

Краткий терминологический словарь

Приведен перечень основных терминов, знание которых необходимо для успешного изучения вопросов программы по дисциплине «Общая физика (механика)»

Механика

Абсолютное движение - движение тела относительно условно неподвижной системы отсчета.

Абсолютно твердое тело - система материальных точек, расстояние между которыми не изменяется в данной задаче. Абсолютно твердое тело обладает только поступательными и вращательными степенями свободы.

Вес тела - в физике - сила, с которой тело, находящееся в силовом (гравитационном) поле, действует на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес. Значит, вес приложен к опоре, к подвесу, но не к телу.

Вращательное движение вокруг оси – движение, при котором траектории всех точек тела являются окружностями с центрами, расположенными на одной прямой (оси вращения), и лежащими в плоскостях, перпендикулярных этой прямой.

Вторая космическая скорость - минимальная скорость, которую необходимо сообщить телу, находящемуся на поверхности Земли (или иного массивного тела), чтобы оно вышло из сферы гравитационного действия планеты (т. е. удалилось на такое расстояние, при котором притяжение к Земле пренебрежимо мало). У поверхности Земли вторая космическая скорость равна 11.2 км/с. Вторая космическая скорость не зависит от направления, в котором запускается тело.

Второй закон Ньютона - физический закон, в соответствии с которым ускорение, приобретаемое материальной точкой в инерциальной системе отсчета, прямо пропорционально действующей на тело (равнодействующей) силе, обратно пропорционально массе тела, и направлено в сторону действия силы. В такой форме закон применим только для тел, масса которых при движении не меняется. Более общая формулировка второго закона Ньютона гласит: скорость изменения импульса тела прямо пропорциональна действующей силе.

Движение материальной точки по окружности - движение материальной точки, когда траекторией точки является окружность. Это простейший случай криволинейного движения.

Динамика - раздел механики, изучающий влияние взаимодействий между телами на их механическое движение. Динамика отвечает на вопрос: почему движется тело? Это причинная часть механики.

Динамические уравнения движения – это второй закон Ньютона, записанный для данного тела. Эти уравнения можно записать в векторном виде и в проекциях на оси координат. Составление и решение таких уравнений – главная задача динамики.

Закон всемирного тяготения (открыт Ньютоном) гласит: сила взаимодействия двух материальных точек прямо пропорциональна массам этих точек, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними и направлена вдоль прямой соединяющей точки. Масса, фигурирующая в этом законе, называется гравитационной.

Законы Ньютона - три закона, лежащие в основе классической механики. Законы Ньютона не доказываются в математическом смысле, а являются обобщением опыта. Впервые эти законы были сформулированы Ньютоном в знаменитом труде «Математические начала натуральной философии» (1687).

Законы сохранения - фундаментальные физические законы, согласно которым в замкнутой (изолированной) системе некоторые физические величины не изменяются с течением времени при всех взаимодействиях, происходящих в этой системе. В механике Ньютона законы сохранения выводятся из законов Ньютона, являются их следствием.

Закон сохранения импульса - закон механики, в соответствии с которым: векторная сумма импульсов тел замкнутой системы остается постоянной при любых взаимодействиях этих тел между собой. Импульс может только перераспределяться между

талами системы. В механике этот закон выводится из законов Ньютона. За пределами механики закон сохранения импульса нужно рассматривать как самостоятельный опытный принцип, не сводящийся к законам Ньютона. Закон сохранения импульса есть следствие однородности пространства.

Закон сохранения и превращения энергии - общий закон природы, один из основных законов естествознания. Согласно этому закону энергия любой замкнутой (изолированной) системы при всех процессах, происходящих в системе, остается постоянной. Энергия может только переходить из одной формы в другую и перераспределяться между частями системы. Для незамкнутой системы увеличение (или уменьшение) ее энергии равно убыли (или возрастанию) энергии взаимодействующих с ней тел и физических полей (см. также Энергия). Закон сохранения энергии связан с однородностью времени.

Закон сохранения массы - закон классической механики, в соответствии с которым при любых процессах, происходящих в системе тел, ее масса остается неизменной. В специальной теории относительности этот закон после открытия взаимосвязи массы и энергии подвергся переосмыслению. Как выяснилось, всякое выделение или поглощение энергии сопровождается изменением массы.

