

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

---

Образовательно-научный Институт транспортных систем (ИТС)  
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор института  
\_\_\_\_\_ Тумасов А.В.  
Подпись ФИО  
«18» сентября 2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.13 Теоретическая механика**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника  
объектов морской инфраструктуры

(код и направление подготовки, специальности)

Направленность: Кораблестроение

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра КиАТ  
аббревиатура кафедры

Кафедра-разработчик ТиПМ  
аббревиатура кафедры

Объем дисциплины 288/8  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен  
экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик (и): Баевский А.А., ст. преподаватель  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2024 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки: 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры», утвержденного приказом Минобрнауки России от «14» августа 2020 г. № 1021, на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол № 15 от 14.05.2024 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «ТиПМ» протокол №5 от 09.09. 2024 г.  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент, Хазова В.И. \_\_\_\_\_

подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИТС, протокол №4 от 10.09. 2024 г.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 26.03.02-с-16  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_

*(подпись)*

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО.....	6
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	20
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	29
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	30
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	30
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	31
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	32
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	34

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1. Целью освоения дисциплины является изучение основных разделов теоретической механики, связанных с формированием инженерного понимания движения материальных тел как с позиций действия сил на эти тела, так и с позиций изучения характера возникающего движения.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение методов статики, кинематики и динамики, позволяющих выполнять разработку конструктивных схем объектов нефтегазовой отрасли с требуемыми эксплуатационными характеристиками.

- изучение методов статики, позволяющих выполнять статические расчеты стационарных объектов нефтегазовой отрасли в соответствии с проектными характеристиками;

- изучение методов кинематики и динамики, позволяющих выполнять проектные расчеты подвижных частей и элементов нефтегазового оборудования.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина Б1.Б.13 «Теоретическая механика» включена в перечень дисциплин базовой части, определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Б.1.Б.4 «Математика», Б.1.Б.12 «Физика» программы бакалавриата. Предшествующими курсами<sup>1</sup>, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теоретическая механика» являются Б.1.Б.4 «Математика», Б.1.Б.12 «Физика» программы бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин Б.1.Б.19 «Сопротивление материалов», Б.1.Б.28 «Детали машин», Б.1.Б.24 «Технология конструкционных материалов».

Особенностью дисциплины является универсальный характер, позволяющий применять изученные в дисциплине методы в большинстве задач при проектировании и эксплуатации оборудования нефтегазовой отрасли.

Рабочая программа дисциплины «Теоретическая механика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование общепрофессиональной компетенции ОПК-1 Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания совместно с дисциплинами, указанными в таблице 1

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-4								
Б.1.Б.3 Начертательная геометрия	1							
Б.1.Б.6 Информатика		1						
Б.1.Б.13 Теоретическая механика			1	1				
Б.1.Б.14 Инженерная графика				1	1	1		
Б.1.Б.15 Материаловедение		1						
Б.1.Б.17 Электротехника и электроника				1				
Б.1.Б.24 Технология конструкционных материалов					1			
Б1. Б.26 Сварка судовых конструкций						1		
Б1.Б.28 Детали машин							1	
Б2.У.1 Ознакомительная					1			
Б2.У.2 Ознакомительная (плавательная)					1			
Б.3.Д.1 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								1

Окончательная проверка сформированности компетенции происходит на защите  
ВКР

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО

Таблица 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)			Оценочные материалы (ОМ)	
		текущего контроля	промежуточной аттестации вопросы			
ОПК-4. Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи	ИОПК-4.1. Обладает основами инженерных знаний, основными принципами решения прикладных инженерно-технических, организационно-управленческих задач в профессиональной деятельности	Знать: - основные понятия и определения, аксиомы, теоремы и законы статики, кинематики и динамики	Уметь: - выполнять расчеты состояния равновесия твердых тел и конструкций, кинематических параметров для различных случаев движения твердых тел, динамики материальной точки, абсолютно твердого тела, механической системы	Владеть: - навыками расчета состояния равновесия твердых тел и конструкций, кинематических параметров для различных случаев движения твердых тел, динамики материальной точки, абсолютно твердого тела, механической системы	Вопросы для письменного опроса. Тест № 1-2 Пакет кейсов (1-10)	Вопросы для письменного опроса. Тест № 7 Вопросы для устного собеседования: билеты (20 билетов)
	ИОПК-4.2. Применяет основы инженерных знаний; решает прикладные инженерно-технические, организационно-управленческие задачи в профессиональной деятельности	Знать: - область применения основных понятий, аксиом, теорем и законов статики, кинематики и динамики для основных используемых при их изучении моделей;	Уметь - составлять расчетные схемы и уравнений состояния механических систем;	Владеть: - навыками использования методов теоретической механики при решении практических задач;		
	ИОПК-4.3. Обладает навыками решения инженерных задач, прикладных инженерно-технических, организационно-управленческих задач в профессиональной деятельности		Уметь: - самостоятельно оценивать результаты своей деятельности;	Владеть: - навыками самостоятельной работы в области решения инженерных задач на основе применения аксиом и теорем статики, кинематики и динамики		

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

1.2 Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач.ед. 288 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3

Таблица 3

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего	В т.ч. по семестрам	
		час.	№2
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	<b>288</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>146</b>	<b>73</b>	<b>73</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>136</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа (Л)	68	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	68	34	34
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	2	2
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	6	3	3
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>52</b>	<b>26</b>	<b>26</b>
расчёто-графическая работа (РГР) (подготовка)	34	18	16
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	27	17	10
Подготовка к экзамену (контроль)	90	45	45

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

## Содержание дисциплины

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
<b>2 семестр</b>													
ОПК-4 ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	<b>Раздел 1 Статика</b>				подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция		Тест						
	Лекция № 1 Тема 1.1 Основные понятия статики. Аксиомы статики. Связи. Виды связей. Реакции связей. Принцип освобождения от связей. Тема 1.2 Сходящиеся силы. Условия равновесия системы сходящихся сил в геометрической и аналитической формах. Теорема о равновесии трех непараллельных сил. Практическое занятие №1 Тема 1.1 Связи и реакции связей. Лекция № 2 Тема 1.3. Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси. Зависимость между моментами относительно точки и оси. Тема 1.4. Пара сил. Алгебраический момент пары сил. Вектор-момент пары сил. Теорема о моменте пары сил. Теорема об эквивалентности пар и	5	1	2	1	подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция		Тест					
						Подготовка к практическим занятиям 7.2.1-7.2.2		Рабочая тетрадь Расчетно-графическая работа					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
	<p>следствия из неё. Сложение пар. Практическое занятие №2</p> <p>Тема 1.2 Система сходящихся сил. Приведение к равнодействующей. Условия равновесия.</p> <p>Лекция № 3</p> <p>Тема 1.5. Приведение плоской системы сил к данному центру. Частные случаи приведения плоской системы сил. Условия равновесия произвольной плоской системы сил - три формы. Условия равновесия плоской системы параллельных сил. Теорема о моменте равнодействующей относительно точки.</p> <p>Тема 1.6. Приведение пространственной системы сил к данному центру. Основная теорема статики. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил в геометрической и аналитической формах. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду. Частные случаи приведения. Теорема о моменте равнодействующей относительно оси.</p> <p>Практическое занятие №3</p> <p>Тема 1.4. Момент силы и пары сил. Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси. Момент пары сил.</p> <p>Тема 1.5. Система пар сил. Теоремы о парах сил. Приведение системы пар сил к</p>	4		4	2				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
	<p>простейшему виду. Условия равновесия системы пар.</p> <p>Лекция № 4</p> <p>Тема 1.7. Равновесие с учётом сил трения при скольжении и качении без скольжения. Равновесие составных тел.</p> <p>Тема 1.8. Центр параллельных сил. Определение положения центра тяжести твёрдого тела.</p> <p>Практическое занятие №4</p> <p>Тема 1.6. Приведение системы сил к центру. Параллельный перенос силы. Основная теорема статики. Условия равновесия системы сил в векторной и аналитической форме. Частные случаи приведения системы сил. Теорема Вариньона.</p> <p>Практическое занятие №5</p> <p>Тема 1.7. Плоская система сил. Условия равновесия.</p> <p>Пространственная система сил. Условия равновесия.</p>	4		4	2				
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b>				13				
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>				9				
ОПК-4 ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	<b>Раздел 2 Кинематика</b>				подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция		Тест		
	Лекция № 5 Тема 2.1. Способы задания движения	4			подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2		Тест		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час					
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час							
	<p>точки. Определение скорости точки при разных способах задания движения</p> <p>Тема 2.2. Определение ускорения точки при векторном и координатном способах задания движения. Естественные координатные оси. Кривизна траектории. Радиус кривизны. Определение ускорения точки при естественном способе задания движения.</p> <p>Практическое занятие №6</p> <p>Тема 2.1 Кинематика точки. Способы задания движения. Скорость и ускорение точки при различных способах задания движения.</p> <p>Лекция № 6</p> <p>Тема 2.3 Вращение тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Определение модуля скорости и ускорения точек вращающегося тела.</p> <p>Векторы скорости и ускорения точек вращающегося тела. Частные случаи вращательного движения.</p> <p>Тема 2.4 Сложное движение точки. Методика изучения сложного движения. Теорема о сложении скоростей точки в сложном движении. Теорема о сложении ускорений точки в сложном движении. Кориолисово ускорение.</p> <p>Практическое занятие №7</p> <p>Тема 2.2 Поступательное движение</p>	4	4	1	1	2	2	videolekция  Подготовка к практическим занятиям 7.2.1-7.2.2	Рабочая тетрадь Расчетно-графическая работа	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
	твердого тела. Определение. Перемещения, скорости и ускорения различных точек тела. Лекция № 7 Тема 2.5 Плоскопараллельное движение твёрдого тела. Определение скорости точки при плоскопараллельном движении через полюс. Теорема о проекциях скоростей точек твердого тела. Мгновенный центр скоростей. Определение скорости точки плоской фигуры через мгновенный центр скоростей. Частные случаи определения положения мгновенного центра скоростей. Практическое занятие №8 Тема 2.3. Вращательное движение твердого тела. Определение. Задание движения. Угловая скорость и угловое ускорение. Лекция № 8 Тема 2.6 Определение ускорения точки при плоскопараллельном движении через полюс. Мгновенный центр ускорений. Различные случаи определения положения мгновенного центра ускорений. Определение ускорения точки при плоскопараллельном движении через мгновенный центр ускорений. Тема 2.7 Способы передачи вращательного движения. Ременные,	3	3	1					
		4	3	2					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час					
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час							
	<p>зубчатые и фрикционные передачи. Передаточное отношение.</p> <p>Практическое занятие №9</p> <p>Тема 2.5. Сложное движение точки. Сложное движение и составляющие движений. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса). Ускорение Кориолиса.</p> <p>Лекция № 9</p> <p>Тема 2.8 Сложное движение твёрдого тела. Переносное и относительное движение. Частные случаи. Сложение двух вращательных движений.</p> <p>Практическое занятие №10</p> <p>Тема 2.6.Плоское движение твердого тела. Определение. Задание движения. Теорема о сложении скоростей. Мгновенный центр скоростей. Теорема о сложении ускорений. Мгновенный центр ускорений.</p>	2	5	4						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:</b>			13						
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>			9						
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>26</b>					
<b>3 семестр</b>										
	<b>Раздел 3 Динамика</b>					подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест			
ОПК-4	Лекция № 1	3				подготовка к лекциям	Тест			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	<p>Тема 3.1 Законы динамики. 1-я и 2-я задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Реальная и фиктивная силы инерции. Принцип Даламбера для материальной точки. Решение 1-ой и 2-ой задачи динамики материальной точки.</p> <p>Тема 3.2 Уравнение относительного движения материальной точки. Частные случаи относительного движения. Относительный покой.</p> <p>Лекция № 2</p> <p>Тема 3.3 Классификация сил, действующих на механическую систему. Свойства внутренних сил. Центр масс системы. Определение положения центра масс. Статические моменты инерции. Дифференциальные уравнения движения системы.</p> <p>Тема 3.4 Теорема об изменении количества движения механической системы в интегральной и дифференциальной форме. Закон сохранения количества движения системы. Определение количества движения системы. Теорема о движении центра масс системы. Закон сохранения движения центра масс.</p> <p>Практическое занятие №1</p> <p>Тема 1.1. Динамика материальной точки. Дифференциальные уравнения движения.</p>	4			1	7.1.1-7.1.2 видеолекция  Подготовка к практическим занятиям 7.2.1-7.2.2.	Рабочая тетрадь Расчетно-графическая работа		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
	<p>Первая и вторая задача динамики. Принцип Даламбера. Динамика относительного движения. Лекция № 3</p> <p>Тема 3.5 Момент инерции тела относительно оси. Определение момента инерции некоторых тел. Радиус инерции. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки.</p> <p>Тема 3.6 Кинетический момент системы. Кинетический момент тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Теорема об изменении кинетического момента системы относительно неподвижного центра или оси (теорема моментов). Закон сохранения кинетического момента. Теорема моментов относительно центра масс системы.</p> <p>Практическое занятие №2</p> <p>Тема 1.2. Основные теоремы динамики и законы сохранения для материальной точки и механической системы (об изменении количества движения, о движении центра масс, момента количества движения и кинетической энергии).</p> <p>Лекция № 4</p> <p>Тема 3.7 Кинетическая энергия системы. Теорема Кёнига. Кинетическая энергия</p>	4		6	1				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
	твёрдого тела при поступательном, вращательном и плоском движении. Тема 3.8 Работа силы. Теоремы о работе силы. Работа силы тяжести. Работа силы упругости. Теорема об изменении кинетической энергии точки. Теорема об изменении кинетической энергии системы в интегральной форме. Неизменяемая система. Мощность силы. Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. Практическое занятие №3 Тема 1.3. Динамика твердого тела. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и плоского движения твердого тела. Лекция № 5 Тема 3.9 Работа сил, приложенных к вращающемуся телу. Работа сил трения при качении без скольжения. Работа момента сопротивления качению. Дифференциальное уравнение вращательного движения твёрдого тела. Частные случаи вращательного движения. Дифференциальное уравнение плоского движения твёрдого тела. Тема 3.10. Принцип Даламбера для механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции. Приведение системы сил инерции к	4		6	1				
		4							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)	
		Контактная работа	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<p>простейшему виду. Частные случаи приведения. Центробежные моменты инерции массы тела. Главные оси инерции.</p> <p>Тема 3.11 Определение реакций подшипников при вращении вокруг неподвижной оси. Динамические и статические реакции. Определение динамических реакций. Уравновешивание вращающихся тел. Статическая и динамическая неуравновешенность.</p> <p>Практическое занятие №4</p> <p>Тема 1.4. Принцип Даламбера для механической системы. Статические и динамические реакции. Динамические реакции подшипников вращающегося твердого тела. Уравнения для определения динамических реакций подшипников. Статическая и динамическая неуравновешенность тела. Понятие о балансировке.</p>			6						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:</b>				5					
	<b>расчётно-графическая работа (РГР)</b>				8					
ОПК-4 ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	<b>Раздел 4 Аналитическая механика</b>					подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест			
	Лекция № 5 Тема 4.1 Связи. Классификация связей.	3				подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2	Тест			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час					
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час							
	<p>Виртуальные и действительные перемещения. Идеальные связи. Виртуальная работа. Принцип виртуальных перемещений.</p> <p>Лекция № 6.</p> <p>Тема 4.2 Число степеней свободы системы. Общее уравнение динамики. Обобщённые координаты. Обобщённые силы. Условия равновесия механической системы в обобщённых координатах.</p> <p>Тема 4.3 Уравнение Лагранжа второго рода. Потенциальное силовое поле. Свойства потенциального силового поля. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Консервативные и диссипативные системы. Условия равновесия механической системы в обобщённых координатах для потенциальных сил. Уравнение Лагранжа второго рода для консервативных систем.</p> <p>Практическое занятие №5</p> <p>Тема 2.5.Обобщенные координаты и обобщенные силы.</p> <p>Лекция № 7</p> <p>Тема 4.4 Устойчивость равновесия. Теорема Лагранжа-Дирихле. Малые свободные колебания системы с одной степенью свободы.</p> <p>Тема 4.5 Влияние линейного сопротивления на малые собственные</p>	4		2	1	1	1	1	1	
							Видеолекция  Подготовка к практическим занятиям 7.2.1-7.2.2	Рабочая тетрадь Расчетно-графическая работа		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час					
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час							
	колебания системы с одной степенью свободы. Практическое занятие №6 Тема 2.6. Принцип возможных перемещений. Основная теорема динамики. Лекция № 8 Тема 4.6 Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Явление резонанса. Влияние линейного сопротивления на вынужденные колебания. Практическое занятие №7 Тема 2.7. Уравнения Лагранжа второго рода. Уравнения Лагранжа второго рода для потенциальных сил.	4		3						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:</b> <b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>				5					
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>26</b>					
	<b>ИТОГО ЗА ГОД</b>	<b>68</b>		<b>68</b>	<b>61</b>					

## 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) Примерная тематика РГР:

РГР № 1:

- равновесие плоской системы пространственных сил;
- равновесие плоской составной конструкции;
- равновесие пространственной системы произвольных сил;
- кинематика точки;
- кинематика сложного движения точки;
- кинематика плоского механизма;

РГР №2:

- динамика материальной точки;
- теорема об изменении кинетической энергии механической системы;
- определение динамических реакций опор вращающегося твердого тела;
- общая теорема статики;
- общая теорема динамики;
- уравнения Лагранжа второго рода.

2) Тесты для текущего контроля и промежуточной аттестации знаний обучающихся

#### *Тест первого уровня*

*НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Теоретическая и  
прикладная механика»*

*Курс «Теоретическая механика»  
Раздел «Кинематика».*

*Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_*

*Группа \_\_\_\_\_*

Укажите номер варианта правильного ответа

Вариант 1

1. Расположите в порядке перечисления способов задания движения точки: векторный, координатный, естественный:

- 1)  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$
- 2)  $S = S(t)$
- 3)  $\bar{r} = \bar{r}(t)$

2 . При векторном способе задания движения точки задаётся:

- 1)  $r = r(t)$
- 2)  $\bar{r} = \bar{r}(t)$
- 3)  $S = S(t)$

3. При естественном способе задания движения задаётся:

- 1)  $\bar{r} = \bar{r}(t)$
- 2)  $S = S(t)$
- 3)  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$

4. Скорость точки при векторном способе задания движения равна:

1)  $\bar{V} = \frac{d\bar{r}}{dt}$

2)  $V = \frac{dr}{dt}$

3)  $V = \dot{r}$

5. Скорость точки при векторном способе задания движения направлена:

- 1) по радиус-вектору точки
- 2) по касательной к годографу радиус-вектора точки
- 3) по траектории движения точки

### *Тест второго уровня*

Вариант 1

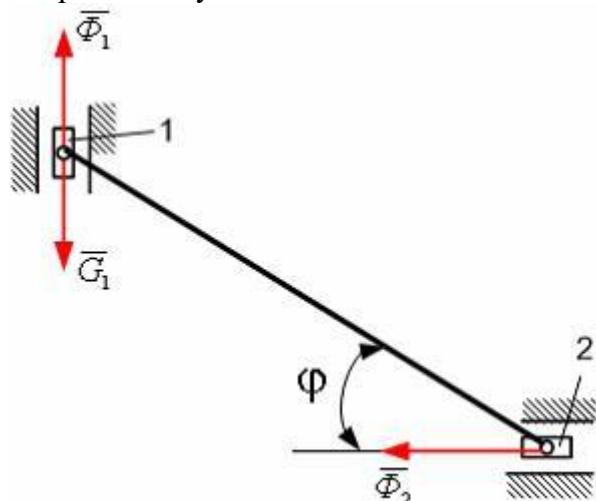
*НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Теоретическая и  
прикладная механика»*

*Курс «Теоретическая механика»  
Раздел «Аналитическая механика»*

*Ф.И.О. студента* \_\_\_\_\_

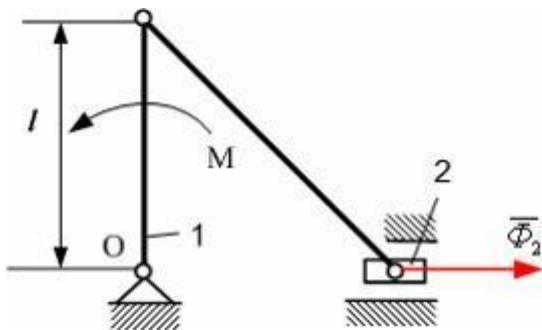
*Группа* \_\_\_\_\_

1. Для механизма, представленного на рисунке, в момент времени, когда угол  $\varphi=60^\circ$ , силы инерции ползунов  $\Phi_1=\Phi_2=2\text{Н}$ .



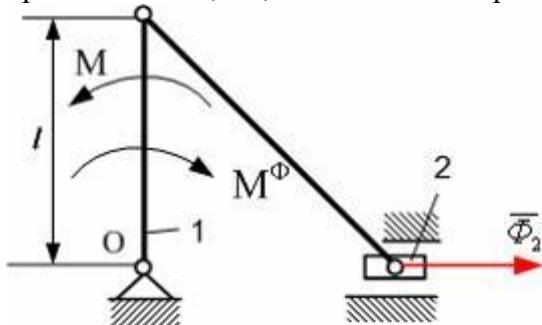
При использовании общего уравнения динамики, сила тяжести  $G_1$  равна...

2. Для механизма, представленного на рисунке, в момент времени, когда кривошип 1 перпендикулярен направляющим ползуна 2, сила инерции ползуна  $\Phi_2=30\text{Н}$ . Длина кривошипа  $l=0,3\text{ м}$ , масса ползуна  $m_2=1\text{ кг}$ , массой кривошипа пренебречь.



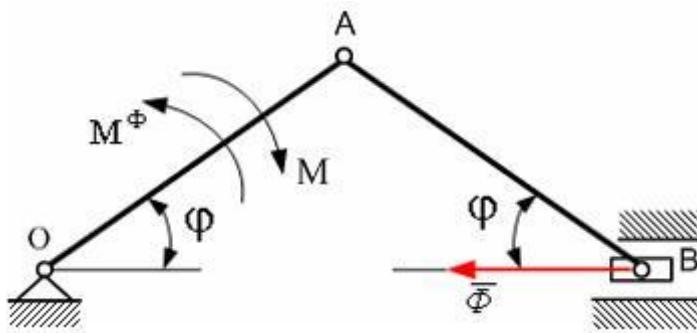
При использовании общего уравнения динамики модуль момента  $M$  пары сил, действующих на кривошип 1, равен...

3. Для механизма, представленного на рисунке, в момент времени, когда кривошип 1 перпендикулярен направляющим ползуна 2, сила инерции ползуна  $\Phi_2=20$  Н. Длина кривошипа  $l=0,5$  м, момент сил инерции кривошипа  $M^\Phi=5$  Нм.



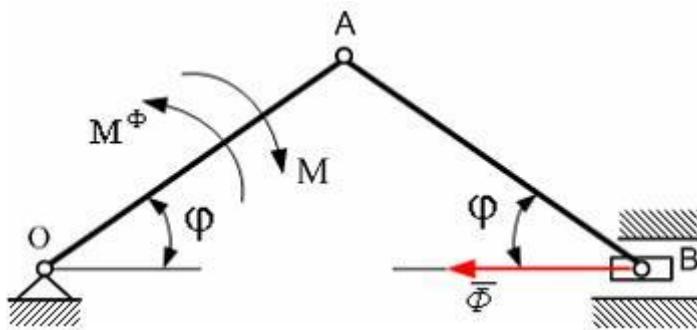
При использовании общего уравнения динамики модуль момента  $M$  пары сил, действующих на кривошип 1, равен...

4. Для механизма, представленного на рисунке, в момент времени, когда угол  $\phi=30^\circ$ , главный момент сил инерции кривошипа  $M^\Phi=10$  Нм, главный вектор сил инерции ползуна  $\Phi=20$  Н. Длины звеньев  $OA=AB=0,4$  м. Механизм расположен в горизонтальной плоскости.



При использовании общего уравнения динамики модуль момента  $M$  пары сил, действующей на кривошип  $OA$ , равен...

5. Для механизма, представленного на рисунке, в момент времени, когда угол  $\phi=45^\circ$ , главный момент сил инерции кривошипа  $M^\Phi=6$  Нм, главный вектор сил инерции ползуна  $\Phi=10\sqrt{2}$  Н. Длины звеньев  $OA=OB=0,2$  м. Механизм расположен в горизонтальной плоскости.



Тогда, используя общее уравнение динамики, модуль момента  $M$  пары сил, действующей на кривошип  $OA$ , равен...

### Тест третьего уровня

Вариант 1

НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Теоретическая и  
прикладная механика»

Курс «Теоретическая механика»  
Раздел «Аналитическая механика»

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Сформулируйте основные признаки гармонических вынужденных колебаний механической системы

Равенство круговых частот возмущающей силы и вынужденных колебаний.

Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от начальных условий.

Возможность возникновения особого случая равенства круговых частот собственных колебаний и возмущающей силы.

Изохронный характер колебательного процесса.

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Теоретическая и прикладная механика».

#### 3) Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)

1. Сила и пара сил.
2. Момент силы относительно точки.
3. Момент силы относительно оси.
4. Векторный момент пары сил.
5. Момент пары сил относительно оси.
6. Приведение силы к центру.
7. Условия равновесия в векторной форме.
8. Условия равновесия в аналитической форме.
9. Распределенные нагрузки.
10. Равновесие тела при действии плоской системы сил.
11. Равновесие тела при действии пространственной системы сил.
12. Равновесие тела при наличии трения.
13. Центр тяжести.
14. Векторный, координатный и естественный способы задания движения точки.

15. Скорость точки при векторном, координатном и естественном способе задания движения.
  16. Ускорение точки при векторном, координатном и естественном способе задания движения.
  17. Поступательное движение твердого тела.
  18. Вращательное движение твердого тела.
  19. Угловая скорость и угловое ускорение.
  20. Определение скорости точки тела при вращательном движении.
  21. Определение ускорения точки тела при вращательном движении.
  22. Определение положения мгновенного центра скоростей.
  23. Мгновенный центр ускорений.
  24. Правило Жуковского, для определения направления ускорения Кориолиса.
  25. Первая и вторая задачи динамики материальной точки.
  26. Внешние и внутренние силы.
  27. Свойства внутренних сил.
  28. Кинетическая энергия.
  29. Кинетическая энергия твердого тела при поступательном, вращательном и плоском движении.
  30. Работа сил, действующих на механическую систему.
  31. Мощность сил, действующих на механическую систему.
  32. Динамические реакции опор вращающегося твердого тела.
  33. Способы вычисления обобщенных сил.
  34. Кинетическая и потенциальная энергия, диссипативная функция для системы с одной степенью свободы.
  35. Собственная частота, период свободных колебаний, логарифмический декремент колебаний.
  36. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики.
- 4) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)
1. Аксиомы статики.
  2. Теорема о трех силах.
  3. Теорема о сумме моментов сил пары.
  4. Теорема об эквивалентности двух пар.
  5. Теорема о сложении двух пар.
  6. Основная теорема статики.
  7. Главный вектор и главный момент системы сил.
  8. Зависимость главного вектора и главного момента системы сил от положения центра приведения.
  9. Статические инварианты и частные случаи приведения.
  10. Теорема Вариньона.
  11. Плоское движение твердого тела.
  12. Способы определения скорости точки тела при плоском движении.
  13. Мгновенный центр скоростей.
  14. Определение ускорения точки твердого тела при плоском движении.
  15. Сложное движение точки.
  16. Относительное, переносное и абсолютное движение.
  17. Теорема о сложении скоростей при сложном движении точки.
  18. Теорема о сложении ускорений при сложном движении точки (Теорема Кориолиса).
  19. Аксиомы динамики.
  20. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.

21. Принцип Даламбера, для материальной точки.
22. Динамика относительного движения материальной точки.
23. Характеристики механической системы.
24. Дифференциальные уравнения движения механической системы.
25. Теорема об изменении количества движения механической системы.
26. Теорема о движении центра масс.
27. Теорема об изменении кинетического момента.
28. Теорема об изменении кинетической энергии системы.
29. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и плоского движения твердого тела.
30. Принцип Даламбера для механической системы.
31. Статические и динамические реакции.
32. Главный вектор сил инерции.
33. Главный момент сил инерции.
34. Главный вектор сил инерции и главный момент сил инерции твердого тела (поступательное, вращательное и плоское движение).
35. Классификация связей.
36. Виртуальные перемещения.
37. Действительные перемещения.
38. Виртуальная работа.
39. Обобщенные координаты.
40. Обобщенные силы.
41. Принцип виртуальных перемещений.
42. Условие равновесия в обобщенных координатах.
43. Общее уравнение динамики.
44. Уравнение Лагранжа второго рода.
45. Колебания механических систем с одной степенью свободы.
46. Дифференциальное уравнение колебаний системы с одной степенью свободы.
47. Свободные колебания механической системы.
48. Вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы при действии гармонической вынуждающей силы.

