

Занятие №8 Аксиомы динамики

Изучить (законспектировать) основные положения по теме занятия.

Ответить на вопросы:

-что такое изолированная материальная точка

-что такое инерция

РАЗДЕЛ 3. ДИНАМИКА

Тема № 12. Основы динамики материальной точки.

Занятие № 23. Аксиомы динамики. Основные уравнения.

1. Аксиомы динамики. Основное уравнение:

Динамика есть часть теоретической механики, изучающая механическое движение тел в зависимости от сил, влияющих на это движение.

Установление основных законов динамики было начато итальянским ученым Галилеем (1564 – 1642) и продолжено Ньютоном. Галилей опроверг неверное воззрение, существовавшее в науке со времен Аристотеля (4в. до н.э.), о том, что из двух тел, падающих на Землю, более тяжелое тело движется быстрее. Галилей установил, что сила есть причина изменения скорости, т.е. причина возникновения ускорения.

Динамика основывается на ряде положений, которые являются аксиомами и называются законами динамики.

Новое понятие – изолированная материальная точка, т.е. точка, на которую не действуют другие материальные точки. В действительности изолированные тела в природе не существуют и понятие изолированной материальной точки условно.

Первый закон динамики, называемый аксиомой инерции или первым законом Ньютона, формулируется в применении к материальной точке так: изолированная материальная точка либо находится в покое, либо движется прямолинейно и равномерно.

В кинематике было установлено, что прямолинейное равномерное движение есть единственный вид движения, при котором ускорение равно нулю, поэтому аксиому инерции можно сформулировать так: ускорение изолированной материальной точки равно нулю.

Итак, изолированная от влияния окружающих тел материальная точка не может сама себе сообщить ускорение. Это св-во тел называется инерцией или инертностью. Можно сказать, что инерция или инертность есть способность тела сохранять свою скорость по модулю и направлению неизменной (в том числе и скорость, равную нулю).

Изменить скорость, т.е. сообщить ускорение, может лишь приложенная к телу сила.

Зависимость между силой и сообщаемым ею ускорением устанавливает второй закон динамики, или второй закон Ньютона, который формулируется так: ускорение, сообщаемое материальной точке силой, имеет направление силы и пропорционально ее модулю.

Если сила F_1 сообщает материальной точке ускорение a_1 , а сила F_2 – ускорение a_2 , то на основании второго закона можно записать

$$F_1 / F_2 = a_1 / a_2 \text{ или } F_1 / a_1 = F_2 / a_2$$

Следовательно, для данной материальной точки отношение силы к ускорению есть величина постоянная. Это отношение обозначим m и назовем массой данной материальной точки:

$$F / a = m = \text{const.}$$

Это равенство означает, что две материальные точки имеют одинаковые массы, если от одной и той же силы они получают одинаковые ускорения; чем больше масса точки, тем большую силу надо приложить, чтобы сообщить точке заданное ускорение. (!)

Масса – одна из основных характеристик любого материального объекта, определяющая его инертные, гравитационные свойства.

Ньютон называл массой количество материи, заключенное в теле, и считал массу величиной постоянной.

Современная наука дает массе такое определение: масса есть мера инертности тела.

Второй закон Ньютона выражается равенством

$$F = m a,$$

которое называется основным уравнением динамики и читается: сила есть вектор, равный произведению массы точки на ее ускорение. Основное уравнение динамики есть уравнение движения материальной точки в векторной форме. (!)

Из опыта известно, что под действием притяжения Земли в пустоте тела падают в данном месте с одинаковым ускорением, которое называется ускорением свободного падения. (!)

Сила тяжести тела равна его массе, умноженной на ускорение свободного падения.

Если сила тяжести одного тела $G_1 = m_1 g$, а второго $G_2 = m_2 g$, то

$G_1 / G_2 = m_1 g / (m_2 g) = m_1 / m_2$, т.е. силы тяжести тел пропорциональны их массам, что позволяет сравнивать массы тел путем их взвешивания.

Из второго закона Ньютона следует, что под действием постоянной силы находившаяся в покое свободная материальная точка движется прямолинейно и равномерно.

Движение под действием постоянной силы может быть и прямолинейным, и криволинейным.

Пример движения под действием постоянной силы – свободное падение тел.

К основным законам динамики относится известная из статики аксиома взаимодействия, или третий закон Ньютона. Применительно к материальной точке закон формулируется так: силы взаимодействия двух материальных точек по модулю равны между собой и направлены в противоположные стороны.

2. Принцип независимости действия сил. (аксиома 4).

Этот принцип формулируется так: при одновременном действии на материальную точку нескольких сил ее ускорение равно векторной сумме ускорений, которую эта точка получила бы от каждой силы в отдельности.

Пусть к материальной точке А приложены силы F_1 и F_2 , равнодействующая которых равна F . На основании аксиомы параллелограмма запишем

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2.$$

Разделим обе части равенства на массу точки, получим

$$\vec{F}_1 / m + \vec{F}_2 / m = \vec{F} / m,$$

откуда $\vec{a}_1 + \vec{a}_2 = \vec{a}$.

Применяя последовательно принцип параллелограмма, можно сказать, что при одновременном действии на материальную точку нескольких сил ее ускорение будет таким, как если бы действовала одна равнодействующая сила $F = \sum F_i$.

Пример 1. Свободная материальная точка,
(к 1 мт
вопросу) масса которой 0,5 кг, движется согласно
уравнению $S = 0,48t^2 + 0,2t$. Определите
величину движущей силы.

Решение

$$a = v' = S''$$

$$v = S' = 0,48 \cdot 2t + 0,2 = 0,96t + 0,2$$

$$a = v' = 0,96 \text{ м/с}^2$$

$$F = ma = 5 \cdot 0,96 = \underline{\underline{4,8 \text{ Н}}}$$

Пример 2. К двум материальным точкам
(к 1 мт
в) массами $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 5 \text{ кг}$ прило-
жены одинаковые силы. Сравнить вели-
чины ускорений;

$$m_1 a_1 = F \quad \Rightarrow \quad m_1 a_1 = m_2 a_2;$$

$$m_2 a_2 = F$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\dots\dots?}{\dots\dots?} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{5}{2} = 2,5$$

Ответ: $a_1 = 2,5 a_2$;
ускорение первой точки в 2,5 раз
больше ускорения второй точки