

Что такое физика?

ЭТА ОБЛАСТЬ НАУКИ ПОСВЯЩЕНА РАСКРЫТИЮ ТАЙН СУЩЕСТВОВАНИЯ ВСЕЛЕННОЙ НА МИКРО- И МАКРОУРОВНЕ

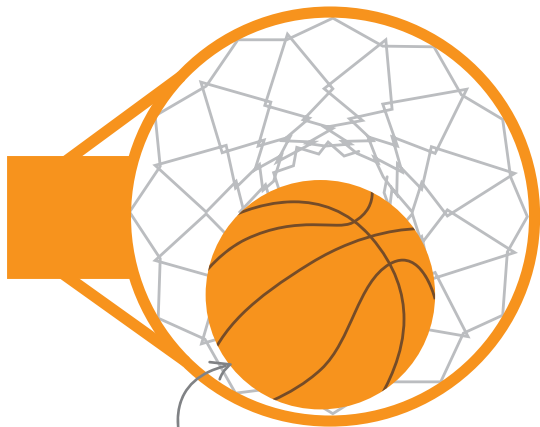
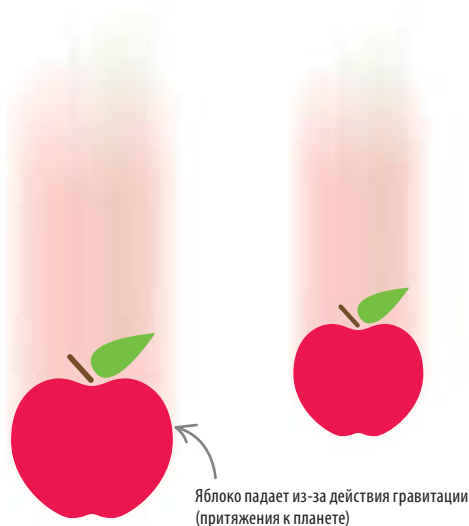
Слово «физика» происходит от греческого «физис», что означает «природа». Физики изучают фундаментальные проблемы Вселенной: природу вещества, энергии, космоса и даже времени.

Фундамент знаний

Физика представляет собой фундамент всего научного знания. Химия, биология и другие естественные науки основаны на понимании физики. Так, физики раскрыли строение атома, а химики использовали это знание для изучения механизма взаимодействия химических веществ. Именно физики ввели понятие энергии, благодаря чему биологи поняли принципы существования живых организмов. Такие физики, как, например, Альберт Эйнштейн и Исаак Ньютон, благодаря своим великим открытиям известны всему миру.

▷ Падение предметов

Физика объясняет многие привычные нам явления. Например, благодаря закону всемирного тяготения Ньютона (см. с. 178–179) становится понятно, почему яблоко — и любой другой предмет — падает на землю.



Бросая мяч, баскетболист действует на него с силой, сообщает ему скорость, и мяч движется в определенном направлении (в корзину)

Энергия, масса, пространство и время

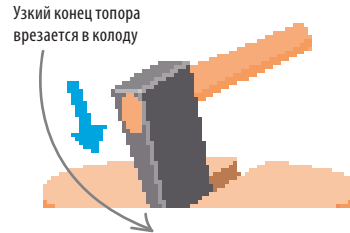
Физика способна объяснить все, что происходит во Вселенной, от излучения гигантских звезд до падения из тучи капель дождя. Чтобы эти объяснения были понятны всем, физики придумали термины. Тело — это любой объект, у любого тела есть масса. Сила передает энергию от одного тела к другому, что меняет характер его движения или форму. Например, сила нужна для того, чтобы бросить мяч или растянуть резиновую ленту, и даже падающий на предмет свет действует на него с некоторой силой!

◁ В движении

Баскетболисты используют физику, вероятно, сами того не осознавая. Они бросают мяч в таком направлении и с такой силой, чтобы он попал точно в корзину.

Механизмы

Благодаря физике мы создаем механизмы, способные выполнять работу. Механизм — это устройство, решающее определенную задачу. Ему не обязательно быть сложным: на самом деле любая высокотехнологичная машина вроде робота или двигателя лишь совокупность более простых механизмов, работающих вместе. К ним относятся рычаг, колесо, винт, наклонная плоскость и блок. Механизмы облегчают работу, преобразуя малую силу в большую.



◁ **Точка приложения силы**
Механизмом является даже лезвие топора. Приложенная к тупому концу клиновидного лезвия сила фокусируется в его остром конце, позволяя расколоть твердую колоду.

