

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

**Оценочные материалы по дисциплине**

«Б.1.1.13 «Теоретическая механика»

направление подготовки

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

Профиль: «Технология машиностроения»

## Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Теоретическая механика» должна сформироваться компетенция УК-1.

Критерии определения сформированности компетенции на различных уровнях ее формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-4 <sub>ук-1</sub> Способен использовать методы и модели классической механики в рамках системного подхода для решения поставленных задач.	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения зачета, тестовые задания

### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p>Знает: теоретическую механику в части таких разделов, как статика, кинематика, динамика, аналитическая механика.</p> <p>Умеет: самостоятельно проводить простейший анализ изучаемого процесса (явления) с целью понять его физическую природу, на высоком уровне корректно ставить задачу исследования и строить модели изучаемого в этой задаче процесса (явления), выбирать рациональные методы решения поставленных задач и выносить практические рекомендации по результатам их решения, находить оптимальные решения прикладного характера в задачах по своей специальности.</p> <p>Владеет: на высоком уровне основными алгоритмами построения и исследования механико-математических моделей, описывающих поведение механических систем; навыками исследования моделей с учетом их иерархической структуры и оценки пределов применимости полученных результатов.</p>
Повышенный (хорошо)	<p>Знает: в достаточной степени теоретическую механику в части таких разделов, как статика, кинематика, динамика, аналитическая механика.</p> <p>Умеет: в целом успешно проводить простейший анализ изучаемого процесса (явления) с целью понять его физическую природу, на достаточном уровне корректно ставить задачу исследования и строить модели изучаемого в этой задаче процесса (явления),</p>

	<p>выбирать рациональные методы решения поставленных задач и выносить практические рекомендации по результатам их решения.</p> <p>Владеет: на хорошем уровне основными алгоритмами построения и исследования механико-математических моделей, описывающих поведение механических систем; навыками исследования моделей с учетом их иерархической структуры и оценки пределов применимости полученных результатов.</p>
<p>Пороговый (базовый) (удовлетворительно)</p>	<p>Знает: частично теоретическую механику в части таких разделов, как статика, кинематика, динамика, аналитическая механика.</p> <p>Умеет: на минимально приемлемом уровне проводить простейший анализ изучаемого процесса (явления) с целью понять его физическую природу, не вполне корректно ставить задачу исследования и строить модели изучаемого в этой задаче процесса (явления).</p> <p>Владеет: на минимально приемлемом уровне основными алгоритмами построения и исследования механико-математических моделей, описывающих поведение механических систем.</p>

## **2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО**

### **2.1 Оценочные средства для текущего контроля<sup>1</sup>**

#### **Вопросы для устного опроса**

##### **Тема 1. Статика.**

1. Основные определения статики.
2. Аксиомы статики.
3. Момент силы относительно точки.
4. Момент силы относительно оси.
5. равнодействующая сходящейся системы сил.
6. Пара сил. Момент пары сил.
7. Главный вектор. Главный момент.
8. Основная теорема статики.
9. Условия равновесия плоской и пространственной систем сил.
10. Различные формы условий равновесия плоской системы сил.

##### **Тема 2 Кинематика.**

1. Способы задания движения точки.
2. Скорость и ускорение точки, их вычисление при векторном способе задания движения.
3. Скорость и ускорение точки, их выражение в декартовых координатах.

<sup>1</sup> Перечень оценочных средств, рекомендованных к использованию при формировании оценочных материалов представлены в Приложении 2.

4. Скорость и ускорение точки, их вычисление при естественном способе задания движения.
5. Сложное движение точки. Определения.
6. Относительное, переносное, абсолютное движения.
7. Теорема о сложении скоростей при сложном движении точки.
8. Теорема о сложении ускорений при сложном движении точки.
9. Поступательное движение твердого тела.
10. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Скорости и ускорения точек вращающегося тела.
11. Плоское движение твердого тела. Мгновенный центр скоростей, его нахождение.
12. Теорема о проекциях скоростей двух точек плоской фигуры.

### **Тема 3 Динамика.**

1. Аксиомы динамики.
2. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки.
3. Две основные задачи динамики точки.
4. Теорема об изменении момента количества движения.
5. Понятие работы силы. Примеры вычисления работ.
6. Принцип Даламбера для точки.
7. Классификация сил, действующих на систему: силы внутренние и внешние. Свойства внутренних сил.
8. Центр масс системы материальных точек.
9. Моменты инерции относительно оси. Теорема Штейнера.
10. Теорема об изменении количества движения точки и механической системы.
11. Теорема о движении центра масс системы.
12. Теорема об изменении кинетического момента системы.
13. Теоремы об изменении кинетической энергии материальной точки и механической системы.
14. Кинетическая энергия тела в поступательном, вращательном и плоском движениях.
15. Закон сохранения механической энергии точки и системы.
16. Принцип Даламбера для системы материальных точек.

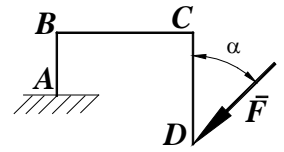
### **Тема 4 Элементы аналитической механики.**

1. Классификация связей.
2. Идеальные связи.
3. Возможные перемещения.
4. Элементарная работа.
5. Обобщенные координаты.
6. Обобщенные силы
7. Принцип возможных перемещений.
8. Общее уравнение динамики.
9. Условия равновесия системы.
10. Уравнения Лагранжа второго рода.

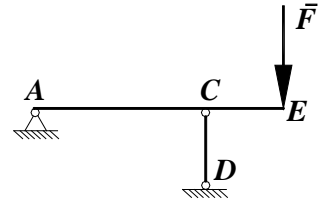
### **Практические задания для текущего контроля**

## Тема 1. Статика.

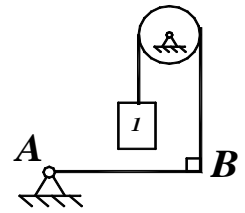
Задание 1. Определите момент силы  $F=100$  Н относительно точки  $A$ , если  $AB=1$  м,  $BC=4$  м,  $CD=4$  м, угол  $\alpha=60^\circ$ .



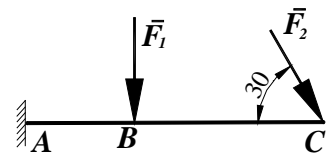
Задание 2. Балка  $AE$  шарнирно закреплена в точке  $A$  и опирается на вертикальный стержень  $CD$ . Определить в кН модуль усилия в стержне  $CD$ , если сила  $F=3$  кН, а длины  $AC=6$  м и  $CE=2$  м.



Задание 3. Определите вес груза 1, необходимого для того чтобы однородная балка  $AB$  весом 340 Н в положении равновесия была горизонтальна.



Задание 4. Определите момент в заделке  $A$ , если модули приложенных к балке  $AC$  сил  $F_1=50$  Н и  $F_2=100$  Н,  $BC=2AB=2$  м.



Задание 5. Определите модуль равнодействующей системы двух равных по модулю сходящихся сил  $F_1=F_2=5$  Н, образующих между собой угол  $45^\circ$ .

