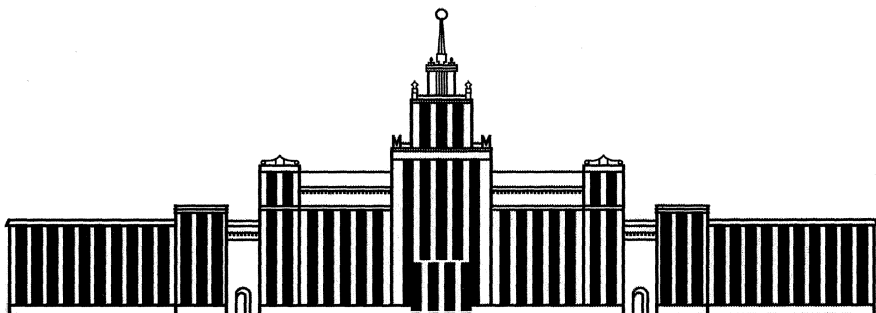

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

531 (07)
З-385

А.М. Захезин, Т.В. Малышева

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ
И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА**

Контрольные задания

Челябинск
2008

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра теоретической механики и основ проектирования машин

531 (07)
3-385

А.М. Захезин, Т.В. Малышева

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ
И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА**

Контрольные задания

Челябинск
Издательство ЮУрГУ
2008

УДК 531(075.8)+621.031(075.8)

3-385

Одобрено

учебно-методической комиссией аэрокосмического факультета.

Рецензенты:

Ю.Б. Курочкин, В.В. Ямчук

Захезин, А.М.

3-385 Теоретическая и прикладная механика: контрольные задания / А.М. Захезин, Т.В. Малышева – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 78 с.

В пособие включены основные семестровые задания по курсу теоретической и прикладной механики. Задачи посвящены всем основным темам в курсах преподавания теоретической и прикладной механики. Приведенные практические задачи позволяют привить основные навыки при решении примеров по данной теме механики и закрепить знания, полученные на лекциях по данной теме.

Работа предназначена для студентов технических факультетов университета, изучающих теоретическую и прикладную механику.

УДК 531(075.8)+621.031(075.8)

© Издательство ЮУрГУ, 2008

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Целью преподавания дисциплины «Теоретическая механика» является формирование знаний студентов в области основ теоретической механики, и в частности, по кинематике, статике и динамике.

Изучение дисциплины будущим инженером является одним из этапов в его профессиональной подготовке в соответствии с квалификационной характеристикой специальностей.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теоретическая механика» изучается в процессе слушания и усвоения лекционного материала, выполнения контрольных и курсовой работ.

Чтение лекций, как правило, сопровождается постановкой проблемных вопросов, стимулирующих интерес студента к предмету и развивающих его творческое мышление. От студента требуется внимательность, достаточная восприимчивость, а также ведение конспекта лекций. Опыт показывает, что подробная запись лекции существенно помогает студенту в процессе обучения и последующей для сдачи экзамена по дисциплине.

Рекомендуется основное внимание уделять теоретическим основам курса. При этом строгое запоминание отдельных формулировок и формул не является обязательным. В то же время нужно уметь изложить сущность формулировок и показать умение анализировать математические зависимости.

Лабораторные и курсовые работы преследуют цель выработать у студентов умение применять теоретические знания для решения конкретных инженерных задач. Темы лабораторных или курсовых работ соответствуют наиболее важным разделам дисциплины.

Контрольные работы выполняются студентом самостоятельно и в установленные сроки. При этом используется конспект лекций, дополнительная литература, результаты лабораторных и курсовых работ, а также собственный производственный опыт студента.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

1. Предмет и значение теоретической механики. Метод абстракции. система отсчета. Механическое движение и равновесие. Абстрактные модели материальных объектов: материальная точка, твердое тело, механическая система.

Кинематика

2. Основные понятия кинематики. Пространство и время в классической механике. Основные кинематические характеристики материального объекта. Число степеней свободы и обобщенные координаты и уравнения движения объекта.

3. Разделение кинематики. Кинематика точки. Три способа задания движения частицы (векторный, координатный, естественный). Естественные оси траектории точки.

4. Определение скорости точки при различных способах движения точки. Определение закона движения точки по траектории, по уравнения движения в координатной или векторной форме. Годограф вектора скорости.

5. Производная вектора по скалярному аргументу. Производная вектора постоянной длины. Определение ускорения точки при различных способах задания ее движения. Критерий характера движения точки по траектории.

6. Кинематика твердого тела. Основная теорема кинематики. Простейшие движения твердого тела. Обобщенные координаты, уравнения движения, кинематические характеристики твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Обобщенные координаты и уравнения поступательного движения, скорости и ускорения точек, поступательно движущегося тела.

7. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение и кинематические характеристики вращения. Скорости и ускорения частиц вращающегося тела. Векторные формулы теории вращения тела около неподвижной оси. Формула Эйлера. Преобразование простейших движений твердого тела.

8. Плоскопараллельное движение твердого тела. Обобщенные координаты, уравнения движения, угловая скорость и угловое ускорение плоской фигуры. Мгновенный центр скоростей и мгновенный центр ускорений. Определение скорости и ускорения точек плоской фигуры (двумя способами).

9. Сферическое движение тела. Уравнения сферического движения тела. Представления сферического движения. Скорости и ускорения частиц тела в сферическом движении. Формулы Эйлера и Пуассона.

10. Сложное движение точки. Понятие об абсолютном, относительном и переносном движениях точки. Постановка задачи о сложном движении частицы. Абсолютная и локальная производная вектора. Теоремы сложения скоростей.

11. Теорема сложения ускорений в сложном движении точки. Кориолисово ускорение. Правило Н.Е. Жуковского.

12. План скоростей точек фигуры. Его свойства. План ускорений точек фигуры. Свойства. Пример построения плана скоростей и плана ускорений.

13. Сложение движений тела. Представление сложного движения тела. Сложение двух поступательных движений. Сложение вращательного движения тела с поступательным (3 случая).

14. Сложение двух вращательных движений тела около параллельных осей. Теорема Виллиса. Пара вращений. Сложение вращений тела около пересекающихся осей. Конус прецессии. Представление сферического движения тела.

15. Общий случай движения тела. Определение скоростей и ускорений точек свободного тела.

Статика

16. Основные понятия геометрической статики. Основные определения статики: сила, пара сил, система сил, эквивалентные системы сил, сосредоточенные и распределенные силы, внешние и внутренние силы. Основные задачи статики.

17. Несвободное твердое тело. равновесие свободных и деформируемых тел. Аксиома затвердевания. Связи. Реакции связей. Типы и классы связей. Аксиома освобождения от связей.

18. Теория моментов. Момент силы относительно центра. Свойства. Связь между моментами силы относительно двух центров. Момент силы относительно оси. Свойства. Связь между моментами силы относительно центра и оси, проходящей через этот центр. Аналитические формулы для моментов силы относительно координатных осей. Момент пары сил, теорема о моменте пары сил. О моментах компланарных сил.

19. Статические характеристики системы сил, приложенной к твердому телу. Главный вектор и главный момент системы сил относительно центра. Свойства. Проекция главного вектора и главного момента системы сил относительно центра на оси с началом в этом центре. Главный момент системы сил относительно оси. Связь между главными векторами и моментами системы сил относительно двух центров.

20. Аксиома равенства действия и противодействия. Аксиома равновесия. Теоремы о равновесии твердого тела под действием двух и трех сил. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил в геометрической и аналитической форме. Условия равновесия компланарной системы сил в геометрической и аналитической форме.

21. Равновесие несвободных и деформируемых тел. Равновесие несвободного твердого тела с неполным числом связей. Условие равновесия рычага. Полное и неполное число связей, лишние связи и статически неопределимые задачи, реакции связей, классификация связей наложенных на твердое тело. Устойчивость равновесных положений тела с неполным числом связей. Опрокидывание тел. Коэффициент запаса устойчивости на опрокидывание.

22. Равновесие сочлененных тел. Метод РОЗ. Расчет ферм. Метод вырезания узлов. Метод Риттера.

23. Приведение системы сил к каноническому виду. Эквивалентные системы сил. Теорема эквивалентности и ее следствия. Теория пар. Момент пары. Главный вектор и главный момент пары. Моменты компланарных сил. Равновесие пар. Сложение и разложение пар сил. Теорема Вариньона.

24. Правило параллельного переноса силы. Теорема о силе и паре, расположенных в одной плоскости. Приведение произвольной системы сил к центру (теорема Пуансо). Инварианты приведения системы сил к центру. Случаи приведения системы сил к центру. О приведении к центру компланарной и параллельной системы сил.

25. Трение скольжения. Законы Кулона. Угол и конус трения. Трение качения. Особенности решения задач при наличии связей с трением. Трение нити о неподвижный блок. Формула Эйлера. Равновесие гибкой нити.

26. Параллельные силы. Центр параллельных сил. Теорема о равнодействующей системе параллельных сил.

27. Центр тяжести твердого тела. Методы нахождения центра тяжести. Центры тяжести простейших фигур и линий.
28. Распределенные силы. Равнодействующая распределенной нагрузки.

Динамика

29. Основные понятия динамики. Разделения динамики. Инерциальная система отсчета. Постулаты Ньютона для свободной материальной точки.
30. Динамика материальной точки. Дифференциальные уравнения движения свободной и несвободной материальной точки.
31. Две задачи динамики точки. Решение задач. Роль начальных условий. Математический маятник. Гармонические колебания точки. Колебания точки в среде с сопротивлением. Случай сложения колебаний. Биение.
32. Основной закон движения точки в неинерциальном пространстве. Условия относительного покоя.
33. Сила инерции материальной точки. Проекция ее на оси декартова пространства и естественные оси кривой. Принцип Даламбера для точки. Метод кинетостатики.
34. Механическая система материальных частиц. Центр масс системы. Радиус инерции системы материальных частиц относительно оси. Моменты инерции механической системы. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Моменты инерции тел простейшей формы. Моменты инерции относительно осей центрального пучка. Тензор инерции. Главная и главная центральная ось инерции.
35. Принцип Даламбера для твердого тела и механической системы. Приведение сил инерции, действующих на твердое тело к каноническому виду. Результирующая сила и результирующая пара сил инерции. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и плоского движения твердого тела. Определение динамических реакций подшипников.
36. Общие теоремы динамики. Центр масс механической системы и твердого тела. Теорема о движении центра масс механической системы. Следствия.
37. Динамические меры движения материальной точки, твердого тела, механической системы. Работа и мощность силы и пары сил. Аналитическое выражение элементарной работы силы. Работа силы тяжести и упругости пружины. Работа и мощность силы, приложенной к вращающемуся телу.

38. Количество движения точки и системы. Импульс силы, теорема импульсов. Теорема Эйлера. Следствия из теоремы об изменении количества движения. Кинетический момент точки и системы относительно центра и оси. Связь между ними. Условия сохранения кинетического момента. Кинетический момент системы материальных частиц относительно подвижного центра.

39. Кинетическая энергия точки. Теорема о кинетической энергии материальной точки. Кинетическая энергия системы материальных частиц и твердого тела. Теорема Кенига. Теорема о кинетической энергии для системы материальных частиц. Работа и мощность внутренних сил. Теорема о производной кинетической энергии для системы материальных частиц.

40. Силовое поле. Потенциальное поле. Потенциальная энергия частицы. Движение системы материальных частиц в потенциальном силовом поле. Законы сохранения механической энергии.

41. Элементы аналитической механики. Возможные перемещения. Элементарная работа силы. Связи. Идеальные связи. Возможные перемещения для голономных систем. Принцип возможных перемещений. Приложение принципа возможных перемещений для решения задач по статике и динамике.

42. Общее уравнение динамики. Обобщенные силы. Кинетическая энергия системы в обобщенных координатах.

43. Уравнение Лагранжа II рода.

44. Введение в теорию колебаний. Свободные колебания в среде с вязким сопротивлением. Период колебаний. Время затухания колебаний. Декремент затухания. Логарифмический декремент затухания. Вынужденные колебания. Резонанс.

45. Удар. Коэффициент восстановления скорости при ударе. Удар по вращающемуся телу. Центр удара.

46. Элементарная теория гироскопов. Свободный гироскоп. Действие силы на гироскоп. Гироскопический момент.

ЗАДАНИЯ ПО КИНЕМАТИКЕ

ЗАДАЧА К1

Материальная точка **M** движется в плоскости **Oxy**. Закон движения точки задан уравнениями **x(t)** и **y(t)**, где **x** и **y** выражены в сантиметрах, время **t** – в секундах.

Определить:

1) траекторию движения точки, точку, соответствующую началу движения **t = 0** и направление движения;

2) в заданный момент времени **t** определить положение точки на траектории, ее скорость и ускорение, нормальное и касательное ускорения, радиус кривизны траектории. Определить ускоренно или замедленно движется точка.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры в варианте						
	1	2			3	4	
	x(t), см	a	t, с	d	y(t), см	c	b
0	$a \cdot \sin(\pi t/b) + c$	1	1/2	-2	$d \cdot \cos(\pi t/b) + a$	1	3
1	$at + c$	2	1	1	$a \cdot \cos(\pi t/b) - d$	2	6
2	$c \cdot \sin(\pi t/b) - a$	-5	1/6	7	$d \cdot \cos^2(\pi t/b) + c$	3	4
3	$a \cdot \sin(\pi t/b) - d$	-3	1/3	4	$c \cdot \cos^2(\pi t/b) + d$	4	8
4	$-c \cdot \sin(\pi t/b) + a$	4	1/4	-3	$a \cdot \cos(\pi t/b) + d$	5	2
5	$ct - a$	-2	1	-1	$d \cdot \cos(\pi t/b) - c$	-1	2
6	$a \cdot \sin(\pi t/b) - c$	3	1/3	5	$c \cdot \cos^2(\pi t/b) - d$	-2	4
7	$c \cdot \sin(\pi t/b) + a$	-1	1/2	3	$d \cdot \cos^2(\pi t/b) + a$	-3	8
8	$d \cdot \sin(\pi t/b) + a$	7	1/6	2	$a \cdot \cos^2(\pi t/b) + d$	-4	3
9	$dt - c$	-4	1/4	1	$d \cdot \cos(\pi t/b) + c$	-5	6

ЗАДАЧА К2

Груз **1**, движущийся прямолинейно и поступательно по закону $x(t) = c_2 t^2 + c_1 t + c_0$ (положительное направление для x соответствует направлению оси x на рис.), привязан к концу нити, намотанной на одно из колес (нить считать нерастяжимой), и приводит в движение механизм, состоящий из тел **1, 2, 3, 4**, находящихся в зацеплении или связанных ременной передачей. Проскальзывание между колесами, шкивами, тросом и ремнем отсутствует.

Определить:

1) постоянные в законе движения груза **1**: $x(t) = c_2 t^2 + c_1 t + c_0$, если в начальный момент времени груз прошел x_0 см и имел скорость V_0 см/с, а для времени t_2 , груз прошел x_2 см;

2) кроме того, необходимо определить для времени t_1 скорость и ускорение груза **1**, угловые скорости и угловые ускорения колес **2,3,4** механизма; а также, скорость, касательное, нормальное и полное ускорение точки **М**.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта									
	1		2			3		4		
	r_1 , см	t_1 , с	x_0 , см	r_2 , см	t_2 , с	V_0 , см/с	r_3 , см	x_2 , см	r_4 , см	№ схемы
0	7	1	0	40	5	9	30	22	37	0
1	10	2	5	43	6	8	28	24	40	1
2	12	3	2	45	7	7	25	26	42	2
3	15	4	3	48	8	6	23	28	45	3
4	17	5	6	50	9	5	20	20	47	4
5	20	6	4	53	5	4	18	18	50	5
6	22	7	7	55	6	3	15	25	52	6
7	25	8	9	58	7	2	13	27	55	7
8	27	9	8	60	8	1	10	29	57	8
9	30	10	10	63	9	0	8	30	60	9

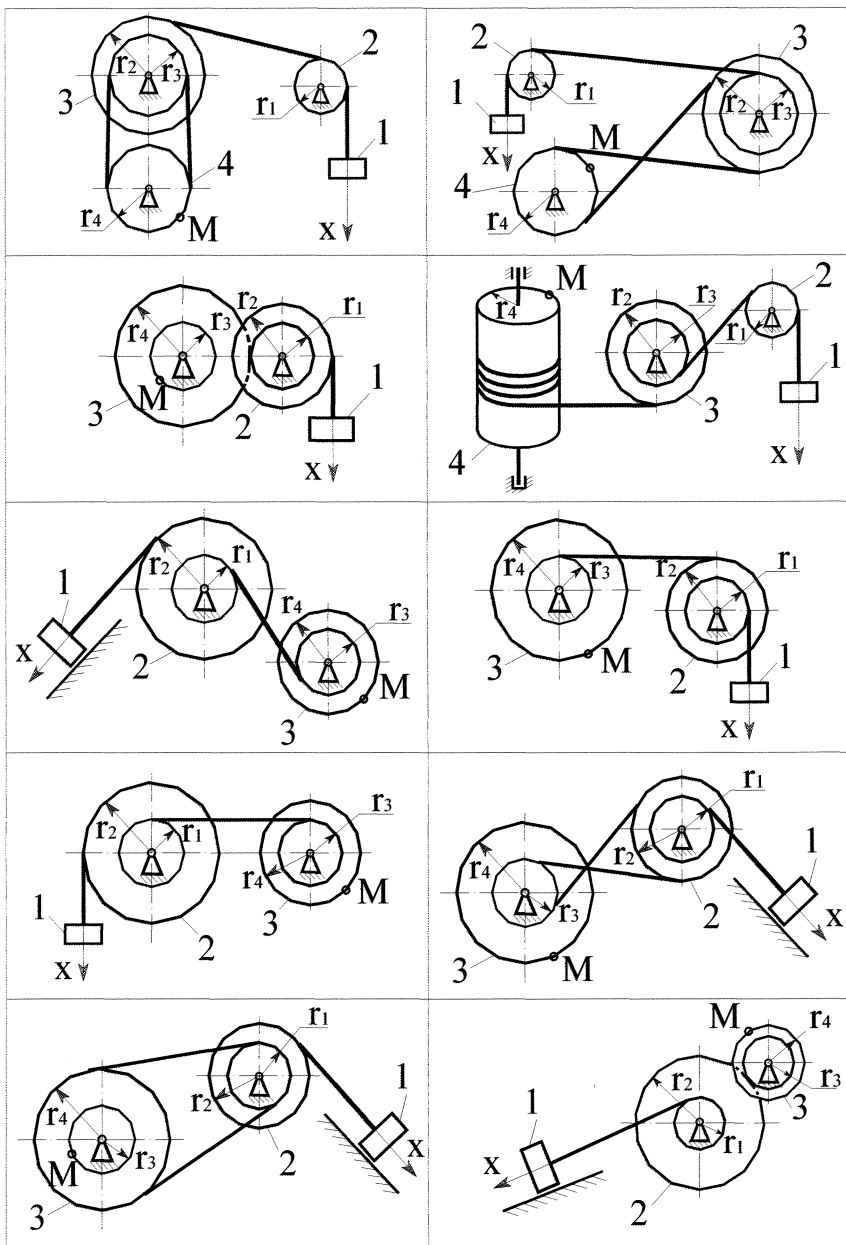


Рис. 1. Схемы к задаче К2

ЗАДАЧА К3

Заданы скорость V и ускорение a 1 тела (положительное направление векторов V и a соответствует изображенному на рисунках, а отрицательное направлено противоположно изображенному), движущегося прямолинейно и поступательно. На схемах 2, 5, 9 колеса катятся без скольжения по неподвижной плоскости, нити параллельны соответствующим плоскостям.

Определить скорости и ускорения точек L и K и угловые скорости и ускорения звеньев 2 и 3, для заданного положения механизма.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта						
	1		2		3		4
	R_2 , см	α , град	R_3 , см	V , м/с	r_2 , см	a , м/с ²	№ схемы
0	20	45	20	5	10	100	0
1	22	15	12	6	13	-180	1
2	24	30	15	7	11	170	2
3	16	75	18	8	9	-160	3
4	18	60	10	9	7	150	4
5	20	30	16	-9	12	-140	5
6	22	75	20	-8	14	130	6
7	24	45	22	-6	13	-150	7
8	25	60	17	-5	10	140	8
9	28	15	10	-7	6	-130	9

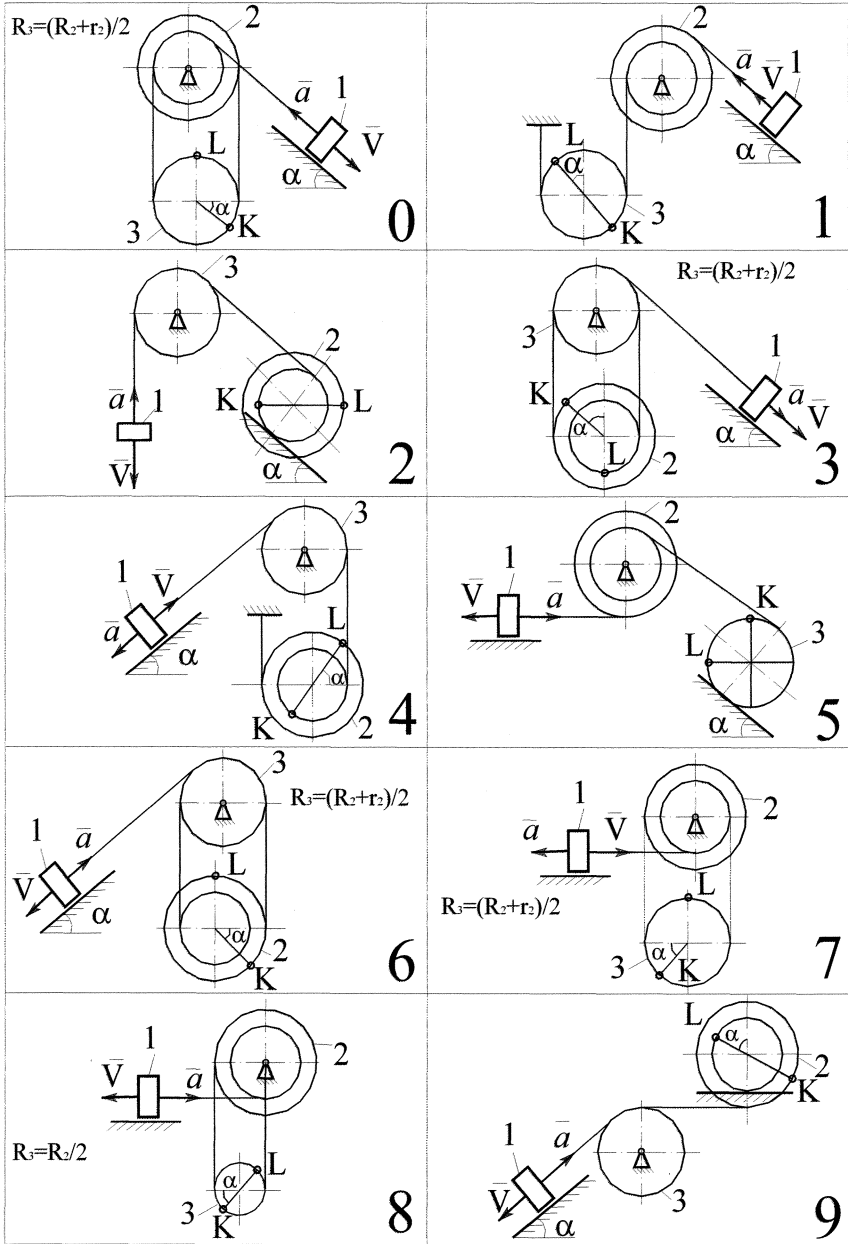


Рис. 2. Схемы к задаче К3

ЗАДАЧА К4

Заданы угловая скорость ω_1 и угловое ускорение ϵ_1 звена 1 (положительное направление ω_1 и ϵ_1 против хода часовой стрелки). На схемах 0, 1, 3, 6 и 8 каток катится без проскальзывания по неподвижной плоскости.