Излучение

Некоторые считают всякое излучение опасным, ошибочно понимая под этим радиоактивное ионизирующее излучение, губительное для всего живого. Но в физике слово «излучение» относится не только к радиации, но и ко всему спектру электромагнитных волн. Этот спектр очень широк, он включает радиоволны, гамма-лучи, ультрафиолетовые лучи, инфракрасные (тепловые) и рентгеновские лучи, а также свет. Свет — это видимая часть спектра электромагнитных волн.

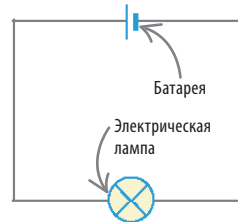


Световая волна расщепляется призмой

△ **Цветной свет**
Физики нашли объяснение тому, почему мы видим различные цвета света. Волны красного цвета длиннее, чем фиолетовые. Все остальные цвета находятся между ними.

Электричество

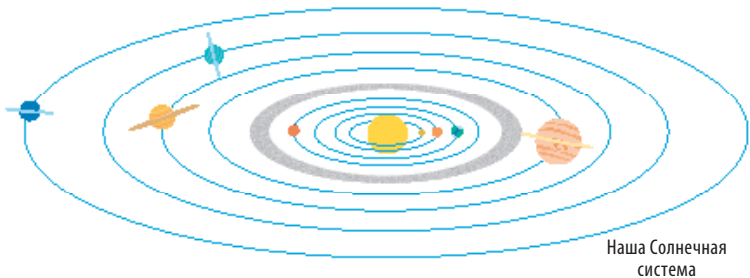
В наши дни большинство механизмов работает на электрической энергии. А между тем первый источник электрического тока был создан чуть более 200 лет назад. И не сразу стало ясно, что электрические и магнитные взаимодействия тесно связаны. Настолько связаны, что электрический ток является источником магнитного поля, а с помощью магнитного поля на электростанциях получают ток.



◁ **Электрические цепи**
Если соединить лампу и источник тока проводами и замкнуть цепь, то по ней потечет ток. Лампа загорится. Так электроэнергия превращается в тепловую энергию. Нить накала лампы разогревается и начинает светить.

Астрономия

Астрономию можно считать самой первой наукой о природе: уже в древности люди следили за движением планет, Луны и Солнца невооруженным глазом и отмечали закономерности. Современные астрономы продолжают наблюдать за звездами, но для обнаружения света и других видов излучения из далекого космоса они используют мощные телескопы. Открытые на Земле законы физики действуют во всех уголках Вселенной. Поэтому ученые, опираясь на свои знания, могут понять поведение объектов, замеченных в космосе, и даже воссоздать момент возникновения Вселенной.



Наша Солнечная система

△ **Знакомьтесь с соседями**
Наблюдение за восемью планетами Солнечной системы позволило нам многое узнать о нашем собственном мире. Сейчас астрономы ищут похожие на Землю планеты у более далеких звезд.

Внутри атомов

АТОМЫ СЛИШКОМ МАЛЫ И НЕ ВИДНЫ ДАЖЕ В САМЫЕ МОЩНЫЕ МИКРОСКОПЫ.

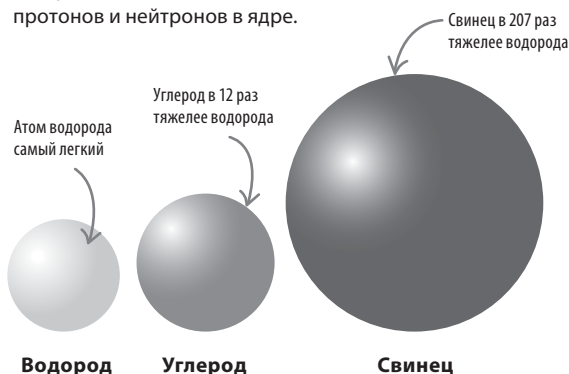
Все, что есть во Вселенной, от звезд до наших собственных тел, состоит из атомов.

Что такое атом?

Не все атомы одинаковы. В природе известно 92 различных типа атомов, еще несколько созданы учеными в лабораториях. Атом — мельчайшая неделимая частица химического элемента, сохраняющая все его свойства. Примеры элементов: водород, углерод, свинец.

▽ Различные атомы

Атомы разных элементов имеют уникальный размер и массу, которая зависит от количества протонов и нейтронов в ядре.



