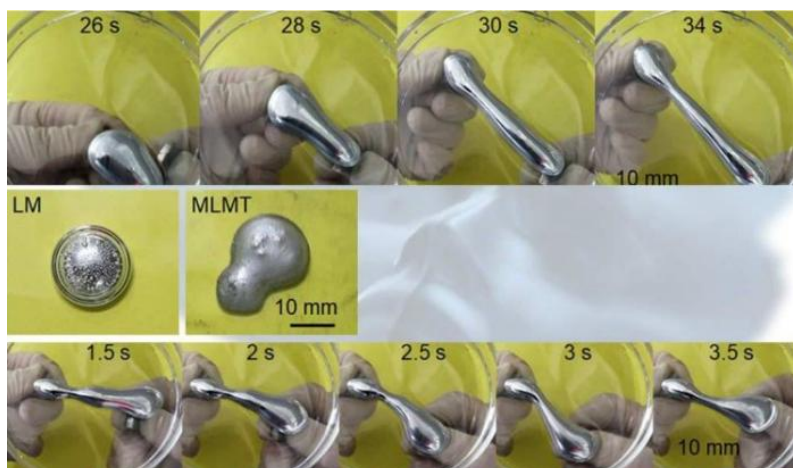




### Ученые приблизились к созданию жидкого «Терминатора»



При просмотре фильма «Терминатор 2: Судный день» практический каждый зритель был восхищен киборгом T-1000 из жидкого металла. На данный момент создание такого робота, разумеется, невозможно, но ученые медленно двигаются к этой цели.

Например, исследователям из Американского химического сообщества удалось создать жидкий металл, которым можно управлять при помощи магнитного поля. Это можно считать небольшим, но крайне важным шагом, потому что это первый случай, когда материалом удалось двигать не только по горизонтали, но и вертикали.

Если в будущем и будут созданы жидкие роботы, то они наверняка будут сделаны из галлия или других металлов, которые плавятся при комнатной температуре. Помимо этого свойства, они обладают и другими особенностями вроде высокой проводимости и беспредельной гибкости. Жидким металлом можно двигать при помощи магнитов – главное, чтобы в сплав были добавлены частицы никеля или железа.

К сожалению, из-за высокого поверхностного натяжения, намагничиваемым жидким металлом можно было двигать только по горизонтали и только внутри какой-либо жидкости. Но исследователи нашли способ двигать им даже по вертикали. Ученые уменьшили натяжение, создав жидкий сплав из галлия, железа, индия и олова – при погружении в соляную кислоту на поверхности материала образовался слой оксида галлия, который и повлиял на поверхностное натяжение.

Приложив магнит к противоположным сторонам, исследователи добились того, что материал растянулся по вертикали. Это значит, что им можно двигать даже в трехмерном пространстве, а не только в плоскости, как раньше. Новый сплав пока не готов для использования в жидких роботах – до этого ученым еще далеко. Однако новое открытие хотя бы немного приблизило ученых к созданию нового вида роботов.

*hi-news.ru*



### Физики впервые нарастили слой сверхтекучего гелия на углеродной нанотрубке

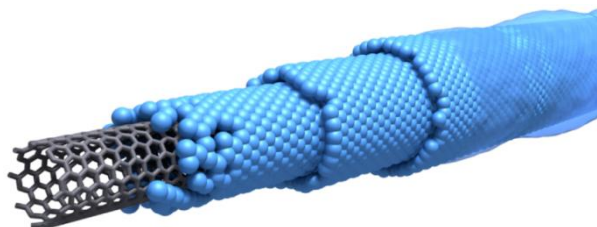
Физики из Испании и Франции впервые увидели «послойные» фазовые переходы первого рода, сопровождающие рост гелиевой пленки на поверхности графита. Для этого ученые заменили обычный графит углеродной нанотрубкой, что позволило избавиться от загрязнений и дефектов поверхности, а также ухва-

тить момент образования нового слоя по резонансной частоте колебаний трубки. Статья опубликована в Physical Review Letters, кратко о ней сообщает Physics, препринт работы выложен на сайте arXiv.org.

Около двадцати лет назад физики обнаружили, что поверхность графита, помещенного в гелиевую

атмосферу при низкой температуре, покрывается тонкой пленкой сверхтекучего жидкого гелия. Более точные эксперименты показали, что толщина слоя составляет всего несколько атомов, то есть получившаяся пленка является эффективно двумерной системой. Это открытие было важным само по себе: в частности, оно позволило проверить теорию Березинского – Костерлица – Таулесса, которая предсказывала, что тонкие пленки становятся сверхтекучими благодаря топологическим фазовым переходам. Без такой экспериментальной проверки теоретики вряд ли получили бы Нобелевскую премию по физике.

Кроме того, оказалось, что пленка жидкого гелия наращивает толщину постепенно, слой за слоем. Вскоре после этого открытия группа теоретиков во главе с Брэдфордом Клеменцом (Bradford Clements) показала, что «послойные» переходы относятся к фазовым переходам первого рода, то есть толщина слоя как функция давления паров гелия меняется скачкообразно. К сожалению, проверить это предсказание до сих пор не удалось. Вероятно, эти неудачи можно списать на дефекты графитовой поверхности, на которой растет гелиевая пленка. В самом деле, во всех предыдущих экспериментах ученые использовали не «чистые» листы графита, а искусственно увеличенные, спрессованные из нескольких «чистых» листов. Это позволяло получить большую площадь и упростить рост гелиевой пленки, однако существенно увеличивало число дефектов поверхности (спрессованные листы состояли из небольших кристаллических площадок площадью около ста квадратных нанометров). Поскольку такие дефекты сглаживали резкие переходы, толщина слоя зависела от давления паров как непрерывная функция.



