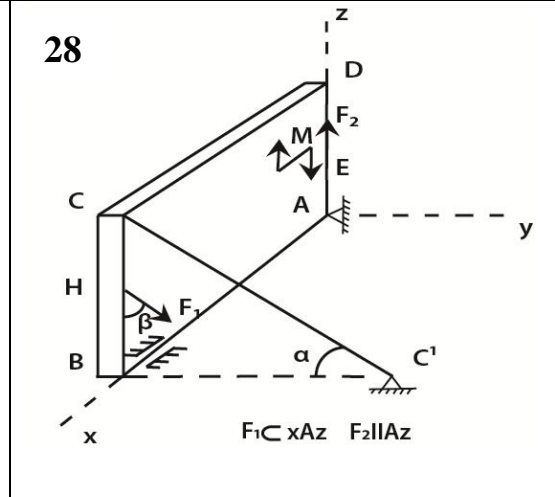
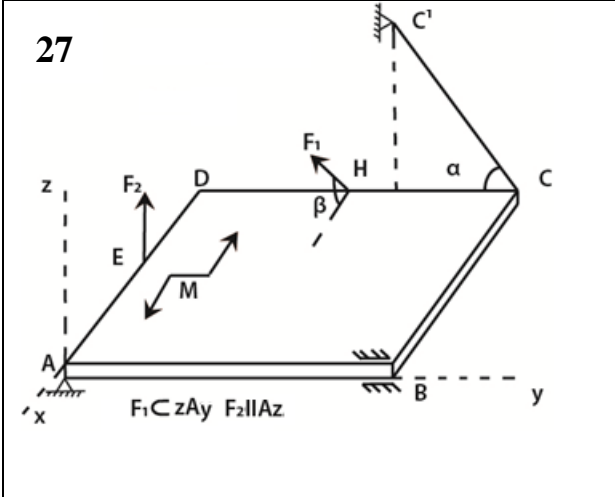
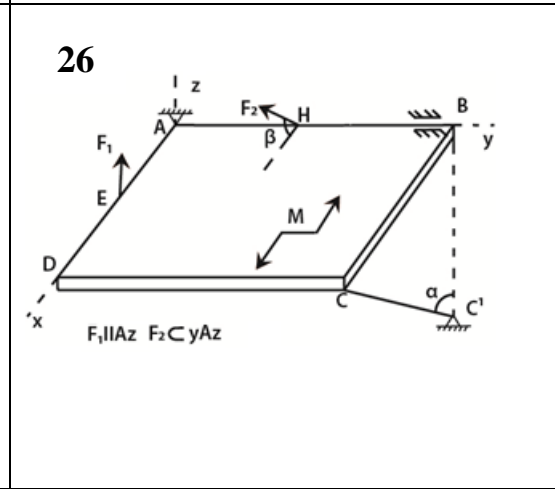
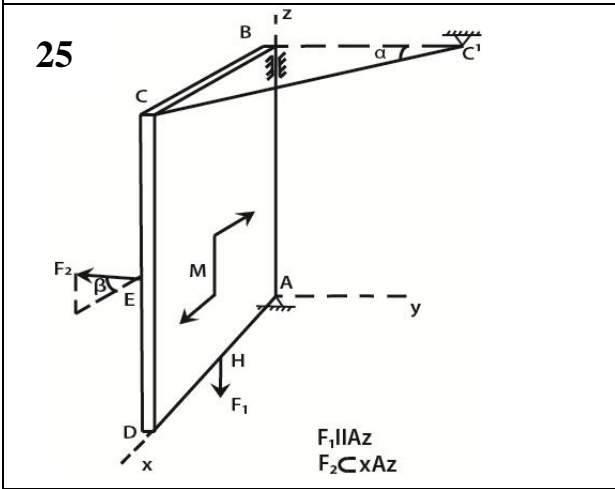
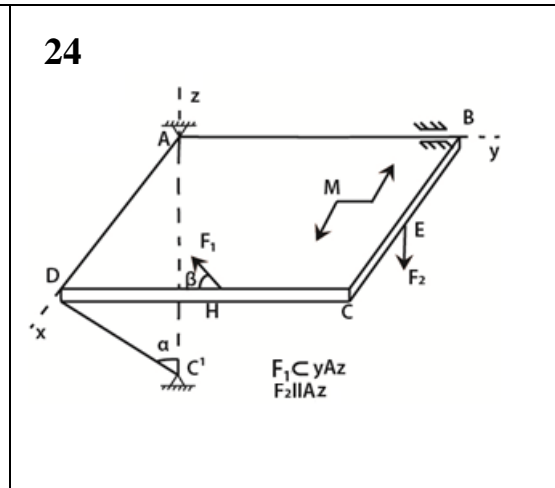
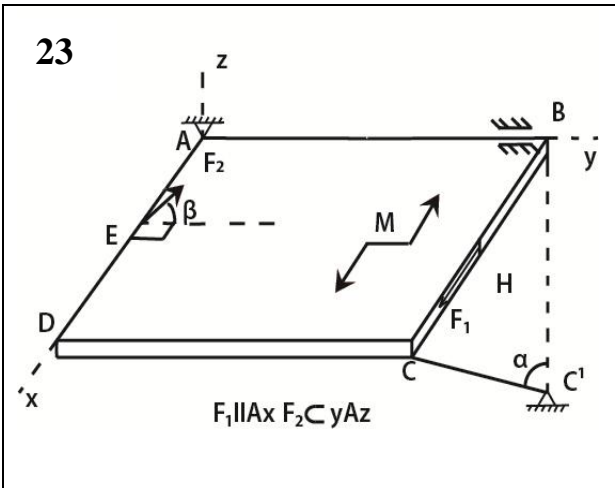
Таблица 1.3

№	P	F_1	F_2	M	AB	BC	α	β
	кН	кН	кН	кНм	м	м	град	град
0	10	4	3	20	10	8	20	70
1	11	6	7	36	6	5	35	65
2	12	10	11	28	8	3	50	60
3	13	4	5	22	9	7	30	45
4	14	8	9	40	6	4	40	50
5	17	2	11	32	8	4	50	40
6	19	10	9	24	12	5	45	30
7	16	8	3	35	10	7	60	50
8	18	6	7	30	12	8	65	35
9	15	2	5	34	11	9	70	20









2. КИНЕМАТИКА

2.1. Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям её движения

В соответствии с заданными уравнениями движения определить траекторию движения точки, а для момента времени t_1 – положение точки на траектории. Найти ее скорость, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории. Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 2.1. Координаты даны в метрах, время - в секундах.

№	$x = x(t)$	$y = y(t);$
1	$x = at^2 + bt + c$	$y = et + f$
2	$x = bt$	$y = dt^2 + ft + e$
3	$x = c \cos(\pi t)$	$y = e \sin(\pi t)$
4	$x = at + b$	$y = -\frac{e}{t + f}$
5	$x = a \cos\left(\frac{\pi t}{b}\right)$	$y = d \sin\left(\frac{\pi t}{b}\right)$
6	$x = at^2 + b$	$y = et + d$
7	$x = t^2 - bt + c$	$y = t + e$
8	$x = a \cos\left(\frac{\pi t}{c}\right)$	$y = f \sin\left(\frac{\pi t}{c}\right)$
9	$x = -ct - b$	$y = -\frac{f}{t + e}$
10	$x = a \cos\left(\frac{\pi t}{c}\right) + b$	$y = e \sin\left(\frac{\pi t}{c}\right)$
11	$x = at^3 + bt + c$	$y = ft + e$
12	$x = at + b$	$y = dt^2 + e$
13	$x = a \cos\left(\frac{\pi t^2}{c}\right)$	$y = \sin\left(\frac{\pi t^2}{c}\right)$
14	$x = bt + c$	$y = -\frac{e}{ft + d}$
15	$x = b \cos\left(\frac{\pi t}{c}\right)$	$y = d \sin\left(\frac{\pi t}{c}\right)$
16	$x = at + c$	$y = ft^3 + e$
17	$x = at + b$	$y = dt^2 + f$

18	$x = b \cos(\pi t)$	$y = e \sin(\pi t)$
19	$x = -t - c$	$y = -\frac{d}{t + f}$
20	$x = a \cos\left(\frac{\pi t}{c}\right) + a$	$y = e \sin\left(\frac{\pi t}{c}\right)$
21	$x = a t + b$	$y = d t^4 + e t + f$
22	$x = t^2$	$y = \frac{f}{e} t - d$
23	$x = b \cos\left(\frac{\pi t}{c}\right)$	$y = e \sin\left(\frac{\pi t}{c}\right)$
24	$x = -c t + b$	$y = -\frac{f}{t + d}$
25	$x = b \cos\left(\frac{\pi t}{a}\right) - c$	$y = d \sin\left(\frac{\pi t}{a}\right)$
26	$x = t^3 + b$	$y = t - e$
27	$x = t^2 + a$	$y = t + d;$
28	$x = a \cos(b \pi t)$	$y = d \sin(b \pi t)$
29	$x = b t$	$y = -\frac{d}{f t + e}$
30	$x = -\cos\left(\frac{\pi t^2}{c}\right) - b$	$y = d \sin\left(\frac{\pi t^2}{c}\right) + f$

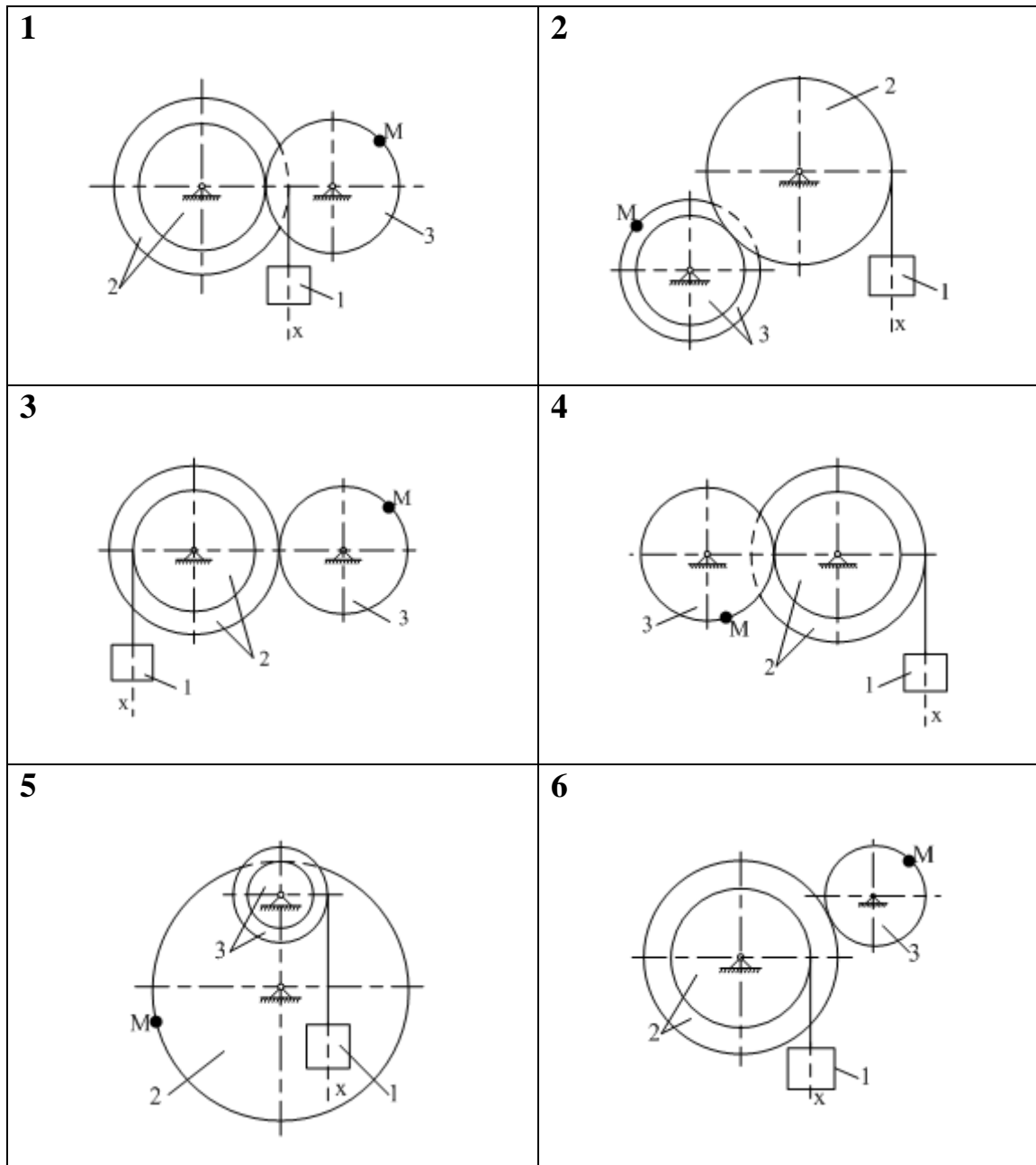
Таблица 2.1

№	a	b	c	d	e	f	t _i
0	4	1	5	9	6	2	0,3
1	9	5	7	1	3	4	0,6
2	8	9	4	3	5	1	0,8
3	5	7	1	6	9	8	0,1
4	7	4	8	2	1	3	0,7
5	9	6	3	5	4	7	0,9
6	3	8	2	4	6	5	0,2
7	1	2	6	7	8	9	0,4
8	2	3	9	8	7	4	0,5
9	6	9	4	3	2	8	0,8

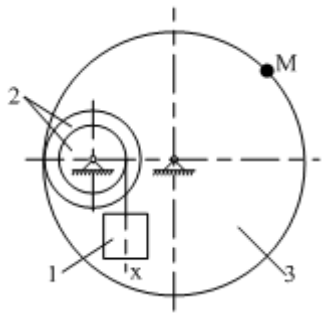
2.2. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движении

Для представленных на схемах грузоподъемных механизмов определить угловую скорость и угловое ускорение тела 3, необходимые для того, чтобы перемещать груз со скоростью V и ускорением a . Определить и показать на рисунке скорость и ускорение точки M барабана.

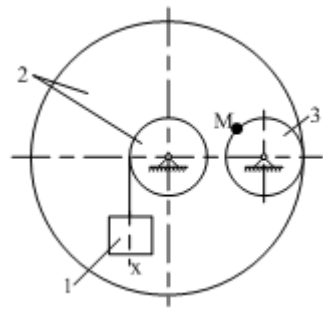
Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 2.2.



