

Группа	217
Дата	25.10.2021
Время	14 ⁵⁰ -16 ⁰⁰
Наименование УД/МДК/УП/ПП	ОП 10. ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
Ф.И.О. преподавателя	Горлачева Е.Н.
Обратная связь	e-meil: gorlachevaen@yandex.ru Whatsapp: +79188705779
Основная литература	А.А. Эрдеди, Н.А.Эрдеди Техническая механика (4-е изд.) учебник–Москва: «Академия» 2017г.

ДВИЖЕНИЯ ТВЁРДОГО ТЕЛА

1. Простейшие движения

Поступательным движением называют движение твёрдого тела, при котором всякая прямая линия на теле при движении остаётся параллельной своему начальному положению (рисунок 2.7)

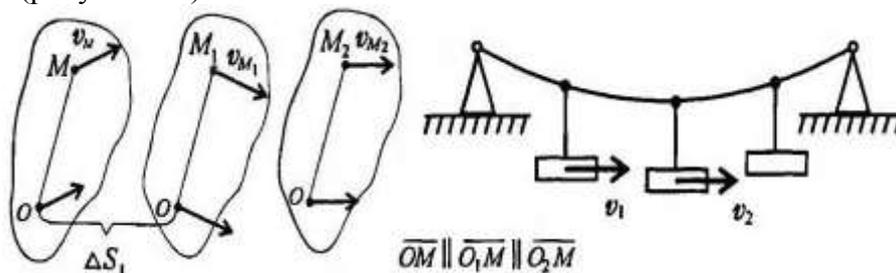


Рисунок 2.7

При поступательном движении все точки тела движутся одинаково: скорости и ускорения в каждый момент одинаковы.

При **вращательном движении** все точки тела описывают окружности вокруг общей неподвижной оси.

Неподвижная ось, вокруг которой вращаются все точки тела, называют **осью вращения**. Для описания вращательного движения тела вокруг неподвижной оси можно использовать только **угловые параметры**. (рисунок 2.8)

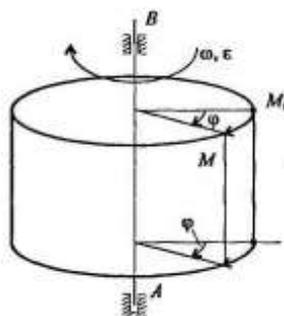


рисунок 2.8

φ – угол поворота тела;

ω – угловая скорость, определяет изменение угла поворота в единицу времени;

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

Изменение угловой скорости во времени определяется угловым ускорением:

$$\epsilon = \frac{d\omega}{dt}$$

2. Сложное движение точки – такое движение, при котором точка одновременно участвует в нескольких движениях (напр. пассажир, перемещающийся по движущемуся вагону).

В этом случае вводится подвижная система координат ($Oxyz$), которая совершает заданное движение относительно неподвижной (основной) системы координат ($O_1x_1y_1z_1$).

Абсолютным движением точки называется движение по отношению к неподвижной системе координат (перемещение человека по движущемуся вагону относительно Земли).

Относительное движение – движение по отношению к подвижной системе координат (движение человека по вагону). *Переносное движение* – движение подвижной системе координат относительно неподвижной (движение вагона относительно земли).

3. Плоскопараллельное движение тела.

Плоским, или плоскопараллельным, движением твердого тела называется такое движение, при котором каждая точка тела движется в плоскости, параллельной некоторой неподвижной плоскости. Примерами плоского движения являются движение шайбы по льду, колеса поезда по прямолинейному участку пути.

Плоское движение тела можно разложить на поступательное и вращательное относительно выбранного центра. На рис. 21 показано, что тело из положения I можно переместить в положение II, используя два варианта:

1 вариант. Перемещаем тело поступательно так, чтобы прямая AB , перемещаясь параллельно самой себе, заняла в пространстве положение A_2B_1 . После этого повернем тело вокруг точки B_1 на угол φ_1 .

2 вариант. Переместим тело поступательно из положения I так, чтобы прямая AB совместилась с прямой A_1B_2 , ей параллельной. После этого будем вращать тело вокруг точки A_1 до тех пор, пока точка B_2 не попадет в точку B_1 . Поскольку $A_1B_2 \parallel A_2B_1$, то углы $\varphi_1 = \varphi_2$. Следовательно, чтобы занять положение II, тело может совершить различные поступательные движения (в зависимости от выбранного полюса), а вращение, как в первом, так и во втором варианте, будет одинаковым.

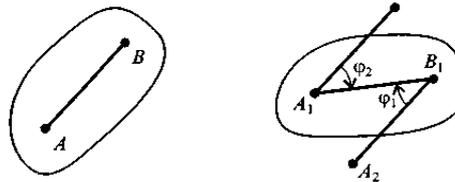


Рис. 21 Плоскопараллельное движение

Следовательно, любое плоское движение можно разложить на поступательное движение тела вместе с выбранным полюсом и вращательное относительно полюса. Чаще всего такой полюс выбирают центр масс тела.

4. Мгновенный центр скоростей.

Неизменно связанная с телом точка, скорость которой равна нулю, называется *мгновенным центром скоростей*. Мгновенный центр скоростей (МЦС) лежит на перпендикулярах к скоростям точек тела, опущенных из этих точек (рис. 22).

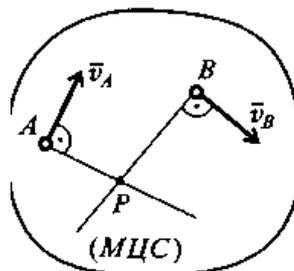


Рис. 22 Мгновенный центр скоростей

Различные случаи определения мгновенного центра скоростей показаны на рис. 23, а-в.

