

ФИЗИКА

8

КЛАСС



и
Сергей Яснoв

Сергей Яснoв

Физика. 8 класс. Максимально простым и понятном языком.

<https://litres.ru/74651343>

SelfPub; 2026

Аннотация

Почему ночник погас, хотя выключатель никто не трогал? Откуда берётся тепло в чашке чая, почему лёд тает, а лампочка загорается только в замкнутой цепи? Физика рядом каждый день, но за формулами легко потерять смысл.

Лёша начинает с простого наблюдения и шаг за шагом разбирается, как устроен мир. На знакомых примерах становятся понятны теплопередача и превращения веществ, связь силы тока, напряжения и сопротивления, работа магнитов, появление теней и назначение линз. Сложные идеи объясняются простыми словами — без необходимости заранее знать физику.

Книга адресована ученикам 8 класса: тем, кто только начинает изучать физику, хочет повторить школьную программу или наконец разобраться в темах, которые казались запутанными. Вместо зубрёжки — понятная логика явлений, больше уверенности в задачах и привычка искать объяснение вокруг себя.

Книга создана с помощью ИИ. Обложка: GPT Image -
Лицензия

Содержание

Физика с нуля: как наблюдать, измерять и объяснять явления	5
Температура и невидимое движение частиц	16
Внутренняя энергия: почему тела нагреваются и остывают	25
Как передаётся тепло: теплопроводность, конвекция и излучение	35
Конец ознакомительного фрагмента.	40

Сергей Яснов
Физика. 8 класс.

**Максимально простым
и понятном языком.**

**Физика. 8 класс. Максимально простым и понятном
языком.**

Сергей Яснов

Физика с нуля: как наблюдать, измерять и объяснять явления

В половине десятого вечера Лёша сидел за столом и дочитывал комикс. В комнате было темно, только маленький ночник светил у кровати. И вдруг — щёлк, и темнота стала полной.

Лёша замер. Ночник никто не трогал. Выключатель остался на месте. «Может, батарейка? Или кто-то прошёл мимо и задел его? А вдруг...» Тут фантазия уже почти приготовила историю про невидимого ночного гостя.

Лёша вздохнул. Физика, как ему казалось, состояла из формул, которые надо знать заранее. Но формул для невидимых гостей всё равно не было. Пришлось начать с того, что можно проверить.

Он записал в блокнот: «Ночник погас. В комнате темно». Потом заметил: «Я включил его примерно полчаса назад». И тут появилась первая версия: может быть, ночник выключается автоматически?

Так начинается физическое расследование: не с волшебной палочки и не с готовой формулы, а с внимательного вопроса.

Физика начинается с обычных вещей

Физика изучает тела, вещества и явления, которые проис-

ходят вокруг нас. Тело — это отдельный предмет: мяч, чашка, стол, капля воды. Явление — то, что с телами или вещами происходит: мяч падает, вода нагревается, лёд тает, лампа светится, поезд движется.

Для физика комната — не просто набор вещей. Это целый мир, в котором можно задавать вопросы:

- Почему мяч после броска летит вниз?
- Отчего на окне появляется капля?
- Почему металлическая ложка кажется холоднее деревянной?
- Что заставило ночник погаснуть?

В этих вопросах пока нет формул. И это нормально. Сначала надо понять, что именно случилось.

Представь, что ты услышал ночью глухой стук. Фраза «в коридоре упала книга» звучит как факт, но, возможно, ты пока только услышал звук. А вот «книгу уронил кот» — уже объяснение. Может быть, правильное. Но пока это лишь догадка.

В физическом расследовании важно не смешивать четыре шага:

- 1. Наблюдение** — что ты увидел, услышал или заметил.
- 2. Измерение** — сколько, как долго, насколько сильно или насколько тепло.
- 3. Гипотеза** — предположение о причине, которое можно проверить.
- 4. Вывод** — что показала проверка.

Лёша увидел, что ночник перестал светиться. Это наблюдение. «В нём села батарейка» — гипотеза. Чтобы выяснить больше, нужно проверить, когда и при каких условиях он гаснет.

Как догадка становится проверяемой

Хорошая гипотеза не обязана сразу оказаться верной. Её задача — подсказать, что проверить.

Лёша придумал три возможные причины:

- ночник выключается по таймеру;
- где-то плохой контакт;
- батарейка разряжена.

Теперь можно спросить: что должно произойти, если каждая версия верна?

Если работает таймер, ночник должен гаснуть примерно через одинаковое время после включения — даже если его не трогать. Если дело в контакте, выключение может зависеть от движения: например, ночник погаснет, когда его слегка передвинут. Если разрядилась батарейка, свет может стать тусклее — хотя по одному признаку это ещё ничего не доказывает.

Лёша не стал разбирать прибор. Это и не нужно: электрические устройства нельзя вскрывать или чинить без подходящих знаний и взрослых. Он просто несколько вечеров подряд записывал, когда включает ночник и через сколько тот гаснет.

