

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР (24—25 марта 1976 г.)

24 и 25 марта 1976 г. в конференц-зале Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР состоялась совместная научная сессия Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессии были заслушаны доклады:

1. С. Я. Брауде. Некоторые результаты экспериментальных исследований в области декаметровой радиоастрономии.

2. В. Н. Алфеев. Свойства и применение структур на основе параэлектриков, сверхпроводников и полупроводников.

3. В. М. Галицкий. Аномальные состояния и коллективные движения ядерного вещества.

4. А. В. Мигдал. л-конденсация и возможность существования аномальных ядер.

Ниже публикуется краткое содержание трех докладов.

523.164(048)

С. Я. Брауде. Некоторые результаты экспериментальных исследований в области декаметровой радиоастрономии. За последние годы на радиотелескопе УТР-2¹ был выполнен ряд наблюдений. Некоторые из полученных результатов приводятся ниже.

В диапазоне частот 10—25 Мгц проведены измерения плотностей потока дискретных источников для склонений 0—20°. Обнаружено около 700 источников, из которых примерно пять процентов выявлены впервые. Оказалось, что среди впервые обнаруженных источников имеются объекты, у которых спектральный индекс — α достигает значений 2—3, в то время как обычно у известных источников $\alpha \approx 0,7—0,9$. Более двух третей наблюдаемых источников вплоть до частот 10—12 Мгц обладает в логарифмическом масштабе — «линейным» частотным спектром (Брауде, Жук, Мень, Рябов, Шарыкин).

На частоте 25 Мгц измерены изофоты остатка Сверхновой — Петли Лебеда. Оказалось, что между распределением оптического и радиоизлучения имеется вполне удовлетворительное соответствие. Определен частотный спектр как всей Петли Лебеда, так и радиодеталей, совпадающих с яркими оптическими областями. Оказалось, что эти спектры — линейны (в логарифмическом масштабе), а их спектральные индексы равны 0,44 и 0,3 — соответственно (Абрамян, Базелян).

На частотах 25 и 20 Мгц были определены координаты и измерены одномерные распределения яркости методом покрытия Луной источников ЗС 212 и 4С + 24.11. Оказалось, что источник ЗС 212 является двойным. Построены частотные спектры компонент источника ЗС 212 и его полный спектр. Спектральные индексы компонент 0,77 и 1,07 а у всего источника — 0,82. Источник 4С + 24.11 оказался однокомпонентным (Бовкун).

На частоте 25 Мгц были начаты предварительные интерферометрические измерения на базе радиотелескопов УТР-2 и УРАН-1. Длина базы 42,6 км, что дает разрешение на волне 12,5 м около 30/cos δ угловых секунд. Получена интерференция от низкочастотного источника в Крабовидной туманности. (Бабейко, Бовкун, Брауде, Мень).

Совместно с ФИАН проведены предварительные измерения угловых размеров источников методом мерцаний на частотах 25; 86 и 102 Мгц. Оказалось, что у одного источника (ЗС48) при понижении частоты индекс мерцаний уменьшился на много больше, чем следовало из-за рассеяния на межзвездной среде. Это могло быть связано с наличием у этого источника достаточно протяженного Гало. У другого источника (ЗС295) наблюдалась обратная картина — при понижении частоты индекс мерцаний даже несколько увеличился. Возможно это связано с перераспределением излучающих областей в самом источнике (Артюх, Рябов).

На ряде частот 12,6; 14,7; 16,7; и 20 и 25 Мгц изучалось поглощение Галактического фона в областях ионизированного водорода. Получены изофоты этих областей и профили поглощения (Крымкин).

В диапазоне 10—25 Мгц впервые удалось наблюдать излучение ряда пульсаров, у которых мера дисперсии не превышала 20 псж·см⁻³. Из двенадцати наблюдавшихся пульсаров импульсное излучение было обнаружено у семи. В отличие от более высоких частот на декаметровых волнах «окно излучения», т. е. та часть периода, в которой наблюдается излучение пульсара, в ряде случаев сравнима с самим периодом. В то время как среди примерно 150 пульсаров, измеренных на высоких частотах только у пяти обнаружены интеримпульсы, причем их интенсивность за исключением пульса-

