



Почему Луна не падает на Землю

Что такое гравитация и почему падать можно бесконечно



Космос · 8–12 лет · 9 минут

Гравитация тянет Луну к Земле каждую секунду — и Луна честно падает. Просто она промахивается мимо планеты. Рассказываем, как это работает, и как проверить это яблоком и верёвкой.

Один простой вопрос

Подбрось яблоко — оно упадёт. Подпрыгни — и ты вернёшься на землю. Всё, что мы поднимаем вверх, рано или поздно оказывается внизу. Это происходит так часто, что мы перестали удивляться.

А теперь посмотри на небо. Там висит Луна — огромный каменный шар размером примерно в четверть Земли. Он весит семьдесят три миллиарда миллиардов тонн. И он не падает.

Почему? Учёные ломали голову над этим вопросом несколько тысяч лет. Ответ оказался неожиданным: **Луна падает**. Прямо сейчас, пока ты читаешь эту строчку. Она падает уже четыре с половиной миллиарда лет и никак не может упасть.

Чтобы понять, как такое возможно, начнём с самого начала.

Что такое гравитация

Гравитация — это притяжение, которое есть у всего на свете. У Земли, у Солнца, у Луны, у твоего письменного стола и даже у тебя самого.

Правило простое, и его можно уместить в две строчки:

- чем **тяжелее** предмет, тем сильнее он притягивает;
- чем **дальше** ты от него, тем притяжение слабее.

Ты притягиваешь Землю ровно так же, как она притягивает тебя. Правда, Земля тяжелее тебя в сто миллиардов триллионов раз, поэтому двигаешься ты, а не она. Когда ты прыгаешь, Земля тоже чуть-чуть подпрыгивает тебе навстречу — просто на расстояние, которое никакой прибор не заметит.

Гравитация

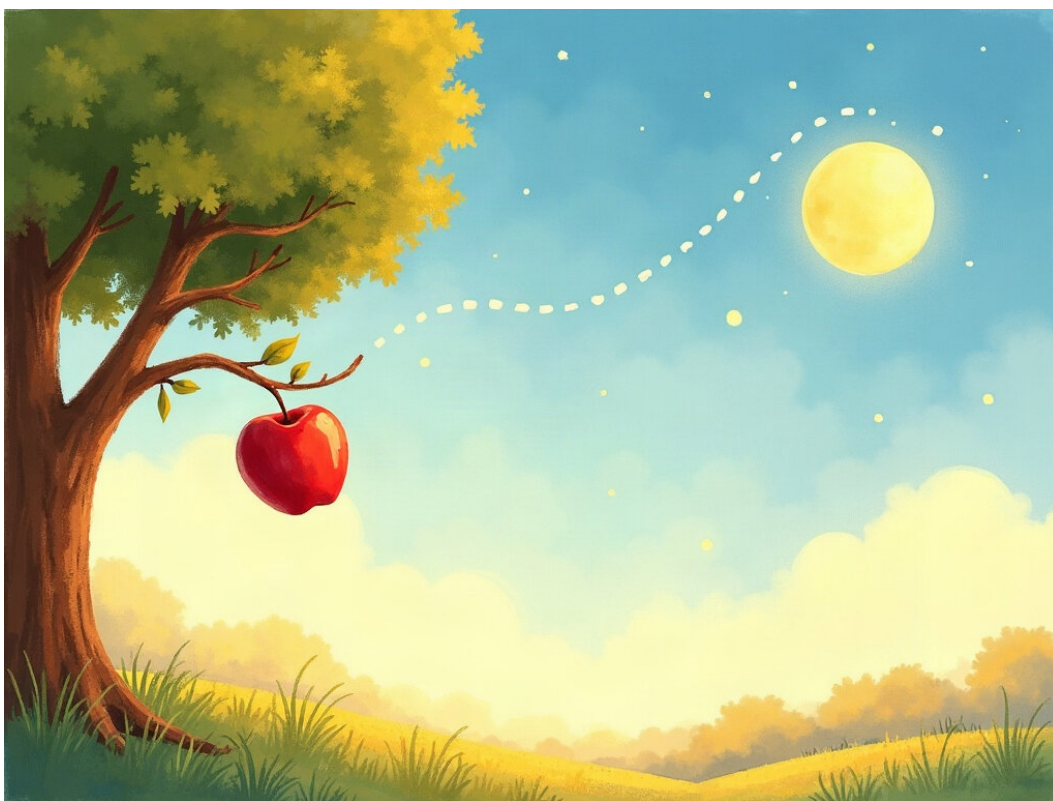
Сила, с которой любые два предмета притягиваются друг к другу. Слово пришло из латыни: *gravitas* значит «тяжесть». Именно гравитация держит нас на земле, собирает планеты в шары и не даёт Солнечной системе разлететься.

