

Всемирное тяготение: сила, которая действует везде

Сила, которая удерживает мир, — это гравитация.



Как люди открыли гравитацию

Сначала люди замечали падение тел и движение Луны, но не понимали причину. Закон тяготения Ньютон сформулировал в 1687 году, а наблюдения позже подтвердили его для Земли и космоса.



Что такое всемирное тяготение

1

Взаимное притяжение

Всемирное тяготение — это сила, с которой любые тела с массой притягивают друг друга. Она действует между человеком и Землёй, книгой и партой, Луной и нашей планетой.

2

Действует повсюду

Эта сила существует не только на Земле, но и в воздухе, в космосе, между планетами и звёздами. Именно поэтому небесные тела не разлетаются хаотично, а движутся по устойчивым траекториям.

3

Зависит от массы

Чем больше масса тела, тем сильнее оно притягивает другие объекты. У маленьких предметов притяжение тоже есть, но заметить его трудно, потому что оно очень слабое.

4

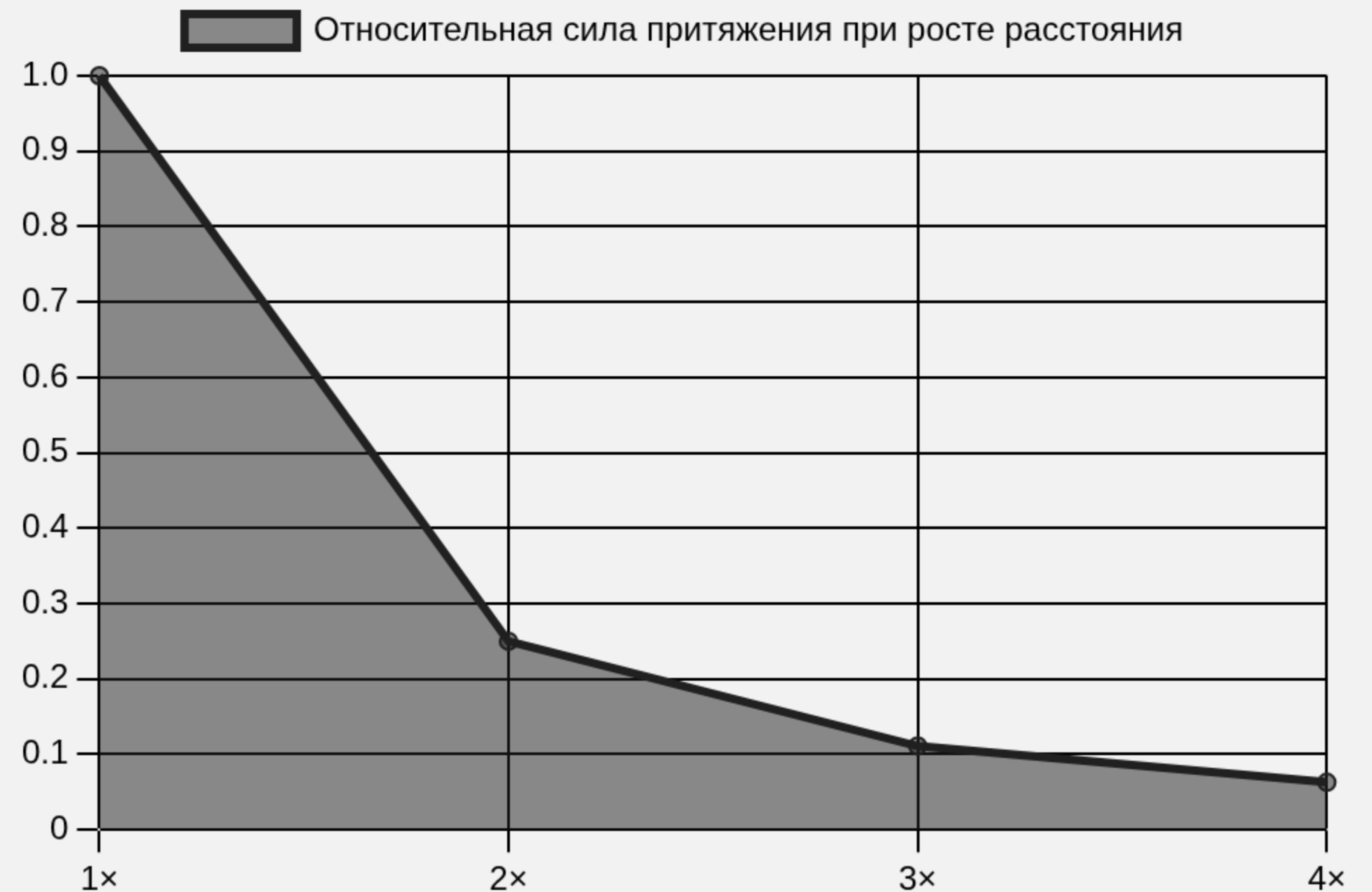
Зависит от расстояния

Если тела находятся ближе друг к другу, притяжение становится сильнее. Когда расстояние увеличивается, сила быстро уменьшается, поэтому далёкие объекты почти не влияют на движение предметов рядом с нами.

