

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

Институт транспортных систем (ИТС)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИТС

_____ А.В. Тумасов

18 сентября 2024г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.18 Теоретическая механика

Направление подготовки: 21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль): Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра ПЭГГ

Кафедра-разработчик ТиПМ

Объем дисциплины 288 часов/ /8 з.е

Промежуточная аттестация экзамен 2,3 семестры

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: 21.03.01 «Нефтегазовое дело», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 09.02. 2018 № 96 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол № 15 от 14.05.2024 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «ТиПМ» протокол №5 от 16.09.2024 г.
Зав. кафедрой к.т.н., доцент, Хазова В.И. _____

подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИТС, протокол №4 от 08.09. 2024 г.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 21.03.01-э-18
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО	6
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	19
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	28
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	29
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	29
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	30
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	30
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	33

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.18 «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 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Б.1.Б.9 «Математика», Б.1.Б.12 «Физика» программы бакалавриата. Предшествующими курсами¹, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теоретическая механика» являются Б.1.Б.4 «Математика», Б.1.Б.21 «Физика» программы бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин Б.1.Б.16 «Сопротивление материалов», Б.1.Б.3 «Детали машин и основы конструирования», Б.1.Б.19 «Теория механизмов и машин».

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-1								
Б.1. Б.2 Гидравлика								
Б1. Б.3 Детали машин и основы конструирования								
Б.1.Б.4 Инженерная графика								
Б.1.Б.8 Компьютерная графика								
Б.1.Б.9 Математика								
Б.1.Б.11 Материаловедение и технология конструкционных материалов								
Б.1. Б.12 Начертательная геометрия								
Б.1. Б.16 Сопротивление материалов								
Б.1.Б.18 Теоретическая механика								
Б.1.Б.19 Теория механизмов и машин								
Б.1.Б.20 Теплотехника и термодинамика								
Б.1.Б.21 Физика								
Б.1.Б.24 Химия								
Б.1.Б.27 Электротехника								
Б.3.Д.1 Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								

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-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общепрофессиональные знания	ИОПК-1.2. Решает общепрофессиональные задачи, связанные с эксплуатацией и обслуживанием объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и определения, аксиомы, теоремы и законы статики и кинематики, область их применения для основных используемых при изучении статики и кинематики моделей, основные понятия, определения, аксиомы, теоремы и законы динамики, область их применения для основных используемых при изучении динамики моделей. . 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять расчеты состояния равновесия твердых тел и конструкций, кинематических параметров для различных случаев движения твердых тел, динамики материальной точки, абсолютно твердого тела, механической системы 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы в области решения инженерных задач на основе применения аксиом и теорем статики и кинематики, теорем и законов сохранения количества движения, момента количества движения, механической энергии. 	<p>Вопросы для письменного опроса. Тест № 1-2 Пакет кейсов (1-10)</p>	<p>Вопросы для письменного опроса. Тест № 7 Вопросы для устного собеседования: билеты (20 билетов)</p>

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 час.	В т.ч. по семестрам	
		№2	№3
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	288	144	144
1. Контактная работа:	146	73	73
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	136	68	68
занятия лекционного типа (Л)	68	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	68	34	34
1.2.Внеаудиторная, в том числе	10	5	5
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	2	2
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	6	3	3
2. Самостоятельная работа (СРС)	61	35	26
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)	81	36	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 ²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁴ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁵ (при наличии)	
		Контактная работа		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
2 семестр										
ОПК-4 ИОПК 4.1 ИОПК 4.3 ИОПК 4.5	Раздел 1 Статика Лекция № 1 Тема 1.1 Основные понятия статики. Сила и пара сил. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Практическое занятие №1 Тема 1.1 Связи и реакции связей. Лекция № 2 Тема 1.2. Система сходящихся сил. Приведение к	3		1	1	3	подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест		
							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		

² указывается вид СРС с указанием порядкового номера учебника, учебного пособия, методических разработок, указанных в разделе 6 настоящей РПД, **например, 1.2 стр 56-72**

³ Указываются образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы: компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги и т.п

⁴ приводятся количество часов Практической подготовки (при наличии), которая производится на предприятиях, согласно договору НГТУ (берутся из ОП ВО, раздел _____)

⁵ при наличии, приводятся наименование разработанного Электронного курса в рамках раздела (разделов), прошедшего экспертизу (трудоемкость в часах)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁴ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁵ (при наличии)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<p>равнодействующей. Условия равновесия. Теорема о трех силах.</p> <p>Практическое занятие №2</p> <p>Тема 1.2 Система сходящихся сил. Приведение к равнодействующей. Условия равновесия.</p> <p>Лекция № 3</p> <p>Тема 1.3. Момент силы и пары сил. Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси. Момент пары сил. Система пар сил. Теоремы о парах сил. Приведение системы пар сил к простейшему виду. Условия равновесия системы пар.</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 простейшему виду. Условия равновесия системы пар.</p> <p>Лекция № 4</p> <p>Тема 1.4. Приведение системы сил к центру. Параллельный перенос силы. Основная теорема статики. Условия</p>	4	4	2	1	1	1	1	1				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁴ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁵ (при наличии)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	<p>равновесия системы сил в векторной и аналитической форме. Статические инварианты. Частные случаи приведения системы сил. Теорема Вариньона.</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	1								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁴ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁵ (при наличии)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				8								
	расчёто-графическая работа (РГР)				9								
ОПК-4 ИОПК 4.1 ИОПК 4.3 ИОПК 4.5	Раздел 2 Кинематика					подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест						
	Лекция № 5 Тема 2.1. Кинематика точки. Способы задания движения. Скорость и ускорение точки при различных способах задания движения.	4				подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест						
	Практическое занятие №6 Тема 2.1 Кинематика точки. Способы задания движения. Скорость и ускорение точки при различных способах задания движения.					Подготовка к практическим занятиям 7.2.1-7.2.2		Рабочая тетрадь Расчетно-графическая работа					
	Лекция № 6 Тема 2.2. Поступательное движение твердого тела. Определение, перемещения, скорости и ускорения различных точек тела.	4		4	1								
	Практическое занятие №7 Тема 2.2 Поступательное движение твердого тела. Определение, перемещения, скорости и ускорения различных точек тела.			3	1								
	Лекция № 7												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁴ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁵ (при наличии)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<p>Тема 2.3. Вращательное движение твердого тела. Определение. Задание движения. Угловая скорость и угловое ускорение.</p> <p>Практическое занятие №8</p> <p>Тема 2.3. Вращательное движение твердого тела. Определение. Задание движения. Угловая скорость и угловое ускорение.</p> <p>Лекция № 8</p> <p>Тема 2.4. Сложное движение точки. Определение. Сложное движение и составляющие движения. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса). Ускорение Кориолиса</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 2.5. Плоское движение твердого тела. Определение. Задание движения. Теорема о сложении скоростей. Теорема</p>	5	3	1	1								
		4	4	1	1								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁴ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁵ (при наличии)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	о проекциях скоростей на ось, проходящую через две точки. Мгновенный центр скоростей. Теорема о сложении ускорений. Мгновенный центр ускорений. Практическое занятие №10 Тема 2.6. Плоское движение твердого тела. Определение. Задание движения. Теорема о сложении скоростей. Мгновенный центр скоростей. Теорема о сложении ускорений. Мгновенный центр ускорений.			5	1								
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				9								
	расчёто-графическая работа (РГР)				9								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	-	34	35								
3 семестр													
	Раздел 3 Динамика					подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест						
ОПК-4 ИОПК 4.1 ИОПК 4.3 ИОПК 4.5	Лекция № 1 Тема 1.1. Аксиомы динамики. Основное уравнение динамики материальной точки Лекция № 2 Тема 1.2. Динамика материальной точки. Дифференциальные уравнения движения. Первая и вторая задача динамики.	3 4				подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁴ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁵ (при наличии)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	<p>Принцип Даламбера. Динамика относительного движения.</p> <p>Практическое занятие №1</p> <p>Тема 1.1. Динамика материальной точки. Дифференциальные уравнения движения. Первая и вторая задача динамики. Принцип Даламбера. Динамика относительного движения.</p> <p>Лекция № 3</p> <p>Тема 1.3. 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>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 1.4. Динамика твердого тела. Дифференциальные уравнения</p>	4		6	1	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 ²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁴ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁵ (при наличии)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	<p>поступательного, вращательного и плоского движения твердого тела.</p> <p>Практическое занятие №3</p> <p>Тема 1.3. Динамика твердого тела. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и плоского движения твердого тела.</p> <p>Лекция № 5</p> <p>. Тема 1.5. Принцип Даламбера для механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции. 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> <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.</p>	4		6	1								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁴ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁵ (при наличии)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	Понятие о балансировке.												
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				5								
	расчёто-графическая работа (РГР)				8								
ОПК-4 ИОПК 4.1 ИОПК 4.3 ИОПК 4.5	Раздел 4 Аналитическая механика					подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест						
	Лекция № 5 Тема 2.5. Основные понятия аналитической механики. Связи. Классификация связей. Виртуальные (возможные) и действительные перемещения. Виртуальная работа. Идеальные связи.	3				подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁴ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁵ (при наличии)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	<p>Лекция № 6. Тема 2.6. Обобщенные координаты и обобщенные силы.</p> <p>Практическое занятие №5 Тема 2.5. Обобщенные координаты и обобщенные силы.</p> <p>Лекция № 7 Тема 2.7. Принцип возможных перемещений. Основная теорема динамики.</p> <p>Практическое занятие №6 Тема 2.6. Принцип возможных перемещений. Основная теорема динамики.</p> <p>Лекция № 8 Тема 2.8. Уравнения Лагранжа второго рода. Уравнения Лагранжа второго рода для потенциальных сил.</p> <p>Практическое занятие №7 Тема 2.7. Уравнения Лагранжа второго рода. Уравнения Лагранжа второго рода для потенциальных сил.</p>	4		2	1	Подготовка к практическим занятиям 7.2.1-7.2.2	Рабочая тетрадь Расчетно-графическая работа						
		4		3	1								
		4		3	1								
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				5								
	расчетно-графическая работа (РГР)				8								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	-	34	26								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁴ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁵ (при наличии)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	ИТОГО ЗА ГОД	68		68	61								

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

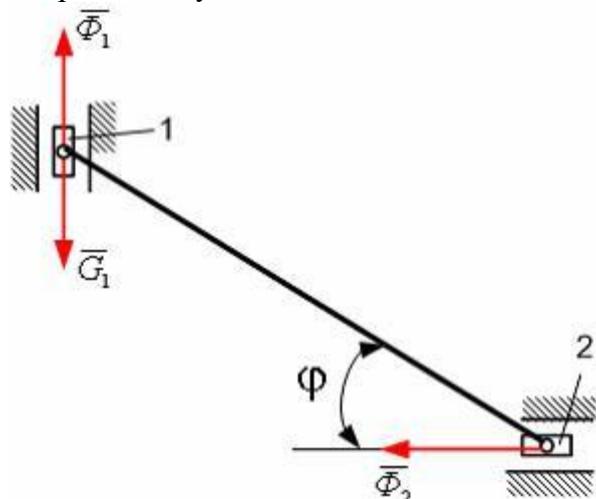
*НГТУ им. Р.Е. Алексеева
Кафедра «Теоретическая и
прикладная механика»*

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

Ф.И.О. студента _____

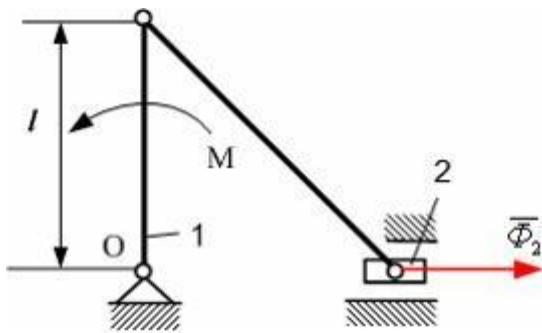
Группа _____

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



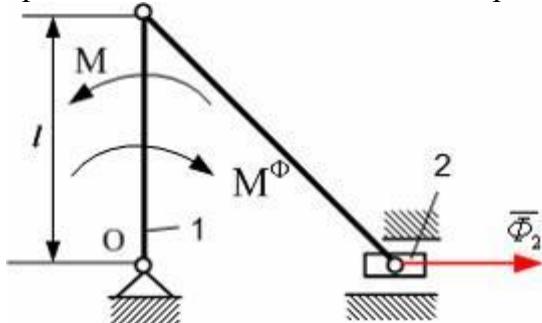
При использовании общего уравнения динамики, сила тяжести G_1 равна...

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.



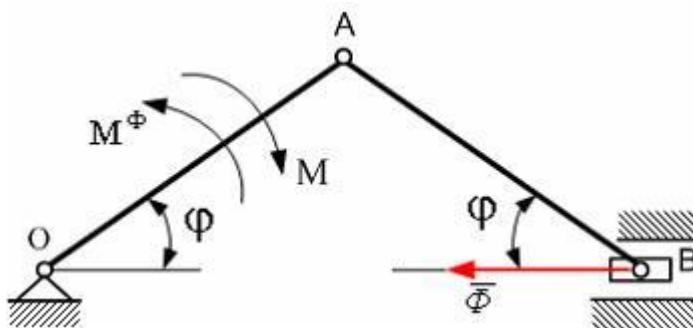
При использовании общего уравнения динамики модуль момента M пары сил, действующих на кривошип 1, равен...

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.



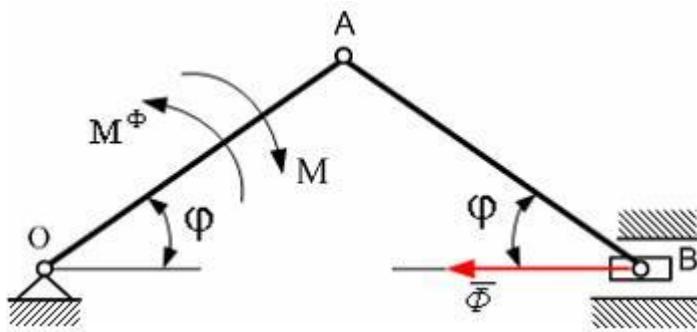
При использовании общего уравнения динамики модуль момента M пары сил, действующих на кривошип 1, равен...

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

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

Этап текущей аттестации по дисциплине «Теоретическая механика»

Вид оценивания аудиторных занятий	Технология оценивания	Описание шкалы оценивания на этапе текущего контроля			
		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%
Работа на практических занятиях	Выполнение общих заданий	3	Задание не выполнено	Задание выполнено, но допущены ошибки	Задание выполнено с незначительными недочетами
	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	
	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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общепрофессиональные знания	ИОПК-1.2. Решает общепрофессиональные задачи, связанные с эксплуатацией и обслуживанием объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены правовые нормы принятия управлеченческого 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

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) Категория «Повышенный уровень»	оценку « отлично » 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 « хорошо » 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 « удовлетворительно » 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 « неудовлетворительно » 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], Библиог.: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/

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	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://urait.ru/

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	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts

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

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
			1 2 3
1	ауд. 4207 (20 посадочных мест): Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в элек-тронную информационно-образовательную среду организации» – ауд. 4207.	10 рабочих мест, оборудованных 10 персональными компьютерами Intel Pentium 4 2,7 Гц, 512Мб, 80 Гб, DVD-RW, ATX, 17" TFT; PC AMD Athlon 64 X2 DualCoreProcessor5000+ 2,60 GHz/4 Gb RAM/ATI Radeon 1250/HDD 250Gb/DVD-ROM; монитор 18". Microsoft Office 2007 стандартный (Word, Power Point, Access, Excel). Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером, проектором и экраном .	<ul style="list-style-type: none">• Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)• Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3);• Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);• Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0)• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);• 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);- Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGП от 20.05.2024)
	ауд 4204, 4204а Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены проектором, экраном, компьютером.	Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером, проектором и экраном	<ul style="list-style-type: none">• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14);• Microsoft Office (лицензия № 43178972);• Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135);• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);• 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);- Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGП от 20.05.2024)

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 материалов 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 типа⁶

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.

⁶приведены примеры методических указаний. Составитель программы излагает пункты в своей интерпритации

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.

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

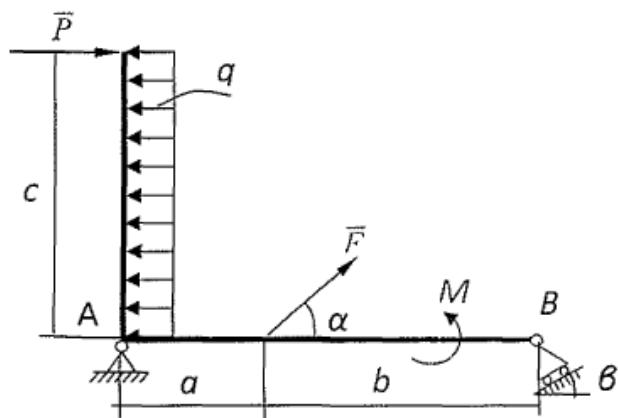
Задания к РГР находятся на электронной почте ИПТМ iptm@nntu.ru. Варианты заданий выбираются по номеру студенческого билета.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

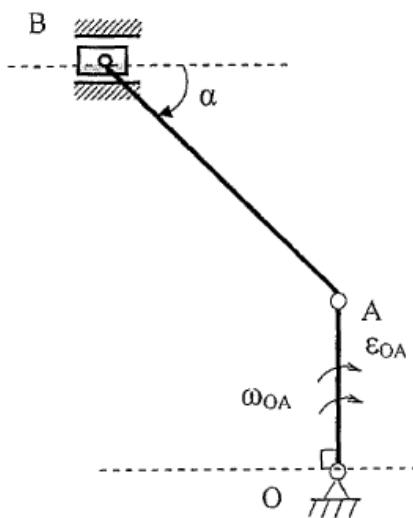
Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Экзаменационный билет № 1

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

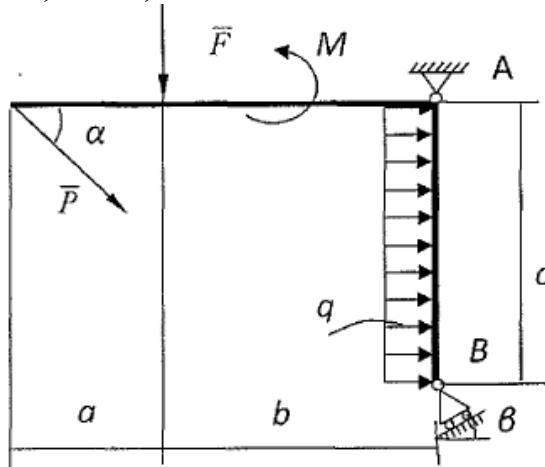


3. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорость и ускорения звена AB. $OA = 35 \text{ см}$, $AB = 75 \text{ см}$, $\omega_{OA} = 5 \text{ с}^{-1}$, $\epsilon_{OA} = 10 \text{ с}^{-2}$, $\alpha = 30^\circ$

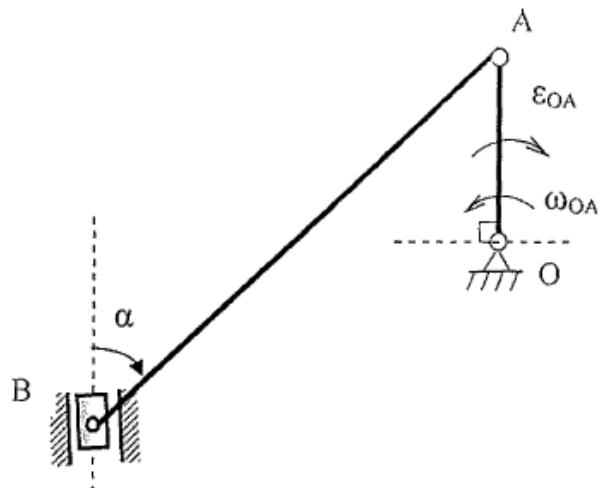


Экзаменационный билет № 2

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



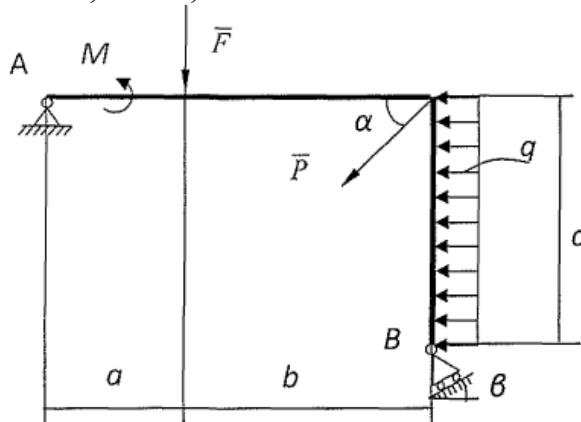
4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорость и ускорения звена AB. $OA = 35 \text{ см}$, $AB = 75 \text{ см}$, $\omega_{OA} = 5 \text{ с}^{-1}$, $\varepsilon_{OA} = 10 \text{ с}^{-2}$, $\alpha = 30^\circ$



