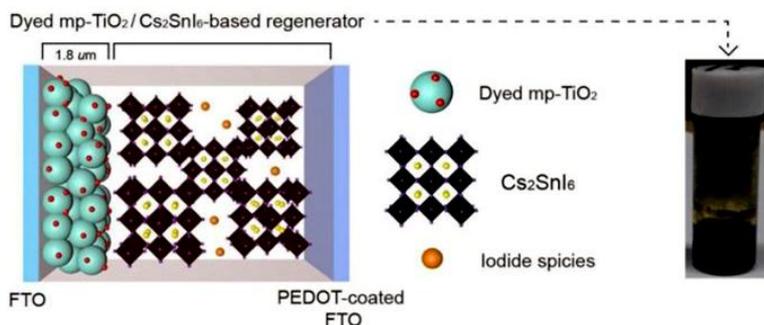
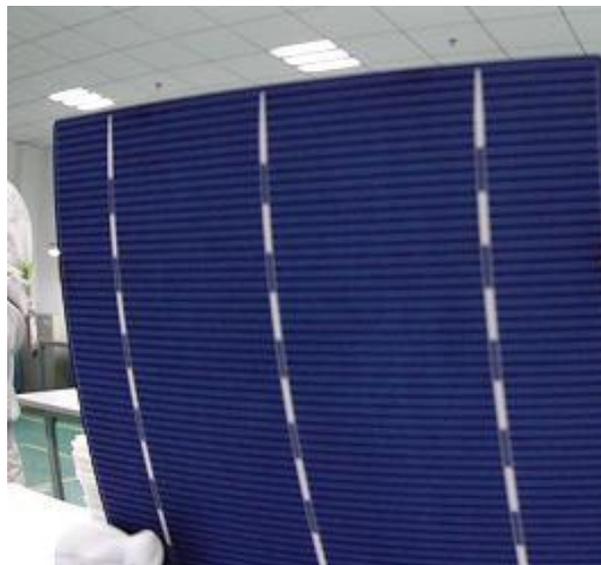




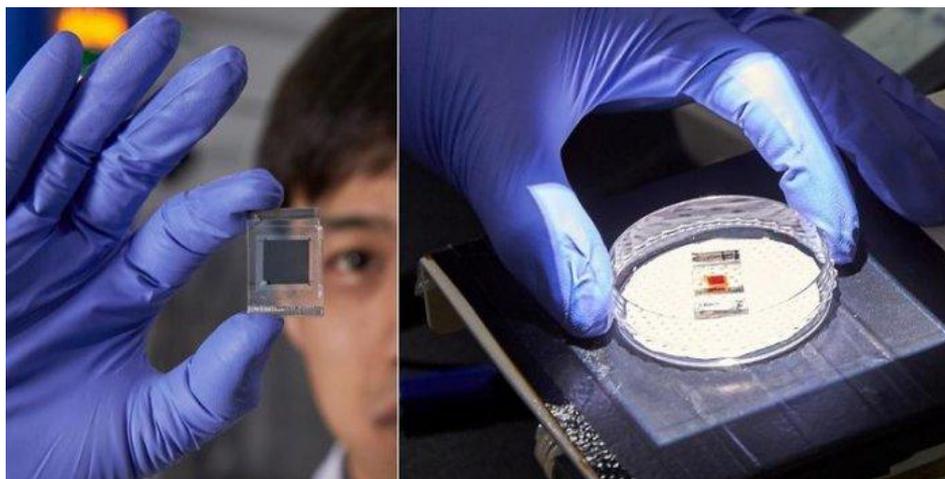
**Перовскитные фотоэлементы без свинца стали на 80 % эффективнее**

Свинцовые перовскиты уже завоевали популярность как многообещающий материал для дешевых и производительных солнечных элементов. Однако присущая свинцу нестабильность и токсичность препятствуют их массовому распространению. Недавно в качестве альтернативы были предложены перовскитные элементы без свинца, но их производительность была весьма скромной. Изменить это может работа исследователей из Южной Кореи.

Среди множества альтернатив свинцу ученые UNIST выбрали двойные перовскиты  $Cs_2SnI_6$ , свойства которых долгое время оставались неизвестными. Как пишет EurekAlert, при помощи циклической вольтамперометрии и анализа Мотта – Шоттки они исследовали механизм переноса заряда и уточнили функции поверхностного состояния. Полученные результаты продемонстрировали крайне высокий потенциал  $Cs_2SnI_6$ , подходящий для создания электроники и аккумуляторов будущего без применения свинца.



Опираясь на свое открытие, учёные разработали гибридные солнечные элементы из  $Cs_2SnI_6$  и органической ячейки Гретцеля. Такие солнечные фотоэлементы вырабатывают электрический ток, когда окисленный органический краситель возвращается в исходное состояние.



Фотоэлемент продемонстрировал хорошие показатели переноса заряда, достигнув увеличения плотности фотоэлектрического тока на 79 % по сравнению с обычным жидким электролитом.

*hightech.plus*



International Publishing House for scientific periodicals "Space"

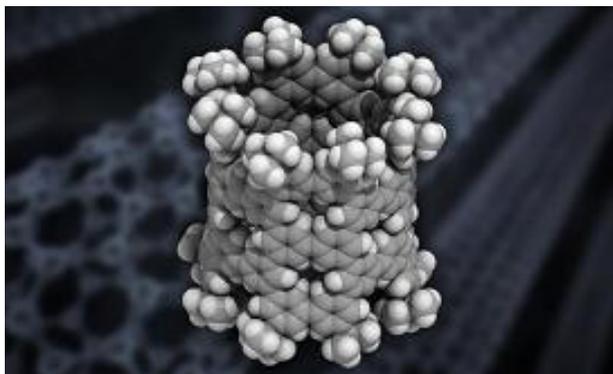


Международный издательский дом научной периодики "Спейс"





### Из бензола сделали принципиально новые нанотрубки



Японские химики получили из циклических органических молекул бензола новый вид углеродных нанотрубок, которые обладают регулярно расположенными дефектами, что может удачно сказаться на их свойствах и облегчить синтез. Результаты изложены в журнале Science.

Обычные углеродные нанотрубки – это цилиндрические молекулы из атомов углерода, связи между которыми имеют шестиугольную симметрию, как у графена. Такие нанотрубки обладают огромным потенциалом в технологиях, но пока что никто не научился синтезировать их достаточной длины и без дефектов. Именно нерегулярное расположение дефектов, которые могут неожиданным образом ме-

нять свойства всей структуры, является одним из ключевых затруднений.

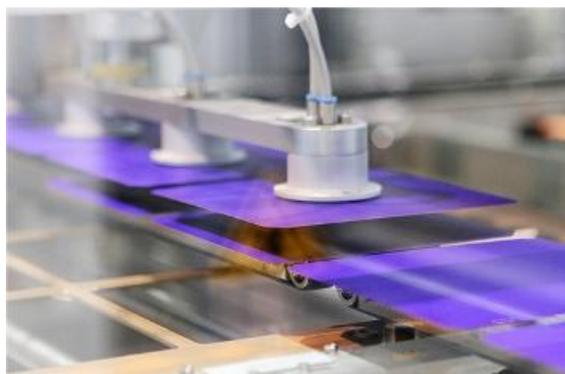
В новой работе под руководством Хорююки Исо-бэ из Токийского университета рассказывается о синтезе нового вида углеродных нанотрубок из циклических молекул бензола  $C_6H_6$ . Получение новой молекулы происходит за девять шагов: от коммерчески доступного дибромбензола (бензола с двумя атомами брома вместо двух водорода) через цикло-метафенилен к финальной молекуле с формулой  $C_{304}H_{264}$ . Главной особенностью новых образований является то, что они одинаковы, а поры в них упорядочены. Кроме того, сама нанотрубка достаточно большого диаметра, так как 63 % ее объема – это пустота. Авторы подтвердили это свойство путем помещения молекул фуллерена  $C_{70}$  внутрь нанотрубки.