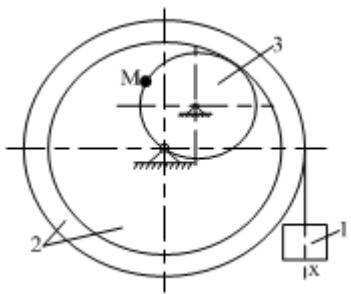
7



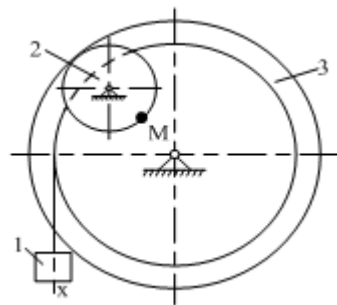
8



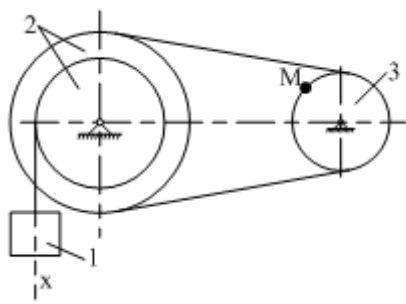
9



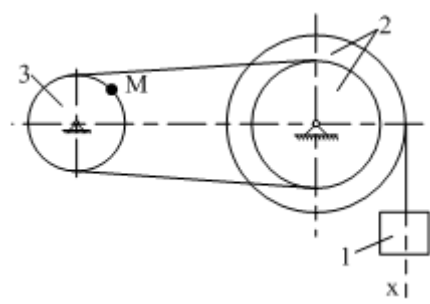
10



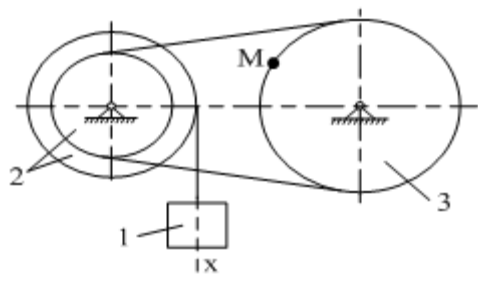
11



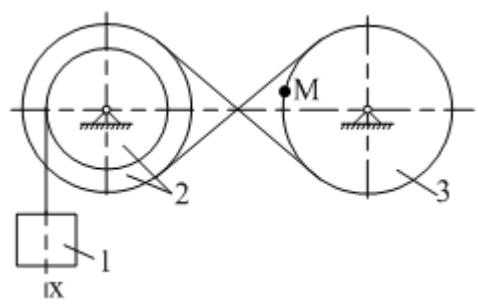
12



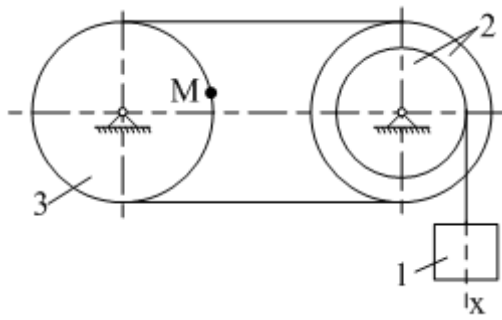
13



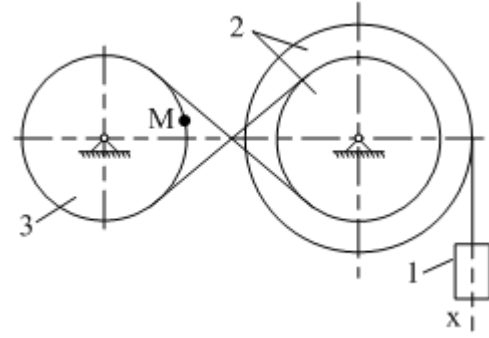
14



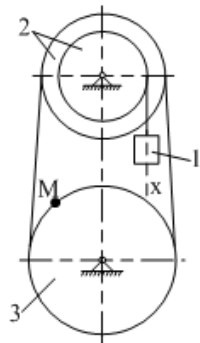
15



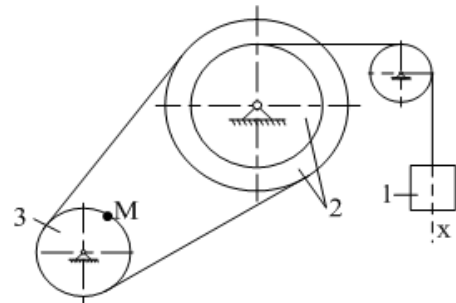
16



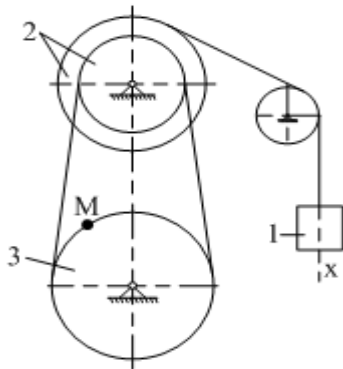
17



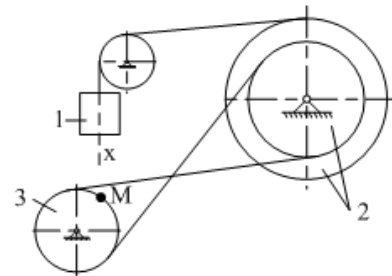
18



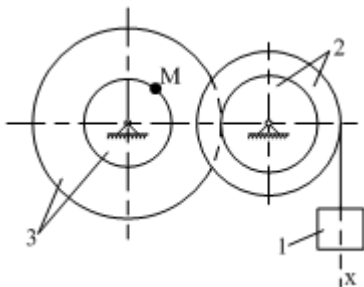
19



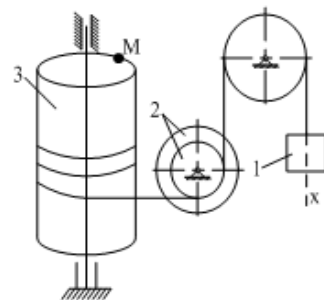
20



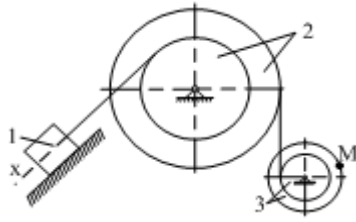
21



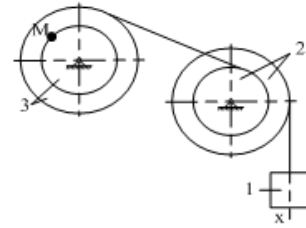
22



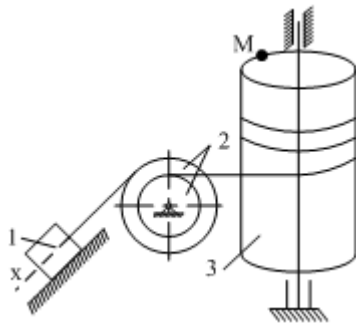
23



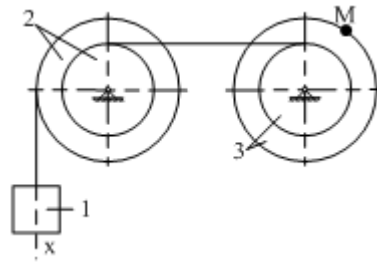
24



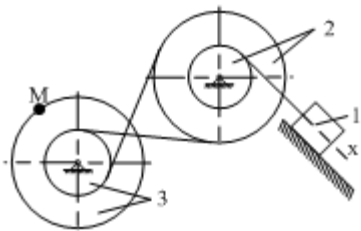
25



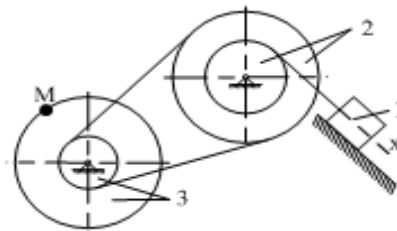
26



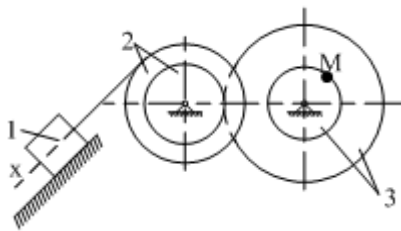
27



28



29



30

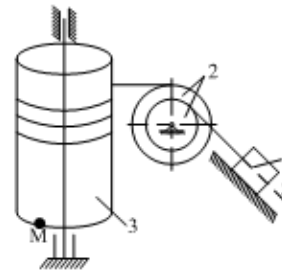


Таблица 2.2

№	V_1	a_1	R_2	r_2	R_3	r_3
	м/с	м/с ²	м	м	м	м
0	0,10	0,75	0,40	0,15	0,60	0,35
1	0,25	0,70	0,80	0,20	0,70	0,25
2	0,35	0,90	0,60	0,50	0,50	0,30
3	0,50	0,55	0,55	0,35	0,45	0,20
4	0,40	0,75	0,75	0,20	0,75	0,55
5	0,15	0,80	0,65	0,50	0,80	0,45
6	0,30	0,45	0,45	0,35	0,65	0,30
7	0,55	0,60	0,55	0,40	0,40	0,15
8	0,45	0,75	0,70	0,20	0,50	0,20
9	0,20	0,50	0,50	0,25	0,75	0,60

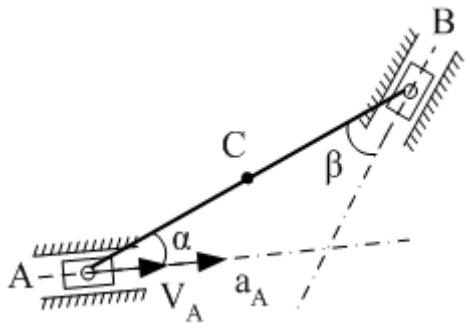
2.3. Кинематический анализ плоского стержневого механизма

Для представленных на схемах механизмов определить скорость и ускорение точек В и С шатуна АВ. Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 2.3.

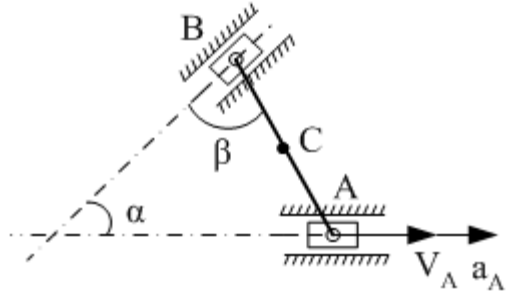
Таблица 2.3

№	V_A	a_A	АВ	$AC = \frac{BC}{AB}$	α	β
	м/с	м/с ²	м	-	град	град
0	1,0	3,0	2,0	0,3	20	40
1	3,0	3,5	3,0	0,7	30	40
2	2,0	2,5	2,5	0,4	40	20
3	2,5	4,0	2,5	0,6	50	20
4	1,5	3,5	2,0	0,7	70	10
5	3,5	2,0	4,0	0,4	20	60
6	3,0	2,0	3,0	0,5	60	10
7	4,0	2,5	3,5	0,6	30	20
8	2,5	4,0	2,0	0,5	50	20
9	3,5	3,0	2,5	0,3	40	30

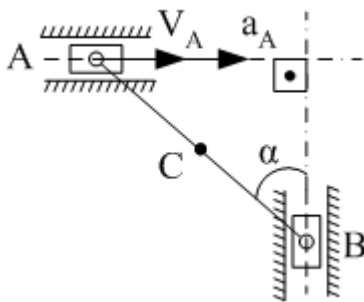
1



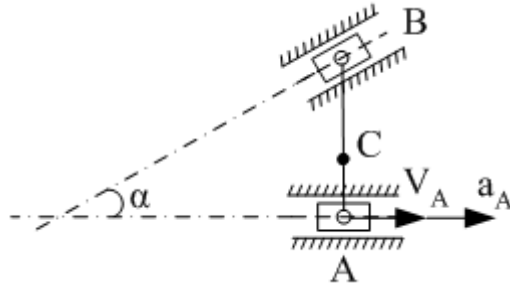
2



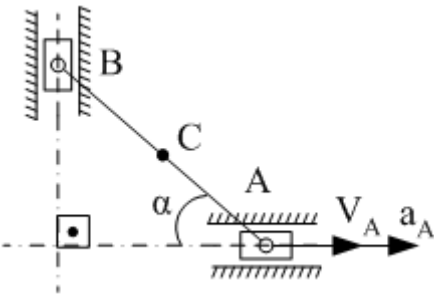
3



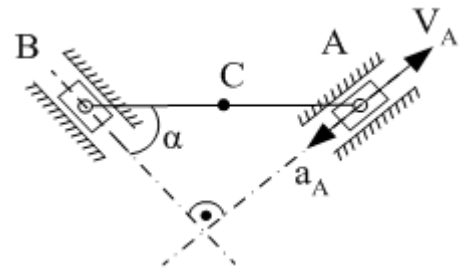
4



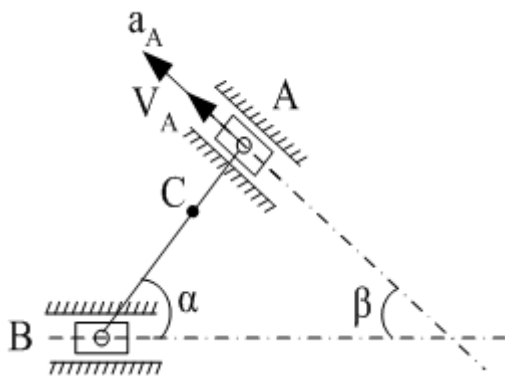
5



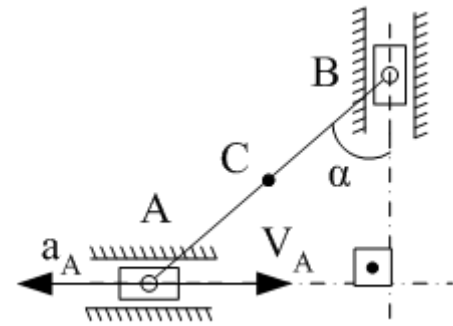
6



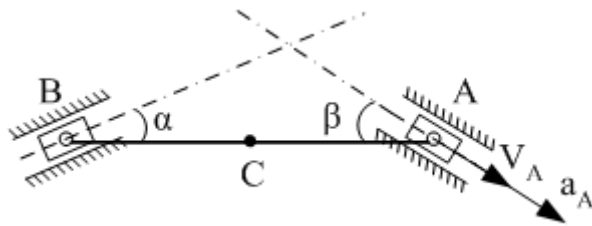
7



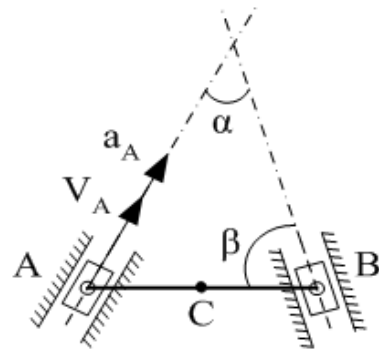
8



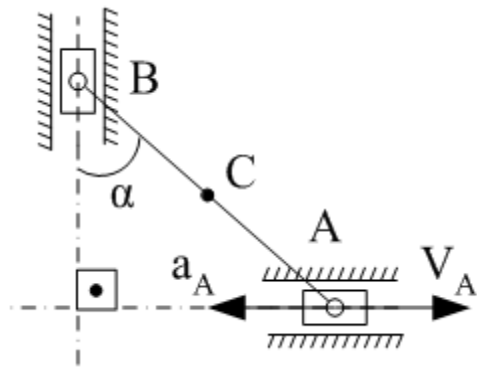
9



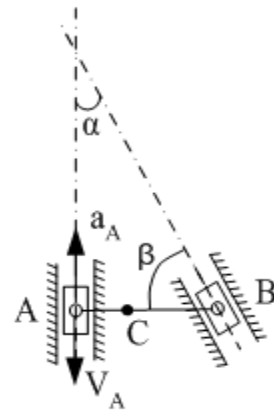
10



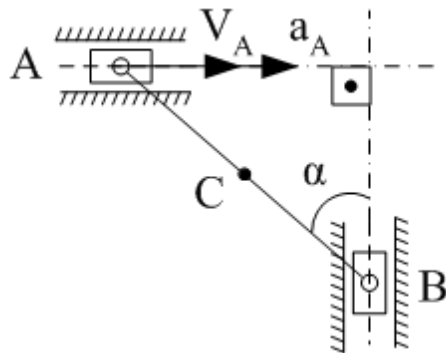
11



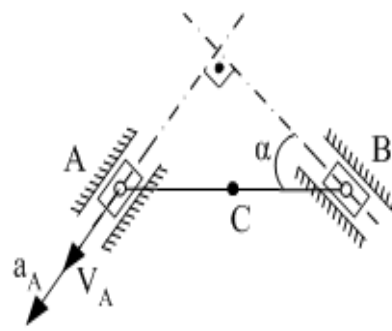
12



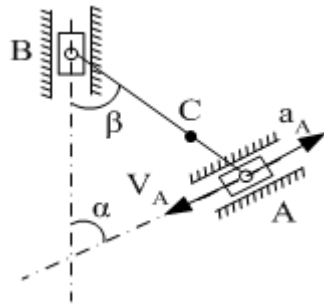
13



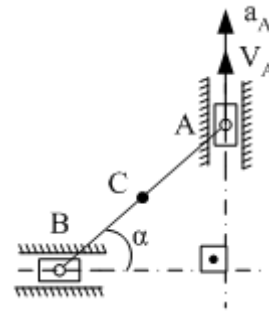
14



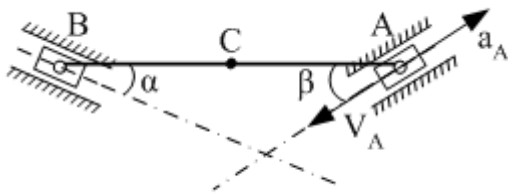
15



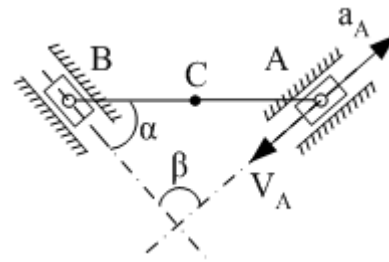
16



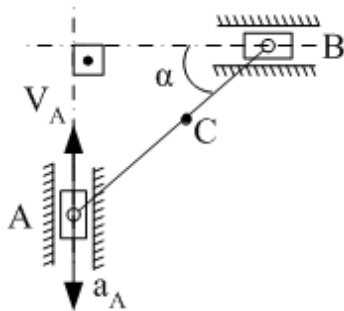
17



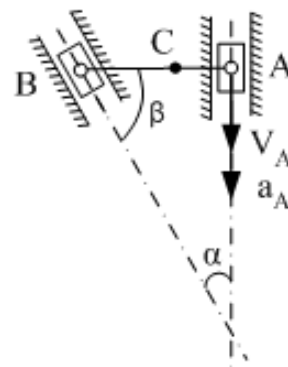
18



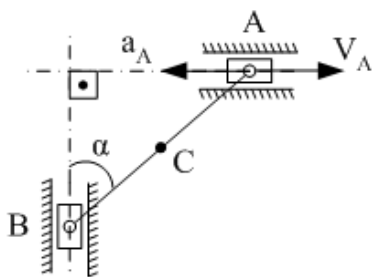
19



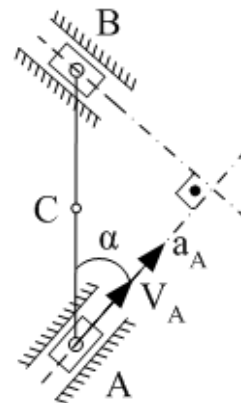
20



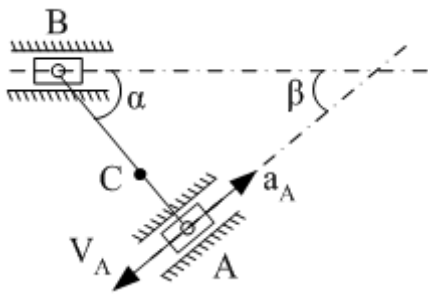
21



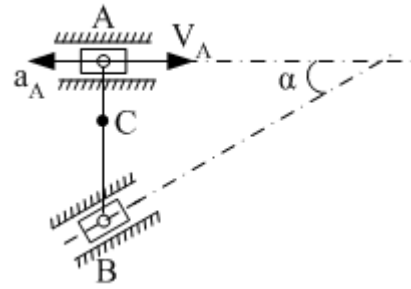
22



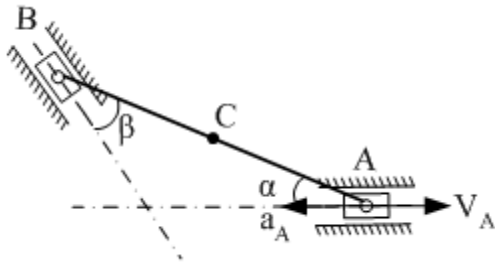
23



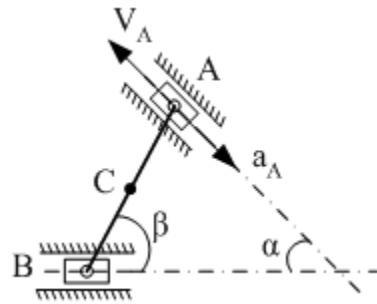
24



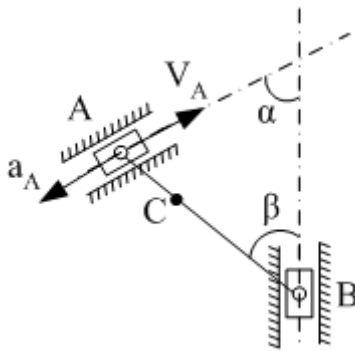
25



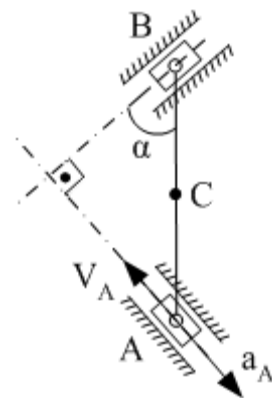
26



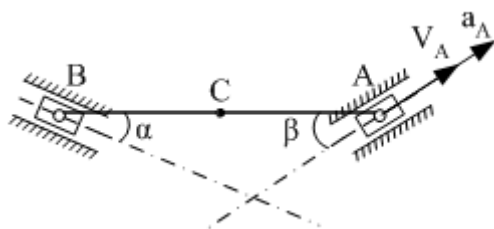
27



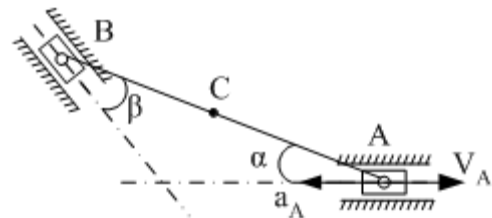
28



29



30



3. ДИНАМИКА

3.1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки, находящейся под действием переменных сил

