

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

«31» мая 2024г.

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

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «ТиПМ» протокол №5 от 31 мая 2024 г.  
Зав. кафедрой к.т.н, доцент, Хазова В.И. \_\_\_\_\_

подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИТС, протокол №4 от 23 апреля 2024 г.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № \_\_\_\_\_  
Начальник МО \_\_\_\_\_

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

(подпись)

## 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 .....	7
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	11
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	16
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	16
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является изучение принципов бережливого производства с точки зрения автоматизации технологических процессов

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): обучение основам бережливого производства в задачах автоматизации технологических процессов на производствах

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) **Б1.Б.30 Бережливое производство** включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1, установленного ВВО, и является обязательной для всех профилей направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Введение в специальность» в объеме программы бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин «Системы менеджмента качества», «Организация и планирование автоматизированных производств» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины **Б1.Б.30 Бережливое производство** 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 (МОДУЛЯ)

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Код компетенции ПК-1								
Бережливое производство				✓				
Гидравлические и пневматические приводы автоматизированных систем					✓			
Автоматизация управления жизненным циклом							✓	

продукции								
Автоматизация технологических процессов и производств							✓	
Аппаратные и программные средств систем управления								✓
Организация и планирование автоматизированных производств								✓
Моделирование и исследование интегрированных систем								✓
Ознакомительная практика		✓						
Преддипломная практика								✓
Подготовка и защита выпускной квалификационной работы								✓
<i>Код компетенции ОПК-8</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Бережливое производство				✓				
Подготовка и защита выпускной квалификационной работы								✓

#### 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
ПК-1. Способен анализировать исходные данные для проектирования систем автоматизации и механизации технологических операций и процессов, планировать проектную деятельность и выполнять действия по подбору компонентов проектируемых изделий	Освоение дисциплины причастно к ТФ А/03.5 ПС 28.003 «Специалист по автоматизации и механизации механосборочного производства», решает задачу контроля за эксплуатацией средств автоматизации и механизации технологических операций механосборочного производства					
	ИПК-1.1. Анализирует исходные данные на проектирование систем автоматизации и механизации технологических процессов, выделяет ключевые параметры для подбора компонентов	<b>Знать:</b> - методы управления заинтересованными сторонами; - способы оформления и подачи предложений по улучшению	<b>Уметь:</b> - применять на практике полученные навыки в области внедрения бережливых технологий.	<b>Владеть:</b> - методами оценки всех видов потерь; - навыками оценки результатов внедрения бережливого производства в организации.	Защита практических работ.	Вопросы для устного собеседования: билеты
ОПК-8. Способен	ИОПК-8.1. Применяет	<b>Знать:</b>	<b>Уметь:</b>	<b>Владеть:</b>	Защита	Вопросы для

проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	способы анализа технической эффективности систем автоматизации технологических процессов и производств. ИОПК-8.2. Выполняет анализ и плановые расчеты способов обеспечения деятельности производственных подразделений. Использует методы обоснования при выборе форм организации производства	- преимущества применения бережливого производства; - основные понятия бережливого производства, виды потерь; - стандарты ГОСТ Р серии БП; - методы и инструменты бережливого производства.	- выявлять и использовать преимущества бережливого производства практической деятельности; - выявлять потери в производственной деятельности организации; - применять методы и инструменты бережливого производства в практической деятельности.	- методами и инструментами бережливого производства, направленными на устранение всех видов потерь.	практических работ.	устного собеседования: билеты
--	--	--	--	---	---------------------	-------------------------------

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. 72 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице

3.

Таблица 3<sup>1</sup>

#### Распределение трудоёмкости дисциплины<sup>2</sup> по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		№ сем 4
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>72</b>	<b>72</b>

<sup>1</sup> Таблица 3 заполняется идентично для всех форм обучения,

<sup>2</sup> Шаблон таблицы для двух семестровой дисциплины. : -/- соответственно для очной, заочной форм обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		№ сем 4
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>38</b>	<b>38</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	17	17
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	4	4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
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.)	16	16
Подготовка к зачету	18	18

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

### Содержание дисциплины

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы		Вид СРС <sup>3</sup>	Наименование используемых активных и	Реализация в рамках Практической	Наименование разработанного Электронного
		Контактная работа	Само-сто				

<sup>3</sup> указывается вид СРС с указанием порядкового номера учебника, учебного пособия, методических разработок, указанных в разделе 6 настоящей РПД, например, 1.2 стр 56-72



освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час			интерактивных образовательных технологий <sup>4</sup>	подготовки (трудоемкость в часах) <sup>5</sup> (при наличии)	курса (трудоемкость в часах) <sup>6</sup> (при наличии)
<b>4 семестр</b>									
ПК-1: ИПК-1.1 ОПК-8: ИОПК-8.1 ИОПК-8.2	<b>Раздел 1</b> Бережливое производство					Подготовка к лекциям 7.1.1			
	Основные понятия и принципы управления бережливым производством	2			1	7.1.1 (стр.31-32)	Разбор конкретных ситуаций		
	Управление и планирование деятельности производственных систем предприятий Росатома	3			1	7.1.1 (стр. 32-36), 7.2.2	Разбор конкретных ситуаций		
	Управление и планирование деятельности производственных систем предприятий компании «Тойота»	3			1	7.1.1 (стр.36-40), 7.2.1	Разбор конкретных ситуаций		
	Управление и планирование деятельности производственных систем предприятий компании «ГруппаГАЗ»	3			1	7.1.1 (стр. 41-47)	Разбор конкретных ситуаций		
	7 видов потерь	2			1	7.1.1 (стр. 51-55)			
	Система 5С	2			1	7.1.1 (стр. 60-67)			
	Картирование потока создания ценности	2			1	7.1.1 (стр. 68-70), 7.2.2			
	Сущность анализа процессов, отображение процессов с помощью блок-схем			2	1	7.1.1 (стр. 140-144), 7.2.1			

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> приводятся количество часов Практической подготовки (при наличии), которая производится на предприятиях, согласно договору НГТУ (берутся из ОП ВО, раздел\_\_\_\_\_)

<sup>6</sup> 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 <sup>3</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>4</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>5</sup> (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>6</sup> (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Измерение показателей функционирования процесса			2	1	7.1.1 (стр. 151-153), 7.2.1			
	Примеры анализа процессов			4	2	7.1.1 (стр. 102-106)			
	Картирование потока создания ценности. Система обозначений			1	1	7.1.1 (стр. 68-70), 7.2.2			
	Картирование потока создания ценности. Разработка карты текущего состояния процесса			4	2	7.1.1 (стр. 68-70), 7.2.2			
	Картирование потока создания ценности. Разработка карты будущего состояния процесса			4	2	7.1.1 (стр. 68-70), 7.2.2			
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				16				
	Подготовка к зачету				18				
	Итого по 1 разделу	17	-	17	34				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	-	17	34				
	ИТОГО по дисциплине	17	-	17	34				

## **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) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию
  1. Основные понятия бережливого производства
  2. Принципы управления бережливым производством
  3. Управление и планирование деятельности производственных систем предприятий Росатома
  4. Управление и планирование деятельности производственных систем предприятий компании «Тойота»
  5. Управление и планирование деятельности производственных систем предприятий компании «ГруппаГАЗ»
  6. 7 видов потерь
  7. Система 5С
  8. Картирование потока создания ценности

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 5

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Текущий контроль</b>	<b>Зачет</b>
85-100	Отлично	зачет
70-84	Хорошо	
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	незачет

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по пятибалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» либо «зачет», «незачет».

**Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПК-1. Способен анализировать исходные данные для проектирования систем автоматизации и механизации технологических операций и процессов, планировать проектную деятельность и выполнять действия по подбору компонентов проектируемых изделий	ИПК-1.1. Анализирует исходные данные на проектирование систем автоматизации и механизации технологических процессов, выделяет ключевые параметры для подбора компонентов	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены правовые нормы принятия управленческого решения, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения при управлении проектом. Умеет использовать правовую документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ОПК-8. Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	ИОПК-8.1. Применяет способы анализа технической эффективности систем автоматизации технологических процессов и производств.	Изложение учебного материала бессистемное, незнание правовых норм, что препятствует усвоению последующей информации; Демонстрирует частичные и слабые умения в определяет имеющихся	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно - осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации, ошибки при применении	Владеет знаниями и навыками при применении ресурсов и их использованием; формулирует ограничения для решения ПЗ; допускает незначительные	Имеет глубокие знания всего материала; в полной мере владеет классификацией ресурсов; Свободно осуществляет поиск правовых и нормативных документов в практических примерах в

		ресурсов и ограничений	системного подхода для решения поставленных задач	ошибки, которые сам исправляет; комментирует выполняемые действия не всегда точно.	различных ситуациях.
	ИОПК-8.2. Выполняет анализ и плановые расчеты способов обеспечения деятельности производственных подразделений. Использует методы обоснования при выборе форм организации производства	Изложение учебного материала бессистемное, незнание правовых норм, что препятствует усвоению последующей информации; Демонстрирует частичные и слабые умения в определяет имеющихся ресурсов и ограничений	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно - осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации, ошибки при применении системного подхода для решения поставленных задач	Владеет знаниями и навыками при применении ресурсов и их использованием; формулирует ограничения для решения ПЗ; допускает незначительные ошибки, которые сам исправляет; комментирует выполняемые действия не всегда точно.	Имеет глубокие знания всего материала; в полной мере владеет классификацией ресурсов; Свободно осуществляет поиск правовых и нормативных документов в практических примерах в различных ситуациях.

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

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

7.1.1 Мансуров Р.Ш. Оценка стоимости промышленных предприятий и производственных систем : Учеб.пособие / Р. Ш. Мансуров, Е. С. Лещенко, Н. А. Смирнов ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. – Н.Новгород : [Б.и.], 2014. – 212 с. 5 экз.

### **7.2. Справочно-библиографическая литература**

7.2.1 Картирование процессов на производстве и в офисе / Академия Росатома – 33 с. - Текст: электронный. –

URL: <http://www.ps-rosatom.ru/files/kartirovanie.pdf>

7.2.2 Рон Перейра Руководство по бережливому производству / LSS Academy – 90 с. - Текст: электронный. –

URL: <https://new.beliro.ru/wp-content/uploads/2019/07/ron-perejra-rukovodstvo-po-berezhlivomu-proizvodstvu-1.pdf>

## **8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### **8.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgaz.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл. с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru/>. – Загл. с экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

## 8.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

**Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем**

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
4	КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. -	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

**Таблица 8 - Перечень программного обеспечения (на 10.11.21)**

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	
Microsoft Windows XP/7/8.1/10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Microsoft Office Профессиональный плюс 2010 (лицензия № 49487732)
Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021, до 26.05.22)	

**Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
3	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>

5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

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

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>

Таблица 10 - 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. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

## 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 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	4204 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	1. Доска меловая 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505, ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование) 3. Комплект настенных плакатов Посадочных мест - 28	
2	4204а учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	1. Доска меловая 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505, ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование) 3. Комплект настенных плакатов Посадочных мест - 28	
3	4207 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	1. Доска меловая 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505, ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование) 3. ПК Intel Pentium 4 2,7 Гц, 512Мб, 80 Гб, DVD-RW, ATX, 17" TFT; PC AMD Athlon 64 X2 DualCore Processor 5000+ 2,60 GHz/4 Gb RAM/ATI Radeon 1250/HDD 250Gb/DVD-ROM; монитор 18". – 9 шт. Посадочных мест - 16	1. Microsoft Office (лицензия № 43178972); 2. Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14) 3. Adobe Acrobat Reader (FreeWare); 4. 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензии GNU LGPL); 5. Dr.Web (Сертификат № EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)

## 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 работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

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

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- выполнение контрольных практических заданий (текущая аттестация).

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

## **11.2 Методические указания для занятий лекционного типа<sup>7</sup>**

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

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

## **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

---

<sup>7</sup>приведены примеры методических указаний. Составитель программы излагает пункты в своей интерпретации

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 по выполнению контрольных работ**

Выполнение контрольных работ способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности.

Контрольные работы у обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на занятиях;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

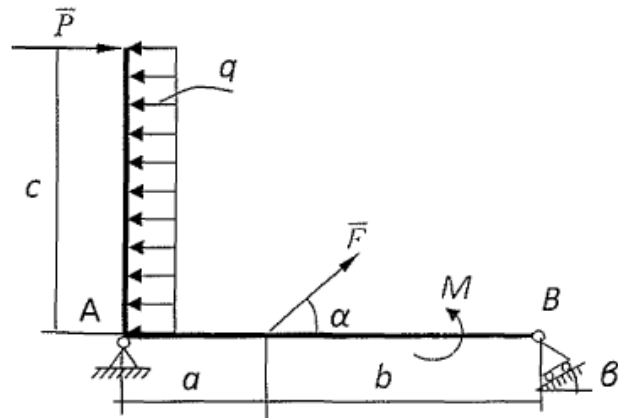
## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

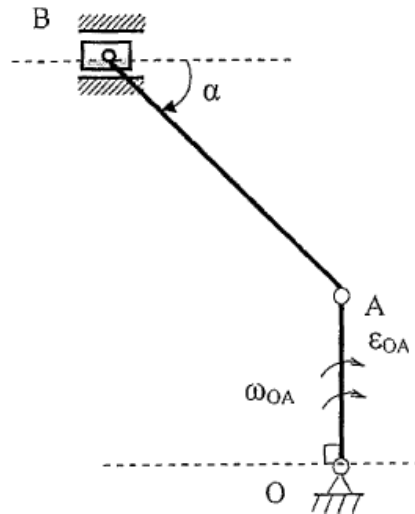
### **12.1.1. Типовые задания к практическим занятиям**

#### **Экзаменационный билет № 1**

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

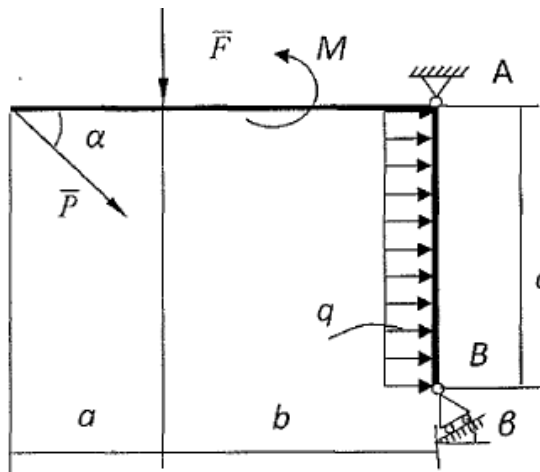


3. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В, угловые скорость и ускорения звена АВ.  $OA = 35$  см,  $AB = 75$  см,  $\omega_{OA} = 5$  с<sup>-1</sup>,  $\epsilon_{OA} = 10$  с<sup>-2</sup>,  $\alpha = 30^\circ$

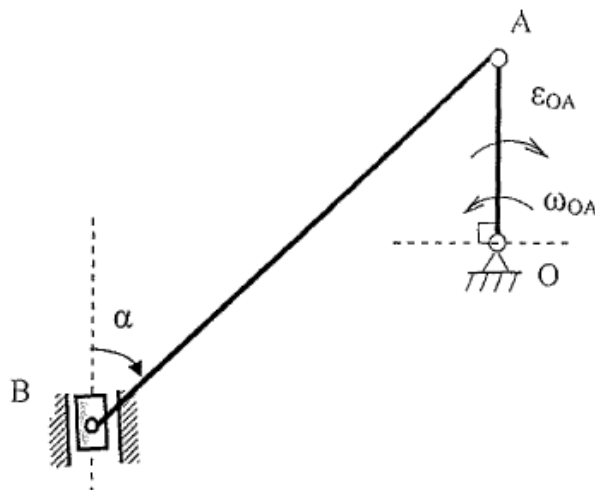


## Экзаменационный билет № 2

1. Момент силы относительно оси.
2. Частные случаи определения положения мгновенного центра скоростей.
3. Найти реакции опор конструкции.  $F = 10$  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

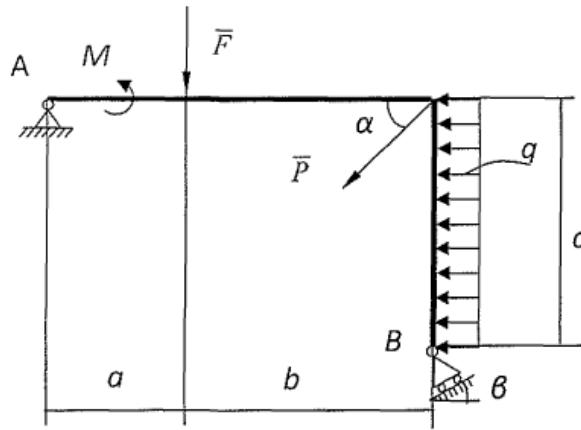


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В, угловые скорость и ускорения звена АВ.  $OA = 35$  см,  $AB = 75$  см,  $\omega_{OA} = 5$  с<sup>-1</sup>,  $\epsilon_{OA} = 10$  с<sup>-2</sup>,  $\alpha = 30^\circ$

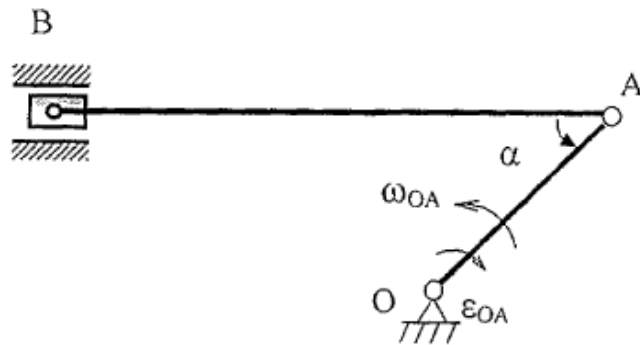


### Экзаменационный билет № 3

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

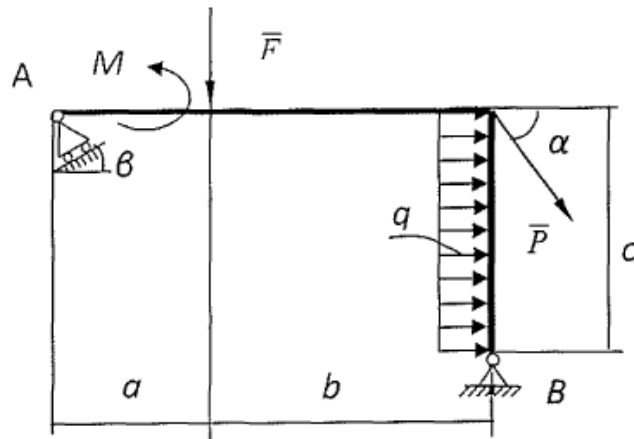


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В, угловые скорость и ускорения звена АВ.  $OA = 25$  см,  $AB = 80$  см,  $\omega_{OA} = 1$  с<sup>-1</sup>,  $\epsilon_{OA} = 2$  с<sup>-2</sup>,  $\alpha = 30^\circ$

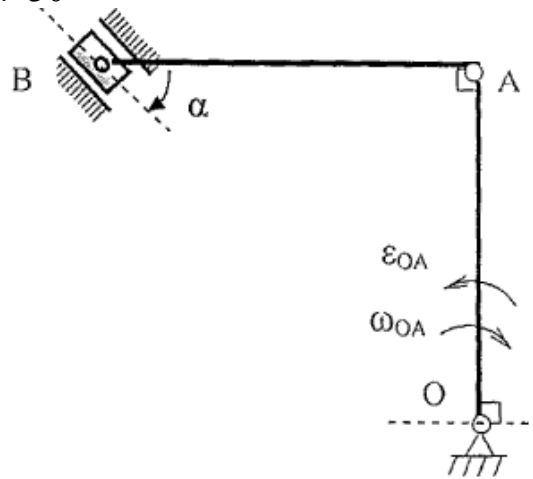


### Экзаменационный билет № 4

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.  $F = 10$  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