Схематическое изображение углеродной трубки с нарощенными слоями атомов гелия

Adrien Noury et al. / Physical Review Letters, 2019

Группа исследователей под руководством Адриана Бахтольда (Adrian Bachtold) придумала, как устранить этот недостаток, и подтвердила скачкообразный рост толщины гелиевой пленки. Вместо графитовых листов ученые использовали углеродные нанотрубки – свернутые в цилиндр листы графена. С одной стороны, поверхность нанотрубки не отличается от поверхности графита, то есть гелиевый слой на ней образуется в тех же условиях. С другой стороны, благодаря «чистоте» листа, из которого свернута нанотрубка, рост пленки не будет затеняться

побочными эффектами. Кроме того, толщину слоя, нарощенного на нанотрубке, удобно измерять, наблюдая за частотой ее колебаний: чем толще слой, тем инертнее трубка и тем медленнее она колеблется. Поэтому нанотрубки идеально подходят для изучения «послойных» фазовых переходов.

В эксперименте ученые работали с нанотрубками диаметром три нанометра и длиной 1,1 микрометра, «приклеенными» к платиновым электродам силами Ван-дер-Ваальса. Для того чтобы очистить трубку от поверхностных загрязнений, физики «прожигали» ее большим током (силой около шести микроампер) при низкой температуре (20 милликельвин). Частоту колебаний трубки, прикрепленной к электродам, исследователи измеряли электрически, то есть пропускали через нее переменный ток с заданной частотой и отслеживали резонанс. Добротность такой колебательной системы (отношение высоты резонанса к его ширине) достигала  $2 \times 10^5$ . Затем исследователи впрыскивали в экспериментальную ячейку газообразный гелий при комнатной температуре и охлаждали систему до нескольких кельвинов. Давление пара ученые могли контролировать в диапазоне между  $10^{-4}$  и  $3 \times 10^{-3}$  атмосфер. Напомним, что давление и концентрация атомов гелия при фиксированной температуре однозначно связаны, то есть увеличение давления эквивалентно «впрыскиванию» в систему новых атомов. Наконец, используя несложную формулу, ученые пересчитывали резонансную частоту колебаний нанотрубки в толщину нарощенного на ней гелиевого слоя.

В результате ученые подтвердили, что толщина гелиевого слоя увеличивается при росте давления не непрерывно, а скачкообразно. Всего физикам удалось проследить за последовательным образованием пяти атомных слоев, то есть ухватить четыре скачка. При завершении каждого слоя резонансная частота резко падала вниз. Это указывало на расходимость сжимаемости пленки и, следовательно, на исчезновение скорости звука в гелиевом слое. Это согласуется с теоретическими предсказаниями.

Авторы статьи отмечают, что пленки жидкого гелия, образовавшиеся на поверхности нанотрубки, имеют одно важное отличие от пленок жидкого гелия на поверхности плоского листа графена: на них наложено периодическое граничное условие вдоль одной из координат. Это граничное условие изменяет энергию взаимодействия вихрей и в теории может заметно исказить картину фазового перехода Березинского – Костерлица – Таулесса. В частности, в 2011 г. группа ученых под руководством Марии Гордильо (Maria Gordillo), одного из соавторов новой статьи, показала, что гелиевый слой с периодическим граничным условием может перейти в состояние сверхтекучего твердого тела (supersolid). В будущем физики планируют подробно исследовать эти эффекты.

nplus1.ru



## Атомы водорода формируют связи с графеном за 10 фемтосекунд



Международная группа ученых смоделировала процессы, происходящие при бомбардировке графена атомами водорода, и выяснила, что связь между элементами образуется за 10 фемтосекунд. Статью опубликовало издательство Science.

Графен – это двумерная решетка атомов углерода из правильных шестиугольников толщиной в один атом. Графен выглядит привлекательно в качестве материала для электронных устройств. Создание из графена устройств, где носители тока движутся без потери энергии и с огромной величиной свободного пробега, возможно, однако затруднено тем фактом, что графен не относится к полупроводникам. Чтобы быть полупроводником, необходим энергетический барьер для выхода электрона из атома в пул свобод-

ных зарядов: пока атомы материала не получают энергию на покрытие этого порога – запрещенной зоны – ток по полупроводнику идти не может.

Эту проблему можно решить путем присоединения к углеродной решетке водорода, поэтому ученые бомбардировали графеновый слой атомами водорода и наблюдали за ходом процесса с атомарным разрешением. Эксперимент проводили в вакууме, для детекции атомов водорода применяли лазерные системы. Как оказалось, водород ненадолго прилипал к атомам углерода, а затем отскакивал от поверхности, что говорило о формировании кратковременной химической связи. Также атомы водорода имели значительно больше энергии до столкновения с графеном, чем после: при столкновении они теряли часть энергии.

Для того чтобы понять происходящее, команда ученых разработала компьютерную симуляцию. Благодаря модели исследователи смогли воспроизвести сверхбыстрые движения атомов при образовании переходной химической связи. Связь длилась около десяти фемтосекунд (10–15 с), в течение которых атом водорода мог передавать почти всю свою энергию подложке (от 1 до 2 электроновольта). В результате обмена энергией по поверхности графена расходились звуковые волны, подобные колебаниям водной глади. Звуковая волна способствовала тому, что атом водорода легче связывался с атомом углерода, чем считалось ранее.

*indicator.ru*



## Революционная технология опреснения решает проблему грязной воды



Предложенный американскими учеными метод экстракции растворителем справляется с соляными растворами высокой концентрации лучше, чем нынешний «золотой стандарт» – технология обратного осмоса, при этом этот метод проще и дешевле.

