

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**

**КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**им. В.П. Астафьева**  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Кафедра-разработчик  
Кафедра технологии и предпринимательства

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

Направление подготовки:  
44.03.01 Педагогическое образование  
направленность (профиль) образовательной программы  
Технология с основами предпринимательства  
Квалификация (степень) выпускника

**БАКАЛАВР**  
Очная форма обучения

Красноярск, 2020

Рабочая программа дисциплины «Теоретическая механика» составлена к.ф.-м. наук, док. пед. наук, профессором И. В. Богомаз.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Технология и предпринимательства»

«06» 05 2020 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  С.В. Бортновский

Одобрено НМСС(Н)

Института математики, физики и информатики

«20» 05 2020 г., протокол № 8

Председатель \_\_\_\_\_  С.В. Бортновский

Рабочая программа дисциплины скорректирована на заседании кафедры технологии и предпринимательства

«12» 05 2021 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  С.В. Бортновский

Одобрено НМСС(Н)

Института математики, физики и информатики

«21» 05 2021 г., протокол № 7

Председатель \_\_\_\_\_  С.В. Бортновский

Рабочая программа дисциплины скорректирована на заседании кафедры технологии и предпринимательства

«11» 05 2022 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  С.В. Бортновский

Одобрено НМСС(Н)

Института математики, физики и информатики

«12» 05 2022 г., протокол № 8

Председатель \_\_\_\_\_  С.В. Бортновский

Рабочая программа дисциплины дополнена и скорректирована на заседании кафедры технологии и предпринимательства

« 03 » 05 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой  С.В. Бортновский

Одобрено НМСС(Н) Института математики, физики и информатики

« 17 » 05 2023 г., протокол № 8

Председатель  Е.А. Аёшина

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Рабочая программа дисциплины «Теоретическая механика»** разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 22.02.2018 г. № 121; Федеральным законом «Об образовании в РФ» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ; профессиональным стандартом «Педагог», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.10.2013 г. № 544н.; нормативно-правовыми документами, регламентирующими образовательный процесс в КГПУ им. В.П.Астафьева по направленности (профилю) образовательной программы Технология с основами предпринимательства, очной формы обучения на кафедре технологии и предпринимательства ИМФИ КГПУ им. В.П. Астафьева, с присвоением квалификации бакалавр.

### 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебный курс «Теоретическая механика» относится к вариативной части учебного плана основной образовательной программы и основывается на ранее изученных дисциплинах направления подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование». Индекс дисциплины в учебном плане – Б1.ОДП.03.01.02.01. Дисциплина, согласно графику учебного процесса, реализуется на 1-2 курсе в 2-3 семестрах. Форма контроля – экзамен.

### 2. Трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е. (288 часа)

Всего	Кон такт.	Лек	Лаб	КРЗ	СР	КРЭ	Контроль
<b>288</b>	<b>104, 48</b>	<b>36</b>	<b>68</b>	<b>0,15</b>	<b>147,85</b>	<b>0,33</b>	<b>35,67</b>

### 3. Цели освоения дисциплины «Теоретическая механика»

Теоретическая механика (ТМ) – дисциплина, при изучении которой студенты в первую очередь могут проследить построение математических моделей механического движения и сопоставить их с реальным механическим процессом. Апробация теории позволяет закрепить знания и умения, полученные при изучении основ теории функций, математического анализа, классической механики, позволит рассчитывать модели сложных механизмов и робототехнических систем.

Основная цель – формирование потенциала студентов в прикладных вопросах технического использования физико-математических знаний, развитие научно-технического, инженерного аналитического и творческого стилей мышления студентов, теоретическая и практическая подготовка студентов для работы в качестве современных учителей общеобразовательных учебных заведений по образовательному направлению «технология», а также для работы организаторами и преподавателями образовательных программ в средах дополнительного образования детей, связанных с развитием творческого технического и инженерного типа мышления учащихся.

#### Задачи дисциплины

– сформировать систематизированные знания о закономерностях механического движения на базе современных достижений науки и производства;

- создать научный фундамент для изучения робототехнических систем и механизмов.
- сформировать систематизированные знания о закономерностях механического движения на базе современных достижений науки и производства;
- создать научный фундамент для изучения робототехнических систем и механизмов.

#### 4. Планируемые результаты обучения.

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-2; Способен участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий)

ПК-1; Способен организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области

ПК-3; Способен организовать различные виды внеурочной деятельности для достижения обучающимися личностных и метапредметных результатов

ПК-4; Обладает информацией о состоянии и перспективах развития «техносферы»

ПК-5; Способен организовать проектную деятельность по решению технологических задач

Планируемые результаты обучения		
Задачи освоения дисциплины	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)	Компетенция
Формирование у студентов практических способностей организовывать обучение, воспитание и развитие с учетом социальных, возрастных, психофизических и индивидуальных особенностей, в том числе особых образовательных потребностей обучающихся	Знать и понимать Психологические и педагогические принципы эффективной организации образовательной работы с разными человеческими аудиториями с учетом индивидуально-личностных факторов	ОПК-2
	Уметь Проектировать и организовывать педагогические действия с учетом комплекса различных факторов, характеризующих человеческую личность	
	Владеть Навыками проектирования и практической организации педагогических действий с учетом комплекса индивидуально-личностных характеристик человека	
Формирование у студентов понимания требований образовательных стандартов в контексте изучаемой (преподаваемой) дисциплины и необходимости их выполнения в профессиональной деятельности	Знать Необходимые по специфике профессиональной деятельности образовательные стандарты	ПК-1
	Уметь Проектировать содержание и модели профессиональных действий с соблюдением образовательных стандартов	
	Владеть Навыками организации педагогической деятельности с соблюдением образовательных стандартов	
Формирование у студентов	Знать и понимать Особенности и эффекты	ПК-3

способностей использования возможностей образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов	влияния различных образовательно-средовых факторов на достижение обучающимися личностных, метапредметных и предметных результатов в контексте преподаваемых учебных предметов	ПК-4 ПК-5
	Уметь Проектировать и организовывать образовательно-средовые факторы в предметном и внепредметном образовательном поле для обеспечения личностных, метапредметных и предметных результатов обучающихся	
	Владеть Практическими навыками проектирования и организации разных возможностей конкретных образовательных сред для достижения обучающимися новых личностных, метапредметных и предметных результатов	

## 5. Контроль результатов освоения дисциплины.

В качестве методов текущего контроля успеваемости используются:

- комплект разноуровневых задач;
- собеседование (устный опрос);
- наблюдение общегрупповых решений и обсуждений учебных задач у доски и на местах;
- контрольные задания (работы) и их публичная защита перед аудиторией учебной группы;
- комплект билетов для экзамена.

Формой промежуточной аттестации является экзамен.

Оценочные средства результатов освоения дисциплины и критерии оценки выполнения заданий представлены в разделе «Фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации».

## 6. Перечень образовательных технологий, используемых при освоении дисциплины

Современное традиционное обучение (лекционно-семинарская-зачетная система).

Интерактивные технологии.

Технологии индивидуализации обучения.

Технологии интеграции в образовании.

Технологии продуктивного образования.

Технологии эвристического образования.

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

### I.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

(общая трудоёмкость 8 з.е.)

Разделы дисциплины	Всего часов	Аудиторных часов					СР	контроль	Формы и методы контроля
		Всего	лекций	лабораторные работы	КРЭ	КСЗ			
2 семестр. Раздел 1;	72	52,25	18	34		0,15	19,85		Индивидуальное задание №1. Тестирование зачет
3 семестр .Раздел 2	216	52,23	18	34	0,33		128	35,67	Индивидуальное задание №2. Тестирование зачет
									Индивидуальное задание №3. Тестирование
									Индивидуальное задание №4. Тестирование
Итого	288	104,48	36	68	0,33	0,15	147,85	35,67	Экзамен

## 1.2. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. Кинематика

Тема 1. Предмет кинематики. Кинематика точки. Координатный способ задания движения точки

Тема 2. Естественный способ задания движения точки

Тема 3. Простейшие движения твердого тела. Основная теорема кинематики.

Тема 4. Вращение тела вокруг неподвижной оси

Тема 5. Плоскопараллельное движение твердого тела

Тема 6. Ускорение точек при плоском движении твердого тела

Тема 7. Сложное движение точки

Тема 8. Теорема Кориолиса

### Статика

Тема 9. Введение в статику

Тема 10. Система сходящихся сил

Тема 11. Система параллельных сил. Теория пар сил

Тема 12. Теорема Пуансо. Теорема Вариньона. Условия равновесия.

Тема 13. Произвольная плоская система сил. Условия равновесия. Условия равновесия составных конструкций

Тема 14. Плоские стержневые фермы

Тема 15. Равновесие при наличии трения. Устойчивость при опрокидывании

Тема 16. Момент силы относительно оси. Аналитические условия равновесия пространственной системы сил

Тема 17. Центр параллельных сил. Центр тяжести

### Раздел 2. Динамика

Тема 18. Введение в динамику точки. Первая задача динамики точки.

Тема 19. Вторая задача динамики точки.

Тема 20. Масса механической системы. Центр масс. Момент инерции точки и механической системы.

Тема 21. Общие теоремы динамики точки и механической системы

Тема 22. Момент количества движения точки и системы.

Тема 23. Работа силы. Мощность.

Тема 24. Кинетическая энергия точки и системы.

Тема 25. Динамика твердого тела.

Тема 26. Методы кинетостатики. Принцип Д'Аламбера.

Тема 27. Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.

### 1.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В организационно-методическую структуру курса дисциплины «Теоретическая механика» включены следующие аудиторные (контактные) формы организации учебных занятий студентов: лекции и лабораторные практикумы. В контактной части образовательного курса лекции являются основным форматом представления научно-теоретической информации в обобщенном виде по данной дисциплине. Посещение лекций является важным компонентом знаниево-понятийной подготовки студентов в предметной области дисциплины. Чтение лекций по данной дисциплине организовано на принципах обязательной моментальной обратной связи по коммуникационной линии преподаватель-студент. При этом посещение обучающимися лекций и фиксация им лекционного материала не является достаточным условием для формирования у студента полных теоретических понятийных представлений, практикоприменительных пониманий и компетентностей для самостоятельного использования учебно-научного материала дисциплины.

Для формирования у студентов способностей и навыков практического применения теоретических знаний используется организационный формат лабораторных практикумов, на которых преподаватель углубленно рассматривает и объясняет некоторые частные вопросы из содержания курса дисциплины, совместно с обучающимися детально разбирает определенные характеристические примеры, при этом обязательно поддерживается интерактивный (с обратной связью) контакт преподавателя со студенческой аудиторией, чтобы обеспечить максимальную эффективность образовательного процесса с учетом индивидуально-личностных образовательных особенностей каждого студента. Практические лабораторные занятия – основной организационно-деятельностный формат для выработки у студента осознанного понимания содержательного материала дисциплины и для формирования у него базового уровня способностей практического применения полученных научных знаний.

Для продуктивной работы студента на практических семинарах и лабораторных практикумах обязательно необходима его самостоятельная внеаудиторная работа с учебной, научной литературой, по меньшей мере той, которая рекомендована для освоения курса. Для более полного и развернутого понимания разных научно-теоретических аспектов дисциплины важно использовать информацию, научные интерпретации, трактовки, пояснения не из одного, а из разных учебных пособий и научных источников, так как в каких-то одних источниках может быть более понятно для конкретного студента и более детально рассмотрены какие-то одни научные вопросы из курса дисциплины, а в других – другие. Для этого современный студент должен пользоваться не только печатными учебными и методическими пособиями, но и должен освоить технологии работы с электронными библиотечными ресурсами, доступ к которым обеспечивается всем студентам вуза

## II. КОМПОНЕНТЫ МОНИТОРИНГА УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ

### II.1. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ФОС)

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Красноярский государственный педагогический университет  
им. В.П. Астафьева»

Институт/факультет/департамент Институт математики, физики, информатики  
Кафедра-разработчик  
Кафедра технологии и предпринимательства

УТВЕРЖДЕНО  
на заседании кафедры  
Протокол № 8  
от 06 мая 2020 г.

Зав.кафедрой  
С.В. Бортовский \_\_\_\_\_



ОДОБРЕНО  
На заседании научно-методического  
совета специальности (направления  
подготовки)  
Протокол № 8  
от 20 мая 2020 г.

Председатель НМСС  
Бортовский С.В. \_\_\_\_\_



### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

#### Теоретическая механика

Направление подготовки: 44.03.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) образовательной программы

Технология с основами предпринимательства

квалификация (степень) выпускника:

бакалавр

очная форма обучения

Составитель: Богомаз И.В., профессор

## **1. Назначение фонда оценочных средств**

Целью создания ФОС дисциплины «Теоретическая механика» является установление соответствия учебных достижений студентов запланированным результатам обучения и требованиям основной профессиональной образовательной программы, рабочей программы дисциплины.

ФОС разработан на основании нормативных документов:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование (уровень бакалавриата) (ФГОС ВО № 1426 от 04.12.2015).
- образовательной программы Технология высшего образования очной формы обучения по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование.
- Положения о формировании фонда оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре - в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева», утвержденного приказом ректора № 297 (п) от 28.04.2018.

## **2. Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины:**

ОПК-2; Способен участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий)

ПК-1; Способен организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области

ПК-3; Способен организовать различные виды внеурочной деятельности для достижения обучающимися личностных и метапредметных результатов

ПК-4; Обладает информацией о состоянии и перспективах развития «техносферы»

ПК-5; Способен организовать проектную деятельность по решению технологических задач

### **2.2. Оценочные средства**

Компетенции, отмеченные в перечне компетенций, формирование которых должно происходить в процессе изучения дисциплины, не являются прямыми результативными следствиями изучения студентом дисциплины «Теоретическая механика». Эти компетенции могут лишь в той или иной мере формироваться и/или развиваться в контексте образовательных практик, выстраиваемых преподавателем и проходимых студентом при освоении курса дисциплины. Поэтому при реализации данной дисциплины не проводятся действия по прямому результативно-оценочному сопоставлению каких-то элементов научного содержания курса дисциплины с вышеуказанными компетенциями. Любые сопоставления такого рода в данном случае могут быть только условными, косвенными, интерпретационными и не могут использоваться в качестве практического оценочного инструментария преподавателя для оценки этих компетенций как результативных факторов изучения дисциплины.

В основе системы оценивания успешности студентов при прохождении учебного курса данной дисциплины лежит не формально-знаниевая, объемно-исполнительская, а активностная понятийно-мыслительная и познавательная-рассудительная идеология, исключительно важная

как основа для эффективной педагогической деятельности, к которой готовятся студенты педагогического вуза. Поэтому одним из ключевых факторов оценки здесь является не столько умение студента выполнять типовые учебные задачи, сколько осознанно объяснять публично их решения.

В процессе прохождения курса дисциплины «Теоретическая механика» никаких формальных балльных оценок преподавателем студенту за текущую работу не ставится. Формальную оценку (по схеме «зачтено» / «не зачтено») получают только контрольные задания (работы), которые включены в программу дисциплины для самостоятельного выполнения и защиты студентом. Для получения допуска преподавателя к экзамену по курсу дисциплины студенту необходимо получить зачеты по всем контрольным работам. В случае отсутствия у студента зачета хотя бы по одной контрольной работе он не должен быть допущен до сдачи экзамена.

Итоговая оценка за курс (оценка промежуточной аттестации – экзамена) отражает не объем выполненной студентом учебной работы, а уровень сформированности его научных пониманий и способностей объяснения определенных тем и вопросов. Итоговая экзаменационная оценка студента является экспертной оценкой, которую дает преподаватель-эксперт работе студента на экзамене. При проведении этой экспертной оценки преподаватель может учитывать успешность прохождения студентом этапов текущего контроля, которую тот продемонстрировал в процессе освоения курса дисциплины.

**Раздел 1. Тестирование. Индивидуальное задание.** Задача 1: кинематика точки. Задача 2: кинематическая связь простейших движений. Расчеты. Задача 3: сложное движение точки. Задача 4: плоскопараллельное движение. Задача 5: Изготовление простейшего механизма.

**Раздел 2.1. Тестирование. Индивидуальное задание 2.** Задача 1: Система сходящихся сил. Расчет стержневых систем. Задача 2: центр тяжести простейших движений: Теоретический расчет и экспериментальное подтверждение на заданном плоском сечении.

**Раздел 2.23. Тестирование. Индивидуальное задание 3.** Задача 1: Динамика материальной точки. Задача 2: Теорема о движении центра масс. Расчеты механизма. Задача 3: Теорема о кинетической энергии механической системы. Расчеты механизма с одной степенью свободы.

### **3. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.**

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает оценочные инструменты по всем содержательным разделам дисциплины:

- комплекты разноуровневых задач;
- собеседования (устные опросы);
- наблюдение общегрупповых решений и обсуждений учебных задач у доски и на местах;
- контрольные задания (работы) и их публичные защиты перед аудиторией учебной группы.

## ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

1. Предмет кинематики. Основные понятия, задачи кинематики. Пространство и время в классической механике. Относительность механического движения. Системы отсчета.
2. Траектория, скорость, ускорение точки. Векторный способ заданного движения точки. Векторы скорости и ускорения точки (годограф скорости).
3. Координатный способ задания движения. Определение скорости и ускорения точки по их проекциям на координатные оси.
4. Естественный способ задания движения точки. Оси естественного трехгранника. Скорость и ускорение точки в проекциях на оси естественного трехгранника, касательные и нормальное ускорение точки.
5. Простейшие движения твердого тела. Основная теорема кинематики, доказательство.
6. Поступательное движение твердого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек твердого тела при поступательном движении.
7. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение. Уравнение вращательного движения тела.
8. Вращение тела вокруг неподвижной оси: скорость и ускорение точек твердого тела. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела. Выражение скорости точки вращающегося тела и ее касательного и нормального ускорений в виде векторных произведений (уравнения Эйлера).
9. Плоскопараллельное (или плоское) движение твердого тела. Уравнения движения плоской фигуры. Независимость угловой скорости и углового ускорения фигуры от выбора полюса.
10. Скорости точек твердого тела при плоскопараллельном движении – теорема. Мгновенный центр скоростей – теорема. Частные случаи плоского движения.
11. Ускорение при плоскопараллельном движении твердого тела, теорема. Аналитический и геометрический способы вычисления ускорения при плоском движении.
12. Сложное движение точки, основные понятия. Теорема о сложении скоростей. Сложение скоростей точки в общем случае переносного движения.
13. Сложение ускорений точки в общем случае переносного движения. Ускорение Кориолиса. Правило Жуковского.
14. Предмет статики. Основные понятия, основные аксиомы статики. Классификация сил и связей, виды опор, реакции связей.
15. Система сходящихся сил: приведение к равнодействующей. Геометрический и аналитический способы сложения сил. Условия равновесия системы сходящихся сил.
16. Теорема о трех непараллельных силах. Примеры аналитического и геометрического способов решения.
17. Параллельные силы: приведение к равнодействующей. Золотое правило механики.
18. Теория пар сил. Пара сил. Векторный момент пары сил. Основные теоремы. Сложение пар сил в плоскости и в пространстве. Условия равновесия пар сил.
19. Момент силы относительно центра и оси. Момент силы относительно точки в плоскости. Приведение силы к заданному центру.
20. Теорема Пуансо. Главный вектор и главный момент системы сил.

21. Плоская система сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Приведение плоской системы сил к простейшему виду. Частные случаи приведения плоской системы сил к заданному центру.
22. Произвольная система сил, условия равновесия. Равновесие плоской системы сил (основная форма условий равновесия), вторая и третья формы равновесия. Реакции пространственной заделки.
23. Равновесие системы твердых тел. Определение реакций опор составных конструкций.
24. Устойчивость при опрокидывании. Рычаг.
25. Плоские стержневые фермы: общая характеристика и классификация. Способы определения усилий в стержнях простейших ферм.
26. Трение скольжения при покое (сцепление) и при движении, коэффициент трения. Закон Амонтона-Кулона. Угол и конус трения. Область равновесия.
27. Трение гибкой нити о цилиндрическую поверхность.
28. Трение качения: природа возникновения, условие равновесия, коэффициент трения качения.
29. Инварианты пространственной системы сил. Частные случаи приведения пространственной системы сил. Динамический винт.
30. Центр параллельных сил. Центр тяжести твердого тела. Методы определения центров тяжести. Центр тяжести простейших тел. Статические моменты.
31. Предмет динамики. Основные понятия и определения: масса, сила, постоянные и переменные силы. Инерциальная система отчета.
32. Основные аксиомы классической механики. Задачи динамики.
33. Дифференциальные уравнения материальной точки в декартовых прямоугольных координатах и в проекциях на оси естественного трехгранника. Две основные задачи динамики для материальной точки.
34. Решение первой задачи.
35. Решение второй задачи динамики; постоянные интегрирования и их определение по начальным условиям.
36. Основные виды прямолинейного движения точки (движение точки с учетом и без учета сопротивления среды). Криволинейное движение материальной точки (движение точки с учетом и без учета сопротивления среды).
37. Механическая система. Масса системы. Геометрия масс: центр масс системы и его координаты, моменты инерции, моменты инерции относительно точки и оси, теорема Штейнера-Гюйгенса.
38. Моменты инерции простейших однородных тел: однородный стержень, прямоугольная пластина, круглый диск, круглый цилиндр, шар. Радиус инерции.
39. Классификация сил, действующих на механическую систему: силы внешние и внутренние, задаваемые (активные) силы и реакции связей. Свойства внутренних сил.
40. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения центра масс. Примеры.
41. Количество движения материальной точки. Главный вектор количества движения механической системы. Теорема об изменении количества движения точки; теорема об изменении главного вектора количества движения механической системы. Закон сохранения количества движения.

42. Момент количества движения материальной точки относительно центра и оси. Главный момент количества движения или кинетический момент механической системы относительно центра и оси.

43. Кинетический момент вращающегося твердого тела относительно оси вращения. Теорема об изменении кинетического момента системы. Закон сохранения кинетического момента системы.

44. Элементарная работа силы; ее аналитическое выражение. Работа силы на конечном пути. Работа силы тяжести, силы упругости, силы тяготения.

45. Мощность. Работа и мощность сил, приложенных к твердому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси.

46. Понятие о силовом поле. Потенциальное силовое поле и силовая функция. Выражение проекций силы через силовую функцию. Работа силы на конечном перемещении точки в потенциальном силовом поле.

47. Потенциальная энергия. Примеры вычисления силовых функций. Силовая функция и потенциальная энергия системы.

48. Кинетическая энергия материальной точки. Кинетическая энергия механической системы. Вычисление кинетической энергии твердого тела в различных случаях его движения.

49. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.

50. Закон сохранения механической энергии. Закон сохранения механической энергии точки и системы.

51. Принцип Даламбера для материальной точки; сила инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции. Приведение сил инерции твердого тела к центру.

52. Определение с помощью принципа Даламбера динамических реакций при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Статическая уравновешенность. Динамическая уравновешенность.

53. Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела. Дифференциальные уравнения вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси.

54. Математический и физический маятники. Опытное определение моментов инерции тел.

55. Дифференциальные уравнения плоского движения твердого тела. Примеры.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### «КИНЕМАТИКА»

#### Карта №1

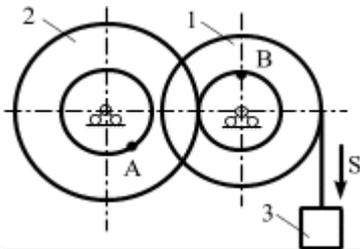
	<p>Положение линейки <math>AB</math> определяется углом <math>\varphi = 0,5t</math>. Вычислить проекцию скорости и ускорения точки <math>M</math> на ось <math>Ox</math> в момент времени <math>t = 2</math> с, если расстояние <math>BM = 0,2</math> м.</p>
	<p>Механизм, состоящий из двух составных дисков, приводится в движение гирей, привешенной к нему на нерастяжимой нити. Движение гири задано уравнением <math>S = 4t - t^2</math>. Вычислить угловые скорости и угловые ускорения дисков, а также скорость точки <math>A</math> и ускорение точки <math>B</math> через <math>1</math> с, если <math>r_1 = 2</math> м, <math>R_1 = 3</math> м, <math>r_2 = 1</math> м, <math>R_2 = 2</math> м</p>
	<p>Треугольная пластинка (<math>AO = OB = 60</math> см) вращается по заданному уравнению <math>\varphi = 3t^2 - 8t</math> вокруг неподвижной вертикальной оси. По гипотенузе пластинки из точки <math>O</math> движется точка <math>M</math>, согласно заданному уравнению: <math>OM = s = 60\sin\left(\frac{\pi}{3}t\right)</math>. Для точки <math>M</math> в момент времени <math>t=1</math>с вычислить абсолютную скорость и абсолютное ускорение.</p>

#### Карта №2

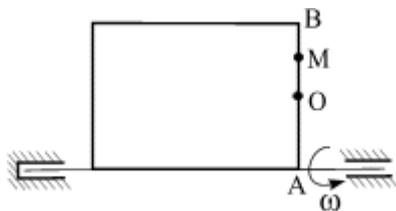
	<p>Положение кривошипа определяется углом <math>\varphi = t^3</math>. Вычислить скорость и ускорение ползуна <math>B</math> в момент времени <math>t = 4</math> с, если <math>OA = AB = 1,5</math> м.</p>
	<p>Механизм, состоящий из двух составных дисков, приводится в движение гирей, привешенной к нему на нерастяжимой нити. Движение гири задано уравнением <math>S = 4t - t^2</math>. Вычислить угловые скорости и угловые ускорения дисков, а также скорость точки <math>A</math> и ускорение точки <math>B</math> через <math>1</math> с, если <math>r_1 = 2</math> м, <math>R_1 = 3</math> м, <math>r_2 = 3</math> м, <math>R_2 = 6</math> м</p>
	<p>Фигурная пластинка (<math>AO = OB = 30</math> см) вращается по заданному уравнению <math>\varphi = 6t^2 - 4t^3</math>. По периметру пластинки движется точка <math>M</math>, согласно заданному уравнению: <math>OM = s = 30\sin\left(\frac{\pi}{2}t\right)</math> (см). Для точки <math>M</math> в момент времени <math>t=1</math>с вычислить абсолютную скорость и абсолютное ускорение.</p>

Карта №3

Проекция скорости точки  $v_x = 2\cos\pi t$ . Вычислить координату  $x$  точки в момент времени  $t = \frac{\pi}{3}$  с, если в момент времени  $t_0 = 0$  координата  $x_0 = 2$  м.