1. Материальная точка массой m движется вдоль горизонтальной оси Ox под действием силы $F = a t$. Найти скорость V и положение точки x в момент времени t_1 при нулевых начальных условиях.
2. На тело массой m , движущееся по горизонтальной гладкой поверхности, действует сила отталкивания, проекция которой на горизонтальную ось Ox $F_x = k^2 m x$. В начальный момент времени тело находится в покое на расстоянии x_0 от начала отсчета. Определить скорость тела в момент, когда расстояние от начала отсчета увеличится в n раз.
3. Сила тяги винтов вертолѐта массой m при вертикальном подъѐме из состояния покоя в n раз превышает его вес. Сопротивление воздуха пропорционально первой степени скорости $R = m k V$. Определить скорость подъѐма в момент времени t_1 , а также V_{\max} .
4. Лодке массой M сообщается начальная скорость V_0 . При движении лодка встречает сопротивление, пропорциональное квадрату скорости $R = a V^2$. Спустя какое время скорость лодки уменьшится в n раз?
5. Материальная точка массой m движется из начала координат вдоль горизонтальной оси Ox , с начальной скоростью V_0 и испытывая силу сопротивления движению $R = k x$. Найти положение точки x и ее скорость V в момент времени t_1 .
6. Тело массой m , движущееся по гладкой горизонтальной поверхности, притягивается к неподвижному центру с силой, проекция которой на горизонтальную ось Ox равна $F_x = k^2 m x$. В момент времени $t=0$ $x=0$ и $V = V_0$. Определить максимальное удаление тела от начала отсчета.
7. Груз массой m опускается при помощи парашюта без начальной скорости. Сила сопротивления воздуха пропорциональна первой степени скорости $R = b V$. Определить скорость V груза через t_1 после начала спуска.
8. В момент выключения мотора катер массой M имел скорость V_0 . Какой путь пройдет катер с выключенным мотором до момента времени, когда его скорость уменьшится в n раз. Силу сопротивления считать пропорциональной квадрату скорости $R = a V^2$.

9. Материальная точка массой m движется вдоль горизонтальной оси Ox под действием силы $F = a + b V$. Полагая начальные условия движения точки нулевыми, найти координату x точки в момент времени t_1 .

10. Материальная точка массой m движется из состояния покоя вдоль горизонтальной оси Ox под действием силы $F_x = a (b - k t)$. Найти скорость V и координату x в момент, когда сила обратится в нуль.

11. Лодке массой M сообщается начальная скорость V_0 . При движении лодка встречает сопротивление, пропорциональное первой степени скорости $R = a V$. Определить скорость лодки в момент времени t_1 .

12. Лыжник массой 70 кг спускается без начальной скорости по склону в α градусов, не отталкиваясь палками. Длина спуска L , коэффициент трения скольжения лыж о снег $f_{\text{тр}}=0,1$. Сопротивление воздуха $R = k V^2$. Какова скорость движения лыжника в конце спуска?

13. Материальная точка массой m движется из начала координат вдоль горизонтальной оси Ox , имея начальную скорость V_0 и испытывая действие позиционной силы $F = 0,25 m k^2 x$. Найти скорость и положение точки в момент времени t_1 .

14. Материальная точка массой m движется из состояния покоя вдоль горизонтальной оси Ox под действием силы $F_x = b (a - k t)$. Найти путь, пройденный точкой за время t_1 , если $x_0=0$.

15. Тело массой m движется из состояния покоя вдоль горизонтальной оси Ox под действием силы $F = a t / V$. Какой путь пройдет тело за время t_1 ?

16. Самолет массой $10 M$ летит горизонтально. Его скорость в данный момент $10V_0$. Сила тяги двигателя постоянна $F_{\text{тяг}} = 4000$ Н и направлена под углом α к горизонту; сила лобового сопротивления $R = k V^2$. Какое расстояние пройдет самолет к моменту времени, когда его скорость увеличится в n раз?

17. Материальная точка массы m под действием силы $F = a t^2 - b t+2$ движется вдоль оси Ox . Определить: максимальную скорость, которую достигнет точка при своем движении, если в начальный момент времени она имела нулевую скорость и находилась в начале координат.

18. Тело массой m совершает прямолинейное движение вдоль горизонтальной оси Ox под действием силы $F_x = a \pi \cos (k t)$. Определить положение тела на оси Ox в момент времени t_1 , если начальная скорость тела $V_0, x_0=0$.

- 19.** На материальную точку массой m действует сила $F = b \sin (a t)$, направленная вдоль горизонтальной оси Ox . Определить скорость и положение точки в момент времени t_1 , если она вышла из начала координат без начальной скорости.
- 20.** Вертикальный спуск парашютиста массой m происходит без начальной скорости с высоты L при наличии силы сопротивления, пропорциональной квадрату скорости $R = a m V^2$. Определить скорость парашютиста в момент приземления.
- 21.** Автомобиль массой M движется по горизонтальной прямолинейной дороге. Принимая силу тяги мотора постоянной и равной $Q = 1000$ Н, а суммарное сопротивление движению $R = k V^2$, определить скорость автомобиля в конце пути L , если в начале этого пути он имел скорость V_0 .
- 22.** Тело массой m начинает двигаться из состояния покоя по гладкой горизонтальной плоскости вдоль оси Ox под действием силы $F_x = a \sin k t$. Определить положение тела на оси Ox в момент времени t_1 .
- 23.** Тело массой m , брошенное вертикально вверх со скоростью V_0 , испытывает сопротивление среды $R = k V$. Определить, через какое время тело достигнет наивысшего положения.
- 24.** Для взлёта самолетов с корабля применяют специальные катапульты, уменьшающие длину свободного пробега самолета. Считая, что действие катапульты эквивалентно дополнительной тяге $F = 4,9$ кН, определить, насколько сократится длина взлетной дорожки, если масса самолёта M , тяга винта $Q = 14,71$ кН, взлётная скорость $500V_0$, а сопротивление воздуха $R = a V^2$.
- 25.** Материальная точка массой m движется вдоль горизонтальной оси Ox из состояния покоя под действием силы $F = 10 a - b t$. В начальный момент времени точка находилась на расстоянии x_0 от начала отсчёта. Найти время, при котором точка вернется в начальное положение.
- 26.** Для измерения глубины котлована на его дно бросают без начальной скорости груз массой m , который через время t_1 достигает дна. Какова глубина котлована? Сопротивление среды считать пропорциональным первой степени скорости $R = m k V$.
- 27.** Материальная точка массой m движется вдоль горизонтальной оси Ox из состояния покоя под действием силы $F = k x$. В начальный момент времени точка находилась на расстоянии x_0 от начала отсчёта. Определить скорость точки в момент времени t_1 .

28. Материальная точка массой m движется вдоль горизонтальной оси Ox из состояния покоя под действием силы $F_x = b - a t^3$ (Н). Найти скорость точки и величину x в момент времени t_1 . В начальный момент точка имела нулевую скорость и находилась в начале координат.

29. Тело массой m поднимается по гладкой плоскости, наклоненной к горизонту под углом α градусов, получив начальную скорость V_0 . Сопротивление среды пропорционально первой скорости $R = a V$. Через какое время тело остановится?

30. Тело массой m , находящееся в покое, начинает движение вдоль горизонтальной оси Ox под действием силы $F_x = b - e^{k t}$. Определить скорость тела и его координату в момент времени t_1 .

Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 3.1.

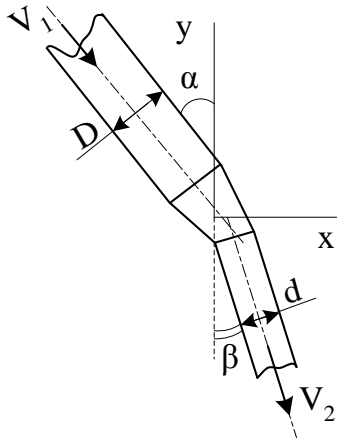
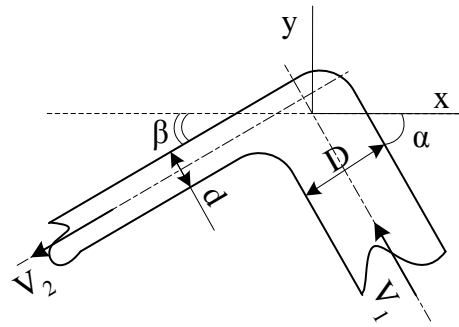
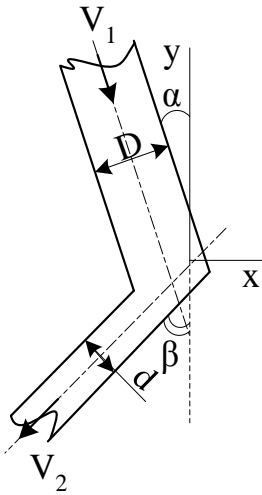
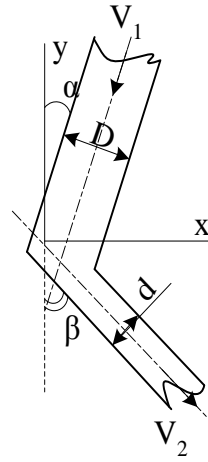
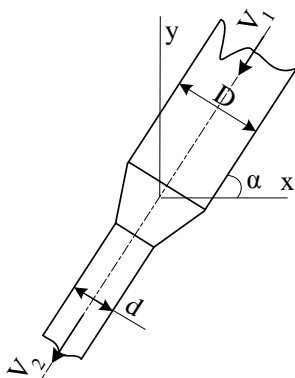
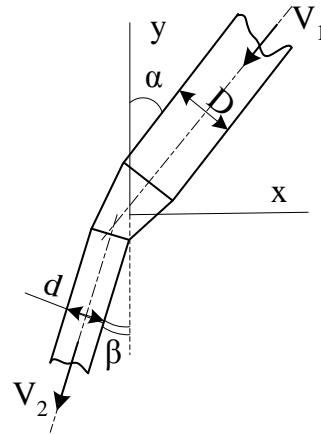
Таблица 3.1

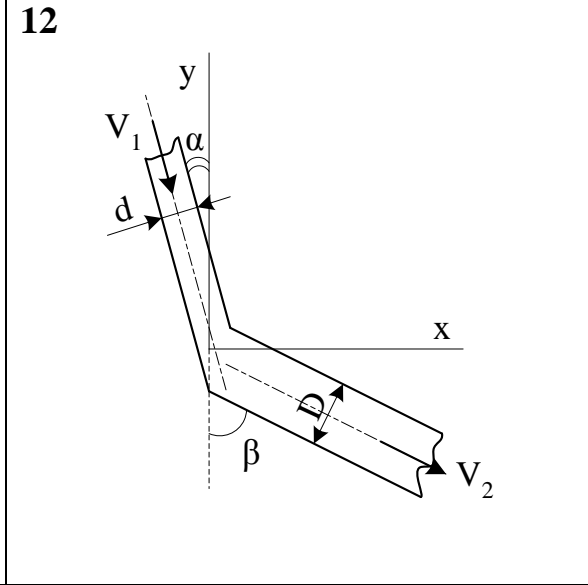
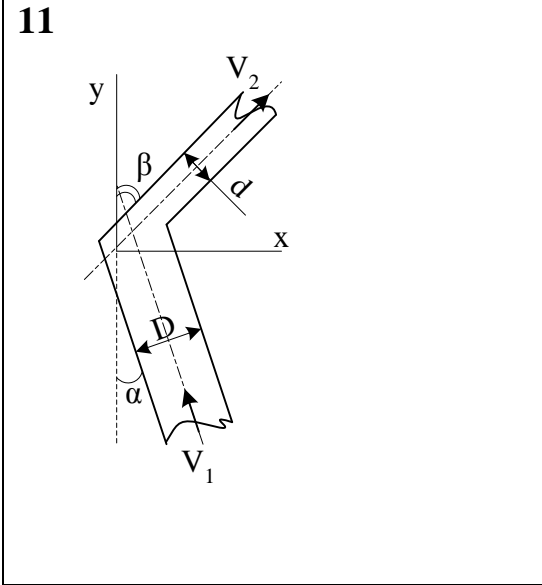
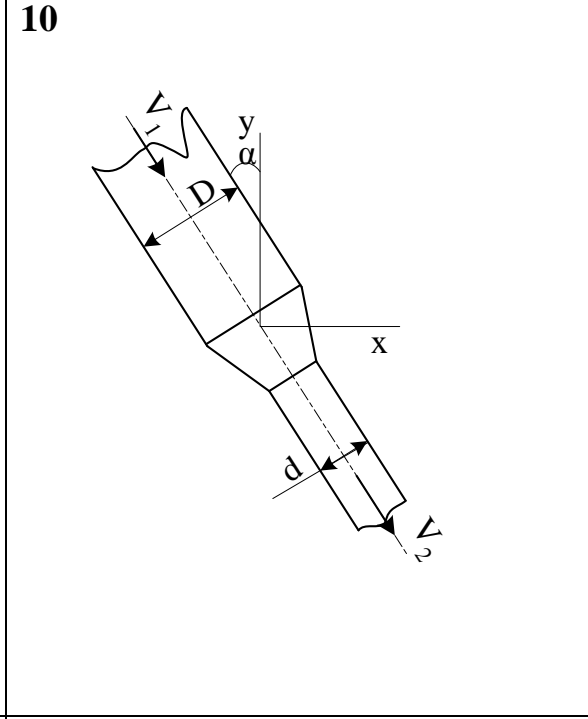
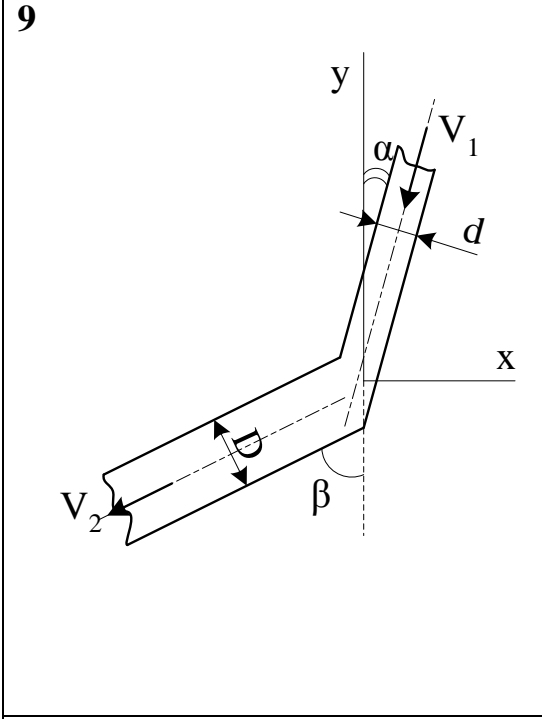
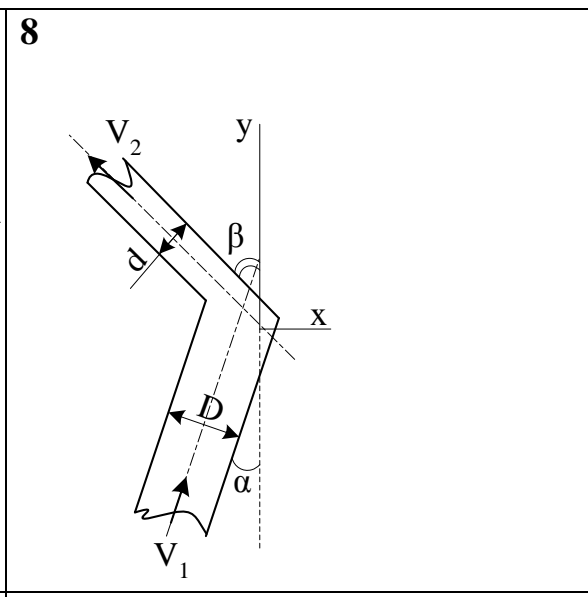
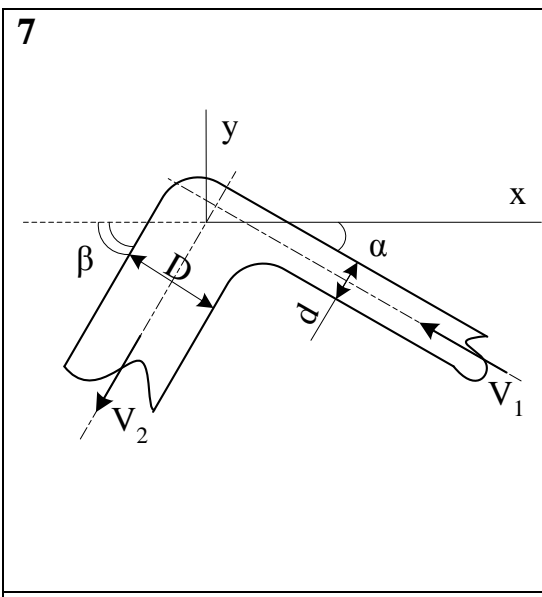
№	k	a	b	m	M	x_0	V_0	n	t_1	L	α
	-	-	-	кг	кг	м	м/с	-	с	м	град
0	0,3	6	35	9	500	2	4	9	4	100	30
1	0,8	5	60	1	50	4	9	4	8	150	10
2	0,3	5	20	8	800	1	3	5	1	120	30
3	0,7	3	55	2	300	5	8	3	7	90	40
4	0,5	6	25	6	500	3	2	6	5	180	15
5	0,4	7	40	7	75	2	5	8	2	70	35
6	0,7	4	50	5	60	4	6	7	6	160	20
7	0,6	7	30	3	400	3	4	8	5	60	45
8	0,6	5	65	5	100	1	7	2	4	200	25
9	0,5	8	45	4	700	5	1	7	4	140	40