## 6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

**Таблица 5**

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен</b>
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

### Этап текущей аттестации по дисциплине «Теоретическая механика»

<b>Вид оценивания аудиторных занятий</b>	<b>Технология оценивания</b>	<b>Описание шкалы оценивания на этапе текущего контроля</b>			
		1.Отсутствие усвоения	2.Не полное усвоение	3.Хорошее усвоение	4.Отличное усвоение
Работа на лекциях	Участие в групповых обсуждениях	1	Отсутствие участия	Единичное высказывание	Активное участие в обсуждении
					Высказывание неординарных суждений с обоснованием

						точки зрения
	Выполнение тестов	2	Выполнение менее 40%	Выполнение от 40% до 60%	Выполнение от 60% до 85%	Выполнение более 85%
Работа на практических занятиях	Выполнение общих заданий	3	Задание не выполнено	Задание выполнено, но допущены ошибки	Задание выполнено с незначительными недочетами	Задание выполнено без замечаний
	Решение индивидуальных практических заданий	4	Неправильное решение	Решение с ошибками	Правильное решение без ошибок с отдельными несущественными замечаниями	Правильное развернутое решение без ошибок и замечаний

### Этап промежуточной аттестации по дисциплине «Теоретическая механика»

Наименование этапа оценивания	Технология оценивания	Описание шкалы оценивания на этапе промежуточной аттестации				
		Отсутствие усвоения (ниже порога)	Неполное усвоение (пороговый)	Хорошее усвоение (углубленный)	Отличное усвоение (продвинутый)	Этапы контроля
1	2	3	4	5	6	7
Выполнение расчетно-графической работы	Защита по контрольным вопросам	невыполнение расчетно-графической работы	защита неуверенная	хорошая защита	отличная защита	Защита работы
Усвоение материала дисциплины	Знаниевая компонента	отсутствие усвоения	неполное усвоение	хорошее усвоение	отличное усвоение	Экзамен
	Деятельностная (индивидуальные задачи, задания)	отсутствие решения	решение с ошибками	правильное решение без ошибок с отдельными замечаниями	правильное решение без ошибок	

### Шкала оценивания для экзамена

Оценка	Критерии	
	Знаниевая компонента	Деятельностная компонента
Неудовлетворительно	не знает основные понятия и определения, аксиомы, теоремы и законы статики, кинематики и динамики, область их применения для основных используемых при изучении статики, кинематики и динамики моделей.	Не способен выполнять расчеты состояния равновесия твердых тел и конструкций, кинематических параметров для различных случаев движения твердых тел; расчеты динамики материальной точки, абсолютно твердого тела, механической системы.
Удовлетворительно	частично знает основные понятия и определения, аксиомы, теоремы и законы статики, кинематики и динамики, область их применения для основных используемых при изучении статики, кинематики и динамики моделей.	способен с ошибками выполнять расчеты состояния равновесия твердых тел и конструкций, кинематических параметров для различных случаев движения твердых тел; расчеты динамики материальной точки, абсолютно твердого тела, механической системы.
Хорошо	хорошо знает основные понятия и определения, аксиомы, теоремы и законы статики, кинематики и динамики, область их применения для основных используемых при изучении статики, кинематики и динамики моделей.	способен с незначительными недочетами выполнять расчеты состояния равновесия твердых тел и конструкций, кинематических параметров для различных случаев движения твердых тел; расчеты динамики материальной точки, абсолютно твердого тела, механической системы.
Отлично	отлично знает основные понятия и определения, аксиомы, теоремы и законы статики, кинематики и динамики, область их применения для основных используемых при изучении статики, кинематики и динамики моделей.	отлично выполняет расчеты состояния равновесия твердых тел и конструкций, кинематических параметров для различных случаев движения твердых тел; расчеты динамики материальной точки, абсолютно твердого тела, механической системы.

## Шкала оценивания для расчетно-графических работ

Оценка	Критерии	
	Знаниевая компонента	Деятельностная компонента
Неудовлетворительно	- не знает, как применяются основные понятия и определения, аксиомы, теоремы и законы статики и кинематики, область их применения для основных применяемых при изучении статики и кинематики моделей при выполнении расчетно-графических работ . .	не владеет навыками самостоятельной работы в области выполнения расчетно-графических работ на основе применения аксиом и теорем статики и кинематики.
Удовлетворительно	частично знает, как применяются основные понятия и определения, аксиомы, теоремы и законы статики и кинематики, затрудняется в определении области их применения для основных применяемых при изучении статики и кинематики моделей при выполнении расчетно-графических работ . .	слабо владеет навыками самостоятельной работы в области выполнения расчетно-графических работ на основе применения аксиом и теорем статики и кинематики.
Хорошо	хорошо знает, как применяются основные понятия и определения, аксиомы, теоремы и законы статики и кинематики, знает область их применения для основных применяемых при изучении статики и кинематики моделей при выполнении расчетно-графических работ . .	хорошо владеет навыками самостоятельной работы в области выполнения расчетно-графических работ на основе применения аксиом и теорем статики и кинематики.
Отлично	отлично знает, как применяются основные понятия и определения, аксиомы, теоремы и законы статики и кинематики, знает область их применения для основных применяемых при изучении статики и кинематики моделей при выполнении расчетно-графических работ . .	отлично владеет навыками самостоятельной работы в области выполнения расчетно-графических работ на основе применения аксиом и теорем статики и кинематики.

**Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине «Теоретическая механика» и шкала оценивания**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>			
		<b>Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля</b>
ОПК-4. Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи	ИОПК-4.1. Обладает основами инженерных знаний, основными принципами решения прикладных инженерно-технических, организационно-управленческих задач в профессиональной деятельности	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены правовые нормы принятия управленческого решения, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения при управлении проектом. Умеет использовать правовую документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
	ИОПК-4.2. Применяет основы инженерных знаний; решает прикладные инженерно-технические, организационно-управленческие задачи в профессиональной деятельности				
	ИОПК-4.3. Обладает навыками решения инженерных задач, прикладных инженерно-технических, организационно-управленческих задач в профессиональной деятельности				

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) Категория «Повышенный уровень»	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) Категория «Повышенный уровень»	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) Категория «Пороговый уровень»	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) Категория «Уровень не сформирован»	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.3 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

7.1.1. Панов А.Ю., Шиберт Р.Л. Теоретическая механика в примерах расчетно-графических работ [Электронные текстовые данные] : Учеб.пособие / А.Ю. Панов, Р.Л. Шиберт; НГТУ 2020. – 98 с. им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], Библиогр.:с.89

7.1.2. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики : Учебник / Н.Н. Никитин. - 8-е изд.,стор. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2011. - 720 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

### 7.2. Справочно-библиографическая литература

7.2.1. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике: Учебное .пособие / И. В. Мещерский; Под ред..В. .А. .Пальмова, Д. Р. Меркина. - 51-е изд.,стор. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 448 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

7.2.2. Беляева З. В. и др. Теоретическая механика в примерах и задачах : Учебное пособие. Под ред.Е. А. .Митюшова. - М : Академия, 2012. - 176 с. (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат).

### 7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Методические указания к выполнению расчетно-графических работ по дисциплине «Теоретическая и прикладная механика», Рабочие тетради №1-4 [http://iptm-nntu.ru/for\\_students/](http://iptm-nntu.ru/for_students/)

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
3. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс].

### 8.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения (на 10.11.21)

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

Таблица 9 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП.

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 10 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Компьютерный класс № 4207 учебного корпуса № 4  603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24В	1. Доска меловая – 1 шт. 2. ПК (AMD Ryzen 7 PRO 3700 8-core 3.59 GHz, NVIDIA 1050ti, ОЗУ 16 Gb, HDD 1 Tb, SSD 128 Gb) (6) в составе локальной вычислительной сети с подключением к интернету 3. Рабочее место студента – 6.	1. OC Windows XP(x32), лицензия по подписке MSDN (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18). 2. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Open License Pack NoLevelAcademicEdition, акт предоставления прав №Us000193 от 30.07.2012. 3. Программа: EMS SERVER unc-file01 001279d3442f 69D5 5FE9" Adem 90st_2015_12_04_F123F321F0F. 4. Распространяемое по свободной лицензии: GPSS World Student Version 4.3.5; Python Version 2.7_3.1; My SQL
2	Мультимедийная аудитория № 4204  учебного корпуса № 4 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24В	1. Доска меловая – 1 шт. 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505 – 1 шт. 3. Ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование из ауд. 4209) – 1 шт. 4. Комплект настенных плакатов 5. Рабочее место студента – 18	1. Windows 7 Starter( DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14), Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Office 2007(DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) 3. Dr.Web (C/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024, до 30.05.25) 4. APM WinMashine(Ф3-649/2006) Windows server 2012 (Авторизационный номер лицензиата 91194359zze1411, Номер лицензии 61196358); 5. Распространяемое по свободной лицензии: T-flex docs 12 (Ознакомительная версия); ERP Галактика 7.1; МВТУ 3.7; ТехноПро 9; GPSS; PSS WORLD student version;

			SciLab 4.1.2 ;T-flex 15 Учебная версия
3.	Мультимедийная аудитория № 4204а учебного корпуса № 4 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24Б	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505 - 1 шт. 3. Ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование из ауд. 4209) - 1 шт. 4. Комплект настенных плакатов 5. Рабочее место студента - 18	1. Windows 7 Starter( DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14), Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Office 2007(DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) 3. Dr.Web (C/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024, до 30.05.25); APM WinMashine(ФЗ-649/2006) Windows server 2012 (Авторизационный номер лицензиата 91194359zze1411, Номер лицензии 61196358); 4. Распространяемое по свободной лицензии: T-flex docs 12 (Ознакомительная версия); ERP Галактика 7.1; МВТУ 3.7; ТехноПро 9; GPSS; PSS WORLD student version; SciLab 4.1.2 ;T-flex 15 Учебная версия
4.	Читальный зал НТБ - помещение для самостоятельной работы студентов № 2202 учебного корпуса № 2 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24Б	1. Рабочие места студента, оснащенные переносным оборудованием (ноутбук HP – 21 шт.) 2. ПК на базе Intel (R) CPU 2140, 1.6 ГГц., ОЗУ 2Гб, 160 ГБ HDD, монитор 17" – 1 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.	1. Microsoft Windows 10 Professional (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) 2. ConsultantPlus(договор №0332100025423000038 от 11.01.24) 3. Техэксперт (Гражданско-правовой договор № 0332100025423000036 от 29.12.23) 4. АИБС «МегаПро» версия 3. (Договор № 28-14/19-41 от 23 октября 2019г.) 5. MicrosoftOffice 2007 (Номер лицензии - 44804588) Предустановленная ОС 6. Microsoft Windows - 21 шт. 7. Dr.Web (C/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024, до 30.05.25)

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

-балльно-рейтинговая технология оценивания

*При использовании для освоения дисциплины материалы массовых онлайн-курсов, размещенных на НП Открытое образование, необходимо указать название онлайн-курса, привести ссылку на онлайн-курс.*

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **11.2 Методические указания для занятий лекционного типа<sup>2</sup>**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

---

<sup>2</sup>приведены примеры методических указаний. Составитель программы излагает пункты в своей интерпритации

## **11.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

## **11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## **11.6. Методические указания для выполнения РГР**

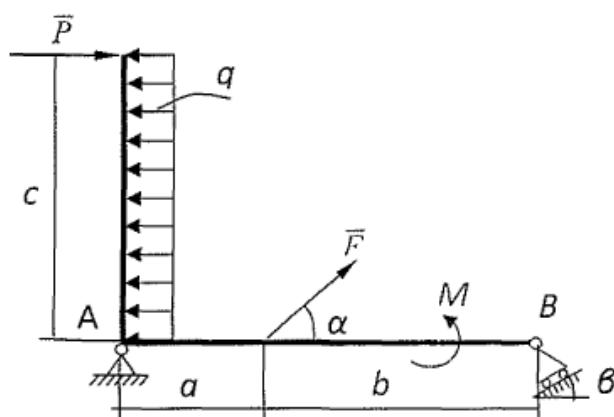
Задания к РГР находятся на электронной почте ИПТМ [iptm@nntu.ru](mailto:iptm@nntu.ru). Варианты заданий выбираются по номеру студенческого билета.

# **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

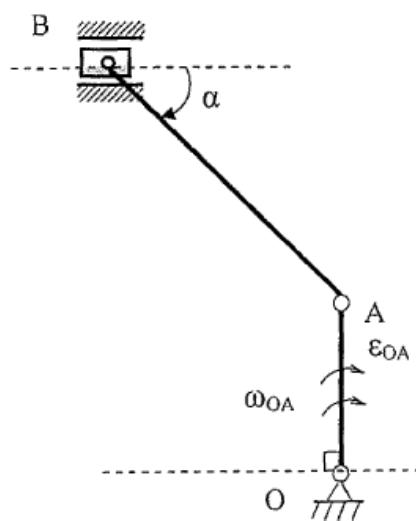
**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Экзаменационный билет № 1

1. Аксиомы статики.
2. Мгновенный центр скоростей. Определение скорости точки плоской фигуры через мгновенный центр скоростей.
3. Найти реакции опор конструкции.  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ ,  $a = 2\text{м}$ ,  $b = 4\text{м}$ ,  $c = 3\text{м}$

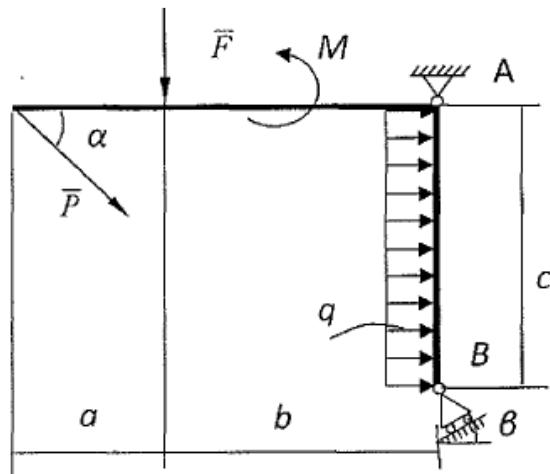


3. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорость и ускорения звена AB.  $OA = 35 \text{ см}$ ,  $AB = 75 \text{ см}$ ,  $\omega_{OA} = 5 \text{ с}^{-1}$ ,  $\epsilon_{OA} = 10 \text{ с}^{-2}$ ,  $\alpha = 30^\circ$

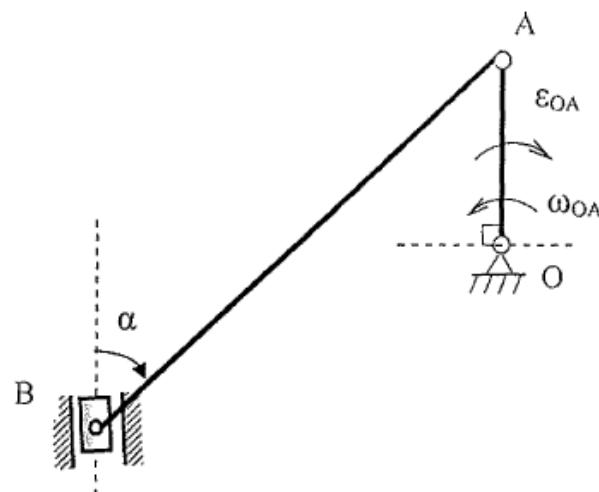


## Экзаменационный билет № 2

1. Момент силы относительно оси.
2. Частные случаи определения положения мгновенного центра скоростей.
3. Найти реакции опор конструкции.  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ ,  $a = 2\text{м}$ ,  $b = 4\text{м}$ ,  $c = 3\text{м}$

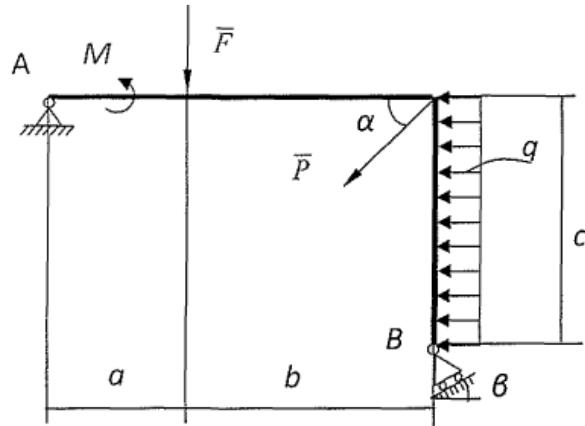


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорости и ускорения звена AB. OA = 35 см, AB = 75 см,  $\omega_{OA} = 5$  с-1,  $\epsilon_{OA} = 10$  с-2,  $\alpha = 30^\circ$

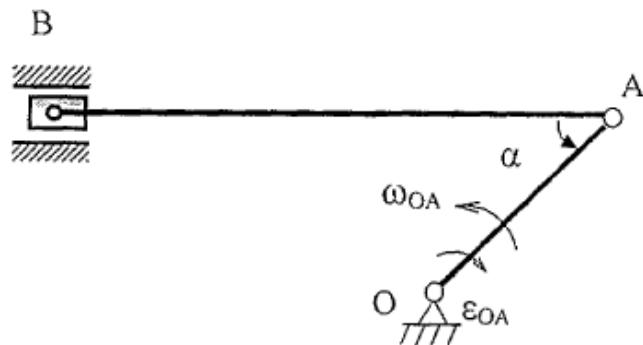


### Экзаменационный билет № 3

1. Условия равновесия произвольной плоской системы сил - три формы. Условия равновесия плоской системы параллельных сил.
2. Теорема о проекциях скоростей точек твердого тела.
3. Найти реакции опор конструкции.  $F = 10$  кН,  $P = 6$  кН,  $M = 4$  кН·м,  $q = 2$  кН/м,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ ,  $a = 2$ м,  $b = 4$ м,  $c = 3$ м

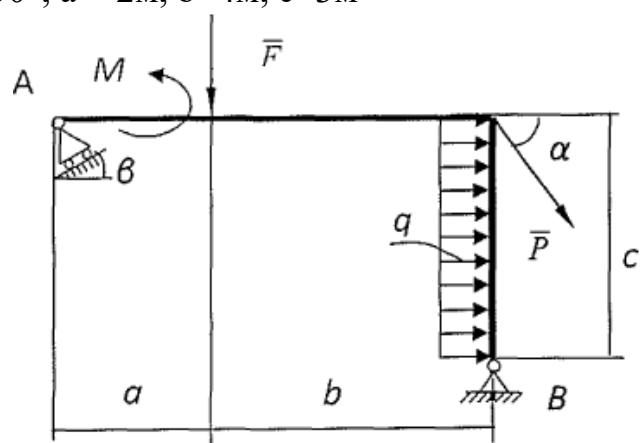


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорость и ускорения звена AB. OA = 25 см, AB = 80 см,  $\omega_{OA} = 1$  с-1,  $\varepsilon_{OA} = 2$  с-2,  $\alpha = 30^\circ$

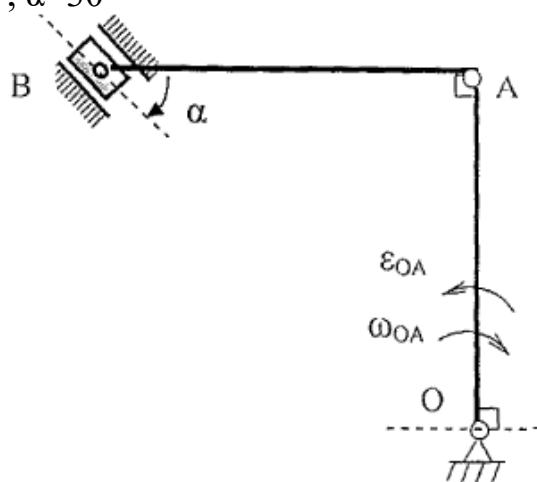


#### Экзаменационный билет № 4

- Сходящиеся силы. Условия равновесия системы сходящихся сил в геометрической и аналитической формах.
- Определение ускорения точки при плоскопараллельном движении.
- Найти реакции опор конструкции.  $F = 10$  кН,  $P = 6$  кН,  $M = 4$  кН·м,  $q = 2$  кН/м,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ ,  $a = 2$  м,  $b = 4$  м,  $c = 3$  м

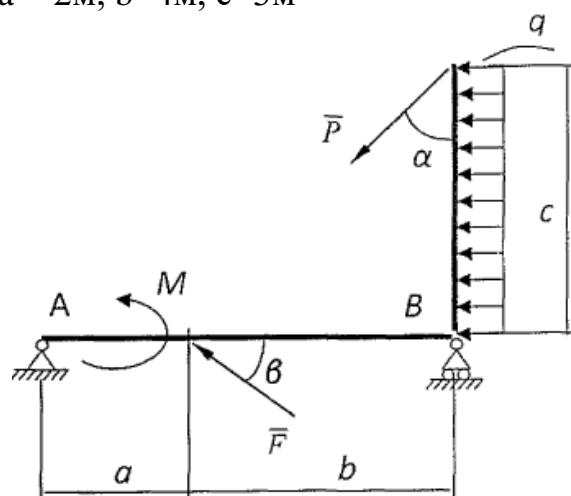


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорость и ускорения звена AB.  $OA = 10 \text{ см}$ ,  $AB = 10 \text{ см}$ ,  $\omega_{OA} = 2 \text{ с}^{-1}$ ,  $\varepsilon_{OA} = 6 \text{ с}^{-2}$ ,  $\alpha = 30^\circ$

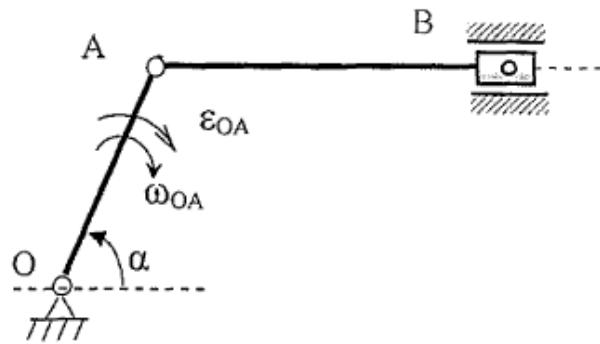


### Экзаменационный билет № 5

- Связи. Виды связей. Реакции связей. Принцип освобождения от связей.
- Мгновенный центр ускорений. Различные случаи определения положения мгновенного центра ускорений.
- Найти реакции опор конструкции.  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q = 2 \text{ кН}/\text{м}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ ,  $a = 2\text{м}$ ,  $b = 4\text{м}$ ,  $c = 3\text{м}$

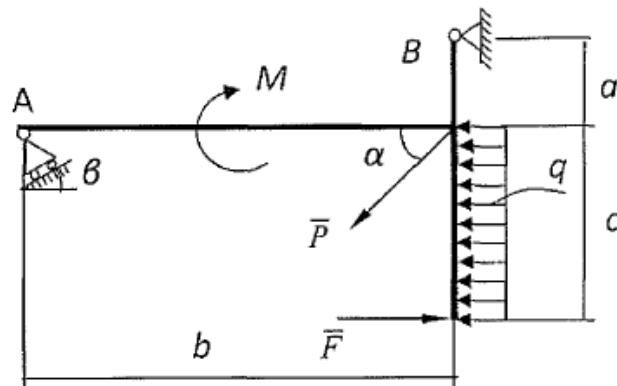


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорость и ускорения звена AB.  $OA = 35 \text{ см}$ ,  $AB = 60 \text{ см}$ ,  $\omega_{OA} = 4 \text{ с}^{-1}$ ,  $\varepsilon_{OA} = 10 \text{ с}^{-2}$ ,  $\alpha = 30^\circ$

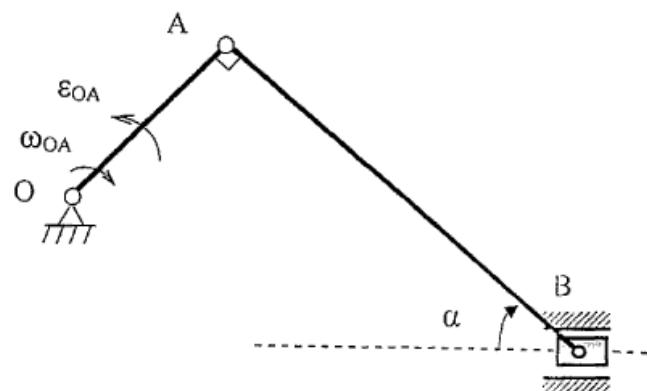


### Экзаменационный билет № 6

1. Приведение плоской системы сил к данному центру.
2. Сложное движение точки. Методика изучения сложного движения.
3. Найти реакции опор конструкции.  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $\alpha=60^\circ$ ,  $\beta=30^\circ$ ,  $a = 2\text{м}$ ,  $b=4\text{м}$ ,  $c=3\text{м}$

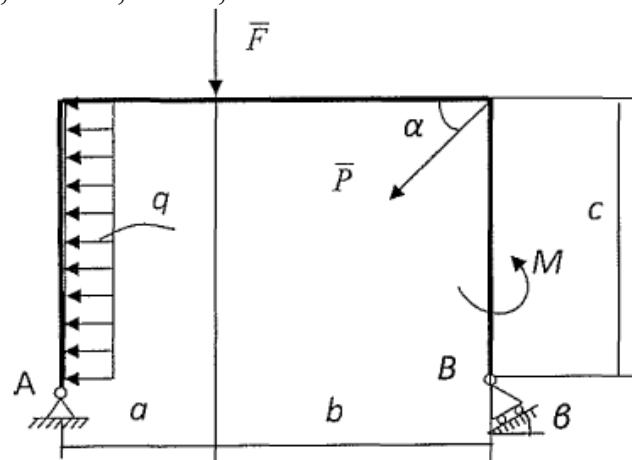


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В угловые скорость и ускорения звена AB.  $OA = 30 \text{ см}$ ,  $AB = 60 \text{ см}$ ,  $\omega_{OA} = 3 \text{ с}^{-1}$ ,  $\epsilon_{OA} = 8 \text{ с}^{-2}$ ,  $\alpha=30^\circ$

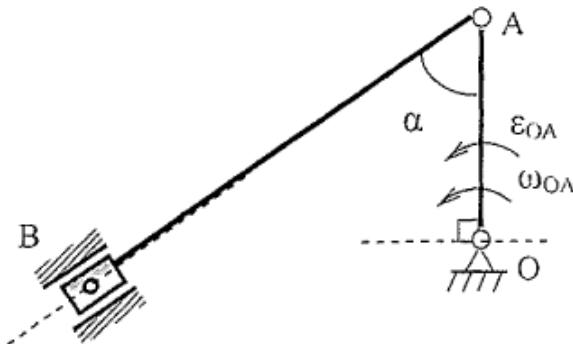


### Экзаменационный билет № 7

1. Теорема об эквивалентности пар и следствия из неё. Сложение пар.
2. Теорема о сложении скоростей точки в сложном движении.
3. Найти реакции опор конструкции.  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ ,  $a = 2\text{м}$ ,  $b = 4\text{м}$ ,  $c = 3\text{м}$

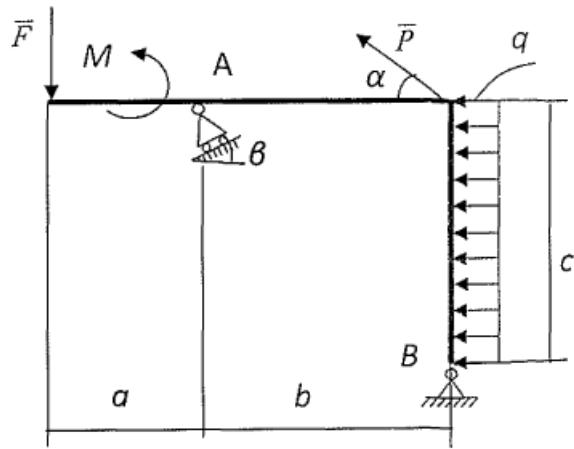


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В угловые скорость и ускорения звена АВ.  $OA = 30 \text{ см}$ ,  $AB = 60 \text{ см}$ ,  $\omega_{OA} = 3 \text{ с}^{-1}$ ,  $\varepsilon_{OA} = 8 \text{ с}^{-2}$ ,  $\alpha = 30^\circ$

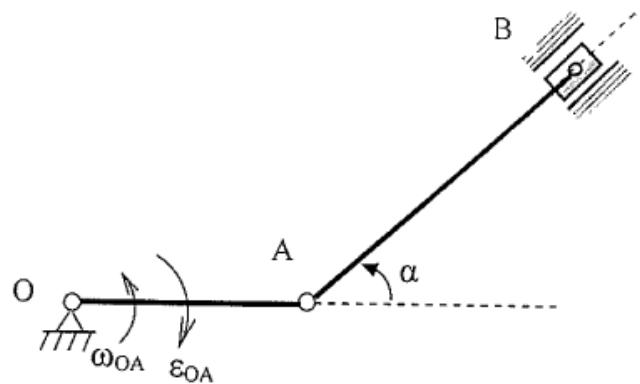


### Экзаменационный билет № 8

1. Равновесие с учётом сил трения при скольжении и качении без скольжения.
2. Теорема о сложении ускорений точки в сложном движении.
3. Найти реакции опор конструкции.  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ ,  $a = 2\text{м}$ ,  $b = 4\text{м}$ ,  $c = 3\text{м}$

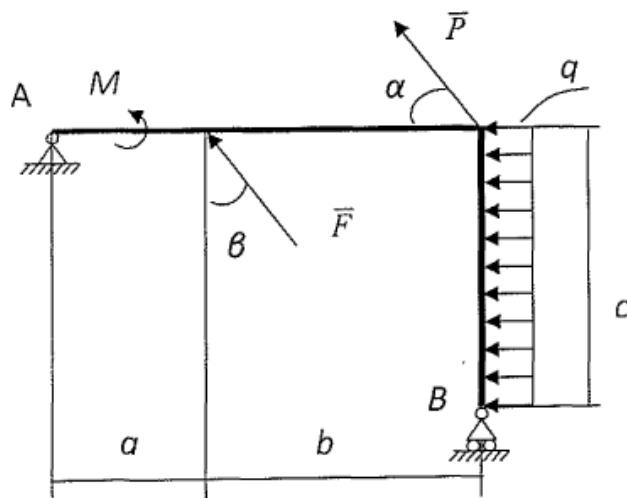


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорость и ускорения звена AB. OA = 30 см, AB = 60 см,  $\omega_{OA} = 3 \text{ c}^{-1}$ ,  $\varepsilon_{OA} = 8 \text{ c}^{-2}$ ,  $\alpha = 30^\circ$

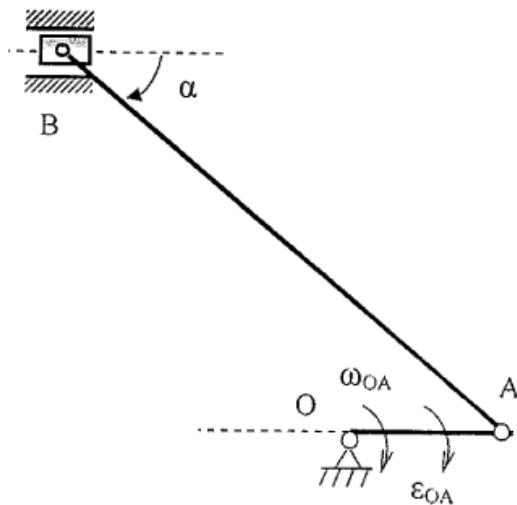


### Экзаменационный билет № 9

1. Вектор-момент пары сил. Теорема о моменте пары сил.
2. Кориолисово ускорение.
3. Найти реакции опор конструкции.  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ ,  $a = 2\text{м}$ ,  $b = 4\text{м}$ ,  $c = 3\text{м}$

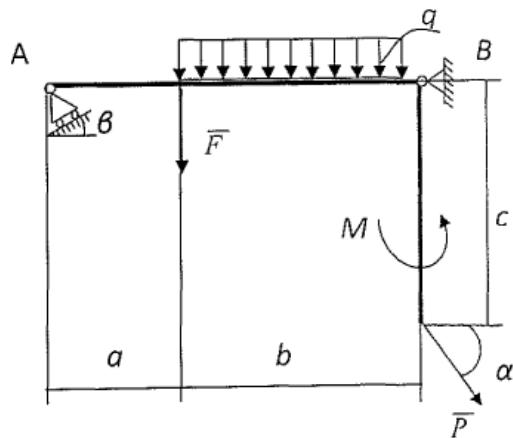


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В, угловые скорость и ускорения звена АВ. ОА = 30 см, АВ = 60 см,  $\omega_{OA} = 3 \text{ c}^{-1}$ ,  $\varepsilon_{OA} = 8 \text{ c}^{-2}$ ,  $\alpha = 30^\circ$

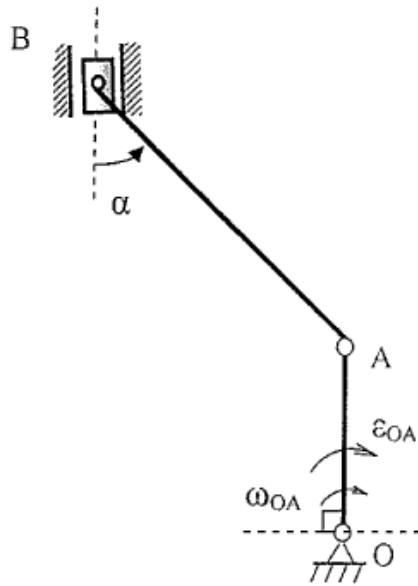


### Экзаменационный билет № 10

- Условия равновесия произвольной пространственной системы сил.
- Способы передачи вращательного движения. Ременные, зубчатые и фрикционные передачи. Передаточное отношение.
- Найти реакции опор конструкции.  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ ,  $a = 2\text{м}$ ,  $b = 4\text{м}$ ,  $c = 3\text{м}$



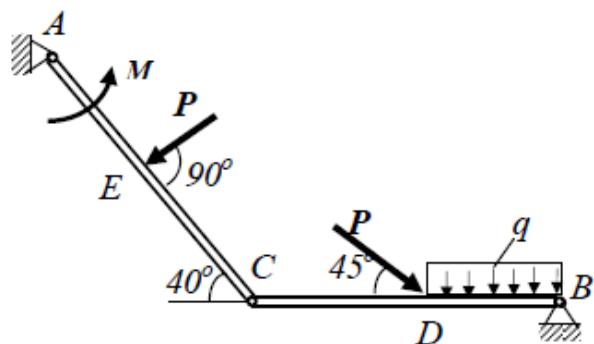
4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В, угловые скорость и ускорения звена АВ. ОА = 30 см, АВ = 60 см,  $\omega_{OA} = 3 \text{ c}^{-1}$ ,  $\varepsilon_{OA} = 8 \text{ c}^{-2}$ ,  $\alpha = 30^\circ$



## Экзаменационный билет № 11

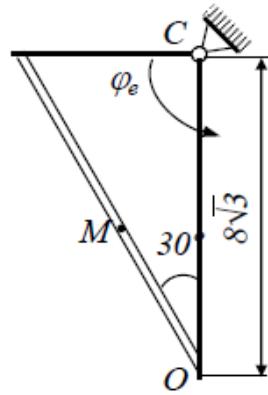
1. Теорема о равновесии трех непараллельных сил, лежащих в одной плоскости.
  2. Способы задания движения точки.

