

Microworld 22. Neutron Stars

N.N. Leonov

There has been the structure of superfluid neutron component of neutron stars identified and there have been similarities revealed in structures and properties of superfluid components in liquid helium and in neutron superfluid liquid.

*

A neutron star is an object consisting of an extremely solid neutron core enclosed in a thin hard crust made up of heavy atomic nuclei and electrons. Existence of neutron stars was in theory predicted in 1933 by astronomers W. Baade and F. Zwicky. This hypothesis was experimentally proven in 1967 by D. Bell.

Masses of the majority of known neutron stars are close to 1.44 of the Sun mass. A neutron star radius is about ten kilometers, i.e. approximately 70000 times less than the Sun radius.

Many neutron stars rotate at extreme velocities reaching a thousand revolutions per second.

*

Observations showed that rotation velocities of neutron stars are very slowly decreasing. Meanwhile, an amazing fact was disclosed. It appeared that there may be such critical rotation velocities $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots$ at which the velocity shall be increasing in discrete steps. If the initial velocity at the first step is ω_1^0 , then rotation velocity ω shall be decreasing continuously until it reaches ω_1 . As soon as ω_1 is reached the velocity shall suddenly grow stepwise to ω_2^0 , then it shall be decreasing continuously to ω_2 , and on having reached ω_2 it shall again be increased stepwise to ω_3^0 , and so on.

Once D. Paynes, a professor of the Illinois University (USA), suggested to E.L. Andronikashvili, a famous researcher of the liquid helium superfluidity phenomenon, that he verifies A. Migdal's hypothesis for a neutron star core being in a liquid, superfluid state in spite of the temperature of 100 mln degrees [1].

The specific interest in this question is due to that in 1949 Onsager predicted the existence of vortexes of a superfluid helium component in rotating superfluid helium. R. Feynman made an assumption that these vortexes are aligned in parallel to the liquid helium rotation axis and that their number is proportional to rotation velocity ω . Accordingly, V.L. Ginzburg assumed that a superfluid neutron substance in neutron stars is penetrated with a system of vortexes similar to Onsager-Feynman vortexes [1].

*

E.L. Andronikashvili's assistants conducted the appropriate experiments with superfluid helium put in a rotating glass ball and using the similarity law that they had conceived obtained quantitative evidence for almost all of the above assumptions as to the properties of neutron liquid in neutron stars. In the process it appeared that the number of superfluid vortexes in liquid helium is changing not proportionally to ω but is remaining unchanged in the continuous ω variation intervals and is decreasing stepwise at critical values of ω [1]. Such stepwise decrease in the number of vortexes is what makes rotation velocities of the helium-filled ball and a neutron star change in steps.

*

The quantum theory neglect of ether and ether resistance to motion of microscopic objects as well as neglect of magnetic interactions among the same resulted in a crucial impossibility to understand structures of superfluid components in liquid helium and in neutron star core.

Consideration of the above factors allowed for understanding that helium atoms can exist in two forms [2]. One of them cannot exist in natural environment and is unknown to quantum physics. Atoms of this form can only exist at ultralow temperatures as electrons therein are on the same nucleonic magnetic cluster on the same side of the nucleus. Taking mind off nucleus and electron sizes, this form is one-dimensional.

Electrons in another form are on different nucleonic magnetic clusters of the nucleus. This form is well known to quantum physics. It is the only form of helium that exists in natural environment. This form is two-dimensional.

A superfluid component of liquid helium consists of one-dimensional atoms bound into one-dimensional needle-like molecules. These molecules feature macroscopic lengths exceeding sizes of vessels with liquid helium in. Due to magnetic interactions these molecules tend to take straight linear shapes.

In view of these circumstances superfluid vortexes in rotating liquid helium are made up of long one-dimensional straight superfluid molecules parallel to the liquid helium vessel rotation axis.

*

The hypothesis for a neutron star core being made up of a superfluid neutron substance has been brilliantly confirmed in experiments conducted by E.L. Andronikashvili's assistants [1]. However, the structure of such a neutron substance has remained unclear.

A crucial role in gaining understanding of this structure was played by the results obtained by the scientists of the Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of the USSR (Alma-Ata) from the experiment in α -particle scattering by nuclear structures [3]. These results have become an experimental evidence of the fact that in natural environment all atomic nuclei of various chemical elements feature quasicrystalline structures.

Nucleons contained in these nuclei are retained by means of neutron attraction. Gravitational contraction of the matter contained in neutron stars shortens the distances between nucleons to the values at which attraction between the neutrons is changed for repulsion.