Определить для заданного положения механизма скорости и ускорения точек **A**, **B**, **C** и **D**, и угловые скорости и ускорения всех его звеньев.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта						
	1		2		3		4
	OA, см	$\omega_1,$ 1/с	AB, см	$\varphi,$ град	BC, см	$\epsilon_1,$ 1/с ²	№ схемы
0	10	-0,4	40	30	10	10	0
1	12	-1,5	42	15	12	-8	1
2	14	-2	45	60	15	7	2
3	16	1,5	48	45	18	-6	3
4	18	2	50	75	20	5	4
5	20	-1,2	56	45	22	-5	5
6	22	-0,5	60	75	25	4	6
7	24	1	63	30	30	-4	7
8	25	0,4	67	15	32	9	8
9	28	0,5	70	60	36	-9	9

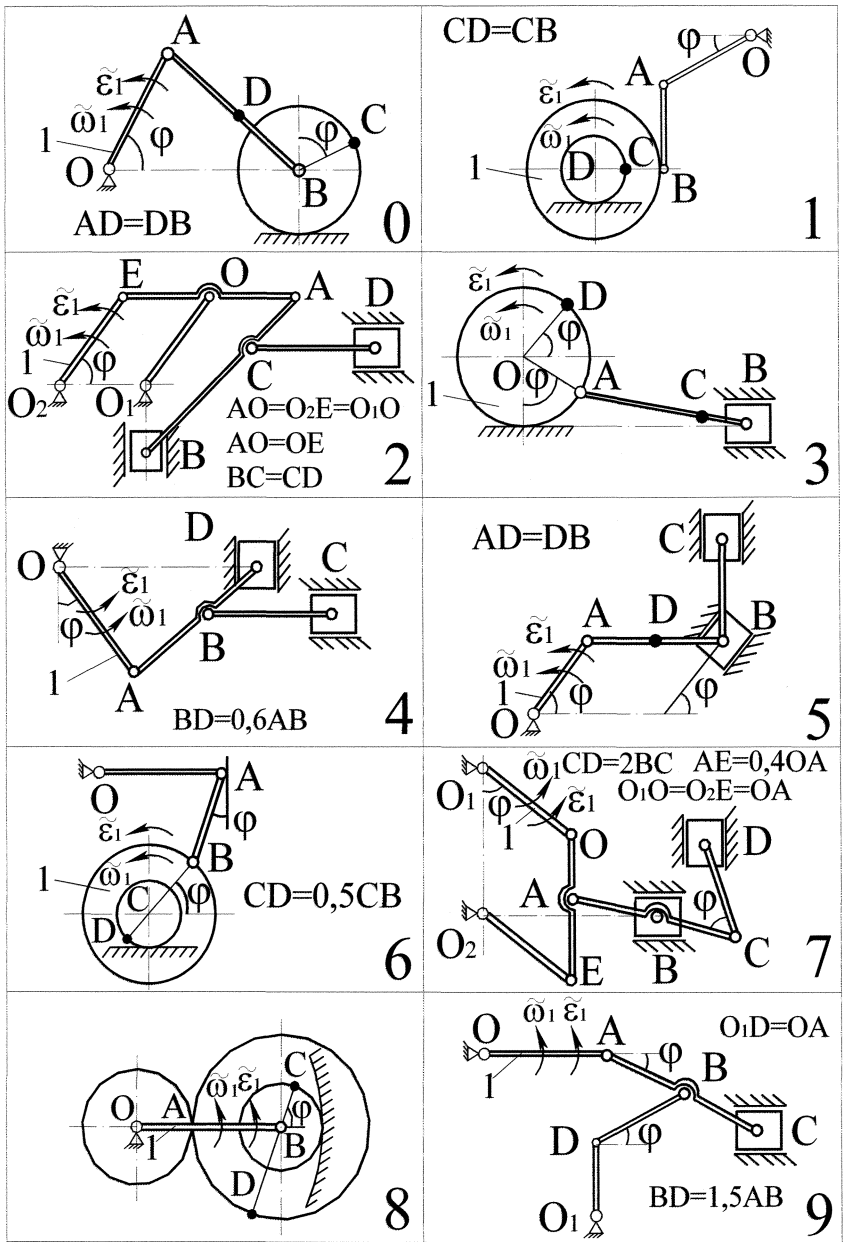


Рис. 3. Схемы для задачи К4

ЗАДАЧА К5

Пластина вращается вокруг неподвижной оси (ось вращения лежит в плоскости пластины) по закону $\varphi(t)$ (положительное направление угла φ против хода часовой стрелки).

На стержне **AB** пластины наизнанку насажен шарик **M**, движущийся как материальная точка по закону $AM=S(t)$ (положительное направление **S** от точки **A** к точке **B**).

Определить абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки **M** в момент времени **t**.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта							
	1		2		3		4	
	$\varphi(t)$	c	a, см	t, с	k	S(t), см	b, см	№ схемы
0	ct^3-k	-2	10	1	2	$\sin\pi t+k$	32	0
1	$-kt^2+ct$	1	12	1/2	3	$\sin k\pi t-c$	36	1
2	kt^2-ct	-0,5	15	1/6	4	$\cos\pi t/k$	50	2
3	$ct-kt^3$	3	18	1/3	6	kt^2-ct	42	3
4	kt^3+ct^2	-4	20	1/4	1	$\cos\pi t-c$	45	4
5	$ct-kt^2$	5	22	1/2	2	$\sin\pi t/k+c$	38	5
6	$k-ct^2$	-5	24	1	1	kt^3+c	36	6
7	$-kt^3$	0,5	25	1/6	3	$\cos k\pi t-c$	40	7
8	ct^2-kt	-3	26	1/4	4	$\sin\pi t/k$	43	8
9	ct^2	4	28	1/3	6	$-ct^3+kt$	50	9

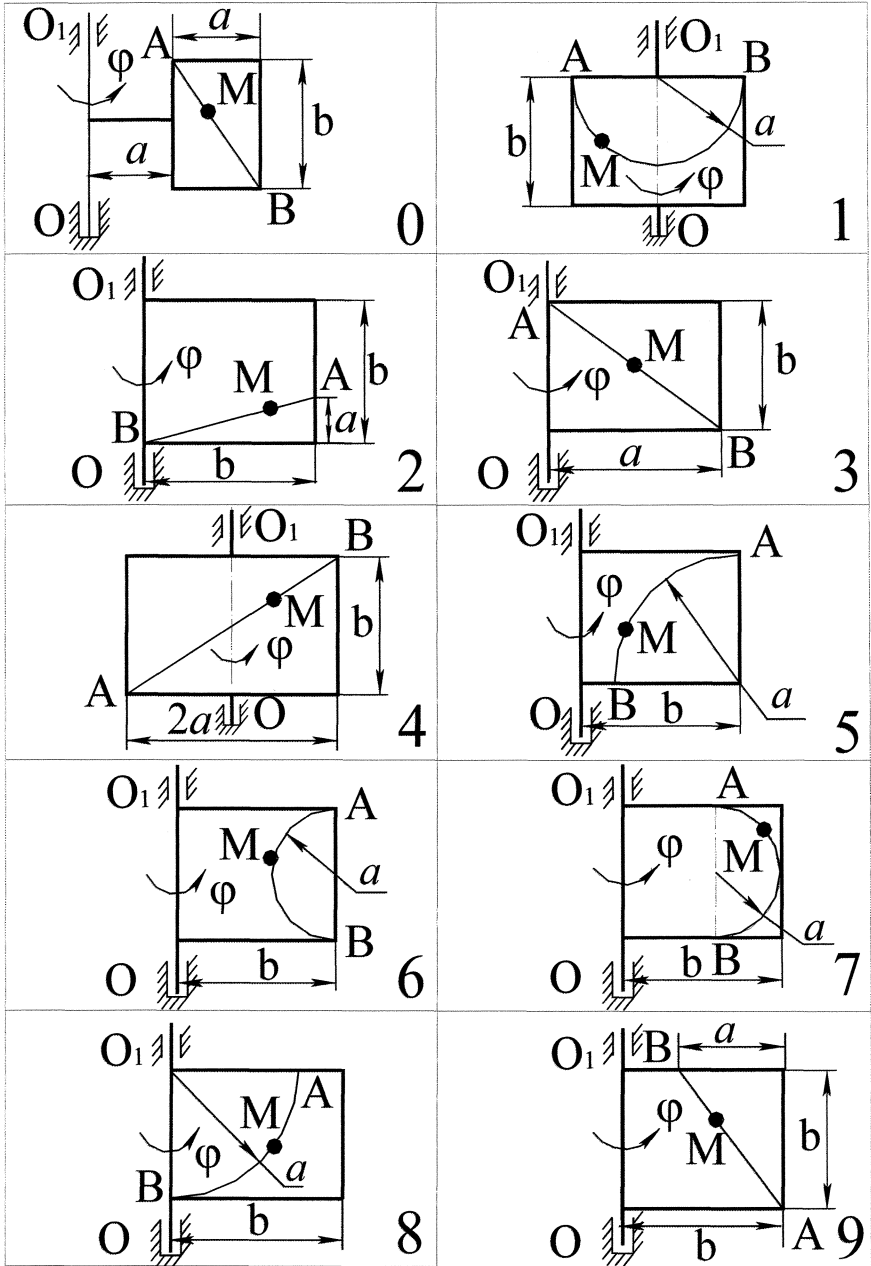


Рис. 4. Схемы для задачи К5

ЗАДАЧА К6

Скорость и тангенциальное ускорение точки **D** заданы (положительное направление скорости точки **D** соответствует изображенному вектору на чертеже, а отрицательное направлено противоположно изображенному).

Определить: угловую скорость и угловое ускорение звена **OM** или скорость и ускорение точки **A** (схемы 4, 8) для заданного положения кривошипно-кулисного механизма.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта					
	1	2		3		4
	OM, м	$\alpha,$ град	$V_D,$ м/с	$a^r_D,$ м/с ²	Характер движения точки D	№ схемы
0	0,3	10	10	62	ускоренный	0
1	0,4	15	-10	64	замедленный	1
2	0,5	20	8	66	ускоренный	2
3	0,6	25	-8	68	замедленный	3
4	0,7	30	6	60	ускоренный	4
5	0,8	35	-6	72	замедленный	5
6	0,9	40	4	70	ускоренный	6
7	1,0	45	-4	78	замедленный	7
8	1,1	30	5	76	ускоренный	8
9	1,2	15	-5	74	замедленный	9

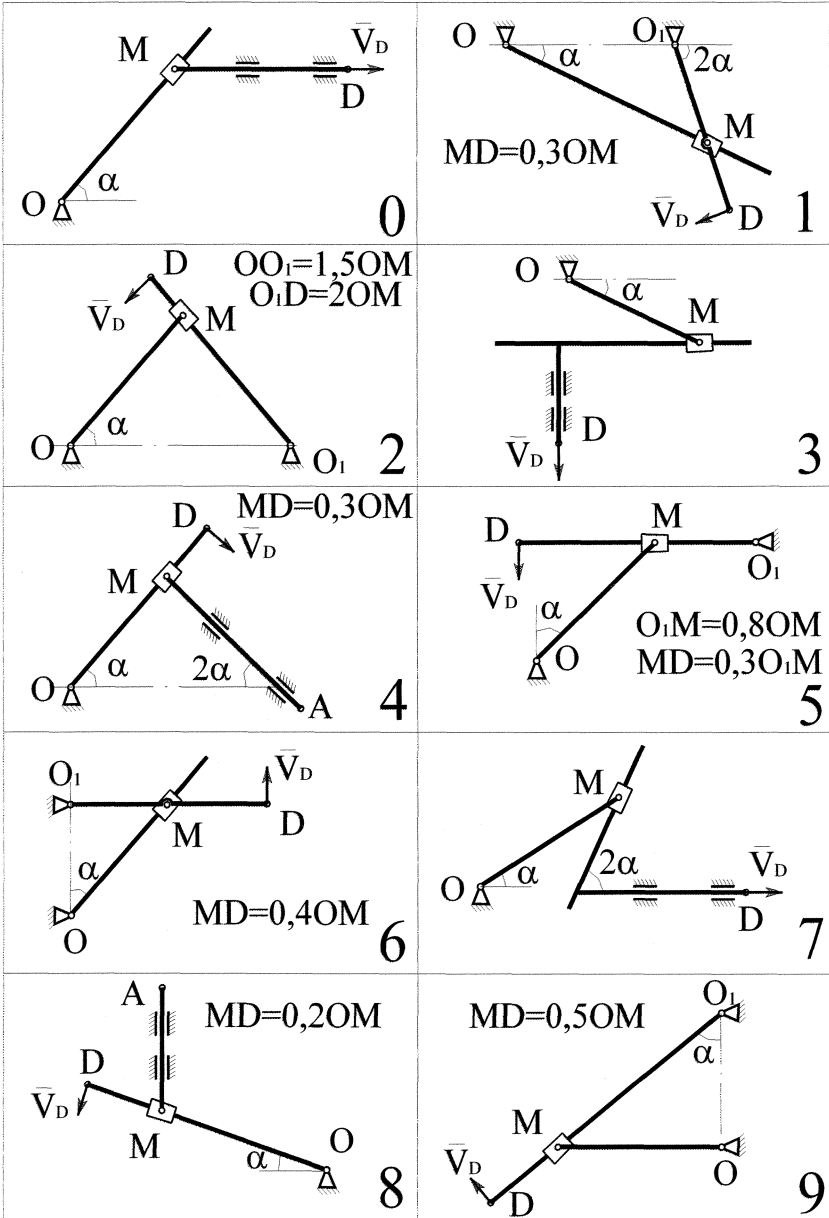


Рис. 5. Схемы к задаче К6

ЗАДАЧА К7

Плоский рычажный механизм, состоящий из пяти подвижных звеньев (кривошипа **ОА**, ползуна **А**, кулисы **О₁ВНD**, шатуна **DC**, катка **С**) и основания, расположен в вертикальной плоскости.

Определить: для положения, заданного углом поворота φ ведущего звена кривошипа **ОА**, скорости и ускорения всех точек сочленения и соприкосновения звеньев и угловые скорости и ускорения звеньев.

Цифра варианта	Порядковый номер цифры варианта								
	1			2			3		4
	φ , град	b , м	l_{BD} , м	a , м	l_{CD} , м	R , м	l_{OA} , м	l_{O1B} , м	схема №
0	15	0,20	0,16	0,72	0,28	0,05	0,2	0,18	0
1	30	0,18	0,17	0,70	0,30	0,06	0,22	0,20	1
2	45	0,17	0,18	0,68	0,32	0,07	0,25	0,21	2
3	60	0,16	0,19	0,65	0,34	0,08	0,27	0,22	3
4	75	0,15	0,20	0,62	0,35	0,09	0,29	0,24	4
5	90	0,14	0,21	0,60	0,36	0,05	0,30	0,25	5
6	105	0,13	0,22	0,58	0,38	0,06	0,31	0,26	6
7	120	0,12	0,23	0,55	0,40	0,07	0,32	0,28	7
8	135	0,11	0,24	0,52	0,42	0,08	0,34	0,30	8
9	150	0,10	0,25	0,50	0,45	0,09	0,35	0,32	9

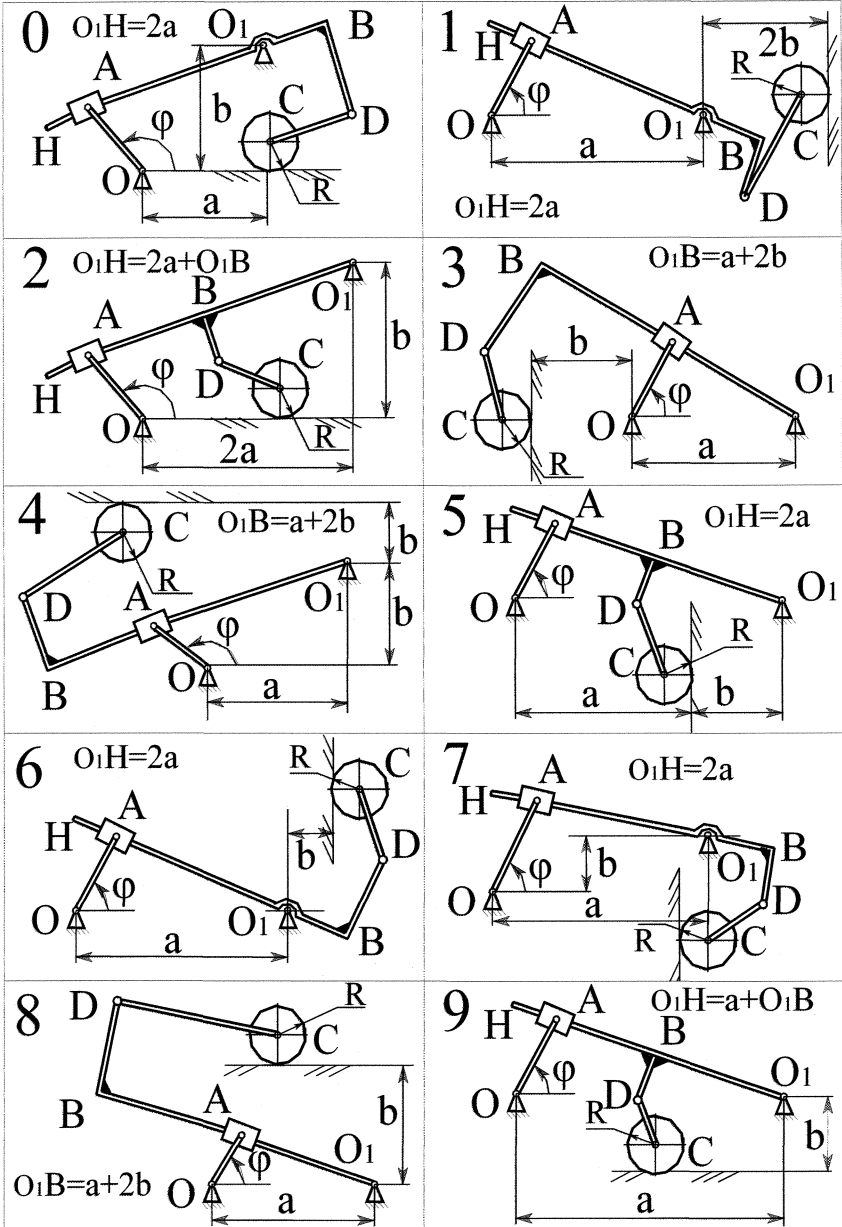


Рис. 6. Схемы к задаче К7

ЗАДАНИЯ ПО СТАТИКЕ

ЗАДАЧА С1

Невесомая балка **ABC** закреплена с помощью неподвижного шарнира в точке **A**, и невесомого стержня в точке **B**. В точке **C** балки прикреплена нить, которая перекинута через блок, к свободному концу которой подвешен груз весом **P**.