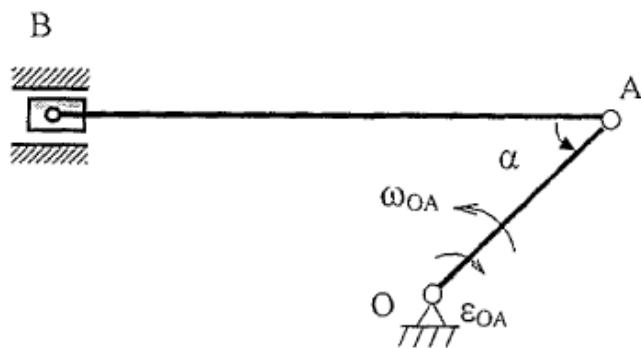
Экзаменационный билет № 3

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. $F = 10 \text{ кН}$, $P = 6 \text{ кН}$, $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $q = 2 \text{ кН}/\text{м}$, $\alpha=60^\circ$, $\beta=30^\circ$, $a = 2\text{м}$, $b=4\text{м}$, $c=3\text{м}$

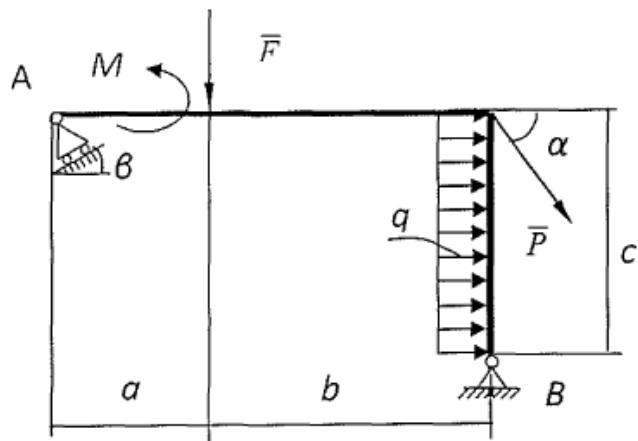


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорость и ускорения звена AB. $OA = 25 \text{ см}$, $AB = 80 \text{ см}$, $\omega_{OA} = 1 \text{ с}^{-1}$, $\varepsilon_{OA} = 2 \text{ с}^{-2}$, $\alpha=30^\circ$

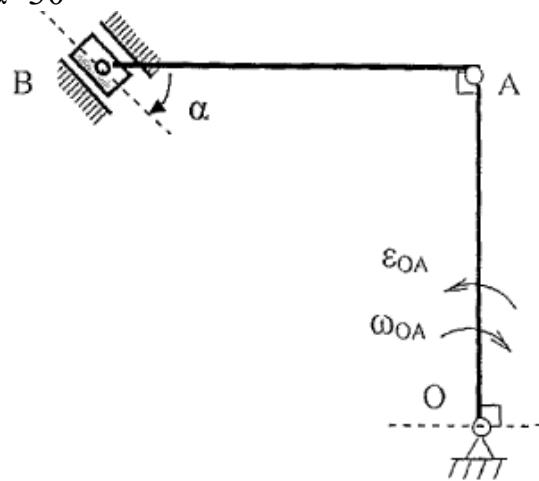


Экзаменационный билет № 4

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

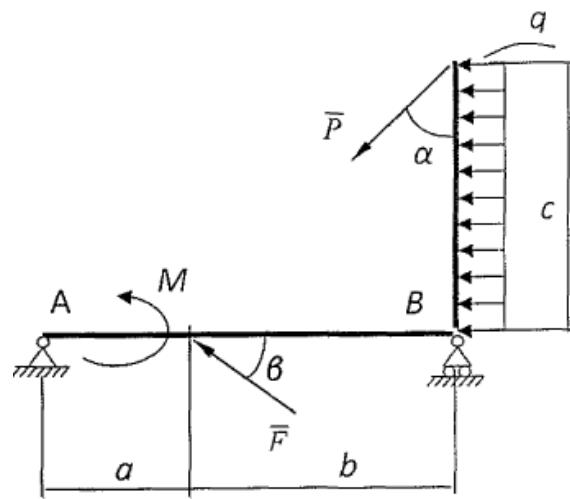


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорость и ускорения звена AB. $OA = 10 \text{ см}$, $AB = 10 \text{ см}$, $\omega_{OA} = 2 \text{ с}^{-1}$, $\varepsilon_{OA} = 6 \text{ с}^{-2}$, $\alpha = 30^\circ$

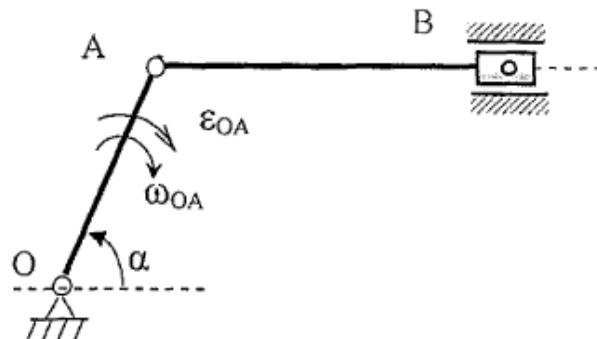


Экзаменационный билет № 5

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

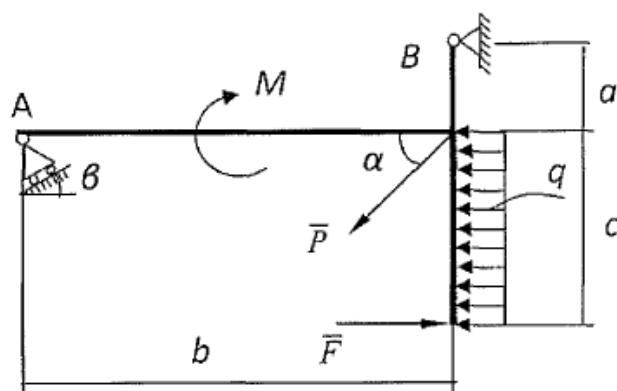


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В угловые скорость и ускорения звена АВ. $OA = 35$ см, $AB = 60$ см, $\omega_{OA} = 4$ с^{-1} , $\varepsilon_{OA} = 10$ с^{-2} , $\alpha = 30^\circ$

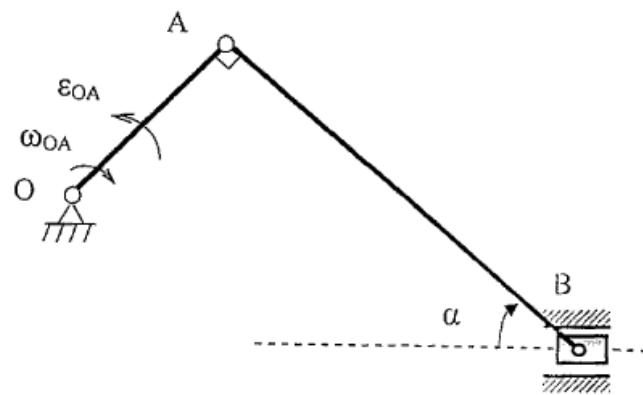


Экзаменационный билет № 6

1. Приведение плоской системы сил к данному центру.
2. Сложное движение точки. Методика изучения сложного движения.
3. Найти реакции опор конструкции. $F = 10$ 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

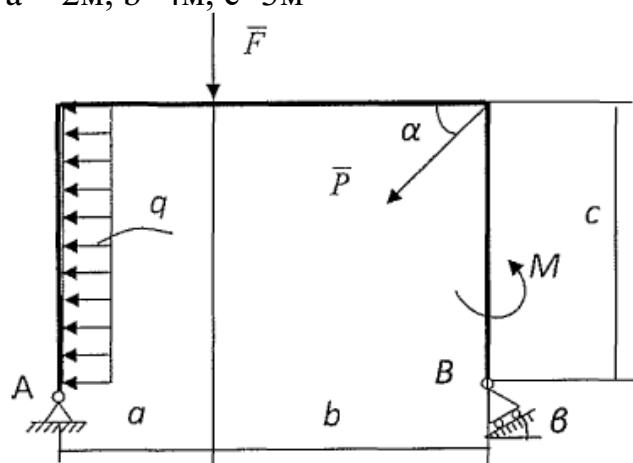


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В
 угловые скорость и ускорения звена АВ. $OA = 30 \text{ см}$, $AB = 60 \text{ см}$, $\omega_{OA} = 3 \text{ с}^{-1}$,
 $\varepsilon_{OA} = 8 \text{ с}^{-2}$, $\alpha = 30^\circ$

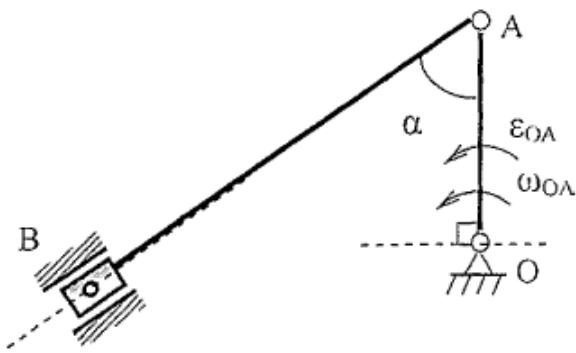


Экзаменационный билет № 7

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. $F = 10 \text{ кН}$, $P = 6 \text{ кН}$, $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $q = 2 \text{ кН/м}$, $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 30^\circ$, $a = 2\text{м}$, $b = 4\text{м}$, $c = 3\text{м}$

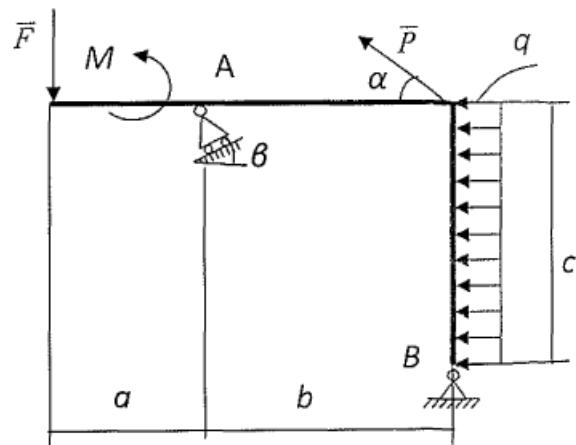


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В
 угловые скорость и ускорения звена АВ. $OA = 30 \text{ см}$, $AB = 60 \text{ см}$, $\omega_{OA} = 3 \text{ с}^{-1}$,
 $\varepsilon_{OA} = 8 \text{ с}^{-2}$, $\alpha = 30^\circ$

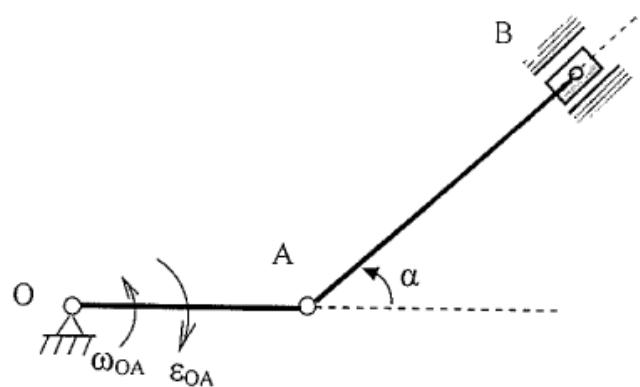


Экзаменационный билет № 8

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. $F = 10 \text{ кН}$, $P = 6 \text{ кН}$, $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $q = 2 \text{ кН/м}$, $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 30^\circ$, $a = 2\text{м}$, $b = 4\text{м}$, $c = 3\text{м}$

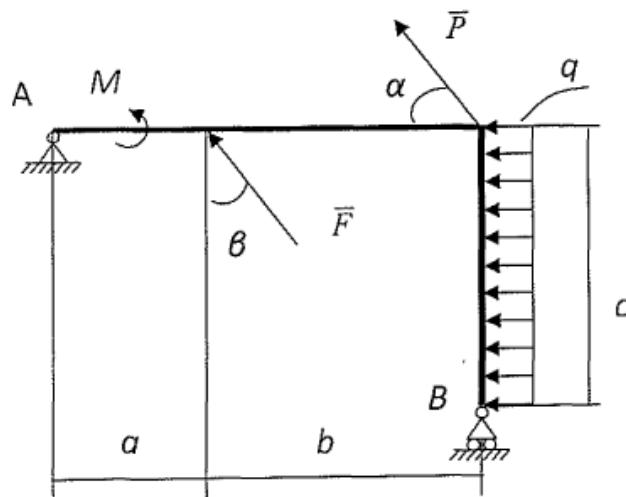


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорость и ускорения звена AB. $OA = 30 \text{ см}$, $AB = 60 \text{ см}$, $\omega_{OA} = 3 \text{ с}^{-1}$, $\epsilon_{OA} = 8 \text{ с}^{-2}$, $\alpha = 30^\circ$

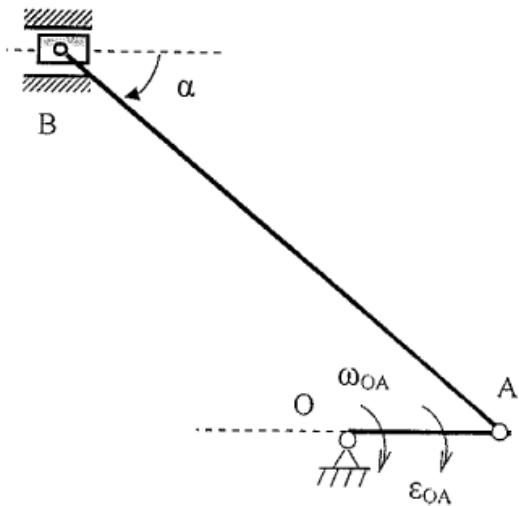


Экзаменационный билет № 9

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

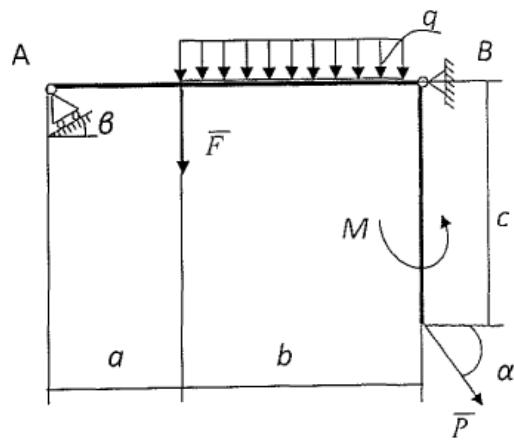


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B угловые скорость и ускорения звена AB. $OA = 30 \text{ см}$, $AB = 60 \text{ см}$, $\omega_{OA} = 3 \text{ с}^{-1}$, $\varepsilon_{OA} = 8 \text{ с}^{-2}$, $\alpha = 30^\circ$

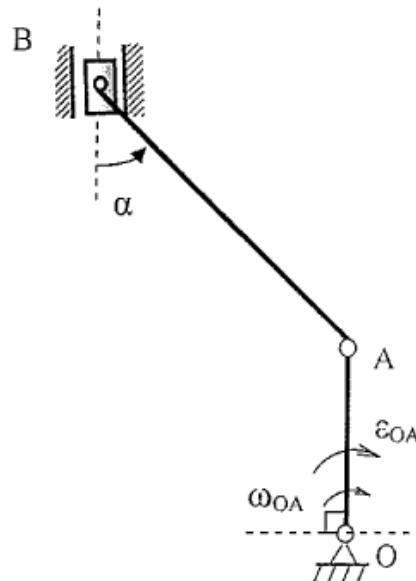


Экзаменационный билет № 10

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

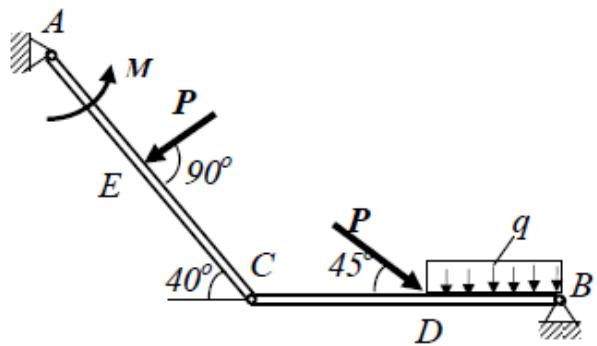


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки B, угловые скорость и ускорения звена AB. OA = 30 см, AB = 60 см, $\omega_{OA} = 3 \text{ c}^{-1}$, $\varepsilon_{OA} = 8 \text{ c}^{-2}$, $\alpha = 30^\circ$



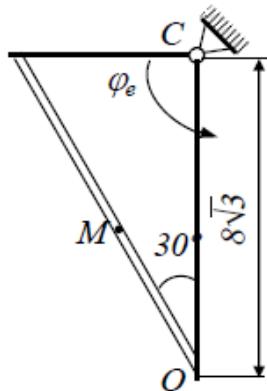
Экзаменационный билет № 11

1. Теорема о равновесии трех непараллельных сил, лежащих в одной плоскости.
2. Способы задания движения точки.
3. Найти реакции опор конструкции в точках A, B и C, если $P = 8 \text{ кН}$, $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $q = 2 \text{ кН/м}$.



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

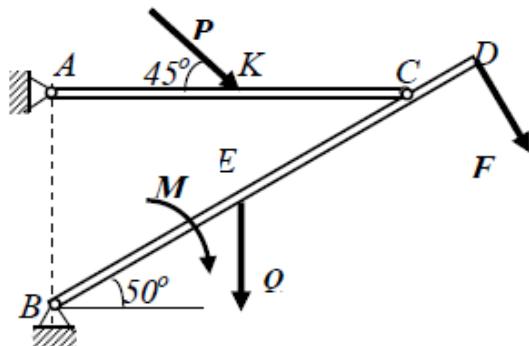
- 4 Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М: $OM = S_r = S_r(t)$ (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела: $\varphi_e = \varphi_e(t)$. Определить для указанного момента времени абсолютную скорость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



$$S_r = 16 \cdot t^2 \text{ cm}, \varphi_e = 4t^2, \quad t = 2 \text{ cm}$$

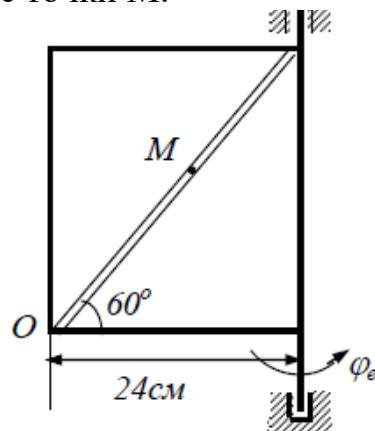
Экзаменационный билет № 12

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 $F = 10$ кН, $P = 6$ кН, $Q = 2$ кН/м, $M = 20$ кН·м.



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

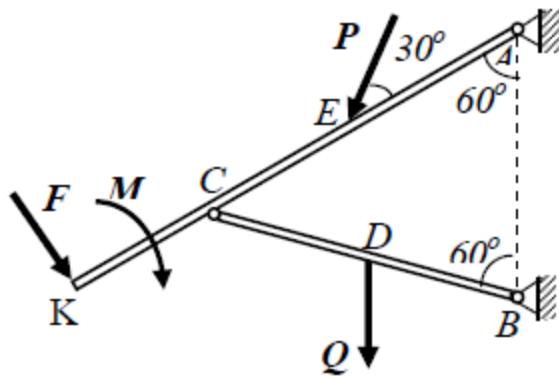
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М: $OM = S_r = S_r(t)$ (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела: $\varphi_e = \varphi_e(t)$. Определить для указанного момента времени абсолютную скорость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



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

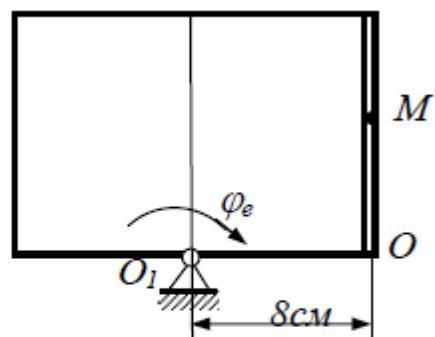
Экзаменационный билет № 13

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



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

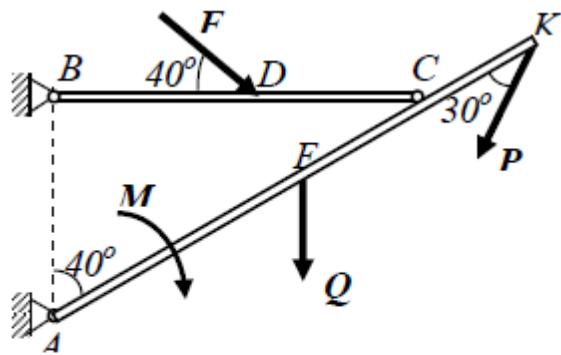
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М: $OM = S_r = S_r(t)$ (OM – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела: $\varphi_e = \varphi_e(t)$. Определить для указанного момента времени абсолютную скорость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



$$S_r = 8 t^2 \text{ см}, \quad \varphi_e = 4 t^2, \\ t = 1 \text{ с}$$

Экзаменационный билет № 14

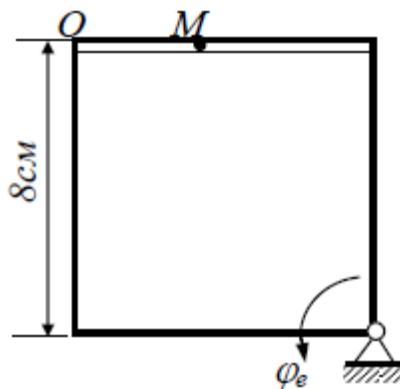
1. Зависимость между моментами относительно точки и оси.
2. Определение ускорения точки при естественном способе задания движения.
3. Найти реакции опор конструкции в точках А, В и С, если $F = 10 \text{ кН}$, $P = 6 \text{ кН}$, $Q = 2 \text{ кН/м}$, $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$.



