


# Гравитация

## Всемирное тяготение

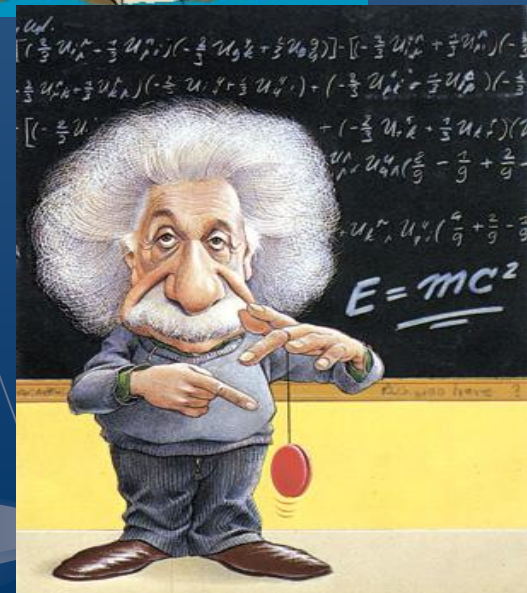


Работу выполнила  
Ученица 8 «а» класса Гимназии №1  
г. Миллерово  
Величко Анастасия  
Руководитель Илющихина М.И.

# Что такое гравитация ?

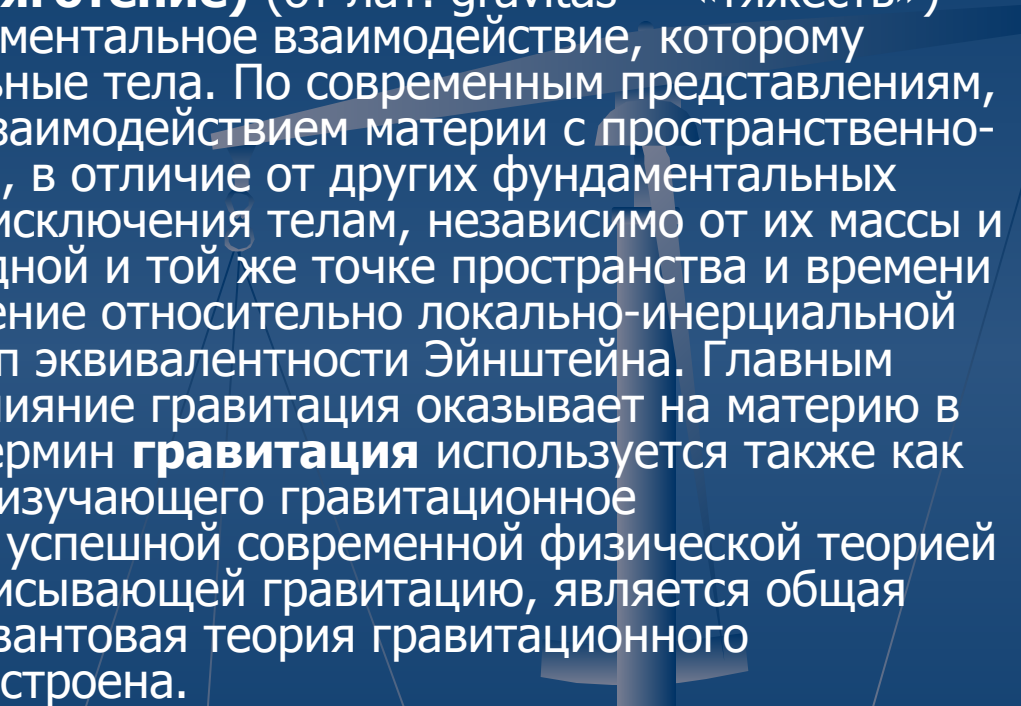
Гравитация, как направление физики, является крайне опасным предметом, Джордано Бруно сожгла Инквизиция, Галилео Галилей с трудом избежал наказания, Ньютон получил шишку от яблока, а над Эйнштейном в начале смеялся весь научный мир. Современная наука очень консервативна, поэтому все работы по исследованию гравитации встречаются скептически. Хотя новейшие достижения в разных лабораториях мира свидетельствуют, что управлять гравитацией можно и через несколько лет наше понимание многих физических явлений будет гораздо глубже. Коренные изменения произойдут в науке и технологии 21-го века, однако это потребует серьезной работы и объединенных усилий ученых, журналистов и всех прогрессивных людей...