An adequate description of neutron interactions has been given in [4]. Such interaction force is $F_n(r)=pr^{-4}-qr^{-5}$, where $p=1,581 \cdot 10^{-59} \text{ kg} \cdot \text{m}^5 \cdot \text{s}^{-2}$, $q=5,032 \cdot 10^{-74} \text{ kg} \cdot \text{m}^6 \cdot \text{s}^{-2}$. According to this formula, there shall be a neutron repulsion between two neutrons if the distances between the neutrons are less than $3.18 \cdot 10^{-15} \text{ m}$. Such distances between neutrons make the neutron substance pass into a superfluid state.

Parameters p and q have been calculated based on the distance between neutron and proton in deuterium estimated by E. Rutherford. According to the empirical dependence of nucleus "radius" r_n on the number of nucleons A in the nucleus derived by E. Rutherford ($r_n=1.4 \cdot A^{1/3} \cdot 10^{-15} \text{ m}$), this distance is equal to $3.528 \cdot 10^{-15} \text{ m}$. The estimated distance between two neutrons in a neutron dipole shall be $3.183 \cdot 10^{-15} \text{ m}$ in this case.

It follows from the relation between the given distances that deuteron fluid made up of deuteron elements may well exist in neutron stars along with neutron fluid in some range of neutron star masses.

Neutrons, except for nuclear ones, had self-magnetic fields having magnetic moment vector μ_n that is equal to $\mu_n=3 \cdot 10^{-4} \mu_p=3.6 \cdot 10^{-5} \mu_e$. Since neutron is a paramagnetic substance there is a magnetic attraction between neutrons.

Under magnetic attraction and neutron repulsion neutrons of neutron stars can unite into very long straight linear structures. Magnetic interactions contribute to keeping these neutron structures in their straight shape. Due to these structures vortexes generated thereby may exist in rotating neutron fluid in parallel to the neutron fluid rotation axis.

*

The time has told that the superfluidity phenomenon may take place both in ultralow and in ultrahigh temperature ranges. The primary cause for superfluidity of helium and for superfluidity of superdense neutron plasm is the presence of superlong one-dimensional needle-like helium and neutron structures tending to take straight shapes under the influence of magnetic interactions. Hence, these structures feature ultra-high heat-transfer rates: superfluid helium perturbances are propagating at the rate of electric and magnetic interactions while superfluid neutron perturbances are propagating at the rate of neutron and magnetic interactions.

*

The experimental findings published in [3] prove that there are not indivisible energy quanta in the material world. In view of such findings, an annoying emphasizing of the quantum nature of superfluidity [1,5-7] is perceived as an intention to hide the lack of comprehension of the true nature of this phenomenon.

List of References

1. Э.Л.Андроникашвили. Четвертое поколение//Химия и жизнь,1981,№5,-с.89-93.
2. <http://vixra.org/abs/1309.0131> . Superfluidity of Helium. Сверхтекучесть гелия.
3. Павлова Н.Н., Иванов А.М., Юшков А.В. и Токтаров К.А. Некоторые закономерности в изотопических изменениях форм легких, средних и тяжелых ядер//Изв. АН СССР. Сер.физическая. 1979. Т.43. №11. С.2317-2323.
4. <http://vixra.org/abs/1311.0167> . Neutron Interactions. Нейтронные взаимодействия.
5. Тилли Д.Р. и Тилли Дж. Сверхтекучесть и сверхпроводимость. –М.: Мир. 1977
6. Капица П.Л. Эксперимент.Теория.Практика. –М.: Наука. 1987
7. Капица П.Л. «Когда такой случай подвернулся, нельзя было его упускать»//Химия и жизнь. №11. 1987. –с.45-53.

Nikolay Nikolaevich Leonov

Cand. Sc. (Physics and Mathematics), Senior Research Associate, 73 publications.

Apartment 22, Raduzhnaya Street 1, Nizhny Novgorod, 603093, Russian Federation

Tel: 831-4361015

E-mail: NNLeonov@inbox.ru

Микромир 22. Нейтронные звезды

Леонов Н.Н.

Выявлена структура жидкой сверхтекучей нейтронной компоненты в нейтронных звездах. Выявлены аналогии в структурах и в свойствах сверхтекучих компонент в жидком гелии и в нейтронной сверхтекучей жидкости.

*

Нейтронной звездой называют объект, состоящий из чрезвычайно плотной нейтронной сердцевины, заключенной в тонкую твердую кору, состоящую из тяжелых атомных ядер и электронов. Существование нейтронных звёзд было теоретически предсказано в 1933г астрономами В.Бааде и Ф.Цвикки. Экспериментальное подтверждение этой гипотезы было получено в 1967г Д.Белл.

Массы большинства известных нейтронных звёзд близки к 1,44 массы Солнца. Нейтронная звезда имеет радиус около десяти километров, т.е. примерно в 70000 раз меньше радиуса Солнца.

