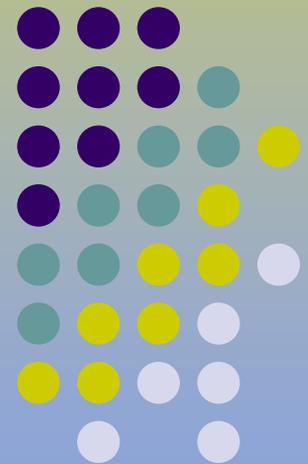
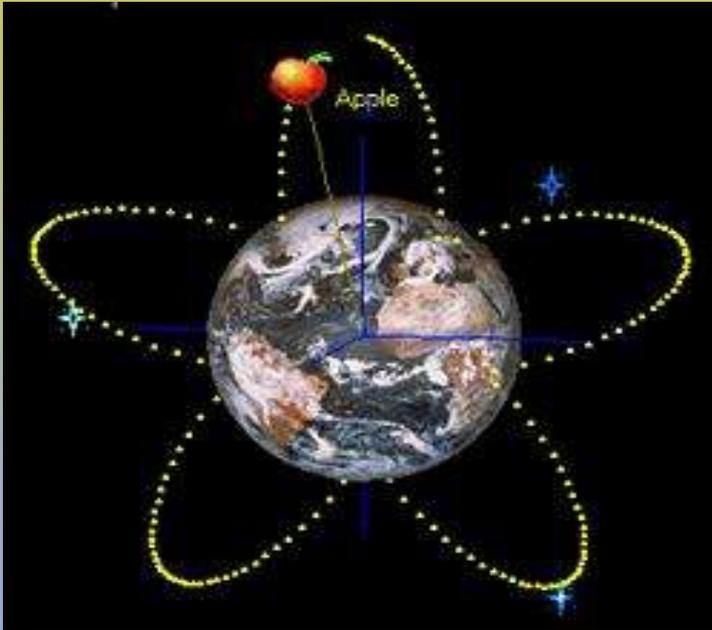
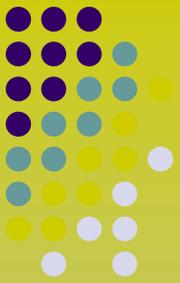


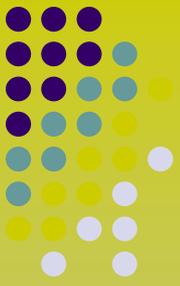
Закон всемирного тяготения.



Закон всемирного тяготения.



- **Анализируя законы Кеплера и наблюдательные данные о движении Луны, Ньютон сформулировал новый закон: каждая частица вещества притягивается к любой другой частице вдоль соединяющей их прямой с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Это всеобщий закон; он не ограничен влиянием Солнца на планеты. Он описывает также взаимодействие двух звезд, планеты и ее спутника, Земли и метеорита, Солнца и кометы. Все вещество во Вселенной подчиняется этому закону, поэтому его называют законом всемирного тяготения.**

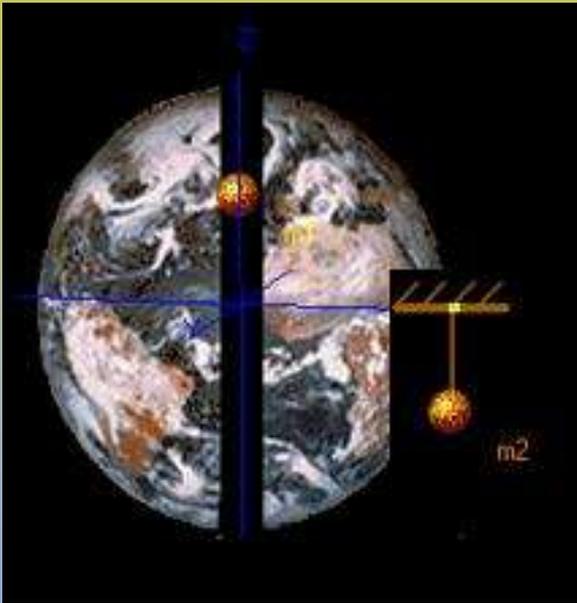
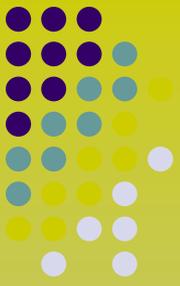