Яблоко, которое всё объяснило

Есть знаменитая история про Исаака Ньютона и яблоко. В ней обычно всё перевирают: яблоко не падало ему на голову, и никакого открытия в ту секунду не случилось.

Случилось другое, и это гораздо интереснее. Ньютон смотрел на падающее яблоко и задал себе странный вопрос: **а как высоко простирается притяжение Земли?**

На метр? На километр? До самых высоких облаков? А если ещё выше? А если до самой Луны?



Яблоко и Луна подчиняются одному и тому же правилу

Это была смелая мысль. До Ньютона люди были уверены, что на Земле одни законы, а на небе — совсем другие, торжественные и загадочные. Ньютон предположил, что законы везде одинаковые. Яблоко и Луна ведут себя одинаково, просто Луна очень далеко.

И он оказался прав.

Секрет: падать можно вбок

Вот главная идея всей статьи. Читай медленно.

Если просто отпустить предмет, он полетит вниз. Но если сначала **толкнуть его вбок**, он полетит вперёд — и одновременно вниз. Получится дуга.

Брось камень слабо — он упадёт в двух шагах. Брось сильнее — улетит на десять метров. Ещё сильнее — на сто. Дуга становится всё более полой.

А теперь представь, что ты бросаешь камень чудовищно сильно. Притяжение никуда не делось, камень по-прежнему падает. Но вперёд он улетает так быстро, что начинается странное.

Земля ведь круглая. Пока камень снижается на метр, он проносится вперёд так далеко, что **поверхность планеты успевает уйти вниз ровно на тот же метр** — просто потому, что шар заворачивает. Камень падает, а земля всё время убегает из-под него.

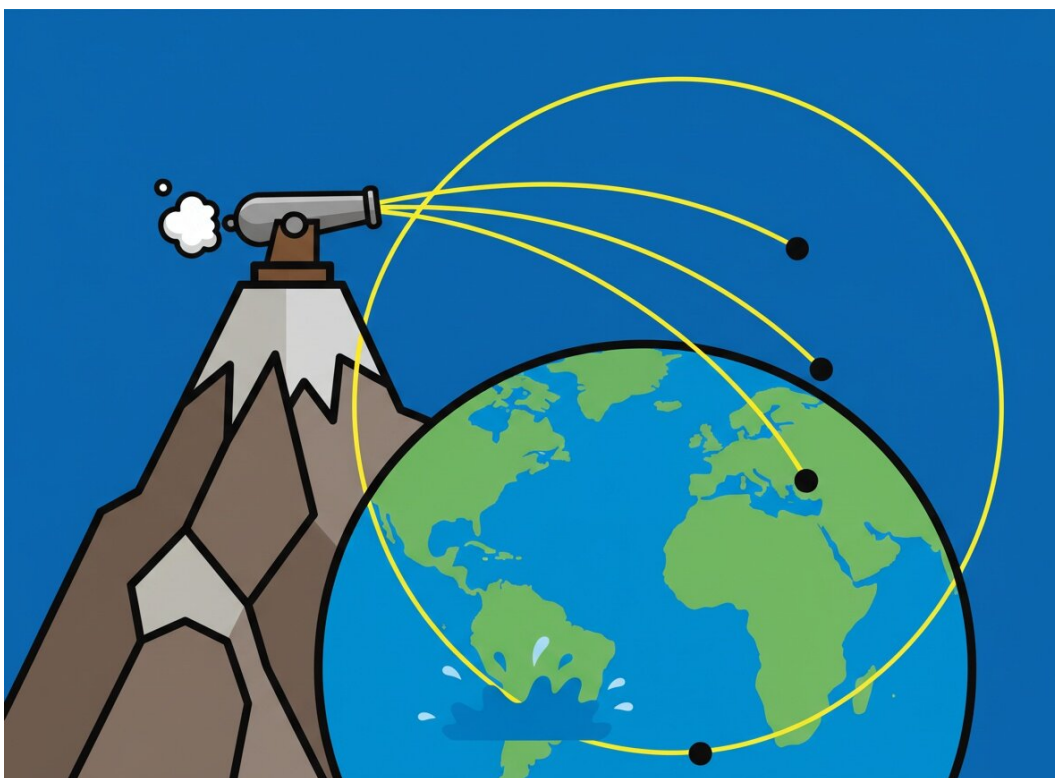
Получается, камень промахивается мимо Земли. И продолжает промахиваться, снова и снова, по кругу.

