

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2017.01.038029>**1. Металлический водород**

В статье "Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными?" (см. *УФН* 169 419 (1999)) В.Л. Гинзбург относил возможность создания металлического водорода к числу наиболее важных и интересных проблем. Переход водорода под большим давлением в металлическую фазу был предсказан Ю. Вигнером и Б. Хантингтоном в 1935 г. Ранее уже сообщалось о наблюдении металлических свойств у водорода, но эти результаты пока не нашли подтверждения. Исследователи из Гарвардского университета R.P. Dias и I.F. Silvera выполнили новый эксперимент с алмазной наковальней и сообщили о наблюдении ими фазового перехода Вигнера – Хантингтона, соответствующего переходу водорода в металлическую фазу. О переходе свидетельствовал рост отражательной способности образца в оптической области до величины 0,91. Достигнуть давлений до 595 ГПа удалось за счёт удаления дефектов на поверхности алмаза в наковальне, а также за счёт помещения образца в оболочку из окиси алюминия, препятствующую диффузии водорода. Переход в состояние металлического водорода произошёл, предположительно, в интервале 565–595 ГПа. Пока не ясно, является ли полученная металлическая фаза твёрдой, как следует из теории, или жидкой. Концентрация электронов, определённая по теории Друде, соответствует атомарному водороду, т.е. молекулярный водород в эксперименте диссоциировал на атомы. В двух отдельных экспериментах (при температурах 83 К и 5,5 К) производилось сжатие образца: в обоих случаях было достигнуто состояние металлического водорода. Другой принципиальной возможностью получения металлической фазы является сжатие плазмы при высоких температурах (см., например, V.E. Fortov et al., *Phys. Rev. Lett.* 99 185001 (2007)). В другом эксперименте в 2016 г. М.И. Еремец, И.А. Троян и А.П. Дроздов также получили свидетельства образования металлического водорода под давлением 360 ГПа (<https://arxiv.org/abs/1601.04479>). Для проверки описываемых результатов требуются независимые эксперименты. В 1968 г. N.W. Ashcroft привёл теоретические аргументы в пользу того, что металлический водород может обладать сверхпроводящими свойствами даже при комнатной температуре (см. также статью М.И. Еремца и А.П. Дроздова в *УФН* 186 1257 (2016)), а в 1971 г. Е.Г. Бровман, Ю. Каган и А. Холас (*ЖЭТФ* 61 2429 (1971)) указали, что металлический водород может остаться метастабильным при комнатной температуре даже после снятия высокого давления. Эти свойства, если они подтверждаются, могут иметь большое практическое значение. В природе металлический водород, согласно расчётам, составляет значительную часть недр Юпитера и других планет-гигантов. О проблеме металлического водорода см. в обзоре Е.Г. Максимова и Ю.И. Шилова в *УФН* 169 1223 (1999).

Источник: *Science*, онлайн-публикация от 26 января 2017 г.
<https://doi.org/10.1126/science.aal1579>

2. Прецизионный источник слабого тока

F. Nohls (Национальный институт метрологии Германии) и его коллеги разработали новый способ подсчёта единичных электронов, поток которых создаёт слабый электрический ток. Устройство в конфигурации полевого транзистора выполнено на основе квантовой точки в полупроводнике. К электроду над точкой приложен электрический потенциал, изменяющийся с частотой 0,5 ГГц. В каждом периоде в квантовую точку захватываются и затем выталкиваются единичные электроны. Тем самым можно контролировать число проходящих электронов. Создаваемый ими ток усиливается и измеряется с относительной точностью $1,6 \times 10^{-7}$, что близко к точности современного стандарта тока в системе СИ. Измерения слабых токов могут применяться, например, для определения уровня радиоактивности в ионизационных камерах или для подсчёта частиц аэрозолей в воздухе.