- **Всеобщность этого закона дополняется его уникальностью: как доказали математики, планетные орбиты имеют вид эллипсов, в фокусе которых находится Солнце, только в том случае, если притяжение меняется обратно пропорционально квадрату расстояния.**

Казалось бы, попытка на основе ньютоновых законов движения и гравитации исследовать относительное движение взаимно притягивающихся тел должна привести к выводу знакомых нам законов Кеплера. Но это решительно не так, ибо законы Кеплера справедливы только в том случае, если:

- 1) взаимодействуют не более двух тел;**
- 2) тела движутся по замкнутым орбитам;**
- 3) масса одного из тел пренебрежимо мала по сравнению с массой другого.**

Эти условия делают анализ предельно простым, но они совершенно не обязательны для применения законов движения и гравитации. Используя эти общие законы, мы можем пренебречь указанными ограничениями. Сделаем это, отказываясь каждый раз лишь от одного из них.



- Во-первых, можно показать, что орбита может быть не только эллипсом (частный случай которого - окружность), но также параболой или гиперболой. Все эти кривые называют "коническими сечениями", поскольку они получаются при пересечении прямого кругового конуса плоскостью. Круг и эллипс - замкнутые кривые; парабола и гипербола - незамкнутые. Спутник, движущийся по замкнутой орбите, совершает одинаковые обороты снова и снова, а спутник, движущийся по незамкнутой кривой, приближается к главному телу с бесконечно далекого расстояния и, пролетев поблизости от него, вновь удаляется на бесконечность.



- Во-вторых, можно показать, что "постоянная" величина a^3/P^2 в гармоническом законе численно равна сумме масс двух взаимодействующих тел, если a выражено в расстояниях Земли от Солнца (в астрономических единицах), P - в периодах обращения Земли (в годах), а масса - в сумме масс Земли и Солнца. Поскольку в Солнечной системе масса любой планеты не превосходит тысячной доли массы Солнца, величины a^3/P^2 для всех планет различаются не более чем на 0,1%. Будь планеты массивнее, Кеплер не смог бы сформулировать свой гармонический закон. В общем виде этот закон выглядит так:



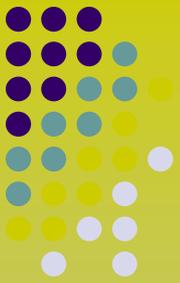
$$a^3/P^2 = M+m$$

где M и m - массы компонентов системы, например Земли и Луны или звезд в двойной системе, причем значения масс могут быть любыми. (Все значения величин в этой формуле должны быть выражены в единой системе, например: астрономическая единица, год, масса Солнца.) Этот закон астрономы используют для определения масс различных космических объектов.

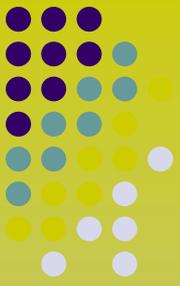
Можно также исследовать поведение трех или более взаимно притягивающихся тел. Закон тяготения позволяет вычислить силу, действующую на каждое из тел со стороны остальных, а законы движения - определить, как изменяется от этого его скорость. В случае двух тел их траектории движения могут быть представлены простыми уравнениями Кеплера. Но если тел больше, то это невозможно сделать с помощью конечного числа уравнений.

Этот последний случай наиболее часто встречается в небесной механике Солнечной системы. Важную проблему трех тел представляет система Земля - Луна - Солнце, но и здесь для точного вычисления орбиты Луны приходится учитывать возмущения со стороны других планет (особенно Юпитера и Сатурна), влияние экваториального вздутия Земли и даже влияние приливов, которые Луна вызывает в океанах Земли.