Субатомная структура

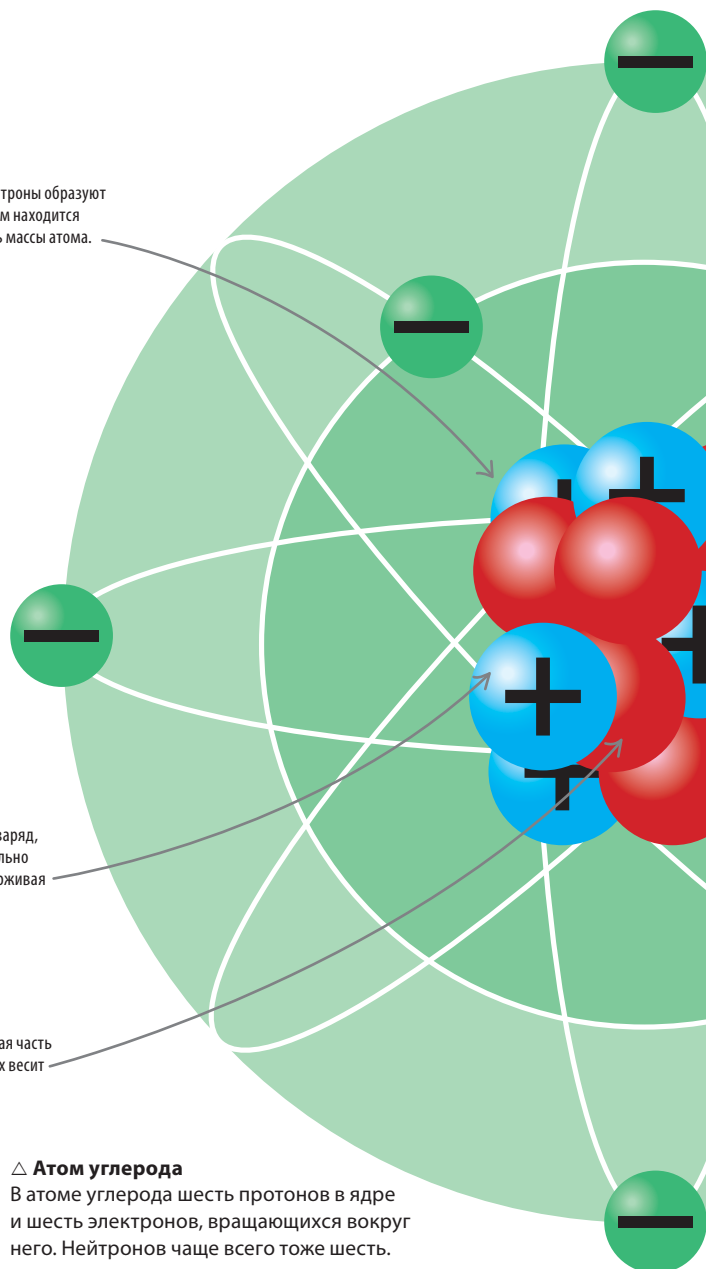
Атомы состоят из элементарных частиц, их называют субатомными. Три основных вида субатомных частиц — это протоны, нейтроны и электроны. Протоны и нейтроны входят в состав ядра. Электроны вращаются вокруг ядра. У атома всегда одинаковое количество протонов и электронов. У протонов заряд положительный, у электронов — отрицательный, поэтому атом в целом нейтрален.

Протон

У протонов положительный заряд, и они притягивают отрицательно заряженные электроны, удерживая их вокруг ядра.

Нейтрон

У этих частиц заряда нет. На них приходится остальная часть массы атома: каждая из них весит чуть больше протона.



СМОТРИТЕ ТАКЖЕ

⟨ 98–99 Состояния вещества

⟨ 108–109 Химические элементы

⟨ 116–117 Периодическая система

⟨ 126–127 Радиоактивность

Сила и масса **172–173** >

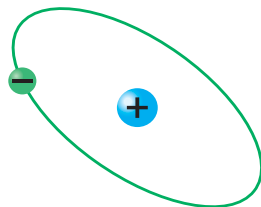
Электричество **202–203** >

Изотопы

Атомы могут иметь разную массу. Хотя в атомах одного химического элемента всегда одинаковое количество протонов, число нейтронов в них может отличаться. Такие атомы называются изотопами. У изотопов разная масса, но одинаковый заряд ядра.

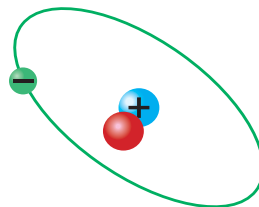
Электронная оболочка

Область в атоме, в пределах которой электроны движутся вокруг ядра. В атоме может быть до семи электронных оболочек, располагающихся на разном расстоянии от ядра. Каждая электронная оболочка вмещает определенное максимальное число электронов.



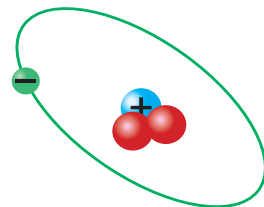
△ Водород (протий)

У самого распространенного изотопа водорода в ядре один протон и нет нейтронов.



△ Дейтерий

Этот атом весит в два раза больше, чем протий: в его ядре один протон и один нейтрон.



