

Валерия Сирота



Как передать энергию из одного места в другое, от одного тела – другому? Люди придумали передавать энергию механического движения посредством зубчатой передачи, как в механических часах – от колёсика к колёсику. Или энергию электрического тока – по проводам. А как передать тепловую энергию? Как нагретому телу поделиться с другими своим теплом? У природы на это целых три ответа, обсудим их.

Сначала поймём, почему закипает вода в кастрюле на плите. Это ясно: очень горячая конфорка передаёт тепло, то есть энергию, днищу кастрюли, а оно – воде.

А как это – «передаёт энергию»? Вообще энергия – это способность тела, её имеющего, совершить работу. Например, яблоко, висящее на дереве, имеет потенциальную энергию – оно может упасть кому-то на голову и сделать шишку. Быстро движущийся предмет может сломать или сдвинуть с места препятствие. У него есть энергия движения – кинетическая энергия.

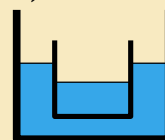
А что такое тепловая энергия? Посмотрев в очень очень сильный микроскоп, мы увидим, что все молекулы в воде движутся – хаотически, ударяясь друг о друга и меняя направление. Их кинетическая энергия и есть тепловая энергия. Чем выше температура, тем быстрее движутся молекулы и тем больше тепловая энергия.

В равновесии у всех молекул энергия примерно одинакова. Если же рядом лежат, соприкасаясь, горячее тело и холодное, «быстрые» молекулы горячего тела толкают ближайшие «медленные» молекулы холодного, разгоняют их – передают им свою энергию. Те передают энергию дальше... И холодное тело постепенно нагревается. Это и есть **теплопроводность**.

Для такого способа передачи тепла нужна разница температур; ведь теплопроводность просто «старается» выровнять температуры.

Теперь мы готовы решить задачу о водяной бане.

Задача. В кастрюле с водой, стоящей на плите, плавает (или закреплена, но не касается дна) маленькая кастрюлька, тоже с водой. Вода в большой кастрюле кипит. А в маленькой – проверьте вместе со взрослыми! – нет. Даже если накрыть крышкой и долго



ждать. Почему она не закипает? Когда же закипит наконец, что для этого должно произойти? А что изменилось, если маленькая кастрюля – воображаемая?

Вода в большой кастрюле нагревается до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ за счёт энергии от плиты. Энергия поступает и дальше, но температура воды не растёт, пока вся вода не испарится: энергия тратится на образование пара, «отрыв» молекул от остальной воды. Чем сильнее греет плита, тем быстрее испаряется и активнее кипит вода.

А что происходит в маленькой кастрюле? Энергия к ней передаётся от воды в большой кастрюле через стенки, посредством теплопроводности. Пока вода в большой кастрюле горячее, чем в маленькой, она нагревает её стенки, которые, в свою очередь, нагревают воду в маленькой кастрюле. Но когда температура там достигает $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, передача энергии прекращается: всё и так в равновесии. А на закипание, на отрыв испаряющихся молекул тоже нужна энергия. Вот вода в маленькой кастрюле и не может закипеть.

Как же заставить её закипеть? Честно говоря, практически никак. Если маленькая кастрюля плавает, надо дождаться, когда вода выкипит настолько, что маленькая кастрюля опустится на дно. Тогда тепло начнёт поступать к ней прямо от плиты, и есть шанс закипеть. Конечно, большую кастрюлю мы при этом безвозвратно испортим – «перекалим». Если же маленькая кастрюлька закреплена, вода в ней никогда не закипит. Но вот если бы большая кастрюля была не кастрюля, а автоклав, то есть плотно, без щелей закрывалась, да ещё имела бы клапан, чтобы стравливать пар при давлении больше некоторого заранее определённого, – тогда можно было бы дождаться, пока в этом автоклаве выкипит *вся* вода; после этого пар стал бы нагреваться дальше, его температура поднялась бы выше температуры кипения, тепло снова стало бы переходить от него к маленькой кастрюле, и она бы вмиг закипела!

Что изменится, если убрать стенки кастрюли? Почему внутри «воображаемой кастрюли» вода спокойно кипит? Ведь она, как и вода вокруг неё, имеет температуру 100° , и передачи энергии теплопроводностью не может быть? Её и нет, но есть другой механизм теплопередачи – **конвекция**. Вода, как и почти всё, расширяется с ростом температуры. (Исключение –





Художник Мария Усеинова

вода при низких температурах, от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Там, наоборот, с ростом температуры плотность воды растёт.) Нагрев воды плитой происходит неравномерно. Нагреваясь, «кусок» воды расширяется и становится легче своих соседей, то есть менее плотным. По закону Архимеда, он «всплывает», а более холодные «куски» воды опускаются вниз. Это и есть конвекция. «Кусок» – это не отдельные молекулы, а хорошо заметные глазу объёмы воды; они образуют струйки, текущие в нагреваемой жидкости вверх (более горячие) и вниз (более холодные). В отличие от теплопроводности, конвекцию можно видеть глазом, особенно если подкрасить воду маленьким количеством марганцовки или краски. Именно эти струи перемешивают всю воду в кастрюле, передают энергию от плиты, от дна кастрюли во все её участки. И чем горячее вода, тем интенсивнее конвекция: а когда вода начинает закипать, поднимающиеся в ней пузыри ещё сильнее её перемешивают. Так что можно и так сказать про отсутствие кипения в настоящей маленькой кастрюле: её стенки уничтожают конвекцию, а вместе с ней – доставку энергии к заключённой в них части воды.

Вот решение и кончилось. Но не кончились способы теплопередачи! Есть ещё способ, которым пользуется, например, Солнце. Действительно, как передать тепло, если между «источником» и «приёмником» энергии вообще нет вещества и они не соприкасаются? Третий способ – **излучение**. Солнце излучает свет, то есть испускает световые частицы – фотоны; они тоже содержат понемножку энергии. Те из них, что летят в сторону Земли, попадают к нам в глаз, на наши руки-ноги, на траву и дома – и исчезают, отдав свою энергию. Поэтому загорать на солнышке тепло, даже когда вокруг холодный воздух: мы ловим солнечные фотоны, и они нас греют. Так же передаётся к нам тепло и от костра. Замечали? – воздух-то холодный вокруг: теплопроводность у него плохая, конвекции вбок нет, и фотоны его почти не греют. А лицу и рукам даже горячо.

Вода же в котелке над костром нагревается в основном конвекцией: горячий воздух от костра поднимается вверх. А земля под костром прогревается за счёт теплопроводности... Так что в одном и том же явлении могут участвовать все три типа передачи тепла.