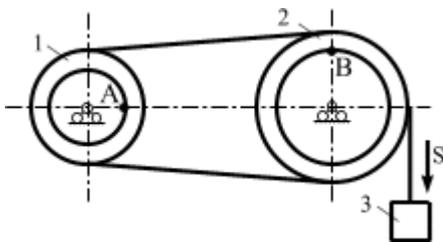
Механизм, состоящий из двух составных дисков, приводится в движение гирей, привешенной к нему на нерастяжимой нити. Движение гири задано уравнением  $S = 5t - t^2$ . Вычислить угловые скорости и угловые ускорения дисков, а также скорость точки  $A$  и ускорение точки  $B$  через 2 с, если  $r_1 = 4$  м,  $R_1 = 6$  м,  $r_2 = 5$  м,  $R_2 = 8$  м.



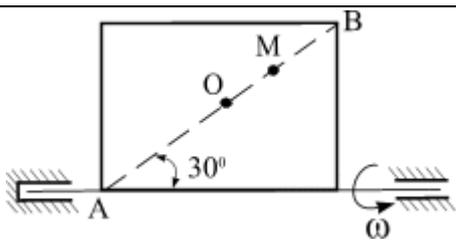
Фигурная пластинка ( $AO = OB = 40$ ) вращается по заданному уравнению  $\varphi = t^2 - 2t^3$  вокруг неподвижной горизонтальной оси. По стороне пластинки  $AB$  из точки  $O$  движется точка  $M$ , согласно заданному уравнению:  $OM = s = 40\sin\left(\frac{\pi}{3}t\right)$  (см). Для точки  $M$  в момент времени  $t=1$ с вычислить абсолютную скорость и абсолютное ускорение.

Карта №4

Точка движется по прямой с ускорением  $a = 2t + 4t^3$  м/с<sup>2</sup>. Вычислить начальную скорость точки, если через 2 с скорость точки стала равной 6 м/с.



Механизм, состоящий из двух составных дисков, приводится в движение гирей, привешенной к нему на нерастяжимой нити. Движение гири задано уравнением  $S = -3t + t^2$ . Вычислить угловые скорости и угловые ускорения дисков, а также скорость точки  $A$  и ускорение точки  $B$  через 1 с, если  $r_1 = 1,5$  м,  $R_1 = 2$  м,  $r_2 = 1$  м,  $R_2 = 4$  м.



Фигурная пластинка ( $AO = OB = 80$ ) вращается по заданному уравнению  $\varphi = 2(t^2 - t)$  вокруг неподвижной горизонтальной оси. По диагонали пластинки движется точка  $M$ , согласно заданному уравнению:  $OM = s = 80\sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$  (см). Для точки  $M$  в момент времени  $t=1$ с вычислить абсолютную скорость и абсолютное ускорение.

Карта №5

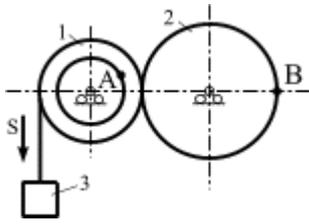
	<p>Вычислить скорость и ускорение точки В кривошипно-шатунного механизма в момент времени, когда положение кривошипа определяется углом <math>\varphi = 60^\circ</math>, длина кривошипа OA и шатуна АВ равны 20 см, а вращение кривошипа задано уравнением <math>\varphi = 3t</math>.</p>
	<p>Механизм, состоящий из двух составных дисков, приводится в движение гирей, привешенной к нему на нерастяжимой нити. Движение гири задано уравнением <math>S = 4t - t^2</math>. Вычислить угловые скорости и угловые ускорения дисков, а также скорость точки А и ускорение точки В через 1с, если <math>r_1 = 2</math> м, <math>R_1 = 3</math> м, <math>r_2 = 1</math> м, <math>R_2 = 2</math> м</p>
	<p>Равносторонний треугольник вращается по заданному уравнению <math>\varphi = 5t - 4t^2</math> вокруг неподвижной горизонтальной оси. По стороне треугольника движется из точка О точка М, согласно уравнению: <math>OM = s = 30 \sin(\frac{\pi}{4} t)</math> (см). Для точки М в момент времени <math>t=1</math>с вычислить абсолютную скорость и абсолютное ускорение, <math>OC=OA=30</math> см.</p>

Карта №6

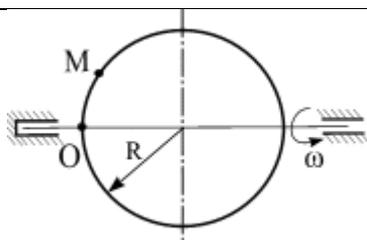
	<p>Вычислить скорость и ускорение точки В кривошипно-шатунного механизма в момент времени, когда положение кривошипа определяется углом <math>\varphi = 30^\circ</math>, длина кривошипа OA и шатуна АВ равны 10 см, а вращение кривошипа задано уравнением <math>\varphi = 2t</math>.</p>
	<p>Механизм, состоящий из двух составных дисков, приводится в движение гирей, привешенной к нему на нерастяжимой нити. Движение гири задано уравнением <math>S = -8t + t^2</math>. Вычислить угловые скорости и угловые ускорения дисков, а также скорость точки А и ускорение точки В через 2с, если <math>r_1 = 1,8</math> м, <math>R_1 = 5</math> м, <math>r_2 = 3</math> м, <math>R_2 = 4</math> м.</p>
	<p>Фигурная пластинка (<math>a = 80</math> см) вращается по заданному уравнению <math>\varphi = 8(t^3 - t^2)</math> вокруг неподвижной горизонтальной оси. По катету пластинки из точки О движется точка М (<math>OC=OA</math>), согласно заданному уравнению: <math>OM = s = 40 \sin(\frac{\pi}{4} t)</math> (см). Для точки М в момент времени <math>t = 1</math>с вычислить абсолютную скорость и абсолютное ускорение.</p>

Карта №7

Движение точки задано уравнениями  $\frac{dx}{dt} = 0,3t^2$  и  $y = 0,2t^3$ . Вычислить касательное ускорение в момент времени  $t = 7$  с.



Механизм, состоящий из двух составных дисков, приводится в движение гирей, привешенной к нему на нерастяжимой нити. Движение гири задано уравнением  $S = 4t - t^2$ . Вычислить угловые скорости и угловые ускорения дисков, а также скорость точки  $A$  и ускорение точки  $B$  через 2с, если  $r_1 = 3$  м,  $R_1 = 4$  м,  $R_2 = 3$  м.



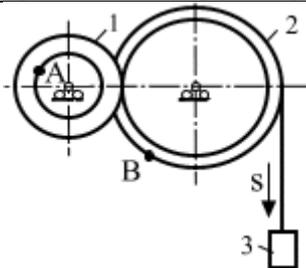
Фигурная пластинка  $R = 50$ см вращается по заданному уравнению  $\varphi = 4(t^2 - t)$  вокруг неподвижной горизонтальной оси. Из точки  $O$  по дуге движется точка  $M$ , согласно заданному уравнению:  $OM = s = \frac{\pi}{3} R(3t^2 - 2t^3)$  (см). Для точки  $M$  в момент времени  $t = 1$ с вычислить абсолютную скорость и абсолютное ускорение.

Карта №8

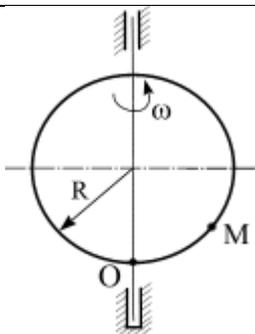
По заданному в векторной форме уравнению движения точки:

$$\vec{r} = (3 + 2\cos 2t)\vec{i} + (2 - 3\sin 2t)\vec{j}$$

Определить ее траекторию и направление движения.

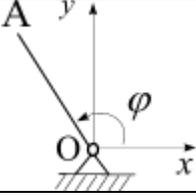
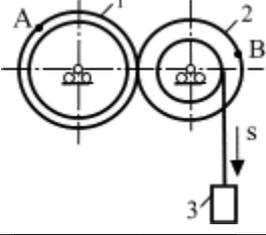
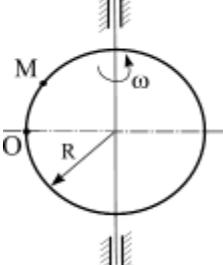


Механизм, состоящий из двух составных дисков, приводится в движение гирей, привешенной к нему на нерастяжимой нити. Движение гири задано уравнением  $S = 5t - t^2$ . Вычислить угловые скорости и угловые ускорения дисков, а также скорость точки  $A$  и ускорение точки  $B$  через 2с, если  $r_1 = 2$  м,  $R_1 = 3$  м,  $r_2 = 6$  м,  $R_2 = 7$  м.

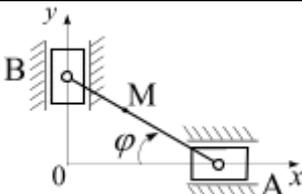
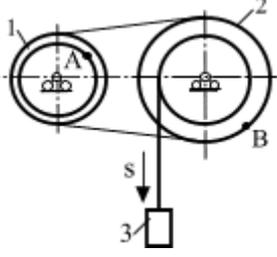
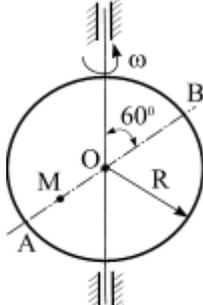


Фигурная пластинка  $R = 40$ см вращается по заданному уравнению  $\varphi = 2(t^3 - t^2)$  вокруг неподвижной горизонтальной оси. Из точки  $O$  по дуге движется точка  $M$ , согласно заданному уравнению:  $OM = s = \frac{\pi}{6} R(4t^2 - 3t)$  (см). Для точки  $M$  в момент времени  $t = 1$ с вычислить абсолютную скорость и абсолютное ускорение.

Карта №9

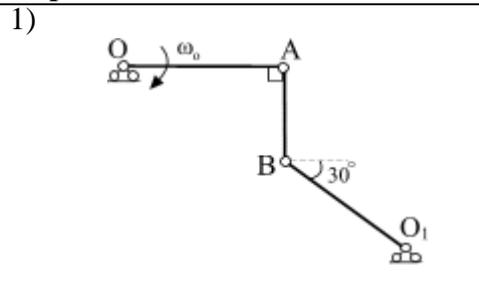
	<p>Положение кривошипа <math>OA</math> определяется углом <math>\varphi = 2t</math>. Вычислить проекцию ускорения <math>a_x</math> точки <math>A</math> в момент времени <math>t = 1</math> с, если длина кривошипа <math>OA = 1</math> м.</p>
	<p>Механизм, состоящий из двух составных дисков, приводится в движение гирей, привешенной к нему на нерастяжимой нити. Движение гири задано уравнением <math>S = 3t - t^2</math>. Вычислить угловые скорости и угловые ускорения дисков, а также скорость точки <math>A</math> и ускорение точки <math>B</math> через 2с, если <math>r_1 = 2</math> м, <math>R_1 = 3</math> м, <math>r_2 = 0,5</math> м, <math>R_2 = 2</math> м.</p>
	<p>Окружность радиуса <math>R=30</math>см вращается по заданному уравнению <math>\varphi = 3t^2 - 4t</math> вокруг неподвижной вертикальной оси. По дуге окружности согласно заданному закону уравнению: <math>OM = s = \frac{\pi}{4} R(3t^2 - 2t)</math> (см). Для точки <math>M</math> в момент времени <math>t=1</math>с вычислить абсолютную скорость и абсолютное ускорение.</p>

Карта №10

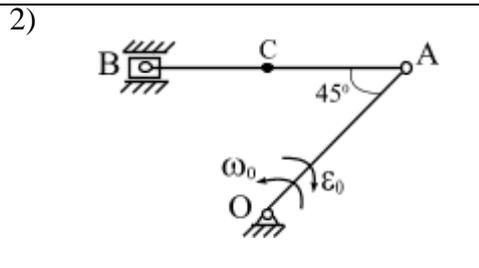
	<p>Положение линейки <math>AB</math> определяется углом <math>\varphi = 2t</math>. Вычислить проекцию ускорения точки <math>M</math> на <math>Oy</math> в момент времени <math>t = \frac{\pi}{6} 3</math> с, если расстояние <math>AM = 0,5</math> м.</p>
	<p>Механизм, состоящий из двух составных дисков, приводится в движение гирей, привешенной к нему на нерастяжимой нити. Движение гири задано уравнением <math>S = 3t - t^2</math>. Вычислить угловые скорости и угловые ускорения дисков, а также скорость точки <math>A</math> и ускорение точки <math>B</math> через 2с, если <math>r_1 = 1</math> м, <math>R_1 = 1,5</math> м, <math>r_2 = 1</math> м, <math>R_2 = 3</math> м.</p>
	<p>Окружность радиуса <math>R = 60</math> см вращается по заданному уравнению <math>\varphi = 15(t - 3t^2)</math> вокруг неподвижной вертикальной оси. По радиусу из точки <math>O</math> движется точка <math>M</math>, согласно заданному уравнению: <math>OM = s = 90\sin\left(\frac{\pi}{6} t\right)</math> (см). Для точки <math>M</math> в момент времени <math>t = 1</math>с вычислить абсолютную скорость и абсолютное ускорение.</p>

# ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

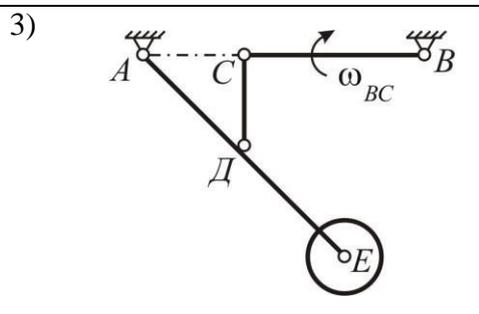
## Карта № 1



К кривошипу  $OA = 40$  см, который вращается равномерно вокруг неподвижной оси  $O$  с  $\omega_0 = 2 \text{ с}^{-1}$ , прикреплен шатун  $AB = 30$  см, соединенный с коромыслом  $BO = 20$  см. Вычислить при данном положении механизма скорости точек  $A, B$ , угловую скорость шатуна  $\omega_1$ , угловое ускорение  $\epsilon_1$ .

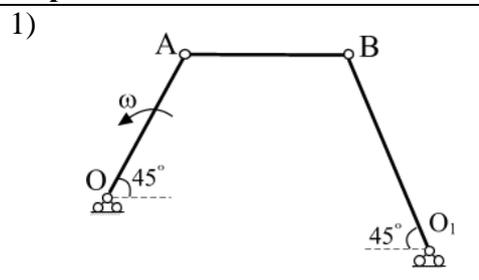


В кривошипно-шатунном механизме кривошип  $OA = 40$  см вращается замедленно вокруг неподвижной оси  $O$  с  $\omega_0 = 2 \text{ с}^{-1}$ ,  $\epsilon_0 = 4 \text{ с}^{-2}$ . Вычислить ускорение точки  $B$  при данном положении механизма, если  $AB = 30$  см.

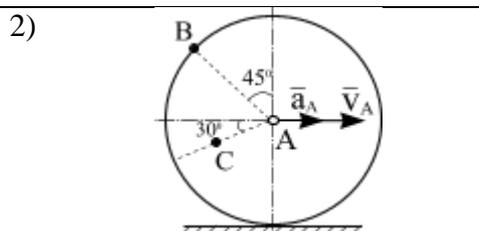


На чертеже изображена схема шасси самолета, убирающегося в процессе уборки;  $AD = 1$  м,  $DE = 1$  м,  $CB = 2$  м,  $\omega = 0,2 \text{ с}^{-1}$ . В данный момент  $ACB$  – горизонтальная прямая и  $AC = 0,6$  м. Вычислить при данном положении механизма скорости точек  $D, E$  и  $C$ ; ускорение точки  $E$ .

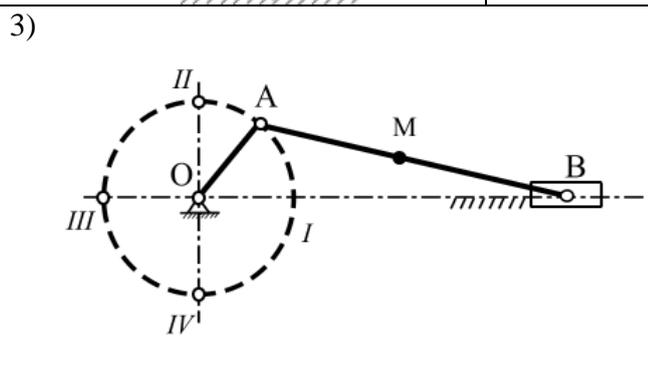
## Карта № 2



К кривошипу  $OA = 20$  см, который вращается равномерно вокруг неподвижной оси  $O$  с  $\omega_0 = 2 \text{ с}^{-1}$ , прикреплен шатун  $AB = 30$  см, соединенный с коромыслом  $BO = 40$  см. Вычислить при данном положении механизма скорости точек  $A, B$ , угловую скорость шатуна  $\omega_1$ , угловое ускорение  $\epsilon_1$ .

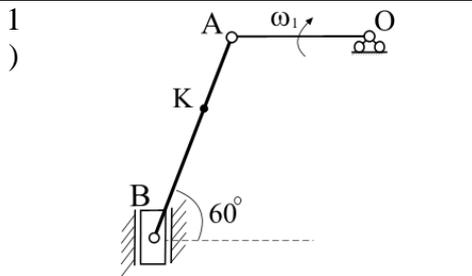


Центр колеса  $A$  радиуса  $R = 50$  см, катящегося по прямолинейному рельсу, в данный момент времени имеет  $V_A = 1 \text{ м/с}$ ,  $a_A = 2 \text{ м/с}^2$ . Вычислить при данном положении колеса ускорение точки  $B$ .

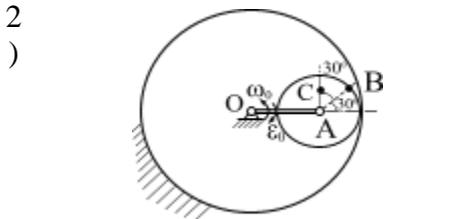


В кривошипно-шатунном механизме кривошип  $OA = 40$  см вращается равномерно с  $\omega_0 = 6\pi \text{ с}^{-1}$ ; длина шатуна  $AB = 2$  м. Вычислить угловую скорость  $\omega$  шатуна; скорость его середины  $M$  при четырех положениях кривошипа, когда угол  $BAO$  составит  $0, \pi/2, \pi$  и  $3\pi/2$ ; ускорение точки  $B$  при одном из вертикальных положений кривошипа.

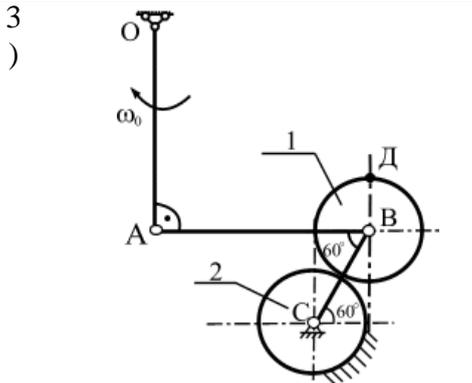
### Карта № 3



Кривошип  $OA = 40$  см, вращаясь равномерно вокруг неподвижного центра  $O$  с  $\omega_1 = 2 \text{ с}^{-1}$ , приводит в движение шатун  $AB$ ,  $AK = 20$  см,  $KB = 30$  см. Вычислить при данном положении механизма скорости точек  $A$ ,  $B$  и  $K$ ; угловую скорость  $\omega$  и угловое ускорение  $\varepsilon$  шатуна  $AB$ .

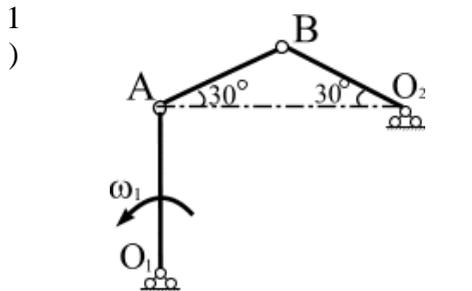


Кривошип  $OA$ , вращаясь замедленно с  $\omega_0 = 3 \text{ с}^{-1}$ ;  $\varepsilon_0 = 2 \text{ с}^{-2}$ , приводит в движение ролик, который катится по внутренней поверхности неподвижного колеса радиуса  $R = 50$  см;  $AB = 20$  см,  $AC = 0,5AB$ . Вычислить при данном положении механизма ускорение точки  $C$ .

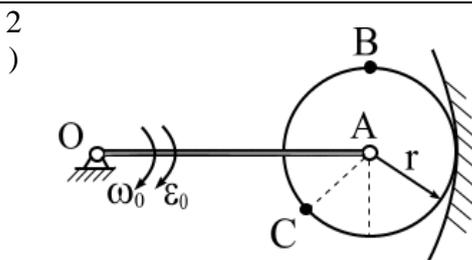


Кривошип  $OA = 40$  см, вращаясь равномерно вокруг неподвижной оси  $O$  с  $\omega_0 = 3 \text{ с}^{-1}$ , приводит в движение шатун  $AB = 40$  см, соединенный шарниром с подвижным колесом 1 в его центре  $B$ . Колесо 1 катится без скольжения по неподвижной поверхности колеса 2; радиусы колес одинаковы по 20 см. Вычислить при данном положении механизма скорости точек  $A$ ,  $B$ ,  $D$ ; ускорение точки  $D$ .

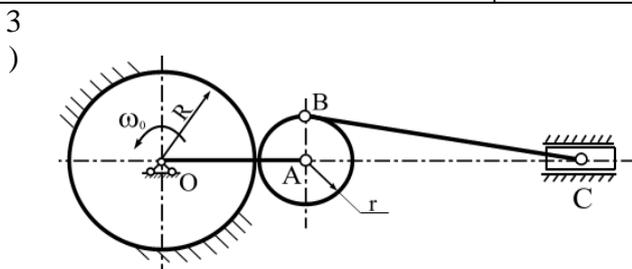
### Карта № 4



С кривошипом  $OA = 40$  см, который вращается равномерно вокруг неподвижной оси  $O$  с  $\omega_1 = 3 \text{ с}^{-1}$ , шарнирно прикреплен шатун  $AB = 25$  см, соединенный с коромыслом  $BO_2$ . Вычислить при данном положении механизма скорости точек  $A$  и  $B$ ; угловую скорость шатуна  $AB - \omega_1$ ; угловое ускорение  $BO_2 - \varepsilon_2$ .

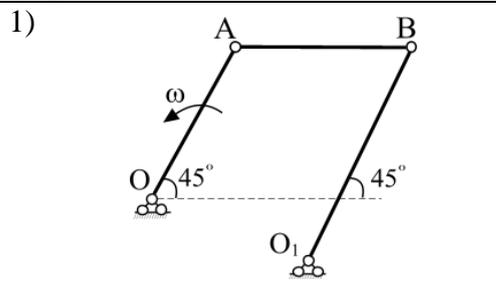


Кривошип  $OA = 80$  см, вращаясь ускоренно вокруг неподвижного центра  $O$  с  $\omega_0 = 1 \text{ с}^{-1}$ ,  $\varepsilon_0 = 2 \text{ с}^{-2}$ , приводит в движение колесо радиуса  $r = 20$  см, которое катится по неподвижной поверхности  $R = OA + r$ . Определить при данном положении механизма ускорение точки  $C$ , если  $\angle OAC = 45^\circ$ .

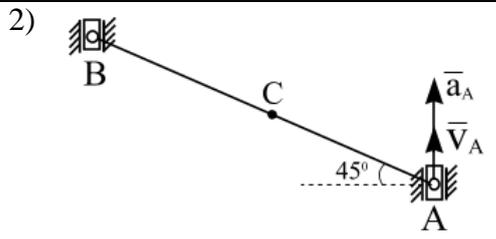


Колесо радиуса  $r = 20$  см, катящееся без скольжения по неподвижному колесу радиуса  $R = 40$  см, приводится в движение кривошипом  $OA$ , который вращается равномерно с  $\omega_0 = 1 \text{ с}^{-1}$ . Подвижное колесо приводит в движение шатун  $BC = 64$  см. Вычислить при данном положении механизма скорости точек  $B$  и  $C$ ; угловую скорость шатуна и угловое ускорение  $BC$ .

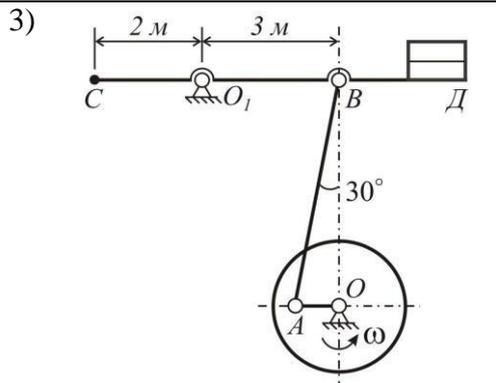
### Карта № 5



К кривошипу  $OA = 30$  см, который вращается равномерно вокруг неподвижной оси  $O$  с  $\omega = 3 \text{ с}^{-1}$ , прикреплен шатун  $AB = 30$  см, соединенный с коромыслом  $BO_1 = 40$  см. Вычислить при данном положении механизма скорости точек  $A$  и  $B$ ; угловую скорость шатуна  $\omega_1$ ; угловое ускорение  $\omega_1$ .



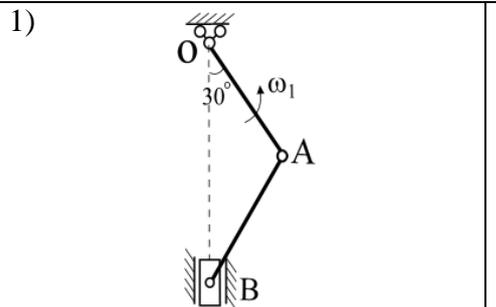
Для линейки  $AB = 60$  см в точке  $A$  ползуна  $V_A = 3 \text{ м/с}$ ,  $a_A = 4 \text{ м/с}^2$ . Вычислить при данном положении ускорение точки  $B$ .



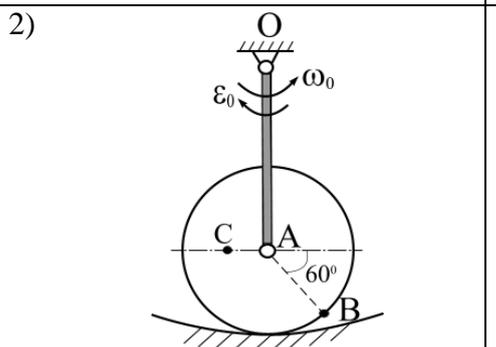
На чертеже изображена схема механизма станка-качалки нефтяного насоса. Колесо вращается вокруг оси  $O$  с частотой 20 об/мин. Для указанного на чертеже положения механизма балансир  $CD$  занимает горизонтальное положение, шарнир  $A$  и точка  $O$  расположены на одной прямой,  $OA = 60$  см.