Растворы с повышенным содержанием солей вызывают все большую тревогу у экологов. Они образуются в результате добычи нефти и газа, проникновения сточных вод с мусорных свалок, электростан-

ций и других промышленных процессов. Как пишет Phys.org., если эти минеральные растворы не обрабатывать должным образом, они загрязнят и поверхностные источники, и подземные воды,

У двух наиболее распространенных современных методов опреснения – обратного осмоса и дистилляции – есть свои ограничения. Метод обратного осмоса неэффективен для гиперсоленых вод, поскольку требует слишком высокого давления. А выпаривание таких растворов слишком энергозатратно.

Предложенная американскими учеными экстракция растворителем, которую сейчас применяют в химической промышленности – относительно недорогой и простой процесс, который не требует мембраны, как обратный осмос, или изменения агрегатного состояния, как дистилляция. Для нее нужен малополярный растворитель и температура в пределах 70 °С, расходы на поддержание которой будут минимальными.



В ходе эксперимента с помощью нового метода удалили 98,4 % соли из раствора. Этот результат сопоставим с обратным осмосом. Кроме того, ученым удалось добиться высокого процента восстановления воды – более 50 % – из гиперсоленого раствора.

Изобретатели убеждены, что их метод трансформирует водное хозяйство и придет на смену более дорогим и менее эффективным технологиям.

«Мы можем разрешить проблему загрязнения и получить более чистую, более пригодную воду для нашей планеты», – сказал один из изобретателей, Ип Нгай Ин.

*hightech.plus*



### Китайцы разработали керамический композит для гиперзвуковых аппаратов



Исследователи из Центрального Южного Университета Китая объявили о разработке керамического композиционного материала, из которого можно будет изготавливать обшивку для гиперзвуковых летательных аппаратов. Как пишет *Global Times*, новый материал способен выдерживать длительный нагрев до температуры в 3 000 °С.

Одной из основных проблем, возникающих при создании гиперзвукового летательного аппарата, является сильный нагрев его корпуса. К такому на-

греву приводит резкое торможение и уплотнение воздушного потока на корпусе и, как следствие, его нагрев. При высоких скоростях полета на поверхности может образовываться и пленка из плазмы.

Например, планер самолета-разведчика SR-71 Blackbird, способного разогнаться до 3 тысяч километров в час, в полете нагревался до 400 °С, из-за чего зона кабины экипажа охлаждалась с помощью топлива, подаваемого в трубопровод.

Китайские разработчики объявили, что им удалось сделать жаропрочный, относительно легкий и пластичный композиционный материал на основе керамики с добавлением тугоплавких металлов. Подробности о составе композита не раскрываются. Разработчики утверждают, что обшивка планера гиперзвукового аппарата из нового композита позволит ему выполнять полеты на скорости от 5 до 20 Махов.

В настоящее время несколько китайских институтов и корпораций занимаются разработкой гиперзвуковых летательных аппаратов. В частности, летом прошлого года в Китае состоялись испытания беспилотных гиперзвуковых планеров DF-ZF в разной конфигурации. Испытания были признаны успешными.

*nplus1.ru*



### Британский стартап запустил проект BioSolar Leaf, который очищает воздух и производит белок для создания продуктов

Первая в своем роде система использует микроскопические растения для очистки воздуха, одновременно производя органический белок для создания растительных пищевых продуктов. Таким образом, проект может не только помочь в борьбе с выбросами углерода, но и параллельно решить проблему голода.

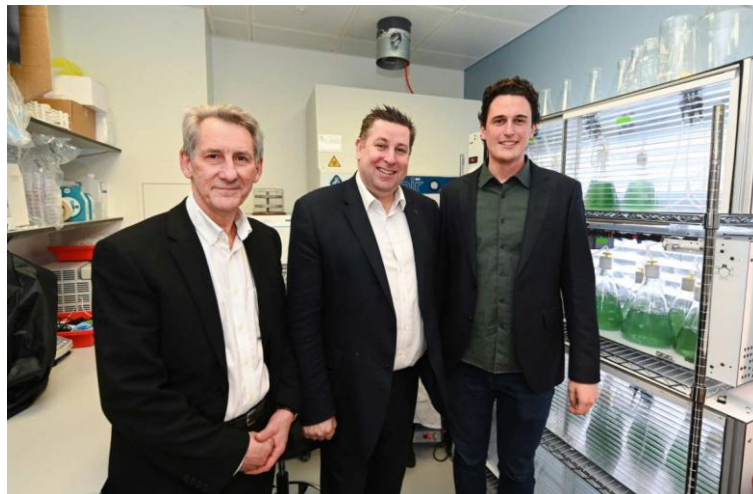
Стартап Arborea, базирующийся в Великобритании, запускает пилотный проект в лондонском кампусе Имперского колледжа, чтобы протестировать технологию BioSolar Leaf.

Система Arborea включает в себя выращивание микроскопических растений – микроводорослей или фитопланктона – на структурах, подобных солнечным панелям, которые могут быть установлены на земле, в зданиях и других объектах для улучшения

качества воздуха. При фотосинтезе эти растения удаляют углекислый газ из воздуха, одновременно генерируя кислород. Согласно сайту стартапа, всего один акр их системы в плане очистки воздуха эквивалентен 100 акрам деревьев.

Arborea будет сотрудничать со специалистами из Имперского колледжа Лондона для разработки новых инновационных технологий, которые, как надеются эксперты, повысят качество воздуха в столице Великобритании. Учебное заведение предоставит компании, созданной бывшим студентом Джулианом Мельхиорри (Julian Melchiorri), финансирование на разработку пилотного проекта системы по выращиванию в кампусе в Уайт-Сити – районе на западе Лондона.





