

# Энергетический обмен в природе и технике



Как энергия переходит между телами,  
меня природу и технику?

# Как энергия переходит в природе и технике

Энергия постоянно переходит между телами: через тепло, работу и излучение. Разберём, как эти процессы связаны с внутренней энергией, температурой, фазовыми переходами и эффективностью устройств.



# Система, среда и направление потока энергии

01

## Что считается системой

Системой называют выбранное тело или часть пространства, которую мы изучаем. Всё, что находится вне её границ, относится к окружающей среде и тоже может участвовать в обмене энергией.

02

## Граница обмена

Энергия может поступать в систему или покидать её. Поэтому важно заранее определить границу между системой и средой, иначе невозможно корректно объяснить происходящие изменения.

03

## Знаки в уравнениях

В термодинамике направление теплового и механического обмена фиксируют знаками  $Q$  и  $A$ . Они помогают не перепутать, где энергия получена, а где отдана системой.

04

## Наблюдение вокруг нас

Попробуйте вспомнить домашние примеры: где энергия уходит наружу, а где, наоборот, поступает внутрь? Такой анализ делает процессы заметными в повседневной жизни.

# Тепло как способ передачи энергии



## Направление передачи

Тепло возникает при разности температур и всегда передаётся от более тёплого тела к более холодному. Этот процесс продолжается, пока температуры не станут ближе друг к другу.

## Тепло — это процесс

Тепло — это не вещество и не запас энергии в теле, а именно способ её передачи. Поэтому выражение «отдать тепло» означает изменить состояние системы, а не потерять материю.

## Примеры из жизни

В быту это видно каждый день: горячая кружка постепенно остывает, лёд тает в тёплой среде, а батарея передаёт энергию воздуху в комнате.

## Что нужно различать

Чтобы процесс был понятным, важно различать нагревание предмета и саму передачу энергии. Одно связано с изменением температуры, другое — с движением энергии между телами.

# Теплопроводность в твёрдых телах

## Микромеханизм

В твёрдых телах энергия передаётся через столкновения и колебания частиц, находящихся в тесном контакте. Чем плотнее связь между частицами, тем легче распространяется нагрев.

## Почему металлы лучше

Металлы проводят тепло особенно хорошо, потому что в них энергия быстро передаётся по структуре вещества. Дерево, пластик и воздух делают это значительно медленнее.

## Бытовой пример

Если опустить металлическую ложку в горячий чай, она нагреется почти по всей длине. Это происходит именно из-за высокой теплопроводности материала и прямого контакта с горячей средой.



# Конвекция: перенос тепла потоками



## Почему возникает движение

Конвекция возникает в жидкостях и газах, когда нагретые участки становятся менее плотными и поднимаются вверх. Их место занимают более холодные и плотные слои вещества.

## Где это видно

Такой перенос энергии заметен в кипящей воде, в тёплом воздухе над батареей и в морских бризах. Во всех случаях энергия переносится вместе с движущейся средой.

## Круговое течение

Мини-схема помогает увидеть круговой поток: тёплые массы поднимаются, охлаждаются, опускаются и снова нагреваются. Именно поэтому конвекция часто создаёт устойчивые потоки в природе и технике.