Особо интересным будущим направлением работы считается полимеризация полученных молекул. Нанотрубки принято измерять в длинах бензольных колец. В такой шкале новая структура обладает длиной семи колец, в то время как самые длинные бездефектные обычные углеродные нанотрубки характеризуются числом три. Авторы уже провели численные моделирования, показавшие возможность составления более длинных трубок из новых компонентов, которые в целом должны обладать полупроводниковыми свойствами из-за регулярно расположенных дефектов.

*indicator.ru*



### Завод «Хевел» в 2018 году произвел более 170 МВт солнечных модулей



Новочебоксарский завод по производству солнечных модулей группы компаний «Хевел» за 12 месяцев 2018 г. произвел более 557 тыс. высокоэффективных гетероструктурных модулей общей мощностью 170,26 МВт и свыше 190 тыс. солнечных

ячеек суммарной мощностью 1 МВт, выполнив плановые показатели в полном объеме.

На заводе продолжается работа по улучшению качественных характеристик ячеек и модулей. По итогам 2018 г. средняя мощность модулей достигла 313 Вт, средняя эффективность ячеек – 22,4 %. Кроме того, на заводе завершены работы по подготовке к расширению производственных мощностей с текущих 170 МВт до 260 МВт: расширены чистая зона ИСО 7 и заводские бытовые помещения, смонтировано оборудование наружной станции холодоснабжения. На технологической линии завершаются пуско-наладочные работы на двух дополнительных установках плазмохимического осаждения кремниевых слоев, а также на участке химической обработки и текстурирования пластин кремния. Ведется монтаж установки нанесения контактных слоев методом магнетронного напыления.

*www.cleandex.ru*





## Открыт термоэлектрический материал с рекордным КПД

Специалисты Хьюстонского университета создали новый класс термоэлектрических соединений. Один из таких материалов преобразует тепло в электричество с рекордной эффективностью.

Как пишет Phys.org., термоэлектрические материалы привлекают повышенное внимание исследователей, потому что могут стать источником чистой энергии, преобразуя сбросное тепло электростанций или двигателей. Однако среди множества многообещающих термоэлектрических материалов лишь единицы отвечают требованиям, предъявляемым к коммерческому продукту.

Открытие американских ученых интересно именно тем, что позволяет говорить об экономически вы-

годной технологии. Соединение, которое они создали, состоит из тантала, железа и сурьмы и обладает производительностью в 11,4 %. Это значит, что материал вырабатывает 11,4 Вт электричества на каждые 100 Вт тепла, которые потребляет.

По словам ученых, порог практической пользы пролегает примерно на уровне 10 %. Теоретические расчеты показывают, что КПД соединения можно поднять до 14 %.

Всего команда рассчитала шесть ранее неизвестных соединений и успешно синтезировала одно, которое продемонстрировало рекордную производительность без использования дорогостоящих веществ.

a $V^2 = \text{As}$				b $V^2 = \text{Sb}$				c $V^2 = \text{Bi}$			
	Fe	Ru	Os	Fe	Ru	Os	Fe	Ru	Os		
V	○	+	-	○	○	-	-	-	-		
Nb	○	+	-	○	○	+	-	-	-		
Ta	○	+	-	+	○	+	-	-	-		

○ Documented   
 + Predicted to be stable   
 - Predicted to be unstable

Правда, процесс производства оказался не из легких, поскольку у входящих в соединение веществ очень разные свойства. Например, у тантала точка плавления выше 3 000 °С, тогда как у сурьмы – 630 °С. Тантал жесткий, а сурьма относительно мягкая, что усложняет дуговую плавку – распространенный метод соединения

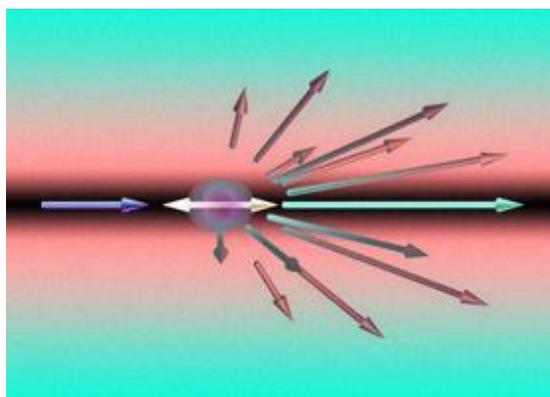
материалов. Ученые в итоге обратились к другим процессам – шаровой мельнице и горячему прессованию.

Все теоретические расчеты ученые производили с опорой на вычислительные методы и подчеркнули, что только благодаря этому смогли добиться таких результатов.

*hightech.plus*



## Дрожание превратит наночастицу в оптический диод



Исследователи из Физико-технического института имени Иоффе (Санкт-Петербург) теоретически показали, что дрожащая наночастица рассеивает свет несимметрично. В частности, при определенных соотношениях между поляризуемостью при частоте падающего и рассеянного света практически все излучение отражается в обратную сторону или проходит вперед, то есть частица превращается в оптический диод.

Статья опубликована в Physical Review X, кратко о ней сообщает Physics, препринт работы выложен на arXiv.org.



Как правило, частицы рассеивают падающий на них свет равномерно во всех направлениях. Например, благодаря равномерному диффузному рассеянию солнечного света на молекулах атмосферы и взвешенных в ней твердых частицах небо кажется голубым. С другой стороны, чтобы построить оптические приборы, которые управляют сигналами в нанофотонных системах, нужно контролировать направление, частоту и поляризацию рассеянного излучения.

Самый простой способ это сделать – заставить рассеивающую частицу двигаться, тогда интенсивность рассеянного света будет зависеть от угла между падающим лучом и направлением движения частицы. В частности, с помощью этого метода охлаждают атомные газы в оптических ловушках. К сожалению, чтобы добиться большой асимметрии, надо разогнать частицы до скорости, сравнимой со скоростью света, что сложно реализовать на практике.

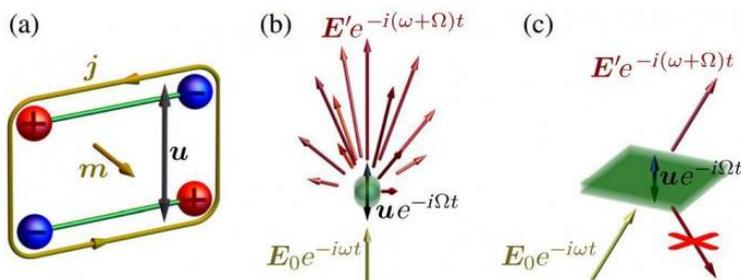
Другой способ предложил в 1983 г. американский физик Милтон Керкер (Milton Kerker), который теоретически изучал рассеяние плоской электромагнитной волны сферической частицей. С хорошей точностью такую частицу можно представить в виде суммы электрического и магнитного диполя. Если магнитная и диэлектрическая восприимчивость частицы будут примерно равны, падающая волна будет возбуждать оба диполя с одинаковой силой, и их излу-

чение будет интерферировать. В результате интенсивность рассеянного излучения получится несимметричной – если правильно подобрать фазы диполей, можно превратить частицу в оптический диод, который рассеивает падающее излучение только вперед. Этот эффект называют эффектом Керкера.

К сожалению, для видимого света эффект Керкера практически незаметен: на таких частотах магнито-дипольные переходы очень слабы, и ими можно пренебречь. Поэтому ученым приходится прибегать к другим эффектам, чтобы построить оптические диоды, которые работают с видимым светом.

Физики Александр Пошакинский и Александр Поддубный придумали, как модифицировать эффект Керкера и заставить его работать в видимом диапазоне. Для этого ученые предложили трясти частицу в направлении, перпендикулярном ориентации электрического диполя. В этом случае в ней будет наводиться петлевой электрический ток, который создаст ненулевой магнитный дипольный момент и электрический квадрупольный момент.

Как и в обычном эффекте Керра, излучение моментов будет интерферировать с электрическим диполем, и рассеянное частицей излучение получится несимметричным. Поэтому ученые назвали это явление оптомеханическим эффектом Керра. Интересно, что реализовать этот эффект можно не только для частиц, но и для тонких слоев диэлектриков.