От чего зависит сила притяжения

Масса увеличивает притяжение,
а расстояние между телами ослабляет его
особенно быстро.

При удвоении расстояния сила
уменьшается в 4 раза, а при утроении —
в 9 раз.

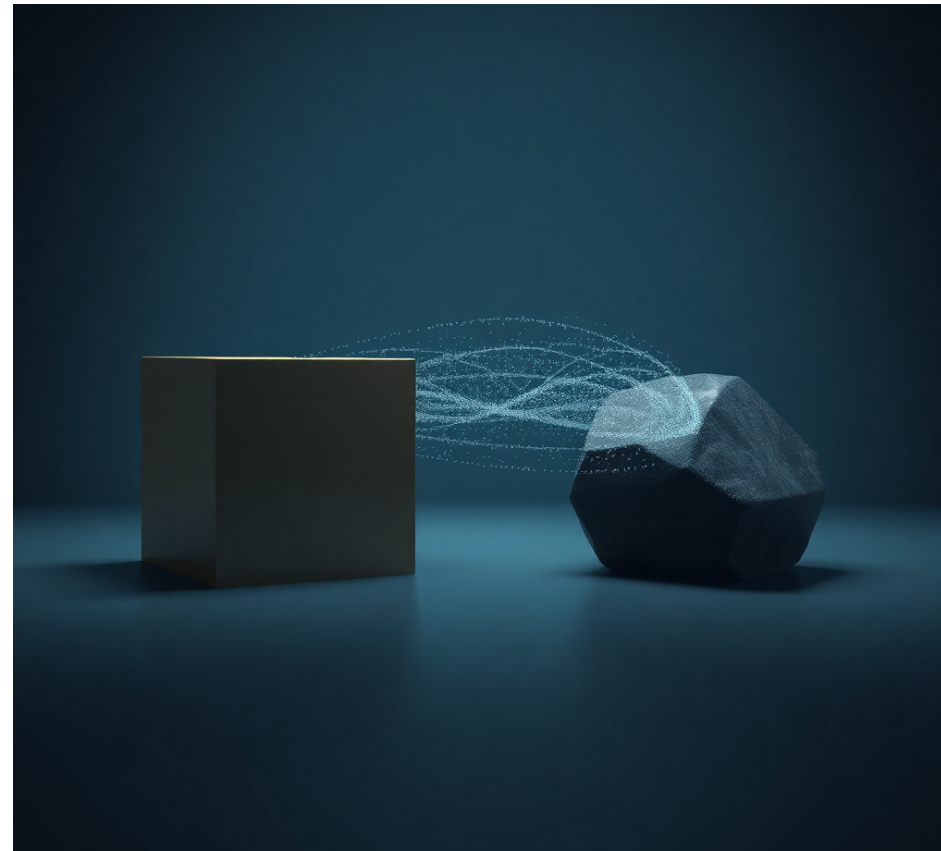


Формула Ньютона и два тела



Два тела, одна сила

На рисунке можно показать, как Земля и предмет притягивают друг друга. Сила действует в обе стороны, поэтому не только Земля влияет на камень, но и камень — на Землю. Просто у Земли это влияние заметить почти невозможно.



Что означает формула

Формула $F = Gm_1m_2/r^2$ показывает главные правила: большие массы усиливают притяжение, а увеличение расстояния резко его ослабляет. Это удобно для расчётов, потому что по формуле можно сравнивать разные ситуации без догадок.



Гравитационная постоянная

В формуле есть постоянная $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$. Это очень маленькое число, поэтому между обычными предметами притяжение слабое. Зато для планет, спутников и звёзд оно становится заметным и важным для их движения.