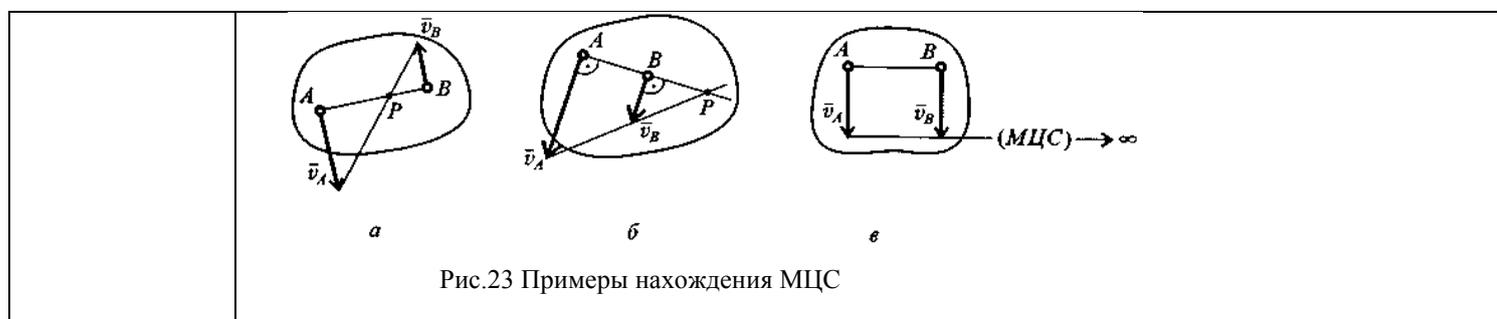


Рис.23 Примеры нахождения МЦС

Задание	Изучите материал лекции. В рабочей тетради запишите дату, тему занятия, составьте конспект.
Контрольный тест	<p>Дайте определение следующим понятиям:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Простейшие движения, виды 2. Сложное движение точки 3. Плоскопараллельное движение тела 4. Мгновенный центр скоростей

Группа	217
Дата	28.10.2021
Время	9 ⁵⁰ -11 ¹⁰
Наименование УД/МДК/УП/ПП	ОП 10. ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
Ф.И.О. преподавателя	Горлачева Е.Н.
Обратная связь	e-meil: gorlachevaen@yandex.ru Whatsapp: +79188705779
Основная литература	А.А. Эрдеди, Н.А.Эрдеди Техническая механика (4-е изд.) учебник–Москва: «Академия» 2017г.
Тема	<p align="center">Практическая работа «Кинематика точки»</p> <p>Пример 1. По заданному закону движения $S = 10 + 20t - 5t^2$ ($[S] = \text{м}; [t] = \text{с}$) определить вид движения, начальную скорость и касательное ускорение точки, время до остановки.</p> <p>(Рекомендуется обойтись без расчетов, использовать метод сравнения заданного уравнения с уравнениями различных видов движений в общем виде.)</p> <p align="center">Решение</p> $(S = S_0 + v_0t + \frac{a_t t^2}{2}).$ <ol style="list-style-type: none"> 1. Вид движения: равнопеременное 2. При сравнении уравнений очевидно, что <ul style="list-style-type: none"> — начальный путь, пройденный до начала отсчета 10 м; — начальная скорость 20 м/с; — постоянное касательное ускорение $\frac{a_t}{2} = -5 \text{ м/с}^2; a_t = -10 \text{ м/с}^2.$ — ускорение отрицательное, следовательно, движение равнозамедленное, ускорение направлено в сторону, противоположную направлению скорости движения. 3. Определяем время, при котором скорость точки будет равна нулю: $v = S' = 20 - 2 \cdot 5t; v = 20 - 10t; v = 0; t = \frac{20}{10} = 2 \text{ с}.$ <p><i>Примечание:</i> Если при равнопеременном движении скорость растет, значит, ускорение — положительная величина, график пути — вогнутая парабола. При торможении скорость падает, ускорение (замедление) — отрицательная величина, график пути — выпуклая парабола.</p> <p>Пример 2. Точка движется по желобу из точки А в точку D. Как изменятся касательное и нормальное ускорения при прохождении точки через В и С?</p>

Скорость движения считать постоянной. Радиус участка АВ = 10 м, радиус участка ВС = 5 м.

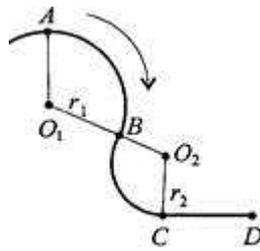


Рис. 10.5

Решение

1. Рассмотрим участок АВ. Касательное ускорение равно нулю $v = \text{const}$
 Нормальное ускорение при переходе через точку В увеличивается в 2 раза, оно меняет направление, т. к. центр дуги АВ не совпадает с центром дуги ВС.

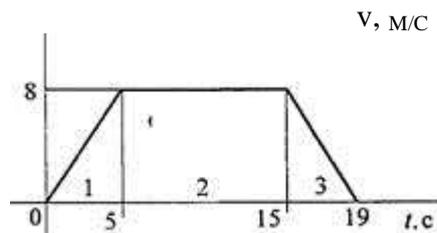
2. На участке ВС:

— касательное ускорение равно нулю: $a_t = 0$;

— нормальное ускорение $\left(a_n = \frac{v^2}{r}\right)$ при переходе через точку С меняется: до точки С движение вращательное, после точки С движение становится прямолинейным, нормальное напряжение на прямолинейном участке равно нулю.

3. На участке CD полное ускорение равно нулю.

Пример 3. По заданному графику скорости найти путь, пройденный за время движения .



Решение

1. По графику следует рассмотреть три участка движения. Первый участок — разгон из состояния покоя (равноускоренное движение).

Уравнение скорости $v_1 = v_0 + a_1 t_1$; $v_0 = 0$.

Ускорение $a_1 = \frac{v_1}{t_1}$; $a_1 = \frac{8}{5} = 1,6 \text{ м/с}^2$.

Второй участок — равномерное движение: $v = 8 \text{ м/с}$; $a_2 = 0$

Третий участок – торможение до остановки (равнозамедленное движение)

Уравнение скорости $v_3 = v_{03} + a_3 t_3$; $v_3 = 0$.