В первый вечер ночник включили в 20:46, а погас он в

21:17. Прошло 31 минута. В следующие два вечера получилось примерно 30 и 31 минута. Ночник никто не двигал. Повторяющийся промежуток времени всё больше походил на работу таймера.

Чтобы проверить предположение окончательно, Лёша вместе с мамой посмотрел инструкцию. В ней было написано: прибор автоматически выключается через 30 минут, чтобы экономить заряд. Загадка разрешилась. Внутри ночника есть устройство, которое через заданное время прекращает подавать питание на светодиод. Никакой магии — но всё равно интересно.

Обрати внимание: Лёша не просто угадал причину. Он сначала придумал гипотезу, потом проверил её, а затем нашёл подтверждение в инструкции. Именно так догадка превращается в обоснованное объяснение.

Что именно измерять

Для проверки ночника Лёша использовал время. Оно помогло сравнить разные случаи: каждый раз после включения он ждал и отмечал, сколько прошло до выключения.

В физике измеряют свойства предметов и явлений. Такие свойства называют **физическими величинами**. Проще говоря, это то, что можно описать числом и измерить.

Например:

Что изучаем

Физическая величина

Чем измеряем

Пример записи

Длину стола

Длина

Линейкой или рулеткой

120 см

Падение мяча

Время

Часами или секундомером

2 с

Теплоту воды

Температура

Термометром

22 °C

У числа обязательно должна быть единица измерения. Запись «длина стола — 120» неполная: 120 чего? Сантиметров? Метров? Шагов? Единица делает результат понятным другим людям.

Длина может измеряться в миллиметрах, сантиметрах и метрах. В одном метре сто сантиметров. Время измеряют в секундах и минутах. Температуру в быту часто записывают в градусах Цельсия — °C.

Измерительный прибор выбирают по задаче. Длину удобно измерить линейкой. Время — секундомером. Температуру воды — термометром, а не ладонью: руки могут ощущать одну и ту же воду по-разному, особенно если перед этим одна рука была в холодной воде, а другая — в тёплой.

Наблюдение и измерение дополняют друг друга. Можно заметить: «мяч упал быстро». А можно измерить время падения. Можно сказать: «вода прохладная», а можно узнать, что её температура, например, 18 °С. Чем точнее вопрос, тем полезнее измерение.

Но прибор не делает результат волшебно точным. Если измеряешь длину линейкой, важно правильно приложить её начало. Если включаешь секундомер вручную, ты чуть-чуть задерживаешься с нажатием. Поэтому результаты иногда немного различаются. Это не провал: измерения помогают увидеть закономерность, даже если в них есть небольшая погрешность.

Мини-эксперимент: где лёд тает быстрее?

Теперь проведи небольшое расследование сам. Оно безопасное и не требует специального оборудования.

Тебе понадобятся два похожих по размеру кусочка льда и две тарелки примерно одинакового размера: например, металлическая и деревянная или пластиковая. Если найдутся только другие материалы, эксперимент всё равно можно провести — просто запиши, что именно сравниваешь.

Поставь тарелки рядом на сухой стол и дай им полежать в

комнате, чтобы они были примерно одинаковой температуры. Подготовь лёд одинакового размера, положи по кусочку на каждую тарелку и одновременно запусти таймер. Засеки, сколько времени потребуется, чтобы твёрдый лёд на каждой тарелке полностью растаял.

Вода и электрические приборы — плохие соседи, поэтому держи телефон и другие устройства подальше от тарелок, не ставь рядом розетки, а пролитую воду сразу вытирай. Не используй горячие тарелки или огонь: для этого опыта они не нужны.

Перед началом полезно записать гипотезу. Например: «На металлической тарелке лёд растает быстрее». Затем постарайся сделать сравнение честным: кусочки льда должны быть одного размера, тарелки — стоять рядом, а на них не должны попадать солнечные лучи или поток воздуха из открытого окна.

Это называется контролировать условия. По-простому: если хочешь выяснить, влияет ли материал тарелки, постарайся не менять одновременно ещё пять вещей. Иначе станет непонятно, что именно повлияло на результат.

Вот пример записи. Цифры условные: в твоём опыте время может быть другим.

Тарелка

Время до полного таяния

Металлическая

7 мин 20 с

Деревянная

12 мин 40 с

Почему такое может произойти? Тепло из окружающей комнаты передаётся через тарелку ко льду. Металл обычно проводит тепло лучше дерева или пластика, поэтому может быстрее передавать его льду. Лёд получает энергию и тает.

Но если у тебя результаты окажутся другими, не спеши думать, что опыт испорчен. Возможно, кусочки были разными, одна тарелка стояла ближе к батарее или сами условия отличались. А может быть, разница оказалась слишком небольшой, чтобы её заметить. Запиши то, что получилось, а не то, что «должно было» получиться.

Ещё лучше повторить опыт несколько раз. Если металл каждый раз оказывается быстрее, это убедительнее, чем один случай. Если результаты расходятся, задай новый вопрос: одинаковыми ли были кусочки льда? Не было ли сквозняка? Одинаково ли стартовал таймер?

Так эксперимент становится не фокусом с заранее известным концом, а способом узнавать новое.