Вычислить скорости точек  $B$  и  $C$ ; ускорение точки  $B$ ; угловое ускорение  $\varepsilon_{CD}$ .

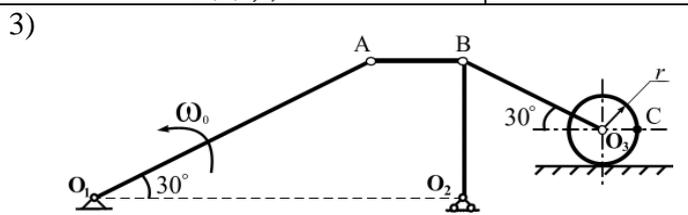
### Карта № 6



Кривошип  $OA = 40$  см, вращаясь равномерно вокруг неподвижной оси  $O$  с  $\omega_1 = 2 \text{ с}^{-1}$ , приводит в движение шатун  $AB = 50$  см. Вычислить при данном положении механизма скорости точек  $A$ ,  $B$  и средней точки шатуна  $AB$ ; угловую скорость  $\omega_{AB}$  и угловое ускорение  $\varepsilon_{AB}$  шатуна.



Кривошип  $OA = 60$  см, вращаясь замедленно вокруг неподвижной оси  $O$  с  $\omega_0 = 3 \text{ с}^{-1}$ ,  $\varepsilon_0 = 2 \text{ с}^{-2}$ , приводит в движение ролик, который катится по неподвижной поверхности  $R = OA + AB$ . Определить при данном положении механизма ускорение точки  $B$ , если  $AB = 20$  см.

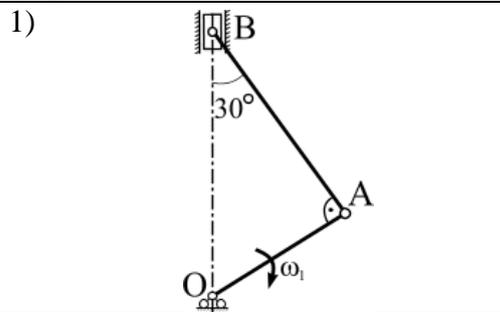


В механизме, изображенном на чертеже, вычислить скорости точек  $A$ ,  $B$ ,  $O_3$  и  $C$ , а также угловые скорости всех звеньев и угловое ускорение колеса, которое катится без скольжения.

Известно:  $AB = 60$  см;  $r = 10$  см;  $\omega_0 = 3 \text{ с}^{-1}$ ,  $BO_2 = BO_3 = 40$  см.

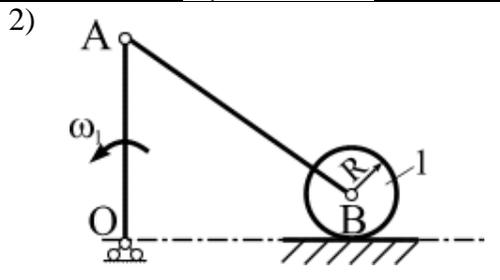


### Карта № 9

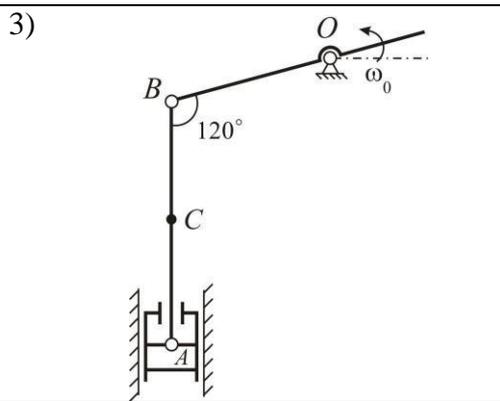


Кривошип  $OA = 50$  см, вращаясь равномерно вокруг неподвижной оси  $O$  с  $\omega_1 = 2$  с<sup>-1</sup>, приводит в движение шатун  $AB$ .

Вычислить при данном положении механизма скорости точек  $A$ ,  $B$  и средней точки шатуна  $AB$ ; угловую скорость  $\omega_{AB}$  и угловое ускорение  $\varepsilon_{AB}$  шатуна.



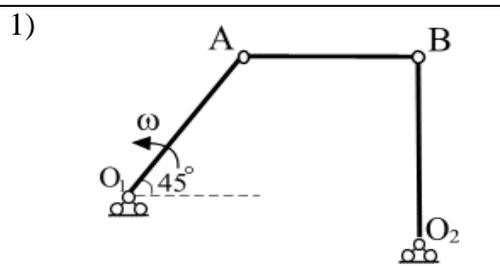
Кривошип  $OA = 30$  см, вращаясь вокруг неподвижной оси  $O$  с  $\omega_1 = 3t$  (с<sup>-1</sup>), соединен шарнирно с шатуном  $AB$ , который приводит в движение каток  $R = 6$  см. Вычислить при данном положении механизма для  $t = 2$  с ускорение точки  $B$  и угловое ускорение  $\varepsilon_k$  катка.



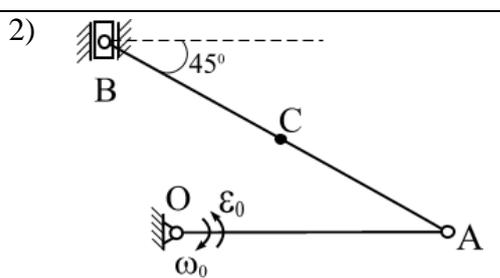
На рисунке изображена схема ручного насоса. Угловая скорость рукоятки в данный момент  $\omega_0 = 2$  (с<sup>-1</sup>). Определить скорость точки  $C$  в указанном на чертеже положении и угловую скорость звена  $BC$ , если  $BC = BO = a = AC$ .

Найти также ускорение точки  $C$  и угловое ускорение шатуна  $BA$ .

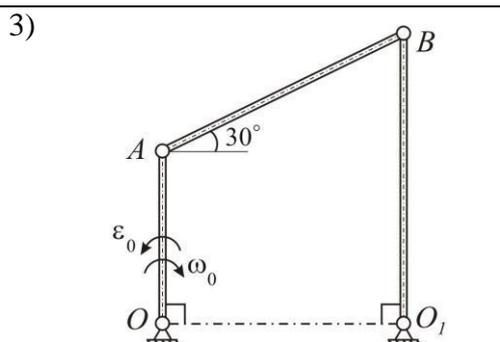
### Карта № 10



К кривошипу  $OA = 20$  см, который вращается равномерно вокруг неподвижного центра  $O_1$  с  $\omega_1 = 5$  с<sup>-1</sup>, прикреплен шатун  $AB = 40$  см, соединенный с коромыслом  $BO_2 = 40$  см. Вычислить при данном положении механизма скорости точек  $A$ ,  $B$ ; угловую скорость шатуна  $\omega$ ; угловое ускорение звена  $BO_2$ .



В кривошипно-шатунном механизме кривошип  $OA = 40$  см вращается замедленно вокруг неподвижной оси  $O$  с  $\omega_0 = 2$  с<sup>-1</sup>,  $\varepsilon_0 = 2$  с<sup>-2</sup>. Вычислить ускорение точки  $B$  при данном положении механизма, если  $AB = 60$  см.

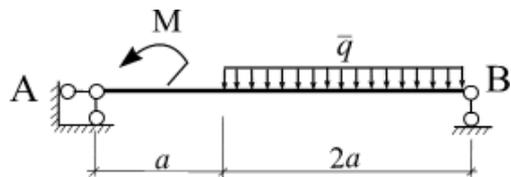


Стержень  $OA$  шарнирного четырехзвенника  $OABO_1$  вращается замедленно с угловой скоростью  $\omega_0 = 2$  с<sup>-1</sup>,  $\varepsilon_0 = 3$  с<sup>-2</sup>;  $AB = 2OA = 0,6$  м. При данном положении механизма вычислить скорости точек  $A$  и  $B$ ; угловые скорости  $AB$  и  $BO_1$ ; ускорение точки  $B$ .

# СТАТИКА

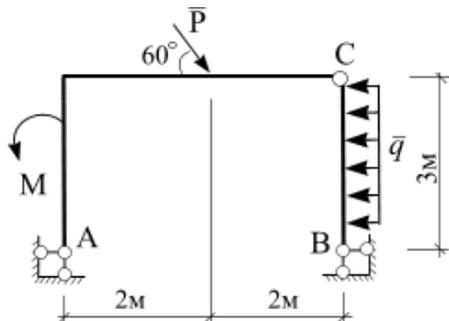
## Карта № 1

1)



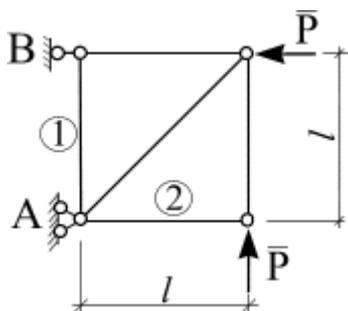
На балку приложена нагрузка:  $q = 2$  Н/м,  $M = 6$  Н·м. Определить опорные реакции, если  $a = 5$  м. Выполнить проверку полученных результатов.

2)



На составную конструкцию приложена нагрузка:  $M = 4$  Н·м,  $P = 3$  Н,  $q = 1$  Н/м. Рассчитать реакцию в шарнире А.

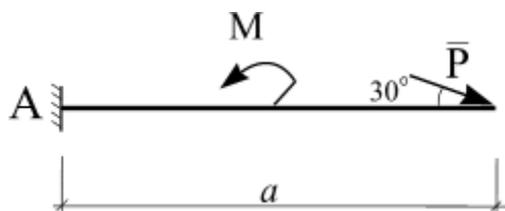
3)



В узлах плоской фермы приложены силы  $P$  величиной по 10 кН. Определить усилия в стержнях 1 и 2 методом вырезания узлов, если  $l = 6$  м.

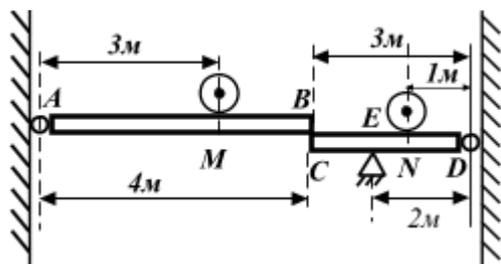
## Карта № 2

1)



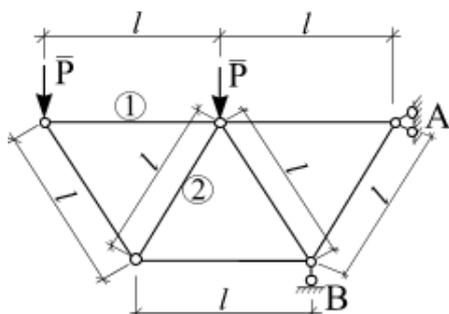
На консоль приложена нагрузка:  $P = 2$  Н,  $M = 4$  Н·м. Определить реакции в жесткой заделке, если  $a = 2$  м. Выполнить проверку полученных результатов.

2)



Балка  $AB = 4$  м, весом 200 Н, может вращаться вокруг неподвижной оси А, и опирается концом В на другую балку  $CD = 3$  м, весом 160 Н, которая подперта в точке Е и соединена со стеной шарниром D. В точках М и N помещены грузы по 80 Н каждый. Расстояния:  $AM = 3$  м,  $ED = 2$  м,  $ND = 1$  м. Вычислить реакции в шарнире D.

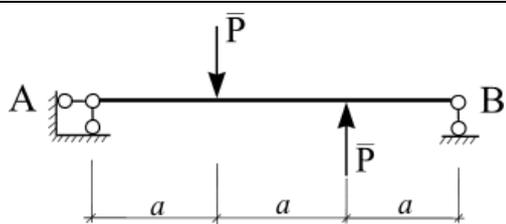
3)



В узлах плоской фермы приложены силы  $P$  величиной по 3 кН. Определить усилия в стержнях 1 и 2 методом Риттера, если  $l = 2$  м.

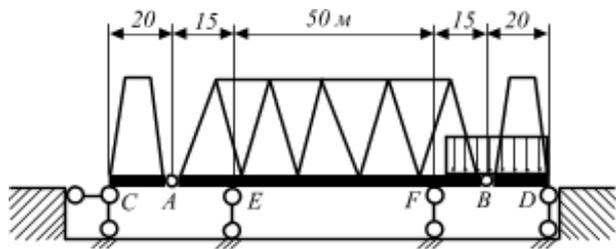
### Карта № 3

1 )



На балку приложена нагрузка  $P = 5$  Н. Определить опорные реакции, если  $a = 6$  м. Выполнить проверку полученных результатов.

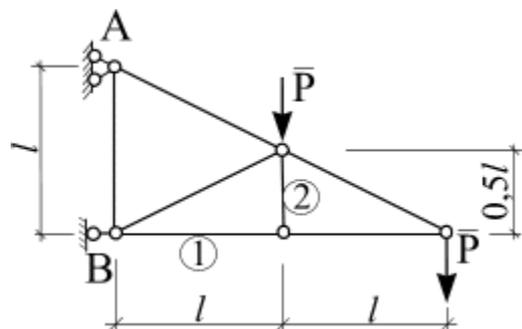
2 )



Консольный мост состоит из главной фермы  $AB$  и двух боковых ферм  $AC$  и  $BD$ . Собственный вес, приходящийся на погонный метр фермы  $AB$ , равен  $1,5$  кН, а для фермы  $AC$  и  $BD$  –  $1$  кН.

Вычислить реакцию опоры  $F$  в тот момент, когда весь правый пролет  $FD$  загружен поездом весом  $3$  кН на погонный метр. Размеры составляют:  $AC = BD = 20$  м,  $AE = FB = 15$  м,  $EF = 50$  м.

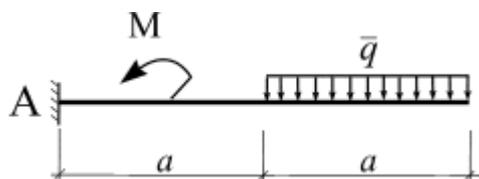
3 )



В узлах плоской фермы приложены силы  $P$  величиной по  $4$  кН. Определить усилия в стержнях 1 и 2 методом моментной точки, если  $l = 3$  м.

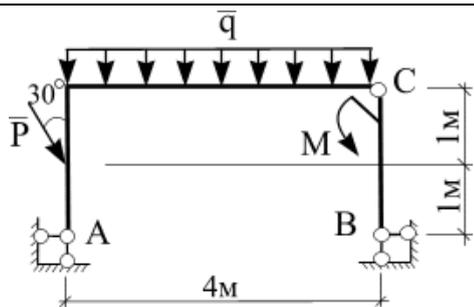
### Карта № 4

1 )



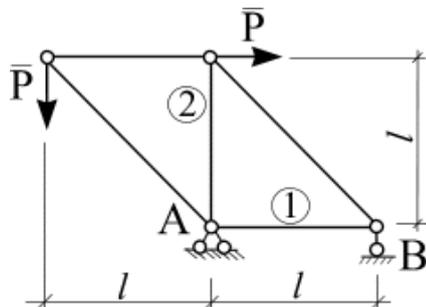
На консоль приложена нагрузка:  $M = 4$  Н·м,  $q = 3$  Н/м. Определить реакции в жесткой заделке, если  $a = 4$  м. Выполнить проверку полученных результатов.

2 )



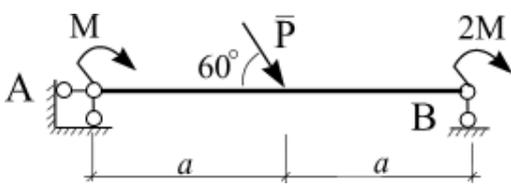
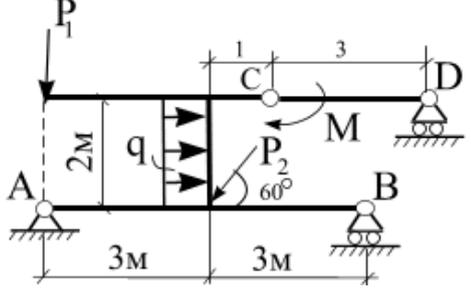
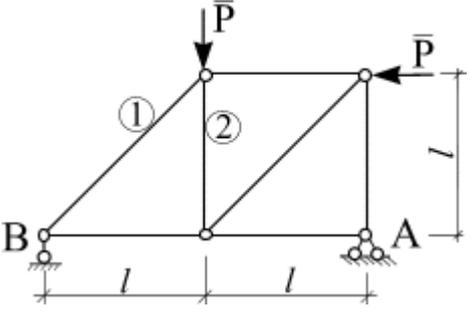
На составную конструкцию приложена нагрузка:  $M = 9$  Н·м,  $P = 6$  Н,  $q = 2$  Н/м. Определить усилия в шарнире С.

3 )

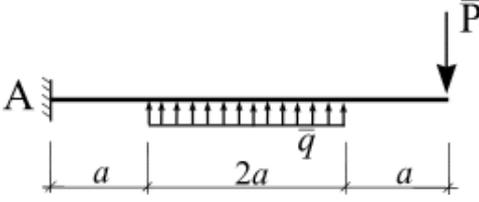
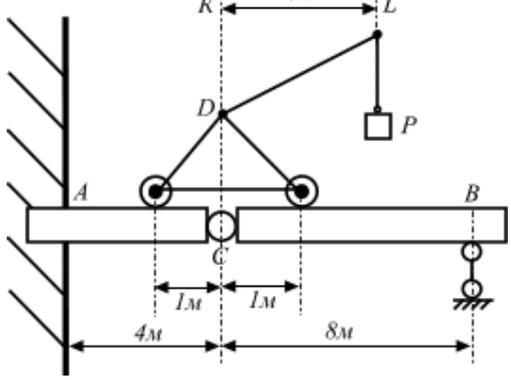
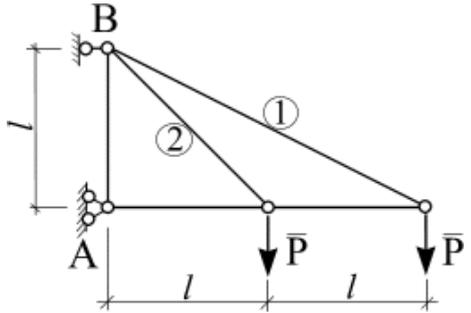


В узлах плоской фермы приложены силы  $P$  величиной по  $8$  кН. Определить усилия в стержнях 1 и 2 методом вырезания узлов, если  $l = 7$  м.

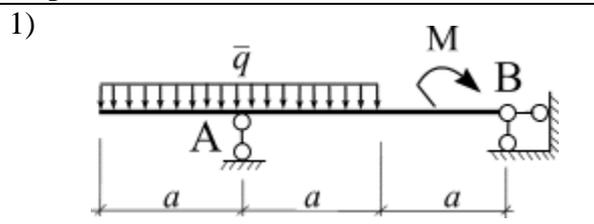
### Карта № 5

<p>1)</p> 	<p>На балку приложена нагрузка: <math>M = 2</math> Н·м, <math>P = 4</math> Н. Определить опорные реакции балки, если <math>a = 2</math> м. Выполнить проверку.</p>
<p>2)</p> 	<p>Для заданной схемы: <math>P_1 = 5</math> кН; <math>P_2 = 10</math> кН; <math>q = 2</math> Н/м; <math>M = 6</math> Н·м. Вычислить реакции в шарнире А.</p>
<p>3)</p> 	<p>В узлах плоской фермы приложены силы <math>P</math> величиной по 2 кН. Определить усилия в стержнях 1 и 2 методом вырезания узлов, если <math>l = 3</math> м.</p>

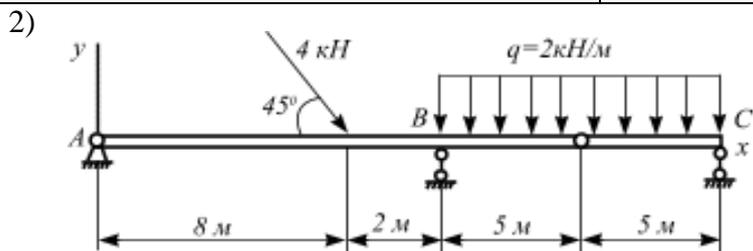
### Карта № 6

<p>1)</p> 	<p>На консоль приложена нагрузка: <math>q = 4</math> Н/м, <math>P = 5</math> Н. Определить реакции в жесткой заделке, если <math>a = 1</math> м. Проверить результаты.</p>
<p>2)</p> 	<p>Горизонтальная разрезная балка <math>ACB</math> концом <math>A</math> заделана в стену, конец <math>B</math> опирается на подвижную опору; в точке <math>C</math> – шарнир. Балка загружена краном веса <math>Q = 5</math> кН, несущим груз <math>P = 1</math> кН; вылет <math>KL = 4</math> м; центр тяжести крана лежит на вертикали <math>CD</math>. Вычислить, пренебрегая весом балки, опорную реакцию в шарнире <math>B</math> для положения, если кран находится в одной вертикальной плоскости с балкой <math>AB</math>.</p>
<p>3)</p> 	<p>В узлах плоской фермы приложены силы <math>P</math> величиной по 2 кН. Определить усилия в стержнях 1 и 2 методом Риттера, если <math>l = 4</math> м.</p>

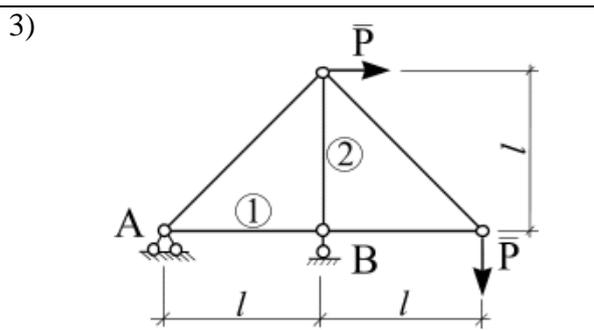
### Карта № 7



На балку приложена нагрузка:  $q = 5 \text{ Н/м}$ ,  $M = 8 \text{ Н·м}$ .  
 Определить опорные реакции, если  $a = 7 \text{ м}$ . Выполнит проверку полученных результатов.

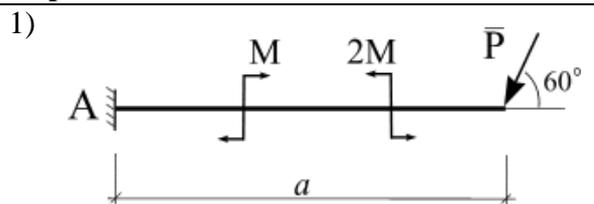


Определить реакции в шарнире  $A$ , составной балки, изображенной на рисунке вместе с нагрузкой.

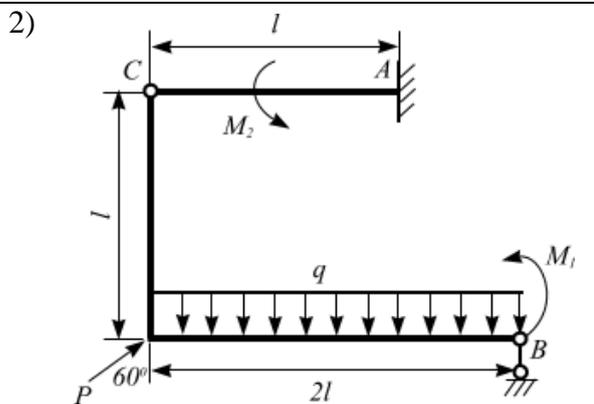


В узлах плоской фермы приложены силы  $P$  величиной по  $7 \text{ кН}$ . Определить усилия в стержнях 1 и 2 методом вырезания узлов, если  $l = 5 \text{ м}$ .

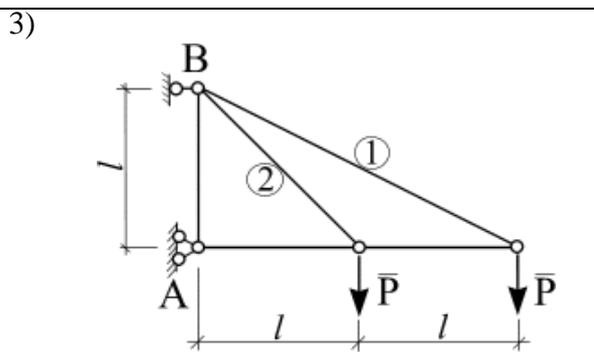
### Карта № 8



На консоль приложена нагрузка:  $M = 4 \text{ Н·м}$ ,  $P = 7 \text{ Н}$ .  
 Определить реакции в жесткой заделке, если  $a = 3 \text{ м}$ . Проверить результаты.

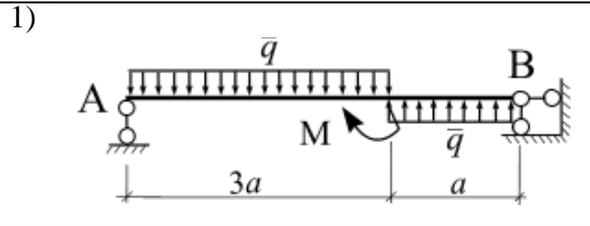


Для заданной конструкции вычислить реакции в шарнире  $C$ , если  $l = 2 \text{ м}$ ,  $M_1 = 4 \text{ Н·м}$ ,  $M_2 = 5 \text{ Н·м}$ ,  $P = 10 \text{ Н}$ ,  $q = 3 \text{ Н/м}$ .

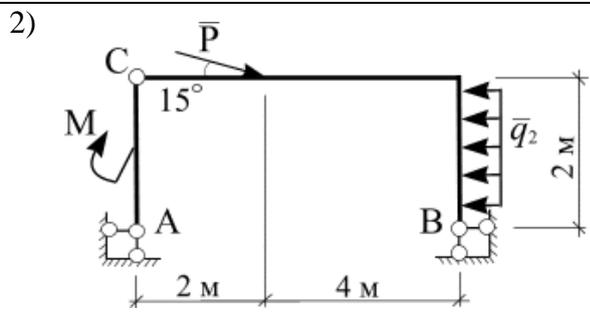


В узлах плоской фермы приложены силы  $P$  величиной по  $2 \text{ кН}$ . Определить усилия в стержнях 1 и 2 методом моментной точки, если  $l = 1 \text{ м}$ .