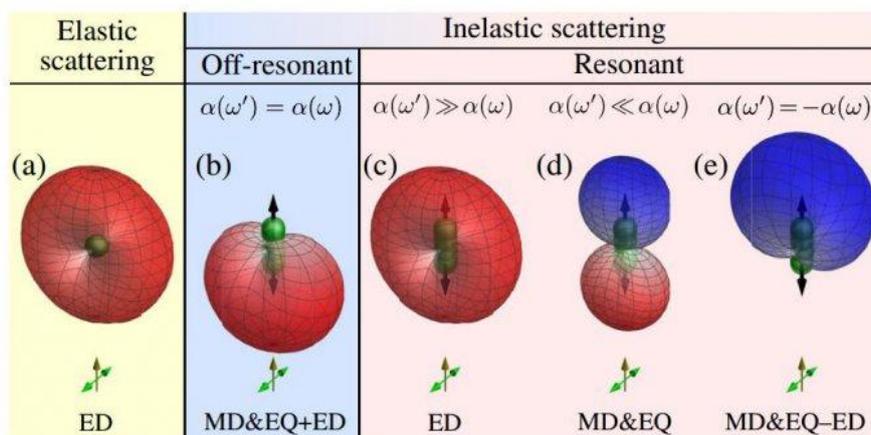


*a* – Петлевой ток, наведенный в дрожащей частице и создающий ненулевой магнитодипольный момент; *b, c* – дрожащая частица и дрожащий слой в качестве оптических диполей / Alexander Poshakinskiy & Alexander Poddubny / Physical Review X, 2019

Для того чтобы теоретически изучить оптомеханический эффект Керра, ученые разработали новый теоретический подход мультипольной резонансной оптомеханики. Этот подход строгим непertурбативным образом раскладывает резонансное излучение движущейся среды в сумму излучений мультиполей. Другими словами, он определяет, как правильно рассчитывать мультипольные моменты среды в резонансном случае, когда частоты падающего излучения  $\omega$  и рассеянного излучения  $\omega'$  не совпадают. Стандартный подход в этом случае не работает: поляризуемость среды, наведенные моменты и интенсивность излучения зависят от частоты, и не ясно, какую из двух частот нужно выбрать.

Для того чтобы преодолеть это препятствие, ученые вычислили поправки к собственной энергетической функции фотонов и матрице рассеяния за счет оптомеханических эффектов (дрожания частицы), а потом нашли с их помощью дипольные и квадрупольные моменты частицы.

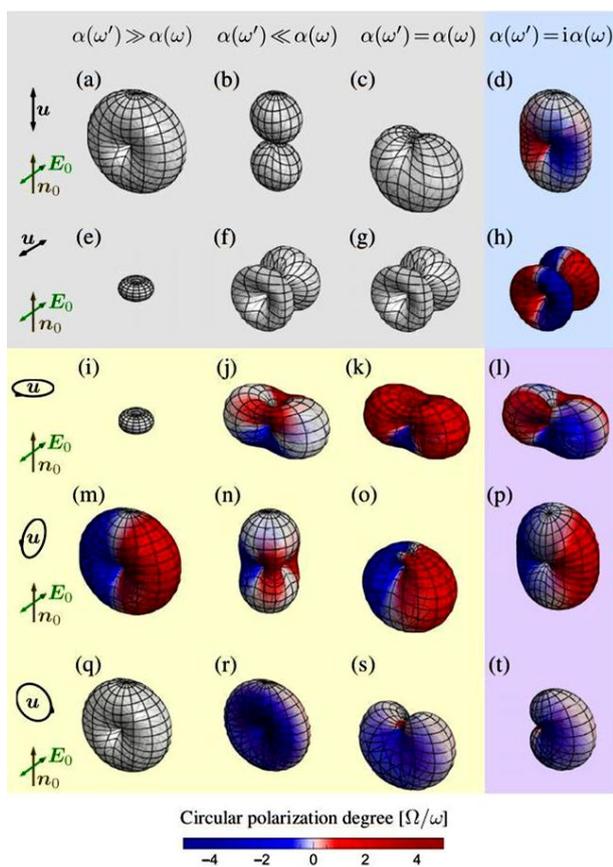
С помощью разработанной теории, ученые вычислили угловую зависимость дифференциального сечения неупругого рассеяния фотонов на дрожащей частице с изотропной поляризуемостью  $\alpha$ . Неупругий процесс – это процесс, в ходе которого изменяется энергия фотонов. Степень асимметричности зависимости характеризуется направленностью (directivity)  $D$ ; чем больше этот параметр, тем сильнее асимметрия. Оказалось, что при нерезонансном рассеянии, когда поляризуемости  $\alpha(\omega) = \alpha(\omega')$ , излучения электрического и магнитного диполя гасят друг друга, и практически весь свет отражается обратно ( $D \approx 4,3$ ). В резонансном случае, когда  $\alpha(\omega) \neq \alpha(\omega')$ , можно не только отразить весь свет обратно, но и практически полностью пропустить его вперед. Направленность обоих процессов зависит от отношения поляризуемостей  $\alpha(\omega')/\alpha(\omega)$  и достигает значения  $D_{\max} \approx 5,3$ . Теоретические предсказания ученые подтвердили с помощью численных расчетов.



Интенсивность света, рассеянного на дрожащей частице. Картинка (a) отвечает упругому рассеянию, картинка (b–e) – неупругому. Частица работает в качестве обратного диполя в резонансном случае (b), в качестве прямого диполя – в нерезонансном случае (e) / Alexander Poshakinskiy & Alexander Poddubny / Physical Review X, 2019



International Publishing House for scientific periodicals "Space"



Распределение интенсивности рассеянного света с учетом поляризации (противоположные поляризации отмечены красным и синим цветом). Картинки из зеленой области отвечают первому случаю (разная фаза поляризуемости), из желтой – второму (разная фаза колебаний диполей), из зеленой – обом сразу / Alexander Poshakinskiy & Alexander Poddubny / Physical Review X, 2019

Затем исследователи показали, что в рассматриваемой системе можно наблюдать оптомеханический

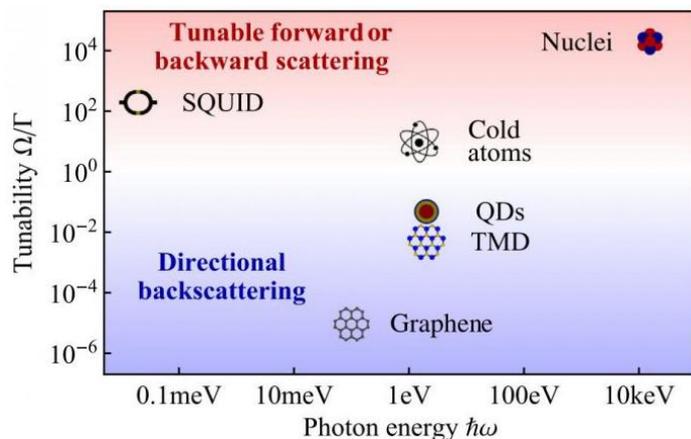
спиновый эффект Холла – явление, благодаря которому фотоны с противоположной круговой поляризацией рассеиваются в противоположные стороны. Для этого физики учли поляризацию фотонов при вычислении сечения рассеяния. По словам ученых, оптомеханический эффект Холла возникает по двум причинам. Во-первых, поляризуемости при частоте падающей и рассеянной волны могут отличаться не только абсолютным значением, но и фазой. Во-вторых, фазы колебаний электрического и магнитного диполя зависят от направления плоскости, в которой двигается частица. Ситуации, в которых эффект Холла можно заметить, ученые нашли с помощью теоретических расчетов.

Наконец, физики проверили, можно ли реализовать открытый ими эффект на практике. Оказалось, что для разных энергий фотонов целесообразно использовать разные рассеивающие устройства. Например, при энергиях порядка 0,1 миллиэлектронвольта (микроволновое излучение) на роль рассеивателей хорошо подходят СКВИДы – сверхпроводящие квантовые интерферометры. При энергиях порядка 0,1 электронвольта можно использовать графен. Для фотонов с энергией одного электронвольта (видимый свет) подходят сразу три типа рассеивателей – холодные атомы, квантовые точки или монослои из дихалькогенидов переходных металлов. Наконец, для энергий порядка 10 килоэлектронвольт (рентген) пригодны атомные ядра. Правда, некоторые из этих приборов плохо поддаются настройке и могут работать только в качестве обратных диполей, которые полностью отражают падающее излучение.