Задание 6. Изогнутый стержень  $ABC$  прикреплен к полу посредством неподвижного цилиндрического шарнира  $A$ . Другой конец стержня  $C$  свободно опирается на гладкую поверхность, образующую угол  $\alpha=45^\circ$  с горизонталью. Отрезки стержня  $AB$  и  $BC$  имеют равную длину, а угол  $ABC=90^\circ$ . На стержень действует сила  $F=10$  Н, приложенная в точке  $B$  и направленная по горизонтали в сторону точки  $C$ . Найти реакцию шарнира  $A$ .

## Тема 2. Кинематика.

Задание 1. Закон движения точки в декартовой прямоугольной системе координат задан уравнением:  $x = -0,1t^2 - \sin 0,25\pi t$ . Определите координату точки в момент времени  $t = 4$  с.

Задание 2. Закон движения точки в декартовой прямоугольной системе координат задан уравнениями:  $x = 0,2t^3$ ,  $y = 2t^2$  ( $x$  и  $y$  - в метрах). Определите, в какой момент времени ускорение точки равно  $5$  м/с<sup>2</sup>.

Задание 3. Точка движется по окружности, радиус которой  $r = 50$  м, со скоростью, модуль которой  $V = 2t$ . Определите модуль полного ускорения в момент времени  $t = 5$  с.

Задание 4. Тело вращается вокруг неподвижной оси согласно закону  $\varphi = t^2$ . Определите в м/с модуль скорости точки тела, расположенной на расстоянии  $r = 0,5$  м от оси вращения в момент времени, когда угол поворота  $\varphi = 25$  рад.

Задание 5. Нормальное ускорение точки  $M$  диска, вращающегося вокруг неподвижной оси равно  $6,4 \text{ м/с}^2$ . Определите угловую скорость  $\omega$  этого диска, если его радиус  $r = 0,4 \text{ м}$ .

Задание 6. Вращаясь с постоянным угловым ускорением, диск радиусом  $R = 6 \text{ см}$  делает 50 оборотов за 250 с после начала движения из состояния покоя. Найти скорость точки, лежащей на его ободе, в этот момент.

### Тема 3. Динамика.

Задание 1. Материальная точка массой  $1,4 \text{ кг}$  движется прямолинейно по закону  $x = 6t^2 + 6t + 3$ . Определите модуль равнодействующей сил, приложенных к точке.

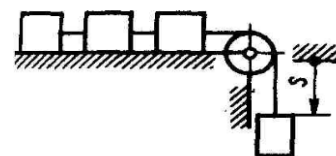
Задание 2. Тело движется вниз по гладкой плоскости, которая наклонена под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Определите модуль ускорения тела.

Задание 3. Материальная точка массой  $m = 2 \text{ кг}$  движется в плоскости  $Oxy$  под действием силы, проекции которой  $F_x = 2 \sin 0,5\pi t$  и  $F_y = 5 \cos \pi t$ . Определите модуль ускорения точки в момент времени  $t = 2 \text{ с}$ .

Задание 4. Трактор, двигаясь с ускорением  $a = 2 \text{ м/с}^2$  по горизонтальному участку пути, перемещает нагруженные сани массой  $600 \text{ кг}$ . Определите модуль силы тяги на крюке, если коэффициент трения скольжения саней  $f = 0,05$ .

Задание 5. Тело вращается вокруг вертикальной оси  $Oz$  под действием пары сил с моментом  $M = 16t \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Определить момент инерции тела относительно оси  $Oz$ , если известно, что в момент  $t = 3 \text{ с}$  угловая скорость вращения  $\omega = 2 \text{ рад/с}$ . При  $t = 0$  тело находилось в покое.

Задание 6. Четыре груза массой  $m = 1 \text{ кг}$  каждый, соединены гибкой нитью, переброшенной через неподвижный невесомый блок, движутся согласно закону  $s = 1,5t^2$ . Определите кинетическую энергию системы грузов в момент времени  $t = 2 \text{ с}$ .

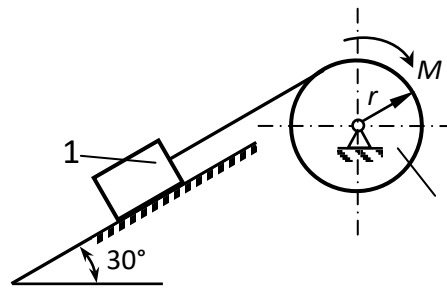


Задание 7. Два одинаковых груза массой  $1 \text{ кг}$  каждый соединены между собой нитью и движутся по горизонтальной плоскости под действием силы  $F = 40 \text{ Н}$ . Коэффициент трения скольжения тел по плоскости  $f = 0,1$ . Определить натяжение нити.

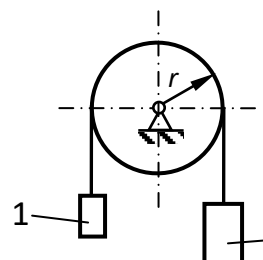
Задание 8. Материальная точка  $M$  массой  $m = 1 \text{ кг}$  поднимается вертикально определить скорость  $v$  подъема в момент времени, когда кинетический потенциал точки равен нулю и она находится на высоте  $h = 6 \text{ м}$ , если при  $h = 0$  потенциальная энергия  $\Pi_0 = 0$ .

### Тема 4. Элементы аналитической механики.

Задание 1. Определите момент  $M$  пары сил, который необходимо приложить к барабану 2 радиуса  $r=20$  см для равномерного подъема груза 1 весом 200 Н.



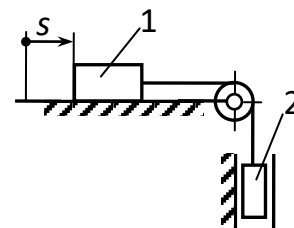
Задание 2. Грузы 1 и 2, массы которых  $m_2=2m_1$ , прикреплены к тросу, переброшенному через блок радиуса  $r$ . Пренебрегая массой блока, определите ускорение грузов.



Задание 3. Кинетический потенциал системы, выраженный через ее обобщенную координату  $y$  и обобщенную скорость  $\dot{y}$ , равен  $L = \dot{y}^2 + 2y$ . Определите ускорение  $\ddot{y}$ .

Задание 4. Кинетический потенциал механической системы определяется выражением  $L = 14\dot{\varphi}^2 + 2\varphi$ , где  $\varphi$  – обобщенная координата, рад. Вычислите обобщенную скорость  $\dot{\varphi}$  через 2 с после начала движения, если при  $t=0$   $\dot{\varphi} = 2$  рад/с.

Задание 5. Механическая система представлена схемой на рисунке. Массы тел  $m_1=m_2=6$  кг. Определите ускорение тела 1, если коэффициент трения скольжения между горизонтальной поверхностью и телом 1 равен  $f = 0,2$ .



### Задания для выполнения контрольных работ

Контрольная работа предусмотрена для заочной формы обучения в 3 семестре.

#### Тема 1. СТАТИКА

Жесткая рама, расположенная в вертикальной плоскости, закреплена в точке А шарнирно, а в точке В прикреплена или к невесомому стержню с шарнирами на концах, или к шарнирной опоре на катках.