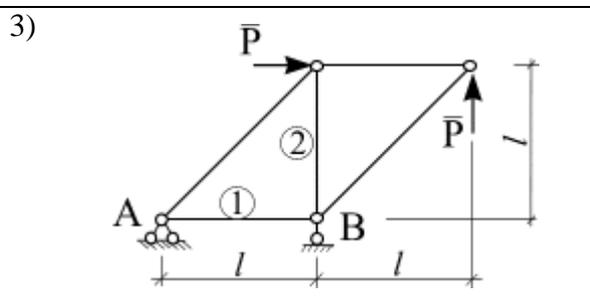
**Карта № 9**



На балку приложена нагрузка:  $q = 4$  Н/м,  $M = 6$  Н·м. Определить опорные реакции, если  $a = 4$  м. Выполнить проверку.

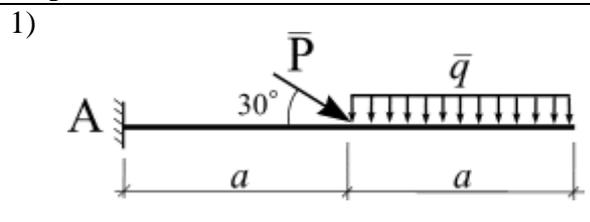


На составную конструкцию приложена нагрузка:  $M = 2$  Н·м,  $P = 6$  Н,  $q = 4$  Н/м. Определить реакцию в шарнире В.

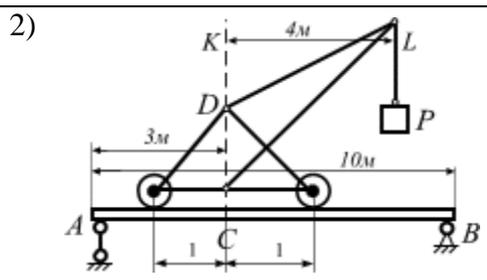


В узлах плоской фермы приложены силы  $P$  величиной по 3 кН. Определить усилия в стержнях 1 и 2 методом вырезания узлов, если  $l = 6$  м.

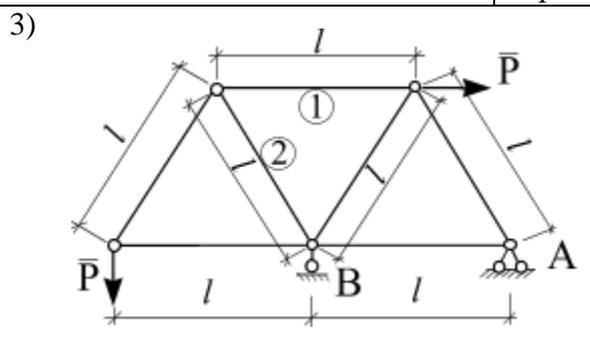
**Карта № 10**



На консоль приложена нагрузка:  $q = 3$  Н/м,  $P = 6$  Н. Определить реакции в жесткой заделке, если  $a = 5$  м. Проверить полученные результаты.



На балке  $AB = 10$  м уложен путь для подъемного крана веса  $Q = 50$  кН, центр тяжести его находится на оси  $CD$ ; вес груза  $P = 10$  кН; вес балки  $AB$  равен 30 кН; вылет крана  $KL = 4$  м; расстояние  $AC = 3$  м. Вычислить опорную реакцию в шарнире В положения схемы, когда стрела крана  $DL$  находится в одной вертикальной плоскости с балкой  $AB$ .



В узлах плоской фермы приложены силы  $P$  величиной по 2 кН. Определить усилия в стержнях 1 и 2 методом Риттера, если  $l = 2$  м.

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины  
на 2020/2021 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. Обновлены титульные листы рабочей программы, фонда оценочных средств в связи с изменением ведомственной принадлежности – Министерству просвещения Российской Федерации.

2. Обновлена и согласована с Научной библиотекой КГПУ им. В.П. Астафьева «Карта литературного обеспечения (включая электронные ресурсы)», содержащая основную и дополнительную литературу, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

3. Обновлена «Карта материально-технической базы дисциплины», включающая аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы обучающихся в КГПУ им. В.П. Астафьева) и комплекс лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТиП

«06» 05 2020 г., протокол № 5

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  С.В. Бортновский

Одобрено НМСС(Н)

Института математики, физики и информатики

«20» 05 2020 г., протокол № 8

Председатель \_\_\_\_\_  С.В. Бортновский

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины  
на 2021/2022 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. Обновлена и согласована с Научной библиотекой КГПУ им. В.П. Астафьева

«Карта литературного обеспечения (включая электронные ресурсы)», содержащая основную и дополнительную литературу, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

2. Обновлена «Карта материально-технической базы дисциплины», включающая аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы обучающихся в КГПУ им. В.П. Астафьева) и комплекс лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТиП

«12» 05 2021 г., протокол № 7

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  С.В. Бортновский

Одобрено НМСС(Н)

Института математики, физики и информатики

«21» 05 2021 г., протокол № 7

Председатель \_\_\_\_\_  С.В. Бортновский

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины на 2022/2023 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. Обновлено и согласовано с Научной библиотекой КГПУ им. В.П. Астафьева

«Карта литературного обеспечения (включая электронные ресурсы)», содержащая основную и дополнительную литературу, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

2. Обновлено «Карта материально-технической базы дисциплины», включающая аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы обучающихся в КГПУ им. В.П. Астафьева и комплекс лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТиП

« 11 » 05 2022 г., протокол № 7

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.В. Бортновский

Одобрено НМСС(Н)

Института математики, физики и информатики

« 12 » 05 2022 г., протокол № 8

Председатель \_\_\_\_\_ С.В. Бортновский

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины на 2023/2024 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. Обновлено и согласовано с Научной библиотекой КГПУ им. В.П. Астафьева

«Карта литературного обеспечения (включая электронные ресурсы)», содержащая основную и дополнительную литературу, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

2. Обновлено «Карта материально-технической базы дисциплины», включающая аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы обучающихся в КГПУ им. В.П. Астафьева и комплекс лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТиП  
«03» 05 2023 г., протокол № 8

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С. В. Бортновский

Одобрено НМСС(Н)

Института математики, физики и информатики

«17» 05 2023 г., протокол № 8

Председатель



Е. А. Аёшина

**УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ**  
**КАРТА ЛИТЕРАТУРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»**

	Наименование	Место хранения/электронный адрес	Кол-во экземпляров/ точек доступа
<b>Основная литература</b>			
1	Теоретическая механика. Том 1. Кинематика. Статика. Тексты лекций. Гриф МО РФ, И. В. Богомаз. ISBN: 978-5-93093-832-6. Год издания: 2011	<a href="https://avidreaders.ru/book/teoreticheskaya-mehanika-tom-1-kinematika-statika.html">https://avidreaders.ru/book/teoreticheskaya-mehanika-tom-1-kinematika-statika.html</a>	Индивидуальный неограниченный доступ
2	Теоретическая механика. Том 2. Кинематика. Статика. Гриф МО РФ, Решебник. И. В. Богомаз Н.В. Новикова. ISBN: 978-5-93093-743-5. Год издания: 2011	<a href="https://avidreaders.ru/book/teoreticheskaya-mehanika-tom-2-kinematika-statika.html">https://avidreaders.ru/book/teoreticheskaya-mehanika-tom-2-kinematika-statika.html</a>	Индивидуальный неограниченный доступ
3	Теоретическая механика. Том 3. Динамика. Аналитическая механика. Гриф МО РФ, И. В. Богомаз. ISBN: 978-5-93093-833-3. Год издания: 2011	<a href="https://avidreaders.ru/book/teoreticheskaya-mehanika-tom-3-dinamika-analiticheskaya.html">https://avidreaders.ru/book/teoreticheskaya-mehanika-tom-3-dinamika-analiticheskaya.html</a>	Индивидуальный неограниченный доступ
4	Теоретическая механика. Том 4. Динамика. Аналитическая механика. Решебник., И. В. Богомаз, Воротынова О.В. ISBN: 978-5-93093-745-9. Год издания: 2011	<a href="https://avidreaders.ru/book/teoreticheskaya-mehanika-tom-4-dinamika-analiticheskaya.html">https://avidreaders.ru/book/teoreticheskaya-mehanika-tom-4-dinamika-analiticheskaya.html</a>	Индивидуальный неограниченный доступ
5	Теоретическая механика Сборник расчетно-графических заданий. Богомаз И.В., Воротынова О.В., Новикова Н.В., Чабан Е.А., 2008	<a href="https://docplayer.ru/31655605-Teoreticheskaya-mehanika-sbornik-raschetno-graficheskikh-zadaniy-bogomaz-i-v-vorotynova-o-v-novikova-n-v-chaban-e-a.html">https://docplayer.ru/31655605-Teoreticheskaya-mehanika-sbornik-raschetno-graficheskikh-zadaniy-bogomaz-i-v-vorotynova-o-v-novikova-n-v-chaban-e-a.html</a>	Индивидуальный неограниченный доступ
<b>Дополнительная литература</b>			
1	Механика. Учебное пособие. Гриф МО РФ, Богомаз И.В. , 2018. ISBN 978-5-16-013322-5	<a href="http://my-book-shop.ru/sec/8678/id/2887297.htm">my-book-shop.ru/sec/8678/id/2887297.htm</a>	В свободной продаже
<b>Информационные справочные системы и профессиональные базы данных</b>			
1	Гарант [Электронный ресурс]: информационно-правовое обеспечение : справочная правовая система. – Москва, 1992– .	Научная библиотека	локальная сеть вуза

2	Elibrary.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система : база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000– . – Режим доступа: <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> .	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Свободный доступ
3	East View : универсальные базы данных [Электронный ресурс] : периодика России, Украины и стран СНГ . – Электрон.дан. – ООО ИВИС. – 2011 - .	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>	Индивидуальный неограниченный доступ
4	Межвузовская электронная библиотека (МЭБ)	<a href="https://icdlib.nspu.ru/">https://icdlib.nspu.ru/</a>	Индивидуальный неограниченный доступ

Согласовано:

Главный библиотекарь /  / Фортова А.А.  
(должность структурного подразделения) (подпись) (Фамилия И.О)

**КАРТА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»**

номер (наименование) аудитории	Оборудование (наглядные пособия, макеты, модели, лабораторное оборудование, компьютеры, интерактивные доски, проекторы, информационные технологии, программное обеспечение и др.)
<b>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации</b>	
4-207 Кабинет графики	Компьютер – 9 шт., учебная доска – 1 шт., ПО: Microsoft® Windows® Home 10 Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine (ОЕМ лиц., контракт № Tr000058029 от 27.11.2015); Kaspersky Endpoint Security – Лиц. сертификат №1B08-190415-050007-883-951; 7-Zip - (Своб. лиц. GPL); Adobe Acrobat Reader – (Своб. лиц.); Google Chrome – (Своб. лиц.); Mozilla Firefox – (Своб. лиц.); LibreOffice – (Своб. Лиц. GPL); XnView – (Своб. лиц.); Java – (Своб. лиц.); VLC – (Своб. лиц.); Физика с компьютером в школе (Договор № 223 от 23.10.2017); Виртуальный практикум по физике (Договор № 5642934 от 26.10.2015); КОМПАС-3D V16 (Сублиц. договор №Ец-17-000005 от 30.01.2017)
4-303	Маркерная доска – 1 шт.
4-311	Учебная доска – 1 шт., экран – 1 шт., проектор – 1 шт., компьютер – 1 шт., ПО: Linux Mint – (Своб. лиц. GPL)
4-401	Учебная доска – 1 шт.
4-402	Компьютер – 1 шт., проектор – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт., маркерная доска – 1 шт., учебная доска – 1 шт., ПО: Linux Mint – (Своб. лиц. GPL)
4-411	Учебная доска – 1 шт.
<b>Аудитории для самостоятельной работы</b>	
4-101 Отраслевая библиотека	Копир. – 1 шт.
4-102 Читальный зал	Компьютер – 10 шт., принтер – 1 шт., ПО: Альт Образование 8 (лиц. № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017)
1-105 Центр самостоятельной работы	Компьютер- 15 шт., МФУ-5 шт., ноутбук-10 шт. ПО: Microsoft® Windows® Home 10 Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine (ОЕМ лиц., контракт № Tr000058029 от 27.11.2015); Kaspersky Endpoint Security – Лиц. сертификат №1B08-190415-050007-883-951; 7-Zip - (Своб. лиц. GPL); Adobe Acrobat Reader – (Своб. лиц.); Google Chrome – (Своб. лиц.); Mozilla Firefox – (Своб. лиц.); LibreOffice – (Своб. лиц. GPL); XnView – (Своб. лиц.); Java – (Своб. лиц.); VLC – (Своб. лиц.). Гарант - (д-ор № КРС000772 от 21.09.2018), КонсультантПлюс (д-ор № 20087400211 от 30.06.2016). Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017)

4 – код корпуса ИМФИ КГПУ им. В.П.Астафьева (г. Красноярск, ул. Перенсона, 7)

1 – код главного корпуса КГПУ им. В.П.Астафьева (г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, 89)

## Приложение

### Раздел 1. Индивидуальное задание

#### Задача № 1. Движение точки на плоскости

##### Координатный и естественный способы задания движения точки

Точка движется в плоскости  $Oxy$ . Уравнение движения точки  $M$  задано координатным способом:

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = x(t), \\ y = y(t); \end{cases} \quad (a)$$

где  $x$  и  $y$  в сантиметрах,  $t$  – в секундах.

#### Задача 1.

Уравнения (a) заданы в табл.1 (№ варианта выдает преподаватель).

Требуется:

1. Записать уравнение траектории в декартовой системе координат в виде  $y = y(x)$ , т.е. в явном виде.
2. Построить траекторию движения точки  $M$  на графике в системе координат  $Oxy$ .
3. Определить положение точки  $M$  на траектории в начальный момент времени ( $t = 0$  с), направление движения точки по траектории, положение точки на траектории через  $t = 1$  с.
4. Вычислить вектор скорости  $\vec{V}$  и вектор ускорения  $\vec{a}$  точки  $M$  в начальный момент времени ( $t = 0$  сек) и при  $t = 1$  с.

Табл. 1

	$y = y(t)$	$x = x(t)$	№	$y = y(t)$	$x = x(t)$
	$y = 2 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = 2 - 3 \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)$	2	$y = 3 \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) - 2$
	$y = -3 \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)$	$x = 2 \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right) + 1$	4	$y = -4 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = 3 \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right) + 1$
	$y = -3 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = 4 \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) + 1$	6	$y = 2 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = 2 \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right) - 1$
7	$y = 4 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) + 1$	$x = -3 \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) + 1$		$y = \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = 2 \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) + 2$
9	$y = 3 \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) - 2$	$x = 2 \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right) - 1$	0	$y = \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = 1 + 2 \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)$
11	$y = -4 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = 2 \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) + 2$	2	$x = 3 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) + 1$	$x = \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right) + 2$

13	$y = 2 - \sin\left(\frac{\pi}{3}t\right)$	$x = 1 + 2\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)$	14	$x = 2\sin\left(\frac{\pi}{3}t\right)$	$x = 3\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) + 1$
15	$y = 2\sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right) + 2$	16	$x = \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) - 2$	$x = 1 + \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)$
17	$y = 3\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)$	$x = 2\sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) - 1$	18	$y = 3\sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = 4\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) - 3$
19	$y = -2\cos\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = 4 - \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	20	$y = \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) + 1$	$x = 3\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) - 2$
1	$y = 3\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)$	$x = 2\sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) - 1$	2	$y = 3\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)$	$x = 2\cos\left(\frac{\pi}{6}t\right) + 4$
3	$y = 2\sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = 2\cos\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	24	$y = 3\sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = -\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) + 1$
5	$y = -3\sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$	$x = 3\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) + 2$		$x = 4\sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) + 1$	$x = \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) + 3$
7	$y = 2 - 2\sin\left(\frac{\pi}{3}t\right)$	$x = 2 + 2\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)$		$x = 2\sin\left(\frac{\pi}{3}t\right)$	$x = 3\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) + 1$

**Задача 2.** Уравнение движения точки (а) заданы в табл.2 (№ варианта выдает преподаватель).

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x = x(t), \\ y = y(t); \end{cases} \quad (\text{а})$$

требуется:

1. Записать уравнение траектории в декартовой системе координат в виде  $y = y(x)$ , т.е. в явном виде.
2. Построить траекторию движения точки на графике в системе координат  $Oxy$ .
3. Определить положение точки  $M$  на траектории в начальный момент времени ( $t = 0$  сек), направление движения точки по траектории, положение точки на траектории через  $t = 2$  сек.
4. Построить оси естественного трехгранника для точки  $M$  через  $t = 2$  сек и  $t = 1$  сек.
5. Вычислить вектор скорости  $\vec{V}$  и вектор ускорения  $\vec{a}$  точки  $M$  в моменты времени  $t = 2$  сек и при  $t = 4$  сек. Изобразить их графически на траектории движения точки в системе координат  $Oxy$ .
6. Вычислить геометрически нормальную и касательную составляющие ускорения точки  $M$  в моменты времени  $t = 2$  сек и при  $t = 4$  сек.
7. Вычислить аналитически нормальную и касательную составляющие ускорения точки  $M$  в моменты времени  $t = 2$  сек и при  $t = 4$  сек.

8. Вычислить радиус кривизны траектории в моменты времени  $t = 2$  сек и при  $t = 4$  сек.

Табл. 2

№	$y = y(t)$	$x = x(t)$	№	$y = y(t)$	$x = x(t)$
1	$y = 2 + \frac{1}{2}(t+4)^2$	$x = 2 - t$	2	$y = (2-t)^2 + 1$	$x = 2t - 2$
3	$y = 4 - 2t^2$	$x = 2t$	4	$y = \frac{1}{2}(t-1)^2 + 3$	$x = t - 1$
5	$y = 2 + \frac{1}{4}t^2$	$x = t - 4$	6	$y = \frac{1}{3}(t-1)^2 - 2$	$x = 2 + t$
7	$y = 4(t+1)^2 - 2$	$x = 4 - 2t$	8	$y = \frac{1}{4}(t+1)^2 - 2$	$x = 3t + 1$
9	$y = \frac{1}{4}(t+1)^2 - 2$	$x = 4 - t$	10	$y = \frac{1}{3}(t+1)^2 - 2$	$x = t - 3$
11	$y = 2 + \frac{1}{4}(t+4)^2$	$x = 4 - \frac{1}{4}t$	2	$y = 2 + \frac{1}{4}(t+4)^2$	$x = 4 - 2t$
13	$y = 2 - \frac{1}{4}t^2$	$x = 4 - t$	14	$y = 2 - \frac{1}{4}t^2$	$x = 4 - t$
15	$y = -4 + \frac{1}{4}t^2$	$x = 2t + 2$	16	$y = 1 + \frac{1}{4}t^2$	$x = t + 2$
17	$y = 4 + \frac{1}{4}(t-2)^2$	$x = 2t - 1$	18	$y = 4 - \frac{1}{4}t^2$	$x = t - 1$
19	$y = 4 + \frac{1}{4}t^2$	$x = 2 + t$	20	$y = \frac{1}{4}t^2 - 2$	$x = 2 + t$
20	$y = 2 - \frac{1}{3}t^2$	$x = 3t + 1$	22	$y = 1 + \frac{1}{4}t^2$	$x = 2t - 1$
23	$y = \frac{1}{2}(t+1)^2 - 2$	$x = 4 - t$	24	$y = \frac{1}{3}(t+1)^3 - 2$	$x = t - 3$
25	$y = -1 + \frac{1}{2}(t-2)^2$	$x = t - 3$	26	$y = 2 + \frac{1}{3}(t-3)^3$	$x = t - 3$
27	$y = -4 + \frac{1}{4}(t-6)^2$	$x = 2t + 2$	28	$y = 1 + \frac{1}{4}t^2$	$x = t + 2$

**Задача 3. Вычисление кинематических характеристик точек при поступательном и вращательном движениях твердого тела**

Механизм состоит из трех ступенчатых дисков (1 – 3), находящихся в зацеплении или связанных ременной передачей, зубчатой рейки 4 и груза 5, привязанного к концу нити, намотанной на одно из колес. Радиусы ступенчатых дисков заданы:  $R_1 = 8$  см,  $r_1 = 4$  см;  $R_2 = 6$  см;  $r_2 = 3$  см;  $R_3 = 4$  см,  $r_3 = 2$  см.

На ободах дисков расположены точки  $A$ ,  $B$ ,  $C$ . В столбце «Дано» (табл. 3) указаны уравнения движения ведущего звена механизма:  $s = s(t)$ ,  $\varphi = \varphi(t)$ ,  $V(t)$ .

Вычислить в момент времени  $t_1 = 1\text{с}$

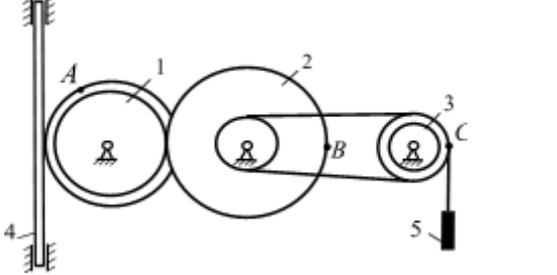
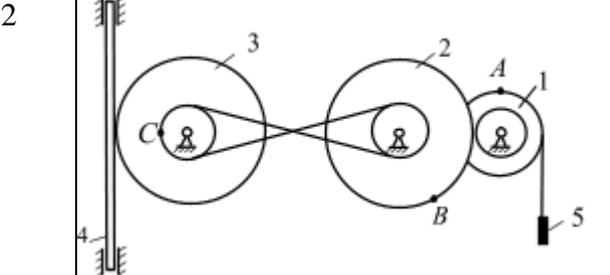
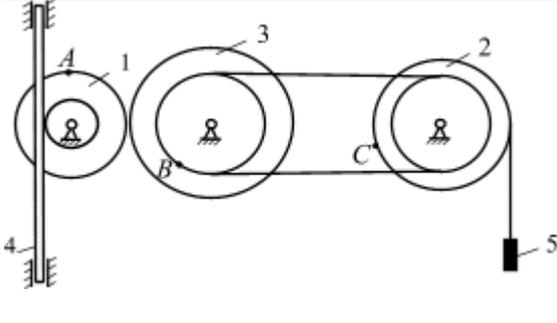
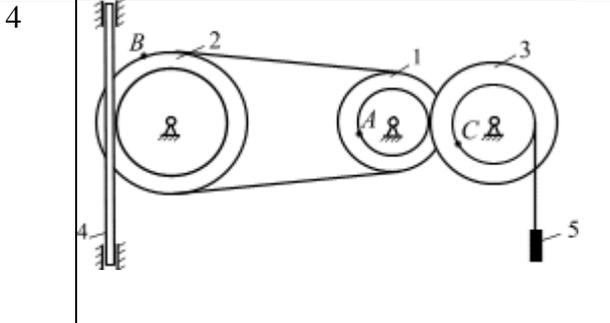
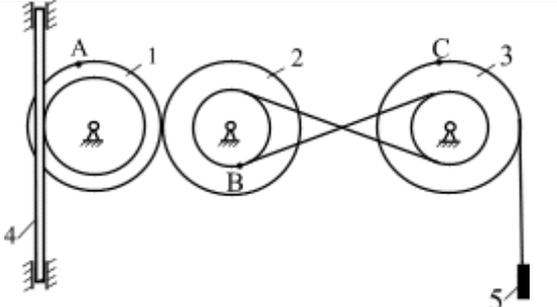
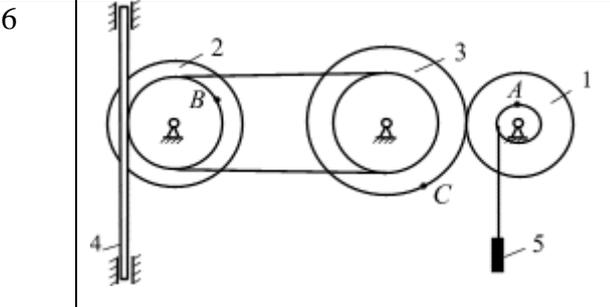
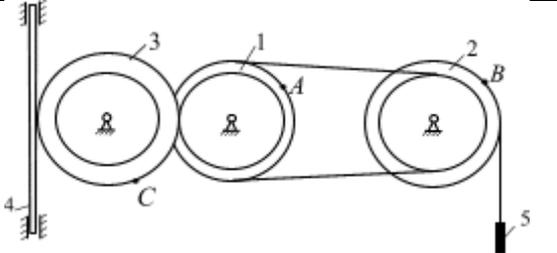
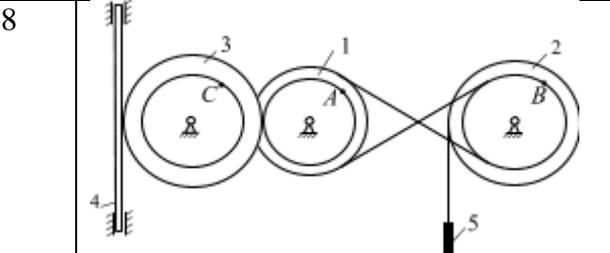
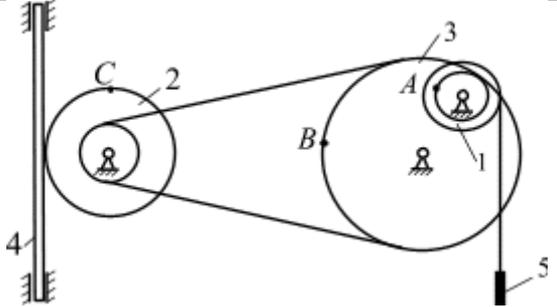
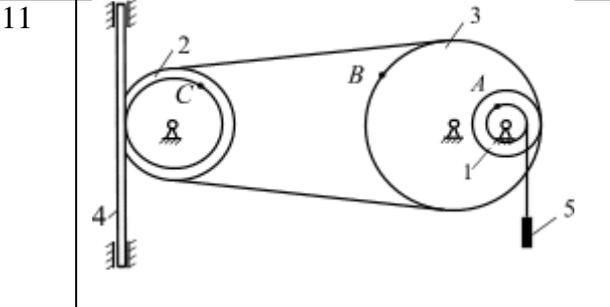
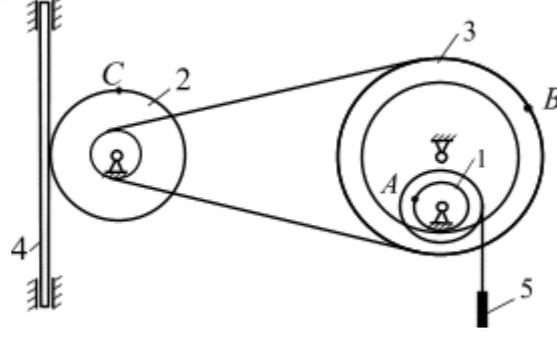
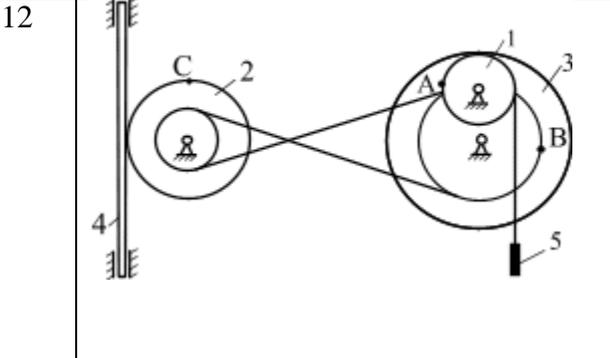
1. Линейные скорости точек  $A$  и  $C$ :  $V_A$ ,  $V_C$ ;
2. Линейное ускорение точки  $B$ :  $a_B$ ;
3. Угловые скорости дисков:  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ ,  $\omega_3$ ;
4. Угловые ускорения дисков:  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$ ,  $\varepsilon_3$ .