Ускорение $a_3 = -\frac{v_{03}}{t_3}$; $a_3 = -\frac{8}{4} = -2 \text{ м/с}^2$.

2. Путь, пройденный за время движения, будет равен:

Пример 4. Тело, имевшее начальную скорость 36 км/ч, прошло 50 м до остановки. Считая движение равнозамедленным, определить время торможения.

Решение

1. Записываем уравнение скорости для равнозамедленного движения:

$$v = v_0 + at = 0$$

Определяем начальную скорость в м/с: $v_0 = \frac{36 \cdot 1000}{3600} = 10 \text{ м/с}$.

Выразим ускорение (замедление) из уравнения скорости:

$$a = -\frac{v_0}{t}$$

2. Записываем уравнение пути:
$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

После подстановки получим:
$$S = \frac{v_0 t}{2}.$$

3. Определяем время до полной остановки (время торможения):

$$t = \frac{2S}{v_0} = \frac{2 \cdot 50}{10} = 10 \text{ с.}$$

Тема: «Простейшие виды движения твердого тела»

Пример 5. Ротор электродвигателя вращается со скоростью, описываемой уравнением $\omega = 2\pi t$. Определить вид движения.

Решение

1. Анализируем выражение для скорости: скорость меняется и зависит от времени линейно. Следовательно, угловое ускорение — постоянно, $\varepsilon = \omega' = 2\pi = \text{const}$.

2. Движение равнопеременное (равноускоренное, т. к. ускорение положительно).

Пример 6. Тело вращалось равноускоренно из состояния покоя сделало 360 оборотов за 2 мин. Определить угловое ускорение.

Решение

1. Один оборот равен 2π радиан. Следовательно:

$$360 \text{ оборотов} = 720\pi \text{ рад}, \quad \varphi = 720\pi \text{ рад.}$$

2. Закон равнопеременного вращательного движения

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}.$$

В данном случае $\varphi_0 = 0$; $\omega_0 = 0$.

Следовательно, $\varphi = \frac{\varepsilon t^2}{2}$.

Откуда $\varepsilon = \frac{2\varphi}{t^2}$.

3. Угловое ускорение равно $\varepsilon = \frac{2 \cdot 720 \cdot \pi}{(120)^2} = 0,314 \text{ рад/с}^2$.

Пример 7. Тело вращалось с угловой частотой 1200 об/мин.

Затем движение стало равнозамедленным, и за 30 секунд скорость упала до 900 об/мин. Определить число оборотов тела за это время и время до полной остановки.

Решение

1. Построить график изменения скорости за 30 с (рис. 11.9).

Определяем угловую скорость вращения тела:

$$\omega_0 = \frac{1200 \cdot \pi}{30} = 40\pi \text{ рад/с}; \quad \omega = \frac{900\pi}{30} = 30\pi \text{ рад/с.}$$

$$\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{30\pi - 40\pi}{30} = -\frac{1}{3}\pi \text{ рад/с}^2.$$

Определяем угловое ускорение:

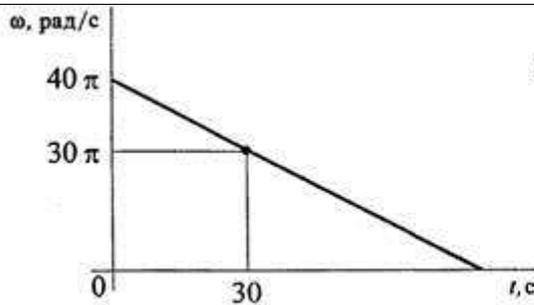


Рис. 11.9

Определяем угол поворота за прошедшее время:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2};$$

$$\varphi_0 = 0;$$

$$\varphi = 40\pi \cdot 30 - \frac{1}{3} \frac{\pi \cdot (30)^2}{2};$$

$$\varphi = 1050\pi \text{ рад.}$$

Число оборотов за 30 с: $z = \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{1050\pi}{2\pi} = 525 \text{ об.}$

2. Определяем время до полной остановки.
 Скорость при остановке равна нулю, $\omega = 0$.
 Таким образом, $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$; $0 = \omega_0 + \varepsilon t$.
 Тогда $t_{\text{ост}} = -\frac{\omega_0}{\varepsilon}$; $t_{\text{ост}} = \frac{40\pi \cdot 3}{\pi} = 120 \text{ с.}$

Пример 8. Маховое колесо вращается равномерно со скоростью 120 об/мин (рис. 11.10). Радиус колеса 0,3 м. Определить скорость и полное ускорение точек на ободе колеса, а также скорость точки, находящейся на расстоянии 0,15 м от центра.

Решение

1. Угловая скорость
 $\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 120}{30} \approx 12,56 \text{ рад/с.}$
2. Линейная скорость на ободе колеса
 $v = \omega r$; $v_A = \omega r_A$; $v_A = 12,56 \cdot 0,3 = 3,77 \text{ м/с.}$
3. Скорость в точке C (рис. 11.10)
 $v_C = \omega r_C$; $v_C = 12,56 \cdot 0,15 = 1,88 \text{ м/с.}$
4. Угловое ускорение $\varepsilon = \omega' = 0$.

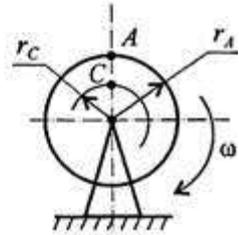
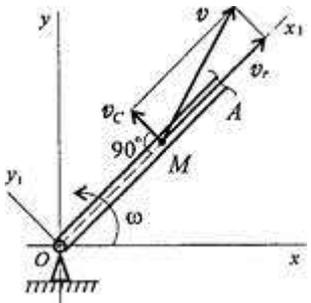


Рис. 11.10

Касательное ускорение точки A $a_{tA} = 0$; нормальное ускорение точки A $a_{nA} = \omega^2 r_A$; $a_{nA} = (12,56)^2 \cdot 0,3 = 47,3 \text{ м/с}^2$.