△ Тритий

Этот изотоп водорода в три раза тяжелее протия: в его ядре один протон и два нейтрона.

РЕАЛЬНЫЙ МИР

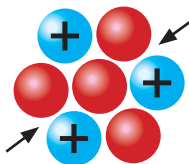
Радиоуглеродное датирование



Углерод-14 используют для измерения возраста органических артефактов, например египетских мумий. Этот изотоп содержится в тканях всех живых существ и после их смерти медленно распадается. Зная период его полураспада и измерив соотношение между содержанием стабильного углерода-12 и радиоактивного углерода-14, можно определить возраст мумии.

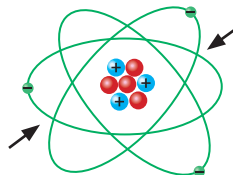
Взаимодействие между частицами

Сильное взаимодействие удерживает вместе протоны и нейтроны в ядрах. Нуклоны (так называют протоны и нейтроны) притягиваются друг к другу только на расстояниях, сравнимых с размерами ядра. Взаимодействие второго типа — электромагнитное — обеспечивает связь электронов с ядрами и действует даже на большом расстоянии от ядра. Третье — слабое взаимодействие — вызывает радиоактивный распад ядер.



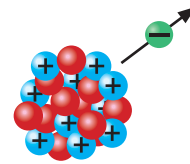
△ Сильное взаимодействие

Самое мощное, но действует лишь на небольшом расстоянии.



△ Электромагнитное взаимодействие

Удерживает электроны на орбитах.



△ Слабое взаимодействие

Причина радиоактивного распада ядер.

Электрон

У электрона отрицательный заряд, равный по величине, но противоположный по знаку заряду протона. Однако масса электрона несопоставимо меньше.

Энергия

ВСЕ В МИРЕ ДЕЙСТВУЕТ БЛАГОДАРЯ ЭНЕРГИИ.

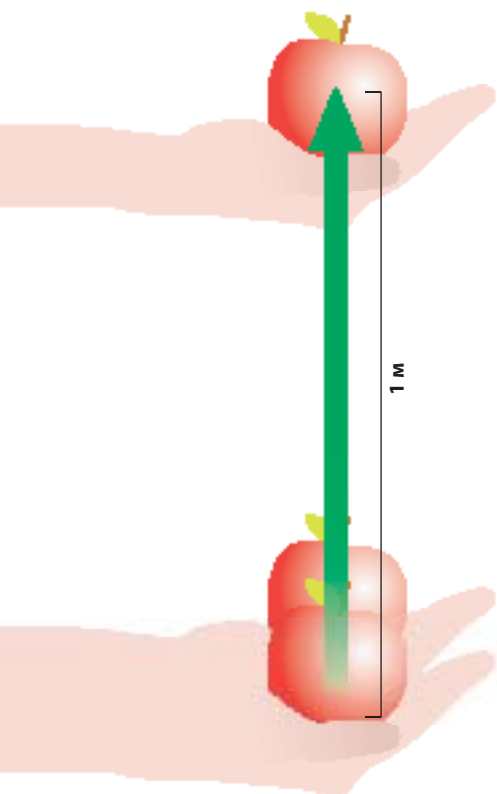
Энергия может принимать различные формы, она никуда не исчезает и ниоткуда не появляется, она всегда сохраняется. Наличие энергии определяется по способности совершать работу.

Измерение энергии

Тело обладает энергией, если оно способно совершить работу. Механическая работа равна произведению силы на расстояние, пройденное телом. Поскольку сила измеряется в ньютонах (Н), а расстояние — в метрах (м), единица работы называется нютон-метр (Н · м).

▽ Один джоуль энергии

Один джоуль (1 Дж = 1 Н · м) равен работе, совершаемой силой в 1 Н на перемещение тела на расстояние 1 м: это примерно как поднять яблоко на метровую высоту.



СМОТРИТЕ ТАКЖЕ

| | |
|------------------------|-------------------------------------|
| ◀ 28–29 | Клеточное дыхание |
| ◀ 70–71 | Здоровье человека |
| ◀ 131 | Горючее |
| ◀ 136 | Химическая активность и температура |
| Сила и масса | 172–173 ▶ |
| Кинетическая энергия | 182 ▶ |
| Электромагнитные волны | 194–195 ▶ |
| Возобновляемая энергия | 224–225 ▶ |

Виды энергии

Есть множество разных видов энергии: механическая, внутренняя, энергия излучения, энергия магнитных и электрических полей. И хотя у всех у них разные названия и разные проявления — от взрывающейся звезды до прыгающего по полу мяча, — все виды энергии могут переходить друг в друга (см. примеры на соседней странице). Какие-то виды энергии человек научился использовать — преобразовывать в работу или в количество теплоты.