Расчетные схемы представлены в табл. 5

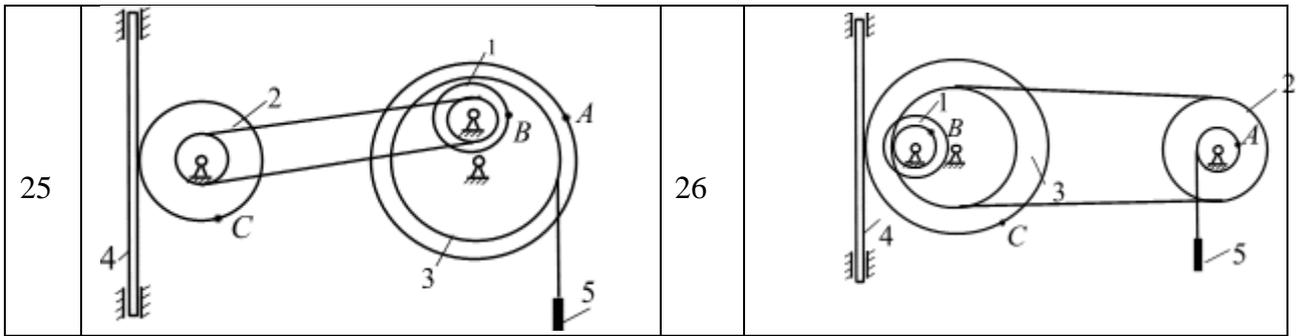
Таблица 3

№ варианта	Дано	№ варианта	Дано
1	$s_4 = 4t - t^2$	2	$V_5 = 4(1 - t^2)$
3	$V_5 = 2t^2 - 3$	4	$\varphi_1 = 2t^2 - 6t$
5	$\varphi_1 = 2t^2 - 3t$	6	$\omega_1 =  2t^2 - t $
7	$\omega_2 =  3t - t^2 $	8	$\varphi_2 = 4t^2 - t$
9	$\varphi_2 = 3t - t^2$	10	$\omega_2 =  t^2 - 4t $
11	$\omega_1 =  t - 2t^2 $	12	$\varphi_3 = 3t^2 + t$
13	$\varphi_3 = 2(t^2 - 4)$	14	$\omega_3 =  t^2 - 4t $
15	$V_4 = 3t^2 - 1$	16	$s_4 = 3t^2 - t$
17	$s_5 = 2t^2 - 5t$	18	$V_4 = 5t - t^2$
19	$\omega_3 =  8t - 3t^2 $	20	$s_5 = 6t - t^2$
21	$s_4 = 2 \cdot 3t^2 - t$	22	$V_5 = 3t^2 - 1$
23	$s_4 = 7t - t^2$	24	$\varphi_3 = 3t^2 + t$
25	$s_4 = 4t - t^2$	26	$V_5 = 4(1 - t^2)$

Таблица 5

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		11	
11		12	





**Задание 4. Сложное движение материальной точки**

Плоская фигура вращается по заданному уравнению  $\varphi = \varphi(t)$ . По фигуре от точки  $O$  движется материальная точка  $M$ . Движение точки  $M$  задано уравнениями  $OM = f(t)$ .

Вычислить для точки  $M$  в момент времени  $t = 1$  с:

1. Абсолютную скорость; показать на схеме векторы относительной, переносной и абсолютной скоростей.

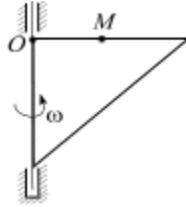
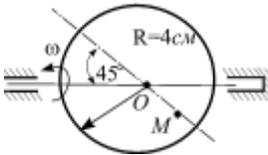
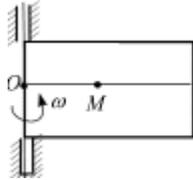
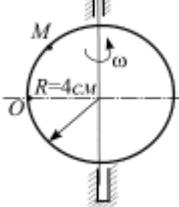
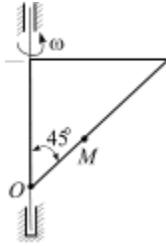
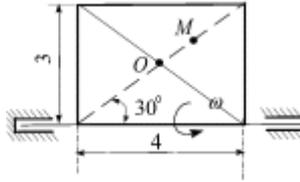
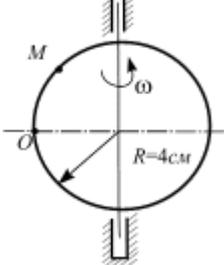
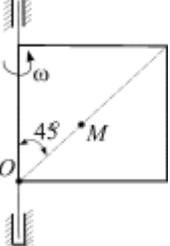
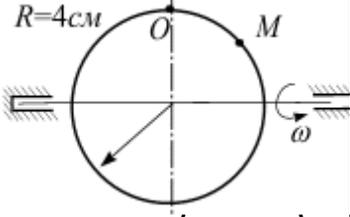
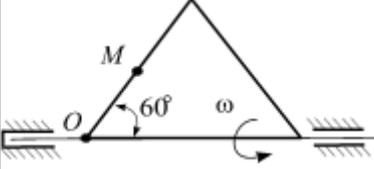
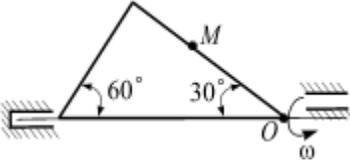
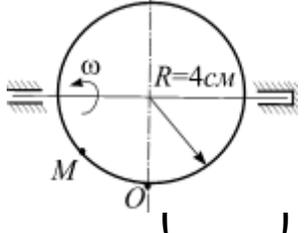
2. Абсолютное ускорение; показать на схеме направление векторов относительного, переносного ускорений и ускорение Кориолиса.

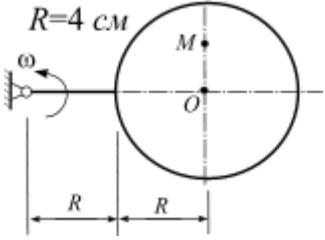
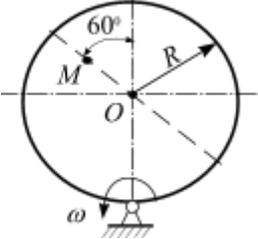
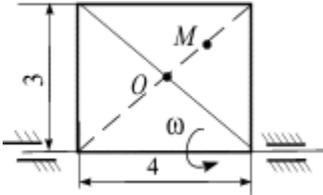
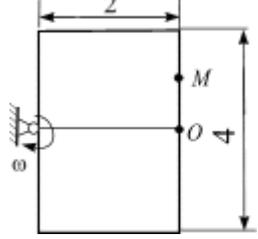
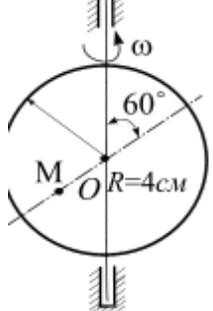
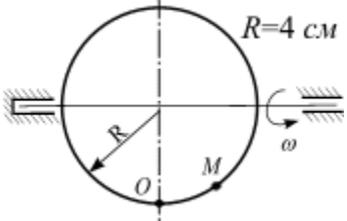
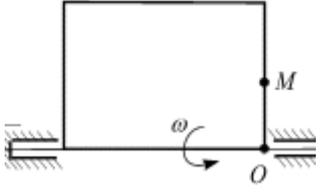
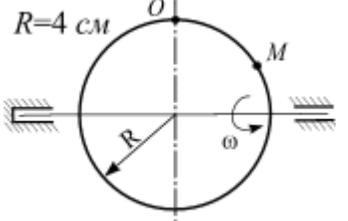
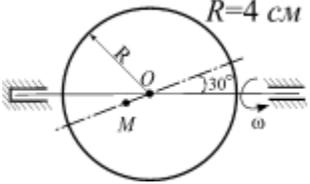
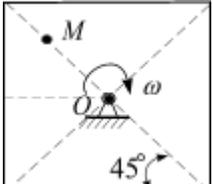
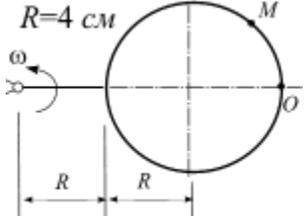
Уравнения вращения фигуры в плоскости рисунка  $\varphi = \varphi(t)$  в радианах заданы в табл. 6, геометрия плоской фигуры и уравнения движения точки  $OM = f(t)$  по фигуре в сантиметрах заданы в таблице 7.

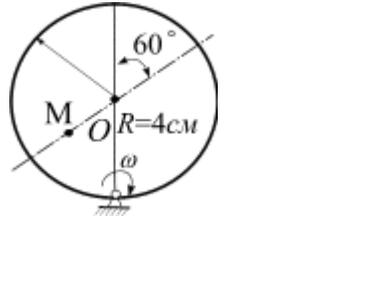
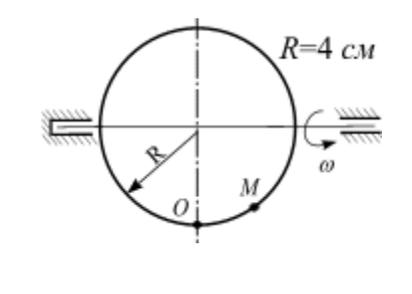
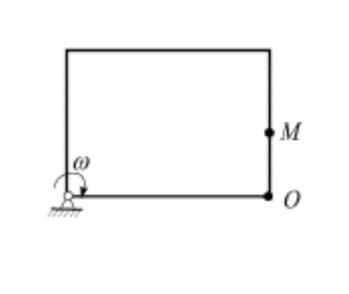
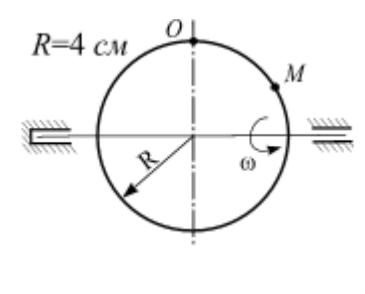
Таблица 6

№ варианта	$\varphi = \varphi(t)$	№ варианта	$\varphi = \varphi(t)$	№ варианта	$\varphi = \varphi(t)$
1	$4(t^2 - t)$	9	$4t^2 - t$	17	$5(t - 4t^3)$
2	$3t^2 - 8t$	10	$7(t^2 - 4t)$	18	$2t^3 - t^2$
3	$t^2 - 3t$	11	$2t^3 - t^2$	19	$3t^2 - 5t^3$
4	$t^2 - 2t^3$	12	$5t - 3t^2$	20	$t^3 - 2t^2$
5	$2t^2 - t$	13	$5t^2 - 3t^3$	21	$2t^3 - 3t^2$
6	$5t - 4t^2$	14	$6t^2 - 3t^3$	22	$3(t^2 - 8t)$
7	$3^2 - t$	15	$2t^3 - 4t^2$	23	$4t^2 - t$
8	$2t^3 - t^2$	16	$5t - 3t^2$	24	$3t^2 - 6t^3$

Таблица 7

1		2		3			
	$OM = t^3 + 3t$		$OM = R \sin\left(\frac{\pi}{4} t\right)$		$OM = 3t^2 + 2t$	$OM = \frac{\pi}{3} R(2t^2 - t^3)$	
5		6		7			
	$OM = t^2 + 4t$		$OM = 5 \sin\left(\frac{\pi}{3} t\right)$		$OM = \frac{\pi}{6} R(2t^2 - t^3)$	$OM = t^2 + 3t$	
9		10		11		12	
	$OM = \frac{\pi}{6} R 2t^2 - 3t$		$OM = 2t^2 + t$		$OM = 2t^2 + 3t$	$OM = \frac{\pi}{4} R 3t^2 - 2t$	

13		14		15		16	
	$OM = R \sin \left( \frac{\pi}{6} t \right)$		$OM = R \sin \left( \frac{\pi}{3} t \right)$		$OM = 5 \sin \left( \frac{\pi}{6} t \right)$		$OM = 2 \sin \left( \frac{\pi}{3} t \right)$
17		18		19		20	
	$OM = R \sin \left( \frac{\pi}{3} t \right)$		$OM = \frac{\pi}{3} R (2t^3 - t)$		$OM = 2t + t^3$		$OM = \frac{\pi}{6} R (3t^2 - 2t)$
21		22		23		24	
	$OM = R \sin \left( \frac{\pi}{6} t \right)$		$OM = 6 \sin \left( \frac{\pi}{6} t \right)$		$OM = \frac{\pi}{4} R (3t^2 - 2t)$		$OM = 4 \sin \left( \frac{\pi}{6} t \right)$

25		26		27		29	
	$OM = R \sin\left(\frac{\pi}{3} t\right)$		$OM = \frac{\pi}{3} R(2t^3 - t)$		$OM = 2t + t^3$		$OM = \frac{\pi}{6} R(3t^2 - 2t)$

### Задача 5 Кинематический анализ плоского механизма

Для заданного положения плоского механизма вычислить:

1. Скорости точек  $A, B, C$ .
2. Ускорения точек  $A, B$ .
3. Угловую скорость звена, которому принадлежат точки  $A, B, C$ .
4. Угловое ускорение звена, которому принадлежат точки  $A, B, C$ .

Необходимые для расчета данные приведены в табл. 8, схемы механизмов показаны в табл. 9.

В табл. 7 введены обозначения:  $V_A$  – скорость точки  $A$ ,  $a_A$  – ускорение точки  $A$ ,  $\omega_o$  – угловая скорость звена,  $\varepsilon_o$  – угловое ускорение звена  $OA$ .

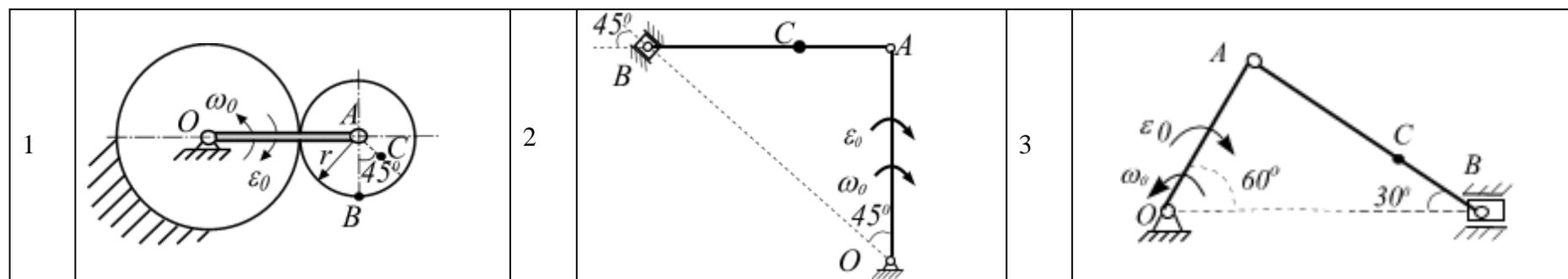
Таблица 8

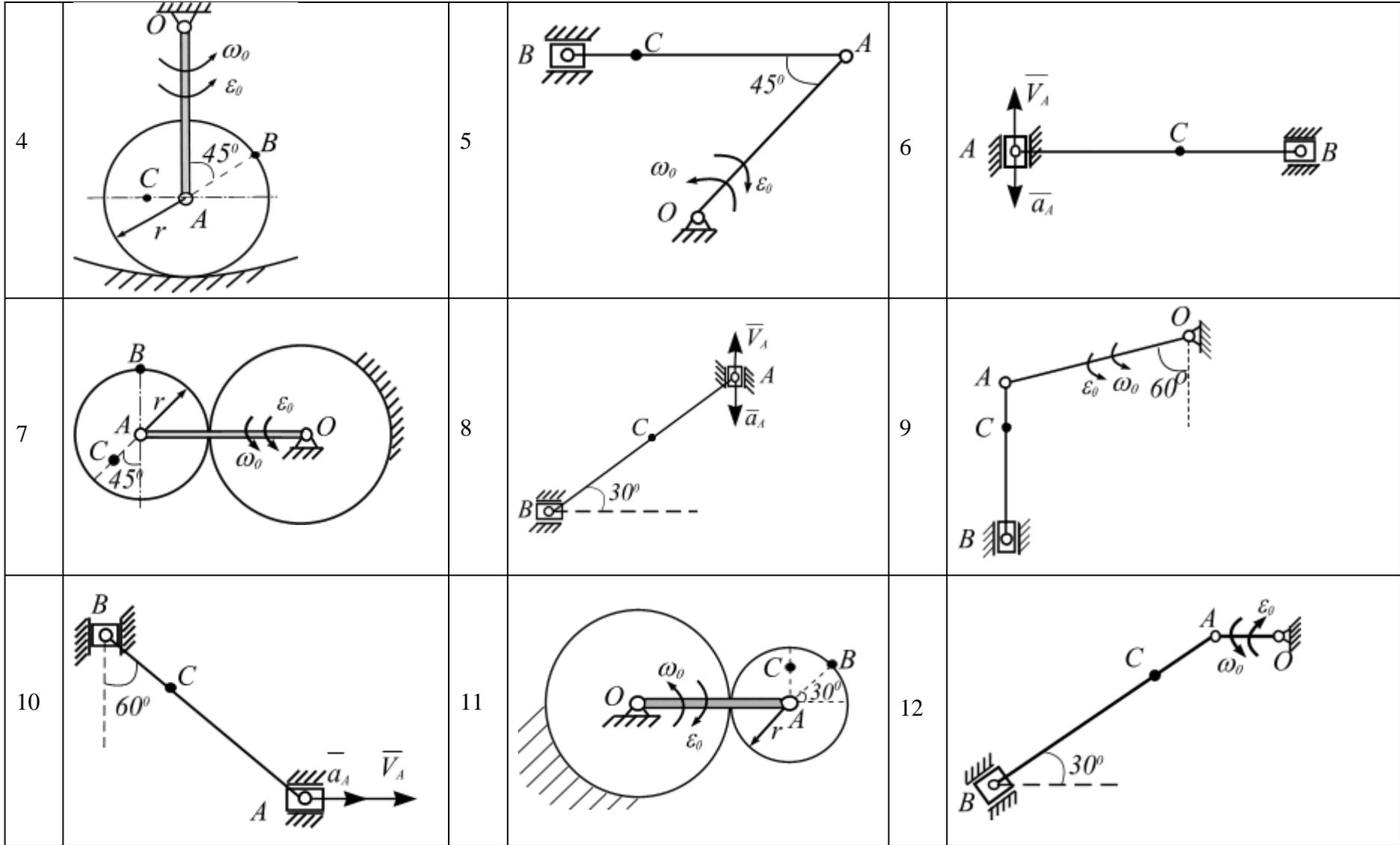
№ варианта	Размеры, см				$\omega_o, c^{-1}$	$\varepsilon_o, c^{-2}$	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$	Вычислить	
	$OA$	$r$	$AB$	$AC$						
1	40	15	–	10	2	1,5	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
2	35	–	–	20	4	2	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
3	30	–	–	8	3	2	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
4	60	30	–	10	1	2	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
5	50	–	60	40	2	1	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
6	–	–	60-	45	3	2	$V_A = 6 \frac{M}{c}$	$a_A = 2 \frac{M}{c}$	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
7	60	30	–	20	2	2	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
8	–	–	20	10	–	–	$V_A = 6 \frac{M}{c}$	$a_A = 2 \frac{M}{c}$	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
9	60	–	40	20	2	1,5	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
10	–	–	60	50	3	2	$V_A = 4 \frac{M}{c}$	$a_A = 2 \frac{M}{c}$	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
11	60	20	–	10	2	1,5	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$

№ варианта	Размеры, см				$\omega_o, c^{-1}$	$\varepsilon_o, c^{-2}$	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$	Вычислить	
	$OA$	$r$	$AB$	$AC$						
12	50	–	60	40	2	1	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
13	60	30	–	15	2	2	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
14	–	–	60	40	3	2	$V_A = 4 \frac{M}{c}$	$a_A = 2 \frac{M}{c}$	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
15	30	–	60	20	2	1	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
16	50	30	–	10	1	2	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
17	30	–	50	30	3	2	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
18	–	–	60	40	3	2	$V_A = 4 \frac{M}{c}$	$a_A = 2 \frac{M}{c}$	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
19	–	–	60	50	3	2	$V_A = 4 \frac{M}{c}$	$a_A = 2 \frac{M}{c}$	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
20	50	–	60	40	2	1	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
21	30	–	50	20	2	1	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
22	50	30	–	10	1	2	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$

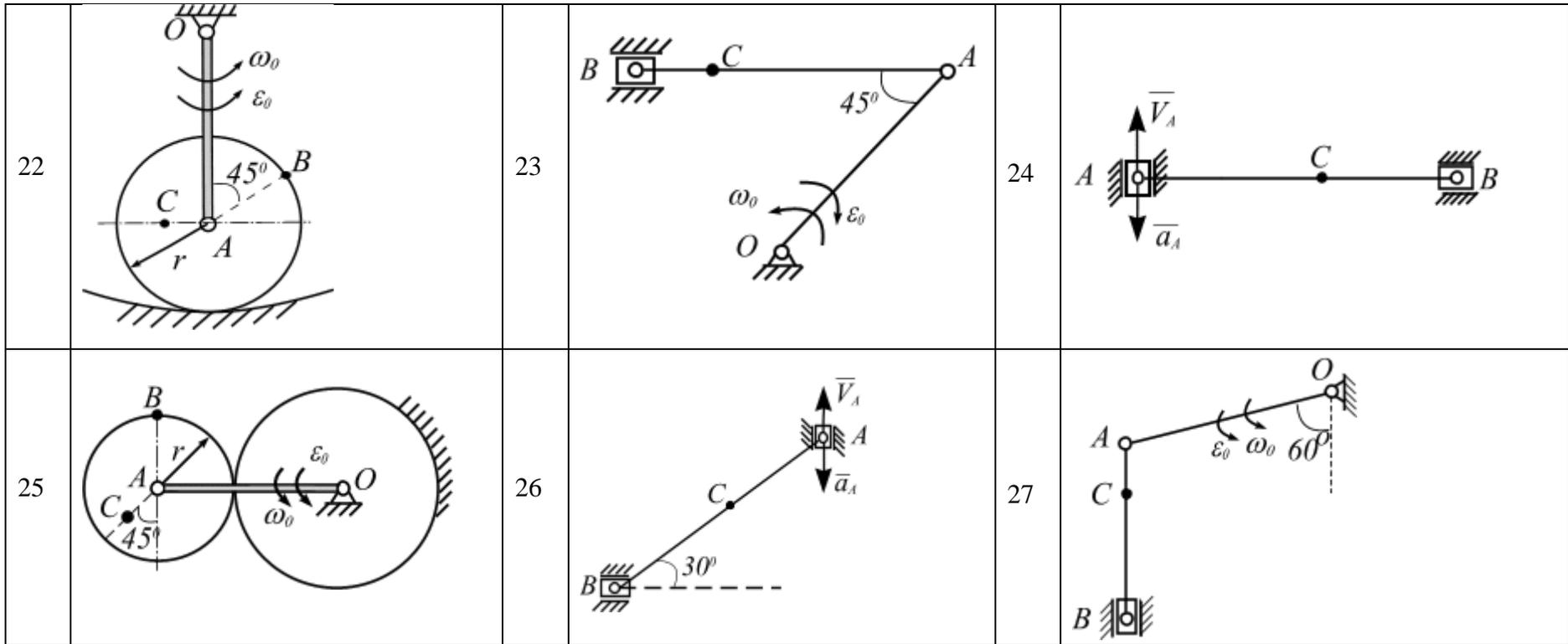
№ варианта	Размеры, см				$\omega_0, \text{c}^{-1}$	$\varepsilon_0, \text{c}^{-2}$	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$	Вычислить	
	OA	r	AB	AC						
23	50	–	60	30	2	1	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
24	–	–	20	10	–	–	$V_A = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$a_A = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
25	50	30	–	15	3	2	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
26	–	–	50	30	2	2	$V_A = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$a_A = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$
27	40	–	50	20	2	2	–	–	$V_B, V_C$	$a_B, \varepsilon_{AB}$

Таблица. 9





13		14	
16		17	
19		20	
15		18	
21		21	



## Кинематический анализ многозвенного механизма

Кривошип  $O_1A$  вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega_o = 2 \text{ (с}^{-1}\text{)}$ . Для заданного положения механизма:

- 1) определить скорости всех точек:  $A, B, C, D$  и т.д., используя следствия теоремы о скорости точки плоской фигурой;
- 2) определить скорости всех точек:  $A, B, C, D$  и т.д. и угловые скорости всех его звеньев с помощью мгновенного центра скоростей;
- 3) сравнить полученные результаты.

Необходимые численные данные приведены в табл. 9, схемы механизмов показаны в табл. 10.

