

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Северский технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Машины и аппараты химических и атомных производств»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 6 от 30.08.2024

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

15.03.06 Мехатроника и робототехника

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Разработка роботизированных систем для атомной промышленности

Форма обучения: очная

| Семестр | Трудоемкость, ЗЕ | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практические занятия, час. | Лабораторные работы, час. | В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час. | СРС, час. | Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП) |
|---------|------------------|-------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|---|-----------|--|
| 2 | 3 | 108 | 16 | 16 | 0 | 0 | 76 | Зач. |
| Итого | 3 | 108 | 16 | 16 | 0 | 0 | 76 | |

1 МОДЕЛЬ КОНТРОЛИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационные мероприятия |
|-------------|---------------------|---|
| ОПК-1 | З-ОПК-1 | РГ31, Зачет (2 сем.) |
| ОПК-1 | У-ОПК-1 | РГ31, КР1, Т1, РГ32, КР2, Т2, РГ33, КР3, Т3, Зачет (2 сем.) |
| ОПК-1 | В-ОПК-1 | РГ33, Зачет (2 сем.) |
| УК-1 | З-УК-1 | КР1, Т1, КР2, Т2, КР3, Т3, Зачет (2 сем.) |
| УК-1 | У-УК-1 | РГ31, КР1, Т1, РГ32, КР2, Т2, КР3, Т3, Зачет (2 сем.) |
| УК-1 | В-УК-1 | КР1, Т1, КР2, Т2, РГ33, КР3, Т3, Зачет (2 сем.) |

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Зачета.

Аттестация в 2 семестре:

| Вид контроля | Наименование видов контроля | Максимальная положительная оценка в баллах | Минимальная положительная оценка в баллах |
|---------------------------------|------------------------------|--|---|
| Текущая аттестация | | | |
| РГ31 | Расчетно-графическое задание | 10 | 6 |
| КР1 | Контрольная работа | 5 | 3 |
| Т1 | Тестирование | 5 | 3 |
| РГ32 | Расчетно-графическое задание | 10 | 6 |
| КР2 | Контрольная работа | 5 | 3 |
| Т2 | Тестирование | 5 | 3 |
| РГ33 | Расчетно-графическое задание | 10 | 6 |
| КР3 | Контрольная работа | 5 | 3 |
| Т3 | Тестирование | 5 | 3 |
| Сумма: | | 60 | 36 |
| Промежуточная аттестация | | | |
| Зачет | | 40 | 24 |
| Итого: | | 100 | 60 |

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| | | | | | | | |
|-----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Сумма баллов по | 100–90 | 89–85 | 84–75 | 74–70 | 69–65 | 64–60 | ниже 60 |
|-----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|

| | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|---|------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|
| дисциплине | | | | | | |
| Оценка (ECTS) | A | B | C | D | E | F |
| Оценка по 4-х бальной шкале | отлично (отл.) | | хорошо (хор.) | | удовлетворительно (удовл.) | неудовлетворительно (неуд.) |
| Зачет | | | Зачтено | | | Не зачтено |

Оценка «*отлично*» выставляется студенту, если он глубоко иочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «*хорошо*» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «*удовлетворительно*» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «*неудовлетворительно*» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «*неудовлетворительно*» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.1 РГЗ - задание

2.1.1 Комплект материалов для оценивания выполнения РГЗ - задания

Содержание РГЗ приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Содержание РГЗ заданий

| № темы | Наименование темы занятий | РГЗ | Количество часов ауд. |
|--------------------|---|-----|-----------------------|
| 1 | Равновесие сил, приложенных к системе твердых тел | 1 | 2 |
| 2 | Кинематика точки. Траектория движения, скорости и ускорения | 2 | 4 |
| 3 | Поступательное и вращательные движения тел | | 2 |
| 4 | Плоскопараллельное движение многозвенного механизма | | 4 |
| 5 | Теорема об изменении кинетической энергии системы твердых тел | 3 | 4 |
| Итого за 3 семестр | | | 16 |

Описание работ, порядок выполнения.

1.1. Контрольная работа (КР) на тему «Равновесие сил, приложенных к системе тел».

4.1.1 Общие указания

Номер схемы (таблица1) и номер варианта указываются преподавателем.

Значения сил, момента и линейных размеров берутся из таблицы 2 «Исходные данные»

в соответствии с номерами схемы и варианта.

4.1.2 Порядок проведения задания

Проверить статическую определимость заданной конструкции.

Определить аналитически опорные реакции и реакцию в промежуточном шарнире от заданных нагрузок из условия, что составная конструкция находится в равновесии.

Проверить графически (методом построения планов сил) правильность определения реакций в опорах и в промежуточном шарнире.

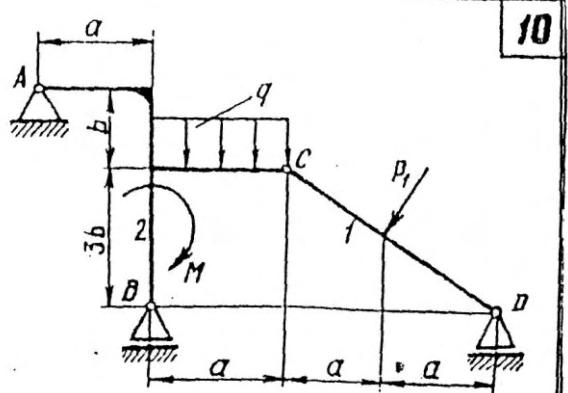
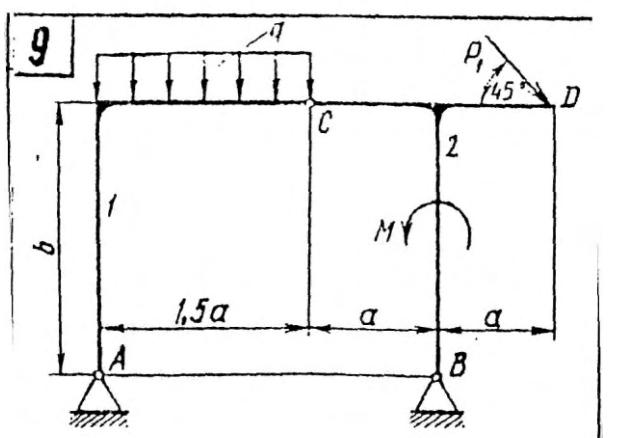
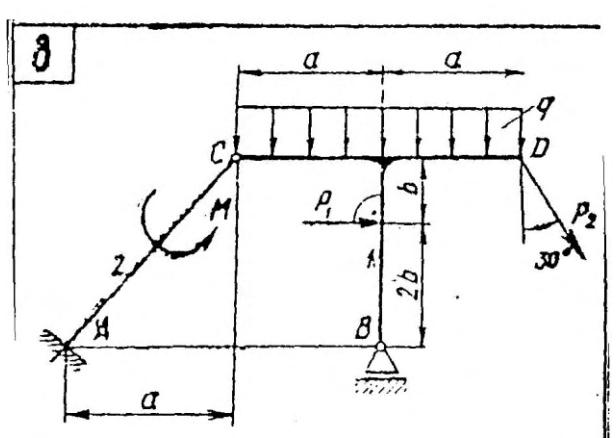
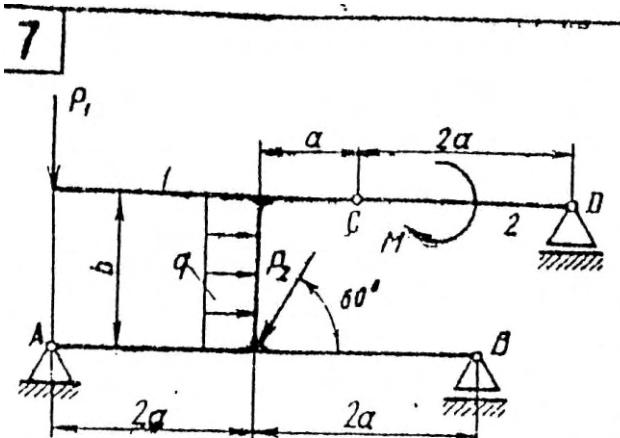
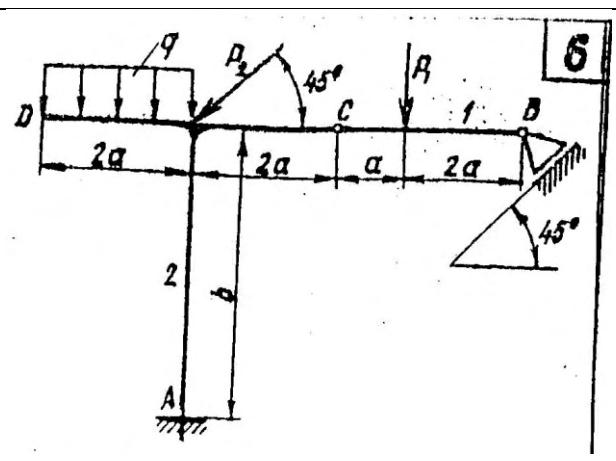
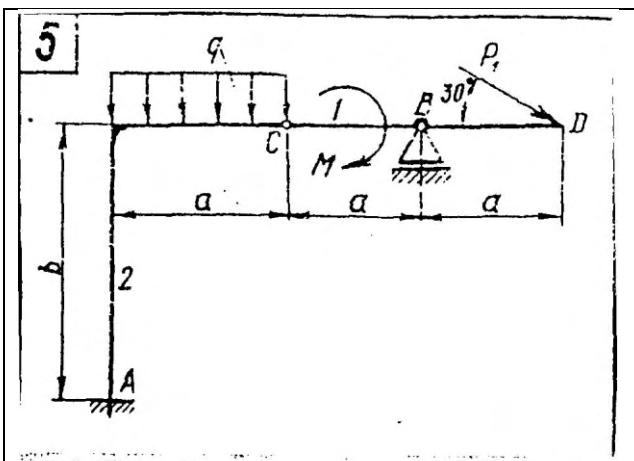
4.1.3 Оформление работы и порядок защиты

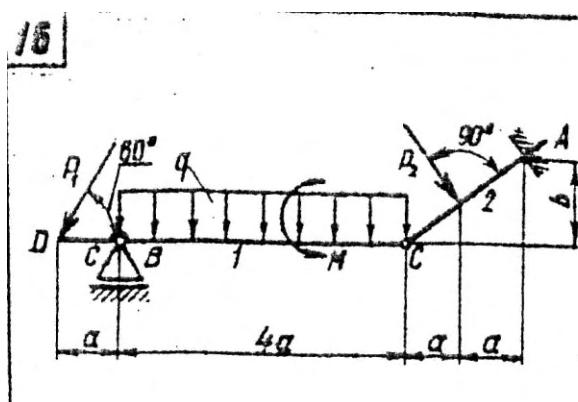
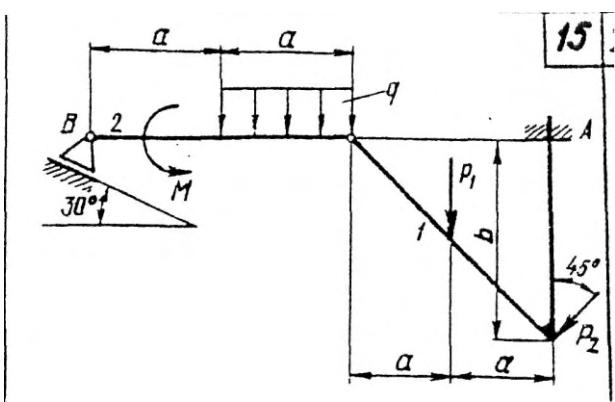
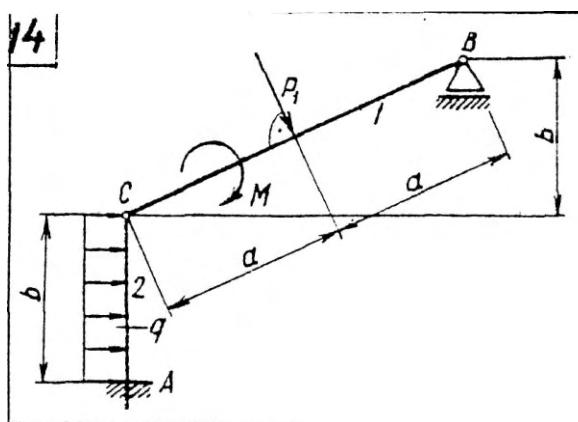
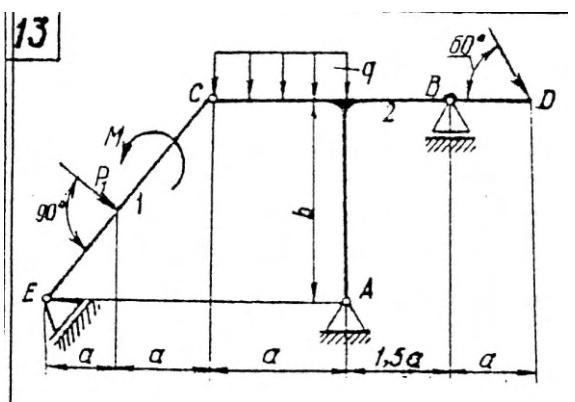
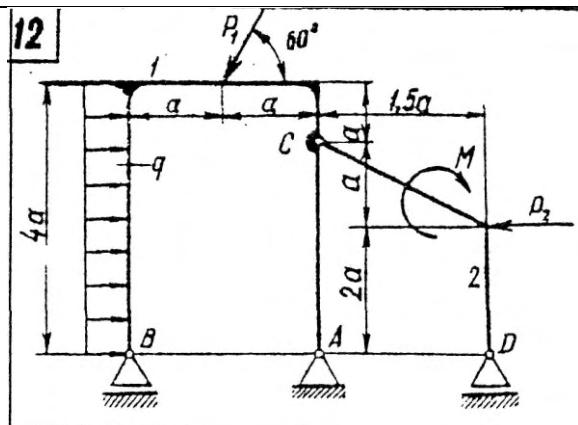
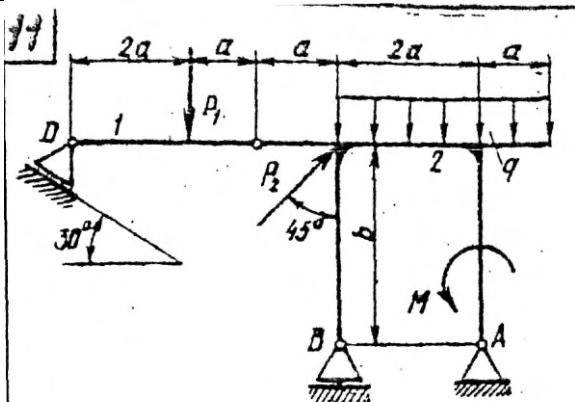
Текстовый материал оформить на стандартных листах писчей бумаги формата А4 (210x2971 сшитых в тетрадь с плотной обложкой из чертежной бумаги. Текстовой документ должен оформляться с соблюдением всех требований ГОСТов ЕСКД. Титульный лист выполнить по прилагаемому образцу.

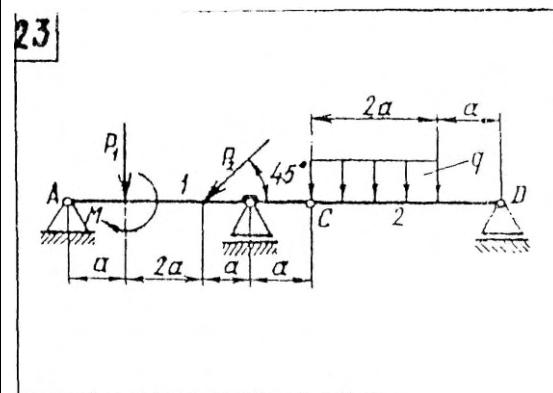
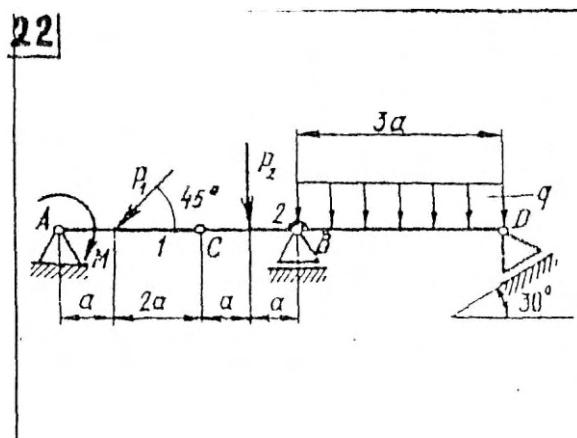
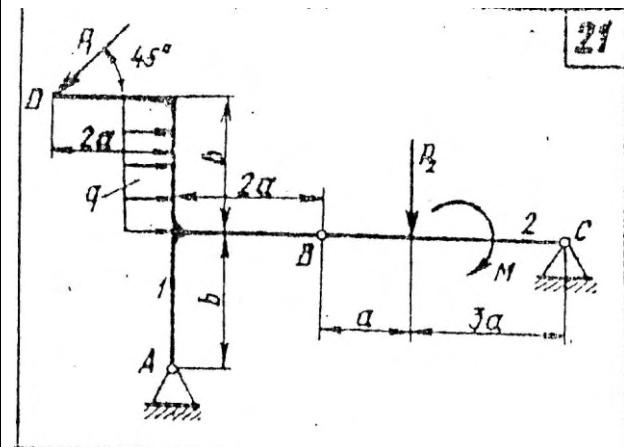
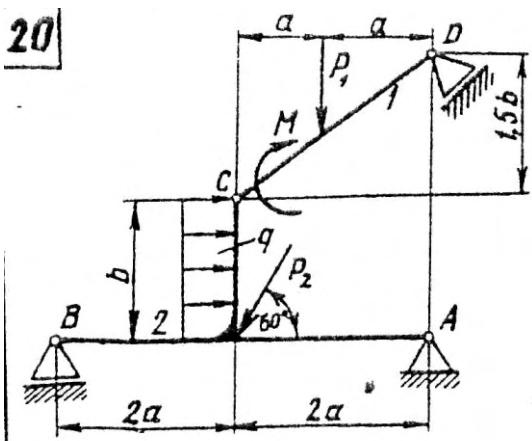
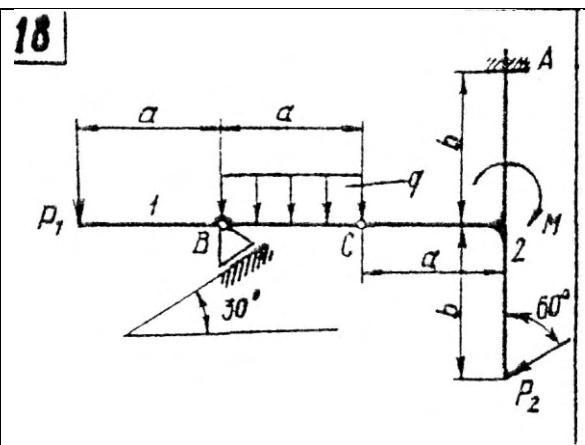
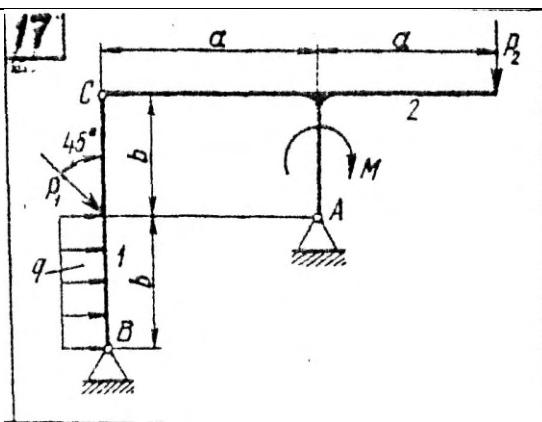
Выполненная работа должна быть защищена у преподавателя в установленный им срок.

Таблица1 - Схемы конструкций.