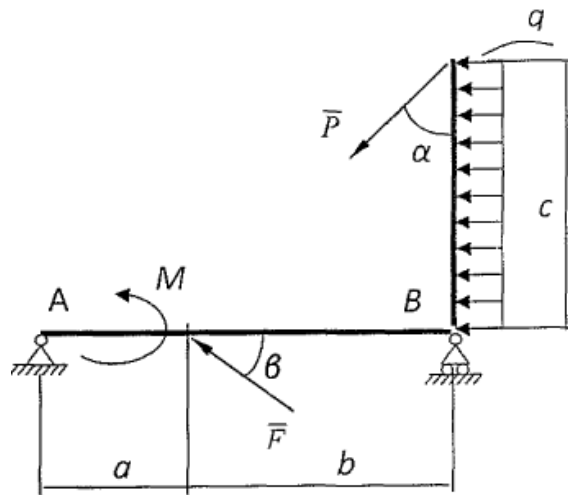


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В, угловые скорость и ускорения звена АВ.  $OA = 10 \text{ см}$ ,  $AB = 10 \text{ см}$ ,  $\omega_{OA} = 2 \text{ с}^{-1}$ ,  $\varepsilon_{OA} = 6 \text{ с}^{-2}$ ,  $\alpha = 30^\circ$

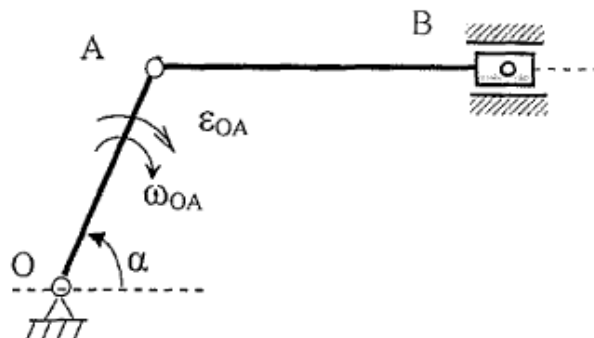


### Экзаменационный билет № 5

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



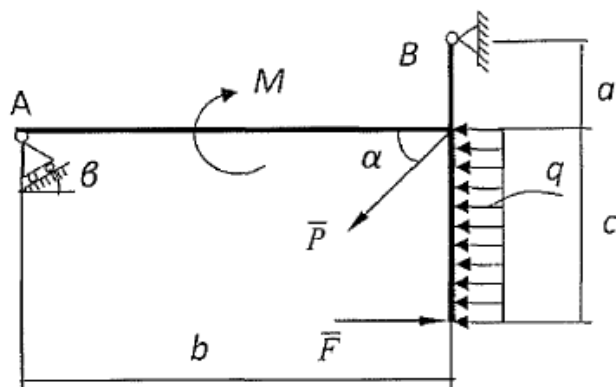
4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В угловые скорость и ускорения звена АВ.  $OA = 35$  см,  $AB = 60$  см,  $\omega_{OA} = 4$  с<sup>-1</sup>,  $\epsilon_{OA} = 10$  с<sup>-2</sup>,  $\alpha = 30^\circ$



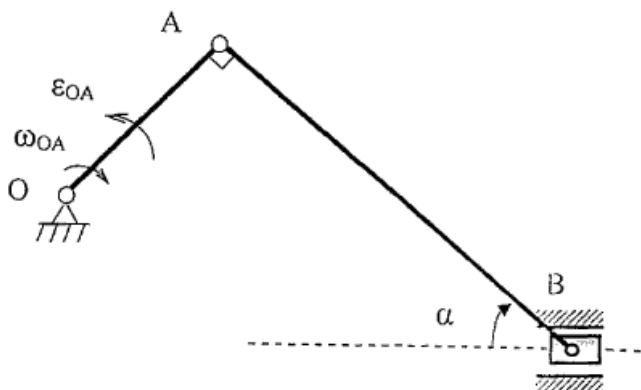
### Экзаменационный билет № 6

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



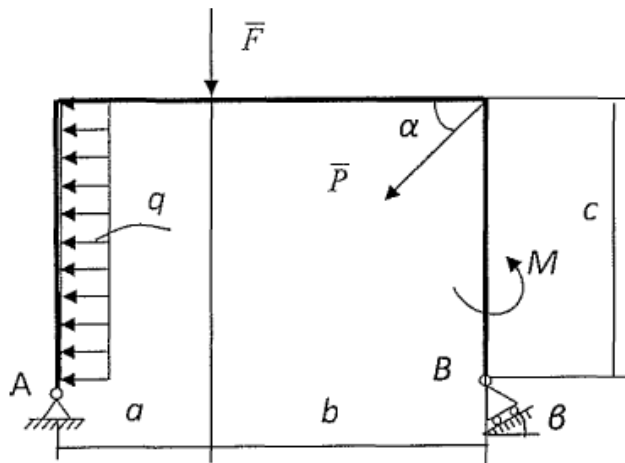


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В угловые скорость и ускорения звена АВ.  $OA = 30 \text{ см}$ ,  $AB = 60 \text{ см}$ ,  $\omega_{OA} = 3 \text{ с}^{-1}$ ,  $\epsilon_{OA} = 8 \text{ с}^{-2}$ ,  $\alpha = 30^\circ$

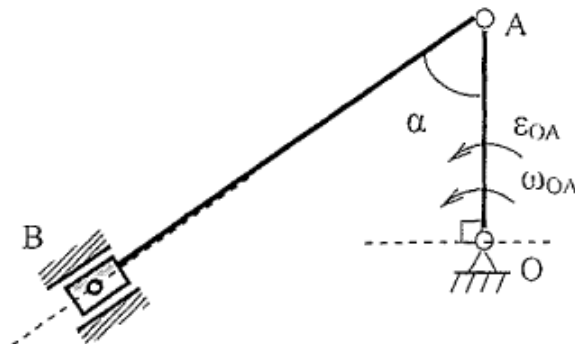


### Экзаменационный билет № 7

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

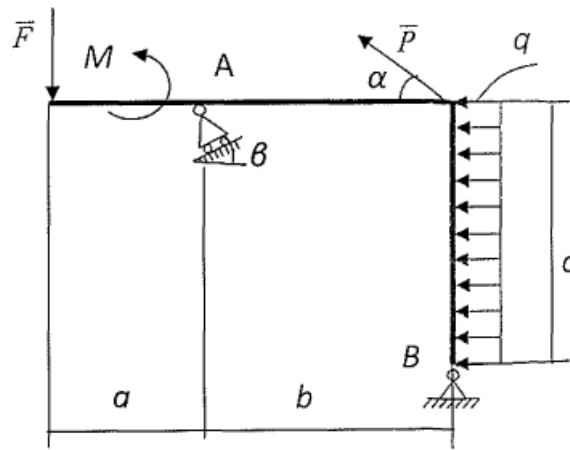


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В угловые скорость и ускорения звена АВ.  $OA = 30 \text{ см}$ ,  $AB = 60 \text{ см}$ ,  $\omega_{OA} = 3 \text{ с}^{-1}$ ,  $\epsilon_{OA} = 8 \text{ с}^{-2}$ ,  $\alpha = 30^\circ$

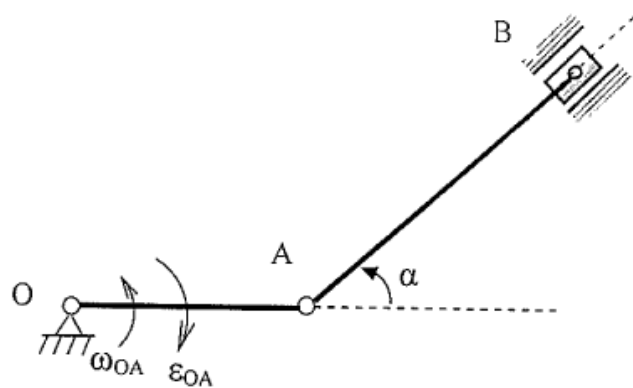


### Экзаменационный билет № 8

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

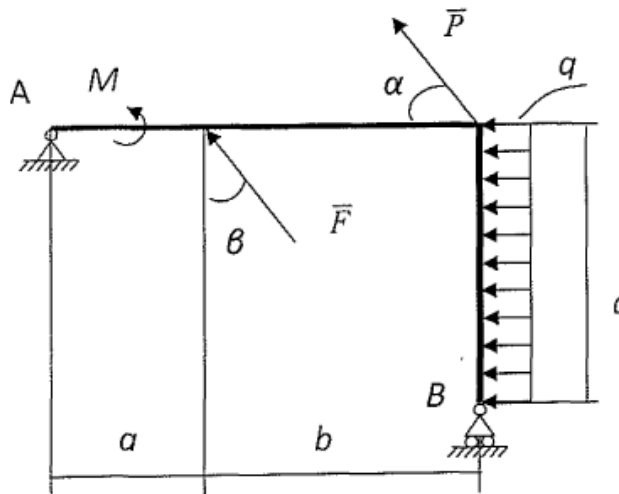


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В, угловые скорость и ускорения звена АВ.  $OA = 30$  см,  $AB = 60$  см,  $\omega_{OA} = 3$  с<sup>-1</sup>,  $\epsilon_{OA} = 8$  с<sup>-2</sup>,  $\alpha = 30^\circ$

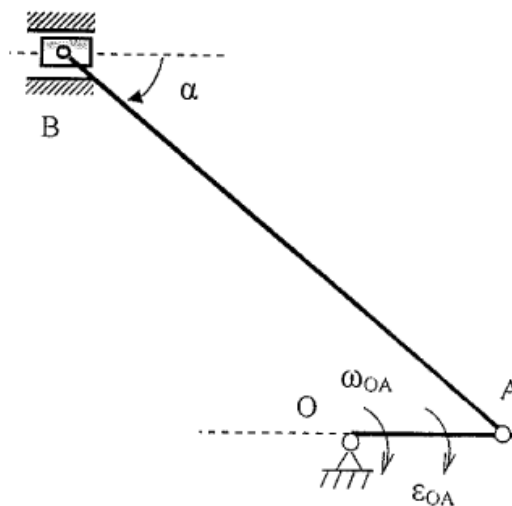


### Экзаменационный билет № 9

1. Вектор-момент пары сил. Теорема о моменте пары сил.
2. Кориолисово ускорение.
3. Найти реакции опор конструкции.  $F = 10$  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

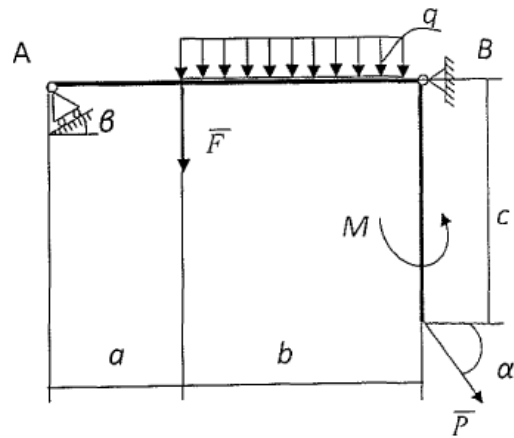


4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В угловые скорость и ускорения звена АВ.  $OA = 30 \text{ см}$ ,  $AB = 60 \text{ см}$ ,  $\omega_{OA} = 3 \text{ с}^{-1}$ ,  $\epsilon_{OA} = 8 \text{ с}^{-2}$ ,  $\alpha = 30^\circ$

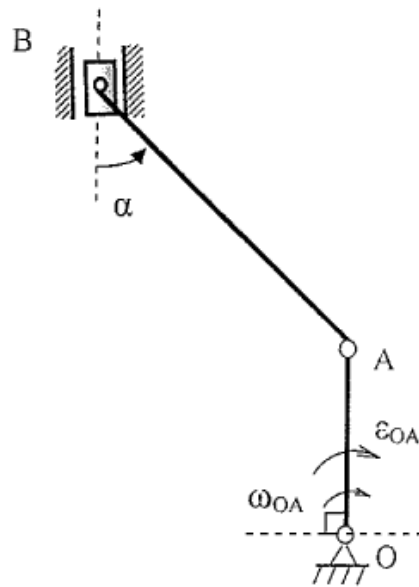


### Экзаменационный билет № 10

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



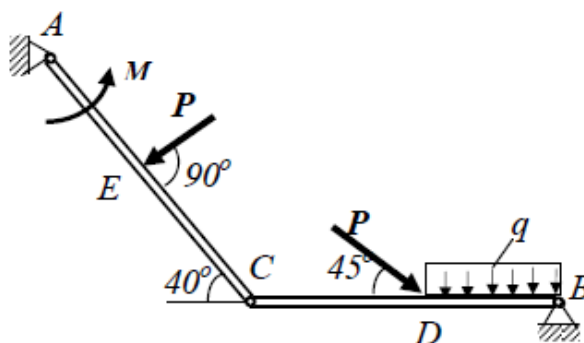
4. Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение точки В, угловые скорости и ускорения звена АВ.  $OA = 30$  см,  $AB = 60$  см,  $\omega_{OA} = 3$  с<sup>-1</sup>,  $\epsilon_{OA} = 8$  с<sup>-2</sup>,  $\alpha = 30^\circ$



### Экзаменационный билет № 11

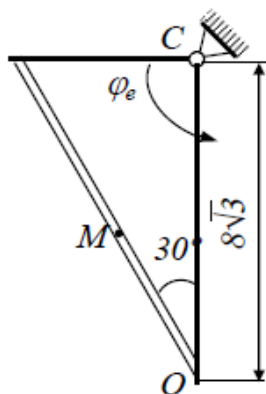
1. Теорема о равновесии трех непараллельных сил, лежащих в одной плоскости.
2. Способы задания движения точки.

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



$$AE = EC = 4 \text{ м}, CD = DB$$

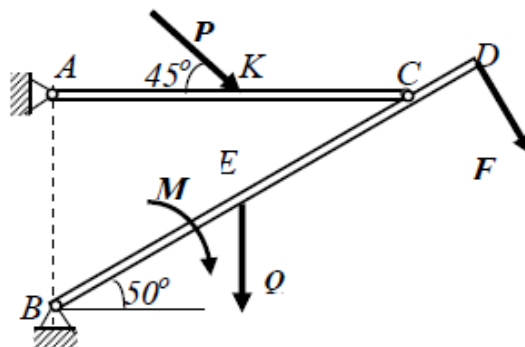
- 4 Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную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



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

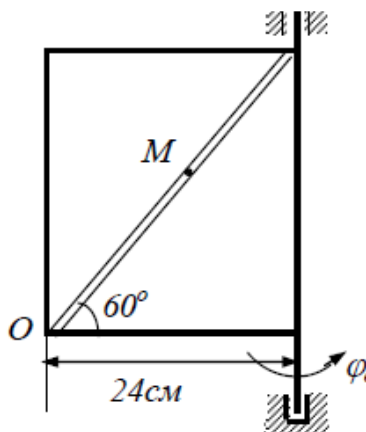
Экзаменационный билет № 12

1. Момент силы относительно точки.
2. Естественные координатные оси. Кривизна траектории. Радиус кривизны.
3. Найти реакции опор конструкции в точках А, В и С, если  $F = 10$  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.

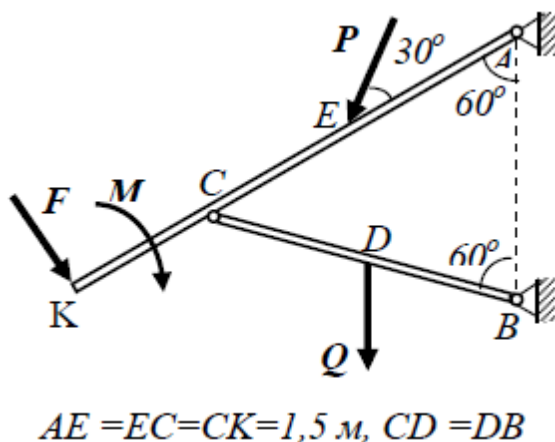


$$S_r = 12t^2 \text{ см}, \varphi_e = 5t, t = 1 \text{ с.}$$

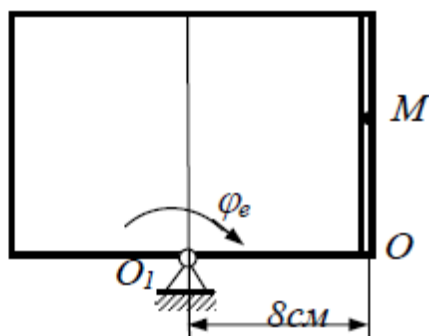
### Экзаменационный билет № 13

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  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $Q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$ .



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.



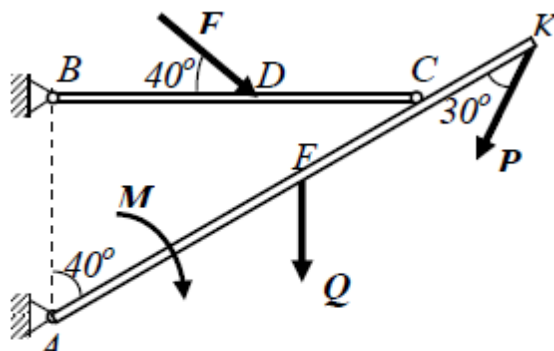
$$S_r = 8 t^2 \text{ см}, \quad \varphi_e = 4 t^2, \\ t = 1 \text{ с}$$

### Экзаменационный билет № 14

1. Зависимость между моментами относительно точки и оси.



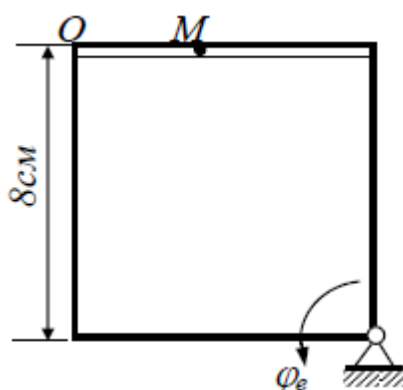
2. Определение ускорения точки при естественном способе задания движения.
3. Найти реакции опор конструкции в точках А, В и С, если  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $P = 6 \text{ кН}$ ,  $Q = 2 \text{ кН/м}$ ,  $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$ .



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

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

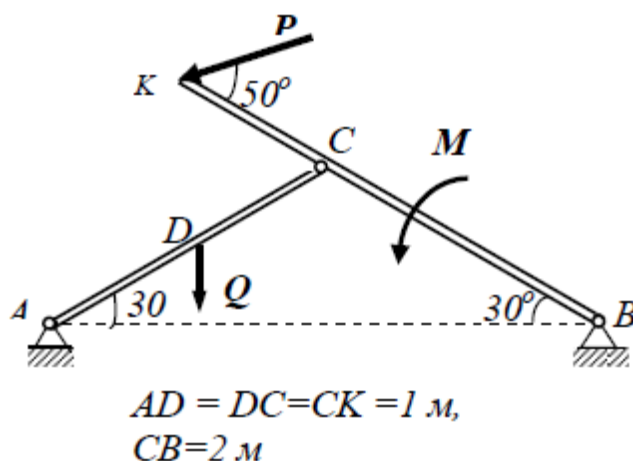
$$S_r = 4 t^2 \text{ см}, \varphi_e = 2,5 t^2, t = 1 \text{ с}$$



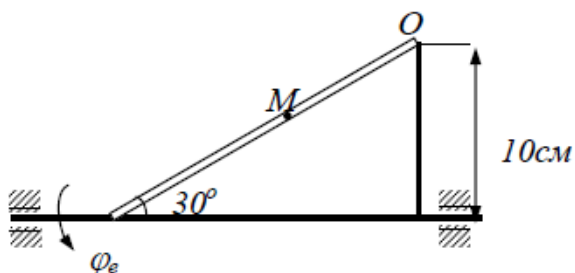
### Экзаменационный билет № 15

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



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.

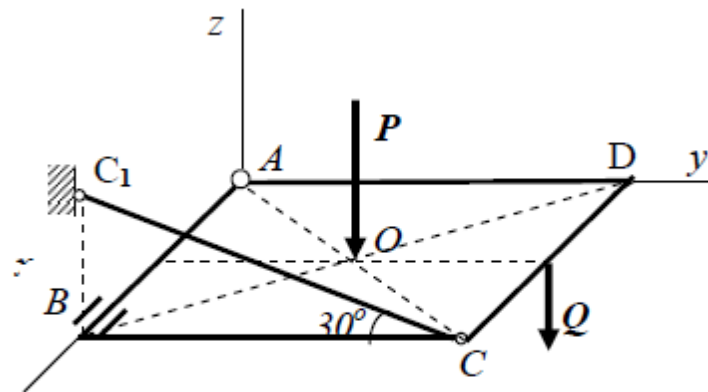


$$S_r = (15t - t^2) \text{ см}, \varphi_e = 3t^2 - 4t^3, t = 1 \text{ с}$$

### Экзаменационный билет № 16

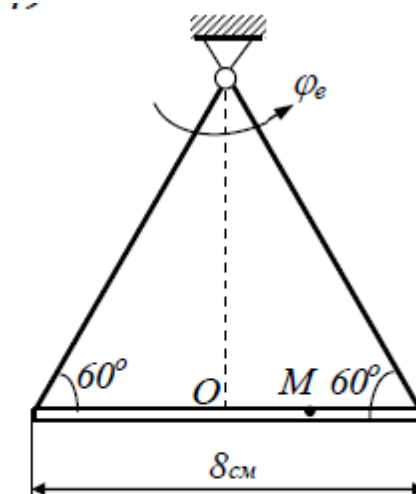
1. Теорема о моменте равнодействующей относительно точки и оси.

2. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение.
3. Найти реакции опор пространственной конструкции, АВ – ось вращения тела



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

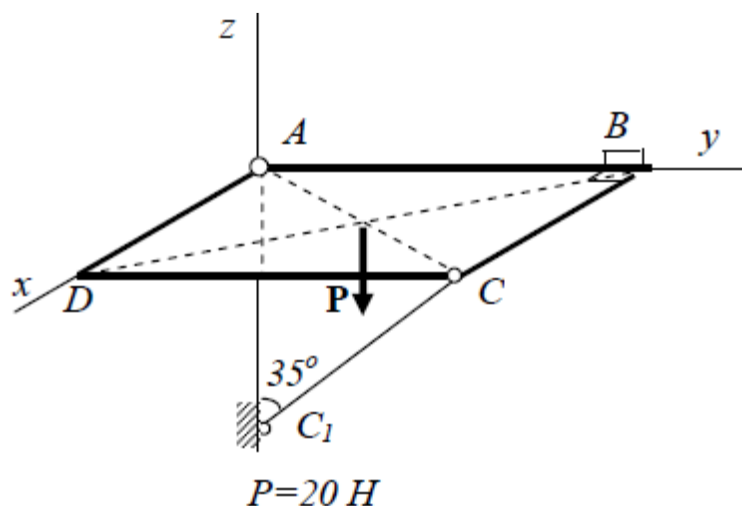
4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  (ОМ – дуговая координата) и уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную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



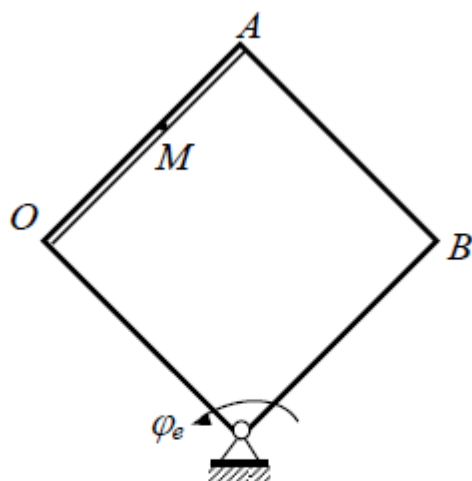
$$S_r = 4 \cos(\pi t/3) \text{ см}, \quad \varphi_e = 4t, \\ t = 1 \text{ с}$$

## 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.



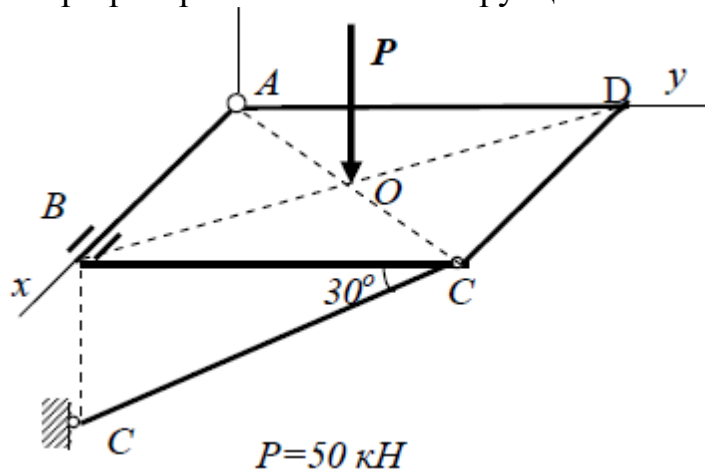
$$OA = AB = 12 \text{ см},$$

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

$$t = 2 \text{ с}.$$

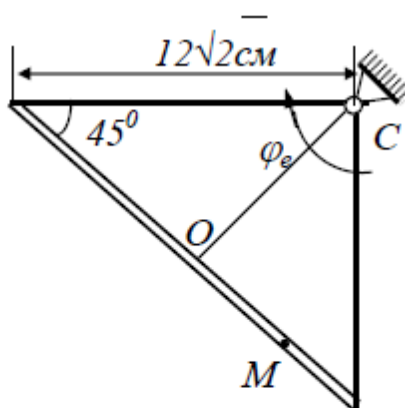
### Экзаменационный билет № 18

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.

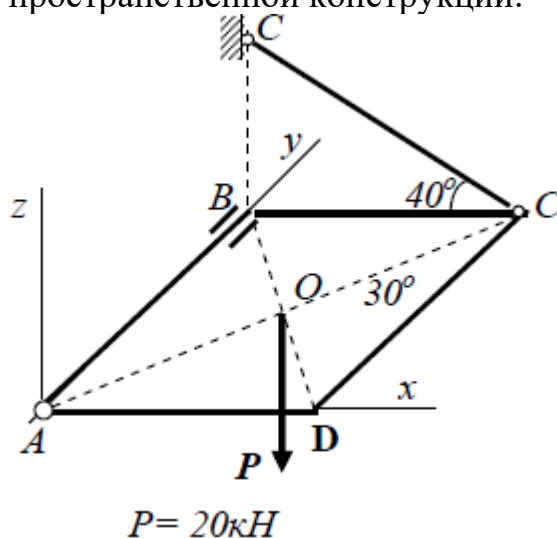


$$S_r = 24 \cos(\pi t/3) \text{ см},$$

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

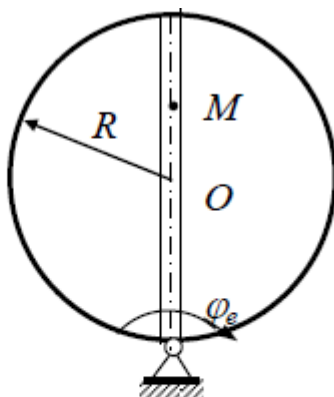
### Экзаменационный билет № 19

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



4. Точка М движется относительно вращающегося тела по прямолинейной направляющей. Дано уравнение относительного движения точки М:  $OM = S_r = S_r(t)$  (ОМ – дуговая координата) и

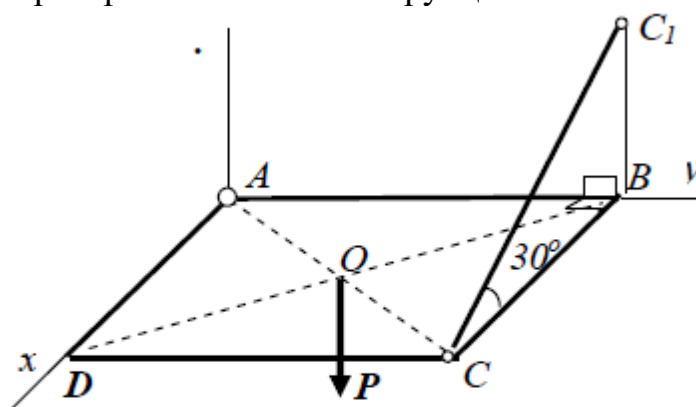
уравнение вращательного движения тела:  $\varphi_e = \varphi_e(t)$ . Определить для указанного момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.



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

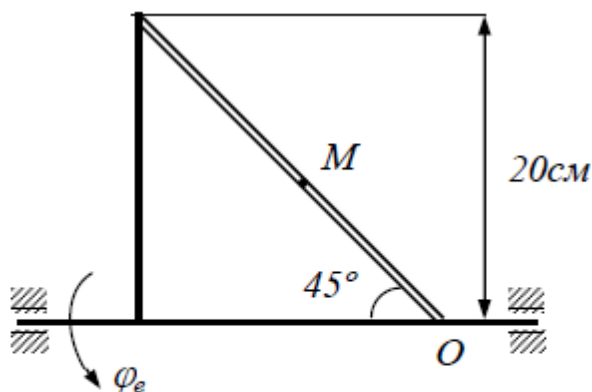
### Экзаменационный билет № 20

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



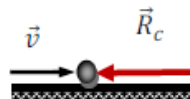
$$S_r = 16 t^2 \text{ см}, \quad \varphi_e = 2 t^2, \quad t = 1 \text{ с}$$

### Экзаменационные билеты 3 семестр

#### БИЛЕТ № 1

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

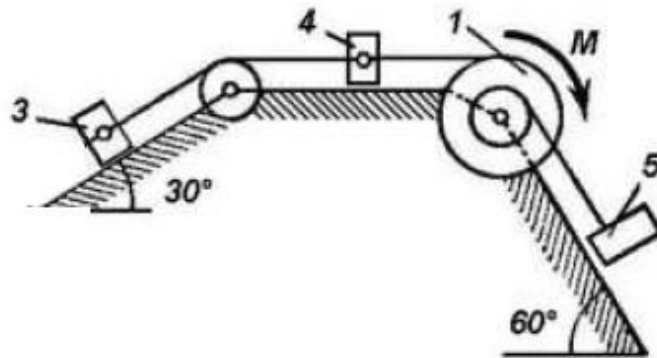
Материальная точка массы  $m = 36 \text{ кг}$  движется по горизонтальному прямолинейному участку со скоростью  $v = 18 \text{ м / с}$ . В некоторый момент времени на материальную точку начинает действовать сила сопротивления  $R_c = t^3 / 8 \text{ Н}$ . Определите время до остановки материальной точки.



4. Механическая система состоит из ступенчатого шкива 1, обмотанного нитями, грузов 3, 4 и 5, прикрепленных к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и



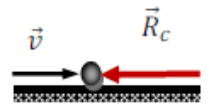
пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкива равны:  $R_1 = 0,2$  м,  $r_1 = 0,1$  м, его радиус инерции относительно оси вращения равен  $\rho_1 = 0,15$  м,  $m_1 = 1$  кг,  $m_3 = 2$  кг,  $m_4 = 3$  кг,  $m_5 = 4$  кг,  $M = 0,9$  Н\*м. Пренебрегая трением, определить ускорение груза 5 с помощью общего уравнения динамики.



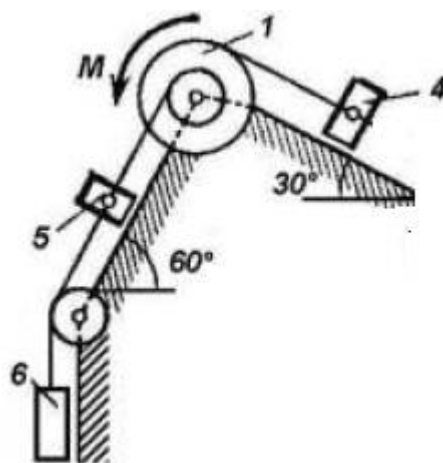
## БИЛЕТ № 2

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

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



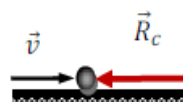
4. Механическая система состоит из ступенчатого шкива 1, обмотанного нитями, грузов 4,5,6 прикрепленных к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкива равны:  $R_1 = 0,2$  м,  $r_1 = 0,1$  м, его 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.



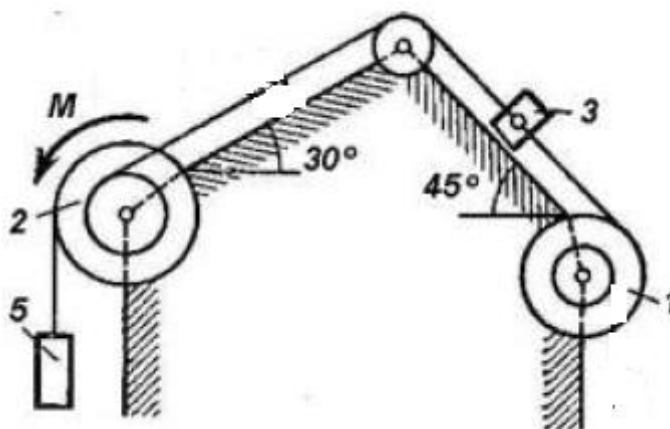
### БИЛЕТ № 3

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

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



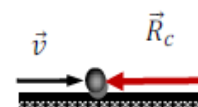
4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 3 и 5, прикрепленных к этим нитям и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ . Радиусы ступеней шкивов равны:  $R_1 = 0,2 \text{ м}$ ,  $r_1 =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



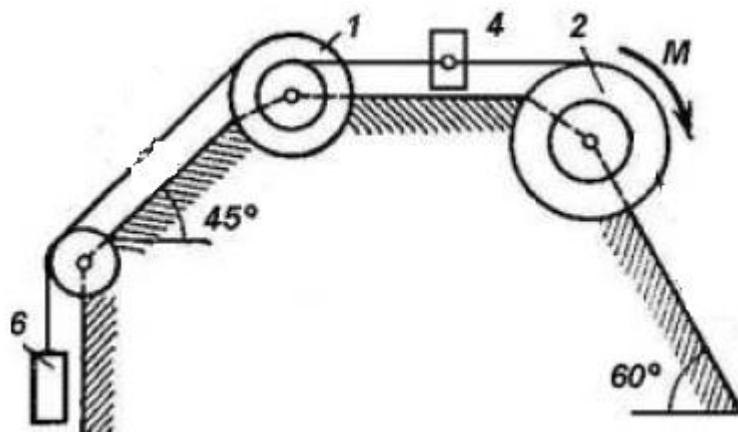
# БИЛЕТ № 4

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.

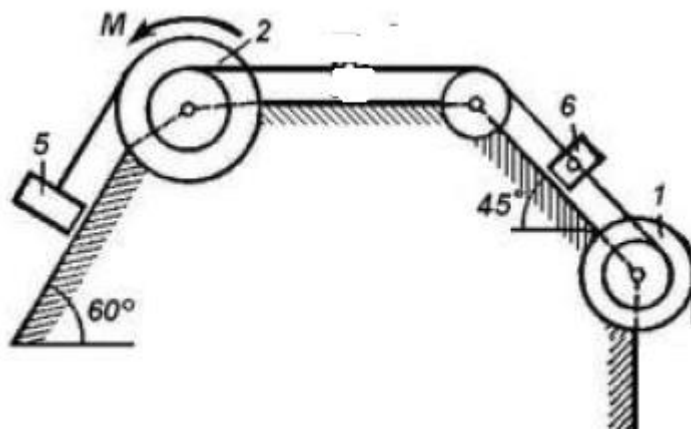


### БИЛЕТ № 5

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

Автомобиль веса  $G = 9.81 \text{ кН}$  движется по горизонтальной прямолинейной дороге со скоростью  $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ . С некоторого момента сила тяги автомобиля увеличивается согласно закону  $F(t) = 2t \text{ Н}$ . 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, прикрепленных 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.



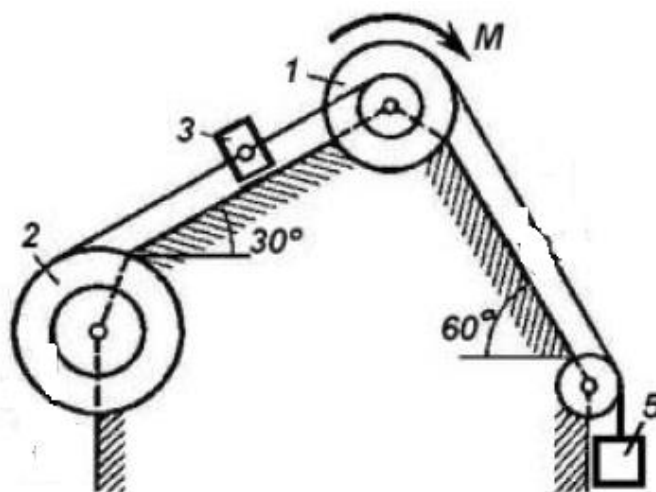
### БИЛЕТ № 6

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  $F(t) = 4\sqrt{t} \text{ Н}$ . 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, прикрепленных 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.

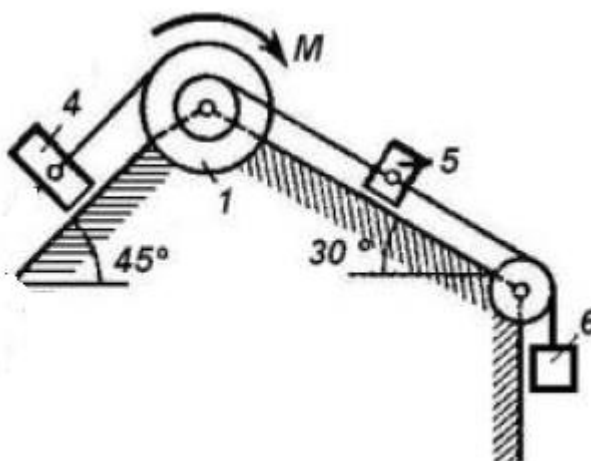


### БИЛЕТ № 7

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.

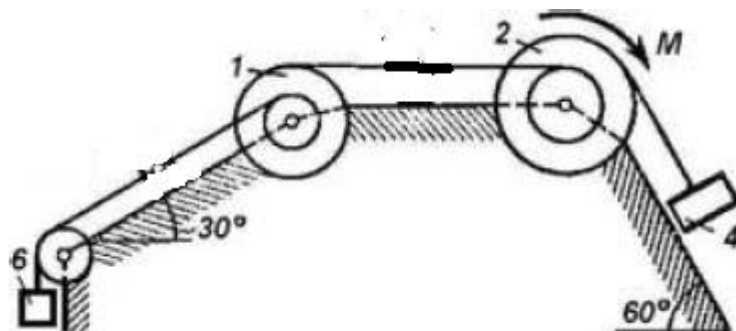
3.

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/с<sup>2</sup>.

4. Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 4 и 6, прикрепленных 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

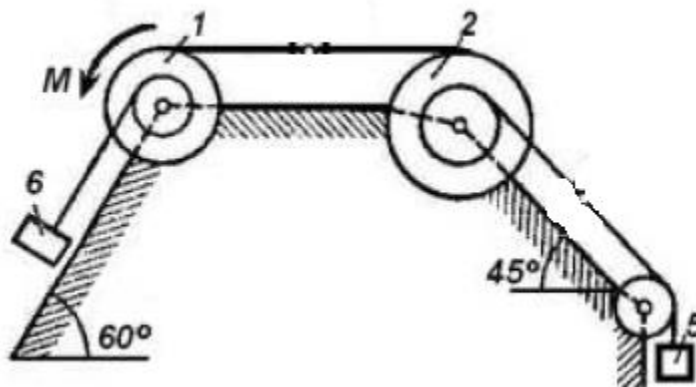
2. Работа силы. Теоремы о работе силы

3.

Свободная материальная точка массы  $m = 1$  кг, имея начальную скорость  $v_0 = 8 \frac{м}{с}$ , 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, прикрепленных 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.



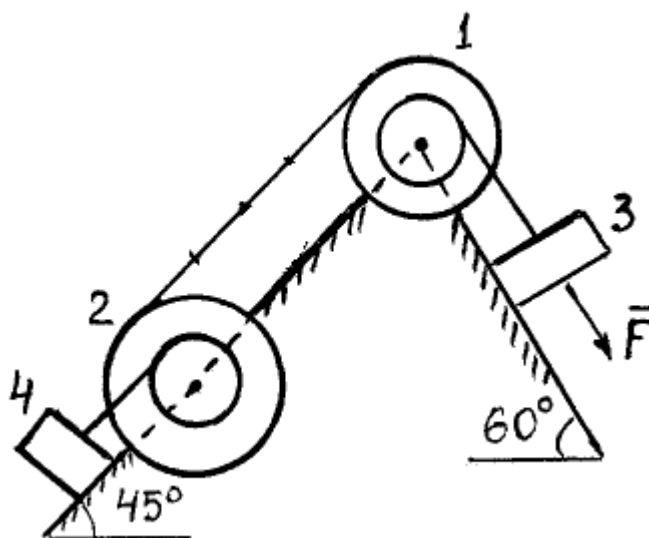


### БИЛЕТ № 10

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, прикрепленных 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.