ров 0532 + 21 и 1055 + 52 — мала (около 1—3 процентов основного импульса); для всех семи пульсаров измеренных на декаметровых волнах наблюдаются интенсивное интеримпульсное излучение. Несмотря на большую изменчивость формы, амплитуды и положения импульсов, были установлены некоторые общие закономерности. В частности обнаружена симметрия формы относительно середины периода. Наиболее часто в центре наблюдается провал, по бокам которого располагаются два или четыре интеримпульса. Если же в центре наблюдается интеримпульс, то он либо один, либо интеримпульсов три — один в центре и два симметрично — справа и слева от него. Используя данные высокочастотных и декаметровых измерений были построены спектры главного импульса и интеримпульса для некоторых пульсаров. В частности для пульсара 1919 + 21 спектр главного импульса имеет низкочастотный излом с максимумом плотности потока на 40 *Mc*, в то время как спектр интеримпульса — линейен и его спектральный индекс — 2 (Брук, Устименко).

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Я. Брауде, Ю. М. Брук, П. А. Мельяновский, А. В. Мень, Л. Г. Содин, Н. К. Шарыкин, Радиотелескоп УТР-2, Преприят ИРЭ АН УССР, № 7, Харьков, 1971.

537.31(048)

В. Н. Алфеев. Свойства и применение структур на основе параэлектриков, сверхпроводников и полупроводников. 1. Структуры на основе материалов, названных автором «криогенными параэлектриками» (ПЭ), а также контактов сверхпроводников (СП) и полупроводников (ПП) представляют интересный объект исследования и открывают новые возможности перед криоэлектроникой, в которой обычно применяются либо СП, либо ПП элементы.

2. Рассмотрены свойства «криогенных параэлектриков»: отклонение от закона Кюри—Вейсса при низких температурах, отсутствие фазового перехода в сегнетоэлектрическое вследствие проявления энергии нулевых колебаний решетки. Даны типы структур на основе контакта ПЭ с пленкой в нормальном или сверхпроводящем состоянии, позволяющие создавать различные элементы. Приведены результаты экспериментов, полученные в совместных работах с Н. А. Ирисовой, Т. Н. Нарытником, Г. В. Козловым, В. П. Федоровым и И. М. Чернышевым по исследованию при низких температурах дисперсии, диэлектрических и нелинейных свойств, управляемости структур на ПЭ с металлическими электродами, подтвердившие возможность получения малой инерционности, широкого диапазона электронной перестройки и высокой добротности. Дан обзор основных результатов по данным из литературы и обсуждены некоторые новые направления по SrTiO_3 и др. ПЭ в нормальном и сверхпроводящем состоянии.

3. Сочетание СП и ПП в одной структуре дает новое качество и расширяет возможности этих материалов. Рассмотрены особенности энергетических диаграмм СП-ПП-СП, показаны преимущества перед туннельными СП структурами с диэлектрическими зазорами, толщина которых не превышает 10—20 Å при Джозефсоновском туннелировании. Приведены результаты по Джозефсоновскому и одночастичному туннелированию в таких структурах при использовании различных СП и ПП. Рассмотрены некоторые свойства одиночных контактов СП-ПП. Рассмотрено поведение контактов СП-ПП на частоте собственного резонанса при воздействии внешнего СВЧ сигнала, а также влияние ИК облучений на характеристики туннельных СП структур с ПП. Обобщены опубликованные экспериментальные результаты, включая эксперименты по изучению аномалий в ПП вырожденных p - n -переходах вблизи $V = 0$, в которых Б. М. Вул, Н. В. Заварицкий, Э. И. Заварицкая, В. А. Logan, E. I. Wolf и др. обнаружили влияние СП омического контакта. Обсуждаются вопросы применения в структурах СП 2 рода.

4. Структуры на основе ПЭ, СП, и ПП значительно расширяют возможности известных материалов и могут найти применение для создания криоэлектронных приборов различного назначения: усилителей, генераторов, резонаторов, детекторов, преобразователей, переключателей, ИК приемников и др. устройств, возможно, вплоть до лазеров нового типа и модуляторов.

Структуры, содержащие СП и ПП, могут также применяться в криогенных интегральных схемах вычислительной техники, в качестве СП микрополосковых фильтров на подложке из ПП. ПЭ структуры, кроме того, могут применяться в большом интервале температур в качестве резонаторов и фильтров с электронной перестройкой, фазовращателей, параметрических устройств, датчиков температуры, болометров в широком диапазоне электромагнитных волн.