Определить по теореме о трех силах величину реакции в неподвижном шарнире, а также усилие в невесомом стержне **BD**.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта					
	1	2		3	4	
	a, см	β, град	b, см	α, град	P, Н	№ схемы
0	15	30	10	150	30	0
1	17	45	11	45	40	1
2	19	60	12	135	50	2
3	21	90	13	30	60	3
4	23	120	16	120	70	4
5	22	135	14	60	55	5
6	20	150	17	150	65	6
7	18	30	19	45	75	7
8	16	45	18	30	35	8
9	14	60	20	120	45	9

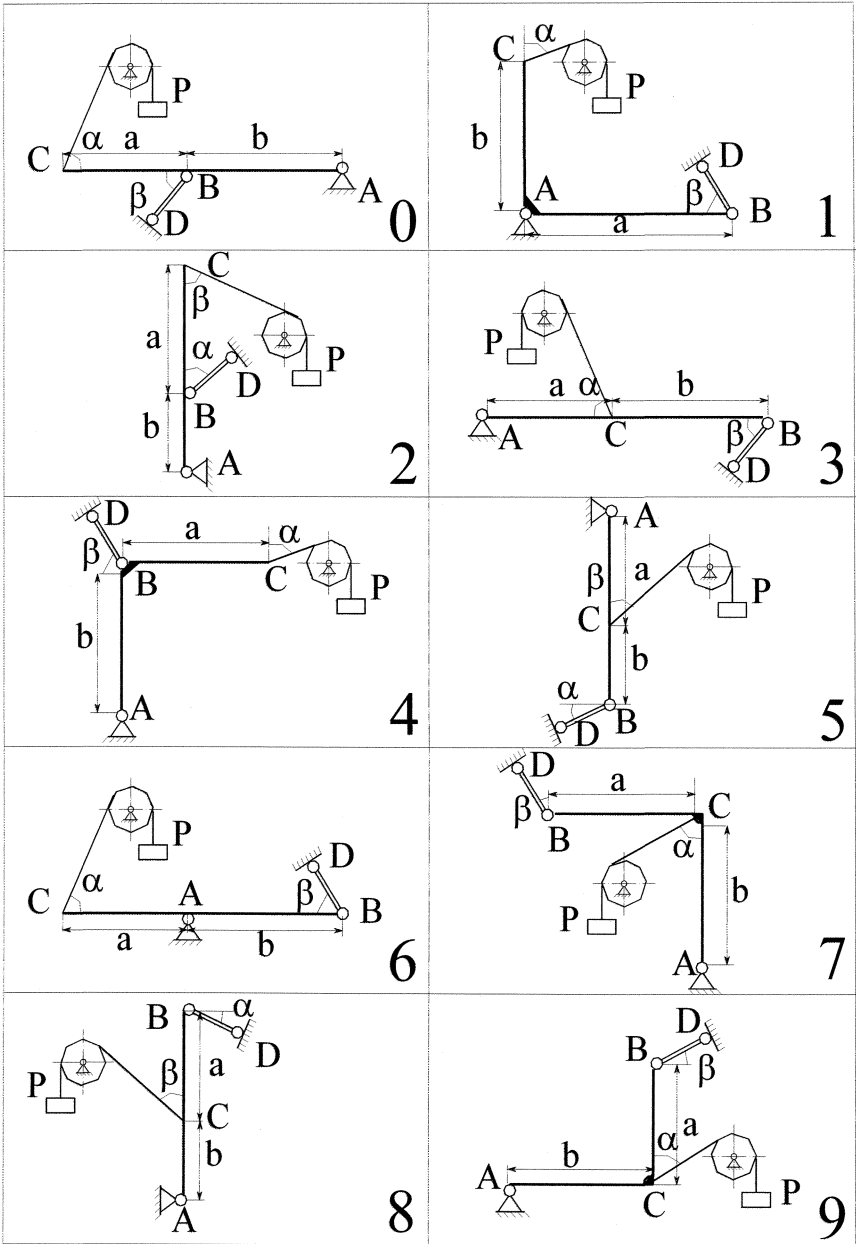


Рис. 7. Схемы к задаче С1

ЗАДАЧА С2

Плоская рама нагружена распределенными нагрузками, интенсивностью q_1 , q_2 , сосредоточенными силами P и F и сосредоточенной парой сил с моментом M (положительное направление векторов сил и пары сил соответствует изображенному на рисунках, а отрицательное направлено противоположно изображенному).

Определить реакции опор плоской рамы.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры в варианте									
	1			2			3			4
	q_1 , кН/м	P , кН	a , м	q_2 , кН/м	F , кН	b , м	M , кНм	c , м	α , град	№ схемы
0	2	-10	2,00	16	-5	0,80	5	1,30	45	0
1	5	-12	2,05	-17	6	0,85	10	1,35	15	1
2	3	-14	2,10	18	-7	0,90	-15	1,40	60	2
3	8	-16	2,15	-19	8	0,95	-20	1,45	30	3
4	4	-18	2,20	20	-9	1,00	25	1,50	75	4
5	-6	20	2,25	-15	10	1,05	7	1,55	30	5
6	-10	22	2,30	14	-11	1,10	-12	1,60	15	6
7	-7	24	2,35	-13	12	1,15	-17	1,65	45	7
8	-9	26	2,40	12	-13	1,20	22	1,70	60	8
9	-12	28	2,50	-10	14	1,25	-27	1,75	75	9

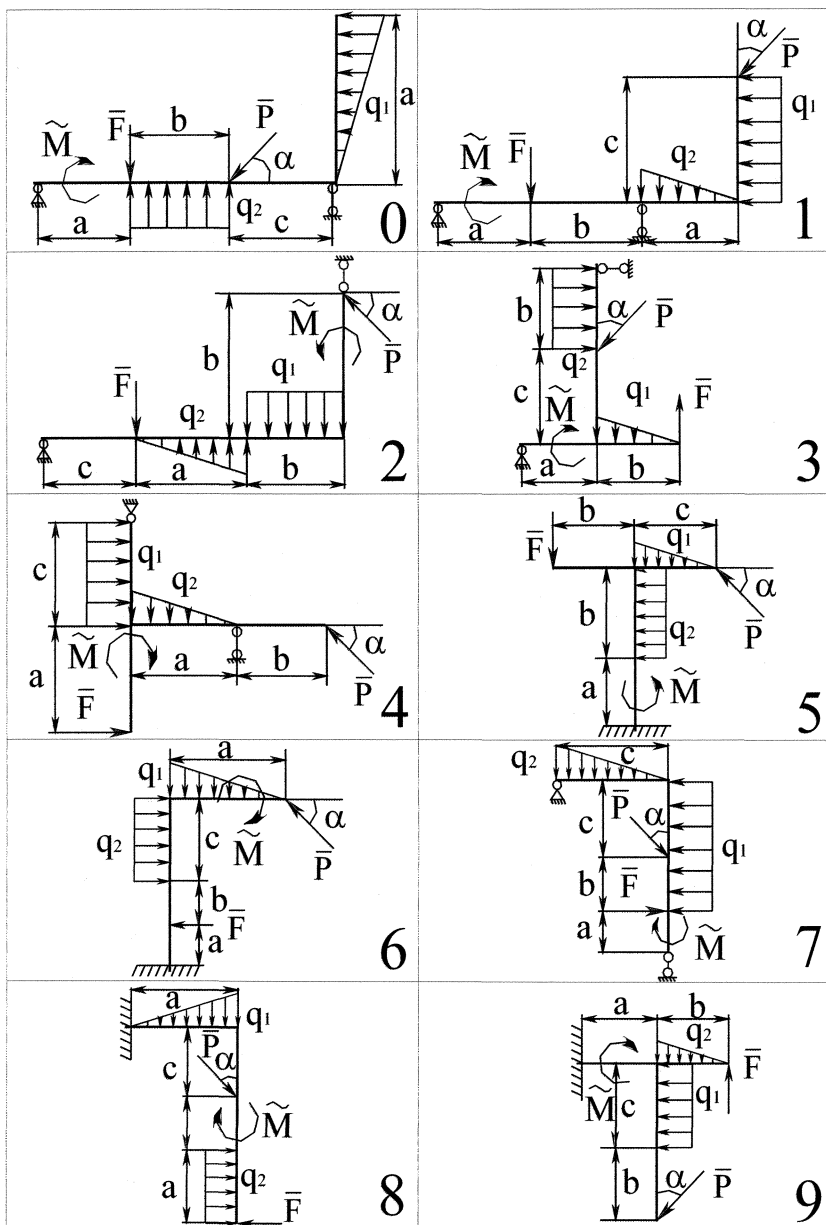


Рис. 8. Схемы к задаче С2

ЗАДАЧА С3

К плоской ферме в узлах приложены силы F_1 F_2 F_3 (положительное направление векторов сил соответствует изображенному на рисунках, а отрицательное направлено противоположно изображенному). Крепление стержней между собой и к неподвижным опорам шарнирное.

Определить реакции опор плоской фермы и усилия в невесомых стержнях 1, 2, 3 конструкции.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта						
	1		2		3	4	
	β , град	F_1 , кН	α , град	F_2 , кН	F_3 , кН	a , м	№ схемы
0	75	-2	15	2	-8	0,2	0
1	60	1	45	-4	-6	0,4	1
2	45	-3	75	6	-4	0,6	2
3	30	4	60	-8	-10	0,8	3
4	15	-5	30	10	-2	0,7	4
5	75	6	60	-9	2	0,5	5
6	60	-7	45	7	4	0,3	6
7	30	8	15	-5	6	0,1	7
8	45	-9	75	3	8	0,4	8
9	15	10	60	-1	10	0,5	9

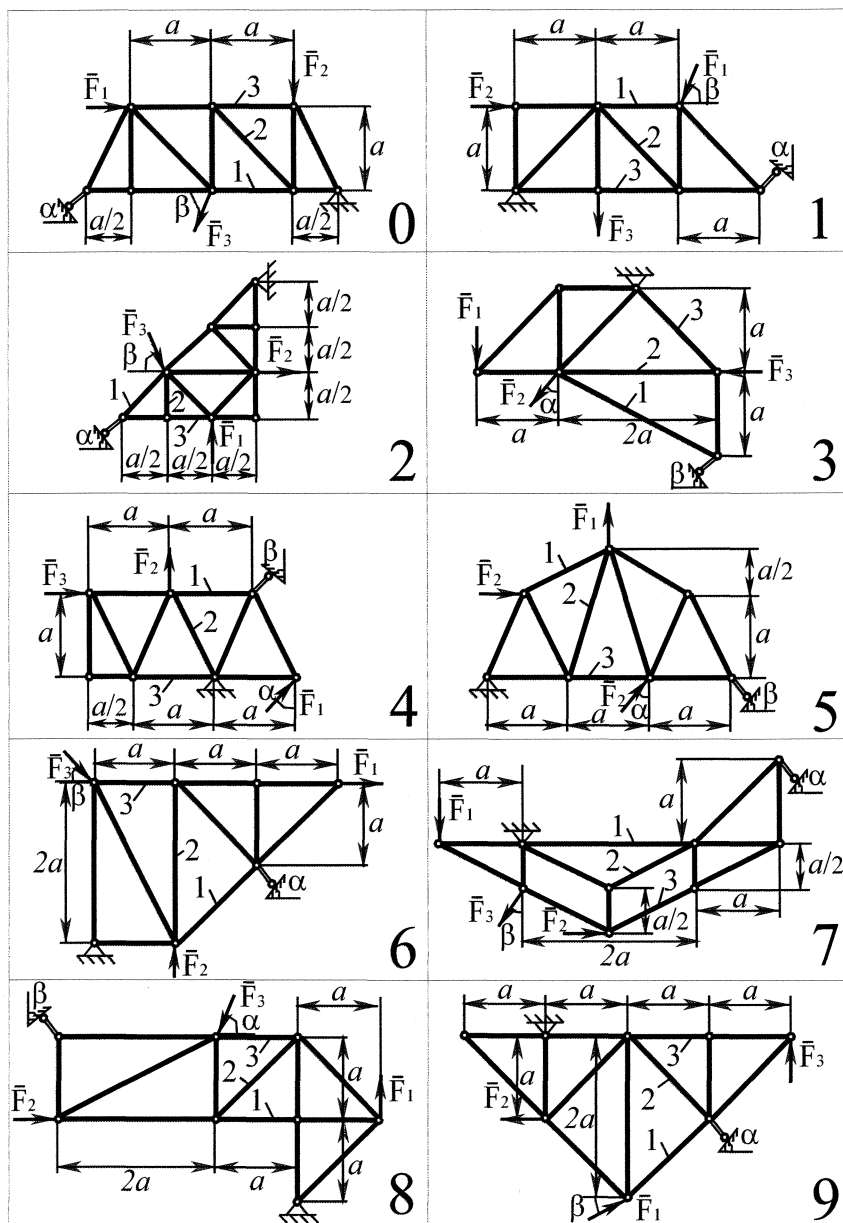


Рис. 9. Схемы к задаче С3

ЗАДАЧА С4

Две невесомые балки соединены между собой промежуточным шарниром и нагружены сосредоточенными силами F и P , сосредоточенной парой сил с моментом M и распределенными нагрузками интенсивности q_1 и q_2 (положительное направление векторов сил и пары сил соответствует изображенному на рисунках, а отрицательное направлено противоположно изображенному).

Определить реакции невесомых балок и давление в промежуточном шарнире.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта										
	1			2			3			4	
	a , см	q_2 , Н/м	M , Нм	β , град	b , см	F , Н	α , град	q_1 , Н/м	c , см	P , Н	№ схемы
0	5	20	3	30	15	-2	120	-60	10	10	0
1	10	-80	5	45	20	2	135	-20	12	-10	1
2	15	40	7	60	25	-4	150	-30	14	12	2
3	20	-60	9	90	30	4	60	-40	16	-12	3
4	25	60	10	120	25	-6	45	-50	18	14	4
5	30	-40	-3	135	20	6	30	50	20	-14	5
6	25	80	-5	150	15	-8	120	40	22	16	6
7	20	-20	-7	90	10	8	150	30	24	-16	7
8	15	30	-9	45	15	-9	45	20	26	18	8
9	10	-50	-11	60	20	10	60	60	28	-18	9

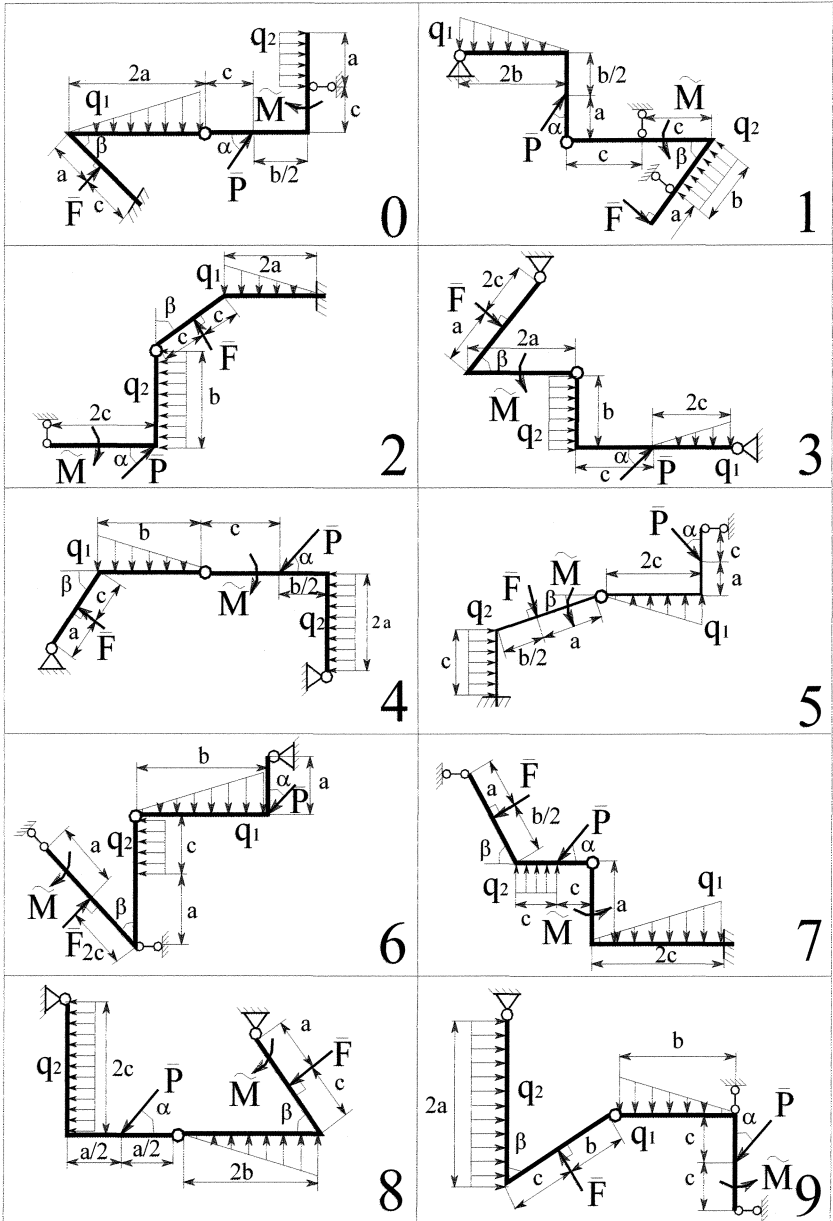


Рис. 10. Схемы к задаче С4

ЗАДАЧА С5

Конструкция находится в вертикальной плоскости, нагружена сосредоточенной силой G и сосредоточенной парой сил с моментом M (положительное направление векторов сил и пары сил соответствует изображенному на рисунках, а отрицательное направлено противоположно изображенному), и состоит из двух однородных балок длиной l_1 и l_2 , и весом Q_1 и Q_2 , а также однородного цилиндра весом P . Трением пренебречь.

Определить реакции опор конструкции, натяжение нити (в схемах 0, 1, 5, 9 поддерживающей цилиндр; в схемах 2, 8 между балками) и взаимные давления тел друг на друга.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры в варианте													
	1				2				3				4	
	Q_1 , кН	c , м	M , Нм	β , град	Q_2 , кН	a , м	G , кН	P , кН	b , м	α , град	l_2 , м	l_1 , м	N_2 № схемы	
0	10	0,10	-20	20	25	0,08	-4	8	0,14	25	0,35	0,31	0	
1	12	0,11	19	25	23	0,09	-6	10	0,13	30	0,33	0,32	1	
2	14	0,09	-18	30	21	0,10	-8	12	0,12	15	0,32	0,33	2	
3	16	0,08	17	35	19	0,11	10	14	0,11	20	0,34	0,34	3	
4	18	0,07	-16	40	17	0,12	12	16	0,10	15	0,36	0,31	4	
5	20	0,06	15	35	15	0,11	11	15	0,14	20	0,31	0,32	5	
6	22	0,05	-14	30	13	0,10	9	13	0,13	30	0,35	0,33	6	
7	24	0,06	13	25	14	0,09	-7	11	0,12	25	0,34	0,34	7	
8	23	0,07	-12	20	16	0,08	-5	9	0,11	15	0,33	0,35	8	
9	21	0,08	11	30	18	0,07	3	7	0,14	30	0,31	0,33	9	

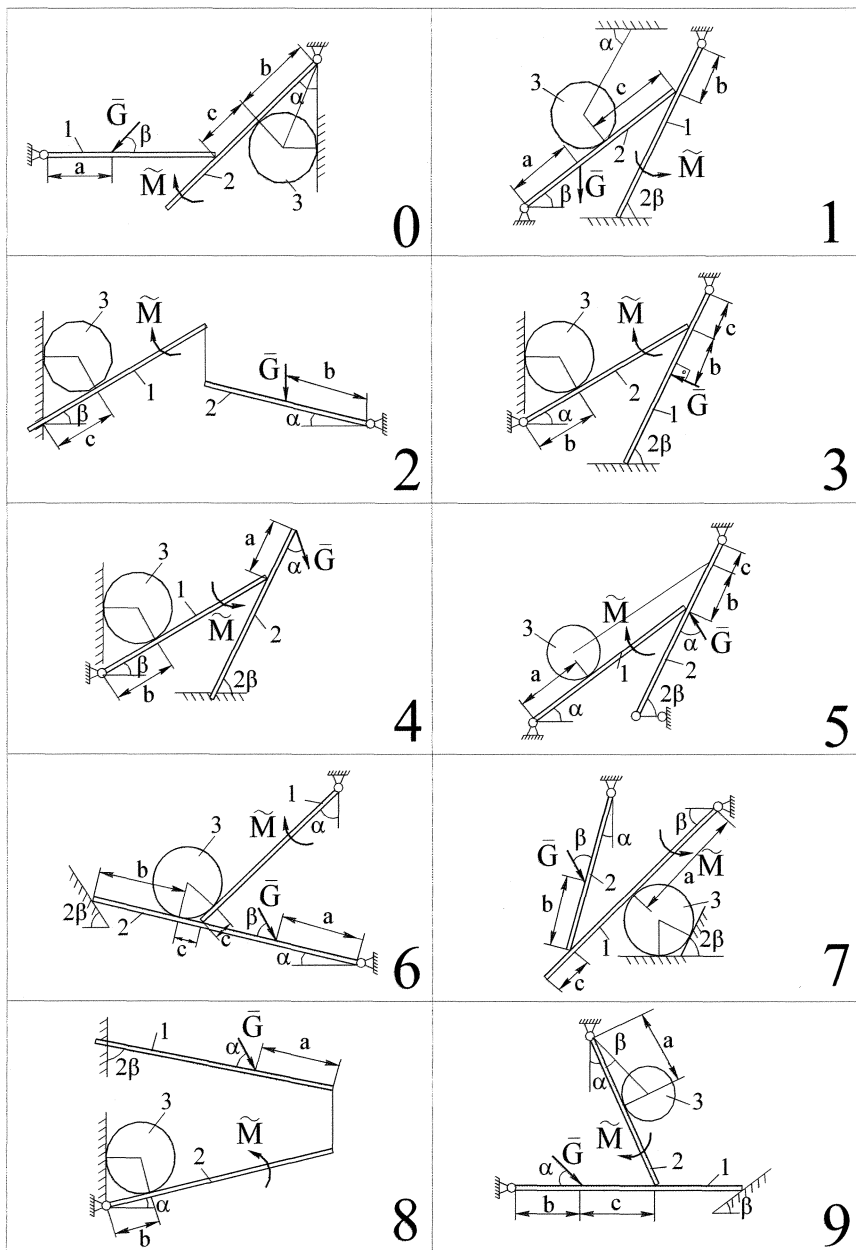


Рис. 11. Схемы к задаче С5

ЗАДАЧА С6

Механизм находится в вертикальной плоскости. Пренебречь трением в шарнирах, вес стержней, колодок и нитей не учитывать.

f – коэффициент трения скольжения грузов о плоскость и в тормозной колодке.

Определить минимальное значение силы P и реакции опор системы, находящейся в равновесии.