*Е.Е. Подклетнов*



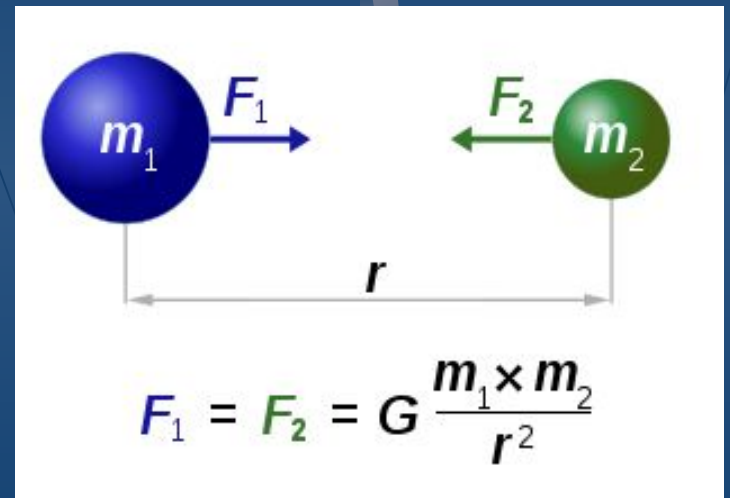
# Гравитация с научной точки зрения

**Гравитация (всемирное тяготение)** (от лат. *gravitas* — «тяжесть») — далекодействующее фундаментальное взаимодействие, которому подвержены все материальные тела. По современным представлениям, является универсальным взаимодействием материи с пространственно-временным континуумом, и, в отличие от других фундаментальных взаимодействий, всем без исключения телам, независимо от их массы и внутренней структуры, в одной и той же точке пространства и времени придаёт одинаковое ускорение относительно локально-инерциальной системы отсчёта — принцип эквивалентности Эйнштейна. Главным образом, определяющее влияние гравитация оказывает на материю в космических масштабах. Термин **гравитация** используется также как название раздела физики, изучающего гравитационное взаимодействие. Наиболее успешной современной физической теорией в классической физике, описывающей гравитацию, является общая теория относительности; квантовая теория гравитационного взаимодействия пока не построена.



# Гравитационное взаимодействие

- Гравитационное взаимодействие — одно из четырёх фундаментальных взаимодействий в нашем мире. В рамках классической механики, гравитационное взаимодействие описывается **законом всемирного тяготения** Ньютона, который гласит, что сила гравитационного притяжения между двумя материальными точками массы  $m_1$  и  $m_2$ , разделёнными расстоянием  $R$ , пропорциональна обеим массам и обратно пропорциональна квадрату расстояния — то есть
- Здесь  $G$  — гравитационная постоянная, равная примерно  $\text{м}^3/(\text{кг}\cdot\text{с}^2)$ .



# Закон всемирного тяготения

- На склоне своих дней Исаак Ньютон рассказал, как произошло открытие закона всемирного тяготения: он гулял по яблоневому саду в поместье своих родителей и вдруг увидел луну в дневном небе. И тут же на его глазах с ветки оторвалось и упало на землю яблоко. Поскольку Ньютон в это самое время работал над законами движения, он уже знал, что яблоко упало под воздействием гравитационного поля Земли. Знал он и о том, что Луна не просто висит в небе, а вращается по орбите вокруг Земли, и, следовательно, на нее воздействует какая-то сила, которая удерживает ее от того, чтобы сорваться с орбиты и улететь по прямой прочь, в открытый космос. Тут ему и пришло в голову, что, возможно, это одна и та же сила заставляет и яблоко падать на землю, и Луну оставаться на околоземной орбите.