Карточка физического детектива

Чтобы не теряться среди догадок, заведи простую карточку. Её можно использовать для ночника, тающего льда, па-

дения мяча или любого другого явления.

Вопрос

Что записать

Что я заметил?

Только наблюдаемые факты

Что измеряю?

Величину и подходящий прибор

Какую причину предполагаю?

Проверяемую гипотезу

Как проверю?

Что сделаю и какие условия сохраню

Что получилось?

Измерения и наблюдения

Какой вывод можно сделать?

Что подтверждает проверка, а что остаётся неизвестным

Заполненная карточка Лёши могла бы выглядеть так:

● **Что заметил?** Ночник перестал светиться, хотя его не трогали.

- **Что измеряю?** Время от включения до выключения.
- **Какую причину предполагаю?** В приборе есть таймер.
- **Как проверю?** Несколько раз запишу время включения и выключения; проверю инструкцию.
- **Что получилось?** Ночник каждый раз гас примерно через 30 минут; инструкция подтверждает автоматическое отключение.
- **Какой вывод?** Ночник выключается по таймеру.

В карточке есть полезное правило: вывод должен быть осторожнее, чем фантазия. Если ты один раз увидел, что металлическая тарелка была холодной, нельзя заключить, что весь металл всегда холоднее дерева. Можно сказать: «В этом опыте металлическая тарелка ощущалась холоднее». Чтобы обобщить результат, нужно больше проверок и точнее поставленный вопрос.

Алгоритм расследования

Когда замечаешь странное или просто любопытное явление, действуй по порядку:

- 1. Заметь явление.** Опиши, что произошло, не добавляя причину. Например: «Лёд на одной тарелке исчез раньше».
- 2. Задай вопрос.** Что именно хочется выяснить: где лёд тает быстрее или почему он вообще тает?
- 3. Предположи причину.** Выбери версию, которую можно проверить.
- 4. Реши, что измерять.** Подбери величину и прибор:

время — секундомер, длину — линейка, температуру — термометр.

5. Проведи проверку. По возможности меняй только одно условие, а остальные сохраняй одинаковыми.

6. Запиши результат. Не полагайся на память и не исправляй данные, если они тебе не понравились.

7. Сделай вывод. Скажи, что показал опыт, и отметь, чего он пока не доказывает.

Физика не требует заранее знать все формулы. Важнее научиться смотреть внимательно, различать факт и догадку, выбирать измерение и проверять объяснение. Иногда расследование приводит к простому ответу — как с таймером ночника. Иногда появляются новые вопросы. Это тоже хороший результат: значит, ты заметил больше, чем раньше.

Лёша по-прежнему не знал всех законов физики. Но теперь, когда ночник снова погас, он не стал звать невидимого гостя. Он открыл блокнот и посмотрел на часы. Его первое физическое расследование началось с простого вопроса — и этого оказалось достаточно.

Температура и невидимое движение частиц

После прогулки в морозный день Лена вошла домой и поставила руки под воду. Она показалась ей приятно тёплой. А брат, только что вымывший руки горячей водой, поморщился: «Какая же она холодная!» Вода в кране была одна и та же. Почему же ощущения оказались такими разными?

Потому что кожа — не термометр. Она сообщает нам о переменах, но не умеет точно измерять температуру. После холода вода кажется теплее, а после тепла — прохладнее. Значит, доверять одним ощущениям рискованно. Это особенно заметно, если нужно узнать, не перегрелся ли чай, можно ли купаться или достаточно ли остыли приготовленные блюда. Для точного ответа нужен прибор.

Что на самом деле измеряет термометр

Лена налила чай в кружку и обхватила её ладонями. Кружка была тёплой. Но насколько? «Наверное, градусов сорок», — предположила она. Термометр показал другое значение.

Чтобы измерить температуру, термометр должен немного побыть рядом с тем, температуру чего мы хотим узнать. Если измеряем чай — чувствительная часть прибора должна соприкасаться с чаем, не касаясь дна и стенок кружки. Сна-

чала термометр нагревается или остывает, затем его показания перестают заметно изменяться. Это значит, что его температура почти сравнялась с температурой чая.

Температура — физическая величина, которая показывает, насколько нагрето тело. Её измеряют в градусах Цельсия и обозначают знаком $^{\circ}\text{C}$. Например, запись « 20°C » читается так: «двадцать градусов Цельсия».

На привычной шкале термометра отметка 0°C связана с замерзанием воды, а 100°C — с её кипением. Это верно для чистой воды при обычном атмосферном давлении. Между отметками 0 и 100 шкала разделена на равные части: каждая такая часть — один градус. Температура бывает и ниже нуля: например, зимой на улице может быть -10°C .

У разных термометров свои особенности. Жидкостный показывает температуру по делениям на шкале, электронный — цифрами на экране. Но принцип один: прибор нужно правильно поместить в нужную среду и дать ему время показать установившееся значение. Нельзя измерить температуру чая медицинским термометром, если он для этого не предназначен: у каждого прибора есть своя область применения.