Профессор Имперского колледжа Лондона Нил Алфорд, глава лондонского района Хаммерсмит и Фулхэм Стивен Коуэн и генеральный директор Arborea Джулиан Мельхиорри / © Imperial College London



«Система Arborea BioSolar призвана революционизировать качество воздуха в Лондоне и во всем мире. Наша администрация планирует первыми разместить их в нашем районе: мы полны решимости, что Хаммерсмит и Фулхэм будут лидировать в очистке загрязненного воздуха. Эта передовая биотехнология – последнее и наиболее радикальное нововведение, появившееся в биотехнологическом центре Уайт-Сити. Специалисты Имперского кампуса уже меняют мир и показывают, чего можно достичь, когда ведущее в мире академическое учреждение и бизнес объединяются, чтобы проложить путь и развить местную экономику, которая работает для всех», – сказал глава управления лондонского района Хаммерсмит и Фулхэм Стивен Коуэн (Stephen Cowan).

Примечательно, что очистка воздуха – лишь одно из преимуществ технологии BioSolar Leaf: микроскопические растения также производят органический белок, который специалисты Arborea извлекают и используют для создания растительных пищевых продуктов.

«Когда я основал Arborea, моя цель состояла в том, чтобы бороться с изменением климата и одновременно решать критические вопросы, связанные с продовольственной системой. Наш пилотный проект будет производить экологически чистые пищевые добавки, одновременно очищая воздух, выделяя кислород и удаляя углекислый газ из окружающей среды. Это предоставит возможность в полной мере использовать преимущества BioSolar Leaf от Arborea в реальных условиях эксплуатации и поможет раскрыть весь потенциал технологии», – заявил генеральный директор Arborea Джулиан Мельхиорри в опубликованном пресс-релизе.

Необходимо отметить, что загрязнение воздуха считается серьезной проблемой во всем мире. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 4,2 миллиона человек ежегодно умирают из-за загрязнения воздуха, а 91 % населения планеты живет в районах, где качество воздуха не соответствует нормативным пределам ВОЗ.

*naked-science.ru*



### Биоразлагаемые пакеты загрязняют природу минимум 3 года после закапывания



Человечество борется с загрязнением окружающей среды многими способами – например, в некоторых странах вместо обычных пластиковых пакетов используются аналоги с добавлением разлагаемых материалов.

Многие люди считают, что биоразлагаемые пакеты исчезают крайне быстро, но исследователи из Университета Плимута доказали, что это далеко не так. Находясь на открытом воздухе, в почве или под водой, они могут храниться более трех лет и оставаться такими же прочными.



Чтобы доказать это, ученые изучили пять видов собственноручно утилизированных пакетов с разлагаемыми компонентами. Эти пакеты были извлечены из океана, выкопаны из-под земли и найдены на открытом воздухе. Исследователи тщательно изучили, какую площадь они потеряли за три года, и как изменилась их химическая структура. К удивлению с некоторыми из них можно было даже сходить в магазин – они так хорошо сохранились, что могли выдержать много продуктов.

«Я был по-настоящему удивлен, что любой из пакетов все еще может вместить множество покупок даже спустя три года. Когда вы видите что-то, помеченное таким образом (как биоразлагаемое), я думаю, вы автоматически предполагаете, что оно будет разлагаться быстрее, чем обычные пакеты. Наше исследо-

вание показывает, что это далеко не так», – сказал Имподжен Нэппер, глава исследовательской группы.

Самый хороший результат по разложению показали компостируемые пакеты – в воде они растворились спустя три месяца после утилизации. В почве они тоже хорошо разложились, однако лоскуты можно было найти даже спустя 27 месяцев. А биоразлагаемые и оксо-биоразлагаемые пакеты сохранили свою прочность даже через 3 года.

Исследователи считают, что людям необходимо напомнить о том, что на самом деле означает слово «биоразлагаемый». По их словам, полностью они могут разложиться только после промышленной обработки, а в естественной среде для этого важно воздействие микробов, кислорода, влажности, времени и других факторов.

hi-news.ru



### Разработан новый катализатор для получения метанола



Китайским ученым удалось разработать новый катализатор, позволяющий превращать углекислый газ в метанол, который может быть использован в

качестве экологически чистого топлива в двигателях внутреннего сгорания.

Работа опубликована в журнале Nature Communications.

Исследовательская группа во главе с Цзэн Цзе из Китайского научно-технического университета разработала катализатор на основе платины и комплекса MPL-101, который эффективно превращает углекислый газ в метанол при давлении в 32 бара и 150 °С.

Селективность катализатора на основе платины для метанола составляет 90,3 %, что на 10 % выше, чем у обычно используемых катализаторов на основе меди, цинка и алюминия.

«Это исследование открывает новый способ получения метанола высокой чистоты, который поможет ученым лучше понять механизм катализа с использованием отдельных атомов», – сказал Цзэн Цзе.

indicator.ru



### Вещество удалось структурировать импульсами света

Российские физики использовали полностью оптический способ структурирования вещества в наноразмерном масштабе. Ученые применили сфокусированные лазерные импульсы кольцевой формы и создали параболические наноантенны и их массивы в тонкой золотой пленке. Результаты опубликованы в журнале Optics Letters.

Пространственно модулированные (или так называемые структурированные) лазерные лучи становятся универсальными оптическими инструментами в современной нанофотонике. Эта отрасль посвящена физическим процессам взаимодействия световых

полей и нанометровых объектов, согласованных по симметрии, масштабу и оптическому спектру. Нанофотоника применяется в создании плазмонных наносенсоров, распознающих различные биологические и химические вещества, в том числе вредные или опасные.