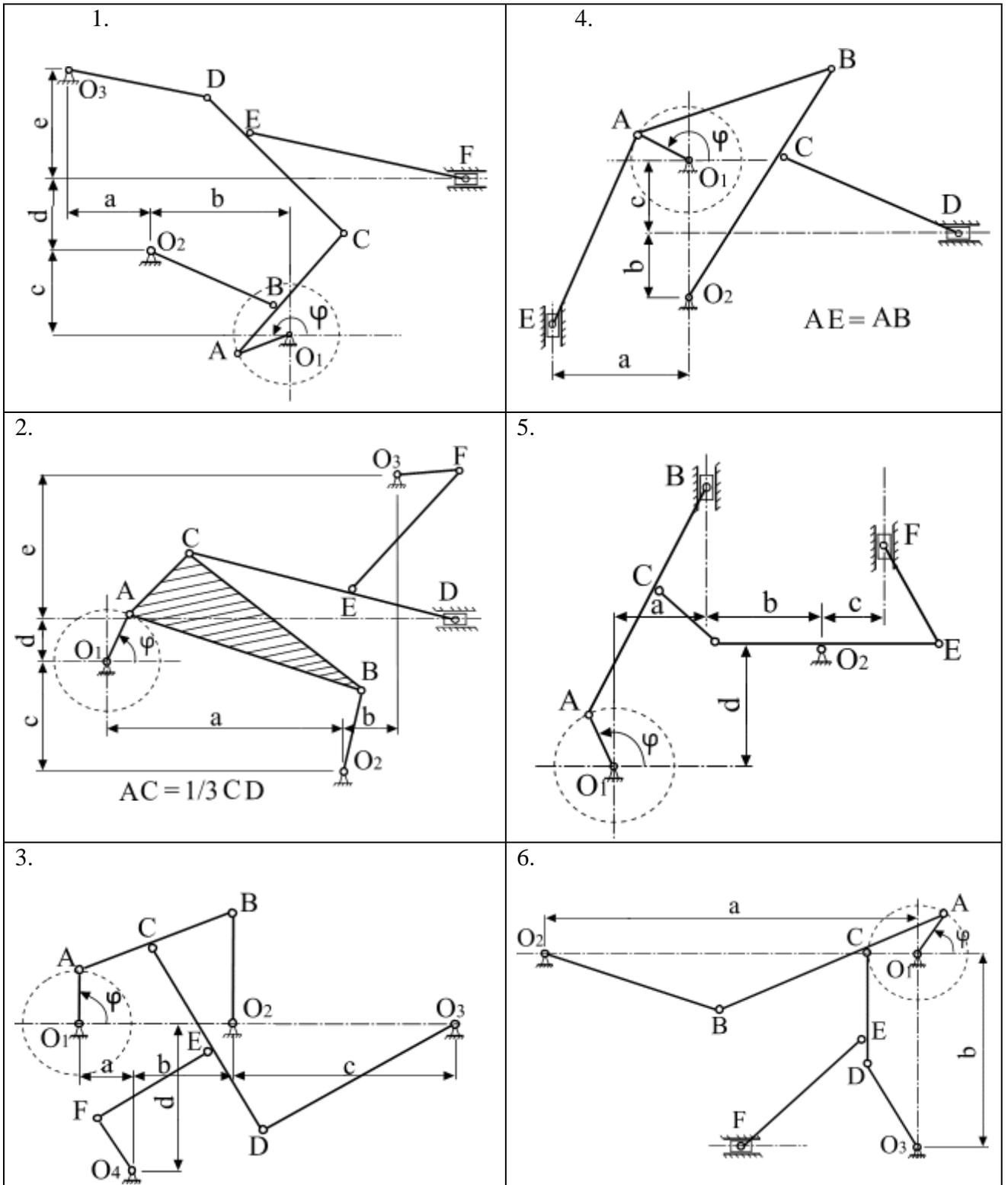
*Примечания:*

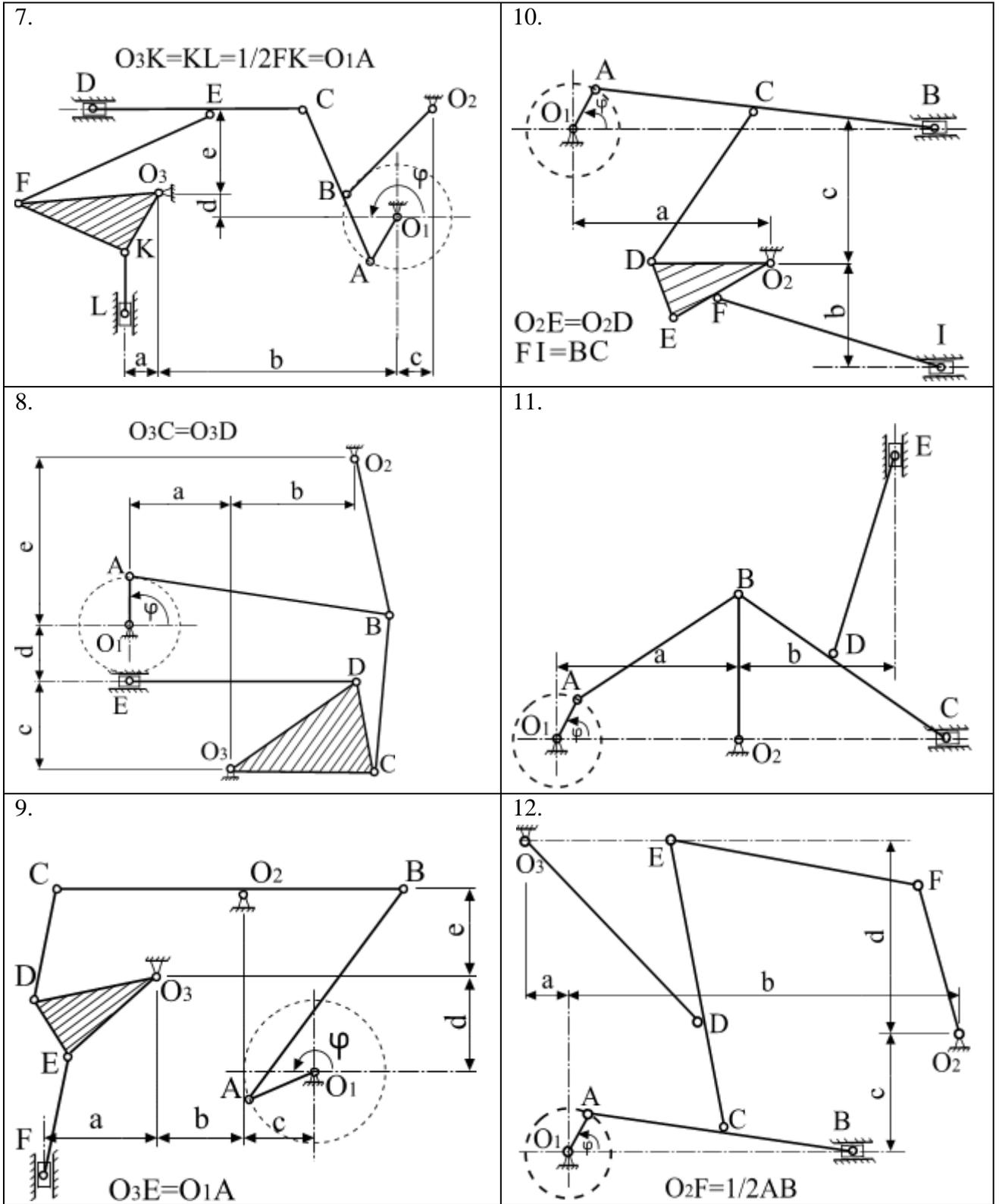
Номер варианта в табл.10 и номер рисунка в табл.11 соответствуют сумме последних трёх цифр номера зачетной книжки ( $e+\delta+e$ ).

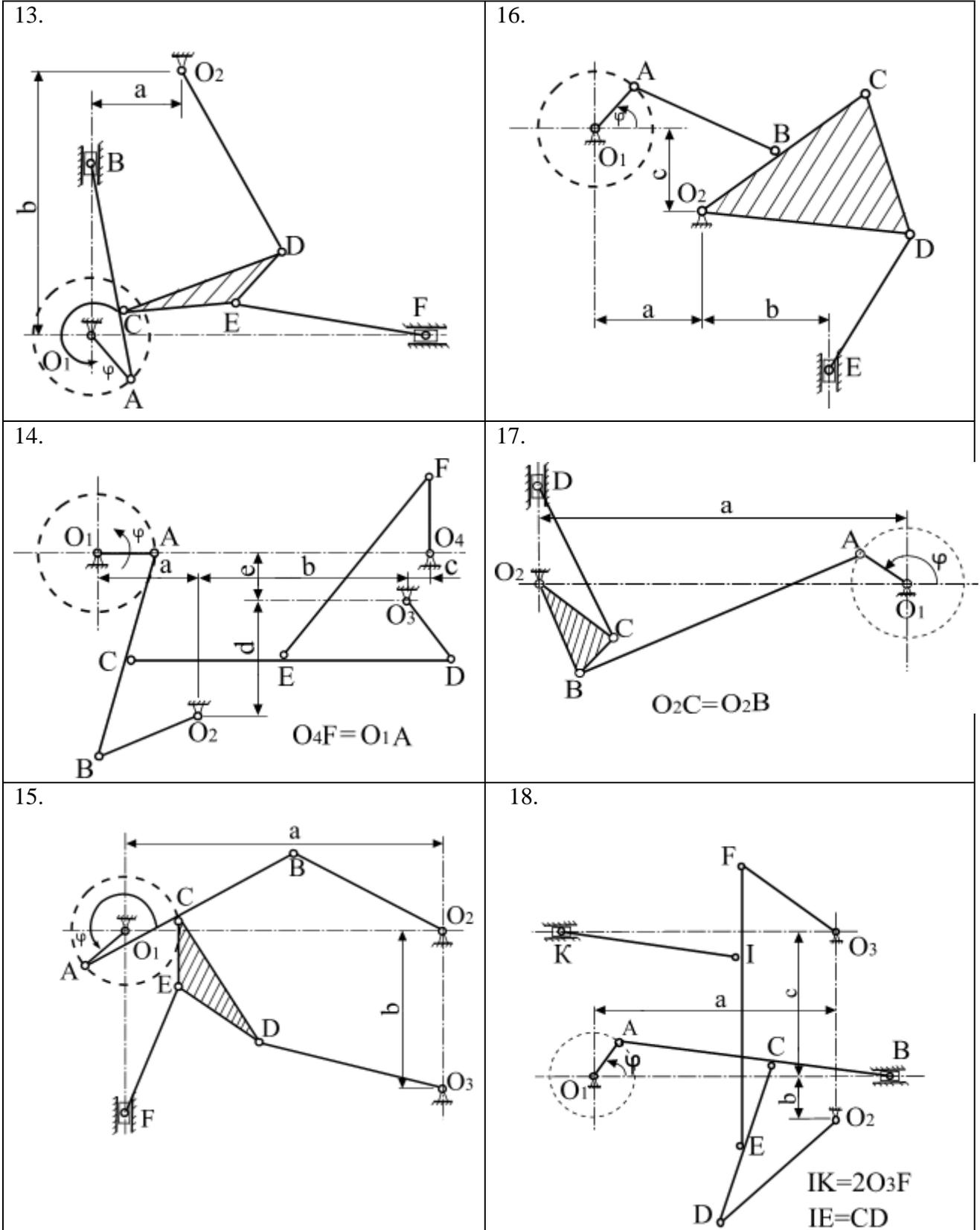
Таблица 10

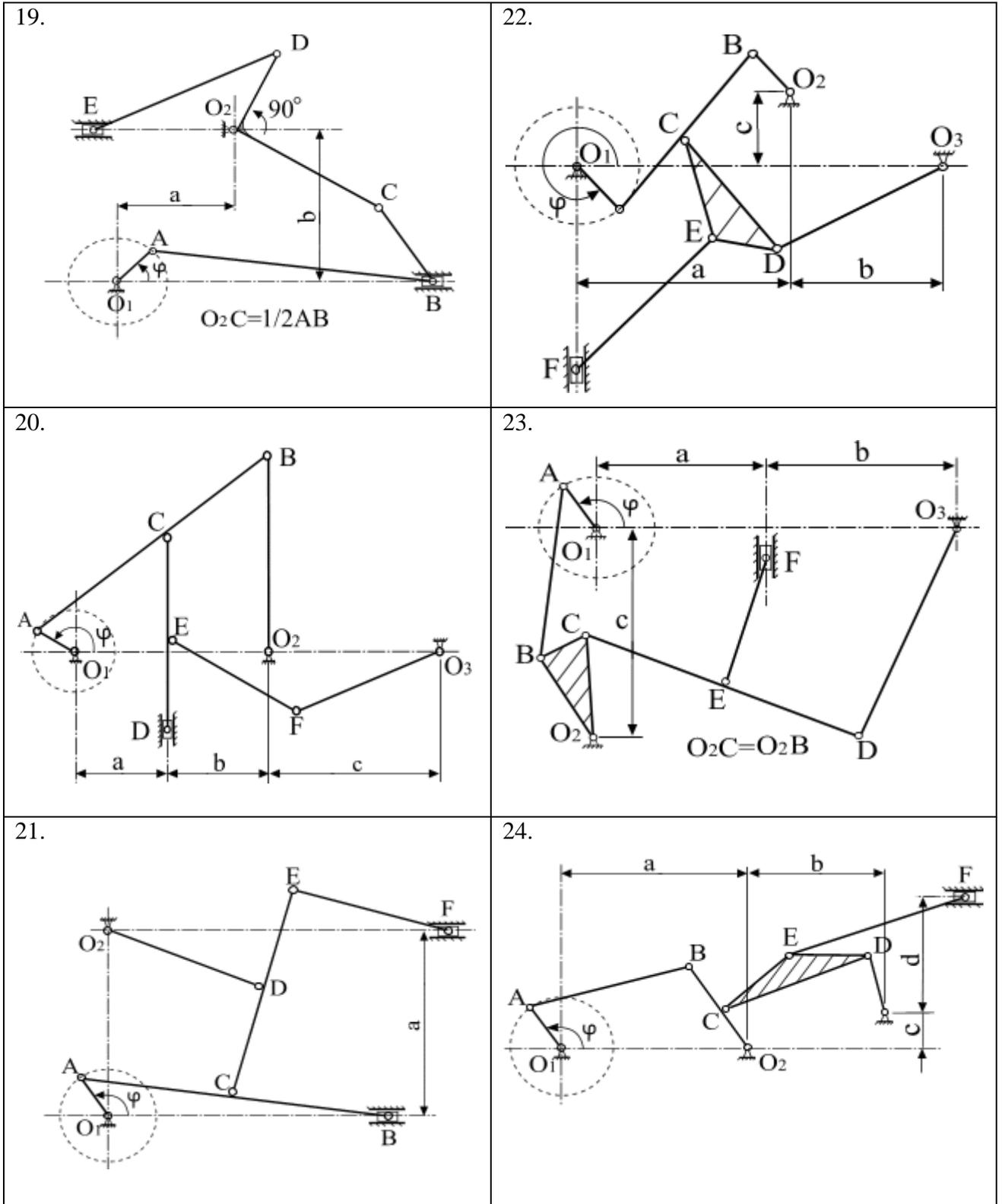
№ варианта	$\Phi_0$	Расстояние, см					Длина звеньев, см										
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	$O_1A$	$O_2B$	$O_2D$	$O_3D$	$O_3F$	<i>AB</i>	<i>BC</i>	<i>CD</i>	<i>CE</i>	<i>DE</i>	<i>EF</i>
1	200	18	23	18	22	23	14	28	-	28	-	21	21	48	38	-	42
2	60	56	10	26	16	25	21	25	-	-	20	54	52	69	35	-	32
3	90	15	25	54	35	-	15	28	-	58	-	42	21	47	26	-	31
4	155	26	15	23	-	-	15	65	-	-	-	51	22	38	-	-	-
5	125	19	19	10	22	-	12	-	19	-	-	55	19	23	-	38	22
6	60	65	49	-	-	-	15	29	-	24	-	50	25	32	23	-	39
7	250	11	42	11	7	24	16	34	-	-	41	25	25	42	21	-	49
8	90	27	18	14	15	30	14	29	-	23	-	55	32	15	-	45	-
9	200	23	19	20	28	21	21	31	-	25	-	65	62	31	-	11	29
10	20	55	21	25	-	-	15	-	24	-	-	70	35	33	-	17	12
11	50	50	30	-	-	-	14	29	-	-	-	45	54	34	-	37	-
12	55	10	86	32	28	-	21	-	-	55	-	60	30	19	60	-	49
13	315	17	54	-	-	-	15	-	40	-	-	50	35	40	22	22	50
14	0	28	40	6	18	15	15	31	-	15	-	50	25	70	35	-	50
15	220	46	31	-	-	-	15	20	-	20	-	45	15	31	17	17	37
16	40	36	22	15	-	-	15	20	40	-	-	45	20	24	-	40	-
17	145	96	-	-	-	-	15	28	-	-	-	84	20	51	-	-	-
18	45	70	9	37	-	-	16	-	39	-	25	78	38	41	19	-	57
19	40	42	39	-	-	-	20	-	20	-	-	71	30	-	-	57	-
20	145	27	24	30	-	-	20	50	-	-	30	8	32	58	29	-	35
21	115	46	-	-	-	-	15	-	45	-	-	78	39	26	52	-	38
22	305	46	23	11	-	-	15	15	-	38	-	44	25	30	22	15	40
23	130	31	30	50	-	-	15	30	-	50	-	40	16	6	30	-	30
24	115	36	39	13	31	-	17	23	-	17	-	35	11	45	25	25	44

Таблица 11

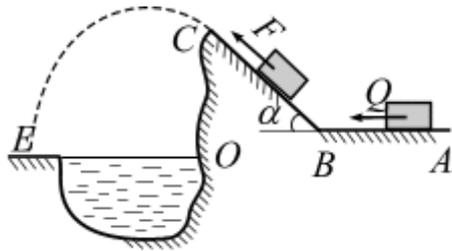








**Раздел 2. Индивидуальное задание**  
**Задача 1. Движение материальной точки**



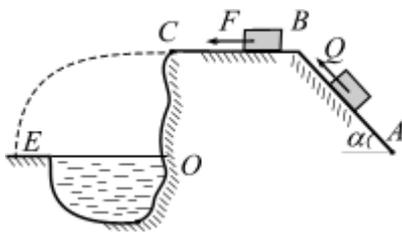
**Вариант 1.** Тело массой  $m = 6 \text{ кг}$ , получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ , движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 35^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 40 \text{ Н}$  и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,2$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,8t$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет  $5 \text{ с}$ .

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 18 \text{ м}$ .

**Требуется,** считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 3,5 \text{ м}$ , вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



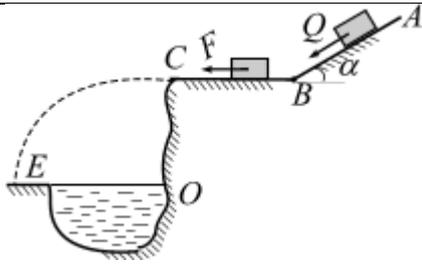
**Вариант 2.** Тело массой  $m = 4 \text{ кг}$ , получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 5 \text{ м/с}$ , движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 28^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 29 \text{ Н}$  и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,2$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 2t$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет  $4 \text{ сек}$ .

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 10 \text{ м}$ .

**Требуется,** считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 4,5 \text{ м}$ , вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.

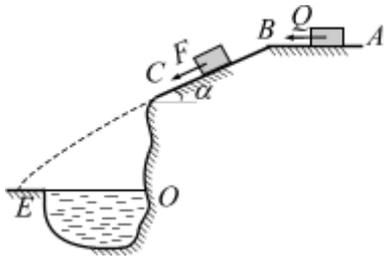


**Вариант 3.** Тело массой  $m = 6$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 5$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 25^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 22$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,8$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь. 2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,9t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 6 с.

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 15$  м.

**Требуется**, считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 16,5$  м, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



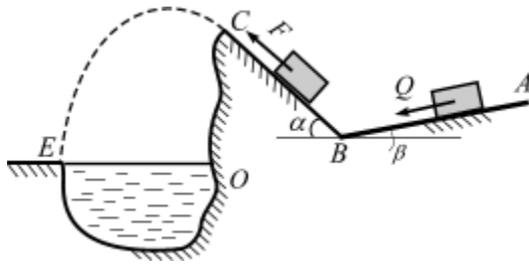
**Вариант 4.** Тело массой  $m = 6$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 6$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 22^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 21$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,25$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,8t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 8 с.

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 15$  м.

**Требуется**, считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 1,5$  м, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



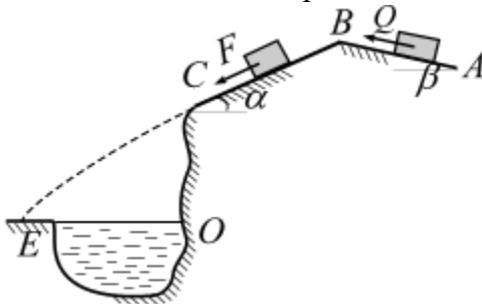
**Вариант 5.** Тело массой  $m = 6 \text{ кг}$ , получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ , движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\beta = 20^\circ$ ;  $\alpha = 30^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 27 \text{ Н}$  и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,3$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,9t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет  $9 \text{ с}$ .

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 25 \text{ м}$ .

**Требуется,** считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 15 \text{ м}$ , вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



**Вариант 6.** Тело массой  $m = 6 \text{ кг}$ , получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 5 \text{ м/с}$ , движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\beta = 18^\circ$ ;  $\alpha = 25^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

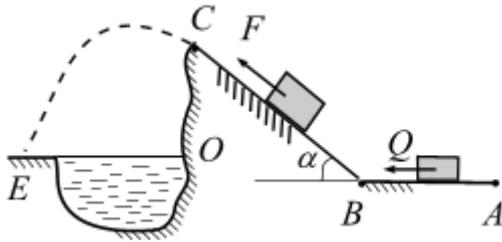
1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 23 \text{ Н}$  и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,35$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на наклонный участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,75t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет  $9 \text{ с}$ .

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 15 \text{ м}$ .

**Требуется,** считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 18 \text{ м}$ , вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ ,

время полета.



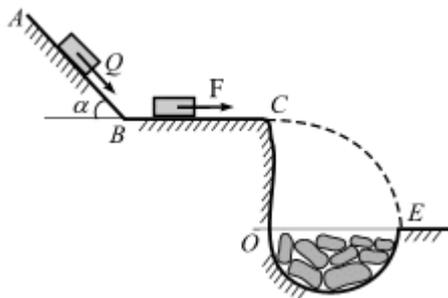
**Вариант 7.** Тело массой  $m = 6$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 4$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 30^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 24$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,45$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,7t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 3 с.

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 15$  м.

**Требуется,** считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 1,5$  м, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C (V_C)$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



**Вариант 8.** Груз массой  $m = 8$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 3$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ , расположенной в вертикальной плоскости. В точке  $C$  груз покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на край оврага. Угол  $\alpha = 28^\circ$ . Движение груза разбито на три участка.

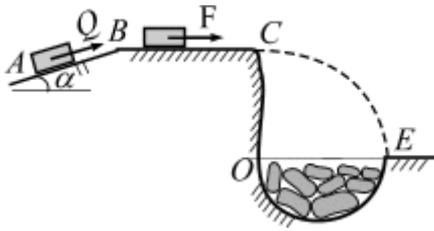
1. На участке  $AB$  на груз, кроме силы тяжести, действуют постоянная сила  $Q = 16$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V$ ,  $\mu = 0,5$ . Трением груза о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  груз, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,15$ ) и переменная сила  $F = 0,4t^3$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 8 с.

3. Движение груза на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 25$  м.

**Требуется,** считая груз материальной точкой и зная время движения по участку  $AB \tau = 3$  с, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость

движения груза в точке  $B - V_B$ ; скорость движения груза в точке  $C (V_C)$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



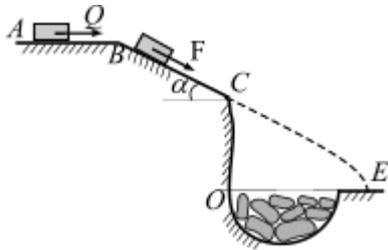
**Вариант 9.** Груз массой  $m = 8$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 3$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ , расположенной в вертикальной плоскости. В точке  $C$  груз покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на край оврага. Угол  $\alpha = 18^\circ$ . Движение груза разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на груз, кроме силы тяжести, действуют постоянная сила  $Q = 18$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V$ ,  $\mu = 0,5$ . Трением груза о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  груз, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,5$ ) и переменная сила  $F = 0,4t^3$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 8 с.

3. Движение груза на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 12$  м.

**Требуется**, считая груз материальной точкой и зная время движения по участку  $AB$   $\tau = 3$  с, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения груза в точке  $B - V_B$ ; скорость движения груза в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



**Вариант 10.** Груз массой  $m = 8$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 4$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ , расположенной в вертикальной плоскости. В точке  $C$  груз покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на край оврага. Угол  $\alpha = 32^\circ$ . Движение груза разбито на три участка.

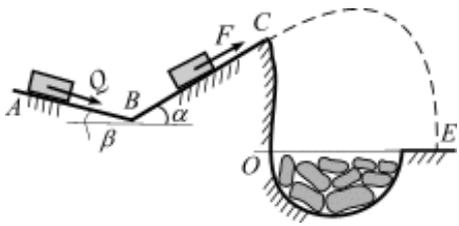
1. На участке  $AB$  на груз, кроме силы тяжести, действуют постоянная сила  $Q = 26$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V$ ,  $\mu = 0,5$ . Трением груза о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  груз, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,15$ ) и переменная сила  $F = 0,4t^3$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 3 с.

3. Движение груза на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 15$  м.

**Требуется**, считая груз материальной точкой и зная время движения по участку  $AB$   $\tau = 3$  с, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения груза в точке  $B - V_B$ ; скорость движения груза в точке  $C - V_C$ ; дальность

полета  $OE$ , время полета.



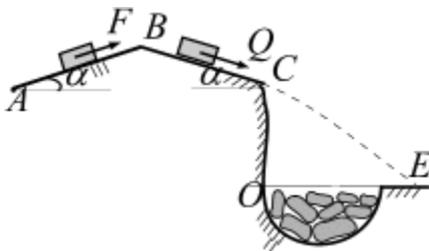
**Вариант 11.** Груз массой  $m = 8$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 6$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ , расположенной в вертикальной плоскости. В точке  $C$  груз покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на край оврага. Угол  $\alpha = 25^\circ$ ;  $\beta = 15^\circ$ . Движение груза разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на груз, кроме силы тяжести, действуют постоянная сила  $Q = 24$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V$ ,  $\mu = 0,5$ . Трением груза о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  груз, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,6$ ) и переменная сила  $F = 0,6t^3$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 10 сек.

3. Движение груза на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 10$  м.

**Требуется**, считая груз материальной точкой и зная время движения по участку  $AB$   $\tau = 3$  с, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения груза в точке  $B$  –  $V_B$ ; скорость движения груза в точке  $C$  –  $V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



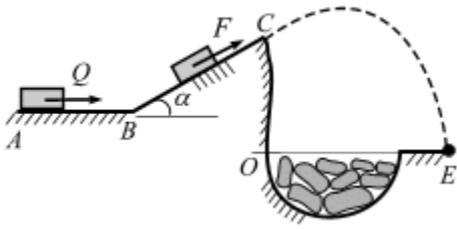
**Вариант 12.** Груз массой  $m = 8$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 8$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ , расположенной в вертикальной плоскости. В точке  $C$  груз покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на край оврага. Угол  $\alpha = 23^\circ$ . Движение груза разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на груз, кроме силы тяжести, действуют постоянная сила  $Q = 26$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V$ ,  $\mu = 0,5$ . Трением груза о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  груз, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,1$ ) и переменная сила  $F = 0,7t^3$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 5 сек.