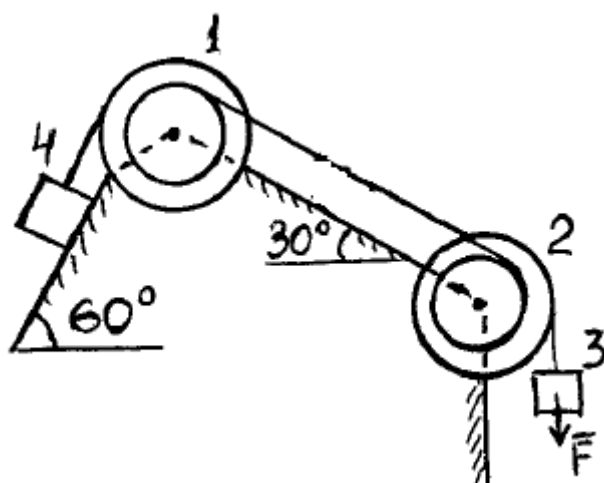


### БИЛЕТ № 11

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, прикрепленных 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

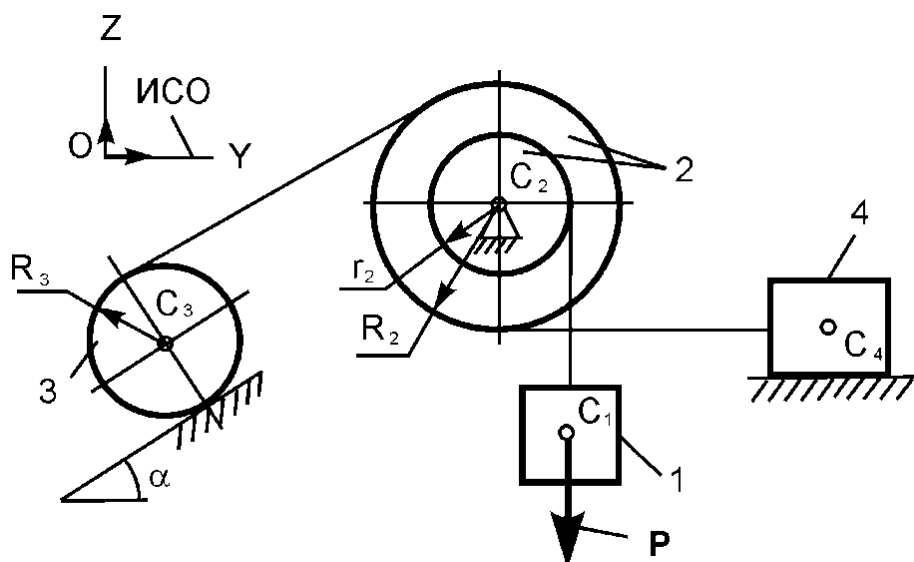
3.

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

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

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

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



### БИЛЕТ № 13

1. Работа силы тяжести. Работа силы упругости

2. Условия равновесия механической системы в обобщённых координатах для потенциальных сил. Устойчивость равновесия.

3.

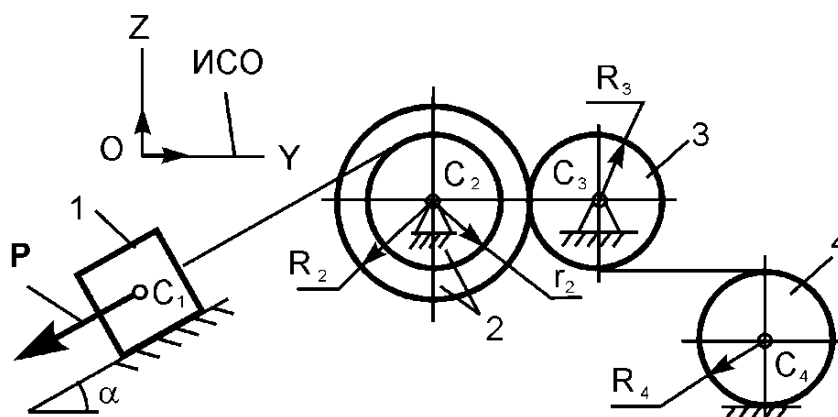
Материальная точка массы  $m = 4$  кг совершает прямолинейное движение под действием силы  $F(x) = 2x$  (Н), направленной в сторону движения.

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

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

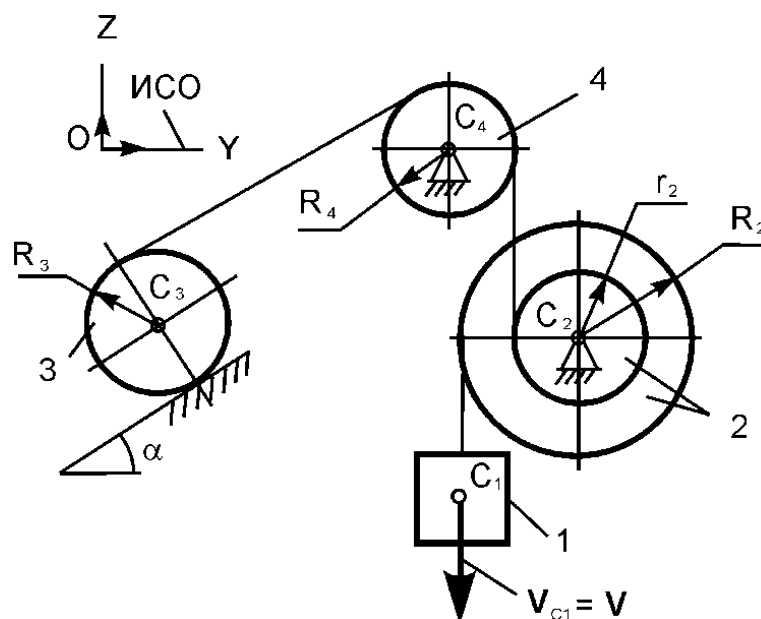
2. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения

3.

Свободная материальная точка массы  $m = 0.5$  кг, имея начальную скорость  $v_0 = 8 \frac{м}{с}$ , движется прямолинейно. На точку действует сила сопротивления  $R = 3\sqrt[3]{v^2}$  (Н). Найти время до того момента, когда начальная скорость точки уменьшится в два раза.

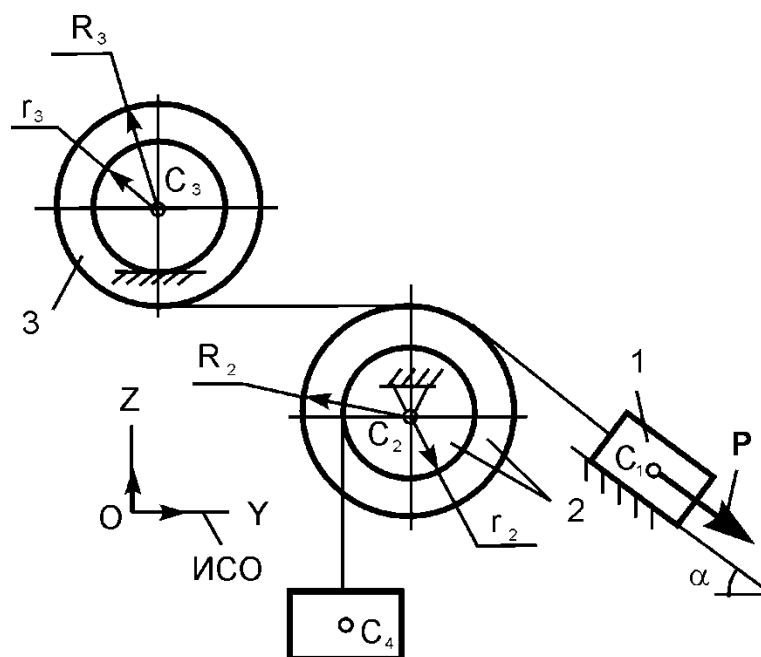
4. На механическую систему, состоящую из четырёх тел, наложены идеальные связи. Известны геометрические параметры системы. Под действием активной силы  $P$  и сил тяжести механическая система движется из состояния покоя. Используя уравнение Лагранжа второго рода найти ускорение тела 1.

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



### Экзаменационный билет № 15

1. Закон сохранения количества движения системы
2. Динамические и статические реакции. Определение динамических реакций
3. Свободная материальная точка массой **0,4 кг** начинает двигаться из начала координат без начальной скорости под действием силы  $F = 8 + 2 \sin 0,5\pi t$  ( $F$  – Н,  $t$  – с). Определить закон движения точки.
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;  $R_2, r_2, R_3, r_3$  – 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.



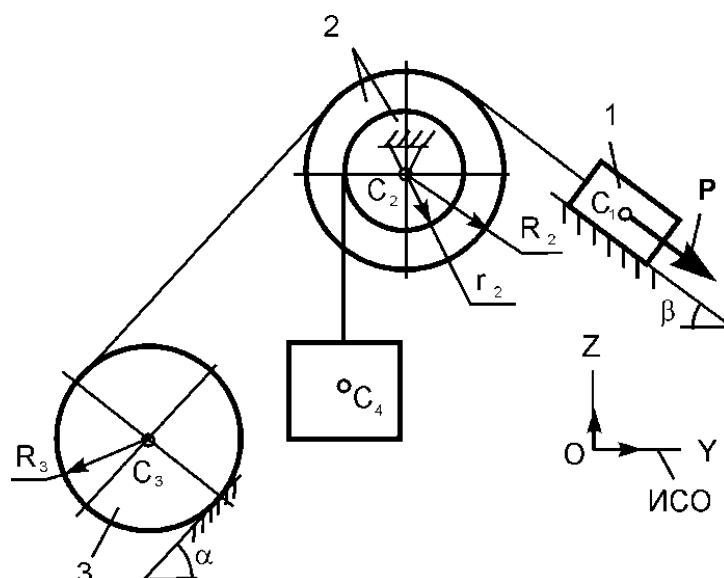
### Экзаменационный билет № 16

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

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

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

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



# БИЛЕТ № 17

1. Теорема о движении центра масс

2. Классификация связей.

3.

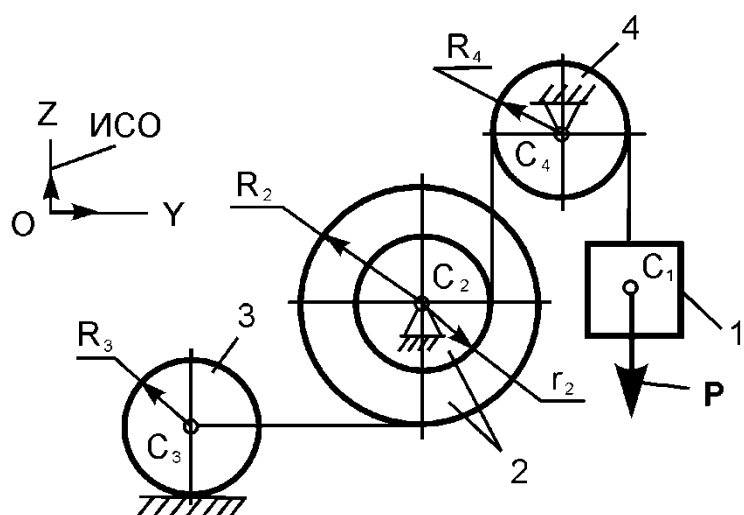
Свободная материальная точка массы  $m = 4$  кг, имея начальную скорость  $v_0 = 16 \frac{м}{с}$ , движется прямолинейно. На точку действует сила сопротивления  $R = \sqrt{v}$  (Н). Найти время до того момента, когда начальная скорость точки уменьшится в восемь раз.

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

Дано:  $m_1, m_2, m_3, m_4$  – массы тел;  $R_2, r_2, R_3, R_4$  – радиусы колёс 2, 3, 4;  $J_{C2}$  –

момент инерции тела 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости рисунка. Тела 3 и 4 считать однородными цилиндрами.



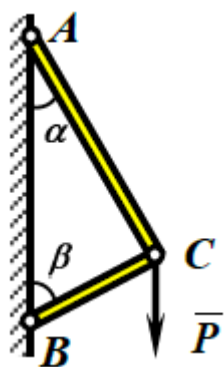


## Индивидуальные задания

### Семестр 2

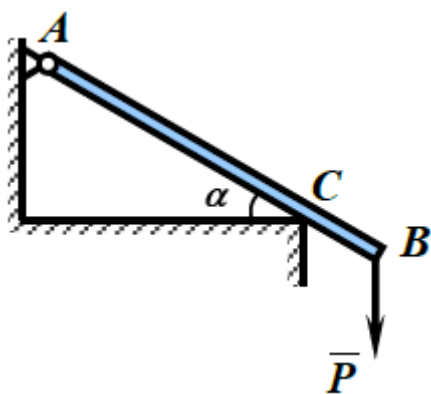
#### Тема 1. Равновесие системы сходящихся сил на плоскости и в пространстве

##### Вариант 1



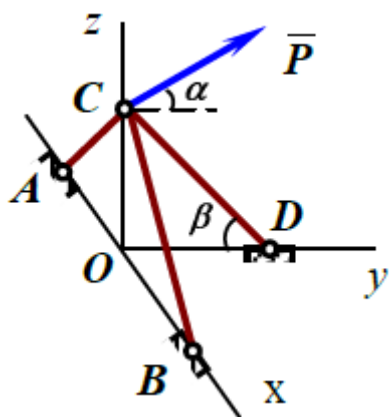
$P = 6 \text{ кН}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\beta = 60^\circ$ . Определить усилия в стержнях

графическим и аналитическим способами.



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

Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.

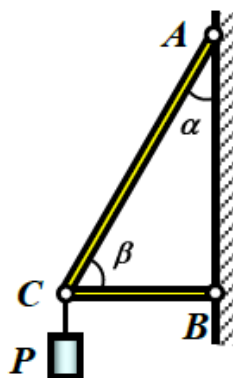


$$P = 6 \text{ кН}, \alpha = 30^\circ, \beta = 60^\circ.$$

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

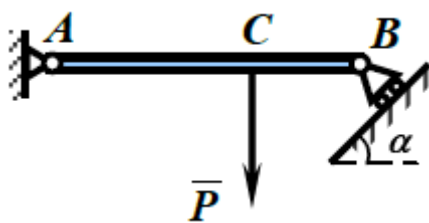
Определить усилия в стержнях.

Вариант 2



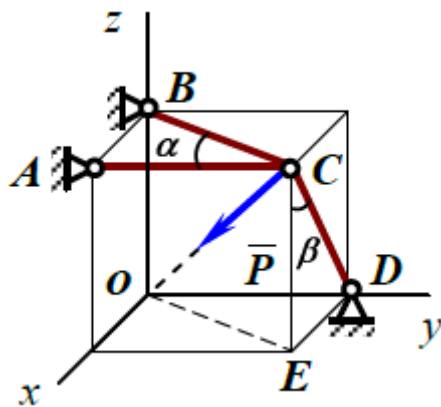
$$P = 10 \text{ кН}, \alpha = 30^\circ, \beta = 60^\circ. \text{ Определить усилия в стержнях}$$

графическим и аналитическим способами.



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

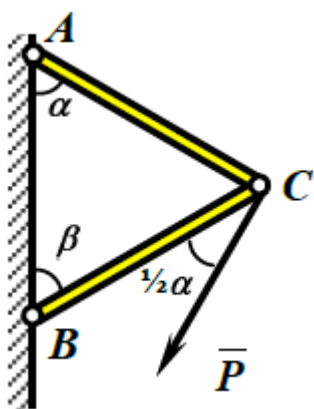
Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.



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

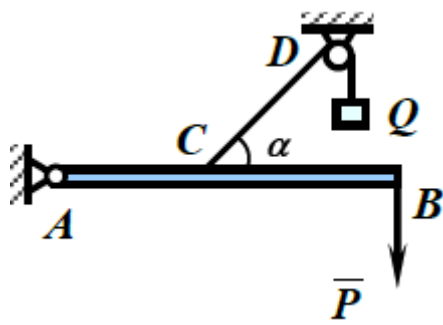
Определить усилия в стержнях.

Вариант 3



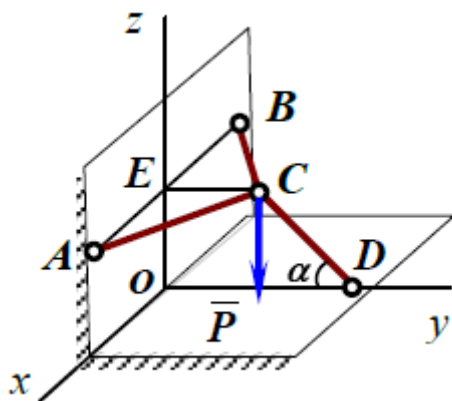
$P = 4 \text{ кН}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 60^\circ$ . Определить усилия в

стержнях графическим и аналитическим способами.



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

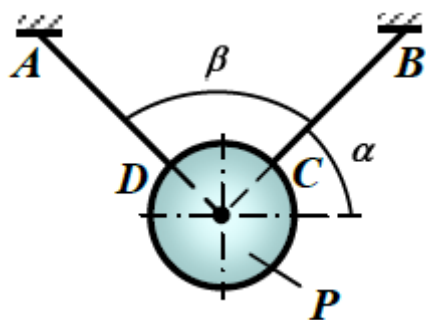
Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.



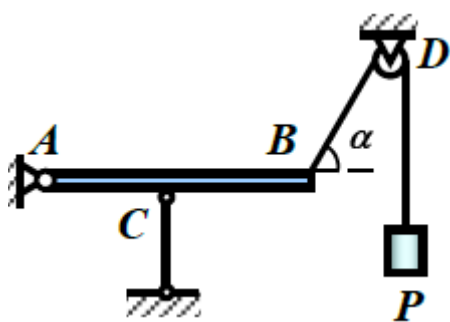
$P = 3 \text{ кН}$ ,  $\alpha = 45^\circ$ ,  $CD \perp Ox$ ,  $BC = AC = 2EC$

Определить усилия в стержнях.

Вариант 4

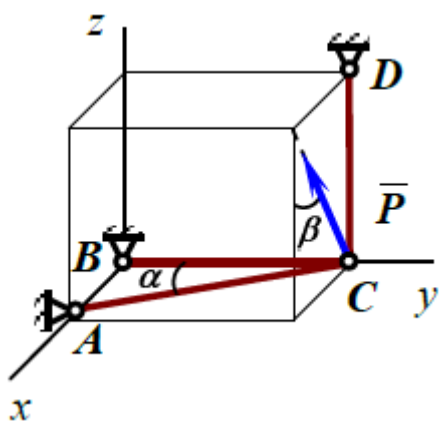


$P = 40 \text{ кН}$ ,  $\alpha = 45^\circ$ ,  $\beta = 90^\circ$ . Определить усилия в стержнях графическим и аналитическим способами.



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

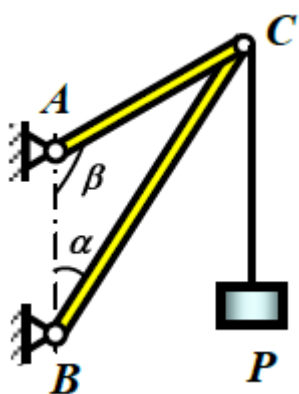
Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.



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

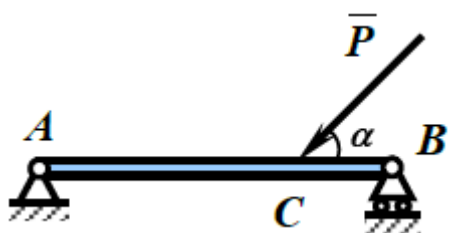
Определить усилия в стержнях.

Вариант 5



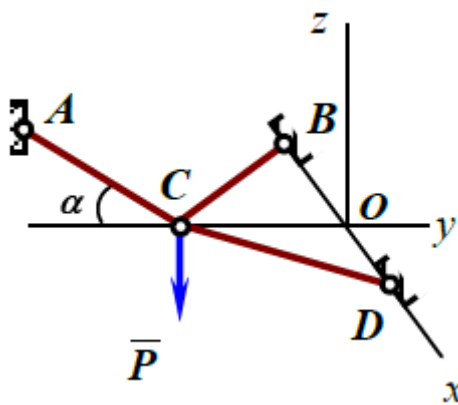
$P = 2 \text{ кН}$ ,  $\alpha = 15^\circ$ ,  $\beta = 135^\circ$ . Определить усилия в

стержнях графическим и аналитическим способами.



