



Тема 1.2 Динамика

1.2.1 Законы Ньютона – основные законы динамики

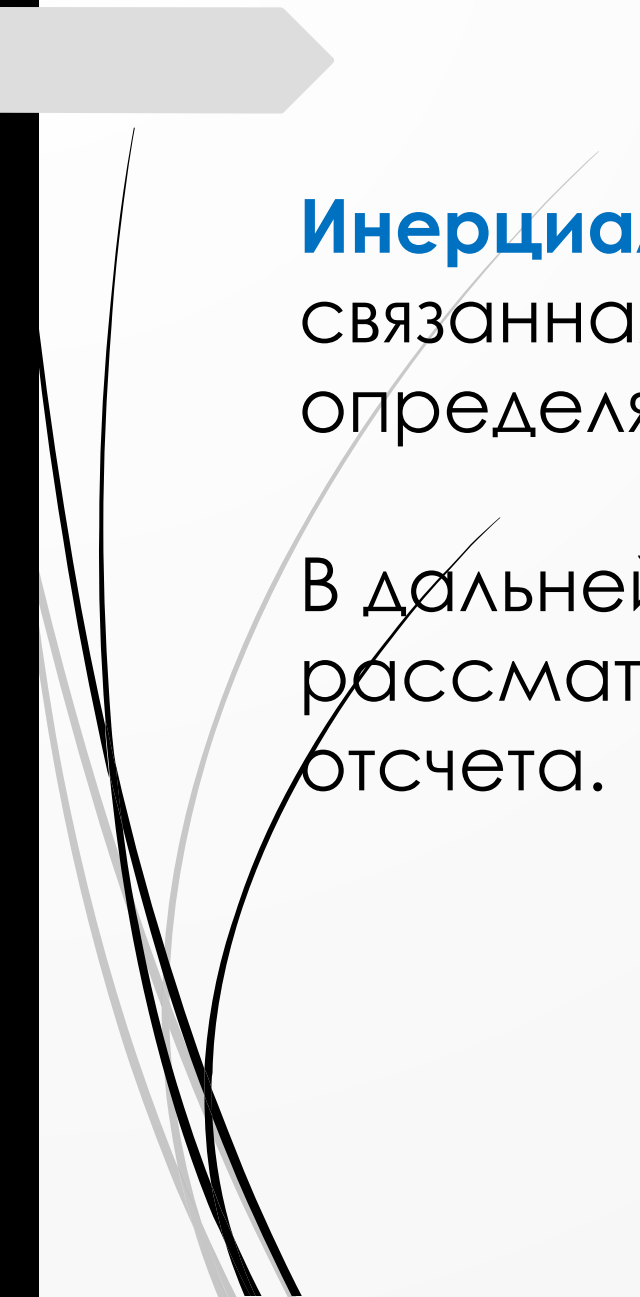
1.2.2 Силы в природе. Закон всемирного тяготения. Сила трения. Сила тяжести. Вес, невесомость.

В динамике рассматриваются взаимодействия тел, являющиеся причиной изменения движения этих тел, т.е. изменения их скоростей.

Изменение скорости тела (т.е. ускорение) всегда вызывается воздействием на него каких либо других тел.

Скорость тела НИКОГДА не меняется, если на него ничто не действует.

Если действий со стороны других тел на данное нет, то ускорение тела равно нулю, т.е. тело будет покоиться или двигаться с постоянной скоростью.

A grey arrow points to the right at the top left. Below it, several thin, curved lines in black and grey sweep across the page from the left edge.

Инерциальная система отсчета – система отсчета, связанная с Землёй, ускорение тела в которой определяется только действием на него других тел.

В дальнейшем движение тел мы будем рассматривать только в инерциальных системах отсчета.

Первый закон Ньютона:

Существуют системы отсчета, называемые инерциальными, относительно которых тело движется прямолинейно и равномерно, если на него не действуют другие тела, действие этих тел скомпенсировано или сохраняет состояние покоя.

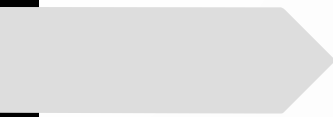
Сила — векторная физическая величина, являющаяся мерой интенсивности воздействия на данное тело других тел, а также полей (измеряется в Ньютонах).

Два утверждения механики:

- 1) Ускорения тел вызываются силами.
- 2) Силы обусловлены действиями на данное тело других тел

Понятие силы относится к двум телам. Сила имеет направление.