Ученые структурировали тонкую пленку из золота низкоэнергетическими фемтосекундными лазерными импульсами кольцевой формы. Изменение их энергии гибко управляет процессом. С помощью остросфокусированных пространственно-структурированных импульсов в пленке создают отверстия

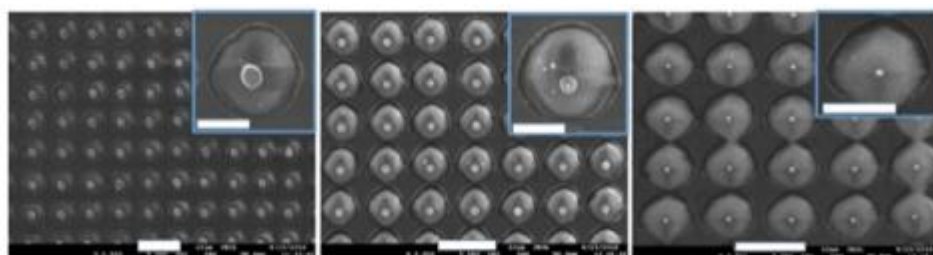


(«плазмонный отражатель») с золотыми нанодисками («плазмонными антеннами») внутри. В результате получаются «параболические» наноантенны.

Сверху на них нанесли монослой красителя, способного фотолюминесцировать – светиться при воздействии на него света разных длин волн. Физики приложили к получившимся наноантеннам оптическое поле с согласованными размерами луча, неоднородными поляризациями (ориентацией векторов напряженности электрического и магнитного полей) и спектром. Это вызвало ультранизкоэнергетическое плазмонное возбуждение свечения в слое красителя (но без испарения жидкости). Ученые использовали плазмонные моды (особый вид колебаний) пленки, которые «отражатель» собирает на «антенну», что и вызывает люминесценцию. Оптическое поле лазерного излучения на нанодиске-антенне многократно усиливалось фокусирован-

ными плазмонными полями колебаний электронов с той же частотой в золотой пленке.

«Мы продемонстрировали замечательную возможность применения полностью оптического подхода для структурирования вещества в наномасштабе и эффективного плазмонного нанозондирования. Результат показывает новые возможности, которые открывает усиливающий эффект взаимодействия структурированного света и структурированного вещества», – пояснила Светлана Хонина, профессор кафедры технической кибернетики и ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории автоматизированных систем научных исследований Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королева, главный научный сотрудник Института систем обработки изображений РАН.



Изображения (полученные сканирующим электронным микроскопом) структурированных массивов микроотверстий с наночастицами в центре, образующиеся при увеличении энергии импульса.  
S. I. Kudryashov et al. / Optics Letters 2019

В работе принимали участие ученые Физического института имени П.Н. Лебедева РАН (Москва), Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, Института систем обработки изображений федерального научно-исследовательского

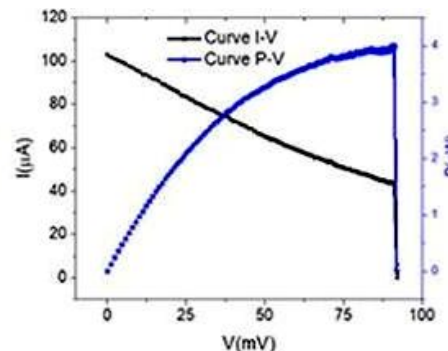
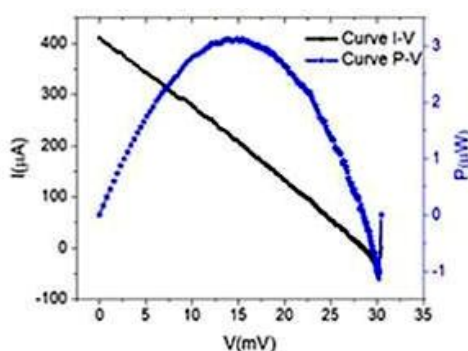
центра «Кристаллография и фотоника» РАН (Самара), Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (Москва), Института автоматизации и управления процессами ДВО РАН (Владивосток), Школы естественных наук Дальневосточного федерального университета (Владивосток).

Исследования поддержаны грантом Российского научного фонда.

indicator.ru



### Эволюционные наноантенны втрое улучшат преобразование солнечной энергии



В статье, опубликованной в SPIE Journal of Nanophotonics (JNP), исследователи из трёх мексиканских лабораторий рассказали о совместно созданном инновационном наноустройстве, которое

канских лабораторий рассказали о совместно созданном инновационном наноустройстве, которое

предназначено для эффективного улавливания излучения в видимом и инфракрасном диапазонах.

Эта так называемая эволюционная дипольная наноантенна (EDN) в испытаниях генерировала термоэлектрическую разность потенциалов в 1,3 раза выше, чем классическая дипольная наноантенна (CDN), может найти применение во многих областях, где требуется высокая эффективность термоэлектрического преобразования, например, для детектирования излучения, снижения тепловых потерь и для получения электроэнергии из солнечного света.

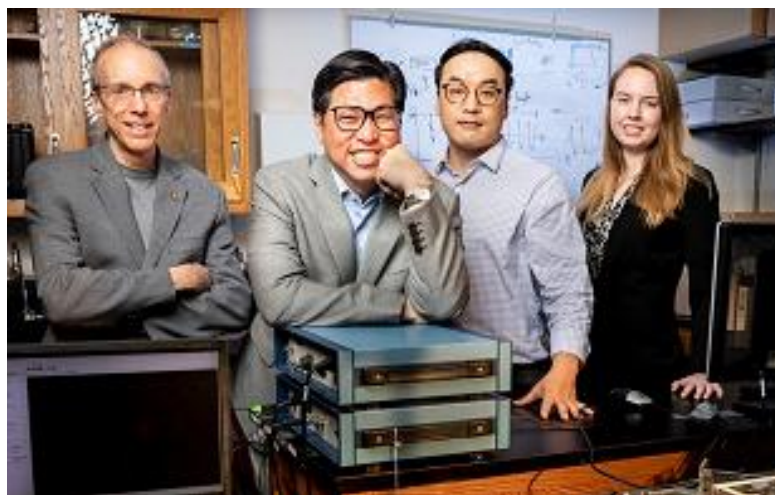
Опытные массивы (9×9) биметаллических наноантенн EDN изготавливались из никеля и платины методом электронно-лучевой литографии. Конструкция оптимизировалась с помощью компьютерных симуляций: в частности, так было выбрано расстояние между отдельными элементами наноструктуры. Для определения рабочих характеристик антенн использовался симулятор солнечного излучения.