А вот ощущения ладони — полезный сигнал, но ненадёжная мера. Они зависят не только от температуры предмета, но и от того, какой была сама кожа, как быстро предмет передаёт ей тепло и насколько долго мы его трогаем. Металлическая ложка и деревянная разделочная доска могут лежать

в одной комнате и иметь одинаковую температуру, но металл часто кажется холоднее. Он быстрее передаёт тепло от руки. Значит, чувство «холодно» не всегда означает, что предмет холоднее другого.

Невидимый мир внутри кружки

Чай в кружке состоит из крошечных частиц — молекул. Они настолько малы, что разглядеть отдельную молекулу невооружённым глазом невозможно. Однако физики могут изучать их поведение с помощью приборов и опытов. А чтобы представить, что происходит внутри вещества, используют модель.

Модель — не фотография и не точная копия. Это упрощённое представление, которое помогает понять важные свойства. Например, модель Земли — глобус. Он не похож на планету во всех деталях: на нём нет настоящих гор, океанов и облаков. Но он помогает увидеть форму Земли и расположение материков. Так же и модель частиц: мы не видим молекулы в чае, но можем мысленно представить их движение.

Представь, что на столе стоят две кружки: одна с прохладной водой, другая с тёплой. Мысленно приблизься к ним так сильно, будто смотришь через волшебное увеличительное стекло. Частицы воды не сидят на месте. Они всё время движутся, сталкиваются друг с другом и меняют направление.

В прохладной воде это движение в среднем менее интенсивное, а в тёплой — более интенсивное. Если сильно упро-

стить, можно представить, что частицы в тёплой воде суетятся активнее. Именно поэтому температура связана с движением частиц и их средней кинетической энергией. Кинетическая энергия — это энергия движения.

Важно слово «в среднем». Вещество не похоже на строй, в котором все частицы двигаются одинаково и по команде. Одни частицы в конкретный момент движутся быстрее, другие медленнее, сталкиваются и обмениваются энергией. Температура характеризует не одну отдельную молекулу, а поведение огромного числа частиц.

Модель выглядит по-разному для разных состояний вещества. В твёрдом теле частицы расположены сравнительно близко и не перемещаются свободно по всему предмету, но они колеблются около своих положений. В жидкости частицы тоже находятся близко, однако могут перемещаться и менять соседей. В газе частицы движутся свободнее и разделены большими промежутками. Во всех трёх случаях движение есть — меняется его характер.

Когда нагревают тело и оно не меняет своё состояние, среднее движение его частиц обычно становится интенсивнее. Например, если оставить холодную ложку в горячем чае, ложка постепенно нагреется. Частицы в ней начнут двигаться активнее. Когда чай остывает, его частицы в среднем движутся менее интенсивно, чем раньше. Они не «останавливаются» оттого, что напиток стал прохладным.

Почему кружка нагревается

Вернёмся к чаю. Сначала тёплый чай соприкасается с более прохладными стенками кружки. Частицы чая взаимодействуют с частицами материала кружки и передают им энергию. Постепенно кружка становится теплее, а чай — немного прохладнее. Поэтому чашка, которая только что была наполнена, может нагреваться не сразу, а спустя некоторое время.

Это можно представить как цепочку небольших изменений: более нагретые частицы взаимодействуют с менее нагретыми, передавая им энергию. Отдельные частицы мы не видим, но замечаем результат: стенки кружки становятся тёплыми, чай остывает, а термометр меняет показания.

Такое объяснение — не догадка о том, что «кажется происходящим», а научная модель. Её ценность в том, что она помогает связать наблюдения. Если кружка нагрелась, значит, между чаем и кружкой происходил обмен энергией. Если термометр в чае показывает всё меньше, напиток остывает. Если его показания перестали меняться, температура чая и термометра почти сравнялась.

Температура — не количество вещества

Лена посмотрела на две ёмкости. В маленькой чашке был чай температурой $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в большом кувшине — вода температурой $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. В какой ёмкости жидкости больше? Конечно, в кувшине. Какая жидкость горячее? Чай в чашке. Ответы относятся к разным вопросам.

Температура не показывает, сколько вещества налито. Две одинаковые кружки могут содержать разное количество

воды, но вода в обеих может иметь одинаковую температуру. И наоборот: одинаковое количество воды в одной ёмкости может быть тёплым, а в другой — холодным.

Не следует путать температуру и общее количество энергии, которым обладает тело. Температура помогает сравнить, насколько нагреты тела, но сама по себе не сообщает, сколько вещества в них находится и какова вся их внутренняя энергия. Представь напёрсток горячей воды и целую ванну тёплой воды. Напёрсток может иметь более высокую температуру, но воды в ванне намного больше. Это разные характеристики, и одна не заменяет другую.

Полезно запомнить простое различие:

- температура отвечает на вопрос: «Насколько нагрето тело?»;
- масса или объём помогают ответить на вопрос: «Сколько вещества?»;
- одно значение нельзя автоматически вывести из другого.

