## *Сила трения. Коэффициент трения скольжения*

Трением называется взаимодействие между различными соприкасающимися поверхностями, препятствующее их относительному перемещению. Сила трения направлена вдоль поверхностей соприкасающихся тел противоположно скорости их относительного перемещения. Различают: ***трение покоя*** – при отсутствии относительного перемещения соприкасающихся тел и ***трение скольжения*** – при их движении. Если к телу находящемуся в соприкосновении с другим телом приложить вдоль линии соприкосновения постепенно увеличивающуюся от нуля силу, то движения не возникает, до того момента пока действующая сила не достигнет определённого значения. Пока не началось движение, сила трения покоя равна действующей на тело силе, то есть является переменной величиной от нуля до некоторой максимальной силы трения покоя. При скольжении тел друг по другу сила трения скольжения пропорциональна силе прижимающей эти тела по нормали к поверхности соприкосновения (перпендикулярно поверхности соприкосновения). Эта прижимающая сила называется силой нормального давления и она по третьему закону Ньютона равна силе нормальной реакции .

Величина силы трения скольжения вычисляется по формуле , где **** - коэффициент трения скольжения (во многих случаях вместо **** используют ***k***). При движении по горизонтальной поверхности сила нормального давления, как правило, равна весу тела и может совпадать с силой тяжести. При движении по наклонной плоскости необходимо раскладывать силу тяжести на составляющие параллельную наклонной плоскости и перпендикулярную ей. Перпендикулярная составляющая силы тяжести обеспечивает силу нормального давления, а, следовательно, и силу трения скольжения .

***Первый закон Ньютона.***

Существуют такие системы отсчёта, относительно которых поступательно движущиеся тела сохраняют свою скорость постоянной, если на них не действуют другие тела или действие других тел компенсируется.

***Инерциальная система отсчёта.***

Это система отсчёта, относительно которой свободная материальная точка, не подверженная действию других тел, движется равномерно и прямолинейно.

***Принцип относительности Галилея.***

Все механические явления в различных инерциальных системах отсчёта протекают одинаково. Это означает, что никакими механическими опытами проводимыми в данной инерциальной системе отсчёта невозможно установить покоится она или движется равномерно прямолинейно. Принцип Галилея справедлив при движении систем отсчёта со скоростью малой по сравнению со скоростью света.

***Масса.***

Физическая величина, являющаяся мерой инерционных свойств тела называется инертной массой этого тела. В этом смысле масса выступает как свойство тел не поддаваться изменению скорости как по величине, так и по направлению.

***Сила.***

Векторная величина, являющаяся мерой механического воздействия на тело со стороны других тел или полей, в результате которого тело приобретает ускорение или изменяет свою форму и размеры (деформируется). В каждый момент времени сила характеризуется величиной, направлением в пространстве и точкой приложения.

***Второй закон Ньютона.***

|  |
| --- |
| **Второй закон Ньютона** составляет основу не только классической механики, но и всей классической физики. Несмотря на простоту его математической формулировки  при объяснении его "физического смысла" возникают вполне определенные методические трудности. До сих пор в различные учебных курсах используются различные подходы к "физической" формулировке этого важнейшего закона, причем каждый из них обладает как определенными преимуществами, так и недостатками.  В нашем случае реализован подход, основанный на использовании независимого определении силы при помощи описания процедуры ее измерения. В его рамках две входящие в уравнение (1) векторные величины оказываются определенными еще до формулировки второго закона, что позволяет придать ей весьма простой и элегантный вид:  ***Опыт показывает, что ускорение, приобретаемое телом, движущимся под действием сил, пропорционально равнодействующей этих сил:***  .  В рамках такого подхода ***инертная масса тела может быть определена как коэффициент пропорциональности между силой и ускорением***, остающийся постоянным для данного тела в соответствии со вторым законом:  Из формулировки второго закона Ньютона (2) и определения массы (3) следует, что ***ускорение тела пропорционально равнодействующей приложенных к нему сил и обратно пропорционально его инертной массе***:  Основным недостатком сформулированного подхода является то, что по техническим причинам изготовление отвечающего требованиям современной метрологии эталона силы оказывается существенно более сложной задачей, чем изготовление эталона массы. Более того, в ряде разделов современной физики (например - в квантовой механике) понятие силы вообще исчезает, в то время как масса остается вполне определенной физической величиной. С этих позиций более предпочтительным является независимое введение массы тела. Однако, формулировка второго закона в виде утверждения о том, что сила равна произведению массы тела на его ускорение придает второму закону вид, характерный для математического определения, а не формулировки закона природы.  Определяемая как коэффициент пропорциональности между силой и ускорением, инертная масса (в рамках классической физики) обладает следующими свойствами:   1. Масса - величина скалярная. 2. Mасса тела может выражаться любым неотрицательным вещественным числом. 3. Масса аддитивна (масса тела равна сумме масс составляющих его частей). 4. Масса не зависит ни от положения тела, ни от скорости его движения.   При больших скоростях движения тел второй закон Ньютона в формулировке (1) перестает выполняться. В частности, при движении под действием постоянной силы скорость тела перестает возрастать во времени по линейному закону и ассимптотически стремится к предельному значению - скорости света в вакууме (в используемой программой системе единиц ***с=137***). Этот эффект формально можно отнест за счет возрастания инертной массы тела, которую в релятивистском случае можно считать зависящей от скорости. В рассматриваемом случае (как и в других ситуациях движения тела с переменной массой) ***более удобной является импульсная формулировка второго закона Ньютона***:  (5) |