В точке С к раме привязан трос, перекинутый через блок и несущий на конце груз весом  $P$ . На раму действует пара сил с моментом  $M$  и две силы, значения, направления и точки приложения которых указаны в таблице.

Определить реакции связей в точках А, В, вызываемые действующими нагрузками.

Примечание: расчетная схема и числовые данные определяются по индивидуальным вариантам.

#### Тема 2. КИНЕМАТИКА

Плоский механизм состоит из стержней 1, 2, 3, 4 и ползуна В или Е или из стержней 1, 2, 3 и ползуну В и Е, соединенных друг с другом и с неподвижными опорами  $O_1, O_2$

шарнирами; точка D находится в середине стержня АВ. Длины стержней равны соответственно  $l_1, l_2, l_3, l_4$ . Положение механизма определяется углами  $\alpha, \beta, \gamma, \varphi, \theta$ .

Примечание: расчетная схема, числовые данные, а также искомые величины определяются по индивидуальным вариантам.

### Тема 3. ДИНАМИКА

Механическая система состоит из грузов 1 и 2, ступенчатого шкива 3 с радиусами ступеней  $R_3, r_3$  и радиусом инерции относительно оси вращения  $\rho_3$ , блока 4 радиуса  $R_4$  и катка (или подвижного блока) 5 – тело 5 считать сплошным однородным цилиндром, а массу блока 4 – равномерно распределенной по ободу. Коэффициент трения грузов о плоскость  $f$ . Тела системы соединены друг с другом нитями, перекинутыми через блоки и намотанными на шкив 3 (или на шкив и каток); участки нитей параллельны соответствующим плоскостям. К одному из тел прикреплен пружина с коэффициентом жесткости  $c$ . Под действием силы  $F = f(s)$ , зависящей от перемещения  $s$  точки ее приложения, система приходит в движение из состояния покоя; деформация пружины в момент начала движения равна нулю. При движении на шкив 3 действует постоянный момент  $M$  сил сопротивления (от трения в подшипниках). Определить значение искомой величины в тот момент времени, когда перемещение  $s$  станет равным  $s_1$ .

Примечание: расчетная схема, числовые данные, а также искомые величины определяются по индивидуальным вариантам.

### Тема 4. ЭЛЕМЕНТЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Механическая система состоит из однородных ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 3-6, прикрепленных к этим нитям, и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ , приложенной к одному из шкивов. Радиусы ступеней шкива 1 равны:  $R_1, r_1$ , а шкива 2 –  $R_2, r_2$ ; их радиусы инерции относительно осей вращения равны соответственно  $\rho_1$  и  $\rho_2$ . Пренебрегая трением, определить ускорение груза, имеющего больший вес.

Примечание: расчетная схема, числовые данные, а также искомые величины определяются по индивидуальным вариантам.

## 2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля<sup>4</sup>

### Вопросы к зачету

1. Аксиомы статики
2. Простейшие теоремы статики (о переносе вдоль линии действия, о трех силах).
3. Система сходящихся сил (приведение к равнодействующей, условия равновесия).
4. Момент силы (алгебраический момент, векторный момент, момент относительно оси, вычисление в декартовой системе).
5. Теория пар сил (теоремы об эквивалентности двух пар в одной плоскости, о переносе в параллельную плоскость, о сумме моментов сил пары, о сложении пар сил; условия равновесия пар сил).

6. Приведение системы сил к простейшей системе (приведение силы к заданному центру, приведение произвольной системы к силе и паре сил; главный вектор и главный момент).
7. Условия равновесия системы сил (векторная и аналитическая формы, различные формы условий равновесия плоской системы сил).
8. Скорость и ускорение точки, их выражение в декартовых координатах. Касательная и нормальная составляющие ускорения.
9. Теорема о проекциях скоростей точек твердого тела.
10. Поступательное и вращательное движения твердого тела. Скорости и ускорения точек вращающегося тела. Формула Эйлера.
11. Плоское движение твердого тела. Мгновенный центр скоростей, его нахождение. Определение скоростей точек плоской фигуры.
12. Сложное движение точки (абсолютная и относительная производная, сложение скоростей, сложение ускорений).

### **Вопросы к экзамену**

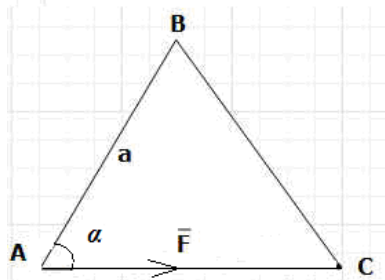
1. Аксиомы динамики.
2. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
3. Две основные задачи динамики точки.
4. Центр масс системы.
5. Момент инерции относительно оси. Теорема Штейнера.
6. Простейшие свойства внутренних сил системы.
7. Количество движения системы, его вычисление. Теорема об изменении количества движения системы.
8. Законы сохранения количества движения.
9. Теорема о движении центра масс системы.
10. Кинетический момент системы, вычисление его проекции на ось вращения твердого тела. Теоремы об изменении кинетического момента точки и системы.
11. Законы сохранения кинетических моментов.
12. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси.
13. Элементарная и полная работа силы. Мощность. Примеры вычисления работы.
14. Кинетическая энергия тела в поступательном, вращательном и плоском движениях.
15. Теоремы об изменении кинетической энергии точки и системы.
16. Потенциальное силовое поле, потенциальная энергия и примеры ее вычисления.
17. Закон сохранения механической энергии точки и системы.
18. Принцип Даламбера для системы материальных точек.
19. Силы инерции твердого тела в частных случаях его движения.
20. Классификация связей.
21. Возможные перемещения.
22. Элементарная работа. Идеальные связи.
23. Принцип возможных перемещений.
24. Обобщенные координаты. Обобщенные силы.
25. Условия равновесия системы.
26. Общее уравнение динамики
27. Уравнения Лагранжа

## Практические задания для зачета

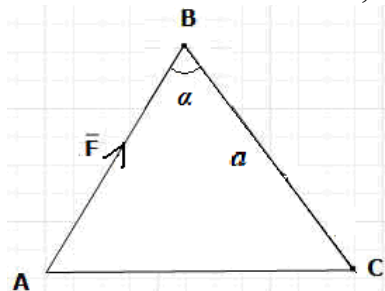
Задание 1. В одной плоскости расположены три пары сил. Определить момент пары сил  $M_3$ , при котором эта система находится в равновесии, если моменты  $M_1 = 500 \text{ Нм}$ ,  $M_2 = 300 \text{ Нм}$ .



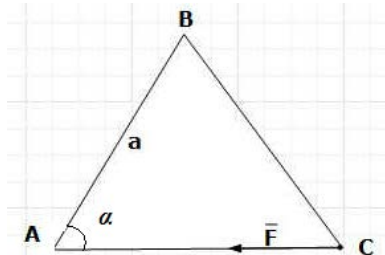
Задание 2. Определить момент силы  $F$ , приложенной к точке  $A$  треугольной пластины, относительно точки  $B$ , если  $F=8 \text{ кН}$ ,  $a=2 \text{ м}$ ,  $\alpha=30^\circ$ .