5. Полное ускорение точек на ободе колеса

$$a_A = \sqrt{a_{tA}^2 + a_{nA}^2}; \quad a_A = a_{nA} = 47,3 \text{ м/с}^2.$$

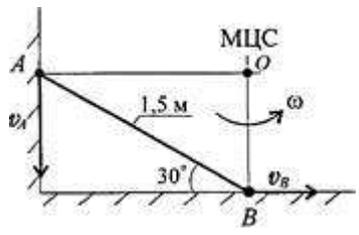


Задание

Рассмотрите примеры решения задач, запишите их в тетрадь. Решите задачи контрольного теста, сфотографируйте и пришлите мне.

Контрольный тест

1. Стержень АВ соскальзывает вниз, опираясь концами о стену и пол. Длина стержня 1,5 м; в момент, изображенный на чертеже, скорость точки $v_B = 3 \text{ м/с}$. Найти скорость точки А.
2. Тело, имевшее начальную скорость 36 км/ч, прошло 50 м до остановки. Считая движение равнозамедленным, определить время торможения.



Группа	217
Дата	8.11.2020
Время	11 ¹⁰ -12 ⁰⁰
Наименование УД/МДК/УП/ПП	ОП 10. ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
Ф.И.О. преподавателя	Горлачева Е.Н.
Обратная связь	e-meil: gorlachevaen@yandex.ru Whatsapp: +79188705779
Основная литература	А.А. Эрдеди, Н.А.Эрдеди Техническая механика (4-е изд.) учебник–Москва: «Академия» 2017г.
Тема	<p style="text-align: center;">ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ</p> <p>1. Содержание и задачи динамики</p> <p><i>Динамика</i> — раздел теоретической механики, в котором; устанавливается связь между движением тел и действующими на них силами.</p> <p>В динамике решают два типа задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> — определяют параметры движения по заданным силам; — определяют силы, действующие на тело, по заданным кинематическим параметрам движения. <p>При поступательном движении все точки тела движутся одинаково, поэтому тело можно принять за материальную точку.</p> <p>Если размеры тела малы по сравнению с траекторией, его тоже можно рассматривать как материальную точку, при этом точка совпадает с центром тяжести тела.</p> <p>При вращательном движении тела точки могут двигаться неодинаково, в этом случае некоторые положения динамики можно применять только к отдельным точкам, а материальный объект рассматривать как совокупность материальных точек.</p> <p>Поэтому динамику делят на динамику точки и динамику материальной системы.</p> <p>2. Динамика точки. Основные понятия и определения.</p> <p>В разделе кинематики исследовалось движение тел без учета причин, обеспечивающих это движение. Рассматривалось движение, заданное каким-либо способом и определялись траектории, скорости и ускорения точек этого тела.</p> <p>В разделе динамики решается более сложная и важная задача. Определяется движение тела под действием сил приложенных к нему, с учетом внешних и внутренних условий, влияющих на это движение, включая самих материальных тел.</p> <p><i>Динамикой называется раздел механики, в котором изучаются законы движения материальных тел под действием сил.</i></p> <p>Понятие о силе, как о величине, характеризующей меру механического взаимодействия материальных тел, было введено в статике. Но при этом в статике мы, по существу, считали все силы постоянными. Между тем, на движущееся тело наряду с постоянными силами (постоянной, например, можно считать силу тяжести) действуют обычно силы переменные, модули и направления которых при движении тела изменяются.</p> <p><i>Сила</i> – векторная физическая величина, характеризующая действие одного тела на другое, в результате чего у тела изменяется скорость, то есть <i>появляется ускорение</i>, или происходит <i>деформация</i> тела, либо имеет место и то, и другое. В том случае, когда тело при взаимодействии получает ускорение, говорят о <i>динамическом</i> проявлении сил. В том случае, когда тело при взаимодействии деформируется, говорят о <i>статическом</i> проявлении сил. \vec{F} – векторная величина.</p> <p>Как показывает опыт, переменные силы могут определенным образом зависеть <i>от времени, от положения тела и от его скорости.</i> В частности, от времени зависит сила тяги электровоза при постепенном выключении или включении реостата; от положения тела зависит сила упругости пружины; от скорости движения зависят силы сопротивления среды (воды, воздуха).</p> <p>К понятию об инертности тел мы приходим, сравнивая результаты действия одной</p>

и той же силы на разные материальные тела. Опыт показывает, что если одну и ту же силу приложить к двум разным, свободным от других воздействий покоящимся телам, то в общем случае по истечении одного и того же промежутка времени эти тела пройдут разные расстояния и будут иметь разные скорости.

Инертность и представляет собой *свойство материальных тел быстрее или медленнее изменять скорость своего движения под действием приложенных сил*. Если, например, при действии одинаковых сил изменение скорости первого тела происходит медленнее, чем второго, то говорят, что первое тело является более инертным, и наоборот.

Количественной мерой инертности данного тела является физическая величина, называемая массой тела. В механике масса m рассматривается как величина скалярная, положительная и постоянная для каждого данного тела.

За единицу массы принят эталон – сплав платины и иридия, хранящийся в палате мер и весов в Париже: $[m]=\text{кг}$. Масса–величина аддитивная $m_{\text{сист}} = \sum_{i=1}^n m_i$ и скалярная.

В общем случае движение тела зависит не только от его суммарной массы и приложенных сил; характер движения может еще зависеть от формы тела, точнее от взаимного расположения образующих его частиц (т.е. от распределения масс).

Чтобы при первоначальном изучении динамики иметь возможность отвлечься от учета влияния формы тел (распределения масс), вводится понятие о материальной точке.

Под **материальной точкой** понимают материальное тело столь малых размеров, что различием в движении отдельных его точек можно пренебречь и положение которого можно определить координатами одной из его точек.

Практически данное тело можно рассматривать как материальную точку в тех случаях, когда расстояния, проходимые точками тела при его движении, очень велики по сравнению с размерами самого тела. Кроме того, как будет показано в динамике системы *поступательно* движущееся тело можно всегда рассматривать как материальную точку с массой, равной массе всего тела.

