

Задание:

- Изучить теорию;
- Написать краткий конспект;
- Ответить устно на вопросы.
- По вопросам обращаться 072-1098278 или hvastov@rambler.ru
- Фотоотчёт конспекта прислать в течении 3 дней со дня получения задания на hvastov@rambler.ru

Лекция 4. Силы в природе упругость, трение, сила тяжести. Закон всемирного тяготения. Невесомость

План

1. Основные понятия.
2. Сила тяжести.
3. Сила трения.
4. Сила упругости.
5. Вес, в различных условиях.

Вспомним, что такое сила?

Сила — *физическая величина, которая определяет меру воздействия одного тела на другое.*

F - обозначение силы

Сила – векторная величина; она характеризуется:

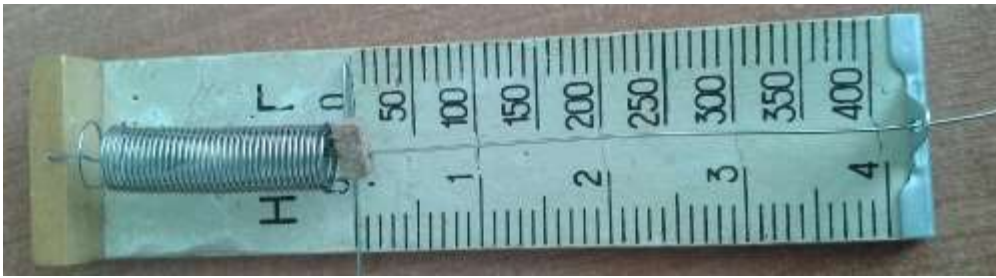
модулем (абсолютной величиной);

направлением;

точкой приложения.



Измеряется при помощи прибора «динамометр».



Единица измерения силы в Международной системе единиц (СИ) - *Ньютон*, обозначение [Н].

В природе существуют различные силы.

Гравитационные силы действуют между всеми телами – все тела притягиваются друг к другу. Но это притяжение существенно лишь тогда, когда хотя бы одно из взаимодействующих тел так же велико, как Земля или луна.

Электромагнитные силы действуют между заряженными частицами. В атомах, молекулах, живых организмах именно они являются главными.

Область **ядерных сил** очень ограничена. Они заметны только внутри атомных ядер (т.е. на расстоянии 10^{-12} см.)

Слабые взаимодействия проявляются на ещё меньших расстояниях. Они вызывают превращение элементарных частиц друг в друга.

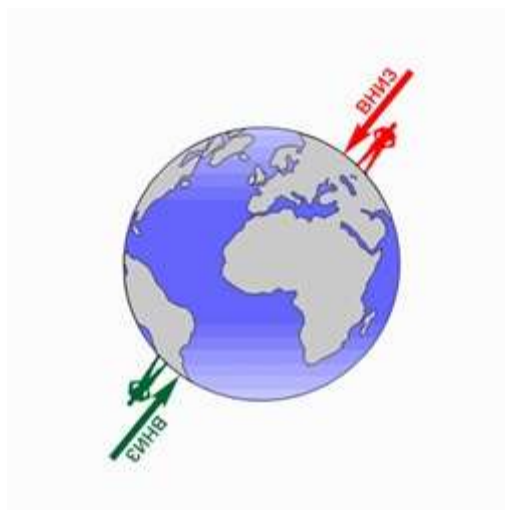
Основные виды сил: сила тяжести, сила трения, сила упругости.

Почему мяч, выпущенный из рук, падает вниз? Почему прыгнувший вверх человек вскоре снова оказывается внизу? У этих явлений одна и та же причина – притяжение Земли. Наблюдения за природными объектами показывают, что все окружающие тела ощущают притяжение к Земле. Падает вниз вода фонтанов, водопадов и листья деревьев.

Сила тяжести – сила, с которой тела притягиваются к Земле, сила притяжения тел к Земле.

$$F_{\text{тяж}} = m \cdot g$$

Сила тяжести всегда направлена вертикально вниз к поверхности Земли. Сила тяжести направлена к центру Земли. *Сила тяжести это гравитационная сила, приложенная к центру тела.*

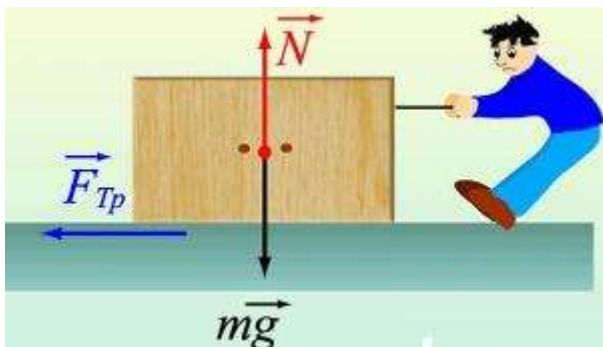


Сила тяжести – одно из проявлений силы всемирного тяготения.