◀ Кинетическая энергия

Это энергия движения. Когда тело ускоряется, его энергия растет.



◀ Тепловая энергия

Из фена дует горячий воздух: так электрическая энергия переходит в тепловую.



◀ Электрическая энергия

Ее создает электрическое поле, питающее электроприборы.



◀ Химическая энергия

Она выделяется в ходе химической реакции, например горения.



◀ Энергия излучения

Ее переносит свет и любое электромагнитное излучение.



◀ Ядерная энергия

Она выделяется при делении тяжелых и синтезе легких ядер.



◀ Энергия звука

Ее создают колебания частиц в любой среде, кроме вакуума. Громкость звука определяется амплитудой.



◀ Потенциальная энергия

Тело, поднятое над землей, обладает потенциальной энергией. Чем выше тело, тем больше энергия.

Часть энергии велосипедиста переходит в теплоту: ему становится жарко

При подъеме в гору его кинетическая энергия переходит в потенциальную, которая перейдет обратно в кинетическую, когда он покатится с горы вниз

Ноги велосипедиста двигаются из-за химической энергии в его мышцах

Кинетическая энергия передается заднему колесу через педали и цепь

Часть кинетической энергии колес переходит в тепловую: шины нагреваются из-за трения о дорогу



Закон сохранения энергии

Закон сохранения энергии гласит, что энергию нельзя создать или уничтожить, но ее можно только передавать от одного тела к другому и преобразовывать в различные формы, например в теплоту.

△ Энергия велосипедиста

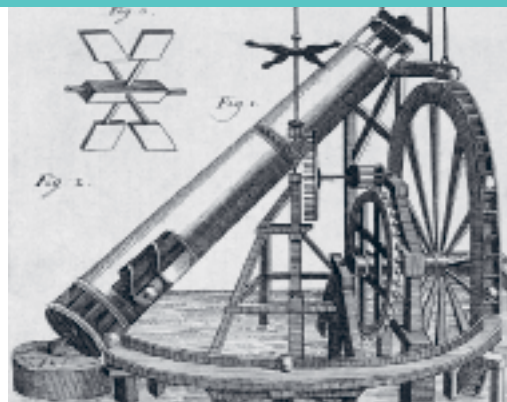
Человек заставляет велосипед двигаться, нажимая на педали. По мере ускорения велосипед набирает кинетическую энергию. Это происходит благодаря химической энергии, высвобождаемой в мышцах велосипедиста. В некоторый момент времени он может использовать эту же химическую энергию, для того чтобы остановить велосипед.

Все механизмы постепенно теряют механическую энергию, что, к сожалению, делает невозможным вечный двигатель.

РЕАЛЬНЫЙ МИР

Вечный двигатель

Во все времена изобретатели пытались создать перпетуум-мобиле, то есть механизм, который мог бы работать вечно. Машина, придуманная в 1664 г. мастером Ульрихом из Гранаха, приводилась в действие с помощью пушечных ядер. Ядро падало в большое водяное колесо, катилось по изогнутому желобу и попадало в архимедов винт, который вращался благодаря все тому же колесу. По винту ядро поднималось в исходное положение, и цикл повторялся. Однако, как и другие «вечные двигатели», эта хитроумная конструкция не способна была преодолеть замедляющий эффект трения (см. с. 173).



Сила и масса

ХАРАКТЕР ДВИЖЕНИЯ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ СИЛАМИ И МАССОЙ.

Действие силы зависит от массы тела.
Чем больше масса тела, тем меньше ускорение.

СМОТРИТЕ ТАКЖЕ

◀ 38–39 Передвижение

◀ 170–171 Энергия

Гравитация 178–179 ▶

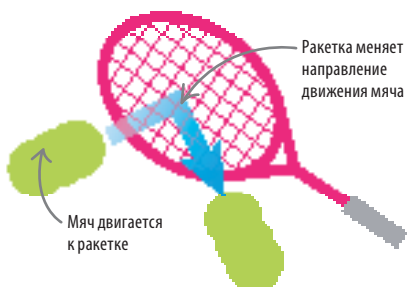
Электричество 202–203 ▶

Что такое сила?

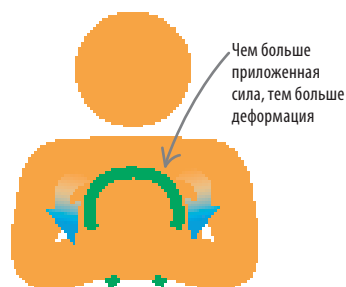
Действие силы может проявиться по-разному. Во-первых, она может изменить скорость тела — замедлить или ускорить его движение. Во-вторых, изменить направление этого движения. В-третьих, деформировать тело. Сила измеряется в ньютонах (Н). Приложение силы в 1 ньютон приводит к тому, что масса в 1 килограмм достигает скорости в 1 метр в секунду за 1 секунду.



