

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

1. Предельное магнитное поле

А.Е. Шабад (Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Россия) и В. Усов (Институт науки им. Вейцмана, Израиль), изучая теоретически устойчивость вакуума относительно "позитронного коллапса", установили, что максимально достижимое в природе магнитное поле имеет величину 10^{42} Гс. Ранее считалось, что предельное магнитное поле в 10^9 раз сильнее. Расчет выполнен в рамках обычной квантовой электродинамики. Исследовалось уравнение Бете–Салпитера в применении к позитронию — связанной пары электрона и позитрона — в магнитном поле. Рост магнитного поля приводит к усилению связи между частицами вплоть до падения их друг на друга и аннигиляции. Тем самым, исчезает энергетический барьер в процессе рождения пар из вакуума. Магнитное поле не может вырасти выше величины 10^{42} Гс, так как при приближении к данному порогу произойдет экранировка поля рождающимися из вакуума электрон-позитронными парами. Этот результат налагает существенные ограничения на теории, описывающие сверхпроводящие космические струны и магнитные монополи. Например, согласно существующим оценкам, магнитное поле вблизи струны может достигать величины 10^{47} – 10^{48} Гс, что исключается новым теоретическим пределом.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **96** 189401 (2006); prl.aps.org**2. Образование вихрей при фазовом переходе**

T. Kibble и W. Zurek в 1980-х годах разработали теорию, связывающую темп охлаждения вещества с количеством возникающих при фазовом переходе топологических дефектов. Общие предсказания этой теории применимы как к лабораторным процессам, так и к экстремальным состояниям вещества на ранних стадиях эволюции Вселенной. В университете г. Солерно (Италия) впервые выполнена успешная экспериментальная проверка теории T. Kibble и W. Zurek. Изучалась форма неоднородностей квантово-механической фазы в сверхпроводящих образцах при их охлаждении с различными скоростями. В качестве образцов использовались два ниобиевых диска, разделенных тонким слоем изолятора и образующие таким образом джозефсоновский контакт. Время охлаждения варьировалось от нескольких миллисекунд до десятков секунд и было выполнено более 100000 циклов охлаждения. Распределения фазы в пространстве регистрировались путем измерения электрических потенциалов и токов. Наблюдались предсказанные теоретически топологические дефекты вихревого типа. Вероятность образования вихрей пропорциональна квадратному корню из величины темпа охлаждения, что находится в согласии с предсказанием теории T. Kibble и W. Zurek.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **96** 205301 (2006); prl.aps.org**3. Бозоны и фермионы в 3D-ловушке**

Две независимые группы исследователей разработали методику, позволяющую накапливать в одной трехмерной оптической ловушке ультрахолодные вырожденные газы бозонов и фермионов. В экспериментах наблюдались интересные свойства смеси газов, такие как изменение характера взаимодействия между атомами-бозонами в присутствии фермионов. Трехмерная ловушка представляла собой "световой кристалл" из множества интерфери-

рующих лучей лазера. S. Ospelkaus и его коллеги из Института лазерной физики (Гамбург, Германия) помещали в ловушку атомы-бозоны ^{87}Rb и фермионы ^{40}K при температуре в несколько сотен нанокельвинов. Изучалось поведение смеси атомов при быстром выключении световой ловушки. В отличие от чистого газа атомов ^{87}Rb , присутствие фермионов приводило не к отталкиванию, а к притяжению между атомами ^{87}Rb . T. Esslinger и его коллеги из Швейцарии выполнили похожий эксперимент, в котором изучалось влияние атомов ^{40}K на сверхтекучие свойства бозе-эйнштейновского конденсата атомов ^{87}Rb . Присутствие фермионов приводило к уменьшению фазовой когерентности конденсата.

Источники: *Phys. Rev. Lett.* **96** 180402 (2006);*Phys. Rev. Lett.* **96** 180403 (2006); prl.aps.org**4. Акустический аналог лазера**

Коллективом исследователей из Великобритании и Украины создан новый тип усилителя-генератора акустической волны сверхвысокой частоты — аналог светового лазера. Основой прибора является решетка, состоящая из слоев полупроводника. В решетке происходит вынужденное излучение звуковых квантов — фононов с частотами 0,1–1 ТГц, составляющих когерентную звуковую волну. Расстояния между слоями полупроводника на гранях решетки были подобраны таким образом, что звуковая волна отражалась от граней подобно отражению света от зеркал в обычном лазере. В итоге, получался узконаправленный звуковой пучок сверхвысокой частоты и большой интенсивности. Акустический "лазер" может найти множество применений, например, в оптических модуляторах.

Источник: *Physics News Update*, Number 779<http://www.aip.org/pnu/2006/split/779-1.html>**5. Свойства веществ под давлением и облучением ионами**

В лаборатории GSI (Дармштадт, Германия) исследованы свойства веществ под влиянием большого давления и облучения мощным пучком ионов. Были выявлены структурные изменения, которые не вызывались этими двумя факторами, действующими по отдельности. Исследовались образцы графита и циркония в "алмазной яче" (anvil cell) под давлением около 14 ГПа. В течение нескольких секунд образцы облучались пучками ионов урана или золота с энергиями 70 ГэВ. Наблюдение под электронным микроскопом показало, что графит превращался из кристаллического вещества в аморфное за счет трансформации углеродных связей. При атмосферном давлении в образце оставались бы просто треки ионов без изменения структуры кристалла. Рамановская спектроскопия образцов циркония выявила формирование микрокристаллов нанометрового масштаба и фазовый переход, который без облучения происходит только при давлении 20 ГПа. Описываемое исследование может помочь в понимании свойств некоторых минералов в толще Земли, находящихся под воздействием больших давлений и продуктов радиоактивного распада. Также с помощью данной методики возможно получение веществ в новых метастабильных фазах.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **96** 195701 (2006); prl.aps.org

Подготовил Ю.Н. Ерошенко