Из закона Всемирного тяготения: $g = \frac{F}{m} = \frac{GMm}{R^2m} = \frac{GM}{R^2}$, где M - масса планеты, m - масса тела, R - расстояние до центра планеты; g - ускорение силы тяжести. Значит g не зависит от массы тела.

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения на поверхности Земли.

При соприкосновении двух движущихся тел возникает сила, направленная против движения и препятствующая движению - сила трения.



Сила трения - это сила, возникающая при движении одного тела по поверхности другого, приложенная к движущемуся телу и направлена против движения.

Сила трения - это сила электромагнитной природы.

Возникновение силы трения объясняется двумя причинами:

- 1) Шероховатостью поверхностей
- 2) Проявлением сил молекулярного взаимодействия.

Силы трения всегда направлены по касательной к соприкасающимся поверхностям и **подразделяются** на *силы трения покоя, силы трения скольжения, силы трения качения.*

$F_{\text{тр}} = m \cdot N$, где m – коэффициент трения, N – сила реакции опоры.

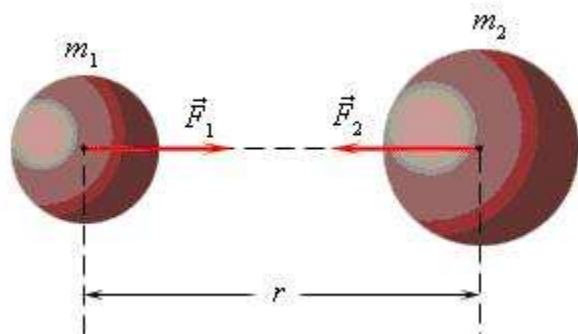
Сила упругости – сила, которая возникает при любом виде деформации тел и стремится вернуть тело в первоначальное состояние.

$F_{\text{упр}_x} = -k \cdot x$, где k – жесткость тела [Н/м], x – абсолютное удлинение тела.

Сила упругости перпендикулярна поверхности взаимодействующих тел и направлена всегда против деформации.

Закон всемирного тяготения был открыт И. Ньютоном в 1682 году.

Еще в 1665 году 23-летний Ньютон высказал предположение, что силы, удерживающие Луну на ее орбите, той же природы, что и силы, заставляющие яблоко падать на Землю. По его гипотезе между всеми телами Вселенной действуют силы притяжения (гравитационные силы), направленные по линии, соединяющей центры масс. У тела в виде однородного шара центр масс совпадает с центром шара.



Закон всемирного тяготения. Все тела притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их масс и обратнопропорционален квадрату расстояния между ними.

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \text{ - закон всемирного тяготения.}$$

G – постоянная всемирного тяготения или гравитационная постоянная.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

Многие явления в природе объясняются действием сил всемирного тяготения. Движение планет в Солнечной системе, движение искусственных спутников Земли, траектории полета баллистических ракет, движение тел вблизи поверхности Земли – все эти явления находят объяснение на основе закона всемирного тяготения и законов динамики.

Одним из проявлений силы всемирного тяготения является **сила тяжести**. Так принято называть *силу притяжения тел к Земле вблизи ее поверхности*.

Обозначим M – масса Земли; m – масса тела; R – радиус Земли, тогда сила тяготения

$$F = G \frac{M \cdot m}{R^2} = mg \quad \text{- сила тяжести.}$$

m - масса тела

g – ускорение свободного падения.

Сила тяжести направлена к центру Земли. *Сила тяжести это гравитационная сила, приложенная к центру тела.*

В отсутствие других сил тело свободно падает на Землю с ускорением свободного падения. Среднее значение ускорения свободного падения для различных точек поверхности Земли равно $9,81 \text{ м/с}^2$.