◀ **Изменение скорости**
Сила клюшки для гольфа увеличивает скорость мяча от нуля до очень высокой, отправляя его в полет.



◀ **Изменение направления**
Теннисная ракетка, действуя на мяч, останавливает его и заставляет двигаться в другом направлении.



◀ **Изменение формы**
Сила может также изменить форму тела, то есть вызвать его деформацию.

Что такое масса?

Масса — это величина, измеряющая количество вещества в теле. Масса также определяет, насколько тело меняет скорость под действием силы, то есть является мерой инертности. Чем больше масса, тем меньшее ускорение приобретает тело.

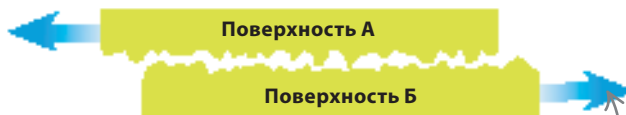
Эталон килограмма — цилиндр из платины и иридия, который хранится в Париже в специальном сейфе.



◀ **Инерция**
Чем больше масса, тем инертнее тело. Инерция — это явление, при котором тело сохраняет свою скорость, то есть остается в покое или продолжает двигаться с той же скоростью и в том же направлении, если на него не действуют силы.

Трение и сопротивление среды

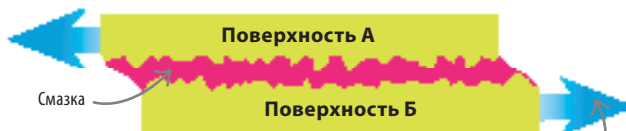
В природе нет ничего идеально гладкого, все поверхности неровные. И при движении неровности цепляются друг за друга, препятствуя перемещению. Это и есть трение. Сопротивление среды аналогично трению и возникает при движении тела в воздухе или в воде. Сила трения и сила сопротивления замедляют движение.



△ Трение

Даже крошечных шероховатостей на твердой поверхности достаточно, чтобы замедлить движение.

Поверхности практически не скользят из-за трения



△ Смазка

Добавление смазки снижает трение, она заполняет неровности, и трется друг о друга уже слои смазки.

Поверхности скользят лучше



△ Сопротивление воды

Лодка плывет вперед и носом должна раздвигать воду перед собой. Вода сопротивляется, и возникает головная волна.