Интерес к классической небесной механике значительно возрос в последние десятилетия в связи с необходимостью расчета орбит искусственных спутников и межпланетных аппаратов. Мощные компьютеры сделали возможным быстрое решение любой небесно-механической задачи с высокой точностью. Впервые для таких расчетов был использован компьютер SSEC фирмы IBM размером с комнату. Для вычисления положений Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона с интервалом в 40 сут с 1653 по 2060 ему понадобилось 140 ч; сегодня рядовой компьютер делает это менее чем за 2 с. Теперь с помощью мощнейших компьютеров стало возможным решать такие задачи, которые были совершенно не доступны классической небесной механике: можно проследить на протяжении миллиардов лет эволюцию скопления, состоящего из сотен тысяч звезд; можно детально рассчитать, как исказится форма двух сталкивающихся галактик. Компьютер вдохнул новую жизнь в небесную механику.



Верен ли закон всемирного тяготения?



- Сомнения появились несколько лет назад, когда измерения величины гравитационной постоянной, выполненные на различных высотах и в глубоких шахтах (они важны для геофизики, космонавтики и для других прикладных разделов науки), дали несколько различающиеся между собой значения. Различия невелики — доли процента, но измерения были очень точными, они учитывали форму Земли, местные аномалии ее плотности и массу других поправок, поэтому расхождения трудно объяснить погрешностями эксперимента.



- Все становится на свои места, если допустить, что в законе всемирного тяготения есть еще один член — небольшой остаток, как говорят физики, «хвост» от почти полностью компенсировавшихся гравифотонной и гравискалярной сил. Радиус действия этих сил получается равным нескольким сотням метров.
- Что это — первое наблюдение антигравитация или все-таки тут есть какой-то экспериментальный просчет? Вопрос слишком сложен, чтобы можно было говорить об открытии. Еще рано. Пока более вероятной кажется методическая погрешность. Нужны новые, более «чистые» опыты.



- Один из таких опытов готовится в Женеве, в Европейском центре ядерных исследований. Предполагается использовать антивещество. Ведь если верна теория, то при взаимодействии вещества с антивеществом обе силы, как гравифотонная, так и гравискалярная, вызывают притяжение и вместо компенсации происходит их усиление. Антивещество в поле тяготения Земли должно весить больше вещества.
- Антипротоны, образующиеся при бомбардировке мишени пучком протонов высокой энергии, будут с помощью электромагнитного поля отделяться от других частиц и накапливаться в специальной ловушке, изолированные магнитным полем от соприкосновения с веществом. Когда их накопится достаточно много, антипротонным сгустком выстрелят в расположенную сверху мишень-детектор. Если время движения антипротонов к мишени будет больше, чем для протонов, это станет прямым доказательством дополнительной гравитационной силы. Тогда должна существовать и антигравитация.