Две силы независимо от их природы считаются равными и противоположно направленными, если их одновременное действие на тело не меняет его скорости (т.е не сообщает телу ускорение)



Масса – основная динамическая характеристика тела, количественная мера его инертности (т.е способности тела приобретать определенное ускорение под действием силы).

Чем больше масса тела, тем больше его инертность, тем сложнее вывести тело из первоначального состояния, т.е заставить двигаться, или, наоборот, остановить его движение.

Второй закон Ньютона:

Ускорение тела прямо пропорционально силе, действующей на него, и обратно пропорционально его массе:

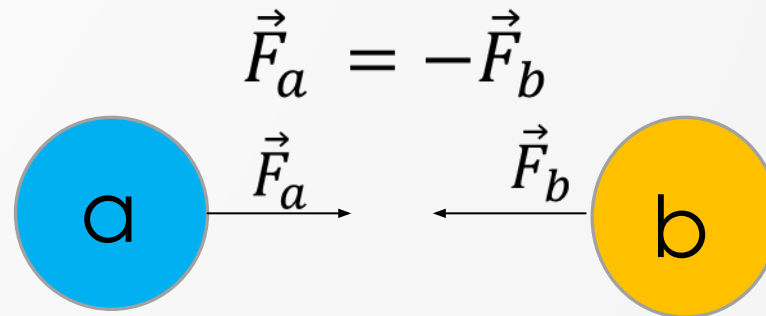
$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Произведение массы тела на ускорение равно сумме действующих на него сил:

$$m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$$

Третий закон Ньютона:

Силы, с которыми тела действуют друг на друга, равны по модулям и направлены по одной прямой в противоположные стороны.



Силы взаимодействия двух тел – силы одной физической природы, время их действия одинаково, но приложены к разным телам, следовательно действие первого тела на второе скомпенсировано действием второго тела на первое.

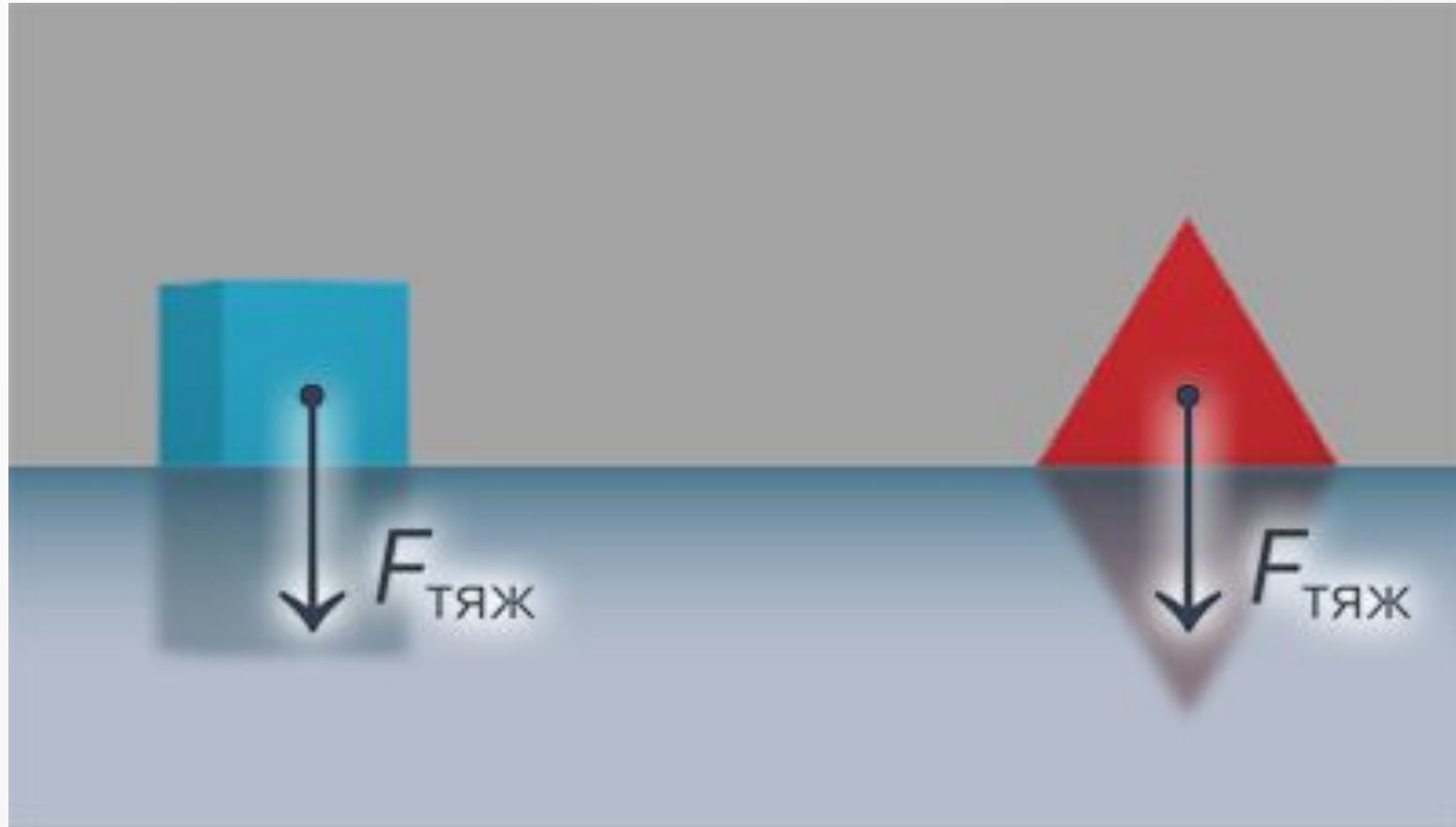
Взаимодействие – это воздействие тел или частиц друг на друга, приводящее к изменению их движения.