РЕАЛЬНЫЙ МИР

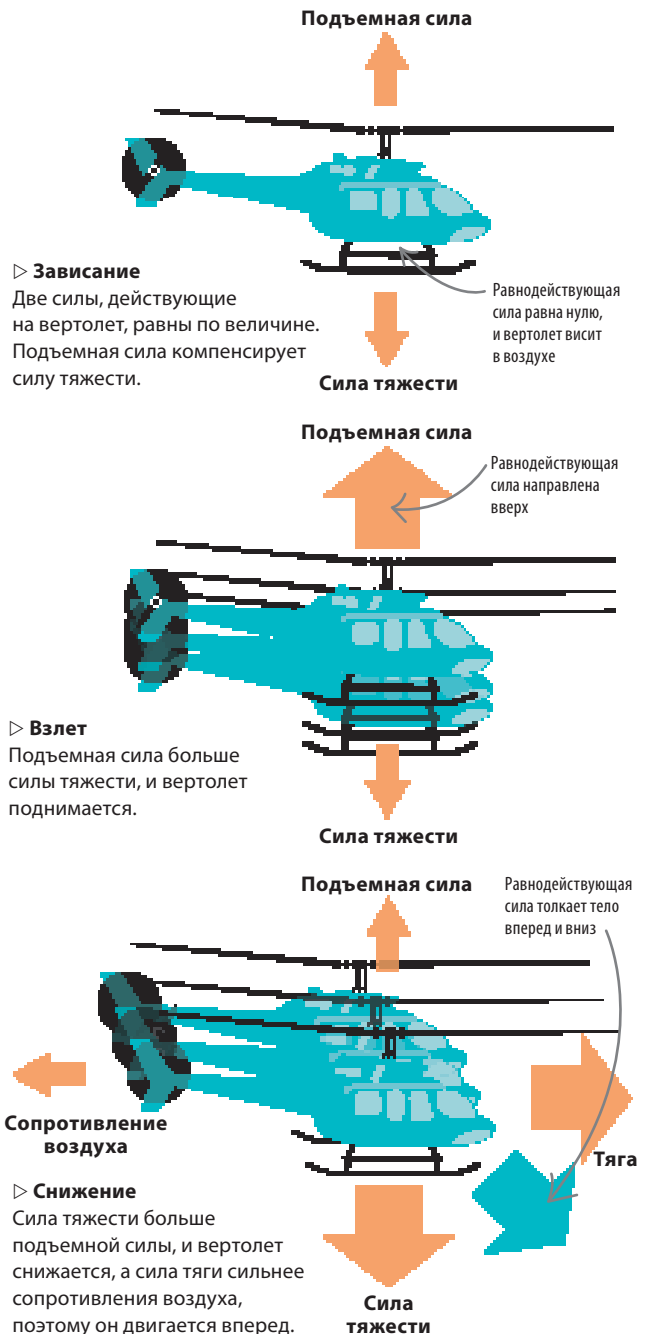
Протектор шин

Без трения было бы невозможно передвигаться. Так, например, рельефный протектор шин увеличивает силу трения между колесом и дорогой, не давая машине скользить. Поэтому зимние шины имеют более рельефный протектор, чем летние. По той же причине у кроссовок рельефная подошва.



Равнодействующая сила

На тело одновременно могут действовать различные силы: они могут быть приложены в разных точках, иметь различное направление и разную природу. Складываясь, эти силы определяют характер движения тела. Результат их сложения и есть равнодействующая сила.



Растяжение и деформация

СИЛЫ НЕ ТОЛЬКО ПЕРЕМЕЩАЮТ ТЕЛА, НО И МОГУТ ИЗМЕНЯТЬ ИХ ФОРМУ.

Если тело не может сдвинуться под воздействием силы или силы приложены в разных точках, его молекулы могут сблизиться или удалиться друг от друга так, что изменится форма тела.

Виды деформаций

Деформация тела зависит от множества факторов: не только от действующих на него сил, но также от его состава и строения. Многие тела просто не поддаются деформации, ломаются или разбиваются, как, например, гипс.

Один из самых **прочных** и **эластичных** материалов — графен. Он состоит из атомов, соединенных в шестиугольники.

СМОТРИТЕ ТАКЖЕ

◀ 96–97 Свойства веществ

◀ 98–99 Состояния вещества

◀ 163 Пластик

◀ 172–173 Сила и масса



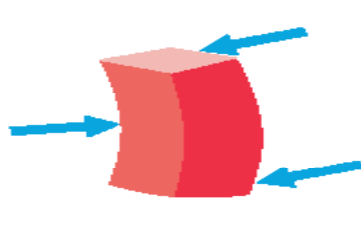
△ Сжатие

Приложите две или более силы навстречу друг другу внутрь тела, и тело сожмется — станет короче, но толще. Такую деформацию испытывает фундамент здания.



△ Растяжение

Приложите две или более силы в противоположных направлениях наружу, и тело растянется — станет длиннее, но тоньше. Так растягивается веревка.



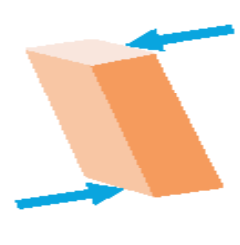
△ Изгиб

Приложите несколько сил в разных местах, и тело либо сломается (если хрупкое), либо согнется (если упругое). А может сначала согнуться, а потом сломаться (как древесина).



△ Кручение

Приложите вращающие силы, действующие в противоположных направлениях и перпендикулярных оси вращения, и они будут скручивать тело.



△ Сдвиг

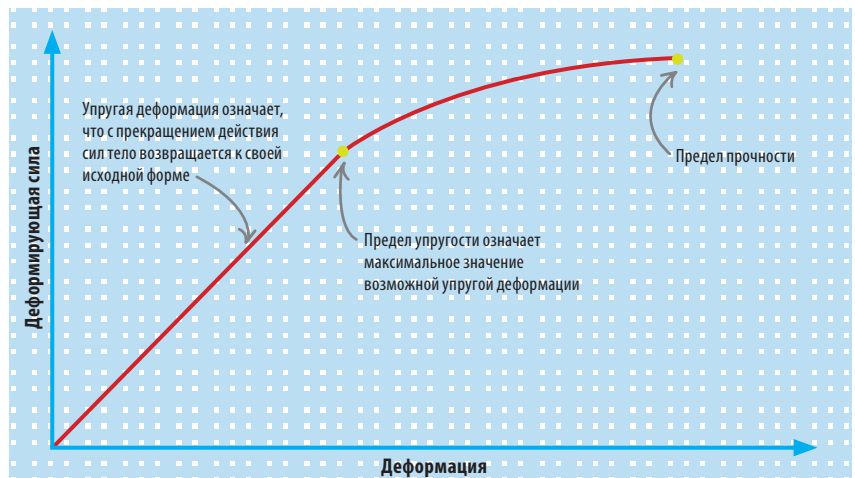
Приложите силы к разным концам тела, которое не может вращаться, и его концы начнут двигаться в разных направлениях.