3. Движение груза на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 12$  м.

**Требуется**, считая груз материальной точкой и зная время движения по участку  $AB$   $\tau = 3$  с, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения груза в точке  $B$  –  $V_B$ ; скорость движения груза в точке  $C$  –  $V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



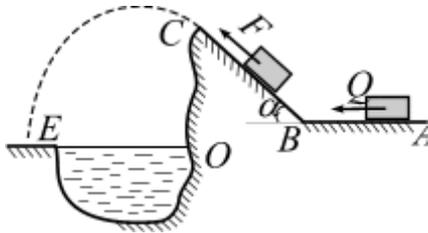
**Вариант 13.** Груз массой  $m = 8$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 3$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ , расположенной в вертикальной плоскости. В точке  $C$  груз покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на край оврага. Угол  $\alpha = 26^\circ$ . Движение груза разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на груз, кроме силы тяжести, действуют постоянная сила  $Q = 15$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V$ ,  $\mu = 0,5$ . Трением груза о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  груз, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,1$ ) и переменная сила  $F = 0,3t^3$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 4 с.

3. Движение груза на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 15$  м.

**Требуется**, считая груз материальной точкой и зная время движения по участку  $AB$   $\tau = 3$  с, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения груза в точке  $B$  –  $V_B$ ; скорость движения груза в точке  $C$  –  $V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



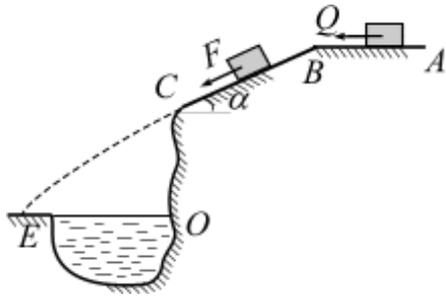
**Вариант 14.** Груз массой  $m = 8$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 3$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ , расположенной в вертикальной плоскости. В точке  $C$  груз покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на край оврага. Движение груза разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на груз, кроме силы тяжести, действуют постоянная сила  $Q = 23$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V$ ,  $\mu = 0,5$ . Трением груза о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  груз, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,25$ ) и переменная сила  $F = 0,1t^3$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 5 с.

3. Движение груза на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 14$  м.

**Требуется**, считая груз материальной точкой и зная время движения по участку  $AB$  ( $\tau = 3$  с), вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения груза в точке  $B$  –  $V_B$ ; скорость движения груза в точке  $C$  –  $V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



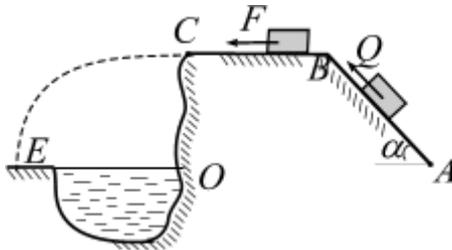
**Вариант 15.** Тело массой  $m = 6 \text{ кг}$ , получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 10 \text{ м/с}$ , движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 25^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 19 \text{ Н}$  и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,4$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,6t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет  $6 \text{ с}$ .

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 18 \text{ м}$ .

**Требуется**, считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 3,5 \text{ м}$ , вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



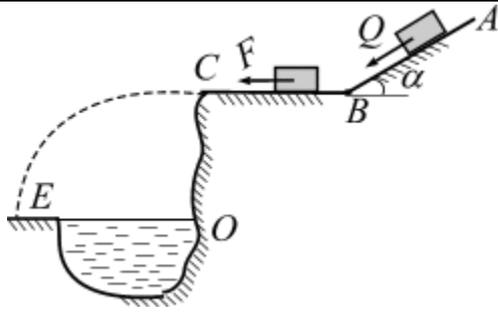
**Вариант 16.** Тело массой  $m = 4 \text{ кг}$ , получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 10 \text{ м/с}$ , движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 18^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 21 \text{ Н}$  и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,3$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,6t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет  $5 \text{ с}$ .

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 15 \text{ м}$ .

**Требуется**, считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 4,5 \text{ м}$ , вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



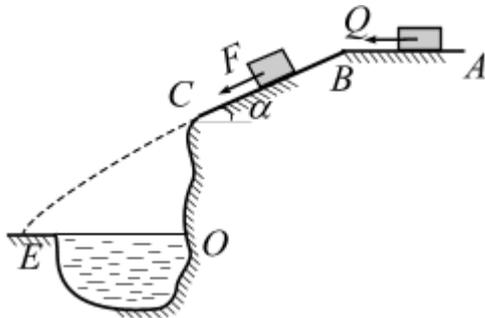
**Вариант 17.** Тело массой  $m = 6$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 5$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 25^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 23$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,8$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,4t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 6 с.

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 25$  м.

**Требуется,** считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 6,5$  м, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



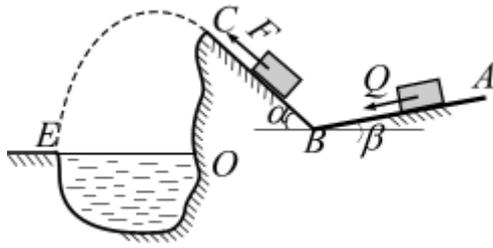
**Вариант 18.** Тело массой  $m = 6$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 10$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 22^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 24$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,4$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,2t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 6 с.

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 17$  м.

**Требуется,** считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 1,5$  м, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



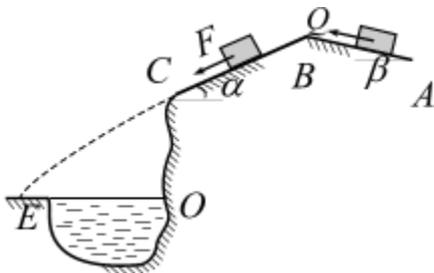
**Вариант 19.** Тело массой  $m = 6$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 5$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\beta = 20^\circ$ ;  $\alpha = 30^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 26$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,3$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,5t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 4 с.

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 15$  м.

**Требуется**, считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 1,5$  м, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



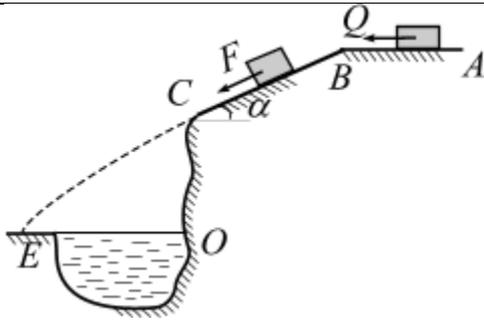
**Вариант 20.** Тело массой  $m = 6$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 6$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\beta = 18^\circ$ ;  $\alpha = 25^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 25$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,35$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на наклонный участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,2t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 7 с.

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 16$  м.

**Требуется**, считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 1,5$  м, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



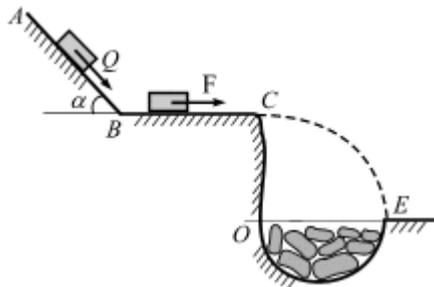
**Вариант 21.** Тело массой  $m = 6$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 9$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 30^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 23$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,45$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,5t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 6 с.

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 20$  м.

**Требуется**, считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = L = 1,5$  м, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



**Вариант 22.** Груз массой  $m = 8$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 3$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ , расположенной в вертикальной плоскости. В точке  $C$  груз покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на край оврага. Угол  $\alpha = 28^\circ$ . Движение груза разбито на три участка.

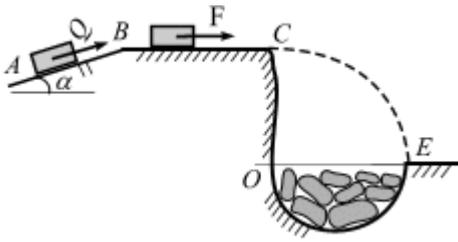
1. На участке  $AB$  на груз, кроме силы тяжести, действуют постоянная сила  $Q = 16$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V$ ,  $\mu = 0,5$ . Трением груза о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  груз, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,15$ ) и переменная сила  $F = 0,1t^3$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 5 с.

3. Движение груза на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 15$  м.

**Требуется**, считая груз материальной точкой и зная время движения по участку  $AB$   $\tau = 3$  с, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения груза в точке  $B - V_B$ ; скорость движения груза в точке  $C - V_C$ ; дальность

полета  $OE$ , время полета.



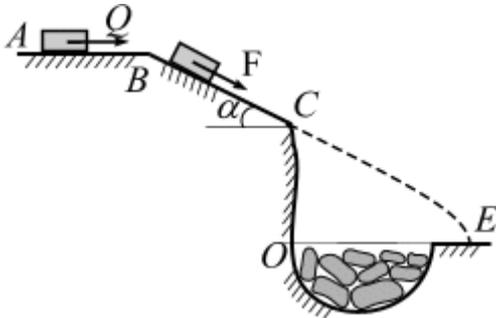
**Вариант 23.** Груз массой  $m = 8$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 3$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ , расположенной в вертикальной плоскости. В точке  $C$  груз покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на край оврага. Угол  $\alpha = 18^\circ$ . Движение груза разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на груз, кроме силы тяжести, действуют постоянная сила  $Q = 21$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V$ ,  $\mu = 0,5$ . Трением груза о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  груз, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,5$ ) и переменная сила  $F = 0,4t^3$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 4 с.

3. Движение груза на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 25$  м.

**Требуется**, считая груз материальной точкой и зная время движения по участку  $AB$   $\tau = 3$  с, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения груза в точке  $B - V_B$ ; скорость движения груза в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



**Вариант 24.** Груз массой  $m = 8$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 3$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ , расположенной в вертикальной плоскости. В точке  $C$  груз покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на край оврага. Угол  $\alpha = 32^\circ$ . Движение груза разбито на три участка.

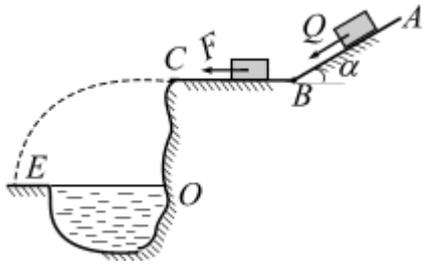
1. На участке  $AB$  на груз, кроме силы тяжести, действуют постоянная сила  $Q = 16$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V$ ,  $\mu = 0,5$ . Трением груза о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  груз, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,15$ ) и переменная сила  $F = 0,6t^3$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 7 с.

3. Движение груза на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 19$  м.

**Требуется**, считая груз материальной точкой и зная время движения по участку  $AB$   $\tau = 3$  с, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения груза в точке  $B - V_B$ ; скорость движения груза в точке  $C - V_C$ ; дальность

полета  $OE$ , время полета.

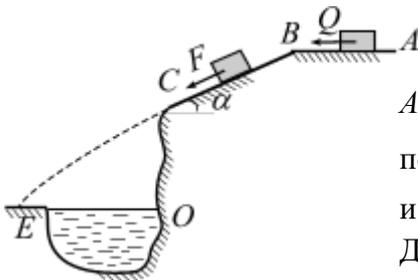


**Вариант 25.** Тело массой  $m = 9$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 2$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 15^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 22$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,68$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь. 2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,9t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 6 с.

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 15$  м.

**Требуется,** считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 16,5$  м, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



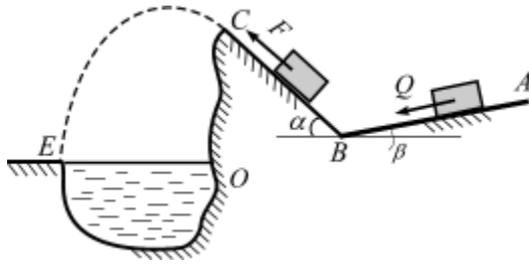
**Вариант 26.** Тело массой  $m = 6$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 6$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\alpha = 22^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 21$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,25$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,8t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 8 с.

3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 15$  м.

**Требуется,** считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 1,5$  м, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.



**Вариант 27.** Тело массой  $m = 6$  кг, получив в точке  $A$  начальную скорость  $V_0 = 4$  м/с, движется по поверхности  $ABC$ . В точке  $C$  тело покидает поверхность, и в точке  $E$  падает на берег рва. Угол  $\beta = 20^\circ$ ;  $\alpha = 30^\circ$ . Движение тела разбито на три участка.

1. На участке  $AB$  на тело, кроме силы тяжести, действуют движущая сила  $Q = 17$  Н и сила сопротивления среды  $R = \mu V^2$ ,  $\mu = 0,3$ . Трением тела о поверхность на участке  $AB$  пренебречь.

2. В точке  $B$  тело, не изменяя величины скорости, переходит на участок  $BC$ , где на него действуют сила трения (коэффициент трения скольжения груза о поверхность  $f = 0,2$ ) и переменная сила  $F = 0,9t^2$ . Время движения груза по участку  $BC$  составляет 9 с.

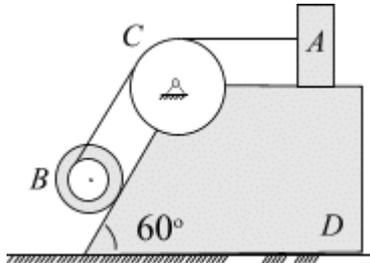
3. Движение тело на участке  $CE$  происходит под действием силы тяжести; сопротивлением воздуха пренебречь. Высота  $CO = 25$  м.

**Требуется**, считая тело материальной точкой и зная расстояние  $AB = 15$  м, вычислить: единицы измерения коэффициента  $\mu$  в выражении  $R$ ; скорость движения тело в точке  $B - V_B$ ; скорость движения тело в точке  $C - V_C$ ; дальность полета  $OE$ , время полета.

## Задача 2. Теорема о сохранении центра масс

**Условия задач.** Механизм, состоящий из груза  $A$ , блока  $B$  ( $R > r$ ) и цилиндра  $C$ , установлен на призме  $D$ , находящейся на гладкой горизонтальной плоскости. Груз  $A$  получает перемещение  $S = 1\text{ м}$  относительно призмы вдоль ее поверхности влево (или по вертикали в тех вариантах, где он висит). Куда и на какое расстояние переместится призма?

1

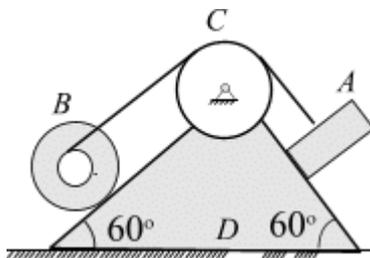


$$m_A = 6\text{ кг}; m_B = 3\text{ кг};$$

$$m_C = 11\text{ кг}; m_D = 40\text{ кг};$$

$$R_B = 16\text{ см}; r_B = 8\text{ см}; r_C = 20\text{ см}.$$

2

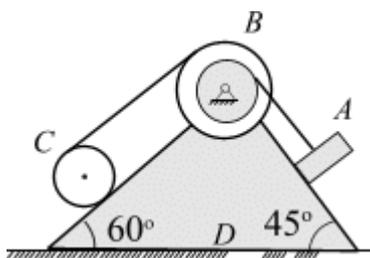


$$m_A = 9\text{ кг}; m_B = 6\text{ кг};$$

$$m_C = 14\text{ кг}; m_D = 51\text{ кг};$$

$$R = 24\text{ см}; R_B = 22\text{ см}; r_B = 11\text{ см}.$$

3

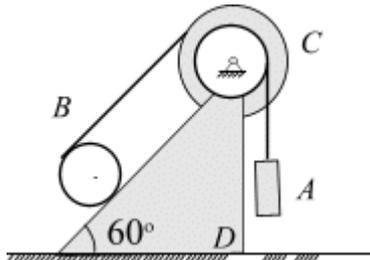


$$m_A = 6\text{ кг}; m_B = 3\text{ кг};$$

$$m_C = 16\text{ кг}; m_D = 65\text{ кг};$$

$$R_C = 20\text{ см}; R_B = 24\text{ см}; r_B = 12\text{ см}.$$

4

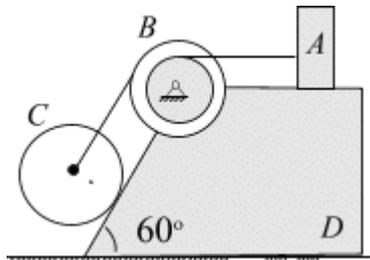


$$m_A = 9\text{ кг}; m_B = 6\text{ кг};$$

$$m_C = 19\text{ кг}; m_D = 76\text{ кг};$$

$$r = 40\text{ см}; R_C = 60\text{ см}; r_C = 30\text{ см}.$$

5

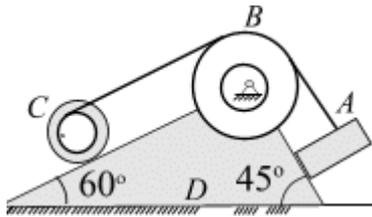


$$m_A = 6\text{ кг}; m_B = 3\text{ кг};$$

$$m_C = 21\text{ кг}; m_D = 90\text{ кг};$$

$$R_B = 28\text{ см}; r_B = 14\text{ см}; r_C = 12\text{ см}.$$

6



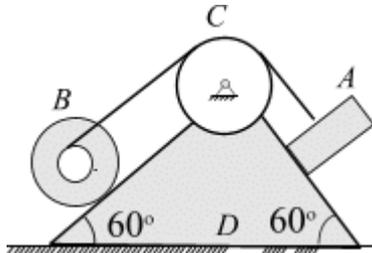
70

$$m_A = 9\kappa\zeta; m_B = 6\kappa\zeta;$$

$$m_c = 24\kappa\zeta; m_D = 51\kappa\zeta;$$

$$R = 22 \text{ см}; R_c = 24 \text{ см}; r_c = 12 \text{ см}.$$

7

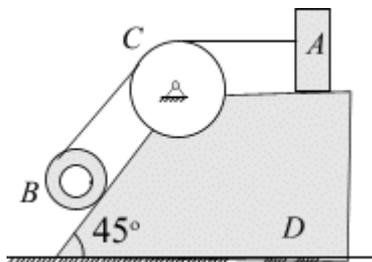


$$m_A = 6\kappa\zeta; m_B = 3\kappa\zeta;$$

$$m_c = 11\kappa\zeta; m_D = 50\kappa\zeta;$$

$$R_B = 32 \text{ см}; r_B = 16 \text{ см}; r_c = 26 \text{ см}.$$

8

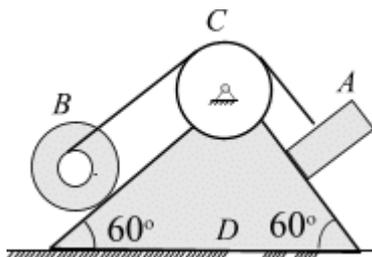


$$m_A = 12\kappa\zeta; m_B = 6\kappa\zeta;$$

$$m_c = 27\kappa\zeta; m_D = 65\kappa\zeta;$$

$$R_B = 30 \text{ см}; r_B = 15 \text{ см}; r_c = 40 \text{ см}.$$

9

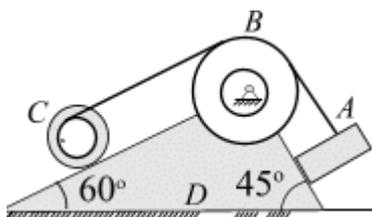


$$m_A = 9\kappa\zeta; m_B = 3\kappa\zeta;$$

$$m_c = 14\kappa\zeta; m_D = 64\kappa\zeta;$$

$$R_B = 16 \text{ см}; r_B = 8 \text{ см}; r_c = 18 \text{ см}.$$

10

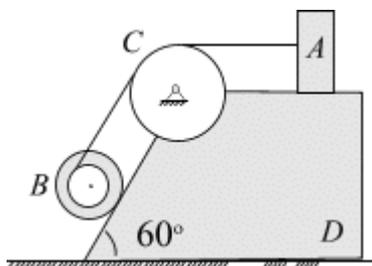


$$m_A = 12\kappa\zeta; m_B = 6\kappa\zeta;$$

$$m_c = 22\kappa\zeta; m_D = 80\kappa\zeta;$$

$$R_B = 36 \text{ см}; r_B = 18 \text{ см}; r_c = 20 \text{ см}.$$

11

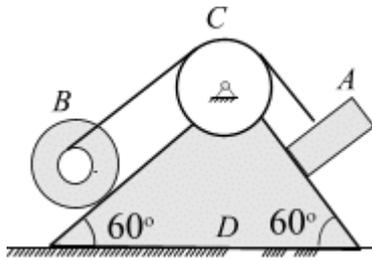


$$m_A = 6\kappa\zeta; m_B = 10\kappa\zeta;$$

$$m_c = 11\kappa\zeta; m_D = 30\kappa\zeta;$$

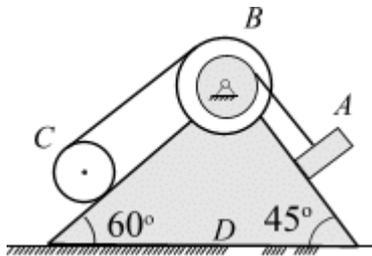
$$R_B = 26 \text{ см}; r_B = 13 \text{ см}; r_c = 28 \text{ см}.$$

12



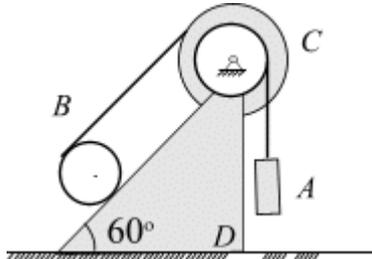
$m_A = 9\text{кг}; m_B = 16\text{кг};$   
 $m_c = 14\text{кг}; m_D = 41\text{кг};$   
 $R_B = 24\text{см}; r_B = 12\text{см}; r_c = 26\text{см}.$

13



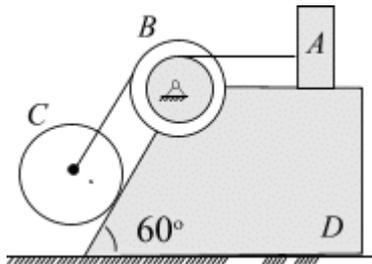
$m_A = 6\text{кг}; m_B = 8\text{кг};$   
 $m_c = 16\text{кг}; m_D = 45\text{кг};$   
 $R = 48\text{см}; r = 24\text{см}; r_c = 28\text{см}.$

14



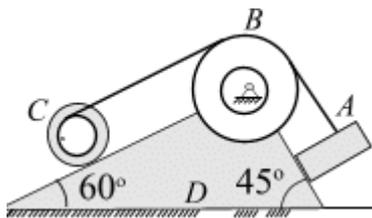
$m_A = 9\text{кг}; m_B = 16\text{кг};$   
 $m_c = 19\text{кг}; m_D = 76\text{кг};$   
 $R = 60\text{см}; r = 30\text{см}; r_c = 40\text{см}.$

15



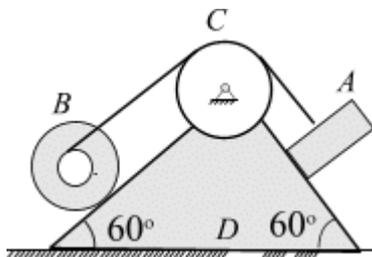
$m_A = 6\text{кг}; m_B = 10\text{кг};$   
 $m_c = 21\text{кг}; m_D = 80\text{кг};$   
 $R = 28\text{см}; r = 16\text{см}; r_c = 20\text{см}.$

16



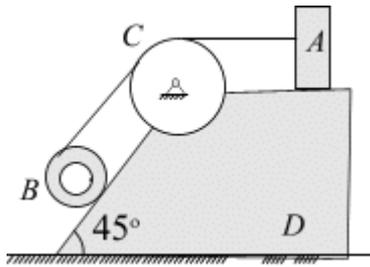
$m_A = 9\text{кг}; m_B = 6\text{кг};$   
 $m_c = 24\text{кг}; m_D = 51\text{кг};$   
 $R = 22\text{см}; R_c = 24\text{см}; r_c = 18\text{см}.$

17



$m_A = 6\text{кг}; m_B = 12\text{кг};$   
 $m_c = 15\text{кг}; m_D = 50\text{кг};$   
 $R_B = 32\text{см}; r_B = 16\text{см}; r_c = 26\text{см}.$