$P = 6 \text{ кН}$ ,  $AB = 4 \text{ м}$ ,  $AC = 3 \text{ м}$ ,  $\alpha = 45^\circ$ .

Определить реакции связей, используя теорему о трёх непараллельных силах.

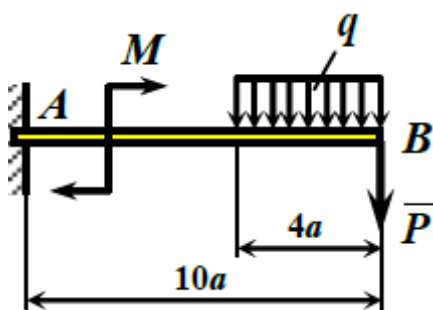


$P = 5 \text{ кН}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $AC \perp Ox$ ,  $OB = OD = OC$

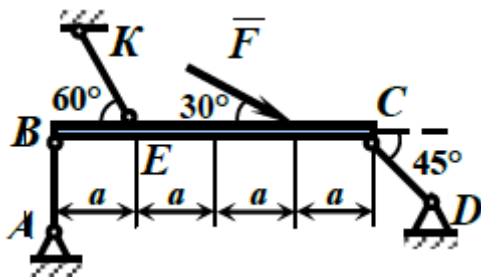
Определить усилия в стержнях.

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

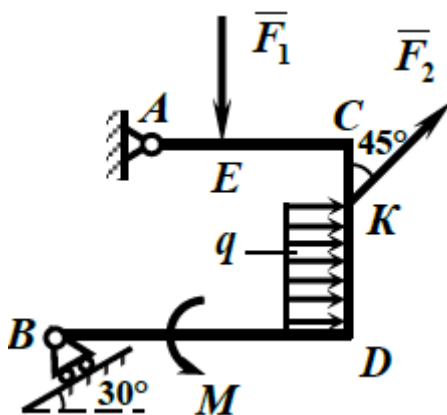
Вариант 1



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  $a = 0,8 \text{ м}$ .

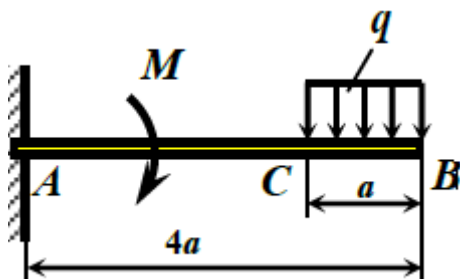


Однородная балка  $BC$  весом  $400 \text{ Н}$  удерживается в равновесии при помощи невесомых стержней  $AB$ ,  $CD$  и  $EK$ . Определить их реакции, если  $F = 150 \text{ Н}$ .

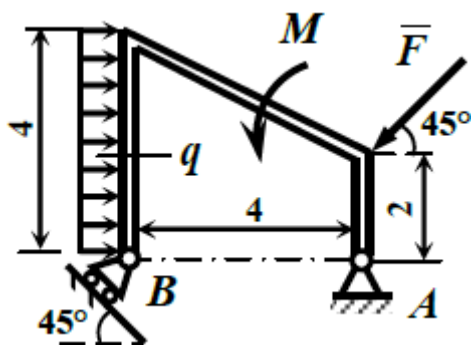


Жесткая рама закреплена в точке  $A$  шарнирно, а в точке  $B$  прикреплена к шарнирной опоре на катках. На раму действует пара сил с моментом  $M = 10 \text{ кН}\cdot\text{м}$ , равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $q = 2 \text{ кН/м}$  и две сосредоточенные силы  $F_1 = 3 \text{ кН}$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

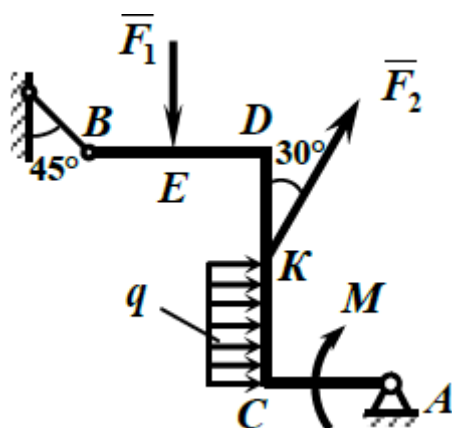
Вариант 2



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



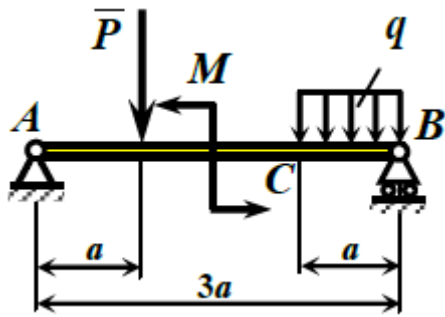
Определить реакции опор  $A$  и  $B$  рамы, находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 1,5$  кН/м, сосредоточенной силы  $F = 30$  кН и пары сил с моментом  $M = 10$  кН·м. Размеры на рисунке даны в метрах.



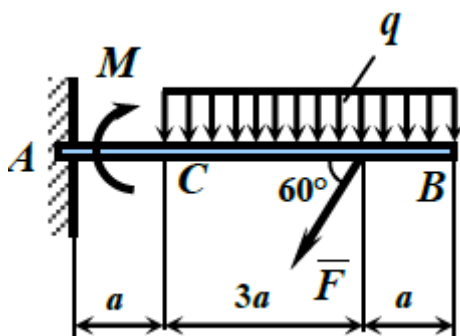
Ломаный стержень закреплен в точке  $A$  шарнирно, а в точке  $B$  невесомым стержнем. На балку действует пара сил с моментом  $M = 6$  кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $q = 1,5$  кН/м и две сосредоточенные силы  $F_1 = 7$  кН и  $F_2 = 10$  кН. Определить реакции связей, если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

Вариант 3

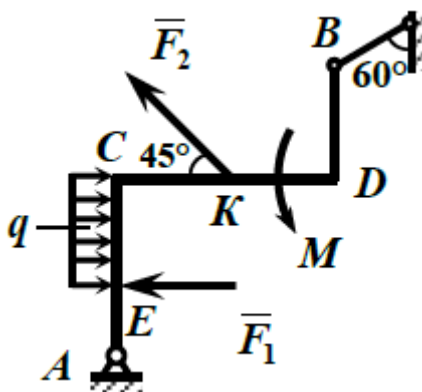




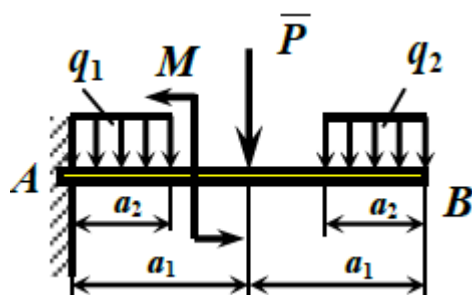
Определить реакции опор балки  $AB$ , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 1,2$  кН/м, сосредоточенной силы  $P = 1,7$  кН и пары сил с моментом  $M = 2$  кН·м, если,  $a = 3$  м.



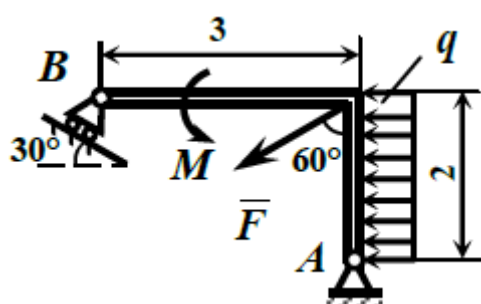
Определить реакции заделки консольной балки  $AB$ , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 10$  кН/м, сосредоточенной силы  $F = 40$  кН и пары сил с моментом  $M = 25$  кН·м, если  $a = 1$  м.



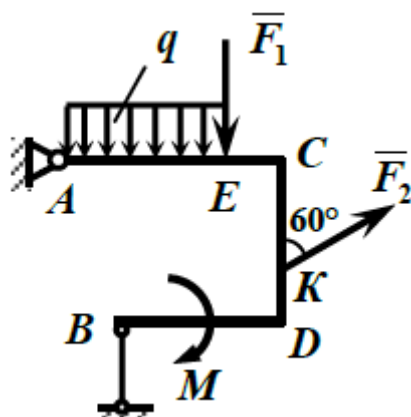
Ломаный стержень закреплен в точке  $A$  шарнирно, а в точке  $B$  невесомым стержнем. На стержень действует пара сил с моментом  $M = 4$  кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $q = 0,3$  кН/м и две сосредоточенные силы  $F_1 = 4$  кН и  $F_2 = 7$  кН. Определить реакции связей,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



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

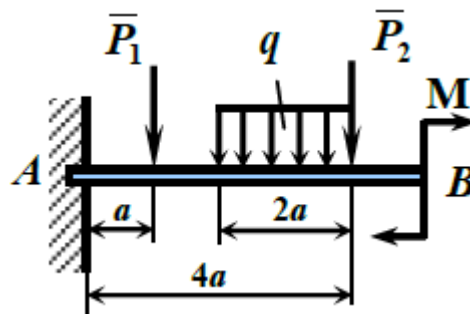


Определить реакции опор  $A$  и  $B$  ломаного стержня, находящегося под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 8$  кН/м, сосредоточенной силы  $F = 10,2$  кН и пары сил с моментом  $M = 12$  кН·м. Размеры на рисунке даны в метрах.

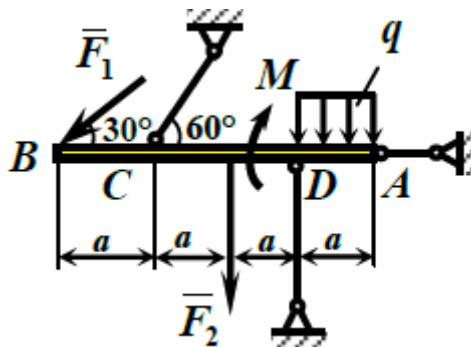


Жесткая рама закреплена в точке  $A$  шарнирно, а в точке  $B$  прикреплена к невесомому стержню. На раму действует пара сил с моментом  $M = 10$  кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $q = 0,3$  кН/м и две сосредоточенные силы  $F_1 = 3$  кН и  $F_2 = 5$  кН. Определить реакции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

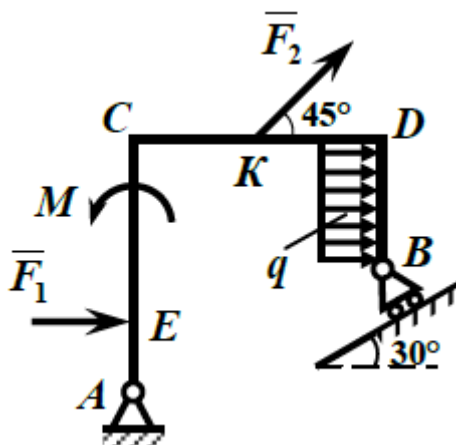
Вариант 5



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



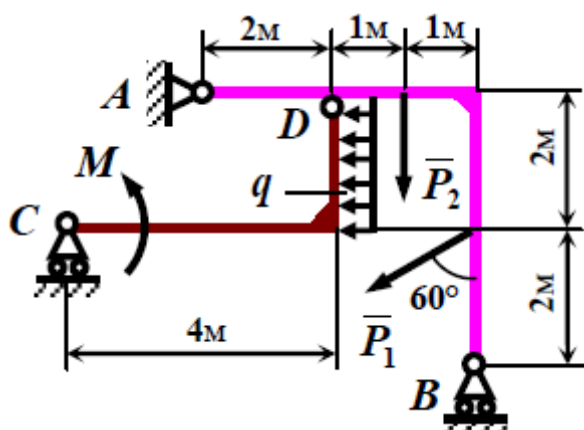
Определить реакции заделки консольной балки  $AB$ , находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки с интенсивностью  $q = 0,6 \text{ кН/м}$ , сосредоточенных сил  $P_1 = 2 \text{ кН}$  и  $P_2 = 1,3 \text{ кН}$  и пары сил с моментом  $M = 0,5 \text{ кН}\cdot\text{м}$ , если  $a = 1,5 \text{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



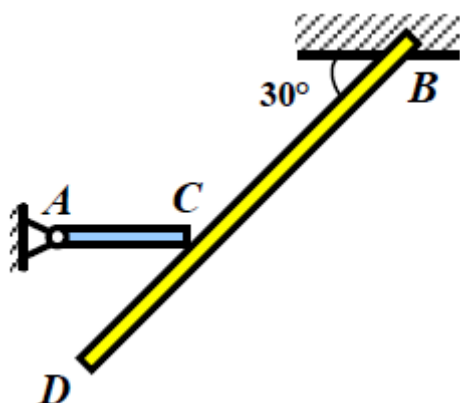
Жесткая рама закреплена в точке  $A$  шарнирно, а в точке  $B$  прикреплена к шарнирной опоре на катках. На раму действует пара сил с моментом  $M = 4$  кН·м, равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $q = 0,5$  кН/м и две сосредоточенные силы  $F_1 = 4$  кН и  $F_2 = 6$  кН. Определить реакции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

### Тема 3. Равновесие системы тел на плоскости

#### Вариант 1

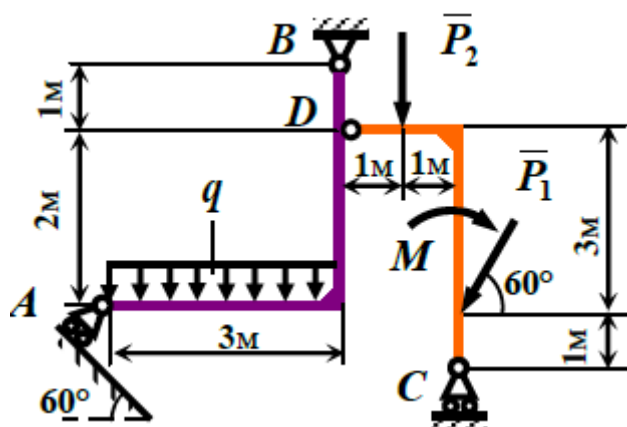


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции.  $P_1 = 8$  кН,  $P_2 = 10$  кН,  $M = 25$  кН·м,  $q = 2$  кН/м.

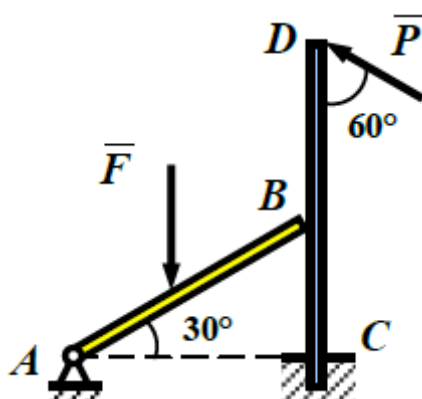


Однородный горизонтальный стержень  $AC$ , вес которого равен 180 Н, свободно опирается в точке  $C$  на балку  $BD$  весом 200 Н. Определить реакции опор, если  $BD = 8$  м,  $CD = \frac{1}{4} BD$ .

#### Вариант 2

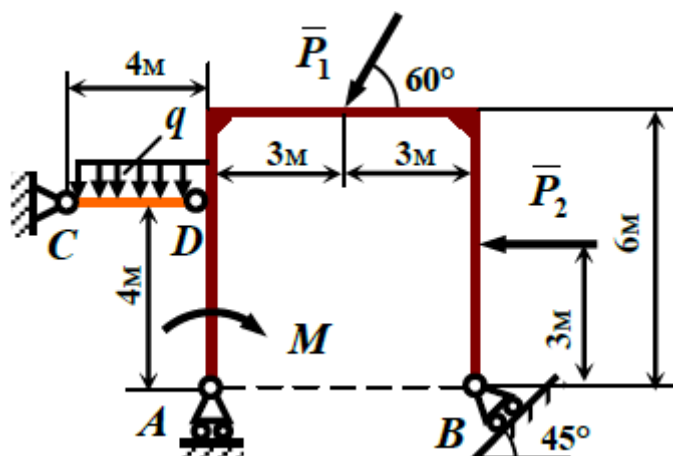


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции, если  $P_1 = 30$  кН,  $P_2 = 8$  кН,  $M = 26$  кН·м,  $q = 2$  кН/м.

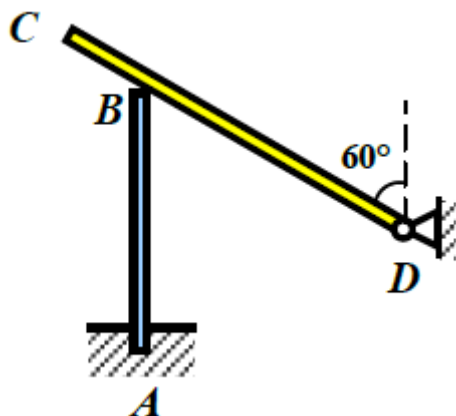


Стержень  $AB$  свободно опирается на вертикальный стержень  $CD$  длиной 1,8 м, жестко заделанный в основание. К середине стержня  $AB$  приложена вертикальная сила  $F = 2$  кН, а в точке  $D$  стержня  $CD$  сосредоточена сила  $P = 1$  кН. Определить реакции опор, пренебрегая весом стержней, если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

Вариант 3

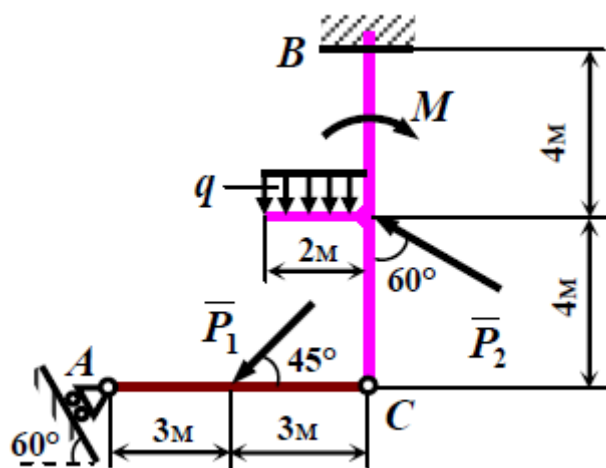


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции, если  $P_1 = 20$  кН,  $P_2 = 5$  кН,  $M = 20$  кН·м,  $q = 10$  кН/м.

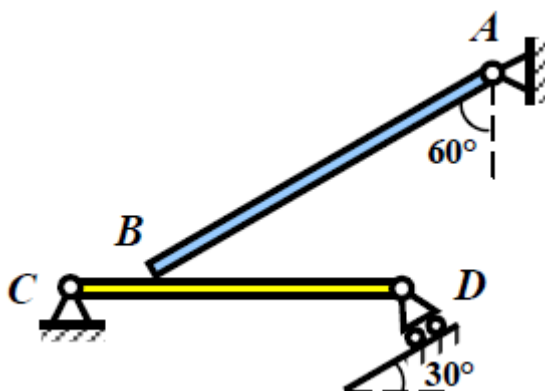


Однородный стержень  $CD$  весом  $346$  Н опирается на вертикальную стойку  $AB$  весом  $123$  Н. Определить реакции опор, если  $BD = 2$  м,  $BC = 1$  м,  $AB = 2$  м.

Вариант 4

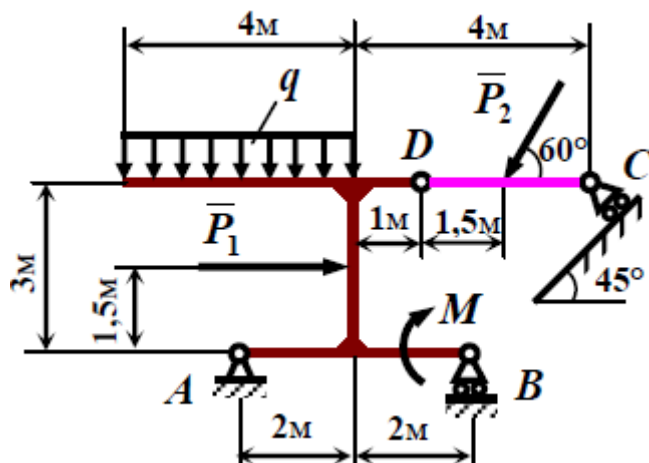


Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире составной конструкции, если  $P_1 = 10$  кН,  $P_2 = 7$  кН,  $M = 21$  кН·м,  $q = 3,5$  кН/м.