3. Найти реакции опор конструкции в точках А, В и С, если  $P = 8 \text{ кН}$ ,  $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q = 2 \text{ кН/м}$ .



$$AE = EC = 4 \text{ m}, CD = DB$$

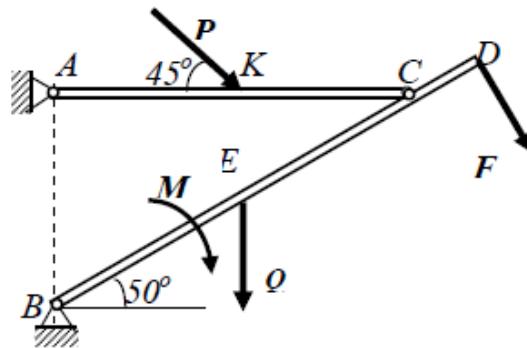
- 4 Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.



$$S_r = 16 - t^2 \text{ см}, \varphi_e = 4t^2, t = 2 \text{ с}$$

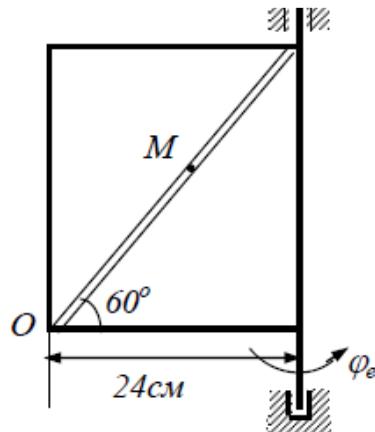
### Экзаменационный билет № 12

1. Момент силы относительно точки.
2. Естественные координатные оси. Кривизна траектории. Радиус кривизны.
3. Найти реакции опор конструкции в точках А, В и С, если  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $Q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$ .



$$BE = EC = 3 \text{ м}, CD = 1 \text{ м}, AK = KC$$

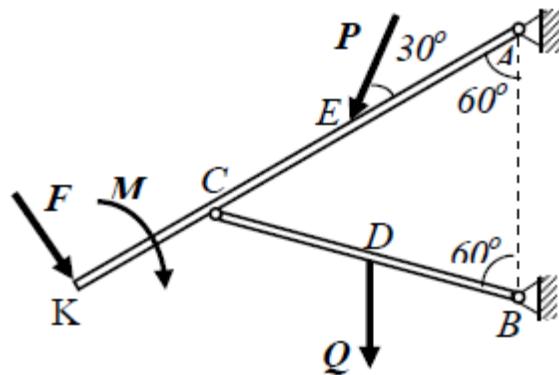
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  ( $OM$  – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.



$$S_r = 12t^2 \text{ cm}, \varphi_e = 5t, t = 1 \text{ c.}$$

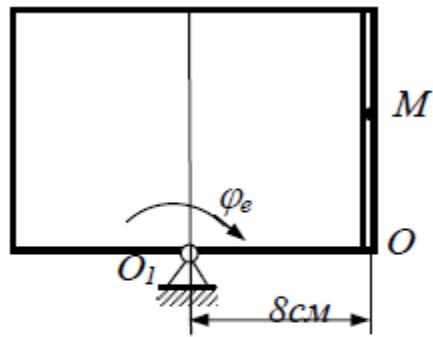
### Экзаменационный билет № 13

- Пара сил. Момент пары сил.
- Определение скорости точки при разных способах задания движения.
- Найти реакции опор конструкции в точках А, В и С, если  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $Q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$ .



$$AE = EC = CK = 1,5 \text{ м}, CD = DB$$

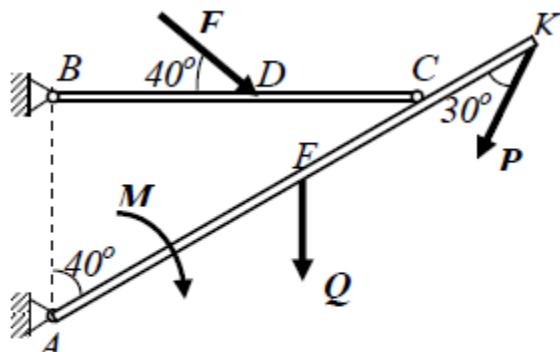
- Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  (OM – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.



$$Sr = 8 t^2 \text{ cm}, \quad \varphi_e = 4 t^2, \\ t = 1 \text{ c}$$

### Экзаменационный билет № 14

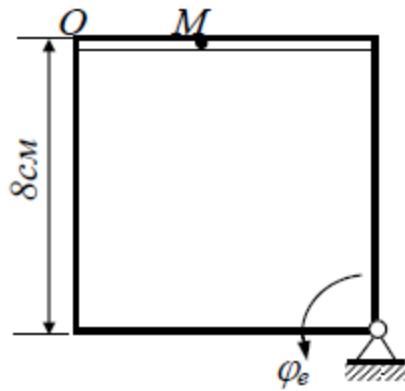
1. Зависимость между моментами относительно точки и оси.
2. Определение ускорения точки при естественном способе задания движения.
3. Найти реакции опор конструкции в точках А, В и С, если  $F = 10 \text{ kN}$ ,  $P = 6 \text{ kN}$ ,  $Q = 2 \text{ kN/m}$ ,  $M = 20 \text{ kN}\cdot\text{m}$ .



$$AE = EK = 2 \text{ m}, \quad EC = CK, \quad BD = DC$$

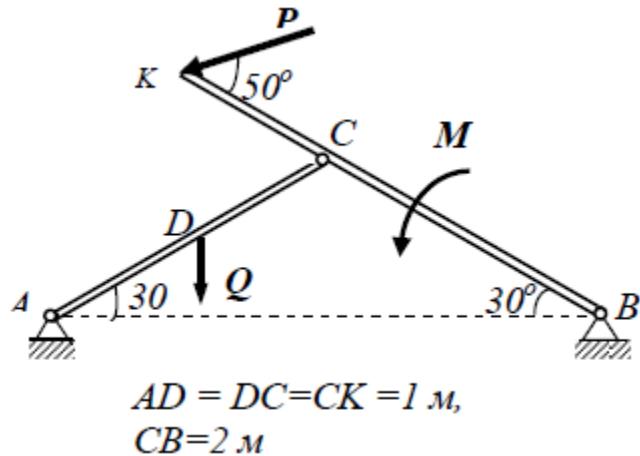
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = Sr = S_r(t)$  (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.

$$Sr = 4 t^2 \text{ cm}, \quad \varphi_e = 2,5 t^2, \quad t = 1 \text{ c}$$

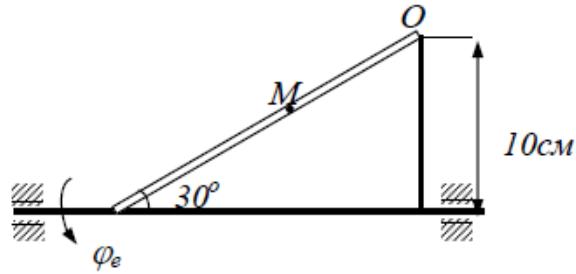


### Экзаменационный билет № 15

1. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду. Частные случаи приведения.
2. Определение ускорения точки при векторном и координатном способах задания движения.
3. Найти реакции опор конструкции в точках А, В и С, если  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $Q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$ .



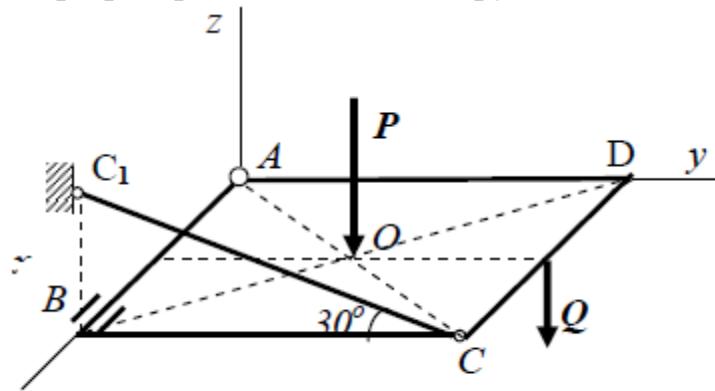
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e (t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.



$$S_r = (15t - t^2) \text{ cm}, \varphi_e = 3t^2 - 4t^3, t = 1 \text{ c}$$

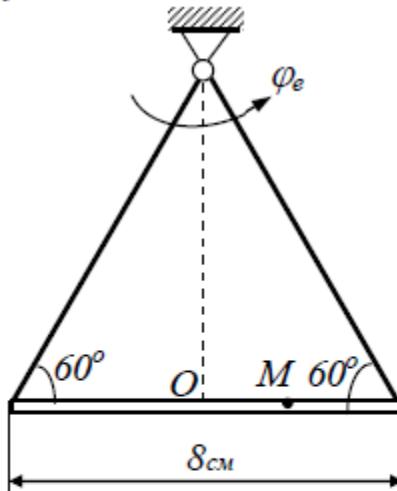
### Экзаменационный билет № 16

1. Теорема о моменте равнодействующей относительно точки и оси.
2. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение.
3. Найти реакции опор пространственной конструкции, АВ – ось вращения тела



$$P = 40 \text{ H}, Q = 20 \text{ H}$$

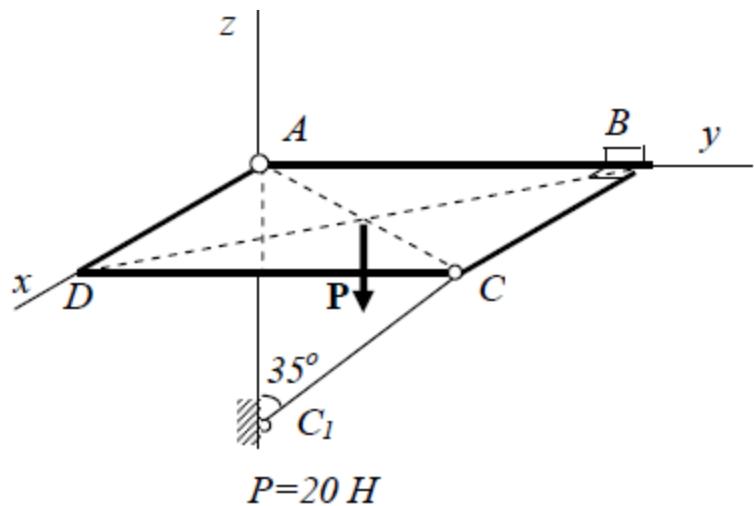
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.



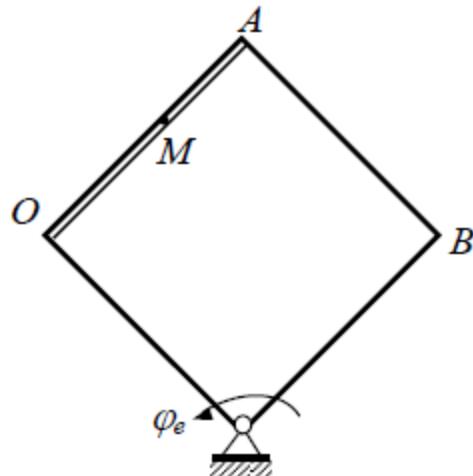
$$S_r = 4 \cos(\pi t/3) \text{ cm}, \quad \varphi_e = 4t, \quad t = 1 \text{ c}$$

## Экзаменационный билет № 17

1. Приведение пространственной системы сил к данному центру.
  2. Определение модуля скорости и ускорения точек вращающегося тела.
  3. Найти реакции опор пространственной конструкции, АВ – ось вращения тела



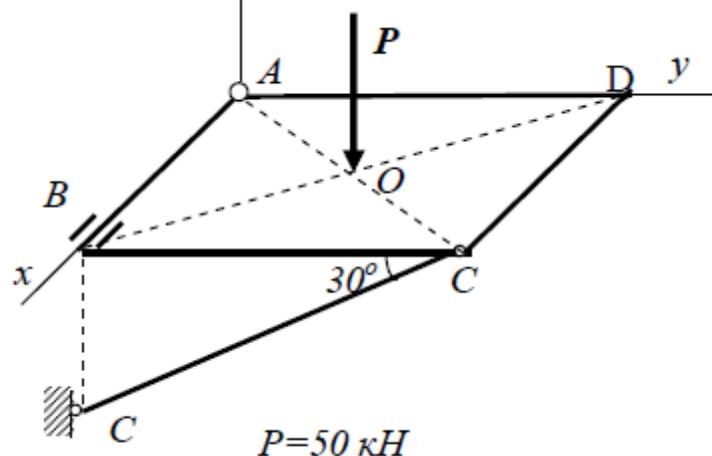
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  (OM – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.



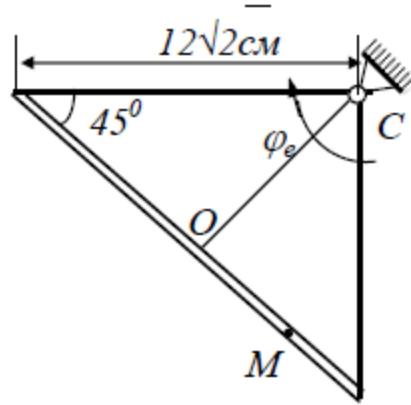
$$\begin{aligned}
 OA = AB &= 12 \text{ см}, \\
 S_r &= (8 + t^2) \text{ см}, \quad \varphi_e = 6t, \\
 t &= 2 \text{ с.}
 \end{aligned}$$

### Экзаменационный билет № 18

1. Равновесие составных тел.
2. Векторы скорости и ускорения точек вращающегося тела
3. Найти реакции опор пространственной конструкции.



4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  (OM – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.

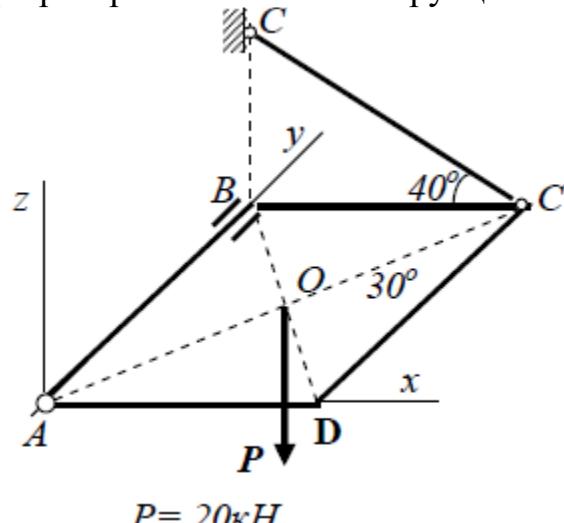


$$S_r = 24 \cos(\pi t/3) \text{ см},$$

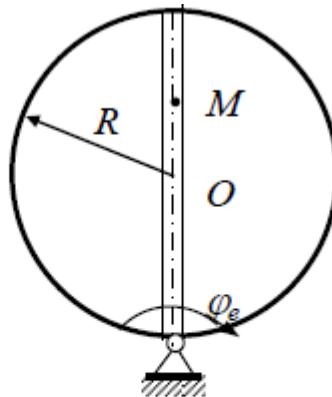
$$\varphi_e = 12 t, \quad t = 1 \text{ с}$$

### Экзаменационный билет № 19

1. Центр параллельных сил. Определение положения центра тяжести твёрдого тела.
2. Частные случаи вращательного движения
3. Найти реакции опор пространственной конструкции.



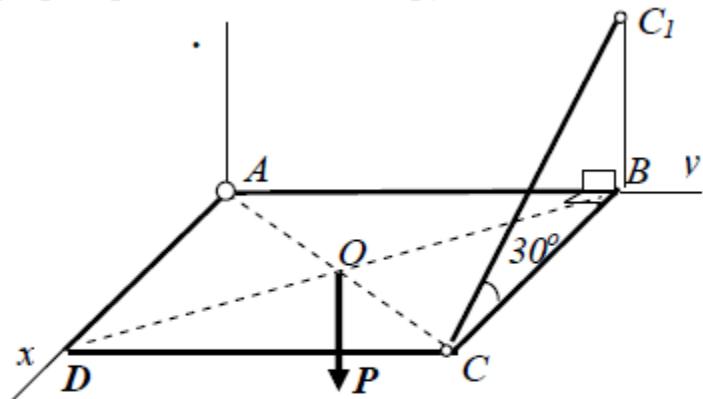
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  (OM – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.



$$S_r = 20 \sin(\pi t/3) \text{ см}, \quad \varphi_e = 6t - 2t^3, \\ t = 0,5 \text{ с}, \quad R = 20 \text{ см}.$$

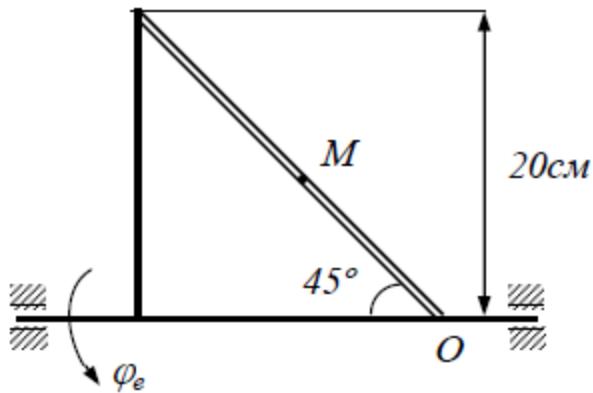
### Экзаменационный билет № 20

1. Частные случаи приведения плоской системы сил
2. Определение скорости точки при плоскопараллельном движении – через полюс.
3. Найти реакции опор пространственной конструкции.



$$P = 20 \text{ кН}$$

4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.



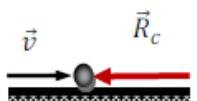
$$Sr = 16 t^2 \text{ cm}, \quad \varphi_e = 2 t^2, \quad t = 1 \text{ c}$$

### Экзаменационные билеты 3 семестр

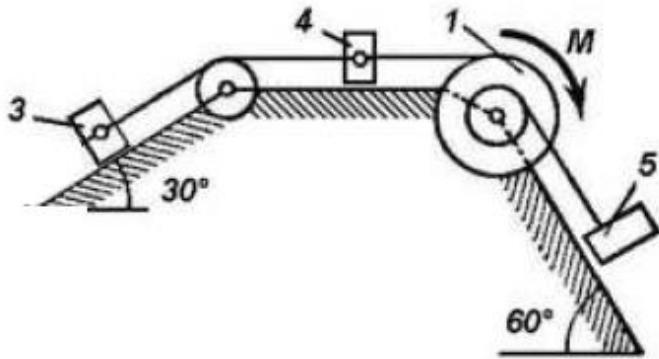
#### БИЛЕТ № 1

1. Законы динамики
2. Принцип Даламбера для механической системы
- 3.

Материальная точка массы  $m = 36 \text{ кг}$  движется по горизонтальному прямолинейному участку со скоростью  $v = 18 \text{ м/с}$ . В некоторый момент времени на материальную точку начинает действовать сила сопротивления  $R_c = t^3/8 \text{ Н}$ . Определите время до остановки материальной точки.



4. Механическая система состоит из ступенчатого шкива 1, обмотанного нитями, грузов 3, 4 и 5, прикреплённых к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкива равны:  $R_1 = 0,2 \text{ м}$ ,  $r_1 = 0,1 \text{ м}$ , его радиус инерции относительно оси вращения равен  $\rho_1 = 0,15 \text{ м}$ ,  $m_1 = 1 \text{ кг}$ ,  $m_3 = 2 \text{ кг}$ ,  $m_4 = 3 \text{ кг}$ ,  $m_5 = 4 \text{ кг}$ ,  $M = 0,9 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Пренебрегая трением, определить ускорение груза 5 с помощью общего уравнения динамики.



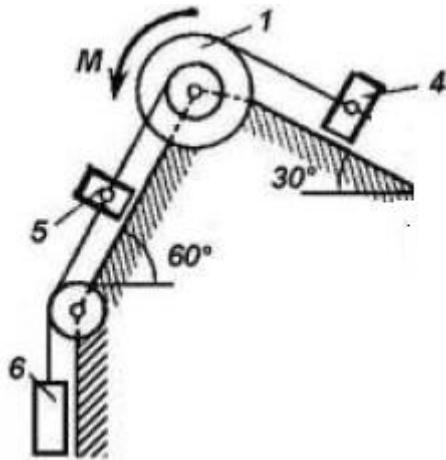
## БИЛЕТ № 2

1. Силы инерции
2. Теорема об изменении количества движения системы
- 3.

Материальная точка массы  $m = 24 \text{ кг}$  движется по горизонтальному прямолинейному участку со скоростью  $v = 16 \text{ м/с}$ . В некоторый момент времени на материальную точку начинает действовать сила сопротивления  $R_c = 2t^2/3 \text{ Н}$ . Определите время до остановки материальной точки.



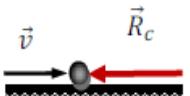
4. Механическая система состоит из ступенчатого шкива 1, обмотанного нитями, грузов 4,5,6 прикреплённых к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкива равны:  $R_1 = 0,2 \text{ м}$ ,  $r_1 = 0,1 \text{ м}$ , его радиус инерции относительно оси вращения равен  $\rho_1 = 0,15 \text{ м}$ ,  $m_1 = 4 \text{ кг}$ ,  $m_4 = 1 \text{ кг}$ ,  $m_5 = 2 \text{ кг}$ ,  $m_6 = 3 \text{ кг}$ ,  $M = 1,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Пренебрегая трением, определить ускорение груза 6 с помощью уравнения Лагранжа II рода.



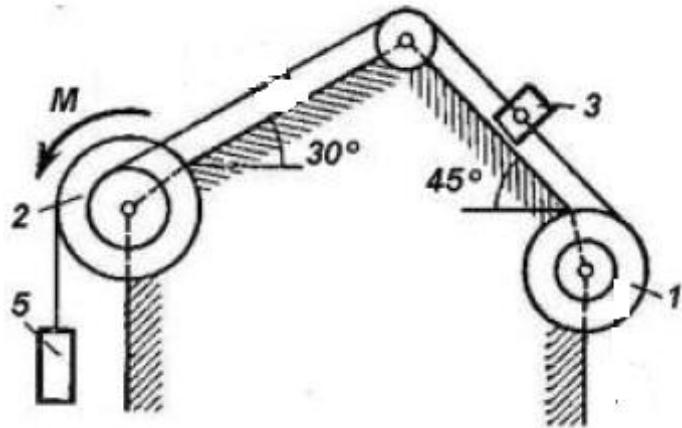
### БИЛЕТ № 3

1. Принцип Даламбера для материальной точки
2. Виртуальные перемещения. Принцип виртуальных перемещений
- 3.

Материальная точка массы  $m = 24 \text{ кг}$  движется по горизонтальному прямолинейному участку со скоростью  $v = 24 \text{ м/с}$ . В некоторый момент времени на материальную точку начинает действовать сила сопротивления  $R_c = t^3/4 \text{ Н}$ . Определите время до остановки материальной точки.



4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 3 и 5, прикреплённых к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкивов равны:  $R_1 = 0,2 \text{ м}$ ,  $r_1 = 0,1 \text{ м}$ ,  $R_2 = 0,3 \text{ м}$ ,  $r_2 = 0,15 \text{ м}$ , их радиусы инерции относительно осей вращения равны:  $\rho_1 = 0,15 \text{ м}$ ,  $\rho_2 = 0,2 \text{ м}$ ,  $m_1 = 2 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 3 \text{ кг}$ ,  $m_3 = 4 \text{ кг}$ ,  $m_5 = 1 \text{ кг}$ ,  $M = 0,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Пренебрегая трением, определить ускорение груза 3 с помощью теоремы об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме

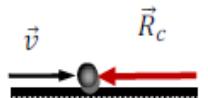


#### БИЛЕТ № 4

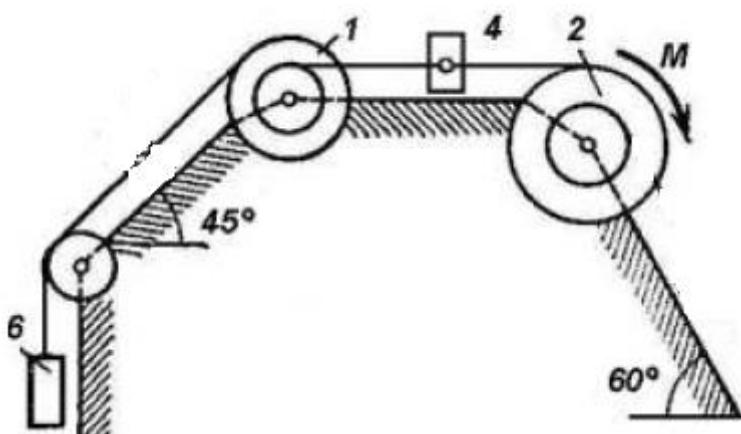
1. Уравнение относительного движения материальной точки
2. Уравнение Лагранжа второго рода
- 3.

Материальная точка массы  $m = 16 \text{ кг}$  движется по горизонтальному прямолинейному участку со скоростью

$v = 24 \text{ м / с}$ . В некоторый момент времени на материальную точку начинает действовать сила сопротивления  $R_c = t^2/8 \text{ Н}$ . Определите время до остановки материальной точки.



4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 4 и 6, прикреплённых к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкивов равны:  $R_1 = 0,2 \text{ м}$ ,  $r_1 = 0,1 \text{ м}$ ,  $R_2 = 0,3 \text{ м}$ ,  $r_2 = 0,15 \text{ м}$ , их радиусы инерции относительно осей вращения равны:  $\rho_1 = 0,15 \text{ м}$ ,  $\rho_2 = 0,2 \text{ м}$ ,  $m_1 = 1 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 2 \text{ кг}$ ,  $m_4 = 1 \text{ кг}$ ,  $m_6 = 3 \text{ кг}$ ,  $M = 1,8 \text{ Н*м}$ . Пренебрегая трением, определить ускорение груза 6 с помощью общего уравнения динамики.