*Второй закон Ньютона*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Моделируются условия на планете ***Разногравивя***, где величина силы тяжести оказывается существенно различной над различными точками поверхности планеты. Не обсуждая возможности реального существования такой планеты и причин, приводящих к столь странному явлению, на основе только второго закона Ньютона можно утверждать, что одно и тоже тело помещенное над разными участками поверхности этой планеты будет падать вниз с различными ускорениями. Отношения этих ускорений оказываются равными отношениям сил, действующих на тело в разных точках поверхности. Для сравнения сил тяжести в разных точках планеты на динамометрах подвешены точно такое же тела. В данной демонстрации тела расположены в таких точках планеты, что действующие на них силы тяжести отличаются в два раза. |
|  | Как известно, приобретаемое телом ускорение обратно пропорционально его инертной массе. Попытайтесь, используя этот факт, изменить массу падающего в правой части экрана яблока так, чтобы его ускорение стало таким же, как у яблока, падающего слева 9т.е. уменьшилось в 2 раза). Если Вам не удастся добиться успеха - полезно задуматься над тем, почему у Вас ничего не получается. Попытайтесь разобраться, что происходит с силой тяжести при увеличеснии массы тела... |

*Масса как мера инертности тел*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рассмотрите движение под действием одной и той же электрической силы ядер трех изотопов атома водорода: протона, дейтерия и трития. Их массы относятся соответственно как 1:2:3. Приобретаемые ядрами ускорения соотносятся друг с другом как 3:2:1. |
|  | Попытайтесь повторить этот же численный эксперимент, заменив электрические силы гравитационными (для этого в объекте "поле" достаточно поменять флаг "Е" на "G"). Как Вы объясните результат нового эксперимента? |

*Математические свойства массы: неотрицательность*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Опыт показывает, что масса тел является скалярной величиной, принимающей только положительные вещественные значения. Это означает, что все тела, испытывающие воздействие сил, ускоряются в направлении действия равнодействующей этих сил. В некоторых случаях оказывается удобным исключить из рассмотрения некоторые "трудно учитываемые" силы, а результат их действия "спрятать в инертную массу". Такой прием позволяет несколько упростить решение некоторых задач. При этом эффективная масса тела может существенно отличаться от истинного значения и может обладать весьма экзотическими свойствами. В данной демонстрации кажется, что масса одного из тел (***Strange***) является отрицательной величиной. На самом деле причиной движения тела в противоположном силе направлении (это направление указывается падающей гирей) является действие на него еще одной силы, незаметной для наблюдателя. |
|  | Попытайтесь приписать такое значение инертной массе тела ***Strange***, чтобы оно вело себя подобно телу с бесконечно большой эффективной массой. |

*Математические свойства инертной массы: скалярный характер*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Мыслима ситуация, при которой воздействие на тело одинаковых сил, приложенных в различных направлениях, вызывает различные ускорения. Если бы такая ситуация действительно реализовывалась в природе, инертную массу такого тела следовало бы считать тензорной величиной. В данной демонстрации моделируется движение двух тел: "обычной гири"***(Normal)***и тела с тензорной массой ***(Strange).***Ускорение гири позволяет судить о действующей внешней силе. Ускорение объекта Strange вообще не совпадает с направлением ускорения обычного тела! Как и в предыдущем случае кажущееся необычным поведение тела объясняется не свойствами его инертной массы, а его участием в дополнительных взаимодействиях. В данной ситуации помимо основной силы***Force* тело *Strange*** испытывает воздействие сил сухого трения, величина которых различна при движении вдоль различных направлений. Подобная ситуация может реализовываться в природе, например, при движении электронов в кристалле с некубической решеткой. При этом часто оказывается удобным исключить из рассмотрения взаимодействия с кристаллической решеткой, "расплатившись" за это введением тензорной массы, т.е. заменой реальной частицы на ***квазичастицу****.* |
|  | Изменяя направление внешней силы Force, убедитесь, что в случае ее действия вдоль ребер кристаллической решетки ускорения частицы и квазичастицы совпадают по направлению. |

*Аддитивность массы*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Масса тела обладает свойством аддитивности, т.е. равна сумме масс частей, составляющих это тело. В качестве примера моделируется ускоренное движение автопоездов, головные автомобили у которых обеспечивают одинаковые силы тяги. Массы всех автомобилей равны. Всилу аддитивности массы автопоездов относятся как 1:2:3, в чем несложно убедиться, сравнивая из ускорения, которые относятся как 3:2:1. Из-за того, что автомобили связаны между собой упругой сцепкой, на равноускоренное движение автопоездов накладываются небольшие колебания, которые можно уменьшить, увеличив жесткость пружин. |
|  | Отцепляя вагоны от автопоездов, убедитесь в том, что сила тяги головных автомобилей всех трех составов действительно одинакова. (Для того, чтобы расцепить составы автопоездов, достаточно "отключить" взаимодействия медлу телами). |