Многие нейтронные звёзды обладают чрезвычайно высокой скоростью вращения, до тысячи оборотов в секунду

*

Наблюдения показали, что скорости вращения нейтронных звезд очень медленно уменьшаются. При этом было обнаружено удивительное обстоятельство. Оказалось, что существуют такие критические значения скоростей вращения $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots$, при которых величина этой скорости скачкообразно увеличивается. Если начальную скорость, на первом этапе, обозначить через ω_1^0 , то до ω_1 скорость вращения ω убывает непрерывно. При ω_1 она вдруг скачком увеличивается до ω_2^0 , затем непрерывно уменьшается до ω_2 , и, при ω_2 , снова скачкообразно увеличивается до ω_3^0 , и так далее.

Однажды, Д.Паинс, профессор Иллинойского университета (США), предложил Э.Л.Андроникашвили, известному исследователю явления сверхтекучести жидкого гелия, проверить гипотезу А.Мигдала о том, что нейтронная сердцевина нейтронной звезды находится в жидком, сверхтекучем состоянии, несмотря на температуру в 100 миллионов градусов [1].

Особый интерес к этому вопросу связан с тем, что в 1949г Онсагер предсказал существование, во вращающемся сверхтекучем гелии, вихрей из сверхтекучей компоненты гелия. Р.Фейнман предположил, что эти вихри выстраиваются параллельно оси вращения жидкого гелия и что их количество пропорционально скорости вращения ω . Исходя из этого, В.Л.Гинзбург предположил, что сверхтекучее нейтронное вещество в нейтронных звездах пронизано системой вихрей, аналогичных вихрям Онсагера-Фейнмана [1].

*

Сотрудники Э.Л.Андроникашвили провели соответствующие эксперименты со сверхтекучим гелием, помещенным во вращающийся стеклянный шарик, и получили, с помощью сконструированного ими «закона подобия», количественные доказательства почти всех указанных выше предположений о свойствах нейтронной жидкости в нейтронных звездах. При этом оказалось, что количество сверхтекучих вихрей в жидком гелии изменяется не пропорциональным скорости ω , а остается постоянным в интервалах непрерывного изменения ω , уменьшаясь скачком только при критических значениях величины ω [1]. Из-за такого скачкообразного уменьшения количества вихрей и происходят скачкообразные изменения скорости вращения шарика с гелием и нейтронной звезды.

*

Отказ, в квантовой теории, от учета эфира, с его сопротивлением движению микрообъектов, и отказ от учета магнитных взаимодействий между микрообъектами, привели к принципиальной невозможности достижения понимания структур сверхтекучих компонент в жидком гелии и в нейтронной сердцевине нейтронных звезд.

Учет этих факторов позволил понять, что атомы гелия могут существовать в двух формах [2]. Одна из них в естественных условиях существовать не может, квантовой физике эта форма не известна. Атомы этой формы могут существовать только при сверхнизких температурах, так как электроны в них находятся на одном и том же нуклонном магнитном кластере ядра, с одной и той же стороны от ядра. Если отвлечься от размеров ядра и электронов, то эта форма «одномерна».

Электроны в другой форме расположены на разных нуклонных магнитных кластерах ядра. Эта форма квантовой физике хорошо известна. В естественных условиях существует только эта форма гелия. Эта форма «двумерна».

Сверхтекучая компонента жидкого гелия состоит из «одномерных» атомов, связанных в «одномерные» нитеподобные молекулы. Эти молекулы имеют макроскопические длины, превышающие размеры сосудов, в которых находится жидкий гелий. Благодаря магнитным взаимодействиям, эти молекулы стремятся принять прямолинейные формы.

Вследствие этих обстоятельств, сверхтекучие вихри во вращающемся жидком гелии состоят из длинных «одномерных» прямолинейных сверхтекучих молекул, параллельных оси вращения сосуда с жидким гелием.

*

Гипотеза о том, что сердцевина нейтронной звезды состоит из сверхтекучего нейтронного вещества, была блестяще экспериментально подтверждена сотрудниками Э.Л.Андроникашвили [1]. Однако, структура этого нейтронного вещества осталась невыясненной.

В достижении понимания этой структуры принципиальную роль сыграли результаты эксперимента по рассеянию α -частиц ядерными структурами, полученные сотрудниками ИЯФ АН СССР (Алма-Ата) [3]. Эти результаты явились экспериментальным

доказательством того, что все атомные ядра различных химических элементов обладают, в естественных условиях, квазикристаллическими структурами.

Нуклоны, содержащиеся в этих ядрах, удерживаются нейтронным притяжением. Под влиянием гравитационного сжатия вещества, содержащегося в нейтронных звездах, расстояния между нуклонами в ядрах могут уменьшиться до таких значений, при которых между нейтронами имеет место не притяжение, а отталкивание.