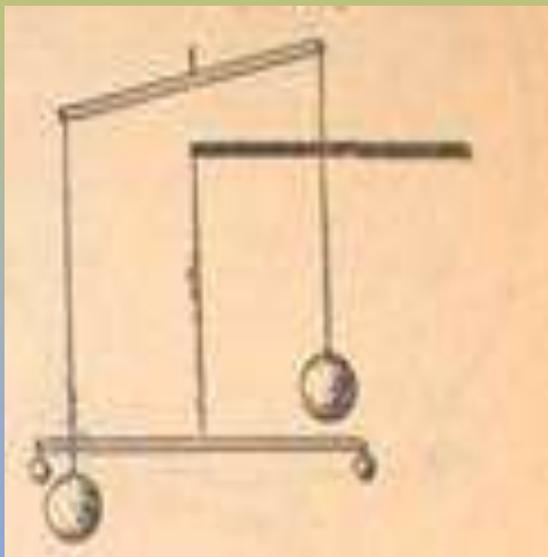


- Интересно, что аналогичные опыты много лет назад были выполнены с электронами. Изучалось движение электронного сгустка внутри вертикальной металлической трубы, откачанной до высокого вакуума, чтобы молекулы воздуха не мешали движению электронов. Поскольку электроны входят в состав атомов, из которых состоим мы сами и окружающие нас предметы, обычно считается само собой разумеющимся, что электроны принадлежат к веществу, а их положительно заряженные близнецы-братья позитроны — к антивеществу. Однако с точки зрения теории дело обстоит как раз наоборот. Именно позитроны, а не электроны объединяются в одно семейство с кварками, из которых состоят протоны и нейтроны в атомных ядрах окружающего нас вещества. А раз так, то в гравитационном поле Земли электроны должны быть тяжелее позитронов и двигаться в трубе медленнее. В опыте действительно было установлено десятипроцентное запаздывание.
- К сожалению, неясно, какая его часть связана с дополнительной гравитационной силой, а какая обязана тормозящему действию электромагнитного поля, порожденного наведенным током в стенках металлической трубы. На легкие электроны это поле оказывает весьма заметное действие.
- Когда выполнялся этот опыт, достаточно серьезных оснований сомневаться в законе всемирного тяготения не было, поэтому большого интереса он не вызвал и результаты его так и остались до конца не разобранными.



Опыт.

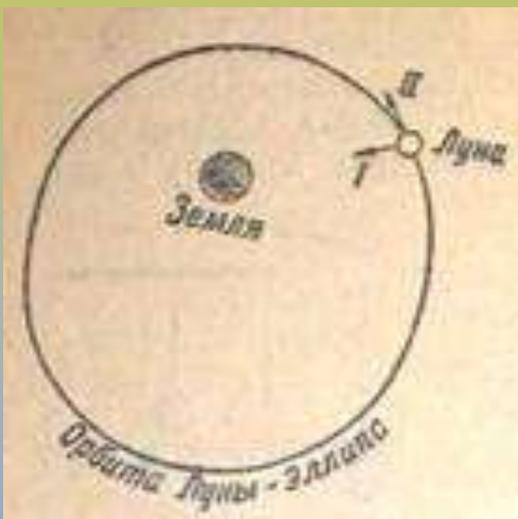
- Рис. 1. Опыт с шариками, подтверждающий закон всемирного тяготения. Большой и маленький шарик в каждой паре притягиваются друг к другу.
- Учёные поставили опыт, на котором было обнаружено притяжение друг к другу свинцовых шаров. На очень тонкой нити был подвешен в горизонтальном положении лёгкий стержень с двумя маленькими свинцовыми шариками на концах (рис. 1). К каждому из этих шариков было поднесено сбоку по большому свинцовому шару (с разных сторон от стержня). Тогда в каждой паре большой и маленький шары притянулись друг к другу, и в результате этого притяжения стержень заметно повернулся. Такое притяжение нельзя было смешать с магнитным, которое бывает при приближении магнита к железу: свинец — не магнитное вещество. Здесь шарик притягивались по закону всемирного тяготения.





- По закону всемирного тяготения все тела во вселенной притягиваются друг к другу, независимо от того, есть ли между ними ещё какие-нибудь тела или нет, независимо от того, из каких веществ состоят притягивающиеся тела, какова их температура и т. п. Земля притягивает Луну, и именно это притяжение заставляет её вращаться вокруг Земли. Своим притяжением Земля заставляет Луну двигаться прямо к Земле. Казалось бы, что Луна должна упасть на Землю. Но этого произойти не может потому, что Луна не находится в покое, а движется, и движение это направлено не к Земле, а в сторону (рис. 2). Если бы не было всемирного тяготения и Земля не удерживала бы своим притяжением Луну, то Луна по прямой линии навсегда улетела бы прочь от Земли. Земля своим притяжением всё время сворачивает Луну с её прямолинейного пути и таким образом превращает её путь в круговой. Точнее, путь Луны вокруг Земли очень похож на круг, отличаясь от него только небольшой вытянутостью в одном направлении. Такая кривая линия называется эллипсом.

- Рис. 2. Вращение Луны вокруг Земли. I - указывает направление, по которому Луна притягивается Землёй, а стрелка II — направление, по которому двигалась бы Луна, если бы не было всемирного тяготения. Двигаясь впереди одновременно притягиваясь к Земле, Луна описывает криволинейный путь.

