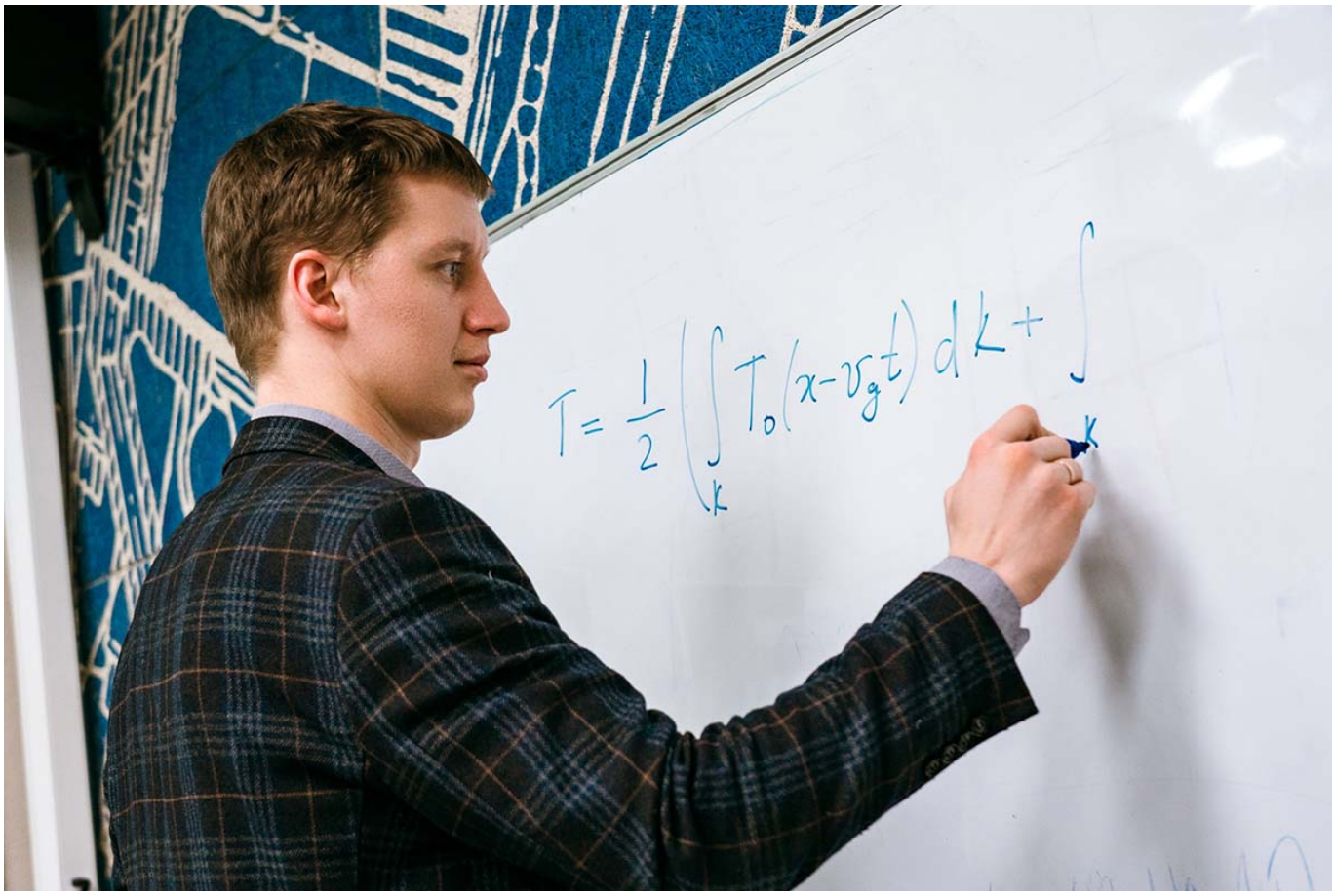
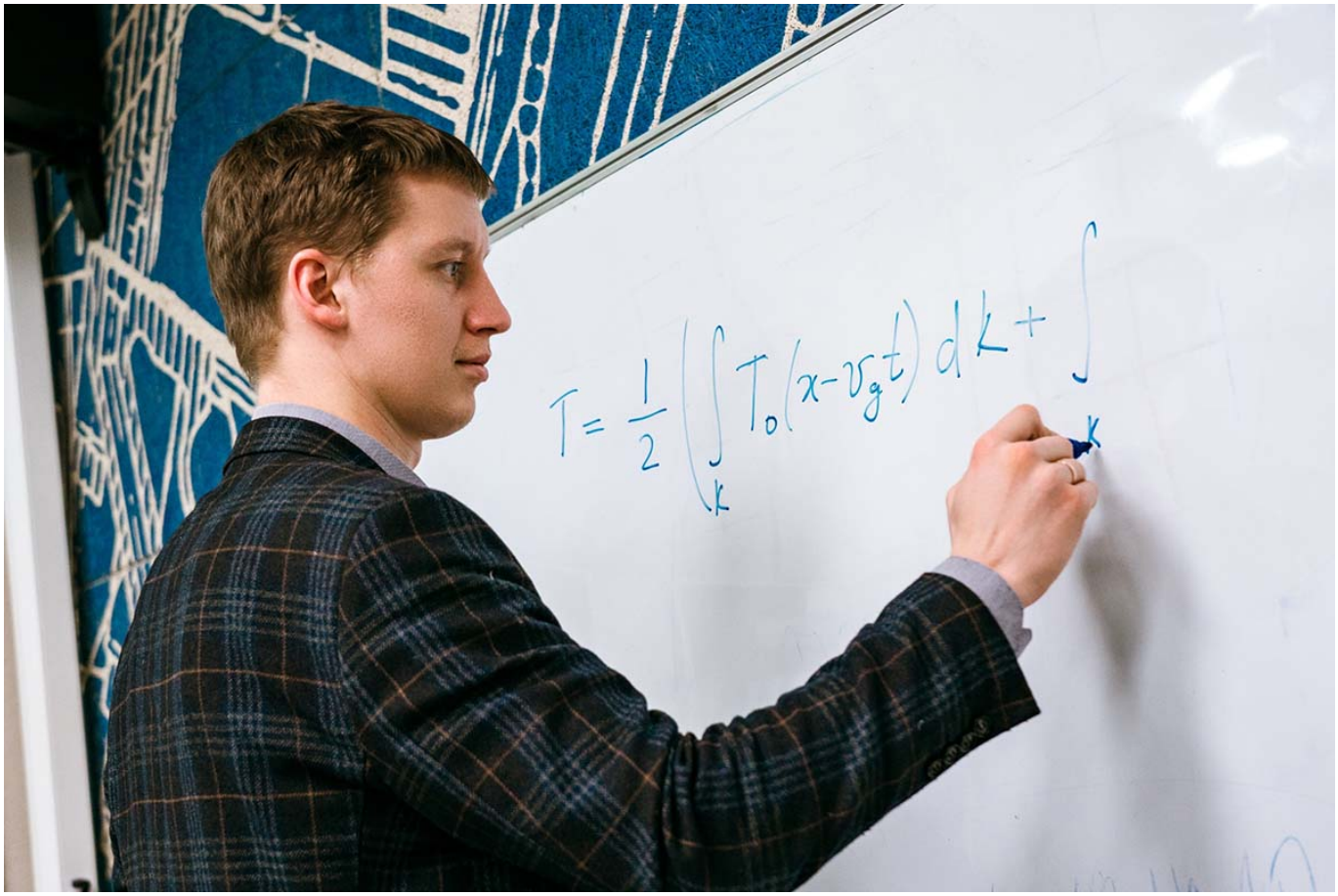
Ученые Политеха обнаружили новый физический парадокс