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

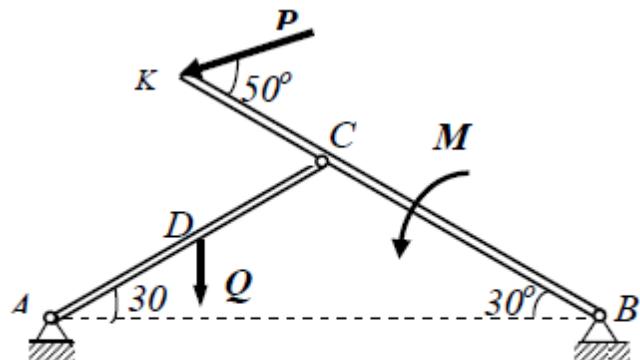
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М: $OM = S_r = S_r(t)$ (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела: $\varphi_e = \varphi_e(t)$. Определить для указанного момента времени абсолютную скорость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

$$S_r = 4 t^2 \text{ см}, \varphi_e = 2,5 t^2, t = 1 \text{ с}$$



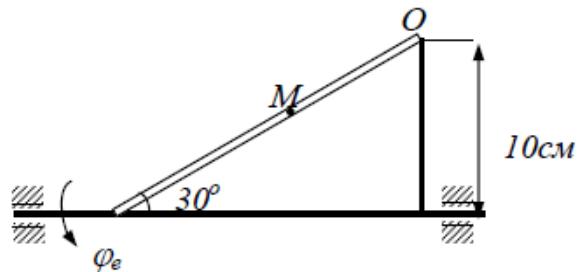
Экзаменационный билет № 15

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 $P = 6 \text{ кН}$, $Q = 2 \text{ кН/м}$, $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$.



$$AD = DC = CK = 1 \text{ м}, \\ CB = 2 \text{ м}$$

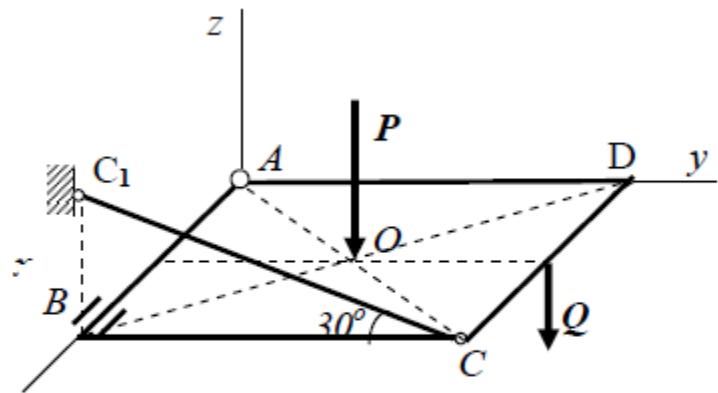
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М: $OM = S_r = S_r(t)$ (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела: $\varphi_e = \varphi_e(t)$. Определить для указанного момента времени абсолютную скорость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



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

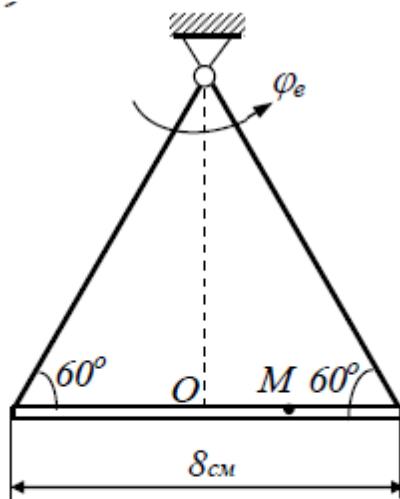
Экзаменационный билет № 16

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



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

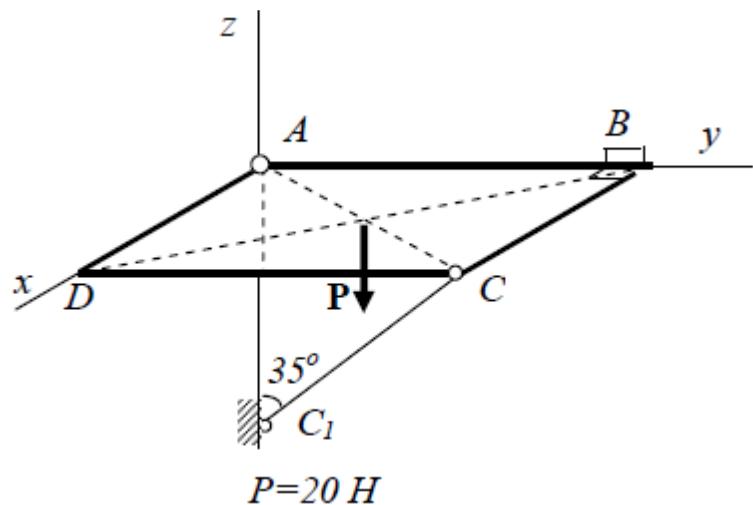
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М: $OM = S_r = S_r(t)$ (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела: $\varphi_e = \varphi_e(t)$. Определить для указанного момента времени абсолютную скорость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



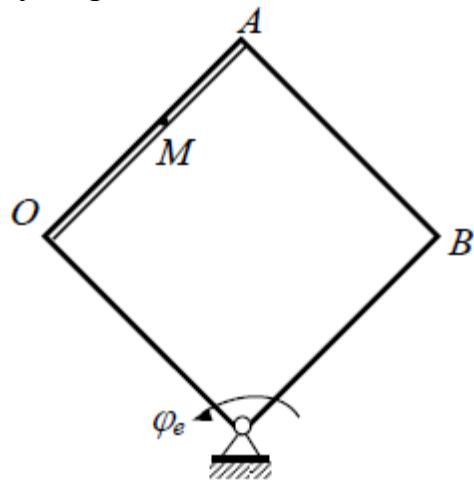
$$S_r = 4 \cos(\pi t/3) \text{ cm}, \quad \varphi_e = 4t, \\ t = 1 \text{ c}$$

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: $OM = S_r = S_r(t)$ (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.

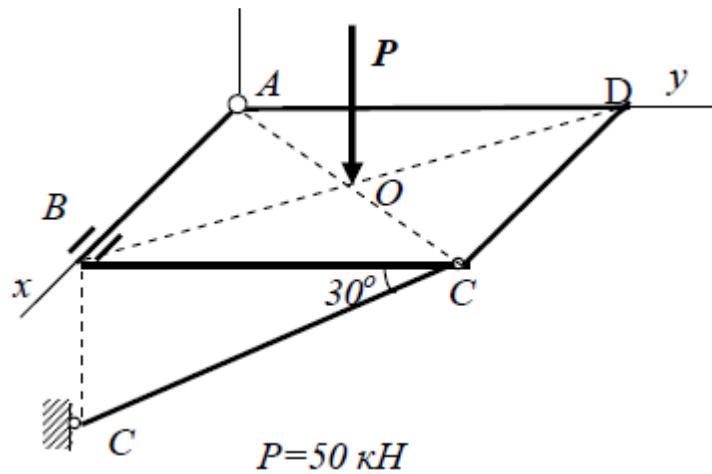


$$OA = AB = 12 \text{ cm},$$

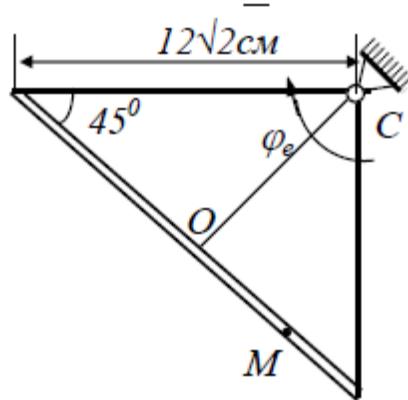
$$S_r = (8 + t^2) \text{ cm}, \varphi_e = 6t, \\ t = 2 \text{ c.}$$

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: $OM = S_r = S_r(t)$ (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.

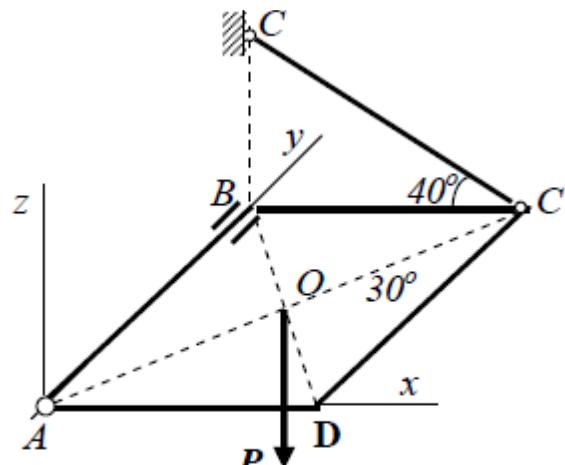


$$S_r = 24 \cos(\pi t/3) \text{ см},$$

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

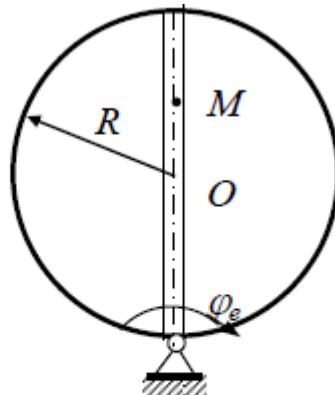
Экзаменационный билет № 19

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



$$P = 20 \text{ kN}$$

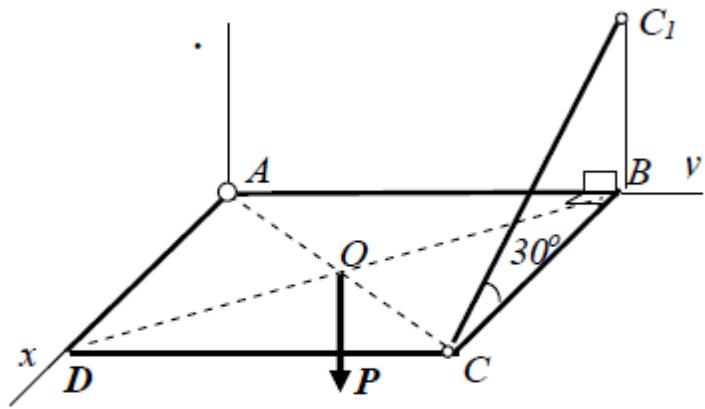
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М: $OM = S_r = S_r(t)$ (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела: $\varphi_e = \varphi_e(t)$. Определить для указанного момента времени абсолютную скорость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



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

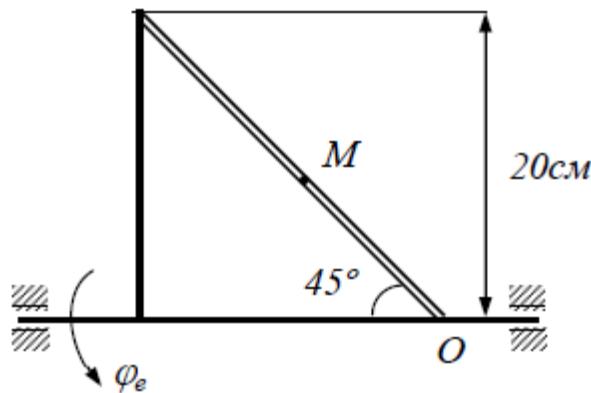
Экзаменационный билет № 20

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.



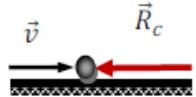
$$S_r = 16 t^2 \text{ см}, \quad \varphi_e = 2 t^2, \quad t = 1 \text{ с}$$

Экзаменационные билеты 3 семестр

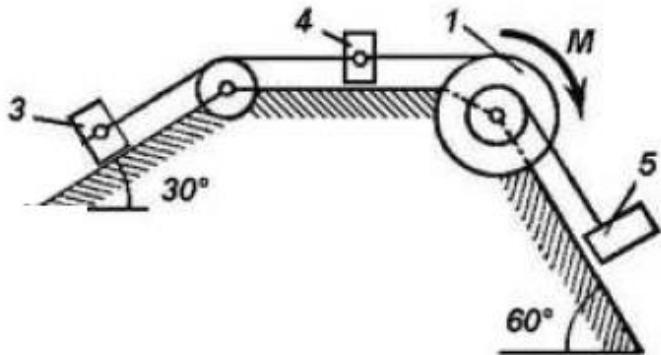
БИЛЕТ № 1

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.



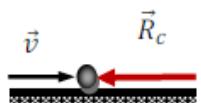
4. Механическая система состоит из ступенчатого шкива 1, обмотанного нитями, грузов 3, 4 и 5, прикреплённых к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом M . Радиусы ступеней шкива равны: $R_1 = 0,2 \text{ м}$, $r_1 = 0,1 \text{ м}$, 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

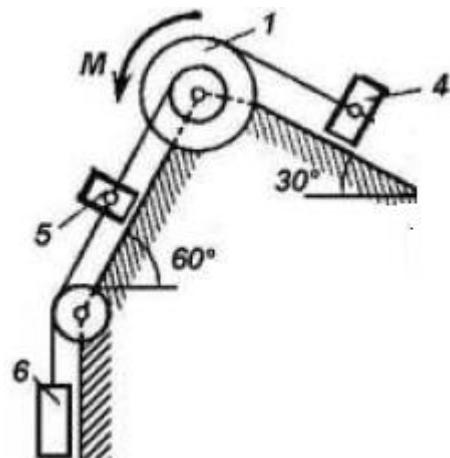
1. Силы инерции
2. Теорема об изменении количества движения системы
- 3.

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: $R_1 = 0,2 \text{ м}$, $r_1 =$

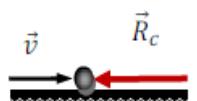
0,1 м, его радиус инерции относительно оси вращения равен $\rho_1 = 0,15$ м, $m_1 = 4$ кг, $m_4 = 1$ кг, $m_5 = 2$ кг, $m_6 = 3$ кг, $M = 1,2$ Н*м. Пренебрегая трением, определить ускорение груза 6 с помощью уравнения Лагранжа II рода.



БИЛЕТ № 3

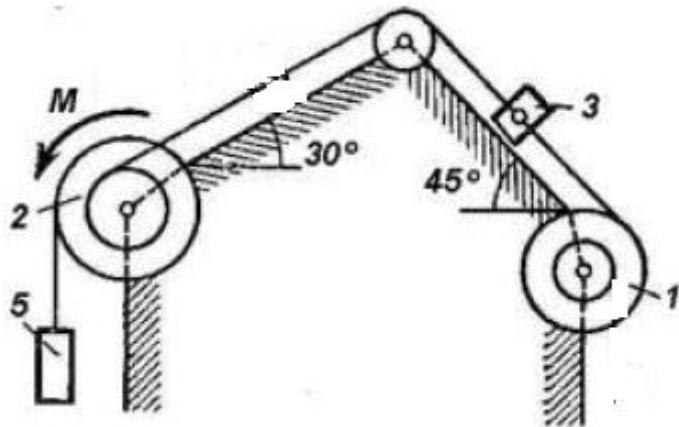
1. Принцип Даламбера для материальной точки
2. Виртуальные перемещения. Принцип виртуальных перемещений
- 3.

Материальная точка массы $m = 24$ кг движется по горизонтальному прямолинейному участку со скоростью $v = 24$ м / с. В некоторый момент времени на материальную точку начинает действовать сила сопротивления $R_c = t^3/4$ 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: $R_1 = 0,2$ 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, $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 3$ кг, $m_3 = 4$ кг, $m_5 = 1$ кг, $M = 0,6$ Н*м. Пренебрегая трением, определить ускорение груза 3 с

помощью теоремы об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме

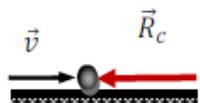


БИЛЕТ № 4

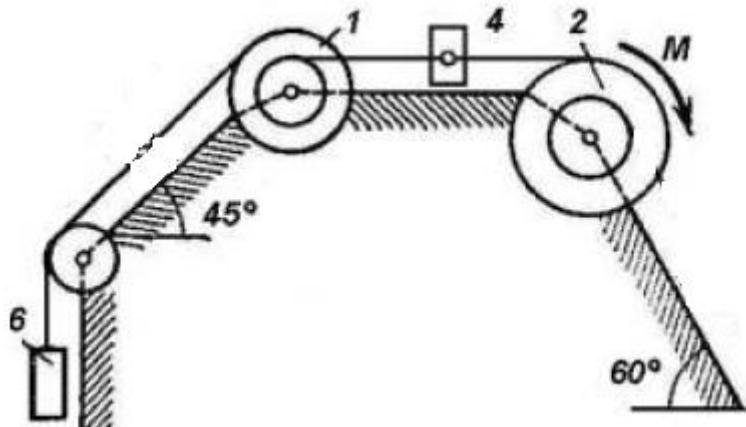
1. Уравнение относительного движения материальной точки
2. Уравнение Лагранжа второго рода
- 3.

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.

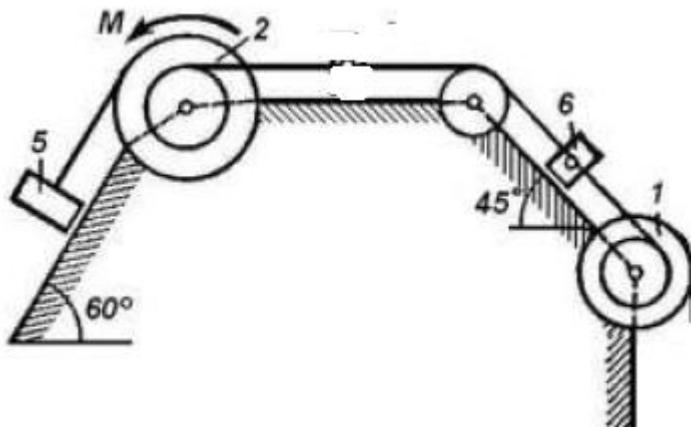


БИЛЕТ № 5

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

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

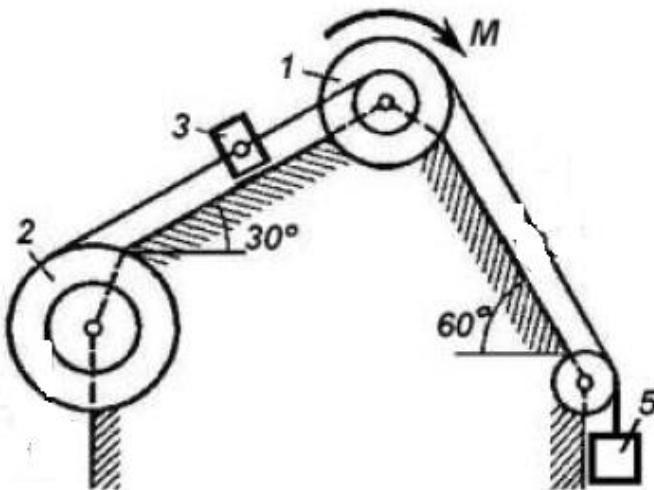
4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 5 и 6, прикреплённых к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом M . Радиусы ступеней шкивов равны: $R_1 = 0,2 \text{ м}$, $r_1 = 0,1 \text{ м}$, $R_2 = 0,3 \text{ м}$, $r_2 = 0,15 \text{ м}$, 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.

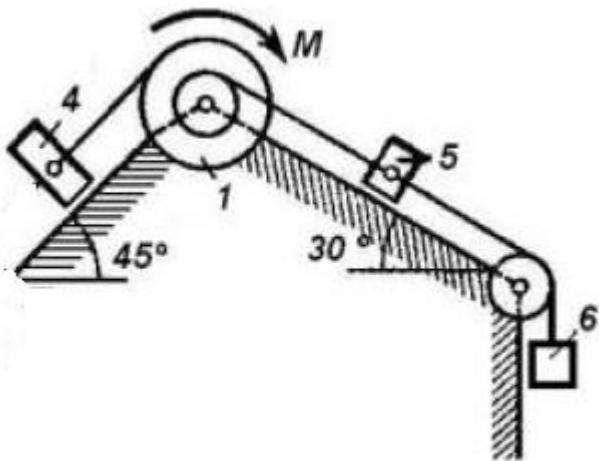


БИЛЕТ № 7

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

Автомобиль массы $m = 500$ кг движется по горизонтальной прямолинейной дороге со скоростью $v = 60$ км/ч. С некоторого момента сила тяги автомобиля увеличивается согласно закону $F(t) = t$ Н. Найти расстояние, пройденное автомобилем, через $t_1 = 90$ 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.



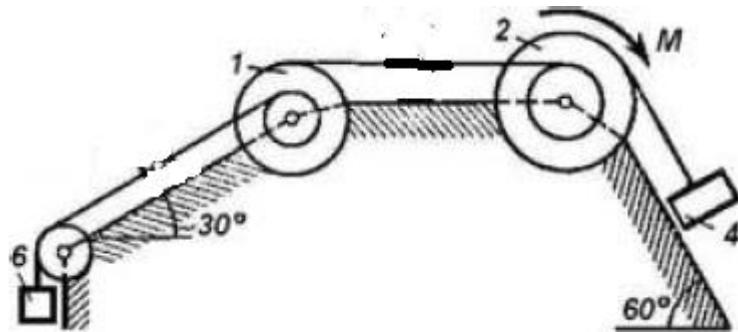
БИЛЕТ № 8

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/с².