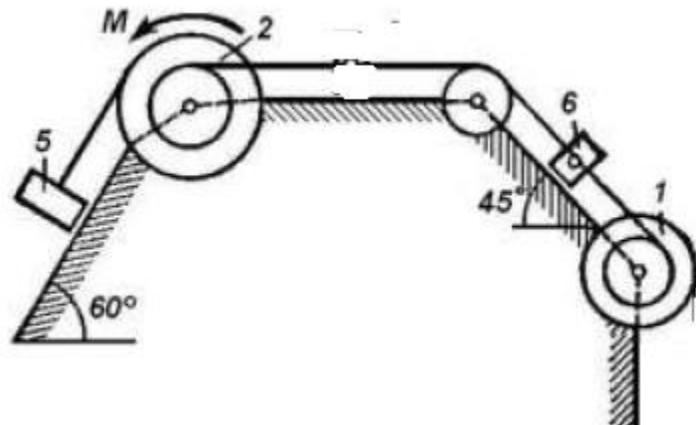


## БИЛЕТ № 5

1. Дифференциальные уравнения движения материальной точки
2. Обобщённые координаты. Обобщённые силы
- 3.

Автомобиль веса  $G = 9.81 \text{ kN}$  движется по горизонтальной прямолинейной дороге со скоростью  $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ . С некоторого момента сила тяги автомобиля увеличивается согласно закону  $F(t) = 2t \text{ H}$ . Найти скорость автомобиля через  $t_1 = 60 \text{ с}$  после начала увеличения тяги. Коэффициент трения равен  $f = 0.2$ , сопротивлением воздуха пренебречь;  $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ .

4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 5 и 6, прикреплённых к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкивов равны:  $R_1 = 0.2 \text{ м}$ ,  $r_1 = 0.1 \text{ м}$ ,  $R_2 = 0.3 \text{ м}$ ,  $r_2 = 0.15 \text{ м}$ , их радиусы инерции относительно осей вращения равны:  $\rho_1 = 0.15 \text{ м}$ ,  $\rho_2 = 0.2 \text{ м}$ ,  $m_1 = 3 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 2 \text{ кг}$ ,  $m_5 = 4 \text{ кг}$ ,  $m_6 = 1 \text{ кг}$ ,  $M = 1.2 \text{ Н*м}$ . Пренебрегая трением, определить ускорение груза 5 с помощью уравнения Лагранжа II рода.

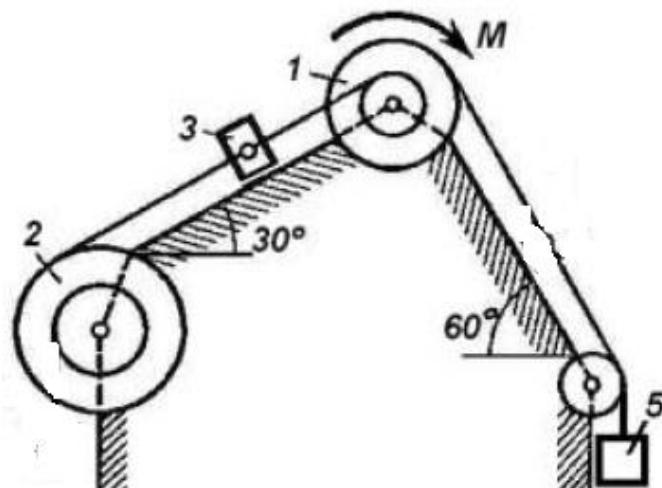


## БИЛЕТ № 6

1. 1-я и 2-я задачи динамики материальной точки
2. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии
- 3.

Автомобиль веса  $G = 9.81 \text{ kH}$  движется по горизонтальной прямолинейной дороге со скоростью  $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ . С некоторого момента сила тяги автомобиля увеличивается согласно закону  $F(t) = 4\sqrt{t} \text{ H}$ . Найти скорость автомобиля через  $t_1 = 90 \text{ с}$  после начала увеличения тяги. Коэффициент трения равен  $f = 0.2$ , сопротивлением воздуха пренебречь;  $g = 9.8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 3 и 5, прикреплённых к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкивов равны:  $R_1 = 0,2 \text{ м}$ ,  $r_1 = 0,1 \text{ м}$ ,  $R_2 = 0,3 \text{ м}$ ,  $r_2 = 0,15 \text{ м}$ , их радиусы инерции относительно осей вращения равны:  $\rho_1 = 0,15 \text{ м}$ ,  $\rho_2 = 0,2 \text{ м}$ ,  $m_1 = 1 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 2 \text{ кг}$ ,  $m_3 = 4 \text{ кг}$ ,  $m_5 = 1 \text{ кг}$ ,  $M = 0,9 \text{ Н*м}$ . Пренебрегая трением, определить ускорение груза 3 с помощью теоремы об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме.

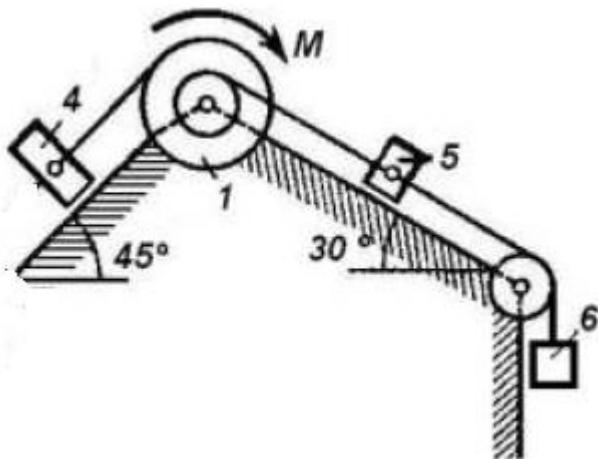


### БИЛЕТ № 7

1. Частные случаи относительного движения. Относительный покой
2. Уравнение Лагранжа второго рода для консервативных систем
- 3.

Автомобиль массы  $m = 500 \text{ кг}$  движется по горизонтальной прямолинейной дороге со скоростью  $v = 60 \text{ км/ч}$ . С некоторого момента сила тяги автомобиля увеличивается согласно закону  $F(t) = t \text{ H}$ . Найти расстояние, пройденное автомобилем, через  $t_1 = 90 \text{ с}$  после начала увеличения тяги. Коэффициент трения равен  $f = 0.2$ , сопротивлением воздуха пренебречь;  $g = 9.8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

4. Механическая система состоит из ступенчатого шкива 1, обмотанного нитями, грузов 4,5,6 прикреплённых к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкива равны:  $R_1 = 0,3$  м,  $r_1 = 0,15$  м, его радиус инерции относительно оси вращения равен  $\rho_1 = 0,2$  м,  $m_1 = 4$  кг,  $m_4 = 2$  кг,  $m_5 = 3$  кг,  $m_6 = 1$  кг,  $M = 1,8$  Н\*м. Пренебрегая трением, определить ускорение груза 5 с помощью общего уравнения динамики.



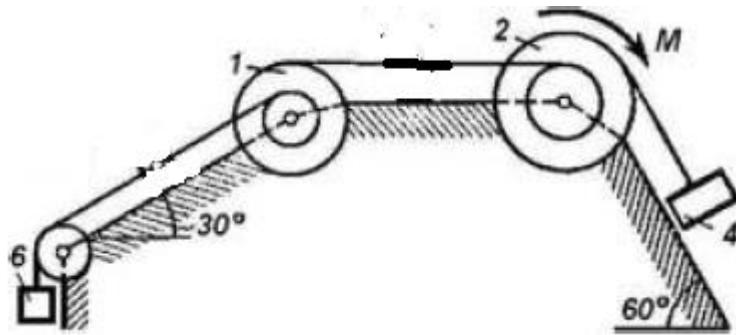
### БИЛЕТ № 8

1. Классификация сил, действующих на механическую систему. Свойства внутренних сил.
2. Кинетическая энергия системы. Теорема Кёнига.
- 3.

Автомобиль массы  $m = 1200$  кг движется по горизонтальной прямолинейной дороге со скоростью  $v = 72$  км/ч. С некоторого момента сила тяги автомобиля увеличивается согласно закону  $F(t) = 8\sqrt{t}$  Н. Найти расстояние, пройденное автомобилем, через  $t_1 = 60$  с после начала увеличения тяги. Коэффициент трения равен  $f = 0,2$ , сопротивлением воздуха пренебречь;  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>.

4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 4 и 6, прикреплённых к этим нитям и

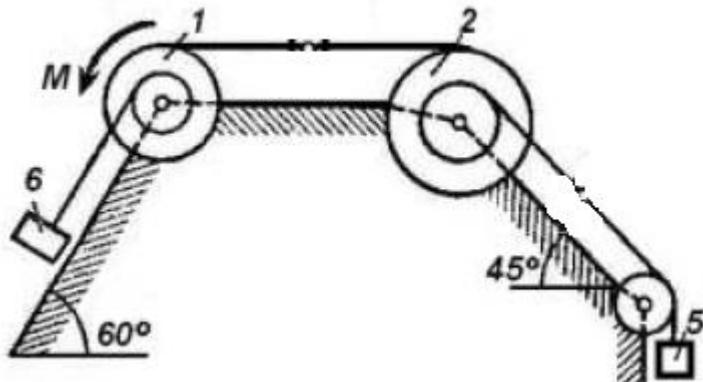
невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкивов равны:  $R_1 = 0,2$  м,  $r_1 = 0,1$  м,  $R_2 = 0,3$  м,  $r_2 = 0,15$  м, их радиусы инерции относительно осей вращения равны:  $\rho_1 = 0,15$  м,  $\rho_2 = 0,2$  м,  $m_1 = 1$  кг,  $m_2 = 2$  кг,  $m_4 = 4$  кг,  $m_6 = 3$  кг,  $M = 0,6$  Н\*м. Пренебрегая трением, определить ускорение груза 4 с помощью уравнения Лагранжа II рода.



## БИЛЕТ № 9

1. Центр масс системы. Определение положения центра масс.  
Статические моменты инерции
  2. Работа силы. Теоремы о работе силы
  3. Свободная материальная точка массы  $m = 1$  кг, имея начальную скорость  $v_0 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , движется прямолинейно. На точку действует сила сопротивления  $R = \sqrt[3]{v} (H)$ . Найти расстояние, пройденное точкой за время, когда начальная скорость точки уменьшится в восемь раз.
  4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 5 и 6, прикреплённых к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкивов равны:  $R_1 = 0,2$  м,  $r_1 = 0,1$  м,  $R_2 = 0,3$  м,  $r_2 = 0,15$  м, их радиусы инерции относительно осей вращения равны:  $\rho_1 = 0,15$  м,  $\rho_2 = 0,2$  м,  $m_1 = 4$  кг,  $m_2 = 1$  кг,  $m_5 = 3$  кг,  $m_6 = 2$  кг,  $M = 0,9$  Н\*м. Пренебрегая трением, определить ускорение груза 5 с помощью

теоремы об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме.

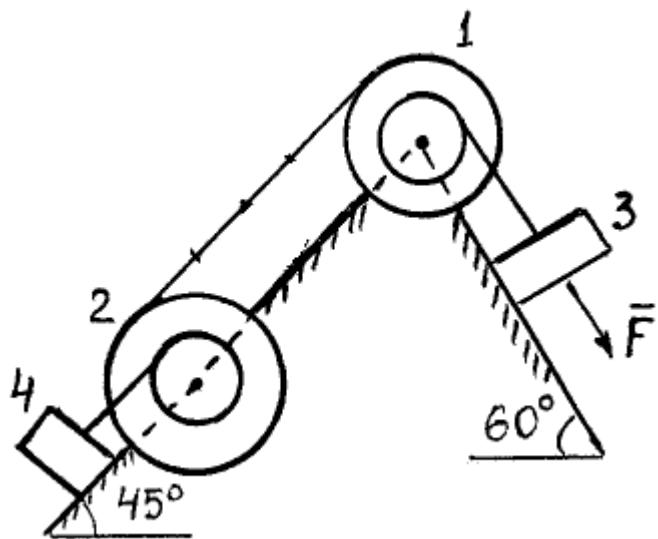


### БИЛЕТ № 10

1. Момент инерции тела относительно оси. Радиус инерции
2. Уравновешивание вращающихся тел. Статическая и динамическая неуравновешенность.
- 3.

Свободная материальная точка массы  $m = 4$  кг, имея начальную скорость  $v_0 = 64 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , движется прямолинейно. На точку действует сила сопротивления  $R = 24\sqrt[3]{v}$  (Н). Найти время до остановки материальной точки.

4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями и грузов 3 и 4, прикреплённых к этим нитям. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и силы  $F$ . Радиусы ступеней шкивов равны:  $R_1 = 0,2$  м,  $r_1 = 0,1$  м,  $R_2 = 0,3$  м,  $r_2 = 0,15$  м, их радиусы инерции относительно осей вращения равны:  $\rho_1 = 0,15$  м,  $\rho_2 = 0,2$  м,  $m_1 = 1$  кг,  $m_2 = 2$  кг,  $m_3 = 4$  кг,  $m_4 = 3$  кг,  $F = 6$  Н. Коэффициент трения скольжения  $f = 0,2$ . Определить ускорение груза 4 с помощью общего уравнения динамики.

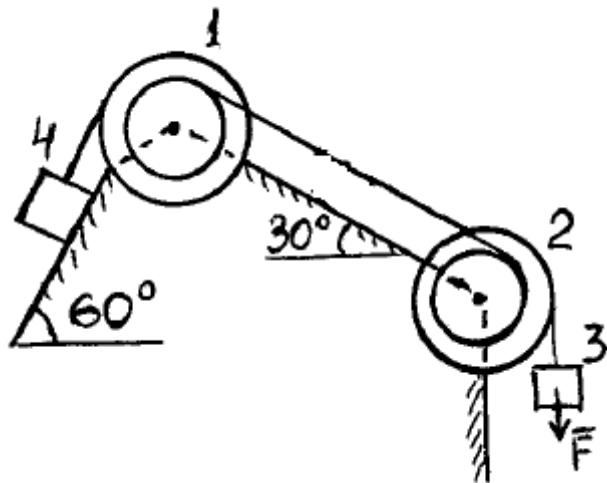


### БИЛЕТ № 11

1. Теорема об изменении момента количества движения точки
2. Центробежные моменты инерции массы тела. Главные оси инерции
- 3.

Тело массой 2 кг движется прямолинейно под действием силы  $F_x = 10 + 5t$  (Н). Найти уравнение движения тела, если  $x_0 = 0$  м,  $V_0 = 0,5$  м/с. Какой путь пройдет тело за время  $t_1 = 3$  с?

4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями и грузов 3 и 4, прикреплённых к этим нитям. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и силы  $F$ . Радиусы ступеней шкивов равны:  $R_1 = 0,2$  м,  $r_1 = 0,1$  м,  $R_2 = 0,3$  м,  $r_2 = 0,15$  м, их радиусы инерции относительно осей вращения равны:  $\rho_1 = 0,15$  м,  $\rho_2 = 0,2$  м,  $m_1 = 1$  кг,  $m_2 = 2$  кг,  $m_3 = 4$  кг,  $m_4 = 3$  кг,  $F = 6$  Н. Коэффициент трения скольжения  $f = 0,2$ . Определить ускорение груза 4 с помощью уравнения Лагранжа II рода.



## БИЛЕТ № 12

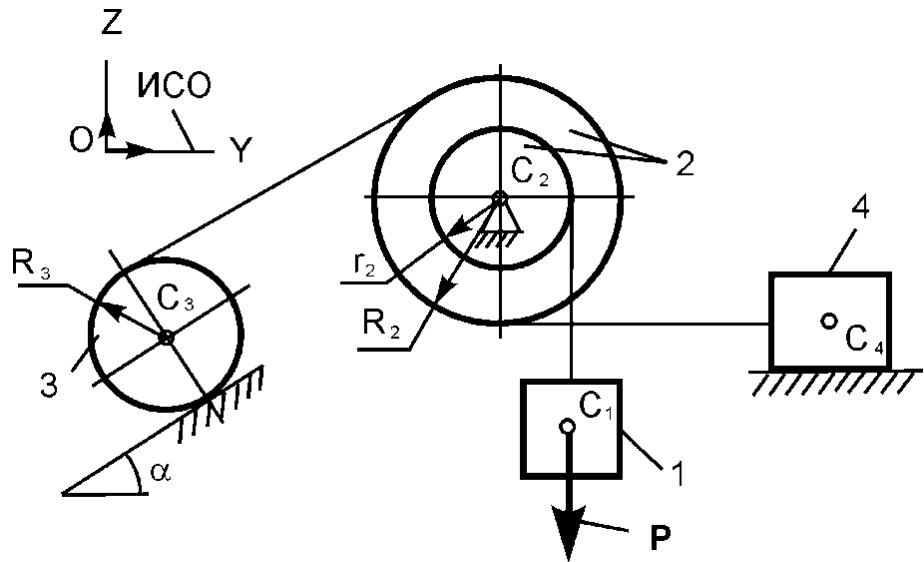
1. Закон сохранения кинетического момента
2. Условия равновесия механической системы в обобщённых координатах
- 3.

Материальная точка массы  $m = 8$  кг совершает прямолинейное движение под действием силы  $F(x) = 8x$ (Н), направленной в сторону движения.

Определите расстояние, пройденное точкой, к моменту времени, когда скорость точки увеличится в **четыре** раза, если:  $v_0 = \frac{8\text{м}}{\text{с}}$ ,  $x_0 = 2$  м,  $g = 9.8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

4. На механическую систему, состоящую из четырёх тел, наложены идеальные связи. Известны геометрические параметры системы. Под действием активной силы  $\mathbf{P}$  и сил тяжести механическая система движется из состояния покоя. Используя общее уравнение динамики найти ускорение тела 1.

Дано:  $m_1, m_2, m_3, m_4$  – массы тел;  $R_2, r_2, R_3$  – радиусы колёс 2, 3;  $J_{C2}$  – момент инерции тела 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости рисунка. Тело 3 считать однородным цилиндром.



### БИЛЕТ № 13

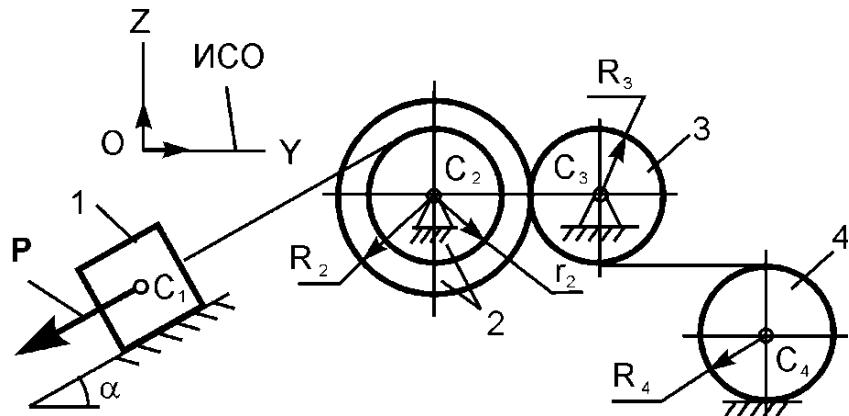
1. Работа силы тяжести. Работа силы упругости
2. Условия равновесия механической системы в обобщённых координатах для потенциальных сил. Устойчивость равновесия.
- 3.

Материальная точка массы  $m = 4$  кг совершает прямолинейное движение под действием силы  $F(x) = 2x$  (Н), направленной в сторону движения.

Определите расстояние, пройденное точкой, к моменту времени, когда скорость точки увеличится в **двенадцать** раз, если:  $v_0 = \frac{2m}{c}$ ,  $x_0 = 0$  м,  $g = 9.8 \frac{м}{с^2}$ .

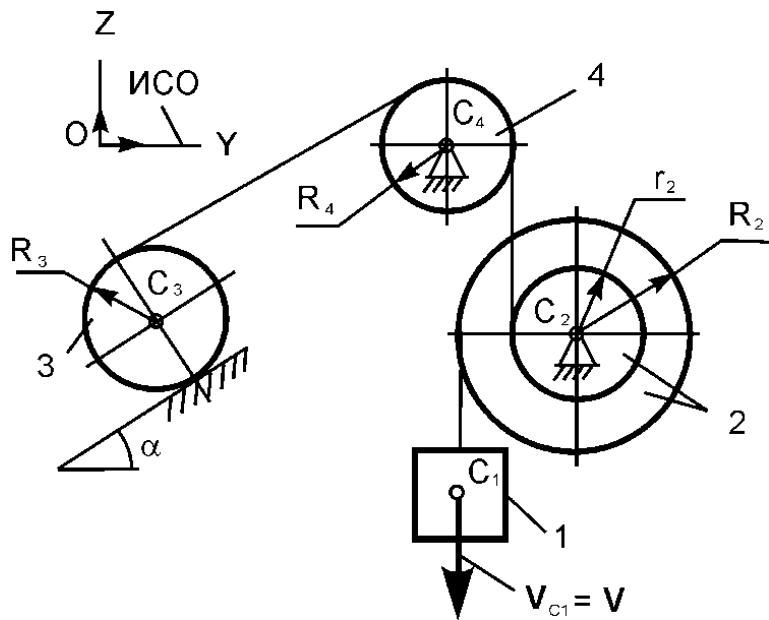
4. На механическую систему, состоящую из четырёх тел, наложены идеальные связи. Известны геометрические параметры системы. Под действием активной силы  $P$  и сил тяжести механическая система движется из состояния покоя. Используя теорему об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме найти ускорение тела 1.

Дано:  $m_1, m_2, m_3, m_4$  – массы тел;  $R_2, r_2, R_3, R_4$  – радиусы колёс 2, 3, 4;  $J_{C2}$  – момент инерции тела 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости рисунка. Тела 3 и 4 считать однородными цилиндрами.



### БИЛЕТ № 14

1. Работа сил трения при качении без скольжения. Работа момента сопротивления качению
2. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения
3. Свободная материальная точка массы  $m = 0.5$  кг, имея начальную скорость  $v_0 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , движется прямолинейно. На точку действует сила сопротивления  $R = 3\sqrt[3]{v^2}$  (Н). Найти время до того момента, когда начальная скорость точки **уменьшится в два раза**.
4. На механическую систему, состоящую из четырёх тел, наложены идеальные связи. Известны геометрические параметры системы. Под действием активной силы  $P$  и сил тяжести механическая система движется из состояния покоя. Используя уравнение Лагранжа второго рода найти ускорение тела 1.  
Дано:  $m_1, m_2, m_3, m_4$  – массы тел;  $R_2, r_2, R_3, R_4$  – радиусы колёс 2, 3, 4;  $J_{C2}$  – момент инерции тела 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости рисунка. Тела 3 и 4 считать однородными цилиндрами.



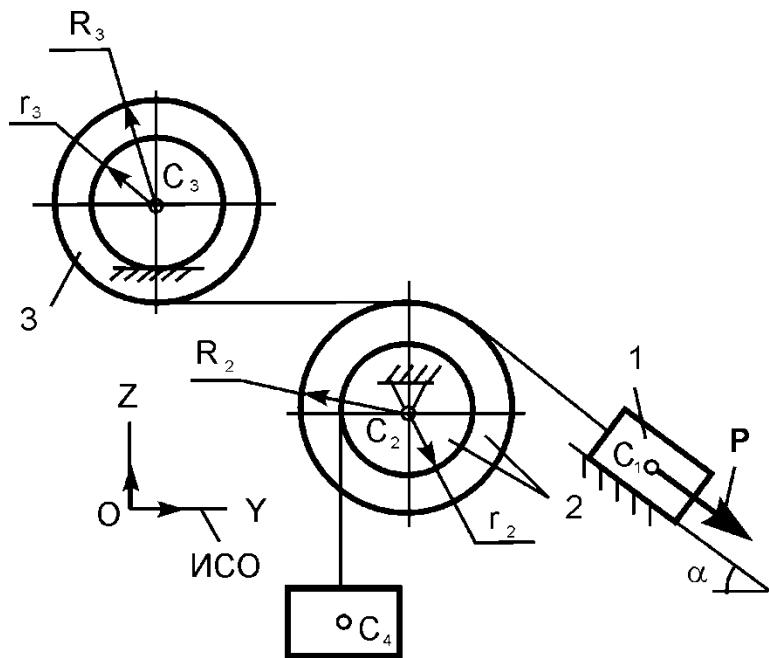
### Экзаменационный билет № 15

1. Закон сохранения количества движения системы
2. Динамические и статические реакции. Определение динамических реакций
- 3.

Свободная материальная точка массой **0,4 кг** начинает двигаться из начала координат без начальной скорости под действием силы  $F = 8 + 2 \sin 0,5\pi t$  ( $F$  – Н,  $t$  – с). Определить закон движения точки.

а  
механическую систему, состоящую из четырёх тел, наложены идеальные связи. Известны геометрические параметры системы. Под действием активной силы  $P$  и сил тяжести механическая система движется из состояния покоя. Используя уравнение Лагранжа второго рода найти ускорение тела 1.

Дано:  $m_1, m_2, m_3, m_4$  – массы тел;  $R_2, r_2, R_3, r_3$  – радиусы колёс 2 и 3;  $J_{C2}, J_{C3}$  – моменты инерции тел 2 и 3 относительно осей, проходящих через их центры масс перпендикулярно плоскости рисунка.



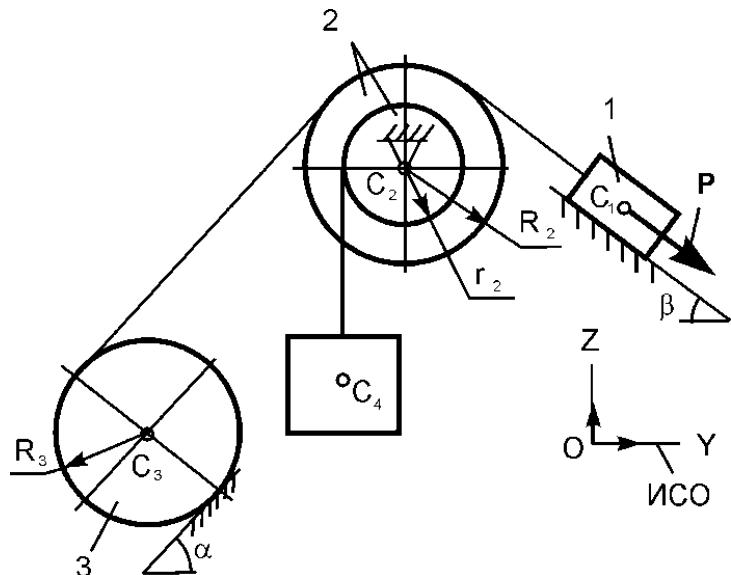
### Экзаменационный билет № 16

1. Определение количества движения системы
2. Определение реакций подшипников при вращении вокруг неподвижной оси

Свободная материальная точка массы  $m = 2$  кг, имея начальную скорость  $v_0 = 27 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , движется прямолинейно. На точку действует сила сопротивления  $R = 2\sqrt[3]{v^2}$  (Н). Найти расстояние, пройденное точкой за время, когда начальная скорость точки уменьшится в восемь раз.

3. На механическую систему, состоящую из четырёх тел, наложены идеальные связи. Известны геометрические параметры системы. Под действием активной силы  $\mathbf{P}$  и сил тяжести механическая система движется из состояния покоя. Используя теорему об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме найти ускорение 1 тела

Дано:  $m_1, m_2, m_3, m_4$  – массы тел;  $R_2, r_2, R_3$  – радиусы колёс 2 и 3;  $J_{C2}$  – момент инерции тела 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости рисунка. Тело 3 считать однородным цилиндром.



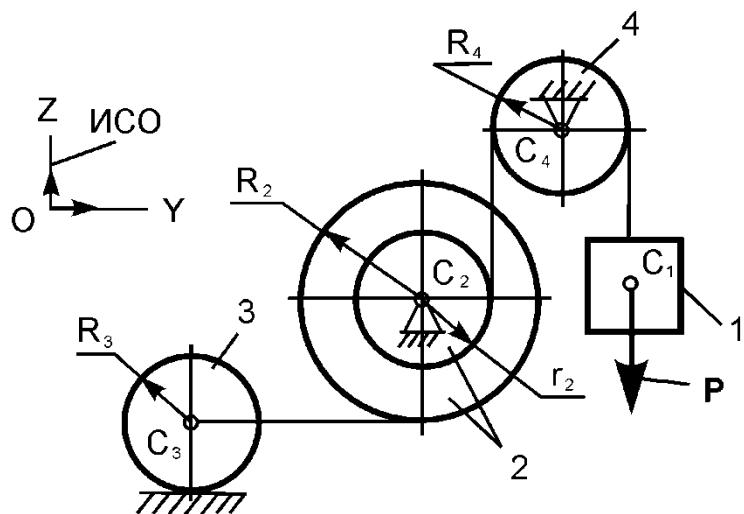
### БИЛЕТ № 17

1. Теорема о движении центра масс
2. Классификация связей.
- 3.

Свободная материальная точка массы  $m = 4$  кг, имея начальную скорость  $v_0 = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , движется прямолинейно. На точку действует сила сопротивления  $R = \sqrt{v}$  (Н). Найти время до того момента, когда начальная скорость точки уменьшится в восемь раз.

4. На механическую систему, состоящую из четырёх тел, наложены идеальные связи. Известны геометрические параметры системы. Под действием активной силы  $P$  и сил тяжести механическая система движется из состояния покоя. Используя общее уравнение динамики найти ускорение 1 тела

Дано:  $m_1, m_2, m_3, m_4$  – массы тел;  $R_2, r_2, R_3, R_4$  – радиусы колёс 2, 3, 4;  $J_{C2}$  – момент инерции тела 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости рисунка. Тела 3 и 4 считать однородными цилиндрами.