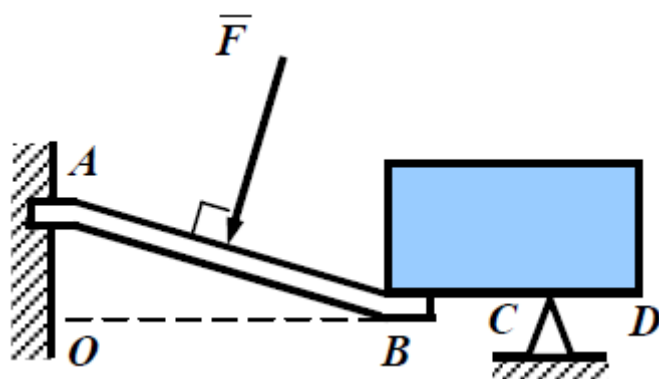


Однородный брус  $AB$  весом  $400\text{ Н}$  опирается на однородную балку  $CD$  весом  $70\text{ Н}$ . Определить реакции опор, если  $AB = 2\text{ м}$ ,  $BD = 2\text{ м}$ ,  $CB = 0,3\text{ м}$ .

Вариант 5



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

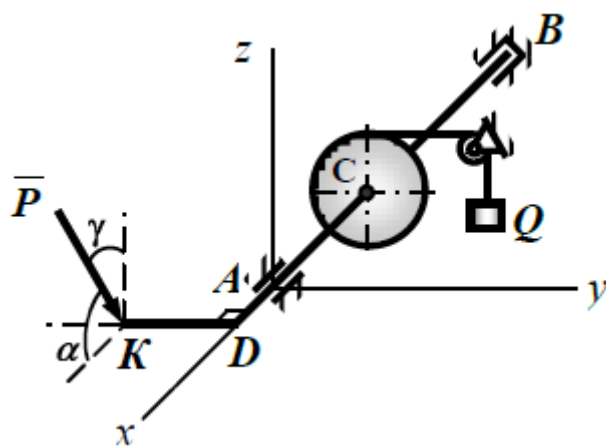


Однородная плита весом  $80\text{ Н}$ , поставленная на край  $B$  балки  $AB$ , подпирается точечной опорой  $C$ . Перпендикулярно к балке, в ее середине, приложена сила  $F = 100\text{ Н}$ . Пренебрегая весом балки, определить реакции заделки  $A$  и опоры  $C$ , если  $AO = 25\text{ см}$ ,  $OB =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

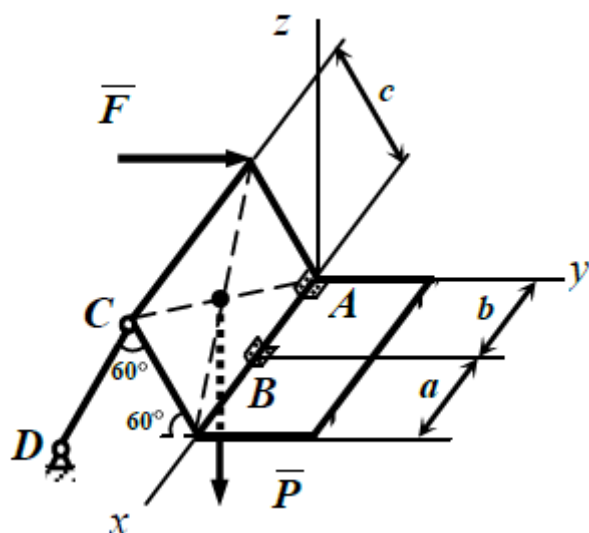
Тема 4. Равновесие произвольной пространственной системы сил

Вариант 1





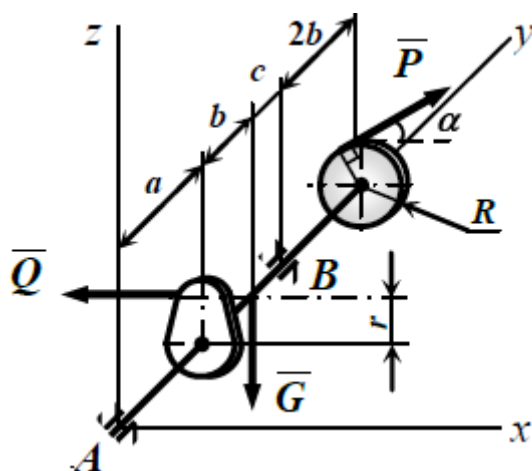
Определить реакции связей и величину силы  $\bar{P}$ , удерживающей конструкцию в равновесии. Трос, на котором подвешен груз  $Q$  весом 1800 Н, сходит с барабана  $C$  по касательной и параллелен оси  $Ay$ . Углы:  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\gamma = 30^\circ$ ,  $AD = \frac{1}{4}AB$ ,  $AC = \frac{3}{4}AB$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



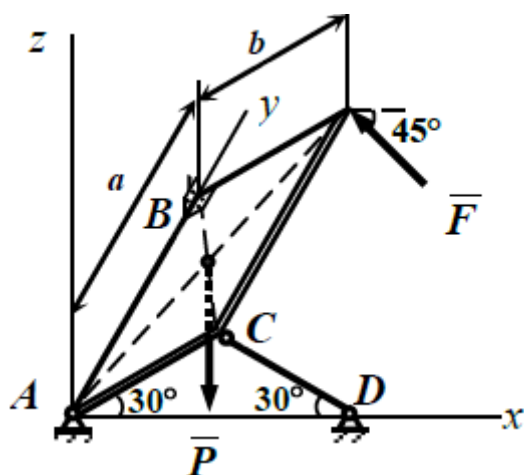
Однородная прямоугольная плита весом 5 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы  $\bar{F} \parallel Ay$ , при которой усилие в стержне  $CD \perp Ax$  равно нулю. Для полученного значения силы  $F$  найти реакции остальных связей, если  $a = b = 0,4$  м.

Вариант 2



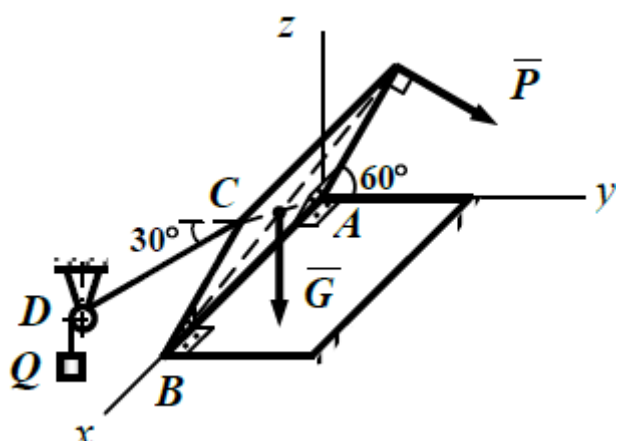


Определить величину силы  $P$  и значение угла  $\alpha$ , при которых составляющая  $X_B$  реакции шарнира равна нулю. Для полученных значений силы  $P$  и угла  $\alpha$  найти остальные реакции связей, если  $Q = 4$  кН,  $G = 5$  кН,  $a = 0,4$  м,  $b = 0,2$  м,  $c = 0,1$  м,  $R = 0,3$  м,  $r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

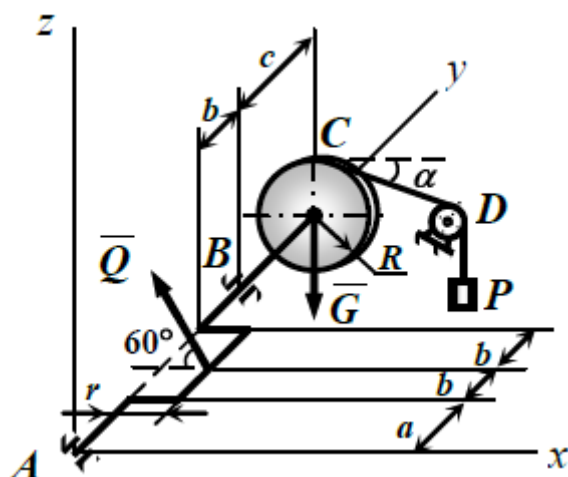


Однородная прямоугольная плита весом 4 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы  $F$ , при которой усилие в стержне  $CD$  равно нулю. Для полученного значения силы  $F$  найти реакции остальных связей, если  $\bar{F} \perp Ay$ .

Вариант 3

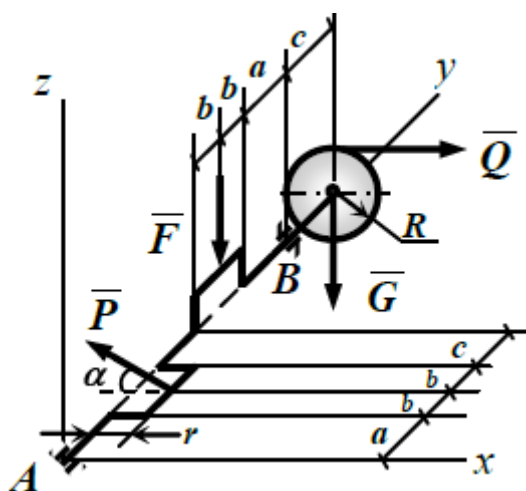


Однородная прямоугольная плита весом  $2 \text{ кН}$  закреплена и нагружена, как показано на рисунке. Определить величину силы  $P$  и реакции связей, если  $Q = 5 \text{ кН}$ . Участок  $CD$  нити и вектор силы  $\vec{P}$  перпендикулярны оси  $Ax$ .

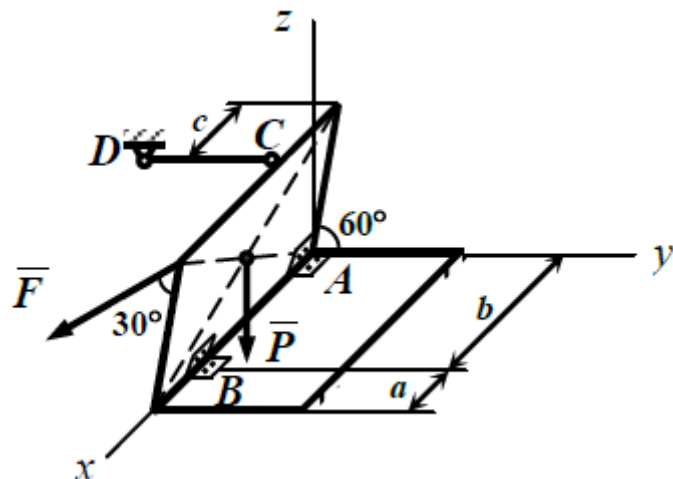


Определить величину силы тяжести груза  $P$  и значение угла  $\alpha$  при которых составляющая  $Z_B$  реакции шарнира равна нулю. Для полученных значений силы  $P$  и угла  $\alpha$  найти остальные реакции связей, если:  $Q = 10 \text{ кН}$ ,  $G = 1 \text{ кН}$ ,  $a = 0,8 \text{ м}$ ,  $b = 0,2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

Вариант 4

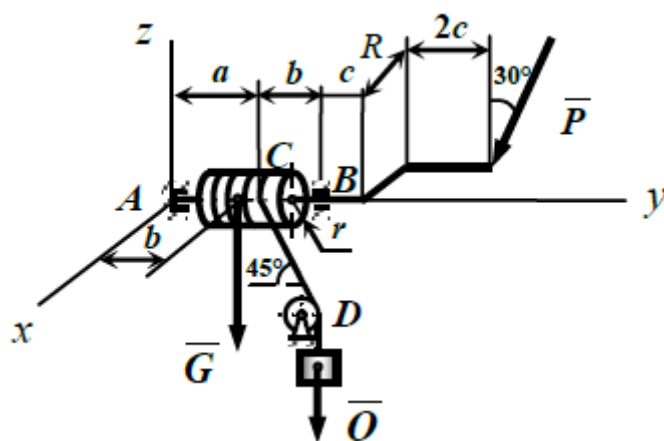


Определить величину силы  $P$  и значение угла  $\alpha$ , при которых составляющая  $X_A$  реакции шарнира равна нулю. Для полученных значений силы  $P$  и угла  $\alpha$  найти остальные реакции связей, если  $Q = 2$  кН,  $G = 3$  кН,  $F = 4$  кН,  $a = 0,4$  м,  $b = 0,1$  м,  $c = 0,2$  м,  $R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

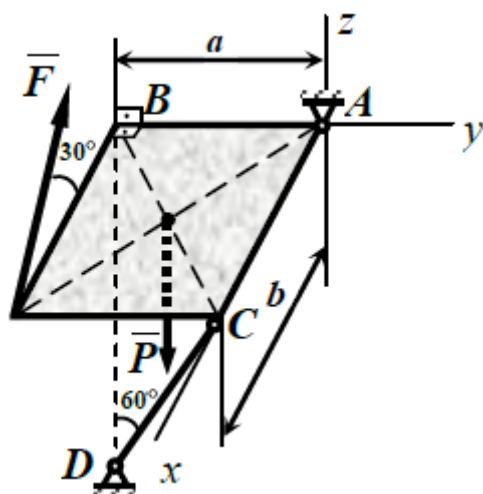


Однородная прямоугольная плита весом 2 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы  $F$ , при которой усилие в стержне  $CD$  равно нулю. Для полученного значения силы  $F$  найти реакции остальных связей, если  $a = 0,2$  м,  $b = 1,0$  м,  $c = 0,4$  м,  $\bar{F} \perp Ax$ ,  $CD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

Вариант 5



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



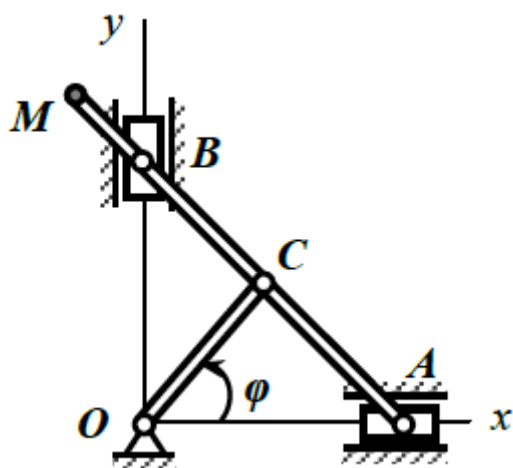
Однородная прямоугольная плита весом 1 кН закреплена, как показано на рисунке. Определить величину силы  $F$ , при которой усилие в стержне  $CD$  равно нулю. Для полученного значения силы  $F$  найти реакции остальных связей, если:  $a = 0,6$  м,  $b = 0,8$  м,  $\bar{F} \perp Ay$ .

Тема 5. Определение траектории, скорости и ускорения материальной

точки.

Вариант 1

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

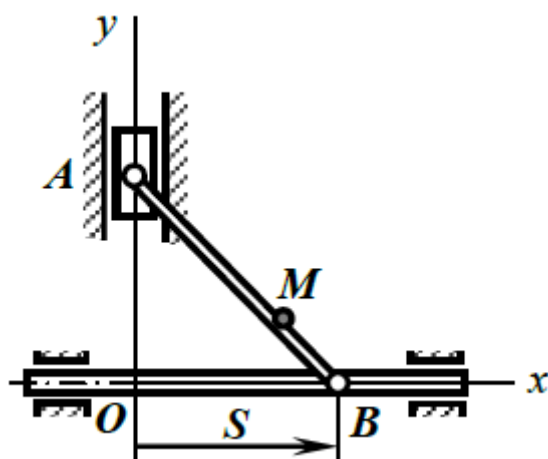


Звено ОС механизма движется по закону  $\varphi = \frac{\pi t}{6}$  ( $\varphi$  – рад,  $t$  – с).

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

#### Вариант 2

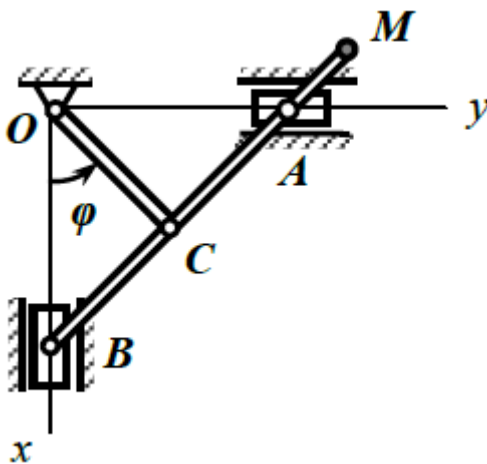
Найти уравнение траектории точки, движущейся по закону  $x = 4t^2 - 1$ ,  $y = 2t$  ( $x, y$  – м,  $t$  – с). Определить положение, скорость, ускорение точки, его касательную и нормальную составляющие и радиус кривизны траектории при  $t = 0,5$  с.



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

### Вариант 3

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

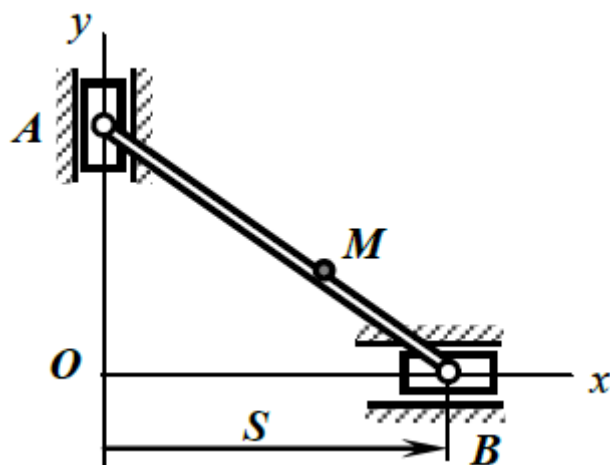


Звено  $OC$  механизма движется по закону  $\varphi = 3\pi t$  ( $\varphi$  – рад,  $t$  – с). Построить положение звеньев механизма в моменты времени  $t_0 = 0$ ,  $t_1 = \frac{1}{18}$  с и  $t_2 = \frac{1}{6}$  с. Написать уравнения движения точек  $A$  и  $M$  механизма в координатной форме и найти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

### Вариант 4



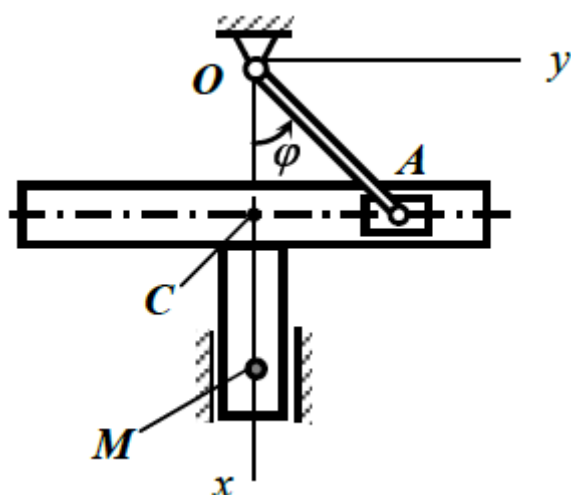
Найти уравнение траектории точки, движущейся по закону  $x = \cos 3\pi t^2$ ,  $y = \sin 3\pi t^2$  ( $x, y$  – м,  $t$  – с). Определить положение, скорость, ускорение точки, его касательную и нормальную составляющие и радиус кривизны траектории при  $t = \frac{1}{3}$  с.



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

Вариант 5

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



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

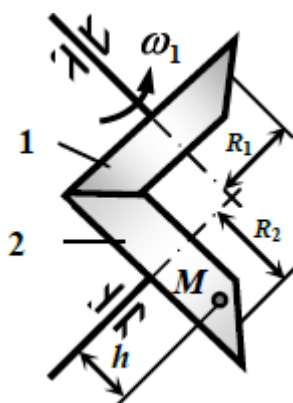
Тема 6. Вращательное движение твёрдого тела. Определение скоростей и ускорений точек вращающегося тела.