Если два тела имеют одинаковую температуру, это ещё не значит, что в них одинаковое количество вещества или одинаковая внутренняя энергия. Эти понятия понадобятся нам дальше.

Проведи безопасное наблюдение

Можно проверить, почему одним ощущениям не всегда стоит доверять, и заодно потренироваться пользоваться термометром. Попроси взрослого помочь, если сомневаешься в

выборе прибора или температуры воды.

1. Подготовь три небольшие ёмкости. Налей в одну прохладную воду, во вторую — воду комфортной тёплой температуры, а в третью — воду, которая кажется чуть теплее или прохладнее комнатной. Не используй кипяток и не делай воду слишком холодной или горячей.

2. Опусти одну руку в прохладную воду, другую — в тёплую. Подержи недолго, не допуская неприятных ощущений.

3. Затем одновременно опусти обе руки в третью ёмкость. Одна рука, скорее всего, почувствует воду более тёплой, а другая — более прохладной.

4. Измерь температуру воды подходящим термометром. Если используешь электронный прибор, следуй инструкции к нему. Если термометр стеклянный, обращай с ним осторожно и попроси взрослого проверить, что он исправен.

5. Дождись, пока показания перестанут заметно изменяться, и запиши результат.

Здесь важно наблюдать, а не угадывать. Сначала кожа привыкла к разным условиям, поэтому одно и то же содержимое третьей ёмкости ощущается по-разному. Термометр же даёт число, которое можно сравнить с другим измерением. Он не заменяет внимательность, но помогает сделать наблюдение точнее.

Попробуй задать себе вопросы: одинаково ли ощущали воду обе руки? Совпали ли ощущения с показанием прибора? Что изменилось, когда руки переместили в третью ём-

кость? Такие вопросы — часть физики. Она начинается с наблюдений и проверки объяснений.

Как читать показания

Когда смотришь на шкалу жидкостного термометра, не торопись. Найди нужную отметку, рассмотри деления и определи, сколько градусов приходится на одно маленькое деление. Расположи глаза напротив уровня жидкости, а не сверху или снизу: иначе можно ошибиться при чтении шкалы. У цифрового термометра дождись сигнала или указания в инструкции, что измерение завершено.

И ещё одно правило: не нужно опускать термометр в кипящую воду ради интереса. Кипяток может обжечь, а неподходящий прибор — повредиться или разбиться. Для обычного домашнего наблюдения достаточно воды комфортной тёплой температуры. Физический опыт должен быть не только любопытным, но и безопасным.

Если термометр показывает $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, это не означает, что частицы «двигаются со скоростью 25 градусов». Градусы — единица измерения температуры, а не скорости. Температура связана со средним движением частиц, но сама скорость измеряется другими единицами. Модель помогает увидеть связь, а не превращает одну величину в другую.

Главное, что стоит унести с собой

Теперь у тёплой кружки есть невидимая история. Чай, стенки кружки и окружающий воздух состоят из частиц. Частицы непрерывно движутся, хотя глаз их не различает. Ко-

гда тело нагревается, движение его частиц в среднем становится интенсивнее. Температура позволяет сравнивать, насколько нагреты тела, а термометр даёт более надёжный ответ, чем ладонь.

Но температура не рассказывает, сколько вещества находится в кружке. И ощущения кожи могут обманывать: одна и та же вода способна показаться одной руке тёплой, а другой прохладной. Поэтому физик не ограничивается словами «горячо» и «холодно». Он наблюдает, измеряет и проверяет.

В следующий раз, взяв в руки чашку, попробуй представить невидимые частицы внутри неё. Ты не увидишь их, но сможешь измерить температуру и объяснить, почему чай постепенно остывает, а кружка сначала нагревается. А следующий вопрос будет ещё глубже: если при нагревании меняется движение частиц, что происходит с энергией самого тела?

Внутренняя энергия: почему тела нагреваются и остывают

На столе лежит ложка, которую только что вынули из горячего чая. Сначала к ней не хочется прикоснуться, а через несколько минут она уже просто тёплая. Стол рядом тоже получил часть энергии ложки, но почему он не стал таким же горячим? И куда делось то, что мы называем теплом?

Кажется, будто тепло испарилось. Но энергия не умеет исчезать бесследно. Чтобы увидеть, куда она отправилась, придётся заглянуть туда, чего не видно невооружённым глазом: внутрь ложки, стола и даже воздуха вокруг них.

Что происходит внутри тела

Всё вокруг состоит из частиц — атомов и молекул. В твёрдом теле они не разлетаются, а колеблются около своих мест. В жидкости перемещаются и сталкиваются друг с другом. В газе движутся свободнее и могут занимать весь доступный объём.

Частицы непрерывно движутся, а ещё взаимодействуют: притягиваются и отталкиваются. Поэтому у тела есть энергия, связанная и с движением его частиц, и с их взаимодействием. Её называют **внутренней энергией**.

Проще говоря, внутреннюю энергию можно представить как общую энергию всех частиц тела: их движения и взаи-

модействия. Это не отдельное «топливо», спрятанное внутри, и не вещество, которое можно вычерпать из ложки. Это свойство самого тела, связанное с тем, как ведут себя его частицы.