Гравитационное взаимодействие

Является универсальным взаимодействием между всеми материальными телами.

Сила тяжести – это сила, действующая на любое материальное тело, находящееся вблизи астрономического тела. ($\vec{F} = m\vec{g}$)



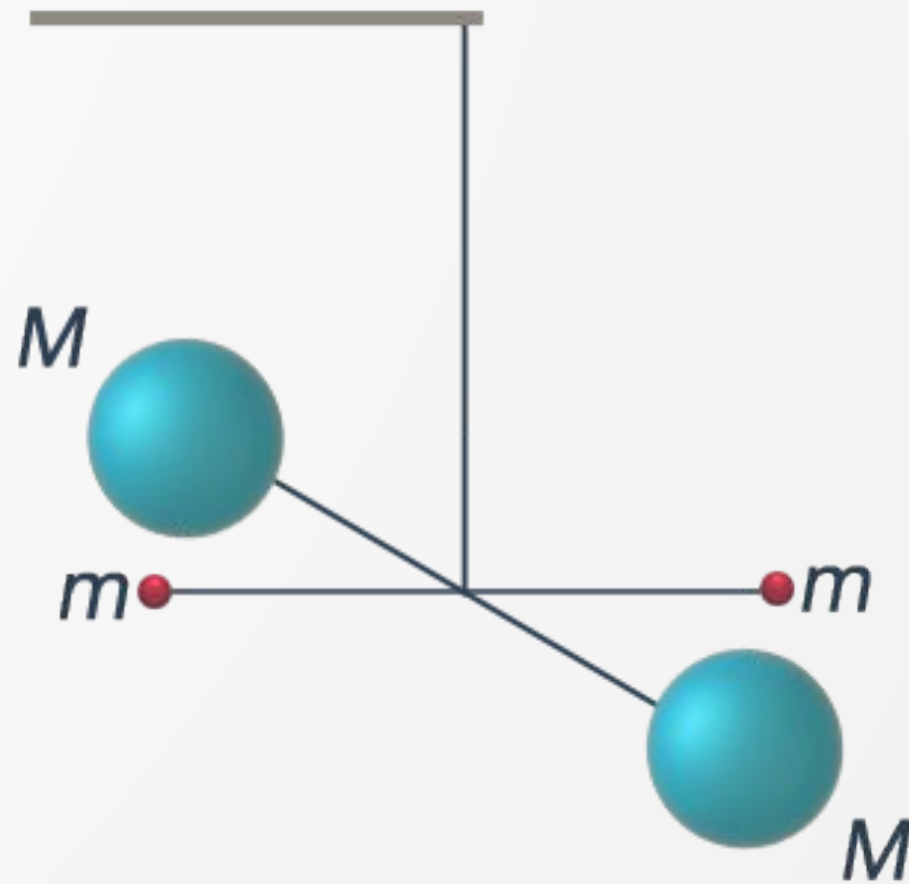
Закон всемирного тяготения: *тела притягиваются друг к другу с силой, модуль которой пропорционален произведению их масс и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними. Сила направлена вдоль прямой, соединяющей центры тел.*