Авторы также показали, что применение EDN может давать выигрыш вплоть до 3-кратного в генерируемом электрическом напряжении по сравнению с CDN.

*ko.com.ua*



### Ультразвук, молекулы и свет: что заменит скальпель хирурга



Открытие американских ученых подтвердило, что высокоинтенсивные направленные ультразвуковые волны способны проникать сквозь биологические ткани и приводить в действие молекулы, запрограммированные выполнять определенные задачи.

Тема исследования, проведенного специалистами из Университета Иллинойса в искусственных условиях и на мышах, – возможность неинвазивного доступа к расположенным не на поверхности тканям без причинения перманентного ущерба. Как сообщил Phys.org., ученые успешно продемонстрировали способность запускать химические реакции по требованию, задействовав при этом только одобренную для медицинского применения аппаратуру.

«Проще говоря, мы пытаемся разработать систему дистанционного управления, которую в будущем можно было бы использовать в медицинских целях», – сказал Кинг Ли, один из авторов статьи в Proceedings of the National Academy of Sciences.

Ли занимался вопросами оптогенетики – возможностью активации генов при помощи света. Его коллега и соавтор Джеффри Мур изучал синтетические молекулы механофоры, которые меняют цвет или излучают свет в ответ на приложение силы. Вместе они пришли к решению использовать для управления химической реакцией молекул не свет, а ультразвук, который проникает сквозь непрозрачный материал, в частности сквозь живые ткани, и безопасен для организма.

В ходе экспериментов ученые продемонстрировали возможность удаленной генерации света в биологических тканях без ущерба для них, хотя пока не смогли добиться интенсивности, необходимой для практического применения этого оптогенетического метода. Тем не менее, Ли и Мур считают, что уже близки к цели. В начале исследования доступная им интенсивность света была в десять раз меньше исходной, а теперь она стала меньше всего в два раза.

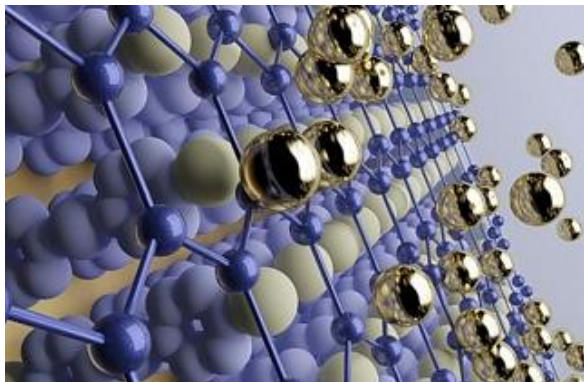
*hightech.plus*







## Ученые определили условия для синтеза магнитного полупроводника с помощью синхротронного излучения



Ученые Института физики полупроводников имени А.В. Ржанова СО РАН совместно с коллегами определили оптимальные условия для синтеза соединения Si/GeMn, которое относится к классу магнитных полупроводников. Эти материалы могут применяться при создании квантовых компьютеров, а также спиновых транзисторов и других приборов, работающих на принципах квантовой электроники. Результаты исследования опубликованы в Журнале экспериментальной и теоретической физики.

Как известно, полупроводники – это материалы, которые занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками: их способность проводить электричество проявляется при определенных условиях, чаще всего – при повышении температуры, а также при добавлении различных примесей. Если такая примесь будет иметь магнитные свойства, в результате возможно получить полупроводник, электрическую проводимость которого можно контролировать при помощи магнитного поля. Возможной областью применения магнитных полупроводников может стать так называемая спиновая электроника, или спинтроника. В устройствах спинтроники, в отличие от классических электронных приборов, энергию или информацию переносит не

электрический ток, а ток спинов – моментов движения электронов.

Команда новосибирских ученых провела серию экспериментов по изучению структуры и свойств одного из таких соединений, а именно полупроводниковой системы Si/GeMn. Специалисты определили оптимальные условия для синтеза и использования магнитных свойств функциональных элементов на базе такой системы.

Синтезирование полупроводниковых материалов проводится на установках молекулярно-лучевой эпитаксии. Такая технология позволяет выращивать кристаллические монослои (слои толщиной в один атом) и дает возможность исследовать их *in situ*, в процессе роста. «В качестве подложки мы используем стандартные кремниевые пластины, на базе которых монтируется вся микроэлектроника, – рассказал кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ИФП СО РАН Владимир Зиновьев. – На поверхность пластин осаждается германий. Из-за несопадений кристаллических решеток кремния и германия граница раздела существенно деформируется: после осаждения трех монослоев германия на абсолютно гладкой поверхности возникают шероховатости – нанокристаллы германия, или "квантовые точки". Одновременно запускается процесс легирования марганцем, атомы которого также встраиваются в них».

На процесс встраивания влияет концентрация марганца, а также температура, при которой происходит синтез материала. Для того чтобы определить оптимальные параметры системы, ученые синтезировали серию различных образцов, при этом концентрация марганца менялась от 2 % до 20 %, а температура – от 400 °С до 500 °С. В результате было установлено, что оптимальная массовая доля марганца составляет порядка 2 %, а температура «приготовления» – 400 °С.

*indicator.ru*



## Химики построили стену из графеновых кирпичей

Китайские ученые создали прочный и упругий метаматериал из графенового аэрогеля. Спрессовав кирпичи из геля восстановленного оксида графена, исследователи получили материал, который выдержал сжимающее давление в 47 мегапаскалей, деформации больше 97 %, обладал высокой электрической проводимостью и устойчивостью к температурам до 750 °С.