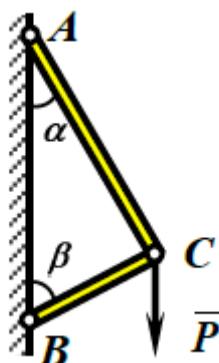


## Индивидуальные задания

Семестр 2

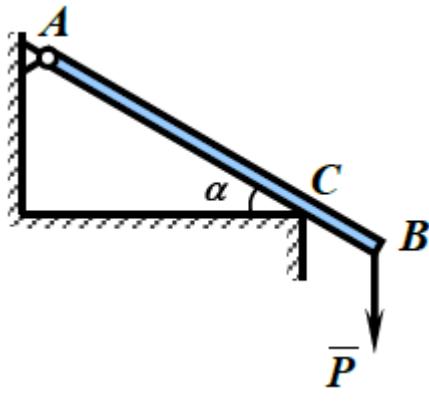
Тема 1. Равновесие системы сходящихся сил на плоскости и в пространстве

Вариант 1



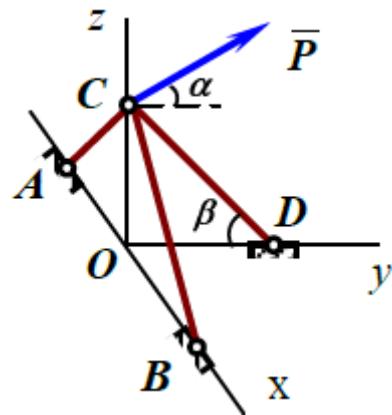
$P = 6 \text{ kN}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\beta = 60^\circ$ . Определить усилия в стержнях

графическим и аналитическим способами.



$$P = 2 \text{ kH}, AB = 2,5 \text{ м}, AC = 2 \text{ м}, \alpha = 30^\circ.$$

Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.

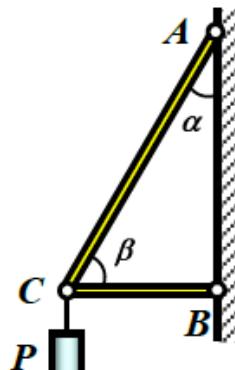


$$P = 6 \text{ kH}, \alpha = 30^\circ, \beta = 60^\circ.$$

$$\bar{P} \perp Ox, OA = OB = OC.$$

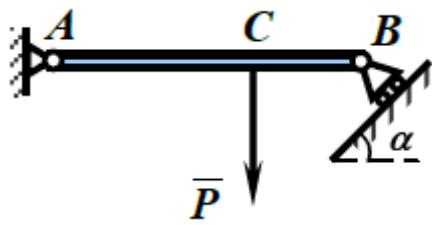
Определить усилия в стержнях.

Вариант 2



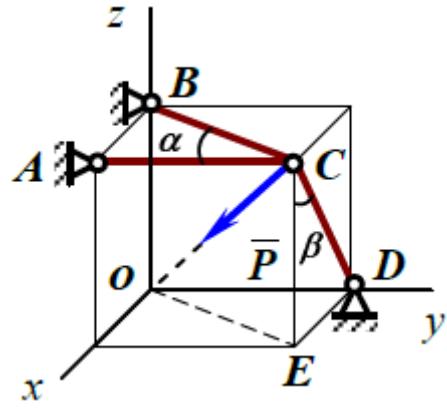
$$P = 10 \text{ kH}, \alpha = 30^\circ, \beta = 60^\circ. \text{ Определить усилия в стержнях}$$

графическим и аналитическим способами.



$$P = 4 \text{ kH}, AB = 3 \text{ m}, AC = 2 \text{ m}, \alpha = 45^\circ.$$

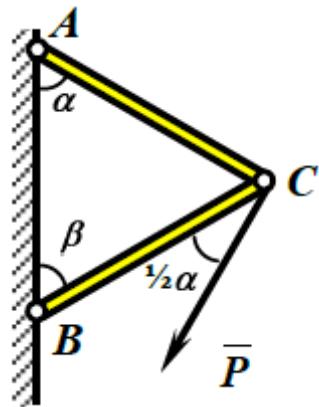
Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.



$$P = 2 \text{ kH}, \alpha = 30^\circ, \beta = 60^\circ, AB = a$$

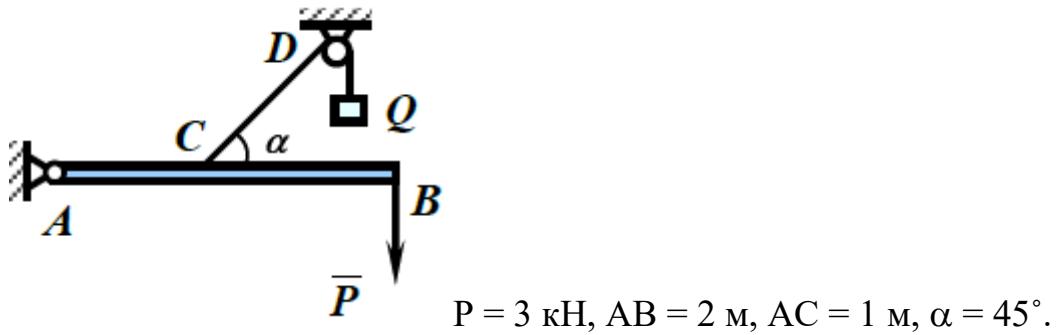
Определить усилия в стержнях.

Вариант 3

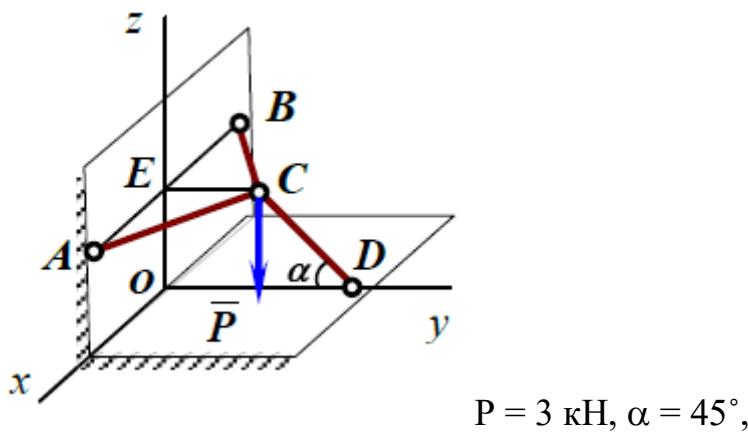


$$P = 4 \text{ kH}, \alpha = 60^\circ, \beta = 60^\circ. \text{ Определить усилия в}$$

стержнях графическим и аналитическим способами.



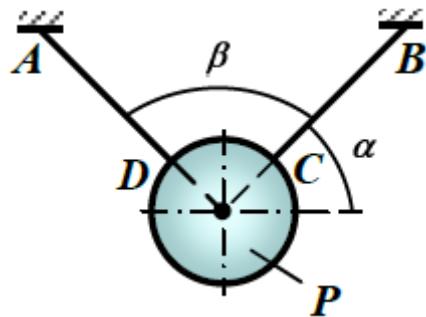
Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.



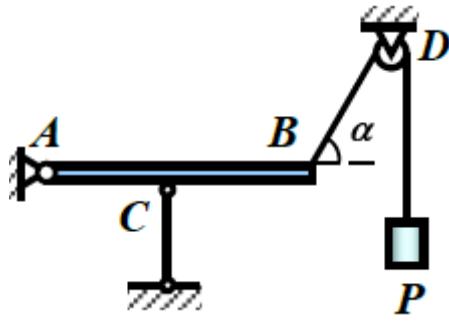
$$CD \perp Ox, \quad BC = AC = 2EC$$

Определить усилия в стержнях.

Вариант 4

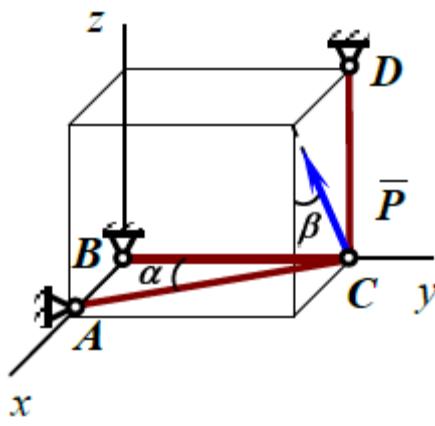


$P = 40 \text{ kH}$ ,  $\alpha = 45^\circ$ ,  $\beta = 90^\circ$ . Определить усилия в стержнях графическим и аналитическим способами.



$$P = 2 \text{ kN}, AB = 2 \text{ m}, AC = 1 \text{ m}, \alpha = 60^\circ.$$

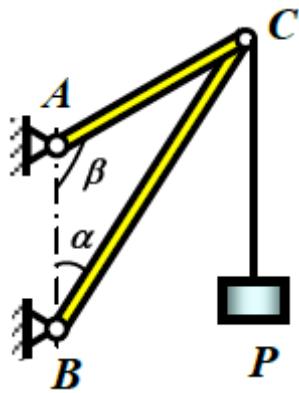
Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.



$$P = 4 \text{ kN}, \alpha = 30^\circ, \beta = 30^\circ, CD = a.$$

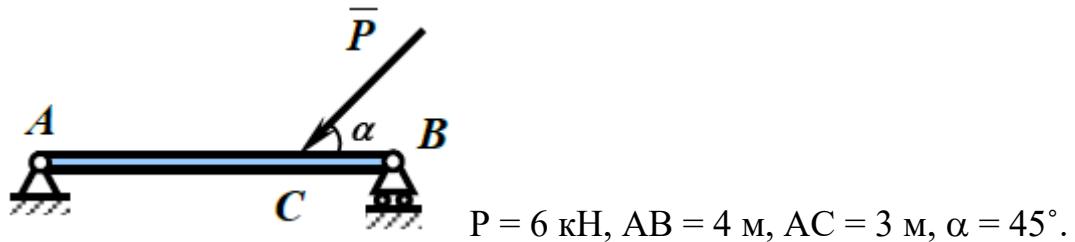
Определить усилия в стержнях.

Вариант 5

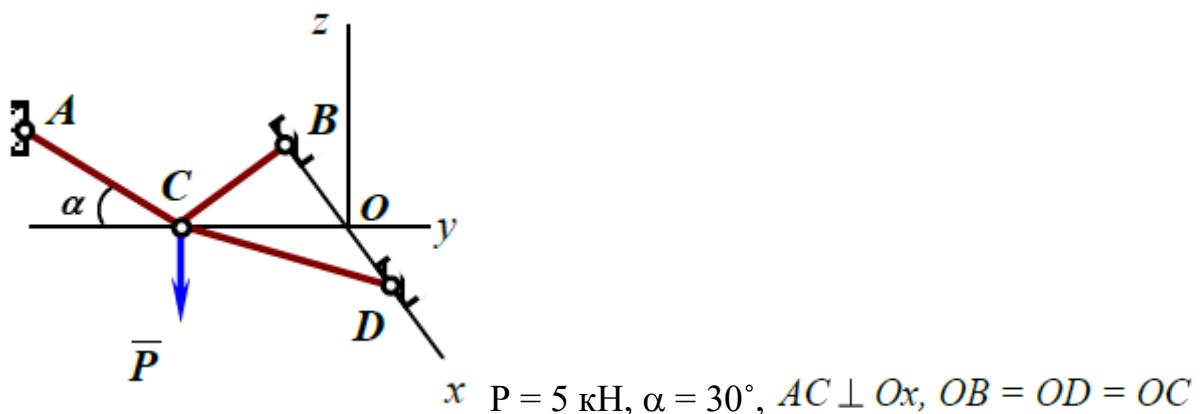


$$P = 2 \text{ kN}, \alpha = 15^\circ, \beta = 135^\circ. \text{ Определить усилия в}$$

стержнях графическим и аналитическим способами.



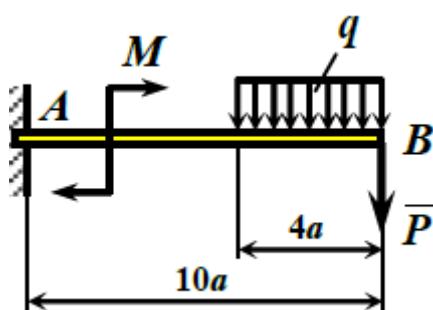
Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.



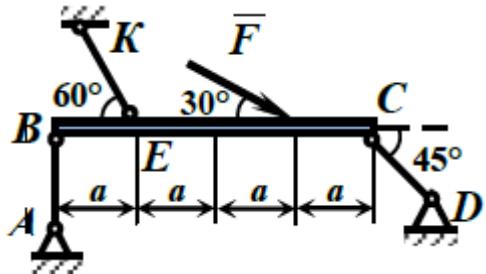
Определить усилия в стержнях.

Тема 2. Равновесие произвольной системы сил и системы параллельных сил на плоскости

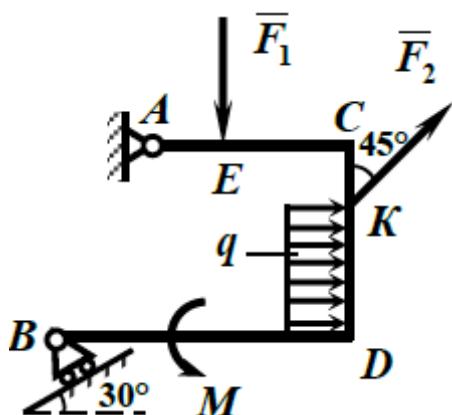
Вариант 1



Определить реакции заделки консольной балки  $AB$ , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 1,5 \text{ kN/m}$ , сосредоточенной силы  $P = 3 \text{ kN}$  и пары сил с моментом  $M = 2,5 \text{ kN}\cdot\text{m}$ , если  $a = 0,8 \text{ м}$ .

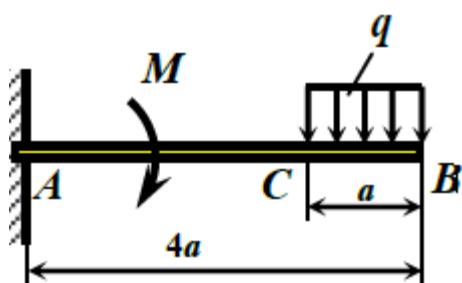


Однородная балка  $BC$  весом 400 Н удерживается в равновесии при помощи невесомых стержней  $AB$ ,  $CD$  и  $EK$ . Определить их реакции, если  $F = 150$  Н.

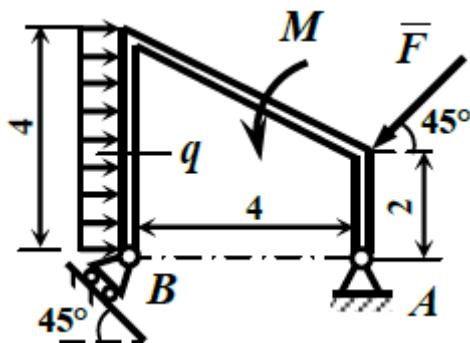


Жесткая рама закреплена в точке  $A$  шарнирно, а в точке  $B$  прикреплена к шарнирной опоре на катках. На раму действует пара сил с моментом  $M = 10$  кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $q = 2$  кН/м и две сосредоточенные силы  $F_1 = 3$  кН и  $F_2 = 5$  кН. Определить реакции связей, если  $AE = CK = a$ ,  $AC = 3a$ ,  $KD = 2a$ ,  $BD = 4a$  и  $a = 0,8$  м.

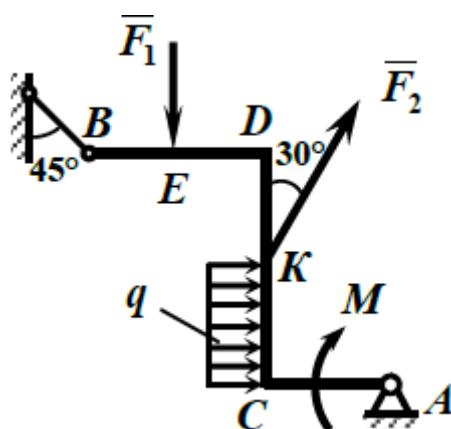
Вариант 2



Определить реакции заделки консольной балки  $AB$ , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 2,3$  кН/м и пары сил с моментом  $M = 3,5$  кН·м, если,  $a = 2$  м.

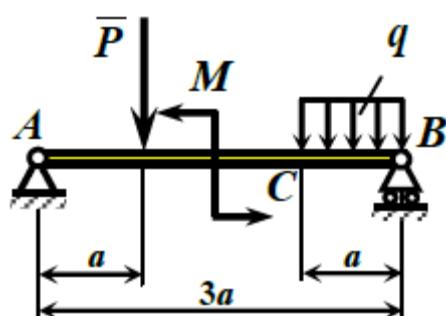


Определить реакции опор  $A$  и  $B$  рамы, находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 1,5$  кН/м, сосредоточенной силы  $F = 30$  кН и пары сил с моментом  $M = 10$  кН·м. Размеры на рисунке даны в метрах.

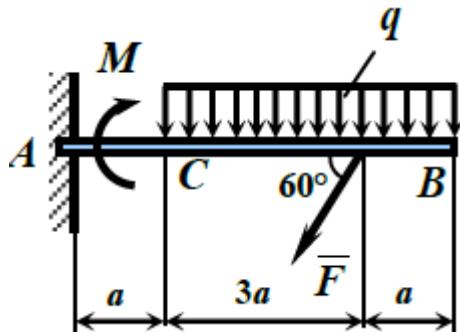


Ломаный стержень закреплен в точке  $A$  шарнирно, а в точке  $B$  невесомым стержнем. На балку действует пара сил с моментом  $M = 6$  кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $q = 1,5$  кН/м и две сосредоточенные силы  $F_1 = 7$  кН и  $F_2 = 10$  кН. Определить реакции связей, если  $BE = ED = 1,5a$ ,  $DK = KC = CA = 2a$  и  $a = 0,4$  м.

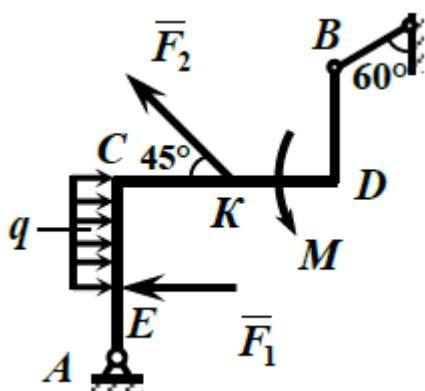
Вариант 3



Определить реакции опор балки  $AB$ , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 1,2$  кН/м, сосредоточенной силы  $P = 1,7$  кН и пары сил с моментом  $M = 2$  кН·м, если,  $a = 3$  м.

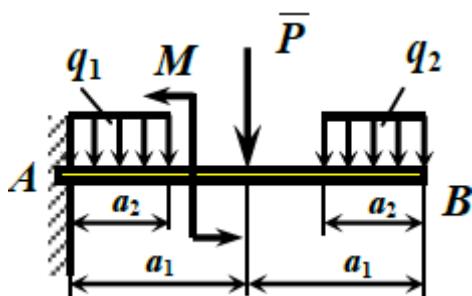


Определить реакции заделки консольной балки  $AB$ , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 10$  кН/м, сосредоточенной силы  $F = 40$  кН и пары сил с моментом  $M = 25$  кН·м, если  $a = 1$  м.

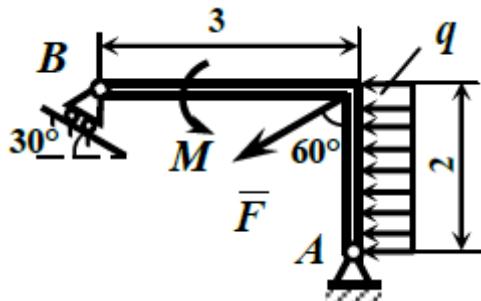


Ломаный стержень закреплен в точке  $A$  шарнирно, а в точке  $B$  невесомым стержнем. На стержень действует пара сил с моментом  $M = 4$  кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $q = 0,3$  кН/м и две сосредоточенные силы  $F_1 = 4$  кН и  $F_2 = 7$  кН. Определить реакции связей, если  $AE = a$ ,  $EC = CK = KD = DB = 2a$  и  $a = 0,4$  м.

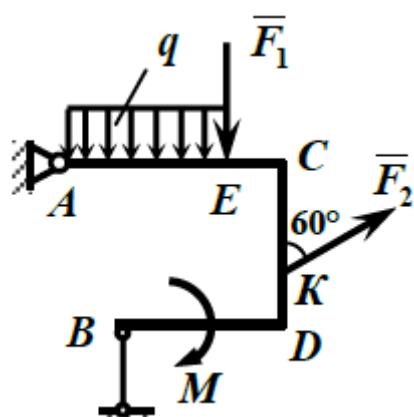
Вариант 4



Определить реакции заделки консольной балки  $AB$ , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q_1 = 1,2$  кН/м и  $q_2 = 0,8$  кН/м, сосредоточенной силы  $P = 0,6$  кН и пары сил с моментом  $M = 1,5$  кН·м, если  $a_1 = 3$  м,  $a_2 = 2$  м.

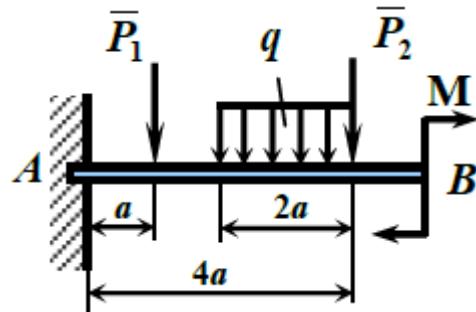


Определить реакции опор  $A$  и  $B$  ломаного стержня, находящегося под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 8 \text{ кН/м}$ , сосредоточенной силы  $F = 10,2 \text{ кН}$  и пары сил с моментом  $M = 12 \text{ кН}\cdot\text{м}$ . Размеры на рисунке даны в метрах.

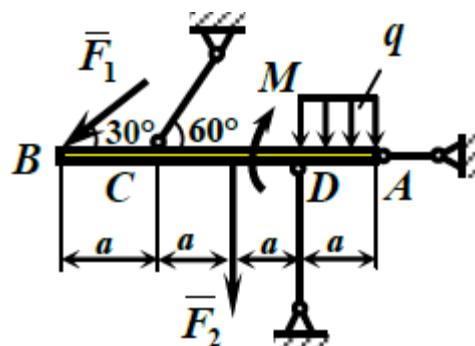


Жесткая рама закреплена в точке  $A$  шарнирно, а в точке  $B$  прикреплена к невесомому стержню. На раму действует пара сил с моментом  $M = 10$  кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $q = 0,3$  кН/м и две сосредоточенные силы  $F_1 = 3$  кН и  $F_2 = 5$  кН. Определить реакции связей, если  $EC = KD = a$ ,  $CK = 2a$ ,  $AE = DB = 3a$  и  $a = 0,5$  м.

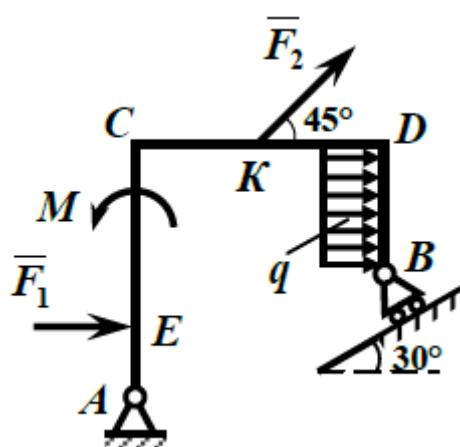
## Вариант 5



Определить реакции заделки консольной балки  $AB$ , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 0,6$  кН/м, сосредоточенных сил  $P_1 = 2$  кН и  $P_2 = 1,3$  кН и пары сил с моментом  $M = 0,5$  кН·м, если  $a = 1,5$  м.



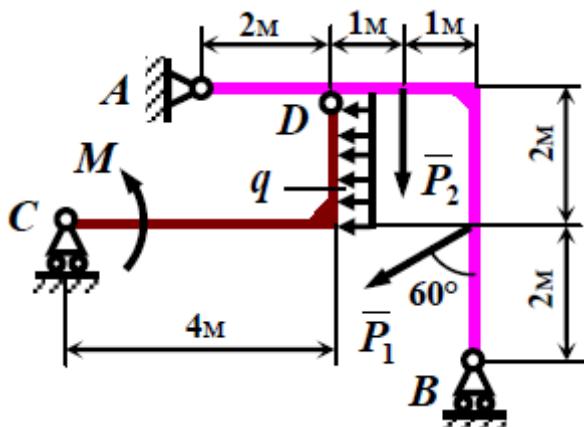
Определить реакции заделки консольной балки  $AB$ , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 0,6$  кН/м, сосредоточенных сил  $P_1 = 2$  кН и  $P_2 = 1,3$  кН и пары сил с моментом  $M = 0,5$  кН·м, если  $a = 1,5$  м.



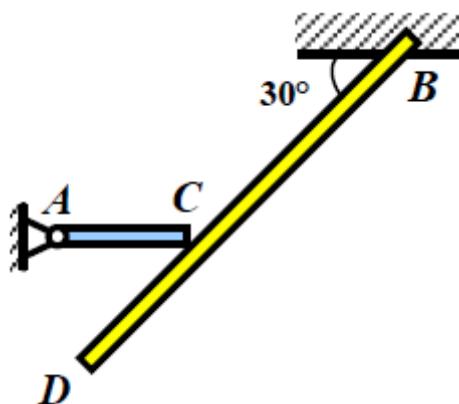
Жесткая рама закреплена в точке  $A$  шарнирно, а в точке  $B$  прикреплена к шарнирной опоре на катках. На раму действует пара сил с моментом  $M = 4$  кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $q = 0,5$  кН/м и две сосредоточенные силы  $F_1 = 4$  кН и  $F_2 = 6$  кН. Определить реакции связей, если  $CK = KD = DB = 2a$ ,  $AE = a$ ,  $EC = 3a$  и  $a = 0,4$  м.

### Тема 3. Равновесие системы тел на плоскости

## Вариант 1

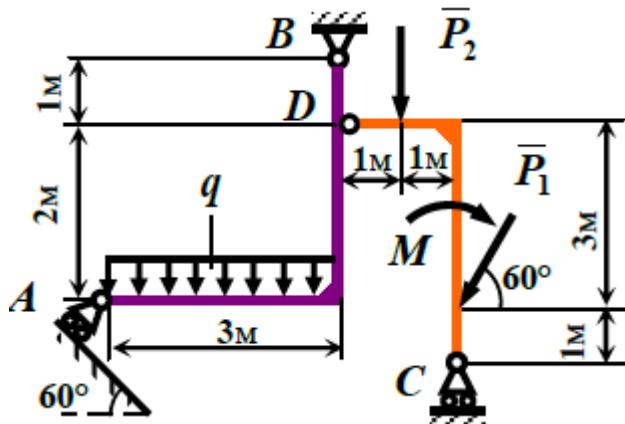


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции.  $P_1 = 8$  кН,  $P_2 = 10$  кН,  $M = 25$  кН·м,  $q = 2$  кН/м.

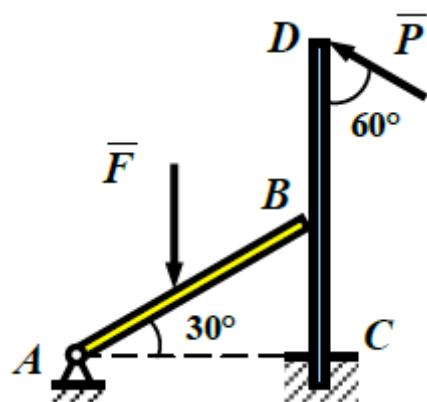


Однородный горизонтальный стержень  $AC$ , вес которого равен  $180 \text{ Н}$ , свободно опирается в точке  $C$  на балку  $BD$  весом  $200 \text{ Н}$ . Определить реакции опор, если  $BD = 8 \text{ м}$ ,  $CD = \frac{1}{4}BD$ .

## Вариант 2

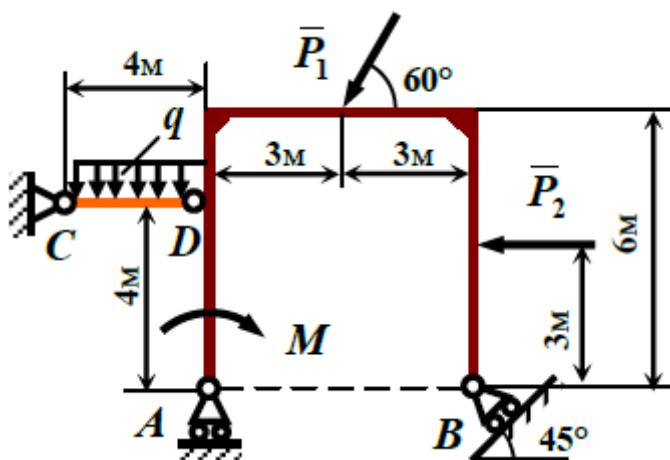


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции, если  $P_1 = 30$  кН,  $P_2 = 8$  кН,  $M = 26$  кН·м,  $q = 2$  кН/м.

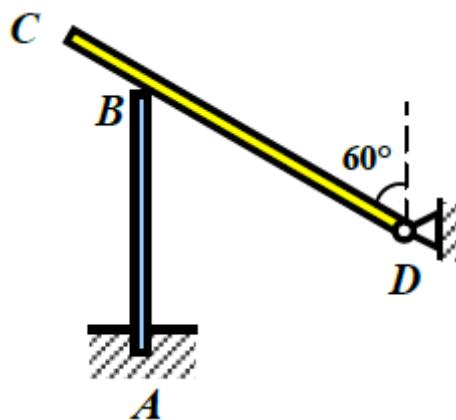


Стержень  $AB$  свободно опирается на вертикальный стержень  $CD$  длиной 1,8 м, жестко заделанный в основание. К середине стержня  $AB$  приложена вертикальная сила  $F = 2$  кН, а в точке  $D$  стержня  $CD$  сосредоточена сила  $P = 1$  кН. Определить реакции опор, пренебрегая весом стержней, если  $BC = BD$ .