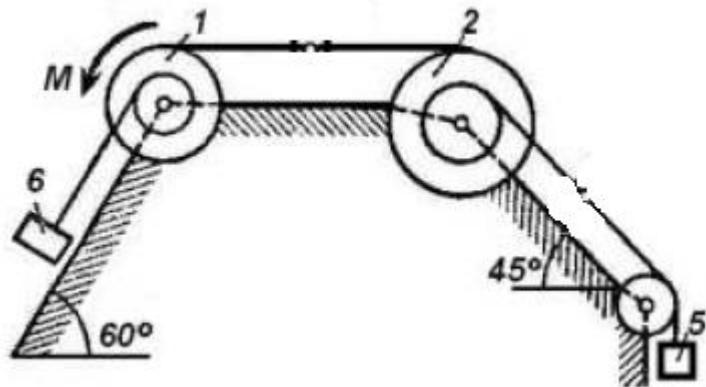
4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 4 и 6, прикреплённых к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом M . Радиусы ступеней шкивов равны: $R_1 = 0,2$ м, $r_1 = 0,1$ м, $R_2 = 0,3$ 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.



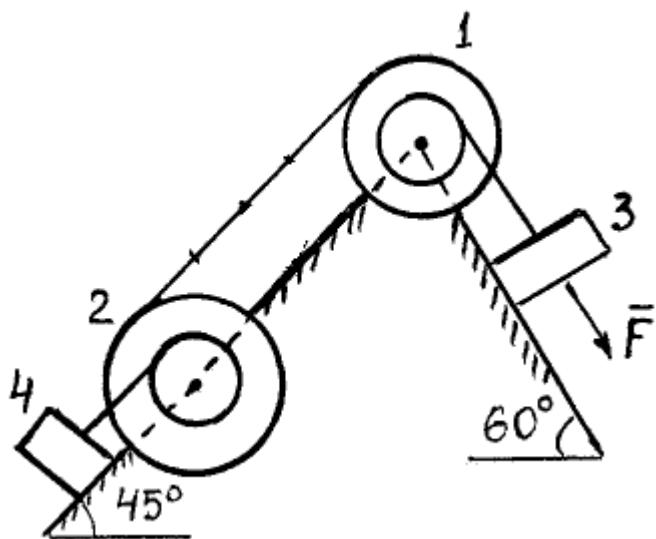
БИЛЕТ № 9

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 $R = \sqrt[3]{v}$ (Н). 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.

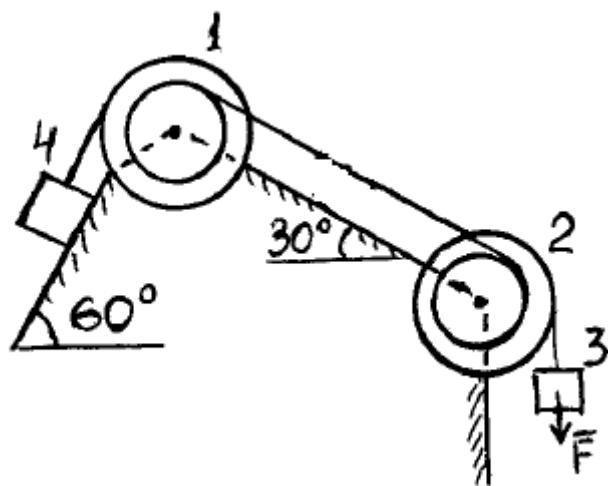


БИЛЕТ № 11

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

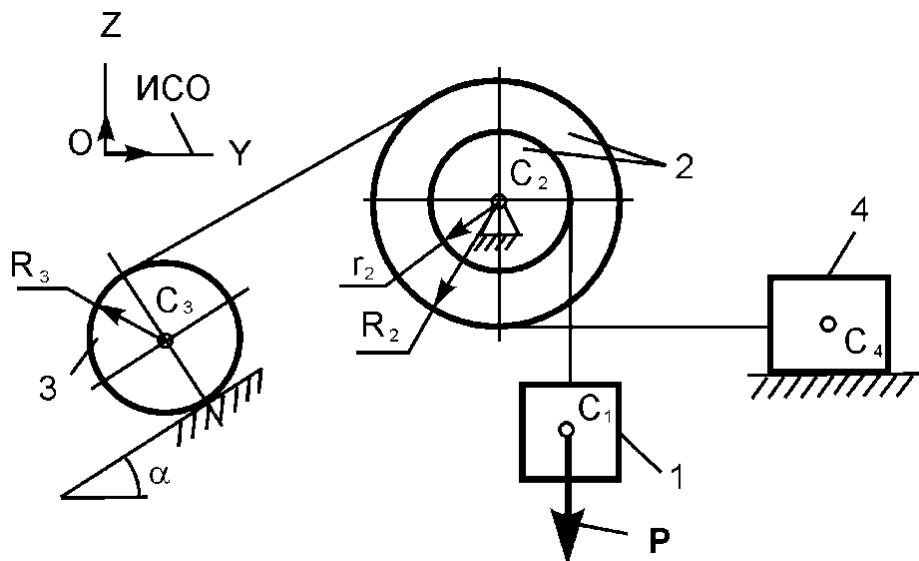
1. Закон сохранения кинетического момента
2. Условия равновесия механической системы в обобщённых координатах
- 3.

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.

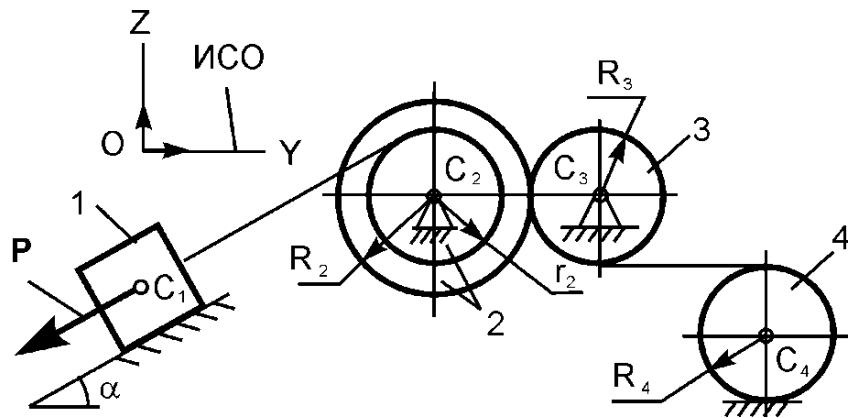


БИЛЕТ № 13

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: $v_0 = \frac{2\text{м}}{\text{с}}$, $x_0 = 0$ 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 P и сил тяжести механическая система движется из состояния покоя. Используя теорему об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме найти ускорение тела 1.

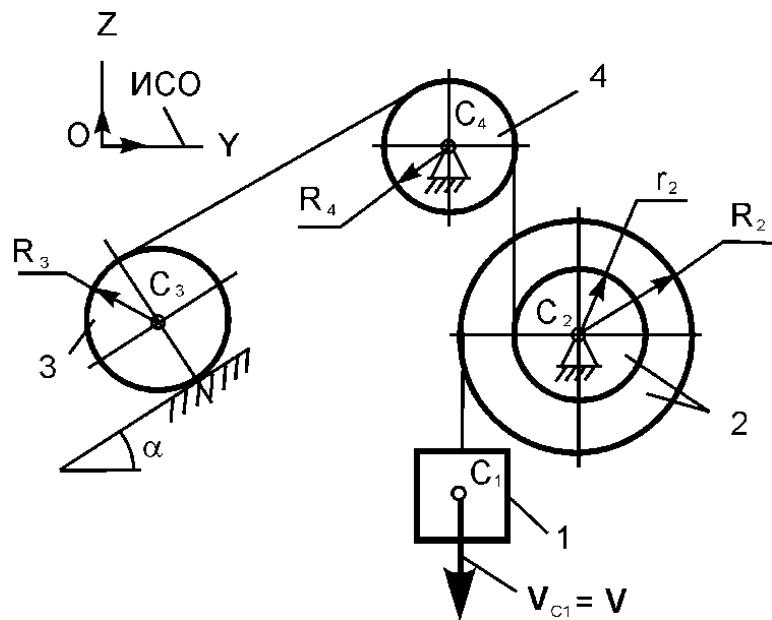
Дано: m_1, m_2, m_3, m_4 – массы тел; R_2, r_2, R_3, R_4 – радиусы колёс 2, 3, 4; J_{C2} – момент инерции тела 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости рисунка. Тела 3 и 4 считать однородными цилиндрами.



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 \mathbf{P} и сил тяжести механическая система движется из состояния покоя. Используя уравнение Лагранжа второго рода найти ускорение тела 1.

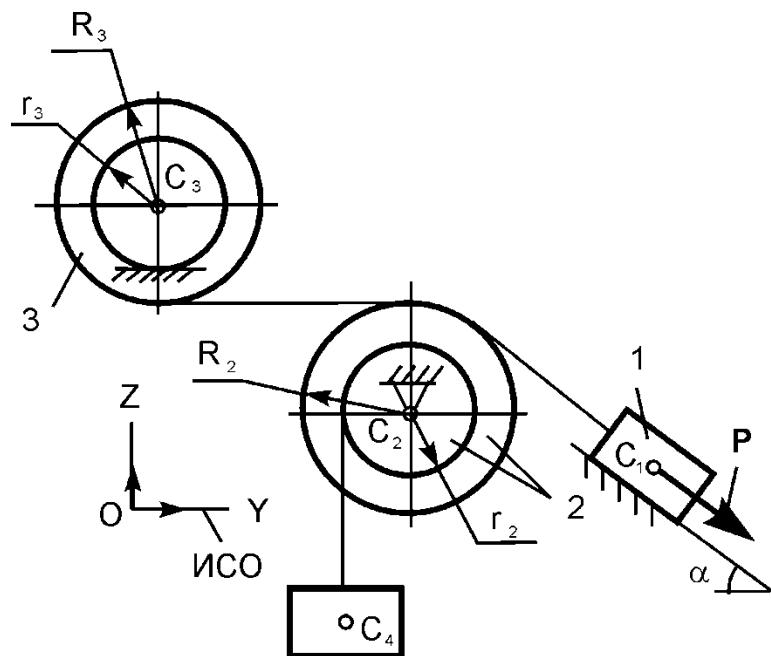
Дано: m_1, m_2, m_3, m_4 – массы тел; R_2, r_2, R_3, R_4 – радиусы колёс 2, 3, 4; J_{C2} – момент инерции тела 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости рисунка. Тела 3 и 4 считать однородными цилиндрами.



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.
4. 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.



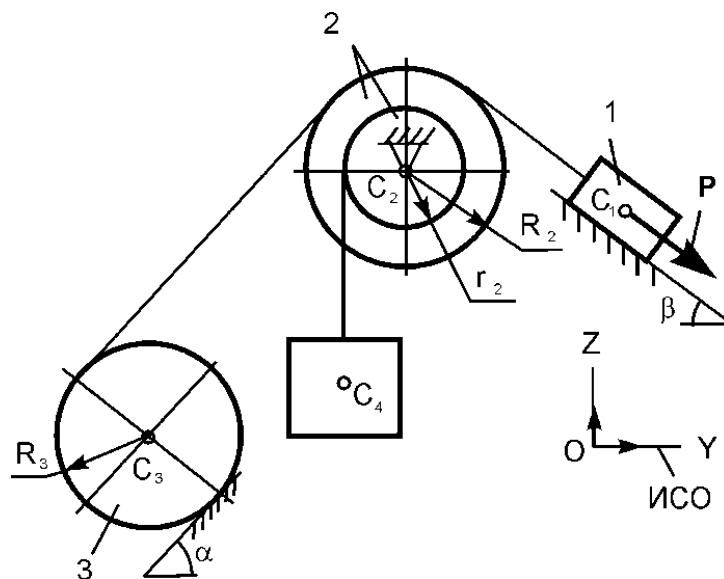
Экзаменационный билет № 16

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 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.

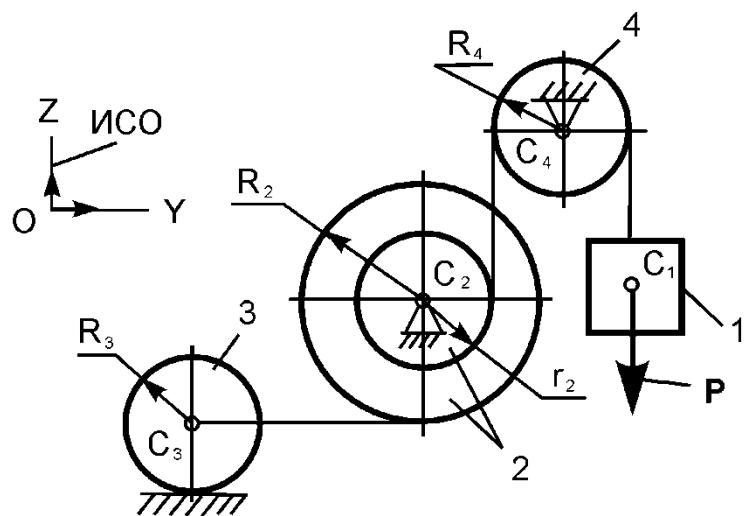
3.

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 $R = \sqrt{v} (H)$. 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.

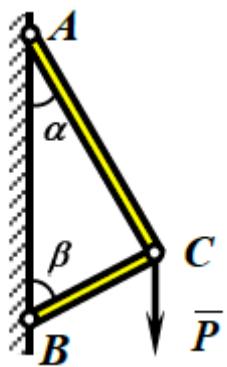


Индивидуальные задания

Семестр 2

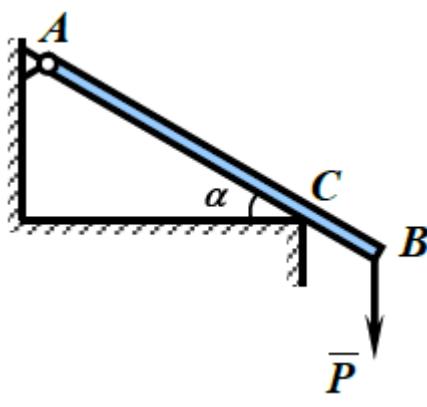
Тема 1. Равновесие системы сходящихся сил на плоскости и в пространстве

Вариант 1



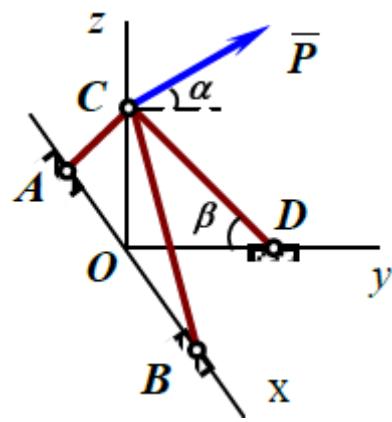
$P = 6 \text{ кН}$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$. Определить усилия в стержнях

графическим и аналитическим способами.



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

Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.

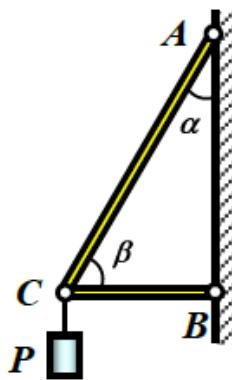


$$P = 6 \text{ kH}, \alpha = 30^\circ, \beta = 60^\circ.$$

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

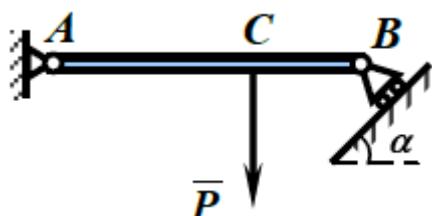
Определить усилия в стержнях.

Вариант 2



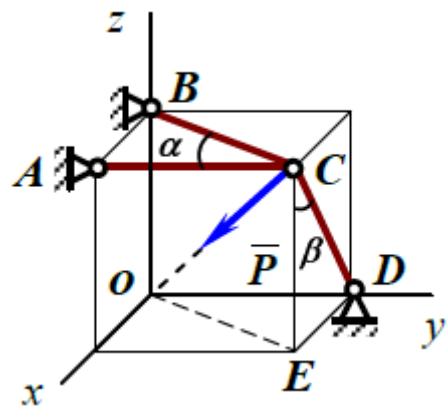
$$P = 10 \text{ kH}, \alpha = 30^\circ, \beta = 60^\circ. \text{ Определить усилия в стержнях}$$

графическим и аналитическим способами.



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

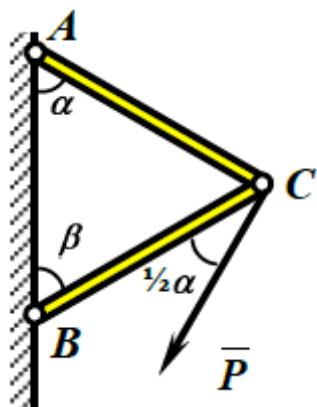
Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.



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

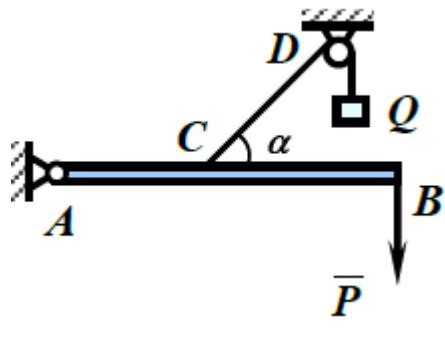
Определить усилия в стержнях.

Вариант 3



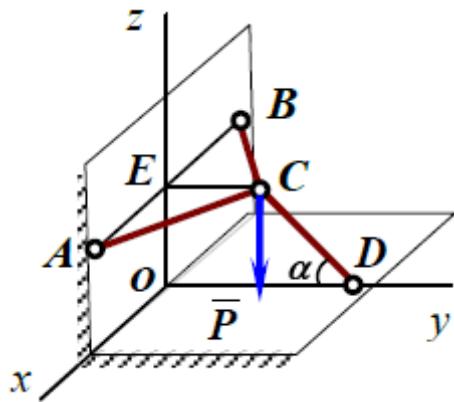
$$P = 4 \text{ kH}, \alpha = 60^\circ, \beta = 60^\circ. \text{ Определить усилия в}$$

стержнях графическим и аналитическим способами.



$$P = 3 \text{ kH}, AB = 2 \text{ m}, AC = 1 \text{ m}, \alpha = 45^\circ.$$

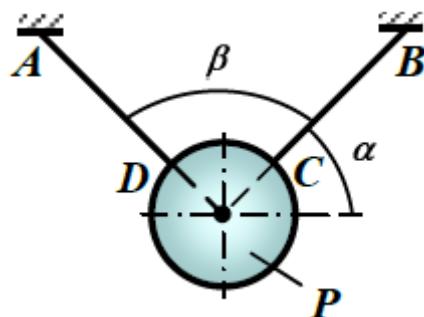
Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.



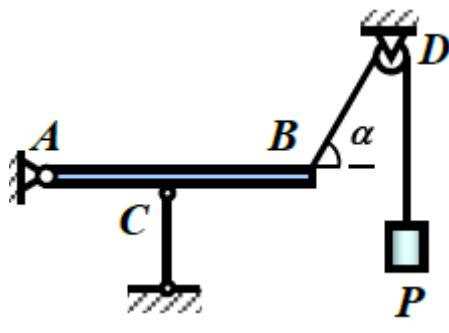
$$P = 3 \text{ kH}, \alpha = 45^\circ, CD \perp Ox, BC = AC = 2EC$$

Определить усилия в стержнях.

Вариант 4

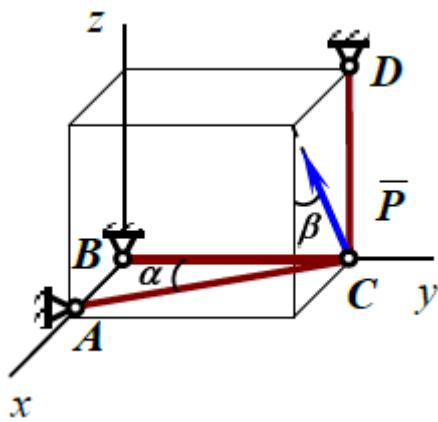


$P = 40 \text{ kH}, \alpha = 45^\circ, \beta = 90^\circ$. Определить усилия в стержнях графическим и аналитическим способами.



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

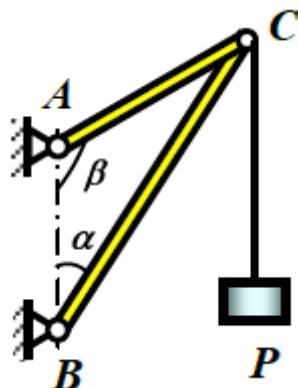
Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.