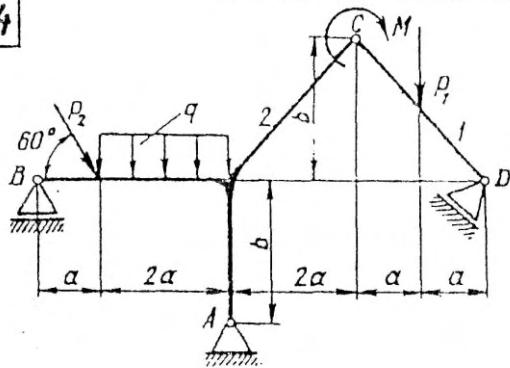
| | |
|--|--|
| | |
| | |



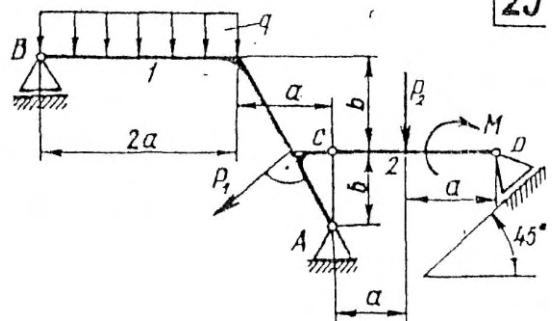




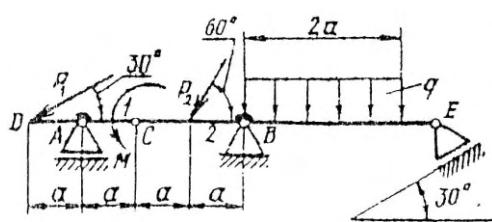
24



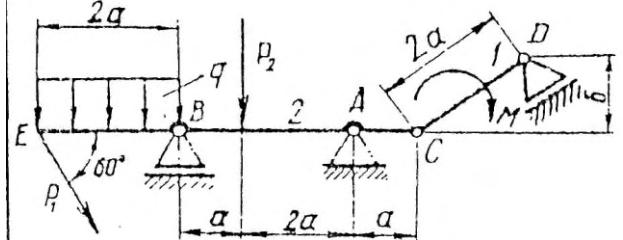
25



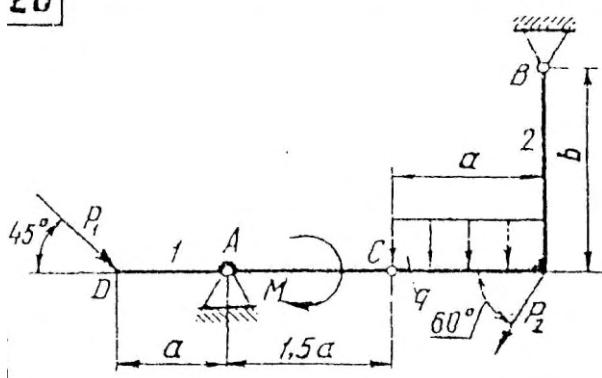
26



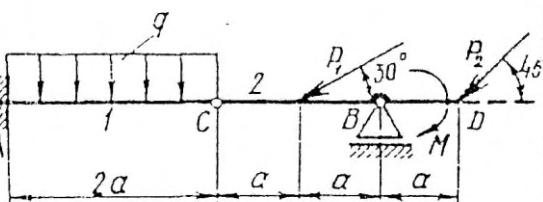
27



28



29



ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

| Величины | вар. | Номер схемы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|-------------|----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 25 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| P_1, kN | 1 | 6 | 5 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 12 | 8 | 14 | 15 | 15 | 7 | 5 | 6 | 8 | 9 | 7 | 6 | 7 | 8 | 5 | 14 | 10 | 11 | 15 | 11 | 12 | 10 | 9 |
| | 2 | 5 | 6 | 5 | 8 | 10 | 15 | 15 | 10 | 10 | 15 | 10 | 10 | 8 | 7 | 8 | 10 | 10 | 8 | 8 | 10 | 7 | 12 | 8 | 10 | 13 | 10 | 10 | 8 | 10 | |
| | 3 | 4 | 8 | 6 | 7 | 8 | 20 | 12 | 8 | 9 | 10 | 12 | 12 | 10 | 8 | 10 | 12 | 8 | 10 | 10 | 10 | 12 | 8 | 10 | 12 | 8 | 9 | 12 | | | |
| | 4 | 5 | 5 | 8 | 9 | 5 | 12 | 10 | 11 | 12 | 12 | 10 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 | 6 | 12 | 8 | 6 | 14 | 10 | 14 | 8 | 12 | 8 | 10 | 12 | 12 | 8 |
| | 5 | 3 | 7 | 7 | 10 | 10 | 16 | 15 | 15 | 10 | 10 | 8 | 13 | 9 | 6 | 12 | 12 | 10 | 7 | 9 | 8 | 18 | 9 | 12 | 12 | 10 | 11 | 14 | 10 | 10 | |
| P_2, kN | 1 | - | 8 | 10 | - | - | 12 | 8 | 6 | - | - | 10 | 8 | 6 | - | 10 | 11 | 15 | 16 | 18 | 16 | 17 | 6 | 10 | 13 | 10 | 15 | 14 | 12 | 9 | 10 |
| | 2 | - | 10 | 8 | - | - | 10 | 10 | 5 | - | - | 8 | 10 | 8 | - | 8 | 10 | 10 | 14 | 16 | 14 | 16 | 10 | 12 | 10 | 8 | 10 | 10 | 8 | 12 | |
| | 3 | - | 6 | 6 | - | - | 15 | 12 | 4 | - | - | 6 | 9 | 8 | - | 6 | 6 | 5 | 18 | 20 | 18 | 14 | 8 | 8 | 10 | 6 | 8 | 15 | 8 | 12 | 8 |
| | 4 | - | 5 | 8 | - | - | 8 | 8 | 5 | - | - | 5 | 7 | 10 | - | 5 | 5 | 6 | 20 | 14 | 12 | 20 | 12 | 14 | 8 | 8 | 15 | 12 | 8 | 6 | 14 |
| | 5 | - | 9 | 9 | - | - | 14 | 10 | 10 | - | - | 7 | 5 | 7 | - | 6 | 8 | 8 | 15 | 18 | 10 | 12 | 13 | 20 | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 | 15 | 10 |
| M, kNm | 1 | 25 | 26 | 33 | 25 | 27 | - | 18 | 20 | 26 | 28 | 29 | 28 | 15 | 30 | 24 | 31 | 26 | 27 | 35 | 32 | 30 | 36 | 36 | 28 | 33 | 18 | 36 | 30 | 35 | 29 |
| | 2 | 20 | 25 | 30 | 20 | 25 | - | 20 | 18 | 25 | 25 | 30 | 30 | 20 | 26 | 20 | 25 | 20 | 25 | 30 | 30 | 28 | 28 | 25 | 30 | 20 | 25 | 25 | 20 | 35 | |
| | 3 | 15 | 20 | 28 | 24 | 30 | - | 15 | 16 | 20 | 21 | 25 | 25 | 18 | 25 | 22 | 20 | 22 | 20 | 20 | 25 | 20 | 20 | 25 | 25 | 30 | 35 | 25 | 30 | | |
| | 4 | 20 | 24 | 25 | 28 | 30 | - | 16 | 15 | 22 | 22 | 20 | 22 | 22 | 22 | 25 | 25 | 25 | 30 | 25 | 25 | 15 | 25 | 25 | 30 | 22 | 22 | 28 | 20 | 25 | |
| | 5 | 30 | 22 | 30 | 20 | 25 | - | 15 | 10 | 20 | 25 | 22 | 20 | 20 | 20 | 26 | 22 | 20 | 20 | 22 | 20 | 20 | 15 | 15 | 20 | 20 | 30 | 30 | 28 | 15 | 30 |
| $q, \frac{kN}{m}$ | 1 | 0.8 | - | 1.1 | 1.3 | -1.0 | 0.9 | 1.4 | 1.0 | 0.9 | 1.4 | 1.0 | 1.5 | 1.1 | 0.9 | 1.5 | 0.8 | 1.1 | 0.8 | 1.4 | 1.2 | 1.5 | 1.2 | 1.3 | 1.0 | 1.4 | 1.5 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | |
| | 2 | 0.5 | - | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 2.0 | 1.4 | 1.1 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.5 | 1.0 | 1.4 | 1.4 | 1.2 | 1.2 |
| | 3 | 0.6 | - | 1.3 | 1.2 | 1.3 | 0.7 | 1.5 | 1.2 | 1.2 | 1.5 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.2 | 1.0 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 1.5 | 1.4 | 1.1 | | |
| | 4 | 0.7 | - | 1.2 | 1.5 | 1.0 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.3 | 1.2 | 1.0 | 1.1 | 1.4 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.0 | 1.4 | 1.4 | 1.0 | 1.3 | 1.4 | 1.2 | 1.0 | 1.0 | | |
| | 5 | 0.9 | - | 1.0 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.3 | 1.1 | 1.4 | 1.2 | 1.4 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.0 | 1.4 | 2.0 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 1.5 | 1.5 | | |
| a, m | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | | |
| | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 5 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | |
| | 4 | 5 | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | |
| | 5 | 3 | 3 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | | |
| b, m | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 5 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 3 | - | |
| | 2 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | - | 1 | 3 | 2 | - | 1 | 2 | - | |
| | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 5 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 2 | - | 2 | 1 | - | 2 | 4 | - | | |
| | 4 | 5 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | - | 4 | 2 | - | 2 | 3 | - | | |
| | 5 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | - | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | - | 3 | 1 | - | 1 | 3 | - | | |

Модуль2. Кинематика

1.2. Контрольная работа на тему «Кинематический расчет механизмов».

4.2.1 Указания к выполнению работы

Кинематический расчет

Исходные данные для расчета приведены в таблице1.

Вычертить механизм в заданном положении, определяем углом ϕ , указанным в таблице исходных данных к заданию, с соблюдением масштаба.

Определить скорость точки В звена 1(кривошипа).

Определить направление вектора скорости точки, соединяющей звено 2 и звено 3 (точки С).

Определить положение мгновенного центра скоростей (М.Ц.С.) для звена 2 (шатуна) в заданном положении механизма.

Определить угловую скорость звена 2 (шатуна), зная скорость точки В.

Определить величину скорости точки С, принадлежащей звену 2 и звену 3 одновременно.

Определить, если звено 3 совершает вращательное движение, угловую скорость звена 3.

Определить скорости всех точек звеньев механизма, включая скорости точек центров масс звеньев.

Составить таблицу, в которую занести числовые значения линейных скоростей соответствующих точек и угловых скоростей всех звеньев.

На листе написать рядом с планом механизма все уравнения, составляемые для определения скоростей точек, помеченных в задании прописными буквами, и звеньев механизма.

Примечание. Центры тяжести звеньев условно принять в центрах тяжести фигур, их изображающих на схеме механизма.

4.22 Оформление работы и порядок защиты

Работу оформить на листе чертежной бумаги формата А3 (594x420) в карандаше с соблюдением всех требований ГОСТов ЕСКД.

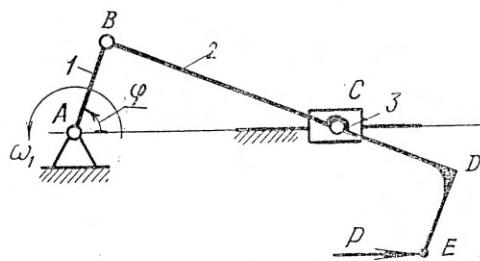
Выполненная работа должна быть защищена у преподавателя в установленный им срок. При отставании от утвержденного графика задание может быть увеличено, а при значительном отставании – полностью заменено новым.

Таблица1- Схемы механизмов

| 1 Механизм сеноорошилки | | | | | | | | | | | | | 2 Кривошипно - кулисный механизм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|-------|-------|-------|----------------------------------|----------|----------|-----|----------------|----------|----------|----------|----------------------------|----------|-----|-----------|------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-----|
| Видимый | l_{AB} | l_{BC} | l_{CK} | l_{DC} | l_{KE} | l_{AN} | l_{DN} | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{S1} | J_{S2} | J_{S3} | P | Видимый | l_{AB} | l_{BC} | l_{BK} | l_{AD} | l_{CE} | l | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{S1} | J_{S2} | J_{S3} | P |
| | $\times 10^{-3} \text{ м}$ | | | | | | | | | | | | град s^{-1} | | кг | | кгм^2 | | Н | | $\times 10^{-3} \text{ м}$ | | | | | | | | | | | |
| 1 | 80 | 150 | 300 | 240 | 150 | 300 | 100 | 30 | 10 | 12,8 | 7,5 | 2,8 | 0,32 | 0,16 | 0,06 | 200 | 1 | 80 | 150 | 400 | 300 | 75 | - | 30 | 15 | 12,5 | 20,2 | 0,13 | 0,4 | - | 180 | |
| 2 | 65 | 120 | 250 | 190 | 100 | 240 | 8,0 | 120 | 15 | 10,2 | 5,3 | 2,3 | 0,26 | 0,13 | 0,05 | 180 | 2 | 65 | 120 | 320 | 240 | 90 | - | 120 | 10 | 8,8 | 14,2 | 0,09 | 0,3 | - | 200 | |
| 3 | 72 | 135 | 280 | 215 | 120 | 270 | 90 | 150 | 12 | 11,5 | 6,0 | 2,5 | 0,28 | 0,14 | 0,05 | 220 | 3 | 72 | 135 | 360 | 270 | 100 | - | 60 | 12 | 10,2 | 16,2 | 0,1 | 0,1 | 0,35 | - | 160 |
| 4 | 90 | 165 | 340 | 265 | 180 | 330 | 110 | 210 | 14 | 14,0 | 9,0 | 3,5 | 0,35 | 0,18 | 0,07 | 150 | 4 | 88 | 165 | 440 | 330 | 120 | - | 160 | 16 | 15,4 | 24,4 | 0,15 | 0,5 | - | 140 | |
| 5 | 95 | 180 | 360 | 290 | 200 | 360 | 120 | 300 | 20 | 15,5 | 10,5 | 4,0 | 0,4 | 0,2 | 0,08 | 210 | 5 | 96 | 180 | 480 | 350 | 140 | - | 210 | 14 | 17,8 | 28,6 | 0,18 | 0,55 | - | 170 | |

3

*Крибошипно-ползунный
механизм*

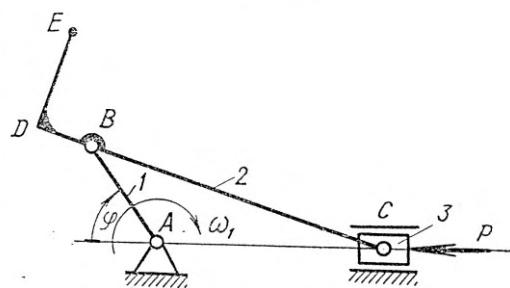


$$\angle CDE = 90^\circ$$

| Вариант | l_{AB} | l_{BC} | l_{BD} | l_{DE} | ℓ | ℓ | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{S1} | J_{S2} | J_{S3} | P |
|---------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|-----------|------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-----|
| | M | - | - | - | град. | с⁻¹ | KZ | - | - | - | - | - | - | - | Н |
| 1 | 0,10 | 0,30 | 0,45 | 0,1 | - | - | 60 | 30 | 20,5 | 9,2 | 4,5 | 0,32 | 0,27 | - | 520 |
| 2 | 0,08 | 0,24 | 0,36 | 0,15 | - | - | 120 | 35 | 14,2 | 6,45 | 4,0 | 0,22 | 0,19 | - | 480 |
| 3 | 0,09 | 0,27 | 0,4 | 0,14 | - | - | 150 | 25 | 16,2 | 7,35 | 3,5 | 0,25 | 0,22 | - | 450 |
| 4 | 0,11 | 0,33 | 0,5 | 0,12 | - | - | 210 | 40 | 24,4 | 11,0 | 5,0 | 0,38 | 0,33 | - | 500 |
| 5 | 0,12 | 0,36 | 0,54 | 0,1 | - | - | 240 | 34 | 28,5 | 12,8 | 5,5 | 0,45 | 0,38 | - | 550 |

4

*Крибошипно-ползунный
механизм*

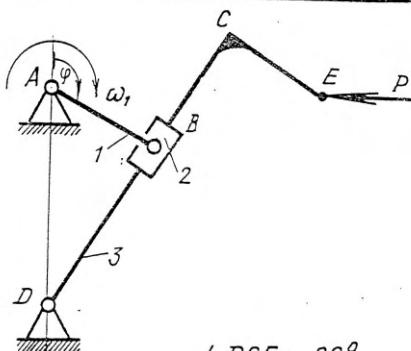


$$\angle EDC = 90^\circ$$

| Вариант | l_{AB} | l_{BC} | l_{DC} | l_{DE} | ℓ | ℓ | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{S1} | J_{S2} | J_{S3} | P |
|---------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|-----------|------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-----|
| | M | - | - | - | град. | с⁻¹ | KZ | - | - | - | - | - | - | - | Н |
| 1 | 0,08 | 0,30 | 0,40 | 0,1 | - | - | 30 | 120 | 12,8 | 5,5 | 3,5 | 0,13 | 0,14 | - | 300 |
| 2 | 0,065 | 0,24 | 0,32 | 0,12 | - | - | 120 | 100 | 8,8 | 3,8 | 3,0 | 0,09 | 0,10 | - | 350 |
| 3 | 0,072 | 0,27 | 0,36 | 0,15 | - | - | 150 | 80 | 10,2 | 4,4 | 2,7 | 0,10 | 0,12 | - | 400 |
| 4 | 0,088 | 0,33 | 0,44 | 0,12 | - | - | 300 | 150 | 15,4 | 6,0 | 3,8 | 0,15 | 0,16 | - | 320 |
| 5 | 0,096 | 0,36 | 0,48 | 0,20 | - | - | 60 | 110 | 17,8 | 7,7 | 4,0 | 0,18 | 0,2 | - | 380 |

5

*Крибошипно-кулисный
механизм*

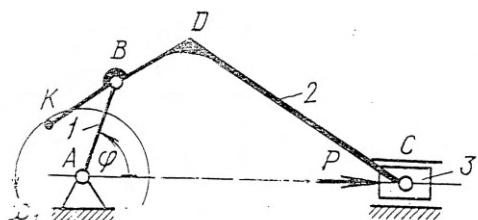


$$\angle DCE = 90^\circ$$

| Вариант | l_{AB} | l_{AD} | l_{DC} | l_{CE} | ℓ | ℓ | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{S1} | J_{S2} | J_{S3} | P |
|---------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|-----------|------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-----|
| | M | - | град. | с⁻¹ | - | - | KZ | - | - | - | - | - | - | - | Н |
| 1 | 0,10 | 0,35 | 0,50 | 0,10 | - | - | 60 | 8 | 20 | - | 35 | 0,32 | - | 3,5 | 400 |
| 2 | 0,08 | 0,28 | 0,40 | 0,12 | - | - | 90 | 10 | 14 | - | 24,5 | 0,23 | - | 2,4 | 350 |
| 3 | 0,09 | 0,315 | 0,45 | 0,14 | - | - | 210 | 12 | 16 | - | 28 | 0,25 | - | 2,8 | 450 |
| 4 | 0,11 | 0,385 | 0,55 | 0,08 | - | - | 240 | 7 | 24 | - | 42 | 0,38 | - | 4,2 | 380 |
| 5 | 0,12 | 0,42 | 0,60 | 0,15 | - | - | 30 | 9 | 28 | - | 49 | 0,45 | - | 4,9 | 420 |

6

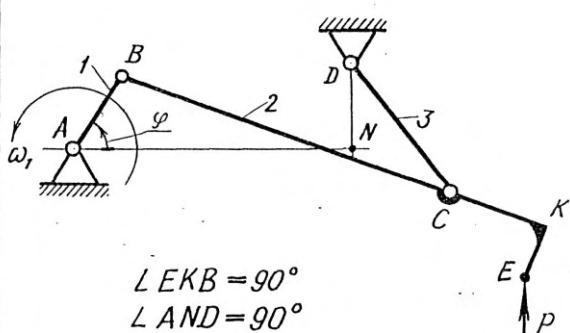
*Крибошипно-ползунный
механизм*



| Вариант | l_{AB} | l_{BC} | l_{BD} | l_{DC} | l_{BK} | ℓ | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{S1} | J_{S2} | J_{S3} | P |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-----------|------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-----|
| | M | - | град. | с⁻¹ | - | - | KZ | - | - | - | - | - | - | - | Н |
| 1 | 0,09 | 0,25 | 0,07 | 0,225 | 0,07 | - | 30 | 200 | 15,5 | 6,5 | 4,0 | 0,2 | 0,22 | - | 520 |
| 2 | 0,072 | 0,2 | 0,056 | 0,18 | 0,06 | - | 60 | 180 | 10,8 | 4,55 | 3,0 | 0,14 | 0,15 | - | 460 |
| 3 | 0,08 | 0,225 | 0,063 | 0,215 | 0,065 | - | 150 | 160 | 12,4 | 5,2 | 3,5 | 0,16 | 0,17 | - | 480 |
| 4 | 0,1 | 0,275 | 0,078 | 0,25 | 0,08 | - | 210 | 170 | 18,5 | 7,8 | 4,5 | 0,24 | 0,25 | - | 500 |
| 5 | 0,108 | 0,3 | 0,084 | 0,27 | 0,085 | - | 240 | 190 | 21,5 | 9,2 | 5,0 | 0,28 | 0,3 | - | 450 |