Сила тяжести на разных небесных телах

Сравнение показывает, как меняется ускорение свободного падения на разных небесных телах.

Чем массивнее небесное тело, тем сильнее оно притягивает предметы у своей поверхности.

Тело	g , м/с ²	Сравнение с Землёй
Земля	9,8	1 раз
Луна	1,6	≈6 раз меньше
Марс	3,7	≈2,6 раза меньше
Юпитер	24,8	≈2,5 раза больше

$9,8 \text{ м/с}^2$

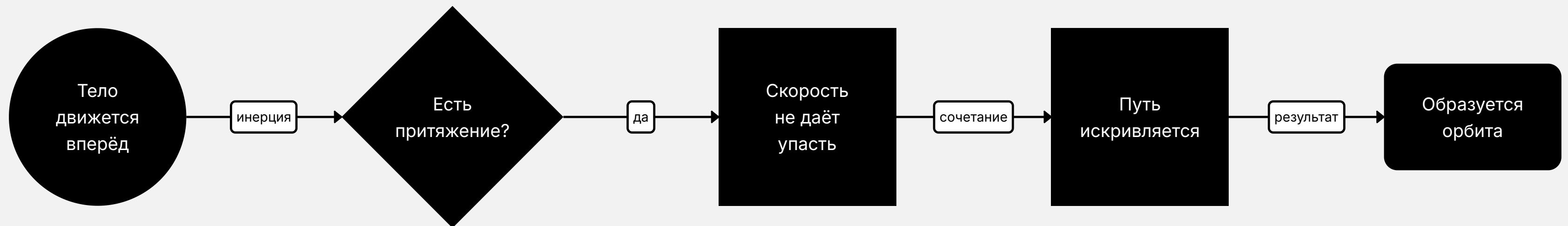
— таково ускорение свободного
падения у поверхности Земли.

Ускорение свободного падения у поверхности Земли,
справочное значение

Если сопротивление воздуха невелико,
падение ускоряется именно на эту
величину каждую секунду. Масса тела
не меняется, меняется только его вес
и скорость падения.

Как возникает орбита

Последовательность показывает, как движение и притяжение вместе создают орбиту.



Луна и приливы

Приливная сила

Луна притягивает океаническую воду, поэтому на Земле уровень моря поднимается. Это явление называют приливом, а его повторение связано с постоянным движением Луны вокруг нашей планеты.

Почему вода движется

Сторона Земли, обращённая к Луне, притягивается сильнее, чем противоположная. Из-за этой разницы вода немного смещается, и на разных участках побережья приливы происходят не одновременно.

Регулярный цикл

Приливы и отливы повторяются через определённые промежутки времени. Их можно заранее рассчитывать, потому что движение Луны и действие гравитации происходят по известным и устойчивым законам.



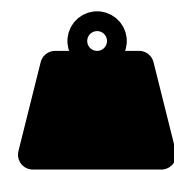
Как растёт скорость при падении

В реальных условиях воздух частично тормозит лёгкие предметы, поэтому падение может идти медленнее.

При свободном падении скорость растёт равномерно: каждую секунду примерно на 9,8 м/с.



Масса и вес — это разные величины



Масса тела

Масса показывает, сколько вещества содержится в теле. Она измеряется в килограммах и остается одинаковой и на Земле, и на Луне, потому что само тело не меняется.



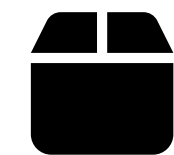
На Земле и Луне

На Луне притяжение слабее, чем на Земле, поэтому вес человека там становится примерно в шесть раз меньше. При этом масса человека остается той же самой.



Вес как сила

Вес — это сила, с которой тело действует на опору или подвес. Его измеряют в ньютонах, поэтому вес зависит не только от массы, но и от силы притяжения.



Почему это важно

Понимание разницы помогает не путать свойства тела и действие силы тяжести. Именно поэтому один и тот же предмет может иметь одинаковую массу, но разный вес в разных местах.

Гравитация в космосе и спутники

Запуск

Ракета выводит спутник на большую высоту и придает ему нужную скорость, чтобы он не упал сразу на Землю.

МКС и полеты

Международная космическая станция летит со скоростью около 7,7 км/с и делает виток вокруг Земли примерно за 90 минут.