Источник: <http://physicsworld.com/cws/article/news/2016/dec/02/tiny-device-pumps-out-one-electron-at-a-time>

3. Квантовые измерения

В Институте Лауэ–Ланжевена (Франция) продемонстрирован новый эффективный метод томографии квантовых состояний, основанный на комбинации слабых и сильных квантовых измерений. В 2016 г. сотруд-

ники Университета Падуи (Италия) G. Vallone и D. Dequal показали теоретически, что так называемые слабые квантовые величины могут определяться не только с помощью слабых, но и с помощью сильных измерений с большой величиной воздействия на систему. S. Sprong (Институт атомной физики Венского университета, Австрия) и его коллеги впервые реализовали этот подход в своём эксперименте. Пучок нейтронов расщеплялся на два пучка, которые интерферировали после пролёта по различным путям. Посредством магнитного поля осуществлялось зависящее от траектории вращение спина нейтрона, что создавало связь между степенями свободы траектории и спина. Таким образом, по величине поворота спина определялись траектории. С помощью магнитного поля осуществлялось дополнительное вращение спина, причём повороты на 15° и 90° представляли, соответственно, слабое и сильное измерение. Как и предсказывалось, использование сильных измерений сделало процесс квантовой томографии значительно более быстрым и эффективным, что особенно важно для выделения малых сигналов над уровнем фона.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 118 010402 (2017)

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.118.010402>

4. Положения атомов водорода в нанокристалле

L. Palatinus (Институт физики Академии наук Чешской Республики) и др. разработали методику, позволяющую с помощью электронной дифракции определять положение атомов водорода в решётке кристалла микро- и нанометрового размера, когда методы рентгеновской и нейтронной дифракции неприменимы. Из-за взаимодействия электронов с заряженными частицами в кристалле происходят множественные отклонения электронов, что замыкает дифракционную картину и требует усовершенствования метода обработки данных. L. Palatinus и др. выполнили структурный 3D-анализ кристаллов с помощью динамической теории дифракции, учитывающей множественные рассеяния электронов — в отличие от кинетической теории дифракции, описывающей единичные рассеяния. Соответственно, для обработки данных применялись более сложные математические алгоритмы. Новая методика использована для выяснения положений атомов водорода как в органическом (парацетамол), так и в неорганическом (алюминофосфат кобальта) материалах. Электронная дифракция для определения положений атомов водорода уже применялась в работе Б.К. Вайнштейна, Б.Б. Звягина и А.С. Авилова в 1992 г., но только в случае порошка, состоящего из микроскопических кристаллов. Новый метод L. Palatinus и др. может быть использован для выяснения морфологии органических молекул, составляющих микрокристаллы, в том числе для понимания функционирования активных компонентов некоторых лекарств.

Источник: *Science* 355 166 (2017)

<https://doi.org/10.1126/science.aak9652>

5. Локализация источника быстрых радиовсплесков

Природа обнаруженных недавно быстрых радиовсплесков, несмотря на множество предложенных моделей, пока не выяснена. Их отличительной особенностью является большая величина меры дисперсии, свидетельствующая о том, что источники всплесков находятся на космологических расстояниях. Наблюдения с помощью радиотелескопов VLA и 300-метрового телескопа в Аресибо позволили установить, что один из источников быстрых радиовсплесков, имеющий обозначение FRB 121102, совпадает пространственно с источником постоянного радиоизлучения, причём вероятность случайной проекции оценивается на уровне $\sim 10^{-5}$. Природа постоянного радиоисточника размером < 1 пк также пока не известна. Положение FRB 121102 и постоянного радиоисточника, в свою очередь, совпадает с оптическим объектом, который, вероятно, представляет собой небольшую галактику с малым темпом звездообразования на красном смещении $z = 0,2$. Возможно, FRB 121102 связан с ядром этой галактики. Источник FRB 121102 является единственным, от которого было зарегистрировано несколько (к настоящему времени 17) быстрых радиовсплесков.

Источник: *Nature*, онлайн-публикация от 4 января 2017 г.

<https://arxiv.org/abs/1701.01098>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко
(e-mail: erosh@ufn.ru)