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

где F - сила всемирного тяготения,
 m_1, m_2 – массы взаимодействующих тел,
 r – расстояние между телами,

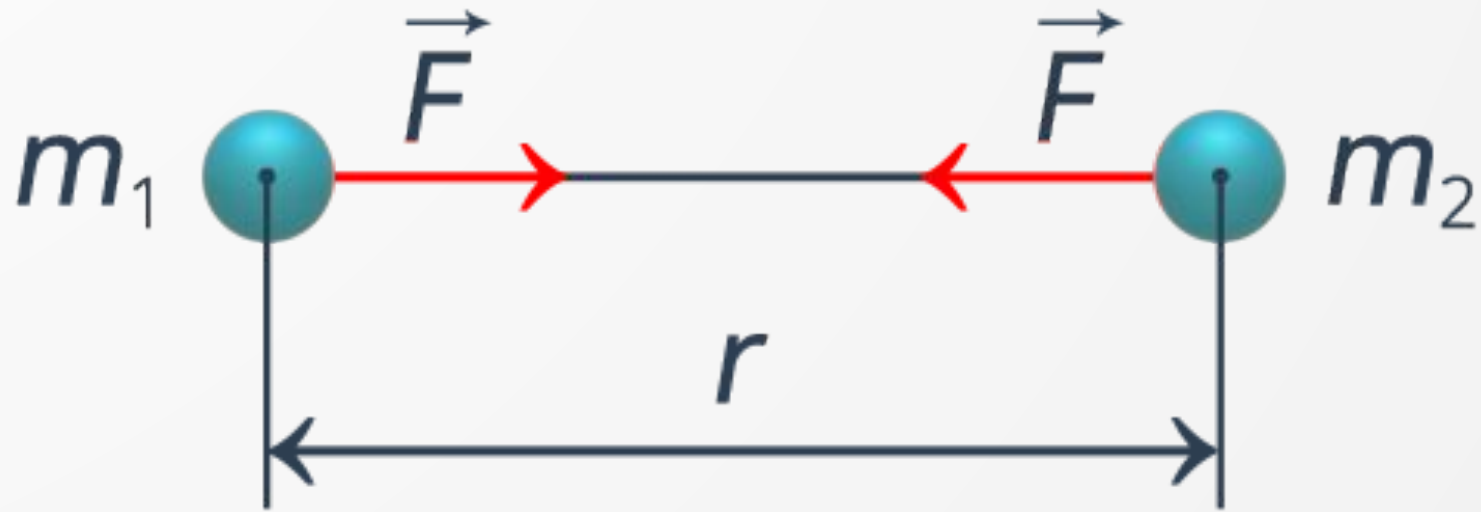
G - гравитационная постоянная, численно равная $6,67 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{Нм}^2}{\text{кг}^2} \right)$