Наконец, материальными точками можно считать частицы, на которые мы будем мысленно разбивать любое тело при определении тех или иных его динамических характеристик.

Точку будем называть *изолированной*, если на точку не оказывается никакого влияния, никакого действия со стороны других тел и среды, в которой точка движется. Конечно, трудно привести пример подобного состояния. Но представить такое можно.

При вращательном движении тела точки могут двигаться неодинаково, в этом случае некоторые положения динамики можно применять только к отдельным точкам, а материальный объект рассматривать как совокупность материальных точек.

Поэтому при изучении динамики выделяют два основных раздела: "Динамика материальной точки" и "Динамика материальной системы", из которых первый предваряет второй.

Время в классической механике не связано с пространством и движением материальных объектов. Во всех системах отсчета движущихся друг относительно друга оно протекает одинаково.

3. Аксиомы динамики

Законы динамики обобщают результаты многочисленных опытов и наблюдений. Законы динамики, которые принято рассматривать как аксиомы, были сформулированы Ньютоном, но первый и четвертый законы были известны Галилею. Механику, основанную на этих законах, называют классической механикой.

Первая аксиома (принцип инерции)

Всякая изолированная материальная точка находится в состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока приложенные силы не выведут ее из этого состояния.

Это состояние называют состоянием инерции. Вывести точку из этого состояния, т.е. сообщить ей некоторое ускорение, может внешняя сила.

Всякое тело (точка) обладает *инертностью*. Мерой инертности является масса тела.

Массой называют количество вещества в объеме тела, в классической механике ее

считают величиной постоянной. Единица измерения массы — килограмм (кг).

Вторая аксиома (второй закон Ньютона — основной закон динамики)

Зависимость между силой, действующей на материальную точку, и сообщаемым ею ускорением следующая:

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

где m — масса точки, кг; a — ускорение точки, м/с².

Ускорение, сообщенное материальной точке силой, пропорционально величине силы и совпадает с направлением силы.

Основной закон динамики в дифференциальной форме:

$$F = m \frac{d^2S}{dt^2}, a = \frac{d^2S}{dt^2} = \frac{dv}{dt}$$

На все тела на Земле действует сила тяжести, она сообщает телу ускорение свободного падения, направленное к центру Земли:

$$\mathbf{G} = m\mathbf{g},$$

где g — 9,81 м/с², ускорение свободного падения.

Третья аксиома (третий закон Ньютона) Силы взаимодействия двух тел равны по величине и направлены одной прямой в разные стороны (рис. 13.1):

$$\mathbf{F}_1 = -\mathbf{F}_2; \mathbf{F}_1 = m_1\mathbf{a}_1; \mathbf{F}_2 = m_2\mathbf{a}_2. \text{ Откуда}$$

$$m_1\mathbf{a}_1 = -m_2\mathbf{a}_2; \frac{m_1}{m_2} = -\frac{a_2}{a_1}$$

. При взаимодействии ускорения обратно пропорциональны массам. Рис. 3.1

Четвертая аксиома (закон независимости действия сил) Каждая сила системы сил действует так, как она действовала бы одна.

Ускорение, сообщаемое точке системой сил, равно геометрической сумме ускорений, сообщенных точке каждой силой в отдельности (рис. 3.2):

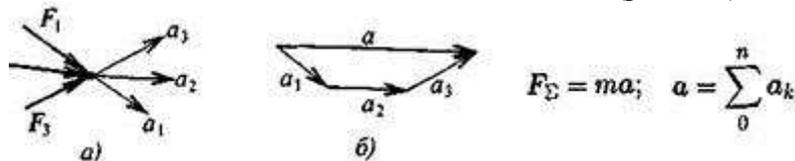


рис. 3.2

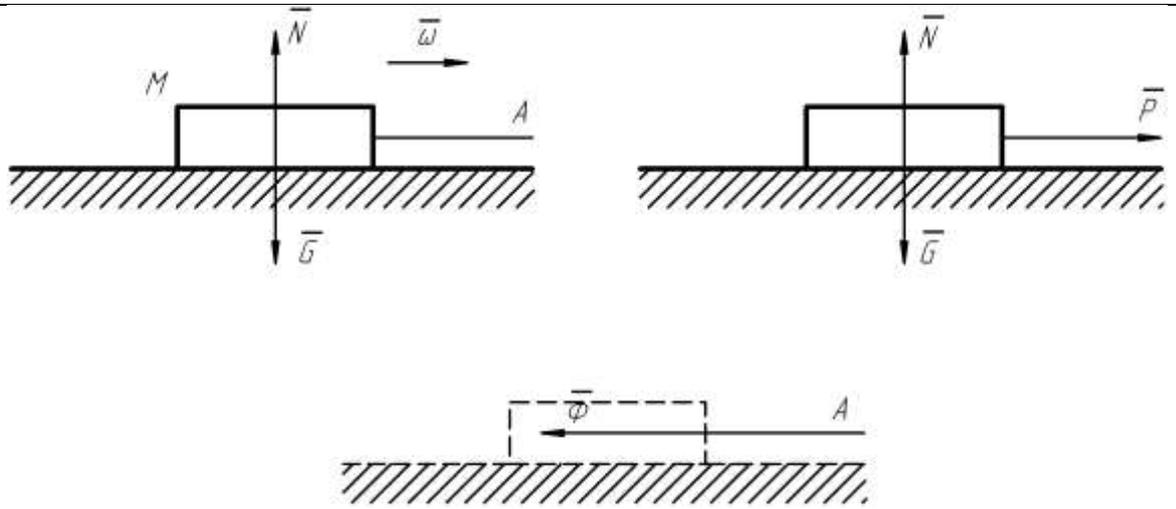
4. Сила инерции материальной точки

Если в результате механического воздействия некоторого тела A на материальную точку M массой m эта точка получает ускорение \bar{a} , то сила \bar{P} , выражающая действие тела A на точку M , определяется вторым законом динамики

$$\bar{P} = m\bar{a} \quad (11.1)$$

По закону равенства действия и противодействия со стороны материальной точки M на тело A действует сила $\bar{\Phi}$, равная по модулю силе \bar{P} и направленная по той же прямой в противоположную сторону

$$\bar{\Phi} = -\bar{P} \text{ или } \bar{\Phi} = -m\bar{a} \quad (11.2)$$



Сила $\bar{\Phi}$, равная по модулю произведению массы материальной точки на модуль её ускорения, направленная противоположно ускорению и приложенная к телу, сообщаемому это ускорение, называется *силой инерции материальной точки*.