# Излучение и роль поверхности

## Без посредника

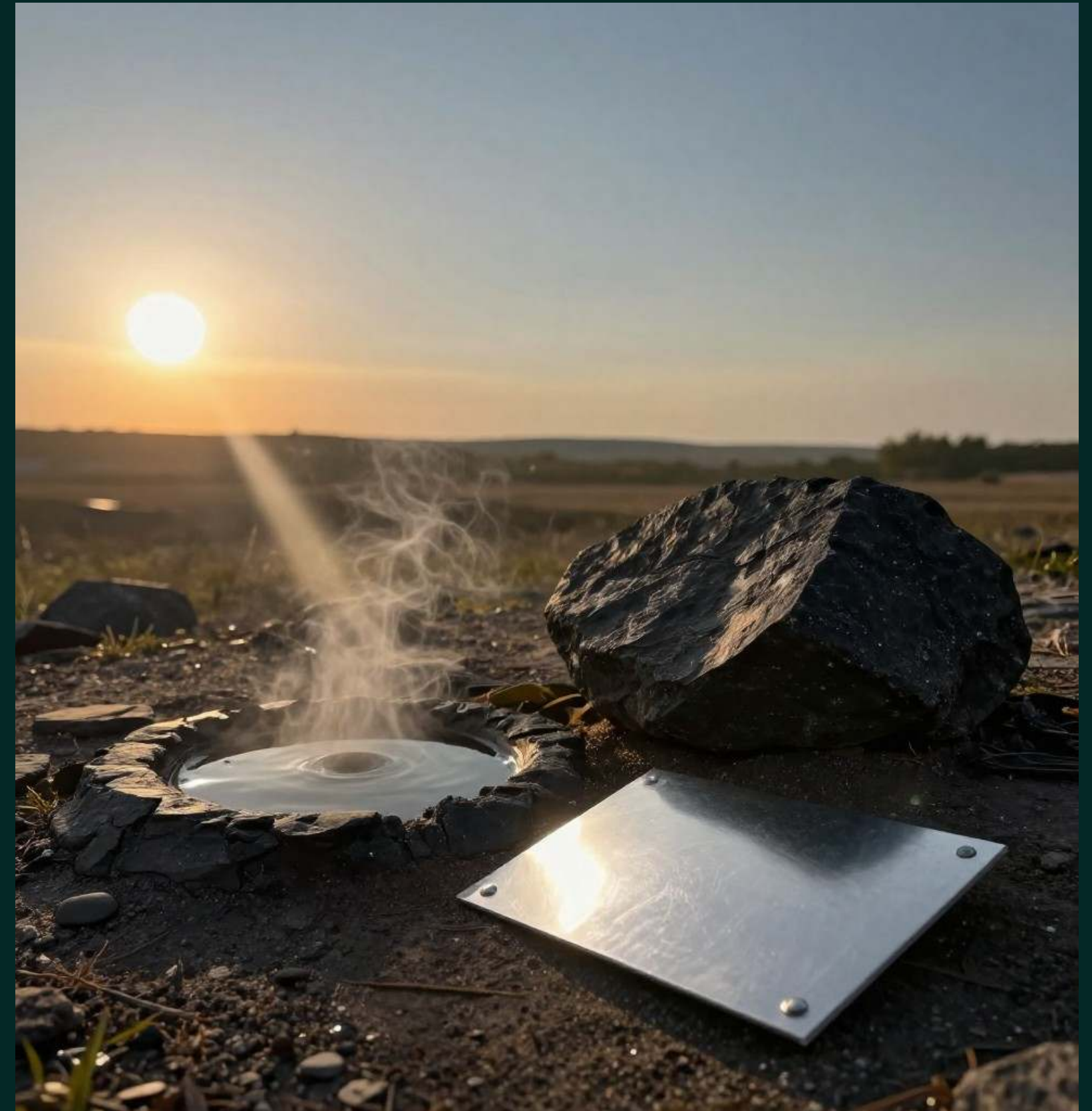
Излучение переносит энергию электромагнитными волнами и не требует среды. Поэтому Солнце может нагревать Землю даже через почти пустое пространство.

## Примеры вокруг нас

У костра или у горячей плиты человек чувствует нагрев на расстоянии именно из-за излучения. Этот механизм действует наряду с другими и особенно заметен там, где нет плотного контакта.

## Роль поверхности

Поверхность тела влияет на то, как оно поглощает и испускает энергию. Тёмные матовые поверхности делают это лучше, а светлые блестящие — сильнее отражают падающее излучение.



# Какие механизмы работают вместе



## Конвекция

В чайнике вода прогревается за счёт движения потоков: тёплые слои поднимаются, а холодные опускаются. Поэтому конвекция обеспечивает быстрое перемешивание и равномерный нагрев жидкости.



## Теплопроводность

Стеклянные, металлические и другие твёрдые части чайника проводят энергию от нагревателя к воде через непосредственный контакт частиц. Так проявляется теплопроводность внутри корпуса и стенок.



## Излучение

Даже когда нагрев идёт активно, часть энергии уходит в окружающее пространство в виде излучения. Этот канал особенно важен при больших температурах и в хорошо нагретых поверхностях.

# Работа как обмен энергией

## 01 | Смысл работы

В термодинамике работа — это передача энергии, связанная с действием силы и перемещением тела. Именно поэтому подъём груза, работа насоса и движение поршня считаются примерами механического обмена.

## 02 | Газ и объём

Если газ расширяется, он совершает работу над окружающей средой. При сжатии, наоборот, работа совершается над газом, и это отражается на его внутреннем состоянии.

## 03 | Связь с внутренней энергией

Работа может изменить внутреннюю энергию системы. Поэтому в реальных процессах важно учитывать не только нагревание, но и механическое воздействие на тело.



# 1

первый закон термодинамики  
описывает сохранение энергии  
в замкнутой системе.

Этот закон показывает, что  
при нагревании  
и совершении работы  
энергия лишь  
перераспределяется.