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

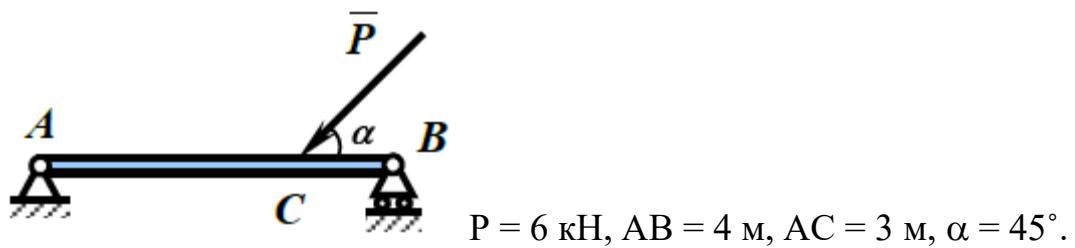
Определить усилия в стержнях.

Вариант 5

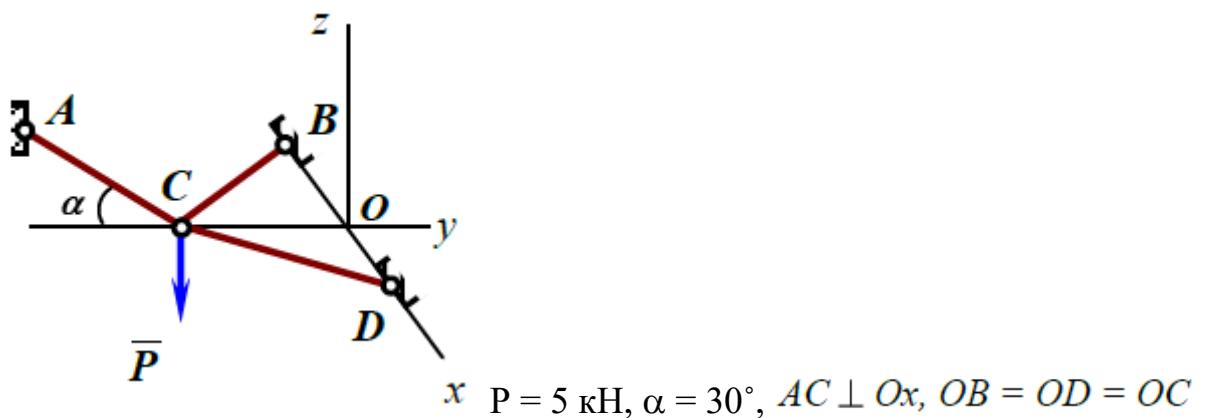


$$P = 2 \text{ kH}, \alpha = 15^\circ, \beta = 135^\circ. \text{ Определить усилия в}$$

стержнях графическим и аналитическим способами.



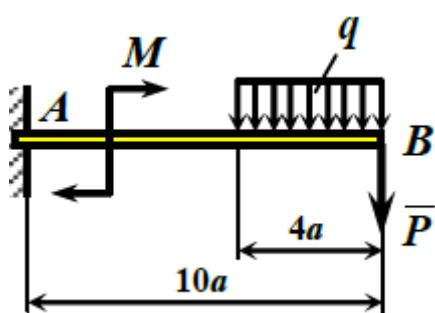
Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.



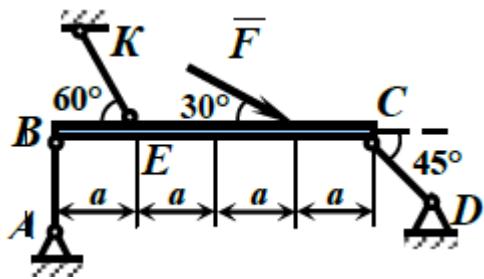
Определить усилия в стержнях.

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

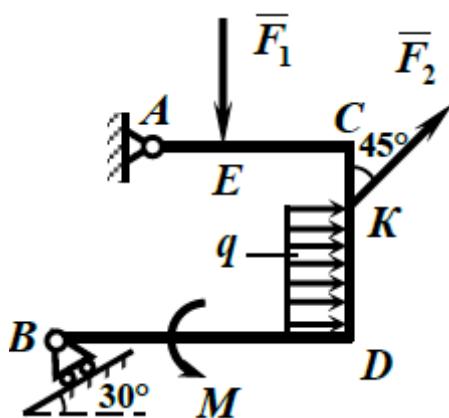
Вариант 1



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

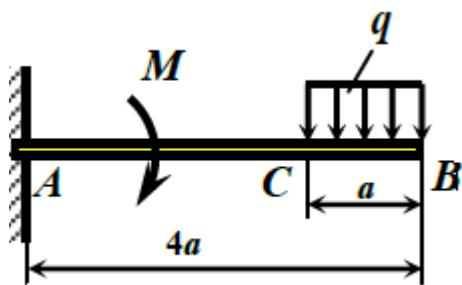


Однородная балка BC весом 400 Н удерживается в равновесии при помощи невесомых стержней AB , CD и EK . Определить их реакции, если $F = 150$ Н.

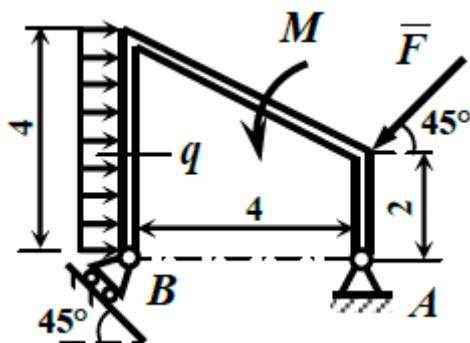


Жесткая рама закреплена в точке A шарнирно, а в точке B прикреплена к шарнирной опоре на катках. На раму действует пара сил с моментом $M = 10$ кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью $q = 2$ кН/м и две сосредоточенные силы $F_1 = 3$ кН и $F_2 = 5$ кН. Определить реакции связей, если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

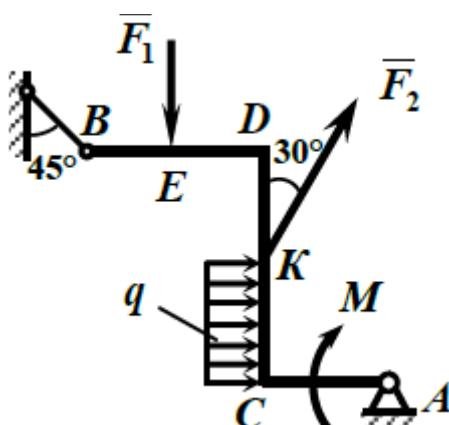
Вариант 2



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.

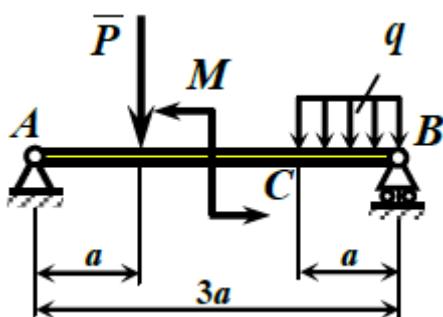


Определить реакции опор A и B рамы, находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью $q = 1,5$ кН/м, сосредоточенной силы $F = 30$ кН и пары сил с моментом $M = 10$ кН·м. Размеры на рисунке даны в метрах.

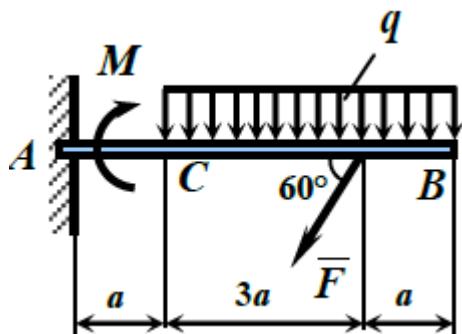


Ломаный стержень закреплен в точке A шарнирно, а в точке B невесомым стержнем. На балку действует пара сил с моментом $M = 6$ кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью $q = 1,5$ кН/м и две сосредоточенные силы $F_1 = 7$ кН и $F_2 = 10$ кН. Определить реакции связей, если $BE = ED = 1,5a$,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

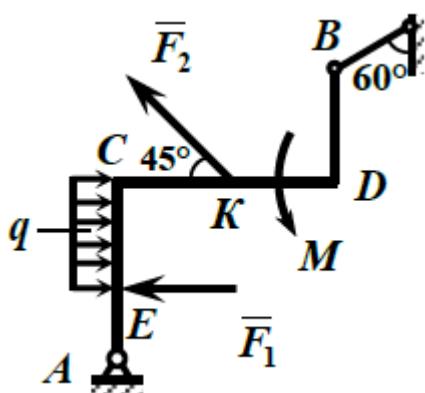
Вариант 3



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.

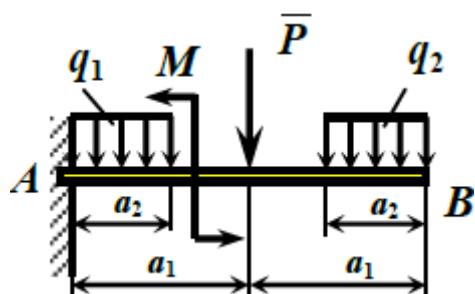


Определить реакции заделки консольной балки AB , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью $q = 10 \text{ кН/м}$, сосредоточенной силы $F = 40 \text{ кН}$ и пары сил с моментом $M = 25 \text{ кН}\cdot\text{м}$, если $a = 1 \text{ м}$.

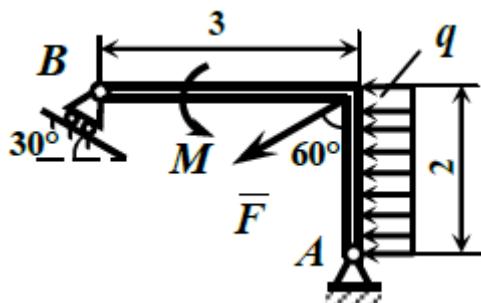


Ломаный стержень закреплен в точке A шарнирно, а в точке B невесомым стержнем. На стержень действует пара сил с моментом $M = 4 \text{ кН}\cdot\text{м}$, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью $q = 0,3 \text{ кН/м}$ и две сосредоточенные силы $F_1 = 4 \text{ кН}$ и $F_2 = 7 \text{ кН}$.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

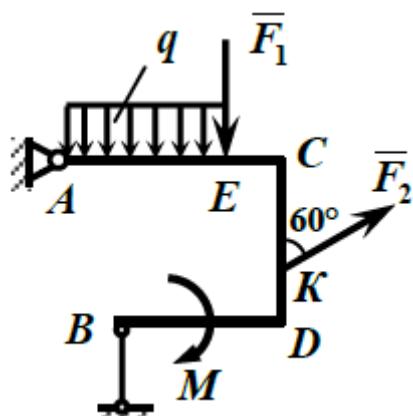
Вариант 4



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

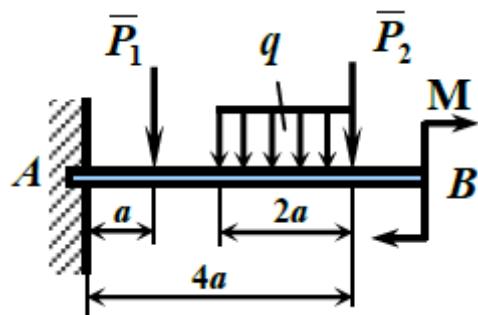


Определить реакции опор A и B ломаного стержня, находящегося под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью $q = 8$ кН/м, сосредоточенной силы $F = 10,2$ кН и пары сил с моментом $M = 12$ кН·м. Размеры на рисунке даны в метрах.

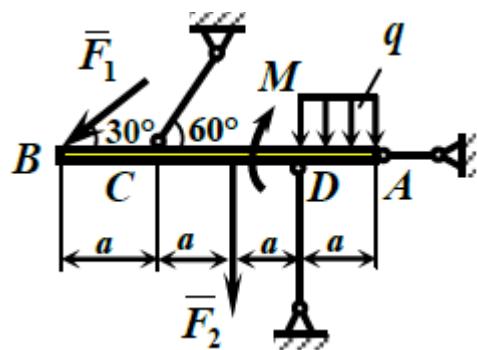


Жесткая рама закреплена в точке A шарнирно, а в точке B прикреплена к невесомому стержню. На раму действует пара сил с моментом $M = 10$ кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью $q = 0,3$ кН/м и две сосредоточенные силы $F_1 = 3$ кН и $F_2 = 5$ кН. Определить реакции связей, если $EC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

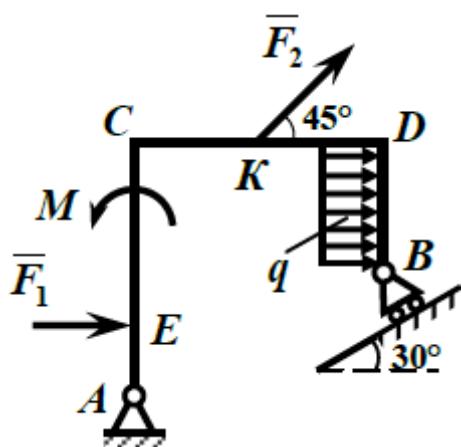
Вариант 5



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.



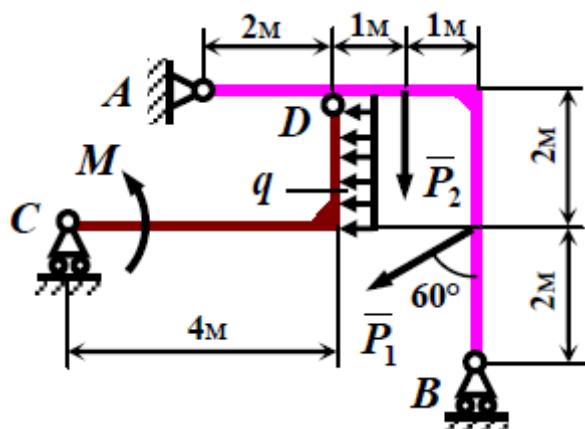
Определить реакции заделки консольной балки AB , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью $q = 0,6$ кН/м, сосредоточенных сил $P_1 = 2$ кН и $P_2 = 1,3$ кН и пары сил с моментом $M = 0,5$ кН·м, если $a = 1,5$ м.



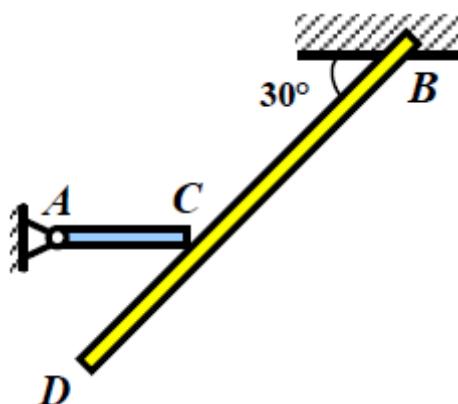
Жесткая рама закреплена в точке A шарнирно, а в точке B прикреплена к шарнирной опоре на катках. На раму действует пара сил с моментом $M = 4$ кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью $q = 0,5$ кН/м и две сосредоточенные силы $F_1 = 4$ кН и $F_2 = 6$ кН. Определить реакции связей, если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

Тема 3. Равновесие системы тел на плоскости

Вариант 1

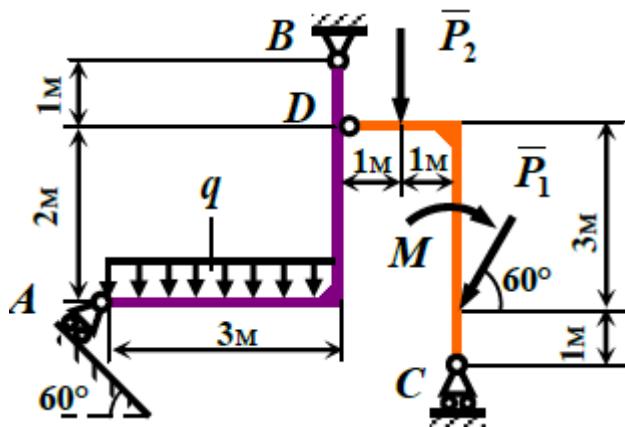


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции. $P_1 = 8$ кН, $P_2 = 10$ кН, $M = 25$ кН·м, $q = 2$ кН/м.

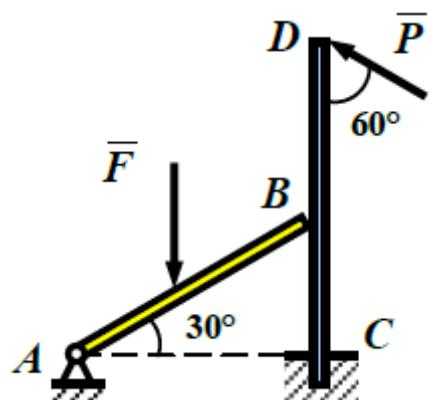


Однородный горизонтальный стержень AC , вес которого равен 180 Н, свободно опирается в точке C на балку BD весом 200 Н. Определить реакции опор, если $BD = 8$ м, $CD = \frac{1}{4}BD$.

Вариант 2

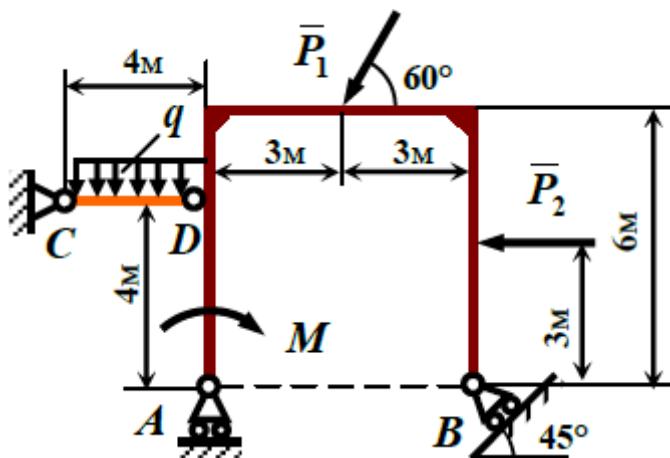


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции, если $P_1 = 30$ кН, $P_2 = 8$ кН, $M = 26$ кН·м, $q = 2$ кН/м.

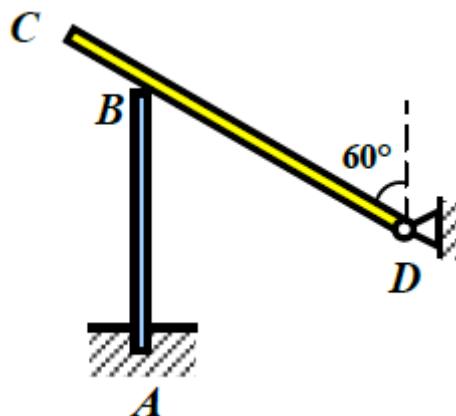


Стержень AB свободно опирается на вертикальный стержень CD длиной 1,8 м, жестко заделанный в основание. К середине стержня AB приложена вертикальная сила $F = 2$ кН, а в точке D стержня CD сосредоточена сила $P = 1$ кН. Определить реакции опор, пренебрегая весом стержней, если $BC = BD$.

Вариант 3

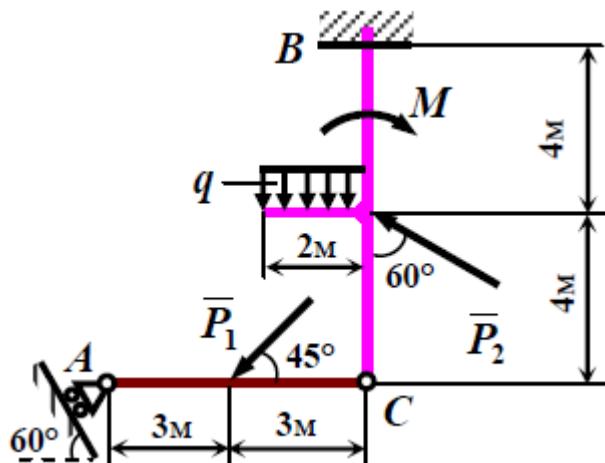


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции, если $P_1 = 20$ кН, $P_2 = 5$ кН, $M = 20$ кН·м, $q = 10$ кН/м.

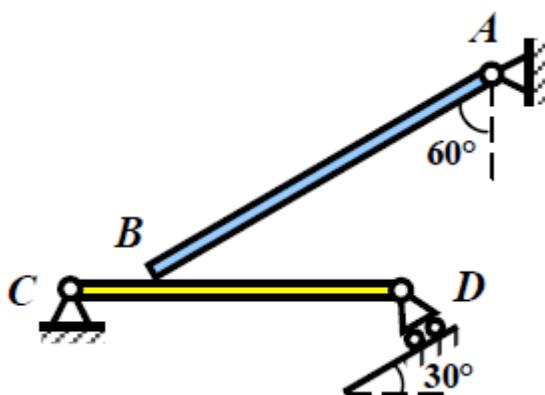


Однородный стержень CD весом 346 Н опирается на вертикальную стойку AB весом 123 Н. Определить реакции опор, если $BD = 2$ м, $BC = 1$ м, $AB = 2$ м.