Международный издательский дом научной периодики "Спейс"





Применимость различных приборов в качестве дрожащих оптических диодов при различных энергиях падающих фотонов. Чем ближе прибор к верхнему краю диаграммы, тем легче его настроить: приборы из красной области могут служить как прямыми, так и обратными диполями, из синей – только обратными / Alexander Poshakinskiy & Alexander Poddubny / Physical Review X, 2019

В марте прошлого года британские физики теоретически предсказали «двуликый диполь Януса» – прибор, который гасит падающие на него волны при одной ориентации, но усиливает их при изменении ориентации на противоположную. Для этого ученые предложили «подкручивать» относительную фазу между электрической и магнитной компонентами волны, которая падает на рассеивающее устройство и возбужда-

ет в нем колебания электрического и магнитного диполя. А в ноябре исследователи из Германии преодолели дифракционный предел и зафиксировали смещение наночастицы всего 0,3 нанометра, хотя длина волны превышала 500 нанометров. Этот метод также основан на соотношении между электродипольным и магнитодипольным моментами, которые наводит в частице падающее электромагнитное излучение.

*nplus1.ru*



### Автомобили не будут замерзать: создан материал, отталкивающий лед



Удивительно, но из-за ледяной погоды США ежегодно теряют миллионы долларов: нередко именно она становится причиной остановки работы аэропортов и отключения электричества. Разумеется, из-за льда страдают и жители России – вряд ли найдется человек, у которого не замерзал автомобиль.

Исследователи из Университета Хьюстона создали материал, с которого лед можно стряхнуть одним движением руки. Более того, покрытые новым материалом автомобили и самолеты будут очищаться ото льда прямо во время движения.

При создании нового материала ученые опирались на новую теорию физики – им требовалось только указать свойства материала, и принцип сам подсказывал, какой материал необходимо синтези-

ровать. Новое покрытие состоит из силикона и полимеров и практически не цепляется за лед. Исследователи уверены, что данный принцип способен помочь и в создании других материалов, например, отталкивающих болезнетворные бактерии.

«Мы разработали новую физическую концепцию и соответствующий материал для льда, который демонстрирует чрезвычайно низкую адгезию ко льду при длительной механической, химической и экологической стойкости», – сказал руководитель исследования Хади Гасеми.

Хади Гасеми признался, что они уже пытались создать подобный материал, но все ранние варианты не могли полностью решить проблему прилипания льда к поверхности. Новый же материал отталкивает замерзшую воду, образуя трещины на месте соприкосновения. Считается, что лед может сойти с поверхности даже под воздействием ветра, то есть самолеты будут практически полностью защищены от замерзания.

Материал можно нанести на любую поверхность. Примечательно, что он не подвержен воздействию ультрафиолетовых лучей – это очень важно для автомобилей, самолетов и другой техники, ведь они часто находятся на солнце. Срок действия достигает 10 лет, что тоже является очень впечатляющим результатом.

*hi-news.ru*





## Физики добились сверхпроводимости при комнатной температуре



Специалисты Университета Джорджа Вашингтона называют сверхпроводимость при комнатной температуре одним из последних великих фронтиров науки. Ученые получили новый материал, который проводил ток без потерь – правда, при огромном давлении.

Сверхпроводимость – это отсутствие электрического сопротивления, которое можно наблюдать во многих материалах, охлажденных примерно до минус 180 °С. Такие низкие температуры ограничивают возможности их применения, поэтому, как указывает Science Daily, достижение сверхпроводимости при комнатной температуре преобразит энергетику, вычислительные системы и многие другие отрасли.

Исследователи Университета Джорджа Вашингтона в США сделали это, но с одной важной оговоркой. Ключевым элементом открытия стало создание металлического, богатого водородом соединения под очень высоким давлением примерно в 2 млн атмосфер. Ученые использовали ячейки с алмазными наковальнями, чтобы сжать образцы лантана и водорода, а затем нагрели их и изучили новую структуру –  $\text{LaH}_{10}$ , которая, как они и предполагали, стала сверхпроводником при высоких температурах.

При экстремальном давлении исследователи наблюдали воспроизводимое изменение в электрических свойствах и отметили значительное снижение удельного сопротивления при охлаждении образца ниже 260 К (–13 °С) при давлений 180–200 гигапаскалей. В последующем эксперименте наблюдался переход при еще более высоких температурах – до 280 К.

«Мы считаем, что это новая эра сверхпроводимости, – сказал профессор Рассел Хемли. – Мы исследовали всего одну химическую систему – редкоземельный лантан плюс водород. Существуют и другие структуры в этой системе, но важнее то, что есть множество других богатых водородом материалов, которые можно исследовать. Мы убеждены, что будет открыто много других водородистых соединений – или супергидридов – с еще более высокой температурой перехода под давлением».

*hightech.plus*



## Исследованы магнитные явления в нанокompозитах



Команда исследователей Сибирского федерального университета (СФУ) совместно с российскими коллегами изучила магнитный гистерезис в наногранулированных композитах. Результаты проведенного микромагнитного моделирования можно применить в электротехнике и при создании новых функциональных элементов для информационных технологий.

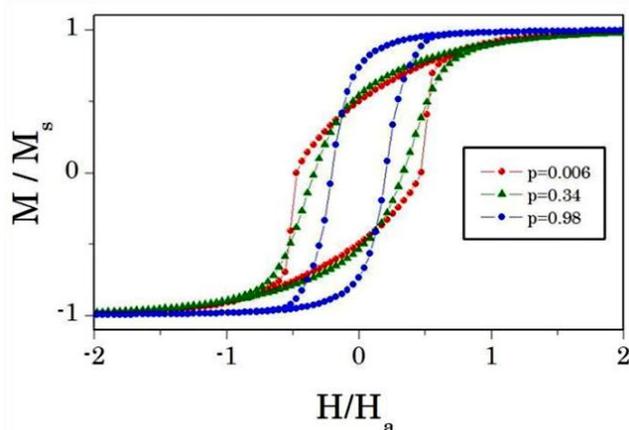
Статья ученых опубликована в Journal of Magnetism and Magnetic Materials.

Магнитные материалы на основе наночастиц (магнитные коллоиды, наногранулированные материалы) используются в биомедицине, экологии, катализе и нанoeлектронике. Сферу применения материала определяет петля магнитного гистерезиса, которая отражает особое свойство некоторых физических систем. Такие системы не сразу реагируют на приложенные силы, на их ответ влияют и приложенные ранее воздействия.

Гистерезис индивидуальной магнитной наночастицы к настоящему моменту хорошо изучен. Для больших массивов частиц принимаются во внимание эффекты межчастичных взаимодействий. Одно из основных – магнитное диполь-дипольное. С увеличением расстояния между частицами оно убывает достаточно медленно, поэтому магнитный гистерезис будет зависеть от объемной доли частиц.



Детальный микромагнитный расчет этой зависимости выполнили для наночастиц, хаотически распределенных на плоскости, при этом средняя плотность частиц различалась. Также была учтена случайная ориентация осей легкого намагничивания частиц (это направление в ферро- или ферритмагнетике, вдоль которого намагничивание образца до предельных значений происходит легче всего). Это соответствует условиям стандартных магнитометрических исследований порошков и некоторых приложений (частицы, распределенные в немагнитных матрицах).



Петля гистерезиса – зависимость намагниченности образца от напряженности приложенного поля. / Оксана Ли

Оказалось, что диполь-дипольное взаимодействие изменяет зависимость коэрцитивной силы (напряженность магнитного поля, необходимая для полного размагничивания образца) от объемной концентрации частиц. Сначала она – нелинейная, но монотонная, а затем на ней появляется максимум.

Это изменение определяется соотношением энергии магнитной анизотропии индивидуальной частицы (зависимости ее магнитных свойств от выбранного направления в образце) и удельной дипольной энергии.

