

**Презентация на тему:**  
**“Абсолютный нуль температуры”**  
**Перспективы и применение**  
**абсолютного нуля**



# Термин абсолютного нуля

Начнём с понятия самой температуры. С точки зрения физики, если опустить некоторые тонкости, температурой измеряется количество внутренней кинетической энергии тела. Чем выше скорость хаотичного движения частиц, образующих вещество, тем выше и температура тела. Скорость понижается, и температура понижается, и вот в конечном счёте частицы в теле полностью останавливаются. В этом случае температура тела достигает своего минимума и ниже опуститься уже не может. Это и есть “абсолютный нуль” - минимальный предел температуры, которую может иметь физическое тело во Вселенной.  $-273,15$  градусов по Цельсию или же  $0$  по шкале Кельвина. В рамках классической механики достичь абсолютного нуля невозможно.



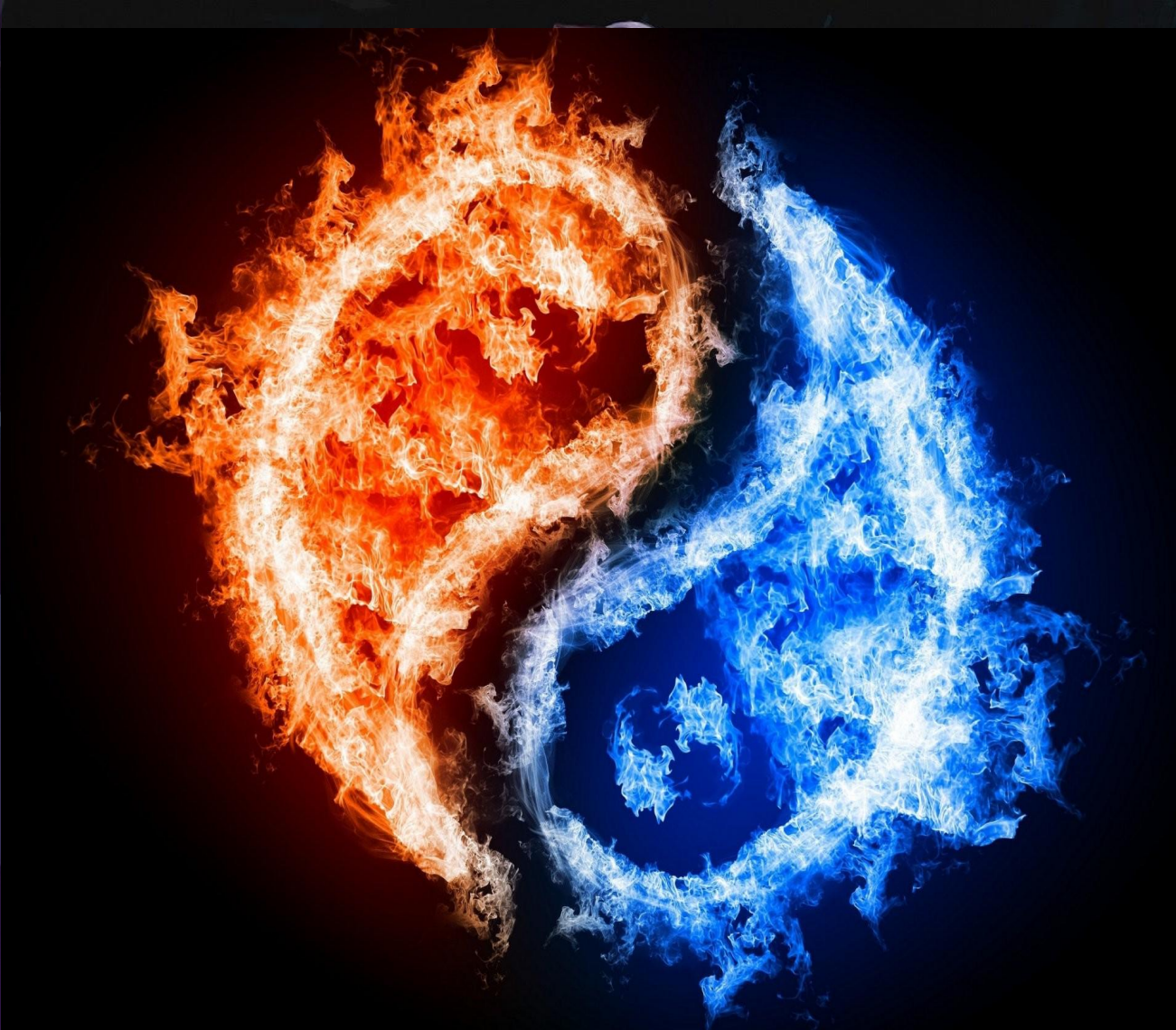


# Нюансы

Что будет, если попытаться охладить тело до абсолютного нуля? Охлаждение - это отдача энергии. Мы должны заставить охлаждаемое вещество отдавать свою энергию, но в процессе этой отдачи теплоёмкость вещества так же уменьшается и достигает минимального значения, при котором вещество уже не может свою энергию отдать.