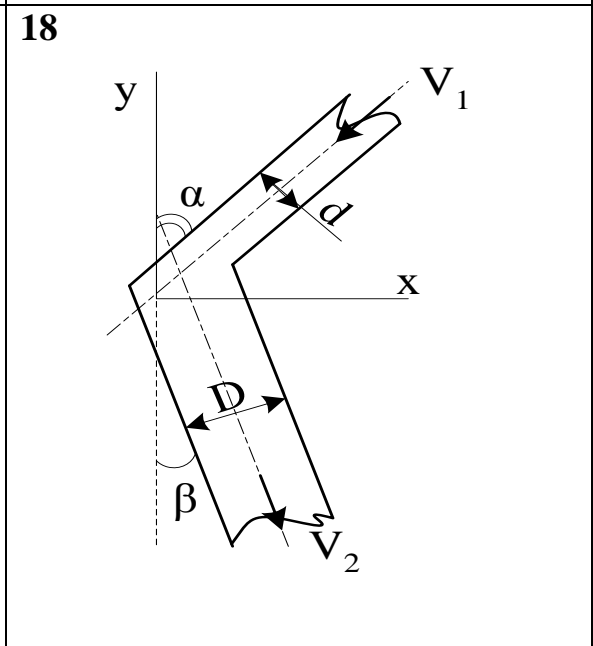
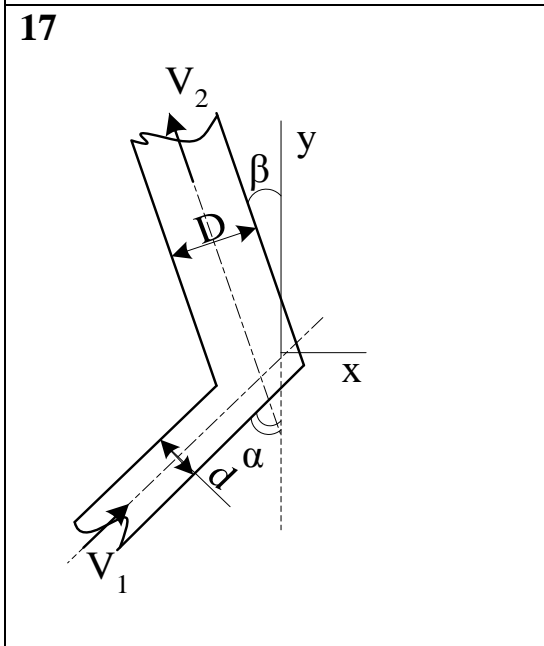
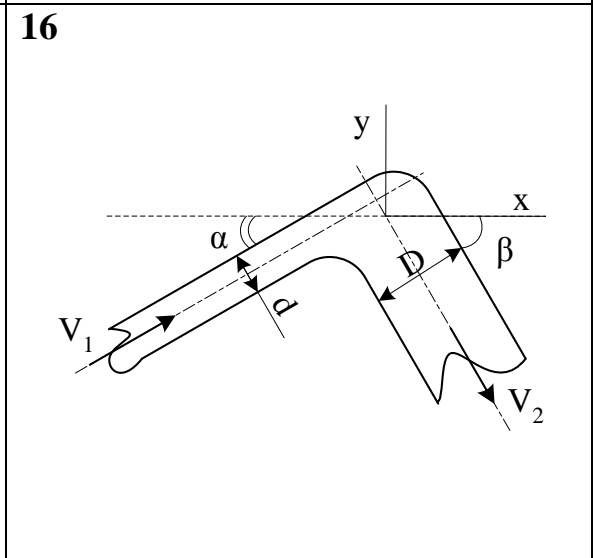
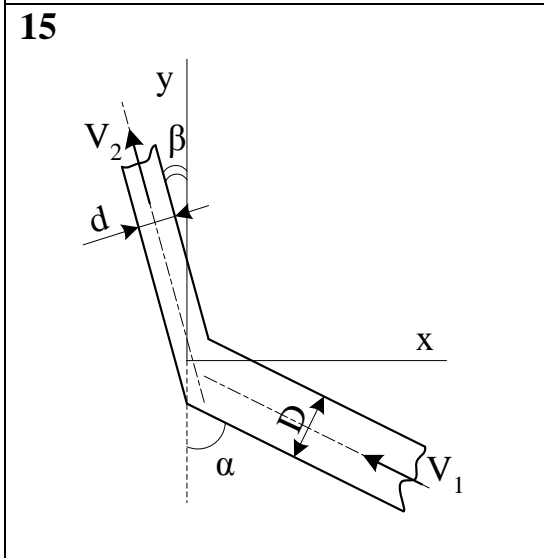
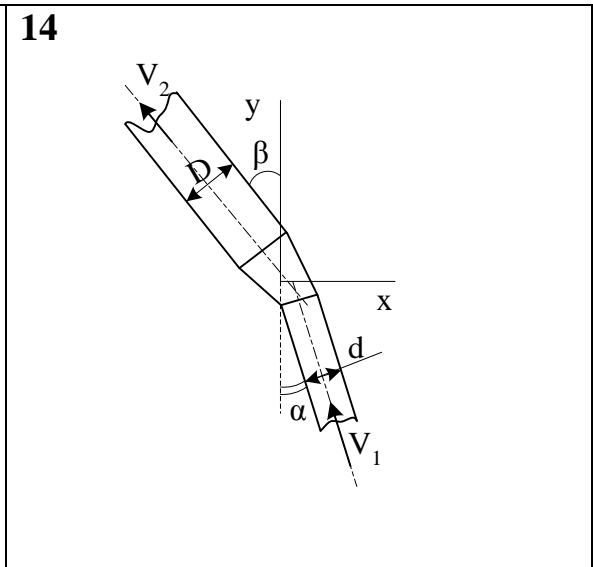
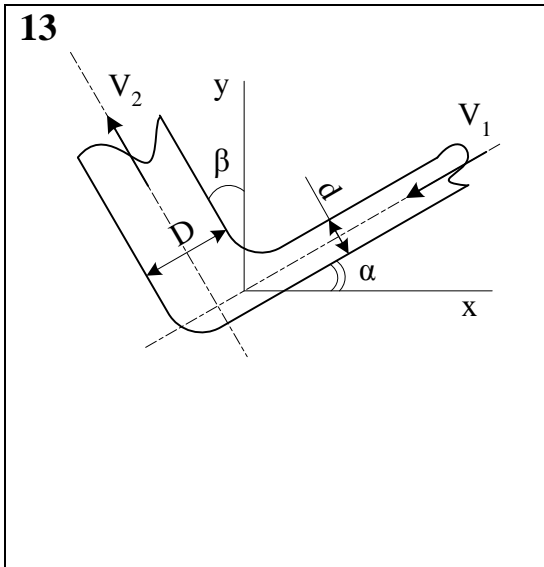
3.2. Теорема об изменении количества движения механической системы в ее применении к сплошной среде

Вода входит в неподвижный канал переменного сечения, симметрично относительно горизонтальной плоскости, со скоростью V_1 под углом α . Скорость воды у выхода из канала V_2 направлена под углом β . Определить модуль составляющей силы R , с которой вода действует на стенку канала.

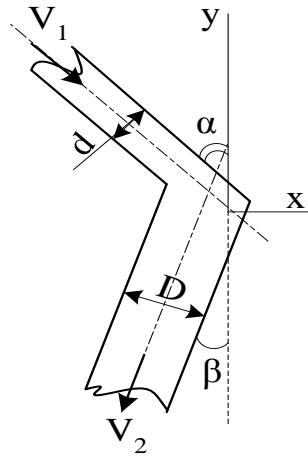
Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 3.2.

1**2****3****4****5****6**

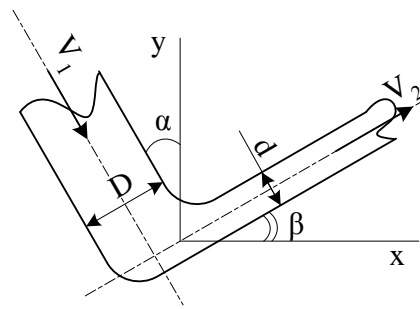




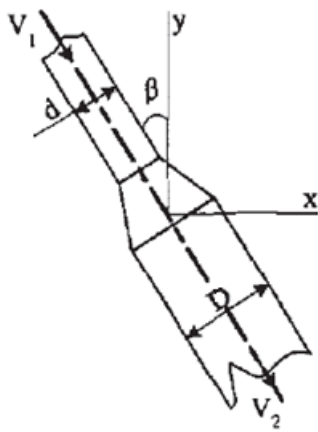
19



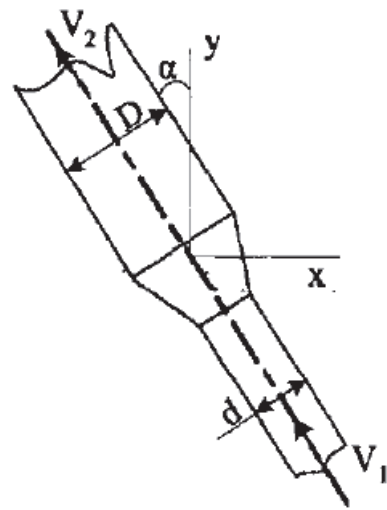
20



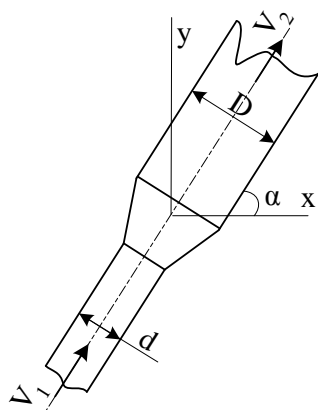
21



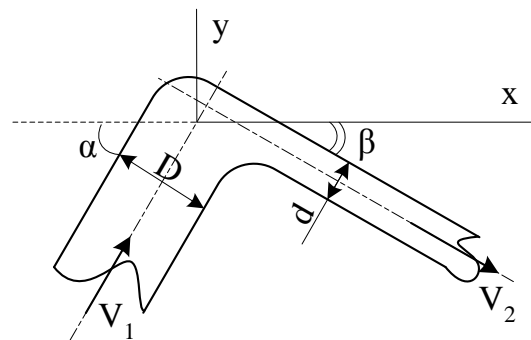
22



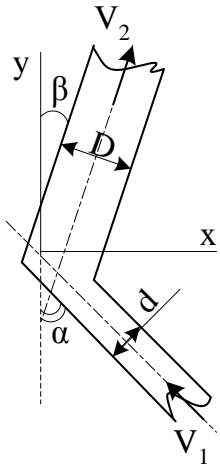
23



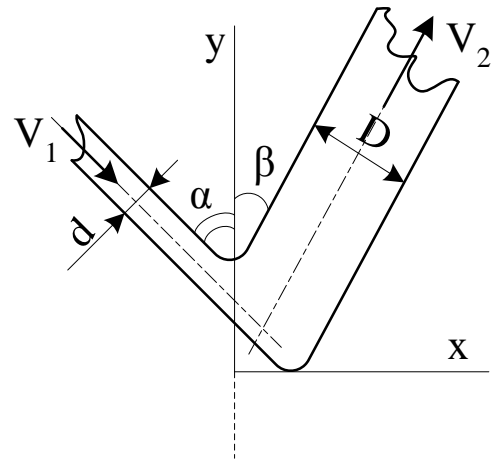
24



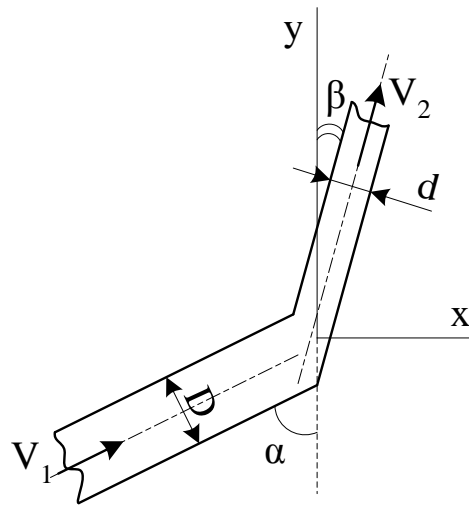
25



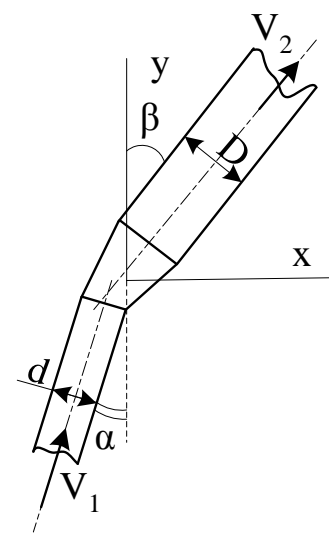
26



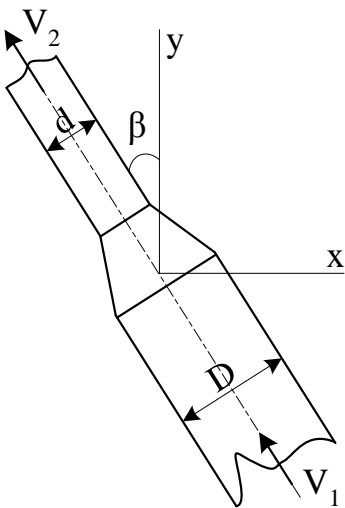
27



28



29



30

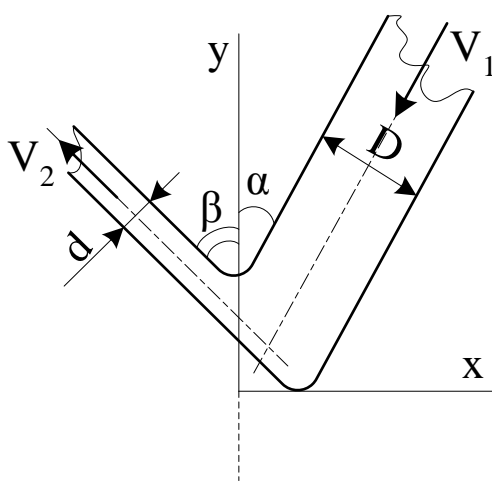
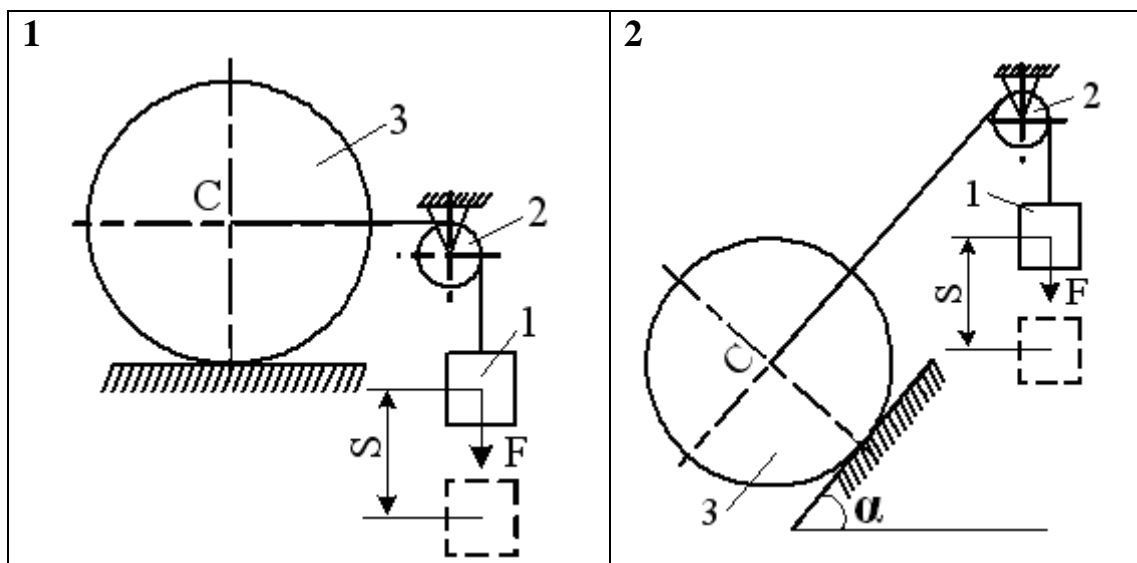