«Рассмотренная модель хорошо описывает наногранулированные пленки, имеющие перспективы применения в магнитных датчиках, экранах и элементах магнитооптической памяти. Важно, что магнитные свойства пленок зависят от соотношения магнитной и немагнитной фазы. Проведенные расчеты позволяют подобрать концентрацию частиц, оптимальную для достижения необходимого уровня гистерезиса», – рассказала Оксана Ли, доцент кафедры физики Сибирского федерального университета.

Гранулированные пленки с нанометровыми магнитными гранулами относятся к функциональным материалам, которые используют в радиоэлектронике, в высокочастотных устройствах микроэлектроники, вычислительной технике, при создании беспроводных сетей, где они увеличивают скорость передачи данных. Свойства гранулированных сред зависят от доли магнитных гранул: они обладают большой намагниченностью насыщения, высоким электрическим сопротивлением и исключительно широким диапазоном магнитной проницаемости.

indicator.ru



### Уменьшение пор облегчило литье металлических наностержней

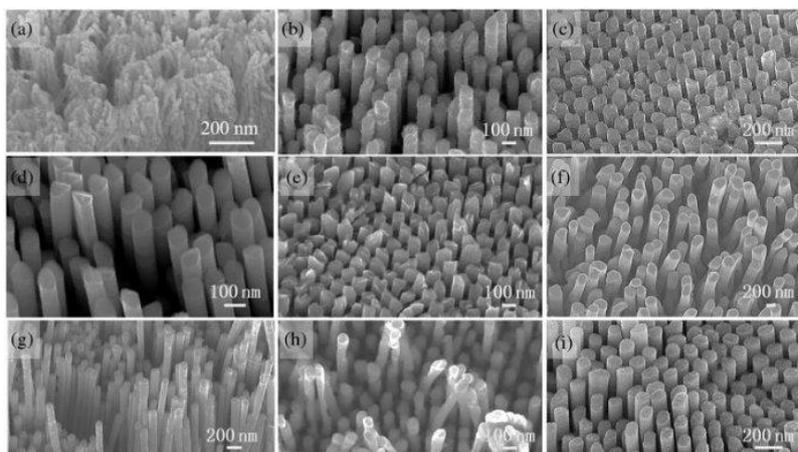
Китайские ученые разработали новый универсальный термомеханический метод наномоделирования твердых металлов. Процесс создания литых наностержней оказался эффективнее с уменьшением диаметра поры. Предложенный метод позволяет создавать наноструктуры из практически любых металлов и сплавов, которые найдут применение в катализе, сенсорных материалах, микроэлектронике и многих других областях.

Работа опубликована в Physical Review Letters, кратко о ней сообщается в редакционной статье Physics.

Литые изделия используются человечеством с древних времен, причем этим способом можно изготовить даже изделия миллиметрового размера. Однако после уменьшения форм до нанометровых размеров, изготовление металлических наноструктур становится невозможным. Обычно литыми делают наноматериалы из легкоплавких и достаточно вязких веществ – термопласты, гели и стекла.

Металлы в жидком состоянии слишком текучие и реакционноспособные для этого метода. Кроме того, при уменьшении диаметра поры из-за капиллярного эффекта металл не может полностью заполнить форму, и стержни получаются короткими. А современные методы по созданию нитевидных нанокристаллов, таких как литография, требуют много времени и больших средств.

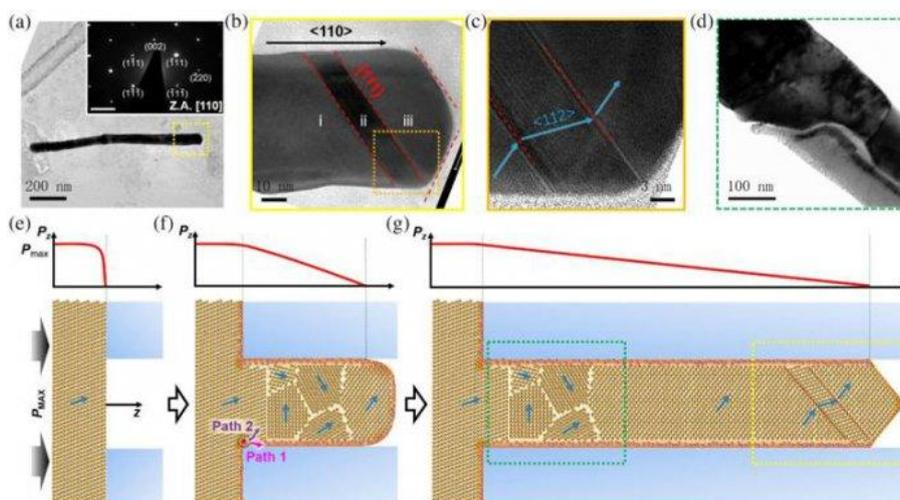
Ученые из Уханьского университета под руководством Зе Лю (Ze Liu) предложили и изучили механизм термомеханического наномоделирования металлов в кристаллической форме. При повышенной температуре исследователи продавливали (под давлением сотен мегапаскалей) металлические диски в твердые формы с множеством несквозных отверстий различных диаметров – от пяти до 320 нанометров. После охлаждения металл со стержнями вынимали из формы и измеряли их длину.



Примеры полученных наностержней из золота, никеля, ванадия, железа и различных сплавов (e–i)  
/ Ze Liu et al. / Physical Review Letters, 2019

Оказалось, что отношение длины стержня к его диаметру увеличивалось с уменьшением размеров пор, в то время как другие методы «выращивания» наностержней, наоборот, вызывали больше сложностей при создании структур меньших размеров. Авто-

рам с успехом удалось применить свой метод для создания стержней из серебра, железа, ванадия, никеля и некоторых сплавов. Показательно то, что исследователям удалось создать наностержни из серебра длиной 1 700 нанометров и диаметром пять нанометров.



Механизм роста кристаллических металлических наностержней. Вверху изображения туннельного электронного микроскопа наностержней золота диаметром 50 нанометров, внизу – схематическое изображение роста стержня в результате диффузии, вызванной градиентом давления. / Ze Liu et al. / Physical Review Letters, 2019

Авторы также подтвердили расчетами свои предположения о механизме происходящих процессов. Пластические деформации металлов в больших порах происходят под действием движения зерен кристалла, а при уменьшении диаметра формы до наноразмеров

начинает превалировать диффузия из-за градиента концентраций вакансий в кристалле, которые возникают вследствие градиента давления. Именно поэтому, как утверждают авторы статьи, при уменьшении размера пор стержни получаются длиннее.

*nplus1.ru*



### Гель для окон заменит кондиционеры

В MIT создали полимерный гель для заполнения камеры между двумя стеклами стеклопакета. В зависимости от температуры он пропускает или блокиру-

ет излучение, близкое к инфракрасному спектру, помогая охлаждать дома.

Когда на улице слишком солнечно, большинство из нас задерживает шторы или опускает жалюзи. Для



того чтобы исключить человеческий фактор и повысить энергоэффективность зданий, инженеры придумывают все новые хитрости. Например, электромеханические окна, которые темнеют под воздействием небольшого электрического потенциала, как в Boeing 787 Dreamliner.