Вариант 1

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

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



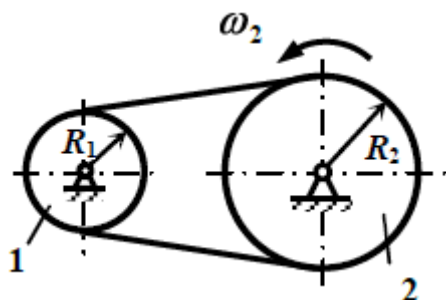


Зубчатое колесо 1 радиусом  $R_1 = 0,1$  м конической пары вращается с постоянной угловой скоростью  $30\pi$  рад/с. Определить скорость и ускорение точки  $M$ , лежащей на колесе 2 радиусом  $R_2 = 0,15$  м на расстоянии  $h = R_1$  от оси вращения.

Вариант 2

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

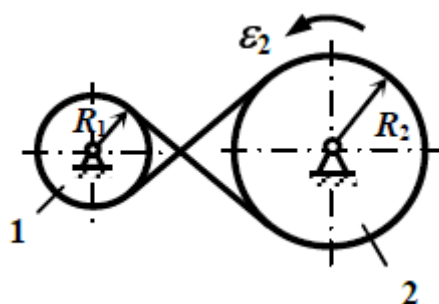


Шкив 2 радиусом  $R_2 = 0,75$  м приводится в движение из состояния покоя бесконечным ремнем от шкива 1 радиусом  $R_1 = 0,3$  м, угловое ускорение которого равно  $0,004\pi$  рад/с<sup>2</sup>. Пренебрегая скольжением ремня на шкивах, определить время, по истечении которого, шкив 2 будет делить 300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

Вариант 3

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

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

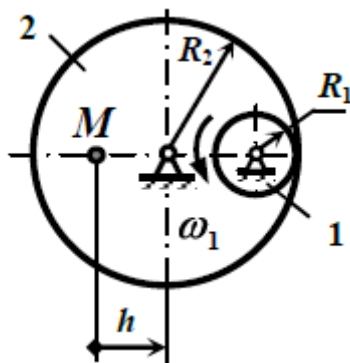


Шкив 1 радиусом  $R_1 = 0,4$  м приводится в движение из состояния покоя бесконечным ремнем от шкива 2 радиусом  $R_2 = 0,8$  м, угловое ускорение которого равно  $0,4\pi$  рад/с<sup>2</sup>. Пренебрегая скольжением ремня по шкивам, определить время, по истечении которого шкив 1 будет делать 300 оборотов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

Вариант 4

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

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

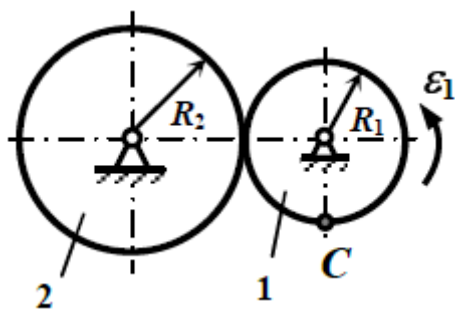


Колесо 1 зубчатой передачи вращается с постоянной угловой скоростью равной  $30\pi$  рад/с. Определить скорость и ускорение точки  $M$  колеса 2, находящейся на расстоянии  $h = R_1$  от оси вращения, если считать, что радиусы колес  $R_1 = 0,05$  м,  $R_2 = 0,15$  м.

Вариант 5

С момента выключения мотора винт самолета, вращающийся с угловой скоростью, соответствующей 1200 об/мин, сделал до остановки 10 оборотов. Считая вращение винта равнозамедленным, определить время остановки винта и написать уравнение его движения.

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



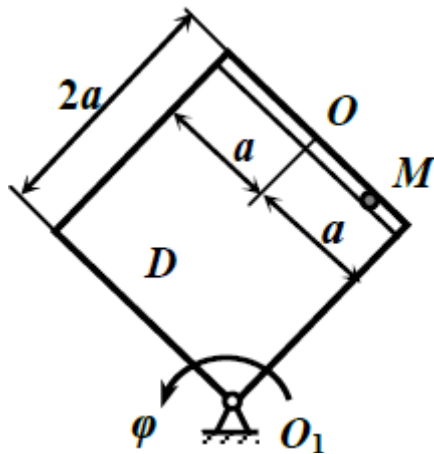
Колесо 1 зубчатой передачи вращается с угловым ускорением равным  $2\pi$  рад/с<sup>2</sup>. Определить угловую скорость колеса 1 и ускорение точки  $C$  в тот момент, когда колесо 2 вращается с угловой скоростью соответствующей 600 об/мин, если радиусы колес  $R_1 = 0,4$  м,  $R_2 = 0,8$  м.

Тема 7. Определение абсолютной скорости и ускорения точки при сложном

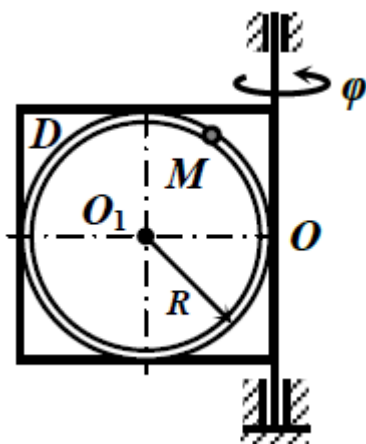
движении

### Вариант 1

Определить абсолютные скорости и ускорения точки 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.



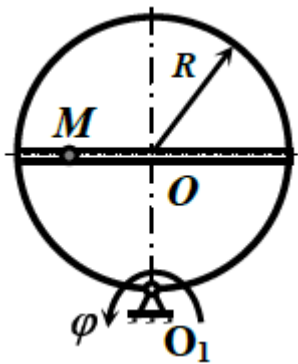
$$\varphi = 2t^3 - t^2, S = 18 \sin \frac{\pi t}{4}, t_1 = \frac{2}{3} \text{ с}, a = 25 \text{ см.}$$



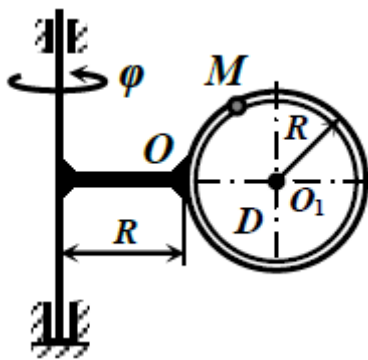
$$\varphi = 3t - 0,5t^3, S = 40\pi \cos \frac{\pi t}{6}, t_1 = 2 \text{ с}, R = 30 \text{ см.}$$

### 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.



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

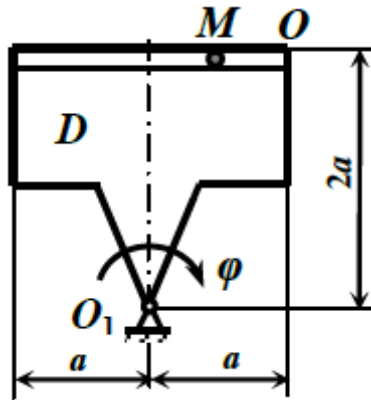


$$\varphi = 1,2t - t^2, S = 20\pi\cos\frac{\pi t}{4}, t_1 = \frac{4}{3} \text{ с}, R = 20 \text{ см.}$$

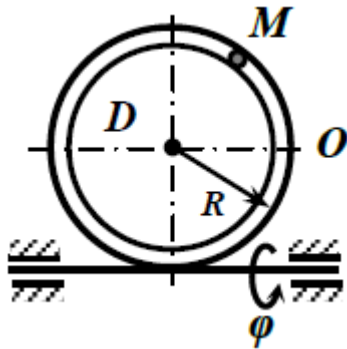
Вариант 3

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  $S =$

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



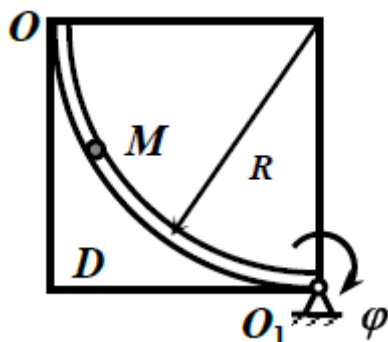
$$\varphi = 2t + 0,5t^2, S = 6t^3, t_1 = 2 \text{ с}, a = 30 \text{ см.}$$



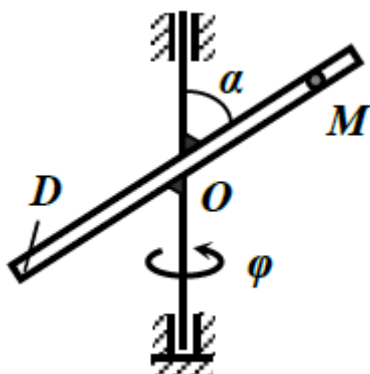
$$\varphi = t - 0,5t^3, S = 10\sqrt{2}\pi \cdot \cos 2\pi t, t_1 = 1/8 \text{ с}, R = 30 \text{ см.}$$

#### 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.



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

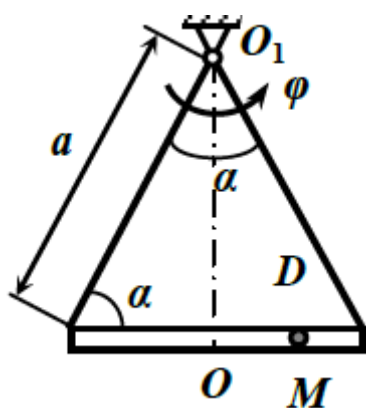


$$\varphi = 0,6t^2, S = 10 \sin \frac{\pi t}{6}, t_1 = 1 \text{ с}, \alpha = 60^\circ.$$

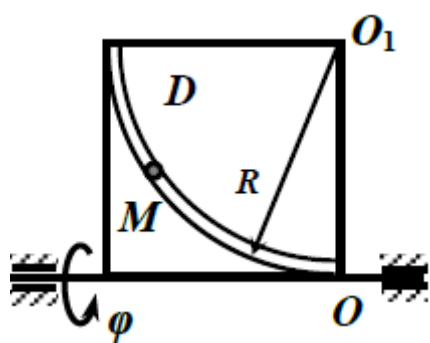
Вариант 5

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





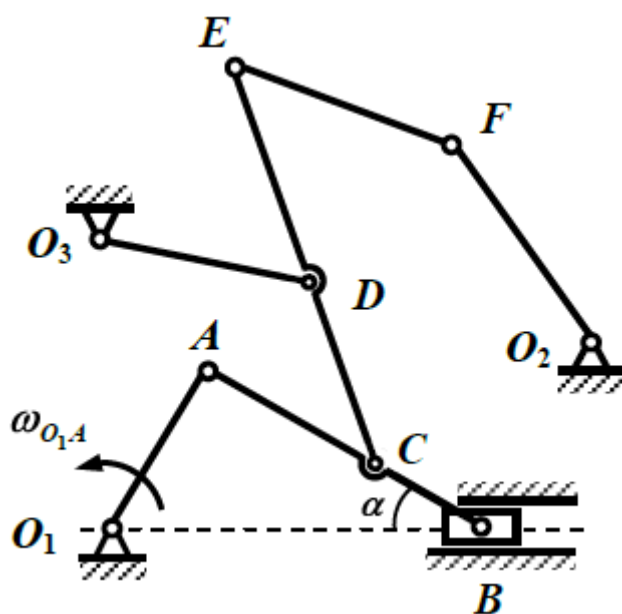
$$\varphi = 0,5t^2, S = 20\cos 2\pi t, t_1 = \frac{3}{8} \text{ с}, a = 40 \text{ см}, \alpha = 60^\circ.$$



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

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

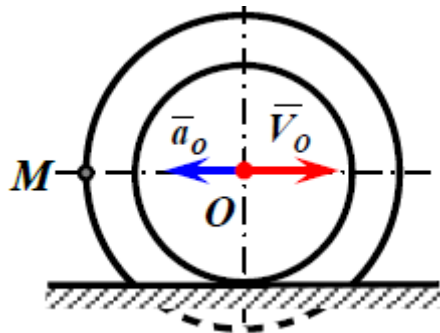
Вариант 1



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

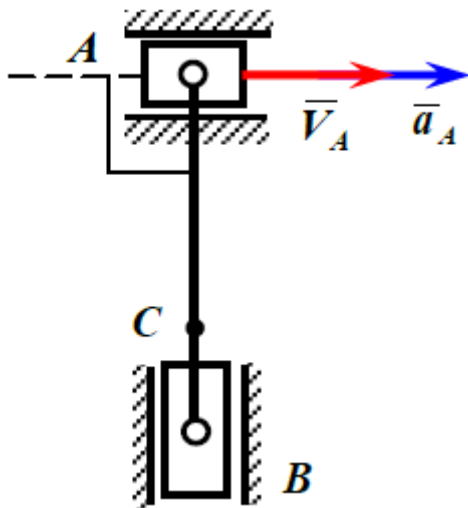


Построить положение мгновенных центров скоростей всех звеньев, совершающих плоскопараллельное движение и показать направление их вращения, показать направления скоростей всех обозначенных точек, найти скорость точки В двумя способами – через мгновенный центр скоростей и по теореме о проекциях скоростей.



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

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

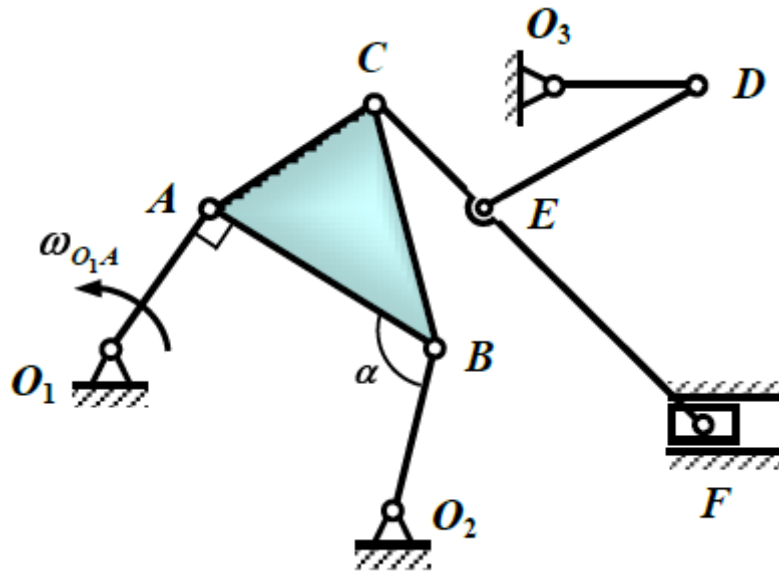


$$a_A = 30 \text{ см/с}^2, V_A = 30 \text{ см/с}, AB = 30 \text{ см}, AC = 20 \text{ см}.$$

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

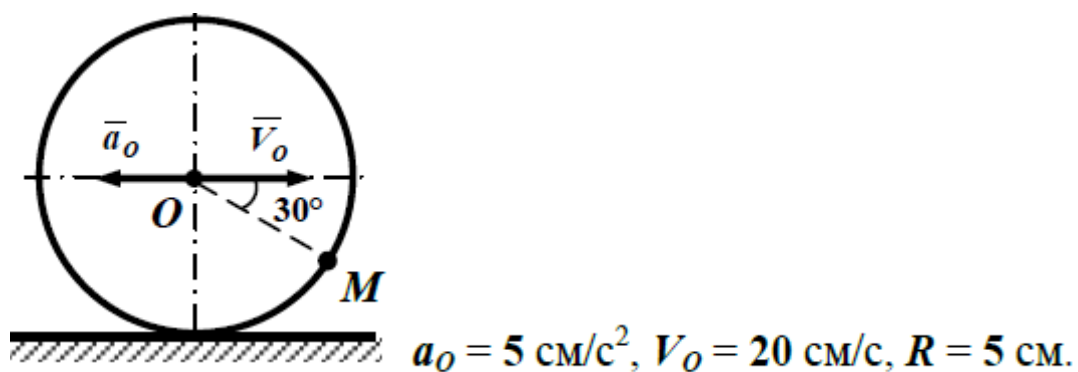
точек найти через мгновенный центр скоростей. Построить многоугольник ускорений для точки В.

Вариант 2



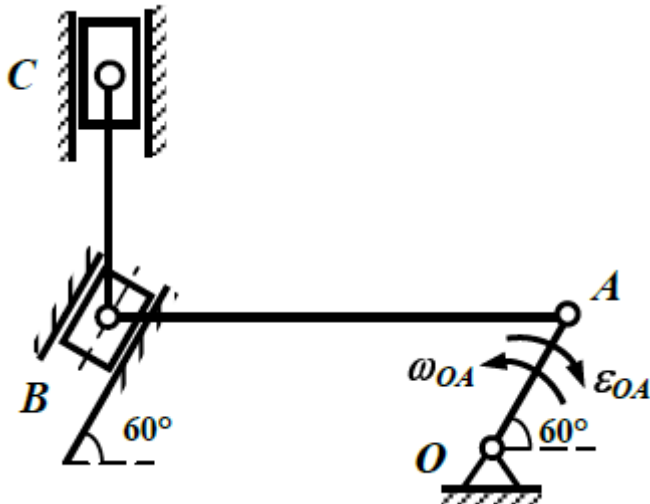
$$O_1A = 15 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 2 \text{ рад/с}, \angle O_1AB = 90^\circ, \alpha = 105^\circ.$$

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



Колесо катится без скольжения, определить скорость и ускорение точки

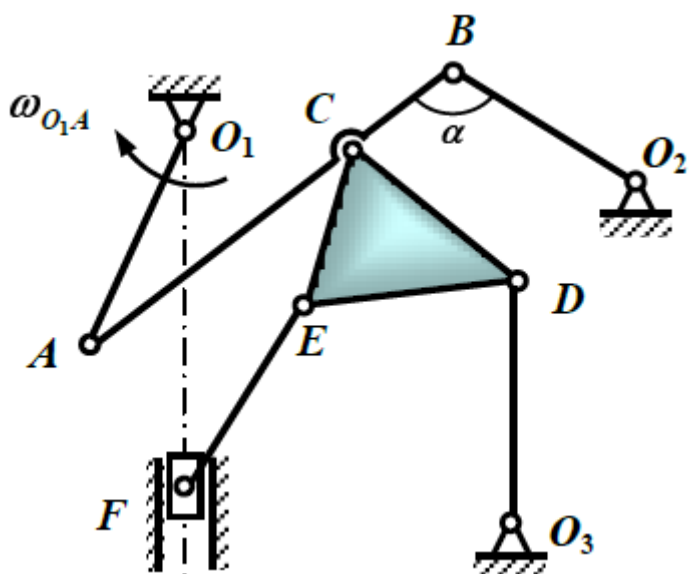
М.



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

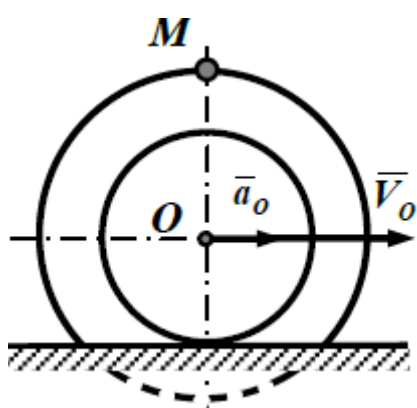
Для заданного положения звеньев механизма определить скорости и ускорения точек В и С, угловую скорость и ускорение звена АВ. Скорости точек найти через мгновенный центр скоростей. Построить многоугольник ускорений для точки В.

Вариант 3



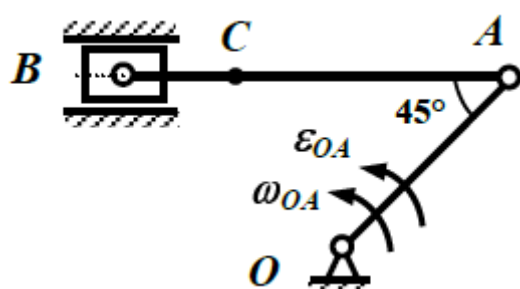
$$O_1A = 30 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 2 \text{ рад/с}, \angle O_1AB = 30^\circ, \alpha = 120^\circ.$$

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.