7

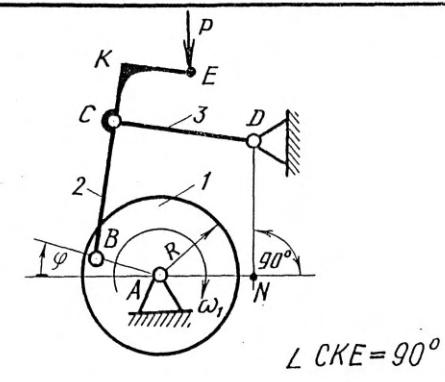
Кривошильно-коромысловый механизм



| Вариант | l_{AB} | l_{BC} | l_{BK} | l_{KE} | l_{DC} | l_{AN} | l_{DN} | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{s1} | J_{s2} | J_{s3} | P |
|---------|----------------------------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-----|
| | $\times 10^{-3} \text{ м}$ | град | с^{-1} | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | 350 | 500 | 100 | 220 | 300 | 150 | 30 | 15 | 18,5 | 8 | 2,5 | 0,03 | 0,28 | 0,05 | 100 |
| 2 | 80 | 280 | 400 | 120 | 175 | 240 | 120 | 90 | 20 | 13 | 5,6 | 17,5 | 0,02 | 0,2 | 0,03 | 150 |
| 3 | 90 | 315 | 450 | 150 | 200 | 270 | 135 | 150 | 18 | 14,7 | 6,4 | 2,0 | 0,02 | 0,23 | 0,04 | 120 |
| 4 | 110 | 385 | 550 | 180 | 242 | 330 | 165 | 210 | 22 | 22,2 | 9,6 | 3,0 | 0,04 | 0,34 | 0,06 | 140 |
| 5 | 120 | 420 | 600 | 200 | 264 | 360 | 180 | 300 | 25 | 26 | 11,2 | 3,5 | 0,04 | 0,39 | 0,07 | 160 |

8

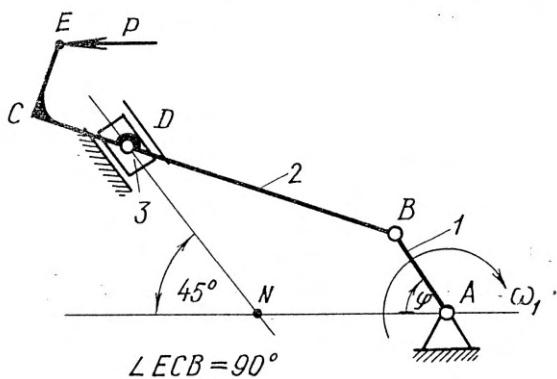
Механизм грейфера киноаппарата



| Вариант | l_{AB} | l_{BC} | l_{BK} | l_{KE} | l_{DC} | l_{AN} | l_{DN} | R | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{s1} | J_{s2} | J_{s3} | P |
|---------|----------------------------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|-----|-----------|------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-----|
| | $\times 10^{-3} \text{ м}$ | град | с^{-1} | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 30 | 110 | 135 | 20 | 60 | 40 | 105 | 35 | 60 | 145 | 1,2 | 0,8 | 0,7 | 3 | 2 | 80 | |
| 2 | 24 | 90 | 110 | 30 | 48 | 32 | 84 | 30 | 90 | 130 | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 2 | 1 | 60 | |
| 3 | 27 | 100 | 125 | 40 | 54 | 36 | 95 | 32 | 150 | 120 | 1,0 | 0,7 | 0,6 | 3 | 2 | 50 | |
| 4 | 30 | 120 | 150 | 50 | 66 | 44 | 115 | 40 | 210 | 135 | 1,5 | 1,0 | 0,9 | 3 | 2 | 70 | |
| 5 | 36 | 132 | 160 | 45 | 72 | 48 | 125 | 45 | 240 | 140 | 1,7 | 1,1 | 1,0 | 4 | 3 | 40 | |

9

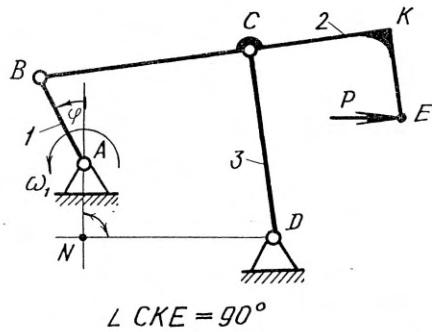
Кривошильно - ползунный механизм



| Вариант | l_{AB} | l_{BD} | l_{BC} | l_{CE} | l_{AN} | l | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{s1} | J_{s2} | J_{s3} | P |
|---------|----------------------------|----------|-----------------|----------|----------|-----|-----------|------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-----|
| | $\times 10^{-3} \text{ м}$ | град | с^{-1} | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 75 | 250 | 325 | 70 | 150 | — | 60 | 150 | 11,2 | 4,5 | 2,0 | 0,03 | 0,07 | — | 400 |
| 2 | 60 | 200 | 260 | 60 | 120 | — | 90 | 160 | 8,0 | 3,5 | 1,4 | 0,02 | 0,05 | — | 320 |
| 3 | 70 | 230 | 290 | 80 | 135 | — | 150 | 170 | 9,0 | 3,6 | 1,6 | 0,03 | 0,06 | — | 360 |
| 4 | 82 | 280 | 360 | 100 | 165 | — | 240 | 140 | 13,4 | 5,4 | 2,2 | 0,04 | 0,08 | — | 420 |
| 5 | 85 | 300 | 390 | 120 | 180 | — | 270 | 120 | 15,7 | 6,3 | 2,4 | 0,05 | 0,1 | — | 450 |

10

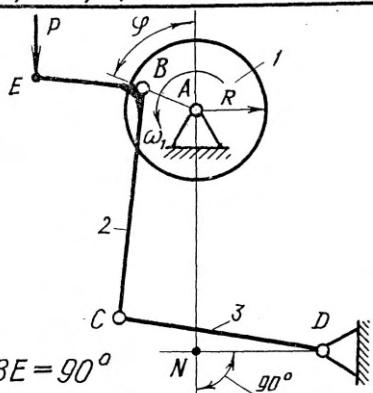
Кривошильно - коромысловый механизм



| Вариант | l_{AB} | l_{BC} | l_{CD} | l_{BK} | l_{AN} | l_{DN} | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{s1} | J_{s2} | J_{s3} | P | |
|---------|----------------------------|----------|-----------------|----------|----------|----------|-----------|------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|------|-----|
| | $\times 10^{-3} \text{ м}$ | град | с^{-1} | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 60 | 120 | 120 | 210 | 80 | 60 | 105 | 30 | 10 | 7,2 | 3,2 | 2,8 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 90 |
| 2 | 48 | 96 | 96 | 170 | 65 | 48 | 84 | 90 | 8 | 5,0 | 2,2 | 2,0 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 80 |
| 3 | 54 | 108 | 108 | 190 | 75 | 54 | 95 | 120 | 9 | 5,8 | 2,5 | 2,2 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 70 |
| 4 | 66 | 132 | 132 | 230 | 90 | 66 | 115 | 150 | 12 | 8,6 | 3,8 | 3,4 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 100 |
| 5 | 72 | 144 | 144 | 250 | 95 | 72 | 125 | 210 | 14 | 10,2 | 4,5 | 3,0 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 120 |

11

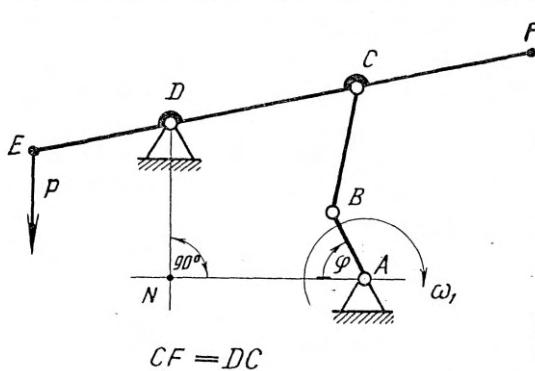
Механизм грейфера киноаппарата



| Вариант | R | l_{AB} | l_{BC} | l_{CD} | l_{BE} | l_{AN} | l_{DN} | φ | ω_i | m_1 | m_2 | m_3 | J_{s1} | J_{s2} | J_{s3} | P |
|---------|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------------|-------|-------|-------|--------------------------------|----------|----------|-----|
| | $\times 10^{-3} \text{ м}$ | | | | | | | град | с^{-1} | | | | $\times 10^{-3} \text{ кгм}^2$ | | Н | |
| 1 | 35 | 30 | 110 | 75 | 35 | 100 | 40 | 30 | 72 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 2 | 1 | 20 | |
| 2 | 38 | 33 | 120 | 82 | 30 | 110 | 44 | 60 | 75 | 1,2 | 0,85 | 0,6 | 3 | 1 | 15 | |
| 3 | 42 | 36 | 130 | 90 | 40 | 120 | 48 | 120 | 70 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 3 | 2 | 10 | |
| 4 | 28 | 24 | 90 | 60 | 45 | 80 | 32 | 150 | 72 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 2 | 1 | 15 | |
| 5 | 32 | 27 | 100 | 68 | 40 | 90 | 36 | 210 | 75 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 2 | 1 | 20 | |

12

Механизм - качалка

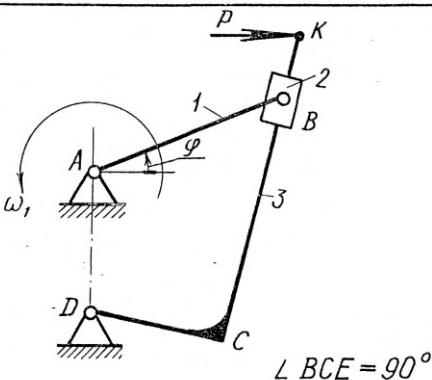


$$CF = DC$$

| Вариант | l_{AB} | l_{BC} | l_{CD} | l_{DE} | l_{DN} | l_{AN} | φ | ω_i | m_1 | m_2 | m_3 | J_{s1} | J_{s2} | J_{s3} | P |
|---------|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------------|-------|-------|-------|--------------------------------|----------|----------|-----|
| | $\times 10^{-3} \text{ м}$ | | | | | | град | с^{-1} | | | | $\times 10^{-3} \text{ кгм}^2$ | | Н | |
| 1 | 1,2 | 4,0 | 3,5 | 4,5 | 4,8 | 35 | 120 | 12 | 120 | 250 | 620 | 17 | 400 | 3200 | 800 |
| 2 | 0,95 | 3,2 | 2,8 | 3,6 | 3,84 | 2,8 | 150 | 10 | 84 | 175 | 440 | 12 | 280 | 2240 | 700 |
| 3 | 1,08 | 3,6 | 3,15 | 4,05 | 4,32 | 3,15 | 210 | 11 | 96 | 200 | 500 | 14 | 320 | 2560 | 750 |
| 4 | 1,32 | 4,4 | 3,85 | 4,95 | 5,28 | 3,85 | 240 | 12 | 145 | 300 | 750 | 20 | 480 | 3840 | 800 |
| 5 | 1,44 | 4,8 | 4,2 | 5,4 | 5,75 | 4,2 | 300 | 14 | 170 | 350 | 1000 | 24 | 560 | 4480 | 900 |

13

Кривошипно-кулисный механизм

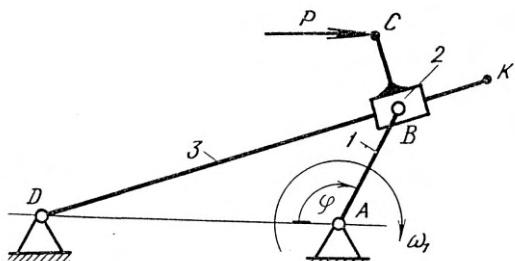


$$\angle BCE = 90^\circ$$

| Вариант | l_{AB} | l_{AD} | l_{DC} | l_{CA} | l | l | φ | ω_i | m_1 | m_2 | m_3 | J_{s1} | J_{s2} | J_{s3} | P |
|---------|----------------------------|----------|----------|----------|-----|-----|-----------|-----------------|-------|-------|-------|--------------------------------|----------|----------|-----|
| | $\times 10^{-3} \text{ м}$ | | | | | | град | с^{-1} | | | | $\times 10^{-3} \text{ кгм}^2$ | | Н | |
| 1 | 140 | 240 | 60 | 440 | - | - | 30 | 100 | 37,5 | - | 25,0 | 1,2 | - | 0,62 | 700 |
| 2 | 112 | 192 | 48 | 350 | - | - | 60 | 80 | 26,2 | - | 17,5 | 0,8 | - | 0,44 | 600 |
| 3 | 126 | 216 | 54 | 400 | - | - | 150 | 90 | 30 | - | 20,0 | 1,0 | - | 0,5 | 650 |
| 4 | 154 | 264 | 66 | 500 | - | - | 210 | 70 | 43,5 | - | 30,0 | 1,4 | - | 0,75 | 750 |
| 5 | 168 | 288 | 72 | 530 | - | - | 240 | 100 | 52,5 | - | 35,0 | 1,8 | - | 0,88 | 600 |

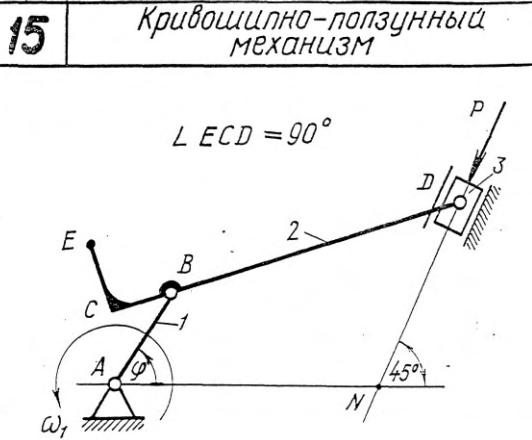
14

Кривошипно-кулисный механизм

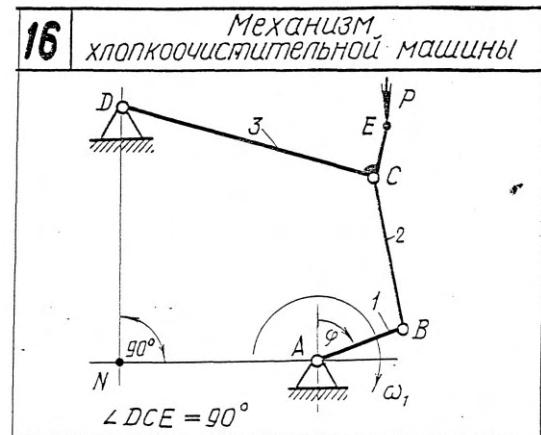


$$\angle KBC = 90^\circ$$

| Вариант | l_{AB} | l_{AD} | l_{DC} | l_{BC} | l | l | φ | ω_i | m_1 | m_2 | m_3 | J_{s1} | J_{s2} | J_{s3} | P |
|---------|----------------------------|----------|----------|----------|-----|-----|-----------|-----------------|-------|-------|-------|--------------------------------|----------|----------|-----|
| | $\times 10^{-3} \text{ м}$ | | | | | | град | с^{-1} | | | | $\times 10^{-3} \text{ кгм}^2$ | | Н | |
| 1 | 75 | 125 | 210 | 40 | - | - | 90 | 10 | 11,0 | - | 8,5 | 0,03 | - | 0,03 | 120 |
| 2 | 60 | 100 | 170 | 30 | - | - | 120 | 8 | 8,0 | - | 6,5 | 0,02 | - | 0,02 | 100 |
| 3 | 68 | 112 | 190 | 35 | - | - | 150 | 6 | 9,0 | - | 7,0 | 0,02 | - | 0,03 | 110 |
| 4 | 82 | 138 | 230 | 45 | - | - | 210 | 9 | 13,5 | - | 10,5 | 0,03 | - | 0,04 | 140 |
| 5 | 90 | 150 | 250 | 50 | - | - | 240 | 10 | 16,0 | - | 12,0 | 0,04 | - | 0,05 | 150 |



| Номер | I_{AB} | I_{BD} | I_{CD} | I_{CE} | I_{AH} | I | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{S1} | J_{S2} | J_{S3} | P |
|-------|--------------------|----------|----------|----------|----------|-----|-----------|---------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-----|
| | $\times 10^{-3} M$ | | | | | | | град C^{-1} | | | | | | | |
| 1 | 80 | 300 | 360 | 75 | 200 | - | 30 | 140 | 128 | 6,0 | 4,0 | 0,13 | 0,12 | - | 800 |
| 2 | 65 | 240 | 300 | 70 | 160 | - | 90 | 120 | 8,8 | 4,5 | 3,0 | 0,09 | 0,08 | - | 700 |
| 3 | 72 | 270 | 330 | 80 | 180 | - | 120 | 130 | 10,0 | 5,0 | 3,5 | 0,10 | 0,1 | - | 750 |
| 4 | 88 | 330 | 400 | 90 | 220 | - | 150 | 150 | 15,0 | 7,5 | 4,5 | 0,15 | 0,15 | - | 600 |
| 5 | 96 | 360 | 440 | 100 | 240 | - | 145 | 145 | 18,0 | 8,0 | 5,0 | 0,18 | 0,18 | - | 720 |



| Biquaternion | t_{AB} | t_{BC} | t_{DC} | t_{CE} | t_{AN} | t_{DN} | φ | ω_1 | m_1 | m_2 | m_3 | J_{S1} | J_{S2} | J_{S3} | P |
|--------------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|-------|---------|-------|----------|----------|----------|-----|
| | M | град | | | C^{-1} | | | | $K2$ | $K2M^2$ | | | H | | |
| 1 | 0,075 | 0,25 | 0,24 | 0,06 | 0,2 | 0,3 | 30 | 30 | 11,2 | 2,5 | 9,0 | 0,032 | 0,015 | 0,32 | 70 |
| 2 | 0,060 | 0,2 | 0,19 | 0,05 | 0,16 | 0,24 | 90 | 35 | 8,0 | 1,75 | 6,3 | 0,022 | 0,011 | 0,22 | 80 |
| 3 | 0,07 | 0,23 | 0,22 | 0,07 | 0,18 | 0,27 | 120 | 25 | 9,0 | 2,0 | 7,2 | 0,025 | 0,013 | 0,26 | 60 |
| 4 | 0,081 | 0,28 | 0,27 | 0,065 | 0,22 | 0,33 | 210 | 32 | 13,4 | 3,0 | 10,5 | 0,038 | 0,018 | 0,04 | 50 |
| 5 | 0,085 | 0,3 | 0,29 | 0,08 | 0,24 | 0,36 | 240 | 36 | 15,7 | 3,5 | 12,5 | 0,045 | 0,022 | 0,45 | 45 |

Пример расчета работы.

Определить угловую скорость шатуна AB и скорость точки B кривошипно-шатунного механизма в указанном на рисунке 36 положении, если у точки A скорость $V_A = 3 \text{ м/с}$. Длина шатуна $AB = 1\text{м}$.

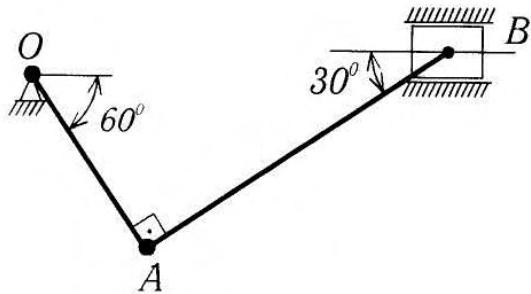


Рисунок 1 – Схема механизма

Решение задачи

Точка A принадлежит кривошипу OA и вращается вокруг O . Следовательно, $\vec{V}_A \perp OA$ и направлена в сторону вращения. В данной задаче \vec{V}_A совпадает со стержнем AB , так как по условию $OA \perp AB$. Поскольку ползун перемещается в направляющих, то линия действия \vec{V}_B есть горизонталь.

Зная скорость точки A по модулю и направлению и линию действия (л.д.) скорости точки B , строим мгновенный центр скоростей для звена AB . Это точка P_{AB} , лежащая на пересечении перпендикуляров к \vec{V}_A и л.д. \vec{V}_B .

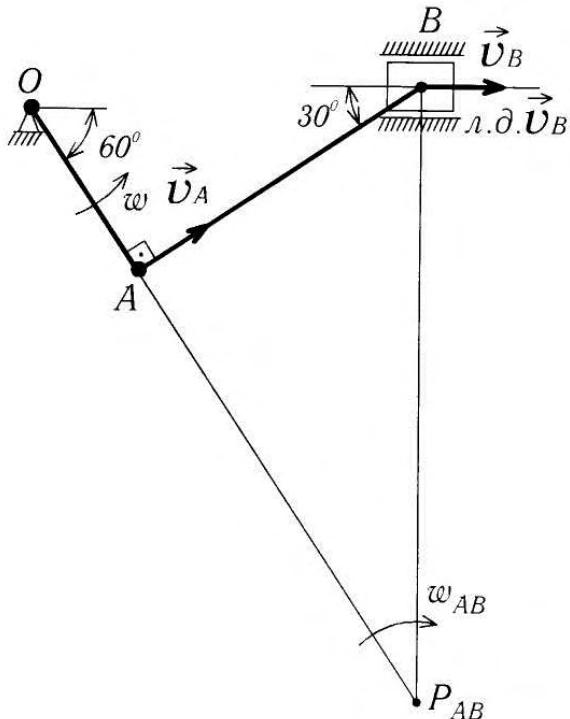
По направлению вектора \vec{V}_A определим направление поворота стержня AB вокруг М.Ц.С. P_{AB} (совпадает с направлением вращения часовой стрелки). Вектор \vec{V}_B будет направлен в сторону поворота стержня AB .