Закон сохранения механической энергии - физический закон, в соответствии с которым: в замкнутой системе, в которой не действуют силы трения и сопротивления, сумма кинетической и потенциальной энергии всех тел системы остается величиной постоянной.

Закон сохранения момента импульса - физический закон, в соответствии с которым момент импульса замкнутой системы относительно любой неподвижной точки не изменяется со временем. Закон сохранения момента импульса есть проявление изотропности пространства.

Инертность - свойство материальных объектов приобретать разные ускорения при одинаковых внешних воздействиях со стороны других тел. Мерой инертности тела в поступательном движении является его масса, а при вращательном движении – момент инерции.

Инерциальная система отсчета - система отсчета, в которой тело находится в покое или движется равномерно и прямолинейно до тех пор, пока на него не действуют другие тела или это действие скомпенсировано. Смысл первого закона Ньютона в утверждении существования таких систем отсчета.

Кинематика - раздел механики, изучающий геометрические свойства движения тел без учета их масс и действующих на них сил. Кинематика исследует способы описания движений и связей между величинами, характеризующими эти движения. Кинематика отвечает на вопрос: как движется тело? (ср. с Динамикой).

Кинематические уравнения движения это зависимость радиус-вектора материальной точки или ее координат от времени. Особенно широко используются кинематические уравнения равнопеременного движения.

Кинетическая энергия – энергия механической системы, зависящая от скоростей ее точек. Если тело массы m движется со скоростью v , то его кинетическая энергия равна $mv^2/2$.

Коэффициент трения – отношение силы трения к силе нормальной реакции (или к силе нормального давления, прижимающей трущиеся поверхности друг к другу). Выражается отвлеченным безразмерным числом (см. также Трение).

Линейная скорость - скорость отдельной точки вращающегося тела, зависящая от угловой скорости и расстояния от точки до оси вращения. Линейная скорость материальной точки численно равна расстоянию, которое точка проходит в единицу времени.

Масса – мера инертных и гравитационных свойств тела (см. Инертность, Закон всемирного тяготения). Масса не зависит от скорости.

Материальной точкой называется тело, размеры и форма которого в данной задаче не существенны. Материальную точку часто называют телом.

Мгновенная скорость - предел средней скорости за бесконечно малый промежуток времени. Мгновенная скорость направлена по касательной в данной точке траектории.

Мгновенная угловая скорость - предел, к которому стремится средняя угловая скорость при бесконечном уменьшении промежутка времени. Мгновенную угловую скорость можно найти, таким образом, как производную от угла поворота по времени.

Механика - основной раздел физики; наука о механическом движении материальных тел и происходящих взаимодействиях между ними. В результате взаимодействия изменяются скорости тел или тела деформируются. Механика подразделяется на статику, кинематику и динамику.

Механика тел переменной массы - раздел механики, изучающий движения тел, масса которых изменяется с течением времени вследствие отделения от тела (или присоединения к нему) материальных частиц. Такие задачи возникают при движении ракет, реактивных самолетов, небесных тел и др. Движение тела переменной массы описывается уравнением Мещерского, которое является обобщением второго закона Ньютона путем введения в это уравнение реактивной силы тяги.

Момент силы относительно точки О определяется как векторное произведение радиус-вектора тела на вектор силы. Момент силы относительно оси вращения (не путать с моментом силы относительно точки!) это – произведение силы на плечо (кратчайшее расстояние от линии действия силы до оси вращения, другими словами, длина перпендикуляра, опущенного из точки О на линию действия силы). Можно показать, что момент силы относительно оси вращения, проходящей через точку О, есть проекция момента силы относительно точки О на эту ось. (Ср. с понятием Момент импульса!)

Неинерциальная система отсчета - система отсчета, в которой не выполняется первый закон Ньютона. Неинерциальная система отсчета движется с ускорением относительно некоторой инерциальной системы отсчета. Важным классом неинерциальных систем являются вращающиеся системы отсчета.

Нормальное ускорение - составляющая ускорения, направленная вдоль нормали к траектории движения в данной точке. Нормальное ускорение характеризует изменение скорости по направлению.

Относительное движение - движение точки или тела относительно движущейся системы отсчета.

Парой сил называется система, состоящая из двух сил равных по модулю и противоположных по направлению, линии действия которых в общем случае не совпадают.