Вариант 3

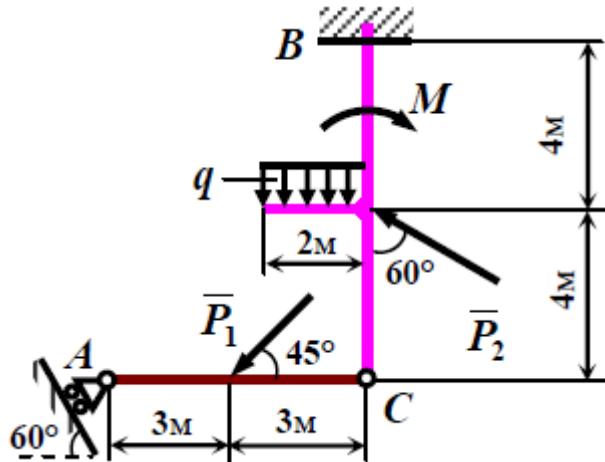


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции, если  $P_1 = 20$  кН,  $P_2 = 5$  кН,  $M = 20$  кН·м,  $q = 10$  кН/м.

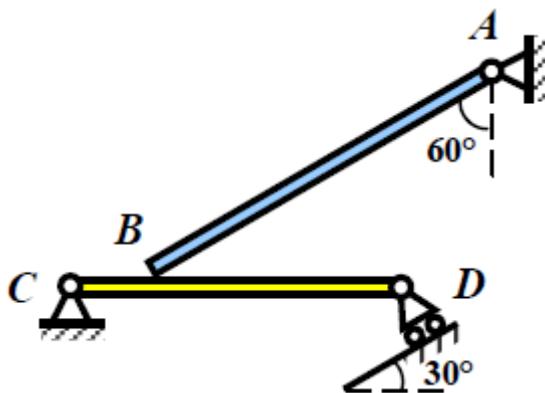


Однородный стержень  $CD$  весом 346 Н опирается на вертикальную стойку  $AB$  весом 123 Н. Определить реакции опор, если  $BD = 2$  м,  $BC = 1$  м,  $AB = 2$  м.

Вариант 4

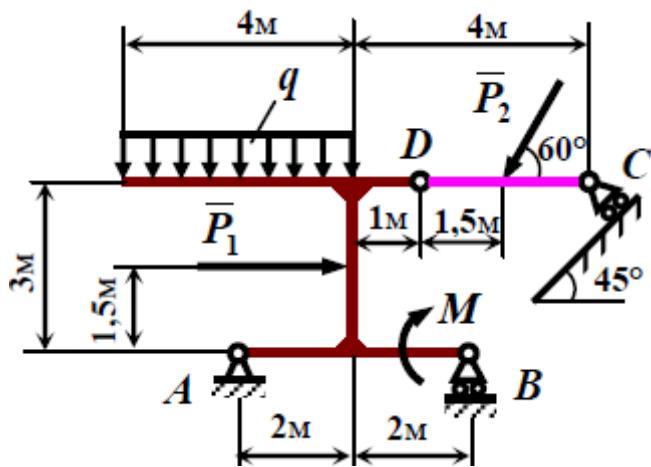


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции, если  $P_1 = 10$  кН,  $P_2 = 7$  кН,  $M = 21$  кН·м,  $q = 3,5$  кН/м.

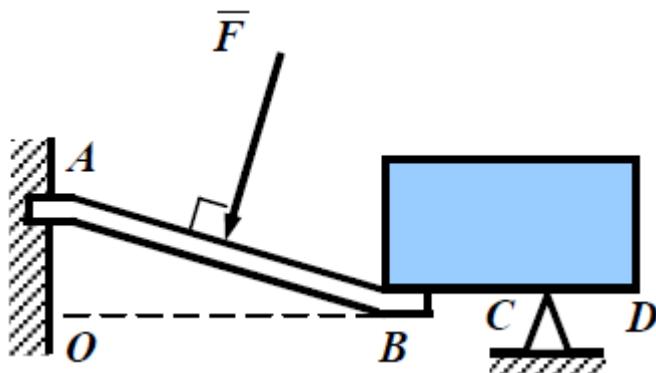


Однородный брус  $AB$  весом 400 Н опирается на однородную балку  $CD$  весом 70 Н. Определить реакции опор, если  $AB = 2$  м,  $BD = 2$  м  $CB = 0,3$  м.

Вариант 5



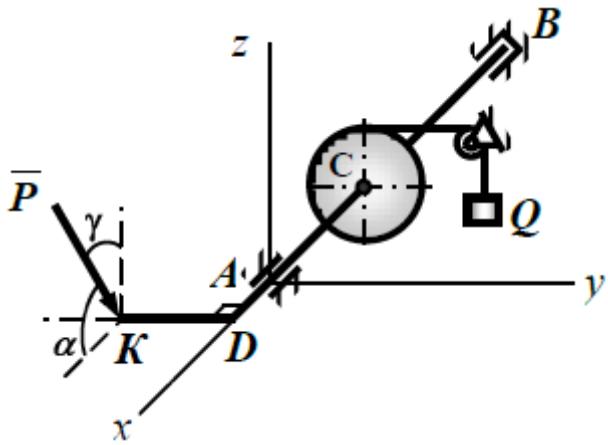
Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции, если  $P_1 = 12$  кН,  $P_2 = 6$  кН,  $M = 18$  кН·м,  $q = 4$  кН/м.



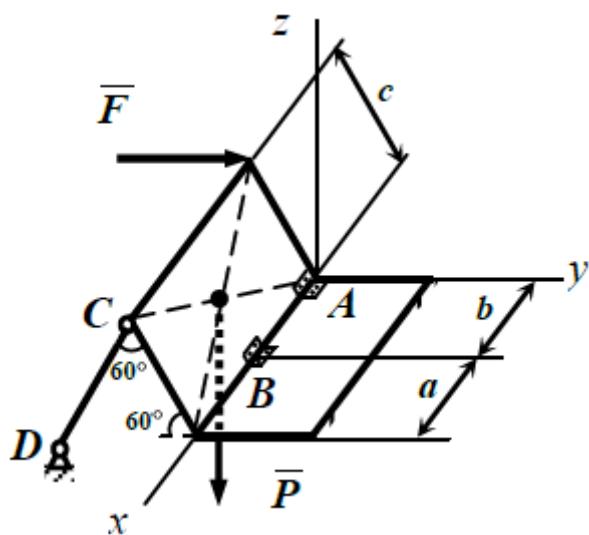
Однородная плита весом 80 Н, поставленная на край  $B$  балки  $AB$ , подпирается точечной опорой  $C$ . Перпендикулярно к балке, в ее середине, приложена сила  $F = 100$  Н. Пренебрегая весом балки, определить реакции заделки  $A$  и опоры  $C$ , если  $AO = 25$  см,  $OB = 60$  см,  $BC = 40$  см,  $CD = 10$  см.

Тема 4. Равновесие произвольной пространственной системы сил

Вариант 1

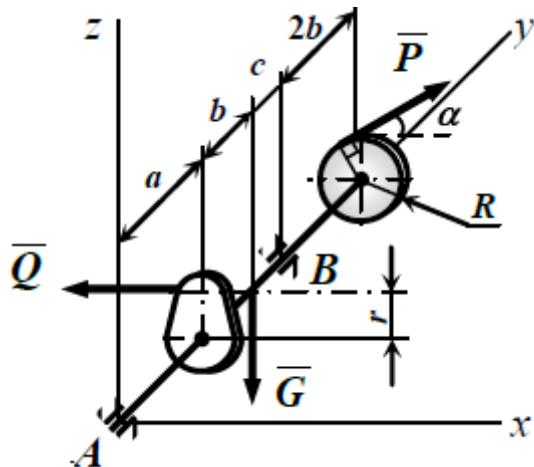


Определить реакции связей и величину силы  $\bar{P}$ , удерживающей конструкцию в равновесии. Трос, на котором подвешен груз  $Q$  весом 1800 Н, сходит с барабана  $C$  по касательной и параллелен оси  $Ay$ . Углы:  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\gamma = 30^\circ$ ,  $AD = \frac{1}{4}AB$ ,  $AC = \frac{3}{4}AB$ ,  $KD = 1,5R$ ,  $KD \parallel Ay$ .

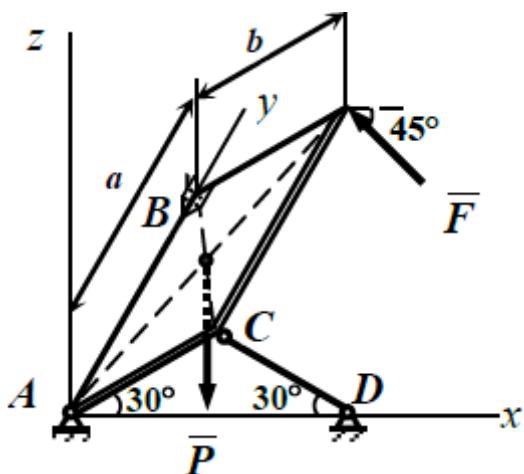


Однородная прямоугольная плита весом 5 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы  $\bar{F} \parallel Ay$ , при которой усилие в стержне  $CD \perp Ax$  равно нулю. Для полученного значения силы  $F$  найти реакции остальных связей, если  $a = b = 0,4$  м.

Вариант 2

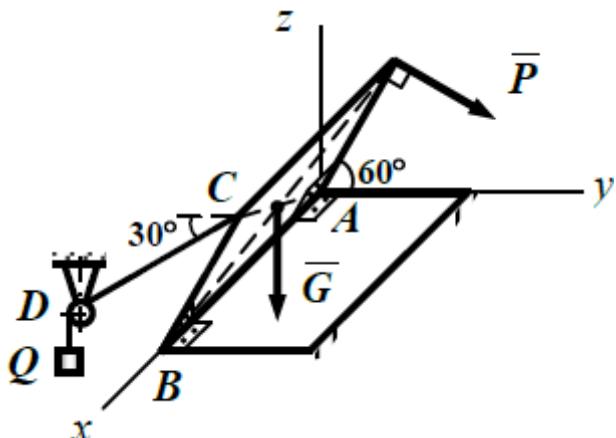


Определить величину силы  $P$  и значение угла  $\alpha$ , при которых составляющая  $X_B$  реакции шарнира равна нулю. Для полученных значений силы  $P$  и угла  $\alpha$  найти остальные реакции связей, если  $Q = 4$  кН,  $G = 5$  кН,  $a = 0,4$  м,  $b = 0,2$  м,  $c = 0,1$  м,  $R = 0,3$  м,  $r = 0,2$  м,  $\bar{P} \perp Ay$ .

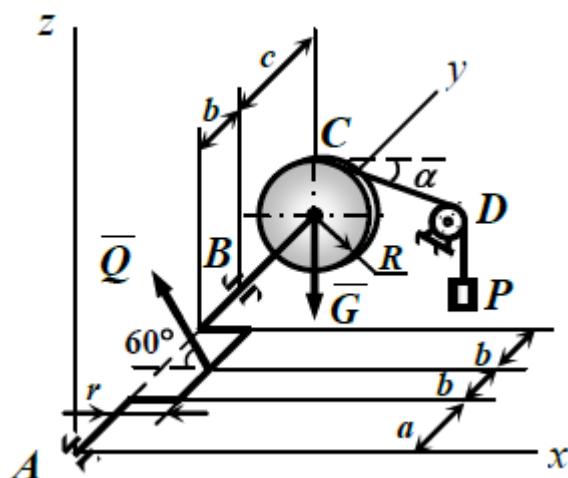


Однородная прямоугольная плита весом 4 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы  $F$ , при которой усилие в стержне  $CD$  равно нулю. Для полученного значения силы  $F$  найти реакции остальных связей, если  $\bar{F} \perp Ay$ .

Вариант 3

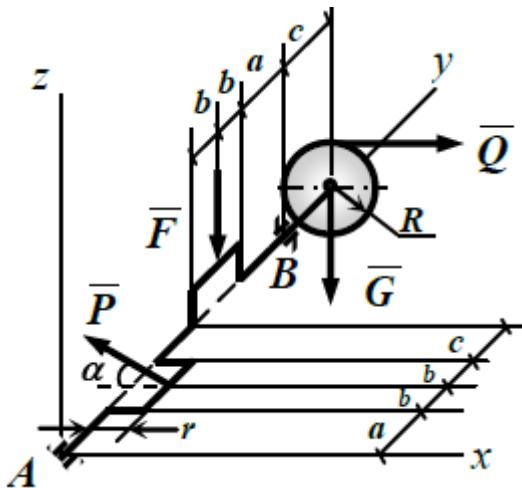


Однородная прямоугольная плита весом 2 кН закреплена и нагружена, как показано на рисунке. Определить величину силы  $P$  и реакции связей, если  $Q = 5$  кН. Участок  $CD$  нити и вектор силы  $\bar{P}$  перпендикулярны оси  $Ax$ .

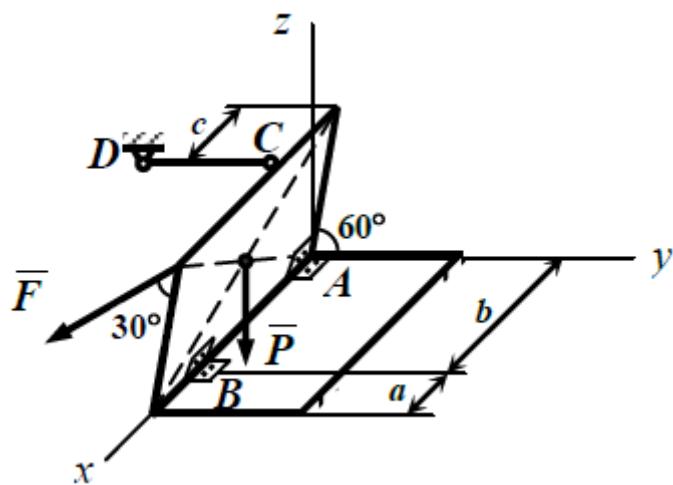


Определить величину силы тяжести груза  $P$  и значение угла  $\alpha$  при которых составляющая  $Z_B$  реакции шарнира равна нулю. Для полученных значений силы  $P$  и угла  $\alpha$  найти остальные реакции связей, если:  $Q = 10$  кН,  $G = 1$  кН,  $a = 0,8$  м,  $b = 0,2$  м,  $c = 0,6$  м,  $R = 0,4$  м,  $r = 0,2$  м,  $CD \perp Ay$ .

Вариант 4

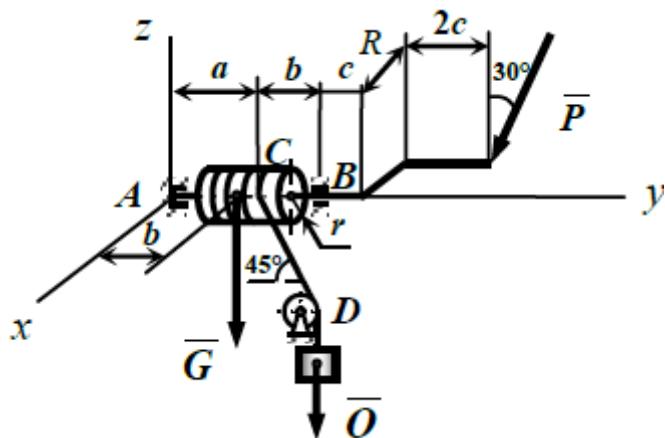


Определить величину силы  $P$  и значение угла  $\alpha$ , при которых составляющая  $X_A$  реакции шарнира равна нулю. Для полученных значений силы  $P$  и угла  $\alpha$  найти остальные реакции связей, если  $Q = 2$  кН,  $G = 3$  кН,  $F = 4$  кН,  $a = 0,4$  м,  $b = 0,1$  м,  $c = 0,2$  м,  $R = 0,3$  м,  $r = 0,1$  м.

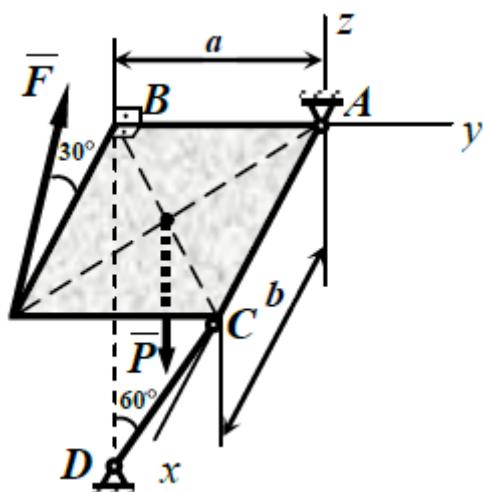


Однородная прямоугольная плита весом 2 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы  $F$ , при которой усилие в стержне  $CD$  равно нулю. Для полученного значения силы  $F$  найти реакции остальных связей, если  $a = 0,2$  м,  $b = 1,0$  м,  $c = 0,4$  м,  $F \perp Ax$ ,  $CD \parallel Ay$ .

Вариант 5



Определить реакции связей и величину силы  $P$ , при равновесии ворота, если  $Q = 4$  кН,  $G = 1$  кН,  $a = 0,25$  м,  $b = 0,2$  м,  $c = 0,08$  м,  $R = 0,15$  м,  $r = 0,1$  м,  $\bar{P} \perp Ax$ ,  $CD \perp Ax$ .

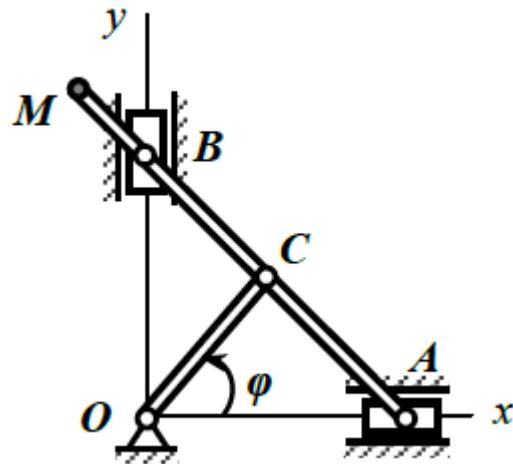


Однородная прямоугольная плита весом 1 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы  $F$ , при которой усилие в стержне  $CD$  равно нулю. Для полученного значения силы  $F$  найти реакции остальных связей, если:  $a = 0,6$  м,  $b = 0,8$  м,  $\bar{F} \perp Ay$ .

Тема 5. Определение траектории, скорости и ускорения материальной точки.

Вариант 1

Найти уравнение траектории точки, движущейся по закону  $x = 2t$ ,  $y = 4t^2 - 8t$  ( $x, y$  – м,  $t$  – с). Определить положение, скорость, ускорение точки, его касательную и нормальную составляющие и радиус кривизны траектории при  $t = 1$  с.

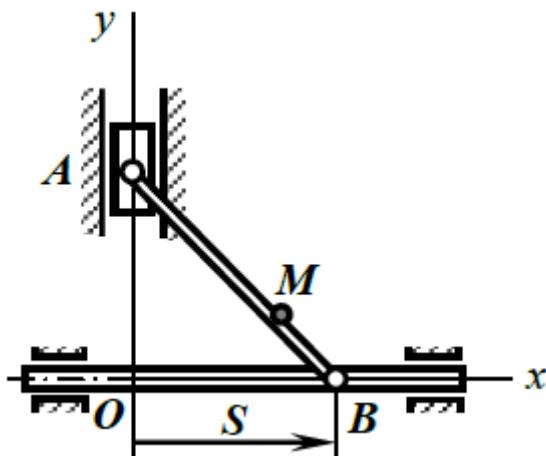


Звено ОС механизма движется по закону  $\varphi = \frac{\pi t}{6}$  ( $\varphi$  – рад,  $t$  – с).

Построить положение звеньев механизма в моменты времени  $t_0 = 0$ ,  $t_1 = 1$  с и  $t_2 = 3$  с. Написать уравнения движения точек  $A$  и  $M$  механизма в координатной форме и найти уравнение траектории точки  $M$ . Определить скорости и ускорения точек  $A$  и  $M$ , а также радиус кривизны траектории в точке  $M$  при  $t_1 = 1$  с, если  $MB = AC = BC = OC = 0,2$  м.

Вариант 2

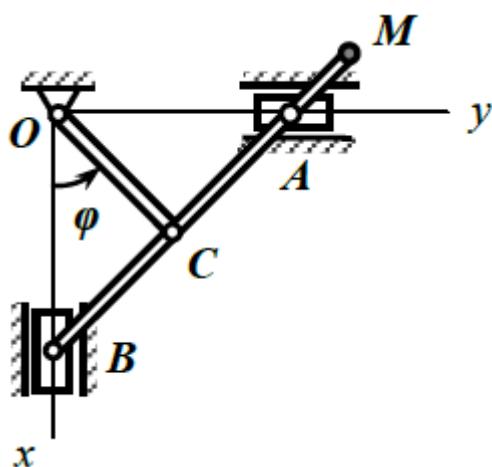
Найти уравнение траектории точки, движущейся по закону  $x = 4t^2 - 1$ ,  $y = 2t$  ( $x$ ,  $y$  – м,  $t$  – с). Определить положение, скорость, ускорение точки, его касательную и нормальную составляющие и радиус кривизны траектории при  $t = 0,5$  с.



Точка В механизма движется по закону  $S = 0,6\sin\pi t$  ( $S$  – м,  $t$  – с). Построить положение звеньев механизма в моменты времени  $t_0 = 0$ ,  $t_1 = \frac{1}{6}$  с,  $t_2 = \frac{1}{2}$  с. Написать уравнения движения точек  $A$  и  $M$  механизма в координатной форме и найти уравнение траектории точки  $M$ . Определить скорости и ускорения точек  $A$  и  $M$ , а также радиус кривизны траектории в точке  $M$  при  $t_1 = \frac{1}{6}$  с, если  $AB = 0,6$  м,  $AM = 0,45$  м.

## Вариант 3

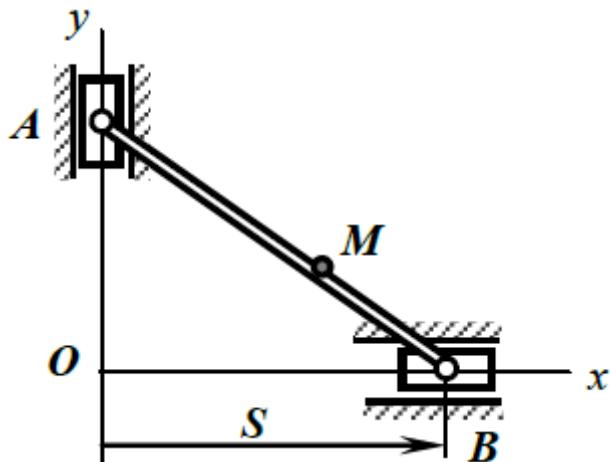
Найти уравнение траектории точки, движущейся по закону  $x = 3\sin\pi t^2$ ,  $y = 3\cos\pi t^2 - 2$  ( $x, y$  – м,  $t$  – с). Определить положение, скорость, ускорение точки, его касательную и нормальную составляющие и радиус кривизны траектории при  $t = 0,5$  с.



Звено  $OC$  механизма движется по закону  $\varphi = 3\pi t$  ( $\varphi$  – рад,  $t$  – с). Построить положение звеньев механизма в моменты времени  $t_0 = 0$ ,  $t_1 = \frac{1}{18}$  с и  $t_2 = \frac{1}{6}$  с. Написать уравнения движения точек  $A$  и  $M$  механизма в координатной форме и найти уравнение траектории точки  $M$ . Определить скорости и ускорения точек  $A$  и  $M$ , а также радиус кривизны траектории в точке  $M$  при  $t_1 = \frac{1}{18}$  с, если  $AC = OC = BC = AM = 0,1$  м.

## Вариант 4

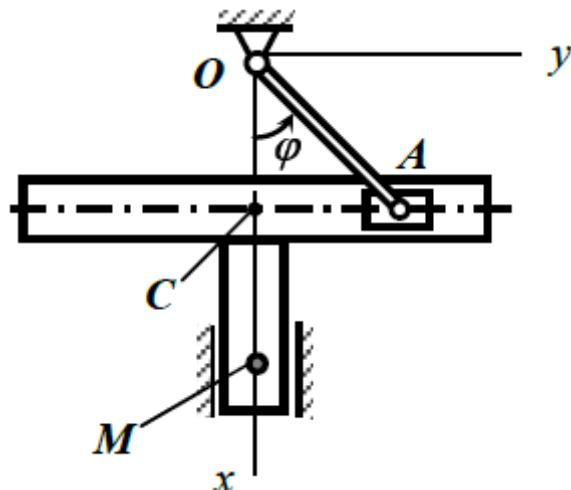
Найти уравнение траектории точки, движущейся по закону  $x = \cos 3\pi t^2$ ,  $y = \sin 3\pi t^2$  ( $x, y$  – м,  $t$  – с). Определить положение, скорость, ускорение точки, его касательную и нормальную составляющие и радиус кривизны траектории при  $t = \frac{1}{3}$  с.



Точка В механизма движется по закону  $S = 0,45\sin 3\pi t$  ( $S$  – м,  $t$  – с). Построить положение звеньев механизма в моменты времени  $t_0 = 0$ ,  $t_1 = \frac{1}{18}$  с и  $t_2 = \frac{1}{6}$  с. Написать уравнения движения точек  $A$  и  $M$  механизма в координатной форме и найти уравнение траектории точки  $M$ . Определить скорости и ускорения точек  $A$  и  $M$ , а также радиус кривизны траектории в точке  $M$  при  $t_1 = \frac{1}{18}$  с, если  $AB = 0,45$  м,  $AM = 0,3$  м.

Вариант 5

Найти уравнение траектории точки, движущейся по закону  $x = 6t^2 + 6t$ ,  $y = 6t$  ( $x, y$  – м,  $t$  – с). Определить положение, скорость, ускорение точки, его касательную и нормальную составляющие и радиус кривизны траектории при  $t = 0$  с.



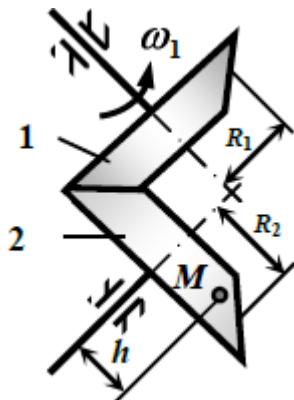
Звено  $OA$  механизма движется по закону  $\varphi = \pi t$  ( $\varphi$  – рад,  $t$  – с). Построить положение звеньев механизма в моменты времени  $t_0 = 0$ ,  $t_1 = \frac{1}{3}$  с,  $t_2 = \frac{1}{2}$  с. Написать уравнения движения точек  $A$  и  $M$  механизма в координатной форме и найти уравнение траектории точки  $M$ . Определить скорости и ускорения точек  $A$  и  $M$ , а также радиус кривизны траектории в точке  $M$  при  $t_1 = \frac{1}{3}$  с, если  $AO = 0,6$  м,  $CM = 1,2$  м.

Тема 6. Вращательное движение твёрдого тела. Определение скоростей и ускорений точек вращающегося тела.

Вариант 1

Написать уравнение движения диска турбины при пуске её в ход, если известно, что угол поворота изменяется пропорционально кубу времени, и при  $t_1 = 3$  с угловая скорость соответствует 810 об/мин. Определить угловую скорость диска при  $t_2 = 6$  с.

Диск радиусом 2 м вращается равноускоренно из состояния покоя. Через 10 с точки, лежащие на его ободе, имеют линейную скорость 100 м/с. Найти скорость и ускорение точек обода через 15 с после начала движения.

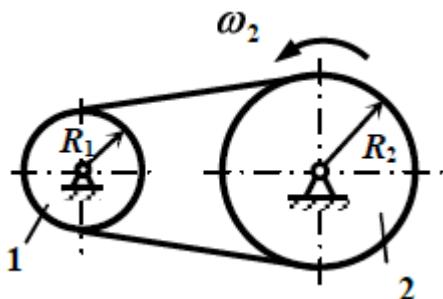


Зубчатое колесо 1 радиусом  $R_1 = 0,1$  м конической пары вращается с постоянной угловой скоростью  $30\pi$  рад/с. Определить скорость и ускорение точки  $M$ , лежащей на колесе 2 радиусом  $R_2 = 0,15$  м на расстоянии  $h = R_1$  от оси вращения.

Вариант 2

Вал, начиная вращаться из состояния покоя равноускоренно, и за первые 5 с, совершают 12,5 оборотов. Написать уравнение движения вала и определить его угловую скорость через 10 с после начала движения.

Маховое колесо радиусом 1 м вращается вокруг неподвижной оси согласно закону  $\varphi = 2\pi \sin \pi t$  ( $\varphi$  – рад,  $t$  – с). Определить скорость и ускорение точки, лежащей на ободе маховика, в момент времени  $t = 2$  с.

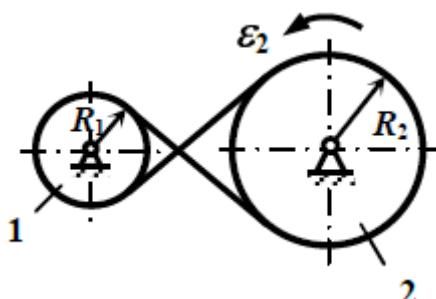


Шкив 2 радиусом  $R_2 = 0,75$  м приводится в движение из состояния покоя бесконечным ремнем от шкива 1 радиусом  $R_1 = 0,3$  м, угловое ускорение которого равно  $0,004\pi$  рад/с<sup>2</sup>. Пренебрегая скольжением ремня по шкивам, определить время, по истечении которого, шкив 2 будет делать 300 оборотов в минуту. Определить скорости точек обода шкива 1.