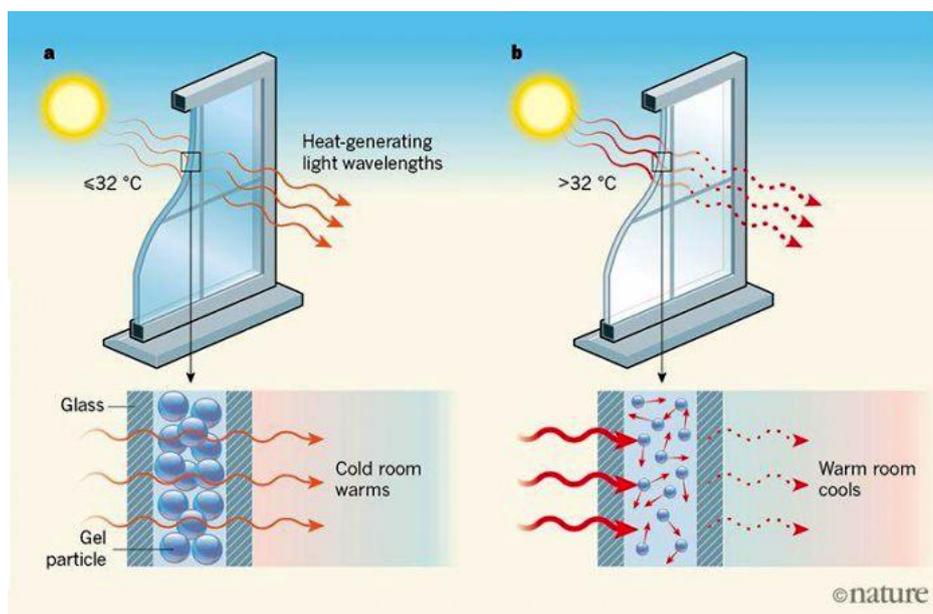
Однако, как пишет ZME Science, такие решения дороги, не очень надежны и блокируют лишь часть света. Новая технология, созданная в MIT, намного практичнее, и применять ее можно в домах и в офисах.

Умное окно похоже на обычный двухкамерный стеклопакет, но пространство между стеклами заполнено полимерным гелем, структура которого заставляет частицы разбухать в воде под действием

температуры. При  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  их диаметр равен  $1,4\text{ }\mu\text{m}$ , и окно остается прозрачным. Выше  $+32\text{ }^{\circ}\text{C}$  частицы разрушаются, выталкивая воду, которая рассеивает свет в инфракрасном диапазоне. Такая система в неактивированном состоянии обладает прозрачностью  $81,6\%$ , а в активированном – всего  $6\%$ .

Окно работает, словно кондиционер: температура внутри испытательной камеры, оборудованной умным окном, оказалась значительно ниже, чем в такой же с обычным двойным стеклопакетом.

Проведя свыше  $1\ 000$  переключений между состояниями, ученые не заметили снижения производительности, как и в случае понижения температуры за окном, при этом микрогель, по словам учёных, стоит недорого.



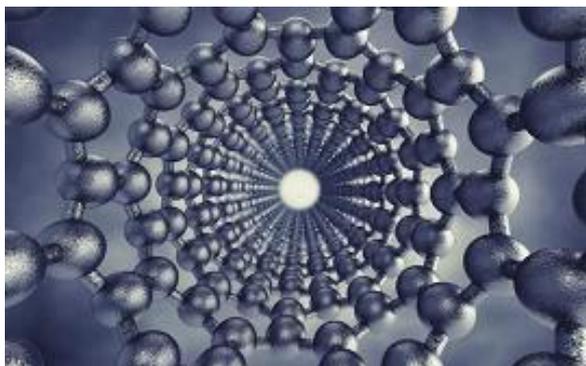
Основной недостаток технологии заключается в том, что после активации стекло теряет прозрачность. А вечером, когда становится прохладнее, и дома включают свет, окно, наоборот, становится полностью про-

ницаемым для взгляда. Так что совсем отказаться от штор не получится, но на кондиционировании можно серьезно сэкономить.

*hightech.plus*



### Ученые исследовали биологическую активность углеродных наноструктур



Ученые Сибирского федерального университета (СФУ) и Института биофизики СО РАН исследовали биологическую активность углеродных наноструктур искусственного и естественного происхождения. Работа опубликована в *Journal of Soils and Sediments* и получила развитие в новой статье, посвященной антиоксидантным свойствам фуллеренолов.

Исследователи сравнили токсическое и антиоксидантное действие водорастворимых углеродных наноструктур естественного и искусственного происхождения, а именно – гуминовых веществ и фуллеренола.



Фуллеренолы – производные фуллеренов, которые могут быть использованы в качестве компонента композиционных биоматериалов, антибактериальных, противогрибковых и противовирусных средств.

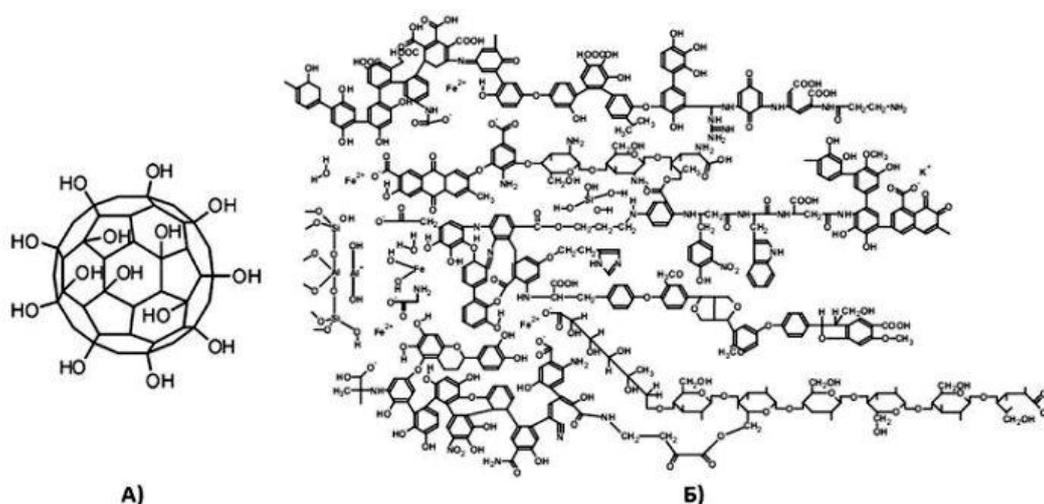
В настоящее время накоплены данные как о биологической активности, так и о токсичности этих соединений.

Гуминовые вещества – это компонент органического вещества природных вод и почв, они образуются в результате разложения органических веществ в почве и донных отложениях.

Гуминовые вещества, наряду с другими функциями, выполняют в природных условиях роль детоксицирующих агентов. В последнее десятилетие препараты на их основе все чаще используются для детоксикации загрязненных водоемов и сточных вод промышленных предприятий.

Для оценки токсичности и антиоксидантных свойств гуминовых веществ и фуллеренолов был применен ферментативный биоломинесцентный биотест. Содержание активных форм кислорода в растворах оценивали люминольным хемилюминесцентным методом.

Вещества продемонстрировали токсические и антиоксидантные свойства, однако количественные характеристики их воздействия были разными. Ученые выявили, что более высокой токсичностью обладают гуминовые вещества (наноструктуры естественного происхождения), детоксицирующие концентрации фуллеренолов (наноструктуры искусственного происхождения) оказались ниже. Кроме того, было показано, что антиоксидантная способность гуминовых веществ увеличивается со временем, а вот антиоксидантный эффект фуллеренолов не зависел от времени.



Углеродные наноструктуры: А) фуллеренол C<sub>60</sub>; Б) структурный фрагмент гуминовых веществ / Екатерина Ковель

«В настоящее время разрабатываются физико-химические, биохимические и клеточные основы для биоломинесцентных биотестов, направленных на оценку антиоксидантной активности биологически активных соединений. Продемонстрирован высокий потенциал биоломинесцентной ферментативной системы для изучения биологической активности ультраразбавленных растворов. Высокая скорость анализа, чувствительность, воспроизводимость, возможность приборной регистрации и количественной оценки токсичности обеспечивают более высокую надежность биологических измерений», – прокомментировала результаты Екатерина Ковель, соавтор статьи, аспирант ИБФ СО РАН.

В новой работе ученые исследовали биологическую активность ряда фуллеренолов с разным коли-

чеством гидроксильных ОН-групп, а именно их токсичность и антиоксидантную активность. Более низкую токсичность и более высокую антиоксидантную активность показали фуллеренолы с меньшим числом кислородсодержащих заместителей. Различия в свойствах фуллеренолов связаны с их способностью изменять баланс активных форм кислорода в водных растворах. Токсическое действие перспективного металл-фуллеренола с атомом гадолиния (гадолиний включен во внутрь углеродного каркаса фуллеренола) объясняли большим количеством гидроксильных групп.

Результаты исследования позволят прогнозировать свойства водорастворимых производных фуллеренов, что чрезвычайно важно для создания новых фармацевтических препаратов на их основе.