Параллелограмм сил - геометрическое построение, выражающее закон сложения сил. Вектор, изображающий силу, равную геометрической сумме двух сил, является диагональю параллелограмма, построенного на этих силах, как на его сторонах.

Первая космическая скорость - минимальная скорость, которую необходимо сообщить телу, находящемуся в гравитационном поле Земли (или иного массивного тела), чтобы оно стало искусственным спутником планеты, т. е. двигалось по круговой орбите. Вблизи поверхности Земли первая космическая скорость равна 7.91 км/с.

Первый закон Ньютона (открыт Галилеем) - физический закон, в соответствии с которым материальная точка сохраняет состояние покоя или равномерного движения до тех пор, пока внешние воздействия не изменят это состояния.

Перемещением называется вектор, проведенный из начальной в конечную точку траектории В случае прямолинейной траектории модуль вектора перемещения равен пройденному пути.

Переносное движение - движение условно подвижной системы отсчета по отношению к инерциальной системе отсчета, условно принятой за неподвижную.

Потенциальная энергия - часть механической энергии тела, зависящая от взаимного расположения ее частей и от их положений во внешнем силовом поле. Численно потенциальная энергия системы в данном состоянии равна работе, которую произведут действующие на систему силы при переходе системы из этого положения в то, где потенциальная энергия условно принимается равной нулю.

Преобразования Галилея - соотношения, позволяющие переходить (в классической механике) от пространственно-временных координат некоторого события в одной инерциальной системе отсчета к пространственно-временным координатам этого же события в другой инерциальной системе отсчета.

Принцип относительности классической механики - постулат Г.Галилея, согласно которому в любых инерциальных системах отсчета все механические явления протекают одинаково при одних и тех же условиях.

Пространство и время - основные формы существования материи. Это философские категории, в физике они не определяются. Согласно теории относительности геометрические свойства пространства и скорость течения времени зависят от распределения и движения материи.

Равнодействующая сила - сила, действие которой эквивалентно действию на тело нескольких сил. Система сил имеет равнодействующую только в том случае, если для нее существует точка, относительно которой главный момент сил системы равен нулю. Равнодействующая сила равна геометрической сумме всех сил системы и приложена в центре приведения. Пара сил не имеет равнодействующей.

Равномерное вращательное движение - движение, при котором углы поворота материальной точки за любые равные промежутки времени одинаковы.

Равномерное движение - движение, при котором за любые равные промежутки времени материальная точка проходит одинаковые пути.

Равномерное прямолинейное движение – то же самое, что и *Равномерное движение*, если траектория тела – прямая линия.

Равномерное движение материальной точки по окружности - движение материальной точки по окружности, при котором модуль ее скорости не меняется. Меняется только направление скорости. При таком движении материальная точка обладает центростремительным ускорением. Центростремительное ускорение – частный случай нормального ускорения.

Свободное вращение твердого тела - вращение твердого тела, при котором неподвижной точкой является центр тяжести тела.

Сила - мера механического действия на материальную точку или тело других тел или полей. Сила вызывает изменение скорости тела или его деформацию. В механике различают силы, возникающие при непосредственном контакте тел или на расстоянии посредством создаваемых телами полей. Можно показать, что на микроскопическом уровне все силы (например, сила упругости) обусловлены полями. Сила - векторная величина, поэтому в каждый момент времени она характеризуется числовым значением, направлением и точкой приложения. В механике природа сил не рассматривается. Единица силы в СИ – 1 Ньютон.

Если в каждой точке пространства на тело действует сила, то говорят, что в пространстве существует силовое поле. Если работа сил поля не зависит от формы траектории, то поле называется потенциальным, а сила консервативной. Примеры потенциальных полей: гравитационное поле, электростатическое (кулоновское) поле, поле упругих сил.

Силы инерции – фиктивные силы, которые вводятся в неинерциальных системах отсчета, чтобы второй закон Ньютона можно было распространить на неинерциальные системы отсчета. Например, во вращающихся системах отсчета появляются центробежная сила и сила Кориолиса.

Система отсчета – тело отсчета, система координат, связанная с телом отсчета, и часы (прибор для измерения времени движения с указанием на начало его отсчета). Система отсчета используется для определения положения в пространстве физических объектов в различные моменты времени. Различают инерциальные и неинерциальные системы отсчета.