Когда ложка горячая, её частицы в среднем движутся энергичнее, чем частицы стола. При соприкосновении частицы ложки взаимодействуют с частицами стола и передают им часть энергии. Соседние частицы стола начинают двигаться немного активнее. Затем энергия распространяется дальше — по столу, воздуху и другим предметам.

Ложка остывает не потому, что её частицы остановились. Они продолжают двигаться, просто в среднем уже не так энергично, как сразу после чая. Энергия ложки уменьшилась, зато энергия окружающих тел увеличилась.

Тепло — не содержимое ложки

В быту мы говорим: «В ложке осталось тепло» или «От батареи идёт тепло». Это удобные выражения, но в физике важно различать две вещи.

Внутренняя энергия — это энергия, которой обладает тело. **Теплопередача** — это передача энергии от одного тела к другому из-за разницы температур.

Горячая ложка не хранит внутри себя отдельную порцию «тепла». У неё есть внутренняя энергия, и часть этой энергии передаётся столу, воздуху и другим окружающим телам. Именно этот процесс в повседневной речи мы и называем «передачей тепла».

Если рядом соприкасаются тела с разной температурой, энергия в среднем переходит от более нагретого тела к менее нагретому. Поэтому горячая ложка остывает, а более холодные стол и воздух получают энергию. Обмен продолжается, пока температуры не выравниваются. При этом частицы не замирают: просто прекращается заметный общий поток энергии от одного тела к другому.

Вернёмся к столу. Он не становится таким же горячим, как ложка, потому что энергия не остаётся только на одном маленьком участке. Она постепенно распределяется по столу и воздуху, уходит к другим предметам. Кроме того, стол обычно намного массивнее ложки: чтобы заметно нагреть его целиком, нужна большая энергия. Рядом с ложкой температура стола может чуть-чуть измениться, но наши пальцы этого не заметят.

Если бы у нас был очень чувствительный термометр и мы измерили температуру точно в месте соприкосновения, изменение могло бы обнаружиться. Но ощущения и приборы — не одно и то же. Это важное правило физики: невидимое или незаметное ещё не означает, что его нет.

Температура и внутренняя энергия: рядом, но не одно и то же

В предыдущей главе мы говорили, что температура связана со средней энергией движения частиц. Теперь можно уточнить: температура помогает понять, насколько энергично в среднем движутся частицы, но сама по себе не сообща-

ет, сколько внутренней энергии у всего тела.

Представь две чашки с водой одинаковой температуры. В большой чашке воды больше, а значит, частиц тоже больше. Если чашки одинаковы по форме и вода в них находится в одинаковом состоянии, то у большой порции воды внутренняя энергия будет больше: частиц, движения которых нужно учитывать, намного больше.

Похожий пример — чашка горячего чая и большой бассейн прохладной воды. Чай горячее: его частицы в среднем движутся энергичнее. Но частиц в бассейне так много, что внутренняя энергия всей воды в бассейне может быть значительно больше.

Есть и другая причина, почему нельзя судить о внутренней энергии только по температуре: разные вещества устроены по-разному. Частицы в них различаются, по-разному взаимодействуют и по-разному запасают энергию. Поэтому два тела одинаковой массы и температуры не обязательно имеют одинаковую внутреннюю энергию.

Даже температура тела иногда не меняется, хотя его внутренняя энергия меняется. Например, когда лёд тает, он получает энергию, но некоторое время остаётся примерно при той же температуре. Энергия расходуется на изменение расположения частиц и их взаимодействия, а не только на увеличение скорости их движения.

Получается, температура и внутренняя энергия связаны, но отвечают на разные вопросы. Температура показывает,

насколько энергично движутся частицы в среднем. Внутренняя энергия относится ко всему телу и учитывает энергию движения и взаимодействия всех его частиц.

Два способа изменить внутреннюю энергию

Внутренняя энергия тела может увеличиваться или уменьшаться. Изменить её можно двумя основными способами:

1. Передать телу энергию теплопередачей.

2. Совершить работу над телом или позволить самому телу совершить работу.

Первый способ уже знаком нам по ложке. Если поставить кастрюлю с водой на плиту, энергия будет передаваться воде, и её внутренняя энергия увеличится. Если оставить горячий напиток в прохладной комнате, часть его энергии перейдёт окружающим телам, и внутренняя энергия напитка уменьшится.

Второй способ становится понятнее на примере трения. Энергично потри ладони друг о друга — они станут теплее. Твои руки не соприкасались с горячей батареей, и рядом никто не включал обогреватель. Но ты совершал работу: двигал руками, а сила трения мешала их движению. В результате часть энергии движения рук перешла во внутреннюю энергию кожи и ладони нагрелись.

Энергия при этом не возникла из ничего. Мышцы потратили энергию, полученную организмом из пищи. Движение рук постепенно превращалось во внутреннюю энергию ла-

донец и частично окружающего воздуха. Трение не создаёт энергию, а меняет способ её передачи и распределения.