*indicator.ru*





## Пассажирский лайнер совершил перелет на биотопливе из солероса

Сегодня несколько компаний в мире занимаются разработкой новых видов биотоплива, которое в перспективе можно было бы использовать вместо традиционного углеводородного. Считается, что благодаря биотопливу удастся снизить объемы выбросов углекислого газа – одного из основных факторов глобального потепления.

Ранее уже проводились эксперименты с полетами самолетов различных классов на биотопливе, изготовленном из использованного растительного масла, животных жиров, древесных опилок и некоторых видов растений. Несколько ближневосточных компаний рассматривают возможность массовой выработки биотоплива из растений, способных произрастать в прибрежной морской полосе с высокой соленостью почвы.

Одним из таких растений являются солеросы, суккуленты, способные расти на сильно засоленных почвах на морском побережье, где другие растения произрастать не могут. Основным растением для производства биотоплива в Объединенных Арабских Эмиратах и Саудовской Аравии рассматривается солероса Бигелова, семена которого содержат около 30 % масла и 35 % протеина.

Биотопливо для лайнера Boeing 787 было выработано предприятием ISEAS (Integrated Seawater Energy and Agriculture System, Интегрированная система энергетики и сельского хозяйства на морской воде) в Масдаре в Абу-Даби. Состоявшийся полет лайнера признан полностью успешным. Доработка

двигателей лайнера или его топливной системы для заправки смесью керосина и биотоплива не потребовалась.

Предприятие ISEAS заработало в Абу-Даби в марте 2016 г. В основе лежит технология одновременного производства продуктов питания и биотоплива без какого-либо взаимного ущерба. Проект финансируют компании Boeing, Etihad Airways, Honeywell UOP, General Electric, Safran и Takreer.

Работа новой установки проходит несколько этапов. На первом – специальные насосы закачивают в бассейны с мальками рыбы и планктоном морскую или океанскую воду. После этого обогащенная продуктами жизнедеятельности рыб вода подается на плантации галофитов – растений, способных переносить высокие уровни засоления почвы или воды.

После галофитов немного обессоленная вода, обогащенная продуктами жизнедеятельности растений, перекачивается на мангровые плантации с солеустойчивыми растениями, включая солерос Бигелова. Затем с мангровых плантаций вода поступает в зону фильтрации, откуда после очистки просто сливается обратно в океан.

Илистые отложения, погибшие растения, урожай семян некоторых растений, перегной на плантациях галофитов и мангровых собираются и отправляются в установки по производству биотоплива. При этом выращенные планктон и рыбу можно использовать для производства различных продуктов питания. Вся электроника в ISEAS работает на солнечной энергии.

*nplus1.ru*



## Впервые изучена предсказанная Ландау отрицательная емкость



Физики нашли первый пример вещества со свойствами сегнетоэлектрика, которое может демонстрировать отрицательную электрическую емкость. Возможность существования такого эффекта теоретически предсказал советский физик Лев Ландау около 70 лет назад, но ранее экспериментальное наблюдение этого эффекта считалось практически невозможным.

Авторы называют результаты важными как для фундаментальной науки, так и для технологических приложений. Статья опубликована в журнале Nature.

Сегнетоэлектрики – это кристаллические вещества, для которых характерно спонтанное возникновение поляризации при некоторых температурах в отсутствие внешнего поля. Это явление аналогично ферромагнетизму. Открыты эти вещества были около 100 лет назад.

Впервые полноценное описание возникновения и разрушения полярной фазы в сегнетоэлектриках дал Лев Ландау через свою теорию фазовых переходов второго рода. Эта теория также предсказывала суще-



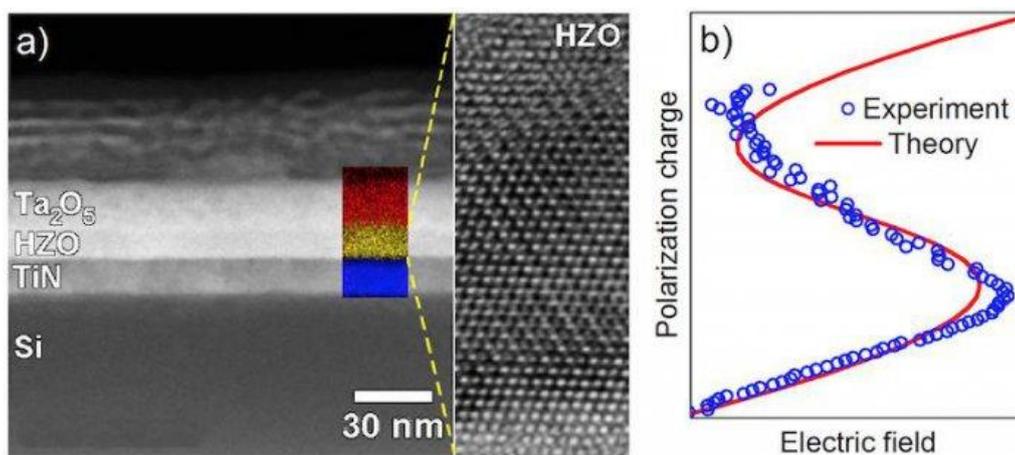
ствование отрицательной емкости, но ранее ее никто не наблюдал в таких веществах. Сегодня явление сегнетоэлектричества нашло множество применений в электронике, нелинейной оптике, запоминающих устройствах, температурных датчиках и даже в области нейроморфных вычислений.

В новой работе ученые из Германии и Румынии доказали, что отрицательная емкость характерна для оксида гафния-циркония ( $\text{Hf}_{0,5}\text{Zr}_{0,5}\text{O}_2$ ), причем она объясняется именно теорией Ландау. В простейшем случае емкость плоского конденсатора – это всегда положительный коэффициент между зарядом на об-

кладках и приложенным напряжением, то есть чем большее напряжение приложено, тем больший заряд можно накопить в конденсаторе.

Если бы у конденсатора была отрицательная емкость, то заряд на нем увеличивался бы при уменьшении напряжения и убывал при его увеличении.

Теория Ландау предсказывала, что отрицательная емкость будет наблюдаться, если соответствующая данному сегнетоэлектрику термодинамическая свободная энергия Гельмгольца в зависимости от поляризации будет иметь два минимума. Именно эта характеристика и была измерена в новом эксперименте.



Сравнение результатов эксперимента с теорией Ландау / M Hoffmann/NaMLab

Авторы отмечают, что новое вещество может уже в ближайшем будущем найти применение, так как при помощи отрицательной емкости можно усиливать приложенный потенциал, тем самым уменьшая потери мощности до недоступного современной электроники уровня.

«Большинство сегнетоэлектриков очень трудно интегрировать в современные методы производства полупроводников, но  $\text{Hf}_{0,5}\text{Zr}_{0,5}\text{O}_2$  уже использу-

ется в этих процессах, – пояснил ведущий автор статьи Майкл Хоффманн из Лаборатории электроники наноматериалов (Германия). – Это значит, что продукты с использованием данного эффекта вскоре могут появиться. Другим достоинством  $\text{Hf}_{0,5}\text{Zr}_{0,5}\text{O}_2$  является сохранение сегнетоэлектрических свойств даже при толщине пленок менее 10 нанометров, что важно для миниатюризации в будущем».

*indicator.ru*



### Революционная система очищает океаны, попутно добывая электричество и водород

Открытие американских и южнокорейских ученых похоже на идеальное решение сразу нескольких проблем: установка будет вырабатывать электричество и водород из растворенного в океане углекислого газа – главной причины глобального потепления.

Как сообщает EurekAlert, ученые из Технологического университета штата Джорджия и Ульсанского национального института науки и техники разработали гибридную систему, которая непрерывно вырабатывает электрическую энергию и водород в ходе реакции конверсии  $\text{CO}_2$  в течение 1 000 часов посредством гидратации, то есть очищает океаны, вырабатывая энергию.