Цифра варианта	Порядковый номер цифры в варианте								
	1		2			3		4	
	Q , кН	R , см	r , см	a , см	h , см	b , см	α , град	f	№ схемы
0	10	32	3	50	2	40	10	0,01	0
1	12	36	4	75	4	38	15	0,02	1
2	14	38	5	52	6	36	20	0,03	2
3	16	40	6	70	8	32	30	0,04	3
4	18	42	8	55	1	30	35	0,01	4
5	20	30	10	67	3	28	45	0,02	5
6	22	28	12	56	5	25	50	0,03	6
7	25	25	14	63	7	24	60	0,04	7
8	28	22	16	58	3	22	65	0,05	8
9	30	20	18	60	2	20	75	0,03	9

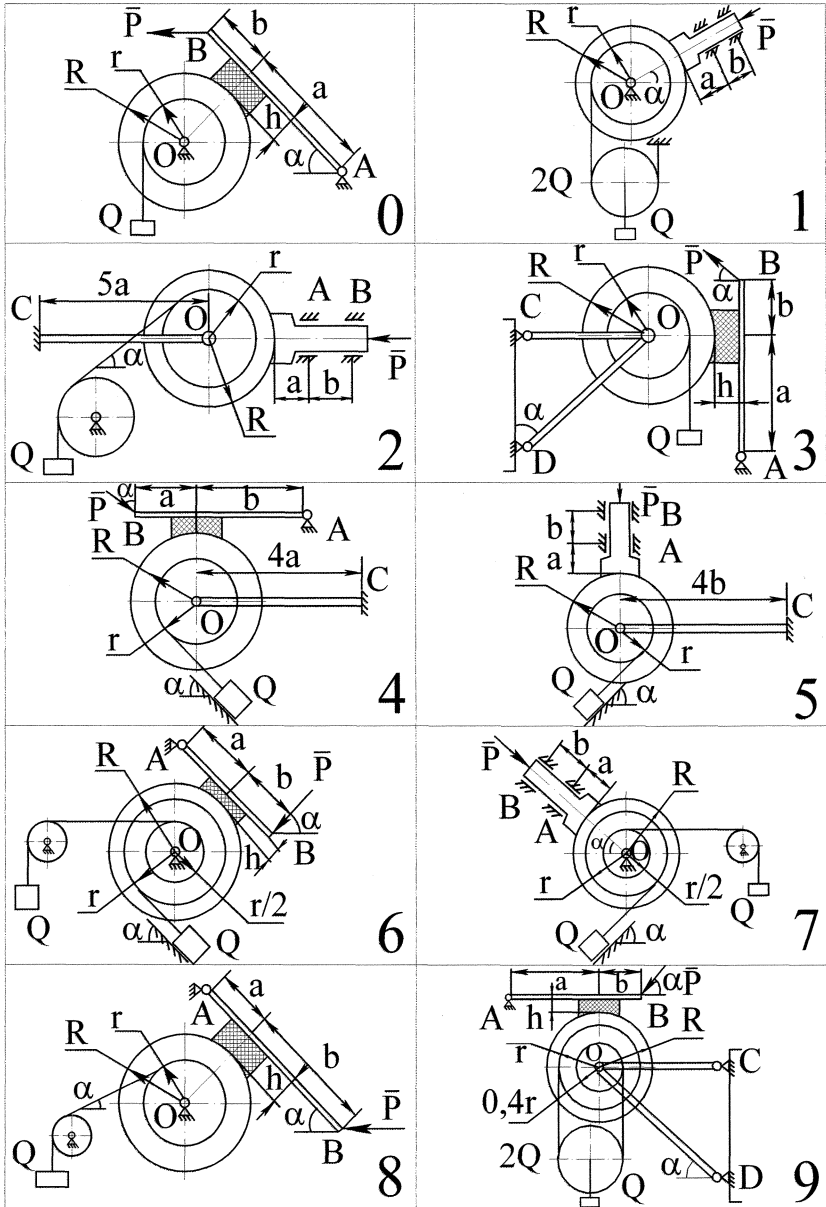


Рис. 12. Схемы к задаче С6

ЗАДАЧА С7

Механическая система находится в вертикальной плоскости. Учесть трение скольжения тел о поверхность, и трение качения между цилиндрами и поверхностями. Пренебречь трением в шарнирах, вес нитей не учитывать.

f – коэффициент трения скольжения между грузом и поверхностью;

δ – коэффициент трения качения цилиндров и поверхностей.

Определить пределы изменения веса третьего тела, при равновесии системы.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта									
	1		2			3		4		
	R_2 , м	m_1 , кг	r_2 , м	β , град	R_3 , м	α , град	f	δ , м	m_2 , кг	схема №
0	1	30	0,5	45	0,7	15	0,02	0,01	15	0
1	1,5	25	0,6	15	0,8	25	0,03	0,02	20	1
2	1,2	20	0,7	75	0,9	30	0,02	0,03	25	2
3	1,4	25	0,8	30	1,0	35	0,05	0,04	30	3
4	1,1	20	0,9	60	1,1	45	0,04	0,05	35	4
5	1,3	30	0,3	15	1,2	20	0,06	0,06	10	5
6	1	25	0,4	60	1,3	30	0,03	0,01	12	6
7	1,1	30	0,5	30	1,4	15	0,01	0,02	15	7
8	1,2	35	0,6	45	1,5	20	0,04	0,02	20	8
9	1,3	25	0,4	15	1,0	10	0,01	0,03	25	9

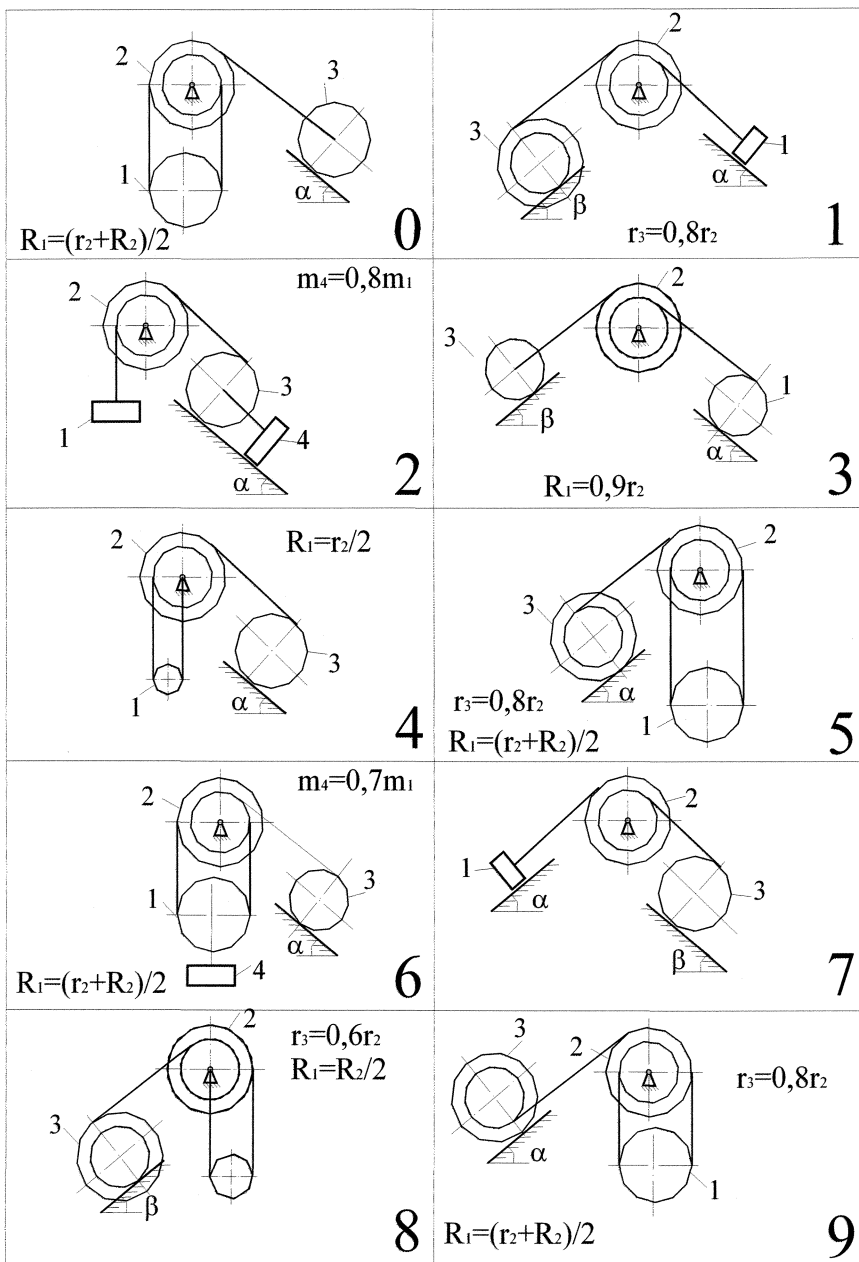


Рис. 13. Схемы к задаче С7

ЗАДАЧА С8

Пространственная ферма, состоящая из невесомых стержней нагружена силами **F** и **P**, которые направлены по линиям **AB** или **CD** в узлах **A** и **C** (положительное направление векторов сил соответствует изображенному на рисунках, а отрицательное направлено противоположно изображенному). Крепление стержней между собой и к неподвижным опорам шарнирное.

Определить усилия в невесомых стержнях конструкции,

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта					
	1	2		3		4
	a, м	P, Н	b, м	c, м	F, Н	№ схемы
0	0,2	15	1,0	0,5	-10	0
1	0,4	20	0,9	0,7	20	1
2	0,6	25	0,8	0,9	-20	2
3	0,8	30	0,7	1,1	10	3
4	1,0	35	0,6	1,3	-15	4
5	0,9	-30	0,5	1,5	25	5
6	0,7	-20	0,4	1,4	-25	6
7	0,5	-10	0,3	1,2	15	7
8	0,3	-15	0,2	1,0	-30	8
9	1,1	-25	1,0	0,8	30	9

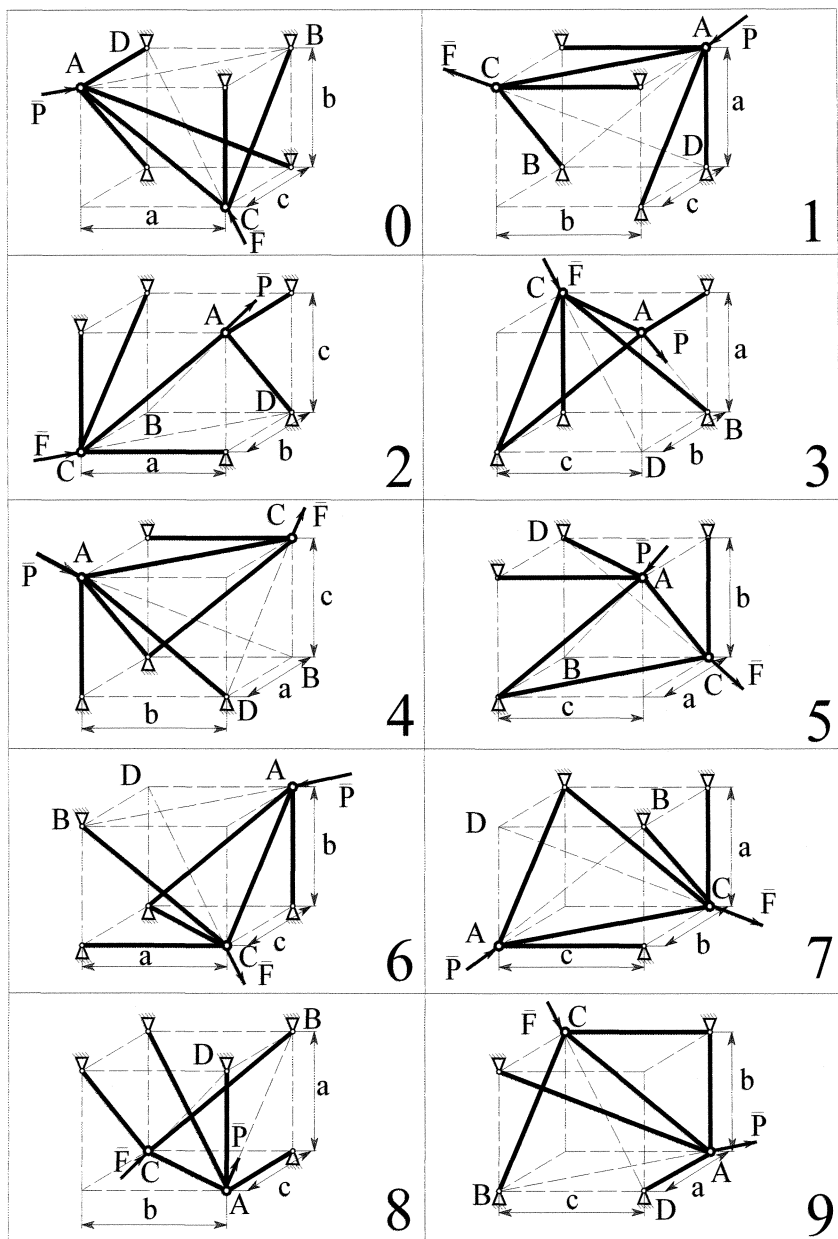


Рис. 13. Схемы к задаче С8

ЗАДАЧА С9

Плита, весом P , нагружена сосредоточенными силами S и Q (положительное направление векторов сил соответствует изображенному на рисунках, а отрицательное направлено противоположно изображенному).

Определить реакции в сферическом и цилиндрических шарнирах, а также реакции в невесомых стержнях.

Цифра Вариан- та	Порядковый номер цифры в варианте									
	1			2			3		4	
	P , кН	AB , см	α , град	S , кН	BC , см	β , град	Q , кН	CD , см	DE , см	№ схемы
0	-10	75	10	-2	42	10	5	40	10	0
1	12	50	15	-3	50	15	5,5	38	12	1
2	-14	70	25	-4	46	20	-6	36	14	2
3	16	52	30	-5	60	30	6,5	32	16	3
4	-18	67	40	-6	56	40	7	30	18	4
5	20	55	45	7	44	45	-7,5	28	20	5
6	-22	63	50	8	63	50	-8	25	22	6
7	24	56	60	9	58	60	-8,5	24	25	7
8	26	60	65	10	48	65	9	22	28	8
9	-30	58	75	12	52	75	-9,5	20	30	9

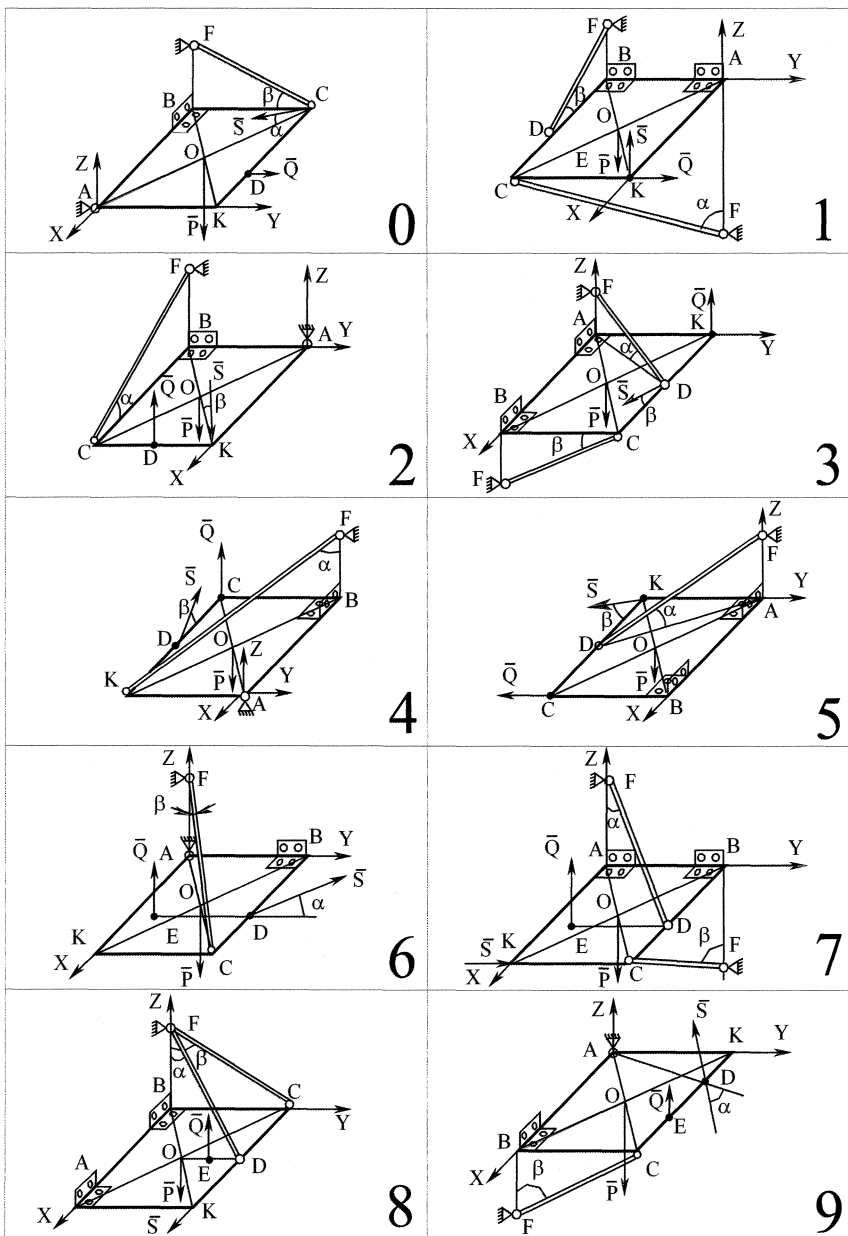


Рис. 14. Схемы к задаче С9

ЗАДАЧА С10

Вал нагружен сосредоточенными силами F , S , Q и P (в схемах 1, 6, 7, 8, 9), а также сосредоточенными парами сил с моментами M_1 и M_2 (положительное направление векторов сил и пар сил соответствует изображенному на рисунках, а отрицательное направлено противоположно изображенному).

Определить реакции в подшипнике D и подпятнике A , а также величину силы P , при равновесии вала (схемы 1, 6, 7, 8, 9) или реакции в жесткой заделке A (схемы 0, 2, 3, 4, 5).

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры в варианте													
	1				2				3				4	
	Q , кН	AB , см	M_2 , кНм	α , град	S , кН	BC , см	β , град	F , кН	CD , см	M_1 , кНм	DE , см	R , см	№ схемы	
0	-20	75	-8	30	12	42	75	-15	40	20	10	25	0	
1	22	50	-6	45	13	50	15	5,5	38	-22	12	23	1	
2	-24	70	-4	60	14	46	60	-16	36	24	14	21	2	
3	26	52	-7	15	15	60	45	6,5	32	-26	16	19	3	
4	-28	67	-12	75	16	56	30	17	30	28	18	17	4	
5	30	55	10	45	-17	44	60	-7,5	28	-30	20	15	5	
6	-32	63	14	30	-18	63	75	-18	25	18	22	13	6	
7	34	56	16	60	-19	58	30	-8,5	24	-16	25	11	7	
8	36	60	15	15	-20	48	45	19	22	14	28	12	8	
9	-20	58	17	75	-22	52	15	-9,5	20	-12	30	14	9	

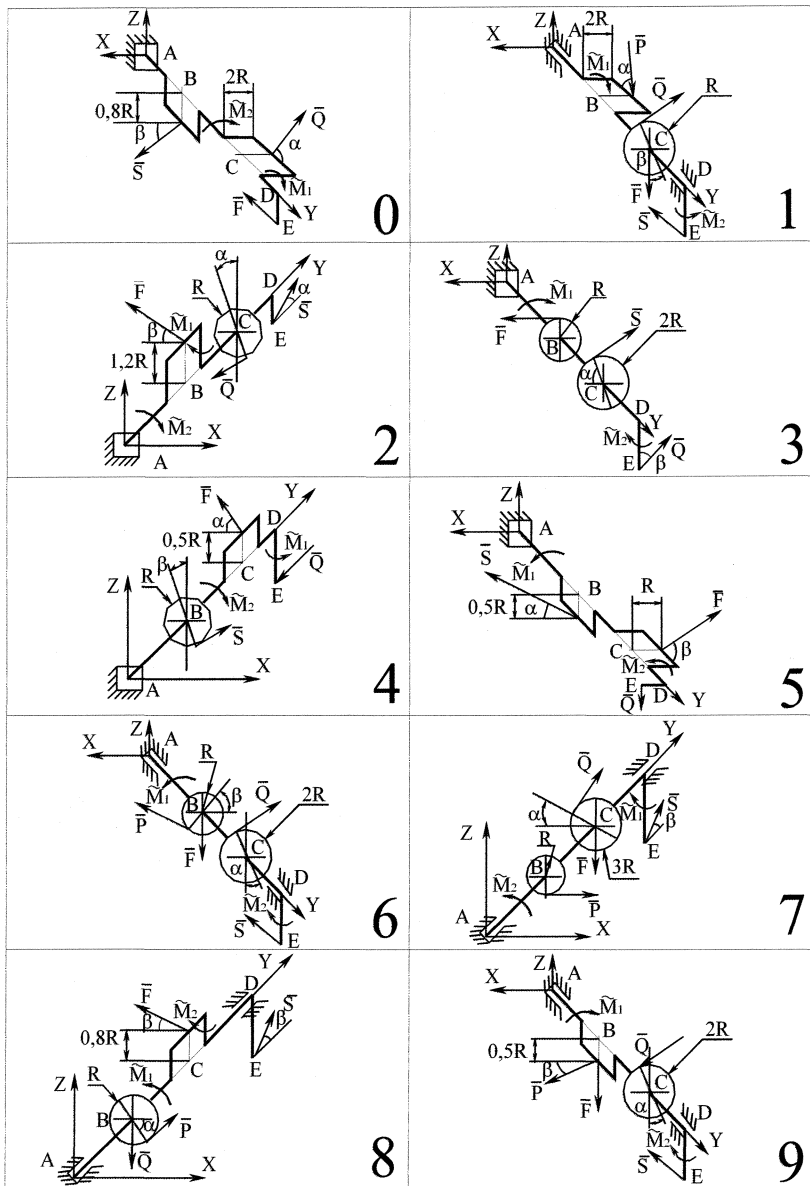


Рис. 15. Схемы к задаче С10

ЗАДАЧА С11

Плоская фигура расположена в плоскости OXY .

Определить координаты центра тяжести плоской фигуры.