# Воздействие гравитации

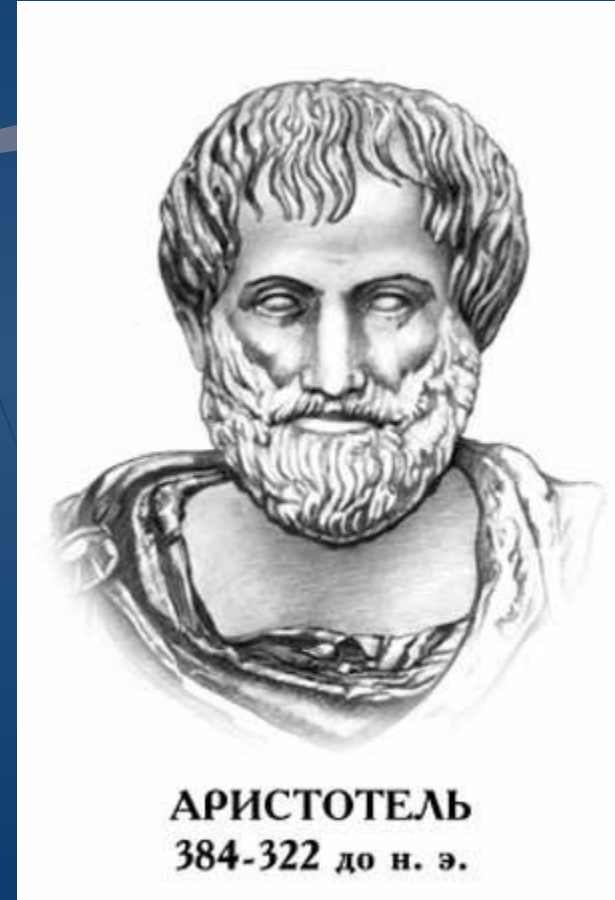
- Большие космические объекты — планеты, звезды и галактики имеют огромную массу и, следовательно, создают значительные гравитационные поля.
- Гравитация — слабейшее взаимодействие. Однако, поскольку оно действует на любых расстояниях и все массы положительны, это, тем не менее, очень важная сила во Вселенной. Для сравнения: полный электрический заряд этих тел равен нулю, так как вещество в целом электрически нейтрально.
- Также гравитация, в отличие от других взаимодействий, универсальна в действии на всю материю и энергию. Не обнаружены объекты, у которых вообще отсутствовало бы гравитационное взаимодействие.



- Из-за глобального характера гравитация ответственна и за такие крупномасштабные эффекты, как структура галактик, черные дыры и расширение Вселенной, и за элементарные астрономические явления — орбиты планет, и за простое притяжение к поверхности Земли и падения тел.



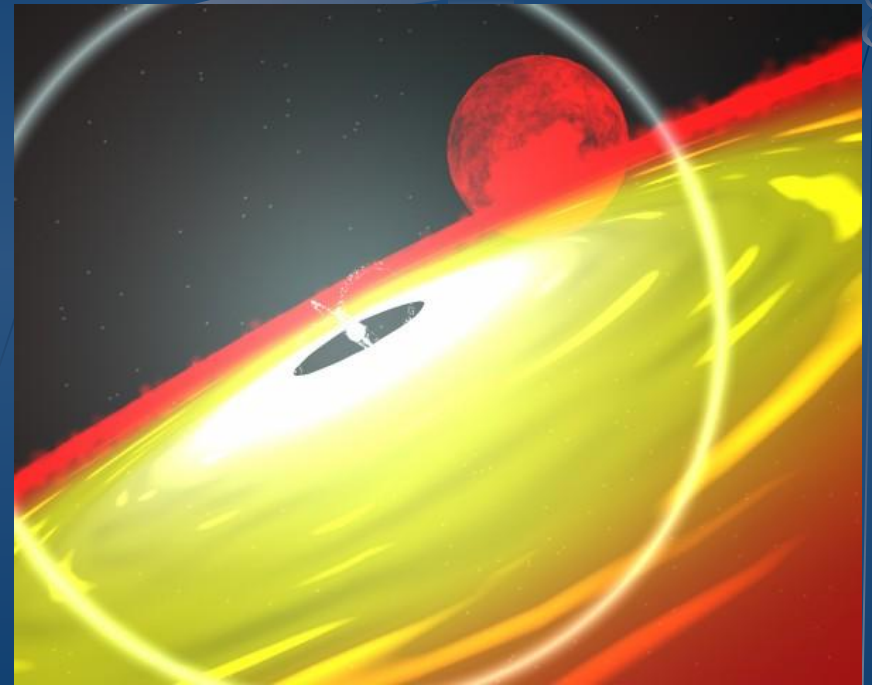
- Гравитация была первым взаимодействием, описанным математической теорией. Аристотель считал, что объекты с разной массой падают с разной скоростью. Только много позже Галилео Галилей экспериментально определил, что это не так — если сопротивление воздуха устраняется, все тела ускоряются одинаково. Закон всеобщего тяготения Исаака Ньютона (1687) хорошо описывал общее поведение гравитации. В 1915 году Альберт Эйнштейн создал Общую теорию относительности, более точно описывающую гравитацию в терминах геометрии пространства-времени.