*Релятивистская масса*

|  |  |
| --- | --- |
|  | При движении заряженной частицы (электрона) в однородном электрическом поле, соласно классической динамике, его скорость должна неограниченно возрастать во времени по линейному закону. В реальности она стремится к предельному значению с=137. Этот эффект может быть отнесен за счет возрастания массы частицы при приближении ее скорости к скорости света. |
|  | Убедитесь, что в данном случае импульсная формулировка второго закона Ньютона остается более удобной: релятивистской импульс частицы возрастает во времени по линейному закону ***(p=Ft).***  Обратите внимание на то, что в пределе малых скоростей релятивистский и классический законы движения приводят к одному и тому же результату. |

***Третий закон Ньютона.***

|  |
| --- |
| Согласно **третьему закону Ньютона** при взаимодействии тел возникают силы, приложенные к каждому из партнеров. При этом силы всегда оказываются равными друг другу по величине и противоположно направленными.  Из законов Ньютона следует, что в случае взаимодействия двух тел, не взаимодействующих с другими, каждое из них должно двигаться с ускорением. Если масса одного из взаимодйствующих тел существенно превосходит массу другого, то его ускорение оказывается малым. |

*Силы, возникающие при взаимодействиях тел*

|  |  |
| --- | --- |
|  | При взаимодействии двух тел, согласно третьему закону, между ними возникают равные и противоположно - направленные силы. |
|  | Для изменения величины гравитационного взаимодействия поменяйте массу любого из взаимодействующих тел. Убедитесь при этом, что обе силы изменят свою величину, но по-прежнему остануться равными друг другу по модулю. |

*Ускорения взаимодействующих тел*

|  |  |
| --- | --- |
|  | В данной демонстрации масса планеты существенно превосходит массу яблока. В результате яблоко ускоренно падает на пактически неподвижную планету. На самом деле планета так же испытывает ускорние, но его величина меньше ускорения яблока в число, равное отношению массы яблока к массе планеты. |
|  | Увеличте массу яблока в 10, 100 и т.д. раз и убедитесь, что в этом случае планета начнет "заметно падать" на яюлоко. |

*Центральные силы и третий закон Ньютона*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Многие почему-то считают, что третий заколн Ньютона подраземевает ориентацию сил вдоль прямой, соединяющкей взаимодействующие тела. На самом деле подобное утверждение не имеет непосредственого отношения к третьему закону. В данной демонстрации моделируется движение тел, взаимодействиющих друг с другом нецентральными силами. |
|  | Приведенный в данной демонстрации пример не является "физически реальным" и не может быть реализован непосредственным определением взаимодействий в программе физического конструктора (автором программы просто не была предусмотрена возможность создания столь "нефизических" ситуаций). Для реализации данной демонстрации в систему пришлось ввести дополнительное силовое поле ***Unrea****l*, обладающее весьма специфическими свойствами. Проанализируйте параметры данной физической модели и убедитесь, что созданная на компьютере ситуация действительно отвечает нецентральному взаимодействию и не противоречит системе законов Ньютона. Попытайтесь самостоятельно придумать другие примеры аналогичных "странных" систем. |

***Гравитационные силы****.*

Взаимное притяжение всех без исключения материальных тел наблюдаемое в любой среде, называют гравитационным взаимодействием, а соответствующие силы притяжения между притягивающимися телами называются гравитационными силами.***.***

### Закон всемирного тяготения

Две материальные точки массами ***m1***и***m2*** притягиваются друг к другу с силой ***F***прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния ***r***между ними: . Коэффициент пропорциональности ***G***называется гравитационной постоянной и показывает с какой силой притягиваются две материальные точки с массами по 1 кг находящиеся на расстоянии 1 м друг от друга (*G*=6,67 10-11 Н м2/кг2).

***Сила тяжести. Вес тела.***

Сила, с которой притягивается к Земле тело, находящееся на её поверхности. В этом случае надо подставить в закон всемирного тяготения вместо ***m*1**массу тела - ***m*** вместо ***m*2** массу Земли - ***M***и вместо ***r*** радиус Земли - ***R***.

С увеличением высоты над поверхностью Земли сила тяжести уменьшается, но при небольших высотах по сравнению с радиусом Земли (порядка нескольких сотен метров) её можно считать постоянной.

Вес тела сила, с которой тело давит на опору или натягивает нить подвеса. Если опора, на которой находится тело неподвижна или движется относительно поверхности Земли в вертикальном направлении равномерно прямолинейно, то вес тела и сила тяжести совпадают по величине (не учитывается вращение Земли). В противном случае вес тела может быть больше или меньше силы тяжести в зависимости от направления ускорения.

***Реферат на тему :***

***« Механика »***

#### Подготовил : ученик 9 – В класса

ООШ № 7 г.Бердянска

Галицин Андрей