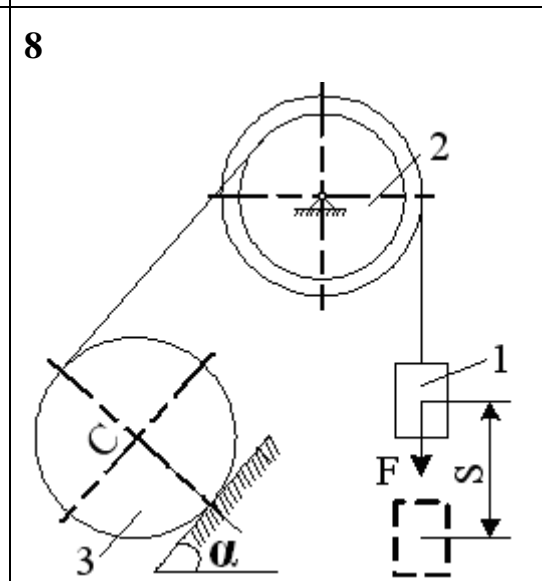
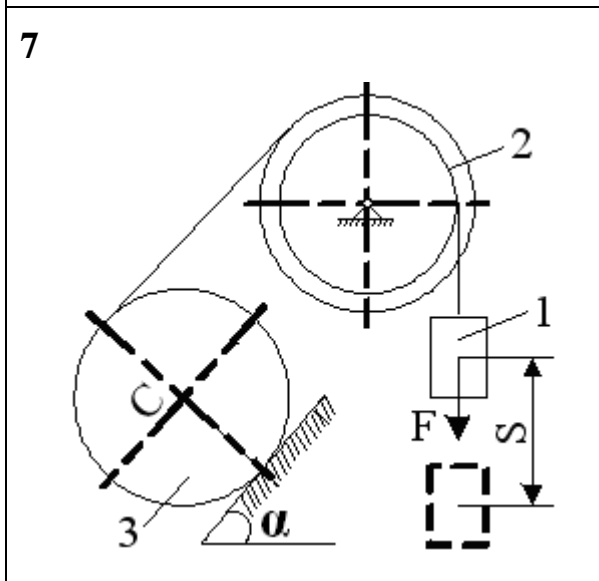
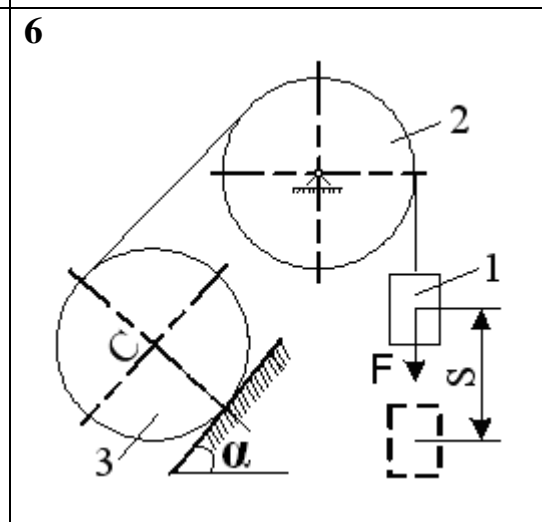
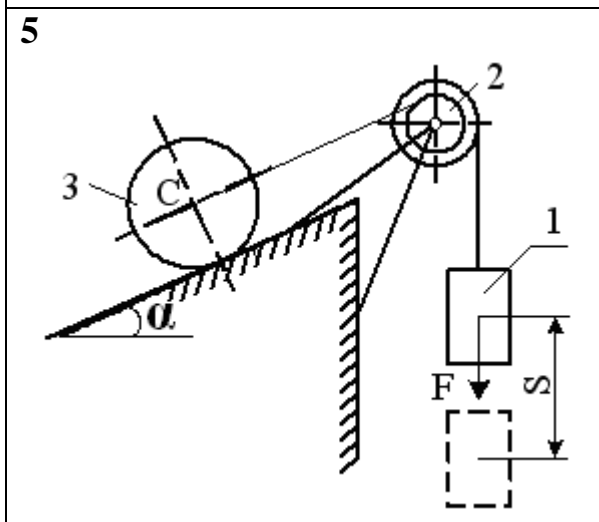
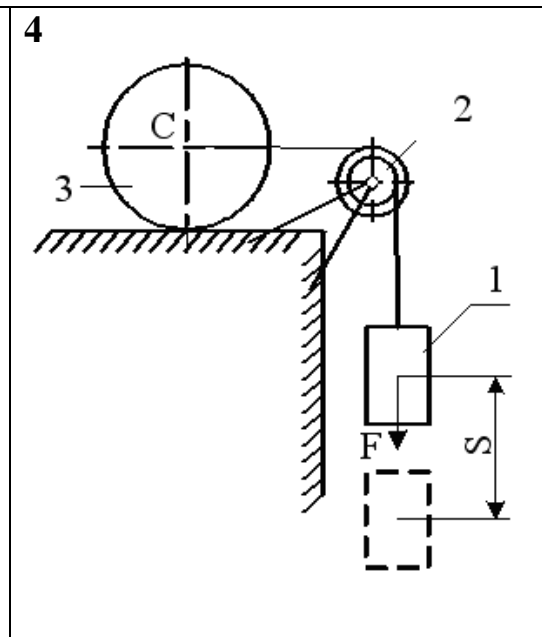
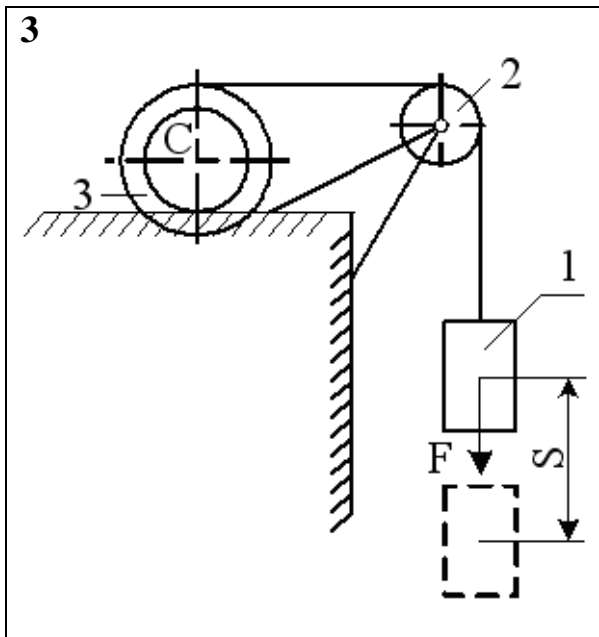
Таблица 3.2

№	V_1	D	d	α	β	R
	м/с	м	м	град	град	-
0	1,0	0,52	0,22	5	50	R_x
1	1,2	0,42	0,12	25	45	R_y
2	1,5	0,50	0,17	10	35	R_x
3	1,8	0,40	0,15	15	40	R_y
4	2,5	0,56	0,22	15	30	R_x
5	2,0	0,40	0,10	20	45	R_y
6	3,4	0,60	0,12	10	35	R_x
7	3,0	0,54	0,20	15	40	R_y
8	3,2	0,50	0,10	25	30	R_x
9	3,8	0,43	0,15	20	50	R_y

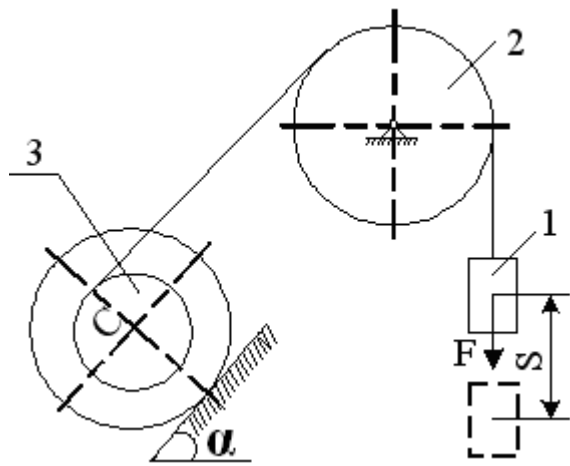
3.3. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы

Для заданной механической системы определить $V_1 = f(S)$. Считать, что у блоков и катков массы распределены по наружному радиусу. Массами нитей пренебречь, предполагая их нерастяжимыми. Принять, что движение начинается из состояния покоя. В задании принять следующие обозначения: m_1, m_2, m_3 - массы тел; R_1 и R_2 - радиусы больших и малых окружностей; $f_{тр}=0,2$ - коэффициент трения скольжения; $f_k = 0,3$ - коэффициент трения качения. Проскальзывания отсутствуют. Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 3.3.