Авторы статьи, опубликованной в *Advanced Functional Materials*, утверждают, что количество составляющих частей метаматериала не имеет верхнего предела, и он может служить строительным материалом для масштабных сооружений.

Графен представляет собой слой решетки шестиугольников из атомов углерода. Особый интерес вещество представляет благодаря примечательным



физическим свойствам, в том числе исключительной механической прочности.

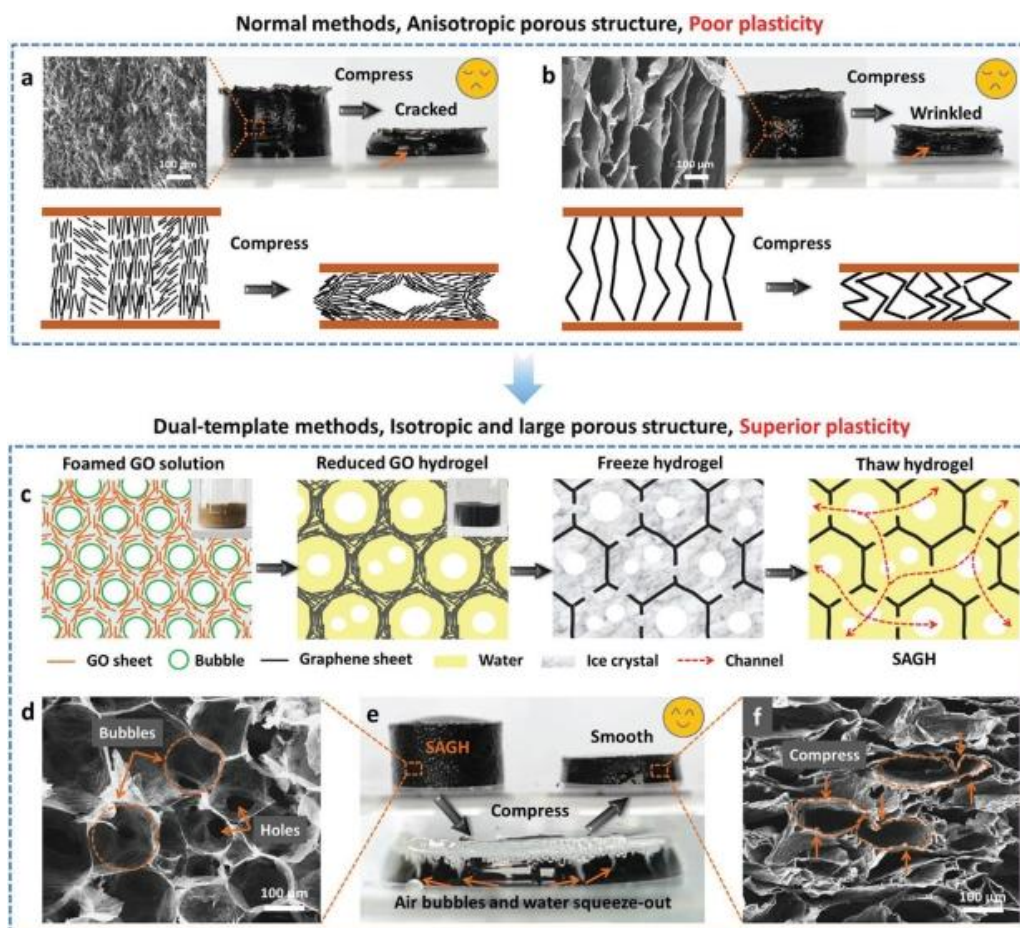


В 2012 г. ученым удалось синтезировать графеновый аэрогель – трехмерную пористую структуру, в которой гексагональные плоскости непрерывно соединены ковалентными связями. Практическое применение аэрогелей ограничено, так как их плотность, от которой напрямую зависят механические свойства материала, очень низкая. Прессовка порошков из

подобных структур приводит к деформациям графеновых листов, разрушению структуры и ухудшению упругости материала.

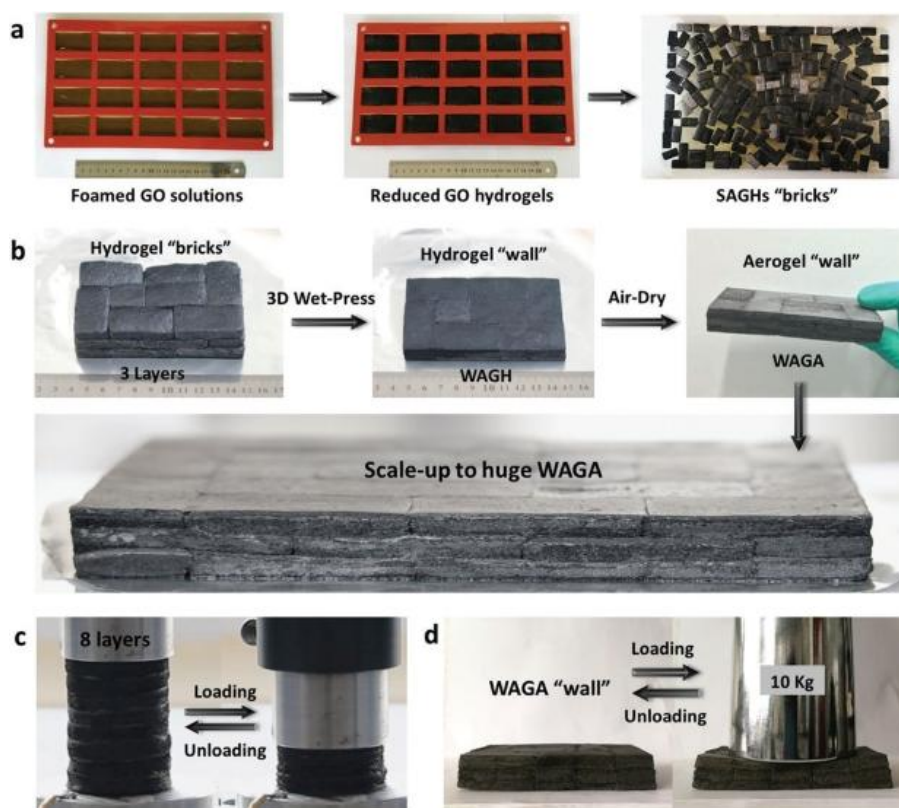
Лянги Цюй (Liangti Qu) и его коллеги из Пекинского технологического института нашли способ расширить применение графеновых аэрогелей – они создали и протестировали относительно крупные (десятки сантиметров) бруски из аэрогеля. На первом этапе синтеза исследователи интенсивно перемешивали оксид графена в воде, чтобы образовалась пена с большим количеством микропузырьков воздуха. Затем оксид графена восстановили и образовался гель с пузырьками до ста микрометров. Наконец, для формирования соединительных каналов, пронизывающих материал, авторы работы сначала заморозили, а затем расплавили гель.