Первый закон термодинамики

# 2

слагаемого связывают  
изменение внутренней энергии  
с теплом и работой.

В записи первого закона  
термодинамики два  
слагаемых отражают,  
откуда приходит энергия  
и куда она уходит.

Первый закон термодинамики (школьная  
формулировка)

# 2

части образуют внутреннюю  
энергию тела.

Внутренняя энергия  
складывается из двух  
частей: движения частиц  
и их взаимодействия; обе  
важны для понимания  
состояния вещества.

Основы молекулярно-кинетической теории  
и термодинамики

1

и тот же нагрев даёт разный  
запас внутренней энергии телам  
разной массы.

Для одинаковой  
температуры более  
массивное тело содержит  
больше внутренней  
энергии, потому что частиц  
в нём значительно больше.

Зависимость внутренней энергии от массы тела,  
школьный курс физики

# Плавление и кипение без роста температуры



## Постоянная температура

При плавлении и кипении подводимая энергия расходуется не на повышение температуры, а на изменение структуры вещества. Поэтому кривая нагревания идёт с «плато», где температура почти не меняется.

## Энергия перехода

Переход в новое состояние требует ослабления связей между частицами. Для этого нужна энергия, даже если термометр показывает одно и то же значение в течение процесса.

## Бытовые примеры

Плавление и кипение легко увидеть в быту: лёд тает в стакане, а вода долго кипит при стабильной температуре. Это удобные примеры скрытого расхода энергии.

# Нагревание, охлаждение и теплоёмкость

Таблица показывает, как формула  $Q = c m \Delta t$  связывает количество теплоты с массой, теплоёмкостью и изменением температуры.

Чем больше теплоёмкость и масса, тем больше энергии требуется для одинакового нагрева; знак  $\Delta t$  показывает нагревание или охлаждение.

| Величина   | Смысл          | Единицы    |
|------------|----------------|------------|
| $Q$        | кол-во теплоты | Дж         |
| $c$        | теплоёмкость   | Дж/(кг·°C) |
| $\Delta t$ | изменение $t$  | °C         |

Формула количества теплоты в школьном курсе физики

# Почему вода медленно меняет температуру



Справочные значения удельной теплоёмкости: вода 4200 Дж/(кг·°C), алюминий 900 Дж/(кг·°C), железо 460 Дж/(кг·°C)

- На графике сравниваются удельные теплоёмкости веществ. У воды они значительно выше, чем у типичных металлов, поэтому она медленнее меняет температуру.
- Высокая теплоёмкость воды делает её естественным «буфером» температуры: моря и океаны сглаживают суточные и сезонные колебания.

# Полезная энергия, потери и КПД

01

## Полезный результат

Сначала определяют полезный результат: именно он нужен устройству или процессу. Без этого невозможно отличить главное действие энергии от побочных эффектов.

03

## Сравнение долей

Далее сравнивают полезную и затраченную энергию по формуле КПД. Чем меньше бесполезные потери, тем ближе устройство к идеалу.

02

## Все затраты

Затем учитывают все затраты энергии, поступившей в систему. Это важно, потому что одна и та же полезная работа может достигаться при разных потерях.

04

## Источники потерь

Наконец, анализируют, куда уходят потери: в нагрев, трение или излучение. Такой разбор помогает улучшать приборы и экономить ресурсы.

# КПД в реальных устройствах



Оценочные значения для учебного сравнения; КПД зависит от конструкции и условий работы

- Три примера показывают разную степень преобразования энергии: бытовой прибор, двигатель и теплоизолирующая система работают с разными потерями.
- Чем меньше потери на нагрев и излучение, тем выше эффективность; поэтому утепление и изоляция так важны в технике.

# Практические примеры обмена энергии

## Электрочайник

Электрочайник получает энергию из сети, а нагреватель передаёт её воде главным образом через теплопроводность и последующую конвекцию внутри объёма.

## Термос

Термос уменьшает теплообмен сразу несколькими способами: вакуум ослабляет проводимость и конвекцию, а отражающие стенки снижают потери излучением.

## Батарея отопления

Батарея нагревает воздух около себя, и тёплые слои поднимаются вверх. Одновременно поверхность батареи испускает тепловое излучение в комнату.

## Солнце

Солнце передаёт энергию без материальной среды: его излучение проходит через пространство и нагревает почву, воду и предметы на поверхности Земли.



# Энергия в действии: от причины к результату

Энергетический обмен становится понятнее, когда мы различаем тепло, работу и излучение, а затем связываем их с изменением внутренней энергии и неизбежными потерями.