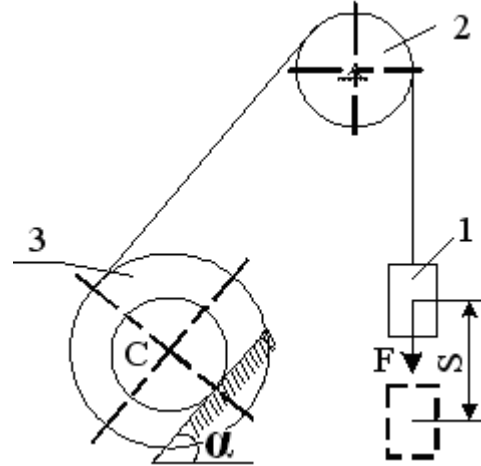




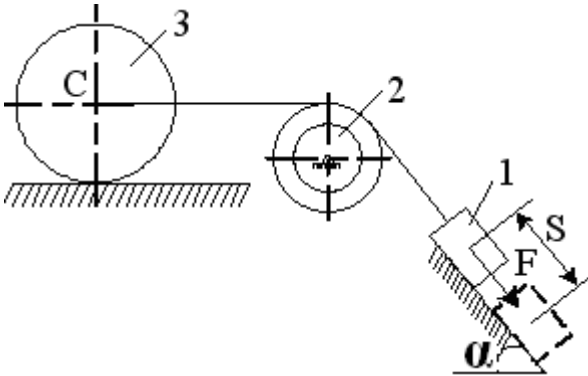
9



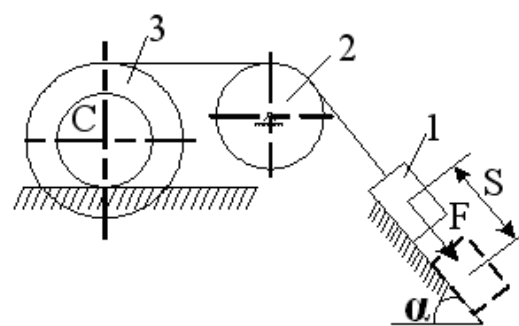
10



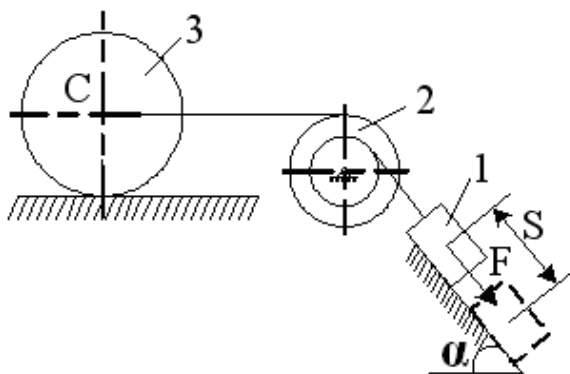
11



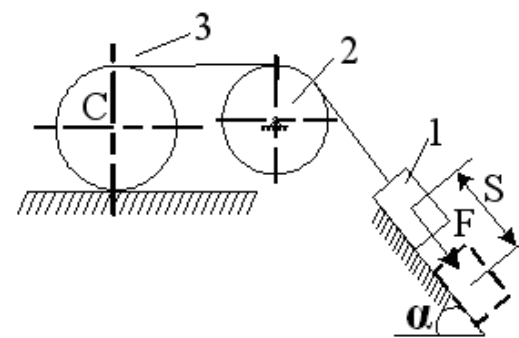
12



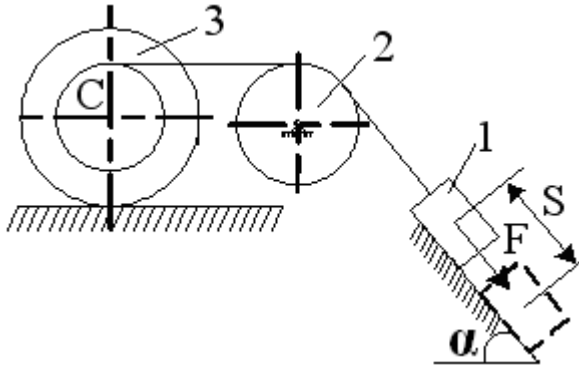
13



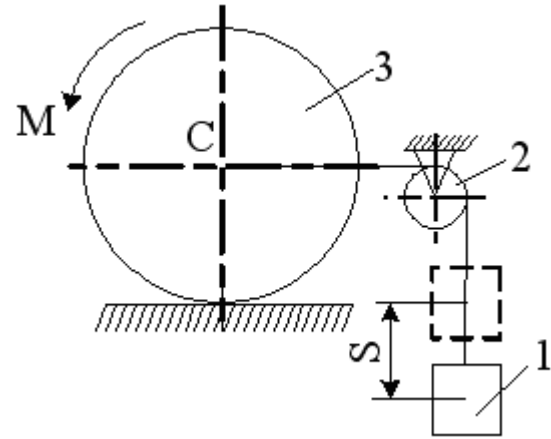
14



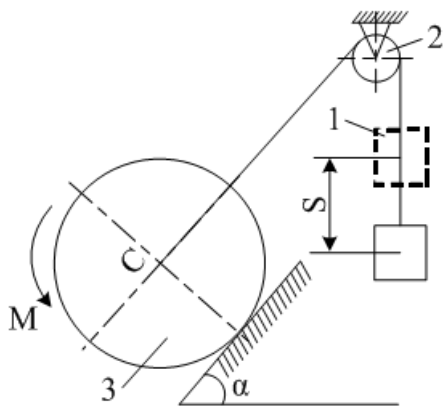
15



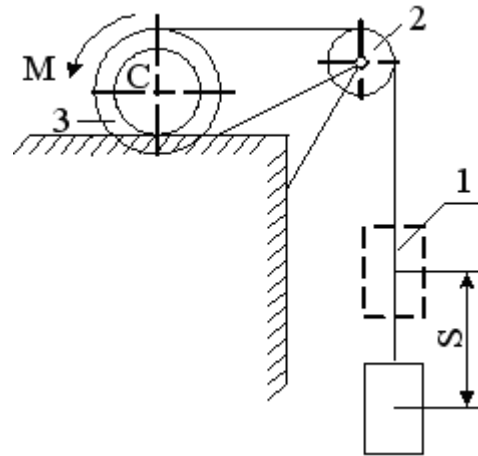
16



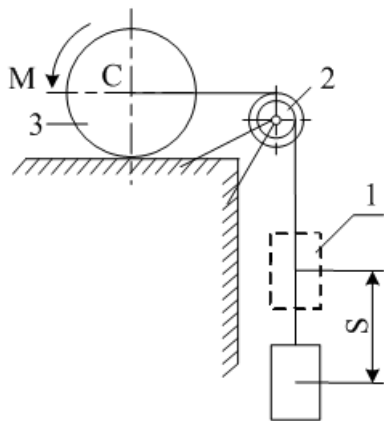
17



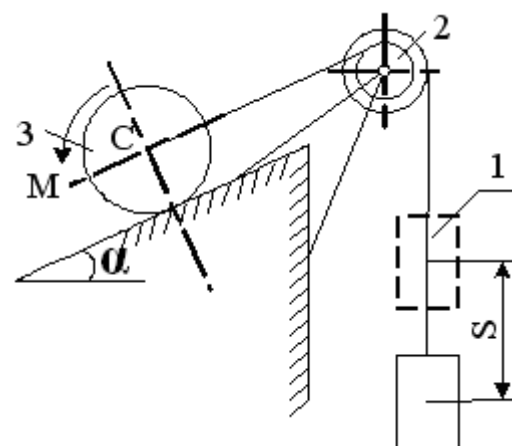
18



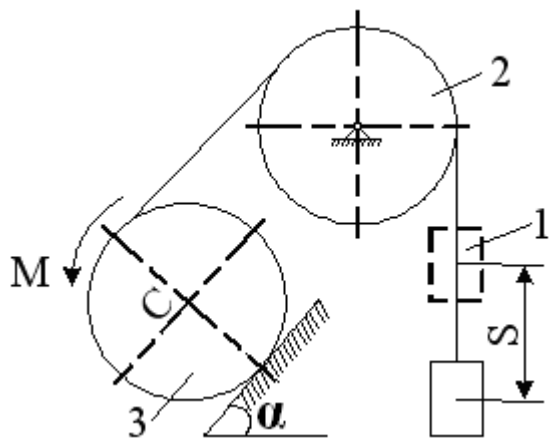
19



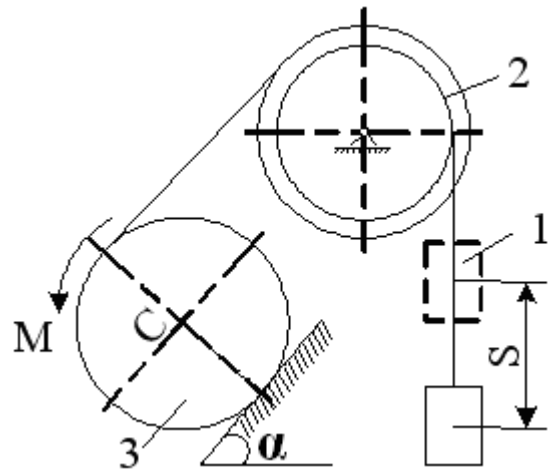
20



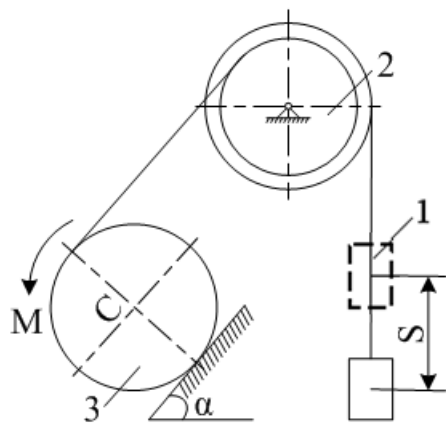
21



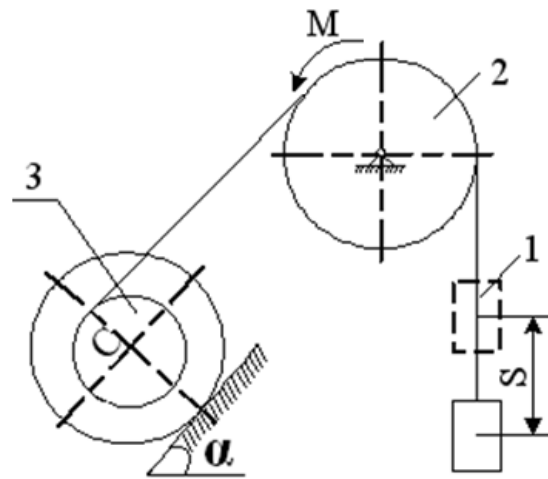
22



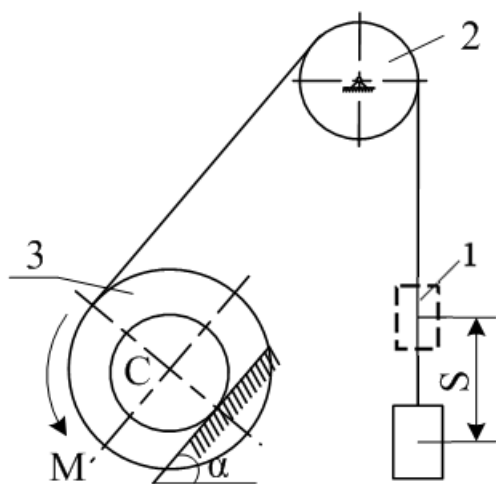
23



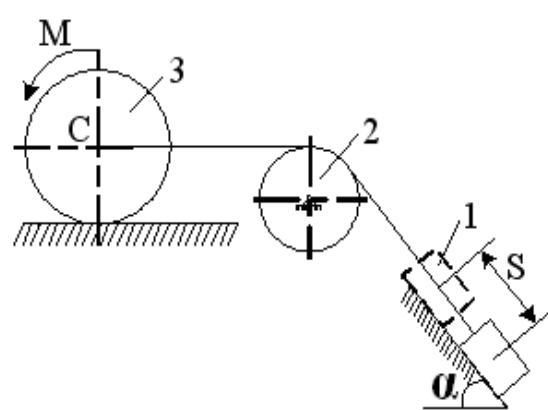
24



25



26



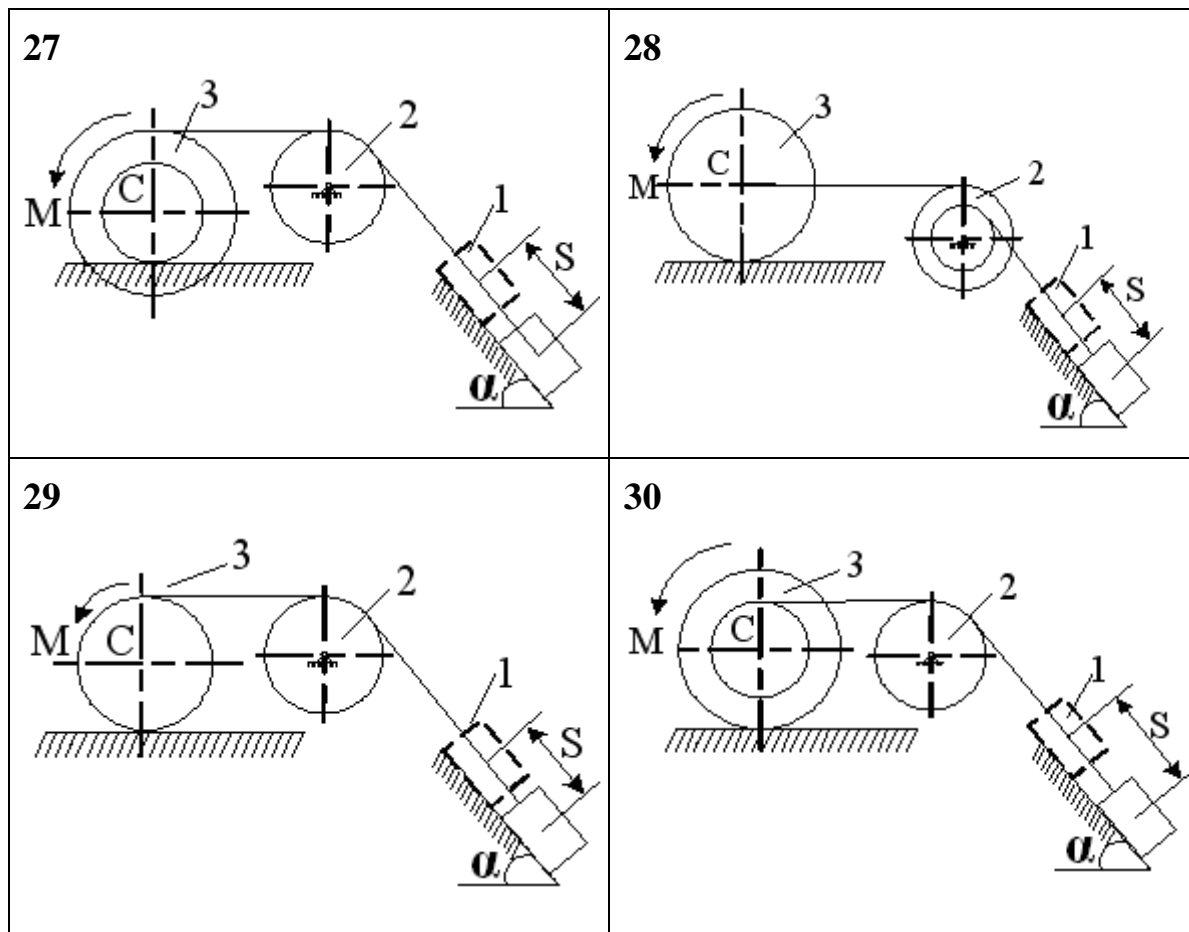


Таблица 3.3

№	m_1	m_2	m_3	R_1	R_2	α	F	M	S
	кг	кг	кг	см	см	град	Н	Нм	м
0	100	200	500	20	30	30	5000	5000φ	2
1	400	500	100	40	50	40	4500	2000φ	4
2	300	100	400	20	40	50	6000	2500φ	5
3	500	200	300	40	50	60	3000	7000φ	1
4	100	300	200	30	20	60	4000	3000φ	3
5	200	500	400	40	50	30	5500	2000φ	4
6	200	400	400	30	40	60	2500	5500φ	2
7	400	300	100	50	20	50	7000	3500φ	3
8	200	200	300	50	30	40	3500	6000φ	1
9	300	100	300	40	50	50	2000	5500φ	5

4. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

4.1. Продольная деформация

Стальной стержень АЕ круглого поперечного сечения нагружен заданными продольными силами F_1 , F_2 , F_3 и F_4 .

Относительные длины участков стержня $k_1=L_1/L$, $k_2=L_2/L$, $k_3=L_3/L$, $k_4=L_4/L$, допускаемое напряжение $[\sigma]$ и допускаемое относительное удлинение $[\epsilon]$ известны. Модуль Юнга материала стержня $E = 2 \cdot 10^8$ кПа.

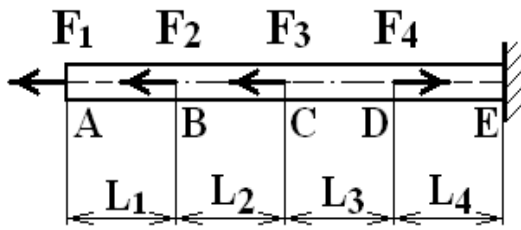
Требуется построить эпюры продольной силы N и относительного удлинения ϵ , с помощью которых определить диаметр поперечного сечения стержня из условий прочности и жесткости.

Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 4.1.

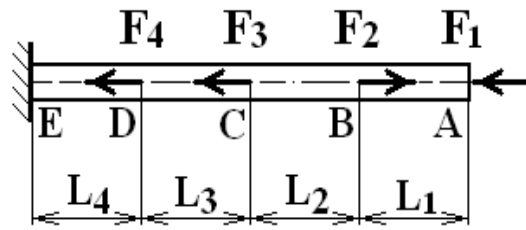
Таблица 4.1

№	F_1	F_2	F_3	F_4	k_1	k_2	k_3	k_4	$[\sigma]$	$[\epsilon]$
	кН	кН	кН	кН	-	-	-	-	МПа	%
0	3	7	2	11	0,4	0,5	0,2	0,6	110	0,15
1	2	3	11	7	0,2	0,4	0,6	0,5	120	0,14
2	11	7	3	2	0,6	0,5	0,4	0,2	125	0,13
3	3	2	11	7	0,4	0,2	0,6	0,5	130	0,12
4	2	11	7	3	0,2	0,6	0,5	0,4	135	0,11
5	3	11	2	7	0,4	0,6	0,2	0,5	140	0,1
6	7	2	3	11	0,5	0,2	0,4	0,6	145	0,09
7	11	2	3	7	0,6	0,2	0,4	0,5	150	0,08
8	7	11	2	3	0,5	0,6	0,2	0,4	155	0,07
9	3	2	7	11	0,4	0,2	0,5	0,6	160	0,06