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта				
	1	2		3	4
	a, м	R, м	b, м	c, м	№ схемы
0	1,2	0,20	1,0	0,28	0
1	1,4	0,22	1,1	0,29	1
2	1,6	0,25	1,2	0,30	2
3	1,8	0,21	1,3	0,31	3
4	1,0	0,24	1,4	0,32	4
5	1,1	0,26	1,5	0,33	5
6	1,3	0,21	1,6	0,32	6
7	1,5	0,22	1,7	0,31	7
8	1,7	0,23	1,8	0,30	8
9	1,5	0,25	1,9	0,29	9

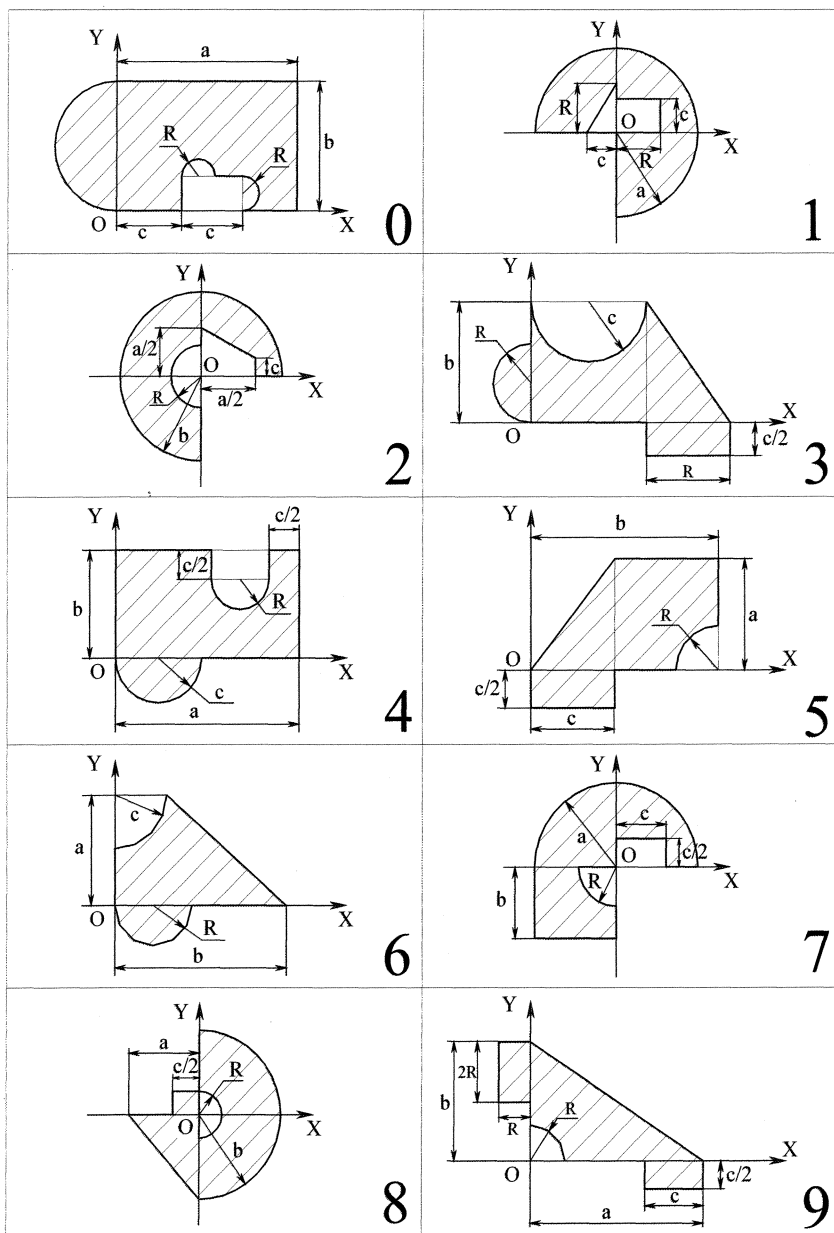


Рис. 16. Схемы к задаче С11

ЗАДАНИЯ ПО ДИНАМИКЕ

ЗАДАЧА Д1

Траектория снаряда при стрельбе из пушки – настильная (схема **0,2,3,8**), из гаубицы (схема **1,5,7**) и миномета (схема **4,6,9**) – навесная.

Известны ландшафт и скорость снаряда на выходе из ствола орудия V_0 , а также заданное расстояние до цели. Начало системы отсчета необходимо поместить в точку **A, B, C** или **D**, сопротивлением воздуха пренебречь.

Определить:

- 1) угол α положения ствола пушки, гаубицы или миномета;
- 2) время полета T снаряда до цели и его скорость в момент попадания в цель V_B .

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта					
	1	2		3		4
	V_0 , Км/ч	AB , км	β , град	AC , м	Начало отсчета в точке	№ схемы
0	800	2,0	10	100	A	0
1	900	2,5	12	150	B	1
2	1000	3,0	15	180	C	2
3	1100	3,2	18	200	D	3
4	1200	3,6	20	220	A	4
5	1300	3,8	22	250	B	5
6	1400	4,0	16	280	C	6
7	1500	4,2	14	300	D	7
8	1600	4,4	10	360	A	8
9	1700	4,6	12	400	B	9

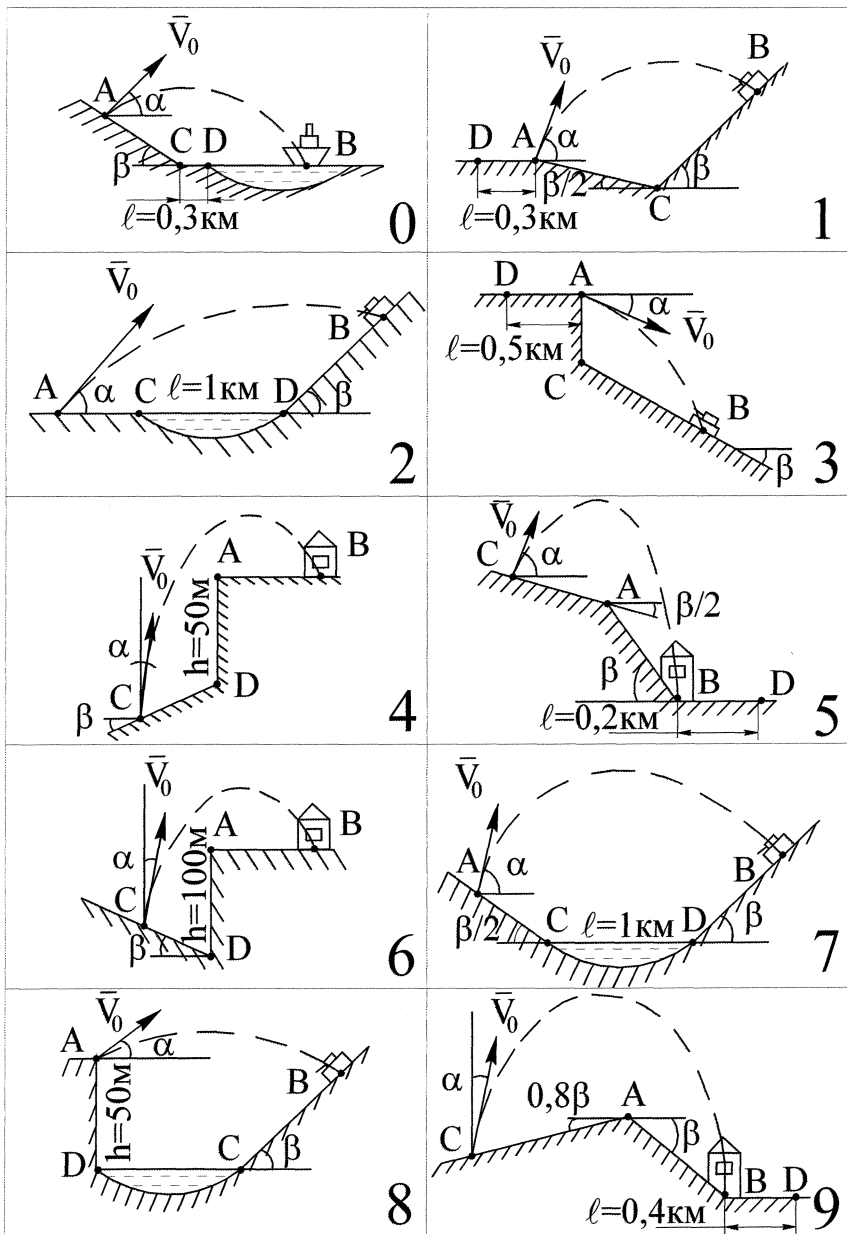


Рис. 17. Схемы к задаче Д1

ЗАДАЧА Д2

Найти закон движения груза 1 (схемы **0,1,3,4,7,8,9**) или системы грузов (схемы **2,5,6**). Начало отсчета обобщенной координаты совместить с положением статического равновесия механической системы.

Массы грузов m_1, m_2 , жесткости пружины c, c_1, c_2 , сила сопротивления в демпфере пропорциональна скорости груза $R=b \cdot v$. Массами абсолютно жестких брусков, соединяющих пружины и грузы, демпферов пренебречь. Стержни, соединяющие грузы, считать невесомыми и недеформированными.

Определить:

- 1) закон движения груза;
- 2) частоту, период и амплитуду колебаний груза.

Цифра	Порядковый номер цифры варианта									
	1		2		3			4		
варианта	m_1 кг	c_1 Н/см	m_2 кг	b Н·с/м	c_2 Н/см	α град	S см	c Н/см	№ схемы	в начальный момент $t = 0$
0	0,5	2,0	0,2	6	10,5	10	50	10	0	Отрывается груз 2
1	0,8	2,2	0,3	12	10,0	75	60	9,2	1	Кладут груз 1
2	1,0	2,4	0,4	3	9,5	15	70	8,8	2	Подвешивают груз 2
3	2,5	3,6	1,0	4	6,5	40	130	7,6	3	Снимают груз 2
4	1,5	2,8	0,6	16	8,5	20	90	7,2	4	Падает груз 1
5	1,8	3,0	0,7	8	8,0	60	100	9,8	5	Подвешивают груз 1
6	2,0	3,2	0,8	14	7,5	30	110	9,0	6	Добавляют груз 2
7	2,2	3,4	0,9	5	7,0	50	120	8,2	7	Кладут груз 1
8	1,2	2,6	0,5	9	9,0	70	80	8,0	8	Снимают груз 2
9	2,8	3,8	1,1	15	6,0	45	140	7,0	9	Кладут груз 2

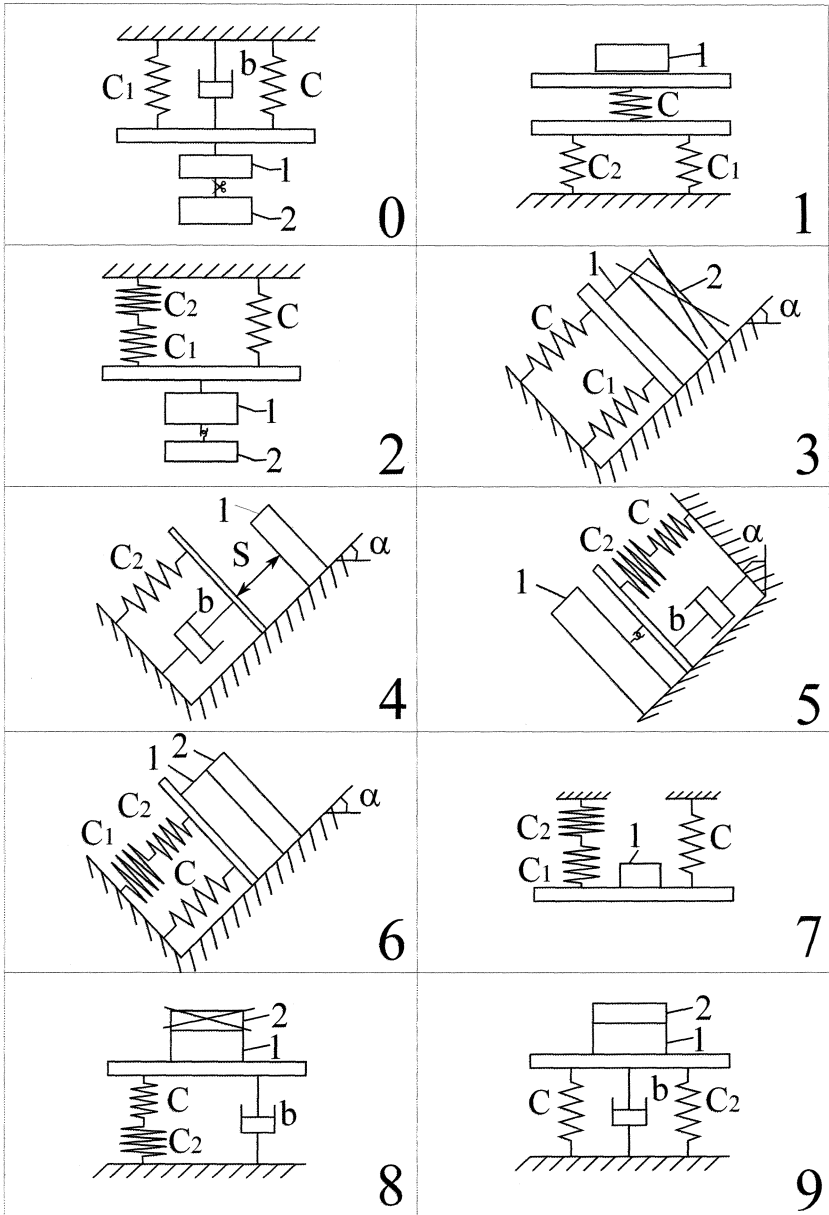


Рис. 18. Схемы к задаче Д2

ЗАДАЧА ДЗ

Одновременно с подвешиванием или снятием груза 2 с груза 1 и приданием начальной скорости V_0 (схемы 1, 4, 5, 7) или прикреплением груза 1 к концам недеформированных пружин и приданием начальной скорости V_0 (схемы 0, 2, 3, 6, 8, 9) точка В начинает совершать движение по закону $\xi = h \cdot \sin pt$. Найти закон движения груза 1 (схемы 0, 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9) или системы грузов (схемы 4, 7). Начало отсчета обобщенной координаты поместить в положение статического равновесия механической системы, положительное направление соответствует растяжению пружины. Положение начала отсчета на оси x соответствует среднему положению точки В ($\xi = 0$).

Массы грузов m_1, m_2 , жесткости пружины c, c_1, c_2 , Положительное направление начальной скорости V_0 совпадает с направлением оси x на рисунке. Массами абсолютно жестких брусков, соединяющих пружины и грузы, пренебречь. Стержни, соединяющие грузы, считать невесомыми и недеформированными.

Определить закон движения груза (грузов).

Цифра	Порядковый номер цифры варианта									
	1		2		3			4		
варианта	m_1 , кг	c , Н/см	m_2 , кг	h , см	c_1 , Н/см	V_0 , м/с	p	c_2 , Н/см	№ схемы	в начальный момент $t = 0$
0	0,5	2,0	0,2	4	10,5	-2	15	10	0	Кладут груз 1
1	0,6	2,2	0,3	5	10,0	-1	16	9,2	1	Убирают груз 2
2	1,0	2,4	0,4	6	9,5	-3	17	8,8	2	Кладут груз 1
3	0,7	3,6	0,5	7	6,5	-4	18	7,6	3	Подвешивают груз 1
4	0,8	2,8	0,6	8	8,5	-5	19	7,2	4	Подвешивают груз 2
5	0,9	3,0	0,7	9	8,0	1	10	9,8	5	Убирают груз 2
6	1,0	3,2	0,8	2	7,5	2	11	9,0	6	Подвешивают груз 1
7	1,2	3,4	0,7	3	7,0	3	12	8,2	7	Кладут груз 2
8	1,4	2,6	0,8	4	9,0	4	13	8,0	8	Подвешивают груз
9	0,8	3,8	0,9	5	6,0	5	14	7,0	9	Кладут груз 1

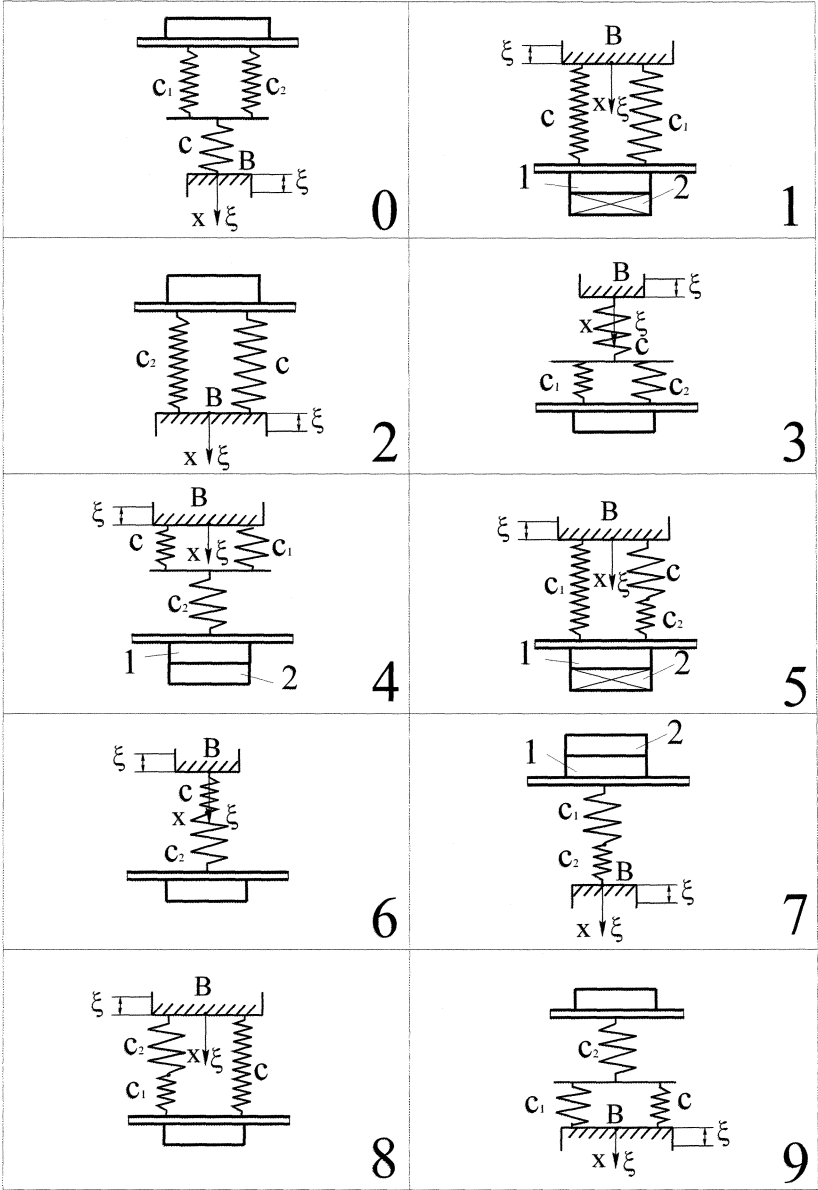


Рис. 18. Схемы к задаче ДЗ

ЗАДАЧА Д4

Тонкий стержень, расположенный в вертикальной плоскости, изогнут таким образом, что состоит из двух прямолинейных участков и дуги окружности радиуса R . На стержень нанизан шарик массой m . Шарик начинает двигаться из точки A .

Определить:

- 1) скорость шарика в точках B , C , D и реакцию стержня в точке C ;
- 2) величину, заданную в таблице.

Принять следующие обозначения

Исходные данные:

m – масса шарика;

V_A – начальная скорость шарика;

c – жесткость пружины;

τ – время движения шарика на участке AB ;

h_0 – начальная деформация пружины;

f – коэффициент трения скольжения;

h – наибольшее сжатие пружины

от точки D до точки E .

Неизвестные величины:

S - путь пройденный шариком до остановки;

H – наибольшая высота подъема шарика на участке DE до остановки;

T – время движения на DE до остановки.