18

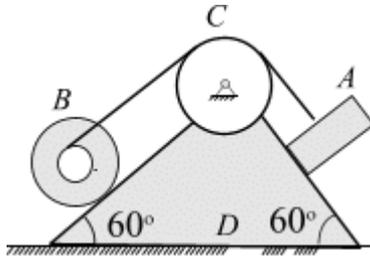


$$m_A = 12 \text{ кг}; m_B = 16 \text{ кг};$$

$$m_C = 27 \text{ кг}; m_D = 45 \text{ кг};$$

$$R_B = 40 \text{ см}; r_B = 20 \text{ см}; r_C = 30 \text{ см}.$$

19

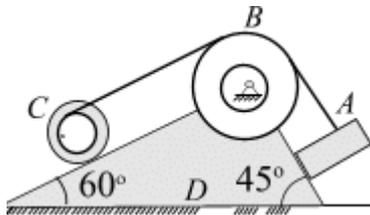


$$m_A = 9 \text{ кг}; m_B = 3 \text{ кг};$$

$$m_C = 14 \text{ кг}; m_D = 64 \text{ кг};$$

$$R_B = 16 \text{ см}; r_B = 8 \text{ см}; r_C = 18 \text{ см}.$$

20

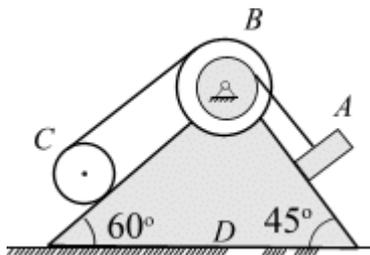


$$m_A = 12 \text{ кг}; m_B = 16 \text{ кг};$$

$$m_C = 22 \text{ кг}; m_D = 60 \text{ кг};$$

$$R_B = 38 \text{ см}; R_C = 36 \text{ см}; r_C = 18 \text{ см}.$$

21

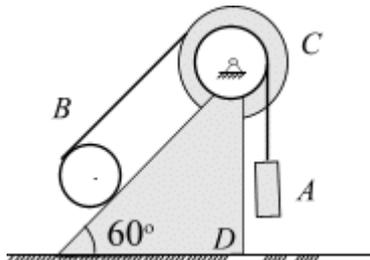


$$m_A = 6 \text{ кг}; m_B = 8 \text{ кг};$$

$$m_C = 16 \text{ кг}; m_D = 45 \text{ кг};$$

$$R = 48 \text{ см}; r = 24 \text{ см}; r_C = 28 \text{ см}.$$

22

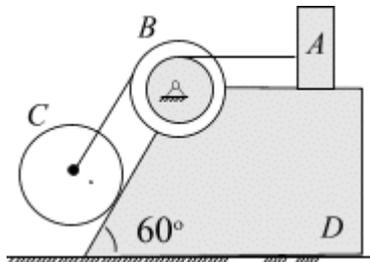


$$m_A = 9 \text{ кг}; m_B = 16 \text{ кг};$$

$$m_C = 19 \text{ кг}; m_D = 76 \text{ кг};$$

$$R = 60 \text{ см}; r = 30 \text{ см}; r_C = 40 \text{ см}.$$

23

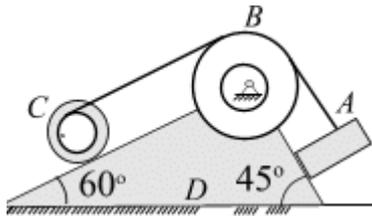


$$m_A = 6 \text{ кг}; m_B = 10 \text{ кг};$$

$$m_C = 21 \text{ кг}; m_D = 80 \text{ кг};$$

$$R = 28 \text{ см}; r = 16 \text{ см}; r_C = 20 \text{ см}.$$

24

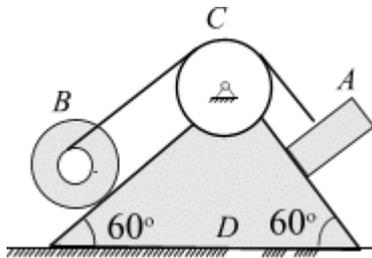


$$m_A = 9\text{кг}; m_B = 6\text{кг};$$

$$m_C = 24\text{кг}; m_D = 51\text{кг};$$

$$R = 22\text{см}; R_C = 24\text{см}; r_C = 18\text{см}.$$

25

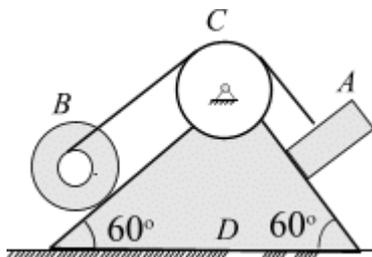


$$m_A = 6\text{кг}; m_B = 12\text{кг};$$

$$m_C = 15\text{кг}; m_D = 50\text{кг};$$

$$R_B = 32\text{см}; r_B = 16\text{см}; r_C = 26\text{см}.$$

26

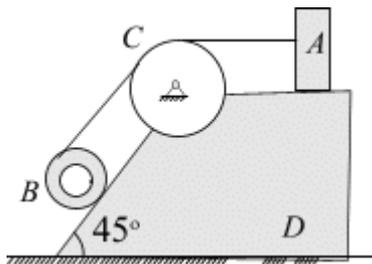


$$m_A = 6\text{кг}; m_B = 12\text{кг};$$

$$m_C = 15\text{кг}; m_D = 50\text{кг};$$

$$R_B = 32\text{см}; r_B = 16\text{см}; r_C = 26\text{см}.$$

26



$$m_A = 12\text{кг}; m_B = 16\text{кг};$$

$$m_C = 27\text{кг}; m_D = 45\text{кг};$$

$$R_B = 40\text{см}; r_B = 20\text{см}; r_C = 30\text{см}.$$

### Задача 3. Динамика механической системы

Механическая система состоит из трех тел: груза -1, блока- 2, блока-3. В начальный момент времени заданная механическая система находится в покое. Приводит в движение систему внешняя сила  $\overline{F}$  и вращающий момент  $M_{\dot{\alpha}}$ .

Численные данные к задаче записаны в табл. 20 . Номер расчетной схемы выбирает преподаватель из табл. 21.

- 1) Принимаются следующие допущения:
- 2) гибкие связи – нерастяжимые, невесомые и не проскальзывающие по блокам; участки гибких связей параллельны друг другу и соответствующим плоскостям;
- 3) трение в шарнирах отсутствует;
- 4) в системе действуют силы трения скольжения (коэффициент трения скольжения  $f = 0.3$ ) и момент пары сопротивления качению с коэффициентом трения качения  $f_k = 0,4 \text{ см}$ ;

5) соотношение больших и малых радиусов ступенчатых блоков для всех вариантов одинаковы:

$$6) \quad R_i = 2r_i;$$

$$7) i_i = 0,67R_i - \text{радиус инерции ступенчатого блока};$$

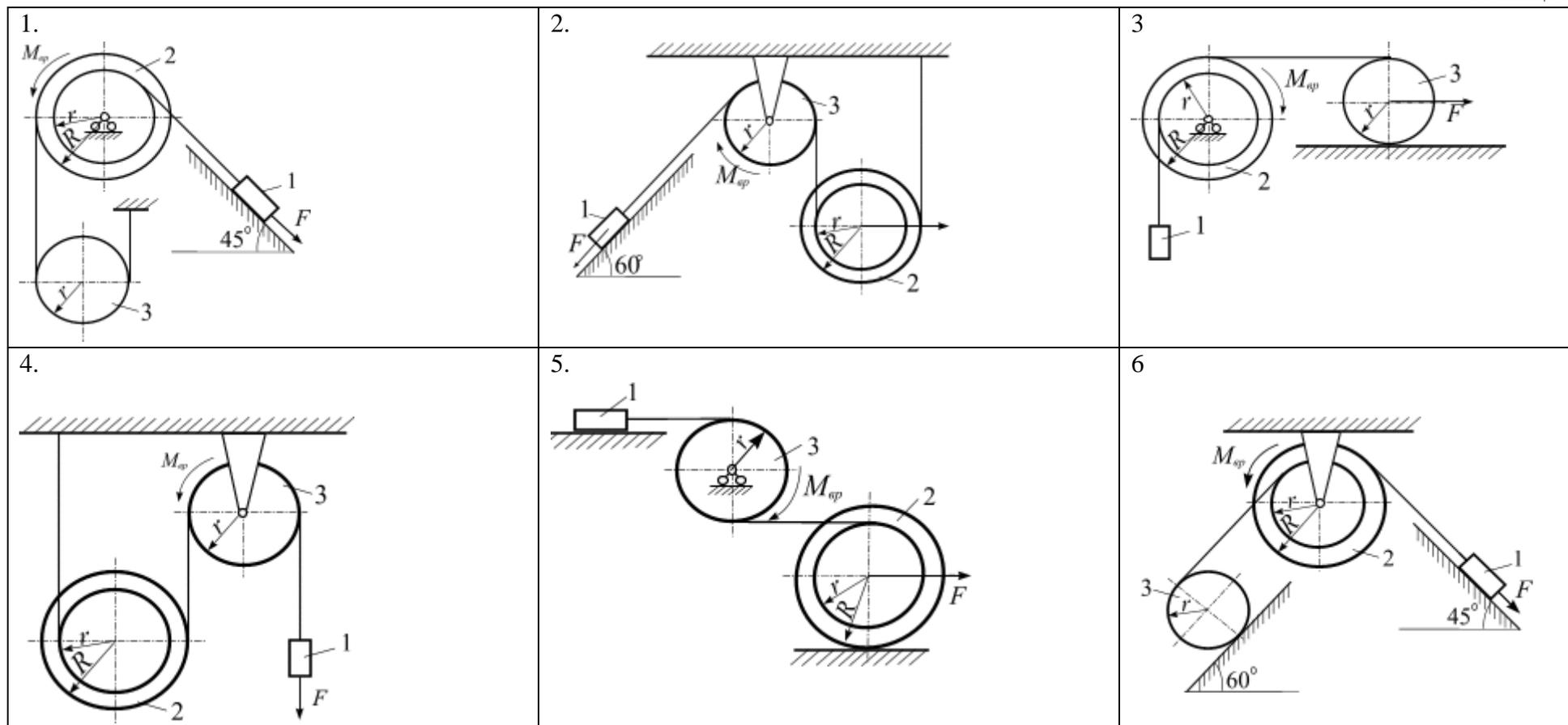
Требуется:

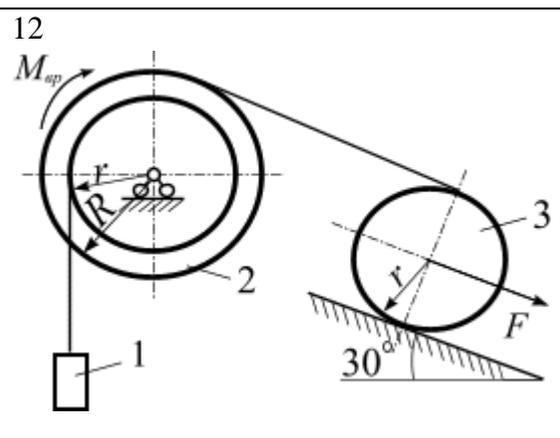
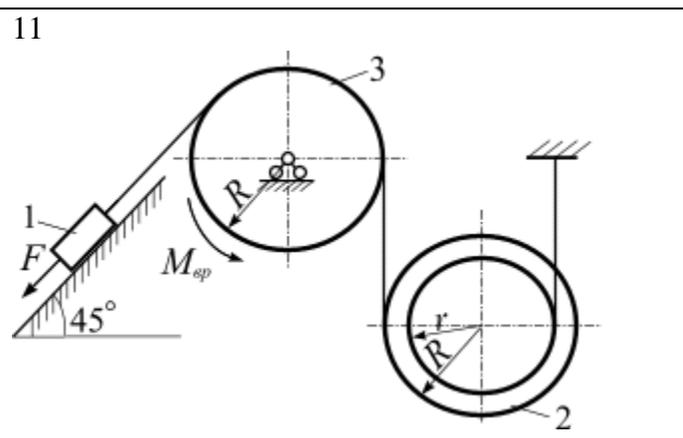
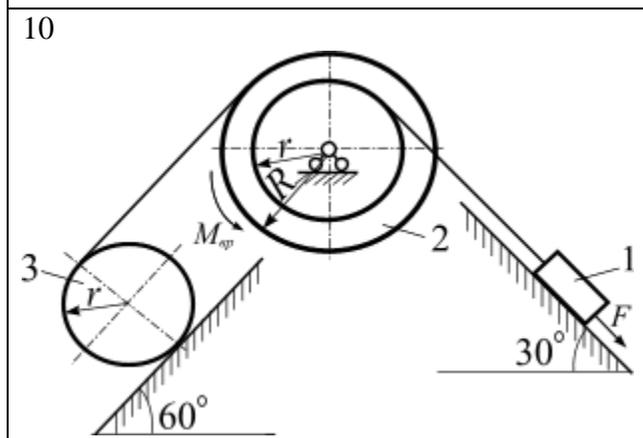
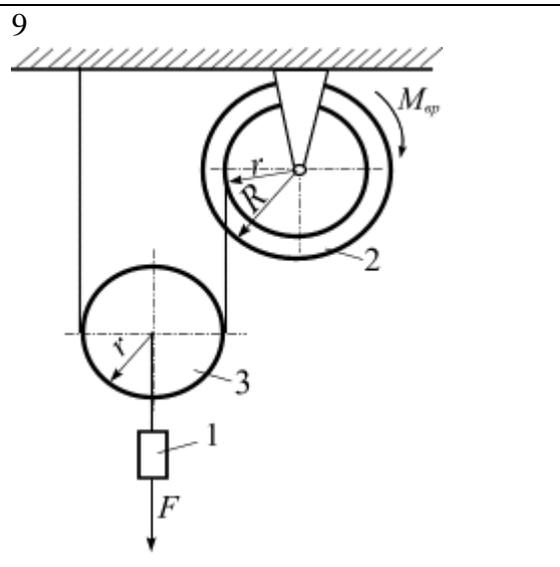
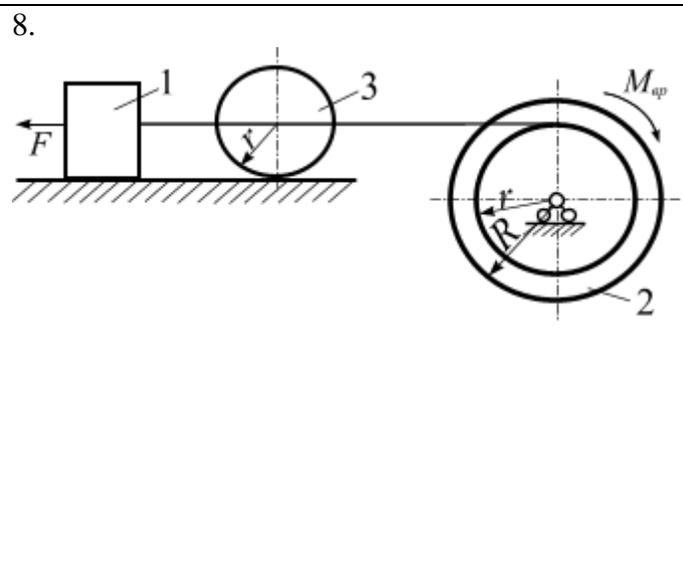
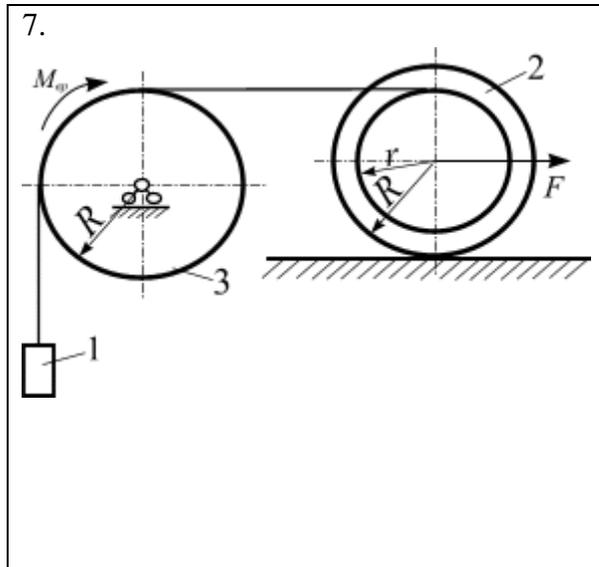
- 1) исследовать возможные направления движения груза 1;
- 2) используя теорему об изменении кинетической энергии механической системы, вычислить ускорение первого тела и угловые ускорения блоков 2 и 3;
- 3) \* используя принцип Даламбера, вычислить натяжение нити между катком «2» и телом «1».

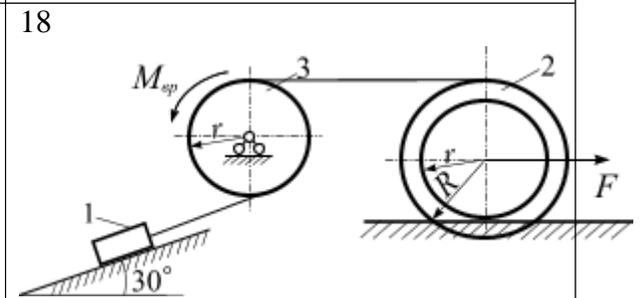
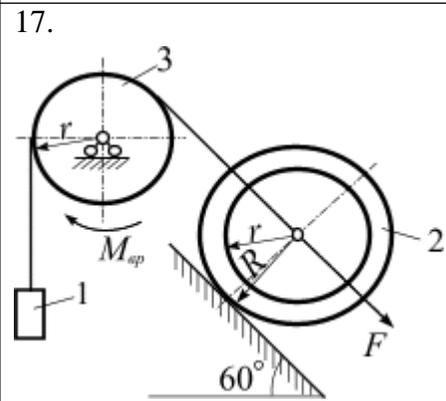
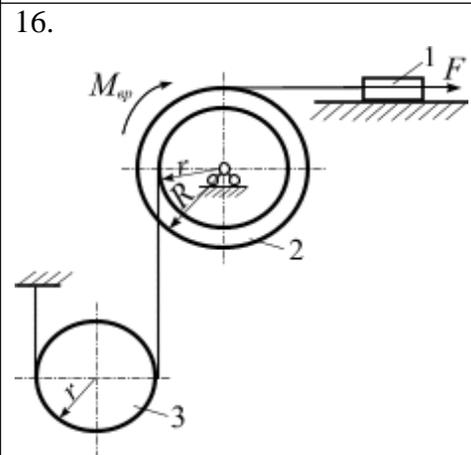
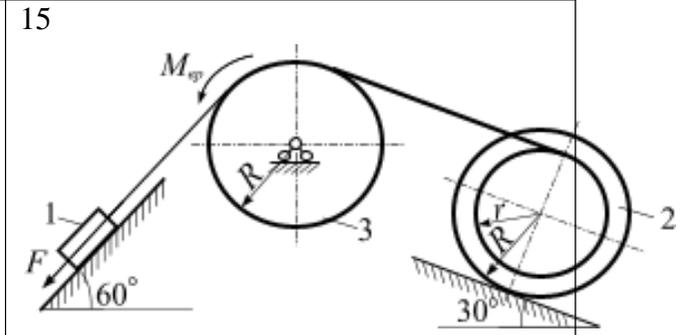
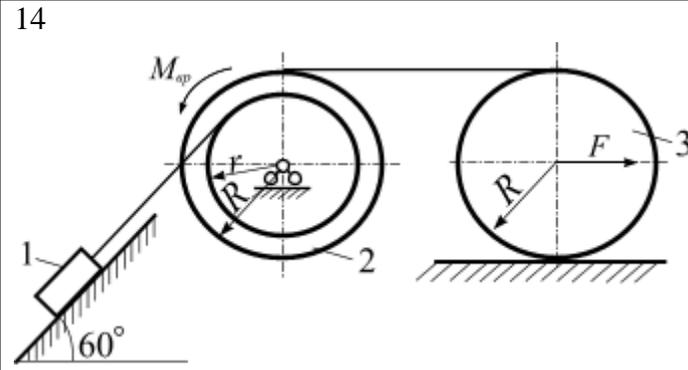
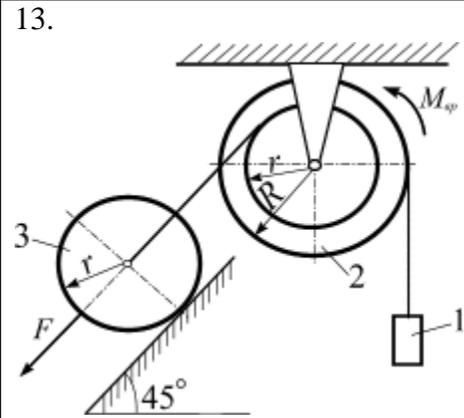
Таблица 20

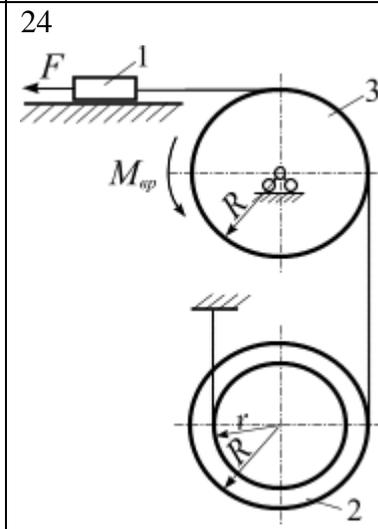
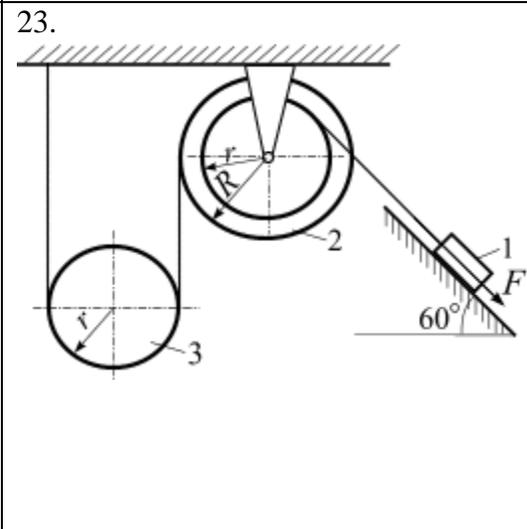
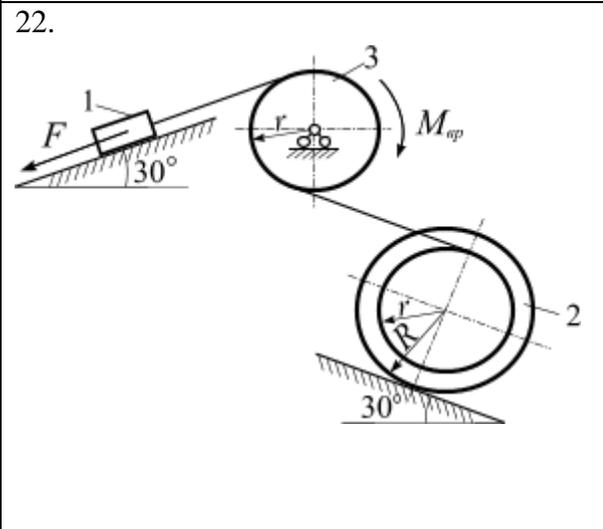
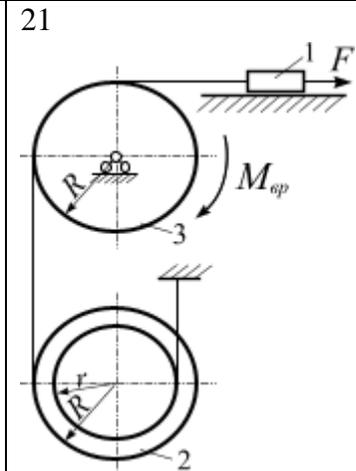
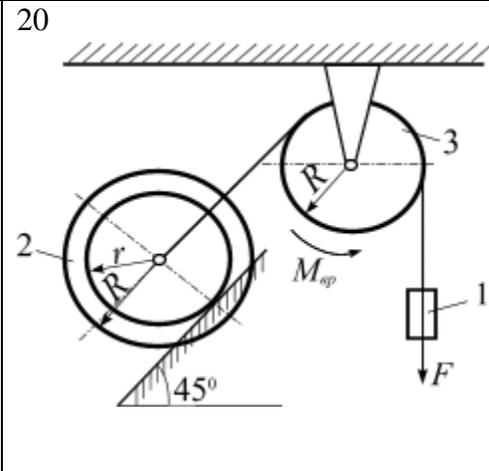
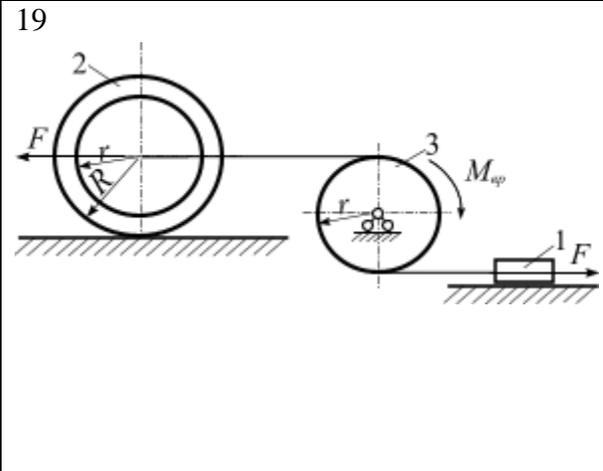
<b>Номер вариан та</b>	$m_1, \text{к2}$	$m_2, \text{к2}$	$m_3$	$M_{\hat{a}\delta}$ $H \cdot M$	$F,$ $H$	<b>Номер варианта</b>	$m_1, \text{к2}$	$m_2, \text{к2}$	$m_3$	$M_{\hat{a}\delta}$ $H \cdot M$	$F,$ $H$
<b>1</b>	40	30	30	200	240	<b>15</b>	22	28	30	150	180
<b>2</b>	50	40	40	250	200	<b>16</b>	20	30	30	220	250
<b>3</b>	40	20	20	150	220	<b>17</b>	40	30	40	150	240
<b>4</b>	30	20	16	200	200	<b>18</b>	50	40	20	180	200
<b>5</b>	20	40	22	150	150	<b>19</b>	40	20	18	150	220
<b>6</b>	20	30	24	100	220	<b>20</b>	20	30	16	140	150
<b>7</b>	30	20	40	200	220	<b>21</b>	30	20	22	120	200
<b>8</b>	40	30	50	100	200	<b>22</b>	20	40	24	115	200
<b>9</b>	30	40	40	250	240	<b>23</b>	20	30	28	110	220
<b>10</b>	30	20	20	150	240	<b>24</b>	30	20	20	220	220
<b>11</b>	25	18	30	90	100	<b>25</b>	40	30	21	210	200
<b>12</b>	28	16	20	68	250	<b>26</b>	30	40	22	225	240

Таблица 21

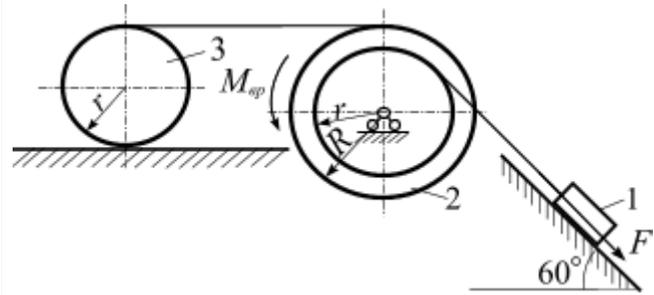




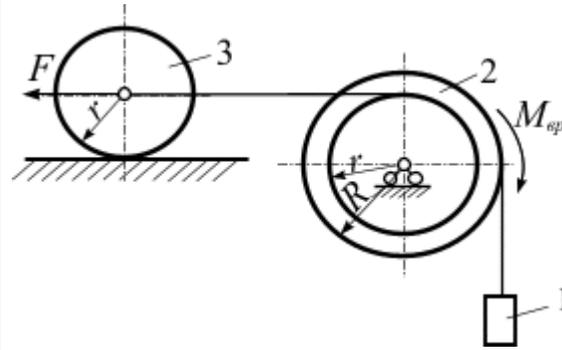




25.



26.



27