Вариант 3

Маховое колесо начинает вращаться из состояния покоя равнотускременно и через 4 минуты имеет угловую скорость, соответствующую 1200 об/мин. Определить количество оборотов, сделанное маховиком за это время, и написать уравнение его движения.

Тело совершает колебательные движения вокруг неподвижной оси согласно закону  $\varphi = 0,5\pi \sin 2\pi t$  ( $\varphi$  – рад,  $t$  – с). Определить скорость и ускорение точки тела, находящейся на расстоянии 0,2 м от оси вращения в момент времени  $t = 1$  с.

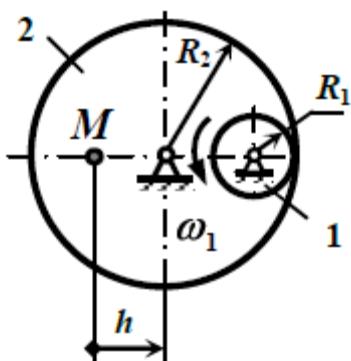


Шкив 1 радиусом  $R_1 = 0,4$  м приводится в движение из состояния покоя бесконечным ремнем от шкива 2 радиусом  $R_2 = 0,8$  м, угловое ускорение которого равно  $0,4\pi$  рад/с<sup>2</sup>. Пренебрегая скольжением ремня по шкивам, определить время, по истечении которого шкив 1 будет делать 300 оборотов в минуту. Вычислить скорость точек обода шкива 1.

## Вариант 4

Тело, имеющее неподвижную ось, получило начальную угловую скорость  $2\pi$  рад/с. Сделав 10 оборотов, тело, вследствие трения в подшипниках, остановилось. Определить угловое ускорение, считая его постоянным, и написать уравнение движения тела.

Определить скорость и ускорение точки тела, находящейся на расстояние 1 м от оси вращения, в момент времени  $t = 0,5$  с, если тело вращается вокруг неподвижной оси по закону  $\varphi = 2\pi \cdot \cos \pi t^2$  ( $\varphi$  – рад,  $t$  – с).

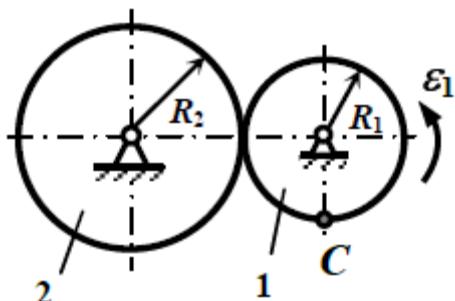


Колесо 1 зубчатой передачи вращается с постоянной угловой скоростью равной  $30\pi$  рад/с. Определить скорость и ускорение точки  $M$  колеса 2, находящейся на расстоянии  $h = R_1$  от оси вращения, если считать, что радиусы колес  $R_1 = 0,05$  м,  $R_2 = 0,15$  м.

## Вариант 5

С момента выключения мотора винт самолета, вращающийся с угловой скоростью, соответствующей 1200 об/мин, сделал до остановки 80 оборотов. Считая вращение винта равнозамедленным, определить время остановки винта и написать уравнение его движения.

Ротор радиусом 0,5 м вращается равномерно вокруг своей оси. Скорость точек, лежащих на его внешней поверхности, равна 2 м/с. Сколько оборотов в минуту делает ротор и каково ускорение точек его поверхности?

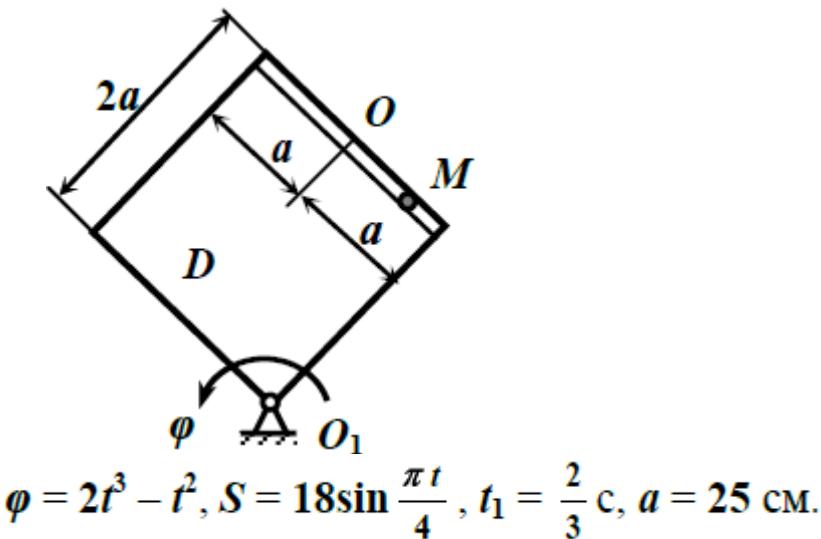


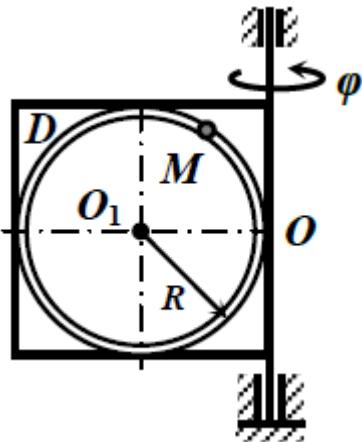
Колесо 1 зубчатой передачи вращается с угловым ускорением, равным  $2\pi$  рад/с<sup>2</sup>. Определить угловую скорость колеса 1 и ускорение точки С в тот момент, когда колесо 2 вращается с угловой скоростью соответствующей 600 об/мин, если радиусы колес  $R_1 = 0,4$  м,  $R_2 = 0,8$  м.

Тема 7. Определение абсолютной скорости и ускорения точки при сложном движении

Вариант 1

Определить абсолютные скорости и ускорения точки М при её сложном движении в заданный момент времени  $t = t_1$ . Движение тела D задано уравнением  $\varphi = \varphi(t)$ , рад. Движение точки М относительно тела D задано уравнением  $S = OM = S(t)$ , см. Положительное значение координаты  $S = OM$  отсчитывается от точки О в сторону указанного на рисунке положения точки М.

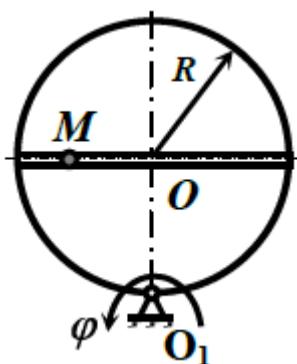




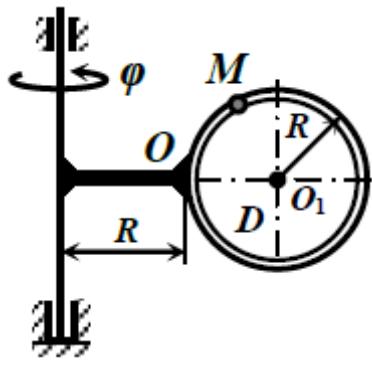
$$\varphi = 3t - 0,5t^3, S = 40\pi \cos \frac{\pi t}{6}, t_1 = 2 \text{ с}, R = 30 \text{ см.}$$

Вариант 2

Определить абсолютные скорости и ускорения точки М при её сложном движении в заданный момент времени  $t = t_1$ . Движение тела D задано уравнением  $\varphi = \varphi(t)$ , рад. Движение точки М относительно тела D задано уравнением  $S = OM = S(t)$ , см. Положительное значение координаты  $S = OM$  отсчитывается от точки О в сторону указанного на рисунке положения точки М.



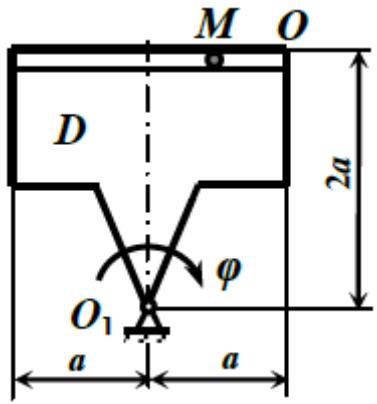
$$\varphi = 0,4t^2 + t, S = 20 \sin \pi t, t_1 = \frac{5}{3} \text{ с}, R = 20 \text{ см.}$$



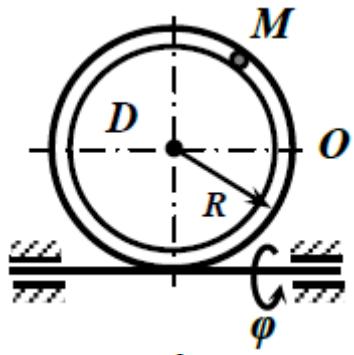
$$\varphi = 1,2t - t^2, S = 20\pi \cos \frac{\pi t}{4}, t_1 = \frac{4}{3} \text{ с}, R = 20 \text{ см.}$$

Вариант 3

Определить абсолютные скорости и ускорения точки M при её сложном движении в заданный момент времени  $t = t_1$ . Движение тела D задано уравнением  $\varphi = \varphi(t)$ , рад. Движение точки M относительно тела D задано уравнением  $S = OM = S(t)$ , см. Положительное значение координаты  $S = OM$  отсчитывается от точки O в сторону указанного на рисунке положения точки M.



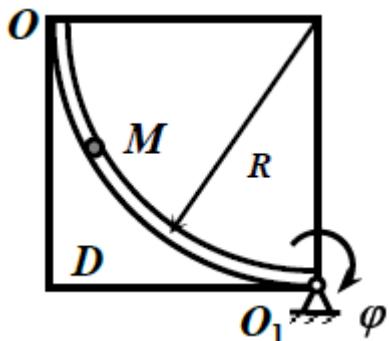
$$\varphi = 2t + 0,5t^2, S = 6t^3, t_1 = 2 \text{ с}, a = 30 \text{ см.}$$



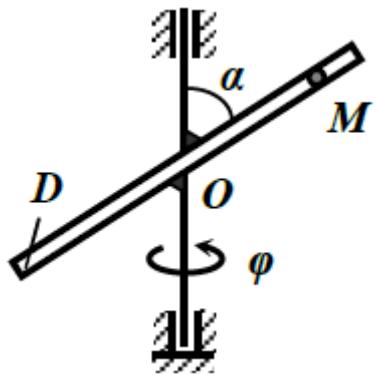
$$\varphi = t - 0,5t^3, S = 10\sqrt{2}\pi \cdot \cos 2\pi t, t_1 = 1/8 \text{ с}, R = 30 \text{ см.}$$

Вариант 4

Определить абсолютные скорости и ускорения точки М при её сложном движении в заданный момент времени  $t = t_1$ . Движение тела D задано уравнением  $\varphi = \varphi(t)$ , рад. Движение точки М относительно тела D задано уравнением  $S = OM = S(t)$ , см. Положительное значение координаты  $S = OM$  отсчитывается от точки О в сторону указанного на рисунке положения точки М.



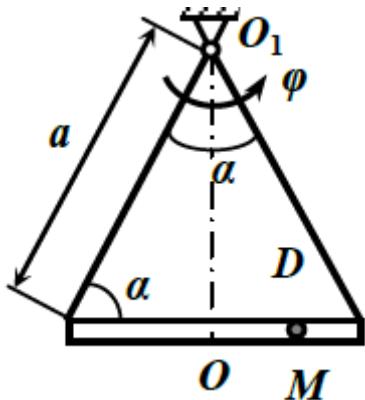
$$\varphi = 0,75t + 1,5t^2, S = 20\pi \cdot \sin \frac{\pi t}{6}, t_1 = 1 \text{ с}, R = 40 \text{ см.}$$



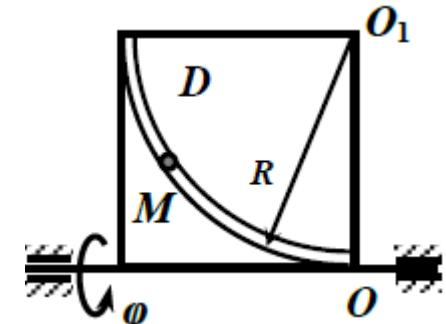
$$\varphi = 0,6t^2, S = 10\sin\frac{\pi t}{6}, t_1 = 1 \text{ c}, \alpha = 60^\circ.$$

## Вариант 5

Определить абсолютные скорости и ускорения точки М при её сложном движении в заданный момент времени  $t = t_1$ . Движение тела D задано уравнением  $\varphi = \varphi(t)$ , рад. Движение точки М относительно тела D задано уравнением  $S = OM = S(t)$ , см. Положительное значение координаты  $S = OM$  отсчитывается от точки О в сторону указанного на рисунке положения точки М.



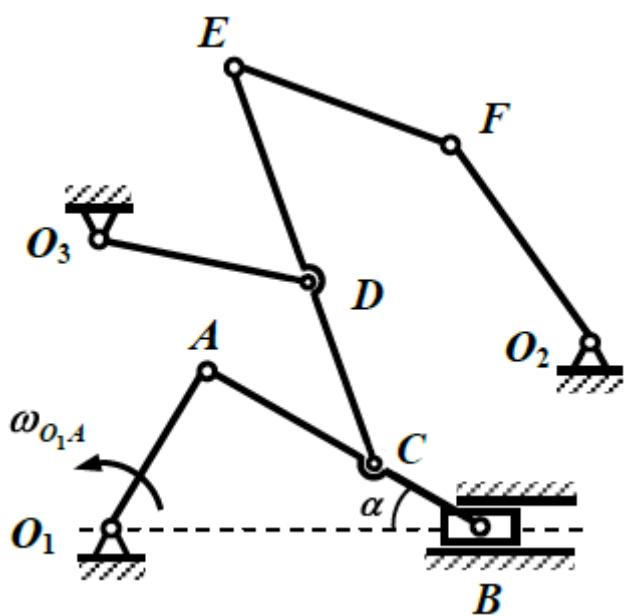
$$\varphi = 0,5t^2, S = 20\cos 2\pi t, t_1 = 3/8 \text{ s}, a = 40 \text{ cm}, \alpha = 60^\circ.$$



$$\varphi = 2t^3 - 5t, S = 2,5\pi(t^3 - 4), t_1 = 2 \text{ с}, R = 40 \text{ см.}$$

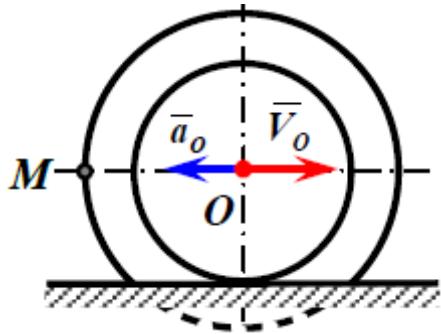
Тема 8. Определение скоростей и ускорений точек при плоско-параллельном движении тела.

Вариант 1



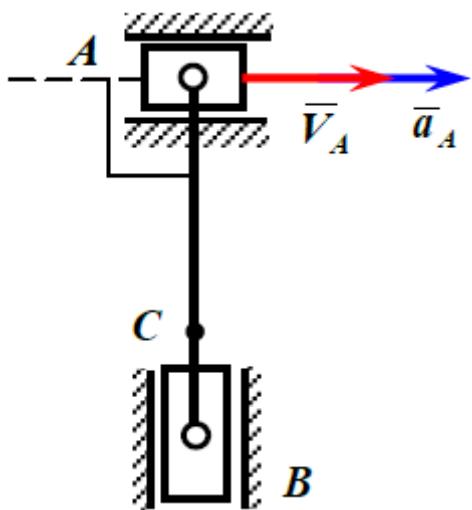
$$O_1A = 21 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 2 \text{ рад/с}, \angle O_1AB = 90^\circ, \alpha = 30^\circ.$$

Построить положение мгновенных центров скоростей всех звеньев, совершающих плоскопараллельное движение и показать направление их вращения, показать направления скоростей всех обозначенных точек, найти скорость точки В двумя способами – через мгновенный центр скоростей и по теореме о проекциях скоростей.



$$a_o = 12 \text{ см/с}^2, V_o = 24 \text{ см/с}, R = 15 \text{ см}, r = 12 \text{ см.}$$

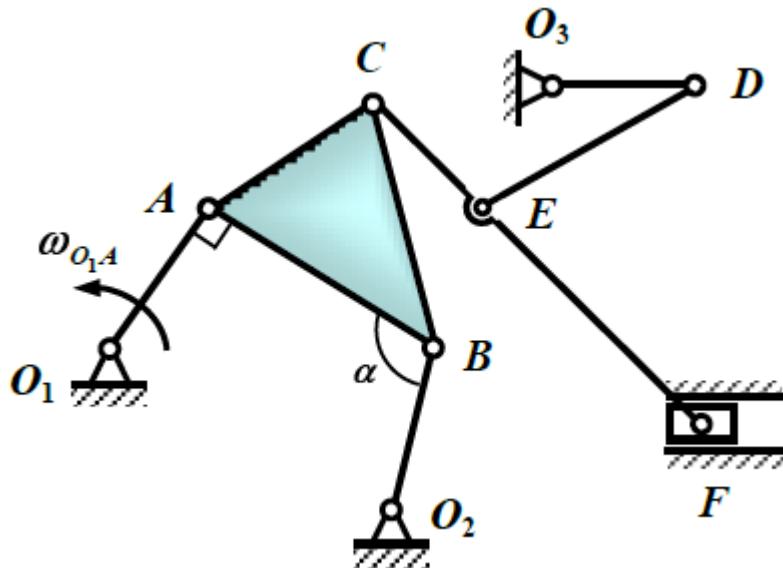
Колесо катится без скольжения, определить скорость и ускорение точки М.



$$a_A = 30 \text{ см/с}^2, V_A = 30 \text{ см/с}, AB = 30 \text{ см}, AC = 20 \text{ см.}$$

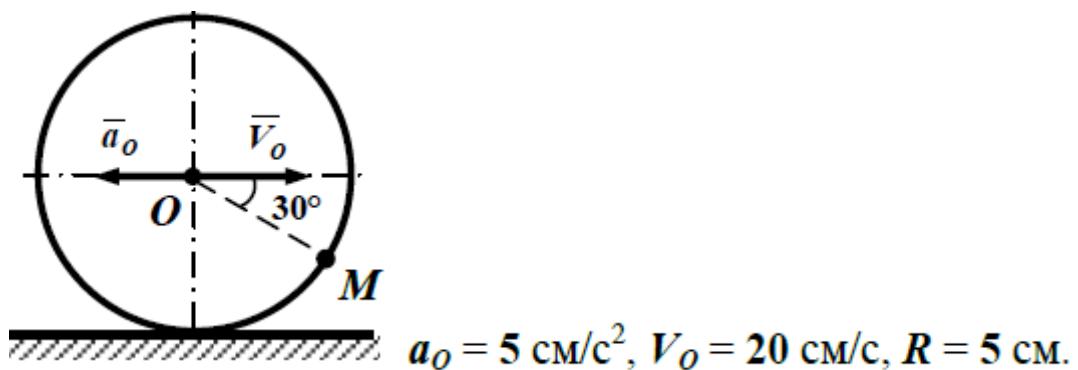
Для заданного положения звеньев механизма определить скорости и ускорения точек В и С, угловую скорость и ускорение звена АВ.  
Скорости точек найти через мгновенный центр скоростей. Построить многоугольник ускорений для точки В.

Вариант 2



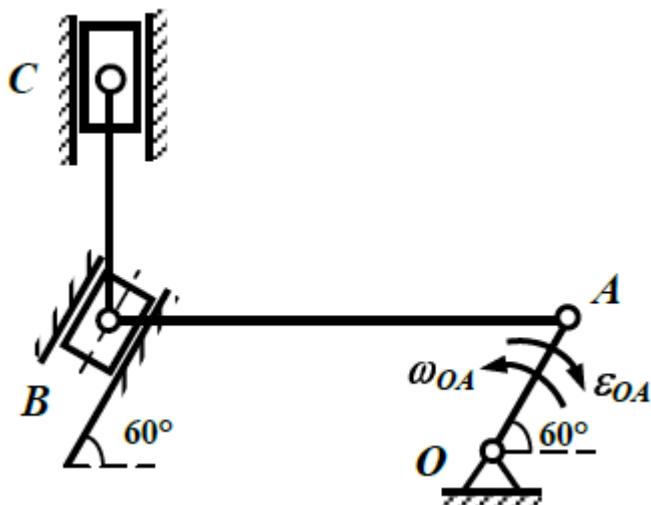
$$O_1A = 15 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 2 \text{ рад/с}, \angle O_1AB = 90^\circ, \alpha = 105^\circ.$$

Построить положение мгновенных центров скоростей всех звеньев, совершающих плоскопараллельное движение и показать направление их вращения, показать направления скоростей всех обозначенных точек, найти скорость точки В двумя способами – через мгновенный центр скоростей и по теореме о проекциях скоростей.



$$a_o = 5 \text{ см/с}^2, V_o = 20 \text{ см/с}, R = 5 \text{ см.}$$

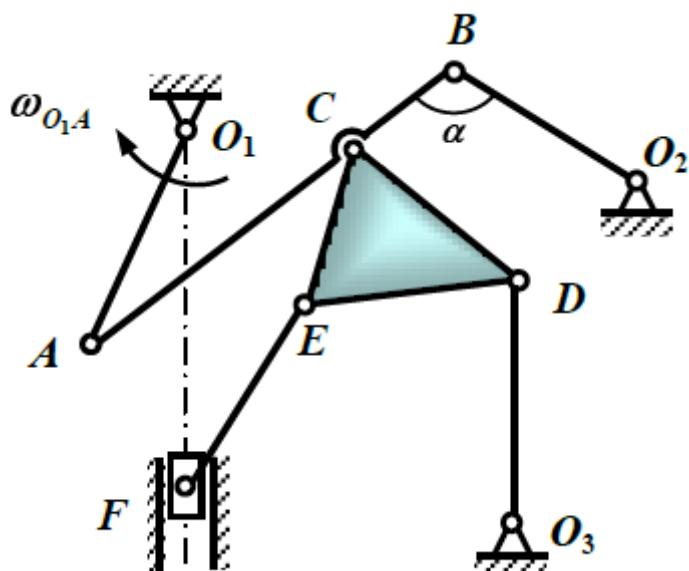
Колесо катится без скольжения, определить скорость и ускорение точки М.



$$\varepsilon_{OA} = 2 \text{ rad/c}^2, \omega_{OA} = 4 \text{ rad/c}, AB = 4OA = 2BC = 40 \text{ см.}$$

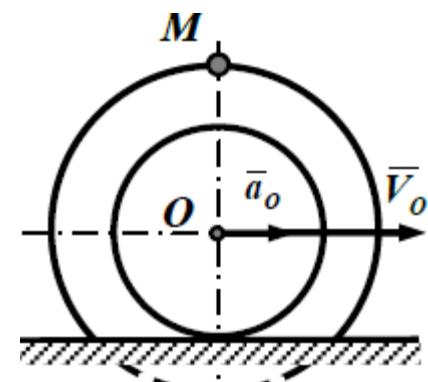
Для заданного положения звеньев механизма определить скорости и ускорения точек В и С, угловую скорость и ускорение звена АВ.  
Скорости точек найти через мгновенный центр скоростей. Построить многоугольник ускорений для точки В.

Вариант 3



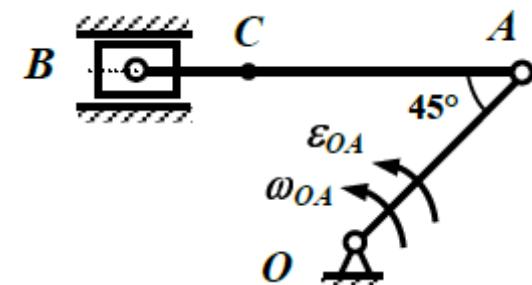
$$O_1A = 30 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 2 \text{ рад/c}, \angle O_1AB = 30^\circ, \alpha = 120^\circ.$$

Построить положение мгновенных центров скоростей всех звеньев, совершающих плоскопараллельное движение и показать направление их вращения, показать направления скоростей всех обозначенных точек, найти скорость точки В двумя способами – через мгновенный центр скоростей и по теореме о проекциях скоростей.



$$a_o = 8 \text{ см/с}^2, V_o = 16 \text{ см/с}, R = 5 \text{ см}, r = 4 \text{ см.}$$

Колесо катится без скольжения, определить скорость и ускорение точки М.

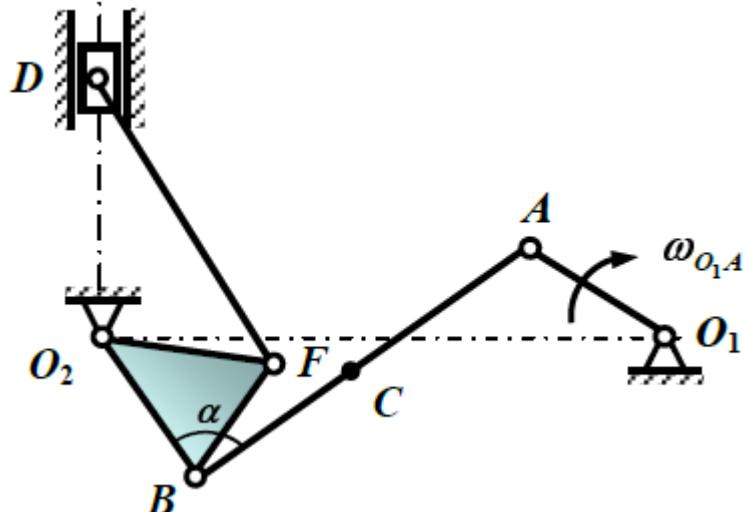


$$\epsilon_{OA} = 1 \text{ рад/с}^2, \omega_{OA} = 4 \text{ рад/с}, AB = 2OA = 20 \text{ см}, AC = 15 \text{ см.}$$

Для заданного положения звеньев механизма определить скорости и ускорения точек В и С, угловую скорость и ускорение звена АВ.

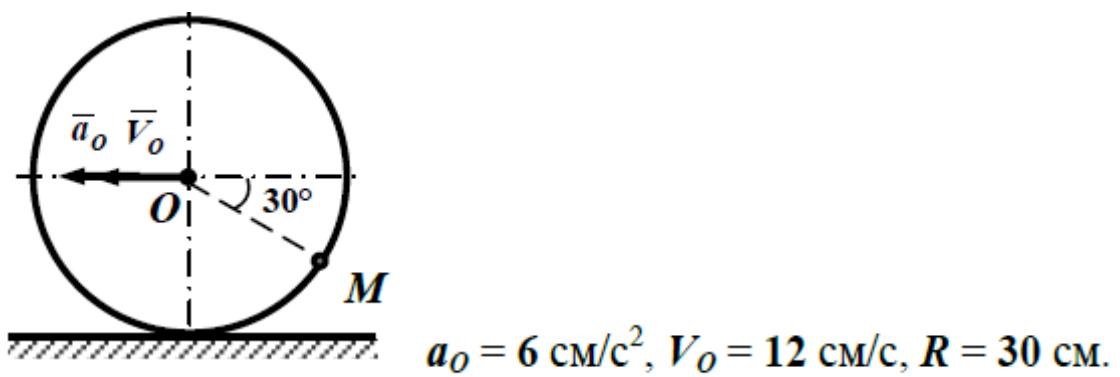
Скорости точек найти через мгновенный центр скоростей. Построить многоугольник ускорений для точки В.

## Вариант 4

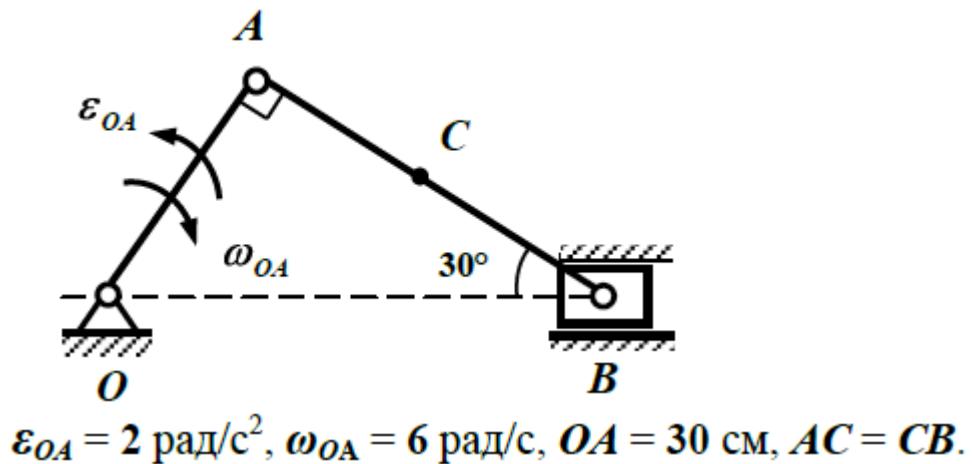


$$O_1A = 15 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 2 \text{ рад/с}, \angle O_1AB = 120^\circ, a = 60^\circ.$$

Построить положение мгновенных центров скоростей всех звеньев, совершающих плоскопараллельное движение и показать направление их вращения, показать направления скоростей всех обозначенных точек, найти скорость точки В двумя способами – через мгновенный центр скоростей и по теореме о проекциях скоростей.

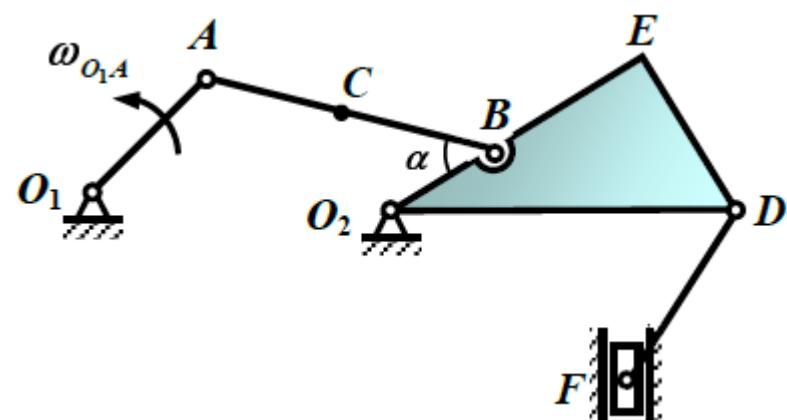


Колесо катится без скольжения, определить скорость и ускорение точки М.