Работа проводилась под руководством академика А. М. Прохорова. Значительная часть материалов доложена на бюро Отделения физики АН УССР 12.5.1972 г., основная часть — на бюро Отделения общей физики и астрономии АН СССР 4.6.1974 г. Отдельные материалы доклада опубликованы в следующих изданиях: а) Бюллетень изобретений, № 23 (1967); описание патента США № 3.381.225 с приоритетом от 2.10.1963 г.; монография «Радиотехника низких температур», М., «Сов. радио», 1966; Изв. вузов,

сер. «Радиоэлектроника» 13, 1163 (1970); Электрон. техн., сер. XV (Криогенная электроника), вып. 1 (1969), вып. 2 (1970). б) Сб. тезисов докладов ФНТ-17, Донецк, 1972, (совместно с Н. А. Ирисовой, Т. Н. Нарытником, Г. В. Козловым, А. М. Прохоровым, В. В. Смирновым, И. М. Чернышевым). в) Сб. «Спектроскопия диэлектриков и сегнетоэлектриков», Киев, 1971; Радиотехн. и электрон. 19, 796 (1974); Вестн. КГУ сер. физ. 15, 80 (1974) (совместно с Т. Н. Нарытником, Ю. Н. Ковальковым, М. В. Рождественской, В. Б. Федоровым). г) Сб. тезисов ФНТ-17, Донецк, 1972 (совместно с С. А. Грушей, Г. В. Кузнецовым). д) Направлены в журнал «Радиотехника и электроника» две статьи (совместно с С. А. Грушей, А. И. Колесниковым и М. И. Угриным) (1976).

ЛИТЕРАТУРА, НЕПОСРЕДСТВЕННО ОТНОСЯЩАЯСЯ К ДОКЛАДУ

- В. Л. Гинзбург, ЖЭТФ 19, 36 (1949); УФН 77, 621 (1962).
 J. H. Barrett, Phys. Rev. 86, 118 (1952).
 Б. М. Вул, Изв. АН СССР, сер. физ. 21, 3 (1957).
 Б. М. Вул, Э. И. Заварицкая, Н. В. Заварицкий, ФТТ 8, 888 (1966).
 J. Giaever, H. R. Zeller, J. Vac. Sci. and Technol. 6, 502 (1969).
 Э. И. Пашицкий, УФЖ 14, 1882 (1969).
 И. О. Кулик, И. К. Янсон, Эффект Джозефсона в сверхпроводящих туннельных структурах, М., «Наука», 1970.
 Б. М. Вул, А. С. Селиваненко, ДАН СССР 5, № 115 (1968).
 В. Н. Алфеев, Т. Н. Нарытник, Электр. промышленность 5, 53 (1976).
 Г. А. Смоленский, В. А. Боков, В. А. Исупов, Н. И. Крайник, Р. Е. Пасынков, М. С. Шур, Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики, Л., «Наука», 1971.
 О. Г. Вендик, ФТТ 14, 989 (1972).
 В. Г. Вакс, Введение в микроскопическую теорию сегнетоэлектричества, М., «Наука», 1973.
 В. Н. Алфеев, Изв. вузов, сер. «Радиоэлектроника», 13, 1163 (1973).
 К. Н. Keller, J. E. Nordmann, J. Appl. Phys. 44, 4732 (1973).
 M. McColl, M. F. Millea, A. H. Silver, Appl. Phys. Lett., 23, 263 (1973).
 Л. Солимар, Туннельный эффект в сверхпроводниках и его применение, М., «Мир», 1974.
 Н. Б. Брандт, Д. В. Гицу и др., Письма ЖЭТФ 22, 225 (1975).