Вариант 4

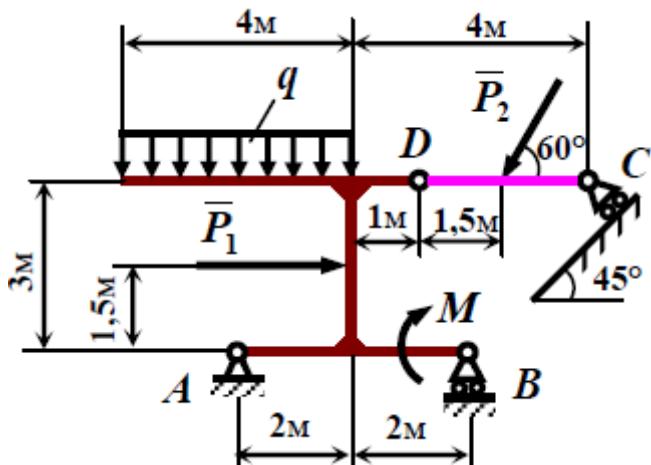


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции, если $P_1 = 10$ кН, $P_2 = 7$ кН, $M = 21$ кН·м, $q = 3,5$ кН/м.

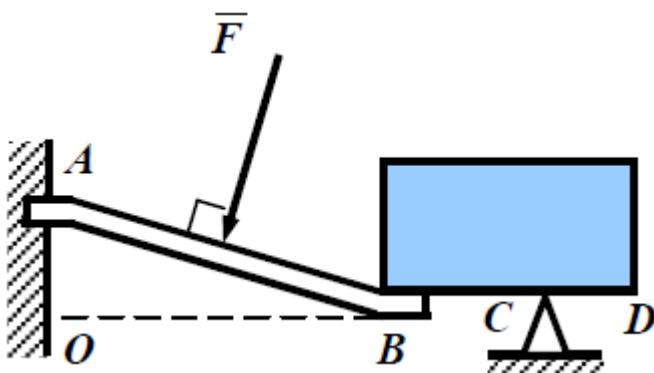


Однородный брус AB весом 400 Н опирается на однородную балку CD весом 70 Н. Определить реакции опор, если $AB = 2$ м, $BD = 2$ м $CB = 0,3$ м.

Вариант 5



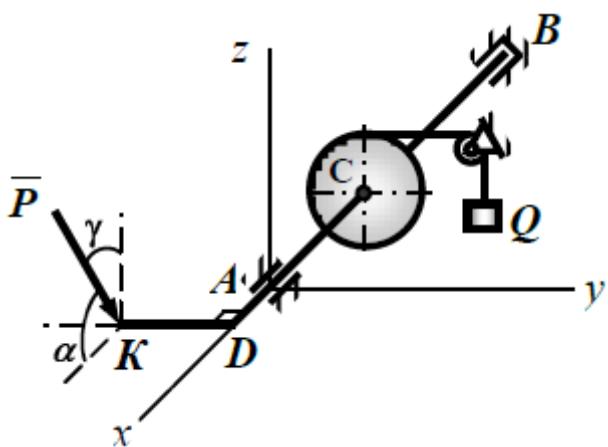
Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции, если $P_1 = 12$ кН, $P_2 = 6$ кН, $M = 18$ кН·м, $q = 4$ кН/м.



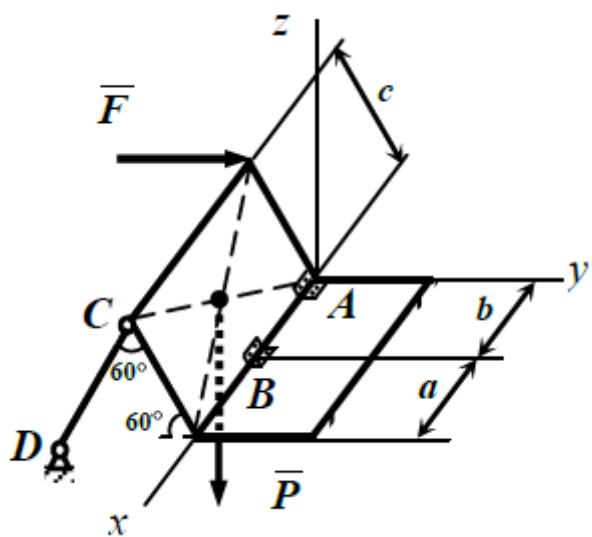
Однородная плита весом 80 Н, поставленная на край B балки AB , подпирается точечной опорой C . Перпендикулярно к балке, в ее середине, приложена сила $F = 100$ Н. Пренебрегая весом балки, определить реакции заделки A и опоры C , если $AO = 25$ см, $OB = 60$ см, $BC = 40$ см, $CD = 10$ см.

Тема 4. Равновесие произвольной пространственной системы сил

Вариант 1

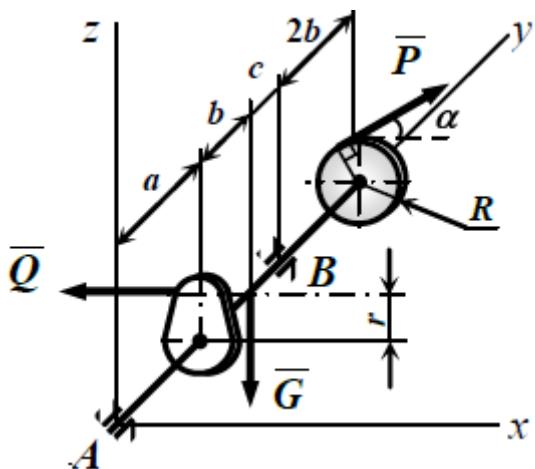


Определить реакции связей и величину силы \bar{P} , удерживающей конструкцию в равновесии. Трос, на котором подвешен груз Q весом 1800 Н, сходит с барабана C по касательной и параллелен оси Ay . Углы: $\alpha = 90^\circ$, $\gamma = 30^\circ$, $AD = \frac{1}{4}AB$, $AC = \frac{3}{4}AB$, $KD = 1,5R$, $KD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

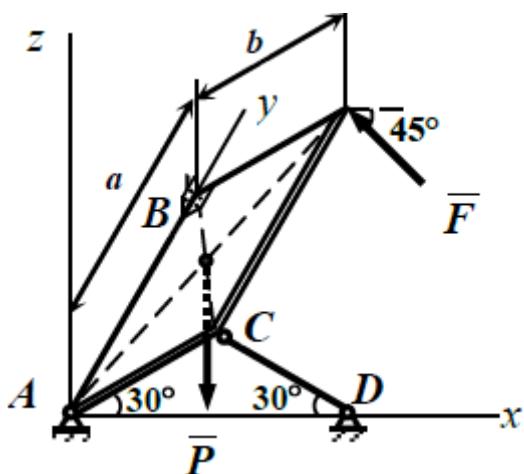


Однородная прямоугольная плита весом 5 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы $\bar{F} \parallel Ay$, при которой усилие в стержне $CD \perp Ax$ равно нулю. Для полученного значения силы F найти реакции остальных связей, если $a = b = 0,4$ м.

Вариант 2

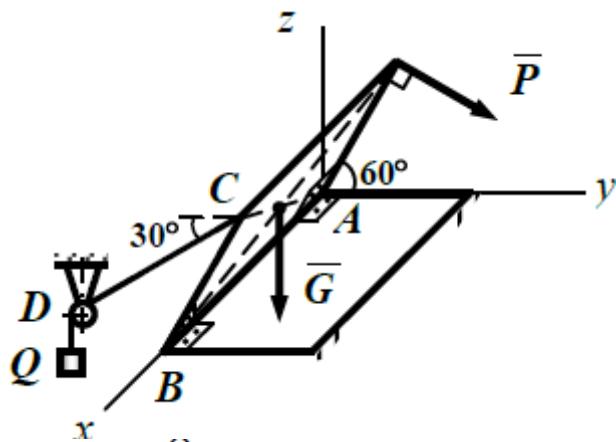


Определить величину силы P и значение угла α , при которых составляющая X_B реакции шарнира равна нулю. Для полученных значений силы P и угла α найти остальные реакции связей, если $Q = 4$ кН, $G = 5$ кН, $a = 0,4$ м, $b = 0,2$ м, $c = 0,1$ м, $R = 0,3$ м, $r = 0,2$ м, $\bar{P} \perp A_y$.

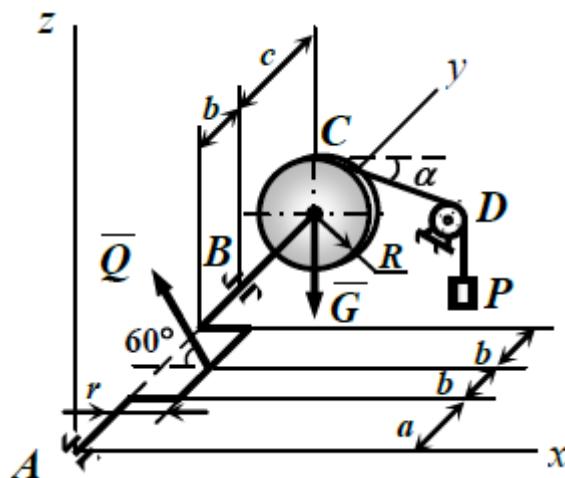


Однородная прямоугольная плита весом 4 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы F , при которой усилие в стержне CD равно нулю. Для полученного значения силы F найти реакции остальных связей, если $\bar{F} \perp A_y$.

Вариант 3

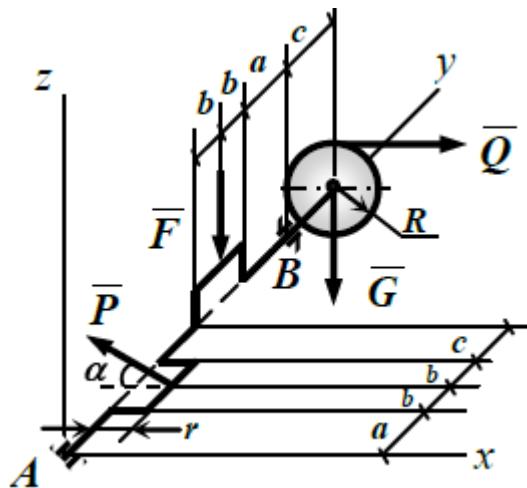


Однородная прямоугольная плита весом 2 кН закреплена и нагружена, как показано на рисунке. Определить величину силы P и реакции связей, если $Q = 5 \text{ кН}$. Участок CD нити и вектор силы \bar{P} перпендикулярны оси Ax .

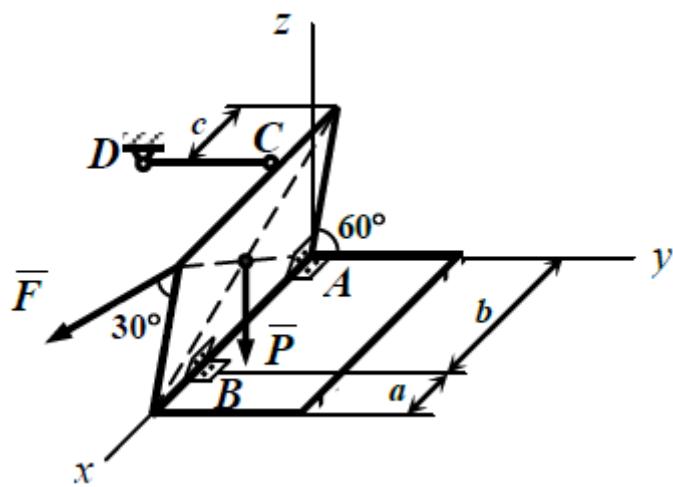


Определить величину силы тяжести груза P и значение угла α при которых составляющая Z_B реакции шарнира равна нулю. Для полученных значений силы P и угла α найти остальные реакции связей, если: $Q = 10 \text{ кН}$, $G = 1 \text{ кН}$, $a = 0,8 \text{ м}$, $b = 0,2 \text{ м}$, $c = 0,6 \text{ м}$, $R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

Вариант 4

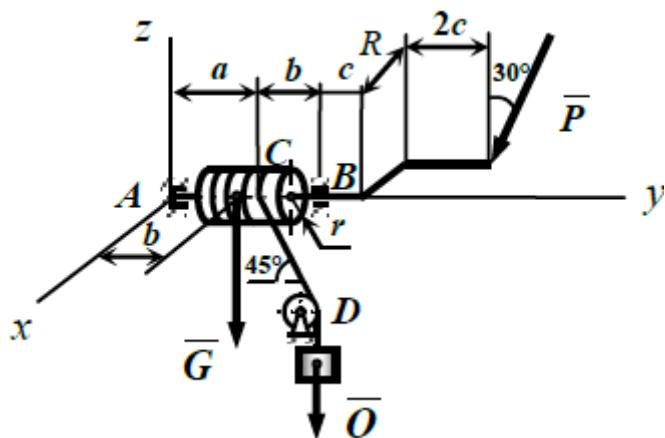


Определить величину силы P и значение угла α , при которых составляющая X_A реакции шарнира равна нулю. Для полученных значений силы P и угла α найти остальные реакции связей, если $Q = 2$ кН, $G = 3$ кН, $F = 4$ кН, $a = 0,4$ м, $b = 0,1$ м, $c = 0,2$ м, $R = 0,3$ м, $r = 0,1$ м.

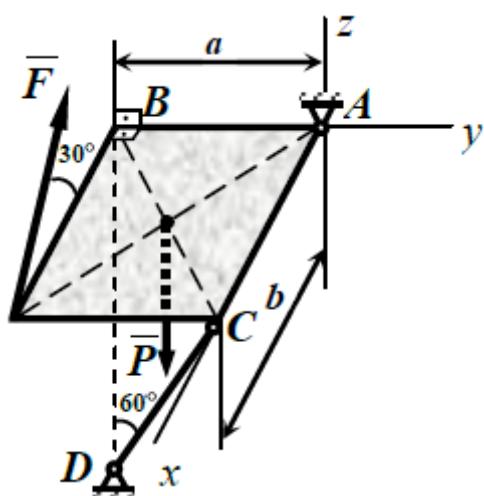


Однородная прямоугольная плита весом 2 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы F , при которой усилие в стержне CD равно нулю. Для полученного значения силы F найти реакции остальных связей, если $a = 0,2 \text{ м}$, $b = 1,0 \text{ м}$, $c = 0,4 \text{ м}$, $F \perp Ax$, $CD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

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, $\bar{P} \perp Ax$, $CD \perp Ax$.

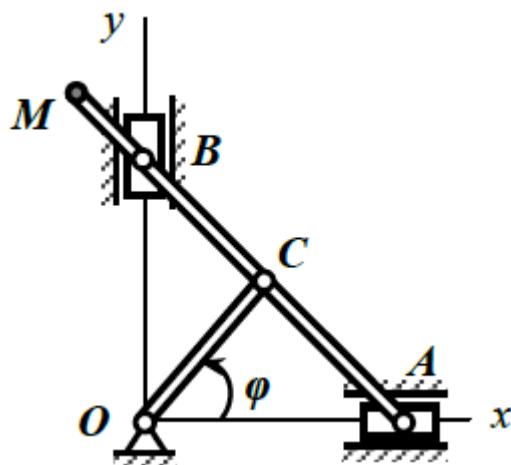


Однородная прямоугольная плита весом 1 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы F , при которой усилие в стержне CD равно нулю. Для полученного значения силы F найти реакции остальных связей, если: $a = 0,6$ м, $b = 0,8$ м, $\bar{F} \perp Ay$.

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.

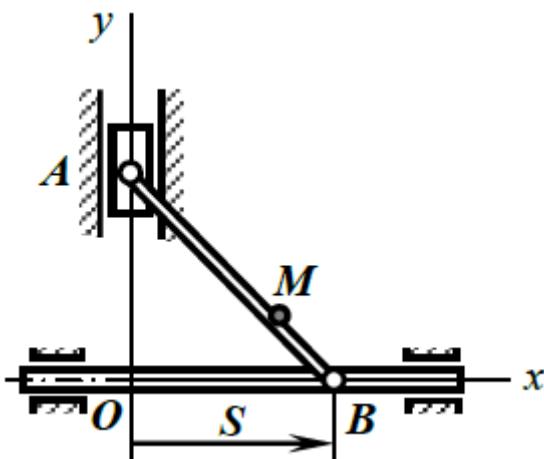


Звено ОС механизма движется по закону $\varphi = \frac{\pi t}{6}$ (φ – рад, t – с).

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

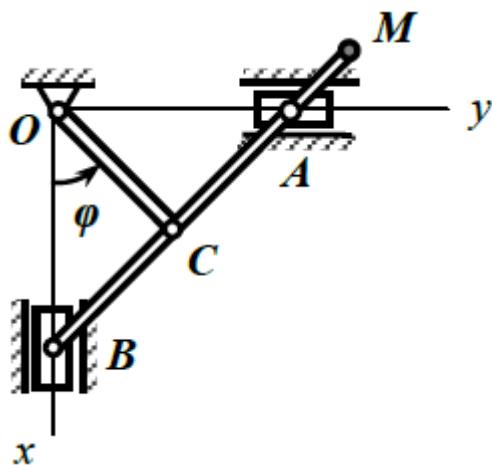
Найти уравнение траектории точки, движущейся по закону $x = 4t^2 - 1$, $y = 2t$ (x, y – м, t – с). Определить положение, скорость, ускорение точки, его касательную и нормальную составляющие и радиус кривизны траектории при $t = 0,5$ с.



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

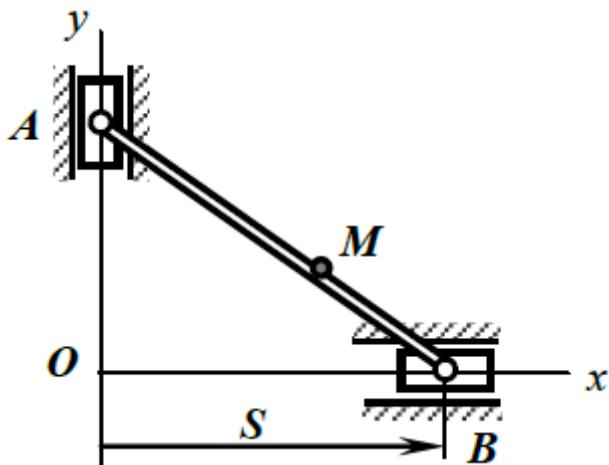
Найти уравнение траектории точки, движущейся по закону $x = 3\sin\pi t^2$, $y = 3\cos\pi t^2 - 2$ (x, y – м, t – с). Определить положение, скорость, ускорение точки, его касательную и нормальную составляющие и радиус кривизны траектории при $t = 0,5$ с.



Звено OC механизма движется по закону $\varphi = 3\pi t$ (φ – 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

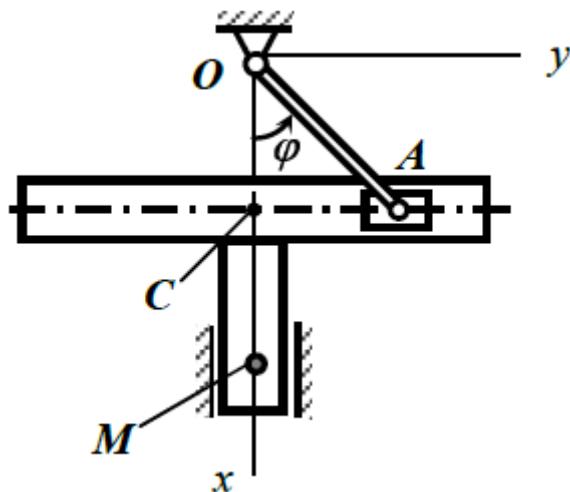
Найти уравнение траектории точки, движущейся по закону $x = \cos 3\pi t^2$, $y = \sin 3\pi t^2$ (x, y – м, t – с). Определить положение, скорость, ускорение точки, его касательную и нормальную составляющие и радиус кривизны траектории при $t = \frac{1}{3}$ с.



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.



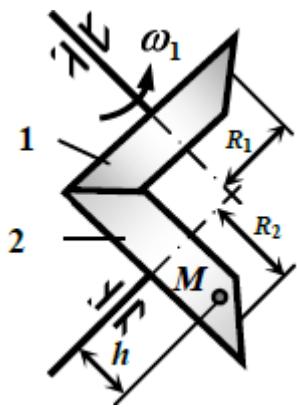
Звено OA механизма движется по закону $\phi = \pi t$ (ϕ – рад, t – с). Построить положение звеньев механизма в моменты времени $t_0 = 0$, $t_1 = \frac{1}{3}$ с, $t_2 = \frac{1}{2}$ с. Написать уравнения движения точек A и M механизма в координатной форме и найти уравнение траектории точки M . Определить 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.

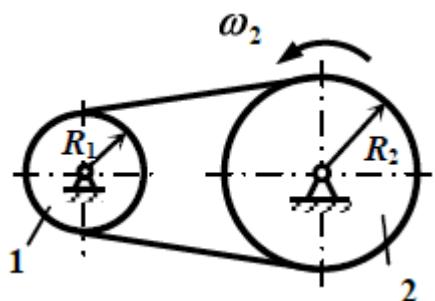


Зубчатое колесо 1 радиусом $R_1 = 0,1$ м конической пары вращается с постоянной угловой скоростью 30π рад/с. Определить скорость и ускорение точки M , лежащей на колесе 2 радиусом $R_2 = 0,15$ м на расстоянии $h = R_1$ от оси вращения.

Вариант 2

Вал, начиная вращаться из состояния покоя равноускоренно, и за первые 5 с, совершает 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 $\varphi = 2\pi \cdot \sin \pi t$ (φ – рад, t – с). Определить скорость и ускорение точки, лежащей на ободе маховика, в момент времени $t = 2$ с.