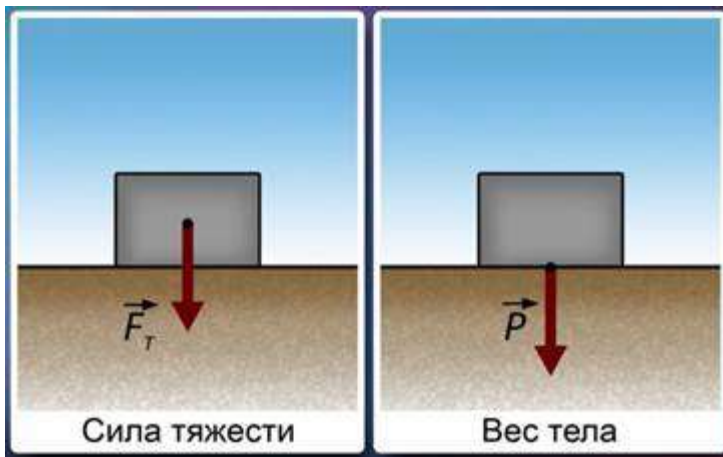
$$g = \frac{F}{m} = \frac{GMm}{R^2 m} = \frac{GM}{R^2}$$

Значит g не зависит от массы тела.

На высоте h ускорение свободного падения равно $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$

При удалении от поверхности Земли сила земного тяготения и ускорение свободного падения изменяются обратно пропорционально квадрату расстояния r до центра Земли.

Силу тяжести с которой тела притягиваются к Земле, нужно отличать от веса тела. В отличие от силы тяжести, являющейся гравитационной силой, приложенной к телу, **вес** – это упругая сила, приложенная к опоре или подвесу (т.е. к связи).

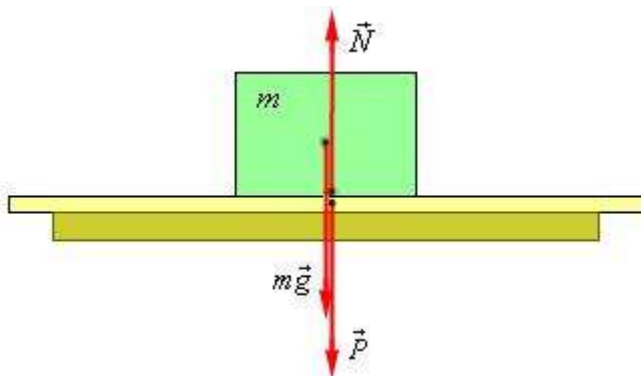


Вес тела – это сила, с которой тело вследствие притяжения к Земле действует на опору или подвес.

При этом предполагается, что тело **неподвижно относительно опоры или подвеса**.

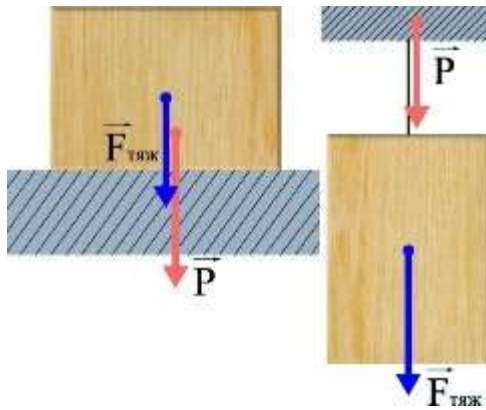
Пусть тело лежит на неподвижном относительно Земли горизонтальном столе. Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать **инерциальной**. На тело действуют сила тяжести $F_m = mg$, направленная вертикально вниз, и сила упругости $F_{упр} = N$, с которой опора действует на тело.

Силу N называют **силой нормального давления** или **силой реакции опоры**.

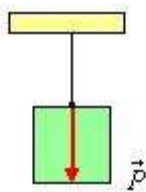


Силы, действующие на тело, уравновешивают друг друга: $F_m = -F_{упр} = -N$.

В соответствии с третьим законом Ньютона тело действует на опору с некоторой силой P , равной по модулю силе реакции опоры и направленной в противоположную сторону: $P = -N$. По определению, сила P и называется весом тела. Из приведенных выше соотношений видно, что $P = F_m = mg$, то есть вес тела равен силе тяжести. **Но эти силы приложены к разным телам!**



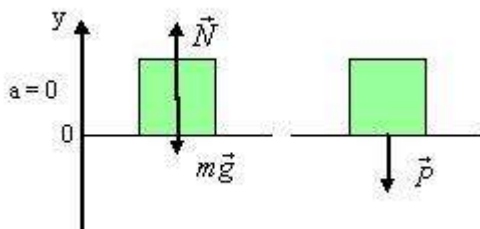
Если тело неподвижно висит на пружине, то роль силы реакции опоры (подвеса) играет упругая сила пружины.