Деформация

Силы, меняющие форму объекта, называются деформирующими. Соответствующее изменение формы называется деформацией. Под воздействием деформирующих сил тело может или разрушиться, или изменить форму — навсегда (тогда тело пластичное) либо на время приложения сил (тогда оно упругое).

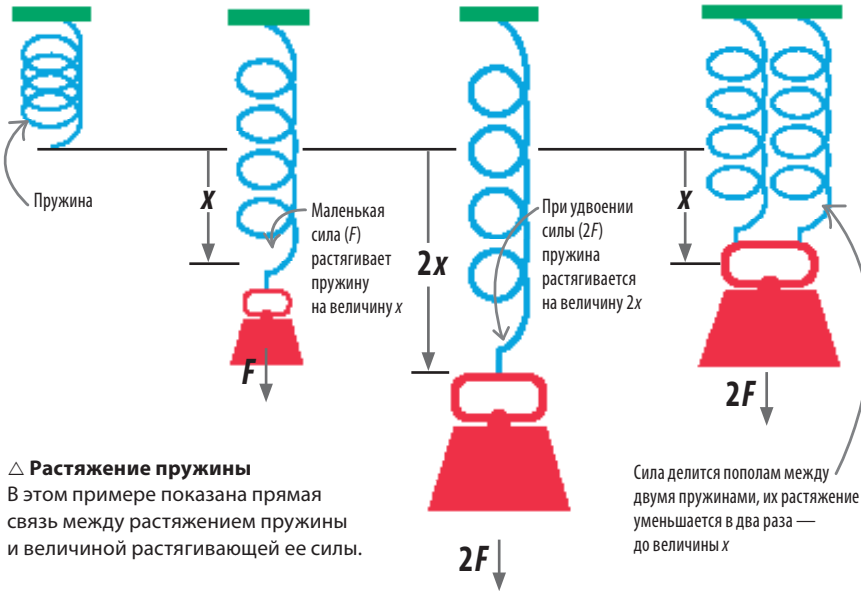
▷ Кривая напряжение-деформация

Многие материалы с ростом деформирующей силы вначале упруги, потом становятся пластичными и, наконец, разрушаются. Скорость процесса зависит от материала.



Закон Гука

Закон упругости открыл английский ученый Роберт Гук (1635–1703). Он гласит, что деформация пружины прямо пропорциональна приложенной к ней силе. Этот закон справедлив только для упругих деформаций растяжения-сжатия. Если превышен предел упругости, то пружина уже не может вернуться в исходную форму.



△ Растяжение пружины

В этом примере показана прямая связь между растяжением пружины и величиной растягивающей ее силы.

РЕАЛЬНЫЙ МИР

Банджи-джампинг

Если использовать для прыжка веревку, то она остановит долгое падение слишком резко, с опасным рывком. Поэтому в банджи-джампинге используются эластичные тросы, которые более плавно замедляют прыгуна, поскольку его потенциальная энергия переходит в энергию деформации троса.



Модуль Юнга

Упругость тела зависит от его формы, размера и состава вещества. Для сравнения разных материалов английский ученый Томас Юнг (1773–1829) предложил меру упругости твердых тел — модуль Юнга.

| Модуль Юнга (ГПа) | |
|-------------------|----------|
| Резина | 0,01–0,1 |
| Нейлон | 3 |
| Дуб | 11 |
| Золото | 78 |
| Стекло | 80 |
| Нержавеющая сталь | 215,3 |

△ Измерение жесткости

Модуль Юнга измеряется в гигапаскалях (ГПа). Чем выше это значение, тем жестче материал.

Свойства материалов

Тела испытывают разные деформации. Бельевая резинка хорошо тянется в длину, но плохо в ширину. Деформация прямой стальной проволоки незаметна, а деформация пружины из этой же проволоки заметна очень. Все это зависит от многих факторов, в том числе от химического состава материалов и их кристаллической решетки.

| Материал | |
|------------|--|
| Твердый | Трудно поцарапать |
| Жесткий | Трудно разрушить и деформировать |
| Пластичный | Навсегда меняет форму при воздействии |
| Упругий | Возвращается к исходной форме после прекращения действия сил |
| Хрупкий | Почти не деформируется, но неожиданно разрушается |
| Тянущийся | Может быть вытянут в проволоку |
| Ковкий | Можно придать форму молотком |

△ Описание материалов

Поведение материалов при различных воздействиях описывается терминами из таблицы. Многие из них меняют свои свойства в зависимости от температуры. Например, теплая резина упруга, а холодная становится хрупкой.