Чтобы вещество перешло из твердого состояния в жидкое (плавление или таяние), из жидкого в газообразное (кипение или испарение) или из твердого в газообразное (возгонка или сублимация), требуется поступление энергии извне. При обратных процессах (таких, как конденсация или кристаллизация) вещество, напротив, отдает энергию.

В обычных условиях любое вещество пребывает в одном из трех состояний — твердом, жидком или газообразном (*см.* Агрегатные состояния вещества). Каждому из этих условий соответствует своя структура связей между молекулами и/или атомами, характеризующаяся определенной энергией связи между ними. Для изменения этой структуры нужен либо приток тепловой энергии извне (например, при плавлении твердого вещества), либо отток энергии вовне (например, при кристаллизации).

Взяв, для начала, твердое вещество, мы понимаем умозрительно, что в нем молекулы/атомы связаны в некую жесткую кристаллическую или аморфную структуру, — при незначительном нагреве они лишь начинают «трястись» вокруг своей фиксированной позиции (чем выше температура, тем больше амплитуда колебаний). При дальнейшем нагревании вещества молекулы расшатываются всё сильнее, пока, наконец, не срываются с «насиженного» места и не отправляются в «свободное плавание». Это и есть *плавление* или *таяние* твердого вещества в жидкость. Поступление же энергии, необходимой для таяния вещества, называют *теплотой плавления.*

График изменения температуры твердого вещества при переходе им точки плавления сам по себе весьма интересен. До точки плавления по мере нагревания атомы/молекулы раскачиваются вокруг своего фиксированного положения всё сильнее, и поступление каждой дополнительной порции тепловой энергии приводит к повышению температуры твердого тела. Однако по достижении твердым веществом температуры плавления, оно на какое-то время так и остается при этой температуре, несмотря на продолжающийся приток тепла, пока в нем не накопится достаточное количество тепловой энергии для разрыва жестких межмолекулярных связей. То есть, в процессе *фазового перехода* вещества из твердого состояния в жидкое энергия поглощается им без повышения температуры, поскольку вся она уходит на разрыв межмолекулярных связей. Вот почему кубик льда в коктейле даже в самую жару остается ледяным по температуре, пока не растает весь. При этом, тая, кубик льда отбирает тепло у окружающего его коктейля (и тем самым охлаждает его до приятной температуры), а сам набирается энергии, которая требуется ему для разрыва межмолекулярных связей и окончательного саморазрушения.

Количество теплоты, необходимое для плавления или испарения единицы объема

твердого вещества или жидкости, называется, соответственно, *скрытой теплотой плавления* или *скрытой теплотой испарения.*
И величины здесь фигурируют порой немалые. Например, для нагревания 1 кг воды от 0°С до 100°С требуется «всего» 420 000 джоулей (Дж) тепловой энергии, а для того, чтобы обратить этот килограмм воды в 1 кг пара с температурой, равной тем же 100°С, — целых 2 260 000 Дж энергии.

После того, как твердая масса полностью превратилась в жидкость, дальнейшее поступление тепла повлечет вновь за собой повышение температуры вещества. В жидком состоянии молекулы вещества по-прежнему находятся в близком контакте, но жесткие межмолекулярные связи между ними разорваны, и силы взаимодействия, удерживающие молекулы вместе, на несколько порядков слабее, чем в твердом теле, поэтому молекулы начинают достаточно свободно перемещаться друг относительно друга. Дальнейшее поступление тепловой энергии доводит жидкость до фазы *кипения*, и начинается активное
испарение
или
парообразование.

И, опять же, как было описано в случае таяния или плавления, на какое-то время вся дополнительно поступающая энергия уходит на разрыв жидкостных связей между молекулами и высвобождение их в газообразное состояние (при неизменной температуре кипения). Энергия, затрачиваемая на разрыв этих, казалось бы, некрепких связей, — т. н. *скрытая теплота парообразования* — также требуется немалая (см. пример выше).

Все те же процессы при оттоке энергии (остужении) вещества происходят в обратном порядке. Сначала газ остывает с понижением температуры, и так происходит, пока он не достигнет *точки конденсации* — температуры, при которой начинается *сжижение,* — и она в точности равна температуре испарения (кипения) соответствующей жидкости. При конденсации, по мере того, как силы взаимного притяжения между молекулами начинают брать верх над энергией теплового движения, газ начинает превращаться в жидкость — «конденсироваться». При этом выделяется так называемая удельная *теплота конденсации* —
она в точности равна скрытой удельной теплоте испарения, о которой уже говорилось. То есть, сколько энергии вы потратили на испарение определенной массы жидкости, ровно столько энергии пар и отдаст в виде тепла при конденсации обратно в жидкость.

То, что количество теплоты, выделяемое при конденсации, весьма высоко, — факт легко проверяемый: достаточно поднести ладонь к носику кипящего чайника. Помимо жара от пара, как такового, ваша кожа пострадает еще и от теплоты, выделившейся в результате его конденсации в жидкую воду.

При дальнейшем остывании жидкости до *точки замерзания* (температура которой равна *точке таяния*
), еще раз начнется процесс отдачи тепловой энергии вовне без понижения температуры самого вещества. Этот процесс называется
кристаллизацией
, и при нем выделяется ровно столько же тепловой энергии, сколько отбирается из окружающей среды при плавлении (переходе вещества из твердой фазы в жидкую).

Есть и еще один тип фазового перехода — из твердого состояния вещества непосредственно в газообразное (минуя жидкость). Такое фазовое превращение называется *возгонкой*, или *сублимацией*. Самый бытовой пример: вывешенное сушиться на мороз сырое белье. Вода в нем сначала кристаллизуется в лед, а затем — под воздействием прямых солнечных лучей — микроскопические кристаллики льда попросту испаряются, минуя жидкую фазу. Другой пример: на рок-концертах «сухой лед» (замороженная двуокись углерода CO_2) используется для устройства дымовой завесы — она испаряется прямо в воздух, окутывая выступающих музыкантов и также минуя жидкую фазу. Соответственно, на преобразование твердого вещества непосредственно в газ затрачивается
энергия сублимации.