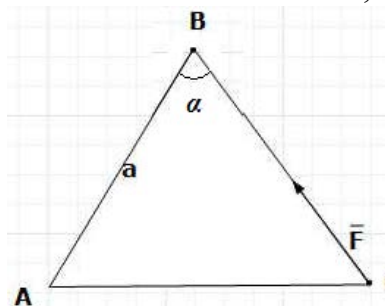
Задание 3. Определить момент силы  $F$ , приложенной к точке  $A$  треугольной пластины, относительно точки  $C$ , если  $F=7 \text{ кН}$ ,  $a=8 \text{ м}$ ,  $\alpha=30^\circ$ .



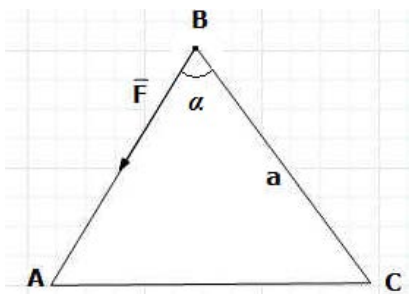
Задание 4. Определить момент силы  $F$ , приложенной к точке  $C$  треугольной пластины, относительно точки  $B$ , если  $F=3 \text{ кН}$ ,  $a=6 \text{ м}$ ,  $\alpha=30^\circ$ .



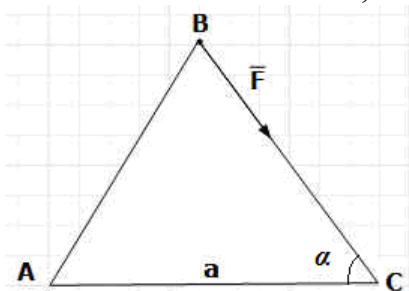
Задание 5. Определить момент силы  $F$ , приложенной к точке  $C$  треугольной пластины, относительно точки  $A$ , если  $F=5 \text{ кН}$ ,  $a=4 \text{ м}$ ,  $\alpha=30^\circ$ .



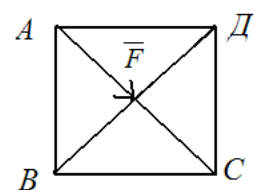
Задание 6. Определить момент силы  $F$ , приложенной к точке  $B$  треугольной пластины, относительно точки  $C$ , если  $F=4 \text{ кН}$ ,  $a=10 \text{ м}$ ,  $\alpha=30^\circ$ .



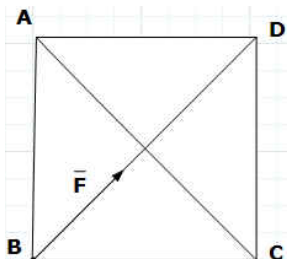
Задание 7. Определить момент силы  $F$ , приложенной к точке  $B$  треугольной пластины, относительно точки  $A$ , если  $F=2\text{кН}$ ,  $a=8\text{м}$ ,  $\alpha=30^\circ$ .



Задание 8. Определить момент силы  $F$ , приложенной к вершине  $A$  квадратной пластины, относительно точки  $B$ , если  $F=50\text{Н}$ ,  $AC=0,2\text{м}$ .



Задание 9. Определить момент силы  $F$ , приложенной к вершине  $B$  квадратной пластины, относительно точки  $A$ , если  $F=80\text{Н}$ ,  $AC=0,4\text{м}$ .



Задание 10. Точка движется по дуге окружности  $R=4\text{ м}$  по закону  $S = -\frac{16}{\pi} \cos\left(\frac{\pi}{4}t\right)$  Найти нормальное ускорение  $a_n \left[\frac{\text{М}}{\text{с}^2}\right]$  точки в момент времени  $t=2\text{с}$ .

Задание 11. Точка движется по дуге окружности по закону  $S = 3t^3 - 10t$ . Найти касательное ускорение  $a_\tau \left[\frac{\text{М}}{\text{с}^2}\right]$  точки в момент времени  $t=2\text{с}$ .

Задание 12. Закон движения точки задан уравнениями 
$$\begin{cases} x = 4 - \frac{6}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) \\ y = \frac{12}{\pi} \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right) \end{cases}$$

Найти модуль скорости  $V \left[ \frac{M}{c} \right]$  точки для момента времени  $t=3c$ .

Задание 13. Закон движения точки задан уравнениями 
$$\begin{cases} x=2t \\ y=2t^3 \end{cases}$$

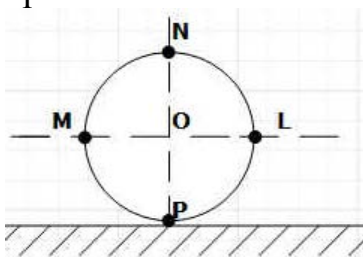
Найти квадрат модуля скорости  $V^2$  точки для момента времени  $t=1c$ .

Задание 14. Точка движется по окружности  $R=9m$  со скоростью  $v=6t$ . Определить квадрат модуля полного ускорения точки в момент времени  $t=1c$ .

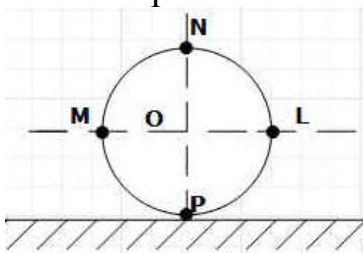
Задание 15. Задан закон изменения угловой скорости колеса  $\omega(t)=4(7t-t^2)$ . Найти угловое ускорение  $\varepsilon \left[ \frac{1}{c^2} \right]$  в момент времени  $t=2c$ .

Задание 16. Задан закон вращения колеса  $\varphi(t)=8t-3t^2$ . Найти угловую скорость  $\omega \left[ \frac{1}{c} \right]$  в момент времени  $t=2c$ .

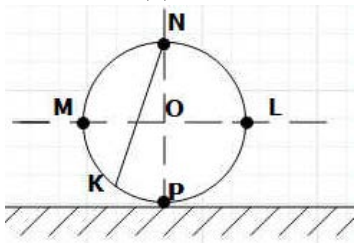
Задание 17. Колесо радиуса  $R=8m$  катится без скольжения по неподвижной прямой. Скорость центра  $v_0=7 \frac{m}{c}$ . Определить скорость точки  $P$  обода колеса в данный момент времени.



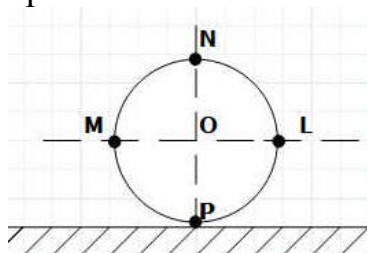
Задание 18. Колесо радиуса  $R=9m$  катится без скольжения по неподвижной прямой. Скорость центра  $v_0=5\sqrt{2} \frac{m}{c}$ . Определить скорость точки  $L$  обода колеса в данный момент времени.



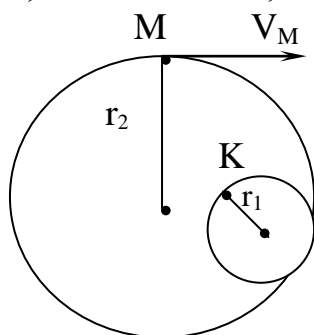
Задание 19. Колесо радиуса  $R=6m$  катится без скольжения по неподвижной прямой. Скорость центра  $v_0=10 \frac{m}{c}$ , угол  $\angle PNK$  равен  $30^\circ$ . Определить скорость точки  $K$  обода колеса в данный момент времени.