Из рисунка-1 видно, что

$$BP_{AB} = \frac{AB}{\cos 60^\circ}; \quad AP_{AB} = BP_{AB} \cos 30^\circ = \frac{AB \cos 30^\circ}{\cos 60^\circ}.$$

Составив пропорцию

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{AP_{AB}}{BP_{AB}},$$



найдем

$$V_B : V_B = \frac{V_A BP}{AP} = \frac{3 \cdot 1 \cos 60^\circ}{\cos 60^\circ \cdot 3 \cos 30^\circ} = 1,15 \text{ м/с.}$$

Угловая скорость стержня AB определится из выражения

$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{AP_{AB}} = \frac{V_A \cos 60^\circ}{AB \cos 30^\circ} = \frac{3 \cdot \frac{1}{2}}{1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 1,73 \text{ рад/с.}$$

Ответ: $\omega_{AB} = 1,73 \text{ рад/с.}$

Модуль3. Динамика

1.3. Контрольная работа на тему «Теорема об изменении кинетической энергии».

4.3.1 Общие указания к выполнению работы

Исходные данные для расчета приведены в таблице1.

Номер схемы и номер варианта указываются преподавателем.

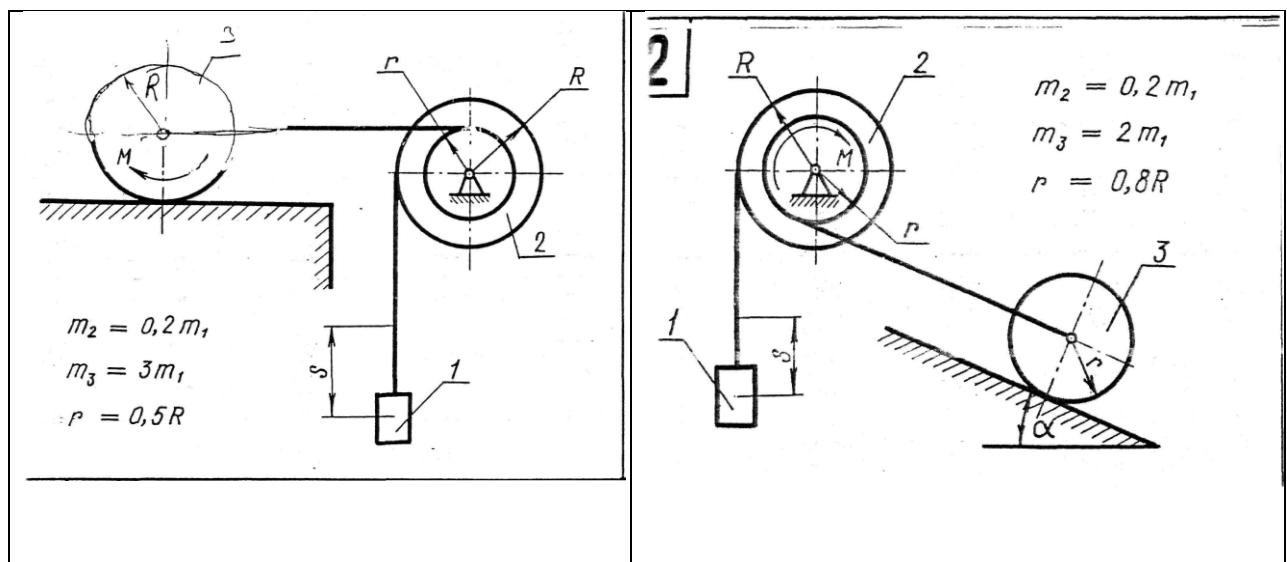
4.3.2 Порядок проведения задания

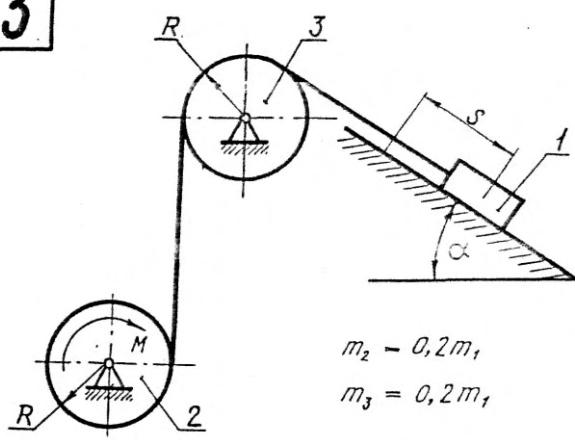
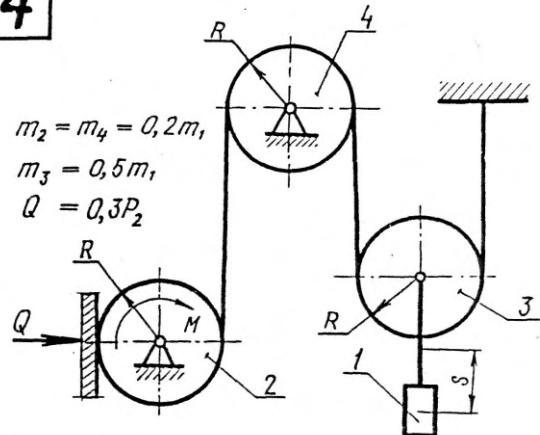
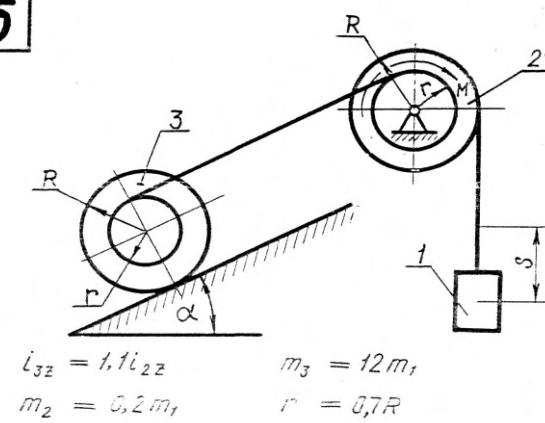
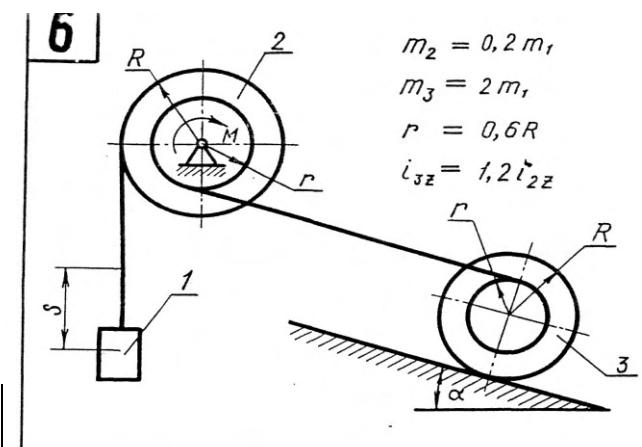
. Определить скорость и ускорение груза.

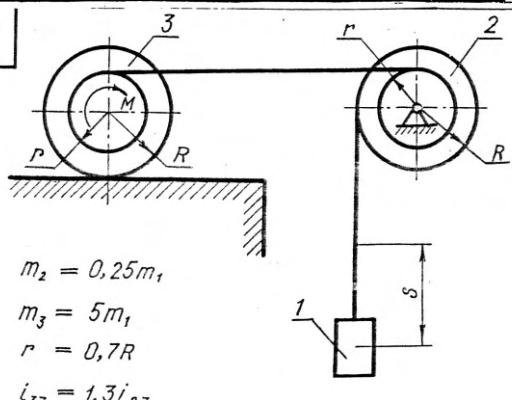
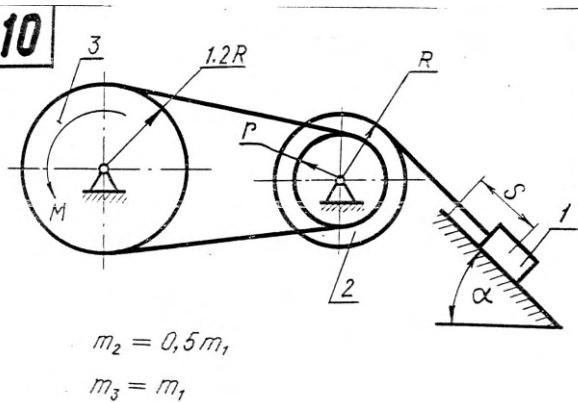
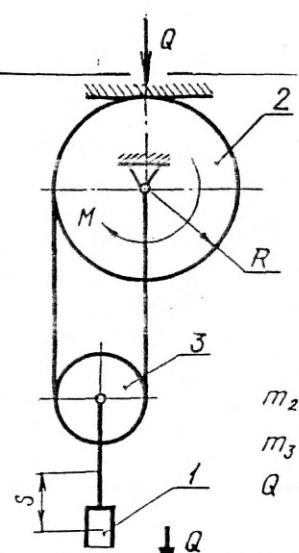
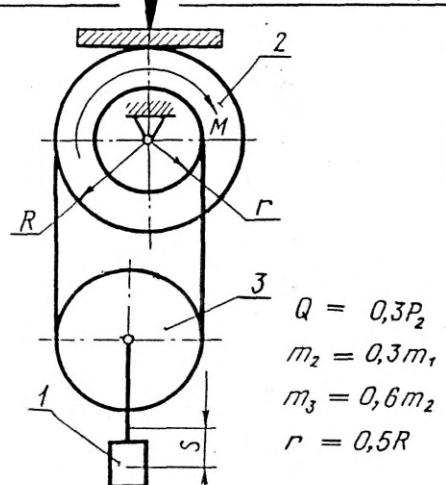
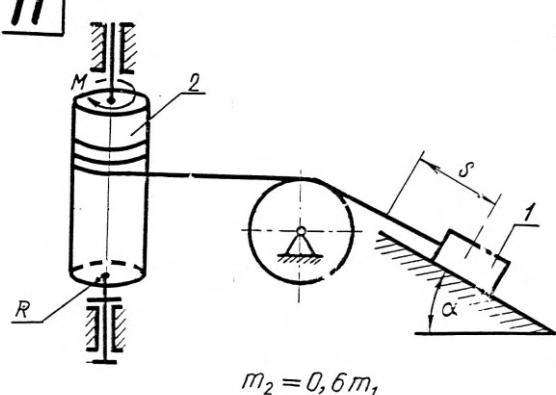
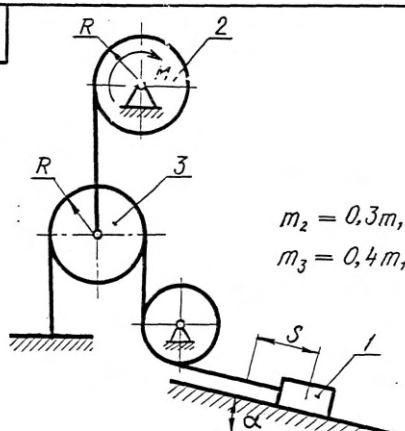
4.3.3 Оформление работы и порядок защиты

Текстовый материал оформить на стандартных листах писчей бумаги формата А4 (210x2971 см)шитых в тетрадь с плотной обложкой из чертежной бумаги. Текстовой документ должен оформляться с соблюдением всех требований ГОСТов ЕСКД. Титульный лист выполнить по прилагаемому образцу. Выполненная работа должна быть защищена у преподавателя в установленный им срок

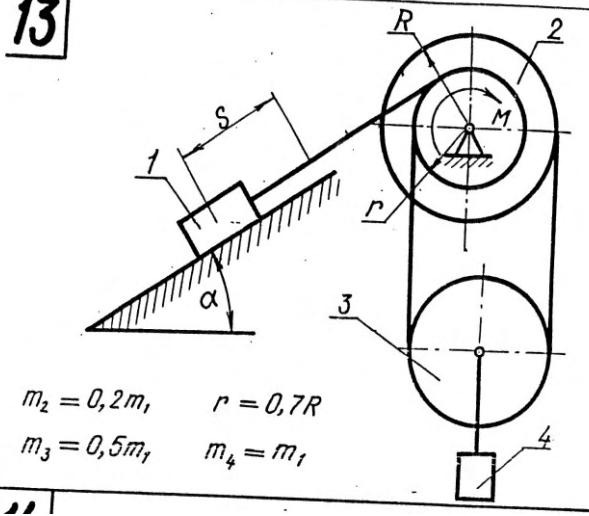
Таблица1 – Схемы механизмов



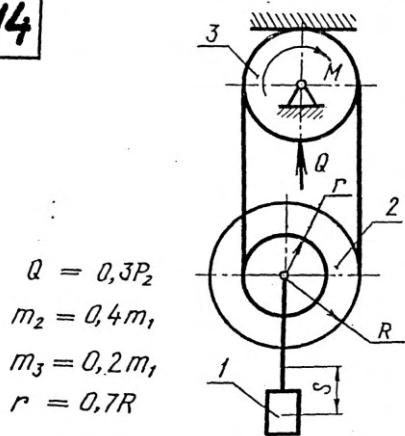
3**4****5****6**

7**10****8****9****11****12**

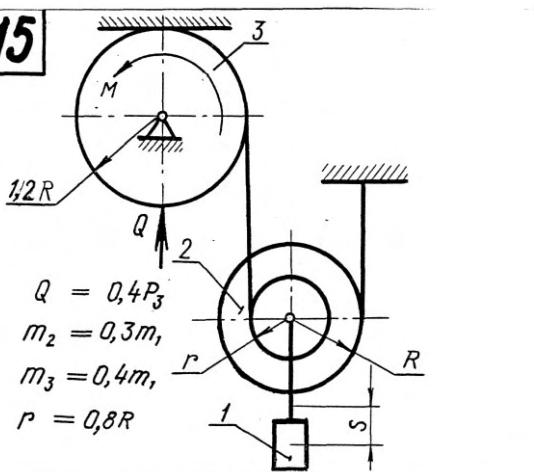
13



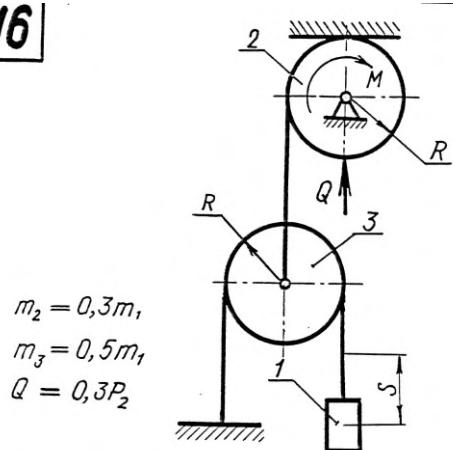
14



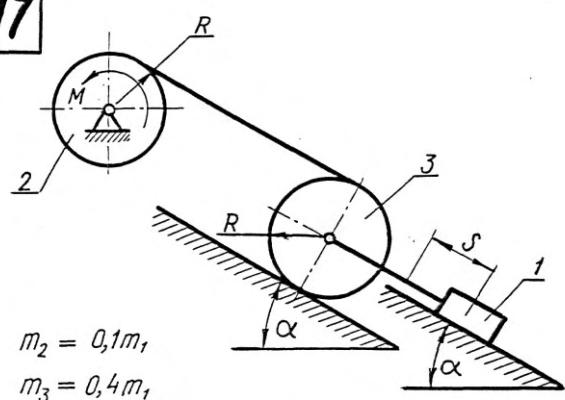
15



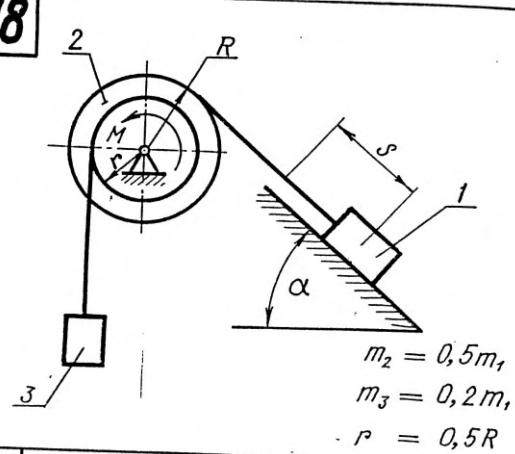
16

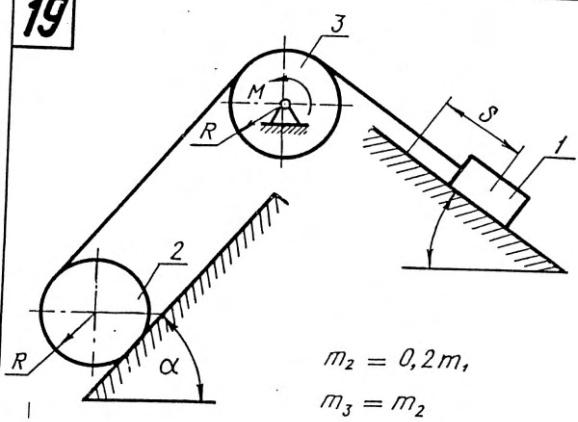
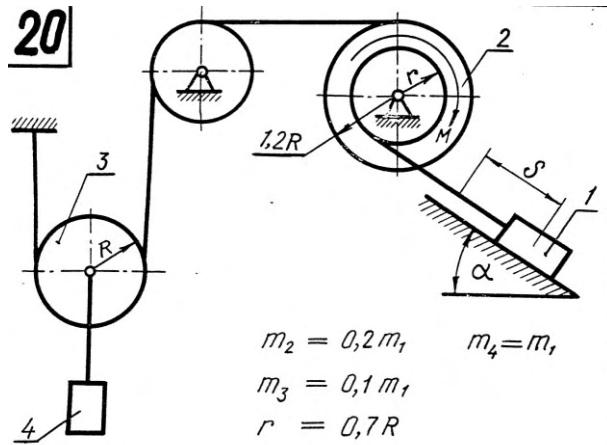
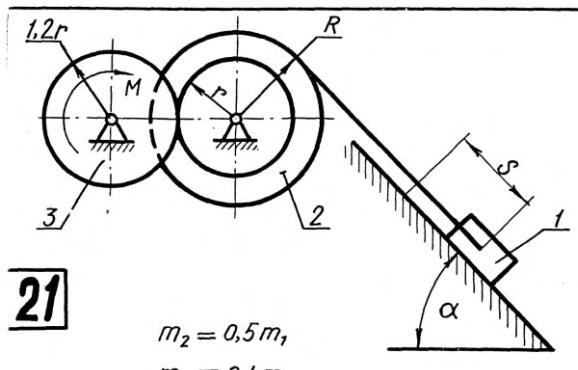
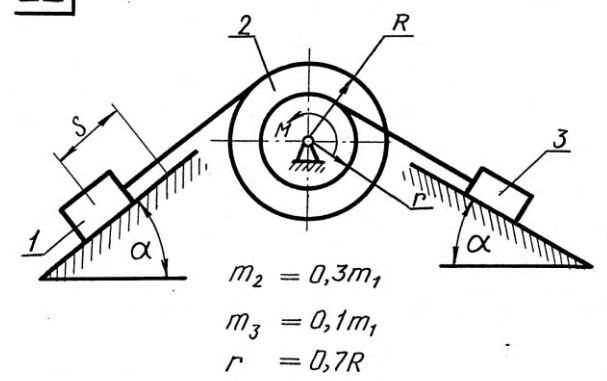
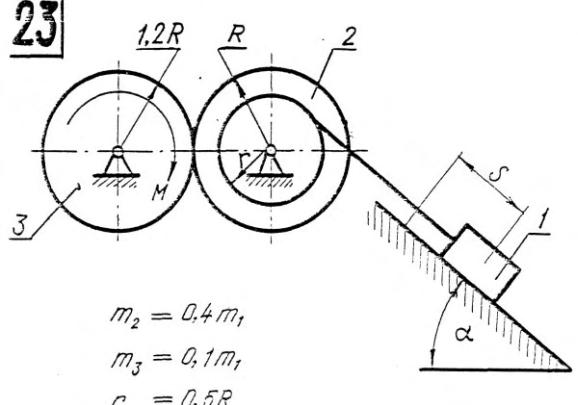
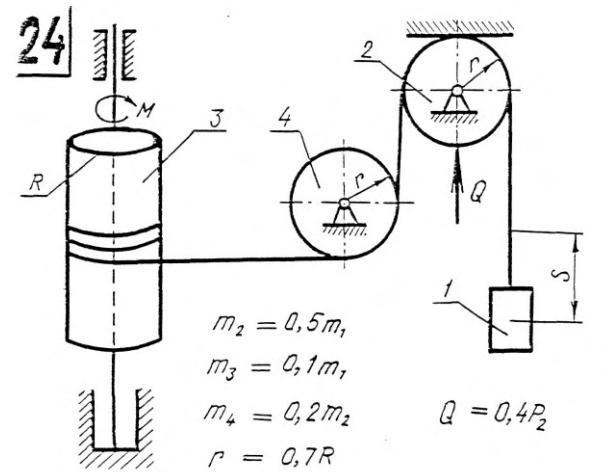