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

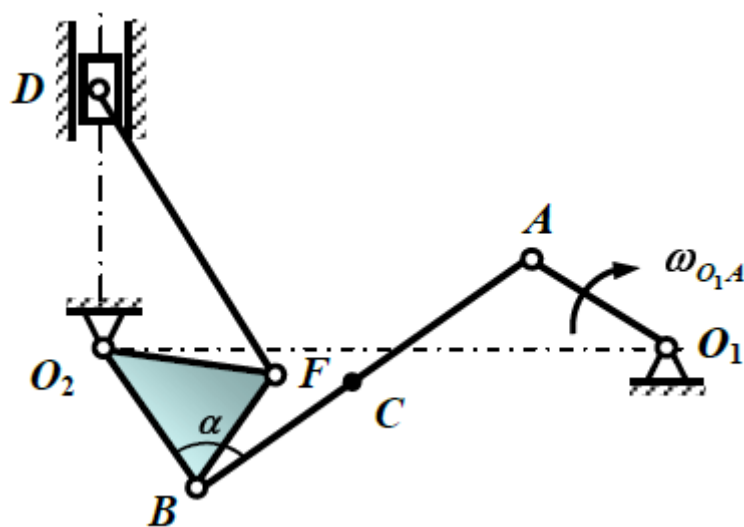
Колесо катится без скольжения, определить скорость и ускорение точки М.



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

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

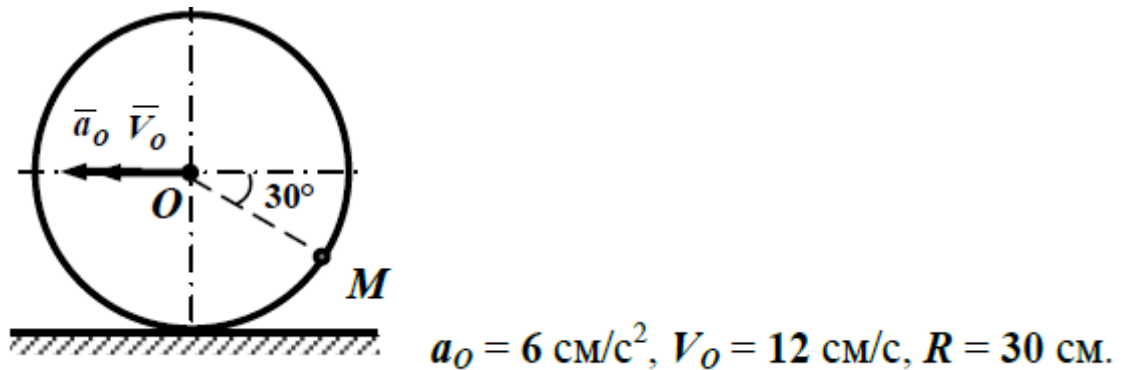
Вариант 4



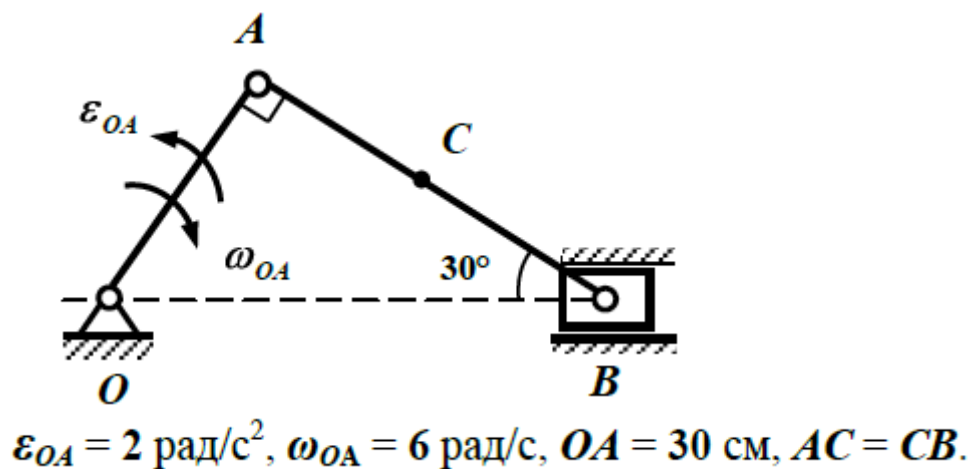
$$O_1A = 15 \text{ см}, \omega_{O_1A} = 2 \text{ рад/с}, \angle O_1AB = 120^\circ, \alpha = 60^\circ.$$

Построить положение мгновенных центров скоростей всех звеньев, совершающих плоскопараллельное движение и показать направление их вращения, показать направления скоростей всех обозначенных точек,

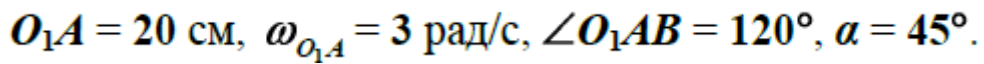
найти скорость точки В двумя способами – через мгновенный центр скоростей и по теореме о проекциях скоростей.



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

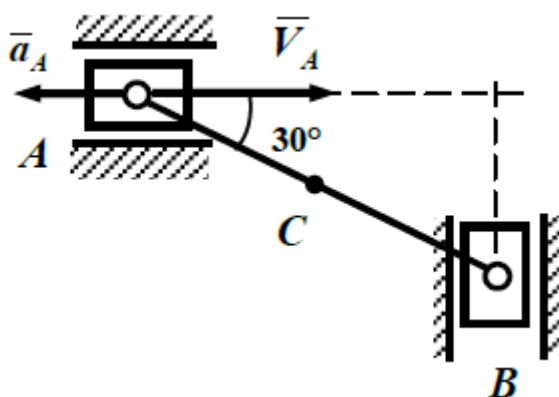


Для заданного положения звеньев механизма определить скорости и ускорения точек В и С, угловую скорость и ускорение звена АВ. Скорости точек найти через мгновенный центр скоростей. Построить многоугольник ускорений для точки В.



$$a_0 = 15 \text{ cm/c}^2, V_0 = 30 \text{ cm/c}, R = 2r = 10 \text{ cm}.$$

95



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

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

### Семестр 3

Тема 1. Первая и вторая задачи динамики материальной точки

Вариант 1

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

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



## Вариант 2

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

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

## Вариант 3

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

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

## Вариант 4

Груз массой **1** кг подвешен на нити длиной  $l = 2$  м и совершает вместе с нитью колебания по закону  $\varphi = \frac{\pi}{6} \sin \sqrt{\frac{3g}{\pi l}} \cdot t$  ( $\varphi$  – 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  $\omega$  – заданные постоянные). Определить наибольшее и наименьшее давление кузова на рессоры.

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

Тема 2. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы

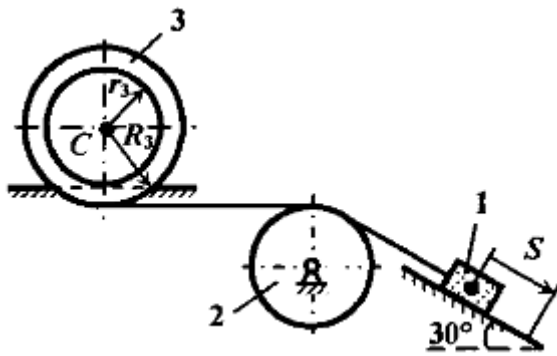
Тема 3. Принцип Даламбера для механической системы

Тема 4. Общее уравнение динамики.

Тема 5. Уравнение Лагранжа II рода

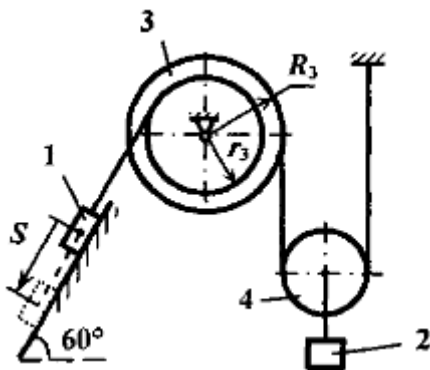
Тема 2. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы

Вариант 1



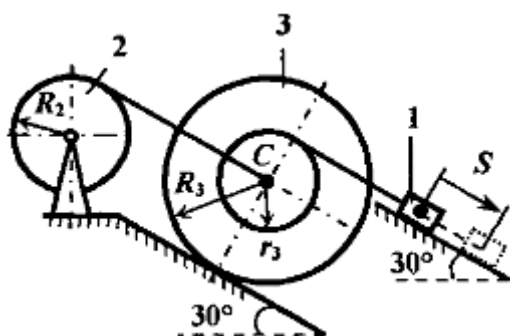
Механическая система, состоящая из тела 1, сплошного однородного блока 2 и катка 3, соединённых между собой невесомой нерастяжимой нитью, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Коэффициент трения скольжения при движении тела 1 равен **0,1**, коэффициент сопротивления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

#### Вариант 2



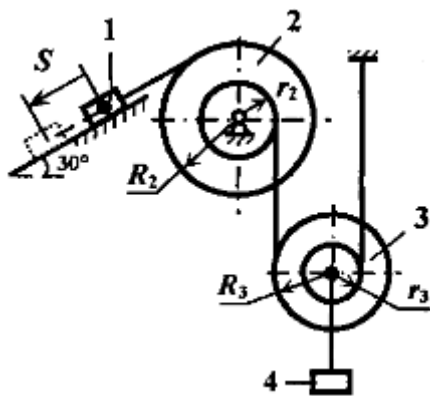
Механическая система, состоящая из тел 1 и 2, ступенчатого барабана 3, однородного блока 4, соединённых между собой невесомыми нерастяжимыми нитями, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Коэффициент трения скольжения тела 1 при движении по плоскости равен **0,15**.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

#### Вариант 3



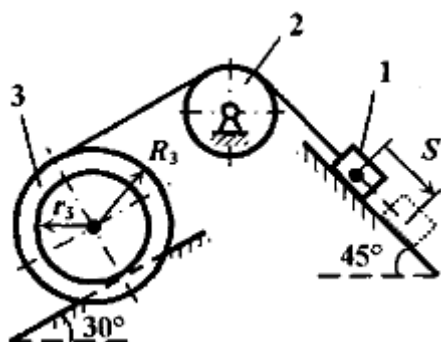
Механическая система, состоящая из тела 1, барабана 2 и катка 3, соединённых между собой невесомыми нерастяжимыми нитями, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Учитывая трение скольжения груза, с коэффициентом равным **0,12**, и сопротивление качению катка 3, катящегося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

Вариант 4



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

Вариант 5

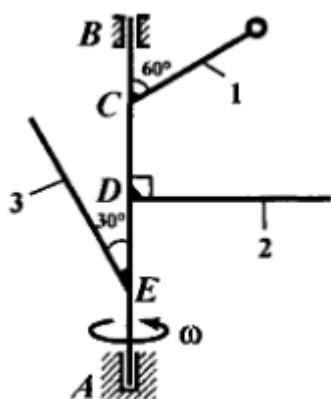


Механическая система, состоящая из тела 1, сплошного однородного блока 2 и катка 3, соединённых между собой невесомой нерастяжимой нитью, под действием силы тяжести тела 1 приходит в движение из состояния покоя. Коэффициент трения скольжения при движении тела по плоскости равен **0,1**. Коэффициент сопротивления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

Тема 3. Принцип Даламбера для механической системы

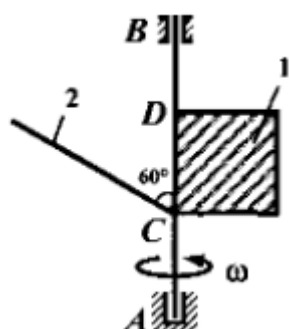
Вариант 1





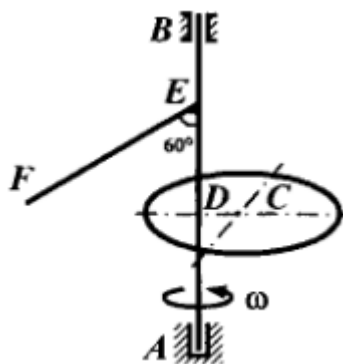
Вал  $AB$  вращается с постоянной скоростью  $\omega = 10$  рад/с. К валу прикреплены три стержня, лежащие в одной плоскости. Длины стержней:  $l_1 = 0,4$  м,  $l_2 = 0,6$  м,  $l_3 = 0,8$  м. На конце первого стержня, массой которого пренебрегаем, закреплён точечный груз массой  $m_1 = 2$  кг. Два других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

Вариант 2



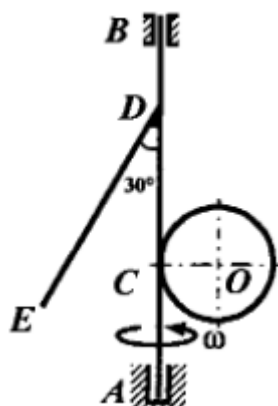
Вал  $AB$  вращается с постоянной скоростью  $\omega = 5$  рад/с. К валу в одной плоскости прикреплены однородная квадратная пластинка 1 массой  $10$  кг со стороной  $0,5$  м и однородный тонкий стержень 2 массой  $3$  кг и длиной  $1$  м. Определить статические, динамические и полные реакции связей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

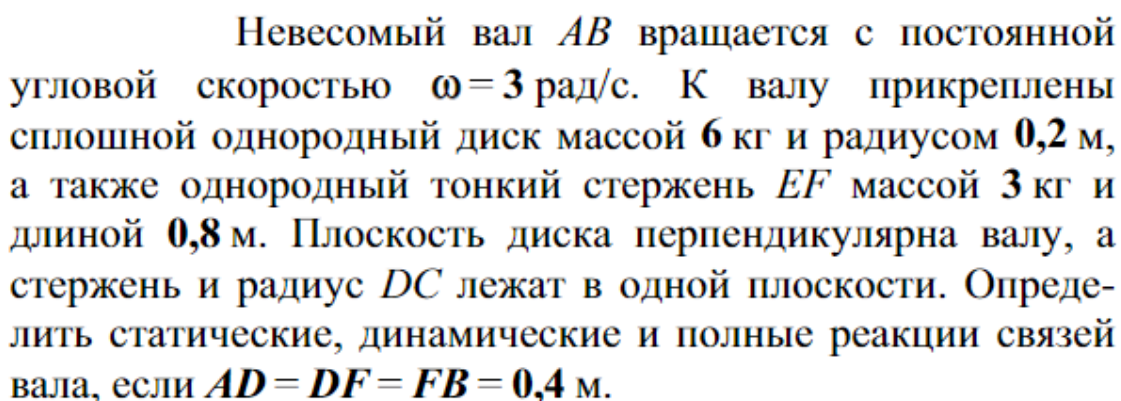
Вариант 4



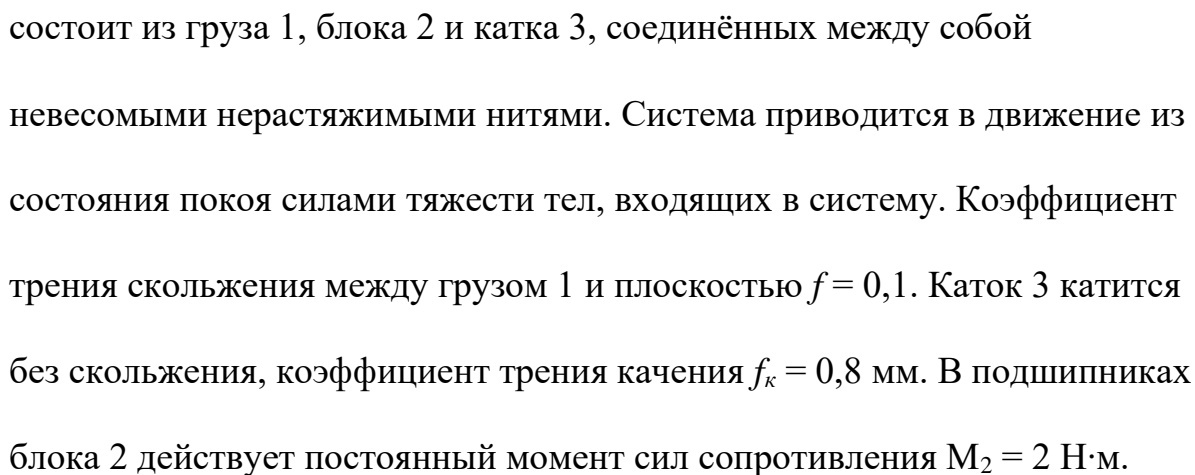
Вал  $AB$  вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega = 2$  рад/с. К валу прикреплены сплошной однородный диск радиусом  $0,2$  м и массой  $5$  кг, а также однородный тонкий стержень  $DE$  длиной  $0,6$  м и массой  $3$  кг. Диск и стержень лежат в одной плоскости. Определить статические, динамические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

Вариант 5



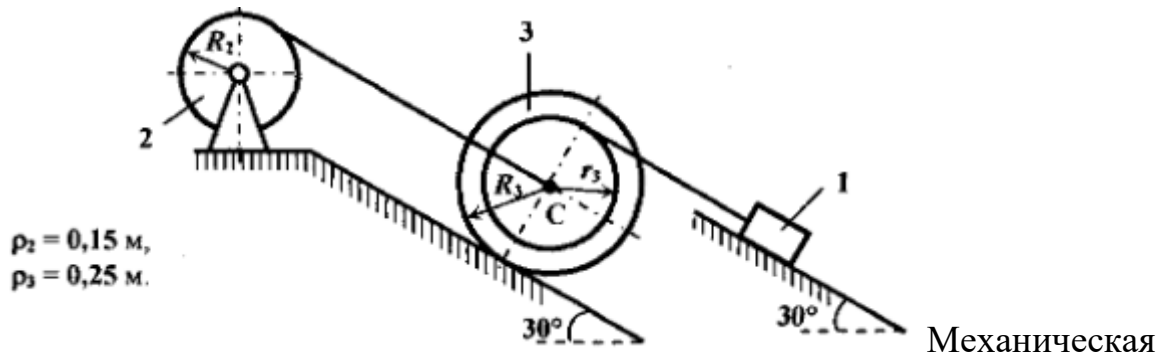


## Вариант 1



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.

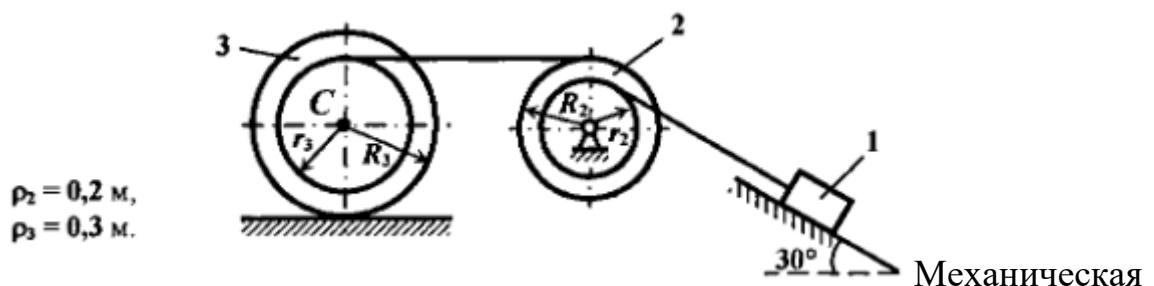
### Вариант 2



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.

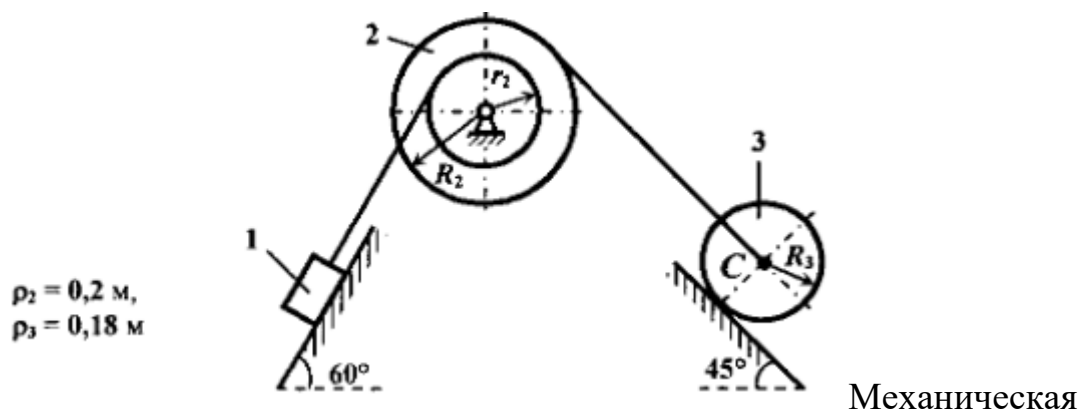
### Вариант 3



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