Скорость тела - кинематическая характеристика материальной точки. Это векторная величина, определяемая как предел отношения перемещения точки к промежутку времени, за который это перемещение произошло, когда этот промежуток времени стремится к нулю. Скорость можно найти, таким образом, взяв производную от радиус-вектора по времени. Вектор скорости всегда направлен по касательной к траектории тела. В СИ единицей скорости является метр-в-секунду (м/с). Одно и то же тело может одновременно двигаться и находиться в покое в разных системах отсчета. Если рассматривается конечный промежуток времени Δt , то скорость называется средней.

Среднее угловое ускорение - физическая величина, численно равная отношению приращения угловой скорости к промежутку времени, за который это приращение произошло.

Средняя угловая скорость – отношение угла поворота радиуса любой точки вращающегося тела к промежутку времени, за который совершился этот поворот. См. также Вращательное движение вокруг оси.

Статика - раздел механики, изучающий условия равновесия материальных точек или их системы, находящихся под действием сил.

Тангенциальное ускорение - составляющая ускорения, направленная вдоль касательной к траектории движения в данной точке. Тангенциальное ускорение характеризует изменение скорости по модулю.

Тело отсчета - тело, относительно которого рассматривается движение всех остальных тел.

Теорема о кинетической энергии формулируется так. Сумма работы всех сил (консервативных и неконсервативных), приложенных к телу, равна приращению его кинетической энергии. С помощью этой теоремы можно обобщить закон сохранения механической энергии на случай незамкнутой (неизолированной) системы: приращению полной механической энергии системы равно работе сторонних сил над системой.

Теорема Штейнера - соотношение для расчета момента инерции тела относительно произвольной оси, если известен момент инерции I_0 относительно оси, проходящей через центр масс тела. Момент инерции тела относительно оси, параллельной оси, проходящей через центр масс тела и отстоящей от нее на расстояние l , определяется по формуле $I_0 + ml^2$, где m - масса тела.

Траекторией называется воображаемая линия, описываемая телом при движении. В зависимости от формы траектории движения бывают криволинейные и прямолинейные. Примеры криволинейного движения: движение тела, брошенного под углом к горизонту (траектория – парабола), движение материальной точки по окружности.

Трение - явление сопротивления тел относительному перемещению. Возникает между двумя телами в плоскости соприкосновения их поверхностей и сопровождается диссипацией (рассеиванием) энергии. Механическая энергия системы, в которой есть трение, может только уменьшаться. Наука, изучающая трение, называется трибологией. Опытным путем установлено, что максимальная сила трения покоя и сила трения скольжения не зависит от площади соприкосновения тел и пропорциональна силе нормального давления, прижимающей поверхности друг к другу. Коэффициент пропорциональности при этом называется коэффициентом трения (покоя или скольжения).

Третий закон Ньютона - физический закон, в соответствии с которым силы взаимодействия двух материальных точек равны по модулю, противоположны по направлению и действуют вдоль прямой, соединяющей эти точки. Как и прочие законы Ньютона, третий закон справедлив только для инерциальных систем отсчета. Краткая формулировка третьего закона: действие равно противодействию.

Третья космическая скорость - минимальная скорость, необходимая для того, чтобы космический аппарат, запущенный с Земли, преодолел притяжение Солнца и покинул Солнечную систему. Если бы Земля в момент запуска была неподвижна и не притягивала тело к себе, то третья космическая скорость была бы равна 42 км/с. С учетом скорости орбитального движения Земли (30 км/с) третья космическая скорость равна $42-30 = 12$ км/с (при запуске в направлении орбитального движения) или $42+30 = 72$ км/с (при запуске в противоположном направлении). Если учесть еще и силу притяжения к Земле, то для третьей космической скорости получим значения от 17 до 73 км/с.

Ускорение - векторная величина, характеризующая быстроту изменения скорости. При произвольном движении ускорение определяется как отношение приращения скорости к соответствующему промежутку времени. Если устремить этот промежуток времени к нулю, получим мгновенное ускорение. Значит, ускорение есть производная от скорости по времени. Если рассматривается конечный промежуток времени Δt , то ускорение называется средним. При криволинейном движении полное ускорение складывается из тангенциального (касательного) и нормального ускорения.

Угловая скорость - векторная величина, характеризующая вращательное движение твердого тела и направленная по оси вращения согласно правилу правого винта. Средняя угловая скорость численно равна отношению угла поворота к соответствующему промежутку времени. Взяв производную от угла поворота по времени, получим мгновенную угловую скорость. Единицей угловой скорости в СИ является рад/с.