Адекватное описание нейтронных взаимодействий приведено в [4]. Величина силы этого взаимодействия $F_n(r)=pr^{-4}-qr^{-5}$, где $p=1581 \cdot 10^{-59} \text{ кг} \cdot \text{м}^5 \cdot \text{с}^{-2}$, $q=5032 \cdot 10^{-74} \text{ кг} \cdot \text{м}^6 \cdot \text{с}^{-2}$. Согласно этому выражению, между двумя нейтронами действует нейтронное отталкивание, если расстояние между ними меньше, чем $3,18 \cdot 10^{-15} \text{ м}$. При таких расстояниях между нейтронами, нейтронное вещество переходит в сверхтекучее состояние.

Значения параметров p и q вычислены, исходя из оценки расстояния между нейтроном и протоном в дейтроне, полученной Э.Резерфордом. Согласно выведенной Э.Резерфордом эмпирической зависимости «радиуса» ядра r_α от количества нуклонов A в ядре ($r_\alpha=1,4 \cdot A^{1/3} \cdot 10^{-15} \text{ м}$), это расстояние равно $3,528 \cdot 10^{-15} \text{ м}$. Оценка расстояния между двумя нейтронами, в нейтронном диполе, в этом случае получается равной $3,183 \cdot 10^{-15} \text{ м}$.

Из соотношения между приведенными величинами расстояний следует, что, в некотором диапазоне масс нейтронных звезд, в этих звездах, наряду с нейтронной жидкостью, может существовать и дейтронная жидкость, элементами которой являются дейтроны.

Нейтроны, кроме ядерных, обладают собственными магнитными полями с вектором магнитного момента μ_n , величина которого равна $\mu_n=3 \cdot 10^{-4} \mu_p=3,6 \cdot 10^{-5} \mu_e$. Так как нейтрон – парамагнетик, то между нейтронами действует магнитное притяжение.

Под влиянием магнитного притяжения и нейтронного отталкивания, нейтроны могут, в нейтронных звездах, объединяться в очень длинные прямолинейные структуры. Магнитные взаимодействия способствуют сохранению прямолинейной формы этих нейтронных структур. Благодаря наличию этих структур, во вращающейся нейтронной жидкости могут существовать вихри, образованные этими структурами, параллельными оси вращения нейтронной жидкости.

*

Время показало, что явление сверхтекучести имеет место не только в области сверхнизких, но и в области сверхвысоких температур. Основной причиной сверхтекучести гелия и сверхтекучести сверхплотной нейтронной плазмы является наличие сверхдлинных, «одномерных», нитеобразных гелиевых и нейтронных структур, стремящихся, под влиянием магнитных взаимодействий принять прямолинейные формы. Вследствие этого, в этих структурах имеет место сверхвысокая скорость теплопередачи – возмущения распространяются в сверхтекучем гелии со скоростью электрических и магнитных взаимодействий, а в сверхтекучих нейтронных структурах – со скоростью нейтронных и магнитных взаимодействий.

*

Экспериментальные результаты, опубликованные в [3], являются доказательством отсутствия в материальном Мире неделимых квантов энергии. Навязчивое подчеркивание «квантовой» природы явления сверхтекучести [1,5-7], в свете этих результатов, воспринимается как желание скрыть отсутствие понимания истинной природы этого явления.

Литература

1. Э.Л.Андроникашвили. Четвертое поколение//Химия и жизнь,1981,№5,-с.89-93.
2. <http://viXra.org/abs/1309.0131> . Superfluidity of Helium. Сверхтекучесть гелия.
3. Павлова Н.Н., Иванов А.М., Юшков А.В. и Токтаров К.А. Некоторые закономерности

- в изотопических изменениях форм легких, средних и тяжелых ядер//Изв. АН СССР. Сер.физическая. 1979. Т.43. №11. С.2317-2323.
4. <http://vixra.org/abs/1311.0167> . Neutron Interactions. Нейтронные взаимодействия.
 5. Тилли Д.Р. и Тилли Дж. Сверхтекучесть и сверхпроводимость. –М.: Мир. 1977
 6. Капица П.Л. Эксперимент.Теория.Практика. –М.: Наука. 1987
 7. Капица П.Л. «Когда такой случай подвернулся, нельзя было его упускать»//Химия и жизнь. №11. 1987. –с.45-53.

Леонов Николай Николаевич

Кандидат физико-математических наук, старший научных сотрудник, 73 публикации.
РФ, 603093, Нижний Новгород, ул. Радужная, д.1, кв.22.

Тел.: 831-4361015,

E-mail: NNLeonov@inbox.ru