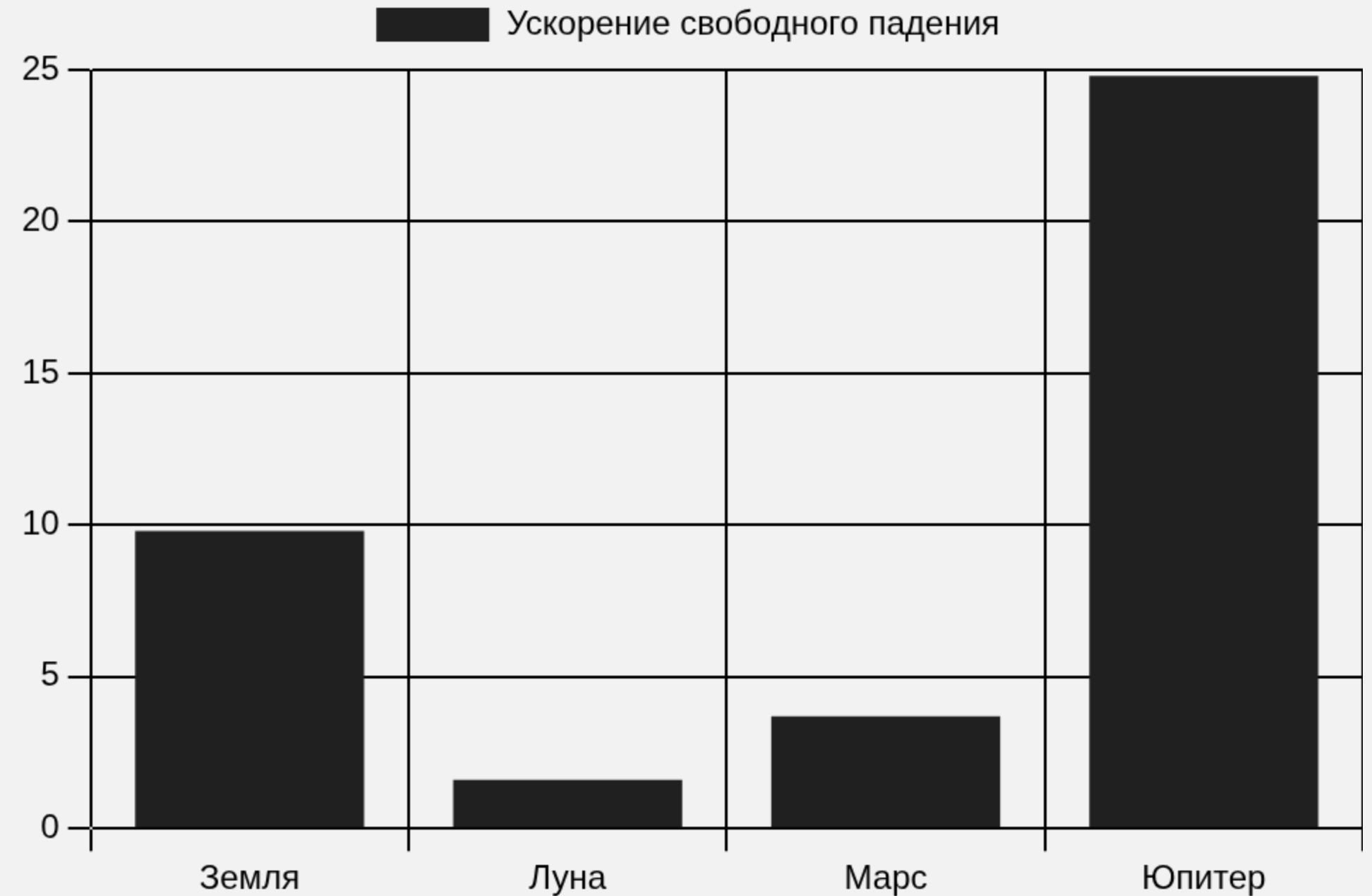
Орбита

Двигаясь очень быстро, спутник постоянно «падает» вокруг планеты, а гравитация удерживает его на устойчивой траектории.

Сравнение силы тяжести на планетах

Значения показывают, что вес одного и того же тела на разных небесных телах будет различаться очень заметно.

Чем больше и массивнее небесное тело, тем сильнее его притяжение и тем больше ускорение свободного падения.



Как ученые проверили закон тяготения



Наблюдения неба

Учёные сопоставляли движение Луны, планет и комет с наблюдениями на небе. Когда расчеты начали совпадать с реальными путями тел, закон получил серьезное подтверждение.