Ученые Политеха обнаружили новый физический парадокс

Ученые Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ) обнаружили и теоретически объяснили новый физический эффект, суть которого заключается в возможности роста амплитуды механических колебаний объекта без внешнего воздействия. Кроме того, они предложили свой вариант устранения парадокса Ферми-Паста-Улама-Цингоу.



В СПбПУ это объяснили на простом примере: чтобы раскачать качели, их нужно постоянно подталкивать. Считалось, что без постоянного внешнего воздействия добиться колебательного резонанса невозможно.

Однако научная группа Высшей школы теоретической механики Института прикладной математики и механики СПбПУ обнаружила новое физическое явление – баллистический резонанс, при котором механические колебания могут возбуждаться исключительно за счет внутренних тепловых ресурсов системы.

Ключом к пониманию стали экспериментальные работы научных групп по всему миру, показавшие, что в сверхчистых кристаллических материалах на нано- и микроуровне тепло распространяется с аномально высокой скоростью. Это явление назвали баллистической теплопроводностью.

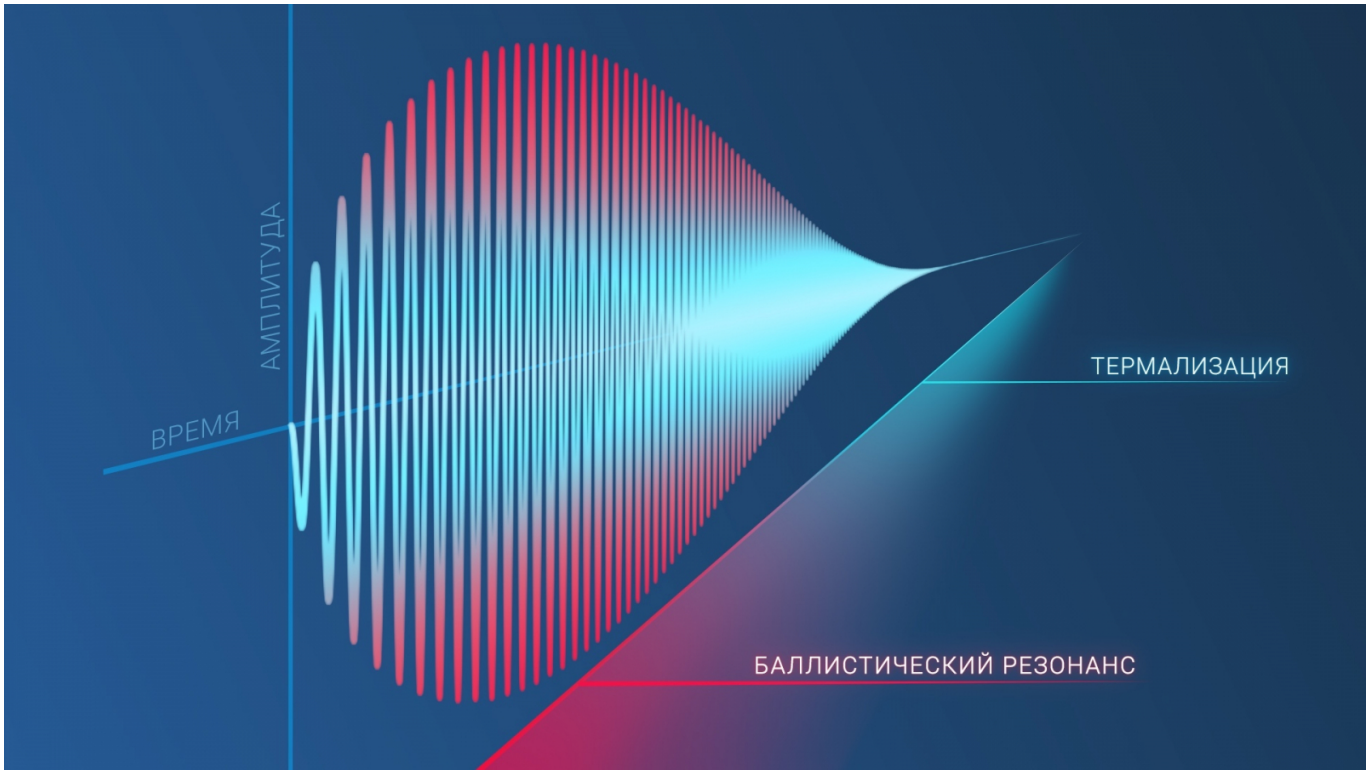
Научная группа под руководством члена-корреспондента РАН Антона Кривцова вывела уравнения, описывающие это явление, и существенно продвинулась в понимании тепловых процессов на микромасштабах. В исследовании, опубликованном в научном журнале “Physical Review E”, ученые рассмотрели поведение систем при начальном периодическом распределении температуры в кристаллическом материале.