Для заданного положения звеньев механизма определить скорости и ускорения точек В и С, угловую скорость и ускорение звена АВ. Скорости точек найти через мгновенный центр скоростей. Построить многоугольник ускорений для точки В.

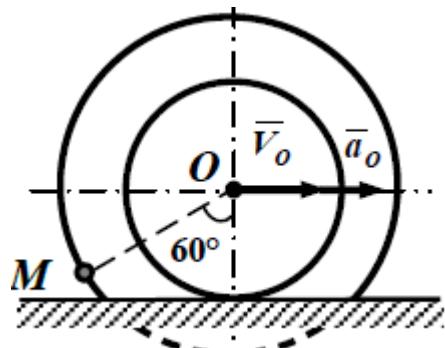
Вариант 5



$$O_1A = 20 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 3 \text{ рад/с}, \angle O_1AB = 120^\circ, \alpha = 45^\circ.$$

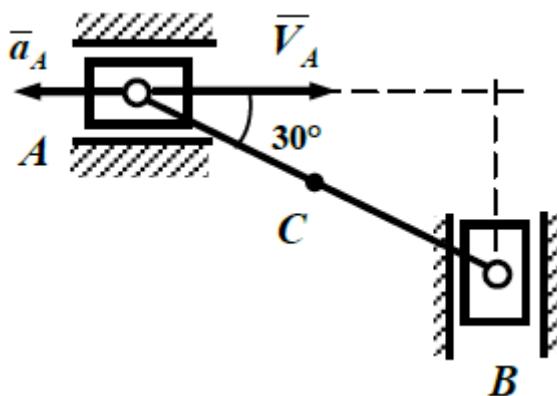
Построить положение мгновенных центров скоростей всех звеньев, совершающих плоскопараллельное движение и показать направление их

вращения, показать направления скоростей всех обозначенных точек, найти скорость точки В двумя способами – через мгновенный центр скоростей и по теореме о проекциях скоростей.



$$a_o = 15 \text{ см/с}^2, V_o = 30 \text{ см/с}, R = 2r = 10 \text{ см.}$$

Колесо катится без скольжения, определить скорость и ускорение точки М.



$$a_A = 20 \text{ см/с}^2, V_A = 40 \text{ см/с}, AB = 2AC = 10 \text{ см.}$$

Для заданного положения звеньев механизма определить скорости и ускорения точек В и С, угловую скорость и ускорение звена АВ. Скорости точек найти через мгновенный центр скоростей. Построить многоугольник ускорений для точки В.

### Семестр 3

#### Тема 1. Первая и вторая задачи динамики материальной точки

##### Вариант 1

Материальная точка массой **2** кг движется по криволинейной траектории по закону  $S = 12 \sin t$  ( $S$  – м,  $t$  – с) в горизонтальной плоскости. В данный момент скорость точки равна **3** м/с, а радиус кривизны её траектории **6** м. Найти силу, действующую на точку, в данный момент времени.

В момент выключения двигателей корабль водоизмещением **10000** т двигался со скоростью **16** м/с. Сопротивление воды при скорости **1** м/с равно **300** кН и пропорционально квадрату скорости корабля. Какое расстояние пройдёт корабль, прежде чем его скорость станет равной **4** м/с? За какое время пройдёт корабль это расстояние?

##### Вариант 2

Шарик, подвешенный на нити в неподвижной точке, представляет собой конический маятник, т.е. описывает окружность в горизонтальной плоскости. Определить отношение сил натяжения нити и её угловых скоростей для двух значений угла  $\alpha$ :  $\alpha_1 = 30^\circ$  и  $\alpha_2 = 45^\circ$ , если шарик движется равномерно.

Материальная точка массой **0,2** кг движется по горизонтальной прямой под действием переменной силы  $F = 2(20 - V)$  ( $F$  – Н,  $V$  – м/с). Определить закон движения точки, если её начальная скорость равна нулю, а начальное положение совпадает с началом координат.

##### Вариант 3

Вагон массой **16 т** скатывается по прямолинейному рельсовому пути, наклоненному к горизонту под углом **15°**. Закон движения вагона  $S = 0,3t^2$  ( $S$  – м,  $t$  – с). Определить силу торможения вагона.

**1.02.4.** Шарик массой  $m$  падает без начальной скорости в жидкости. Определить закон движения шарика, если сила сопротивления  $R = kV$ , где  $k$  – постоянный коэффициент,  $V$  – скорость шарика.

Вариант 4

Груз массой **1 кг** подвешен на нити длиной  $l = 2$  м и совершает вместе с нитью колебания по закону

$$\varphi = \frac{\pi}{6} \sin \sqrt{\frac{3g}{\pi l}} \cdot t \quad (\varphi \text{ – угол отклонения нити от вертикали в рад, } t \text{ – с})$$

Определить натяжение нити в низшем и высшем положениях груза.

При движении в горизонтальной плоскости тела массой **10 кг** сила сопротивления неоднородной среды изменяется по закону  $F = \frac{20V^2}{3 + S}$  ( $F$  – Н,  $S$  – м,  $V$  – м/с).

Определить путь  $S$ , пройденный телом, как функцию времени, если его начальная скорость равнялась **5 м/с**.

Вариант 5

Кузов вагона массой  $m$  совершает на рессорах гармонические колебания по закону  $x = A \sin \omega t$  (ось  $x$  – вертикальна,  $A$  и  $\omega$  – заданные постоянные). Определить наибольшее и наименьшее давление кузова на рессоры.

Свободная материальная точка массой **0,5** кг движется прямолинейно по горизонтальной оси  $Ox$  под действием двух сил. Сила  $F_1 = 20$  Н совпадает с направлением движения, сила  $F_2 = \frac{10}{(1+t)^2}$  ( $F$  – Н,  $t$  – с) направлена ей противоположно. Определить закон движения точки и время, в течение которого её скорость увеличится вдвое, если начальная скорость **20** м/с, а  $x_0 = 0$ .

Тема 2. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы

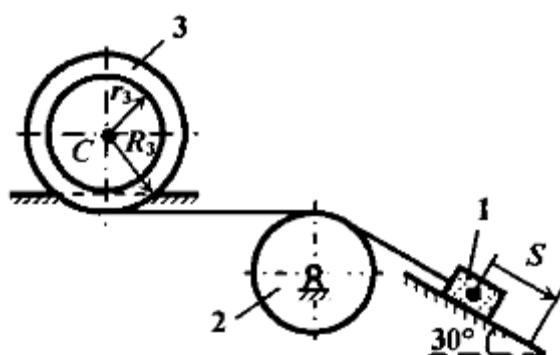
Тема 3. Принцип Даламбера для механической системы

Тема 4. Общее уравнение динамики.

Тема 5. Уравнение Лагранжа II рода

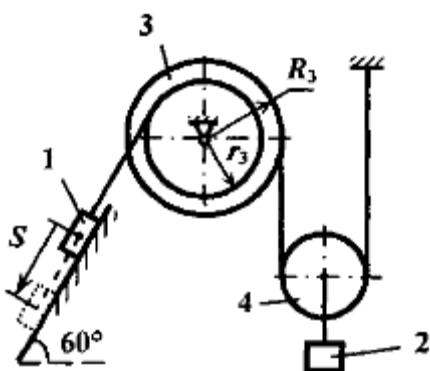
Тема 2. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы

Вариант 1



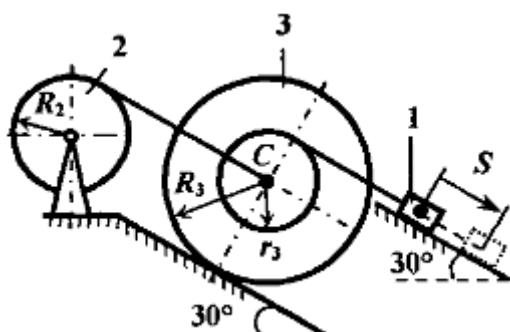
Механическая система, состоящая из тела 1, сплошного однородного блока 2 и катка 3, соединённых между собой невесомой нерастяжимой нитью, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Коэффициент трения скольжения при движении тела 1 равен **0,1**, коэффициент сопротивления качению катка 3, катящегося без скольжения, равен **0,25** см. Другими силами сопротивления пренебречь. Определить скорость тела 1 в тот момент времени, когда пройденный им путь станет равным  $S = 1,5$  м, если массы тел  $m_1 = m$ ,  $m_2 = 2m$ ,  $m_3 = 9m$ ,  $R_3 = 30$  см,  $r_3 = 0,5R_3$ , радиус инерции катка 3 относительно центральной оси, перпендикулярной плоскости движения, равен **20** см.

Вариант 2



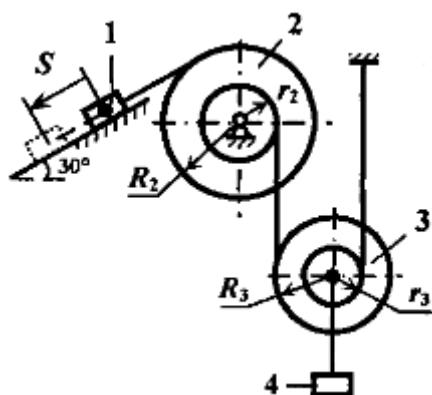
Механическая система, состоящая из тел 1 и 2, ступенчатого барабана 3, однородного блока 4, соединённых между собой невесомыми нерастяжимыми нитями, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Коэффициент трения скольжения тела 1 при движении по плоскости равен **0,15**. Пренебрегая другими силами сопротивления движению, определить скорость тела 1 в тот момент времени, когда пройденный им путь  $S = 1,5$  м, если  $m_1 = m_2 = m$ ,  $m_3 = 0,3m$ ,  $m_4 = 0,1m$ ,  $R_3 = 24$  см,  $r_3 = 0,8R_3$ , радиус инерции барабана относительно оси вращения **20** см.

Вариант 3



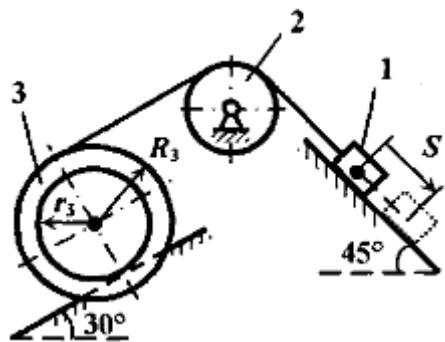
Механическая система, состоящая из тела 1, барабана 2 и катка 3, соединённых между собой невесомыми нерастяжимыми нитями, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Учитывая трение скольжения груза, с коэффициентом равным **0,12**, и сопротивление качению катка 3, катящегося без скольжения с коэффициентом трения качения **0,1** см, пренебрегая другими силами сопротивления, определить скорость груза в тот момент времени, когда пройденный им путь станет равным **2** м, если  $m_1 = m$ ,  $m_2 = 2m$ ,  $m_3 = 3m$ ,  $R_2 = 20$  см,  $R_3 = 40$  см,  $r_3 = 0,5R_3$ , радиус инерции катка 3 относительно центральной оси, перпендикулярной плоскости движения, равен **25** см. Массу барабана считать равномерно распределённой по его ободу.

Вариант 4



Механическая система, состоящая из тела 1, блоков 2, 3 и груза 4, соединённых между собой невесомыми нерастяжимыми нитями, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Коэффициент трения скольжения при движении тела 1 по поверхности равен **0,12**. Другими силами сопротивления пренебречь. Определить скорость тела 1 в тот момент времени, когда пройденный им путь станет равным  $S = 2$  м, если массы тел –  $m_1 = m$ ,  $m_2 = 0,5m$ ,  $m_3 = 0,3m$ ,  $m_4 = 1,5m$ ,  $R_3 = 20$  см,  $r_3 = 0,5R_3$ ,  $R_2 = 26$  см,  $r_2 = 0,5R_2$ , радиусы инерции блоков 2 и 3 относительно центральных осей, перпендикулярных плоскости рисунка, равны соответственно **20** см и **18** см.

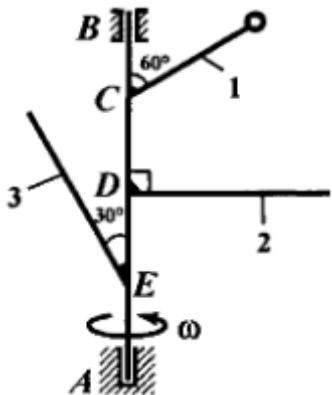
Вариант 5



Механическая система, состоящая из тела 1, сплошного однородного блока 2 и катка 3, соединённых между собой невесомой нерастяжимой нитью, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Коэффициент трения скольжения при движении тела по плоскости равен **0,1**. Коэффициент сопротивления качению катка 3, катящегося без скольжения, равен **0,2** см. Пренебрегая другими силами сопротивления, определить скорость тела 1 в тот момент времени, когда пройденный им путь  **$S$**  станет равным **2** м, если  **$m_1 = m$** ,  **$m_2 = 0,5m$** ,  **$m_3 = 0,3m$** ,  **$R_3 = 30$  см**,  **$r_3 = 0,6R_3$** , радиус инерции катка 3 относительно центральной оси, перпендикулярной плоскости движения, равен **20** см.

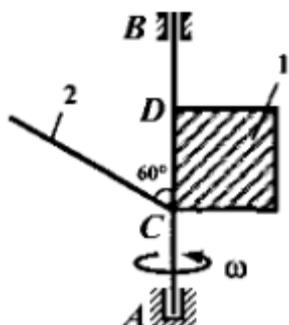
Тема 3. Принцип Даламбера для механической системы

Вариант 1



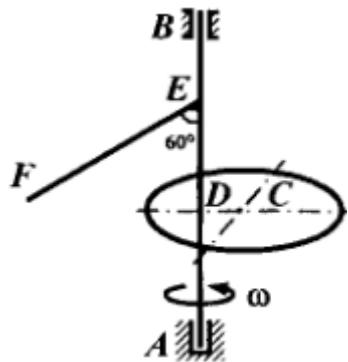
Вал  $AB$  вращается с постоянной скоростью  $\omega = 10$  рад/с. К валу прикреплены три стержня, лежащие в одной плоскости. Длины стержней:  $l_1 = 0,4$  м,  $l_2 = 0,6$  м,  $l_3 = 0,8$  м. На конце первого стержня, массой которого пренебрегаем, закреплён точечный груз массой  $m_1 = 2$  кг. Два других стержня, массами  $m_2 = 6$  кг и  $m_3 = 8$  кг, считать однородными тонкими. Определить статические, динамические и полные реакции связей вала, если  $AE = ED = DC = CB = 0,5$  м.

Вариант 2



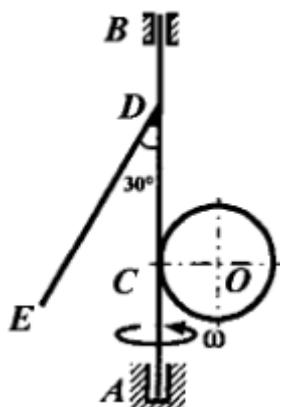
Вал  $AB$  вращается с постоянной скоростью  $\omega = 5$  рад/с. К валу в одной плоскости прикреплены однородная квадратная пластина 1 массой 10 кг со стороной 0,5 м и однородный тонкий стержень 2 массой 3 кг и длиной 1 м. Определить статические, динамические и полные реакции связей вала, если  $AC = CD = DB = 0,5$  м.

Вариант 3



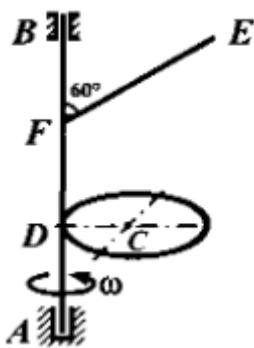
Невесомый вал  $AB$  вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega = 2$  рад/с. К валу прикреплены сплошной однородный диск массой **5** кг и радиусом **0,3** м, а также однородный тонкий стержень  $EF$  массой **3** кг. Плоскость диска перпендикулярна валу, а стержень и прямая  $DC$  лежат в одной плоскости. Определить статические, динамические и полные реакции связей вала, если  $AD = DE = BE = 0,5$  м,  $EF = 0,6$  м,  $DC = 0,2$  м.

Вариант 4



Вал  $AB$  вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega = 2$  рад/с. К валу прикреплены сплошной однородный диск радиусом **0,2** м и массой **5** кг, а также однородный тонкий стержень  $DE$  длиной **0,6** м и массой **3** кг. Диск и стержень лежат в одной плоскости. Определить статические, динамические и полные реакции связей вала, если  $AC = CD = DB = 0,4$  м.

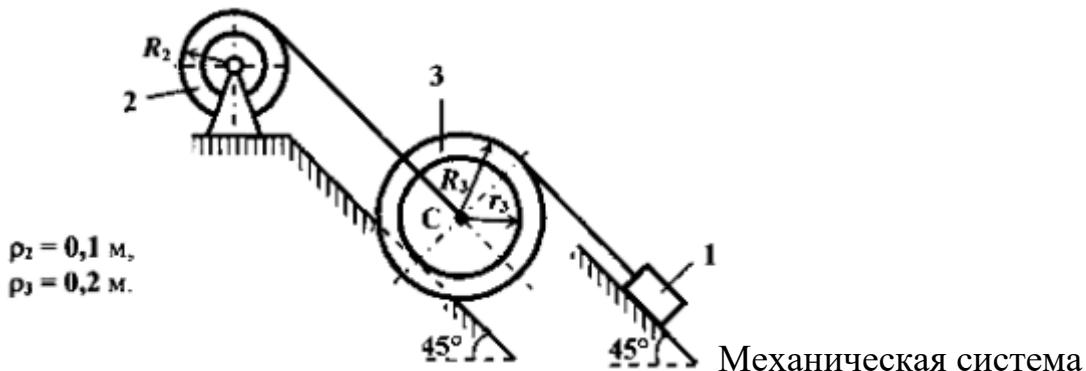
Вариант 5



Невесомый вал  $AB$  вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega = 3$  рад/с. К валу прикреплены сплошной однородный диск массой **6** кг и радиусом **0,2** м, а также однородный тонкий стержень  $EF$  массой **3** кг и длиной **0,8** м. Плоскость диска перпендикулярна валу, а стержень и радиус  $DC$  лежат в одной плоскости. Определить статические, динамические и полные реакции связей вала, если  $AD = DF = FB = 0,4$  м.

Тема 4. Общее уравнение динамики.

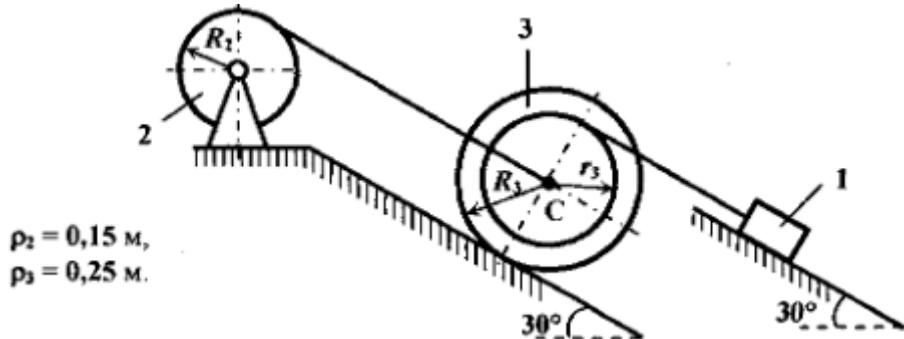
Вариант 1



состоит из груза 1, блока 2 и катка 3, соединённых между собой невесомыми нерастяжимыми нитями. Система приводится в движение из состояния покоя силами тяжести тел, входящих в систему. Коэффициент трения скольжения между грузом 1 и плоскостью  $f = 0,1$ . Каток 3 катится без скольжения, коэффициент трения качения  $f_k = 0,8$  мм. В подшипниках блока 2 действует постоянный момент сил сопротивления  $M_2 = 2$  Н·м.

Определить ускорение груза 1 и натяжение нити, удерживающей груз 1, если  $m_1 = 20 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 15 \text{ кг}$ ,  $m_3 = 20 \text{ кг}$ ,  $R_2 = 0,15 \text{ м}$ ,  $R_3 = 0,15 \text{ м}$ ,  $r_3 = 0,2 \text{ м}$ .

Вариант 2

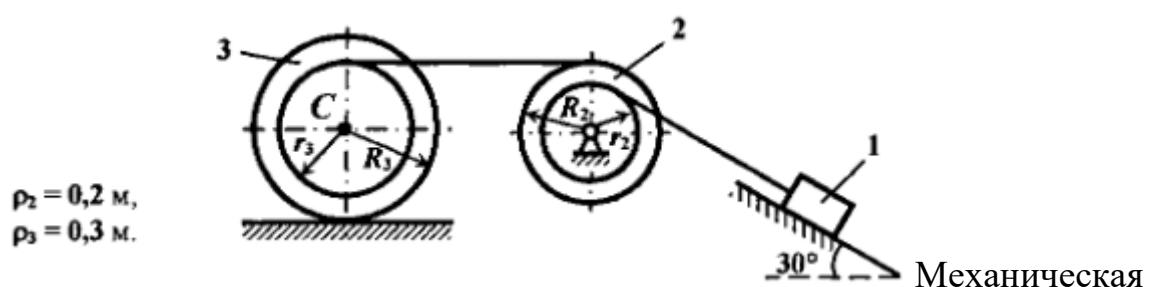


Механическая система состоит из груза 1, блока 2 и катка 3, соединённых между собой невесомыми нерастяжимыми нитями. Система приводится в движение из состояния покоя силами тяжести тел, входящих в систему.

Коэффициент трения скольжения между грузом 1 и плоскостью  $f = 0,1$ .

Каток 3 катится без скольжения, коэффициент трения качения  $f_k = 0,8 \text{ мм}$ . В подшипниках блока 2 действует постоянный момент сил сопротивления  $M_2 = 3 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Определить ускорение груза 1 и натяжение нити, удерживающей груз 1, если  $m_1 = 15 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 10 \text{ кг}$ ,  $m_3 = 12 \text{ кг}$ ,  $R_2 = 0,2 \text{ м}$ ,  $R_3 = 0,4 \text{ м}$ ,  $r_3 = 0,2 \text{ м}$ .

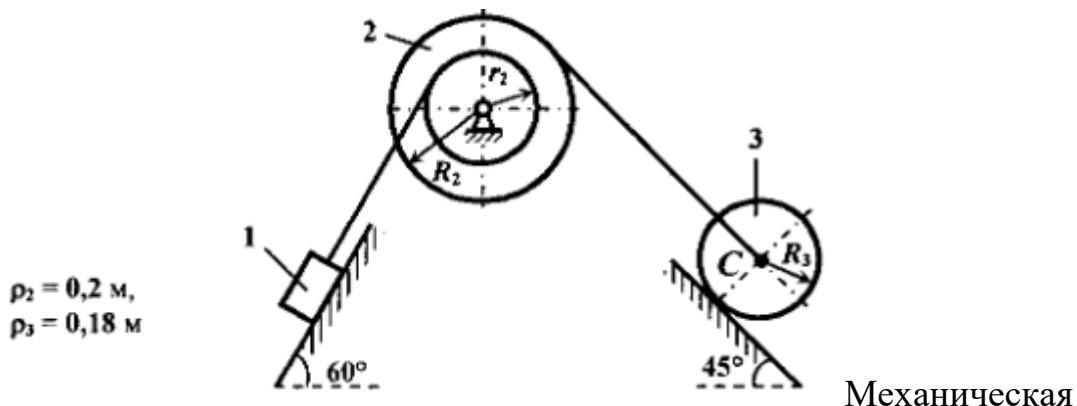
Вариант 3



Механическая система состоит из груза 1, блока 2 и катка 3, соединённых между собой

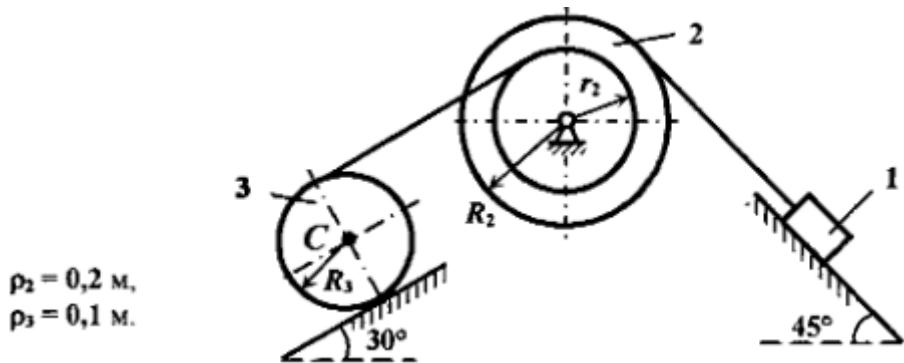
невесомыми нерастяжимыми нитями. Система приводится в движение из состояния покоя силами тяжести тел, входящих в систему. Коэффициент трения скольжения между грузом 1 и плоскостью  $f = 0,1$ . Каток 3 катится без скольжения, коэффициент трения качения  $f_k = 0,8$  мм. В подшипниках блока 2 действует постоянный момент сил сопротивления  $M_2 = 0,6$  Н·м. Определить ускорение груза 1 и натяжение нити, удерживающей груз 1, если  $m_1 = 16$  кг,  $m_2 = 10$  кг,  $m_3 = 12$  кг,  $R_2 = 0,3$  м,  $r_2 = 0,16$  м,  $R_3 = 0,4$  м,  $r_3 = 0,2$  м.

Вариант 4



система состоит из груза 1, блока 2 и катка 3, соединённых между собой невесомыми нерастяжимыми нитями. Система приводится в движение из состояния покоя силами тяжести тел, входящих в систему. Коэффициент трения скольжения между грузом 1 и плоскостью  $f = 0,1$ . Каток 3 катится без скольжения, коэффициент трения качения  $f_k = 0,8$  мм. В подшипниках блока 2 действует постоянный момент сил сопротивления  $M_2 = 1,5$  Н·м. Определить ускорение груза 1 и натяжение нити, удерживающей груз 1, если  $m_1 = 14$  кг,  $m_2 = 12$  кг,  $m_3 = 10$  кг,  $R_2 = 0,3$  м,  $r_2 = 0,15$  м,  $R_3 = 0,2$  м.

## Вариант 5



Механическая система состоит из груза 1, блока 2 и катка 3, соединённых между собой невесомыми нерастяжимыми нитями. Система приводится в движение из состояния покоя силами тяжести тел, входящих в систему.

Коэффициент трения скольжения между грузом 1 и плоскостью  $f = 0,1$ .

Каток 3 катится без скольжения, коэффициент трения качения  $f_k = 0,8$  мм.

В подшипниках блока 2 действует постоянный момент сил

сопротивления  $M_2 = 0,8 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Определить ускорение груза 1 и натяжение

нити, удерживающей груз 1, если  $m_1 = 18$  кг,  $m_2 = 12$  кг,  $m_3 = 15$  кг,  $R_2 =$

$$0,3 \text{ m}, r_2 = 0,16 \text{ m}, R_3 = 0,12 \text{ m}.$$

## Тема 5. Уравнение Лагранжа II рода

Для заданий из темы 5 найти ускорение груза 1 с помощью уравнения Лагранжа II рода. За обобщённую координату принять положение груза 1.

Найти закон изменения обобщённой координаты от времени, считая, что в начальный момент времени обобщённая координата и обобщённая скорость были равны нулю.

## **12.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования или устно-письменной форме по экзаменационным билетам.

Устно-письменная форма по экзаменационным билетам предполагается для сдачи академической задолженности.

### **Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену**

1. Аксиомы статики.
2. Теорема о трех силах.
3. Теорема о сумме моментов сил пары.
4. Теорема об эквивалентности двух пар.
5. Теорема о сложении двух пар.
6. Основная теорема статики.
7. Главный вектор и главный момент системы сил.
8. Зависимость главного вектора и главного момента системы сил от положения центра приведения.
9. Статические инварианты и частные случаи приведения.
10. Теорема Вариньона.
11. Плоское движение твердого тела.
12. Способы определения скорости точки тела при плоском движении.
13. Мгновенный центр скоростей.
14. Определение ускорения точки твердого тела при плоском движении.
15. Сложное движение точки.
16. Относительное, переносное и абсолютное движение.
17. Теорема о сложении скоростей при сложном движении точки.
18. Теорема о сложении ускорений при сложном движении точки (Теорема Кориолиса).
19. Аксиомы динамики.
20. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
21. Принцип Даламбера, для материальной точки.
22. Динамика относительного движения материальной точки.
23. Характеристики механической системы.
24. Дифференциальные уравнения движения механической системы.
25. Теорема об изменении количества движения механической системы.
26. Теорема о движении центра масс.
27. Теорема об изменении кинетического момента.
28. Теорема об изменении кинетической энергии системы.
29. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и плоского движения твердого тела.
30. Принцип Даламбера для механической системы.
31. Статические и динамические реакции.
32. Главный вектор сил инерции.
33. Главный момент сил инерции.
34. Главный вектор сил инерции и главный момент сил инерции твердого тела (поступательное, вращательное и плоское движение).
35. Классификация связей.
36. Виртуальные перемещения.
37. Действительные перемещения.

38. Виртуальная работа.
39. Обобщенные координаты.
40. Обобщенные силы.
41. Принцип виртуальных перемещений.
42. Условие равновесия в обобщенных координатах.
43. Общее уравнение динамики.
44. Уравнение Лагранжа второго рода.
45. Колебания механических систем с одной степенью свободы.
46. Дифференциальное уравнение колебаний системы с одной степенью свободы.
47. Свободные колебания механической системы.
48. Вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы при действии гармонической вынуждающей силы.