Точные расчеты

Закон Ньютона позволил заранее вычислять орбиты и время приливов. Это было важно не только для астрономии, но и для практических морских и навигационных задач.



Проверка спутниками

С развитием космонавтики закон стали проверять на движении спутников. Их траектории подтвердили, что сила притяжения действует предсказуемо и подчиняется одной и той же зависимости.



Измерения везде

Точные измерения в разных странах и в космосе показали, что закон работает для множества явлений. Поэтому в школьной физике его считают одним из основных.

Невесомость на орбите

1

Гравитация остаётся

На орбите гравитация не исчезает: Земля продолжает притягивать корабль, астронавтов и все предметы внутри него. Именно поэтому они находятся не в покое, а в постоянном движении.

2

Свободное падение

Невесомость возникает потому, что корабль и всё внутри него падают вокруг Земли с одинаковой скоростью. Опоры почти нет, и тело не давит на неё, как на поверхности.

3

Почему это ощущается

Астронавт не чувствует собственного веса, потому что и он, и станция движутся по одной орбите. Это состояние называют невесомостью, хотя сила тяжести продолжает действовать.



Где в жизни проявляется всемирное тяготение

Ситуация	Проявление
Падение яблока	К Земле
Приливы	Луна и океан
Спутники	Орбита вокруг Земли
Запуск ракет	Преодоление притяжения

Примеры показывают, что одна и та же сила действует и в обычной жизни, и в космосе.

Тяготение объясняет и движение предметов на Земле, и работу космической техники. Оно действует везде, где есть тела с массой.

Обобщение примеров из школьного курса физики.

Где закон Ньютона работает не полностью

Обычные условия

Для падения тел, движения планет и спутников закон Ньютона в школьных задачах описывает явления очень точно. Этого достаточно для большинства повседневных и учебных расчетов.

Очень большие скорости

Если тело движется почти со скоростью света, нужно учитывать теорию относительности. В ней гравитация связана не только с силами, но и с пространством и временем.

Сильные поля

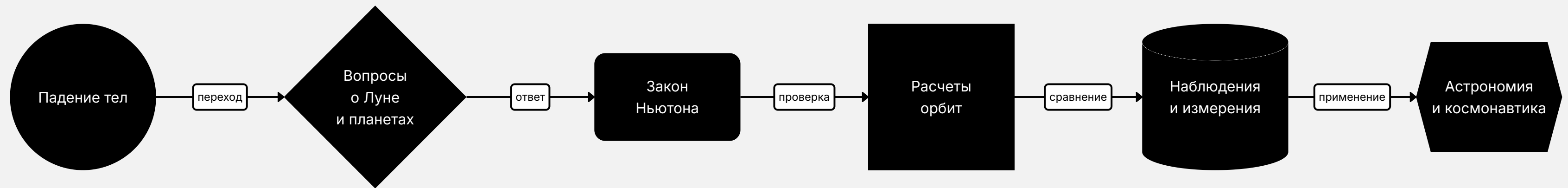
Вблизи очень массивных объектов, например нейтронных звезд или черных дыр, гравитация становится необычно сильной. Там простого закона Ньютона уже недостаточно для точного описания.

Для школьного курса

Для 6 класса важно помнить главное: в обычных условиях закон всемирного тяготения работает хорошо и помогает объяснять множество явлений без сложных дополнительных теорий.

Путь научного открытия

Схема показывает, как наблюдения превращаются в проверяемый закон природы.



Почему знание о тяготении важно сегодня

1

Навигация и спутники

Без закона тяготения нельзя точно рассчитывать орбиты спутников, а значит, были бы невозможны многие навигационные и картографические системы, которыми мы пользуемся каждый день.

2

Космические полеты

Гравитация помогает определять, сколько топлива нужно ракете и какую траекторию выбрать. Это важно для вывода спутников, полетов к Луне и межпланетных миссий.

3

Изучение планет

Сила тяготения позволяет сравнивать небесные тела и понимать, почему на одних планетах предметы весят больше, а на других — намного меньше.

4

Единый закон природы

Одна и та же сила объясняет падение карандаша, движение Луны и работу космической станции. Поэтому закон Ньютона остается одним из важнейших в науке.

Главный вывод о всемирном тяготении

Всемирное тяготение связывает все тела с массой и действует везде во Вселенной. Оно объясняет падение предметов, орбиты планет, приливы и невесомость, а закон Ньютона делает эти явления понятными и предсказуемыми.