Представим это попроще. Охлаждение - это всегда теплообмен. Горячее вещество отдаёт свою температуру, холодное - принимает. Принимает до тех пор, пока не наступит равновесное состояние (термодинамическое равновесие). То есть, для того, чтобы охладить вещество до абсолютного нуля температуры, нужно, чтобы это вещество отдало своё тепло более холодному... Но не существует более холодного тела, чем с температурой абсолютного нуля, именно поэтому этот предел никогда не

достигим





# История открытия

Первым свою температурную шкалу предложил в 1714 году немецкий физик Г. Фаренгейт. При этом за абсолютный нуль, то есть за самую низкую точку этой шкалы, была принята температура смеси, которая включала в себя снег и нашатырь. Следующим важным показателем стала нормальная температура тела человека, которая стала равняться 1000. Соответственно, каждое деление данной шкалы получило название “градус Фаренгейта”, а сама шкала – “шкалы Фаренгейта”. Спустя 30 лет шведский астроном А. Цельсий предложил свою температурную шкалу, где основными точками стали температура таяния льда и точка кипения воды. Эта шкала получила название “шкалы Цельсия”, она до сих пор популярна в большинстве стран мира, в том числе и в России. В 1802 году, французский учёный Ж. Гей-Люссак обнаружил, что объем массы газа при постоянном давлении находится в прямой зависимости от температуры. Из этого закона следовал напрашивающийся вывод: температура, равная  $-273^{\circ}\text{C}$ , является наименьшей температурой, даже подойдя к которой вплотную, достичь её невозможно. Именно эта температура получила название “абсолютный нуль температуры”.