Задание 20. Колесо радиуса  $R=3$  м катится без скольжения по неподвижной прямой. Скорость центра  $v_0 = 3 \frac{m}{c}$ . Определить скорость точки  $N$  обода колеса в данный момент времени.



Задание 21. Два колеса находятся во внутреннем зацеплении. Найти вращательную скорость  $V$  точки  $K$ , если известно, что  $V_M = 2$  м/с,  $r_1 = 1$  м,  $r_2 = 4$  м.



Задание 22. Материальная точка движется по криволинейной траектории под действием силы, проекции которой на касательную  $F_\tau = 8t^2$  Н и нормаль  $F_n = 6t^2$  Н

Определить массу точки [кг], если в момент времени  $t=2$  с её ускорение  $a = 10 \frac{m}{c^2}$ .

Задание 23. Материальная точка массой  $m=2$  кг движется по закону  $x = 3t^3 - t^2 + t$ . Определить модуль силы [Н], действующей на точку в направлении её движения в момент времени  $t=2$  с.

Задание 24. Материальная точка массой  $m=3$  кг движется по прямой под действием постоянной силы  $F=12$  Н. В начальный момент точка находится в покое. Определить путь [м], пройденный точкой за время  $t=4$  с.

Задание 25. Гвоздь вбивается в стену, оказывающую сопротивление  $R=600$  Н. При каждом ударе молотка гвоздь углубляется в стену на длину  $l=0,15$  см. Определить массу молотка, если при ударе о шляпку гвоздя он имеет скорость  $v = 1 \frac{m}{c}$ .

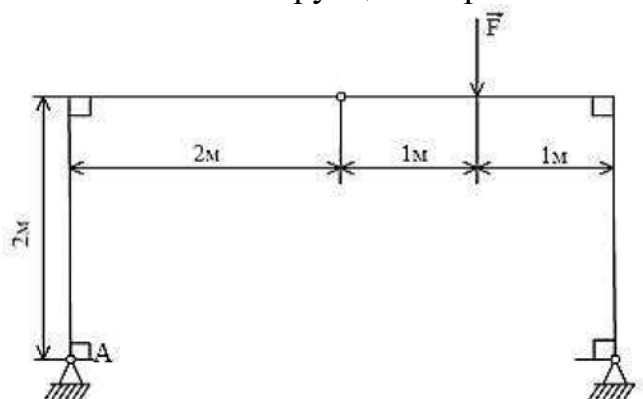
Задание 26. Материальная точка массой  $m=1$  кг движется прямолинейно в плоскости  $XOY$  под действием силы  $F=6x^3$  Н, составляющей угол  $60^\circ$  с направлением (OX) движения точки. Определить работу этой силы при перемещении точки из положения с координатой  $x=0$  в положение с координатой  $x=2$ .

Задание 27. Материальная точка массой  $m=3$  кг движется по прямой под действием постоянной силы  $\overline{F}$ . Скорость точки за время от  $t_1=1$  с до  $t_2=6$  с изменилась от  $v_1 = 2 \frac{m}{c}$  до  $v_2 = 7 \frac{m}{c}$ . Найти модуль силы  $\overline{F}$ .

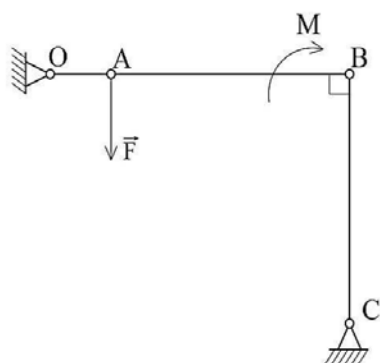
Задание 28. Материальная точка массой  $m=0,5$  кг брошена с поверхности Земли  $M_0$  с начальной скоростью  $v_0=10\frac{м}{с}$  и в некотором положении  $M_1$  имеет скорость  $v_1=6\frac{м}{с}$ .

Определить работу силы тяжести при перемещении точки из положения  $M_0$  в положение  $M_1$ .

Задание 29. Определить вертикальную составляющую реакции шарнира А, если  $F = 8$  кН. Весом конструкции и трением в шарнирах пренебречь.

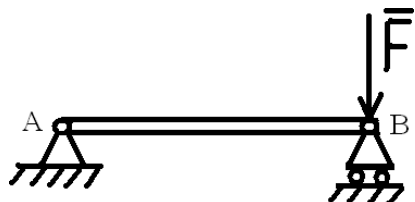


Задание 30. Определить модуль силы  $F$ , уравнивающей пару сил с моментом  $M$ , если  $AB = 3$  м. Весом конструкции и трением в шарнирах пренебречь.

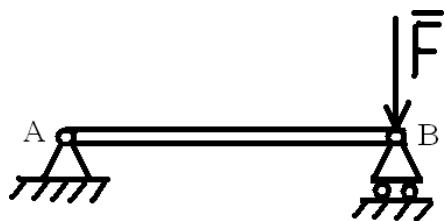


### Практические задания для экзамена

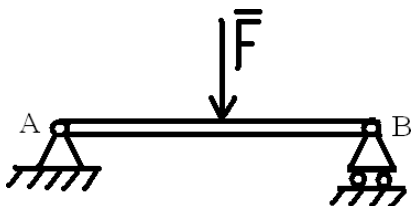
1. На балку, изображенную на рисунке, действует сила  $F$ , равная 10 кН. Чему равна реакция в шарнире А?



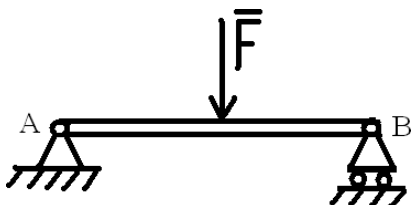
2. На балку, изображенную на рисунке, действует сила  $F$ , равная 10 кН. Чему равна реакция в шарнире В?



3. На балку, изображенную на рисунке, действует сила  $F$ , равная 10 кН. Чему равна реакция в шарнире А?



4. На балку, изображенную на рисунке, действует сила  $F$ , равная 10 кН. Чему равна реакция в шарнире В?



5. Сила  $F=2$  Н составляет с осью угол 30 градусов. Вычислить величину ее проекции на ось.

6. Линия действия силы  $F=5$  Н проходит через точку О на расстоянии 2 м от точки приложения силы. Определить величину момента силы  $F$  относительно точки О.

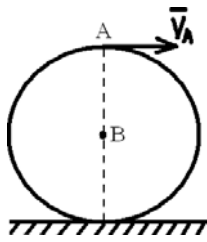
7. Материальная точка движется вдоль оси  $x$  по закону  $x=4t^2+3t+7$  (м). Определить скорость и ускорение точки в момент времени 1 с.