# Сильные гравитационные поля

- В сильных гравитационных полях, при движении с релятивистскими скоростями, начинают проявляться эффекты общей теории относительности (ОТО):
- изменение геометрии пространства-времени;
  - как следствие, отклонение закона тяготения от ньютоновского;
  - и в экстремальных случаях — возникновение чёрных дыр;
- запаздывание потенциалов, связанное с конечной скоростью распространения гравитационных возмущений;
  - как следствие, появление гравитационных волн;
- эффекты нелинейности: гравитация имеет свойство взаимодействовать сама с собой, поэтому принцип суперпозиции в сильных полях уже не выполняется.

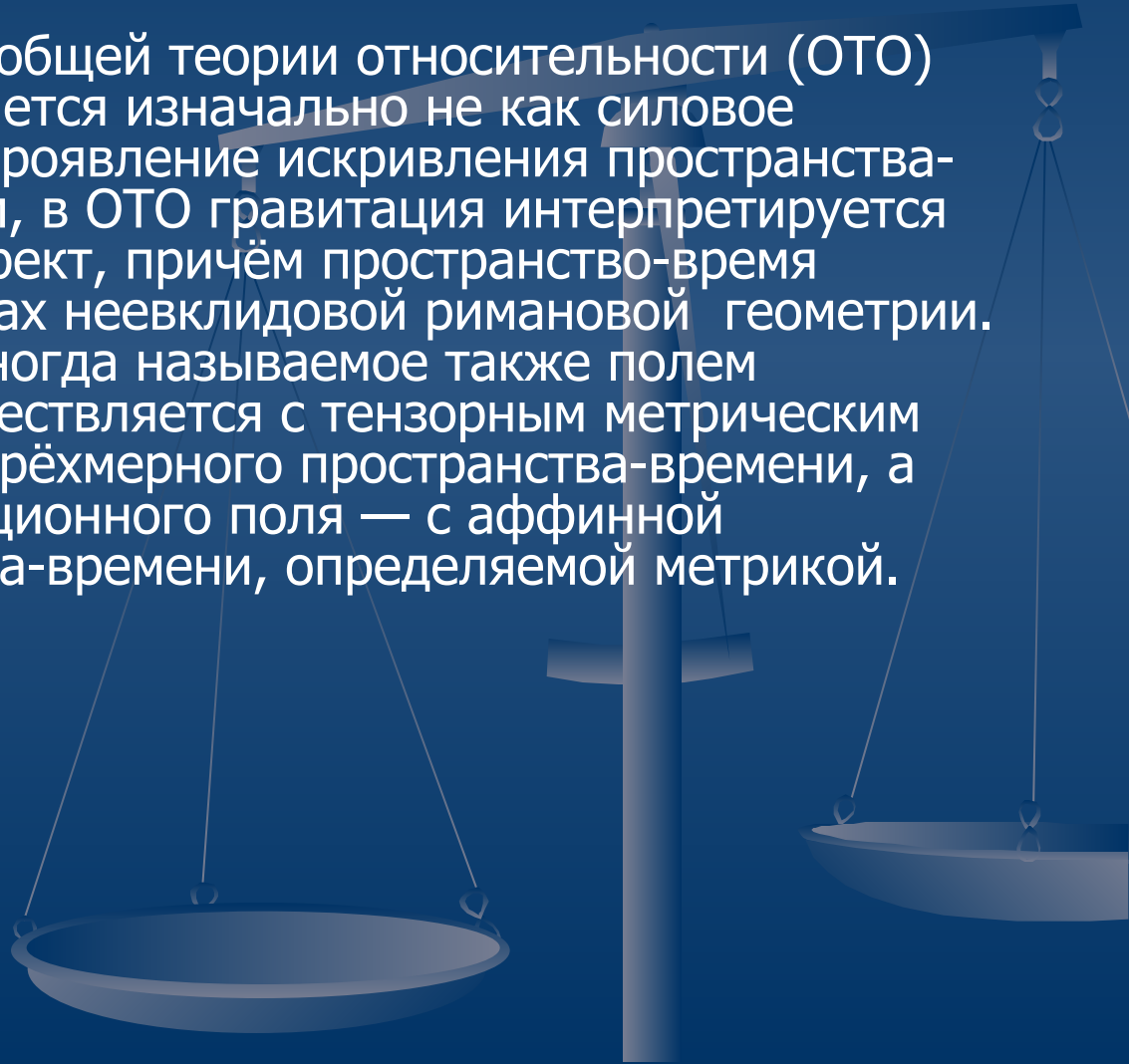


# Классические теории гравитации

- В связи с тем, что квантовые эффекты гравитации чрезвычайно малы даже в самых экстремальных экспериментальных и наблюдательных условиях, до сих пор не существует их надёжных наблюдений. Теоретические оценки показывают, что в подавляющем большинстве случаев можно ограничиться классическим описанием гравитационного взаимодействия.
- Существует современная каноническая классическая теория гравитации — общая теория относительности, и множество уточняющих её гипотез и теорий различной степени разработанности, конкурирующих между собой. Все эти теории дают очень похожие предсказания в рамках того приближения, в котором в настоящее время осуществляются экспериментальные тесты. Далее описаны несколько основных, наиболее хорошо разработанных или известных теорий гравитации.

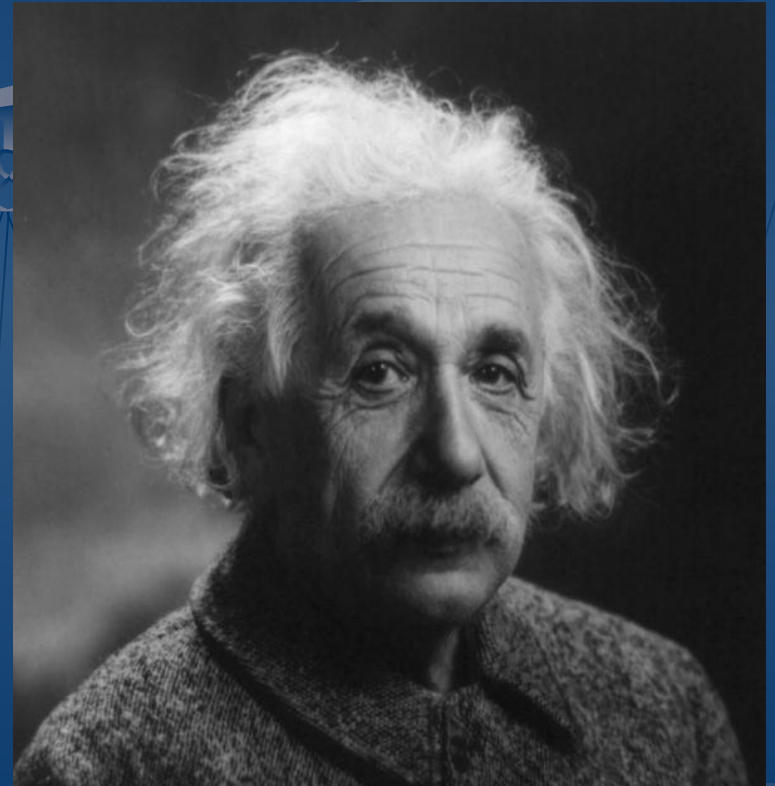