Ньютон придумал для этого мысленный опыт — его так и называют «пушка Ньютона». Поставим пушку на очень высокую гору и будем стрелять всё сильнее. Первое ядро упадёт рядом с горой. Второе — за горизонтом. А одно из них однажды обойдёт всю планету и вернётся к пушке сзади.

Такое ядро стало бы спутником Земли.

Скорость, при которой начинаешь промахиваться

Чтобы не упасть на Землю, а кружить вокруг неё у самой поверхности, нужно лететь со скоростью около **7,9 километра в секунду**. Это примерно 28 000 км/ч — расстояние от Москвы до Санкт-Петербурга такое тело пролетит за минуту с небольшим. Эту скорость называют первой космической.



Пушка Ньютона: чем сильнее выстрел, тем дальше улетает ядро — пока не промахнётся мимо Земли

Так что же делает Луна

Луна делает ровно то же самое, что ядро из пушки. Она летит вбок со скоростью около одного километра в секунду — и падает на Землю.

Посчитаем. За секунду Луна пролетает вперёд примерно километр. Если бы притяжения не было, она за этот километр ушла бы от Земли по прямой — и оказалась бы примерно на полтора миллиметра дальше, чем была. Но притяжение как раз и утягивает её вниз на эти полтора миллиметра. Одно в точности гасит другое, и расстояние до Земли не меняется.

Луна не висит в небе. Луна **вечно промахивается**. Один полный промах занимает 27 с небольшим дней — это и есть лунный месяц.

Ровно по той же причине не падают космонавты на станции. Их часто называют невесомыми, но это неточное слово: гравитация там почти такая же сильная, как у нас на земле. Просто и станция, и космо-

навты внутри падают вместе, с одинаковой скоростью — поэтому космонавт ни на что не опирается и плывёт по отсеку.

Проверь сам: гравитация на верёвочке

Тебе понадобится крепкая верёвка длиной около метра и что-нибудь небольшое и мягкое — теннисный мячик, мешочек с крупой, плюшевая игрушка.



Верёвка с грузом — это домашняя модель гравитации

Опыт с верёвкой

1. Надёжно привяжи мячик к верёвке и выйди на улицу или в просторную комнату, где вокруг ничего нет.
2. Раскрути мячик над головой. Он летит по кругу — как Луна вокруг Земли.
3. Почувствуй ладонью: верёвка тянет руку. Это и есть та самая сила, которая заставляет мячик заворачивать вместо того, чтобы улететь по прямой. У Луны вместо верёвки — гравитация.
4. А теперь отпусти верёвку (убедись, что впереди никого нет!). Мячик улетит **не по кругу и не в сторону от тебя**, а строго прямо — по той линии, куда он двигался в момент отпускания.

Последний пункт — самое важное. Без притяжения Луна не упала бы на нас и не улетела бы «наружу». Она просто ушла бы по прямой в открытый космос и больше никогда не вернулась.

Что ещё умеет притяжение Луны

Луна тоже притягивает Землю — слабее, но заметно. Сильнее всего на это притяжение отзывается то, что легче всего сдвинуть: вода в океанах.

Вода на стороне, обращённой к Луне, слегка подтягивается вверх — и на берегу наступает прилив. Через шесть часов Земля поворачивается, и вода уходит — начинается отлив. В некоторых местах, например в заливе Фанди в Канаде, разница между приливом и отливом достигает шестнадцати метров — это высота пятиэтажного дома.

А ещё эта возня с водой понемногу тормозит вращение Земли. Каждое столетие наши сутки становятся длиннее примерно на две тысячные доли секунды, а Луна отодвигается от нас на 3,8 сантиметра в год — примерно с той же скоростью, с какой растут твои ногти.



Луна тянет земную воду к себе — так получаются приливы

Динозавры жили в других сутках

Во времена динозавров Луна была ближе, Земля крутилась быстрее, а в сутках было около 23 часов. А ещё раньше, миллиард лет назад, — всего 19 часов.

Главное в трёх строчках

- Гравитация — это притяжение всех предметов друг к другу; чем тяжелее и ближе, тем сильнее.
- Спутник не «висит» в космосе, а всё время падает, промахиваясь мимо планеты, — потому что быстро летит вбок.
- Луна, космическая станция и яблоко в саду подчиняются одному и тому же закону.

Вопросы для размышления

- Что случится с Луной, если гравитация вдруг исчезнет? (Подсказка: вспомни опыт с верёвкой.)
- Почему космонавт на станции плавает в воздухе, хотя гравитация там почти как на Земле?
- На Луне притяжение в шесть раз слабее земного. На сколько ты смог бы там подпрыгнуть?