Работу над телом можно совершать и по-другому: сжимать газ, перемешивать жидкость, сгибать или деформировать предмет. Например, при быстром сжатии воздуха в ручном насосе работа совершается над газом, и его внутренняя энергия может увеличиться. Поэтому насос иногда становится тёплым. В реальном насосе могут влиять и другие процессы, например трение, но главный принцип тот же: механическое действие способно изменить внутреннюю энергию.

Важно и обратное: тело может совершать работу и при этом терять внутреннюю энергию. Например, газ, расширяясь, способен толкать поршень. Энергия передаётся движущемуся поршню, и при некоторых условиях газ остывает. Для нашего первого знакомства достаточно запомнить: работа — это ещё один способ обмена энергией, не сводящийся к контакту с более горячим телом.

Схема для разбора: что изменилось и как

Когда замечаешь, что тело нагрелось или охладилось, задай три вопроса: **какое тело рассматриваем, как оно обменивалось энергией и что именно изменилось?**

Тело или действие

Обмен энергией

Что происходит с внутренней энергией

Горячая ложка остывает на столе

Теплопередача ложке, столу, воздуху и другим окружающим телам

Внутренняя энергия ложки уменьшается, окружающих тел — увеличивается

Вода нагревается на плите

Теплопередача от плиты воде

Внутренняя энергия воды увеличивается

Ладони растирают друг о друга

Совершается работа, действует трение

Внутренняя энергия ладоней увеличивается

Газ быстро сжимают в насосе

Совершается работа над газом

Внутренняя энергия газа может увеличиться

Тёплый предмет охлаждают в прохладной комнате

Теплопередача от предмета окружающим телам

Внутренняя энергия предмета уменьшается

Такая таблица помогает не путать **способ изменения энергии с результатом**. Тело может нагреться из-за теплопередачи, а может — из-за работы. И наоборот: его внутренняя энергия может уменьшиться, если энергия уходит в

окружающую среду или передаётся через совершение работы.

Небольшие наблюдения, которые можно провести

Понаблюдай за остыванием. Вместе со взрослым можно налить в кружку тёплую воду и время от времени измерять её температуру термометром. Не используй кипятилок и не трогай горячую посуду. Температура воды будет постепенно снижаться: энергия переходит к кружке и окружающему воздуху. Измерения покажут, что остывание — не мгновенное событие, а процесс.

Проверь действие трения. Несколько раз спокойно потри ладони и сравни их ощущения до и после. Трение и работа мышц изменили внутреннюю энергию кожи. Не нужно делать это изо всех сил: достаточно короткого наблюдения.

Задай вопрос о границе. Когда ложка остывает, внутренняя энергия именно ложки уменьшается. Если рассматривать ложку вместе со столом и воздухом, становится видно, куда перешла часть энергии. А если включить в картину ещё и стены комнаты, отопление и другие предметы, обнаружится, что обмен продолжается дальше. То, что кажется исчезновением, часто оказывается передачей энергии за пределы выбранного нами предмета.

Четыре действия — четыре разбора

Попробуем применить новый способ рассуждать к простым глаголам.

Нагреть воду. Внутренняя энергия воды увеличивается.

Если кастрюля стоит на плите, энергия передаётся воде теплопередачей. При этом температура воды обычно растёт, но при некоторых изменениях состояния она может временно не меняться.

Охладить ложку. Внутренняя энергия ложки уменьшается. Если ложка горячее окружающих тел, энергия передаётся им. Она не пропадает, а распределяется среди стола, воздуха и других предметов.

Растереть ладони. Внутренняя энергия кожи увеличивается. Здесь важно не только то, насколько тёплый воздух рядом, а то, что мы совершили работу и возникло трение.

Сжать газ. Над газом совершается работа. При быстром сжатии часть этой энергии увеличивает внутреннюю энергию газа, поэтому его температура может вырасти. В ручном насосе это иногда можно заметить по нагреванию корпуса. Работать с насосом нужно обычным безопасным способом, не разбирая его и не направляя выходное отверстие на людей.

Теперь можно вернуться к ложке. Она остывает не потому, что тепло куда-то исчезло. Её внутренняя энергия уменьшается: часть передаётся столу, часть воздуху и другим телам. А температура самой ложки падает потому, что её частицы в среднем движутся менее энергично. Если же потереть ладони или сжать газ, внутренняя энергия может увеличиться уже не из-за горячего предмета рядом, а вследствие совершённой работы.

Запомни главное различие: температура говорит о среднем движении частиц, а внутренняя энергия учитывает движение и взаимодействие всех частиц тела. Изменить её можно теплопередачей или совершением работы. Энергия не исчезает бесследно: она передаётся, распределяется или переходит из одного вида в другой. А теперь разберёмся, какими именно путями тепло переходит от одного тела к другому.

Как передаётся тепло: теплопроводность, конвекция и излучение

Утром Артём торопился в школу и схватился за металлическую дверную ручку. Она показалась ледяной. Рядом лежала деревянная разделочная доска — та же самая, что и вчера, но на ощупь она была почти тёплой. Артём посмотрел на термометр: в комнате около двадцати градусов. Неужели металл ночью успел охладиться сильнее дерева?