5. Принцип Д'Аламбера для материальной точки и механической системы

5.1 Для материальной точки

Предположим, что материальная точка M под действием системы сил $\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n$ движется с ускорением \bar{a} .

Основное уравнение динамики имеет вид

$$m\bar{a} = \bar{P}_1 + \bar{P}_2 + \dots + \bar{P}_n$$

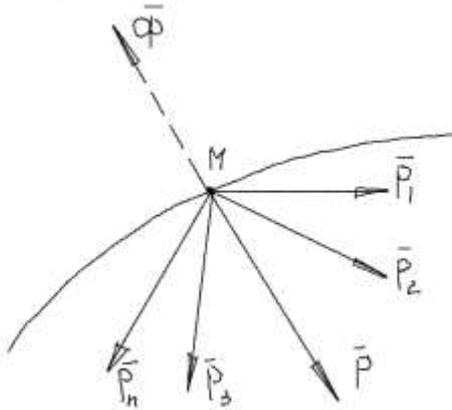
$$O = \bar{P}_1 + \bar{P}_2 + \dots + \bar{P}_n - m\bar{a}$$

так как $-m\bar{a} = \bar{\Phi}$, то

$$\bar{P}_1 + \bar{P}_2 + \dots + \bar{P}_n + \bar{\Phi} = 0 \quad (11.3)$$

Принцип Д'Аламбера для материальной точки

Геометрическая сумма всех приложенных к точке сил и силы инерции этой точки равны нулю.



5.2 Для несвободной механической системы

При изучении движения несвободной механической системы применяют принцип освобождения от связей.

Рассмотрим несвободную механическую систему, состоящую из n материальных точек. Применим к каждой точке M_i принцип Даламбера:

$$\bar{P}_i + \bar{R}_i + \bar{\Phi}_i = 0 \quad (11.4)$$

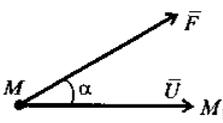
где

\bar{P}_i - равнодействующая активных сил, приложенных к материальной точке;

\bar{R}_i - равнодействующая реакций связей, приложенных к материальной точке;

$\bar{\Phi}_i$ - сила инерции материальной точки.

	<p><u>Принцип Д'Аламбера для механической системы</u> В любой момент времени для всякой несвободной механической системы геометрическая сумма главных векторов задаваемых сил, реакций связей и сил инерции материальных точек системы равна нулю.</p> <p>Проведём из произвольного неподвижного центра O в каждую точку системы M_i радиусы векторы \vec{r}_i. Умножим векторно \vec{r}_i на сумму векторов левой части равенства (11.4)</p> $\vec{r}_i \times \vec{P}_i + \vec{r}_i \times \vec{R}_i + \vec{r}_i \times \vec{\Phi}_i = 0 \quad (i = 1, \bar{n})$ <p>Сложим все n уравнений</p> $\sum \vec{r}_i \times \vec{P}_i + \sum \vec{r}_i \times \vec{R}_i + \sum \vec{r}_i \times \vec{\Phi}_i = 0 \quad (11.7)$ <p>здесь $\sum \vec{r}_i \times \vec{P}_i = \sum M_{io}^P = M_o^P$ - главный момент задаваемых сил относительно центра O $\sum \vec{r}_i \times \vec{R}_i = \sum M_{io}^R = M_o^R$ - главный момент реакций связей относительно центра O $\sum \vec{r}_i \times \vec{\Phi}_i = \sum M_{io}^\Phi = M_o^\Phi$ - главный момент сил инерции точек системы относительно центра O</p> $\vec{M}_o^P + \vec{M}_o^R + \vec{M}_o^\Phi = 0 \quad (11.8)$ <p>5.3 Принцип д'Аламбера «в моментах» В любой момент времени для всякой несвободной механической системы геометрическая сумма главных моментов задаваемых сил, реакций связей и сил инерции материальных точек системы относительно любого неподвижного центра равна нулю</p>
Задание	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что изучает динамика? 2. Какая система отсчета называется инерциальной? 3. Сформулируйте основной закон динамики 4. В чем состоит принцип инерции?

Группа	217
Дата	11.11.2021
Время	9¹⁰ 10⁰⁰
Наименование УД/МДК/УП/ПП	ОП 10. ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
Ф.И.О. преподавателя	Горлачева Е.Н.
Обратная связь	e-meil: gorlachevaen@yandex.ru Whatsapp: +79188705779
Основная литература	А.А. Эрдеди, Н.А.Эрдеди Техническая механика (4-е изд.) учебник–Москва: «Академия» 2017г.
Тема	<p style="text-align: center;">РАБОТА ПОСТОЯННОЙ СИЛЫ</p> <p>1. Работа постоянной силы: вычислим работу силы, постоянной по модулю и направлению (рис. 25).</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Рис. 25 Работа</p> <p>Предположим, что точка M перемещается в точку M_1. Вектор силы \vec{F} с вектором перемещения составляет угол α. В этом случае работу выполняет только та составляющая силы, которая совпадает с направлением вектора перемещения \vec{U}:</p> $A = FU \cos \alpha = FU \cos(\vec{F}, \vec{U})$

Из векторной алгебры известно, что скалярное произведение двух векторов $\overline{F}\overline{U} = FU \cos(\widehat{\overline{F}, \overline{U}})$. Следовательно, работа постоянной по модулю и направлению силы на прямолинейном перемещении определяется скалярным произведением вектора силы на вектор перемещения ее точки приложения:

$$A = \overline{F}\overline{U}.$$

Работа силы тяжести: работа силы тяжести не зависит от траектории движения тела и всегда равна произведению модуля силы тяжести на разность высот в начальном и конечном положениях. При движении вниз работа силы тяжести положительна, при движении вверх — отрицательна.