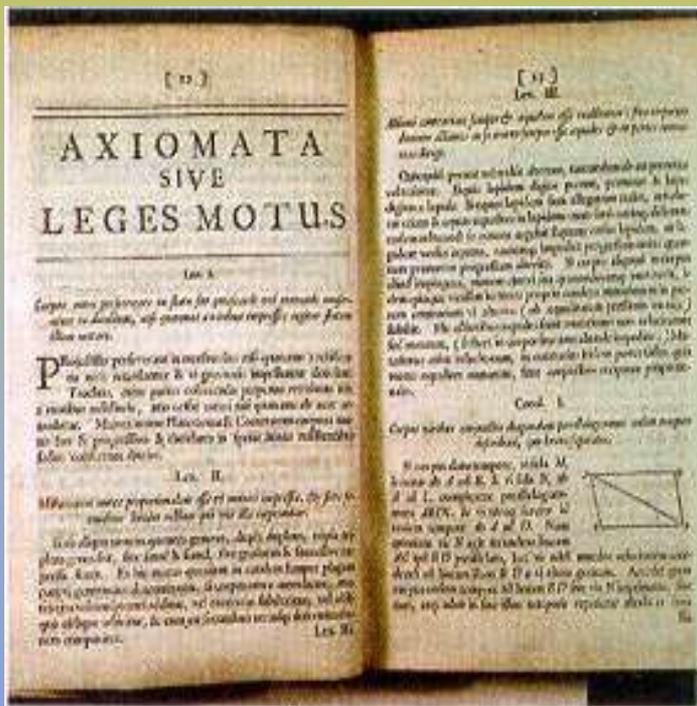


ИСААК НЬЮТОН (1643-1727)



- Выдающийся английский физик и математик, основатель классической механики Исаак Ньютон родился в семье небогатого фермера, в местечке Вулсторп, около города Грантема. В 12 лет он начал учиться в Грантемской школе. В 1661 г. Ньютон поступил в один из колледжей Кембриджского университета и по окончании его получил ученую степень бакалавра. Исключительную роль в жизни Ньютона сыграли 1665-1667 годы, которые он провел в родном Вулсторпе, укрываясь от эпидемии чумы.

- Здесь у него в основном сложились те идеи, которые привели ученого к важным открытиям: созданию математической основы физики - дифференциального и интегрального исчисления, открытию закона всемирного тяготения, к изобретению зеркального телескопа; здесь он провел опыты по разложению света (см Дисперсия света). В 1668 г. Ньютону была присвоена степень магистра, и затем он возглавил физико-математическую кафедру в Кембриджском университете. В 1672 г. он был избран членом Лондонского королевского общества, а в 1703 г. стал его президентом. Открытый им закон всемирного тяготения Ньютон успешно применил к объяснению движения небесных тел. Согласно этому закону, все материальные тела притягиваются друг к другу, при этом величина силы тяготения не зависит от физических и химических свойств тел, от состояния их движения, от среды, в которой находятся тела.



- Тяготение на Земле проявляется в существовании силы тяжести, возникающей благодаря притяжению всякого материального тела Землей. Основные вопросы механики и физики, которые разрабатывал Ньютон, были тесно связаны с научными проблемами его времени. Так, исследования в области оптики направлялись на устранение недостатков оптических приборов. В первой оптической работе "Новая теория света и цветов" (1672) Ньютон изложил свои взгляды о корпускулярной гипотезе света. Эта работа вызвала бурную полемику. Противником корпускулярных представлений Ньютона о природе света выступил английский ученый Р. Гук. Тогда Ньютон высказал гипотезу, сочетавшую корпускулярные и волновые представления о свете. Свои многолетние оптические исследования он опубликовал в 1704 г. в книге "Оптика", в которой нарисовал стройную картину различных оптических явлений, известных науке того времени. Вершиной научных изысканий Ньютона стал его труд "Математические начала натуральной философии". В нем ученый создал единую систему земной и небесной механики, которая легла в основу всей классической физики. В этом научном труде Ньютон дал определения исходных понятий физики - количества материи, эквивалентного массе, плотности; количества движения, эквивалентного импульсу; различных видов силы и др. Научная универсальность взглядов Ньютона оказала огромное влияние на дальнейшее развитие физики.



Автор:

Янченкова Ирина.