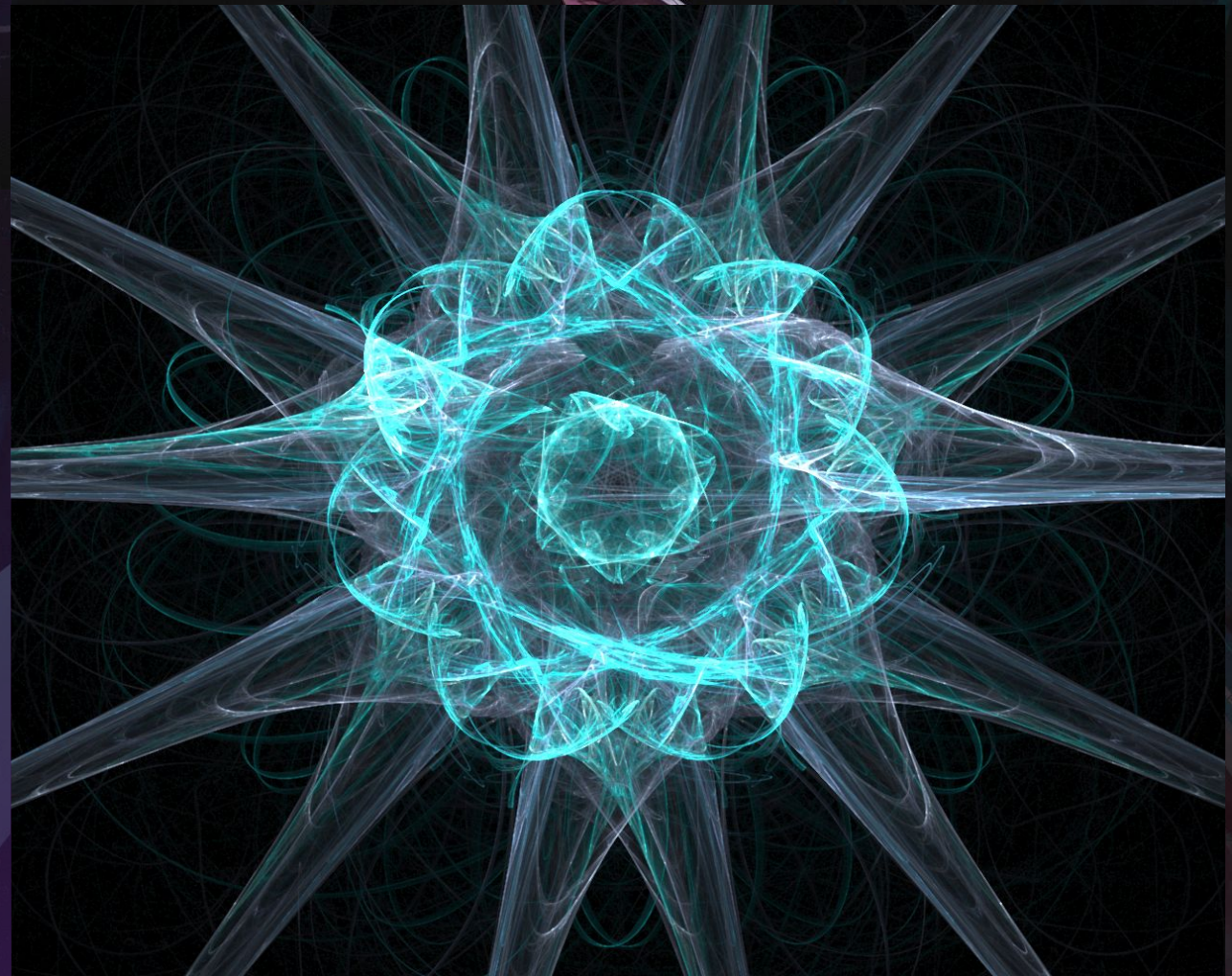




# Получение

Начиная с 1848 года, физики неоднократно предпринимали попытки погрузить тела в состояние абсолютного нуля. И вот уже в 1908 году голландский учёный Хейке Камерлинг-Оннес ценою огромных усилий и временных затрат получил температуру всего на  $4,2^{\circ}$  выше абсолютного нуля.