Полученные кирпичи из геля соединяли друг с другом и прессовали. Благодаря капиллярным силам, которые стремились уменьшить зазоры между кирпичиками, части конструкции надежно скреплялись. После того, как изделие дали высохнуть на воздухе, химики провели испытания механической прочности, проводимости и термической устойчивости метаматериала.



Сжатие графеновых материалов с анизотропной структурой, полученных обычными методами (вверху), схематичное описание этапов получения аэрогеля и СЭМ-изображения структуры геля до (d) и после (f) сжатия.

Hongsheng Yang Steptoe et al. / *Advanced Functional Materials*, 2019



Этапы создания «стены» из графенового аэрогеля и ее механические свойства.  
Hongsheng Yang Steptoe et al. / Advanced Functional Materials, 2019

Графеновые стены смогли выдержать сжимающее давление в 47 мегапаскалей, показали высокие значения упругости (больше 97 %), проводимости (378 сименс на метр) и устойчивости к температурам до 750 °С.

По словам авторов, из подобных блоков можно создавать крупные сооружения, устойчивые термически, химически и механически. Простая технология синтеза может оказаться полезной для создания других похожих материалов с улучшенными свойствами.

*nplus1.ru*



### Создано устройство, вырабатывающее электричество из космического холода



По принципу работы установка напоминает солнечную батарею, но ей не нужен свет – лишь разница температур и космический холод. Несмотря на то что КПД устройства пока минимален, разработка стала важным доказательством концепции.

Международная команда исследователей впервые продемонстрировала возможность производить электричество непосредственно из космического холода. Ученые разработали инфракрасное полупроводниковое устройство, обращенное к небу, которое генерирует энергию за счет разницы температур между Землей и космосом.

Как отмечает Science Daily, установка напоминает солнечную панель наоборот. Вместо того, чтобы собирать энергию, поступающую от Солнца, она улавливает инфракрасное излучение, уходящее в космос. Направив устройство в пространство, температура которого близка к абсолютному нулю, исследователи добились достаточной разницы температур для выработки энергии.

Современные технологии улавливают энергию от перепадов температур далеко не так эффективно, как солнечное излучение. Поэтому КПД установки оказался намного ниже теоретического предела. Вместо 4 Вт на квадратный метр команде удалось получить всего 64 нановатта, то есть в миллион раз меньше.

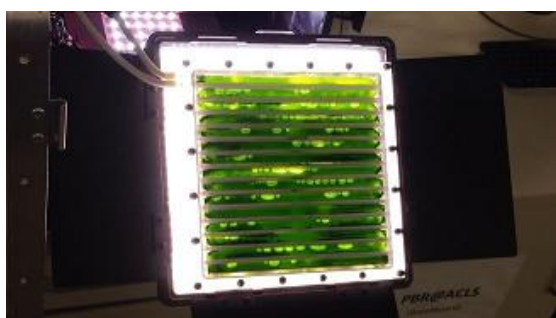
Как указали авторы исследования, несмотря на скромное количество выработанной энергии, разра-

ботка стала важным доказательством концепции. Теперь они намерены повысить эффективность установки, улучшив квантовые оптоэлектронные свойства используемых материалов. В случае успеха технологию можно будет использовать для создания наземных электростанций. Кроме того, аналогичный принцип подойдет для улавливания тепла, вырабатываемого работающими двигателями.

*hightech.plus*



### На МКС доставили биореактор, который производит пищу и кислород



Биореактор на основе водорослей поможет создать замкнутую систему жизнеобеспечения на космическом корабле.

Сейчас реактор проходит испытания на МКС, которые позволят оценить его пригодность для длительных космических полетов. О проекте ученые подробно рассказали на 69-м Международном конгрессе аэронавтики.

Биореактор прибыл на космическую станцию 6 мая на грузовом корабле SpaceX Cargo Dragon. Эксперимент предполагает использование одноклеточных водорослей *Chlorella vulgaris* для преобразования углекислого газа, выдыхаемого космонавтами, в кислород и съедобную биомассу.

Ожидается, что биореактор будет работать совместно с физико-химической системой рециркуляции воздуха, которая была доставлена на космическую станцию в 2018 г. Эта установка извлекает метан и воду из углекислого газа в кабине космической станции. В свою очередь водоросли в новом биореакторе будут использовать оставшийся углекислый газ для получения кислорода.

Для преобразования углекислого газа в кислород и глюкозу при помощи фотосинтеза водоросли поглощают энергию искусственного света, источники которого расположены внутри установки.

*naked-science.ru*