17



18



19**20****21****22****23****24**

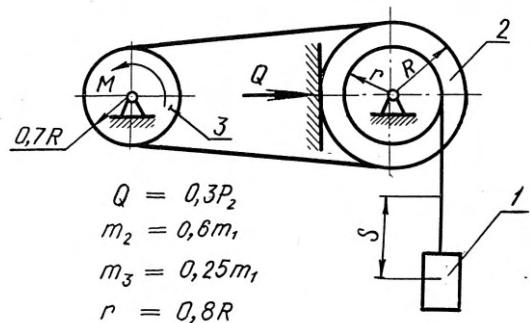
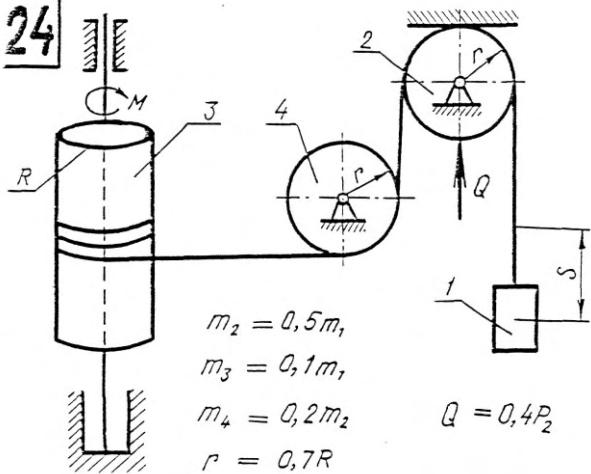
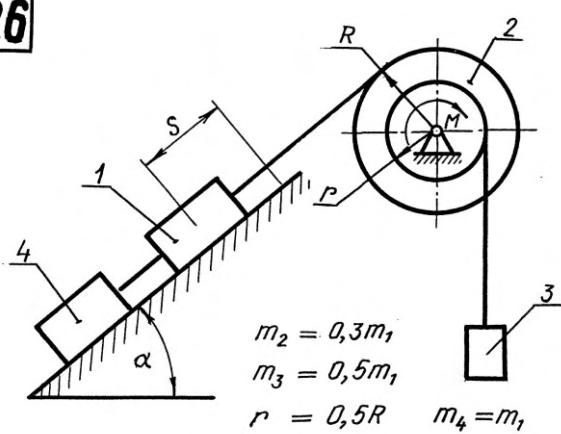
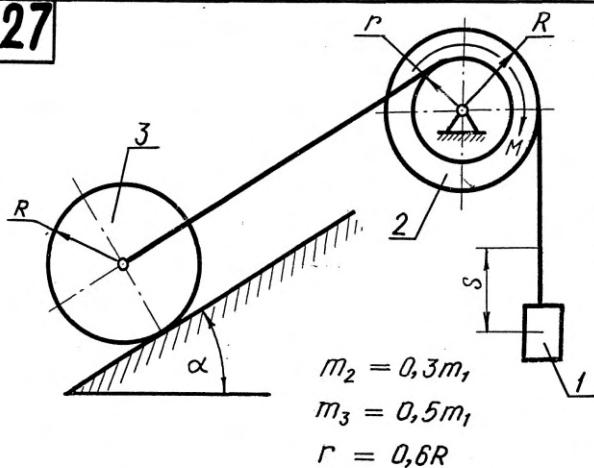
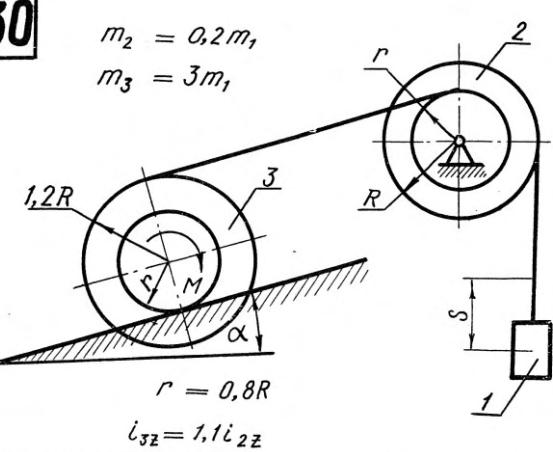
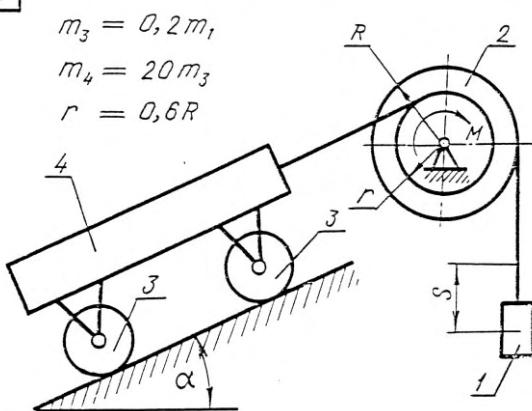
25**24****26****27****30****29**

Таблица 2- Данные для расчета

| | | ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------|-----------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|
| значение | вариант | Номер схемы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | |
| $P, \text{кг}$ | 1 | 100 | 120 | 50 | 75 | 50 | 100 | 80 | 120 | 60 | 70 | 200 | 190 | 100 | 120 | 80 | 75 | 100 | 200 | 150 | 600 | 100 | 90 | 150 | 120 | 80 | 150 | 80 | 250 | 50 | |
| | 2 | 80 | 100 | 40 | 90 | 60 | 80 | 90 | 140 | 80 | 80 | 180 | 160 | 80 | 100 | 70 | 60 | 120 | 180 | 150 | 500 | 120 | 60 | 120 | 140 | 100 | 120 | 100 | 200 | 70 | |
| | 3 | 120 | 80 | 40 | 100 | 40 | 120 | 100 | 110 | 100 | 60 | 150 | 160 | 70 | 130 | 90 | 80 | 140 | 150 | 120 | 550 | 140 | 80 | 140 | 100 | 90 | 110 | 120 | 300 | 80 | |
| | 4 | 70 | 90 | 60 | 80 | 50 | 120 | 110 | 90 | 70 | 70 | 200 | 140 | 90 | 120 | 60 | 100 | 110 | 120 | 180 | 700 | 80 | 90 | 100 | 80 | 60 | 160 | 80 | 220 | 60 | |
| | 5 | 90 | 100 | 40 | 95 | 60 | 100 | 90 | 80 | 50 | 100 | 150 | 100 | 150 | 80 | 60 | 90 | 100 | 140 | 600 | 100 | 80 | 130 | 110 | 90 | 130 | 100 | 160 | 50 | 14 | |
| $M, \text{Нм}$ | 1 | 230 | 400 | 60 | 175 | 20 | 350 | 170 | 190 | 150 | 120 | 325 | 300 | 80 | 100 | 130 | 400 | 110 | 420 | 575 | 300 | 440 | 55 | 140 | 190 | 240 | 50 | 450 | 600 | 100 | 64 |
| | 2 | 200 | 450 | 80 | 190 | 40 | 300 | 190 | 200 | 150 | 300 | 350 | 800 | 100 | 150 | 150 | 300 | 150 | 450 | 500 | 700 | 450 | 80 | 160 | 250 | 300 | 80 | 500 | 500 | 150 | 66 |
| | 3 | 250 | 300 | 100 | 200 | 50 | 400 | 190 | 250 | 200 | 250 | 300 | 750 | 120 | 180 | 350 | 180 | 500 | 450 | 60 | 500 | 70 | 180 | 200 | 250 | 60 | 600 | 700 | 200 | 55 | |
| | 4 | 180 | 350 | 120 | 180 | 30 | 350 | 200 | 220 | 160 | 300 | 400 | 850 | 90 | 140 | 160 | 450 | 140 | 400 | 600 | 850 | 400 | 100 | 150 | 150 | 200 | 100 | 550 | 550 | 120 | 65 |
| | 5 | 190 | 400 | 70 | 185 | 40 | 400 | 170 | 180 | 150 | 250 | 320 | 600 | 110 | 200 | 140 | 400 | 110 | 350 | 550 | 900 | 350 | 60 | 170 | 180 | 280 | 70 | 400 | 400 | 140 | 70 |
| $r, \text{м}$ | 1 | 0,2 | 0,25 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,25 | 0,2 | 0,24 | 0,24 | 0,25 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,24 | 0,32 | 0,3 | 0,35 | 0,2 | 0,32 | 0,28 | 0,15 | 0,2 | 0,28 | 0,3 | 0,3 | 0,25 | 0,2 | |
| | 2 | 0,25 | 0,35 | 0,3 | 0,3 | 0,35 | 0,25 | 0,4 | 0,3 | 0,25 | 0,2 | 0,4 | 0,35 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,35 | 0,3 | 0,18 | 0,3 | 0,25 | 0,4 | 0,35 | 0,3 | 0,3 | 0,25 | 0,3 |
| | 3 | 0,3 | 0,4 | 0,35 | 0,35 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,35 | 0,5 | 0,25 | 0,35 | 0,4 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,3 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,25 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,35 | 0,1 |
| | 4 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,35 | 0,25 | 0,4 | 0,35 | 0,4 | 0,3 | 0,35 | 0,35 | 0,4 | 0,25 | 0,4 | 0,2 | 0,35 | 0,3 | 0,25 | 0,35 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,25 | 0,2 | |
| | 5 | 0,3 | 0,25 | 0,3 | 0,25 | 0,4 | 0,35 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,25 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,15 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | |

Пример выполнения работы

С помощью системы блоков, заполненная продукцией, бочка поднимается по наклонной плоскости из состояния покоя под действием груза, подвешенного на нити. Пренебрегая массами нерастяжимых нитей, определить скорость груза в конечный момент времени, т.е. когда груз опустился на высоту $S = 0,9 \text{ м}$. (рисунок1).

Дано: $m_1 = 10 \text{ кг}$; $m_2 = 10 \text{ кг}$; $m_3 = 30 \text{ кг}$; $m_4 = 5 \text{ кг}$; $R_2 = 0,2 \text{ м}$; $R_3 = 0,2 \text{ м}$; $R_4 = r_2 = 0,1 \text{ м}$; $i_{24} = 0,15 \text{ м}$

Определить: V_1 .

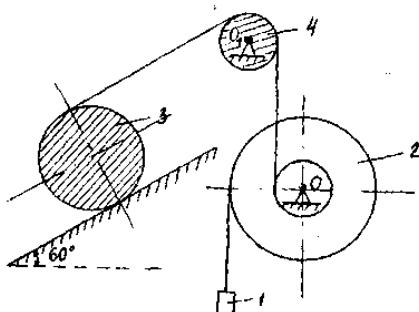


Рисунок1- Схема механизма

Решение задачи:

В состав механической системы входят: тело 1 (поступательное движение); тела 2, 4 (вращательное движение вокруг неподвижных осей); тело 3 (плоское движение); нити.

Покажем положение этой системы в конечный момент времени, т.е. в тот момент, когда тело 1 пройдет путь $S = 0,9 \text{ м}$ (рисунок2).

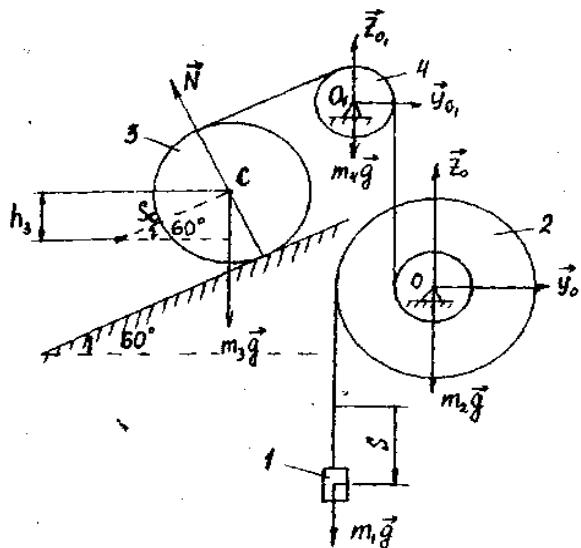


Рисунок2- К определению работы сил

Покажем все внешние силы, действующие на тела системы. Это силы тяжести тел 1, 2, 3, 4; реакции опор неподвижных осей O и O_2 , которые раскладываем на составляющие по осям координат, так как направления этих реакций заранее неизвестны; нормальная составляющая реакции поверхности, по которой перемещается бочка (рисунок2).

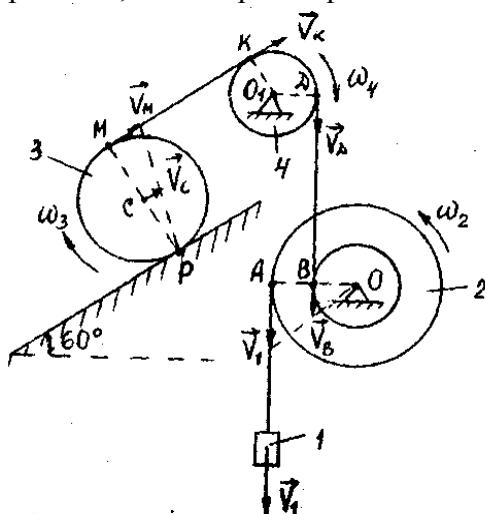


Рисунок3- К определению кинетической энергии

На рисунке3 покажем направления линейных скоростей точек и угловые скорости.

Применяя теорему об изменении кинетической энергии неизменяемой механической системы, запишем:

$$T - T_0 = \sum_{k=1}^n A_k^e.$$

В начальный момент времени система находилась в покое, тогда $T_0 = 0$, и уравнение примет вид:

$$T = \sum_{k=1}^n A_k^e.$$

Определим кинетическую энергию системы в конечный момент времени:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_H,$$

где T_H - кинетическая энергия нитей, T_1, T_2, T_3, T_4 - кинетическая энергия тел 1, 2, 3, 4 соответственно.

Тело 1 совершает поступательное движение и его кинетическая энергия определяется по формуле:

$$T_1^{\text{пост}} = \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{10 v_1^2}{2} = 5 v_1^2.$$

Тело 2 совершает вращательное движение вокруг оси O , перпендикулярной плоскости чертежа, поэтому воспользуемся формулой:

$$T_2^{\text{вр}} = \frac{J_{2x} \omega_2^2}{2}.$$

$J_{2x} = m_2 \cdot i_{2x}^2 = 10 \cdot (0,15)^2 = 0,225$ – момент инерции тела 2 относительно оси вращения.

$$\omega_2 = \frac{v_1}{R_2} = \frac{v_1}{0,2} = 5v_1 \text{ – угловая скорость тела 2.}$$

$$\text{Тогда } T_2^{\text{вр}} = \frac{0,225 \cdot 25v_1^2}{2}.$$

Тело 4 совершает вращательное движение вокруг оси O_4 , перпендикулярной плоскости чертежа:

$$T_4^{\text{вр}} = \frac{J_{4x} \omega_4^2}{2}.$$

Момент инерции тела 4 определим как момент инерции сплошного однородного цилиндра или диска:

$$J_{4x} = \frac{m_4 R_4^2}{2} = \frac{5 \cdot (0,1)^2}{2} = 0,025.$$

Прежде чем определить угловую скорость тела 4, нужно найти величину скорости V_B (рисунок3):

$$V_B = \omega_2 \cdot r_2 = 5v_1 \cdot 0,1 = 0,5v_1,$$

$$V_D = V_B = 0,5v_1.$$

$$\text{Тогда } \omega_4 = \frac{V_D}{R_4} = \frac{0,5v_1}{0,1} = 5v_1.$$

$$T_4^{\text{вр}} = \frac{0,025 \cdot 25v_1^2}{2} = 0,313v_1^2.$$

Тело 3 совершает плоское движение, поэтому по формуле:

$$T_3^{\text{пл}} = \frac{m_3 v_c^2}{2} + \frac{J_{cx} \omega_3^2}{2}.$$

Определим момент инерции тела 3 относительно оси, проходящей через центр масс, как момент инерции сплошного цилиндра или диска:

$$J_{cx} = \frac{m_3 R_3^2}{2} = \frac{30 \cdot (0,2)^2}{2} = 0,6.$$

Скорость центра масс тела 3 через v_1 выразится:

$$V_M = V_K = V_D = V_B = 0,5v_1,$$

$V_c = \frac{V_M}{2} = 0,25v_1$, т.к. мгновенный центр скоростей тела находится в точке касания с неподвижной поверхностью (рис. 60). Угловая скорость тела 3:

$$\omega_3 = \frac{V_c}{R_3} = \frac{0,25v_1}{0,2} = 1,25v_1,$$

$$\text{тогда } T_3^{\text{пл}} = \frac{30 \cdot (0,25v_1)^2}{2} + \frac{0,6 \cdot (1,25v_1)^2}{2} = 0,938v_1^2 + 0,469v_1^2 = 1,407v_1^2.$$

Кинетическая энергия нитей равна нулю, т.к. массой нитей мы пренебрегаем.

$$T_H = 0.$$

Тогда кинетическая энергия системы будет равна:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 5v_1^2 + 2,813v_1^2 + 1,407v_1^2 + 0,313v_1^2 = 9,533v_1^2.$$

Найдем сумму работ всех внешних сил, приложенных к системе, на заданном перемещении тела $I - S$. Обратимся к рисунку2.

$$A(m_1\vec{g}) = m_1 \cdot g \cdot S = 10 \cdot 10 \cdot 0,9 = 90,$$

$A(m_2\vec{g}) = 0$, т.к. точка приложения силы $m_2\vec{g}$ не перемещается.

$A(\vec{y}_0) = A(\vec{z}_0) = A(\vec{y}_{0_1}) = A(\vec{z}_{0_1}) = A(m_4\vec{g}) = 0$ по той же причине.

$A(\vec{N}) = 0$, т.к. сила \vec{N} направлена перпендикулярно перемещению.

$$A(m_3\vec{g}) = -m_3 \cdot g \cdot h_3, \text{ где } h_3 = S_C \cdot \sin 60^\circ$$

Так как $v_C = 0,25v_1$, то и $S_C = 0,25S$.

Следовательно:

$$A(m_3\vec{g}) = -m_3 g \cdot 0,25S \cdot \sin 60^\circ = -30 \cdot 10 \cdot 0,25 \cdot 0,9 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = -58,46.$$

$$\sum_{k=1}^n A_k^e = 88,2 - 58,46 = 29,74$$

Подставляем полученные значения в уравнение теоремы:

$$9,533v_1^2 = 29,74.$$

Отсюда получаем значение скорости груза I :

$$v_1 = \sqrt{\frac{29,74}{9,533}} = 1,77 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_I = 1,77$ м/с.

Методика оценки результатов выполнения

| Критерии | Оценка, балл |
|--|--------------|
| Умение применять известные формулы | 10 |
| Достоверность и полнота решения задачи | 10 |
| Грамотность и аккуратность при оформлении решений задач | 10 |
| Своевременность выполнения домашних заданий в течение семестра | 10 |

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА АТТЕСТАЦИИ РАЗДЕЛА (РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ)

3.1 КР – контрольная работа

3.1.1 Комплект материалов для оценивания контрольной работы по разделу 1 «Статика» «Теоретическая механика»

Контрольная работа выполняется по 10 вариантам, в каждом из которых содержится $N=5$ задач.

3.2 Комплект материалов для оценивания контрольной работы по разделу 1 «Равновесие сил, приложенных к системе твердых тел»

Модуль 1. Статике. Плоская система сил

Примеры вариантов задания

| № Задачи | | Плоская система сил | | | | | | | | | | 21 | |
|---------------|---|---------------------|----------|----------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----|--|
| I | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| № варианта | | a | b | l | q | P₁ | P₂ | M₁ | M₂ | α₁ | α₂ | | |
| | | M | | | кН/м | кН | | кНм | | град. | | | |
| 1 | 1 | 2 | 5 | 0,2 | 10 | 16 | 2 | 10 | 30 | 30 | 45 | | |
| 2 | 3 | 1 | 6 | 0,5 | 15 | 18 | 8 | 15 | 45 | 45 | 60 | | |
| 3 | 5 | 2 | 10 | 1,0 | 12 | 30 | 5 | 16 | 60 | 30 | | | |
| 4 | 4 | 4 | 10 | 0,8 | 10 | 10 | 4 | 20 | 0 | 45 | | | |
| 5 | 2 | 3 | 7 | 0,5 | 5 | 15 | 3 | 5 | 30 | 90 | | | |

контрольной работы

| № Задачи | | Плоская система сил | | | | | | | | | | 22 | |
|---------------|---|---------------------|----------|----------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----|--|
| I | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| № варианта | | a | b | l | q | P₁ | P₂ | M₁ | M₂ | α₁ | α₂ | | |
| | | M | | | кН/м | кН | | кНм | | град. | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0,2 | 10 | 10 | 10 | 35 | 30 | 60 | | |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 6 | 0,5 | 15 | 18 | 5 | 40 | 0 | 45 | | |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | 1,0 | 16 | 20 | 15 | 60 | 45 | 90 | | |
| 4 | 4 | 4 | 9 | 0,8 | 14 | 10 | 20 | 10 | 60 | 30 | | | |
| 5 | 5 | 5 | 11 | 0,6 | 18 | 5 | 25 | 50 | 30 | 60 | | | |

Примеры задач:

Примеры выполнения контрольной работы

Пример 35. Однородная балка закреплена в точке A с помощью шарнирно-неподвижной опоры и поддерживается в точке B стержнем (рис. 1, а). Найти реакции шарнирно-неподвижной опоры и стержня BC . Силой тяжести балки и стержня пренебречь. $M = 2 \text{ кНм}$, $F = 4 \text{ кН}$, $a = 1,5 \text{ м}$, $b = 2,5 \text{ м}$, $\alpha = 60^\circ$.