# Общая теория относительности

- В стандартном подходе общей теории относительности (ОТО) гравитация рассматривается изначально не как силовое взаимодействие, а как проявление искривления пространства-времени. Таким образом, в ОТО гравитация интерпретируется как геометрический эффект, причём пространство-время рассматривается в рамках неевклидовой римановой геометрии. Гравитационное поле иногда называемое также полем тяготения, в ОТО отождествляется с тензорным метрическим полем — метрикой четырёхмерного пространства-времени, а напряжённость гравитационного поля — с аффинной связностью пространства-времени, определяемой метрикой.



# Теория Эйнштейна — Картана

- Теория Эйнштейна — Картана (ЭК) была разработана как расширение ОТО, внутренне включающее в себя описание воздействия на пространство-время кроме энергии-импульса также и спина объектов. В теории ЭК вводится аффинное кручение, а вместо псевдоримановой геометрии для пространства-времени используется геометрия Римана — Картана.



# Заключение

- Гравитация – это сила, которая управляет всей Вселенной. Она держит нас на Земле, определяет орбиты планет, обеспечивает устойчивость Солнечной системы. Именно она играет главную роль при взаимодействии звёзд и галактик, определяя, очевидно, прошлое, настоящее и будущее Вселенной.





- Она всегда притягивает и никогда не отталкивает, действуя на всё, что видимо, и на многое из того, что невидимо. И хотя гравитация была первой из четырёх фундаментальных сил природы, законы которых были открыты и сформулированы в математической форме, она всё ещё остаётся неразгаданной.