Ускорение свободно падающего тела - ускорение, с которым движется тело под действием силы тяготения. Ускорение свободного падения одинаково для всех тел, независимо от их массы. На Земле ускорение свободно падающего тела зависит от высоты над уровнем моря и от географической широты и направления к центру Земли. На широте 45^0 и на уровне моря ускорение свободно падающего тела $g = 9.80665 \text{ м/с}^2$. В учебных задачах обычно полагают $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Физический закон - необходимая, существенная и устойчиво повторяющаяся связь между явлениями, процессами и состояниями тел. Познание физических законов составляет основную задачу физической науки.

Центральная сила — это сила, линия действия которой проходит через одну точку (силовой центр), и зависящая только от расстояния до этой точки. Примеры центральных сил: гравитационная сила, кулоновская сила, сила упругости. Работа центральной силы не зависит от формы траектории. Поэтому поле центральных сил потенциально (см. также Силовое поле).

Центр инерции – то же самое, что и центр масс.

Центростремительная сила - сила, которая меняет направление скорости и сообщает материальной точке центростремительное ускорение. Роль центростремительной силы могут играть сила упругости, гравитационная сила, кулоновская сила, магнитная сила Лоренца и др. Центростремительная сила, как и прочие силы, приложена к движущейся материальной точке и направлена к центру вращения.

Энергия - скалярная физическая величина, являющаяся общей мерой различных форм движения материи и мерой перехода движения материи из одних форм в другие. Основные виды энергии: механическая, внутренняя, электромагнитная, химическая, гравитационная, ядерная. Одни виды энергии могут превращаться в другие в строго определенных количествах (см. также Закон сохранения и превращения энергии).

Центр масс – точка тела (или системы тел), которая движется так, как если бы в ней была сосредоточена вся масса тела (системы) и если бы к ней были приложены все внешние силы, действующие на систему. Другое название этой точки – *центр инерции*. Система отсчета, связанная с центром масс, называется Ц-системой или системой центра масс. В такой системе удобно решать задачи, если нас не интересует движение системы в целом, а только относительное движение ее частиц.

ОТО представляет собой классическую (неквантовую) релятивистскую теорию гравитации. В основе ОТО лежит принцип эквивалентности, согласно которому неинерциальная система отсчета эквивалентна инерциальной при наличии в ней некоторого гравитационного поля. Таким образом утверждается эквивалентность инерции и гравитации.

Преобразования Лоренца - соотношения, позволяющие переходить (в теории относительности) от пространственно-временных координат некоторого события в одной инерциальной системе отсчета к пространственно-временным координатам этого же события в другой инерциальной системе отсчета. При скоростях значительно меньших скорости света в вакууме преобразования Лоренца переходят в преобразования Галилея.

Принцип относительности релятивистской механики – постулат впервые сформулированный А.Пуанкаре (1902), согласно которому в любых инерциальных системах отсчета все физические явления протекают одинаково. В такой формулировке принцип относительности является обобщением *принципа относительности Галилея* на все физические явления (механические, электромагнитные, оптические и т. д.).

Пространство и время - основные формы существования материи. Это философские категории, в физике они не определяются. Согласно *теории относительности* геометрические свойства пространства и скорость течения времени зависят от распределения и движения материи.

Релятивистская механика - раздел теоретической физики, рассматривающий классические законы механического движения тел при скоростях, сравнимых со скоростью света в вакууме. Релятивистская механика основана на *специальной теории относительности*

Пространство и время - основные формы существования материи. Это философские категории, в физике они не определяются. Согласно теории относительности геометрические

свойства пространства и скорость течения времени зависят от распределения и движения материи.

Специальная теория относительности (СТО) - разработанная Г.Лоренцом, А.Пуанкаре и А.Эйнштейном физическая теория пространства и времени, основанная на двух постулатах. Постулаты СТО:

- принцип относительности;
- существует предельная скорость передачи взаимодействий, одинаковая во всех инерциальных системах отсчета. В качестве такой скорости в СТО принимается скорость света в вакууме.

Эффекты СТО начинают сказываться при скоростях, приближающихся к скорости света. При $(v/c) \rightarrow 0$ законы СТО, согласно принципу соответствия, переходят в законы классической механики Ньютона.