Работа при вращательном движении: при вращательном движении твердого тела под действием силы F работа равняется произведению момента этой силы на угол поворота.

1. Мощность

Одна и та же работа может быть выполнена за различные промежутки времени. Поэтому вводят понятие мощности N , которая определяется отношением работы ко времени.

Если в выражение мощности подставить вместо перемещения $U = vt$, то при равномерном прямолинейном движении мощность можно определять через силу и скорость движения:

$$N = Fv \cos \alpha.$$

При работе машин часто бывает необходимо выразить мощность через угловую скорость вращения ω . Для равномерного вращательного движения справедлива следующая формула:

$$N = M_{кр} \omega = M_{кр} \frac{n}{30},$$

где $M_{кр}$ - крутящий момент относительно оси вращения; n - частота вращения, об/мин.

3. Коэффициент полезного действия

Чтобы произвести полезную работу, необходимо затратить несколько большую работу, так как часть ее расходуется на преодоление сил сопротивления (сил трения в зубчатых передачах и опорах, сопротивления воздуха и другой среды, в которой перемещается материальная точка). Эффективность работы какой-либо установки или машины оценивается коэффициентом полезного действия η .

Коэффициентом полезного действия (КПД) машины называют отношение полезной работы к полной затраченной работе:

$$\eta = \frac{A_{полез}}{A_{полн}} < 1.$$

4. Количеством движения материальной точки называется вектор, равный произведению массы точки на ее скорость. Количество движения точки в физике часто называют импульсом материальной точки.

Действие силы на материальную точку в течении времени можно охарактеризовать элементарным импульсом силы.

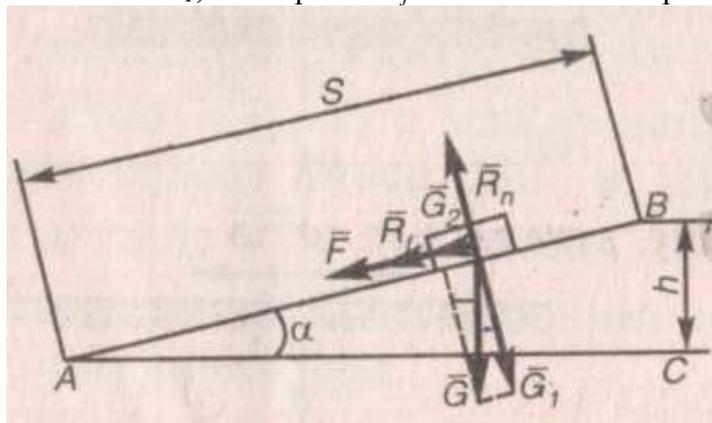
Теорема об изменении количества движения точки: производная по времени от количества движения точки равна действующей на точку силе.

Задание	Изучите материал лекции. В рабочей тетради запишите дату, тему занятия, составьте конспект.
Контрольные вопросы:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение работы. 2. В каких единицах выражается работа? 3. Дайте определение мощности.

	4. В каких единицах выражается мощность? 5. Что называют механическим коэффициентом полезного действия?
--	--

Группа	217
Дата	13.11.2021
Время	11¹⁰ -12⁰⁰
Наименование УД/МДК/УП/ПП	ОП 10. ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
Ф.И.О. преподавателя	Горлачева Е.Н.
Обратная связь	e-meil: gorlachevaen@yandex.ru Whatsapp: +79188705779
Основная литература	А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди Техническая механика (4-е изд.) учебник–Москва: «Академия» 2017г.
Тема	<p style="text-align: center;">Решение задач на определение работы и мощности</p> <p>Рассмотрите примеры решения.</p> <p>Пример 1. Определить работу, которую необходимо произвести, чтобы перекатить каток массой 50 кг на расстояние 4 м по горизонтальной негладкой поверхности. Считать, что сила,двигающая каток, приложена к оси катка и горизонтальна (рис). Диаметр катка 20 см, коэффициент трения $f_k = 0,5$ см.</p> <p>Решение.</p> <p>1) Как известно из кинематики, движение катящегося катка называется плоскопараллельным и состоит из двух движений – поступательного и вращательного.</p> <p>Ось катка передвигается поступательно, поэтому работу силы F, приложенной к оси, можно определить по формуле $W = F S$, но предварительно нужно найти численное значение силы F.</p> <p>2) На каток в неподвижном состоянии действуют две силы: вес катка G и реакция R_n горизонтальной поверхности, приложения к катку в точке K (геометрическая точка касания катка с поверхностью). При качении на каток действуют уже четыре силы (рис. б): G – вес катка, F – движущая сила и две составляющие R_n и R_f полной реакции поверхности, место приложения которой перемещается из точки K в точку A – вперед по ходу катка.</p> <p>3) Если спроецировать все силы на вертикальную и горизонтальную оси, то $R_n = G$ и $F = R_f$, т. е. на катящийся каток действуют две пары сил: катящая пара (F, R_f) с плечом $OK = d / 2 = 20 \text{ см} / 2 = 10 \text{ см}$ и пара сопротивления (G, R_n) с плечом $KA = f_k = 0,5 \text{ см}$. При равномерном перекачивании катка моменты этих пар численно равны между собой, т. е. $F d / 2 = G f_k$.</p> <p>Отсюда находим силу F, выразив силу тяжести в Н ($G = mg$), $F = G f_k / (d / 2) = 50 \cdot 9,81 \cdot 0,5 / (20/2) = 24,5 \text{ Н}$.</p> <p>4) Таким образом, работа, произведенная при перемещении катка, $W = F S = 24,5 \cdot 4 = 98 \text{ Дж}$.</p> <p>Пример 2. За 500 м до станции, стоящей на пригорке высотой 2 м, машинист поезда, идущего со скоростью 12 м / с, начинает тормозить. Как велико должно быть сопротивление от торможения, считаемое постоянным, чтобы поезд остановился у станции, если масса поезда равна 10^6 кг, сопротивление трения 19600 Н.</p> <p>Решение.</p> <p>1. Решаем задачу, используя теорему об изменении кинетической энергии, так как в условии задачи задано не время торможения, а тормозной путь $s = 500 \text{ м}$.</p> <p>2. Поезд движется поступательно, поэтому достаточно рассмотреть движение его центра тяжести O. Приложим к точке O все действующие силы</p>

(рис.). Вес поезда G раскладываем на две составляющие G_1 и G_2 . На поезд, в сторону, противоположную его движению, действуют три силы, составляющая веса G_1 , сила трения R_f и искомая сила торможения F .