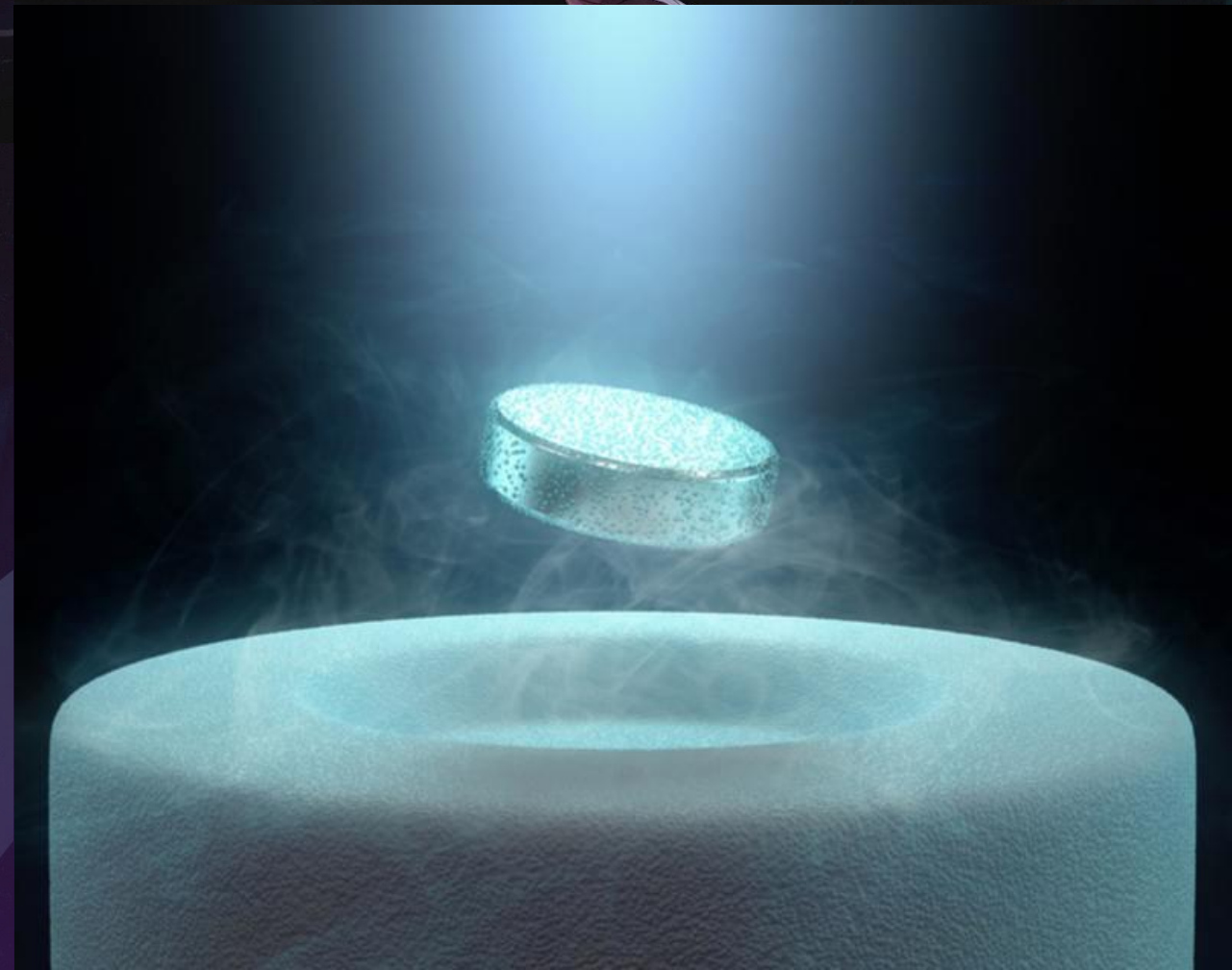
Ближе всех стало достижение учёных Йельского университета, которое в 2014 году добилась показателя в  $0,0025$  Кельвинов. Чтобы максимально приблизиться к температурному минимуму учёным пришлось разработать специальную технологию. Суть технологии, получившей название «магнитно-оптический захват» (magneto-optical trapping), заключается в одновременном параллельном охлаждении отдельных атомов вещества и их удерживании на месте при помощи генерируемого магнитного поля и сверхточных лазеров. Полученное соединение монофторид стронция ( $\text{SrF}$ ) существовало всего лишь  $2,5$  секунды. И в итоге все равно распалось на атомы.





