

Прочитайте вступление к учебной лекции.

Если читали ранее – можно пропустить этот блок информации.

Учебная лекция в ДО – это учебный материал для конспектирования

Инструкция для работы с учебным материалом (для конспектирования):

1. Первый раз прочитайте всю лекцию, ничего не записывая.
2. Ответьте мысленно на вопрос, что главное в лекции, из скольких основных частей лекция состоит (*на сколько частей ее можно мысленно разбить*), придумайте название для каждой части – это будет план конспекта.
3. Откройте тетрадь для лекций и запишите в тетради тему, дату лекции и план конспекта.
4. Второй раз начинайте читать лекцию и приступайте к конспектированию: в соответствии с планом – в каждой части плана пишите определения величин, формулы законов, формулировки законов, делайте рисунки к разбираемым примерам или другому. Чем больше будет ваших записей, поясняющих о чем идет речь, тем лучше вы поймете и запомните учебный материал.

Внимание! Важно обращать внимание на то, что вы описываете – явление, закон, величину или другое понятие (например, модель объекта).

Руководствуйтесь правилами:

А) если описываете явление – запишите особенности рассматриваемого явления (*в чем заключается явление, каковы условия его возникновения, какие законы и величины используются для исследования явления*)

В) если описываете величину – запишите определение величины (*укажите физическая скалярная или векторная величина, формулу/ы для определения величины, единицу величины, поясните, что характеризует и, если векторная величина, то она как направлена*),

С) если описываете понятие (не величину) – запишите одно предложение, которое раскрывает смысл понятия (*для примера см. система отсчета, материальная точка, система материальных точек и др.*),

Д) если описываете закон – название, формулу, формулировку, физический смысл запишите закона. **Помните, что при записи формулы надо расшифровать названия величин, входящих в данную формулу.**

ЗАКОНЫ ДИНАМИКИ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТТ
Инерциальная система отсчета. Механическое состояние тела.
Импульс. Кинетическая энергия. Первый закон Ньютона. Второй закон
Ньютона. Третий закон Ньютона.

Введение

Мысленные эксперименты по движению тела в пространстве, где отсутствуют силы трения, показывают, что в отсутствии действия сил, которые приводят тело к остановке, тело будет двигаться бесконечно долго прямолинейно и равномерно. И только взаимодействие тела с другими телами может изменить его механическое состояние. Характеристиками этого свойства тела, его механического состояния, являются импульс и кинетическая энергия тела.

Свойство тел сохранять свое механическое состояние отражает первый закон Ньютона. Изменение механического состояния тела, которое происходит только в случае действия на него сил, отражает второй и третий законы Ньютона и теорема об изменении кинетической энергии (обсуждение теоремы не входит в план данной лекции).

Обратите внимание, что законы Ньютона – универсальны, природа сил может быть любой. Поэтому их называют основными законами динамики поступательного движения ТТ.

Особую роль в исследовании взаимодействия тел приобретает понятие инерциальной системы отсчета.

Инерциальная система отсчета. Первый закон Ньютона

Система отсчета – совокупность тела, принимаемого за неподвижное и устройства для измерения времени.

I закон Ньютона: всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения до тех пор, пока взаимодействие с другими телами не выведет его из этого состояния.

Т.о., механическое состояние тела, движущегося поступательно, при отсутствии действия на него сил – это состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения.

I закон Ньютона – это закон движения по инерции: всякое тело сохраняет свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения и равномерного вращения до тех пор, пока взаимодействие с другими телами не выведет его из этого состояния.

Можно сказать, что механическое состояние - это «собственное» движение тела, при этом механическое состояние тела в отсутствии действия на него сил – это покой или движение по инерции (поступательное и вращательное).

Принцип относительности Галилея – принцип относительности движения в классической механике, физический смысл которого отражает то, что покой и равномерное прямолинейное движение неразличимы.

I закон Ньютона утверждает:

1. Всегда можно подобрать СО, в которой МТ сохраняет свое механическое состояние в отсутствие действия на нее сил.
2. Всем телам присуще свойство инертности (движение по инерции, то есть сохранение своего механического состояния)

Инерциальная система отсчета (ИСО) – СО, в которой в отсутствие взаимодействия с другими телами МТ движется равномерно и прямолинейно (сохраняет свое механическое состояние).

Можно сказать, что ИСО – это СО, в которой выполняется 1 закон Ньютона.