Циф- ра вари- анта	Порядковый номер цифры варианта											
	1			2		3		4				
	m , кг	R , м	β , град	c , Н/см	f	V_A , м/с	α , град	τ , с	h_0 , см	№ схемы	шерохова- тый участок	Опре- делить
0	0,10	0,8	10	0,8	0,10	20	45	–	10	0	DE	T
1	0,15	1,6	20	1,0	0,15	13	20	2	–	1	AB	h
2	0,20	0,4	15	1,2	0,20	14	35	1,5	–	2	AB	h
3	0,25	1,4	25	1,4	0,05	15	30	–	20	3	DE	H
4	0,30	1,2	20	1,6	0,25	16	50	–	15	4	DE	S
5	0,35	0,2	10	1,8	0,16	18	45	3	–	5	AB	h
6	0,40	1,8	25	2,0	0,08	10	30	–	10	6	DE	T
7	0,45	1,0	20	2,2	0,30	12	35	–	25	7	DE	H
8	0,50	2,0	10	2,4	0,12	15	40	1	–	8	AB	h
9	0,55	0,6	15	2,6	0,18	16	30	–	30	9	DE	S

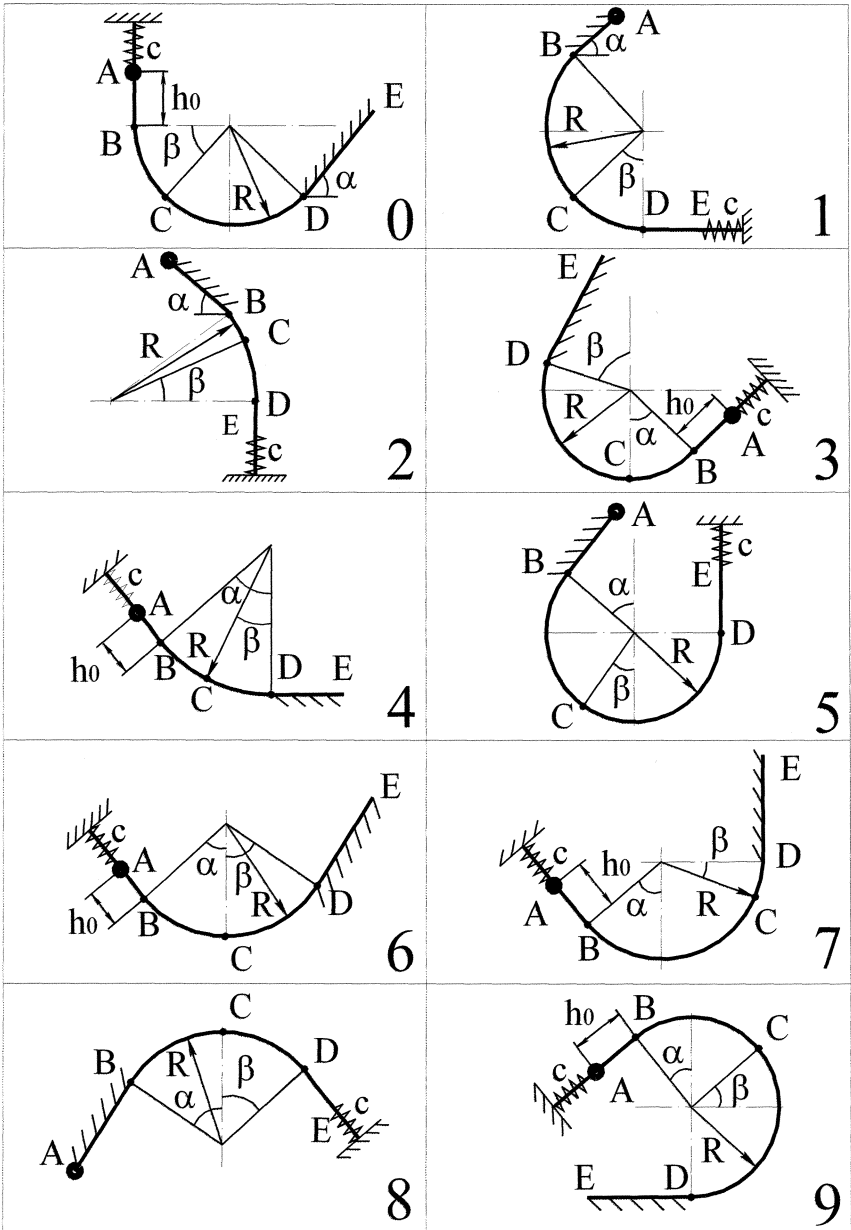


Рис. 19. Схемы к задаче Д4

ЗАДАЧА Д5

Механическая система тел 1,2,3,4 движется из состояния покоя. Тело 1 находится на гладкой горизонтальной плоскости. Тело 2 приводится в движение двигателем, установленным на теле 1 (движущие силы являются внутренними силами механической системы). Закон движения тела 2 имеет следующий вид: $\varphi_2(t) = \varphi_{20} \cdot \cos(\mathbf{k} \cdot t)$.

Определить:

- 1) закон движения тела 1 по горизонтальной плоскости;
- 2) максимальное значение горизонтальной силы, которая удерживала бы тело 1 в состоянии покоя.

Трением между телами 1 и 4, проскальзыванием нитей и катящихся колес пренебречь. Нити невесомые, нерастяжимые и параллельны соответствующим плоскостям тела 1.

Цифра вари- анта	Порядковый номер цифры в варианте											
	1			2			3			4		
	m_1 , кг	R_2 , см	α , град	m_2 , кг	r_3 , см	β , град	m_3 , кг	r_2 , см	φ_{20} , град	m_4 , кг	k , 1/с	№ схемы
0	20	40	10	10,0	10	75	3,0	11	+45	5,0	2,0	0
1	22	38	12	9,5	9,8	70	3,1	12	-20	4,9	1,9	1
2	24	36	15	9,0	9,5	68	3,2	13	+40	4,8	1,8	2
3	25	35	18	8,5	9,2	65	3,3	14	-25	4,7	1,7	3
4	26	34	20	8,0	9,0	62	3,4	15	+35	4,6	1,6	4
5	28	32	22	7,5	8,8	60	3,5	16	-30	4,5	1,5	5
6	30	30	25	7,0	8,6	57	3,6	17	+30	4,4	1,4	6
7	32	28	30	6,5	8,4	53	3,7	18	-35	4,3	1,2	7
8	34	26	32	6,0	8,2	50	3,8	19	+25	4,2	1,0	8
9	35	25	35	5,5	8,0	45	3,9	20	-40	4,1	0,9	9

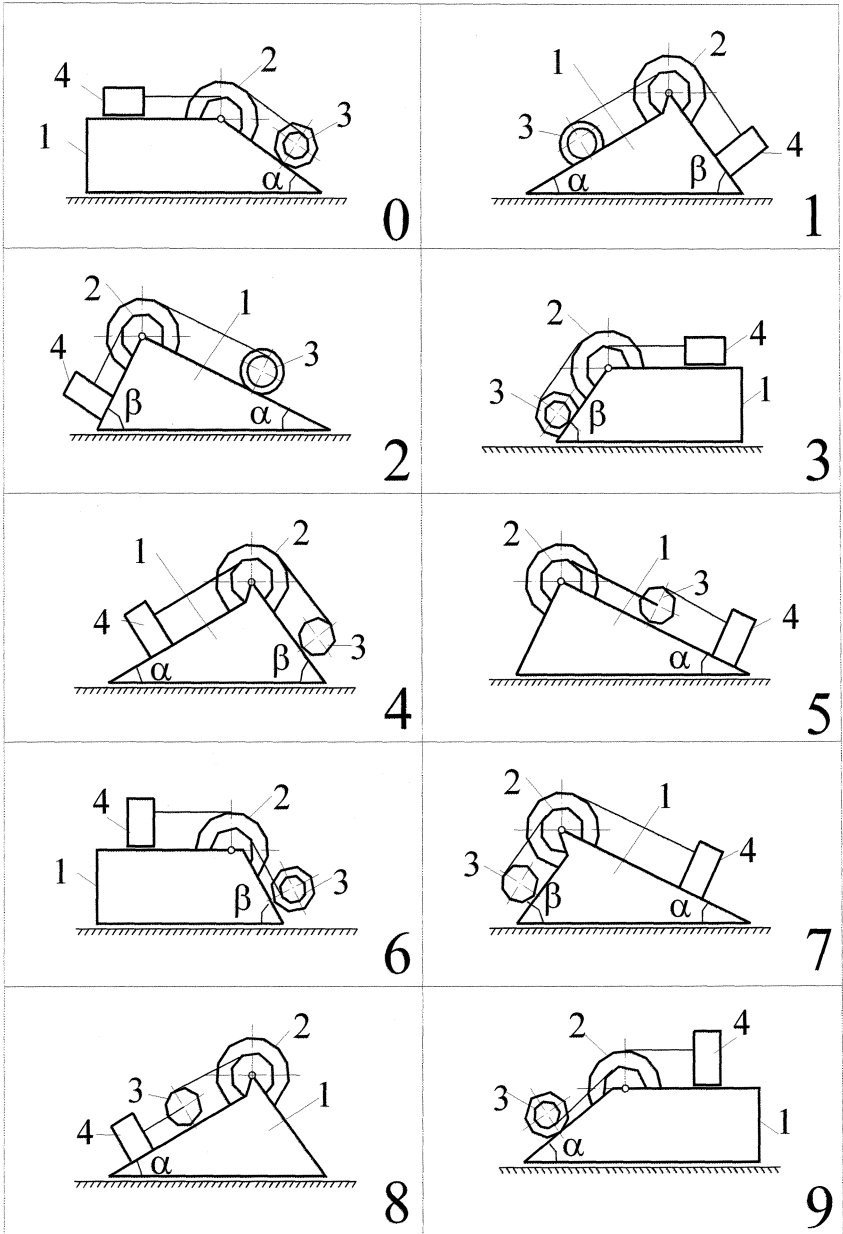


Рис. 20. Схемы к задаче Д5

ЗАДАЧА Д6

Механическая система тел 1,2,3,4 движется из состояния покоя. Тело 1 приводится в движение двигателем, создающим момент, изменяющийся по закону $\tilde{M}_1(t)$. Массы тел равны m_1, m_2, m_3, m_4 , размеры колес 1 и 2 – r_1, R_2, r_2 . Колесо 1 считать однородным диском, радиус инерции колеса 2 равен ρ_2 .

Определить закон изменения угловой скорости движения тела 1 от времени $\tilde{\omega}_1(t)$.

Нити невесомые, нерастяжимые; проскальзыванием нитей пренебречь.

Цифра вари- анта	Порядковый номер цифры в варианте										
	1		2			3			4		
	m_1 кг	R_2 см	m_2 кг	r_1 см	$M_1(t)$ Н·м	M Н·м	m_3 кг	r_2 см	m_4 кг	ρ_2 см	№ схемы
0	2,0	40	10,0	10	$M \cdot (2 - e^{-t})$	52	3,0	11	2,9	16	0
1	2,2	38	9,5	9,8	$M \cdot (3 - e^{-t})$	50	3,1	12	2,8	15	1
2	2,4	36	9,0	9,5	$M \cdot (2 - e^{-t})$	48	3,2	13	2,7	14	2
3	2,5	35	8,5	9,2	$M \cdot \sqrt{t}$	45	3,3	14	2,6	12	3
4	2,6	34	8,0	9,0	$M \cdot \sqrt[3]{t}$	42	3,4	15	2,5	10	4
5	2,8	32	7,5	8,8	$M \cdot \sqrt[4]{t}$	40	3,5	16	2,4	22	5
6	3,0	30	7,0	8,6	$M \cdot \sqrt[3]{t^2}$	38	3,6	17	2,3	20	6
7	3,2	28	6,5	8,4	$M \cdot \sqrt[4]{t^3}$	35	3,7	18	2,2	19	7
8	3,4	26	6,0	8,2	$M \cdot (e^t - 1)$	32	3,8	19	2,1	18	8
9	3,5	25	5,5	8,0	$M \cdot (1 - e^{-t})$	30	3,9	20	2,0	17	9

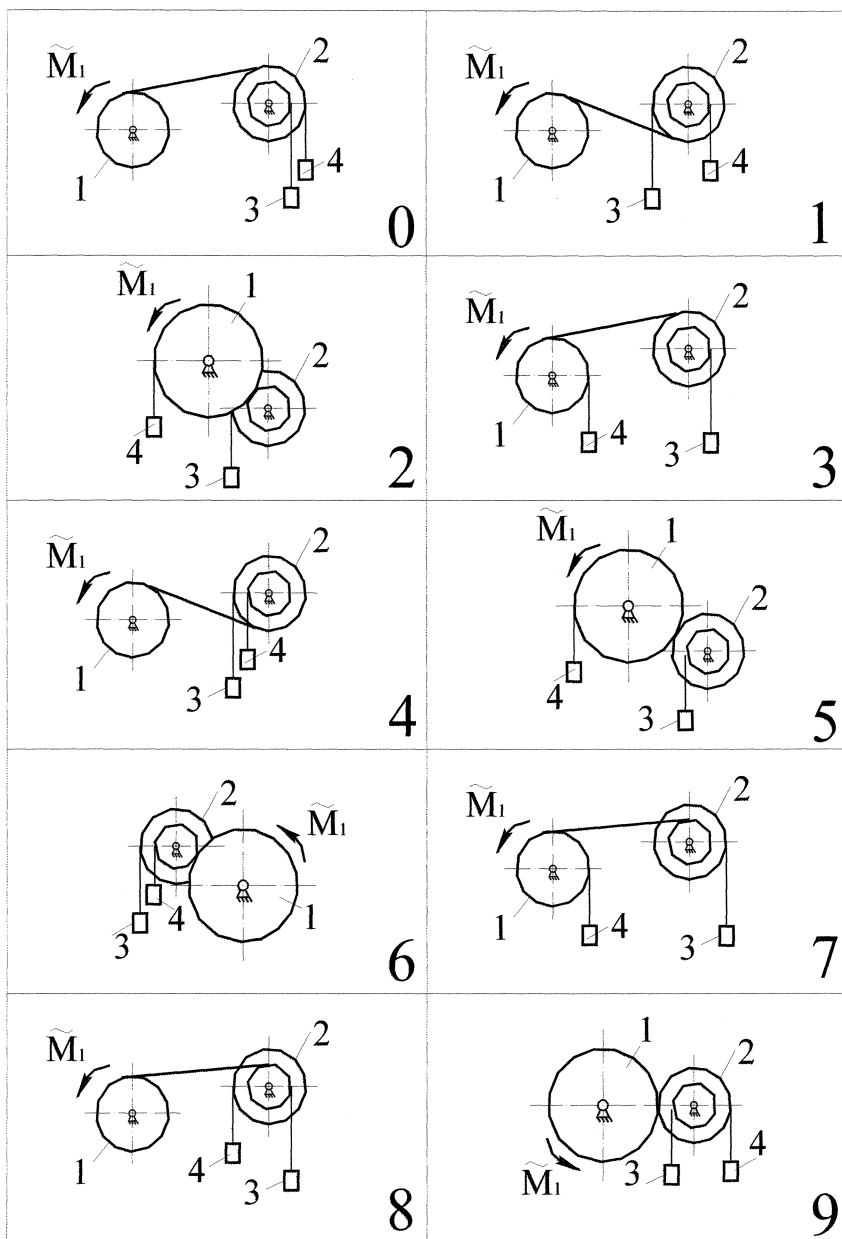


Рис. 21. Схемы к задаче Д6

ЗАДАЧА Д7

Механическая система тел 1, 2, 3 движется из состояния покоя под действием сил тяжести. Массы тел равны m_1, m_2, m_3 , размеры колес 1 и 2 – r_1, R_2, r_2 . Радиус инерции колеса 2 равен ρ_2 ; колесо 1 считать однородным диском. Коэффициент трения скольжения груза 3 о плоскость равен f . Коэффициент трения качения колеса 1 о плоскость равен δ .

Определить:

- 1) силу натяжения нити, на которой подвешен груз 3;
- 2) реакцию подшипника колеса 2.

Нити невесомые, нерастяжимые и параллельны соответствующим плоскостям; проскальзыванием нитей и катящихся колес пренебречь.

Цифра вари- анта	Порядковый номер цифры в варианте											
	1		2			3				4		
	m_2 , кг	r_1 , см	m_3 , кг	r_2 , см	β , град	m_1 , кг	R_2 , см	ρ_2 , см	α , град	δ , см	f	№ схемы
0	3,6	11	10	40	52	10,0	52	16	28	0,5	0,05	0
1	3,8	12	11	38	55	9,5	50	15	26	0	0,17	1
2	4,0	13	12	36	58	9,0	48	14	24	9	0,03	2
3	4,2	14	13	35	60	8,5	45	12	22	3	0,20	3
4	4,4	15	14	34	63	8,0	42	10	20	4	0,10	4
5	4,6	16	15	32	65	7,5	55	22	18	1	0,02	5
6	4,8	17	16	30	68	7,0	58	20	16	8	0	6
7	5,0	18	17	28	70	6,5	60	19	14	5	0,25	7
8	5,2	19	18	26	72	6,0	63	18	12	0	0,15	8
9	5,5	20	19	25	75	5,5	67	17	10	7	0	9

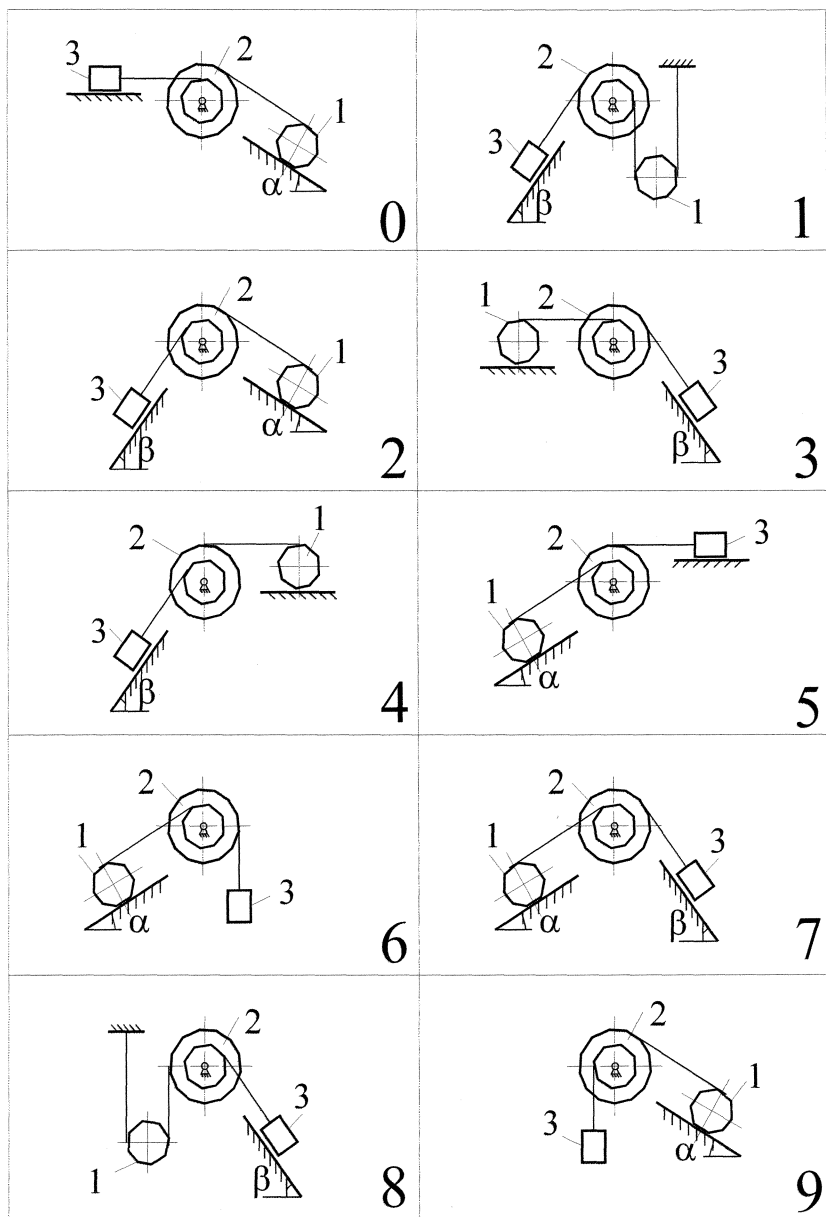


Рис. 22. Схемы к задаче Д7

ЗАДАЧА Д8

Механическая система тел, находящаяся в горизонтальной плоскости (оси вращения звеньев механизма вертикальны), совершает малые колебательные движения. Жесткость пружин равна c_1 и c_2 . Массы тел равны соответственно $m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6$, размеры колес 1, 2, 3 – R_1, R_2, R_3 . Длины тел 5, 6 – ℓ_5, ℓ_6 . Колеса 1, 2, 3 считать однородными дисками, а стержни 4, 5, 6 – однородными стержнями. В начальный момент времени колесо 1 было повернуто на угол φ_{10} , и имело угловую скорость равную ω_{10} .

Определить:

- 1) закон малых колебаний тела 1;
- 2) амплитуду и период этих колебаний.

Цифра варианта	Порядковый номер цифры варианта															
	1				2				3				4			
	m_2 кг	R_1 м	ℓ_6 м	m_5 кг	c_1 Н/ см	m_6 кг	ω_0 1/с	m_3 кг	c_2 Н/ см	R_2 м	m_4 кг	ℓ_5 м	m_1 кг	R_3 м	φ_0 рад	№ схемы
0	11	0,8	1,1	1	0,8	2	20	3	1,8	1,6	1	1,5	7	0,1	0,03	0
1	12	0,6	1,5	2	1,0	3	18	2	1,6	1,7	2	1,4	8	0,2	0,02	1
2	13	0,4	1,3	3	1,2	4	16	4	1,4	1,4	3	1,3	3	0,3	0,01	2
3	14	0,5	1,7	4	1,4	1	14	5	1,2	1,5	1	1,2	4	0,4	0,04	3
4	15	0,6	1,2	1	1,6	2	12	2	1,6	1,6	2	1,1	5	0,1	0,05	4
5	10	0,7	1,4	2	1,8	3	10	3	1,8	1,7	4	1,0	7	0,2	0,02	5
6	12	0,8	1,6	3	0,8	4	11	4	1,2	1,8	1	1,1	6	0,3	0,01	6
7	13	0,9	1,1	4	1,2	1	12	2	1,4	1,9	2	1,2	3	0,4	0,03	7
8	14	0,5	1,5	1	1,4	2	13	3	1,8	1,5	3	1,3	4	0,3	0,04	8
9	15	0,4	1,6	2	1,6	3	15	4	1,6	1,4	4	1,4	5	0,2	0,05	9

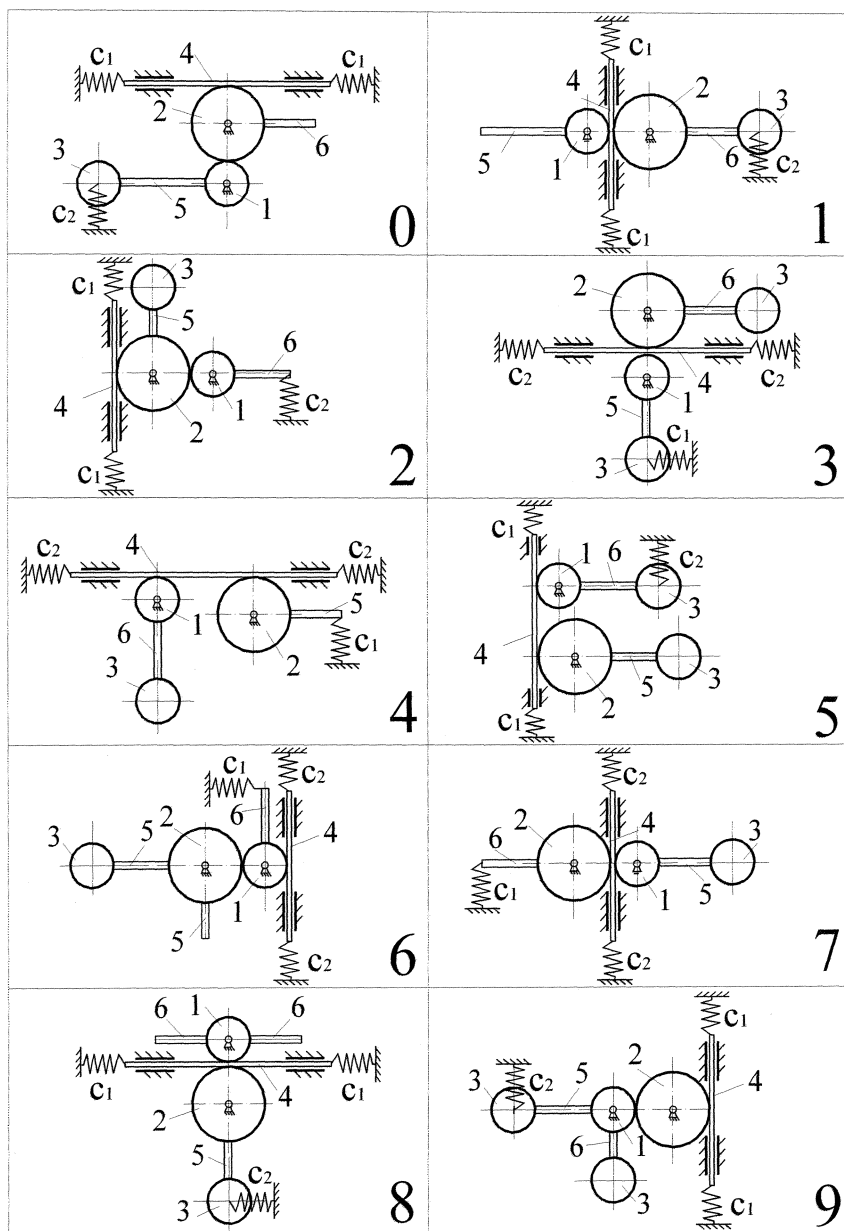


Рис. 23. Схемы к задаче Д8

ЗАДАЧА Д9

Механическая система, состоящая из тел 1,2,3, расположена в вертикальной плоскости и движется под действием сил тяжести и силы P . Тросы считать невесомыми и нерастяжимыми. Учесть трение скольжение груза о поверхность и трение качения катка о поверхность. Радиус инерции колеса 2 равен ρ_2 ; колесо 3 считать однородным диском. Коэффициент трения скольжения груза 1 о плоскость равен f . Коэффициент трения качения колеса о плоскость равен δ .