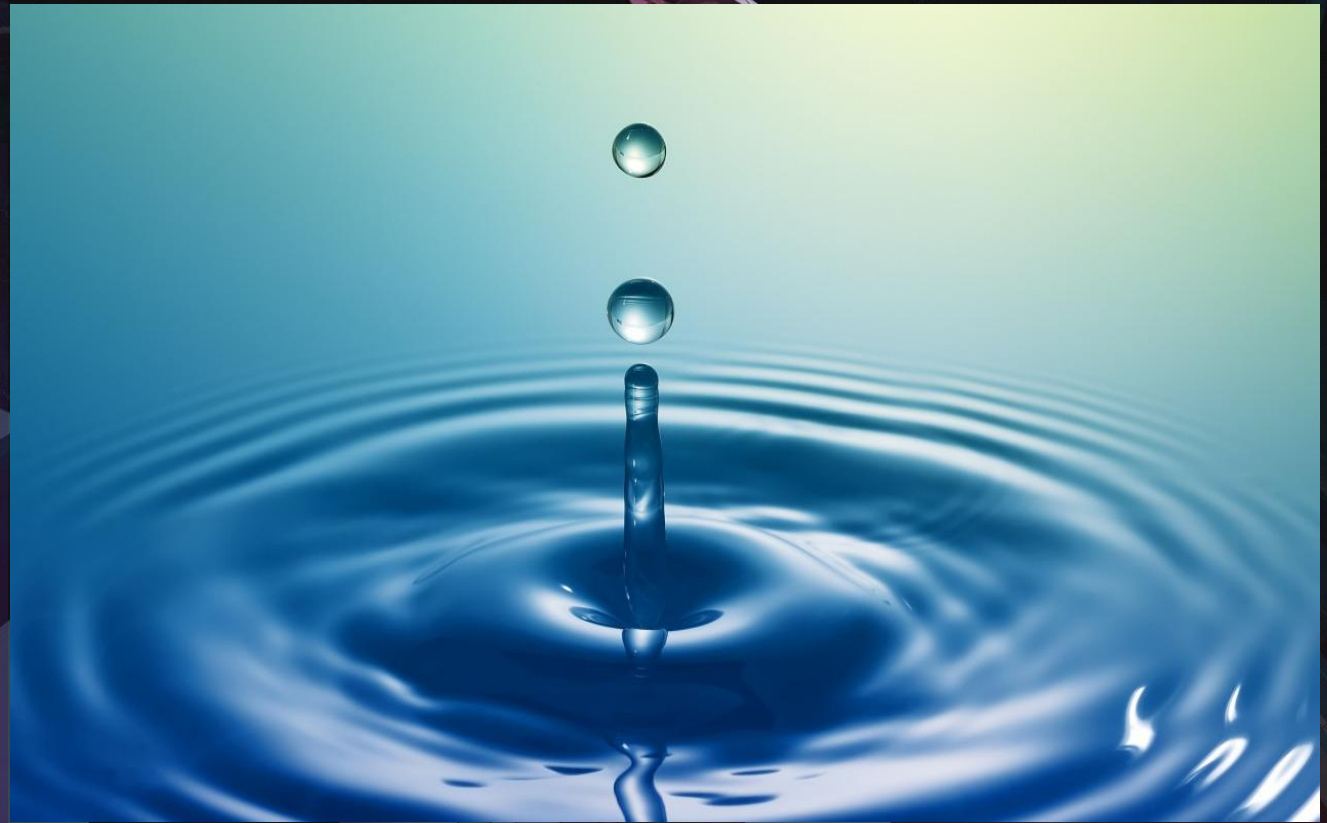
# Свойства / Сверхпроводимость

Три основных физических странности, которыми обладают объекты, тотально охлаждаясь - это “сверхпроводимость”, “сверхтекучесть” и “Бозе-Эйнштейновский конденсат”. Первой была обнаружена сверхпроводимость. Выяснилось, что электрическое сопротивление тел в таком состоянии отсутствует, а ток в сверхпроводящем кольце без воздействия внешних сил может течь вечно. В 1911 году, изучая свойства вещества при очень низкой температуре, Хейке Камерлинг-Оннес и его команда обнаружили, что электрическое сопротивление ртути падает до нуля ниже 4,2 К (-269°C). Как и ферромагнетизм и атомные спектральные линии, сверхпроводимость является квантово-механическим явлением. Для него характерен эффект Мейснера - полный выброс линий магнитного поля изнутри сверхпроводника при его переходе в сверхпроводящее состояние. Говоря иначе, при сверхпроводимости мы можем наблюдать левитацию сверхпроводника.