Чтобы проверить догадку, он оставил в комнате на несколько часов металлическую ложку и деревянную линейку, а потом снова измерил их температуру. Прибор показал почти одно и то же. Значит, дело было не в том, что металл холоднее. Дело было в том, **как быстро тепло переходило от руки к предмету.**

Вскоре Артём увидел, как над батареей поднимается тёплый воздух, а солнечный свет ложится на подоконник и нагревает его. За одно утро он встретил три разных дороги, по которым передаётся тепловая энергия.

Тепло — не вещество

Мы часто говорим: «тепло пошло от батареи» или «солнце передало тепло». Это удобные выражения, но тепло — не невидимая жидкость, которая переливается из одного пред-

мета в другой. Так называют передачу энергии, связанную с разностью температур.

Если соприкасаются более тёплое и более холодное тела, энергия обычно переходит от тёплого к холодному. Передача продолжается, пока температуры не выровняются или пока что-нибудь не помешает этому процессу.

А вот **способов передачи** несколько. Чтобы распознать их, задавай два вопроса:

1. Передаётся ли энергия через соприкасающиеся части вещества?

2. Перемещается ли само вещество целиком?

И есть ещё один важный вопрос: может ли энергия добраться до тела, даже если между ними нет непосредственного контакта?

Сцена первая. Металл и дерево: передача через соприкосновение

Кожа Артёма была теплее и ручки, и доски. Когда он касался предметов, энергия переходила от руки к ним. Но металлическая ручка уносила эту энергию быстрее: металл хорошо проводит тепло. Дерево проводит его гораздо хуже, поэтому поверхность дерева не так быстро забирала энергию у пальцев.

Именно поэтому металлический предмет комнатной температуры часто кажется холоднее деревянного, хотя их температура одинакова. Ощущение руки зависит не только от температуры предмета, но и от того, насколько быстро энер-

гия уходит из кожи. Если бы металлическая ручка была горячее руки, она, наоборот, передавала бы энергию коже быстрее и ощущалась бы более горячей, чем деревянный предмет той же температуры.

Передача энергии внутри вещества или между соприкасающимися телами без перемещения всего вещества называется **теплопроводностью**.

Представь, что один конец металлической ложки погружён в горячий чай, а другой остаётся снаружи. Со временем наружный конец тоже нагревается. Частицы вещества около чая получают энергию и передают её соседним частицам. Они не бегут по ложке всей толпой, как пассажиры автобуса, — колеблются и взаимодействуют друг с другом. В металлах передачу энергии дополнительно помогают свободные электроны, способные перемещаться внутри металла.

У дерева, ткани, пенопласта и многих пластмасс теплопроводность низкая. Поэтому их используют для ручек кастрюль, прихваток, утеплителей. Воздух тоже плохо проводит тепло, если он заключён в маленьких неподвижных промежутках. Вот почему рыхлая шерсть, пух и пеноматериалы хорошо сохраняют тепло: внутри них много воздушных полостей.

Но «плохо проводит» не значит «вообще не передаёт». Через дерево тепло тоже может пройти, просто медленнее. И металлическая ложка не создаёт холод: она лишь быстро отводит энергию от руки.

Проверка для первой дороги: если энергия переходит от одной части тела к другой, а вещество в целом не перетекает, перед нами теплопроводность.

Сцена вторая. Батарея: тёплый воздух отправляется в путь

После уроков Артём вернулся домой и заметил, что возле батареи воздух нагрет сильнее, чем в дальнем углу комнаты. Над батареей поднималась лёгкая занавеска. Воздух не просто нагрелся на месте — он двигался.

Воздух около батареи получает энергию, нагревается и расширяется. При этом его плотность обычно уменьшается: в таком же объёме оказывается меньше вещества. Более лёгкий тёплый воздух поднимается, а его место занимает более холодный воздух. Тот тоже нагревается, поднимается, и движение продолжается. Так в комнате возникают потоки воздуха.

Передача энергии потоками жидкости или газа называется **конвекцией**. Жидкости и газы вместе называют текучими средами, или флюидами: они могут перемещаться и менять форму. В твёрдом теле конвекции нет, потому что твёрдое тело не течёт целиком. Частицы в нём, конечно, движутся и колеблются, но это не поток всего вещества.

То же самое происходит с водой в кастрюле, если её нагревать снизу. Вода у дна нагревается и поднимается, а более прохладная вода опускается на её место. Постепенно перемешиваются всё новые порции воды. Не случайно радиа-

торы отопления часто размещают у пола: нагретый воздух поднимается, а более прохладный опускается, создавая циркуляцию по комнате.

Однако батарея передаёт энергию не только конвекцией. Металл батареи нагревает непосредственно соприкасающийся с ним воздух — здесь участвует теплопроводность. Кроме того, поверхность батареи излучает энергию. В быту разные способы передачи тепла часто работают одновременно; мы называем процесс по тому способу, который особенно важен в данной ситуации.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.