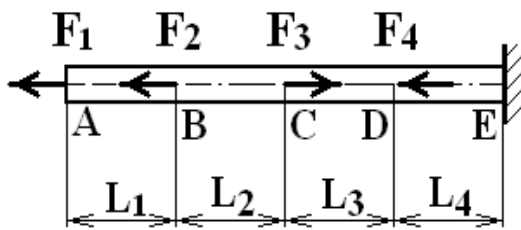
1



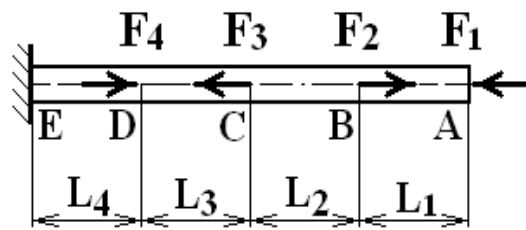
2



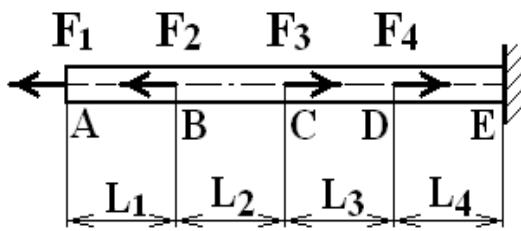
3



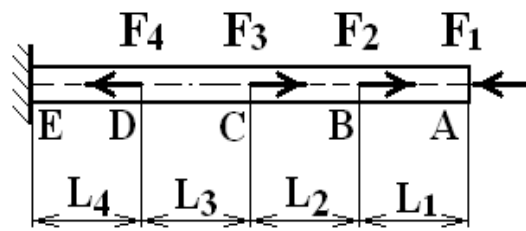
4



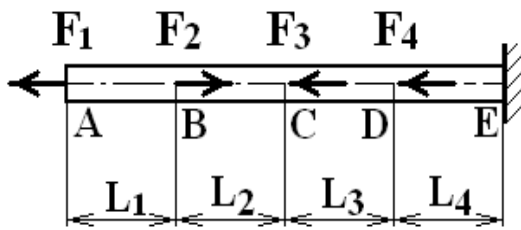
5



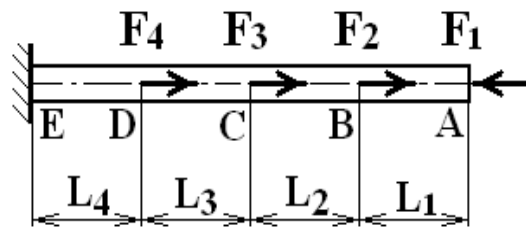
6



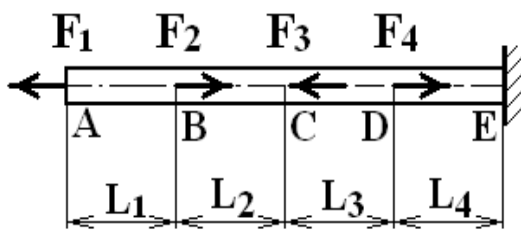
7



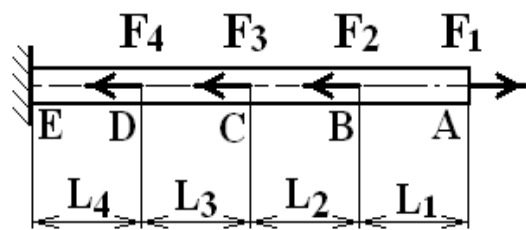
8



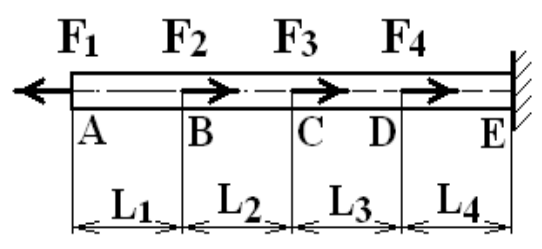
9



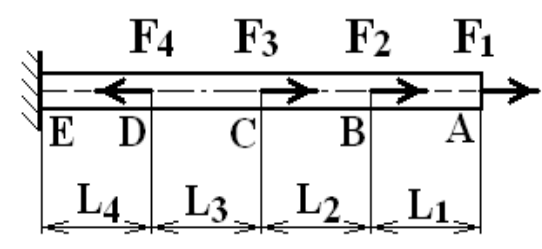
10



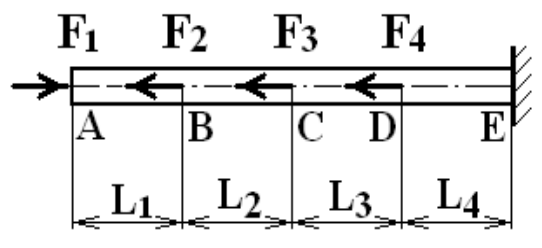
11



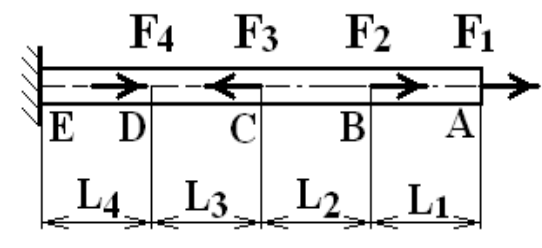
12



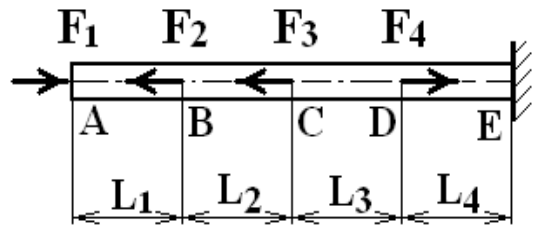
13



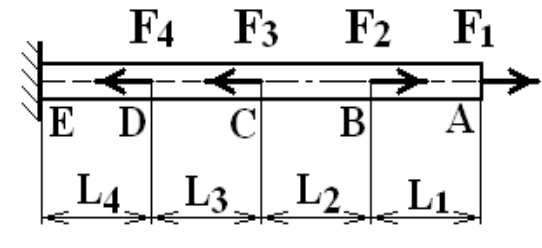
14



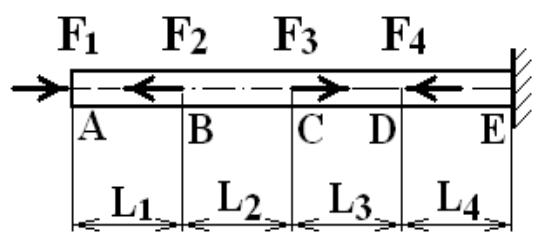
15



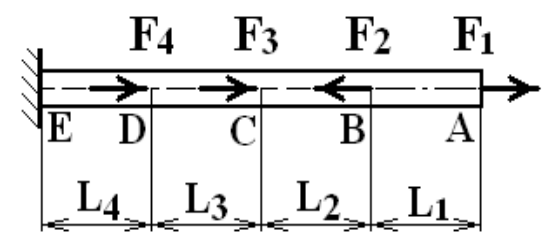
16



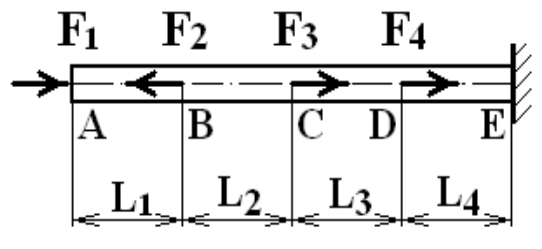
17



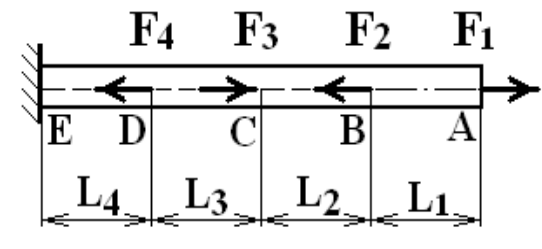
18



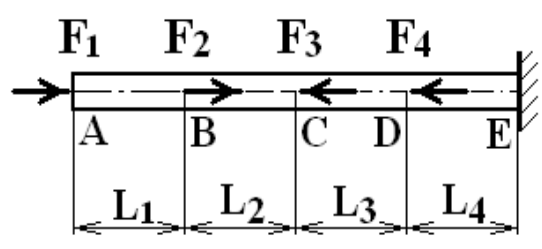
19



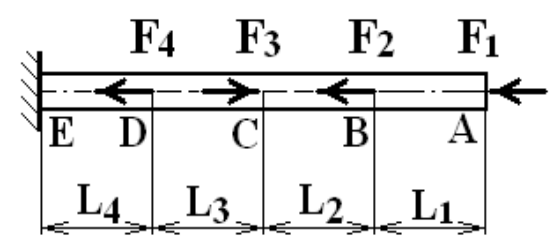
20



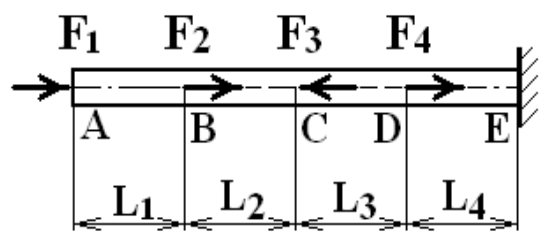
21



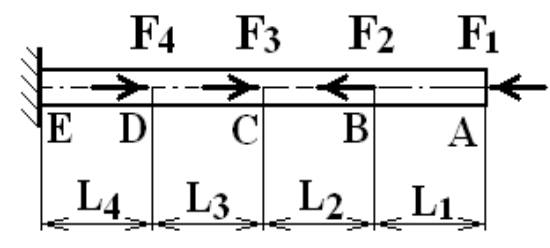
22



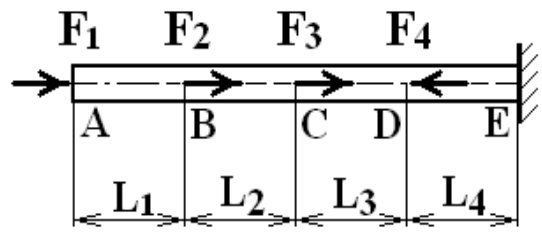
23



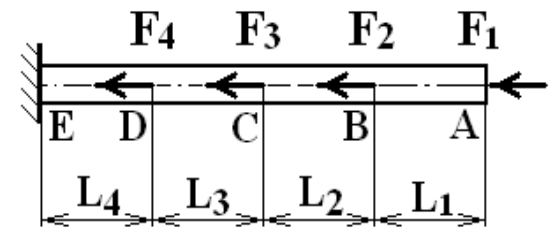
24



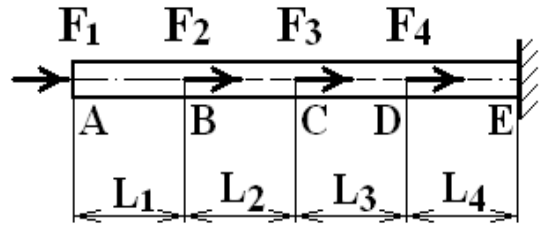
25



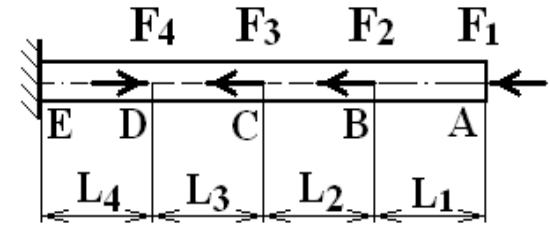
26



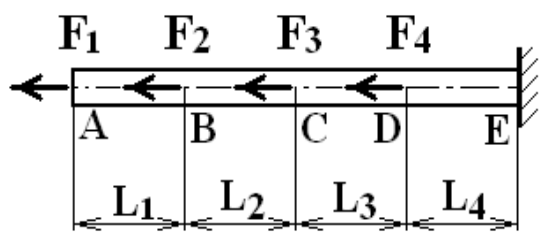
27



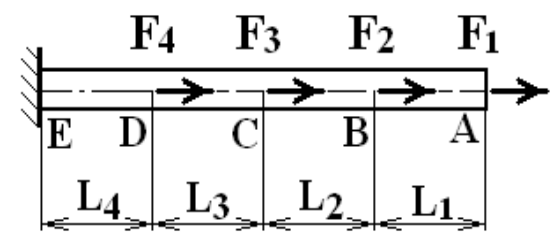
28



29



30



4.2. Кручение

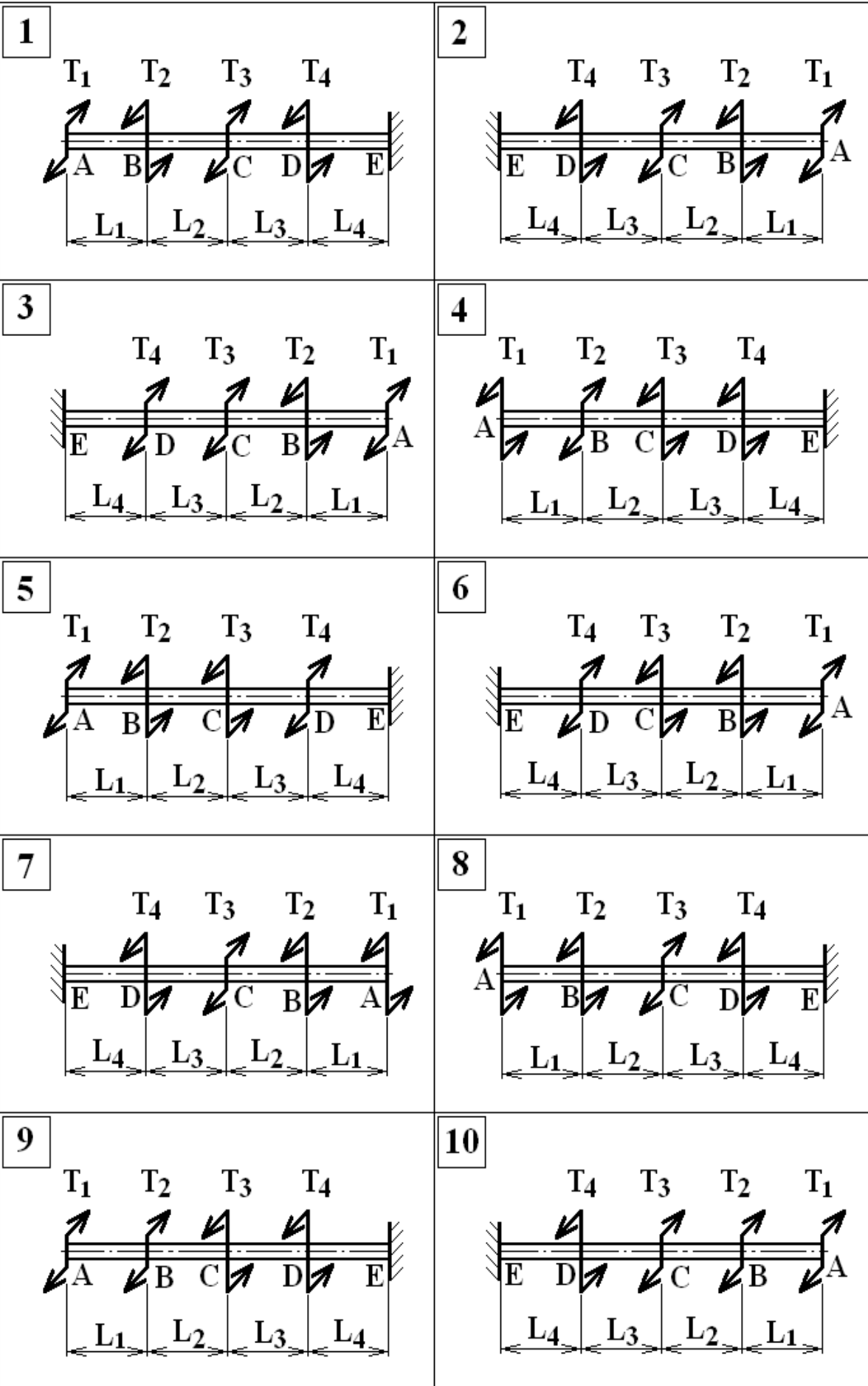
Стальной стержень АЕ круглого поперечного сечения нагружен заданными крутящими моментами T_1 , T_2 , T_3 и T_4 .

Относительные длины участков стержня $k_1=L_1/L$, $k_2=L_2/L$, $k_3=L_3/L$, $k_4=L_4/L$, допускаемое напряжение $[\tau]$ и относительный угол закручивания $[\Delta\varphi]$ известны. Модуль сдвига материала стержня $G=0,8 \cdot 10^8$ кПа.

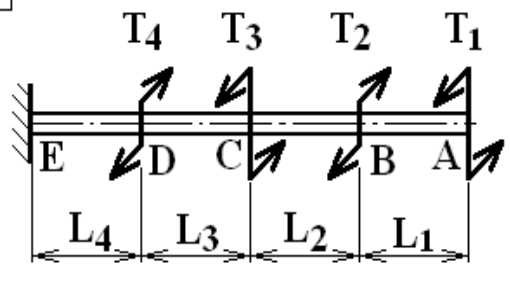
Требуется построить эпюры крутящего момента M_k и относительного угла закручивания $\Delta\varphi$, с помощью которых определить диаметр поперечного сечения стержня из условий прочности и жесткости. Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

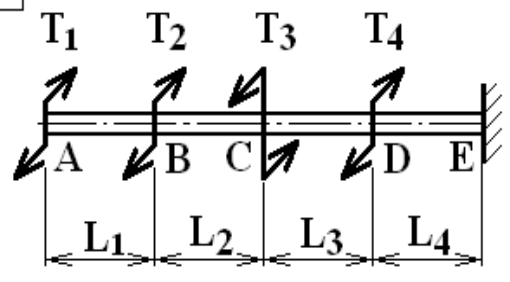
№	T_1	T_2	T_3	T_4	k_1	k_2	k_3	k_4	$[\tau]$	$[\Delta\varphi]$
	кНм	кНм	кНм	кНм	-	-	-	-	МПа	рад/м
0	3	2	7	11	0,4	0,2	0,5	0,6	35	0,015
1	7	11	2	3	0,5	0,6	0,2	0,4	40	0,014
2	11	2	3	7	0,6	0,2	0,4	0,5	45	0,013
3	7	2	3	11	0,5	0,2	0,4	0,6	50	0,012
4	3	11	2	7	0,4	0,6	0,2	0,5	55	0,011
5	2	11	7	3	0,2	0,6	0,5	0,4	60	0,01
6	3	2	11	7	0,4	0,2	0,6	0,5	65	0,009
7	11	7	3	2	0,6	0,5	0,4	0,2	70	0,008
8	2	3	11	7	0,2	0,4	0,6	0,5	75	0,007
9	3	7	2	11	0,4	0,5	0,2	0,6	80	0,006