По растяжению пружины можно определить вес тела и равную ему силу притяжения тела Землей. Для определения веса тела можно использовать также **рычажные весы**, сравнивая вес данного тела с весом гирь на равноплечем рычаге. Приводя в равновесие рычажные весы путем уравнивая веса тела суммарным весом гирь, мы одновременно достигаем равенства массы тела суммарной массе гирь, независимо от значения ускорения свободного падения в данной точке земной поверхности.

Вес тела в различных условиях движения.

1. опора покоится или движется равномерно

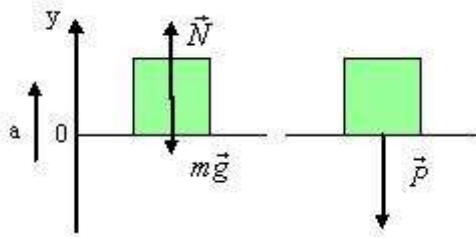


$N = mg$ – сила реакции опоры равна силе тяжести.

$P = N$ значит $P = mg$

Вес тела равен действующей на тело силе тяжести.

2. опора движется с ускорением a вверх.



$N - mg = ma$ - второй закон Ньютона

$$N = mg + ma$$

$$P = N = m(g + a)$$

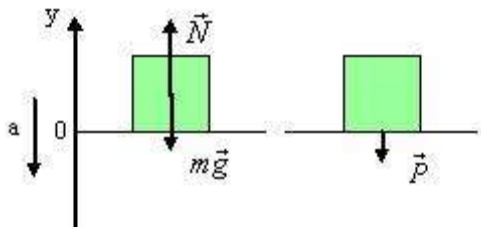
$$P > mg$$

Вес тела, движущегося с ускорением направленным вверх больше силы тяжести.

*Увеличение веса тела, вызванное его ускоренным движением, называется **перегрузкой**.*

Действие перегрузки испытывают космонавты, как при взлете космической ракеты, так и на участке торможения при входе корабля в плотные слои атмосферы. Большие перегрузки испытывают летчики при выполнении фигур высшего пилотажа, особенно на сверхзвуковых самолетах.

3. опора движется с ускорением a вниз.



$mg - N = ma$ - второй закон Ньютона

$$N = mg - ma$$

$$P = N = m(g - a)$$

$$P < mg$$

Вес тела, движущегося с ускорением вниз уменьшается.

*Падение тел в вакууме без начальной скорости называется **свободным падением**. При свободном падении $a=g$ из $P=m(g - g)$ следует, что $P = 0$, т.е. вес отсутствует.*

Если тела движутся только под действием силы тяжести, т.е. свободно падают, то они находятся в состоянии **невесомости**. Оно возникает, например, в кабине космического корабля при его движении по орбите с выключенными реактивными двигателями.

Литература:

1. Основная:
 - 1.1. Мякишев Г.Я. Физика: Учебник для 10 класса общеобразовательных организаций: базовый уровень/ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под Н.А. Парфентьевой – 2-е изд. - М: Просвещение, 2016.
 - 1.2. Рымкевич А.П., **“Сборник задач по физике”** – Москва, 2004р.
2. Дополнительная:
 - 1.1. „Естествознание: учебное пособие”. Саенко О.Е., Трушина Т.П., Арутюнян О.В. М.: КНОРУС, 2014.-368с.
 - 1.2. **„Элементарный учебник физики”**; под ред. Г.С. Ландсберга – Москва, 1986р

Вопросы для проверки знаний по теме:

- 1 Когда возникает сила упругости?
2. Что называют деформацией тела? Какие виды деформаций вы знаете?
3. Как формулируется закон Гука? Как записывается закон Гука?
4. Что такое жесткость тела?
5. Что произойдет, если увеличивать силу, вызывающую деформацию тела?
6. Почему тела, брошенные горизонтально, падают на землю?
7. Какую силу называют силой тяжести? Как ее обозначают?
8. Почему сила тяжести на полюсах Земли несколько больше, чем на экваторе и других широтах?
9. Как зависит сила тяжести от массы тела?
10. Как направлена сила тяжести?
11. Как изменяется сила тяжести при подъеме над поверхностью Земли?
12. От чего зависит ускорение свободного падения и сила тяжести на поверхности различных небесных тел?
13. Что называют весом тела?