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта										
	1			2			3			4	
	m_1 , кг	r_2 , см	AB , см	m_2 , кг	R_3 , см	BE , см	m_3 , кг	R_2 , см	ED , см	α град	f
0	12	2	60	5	8	55	5	12	60	75	0,1
1	13	3	20	4	9	50	6	11	15	15	0,12
2	14	4	30	3	10	45	7	10	20	30	0,14
3	15	5	40	2	11	40	8	9	25	45	0,15
4	16	6	50	6	12	35	5	8	30	60	0,16
5	17	7	15	5	10	30	4	7	35	75	0,18
6	11	6	25	7	8	25	3	6	40	60	0,2
7	12	5	35	8	11	20	2	5	45	45	0,21
8	10	4	45	4	9	15	6	4	50	30	0,23
9	14	3	55	6	12	60	5	3	55	15	0,25

Цифра вариан- та	Порядковый номер цифры варианта								
	1		2		3		4		
	q_1 , Н/см	M_1 , Нм	q_2 , Н/см	F , Н	δ , см	β , град	ρ_2 , см	P , Н	N_2 схемы
0	-2	2	-15	5	8	75	10	14	0
1	3	-3	-14	6	9	15	11	12	1
2	-4	4	-13	7	10	30	12	14	2
3	5	-5	-12	8	11	45	13	15	3
4	-6	6	-11	9	12	60	14	16	4
5	7	-7	10	-10	10	75	15	18	5
6	-8	6	9	-11	8	60	16	20	6
7	9	-5	8	-12	11	45	17	21	7
8	-10	4	7	-6	9	30	18	23	8
9	4	-2	11	-12	4	45	15	20	9

Нити невесомые, нерастяжимые и параллельны соответствующим плоскостям; проскальзыванием нитей и катящихся колес пренебречь. Невесомая балка **ABED** нагружена сосредоточенной силой **F**, сосредоточенной парой сил **M₁** и распределенными нагрузками интенсивности **q₁** и **q₂** (положительное направление соответствует изображенному на рисунке, а отрицательное направлено противоположно).

Определить реакции в заделке **A** невесомой балки.

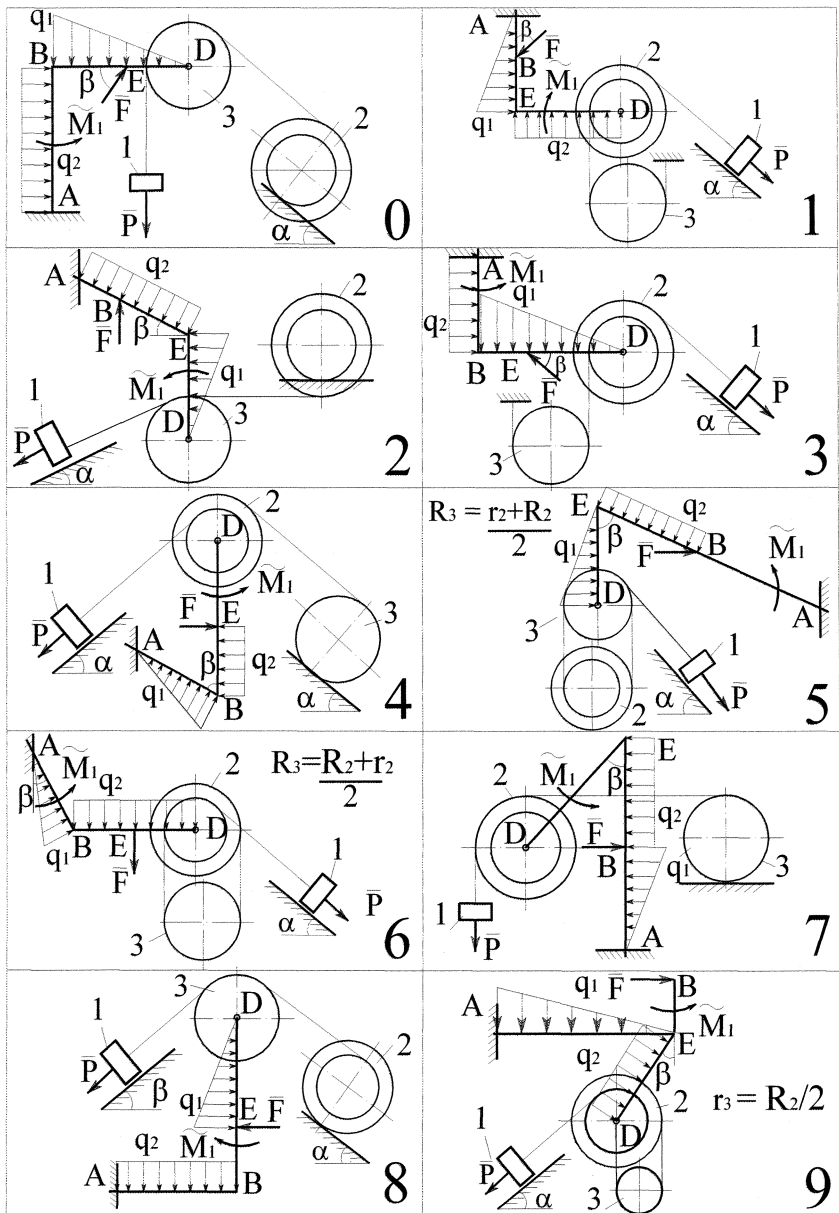


Рис. 24. Схемы к задаче Д9

ЗАДАЧА Д10

Механическая система тел 1, 2, 3, 4 движется из состояния покоя под действием сил тяжести. Массы тел равны m_1, m_2, m_3, m_4 , размеры колес 1 и 2 — r_1, R_2, r_2 . Радиус инерции колеса 2 равен ρ_2 ; колеса, радиусы инерции которых не указаны, считать однородными дисками. Коэффициент трения скольжения груза 3 о плоскость равен f .

Определить ускорение груза 3.

Нити невесомые, нерастяжимые и параллельны соответствующим плоскостям; проскальзыванием нитей и катящихся колес пренебречь.

Цифра вари- анта	Порядковый номер цифры в варианте											
	1		2			3				4		
	m_1 , кг	R_2 , см	m_2 , кг	r_1 , см	β , град	m_3 , кг	r_2 , см	α , град	f	m_4 , кг	ρ_2 , см	№ схемы
0	10,0	40	3,6	52	65	10	11	10	0,05	2,9	16	0
1	9,5	38	3,8	50	62	11	12	12	0,17	2,8	15	1
2	9,0	36	4,0	48	60	12	13	15	0,08	2,7	14	2
3	8,5	35	4,2	45	57	13	14	18	0,20	2,6	12	3
4	8,0	34	4,4	42	53	14	15	20	0,10	2,5	10	4
5	7,5	32	4,6	55	50	15	16	22	0,22	2,4	22	5
6	7,0	30	4,8	58	48	16	17	25	0,12	2,3	20	6
7	6,5	28	5,0	60	45	17	18	30	0,25	2,2	19	7
8	6,0	26	5,2	63	42	18	19	32	0,15	2,1	18	8
9	5,5	25	5,5	67	40	19	20	35	0,28	2,0	17	9

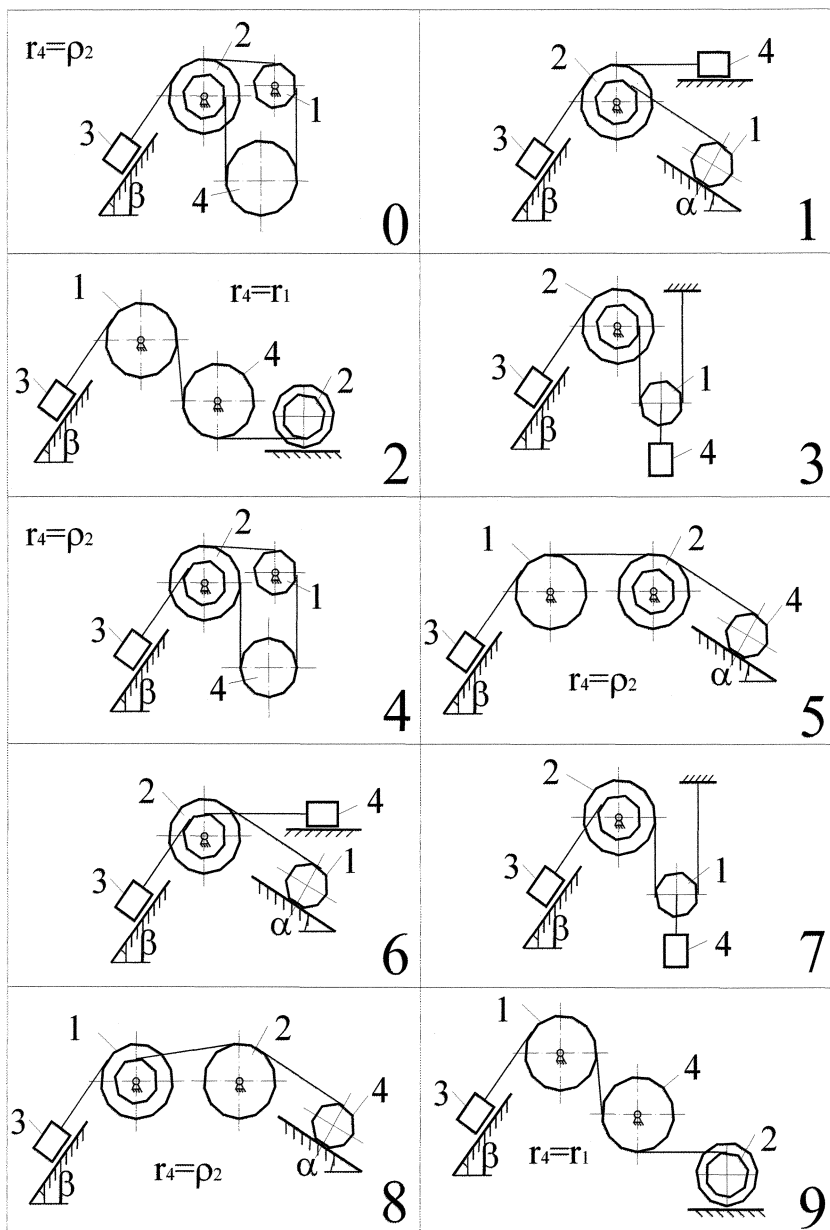


Рис. 25. Схемы к задаче Д10

ЗАДАЧА Д11

Плоский четырехзвенный механизм движется в вертикальной плоскости из состояния покоя под действием сил тяжести и постоянного вращающего момента \bar{M}_1 , приложенного к ведущему звену 1. Массы тел равны m_1, m_2, m_3 . Размеры звеньев выражены через параметры r и ℓ . Расстояние между опорами O_1O_2 в схемах 1, 2, 5–8 равно ℓ . Радиус инерции кривошипа равен ρ_1 ; шатун и кулису считать однородными стержнями. В начальном положении механизма $\varphi_0=0$.

Определить скорость ведущего звена механизма (кривошипа 1) ω_1 после его поворота на угол φ .

Силы трения не учитывать.

Цифра вари- анта	Порядковый номер цифры в варианте									
	1			2		3			4	
	m_1 , кг	ℓ , см	M_1 , Н·м	m_2 , кг	r , см	m_3 , кг	ρ_1 , см	φ , град	Размеры звеньев	№ схемы
0	2,9	40	50	3,6	11	10,0	7,5	15	$r_1=r; \ell_2=\ell$	0
1	2,8	38	65	3,8	12	9,5	8,0	30	$r_1=r; \ell_3=r+\ell$	1
2	2,7	36	70	4,0	13	9,0	8,2	45	$r_1=r; \ell_2=\ell$	2
3	2,6	35	85	4,2	14	8,5	8,5	60	$r_1=r; \ell_2=\ell$	3
4	2,5	34	90	4,4	15	8,0	8,8	75	$r_1=r; \ell_2=\ell$	4
5	2,4	32	95	4,6	16	7,5	9,0	90	$r_1=r; \ell_3=r+\ell$	5
6	2,3	30	80	4,8	17	7,0	9,2	105	$r_1=r; \ell_3=r+\ell$	6
7	2,2	28	75	5,0	18	6,5	9,5	120	$r_1=r_3=r; \ell_2=\ell$	7
8	2,1	26	60	5,2	19	6,0	9,8	135	$r_1=r_3=r; \ell_2=\ell$	8
9	2,0	25	55	5,5	20	5,5	9,9	150	$r_1=r; \ell_2=\ell$	9

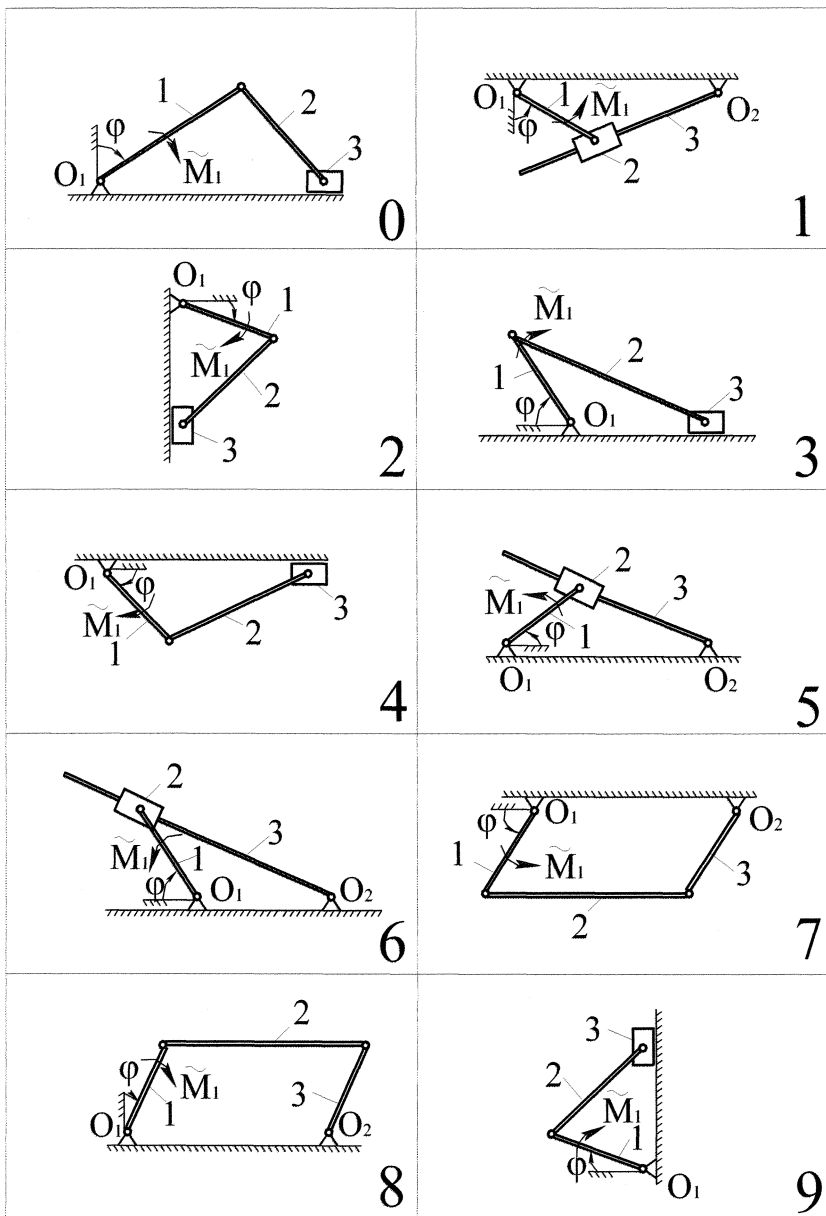


Рис. 26. Схемы к задаче Д11

ЗАДАЧА Д12

Однородная пластина массой m_1 вращается по инерции с начальной угловой скоростью ω_0 вокруг вертикальной оси (положительное направление соответствует изображенному на рисунке, а отрицательное направлено противоположно). По каналу OA (от точки O к точке A) в пластине движется точка M , массой m_2 , по закону $S(t)$. Определить угловую скорость вращения пластины ω в момент времени, когда точка M переместится на угол α .

Цифра Вари- анта	Порядковый номер цифры варианта								
	1		2			3			4
	m_1 , кг	b , м	α , град	a , м	ω_0 , рад/с	m_2 , кг	R , м	$S(t)$, м	№ схемы
0	10	2,2	30	1,0	10	2	0,1	$a \cdot t^2$	0
1	12	2,4	45	1,2	-10	4	0,2	$b \cdot t^3$	1
2	14	2,6	60	1,3	8	6	0,3	$R \cdot t$	2
3	16	2,8	120	1,4	-8	8	0,4	$a \sqrt{t}$	3
4	18	3,0	135	1,5	6	7	0,5	$R \sqrt[3]{t}$	4
5	20	2,9	150	1,6	-6	5	0,6	$R \cdot t^4$	5
6	21	2,7	135	1,7	4	3	0,7	$b \sqrt{t}$	6
7	19	2,5	120	1,8	-4	1	0,5	$R \sqrt[3]{t}$	7
8	17	2,3	60	1,5	5	9	0,3	$a \cdot t^3$	8
9	15	2,1	45	1,0	-5	2	0,1	$R \sqrt{t}$	9

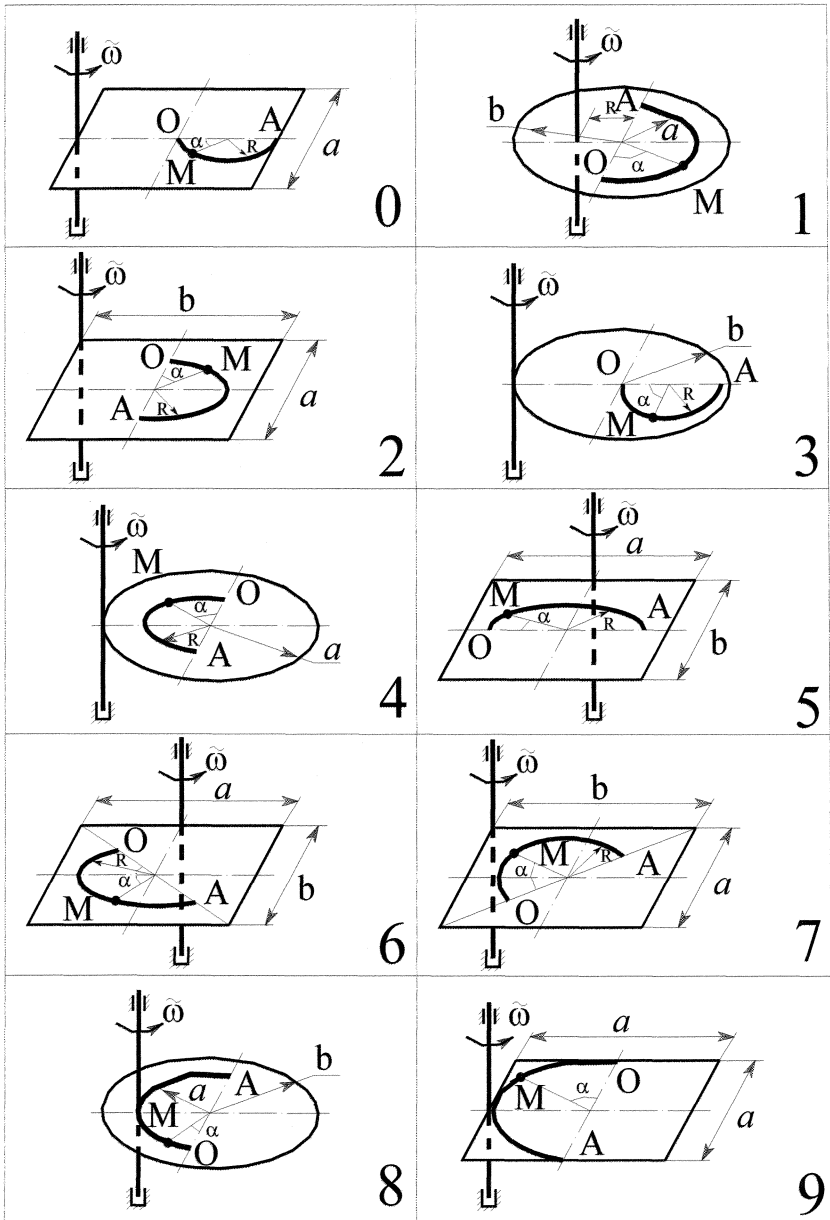


Рис. 27. Схемы к задаче Д12

ЗАДАЧА Д13

Механическая система расположена в вертикальной плоскости. Массы тел равны m_1, m_2, m_3 . Размеры тел выражены через параметры r и ℓ .