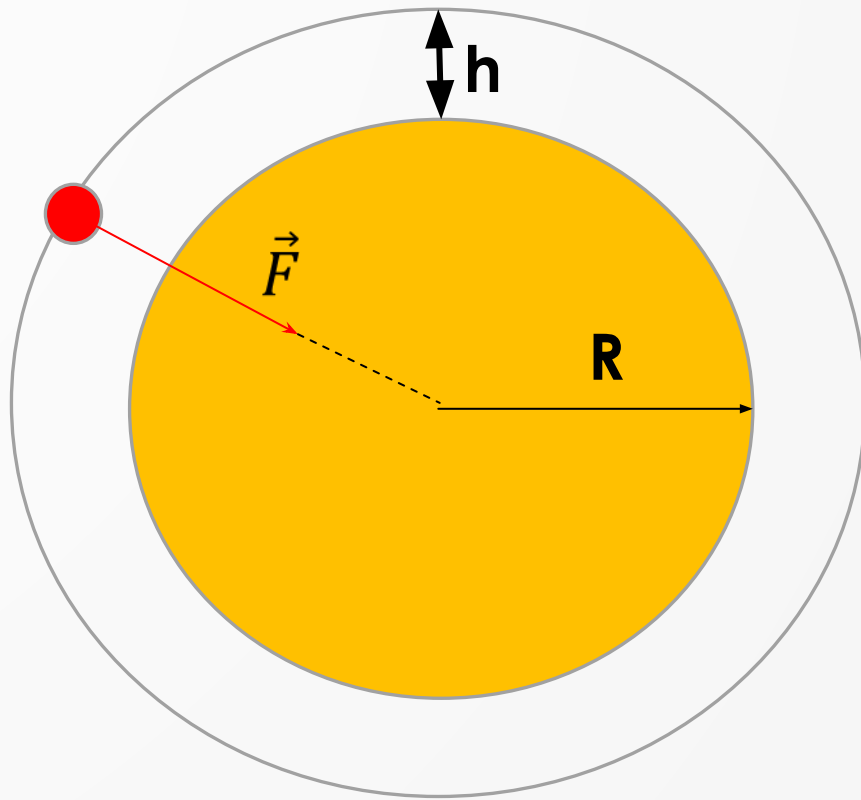
Опыт Кавендиша



Границы применимости:

1. Закон всемирного тяготения применим для тел, размеры которых несущественны по сравнению с расстоянием между ними. Такие тела мы называем материальными точками.
2. Тела должны обладать сферической симметрией.

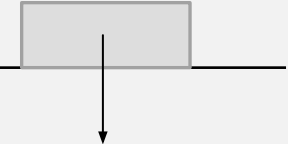




$$\mathbf{F} = \mathbf{G} \cdot \frac{M \cdot m}{(R+h)^2}$$

Природа взаимодействия						
Причина возникновения						
К чему приложена? Как направлена?						
Математическая запись						
Физический смысл коэффициентов, чему равен коэффициент						

	Сила гравитации					
Природа взаимодействия	гравитационная					
Причина возникновения						
К чему приложена? Как направлена?	К телу. Вдоль прямой, соединяющей центры тел.					
Математическая запись						
Физический смысл коэффициентов, чему равен коэффициент						

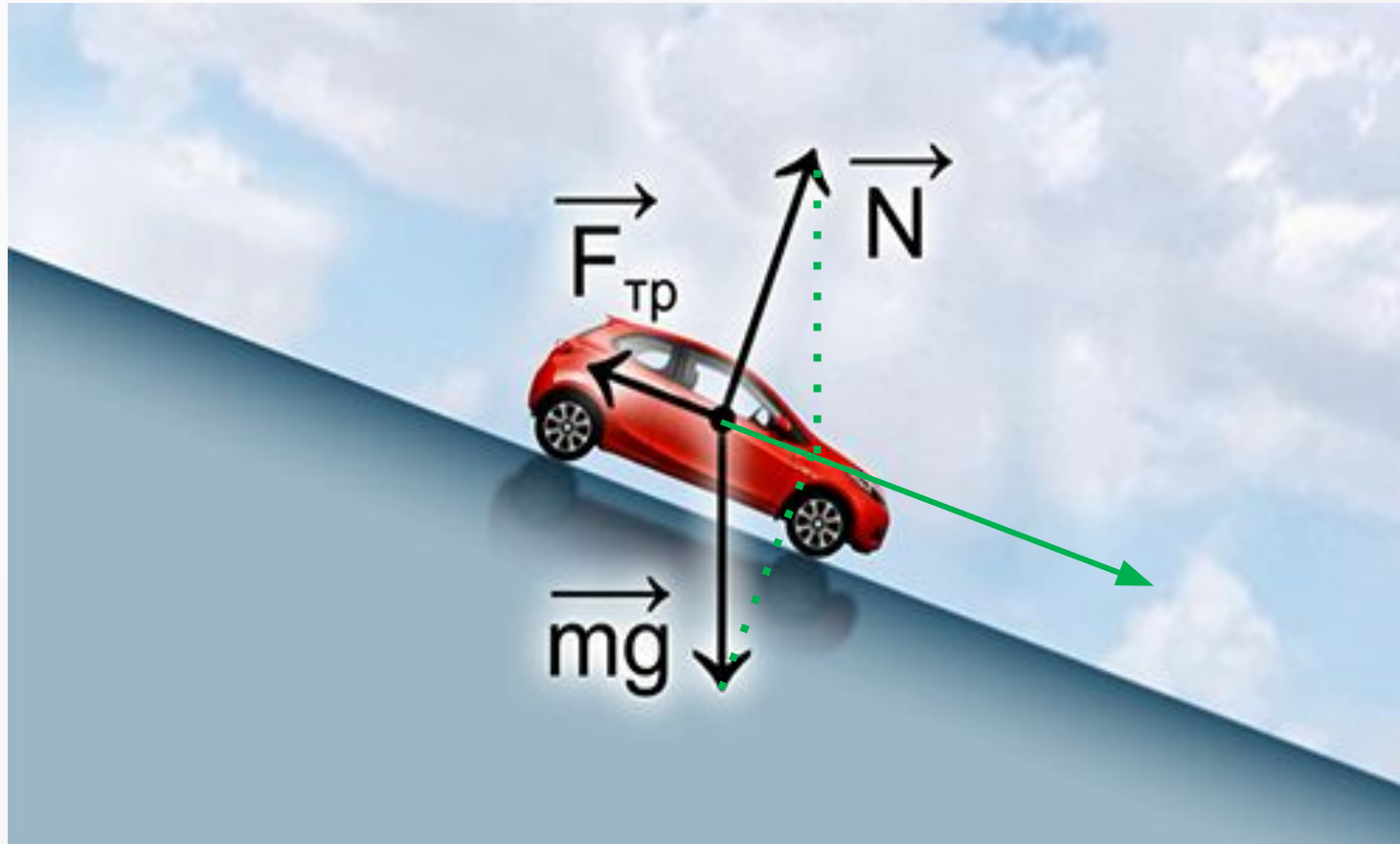
	Сила гравитации	Сила тяжести				
Природа взаимодействия	Гравитационная	Гравитационная				
Причина возникновения		Всемирное тяготение (гравитация)				
К чему приложена? Как направлена?	К телу. Вдоль прямой, соединяющей центры тел.	К телу 				
Математическая запись		$F = m \cdot g$				
Физический смысл коэффициентов, чему равен коэффициент						