8. Угол поворота диска изменяется по закону  $\varphi=\pi 3t^2$ (рад). Определить угловую скорость и угловое ускорение диска при  $t=1$  с

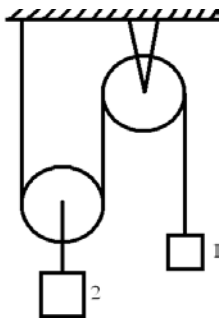
9. Точка находится на расстоянии 1 см от оси вращающегося вокруг нее твердого тела с угловой скоростью  $\omega=3$  рад/с. Найти величину нормального ускорения точки.

10. Точка находится на расстоянии 2 см от оси вращающегося вокруг нее твердого тела с линейной скоростью  $v=4$  рад/с. Найти величину нормального ускорения точки.

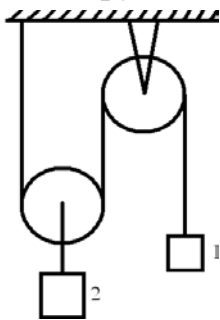
11. Диск катится без скольжения по горизонтальной поверхности как показано на рисунке. Скорость точки А равна 4 м/с. 1. Определить положение мгновенного центра скоростей. 2. Определить скорость точки В.



12. Два груза подвешены к системе, состоящей из двух блоков, как показано на рисунке. Груз 1 опускается со скоростью 4 м/с. Определить, поднимается или опускается груз 2 и найти его скорость.



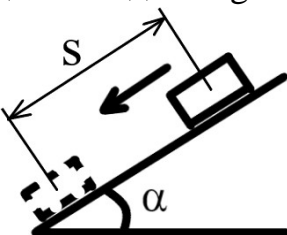
13. Два груза подвешены к системе, состоящей из двух блоков, как показано на рисунке. Груз 1 поднимается со скоростью 4 м/с. Определить, поднимается или опускается груз 2 и найти его скорость.



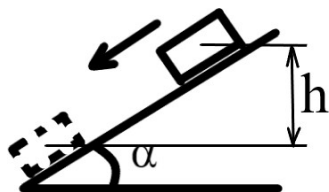
14. Диск радиуса 2 м вращается против часовой стрелки вокруг оси, проходящей через его центр и перпендикулярной плоскости диска. Угловая скорость диска  $\omega = 3$  рад/с. По ободу диска по часовой стрелке движется точка со скоростью 3 м/с. Вычислить кориолисово ускорение точки.

15. Нормальное давление твердого тела на опорную поверхность в данной точке равно 2 Н, коэффициент трения скольжения равен 0,12. Определить величину силы трения в этой точке.

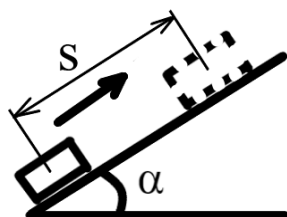
16. Тело массы  $m$  начинает скользить вниз по гладкой наклонной плоскости без начальной скорости как показано на рисунке. Определить скорость тела в момент времени, когда пройденный путь станет равен  $s=0,2$  м. Угол  $\alpha=30^\circ$ , ускорение свободного падения  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.



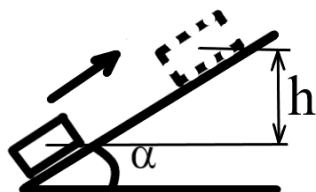
17. Тело массы  $m$  начинает скользить вниз по гладкой наклонной плоскости без начальной скорости как показано на рисунке. Определить на какую высоту  $h$  опустится тело, когда его скорость станет равна  $v=1,4\text{ м/с}$ . Угол  $\alpha=30$ , ускорение свободного падения  $g=9,8\text{ м/с}^2$ .



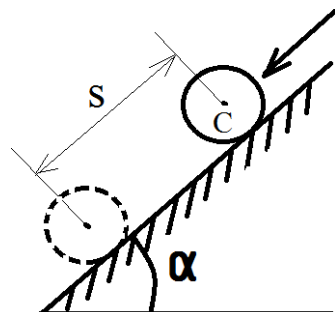
18. Тело массы  $m$  толкнули вверх по гладкой наклонной плоскости как показано на рисунке. Определить начальную скорость тела, если пройденный путь до остановки равен  $s=0,2\text{ м}$ . Угол  $\alpha=30$ , ускорение свободного падения  $g=9,8\text{ м/с}^2$ .



19. Тело массы  $m$  толкнули вверх по гладкой наклонной плоскости со скоростью  $v=1,4\text{ м/с}$  как показано на рисунке. Определить на какую высоту  $h$  поднимется тело до остановки. Угол  $\alpha=30$ , ускорение свободного падения  $g=9,8\text{ м/с}^2$ .

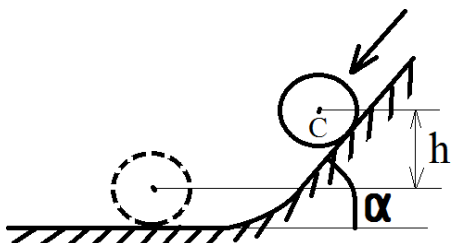


20. Сплошной однородный диск массы  $m$  и радиуса  $r$  скатывается вниз по гладкой наклонной плоскости без начальной скорости как показано на рисунке. Определить скорость центра диска в момент времени, когда пройденный путь станет равен  $s=0,3\text{ м}$ . Угол  $\alpha=30$ , ускорение свободного падения  $g=9,8\text{ м/с}^2$ .

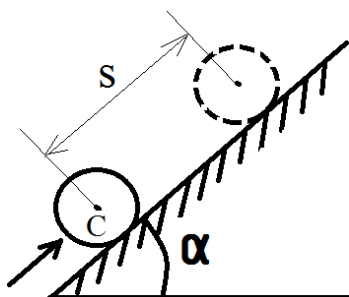


21. Сплошной однородный диск массы  $m$  и радиуса  $r$  скатывается вниз по гладкой наклонной плоскости как показано на рисунке. Определить с какой высоты  $h$  нужно пустить диск без начальной скорости, чтобы скорость его центра в нижнем

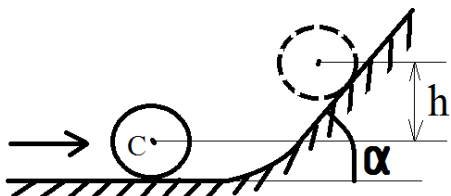
положении была равна  $v_c=1,4\text{ м/с}$ . Угол  $\alpha=30$ , ускорение свободного падения  $g=9,8\text{ м/с}^2$ .



22. Сплошной однородный диск массы  $m$  и радиуса  $r$  толкнули вверх по гладкой наклонной плоскости как показано на рисунке. Определить с какой скоростью нужно толкнуть диск, чтобы пройденный путь до остановки был равен  $s=0,3\text{ м}$ . Угол  $\alpha=30$ , ускорение свободного падения  $g=9,8\text{ м/с}^2$ .



23. Сплошной однородный диск массы  $m$  и радиуса  $r$  толкнули вверх по гладкой наклонной плоскости со скоростью  $v_c=1,4\text{ м/с}$  как показано на рисунке. Определить на какую высоту  $h$  поднимется тело до остановки. Угол  $\alpha=30$ , ускорение свободного падения  $g=9,8\text{ м/с}^2$ .