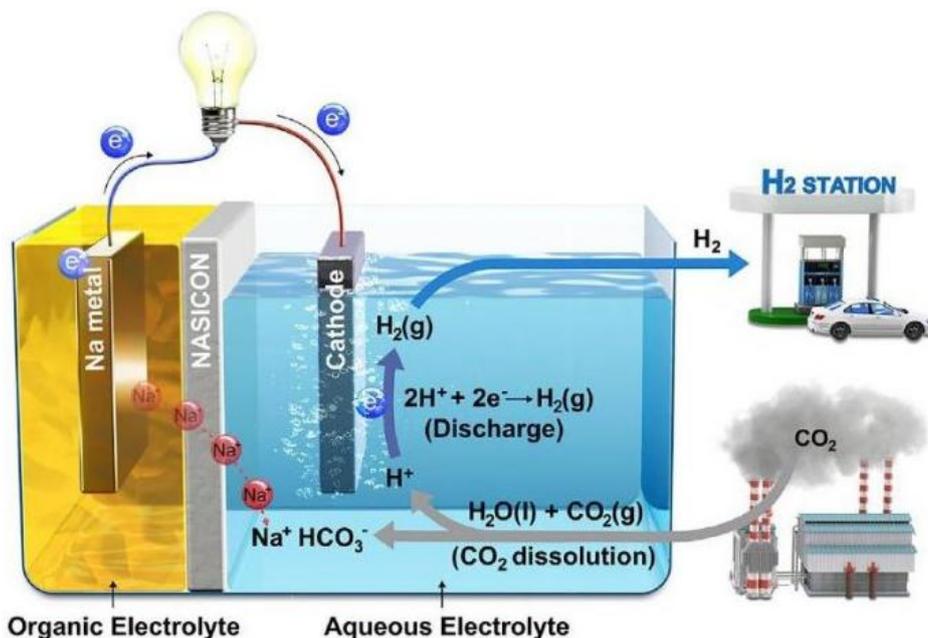
«Технологии захвата, утилизации и изоляции углекислого газа начали недавно привлекать большое внимание, поскольку служат методом предотвращения глобальных климатических изменений, – сказал профессор Ким Гунтэ. – Ключ к этой технологии – простая конверсия химически стабильных молекул  $\text{CO}_2$  в другие материалы. Наша новая система решила эту проблему благодаря механизму гидратации».

Большая часть эмиссии  $\text{CO}_2$  абсорбируется в океане и превращается в кислую среду. Ученым пришла в голову идея расплавить  $\text{CO}_2$  в воде, чтобы запустить электрохимическую реакцию. Если кислотность повышается, растет и число протонов, ко-



торые, в свою очередь, повышают возможность привлечения электронов. Если на основании этого явления

создать батарею, электричество будет вырабатываться параллельно с удалением  $\text{CO}_2$ .



Гибридная система  $\text{Na-CO}_2$ , как и топливный элемент, состоит из катода из металлического натрия, сепаратора и анода.

Катализатор находится в воде и соединен свинцовым проводом с катодом. Когда  $\text{CO}_2$  вводится в воду, реакция запускается,  $\text{CO}_2$  удаляется, и возникает электричество и  $\text{H}_2$ . КПД конверсии составляет 50 %.

Система доказала свою стабильность после 1 000 часов непрерывной работы без ущерба для электродов. Ученые убеждены, что электролиты, сепаратор и катализаторы можно и дальше совершенствовать, что повысит КПД реакции.

*hightech.plus*



### Российские ученые создали фильтр из водорослей для очистки воды от нефти



Как сообщил РИА Новости ведущий научный сотрудник Южного научного центра РАН кандидат биологических наук Олег Степаньян, уникальные биофильтры, созданные на основе самых устойчивых в мире фукусовых водорослей, способны эффектив-

но и безопасно очищать морскую воду от нефтяных загрязнений.

Совместно с коллегами из Мурманского морского биологического института (группа профессора Григория Воскобойникова) ученые создали специальные биотехнические сооружения – плантации водорослей, которые оказались способны очищать воду от нефтепродуктов.

«При разливах нефть можно собрать механически с помощью бонов, а можно более естественным и эффективным путем – отгородив опасный участок биофильтром из водорослей, который будет расщеплять нефть до простых веществ даже при дополнительных выбросах», – рассказал О. Степаньян.

По его словам, эта технология использования биофильтров уникальна. Кроме того, ученым удалось выявить наиболее живучие водоросли, которые могут для этого применяться.

«Исследование водорослей показало, что фукус пузырчатый – самый устойчивый суперорганизм», – пояснил ученый.

Эти водоросли растут в основном в северных морях и могут существовать при температуре от  $-2$  до  $+30$  градусов, фактически вмерзая в лед зимой и оставаясь без воды на несколько суток во время отливов летом. Также они приспособлены к освещенности во время полярного дня и отсутствию света в полярные ночи, диапазон их устойчивости к нефтепродуктам составляет 50 миллиграммов на литр при

норме ПДК в тысячу раз меньше – 0,05 миллиграмма на литр.

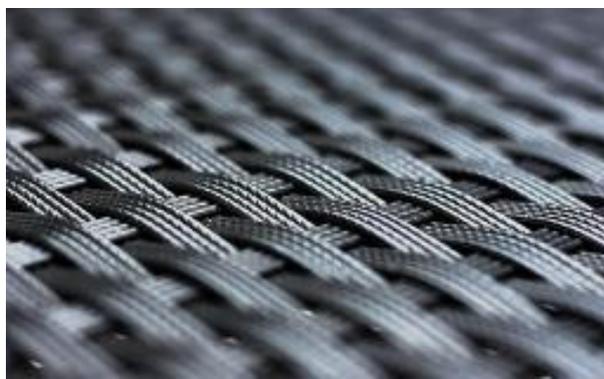
Эксперименты показали, что несколько десятков килограммов этих водорослей, расположенных определенным образом, способны утилизировать в воде несколько тонн нефтепродуктов.

«Наши разработки можно применять в любой точке планеты, поскольку методология позволяет подобрать вид водорослей для конкретной территории и способ размещения их в воде», – отметил О. Степаньян.

ria.ru



### Получены исходные вещества для создания высокопрочных углеродных волокон



Российские ученые получили прекурсоры – исходные вещества – для создания высокопрочных углеродных волокон. Это позволит создать углеродное волокно с новыми характеристиками для применения в высокотехнологичных отраслях промышленности. Статья ученых опубликована в *Journal of Polymer Research*.

Одним из последних достижений современной синтетической химии полимеров является разработка методов контролируемой радикальной полимеризации (Reversible Deactivation Radical Polymerization). Достоинство этих методов заключается в возможности управления молекулярным весом получаемых полимеров за счет варьирования соотношения между инициатором и мономером, а также одновременным пофрагментарным ростом цепей, который обуславливает узкое молекулярно-массовое распределение.

Ученые разработали новый метод получения сополимера акрилонитрила, позволяющего создавать прекурсор для высококачественных углеродных волокон с высокими прочностью и модулем упругости.

Для получения этих сополимеров исследователи впервые применили контролируемую радикальную полимеризацию по механизму с переносом атома (Atom Transfer Radical Polymerization, ATRP) с использованием в качестве катализатора комплекса бромиды меди.

Благодаря высокой эффективности инициирования и пофрагментарному росту цепи, указанный метод позволяет получать узкодисперсные сополимеры с заданными значениями молекулярной массы.

В результате проведенных экспериментов ученые получили образцы со значениями молекулярной массы более 70 килодальтонов и узким молекулярно-массовым распределением. Достоинства предложенного метода – использование катализатора в концентрации на уровне сотых долей процента, а также высокая скорость протекания процесса, что обусловлено использованием глюкозы в качестве активатора реакции.

«Задачей нашей работы является разработка метода получения сополимера на основе акрилонитрила, который используется в качестве сырья для производства углеродного волокна. Иными словами, мы хотим улучшить одну из стадий в процессе производства углепластиков, которые применяются в качестве перспективных конструкционных материалов в авиации, машиностроении, строительстве и спортивной индустрии. Ведь качество готового изделия зависит от того, какое сырье используется в ходе его изготовления. Мы как раз и решаем проблему улучшения качества сырья для производства углеволоконных материалов», – отметил Иван Гришин.

indicator.ru