Решение. Изобразим балку вместе с нагрузками, соблюдая заданные размеры ее участков и угла α (рис. 3.48, б).

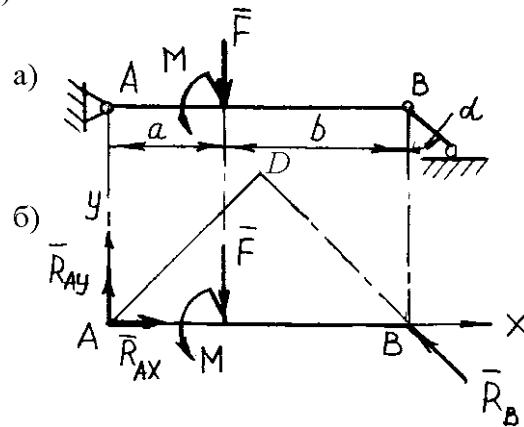


Рис.1

Освободим балку от связей в точках A и B , заменив эти связи их реакциями. Начало координат поместим в точке A , ось X совместим с осью балки, а ось Y направим перпендикулярно балке. Если стержень растягивается, то его реакция направлена в сторону от рассматриваемого тела, а при сжатии - от стержня к телу.

Составим три уравнения равновесия:

$\sum F_{iX} = 0$ – алгебраическая сумма проекций сил на ось X ;

$\sum F_{iY} = 0$ – алгебраическая сумма проекций сил на ось Y ;

$\sum M_A(\vec{F}_i) = 0$ – алгебраическая сумма моментов относительно точки A .

Уравнение проекций сил на ось X имеет вид

$$\sum F_{iX} = 0; R_{AX} - R_B \cdot \sin 60^\circ = 0. \quad (1)$$

Силы F и R_{AY} не вошли в уравнение, так как они перпендикулярны оси X и их проекции на эту ось равны нулю.

Проекции силы на ось Y :

$$\sum F_{iY} = 0; R_{AY} - F + R_B \cdot \cos 60^\circ = 0, \quad (2)$$

реакция R_{AX} перпендикулярна оси Y , и ее проекция на эту ось равна нулю.

Для составления уравнения моментов за центр моментов принимаем точку A . Плечо силы R_B равно длине перпендикуляра, восстановленного из точки A (центра моментов) к линии действия силы R_B . Из рис. 1,б видно, что $AD = (a + b)\cos 60^\circ$.

$$\sum M_A(\vec{F}_i) = 0; F \cdot a - M - R_B \cdot (a + b) \cdot \cos 60^\circ = 0. \quad (3)$$

Подставив числовые значения, получим

$$R_B = \frac{F \cdot a - M}{(a + b) \cdot \cos 60^\circ} = \frac{4000 \cdot 1,5 - 2000}{4 \cdot 0,5} = 2000 \text{ Н.}$$

Выразим из (2)

$$R_{AY} = F - R_B \cdot \cos 60^\circ.$$

Подставив значения сил, получим

$$R_{AY} = 4000 - 2000 \cdot 0,5 = 3000 \text{ Н.}$$

Из (1)

$$R_{AX} = R_B \cdot \sin 60^\circ = 2000 \cdot 0,866 = 1732 \text{ Н.}$$

Проверим правильность решения задачи, составив уравнения моментов относительно точки B :

$$\sum M_B(\vec{F}_i) = 0; R_{AY}(a + b) - M - F \cdot b = 0.$$

Подставим числовые значения:

$$3000 \cdot 4 - 2000 - 4000 \cdot 2,5 = 0; 12000 - 12000 = 0.$$

Задача решена верно, так как при подстановке получили тождество $0 = 0$.

Полная реакция опоры R_A

$$R_A = \sqrt{1732^2 + 3000^2} = 3464 \text{ Н.}$$

Ответ: $R_A = 3464 \text{ Н}; R_B = 2000 \text{ Н.}$

Пример 37. Для жестко заделанной консольной балки (рис. 1) найти реактивный момент и составляющие реакции заделки.

Принять $F = 10 \text{ кН}, q = 2 \text{ кН/м}, M = 8 \text{ кНм}, a = 0,5 \text{ м.}$

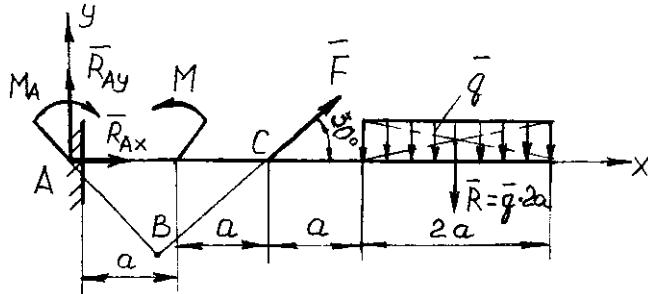


Рис.1

Решение. Освободим балку от связи, условно отбросив заделку и приложив вместо нее к балке две неизвестные составляющие силы реакции R_{AX} , R_{AY} и реактивный момент M_A . Для плоской системы произвольно расположенных сил составим три уравнения равновесия – два уравнения проекций и уравнение момента относительно точки A :

$$\sum F_{iX} = R_{AX} + F \cdot \cos 30^\circ = 0; \quad (1)$$

$$\sum F_{iY} = R_{AY} + F \cdot \cos 60^\circ - R = 0; \quad (2)$$

$$\sum M_A(\vec{F}_i) = M_A - M - F \cdot AB + R \cdot 4a = 0. \quad (3)$$

Из уравнения (1) получим:

$$R_{AX} = -F \cdot \cos 30^\circ = -10 \cdot 0.866 = -8,66 \text{ кН.}$$

Из уравнения (2)

$$R_{AY} = -F \cdot \cos 60^\circ + R,$$

где

$$R = q \cdot 2a = 2 \cdot 2 \cdot 0,5 = 2 \text{ кН.}$$

Тогда

$$R_{AY} = -10 \cdot 0,5 + 2 = -3 \text{ кН.}$$

Из уравнения (3)

$$M_A = M + F \cdot AB - R \cdot 4a,$$

но

$$AB = 2a \cdot \sin 30^\circ = 2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ м,}$$

тогда

$$M_A = 8 + 10 \cdot 0,5 - 2 \cdot 4 \cdot 0,5 = 9 \text{ кН·м.}$$

Проверим правильность решения, составив уравнение моментов относительно точки C :

$$\sum M_C(\vec{F}_i) = M_A - M + R \cdot 2a + R_{AY} \cdot 2a = 0.$$

Или, подсчитав числовые значения, получим:

$$\sum M_C(\vec{F}_i) = 9 - 8 + 2 \cdot 2 \cdot 0,5 - 3 \cdot 2 \cdot 0,5 = 0;$$

$$11 - 11 = 0;$$

$$0 = 0.$$

Задача решена верно.

Значения составляющих R_{AX} и R_{AY} получились со знаком «минус». Это означает, что предварительно выбранное направление оказалось ошибочным. Фактическое направление будет обратным, т. е. составляющая R_{AX} направлена влево, а R_{AY} – вниз.

Полная реакция опоры R_A

$$R_A = \sqrt{(-8,66)^2 + (-3)^2} = 9,2 \text{ кН.}$$

Ответ: $R_A = 9,2$ кН; $M_A = 9$ кН·м.

Пример 38. Для балки (рис. 1) определить реакции опоры защемления в точке A , если $q = 6$ кН/м, $F = 36$ кН и $M = 14$ кНм.

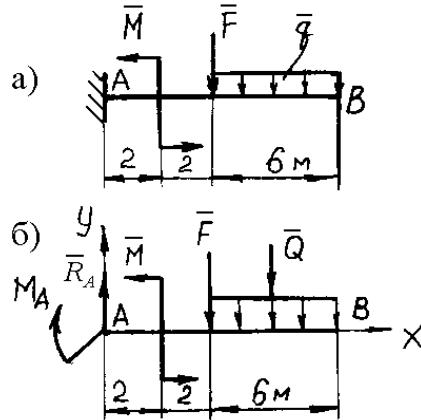


Рис.1

Решение. Освобождаем балку от связей (заделки) и заменяем связи силами реакций связей. В этом случае в точке A балки возникают силы реакции связи в виде силы R_A и реактивного момента M_A . $Q = q \cdot 6 = 6 \cdot 6 = 36$ кН (рис. 1, б). Выбираем систему координат X и Y с началом в точке A . Для решения задачи составляем три уравнения равновесия:

$$\sum M_A(\vec{F}_i) = 0; \quad \sum M_B(\vec{F}_i) = 0; \quad \sum F_{iY} = 0.$$

(Последнее уравнение принимают в качестве проверочного). Уравнения равновесия принимают вид

$$\sum M_A(\vec{F}_i) = 0; \quad -M_A + M - F \cdot 4 + Q \cdot 7 = 0; \quad (1)$$

$$\sum M_B(\vec{F}_i) = 0; \quad -M_A - R_A \cdot 10 + M + F \cdot 6 + Q \cdot 3 = 0; \quad (2)$$

$$\sum F_{iY} = 0; \quad R_A - F - Q = 0. \quad (3)$$

Из уравнения (1) реактивный момент:

$$M_A = +M - F \cdot 4 - Q \cdot 7,$$

или

$$M_A = 14 - 36 \cdot 4 - 36 \cdot 7 = 14 - 144 - 252 = -382 \text{ кНм.}$$

Из уравнения (2):

$$\begin{aligned} R_A &= \frac{-M_A + M + F \cdot 6 + Q \cdot 3}{10} = \frac{382 + 14 + 36 \cdot 6 + 36 \cdot 3}{10} = \\ &= \frac{382 + 14 + 216 + 108}{10} = 72 \text{ кН.} \end{aligned}$$

Из уравнения (3) получаем $72 - 36 - 36 = 0$. Следовательно, реакции M_A и R_A опоры A защемления балки по величине определены верно, направление реакции M_A необходимо изменить на обратное.

Ответ: $R_A = 72$ кН; $M_A = -382$ кНм.

Пример 34. Для заданной двухпорной балки (рис. 1, а) определить опорные реакции.

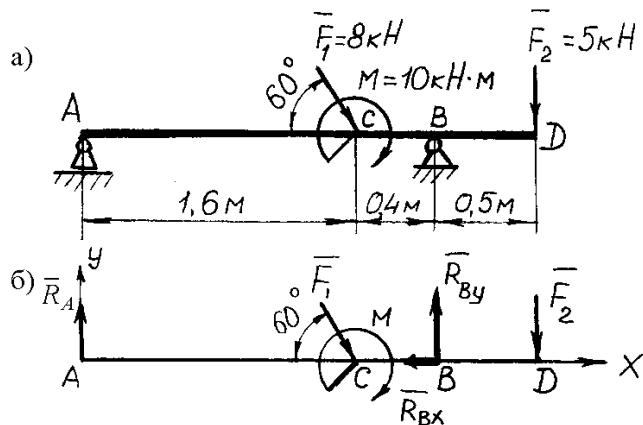


Рис.1

Решение. Рассматриваем равновесие балки AD . К ней приложены заданные активные силы F_1 и F_2 и момент M . Рассматривая тело AD как свободное, отбрасываем связи (шарнирные опоры A и B), заменяя их действие реакциями. Реакция R_A шарнирно-подвижной опоры A направлена по нормали к опорной поверхности. Для шарнирно-неподвижной опоры B показываем составляющие реакции R_X и R_Y по осям координат. Расчетная схема изображена на рис. 1, б. Для полученной плоской произвольной системы сил составляем три уравнения равновесия, выбрав в качестве центра моментов точки A и B (точки пересечения двух неизвестных сил):

$$1) \sum M_A(\vec{F}_i) = 0; \quad F_1 \cdot \cos 30^\circ \cdot AC + M - R_{BY} \cdot AB + F_2 \cdot AD = 0;$$

$$8 \cdot 0,866 \cdot 1,6 + 10 - R_{BY} \cdot 2 + 5 \cdot 2,5 = 0,$$

$$\text{отсюда } R_{BY} = 16,8 \text{ кН.}$$

$$2) \sum M_B(\vec{F}_i) = 0;$$

$$R_A \cdot AB - F_1 \cdot \cos 30^\circ \cdot CB + M + F_2 \cdot BD = 0;$$

$$R_A \cdot 2 - 8 \cdot 0,866 \cdot 0,4 + 10 + 5 \cdot 0,5 = 0,$$

$$\text{отсюда } R_A = -4,86 \text{ кН.}$$

$$3) \sum F_{iX} = 0; \quad F_1 \cdot \cos 60^\circ - R_{BX} = 0; \quad 8 \cdot 0,5 - R_{BX} = 0,$$

$$\text{отсюда } R_{BX} = 4 \text{ кН.}$$

Составляем проверочное уравнение равновесия:

$$\sum F_{iY} = R_A - F_1 \cdot \cos 30^\circ + R_{BY} - F_2 = -4,86 - 8 \cdot 0,866 + 16,8 - 5 = 16,8 - 16,8 = 0.$$

Следовательно, реакции определены верно. Реакция R_A получилась отрицательной, значит, ее действительное направление противоположно предварительно выбранному.

Примененная система уравнений равновесия наиболее целесообразна при рассмотрении равновесия любых двухпорных балок.

Полная реакция опоры R_B :

$$R_B = \sqrt{4^2 + 16,8^2} = 17,3 \text{ кН.}$$

Ответ: $R_A = -4,86 \text{ кН}; R_B = 17,3 \text{ кН.}$

Задача1. На двухконсольную горизонтальную балку CD на пролете AB действует пара сил (\vec{F}_1, \vec{F}_1) с моментом пары $M = F_1 \cdot a$, на левую консоль – равномерно распределенная

нагрузка интенсивности q , а в точке D правой консоли – вертикальная нагрузка F_2 . Определить реакции опор, если $F = 1 \text{ кН}$, $F_2 = 2 \text{ кН}$, $q = 2 \text{ кН/м}$, $a = 0,8 \text{ м}$ (рис. 1).

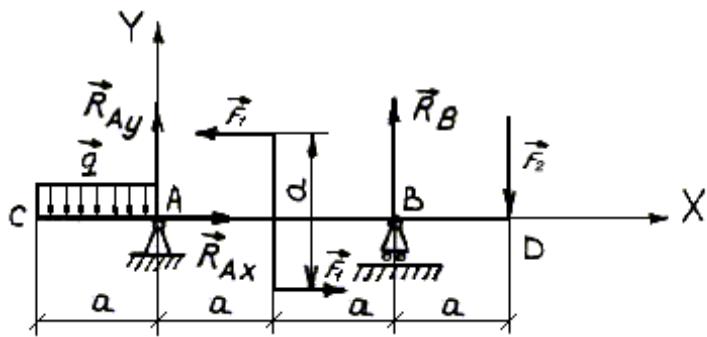


Рис.1

Решение. Рассмотрим равновесие плоской системы сил, действующих на балку CD . На нее действуют сила F_2 , пара с моментом M и равнодействующая распределенной нагрузки $\bar{F}_P = q \cdot a$, приложенная посередине консоли CA . Мысленно отбрасываем связи: шарнирно-неподвижную опору A и опору на катках B , заменяя их действие соответственно составляющими реакциями R_{AX} , R_{AY} и реакцией R_B .

Для плоской системы сил F_P , R_{AX} , R_{AY} , R_B , F_2 и пары сил с моментом M составим систему уравнений равновесия:

$$\sum M_A(\vec{F}_i) = 0 ; \quad \sum M_B(\vec{F}_i) = 0 ; \quad \sum F_{iX} = 0 .$$

Получим систему уравнений:

$$F_P \cdot 0,5 \cdot a + F_1 \cdot a + R_B \cdot 2 \cdot a - F_2 \cdot 3 \cdot a = 0 ,$$

$$F_P \cdot 2,5 \cdot a - R_{AY} \cdot 2 \cdot a + F_1 \cdot a - F_2 \cdot a = 0 ,$$

$$R_{AX} = 0 .$$

$$R_B = \frac{F_2 \cdot 3 - F_P \cdot 0,5 - F_1}{2} = \frac{2 \cdot 3 - (2 \cdot 0,8) \cdot 0,5 - 1}{2} = 2,1 \text{ кН.}$$

$$R_{AY} = \frac{F_P \cdot 2,5 + F_1 - F_2}{2} = \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 2,5 + 1 - 2}{2} = 1,5 \text{ кН.}$$

Ответ: $R_{AY} = 1,5 \text{ кН}$; $R_B = 2,1 \text{ кН}$.

Тест 1. Модуль 1. Статика

1. Какое направление проекции силы считается положительным ?

- если сила направлена туда же, куда и все остальные
- если сила направлена вправо или вверх
- если проекция силы направлена в ту же сторону, что и ось, на которую она проектируется
- если сила действует по часовой стрелке

2. Материальной точкой в механике называют

- реально существующую точку
- тело, обладающее массой, и размерами которого можно пренебречь
- тело, не имеющее никаких параметров
- меньшее из любых двух тел системы

3 Разделом теоретической механики не является

- статика
- кинематика
- динамика

- оптика
4. Объекты, рассматриваемые в теоретической механике, могут двигаться со скоростями
- абсолютно любыми
 - только гораздо меньше скорости света
 - только меньше скорости звука
 - с любыми, но постоянными
5. Вектором не является
- скорость
 - ускорение
 - масса
 - сила
- 6 Вектором является
- масса
 - длина
 - координата положения
 - скорость

АКСИОМЫ СТАТИКИ

7. Две силы приложены к абсолютно твердому телу, находящемуся в равновесии.
- эти силы равны по величине и действуют по одной прямой
 - эти силы равны по величине и пересекаются в одной точке
 - эти силы равны по величине и приложены к одной точке
 - эти силы равны по величине, противоположны по направлению и действуют по одной прямой

8. Если тело находится в равновесии под действием только двух сил, то

- этого не может быть
- эти силы обязательно уравновешены
- эти силы могут быть любыми
- эти силы совершенно одинаковы

9. Если сложить две силы по 1Н каждая, то результат будет равен

- 1) 0; 2) 1; 3) 2; 4)- неизвестно чему, так как не заданы направления сил

10. Мерой механического взаимодействия двух тел в механике является

- сила
- инерция
- расстояние между телами
- физические характеристики среды, в которой находятся эти тела

11. Связь - это

- любое упругое тело
- взаимодействие любых двух тел
- жесткое закрепление тела
- любое другое тело, непосредственно контактирующее с рассматриваемым

12. Если кенным силам добавить уравновешенные силы, то

- равновесие системы нарушится
- равновесие системы сохранится
- равновесие системы нарушится, если силы достаточно велики
- ничего определенного нельзя сказать

13. В теоретической механике все рассматриваемые тела считаются

- абсолютно жесткими
- абсолютно упругими
- абсолютно деформируемыми
- абсолютно прочными

14. Реакция - это

- сила, обеспечивающая равновесие тела

- процесс взаимодействия тел
- сила взаимодействия рассматриваемого тела и связи
- любая сила, противоположная рассматриваемой

СВЯЗИ

15 Реакция абсолютно гладкой поверхности всегда направлена

- вдоль самой поверхности
- перпендикулярно самой поверхности
- неизвестно как
- навстречу внешней нагрузке

16. Реакция стержня может быть направлена

- под углом 90 к стержню
- под углом 30 к стержню
- под углом 45 к стержню
- всегда направлена вдоль стержня

17. Заделка в плоских задачах имеет реактивных факторов

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 4

18. Реакция нити может быть направлена

- под углом 90 к нити
- вдоль нити и направлена к точке закрепления нити
- вдоль нити и направлена от точки закрепления нити
- неизвестно куда

19. Для шарнирно опертой балки реакция неподвижного шарнира направлена

- всегда под углом 90 к оси балки
- всегда вдоль балки к точке закрепления
- всегда вдоль балки и направлена от точки закрепления
- неизвестно куда, так как зависит от внешних сил

20. Для шарнирно опертой балки реакция подвижного шарнира направлена

- всегда под углом 90 к оси балки
- всегда вдоль опорной поверхности шарнира
- всегда под углом 90 к опорной поверхности шарнира
- неизвестно куда

МОМЕНТ СИЛЫ

21. Чему равен модуль момента силы ?

- произведению модуля силы на расстояние от точки до точки приложения силы
- произведению модуля силы на модуль радиус-вектора точки приложения силы
- произведению модуля силы на модуль радиус-вектора положения точки приложения силы относительно центра момента и на синус угла между ними
- произведению модуля силы на модуль радиус-вектора точки приложения силы и на косинус угла между ними

22. Какой момент силы на плоскости считается положительным ?