Электромагнитное взаимодействие

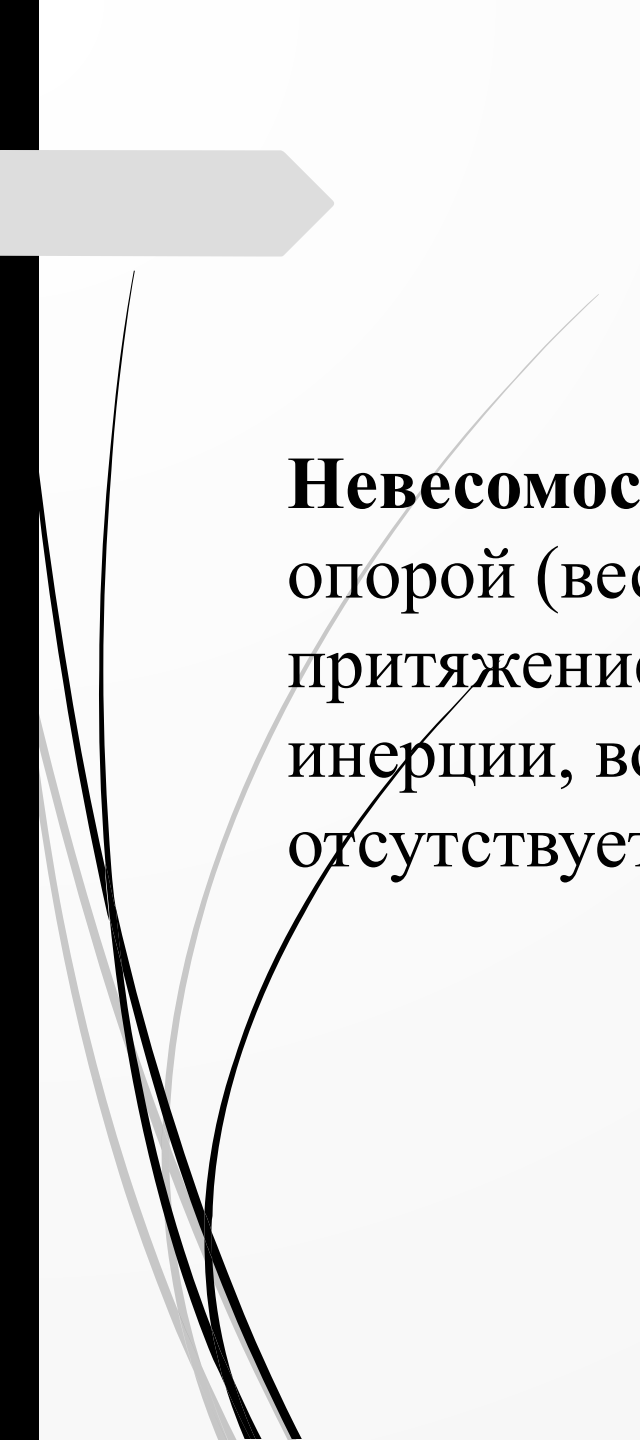
Причиной изменения движения тел является сила.