Определить величину момента \tilde{M} , удерживающего механическую систему в равновесии.

Силы трения не учитывать. Нити невесомые, нерастяжимые и параллельны соответствующим плоскостям; проскальзыванием нитей и катящихся колес пренебречь.

Цифра вари- анта	Порядковый номер цифры в варианте								
	1		2		3			4	
	$m_1,$ кг	$\ell,$ см	$m_2,$ кг	$\alpha,$ град	$m_3,$ кг	$\rho,$ см	$\varphi,$ град	Размеры тел	№ схемы
0	6	50	6,6	10	20,0	10	30	$R_1=\ell; r_1=r; r_2=0,5r$	0
1	8	48	6,8	15	19,5	12	35	$R_2=\ell; r_2=r$	1
2	10	46	5,0	20	19,0	14	40	$0_1 0_2=\ell; r_1=r; \ell_3=\ell+r$	2
3	12	45	5,2	25	18,5	16	45	$R_2=\ell; r_2=r$	3
4	14	44	5,4	30	18,0	18	50	$R_1=\ell; r_1=r; r_2=0,3r$	4
5	16	42	5,6	35	17,5	20	55	$R_1=\ell; r_1=r$	5
6	18	40	5,8	40	17,0	22	60	$R_1=\ell; r_1=r; r_2=0,7r$	6
7	20	38	4,0	45	16,5	24	65	$0_1 0_2=\ell; r_1=r; \ell_3=\ell+r$	7
8	22	36	4,2	50	16,0	26	70	$r_1=r; \ell_2=\ell$	8
9	24	34	4,5	55	15,5	28	75	$R_1=\ell; r_1=r$	9

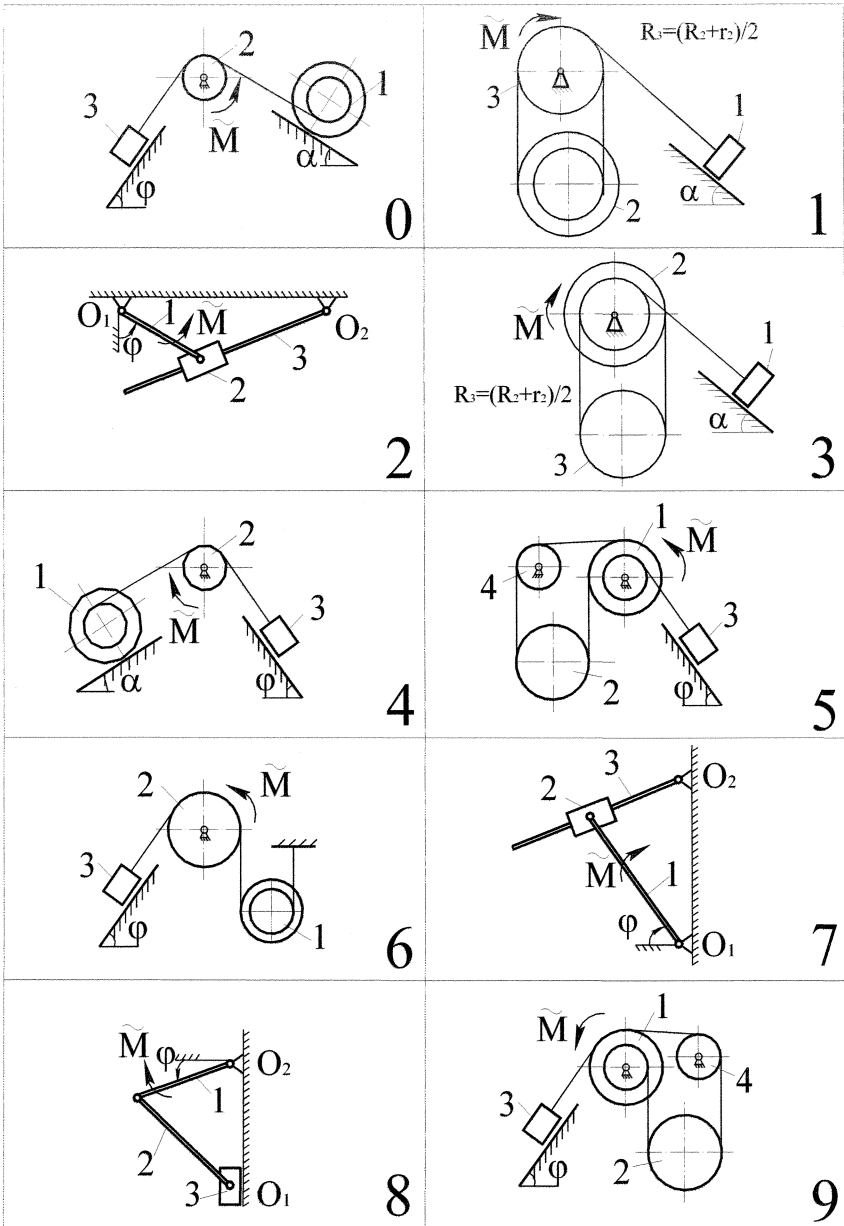


Рис. 28. Схемы к задаче Д13

ЗАДАЧА Д14

Механическая система тел 1, 2, 3 движется из состояния покоя под действием сил тяжести. Массы тел равны m_1, m_2, m_3 , размеры колес 1 и 2 — r_1, R_2, r_2 . Радиус инерции колеса 2 равен ρ_2 ; колесо 1 считать однородным диском. Коэффициент трения скольжения груза 3 о плоскость равен f .

Определить силу натяжения нити, на которой подвешен груз 3, при движении механической системы.

Нити невесомые, нерастяжимые и параллельны соответствующим плоскостям; проскальзыванием нитей и катящихся колес, а также трением качения пренебречь.

Цифра вари- анта	Порядковый номер цифры в варианте										
	1		2			3				4	
	m_2 , кг	r_1 , см	m_3 , кг	r_2 , см	β , град	m_1 , кг	R_2 , см	ρ_2 , см	α , град	f	№ схемы
0	4,6	11	12	40	75	9,0	52	16	20	0,02	0
1	4,8	12	14	38	72	8,5	50	15	22	0,1	1
2	5,0	13	16	36	70	8,0	48	14	24	0,20	2
3	5,2	14	18	35	68	7,5	45	12	26	0,04	3
4	5,4	15	20	34	65	7,0	42	10	28	—	4
5	5,6	16	22	32	63	6,5	55	22	30	—	5
6	5,8	17	24	30	60	6,0	58	20	32	0,25	6
7	6,0	18	26	28	57	5,5	60	19	34	0,03	7
8	6,2	19	28	26	55	5,0	63	18	36	0,05	8
9	6,5	20	30	25	52	4,5	67	17	38	0,15	9

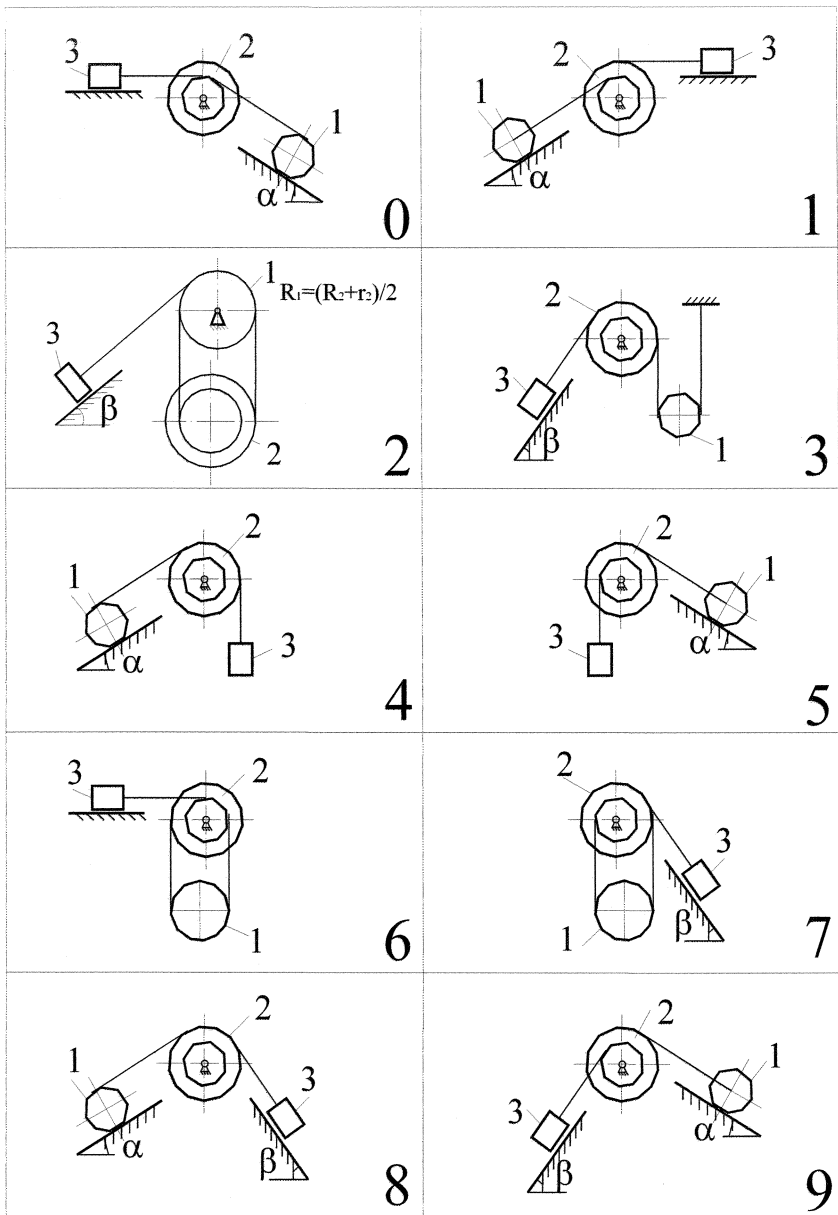


Рис. 29. Схемы к задаче Д14

ЗАДАЧА Д15

Механическая система с двумя степенями свободы, состоящая из тел 1, 2, 3, 4 движется из состояния покоя под действием сил тяжести. Массы тел равны m_1, m_2, m_3, m_4 .

Определить ускорения центров масс и угловые ускорения тел системы.

Нити невесомые, нерастяжимые и параллельны соответствующим плоскостям; проскальзыванием нитей и катящихся колес пренебречь. Не учитывать трение качения для катящихся колес и трение скольжения для поступательно движущихся тел (потери на трение).

Цифра вари- анта	Порядковый номер цифры в варианте									
	1			2		3			4	
	m_1 , кг	R_2 , см	β , град	m_2 , кг	R_1 , см	m_3 , кг	α , град	m_4 , кг	Примечание	№ схе- мы
0	10,0	40	32	3,6	11	10	25	15		0
1	9,5	38	34	3,8	12	11	22	16	$\rho_2=0,7R_2$	1
2	9,0	36	36	4,0	13	12	20	17	$r_2=0,5R_2; \rho_2=0,9R_2$	2
3	8,5	35	38	4,2	14	13	18	18		3
4	8,0	34	40	4,4	15	14	16	19		4
5	7,5	32	42	4,6	16	15	14	20	$r_2=0,4R_2; \rho_2=0,8R_2$	5
6	7,0	30	44	4,8	17	16	12	15	$r_2=0,7R_2; \rho_2=0,8R_2$	6
7	6,5	28	46	5,0	18	17	10	16	$r_2=0,8R_2; \rho_2=0,9R_2$	7
8	6,0	26	48	5,2	19	18	8	17		8
9	5,5	25	50	5,5	20	19	5	18	$r_2=0,5R_2; \rho_2=0,9R_2$	9

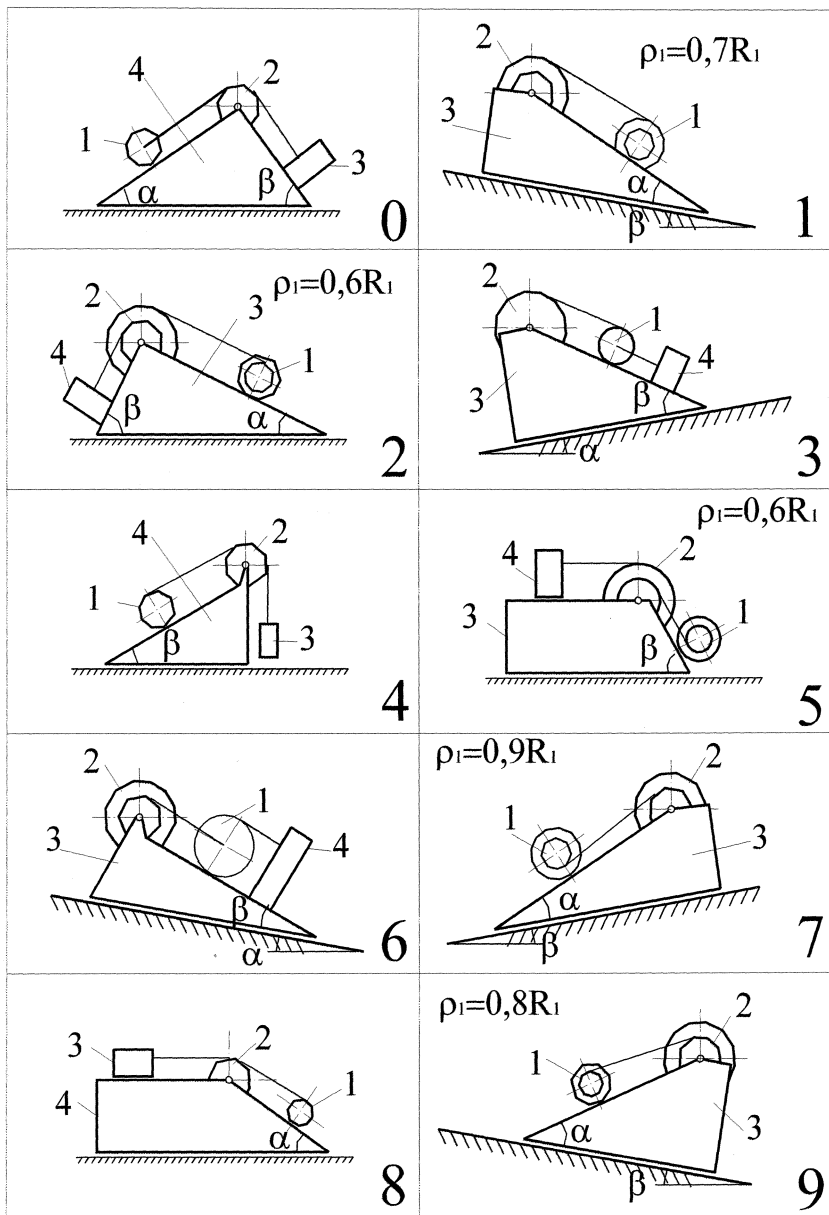


Рис. 30. Схемы к задаче Д15

ЗАДАЧА Д16

Механическая система с двумя степенями свободы, состоящая из тел 1, 2, 3, 4 движется из состояния покоя под действием сил тяжести. Массы тел равны m_1, m_2, m_3, m_4 . Размеры колес 1, 2 и 3 — R_1, R_2, R_3 . Колеса считать однородными дисками.

Определить ускорения центров масс и угловые ускорения тел системы.

Нити невесомые, нерастяжимые; проскальзыванием нитей пренебречь. Не учитывать трение.

Цифра вари- анта	Порядковый номер цифры в варианте							
	1		2		3			4
	m_1 , кг	R_2 , см	m_2 , кг	R_1 , см	m_3 , кг	R_3 , см	m_4 , кг	№ схемы
0	10,0	40	3,6	11	10	11	15	0
1	9,5	38	3,8	12	11	12	16	1
2	9,0	36	4,0	13	12	13	17	2
3	8,5	35	4,2	14	13	14	18	3
4	8,0	34	4,4	15	14	15	19	4
5	7,5	32	4,6	16	15	17	20	5
6	7,0	30	4,8	17	16	16	15	6
7	6,5	28	5,0	18	17	14	16	7
8	6,0	26	5,2	19	18	12	17	8
9	5,5	25	5,5	20	19	10	18	9

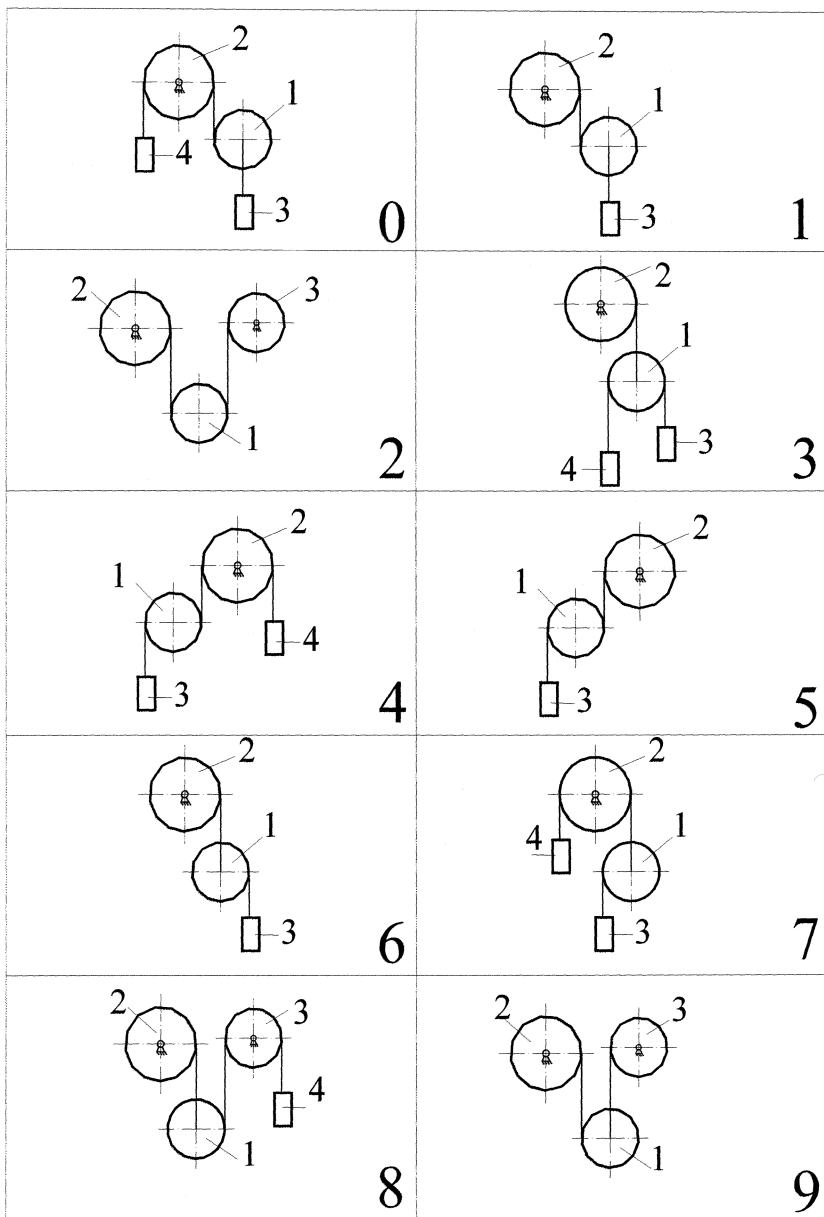


Рис. 31. Схемы к задаче Д16

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яблонский, А.А. Курс теоретической механики / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. – М.: Высшая школа, 1985. – Т. 1. – 728 с.; Т. 2. – 584 с.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике / под ред. А.А. Яблонского – М.: Высшая школа, 1985.
3. Захезин, А.М. Теоретическая и прикладная механика: учебное пособие / А.М. Захезин, О.П. Колосова, Т.В. Малышева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – 73 с.
4. Теоретическая и прикладная механика: конспект лекций / А.М. Захезин, Д.Ю. Иванов, О.П. Колосова, Т.В. Малышева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – Часть I.– 81 с.
5. Захезин, А.М. Теоретическая и прикладная механика: конспект лекций / А.М. Захезин, Т.В. Малышева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – Часть II. – 78 с.
6. Захезин, А.М. Теоретическая и прикладная механика: конспект лекций / А.М. Захезин, Т.В. Малышева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – Часть III. – 87 с.
7. Основы прикладной механики: учебное пособие / А.М. Захезин, О.П. Колосова, Д.Ю. Иванов, Т.В. Малышева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1999. – 44 с.
8. Теоретическая механика: учебное пособие / А.М. Захезин, О.П. Колосова, Д.Ю. Иванов, Т.В. Малышева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – 33 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие положения.....	3
Рекомендации по изучению дисциплины.....	3
Рабочая программа курса «Теоретическая механика».....	4
Задания по кинематике.....	9
Задания по статике.....	22
Задания по динамике.....	44
Библиографический список.....	77

Альберт Михайлович Захезин,
Татьяна Васильевна Малышева

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ
И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Контрольные задания

Техн. редактор А.В. Миних

Издательство Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 24.12.2008. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,99. Тираж 100 экз. Заказ 564/60. Цена С.

Отпечатано в типографии Издательства ЮУрГУ.
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.