- если сила пытается вращать тело относительно выбранной точки против (по) часовой стрелки
- если рассматриваемая сила действует также, как и большинство других сил
- если сила является положительной
- если сила располагается справа или сверху от выбранной точки

23. Плечом в механике называют

- расстояние от выбранной точки до точки приложения силы
- длину вектора силы
- кратчайшее расстояние между двумя силами
- кратчайшее расстояние от центра момента до линии действия силы

24 Величину момента силы относительно точки можно определить как

- произведение силы на плечо относительно этой точки

- произведение силы на расстояние до этой точки

- отношение силы к расстоянию до этой точки

- произведение силы на квадрат расстояния до этой точки

25 Если силу переместить вдоль линии ее действия, то ее момент относительно заданного центра

- изменится

- не изменится

- изменится, если смещение превысит величину самой силы

- ничего определенного сказать нельзя

26. Если силу развернуть на 180 градусов, то величина ее момента относительно заданного центра

- изменится

- не изменится

- не изменится, если сила была положительной

- ничего определенного сказать нельзя

ПАРА СИЛ

27. Парой сил называют следующие две силы

- любые две силы

- любые параллельные силы

- любые две силы одинаковой величины

- две силы, равные по величине, противоположные по направлению и параллельные друг другу

28 Момент пары сил есть

- величина постоянная

- переменная величина, зависящая от положения центра момента

- функция координат точек приложения этих сил

- величина всегда положительная

29. Две пары сил эквивалентны, если

- только когда одинаковы силы, составляющие обе пары

- равны по величине моменты этих пар

- равны по величине и одинаковы по направлению моменты этих пар

- величина всегда положительная

30. Если две пары сил уравновешены, то

- их моменты равны по величине и имеют разные знаки

- их моменты равны по величине и имеют одинаковые знаки

- силы, составляющие эти пары совершенно одинаковы

- их моменты одного знака

ЦЕНТР ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИЛ

31. Равномерно распределенная нагрузка интенсивностью 2 Н/м распределена на длине 2 м.

Чему равна полная нагрузка ?

-1) 1 Н; 2) 2 Н; 3) 4 Н; 4) 8 Н

32. Равномерно распределенная нагрузка действует по некоторой поверхности тела.

Где следует расположить сосредоточенную силу, заменяющую данную нагрузку ?

- в любой точке тела

- строго посередине

- строго на краю

- в любой точке в пределах распределенной нагрузки

33. Центр тяжести однородного симметричного тела находится

- всегда на осях симметрии тела

- обратно пропорционально расстоянию до ближайшего края

- неизвестно где

- в точке приложения внешней нагрузки

.34 Нагрузка распределена по поверхности тела по треугольному закону. Где следует приложить равнодействующую этой нагрузки?

- на пересечении медиан
- на пересечении биссектрис
- на пересечении высот
- посередине линии приложения нагрузки

35 Равномерно распределенная нагрузка интенсивностью 2 Н/м распределена на длине 2 м.

Чему равен момент такой нагрузки относительно ее края ?

- 1 Нм
- 2 Нм
- 4 Нм
- 8 Нм

36 Нагрузка распределена на длине 2м по треугольному закону, интенсивностью от 0 до 2 Н/м. Чему равна полная нагрузка ?

- 1 Н
- 2 Н
- 4 Н
- 8 Н

СТАТИЧЕСКАЯ ОПРЕДЕЛИМОСТЬ

37. Задача будет статически определимой, если

- количество неизвестных в задаче равно количеству независимых уравнений равновесия
- отсутствуют подвижные элементы
- удалось получить хоть какой-либо ответ

- уравнения равновесия содержат только по одной неизвестной

38. Статически определимой задачей является

- балка, опирающаяся на два неподвижных шарнира
- балка, одним концом заделанная в стену, а другим опирающаяся на подвижный шарнир
- балка, оба конца которой заделаны в стену
- балка, опирающаяся одним концом на подвижный шарнир, а другим - на неподвижный

УСЛОВИЕ РАВНОВЕСИЯ

39 Сколько независимых уравнений равновесия можно составить для плоской произвольной системы сил ?

- 1
- 2
- 3
- 6

40. Равнодействующая - это

- одна сила, заменяющая данную систему сил
- линия, по которой действует сила. равная сумме всех данных сил
- просто сумма всех сил
- сила, равная по величине данной силе, лежащая с ней на одной прямой и противоположно направленная

СХОДЯЩИЕСЯ СИЛЫ

41. Если тело находится в равновесии под действием только трех сил, то

- эти силы являются сходящимися
- эти силы параллельны
- эти силы могут быть любыми
- эти силы попарно перпендикулярны

42. Силы, линии действия которых проходят через одну и ту же точку пространства, в механике называются

- пересекающимися
- сходящимися

- скрещивающимися
 - секущимися
43. Величина силы трения скольжения определяется как
- произведение коэффициента трения скольжения на вес тела
 - произведение коэффициента трения скольжения на сумму всех действующих сил
 - произведение коэффициента трения скольжения на величину нормального давления между контактирующими телами
 - только экспериментально

2.1.2 Модуль2. Кинематика

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ И ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ

1 Траектория точки - это

- путь, пройденный точкой
 - линия, на которой находится точка в любой момент движения
 - расстояние от текущего положения точки до начала координат
 - изменение положения точки за данный промежуток времени
- использовать когда ничего другого не остается

2. * Если у двух точек плоского тела совершенно одинаковые скорости, то про движение такого тела можно сказать, что оно

- поступательное
- вращательное
- плоскопараллельное
- ничего определенного сказать нельзя

3 Если у двух точек тела одинаковые по величине скорости, то про движение такого тела можно сказать, что оно

- поступательное
- вращательное
- плоскопараллельное
- ничего определенного сказать нельзя

4 Если у группы точек тела, лежащих на одной окружности, все время одинаковые по величине скорости, то про движение такого тела можно сказать, что оно

- либо вращательное, либо плоскопараллельное
- вращательное
- плоскопараллельное
- ничего определенного сказать нельзя

5 Если скорости двух точек тела параллельны и равны по величине, то движение тела является

- поступательным
- вращательным
- плоскопараллельным
- ничего определенного сказать нельзя

6 Если скорости трех точек тела, лежащих на одной окружности, все время равны по величине, то движение тела является

- поступательным
- вращательным
- плоскопараллельным
- ничего определенного сказать нельзя

7. Не является характеристикой движения

- скорость
- закон движения
- ускорение
- сила

8 Чем меньше радиус кривизны траектории материальной точки, тем

- ее касательное ускорение больше
- ее нормальное ускорение больше
- ее нормальное ускорение меньше
- ускорение не зависит от радиуса кривизны траектории

9. Мяч подброшен в воздух. Что можно сказать о его скорости в верхней точке траектории

- она будет максимальна
- она будет равна нулю
- она будет равна ускорению свободного падения

10. Касательная и нормаль к траектории

- всегда на одной прямой
- всегда перпендикулярны друг другу
- всегда образуют острый угол
- ничего определенного нельзя сказать

11. Чему равно нормальное ускорение точки, движущейся прямолинейно со скоростью 5 м/с ?

- 25
- 10
- 5
- 0

12. Чему равно ускорение точки, движущейся равномерно со скоростью 3 м/с по окружности радиуса 1 м ?

- 0
- 3
- 6
- 9

13 Вектор скорости всегда направлен

- по касательной к траектории движения
- по нормали к центру кривизны траектории
- может быть и по касательной, а может быть и по нормали
- ничего определенного сказать нельзя

14. Вектор полного ускорения материальной точки может быть направлен

- только по касательной к траектории движения
- только по нормали к центру кривизны траектории
- может быть и по касательной, а может быть и по нормали, но всегда в сторону вогнутости траектории
- ничего определенного сказать нельзя

15. Касательное ускорение и скорость

- всегда совпадают
- всегда перпендикулярны
- всегда лежат на непараллельных прямых
- всегда лежат на одной прямой

15. Естественный способ задания движения можно использовать

- только если заранее известна траектория движения
- всегда

- когда известна начальная скорость

- следует использовать когда ничего другого не остается

17. Чему равно касательное ускорение точки, движущейся с постоянной скоростью 5 м/с ?

- 25
- 10
- 5
- 0

- 18 Вектор нормального ускорения материальной точки может быть направлен
- только по касательной к траектории движения
 - только по нормали к центру кривизны траектории
 - может быть и по касательной, а может быть и по нормали, но всегда в сторону вогнутости траектории
 - ничего определенного сказать нельзя
19. Чему равно касательное ускорение точки, движущейся с постоянной скоростью 4 м/с по дуге окружности радиуса 2м ?
- 8 м/с²
 - 2 м/с²
 - 4 м/с²
 - 0 м/с²
20. Чему равно нормальное ускорение точки, движущейся с постоянной скоростью 4 м/с по дуге окружности радиуса 2м ?
- 8 м/с²
 - 2 м/с²
 - 4 м/с²
 - 0 м/с²
21. Чему равно полное ускорение точки, движущейся с постоянной скоростью 4 м/с по дуге окружности радиуса 2м ?
- 8 м/с²
 - 2 м/с²
 - 4 м/с²
 - 0 м/с²

ПОСТУПАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ

22. Движение тела называют поступательным, если
- тело движется строго прямолинейно
 - тело движется так, что любой отрезок, внутри тела остается параллелен самому себе все время движения
 - тело движется так, что траектория центра масс всегда остается прямой линией
 - отсутствует ось вращения

23. Следующее движение тела можно назвать поступательным

- движение колеса вагона

- движение земного шара

- движение барабана в игре "Поле Чудес"

- движение кабинок колеса обозрения

24. При поступательном движении траектории всех точек тела

- различны

- совершенно одинаковы

- одинаковы, но разнесены в пространстве

- ничего определенного нельзя сказать

ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ

25. Маховик радиуса 1м вращается равноускоренно с угловым ускорением 3 рад/с². В момент времени 1с после начала движения его угловая скорость равна 2 рад/с. Чему равно полное ускорение точки, находящейся на внешнем ободе маховика ?

- 0

- 3

- 4

- 5

26. Следующее движение тела можно назвать вращательным

- движение колеса вагона

- движение земного шара

- движение барабана в игре "Поле Чудес"

- движение кабинок колеса обозрения

27. Маховик радиуса 1м вращается равноускоренно с угловым ускорением 3 рад/с². В момент времени 1с после начала движения его угловая скорость равна 2 рад/с. Чему равно нормальное ускорение точки, находящейся на внешнем ободе маховика ?

- 0

- 3

- 4

- 5

28. Маховик радиуса 1м вращается равноускоренно с угловым ускорением 3 рад/с². В момент времени 1с после начала движения его угловая скорость равна 2 рад/с. Чему равно касательное ускорение точки, находящейся на внешнем ободе маховика ?

- 0

- 3

- 4

- 5

29. При вращательном движении

- траектории всех точек тела - окружности

- скорости всех точек тела одинаковы

- обязательно все точки тела двигаются

- ось вращения может перемещаться

30. Два различных тела за одно время повернулись на одинаковый угол. Тогда

- у большего тела угловая скорость больше

- у большего тела угловая скорость меньше

- угловые скорости одинаковы

- ничего определенного сказать нельзя

ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ

31. Колесо радиуса 1м катится без проскальзывания по прямолинейному горизонтальному рельсу со скоростью центра 2 м/с. Чему равна скорость точки колеса, диаметрально противоположной точке касания колеса с рельсом ?

- 0

- 2

- 4

- 1

32. Если скорости двух точек тела, движущегося плоскопараллельно, спроектировать на линию, соединяющую эти точки, то проекции скоростей точек

- они обязательно равны

- этого не может быть

- ничего определенного нельзя сказать

- они обязательно различны

33. Движение тела называется плоскопараллельным, если

- все его точки перемещаются параллельно некоторой фиксированной плоскости

- тело обязательно плоское

- каждая точка тела движется в своей плоскости и эти плоскости не обязательно параллельны

- если найдется отрезок внутри тела, остающийся все время параллелен некоторой наперед заданной плоскости

34. Следующее движение тела можно назвать плоскопараллельным

- движение колеса вагона

- движение земного шара

- движение барабана в игре "Поле Чудес"

- движение кабинок колеса обозрения

35. Плоскопараллельное движение можно представить как вращение тела вокруг

- центра масс тела
- мгновенного центра скоростей
- центра момента
- центра инерции

36 Скорость любой точки тела при плоскопараллельном движении можно представить как

- сумму скорости некоторой другой точки тела и скорости вращения вокруг этой точки
- скорость вращения вокруг центра масс тела
- сумму скоростей поступательного и переносного движения центра масс данного тела
- произведение ускорения этой точки на время движения

МГНОВЕННЫЙ ЦЕНТР СКОРОСТЕЙ

37. Что такое мгновенный центр скоростей плоской фигуры ?

- точка, в которой сосредоточена масса тела
 - точка, относительно которой движется плоская фигура
 - точка, скорость которой в данный момент равна нулю
 - точка, которая при движении фигуры остается неподвижной
38. Мгновенный центр скоростей тела лежит на
- пересечении скоростей двух точек тела
 - пересечении траекторий двух точек тела
 - пересечении перпендикуляров к скоростям любых двух точек тела
 - в центре тяжести тела

39. Чем дальше точка тела располагается от мгновенного центра скоростей, тем у нее скорость

- больше
- меньше
- никакой связи нет
- скорость всегда одинаковая

40 При вращательном движении мгновенный центр скоростей тела находится

- на оси вращения тела
 - в наиболее удаленной от оси вращения точке тела
 - в центре масс тела
 - неизвестно где
- 41 При поступательном движении мгновенный центр скоростей тела находится
- на оси вращения тела
 - удален от тела на бесконечно большое расстояние
 - в центре масс тела
 - неизвестно где

42 Чтобы определить величину скорости некоторой точки тела, необходимо

- умножить угловую скорость тела на расстояние от этой точки до мгновенного центра скоростей
- умножить угловую скорость тела на расстояние от этой точки до центра масс тела
- разделить угловую скорость тела на расстояние от этой точки до центра масс тела
- разделить угловую скорость тела на расстояние от этой точки до мгновенного центра скоростей

43. Чтобы определить величину угловой скорости тела, необходимо

- умножить скорость любой точки тела на расстояние от этой точки до мгновенного центра скоростей
 - умножить скорость любой точки тела на расстояние от этой точки до центра масс тела
 - разделить скорость любой точки тела на расстояние от этой точки до центра масс тела
 - разделить скорость любой точки тела на расстояние от этой точки до мгновенного центра скоростей
44. Мгновенный центр скоростей автомобильного колеса при нормальном сцеплении с дорожным покрытием находится

- на оси колеса
- в точке соприкосновения с дорогой
- в центре масс автомобиля
- неизвестно где

СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ

45. Если при сложном движении относительная скорость точки параллельна оси переносного вращения, то кориолисово ускорение

- обязательно равно 0
- может равно 0, а может и нет
- ни в коем случае не равно 0
- никакой связи нет

46. Если точка покоится в выбранной системе координат, то ее кориолисово ускорение

- равно 0
- обязательно отлично от 0
- не равно 0, если система координат покоится
- ничего определенного сказать нельзя

47. Если система координат движется поступательно, то кориолисово ускорение точек, определяемых в этой системе,

- равно 0
 - обязательно отлично от 0
 - не равно 0, если система координат движется с ускорением
 - ничего определенного сказать нельзя
48. Какое движение из перечисленных можно с наибольшим основанием назвать сложным
- движение пассажира по вагону во время остановки
 - движение автомобиля по трассе
 - движение груза, закрепленного на железнодорожной платформе
 - движение минутной стрелки на часах идущего человека

2.1.3 Модуль3. Динамика

МОМЕНТ ИНЕРЦИИ

1. Теорему Гюйгенса-Штейнера можно сформулировать так

- произведение массы тела на ускорение его центра масс равняется сумме всех сил, действующих на тело
- момент инерции тела относительно данной оси равен моменту инерции относительно параллельной оси, проходящей через центр масс тела плюс масса тела, умноженная на квадрат расстояния между этими осями
- изменение кинетической энергии системы материальных тел равно сумме работ всех сил, действующих в системе
- сумма возможных работ всех активных сил в системе тел с идеальными связями и всех сил инерции всегда равна нулю

2. Если известен радиус инерции тела, то момент инерции тела равен

- радиусу инерции
- половине произведения массы тела на квадрат длины тела
- произведению массы тела на квадрат радиуса инерции тела
- произведению массы тела на радиус инерции тела

3. Собственный момент инерции стержня равен

- произведению массы тела на квадрат длины стержня
- половине произведения массы тела на квадрат длины стержня
- одной трети произведения массы тела на квадрат длины стержня
- одной двенадцатой произведения массы тела на квадрат длины стержня

4 Собственный момент инерции диска, вращающегося в своей плоскости, равен

- произведению массы тела на квадрат радиуса диска

- половине произведения массы тела на квадрат радиуса диска
- одной трети произведения массы тела на квадрат радиуса диска
- одной четверти произведения массы тела на квадрат радиуса диска

5. Собственный момент инерции кольца, вращающегося в своей плоскости, равен

- произведению массы тела на квадрат радиуса кольца
- половине произведения массы тела на квадрат радиуса кольца
- одной трети произведения массы тела на квадрат радиуса кольца
- одной четверти произведения массы тела на квадрат радиуса кольца

6 Про собственный момент инерции тела можно сказать, что это

- максимально возможный момент инерции
- минимально возможный момент инерции
- среднее из всех возможных моментов инерции
- ничего определенного сказать нельзя

7 Мерой инертности вращательного движения тела является

- масса
- момент инерции
- вес
- момент силы

8. Если на тело не действуют никакие силы, может ли оно двигаться ?

- нет
- да, но с постоянной скоростью
- да, с любыми значениями характеристик движения
- да, но с постоянным (не нулевым) ускорением

9 При постоянной силе, действующей на тело, оно будет двигаться тем быстрее, чем у него масса

- больше
- меньше
- никакой связи нет
- движение будет одинаковое

10. Инертность - это

- способность материальных тел сопротивляться любым попыткам изменить их состояние
- "тормозной путь" тела отнесенный к его массе
- способность тел набирать или терять скорость
- свойство тел не отвечать противодействием на любое внешнее воздействие

11 Какое из приведенных утверждений является аксиомой динамики ?

- в отсутствии внешних сил материальная точка сохраняет состояние покоя или движется равномерно и прямолинейно
- для равновесия материальной точки необходимо, чтобы сумма всех действующих на нее сил была равна нулю

- масса тела равняется сумме масс всех точек данного тела
- в отсутствие внешних сил центр масс системы движется с постоянной скоростью

12 Какое из приведенных утверждений не является аксиомой динамики ?

- в отсутствии внешних сил материальная точка сохраняет состояние покоя или движется равномерно и прямолинейно
- при наличии силы материальная точка движется с ускорением прямо пропорциональным этой силе
- при взаимодействии двух материальных точек они действуют друг на друга уравновешенными силами
- для равновесия материальной точки необходимо, чтобы сумма всех действующих на нее сил была равна нулю

УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

13. * Следующая формулировка "произведение массы тела на ускорение его центра масс

равняется сумме всех сил, действующих на тело" называется в механике

- закон сохранения энергии
- принцип возможных перемещений
- основное уравнение движения тела
- общее уравнение динамики

14 Материальная точка массой 2кг начинает двигаться из состояния покоя под действие силы 2Н. Чему равно ускорение точки через 1с после начала движения?

- 1 м/с²
- 2 м/с²
- 4 м/с²
- 0.5 м/с²

15. Материальная точка массой 2кг начинает двигаться из состояния покоя под действие силы 2Н. Чему равна скорость точки через 1с после начала движения?

- 1 м/с
- 2 м/с
- 4 м/с
- 0.5 м/с

16. Материальная точка массой 2кг начинает двигаться из состояния покоя под действие силы 2Н. Чему равен путь, пройденный точкой за 1с после начала движения?

- 1 м
- 2 м
- 4 м
- 0.5 м

17. Груз массой 2кг вращается в горизонтальной плоскости на веревке длиной 1м так, что один оборот выполняется за 2П ($\Pi=3.14$) секунд. Чему равно натяжение веревки?

- 1Н
- 2Н
- 4Н
- 0Н

18 При свободном падении двух различных тел при отсутствии воздуха

- первым достигнет дна более тяжелое
- первым достигнет дна более легкое
- упадут одновременно
- ничего определенного сказать нельзя

1-Я ТЕОРЕМА ДИНАМИКИ

19. Чему равен вектор количества движения материальной точки ?

- произведению массы точки на вектор ее ускорения
- произведению вектора скорости точки на время ее движения
- произведению массы точки на вектор ее скорости
- половине произведения массы точки на квадрат ее скорости

20 Точка с массой 4 кг движется со скоростью 2 м/с. Ее количество движения равно

- 4 кгм/с
- 6 кгм/с
- 16 кгм/с
- 8 кгм/с

21. Чему равен вектор количества движения тела,двигающегося поступательно ?

- произведению массы тела на вектор ускорения его центра масс
- произведению вектора скорости тела на время его движения
- произведению массы тела на вектор скорости его центра масс
- половине произведения массы тела на квадрат его скорости центра масс

22. Импульс постоянной силы - это

- произведение силы на промежуток времени действия силы

- произведение массы тела на скорость
- произведение силы на скорость
- время действия силы

23. Формулировка 1-й основной теоремы динамики гласит "Изменение количества движения механической системы равняется сумме ..."