# Свойства / Сверхтекучесть

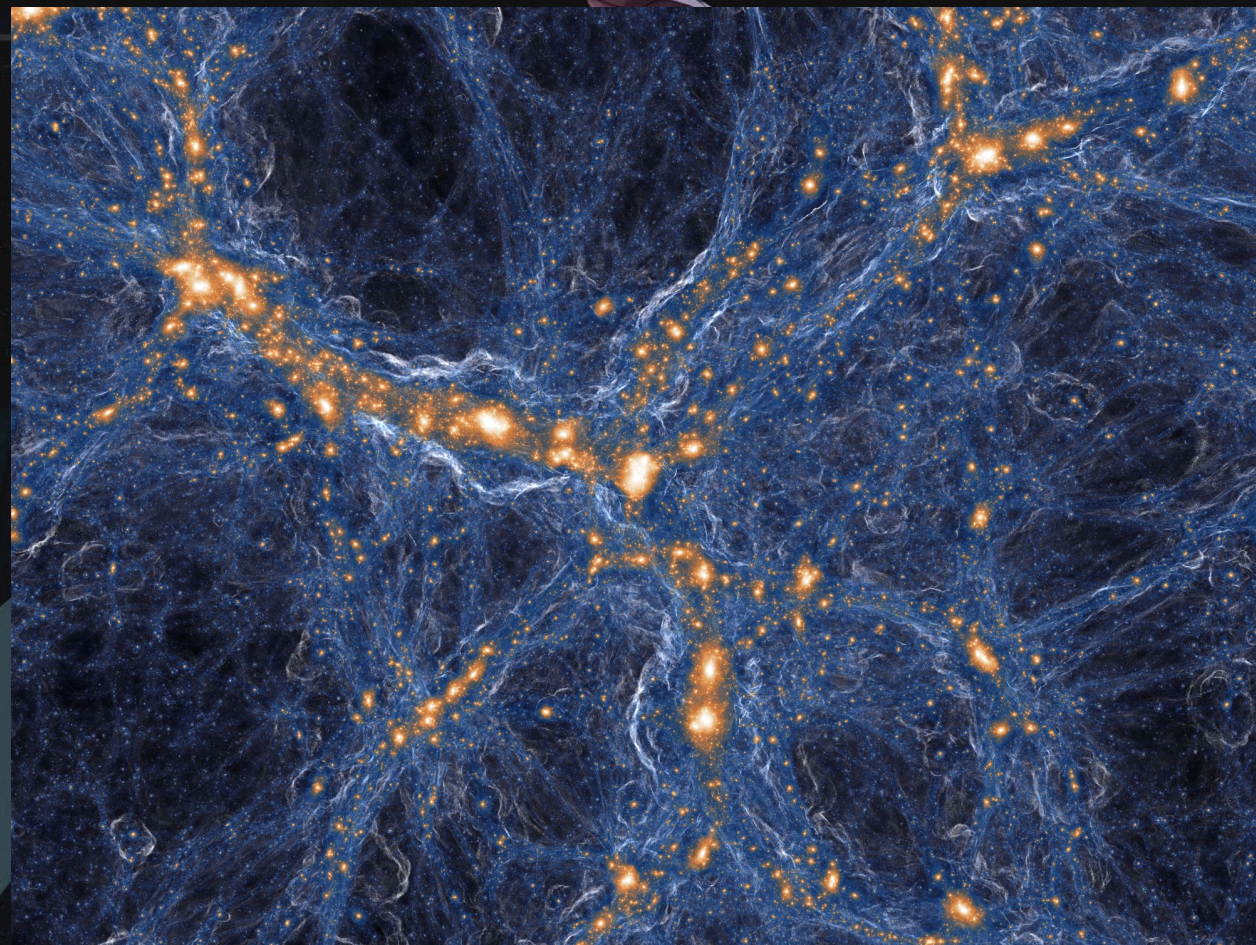
Немного отойдя от одной сенсации, преподнесённой абсолютным нулём, мир встретил другую. У атома гелия обнаружили свойство сверхтекучести. Охлаждённый до  $-270,95^{\circ}\text{C}$  он вместо того, чтобы замёрзнуть, проявил способность проникать в самые крошечные щели и отверстия, чего не мог делать в обычном состоянии. Что же такое сверхтекучесть? – Это состояние вещества, находясь в котором оно теряет вязкость (внутреннее трение), в результате чего вещество способно с лёгкостью проходить через капилляры и узкие щели без какого-либо трения. Впервые сверхтекучий гелий получил в 1908-м году всё так же, ранее упомянутый, Хейке Камерлинг-Оннес, хотя в то время этот факт не был ясен. Однако, Камерлинг-Оннес сделал несколько важных наблюдений: он измерил плотность гелия и выяснил, что она достигает своего максимума при 2,17 кельвинов, а измеряя теплоёмкость жидкого гелия, он заметил, что ниже этой температуры значения очень сильно отличаются. Впрочем, эти странности учёный списал на экспериментальные погрешности.