Обнаруженное явление заключается в том, что процесс выравнивания тепла приводит

к возникновению механических колебаний с возрастающей со временем амплитудой. Эффект получил название баллистического резонанса.

«Последние несколько лет наша научная группа занимается исследованием механизмов распространения тепла на микро- и наноуровне. В процессе работы мы обнаружили, что на этих уровнях тепло распространяется совсем не так, как мы ожидали – например, тепло может течь от холодного к горячему. Такое поведение наносистем приводит к новым физическим эффектам, таким как баллистический резонанс», – отметил доцент Высшей школы теоретической механики СПбПУ Виталий Кузькин. По его словам, в дальнейшем ученые хотят понять, как это можно использовать в таких перспективных материалах, как, например, графен.

Эти открытия также дают возможность разрешения парадокса Ферми-Паста-Улама-Цингу. В 1953 году научная группа, возглавляемая Энрико Ферми, провела ставший впоследствии знаменитым компьютерной эксперимент. Ученые рассмотрели простейшую модель колебаний цепочки частиц, соединенных пружинками. Предполагалось, что механическое движение постепенно затухнет, превратившись в хаотические тепловые колебания, однако результат оказался неожиданным: колебания в цепочке сначала практически затухли, но затем возродились и практически достигли начального уровня. Система пришла в начальное состояние, и цикл снова повторился. Причины появления механических колебаний из тепловых в рассмотренной системе уже на протяжении десятков лет являются предметом научных исследований и споров.



Амплитуда механических колебаний, вызванная баллистическим резонансом, не возрастает бесконечно, а достигает максимума, после чего начинает постепенно уменьшаться до нуля. Со временем механические колебания затухают полностью, а температура выравнивается вдоль всего кристалла. Этот процесс называется термализацией. Для механиков и физиков данный эксперимент важен по той причине, что цепочка частиц, соединенных пружинками, является хорошей моделью кристаллического материала.

Исследователи Высшей школы теоретической механики СПбПУ показали, что переход механической энергии в тепло происходит необратимо, если рассматривать процесс при конечной температуре.

«Обычно не учитывается, что в реальных материалах наряду с механическим присутствует тепловое движение, энергия которого на несколько порядков выше. Мы воссоздали эти условия в компьютерном эксперименте и показали, что именно тепловое движение гасит механическую волну и препятствует возрождению колебаний», – пояснил директор Высшей школы теоретической механики СПбПУ, член-корреспондент РАН Антон Кривцов.

По мнению экспертов, теоретический подход, предложенный учеными СПбПУ, позволяет по-новому взглянуть на то, что понимается под теплом и температурой, и может иметь основополагающее значение при разработке наноэлектронных устройств будущего.

Кроме нас, об этом написали:

► РИА НОВОСТИ

Российские ученые обнаружили новый физический парадокс

► Портал «Экономика сегодня»

Петербургские ученые сумели обнаружить и теоретически объяснить новый физический эффект

► Портал телеканала «Звезда»

Баллистический резонанс: российские ученые обнаружили новое физическое явление