24. Сплошной однородный диск массы  $m=20\text{ кг}$  и радиуса  $r=0,3\text{ м}$  вращается с угловой скоростью  $\omega=20\text{ рад/с}$ . К диску приложили тормозящий момент  $M=6\text{ Н}\cdot\text{м}$ . Определить сколько времени пройдет от начала торможения до полной остановки диска.

25. Сплошное однородное кольцо массы  $m=20\text{ кг}$  и радиуса  $r=0,3\text{ м}$  приводится во вращение из состояния покоя моментом  $M=6\text{ Н}\cdot\text{м}$ . Определить угловую скорость кольца через  $3\text{ с}$  после начала движения.

26. Сплошное однородное кольцо массы  $m=20\text{ кг}$  и радиуса  $r=0,3\text{ м}$  вращается с угловой скоростью  $\omega=20\text{ рад/с}$ . К кольцу приложили тормозящий момент  $M=6\text{ Н}\cdot\text{м}$ . Определить сколько времени пройдет от начала торможения до полной остановки кольца.

27. Какое время понадобится камню массой  $300\text{ грамм}$  для падения с башни высотой  $20\text{ м}$ , если камень массой  $450\text{ грамм}$  упал с этой башни за  $2\text{ секунды}$ ? (сопротивлением воздуха пренебречь).

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

29. Тело массой 2 кг и радиусом инерции 2 м вращается относительно оси, проходящей через его центр масс, с угловой скоростью 1 рад/с. Вычислить кинетическую энергию тела.

30. Твердое тело массой 1 кг с радиусом инерции 2 м вращается вокруг оси по закону  $\varphi=3t$ . Вычислить кинетический момент тела относительно оси вращения ( $\text{кг м}^2/\text{с}$ ).

Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме зачета, экзамена:

а) оценка «отлично» – компетенция или ее часть сформированы на высоком уровне;

б) оценка «хорошо» – компетенция или ее часть сформированы на среднем уровне;

в) оценка «удовлетворительно» – компетенция или ее часть сформированы на базовом уровне;

г) оценка «неудовлетворительно» – компетенция или ее часть не сформированы;

д) оценка «зачтено» – компетенция или ее часть сформированы на базовом уровне;

е) оценка «не зачтено» – компетенция или ее часть не сформированы

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценки «не зачтено», «неудовлетворительно» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации


Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Двухбалльная шкала	Зачтено	Обучающийся ответил на теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала. Выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала
	Не зачтено	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических

		заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов
Четырехбалльная шкала	Отлично	Обучающийся ответил на все теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала, в том числе и по заданиям СРС. Выполнил практические и лабораторные задания. Показал высокий уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в расширенных рамках учебного материала.
	хорошо	Обучающийся ответил на большую часть теоретических вопросов. Показал знания в узких рамках учебного материала. Выполнил практические и лабораторные задания с допустимой погрешностью. Показал хороший уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала.
	удовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий и лабораторных работ, продемонстрировал низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы были допущены неправильные ответы
	неудовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий и лабораторных работ, продемонстрировал крайне низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

## 2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ПРАКТИКЕ

Компетенции<sup>2</sup>:

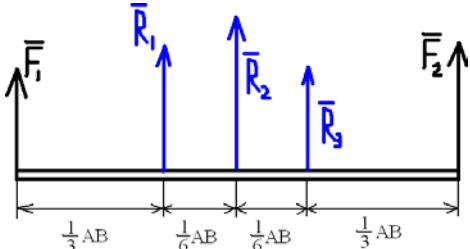
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование достижения Индикатора достижения компетенции
1.		<p>Выберете правильное определение силы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Величина, являющаяся количественной мерой механического взаимодействия материальных тел, называется в механике силой.</li> <li>2. Сила является величиной скалярной.</li> <li>3. Действие силы не зависит от её направления.</li> <li>4. Действие силы не зависит от точки приложения.</li> <li>5. Величина, качественно оценивающая меру механического взаимодействия материальных тел, называется силой</li> </ol>	УК-1	ИД-4ук-1 Способен использовать методы и модели классической механики в рамках системного подхода для решения поставленных задач.
2.		<p>Опора, изображенная на рисунке, называется....</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. жесткая заделка</li> <li>2. неподвижный шарнир</li> <li>3. подвижный шарнир</li> <li>4. скользящая заделка</li> </ol>	УК-1	

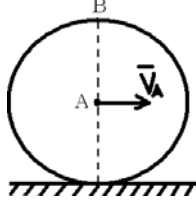
<sup>2</sup> Перечислить все компетенции, формируемые учебной дисциплиной

3.		<p>Выберите правильное соответствие количества уравнений равновесия (А,Б,В) для разных типов систем сил (1,2,3):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Количество уравнений равновесия для плоской произвольной системы сил</li> <li>2. Количество уравнений равновесия для пространственной произвольной системы сил</li> <li>3. Количество уравнений равновесия для плоской сходящейся системы сил.</li> </ol> <p>А. 2 Б. 3 В. 6</p>	УК-1	
4.		<p>Под каким углом направлен вектор момент силы относительно точки к плоскости, проведенной через силу и точку?</p>	УК-1	
5.		<p>Вектор, равный геометрической сумме всех сил системы – это...</p>	УК-1	
6.		<p>Выберите правильное соответствие количества уравнений движения (А,Б) при разных способах задания движения материальной точки (1,2):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Координатный (декартовый) способ</li> <li>2. Векторный способ.</li> </ol> <p>А. 1 Б. 3</p>	УК-1	
7.		<p>Движение твердого тела является поступательным, если:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. во время движения все точки тела, расположенные на некоторой прямой, остаются неподвижными;</li> <li>2. скорости всех точек твердого тела в любой момент времени одинаковы;</li> <li>3. во время движения одна точка тела остается неподвижной;</li> <li>4. все точки тела перемещаются в плоскостях, параллельных некоторой неподвижной плоскости.</li> </ol>	УК-1	
8.		<p>Величина, характеризующая быстроту изменения угловой скорости, называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1: угловой скоростью тела;</li> <li>2: угловым ускорением тела;</li> <li>3: мгновенным центром скоростей;</li> <li>4: линейной скоростью точки твердого тела;</li> <li>5: линейным ускорением точки твердого тела.</li> </ol>	УК-1	
9.		<p>Если колесо катится без скольжения по неподвижной плоскости, то мгновенный центр скоростей находится:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. в точке, совпадающей с центром колеса;</li> <li>2. в точке соприкосновения колеса и неподвижной плоскости;</li> <li>3. в точке колеса, максимально удаленной от точки соприкосновения колеса и неподвижной плоскости;</li> <li>4. в произвольной точке на неподвижной плоскости.</li> </ol>	УК-1	