# Свойства / Бозе-Эйнштейновский конденсат

Есть и третье свойство, которое поразило воображение даже, “видавших виды”, физиков. Это Бозе-Эйнштейновский конденсат. Рассмотрим на примере. Для начала, необходимо из металла сделать газ. Затем “металлический газ” помещают в магнитно-вакуумную ловушку, где атомы постепенно замедляются, при постоянном охлаждении. Самым быстрым частицам позволяют беспрепятственно покинуть ловушку, а те, что остались (наиболее холодные и медленные атомы), составляют уникальный конденсат. Суть уникальности этого конденсата заключается в том, что все его частицы неразличимы, имеют одинаковую массу, энергию, заряд и прочее. Астрономы уверены: если обнаружатся объекты звёздных размеров, состоящие из этого удивительного конденсата, то они определённо станут кандидатами на роль неуловимой “тёмной материи”.





# Заключение

Увы... полностью достичь абсолютного нуля невозможно... Эта фраза неоднократно повторялась на протяжении всей статьи. Но давайте взглянем на это под другим углом.

В отсутствии материи отсутствует и температура, так? То есть, она определённо равна нулю. Словосочетание “термодинамическая температура” содержит в своём составе ключевой корень - “динамическая”. Иными словами, что-то должно двигаться. Двигаются атомы или иные частицы. Атом без электронной оболочки тоже имеет температуру, так как там двигаются кварки. Абсолютный ноль - это отсутствие энергии. А любая масса обладает энергией. Следовательно, абсолютный ноль - это пространство без массы. Проблема в том, что даже пустое пространство-время, в котором генерируются виртуальные частицы, обладает массой. Из этого всего следует вывод: абсолютный ноль температуры можно получить в точке, в которой отсутствует даже вакуум в виде пространства-времени. Именно поэтому считается, что полностью абсолютного нуля достичь невозможно. Человечество просто-напросто ещё не обладает технологиями, которые способны сгенерировать такое состояние. Ну а если бы были? Можете ли вы представить себе точку без пространства-времени? Ведь чисто теоретически, на данный момент, исходя из всей существующей информации, можно предположить, что абсолютный ноль может стать отправной точкой в создании технологий для перемещения объектов сквозь пространство и время. Его потенциал вообще может оказаться безграничным. Но для того, чтобы осуществить эти мечты, считающиеся на сегодняшний день лишь научной фантастикой, нам необходимо достигнуть абсолютного нуля температуры.

Благодарю за внимание.