- всех внешних сил
- импульсов всех внешних сил
- моментов всех внешних сил
- работ всех внешних сил

24. Тело массой 2 кг и радиусом инерции 2 м вращается относительно оси, отстоящей от центра масс на 1м, с угловой скоростью 1 рад/с. Количество движения тела равно

- 2 кгм/с
- 4 кгм/с
- 8 кгм/с
- 0 кгм/с

2-Я ТЕОРЕМА ДИНАМИКИ

25 Момент количества движения тела, движущегося вращательно это

- произведение массы тела на скорость его центра масс
- произведение момента инерции тела относительно оси вращения на угловую скорость вращения тела
- произведение момента инерции тела относительно оси вращения на квадрат угловой скорости вращения тела, деленный пополам
- произведение момента инерции тела относительно оси вращения на угловое ускорение тела

26. Тело массой 2 кг и радиусом инерции 2 м вращается относительно оси, проходящей через ее центр масс, с угловой скоростью 1 рад/с. Момент количества движения тела (кинетический момент) равен

- 2 кгм²/с
- 4 кгм²/с
- 8 кгм²/с
- 16 кгм²/с

27 Чему равен модуль кинетического момента материальной точки массой 1 кг, равномерно движущейся по окружности радиуса 0.5 м со скоростью 1 м/с относительно центра этой окружности ?

- 0
- 0.5
- 1
- 2

28 Формулировка 2-й основной теоремы динамики гласит "Изменение момента количества движения механической системы равняется сумме ..."

- всех внешних сил
- импульсов всех внешних сил
- моментов всех внешних сил
- работ всех внешних сил

29. Момент количества движения материальной точки равен

- произведение массы точки на ее скорость и плечо скорости относительно выбранного центра
- произведение массы точки на ее скорость
- произведение массы точки на ее ускорение
- произведение массы точки на ее ускорение и плечо ускорения

3-Я ТЕОРЕМА ДИНАМИКИ

30. Чему равна кинетическая энергия тела при его поступательном движении ?

- сумме произведений масс точек тела на их скорости

- половине произведения массы тела на квадрат скорости его центра масс
 - произведению массы тела на скорость его центра масс
 - половине произведения массы тела на квадрат его угловой скорости
- 31 Чему равна работа пары сил ?
- скалярному произведению силы на скорость точки приложения силы
 - произведению момента пары сил на величину угловой скорости тела, к которому приложена пара
 - взятому с соответствующим знаком произведению величины момента пары сил на угол поворота тела, к которому приложена пара
 - скалярному произведению элементарного импульса силы на угловую скорость тела, к которому приложена пара
- 32 Чему равна кинетическая энергия тела при его вращательном движении ?
- произведению момента инерции тела относительно оси вращения на угловое ускорение тела
 - произведению момента инерции тела относительно оси вращения на половину квадрата угловой скорости тела
 - сумме моментов всех внешних сил, вычисленных относительно оси вращения
- 33 Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии материальной точки в интегральной форме
- изменение кинетической энергии точки на ее конечном перемещении равно сумме импульсов сил, действующих на нее
 - изменение кинетической энергии точки на ее конечном перемещении равно сумме работ сил, действующих на точку
 - изменение кинетической энергии точки равно элементарной работе силы, действующей на точку
 - дифференциал кинетической энергии точки равен элементарной работе сил, действующих на точку
- 34 Чему равна работа силы ?
- скалярному произведению силы на перемещение точки приложения силы и на косинус угла между ними
 - произведению силы на перемещение точки приложения силы
 - произведению силы на скорость точки приложения силы
 - произведению силы на элементарный промежуток времени действия силы
- 35 Работа пружины определяется как
- произведение жесткости пружины на квадрат ее деформации и деленные на 2
 - произведение жесткости пружины на ее деформацию
 - произведение веса пружины на величину шага пружины
 - произведение веса пружины на ее длину
- 36 Точка с массой 4 кг движется со скоростью 2 м/с. Ее кинетическая энергия равна
- 8 дж
 - 4 дж
 - 16 дж
 - 6 дж
- 37 Работа, совершаемая силой, не зависит от
- массы тела
 - перемещения центра масс тела
 - направления перемещения центра масс тела
 - скорости тела
38. Чему равна кинетическая энергия материальной точки массой 1 кг, равномерно движущейся по окружности радиуса 0.5 м со скоростью 1 м/с ?
- 0

- 0.5

- 1

- 2

39. Работа постоянной силы

- всегда постоянная величина

- всегда равна нулю

- пропорциональна перемещению точки приложения силы в направлении этой силы

- переменная величина, но от перемещения тела никак не зависит

40. Тело массой 2 кг и радиусом инерции 2 м вращается относительно оси, проходящей через его центр масс, с угловой скоростью 1 рад/с. Кинетическая энергия тела равна

- 2 кгм²/с²

- 4 кгм²/с²

- 8 кгм²/с²

- 0 кгм²/с²

41. Формулировка 3-й основной теоремы динамики гласит "Изменение кинетической энергии механической системы равняется сумме ..."

- всех сил

- импульсов всех сил

- моментов всех сил

- работ всех сил

ПРИНЦИП Д'АЛАМБЕРА

42. Куда направлен вектор силы инерции, если материальная точка движется равномерно по окружности ?

- в сторону вектора скорости

- в сторону противоположную вектору скорости

- к центру окружности

- от центра окружности

43 Чему равен модуль силы инерции материальной точки массой 1 кг, равномерно движущейся по окружности радиуса 0.5 м со скоростью 1 м/с ?

- 0

- 0.5

- 1

- 2

44 Что называется силой инерции материальной точки ?

- сила, величина которой равна произведению массы материальной точки на модуль ее ускорения, и направленной куда угодно

- сила, величина которой равна произведению массы материальной точки на модуль ее нормального ускорения, и направленной в сторону, противоположную направлению вектора нормального ускорения

- сила, величина которой равна произведению массы материальной точки на модуль ее ускорения, и направленной в сторону, противоположную направлению ускорения

- сила, величина которой равна произведению массы материальной точки на модуль ее ускорения, и направленной в ту сторону, куда направлен вектор нормального ускорения

45 Если ко всем действующим на тело силам добавить силу инерции, то полученная система

сил будет

- уравновешенной

- эквивалентной

- инерционной

- консервативной

46. Куда направлен вектор силы инерции, если материальная точка движется равноускоренно по прямой?

- в сторону вектора скорости

- в сторону противоположную вектору скорости
- перпендикулярно скорости
- неизвестно куда

47. Что можно сказать про направление силы инерции материальной точки?

- всегда совпадает с направлением скорости
- всегда совпадает с направлением ускорения
- всегда противоположно направлению скорости
- всегда противоположно направлению ускорения

ПРИНЦИП ВОЗМОЖНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ. ОБЩЕЕ УРАВНЕНИЕ ДИНАМИКИ

48. Возможное перемещение - это

- любое перемещение тела
- любое перемещение, которое тело может совершить
- любое допускаемое связями малое перемещение тела
- заданное перемещение

49 Число степеней свободы системы - это

- количество жестких тел, входящих в систему
- количество точек контакта тел внутри системы
- количество независимых между собой возможных перемещений системы
- количество шарниров в системе

50. Идеальная связь - это

- закрепление тела, в котором влияние сил трения сведено к нулю
- связь, у которой отсутствуют реакции
- связь, у которой сумма возможных работ всех реакций на всех возможных перемещения тела равна нулю
- отсутствие всяких ограничений для движения тел

Методика оценки результатов выполнения

| Критерии | Оценка, балл |
|---|-----------------|
| умение применять известные формулы | 1 |
| достоверность и полнота решения задачи | 2 |
| техническая грамотность и аккуратность при оформлении решений задач | 2 |

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета

4.1 Комплект материалов для оценивания зачета по дисциплине «Теоретическая механика»

Зачет проводится в письменной форме в виде ответа на вопросы с последующим собеседованием со студентом.

Список вопросов, выносимых на зачет:

- 1 Основные понятия и определения статики
- 2 Аксиомы статики
- 3 Связи и их реакции. Аксиома о связях
- 4 Система сходящихся сил. Геометрический способ сложения сил.

Равнодействующая сходящихся сил

- 5 Геометрическое условие равновесия системы сходящихся сил
- 6 Проекция силы на ось
- 7 Аналитический способ сложения сил
- 8 Аналитическое условие равновесия системы сходящихся сил
- 9 Момент силы относительно центра (точки). Алгебраический момент силы относительно точки

- 10 Теорема Вариньона (теорема о моменте равнодействующей)

- 11 Пара сил. Момент пары сил.
- 12 Теорема о параллельном переносе силы (Теорема Пуансо)
- 13 Приведение произвольной системы сил к данному центру. Частные случаи приведения системы сил
- 14 Формулы для вычисления главного вектора и главного момента
- 15 Условия равновесия произвольной плоской системы сил. Уравнения равновесия произвольной плоской системы сил
- 16 Определение скорости и ускорения точки при векторном способе задания движения
- 17 Определение скорости и ускорения точки при координатном способе
- 18 Определение скорости точки при естественном способе задания движения
- 19 Естественные оси координат. Касательное и нормальное ускорения точки
- 20 Поступательное движение твердого тела. Определение. Уравнения движения.
- Определение скоростей и ускорений точек тела при поступательном движении тела
- 21 Вращение твердого тела вокруг не подвижной оси. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Частные случаи вращения твердого тела
- 22 Скорости и ускорения точек тела при вращении вокруг оси
- 23 Плоское движение твердого тела. Уравнения плоского движения твердого тела
- 24 Скорости точек тела при плоском движении
- 25 Мгновенный центр скоростей (м. ц. с.). Определение положения м. ц. с.
- 26 Определение скоростей точек с помощью м. ц. с. Частные случаи определения положения м. ц. с.
- 27 Теорема о проекциях скоростей двух точек твердого тела
- 28 Предмет динамики. Основные законы механики
- 29 Дифференциальные уравнения движения материальной точки
- 30 Две основные задачи динамики
- 31 Основные теоремы динамики. Количество движения для точки и системы материальных точек. Теорема об изменении количества движения.
- 32 Теорема об изменении момента количества движения. Момент количества движения.
- 33 Кинетическая энергия точки и твердого тела
- 34 Работа сил (элементарная работа, силы тяжести, силы трения, упругих сил)
- 35 Теорема об изменении кинетической энергии для точки и системы
- 36 Принцип Даламбера. Сила инерции. Принцип Даламбера для точки
- 37 Принцип Даламбера для механической системы точек.
- 38 Принцип возможного перемещения.
- 39 Общее уравнение динамики
- 40 Уравнение Лагранжа 2 рода

Пример экзаменационного билета.

1 Основные понятия статики:

*сила, система сил, эквивалентная система сил,
равнодействующая, уравновешивающая сила*

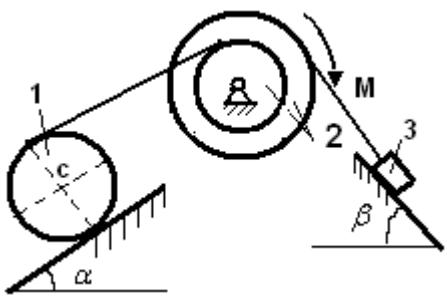
2 Принцип Даламбера

Главный вектор и главный момент сил инерции.

3 Задача Кинематика

4.2 Примеры экзаменационных задач

Задача 1

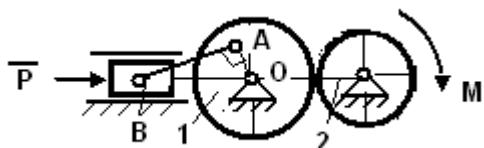


Дано: $m_1 = m$, $m_2 = 0$, $m_3 = m$, $r_1 = r_2 = r$, $R_2 = 3r$, $M = \text{const}$. Тело 1 однородный сплошной диск катится без скольжения. Движение начинается из состояния покоя.

Определить:

1. ускорение центра С тела 1;
2. силу сцепления между телом 1 и плоскостью;
3. количество движения тела 1 в момент $t=2c.$;
4. кинетический момент тела 1 относительно центра С при $t=2c.$;
5. главный момент сил инерции тела 1 относительно точки с.

Задача 2



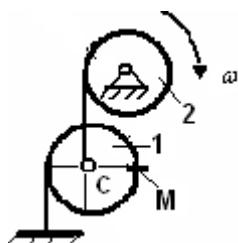
Дано: момент M , $R_1 = 2r$, $R_2 = r$, $OA = a$, $AB = 2a$.

Определить силу P при равновесии механизма в горизонтальной плоскости.

Решить по принципу Лагранжа.

4.3. Примеры дополнительных вопросов

Задача 1

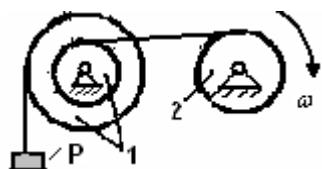


блока 1 при $t=1$.

Дано: $r_1 = 3r$, $r_2 = r$, $\varepsilon_0 t$ (t-время).

Определить скорость и ускорение точки М

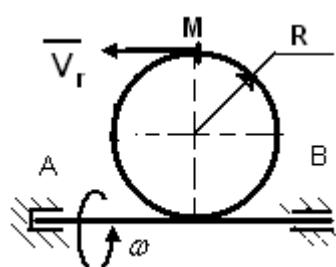
Задача 2



Дано: $\omega = \varepsilon_0 t$ (t-время), r_1 , R_1 , r_2 .

Определить скорость и ускорение груза Р в момент времени $t=1$.

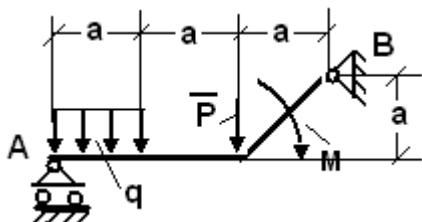
Задача 3



Дано: $\omega = \text{const}$, $V_r = \omega R$ -относительная скорость точки М.

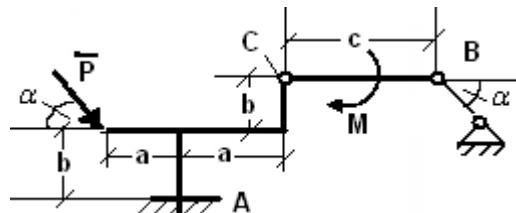
Определить абсолютное ускорение точки М в указанном на рисунке положении.

Задача



Составить уравнения равновесия для определения реакций опор.

Задача 5



Составить уравнения для определения сил взаимодействия в соединении «C» при равновесии двух тел.

Методика оценки результатов собеседования на зачете

| Критерии | Оценка, балл |
|---|--------------|
| умение тесно увязывать теорию с практикой | 10 |
| достоверность и полнота ответа | 10 |
| использование в ответе материала монографической литературы | 10 |
| техническая грамотность и аккуратность при оформлении решений задач (при наличии) | 10 |

5 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИИ (ЧАСТИ КОМПЕТЕНЦИИ)

5.1 Комплект материалов для оценивания сформированности компетенции (части компетенции) по дисциплине «Теоретическая механика»

5.1.1 Комплект материалов для оценивания сформированности компетенции код компетенции «ОПК - 1»

1. Если проекция силы направлена в ту же сторону, что и ось, на которую она проектируется, то она берется со знаком
2. Тело, обладающее массой, и размерами которого можно пренебречь, называется точкой.
3. Объекты, рассматриваемые в теоретической механике, могут двигаться со скоростями, которые
4. Если тело находится в равновесии под действием только двух сил, то эти силы обязательно
5. В теоретической механике все рассматриваемые тела считаются абсолютно
6. Заделка в плоских задачах имеет реактивных фактора.

7. Если сила пытается вращать тело относительно выбранной точки против часовой стрелки, то момент силы на плоскости считается
8. Величину момента силы относительно точки можно определить как произведение силы на относительно этой точки.
9. Если равномерно распределенная нагрузка интенсивностью 2 Н/м распределена на длине 2 м, то полная нагрузка равна
10. Если равномерно распределенная нагрузка интенсивностью 2 Н/м распределена на длине 2 м, то момент такой нагрузки относительно ее края равен
11. Задача будет статически определимой, если количество неизвестных в задаче равно количеству независимых равновесия.
12. Траектория точки – это
13. Если у двух точек тела одинаковые по величине скорости, то про движение такого тела можно сказать, что оно
14. Если скорости двух точек тела параллельны и равны по величине, то движение тела является
15. Касательная и нормаль к траектории всегда
16. Чему равно нормальное ускорение точки, движущейся прямолинейно со скоростью 5 м/с ?
17. Чему равно ускорение точки, движущейся равномерно со скоростью 3 м/с по окружности радиуса 1 м ?
18. Вектор нормального ускорения материальной точки может быть направлен только по
19. Движение тела называют поступательным, если тело движется так, что любой отрезок, внутри тела остается самому себе все время движения.
20. При поступательном движении траектории всех точек тела могут быть

5.1.2 Комплект материалов для оценивания сформированности компетенции код компетенции «УК -1»

1. При вращательном движении траектории всех точек тела -
2. Если скорости двух точек тела, движущегося плоскопараллельно, спроектировать на линию, соединяющую эти точки, то проекции скоростей точек будут
3. Плоскопараллельное движение можно представить как вращение тела вокруг
4. Мгновенный центр скоростей плоской фигуры, это точка, скорость которой в данный момент равна
5. Мгновенный центр скоростей тела лежит на пересечении к скоростям любых двух точек тела.
6. Мгновенный центр скоростей автомобильного колеса при нормальном сцеплении с дорожным покрытием находится
7. Теорему Гюйгенса-Штейнера можно сформулировать как момент инерции тела относительно данной оси равен моменту инерции относительно параллельной оси, проходящей через центр масс тела плюс тела, умноженная на расстояния между этими осями.
8. Мерой инертности поступательного движения тела является
9. Мерой инертности вращательного движения тела является

10. Произведение массы тела на ускорение его центра масс равняется сумме всех сил, действующих на тело" называется в механике
11. Вектор количества движения материальной точки равен произведению точки на вектор ее
12. Импульс постоянной силы - это произведение на промежуток действия силы.
13. Формулировка 1-й основной теоремы динамики гласит: "Изменение количества движения механической системы равняется сумме ..."
14. Кинетическая энергия тела при его поступательном движении равна
15. Работа пары сил равняется
16. Кинетическая энергия тела при его вращательном движении равняется
17. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки в интегральной форме гласит, что
18. Работа силы равна
19. Работа пружины определяется как произведение
20. Формулировка 3-й основной теоремы динамики гласит: "Изменение кинетической энергии механической системы равняется сумме ..."

См. рекомендации к ФОС.

5.2 Критерии оценки сформированности компетенции (части компетенции) студентов

| Количество правильных ответов | Менее 70% | 70% и более |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| оценка | компетенции не сформированы | компетенции сформированы |

Автор(ы):

| Фамилия Имя Отчество | Должность, уч. степень |
|----------------------------|------------------------|
| Бродский Владимир Маркович | Доцент, к.т.н. |

**Приложение 1 – Правильные ответы оценочных средств аттестации разделов
(рубежный контроль)**

Модуль 1. Статика

| №№ заданий | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| №№ ответа | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| №№ заданий | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| №№ ответа | 4 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| №№ заданий | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 49 | 50 |
| №№ ответа | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 |

Модуль 2. Кинематика

| №№ заданий | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| №№ ответа | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 |
| №№ заданий | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| №№ ответа | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| №№ заданий | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| №№ ответа | 4 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 |

Модуль3. Динамика

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| №№ заданий | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| №№ ответа | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 4 |
| №№ заданий | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| №№ ответа | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| №№ заданий | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| №№ ответа | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 |

Приложение 2 – Оценочные средства сформированности компетенции (части компетенции)

Ответы на задания комплекта материалов для оценивания сформированности компетенции код компетенции «ОПК-1».

| № вопроса | Правильный ответ | № вопроса | Правильный ответ |
|-----------|-----------------------|-----------|--------------------|
| 1 | плюс | 11 | уравнений |
| 2 | материальный | 12 | непрерывная линия |
| 3 | меньше скорости света | 13 | поступательное |
| 4 | уравновешены | 14 | плоскопараллельное |
| 5 | твёрдыми | 15 | перпендикулярны |
| 6 | три | 16 | ноль |
| 7 | положительным | 17 | 9 м/с^2 |
| 8 | плечо | 18 | по нормали |
| 9 | 4 Н | 19 | параллельным |
| 10 | 4 Н·м | 20 | кривыми |

Ответы на задания комплекта материалов для оценивания сформированности компетенции код компетенции «УК-1».

| № вопроса | Правильный ответ | № вопроса | Правильный ответ |
|-----------|----------------------------------|-----------|---|
| 1 | окружности | 11 | масса тела на скорость |
| 2 | равны | 12 | силы на время |
| 3 | полюса | 13 | импульсов сил |
| 4 | нулю | 14 | $mv^2/2$ |
| 5 | перпендикуляров | 15 | произведение момента на угол поворота |
| 6 | в точке сцепления | 16 | $J\omega^2/2$ |
| 7 | масса тела на квадрат расстояния | 17 | изменение кинетической энергии равно сумме работ внешних и внутренних сил |
| 8 | масса тела | 18 | произведение силы на перемещение центра масс |
| 9 | момент инерции | 19 | $k\Delta x^2/2$ |
| 10 | второй закон динамики | 20 | равно сумме работ внешних и внутренних сил |