Разнообразие сил есть результат взаимодействия атомов друг с другом.

Поскольку атомы взаимодействуют через электростатическое поле электронных оболочек, то, все эти силы — различные проявления электромагнитного взаимодействия.



	Сила гравитации	Сила тяжести	Вес	Сила реакции и опоры		
Природа взаимодействия	Гравитационная	Гравитационная	Электромагнитная	Электромагнитная		
Причина возникновения		Всемирное тяготение (гравитация)	Гравитация	Деформация		
К чему приложена? Как направлена?	К телу. Вдоль прямой, соединяющей центры тел.	К телу 	к подвесу или опоре, вертикально вниз	К телу, перпендикулярно поверхности		
Математическая запись						
Физический смысл коэффициентов, чему равен коэффициент						



Невесомость - состояние, при котором сила взаимодействия тела с опорой (вес тела), возникающая в связи с гравитационным притяжением, действием других массовых сил, в частности силы инерции, возникающей при ускоренном движении тела, отсутствует.

Сила упругости - сила, возникающая в теле при его деформации и стремящаяся вернуть тело в исходное положение.

Упругой называется **деформация**, при которой тело восстанавливает свои первоначальные размеры и форму, как только прекращается действие силы, вызвавшей эту деформацию.

Закон Гука: При упругой деформации растяжения (или сжатия) удлинение тела прямо пропорционально приложенной силе.


$$\vec{F} = k \cdot |\Delta l| = k \cdot |x|$$

	Сила гравитации	Сила тяжести	Вес	Сила реакции и опоры	Сила упругости	
Природа взаимодействия	Гравитационная	Гравитационная	Электромагнитная	Электромагнитная	Электромагнитная	
Причина возникновения		Всемирное тяготение (гравитация)	Гравитация	Деформация	Деформация	
К чему приложена? Как направлена?	К телу. Вдоль прямой, соединяющей центры тел.	К телу 	к подвесу или опоре, вертикально вниз	К телу, перпендикулярно поверхности	К телу, против направления перемещения частиц при деформации	
Математическая запись						
Физический смысл коэффициентов, чему равен коэффициент					Показывает силу, возникающую в упруго деформированном теле при изменении его длины на 1 м	

Силу трения, действующую между двумя телами, неподвижными относительно друг друга, называют **силой трения покоя**.

Значение силы трения покоя пропорционально модулю силы нормальной реакции и опоры.

$$\vec{F}_{\text{тр}} = \mu \vec{N}$$

	Сила гравитации	Сила тяжести	Вес	Сила реакции и опоры	Сила упругости	Сила трения
Природа взаимодействия	Гравитационная	Гравитационная	Электромагнитная	Электромагнитная	Электромагнитная	Электромагнитная
Причина возникновения		Всемирное тяготение (гравитация)	Гравитация	Деформация	Деформация	Соприкосновение тел
К чему приложена? Как направлена?	К телу. Вдоль прямой, соединяющей центры тел.	К телу 	к подвесу или опоре, вертикально вниз	К телу, перпендикулярно поверхности	К телу, против направления перемещения частиц при деформации	К точке соприкосновения с поверхностью. Направлена против движения
Математическая запись						
Физический смысл коэффициентов, чему равен коэффициент					Показывает силу, возникающую в упруго деформированном теле при изменении его длины на 1 м	Показывает, какую часть от силы реакции и опоры составляет сила трения.

Космическая скорость — это минимальная скорость, при которой какое-либо тело в свободном движении с поверхности небесного тела сможет:

v_1 (круговая скорость) — стать спутником небесного тела (то есть вращаться по круговой орбите вокруг небесного на нулевой или пренебрежимо малой высоте относительно поверхности);

v_2 (параболическая скорость, скорость убегания) — преодолеть гравитационное притяжение небесного тела и уйти на бесконечность;

v_3 — покинуть звёздную систему, преодолев притяжение звезды;

v_4 — покинуть галактику.