3. Равнодействующая этих сил, равная их сумме $(F + R_f + G_2)$, действуя на расстоянии s , производит работу $W = - (F + R_f + G_2) s$ (работа сил сопротивления отрицательна).

4. Работа W равна изменению кинетической энергии поезда:

$$W = mv^2/2 - mv_0^2/2.$$

Но так как конечная скорость поезда $v = 0$, то

$$- (F + R_f + G_2) s = - mv_0^2/2.$$

Из последнего уравнения можно найти силу торможения F :

$$F = mv_0^2/2s - R_f - G_2.$$

5. Но, предварительно нужно определить составляющую веса G_2 :

$$G_2 = G \sin \alpha.$$

А, так как $\sin \alpha = h/s$, то

$$G_2 = Gh/s.$$

Подставив полученное значение G_2 в формулу для определения силы F , получим

$$F = mv_0^2/2s - R_f - Gh/s.$$

Затем вычисляем величину силы F , учитывая, что $G = mg$.

$$F = mv_0^2/2s - R_f - mgh/s = 10^6 \cdot 12^2 / (2 \cdot 500) - 19600 - 10^6 \cdot 9,81 \cdot 2 / 500 = 85100 \text{ Н.}$$

Задание

Изучите материал лекции. В рабочей тетради решите задачи контрольного теста, сфотографируйте и отправьте мне на почту.

Контрольный тест

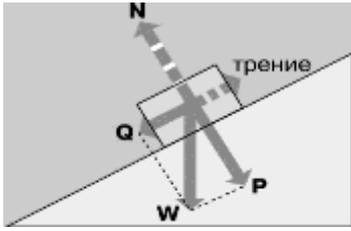
№1.

m, кг	S, м	d, см
60	5	30

№2.

s, м	h, м	v, м/с
550	3	13

Группа	217
Дата	13.11.2020
Время	12¹⁰ - 13⁰⁰
Наименование УД/МДК/УП/ПП	ОП 10. ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
Ф.И.О. преподавателя	Горлачева Е.Н.
Обратная связь	e-mail: gorlachevaen@yandex.ru Whatsapp: +79188705779
Основная литература	А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди Техническая механика (4-е изд.) учебник–Москва: «Академия» 2017г.

<p>Тема</p>	<p style="text-align: center;">ТРЕНИЕ</p> <p>1. Трение — процесс взаимодействия твёрдых тел при их относительном движении (смещении) либо при движении твёрдого тела в газообразной или жидкой среде. По-другому называется фрикционным взаимодействием</p> <p>При наличии относительного движения двух контактирующих тел силы трения, возникающие при их взаимодействии, можно подразделить на:</p> <p><i>Трение скольжения</i> — сила, возникающая при поступательном перемещении одного из контактирующих/взаимодействующих тел относительно другого и действующая на это тело в направлении, противоположном направлению скольжения;</p> <p><i>Трение качения</i> — момент сил, возникающий при качении одного из двух контактирующих/взаимодействующих тел относительно другого.</p> <p>Давно известно, что если двигать одно тело по поверхности другого, в плоскости соприкосновения возникает сила сопротивления относительному скольжению этих тел.</p> <p>Точное определение силы трения с учетом всех факторов, от которых она зависит, представляет столь сложную задачу, что до сих пор не удается найти полного теоретического решения. Поэтому при изучении законов трения приходится основываться на результатах экспериментов.</p> <p>2. Законы трения. Сила трения направлена в сторону, противоположную относительной скорости скольжения (рис. 24). Сила трения не зависит от площади трущихся поверхностей.</p> <p>Модуль силы трения пропорционален нормальному давлению.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Рис.24 Трение</p> <p>Различают силу трения при покое и при движении: $F_{тр} \leq f_0 N$ - сила трения покоя; $F_{тр} \leq f N$ - сила трения при движении, где N - сила нормального давления, f_0 - коэффициент трения покоя, f - коэффициент трения скольжения. Максимальная величина силы трения $F_{тр \max} = f_0 N$. Из экспериментов известно, что при движении коэффициент трения скольжения зависит от скорости скольжения тел.</p> <p>Коэффициенты f_0 и f зависят от материала и физического состояния трущихся поверхностей.</p> <p>Силы трения имеют очень большое значение в нашей жизни и в технике.</p> <p>Трение может быть вредным и полезным. Так, в машинах сила трения часто мешает их работе, ведет к потерям мощности машин и к износу их деталей. В этих случаях трение стараются уменьшить. Трение можно уменьшить во много раз, если ввести между трущимися поверхностями смазку. Слой смазки разъединяет поверхности трущихся тел, мешает им соприкасаться. В технике в качестве смазки широко применяют различные масла, а иногда в качестве смазки используют графит.</p> <p>В некоторых случаях трение бывает полезным: благодаря трению происходит соединение частей машин и передача движения между ними</p>
<p>Задание</p>	<p>Изучите материал лекции. В рабочей тетради запишите дату, тему занятия, составьте конспект.</p>
<p>Контрольные вопросы</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называют трением? 2. Виды трения 3. От чего зависит коэффициент трения? 4. Привести примеры «полезного» и «вредного» трения