10.		Сформулировать теорему о скоростях точек при сложном движении материальной точки	УК-1
11.		Что называется кинетической энергией точки? 1. Произведение квадрата массы на скорость точки; 2. Половина произведения массы на квадрат скорости точки; 3. Производная от скорости точки; 4. Произведение радиуса вектора точки на ее массу; 5. Произведение массы точки на ее скорость.	УК-1
12.		Выберите правильное соответствие между термином теоретической механики (А,Б,В) и его определением (1,2,3): 1. Величина, равная половине произведения массы на квадрат скорости точки 2. Вектор, численно равный произведению массы точки на ее скорость 3. Определенный интеграл от элементарной работы силы по данному перемещению. А. Количество движения материальной точки Б. Кинетическая энергия материальной точки В. Работа силы на заданном перемещении	УК-1
13.		Сформулировать теорему об изменении количества движения материальной точки	УК-1
14.		Сила инерции материальной точки $\bar{\Phi}$ это: 1. $\Phi = -ma$ 2. $\Phi = mg$ 3. $\bar{\Phi} = ma$ 4. $\Phi = m(a + g)$	УК-1
15.		Что называется мощностью силы? 1: Производная по времени от элементарной работы; 2: Скалярное произведение вектора силы на вектор скорости; 3: Векторное произведение вектора силы на радиус вектор точки ее приложения; 4: Определенный интеграл от элементарной работы силы по данному перемещению; 5: Производная по данному перемещению от элементарной работы силы.	УК-1

16.		<p>Задача: система состоит из трех точек одинаковой массы “<math>m</math>”. Скорости этих точек соответственно <math>V_1</math>, <math>V_2</math> и <math>V_3</math>. Найти кинетическую энергию системы.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>T = m \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot V_3</math>;</li> <li><math>T = m(V_1 + V_2 + V_3)</math>;</li> <li><math>T = \frac{m}{2} (V_1^2 + V_2^2 + V_3^2)</math>;</li> <li><math>T = \frac{m}{2} \cdot (V_1 \cdot V_2 \cdot V_3)^2</math>;</li> <li><math>T = \frac{m}{2} (V_1^2 + V_2^2 + V_3^2)</math></li> </ol>	УК-1
17.		Сформулировать теорему об изменении количества движения системы материальных точек	УК-1
18.		Сформулировать теорему о движении центра масс системы материальных точек	УК-1
19.		<p>Теорема об изменении кинетического момента механической системы <math>\bar{K}_0</math> (относительно точки 0) имеет вид:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>K_1 - K_0 = \sum S_k^{(e)}</math></li> <li><math>\bar{T}_1 - \bar{T}_0 = \bar{K}_0</math> <math>\frac{dK_0}{dt} = \sum m (F_k^{(e)})</math></li> <li><math>\frac{dK_0}{dt} = \sum A(F_k^{(e)})</math></li> <li><math>\frac{dK_0}{dt} = \sum A(F_k^{(e)})</math></li> </ol>	УК-1
20.		<p>Если твердое тело вращается вокруг неподвижной оси, которая является его главной центральной осью инерции, то силы инерции приводятся:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>к паре сил, момент которой <math>M^\Phi = -J_{cz} \cdot \varepsilon</math>, где <math>J_{cz}</math> - момент инерции тела относительно оси вращения.</li> <li>к равнодействующей силе, приложенной в центре масс тела <math>\Phi = -ma_c</math></li> <li>к силе, равной главному вектору сил инерции <math>\Phi = -ma_c</math> и к паре сил, момент которой <math>M^\Phi = -J\varepsilon</math>.</li> <li>к силе <math>\bar{\Phi} = -ma</math>.</li> <li>к равнодействующей силе <math>\Phi = -m_k a_k</math></li> </ol>	УК-1

21.		<p>Принцип возможных (виртуальных) перемещений для системы материальных точек имеет вид:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\bar{F} + \bar{R} + \Phi = 0</math></li> <li><math>\sum_{k=1}^n F_k + \sum_{k=1}^n R_k + \sum_{k=1}^n \Phi_k = 0</math></li> <li><math>\sum_{k=1}^n \bar{F}_k \cdot \delta r_k = 0</math></li> <li><math>\sum_{k=1}^n (\bar{F}_k + \bar{\Phi}_k) \cdot \delta r_k = 0</math></li> <li><math>T - T_0 = \sum A</math></li> </ol>	УК-1
22.		Число независимых координат точек механической системы – это ...._____	УК-1
23.		<p>Принцип Даламбера-Лагранжа для системы материальных точек имеет вид:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\bar{F} + \bar{R} + \Phi = 0</math></li> <li><math>\sum_{k=1}^n F_k + \sum_{k=1}^n R_k + \sum_{k=1}^n \Phi_k = 0</math></li> <li><math>\sum_{k=1}^n \bar{F}_k \cdot \delta r = 0</math></li> <li><math>\sum_{k=1}^n (\bar{F}_k + \bar{\Phi}_k) \cdot \delta r_k = 0</math></li> <li><math>T - T_0 = \sum A</math></li> </ol>	УК-1
24.		<p>Укажите, чему равно число обобщенных координат (число переменных Лагранжа)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Числу связей;</li> <li>Числу независимых вариаций радиус-векторов точек механической системы;</li> <li>Числу материальных точек, образующих механическую систему;</li> <li>Числу независимых координат точек механической системы.</li> </ol>	УК-1
25.		Способы определения обобщенной силы	УК-1
26.		<p>На балку действуют две силы <math>F_1=10</math> кН и <math>F_2=10</math> кН как показано на рисунке. Какая из сил <math>R_1</math>, <math>R_2</math> или <math>R_3</math> будет являться равнодействующей сил <math>F_1</math> и <math>F_2</math>?</p>  <p>The diagram shows a horizontal beam of length AB. At the left end, an upward force <math>\bar{F}_1</math> is applied. At the right end, an upward force <math>\bar{F}_2</math> is applied. Three reaction forces <math>\bar{R}_1</math>, <math>\bar{R}_2</math>, and <math>\bar{R}_3</math> are applied upwards at points along the beam. The distances from the left end to the points of application of <math>\bar{R}_1</math>, <math>\bar{R}_2</math>, and <math>\bar{R}_3</math> are <math>\frac{1}{3}AB</math>, <math>\frac{1}{6}AB</math>, and <math>\frac{1}{6}AB</math> respectively. The distance from the right end to the point of application of <math>\bar{R}_3</math> is <math>\frac{1}{3}AB</math>.</p>	УК-1

27.	Материальная точка движется вдоль оси x по закону $x=3t^2+2t+1$ (м). Определить скорость точки (м/с) в момент времени 1с.	УК-1
28.	<p>Диск катится без скольжения по горизонтальной поверхности как показано на рисунке. Скорость точки А равна 4 м/с. Чему равна скорость точки В?</p> 	УК-1
29.	Сформулировать первую (прямую) задачу динамики и алгоритм ее решения	УК-1
30.	<p>Принцип Даламбера-Лагранжа (общее уравнение динамики) для системы материальных точек имеет вид:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>F + R + \Phi = 0</math></li> <li>2. <math>\sum_{k=1}^n \bar{F}_k + \sum_{k=1}^n \bar{R}_k + \sum_{k=1}^n \bar{\Phi}_k = 0</math></li> <li>3. <math>\sum_{k=1}^n F_k \cdot \delta r = 0</math></li> <li>4. <math>\sum_{k=1}^n (\bar{F}_k + \bar{\Phi}_k) \cdot \delta r_k = 0</math></li> <li>5. <math>T - T_0 = \sum A</math></li> </ol>	УК-1