539.144(048)

В. М. Галицкий. Аномальные состояния и коллективные движения ядерного вещества. Теоретическое рассмотрение л-мезонного поля в ядерном веществе, проведенное А. Б. Мигдалом¹, показывает, что одна из ветвей возбуждений, с квантовыми числами этого поля, может оказаться неустойчивой. Это явление, называемое обычно л-конденсацией, возникает для плотностей нуклонов n , превышающих некоторую критическую плотность n_c и, возможно, приводит к появлению второго минимума на кривой зависимости энергии одного нуклона в ядре от плотности. Наличие двух минимумов может реализоваться в следующих вариантах: во-первых, второй минимум может лежать при плотностях, превышающих плотность существующих ядер n_0 , причем энергия ϵ_s во втором минимуме может быть как меньше так и больше ϵ_0 (ϵ_0 — энергия приходящаяся на один нуклон в существующих ядрах); во-вторых, минимум, отвечающий большей плотности, соответствует обычным ядрам, в то время как другой минимум лежит при меньшей плотности. Первый случай означает существование стабильных или метастабильных сверхплотных ядер. Во втором случае л-конденсат присутствует в обычных ядрах, наряду с которыми могут существовать метастабильные или стабильные разреженные ядра. Отличить эти случаи можно в экспериментах по поиску л-конденсата в существующих ядрах.

Наибольший интерес для дальнейшего обсуждения представляет случай существования стабильных сверхплотных ядер (возможность существования таких ядер по иной причине рассматривалась в работе²). В этом случае обычные ядра нестабильны и могут спонтанно переходить в сверхплотное состояние. Возникает вопрос: каким образом атомные ядра оказались в метастабильном состоянии? Это можно объяснить тем, что в процессе нуклеосинтеза сначала образовались α -частицы, из которых реакциями захвата постепенно образовывались все более тяжелые нуклиды. Проведенные расчеты³ показывают, что критическая плотность n_c падает с увеличением атомного номера A . Поэтому для легких ядер барьер, отделяющий обычное состояние от сверхплотного, велик, а переход этих ядер в процессе нуклеосинтеза в сверхплотное состояние маловероятен. С этой точки зрения трудно допустить существование стабильных разреженных ядер.

Предположение о существовании стабильных сверхплотных ядер можно проверить по их присутствию в обычном веществе и по наблюдению спонтанных переходов

обычных ядер в сверхплотное состояние. Поиски сверхплотных ядер были предприняты в работе ⁴. Авторы исходили из предположения, что энергия связи нейтрона в сверхплотных ядрах должна быть значительно больше, чем в обычных. Проводились поиски γ -лучей в интервале энергий 30—250 Мэв при захвате графитом тепловых нейтронов. Отсутствие таких квантов в пределах статистических ошибок дает предельную концентрацию сверхплотных ядер в 10^{-14} от обычных. Там же предпринимались поиски сверхплотного радона, основанные на предположении, что сверхплотные ядра радона, в отличие от обычных, стабильны. Верхняя граница для концентрации сверхплотного радона по отношению к кремнию оказалась равной 10^{-29} .

Попытка обнаружить спонтанный переход в сверхплотное состояние была предпринята в работе ⁵ для иода и вольфрама. Отсутствие в пределах ошибок γ -квантов, сопровождающих такой переход, позволяет сделать заключение, что время жизни по отношению к такому переходу превышает 10^{22} лет. Исходя из этого значения, можно оценить нижнюю границу критической плотности n_c . Решая задачу гидродинамического течения ядерного вещества при зависящем от времени радиусе ядра R и аппроксимируя функцию $\epsilon(n)$ участками парабол (вблизи нормального состояния)

$$\epsilon = \epsilon_0 + \frac{k_0}{2} \left(\frac{n - n_0}{n_0} \right)^2,$$

где k_0 — сжимаемость, равная 35 Мэв, приходим к обычной задаче квантового подбарьерного перехода. Для вероятности перехода получаем

$$W = \omega \exp[-A^{1/3} F(\xi)] \tag{1}$$

($\xi = (n_c - n_0)/n_0$, $\omega \sim S/R$, где s — скорость звука в ядерном веществе, что дает $\omega \sim 10^{21}$ сек⁻¹). Сравнение (1) с экспериментальным временем жизни дает $\xi \geq 0,35$. Укажем для сравнения, что это значение соответствует величине барьера, в расчете на одну частицу, равной ~ 5 Мэв. Формула (1) не может быть справедливой для больших A . В этой области переход должен рассматриваться по квантовой теории фазовых переходов ⁶, исходя из квантового механизма образования зародышей. Вычисления, аналогичные работе ⁵, приводят к следующей формуле для вероятности перехода:

$$W \approx \omega_3 \exp \left[-2,9 \left(\frac{k_0}{\epsilon_0 - \epsilon_s} \right)^{7/2} f(\xi) \right] \tag{2}$$