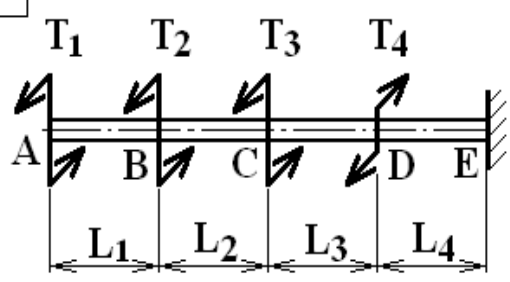
11



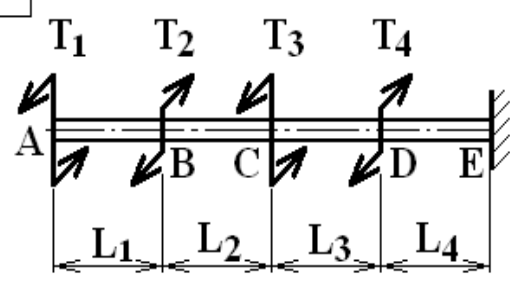
12



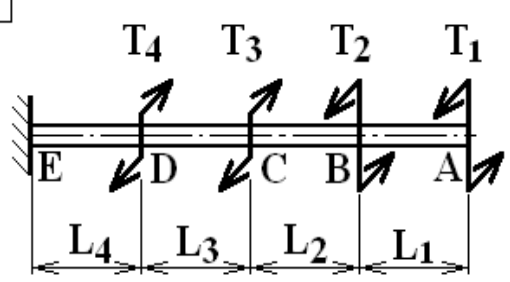
13



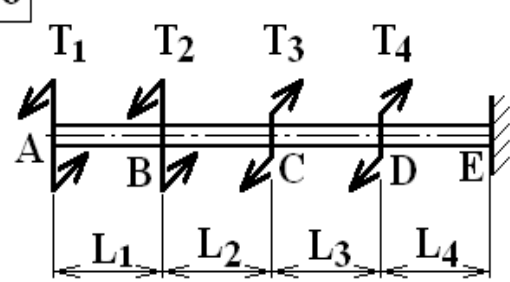
14



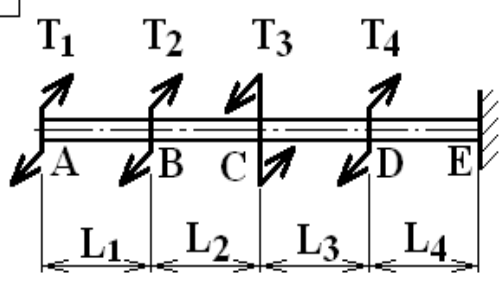
15



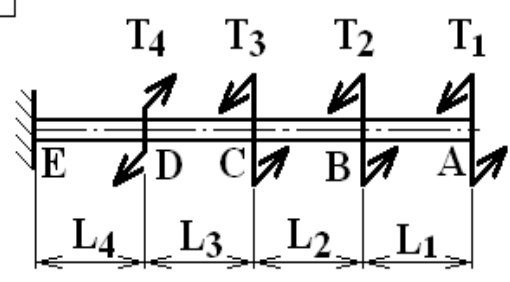
16



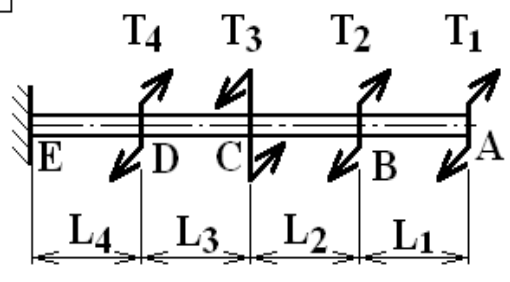
17



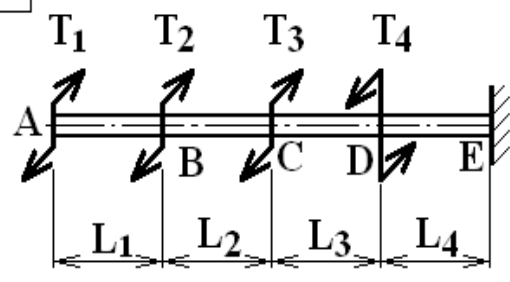
18



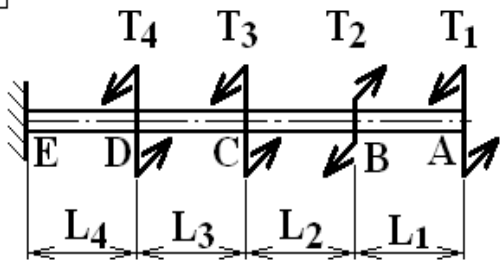
19



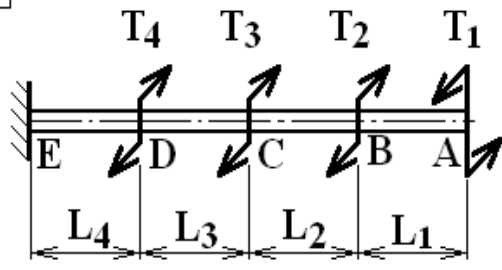
20



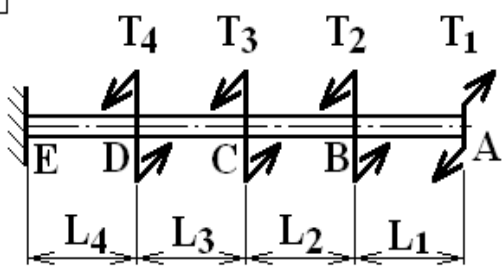
21



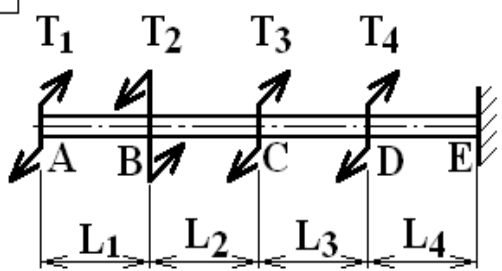
22



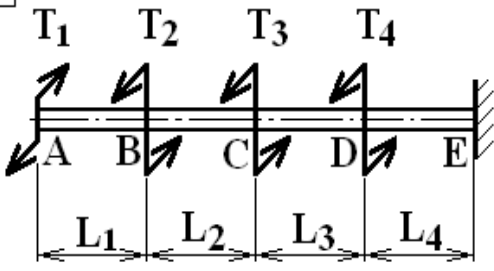
23



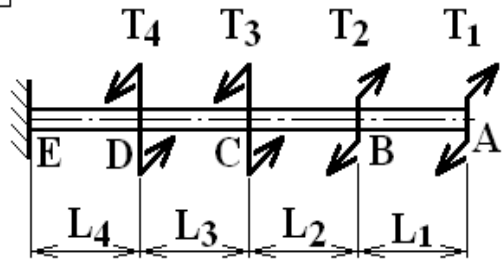
24



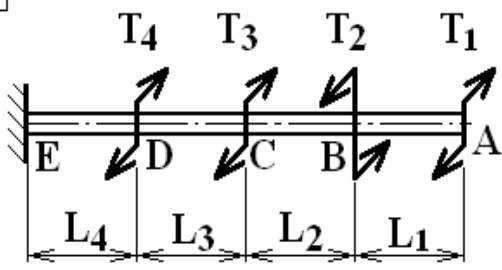
25



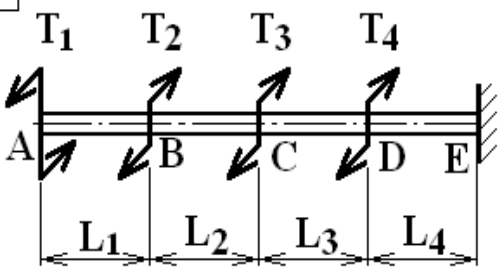
26



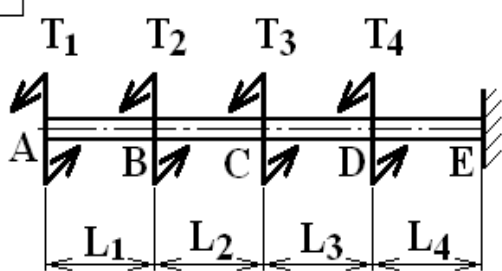
27



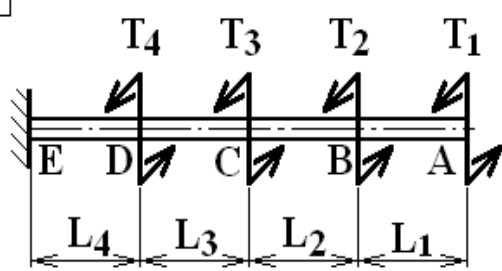
28



29



30



4.3. Изгиб

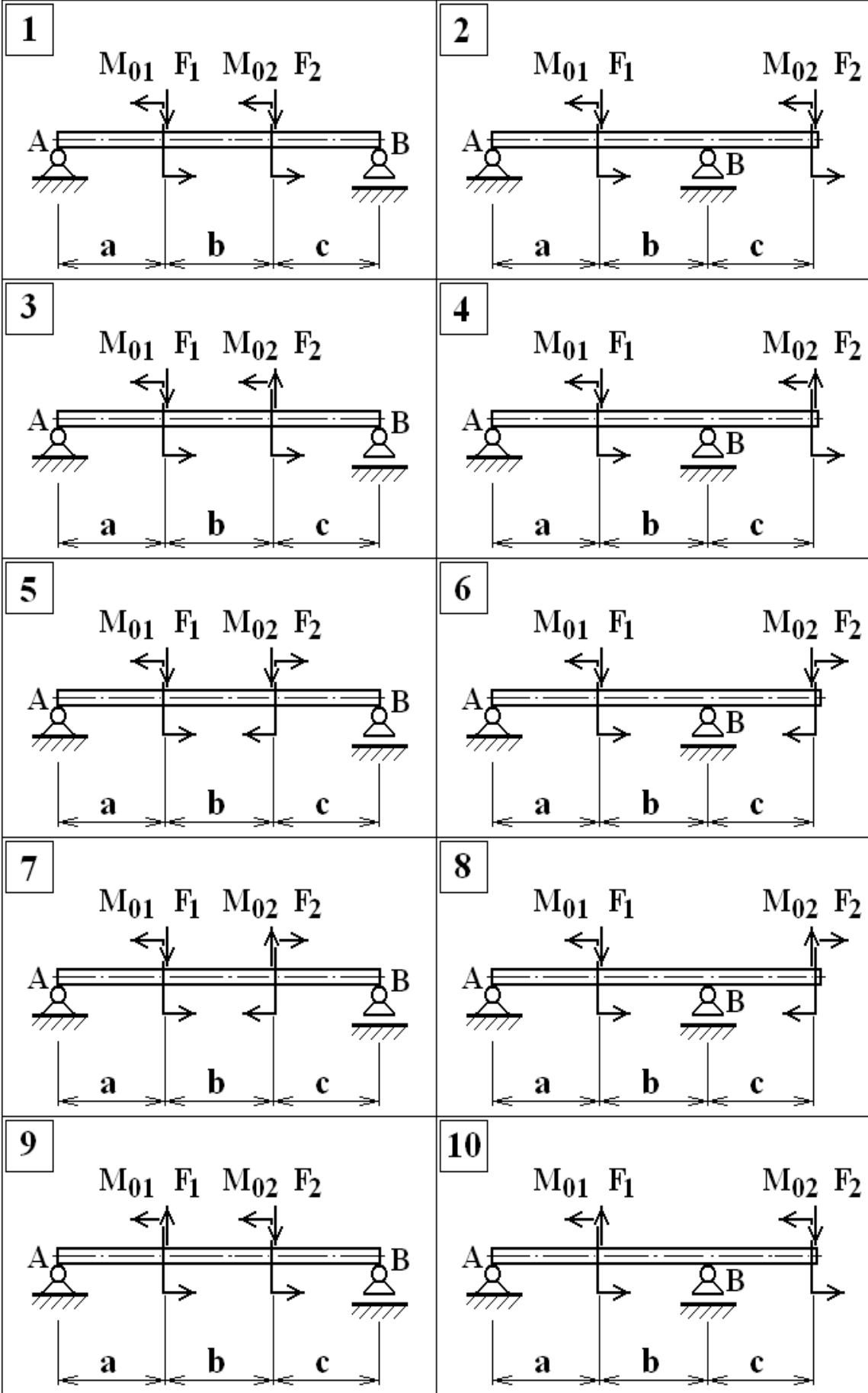
Стальной стержень АВ круглого поперечного сечения нагружен заданными изгибающими моментами M_{01} , M_{02} и поперечными силами F_1 и F_2 .

Длины участков стержня a , b , c и допускаемое напряжение $[\sigma]$ известны.

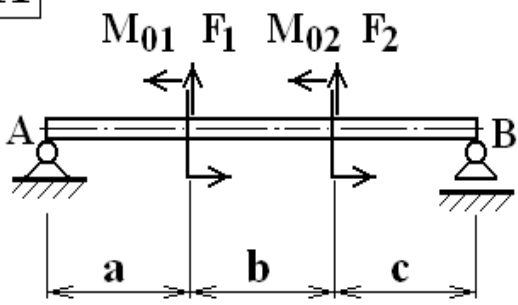
Требуется определить реакции в опорах А и В, построить эпюры поперечной силы Q и изгибающего момента M , определить диаметр поперечного сечения стержня из условия прочности. Данные, необходимые для вычисления, приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

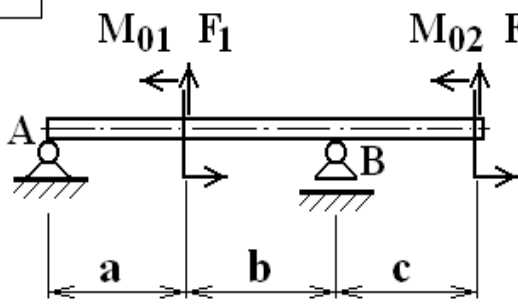
№	M_{01}	F_1	M_{02}	F_2	a	b	c	$[\sigma]$
	кНм	кН	кНм	кН	м	м	м	МПа
0	4	2	3	5	1	2	3	110
1	7	3	2	4	2	3	1	120
2	2	8	5	6	3	1	2	125
3	7	9	8	2	2	1	3	130
4	6	5	7	3	1	3	2	135
5	3	7	5	6	2	2	1	140
6	2	8	9	7	1	3	1	145
7	6	5	8	2	3	1	1	150
8	4	2	3	7	2	3	2	155
9	5	3	2	4	3	2	1	160



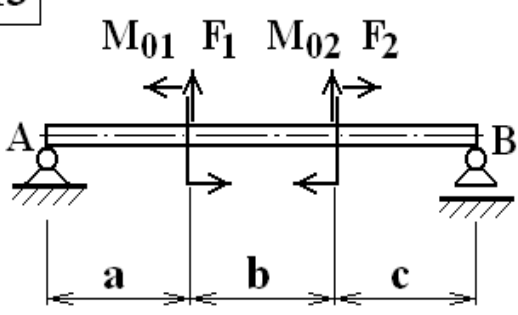
11



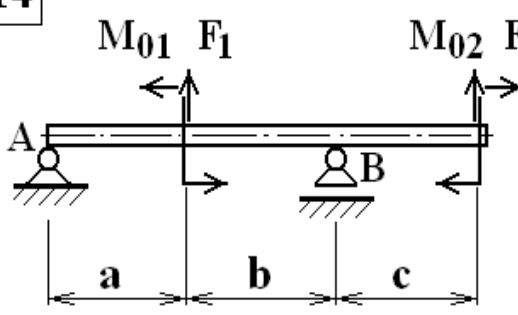
12



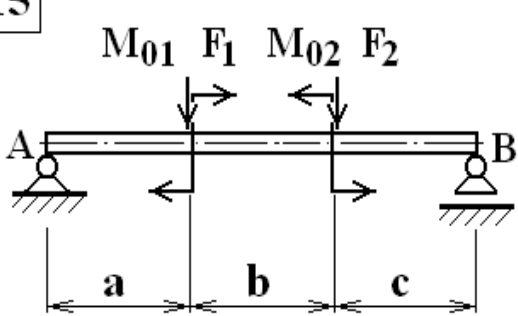
13



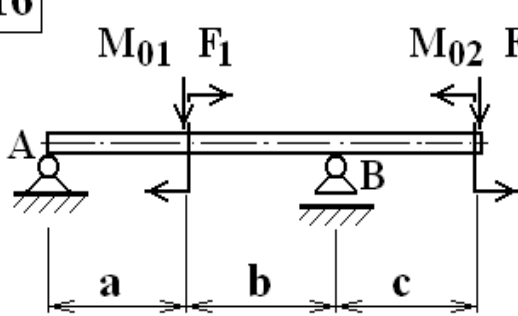
14



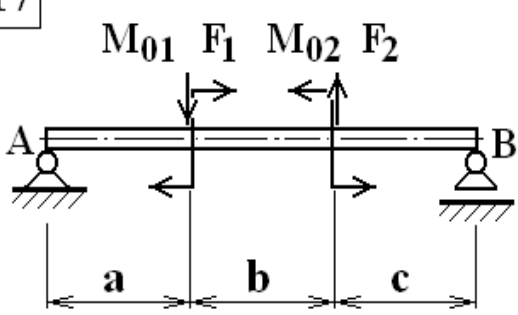
15



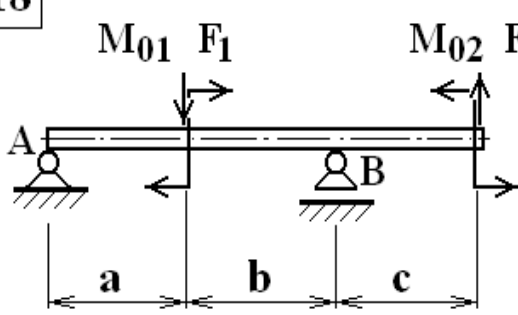
16



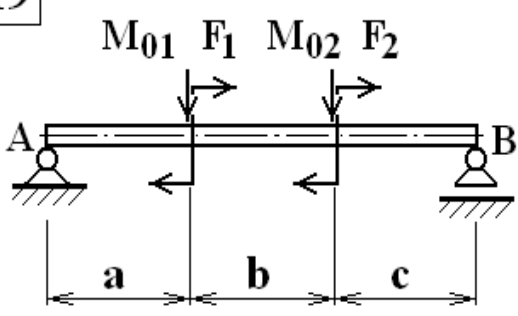
17



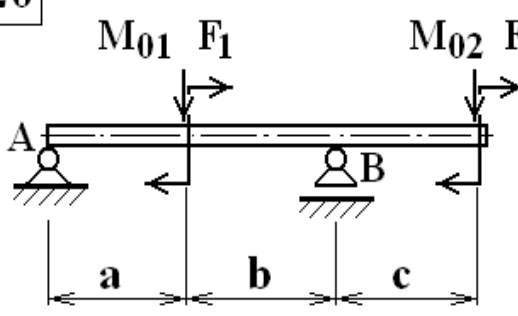
18

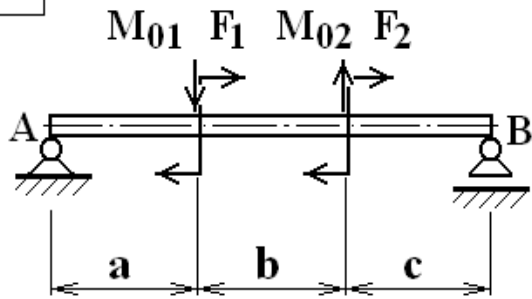
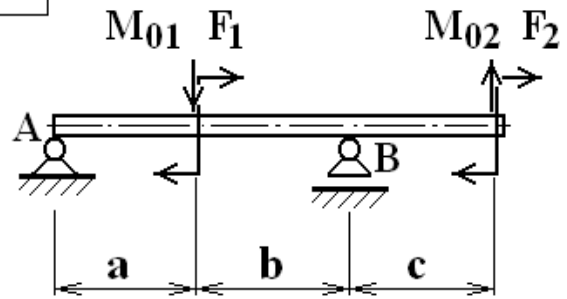
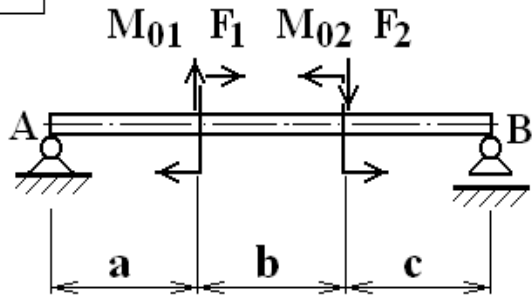
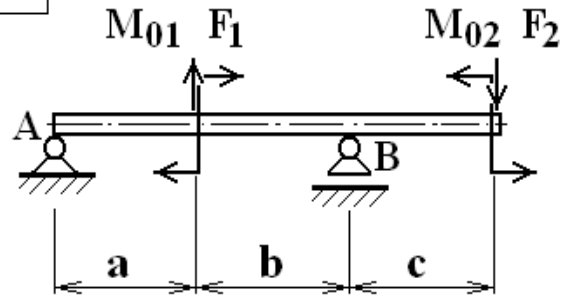
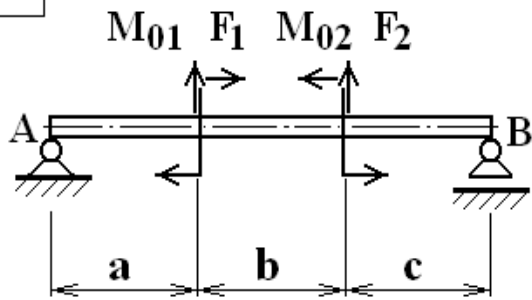
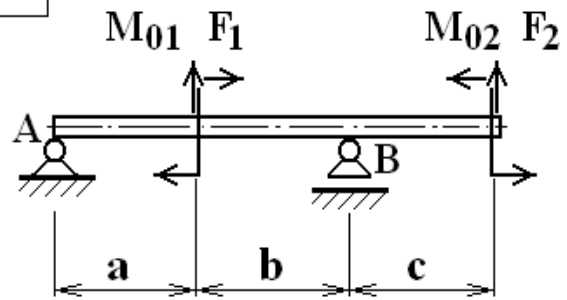
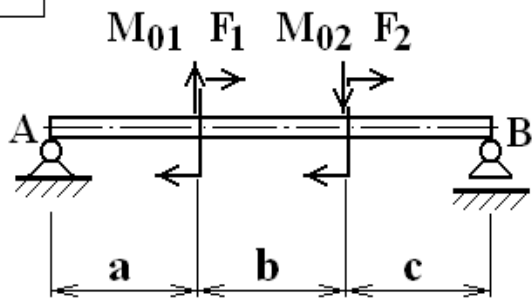
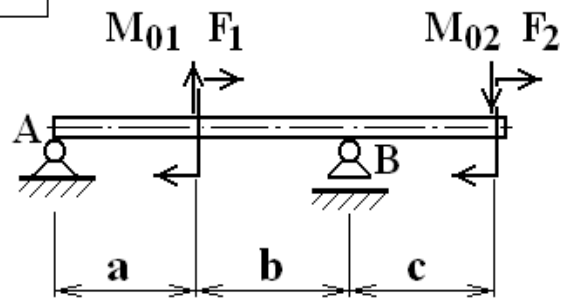
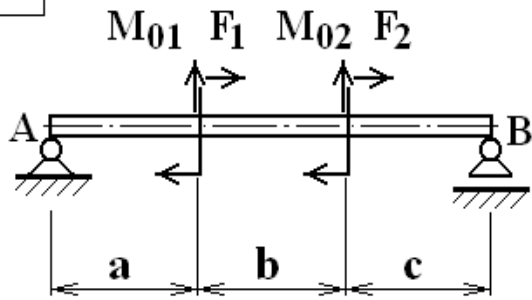
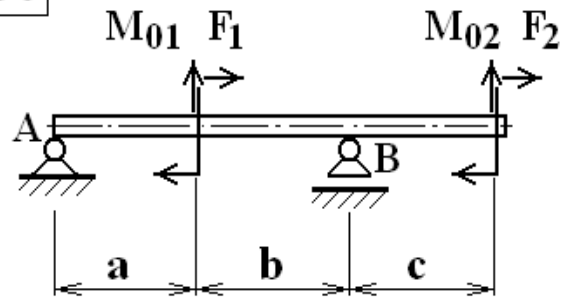


19



20



21**22****23****24****25****26****27****28****29****30**

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов: учебник. – М.: Высшая школа, 2004.

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике.- СПб.: Лань, 2005.

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике / под ред. А.А. Яблонского.- СПб.: Лань, 2010.

Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики.- М.: Наука, 2009.

Яблонский А.А. Курс теоретической механики. - СПб.: Лань, 2010.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
1. Статика.....	3
1.1. Плоская система сходящихся сил.....	3
1.2. Равновесие твердого тела под действием плоской системы сил.....	8
1.3. Равновесие твёрдого тела под действием пространственной системы сил.....	12
2. Кинематика.....	18
2.1. Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям её движения.....	18
2.2. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движении.....	20
2.3. Кинематический анализ плоского стержневого механизма.....	24
3. Динамика.....	29
3.1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки, находящейся под действием переменных сил.....	29
3.2. Теорема об изменении количества движения механической системы в ее применении к сплошной среде.....	32
3.3. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы.....	38
4. Сопротивление материалов.....	44
4.1. Продольная деформация.....	44
4.2. Кручение.....	48
4.3. Изгиб.....	52
Библиографический список.....	56