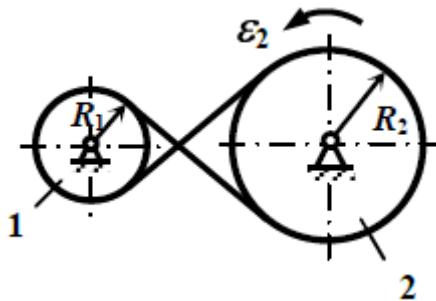


Шкив 2 радиусом $R_2 = 0,75$ м приводится в движение из состояния покоя бесконечным ремнем от шкива 1 радиусом $R_1 = 0,3$ м, угловое ускорение которого равно $0,004\pi$ рад/с². Пренебрегая скольжением ремня по шкивам, определить время, по истечении которого, шкив 2 будет делать 300 оборотов в минуту. Определить скорости точек обода шкива 1.

Вариант 3

Маховое колесо начинает вращаться из состояния покоя равнотускруенно 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 $\varphi = 0,5\pi \sin 2\pi t$ (φ – рад, t – с). Определить скорость и ускорение точки тела, находящейся на расстоянии 0,2 м от оси вращения в момент времени $t = 1$ с.

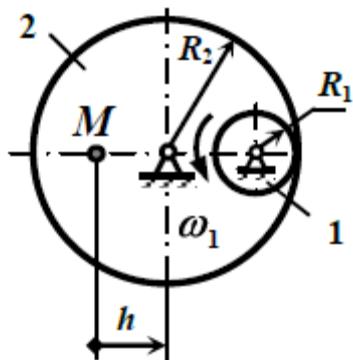


Шкив 1 радиусом $R_1 = 0,4$ м приводится в движение из состояния покоя бесконечным ремнем от шкива 2 радиусом $R_2 = 0,8$ м, угловое ускорение которого равно $0,4\pi$ рад/с². Пренебрегая скольжением ремня по шкивам, определить время, по истечении которого шкив 1 будет делать 300 оборотов в минуту. Вычислить скорость точек обода шкива 1.

Вариант 4

Тело, имеющее неподвижную ось, получило начальную угловую скорость 2π 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 $\varphi = 2\pi \cdot \cos \pi t^2$ (φ – рад, t – с).

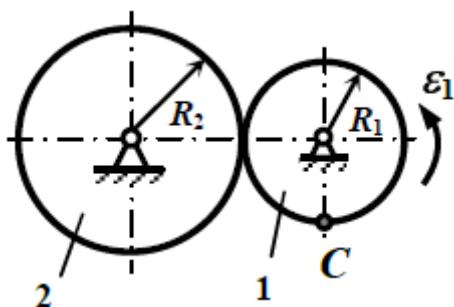


Колесо 1 зубчатой передачи вращается с постоянной угловой скоростью равной 30π рад/с. Определить скорость и ускорение точки M колеса 2, находящейся на расстоянии $h = R_1$ от оси вращения, если считать, что радиусы колес $R_1 = 0,05$ м, $R_2 = 0,15$ м.

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?



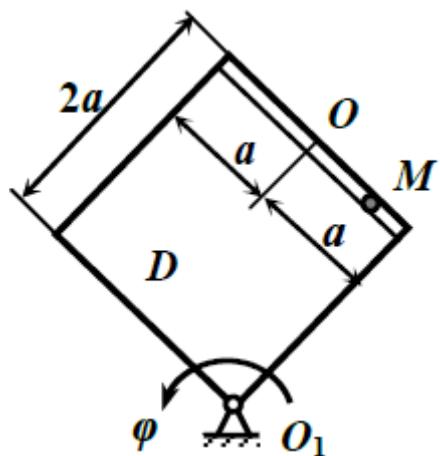
Колесо 1 зубчатой передачи вращается с угловым ускорением, равным 2π рад/с². Определить угловую скорость колеса 1 и ускорение точки C в тот момент, когда колесо 2 вращается с угловой скоростью соответствующей 600 об/мин, если радиусы колес $R_1 = 0,4$ м, $R_2 = 0,8$ м.

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

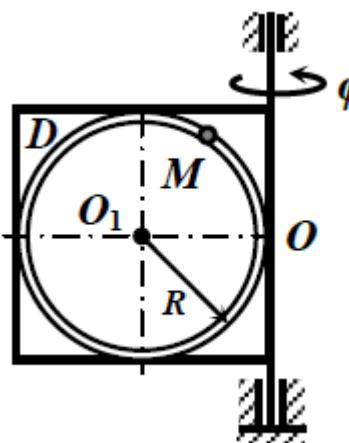
Вариант 1

Определить абсолютные скорости и ускорения точки 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 $S =$

ОМ отсчитывается от точки О в сторону указанного на рисунке положения точки М.



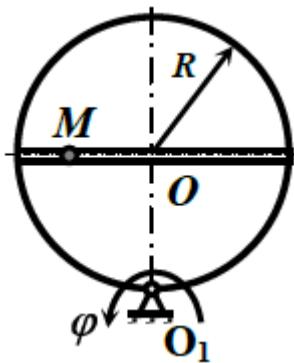
$$\varphi = 2t^3 - t^2, S = 18 \sin \frac{\pi t}{4}, t_1 = \frac{2}{3} \text{ с}, a = 25 \text{ см.}$$



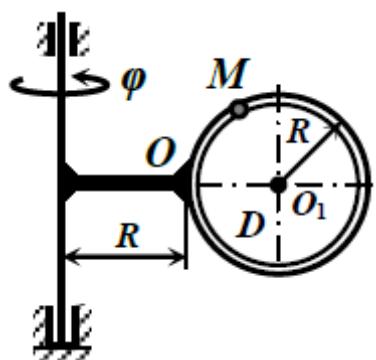
$$\varphi = 3t - 0,5t^3, S = 40\pi \cos \frac{\pi t}{6}, t_1 = 2 \text{ с}, R = 30 \text{ см.}$$

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.



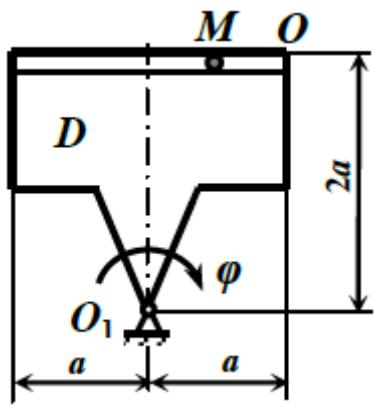
$$\varphi = 0,4t^2 + t, S = 20\sin\pi t, t_1 = \frac{5}{3} \text{ с}, R = 20 \text{ см.}$$



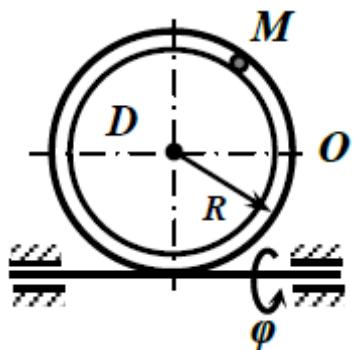
$$\varphi = 1,2t - t^2, S = 20\pi\cos\frac{\pi t}{4}, t_1 = \frac{4}{3} \text{ с}, R = 20 \text{ см.}$$

Вариант 3

Определить абсолютные скорости и ускорения точки 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.



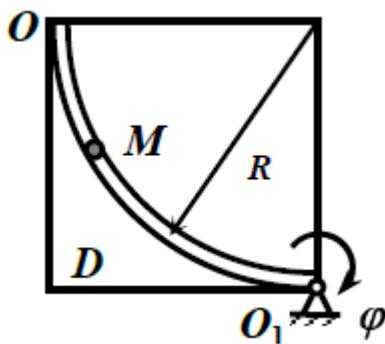
$$\varphi = 2t + 0,5t^2, S = 6t^3, t_1 = 2 \text{ с}, a = 30 \text{ см.}$$



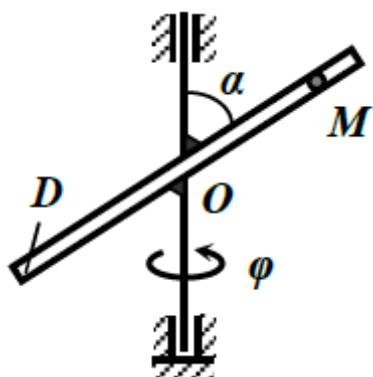
$$\varphi = t - 0,5t^3, S = 10\sqrt{2}\pi \cdot \cos 2\pi t, t_1 = 1/8 \text{ с}, R = 30 \text{ см.}$$

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.



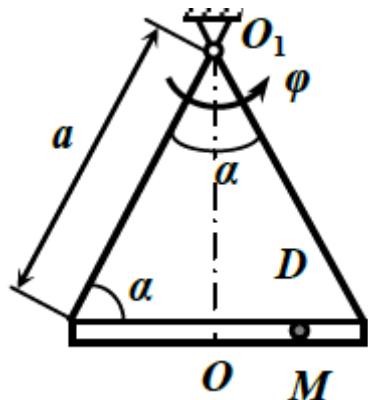
$$\varphi = 0,75t + 1,5t^2, S = 20\pi \cdot \sin \frac{\pi t}{6}, t_1 = 1 \text{ с}, R = 40 \text{ см.}$$



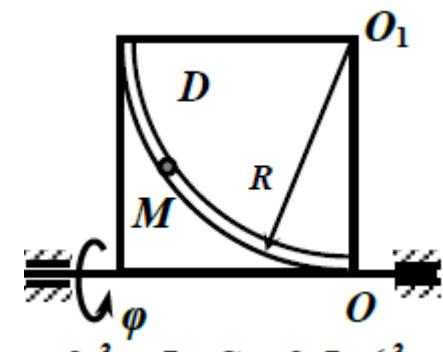
$$\varphi = 0,6t^2, S = 10 \sin \frac{\pi t}{6}, t_1 = 1 \text{ с}, \alpha = 60^\circ.$$

Вариант 5

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.



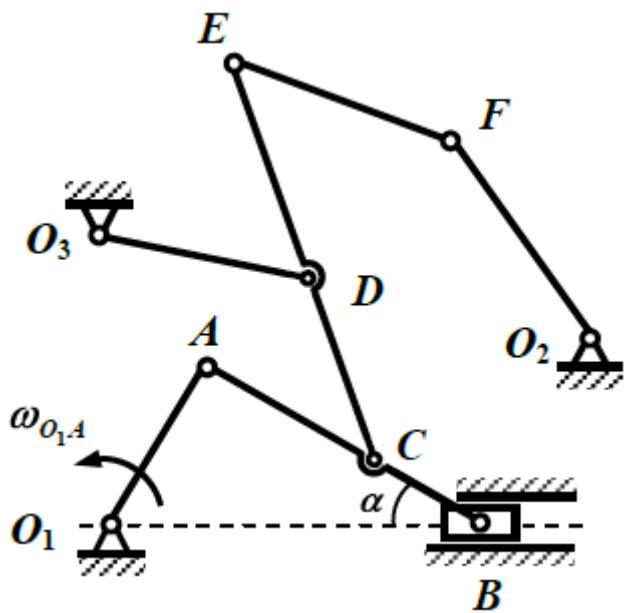
$$\varphi = 0,5t^2, S = 20\cos 2\pi t, t_1 = \frac{3}{8} \text{ c}, a = 40 \text{ см}, \alpha = 60^\circ.$$



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

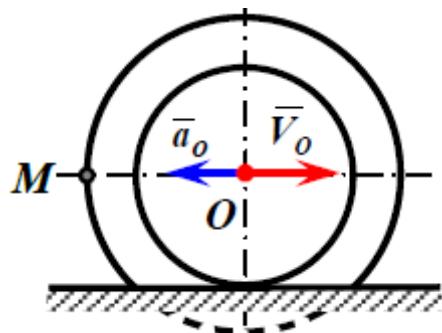
Тема 8. Определение скоростей и ускорений точек при плоско-параллельном движении тела.

Вариант 1



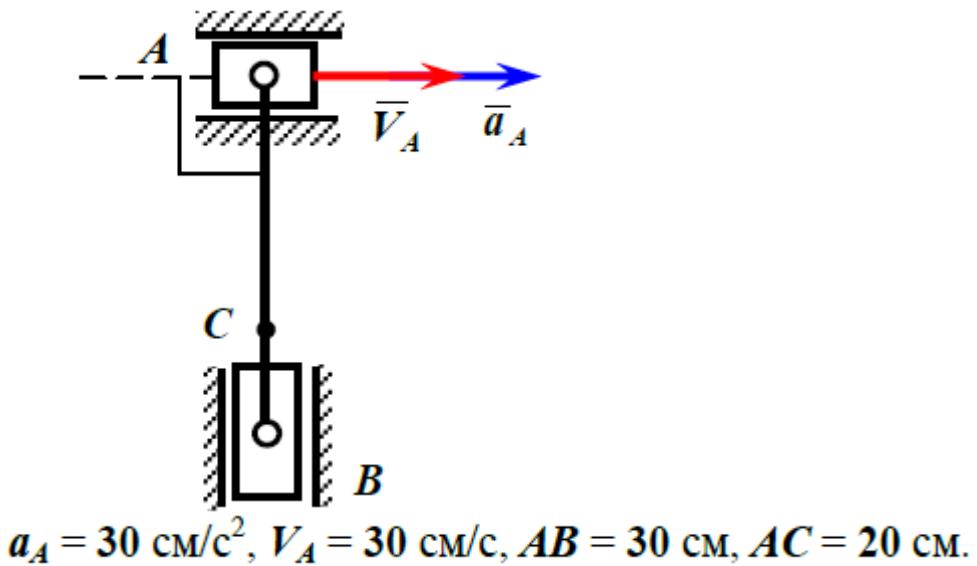
$$O_1A = 21 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 2 \text{ рад/с}, \angle O_1AB = 90^\circ, \alpha = 30^\circ.$$

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.

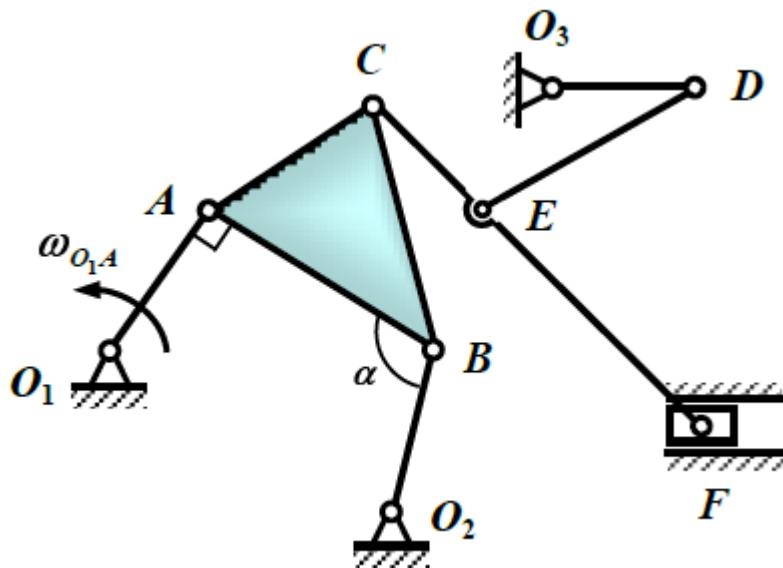


$$a_A = 30 \text{ см/с}^2, V_A = 30 \text{ см/с}, AB = 30 \text{ см}, AC = 20 \text{ см.}$$

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

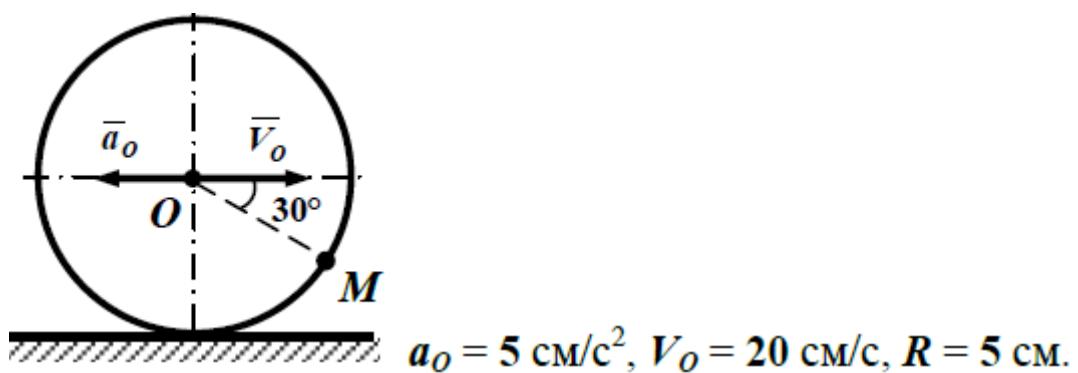
точек найти через мгновенный центр скоростей. Построить многоугольник ускорений для точки В.

Вариант 2

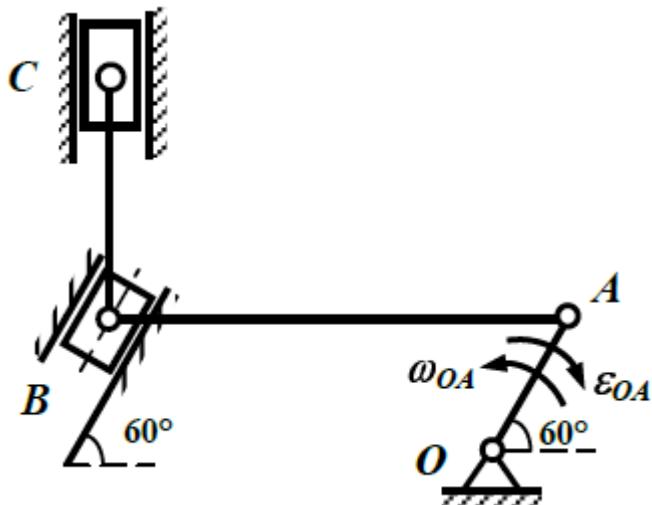


$$O_1A = 15 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 2 \text{ рад/с}, \angle O_1AB = 90^\circ, a = 105^\circ.$$

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.



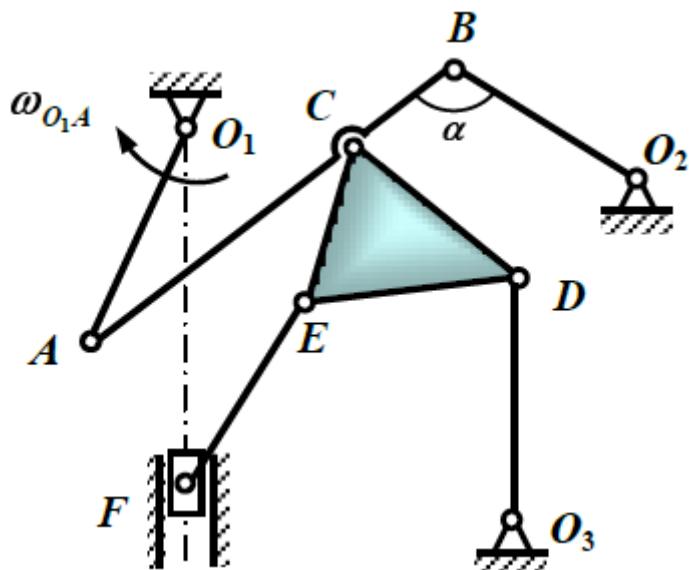
Колесо катится без скольжения, определить скорость и ускорение точки М.



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

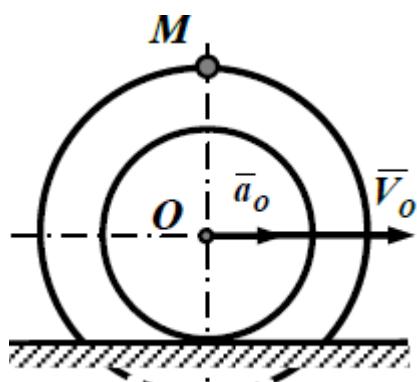
Для заданного положения звеньев механизма определить скорости и ускорения точек В и С, угловую скорость и ускорение звена АВ. Скорости точек найти через мгновенный центр скоростей. Построить многоугольник ускорений для точки В.

Вариант 3



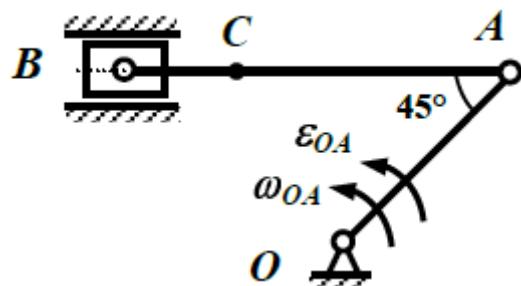
$$O_1A = 30 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 2 \text{ рад/с}, \angle O_1AB = 30^\circ, \alpha = 120^\circ.$$

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.