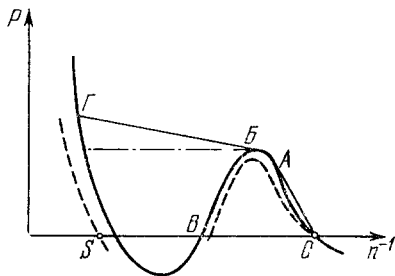
(ω_3 — частота колебания радиуса малого зародыша). В области, соответствующей экспериментальным значениям, радиус зародыша оказывается порядка радиуса ядра и обе формулы дают результаты, не отличающиеся в пределах точности.

В случае больших времен жизни и метастабильности сверхплотного состояния, его можно получить в экспериментах по столкновению тяжелых ионов. При энергиях налетающих ионов на один нуклон $w = E/A$, превышающих энергию ферми $\epsilon \approx 40$ Мэв, фермиповерхности нуклонов сталкивающихся ядер не перекрываются и принцип Паули оказывается несущественным. При этом длина свободного пробега, начиная с $w \sim 200$ Мэв, становится порядка расстояния между нуклонами, т. е. много меньше размеров ядра. Начиная с этих энергий, для поведения ядерного вещества приближенно применимо гидродинамическое описание. Движения, возникающие при этом в ядерном веществе, носят характер ударных волн ⁷.

Рассмотрим столкновение двух быстрых тяжелых ионов с близкими значениями A . Картина столкновения в СЦИ будет симметричной относительно центральной плоскости. Поэтому скорость вещества за фронтом волны будет равна нулю, а перед фронтом равна v_0 (v_0 — скорости сталкивающихся ионов в СЦИ). Изменение вслччин в ударной волне дается ударной адиабатой, примерный ход которой дан на рисунке (штриховая кривая — адиабата Пуассона для холодного вещества, точки 0 и s отвечают обычному и сверхплотному состоянию). При малых v_0 давление и плотность сжатого ядерного вещества даются точкой, лежащей на участке OA . Аппроксимируя этот участок, как и ранее, параболой с постоянной сжимаемостью k_0 , получим следующую связь энергии с плотностью:

$$w = 2k_0 \left(\frac{n - n_0}{n_0} \right)^2 \frac{n}{n_0}. \tag{3}$$

При энергиях, превышающих критическую $w_c = 2k_0 \xi^2 (1 - \xi)$, конечное состояние определяется точкой Γ , а не точкой на участке BB , как это ошибочно утверждалось



в работе ⁶. При этом в ядерном веществе распространяются две ударные волны, разделенные областью автомодельного течения (участок AB). По мере увеличения энергии точка G поднимается по ударной адиабате и в некоторый момент прямая GB становится продолжением OA . При больших энергиях течение снова сводится к одной ударной волне, на фронте которой происходит скачок давления и плотности от невозмущенных значений до значений, соответствующих точке G . Таким образом, наличие энергетической области с двумя ударными волнами свидетельствует о существовании перегиба на кривой зависимости ϵ от удельного объема.

Материал доклада направляется для опубликования в ЖЭТФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Б. Мигдал ЖЭТФ 61 2209 (1971).
2. А. Б. Мигдал, О. А. Маркин, И. Н. Мишустин ЖЭТФ 66, 443 (1974).
3. И. Д. Лее, G. C. Wick, Phys. Rev., D9, 2291 (1974).
3. Э. Е. Саперштейн, С. В. Толоконников, С. А. Фаянс, Препринт ИЭА-2571, Москва, (1975).
4. R. J. Holt, J. P. Schiffer et al., Phys. Rev. Lett. 36, 183 (1976).
5. В. М. Галицкий, В. И. Лебедев, В. П. Мартемьянов, Л. А. Микаэлян, Письма ЖЭТФ 24, 114 (1976).
6. И. М. Лифшиц, Ю. М., Каган, ЖЭТФ 62, 385 (1972).
7. C. Wong, T. Welton, Phys. Lett. B49, 243 (1974).
W. Greiner Phys. Rev. Lett. 32, 741 (1974).
8. J. Hofman, H. Stocker, U. Heinz, W. Scheid, W. Greinber, ibid. 36, 88 (1976).