Если покой и равномерное и прямолинейное движение неразличимы, то СО, которая покоится или движется равномерно и прямолинейно является инерциальной, так как в ней будет наблюдаться равномерное и прямолинейное движение тела (или покой тела), если на него не действуют силы, и будет наблюдаться движение тела с ускорением, если на него действуют силы.

Идеальная инерциальная система отсчета – гелиоцентрическая, начало отсчета связывается с центром масс Солнечной системы, а три координатные оси направляют в сторону неподвижных звезд.

Неинерциальная система отсчета - это СО в которой в отсутствие взаимодействия с другими телами МТ или ТТ движется с ускорением, то есть создается «видимость», что механическое состояние изменяется в отсутствие действия сил.

Пример неинерциальной СО – это СО, которые движутся с ускорением. Даже в том случае, если это ускорение – нормальное, то есть в случае вращения тел. Например, система отсчета, связанная с Землей в общем случае является неинерциальной, однако, эффекты, связанные с вращением Земли настолько малы, что ими можно пренебречь и считать Землю инерциальной системой отсчета.

Важно! Во всех ИСО все законы физики имеют один вид, например, законы Ньютона инвариантны (неизменны) относительно любой СО. В неинерциальной системе отсчета вид законов изменяется.

Второй закон Ньютона

Устанавливает связь между действием силы и изменением механического состояния МТ в дифференциальной форме.

Существуют две динамические характеристики механического состояния тела – это импульс и кинетическая энергия тела.

● *Импульс* – физическая векторная величина, которая характеризует механическое состояние тела при его поступательном движении, численно равная

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$[p] = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

● *Кинетическая энергия тела* – физическая скалярная которая характеризует механическое состояние тела при его поступательном движении, численно равна

$$W_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$[W_k] = 1 \text{ Дж.}$$

Кинетическая энергия – это энергия движения, а импульс тела – количество поступательного движения тела.

Математическая формулировка второго закона Ньютона: производная от импульса по времени $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$ равна силе, действующей на него или скорость изменения импульса МТ равна действующей на него силе.

Физический смысл второго закона Ньютона: действие силы на МТ приводит к изменению ее механического состояния.

Частный случай проявления второго закона Ньютона – сила действует на тело постоянной массы:

$$\frac{d(m\vec{v})}{dt} = \vec{F},$$

так как $m = \text{const}$, массу можно вынести за знак производной

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}$$

Производная от вектора скорости по времени – это вектор ускорения

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}.$$

Если на тело действует сила, то оно приобретает ускорение, которое прямо пропорционально вектору силы и обратно пропорционально массе данного тела.

● *Масса* - физическая скалярная величина, которая является количественной мерой инертности тел, универсальной формулы не существует, $[m] = 1 \text{ кг}$.

● *Сила* - физическая векторная величина, которая количественно характеризует взаимодействие тел, то есть является количественной мерой взаимодействия тел. Вектор силы всегда имеет точку приложения и направление действия. При этом вектор силы можно переносить только вдоль линии действия. Универсальной формулы для силы не существует, так как формула зависит от природы силы, от ее вида.

В механике выделяют:

- силу гравитационного притяжения (и силу тяжести), которая обусловлена гравитационным взаимодействием тел;

- силы упругости (силы реакции опоры, натяжения нити, упругости разных деформаций), которые обусловлены электромагнитными силами (электромагнитными взаимодействиями зарядов атомов);

- силы трения (силы трения покоя, скольжения, качения), природа которых тоже электромагнитная.

Третий закон Ньютона количественно отражает взаимодействие тел друг с другом (физический смысл): при взаимодействии тел всегда возникает пара сил, равных по модулю и направленных противоположно вдоль линии действия (математическая формулировка):

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \text{ (формула).}$$

В природе нет однонаправленного действия сил, всегда возникает пара сил, всегда осуществляется взаимодействие тел.

Выводы:

1. В случае, если на тело не действуют силы, оно сохраняет свое механическое состояние (покоя или равномерного и прямолинейного движения).
2. В случае действия на тело силы, оно изменяет свое механическое состояние (покоя или равномерного и прямолинейного движения).
3. Существует две характеристики механического состояния тела – импульс и кинетическая энергия тела.
4. Если масса тела постоянна, то действие силы вызывает ускорение тела.
5. Для исследования движения важным является понятие инерциальной системы отсчета, так как формулы законов записываются с учетом, в какой системе рассматривается данное движение.
6. Законы Ньютона – универсальны, так как они учитывают все виды сил.