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

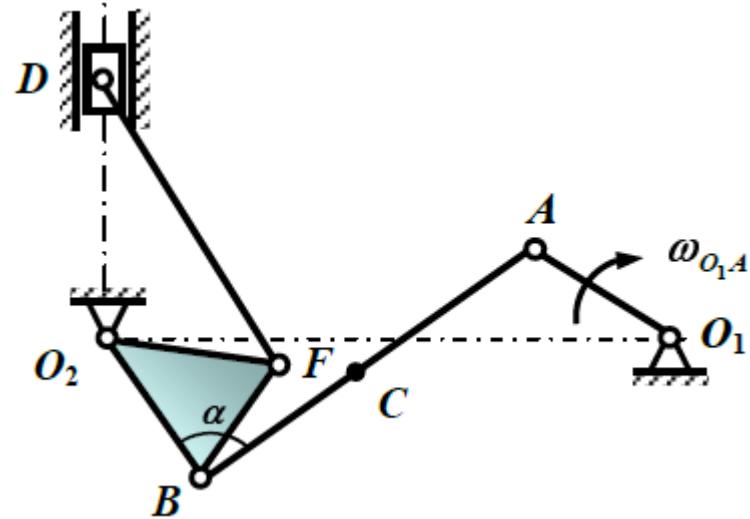
Колесо катится без скольжения, определить скорость и ускорение точки М.



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

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.

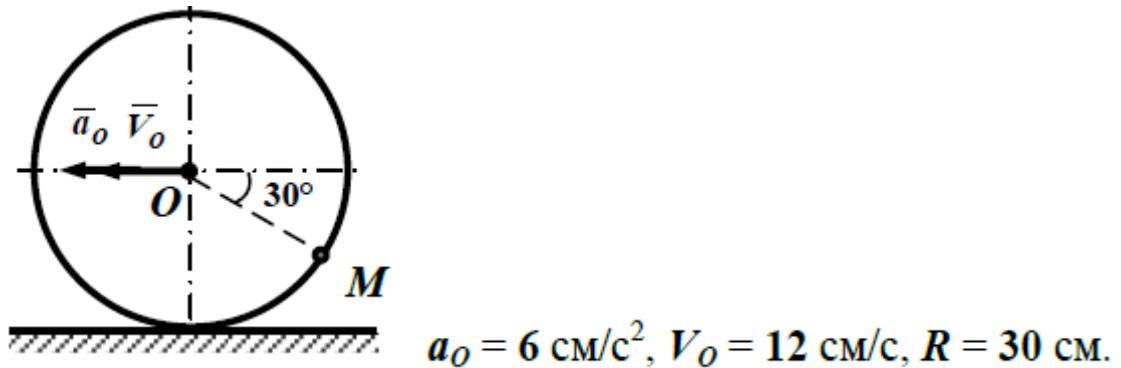
Вариант 4



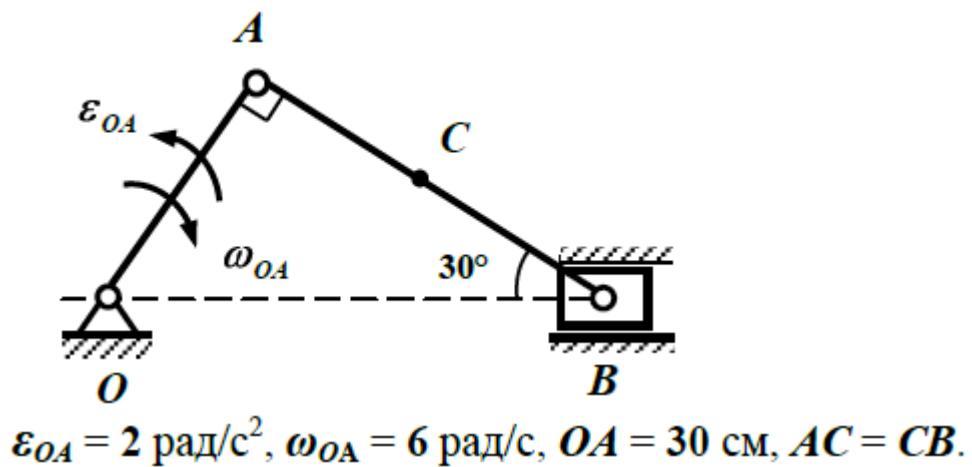
$$O_1A = 15 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 2 \text{ рад/c}, \angle O_1AB = 120^\circ, \alpha = 60^\circ.$$

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.

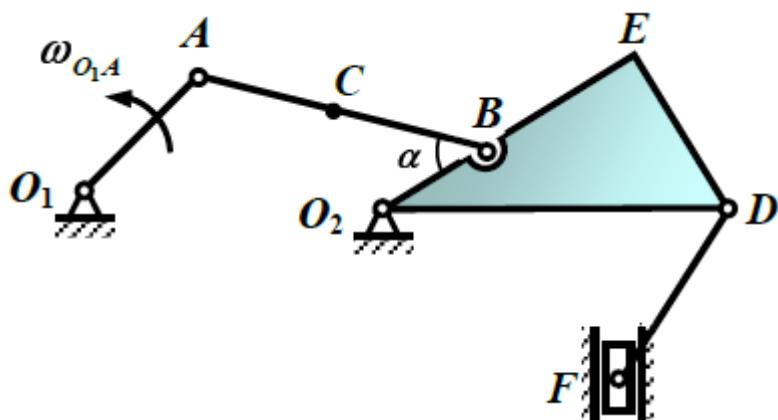


Колесо катится без скольжения, определить скорость и ускорение точки М.



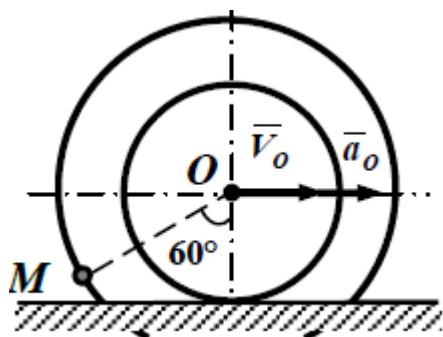
Для заданного положения звеньев механизма определить скорости и ускорения точек В и С, угловую скорость и ускорение звена АВ. Скорости точек найти через мгновенный центр скоростей. Построить многоугольник ускорений для точки В.

Вариант 5



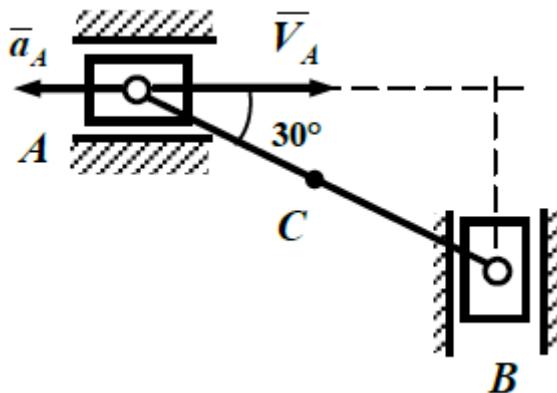
$$O_1A = 20 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 3 \text{ рад/с}, \angle O_1AB = 120^\circ, \alpha = 45^\circ.$$

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 α : $\alpha_1 = 30^\circ$ 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 $\varphi = \frac{\pi}{6} \sin \sqrt{\frac{3g}{\pi l}} \cdot t$ (φ – угол отклонения нити от вертикали в рад, t – 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 ω – 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

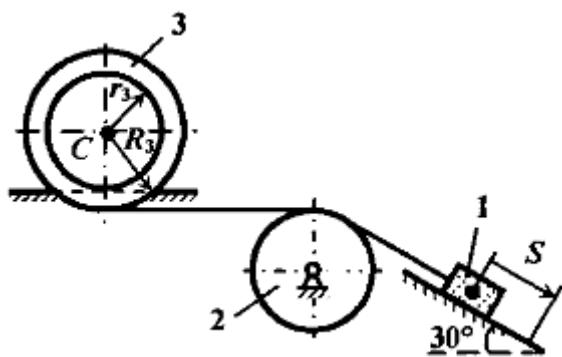
Тема 3. Принцип Даламбера для механической системы

Тема 4. Общее уравнение динамики.

Тема 5. Уравнение Лагранжа II рода

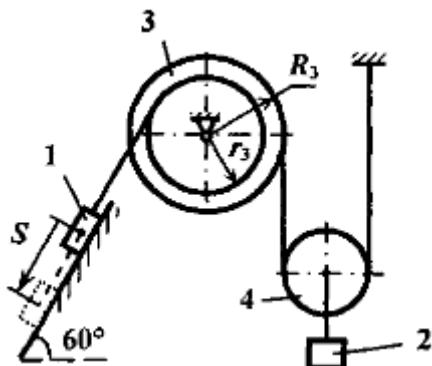
Тема 2. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы

Вариант 1



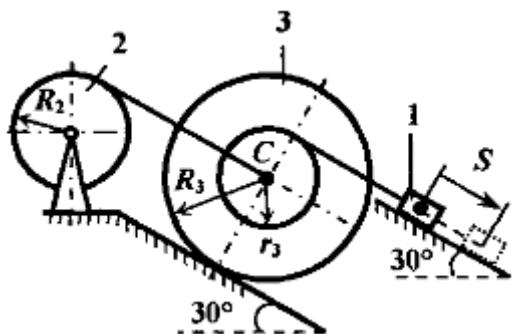
Механическая система, состоящая из тела 1, сплошного однородного блока 2 и катка 3, соединённых между собой невесомой нерастяжимой нитью, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Коэффициент трения скольжения при движении тела 1 равен **0,1**, коэффициент сопротивления 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



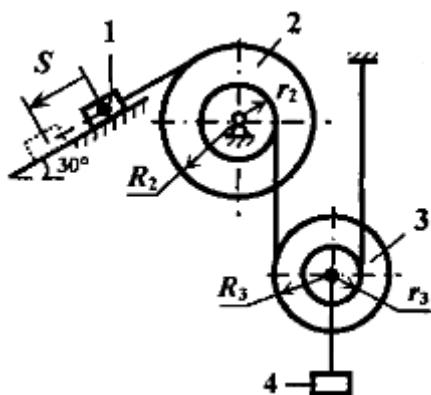
Механическая система, состоящая из тел 1 и 2, ступенчатого барабана 3, однородного блока 4, соединённых между собой невесомыми нерастяжимыми нитями, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Коэффициент трения скольжения тела 1 при движении по плоскости равен **0,15**. 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



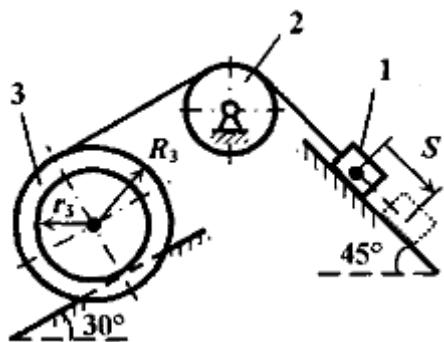
Механическая система, состоящая из тела 1, барабана 2 и катка 3, соединённых между собой невесомыми нерастяжимыми нитями, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Учитывая трение скольжения груза, с коэффициентом равным **0,12**, и сопротивление качению катка 3, катящегося 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.

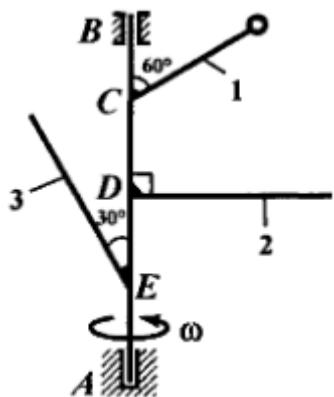
Вариант 5



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.

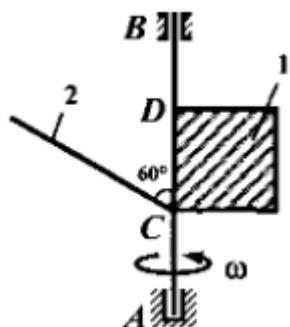
Тема 3. Принцип Даламбера для механической системы

Вариант 1



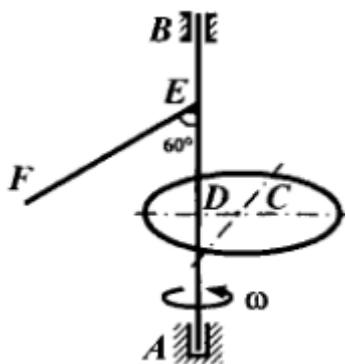
Вал AB вращается с постоянной скоростью $\omega = 10$ рад/с. К валу прикреплены три стержня, лежащие в одной плоскости. Длины стержней: $l_1 = 0,4$ м, $l_2 = 0,6$ м, $l_3 = 0,8$ м. На конце первого стержня, массой которого пренебрегаем, закреплен точечный груз массой $m_1 = 2$ кг. Два других стержня, 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



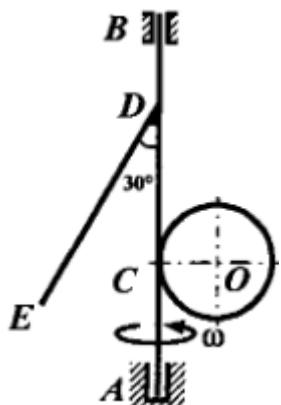
Вал AB вращается с постоянной скоростью $\omega = 5$ рад/с. К валу в одной плоскости прикреплены однородная квадратная пластина 1 массой 10 кг со стороной 0,5 м и однородный тонкий стержень 2 массой 3 кг и длиной 1 м. Определить статические, динамические и полные реакции связей вала, если $AC = CD =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

Вариант 3



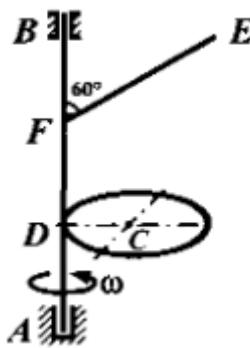
Невесомый вал AB вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с. К валу прикреплены сплошной однородный диск массой **5** кг и радиусом **0,3** м, а также однородный тонкий стержень EF массой **3** кг. Плоскость диска перпендикулярна валу, а стержень и прямая DC лежат в одной плоскости. 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.

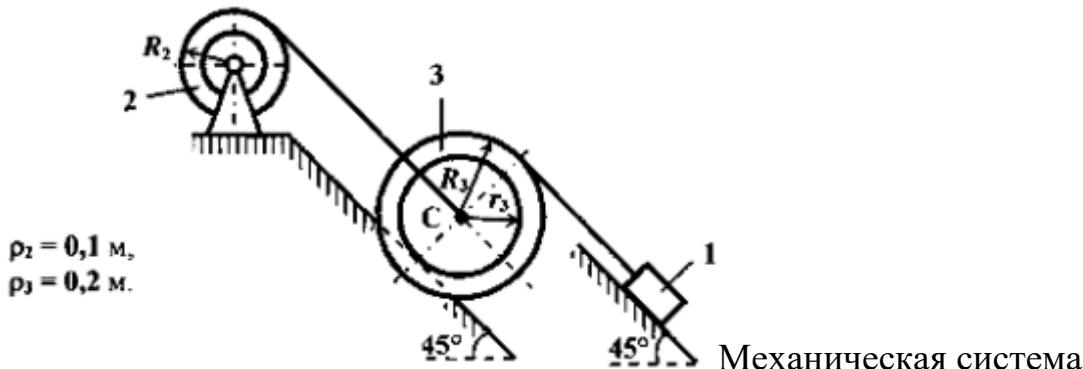
Вариант 5



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.

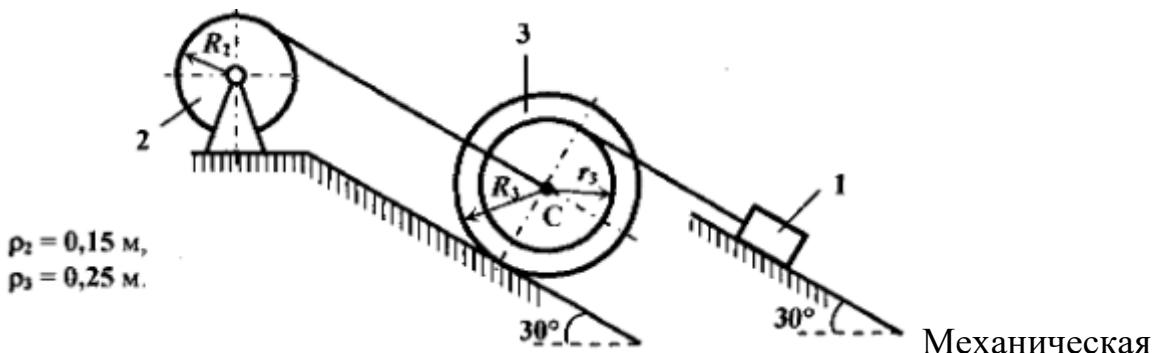
Вариант 1



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 $m_1 = 20$ кг, $m_2 = 15$ кг, $m_3 = 20$ кг, $R_2 = 0,15$ м, $R_3 = 0,15$ м, $r_3 = 0,2$ м.

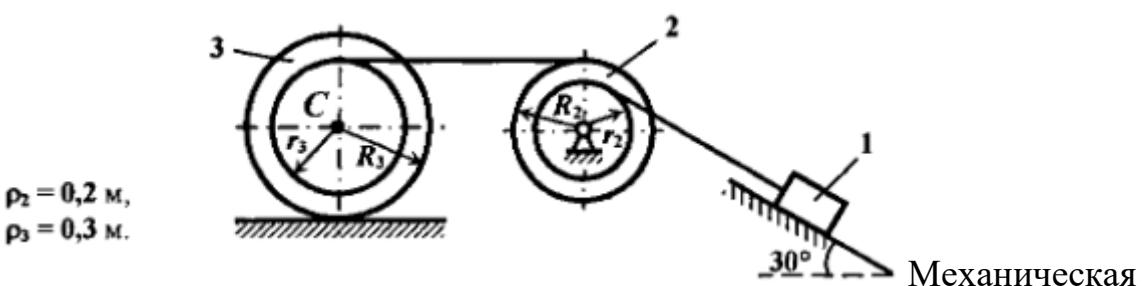
Вариант 2



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 $M_2 = 3$ Н·м.

Определить ускорение груза 1 и натяжение нити, удерживающей груз 1, если $m_1 = 15$ кг, $m_2 = 10$ кг, $m_3 = 12$ кг, $R_2 = 0,2$ м, $R_3 = 0,4$ м, $r_3 = 0,2$ м.

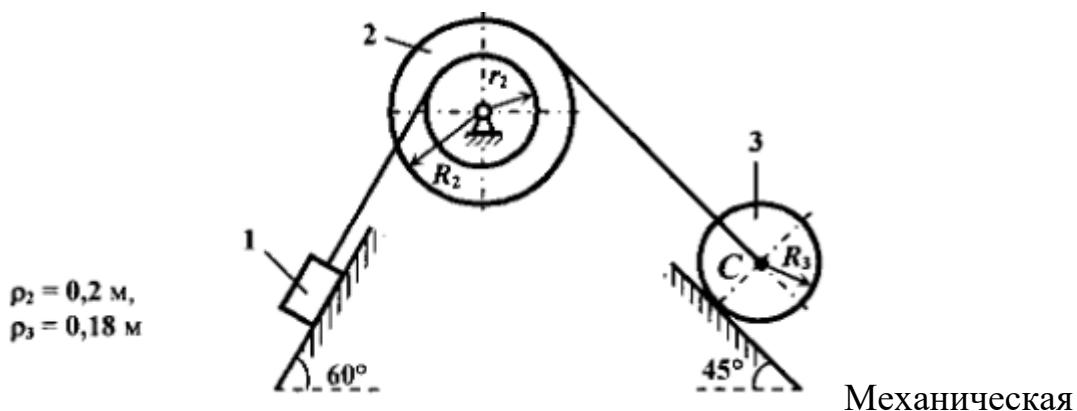
Вариант 3



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.

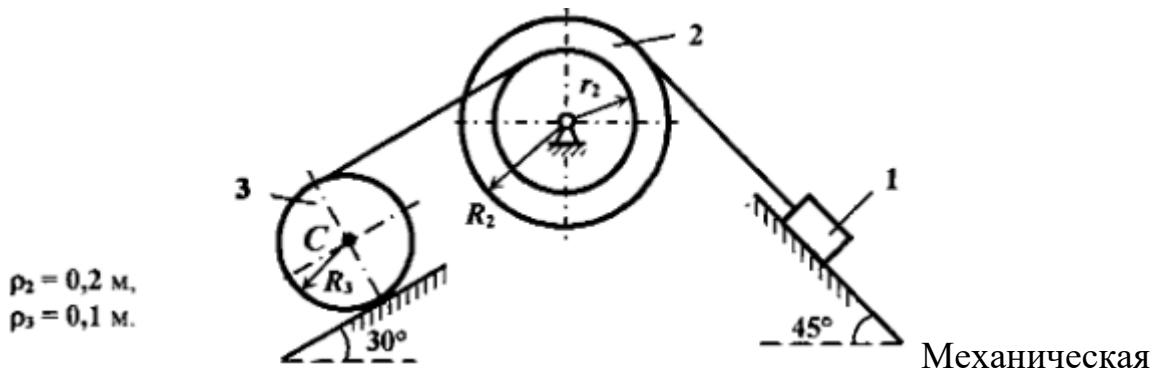
Вариант 4



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



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 $M_2 = 0,8 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Определить ускорение груза 1 и натяжение нити, удерживающей груз 1, если $m_1 = 18 \text{ кг}$, $m_2 = 12 \text{ кг}$, $m_3 = 15 \text{ кг}$, $R_2 = 0,3 \text{ м}$, $r_2 = 0,16 \text{ м}$, $R_3 = 0,12 \text{ м}$.

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.

13.